Κονδύλης Παναγιώτης

Λατζώνης Πολυνίκης

ΧΗΜΕΙΑ

Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Τεύχος Γ3

2026 - 2027

Επαναληπτικά θέματα χημείας



Κονδύλης Παναγιώτης Λατζώνης Πολυνίκης

Χ Η Μ Ε Ι Α

Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

Τεύχος Γ3



Χημεία Γ΄ Λυκείου

Τεύχος Γ3

Παναγιώτης Γ. Κονδύλης, Ph.D.
6945-891908
pkondylis@hotmail.com

Πολυνίκης Δ. Λατζώνης
6944-735073
polyneices@gmail.com

Ιούνιος 2026

http://chemistrytopics.xyz/

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

«Παίζοντας» σωστά με τη Χημεία...

Ίσως να σας αρέσει η μουσική ή ίσως ένα συναρπαστικό άθλημα, όπως το ποδόσφαιρο ή η ιστιοσανίδα. Δε μπορείτε, όμως, ποτέ να μάθετε πιάνο πηγαίνοντας στο Μέγαρο μουσικής για ν' ακούσετε ένα κονσέρτο, ούτε μπορείτε να μάθετε να παίζετε ποδόσφαιρο βλέποντας τηλεόραση...

Με παρόμοιο τρόπο δεν μπορείτε να μάθετε Χημεία βλέποντας απλά κάποιον άλλον (π.χ. τον καθηγητή σας, στον πίνακα) να «κάνει» Χημεία. Ούτε διαβάζοντας αποσπασματικά ένα βιβλίο ή τις σημειώσεις σας. Όλα αυτά δεν είναι αρκετά, αν δεν μπορείτε να «κάνετε» Χημεία μόνοι σας.

Αυτό, όμως, απαιτεί εξάσκηση σε συνεχή βάση, που με τη σειρά του απαιτεί αυτοπειθαρχία μέχρις ότου γίνει συνήθεια.

Μπορεί κανείς εύκολα να πελαγώσει αν δεν βρίσκει τις γενικές αρχές σε κάθε ένα κεφάλαιο. Μαθαίνοντας κανείς τα γενικά χαρακτηριστικά και κανόνες σε κάθε θέμα, το πώς δηλαδή αυτό «δουλεύει» σε γενικές γραμμές, τον απελευθερώνει από την απομνημόνευση καθεμίας ερώτησης θεωρίας, καθεμίας εφαρμογής ξεχωριστά. Δένει όλες τις ιδέες μαζί και δεν «χάνεται» στις επιμέρους λεπτομέρειες.

Πολλοί μαθητές παλεύουν με τη Χημεία γιατί δεν στέκονται στο πώς συνδέονται τα διάφορα επιμέρους θέματα ενός κεφαλαίου το ένα με το άλλο, με το πώς οι ιδέες συνδέονται και κάθε μία άσκηση, κάθε ένα πρόβλημα το βλέπουν σαν μοναδικό. Παρατηρείστε για παράδειγμα πως όλα τα άτομα έχουν ορισμένες βασικές αρχές στην ηλεκτρονιακή τους δόμηση ή πως όλα τα οξέα και οι βάσεις συμπεριφέρονται ανάλογα στα υδατικά τους διαλύματα.

Μετά τη θεωρία και τις ερωτήσεις μαθαίνουμε να λύνουμε ασκήσεις και προβλήματα. «Μα πώς θα μπορέσω να το κάνω αυτό;» μπορεί να αναφωνήσει κάποιος, που ποτέ του δεν έχει καταλάβει τις ασκήσεις και τα προβλήματα της Χημείας. Η απάντηση είναι απλή: Δουλεύοντας τα παραδείγματα των ερωτήσεων, των ασκήσεων και των προβλημάτων! Θα υπάρχουν στα πλαίσια αυτού του βιβλίου αρκετά για να μην πλήξετε.

Μπορείτε, λοιπόν, να ακολουθήσετε το εξής μονοπάτι εργασίας: Διαβάστε ένα τμήμα ύλης (θεωρία), διαβάστε προσεκτικά τα παραδείγματα και στη συνέχεια πολεμήστε τις ασκήσεις και τα προβλήματα προς λύση (δεν είναι άλυτα, μπορούν να λυθούν από όλους τους προσεκτικούς αναγνώστες), που έχουν σχέση με το αντικείμενο που διαβάσατε. Οι ασκήσεις και τα προβλήματα θα σας βοηθήσουν να καταλάβετε, αν φτάσατε με επιτυχία στον προορισμό σας, μετά από κάθε κεφάλαιο.

Και μην ξεχνάτε ότι στη μάχη αυτή της γνώσης το βιβλίο είναι ο οδηγός, αλλά ο καθηγητής σας είναι ο μεγάλος σας σύμμαχος. Ζητείστε τη βοήθειά του, αν «κολλήσετε» σε ένα πρόβλημα ή μία άσκηση και δεν θυμάστε κάποια άλλη παρόμοια λυμένη. Γενικά, δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό να χάσει κανείς δυσανάλογα πολύ χρόνο σε μία άσκηση, αν δεν «βγαίνει». Εκτός, αν δεν το βλέπει κανείς σαν υποχρέωση, αλλά 'just for having fun'... Γιατί:

Η Χημεία μπορεί να γίνει διασκέδαση, ένα χόμπι. Αν το καταλάβετε αυτό, θα είναι το καλύτερο μάθημα από όλα.

Οι συγγραφείς

Στον Γιώργο, στον Δημήτρη, στον Παναγιώτη ...

... και στους μαθητές μας, που η περιέργεια και ο ενθουσιασμός τους μας δίνουν ιδέες
και οι ερωτήσεις τους συχνά μας διδάσκουν τη διδακτική της Χημείας ...

Περιεχόμενα

E.1 Κβαντικοί αριθμοί και περιοδικός πίνακας

Επισημάνσεις θεωρίας 1
Παραδείγματα επαναληπτικών ασκήσεων 2
Ερωτήσεις και Ασκήσεις 10

E.2 Διαμοριακές δυνάμεις - Ώσμωση

Επισημάνσεις θεωρίας 21
Επιπλέον λυμένα παραδείγματα 22
Ερωτήσεις και Ασκήσεις 28

E.3 Θερμοχημεία

Επισημάνσεις θεωρίας 39
Επιπλέον λυμένα παραδείγματα 40
Ερωτήσεις και Ασκήσεις 45

E.4 Χημική κινητική

Επισημάνσεις θεωρίας 53
Επιπλέον λυμένα παραδείγματα 54
Ερωτήσεις και Ασκήσεις 63

E.5 Χημική ισορροπία

Επισημάνσεις θεωρίας 77
Επαναληπτικές ερωτήσεις ασκήσεις και προβλήματα 78
Ερωτήσεις και Ασκήσεις 93

E.6 Οξέα, βάσεις και ιοντική ισορροπία

Επισημάνσεις θεωρίας 109
Γενική μεθοδολογία προβλημάτων 110
Επαναληπτικές ασκήσεις και προβλήματα 118
Ερωτήσεις και Ασκήσεις 144

E.7 Οξειδοαναγωγή

Επισημάνσεις θεωρίας 165
Επιπλέον λυμένα παραδείγματα 166
Ερωτήσεις και Ασκήσεις 170

E.8 Οργανική χημεία

Επισημάνσεις θεωρίας 177
Επανάληψη αντιδράσεων οργανικής 178
Ειδικές περιπτώσεις οργανικών αντιδράσεων 184
Επιπλέον επαναληπτικές ασκήσεις και προβλήματα 185
Ερωτήσεις και Ασκήσεις 198

E.9 19 Συνθετικά Θέματα

..... 219

E.10 Κριτήρια αξιολόγησης

1ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 245
2ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 249
3ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 253
4ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 257
5ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 261
6ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 265
7ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 269
8ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 273
9ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 277
10ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 281
11ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 285
12ο επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης 289

E.11 Ορισμοί και λεπτομέρειες της θεωρίας

Κβαντικοί αριθμοί και Περιοδικός πίνακας 293
Διαμοριακές δυνάμεις - Ώσμωση 296
Θερμοχημεία 297
Χημική κινητική 298
Χημική ισορροπία 301
Ιοντική ισορροπία 302
Οξειδοαναγωγή 304
Οργανική χημεία 305

Αποδείξεις 309

Απαντήσεις

Κβαντικοί αριθμοί και Περιοδικός πίνακας 313
Διαμοριακές δυνάμεις - Ώσμωση 318
Θερμοχημεία 323
Χημική κινητική 327
Χημική ισορροπία 334
Ιοντική ισορροπία 345
Οξειδοαναγωγή 361
Οργανική χημεία 364
Συνθετικά Θέματα 376
Επαναληπτικά κριτήρια 383

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Ε1 Ηλεκτρονιακή Δομή των ατόμων και Περιοδικός Πίνακας

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

Κυματική θεωρία του φωτός: $c = \lambda \cdot \nu$

Κβαντική θεωρία: Η ακτινοβολία εκπέμπεται όχι με συνεχή τρόπο αλλά σε μικρά πακέτα (κβάντα). Τα κβάντα φωτός ονομάζονται φωτόνια.

Ενέργεια φωτονίου: $E = h \cdot \nu$

1η συνθήκη του Bohr (μηχανική συνθήκη): Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα σε ορισμένες κυκλικές τροχιές. Κάθε επιτρεπόμενη τροχιά έχει καθορισμένη ενέργεια, είναι δηλαδή κβαντισμένη.

Ενέργεια του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου:

$$E_n = -\frac{2{,}18 \cdot 10^{-18}}{n^2}$$

2η συνθήκη του Bohr (οπτική συνθήκη): Το ηλεκτρόνιο σε ένα άτομο εκπέμπει ή απορροφά ενέργεια υπό μορφή ακτινοβολίας μόνο όταν μεταπηδά από μια τροχιά σε μια άλλη, όταν δηλαδή αλλάζει ενεργειακή στάθμη.

Κυματική θεωρία της ύλης του de Broglie: Το φωτόνιο, όπως και κάθε κινούμενο μικρό σωματίδιο, π.χ. το ηλεκτρόνιο, το πρωτόνιο κτλ. παρουσιάζει διττή φύση, σωματιδίου (κβάντου) και κύματος (ηλεκτρομαγνητικό κύμα).

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot \upsilon}$$

Αρχή απροσδιοριστίας ή αβεβαιότητας του Heisenberg (1927): Είναι αδύνατο να προσδιορίσουμε με ακρίβεια συγχρόνως τη θέση και την ορμή ενός μικρού σωματιδίου, π.χ. του ηλεκτρονίου.

Η επίλυση της εξίσωσης Schrödinger για το άτομο του υδρογόνου οδηγεί στις κυματοσυναρτήσεις, οι οποίες περιγράφουν την κατάσταση του ηλεκτρονίου με ορισμένη ενέργεια και ονομάζονται **ατομικά τροχιακά**.

Απαγορευτική αρχή του Pauli: Είναι αδύνατο να υπάρχουν στο ίδιο άτομο δύο ηλεκτρόνια με ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών (n, ℓ, m_ℓ, m_s). Συνεπώς, δεν μπορεί ένα τροχιακό να διαθέτει πάνω από δύο ηλεκτρόνια και αυτά με αντίθετο spin.

Αρχή της ελάχιστης ενέργειας: Κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση ενός πολυηλεκτρονιακού ατόμου, τα ηλεκτρόνια οφείλουν να καταλάβουν τροχιακά με τη μικρότερη ενέργεια, ώστε να αποκτήσουν τη μέγιστη σταθερότητα στη θεμελιώδη κατάσταση.

Κανόνας του Hund: Ηλεκτρόνια που καταλαμβάνουν τροχιακά της ίδιας ενέργειας (της ίδιας υποστιβάδας) έχουν κατά προτίμηση παράλληλα spin.

Στιβάδα ή φλοιός είναι το σύνολο των τροχιακών με τον ίδιο κύριο κβαντικό αριθμό, n. **Υποστιβάδα** είναι το σύνολο των τροχιακών με τις ίδιες τιμές κβαντικών αριθμών n και ℓ.

Νόμος περιοδικότητας του Moseley: Οι χημικές ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού (Z).

Τομέας του Περιοδικού Πίνακα είναι ένα σύνολο στοιχείων τα άτομα των οποίων έχουν τα τελευταία τους ηλεκτρόνια στον ίδιο τύπο υποστιβάδας.

Ατομική ακτίνα: Είναι το μισό της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο γειτονικών ατόμων, όπως αυτά διατάσσονται στο κρυσταλλικό πλέγμα του στοιχείου.

Ενέργεια ιοντισμού (E_{i1}): Η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την πλήρη απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από ελεύθερο άτομο, που βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση και σε αέρια φάση. Ισούται με την ενθαλπία (ΔH) του ιοντισμού.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Να αιτιολογήσετε την ισχύ των προτάσεων που ακολουθούν. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

α) Για ένα πολυηλεκτρονιακό άτομο η τιμή της 2ης **ενέργειας ιοντισμού του είναι πάντα μεγαλύτερη από την τιμή της** 1ης **ενέργειας ιοντισμού του ίδιου ατόμου.**

β) Ένα τροχιακό δεν μπορεί να διαθέτει περισσότερα από δύο ηλεκτρόνια.

γ) Σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα, η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από αριστερά προς τα δεξιά.

δ) Η E_{i1} **του** $_{17}Cl$ **είναι μεγαλύτερη από την** E_{i1} **του** $_{16}S$**.**

ε) Ο αριθμός των ατομικών τροχιακών της στιβάδας με κύριο κβαντικό αριθμό n **είναι ίσος με** n^2**.**

στ) Στη διαμόρφωση της τιμής της ενέργειας 1ου **ιοντισμού ενός ατόμου καθοριστικό ρόλο παίζει η ατομική ακτίνα.**

ζ) Κατά τη μετάπτωση του ηλεκτρονίου ενός ατόμου $_1H$ **από ενεργειακή στάθμη με** $n = 2$ **σε** $n = 1$ **εκλύεται μεγαλύτερο ποσό ενέργειας απ' ότι κατά τη μετάπτωση από ενεργειακή στάθμη με** $n = 4$ **σε** $n = 2$**.**

η) Το άτομο του $_{30}Zn$ **δεν διαθέτει μονήρη ηλεκτρόνια στη θεμελιώδη κατάσταση.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Η ενέργεια δεύτερου ιοντισμού (E_{i2}) ενός ατόμου Α αντιστοιχεί στην απόσπαση ηλεκτρονίου του από το θετικά φορτισμένο ιόν A^+. Είναι επομένως δυσχερέστερη από την απόσπαση του πρώτου ηλεκτρονίου που γίνεται από το ουδέτερο άτομο. Άρα, $E_{i1} < E_{i2}$.

β) Σύμφωνα με την απαγορευτική αρχή του Pauli ένα άτομο δεν μπορεί να έχει δύο ή περισσότερα ηλεκτρόνια με την ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών και επομένως σε κάθε ατομικό τροχιακό αντιστοιχούν το πολύ δύο ηλεκτρόνια και αυτά με αντίθετο spin ώστε να διαφέρουν στον τέταρτο κβαντικό αριθμό.

γ) Σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα δεν αλλάζει ο αριθμός των στιβάδων. Όμως όσο πηγαίνουμε από αριστερά προς τα δεξιά οι έλξεις του πυρήνα στα ηλεκτρόνια σθένους γίνονται ισχυρότερες (αύξηση του δραστικού πυρηνικού φορτίου) με αποτέλεσμα η ατομική ακτίνα να ελαττώνεται.

δ) Το $_{17}Cl$ έχει δομή $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ και επομένως ανήκει στην 3η περίοδο και στην 17η (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Το $_{16}S$ έχει δομή $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$ και επομένως ανήκει στην 3η περίοδο και στην 16η (VIA) ομάδα. Άρα, τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο και το στοιχείο που είναι πιο δεξιά έχει μικρότερη ατομική ακτίνα και επομένως μεγαλύτερη ενέργεια ιοντισμού.

ε) Έστω μία στιβάδα κύριο κβαντικό αριθμό n και επομένως: $\ell = 0, 1, 2, \ldots (n - 1)$. Καθώς σε κάθε δυνατή τιμή του ℓ αντιστοιχούν $2\ell + 1$ τροχιακά, ο συνολικός αριθμός των τροχιακών θα είναι: $1 + 3 + 5 + \ldots + [2(n - 1) + 1] = 1 + 3 + 5 + \ldots + (2n - 1) = n^2$ (από τύπο στις αριθμητικές προόδους). Σε μία πιο απλοϊκή εξήγηση, ο αριθμός των ηλεκτρονίων σε μία στιβάδα είναι το πολύ $2n^2$, κάθε ένα τροχιακό διαθέτει το πολύ δύο ηλεκτρόνια και επομένως κάθε στιβάδα διαθέτει n^2 τροχιακά.

στ) Με την αύξηση της ατομικής ακτίνας οι ελκτικές δυνάμεις του πυρήνα στο προς απόσπαση ηλεκτρόνιο γίνονται ασθενέστερες και επομένως η απαιτούμενη ενέργεια για την απόσπαση του ηλεκτρονίου μειώνεται.

ζ) Στο άτομο του υδρογόνου η ενεργειακή διαφορά κατά τη μετάπτωση του ηλεκτρονίου από $n = 2$ σε $n = 1$ είναι: $E_2 - E_1 = (3/4)\cdot 2{,}18\cdot 10^{-18}$ J. Η ενεργειακή διαφορά κατά τη μετάπτωση του ηλεκτρονίου από $n = 4$ σε $n = 2$ είναι $E_4 - E_2 = (3/16)\cdot 2{,}18\cdot 10^{-18}$ J. Επομένως, στην 1η περίπτωση εκλύεται μεγαλύτερο ποσό ενέργειας.

η) Από τη δομή του $_{30}$Zn στη θεμελιώδη κατάσταση: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2$, προκύπτει ότι όλες οι υποστιβάδες είναι συμπληρωμένες και επομένως το άτομο δεν διαθέτει μονήρη ηλεκτρόνια.

2. Σε δύο άτομα υδρογόνου, το Α **και το** Β**, το ηλεκτρόνιό τους βρίσκεται στη στιβάδα** Μ**. Το άτομο** Α **εκπέμπει φωτόνιο που αντιστοιχεί σε ακτινοβολία μήκους κύματος** λ_1 **ενώ το άτομο** Β **εκπέμπει φωτόνιο που αντιστοιχεί σε ακτινοβολία μήκους κύματος** $\lambda_2 > \lambda_1$**.**
α) Ποια από τις παρακάτω προτάσεις ισχύει για τα ηλεκτρόνια των δύο ατόμων Α **και** Β **αμέσως μετά την μετάπτωσή τους;**
1. Το ηλεκτρόνιο του ατόμου Α **μεταπήδησε στη στιβάδα** Κ.
2. Το ηλεκτρόνιο του ατόμου Β **μεταπήδησε στην στιβάδα** Κ.
3. Το ηλεκτρόνιο στο άτομο Α **έχει μεγαλύτερη ενέργεια από το ηλεκτρόνιο του ατόμου** Β.
4. Τα ηλεκτρόνια των δύο ατόμων θα έχουν και στις νέες καταστάσεις την ίδια ενέργεια.
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Επιλογή 1.

β) Τα ηλεκτρόνια από τη στιβάδα Μ μπορεί να μεταπέσουν είτε στην L είτε απευθείας στην Κ. Η μετάπτωση από την Μ στην Κ έχει μεγαλύτερη διαφορά ενέργειας και επομένως στην περίπτωση αυτή παράγεται ακτινοβολία μεγαλύτερης συχνότητας ($\Delta E = h\cdot\nu$) και επομένως μικρότερου μήκους κύματος ($\lambda_1 < \lambda_2$).

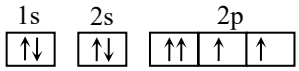
3. Το κατιόν Fe^{3+} **διαθέτει στη θεμελιώδη κατάσταση πέντε μονήρη (ασύζευκτα) ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα** 3d**.**
α) Ποιος ο ατομικός αριθμός (Z**) του στοιχείου** Fe**;**
β) Πόσα ηλεκτρόνια του ιόντος Fe^{3+} **έχουν:**
i. $n = 3$**, ii.** $m_\ell = 1$**, iii.** $n = 2$ **και** $m_s = +1/2$**;**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Το κατιόν Fe^{3+} έχει χάσει τρία ηλεκτρόνια σε σχέση με το ουδέτερο άτομο, δύο από την υποστιβάδα 4s και ένα από την 3d. Εφόσον η υποστιβάδα 3d στο ιόν Fe^{3+} έχει πέντε μονήρη ηλεκτρόνια (από ένα στα πέντε 3d τροχιακά) η ηλεκτρονιακή του δομή θα είναι: Fe^{3+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$. Επομένως, η ηλεκτρονιακή του δομή του ατόμου Fe θα είναι: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6\ 4s^2$ ($Z = 26$).

β) i. Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή του Fe^{3+} θα υπάρχουν: 2 + 6 + 5 = 13 ηλεκτρόνια με $n = 3$ (στιβάδα Μ).
ii. Τροχιακά με $m_\ell = 1$ εμφανίζονται στις υποστιβάδες 2p, 3p και 3d και διαθέτουν συνολικά 2 + 2 + 1 = 5 ηλεκτρόνια.

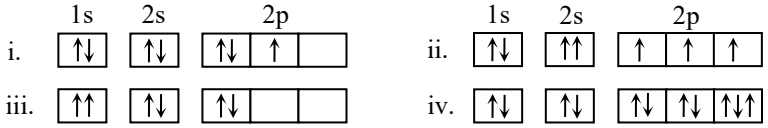
iii. Σε $n = 2$ (στιβάδα L) αντιστοιχούν δύο υποστιβάδες, η 2s και η 2p, οι οποίες διαθέτουν συνολικά 2 + 6 = 8 ηλεκτρόνια. Από αυτά, τα μισά (4) έχουν $m_s = +1/2$.

4. α) Στην ηλεκτρονιακή δομή που ακολουθεί, ποιος κανόνας (αρχή) της ηλεκτρονιακής δόμησης παραβιάζεται;



i. Η αρχή της ελάχιστης ενέργειας **ii. Ο κανόνας** ($n + \ell$)
iii. Η απαγορευτική αρχή του Pauli **iv. Ο κανόνας του** Hund

β) Ποια από τις ηλεκτρονιακές δομές που ακολουθούν είναι σύμφωνη με την απαγορευτική αρχή του Pauli **αλλά όχι και με τον κανόνα του** Hund**;**



Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Επιλογή iii. Σύμφωνα με την απαγορευτική αρχή του Pauli «μόνο δύο ηλεκτρόνια μπορούν να καταλάβουν το ίδιο τροχιακό και τα δύο αυτά ηλεκτρόνια θα πρέπει να έχουν αντίθετο spin».

β) Επιλογή i. Πράγματι, σύμφωνα με τον κανόνα του Hund, όταν τα ηλεκτρόνια καταλαμβάνουν τροχιακά της ίδιας ενέργειας (της ίδιας υποστιβάδας) έχουν κατά προτίμηση παράλληλα spin, οπότε δεν είναι δυνατόν σε μία υποστιβάδα να υπάρχει ζεύγος ηλεκτρονίων ενώ υπάρχει κενό τροχιακό στην ίδια υποστιβάδα.

5. Το V **(βανάδιο) είναι μέταλλο με ατομικό αριθμό** $Z = 23$ **που απαντάται με τη μορφή μεταλλοπρωτεϊνών σε θαλάσσιους οργανισμούς.**
α) Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή να εξηγήσετε γιατί το V **είναι στοιχείο μετάπτωσης και να προσδιορίσετε την ομάδα του Περιοδικού Πίνακα στην οποία ανήκει. Πόσα μονήρη (ασύζευκτα) ηλεκτρόνια διαθέτει το άτομο του** V**;**
β) Ποια η ηλεκτρονιακή δομή του κατιόντος V^{2+}**;**
γ) Ποιος ο ατομικός αριθμός του στοιχείου της ίδιας περιόδου με το V**, που ανήκει στον** p **τομέα και έχει το ίδιο άθροισμα κβαντικών αριθμών spin με το** V^{2+}**;**
Σε όλες τις περιπτώσεις να θεωρήσετε τις θεμελιώδεις καταστάσεις.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Το $_{23}V$ έχει ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^3\ 4s^2$, ανήκει στον d τομέα στην 5η (VB) ομάδα του Π.Π. και επομένως είναι στοιχείο μετάπτωσης. Με βάση τον κανόνα του Hund διαπιστώνουμε ότι διαθέτει τρία μονήρη ηλεκτρόνια (τα 3 ηλεκτρόνια της 3d).

β) V^{2+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^3$ (αποβάλλονται τα δύο 4s ηλεκτρόνια).

γ) Το τελευταίο στοιχείο της πρώτης σειράς των στοιχείων μετάπτωσης συμπληρώνει την 3d υποστιβάδα ($3d^{10}$, $Z = 30$). Στη συνέχεια συμπληρώνεται η υποστιβάδα 4p. Για να έχουμε τρία μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 4p θα πρέπει να έχει δομή $4p^3$. Επομένως, $Z = 33$.

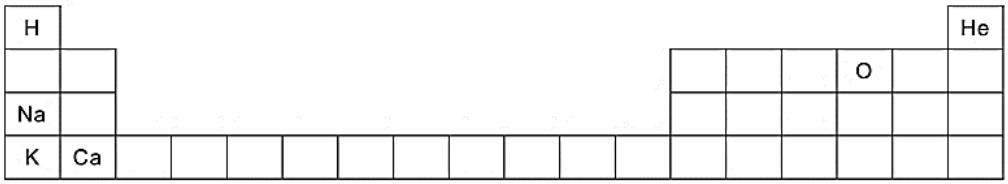
6. Η ενέργεια 2ου **ιοντισμού του** $_{13}$Al **έχει τιμή** E_{i2} = 1817 kJ·mol^{-1} **ενώ η ενέργεια** 2ου **ιοντισμού του** $_{14}$Si **έχει τιμή** E_{i2} = 1577 kJ·mol^{-1}**. Να εξηγήσετε γιατί η ενέργεια** 2ου **ιοντισμού του** Si **είναι μικρότερη από αυτή του** Al**.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Ηλεκτρονιακές δομές: $_{13}$Al: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$, $_{14}$Si: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$.

Η απόσπαση του 2ου ηλεκτρονίου από το άτομο του Al γίνεται από την προηγούμενη υποστιβάδα (3s). Αντίθετα, η απόσπαση του 2ου ηλεκτρονίου στο άτομο του Si γίνεται όπως και του πρώτου ηλεκτρονίου από την ίδια υποστιβάδα (3p). Έτσι, σε σχέση με την απόσπαση του 2ου ηλεκτρονίου του Al, η απόσπαση του 2ου ηλεκτρονίου του Si απαιτεί μικρότερη ενέργεια.

7. Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται ένα μέρος του Περιοδικού Πίνακα, στο οποίο σημειώνονται μερικά στοιχεία με τα σύμβολά τους.



Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι τιμές κάποιων περιοδικών ιδιοτήτων των παραπάνω στοιχείων, όπου τα γράμματα της πρώτης στήλης αντιστοιχούν στα στοιχεία που απεικονίζονται στο σχήμα.

	Ατομική ακτίνα / 10^{-11} m	E_{i1} / kJ	E_{i2} / kJ
Α	3,2	2372	5250
Β	3,7	1312	–
Γ	7,3	1314	3388
Δ	18,6	496	4560
Ε	19,7	589	1145
Ζ	22,7	419	3052

Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία του σχήματος με τα Α **έως** Ζ **του πίνακα και να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.** [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το στοιχείο Β είναι το Η (υδρογόνο) γιατί είναι το μοναδικό που δεν έχει 2ο ιοντισμό. Τα στοιχεία Δ και Ζ είναι τα στοιχεία Na και K. Στα στοιχεία αυτά παρατηρείται μεγάλη διαφορά μεταξύ E_{i1} και E_{i2} καθώς ως αλκάλια διαθέτουν ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα. Μάλιστα το Δ είναι το Na και το Ζ είναι το K καθώς σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η ενέργεια ιοντισμού αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω. Επίσης, το K έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Na καθώς η ατομική ακτίνα αυξάνεται σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα από πάνω προς τα κάτω. Το στοιχείο Α είναι το He που διαθέτει τη μεγαλύτερη E_{i1} και τη μικρότερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα. Από τα δύο στοιχεία που απομένουν, το Ε είναι το Ca και το Γ το O. Από τα στοιχεία αυτά, το Ca θα πρέπει να έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα και τη μικρότερη ενέργεια ιοντισμού καθώς είναι πιο κάτω και πιο αριστερά στον Περιοδικό Πίνακα.

Συνοπτικά:

	Ατομική ακτίνα / 10^{-11} m	E_{i1} / kJ	E_{i2} / kJ
He	3,2	2372	5250
H	3,7	1312	–
O	7,3	1314	3388
Na	18,6	496	4560
Ca	19,7	589	1145
K	22,7	419	3052

8. Δίνονται τρία στοιχεία Α, Β **και** Γ**. Τα στοιχεία** Α **και** Β **έχουν ατομικούς αριθμούς** 17 **και** 35**, αντίστοιχα. Το στοιχείο** Γ **είναι το στοιχείο της** 4ης **περιόδου του Περιοδικού Πίνακα με τη μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού.**

α) Να προσδιορίσετε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Γ**.**

β) Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές (στιβάδες, υποστιβάδες) των στοιχείων Α, Β **και** Γ **στη θεμελιώδη κατάσταση.**

γ) Εάν οι ατομικές ακτίνες των στοιχείων Α, Β **και** Γ **είναι** R_A, R_B **και** R_Γ **αντίστοιχα, τότε ισχύει: I.** $R_A < R_\Gamma < R_B$ **II.** $R_B < R_A < R_\Gamma$ **III.** $R_A < R_B < R_\Gamma$

Να επιλέξετε τη σωστή σχέση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Για να έχει τη μικρότερη ενέργεια ιοντισμού από όλα τα στοιχεία της 4ης περιόδου το στοιχείο Γ θα πρέπει να ανήκει στην 1η (ΙΑ) ομάδα. Καθώς στην 1η περίοδο υπάρχουν δύο στοιχεία, στη δεύτερη και την τρίτη από οκτώ στοιχεία, το Γ θα έχει ατομικό αριθμό $Z = 2 + 8 + 8 + 1 = 19$.

β) A: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$ ($K^2\ L^8\ M^7$), B: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^5$ ($K^2\ L^8\ M^{18}\ N^7$), Γ: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ ($K^2\ L^8\ M^8\ N^1$)

γ) Επιλογή ΙΙΙ. Η ατομική ακτίνα αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά κατά μήκος μιας περιόδου και από πάνω προς τα κάτω σε μία ομάδα. Τα στοιχεία Α και Β ανήκουν στην ίδια ομάδα (17η ή VIIA) του Περιοδικού Πίνακα και μάλιστα το Β είναι στην 4η περίοδο ενώ το Γ στην 3η. Επομένως: $R_A < R_B$ (1). Επίσης, τα στοιχεία Γ και Β ανήκουν στην ίδια περίοδο (4η) του Περιοδικού Πίνακα με το Γ να είναι πιο αριστερά (1η) ομάδα σε σχέση με το Β. Επομένως: $R_B < R_\Gamma$ (2). Από τις (1) και (2) προκύπτει η σχέση: $R_A < R_B < R_\Gamma$.

9. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι έξι πρώτες διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού δύο στοιχείων Α **και** Β **του Περιοδικού Πίνακα σε** $kJ \cdot mol^{-1}$**, ένα της** 2ης **και ένα της** 3ης **περιόδου.**

	E_{i1}	E_{i2}	E_{i3}	E_{i4}	E_{i5}	E_{i6}
A	1402	2856	4538	7475	9445	53.367
B	1012	1907	2914	4964	6274	21.627

α) Να εξηγήσετε σε ποιες ομάδες του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα στοιχεία Α **και** Β**.**

β) Να προσδιορίσετε τον ατομικό αριθμό (Z**) του στοιχείου** Α**.**

γ) Να συγκρίνετε την ατομική ακτίνα του στοιχείου Α **με την ατομική ακτίνα του στοιχείου** Β **(μεγαλύτερη, μικρότερη, ίση).**

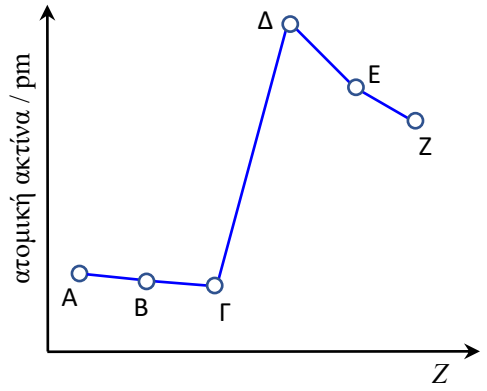
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Παρατηρούμε ότι το άτομο του Α εμφανίζει μεγάλη διαφορά μεταξύ των E_{i5} και E_{i6} και επομένως διαθέτει 5 ηλεκτρόνια σθένους. Ανήκει στην 15η (VA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Επίσης, το άτομο του Β εμφανίζει μεγάλη διαφορά μεταξύ των E_{i5} και E_{i6} και επομένως διαθέτει και αυτό 5 ηλεκτρόνια σθένους και ανήκει στην 15η (VA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

β) Το Α έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού και άρα ανήκει στη 2η περίοδο καθώς η ενέργεια ιοντισμού αυξάνεται προς τα πάνω στην ίδια ομάδα. Έτσι, η ηλεκτρονιακή του δομή θα είναι $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$ ($Z = 7$).

γ) Αφού το Α έχει μεγαλύτερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού θα έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα καθώς σε μία ομάδα η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα κάτω.

10. Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζεται η ατομική ακτίνα μερικών στοιχείων με διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς και αυθαίρετους συμβολισμούς και τα οποία ανήκουν στη 2η **και στην** 3η **ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.**



Σχετικά με τα στοιχεία αυτά διατυπώνονται οι προτάσεις που ακολουθούν.
I. Το στοιχείο Z **ανήκει στην** 3η **(**IIIB**) ομάδα στον** d **τομέα.**
II. Το άτομο του στοιχείου Α έχει ηλεκτρονιακή δομή στη θεμελιώδη κατάσταση: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$**.**
III. Το στοιχείο Ε **ανήκει στον** s **τομέα του Περιοδικού Πίνακα.**
IV. Το στοιχείο Γ **έχει τη μικρότερη ενέργεια πρώτου ιοντισμού.**
α) Ποιες από τις προτάσεις είναι σωστές;
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Οι προτάσεις ΙΙ και ΙΙΙ.

β) Καθώς η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα αριστερά σε μία περίοδο και προς τα κάτω σε μία ομάδα, τα στοιχεία Α, Β και Γ ανήκουν στην 2η περίοδο και στις ομάδες 16, 17 και 18, αντίστοιχα ενώ τα στοιχεία Δ, Ε και Ζ ανήκουν στην 3η περίοδο και στις ομάδες 1η, 2η και 13η αντίστοιχα (δεν υπάρχει στοιχείο μετάπτωσης στην 3η περίοδο). Έτσι, το στοιχείο Α θα έχει δομή $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$ ενώ το στοιχείο Ε θα ανήκει στο s τομέα (2η ομάδα, αλκαλική γαία).

11. Να αναφέρετε τους τρεις παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τιμή της ενέργειας ιοντισμού των ατόμων, E_{i1}. Να αναφέρετε πώς επηρεάζουν οι τρεις αυτοί παράγοντες την τιμή της E_{i1}. Ποιοι από τους παράγοντες αυτούς καθορίζουν την τιμή του δραστικού πυρηνικού φορτίου;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τιμή της ενέργειας (πρώτου) ιοντισμού, E_{i1}, είναι:

α) Η ατομική ακτίνα.

β) Το πυρηνικό φορτίο (Z).

γ) Ο αριθμός των ενδιάμεσων ηλεκτρονίων.

Με την αύξηση της ατομικής ακτίνας αυξάνει η μέση απόσταση του ηλεκτρονίου από τον πυρήνα και επομένως εξασθενεί η έλξη από τον πυρήνα με αποτέλεσμα την μείωση της τιμής της E_{i1}. Με την αύξηση του φορτίου του πυρήνα αυξάνει η έλξη του, η απόσπαση του ηλεκτρονίου είναι πιο δύσκολη και άρα αυξάνεται η τιμή της E_{i1}.

Με την αύξηση του αριθμού των ενδιάμεσων ηλεκτρονίων αυξάνονται οι απώσεις στο προς απόσπαση ηλεκτρόνιο, η απομάκρυνση του ηλεκτρονίου γίνεται ευκολότερα με αποτέλεσμα τη μείωση της τιμής της E_{i1}. Το φορτίο του πυρήνα καθώς και ο αριθμός των ενδιάμεσων ηλεκτρονίων καθορίζουν το δραστικό πυρηνικό φορτίο.

12. Το όζον (O_3) στη στρατόσφαιρα προστατεύει τον πλανήτη από την επικίνδυνη υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, καθώς αυτή καταναλώνεται για τη φωτοχημική του διάσπαση σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση.

$$O_3(g) + h\nu \longrightarrow O_2(g) + O(g)$$

Η διάσπαση κάθε μορίου O_3 απαιτεί την απορρόφηση ενός φωτονίου. Αν η ενέργεια που απαιτείται για τη διάσπαση 1 mol $O_3(g)$ είναι E_0, να αποδειχθεί ότι το μήκος κύματος (λ) της ακτινοβολίας που μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις της αντίδρασης δίνεται από τη σχέση:

$$\lambda = \frac{h \cdot c \cdot N_A}{E_0}$$

Όπου: N_A ο αριθμός του Avogadro, h η σταθερά του Planck και c η ταχύτητα του φωτός στο κενό.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Για τη διάσπαση ενός μορίου $O_3(g)$ απαιτείται ενέργεια ίση *με* E_0/N_A. Η ενέργεια αυτή προσφέρεται από φωτόνιο ενέργειας $E' = h \cdot \nu = hc/\lambda$. Θα πρέπει να ισχύει $E' = E_0/N_A$ και επομένως:

$$\lambda = \frac{h \cdot c \cdot N_A}{E_0}$$

13. Αποτέλεσμα των περιοδικά μεταβαλλόμενων ιδιοτήτων είναι οι διαγώνιες συσχετίσεις οι οποίες αφορούν ομοιότητες στη χημική συμπεριφορά που παρουσιάζουν κάποια στοιχεία, κυρίως της 2ης **και** 3ης **περιόδου του Περιοδικού Πίνακα. Έτσι, ένα στοιχείο της** 2ης **περιόδου παρουσιάζει συχνά κοινή χημική συμπεριφορά με ένα άλλο στοιχείο της** 3ης **περιόδου στην αμέσως επόμενη ομάδα.**

α) Ποιο από τα παρακάτω ζεύγη στοιχείων εμφανίζει διαγώνια σχέση;

1. Το $_3$Li **και το** $_4$Be **2. Το** $_3$Li **και το** $_{13}$Al

3. Το $_5$B **και το** $_{14}$Si **4. Το** $_7$N **και το** $_{13}$Al

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Επιλογή 3.

β) Το $_5$B ανήκει στην 13η (IIIA) ομάδα και στη 2η περίοδο ενώ το $_{14}$Si ανήκει στην 14η (IVA) ομάδα και στη 3η περίοδο. Σύμφωνα με τα δεδομένα τα δύο αυτά στοιχεία έχουν διαγώνια σχέση και παρουσιάζουν ανάλογη χημική συμπεριφορά.

14. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού σε $kJ \cdot mol^{-1}$ **για πέντε στοιχεία της** 3ης **περιόδου του Περιοδικού Πίνακα.**

Στοιχείο	E_{i1}	E_{i2}	E_{i3}	E_{i4}	E_{i5}
Α	787	1577	3231	4356	`16.091
Β	738	1451	7733	10.540	13.630
Γ	1251	2297	3822	5158	6540
Δ	496	4562	6912	9543	13.353
Ε	578	1817	2745	11.575	14.830

Με βάση τα δεδομένα αυτά να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως Σωστές (Σ) ή Λανθασμένες (Λ). Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.

α) Το στοιχείο Α **έχει** $Z = 14$**.**

β) Το στοιχείο Β **ανήκει στις αλκαλικές γαίες.**

γ) Το στοιχείο Γ **έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα από τα πέντε παραπάνω στοιχεία.**

δ) Το στοιχείο Δ **μπορεί να είναι το** $_3$Li**.**

ε) Το κατιόν B^{2+} **έχει μικρότερο μέγεθος από το κατιόν** E^{3+}**.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Σ. Στο άτομο του στοιχείου παρατηρείται μεγάλη διαφορά μεταξύ των ενεργειών ιοντισμού E_{i4} και E_{i5} και επομένως διαθέτει 4 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα. Η ηλεκτρονιακή του δομή θα είναι $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$ ($Z = 14$).

β) Σ. Στο άτομο του στοιχείου παρατηρείται μεγάλη διαφορά μεταξύ των ενεργειών ιοντισμού E_{i2} και E_{i3} και επομένως διαθέτει 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, η οποία θα έχει δομή $3s^2$. Άρα το στοιχείο θα ανήκει στη 2η ομάδα (αλκαλικές γαίες).

γ) Σ. Η ατομική ακτίνα μεταβάλλεται στον Περιοδικό Πίνακα αντίστροφα σε σχέση με την E_{i1}.

δ) Λ. Το Li έχει $Z = 3$ και επομένως διαθέτει τρία μόνο στάδια ιοντισμού.

ε) Λ. Το στοιχείο Β ανήκει στις αλκαλικές γαίες καθόσον έχει μεγάλη διαφορά ανάμεσα στην E_{i2} και στην E_{i3}. Το στοιχείο Ε ανήκει στην 13η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα λόγω της μεγάλης διαφοράς μεταξύ E_{i3} και E_{i4}. Έτσι, τα ιόντα B^{2+} και E^{3+} είναι ισοηλεκτρονιακά και το μικρότερο μέγεθος έχει το κατιόν με το μεγαλύτερο πυρηνικό φορτίο (E^{3+}) καθόσον τα ηλεκτρόνια δέχονται ισχυρότερες έλξεις από τον πυρήνα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ε1.1. **i.** Σε ποιον από τους παρακάτω επιστήμονες αποδίδεται η θεώρηση ότι τα μικρά κινούμενα σωματίδια παρουσιάζουν και κυματική συμπεριφορά;
Α) Στον Planck Β) Στον Schrödinger
Γ) Στον Heisenberg Δ) Στον de Broglie
ii. Ένα ηλεκτρόνιο και ένα πρωτόνιο έχουν το ίδιο μήκος κύματος κατά de Broglie. Ποιο άλλο κοινό χαρακτηριστικό έχουν τα δύο αυτά σωματίδια;
Α) Την ταχύτητα (υ) Β) Την κινητική ενέργεια (K)
Γ) Την ορμή (p) Δ) Την μάζα (m)

Ε1.2. Ποια από τις παρακάτω μεταπτώσεις του ηλεκτρονίου ενός ατόμου υδρογόνου παράγει φωτόνιο μικρότερης ενέργειας;
Α) $n = 4 \rightarrow n = 3$ Β) $n = 4 \rightarrow n = 2$
Γ) $n = 3 \rightarrow n = 2$ Δ) $n = 2 \rightarrow n = 1$

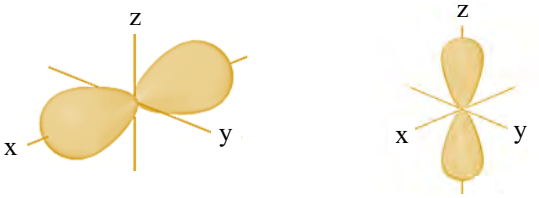
Ε1.3. Θεωρείστε το ηλεκτρόνιο ενός ατόμου υδρογόνου στην στιβάδα Ν (διεγερμένη κατάσταση). Ποια η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την αποδέσμευση του ηλεκτρονίου από την έλξη του πυρήνα; $E = 2{,}18 \cdot 10^{-18}$ J.
Α) $E/4$ Β) $E/16$ Γ) $E/25$ Δ) $3E/16$

Ε1.4. Κατά τις μεταπτώσεις του ηλεκτρονίου στο άτομο του υδρογόνου από στιβάδα με $n > 2$ σε στιβάδα με $n = 2$ εκπέμπεται ακτινοβολία στην ορατή περιοχή του φάσματος. Το φάσμα εκπομπής του υδρογόνου στην ορατή περιοχή διαθέτει 4 κύριες φασματικές γραμμές:

Μετάπτωση	Ακτινοβολία
$6 \rightarrow 2$	ιώδης
$5 \rightarrow 2$	μπλε
$4 \rightarrow 2$	πράσινη
$3 \rightarrow 2$	κόκκινη

Για τις ακτινοβολίες αυτές τι από τα παρακάτω θα ισχύει:
Α) Η ιώδης ακτινοβολία έχει το μικρότερο μήκος κύματος
Β) Η πράσινη ακτινοβολία έχει μεγαλύτερη συχνότητα από την μπλε
Γ) Η ιώδης ακτινοβολία έχει τη μικρότερη συχνότητα
Δ) Η κόκκινη ακτινοβολία έχει μικρότερο μήκος κύματος από την πράσινη

Ε1.5. Ποιοι κβαντικοί αριθμοί είναι διαφορετικοί στα δύο τροχιακά ενός ατόμου υδρογόνου που εμφανίζονται στο σχήμα που ακολουθεί;



Α) Ο n και ο m_ℓ Β) Ο ℓ και ο m_ℓ
Γ) Μόνον ο m_ℓ Δ) Μόνον ο n

Ε1.6. **i.** Οι προτάσεις I, II, III, IV και V αναφέρονται σε μία κατάσταση του ηλεκτρονίου ατόμου Η με $n = 3$ και $m_\ell = 0$.
I. Η κατάσταση αυτή είναι αδύνατη.
II. Το ηλεκτρόνιο μπορεί να είναι μόνο στο τροχιακό 3s.
III. Ο δευτερεύων ή αζιμουθιακός κβαντικός αριθμός ℓ μπορεί να πάρει μία από τις τιμές 0, 1 ή 2
IV. Το ηλεκτρόνιο πρέπει να είναι σε τροχιακό 3s ή 3p.
V. Το ηλεκτρόνιο μπορεί να καταλάβει ένα από τα τροχιακά 3 διαφορετικών υποστιβάδων της ίδιας ενέργειας.
Ποια-ες από τις προτάσεις I-V είναι σωστή-ές;
Α) Μόνο η III και η V Β) Μόνο η I και η II
Γ) Μόνο η III, η IV και η V Δ) Καμία
ii. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
Α) Η στιβάδα Μ αντιστοιχεί σε $n = 2$
Β) Η θεωρία του Bohr ερμηνεύει και τον χημικό δεσμό
Γ) Τα ενεργειακά επίπεδα (στάθμες) των τροχιακών σε όλα τα πολυηλεκτρονιακά άτομα έχουν την ίδια ενέργεια
Δ) Με βάση την αρχή της αβεβαιότητας το ατομικό πρότυπο του Bohr καταρρίπτεται [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε1.7. Σχετικά με τον μαγνητικό κβαντικό αριθμό (m_ℓ), ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι <u>λανθασμένη</u>;
Α) Ο αριθμός αυτός μπορεί να πάρει και αρνητικές τιμές
Β) Σε όλες τις υποστιβάδες υπάρχει τροχιακό με $m_\ell = 0$
Γ) Σε μία υποστιβάδα ο m_ℓ μπορεί να λάβει $(2\ell + 1)$ διαφορετικές τιμές
Δ) Ο m_ℓ σχετίζεται με το σχήμα του τροχιακού

Ε1.8. Σύμφωνα με τον κανόνα του Hund σε ένα πολυηλεκτρονιακό άτομο δεν είναι δυνατόν δύο ηλεκτρόνια να:
Α) έχουν τους ίδιους τέσσερις κβαντικούς αριθμούς
Β) έχουν το ίδιο spin όταν καταλαμβάνουν το ίδιο τροχιακό
Γ) καταλαμβάνουν δύο διαφορετικά τροχιακά της ίδιας υποστιβάδας
Δ) σχηματίζουν ζεύγος με αντίθετα spin όταν υπάρχει κενό τροχιακό στην ίδια υποστιβάδα

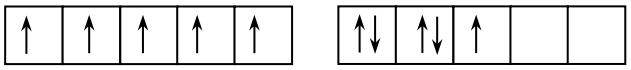
Ε1.9. Ποιος ή ποιοι κανόνες ή αρχές της ηλεκτρονιακής δόμησης σχετίζονται άμεσα με το spin του ηλεκτρονίου;
Α) Ο κανόνας του Hund
Β) Η απαγορευτική αρχή του Pauli
Γ) Και οι δύο προηγούμενοι
Δ) Ο κανόνας του Hund και η αρχή της ελάχιστης ενέργειας

Ε1.10. Ο αριθμός των στοιχείων τα άτομα των οποίων διαθέτουν στη θεμελιώδη κατάσταση ακριβώς έξι ηλεκτρόνια σε s τροχιακά είναι:
Α) 1 Β) 6 Γ) 7 Δ) 8

Ε1.11. **i.** Σε ένα πολυηλεκτρονιακό άτομο, ποιοι κβαντικοί αριθμοί σχετίζονται με τις ενέργειες των τροχιακών;
Α) Ο κύριος και ο αζιμουθιακός κβαντικός αριθμός
Β) Ο κύριος και ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός
Γ) Μόνον ο κύριος κβαντικός αριθμός
Δ) Ο κύριος, ο αζιμουθιακός και ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός

ii. Στο ιόν $_6C^{5+}$ ποια η σωστή σειρά ταξινόμησης κατά αυξανόμενη τιμή της ενέργειας των υποστιβάδων 3s, 3d, 4s, 4d και 5p;
Α) 3s < 3d < 4s < 4d < 5p
Β) 3s < 4s < 3d < 5p < 4d
Γ) 3s = 3d < 4s = 4d < 5p
Δ) 3s < 3d < 4s < 5p < 4d

Ε1.12. Για την υποστιβάδα 3d, ποια από τις δομές Ι και ΙΙ που ακολουθούν είναι η σταθερότερη;



Ι ΙΙ

Α) Η δομή Ι, λόγω του κανόνα του Hund
Β) Η δομή Ι, λόγω της απαγορευτικής αρχής του Pauli
Γ) Η δομή ΙΙ, λόγω του κανόνα του Hund
Δ) Η δομή ΙΙ, λόγω της απαγορευτικής αρχής του Pauli

Ε1.13. Έχει παρατηρηθεί ότι η ορατή ακτινοβολία προκαλεί διέγερση σε ένα άτομο Cl αλλά δεν μπορεί να προκαλέσει τον ιοντισμό του. Επομένως, για τον ιοντισμό ενός ατόμου Cl απαιτείται ακτινοβολία:
Α) μεγαλύτερου μήκους κύματος
Β) μεγαλύτερης συχνότητας
Γ) μικρότερης ενέργειας
Δ) που αποτελείται από περισσότερα φωτόνια

Ε1.14. Σε ένα πολυηλεκτρονιακό άτομο, ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων με $n = 4$, $m_\ell = -2$, $m_s = +1/2$;
Α) 1 Β) 2 Γ) 4 Δ) 8

Ε1.15. **i.** Ποια από τις ηλεκτρονιακές δομές, στη θεμελιώδη κατάσταση, που ακολουθούν είναι η σωστή;
Α) $[_{18}Ar]\ 3d^5\ 4s^1$
Β) $[_{18}Ar]\ 3d^4\ 4s^2$
Γ) $[_{18}Ar]\ 4d^4\ 4s^2$
Δ) $[_{18}Ar]\ 3p^4\ 4s^2$
ii. Ποια από τις δομές που ακολουθούν αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση;
Α) $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$
Β) $1s^2\ 2p^1$
Γ) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^3$
Δ) $[Ar]\ 3d^5\ 4s^1$

Ε1.16. Τα μεταλλοειδή ή ημιμέταλλα είναι στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα με ιδιότητες μεταξύ μετάλλων και αμετάλλων. Τα κοινώς αποδεκτά μεταλλοειδή είναι έξι και ανήκουν όλα στον p τομέα στις εξής θέσεις: 2η περίοδος και 13η ομάδα, 3η περίοδος και 14η ομάδα, 4η περίοδος και 14η ομάδα, 4η περίοδος και 15η ομάδα, 5η περίοδος και 15η ομάδα, 5η περίοδος και 16η ομάδα. Ποιο από τα παρακάτω στοιχεία θεωρείται μεταλλοειδές;
Α) Το στοιχείο $_{30}Zn$
Β) Το στοιχείο $_{32}Ge$ (γερμάνιο)
Γ) Το στοιχείο $_{31}Ga$ (γάλλιο)
Δ) Το στοιχείο $_{34}Se$ (σελήνιο)

Ε1.17. **i.** Ποιο από τα ακόλουθα ιόντα παρουσιάζει το μεγαλύτερο αριθμό μονήρων (ασύζευκτων) ηλεκτρονίων στη θεμελιώδη του κατάσταση;
Α) $_{23}V^{3+}$ Β) $_{26}Fe^{2+}$ Γ) $_{26}Fe^{3+}$ Δ) $_{19}K^+$
ii. Στη θεμελιώδη κατάσταση η ηλεκτρονιακή δομή του $_{64}Gd$ (γαδολίνιο) είναι: $[Xe]\ 4f^7\ 5d^1\ 6s^2$. Πόσα μονήρη (ασύζευκτα) ηλεκτρόνια υπάρχουν στο άτομο αυτό;
Α) 1 Β) 7 Γ) 8 Δ) 9

Ε1.18. Τρία τροχιακά πολυηλεκτρονιακού ατόμου έχουν την ίδια ενέργεια και τιμές του μαγνητικού κβαντικού αριθμού $m_\ell = -1, 0, 1$. Τι από τα παρακάτω θα ισχύει για τα τροχιακά αυτά, σε κάθε περίπτωση;
Α) $n \geq 3$ Β) $n = 2$ Γ) $\ell \geq 1$ Δ) $\ell = 1$

Ε1.19. Ποια από τις εξισώσεις που ακολουθούν αναπαριστάνει τον 2ο ιοντισμό του $_{17}Cl$;
Α) $Cl^+(g) \rightarrow Cl^{2+}(g) + e^-$, $E_{i2} = 2298\ kJ\cdot mol^{-1}$
Β) $Cl(g) + 2e^- \rightarrow Cl^{2-}(g)$, $E_{i2} = -2298\ kJ\cdot mol^{-1}$
Γ) $2Cl(g) \rightarrow 2Cl^+(g) + 2e^-$, $E_{i2} = -2298\ kJ\cdot mol^{-1}$
Δ) $Cl^-(g) + e^- \rightarrow Cl^{2-}(g)$, $E_{i2} = 2298\ kJ\cdot mol^{-1}$

Ε1.20. **i.** Ποια υποστιβάδα συμπληρώνεται στα στοιχεία μετάπτωσης της 5ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα;
Α) 4d Β) 5f Γ) 5d Δ) 3d
ii. Ποια από τις ηλεκτρονιακές δομές που ακολουθούν αντιστοιχεί σε στοιχείο του d τομέα του Περιοδικού Πίνακα;
Α) $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^2$ Β) $[_{18}Ar]\ 3d^{10}\ 4s^1$
Γ) Και οι δύο προηγούμενες Δ) Καμία από τις δύο

Ε1.21. Η ηλεκτρονιακή δομή στη θεμελιώδη κατάσταση, $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$:
Α) μπορεί να αντιστοιχεί σε κατιόν στοιχείου μετάπτωσης της 4ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα
Β) μπορεί να αντιστοιχεί σε άτομο στοιχείου του p τομέα του Περιοδικού Πίνακα
Γ) μπορεί να ανήκει σε άτομο στοιχείου της 3ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα
Δ) δεν μπορεί να υπάρξει

Ε1.22. **i.** Ποια η σωστή σειρά κατά αυξανόμενο μέγεθος των σωματιδίων $_{16}S$, $_{34}Se$, $_{17}Cl$ και $_{34}Se^{2-}$;
Α) Se^{2-}, Se, S, Cl Β) Se^{2-}, S, Cl, Se
Γ) Cl, S, Se, Se^{2-} Δ) S, Se, Cl, Se^{2-}
ii. Ποιο από τα ακόλουθα σύνολα ατόμων, ανιόντων ή κατιόντων έχει γραφεί κατά αυξανόμενο μέγεθος;
Α) $_{20}Ca$, $_{12}Mg$, $_4Be$ Β) $_{10}Ne$, $_9F^-$, $_8O^{2-}$, $_7N^{3-}$
Γ) $_{81}Tl^+$, $_{81}Tl^{2+}$, $_{81}Tl^{3+}$ Δ) $_{19}K$, $_{11}Na$, $_3Li$, $_3Li^+$
iii. Για τα ιόντα, $_{12}Mg^{2+}$, $_{16}S^{2-}$, $_{17}Cl^-$, $_{19}K^+$, ποια είναι η σωστή σειρά ταξινόμησης κατά αυξανόμενο μέγεθος;
Α) $Mg^{2+} < S^{2-} < Cl^- < K^+$ Β) $S^{2-} < Cl^- < K^+ < Mg^{2+}$
Γ) $S^{2-} < Mg^{2+} < Cl^- < K^+$ Δ) $Mg^{2+} < K^+ < Cl^- < S^{2-}$

Ε1.23. Ποιο από τα παρακάτω στοιχεία αναμένεται να σχηματίζει σταθερό ιόν με το μεγαλύτερο μέγεθος και το οποίο ιόν να διαθέτει ηλεκτρονιακή δομή ευγενούς αερίου;
Α) $_{15}P$ Β) $_{17}Cl$ Γ) $_{13}Al$ Δ) $_{16}S$

Ε1.24. Με βάση τα δεδομένα που ακολουθούν,

$Ca(g) \rightarrow Ca^+(g) + e^-$, $E_{i1} = 590$ kJ

$Mg(g) \rightarrow Mg^+(g) + e^-$, $E_{i1} = x$ kJ

$Mg^+(g) \rightarrow Mg^{2+}(g) + e^-$, $E_{i2} = y$ kJ

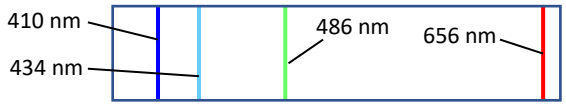
συμπεραίνουμε ότι:

Α) $y > x > 590$ Β) $y < x < 590$

Γ) $x < 590 < y$ Δ) $y < 590 < x$

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί, Ca:20, Mg:12.

Ε1.25. Στο παρακάτω σχήμα εμφανίζονται τέσσερις φασματικές γραμμές του φάσματος εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου στην περιοχή της ορατής ακτινοβολίας. Οι φασματικές αυτές γραμμές αντιστοιχούν στις μεταπτώσεις M → L, N → L, O → L και P → L.



Ποιο το μήκος κύματος (λ) της ακτινοβολίας που αντιστοιχεί στη μετάπτωση M → L;

Α) 656 nm Β) 486 nm Γ) 434 nm Δ) 410 nm

Ε1.26. Πριν κάποια χρόνια συμπληρώθηκε η 7η περίοδος του Περιοδικού Πίνακα. Το τελευταίο στοιχείο της 7ης περιόδου είναι το ογκανέσσιο ($_{118}$Og), αλλά το στοιχείο που ανακαλύφθηκε τελευταίο χρονικά είναι το νιχόνιο ($_{113}$Nh). Ποια η θέση του $_{113}$Nh στον Περιοδικό Πίνακα;



Α) Στις ακτινίδες Β) Στις λανθανίδες

Γ) Στην 13η ομάδα Δ) Στην 15η ομάδα

Ε1.27. Ποια είναι η σωστή σειρά για τις ακτίνες των σωματιδίων $_1$H (R_1), $_2$He$^+$ (R_2) και $_3$Li^{2+} (R_3);

Α) $R_1 = R_2 = R_3$ Β) $R_1 > R_2 > R_3$

Γ) $R_2 > R_3 > R_1$ Δ) $R_3 > R_2 > R_1$

Ε1.28. **i.** Οι 5 πρώτες διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού για ένα στοιχείο του Περιοδικού Πίνακα είναι οι εξής (σε kJ·mol^{-1}): $E_{i1} = 496$, $E_{i2} = 4562$, $E_{i3} = 6910$, $E_{i4} = 9543$ και $E_{i5} = 13{,}354$. Ποιο από τα παρακάτω μπορεί να είναι το στοιχείο αυτό;

Α) Το $_5$B Β) Το $_3$Li Γ) Το $_{11}$Na

Δ) Το $_3$Li ή το $_{11}$Na (δεν μπορούμε να αποφανθούμε)

ii. Οι τιμές των E_{i1} των στοιχείων Α, Β, Γ και Δ με διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς είναι 997, 1251, 1520 και 419 kJ·mol^{-1}, αντίστοιχα. Τα στοιχεία αυτά είναι:

Α) τα τέσσερα τελευταία στοιχεία της ίδιας περιόδου

Β) στοιχεία της ίδιας ομάδας

Γ) τα τρία τελευταία στοιχεία μιας περιόδου και το πρώτο στοιχείο της επόμενης

Δ) στοιχεία μετάπτωσης της ίδιας περιόδου του Π.Π.

Ε1.29. Ποιο από τα στοιχεία που ακολουθούν διαθέτει τη μεγαλύτερη τιμή ενέργειας 3ου ιοντισμού;

Α) $_{11}$Na Β) $_{12}$Mg Γ) $_{10}$Ne Δ) $_{18}$Ar

Ε1.30. Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού και η ατομική ακτίνα του $_{11}$Na είναι 496 kJ·mol^{-1} και 186 pm, αντίστοιχα. Με βάση τις πληροφορίες αυτές, η ατομική ακτίνα και η ενέργεια ιοντισμού του $_{12}$Mg θα είναι αντίστοιχα:

Α) 240 pm και 1200 kJ·mol^{-1} Β) 86 pm και 398 kJ·mol^{-1}

Γ) 235 pm και 523 kJ·mol^{-1} Δ) 160 pm και 737 kJ·mol^{-1}

Ε1.31. Ποιος από τους παρακάτω ατομικούς αριθμούς (Z) αντιστοιχεί σε παραμαγνητικό στοιχείο;

Α) 30 Β) 20 Γ) 10 Δ) 6

Ε1.32. Ποιος είναι ο μικρότερος ατομικός αριθμός (Z) ενός στοιχείου το άτομο του οποίου έχει συμπληρωμένες όλες τις υποστιβάδες με $n = 3$;

Α) $Z = 20$ Β) $Z = 29$ Γ) $Z = 30$ Δ) $Z = 36$

Ε1.33. Τα οξείδια των στοιχείων της 3ης περιόδου από τα αριστερά προς τα δεξιά:

Α) έχουν όλο και μικρότερα σημεία τήξης και με τη διάλυσή τους στο νερό παράγουν όλο και πιο όξινα διαλύματα

Β) έχουν όλο και μικρότερα σημεία τήξης και με τη διάλυσή τους στο νερό παράγουν όλο και πιο βασικά διαλύματα

Γ) έχουν όλο και μεγαλύτερα σημεία τήξης και με τη διάλυσή τους στο νερό παράγουν όλο και πιο όξινα διαλύματα

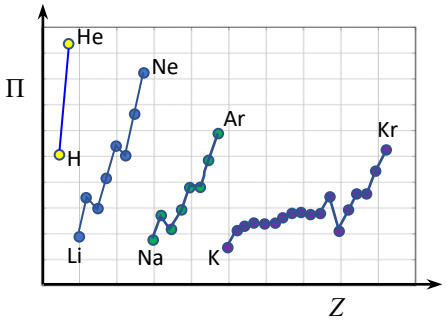
Δ) έχουν όλο και μεγαλύτερα σημεία τήξης και με τη διάλυσή τους στο νερό παράγουν όλο και περισσότερο πιο βασικά διαλύματα

Ε1.34. Οι τρεις πρώτες διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού του Al(g) είναι $E_{i1} = 578$ kJ·mol^{-1}, $E_{i2} = 1817$ kJ·mol^{-1} και $E_{i3} = 2745$ kJ·mol^{-1}. Ποια ενέργεια σε kJ·mol^{-1} απαιτείται για τη μετατροπή που ακολουθεί;

$Al^+(g) \rightarrow Al^{3+}(g) + 2e^-$

Α) 1817 Β) 2395 Γ) 4562 Δ) 5140

Ε1.35. **i.** Ποια περιοδική ιδιότητα (Π) μπορεί να παριστάνει το σχήμα που ακολουθεί;



Α) Η ατομική ακτίνα Β) Η ηλεκτροθετικότητα

Γ) Η E_{i1} Δ) Η E_{i2}

ii. Με βάση τον Περιοδικό Πίνακα, ο μεταλλικός χαρακτήρας και η ηλεκτροθετικότητα:

Α) αυξάνονται όσο πάμε αριστερά και κάτω

Β) μειώνονται όσο πάμε αριστερά και πάνω

Γ) αυξάνονται όσο πάμε δεξιά και κάτω

Δ) μειώνονται όσο πάμε δεξιά και κάτω

Ε1.36. Ένα ηλεκτρόνιο που ανήκει στο τροχιακό $3p_x$ μπορεί να έχει την εξής τετράδα κβαντικών αριθμών:
Α) (3, 0, 0, +½) Β) (3, 2, −1, −½)
Γ) (3, 0, 1, +½) Δ) (3, 1, 1, −½)
[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2025]

Ε1.37. Τι από τα παρακάτω έρχεται σε αντίθεση με την αρχή της απροσδιοριστίας του Heisenberg;
Α) Το ατομικό τροχιακό
Β) Οι κυκλικές τροχιές του ατομικού προτύπου του Bohr
Γ) Η ύπαρξη των κβαντικών αριθμών
Δ) Η εκπομπή φωτονίου κατά τη μετάβαση ηλεκτρονίου από τροχιακό υψηλότερης σε τροχιακό χαμηλότερης ενέργειας.

Ε1.38. Να χαρακτηριστούν οι προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).
Α) Για το άτομο του υδρογόνου η επίλυση της εξίσωσης Schrödinger οδηγεί στις κυματοσυναρτήσεις ψ, οι οποίες περιγράφουν την κατάσταση του ηλεκτρονίου με ορισμένη ενέργεια (E_n) και ονομάζονται ατομικά τροχιακά.
Β) Τα ατομικά τροχιακά είναι οι λύσεις (ψ) της εξίσωσης Schrödinger για το άτομο του Η και όχι οι λύσεις των εξισώσεων Schrödinger στα πολυηλεκτρονιακά άτομα.
Γ) Σε ένα πολυηλεκτρονιακό άτομο οποιοδήποτε τροχιακό s έχει μικρότερη ενέργεια από οποιοδήποτε τροχιακό p.
Δ) Η δομή $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^0\ 2p_z^0$ δεν ικανοποιεί την απαγορευτική αρχή του Pauli.
Ε) Στο άτομο του υδρογόνου μία στιβάδα με κύριο κβαντικό αριθμό n αποτελείται από $(n-1)$ υποστιβάδες.
ΣΤ) Η δομή $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$ μπορεί να αποτελεί τη θεμελιώδη κατάσταση κατιόντος στοιχείου μετάπτωσης.
Ζ) Η τάση των στοιχείων για αποβολή ηλεκτρονίων χαρακτηρίζεται ως ηλεκτροθετικότητα.
Η) Σε ένα πολυηλεκτρονιακό άτομο ο κύριος κβαντικός αριθμός (n) σχετίζεται με την έλξη πυρήνα - ηλεκτρονίου ενώ ο δευτερεύων ή αζιμουθιακός κβαντικός αριθμός (ℓ) σχετίζεται με τις ηλεκτρονιακές απώσεις.
Θ) Ο αριθμός των ενδιάμεσων ηλεκτρονίων επηρεάζει την ενέργεια ιοντισμού (E_i) του ατόμου καθώς τα ενδιάμεσα ηλεκτρόνια απωθούν το προς απόσπαση ηλεκτρόνιο, με αποτέλεσμα την ευχερέστερη απομάκρυνσή του.
Ι) Το δραστικό πυρηνικό φορτίο καθορίζεται από το φορτίο του πυρήνα και από τα ενδιάμεσα ηλεκτρόνια.
Κ) Ο μέγιστος δυνατός ατομικός αριθμός στοιχείου με 1 μονήρες (ασύζευκτο) ηλεκτρόνιο στη στιβάδα Μ είναι 21.

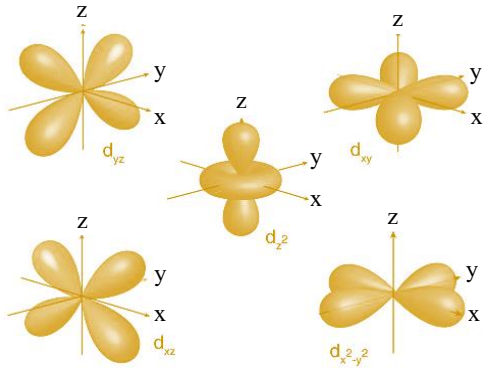
Ε1.39. Ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.
Α) Οι ενέργειες ιοντισμού ατόμων με διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς είναι όλο και μεγαλύτερες.
Β) Ένα άτομο στη θεμελιώδη του κατάσταση με μέγιστο κύριο κβαντικό αριθμό $n = 3$ δεν μπορεί να διαθέτει πάνω από 18 ηλεκτρόνια.
Γ) Στο ιόν $_3Li^{2+}$ το τροχιακό με $n = 2$ και $\ell = 0$ έχει μικρότερη ενέργεια από το τροχιακό με $n = 2$ και $\ell = 1$.
Δ) Στο άτομο του υδρογόνου οι ενέργειες των υποστιβάδων 3s, 3p και 3d ακολουθούν τη σειρά: $E_{3s} < E_{3p} < E_{3d}$.
Ε) Το στοιχείο το άτομο του οποίου στη θεμελιώδη κατάσταση διαθέτει 8 p ηλεκτρόνια θα ανήκει στην 3η περίοδο και στην 14η (IVA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.
ΣΤ) Το στοιχείο Α που ανήκει στην ομάδα των αλκαλικών γαιών σχηματίζει οξείδιο με μοριακό τύπο A_2O, που είναι στερεό με υψηλό σημείο τήξης.
Ζ) Το στοιχείο το άτομο του οποίου διαθέτει έξι μονήρη ηλεκτρόνια στη θεμελιώδη κατάσταση ανήκει οπωσδήποτε στον f τομέα του Περιοδικού Πίνακα.

Ε1.40. α) Να διατυπώσετε:
i. Την μηχανική και την οπτική συνθήκη για το ατομικό πρότυπο του Bohr.
ii. Την αρχή της απροσδιοριστίας (ή αβεβαιότητας) του Heisenberg.
iii. Τις τρεις αρχές (κανόνες) της ηλεκτρονιακής δόμησης.
iv. Τον ορισμό της στιβάδας και της υποστιβάδας.
v. Το νόμο της περιοδικότητας του Moseley.
vi. Τον ορισμό του τομέα του Περιοδικού Πίνακα.
vii. Τον ορισμό της ατομικής ακτίνας.
viii. Τον ορισμό της ενέργειας 1ου ιοντισμού (E_{i1}).
β) Να εξηγήσετε:
i. Τι εκφράζει στην κβαντομηχανική το ψ^2 και τι το $-e\psi^2$.
ii. Πότε μία ηλεκτρονιακή δομή ενός ατόμου αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση και πότε δεν είναι δυνατή.
iii. Σε ποια περίοδο και σε ποιον τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν οι λανθανίδες;
iv. Τι εκφράζει το δραστικό πυρηνικό φορτίο.
γ) Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των στοιχείων μετάπτωσης; Ποιοι παράμετροι καθορίζουν την ενέργεια ιοντισμού ενός ατόμου;

Ε1.41. α) Ποιος ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε ένα άτομο που μπορούν να έχουν:
i. $n = 4$, $\ell = 3$.
ii. $n = 3$, $\ell = 1$.
iii. $n = 3$, $\ell = 2$, $m_\ell = 2$.
iv. $n = 2$, $\ell = 0$.
v. $n = 2$, $m_s = +1/2$.
β) Έστω τα άτομα $_{17}Cl$ και $_{18}Ar$ στη θεμελιώδη τους κατάσταση.
i. Πόσα ηλεκτρόνια του $_{17}Cl$ έχουν $\ell = 1$;
ii. Πόσα ηλεκτρόνια στο άτομο του $_{18}Ar$ έχουν $m_\ell = 1$ και επίσης $m_s = +1/2$;
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Ε1.42. **i.** Ο μέγιστος δυνατός ατομικός αριθμός ενός στοιχείου που έχει έξι συμπληρωμένα ατομικά τροχιακά είναι:
Α) 12 Β) 15 Γ) 20 Δ) 18
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [Π.Μ.Δ.Χ.]
ii. Οι κβαντικοί αριθμοί (n, ℓ, m_ℓ, m_s) ενός ηλεκτρονίου του ατόμου $_{32}Ge$ στη θεμελιώδη κατάσταση είναι (4, 1, 1, +½). Ποιο από τα ακόλουθα σύνολα κβαντικών αριθμών είναι αδύνατο για το ίδιο άτομο του $_{32}Ge$;
Α) (3, 0, 0, +½) Β) (3, 2, 0, −½)
Γ) (3, 1, 0, −½) Δ) (4, 1, 0, −½)
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε1.43. Στο σχήμα που ακολουθεί εμφανίζεται το σύνολο των ατομικών τροχιακών μίας υποστιβάδας (Χ) της ηλεκτρονιακής δομής ενός ατόμου της 4ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα στη θεμελιώδη κατάσταση.



α) i. Ποιος είναι ο συμβολισμός της υποστιβάδας (Χ); Ποιοι κβαντικοί αριθμοί (n, ℓ) αντιστοιχούν στην υποστιβάδα (Χ);
ii. Ποιος ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να διαθέτει η υποστιβάδα (Χ);
β) Ποιοι οι δυνατοί ατομικοί αριθμοί ενός στοιχείου της 4ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα το άτομο το οποίου διαθέτει συμπληρωμένη την υποστιβάδα (Χ); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε1.44. Ένας φούρνος μικροκυμάτων θερμαίνει μια ποσότητα φαγητού ακτινοβολώντας το με μικροκύματα, τα οποία απορροφώνται από το φαγητό και μετατρέπονται ποσοτικά σε θερμότητα $1{,}5\cdot10^{5}$ J. Έστω ότι το μήκος κύματος της ακτινοβολίας του φούρνου είναι 6,63 mm. Το πλήθος των φωτονίων αυτής της ακτινοβολίας που απαιτήθηκαν κατά την παραπάνω διαδικασία είναι:
i. $5\cdot10^{28}$ ii. $5\cdot10^{27}$ iii. $2\cdot10^{26}$
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
Δίνονται οι σταθερές: $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s, $c = 3\cdot10^{8}$ m·s^{-1}.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε1.45. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που παράγει το ηλεκτρόνιο του ατόμου του υδρογόνου κατά τη μετάπτωση L → K είναι ίσο με λ_1.
α) Το αντίστοιχο μήκος κύματος (λ_2) για τη μετάπτωση από M → L θα είναι:
i. $\lambda_2 = (10/54)\cdot\lambda_1$ ii. $\lambda_2 = (54/10)\cdot\lambda_1$
iii. $\lambda_2 = (4/9)\cdot\lambda_1$ iv. $\lambda_2 = (9/4)\cdot\lambda_1$
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε1.46. Ένα νετρόνιο έχει κινητική ενέργεια ίση με K και μήκος κύματος κατά de Broglie ίσο με λ.
α) Αν η κινητική ενέργεια του νετρονίου τετραπλασιαστεί, ποια σχέση συνδέει το νέο μήκος κύματος (λ') του νετρονίου με το αρχικό μήκος κύματος (λ);
i. $\lambda' = 4\lambda$ ii. $\lambda' = \lambda/4$ iii. $\lambda' = 2\lambda$ iv. $\lambda' = \lambda/2$
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Η κινητική ενέργεια δίνεται από τη σχέση: $K = \frac{1}{2}\cdot m\cdot \upsilon^2$.

Ε1.47. Πόσα από τα πρώτα 54 στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα τα άτομά τους διαθέτουν στη θεμελιώδη κατάσταση:
α) Ένα ή περισσότερα 2s ηλεκτρόνια.
β) Ένα ή περισσότερα 2p ηλεκτρόνια.
γ) Ένα ή περισσότερα 3d ηλεκτρόνια.
δ) Ένα ή περισσότερα 5p ηλεκτρόνια.

Ε1.48. α) Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις που αντιστοιχούν στον 1ο και το 2ο ιοντισμό του $_{8}$O συμπεριλαμβάνοντας και τη φυσική κατάσταση (g, ℓ ή s). Ποιος ο (συνολικός) αριθμός των ιοντισμών που διαθέτει το άτομο αυτό;
β) Για το άτομο του $_{8}$O η ενέργεια πρώτου ιοντισμού είναι $E_{i1} = x$ και η ενέργεια δεύτερου ιοντισμού του $E_{i2} = y$. Για το άτομο το $_{16}$S η ενέργεια πρώτου ιοντισμού είναι $E_{i1} = \omega$. Ποια από τις παρακάτω σχέσεις ισχύει για τα x, y, ω;
1. $y > x > \omega$ 2. $y > \omega > x$
3. $\omega > y > x$ 4. $\omega > x > y$
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε1.49. Το άτομο του Mn και το ιόν Co^{2+} διαθέτουν και τα δύο από 25 ηλεκτρόνια.
α) i. Ποιες οι ηλεκτρονιακές δομές του Mn και του Co^{2+} στη θεμελιώδη κατάσταση;
ii. Ποιο από τα σωματίδια διαθέτει το μεγαλύτερο αριθμό μονήρων (ασύζευκτων) ηλεκτρονίων; Ποιο έχει το μεγαλύτερο μέγεθος;
iii. Σε ποια περίοδο, ομάδα και τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα στοιχεία Mn και Co;
β) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος Mn^{2+}, καθώς και του ατόμου του Co στη θεμελιώδη κατάσταση.
γ) Ο Fe είναι στον Περιοδικό Πίνακα μεταξύ του Mn και του Co και σχηματίζει τα ιόντα Fe^{2+} και Fe^{3+}. Ποια η ηλεκτρονιακή δομή των ιόντων αυτών στη θεμελιώδη κατάσταση;

Ε1.50. Ένα ανθρώπινο μάτι μπορεί να ανιχνεύσει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ενέργειας μεγαλύτερης ή ίσης με $4{,}2\cdot10^{-17}$ J. Αν θεωρήσουμε ότι διαθέτουμε ακτινοβολία μήκους κύματος $\lambda = 663$ nm, σε ποιον αριθμό φωτονίων αντιστοιχεί αυτό το ποσό ενέργειας;
Δίνονται οι σταθερές: $h = 6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s, $c = 3\cdot10^{8}$ m·s^{-1}.

Ε1.51. Ορισμένα γυαλιά ηλίου διαθέτουν ειδικούς φακούς που γίνονται σκουρόχρωμοι όταν εκτίθενται στο ηλιακό φως και ανοιχτόχρωμοι στη σκιά. Αυτό συμβαίνει επειδή στους φακούς προστίθενται μικρή ποσότητα AgCl(s) το οποίο διασπάται από το ηλιακό φως σύμφωνα με την αντίδραση:

$$AgCl(s) + h\nu \rightarrow Ag(s) + Cl$$

Ο Ag(s) που σχηματίζεται σκουραίνει το χρώμα του φακού. Αν η απαιτούμενη φωτεινή ενέργεια για τη διάσπαση ενός mol AgCl σε Ag και Cl είναι E_0, να αποδειχθεί ότι το μέγιστο μήκος κύματος της ακτινοβολίας που μπορεί να καλύψει τις ενεργειακές απαιτήσεις της παραπάνω μετατροπής δίνεται από τη σχέση:

$$\lambda = \frac{h\cdot c\cdot N_A}{E_0}$$

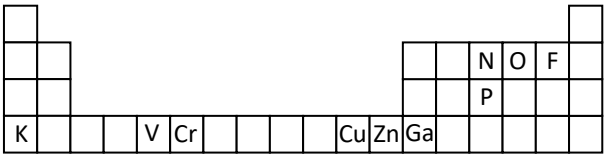
Όπου: N_A ο αριθμός του Avogadro, h η σταθερά του Planck, c η ταχύτητα του φωτός στο κενό.

E1.52. Τα στοιχεία Χ και Υ είναι διαδοχικά στοιχεία (με ατομικούς αριθμούς Z και Z+1, αντίστοιχα) και ανήκουν σε κύριες ομάδες του Περιοδικού Πίνακα. Οι ενέργειες των τριών πρώτων ιοντισμών για τα άτομα των στοιχείων αυτών δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

	E_{i1}	E_{i2}	E_{i3}
X	496	4562	6910
Y	738	1451	7733

α) Να εξηγήσετε γιατί για τα στοιχεία Χ και Υ ισχύει: $E_{i1} < E_{i2} < E_{i3}$.
β) Σε ποιες ομάδες του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα δύο αυτά στοιχεία; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) Να συγκρίνετε τις ατομικές ακτίνες των δύο στοιχείων καθώς και τις ακτίνες των ιόντων X^+ και Y^{2+}.

E1.53. Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται ένα τμήμα του Περιοδικού Πίνακα που αντιστοιχεί στις 4 πρώτες περιόδους του. Στο σχήμα αυτό εμφανίζονται επίσης οι συμβολισμοί κάποιων από τα στοιχεία στο τμήμα αυτό του Περιοδικού Πίνακα.



α) Ποιο ή ποια από τα στοιχεία που εμφανίζονται στο τμήμα αυτό του Περιοδικού Πίνακα:
i. Είναι παραμαγνητικά και διαθέτουν τρία μονήρη ηλεκτρόνια στην ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων τους στη θεμελιώδη κατάσταση.
ii. Διαθέτουν συμπληρωμένη τη στιβάδα με $n = 3$ στην ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων τους.
iii. Διαθέτουν σταθερό ιόν με φορτίο 2− και ηλεκτρονιακή δομή ευγενούς αερίου
iv. Διαθέτει τη μεγαλύτερη ενέργεια ιοντισμού.
Δεν απαιτούνται αιτιολογήσεις. Μόνο οι συμβολισμοί των στοιχείων που αντιστοιχούν στα αντίστοιχα δεδομένα.
β) Τα στοιχεία Ν και Ρ σχηματίζουν τις ενώσεις NH_3 και PH_3. Ποια από τις ενώσεις αυτές εμφανίζει ισχυρότερο βασικό χαρακτήρα; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας με βάση τη θέση των δύο στοιχείων στο Περιοδικό Πίνακα.

E1.54. Στο άτομο του υδρογόνου οι ηλεκτρονιακές μεταπτώσεις, $n = 2 \rightarrow n = 1$, $n = 3 \rightarrow n = 1$, $n = 4 \rightarrow n = 1$ και $n = 5 \rightarrow n = 1$ παράγουν ακτινοβολίες στην υπεριώδη περιοχή με μήκη κύματος (λ) 95 nm, 97 nm, 103 nm και 122 nm (με τυχαία σειρά).
α) Ποιο το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που παράγεται κατά τη μετάπτωση $n = 3 \rightarrow n = 1$;
i. 95 nm
ii. 97 nm
iii. 103 nm
iv. 122 nm
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Δεν απαιτούνται υπολογισμοί.

E1.55. Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) του στοιχείου Α είναι 680 kJ·mol^{-1}. Η ενέργεια που απαιτείται για τη μετατροπή 1 mol ατόμων Α(g), που βρίσκονται στη θεμελιώδη κατάσταση και σε αέρια φάση, σε ιόντα A^{2+}(g) είναι:
i. 680 kJ·mol^{-1}
ii. 1360 kJ·mol^{-1}
iii. 2200 kJ·mol^{-1}
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
γ) Ποια είναι η ενέργεια δεύτερου ιοντισμού (E_{i2}) του στοιχείου Α; [ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2024]

E1.56. Το ιόν X^{5+} ενός στοιχείου (Χ) έχει την εξής δομή στη θεμελιώδη του κατάσταση: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$.
α) Σε ποια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το στοιχείο (Χ);
i. 12η (IIB) ii. 2η (IIA) iii. 13η (IIIA) iv. 15η (VA)
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

E1.57. Το ρουθήνιο (Ru) είναι μέταλλο και ανήκει στην 5η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και στην 8η (VIIIB) ομάδα. Διαθέτει πολλούς αριθμούς οξείδωσης και σημαντική καταλυτική δράση. Κατ' απόκλιση των κανόνων της ηλεκτρονιακής δόμησης το άτομο του Ru διαθέτει τρία μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 4d και ένα μονήρες στην υποστιβάδα 5s.
α) Ποια η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του Ru στη θεμελιώδη κατάσταση και ποιος ο ατομικός του αριθμός (Z);
β) Ποιος ο ατομικός αριθμός του στοιχείου που βρίσκεται στην ίδια ομάδα με το Ru και στην αμέσως προηγούμενη περίοδο;

E1.58. Τα άτομα δύο στοιχείων της 3ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα διαθέτουν από δύο μονήρη ηλεκτρόνια στην ηλεκτρονιακή τους δομή στη θεμελιώδη κατάσταση. Το στοιχείο Α έχει ενέργεια πρώτου ιοντισμού 787 kJ·mol^{-1} ενώ το Β έχει ενέργεια πρώτου ιοντισμού 1000 kJ·mol^{-1}.
α) Να προσδιοριστούν οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων Α και Β.
β) Οι ατομικές ακτίνες των δύο στοιχείων είναι 111 pm και 100 pm. Να εξηγήσετε ποια από τις δύο είναι η ατομική ακτίνα του Α.

E1.59. Τα σωματίδια Ar, K^+ και Ca^{2+} διαθέτουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων.
α) Για την ακτίνα των σωματιδίων αυτών, ατομική ή ιοντική (r) ισχύει:
1. r(Ar) > r(K^+) > r(Ca^{2+})
2. r(Ar) < r(K^+) < r(Ca^{2+})
3. r(Ar) < r(Ca^{2+}) < r(K^+)
4. r(Ar) > r(Ca^{2+}) > r(K^+)
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

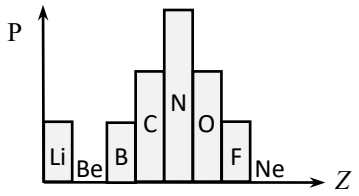
Ε1.60. Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται οι τιμές των 5 πρώτων διαδοχικών ενεργειών ιοντισμού σε $kJ \cdot mol^{-1}$ στοιχείων της 3ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα.

Στοιχείο	E_{i1}	E_{i2}	E_{i3}	E_{i4}	E_{i5}
V	787	1577	3231	4356	16.091
W	738	1451	7733	10.540	13.630
X	1251	2297	3822	5158	6540
Y	495	4562	6912	9543	13.353
Z	578	1817	2745	11.575	14.830

α) Για τα παραπάνω στοιχεία, ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι λανθασμένη;
1. Το στοιχείο Y έχει ατομικό αριθμό $Z = 11$
2. Το στοιχείο W ανήκει στις αλκαλικές γαίες
3. Το στοιχείο V ανήκει στον p τομέα
4. Το στοιχείο X έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα από όλα τα παραπάνω στοιχεία
5. Το στοιχείο Z ανήκει στη 14η ομάδα του Π.Π.
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε1.61. Να θεωρήσετε την 4η περίοδο του Π.Π.
α) Ποιοι οι ατομικοί αριθμοί (Z) του πρώτου και του τελευταίου στοιχείου της περιόδου αυτής;
β) Ποιες υποστιβάδες συμπληρώνονται κατά μήκος της περιόδου;
γ) Ποιος ο ατομικός αριθμός στοιχείου της 4ης περιόδου που έχει: i. τη μικρότερη ατομική ακτίνα, ii. τη μεγαλύτερη ενέργεια ιοντισμού.
δ) Ποιοι οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων της 4ης περιόδου που δεν διαθέτουν μονήρη (ασύζευκτα) ηλεκτρόνια στην ηλεκτρονιακή τους δομή στη θεμελιώδη κατάσταση;
ε) Ποιος ο ατομικός αριθμός στοιχείου της 4ης περιόδου που ανήκει σε κύρια ομάδα και έχει πέντε ηλεκτρόνια σθένους;

Ε1.62. Στο διάγραμμα εμφανίζεται μία ιδιότητα (P) των στοιχείων της 2ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα.



α) Ποια μπορεί να είναι η ιδιότητα (P);
i. Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_i) των στοιχείων
ii. Η ατομική ακτίνα των στοιχείων
iii. Ο αριθμός των ηλεκτρονίων που πρέπει να προσλάβει το κάθε άτομο ώστε να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου
iv. Ο αριθμός των μονήρων (ασύζευκτων) ηλεκτρονίων των ατόμων στη θεμελιώδη κατάσταση
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

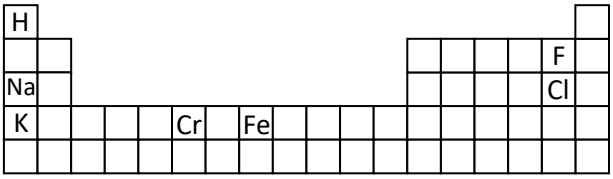
Ε1.63. Οι ενέργειες 1ου ιοντισμού 4 στοιχείων Α, Β, Γ και Δ με διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς Z, Z+1, Z+2, Z+3 είναι: 999, 1251, 1520 και 419 $kJ \cdot mol^{-1}$, αντίστοιχα.
α) Σε ποιες ομάδες του Περιοδικού Πίνακα μπορεί να ανήκουν τα στοιχεία αυτά;
β) Το στοιχείο Β είναι το 2ο της ομάδας του, Να γράψετε την ηλεκτρονιακή του δομή στη θεμελιώδη κατάσταση.

Ε1.64. Στο Διαδίκτυο αναφέρονται οι ατομικές ακτίνες 4 στοιχείων Α, Β, Γ και Δ που ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα καθώς και οι ιοντικές ακτίνες των πιο σταθερών ιόντων τους (με δομή ευγενούς αερίου). Τα δεδομένα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Στοιχείο	Ατομική ακτίνα / pm	Ιοντική ακτίνα / pm
Α	104	184
Β	137	221
Γ	66	140
Δ	117	198

α) Να χαρακτηρίσετε τα στοιχεία αυτά ως ηλεκτροθετικά ή ηλεκτραρνητικά.
β) Να ταξινομήστε τα στοιχεία κατ' αυξανόμενο ατομικό αριθμό (Z).
γ) Να ταξινομήσετε τα στοιχεία κατ' αυξανόμενη τιμή της ενέργειας πρώτου ιοντισμού (E_{i1}).
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Ε1.65. Το διάγραμμα που ακολουθεί αναπαριστάνει μέρος του Περιοδικού Πίνακα, στο οποίο αναφέρονται μερικά στοιχεία με τα σύμβολά τους.



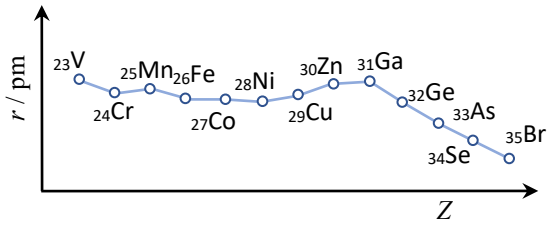
α) Να διατάξετε κατά αύξουσα ατομική ακτίνα τα στοιχεία F, Na, K και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
β) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του Cr και του Fe^{2+}.
γ) Σε ποια από τα στοιχεία του διαγράμματος το ιόν με φορτίο −1 είναι ισοηλεκτρονιακό με το πλησιέστερο ευγενές αέριο; [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε1.66. Στο άτομο του Η η διαφορά ενέργειας κατά τη μετάπτωση N → L είναι E_1 ενώ η διαφορά ενέργειας κατά τη μετάπτωση M → K είναι E_2.
α) Σχετικά με τις τιμές των ενεργειών E_1 και E_2, ποια από τις παρακάτω σχέσεις είναι η σωστή;
1. $E_1 = E_2$ 2. $E_1 > E_2$ 3. $E_1 < E_2$
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
γ) Να εξηγήσετε αν η πρόταση που ακολουθεί είναι σωστή ή λανθασμένη.
«Κατά τη μετάπτωση N → L των ηλεκτρονίων ατόμων Η παράγεται ακτινοβολία μήκους κύματος λ_1 ενώ από τη μετάπτωση M → K παράγεται ακτινοβολία μήκους κύματος λ_2 και ισχύει $\lambda_2 < \lambda_1$.»

Ε1.67. Στο πίνακα που ακολουθεί να αντιστοιχήσετε τις ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων των στοιχείων Α, Β, Γ και Δ (αυθαίρετοι συμβολισμοί), στη θεμελιώδη κατάσταση, με τις ενέργειες 1ου ιοντισμού τους. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ηλεκτρονιακή δομή	E_i / kJ·mol^{-1}
Α: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$	496
Β: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$	1681
Γ: $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$	1314
Δ: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$	2081

Ε1.68. Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζονται οι ατομικές ακτίνες (r) 13 διαδοχικών στοιχείων της 4ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα σε σχέση με τον ατομικό αριθμό (Z).



α) Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων $_{29}$Cu και $_{34}$Se και τις ομάδες του Περιοδικού Πίνακα στις οποίες ανήκουν τα στοιχεία αυτά.
β) Να εξηγήσετε γιατί οι ατομικές ακτίνες των στοιχείων:
i. Με Z = 23-30 δεν μεταβάλλονται σημαντικά.
ii. Με Z = 31-35 μειώνονται συνεχώς.

Ε1.69. Στοιχείο Χ ανήκει στην 16η (VIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και γειτνιάζει (οριζόντια, κάθετα ή διαγώνια) μόνο με τα στοιχεία Α, Β, Γ, Δ και Ε (δες το διπλανό διάγραμμα).

Α	Χ	Γ
Β	Δ	Ε

α) Σε ποιες περιόδους του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα στοιχεία Α, Β, Γ, Δ, Ε και Χ; Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων των στοιχείων αυτών στη θεμελιώδη κατάσταση.
β) Ποιο (ή ποια) από τα στοιχεία έχει:
i. Τη μεγαλύτερη τιμή της E_{i1}.
ii. Τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα.
iii. Το μεγαλύτερο αριθμό ασύζευκτων ηλεκτρονίων.

Ε1.70. Το διάγραμμα που ακολουθεί παριστάνει ένα μέρος του Περιοδικού Πίνακα με μερικά από τα στοιχεία του.

1	H																He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na																	
4			Sc									Zn						
5												Cd						

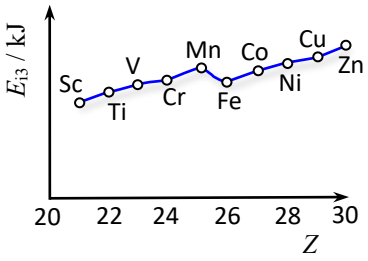
α) Ποια από τα στοιχεία αυτά είναι αλκάλια;
β) Ποιοι οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων Sc και Zn; Ποιες οι ηλεκτρονιακές δομές των ιόντων Sc^{3+} και Zn^{2+} στη θεμελιώδη κατάσταση;
γ) i. Ποια από τα στοιχεία που εμφανίζονται στον παραπάνω Περιοδικό Πίνακα διαθέτουν 3d ηλεκτρόνια στην ηλεκτρονιακή τους δομή στη θεμελιώδη κατάσταση;
ii. Ποιο από τα στοιχεία που εμφανίζονται διαθέτει τα περισσότερα μονήρη ηλεκτρόνια;
δ) Τρία από τα στοιχεία έχουν ατομικούς αριθμούς Z, Z+1 και Z+2 (με $Z \neq 1$) και ατομικές ακτίνες 50, 38 και 180 pm, αντίστοιχα. Ποια είναι τα στοιχεία αυτά;
ε) i. Ένα άλλο από τα παραπάνω στοιχεία έχει E_{i2} = 7,3 MJ·mol^{-1}, που είναι και η μεγαλύτερη τιμή ενέργειας 2ου ιοντισμού από όλα τα στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα. Ποιο μπορεί να είναι το στοιχείο αυτό;
ii. Ένα τρίτο από τα στοιχεία (Χ) παρουσιάζει τις εξής τιμές για τις πέντε πρώτες ενέργειες ιοντισμού (σε MJ·mol^{-1}): E_{i1} = 1,09, E_{i2} = 2,35, E_{i3} = 4,62, E_{i4} = 6,22 και E_{i5} = 37,82. Ποιο μπορεί να είναι το στοιχείο αυτό; Στο ιόν X^{5+} του ίδιου στοιχείου να ταξινομήσετε τις υποστιβάδες 3s, 3d, 4s, 4d και 5p κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας.
Να αιτιολογήσετε σύντομα τις απαντήσεις σας.

Ε1.71. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι 4 διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού σε kJ·mol^{-1} πέντε στοιχείων Α, Β, Γ, Δ και Ε που ανήκουν όλα σε κύριες ομάδες του Π.Π.

Στοιχείο	E_{i1}	E_{i2}	E_{i3}	E_{i4}
Α	500	4600	6900	9500
Β	740	1500	7700	10.500
Γ	700	1450	3000	4000
Δ	900	1800	14.800	21.000
Ε	580	1800	2700	11.600

α) Δύο από τα παραπάνω στοιχεία ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. i. Ποια είναι τα στοιχεία και σε ποια ομάδα ανήκουν; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
ii. Ποιο από τα δύο παραπάνω στοιχεία έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
β) Ποιο από τα πέντε στοιχεία σχηματίζει πιο εύκολα ιόν με φορτίο +1; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) Είναι δυνατόν κάποιο από τα πέντε στοιχεία να είναι το $_3$Li; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
δ) Ποιο από τα 5 στοιχεία απαιτεί τη λιγότερη ενέργεια για τη μετατροπή 1 mol ατόμων του, σε ελεύθερη κατάσταση και σε αέρια φάση, σε ιόντα με φορτίο 2+; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε1.72. Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζονται οι ενέργειες του 3ου ιοντισμού (E_{i3}) των στοιχείων μετάπτωσης της 4ης περιόδου. Παρατηρούμε ότι η τάση είναι αυξητική από αριστερά προς τα δεξιά, αλλά από το Mn στο Fe η E_{i3} μειώνεται.



α) Να γράψετε την εξίσωση που αντιστοιχεί στον 3ο ιοντισμό του Fe. Να σημειώσετε και τη φυσική κατάσταση (s, ℓ ή g).
β) Να εξηγήσετε την «ανωμαλία» που συμβαίνει μεταξύ Mn και Fe.

Ε1.73. Οι πρώτες επτά διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού για ένα στοιχείο του Περιοδικού Πίνακα είναι οι εξής: $E_{i1} = 786$, $E_{i2} = 1577$, $E_{i3} = 3232$, $E_{i4} = 4355$, $E_{i5} = 16.091$, $E_{i6} = 19.805$, $E_{i7} = 23.780$, σε $kJ \cdot mol^{-1}$.

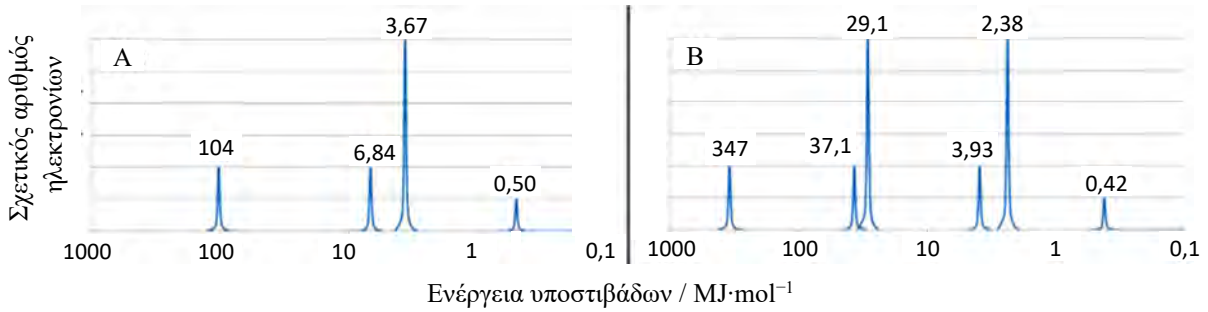
α) Ποιο από τα παρακάτω μπορεί να είναι το στοιχείο αυτό;
Α) $_6C$ Β) $_7N$ Γ) $_{14}Si$ Δ) $_{15}P$
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε1.74. Αρκετά χρόνια νωρίτερα από τον Mendeleev, ο Döbereiner διατύπωσε τον κανόνα των τριάδων. Επέλεγε με βάση κοινές χημικές ιδιότητες τριάδες στοιχείων στις οποίες η ατομική μάζα του μεσαίου ήταν το ημιάθροισμα των μαζών των δύο ακραίων. Τρεις από αυτές τις τριάδες του Döbereiner εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

1η τριάδα	2η τριάδα	3η τριάδα
Mn	Li	S
Cr	Na	Se
Fe	K	Te

α) Τα στοιχεία μιας από τις τριάδες ανήκουν στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.
i. Ποια είναι η τριάδα αυτή; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
ii. Γιατί τα στοιχεία της τριάδας αυτής έχουν παρόμοιες ιδιότητες;
iii. Ποιο από τα στοιχεία της τριάδας αυτής διαθέτει τα περισσότερα μονήρη ηλεκτρόνια στη θεμελιώδη κατάσταση; Πόσα είναι αυτά τα μονήρη ηλεκτρόνια;
β) Ποιο από τα στοιχεία της 2ης τριάδας διαθέτει τη μεγαλύτερη ενέργεια ιοντισμού;
γ) Σε ποια ομάδα τα Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα στοιχεία της 3ης τριάδας; Ποια η σχετική ατομική μάζα που προβλέπει ο κανόνας των τριάδων για το στοιχείο Se;
Ατομικοί αριθμοί, Mn:25, Cr:24, Fe:26, Li:3, Na:11, K:19, S:16, Se:34, Te:52. Σχετικές ατομικές μάζες, S:32, Te:128.

Ε1.75. **Φωτοηλεκτρονική φασματοσκοπία!** Είναι μία τεχνική η οποία επιτρέπει τον προσδιορισμό του αριθμού των ηλεκτρονίων της ίδιας ενέργειας στα άτομα των διαφόρων στοιχείων. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, άτομα του στοιχείου ακτινοβολούνται με ακτινοβολία ικανής ενέργειας ώστε να είναι δυνατή η απόσπαση οποιουδήποτε ηλεκτρονίου του ατόμου. Στη συνέχεια, τα αποσπώμενα ηλεκτρόνια επιστρέφουν ταχύτατα στην ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου. Σε ένα διάγραμμα φωτοηλεκτρονικής φασματοσκοπίας εμφανίζεται η ενέργεια για την απόσπαση των ηλεκτρονίων όλων των υποστιβάδων ενώ το ύψος της κορυφής που αντιστοιχεί σε μία υποστιβάδα είναι ανάλογη με τον συνολικό αριθμό των ηλεκτρονίων που διαθέτει. Στο σχήμα που ακολουθεί εμφανίζονται δύο τέτοια διαγράμματα για τα στοιχεία Α και Β (σε κάθε κορυφή εμφανίζεται και η αντίστοιχη ενέργεια σε $MJ \cdot mol^{-1}$).



α) Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων Α και Β στη θεμελιώδη κατάσταση. Να εξηγήσετε σε ποια υποστιβάδα ανήκουν τα ηλεκτρόνια του ατόμου Β που απαιτούν τη μεγαλύτερη ενέργεια για την απομάκρυνσή τους.
β) Να συγκρίνετε τις ατομικές ακτίνες των στοιχείων Α και Β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

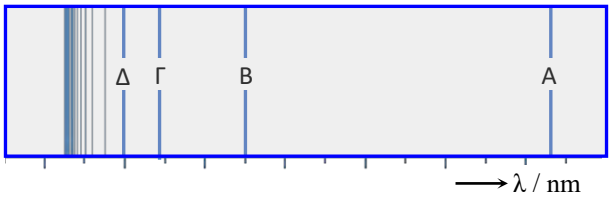
Ε1.76. **Σχετικά με το φάσμα εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου.**
α) i. Να γραφεί η σχέση που αποδίδει την ενέργεια των στιβάδων (E_n) στο άτομο του υδρογόνου ως συνάρτηση του κύριου κβαντικού αριθμού (n) σύμφωνα με το ατομικό πρότυπο του Bohr αλλά και σύμφωνα με την κβαντομηχανική (ίδια σχέση).
ii. Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η ενέργεια των στιβάδων με την αύξηση του n.
iii. Ποια η ενέργεια της θεμελιώδους κατάστασης;
β) Ποια από τις τιμές των ενεργειών που ακολουθούν αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση του ατόμου του υδρογόνου; Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.
Α) $-5{,}45 \cdot 10^{-19}$ J Β) $-4{,}36 \cdot 10^{-18}$ J Γ) $-8{,}72 \cdot 10^{-18}$ J Δ) $+2{,}18 \cdot 10^{-18}$ J
γ) Το 1885 ο Ελβετός μαθηματικός Balmer προτείνει τον παρακάτω εμπειρικό μαθηματικό τύπο που δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού του μήκους κύματος (λ) κάποιων φασματικών γραμμών στο φάσμα εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου.

$$\lambda = \frac{n^2 \cdot K}{n^2 - 2^2}$$

όπου K = σταθερά και $n \geq 3$ ακέραιος αριθμός.

Η σειρά αυτή των φασματικών γραμμών αναφέρεται ως σειρά Balmer και αντιστοιχεί στην ορατή περιοχή του φάσματος εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου, δηλαδή σε μεταπτώσεις από στιβάδα με $n \geq 3$ σε στιβάδα με $n = 2$. Να αποδείξετε τον εμπειρικό τύπο του Balmer με βάση το ατομικό πρότυπο του Bohr.

δ) Το Δεκέμβριο του 2011 το διαστημόπλοιο Voyager 1 εντόπισε για πρώτη φορά την ακτινοβολία Lyman-α στο γαλαξία μας. Η ακτινοβολία αυτή ανήκει στη σειρά Lyman στην υπεριώδη περιοχή του γραμμικού φάσματος εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου και σχετίζεται με μεταπτώσεις από $n \geq 2$ σε $n = 1$. Πήρε το όνομά της από τον Lyman που τις ανακάλυψε το 1906. Στο σχήμα που ακολουθεί εμφανίζεται το τμήμα του φάσματος εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου που αντιστοιχεί στη σειρά αυτή.



i. Ποια ηλεκτρονιακή μετάπτωση αντιστοιχεί, i. στην γραμμή Α (με το μεγαλύτερο μήκος κύματος της σειράς) και ii. στην γραμμή Δ; Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.

ii. Να εξηγήσετε αν το μήκος κύματος της γραμμής Α είναι μεγαλύτερο, μικρότερο ή ίσο με το μήκος κύματος της μετάπτωσης από $n = 3$ σε $n = 2$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Ε2 Διαμοριακές Δυνάμεις – Ώσμωση

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

Τα πολικά μόρια συμπεριφέρονται ως **ηλεκτρικά δίπολα** χαρακτηριστικό μέγεθος των οποίων είναι η **διπολική ροπή (*μ*).** Το μέτρο της είναι: ***μ = δ·r***.

Οι τυπικές **διαμοριακές δυνάμεις** ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες (κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος):
α) Δυνάμεις διασποράς ή London.
β) Δυνάμεις διπόλου - διπόλου.
γ) Δεσμός υδρογόνου.

Οι δυνάμεις διπόλου - διπόλου και οι δυνάμεις διασποράς ή London αναφέρονται ως **δυνάμεις van der Waals**. Οι δυνάμεις ιόντος - ιόντος, π.χ. μεταξύ Na^+ και Cl^- είναι κατά πολύ ισχυρότεροι των διαμοριακών αλληλεπιδράσεων. Τέλος, υπάρχουν και οι δυνάμεις ιόντος - διπόλου μορίου, π.χ. μεταξύ του Fe^{3+} και των μορίων H_2O.

Οι **δυνάμεις διπόλου - διπόλου** είναι διαμοριακές ελκτικές δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης μεταξύ των ετερώνυμα φορτισμένων άκρων (πόλων) των μορίων. Η ισχύς των δυνάμεων αυτών αυξάνεται με την αύξηση της διπολικής ροπής των μορίων (με την προϋπόθεση τα μόρια να έχουν παρόμοια μάζα και όγκο).

Μεταξύ στιγμιαίων διπόλων αναπτύσσονται ασθενείς ελκτικές δυνάμεις που ονομάζονται **δυνάμεις London ή διασποράς** και η ισχύς τους εξαρτάται:
1. Από τη σχετική μοριακή μάζα, M_r. Η ισχύς τους αυξάνεται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας.
2. Από το σχήμα των μορίων. Τα ευθύγραμμα μη πολωμένα μόρια εμφανίζουν ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς από τα σφαιρικά μη πολωμένα (διακλαδισμένα).

Ο **δεσμός ή γέφυρα υδρογόνου** είναι μια ειδική περίπτωση δεσμού διπόλου - διπόλου που εμφανίζεται όμως ως ξεχωριστή κατηγορία καθώς είναι σημαντικά ισχυρότερος και υπάρχει σε πολλά βιολογικά μόρια. Εμφανίζεται σε ενώσεις με δεσμούς N−H, O−H, F−H και η παρουσία του προκαλεί πολλές φορές την εμφάνιση χαρακτηριστικών ιδιοτήτων.

Οι διαμοριακές δυνάμεις συμμετέχουν στη διαμόρφωση πολλών ιδιοτήτων της ύλης.
1. Διαλυτότητα: Τα όμοια διαλύουν όμοια, δηλαδή οι πολικές ενώσεις διαλύονται κατά προτίμηση στους πολικούς διαλύτες (π.χ. διάλυση αιθανόλης στο νερό) και οι μη πολικές ενώσεις στους μη πολικούς διαλύτες (π.χ. εξάνιο σε τετραχλωράνθρακα). Η διαλυτότητα ενισχύεται σημαντικά με τυχόν σχηματισμό δεσμού υδρογόνου ανάμεσα στα μόρια του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας.
2. Σημείο βρασμού: Όσο μεγαλώνει η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων το σημείο βρασμού αυξάνεται.

Προσθετικές ή αθροιστικές ιδιότητες είναι αυτές που είναι ανεξάρτητες από τη φύση της διαλυμένης ουσίας (μόρια ή ιόντα) και εξαρτώνται μόνο από τον αριθμό των διαλυμένων σωματιδίων σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος (ή διαλύτη).

Ώσμωση ονομάζεται το φαινόμενο της διάχυσης περισσοτέρων μορίων διαλύτη, μέσω ημιπερατής μεμβράνης, από το διαλύτη στο διάλυμα ή από το διάλυμα της μικρότερης συγκέντρωσης (υποτονικό διάλυμα) στο διάλυμα της μεγαλύτερης συγκέντρωσης (υπερτονικό διάλυμα).
Για να εκδηλωθεί το φαινόμενο της ώσμωσης απαιτείται ημιπερατή μεμβράνη, φυσική ή συνθετική.

Ωσμωτική πίεση διαλύματος, που διαχωρίζεται με ημιπερατή μεμβράνη απ' τον καθαρό διαλύτη του, ονομάζεται η ελάχιστη πίεση που πρέπει να ασκηθεί εξωτερικά

στο διάλυμα, ώστε να εμποδίσουμε το φαινόμενο της ώσμωσης, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος.
Νόμος ωσμωτικής πίεσης (νόμος του van't Hoff):

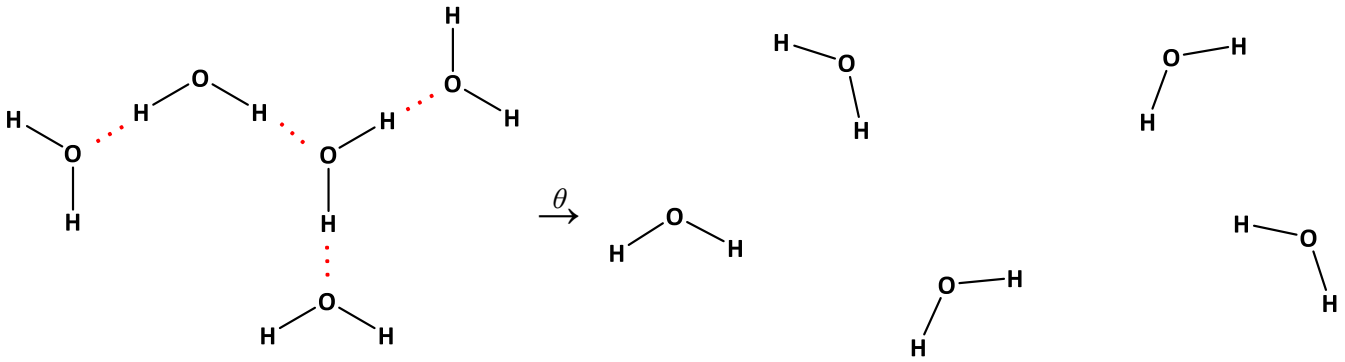
$$\Pi = c \cdot R \cdot T \quad \text{ή} \quad \Pi \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

όπου: Π η ωσμωτική πίεση του διαλύματος (σε atm), c η συγκέντρωσή του, $R = 0{,}082$ L·atm/(mol·K) η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων, $T = 273 + \theta^o$ η απόλυτη θερμοκρασία (K), V ο όγκος του διαλύματος (σε L) και n ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας.

Στα **ηλεκτρολυτικά διαλύματα** οι διαλυμένες ουσίες μετατρέπονται πλήρως ή μερικά σε ιόντα. Έτσι, έχουμε μεγαλύτερο αριθμό σωματιδίων από αυτόν που θα είχαμε στην περίπτωση μοριακού διαλύματος της ίδιας συγκέντρωσης και επομένως μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Στο σχήμα που ακολουθεί μόρια του H_2O περνούν από την υγρή φάση (σύστημα Α) στην αέρια φάση (σύστημα Β) υπό σταθερή πίεση.



Σύστημα Α: $H_2O(\ell)$ Σύστημα Β: $H_2O(g)$

α) Για το φαινόμενο αυτό, ποια από τις προτάσεις που ακολουθεί είναι η σωστή;
1. Τα μόρια του $H_2O(g)$ απορροφούν την απαιτούμενη ενέργεια ώστε να διασπαστούν οι δεσμοί υδρογόνου και να περάσουν στην αέρια φάση
2. Το σύστημα Β έχει μικρότερη ενέργεια από το σύστημα Α καθώς στο σύστημα Β δεν υπάρχουν οι δεσμοί υδρογόνου
3. Το σύστημα Α έχει μεγαλύτερη ενθαλπία σε σχέση με το Β
4. Για την μετατροπή από το σύστημα Α στο σύστημα Β, ισχύει: $\Delta H < 0$
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
β) Να εξηγήσετε αν τα μόρια του νερού εμφανίζουν ή όχι διπολική ροπή.

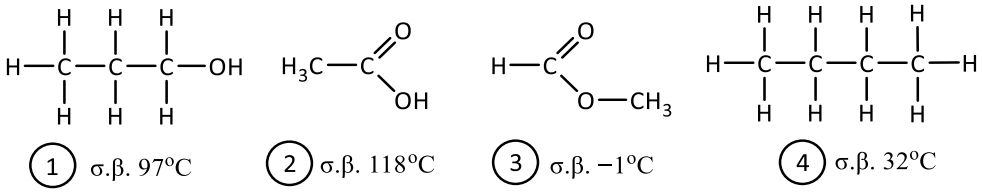
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Επιλογή 1. Στην υγρή φάση τα μόρια του νερού συνδέονται διαμοριακά με δεσμούς υδρογόνου λόγω του δεσμού O–H. Αντίθετα στην αέρια φάση οι περισσότεροι δεσμοί υδρογόνου έχουν διασπαστεί και τα μόρια του νερού θεωρούνται (σχεδόν) απομονωμένα. Άρα, για την μετατροπή από την υγρή στην αέρια φάση απαιτείται ενέργεια για τη σχάση των δεσμών υδρογόνου που απορροφάται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

β) Στο μόριο του νερού εμφανίζονται δύο πολωμένοι ομοιοπολικοί δεσμοί O–H στους οποίους αντιστοιχούν δύο επιμέρους διπολικές ροπές. Καθώς το σχήμα του μορίου είναι γωνιακό, οι επιμέρους διπολικές ροπές δεν αλληλοαναιρούνται και προκύπτει συνισταμένη διπολική ροπή, οπότε είναι δίπολο.

2. Οι παρακάτω οργανικές ενώσεις έχουν τις ίδιες ή παρόμοιες σχετικές μοριακές μάζες. Ένας μαθητής κατέγραψε από το Διαδίκτυο τα σημεία βρασμού (σ.β.) των ενώσεων αυτών, μεταφέροντας όμως κατά λάθος αντίστροφα τα σ.β. σε δύο από τις τέσσερις ενώσεις.

α) Σε ποιες δύο ενώσεις τα σ.β. μεταφέρθηκαν αντίστροφα;



1 σ.β. 97°C 2 σ.β. 118°C 3 σ.β. −1°C 4 σ.β. 32°C

1. Στις ενώσεις 1 **και** 3
2. Στις ενώσεις 2 **και** 4
3. Στις ενώσεις 2 **και** 3
4. Στις ενώσεις 3 **και** 4

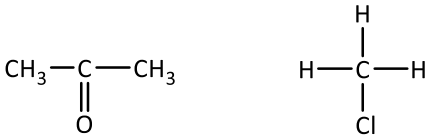
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Επιλογή 4.

β) Το βουτάνιο είναι υδρογονάνθρακας και επομένως μη πολική ουσία, οπότε διαμοριακά εμφανίζονται αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (London) που είναι ασθενέστερες σε σχέση με τις δυνάμεις διπόλου - διπόλου (μεθανικός μεθυλεστέρας). Στις ενώσεις 1 και 2 σχηματίζονται διαμοριακά δεσμοί υδρογόνου και επομένως αναμένονται τα υψηλότερα σημεία βρασμού.

3. Δίνονται οι παρακάτω οργανικές ενώσεις.



προπανόνη χλωρομεθάνιο

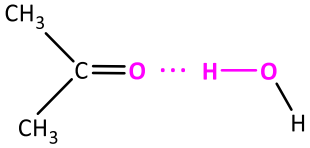
α) Να σημειώσετε τις ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις, i. μεταξύ των μορίων της προπανόνης και ii. μεταξύ των μορίων του χλωρομεθανίου.

β) Να συγκρίνετε τις διαλυτότητες των παραπάνω ενώσεων στο H_2O**.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Και στις δύο περιπτώσεις οι ενώσεις αποτελούνται από δίπολα μόρια και επομένως διαμοριακά εμφανίζονται δυνάμεις διπόλου - διπόλου.

β) Η προπανόνη έχει μεγαλύτερη διαλυτότητα γιατί σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του H_2O:



Τα μόρια του χλωρομεθανίου δεν έχουν αυτή τη δυνατότητα. Πάντως, είναι πολικά μόρια λόγω του πολωμένου δεσμού C − Cl και εμφανίζουν διαλυτότητα στο νερό καθώς τα όμοια διαλύουν όμοια.

4. Να εξηγήσετε τις διαφορές στα σημεία βρασμού (σ.β.) μεταξύ των μελών καθενός από τα 4 ζεύγη που ακολουθούν. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

	Ουσία 1	σ.β. / °C	Ουσία 2	σ.β. / °C
1ο ζεύγος	$CH_3{-}O{-}CH_3$	−24	CH_3CH_2OH	78,4
2ο ζεύγος	HF	19,5	HCl	−85
3ο ζεύγος	CCl_4	76,7	LiCl	1382
4ο ζεύγος	HCl	−85	LiCl	1382

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

1ο ζεύγος: Οι δύο ενώσεις είναι ισομερείς και επομένως έχουν την ίδια σχετική μοριακή μάζα (M_r). Ο διμεθυλαιθέρας, $CH_3{-}O{-}CH_3$ είναι πολική ουσία και σχηματίζει διαμοριακά δυνάμεις διπόλου - διπόλου. Η αιθανόλη, CH_3CH_2OH, διαθέτει δεσμό O−H και έχει την ικανότητα να σχηματίζει διαμοριακά δεσμό υδρογόνου που είναι ισχυρότερος με αποτέλεσμα να παρουσιάζει σημαντικά υψηλότερο σημείο βρασμού.

2ο ζεύγος: Και οι δύο ενώσεις είναι πολικές. Το HF είναι περισσότερο πολική ένωση και κυρίως έχει την ικανότητα να σχηματίζει διαμοριακά δεσμό υδρογόνου. Αντίθετα το HCl σχηματίζει διαμοριακά δυνάμεις διπόλου - διπόλου που είναι ασθενέστερες.

3ο ζεύγος: Η ένωση CCl_4 είναι μη πολική καθώς οι επιμέρους διπολικές ροπές από τους πολικούς δεσμούς C − Cl αλληλοαναιρούνται και επομένως εμφανίζει διαμοριακά δυνάμεις διασποράς που είναι ασθενείς. Η ένωση χλωριούχο λίθιο, LiCl, είναι ιοντική (Li^+Cl^-) και επομένως εμφανίζονται αλληλεπιδράσεις ιόντος - ιόντος που είναι πολύ ισχυρότερες. Άρα, το σημείο βρασμού του LiCl είναι πολύ μεγαλύτερο.

4ο ζεύγος: Όπως ήδη αναφέρθηκε παραπάνω, το HCl σχηματίζει δυνάμεις διπόλου - διπόλου, ενώ στο LiCl που είναι ιοντική ένωση εμφανίζονται αλληλεπιδράσεις ιόντος - ιόντος που είναι κατά πολύ ισχυρότερες. Άρα, το σημείο βρασμού του LiCl είναι πολύ μεγαλύτερο.

5. Ίσοι όγκοι υγρών αναμιγνύονται και σχηματίζουν τα παρακάτω ζεύγη.

1) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ **και** $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$

2) H_2O **και** CH_3OH

3) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ **και** H_2O

α) Ποια ζεύγη υγρών σχηματίζουν ομογενές μίγμα;

i. Μόνο τα ζεύγη 1 **και** 2 **ii. Μόνο το ζεύγος** 1

iii. Μόνο το ζεύγος 3 **iv. Μόνο τα ζεύγη** 2 **και** 3

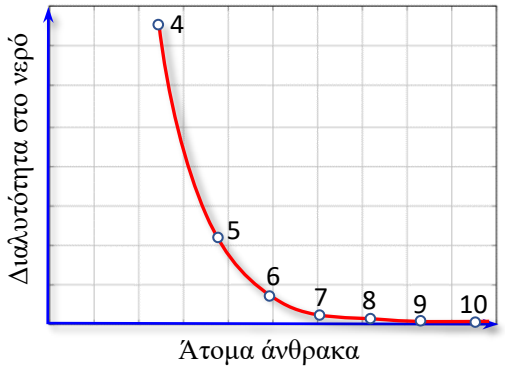
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Επιλογή i.

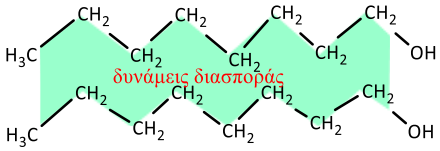
β) Στο ζεύγος 1 οι δύο ενώσεις είναι υδρογονάνθρακες και επομένως μη πολικές ενώσεις. Επομένως, αναμιγνύονται μεταξύ τους καθόσον τα όμοια διαλύουν όμοια. Στο ζεύγος 2 μεταξύ των μορίων του H_2O και της CH_3OH αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου που ευνοούν τη διάλυση της μίας ουσίας στην άλλη. Στο ζεύγος 3 η μία ένωση είναι πολύ πολική (H_2O) και η άλλη μη πολική ($CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$) και επομένως δεν αναμιγνύονται.

6. Στο διπλανό διάγραμμα εμφανίζεται η διαλυτότητα στο νερό στους 25 °C **των κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών με** 4-10 **άτομα άνθρακα στο μόριό τους και ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα. Να εξηγήσετε τη μορφή της καμπύλης με βάση την πολικότητα και τις διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται στα συστήματα αυτά.**

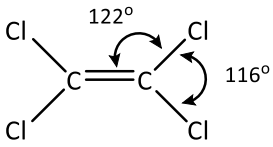


ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Οι αλκοόλες διαθέτουν το −OH που είναι πολική ομάδα και αυξάνει τη διαλυτότητα της ένωσης στο νερό σχηματίζοντας με αυτό δεσμούς υδρογόνου. Αντίθετα, τα αλκύλια (R−) είναι μη πολικές ομάδες και η παρουσία τους μειώνει τη διαλυτότητα της ένωσης στο νερό που είναι πολικός διαλύτης. Με την αύξηση του μεγέθους του αλκυλίου η ένωση γίνεται όλο και λιγότερο πολική και τα αλκύλια συνδέονται μεταξύ τους με όλο και ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς μη επιτρέποντας τη διείσδυση των μορίων H_2O ανάμεσά τους. Έτσι, η διαλυτότητα στο νερό μειώνεται μέχρι που πρακτικά μηδενίζεται.



7. Το τετραχλωροαιθυλένιο, $Cl_2C{=}CCl_2$**, είναι άχρωμο, πτητικό, μη εύφλεκτο υγρό με σημείο βρασμού** 121 °C **που χρησιμοποιείται ευρέως ως διαλύτης στο ξηρό καθάρισμα ρούχων για την απομάκρυνση των λιπαρών ρύπων. Η γεωμετρία του μορίου είναι επίπεδη και εμφανίζεται στο διπλανό σχήμα.**



α) Να εξηγήσετε αν το μόριο είναι πολικό ή μη πολικό.

β) Να εξηγήσετε γιατί το τετραχλωροαιθυλένιο διαλύει τους λιπαρούς ρύπους και αν παρουσιάζει μικρή ή μεγάλη διαλυτότητα στο νερό.

γ) Το τετραφθοροαιθυλένιο, $F_2C{=}CF_2$**, έχει ανάλογη γεωμετρία με το τετραχλωροαιθυλένιο αλλά πολύ μικρότερο σημείο βρασμού (**76 °C**). Να εξηγήσετε τη διαφορά αυτή στα σημεία βρασμού. Σχετικές ατομικές μάζες,** Cl**:**35,5**,** F**:**19**.**

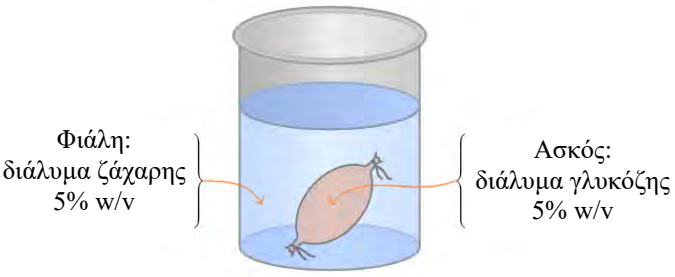
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Το μόριο είναι μη πολικό, αν και διαθέτει τέσσερις πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς C − Cl, καθώς οι επιμέρους διπολικές ροπές αλληλοαναιρούνται με αποτέλεσμα η διπολική ροπή να είναι $\mu = 0$.

β) Οι λιπαροί ρύποι είναι μη πολικές ουσίες και διαλύονται στο τετραχλωροαιθυλένιο που είναι μη πολικός διαλύτης (τα όμοια διαλύουν όμοια). Καθώς το τετραχλωροαιθυλένιο είναι μη πολική ουσία δεν διαλύεται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης (στην πραγματικότητα διαλύεται ελάχιστα).

γ) Και τα δύο μόρια είναι μη πολικά και επομένως εμφανίζουν διαμοριακά αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (London). Στο τετραφθοροαιθυλένιο εμφανίζονται 4 άτομα F αντί για 4 άτομα Cl με αποτέλεσμα το τετραφθοροαιθυλένιο να έχει σημαντικά μικρότερη σχετική μοριακή μάζα. Καθώς η ισχύς των δυνάμεων διασποράς αυξάνεται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας, το τετραχλωροαιθυλένιο θα έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

8. Ο μικρός ασκός του σχήματος είναι κατασκευασμένος από λεπτή ημιπερατή μεμβράνη και περιέχει υδατικό διάλυμα γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) περιεκτικότητας 5% w/v**. Ο ασκός είναι βυθισμένος σε ποτήρι που περιέχει διάλυμα ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$)** 5% w/v**.**
α) Τι είδους μεταβολές θα παρατηρήσουμε με την πάροδο του χρόνου στο σύστημα ασκού - διαλύματος εξαιτίας του φαινομένου της ώσμωσης;
1. Ο ασκός θα αρχίσει να φουσκώνει ενώ η στάθμη του διαλύματος στο ποτήρι θα παραμένει ίδια
2. Ο ασκός θα αρχίσει να φουσκώνει ενώ η στάθμη του διαλύματος στο ποτήρι θα κατέβει
3. Ο ασκός θα αρχίσει να ξεφουσκώνει ενώ η στάθμη του διαλύματος στο ποτήρι θα παραμένει ίδια
4. Καμία μεταβολή ούτε στον όγκο του ασκού ούτε στη στάθμη του διαλύματος στο ποτήρι
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Επιλογή 1.

β) Όπως φαίνεται από τους μοριακούς τύπους, η σχετική μοριακή μάζα της γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) είναι μικρότερη από τη σχετική μοριακή μάζα της ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) και επομένως σε μάζα 5 g θα αντιστοιχούν περισσότερα mol γλυκόζης. Έτσι, η συγκέντρωση του διαλύματος της γλυκόζης θα είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση του διαλύματος της ζάχαρης. Επομένως, το διάλυμα της γλυκόζης είναι το υπερτονικό διάλυμα και το νερό θα εισέρχεται από το εξωτερικό διάλυμα στον ασκό ο οποίος θα αρχίσει να φουσκώνει. Πάντως, επειδή όσο νερό εισέρχεται στον ασκό, τόσο θα μειώνεται ο όγκος του εξωτερικού διαλύματος, η στάθμη του εξωτερικού διαλύματος δεν θα μεταβάλλεται.

9. 1,53 g **ενός υδατάνθρακα του τύπου $C_xH_{2x}O_x$, όπου** x **ακέραιος αριθμός, διαλύονται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα όγκου** 500 mL **με** Π = 0,492 atm **στους** 27 °C**.**
α) Να υπολογίσετε ωσμωμετρικά τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) του υδατάνθρακα.
β) i. Ποια η τιμή του x **και ποιος ο μοριακός τύπος του υδατάνθρακα;**
ii. Ποια η τιμή της M_r **που υπολογίζεται με βάση τις σχετικές ατομικές μάζες;**
γ) Ποιο το % **σφάλμα κατά τον ωσμωμετρικό υπολογισμό της** M_r **του υδατάνθρακα;**
δ) Με ποια δοκιμασία μπορεί να διαπιστωθεί η ύπαρξη της αλδεϋδοομάδας, −CH=O**, στο μόριο του υδατάνθρακα; Να τονιστεί το οπτικό αποτέλεσμα και να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης συμβολίζοντας τον υδατάνθρακα ως** ACH=O**.**
Δίνεται: R = 0,082 L·atm/(mol·K)**. Σχετικές ατομικές μάζες,** C:12**,** H:1**,** O:16**.**

ΛΥΣΗ
α) Από τη σχέση της ωσμωμετρίας προκύπτει:

$$M_r = \frac{m \cdot R \cdot T}{\Pi \cdot V} = \frac{1,53 \cdot 0,082 \cdot 300}{0.492 \cdot 0,5} = 153$$

β) i. $C_x(H_2O)_x$: $M_r = 12x + 18x = 30x = 153$, x = 5,1 ≈ 5 (το x είναι ακέραιος αριθμός).
ii. Με βάση τις σχετικές ατομικές μάζες: $\underline{M}_r = 12 \cdot 5 + 5 \cdot 18 = 150$.

γ) Στα 150 (πραγματικό M_r) το σφάλμα είναι 153 − 150 = 3
Στα 100 y = 2 (σφάλμα είναι 2%).

δ) Με το αντιδραστήριο Fehling ή το αντιδραστήριο Tollens ($AgNO_3/NH_3$) με το οποίο οι αλδεΰδες σχηματίζουν κάτοπτρο αργύρου:

$$ACH{=}O + 2AgNO_3 + 3NH_3 + H_2O \rightarrow ACOONH_4 + 2Ag\downarrow + 2NH_4NO_3$$

10. Δίνονται τα παρακάτω υδατικά μοριακά διαλύματα Δ1, Δ2 και Δ3 που έχουν την ίδια % w/v περιεκτικότητα και βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.
Δ1. Διάλυμα γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$)
Δ2. Διάλυμα ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$)
Δ3. Διάλυμα φορμαλδεΰδης (HCHO)
Να ταξινομήσετε τα διαλύματα Δ1, Δ2 και Δ3 κατά σειρά αυξανόμενης ωσμωτικής πίεσης. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
Έστω π% w/v η περιεκτικότητα των τριών διαλυμάτων Δ1, Δ2 και Δ3. Αφού στα 100 mL κάθε διαλύματος υπάρχουν π g διαλυμένης ουσίας στα 1000 mL διαλύματος (= 1 L) θα υπάρχουν 10π g διαλυμένης ουσίας. Άρα, η συγκέντρωση του διαλύματος θα είναι:

$$c = \frac{10\pi}{M_r}$$

όπου M_r η σχετική μοριακή μάζα της διαλυμένης ουσίας. Για τις τρεις διαλυμένες ουσίες, $C_6H_{12}O_6$, $C_{12}H_{22}O_{11}$ και HCHO ισχύει: $M_r(C_{12}H_{22}O_{11}) > M_r(C_6H_{12}O_6) > M_r(HCHO)$ και επομένως για τις συγκεντρώσεις c_1, c_2 και c_3 των διαλυμάτων Δ1, Δ2 και Δ3, αντίστοιχα θα ισχύει: $c_3 > c_1 > c_2$. Αφού η θερμοκρασία των διαλυμάτων είναι ίδια, οι ωσμωτικές πιέσεις θα εξαρτώνται μόνο από τη συγκέντρωση και μάλιστα, όπως προκύπτει από το νόμο της ωσμωτικής πίεσης ($\Pi = c \cdot R \cdot T$), θα είναι ανάλογη με αυτή. Επομένως, για τις ωσμωτικές πιέσεις Π_1, Π_2 και Π_3 των διαλυμάτων Δ1, Δ2 και Δ3, αντίστοιχα θα ισχύει: $\Pi_3 > \Pi_1 > \Pi_2$.

11. Ένα μικρό ωκεάνιο ψάρι εισάγεται μετά την αγορά του σε γυάλα με νερό βρύσης. Μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα το ψαράκι βρίσκεται φουσκωμένο και νεκρό.
α) Με βάση το φαινόμενο της ώσμωσης η πιο πιθανή αιτία για το θάνατο του ψαριού είναι ότι βρέθηκε από ένα ……(1)…… διάλυμα σε ένα ……(2)…… διάλυμα.
i. (1): ισοτονικό, (2): υποτονικό **ii. (1): ισοτονικό, (2): υπερτονικό**
iii. (1): υπερτονικό, (2): ισοτονικό **iv. (1): υπερτονικό, (2): ισοτονικό**
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Επιλογή i.

β) Στο φυσικό του περιβάλλον, το ψάρι βρίσκεται σε ισοτονικό διάλυμα και υπάρχει ισορροπία, δηλαδή όσο νερό εισέρχεται στο σώμα του τόσο εξέρχεται. Αντίθετα το νερό βρύσης είναι προφανώς υποτονικό σε σχέση με το εσωτερικό του σώματος του ψαριού με αποτέλεσμα να εισέρχεται νερό στο σώμα του (υπερτονικό διάλυμα) και να φουσκώσει.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Οι σχετικές ατομικές μάζες δίνονται στο τέλος του βιβλίου.

ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ

Ε2.1. Ποιο από τα παρακάτω έχει γενική ισχύ;
Α) Οι διαμοριακές δυνάμεις είναι ισχυρότερες από τους ομοιοπολικούς δεσμούς
Β) Σε οποιοδήποτε υγρό εμφανίζονται διαμοριακές δυνάμεις
Γ) Όλα τα διατομικά μόρια είναι δίπολα
Δ) Οι δυνάμεις διασποράς είναι ισχυρότερες από τις δυνάμεις διπόλου - διπόλου

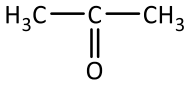
Ε2.2. Το μεθάνιο (CH_4) είναι μη πολικό μόριο και αυτό οφείλεται:
Α) στη γεωμετρία του μορίου (συμμετρικό μόριο)
Β) στο ότι οι χημικοί δεσμοί C−H δεν είναι πολωμένοι
Γ) στο ότι το μόριο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο
Δ) στο γεγονός ότι η διπολική ροπή κάθε δεσμού C−H είναι ίση με το 0 [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε2.3. Το διχλωρίδιο του θείου, SCl_2, είναι ένα υγρό αποπνικτικής οσμής το μόριο του οποίου έχει δύο απλούς δεσμούς και διπολική ροπή $\mu = 0{,}54$ D. Τι από τα παρακάτω ισχύει;
Α) Τα τρία άτομα στο μόριο σχηματίζουν ευθεία: Cl−S−Cl
Β) Το μόριο του SCl_2 έχει γωνιακό σχήμα
Γ) Οι διπολικές ροπές των δεσμών S – Cl αλληλοαναιρούνται
Δ) Οι δεσμοί S−Cl δεν είναι πολικοί

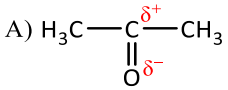
Ε2.4. Το στερεό διοξείδιο του άνθρακα, $CO_2(s)$, είναι γνωστό ως ξηρός πάγος και εξαχνώνεται σχηματίζοντας $CO_2(g)$. Ποιες δυνάμεις εξασθενούν σημαντικά κατά την εξάχνωση;
Α) Οι ομοιοπολικοί δεσμοί Β) Ο δεσμός υδρογόνου
Γ) Οι δυνάμεις διασποράς Δ) Οι δυνάμεις ιόντος - ιόντος

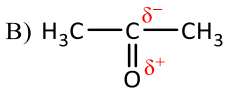
Ε2.5. Τα μόρια της φορμαλδεΰδης (HCH=O, μεθανάλη):
Α) είναι επίπεδα μόρια και άρα έχουν διπολική ροπή $\mu = 0$
Β) δεν διαθέτουν πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς
Γ) είναι δίπολα μόρια
Δ) εμφανίζουν διαμοριακά μόνο δυνάμεις διασποράς

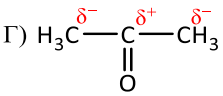
Ε2.6. Η προπανόνη ή ακετόνη είναι πολική οργανική ένωση ($\mu = 2{,}91$ D) με το διπλανό συντακτικό τύπο.

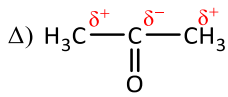


Πώς εντοπίζονται τα κλασματικά φορτία που εξηγούν την μεγάλη διπολική ροπή της προπανόνης;

Α) 

Β) 

Γ) 

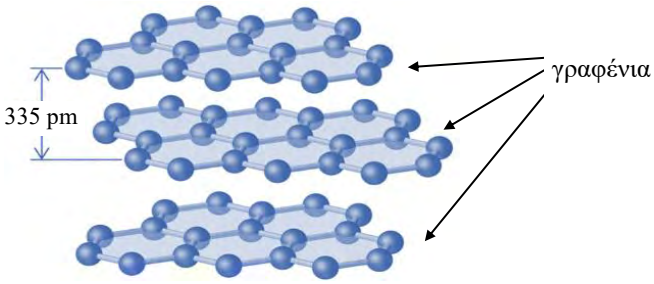
Δ) 

Ε2.7. Ποιος είναι ο τύπος των διαμοριακών δυνάμεων που στηρίζονται στο σχηματισμό των στιγμιαίων διπόλων;
Α) Δυνάμεις ιόντος - ιόντος Β) Δυνάμεις διασποράς
Γ) Δυνάμεις διπόλου - διπόλου Δ) Δεσμός υδρογόνου

Ε2.8. Σε ποιο από τα παρακάτω ζεύγη ενώσεων Χ και Υ η ένωση Χ έχει το μεγαλύτερο σημείο βρασμού;

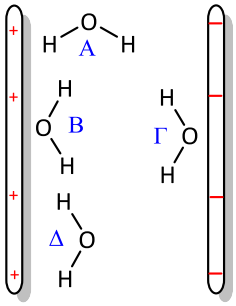
	Χ	Υ
Α)	H_2O	H_2S
Β)	C_2H_6	C_3H_8
Γ)	CH_3CH_2OH	$HOCH_2CH_2OH$
Δ)	$(CH_3)_2CHCH_3$	$CH_3CH_2CH_2CH_3$

Ε2.9. Δύο φυσικές μορφές κρυσταλλικού άνθρακα είναι ο γραφίτης και το διαμάντι με διαφορετικές συνδέσεις των ατόμων C. Στο γραφίτη τα άτομα C σχηματίζουν παράλληλες επίπεδες διατάξεις που αναφέρονται ως γραφένια. Τα γραφένια μπορούν να «γλυστρούν» μεταξύ τους καθώς συνδέονται με ασθενείς δυνάμεις και σχηματίζουν εξάγωνα με ομοιοπολικούς δεσμούς μεταξύ των ατόμων C.



Με τι είδους διαμοριακές δυνάμεις συνδέονται τα γραφένια μεταξύ τους;
Α) Δυνάμεις διασποράς ή London
Β) Δυνάμεις διπόλου - διπόλου
Γ) Δεσμούς υδρογόνου
Δ) Ομοιοπολικούς δεσμούς

Ε2.10. Στο διπλανό σχήμα εμφανίζονται τέσσερα μόρια H_2O σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο. Ποιο από τα μόρια αυτά έχει τον καλύτερο προσανατολισμό;
Α) Το μόριο Α Β) Το μόριο Β
Γ) Το μόριο Γ Δ) Το μόριο Δ



Ε2.11. i. Ποια από τις ενώσεις που ακολουθούν δεν εμφανίζει διαμοριακά δεσμό υδρογόνου;
Α) CHF_3 Β) NH_3 Γ) CH_3COOH Δ) HF
ii. Ποια από τις ενώσεις που ακολουθούν δεν μπορεί να σχηματίσει διαμοριακά δεσμούς υδρογόνου αλλά μπορεί να σχηματίσει δεσμούς υδρογόνου με μόρια του H_2O;
Α) CH_3OCH_3 Β) CH_3CH_2OH Γ) CH_3NH_2
Δ) Καμία από τις παραπάνω ενώσεις δεν μπορεί να σχηματίσει δεσμούς υδρογόνου με το H_2O

Π. ΚΟΝΔΥΛΗΣ, Π. ΛΑΤΖΩΝΗΣ

E2.12. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι τιμές για τις διπολικές ροπές (μ) και τα σημεία βρασμού (σ.β.) της αμμωνίας (NH_3) και της τριχλωραμίνης (NCl_3).

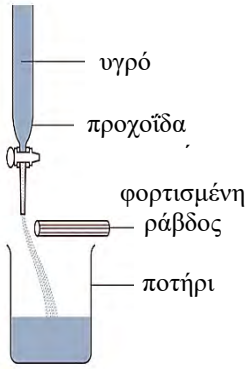
NH_3	μ = 1,42 D	σ.β. = −33 °C
NCl_3	μ = 0,6 D	σ.β. = 71 °C

Ποιος μπορεί να είναι λόγος για τον οποίο η τριχλωραμίνη έχει μεγαλύτερο σ.β.;
Α) Η NH_3 σχηματίζει διαμοριακά δεσμούς υδρογόνου, ενώ η NCl_3 όχι
Β) Η NCl_3 σχηματίζει διαμοριακά δεσμούς υδρογόνου, ενώ η NH_3 όχι
Γ) Η NCl_3 έχει πολύ μεγαλύτερη σχετική μοριακή μάζα
Δ) Η NCl_3 σχηματίζει ισχυρότερες δυνάμεις διπόλου - διπόλου καθώς το Cl είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το Η

E2.13. Σε ποια από τις παρακάτω ενώσεις εμφανίζονται σωστά όλα τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων που αναπτύσσονται στα αντίστοιχα μόρια;

		Διασποράς	Διπόλου - διπόλου	Δεσμός Η
Α)	BF_3	ΟΧΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Β)	CH_4	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ
Γ)	NH_3	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ
Δ)	HCl	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΟΧΙ

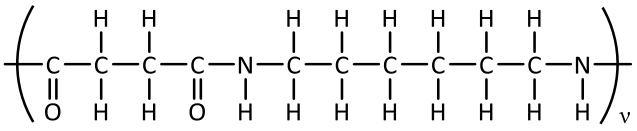
E2.14. Η πολικότητα των μορίων ενός υγρού μπορεί να αποδειχθεί με τη χρήση ηλεκτρικά φορτισμένης ράβδου όπως φαίνεται στο σχήμα. Αν το υγρό είναι πολικό, η ροή θα εμφανίσει κλίση προς το μέρος της φορτισμένης ράβδου. Σε ποιο από τα παρακάτω υγρά η ροή δεν θα εμφανίσει καθόλου κλίση προς τη φορτισμένη ράβδο;



Α) H_2O
Β) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
Γ) $CH_3CH_2CH_2OH$
Δ) CH_3COCH_3 (προπανόνη)

E2.15. Όταν ποσότητα KCl διαλυθεί σε νερό σχηματίζεται διάλυμα KCl(aq) στο οποίο οι κύριες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ιόντων του άλατος και των μορίων του νερού είναι:
Α) ιόντος - διπόλου μορίου
Β) ιόντος - ιόντος
Γ) διπόλου - διπόλου
Δ) δεσμοί υδρογόνου

E2.16. Μία πολυμερική ίνα από Nylon 46 μπορεί να αντέξει μεγάλες δυνάμεις χωρίς να σπάσει. Η δομή μιας τέτοιας πολυμερικής αλυσίδας Nylon 46 εμφανίζεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Οι διαμοριακές δυνάμεις ανάμεσα στις πολυμερικές αλυσίδες του Nylon 46 που είναι κυρίως υπεύθυνες για τη μεγάλη αντοχή του είναι:
Α) οι δυνάμεις διπόλου - διπόλου
Β) οι δεσμοί υδρογόνου
Γ) οι δυνάμεις διασποράς (London)
Δ) οι ομοιοπολικοί δεσμοί μεταξύ των ατόμων C

E2.17. Ποια από τις παρακάτω ενώσεις έχει το μεγαλύτερο σημείο βρασμού;

Α) $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$

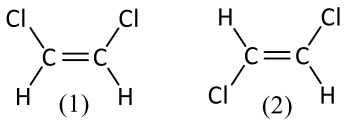
Β) $CH_3CHCH_2CH_2OH$ με CH_3 διακλάδωση

Γ) $CH_3CHCHCH_3$ με OH και CH_3 διακλαδώσεις

Δ) CH_3CCH_2OH με δύο CH_3 διακλαδώσεις

E2.18. Σε ποιο από τα παρακάτω ζεύγη υγρών τα δύο συστατικά δεν αναμιγνύονται σχηματίζοντας δύο διακριτές στιβάδες;
Α) CCl_4 και H_2O
Β) CCl_4 και C_6H_{14} (εξάνιο)
Γ) C_6H_{14} (εξάνιο) και C_5H_{12} (πεντάνιο)
Δ) CH_3CH_2OH και CH_3OH

E2.19. Κλασματική απόσταξη είναι ο διαχωρισμός ενός μίγματος στα συστατικά του με βάση τα διαφορετικά σημεία βρασμού (σ.β.). Επιχειρούμε να διαχωρίσουμε με κλασματική απόσταξη τις δύο ισομερείς μορφές του 1,2-διχλωροαιθένιου, δύο επίπεδα μόρια που εμφανίζονται στη συνέχεια.



Σε ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν στηρίζεται ο διαχωρισμός των δύο ισομερών με κλασματική απόσταξη;
Α) Τα δύο ισομερή μπορούν να διαχωριστούν με κλασματική απόσταξη με το ισομερές (2) να έχει το χαμηλότερο σ.β.
Β) Τα δύο ισομερή μπορούν να διαχωριστούν με κλασματική απόσταξη με το ισομερές (1) να έχει το χαμηλότερο σ.β.
Γ) Τα δύο ισομερή δεν μπορούν να διαχωριστούν με κλασματική απόσταξη καθώς έχουν το ίδιο σ.β.
Δ) Τα δύο ισομερή δεν μπορούν να διαχωριστούν με κλασματική απόσταξη καθώς έχουν την ίδια σχετική μοριακή μάζα και την ίδια διπολική ροπή.

Ε2.20. Σε ένα μόριο μπορεί να συνυπάρχουν πολικά και μη πολικά τμήματα, π.χ. στα καρβοξυλικά οξέα με μεγάλη ανθρακική αλυσίδα όπως το $CH_3(CH_2)_{14}COOH$ (παλμιτικό οξύ). Σε τέτοια μόρια το πολικό τμήμα (υδρόφιλο τμήμα) είναι προσανατολισμένο προς τα μόρια του νερού ενώ το μη πολικό τμήμα (υδρόφοβο) απομακρύνεται από τα μόρια του νερού. Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι:
Α) το καρβοξύλιο (−COOH) του παλμιτικού οξέος είναι προσανατολισμένο προς τα μόρια του νερού
Β) στο παλμιτικό οξύ το υδρόφιλο τμήμα είναι η μεγάλη ανθρακική αλυσίδα
Γ) το καρβοξύλιο (−COOH) του παλμιτικού οξέος είναι απομακρυσμένο σε σχέση με τα μόρια του νερού
Δ) οι μακρυές ανθρακικές αλυσίδες του παλμιτικού οξέος σχηματίζουν μεταξύ τους δεσμούς υδρογόνου

Ε2.21. Το λεμονένιο έχει τύπο $C_{10}H_8$ και είναι άχρωμο υγρό. Είναι το κύριο συστατικό του ελαίου της φλούδας των εσπεριδοειδών και διαλύεται εύκολα σε βενζόλιο (C_6H_6). Με βάση τα δεδομένα αυτά συμπεραίνουμε ότι το λεμονένιο:
Α) είναι πολική ουσία
Β) δεν θα πρέπει να διαλύεται στον τετραχλωράνθρακα (CCl_4)
Γ) δεν θα πρέπει να διαλύεται στο νερό
Δ) σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια της μεθανόλης (CH_3OH) και θα διαλύεται εύκολα στο διαλύτη αυτό

Ε2.22. Σε ανοικτό δοχείο συμβαίνει η μετατροπή:

$$H_2O(\ell) \rightarrow H_2O(g),\ \Delta H^\circ = +44\ kJ$$

Η μετατροπή αυτή είναι φαινόμενο:
Α) ενδόθερμο καθώς απαιτείται ενέργεια για τη διάσπαση των δεσμών υδρογόνου στην υγρή φάση
Β) εξώθερμο και αποδίδει ενέργεια στο περιβάλλον με τη μορφή θερμότητας
Γ) ενδόθερμο καθώς στην αέρια φάση σχηματίζονται περισσότεροι δεσμοί υδρογόνου
Δ) εξώθερμο φαινόμενο καθώς το $H_2O(g)$ έχει μικρότερη ενθαλπία από το $H_2O(\ell)$ στις ίδιες συνθήκες

Ε2.23. Η $CH_3CH{=}O$ (αιθανάλη) και το $CH_3CH_2CH_3$ έχουν την ίδια σχετική μοριακή μάζα αλλά η $CH_3CH{=}O$ έχει πολύ υψηλότερο σημείο βρασμού (σ.β.). Επίσης, η αιθανάλη αναμιγνύεται με το νερό ενώ το προπάνιο είναι σχεδόν αδιάλυτο. Ποιες διαμοριακές δυνάμεις εξηγούν το υψηλότερο σ.β. της αιθανάλης και τη μεγάλη διαλυτότητά της στο νερό;

	Υψηλότερο σ.β.	Υψηλότερη διαλυτότητα
Α)	Διπόλου - διπόλου	Δεσμός υδρογόνου
Β)	Διπόλου - διπόλου	Διπόλου - διπόλου
Γ)	Δεσμός υδρογόνου	Διπόλου - διπόλου
Δ)	Δεσμός υδρογόνου	Δεσμός υδρογόνου

Ε2.24. α) Ποια από τις παρακάτω αμίνες είναι περισσότερο διαλυτή στο νερό; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

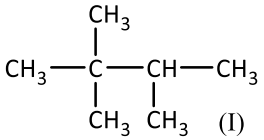
1. $CH_3CH_2CH_2CH_2NH_2$ 2. CH_3NH_2
3. $CH_3CH_2{-}NH{-}CH_3$ 4. $(CH_3)_3N$

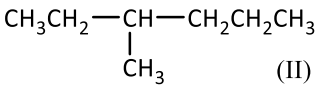
β) Εμφανίζονται στη συνέχεια τρεις από τις τέσσερις συντακτικά ισομερείς αμίνες του τύπου C_3H_9N.

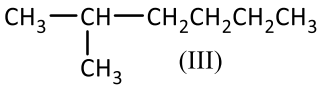
$CH_3CH_2CH_2NH_2$ (A) $\quad$ $CH_3CH_2NHCH_3$ (B) $\quad$ $(CH_3)_3N$ (Γ)

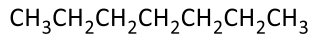
Ποια από τις αμίνες αυτές παρουσιάζει το μικρότερο σημείο βρασμού; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
1. Η αμίνη (Α) 2. Η αμίνη (Β) 3. Η αμίνη (Γ)
4. Όλες οι αμίνες έχουν την ίδια σχετική μοριακή μάζα και επομένως έχουν παραπλήσια σημεία βρασμού.

Ε2.25. Δίνονται τα 4 αλκάνια που ακολουθούν.


(I)


(II)


(III)


(IV)

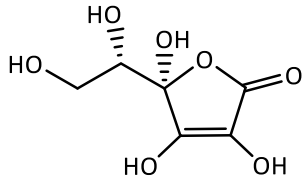
α) Ποιο είδος διαμοριακών δυνάμεων εμφανίζεται μεταξύ των μορίων ενός αλκανίου;
β) Ποιο από τα παραπάνω αλκάνια έχει το χαμηλότερο σημείο βρασμού;
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Ε2.26. Στον πίνακα που ακολουθεί να αντιστοιχήσετε τις οργανικές ενώσεις της 1ης στήλης με τα σημεία ζέσης (σ.ζ.) της 2ης στήλης.

Ένωση	σ.ζ. / °C
Α. $CH_3CH_2CH_2F$	α. −2,5
Β. $CH_3CH_2CH_2OH$	β. 32
Γ. $CH_3CH_2CH_2NH_2$	γ. 49
Δ. $(CH_3)_2CHNH_2$	δ. 97

Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.

Ε2.27. Οι βιταμίνες διακρίνονται σε υδατοδιαλυτές και σε λιποδιαλυτές. Οι υδατοδιαλυτές διαλύονται στο νερό και δεν μπορούν να αποθηκευτούν στο σώμα. Οι λιποδιαλυτές διαλύονται στα λίπη και στα έλαια και μπορούν να αποθηκευτούν στους λιπαρούς ιστούς. Μία σημαντική βιταμίνη είναι η βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ) με τον εξής συντακτικό τύπο στον οποίο έχουν παραληφθεί τα άτομα C και τα περισσότερα άτομα H:



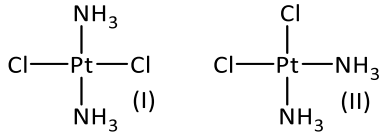
α) Η βιταμίνη C είναι λιποδιαλυτή ή υδατοδιαλυτή;
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε2.28. Δίνεται ο πίνακας δεδομένων που ακολουθεί.

Ένωση	Σημείο βρασμού (σ.β.) / °C
LiH	1270
HF	20
HBr	−67
HCl	−85

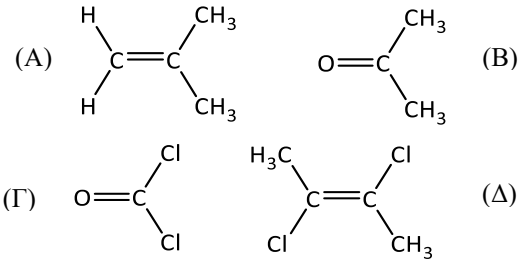
α) Να εξηγήσετε την πολύ μεγάλη τιμή του σ.β. του LiH.
β) Να εξηγήσετε γιατί το HF έχει μεγαλύτερο σ.β. από τα άλλα υδραλογόνα.
γ) Να εξηγήσετε γιατί το HBr έχει μεγαλύτερο σ.β. από το HCl.
Σχετικές ατομικές μάζες, H: 1, Cl: 35,5 και Br: 80. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί: $_3$Li, $_1$H. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2024]

Ε2.29. Οι ενώσεις Ι και ΙΙ που ακολουθούν είναι σύμπλοκες και ισομερείς με τύπο $Pt(NH_3)_2Cl_2$ με επίπεδη τετραγωνική γεωμετρία καθώς όλα τα άτομα που ενώνονται με τον Pt ανήκουν στο ίδιο επίπεδο. Η ένωση ΙΙ χρησιμοποιείται ως αντικαρκινικό φάρμακο με την ονομασία cisplatin.



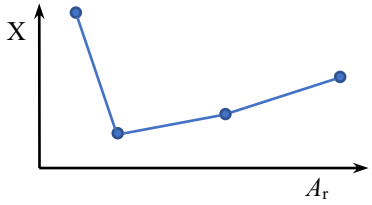
α) Ποιο ή ποια από τα μόρια είναι δίπολο;
1. Μόνο το Ι 2. Μόνο το ΙΙ 3. Και τα δύο μόρια
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε2.30. Δίνονται τα παρακάτω μόρια.



α) Ποιο από τα μόρια έχει τη μεγαλύτερη διπολική ροπή (μ);
1. Το Α 2. Το Β 3. Το Γ 4. Το Δ
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε2.31. Τα αλογόνα βρίσκονται στην 17η (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και είναι κατά σειρά, από πάνω προς τα κάτω το F, το Cl, το Br και το I. Ποια μπορεί να είναι η φυσική ιδιότητα (Χ) που παριστάνεται από το διάγραμμα που ακολουθεί ως συνάρτηση της σχετικής ατομικής μάζας (A_r) των αλογόνων;



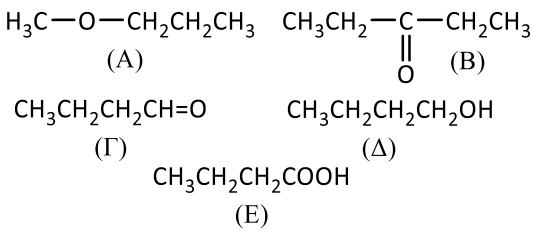
Α) Η ενέργεια ιοντισμού των αλογόνων, F(g), Cl(g), Br(g) και I(g)
Β) Η ατομική ακτίνα των αλογόνων, F, Cl, Br και I
Γ) Τα σημεία βρασμού των υδραλογόνων, HF, HCl, HBr και HI
Δ) Τα σημεία βρασμού των αλογόνων, F_2(g), Cl_2(g), Br_2(g) και I_2(g)
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε2.32. Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται οι σχετικές μοριακές μάζες (M_r) και τα σημεία ζέσης (σ.ζ.) τριών οργανικών ενώσεων.

Ενώσεις	M_r	σ.ζ. / °C
CH_3CH_3	30	−89
HCH=O	30	−19
CH_3OH	32	+65

α) Να εξηγήσετε γιατί τα σ.ζ. των τριών ενώσεων ακολουθούν τη σειρά: CH_3CH_3, HCH=O, CH_3OH.
β) i. Γιατί το CH_3CH_3 είναι αδιάλυτο στο νερό, ενώ η CH_3OH αναμιγνύεται με το νερό σε οποιαδήποτε αναλογία;
ii. Ποιο το βασικό είδος των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μορίων της HCH=O και των μορίων του νερού;

Ε2.33. Ποιες από τις οργανικές ενώσεις που ακολουθούν δεν σχηματίζουν διαμοριακά δεσμό υδρογόνου αλλά σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου με μόρια H_2O;



Α) Οι ενώσεις Α, Β και Γ Β) Οι ενώσεις Β, Γ και Ε
Γ) Οι ενώσεις Δ και Ε Δ) Οι ενώσεις Α και Δ
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε2.34. Τα σημεία βρασμού του ICl (M_r = 162,5), του Br_2 (M_r = 160) και του Cl_2 (M_r = 71) είναι: −34 °C, 58,8 °C και 97,4 °C (με τυχαία σειρά).
α) Να αποδώσετε τα σημεία βρασμού σε καθένα από τα παραπάνω σώματα.
β) Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.

Ε2.35. Το ναφθαλένιο είναι αρωματικός υδρογονάνθρακας με τύπο $C_{10}H_8$ και χρησιμοποιείται εναντίον του σκώρου.
α) Ποια η σειρά διαλυτότητας του ναφθαλενίου στους διαλύτες Ι-ΙV που ακολουθούν;
I. H_2O II. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$
III. CH_3CH_2OH IV. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2OH$
1. II > IV > III > I 2. IV > II > III > I
3. I > III > II > IV 4. II > III > IV > I
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

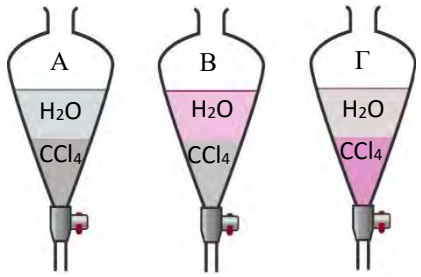
Ε2.36. Τα στοιχεία $_{16}S$ και $_{34}Se$ σχηματίζουν τα οξέα H_2S και H_2Se. Σχετικά με την ισχύ των δύο οξέων και το σημείο ζέσης (σ.ζ.) τους, τι από τα παρακάτω ισχύει;
1. Το H_2Se είναι το ισχυρότερο και έχει το υψηλότερο σ.ζ.
2. Το H_2S είναι το ισχυρότερο αλλά το H_2Se έχει το υψηλότερο σ.ζ.
3. Το H_2Se είναι το ισχυρότερο αλλά το H_2S έχει το υψηλότερο σ.ζ.
4. Το H_2S είναι το ισχυρότερο και έχει το υψηλότερο σ.ζ.
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε2.37. Στα ιδανικά αέρια αγνοούνται οι διαμοριακές δυνάμεις και το μέγεθος των μορίων και ισχύει ακριβώς η καταστατική εξίσωση, $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$, ενώ στα πραγματικά αέρια υπάρχουν αποκλίσεις. Σε ποια από τις περιπτώσεις πραγματικών αερίων που ακολουθούν θα ισχύει ακριβέστερα η καταστατική εξίσωση των αερίων στις ίδιες συνθήκες;
1. N_2 ($M_r = 28$) 2. HCl ($M_r = 36,5$)
3. CF_4 ($M_r = 88$) 4. CH_2F_2 ($M_r = 52$)
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε2.38. Τα σημεία βρασμού των ενώσεων, CH_4 ($M_r = 16$), CH_3CH_3 ($M_r = 30$), $CH_3CH_2CH_3$ ($M_r = 44$), $CH_3CH_2CH_2CH_3$ ($M_r = 58$) και CH_3CH_2OH ($M_r = 46$ είναι (με τυχαία σειρά): 0 °C, −162 °C, −42 °C, −89 °C, 78 °C.
α) Ποιο είναι το σημείο βρασμού του $CH_3CH_2CH_3$;
Α) 0 °C Β) −162 °C Γ) −42 °C Δ) −89 °C
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε2.39. Η ένωση CH_3CH_2SH (αιθανοθειόλη) έχει παρόμοια σχετική μοριακή μάζα (M_r) με την $CH_3CH_2CH_2OH$ (1-προπανόλη).
α) Σε σύγκριση με την 1-προπανόλη, η αιθανοθειόλη έχει:
1. μικρότερο σημείο βρασμού και είναι ισχυρότερο ως οξύ στα υδατικά διαλύματα
2. μεγαλύτερο σημείο βρασμού και είναι ισχυρότερο ως οξύ στα υδατικά διαλύματα
3. μικρότερο σημείο βρασμού και είναι ασθενέστερο ως οξύ στα υδατικά διαλύματα
4. μεγαλύτερο σημείο βρασμού και είναι ασθενέστερο ως οξύ στα υδατικά διαλύματα
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
Το οξυγόνο και το θείο ανήκουν στην 16η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και στις περιόδους 2η και 3η, αντίστοιχα.

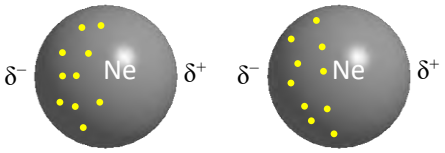
Ε2.40. Διαθέτουμε δύο στερεά παρόμοιου σκούρου χρώματος, το $I_2(s)$ και το $KMnO_4(s)$. Διαθέτουμε επίσης και τις παρακάτω διαχωριστικές φιάλες Α, Β και Γ.



Στη διαχωριστική φιάλη Α εισάγουμε ποσότητες από τους άχρωμους διαλύτες $H_2O(\ell)$ και $CCl_4(\ell)$.
α) Να εξηγήσετε γιατί οι δύο διαλύτες δεν αναμιγνύονται. Γιατί η υδατική στιβάδα είναι από πάνω;
β) Στη φιάλη Β προσθέτουμε αρχικά ποσότητες από τους δύο διαλύτες $H_2O(\ell)$ και $CCl_4(\ell)$ και στη συνέχεια ποσότητα $KMnO_4(s)$. Ανακινούμε το μίγμα και μετά το αφήνουμε να ηρεμήσει οπότε παρατηρούμε ότι η επάνω στιβάδα είναι έντονα χρωματισμένη. Τι έχει συμβεί;
γ) Στη φιάλη Γ προσθέτουμε ποσότητες από τους δύο διαλύτες $H_2O(\ell)$ και $CCl_4(\ell)$ και στη συνέχεια ποσότητα $I_2(s)$. Ανακινούμε το μίγμα και στη συνέχεια το αφήνουμε να ηρεμήσει. Παρατηρούμε ότι η κάτω στιβάδα είναι χρωματισμένη. Να εξηγήσετε τι έχει συμβεί.

Ε2.41. Ο διθειάνθρακας (CS_2) είναι υγρός διαλύτης με σημείο βρασμού σ.β. = 46,3 °C. Το μόριο του CS_2 είναι ευθύγραμμο, ανάλογο με αυτό του CO_2, που έχει σ.β = −78,5 °C.
α) Να εξηγήσετε:
i. Αν το μόριο του CS_2 είναι ή όχι δίπολο.
ii. Γιατί ο CS_2 έχει υψηλότερο σ.β. από το CO_2.
β) Ο CS_2 χρησιμοποιείται ως διαλύτης του λευκού φωσφόρου, που αποτελείται από τετραεδρικά μόρια P_4. Να εξηγήσετε γιατί ο λευκός φωσφόρος διαλύεται στο CS_2.

Ε2.42. Στο σχήμα που ακολουθεί εμφανίζονται σε κάποια στιγμή δύο άτομα $_{10}Ne$, ενός ευγενούς αερίου με σημείο βρασμού σ.β. = −246 °C.



α) Στο σχήμα αυτό απεικονίζονται:
1. οι δυνάμεις διπόλου - διπόλου ανάμεσα σε δύο άτομα Ne
2. οι δυνάμεις ιόντος - διπόλου ανάμεσα σε δύο άτομα Ne
3. δύο μόνιμα ηλεκτρικά δίπολα
4. δύο στιγμιαία δίπολα που συνδέονται με δυνάμεις διασποράς (London)
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
β) Να συγκρίνετε (μεγαλύτερο, μικρότερο) το σ.β. του $_{10}Ne$ με το σ.β. του $_{18}Ar$. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

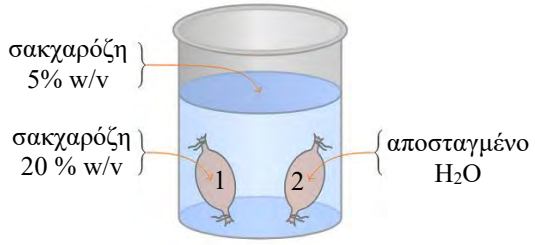
Ε2.43. Να θεωρήσετε τα ζεύγη υγρών που ακολουθούν.
1. Βενζόλιο (C_6H_6) και εξάνιο (C_6H_{14}).
2. H_2O και μεθανόλη (CH_3OH).
3. H_2O και τετραχλωράνθρακας (CCl_4).
4. Βενζόλιο (C_6H_6) και τετραχλωράνθρακας (CCl_4).
α) Σε ποιο από τα παραπάνω ζεύγη η ανάμιξη των δύο συστατικών είναι πιθανό να οδηγήσει σε ετερογενές μίγμα με δύο διακριτές στιβάδες;
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
β) Γιατί η βενζίνη (που αποτελείται από μίγμα υδρογονανθράκων) χρησιμοποιείται ως καθαριστικό υφασμάτων από λιπαρές ουσίες, π.χ. από ελαιόλαδο;

Ε2.44. α) Να εξηγήσετε αν τα υδραλογόνα (HX: X = $_9$F, $_{17}$Cl, $_{35}$Br, $_{53}$I) είναι ή όχι διαλυτά στο νερό.
β) Να ταξινομήσετε τα παραπάνω οξέα κατά αυξανόμενη ισχύ στα υδατικά τους διαλύματα. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Ποια από τα οξέα αυτά θεωρούνται ισχυρά;
γ) Να εξηγήσετε για το σημείο βρασμού (σ.β.) του HI είναι μεγαλύτερο από το σ.β. του HBr και του HCl, αλλά το σ.β. του HF είναι μεγαλύτερο από το σ.β του HCl.

Ε2.45. α) Να εξηγήσετε αν οι παρακάτω ουσίες διαλύονται περισσότερο στο H_2O ή στον τετραχλωράνθρακα (CCl_4).
i. KNO_3 ii. I_2 iii. CH_3OH iv. NH_3 v. πεντάνιο.
β) Ποια από τις παραπάνω ουσίες παρουσιάζει το μεγαλύτερο σημείο βρασμού;

ΩΣΜΩΣΗ – ΩΣΜΩΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ

Ε2.46. Ποτήρι περιέχει υδατικό διάλυμα σακχαρόζης περιεκτικότητας 5% w/v. Στο διάλυμα βυθίζονται δύο μικροί ασκοί ημιπερατής μεμβράνης (1 και 2). Ο ασκός 1 είναι γεμάτος με διάλυμα σακχαρόζης 20% w/v και ο ασκός 2 είναι γεμάτος με αποσταγμένο νερό.

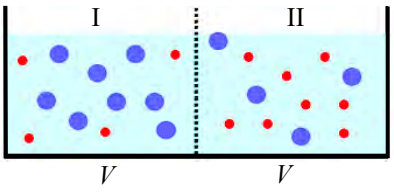


Με την πάροδο του χρόνου θα παρατηρήσουμε ότι:
Α) ο ασκός 1 διογκώνεται ενώ ο ασκός 2 «ξεφουσκώνει»
Β) ο ασκός 2 διογκώνεται ενώ ο ασκός 1 «ξεφουσκώνει»
Γ) και οι δύο ασκοί διογκώνονται
Δ) και οι δύο ασκοί «ξεφουσκώνουν»

Ε2.47. Υδατικό διάλυμα (Α) περιέχει μία κόκκινη μοριακή ουσία σε συγκέντρωση c_A ενώ ένα άλλο υδατικό διάλυμα (Β) περιέχει γλυκόζη σε συγκέντρωση $c_B < c_A$ (άχρωμο διάλυμα). Τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια στάθμη αρχικά και διαχωρίζονται με ημιπερατή μεμβράνη. Με την πάροδο του χρόνου, τι από τα παρακάτω θα συμβεί;
Α) Το διάλυμα Β θα χρωματιστεί προοδευτικά κόκκινο και η στάθμη του θα κατέβει
Β) Το χρώμα στο διάλυμα Α θα αραιώνεται προοδευτικά και η στάθμη του διαλύματος θα κατέβει
Γ) Το χρώμα στο διάλυμα Α θα αραιώνεται και η στάθμη του διαλύματος θα ανέβει
Δ) Το διάλυμα Β θα παραμείνει άχρωμο αλλά η στάθμη του θα ανέβει

Ε2.48. Δύο υδατικά διαλύματα, ένα διάλυμα (Δ1) γλυκόζης 0,1 Μ και ένα άλλο διάλυμα (Δ2) φρουκτόζης 0,1 Μ έχουν διαφορετικές τιμές ωσμωτικής πίεσης και ισχύει: $\Pi_1 > \Pi_2$. Πώς μπορεί να εξηγηθεί το γεγονός αυτό;
Α) Η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα
Β) Η ωσμωτική πίεση εξαρτάται και από τη φύση της διαλυμένης ουσίας
Γ) Οι θερμοκρασίες των δύο διαλυμάτων είναι διαφορετικές και ισχύει $T_1 > T_2$
Δ) Οι όγκοι των δύο διαλυμάτων είναι διαφορετικοί και ισχύει $V_1 < V_2$

Ε2.49. Τα παρακάτω διαλύματα Ι και ΙΙ έχουν την ίδια θερμοκρασία και διαχωρίζονται με ημιπερατή μεμβράνη. Κάθε διάλυμα περιέχει δύο μοριακές ουσίες που παριστάνονται με κύκλους. Κάθε μεγάλος κύκλος αντιστοιχεί σε 0,1 mol της ουσίας Α και κάθε μικρός κύκλος σε 0,1 mol της ουσίας Β.

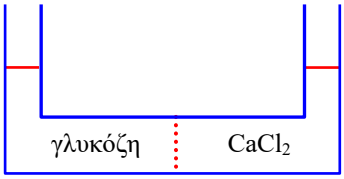


Με την εξέλιξη του φαινομένου:
Α) δεν θα υπάρξει μεταβολή του όγκου των δύο διαλυμάτων καθόσον τα δύο διαλύματα είναι ισοτονικά
Β) η στάθμη του διαλύματος Ι θα ανέβει
Γ) η στάθμη του διαλύματος ΙΙ θα ανέβει
Δ) μόρια από την ένωση Β θα περάσουν την ημιπερατή μεμβράνη ώστε να εξισωθεί ο αριθμός τους

Ε2.50. Υδατικό διάλυμα φρουκτόζης όγκου V διαχωρίζεται από καθαρό νερό επίσης όγκου V της ίδιας στάθμης μέσω ημιπερατής μεμβράνης. Σταδιακά, το φαινόμενο της ώσμωσης σταματά λόγω υδροστατικής πίεσης. Απομακρύνουμε την επιπλέον ποσότητα διαλύματος φρουκτόζης ώστε ο όγκος του διαλύματος να γίνει πάλι ίσος με τον όγκο του καθαρού νερού. Μετά την απομάκρυνση αυτή:
Α) δεν επανεμφανίζεται πλέον το φαινόμενο της ώσμωσης
Β) εξελίσσεται πάλι το φαινόμενο της ώσμωσης προς το διάλυμα της φρουκτόζης
Γ) εξελίσσεται το φαινόμενο της ώσμωσης προς την αντίθετη κατεύθυνση σε σχέση με την αρχή
Δ) η ωσμωτική πίεση του διαλύματος της φρουκτόζης θα γίνει μικρότερη από την ωσμωτική πίεση του καθαρού H_2O
Η θερμοκρασία είναι ή ίδια σε όλα τα διαλύματα.

Ε2.51. Ενδοφλέβιο φάρμακο είναι διαλυμένο σε διάλυμα γλυκόζης 5% w/v ώστε να είναι ισοτονικό με το αίμα. Σε κάποια χορήγηση του φαρμάκου το ενέσιμο διάλυμα πρέπει να αραιωθεί ώστε η συγκέντρωσή του να υποδιπλασιαστεί, χωρίς να μεταβληθεί η ωσμωτική πίεση του ενέσιμου σκευάσματος ώστε να παραμένει πάντα ισοτονικό με το αίμα. Για το σκοπό αυτό η αραίωση αυτή πρέπει να γίνει με ίσο όγκο:
Α) διαλύματος γλυκόζης 10% w/v
Β) διαλύματος γλυκόζης 2,5% w/v
Γ) διαλύματος γλυκόζης 5% w/v
Δ) αποσταγμένου νερού
Το φάρμακο δεν μεταβάλλει αισθητά την ωσμωτική πίεση του διαλύματος και η θερμοκρασία είναι σταθερή.

Ε2.52. Ίσοι όγκοι δύο διαλυμάτων γλυκόζης 1 Μ και $CaCl_2$ 1 Μ εισάγονται στις αντίθετες πλευρές σωλήνα σχήματος U του σχήματος και διαχωρίζονται με ημιπερατή μεμβράνη.



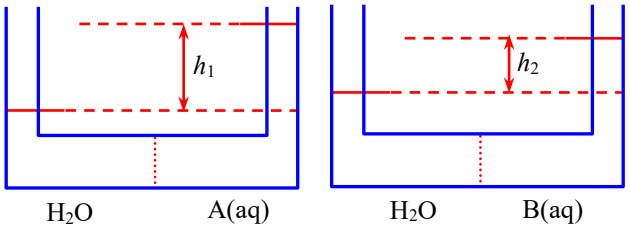
α) Με την εξέλιξη του φαινομένου, τι από τα παρακάτω θα συμβεί;
i. Οι στάθμες των δύο διαλυμάτων δεν μεταβάλλονται
ii. Η στάθμη του διαλύματος του $CaCl_2$ θα ανέρχεται και του διαλύματος της γλυκόζης θα κατέρχεται
iii. Η στάθμη του διαλύματος της γλυκόζης θα ανέρχεται και του διαλύματος του $CaCl_2$ θα κατέρχεται
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε2.53. Το κυτταρόπλασμα στο εσωτερικό ενός ζωικού κυττάρου αντιστοιχεί σε μοριακό διάλυμα 0,15 Μ. Αν το ζωικό κύτταρο εισαχθεί σε:
Α) διάλυμα NaCl 0,15 Μ, το κύτταρο θα συρρικνωθεί
Β) διάλυμα γλυκόζης 0,15 Μ, το κύτταρο θα διογκωθεί
Γ) διάλυμα γλυκόζης 0,05 Μ, το κύτταρο θα συρρικνωθεί
Δ) καθαρό νερό, δεν θα μεταβληθεί η μορφή του

Ε2.54. Δίνονται τα υδατικά διαλύματα Α και Β που ακολουθούν, της ίδιας θερμοκρασίας (T).
Διάλυμα Α: Γλυκόζη ($C_6H_{12}O_6$) 1,8% w/v.
Διάλυμα Β: Σακχαρόζη ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 1,8% w/v.
α) Ποιο από τα δύο διαλύματα είναι το υπερτονικό;
1. Το διάλυμα Α 2. Το διάλυμα Β
3. Κανένα από τα δύο, τα διαλύματα είναι ισοτονικά
4. Δεν μπορεί να γίνει σύγκριση
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε2.55. Οι αποξηραμένες σταφίδες περιέχουν φρουκτόζη και γλυκόζη και το περίβλημά τους λειτουργεί ως ημιπερατή μεμβράνη. Σε 100 mL καθαρού νερού σταθερής θερμοκρασίας εισάγουμε αποξηραμένες σταφίδες.
α) Τι είδους μεταβολές θα παρατηρήσουμε στο σύστημα αποξηραμένες σταφίδες - νερό με την πάροδο του χρόνου;
1. Οι σταφίδες θα αρχίσουν να φουσκώνουν ενώ η στάθμη του διαλύματος στη φιάλη θα παραμείνει η ίδια
2. Οι σταφίδες θα αρχίσουν να φουσκώνουν ενώ η στάθμη του διαλύματος στη φιάλη θα κατέβει σημαντικά
3. Το νερό θα αρχίσει σταδιακά να γίνεται όλο και πιο γλυκό ενώ η στάθμη του διαλύματος στη φιάλη θα πέφτει
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε2.56. Δύο υδατικά μοριακά διαλύματα των ενώσεων Α και Β έχουν την ίδια περιεκτικότητα π% w/v. Ίσοι όγκοι των διαλυμάτων αυτών φέρονται σε επαφή διαμέσου ημιπερατής μεμβράνης με καθαρό διαλύτη (H_2O) στην ίδια θερμοκρασία. Με την εξέλιξη του φαινομένου και την αποκατάσταση της ισορροπίας παρατηρήθηκε ότι η διαφορά στάθμης είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση του διαλύματος της ουσίας Α(aq), όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



α) Για τις σχετικές μοριακές μάζες των Α και Β ισχύει:
1. $M_r(A) = M_r(B)$ 2. $M_r(A) > M_r(B)$ 3. $M_r(A) < M_r(B)$
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε2.57. Διαθέτουμε τα παρακάτω υδατικά διαλύματα.
Δ1. Διάλυμα ουρίας (CH_4O_2N, $M_r = 60$) x% w/v.
Δ2. Διάλυμα γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$, $M_r = 180$) 3x% w/v.
Η ωσμωτική πίεση του Δ1 είναι Π_1 στους 54 °C, ενώ η ωσμωτική πίεση του Δ2 είναι Π_2 στους 27 °C.
α) Για τις τιμές των Π_1 και Π_2 ισχύει:
i. $3\Pi_1 = \Pi_2$ ii. $2\Pi_1 = \Pi_2$ iii. $\Pi_1 > \Pi_2$
iv. Δεν μπορεί να γίνει σύγκριση
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Προβλήματα

Ε2.58. Το αίμα είναι ισοτονικό με υδατικό διάλυμα γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$, $M_r = 180$) περιεκτικότητας 5,4 % w/v και επίσης ισοτονικό με υδατικό διάλυμα NaCl ($M_r = 58,5$) περιεκτικότητας π % w/v στην ίδια θερμοκρασία. Να υπολογιστεί η τιμή της περιεκτικότητας π.

Ε2.59. Η μεταλδεΰδη είναι ολιγομερές με τύπο $(CH_3CHO)_x$, όπου x ακέραιος αριθμός. Είναι ελάχιστα διαλυτή στο νερό, είναι όμως διαλυτή σε οργανικούς διαλύτες. Χρησιμοποιείται ως στερεό καύσιμο, ως παρασιτοκτόνο κτλ. Διάλυμα μεταλδεΰδης σε οργανικό διαλύτη έχει περιεκτικότητα 1,76% w/v και παρουσιάζει ωσμωτική πίεση ίση με 2,5 atm. Να υπολογιστεί η τιμή του x.
Στη θερμοκρασία του διαλύματος: $R \cdot T = 25$ L·atm/mol.

Ε2.60. Ποσότητα μοριακής ένωσης Α με $M_r = 180$ αντιδρά πλήρως με την κατάλληλη ποσότητα μοριακής ένωσης Β με $M_r = 90$, σύμφωνα με την εξίσωση,

$$\lambda A(aq) + B(aq) \longrightarrow \Gamma(aq) + \lambda H_2O,$$

όπου λ ακέραιος αριθμός. Μετά το τέλος της αντίδρασης το διάλυμα που απομένει έχει όγκο 250 mL και περιέχει 4,14 g της μοριακής ένωσης Γ. Η ωσμωτική του πίεση είναι $\Pi = 1$ atm σε θερμοκρασία T.
Να υπολογιστούν:
α) Η σχετική μοριακή μάζα του προϊόντος Γ, ωσμωμετρικά.
β) Η τιμή του λ.
Δίνεται: $R \cdot T = 25$ L·atm/mol, όπου R η παγκόσμια σταθερά των αερίων και T η θερμοκρασία του διαλύματος.

Ε2.61. Η ωσμωτική πίεση διαλύματος ουρίας (CH_4N_2O) είναι Π_1 = 4 atm. Η ωσμωτική πίεση ενός άλλου διαλύματος σακχαρόζης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ίδιου όγκου με το προηγούμενο είναι Π_2 = 10 atm. Τα δύο διαλύματα αναμιγνύονται. Ποια η ωσμωτική πίεση του διαλύματος που θα προκύψει; Όλα τα διαλύματα έχουν την ίδια θερμοκρασία.

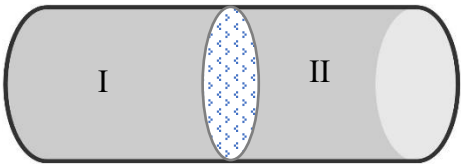
Ε2.62. Δείγμα φαρμακευτικού προϊόντος έχει μάζα 1,08 g και περιέχει μία δραστική ουσία με M_r = 540 καθώς και το σάκχαρο γλυκόζη με M_r = 180. Όλη η ποσότητα του σκευάσματος διαλύεται σε νερό και σχηματίζεται μοριακό διάλυμα όγκου 100 mL με ωσμωτική πίεση Π = 1 atm. Ποια η μάζα της δραστικής ουσίας στο δείγμα του προϊόντος;
Δίνεται: $R \cdot T$ = 25 L·atm/mol, όπου R η παγκόσμια σταθερά των αερίων και T η θερμοκρασία του διαλύματος.

Ε2.63. Σε κατάλληλο διαλύτη το CH_3COOH διμερίζεται μερικά σύμφωνα με την ισορροπία (1):

$$2CH_3COOH \rightleftharpoons (CH_3COOH)_2 \quad (1)$$

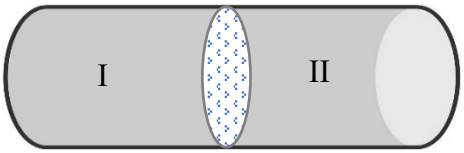
Στη διμερή μορφή, τα δύο μόρια του CH_3COOH συνδέονται μεταξύ τους με δύο δεσμούς υδρογόνου.
α) Να σχεδιάσετε τους δεσμούς υδρογόνου ανάμεσα σε δύο μόρια CH_3COOH.
β) 2,4 g CH_3COOH διαλύονται στον ίδιο διαλύτη σχηματίζοντας διάλυμα 100 mL και αποκαθίσταται η ισορροπία (1). Το διάλυμα της ισορροπίας έχει Π = 7,38 atm στους 27 °C. Να υπολογιστεί το ποσοστό του CH_3COOH που διμερίστηκε καθώς και η σταθερά K_c της ισορροπίας (1).
γ) Πόσα επιπλέον mL διαλύτη πρέπει να προστεθούν στο διάλυμα της ισορροπίας ώστε στο νέο διάλυμα το ποσοστό διμερισμού να γίνει ίσο με 40%;
R = 0,082 L·atm·(mol·K)$^{-1}$.

Ε2.64. Στη συσκευή του σχήματος τα διαμερίσματα Ι και ΙΙ διαχωρίζονται με ημιπερατή μεμβράνη. Στο διαμέρισμα Ι εισάγεται διάλυμα γλυκόζης 1,2 Μ όγκου 500 mL και στο διαμέρισμα ΙΙ διάλυμα σακχαρόζης 0,8 Μ όγκου 500 mL και της ίδιας θερμοκρασίας.



α) Προς ποιο διαμέρισμα θα διεξαχθεί το φαινόμενο της ώσμωσης; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.
β) Μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα τα δύο διαλύματα γίνονται ισοτονικά. Να υπολογιστούν οι όγκοι των δύο διαλυμάτων όταν σταματήσει το φαινόμενο της ώσμωσης.
γ) Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας, στο διαμέρισμα ΙΙ προστίθεται καταλύτης και η σακχαρόζη (Σ) υδρολύεται σε γλυκόζη (Γ) και φρουκτόζη (Φ): Σ(aq) → Γ(aq) + Φ(aq).
Να υπολογιστούν οι όγκοι των δύο διαλυμάτων (με τη μορφή κλάσματος) μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης και την αποκατάσταση νέας ισορροπίας όπου τα δύο διαλύματα είναι ισοτονικά. Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. Ο καταλύτης δεν συμμετέχει στο φαινόμενο της ώσμωσης.

Ε2.65. Στη συσκευή του σχήματος τα διαμερίσματα Ι και ΙΙ έχουν όγκο 1 L το καθένα και διαχωρίζονται με κινητή ημιπερατή μεμβράνη. Το διαμέρισμα Ι πληρώνεται με διάλυμα γλυκόζης 0,6 Μ και στο διαμέρισμα ΙΙ με διάλυμα της μοριακής ένωσης Α(aq) 0,6 Μ όγκου 1 L.

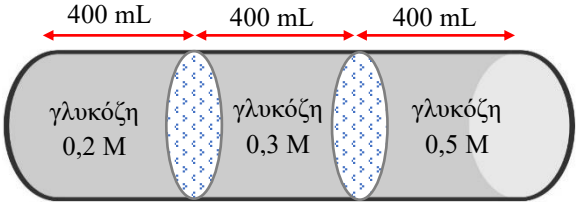


Με την πάροδο του χρόνου η ένωση Α(aq) στο διαμέρισμα ΙΙ διασπάται σε δύο μοριακές ουσίες, τη Β(aq) και τη Γ(aq) σύμφωνα με την αμφίδρομη αντίδραση (1):

$$A(aq) \rightleftharpoons B(aq) + \Gamma(aq) \quad (1)$$

Όταν το φαινόμενο της ώσμωσης έχει σταματήσει και έχει παράλληλα αποκατασταθεί η χημική ισορροπία (1) βρέθηκε ότι έχει διασπαστεί το 50% της ποσότητας του Α. Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας (1). Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

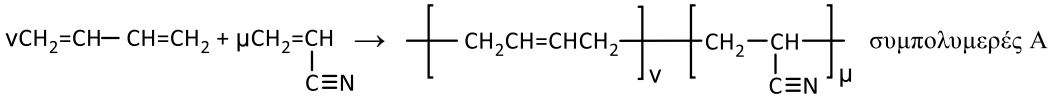
Ε2.66. Κλειστό κυλινδρικό δοχείο έχει όγκο 1200 mL και χωρίζεται με δύο ευκίνητες ημιπερατές μεμβράνες σε τρία διαμερίσματα ίσων όγκων (από 400 mL) όπως δείχνει το σχήμα που ακολουθεί.



Το αριστερό διαμέρισμα είναι γεμάτο με υδατικό διάλυμα γλυκόζης συγκέντρωσης 0,2 Μ, το μεσαίο με υδατικό διάλυμα γλυκόζης 0,3 Μ και το δεξιό με υδατικό διάλυμα γλυκόζης 0,5 Μ.
Όλα τα διαλύματα είναι υδατικά και έχουν την ίδια θερμοκρασία (T). Να υπολογιστούν οι όγκοι των τριών διαμερισμάτων μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας της ώσμωσης στο σύστημα των τριών διαλυμάτων.

Ε2.67. Υδατικό διάλυμα ασθενούς οξέος (ΗΑ) συγκέντρωσης 0,009 Μ παρουσιάζει ωσμωτική πίεση Π = 0,246 atm στους 27 °C. Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ιοντισμού (K_a) του οξέος ΗΑ στους 27 °C. Να μην θεωρηθούν οι προσεγγιστικές εκφράσεις. R = 0,082 L·atm·(mol·K)$^{-1}$.

Ε2.68. Η βιομηχανία χρησιμοποιεί τον συμπολυμερισμό προκειμένου να βελτιώσει τις ιδιότητες των υλικών. Δίνεται η παρακάτω αντίδραση συμπολυμερισμού:



53,8 g του συμπολυμερούς Α διαλύονται σε κατάλληλο διαλύτη και προκύπτει διάλυμα όγκου 0,3 L, το οποίο παρουσιάζει ωσμωτική πίεση Π = 0,082 atm στους 27 °C.

α) Να βρεθεί η σχετική μοριακή μάζα (M_r) του συμπολυμερούς Α.

β) Ακολούθως 5,38 g του συμπολυμερούς Α αντιδρούν πλήρως με H_2 (η αντίδραση να θεωρηθεί ποσοτική) και διαλύονται σε νερό οπότε προκύπτει διάλυμα όγκου 50 mL, τα οποία απαιτούν για την πλήρη εξουδετέρωσή τους 20 mL πρότυπου διαλύματος HCl 1 M. Να υπολογίσετε τις τιμές ν και μ των μονομερών που σχηματίζουν ένα μόριο του συμπολυμερούς Α καθώς και τη μάζα του H_2 που καταναλώθηκε. R = 0,082 L·atm / mol·K. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε2.69. Οι κυκλοδεξτρίνες (CD) είναι ομάδα φυσικών κυκλικών ολιγοσακχαριτών που αποτελούνται από μόρια γλυκόζης συνδεδεμένα μεταξύ τους. Οι κοινές κυκλοδεξτρίνες είναι η α-CD, η β-CD και η γ-CD και μπορούν να παρασταθούν με τον τύπο $(C_6H_{10}O_5)_ν$, όπου ν ακέραιος αριθμός και $-C_6H_{10}O_5-$ η γλυκοζιτική μονάδα. Όλες διαθέτουν μεγάλο αριθμό −OH και χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων στη μεταφορά φαρμακευτικών ουσιών στην περιοχή δράσης στον ανθρώπινο οργανισμό.

α) Να εξηγήσετε γιατί η α-CD παρουσιάζει υψηλή διαλυτότητα στο νερό.

β) 48,5 g α-CD διαλύονται στο νερό σχηματίζοντας διάλυμα (Δ) όγκου 500 mL με ωσμωτική πίεση Π = 2,5 atm.

i. Να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα της α-CD με βάση την ωσμωμετρία.

ii. Ποια η τιμή του ν, δηλαδή από πόσες γλυκοζιτικές μονάδες αποτελείται η α-CD;

Στη συνθήκες των πειραμάτων της ώσμωσης ισχύει: $R \cdot T$ = 25 L·atm/mol.

Ε2.70. Το μόριο του BF_3 (τριφθοριούχο βόριο) είναι επίπεδο μόριο στο οποίο τα μήκη των ομοιοπολικών δεσμών B − F είναι ίσα και οι γωνίες F − B − F είναι 120°. Η ένωση αυτή έχει σημείο βρασμού ίσο με −100,3 °C.

α) Να εξηγήσετε γιατί οι δεσμοί B – F είναι πολικοί και να σημειώσετε τα φορτία δ^+ και δ^- για κάθε άτομο.

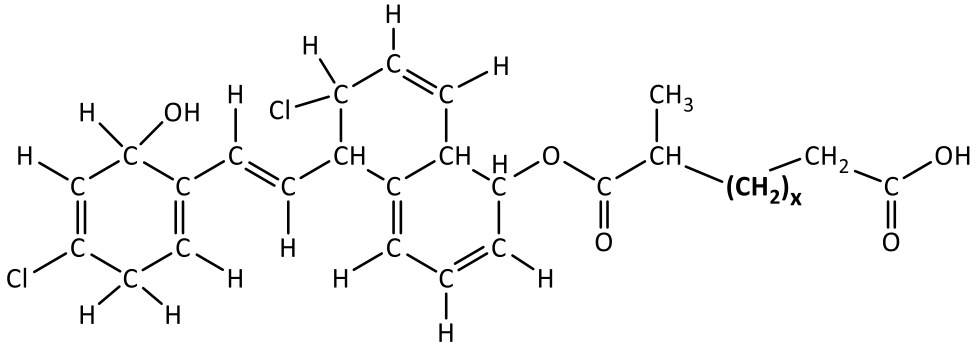
β) i.Να εξηγήσετε αν το μόριο του BF_3 είναι δίπολο ή όχι.

ii. Να αναφέρετε το είδος των διαμοριακών δυνάμεων που εμφανίζεται στην ένωση αυτή στην υγρή κατάσταση. Να εξηγήσετε γιατί το BF_3 έχει χαμηλό σημείο βρασμού.

γ) Να σημειώσετε το είδος των επικαλύψεων που εξηγούν τους δεσμούς B − F.

Ατομικοί αριθμοί: B:5, F:9.

Ε2.71. Μία από τις ενώσεις που εξετάζονται ως πιθανή δραστική ουσία ενός φαρμάκου είναι η χημική ένωση (Ι), με μοριακό τύπο $C_{23+x}H_{24+2x}Cl_2O_5$:



α) Για την εύρεση της σχετικής μοριακής μάζας της χημικής ένωσης (Ι) χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ωσμωμετρίας. Αν 50 mL διαλύματος της χημικής ένωσης (Ι) στο οποίο έχουν διαλυθεί 0,1 g αυτής σε κατάλληλο διαλύτη εμφανίζει ωσμωτική πίεση 0,1 atm στους 27 °C, να βρείτε τον αριθμό x στον μοριακό τύπο.

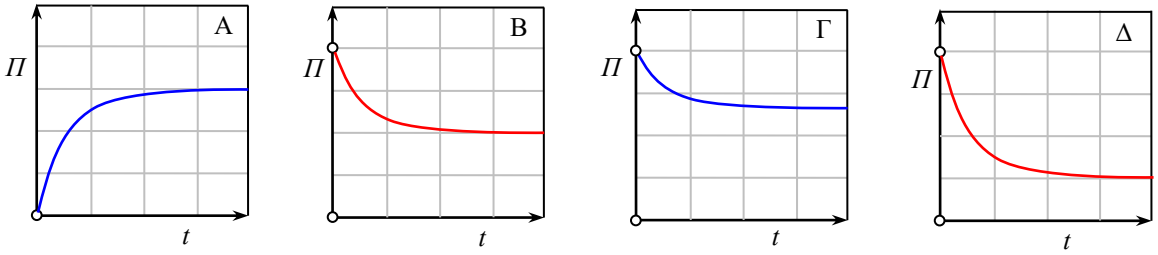
Δίνονται: R = 0,082 L·atm/mol·K. Σχετικές ατομικές μάζες, H:1, C:12, O:16, Cl:35 (στην παραπάνω χημική ένωση εμφανίζεται αποκλειστικά το ισότοπο ^{35}Cl).

β) i. Πόσα από τα άτομα υδρογόνου της χημικής ένωσης (Ι) μπορούν να συμμετάσχουν στη δημιουργία δεσμών υδρογόνου, δηλαδή λειτουργούν ως δότες δεσμών υδρογόνου;

ii. Πόσα από τα άτομα της χημικής ένωσης (Ι) (εκτός των ατόμων υδρογόνου) μπορούν να συμμετάσχουν στη δημιουργία δεσμών υδρογόνου, δηλαδή λειτουργούν ως δέκτες δεσμών υδρογόνου; [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε2.72. Οργανική ένωση διαλύεται σε οργανικό διαλύτη (Δ) και με την πάροδο του χρόνου διμερίζεται υπό σταθερή θερμοκρασία (T) σύμφωνα με την εξίσωση: $2A(\Delta) \rightleftharpoons A_2(\Delta)$.

α) Πώς μεταβάλλεται η ωσμωτική πίεση του διαλύματος από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας με τη θεώρηση ότι ο όγκος του διαλύματος δεν μεταβάλλεται;



Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

β) Η αρχική ωσμωτική πίεση του διαλύματος (πριν την έναρξη του διμερισμού) είναι Π_1 ενώ μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας είναι Π_2. Αν η απόδοση της αντίδρασης διμερισμού είναι $\alpha = 0{,}5$ να υπολογίσετε το λόγο των ωσμωτικών πιέσεων Π_1/Π_2.

.....

.....

.....

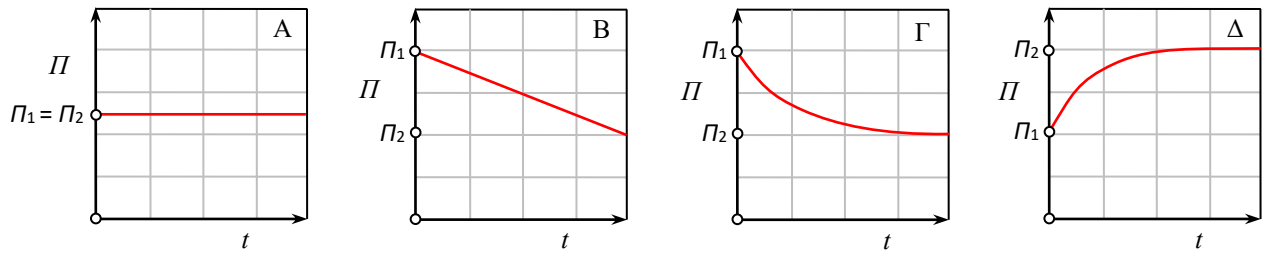
.....

.....

.....

Ε2.73. Υδατικό διάλυμα όγκου V έχει θερμοκρασία 25 °C και περιέχει φρουκτόζη (Φ) σε συγκέντρωση c. Το διάλυμα εμφανίζει ωσμωτική πίεση Π_1. Με την πάροδο του χρόνου η φρουκτόζη μετατρέπεται στην ισομερή της γλυκόζη (Γ) και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία: $\Phi(aq) \rightleftharpoons \Gamma(aq)$, υπό σταθερή θερμοκρασία και χωρίς αλλαγή στον όγκο του διαλύματος. Η ωσμωτική πίεση του διαλύματος της ισορροπίας είναι ίση με Π_2.

α) Ποιο από τα διαγράμματα που ακολουθούν αποδίδει την ωσμωτική πίεση του διαλύματος από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας;



β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

.....

.....

.....

.....

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Ε3 Θερμοχημεία

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

Η **θερμοχημεία** μελετά τις ενεργειακές μεταβολές που συνοδεύουν μια χημική αντίδραση, δηλαδή, τα ποσά θερμότητας που τελικά εκλύονται ή απορροφώνται. Τις μετατροπές της χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική (και αντίστροφα) εξετάζει ο κλάδος της χημείας που ονομάζεται **ηλεκτροχημεία**, ενώ τις μετατροπές της χημικής σε φωτεινή ενέργεια (και αντίστροφα) εξετάζει η **φωτοχημεία**.

Η **μεταβολή της ενθαλπίας** ΔH ισούται με το απορροφούμενο ή εκλυόμενο ποσό θερμότητας q, εφόσον η αντίδραση πραγματοποιείται υπό σταθερή πίεση.

Ενθαλπία αντίδρασης: $\Delta H = H_{\text{προϊόντων}} - H_{\text{αντιδρώντων}}$

Η μεταβολή της ενθαλπίας μιας αντίδρασης **εξαρτάται**:
1. Από τη φύση των αντιδρώντων.
2. Από τη φυσική κατάσταση αντιδρώντων και προϊόντων.
3. Από τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, κάτω από τις οποίες λαμβάνει χώρα η αντίδραση.

Η **πρότυπη κατάσταση μιας ουσίας** (στοιχείου ή ένωσης) είναι η πιο σταθερή μορφή της σε θερμοκρασία θ = 25 °C, πίεση p = 1 atm και συγκέντρωση c = 1 M (για διαλύματα). Σε πρότυπη κατάσταση, η αντίστοιχη μεταβολή της ενθαλπίας σε μία αντίδραση λέγεται πρότυπη μεταβολή ενθαλπίας ή **πρότυπη ενθαλπία** αντίδρασης και συμβολίζεται με ΔH^o.

Πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού μιας ένωσης (ΔH_f^o): Η μεταβολή της ενθαλπίας κατά το σχηματισμό 1 mol της ένωσης από τα συστατικά της στοιχεία, σε πρότυπη κατάσταση. Η ΔH^o μιας οποιασδήποτε αντίδρασης μπορεί να υπολογιστεί με βάση τις πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού των ενώσεων που μετέχουν στην αντίδραση με βάση τη σχέση:

$$\Delta H^o = \Sigma\Delta H^o_f(\text{προϊόντων}) - \Sigma\Delta H^o_f(\text{αντιδρώντων})$$

Πρότυπη ενθαλπία καύσης μιας ουσίας ($\Delta H_c°$): Η μεταβολή της ενθαλπίας κατά την πλήρη καύση 1 mol της ουσίας, σε πρότυπη κατάσταση.

Πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης (ΔH_n^o): Η μεταβολή της ενθαλπίας κατά την πλήρη εξουδετέρωση (σε αραιό υδατικό διάλυμα) 1 mol H^+ ενός οξέος με μια βάση ή 1 mol OH^- μιας βάσης με ένα οξύ, σε πρότυπη κατάσταση.

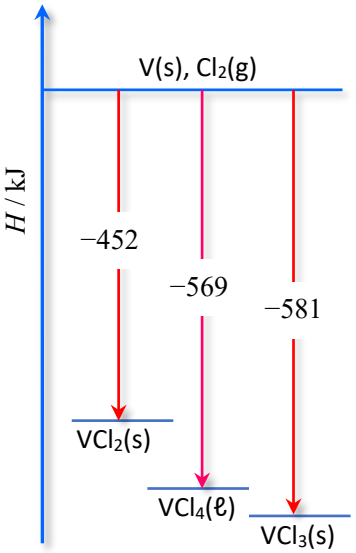
$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(\ell),\ \Delta H^o = -57\ \text{kJ}$$

Νόμος (ή αρχή) Lavoisier - Laplace
«Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται κατά τη σύνθεση 1 mol μιας χημικής ένωσης από τα συστατικά της στοιχεία είναι ίσο με το ποσό της θερμότητας το οποίο απορροφάται ή εκλύεται κατά τη διάσπαση 1 mol της ίδιας ένωσης στα συστατικά της στοιχεία.»
Επίσης, «Αν κατά το σχηματισμό 1 mol μιας ουσίας παρατηρείται μεταβολή ενθαλπίας ΔH_1, κατά τη διάσπαση 1 mol της ίδιας ουσίας στα στοιχεία της παρατηρείται $\Delta H_2 = -\Delta H_1$».
Ο νόμος αυτός είναι συνέπεια του θεωρήματος διατήρησης της ενέργειας και ισχύει για όλες τις χημικές αντιδράσεις ανεξάρτητα αν αντιστοιχούν στη σύνθεση μιας ουσίας από τα συστατικά της στοιχεία ή όχι.

Νόμος του Hess: «Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται σε μία χημική αντίδραση είναι το ίδιο, είτε η αντίδραση πραγματοποιείται σε ένα είτε σε περισσότερα στάδια». Γενίκευση του νόμου του Hess αποτελεί το **αξίωμα της αρχικής και τελικής κατάστασης**: «Το ποσό της θερμότητας, που εκλύεται ή απορροφάται κατά τη μετάβαση ενός χημικού συστήματος από μια καθορισμένη αρχική κατάσταση σε μια επίσης καθορισμένη τελική κατάσταση, είναι ανεξάρτητο από τα ενδιάμεσα στάδια, με τα οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί η μεταβολή». Ο νόμος του Hess είναι άμεση συνέπεια του πρώτου θερμοδυναμικού νόμου.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Το στοιχείο $_{23}V$ (βανάδιο) απαντάται σε ένζυμα θαλάσσιων οργανισμών, στους πυρηνικούς αντιδραστήρες, σε μπαταρίες κτλ. Σχηματίζει αρκετές χλωριούχες ενώσεις, όπως το $VCl_2(s)$, το $VCl_4(\ell)$ και το $VCl_3(s)$. Στα διπλανά ενεργειακά διαγράμματα εμφανίζονται οι ενθαλπίες σχηματισμού των ενώσεων $VCl_2(s)$, $VCl_4(\ell)$ και $VCl_3(s)$ από τα συστατικά τους στοιχεία, $V(s)$ και $Cl_2(g)$.



α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του $_{23}V$ και να σημειώσετε τη θέση του στον Περιοδικό Πίνακα (τομέα, ομάδα και περίοδο). Γιατί το βανάδιο διαθέτει πολλούς αριθμούς οξείδωσης;

β) Ποιο ποσό θερμότητας ελευθερώνεται ή απορροφάται κατά την πλήρη διάσπαση $0{,}4$ mol $VCl_3(s)$ **σε** $VCl_2(s)$ **και** $VCl_4(\ell)$**; Το ποσό θερμότητας και οι ενθαλπίες αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες.**

ΛΥΣΗ

α) $_{23}V$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^3\ 4s^2$. d τομέας, 4η περίοδος, 5η (VB) ομάδα. Πρόκειται επομένως για στοιχείο μετάπτωσης τα οποία εμφανίζουν πολλούς αριθμούς οξείδωσης.

β) $2VCl_3(s) \rightarrow VCl_2(s) + VCl_4(\ell),\ \Delta H$ (1)

Υπολογίζουμε την ενθαλπία της αντίδρασης με βάση τις ενθαλπίες σχηματισμού των δύο ενώσεων που συμμετέχουν στην αντίδραση.

$$\Delta H = \Sigma\Delta H(\text{προϊόντων}) - \Sigma\Delta H(\text{αντιδρώντων})$$

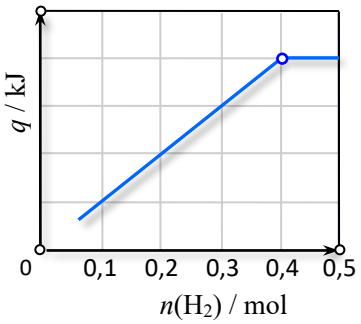
$$\Delta H = \Delta H_f(VCl_4(\ell)) + \Delta H_f(VCl_2(s)) - 2\cdot\Delta H_f(VCl_3(s)) =$$
$$= -569 - 452 - 2\cdot(-581) = +141 \text{ kJ}$$

Από τη θερμοχημική εξίσωση (1), προκύπτει:

Όταν αντιδρούν 2 mol $VCl_3(s)$ απορροφώνται 141 kJ
0,4 mol x;

Επομένως, απορροφώνται x = 28,2 kJ.

2. Σε δοχείο που περιέχει λ mol $O_2(g)$ **εισάγεται ποσότητα** $H_2(g)$ **και σε κατάλληλες συνθήκες λαμβάνει χώρα η αντίδραση:** $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(\ell),\ \Delta H = -572$ kJ**.**



Στο διπλανό γράφημα εμφανίζεται το ποσό θερμότητας (q**, σε kJ) που εκλύεται από την αντίδραση ως συνάρτηση του αριθμού των mol του προστιθέμενου** $H_2(g)$**.**

α) Να χαρακτηρίσετε την αντίδραση ως εξώθερμη ή ενδόθερμη.

β) Να εξηγήσετε γιατί το ποσό θερμότητας (q**) αυξάνεται συνεχώς μέχρι την εισαγωγή** $0{,}4$ mol $H_2(g)$ **ενώ στη συνέχεια παραμένει σταθερό.**

γ) Με βάση τα δεδομένα του διαγράμματος να υπολογίσετε την ποσότητα (λ mol) **του** $O_2(g)$ **που υπήρχε αρχικά στο δοχείο.**

δ) Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που προκύπτει με την προσθήκη $0{,}2$ mol $H_2(g)$**.**

ΛΥΣΗ

α) Εφόσον εκλύεται θερμότητα η αντίδραση θα είναι εξώθερμη ($\Delta H < 0$).

β) Προφανώς, πριν την προσθήκη $0{,}4$ mol $H_2(g)$, το $H_2(g)$ είναι το περιοριστικό αντιδρών, οπότε αντιδρά συνεχώς όλη η ποσότητά του και το ποσό θερμότητας αυξάνεται συνεχώς.

Με την προσθήκη ακριβώς 0,4 mol $H_2(g)$ τα δύο αντιδρώντα είναι σε στοιχειομετρική αναλογία, ενώ όταν προστεθούν περισσότερα από 0,4 mol $H_2(g)$ το O_2 είναι πια σε έλλειμμα και άρα το παραγόμενο ποσό θερμότητας μένει το ίδιο παρά την αύξηση της ποσότητας του $H_2(g)$.

γ) Με βάση τα προηγούμενα, η ποσότητα του O_2 που υπήρχε αρχικά στο δοχείο είναι αυτή που αντιδρά πλήρως με 0,4 mol $H_2(g)$ και επομένως λ = 0,2 mol O_2.

δ) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της αντίδρασης:

mol	**$2H_2(g)$**	**+**	**$O_2(g)$**	**→**	**$2H_2O(\ell)$**
Αρχικά ($t = 0$)	0,2		0,2		—
Μεταβολές	–0,2		–0,1		0,2
Τελικά (t_v)	—		0,1		0,2

Το ποσό θερμότητας που θα εκλυθεί θα είναι: $q = 0{,}1 \cdot 572 = 57{,}2$ kJ.

3. Ισομοριακό αέριο μίγμα αποτελείται από $CH_4(g)$ **και** $C_3H_8(g)$ **και καταλαμβάνει όγκο** 4,48 L **σε** STP**. Το μίγμα καίγεται και το** 50% **του ποσού θερμότητας που παράγεται διοχετεύεται σε κλίβανο στον οποίο διεξάγεται η αντίδραση:**

$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g),\ \Delta H = +200 \text{ kJ}$$

Παρατηρήθηκε έτσι ο σχηματισμός 42 g CaO(s)**. Να υπολογιστούν:**
α) Το ποσό θερμότητας που παράχθηκε από την καύση του αερίου μίγματος.
β) Η ενθαλπία της αντίδρασης: $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$.
Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση: $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g),\ \Delta H = -890$ kJ.
Το ποσό θερμότητας και οι ενθαλπίες αντιστοιχούν σε πρότυπες συνθήκες.

ΛΥΣΗ

α) Έστω x mol $CH_4(g)$ και x mol $C_3H_8(g)$ στο μίγμα. Ισχύει:

$$x + x = \frac{4{,}48}{22{,}4} = 0{,}2 \text{ mol},\ x = 0{,}1 \text{ mol}$$

CaO: $M_r = 56$, $n = m/M_r = 42/56 = 0{,}75$ mol. Επομένως, διασπάστηκαν 0,75 mol $CaCO_3$.

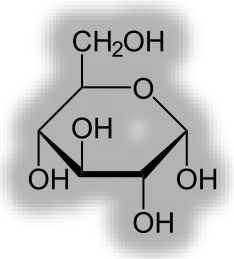
$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g),\ \Delta H = +200$ kJ
Το 1 mol $CaCO_3$ απαιτεί για τη διάσπαση 200 kJ
0,75 mol x; = 150 kJ

Άρα από την καύση του μίγματος ελευθερώθηκαν 300 kJ.

β) Κατά την καύση του CH_4 ελευθερώνονται $0{,}1 \cdot 890 = 89$ kJ και επομένως από την καύση 0,1 mol $C_3H_8(g)$ ελευθερώνονται $300 - 89 = 211$ kJ.

Τα 0,1 mol $C_3H_8(g)$ αποδίδουν με την καύση τους 211 kJ
Το 1 mol x = ; 2110 kJ

Επομένως, για την καύση του $C_3H_8(g)$, ισχύει: $\Delta H = -2110$ kJ.



4. Γλυκόζη: Μια γλυκιά ιστορία! **Η γλυκόζη (**$C_6H_{12}O_6$**,** $M_r = 180$**) είναι ένας σημαντικός μονοσακχαρίτης που παράγεται στα φυτά κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, μίας πολύπλοκης διαδικασίας κατά την οποία προκύπτει γλυκόζη από** H_2O **και** CO_2 **με την επενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας. Η όλη διαδικασία περιγράφεται συνοπτικά από την εξίσωση (**1**):**

$$6CO_2(g) + 6H_2O(\ell) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g),\ \Delta H = 2800\ \text{kJ} \quad (1)$$

Ο μεταβολισμός της γλυκόζης στον ανθρώπινο οργανισμό γίνεται σε πολλά στάδια και με τη συμμετοχή ενζύμων. Μπορεί να περιγραφεί από την εξίσωση (2**):**

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(\ell) \quad (2)$$

α) Να υπολογίσετε το ποσό ενέργειας (θερμότητας) που απελευθερώνεται κατά το μεταβολισμό 18 g **γλυκόζης στον ανθρώπινο οργανισμό. Ποιο νόμο (αρχή) της θερμοχημείας χρησιμοποιήσατε για τον υπολογισμό;**
β) Με τη μετατροπή του μούστου σε κρασί, η γλυκόζη μετατρέπεται σε αιθανόλη (CH_3CH_2OH**,** $M_r = 46$**), παρουσία ενζύμου. Το φαινόμενο αναφέρεται ως αλκοολική ζύμωση και περιγράφεται από την εξίσωση (**3**):**

$$C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 2CH_3CH_2OH(\ell) + 2CO_2(g) \quad (3)$$

i. Να υπολογίσετε την ενθαλπία (ΔH**) της αντίδρασης (3). Δίνεται επιπλέον η ενθαλπία καύσης της** CH_3CH_2OH **ίση με** $-1370\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$**.**
ii. Σε ένα εργαστηριακό πείραμα αλκοολικής ζύμωσης παράχθηκαν 6,72 L $CO_2(g)$ **μετρημένα σε** STP**. Ποια η μάζα σε** g **της γλυκόζης που ζυμώθηκε;**
iii. Να εξηγήσετε γιατί η ταχύτητα της αλκοολικής ζύμωσης δεν μπορεί να αυξηθεί με τη χρήση υψηλής θερμοκρασίας, π.χ. 70 °C**.**
γ) Ο σχηματισμός της γλυκόζης από τα συστατικά της στοιχεία δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί και επομένως δεν μπορεί να μετρηθεί άμεσα η ενθαλπία σχηματισμού της. Να υπολογίσετε την ενθαλπία σχηματισμού της γλυκόζης με βάση τους νόμους της Θερμοχημείας. Δίνονται επιπλέον:
− Η ενθαλπία σχηματισμού του $H_2O(\ell)$ **ίση με** $-285\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$**.**
− Η ενθαλπία σχηματισμού του $CO_2(g)$ **ίση με** $-390\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$**.**
Οι ενθαλπίες και τα ποσά θερμότητας αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες.

ΛΥΣΗ

α) Σύμφωνα με το νόμο (αρχή) Lavoisier - Laplace η ενθαλπία της αντίδρασης (2) θα είναι η αντίθετη της (1): $\Delta H = -2800$ kJ.

Για τη γλυκόζη: $n = \dfrac{m}{M_r} = \dfrac{18}{180} = 0{,}1\ \text{mol}$

Άρα, τα 0,1 mol της γλυκόζης απελευθερώνουν κατά το μεταβολισμό $0{,}1 \cdot 2800 = 280$ kJ.

β) i. Θα εφαρμόσουμε το νόμο του Hess. Πριν όμως «προετοιμάζουμε» τις εξισώσεις:

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(\ell),\ \Delta H = -2800\ \text{kJ}$$

$$4CO_2(g) + 6H_2O(\ell) \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 6O_2(g),\ \Delta H = 2740\ \text{kJ}$$

Επομένως, η μετατροπή, $C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 2CH_3CH_2OH(\ell) + 2CO_2(g)$, θα έχει:

$$\Delta H = -2800 + 2740 = -60\ \text{kJ}$$

ii. $CO_2(g)$: $n = \frac{6,72}{22,4} = 0,3$ mol

$$C_6H_{12}O_6(s) \rightarrow 2CH_3CH_2OH(\ell) + 2CO_2(g)$$
$$0,15 \text{ mol} \qquad\qquad 0,3 \text{ mol}$$

Η ποσότητα αυτή της γλυκόζης αντιστοιχεί σε μάζα: $m = 0,15 \cdot 180 = 27$ g.

iii. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες απενεργοποιείται η δράση του ενζύμου και επομένως η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται.

γ) $6CO_2(g) + 6H_2O(\ell) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$, $\Delta H = 2800$ kJ

$6H_2(g) + 3O_2(g) \rightarrow 6H_2O(\ell)$, $\Delta H = -285 \cdot 6$ kJ

$6C(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g)$, $\Delta H = -390 \cdot 6$ kJ

Με την «άθροιση» των τριών αυτών εξισώσεων καταλήγουμε στην επιθυμητή εξίσωση σχηματισμού της γλυκόζης:

$$6C(s) + 6H_2(g) + 3O_2(g) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s), \Delta H$$

Σύμφωνα με το νόμου του Hess: $\Delta H = 2800 - 570 \cdot 3 - 390 \cdot 6 = -1250$ kJ. Επομένως, η ενθαλπία σχηματισμού της γλυκόζης έχει τιμή -1250 kJ·mol^{-1}.

5. Αναμιγνύονται δύο διαλύματα, ένα διάλυμα HCl(aq) **συγκέντρωσης** 0,1 M **και όγκου** V_1 **με ένα διάλυμα** NaOH(aq) 0,2 M **όγκου** V_2**. Προκύπτει έτσι ένα διάλυμα όγκου** 150 mL**. Να υπολογιστούν:**

α) Οι όγκοι V_1 **και** V_2 **ώστε να προκύψει το μέγιστο ποσό θερμότητας.**

β) Το μέγιστο ποσό θερμότητας που εκλύεται.

Δίνεται η πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης, $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$**, ίση με** -57 kJ**. Το ποσό θερμότητας αντιστοιχεί σε πρότυπη κατάσταση.**

ΛΥΣΗ

α) Για να εκλυθεί το μέγιστο ποσό θερμότητας θα πρέπει να αντιδράσουν οι μέγιστες ποσότητες από τα δύο αντιδρώντα και επομένως οι ποσότητες από τα δύο αντιδρώντα συστατικά θα πρέπει να είναι σε στοιχειομετρική αναλογία.

(mol) $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

$0,1 \cdot V_1 \quad 0,2 \cdot V_2$

Θα ισχύει: $0,1 \cdot V_1 = 0,2 \cdot V_2$, $V_1 = 2 \cdot V_2$ (1).

Επίσης ισχύει: $V_1 + V_2 = 0,15$ L (2).

Από τις εξισώσεις (1) και (2) προκύπτει:

$V_1 = 100$ mL και $V_2 = 50$ mL

β) $0,1 \cdot V_1 = 0,2 \cdot V_2 = 0,01$ mol

(mol) $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

$0,01 \qquad 0,01$

Όταν αντιδρά 1 mol HCl εκλύονται 57 kJ

$0,01 \qquad Q\ ; = 0,57$ kJ

Επομένως, το μέγιστο ποσό θερμότητας που μπορεί να εκλυθεί είναι 0,57 kJ.

6. 2 mol A(s) **και** 3,4 mol $B_2(g)$ **εισάγονται σε κλειστό δοχείο με σκοπό την παρασκευή της ένωσης** $AB_3(g)$ **σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση** (1) **που ακολουθεί.**

$$A(s) + (3/2)B_2(g) \rightarrow AB_3(g),\ \Delta H^o_1 = -100\ kJ \quad (1)$$

α) Ποιο ποσό θερμότητας σε πρότυπες συνθήκες περιμένουμε να εκλυθεί από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της;

Παραδόξως, τελικά προσδιορίσαμε 1,6 mol $AB_3(g)$ **αν και οι ποσότητες των** A(s) **και** $B_2(g)$ **έχουν μηδενιστεί. Παράλληλα, εκλύθηκε ποσό θερμότητας ίσο με** 220 kJ**, σε πρότυπες συνθήκες. Υποπτευόμαστε λοιπόν ότι παράλληλα με την αντίδραση** (1) **συμβαίνει και η εξής ανεπιθύμητη αντίδραση** (2)**:**

$$A(s) + (x/2)B_2(g) \rightarrow AB_x(g),\ \Delta H^o_2 \quad (2)$$

β) Αν η υπόθεσή μας είναι σωστή, να προσδιοριστούν:

i. Η ποσότητα (σε mol**) της ένωσης** $AB_x(g)$ **που σχηματίστηκε.**

ii. Η τιμή του x**.**

γ) Η πρότυπη ενθαλπία (ΔH^o_2**) της αντίδρασης** (2)**.**

ΛΥΣΗ

α) Αν διεξάγεται μόνο η αντίδραση (1) το αντιδρών $B_2(g)$ θα είναι σε περίσσεια:

mol	**A(s) + (3/2)B_2(g) → AB_3(g)**, $\Delta H^o_1 = -100$ kJ		
Αρχικά	2	3,4	—
Μεταβολές	–2	–3	2

Όταν αντιδρούν 1 mol A(s) εκλύονται 100 kJ

2 mol y; = 200 kJ

Περισσεύουν 3,4 − 3 = 0,4 mol $B_2(g)$.

β) i. Αν θεωρήσουμε την παράλληλη διεξαγωγή και των δύο αντιδράσεων (1) και (2), θα ισχύει:

mol	**A(s) + (3/2)B_2(g) → AB_3(g)**, $\Delta H^o_1 = -100$ kJ		
Αρχικά	2	3,4	—
Μεταβολές	–1,6	–2,4	1,6

mol	**A(s) + (x/2)B_2(g) → AB_x(g)**, ΔH^o_2		
Αρχικά	0,4	1	—
Μεταβολές	–0,4	(x/2)·0,4	0,4

Επομένως, σχηματίστηκαν 0,4 mol $AB_x(g)$.

ii. Καθώς οι ποσότητες των A(s) και $B_2(g)$ έχουν αντιδράσει πλήρως θα ισχύει:

$$1 - (x/2)\cdot 0{,}4 = 0,\ x = 5$$

γ) Από την 1η αντίδραση εκλύεται ποσό θερμότητας 1,6·100 = 160 kJ ενώ από τη 2η εκλύεται ποσό θερμότητας 220 − 160 = 60 kJ. Άρα για την αντίδραση (2) ισχύει:

Όταν αντιδρούν 0,4 mol A(s) εκλύονται 60 kJ

1 mol ω =; 150 kJ

Επομένως: $\Delta H^o_2 = -150$ kJ.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Οι σχετικές ατομικές μάζες δίνονται στο τέλος του βιβλίου. Τα ποσά θερμότητας και οι ενθαλπίες αντιστοιχούν σε πρότυπες συνθήκες ή στις ίδιες συνθήκες.

Ε3.1. Για τη θερμοχημική εξίσωση, $A(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$, $\Delta H = x$ kJ, ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν θα ισχύει:
Α) Αν $x < 0$, τα προϊόντα έχουν μικρότερη ενθαλπία από τα αντιδρώντα
Β) Αν $x < 0$, η αντίδραση θα έχει ως αποτέλεσμα την απορρόφηση θερμότητας από το περιβάλλον
Γ) Αν $x > 0$, τα προϊόντα έχουν μικρότερη ενθαλπία από τα αντιδρώντα
Δ) Αν $x > 0$, η αντίδραση θα έχει ως αποτέλεσμα την έκλυση θερμότητας στο περιβάλλον

Ε3.2. Κατά τη διάλυση $KNO_3(s)$ σε νερό συμβαίνει η μετατροπή: $KNO_3(s) \rightarrow K^+(aq) + NO_3^-(aq)$, $\Delta H = +35$ kJ. Άρα:
Α) με τη διάλυση του $KNO_3(s)$ στο νερό η θερμοκρασία του διαλύματος θα αυξηθεί
Β) η παραπάνω μετατροπή είναι εξώθερμο φαινόμενο
Γ) το KNO_3 είναι ομοιοπολική ένωση καθώς ο ιοντισμός είναι ενδόθερμο φαινόμενο
Δ) με τη διάλυση του $KNO_3(s)$ στο νερό η θερμοκρασία του διαλύματος θα μειωθεί

Ε3.3. Η εξάτμιση ποσότητας νερού από το δέρμα δίνει μία αίσθηση δροσιάς στο ανθρώπινο σώμα ακόμη και αν η μέρα είναι ζεστή. Αυτή η αίσθηση της δροσιάς οφείλεται στο ότι η μετατροπή, $H_2O(\ell) \rightarrow H_2O(g)$ είναι φαινόμενο:
Α) εξώθερμο ($\Delta H < 0$) και επομένως όταν γίνεται αποδίδει θερμότητα στο δέρμα
Β) εξώθερμο ($\Delta H < 0$) και επομένως για να γίνει απορροφά θερμότητα από το δέρμα
Γ) ενδόθερμο ($\Delta H > 0$) και επομένως για να γίνει απορροφά θερμότητα από το δέρμα
Δ) ενδόθερμο ($\Delta H > 0$) και επομένως όταν γίνεται αποδίδει θερμότητα στο δέρμα

Ε3.4. Μίγμα αποτελούμενο από x mol $O_2(g)$ και 2x mol $H_2(g)$ αντιδρά πλήρως με C(s) σχηματίζοντας μίγμα $CO_2(g)$ και $CH{\equiv}CH(g)$ σύμφωνα με τις θερμοχημικές εξισώσεις που ακολουθούν.

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$, $\Delta H_1 = -394$ kJ
$2C(s) + H_2(g) \rightarrow CH{\equiv}CH(g)$, $\Delta H_2 = 197$ kJ

Κατά τη διαδικασία αυτή συνολικά:
Α) εκλύεται θερμότητα προς το περιβάλλον
Β) δεν εκλύεται ούτε απορροφάται θερμότητα
Γ) απορροφάται θερμότητα από το περιβάλλον
Δ) δεν μπορούμε να γνωρίζουμε αν παράγεται ή εκλύεται θερμότητα

Ε3.5. Ποια από τις μετατροπές που ακολουθούν είναι εξώθερμη;
Α) $Na(g) \rightarrow Na^+(g) + e^-$
Β) $2H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$
Γ) $HF(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + F^-(aq)$
Δ) $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(\ell)$ [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε3.6. Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση που ακολουθεί.

$4FeO(s) + O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$, $\Delta H^o = -564$ kJ

Αν η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $Fe_2O_3(s)$ είναι -826 kJ·mol^{-1}, ποια είναι η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του FeO(s) σε kJ·mol^{-1};
Α) -272 Β) -554 Γ) $+272$ Δ) -262

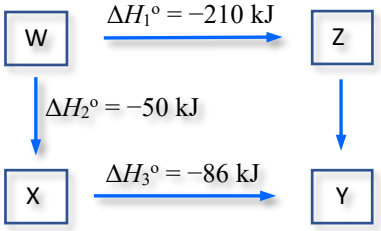
Ε3.7. Οι δύο φυσικές (αλλοτροπικές) μορφές του άνθρακα είναι ο γραφίτης και το διαμάντι. Για τις πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού των δύο αυτών μορφών του άνθρακα θα ισχύουν:
Α) ΔH_f(γραφίτης) = 0 και ΔH_f(διαμάντι) < 0
Β) ΔH_f(γραφίτης) = 0 και ΔH_f(διαμάντι) > 0
Γ) ΔH_f(γραφίτης) > 0 και ΔH_f(διαμάντι) = 0
Δ) ΔH_f(γραφίτης) < 0 και ΔH_f(διαμάντι) = 0

Ε3.8. Δίνεται η θερμοχημική εξίσωση που ακολουθεί

$2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$, $\Delta H^o = -566$ kJ

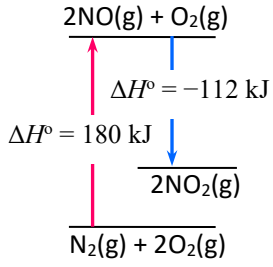
Από τη θερμοχημική αυτή εξίσωση προκύπτει ότι η πρότυπη ενθαλπία:
Α) σχηματισμού του $CO_2(g)$ είναι ίση με -566 kJ·mol^{-1}
Β) σχηματισμού του CO(g) είναι ίση με -283 kJ·mol^{-1}
Γ) καύσης του $CO_2(g)$ είναι ίση με -566 kJ·mol^{-1}
Δ) καύσης του CO(g) είναι ίση με -283 kJ·mol^{-1}

Ε3.9. Δίνεται ο θερμοχημικός κύκλος που ακολουθεί.



Ποια η τιμή της πρότυπης ενθαλπίας (ΔH^o, σε kJ) για τη μετατροπή: Y → Z;
Α) -74 Β) $+74$ Γ) $+346$ Δ) -346

Ε3.10. Από το διάγραμμα ενθαλπιών του σχήματος προκύπτει ότι:
Α) η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του NO_2 είναι -68 kJ·mol^{-1}
Β) η αντίδραση οξείδωσης του N_2 σε NO_2 είναι εξώθερμη
Γ) η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του NO είναι 90 kJ·mol^{-1}
Δ) η αντίδραση οξείδωσης του NO σε NO_2 είναι ενδόθερμη



Ε3.11. Ποια από τις παρακάτω εκφράσεις δίνει την πρότυπη ενθαλπία καύσης (ΔH^o_c) του CH_4 από τις πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού του CH_4, του CO_2 και του H_2O;
Α) $\Delta H^o_c = \Delta H^o_f(CH_4) + \Delta H^o_f(CO_2) - 2\Delta H^o_f(H_2O)$
Β) $\Delta H^o_c = \Delta H^o_f(CO_2) + 2\Delta H^o_f(H_2O) + \Delta H^o_f(CH_4)$
Γ) $\Delta H^o_c = \Delta H^o_f(CH_4) + 2\Delta H^o_f(H_2O) - \Delta H^o_f(CO_2)$
Δ) $\Delta H^o_c = 2\Delta H^o_f(H_2O) + \Delta H^o_f(CO_2) - \Delta H^o_f(CH_4)$

Ε3.12. Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $CO_2(g)$ είναι:
Α) ίση με την πρότυπη ενθαλπία καύσης του γραφίτη, C(s)
Β) ίση με το μηδέν
Γ) ίση με το άθροισμα των πρότυπων ενθαλπιών σχηματισμού του CO(g) και του $O_2(g)$
Δ) ίση με την πρότυπη ενθαλπία καύσης του CO(g)

Ε3.13. Ποια από τις μετατροπές που ακολουθούν αντιστοιχεί στην συμπύκνωση των υδρατμών;
Α) $H_2O(\ell) \rightarrow H_2O(g)$, $\Delta H = -24$ kJ
Β) $H_2O(g) \rightarrow H_2O(\ell)$, $\Delta H = +24$ kJ
Γ) $H_2O(g) \rightarrow H_2O(\ell)$, $\Delta H = -24$ kJ
Δ) $H_2O(\ell) \rightarrow H_2O(g)$, $\Delta H = +24$ kJ

Ε3.14. Δίνονται παρακάτω οι θερμοχημικές εξισώσεις.
$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$, $\Delta H_1 = -395$ kJ
$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$, $\Delta H_2 = -393$ kJ
Ποιος μπορεί να είναι ο λόγος που δεν ισχύει $\Delta H_1 = \Delta H_2$;
Α) Ο C(s) δεν είναι στην ίδια μορφή στις δύο αντιδράσεις
Β) Οι δύο ενθαλπίες αντιστοιχούν σε διαφορετικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας
Γ) Για έναν ή και για τους δύο παραπάνω λόγους
Δ) Οι φυσικές καταστάσεις είναι διαφορετικές

Ε3.15. Από τη θερμοχημική εξίσωση:
$CH_3COOH(\ell) + CH_3CH_2OH(\ell) \rightarrow CH_3COOCH_2CH_3(\ell) + H_2O(\ell)$, $\Delta H^o = -2$ kJ
συμπεραίνουμε ότι: $CH_3COOCH_2CH_3(\ell) + H_2O(\ell) \rightarrow CH_3COOH(\ell) + CH_3CH_2OH(\ell)$, $\Delta H^o = +2$ kJ
Το συμπέρασμα αυτό αποτελεί εφαρμογή:
Α) του νόμου του Hess
Β) του αξιώματος της αρχικής και της τελικής κατάστασης
Γ) και των δύο παραπάνω
Δ) του νόμου (ή της αρχής) του Lavoisier - Laplace

Ε3.16. Η πρότυπη μορφή του οξυγόνου είναι το $O_2(g)$. Δύο άλλες μορφές οξυγόνου είναι η ατομική μορφή (O) και η τριατομική μορφή, O_3 (όζον). Οι μορφές αυτές αλληλομετατρέπονται σύμφωνα με τις εξισώσεις:
$3O_2(g) \rightarrow 2O_3(g)$, ΔH^o_1 και $O_2(g) \rightarrow 2O(g)$, ΔH^o_2
Για τις ΔH^o_1 και ΔH^o_2 ισχύει ότι:
Α) είναι και οι δύο θετικές Β) είναι και οι δύο αρνητικές
Γ) $\Delta H^o_1 > 0$ και $\Delta H^o_2 < 0$ Δ) $\Delta H^o_1 < 0$ και $\Delta H^o_2 > 0$

Ε3.17. Δοκιμαστικός σωλήνας είναι σφραγισμένος με πώμα από καουτσούκ και περιέχει ισομοριακό αέριο μίγμα $H_2(g)$ και $Cl_2(g)$, βρίσκεται δε σε σκοτεινό χώρο. Όταν ο σωλήνας φωτιστεί με κατάλληλο φως πραγματοποιείται η αντίδραση,
$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$,
και το πώμα εκσφενδονίζεται ακαριαία. Ποιος είναι ο λόγος για τον οποίο εκτοξεύεται το πώμα;
Α) Η αντίδραση διεξάγεται ακαριαία με τη επίδραση των ακτινοβολιών
Β) Η αντίδραση θα πρέπει να είναι εξώθερμη
Γ) Και για τους δύο παραπάνω λόγους
Δ) Η αντίδραση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των mol των αερίων στο σωλήνα

Ε3.18. Να εξετάσετε αν οι προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές ή όχι.
α) Η χημική ενέργεια οφείλεται στις δυνάμεις των δεσμών (που συγκρατούν τα άτομα στο μόριο), στις έλξεις των μορίων και των υποατομικών σωματιδίων, στην κίνηση των ατόμων, των μορίων κτλ.
β) Η ενέργεια που εκλύεται ή απορροφάται σε μια χημική αντίδραση μπορεί να πάρει διάφορες μορφές, όπως π.χ. θερμική ενέργεια (θερμότητα), ηλεκτρική ενέργεια (ηλεκτρισμός), φωτεινή ενέργεια (φως).
γ) 3 mol $CO_2(g)$ σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία 25 °C έχουν την ίδια ενθαλπία είτε η ποσότητα αυτή σχηματίστηκε από την καύση 3 mol CH_4 είτε από την καύση ποσότητας άνθρακα.
δ) Στις χημικές αντιδράσεις δεν διατηρείται μόνο η μάζα (νόμος Lavoisier), αλλά και η ενέργεια (νόμος διατηρήσεως της ενέργειας).
ε) Ο γραφίτης αποτελεί τη σταθερότερη μορφή άνθρακα και επομένως ισχύει: $C_{(γραφίτης)} \rightarrow C_{(διαμάντι)}$, $\Delta H^o > 0$.
στ) Κατά την πλήρη καύση 1 mol $CH_3OH(g)$ εκλύεται μεγαλύτερο ποσό θερμότητας σε σχέση με την πλήρη καύση 1 mol $CH_3OH(\ell)$ στις ίδιες συνθήκες.
ζ) Η ενθαλπία αντίδρασης (ΔH), ισούται με το απορροφούμενο ή εκλυόμενο ποσό θερμότητας, εφόσον η αντίδραση πραγματοποιείται υπό σταθερή πίεση.
η) Οι πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού των διαφόρων χημικών ενώσεων μπορεί να έχουν θετικές ή και αρνητικές τιμές.
ι) Όταν ένα σύστημα ελευθερώνει προς το περιβάλλον ποσό θερμότητας, υπό σταθερή πίεση, μειώνεται η ενθαλπία του.
κ) Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $CO_2(g)$ είναι ίση με την πρότυπη ενθαλπία καύσης του $C_{γραφίτη}$.

Ε3.19. Δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις:
$C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(\ell)$, $\Delta H_1 = -1500$ kJ
$C_2H_6(g) + (7/2)O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(\ell)$, $\Delta H_2 = -1560$ kJ
$H_2(g) + (1/2)O_2(g) \rightarrow H_2O(\ell)$, $\Delta H_3 = -260$ kJ
Να υπολογίσετε την ενθαλπία ΔH της αντίδρασης:
$C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$
[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2023]

Ε3.20. Ποια από τις παρακάτω αντιδράσεις έχει τη μεγαλύτερη (κατ' απόλυτη) τιμή της ΔH στις ίδιες συνθήκες;
Α) $C_5H_{12}(\ell) + 8O_2(g) \rightarrow 5CO_2(g) + 6H_2O(g)$
Β) $C_5H_{12}(\ell) + 8O_2(g) \rightarrow 5CO_2(g) + 6H_2O(\ell)$
Γ) $C_5H_{12}(g) + 8O_2(g) \rightarrow 5CO_2(g) + 6H_2O(g)$
Δ) $C_5H_{12}(g) + 8O_2(g) \rightarrow 5CO_2(g) + 6H_2O(\ell)$
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε3.21. Αναμιγνύουμε 100 mL διαλύματος NaOH(aq) 0,2 M με 50 mL HCl(aq) συγκέντρωσης c και παρατηρούμε ότι εκλύεται ποσό θερμότητας $q = 1{,}14$ kJ σε πρότυπες συνθήκες. Από το δεδομένο αυτό συμπεραίνουμε ότι:
Α) $c = 0{,}4$ M Β) $c = 0{,}2$ M
Γ) $c \geq 0{,}4$ M Δ) $c < 0{,}4$ M
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Η πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης να θεωρηθεί ίση με -57 kJ·mol^{-1} H^+ ή OH^-.

Ε3.22. Δίνονται οι μετατροπές που ακολουθούν.
$CH_3CH_2OH(\ell) \rightarrow CH_3CH_2OH(g)$, ΔH_1^o
$CH_3CH_2CH_3(\ell) \rightarrow CH_3CH_2CH_3(g)$, ΔH_2^o
α) Να εξηγήσετε αν οι πρότυπες ενθαλπίες των παραπάνω μετατροπών είναι θετικές ($\Delta H > 0$) ή αρνητικές ($\Delta H < 0$).
β) Ποια από τις ενθαλπίες, ΔH_1^o, ΔH_2^o προβλέπετε να έχει μεγαλύτερη τιμή; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε3.23. Ο πίνακας που ακολουθεί δείχνει την ενθαλπία (ΔH) εξουδετέρωσης 1 mol τεσσάρων οξέων με το NaOH.

Οξύ	HCl	HNO_3	H_2SO_4	HCN
ΔH / kJ	−57	−57	−114	−12

Να εξηγήσετε γιατί η ενθαλπία (ΔH) στην περίπτωση:
α) Του HCl και του HNO_3 έχει την ίδια τιμή (−57 kJ).
β) Του H_2SO_4 έχει τη διπλάσια τιμή.
γ) Του HCN έχει πολύ διαφορετική τιμή.

Ε3.24. Δύο από τις μορφές φωσφόρου (P) είναι ο λευκός φωσφόρος και ο ερυθρός φωσφόρος. Η καύση μιας ποσότητας λευκού φωσφόρου, P_λ, προς $P_2O_5(s)$ αποδίδει μεγαλύτερο ποσό θερμότητας σε σχέση με την καύση της ίδιας ποσότητας ερυθρού φωσφόρου, P_ε, προς $P_2O_5(s)$ στις ίδιες συνθήκες. Να εξηγήσετε αν η μετατροπή του P_λ σε P_ε είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη διαδικασία. Ποια από τις δύο μορφές του φωσφόρου είναι θερμοδυναμικά η πιο σταθερή;

Ε3.25. Ποιες από τις παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις είναι εξώθερμες και ποιες ενδόθερμες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
α) $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$
β) $H_2O(g) \rightarrow H_2O(\ell)$
γ) $Na(g) \rightarrow Na^+(g) + e^-$
δ) $CH_3COOH(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$
ε) $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(\ell)$

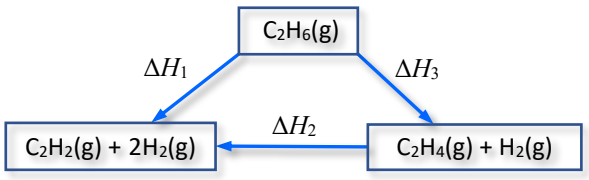
Ε3.26. Η πρότυπη ενθαλπία καύσης ενός υδρογονάνθρακα του τύπου C_3H_x είναι -2060 kJ·mol^{-1} ενώ η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του ίδιου υδρογονάνθρακα είναι $C_3H_x(g)$ είναι $+20$ kJ·mol^{-1}.
α) Αν είναι επίσης γνωστή η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $H_2O(\ell)$ και η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $CO_2(g)$ αντίστοιχα ίσες με -286 kJ·mol^{-1} και -394 kJ·mol^{-1}, ποια είναι η τιμή του x;
i. x = 2 ii. x = 4
iii. x = 6 iv, x = 8
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε3.27. Δίνονται οι ενέργειες ιοντισμού του ατόμου του Mg, $E_{i1} = 740$ kJ·mol^{-1}, $E_{i2} = 1450$ kJ·mol^{-1} καθώς επίσης και οι θερμοχημικές εξισώσεις που ακολουθούν.
$Mg(s) \rightarrow Mg(g)$, $\Delta H_1^o = 145$ kJ
$F_2(g) \rightarrow 2F(g)$, $\Delta H_2^o = 160$ kJ
$F(g) + e^- \rightarrow F^-(g)$, $\Delta H_3^o = -330$ kJ
$Mg(s) + F_2(g) \rightarrow MgF_2(s)$, $\Delta H_4^o = -1125$ kJ
Να υπολογιστεί η πρότυπη ενθαλπία (ΔH^o) της μετατροπής:
$Mg^{2+}(g) + 2F^-(g) \rightarrow MgF_2(s)$

Ε3.28. Δίνεται η αντίδραση εξουδετέρωσης:
$H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(\ell)$
Πραγματοποιήθηκαν πειράματα στα οποία μελετήθηκε η θερμότητα που εκλύεται από τις αντιδράσεις οι οποίες λαμβάνουν χώρα κατά την ανάμειξη:
α) Δύο υδατικών διαλυμάτων Υ1 και Υ2:
Υ1: HNO_3 (0,01 M, 100 mL)
Υ2: NaOH (0,01 M, 100 mL)
β) Δύο υδατικών διαλυμάτων Υ3 και Υ4:
Υ3: HCl (0,01 M, 100 mL)
Υ4: KOH (0,01 M, 100 mL)
γ) Δύο υδατικών διαλυμάτων Υ5 και Υ6:
Υ5: CH_3COOH (0,01 M, 100 mL)
Υ6: NaOH (0,01 M, 100 mL)
Όλες οι αναμείξεις των παραπάνω διαλυμάτων πραγματοποιήθηκαν ακριβώς στις ίδιες πειραματικές συνθήκες. Στη διεργασία (α) εκλύθηκε θερμότητα Q_1, στη διεργασία (β) εκλύθηκε Q_2 και στη (γ) εκλύθηκε Q_3.
Από τα αποτελέσματα πήραμε τα ακόλουθα πειραματικά δεδομένα (i) $Q_1 = Q_2$ και (ii) $Q_3 < Q_1$. Να εξηγήσετε γιατί προέκυψαν τα πειραματικά δεδομένα (i) και (ii).
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε3.29. Δίνονται οι παρακάτω πρότυπες ενθαλπίες.
– Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $SO_2(g)$: x kJ·mol^{-1}.
– Η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $SO_3(g)$: y kJ·mol^{-1}.
– Η πρότυπη ενθαλπία καύσης του $SO_2(g)$ προς $SO_3(g)$: z kJ·mol^{-1}.
α) Οι τιμές για τα x, y και z σε kJ·mol^{-1} (με τυχαία σειρά) είναι −100, −297, −397. Από τις τιμές αυτές να επιλέξετε αυτή που αντιστοιχεί στην τιμή του y.
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε3.30. Δίνεται ο θερμοχημικός κύκλος που ακολουθεί.



α) Αν είναι γνωστό ότι $\Delta H_1 > \Delta H_2$, τι μπορεί να ισχύει για τη μετατροπή που αντιστοιχεί στην ενθαλπία ΔH_3;
1. Είναι εξώθερμη μετατροπή, $\Delta H_3 < 0$
2. Είναι ενδόθερμη μετατροπή, $\Delta H_3 > 0$
3. Μπορεί να είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε3.31. Δίνεται η πρότυπη ενθαλπία καύσης του 1-βουτένιου ($CH_3CH_2CH{=}CH_2$) $\Delta H^o_c(1) = -2686\ kJ{\cdot}mol^{-1}$ καθώς και η πρότυπη ενθαλπία καύσης του ισομερούς του 2-βουτένιου ($CH_3CH{=}CHCH_3$) $\Delta H^o_c(2) = -2675\ kJ{\cdot}mol^{-1}$.
α) Να υπολογίσετε την ενθαλπία της μετατροπής:

$$CH_3CH{=}CHCH_3 \rightarrow CH_3CH_2CH{=}CH_2.$$

β) Ποιο από τα δύο ισομερή είναι θερμοδυναμικά σταθερότερο, σε πρότυπες συνθήκες; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Προβλήματα

Ε3.32. Σε κλειστό δοχείο εισάγονται 3 mol $I_2(s)$ και 6 mol $Cl_2(g)$ και διεξάγεται η αντίδραση που περιγράφεται με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$I_2(s) + xCl_2(g) \rightarrow 2ICl_x(s),\ \Delta H = -176\ kJ$$

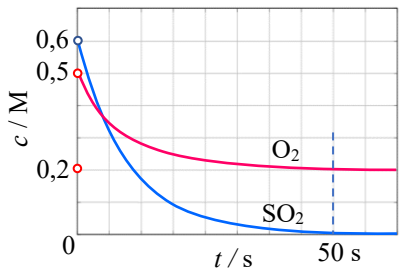
Από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της εκλύεται ποσό θερμότητας ίσο με 352 kJ. Να υπολογιστούν:
α) Η ενθαλπία σχηματισμού του $ICl_x(s)$.
β) Η ποσότητα του $I_2(s)$ που περίσσεψε μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης.
γ) Η τιμή του x.

Ε3.33. Αέριο μίγμα συνολικής μάζας 6 g αποτελείται από 0,1 mol $CH_4(g)$ καθώς και από ποσότητα ενός άλλου αέριου αλκανίου (C_vH_{2v+2}). Το μίγμα καίγεται οπότε ελευθερώνεται ποσό θερμότητας ίσο με 300 kJ. Να προσδιοριστεί ο συντακτικός τύπος του αλκανίου.
Οι ενθαλπίες καύσης του CH_4 και του άλλου αλκανίου είναι ίσες με $-890\ kJ{\cdot}mol^{-1}$ και $-2110\ kJ{\cdot}mol^{-1}$, αντίστοιχα.

Ε3.34. Σε κλειστό δοχείο όγκου $V = 2$ L εισάγονται ποσότητες των αερίων $SO_2(g)$ και $O_2(g)$ και διεξάγεται η αντίδραση που περιγράφεται με την εξίσωση που ακολουθεί, παρουσία $V_2O_5(s)$ ως καταλύτη.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$$

Η αντίδραση ολοκληρώνεται σε χρόνο $t = 50$ s. Οι καμπύλες αντίδρασης για τα δύο αντιδρώντα εμφανίζονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



α) Να υπολογίσετε τη (μέση) ταχύτητα της αντίδρασης καθώς και την ταχύτητα παραγωγής του SO_3, σε $M{\cdot}s^{-1}$.
β) Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται από την αρχή μέχρι το τέλος της αντίδρασης. Οι ενθαλπίες σχηματισμού του SO_2 και του SO_3 είναι ίσες με $-300\ kJ{\cdot}mol^{-1}$ και $-400\ kJ{\cdot}mol^{-1}$, αντίστοιχα.

Ε3.35. Αέριο μίγμα έχει όγκο 13,44 L σε STP και αποτελείται από $SO_2(g)$ και $O_2(g)$. Το μίγμα αντιδρά σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g),\ \Delta H = -200\ kJ$$

Αν μέχρι την ολοκλήρωση της αντίδρασης ελευθερώθηκε ποσό θερμότητας ίσο με 40 kJ, να υπολογιστούν:
α) Η μάζα του $SO_3(g)$ που σχηματίστηκε.
β) Η σύσταση του αρχικού μίγματος (σε mol).

Ε3.36. 1 mol ακετυλενίου (C_2H_2) αντιδρά με την κατάλληλη ποσότητα $H_2(g)$ και προκύπτει μίγμα 0,5 mol αιθυλενίου (C_2H_4) και 0,5 mol αιθανίου (C_2H_6) σύμφωνα με τις παρακάτω χημικές εξισώσεις (1) και (2):

$$C_2H_2(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_4(g) \quad (1)$$
$$C_2H_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g) \quad (2)$$

α) Να υπολογίσετε τις ενθαλπίες των αντιδράσεων (1) και (2).
β) Να υπολογίσετε το συνολικό ποσό θερμότητας που παράγεται κατά την παραπάνω διαδικασία.
Δίνονται οι ενθαλπίες σχηματισμού:
– Του $C_2H_2(g)$ ίση με $228\ kJ{\cdot}mol^{-1}$.
– Του $C_2H_4(g)$ ίση με $52\ kJ{\cdot}mol^{-1}$.
– Του $C_2H_6(g)$ ίση με $-84\ kJ{\cdot}mol^{-1}$.

Ε3.37. Σε 100 mL διαλύματος HCl(aq) 0,5 M προστίθενται 4 g NaOH(s) και πραγματοποιείται η αντίδραση:

$$NaOH(s) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(\ell)$$

Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που παράγεται. Δίνονται οι πρότυπες ενθαλπίες των παρακάτω μετατροπών:

$$NaOH(s) \rightarrow NaOH(aq),\ \Delta H = -44\ kJ$$
$$HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(\ell),\ \Delta H = -56\ kJ$$

Ε3.38. Σε δοχείο εισάγεται αέριο μίγμα αποτελούμενο από 2 mol $H_2(g)$ και 2 mol $O_2(g)$. Τα δύο συστατικά αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (1) που ακολουθεί,

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(\ell) \quad (1),$$

και παράγεται ποσό θερμότητας ίσο με 572 kJ. Σε ένα δεύτερο δοχείο εισάγονται 3 mol $H_2(g)$ και x mol $O_2(g)$ τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με την ίδια χημική εξίσωση και παράγονται επίσης 572 kJ.
α) Να υπολογίσετε την αρχική % v/v περιεκτικότητα του μίγματος σε $O_2(g)$ στο δεύτερο δοχείο.
β) Ποια είναι η τιμή της ενθαλπίας σχηματισμού, ΔH^o_f, του $H_2O(\ell)$;
1. $\Delta H^o_f = -572\ kJ{\cdot}mol^{-1}$ 2. $\Delta H^o_f = -286\ kJ{\cdot}mol^{-1}$
3. $\Delta H^o_f = -429\ kJ{\cdot}mol^{-1}$ 4. $\Delta H^o_f = +572\ kJ{\cdot}mol^{-1}$

Ε3.39. Σε δοχείο με $V = 5$ L εισάγεται ισομοριακό μίγμα NO(g) και $O_2(g)$ συνολικού όγκου 89,6 L σε STP και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:

$$2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g),\ \Delta H = -110\ kJ$$

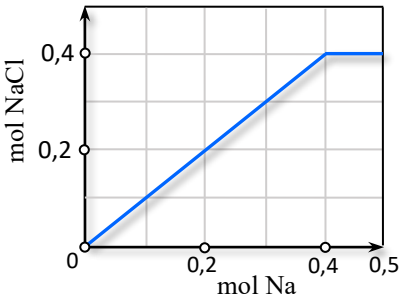
Από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας ελευθερώθηκε ποσό θερμότητας 82,5 kJ.
α) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης καθώς και οι ποσότητες των τριών σωμάτων στην ισορροπία.
β) Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας στη θερμοκρασία του πειράματος. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε3.40. Μίγμα αποτελείται από x mol C_2H_4 και y mol CS_2. Το μίγμα καίγεται με την απαιτούμενη ποσότητα O_2 και μετά την απομάκρυνση των υδρατμών από το καυσαέρια προκύπτει αέριο μίγμα περιεκτικότητας 50% v/v σε CO_2 και 50% v/v σε SO_2. Παράλληλα από την καύση του μίγματος προκύπτει ποσό θερμότητας ίσο με 710 kJ. Να υπολογιστούν οι ποσότητες x mol και y mol.
Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης του C_2H_4 και του CS_2, αντίστοιχα ίσες με $-1400\ kJ\cdot mol^{-1}$ και $-1075\ kJ\cdot mol^{-1}$.

Ε3.41. Σε δοχείο που περιέχει λ mol $Cl_2(g)$ εισάγεται ποσότητα Na(s) και σε κατάλληλες συνθήκες λαμβάνει χώρα η αντίδραση με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.

$$2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s),\ \Delta H = -820\ kJ.$$

Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζεται η ποσότητα του NaCl(s) σε σχέση με τα mol του προστιθέμενου Na(s).



α) Να χαρακτηρίσετε την αντίδραση ως εξώθερμη ή ενδόθερμη.
β) Να εξηγήσετε γιατί η ποσότητα του NaCl(s) που παράγεται αυξάνεται συνεχώς μέχρι την προσθήκη 0,4 mol Na(s) ενώ στη συνέχεια παραμένει σταθερή.
γ) Να υπολογίσετε την τιμή του λ.
δ) Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που παράγεται με την πλήρη αντίδραση 0,4 mol Na(s) με την απαιτούμενη ποσότητα $Cl_2(g)$.

Ε3.42. Ποσότητα θείου, S(s), μάζας 12,8 g καίγεται πλήρως με κατάλληλη ποσότητα $O_2(g)$ και προκύπτει μίγμα $SO_2(g)$ και $SO_3(g)$ ενώ παράλληλα εκλύεται ποσό θερμότητας ίσο με 130 kJ.
α) i. Ποια η αναλογία mol $SO_2(g)$ και $SO_3(g)$ στο τελικό μίγμα;
ii. Ποιο το % ποσοστό του S που κάηκε προς $SO_2(g)$;
β) Να γράψετε τη συνολική θερμοχημική εξίσωση καύσης του S(s) προς το μίγμα $SO_2(g)$ και $SO_3(g)$ στην οποία τα δύο οξείδια να εμφανίζονται με την παραπάνω αναλογία mol.
Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:

$$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g),\ \Delta H = -300\ kJ$$
$$2S(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g),\ \Delta H = -800\ kJ$$

Ε3.43. Αέριο μίγμα τριών αερίων καταλαμβάνει όγκο 224 L σε STP και αποτελείται από ισομοριακές ποσότητες $CH_4(g)$ και $C_3H_8(g)$ καθώς και από ποσότητα $O_2(g)$. Το μίγμα αναφλέγεται και προκαλείται τέλεια καύση των δύο υδρογονανθράκων που συνοδεύεται από έκλυση συνολικού ποσού θερμότητας 3100 kJ. Να υπολογιστούν:
α) Οι ποσότητες (σε mol) των δύο υδρογονανθράκων στο αρχικό μίγμα.
β) Η %v/v περιεκτικότητα σε $CH_4(g)$ του αρχικού μίγματος των τριών αερίων.
Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης του $CH_4(g)$ και του $C_3H_8(g)$ αντίστοιχα ίσες με $-900\ kJ\cdot mol^{-1}$ και $-2200\ kJ\cdot mol^{-1}$.

Ε3.44. Για τη δέσμευση του δηλητηριώδους αερίου $SO_2(g)$ που εκλύεται σε ορισμένες βιομηχανίες χρησιμοποιείται η αντίδραση με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$2CaO(s) + 2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2CaSO_4(s) \quad (1)$$

α) Να υπολογιστεί η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης.
β) Σε μία τέτοια βιομηχανία δεσμεύονται με βάση την αντίδραση (1) 448 g $SO_2(g)$ ανά min. Να υπολογιστεί ο ρυθμός έκλυσης ή απορρόφησης θερμότητας κατά τη διεξαγωγή της αντίδρασης σε $kJ\cdot min^{-1}$.
Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:

$$Ca(s) + 1/2O_2(g) \rightarrow CaO(s),\ \Delta H_1 = -635\ kJ$$
$$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g),\ \Delta H_2 = -297\ kJ$$
$$Ca(s) + S(s) + 2O_2(g) \rightarrow CaSO_4(s),\ \Delta H_3 = -1432\ kJ$$

Ε3.45. Φιαλίδιο που περιέχει βουτάνιο (C_4H_{10}) χρησιμοποιείται ως καύσιμο σε ειδική συσκευή όπου καίγεται πλήρως. Μετά από τη συνεχή χρήση της συσκευής η μάζα του φιαλιδίου μειώνεται κατά 2,9 g ενώ έχει παραχθεί ποσό θερμότητας ίσο με 34,5 kcal.
α) i. Να υπολογιστεί η τιμή της ενθαλπίας καύσης του βουτανίου (σε $kcal\cdot mol^{-1}$).
ii. Να γραφεί η θερμοχημική εξίσωση καύσης του βουτανίου.
iii. Να υπολογιστεί η μάζα του CO_2 με την οποία επιβαρύνεται το περιβάλλον από την παραπάνω διαδικασία καύσης.
β) Το 80% από το παραγόμενο ποσό θερμότητας των 34,5 kcal από την καύση του βουτανίου χρησιμοποιείται για τη θέρμανση 1 kg $H_2O(\ell)$ αρχικής θερμοκρασίας 20 °C. Ποια η τελική θερμοκρασία του νερού; Δίνεται ότι το 1 kg $H_2O(\ell)$ απαιτεί για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας του κατά 1 °C ποσό θερμότητας ίσο με 1 kcal.
γ) Να υπολογιστεί η ενθαλπία σχηματισμού του βουτανίου σε $kcal\cdot mol^{-1}$.
Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης του C(s) και του $H_2(g)$ αντίστοιχα ίσες με $-90\ kcal\cdot mol^{-1}$ και $-70\ kcal\cdot mol^{-1}$.

Ε3.46. Στον πιλοτικό αντιδραστήρα μιας βιομηχανίας όγκου $V = 2000$ L εισάγονται 500 mol του αερίου A(g), 1000 mol του αερίου B(g) καθώς και περίσσεια στερεού Δ(s). Στον αντιδραστήρα αυτό πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις (1) και (2) που ακολουθούν.

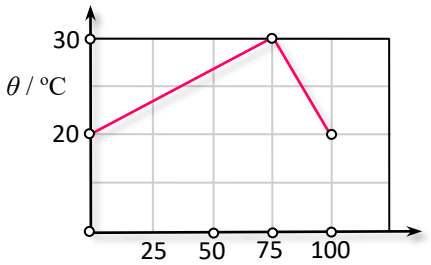
$$A(g) + 2B(g) \rightarrow 2Γ(g),\ \Delta H = -720\ kJ \quad (1)$$
$$Γ(g) + Δ(s) \rightleftharpoons 2E(g),\ \Delta H = +600\ kJ \quad (2)$$

Με την πάροδο του χρόνου οι ποσότητες των A(g) και B(g) έχουν μηδενιστεί και έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία (2). Παράλληλα από την όλη διαδικασία δεν παρατηρείται θερμική μεταβολή.
Να υπολογίσετε:
α) Την απόδοση της αντίδρασης (2).
β) Τη σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας (2).

Ε3.47. Θέλουμε να προσδιορίσουμε τη στοιχειομετρική αναλογία με την οποία αντιδρούν δύο ενώσεις Α και Β μεταξύ τους σε υδατικά διαλύματα. Για το σκοπό αυτό διαθέτουμε δύο διαλύματα Ι και ΙΙ που περιέχουν αντίστοιχα τις ενώσεις Α και Β με την ίδια συγκέντρωση και στην ίδια θερμοκρασία. Σε μία σειρά από θερμομονωμένες φιάλες αναμιγνύουμε ποσότητες από τα δύο διαλύματα ώστε να προκύψει τελικά διάλυμα όγκου 100 mL. Οι ουσίες Α και Β αντιδρούν σύμφωνα με την εξίσωση:

$$\lambda A(aq) + B(aq) \rightarrow \text{προϊόντα},\ \Delta H < 0,$$

όπου λ ο συντελεστής του αντιδρώντος Α(aq). Μετράμε την τελική θερμοκρασία σε όλες τις φιάλες αμέσως μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης και κατασκευάζουμε το διάγραμμα της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με τον χρησιμοποιούμενο όγκο του διαλύματος Ι στο διάλυμα των 100 mL. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο παρακάτω διάγραμμα.



α) Ποια η τιμή του λ;
i. λ = 1 ii. λ = 2 iii. λ = 3 iv. λ = 1/2
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε3.48. Σε διάλυμα HCl(aq) όγκου 300 mL και συγκέντρωσης 0,2 mol·L^{-1} προστίθεται διάλυμα NaOH(aq) όγκου V και συγκέντρωσης 0,1 mol·L^{-1}. Το παραγόμενο ποσό θερμότητας από την αντίδραση της εξουδετέρωσης είναι ίσο με 2,85 kJ. Να υπολογιστεί ο όγκος του διαλύματος NaOH (V). Δίνεται η ενθαλπία της αντίδρασης εξουδετέρωσης:

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O,\ \Delta H = -57\ \text{kJ}$$

Ε3.49. Κατά τη μετατροπή του μούστου σε κρασί διεξάγεται η αλκοολική ζύμωση κατά την οποία οι ζυμομύκητες που υπάρχουν στο κρασί παράγουν ένζυμα που μετατρέπουν σάκχαρα όπως η $C_6H_{12}O_6$ (γλυκόζη) σε αιθανόλη σύμφωνα με τη θερμοχημική εξίσωση (1) που ακολουθεί.

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2,\ \Delta H = -118\ \text{kJ}\ (1)$$

Ποσότητα μούστου όγκου 300 L έχει περιεκτικότητα 12% w/v σε $C_6H_{12}O_6$. Η ποσότητα αυτή ζυμώνεται πλήρως σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (1).
Να υπολογιστούν:
α) Το ποσό θερμότητας που παράγεται σε όλη τη διάρκεια της ζύμωσης.
β) Ο όγκος του CO_2 (σε L σε STP συνθήκες) που παράγεται σε όλη τη διάρκεια της ζύμωσης.
Το ποσό θερμότητας και οι ενθαλπίες αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες. Να θεωρηθεί ότι η μοναδική αντίδραση που διεξέγεται είναι η αλκοολική ζύμωση και ότι ο μούστος περιέχει μόνο το σάκχαρο γλυκόζη ($C_6H_{12}O_6$) με $M_r = 180$.

Ε3.50. Σε παλαιότερη βιομηχανική παραγωγή υδρογόνου από λιγνίτη (ορυκτός άνθρακας), μίγμα αέρα και $H_2O(g)$ διαβιβάζεται σε καμίνια που περιέχουν 120 kg λιγνίτη σε υψηλή θερμοκρασία, οπότε διεξάγονται παράλληλα δύο αντιδράσεις οι οποίες περιγράφονται με τις θερμοχημικές εξισώσεις που ακολουθούν.

$$2C(s) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g),\ \Delta H = -50\ \text{kcal}$$
$$C(s) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g),\ \Delta H = +30\ \text{kcal}$$

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας έχει αντιδράσει όλη η ποσότητα του C(s) που υπήρχε στο λιγνίτη καθώς και όλη η ποσότητα του O_2 ενώ σχηματίστηκαν 5500 mol CO(g). Από την όλη διαδικασία δεν παρατηρήθηκε θερμική μεταβολή (δηλαδή δεν εκλύθηκε ούτε απορροφήθηκε θερμότητα).
Να υπολογιστούν:
α) Η %w/w περιεκτικότητα του λιγνίτη σε άνθρακα.
β) Η μάζα του παραγομένου H_2 (σε kg).
γ) Ο όγκος του αέρα που χρησιμοποιήθηκε σε L σε STP.
Ο αέρας έχει περιεκτικότητα 20%v/v σε O_2(g).

Ε3.51. 1 mol προπινίου (C_3H_4) αντιδρά πλήρως με την κατάλληλη ποσότητα H_2(g) και προκύπτει μίγμα προπενίου (C_3H_6) και προπανίου (C_3H_8) σύμφωνα με τις παρακάτω χημικές εξισώσεις (1) και (2).

$$C_3H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_3H_6(g) \quad (1)$$
$$C_3H_4(g) + 2H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g) \quad (2)$$

α) Να υπολογίσετε τις ενθαλπίες των παραπάνω αντιδράσεων (1) και (2).
β) Το συνολικό ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την παραπάνω διαδικασία είναι ίσο με 228 kJ. Να υπολογίσετε τις ποσότητες σε mol του προπενίου και του προπανίου που σχηματίστηκαν.
Δίνονται οι ενθαλπίες σχηματισμού:
Του C_3H_4(g) ίση με 186 kJ·mol^{-1}.
Του C_3H_6(g) ίση με 20 kJ·mol^{-1}.
Του C_3H_8(g) ίση με −104 kJ·mol^{-1}.

Ε3.52. Στερεό δείγμα μάζας 10 g περιέχει θειούχο άλας δισθενούς μετάλλου (Μ) με τύπο MS και άλλες αδρανείς ουσίες. Το δείγμα υφίσταται θέρμανση σε υψηλή θερμοκρασία παρουσία αέρα) οπότε συμβαίνει η αντίδραση (1) που ακολουθεί.

$4MS(s) + 7O_2(g) \rightarrow 2M_2O_3(s) + 4SO_2(g)$ (1)

Από την κατεργασία αυτή παράχθηκαν 8 g του οξειδίου $M_2O_3(s)$ καθώς και 2,24 L $SO_2(g)$ μετρημένα σε STP.

α) Να σημειώσετε τις μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης στην αντίδραση (1).

β) Να υπολογίσετε την ενθαλπία της αντίδρασης (1) και να εξηγήσετε γιατί μετά την αρχική θέρμανση για την έναρξη της αντίδρασης δεν απαιτείται πια προσφορά θερμότητας.

γ) Να υπολογίσετε: i. Τη σχετική ατομική μάζα του μετάλλου Μ.

ii. Την %w/w περιεκτικότητα του ορυκτού στο μέταλλο Μ.

Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:

$4M(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2M_2O_3(s)$, $\Delta H_1 = -1650$ kJ

$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$, $\Delta H_2 = -300$ kJ

$M(s) + S(s) \rightarrow MS(s)$, $\Delta H_3 = -95$ kJ

Ε3.53. **Το σήμα του Holme.** Πρόκειται για πακέτο διάσωσης με διάτρητο πάτο και τρύπα που περιέχει $Ca_3P_2(s)$ και $CaC_2(s)$. Σε περίπτωση κινδύνου πετάγεται στη θάλασσα, όπου οι δύο ενώσεις αντιδρούν με το H_2O, σύμφωνα με τις εξισώσεις (1) και (2), παράγοντας φωσφίνη (PH_3) και ακετυλένιο ($CH{\equiv}CH$):

$Ca_3P_2(s) + H_2O(\ell) \rightarrow PH_3(g) + Ca(OH)_2(aq)$ (1)

$CaC_2 + H_2O \rightarrow CH{\equiv}CH + Ca(OH)_2$ (2)

Η φωσφίνη αναφλέγεται ακαριαία όταν έλθει σε επαφή με το νερό και από το γεγονός αυτό προκαλείται η καύση του ακετυλενίου σύμφωνα με την εξίσωση:

$2CH{\equiv}CH(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 2H_2O(\ell)$ (3)

Παράγεται έτσι μία έντονη φλόγα και ένας τεράστιος καπνός ορατός από πολύ μακριά.

α) Να εξηγήσετε γιατί οι παραπάνω αντιδράσεις (1) και (2) είναι μεταθετικές αντιδράσεις αναφέροντας τους αριθμούς οξείδωσης όλων των ατόμων που εμφανίζονται σε αυτές. Να ισοσταθμίσετε τις δύο εξισώσεις (1) και (2).

β) Να υπολογίσετε την ενθαλπία (ΔH) της αντίδρασης (3). Δίνονται οι ενθαλπίες σχηματισμού, του $CH{\equiv}CH$ ίση με 230 kJ·mol^{-1}, του $CO_2(g)$ ίση με −395 kJ·mol^{-1} και του $H_2O(\ell)$ ίση με −285 kJ·mol^{-1}.

γ) Τα μόρια της αμμωνίας (NH_3) και της φωσφίνης (PH_3) έχουν ανάλογο σχήμα τριγωνικής πυραμίδας, παρουσιάζουν όμως, σημαντικές διαφορές τόσο στη διπολική ροπή όσο και στη διαλυτότητά τους στο νερό. Να εξηγήσετε ποια από τις ενώσεις έχει μεγαλύτερη διπολική ροπή (μ) και ποια έχει τη μεγαλύτερη διαλυτότητα στο νερό.

Ε3.54. Όταν στον Παρνασσό ανακαλύφθηκαν μεγάλες ποσότητες βωξίτη, εγκαταστάθηκε στην περιοχή μία από τις μεγαλύτερες βιομηχανίες της Ελλάδος, αυτή της παραγωγής καθαρής αλουμίνας (Al_2O_3) και αλουμίνιου (Al). Η μεταλλουργία του αλουμινίου περιλαμβάνει δύο στάδια. Στο δεύτερο στάδιο γίνεται η παραγωγή του καθαρού αλουμινίου με ηλεκτρόλυση της καθαρής αλουμίνας παρουσία περίσσειας άνθρακα (γραφίτη) σύμφωνα με την αντίδραση (1):

$2Al_2O_3(\ell) + 3C(s) \rightarrow 4Al(\ell) + 3CO_2(g)$ (1)

α) Να υπολογιστεί η ενθαλπία της αντίδρασης (1) και να εξηγήσετε αν η παραγωγή του καθαρού αλουμινίου απορροφά ή εκλύει ενέργεια. Δίνονται οι αντιδράσεις:

$Al(s) \rightarrow Al(\ell)$, $\Delta H_2 = 11$ kJ (2)

$Al_2O_3(s) \rightarrow Al_2O_3(\ell)$, $\Delta H_3 = 109$ kJ (3)

$2Al(s) + (3/2)O_2(g) \rightarrow Al_2O_3(s)$, $\Delta H_4 = -1676$ kJ (4)

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$, $\Delta H_5 = -394$ kJ (5)

β) Η απόδοση της αντίδρασης (1) είναι 98%, διότι ποσότητα από το παραγόμενο αλουμίνιο καταναλώνεται σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:

$2Al(\ell) + 3CO_2(g) \rightarrow Al_2O_3(\ell) + 3CO(g)$ (6)

Παράλληλα λαμβάνει χώρα η ακόλουθη αντίδραση:

$C(s) + CO_2(g) \rightarrow 2CO(g)$ (7)

Να υπολογίσετε την ποσότητα σε L (σε STP) του CO που εκλύθηκε από την κατεργασία 1020 kg Al_2O_3 μέσω της αντίδρασης (1), δεδομένου ότι ο άνθρακας που καταναλώθηκε στην αντίδραση (7) ήταν 0,6 kg. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε3.55. Ποσότητα αιθενίου, $C_2H_4(g)$, περιέχει ως πρόσμιξη και ένα άλλο αέριο αλκένιο (Χ). 22,4 L του αερίου μίγματος των δύο αλκενίων, μετρημένα σε STP, καίγονται πλήρως και προκύπτουν 2,2 mol $CO_2(g)$ ενώ παράλληλα εκλύεται ποσό θερμότητας ίσο με 1680 kJ. Να προσδιορίσετε:
α) Το μοριακό τύπο του αλκενίου (Χ).
β) Η %v/v περιεκτικότητα του αερίου μίγματος των δύο αλκενίων.
Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης του αιθενίου και του αλκενίου (Χ) αντίστοιχα ίσες με $-1400\ kJ\cdot mol^{-1}$ και $-2800\ kJ\cdot mol^{-1}$. Το ποσό θερμότητας και οι ενθαλπίες είναι στις ίδιες συνθήκες.

Ε3.56. Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις:

$2C_3H_6(g) + 9O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(\ell)$, $\Delta H_1 = -980$ kcal

$C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(\ell)$, $\Delta H_2 = -530$ kcal

$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$, $\Delta H_3 = -116$ kcal

$H_2O(\ell) \rightarrow H_2O(g)$, $\Delta H_4 = +11$ kcal

α) Να υπολογιστεί η ενθαλπία της αντίδρασης:

$C_3H_6(g) + H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g)$

β) Σε θάλαμο αντίδρασης όγκου 10 L εισάγονται 168 g C_3H_6 και 4,8 mol H_2 και σε κατάλληλες συνθήκες αποκαθίσταται η χημική ισορροπία: $C_3H_6(g) + H_2(g) \rightleftharpoons C_3H_8(g)$, με απόδοση 80%. Να υπολογιστούν:
i. Το ποσό θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας.
ii. Η συγκέντρωση όλων των σωμάτων στην ισορροπία.
iii. Η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας.
γ) Πόσα mol του $H_2(g)$ πρέπει να προστεθούν επιπλέον στο δοχείο της ισορροπίας, ώστε στη νέα ισορροπία η απόδοση να ανέλθει σε 90%; Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Ε4 Χημική Κινητική

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

Σύμφωνα με τη **θεωρία των συγκρούσεων**, για να αντιδράσουν δύο μόρια πρέπει να συγκρουστούν αποτελεσματικά, δηλαδή να έχουν την κατάλληλη ταχύτητα και το σωστό προσανατολισμό.

Ενέργεια ενεργοποίησης ονομάζεται η ελάχιστη τιμή ενέργειας, που πρέπει να έχουν τα αντιδρώντα μόρια, ώστε να αντιδράσουν αποτελεσματικά, σύμφωνα με τη θεωρία των συγκρούσεων. Σύμφωνα με τη θεωρία της μεταβατικής κατάστασης, η ενέργεια ενεργοποίησης αντιπροσωπεύει την ενέργεια που πρέπει να απορροφήσουν τα αντιδρώντα για να σχηματιστεί ένα ενδιάμεσο προϊόν, το ενεργοποιημένο σύμπλοκο.

Η ταχύτητα μιας μονόδρομης αντίδρασης δεν είναι σταθερή. Στην αρχή (εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων) η ταχύτητα είναι η μέγιστη. Ελαττώνεται, όμως, με την πάροδο του χρόνου, καθώς μειώνεται η συγκέντρωση των αντιδρώντων, ώσπου στο τέλος μηδενίζεται.

Η καμπύλη αντίδρασης μας δείχνει πώς μεταβάλλεται η συγκέντρωση ενός από τα αντιδρώντα ή τα προϊόντα με το χρόνο.

Οι **παράγοντες** που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας αντίδρασης είναι οι εξής:
1. Η συγκέντρωση των αντιδρώντων.
2. Η πίεση, με την προϋπόθεση ότι ένα τουλάχιστον απ' τα αντιδρώντα σώματα είναι αέριο.
3. Η επιφάνεια επαφής των στερεών.
4. Η θερμοκρασία.
5. Οι ακτινοβολίες.
6. Οι καταλύτες.

Σε πολλές περιπτώσεις η **αύξηση της θερμοκρασίας** κατά 10 ^{o}C προκαλεί διπλασιασμό στην ταχύτητα της αντίδρασης. Αυτό συμβαίνει επειδή η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων με συνέπεια να αυξάνεται ο ρυθμός των συγκρούσεων αλλά κυρίως ο αριθμός των **αποτελεσματικών συγκρούσεων**.

Η κατανομή των μορίων των αερίων σε σχέση με την κινητική τους ενέργεια, αποδίδεται από την κατανομή κατά **Maxwell - Boltzmann**.

Καταλύτης ονομάζεται μια ουσία, η οποία με την παρουσία της σε μικρά ποσά αυξάνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης ενώ στο τέλος της αντίδρασης παραμένει ουσιαστικά αμετάβλητη τόσο στη μάζα όσο και στη χημική της σύσταση.

Όταν ο καταλύτης και το καταλυόμενο σύστημα, δηλαδή τα αντιδρώντα σώματα, βρίσκονται στην ίδια φάση, η κατάλυση ονομάζεται **ομογενής**. Διαφορετικά, ετερογενής.

Όταν ένα από τα προϊόντα μιας αντίδρασης δρα ως καταλύτης αυτής της αντίδρασης η κατάλυση χαρακτηρίζεται ως **αυτοκατάλυση**.

Η δράση των καταλυτών μπορεί να ανασταλεί από την παρουσία ορισμένων ουσιών, οι οποίες είναι γνωστές ως **δηλητήρια** καταλυτών. Τέτοια δράση δείχνουν το HCN, το H_2S, το CO καθώς και ορισμένα βαρέα μέταλλα, όπως είναι ο Pb και ο Hg.

Η αλκοολική ζύμωση αποτελεί παράδειγμα ενζυματικής δράσης με πρακτικό ενδιαφέρον. Διεξάγεται παρουσία του ενζύμου ζυμάση:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

Τα πρωτεϊνικής φύσης ένζυμα αδρανοποιούνται σε θερμοκρασίες πάνω από 50 °C.

Υπάρχουν διάφορες θεωρίες που ερμηνεύουν τη δράση των καταλυτών, όπως:
1. Η θεωρία των ενδιάμεσων προϊόντων.
2. Η θεωρία της προσρόφησης.

Οι αντιδράσεις μπορούν να υποδιαιρεθούν σε δύο κατηγορίες τις **απλές ή στοιχειώδεις**, που πραγματοποιούνται σ' ένα στάδιο και τις **πολύπλοκες**, που πραγματοποιούνται σε περισσότερα από ένα στάδια.

Οι μονάδες σταθεράς ταχύτητας (k) ποικίλλουν ανάλογα με την τάξη της αντίδρασης. Έτσι σε μια αντίδραση με τάξη (τ) οι μονάδες της σταθεράς ταχύτητας k είναι $M^{1-\tau}\cdot s^{-1}$.

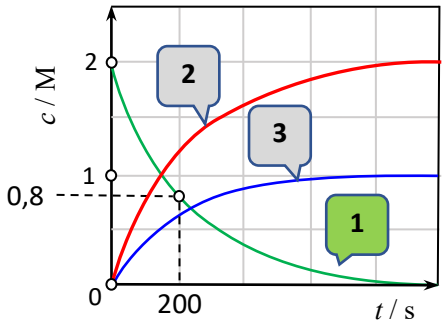
Σε ένα μηχανισμό πολλών (μονόδρομων) σταδίων, το αργό στάδιο καθορίζει το νόμο της όλης ταχύτητας.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Σε δοχείο εισάγονται τα αέρια NO(g) **και** H_2(g) **σε ίσες συγκεντρώσεις και διεξάγεται η αντίδραση που ακολουθεί,**

$$2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$$

Στο διάγραμμα απεικονίζονται οι συγκεντρώσεις τριών σωμάτων που συμμετέχουν στην αντίδραση σε συνάρτηση με τον χρόνο. Η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.



α) Να αντιστοιχίσετε τις καμπύλες 1, 2, 3 **στα σώματα που συμμετέχουν στην αντίδραση. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**
β) Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης τα πρώτα 200 s **είναι:**
i) $2\cdot10^{-3}$ mol/L·s **ii)** $3\cdot10^{-3}$ mol/L·s **iii)** $6\cdot10^{-3}$ mol/L·s
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) Ο ρυθμός σχηματισμού του H_2O **τα πρώτα** 200 s **είναι:**
i) $2\cdot10^{-3}$ mol/L·s **ii)** $3\cdot10^{-3}$ mol/L·s **iii)** $6\cdot10^{-3}$ mol/L·s
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Οι καμπύλες 2 και 3 αντιστοιχούν στα προϊόντα ενώ η καμπύλη 1 σε αντιδρών. Η καμπύλη 2 παρουσιάζει διπλάσια μεταβολή στη συγκέντρωση σε σχέση με την καμπύλη 3 και επομένως η 2 ανήκει στο H_2O(g) και η 3 στο N_2(g). Η καμπύλη 1 αντιστοιχεί στο NO(g) αλλά και στο H_2(g) καθώς στα δύο σώματα αντιστοιχεί η ίδια μεταβολή με την καμπύλη 2 και επομένως αντιστοιχεί σε προϊόν με τον ίδιο συντελεστή (2).

β) Σωστή επιλογή η ii.
Η μέση ταχύτητα (υ) *της* αντίδρασης τα πρώτα 200 s υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\upsilon = -\frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = -\frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = \frac{\Delta[N_2]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta[H_2O]}{\Delta t}$$

Με βάση την καμπύλη 1 (NO ή H_2), έχουμε:

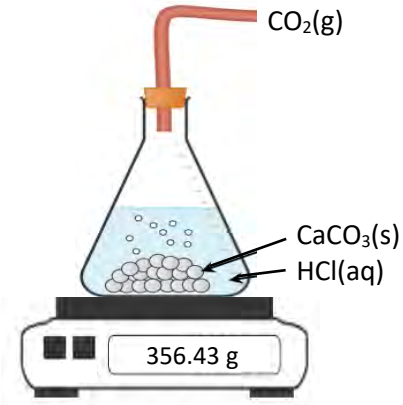
$$\upsilon = -\frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta[NO]}{\Delta t} = -\frac{1}{2}\cdot\frac{0,8-2}{200} = 3\cdot10^{-3}\ M\cdot s^{-1}$$

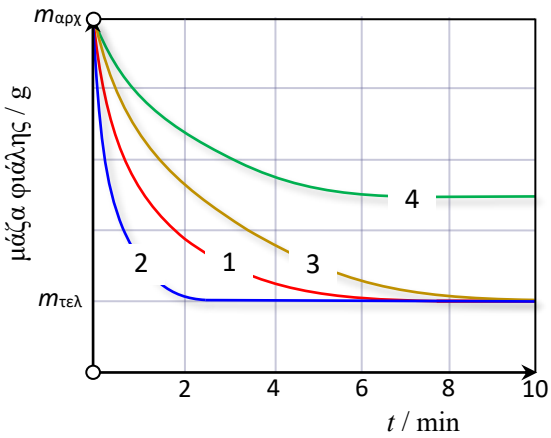
γ) Σωστή επιλογή η iii. Ο ρυθμός σχηματισμού του H_2O για τα πρώτα 200 s είναι:

$\upsilon(H_2O) = 2\upsilon = 6\cdot10^{-3}\ M\cdot s^{-1}$

2. Ένας μαθητής μελέτησε την ταχύτητα της αντίδρασης μεταξύ περίσσειας μικρών τεμαχιδίων μαρμάρου, $CaCO_3(s)$**, και υδροχλωρικού οξέος σύμφωνα με την εξίσωση που ακολουθεί.**

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(\ell) + CO_2(g)$$





Ο μαθητής μετρούσε συνεχώς τη μάζα της φιάλης της αντίδρασης, μαζί με το περιεχόμενό της, με τη βοήθεια ζυγού ακριβείας για το χρονικό διάστημα 0-10 min**. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στην καμπύλη** (1) **του παραπάνω διαγράμματος.**

α) Να εξηγήσετε τη μορφή της καμπύλης (1) **της μάζας της φιάλης και του περιεχομένου της σε σχέση με το χρόνο. Γιατί η μάζα τείνει οριακά σε μία τελική τιμή (**$m_{τελ}$**); Σε ποια χρονική στιγμή η ταχύτητα της αντίδρασης θα είναι μέγιστη;**

β) Ο μαθητής επαναλαμβάνει το ίδιο πείραμα στην ίδια θερμοκρασία με τις ίδιες ποσότητες αντιδρώντων αλλά αυτή τη φορά το μάρμαρο που χρησιμοποίησε ήταν με τη μορφή σκόνης. Ποια από τις καμπύλες (2), (3) **ή** (4) **θα αντιστοιχεί στο πείραμα αυτό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Η ελάττωση της μάζας της φιάλης οφείλεται στο εκλυόμενο $CO_2(g)$. Στην αρχή η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μεγάλη και ο ρυθμός μεταβολής της μάζας της φιάλης είναι μεγάλος. Στη συνέχεια η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται και ο ρυθμός έκλυσης του $CO_2(g)$ μειώνεται επίσης με αποτέλεσμα ο ρυθμός μεταβολής της μάζας της φιάλης να είναι όλο και μικρότερος μέχρις ότου η μάζα της να σταθεροποιηθεί στην τελική τιμή που αντιστοιχεί στο τέλος της αντίδρασης.

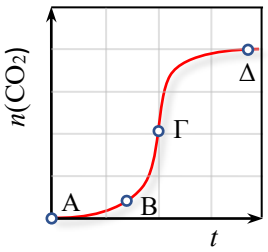
β) Καμπύλη (2). Η αύξηση της επιφάνειας επαφής του στερεού αντιδρώντος έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης με αποτέλεσμα την ελάττωση του χρόνου ολοκλήρωσής της, χωρίς όμως να αλλάξουν οι ποσότητες των προϊόντων της αντίδρασης (η τελική μάζα της φιάλης παραμένει η ίδια).

3. Στην αντίδραση του οξαλικού οξέος, $(COOH)_2$, **με διάλυμα** $KMnO_4$ **οξινισμένο με** H_2SO_4 **απαντάται το φαινόμενο της αυτοκατάλυσης. Η αντίδραση περιγράφεται με την εξίσωση που ακολουθεί.**

$$5(COOH)_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

α) Να εξηγήσετε τι σημαίνει αυτοκατάλυση.

β) Για την αντίδραση αυτή η παραγόμενη ποσότητα του προϊόντος CO_2 **(σε** mol**) ως συνάρτηση του χρόνου, από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της αποδίδεται από το διπλανό διάγραμμα. Σε ποιο από τα σημεία** Α, Β, Γ **ή** Δ **η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μεγαλύτερη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**



Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του πειράματος και ο όγκος του διαλύματος δεν μεταβάλλονται.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Αυτοκατάλυση είναι η περίπτωση κατάλυσης κατά την οποία ένα από τα προϊόντα μιας αντίδρασης λειτουργεί ως καταλύτης της αντίδρασης (στην περίπτωση αυτή τα ιόντα Mn^{2+}).

β) Το σημείο Γ. Στο σημείο αυτό έχουμε το μέγιστο ρυθμό αύξησης της παραγόμενης ποσότητας του CO_2 (μέγιστη τιμή του $dn(CO_2)/dt$) και επομένως τη μέγιστη ταχύτητα της αντίδρασης. Πράγματι, στην αυτοκατάλυση, η ταχύτητα της αντίδρασης είναι αρχικά πολύ μικρή καθώς το προϊόν που λειτουργεί ως καταλύτης δεν έχει σχηματιστεί σε επαρκείς ποσότητες. Όταν αυτό επιτευχθεί, η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται θεαματικά (αύξηση του ρυθμού παραγωγής του CO_2) και στη συνέχεια μειώνεται φυσιολογικά λόγω της εξάντλησης των αντιδρώντων, μέχρι που τελικά μηδενίζεται ($dn(CO_2)/dt = 0$).

4. Για τη μελέτη της διάσπασης του $H_2O_2(aq)$ **σύμφωνα με την εξίσωση,**

$$2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(\ell) + O_2(g),$$

διεξάγουμε τέσσερα διαφορετικά πειράματα I, II, III και IV **με την ίδια συγκέντρωση σε** H_2O_2 **και τον ίδιο όγκο διαλύματος αλλά σε διαφορετικές συνθήκες, σύμφωνα με τον πίνακα που ακολουθεί.**

Πείραμα	**Θερμοκρασία** / °C	**Καταλύτης**	**Χρόνος ολοκλήρωσης της αντίδρασης**
I	20	Όχι	t_1
II	25	Όχι	t_2
III	35	Ναι	t_3
IV	35	Όχι	t_4

α) Για τους χρόνους ολοκλήρωσης των αντιδράσεων στα τέσσερα παραπάνω πειράματα, ποια από τις παρακάτω σχέσεις είναι η σωστή;

Α) $t_1 < t_2 < t_4 < t_3$ **Β)** $t_3 < t_4 < t_1 < t_2$ **Γ)** $t_2 < t_1 < t_3 < t_4$ **Δ)** $t_3 < t_4 < t_2 < t_1$

β) Να αιτιολογήστε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

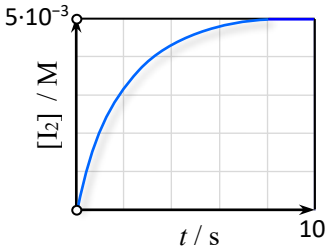
α) Επιλογή Δ.

β) Η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας αλλά και με την προσθήκη καταλύτη. Έτσι, η μεγαλύτερη ταχύτητα αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη θερμοκρασία και στη χρήση καταλύτη. Προφανώς, στη μεγαλύτερη ταχύτητα αντίδρασης αντιστοιχεί ο μικρότερος χρόνος για την ολοκλήρωσής της.

5. Θέλουμε να μελετήσουμε την κινητική της αντίδρασης των ιωδιούχων ιόντων (I^-) με τα ιόντα Fe^{3+}, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$2I^-(aq) + 2Fe^{3+}(aq) \rightarrow 2Fe^{2+}(aq) + I_2(aq)$$

Για το σκοπό αυτό σε μία φιάλη εισάγουμε 50 mL **διαλύματος** KI 0,1 M **και** 50 mL **διαλύματος** $FeCl_3$ 0,02 M**, οπότε προκύπτει διάλυμα (**A**) όγκου** 100 mL**.**



α) Να προσδιορίσετε τις αρχικές συγκεντρώσεις των ιόντων I^- και των ιόντων Fe^{3+} στο διάλυμα A **μετά την ανάμιξη και πριν από την έναρξη της αντίδρασης.**

Η μεταβολή στη συγκέντρωση του $I_2(aq)$ από την έναρξη της αντίδρασης ($t = 0$) μέχρι τη σταθεροποίησή της (t = 10 s) δίνεται στο διπλανό διάγραμμα.

β) Με βάση το διάγραμμα αυτό να εξηγήσετε:

i. Γιατί η αντίδραση είναι μονόδρομη.

ii. Πώς μεταβάλλεται (αύξηση, μείωση, σταθερή) η ταχύτητα της αντίδρασης με την πάροδο του χρόνου.

γ) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το διάστημα 0-10 s **καθώς και τις συγκεντρώσεις του $Fe^{3+}(aq)$ και του $Fe^{2+}(aq)$ μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης.**

ΛΥΣΗ

α) $[I^-]$: $0{,}1 \cdot 0{,}05 = c_1 \cdot 0{,}1 \Rightarrow c_1 = 0{,}05$ M

$[Fe^{3+}]$: $0{,}02 \cdot 0{,}05 = c_2 \cdot 0{,}1 \Rightarrow c_2 = 0{,}01$ M.

β) i. Για το KI: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}05 = 5 \cdot 10^{-3}$ mol. Για το $FeCl_3$: $n = 0{,}02 \cdot 0{,}05 = 10^{-3}$ mol.

Με τη διάσταση των δύο αλάτων, έχουμε:

$$KI(aq) \rightarrow K^+(aq) + I^-(aq) \qquad FeCl_3(aq) \rightarrow Fe^{3+}(aq) + 3Cl^-(aq)$$
$$5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \qquad 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \qquad 10^{-3} \text{ mol} \qquad 10^{-3} \text{ mol}$$

Από το διάγραμμα βλέπουμε ότι η τελική συγκέντρωση του $[I_2(aq)]$ είναι ίση με $5 \cdot 10^{-3}$ M που αντιστοιχεί σε ποσότητα $n = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}1 = 5 \cdot 10^{-4}$ mol (ο τελικός όγκος είναι 100 mL).

Πίνακας της αντίδρασης:

mol	$2I^-(aq)$	+ $2Fe^{3+}(aq)$	→ $2Fe^{2+}(aq)$	+ $I_2(aq)$
Αρχικά ($t = 0$)	$5 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	—	—
Μεταβολές	-10^{-3}	-10^{-3}	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-4}$
Τελικά (t_v)	$4 \cdot 10^{-3}$	—	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-4}$

Από τον πίνακα της αντίδρασης προκύπτει ότι αντέδρασε όλη η ποσότητα του $Fe^{3+}(aq)$ και άρα η αντίδραση είναι μονόδρομη.

ii. Η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται με την πάροδο του χρόνου καθώς μειώνεται ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του $I_2(aq)$.

γ) $\upsilon = \dfrac{\Delta[I_2]}{\Delta t} = \dfrac{5\cdot10^{-3} - 0}{10} = 5\cdot10^{-4}\ \text{M}\cdot\text{s}^{-1}$

$[Fe^{3+}(aq)] = 0$, $[Fe^{2+}(aq)] = 0{,}01$ M

6. Σε δοχείο σταθερού όγκου $V = 2$ L **εισάγονται** $0{,}04$ mol N_2O_5 **και υπό σταθερή θερμοκρασία διεξάγεται η αντίδραση:**

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$$

Τη χρονική στιγμή $t_1 = 400$ s **βρέθηκε ότι η συγκέντρωση του** NO_2 **είναι διπλάσια από τη συγκέντρωση του** N_2O_5**.**
α) Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις όλων των σωμάτων τη στιγμή t_1**.**
β) Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης από 0 - 400 s **καθώς και οι μέσοι ρυθμοί κατανάλωσης του αντιδρώντος και παραγωγής των προϊόντων.**
γ) Να υπολογίσετε τις τελικές συγκεντρώσεις (για $t = t_v$**) των προϊόντων.**
δ) Να εξηγήσετε αν κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής της αντίδρασης η πίεση στο δοχείο αυξάνεται, μειώνεται ή παραμένει σταθερή.

ΛΥΣΗ

α)

mol	$2N_2O_5(g)$	$\rightarrow$	$4NO_2(g)$	+	$O_2(g)$
Αρχικά	0,04				
Μεταβολές	−2x		4x		x
$t_1 = 400$ s	0,04 – 2x		4x		x

Ισχύει: $4x = 2\cdot(0{,}04 - 2x)$, $x = 0{,}01$ mol.

$$[N_2O_5] = \frac{0{,}02}{2} = 0{,}01\ \text{M},\ [NO_2] = \frac{0{,}04}{2} = 0{,}02\ \text{M},\ [O_2] = \frac{0{,}01}{2} = 0{,}005\ \text{M}$$

β) $\upsilon = \dfrac{(0{,}005 - 0)\ \text{M}}{400\ \text{s}} = 1{,}25\cdot10^{-5}\ \text{M}\cdot\text{s}^{-1}$

$\upsilon_{N_2O_5} = 2\upsilon = 2{,}5\cdot10^{-5}\ \text{M}\cdot\text{s}^{-1}$, $\upsilon_{NO_2} = 4\upsilon = 5\cdot10^{-5}\ \text{M}\cdot\text{s}^{-1}$,

$\upsilon_{O_2} = \upsilon = 1{,}25\cdot10^{-5}\ \text{M}\cdot\text{s}^{-1}$

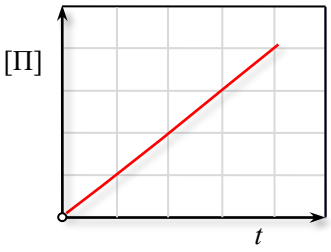
γ)

mol	$2N_2O_5(g)$	$\rightarrow$	$4NO_2(g)$	+	$O_2(g)$
Αρχικά	0,04				
Μεταβολές	−0,04		0,08		0,02
Τελικά	—		0,08		0,02

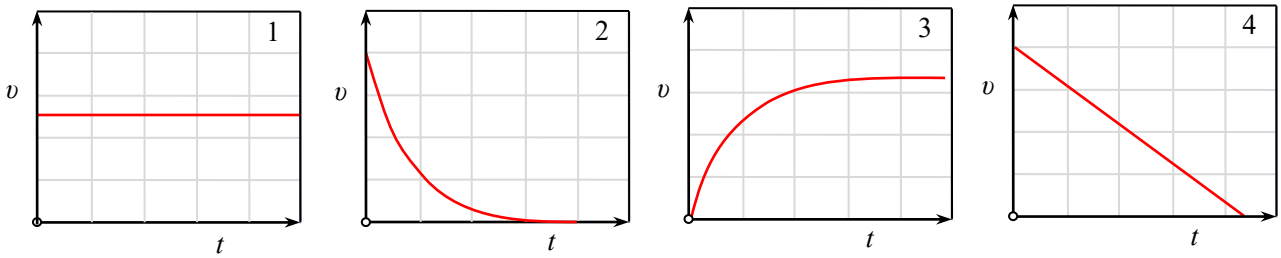
$$[NO_2] = \frac{0{,}08}{2} = 0{,}04,\ [O_2] = \frac{0{,}02}{2} = 0{,}01\ \text{M}$$

δ) Παρατηρούμε ότι ο συνολικός αριθμός mol αυξάνεται κατά τη διάρκεια της αντίδρασης ($2 < 4 + 1$). Καθώς ο όγκος του δοχείου και η θερμοκρασία δεν μεταβάλλονται, η πίεση στο δοχείο θα αυξάνεται κατά τη διάρκεια της αντίδρασης, σύμφωνα με την καταστατική εξίσωση των αερίων ($P\cdot V = n\cdot R\cdot T$). Μετά το τέλος της αντίδρασης η πίεση θα παραμένει σταθερή.

7. Η συγκέντρωση ενός προϊόντος (Π) με το χρόνο κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης παριστάνεται από το διάγραμμα που ακολουθεί.



α) Ποιο από τα παρακάτω τέσσερα διαγράμματα 1-4 **αποδίδει την ταχύτητα της αντίδρασης σε συνάρτηση με το χρόνο;**



β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Το διάγραμμα 1.

β) Από το διάγραμμα [Π] = f(t) βλέπουμε ότι ο ρυθμός αύξησης της συγκέντρωσης του προϊόντος Π είναι σταθερός (γραμμική συνάρτηση) και επομένως η ταχύτητα της αντίδρασης είναι σταθερή με το χρόνο.

8. Δίνεται η αντίδραση με τη θερμοχημική εξίσωση που ακολουθεί.

$$3A(g) \rightarrow 2B(g) + \Gamma(g),\ \Delta H = -50\ \text{kJ}$$

Σε δοχείο σταθερού όγκου 1 L **εισάγονται** 0,9 mol **ένωσης** A(g) **και από** $t = 0$ **πραγματοποιείται η παραπάνω αντίδραση σε σταθερή θερμοκρασία** T**. Τη χρονική στιγμή** t_1 **η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ίση με** $3{,}6\cdot10^{-4}$ M·s^{-1} **ενώ τη χρονική στιγμή** t_2 **η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ίση με** $9\cdot10^{-5}$ M·s^{-1}**. Επίσης, το ποσό θερμότητας που εκλύθηκε το χρονικό διάστημα** 0 - t_1 **είναι ίσο με** 5 kJ **ενώ το ποσό θερμότητας που εκλύθηκε το χρονικό διάστημα** 0 - t_2 **είναι ίσο με** 10 kJ**. Να προσδιοριστούν:**

α) Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης και η τάξη της.

β) Η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.

γ) Η ταχύτητα της αντίδρασης τη χρονική στιγμή (t_3**) κατά την οποία έχουν εκλυθεί συνολικά** 12,5 kJ**.**

ΛΥΣΗ

α) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα 0 - t_1:

mol	**3A(g)** → **2B(g)** + **Γ(g)**, $\Delta H = -50$ kJ		
Αρχικά ($t = 0$)	0,9	—	—
Μεταβολές	–3x	2x	x
t_1	0,9 –3x	2x	x

Για το ποσό θερμότητας που εκλύεται το χρονικό διάστημα 0 - t_1:

Όταν παράγεται 1 mol Γ εκλύονται 50 kJ

x; 5 kJ

x = 0,1 mol

Άρα τη χρονική στιγμή t_1 η συγκέντρωση του A(g) θα είναι ίση με 0,6 M. Έτσι, από την έκφραση του νόμου ταχύτητας της αντίδρασης τη χρονική αυτή στιγμή, προκύπτει:

$3{,}6\cdot10^{-4} = k\cdot0{,}6^{x}$ (1)

Κατασκευάζουμε τώρα τον πίνακα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα 0 - t_2:

mol	**3A(g** $\rightarrow$ **2B(g) + Γ(g)**, $\Delta H = -50$ kJ		
Αρχικά ($t = 0$)	0,9	—	—
Μεταβολές	–3y	2y	y
t_2	0,9 − 3y	2y	y

Για το ποσό θερμότητας που εκλύεται το χρονικό διάστημα 0 - t_2:

Όταν παράγεται 1 mol Γ εκλύονται 50 kJ

y; 10 kJ

y = 0,2 mol

Επομένως, τη χρονική στιγμή t_2 η συγκέντρωση του A(g) θα είναι ίση με 0,3 M. Από την έκφραση του νόμου ταχύτητας της αντίδρασης για τη χρονική αυτή στιγμή, προκύπτει:

$9\cdot10^{-5} = k\cdot0{,}3^{x}$ (2)

Από τις σχέσεις (1) και (2) με διαίρεση κατά μέλη, προκύπτει x = 2 και άρα ο νόμος ταχύτητας θα έχει τη μορφή: $\upsilon = k\cdot[A]^2$, δηλαδή η αντίδραση θα είναι 2ης τάξης.

β) Υπολογίζουμε την τιμή της σταθεράς k από την εξίσωση (1).

$3{,}6\cdot10^{-4} = k\cdot0{,}6^2 \Rightarrow k = 10^{-3}\ M^{-1}\cdot s^{-1}$

Επομένως, η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης θα είναι:

$\upsilon_0 = k\cdot0{,}9^2 = 8{,}1\cdot10^{-4}\ M\cdot s^{-1}$

γ) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα 0 - t_3:

mol	**3A(g** $\rightarrow$ **2B(g) + Γ(g)**, $\Delta H = -50$ kJ		
Αρχικά ($t = 0$)	0,9	—	—
Μεταβολές	–3ω	2ω	ω
t_3	0,9 − 3ω	2ω	ω

Για το ποσό θερμότητας που εκλύεται το χρονικό διάστημα 0 - t_3:

Όταν παράγεται 1 mol Γ εκλύονται 50 kJ

ω 12,5 kJ

ω = 0,25 mol

Άρα τη χρονική στιγμή t_3 η συγκέντρωση του A είναι ίση με 0,15 M. Με εφαρμογή του νόμου ταχύτητας της αντίδρασης τη χρονική αυτή στιγμή, προκύπτει:

$\upsilon = k\cdot0{,}15^2 = 2{,}25\cdot10^{-5}\ M\cdot s^{-1}$

9. Σε υδατικό διάλυμα πραγματοποιείται η αντίδραση με την εξίσωση που ακολουθεί.

$NH_4^+(aq) + NO_2^-(aq) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(\ell)$

Η αντίδραση διεξάγεται σε τρία διαφορετικά πειράματα με διαφορετικές αρχικές συγκεντρώσεις στην ίδια θερμοκρασία και προσδιορίζεται η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης. Τα αποτελέσματα καταγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πείραμα	**Αρχικές συγκεντρώσεις / M**		**Αρχική ταχύτητα**
	$[NH_4^+(aq)]_0$	$[NO_2^-(aq)]_0$	υ_0 / M·s^{-1}
1	0,100	0,005	$1,35\cdot10^{-7}$
2	0,100	0,010	$2,70\cdot10^{-7}$
3	0,200	0,010	$5,40\cdot10^{-7}$

α) Να προσδιοριστεί ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης καθώς και η τάξη της.
β) Να υπολογιστεί η τιμή και η μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (*k*).

ΛΥΣΗ

α) Έστω $\upsilon = k\cdot[NH_4^+]^x\cdot[NO_2^-]^y$ η μαθηματική έκφραση του νόμου ταχύτητας της αντίδρασης. Αντικαθιστούμε διαδοχικά τις τιμές από τα πειράματα 1, 2 και 3:

$1,35\cdot10^{-7} = k\cdot0,1^x\cdot0,005^y$ (1)
$2,70\cdot10^{-7} = k\cdot0,1^x\cdot0,01^y$ (2)
$5,40\cdot10^{-7} = k\cdot0,2^x\cdot0,01^y$ (3)

Διαιρούμε κατά μέλη τις εξισώσεις (1) και (2) και υπολογίζουμε το y:

$$\frac{1,35\cdot10^{-7}}{2,70\cdot10^{-7}} = \frac{k\cdot0,1^x\cdot0,005^y}{k\cdot0,1^x\cdot0,01^y},\ \frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^y,\ y = 1$$

Διαιρούμε κατά μέλη τις εξισώσεις (3) και (2) ώστε να υπολογίσουμε το x:

$$\frac{5,40\cdot10^{-7}}{2,70\cdot10^{-7}} = \frac{k\cdot0,2^x\cdot0,01^y}{k\cdot0,1^x\cdot0,01^y},\ 2 = 2^x,\ x = 1$$

Άρα, ο νόμος ταχύτητας είναι: $\upsilon = k\cdot[NH_4^+]\cdot[NO_2^-]$ και η αντίδραση είναι 2ης τάξης.

β) Για την εύρεση της τιμής της σταθεράς *k* αντικαθιστούμε σε μία από τις εξισώσεις (1), (2) ή (3). Π.χ. με βάση την εξίσωση (2), έχουμε:

$2,70\cdot10^{-7} = k\cdot0,1\cdot0,01$ (2), $k = 2,7\cdot10^{-4}$ M$^{-1}\cdot$s^{-1}.

10. Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης που ακολουθεί είναι $\upsilon = k\cdot[A_2]^2\cdot[B_2]$ με σταθερά ταχύτητας $k = 2,5$ mol$^{-2}\cdot$L$^2\cdot$s^{-1}.

$xA_2(g) + B_2(g) \rightarrow 2BA_x(g)$

Σε δοχείο εισάγονται τα αέρια $A_2(g)$ και $B_2(g)$ σε συγκεντρώσεις $4\cdot10^{-2}$ mol·L^{-1} και $2\cdot10^{-2}$ mol·L^{-1}, αντίστοιχα. Σε κάποια χρονική στιγμή (*t*) κατά τη διάρκεια της αντίδρασης ισχύει $[BA_x] = 0,02$ mol·L^{-1} και την ίδια στιγμή (*t*) η ταχύτητα της αντίδρασης είναι $\upsilon = 2,5\cdot10^{-6}$ mol·L$^{-1}\cdot$s^{-1}. Ποια είναι η τιμή του συντελεστή x;

ΛΥΣΗ

Κατασκευάζουμε τον πίνακα της αντίδρασης:

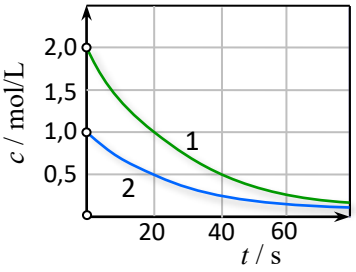
$mol \cdot L^{-1}$	$xA_2(g)$	+ $B_2(g)$	→ $2BA_x(g)$
Αρχικά ($t = 0$)	$4 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	—
Μεταβολές	$-x \cdot 10^{-2}$	-10^{-2}	$2 \cdot 10^{-2}$
t	$(4 - x) \cdot 10^{-2}$	10^{-2}	$2 \cdot 10^{-2}$

Από το νόμο ταχύτητας την αντίδρασης, $\upsilon = k \cdot [A_2]^2 \cdot [B_2]$, προκύπτει:

$$2{,}5 \cdot 10^{-6} = 2{,}5 \cdot (4 - x)^2 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2} = 2{,}5 \cdot (4 - x)^2 \cdot 10^{-6} \Rightarrow$$
$$1 = (4 - x)^2 \Rightarrow x = 3 \text{ (δεκτή λύση)}$$

11. **Σε δοχείο όγκου V και σταθερής θερμοκρασίας T εισάγονται ποσότητες από τα αέρια** A(g) **και** B(g) **και λαμβάνει χώρα η ακόλουθη αντίδραση:**

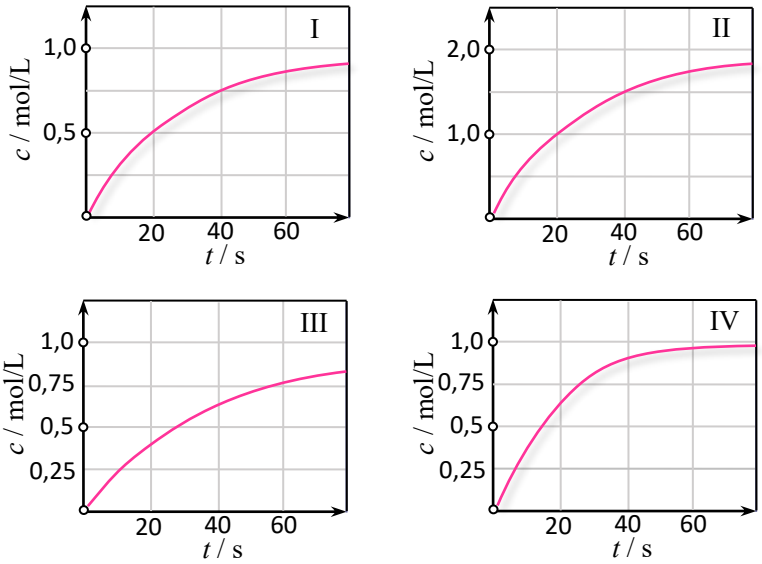
$$2A(g) + B(g) \rightarrow A_2B(g)$$



Στο διπλανό διάγραμμα εμφανίζονται οι καμπύλες αντίδρασης για τις ενώσεις A(g) **και** B(g)**.**

α) Σε ποια ουσία αναφέρεται η κάθε καμπύλη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Ποιο από τα κάτωθι διαγράμματα παριστάνει την καμπύλη αντίδρασης του A_2B**; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**



[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Η καμπύλη 1 αντιστοιχεί στο σώμα A(g) και η καμπύλη 2 στο B(g). Παρατηρούμε ότι για κάθε χρονικό διάστημα η μεταβολή της συγκέντρωσης του A(g) είναι διπλάσια από τη μεταβολή της συγκέντρωσης του B(g) καθώς το A έχει διπλάσιο συντελεστή από το B στην εξίσωση της αντίδρασης.

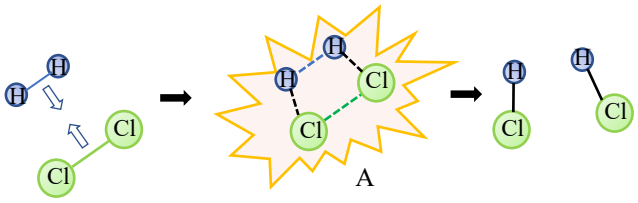
β) Το διάγραμμα I. Στο διάγραμμα αυτό οι επιμέρους μεταβολές της συγκέντρωσης του A_2B στα χρονικά διαστήματα 0-20 s, 20-40 s είναι ίσες με τις μεταβολές της συγκέντρωσης του B (με το οποίο έχουν τον ίδιο συντελεστή) στα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Οι σχετικές ατομικές μάζες δίνονται στο τέλος του βιβλίου.

Ε4.1. Έστω η αντίδραση: $A + 2B \rightarrow Γ + 2Δ$, $\Delta H = +25$ kJ.
Ποια από τις παρακάτω σχέσεις μπορεί να ισχύει για την ενέργεια ενεργοποίησης (E_a) της αντίδρασης;
Α) $E_a = -25$ kJ Β) $E_a = +25$ kJ
Γ) $E_a < +25$ kJ Δ) $E_a > +25$ kJ

Ε4.2. Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της αντίδρασης,
$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$,
ένα μόριο $H_2(g)$ και ένα μόριο $Cl_2(g)$ συγκρούονται αποτελεσματικά σύμφωνα με το σχήμα.



Το σωματίδιο (Α) του σχήματος αναφέρεται ως:
Α) ενδιάμεσο της αντίδρασης και έχει ενέργεια μικρότερη από την ενέργεια των αντιδρώντων μορίων
Β) ενδιάμεσο της αντίδρασης και έχει ενέργεια μικρότερη από την ενέργεια των προϊόντων μορίων
Γ) ενεργοποιημένο σύμπλοκο και έχει ενέργεια μεγαλύτερη από την ενέργεια των αντιδρώντων μορίων
Δ) ενεργοποιημένο σύμπλοκο και έχει ενέργεια μικρότερη από την ενέργεια των προϊόντων μορίων

Ε4.3. Το πρώτο βήμα της αντίδρασης καύσης του CO(g) είναι η παρακάτω απλή αντίδραση:
$CO(g) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + O(g)$
Από τις τρεις συγκρούσεις που ακολουθούν και οι τρεις διαθέτουν την απαιτούμενη ενέργεια ενεργοποίησης αλλά μόνο η μία μπορεί να είναι αποτελεσματική.

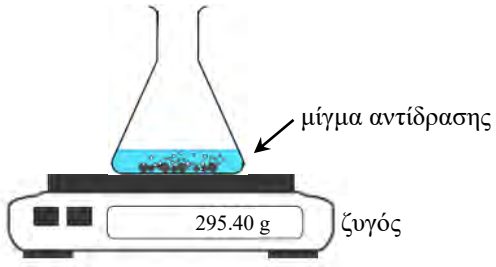


σύγκρουση (1) σύγκρουση (2) σύγκρουση (3)

Ποια μπορεί να είναι η αποτελεσματική σύγκρουση;
Α) Η σύγκρουση (1)
Β) Η σύγκρουση (2)
Γ) Η σύγκρουση (3)
Δ) Καμία από τις παραπάνω γιατί καμία δεν φαίνεται να διαθέτει το σωστό προσανατολισμό

Ε4.4. Ποιο-α από τα παρακάτω μεγέθη σχετικά με μία αντίδραση μπορεί να πάρει και αρνητικές τιμές;
Α) Η ενέργεια ενεργοποίησης (για ενδόθερμη αντίδραση)
Β) Η ταχύτητα της αντίδρασης (για ένα αντιδρών) και η ενθαλπία της (αν η αντίδραση είναι εξώθερμη)
Γ) Μόνο η ενθαλπία της αντίδρασης
Δ) Μόνο η ταχύτητα της αντίδρασης (για ένα αντιδρών)

Ε4.5. Για ποια αντίδραση μπορεί να είναι χρήσιμη η συσκευή του σχήματος για τη μέτρηση της ταχύτητάς της;

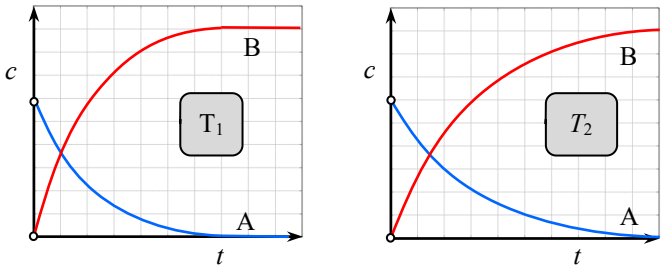


Α) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$
Β) $KOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow KCl(aq) + H_2O(\ell)$
Γ) $Na_2O(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(\ell)$
Δ) $2HCOOH(aq) + Mg(s) \rightarrow (HCOO)_2Mg(aq) + H_2(g)$

Ε4.6. Η ταχύτητα της αντίδρασης που περιγράφεται από την εξίσωση, $A(aq) + B(aq) \rightarrow Γ(aq) + 2Δ(s)$, ξεκινάει με μέγιστη τιμή τη στιγμή $t = 0$, μειώνεται συνεχώς και μηδενίζεται τη στιγμή $t = 12$ min. Αν μέχρι τη στιγμή $t = 12$ min έχουν παραχθεί 0,02 mol του προϊόντος Δ(s), η ποσότητα του Δ(s) που θα έχει σχηματιστεί τη στιγμή $t = 6$ min θα είναι:
Α) μεγαλύτερη από 0,01 mol Β) μικρότερη από 0,01 mol
Γ) ίση με 0,01 mol Δ) ίση με 0,05 mol

Ε4.7. Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης,
$2NO(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2NOCl(g)$,
ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του NOCl είναι 0,2 $M \cdot s^{-1}$. Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι:
Α) $\upsilon = 0{,}1\ M \cdot s^{-1}$ Β) $\upsilon = -0{,}1\ M \cdot s^{-1}$
Γ) $\upsilon = 0{,}4\ M \cdot s^{-1}$ Δ) $\upsilon = -0{,}4\ M \cdot s^{-1}$
[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2025]

Ε4.8. Σε μία αντίδραση το αέριο Α(g) μετασχηματίζεται στο αέριο Β(g) σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:
$\alpha A(g) \longrightarrow \beta B(g)$
Για τη μελέτη της αντίδρασης διεξάγονται δύο πειράματα, ένα σε θερμοκρασία T_1 και ένα άλλο σε θερμοκρασία T_2. Στα παρακάτω διαγράμματα εμφανίζονται οι συγκεντρώσεις του αντιδρώντος και του προϊόντος σε σχέση με το χρόνο.



Με βάση τα δεδομένα αυτά, ποια από τις επιλογές που ακολουθούν είναι η σωστή;
Α) $\alpha = 2, \beta = 3, T_1 > T_2$ Β) $\alpha = 2, \beta = 3, T_2 > T_1$
Γ) $\alpha = 3, \beta = 2, T_1 > T_2$ Δ) $\alpha = 3, \beta = 2, T_2 > T_1$

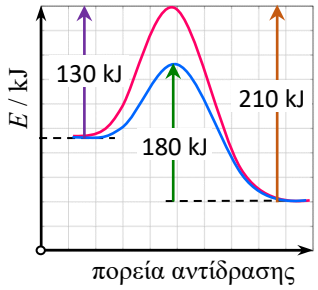
Ε4.9. Σε δοχείο σταθερού όγκου και σε θερμοκρασία T, η ένωση X(g) μετασχηματίζεται στην ένωση A(g) και στην ένωση B(g) σύμφωνα με τις εξισώσεις:

$$X \xrightarrow{k_1} A \quad \text{και} \quad X \xrightarrow{k_2} B$$

Η σταθερά ταχύτητας της 1ης αντίδρασης είναι $k_1 = 0{,}22\ s^{-1}$ ενώ της 2ης αντίδρασης είναι $k_2 = 0{,}13\ s^{-1}$. Ποια σχέση δίνει τη στιγμιαία ταχύτητα κατανάλωσης του X(g) (υ, σε $M\cdot s^{-1}$) στο δοχείο της αντίδρασης;

Α) $\upsilon = 0{,}029\cdot[X]$ Β) $\upsilon = 0{,}082\cdot[X]$
Γ) $\upsilon = 0{,}09\cdot[X]$ Δ) $\upsilon = 0{,}35\cdot[X]$

Ε4.10. Στο διπλανό σχήμα εμφανίζεται το ενεργειακό διάγραμμα μιας αντίδρασης χωρίς καταλύτη και της ίδιας αντίδρασης με τη χρήση καταλύτη. Με βάση τα δεδομένα του διαγράμματος, ποια είναι τιμή της ενέργειας ενεργοποίησης (E_a) της καταλυόμενης αντίδρασης;



Α) 30 kJ Β) 80 kJ Γ) 100 kJ Δ) 130 kJ

Ε4.11. Ποιος από τους παρακάτω παράγοντες δεν επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης που ακολουθεί;

$$A(aq) + H_2O(\ell) \rightarrow 2B(aq) + \Gamma(aq)$$

Α) Η θερμοκρασία Β) Η χρήση καταλύτη
Γ) Η συγκέντρωση του A(aq) Δ) Η πίεση

Ε4.12. Σε δοχείο σταθερού όγκου διεξάγονται παράλληλα οι δύο αντιδράσεις που ακολουθούν.

$$CH_4(g) + S_2(g) \rightarrow 2H_2(g) + CS_2(g)$$
$$CH_4(g) + 2S_2(g) \rightarrow 2H_2S(g) + CS_2(g)$$

Κατά τη διάρκεια των δύο αυτών αντιδράσεων στο δοχείο της αντίδρασης, τι από τα παρακάτω ισχύει σε κάθε περίπτωση;

Α) Ο ρυθμός παραγωγής του $H_2(g)$ είναι διπλάσιος από το συνολικό ρυθμό κατανάλωσης του $CH_4(g)$
Β) Ο ρυθμός παραγωγής του $H_2S(g)$ είναι διπλάσιος από το συνολικό ρυθμό κατανάλωσης του $CH_4(g)$
Γ) Ο συνολικός ρυθμός παραγωγής του $CS_2(g)$ είναι ίσος με το συνολικό ρυθμό κατανάλωσης του $CH_4(g)$
Δ) Ο συνολικός ρυθμός κατανάλωσης του $S_2(g)$ είναι διπλάσιος από το συνολικό ρυθμό κατανάλωσης του $CH_4(g)$

Ε4.13. Η σταθερά ταχύτητας (k) μιας αντίδρασης εξαρτάται:

Α) από τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων
Β) από τη φύση προϊόντων
Γ) από την πίεση που αναπτύσσεται στο δοχείο
Δ) από τη θερμοκρασία και τη φύση των αντιδρώντων

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε4.14. Δίνεται η αντίδραση: $2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g)$. Για την αντίδραση αυτή έχει προταθεί ο μηχανισμός που ακολουθεί.

Στάδιο 1: $O_3(g) + NO(g) \rightarrow O_2(g) + NO_2(g)$
Στάδιο 2: $NO_2(g) \rightarrow NO(g) + O(g)$
Στάδιο 3: $O(g) + O_3(g) \rightarrow 2O_2(g)$

Ποιος ο ρόλος του NO(g) και του $NO_2(g)$ στο μηχανισμό;

Α) Και οι δύο ενώσεις λειτουργούν ως ενδιάμεσα
Β) Και οι δύο ενώσεις λειτουργούν ως καταλύτες
Γ) Το NO είναι ενδιάμεσο και το NO_2 είναι καταλύτης
Δ) Το NO είναι καταλύτης και το NO_2 είναι ενδιάμεσο

Ε4.15. Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της αντίδρασης,

$$2A(aq) + B(aq) \rightarrow \Gamma(aq) + \Delta(s)$$

προστίθεται επιπλέον ποσότητα νερού, υπό σταθερή θερμοκρασία. Με την προσθήκη της ποσότητας του νερού:

Α) η ταχύτητα της αντίδρασης δεν μεταβάλλεται
Β) η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται
Γ) η τελική ποσότητα του Δ(s) θα αυξηθεί
Δ) η τελική συγκέντρωση του Γ(aq) δεν θα μεταβληθεί

Ε4.16. Σε δοχείο σταθερού όγκου (V) αντιδρούν 0,6 mol $Cl_2(g)$ και 0,2 mol $I_2(g)$. Μετά το τέλος της αντίδρασης προσδιορίστηκε στο δοχείο ένα και μοναδικό αέριο με τύπο $ICl_3(g)$. Θεωρώντας στην εξίσωση της αντίδρασης τους μικρότερους ακέραιους συντελεστές, ποια από τις σχέσεις που ακολουθούν αποδίδει τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης;

Α) $\upsilon = \frac{1}{3}\frac{\Delta[ICl_3]}{\Delta t}$ Β) $\upsilon = -\frac{1}{2}\frac{\Delta[I_2]}{\Delta t}$

Γ) $\upsilon = \frac{\Delta[ICl_3]}{\Delta t}$ Δ) $\upsilon = -\frac{1}{3}\frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t}$

Ε4.17. Σε δοχείο διεξάγεται η αντίδραση, $A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(g)$ με νόμο ταχύτητας $\upsilon = k\cdot[A]^2$. Ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι η σωστή;

Α) Το αντιδρών A(g) καταναλώνεται ταχύτερα από το B(g)
Β) Η ταχύτητα της αντίδρασης θα διπλασιαστεί με υποδιπλασιασμό του όγκου του δοχείου
Γ) Με υποδιπλασιασμό του όγκου του δοχείου χωρίς άλλη μεταβολή τετραπλασιάζεται η ταχύτητα της αντίδρασης
Δ) Η μονάδα της σταθεράς k της ταχύτητας είναι s^{-1}

Ε4.18. Σε μία χημική αντίδραση, ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν έχει γενική ισχύ;

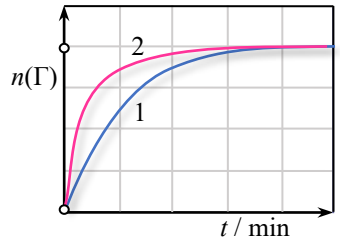
Α) Αν ο νόμος ταχύτητας έχει τη μορφή $\upsilon = k\cdot[A]$ η αντίδραση θα έχει μόνο ένα αντιδρών.
Β) Η μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k) μιας αντίδρασης εξαρτάται από την τάξη της.
Γ) Η ενέργεια ενεργοποίησης (E_a) είναι σταθερή και δεν επηρεάζεται από την τυχόν παρουσία καταλύτη.
Δ) Στις απλές αντιδράσεις της μορφής, $A(g) \rightarrow B(g)$, με τη μείωση της ενέργειας ενεργοποίησης (E_a) η αντίδραση γίνεται πιο αργή.

Ε4.19. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ταχύτητα μιας αντίδρασης αυξάνεται κυρίως διότι:

Α) αυξάνεται η ενέργεια ενεργοποίησης
Β) μειώνεται η ενέργεια ενεργοποίησης
Γ) αυξάνεται ο αριθμός των συγκρούσεων
Δ) αυξάνεται ο ρυθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων

Ε4.20. Σε μία χημική αντίδραση παρατηρήθηκε ότι στην περιοχή θερμοκρασιών 10 °C - 60 °C κάθε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 8 °C διπλασιάζει την ταχύτητα μιας αντίδρασης. Αν στους 10 °C η αντίδραση έχει αρχική ταχύτητα υ σε ποια θερμοκρασία θα έχει ταχύτητα 16υ, με τις ίδιες συγκεντρώσεις αντιδρώντων;
Α) 42 °C Β) 48 °C Γ) 54 °C Δ) 60 °C

Ε4.21. Σε δοχείο εισάγονται 2x mol A(g) και x mol B(g) διεξάγεται η αντίδραση που ακολουθεί: A(g) + B(g) → Γ(g). Για την ποσότητα του Γ(g) σε σχέση με το χρόνο λαμβάνεται η καμπύλη (1) του σχήματος που ακολουθεί.



Επαναλαμβάνουμε το πείραμα μεταβάλλοντας ένα παράγοντα και προκύπτει η καμπύλη (2) για την ποσότητα του Γ(g) σε σχέση με το χρόνο. Ποια μεταβολή έγινε στο 2ο πείραμα;
Α) Η αντίδραση έγινε σε μικρότερη θερμοκρασία
Β) Αυξήθηκε η αρχική ποσότητα του αντιδρώντος Α
Γ) Αυξήθηκε η αρχική ποσότητα του αντιδρώντος Β
Δ) Αυξήθηκε ο όγκος του δοχείου της αντίδρασης

Ε4.22. Σε δοχείο εισάγονται ποσότητες των αερίων A(g) και B(g) και από $t = 0$ διεξάγεται η απλή αντίδραση που περιγράφεται από την εξίσωση που ακολουθεί.

$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g)$$

Σε κάποια χρονική στιγμή (t) πριν την αποκατάσταση της ισορροπίας, η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά είναι υ_1 ενώ η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά είναι υ_2. Ποια είναι η ταχύτητα παραγωγής του Γ(g) τη στιγμή (t);
Α) $\upsilon_\Gamma = \upsilon_2 - \upsilon_1$ Β) $\upsilon_\Gamma = \upsilon_2 + \upsilon_1$
Γ) $\upsilon_\Gamma = \upsilon_1 - \upsilon_2$ Δ) $\upsilon_\Gamma = \upsilon_2 - 2\upsilon_1$

Ε4.23. Τα ένζυμα λειτουργούν ως βιολογικοί καταλύτες καθώς:
Α) μπορούν να μετουσιωθούν
Β) μειώνουν την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης
Γ) η δράση τους επηρεάζεται από τις μεταβολές του pH και της θερμοκρασίας
Δ) αυξάνουν την τιμή της σταθεράς ισορροπίας (K_c)

Ε4.24. Ποιες από τις μεταβολές που ακολουθούν αυξάνουν την ταχύτητα μιας αντίδρασης;
1. Η ελάττωση του όγκου για αντιδράσεις μεταξύ αερίων
2. Η αύξηση του μεγέθους των κόκκων στερεού αντιδρώντος
3. Η αύξηση της θερμοκρασίας
4. Η αύξηση της συγκέντρωσης των διαλυμένων αντιδρώντων ουσιών σε ένα διάλυμα

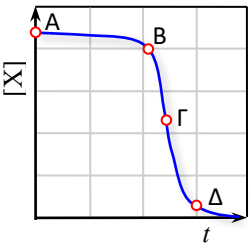
Α) Μόνο οι μεταβολές 1 και 3
Β) Μόνο οι μεταβολές 2, 3 και 4
Γ) Μόνο οι μεταβολές 1, 3 και 4
Δ) Μόνον η μεταβολή 3

Ε4.25. Η διάσπαση του μεθανικού οξέος, HCOOH, παρουσία $H^+(aq)$, συμβαίνει με τον μηχανισμό που ακολουθεί:

$$HCOOH + H^+ \rightarrow HCOOH_2^+$$
$$HCOOH_2^+ \rightarrow CO + H_2O + H^+$$

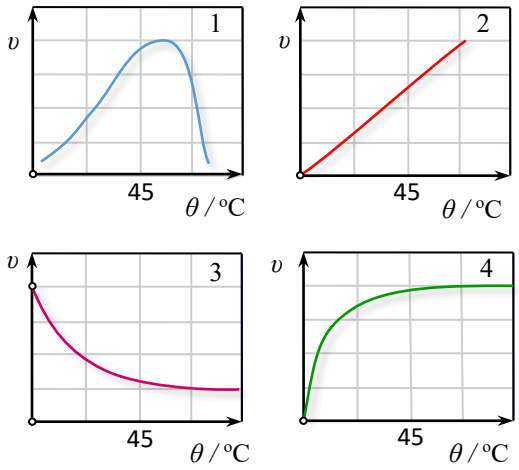
Ποια θεωρία για την εξήγηση της καταλυτικής δράσης είναι συνεπής με το μηχανισμό αυτό;
Α) Η θεωρία του ενεργοποιημένου συμπλόκου
Β) Η θεωρία της προσρόφησης
Γ) Η θεωρία των ενδιαμέσων προϊόντων
Δ) Η θεωρία της μεταβατικής κατάστασης

Ε4.26. Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζεται η συγκέντρωση ενός αντιδρώντος (Χ) σε σχέση με το χρόνο, σε μία αντίδραση στην οποία εμφανίζεται το φαινόμενο της αυτοκατάλυσης. Σε ποιο από τα σημεία Α, Β, Γ ή Δ η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μεγαλύτερη;



Α) Στο σημείο Α
Β) Στο σημείο Β
Γ) Στο σημείο Γ
Δ) Στο σημείο Δ

Ε4.27. Η ταχύτητα της υδρόλυσης (υ) μιας πρωτεΐνης με τη χρήση κατάλληλου ενζύμου μελετήθηκε σε διάφορες θερμοκρασίες. Ποιο από τα διαγράμματα που ακολουθούν μπορεί να αντιστοιχεί στις μελέτες αυτές;



Ε4.28. Μία αντίδραση διεξάγεται με το μηχανισμό τριών σταδίων που ακολουθεί:
Στάδιο 1: XY + A → AY + X
Στάδιο 2: AY + B → AB + Y
Στάδιο 3: AB + X → AX + B
Ποιος είναι ο καταλύτης της αντίδρασης;
Α) XY Β) A Γ) X Δ) B

Ε4.29. Να εξετάσετε την ισχύ των παρακάτω προτάσεων.
α) Από τον πολύ μεγάλο αριθμό συγκρούσεων μεταξύ των αντιδρώντων μορίων ελάχιστες είναι αποτελεσματικές.
β) Σε μία αποτελεσματική σύγκρουση αντιδρώντων μορίων σχηματίζεται αρχικά το ενεργοποιημένο σύμπλοκο, απορροφώντας την ενέργεια ενεργοποίησης.
γ) Παρουσία Au(s) ως καταλύτη, η αντίδραση: $2HI(g) \rightarrow H_2(g) + I_2(g)$ ακολουθεί μηχανισμό μηδενικής τάξης και επομένως η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση του [HI].
δ) Ο προσδιορισμός της ταχύτητας της αντίδρασης,

$$2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(\ell) + O_2(g),$$

μπορεί να γίνει και με τη μέτρηση της μάζας του ελευθερούμενου O_2 σε συνάρτηση με το χρόνο.
ε) Η ταχύτητα μιας αντίδρασης, της οποίας δεν γνωρίζουμε την στοιχειομετρία, μπορεί να υπολογιστεί από την καμπύλη αντίδρασης ενός εκ των προϊόντων της. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]
στ) Στα χειρουργεία χρησιμοποιούνται χαμηλές θερμοκρασίες, ώστε να ελαττωθούν οι ταχύτητες μεταβολισμού του ασθενούς.
ζ) Οι πνεύμονες συγκροτούνται από αλλεπάλληλες διακλαδώσεις βρόγχων ώστε να αυξηθεί η επιφάνεια επαφής.
η) Οι πυρκαγιές σε αλευρόμυλους είναι από τις πλέον επικίνδυνες, καθώς τα άλευρα που είναι σε μορφή σκόνης αναφλέγονται με πολύ μεγάλες ταχύτητες.
θ) Στην ίδια θερμοκρασία η τιμή της σταθεράς ταχύτητας (k) μιας αντίδρασης δεν μεταβάλλεται με την παρουσία καταλύτη ή ενζύμου.
ι) Το σκούριασμα του σιδήρου αποτελεί παράδειγμα αυτοκατάλυσης.
κ) Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της αντίδρασης,

$$A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(g),\ \Delta H < 0,$$

που διεξάγεται σε θερμομονωμένο δοχείο σταθερού όγκου, η τιμή της σταθεράς ταχύτητας k δεν μεταβάλλεται.
λ) Οι απλές αντιδράσεις στις οποίες γίνεται σύγκρουση ενός μορίου A(g) και ενός μορίου B(g) είναι πάντα 2ης τάξης.

Ε4.30. Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης,

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g),$$

είναι $\upsilon = k\cdot[NO]^2$. Για την αντίδραση αυτή να προτείνετε έναν μηχανισμό δύο σταδίων, από τα οποία το 1ο να είναι το καθοριστικό στάδιο, ενώ θα πρέπει να εμφανίζεται και το $N_2O_2(g)$ ως ενδιάμεσο.

Ε4.31. Η αντίδραση, $A(g) \rightarrow 2B(g)$, είναι μηδενικής τάξης και διεξάγεται από τη στιγμή $t = 0$, όπου η συγκέντρωση του A(g) είναι $[A]_0$. Αν k η σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης, ο χρόνος (t) που απαιτείται για την ολοκλήρωσή της θα είναι:
Α) $t = [A]_0/k$ Β) $t = 2/[A]_0\cdot k$
Γ) $t = k/[A]_0$ Δ) $t = 2k/[A]_0$
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε4.32. Εκτελούμε τα δύο πειράματα που ακολουθούν.
Πείραμα 1. Με θέρμανση παρουσία $H^+(aq)$, η 1-προπανόλη αφυδατώνεται προς προπένιο σύμφωνα με την εξίσωση (1):

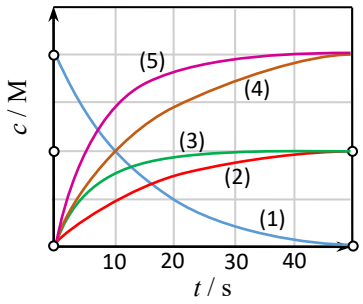
$$CH_3CH_2CH_2OH \rightarrow CH_3CH{=}CH_2 + H_2O \quad (1)$$

Πείραμα 2. Με την προσθήκη διαλύματος KI(aq) σε διάλυμα KIO_3(aq) το μίγμα χρωματίζεται κίτρινο λόγω σχηματισμού του I_2(aq) και σύμφωνα με την εξίσωση (2):

$$IO_3^-(aq) + I^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow I_2(aq) + H_2O(\ell) \quad (2)$$

Παρουσία επιπλέον ιόντων H^+(aq) το μίγμα της αντίδρασης (2) γίνεται πολύ γρήγορα κίτρινο.
α) i. Να εξηγήσετε αν οι παραπάνω αντιδράσεις (1) και (2) είναι οξειδοαναγωγικές ή μεταθετικές σημειώνοντας τις τυχόν μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης.
ii. Να ισοσταθμίσετε την εξίσωση (2).
β) Να εξηγήσετε το ρόλο των ιόντων H^+(aq) στα δύο πειράματα αναφέροντας πώς επηρεάζουν την ταχύτητα των δύο αντιδράσεων.
γ) Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της αντίδρασης (2) το pH του διαλύματος (αυξάνεται, μειώνεται ή μένει σταθερό).

Ε4.33. Για την αντίδραση, $2A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(g) + 2\Delta(g)$, δίνονται οι καμπύλες αντίδρασης στο σχήμα που ακολουθεί.



α) Αν η καμπύλη (1) αντιστοιχεί στο αντιδρών A(g), ποια από τις καμπύλες (2), (3), (4) ή (5) αντιστοιχεί στο προϊόν Γ;
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε4.34. Περίσσεια σκόνης $CaCO_3$(s) προστίθεται σε 100 mL διαλύματος HCl 0,5 M και λαμβάνει χώρα η αντίδραση:

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(\ell)$$

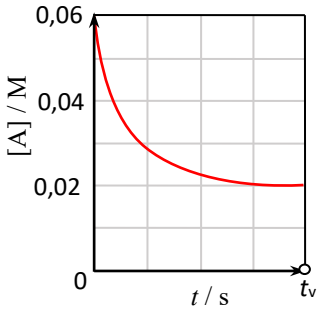
Να προβλέψετε την επίδραση που θα έχει κάθε μία από τις ακόλουθες μεταβολές στην αρχική ταχύτητα της αντίδρασης (μικρότερη, ίδια, μεγαλύτερη) δικαιολογώντας την απάντησή σας, αν το αρχικό πείραμα διεξαχθεί:
α) Με τη ίδια ποσότητα $CaCO_3$ υπό μορφή μεγαλύτερων κόκκων σκόνης.
β) Με την προσθήκη ίσου όγκου νερού στο διάλυμα του οξέος πριν από την προσθήκη $CaCO_3$. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε4.35. Σε υδατικό διάλυμα διεξάγεται η απλή αντίδραση με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$CH_3Br(aq) + OH^-(aq) \rightarrow CH_3OH(aq) + Br^-(aq)$$

Οι αρχικές συγκεντρώσεις των δύο αντιδρώντων είναι ίσες (c_0) ενώ η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης είναι υ_0. Σε κάποια χρονική στιγμή (t) από την έναρξη της αντίδρασης η $[CH_3Br(aq)]$ στο διάλυμα είναι ($c_0/2$) και η ταχύτητα της αντίδρασης είναι υ.
α) Ποια είναι η σχέση μεταξύ των ταχυτήτων υ_0 και υ;
i. $\upsilon = \upsilon_0/4$ ii. $\upsilon = \upsilon_0/2$ iii. $\upsilon = \upsilon_0$ iv. $\upsilon_0 = \upsilon/4$
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε4.36. Σε δοχείο σταθερού όγκου V = 1 L εισάγονται ισομοριακές ποσότητες του αερίου Α(g) και του στερεού Β(s), οπότε διεξάγεται η αντίδραση, 2Α(g) + λΒ(s) → 2Γ(g), υπό σταθερή θερμοκρασία (T). Η συγκέντρωση του Α(g) σε σχέση με το χρόνο από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της αποδίδεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.

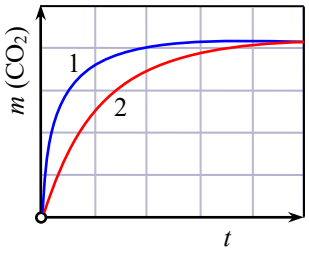


α) Να προσδιοριστεί η τιμή του λ (συντελεστής του σώματος Β). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
β) Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η πίεση στο δοχείο κατά τη διάρκεια της αντίδρασης (αυξάνεται, μειώνεται, μένει σταθερή).
γ) Η ταχύτητα της παραπάνω αντίδρασης βρέθηκε ότι είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του Α(g). Να εξετάσετε αν η αντίδραση είναι απλή ή όχι και να σημειώσετε τη μονάδα της σταθεράς k.

Ε4.37. Σε μία φιάλη που περιέχει 50 mL διαλύματος HCl συγκέντρωσης 5 M προστίθεται περίσσεια $CaCO_3(s)$ οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(\ell) + CO_2(g)$$

Το πείραμα πραγματοποιείται πάλι με όλες τις παραπάνω συνθήκες ίδιες, εκτός από το διάλυμα του HCl. Στο διπλανό σχήμα εμφανίζεται η μάζα του $CO_2(g)$ που εκλύεται σε σχέση με το χρόνο στα δύο πειράματα (καμπύλη 1 για το 1ο πείραμα και καμπύλη 2 για το 2ο).



α) Ποιο από τα παρακάτω μπορεί να είναι το διάλυμα στο δεύτερο πείραμα;
1. Διάλυμα HCl όγκου 25 mL και συγκέντρωσης 5 M
2. Διάλυμα HCl όγκου 25 mL και συγκέντρωσης 10 M
3. Διάλυμα HCl όγκου 50 mL και συγκέντρωσης 2,5 M
4. Διάλυμα HCl όγκου 100 mL και συγκέντρωσης 2,5 M

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε4.38. Τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα προκύπτουν με μέτρηση της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης,

$$F_2(g) + 2Cl_2O(g) \rightarrow 2FClO_2(g) + Cl_2(g),$$

σε διάφορες συγκεντρώσεις των αντιδρώντων.

Πείραμα	$[F_2]$ / M	$[Cl_2O]$ / M	υ_o / M·s^{-1}
1	0,05	0,01	$5\cdot10^{-4}$
2	0,05	0,04	$2\cdot10^{-3}$
3	0,10	0,01	10^{-3}

α) Ποιος από τους παρακάτω είναι ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
i. $\upsilon = k\cdot[F_2]^2\cdot[Cl_2O]$ ii. $\upsilon = k\cdot[F_2]\cdot[Cl_2O]$
iii. $\upsilon = k\cdot[F_2]\cdot[Cl_2O]^2$ iv. $\upsilon = k\cdot[F_2]^2\cdot[Cl_2O]^2$
β) i. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι απλή ή όχι.
ii. Να σημειώσετε τη μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k).

Ε4.39. Σε θερμοκρασία 300 K διεξάγεται η αντίδραση που περιγράφεται την εξίσωση που ακολουθεί.

$$2NOCl \rightarrow 2NO + Cl_2$$

Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι δεύτερης τάξης ως προς το NOCl αλλά η αντίδραση δεν είναι απλή καθόσον διαθέτει μηχανισμό.
α) Με βάση τα δεδομένα αυτά, ποιος από τους παρακάτω μηχανισμούς θα μπορούσε να ισχύει;

Μηχανισμός 1	$NOCl \rightarrow NO + Cl$	αργό
	$Cl + NOCl \rightarrow NOCl_2$	γρήγορο
	$NOCl_2 + NO \rightarrow 2NO + Cl_2$	γρήγορο
Μηχανισμός 2	$2NOCl \rightarrow NOCl_2 + NO$	αργό
	$NOCl_2 \rightarrow NO + Cl_2$	γρήγορο
Μηχανισμός 3	$NOCl \rightarrow NO + Cl$	γρήγορο
	$NOCl + Cl \rightarrow NO + Cl_2$	αργό

i. Ο μηχανισμός 1
ii. Ο μηχανισμός 2
iii. Ο μηχανισμός 1 ή 2
iv. Οποιοσδήποτε από τους τρεις θα μπορούσε να ισχύει
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε4.40. Πολλές καταστροφές σε ανθρακωρυχεία έχουν συμβεί με την πρόκληση σπινθήρα σε στοές με μεγάλη περιεκτικότητα σε σκόνη C(s) στον αέρα. Να εξηγήσετε:
α) Γιατί η αντίδραση καύσης του C(s) απαιτεί την πρόκληση σπινθήρα.
β) Γιατί η παραπάνω αντίδραση διεξάγεται με εκρηκτική ταχύτητα.

Ε4.41. Έστω η αντίδραση που περιγράφεται με την γενική εξίσωση που ακολουθεί.

$$2A + 3B \rightarrow 2\Gamma + \Delta$$

Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι $\upsilon = k\cdot[A]\cdot[B]^2$. Στην αντίδραση αυτή, όταν η αρχική συγκέντρωση του Α είναι $[A]_0$ = 0,1 M και η αρχική συγκέντρωση του Β είναι $[B]_0$ = 0,1 M, η ταχύτητα της αντίδρασης είναι υ_0 = 0,14 M·s^{-1}.
α) Σε ποιο από τα πειράματα του πίνακα που ακολουθεί είναι σωστή η τιμή της αρχικής ταχύτητας με βάση τα παραπάνω δεδομένα;

Πείραμα	$[A]_0$ / M	$[B]_0$ / M	υ_0 / M·s^{-1}
1	0,2	0,2	4,48
2	0,2	0,3	1,68
3	0,3	0,2	1,68
4	0,3	0,3	1,13

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε4.42. Σε δοχείο μεταβλητού όγκου διεξάγεται υπό σταθερή θερμοκρασία (T) και υπό σταθερή πίεση η αντίδραση:

$$2A(g) + B(s) \rightarrow 2\Gamma(g),\ \Delta H = -50\ kJ$$

Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μέγιστη τη στιγμή $t = 0$ ενώ σταδιακά μειώνεται και μηδενίζεται τη στιγμή $t_v = 50$ s. Από $t = 0$ μέχρι $t = 10$ s εκλύεται ποσό θερμότητας α kJ ενώ από $t = 40$ s μέχρι $t = 50$ s εκλύεται ποσό θερμότητας β kJ.

α) Μεταξύ των α και β θα ισχύει:

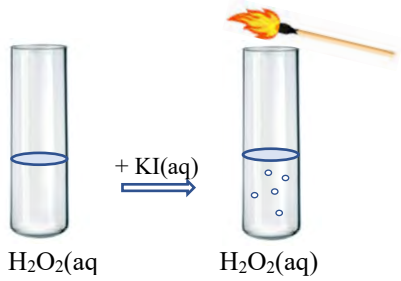
1. α > β 2. α = β 3. α < β

4. Δεν μπορεί να γίνει σύγκριση

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

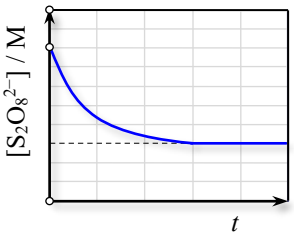
γ) Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) κατά τη διάρκεια της αντίδρασης ο όγκος του δοχείου. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε4.43. Το $H_2O_2(aq)$ διασπάται πολύ αργά σύμφωνα με την εξίσωση: $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(\ell) + O_2(g)$. Σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει διάλυμα $H_2O_2(aq)$ προσθέτουμε σταγόνες διαλύματος KI(aq) ως καταλύτη. Στη συνέχεια πάνω από το σωλήνα φέρουμε ένα μισοσβησμένο σπίρτο και παρατηρούμε ότι ανάβει πάλι.

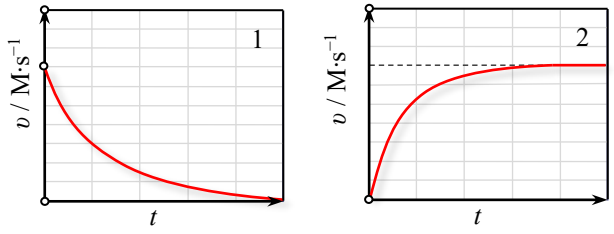


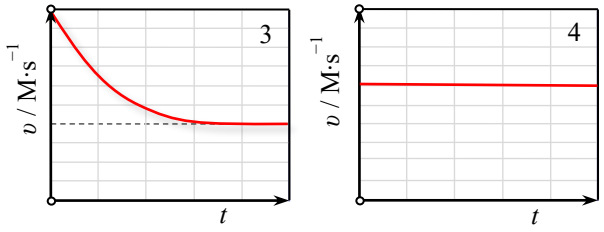
Να εξηγήσετε τι έχει συμβεί.

Ε4.44. Μελετάμε την αντίδραση της οξείδωσης των ιόντων I^- από τα ιόντα $S_2O_8^{2-}$ σε υδατικό διάλυμα και σύμφωνα με τη μονόδρομη αντίδραση: $S_2O_8^{2-} + 2I^- \rightarrow 2SO_4^{2-} + I_2$. Η συγκέντρωση των ιόντων $S_2O_8^{2-}$ με το χρόνο αποδίδεται από την καμπύλη που ακολουθεί.



α) Ποια από τις καμπύλες 1-4 που ακολουθούν αποδίδει την ταχύτητα κατανάλωσης των ιόντων $S_2O_8^{2-}$ από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της;



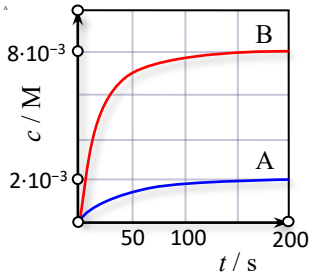


β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε4.45. Η πιλοκαρπίνη (Π) χρησιμοποιείται ως φάρμακο σε οφθαλμικές παθήσεις. Σε βασικό περιβάλλον η πιλοκαρπίνη δίνει δύο αντιδράσεις, μία αντίδραση ισομερισμού προς ισοπιλοκαρπίνη (Α) και μία άλλη αντίδραση υδρόλυσης προς πιλοκαρπικό ιόν (Β), σύμφωνα με τις εξισώσεις (1) και (2) που ακολουθούν.

$$\Pi \rightarrow A\ (1) \qquad \Pi \rightarrow B\ (2)$$

Σε ένα πείραμα που διεξάγεται σε σταθερή θερμοκρασία (T), διάλυμα πιλοκαρπίνης συγκέντρωσης c κατεργάζεται με περίσσεια NaOH και από $t = 0$ αρχίζει η παράλληλη διάσπασή της στις ενώσεις Α και Β. Στο παρακάτω σχήμα εμφανίζονται οι συγκεντρώσεις των Α και Β σε σχέση με το χρόνο.



Τη χρονική στιγμή $t = 200$ s από την έναρξη της αντίδρασης η συγκέντρωση της πιλοκαρπίνης έχει μηδενιστεί, ενώ τη χρονική στιγμή $t = 50$ s ισχύουν: $[A] = 1{,}5\cdot10^{-3}$ M και $[B] = 7\cdot10^{-3}$ M.

α) Ποια η [Π] τη χρονική στιγμή $t = 50$ s;

1. $[\Pi] = 8\cdot10^{-3}$ M 2. $[\Pi] = 2\cdot10^{-3}$ M

3. $[\Pi] = 1{,}5\cdot10^{-3}$ M 4. $[\Pi] = 7\cdot10^{-3}$ M

β) Να αιτιολογήσετε πλήρως την επιλογή σας.

Ε4.46. Σε δοχείο διεξάγεται υπό σταθερή θερμοκρασία η αντίδραση: $A(g) \rightarrow B(g) + 2\Gamma(g)$. Η [A(g)] για τα 5 πρώτα λεπτά της αντίδρασης εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα.

t / min	[A] / mol·L^{-1}
0	0,100
1	0,095
2	0,090
3	0,085
4	0,080
5	0,075

α) Από τα δεδομένα αυτά προκύπτει ότι η αντίδραση είναι:

i. μηδενικής τάξης ii. 1ης τάξης iii. 2ης τάξης

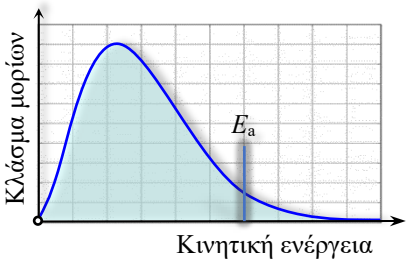
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

β) Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ταχύτητας (k) και να σημειώσετε τη μονάδα της.

Ε4.47. Σε δοχείο διεξάγεται η αντίδραση που περιγράφεται από την εξίσωση που ακολουθεί,

$2A(g) \rightarrow B(g) + Γ(g)$,

χωρίς τη χρήση καταλύτη. Το διάγραμμα κατανομής κατά Maxwell - Boltzmann για τα μόρια του A(g) δίνεται στο σχήμα που ακολουθεί στο οποίο εμφανίζεται και η τιμή της ενέργειας ενεργοποίησης (E_a) της αντίδρασης.



α) Με τη διεξαγωγή της αντίδρασης στην ίδια θερμοκρασία αλλά παρουσία καταλύτη:
1. η τιμή της E_a θα μετακινηθεί προς τα αριστερά
2. η τιμή της E_a θα μετακινηθεί προς τα δεξιά
3. η καμπύλη της κατανομής θα μετακινηθεί προς τα δεξιά
4. η καμπύλη της κατανομής θα μετακινηθεί προς τα αριστερά
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε4.48. Ο νόμος ταχύτητας μιας αντίδρασης σε υδατικό διάλυμα δίνεται από τη σχέση: $\upsilon = k\cdot[H_3O^+]^x$. Παρατηρείται ότι η μεταβολή στο pH του διαλύματος από την τιμή 3 στην τιμή 1, χωρίς άλλη μεταβολή, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης κατά 100 φορές.
α) Ποια η τιμή του x;
Α) x = 2 Β) x = 0 Γ) x = 1 Δ) x = 1,5
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε4.49. Όταν ποσότητα $NaHCO_3(s)$ σε μορφή δισκίου προστεθεί σε όξινο διάλυμα εκλύονται φυσαλίδες $CO_2(g)$ λόγω της αντίδρασης:

$NaHCO_3(s) + H^+(aq) \rightarrow Na^+(aq) + CO_2(g) + H_2O(\ell)$, $\Delta H = +28{,}5$ kJ

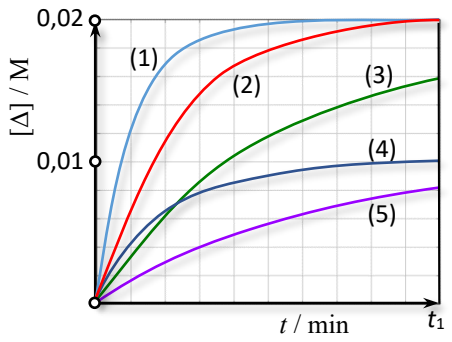
α) Πώς μπορεί να αυξηθεί η ταχύτητα έκλυσης φυσαλίδων $CO_2(g)$;
1. Με τον τεμαχισμό του δισκίου σε πολλά κομμάτια
2. Με την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού
3. Με την προσθήκη και δεύτερου δισκίου $NaHCO_3(s)$ στην ίδια ποσότητα νερού
4. Με όλους σας παραπάνω τρόπους
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
β) Να εξηγήσετε αν κατά τη διάλυση του δισκίου η θερμοκρασία του διαλύματος θα αυξάνεται, θα μειώνεται ή θα μένει σταθερή.

Ε4.50. Η προσθήκη HCl(g) στο αιθένιο παριστάνεται με την εξίσωση που ακολουθεί.

$C_2H_4(g) + HCl(g) \rightarrow C_2H_5Cl(g)$, $\Delta H^o = -73$ kJ

Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται x mol $C_2H_4(g)$ και y mol HCl(g). Η αρχική πίεση στο δοχείο είναι P_0 και η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή στους 450 K. Μετά το τέλος της αντίδρασης η πίεση στο δοχείο σταθεροποιείται στην τιμή $P_0/2$.
α) Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση διεξάγεται σε υψηλή θερμοκρασία.
β) Να συγκρίνετε το x με το y (μεγαλύτερο, μικρότερο, ίσο). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) Για την αντίδραση αυτή έχει προταθεί ο μηχανισμός δύο σταδίων που ακολουθεί.
1: $C_2H_4(g) + HCl(g) \rightarrow C_2H_5^+(g) + Cl^-(g)$ καθοριστικό στάδιο
2: $C_2H_5^+(g) + Cl^-(g) \rightarrow C_2H_5Cl(g)$ γρήγορο στάδιο
i. Να γράψετε το νόμο ταχύτητας της αντίδρασης και να σημειώσετε τη μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k).
ii. Να σημειώσετε τα ενδιάμεσα του μηχανισμού.

Ε4.51. Η αντίδραση: $2A(aq) + B(aq) \rightarrow 2Γ(aq) + Δ(aq)$, πραγματοποιείται σε πέντε πειράματα (I-V) με διαφορετικές αρχικές συγκεντρώσεις και σε διαφορετικές θερμοκρασίες ως εξής:
Πείραμα I: $[A]_0 = 2\cdot10^{-2}$ M, $[B]_0 = 10^{-2}$ M, στους 20 °C.
Πείραμα II: $[A]_0 = 4\cdot10^{-2}$ M, $[B]_0 = 2\cdot10^{-2}$ M, στους 20 °C.
Πείραμα III: $[A]_0 = 4\cdot10^{-2}$ M, $[B]_0 = 4\cdot10^{-2}$ M, στους 30 °C.
Πείραμα IV: $[A]_0 = 4\cdot10^{-2}$ M, $[B]_0 = 2\cdot10^{-2}$ M, στους 30 °C.
Πείραμα V: $[A]_0 = 2\cdot10^{-2}$ M, $[B]_0 = 2\cdot10^{-2}$ M, στους 20 °C, προσθήκη καταλύτη.
Με βάση τα παραπάνω πειράματα (I-V) λαμβάνουμε τις καμπύλες της συγκέντρωσης του Δ ως συνάρτηση του χρόνου που εμφανίζονται στο γράφημα που ακολουθεί.



α) Να αντιστοιχήσετε τα πειράματα I-V με τις καμπύλες 1-5.
β) Να εξηγήσετε τις διαφορές στις καμπύλες στα πειράματα:
i. I και V.
ii. II και IV.
γ) Να εξηγήσετε γιατί στο τέλος της αντίδρασης στα πειράματα II και III η [Δ] θα είναι η ίδια.

Ε4.52. Μία αντίδραση διεξάγεται σε αέρια φάση με βάση το μηχανισμό δύο σταδίων που ακολουθεί.
Στάδιο 1: $2NO_2 \rightarrow NO + NO_3$ αργό στάδιο
Στάδιο 2: $NO_3 + CO \rightarrow NO_2 + CO_2$ γρήγορο στάδιο
α) Πώς θα μεταβληθεί η ταχύτητα της αντίδρασης αν διπλασιαστεί η συγκέντρωση του CO, χωρίς άλλη μεταβολή;
Α) Θα διπλασιαστεί
Β) Θα τετραπλασιαστεί
Γ) θα υποδιπλασιαστεί Δ) Δεν θα μεταβληθεί
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε4.53. Η αντίδραση του $H_2(g)$ με το $Cl_2(g)$ προς HCl(g) είναι πολύ αργή σε θερμοκρασία δωματίου, τόσο αργή που δεν μπορεί να γίνει αντιληπτή η διεξαγωγή της. Αντίθετα, με την επενέργεια ηλιακού φωτός διεξάγεται με εκρηκτικό τρόπο. Για την περίπτωση αυτή έχει προταθεί ο μηχανισμός τεσσάρων σταδίων από τα οποία τα 3 πρώτα είναι τα εξής:

1ο στάδιο: $Cl_2(g) + \text{φως} \rightarrow Cl(g) + Cl(g)$

2ο στάδιο: $Cl(g) + H_2(g) \rightarrow HCl(g) + H(g)$

3ο στάδιο: $H(g) + Cl_2(g) \rightarrow HCl(g) + Cl(g)$

α) Να γράψετε την αντίδραση που αντιστοιχεί στο 4ο στάδιο και να σημειώσετε τα ενδιάμεσα της αντίδρασης. Ποιος παράγοντας αυξάνει την ταχύτητα της παραπάνω αντίδρασης;

β) Γιατί η αντίδραση του $H_2(g)$ με το $Cl_2(g)$ χωρίς την επενέργεια ηλιακού φωτός είναι πολύ αργή;

Ε4.54. Διεξάγουμε το πείραμα που ακολουθεί, διαθέτοντας ένα άχρωμο διάλυμα $H_2O_2(aq)$ και ένα διάλυμα $Fe^{3+}(aq)$ με κίτρινο χρώμα. Με την προσθήκη σταγόνων του διαλύματος $Fe^{3+}(aq)$ στο διάλυμα $H_2O_2(aq)$ παρατηρούμε αφρισμό του διαλύματος λόγω της διάσπασης του H_2O_2 σε $O_2(g)$ και $H_2O(\ell)$ ενώ παράλληλα το διάλυμα αλλάζει χρωματισμό σε ανοικτό πράσινο που αποδίδεται στο σχηματισμό ιόντων Fe^{2+}. Στη συνέχεια ο αφρισμός μειώνεται και το χρώμα του τελικού διαλύματος επανέρχεται στο κίτρινο.

α) Να γράψετε την αντίδραση διάσπασης του H_2O_2 σε O_2 και H_2O και να εξηγήσετε αν είναι οξειδοαναγωγική ή όχι.

β) Να εξηγήσετε το παραπάνω πείραμα, αναφέροντας:

i. Γιατί ο αφρισμός είναι έντονος στην αρχή και στη συνέχεια μειώνεται μέχρι να εξαφανιστεί.

ii. Το ρόλο του Fe^{3+} και του Fe^{2+}.

iii. Γιατί το χρώμα του διαλύματος επανέρχεται στο κίτρινο.

Ε4.55. Η υδραζίνη (N_2H_4) παρασκευάζεται με τη μέθοδο Olin Raschig και σύμφωνα με την εξίσωση:

$$2NH_3(aq) + OCl^-(aq) \rightarrow N_2H_4(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(\ell)$$

α) Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική αναφέροντας τις μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης.

Για την αντίδραση αυτή έχει προταθεί ένας μηχανισμός τριών σταδίων, από τα οποία το 1ο και το 3ο είναι τα εξής:

Στάδιο 1: $NH_3(aq) + OCl^-(aq) \rightarrow NH_2Cl(aq) + OH^-(aq)$

Στάδιο 3: $N_2H_5^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow N_2H_4(aq) + H_2O(\ell)$

β) Ποιο είναι το στάδιο 2 του μηχανισμού; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Ποια είναι τα ενδιάμεσα του μηχανισμού;

γ) Ποιο από το στάδια 1, 2 ή 3 μπορεί να εξηγηθεί με βάση τη θεωρία Brönsted - Lowry περί οξέων και βάσεων;

δ) Να εξηγήσετε γιατί η χλωραμίνη (NH_2Cl) είναι ασθενέστερη βάση από την NH_3 στα υδατικά διαλύματα.

Ε4.56. Η αντίδραση, $2A(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$, θεωρείται απλή. Σε ένα πείραμα οι αρχικές συγκεντρώσεις των αερίων A(g) και B(g) είναι 0,2 M και 0,1 M. Η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης είναι x $mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$. Ποια θα ήταν η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης στην ίδια θερμοκρασία αν οι αρχικές συγκεντρώσεις των αντιδρώντων ήταν 0,1 M για το αντιδρών A(g) και 0,4 M για το αντιδρών B(g);

i. Ίση με x ii. Ίση με x/2

iii. Ίση με x/4 iv. Ίση με 2x

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε4.57. Σε κλειστό δοχείο διεξάγεται η αντίδραση 1ης τάξης, $A(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$, υπό σταθερή θερμοκρασία.

α) Αν ο όγκος του δοχείου ελαττωθεί στο 1/3 της αρχικής τιμής, χωρίς άλλη μεταβολή, η ταχύτητα της αντίδρασης θα:

Α) υποτριπλασιαστεί Β) υποεννεαπλασιαστεί

Γ) τριπλασιαστεί Δ) εννεαπλασιαστεί

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε4.58. Η ένωση A(g) διασπάται υπό σταθερή θερμοκρασία σύμφωνα με την αντίδραση: $A(g) \rightarrow 2B(g)$. Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται η [A(g)], η [B(g)] και η ταχύτητα της αντίδρασης (υ) σε κάποιες χρονικές στιγμές.

[A] / M	[B] / M	υ / $M \cdot s^{-1}$
Α. 0,08	α. 0,18	1. $2 \cdot 10^{-4}$
Β. 0,06	β. 0,08	2. $4 \cdot 10^{-4}$
Γ. 0,02	γ. 0,16	3. $1{,}2 \cdot 10^{-3}$
Δ. 0,01	δ. 0,04	4. $1{,}6 \cdot 10^{-3}$

α) Να αντιστοιχήσετε την κάθε τιμή της συγκέντρωσης της ένωσης Α της 1ης στήλης με τη συγκέντρωση της ένωσης Β της 2ης στήλης καθώς και με την ταχύτητα της αντίδρασης (υ) της 3ης στήλης στην αντίστοιχη χρονική στιγμή.

β) Ποια θα είναι η [B(g)] όταν η αντίδραση ολοκληρωθεί;

γ) Ποια είναι η τάξη της αντίδρασης; Ποια η μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k);

Ε4.59. Κατά την αλκοολική ζύμωση γλυκόζης το ένζυμο ζυμάση μετασχηματίζει το σάκχαρο γλυκόζη σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

Ίσες ποσότητες ενζύμου προστίθενται σε ίσες ποσότητες τριών διαλυμάτων γλυκόζης της ίδιας συγκέντρωσης. Το ένα διάλυμα έχει θερμοκρασία 5 °C, το δεύτερο 35 °C και το τρίτο 95 °C. Η μάζα της αιθανόλης που σχηματίστηκε μετά από παρέλευση του ίδιου χρονικού διαστήματος είναι m_1, m_2 και m_3, αντίστοιχα και ισχύει: $m_1 < m_3 < m_2$. Να εξηγήσετε γιατί η ποσότητα αιθανόλης είναι μεγαλύτερη στους 35 °C σε σχέση: i. με τους 5 °C και ii. με τους 95 °C.

Ε4.60. Δίνεται η χημική εξίσωση της μη καταλυόμενης αντίδρασης, με ενέργεια ενεργοποίησης E_a:

$$2A(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g),\ E_a$$

Η παραπάνω αντίδραση μπορεί να πραγματοποιηθεί με χρήση κατάλληλου καταλύτη μέσω των παρακάτω δύο σταδίων:

1ο στάδιο: $A + B + Z \rightarrow \Delta,\ E_{a1}$

2ο στάδιο: $A + \Delta \rightarrow 2\Gamma + Z,\ E_{a2}$

Ο νόμος της ταχύτητας της καταλυόμενης αντίδρασης είναι: $\upsilon = k \cdot [A] \cdot [B]$.

α) Ποιο σώμα δρα ως καταλύτης και ποιο είναι το ενδιάμεσο προϊόν;

β) Ποιο από τα παραπάνω στάδια θεωρείτε αργό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

γ) Να κατατάξετε τις ενέργειες ενεργοποίησης E_a, E_{a1} και E_{a2} από την μεγαλύτερη στην μικρότερη. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2024]

Ε4.61. Η παρασκευή του αιθυλομεθυλαιθέρα μπορεί να γίνει με τη μέθοδο Williamson σε κατάλληλο διαλύτη και σύμφωνα με την αντίδραση υποκατάστασης:

$$CH_3I + C_2H_5ONa \rightarrow CH_3OC_2H_5 + NaI$$

Η αντίδραση είναι 1ης τάξης ως προς το CH_3I και επίσης 1ης τάξης ως προς το C_2H_5ONa.

α) Να γραφεί ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης, η τάξη της καθώς και η μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k).

β) Η αντίδραση, $CH_3Cl + C_2H_5ONa \rightarrow CH_3OC_2H_5 + NaCl$ είναι επίσης 1ης τάξης ως προς το CH_3Cl και επίσης 1ης τάξης ως προς το C_2H_5ONa αλλά είναι βραδύτερη στις ίδιες συνθήκες. Αυτό σημαίνει ότι η αντίδραση αυτή διαθέτει:

1. μεγαλύτερη τιμή της ενέργειας ενεργοποίησης (E_a)
2. μεγαλύτερη τιμή της σταθεράς k
3. μικρότερη τιμή της ενθαλπίας (ΔH)
4. μικρότερες τιμές της ενέργειας ενεργοποίησης (E_a) και της ενθαλπίας (ΔH)

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε4.62. Δίνεται η αντίδραση που ακολουθεί.

$$2NO_2(g) + O_3(g) \rightarrow N_2O_5(g) + O_2(g)$$

α) Να προσδιορίσετε το νόμο ταχύτητας της αντίδρασης με βάση τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα.

	$[NO_2]_0$ / M	$[O_3]_0$ / M	υ_0 / M·s^{-1}
Πείραμα 1	0,0015	0,0025	$4{,}80\cdot10^{-8}$
Πείραμα 2	0,00225	0,0025	$7{,}20\cdot10^{-8}$
Πείραμα 3	0,00225	0,005	$1{,}44\cdot10^{-7}$

β) Για την παραπάνω αντίδραση να προτείνετε ένα μηχανισμό δύο σταδίων στον οποίο το καθοριστικό (αργό) στάδιο να είναι το πρώτο και να εμφανίζεται το $NO_3(g)$ ως ενδιάμεσο.

Ε4.63. Δίνεται η αντίδραση που ακολουθεί:

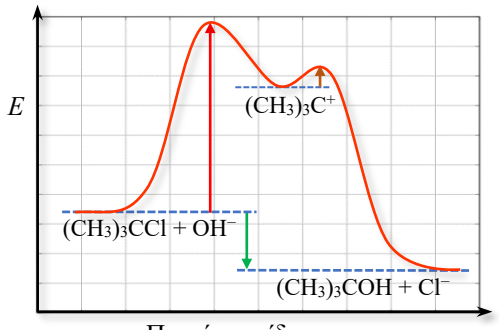
$$(CH_3)_3CCl + OH^- \rightarrow (CH_3)_3COH + Cl^-$$

Η αντίδραση γίνεται σύμφωνα με τον εξής μηχανισμό:

1ο στάδιο $(CH_3)_3CCl \rightarrow (CH_3)_3C^+ + Cl^-$ E_{a1}

2ο στάδιο $(CH_3)_3C^+ + OH^- \rightarrow (CH_3)_3COH$ E_{a2}

Το ενεργειακό διάγραμμα και των δύο σταδίων εμφανίζεται στο γράφημα που ακολουθεί.



α) Ποιο από τα δύο στάδια είναι το καθοριστικό στάδιο της αντίδρασης; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Ποιος ο νόμος ταχύτητας και ποια η τάξη της αντίδρασης;

γ) Να χαρακτηρίσετε την αντίδραση,

$$(CH_3)_3CCl + OH^- \rightarrow (CH_3)_3COH + Cl^-,$$

ως εξώθερμη ή ενδόθερμη. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

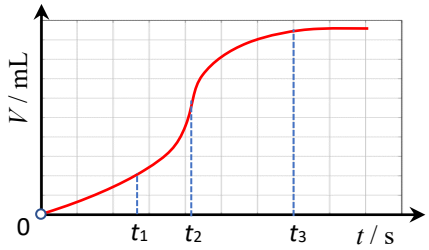
Προβλήματα

Ε4.64. Μία ομάδα μαθητών ερευνά στο εργαστήριο τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα της αντίδρασης που περιγράφεται με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g),\ \Delta H < 0$$

α) Σε ένα από τα πειράματα, 0,0225 mol Mg(s) σε μορφή ταινίας εισάγεται σε διάλυμα HCl(aq) 2 M όγκου 30 mL. Παρατηρείται ότι σε ένα χρονικό διάστημα 2 min η ποσότητα του Mg(s) διαλύεται πλήρως. Να υπολογίσετε την ταχύτητα κατανάλωσης του HCl(aq) στο διάστημα των 2 min σε M·min^{-1}.

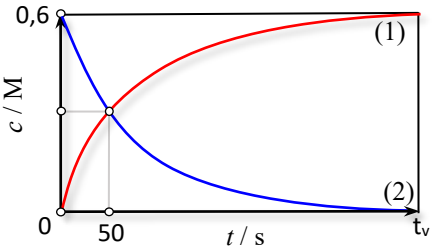
β) Στο ίδιο πείραμα ο όγκος του παραγόμενου $H_2(g)$ σε STP συνθήκες σε σχέση με το χρόνο κατά την διάρκεια του πειράματος εμφανίζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



i. Σε ποια από τις χρονικές στιγμές t_1, t_2 ή t_3 η ταχύτητα της αντίδρασης είναι η μεγαλύτερη;

ii. Να εξηγήσετε γιατί η ταχύτητα της αντίδρασης αρχικά αυξάνεται ενώ στη συνέχεια μειώνεται. Στην αντίδραση δεν εμφανίζεται το φαινόμενο της αυτοκατάλυσης.

Ε4.65. Σε υδατικό διάλυμα συνυπάρχουν ποσότητες A(aq) και B(aq) και από $t = 0$ αρχίζει η διεξαγωγή της αντίδρασης: $2A(aq) + B(aq) \rightarrow \Gamma(s) + 2\Delta(aq)$. Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζονται οι καμπύλες αντίδρασης για ένα αντιδρών και για ένα προϊόν της, από την έναρξή της ($t = 0$) μέχρι την ολοκλήρωσή της ($t = t_v$).

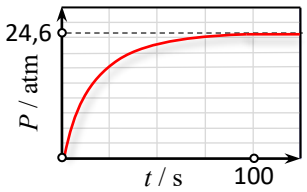


α) Σε ποια σώματα της αντίδρασης αντιστοιχούν οι καμπύλες (1) και (2) του διαγράμματος;

β) Να υπολογίσετε την ταχύτητα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα 0-50 s.

γ) Αν ο όγκος του διαλύματος της αντίδρασης είναι 200 mL να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του Γ(s) που έχει σχηματιστεί στο τέλος της αντίδρασης ($t = t_v$).

Ε4.66. Σε δοχείο όγκου 3 L εισάγεται ποσότητα A(s) που διασπάται σύμφωνα με την εξίσωση: $A(s) \rightarrow B(g) + 2\Gamma(g)$, στους 400 K. Η αντίδραση ολοκληρώνεται τη στιγμή $t_ν$ = 100 s. Η μεταβολή της πίεσης με το χρόνο στο δοχείο της αντίδρασης αποδίδεται από το διάγραμμα που ακολουθεί.



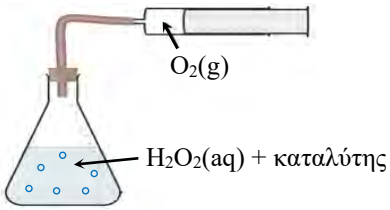
Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το χρονικό διάστημα από 0-100 s σε $M \cdot s^{-1}$. R = 0,082 L·atm/mol·K.

Ε4.67. Σε δοχείο εισάγεται το αέριο A(g) σε συγκέντρωση 1 M. Με την πάροδο του χρόνου το A(g) μετασχηματίζεται στις ενώσεις B(g) και Γ(g) σύμφωνα με τις εξισώσεις:

$$A(g) \rightarrow B(g) \text{ και } A(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$$

50 s από την έναρξη της αντίδρασης ισχύουν: [A(g)] = 0 και [B(g)] = 0,4 M. Να υπολογιστούν:
α) Η ταχύτητα παραγωγής του B(g) για το διάστημα 0-50 s.
β) Ο ρυθμός κατανάλωσης του A(g) για το διάστημα 0-50 s.
γ) Η τελική συγκέντρωση του Γ(g) (για t = 50 s) και η ταχύτητα παραγωγής του Γ(g) για το διάστημα από 0-50 s.

Ε4.68. Σε διάλυμα όγκου 10 mL προστίθεται καταλύτης και το περιεχόμενο $H_2O_2(aq)$ διασπάται πλήρως, σύμφωνα με την εξίσωση: $2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(\ell) + O_2(g)$.



Από την έναρξη του πειράματος (t = 0) μέχρι το τέλος της αντίδρασης (t = 120 s), ο συνολικός όγκος του $O_2(g)$ είναι ίσος με 67,2 mL (σε STP). Να υπολογιστούν:
α) Η αρχική συγκέντρωση του διαλύματος του $H_2O_2(aq)$.
β) Ο μέσος ρυθμός διάσπασης του H_2O_2 σε $M \cdot s^{-1}$ από t = 0 μέχρι t = 120 s.

Ε4.69. Σε δοχείο όγκου V = 10 L εισάγονται 0,4 mol N_2 και 1,6 mol H_2 και από t = 0 διεξάγεται η αντίδραση:

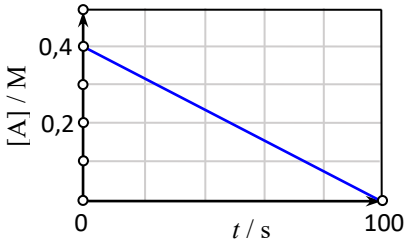
$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

Τη στιγμή t = 10 min η συγκέντρωση της $NH_3(g)$ στο δοχείο βρέθηκε ίση με 0,04 M. Να υπολογίσετε:
α) Τις ποσότητες των τριών συστατικών της αντίδρασης τη χρονική στιγμή t = 10 min.
β) Τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης και το ρυθμό κατανάλωσης του $H_2(g)$ στο διάστημα 0 - 10 min σε $M \cdot min^{-1}$.

Ε4.70. Το αέριο A(g) διασπάται σε σταθερή θερμοκρασία T, παρουσία καταλύτη Pd(s), σύμφωνα με την αντίδραση:

$$A(g) \xrightarrow{Pd(s)} 2B(g)$$

Στο διάγραμμα εμφανίζεται η [A(g)] σε σχέση με το χρόνο από την έναρξη της αντίδρασης (t = 0) μέχρι την ολοκλήρωσή της.



α) Να προσδιορίσετε: i. Την τάξη της αντίδρασης.
ii. Την τιμή και τη μονάδα της σταθεράς ταχύτητας k.
β) Να υπολογίσετε το ρυθμό παραγωγής του προϊόντος B σε $M \cdot s^{-1}$ για το διάστημα 0-100 s.
γ) Με ποια θεωρία μπορεί να ερμηνευτεί η παραπάνω κατάλυση με τη χρήση Pd(s);

Ε4.71. Σε υδατικό διάλυμα διεξάγεται η αντίδραση:

$$H_2PO_2^-(aq) + OH^-(aq) \rightarrow HPO_3^{2-}(aq) + H_2(g)$$

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται τα αποτελέσματα για μία σειρά 3 πειραμάτων στην ίδια θερμοκρασία με σκοπό τον προσδιορισμό του νόμου ταχύτητας της αντίδρασης. Ο όγκος του H_2 (σε mL, σε STP) αντιστοιχεί στα πρώτα 60 s της κάθε αντίδρασης.

Πείραμα	$[H_2PO_2^-]$ / M	$[OH^-]$ / M	$V(H_2)$ / mL
1	0,4	2	8
2	0,8	2	16
3	1,2	1	6

α) Να προσδιοριστεί ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης. Να σημειωθεί η μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k).
β) Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική.

Ε4.72. Υδατικό διάλυμα όγκου 250 mL περιέχει την ένωση A(aq) σε συγκέντρωση 0,08 M. Το διάλυμα αναμιγνύεται με άλλο υδατικό διάλυμα όγκου 250 mL που περιέχει την ένωση B(aq) σε συγκέντρωση 0,06 M και αμέσως μετά την ανάμιξη (t = 0) αρχίζει η απλή αντίδραση:

$$2A(aq) + B(aq) \rightarrow 2\Gamma(aq)$$

Τη χρονική στιγμή t = 50 s ισχύει: [A(aq)] = [B(aq)].
α) Ποια η ταχύτητα της αντίδρασης στο διάστημα 0-50 s;
β) Ποιος ο λόγος της αρχικής ταχύτητας της αντίδρασης προς την ταχύτητα της αντίδρασης τη στιγμή t = 50 s;

Ε4.73. Σε δοχείο όγκου 1,2 L εισάγονται 1,2 mol $SO_2(g)$ και x mol $O_2(g)$ και από t = 0 διεξάγεται η αντίδραση που περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση.

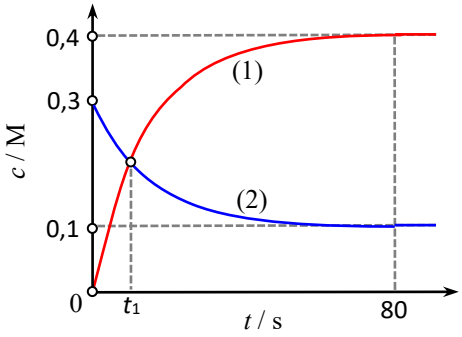
$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g),\ \Delta H = -200 \text{ kJ}$$

Από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της (t = 50 s) εκλύθηκε ποσό θερμότητας ίση με 60 kJ.
α) i. Ποια η τελική μάζα του $SO_3(g)$;
ii. Ποια η αρχική ποσότητα (x mol) του $O_2(g)$;
β) Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης στο χρονικό διάστημα 0-50 s, καθώς και ο ρυθμός κατανάλωσης του $SO_2(g)$ στο ίδιο χρονικό διάστημα, σε $M \cdot s^{-1}$.

Ε4.74. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ποσότητες των αερίων Α(g) και Β(g) που αντιδρούν σε σταθερή θερμοκρασία T σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

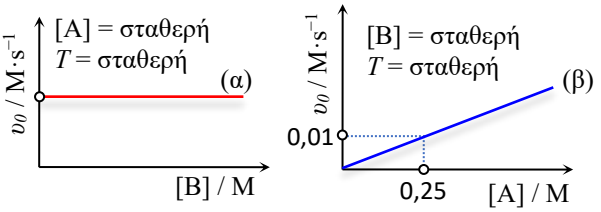
$$2A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(g) + 2\Delta(g),\ \Delta H = -60\ kJ$$

Η αντίδραση ολοκληρώνεται τη στιγμή $t_v = 80$ s. Οι καμπύλες αντίδρασης για ένα αντιδρών και για ένα προϊόν εμφανίζονται στο σχήμα που ακολουθεί.



α) i. Να εξηγήσετε σε ποια συστατικά της αντίδρασης αναφέρονται οι καμπύλες αντίδρασης του παραπάνω σχήματος.
ii. Ποια η αρχική και τελική συγκέντρωση του Α(g);
β) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωσή της.
γ) Η μέση ταχύτητα της αντίδρασης για το διάστημα (0, t_1) (δείτε το σχήμα) βρέθηκε ίση με 10^{-2} M·s^{-1}. Να υπολογιστεί η χρονική στιγμή t_1.
δ) Αν ο όγκος του δοχείου είναι $V = 2$ L, να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που παράχθηκε το χρονικό διάστημα (0, t_1) και να το συγκρίνετε με το ποσό θερμότητας που παράχθηκε το χρονικό διάστημα (t_1, 80 s). Να αιτιολογήσετε το αποτέλεσμα της σύγκρισης.

Ε4.75. Για να μελετήσουμε το νόμο ταχύτητας της αντίδραση, $A(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$, εκτελέσαμε τις παρακάτω σειρές πειραμάτων Ι και ΙΙ στην ίδια θερμοκρασία (T).
Ι. Σε διαφορετικά δοχεία ίδιου όγκου εισάγουμε αρχικά την ίδια ποσότητα Α(g) και διαφορετικές ποσότητες Β(g). Προσδιορίσαμε τις αρχικές ταχύτητες της αντίδρασης σε M·s^{-1} σε θερμοκρασία T και από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προέκυψε το γράφημα (α) που ακολουθεί.
ΙΙ. Σε διαφορετικά δοχεία ίδιου όγκου εισάγουμε αρχικά την ίδια ποσότητα Β(g) και διαφορετικές ποσότητες Α(g) στην ίδια θερμοκρασία (T). Προσδιορίσαμε τις αρχικές ταχύτητες της αντίδρασης σε M·s^{-1} και από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προέκυψε το γράφημα (β) που ακολουθεί.

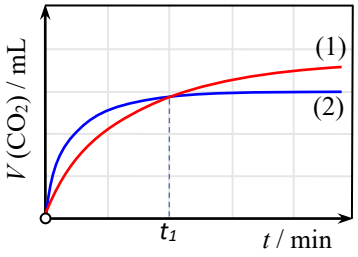


Να προσδιορίσετε:
α) Την τάξη της αντίδρασης.
β) Την τιμή και τη μονάδα της σταθεράς k της ταχύτητας στη θερμοκρασία των πειραμάτων (T).

Ε4.76. Περίσσεια $CaCO_3(s)$ προστίθεται σε 400 mL διαλύματος HCl(aq) 0,5 M και διεξάγεται η αντίδραση που παριστάνεται από την παρακάτω χημική εξίσωση.

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(\ell)$$

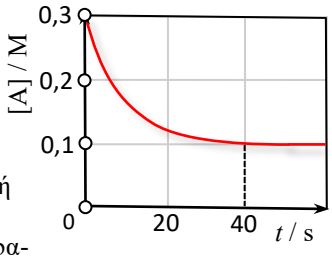
Ο όγκος του $CO_2(g)$ σε STP σε σχέση με το χρόνο αποδίδεται από την καμπύλη (1) στο γράφημα που ακολουθεί.



Το πείραμα επαναλαμβάνεται στις ίδιες συνθήκες αλλά με τη χρήση 100 mL διαλύματος HCl(aq) 1 M και λαμβάνεται η καμπύλη (2) στο παραπάνω διάγραμμα. Να υπολογίσετε το λόγο υ_2/υ_1, όπου υ_1 η μέση ταχύτητα της αντίδρασης στο 1ο πείραμα στο χρονικό διάστημα 0 - t_1 και υ_2 η μέση ταχύτητα της αντίδρασης στο 2ο πείραμα στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Ε4.77. Σε δοχείο όγκου $V = 2$ L εισάγονται 0,6 mol Α(g) και x mol Β(g) και υπό σταθερή θερμοκρασία T διεξάγεται η αντίδραση: $2A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(s) + 2\Delta(g)$, $\Delta H < 0$.

Η [Α(g)] σε σχέση με τον χρόνο από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της (t_v = 40 s) εμφανίζεται στο διπλανό γράφημα.



α) Ποια η τιμή του x (αρχική ποσότητα του Β);
β) Ποιος είναι ο ρυθμός παραγωγής του Δ(g) και ποια η ταχύτητα της αντίδρασης στο διάστημα 0-40 s, σε M·s^{-1};
γ) Το διάστημα 0-20 s εκλύεται θερμότητα q_1 ενώ το διάστημα 20-40 s εκλύεται θερμότητα q_2. Να συγκρίνετε το q_1 με το q_2. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε4.78. Σε μία φιάλη εισάγονται 10 mL διαλύματος οξαλικού οξέος, $(COOH)_2$ 0,1 M, ποσότητα H_2O και 5 mL πυκνού διαλύματος H_2SO_4 και τέλος 2 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,02 M. Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 200 mL ενώ η ποσότητα του $KMnO_4$ καταναλώνεται πλήρως μέσα σε 200 s.
α) Πώς μπορεί να γίνει αντιληπτό το τέλος της αντίδρασης (2 τρόποι);
β) i. Να γραφεί η πλήρης χημική εξίσωση της αντίδρασης του $(COOH)_2$ με το $KMnO_4$ παρουσία H_2SO_4.
ii. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του $(COOH)_2$ μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης.
γ) Στο παραπάνω διάλυμα των 200 mL προστίθενται επιπλέον 2 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,02 M. Να εξηγήσετε γιατί η κατανάλωση του $KMnO_4$ πραγματοποιείται σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα σε σχέση με τα 200 s.

Ε4.79. Σε δοχείο όγκου $V = 10$ L εισάγονται y mol $A_2(g)$ και 1,8 mol $AB_x(g)$ και από $t = 0$ διεξάγεται η αντίδραση που περιγράφεται με την παρακάτω χημική εξίσωση.

$$A_2(g) + AB_x(g) \rightarrow xAB(g),\ \Delta H = 120\ kJ$$

α) Να προσδιοριστεί η τιμή του x.

β) Η αντίδραση ολοκληρώνεται τη χρονική στιγμή $t = 60$ s στην οποία προσδιορίστηκαν 3,6 mol AB.

Να υπολογιστούν:

i. Ο ρυθμός παραγωγής του AB(g) καθώς και η ταχύτητα της αντίδρασης.

ii. Η αρχική ποσότητα του αερίου $A_2(g)$ (y mol).

iii. Το ποσό θερμότητας που απορροφήθηκε από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της.

γ) Για την εύρεση του νόμου ταχύτητας της αντίδρασης εκτελέστηκαν μία σειρά τριών πειραμάτων στην ίδια θερμοκρασία (T). Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πείραμα	$[A_2]_0$ / M	$[AB_x]_0$ / M	υ_0 / M·s^{-1}
1	0,01	0,02	$5\cdot10^{-6}$
2	0,01	0,06	$1{,}5\cdot10^{-5}$
3	0,03	0,03	$2{,}25\cdot10^{-5}$

Να προσδιορίσετε το νόμο της ταχύτητας, την τάξη της αντίδρασης καθώς και την τιμή και τη μονάδα της σταθεράς k στη θερμοκρασία των πειραμάτων (T).

Ε4.80. Σε υδατικό διάλυμα διεξάγεται η αντίδραση σαπωνοποίησης που ακολουθεί.

$$RCOOR'(aq) + NaOH(aq) \rightarrow RCOOH(aq) + R'OH(aq)$$

Πραγματοποιούμε 3 πειράματα με σκοπό τον προσδιορισμό του νόμου ταχύτητας της παραπάνω αντίδρασης με βάση τη μέθοδο των αρχικών ταχυτήτων (υ_0). Τα πειράματα γίνονται σε θερμοκρασία 25 °C, με διαφορετικές αρχικές συγκεντρώσεις του εστέρα RCOOR΄και του αρχικού pH του διαλύματος. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πείραμα	$[RCOOR']_0$ / M	pH	υ_0 / M·s^{-1}
1	$9\cdot10^{-3}$	12	$3\cdot10^{-5}$
2	$6\cdot10^{-3}$	12	$2\cdot10^{-5}$
3	$3\cdot10^{-3}$	13	10^{-4}

Να προσδιορίσετε το νόμο ταχύτητας της αντίδρασης, την τάξη της καθώς και την τιμή και τη μονάδα της σταθεράς ταχύτητας k (με τη μορφή κλάσματος). $K_w = 10^{-14}$.

Ε4.81. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ποσότητες των αερίων A(g) και B(g) και πραγματοποιείται υπό σταθερή θερμοκρασία η αντίδραση:

$$2A(g) + 2B(g) \rightarrow 2\Gamma(g) + \Delta(g)$$

Οι αρχικές συγκεντρώσεις είναι $[A]_0 = [B]_0 = 1$ M ενώ η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης $\upsilon_0 = 6{,}4\cdot10^{-5}$ M·s^{-1}. Σε μια επόμενη χρονική στιγμή η συγκέντρωση του A(g) βρέθηκε ίση με 0,5 M και την ίδια χρονική στιγμή η ταχύτητα της αντίδρασης είναι $\upsilon = 8\cdot10^{-6}$ M·s^{-1}. Να προσδιοριστούν:

α) Η τάξη της αντίδρασης.

β) Η τιμή και η μονάδα της σταθεράς k της ταχύτητας.

γ) Η ταχύτητα της αντίδρασης όταν [A] = 0,25 M.

Ε4.82. Μελετάμε την αντίδραση (1) που ακολουθεί σε υδατικό διάλυμα.

$$CH_3CH_2Br + KOH \rightarrow CH_3CH_2OH + KBr \quad (1)$$

Οι συγκεντρώσεις του CH_3CH_2Br και του KOH τη στιγμή $t = 0$ είναι $3\cdot10^{-2}$ M και $7\cdot10^{-2}$ M, αντίστοιχα. Τη στιγμή $t = 50$ min λαμβάνουμε 10 mL από το διάλυμα της αντίδρασης και ογκομετρούμε το KOH που δεν έχει αντιδράσει με πρότυπο διάλυμα HCl 0,05 M. Μέχρι το ισοδύναμο σημείο καταναλώθηκαν 10 mL από το πρότυπο διάλυμα.

α) Σε ποια (γενική) κατηγορία οργανικών αντιδράσεων ανήκει η αντίδραση (1);

β) Να προσδιοριστεί η μέση ταχύτητα της αντίδρασης (σε M·min^{-1}) για το χρονικό διάστημα από $t = 0$ μέχρι $t = 50$ min.

γ) Να συγκρίνετε την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης ($t = 0$) με την ταχύτητα της αντίδρασης τη στιγμή $t = 50$ min (μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε4.83. Μελετάμε την κινητική της αντίδρασης,

$$2I^-(aq) + 2Fe^{3+}(aq) \rightarrow I_2(aq) + 2Fe^{2+}(aq)$$

σε σταθερή θερμοκρασία (T). Σε μία σειρά πειραμάτων στα οποία η αρχική συγκέντρωση των ιόντων I^- είναι σταθερή και ίση με $4\cdot10^{-3}$ M ερευνούμε την επίδραση της αρχικής $[Fe^{3+}]_0$ στην αρχική ταχύτητα (υ_0) της αντίδρασης. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

$[Fe^{3+}]_0$ / M	$1{,}5\cdot10^{-3}$	$7{,}5\cdot10^{-3}$	$1{,}5\cdot10^{-2}$
υ_0 / M·s^{-1}	$2{,}5\cdot10^{-7}$	$1{,}25\cdot10^{-6}$	$2{,}5\cdot10^{-6}$

Σε μία άλλη σειρά πειραμάτων στα οποία η αρχική συγκέντρωση των ιόντων Fe^{3+} είναι σταθερή και ίση με $1{,}5\cdot10^{-3}$ M ερευνούμε την επίδραση της αρχικής $[I^-]_0$ στην αρχική ταχύτητα (υ_0) της αντίδρασης. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

$[I^-]_0$ / M	$4\cdot10^{-3}$	$8\cdot10^{-3}$	$1{,}6\cdot10^{-2}$
υ_0 / M·s^{-1}	$2{,}5\cdot10^{-7}$	10^{-6}	$4\cdot10^{-6}$

α) Να προσδιορίσετε το νόμο ταχύτητας της αντίδρασης, την τάξη της καθώς και την τιμή και τη μονάδα της σταθεράς k στη θερμοκρασία των πειραμάτων.

β) Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι απλή ή όχι.

Ε4.84. Σε δύο διαφορετικά πειράματα 1 και 2 προκύπτουν τα διαλύματα Δ1 και Δ2 που ακολουθούν.

Πείραμα 1: Διάλυμα της ένωσης A(aq) συγκέντρωσης 0,4 M και όγκου 100 mL αναμιγνύεται με διάλυμα της ένωσης B(aq) 0,4 M όγκου 300 mL. Προκύπτει έτσι διάλυμα όγκου 400 mL (διάλυμα Δ1).

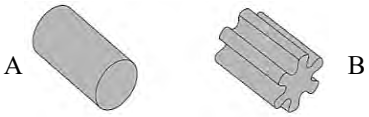
Πείραμα 2: Άλλο διάλυμα της ένωσης A(aq) συγκέντρωσης 0,2 M και όγκου 400 mL αναμιγνύεται με διάλυμα της ένωσης B(aq) συγκέντρωσης 0,6 M και όγκου 400 mL οπότε προκύπτει διάλυμα όγκου 800 mL (διάλυμα Δ2).

Τα δύο διαλύματα Δ1 και Δ2 έχουν την ίδια θερμοκρασία (T) και σε αυτά διεξάγεται από $t = 0$ η αντίδραση που περιγράφεται με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$A(aq) + 2B(aq) \rightarrow \Gamma(s) + 2\Delta(aq)$$

α) Να εξηγήσετε γιατί οι αρχικές ταχύτητες στα διαλύματα Δ1 και Δ2 είναι ίσες.
β) Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι $\upsilon = k\cdot[A]\cdot[B]$. Στο διάλυμα Δ1 (και στο διάλυμα Δ2) η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης έχει τιμή $\upsilon_{01} = 9\cdot10^{-4}$ mol·L^{-1}·s^{-1}. Να υπολογιστεί η σταθερά ταχύτητας k της αντίδρασης στη θερμοκρασία T και να σημειωθεί η μονάδα της.
γ) Στο διάλυμα Δ1 τη χρονική στιγμή t από την έναρξη της αντίδρασης η συγκέντρωση του A(aq) είναι με 0,05 mol·L^{-1}. Ποια η ταχύτητα της αντίδρασης τη χρονική στιγμή t;
δ) Ποιες είναι οι τελικές ποσότητες (σε mol) του Γ(s) στο τέλος των δύο αντιδράσεων στα διαλύματα Δ1 και Δ2;

Ε4.85. Δύο αντικείμενα Α και Β είναι από καθαρό σίδηρο και το καθένα έχει μάζα $m = 56$ g. Το ένα αντικείμενο είναι κυλινδρικό (Α) και το άλλο με πτυχώσεις (Β) όπως φαίνεται στο σχήμα.



Το αντικείμενο (Α) εισάγεται σε δοχείο με O_2(g) και υδρατμούς και από $t = 0$ αφήνεται να οξειδωθεί (σκουριάσει) σε υψηλή θερμοκρασία (T) σύμφωνα με την αντίδραση που ακολουθεί.

$$4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$$

Μετά από $t = 2000$ min το αντικείμενο (Α) επαναζυγίζεται οπότε η μάζα του βρέθηκε $m_1 = 58{,}4$ g.
α) Να υπολογίσετε το ποσοστό (%) του Fe που οξειδώθηκε.
β) Να υπολογίσετε το ρυθμό κατανάλωσης του O_2 σε g/min για το χρονικό διάστημα 0 - 2000 min.
Επαναλαμβάνουμε το ίδιο πείραμα για το ίδιο χρονικό διάστημα και με τις ίδιες συνθήκες ακριβώς, αλλά αυτή τη φορά με το αντικείμενο Β. Η τελική μάζα του Β είναι m_2.
γ) Να συγκρίνετε τη μάζα m_2 με τη μάζα m_1 (μεγαλύτερη, μικρότερη, ίση). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
δ) Στα παραπάνω πειράματα η ταχύτητα της οξείδωσης είναι πολύ αργή αρχικά αλλά στη συνέχεια επιταχύνεται. Ποιος όρος της κατάλυσης μπορεί να εξηγήσει το γεγονός αυτό;
Η σκουριά (Fe_2O_3) παραμένει εξ' ολοκλήρου πάνω στα αντικείμενα.

Ε4.86. Σε δοχείο όγκου $V = 2$ L εισάγονται 0,4 mol A(g) και 1 mol B(g) οπότε διεξάγεται η αντίδραση που ακολουθεί, σε σταθερή θερμοκρασία (T).

$$A(g) + 2B(g) \rightarrow \Gamma(g) + 2\Delta(g),\ \Delta H = -100 \text{ kJ}$$

α) Ποιες οι ποσότητες (σε mol) των σωμάτων στο δοχείο μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης;
Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζεται η ταχύτητα της αντίδρασης σε δεδομένες στιγμές $t_1 < t_2 < t_3$ καθώς και το συνολικό ποσό θερμότητας που έχει εκλυθεί μέχρι την αντίστοιχη στιγμή.

	t_1	t_2	t_3
υ (M·s^{-1})	$4{,}8\cdot10^{-4}$	$2{,}4\cdot10^{-4}$	$8\cdot10^{-5}$
Q (kJ)	10	20	30

β) Να προσδιοριστεί η τάξη x της αντίδρασης ως προς το αντιδρών Α και η τάξη y της αντίδρασης ως προς το αντιδρών Β αν γνωρίζουμε ότι x και y είναι φυσικοί αριθμοί (≠ 0). Ποια η τιμή και η μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k) στη θερμοκρασία του πειράματος;
γ) Να εξετάσετε αν η αντίδραση είναι απλή ή όχι.
δ) Ποια είναι η ταχύτητα της αντίδρασης όταν έχουν εκλυθεί συνολικά 15 kJ;

Ε4.87. Στην ετικέτα ενός φαρμάκου για την αναιμία αναφέρεται ότι κάθε χάπι περιέχει ποσότητα σιδήρου με τη μορφή των ιόντων Fe^{2+}. Για την επαλήθευση της αναφοράς αυτής, ένα χάπι από το φάρμακο διαλύεται σε νερό και στο διάλυμα που προκύπτει προστίθεται περίσσεια διαλύματος $KMnO_4$ καθώς και μικρή ποσότητα πυκνού διαλύματος H_2SO_4. Τελικά, προκύπτει διάλυμα όγκου 200 mL στο οποίο από $t = 0$ διεξάγεται υπό σταθερή θερμοκρασία η αντίδραση που περιγράφεται με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$MnO_4^- + 5Fe^{2+} + 8H_3O^+ \rightarrow 5Fe^{3+} + Mn^{2+} + 12H_2O$$

Η διεξαγωγή της αντίδρασης παρακολουθείται συνεχώς με τη μέτρηση της $[Mn^{2+}]$ η οποία από τη χρονική στιγμή $t =$ 20 min και μετά σταθεροποιείται σε τιμή ίση με $3\cdot10^{-3}$ M.
α) Να εξηγήσετε αν τη χρονική στιγμή $t = 10$ min η $[Mn^{2+}]$ είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με $1{,}5\cdot10^{-3}$ M.
β) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα κατανάλωσης των ιόντων Fe^{2+} σε M·min^{-1} από $t = 0$ μέχρι $t = 20$ min.
γ) Να προσδιορίσετε την ποσότητα του Fe^{2+} (σε mg) που υπάρχει στο εξεταζόμενο χάπι του φαρμάκου.

Ε4.88. Τα αέρια A(g) και B(g) αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.

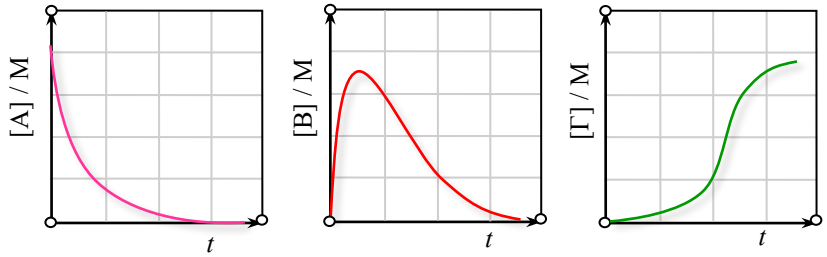
$$xA(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$$

α) Για τον προσδιορισμό του νόμου ταχύτητας της αντίδρασης διεξάγουμε τρία πειράματα στην ίδια θερμοκρασία μετρώντας την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης (υ_o) σε δεδομένες αρχικές συγκεντρώσεις των δύο αντιδρώντων. Τα δεδομένα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

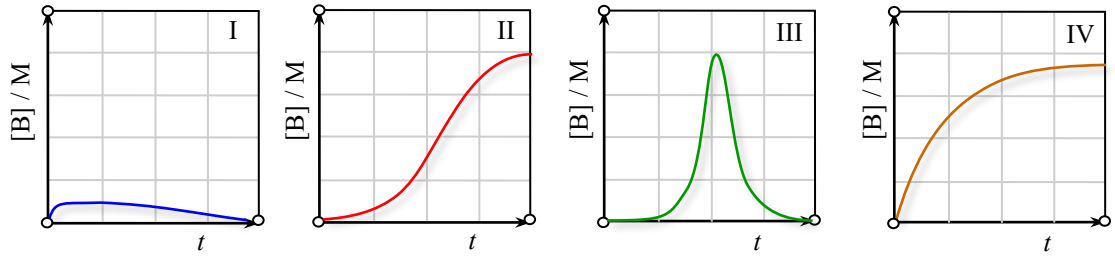
Πείραμα	$[A(g)]_0$ / M	$[B(g)]_0$ / M	υ_o / mol·L^{-1}·s^{-1}
1	$3\cdot10^{-3}$	10^{-3}	$1{,}8\cdot10^{-8}$
2	$3\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	$5{,}4\cdot10^{-8}$
3	$9\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	$4{,}86\cdot10^{-7}$

α) i. Να προσδιορίσετε τη (συνολική) τάξη της αντίδρασης.
ii. Να υπολογίσετε τη σταθερά ταχύτητας (k) της αντίδρασης.
β) Κατά τη διάρκεια του πειράματος 3 σε κάποια χρονική στιγμή t ισχύει $[\Gamma] = 2\cdot10^{-3}$ M και $\upsilon = 1{,}96\cdot10^{-7}$ mol·L^{-1}·s^{-1}. Να προσδιορίσετε το συντελεστή x του αερίου A(g) στην εξίσωση της αντίδρασης.

Ε4.89. **Πρόκληση!** Σε δοχείο που περιέχει αρχικά μόνο το αέριο Α(g) συμβαίνουν οι διαδοχικές αντιδράσεις Α(g) → Β(g) → Γ(g). Αν η αντίδραση Α(g) → Β(g) είναι πολύ ταχύτερη από την αντίδραση Β(g) → Γ(g) τα διαγράμματα για τις συγκεντρώσεις των Α(g), Β(g) και Γ(g) ως συνάρτηση του χρόνου είναι τα εξής:



α) Αν η αντίδραση Β(g) → Γ(g) ήταν πολύ ταχύτερη από την αντίδραση Α(g) → Β(g), ποιο θα ήταν το διάγραμμα της [Β] ως συνάρτηση του χρόνου;



β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

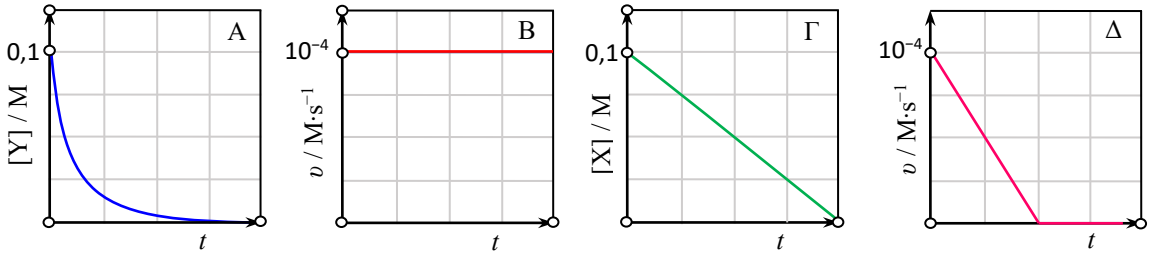
Ε4.90. Δύο χημικές ενώσεις, η Χ και η Υ, αντιδρούν σε υδατικό διάλυμα παράγοντας το προϊόν Ζ. Η αρχική ταχύτητα παραγωγής του Ζ μετριέται σε πέντε διαφορετικά πειράματα στην ίδια θερμοκρασία με τη χρήση διαφορετικών συγκεντρώσεων των αντιδρώντων και τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πείραμα	$[X(aq)]_0$ / M	$[Y(aq)]_0$ / M	Αρχική ταχύτητα παραγωγής Z / $M \cdot s^{-1}$
1	0,1	0,1	10^{-4}
2	0,1	0,2	$2 \cdot 10^{-4}$
3	0,1	0,4	$4 \cdot 10^{-4}$
4	0,2	0,1	10^{-4}
5	0,4	0,1	10^{-4}

α) i. Σε σχέση με τα παραπάνω δεδομένα, ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι η σωστή;
1. Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη με τη [Χ]
2. Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη με τη [Υ]
3. Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη με τη $[X]^2$
4. Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανεξάρτητη από τη [Υ]

ii. Να γράψετε το νόμο ταχύτητας της αντίδρασης και να σημειώσετε την τάξη της αντίδρασης καθώς και τη μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

β) Στη διάρκεια του πειράματος 1, ποιο από τα διαγράμματα Α-Δ μπορεί να είναι το σωστό; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



γ) Για την παραπάνω αντίδραση, να εξηγήσετε τη μορφή του διαγράμματος της ταχύτητας της αντίδρασης σε σχέση με τη [Χ] (για σταθερή τιμή της [Υ]) καθώς και τη μορφή του διαγράμματος της ταχύτητας της αντίδρασης σε σχέση με τη [Υ].

δ) Για την ταχύτητα της αντίδρασης βρέθηκε ότι ισχύει:

$$\upsilon = -2 \cdot \frac{d[X]}{dt} = -\frac{d[Y]}{dt} = \frac{d[Z]}{dt}$$

Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης (μικρότεροι δυνατοί ακέραιοι συντελεστές).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Ε5 Χημική Ισορροπία

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

Αμφίδρομες αντιδράσεις ονομάζονται οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται και προς τις δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα και καταλήγουν σε κατάσταση **δυναμικής** χημικής ισορροπίας.

Ομογενή ισορροπία έχουμε όταν τα αντιδρώντα και τα προϊόντα βρίσκονται στην ίδια φάση (αέρια ή υγρή), π.χ. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$. **Ετερογενή ισορροπία** έχουμε όταν τα σώματα που συμμετέχουν στην ισορροπία (αντιδρώντα και προϊόντα) βρίσκονται σε περισσότερες από μία φάσεις, π.χ. $\mathbf{CaCO_3(s)} \rightleftharpoons \mathbf{CaO(s)} + CO_2(g)$.

Απόδοση μιας αντίδρασης ονομάζουμε το λόγο της ποσότητας της ουσίας που παράγεται πρακτικά προς την ποσότητα της ουσίας που θα παραγόταν θεωρητικά αν η αντίδραση ήταν ποσοτική.

Αρχή Le Chatelier ή αρχή της φυγής προ της βίας: «Όταν μεταβάλλουμε έναν από τους συντελεστές μιας χημικής ισορροπίας (συγκέντρωση, πίεση, θερμοκρασία) η θέση της ισορροπίας μετατοπίζεται προς εκείνη την κατεύθυνση που τείνει να αναιρέσει τη μεταβολή που επιφέραμε.»

Οι **εξώθερμες** αντιδράσεις έχουν μεγαλύτερη απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ οι ενδόθερμες σε υψηλές θερμοκρασίες.
Η μεταβολή της πίεσης που προκαλείται με μεταβολή του όγκου του δοχείου επηρεάζει τη θέση της χημικής ισορροπίας μόνο όταν:

i. Στην ισορροπία συμμετέχουν αέριες ουσίες.
ii. Γίνεται με μεταβολή του όγκου του δοχείου.
iii. Κατά την αντίδραση παρατηρείται μεταβολή του αριθμού mol των αερίων.

Η αύξηση της πίεσης υπό σταθερή θερμοκρασία μετατοπίζει την ισορροπία προς την κατεύθυνση όπου έχουμε λιγότερα mol αερίων (τα λιγότερα mol ασκούν μικρότερη πίεση). Αύξηση της πίεσης επίσης προκαλείται με εισαγωγή ευγενούς αερίου στο μίγμα ισορροπίας, υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία. Στην περίπτωση αυτή η χημική ισορροπία δεν επηρεάζεται.

Με την αύξηση της τιμής της K_c μεγαλύτερο ποσοστό των αντιδρώντων μετατρέπεται σε προϊόντα, δηλαδή η χημική ισορροπία είναι περισσότερο μετατοπισμένη προς τα δεξιά. Η σταθερά K_c μιας χημικής ισορροπίας μεταβάλλεται μόνο με τη θερμοκρασία.

Πηλίκο αντίδρασης (Q_c)
i) Αν $Q_c = K_c$ το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας.
ii) Αν $Q_c < K_c$ τότε η αντίδραση πηγαίνει προς τα δεξιά, ώστε η τιμή του Q_c να μεγαλώσει (μικραίνει ο παρονομαστής του κλάσματος και μεγαλώνει ο αριθμητής). Κατ' αυτό τον τρόπο το σύστημα προσεγγίζει τη θέση ισορροπίας, όπου $Q_c = K_c$.
iii) Αν $Q_c > K_c$, τότε η αντίδραση οδεύει προς τα αριστερά, ώστε το σύστημα να φτάσει σε ισορροπία.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές ή λανθασμένες. Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.

α) Με την αύξηση της θερμοκρασίας σε διάλυμα στο οποίο έχει αποκατασταθεί η παρακάτω χημική ισορροπία το χρώμα του διαλύματος μετατρέπεται από κίτρινο σε κόκκινο.

$Fe^{3+}(aq) + SCN^{-}(aq) \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}(aq)$, $\Delta H < 0$,

(κίτρινο) **(κόκκινο)**

β) Αν σε μία χημική ισορροπία διπλασιαστεί οποιοσδήποτε από τους συντελεστές της (συγκεντρώσεις, πίεση, θερμοκρασία) η τιμή της σταθεράς K_c διπλασιάζεται.

γ) Για την αντίδραση, $2CH_3OH(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2CH_2O(g) + 2H_2O(g)$, $\Delta H = -199$ kJ**, η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί την ισορροπία προς τα αριστερά με αποτέλεσμα μείωση της τιμής της σταθεράς (K_c) της ισορροπίας.**

δ) Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας $Fe^{3+}(aq)$**, χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος, σε δοκιμαστικό σωλήνα που έχει αποκατασταθεί η ισορροπία,**

$Fe^{3+}(aq) + SCN^{-}(aq) \rightleftharpoons Fe(SCN)^{2+}(aq)$,

η $[Fe^{3+}]$ **γίνεται μεγαλύτερη, η** $[SCN^{-}]$ **γίνεται μικρότερη και η** $[Fe(SCN)^{2+}]$ **γίνεται μεγαλύτερη.**

ε) Οι εξώθερμες αμφίδρομες αντιδράσεις έχουν μεγαλύτερη απόδοση σε χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ οι ενδόθερμες σε υψηλές θερμοκρασίες.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Λανθασμένη. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, με την αύξηση της θερμοκρασίας η χημική ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και επομένως το χρώμα του διαλύματος μετατρέπεται προς το κίτρινο.

β) Λανθασμένη. Π.χ. με το διπλασιασμό των συγκεντρώσεων υπό σταθερή θερμοκρασία, η τιμή της K_c δε μεταβάλλεται. Επίσης, με διπλασιασμό της πίεσης, υπό σταθερή θερμοκρασία, η τιμή της K_c δε μεταβάλλεται. Με διπλασιασμό της θερμοκρασίας η K_c μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί, ανάλογα με το αν η ισορροπία είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη προς τα δεξιά.

γ) Σωστή. Με την αύξηση της θερμοκρασίας και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η ισορροπία κατευθύνεται προς τα αριστερά (ενδόθερμη κατεύθυνση) και επομένως η τιμή της K_c μειώνεται.

δ) Σωστή. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας $Fe^{3+}(aq)$, η ισορροπία οδεύει προς τα δεξιά. Καθώς η μεταβολή δεν αναιρείται πλήρως, η $[Fe^{3+}]$ γίνεται τελικά μεγαλύτερη, ενώ η $[SCN^{-}]$ γίνεται μικρότερη και η $[Fe(SCN)]^{2+}$ γίνεται μεγαλύτερη.

ε) Σωστή. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η μείωση της θερμοκρασίας μετατοπίζει τις εξώθερμες αντιδράσεις προς τα δεξιά και επομένως η απόδοσή τους αυξάνεται. Επίσης, η αύξηση της θερμοκρασίας μετατοπίζει τις ενδόθερμες αντιδράσεις επίσης προς τα δεξιά και επομένως η απόδοσή τους αυξάνεται.

2. Σε δοχείο συνυπάρχουν σε ισορροπία 1,5 mol $SO_2(g)$, 2 mol $O_2(g)$ **και** 4 mol $SO_3(g)$ **σύμφωνα με την εξίσωση:** $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$, $\Delta H < 0$.

α) Ποια από τις παρακάτω μεταβολές θα πρέπει να πραγματοποιηθεί ώστε στη νέα ισορροπία στο δοχείο να υπάρχουν 6 mol $SO_3(g)$**;**

1. Μείωση του όγκου του δοχείου με σταθερή θερμοκρασία

2. Μείωση της θερμοκρασίας του συστήματος

3. Προσθήκη επιπλέον κατάλληλης ποσότητας $SO_2(g)$ **χωρίς άλλη μεταβολή**

4. Οποιαδήποτε από τις παραπάνω τρεις μεταβολές

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας καθώς και γιατί δεν ισχύουν οι άλλες επιλογές.

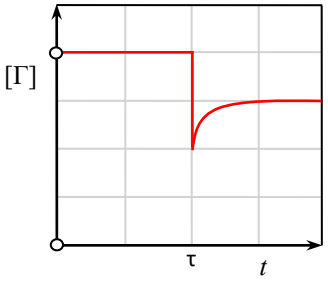
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Επιλογή 3.

β) Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας $SO_2(g)$ και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά με αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας του $SO_3(g)$. Η επιλογή 1 (μείωση του όγκου του δοχείου) θα έχει ως αποτέλεσμα σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier τη μετατόπιση της ισορροπίας προς τα δεξιά. Όμως, σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης για να παραχθούν επιπλέον 2 mol $SO_3(g)$ θα πρέπει να αντιδράσουν 2 mol $SO_2(g)$ που είναι αδύνατον καθώς είναι διαθέσιμα μόνο 1,5 mol $SO_2(g)$. Η επιλογή 2 (μείωση της θερμοκρασίας) θα έχει ως αποτέλεσμα τη μετατόπιση της ισορροπίας προς τα δεξιά, αλλά όπως και προηγουμένως δεν είναι δυνατή η παραγωγή 2 mol $SO_3(g)$, επιπλέον.

3. Σε δοχείο όγκου V **έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί (**α **ακέραιος συντελεστής).**

$$\alpha A(g) + B(s) \rightleftharpoons 2\Gamma(g),\ \Delta H < 0$$



Τη χρονική στιγμή τ **μεταβάλλεται ένας παράγοντας της ισορροπίας και στη συνέχεια αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία. Η συγκέντρωση του** Γ(g) **σε σχέση με το χρόνο αποδίδεται από το διπλανό διάγραμμα.**

α) Ποια μεταβολή έγινε τη χρονική στιγμή τ **και ποια η τιμή του συντελεστή** α**;**

i. Αύξηση της θερμοκρασίας, α = 1

ii. Μείωση της θερμοκρασίας, α = 2

iii. Αύξηση του όγκου από V **σε** $2V$**,** α = 1

iv. Αύξηση του όγκου από V **σε** $1{,}5V$**,** α = 3

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

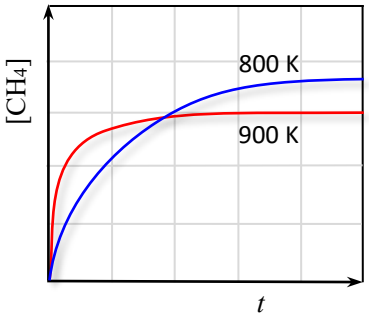
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Επιλογή iii,

β) Από το διάγραμμα προκύπτει ότι η συγκέντρωση του Γ(g) υποδιπλασιάζεται αρχικά ενώ στη συνέχεια αυξάνεται που σημαίνει ότι η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Ο απότομος υποδιπλασιασμός της [Γ(g)] εξηγείται με τον διπλασιασμό του όγκου του δοχείου (μείωση της πίεσης) ενώ για να μετατοπιστεί η ισορροπία προς τα δεξιά (προς τα περισσότερα mol) αερίων, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, θα πρέπει α = 1.

4. Σε δύο όμοια δοχεία εισάγονται οι ίδιες ποσότητες $H_2(g)$ **και περίσσειας** $C(s)$ **σε λεπτόκοκκη μορφή, οπότε αποκαθίσταται και στις δύο περιπτώσεις η ισορροπία:**

$$C(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)$$



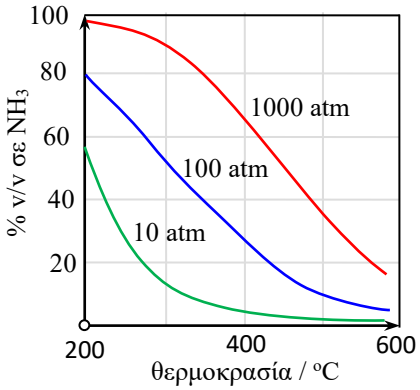
Στη μία περίπτωση η ισορροπία αποκαθίσταται σε θερμοκρασία $T_1 = 800$ K **και στην άλλη σε θερμοκρασία** $T_2 = 900$ K**. Η** $[CH_4(g)]$ **με το χρόνο στα δύο πειράματα εμφανίζεται στο διπλανό γράφημα. Ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι η σωστή;**
1. Η προσθήκη επιπλέον ποσότητας $C(s)$ **στα δύο δοχεία θα έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό μεγαλύτερης ποσότητας** $CH_4(g)$**.**
2. Η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη.
3. Η αποκατάσταση της ισορροπίας στους 900 K **απαιτεί μεγαλύτερο χρόνο.**
4. Στους 800 K **η αρχική ταχύτητα σχηματισμού του** $CH_4(g)$ **μεγαλύτερη.**
Να αιτιολογήστε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η πρόταση 2. Αν η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη, η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί την ισορροπία προς τα αριστερά με αποτέλεσμα το σχηματισμό μικρότερης ποσότητας $CH_4(g)$ και άρα η συγκέντρωση του $CH_4(g)$ στη χημική ισορροπία θα είναι μικρότερη, όπως παρατηρούμε στο σχήμα. Παράλληλα, η αύξηση της θερμοκρασία αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης και προς τα δεξιά και προς τα αριστερά με αποτέλεσμα η χημική ισορροπία να επιτυγχάνεται ταχύτερα (από το διάγραμμα φαίνεται ότι η αρχική ταχύτητα σχηματισμού του $CH_4(g)$ είναι μεγαλύτερη στους 900 K).

5. Στον αντιδραστήρα μιας βιομηχανίας εισάγονται ποσότητες των αερίων $N_2(g)$ **και** $H_2(g)$ **και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η ισορροπία που ακολουθεί.**

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$



Η %v/v **περιεκτικότητα του μίγματος ισορροπίας σε** NH_3 **σε διαφορετικές θερμοκρασίες και σε διαφορετικές πιέσεις εμφανίζεται στο διπλανό διάγραμμα.**
α) Να εξηγήσετε το παραπάνω διάγραμμα σε σχέση:
i. Με τη θερμοκρασία, εξηγώντας αν η αντίδραση σχηματισμού της NH_3 **είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη. ii. Με την πίεση.**
β) Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται η σταθερά K_c **με την αύξηση της θερμοκρασίας.**
γ) Τελικά στον αντιδραστήρα της βιομηχανίας η παραπάνω αντίδραση διεξάγεται στους 500 °C**, σε πίεση** 200 atm **και παρουσία κατάλληλα κατεργασμένου** Fe**.**
Να εξηγήσετε: i. Γιατί δεν χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες πιέσεις.
ii. Γιατί δεν χρησιμοποιούνται μικρότερες θερμοκρασίες.

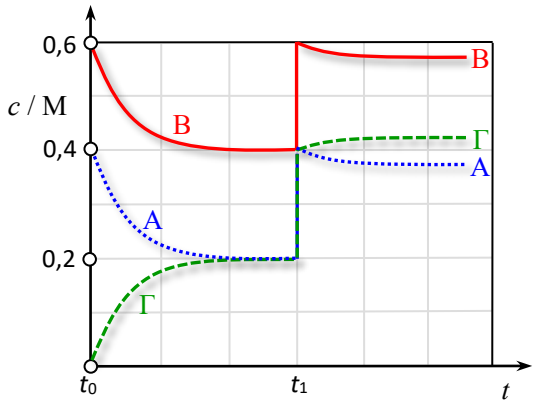
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) i. Με την αύξηση της θερμοκρασίας υπό σταθερή πίεση η απόδοση της αντίδρασης μειώνεται και άρα η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά (ενδόθερμη κατεύθυνση), σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Έτσι η αντίδραση προς τα δεξιά θα είναι εξώθερμη. Παράλληλα, οι δύο αντίθετης φοράς ταχύτητες αυξάνονται και άρα η ισορροπία αποκαθίσταται ταχύτερα.
ii. Η υψηλή πίεση αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης αλλά παράλληλα αυξάνει και την απόδοσή της καθώς σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier με την αύξηση της πίεσης η ισορροπία οδεύει προς τα δεξιά (λιγότερα mol αερίων).

β) Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και επομένως η τιμή της σταθεράς K_c μειώνεται.

γ) i. Μεγαλύτερη αύξηση της πίεσης αυξάνει ελάχιστα την απόδοση της αντίδρασης.
ii. Η χρήση καταλύτη, η αύξηση της πίεσης και η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνουν την ταχύτητα της αντίδρασης. Όμως, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας κατευθύνει την ισορροπία προς τα αριστερά (προς την ενδόθερμη κατεύθυνση) μειώνοντας την απόδοση της αντίδρασης παραγωγής της NH_3. Προφανώς, η επιλογή αυτή των συνθηκών είναι η βέλτιστη για την μεγαλύτερη, ταχύτερη και οικονομικότερη παραγωγή της αμμωνίας.

6. Σε κενό δοχείο όγκου V εισάγονται τη χρονική στιγμή t_0 ποσότητες των αερίων A(g) **και** B(g) **τα οποία αντιδρούν σύμφωνα με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.**



$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons Γ(g)$$

Τα διαγράμματα c - t για τα τρία συστατικά της χημικής ισορροπίας δίνονται στο διπλανό σχήμα. Τη στιγμή t_1 η μεταβολή που προκλήθηκε στο δοχείο είναι:
i. Αύξηση του όγκου.
ii. Μείωση του όγκου.
iii. Ταυτόχρονη προσθήκη ποσοτήτων και από τα τρία συστατικά.
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

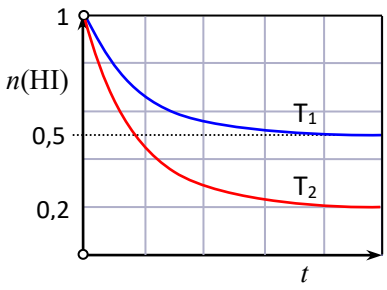
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Επιλογή iii.

β) Παρατηρούμε ότι αυξήθηκαν απότομα οι συγκεντρώσεις και των τριών συστατικών της ισορροπίας και ότι η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα δεξιά καθώς στη συνέχεια οι συγκεντρώσεις των Α και Β μειώθηκαν ενώ οι συγκέντρωση του Γ αυξήθηκε. Για να αποδείξουμε το γεγονός αυτό συγκρίνουμε την τιμή της σταθεράς K_c με την τιμή του πηλίκου της αντίδρασης Q_c.

$$K_c = 0,2/0,2\cdot 0,4 = 2,5. \qquad Q_c = 0,4/0,4\cdot 0,6 = 10/6 < 2,5.$$

Έτσι, πράγματι η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά ώστε να αποκατασταθεί νέα χημική ισορροπία στην οποία θα ισχύει: $Q_c = 2,5$.
Σημείωση: Με τη μείωση του όγκου του δοχείου θα έπρεπε οι τρεις συγκεντρώσεις να αυξάνονταν αναλογικά (οι συγκεντρώσεις των Α και Γ διπλασιάστηκαν, αλλά η συγκέντρωση του Β αυξήθηκε χωρίς να διπλασιαστεί).



7. Σε δοχείο σταθερού όγκου V = 1 L εισάγουμε 1 mol HI(g)**, που διασπάται στα συστατικά του στοιχεία, σύμφωνα με την χημική ισορροπία:**

$$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$$

Το διπλανό διάγραμμα περιγράφει τον αριθμό των mol του HI **ως συνάρτηση του χρόνου, σε δύο θερμοκρασίες, T_1 και T_2 ($T_2 > T_1$).**
α) i. Να χαρακτηρίσετε την αντίδραση διάσπασης του HI **ως ενδόθερμη ή εξώθερμη και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**

ii. Να υπολογίσετε τις τιμές της σταθεράς ισορροπίας στις θερμοκρασίες T_1 και T_2.
β) Τη χρονική στιγμή t_1 στη θερμοκρασία T_1 διπλασιάζουμε την πίεση στο δοχείο με μεταβολή του όγκου υπό σταθερή θερμοκρασία. Ποιες θα είναι οι ποσότητες στο δοχείο (σε mol) των τριών συστατικών στην ισορροπία; Ποιες οι τιμές των συγκεντρώσεων των τριών συστατικών; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) Τη χρονική στιγμή t_2 και υπό σταθερή θερμοκρασία T_2 προσθέτουμε 1 mol HI**, επιπλέον. Ποιες θα είναι οι ποσότητες (σε mol) του H_2, του I_2 και του** HI **στη νέα ισορροπία;**

ΛΥΣΗ
α) i. Ενδόθερμη (σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier).

ii. $K_{c1} = \dfrac{[H_2]\cdot[I_2]}{[HI]^2} = \dfrac{(0,25/V)^2}{(0,5/V)^2} = \dfrac{1}{4}$ $\qquad$ $K_{c2} = \dfrac{[H_2]\cdot[I_2]}{[HI]^2} = \dfrac{(0,4/V)^2}{(0,2/V)^2} = 4$

β) Ο όγκος μειώνεται στο μισό ($V/2$). Η θέση της ισορροπίας δεν μεταβάλλεται, καθώς $\Delta n = 0$, αλλά οι συγκεντρώσεις θα διπλασιαστούν: [HI] = 1 M, $[H_2] = [I_2] = 0,5$ M.

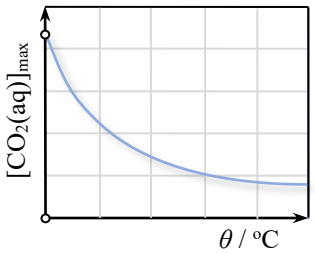
γ)

mol	**2HI(g)** ⇌	**H_2(g)** +	**I_2(g)**
Αρχ. Χ.Ι.	0,2	0,4	0,4
Προσθήκη	1		
Μεταβολές	–2x	x	x
Χ.Ι.	1,2 – 2x	0,4 + x	0,4 + x

$$K_{c_2} = \frac{[H_2]\cdot[I_2]}{[HI]^2} = \frac{\frac{0,4+x}{V}\cdot\frac{0,4+x}{V}}{\left(\frac{1,2-x}{V}\right)^2} = 4,\ \frac{0,4+x}{1,2-x} = 2,\ x = 0,4 \text{ mol}$$

Επομένως στη νέα χημική ισορροπία συνυπάρχουν 0,4 mol HI, 0,8 mol H_2 και 0,8 mol I_2.

8. Το αναψυκτικό τύπου «σόδα» παρασκευάζεται με τη διάλυση ποσότητας $CO_2(g)$ σε νερό, υπό πίεση, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία: $CO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(aq)$.
α) Με το άνοιγμα της φιάλης του αναψυκτικού, το CO_2 σταδιακά απομακρύνεται πλήρως ως αέριο από το διάλυμα της σόδας. Να εξηγήσετε το φαινόμενο.
β) Στο διπλανό διάγραμμα εμφανίζεται η μέγιστη δυνατή συγκέντρωση του CO_2 στο νερό, $[CO_2(aq)]_{max}$, ως συνάρτηση της θερμοκρασίας (στην ίδια πίεση). Με βάση το διάγραμμα αυτό μπορούμε να πούμε ότι:
1. με την αύξηση της θερμοκρασίας η πίεση σε κλειστό δοχείο σόδας μειώνεται
2. με την αύξηση της θερμοκρασίας η $[CO_2(aq)]$ αυξάνεται
3. η μετατροπή $CO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(aq)$ είναι ενδόθερμο φαινόμενο
4. η μετατροπή $CO_2(g) \rightleftharpoons CO_2(aq)$ έχει $\Delta H < 0$
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Με το άνοιγμα της φιάλης η πίεση μειώνεται και επομένως σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία οδεύει προς τα αριστερά οπότε το CO_2 απομακρύνεται ως αέριο. Μάλιστα, καθώς η απομάκρυνση του CO_2 είναι συνεχής η ισορροπία μετατοπίζεται συνεχώς προς τα αριστερά και τελικά απομακρύνεται όλη η ποσότητα του CO_2 ως αέριο.

β) Επιλογή 4. Παρατηρούμε ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας η συγκέντρωση του διαλυμένου $CO_2(aq)$ μειώνεται που σημαίνει ότι η ισορροπία κατευθύνεται προς τα αριστερά. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία οδεύει προς την ενδόθερμη κατεύθυνση, που σημαίνει ότι η αντίδραση προς τα αριστερά θα είναι ενδόθερμη και επομένως προς τα δεξιά θα είναι εξώθερμη ($\Delta H < 0$).

9. Σε τέσσερα διαφορετικά κλειστά δοχεία Α, Β, Γ **και** Δ **όγκου** 1 L**, που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία** *T***, εισάγονται ποσότητες από τις εξής ουσίες:**
Δοχείο Α: $5\cdot10^{-3}$ mol $CaCO_3(s)$**.**
Δοχείο Β: $5\cdot10^{-3}$ mol $CaO(s)$ **και** $5\cdot10^{-3}$ mol $CO_2(g)$**.**
Δοχείο Γ: $5\cdot10^{-3}$ mol $CaCO_3(s)$ **και** $5\cdot10^{-3}$ mol $CO_2(g)$**.**
Δοχείο Δ: $5\cdot10^{-3}$ mol $CaCO_3(s)$ **και** $5\cdot10^{-3}$ mol $CaO(s)$**.**
Να εξετάσετε αν σε κάθε περίπτωση μπορεί ή όχι να αποκατασταθεί χημική ισορροπία, σύμφωνα με την εξίσωση: $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$**,** $K_c = 2\cdot10^{-3}$**. Ποιες θα είναι οι τελικές ποσότητες στα δοχεία, σε κάθε περίπτωση;**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
Για την παραπάνω χημική ισορροπία ισχύει: $K_c = [CO_2] = 2\cdot10^{-3}$ και επομένως για να αποκατασταθεί χημική ισορροπία θα πρέπει να συνυπάρχουν και τα τρία συστατικά της, από τα οποία το CO_2 σε ποσότητα $n = [CO_2]\cdot V = 2\cdot10^{-3}$ mol.

Δοχείο Α: Η ισορροπία μπορεί να επιτευχθεί με τη διάσπαση $2\cdot10^{-3}$ mol $CaCO_3$ και το σχηματισμό $2\cdot10^{-3}$ mol CaO και $2\cdot10^{-3}$ mol CO_2, οπότε στο δοχείο θα απομείνουν χωρίς να διασπαστούν $3\cdot10^{-3}$ mol $CaCO_3$.

Δοχείο Β: Η ισορροπία μπορεί να επιτευχθεί με την αντίδραση $3\cdot10^{-3}$ mol CaO με $3\cdot10^{-3}$ mol CO_2 και το σχηματισμό $3\cdot10^{-3}$ mol $CaCO_3$.

Δοχείο Γ: Για να αποκατασταθεί ισορροπία θα πρέπει να αντιδράσουν $3\cdot10^{-3}$ mol CO_2, ώστε να απομείνουν $2\cdot10^{-3}$ mol CO_2. Καθώς όμως δεν υπάρχει στο δοχείο CaO, αυτό δεν μπορεί να γίνει και άρα δεν μπορεί να αποκατασταθεί ισορροπία. Στο δοχείο θα παραμείνουν τελικά $5\cdot10^{-3}$ mol $CaCO_3$ και $5\cdot10^{-3}$ mol CO_2.

Δοχείο Δ: Η ισορροπία μπορεί να επιτευχθεί με τη διάσπαση $2\cdot10^{-3}$ mol $CaCO_3$ και το σχηματισμό $2\cdot10^{-3}$ mol CaO και $2\cdot10^{-3}$ mol CO_2, οπότε στο δοχείο περιέχονται $3\cdot10^{-3}$ mol $CaCO_3$, $2\cdot10^{-3}$ mol CO_2 και $7\cdot10^{-3}$ mol CaO.

10. Η σταθερά της παρακάτω χημικής ισορροπίας έχει τιμή $K_c = 225$ **στους** 1400 K**.**

$$TiCl_4(g) + O_2(g) \rightleftharpoons TiO_2(s) + 2Cl_2(g)$$

α) Σε κλειστό δοχείο όγκου *V* **εισάγουμε** 3,4 mol $TiCl_4(g)$ **και** 3,4 mol $O_2(g)$ **και θερμαίνουμε το σύστημα στους** 1400 K**. Να προσδιοριστούν οι ποσότητες σε** mol **όλων των σωμάτων μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας.**
β) Σε ένα δεύτερο δοχείο όγκου *V***, εισάγουμε** 3 mol $TiO_2(s)$ **και** 17 mol $Cl_2(g)$ **στους** 1400 K**. Ποιες οι ποσότητες (σε mol) των συστατικών της ισορροπίας;**
γ) Στο δεύτερο δοχείο, πόσα επιπλέον mol $Cl_2(g)$ **πρέπει να προσθέσουμε στην χημική ισορροπία, ώστε στη νέα χημική ισορροπία να υπάρχουν** 2 mol $O_2(g)$**, στους** 1400 K**;**

ΛΥΣΗ
α) Καταστρώνουμε τον πίνακα της ισορροπίας:

mol	$TiCl_4(g)$ +	$O_2(g)$ ⇌	$TiO_2(s)$ +	$2Cl_2(g)$
Αρχικά	3,4	3,4	—	—
Μεταβολές	−x	−x	x	2x
Χ.Ι.	3,4 − x	3,4 − x	x	2x

$$K_c = 225 = \frac{[Cl_2]^2}{[TiCl_4]\cdot[O_2]} = \frac{\left(\frac{2x}{V}\right)^2}{\left(\frac{3,4-x}{V}\right)^2} = \left(\frac{2x}{3,4-x}\right)^2,\ 15 = \frac{2x}{3,4-x},\ x = 3\ \text{mol}$$

Επομένως, στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας θα συνυπάρχουν 0,4 mol $TiCl_4(g)$, 0,4 mol $O_2(g)$, 3 mol $TiO_2(s)$ και 6 mol $Cl_2(g)$.

β) Καταστρώνουμε τον πίνακα της ισορροπίας:

mol	$TiCl_4(g)$ +	$O_2(g)$ ⇌	$TiO_2(s)$ +	$2Cl_2(g)$
Αρχικά	—	—	3	17
Μεταβολές	y	y	−y	−2y
Χ.Ι.	y	y	3 − y	17 − 2y

$$15^2 = \frac{[Cl_2]^2}{[TiCl_4]\cdot[O_2]} = \frac{\left(\frac{17-2y}{V}\right)^2}{\left(\frac{y}{V}\right)^2} = \left(\frac{17-2y}{y}\right)^2,\ 15 = \frac{17-2y}{y}$$

Η λύση της τελευταίας εξίσωσης είναι η y = 1 και επομένως στη χημική ισορροπία θα συνυπάρχουν 1 mol $TiCl_4(g)$, 1 mol $O_2(g)$, 2 mol $TiO_2(s)$ και 15 mol $Cl_2(g)$.

γ) Έστω ότι προσθέτουμε επιπλέον λ mol $Cl_2(g)$. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία θα μετατοπιστεί αριστερά.

mol	$TiCl_4(g)$ +	$O_2(g)$ ⇌	$TiO_2(s)$ +	$2Cl_2(g)$
Αρχική Χ.Ι.	1	1	2	15
Προσθήκη				+λ
Μεταβολές	+ω	+ω	−ω	−2ω
Χ.Ι.	1 + ω	1 + ω	2 − ω	15 + λ − 2ω

Ισχύει: 1 + ω = 2, ω = 1 mol. Από την έκφραση της σταθεράς ισορροπίας, έχουμε:

$$15^2 = \left(\frac{13+\lambda}{2}\right)^2,\ \lambda = 17.$$

11. Σε κενό δοχείο εισάγεται ισομοριακό αέριο μίγμα H_2 και I_2. Το μίγμα θερμαίνεται στους θ °C, οπότε το H_2 και το I_2 αντιδρούν και σχηματίζουν αέριο HI, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας στο δοχείο παραμένει το 40% της αρχικής ποσότητας του H_2.

α) Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας στη θερμοκρασία θ °C.

β) Αν υ_1 είναι η ταχύτητα της χημικής αντίδρασης προς τα δεξιά και υ_2 η ταχύτητα της χημικής αντίδρασης προς τα αριστερά, να υπολογιστεί ο λόγος (υ_1/υ_2) στην ίδια θερμοκρασία, όταν στο δοχείο υπάρχει το 80% της αρχικής ποσότητας του H_2.
Οι δύο αντίθετης φοράς αντιδράσεις της χημικής ισορροπίας να θεωρηθούν απλές.

ΛΥΣΗ
α) Έστω από x mol οι αρχικές ποσότητες των δύο αερίων $H_2(g)$ και $I_2(g)$.

mol	$H_2(g)$	+ $I_2(g)$	⇌ $2HI(g)$
Αρχικά	x	x	–
Μεταβολές	–y	–y	2y
Χ.Ι.	x – y	x – y	2y

Ισχύει: x – y = 0,4x, y = 0,6x. Έτσι, στη χημική ισορροπία θα συνυπάρχουν 0,4x mol $H_2(g)$, 0,4x mol $I_2(g)$ και 1,2x mol HI(g). Από την έκφραση της σταθεράς K_c (οι όγκοι και το x απλοποιούνται) προκύπτει:

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\cdot[I_2]} = \left(\frac{1,2x}{0,4x}\right)^2 = 9$$

β) Όταν στο δοχείο υπάρχει το 80% της αρχικής ποσότητας του H_2 θα έχουν αντιδράσει 0,2x mol $H_2(g)$ και 0,2x mol $I_2(g)$ και θα έχουν παραμείνει 0,8x mol $H_2(g)$ και 0,8x mol $I_2(g)$. Παράλληλα, θα έχουν παραχθεί 0,4x mol HI(g). Θα ισχύει:

$$\upsilon_1 = k_1\cdot[H_2]\cdot[I_2] = k_1\cdot(0,8x/V)^2$$
$$\upsilon_2 = k_2\cdot[HI]^2 = k_2\cdot(0,4x/V)^2$$
$$\upsilon_1/\upsilon_2 = (k_1/k_2)\cdot 4 = K_c\cdot 4 = 36$$

12. Σε δοχείο σταθερού όγκου $V = 1$ L εισάγονται 2 mol $CaCO_3(s)$. Το δοχείο θερμαίνεται σε κατάλληλη υψηλή θερμοκρασία θ, οπότε το $CaCO_3(s)$ διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

Ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής συγκέντρωσης του CO_2 είναι $\upsilon = 0,4$ M·min^{-1} και ο βαθμός διάσπασης του $CaCO_3(s)$ στην ισορροπία είναι 0,5. Αν οι αντιδράσεις και προς τις δύο κατευθύνσεις της χημικής ισορροπίας είναι στοιχειώδεις (απλές) τότε:
α) Να γράψετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης διάσπασης του $CaCO_3(s)$, καθώς και τον νόμο της αντίθετης αντίδρασης.
β) Να υπολογίσετε τις τιμές και τις μονάδες των σταθερών ταχύτητας k_1 και k_2.
γ) Να υπολογίσετε τα mol του CO_2 που πρέπει να αφαιρεθούν από το δοχείο, ώστε η πίεση σε αυτό να υποδιπλασιαστεί υπό σταθερή θερμοκρασία. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΛΥΣΗ
α) Αν υ_1 είναι η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά και υ_2 η ταχύτητα της αντίδρασης προς τ' αριστερά, θα ισχύουν: $\upsilon_1 = k_1$ και $\upsilon_2 = k_2\cdot[CO_2]$.

β) Στην αρχή ($t = 0$) θα έχουμε μόνο την αντίδραση προς τα δεξιά και έτσι ο ρυθμός μεταβολής συγκέντρωσης του CO_2 θα είναι μέγιστος και ίσος με 0,4 M/min. Επομένως: $\upsilon_1 = k_1 = 0,4$ M. Στη χημική ισορροπία θα ισχύει: $\upsilon_1 = \upsilon_2$ και άρα: $k_1 = k_2\cdot[CO_2]_{XI}$. Υπολογίζουμε τη $\cdot[CO_2]$ στη χημική ισορροπία με βάση το βαθμό διάσπασης:

mol	$CaCO_3(s)$ ⇌	$CaO(s)$ +	$CO_2(g)$
Αρχικά	2	—	—
Μεταβολές	–x	x	x
Χ.Ι.	2 – x	x	x

$$\alpha = \frac{x}{2} = 0,5,\ \ x = 1\ \text{mol}$$

Άρα στην ισορροπία θα συνυπάρχουν από 1 mol των τριών συστατικών. Έτσι:

$$k_2 = \frac{k_1}{[CO_2]_{\chi\iota}} = 0,4\ \text{min}^{-1}$$

γ) Αν αφαιρεθεί όλη η ποσότητα του CO_2 στην ισορροπία (1 mol) τότε η ισορροπία θα μετατοπιστεί πλήρως προς τα δεξιά (αρχή Le Chatelier) ώστε η συγκέντρωση του CO_2 να γίνει πάλι ίση με την αρχική (1 M) οπότε η πίεση θα παραμείνει ίση με την αρχική. Στην περίπτωση αυτή θα έχει διασπαστεί όλη η ποσότητα του $CaCO_3$.

mol	$CaCO_3(s)$ ⇌	$CaO(s)$ +	$CO_2(g)$
	1	1	–
Μεταβολές	–1	1	1
	–	2	1

Δηλαδή θα υπάρχει πάλι 1 mol CO_2 στον ίδιο όγκο και στην ίδια θερμοκρασία και επομένως η πίεση θα παραμείνει η ίδια: $P \cdot V = 1 \cdot R \cdot T$ (1). Έτσι, θα πρέπει να αφαιρεθεί επιπλέον ποσότητα CO_2 ώστε η πίεση να υποδιπλασιαστεί. Αυτή τη φορά μάλιστα δεν μπορεί να διασπαστεί ποσότητα CO_2 και άρα θα πρέπει να απομακρυνθεί επιπλέον 0,5 mol CO_2. Συνολικά, επομένως, πρέπει να απομακρυνθούν 1 + 0,5 = 1,5 mol $CO_2(g)$.

13. Στους θ °C, αέριο του τύπου $AB_x(g)$ διασπάται στα στοιχεία του $A_2(g)$ και $B_2(g)$, σύμφωνα με την αμφίδρομη αντίδραση,

$2AB_x(g) \rightleftharpoons A_2(g) + xB_2(g)$, **για την οποία** $K_c = 16$, **στους** θ °C.

α) Σε δοχείο (Δ_1) συνυπάρχουν σε χημική ισορροπία τα τρία αέρια σε συγκεντρώσεις, $[AB_x] = 1$ M, $[A_2] = 2$ M **και** $[B_2] = 2$ M**. Να δείξετε ότι** x = 3**.**

β) Σε άλλο δοχείο (Δ_2) όγκου $V = 2$ L **εισάγονται ποσότητες από τα αέρια** A_2 **και** B_2 **και αποκαθίσταται η παραπάνω χημική ισορροπία στην οποία συνυπάρχουν ισομοριακές ποσότητες από τα τρία αέρια στους θ °C. Να υπολογιστούν:**

i. Οι αρχικές ποσότητες των αερίων A_2 **και** B_2.

ii. Οι ποσότητες των τριών αερίων στην ισορροπία.

γ) Σε τρίτο δοχείο (Δ_3) βρίσκονται σε ισορροπία α mol $AB_x(g)$, β mol $A_2(g)$ **και** γ mol $B_2(g)$ **στους θ °C και ισχύει:** $\alpha + \beta + \gamma < 6$**. Ο όγκος του δοχείου μεταβάλλεται υπό σταθερή θερμοκρασία και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην οποία συνυπάρχουν** 2 mol $AB_x(g)$, 2 mol $A_2(g)$ **και** 2 mol $B_2(g)$**.**

i. Να εξηγήσετε αν ο όγκος του δοχείου αυξήθηκε ή μειώθηκε.

ii. Να υπολογιστεί ο τελικός όγκος του δοχείου.

δ) Στο δοχείο (Δ_3) στο οποίο συνυπάρχουν σε ισορροπία 2 mol $AB_x(g)$, 2 mol $A_2(g)$ **και** 2 mol $B_2(g)$**, αυξάνεται η θερμοκρασία και στη νέα χημική ισορροπία ισχύει:** $n_{\text{ολ}} = 6,5$ mol**. Να εξηγήσετε αν η διάσπαση του** $AB_x(g)$ **είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.**

ΛΥΣΗ

α) $K_c = \dfrac{[A_2]\cdot[B_2]^x}{[AB_3]^2} = \dfrac{2\cdot 2^x}{1^2}$, $2^{x+1} = 16$, $x = 3$

β)

mol	$2AB_3(g)$	⇌	$A_2(g)$	+	$3B_2(g)$
Αρχικά	—		α		β
Μεταβολές	2x		–x		–3x
Χ.Ι.	2x		α – x		β – 3x

Ισχύει: 2x = α – x = β – 3x και επομένως α = 3x και β = 5x. Άρα, στην ισορροπία θα συνυπάρχουν 2x mol AB_3, 2x mol A_2 και 2x mol B_2.

$$K_c = \frac{[A_2]\cdot[B_2]^x}{[AB_3]^2} = \frac{\frac{2x}{2}\cdot\left(\frac{2x}{2}\right)^3}{\left(\frac{2x}{2}\right)^2},\quad x^2 = 16,\quad x = 4\ \text{mol}$$

Επομένως, α = 12 mol και β = 20 mol. Στη ισορροπία συνυπάρχουν από 2x = 4 mol από καθένα από τα τρία συστατικά.

γ) Στην τελική ισορροπία ισχύει $n_{ολ} = 2 + 2 + 2 = 6$ ενώ αρχικά ισχύει $n_{ολ} = α + β + γ < 6$. Άρα, αντίδραση εξελίσσεται προς τα περισσότερα mol, δηλαδή προς τα δεξιά:

mol	$2AB_3(g)$	⇌	$A_2(g)$	+	$3B_2(g)$
Αρχική Χ.Ι.	α		β		γ
Μεταβολές	–2x		x		3x
Τελική Χ.Ι.	α – 2x = 2		β + x = 2		γ + 3x = 2

Επομένως, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, μειώθηκε η πίεση με αύξηση του όγκου του δοχείου. Για τον τελικό όγκο του δοχείου (V):

$$16 = \frac{[A_2]\cdot[B_2]^x}{[AB_3]^2} = \frac{\frac{2}{V}\cdot\left(\frac{2}{V}\right)^3}{\left(\frac{2}{V}\right)^2} = \left(\frac{2}{V}\right)^2,\quad V = 0{,}5\ \text{L}$$

δ) Ο συνολικός αριθμός mol των αερίων αυξήθηκε και άρα εκδηλώθηκε αντίδραση προς τα δεξιά. Όμως, με την αύξηση της θερμοκρασίας, η ισορροπία οδεύει προς την ενδόθερμη κατεύθυνση (σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier) και επομένως η αντίδραση προς τα δεξιά θα είναι ενδόθερμη.

14. 36 g CH_3COOH **και** 27,6 g CH_3CH_2OH **φέρονται προς αντίδραση, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.**

$CH_3COOH(ℓ) + CH_3CH_2OH(ℓ) \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3(ℓ) + H_2O(ℓ)$, $K_c = 4$

α) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης (με τη μορφή κλάσματος).

β) Πόσα g CH_3COOH **πρέπει να προστεθούν επιπλέον στην φιάλη της παραπάνω ισορροπίας, ώστε να σχηματιστούν συνολικά** 0,5 mol **εστέρα;**

γ) 0,2 mol CH_3COOH **και** x **mol** CH_3CH_2OH **φέρονται προς αντίδραση σε άλλη φιάλη και αποκαθίσταται η παραπάνω χημική ισορροπία στην οποία σχηματίζεται εστέρας με απόδοση** 80%**. Ποιες οι δυνατές τιμές του** x**;**

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, O:16**. Η θερμοκρασία είναι σταθερή.**

ΛΥΣΗ

α) $M_r(CH_3COOH) = 60$, $M_r(CH_3CH_2OH) = 46$.

$$n = \frac{36}{60} = 0{,}6 \text{ mol } CH_3COOH, \quad n = \frac{27{,}6}{46} = 0{,}6 \text{ mol } CH_3CH_2OH$$

mol	CH_3COOH	$+ CH_3CH_2OH$	$\rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3$	$+ H_2O$
Αρχικά	0,6	0,6	—	—
Μεταβολές	− x	− x	x	x
Χ.Ι.	0,6 – x	0,6 – x	x	x

$$K_c = \frac{[CH_3COOCH_2CH_3]\cdot[H_2O]}{[CH_3COOH]\cdot[CH_3CH_2OH]} = \frac{\frac{x}{V}\cdot\frac{x}{V}}{\frac{0{,}6-x}{V}\cdot\frac{0{,}6-x}{V}} = \left(\frac{x}{0{,}6-x}\right)^2$$

$2 = \left(\frac{x}{0{,}6-x}\right)$, x = 0,4 mol. Επομένως: $\alpha = \frac{x}{0{,}6} = \frac{2}{3}$

β) Έστω ότι πρέπει να προσθέσουμε λ mol επιπλέον CH_3COOH. Η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

mol	CH_3COOH	$+ CH_3CH_2OH$	$\rightleftharpoons CH_3COCH_2CH_3$	$+ H_2O$
Αρχ. Χ.Ι.	0,2	0,2	0,4	0,4
Προσθήκη	λ			
Μεταβολές	− y	− y	y	y
Νέα Χ.Ι.	0,2 + λ – y	0,2 – y	0,4 + y	0,4 + y

Ισχύει: 0,4 + y = 0,5, y = 0,1 mol.

$$K_c = 4 = \frac{\frac{0{,}5}{V}\cdot\frac{0{,}5}{V}}{\frac{0{,}1+\lambda}{V}\cdot\frac{0{,}1}{V}}, \quad \lambda = 0{,}525 \text{ mol}$$

Η παραπάνω ποσότητα CH_3COOH αντιστοιχεί σε μάζα $m = 0{,}525\cdot60 = 31{,}5$ g.

γ)

mol	CH_3COOH	$+ CH_3CH_2OH$	$\rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3$	$+ H_2O$
Αρχικά	0,2	x	—	—
Μεταβολές	− y	− y	y	y
Χ.Ι.	0,2 – y	x – y	y	y

Επειδή δεν ξέρουμε ποια ένωση είναι σε περίσσεια διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

Περίπτωση 1: $0{,}2 \geq x$ (CH_3CH_2OH το περιοριστικό αντιδρών).

$$0{,}8 = \frac{y}{x}, \quad y = 0{,}8x$$

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας θα υπάρχουν: (0,2 – 0,8x) mol CH_3COOH, 0,2x mol CH_3CH_2OH, 0,8x mol $CH_3COOCH_2CH_3$ και 0,8x mol H_2O.

$$K_c = 4 = \frac{\frac{0{,}8x}{V}\cdot\frac{0{,}8x}{V}}{\frac{0{,}2-0{,}8x}{V}\cdot\frac{0{,}2x}{V}}, \quad x = 0{,}125 \text{ mol}$$

Περίπτωση 2: 0,2 ≤ x (CH_3COOH το περιοριστικό αντιδρών).

$$0,8 = \frac{y}{0,2},\ y = 0,16\ mol$$

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας θα συνυπάρχουν: 0,04 mol CH_3COOH, (x – 0,16) mol CH_3CH_2OH, 0,16 mol $CH_3COOCH_2CH_3$ και 0,16 mol H_2O.

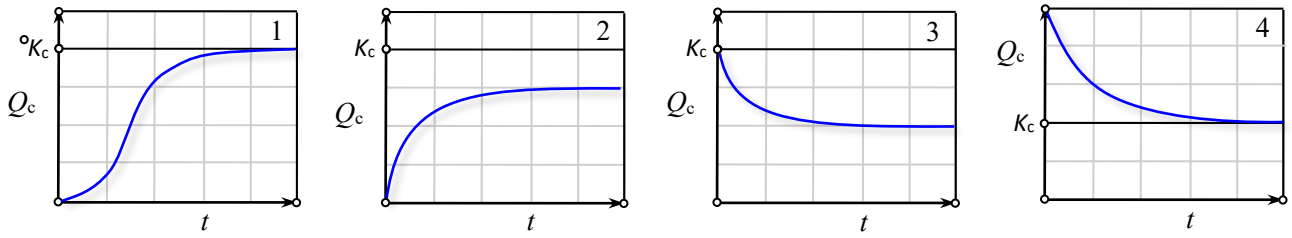
$$K_c = 4 = \frac{\frac{0,16}{V}\cdot\frac{0,16}{V}}{\frac{0,04}{V}\cdot\frac{x-0,16}{V}},\ x = 0,32\ mol$$

Σημείωση: Και οι δύο παραπάνω λύσεις είναι δεκτές, σύμφωνα με τους περιορισμούς των αντίστοιχων περιπτώσεων.

15. Σε δοχείο σταθερού όγκου που βρίσκεται σε περιβάλλον σταθερής θερμοκρασίας εισάγονται ποσότητες $SO_2(g)$ και $O_2(g)$ και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

α) Ποιο από τα διαγράμματα που ακολουθούν αποδίδει το πηλίκο αντίδρασης (Q_c) ως συνάρτηση του χρόνου, από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας;



β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Το διάγραμμα 1.

β) Η έκφραση για το πηλίκο αντίδρασης είναι: $Q_c = \frac{[SO_3]^2}{[O_2]\cdot[SO_2]^2}$

Στην αρχή η $[SO_3]$ είναι ίση με το 0 και επομένως $Q_c = 0$. Καθώς η αντίδραση εξελίσσεται προς τα δεξιά η $[SO_3]$ αυξάνεται ενώ η $[SO_2]$ και η $[O_2]$ μειώνονται με αποτέλεσμα το πηλίκο αντίδρασης να αυξάνεται, τείνοντας στην τιμή της σταθεράς K_c, καθώς το σύστημα οδεύει προς τη χημική ισορροπία.

16. Σε δοχείο σταθερού όγκου που βρίσκεται σε περιβάλλον σταθερής θερμοκρασίας συνυπάρχουν σε χημική ισορροπία 1 mol $H_2(g)$, 1 mol $I_2(g)$ **και** 2 mol $HI(g)$, **σύμφωνα με την εξίσωση:**

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

α) Στο δοχείο της ισορροπίας προσθέτουμε x mol $H_2(g)$ **και** x mol $HI(g)$, **χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας. Τι από τα παρακάτω θα ισχύει:**

1. $Q_c > K_c$ **και επομένως η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά**
2. $Q_c = K_c$ **και επομένως η ισορροπία δεν θα μετατοπιστεί**
3. $Q_c < K_c$ **και επομένως η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά**
4. Δεν μπορούμε να συγκρίνουμε το πηλίκο αντίδρασης (Q_c**) με τη σταθερά** K_c **και επομένως δεν μπορούμε να προβλέψουμε αν και προς ποια κατεύθυνση θα μετατοπιστεί η ισορροπία**
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Επιλογή 1.

β) Υπολογίζουμε την τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας (οι όγκοι απλοποιούνται):

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\cdot[I_2]} = \frac{2^2}{1^2} = 4$$

Με την προσθήκη x mol $H_2(g)$ και x mol HI(g), έχουμε:

mol	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	⇌	$2HI(g)$
Αρχ. Χ.Ι.	1		1		2
Προσθήκη	x				x

Αντικαθιστούμε στην έκφραση του πηλίκου αντίδρασης:

$$Q_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\cdot[I_2]} = \frac{(2+x)^2}{1\cdot(1+x)} = \frac{4+4x+x^2}{1+x} = \frac{4\cdot(1+x)+x^2}{1+x} = 4 + \frac{x^2}{1+x} \overset{x>0}{>} 4 = K_c$$

Δηλαδή, $Q_c > K_c$ και επομένως εξελίσσεται αντίδραση προς τα αριστερά.

17. Σε δοχείο όγκου V = 10 L **εισάγονται** 1,64 mol CO(g) **και** 1,28 mol $H_2O(g)$ **και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία που ακολουθεί σε σταθερή θερμοκρασία** 800 °C**.**

$$CO(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO_2(g) + H_2(g)$$

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας βρέθηκε ότι $[CO_2]$ = 0,064 M**.**
Σε ένα δεύτερο δοχείο που βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία συνυπάρχουν σε κάποια χρονική στιγμή (t**)** 0,3 mol CO(g)**,** 0,3 mol $H_2O(g)$**,** 0,06 mol $CO_2(g)$ **και** 0,06 mol $H_2(g)$**.**
α) Να εξηγήσετε γιατί στο δεύτερο δοχείο τη χρονική στιγμή (t**) δεν έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία.**
β) Να υπολογίσετε τις ποσότητες όλων των συστατικών στο δεύτερο δοχείο όταν αποκατασταθεί χημική ισορροπία.

ΛΥΣΗ
α) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της χημικής ισορροπίας και στη συνέχεια υπολογίζουμε την τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας από το πρώτο δοχείο.

mol	$CO(g)$	+	$H_2O(g)$	⇌	$CO_2(g)$	+	$H_2(g)$
Αρχικά	1,64		1,28		—		—
Μεταβολές	−y		−y		y		y
Χ.Ι.	1,64 – y		1,28 – y		y		y

Στη χημική ισορροπία ισχύει: $[CO_2] = 0,064$ M και επομένως η ποσότητα του CO_2 θα είναι ίση με $0,064 \cdot 10 = 0,64$ mol. Άρα στη χημική ισορροπία θα συνυπάρχουν: 1 mol CO(g), 0,64 mol H_2O(g), 0,64 mol CO_2(g) και 0,64 mol H_2(g).

$$K_c = \frac{[CO_2]\cdot[H_2]}{[CO]\cdot[H_2O]} = \frac{0,64\cdot 0,64}{0,64\cdot 1} = 0,64$$ (οι όγκοι απλοποιούνται).

Στο δεύτερο δοχείο έχουμε αρχικά:

mol	**CO(g)**	+	**H_2O(g)**	⇌	**CO_2(g)**	+	**H_2(g)**
Αρχικά	0,3		0,3		0,06		0,06

Εξετάζουμε την τιμή του πηλίκου αντίδρασης (Q_c):

$$Q_c = \frac{[CO_2]\cdot[H_2]}{[CO]\cdot[H_2O]} = \frac{0,06\cdot 0,06}{0,3\cdot 0,3} = 0,04 < K_c = 0,64$$

Έτσι, δεν έχουμε ισορροπία και θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά.

β) Κατασκευάζουμε το νέο πίνακα της ισορροπίας:

mol	**CO(g)**	+	**H_2O(g)**	⇌	**CO_2(g)**	+	**H_2(g)**
Αρχικά	0,3		0,3		0,06		0,06
Μεταβολές	−x		−x		x		x
Χ.Ι.	0,3 – x		0,3 – x		0,06 + x		0,06 + x

$$K_c = \frac{[CO_2]\cdot[H_2]}{[CO]\cdot[H_2O]} = \frac{(0,06+x)^2}{(0,3-x)^2} = 0,8^2$$

Από τη επίλυση της εξίσωσης προκύπτει ως δεκτή λύση: x = 0,1 mol και επομένως στη χημική ισορροπία θα συνυπάρχουν: 0,2 mol CO(g), 0,2 mol H_2O(g), 0,16 mol CO_2(g) και 0,16 mol H_2(g).

18. Στη χημική ισορροπία που ακολουθεί οι δύο αντίθετης φοράς αντιδράσεις, προς τα δεξιά και προς τα αριστερά είναι απλές.

$$A(g) + B(s) \rightleftharpoons \Gamma(g)$$

Η αντίδραση προς τα δεξιά έχει ενέργεια ενεργοποίησης E_{a1} και σταθερά ταχύτητας k_1 ενώ η αντίδραση προς τα αριστερά έχει ενέργεια ενεργοποίησης $E_{a2} > E_{a1}$ και σταθερά ταχύτητας $k_2 = k_1/2$.

α) Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη. Για την εξήγηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλο ενεργειακό διάγραμμα.

β) Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ισορροπίας της αντίδρασης.

γ) Αυξάνουμε τη θερμοκρασία του συστήματος οπότε η σταθερά ταχύτητας k_1 τριπλασιάζεται. Τι από τα παρακάτω θα ισχύει για τη σταθερά ταχύτητας k_2;

1. Θα τριπλασιαστεί

2. Θα υποτριπλασιαστεί

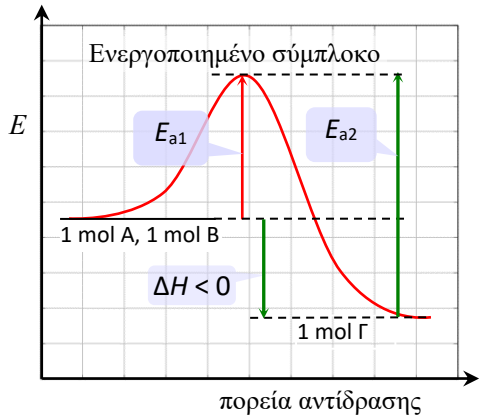
3. Θα αυξηθεί περισσότερο από τρεις φορές

4. Θα μειωθεί περισσότερο από τρεις φορές

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Εφόσον $E_{a2} > E_{a1}$ το ενεργειακό διάγραμμα της αντίδρασης σε σχέση με την πορεία της είναι το εξής:



β) Στην περίπτωση απλών αντιδράσεων ισχύει: $K_c = k_1/k_2 = 2k_2/k_2 = 2$.

γ) Επιλογή 3. Με την αύξηση της θερμοκρασίας οι τιμές των σταθερών k_1 και k_2 αυξάνονται αλλά η σταθερά ισορροπίας K_c μειώνεται καθώς σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά (ενδόθερμη κατεύθυνση). Έτσι, η σταθερά ταχύτητας k_2 θα πρέπει να αυξηθεί περισσότερο από τρεις φορές ώστε το κλάσμα k_1/k_2 να μειωθεί.

19. Σε δοχείο όγκου $V = 1$ L **εισάγονται** y mol $SO_2(g)$ **και** 1 mol $O_2(g)$ **και σε θερμοκρασία** T **αποκαθίσταται η χημική ισορροπία με την εξίσωση που ακολουθεί.**

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$, $K_c = 5$ **(σε θερμοκρασία** T**)**

Στην κατάσταση της ισορροπίας η απόδοση της αντίδρασης είναι $\alpha = 0{,}8$**. Να υπολογιστεί η τιμή του** y**.**

ΛΥΣΗ

mol	$2SO_2(g)$	+ $O_2(g)$	$\rightleftharpoons$ $2SO_3(g)$
Αρχικά	y	1	–
Μεταβολές	–2x	–x	2x
Χ.Ι.	y – 2x	1 – x	2x

1η περίπτωση: $O_2(g)$ το περιοριστικό αντιδρών.

$\alpha = x/1 = 0{,}8$

Επομένως, στη χημική ισορροπία συνυπάρχουν (y – 1,6) $2SO_2(g)$, 0,2 mol $O_2(g)$ και 1,6 mol $SO_3(g)$.

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]} = \frac{1{,}6^2}{(y-1{,}6)^2 \cdot 0{,}2} = 5 \Rightarrow y = 3{,}2 \text{ mol}$$

2η περίπτωση: $SO_2(g)$ το περιοριστικό αντιδρών.

$\alpha = 2x/y = 0{,}8 \Rightarrow x = 0{,}4y$

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]} = \frac{(0{,}8y)^2}{(0{,}2y)^2 \cdot (1-0{,}4y)} = 5 \Rightarrow y < 0 \text{ (απορρίπτεται).}$$

Άρα μοναδική λύση y = 3,2 mol.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ, ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Οι σχετικές ατομικές μάζες δίνονται στο τέλος του βιβλίου.

E5.1. Δίνεται η ισορροπία: $C(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g)$. Η σωστή έκφραση για τη σταθερά K_c της ισορροπίας είναι:

Α) $K_c = \frac{[CH_4]}{[H_2]}$ Β) $K_c = \frac{[CH_4]}{[H_2]^2}$

Γ) $K_c = \frac{[CH_4]}{[C]\cdot[H_2]^2}$ Δ) $K_c = \frac{[CH_4]}{[C]\cdot[H_2]}$ [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

E5.2. Σε κλειστό δοχείο διεξάγεται η αντίδραση:

$3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightleftharpoons Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$

Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης προς τα δεξιά και μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας, ποια από τις παρακάτω επιλογές περιγράφει σωστά τη μεταβολή της μάζας της στερεής φάσης και τη μεταβολή της μάζας της αέριας φάσης;

Α) Και οι δύο αυξάνονται

Β) Και οι δύο μειώνονται

Γ) Η μάζα της στερεής φάσης αυξάνεται ενώ η μάζα της αέριας φάσης μειώνεται

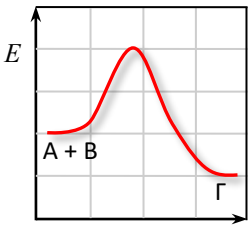
Δ) Η μάζα της στερεής φάσης μειώνεται ενώ η μάζα της αέριας φάσης αυξάνεται

E5.3. Σε δοχείο εισάγεται ποσότητα A(g) και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η ισορροπία: $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$, παρουσία κατάλληλου καταλύτη. Η χημική ισορροπία αποκαθίσταται τη χρονική στιγμή t_1 και η απόδοση της αντίδρασης είναι α_1. Η αντίδραση επαναλαμβάνεται με τις ίδιες ακριβώς συνθήκες και αρχικές ποσότητες αλλά χωρίς καταλύτη. Αυτή τη φορά η ισορροπία αποκαθίσταται τη χρονική στιγμή t_2 ενώ η απόδοση της αντίδρασης είναι α_2. Τι από τα παρακάτω ισχύει;

Α) $\alpha_1 > \alpha_2$ και $t_2 > t_1$ Β) $\alpha_1 > \alpha_2$ και $t_2 < t_1$

Γ) $\alpha_1 = \alpha_2$ και $t_2 > t_1$ Δ) $\alpha_1 = \alpha_2$ και $t_2 < t_1$

E5.4. Για την ισορροπία, $A(s) + B(g) \rightleftharpoons Γ(g)$, δίνεται το διπλανό ενεργειακό διάγραμμα. Με την αύξηση της θερμοκρασίας του συστήματος:



Α) αυξάνεται ο χρόνος για την αποκατάσταση της ισορροπίας

Β) η E_a της αντίδρασης προς τα δεξιά μειώνεται σημαντικά

Γ) η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά και η τιμή της σταθεράς K_c αυξάνεται

Δ) η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και η σταθερά K_c μειώνεται

E5.5. Σε δοχείο εισάγεται ποσότητα A(g) που διασπάται σύμφωνα με την εξίσωση: $A(g) \rightleftharpoons B(g) + Γ(g)$. Ο χρόνος για την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας είναι $t = 100$ s. Τι από τα παρακάτω θα ισχύει <u>οπωσδήποτε</u> τη χρονική στιγμή $t = 60$ s;

Α) [A] > [B] Β) [A] < [B]

Γ) Η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά θα είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά

Δ) Η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά θα είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά

E5.6. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:

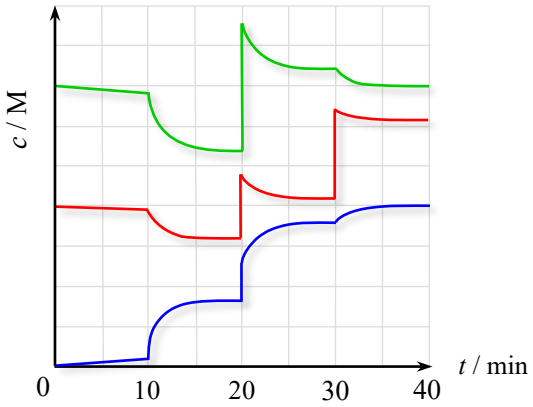
$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

Στο δοχείο προστίθεται $D_2(g)$, όπου D το ισότοπο ^2H με ανάλογες χημικές ιδιότητες με το συνηθισμένο υδρογόνο. Στη νέα ισορροπία το υδρογόνο θα βρίσκεται με τη μορφή:

Α) H_2 και D_2 Β) H_2, D_2 και HD

Γ) αποκλειστικά HD Δ) αποκλειστικά D_2

E5.7. Έστω η χημική ισορροπία: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$. Ποσότητες $SO_2(g)$ και $O_2(g)$ φέρονται προς αντίδραση κατά τη διάρκεια της οποίας επιφέρονται διάφορες μεταβολές μεταξύ των οποίων και η προσθήκη καταλύτη. Στο γράφημα που ακολουθεί εμφανίζονται οι συγκεντρώσεις των συστατικών της ισορροπίας για το χρονικό διάστημα 0-40 min.



Σε ποια χρονική στιγμή έγινε η προσθήκη καταλύτη;

Α) $t = 0$ min Β) $t = 10$ min Γ) $t = 20$ min Δ) $t = 30$ min

E5.8. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:

$A(s) + λB(g) \rightleftharpoons Γ(g) + 2Δ(g)$, λ ακέραιος αριθμός

Παρατηρήθηκε ότι η αύξηση του όγκου του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας του Γ(g) και επομένως:

Α) λ = 3 Β) λ = 2 ή 3 Γ) λ = 1 ή 2 Δ) λ = 1

E5.9. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:

$C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$, $\Delta H < 0$

Ποια από τις μεταβολές που ακολουθούν θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ποσότητας της $C_2H_5OH(g)$ με παράλληλη μείωση του χρόνου αποκατάστασης της ισορροπίας;

Α) Η προσθήκη καταλύτη

Β) Η αύξηση της θερμοκρασίας

Γ) Η μείωση του όγκου του δοχείου (T = σταθερή)

Δ) Η αύξηση του όγκου του δοχείου με παράλληλη αύξηση της θερμοκρασίας

Ε5.10. Ποια είναι η μονάδα της σταθεράς K_c της χημικής ισορροπίας που ακολουθεί;

$$H_2(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

Α) Δεν έχει μονάδα, είναι καθαρός αριθμός
Β) $mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$ Γ) $mol \cdot L^{-1}$ Δ) $L \cdot mol^{-1}$

Ε5.11. Πώς μπορεί να αυξηθεί η απόδοση της αντίδρασης εστεροποίησης που ακολουθεί;

$$C_2H_5OH(\ell) + CH_3COOH(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(\ell) + H_2O(\ell)$$

Α) Με τη χρήση κατάλληλου καταλύτη
Β) Χρησιμοποιώντας ισομοριακές ποσότητες οξέος και αλκοόλης ως αρχικές ποσότητες
Γ) Με την αύξηση της πίεσης στο διάλυμα
Δ) Με την απομάκρυνση ποσότητας $H_2O(\ell)$ από τη φιάλη της ισορροπίας

Ε5.12. Σε δοχείο σταθερού όγκου και σε θερμοκρασία T_1 έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:

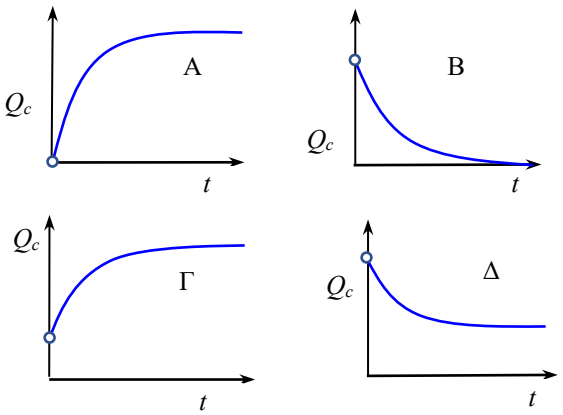
$$A(s) + B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g),\ \Delta H > 0$$

Το μίγμα των δύο αερίων ασκεί πίεση ίση με P_1. Θερμαίνουμε το δοχείο της ισορροπίας σε θερμοκρασία $2T_1$ και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην οποία το αέριο μίγμα μπορεί να ασκεί πίεση ίση με:
Α) P_1 Β) $0{,}5P_1$ Γ) $2P_1$ Δ) $2{,}2P_1$

Ε5.13. Δίνεται η χημική ισορροπία που περιγράφεται από την εξίσωση που ακολουθεί.

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ποσότητες και από τα δύο αέρια. Αρχικά, η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά. Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα μας δείχνει το πηλίκο της αντίδρασης σε σχέση με το χρόνο;



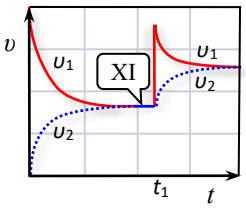
Ε5.14. Σε δοχείο εισάγονται x mol X(g) και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία: $X(g) \rightleftharpoons 2Y(g)$, ΔH, σε θερμοκρασία T_1. Η σταθερά K_c της ισορροπίας βρέθηκε ίση με 0,03 και η απόδοση της αντίδρασης είναι ίση με α_1. Το πείραμα επαναλαμβάνεται στις ίδιες συνθήκες με μοναδική διαφορά τη θερμοκρασία ($T_2 > T_1$). Η σταθερά K_c της ισορροπίας βρέθηκε τώρα ίση με 0,005 και η απόδοση της αντίδρασης είναι ίση με α_2. Με βάση τα δεδομένα αυτά, ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι η σωστή;

Α) $\Delta H > 0$, $\alpha_2 > \alpha_1$ Β) $\Delta H > 0$, $\alpha_2 < \alpha_1$
Γ) $\Delta H < 0$, $\alpha_2 < \alpha_1$ Δ) $\Delta H < 0$, $\alpha_2 = \alpha_1$

Ε5.15. Σε δοχείο εισάγεται ποσότητα HI(g) σε κατάλληλη θερμοκρασία και αποκαθίσταται η ισορροπία:

$$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$$

Στο γράφημα που ακολουθεί εμφανίζονται η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά (υ_1) και η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά (υ_2) σε σχέση με το χρόνο.



Ποια μεταβολή έγινε τη χρονική στιγμή t_1;
Α) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας $H_2(g)$
Β) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας HI(g)
Γ) Προσθήκη καταλύτη
Δ) Μείωση του όγκου, υπό σταθερή θερμοκρασία

Ε5.16. Δίνεται η χημική ισορροπία που ακολουθεί:

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g),\ \Delta H = -58\ kJ$$

Αν k_1 και k_{-1} είναι οι σταθερές ταχύτητας της αντίδρασης προς τα δεξιά και προς τα αριστερά, αντίστοιχα, και K_c η σταθερά της χημικής ισορροπίας, ποια η επίδραση καταλύτη στις τιμές των k_1, k_{-1} και K_c;
Α) Η k_1 και η k_{-1} μειώνονται ενώ η K_c παραμένει η ίδια
Β) Η k_1 μειώνεται, η k_{-1} αυξάνεται και η K_c μειώνεται
Γ) Η k_1 και η k_{-1} αυξάνονται ενώ η K_c παραμένει η ίδια
Δ) Η k_1 και η k_{-1} αυξάνονται ενώ η K_c μειώνεται

Ε5.17. Σε ένα θερμομονωμένο δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία που ακολουθεί.

$$2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g),\ \Delta H = -114\ kJ$$

Στο δοχείο εισάγεται επιπλέον ποσότητα $O_2(g)$. Με την εισαγωγή αυτή:
Α) η θερμοκρασία στο δοχείο θα αυξηθεί
Β) δεν υπάρχει μεταβολή στην ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά
Γ) δεν υπάρχει μεταβολή στην πίεση στο δοχείο
Δ) η θερμοκρασία στο δοχείο μειώνεται

Ε5.18. Θεωρούμε τις χημικές ισορροπίες (1) και (2) που περιγράφονται από τις εξισώσεις που ακολουθούν.

$$PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g),\ K_{c1} \quad (1)$$
$$2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g),\ K_{c2} \quad (2)$$

Ποια είναι η σχέση που συνδέει τη σταθερά (K_c) της ισορροπίας που ακολουθεί με τις σταθερές K_{c1} και K_{c2};

$$PCl_5(g) + 2NO(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + 2NOCl(g),$$

Α) $K_c = K_{c1} \cdot K_{c2}$
Β) $K_c = K_{c2}/K_{c1}$
Γ) $K_c = K_{c1}/K_{c2}$
Δ) $K_c = (K_{c1} \cdot K_{c2})^{-1}$

Ε5.19. Η αντίδραση, $A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons AB_2(g)$, είναι απλή (και προς τις δύο κατευθύνσεις). Αν k_1 και k_2 είναι οι σταθερές ταχύτητας της αντίδρασης προς τα δεξιά και προς τα αριστερά, αντίστοιχα, ποια από τις σχέσεις που ακολουθούν είναι η σωστή στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας;
Α) $k_1/k_2 = [AB_2]/[A]\cdot[B]^2$ Β) $k_1/k_2 = [A]\cdot[B]^2/[AB_2]$
Γ) $k_2/k_1 = [AB_2]^2/[A]\cdot[B]$ Δ) $k_2/k_1 = [A]\cdot[B]^2/[AB_2]^2$

Ε5.20. Σε μία φιάλη έχουν αποκατασταθεί οι δύο χημικές ισορροπίες που ακολουθούν.
$CH_3COOH(\ell) + CH_3CH_2OH(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3(\ell) + H_2O(\ell)$
$CH_3COOH(\ell) + CH_3OH(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOCH_3(\ell) + H_2O(\ell)$
Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας $CH_3COOCH_3(\ell)$ στο μίγμα, χωρίς άλλη μεταβολή, η τελική ποσότητα:
Α) του $CH_3COOCH_2CH_3(\ell)$ δεν θα μεταβληθεί
Β) του $CH_3COOCH_2CH_3(\ell)$ θα αυξηθεί
Γ) της $CH_3CH_2OH(\ell)$ θα αυξηθεί
Δ) της $CH_3CH_2OH(\ell)$ δεν θα μεταβληθεί

Ε5.21. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές ή λανθασμένες.
α) Αν σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου στο οποίο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία $H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_2O(g)$ αυξήσουμε τη θερμοκρασία, η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά.
β) Η απόδοση της αντίδρασης, $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$ εξαρτάται από τις αρχικές ποσότητες των δύο αντιδρώντων, την πίεση και τη θερμοκρασία.
γ) Η ισορροπία, $CoCl_2(s) + 6H_2O(g) \rightleftharpoons CoCl_2\cdot 6H_2O(s)$,
(μπλε) (ροζ)
μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης της ατμοσφαιρικής υγρασίας, καθώς σε χαμηλή υγρασία το χρώμα γίνεται μπλε, ενώ σε υψηλή υγρασία γίνεται ροζ.
δ) Η μονάδα της σταθεράς K_c της ισορροπίας που ακολουθεί είναι το $mol^{-2}\cdot L^2$.
$$Ag^+(aq) + 2NH_3(aq) \rightleftharpoons Ag(NH_3)_2^+(aq)$$
ε) Αν σε ένα δοχείο σταθερού όγκου που έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία: $2NH_3(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 3H_2(g)$ εισάγουμε ποσότητα ευγενούς αερίου, η χημική ισορροπία δε μεταβάλλεται ενώ η ολική πίεση των αερίων αυξάνεται.

Ε5.22. Σε φιάλη σταθερού όγκου διεξάγεται μία αμφίδρομη αντίδραση, υπό σταθερή θερμοκρασία (T), στην οποία συμμετέχει και το αέριο NO(g). Σε μία δεδομένη χρονική στιγμή t το πηλίκο αντίδρασης είναι $Q_c = 100$ και η ποσότητα του NO(g) αυξάνεται με το χρόνο.
α) Ποια από τις παρακάτω αμφίδρομες αντιδράσεις είναι δυνατόν να συμβαίνει στη φιάλη;
i. $2NOBr(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Br_2(g)$, $K_c = 9\cdot10^{-4}$
ii. $2NOCl(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + Cl_2(g)$, $K_c = 1{,}6\cdot10^{-5}$
iii. $2NO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons N_2(g) + 2H_2O(g)$, $K_c = 4\cdot10^{6}$
iv. $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$, $K_c = 400$
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε5.23. Η σκληρότητα του νερού οφείλεται στην υψηλή περιεκτικότητα σε Ca^{2+} και Mg^{2+} και προκαλεί την εναπόθεση ανθρακικών αλάτων στο εσωτερικό σωλήνων ύδρευσης. Η εναπόθεση ανθρακικών αλάτων Ca σχετίζεται με τη χημική ισορροπία,
$$Ca^{2+}(aq) + 2HCO_3^-(aq) \rightleftharpoons CaCO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(\ell),$$
και επιδεινώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Για το λόγο αυτό είναι έντονη στους βραστήρες νερού. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η αντίδραση προς τα δεξιά είναι:
Α) εξώθερμη με $\Delta H > 0$ Β) ενδόθερμη με $\Delta H > 0$
Γ) εξώθερμη με $\Delta H < 0$ Δ) ενδόθερμη με $\Delta H < 0$
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε5.24. Δίνεται η αντίδραση: $A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g) + \Delta(g)$. Η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης είναι 50 kJ και η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίστροφης αντίδρασης είναι 150 kJ. Σε δύο δοχεία σταθερού και ίσου όγκου εισάγονται ίσες ποσότητες Α και Β στην ίδια θερμοκρασία θ °C. Στο 1ο δοχείο η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή στους θ °C, ενώ το 2ο έχει τοιχώματα που δεν επιτρέπουν την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Μετά την αποκατάσταση ισορροπίας να συγκρίνετε την συγκέντρωση του Γ(g) σε κάθε δοχείο. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε5.25. Διάλυμα $CoCl_2(aq)$ παρουσιάζει ασθενές ροζ χρώμα λόγω του σχηματιζόμενου συμπλόκου $[Co(H_2O)_6]^{2+}$. Παρουσία ιόντων Cl^- σχηματίζεται το σύμπλοκο ιόν $[CoCl_4]^-$ το οποίο είναι έντονα μπλε, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:
$$[Co(H_2O)_6]^{2+} + 4Cl^-(aq) \rightleftharpoons [CoCl_4]^-(aq) + 6H_2O(\ell)$$
ροζ μπλε
Με τη χρήση διαλύματος $CoCl_2(aq)$ μπορούμε να γράψουμε ένα πρακτικά αόρατο μήνυμα σε ένα χαρτί το οποίο μπορεί να «εμφανιστεί»:
α) Με ψεκασμό με πυκνό διάλυμα NaCl(aq).
β) Με θέρμανση του χαρτιού με το μήνυμα στο μάτι της κουζίνας ή με φλόγα προσεκτικά για να μην καεί.
Να εξηγήσετε την εμφάνιση του μηνύματος με τους δύο παραπάνω τρόπους προβλέποντας αν η παραπάνω ισορροπία είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη (προς τα δεξιά).

Ε5.26. Σε διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ιοντική ισορροπία:
$$Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+}(aq),\ \Delta H < 0$$
Το χρώμα του διαλύματος είναι πορτοκαλί που είναι το ενδιάμεσο χρώμα μεταξύ των χρωμάτων του Fe^{3+} (ελαφρά κίτρινο), του $[Fe(SCN)]^{2+}$ (κόκκινο), ενώ τα ιόντα SCN^- είναι άχρωμα. Να εξηγήσετε τις χρωματικές αλλαγές που θα συμβούν αν πραγματοποιήσουμε τις παρακάτω μεταβολές:
α) Αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος.
β) Διάλυση ποσότητας του άλατος KSCN(s) χωρίς μεταβολή στον όγκο του διαλύματος και στη θερμοκρασία.

Ε5.27. Το $CH_4(g)$ μπορεί να παρασκευαστεί με βάση την αμφίδρομη αντίδραση που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.
$$CO(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons CH_4(g) + H_2O(g),\ \Delta H = -206\ kJ$$
Η αντίδραση πραγματοποιείται σε θερμοκρασία 400 °C και αποκαθίσταται η παραπάνω χημική ισορροπία. Με βάση την αρχή Le Chatelier να αναφέρετε <u>δύο</u> λόγους για τους οποίους θα αυξηθεί η απόδοση παραγωγής του μεθανίου με τη μείωση της θερμοκρασίας από τους 400 °C στους 80 °C.

Ε5.28. Σε δύο από τα τρία παρακάτω δοχεία ίσου όγκου (V) έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία που ακολουθεί.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

A	B	Γ
10 mol $SO_2(g)$ 5 mol $O_2(g)$ 10 mol $SO_3(g)$	5 mol $SO_2(g)$ 5 mol $O_2(g)$ 5 mol $SO_3(g)$	20 mol $SO_2(g)$ 10 mol $O_2(g)$ 20 mol $SO_3(g)$

α) Σε ποιο από τα τρία δοχεία δεν έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία;
β) Προς ποια κατεύθυνση θα εκδηλωθεί αντίδραση στο δοχείο που δεν έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία;
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. Η θερμοκρασία είναι η ίδια και στα τρία δοχεία.

Ε5.29. Δίνεται η αντίδραση διάσπασης του ασβεστόλιθου ($CaCO_3$): $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$, $\Delta H > 0$. Σε 4 κλειστά δοχεία τοποθετείται ποσότητα $CaCO_3(s)$ και το σύστημα καταλήγει σε ισορροπία. Η αρχική ποσότητα του $CaCO_3$ σε γραμμάρια, ο σταθερός όγκος του κάθε δοχείου καθώς και η σταθερή θερμοκρασία στην οποία διεξάγονται τα πειράματα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Δοχείο	Αρχική ποσότητα $CaCO_3(s)$ (g)	Όγκος	Θερμοκρασία
A	2	V	T
B	4	V	T
Γ	2	V	$T' < T$
Δ	2	$2V$	T

Ποια από τις παρακάτω σχέσεις α έως ε ισχύει για τη μάζα του CaO(s) στη θέση ισορροπίας στα τέσσερα δοχεία:
α. $m_\Delta = m_\Gamma = m_B = m_A$ β. $m_\Delta < m_\Gamma < m_B = m_A$
γ. $m_\Delta > m_B = m_A > m_\Gamma$ δ. $m_\Delta < m_B = m_A < m_\Gamma$
ε. $m_\Delta = m_\Gamma < m_B < m_A$
Να εξηγήσετε την απάντησή σας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε5.30. Σε δοχείο εισάγονται 1 mol SO_2 και 1 mol NO_2 και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:

$$SO_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) + NO(g)$$

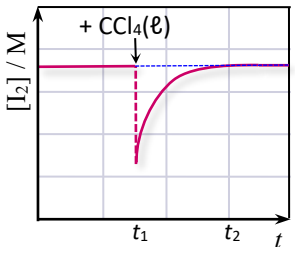
Η ποσότητα του NO_2 στην ισορροπία είναι α mol. Σε άλλο δοχείο εισάγονται 2 mol SO_3 και 2 mol NO και αποκαθίσταται η ίδια ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία. Η ποσότητα του NO_2 στην ισορροπία στο 2ο δοχείο είναι β mol.
α) Ποια η σχέση μεταξύ των ποσοτήτων α και β;
1. α = β 2. α = 2β 3. β = 2α
4. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε καθώς δεν είναι γνωστή η τιμή της σταθεράς της χημικής ισορροπίας (K_c)
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε5.31. Στο εσωτερικό κάποιων σπηλαίων παράγονται σταλαγμίτες και σταλακτίτες που αποτελούνται από $CaCO_3(s)$. Ο σχηματισμός αυτός καθορίζεται βασικά από τη χημική ισορροπία (1) που ακολουθεί.

$$CaCO_3(s) + H_2O(\ell) + CO_2(aq) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + 2HCO_3^-(aq)$$

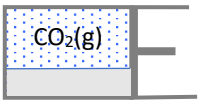
Παράλληλα, ισχύει η ισορροπία: $CO_2(aq) \rightleftharpoons CO_2(g)$ (2). Καθώς το διάλυμα της ισορροπίας (1) πέφτει κατά σταγόνες από το θόλο των σπηλαίων το CO_2 της ισορροπίας (2) ελευθερώνεται ως αέριο. Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες να εξηγήσετε το σχηματισμό των σταλαγμιτών και των σταλακτιτών.

Ε5.32. Σε ποσότητα $CCl_4(\ell)$ προσθέτουμε $I_2(s)$ και αποκαθίσταται η ισορροπία: $I_2(s) \rightleftharpoons I_2$ (σε CCl_4). Στο σύστημα της ισορροπίας προσθέτουμε τη χρονική στιγμή t_1 επιπλέον ποσότητα $CCl_4(\ell)$ και αποκαθίσταται νέα ισορροπία από τη στιγμή t_2 και μετά στην ίδια θερμοκρασία. Να εξηγήσετε γιατί η $[I_2]$ μειώνεται αρχικά αλλά στη συνέχεια επανέρχεται στην αρχική της τιμή.



Ε5.33. Η χημική ισορροπία, $A(s) + B(aq) \rightleftharpoons \Gamma(s) + \Delta(aq)$, έχει $K_c = 0{,}5$ σε θερμοκρασία T. Σε υδατικό διάλυμα στο οποίο περιέχονται x mol B(aq) και x mol Δ(aq) εισάγουμε μικρή ποσότητα A(s) χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας. Να εξετάσετε αν στο διάλυμα μπορεί ή όχι να αποκατασταθεί χημική ισορροπία.

Ε5.34. Δοχείο μεταβλητού όγκου περιέχει ένα υδατικό διάλυμα καθώς και $CO_2(g)$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Στο σύστημα έχει αποκατασταθεί η ιοντική ισορροπία που ακολουθεί.



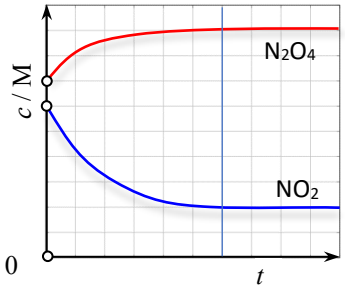
$$CO_2(g) + 2H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

Μειώνουμε τον όγκο του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία. Με τη μεταβολή αυτή η ισορροπία θα μετακινηθεί προς:
1. τα δεξιά και το pH του διαλύματος θα μειωθεί
2. τα δεξιά και το pH του διαλύματος θα αυξηθεί
3. τα αριστερά και το pH του διαλύματος θα αυξηθεί
4. τα αριστερά και το pH του διαλύματος θα μειωθεί
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε5.35. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται ποσότητες από τα αέρια $N_2O_4(g)$ και $NO_2(g)$ τη θεωρούμενη στιγμή $t = 0$ και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται υπό σταθερή θερμοκρασία η χημική ισορροπία:

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

Στο διπλανό διάγραμμα εμφανίζονται οι συγκεντρώσεις των δύο αερίων συστατικών της ισορροπίας σε συνάρτηση με το χρόνο.



α) Τη στιγμή $t = 0$, ποια θα είναι η σχέση του πηλίκου αντίδρασης (Q_c) με τη σταθερά ισορροπίας (K_c);
1. $Q_c > K_c$ 2. $Q_c = K_c$ 3. $Q_c < K_c$
4. Δεν μπορούμε γιατί δεν είναι γνωστή η τιμή της K_c
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε5.36. Έστω η ετερογενής ισορροπία που ακολουθεί:

$Mg(OH)_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$, $K_{c1} = 2\cdot10^{-11}$.

Αν είναι επίσης γνωστή η σταθερά $K_w = 10^{-14}$, να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς (K_{c2}) της ισορροπίας:

$Mg(OH)_2(s) + 2H_3O^+(aq) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 4H_2O(\ell)$, K_{c2}

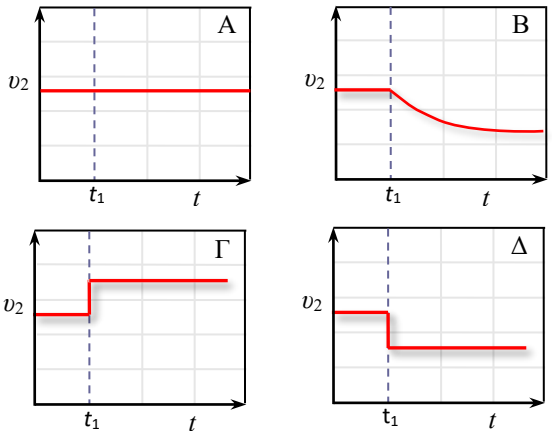
Στη δεύτερη ισορροπία η $[H_2O]$ θεωρείται σταθερή. Οι τιμές των σταθερών αντιστοιχούν στην ίδια θερμοκρασία.

Ε5.37. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία που ακολουθεί σε θερμοκρασία T_1.

$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$, $\Delta H < 0$

Τη χρονική στιγμή t_1 μειώνουμε ακαριαία τον όγκο του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία (T_1).

α) Ποιο από τα ακόλουθα διαγράμματα αποδίδει την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά (υ_2) σε συνάρτηση με το χρόνο; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



β) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η $[H_2]$ με τη μείωση του όγκου του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία.

γ) Σε ένα άλλο δοχείο έχει αποκατασταθεί η παραπάνω ισορροπία, σε θερμοκρασία T_2. Στη θερμοκρασία αυτή η τιμή της σταθεράς K_c είναι μικρότερη από την αντίστοιχη σταθερά στη θερμοκρασία T_1. Να συγκρίνετε τις θερμοκρασίες T_1 και T_2. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε5.38. Η φθορά των δοντιών προκύπτει από τη διάλυση του σμάλτου, $Ca_5(PO_4)_3OH(s)$, σύμφωνα με την ισορροπία:

$Ca_5(PO_4)_3(OH)(s) \rightleftharpoons 5Ca^{2+}(aq) + 3PO_4^{3-}(aq) + OH^-(aq)$

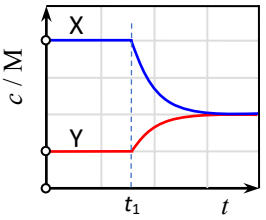
Τα βακτήρια του στόματος μεταβολίζουν τα σάκχαρα των τροφών μειώνοντας το pH των υγρών του στόματος. Να εξηγήσετε πώς η μείωση του pH επηρεάζει τη φθορά του σμάλτου (την επιτείνει, την καθυστερεί, καμία επίδραση).

Ε5.39. Σε δοχείο σταθερού όγκου (V) εισάγονται x mol του αερίου A(g) και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται, υπό σταθερή θερμοκρασία, η χημική ισορροπία με την εξίσωση που ακολουθεί.

$A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$

Να αποδειχθεί ότι με την αύξηση της αρχικής ποσότητας του αερίου A(g) (αύξηση του x), χωρίς άλλη μεταβολή, η απόδοση της αντίδρασης μειώνεται.

Ε5.40. Οι ενώσεις X(g) και Y(g) συνυπάρχουν σε δοχείο σε κατάσταση χημικής ισορροπίας. Τη χρονική στιγμή t_1 μειώνεται η θερμοκρασία και οι συγκεντρώσεις των δύο αερίων μεταβάλλονται όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Ποια από τις παρακάτω χημικές εξισώσεις αποδίδει την αμφίδρομη αντίδραση;



Α) $2X \rightleftharpoons Y$, $\Delta H < 0$

Β) $2X \rightleftharpoons Y$, $\Delta H > 0$

Γ) $X \rightleftharpoons 2Y$, $\Delta H < 0$

Δ) $X \rightleftharpoons 2Y$, $\Delta H > 0$

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε5.41. Σε ορισμένη θερμοκρασία (T) έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία: $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g)$. Η πίεση στο δοχείο μειώνεται με αύξηση του όγκου υπό σταθερή θερμοκρασία.

α) Πώς θα μεταβληθεί i. η ποσότητα του $O_2(g)$ στο δοχείο και πώς ii. η $[O_2]$, στη νέα ισορροπία σε σχέση με την αρχική;

1. i. Θα αυξηθεί, ii. θα αυξηθεί
2. i. Θα αυξηθεί, ii. θα μειωθεί
3. i. Θα μειωθεί, ii. θα αυξηθεί
4. i. Θα μειωθεί, ii. θα μειωθεί

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

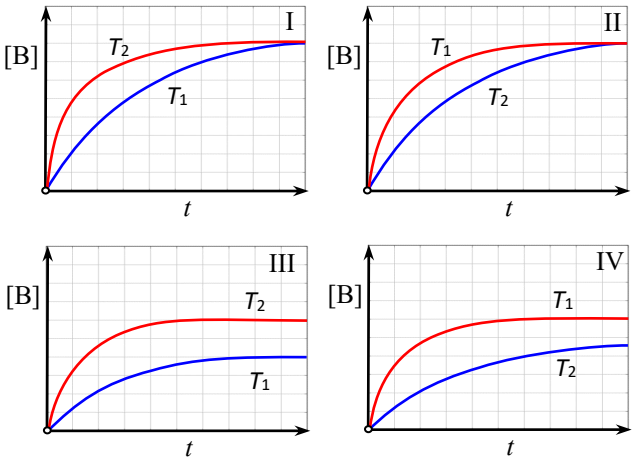
Ε5.42. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται ποσότητα της ένωσης A(g) που με την πάροδο του χρόνου διασπάται στην ένωση B(g) σε θερμοκρασία T_1. Η ίδια αντίδραση πραγματοποιείται με την ίδια αρχική ποσότητα του A(g) σε δοχείο ίσου όγκου, αλλά αυτή τη φορά σε θερμοκρασία $T_2 > T_1$.

α) Ποιο από τα διαγράμματα που ακολουθούν αντιστοιχεί:

i. Στην αντίδραση $A(g) \rightarrow 2B(g)$.

ii. Στην αντίδραση $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



β) Με βάση το διάγραμμα που επιλέχθηκε για την αντίδραση $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$, να χαρακτηρίσετε τη διάσπαση του A(g) στην ένωση B(g) ως ενδόθερμη ή εξώθερμη μετατροπή.

Ε5.43. Η αντίδραση δέσμευσης του $O_2(g)$ από την αιμοσφαιρίνη (Hb) του αίματος έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό της οξυαιμοσφαιρίνης (HbO_2). Η αντίδραση είναι ελαφρά εξώθερμη και μπορεί να περιγραφεί από την εξίσωση:

$$Hb + O_2(g) \rightleftharpoons HbO_2,\ \Delta H^\circ < 0$$

α) Να εξετάσετε πώς επηρεάζεται η ικανότητα δέσμευσης του $O_2(g)$ από την αιμοσφαιρίνη (αυξάνεται, μειώνεται, μένει η ίδια), i. στην περίπτωση πυρετού και ii. στην περίπτωση ορειβάτη στην κορυφή του Έβερεστ, όπου η ατμοσφαιρική πίεση έχει πέσει στην τιμή 0,32 atm.

β) Το CO συνδέεται 200 φορές πιο ισχυρά με την Hb από ότι συνδέεται η Hb με το O_2. Το γεγονός αυτό μπλοκάρει τη μεταφορά O_2 από τους πνεύμονες στους ιστούς καθόσον ισχύουν οι συναγωνιστικές ισορροπίες:

αιμοσφαιρίνη + O_2 ⇌ O_2-αιμοσφαιρίνη και

αιμοσφαιρίνη + CO ⇌ CO-αιμοσφαιρίνη

Ο αέρας που περιέχει 0,1% v/v σε CO δεσμεύει τις μισές περίπου περιοχές δέσμευσης της Hb μειώνοντας το O_2 που φθάνει στους ιστούς σε θανάσιμα επίπεδα. Να εξηγήσετε γιατί σε ασθενή με συμπτώματα δηλητηρίασης με CO χορηγείται καθαρό O_2 σε πίεση ακόμη και μεγαλύτερη από 1 atm.

Ε5.44. Σε τρεις όμοιες φιάλες (Φ1, Φ2, Φ3) εισάγονται οι ίδιες ποσότητες $SO_2(g)$ και $O_2(g)$. Στη φιάλη Φ1 αποκαθίσταται η ισορροπία:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g),\ \Delta H < 0,$$

σε θερμοκρασία T_1. Στη φιάλη Φ2 αποκαθίσταται η ίδια χημική ισορροπία σε θερμοκρασία $T_2 > T_1$. Στη φιάλη Φ3 προστίθεται $V_2O_5(s)$ ως καταλύτης και στη συνέχεια αποκαθίσταται χημική ισορροπία σε θερμοκρασία T_2. Ο χρόνος για την αποκατάσταση της ισορροπίας καθώς και η ποσότητα του σχηματιζόμενου $SO_3(g)$ στην ισορροπία συμβολίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Φιάλες	Χρόνος (σε s) για την αποκατάσταση της ΧΙ	Ποσότητα SO_3 στη ΧΙ
Φ1	t_1	x mol
Φ2	t_2	y mol
Φ3	t_3	ω mol

Να ταξινομήσετε (από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο):

α) Τους χρόνους t_1, t_2 και t_3.

β) Τις ποσότητες x, y και ω.

γ) Τις σταθερές K_c της ισορροπίας στις τρεις φιάλες.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Ε5.45. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί ισορροπία, $CH_2Cl_2(\ell) \rightleftharpoons CH_2Cl_2(g)$, $\Delta H > 0$, στους 20 °C. Η θερμοκρασία του συστήματος αυξάνεται στους 30 °C.

α) Πώς πρέπει να μεταβληθεί ο όγκος του δοχείου (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) ώστε η ποσότητα των ατμών του CH_2Cl_2 να παραμείνει σταθερή με την αύξηση της θερμοκρασίας;

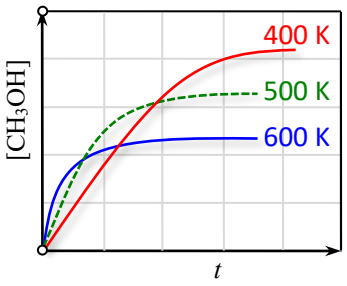
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ο όγκος του υγρού είναι αμελητέος σε σχέση με τον όγκο του δοχείου.

Ε5.46. Η μεθανόλη, CH_3OH, παρασκευάζεται με την καταλυτική μετατροπή μίγματος $H_2(g)$ και CO(g) σε θερμοκρασία 520 K και πίεση 50-100 atm, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g)$$

Σε δοχείο εισάγονται ποσότητες CO(g) και $H_2(g)$ και αποκαθίσταται η παραπάνω χημική ισορροπία. Στο γράφημα που ακολουθεί εμφανίζεται η $[CH_3OH]$ σε σχέση με τον χρόνο από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας σε τρεις θερμοκρασίες, 400 K, 500 K και 600 K.



Να εξηγήσετε:

α) Αν η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.

β) Γιατί χρησιμοποιείται υψηλή θερμοκρασία αν και η συγκέντρωση της $CH_3OH(g)$ είναι μεγαλύτερη σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

γ) Γιατί χρησιμοποιείται υψηλή πίεση.

δ) Γιατί χρησιμοποιείται καταλύτης.

Ε5.47. Η αντίδραση: $A(\ell) + B(\ell) \rightleftharpoons \Gamma(\ell) + \Delta(\ell)$, $K_c = 4$, θεωρείται απλή (και προς τις δύο κατευθύνσεις). Τη χρονική στιγμή t_1 σε μία φιάλη συνυπάρχουν 1,8 mol $A(\ell)$, 0,9 mol $B(\ell)$, 0,6 mol $\Gamma(\ell)$ και 0,6 mol $\Delta(\ell)$.

α) Τη χρονική στιγμή t_1 να συγκρίνετε την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά (υ_1) με την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά (υ_2) (μεγαλύτερη, μικρότερη, ίση). Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

β) Να συγκρίνετε τη σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης προς τα δεξιά (k_1) με τη σταθερά ταχύτητας προς τα αριστερά (k_2) (μεγαλύτερη, μικρότερη, ίση). Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε5.48. Σε υδατικό διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ισορροπία που περιγράφεται από την εξίσωση που ακολουθεί.

$$2A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons \Gamma(s) + 2\Delta(aq),\ \Delta H < 0$$

Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η ποσότητα του Γ(s) (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή):

α) Με την αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος, χωρίς άλλη μεταβολή.

β) Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας νερού, υπό σταθερή θερμοκρασία.

γ) Με την αύξηση της εξωτερικής πίεσης του διαλύματος.

Ε5.49. Σε δοχείο όγκου V εφοδιασμένο με έμβολο εισάγονται 33,6 g $MgCO_3(s)$ στους 650 °C. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας σύμφωνα με την εξίσωση,

$$MgCO_3(s) \rightleftharpoons MgO(s) + CO_2(g),$$

η μάζα του $MgCO_3(s)$ είναι 16,8 g. Αν ο όγκος του δοχείου μειωθεί στο μισό του αρχικού, χωρίς μεταβολή στη θερμοκρασία, η απόδοση της αντίδρασης διάσπασης του $MgCO_3$ στη νέα ισορροπία θα είναι:

Α) 50% Β) 25% Γ) 20% Δ) 12,5%

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

[ΠΑΓΚΥΠΡΙΑ ΟΛΥΜΠΙΑΔΑ ΧΗΜΕΙΑΣ]

Ε5.50. Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί σε θερμοκρασία T η χημική ισορροπία που περιγράφεται με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$A(g) \rightleftharpoons B(g),\ \Delta H < 0$$

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας ισχύει: [A] = [B]. Σε ένα άλλο δοχείο στο οποίο έχει αποκατασταθεί η παραπάνω χημική ισορροπία ισχύει: [A] = 0,75·[B]. Επομένως, στο δεύτερο δοχείο:

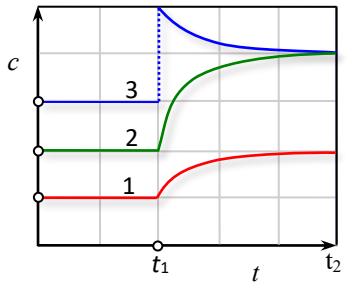
i. η αρχική συγκέντρωση του A(g) ήταν μικρότερη
ii. ο όγκος είναι μικρότερος
iii. η θερμοκρασία είναι μικρότερη
iv. η πίεση είναι μικρότερη

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε5.51. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:

$$A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g),\ \Delta H > 0$$

Τη χρονική στιγμή t_1 μεταβάλλουμε έναν από τους τους παράγοντες της χημικής ισορροπίας, οπότε από τη χρονική στιγμή t_2 και μετά αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία. Οι μεταβολές των συγκεντρώσεων των 3 σωμάτων εμφανίζονται μαζί στο διπλανό διάγραμμα.



α) Να εξηγήσετε το είδος της μεταβολής που έγινε τη χρονική στιγμή t_1 και να αντιστοιχήσετε τις καμπύλες 1, 2 και 3 με τα A(g), B(g) και Γ(g).
β) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβαλλόταν η θέση της ισορροπίας: i. Με αύξηση της θερμοκρασίας, υπό σταθερό όγκο.
ii. Με αύξηση του όγκου υπό σταθερή θερμοκρασία.
γ) Σε ποια από τις παραπάνω περιπτώσεις i και ii θα μεταβληθεί και πώς η τιμή της σταθεράς (K_c) της ισορροπίας; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε5.52. Σε κενό δοχείο εισάγονται x mol $SO_2(g)$ και x mol $O_2(g)$ και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία :

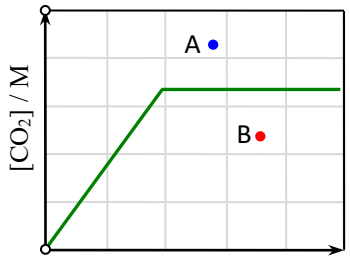
$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g),\ \Delta H < 0$$

Η απόδοση της αντίδρασης είναι α.
α) Με ποια από τις παρακάτω μεταβολές αυξάνεται σε κάθε περίπτωση η απόδοση (α) της αντίδρασης;
1. Με προσθήκη επιπλέον ποσότητας $SO_3(g)$
2. Με προσθήκη επιπλέον x mol $SO_2(g)$
3. Με αύξηση του όγκου του δοχείου
4. Με μείωση της θερμοκρασίας
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε5.53. Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου που βρίσκεται σε σταθερή θερμοκρασία (T) εισάγουμε ποσότητα $PbCO_3(s)$ που διασπάται σύμφωνα με την εξίσωση:

$$PbCO_3(s) \rightleftharpoons PbO(s) + CO_2(g)$$

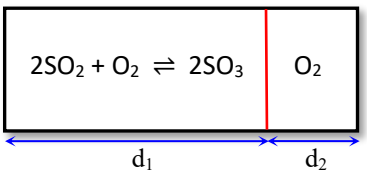
Η $[CO_2(g)]$ σαν συνάρτηση της αρχικής μάζας του $PbCO_3(s)$ σε mg, δίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί:



α) Να εξηγήσετε γιατί η $[CO_2(g)]$ στην αρχή αυξάνεται γραμμικά και στη συνέχεια σταθεροποιείται.
β) Ένα άλλο δοχείο περιέχει αρχικά μόνο PbO(s) και βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία (T). Στο δοχείο εισάγουμε $CO_2(g)$ σε αρχική συγκέντρωση $2\cdot10^{-4}$ M (σημείο Α). Να εξηγήσετε τι θα συμβεί.
γ) Ένα τρίτο δοχείο περιέχει αρχικά PbO(s) και $PbCO_3(s)$ και βρίσκεται στην ίδια θερμοκρασία (T). Στο δοχείο εισάγουμε $CO_2(g)$ σε αρχική συγκέντρωση όπως φαίνεται στο σημείο Β (δες το σχήμα). Να εξηγήσετε τι θα συμβεί.

Ε5.54. Δίνεται η ισορροπία: $COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$. Σε τρία δοχεία Α, Β και Γ με όγκους V_A, V_B και V_Γ, αντίστοιχα, εισάγεται η ίδια ποσότητα μίγματος ισομοριακών ποσοτήτων $COCl_2(g)$, CO(g) και $Cl_2(g)$. Στο δοχείο Α η ποσότητα του $Cl_2(g)$ αυξάνεται με το χρόνο, στο δοχείο Β η ποσότητα του $Cl_2(g)$ μειώνεται με το χρόνο, ενώ στο δοχείο Γ δεν μεταβάλλεται.
α) Αν η θερμοκρασία στα τρία δοχεία είναι η ίδια, ποια σχέση έχουν οι όγκοι V_A, V_B και V_Γ;
1. $V_A < V_B < V_\Gamma$
2. $V_\Gamma < V_B < V_A$
3. $V_B < V_\Gamma < V_A$
4. $V_A < V_\Gamma < V_B$
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε5.55. Το δοχείο του σχήματος διαχωρίζεται σε δύο διαμερίσματα με κινητό αδιαπέραστο διάφραγμα.



Στο αριστερό διαμέρισμα έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g),$$

στην οποία συνυπάρχουν 1 mol $SO_2(g)$, 1 mol $O_2(g)$ και 10 mol $SO_3(g)$. Στο δεξιό διαμέρισμα υπάρχει ποσότητα O_2. Οι πιέσεις στα δύο διαμερίσματα είναι ίσες. Απομακρύνουμε το διάφραγμα ανάμεσα στα δύο διαμερίσματα.
α) Προς ποια κατεύθυνση θα μετατοπιστεί η χημική ισορροπία;
1. Προς τα δεξιά
2. Προς τα αριστερά
3. Δεν θα μετατοπιστεί
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
Η θερμοκρασία είναι σταθερή.

Ε5.56. Ποσότητα $NO_2(g)$ εισάγεται σε δοχείο με έμβολο στους 25 °C και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g),\ \Delta H < 0$$

καστανό αέριο άχρωμο αέριο

Το σχήμα που ακολουθεί απεικονίζει το σύστημα της παραπάνω ισορροπίας.



α) Μειώνουμε τον όγκο του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Παρατηρούμε ότι αμέσως μετά τη μείωση του όγκου του δοχείου, το χρώμα του αερίου μίγματος γίνεται πιο έντονο, αλλά με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται νέα ισορροπία στην οποία το χρώμα του αερίου μίγματος γίνεται πιο ανοικτό αλλά πάντως πιο έντονο σε σχέση με την αρχική ισορροπία, όπως φαίνεται παρακάτω.



Να εξηγήσετε τις παραπάνω παρατηρήσεις.

β) Στη συνέχεια αυξάνουμε τη θερμοκρασία του μίγματος της ισορροπίας, χωρίς μεταβολή στον όγκο. Να εξηγήσετε:

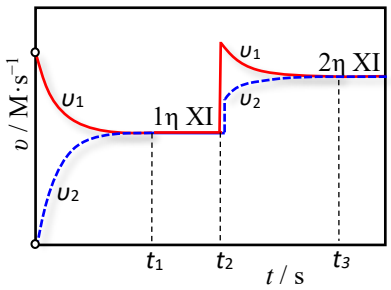
i. Αν το χρώμα του αερίου μίγματος ισορροπίας γίνει πιο σκούρο, πιο ανοικτό ή παραμένει το ίδιο.

ii. Πώς θα μεταβληθεί η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) με την αύξηση της θερμοκρασίας;

Ε5.57. Σε δοχείο όγκου V εισάγεται μίγμα αερίων $A_2(g)$ και $B_2(g)$. Τη χρονική στιγμή t_1 αποκαθίσταται η 1η χημική ισορροπία (ΧΙ) που παριστάνεται από τη χημική εξίσωση:

$$A_2(g) + B_2(g) \underset{\upsilon_2}{\overset{\upsilon_1}{\rightleftharpoons}} 2AB(g)$$

Στο διπλανό διάγραμμα παριστάνονται οι μεταβολές των ταχυτήτων υ_1 και υ_2 σε συνάρτηση με το χρόνο. Τη χρονική στιγμή t_2 μεταβάλλεται ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση της 1ης ΧΙ και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία (2η ΧΙ) τη χρονική στιγμή t_3. Οι σταθερές της 1ης ΧΙ και της 2ης ΧΙ διαφέρουν μεταξύ τους.



α) Να βρείτε ποιος είναι ο παράγοντας που μεταβλήθηκε τη χρονική στιγμή t_2 και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Να προσδιορίσετε αν η προς τα δεξιά αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2024]

Ε5.58. Σε δοχείο σταθερού όγκου έχουν αποκατασταθεί οι παρακάτω ισορροπίες, υπό σταθερή θερμοκρασία.

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$$

$$COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g)$$

Στο δοχείο εισάγεται επιπλέον ποσότητα CO(g) και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίστανται πάλι οι παραπάνω χημικές ισορροπίες.

α) Σε σχέση με την αρχική ισορροπία, η ποσότητα του:

1. PCl_5 θα παραμείνει αμετάβλητη 2. Cl_2 θα αυξηθεί
3. PCl_5 θα μειωθεί 4. PCl_5 θα αυξηθεί

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Προβλήματα

Ε5.59. Δύο υδατικά διαλύματα περιέχουν το ένα την ουσία A(aq) σε συγκέντρωση 0,25 M και το άλλο την ουσία B(aq) σε συγκέντρωση 0,1 M. Αναμιγνύονται 1 L από καθένα από τα δύο διαλύματα και προκύπτει νέο διάλυμα 2 L στο οποίο αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:

$$A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons \Gamma(s) + 2\Delta(aq),\ \Delta H > 0$$

Στην κατάσταση της ισορροπίας ισχύει: [Δ(aq)] = 0,05 M.

α) Να προσδιοριστούν οι συγκεντρώσεις των A(aq) και B(aq) στη χημική ισορροπία καθώς και η ποσότητα σε mol του σχηματιζόμενου ιζήματος Γ(s).

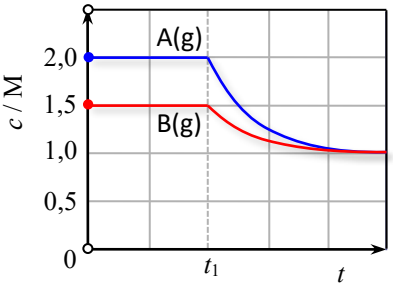
β) Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας καθώς και η απόδοση της αντίδρασης.

γ) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η ποσότητα του ιζήματος στην ισορροπία (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) με την αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος.

Ε5.60. Σε δοχείο σταθερού όγκου $V = 1$ L έχει αποκατασταθεί η ισορροπία που ακολουθεί, σε θερμοκρασία T.

$$2A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g),$$

για την οποία ισχύει $K_c = 2$. Τη χρονική στιγμή t_1 μεταβάλλουμε την ποσότητα του Γ(g) στο δοχείο, οπότε από τη χρονική στιγμή t_2 και μετά αποκαθίσταται νέα ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία. Οι συγκεντρώσεις των σωμάτων A(g) και B(g) σε σχέση με το χρόνο εμφανίζονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



α) Να υπολογιστεί η ποσότητα (σε mol) του Γ(g) στην αρχική χημική ισορροπία.

β) Να σημειωθεί το είδος της μεταβολής στην ποσότητα του Γ(g), δηλαδή αν έγινε αφαίρεση ή προσθήκη, τη χρονική στιγμή t_1. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

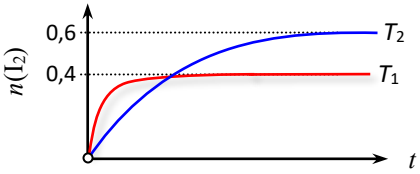
γ) Να υπολογιστεί η ποσότητα σε mol του Γ(g) στη νέα χημική ισορροπία καθώς και η ποσότητα του Γ(g) που αφαιρέθηκε ή προστέθηκε τη χρονική στιγμή t_1.

Ε5.61. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) χρησιμοποιείται για την παρασκευή της CH_3OH σύμφωνα με την αντίδραση:

$$CO(g) + 2H_2(g) \rightleftharpoons CH_3OH(g) \quad (1)$$

Σε δοχείο σταθερού όγκου 3 L βρίσκονται σε κατάσταση ισορροπίας 2 mol CO, 1 mol H_2 και 1 mol CH_3OH.
α) Να υπολογίσετε τη σταθερά (K_c) της χημικής ισορροπίας.
β) Να υπολογίσετε τα mol CO που πρέπει να προσθέσουμε στο αρχικό μείγμα, χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας, ώστε στη νέα ισορροπία να παραχθούν 0,25 mol CH_3OH επιπλέον. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε5.62. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται n_0 mol HI και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η ισορροπία: $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$. Στο σχήμα που ακολουθεί εμφανίζεται η μεταβολή στα mol του I_2 σε σχέση με το χρόνο σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες T_1 και T_2 ($T_1 > T_2$).



α) Να εξηγήσετε αν αντίδραση διάσπασης του HI είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.
β) Να υπολογίσετε την αρχική ποσότητα του HI (n_0) καθώς και την απόδοση της αντίδρασης. Η σταθερά K_c της παραπάνω ισορροπίας στη θερμοκρασία T_1 είναι ίση με 0,16.
γ) Να προσδιορίσετε τη σύσταση του μίγματος ισορροπίας στη θερμοκρασία T_2.
δ) Στο δοχείο της ισορροπίας στη θερμοκρασία T_2 εισάγουμε στο δοχείο επιπλέον 0,3 mol HI. Να υπολογίσετε τη σύσταση του μίγματος ισορροπίας στη νέα ισορροπία.

Ε5.63. Στη βιομηχανία το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) παρασκευάζεται με την αντίδραση Boudouard με βάση την εξίσωση: $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$. Σε δοχείο με $V = 2$ L εισάγονται ποσότητες C(s) και $CO_2(g)$ και αποκαθίσταται η παραπάνω χημική ισορροπία στην οποία συνυπάρχουν 1 mol C(s), 1 mol $CO_2(g)$ και 4 mol CO(g).
α) Να προσδιοριστεί η απόδοση της αντίδρασης.
Από το δοχείο της ισορροπίας απομακρύνονται λ mol CO(g) και παράλληλα ο όγκος του δοχείου αυξάνεται στα 4 L. Αποκαθίσταται νέα ισορροπία, στην ίδια θερμοκρασία, στην οποία προσδιορίζονται 0,5 mol $CO_2(g)$.
β) Να προσδιοριστούν:
i. Η τιμή του λ.
ii. Η νέα απόδοση της αντίδρασης.
Οι αποδόσεις να δοθούν με τη μορφή κλάσματος.

Ε5.64. Σύμφωνα με το πρόγραμμα της επιτόπιας χρήσης πρώτων υλών στον πλανήτη Άρη, έχει εκτιμηθεί ότι το O_2 μπορεί να παραχθεί από H_2O με ηλεκτρόλυση. Το H_2O μπορεί να παραχθεί από το CO_2 (που βρίσκεται άφθονο στην ατμόσφαιρα του Άρη) και H_2, σύμφωνα με την αντίδραση: $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$, στους 400 °C με τη χρήση καταλυτών. Αν σε δοχείο εισαχθεί αρχικά ισομοριακό μίγμα CO_2 και H_2, στους 400 °C, ποια η %v/v περιεκτικότητα σε $H_2O(g)$ του μίγματος ισορροπίας; Για την ισορροπία, $K_c = 0,49$ στους 400 °C.

Ε5.65. Σε δοχείο όγκου $V = 6$ L εισάγονται 9 mol του αερίου A(g) σε θερμοκρασία T. Με την πάροδο του χρόνου το A(g) διασπάται στα αέρια B(g) και Γ(g) και αποκαθίσταται χημική ισορροπία μετά από $t = 25$ s από την έναρξη της αντίδρασης. Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας προσδιορίστηκαν 5 mol A(g), 6 mol B(g) και 2 mol Γ(g).
α) Να γράψετε την εξίσωση που αποδίδει τη χημική ισορροπία συμπληρωμένη με τους μικρότερους ακέραιους συντελεστές. Να συμπληρώσετε τον πίνακα της αντίδρασης (σε mol) από την έναρξή της μέχρι και την αποκατάσταση της ισορροπίας.
β) Να υπολογίσετε το μέσο ρυθμό παραγωγής του B(g) από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι και την αποκατάσταση της ισορροπίας.
γ) Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ισορροπίας (K_c) στη θερμοκρασία T.

Ε5.66. Σε δοχείο όγκου $V = 1$ L σε θερμοκρασία 500 °C έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:

$$SnO_2(s) + 2H_2(g) \rightleftharpoons Sn(s) + 2H_2O(g)$$

Στην κατάσταση της ισορροπίας ισχύουν: $[H_2] = 0,25$ M και $[H_2O] = 0,25$ M.
α) Στο δοχείο της ισορροπίας προστίθενται 0,25 mol $H_2(g)$ και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία. Ποιες θα είναι οι συγκεντρώσεις του $H_2(g)$ και του $H_2O(g)$ στη νέα αυτή ισορροπία;
β) Σε άλλο δοχείο εισάγονται 1 mol $H_2(g)$, 2 mol $H_2O(g)$ και 1 mol $SnO_2(s)$ σε θερμοκρασία 500 °C. Να εξετάσετε αν το σύστημα μπορεί ή όχι να οδηγηθεί σε χημική ισορροπία. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε5.67. Σε δοχείο σταθερού όγκου έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία που ακολουθεί.

$$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$$

Στην κατάσταση της ισορροπίας στο δοχείο συνυπάρχουν 2,5 mol C(s), 0,2 mol $CO_2(g)$ και 1 mol CO(g). Πόσα επιπλέον mol $CO_2(g)$ πρέπει να προστεθούν στο δοχείο ώστε στη νέα χημική ισορροπία που θα αποκατασταθεί, στην ίδια θερμοκρασία, οι συγκεντρώσεις του $CO_2(g)$ και CO(g) να έχουν γίνει ίσες; Ποια η ποσότητα σε mol του C(s) στη νέα χημική ισορροπία;

Ε5.68. Σε υδατικό διάλυμα στους 25 °C έχει αποκατασταθεί η ιοντική ισορροπία που ακολουθεί.

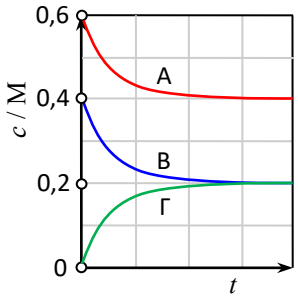
$$Al(OH)_4^-(aq) \rightleftharpoons Al(OH)_3(s) + OH^-(aq)$$

Το διάλυμα της ισορροπίας έχει pH = 12 και η συγκέντρωση των ιόντων $Al(OH)_4^-$ στην ισορροπία είναι 0,1 M.
α) Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c της παραπάνω ισορροπίας στους 25 °C.
β) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η ποσότητα του στερεού $Al(OH)_3(s)$ (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) με την προσθήκη ποσότητας HCl στο παραπάνω διάλυμα, χωρίς άλλη μεταβολή.
Στους 25 °C, $K_w = 10^{-14}$.

Ε5.69. Σε δοχείο όγκου 1 L εισάγονται ποσότητες των αερίων Α(g) και Β(g) και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$A(g) + B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g)$$

Οι συγκεντρώσεις των 3 συστατικών της ισορροπίας με το χρόνο, από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας, εμφανίζονται στο διπλανό σχήμα.



α) Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c καθώς και η απόδοση της αντίδρασης.
Μεταβάλλεται ο όγκος του δοχείου της παραπάνω ισορροπίας και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία στην οποία οι ποσότητες των αερίων Α(g) και Γ(g) είναι ισομοριακές.
β) Να υπολογιστεί ο νέος όγκος (V') του δοχείου.
Στο δοχείο της αρχικής χημικής ισορροπίας (V = 1 L) προστίθενται λ mol Β(g) επιπλέον χωρίς αλλαγή στον όγκο και τη θερμοκρασία και στη νέα χημική ισορροπία προσδιορίζονται 0,3 mol Γ(g).
γ) Ποια η τιμή του λ;
Στο δοχείο της αρχικής χημικής ισορροπίας αυξάνεται η θερμοκρασία χωρίς άλλη μεταβολή και στη νέα ισορροπία προσδιορίζονται 0,3 mol Γ(g).
δ) i. Να εξεταστεί αν η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.
ii. Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς της ισορροπίας στη νέα θερμοκρασία.

Ε5.70. Σε δοχείο όγκου V = 0,6 L και σε θερμοκρασία T_1 εισάγονται 1,2 mol C_2H_4(g) και 1,8 mol H_2O(g) και αποκαθίσταται η ισορροπία (1):

$$C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g) \quad (1)$$

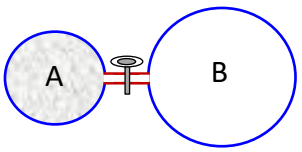
Όλη η ποσότητα της C_2H_5OH που σχηματίστηκε στην κατάσταση της ισορροπίας αντιδρά πλήρως με μεταλλικό Na και σχηματίζονται 6,72 L H_2(g) σε STP.
α) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης (1) καθώς και τη σταθερά K_c της ισορροπίας (1).
β) Διεξάγουμε νέο πείραμα σε δοχείο ίσου όγκου και με τις ίδιες αρχικές ποσότητες, αλλά σε μικρότερη θερμοκρασία $T_2 < T_1$ και στη νέα ισορροπία προσδιορίστηκαν 0,8 mol C_2H_5OH(g). Να υπολογίσετε την τιμή της K_c στη νέα θερμοκρασία και να εξετάσετε αν η παραγωγή της C_2H_5OH(g) σύμφωνα με την εξίσωση (1) είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.

Ε5.71. Στους 900 °C η σταθερά K_c της ισορροπίας που ακολουθεί έχει τιμή 0,011.

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

Σε ένα δοχείο όγκου 10 L εισάγονται 20 g $CaCO_3$(s), 2,8 g CaO(s) και 2,2 g CO_2(g).
α) Να εξηγήσετε αν μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας η ποσότητα του $CaCO_3$(s) θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει η ίδια.
β) Να υπολογιστούν οι ποσότητες σε mol όλων των συστατικών στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας.

Ε5.72. Τα δύο δοχεία Α και Β του σχήματος που ακολουθεί διαχωρίζονται με κλειστή στρόφιγγα.



Στο δοχείο (Α) όγκου 1 L συνυπάρχουν $5\cdot10^{-3}$ mol N_2O_4(g) και $5\cdot10^{-3}$ mol NO_2(g) σε ισορροπία σύμφωνα με την εξίσωση: $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$. Το δοχείο Β είναι αρχικά κενό. Ανοίγουμε τη στρόφιγγα και το μείγμα των δύο αερίων καταλαμβάνει τον όγκο και των δύο δοχείων Α και Β. Αποκαθίσταται νέα ισορροπία, στην ίδια θερμοκρασία, στην οποία προσδιορίστηκαν $4\cdot10^{-3}$ mol N_2O_4(g). Να υπολογιστεί ο όγκος του δοχείου Β.

Ε5.73. Σε κενό δοχείο εισάγονται 28 g αερίου Α(g) και σε θερμοκρασία T αποκαθίσταται η ισορροπία: $A(g) \rightleftharpoons B(g)$. Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας στο δοχείο προσδιορίστηκαν 16,8 g της ουσίας Β(g). Να υπολογιστούν:
α) Η απόδοση της αντίδρασης.
β) Η σταθερά K_c της ισορροπίας στη θερμοκρασία T.

Ε5.74. 0,3 mol $CH_3COOH(\ell)$ και 0,3 mol $C_2H_5OH(\ell)$ αντιδρούν μεταξύ τους, σύμφωνα με την εξίσωση:

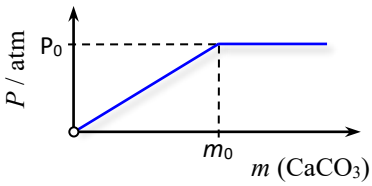
$$C_2H_5OH(\ell) + CH_3COOH(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOC_2H_5(\ell) + H_2O(\ell)$$

Η ποσότητα του CH_3COOH που βρίσκεται στο 1/100 του μείγματος ισορροπίας απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωση 50 mL διαλύματος $Ba(OH)_2$ συγκέντρωσης 0,01 M. Να υπολογιστεί η σταθερά K_c της ισορροπίας εστεροποίησης.

Ε5.75. Έστω η ισορροπία που ακολουθεί.

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

Σε δοχείο όγκου V εισάγουμε συνεχώς μικρές ποσότητες $CaCO_3$(s) αμελητέου όγκου σε θερμοκρασία T. Η πίεση στο δοχείο, ως συνάρτηση της συνολικής μάζας (m) του εισαγομένου $CaCO_3$(s) δίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



α) Να εξηγήσετε γιατί αρχικά με την αύξηση της ποσότητας του $CaCO_3$(s) στο δοχείο η πίεση αυξάνεται γραμμικά, ενώ για $m \geq m_0$ η πίεση παραμένει σταθερή (και ίση με P_0).
β) Για τη σταθερά K_c της παραπάνω ισορροπίας, να αποδείξετε τη σχέση:

$$K_c = \frac{P_0}{R\cdot T}$$

Ε5.76. Σε μία φιάλη εισάγονται 3 mol CH_3COOH και 3 mol CH_3CH_2OH και αποκαθίσταται η ισορροπία που ακολουθεί, σε θερμοκρασία *T,* στην οποία ισχύει: $K_c = 4$.

$$CH_3COOH(\ell) + CH_3CH_2OH(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3(\ell) + H_2O(\ell)$$

α) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης.
β) Από τη φιάλη της ισορροπίας αφαιρείται με κατάλληλο τρόπο ποσότητα H_2O και αποκαθίσταται νέα ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία (*T*). Η απόδοση είναι τώρα ίση με 0,8. Πόσα mol H_2O αφαιρέθηκαν; [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε5.77. Σε δοχείο σταθερού όγκου *V* εισάγονται 2 mol $Cl_2(g)$ και 4 mol $H_2(g)$, οπότε σε θερμοκρασία θ °C αποκαθίσταται η ισορροπία (1): $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$.
α) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η απόδοση της αντίδρασης (1) εάν προσθέσουμε στο δοχείο επιπλέον 2 mol $Cl_2(g)$ στις ίδιες συνθήκες.
β) Πόσα mol $Cl_2(g)$ πρέπει να προσθέσουμε επιπλέον στο αρχικό μίγμα ώστε να μη μεταβληθεί η απόδοση της αντίδρασης;
Δίνεται η σταθερά της ισορροπίας (1), $K_c = 4$ στους θ °C.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε5.78. Σε δοχείο σταθερού όγκου συνυπάρχουν σε κατάσταση χημικής ισορροπίας 6 mol $CaCO_3(s)$, 2 mol $CaO(s)$ και 2 mol $CO_2(g)$ σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

Στο δοχείο εισάγονται 4 mol $CO_2(g)$, χωρίς άλλη μεταβολή.
α) Να εξετάσετε αν μπορεί να αποκατασταθεί χημική ισορροπία μετά την προσθήκη αυτή.
β) Να προσδιορίσετε τις τελικές ποσότητες (σε mol) όλων των σωμάτων που συμμετέχουν στην αντίδραση.

Ε5.79. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 1 mol A(g) και 2 mol B(g) και αποκαθίσταται η ισορροπία,

$$A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g),$$

με απόδοση 40%. Πόσα επιπλέον mol A(g) πρέπει να προστεθούν στο δοχείο της ισορροπίας ώστε η απόδοση της αντίδρασης να γίνει ίση με 50%; Η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή.

Ε5.80. Σε διάλυμα έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:

$$A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons \Gamma(aq),\ \Delta H > 0 \quad (1)$$

Το χρώμα του διαλύματος στην ισορροπία είναι πορτοκαλί, ενώ το χρώμα του A(aq) είναι κίτρινο, το χρώμα του Γ(aq) κόκκινο (το B(aq) είναι άχρωμο). Στο δοχείο της ισορροπίας πραγματοποιούμε (ξεχωριστά) τις μεταβολές i και ii.
Μεταβολή i. Αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος.
Μεταβολή ii. Διάλυση επιπλέον ποσότητας του A στο διάλυμα, χωρίς άλλη μεταβολή.
α) Να σημειώσετε την παρατηρούμενη χρωματική αλλαγή σε κάθε μία περίπτωση (προς το κόκκινο, προς το κίτρινο, καμία χρωματική αλλαγή).
β) Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.
γ) Σε διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ισορροπία (1) και ισχύει: [A] = [B] = 0,1 M και [Γ] = 0,2 M. Στο διάλυμα της ισορροπίας διαλύονται επιπλέον ισομοριακές ποσότητες των A και Γ, χωρίς άλλη μεταβολή. Να εξηγήστε προς ποια κατεύθυνση θα εκδηλωθεί αντίδραση.

Ε5.81. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται x mol A(g), y mol B(g) καθώς και περίσσεια στερεού Γ(s) υπό σταθερή θερμοκρασία (*T*). Η πίεση στο δοχείο είναι ίση με P_1. Στο δοχείο διεξάγονται παράλληλα οι αντιδράσεις (1) και (2) που ακολουθούν.

$$2A(g) + \Gamma(s) \rightleftharpoons 2\Delta(g),\ \Delta H = -100\ \text{kJ},\ K_c = 4 \quad (1)$$

$$B(g) + \Gamma(s) \rightarrow E(g),\ \Delta H = +50\ \text{kJ} \quad (2)$$

Με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία (1) και εξαντλείται η ποσότητα του B(g), οπότε η τελική πίεση στο δοχείο είναι P_2 (στη θερμοκρασία *T*). Από τις δύο αυτές διεργασίες δεν παρατηρείται συνολικά έκλυση ή απορρόφηση θερμότητας.
α) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης (1), με τη μορφή κλάσματος.
β) Να υπολογίσετε το λόγο των ποσοτήτων (x/y).
γ) Να συγκρίνετε τις πιέσεις P_1 και P_2 και να αιτιολογήσετε το αποτέλεσμα της σύγκρισης.

Ε5.82. Σε κλειστό δοχείο όγκου $V = 10$ L εισάγεται ποσότητα στερεού $NH_4I(s)$ οπότε με την πάροδο του χρόνου αποκαθίστανται παράλληλα οι δύο ισορροπίες (1) και (2) που ακολουθούν, σε θερμοκρασία *T*.

$$NH_4I(s) \rightleftharpoons NH_3(g) + HI(g) \quad (1)$$

$$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g) \quad (2)$$

Στο δοχείο βρέθηκαν τελικά 0,02 mol $I_2(g)$ και 0,2 mol HI(g). Να προσδιοριστούν:
α) Οι ποσότητες των δύο άλλων αερίων (σε mol) μετά την αποκατάσταση των δύο παραπάνω ισορροπιών.
β) Οι σταθερές K_{c1} και K_{c2} των δύο παραπάνω ισορροπιών (1) και (2) στη θερμοκρασία *T*.

Ε5.83. Το ιώδιο (I_2) αποτελεί ουσία με ποικιλία εφαρμογών στην καθημερινότητά μας. Έχει μικρή διαλυτότητα στο νερό (H_2O), αλλά πολύ μεγαλύτερη σε CCl_4. Η αντίδραση κατανομής του ιωδίου μεταξύ των δύο αυτών φάσεων είναι: $I_2(H_2O) \rightleftharpoons I_2(CCl_4)$ με $K_c = 72$. Ένας μαθητής Λυκείου πρόσθεσε 0,2 L CCl_4 σε δοχείο με 0,6 L υδατικού διαλύματος που περιέχει 63,5 mg διαλυμένου I_2. Ο μαθητής ανακίνησε καλά το δοχείο και οι δύο φάσεις που προέκυψαν αφέθηκαν να διαχωριστούν πλήρως. Να υπολογίσετε το % ποσοστό του ιωδίου που παρέμεινε στην υδατική φάση.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε5.84. Δίνεται η ισορροπία που ακολουθεί για την οποία η σταθερά ισορροπίας έχει τιμή $K_c = 0,3$ σε θερμοκρασία *T*.

$$Fe^{3+}(aq) + Ag(s) \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq) + Ag^{+}(aq)$$

Υδατικό διάλυμα έχει όγκο 0,3 L και θερμοκρασία *T* ενώ περιέχει $[Fe^{3+}] = 0,3$ M, $[Fe^{2+}] = 0,1$ M και $[Ag^{+}] = 0,2$ M και καθόλου Ag(s).
α) Να εξηγήσετε γιατί στο διάλυμα αυτό δεν μπορεί να αποκατασταθεί η παραπάνω χημική ισορροπία.
β) Να αποδείξετε ότι για να αποκατασταθεί ισορροπία θα πρέπει να προστεθούν περισσότερα από 0,03 mol Ag(s).

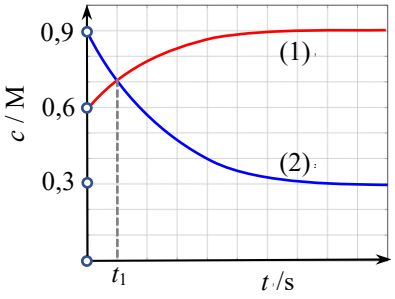
Ε5.85. Σε δοχείο σταθερού όγκου $V = 4$ L εισάγονται 20 mol C(s) και x mol CO_2(g) και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η ισορροπία που ακολουθεί, στους θ °C.

$$C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g),\ K_c = 10 \text{ (στους } \theta \text{ °C)}$$

Η απόδοση της αντίδρασης είναι $\alpha = 0{,}5$. Να υπολογιστεί η τιμή του x.

Ε5.86. Σε δοχείο εισάγονται ποσότητες των αερίων A(g) και B(g) και αποκαθίσταται η ισορροπία που ακολουθεί. Οι δύο αντίθετης φοράς αντιδράσεις είναι απλές.

$$A(g) \underset{\upsilon_2}{\overset{\upsilon_1}{\rightleftharpoons}} 2B(g)$$



Οι καμπύλες (1) και (2) των συγκεντρώσεων από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας δίνονται στο διπλανό διάγραμμα.

α) Να εξηγήσετε προς ποια κατεύθυνση εκδηλώνεται αντίδραση.

β) Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας.

γ) Να υπολογίσετε το λόγο των ταχυτήτων υ_2/υ_1 τη χρονική στιγμή t_1.

Ε5.87. Σε υδατικό διάλυμα έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία που ακολουθεί στους 298 K.

$$Fe^{3+}(aq) + SCN^-(aq) \rightleftharpoons [Fe(SCN)]^{2+}(aq),\ \Delta H < 0$$

Στο μίγμα της ισορροπίας ισχύει: $[SCN^-] = 5 \cdot 10^{-3}$ M.

α) Να γράψετε την έκφραση για τη σταθερά K_c της ισορροπίας αναγράφοντας και τις μονάδες της.

β) Η σταθερά της ισορροπίας στους 298 K έχει τιμή K_c = 500. Να υπολογίσετε το % ποσοστό του Fe που βρίσκεται με τη μορφή $[Fe(SCN)]^{2+}$ στο μίγμα της παραπάνω ισορροπίας. Το ποσοστό να γραφεί με τη μορφή κλάσματος.

Ε5.88. Το μεθάνιο είναι το βασικό συστατικό του φυσικού αερίου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή του υδρογόνου, σύμφωνα με την αμφίδρομη αντίδραση:

$$CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g),\ \Delta H > 0$$

α) i. Πώς επηρεάζει την απόδοση της αντίδρασης η αύξηση της πίεσης υπό σταθερή θερμοκρασία;

ii. Πώς η αύξηση της θερμοκρασίας επηρεάζει την απόδοση της αντίδρασης υπό σταθερό όγκο;

β) Σε δοχείο όγκου 1 L σε θ °C περιέχονται σε χημική ισορροπία 0,2 mol CH_4(g), 1 mol H_2O(g), 0,8 mol CO(g) και 1 mol H_2(g) με βάση την παραπάνω χημική ισορροπία.

i. Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας.

ii. Πόσα mol CO(g) πρέπει να προσθέσουμε στο μίγμα της ισορροπίας ώστε στη νέα ισορροπία να υπάρχουν 0,4 mol H_2(g); [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε5.89. Σε υδατικό διάλυμα όγκου 1 L περιέχονται η ένωση A(aq) σε συγκέντρωση 0,3 M και η ένωση B(aq) σε συγκέντρωση 0,3 M. Με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία που περιγράφεται με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons \Gamma(aq) + \Delta(aq),\ \Delta H < 0$$

Οι δύο αντίθετης φοράς αντιδράσεις θεωρούνται απλές ενώ η σταθερά της χημικής ισορροπίας έχει τιμή $K_c = 4$ στη θερμοκρασία του πειράματος. Η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης (προς τα δεξιά) έχει τιμή $\upsilon_{01} = 3{,}6 \cdot 10^{-3}$ mol·L^{-1}·s^{-1}.

α) Να υπολογιστεί η σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης προς τα δεξιά (k_1) καθώς και η σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης προς τα αριστερά (k_2).

β) Στην κατάσταση της ισορροπίας να υπολογιστούν:

i. Η απόδοση της αντίδρασης.

ii. Οι τιμές των ταχυτήτων υ_1 (ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά) και υ_2 (ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά) στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας.

γ) Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας αυξάνουμε τη θερμοκρασία του διαλύματος. Να εξηγήσετε ποια από τις δύο ταχύτητες θα μεταβληθεί περισσότερο με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Ε5.90. Στον αντιδραστήρα μιας βιομηχανίας εισάγονται 1000 mol ένωσης A(g), 2000 mol ένωσης B(g) καθώς και ποσότητα στερεού Δ(s) σε περίσσεια. Στον αντιδραστήρα διεξάγονται παράλληλα οι αντιδράσεις με τις χημικές εξισώσεις (1) και (2) που ακολουθούν.

$$A(g) + 2B(g) \rightarrow \Gamma(g),\ \Delta H = -72 \text{ kJ (1)}$$

$$2\Gamma(g) + \Delta(s) \rightleftharpoons E(g) + Z(g),\ \Delta H = +60 \text{ kJ (2)}$$

Με την πάροδο του χρόνου οι ποσότητες των A(g) και B(g) μηδενίζονται και αποκαθίσταται η χημική ισορροπία (2). Από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας παρατηρείται συνολικά η απελευθέρωση ποσού θερμότητας ίσου με 48 MJ.

Να υπολογίσετε:

α) Την απόδοση της αντίδρασης (2).

β) Τη σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας (2).

Ε5.91. Για την ισορροπία, $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g) + \Delta(s)$, η σταθερά K_c έχει τιμή ίση με 4 σε θερμοκρασία T. Σε κενό δοχείο εισάγονται 2 mol A(g). Πόσα mol από το B(g) πρέπει να προστεθούν στο δοχείο ώστε στην κατάσταση της ισορροπίας, σε θερμοκρασία T, η απόδοση της αντίδρασης να γίνει ίση με 80%;

Ε5.92. Αέριο μίγμα N_2(g) και H_2(g) συνολικής ποσότητας 1,6 mol εισάγεται σε δοχείο όγκου 0,9 L οπότε σε κατάλληλες συνθήκες και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g),\ \Delta H = -92 \text{ kJ}$$

Η απόδοση της αντίδρασης είναι 25% ενώ από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας παράχθηκε ποσό θερμότητας ίσο με 9,2 kJ. Να υπολογίσετε:

α) Την ποσότητα (σε mol) της NH_3 στην ισορροπία.

β) Την τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας στη θερμοκρασία του πειράματος (με τη μορφή κλάσματος).

Το ποσό θερμότητας και η ενθαλπία αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες.

E5.93. Όταν ποσότητα $N_2O_5(g)$ θερμανθεί σε κατάλληλη θερμοκρασία (T) διασπάται σε $N_2O_3(g)$ και $O_2(g)$ σύμφωνα με την χημική εξίσωση:

$$N_2O_5(g) \rightleftharpoons N_2O_3(g) + O_2(g),\ K_c = 2,5$$

Παράλληλα, το σχηματιζόμενο $N_2O_3(g)$ διασπάται μερικά σύμφωνα με την εξίσωση:

$$N_2O_3(g) \rightleftharpoons N_2O(g) + O_2(g)$$

Σε ένα δοχείο όγκου $V = 1$ L εισάγονται 3,5 mol $N_2O_5(g)$ και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίστανται οι παραπάνω δύο ισορροπίες σε θερμοκρασία T οπότε η συγκέντρωση του $O_2(g)$ βρέθηκε ίση με 2,5 M. Να υπολογίσετε:

α) Τη συγκέντρωση του $N_2O_5(g)$ στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας.

β) Την τιμή της σταθεράς K_c της 2ης ισορροπίας (με τη μορφή κλάσματος).

E5.94. Σε τρία δοχεία Α, Β και Γ ίσου όγκου $V = 10$ L εισάγονται αρχικά οι παρακάτω ποσότητες των αερίων $SO_2(g)$, $O_2(g)$ και $SO_3(g)$.

Δοχείο Α: 10 mol $SO_2(g)$, 10 mol $O_2(g)$ και 20 mol $SO_3(g)$

Δοχείο Β: 5 mol $SO_2(g)$, 5 mol $O_2(g)$ και 10 mol $SO_3(g)$

Δοχείο Γ: 1 mol $SO_2(g)$, 1 mol $O_2(g)$ και 2 mol $SO_3(g)$

Με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται και στα τρία δοχεία η χημική ισορροπία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση που ακολουθεί στην ίδια θερμοκρασία (T).

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g),\ \Delta H < 0$$

Η σταθερά της παραπάνω ισορροπίας έχει τιμή $K_c = 10$ στη θερμοκρασία T.

α) Σε ποιο από τα τρία δοχεία Α, Β ή Γ θα απορροφηθεί θερμότητα από την αρχική κατάσταση μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Ποιος έπρεπε να ήταν ο όγκος του δοχείου Α ώστε οι αρχικές ποσότητες των τριών σωμάτων να μην μεταβάλλονται με την πάροδο του χρόνου;

γ) Ποια επιπλέον ποσότητα $SO_2(g)$ έπρεπε να είχε προστεθεί αρχικά στο δοχείο Β, χωρίς άλλη μεταβολή, ώστε στην κατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας να υπάρχουν 4 mol $O_2(g)$;

E5.95. Σε μία φιάλη εισάγονται 1 mol CH_3COOH και 1 mol CH_3CH_2OH και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία που ακολουθεί.

$$CH_3COOH(\ell) + CH_3CH_2OH(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3(\ell) + H_2O(\ell)$$

Όταν αποκατασταθεί η χημική ισορροπία, παρατηρήθηκε ο σχηματισμός 2/3 mol H_2O.

α) Να προσδιοριστεί η σταθερά ισορροπίας K_c της παραπάνω αντίδρασης εστεροποίησης.

β) Σε μία άλλη φιάλη εισάγονται προς αντίδραση 1 mol CH_3COOH, 1 mol CH_3CH_2OH και 1 mol μιας άλλης αλκοόλης (ROH) και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίστανται παράλληλα οι χημικές ισορροπίες που ακολουθούν.

$$CH_3COOH(\ell) + CH_3CH_2OH(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3(\ell) + H_2O(\ell)$$

$$CH_3COOH(\ell) + ROH(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOR(\ell) + H_2O(\ell)$$

Μετά την αποκατάσταση και των δύο ισορροπιών εστεροποίησης, η ποσότητα του H_2O στη φιάλη βρέθηκε ίση με 0,8 mol. Να προσδιορίσετε τις ποσότητες όλων των συστατικών και των δύο ισορροπιών.

E5.96. Έστω η απλή αντίδραση (χωρίς ενδιάμεσα στάδια) που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.

$$2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g)$$

Σε θερμοκρασία λ °C η σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης προς τα δεξιά έχει τιμή $k_1 = 2,4 \cdot 10^3\ L^2 \cdot mol^{-2} \cdot s^{-1}$ ενώ η σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης προς τα αριστερά έχει τιμή $k_2 = 4\ L \cdot mol^{-1} \cdot s^{-1}$.

α) Να υπολογιστεί η σταθερά K_c της ισορροπίας στους λ °C.

β) Ποια η αρχική ταχύτητα παραγωγής Γ, αν οι αρχικές συγκεντρώσεις των Α και Β είναι, αντίστοιχα, $5 \cdot 10^{-3}\ mol \cdot L^{-1}$ και $0,2\ mol \cdot L^{-1}$;

Σε θερμοκρασία μ °C (μ < λ) σε δοχείο όγκου 5 L εισάγονται 0,2 mol Γ(g). Όταν αποκατασταθεί η χημική ισορροπία έχει διασπαστεί το 20% της αρχικής ποσότητας του Γ(g).

γ) Να υπολογιστεί η σταθερά K'_c της ισορροπίας:

$$2A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g),\ \text{στους μ °C}$$

δ) Να εξεταστεί αν η αντίδραση διάσπασης του Γ(g) στα αέρια Α(g) και Β(g) είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.

E5.97. Σε υδατικά διαλύματα η ένωση Α(aq) είναι άχρωμη, η ένωση Β(aq) έχει κίτρινο χρώμα και η ένωση Γ(aq) έχει κόκκινο χρώμα. Οι ενώσεις αυτές συμμετέχουν στη χημική ισορροπία που ακολουθεί.

$$A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons 2\Gamma(aq) + \Delta(s)$$

Στο διάλυμα της ισορροπίας αυτής, για να επικρατήσει το κόκκινο χρώμα θα πρέπει να ισχύει:

$$\frac{[\Gamma(aq)]}{[B(aq)]} \geq 5$$

ενώ για επικρατήσει το κίτρινο θα πρέπει να ισχύει:

$$\frac{[B(aq)]}{[\Gamma(aq)]} \geq 10$$

α) Υδατικό διάλυμα όγκου 1 L περιέχει αρχικά τις ενώσεις Α(aq) και Β(aq) σε συγκεντρώσεις από 0,012 M η καθεμία. Με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η παραπάνω χημική ισορροπία στην οποία προσδιορίζονται 0,009 mol Δ(s) σε θερμοκρασία T_1.

Να προσδιοριστούν:

i. Η σταθερά K_c της παραπάνω χημικής ισορροπίας στη θερμοκρασία T_1.

ii. Ο χρωματισμός του διαλύματος της ισορροπίας (κίτρινο, κόκκινο, ενδιάμεσο). Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

β) Το διάλυμα της παραπάνω χημικής ισορροπίας θερμαίνεται σε θερμοκρασία $T_2 > T_1$ και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην οποία προσδιορίζονται 0,006 mol Δ(s).

i. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη ή ενδόθερμη.

ii. Να προσδιορίσετε το χρωματισμό του διαλύματος στη νέα θερμοκρασία (κίτρινο, κόκκινο, ενδιάμεσο). Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

iii. Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας στη θερμοκρασία T_2.

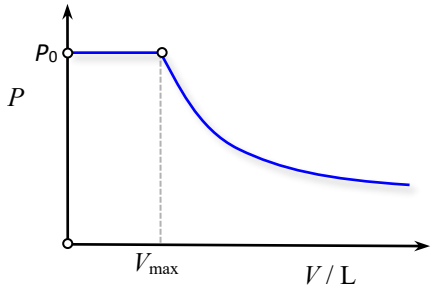
Ε5.98. Σε κενό δοχείο όγκου $V = 10$ L εισάγονται 6 mol C(s) και 6 mol ZnO(s) σε υψηλή θερμοκρασία, οπότε αποκαθίσταται χημική ισορροπία με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$C(s) + ZnO(s) \rightleftharpoons CO(g) + Zn(g),\ K_c = 0{,}09$$

α) Να υπολογιστεί η ποσότητα (σε mol) του Zn στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας.

β) Αυξάνουμε σταδιακά τον όγκο του δοχείου, χωρίς μεταβολή στη θερμοκρασία, επιτρέποντας συνεχώς την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας. Όταν αποκατασταθεί η ισορροπία σε όγκο $V = 15$ L, ποια η ποσότητα (σε mol) του Zn;

γ) Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζεται η πίεση στο δοχείο σε σχέση με τον όγκο του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία, ξεκινώντας από την αρχική χημική ισορροπία ($V = 10$ L).



i. Να εξηγήσετε τη μορφή του διαγράμματος.

ii. Να υπολογίσετε τον μέγιστο όγκο (V_{max}) για τον οποίο η πίεση στην ισορροπία είναι P_0 (σχήμα).

δ) Όταν ο όγκος στο δοχείο γίνει $V = 50$ L η πίεση στο δοχείο είναι P. Να υπολογίσετε το λόγο (P_0/P).

Ε5.99. Στην αέρια φάση το οξικό οξύ, $CH_3COOH(g)$, απαντάται σε ισορροπία με τη διμερή μορφή στην οποία δύο μόρια $CH_3COOH(g)$ είναι ενωμένα μεταξύ τους με δύο δεσμούς υδρογόνου.

α) Να σχεδιάσετε τους δεσμούς υδρογόνου ανάμεσα σε δύο μόρια $CH_3COOH(g)$ προς σχηματισμό του διμερούς.

β) Σε κλειστό δοχείο εισάγουμε ποσότητα $CH_3COOH(g)$ με αρχική συγκέντρωση $7{,}4\cdot10^{-4}$ M. Στη αέρια φάση τα μόρια του $CH_3COOH(g)$ συνδυάζονται ανά δύο με δεσμούς υδρογόνου και αποκαθίσταται η ισορροπία διμερισμού σύμφωνα με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$2CH_3COOH(g) \rightleftharpoons (CH_3COOH)_2(g),$$

στην οποία η συγκέντρωση του μονομερούς είναι ίση με 10^{-4} M.

Να υπολογιστεί η σταθερά K_c της ισορροπίας στους θ °C.

γ) Πώς θα μεταβληθεί το ποσοστό διμερισμού με την αύξηση της θερμοκρασίας; Ο σχηματισμός των δεσμών υδρογόνου είναι εξώθερμο φαινόμενο.

δ) Η διμερής μορφή του οξικού οξέος εμφανίζεται και σε διαλύματά του σε οργανικούς διαλύτες όπως προκύπτει με μετρήσεις ωσμωτικής πίεσης. 1,2 g CH_3COOH διαλύονται σε οργανικό διαλύτη και σχηματίζουν διάλυμα 100 mL και θερμοκρασίας 27 °C με ωσμωτική πίεση $\Pi = 2{,}46$ atm. Να αποδειχθεί ότι στο διάλυμα αυτό το οξικό οξύ βρίσκεται κατά 100% στη διμερή μορφή.

$R = 0{,}082$ L·atm/(mol·K).

Ε5.100. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 0,2 mol A(s) και 0,5 mol B(g) και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$A(s) + xB(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g),\ \Delta H = -60 \text{ kJ}$$

Παρατηρείται ότι από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας η πίεση στο δοχείο παραμένει σταθερή.

α) Ποια η τιμή του x;

β) Αν μέχρι την κατάσταση της χημικής ισορροπίας εκλύεται ποσό θερμότητας ίσο με 6 kJ, να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης καθώς και η τιμή της σταθεράς ισορροπίας K_c της ισορροπίας (με τη μορφή κλάσματος).

γ) Στο δοχείο της ισορροπίας προστίθενται επιπλέον λ mol B(g) και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία. Αν η απόδοση της αντίδρασης για την όλη διαδικασία είναι 0,75 (75%), να υπολογιστεί η τιμή του λ.

Η θερμοκρασία είναι σταθερή.

Ε5.101. Σε δοχείο όγκου $V = 3$ L εισάγονται 0,6 mol του αερίου A(g) το οποίο σε κατάλληλη θερμοκρασία (T) μετατρέπεται αμφίδρομα στο αέριο B(g). Οι ποσότητες των δύο αερίων της ισορροπίας σε διάφορες χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια της αντίδρασης εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί, εκτός από μία τιμή (x).

Χρόνος	n(A) / mol	n(B) / mol
t_1	0,60	–
t_2	0,54	0,03
t_3	0,48	0,06
t_4	0,42	x
t_5	0,30	0,15
t_6	0,30	0,15

α) i. Να εξηγήσετε γιατί η εξίσωση της μετατροπής του αερίου A(g) στο B(g) είναι $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$.

ii. Να προσδιορίσετε την τιμή (x) του πίνακα που λείπει.

β) Η χημική ισορροπία αποκαθίσταται τη χρονική στιγμή t. Ποια από τις σχέσεις που ακολουθούν θα ισχύει για τη χρονική αυτή στιγμή (t); Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

i. $t < t_4$ ii. $t = t_5$ iii. $t_4 < t \le t_5$ iv. $t \ge t_5$

γ) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης και η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας.

δ) Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία (στην ίδια θερμοκρασία) στην οποία οι ποσότητες των δύο αερίων A(g) και B(g) είναι ισομοριακές.

i. Να εξηγήσετε αν ο όγκος αυξήθηκε ή μειώθηκε.

ii. Να υπολογίσετε το νέο όγκο (V') του δοχείου.

Ε5.102. Ποσότητα μεταλλικού Cu διαλύεται πλήρως σε διάλυμα $HNO_3(aq)$ και διεξάγονται οι αντιδράσεις που περιγράφονται από τις μη ισοσταθμισμένες χημικές εξισώσεις που ακολουθούν.

$$Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$$
$$Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$$

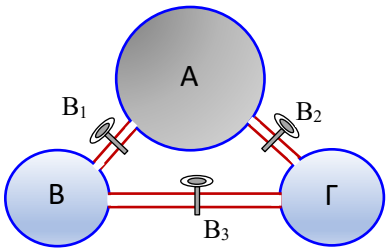
Από τις δύο αυτές αντιδράσεις προκύπτει ισομοριακό αέριο μίγμα NO(g) και $NO_2(g)$ συνολικού όγκου 8,96 L σε STP.

α) Να ισοσταθμίσετε τις παραπάνω δύο εξισώσεις με τους κατάλληλους συντελεστές.
β) Να υπολογίσετε τη (συνολική) ποσότητα σε mol του Cu που διαλύθηκε στο διάλυμα του HNO_3.
γ) Η ποσότητα του αερίου μίγματος που ελευθερώθηκε από τη διάλυση του Cu διαβιβάζεται σε δοχείο όγκου 600 mL που περιέχει 0,95 mol $O_2(g)$ και αποκαθίσταται η ισορροπία που περιγράφεται με τη χημική εξίσωση,

$$2NO_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g) + O_2(g)$$

στην οποία προσδιορίστηκαν 0,1 mol $NO_2(g)$. Ποια η τιμή της σταθεράς K_c της χημικής ισορροπίας στη θερμοκρασία του πειράματος;

E5.103. Στη συσκευή του σχήματος που ακολουθεί οι φιάλες Β και Γ έχουν τον ίδιο όγκο (V) και η φιάλη Α έχει διπλάσιο όγκο ($2V$).



Οι βαλβίδες που συνδέουν τις τρεις φιάλες είναι αρχικά κλειστές. Στη φιάλη Β έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία που περιγράφεται με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$$

Στην κατάσταση της ισορροπίας συνυπάρχουν 1 mol PCl_3, 1 mol Cl_2 και 3 mol PCl_5. Στη φιάλη Γ έχει αποκατασταθεί η ίδια ισορροπία με τις ίδιες ποσότητες. Η φιάλη Α είναι αρχικά κενή.
α) Ανοίγουμε τη βαλβίδα Β3 και το αέριο που υπάρχει στις φιάλες Β και Γ αναμιγνύεται. Να εξηγήσετε αν μετά την ανάμιξη το σύστημα των 3 αερίων είναι ή όχι σε κατάσταση ισορροπίας.
β) Ανοίγουμε και τις βαλβίδες Β1 και Β2 οπότε το περιεχόμενο και των τριών φιαλών αναμιγνύεται ομογενώς. Να εξηγήσετε αν το σύστημα μετά την ανάμιξη είναι ή όχι σε κατάσταση ισορροπίας και να προβλέψετε προς ποια κατεύθυνση θα εκδηλωθεί αντίδραση (προς τα δεξιά, προς τα αριστερά, δεν θα εκδηλωθεί αντίδραση).
Οι συνδέσεις μεταξύ των φιαλών να θεωρηθούν αμελητέου όγκου και η συσκευή βρίσκεται συνεχώς υπό σταθερή θερμοκρασία.

E5.104. Ποσότητα τριφθοριούχου αζώτου (NF_3) υδρολύεται πλήρως σύμφωνα με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.

$$2NF_3 + 3H_2O \rightarrow 6HF(aq) + NO_2(g) + NO(g)$$

Όλη η ποσότητα του αερίου μίγματος $NO_2(g)$ και $NO(g)$ που παράχθηκε από την παραπάνω αντίδραση εισάγεται σε δοχείο σταθερού όγκου (V) και σε κατάλληλη θερμοκρασία αποκαθίσταται η χημική ισορροπία με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g),\ K_c = 20$$

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας προσδιορίστηκαν 1,5 mol $NO(g)$ και 0,5 mol $NO_2(g)$.
α) Να προσδιοριστούν οι ποσότητες σε mol του $NO(g)$ και του $NO_2(g)$ που παράχθηκαν από την αρχική αντίδραση, καθώς και η ποσότητα (σε mol) του HF που παράχθηκε από την ίδια αντίδραση.
β) Να υπολογίσετε τον όγκο (V) του δοχείου της ισορροπίας.
γ) Στο δοχείο της χημικής ισορροπίας εισάγονται επιπλέον λ mol $O_2(g)$ και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία, στην οποία ισχύει: $[NO_2(g)] = [NO(g)]$. Να προσδιορίσετε την τιμή του λ.

E5.105. Για τη χημική ισορροπία, $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$, $\Delta H > 0$, θεωρούμε τις δύο αντίθετης φοράς αντιδράσεις ως στοιχειώδεις (απλές). Σε δοχείο (Α) σταθερού όγκου $V = 5$ L εισάγονται 0,01 mol $N_2O_4(g)$. Η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά είναι $\upsilon_{01} = 2{,}5\cdot10^{-5}$ M·s^{-1}. Σε άλλο ίδιο δοχείο (Β) σταθερού όγκου $V = 5$ L εισάγονται 0,1 mol $NO_2(g)$ και η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά είναι $\upsilon_{02} = 10^{-3}$ M·s^{-1}. Η θερμοκρασία στα δύο πειράματα είναι η ίδια και ίση με T.
α) Να υπολογίσετε τη σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης προς τα δεξιά (k_1) καθώς και τη σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης προς τα αριστερά (k_2). Να σημειώσετε τις μονάδες των σταθερών k_1 και k_2.
β) Να δείξετε ότι η σταθερά χημικής ισορροπίας (K_c) της (1) είναι ίση με $5\cdot10^{-3}$ στη θερμοκρασία T.
γ) Στο δοχείο Α σε κάποια στιγμή t η συγκέντρωση του NO_2 βρέθηκε ίση με $4\cdot10^{-4}$ M. Να εξετάσετε αν τη στιγμή t έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία στο δοχείο Α.
δ) Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας στο δοχείο Α προσθέτουμε επιπλέον x mol $N_2O_4(g)$ χωρίς άλλη μεταβολή και στη νέα ισορροπία προσδιορίστηκαν 0,1 mol N_2O_4. Να υπολογιστεί η τιμή του x. Δεν απαιτείται ο προσδιορισμός των ποσοτήτων των σωμάτων στην αρχική χημική ισορροπία στο δοχείο Α.
ε) Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας στο δοχείο Β μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται νέα ισορροπία στην οποία η $[NO_2]$ βρέθηκε ίση με $8\cdot10^{-3}$ M. Να εξετάσετε το είδος της μεταβολής στη θερμοκρασία (αύξηση ή μείωση). Δεν απαιτείται ο προσδιορισμός των ποσοτήτων των σωμάτων στην αρχική χημική ισορροπία στο δοχείο Β.

E5.106. Ένα ορυκτό (σιδηροπυρίτης) περιέχει 80% w/w FeS_2 και 20% w/w αδρανείς ύλες. Ποσότητα του ορυκτού μάζας 300 kg θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία με περίσσεια αέρα και συμβαίνουν οι αντιδράσεις (1) και (2) που ακολουθούν.

$4FeS_2(s) + 15O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s) + 8SO_3(g)$ (1)

$4FeS_2(s) + 11O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s) + 8SO_2(g)$ (2)

Από την ποσότητα του FeS_2 στο ορυκτό, το 75% αντέδρασε παράγοντας SO_3, το 15% αντέδρασε παράγοντας SO_2 ενώ το υπόλοιπο FeS_2 δεν αντέδρασε.

α) Να υπολογίσετε τη μάζα του $Fe_2O_3(s)$ που θα παραχθεί με βάση την παραπάνω διαδικασία καθώς και τις ποσότητες του SO_2 και του SO_3 (σε mol) που σχηματίστηκαν.

β) Μικρή ποσότητα του σχηματιζόμενου μίγματος SO_3 και SO_2 από την παραπάνω κατεργασία (χωρίς το O_2) εισάγεται σε δοχείο 10 L και σε κατάλληλη θερμοκρασία αποκαθίσταται η ισορροπία: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$, για την οποία ισχύει: $K_c = 10$ (στη θερμοκρασία του πειράματος). Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας στο δοχείο βρέθηκε ίσος αριθμός mol SO_3 και SO_2. Να υπολογιστεί η συνολική μάζα του μίγματος του SO_3 και του SO_2 που είχε εισαχθεί αρχικά στο δοχείο των 10 L.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Ε6 Οξέα, Βάσεις και Ιοντική Ισορροπία

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

Ηλεκτρολυτική διάσταση στις ιοντικές ενώσεις είναι η απομάκρυνση των ιόντων του κρυσταλλικού πλέγματος. **Ιοντισμός** μιας ομοιοπολικής ένωσης είναι η αντίδραση των μορίων αυτής με τα μόρια του διαλύτη (π.χ. νερού) προς σχηματισμό ιόντων.

Θεωρία Arrhenius: Οξέα είναι οι υδρογονούχες ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό δίνουν H^+. Βάσεις είναι οι ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό δίνουν OH^-.

Θεωρία Brönsted - Lowry: Οξύ είναι η ουσία που μπορεί να δώσει ένα ή περισσότερα πρωτόνια (H^+). Βάση είναι η ουσία που μπορεί να δεχτεί ένα ή περισσότερα πρωτόνια.

Στα υδατικά διαλύματα, ισχυρά οξέα κατά Brönsted - Lowry είναι τα εξής: HCl, HBr, HI, HNO_3, $HClO_4$ και H_2SO_4 (στον 1ο ιοντισμό) ενώ ισχυρές βάσεις κατά Brönsted - Lowry είναι το CH_3ONa, το $NaNH_2$, τα ιοντικά οξείδια (περιέχουν το ιόν O^{2-}), τα αντιδραστήρια Grignard κτλ.

Αμφιπρωτικές ουσίες ή αμφολύτες: Ουσίες, όπως το νερό, το HCO_3^- κτλ., που άλλοτε δρουν ως οξέα και άλλοτε ως βάσεις, ανάλογα με την ουσία με την οποία αντιδρούν.

Για μια δεδομένη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα, η **ισχύς των οξέων ΗΧ** αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά, καθώς αυξάνεται η ηλεκταρνητικότητα του στοιχείου Χ που ενώνεται με το Η.
Σε μια δεδομένη ομάδα του περιοδικού πίνακα, **η ισχύς των οξέων** αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω, κατά την ίδια σειρά που αυξάνεται η ατομική ακτίνα στοιχείου Χ που ενώνεται με το Η.

Επαγωγικό φαινόμενο ονομάζεται η μετατόπιση των ηλεκτρονίων (πόλωση) ενός δεσμού, λόγω της παρουσίας γειτονικών ομάδων ή ατόμων.

Βαθμός ιοντισμού ενός ηλεκτρολύτη (α) ορίζεται ως το πηλίκο του αριθμού των mol που ιοντίζονται προς το συνολικό αριθμό των mol του ηλεκτρολύτη και εκφράζει την απόδοση της αντίδρασης ιοντισμού του ηλεκτρολύτη στο διαλύτη (νερό).

Επίδραση κοινού ιόντος: Όταν σε διάλυμα ασθενούς ηλεκτρολύτη προσθέσουμε άλλο ηλεκτρολύτη (συνήθως ισχυρό) που να έχει κοινό ιόν με τον ασθενή ηλεκτρολύτη, ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται, λόγω μετατόπισης της ισορροπίας ιοντισμού του ασθενούς ηλεκτρολύτη προς τα αριστερά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

Ρυθμιστικά διαλύματα ονομάζονται τα διαλύματα των οποίων το pH παραμένει πρακτικά σταθερό, όταν προστεθεί μικρή αλλά υπολογίσιμη ποσότητα ισχυρών οξέων ή βάσεων. Μπορούν μέσα σε όρια να αραιωθούν, χωρίς να μεταβληθεί το pH τους. Τα διαλύματα αυτά περιέχουν ένα ασθενές οξύ και τη συζυγή του βάση (HA / A^-).

Δείκτες οξέων ή βάσεων ή ηλεκτρολυτικοί ή πρωτολυτικοί δείκτες είναι ουσίες των οποίων το χρώμα αλλάζει ανάλογα με το pH του διαλύματος στο οποίο προστίθενται.

Ογκομέτρηση: Διαδικασία ποσοτικού προσδιορισμού μιας ουσίας με τη μέτρηση του όγκου διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης (πρότυπο διαλύματος) που απαιτείται για την πλήρη αντίδραση με την ουσία.

Η **οξυμετρία** είναι ο κλάδος της ογκομετρίας που υπολογίζει τη συγκέντρωση μιας βάσης με πρότυπο διάλυμα οξέος. **Αλκαλιμετρία** έχουμε όταν ογκομετρείται ένα οξύ με πρότυπο διάλυμα βάσης.

Ισοδύναμο σημείο είναι το σημείο μιας ογκομέτρησης, όπου έχει αντιδράσει στοιχειομετρικά η ογκομετρούμενη ουσία με την απαιτούμενη ποσότητα του πρότυπου διαλύματος. **Τελικό σημείο** ή πέρας ογκομέτρησης ονομάζεται το σημείο όπου παρατηρείται χρωματική αλλαγή κατάλληλου δείκτη στο ογκομετρούμενο διάλυμα.

ΓΕΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

Περίπτωση 1: Διάλυμα ισχυρού οξέος ή ισχυρής βάσης.

Α. Διάλυμα ισχυρού οξέος	**Β. Διάλυμα ισχυρής βάσης**
Τα οξέα είναι ομοιοπολικές ενώσεις (ιοντισμός). Ο βαθμός ιοντισμού α των ισχυρών οξέων είναι ίσος με 1 και δεν επηρεάζεται με την αραίωση. $\underset{c}{HCl} + H_2O \rightarrow \underset{c}{Cl^-} + \underset{c}{H_3O^+}$ $[A^-] = c$, $[H_3O^+] = c$, $pH = -\log c$	Ισχυρές βάσεις κατά Arrhenius: $M(OH)_x$ (M μέταλλο κυρίως της 1ης και της 2ης ομάδας του Π.Π.) Πρόκειται για ιοντικές ενώσεις (α = 1, διάσταση). $\underset{c}{Ca(OH)_2} \rightarrow \underset{c}{Ca^{2+}} + \underset{2c}{2OH^-}$ $[Ca^{2+}] = c$, $[OH^-] = 2c$

Περίπτωση 2: Διάλυμα ασθενούς οξέος ή ασθενούς βάσης.

Α. Ασθενή οξέα	**Β. Ασθενείς βάσεις**
$\underset{c-x}{HA} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{A^-} + \underset{x}{H_3O^+}$ $K_a = \frac{\alpha^2 c}{1-\alpha} = \frac{[H_3O^+]^2}{c-[H_3O^+]}$ Προσεγγίσεις: $c - x \approx c$, $1 - \alpha \approx 1$ $K_a = \alpha^2 \cdot c = \frac{[H_3O^+]^2}{c}$	$\underset{c-x}{NH_3} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{NH_4^+} + \underset{x}{OH^-}$ $K_b = \frac{\alpha^2 .C}{1-\alpha} = \frac{[OH^-]^2}{c-[OH^-]}$ Προσεγγίσεις: $c - x \approx c$, $1 - \alpha \approx 1$ $K_b = \alpha^2 \cdot c = \frac{[OH^-]^2}{c}$
Γ. Διπρωτικά οξέα	
$\underset{c-x}{H_2S} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{HS^-} + \underset{x}{H_3O^+}$ $\underset{x-y}{HS^-} + H_2O \rightleftharpoons \underset{y}{S^{2-}} + \underset{x+y}{H_3O^+}$ Προσεγγίσεις: $c - x \approx c$, $x - y \approx x$. $[H_2S] \approx c$, $[HS^-] = x - y \approx x$, $[H_3O^+] \approx x + y \approx x$, $[S^{2-}] = y$	$\underset{c-c}{H_2SO_4} + H_2O \rightarrow \underset{c}{HSO_4^-} + \underset{c}{H_3O^+}$ $\underset{c-x}{HSO_4^-} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{SO_4^{2-}} + \underset{c+x}{H_3O^+}$ $[H_2SO_4] = 0$ (ισχυρό οξύ στον 1ο ιοντισμό), $[HSO_4^-] = c - x < c$, $[H_3O^+] = c + x > c$, $[SO_4^{2-}] = x$. Δεν ισχύουν οι προσεγγίσεις!

Περίπτωση 3: Αραίωση διαλυμάτων οξέων και βάσεων

Για τις συγκεντρώσεις πριν και μετά την αραίωση ισχύουν οι σχέσεις: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$ και $V_2 = V_1 + V(H_2O)$, όπου c_1, c_2 οι συγκεντρώσεις πριν και μετά την αραίωση, V_1, V_2 οι όγκοι των διαλυμάτων πριν και μετά την αραίωση και $V(H_2O)$ ο όγκος του νερού που προστέθηκε. Με την αραίωση διαλύματος οξέος ή βάσης έχουμε τις εξής μεταβολές, ανάλογα με το αν ο ηλεκτρολύτης είναι ισχυρός ή ασθενής:

ΗΑ: Ισχυρό οξύ	**ΗΑ: Ασθενές οξύ**
$\alpha = 1$ (σταθερό)	$\alpha \uparrow$
$[H_3O^+] \downarrow$	$[H_3O^+] \downarrow$
pH $\uparrow$	pH $\uparrow$
$n(H_3O^+)$ σταθερά	$n(H_3O^+) \uparrow$

Με την αραίωση ενός διαλύματος ασθενούς οξέος ή ασθενούς βάσης οι τιμές των σταθερών K_a και K_b δεν μεταβάλλονται (υπό σταθερή θερμοκρασία).

$n(H_3O^+) = [H_3O^+] \cdot V$
$n(OH^-) = [OH^-] \cdot V$

Ισχυρή βάση	Ασθενής βάση
$\alpha = 1$ (σταθερό)	α ↑
$[OH^-]$ ↓	$[OH^-]$ ↓
pH ↓	pH ↓
$n(OH^-)$: σταθερά	$n(OH^-)$ ↑

Περίπτωση 4: Συγκρίσεις ισχύος οξέων (ή βάσεων)

Ισχυρό οξύ	Ασθενές οξύ
$\alpha = 1$	$\alpha < 1$
Με την αραίωση δεν αλλάζει ο βαθμός ιοντισμού ($\alpha = 1$)	Με την αραίωση ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται (νόμος αραίωσης Ostwald)
Με την αραίωση κατά 10 φορές το pH αυξάνεται κατά 1 (θέλει απόδειξη) – Η $[H_3O^+]$ από τον αυτοϊοντισμό του H_2O, αμελητέα	Με την αραίωση κατά 10 φορές το pH αυξάνεται κατά λιγότερο από 1 (θέλει απόδειξη)
Με την αραίωση δε μεταβάλλονται τα mol των H_3O^+ (θέλει απόδειξη)	Με την αραίωση αυξάνονται τα mol των H_3O^+ (θέλει απόδειξη)

Η σύγκριση της ισχύος δύο ασθενών οξέων (ή δύο ασθενών βάσεων) γίνεται μέσω της σταθεράς ιοντισμού K_a (ή της K_b).

<u>Περίπτωση 5: Διάλυμα άλατος</u>. Τα άλατα είναι ιοντικές ενώσεις (διάσταση).

Α. Άλας του οποίου κανένα από τα ιόντα δεν υδρολύεται. Π.χ. NaCl, KNO_3, $CaCl_2$ ή γενικά NaA (HA ισχυρό οξύ):

$$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$$
$$CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$$
$$KNO_3 \rightarrow K^+ + NO_3^-$$

Β. Άλας του οποίου μόνο το ανιόν υδρολύεται. Η περίπτωση αυτή ανάγεται σε διάλυμα ασθενούς βάσης. Π.χ. διαλύματα CH_3COONa, NaCN, $NaNO_2$ (γενικά NaA, HA ασθενές οξύ).

$$\underset{c}{CH_3COONa} \rightarrow \underset{c}{CH_3COO^-} + \underset{c}{Na^+}$$
$$\underset{c-x}{CH_3COO^-} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{CH_3COOH} + \underset{x}{OH^-}$$

Γ. Άλας του οποίου μόνο το κατιόν υδρολύεται. Η περίπτωση αυτή ανάγεται σε διάλυμα ασθενούς οξέος, π.χ. NH_4Cl, CH_3NH_3Br.

$$\underset{c}{CH_3NH_3Cl} \rightarrow \underset{c}{CH_3NH_3^+} + \underset{c}{Cl^-}$$
$$\underset{c-x}{CH_3NH_3^+} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{CH_3NH_2} + \underset{x}{H_3O^+}$$

Δ. Άλας του οποίου και το κατιόν και το ανιόν υδρολύονται. Π.χ. CH_3COONH_4, NH_4CN κτλ.

$$CH_3COONH_4 \rightarrow CH_3COO^- + NH_4^+$$

$$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$$

$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

Συγκρίνονται οι τιμές των σταθερών K_a και K_b:

$$K_b\,(CH_3COO^-) = \frac{K_w}{K_a\,(CH_3COOH)},\ K_a\,(NH_4^+) = \frac{K_w}{K_b\,(NH_3)}$$

ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ

- Αν $K_b\,(CH_3COO^-) > K_a\,(NH_4^+)$, τότε pH > 7
- Αν $K_b\,(CH_3COO^-) = K_a\,(NH_4^+)$, τότε pH = 7
- Αν $K_b\,(CH_3COO^-) < K_a\,(NH_4^+)$, τότε pH < 7

<u>Περίπτωση 6: Επίδραση κοινού ιόντος (Ε.Κ.Ι.)</u>

Α. Ασθενές οξύ (ΗΑ) + ισχυρό οξύ (π.χ. HCl, HNO_3 κτλ.)

$$\underset{c_2}{HNO_3} + H_2O \rightarrow \underset{c_2}{NO_3^-} + \underset{c_2}{H_3O^+}$$

$$\underset{c_1 - x}{CH_3COOH} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{CH_3COO^-} + \underset{c_2 + x}{H_3O^+}$$

Με την προσθήκη ισχυρού οξέος σε διάλυμα ασθενούς οξέος ΗΑ ($\Delta V = 0$):
$\alpha_{HA} \downarrow$, pH ↓, $[A^-] \downarrow$

Αν ισχύουν οι προσεγγίσεις, $c_1 - x \approx c_1$ και $c_2 + x \approx c_2$, θα ισχύει:

$$K_a(CH_3COOH) = K_a = \frac{x \cdot c_2}{c_1},\ pH = -\log c_2$$

Με ανάλογο τρόπο εργαζόμαστε και στην περίπτωση διαλύματος που περιέχει ασθενή βάση και ισχυρή βάση:

$$\underset{c_2}{Ca(OH)_2} \rightarrow \underset{c_2}{Ca^+} + \underset{2c_2}{2OH^-}$$

$$\underset{c_1 - x}{NH_3} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{NH_4^+} + \underset{2c_2 + x}{OH^-}$$

Β. Διάλυμα που περιέχει το ασθενές οξύ ΗΑ και άλας του NaA. Στην περίπτωση αυτή έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα.

Προσοχή!
$(HCOO)_2Mg \rightarrow 2HCOO^- + Mg^{2+}$
$c_{ωλ}$ $c_β = 2c_{ωλ}$ $c_{ωλ}$

$$\underset{c_β}{CH_3COONa} \rightarrow \underset{c_β}{CH_3COO^-} + \underset{c_β}{Na^+}$$

$$\underset{c_o - x}{CH_3COOH} + H_2O \rightleftharpoons \underset{c_β + x}{CH_3COO^-} + \underset{x}{H_3O^+}$$

Με τη θεώρηση των γνωστών προσεγγίσεων:

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{c_o}{c_β} \text{ και } pH = pK_a + \log\frac{c_β}{c_o} \text{ (εξίσωση Henderson - Hasselbalch)}$$

Με ανάλογο τρόπο εργαζόμαστε και στην περίπτωση διαλύματος που περιέχει ασθενή βάση και το άλας της (ρυθμιστικό διάλυμα):

$$\underset{c_o}{NH_4Cl} \rightarrow \underset{c_o}{NH_4^+} + \underset{c_o}{Cl^-}$$

$$\underset{c_\beta - x}{NH_3} + H_2O \rightleftharpoons \underset{c_o + x}{NH_4^+} + \underset{x}{OH^-}$$

Γ. Διάλυμα που περιέχει ασθενές οξύ ΗΑ και ασθενές οξύ ΗΒ

Στην ισορροπία ισχύουν:
$[A^-] = x$
$[HA] = c_1 - x$
$[H_3O^+] = x + y$
$[HB] = c_2 - y$
$[B^-] = y$

$$\underset{c_1 - x}{HA} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{H_3O^+} + \underset{x}{A^-}$$

$$\underset{c_2 - y}{HB} + H_2O \rightleftharpoons \underset{y}{H_3O^+} + \underset{y}{B^-}$$

$$K_{a1} = \frac{x \cdot (x+y)}{c_1 - x} \quad , \quad K_{a2} = \frac{y \cdot (x+y)}{c_2 - y} \quad , \quad pH = -\log(x+y)$$

Ανάλογα ισχύουν και στην περίπτωση διαλύματος δύο ασθενών βάσεων Β, π.χ. NH_3 και CH_3NH_2.

Αν ισχύουν οι προσεγγίσεις: $K_{a1} = \frac{x \cdot (x+y)}{c_1}$, $K_{a2} = \frac{y \cdot (x+y)}{c_2}$

Δ. Περίπτωση διαλύματος που περιέχει ισχυρό οξύ ΗΑ και άλας ΒΗΑ (ή και άλας με άλλο ανιόν, αρκεί να προέρχεται από ισχυρό οξύ), π.χ. NH_4Cl/HNO_3. Στην περίπτωση αυτή εργαζόμαστε, όπως στην περίπτωση Α, γιατί:

Στην ισορροπία ισχύουν:
$[Cl^-] = c_1$
$[NH_4^+] = c_1 - x$
$[H_3O^+] = c_2 + x$
$[NH_3] = x$
$[NO_3^-] = c_2$
Αν ισχύουν οι προσεγγίσεις:
$[NH_4^+] \approx c_1$, $[H_3O^+] \approx c_2$.

$$\underset{c_2}{HNO_3} + H_2O \rightarrow \underset{c_2}{NO_3^-} + \underset{c_2}{H_3O^+}$$

$$\underset{c_1}{NH_4Cl} \rightarrow \underset{c_1}{NH_4^+} + \underset{c_1}{Cl^-}$$

$$\underset{c_1 - x}{NH_4^+} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{NH_3} + \underset{c_2 + x}{H_3O^+}$$

Για το συζυγές οξύ: $K_a(NH_4^+) = \frac{K_w}{K_b(NH_3)}$

Ανάλογα εργαζόμαστε και στην περίπτωση διαλύματος που περιέχει άλας NaA (ΗΑ ασθενές οξύ) και ισχυρή βάση, π.χ. NaOH.

Ε. Περίπτωση διαλύματος δύο αλάτων που και στα δύο υδρολύεται (μόνο) το κατιόν. Π.χ. NH_4Cl και CH_3NH_3Br:

Στην ισορροπία ισχύουν:
$[Br^-] = c_1$
$[NH_4^+] = c_2 - y$
$[CH_3NH_3^+] = c_1 - x$
$[H_3O^+] = y + x$
$[NH_3] = y$
$[Cl^-] = c_2$

$$\underset{c_1}{CH_3NH_3Cl} \rightarrow \underset{c_1}{CH_3NH_3^+} + \underset{c_1}{Br^-}$$

$$\underset{c_2}{NH_4Cl} \rightarrow \underset{c_2}{NH_4^+} + \underset{c_2}{Cl^-}$$

$$\underset{c_1 - x}{CH_3NH_3^+} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{CH_3NH_2} + \underset{x}{H_3O^+}$$

$$\underset{c_2 - y}{NH_4^+} + H_2O \rightleftharpoons \underset{y}{NH_3} + \underset{y}{H_3O^+}$$

$$K_a(CH_3NH_3^+) = \frac{K_w}{K_b(CH_3NH_2)} = \frac{x \cdot (x+y)}{c_1 - x} \quad , \quad K_a(NH_4^+) = \frac{K_w}{K_b(NH_3)} = \frac{y \cdot (x+y)}{c_2 - y}$$

Αν ισχύουν οι προσεγγίσεις:

$$K_a(CH_3NH_3^+) = \frac{x\cdot(x+y)}{c_1} \quad , \quad K_a(NH_4^+) = \frac{y\cdot(x+y)}{c_2} \quad , \quad pH = -\log(x+y)$$

Περίπτωση 7: Αντίδραση εξουδετέρωσης

Α. Ισχυρό οξύ + ισχυρή βάση. Π.χ.:

$$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$
$$Ca(OH)_2 + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$$

Παράδειγμα: Περίσσεια βάσης

Έστω ότι σε διάλυμα $Ca(OH)_2$ που περιέχει n_β mol προσθέτουμε n_o mol HCl και ισχύει: $n_\beta > n_o/2$, ώστε να έχουμε περίσσεια βάσης:

mol	$Ca(OH)_2$	+ $2HCl$	→ $CaCl_2$	+ $2H_2O$
Αρχικά	n_β	n_0		
Μεταβολές	$-n_0/2$	$-n_0$		
Τελικά	$n_\beta - n_0/2$	—		

Το τελικό pH υπολογίζεται από τη συγκέντρωση (c_π) της περίσσειας του $Ca(OH)_2$:

$$\underset{c_\pi}{Ca(OH)_2} \rightarrow \underset{c_\pi}{Ca^{2+}} + \underset{2c_\pi}{2OH^-}$$

Β. Ασθενές οξύ + ισχυρή βάση

mol	HA	+ NaOH	→ NaA	+ H_2O
Αρχικά	n_o	n_β		

- Αν $n_o = n_\beta$ ⇒ μόνο NaA ⇒ Περίπτωση 5Β
- Αν $n_o > n_\beta$ ⇒ $(n_o - n_\beta)$ mol HA, n_β mol NaA
- Αν $n_o < n_\beta$ ⇒ $(n_\beta - n_o)$ mol NaOH, n_o mol NaA

Στην περίπτωση που $n_o > n_\beta$ έχουμε σχηματισμό ρυθμιστικού διαλύματος (εξίσωση Henderson - Hasselbalch). **Προσοχή!** Για την εύρεση των τελικών συγκεντρώσεων διαιρώ με τον τελικό όγκο.

Αν $n_o < n_\beta$ έχουμε επίδραση κοινού ιόντος (περίπτωση 6Δ).

Γ. Ασθενής βάση + ισχυρό οξύ

mol	NH_3	+ HNO_3	→ NH_4NO_3
Αρχικά	n_β	n_o	

- Αν $n_o = n_\beta$ ⇒ μόνο NH_4NO_3

Αν $n_o = n_\beta$, περίπτωση 5Γ

- Αν $n_o > n_\beta$ ⇒ $(n_o - n_\beta)$ mol HNO_3, n_β mol NH_4NO_3

Αν $n_o > n_\beta$ έχουμε επίδραση κοινού ιόντος. Περίπτωση 6Δ.

- Αν $n_o < n_\beta \Rightarrow \begin{cases} (n_\beta - n_o) \text{ mol } NH_3 \\ n_o \text{ mol } NH_4NO_3 \end{cases}$

Περίπτωση 8: Αντιδράσεις «διπλής αντικατάστασης»

Α. Άλας NaA (ΗΑ ασθενές οξύ) + ισχυρό οξύ

mol	**NaA + HCl → HA + NaCl**		
Αρχικά	n_1	n_2	

- Αν $n_1 = n_2 \Rightarrow$ μόνο HA $\Rightarrow$ Περίπτωση 2Α

Αν $n_1 > n_2$ προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα (εξίσωση Henderson - Hasselbalch).

- Αν $n_1 > n_2 \Rightarrow \begin{cases} n_2 \text{ mol HA} \\ (n_1 - n_2) \text{ mol NaA} \end{cases}$

Αν $n_1 < n_2$ έχουμε Ε.Κ.Ι, αλλά όχι ρυθμιστικό διάλυμα.

- Αν $n_1 < n_2 \Rightarrow \begin{cases} (n_2 - n_1) \text{ mol HCl} \\ n_1 \text{ mol HA} \end{cases}$

Β. Άλας BHCl (Β ασθενής βάση) + ισχυρή βάση

mol	**NH_4Cl + NaOH → NH_3 + NaCl + H_2O**				
Αρχικά	n_1	n_2			

- Αν $n_1 = n_2 \Rightarrow$ μόνο $NH_3 \Rightarrow$ Περίπτωση 2Β

Αν $n_1 > n_2$ προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα (εξίσωση Henderson - Hasselbalch).

- Αν $n_1 > n_2 \Rightarrow \begin{cases} n_2 \text{ mol } NH_3 \\ (n_1 - n_2) \text{ mol } NH_4Cl \end{cases}$
- Αν $n_1 < n_2 \Rightarrow \begin{cases} (n_2 - n_1) \text{ mol NaOH} \\ n_1 \text{ mol } NH_3 \end{cases}$

Περίπτωση 9: Οργανικές αντιδράσεις

α) mol	**2RCOOH + Na_2CO_3 → 2RCOONa + CO_2 + H_2O**			
Αρχικά	n_1	n_2		

Μετά την πλήρη απομάκρυνση του CO_2 θα εξετάσουμε τις εξής περιπτώσεις:

- $n_1 = 2n_2$ (στο διάλυμα απομένει μόνο RCOONa)
- $n_1 > 2n_2$

mol	**2RCOOH + Na_2CO_3 → 2RCOONa + CO_2 + H_2O**			
Αρχικά	n_1	n_2		
Μεταβολές	$-2n_2$	$-n_2$	$2n_2$	n_2
Τελικά	$n_1 - 2n_2$	—	$2n_2$	n_2

Απομένει η περίσσεια του RCOOH και η παραγόμενη ποσότητα RCOONa (ρυθμιστικό διάλυμα).

β) mol	**2RCOOH + Mg → $(RCOO)_2Mg$ + H_2**		
Αρχικά	n_1	n_2	

Μετά την απομάκρυνση του αερίου H_2 θα εξετάσουμε τις περιπτώσεις:

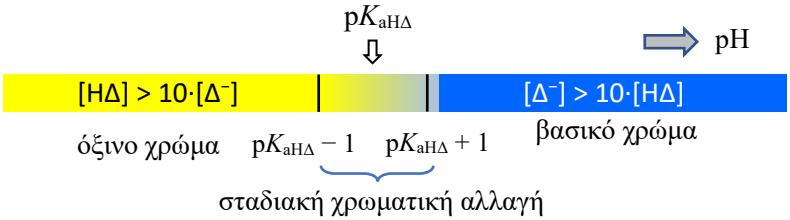
- $n_1 = 2n_2$ (στο διάλυμα απομένει μόνο $(RCOO)_2Mg$)
- $n_1 > 2n_2$ (ρυθμιστικό διάλυμα):

mol	**2RCOOH + Mg → $(RCOO)_2Mg$ + H_2**			
Αρχικά	n_1	n_2		
Μεταβολές	$-2n_2$	$-n_2$	n_2	n_2
Τελικά	$n_1 - 2n_2$	—	n_2	n_2

Ρ.Δ.: $c_o = (n_1 - 2n_2)/V_{τελ}$ και $c_β = 2n_2/V_{τελ}$

Περίπτωση 10: Πρωτολυτικοί δείκτες

Θεωρητική περιοχή αλλαγής χρώματος: $pK_{aHΔ} - 1$, $pK_{aHΔ} + 1$, από το όξινο χρώμα (χρώμα μορίων ΗΔ) στο βασικό (χρώμα ιόντων $Δ^-$):



$$HΔ + H_2O \rightleftharpoons Δ^- + H_3O^+ \qquad K_{aHΔ} = \frac{[Δ^-]\cdot[H_3O^+]}{[HΔ]}$$

Οι δείκτες χρησιμοποιούνται στον καθορισμό του τελικού σημείου μιας ογκομέτρησης. Η επιλογή του καταλληλότερου δείκτη γίνεται με το σκεπτικό η περιοχή αλλαγής χρώματος να «περικλείει» το ισοδύναμο σημείο στην καμπύλη ογκομέτρησης, ώστε η διαφορά του τελικού σημείου από το ισοδύναμο να είναι όσο το δυνατό μικρότερη και η μεταβολή στο pH όσο το δυνατόν πιο απότομη.

Οι δείκτες είναι σε πολύ μικρή συγκέντρωση, ώστε να μην επηρεάζουν το pH του διαλύματος στο οποίο προστίθενται (αλλάζουν μόνο το χρώμα του).

Δείκτης σε ρυθμιστικό διάλυμα. Και στην περίπτωση αυτή η συγκέντρωση των H_3O^+ ή των OH^- καθορίζεται από το ρυθμιστικό διάλυμα. Η συγκέντρωση των H_3O^+ που υπολογίζεται από το ρυθμιστικό διάλυμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην έκφραση της σταθεράς ιοντισμού K_a(ΗΔ) του δείκτη.

Περίπτωση 11: Ογκομετρήσεις εξουδετέρωσης

• **Η συγκέντρωση του ογκομετρούμενου διαλύματος**. Γράφουμε την εξίσωση της εξουδετέρωσης και εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς με βάση τον όγκο που απαιτείται μέχρι το ισοδύναμο (τελικό) σημείο.

- **Το pH στο ισοδύναμο σημείο**

Ογκομετρούμενο διάλυμα	Πρότυπο διάλυμα	Στο ΙΣ	pH
HCl	NaOH	NaCl	ουδέτερο
NaOH	HCl	NaCl	ουδέτερο
CH_3COOH	NaOH	CH_3COONa	βασικό
NH_3	HCl	NH_4Cl	όξινο

- **Το pH πριν από το ισοδύναμο σημείο**

Ογκομετρούμενο διάλυμα	Πρότυπο	Πριν το ΙΣ	pH
HCl	NaOH	Περ. HCl, NaCl	όξινο
NaOH	HCl	Περ. NaOH, NaCl	βασικό
CH_3COOH	NaOH	CH_3COOH, CH_3COONa	Ρ.Δ.
NH_3	HCl	NH_3/NH_4Cl	Ρ.Δ.

- **Το pH μετά το ισοδύναμο σημείο**

Ογκομετρούμενο διάλυμα	Πρότυπο	Μετά το ΙΣ	pH
HCl	NaOH	Περ. NaOH, NaCl	Βασικό.
NaOH	HCl	HCl, NaCl	Όξινο.
CH_3COOH	NaOH	CH_3COONa, NaOH (περ.)	Βασικό (από την περίσσεια του NaOH)
NH_3	HCl	NH_4Cl, HCl (περ.)	Όξινο (από την περίσσεια του HCl).

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

α) Αντιδράσεις εξουδετέρωσης

$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

$2HNO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$

$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

$H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$2CH_3COOH + Mg(OH)_2 \rightarrow (CH_3COO)_2Mg + 2H_2O$

$RCOOH + NaOH \rightarrow RCOONa + H_2O$ (R: $C_\nu H_{2\nu+1}-$, $\nu \geq 0$)

$RCOOH + NH_3 \rightarrow RCOONH_4$ (R: $C_\nu H_{2\nu+1}-$, $\nu \geq 0$)

$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$

$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ $\quad$ $2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$

$CH_3NH_2 + HCl \rightarrow CH_3NH_3Cl$ $\quad$ $RNH_2 + HCl \rightarrow RNH_3Cl$ (R: $C_\nu H_{2\nu+1}-$, $\nu \geq 1$)

$RNH_2 + CH_3COOH \rightarrow RNH_3^+(CH_3COO^-)$

$B + HNO_3 \rightarrow BH^+NO_3^-$

β) Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης

$NaA + HCl \rightarrow HA + NaCl$ (HA: ασθενές οξύ)

$CH_3COONa + HCl \rightarrow CH_3COOH + NaCl$

$NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + H_2O + NaCl$

$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$

$RNH_3Cl + NaOH \rightarrow RNH_2 + H_2O + NaCl$ (R: $C_\nu H_{2\nu+1}-$, $\nu \geq 1$)

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Σε υδατικό διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ετερογενής ισορροπία που ακολουθεί μεταξύ του στερεού υδροξειδίου του μαγνησίου, $Mg(OH)_2(s)$ **και των ιόντων του:**

$$Mg(OH)_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

Στο διάλυμα προσθέτουμε επιπλέον ποσότητα H_2O**, υπό σταθερή θερμοκρασία και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία. Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθούν:**
α) Το pH **του διαλύματος.**
β) Η ποσότητα του $Mg(OH)_2(s)$ **(αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή).**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Στην αρχική χημική ισορροπία θα ισχύει: $K_c = [Mg^{2+}]\cdot[OH^-]^2$. Με την αραίωση του διαλύματος δεν ισχύει πια η χημική ισορροπία καθώς οι συγκεντρώσεις $[Mg^{2+}]$ και $[OH^-]$ προς στιγμή μειώνονται. Έτσι, η ισορροπία οδεύει προς τα δεξιά ώστε οι συγκεντρώσεις $[Mg^{2+}]$ και $[OH^-]$ να αυξηθούν και να αποκατασταθεί νέα ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία στην οποία θα πρέπει πάλι να ισχύει: $K_c = [Mg^{2+}]\cdot[OH^-]^2$. Επομένως, οι συγκεντρώσεις των ιόντων OH^- και H_3O^+ δεν μεταβάλλονται και το pH του διαλύματος μένει σταθερό.

β) Η ισορροπία οδεύει προς τα δεξιά και άρα η ποσότητα του $Mg(OH)_2(s)$ μειώνεται.

2. Να αιτιολογήσετε την ισχύ των προτάσεων που ακολουθούν.
α) Το pH **του χημικά καθαρού νερού στους** 80 °C **είναι μικρότερο του** 7**.**
β) Κατά την αραίωση ρυθμιστικού διαλύματος σε σχετικά μικρά όρια, το pH **του διατηρείται πρακτικά σταθερό.**
γ) Κατά την ογκομέτρηση διαλύματος NH_3 **με πρότυπο διάλυμα** HCl**, το** pH **στο ισοδύναμο σημείο είναι μικρότερο του** 7**.**
δ) Το pH **διαλύματος ασθενούς βάσης μειώνεται με την αραίωση του διαλύματος υπό σταθερή θερμοκρασία.**
ε) Η συζυγής βάση του HCOOH **(**$K_a = 10^{-4}$**) είναι ασθενής βάση.**
στ) Σε αραιά υδατικά διαλύματα η συγκέντρωση του H_2O **θεωρείται σταθερή και ίση με** 55,5 M **(για το** H_2O**, πυκνότητα** $\rho = 1\ g\cdot mL^{-1}$ **και** $M_r = 18$**).**
ζ) Το χρώμα της όξινης μορφής ενός δείκτη επικρατεί όταν: $pH < pK_{aHΔ} - 1$**.**
η) Σε υδατικό διάλυμα H_2SO_4 0,1 M**, ισχύει:** $[H_2SO_4] < [SO_4^{2-}] < [HSO_4^-] < [H_3O^+]$**.**
θ) Αν σε διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικής βάσης B**, προσθέτουμε** NaOH(s)**, χωρίς μεταβολή όγκου και θερμοκρασίας, ο βαθμός ιοντισμού της βάσης** B **θα μειωθεί.**
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Στο χημικά καθαρό νερό αποκαθίσταται η ισορροπία: $2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$. Στην περίπτωση αυτή θα ισχύει: $[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ M (25 °C). Ο ιοντισμός του νερού είναι ενδόθερμο φαινόμενο και έτσι με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία οδηγείται προς τα δεξιά (σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier). Επομένως, στους 80 °C θα ισχύει: $[H_3O^+] = [OH^-] > 10^{-7}$ M. Τελικά: pH (80 °C) = $-\log[H_3O^+] < 7$.

β) Σε ένα ρυθμιστικό διάλυμα ισχύει η εξίσωση Henderson - Hasselbalch:

$$pH = pK_a + \log\frac{c_\beta}{c_o}$$

Με την αραίωση του ρυθμιστικού διαλύματος ο λόγος c_β/c_o διατηρείται σταθερός και επομένως το pH διατηρείται σταθερό. Η διατήρηση του pH δεν ισχύει για υπερβολικές αραιώσεις, οπότε δεν ισχύουν οι προσεγγίσεις.

γ) Στο ισοδύναμο σημείο η ποσότητα της NH_3 στο ογκομετρούμενο διάλυμα έχει αντιδράσει πλήρως με την ποσότητα του HCl στο πρότυπο διάλυμα:

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

Το τελικό διάλυμα περιέχει μόνο NH_4Cl, που βρίσκεται με τη μορφή των ιόντων του, από τα οποία το NH_4^+ υδρολύεται:

$$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$
$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

Η υδρόλυση παράγει H_3O^+ και έτσι στο ισοδύναμο σημείο το διάλυμα θα εμφανίζεται όξινο.

δ) Τα διαλύματα των ασθενών βάσεων είναι βασικά και το pH τους με την αραίωση τείνει προς το ουδέτερο, δηλαδή μειώνεται. Έτσι, σε ένα διάλυμα ασθενούς βάσης B ισχύει:

$$\begin{array}{lccc} & B + H_2O & \rightleftharpoons & BH^+ + OH^- \\ c - x & & x & x \end{array}$$

Θεωρώντας την προσέγγιση $c - x \approx c$ και την έκφραση της σταθεράς K_b, προκύπτει: $[OH^-]^2 = K_b \cdot c$. Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι με την αραίωση του διαλύματος η $[OH^-]$ μειώνεται και επομένως το διάλυμα γίνεται λιγότερο βασικό (το pH μειώνεται).

ε) Το HCOOH είναι ασθενές οξύ με $K_a = 10^{-4}$. Η συζυγής του βάση ($HCOO^-$) είναι επίσης ασθενής καθόσον τα σωματίδια συμμετέχουν στην ισορροπία:

$$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$$

Μάλιστα, η σταθερά K_b της βάσης $HCOO^-$ μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση $K_a \cdot K_b = K_w$, που συνδέει τις σταθερές ιοντισμού ενός συζυγούς ζεύγους: $K_b = K_w/K_a = 10^{-14}/10^{-4} = 10^{-10}$ (25 °C).

στ) Στα αραιά υδατικά διαλύματα μπορούμε να θεωρήσουμε ότι σε 1 L διαλύματος περιέχονται 1000 g νερού ($\rho = 1\ g \cdot mL^{-1}$, 25 °C). Έτσι, η $[H_2O]$ μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$[H_2O] = \frac{n}{V} = \frac{m/18}{V} = \frac{\rho}{18} = \frac{1000\,g/L}{18\,g/mol} \approx 55{,}5\,M$$

ζ) Σε διάλυμα δείκτη ΗΔ το όξινο χρώμα επικρατεί όταν: $\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} > 10$

Από την έκφραση της $K_{aH\Delta}$, έχουμε: $\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_a} > 10$ και άρα το όξινο χρώμα θα επικρατεί όταν: $[H_3O^+] > 10 \cdot K_{aH\Delta} \Rightarrow \log[H_3O^+] > 1 + \log K_{aH\Delta} \Rightarrow pH < pK_{aH\Delta} - 1$.

η) Το H_2SO_4 είναι ισχυρό οξύ στον 1ο ιοντισμό του, αλλά ασθενές στο 2ο. Έτσι, μετά τους δύο ιοντισμούς θα ισχύει: $[H_2SO_4] = 0$. Μάλιστα, αν και η σταθερά $K_a(HSO_4^-) = K_{a2}(H_2SO_4)$ είναι σημαντική και δεν επιτρέπει την ισχύ των προσεγγίσεων, ο βαθμός ιοντισμού είναι μικρότερος από 0,5 (50%) με αποτέλεσμα να ισχύει: $0{,}1 - x > x$.

$$\underset{0,1}{H_2SO_4} + H_2O \rightarrow \underset{0,1}{HSO_4^-} + \underset{0,1}{H_3O^+}$$

$$\underset{0,1-x}{HSO_4^-} + H_2O \rightleftharpoons \underset{x}{SO_4^{2-}} + \underset{0,1+x}{H_3O^+}$$

Για το H_2SO_4: $K_{a1} = 10^{2,8}$ (πολύ μεγάλη και δεν χρησιμοποιείται) και $K_{a2} = 1,3 \cdot 10^{-2}$.

Από τους παραπάνω ιοντισμούς, προκύπτει: $[H_2SO_4] < [SO_4^{2-}] < [HSO_4^-] < [H_3O^+]$.

θ) Με την προσθήκη του στερεού NaOH σε διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικής βάσης B έχουμε επίδραση κοινού ιόντος:

$$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$$

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$

Έτσι, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η ισορροπία ιοντισμού της βάσης B οδεύει προς τα αριστερά με αποτέλεσμα ο βαθμός ιοντισμού της να μειωθεί.

3. Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα (Δ) NH_3 συγκέντρωσης c.

α) i. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις για όλες τις ιοντικές ισορροπίες που εμφανίζονται στο διάλυμα Δ καθώς και τα συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης.

ii. Με τη θεώρηση των σχετικών προσεγγίσεων, να αποδείξετε τη σχέση:

$$[OH^-] = [NH_4^+] = \sqrt{K_b \cdot c}$$

Να εξηγήσετε γιατί η $[OH^-]$ στο διάλυμα Δ καθορίζεται πρακτικά μόνο από τον ιοντισμό της NH_3.

β) Στο διάλυμα Δ προσθέτουμε νερό, ώστε ο τελικός του όγκος να τετραπλασιαστεί σε σχέση με τον αρχικό. Να εξετάσετε πώς θα μεταβληθούν:

i. Η $[OH^-]$ του διαλύματος. ii. Ο βαθμός ιοντισμού α της NH_3. iii. Ο αριθμός mol των ιόντων OH^-.

γ) Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες, αιτιολογώντας σύντομα τις απαντήσεις σας.

i. Αν διαλύσουμε στο διάλυμα Δ μικρή ποσότητα NH_4Cl η συγκέντρωση των ιόντων NH_4^+ θα αυξηθεί.

ii. Αν διαλύσουμε στο διάλυμα Δ μικρή ποσότητα NaOH η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ ελαττώνεται.

iii. Αν διαλύσουμε στο διάλυμα Δ μία επιπλέον ποσότητα NH_3, η συγκέντρωση των ιόντων NH_4^+ θα ελαττωθεί.

$\theta = 25\ ^oC$**. Οι προσθήκες των ουσιών γίνονται χωρίς μεταβολή όγκου.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) i. Στο διάλυμα NH_3 έχουμε την ισορροπία ιοντισμού της NH_3 και την ισορροπία ιοντισμού του νερού:

$$\underset{\text{βάση}}{NH_3} + \underset{\text{οξύ}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{οξύ}}{NH_4^+} + \underset{\text{βάση}}{OH^-} \qquad \underset{\text{βάση}}{H_2O} + \underset{\text{οξύ}}{H_2O} \rightleftharpoons \underset{\text{οξύ}}{H_3O^+} + \underset{\text{βάση}}{OH^-}$$

ii. Από την εξίσωση ιοντισμού της NH_3 προκύπτει:

mol/L	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$		
Ισορροπία	$c - x \approx c$	x	x

Στην περίπτωση διαλυμάτων ηλεκτρολυτών στα οποία η συγκέντρωση των H_3O^+ ή OH^-, που προέρχεται από τον ιοντισμό (ή τη διάστασή) τους είναι μικρότερη από 10^{-6} M, για τον υπολογισμό του pH θα πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη και η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ ή OH^- που προέρχεται από τον ιοντισμό του νερού.

Υποτετραπλασιασμός της συγκέντρωσης μιας ισχυρής βάσης υπό σταθερή θερμοκρασία, υποτετραπλασιάζει τη $[OH^-]$. Η παρατήρηση αυτή δεν ισχύει για τις ασθενείς βάσεις.

Θεωρώντας την προσέγγιση $c - x \approx c$, έχουμε:

$$K_b = \frac{[NH_4^+]\cdot[OH^-]}{[NH_3]} = \frac{x^2}{c}$$

Επομένως, $x = [OH^-] = [NH_4^+] = \sqrt{K_b \cdot c}$ (1)

Θεωρητικά, η ποσότητα των OH^- που υπάρχουν στο διάλυμα είναι το άθροισμα των OH^- από τον ιοντισμό της αμμωνίας και από τον ιοντισμό του νερού. Επειδή, όμως, τα OH^- από τον ιοντισμό του νερού είναι αμελητέα, η $[OH^-]$ στο διάλυμα Δ καθορίζεται τελικά μόνο από τον ιοντισμό της NH_3.

β) i. Αν c' η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος θα ισχύει: $c \cdot V = c' \cdot 4V$ και επομένως: $c' = c/4$. Για το αραιωμένο διάλυμα η σχέση (1) δίνει:

$$[OH^-]' = \sqrt{K_b \cdot \frac{c}{4}}$$

και άρα: $[OH^-]' = [OH^-]/2$, δηλαδή η $[OH^-]$ θα υποδιπλασιαστεί.

ii. Επίσης, από το νόμο αραίωσης του Ostwald, έχουμε: $K_b = \alpha^2 \cdot c$. Εφαρμόζοντας το νόμο αυτό και για το αραιωμένο διάλυμα θα προκύψει τελικά: $\alpha' = 2\alpha$, δηλαδή ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 θα διπλασιαστεί.

iii. Η αρχική ποσότητα των OH^- είναι: $n(OH^-) = [OH^-] \cdot V$ και η τελική ποσότητα είναι:

$$n'(OH^-) = [OH^-]' \cdot 4V = \frac{[OH^-]}{2} \cdot 4V = 2 \cdot [OH^-] \cdot V$$

Επομένως, η ποσότητα των ιόντων OH^- διπλασιάζεται.

γ) i. Σωστή. Το άλας NH_4Cl διίσταται και παρέχει ιόντα NH_4^+ και ιόντα Cl^-. Παρά την κατανάλωση μικρού μέρους των NH_4^+, καθώς η ισορροπία ιοντισμού της NH_3 πηγαίνει προς τα αριστερά (λόγω Ε.Κ.Ι.), συνολικά η $[NH_4^+]$ αυξάνεται.

ii. Σωστή. Το NaOH με τη διάστασή του αυξάνει τη $[OH^-]$ στο διάλυμα με αποτέλεσμα η $[H_3O^+]$ να μειώνεται ($[H_3O^+] \cdot [OH^-] = K_w$).

iii. Λανθασμένη. Από τη σχέση (1) παρατηρούμε ότι, όταν αυξάνεται η συγκέντρωση της NH_3 (με τη διάλυση επιπλέον ποσότητας), η $[NH_4^+]$ αυξάνεται επίσης.

4. Δίνονται τα εξής διαλύματα (Α - Ζ) στους 25 °C:

Διάλυμα Α: HCl 0,1 M	**Διάλυμα Δ:** CH_3COOH 0,1 M
Διάλυμα Β: NH_3 0,1 M	**Διάλυμα Ε:** NaOH 0,1 M
Διάλυμα Γ: NH_4Cl 0,1 M	**Διάλυμα Ζ:** CH_3COONa 0,1 M

α) Να αναφέρετε ένα από τα παραπάνω διαλύματα το οποίο με αραίωση κατά 1000 φορές δίνει διάλυμα με pH = 4.

β) Να διατάξετε τα έξι παραπάνω διαλύματα κατά αυξανόμενη τιμή pH.

γ) Να χαρακτηρίσετε την πρόταση που ακολουθεί ως Σωστή (Σ) ή Λανθασμένη (Λ). «Αν αναμίξουμε ίσους όγκους από τα διαλύματα Α και Β θα προκύψει όξινο διάλυμα.» Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Οι σταθερές ιοντισμού του CH_3COOH και της NH_3 είναι της τάξης του 10^{-5}. Δεν απαιτούνται αναλυτικοί μαθηματικοί υπολογισμοί.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Θα χρησιμοποιήσουμε το διάλυμα HCl 0,1 M (pH = 1) και θα κάνουμε αραίωση 1000 φορές, οπότε θα έχει συγκέντρωση $c = 10^{-4}$ M και, επομένως, pH = 4).

β) Η διάταξη κατά αυξανόμενη τιμή pH είναι: Α, Δ, Γ, Ζ, Β και Ε. Και να γιατί:
Το HCl είναι ισχυρό οξύ και δίνει το πιο όξινο διάλυμα. Το CH_3COOH είναι ασθενές οξύ ($K_a \approx 10^{-5}$) και δίνει το διάλυμα με το αμέσως μεγαλύτερο pH. Το διάλυμα NH_4Cl δίνει επίσης όξινο pH, αλλά η σταθερά K_a του NH_4^+ είναι μικρότερο από την K_a του CH_3COOH:

$$K_a(NH_4^+) = 10^{-14}/10^{-5} = 10^{-9}$$

Επομένως, το pH του διαλύματος NH_4Cl θα είναι μεγαλύτερο από το pH του διαλύματος CH_3COOH. Το NaOH είναι ισχυρή βάση και δίνει το πιο βασικό διάλυμα, επομένως με το μεγαλύτερο pH. Η NH_3 είναι ασθενής βάση και δίνει διάλυμα με το αμέσως μικρότερο pH. Το διάλυμα CH_3COONa δίνει επίσης βασικό pH, αλλά η σταθερά K_b του CH_3COO^- είναι μικρότερη ($\approx 10^{-9}$) από τη σταθερά K_b της NH_3.

γ) Σ. Με την ανάμιξη των δύο διαλυμάτων Α και Β επέρχεται η εξουδετέρωση:

$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$

Το τελικό διάλυμα περιέχει μόνο NH_4Cl, που βρίσκεται με τη μορφή των ιόντων του, από τα οποία το NH_4^+ υδρολύεται:

$$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$
$$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$$

Η υδρόλυση παράγει ιόντα H_3O^+ και έτσι το διάλυμα θα εμφανίζεται όξινο.

5. Στους 60 °C **η σταθερά του γινομένου των συγκεντρώσεων των ιόντων του νερού έχει τιμή** $K_w = 9{,}3 \cdot 10^{-14}$**, ενώ στους** 25 °C **έχει τιμή** $K_w = 10^{-14}$**.**
α) Να γράψετε τη χημική εξίσωση που περιγράφει τον αυτοϊοντισμό του νερού και με βάση τα παραπάνω δεδομένα να εξηγήσετε αν είναι ενδόθερμο ή εξώθερμο φαινόμενο.
β) Να εξηγήσετε αν το pH = 7 **στους** 60 °C **αντιστοιχεί σε όξινο, ουδέτερο ή βασικό διάλυμα. Δεν απαιτούνται αναλυτικοί υπολογισμοί.**
γ) Να αποδείξετε ότι το pH **του χημικά καθαρού σε κάποια θερμοκρασία** θ **δίνεται από τη σχέση,** $pH = \frac{pK_w}{2}$**, όπου** K_w **η σταθερά του νερού στη θερμοκρασία αυτή.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Ο αυτοϊοντισμός του H_2O αποδίδεται από την εξίσωση:

$$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

Με την αύξηση της θερμοκρασίας η τιμή της σταθεράς $K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$ αυξάνεται και επομένως αυξάνεται και η $[H_3O^+]$, οπότε η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier με την αύξηση της θερμοκρασίας μία ισορροπία μετατοπίζεται προς την ενδόθερμη κατεύθυνση και επομένως ο αυτοϊόντισμός του H_2O είναι ενδόθερμο φαινόμενο.

β) Στους 60 °C το ουδέτερο pH έχει τιμή μικρότερη του 7 καθώς η $[H_3O^+]$ θα είναι μεγαλύτερη από 10^{-7} M. Έτσι, ένα διάλυμα με pH = 7 στους 60 °C θα είναι (ελαφρά) βασικό.

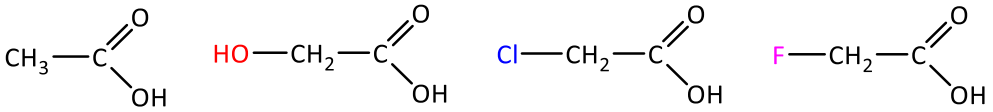
γ) Στο χημικά καθαρό νερό ισχύει: $[H_3O^+] = [OH^-]$ και επομένως:

$$K_w = [H_3O^+]^2 \Rightarrow \log K_w = 2\log[H_3O^+]$$

$$-\log K_w = -2\log[H_3O^+]$$

$$pK_w = 2pH \Rightarrow pH = \frac{pK_w}{2}$$

6. Δίνονται τα καρβοξυλικά οξέα που ακολουθούν μαζί με τις σταθερές ιοντισμού τους (pK_a).



(1): pK_a = 4,75 (2): pK_a = 3,9 (3): pK_a = 2,8 (4): pK_a = 2,6

Να εξηγήσετε αν οι υποκαταστάτες, −OH, −Cl και −F προκαλούν +I ή −I επαγωγικό φαινόμενο.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Παρατηρούμε ότι και τα τρία οξέα (2), (3) και (4) είναι ισχυρότερα από το (1) καθώς διαθέτουν μικρότερη τιμή της σταθεράς pK_a (μεγαλύτερη K_a). Αυτό σημαίνει ότι η αντικατάσταση ενός ατόμου −H με τους υποκαταστάτες −OH, −Cl και −F προκαλεί πόλωση του δεσμού O − H και επομένως έλκουν το ηλεκτρονιακό νέφος προς το μέρος τους, δηλαδή προκαλούν −I επαγωγικό φαινόμενο. Μάλιστα, καθώς η σειρά ισχύος των οξέων είναι 2 < 3 < 4, η σειρά ισχύος του −I επαγωγικού φαινομένου θα είναι: −OH, −Cl και −F.

7. Διαθέτουμε ένα υδατικό διάλυμα $HBrO_3$ με pH_1 = x και ένα υδατικό διάλυμα $HBrO_4$ με pH_2 = y που βρίσκονται στους 25 °C και έχουν ίσες συγκεντρώσεις. Για τις τιμές x και y ισχύει:

i) x > y

ii) x = y

iii) x < y

α) Να επιλέξετε τη σωστή σχέση.

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ο αυτοϊοντισμός του νερού δεν λαμβάνεται υπόψη. Το O προκαλεί −I επαγωγικό φαινόμενο. [ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2023]

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Επιλογή i.

β) Το O είναι ηλεκτραρνητικό στοιχείο και προκαλεί −I επαγωγικό φαινόμενο. Έτσι, η εισαγωγή ενός επιπλέον ατόμου O στο μόριο του οξέος αποσύρει αρνητικό φορτίο από το άτομο υδρογόνου του δεσμού H − O με αποτέλεσμα την επιπλέον πόλωσή του. Έτσι, η απόσπαση H^+ γίνεται πιο εύκολη και το οξύ $HBrO_4$ είναι ισχυρότερο από το $HBrO_3$. Ανάμεσα σε δύο διαλύματα οξέων της ίδιας συγκέντρωσης το διάλυμα του ισχυρού οξέος θα έχει τη μεγαλύτερη $[H_3O^+]$ και επομένως το μικρότερο pH.

8. Δίνεται η ιοντική ισορροπία: $NH_4^+(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$, $\Delta H^o > 0$.
α) Ποια από τις παρακάτω μεταβολές θα προκαλέσει αύξηση στη συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ **ενός διαλύματος** NH_4Cl **συγκέντρωσης** 0,1 M**;**
I. Αραίωση του διαλύματος υπό σταθερή θερμοκρασία.
II. Αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος από τους 25 °C **στους** 35 °C
Α) Μόνο η μεταβολή I
Β) Μόνο η μεταβολή II
Γ) Και οι δύο μεταβολές I **και** II
Δ) Καμία από τις μεταβολές I **και** II
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Επιλογή Β.

β) Το NH_4Cl διίσταται πλήρως και στη συνέχεια το ιόν NH_4^+ υδρολύεται:

$$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

$$NH_4^+(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq),\ \Delta H^o > 0$$

Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Έτσι, η $[H_3O^+]$ θα αυξηθεί.

9. Τα στοιχεία Cl **και** Br **ανήκουν στην** 17η **(VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, στην** 3η **και στην** 4η **περίοδο, αντίστοιχα.**
α) Τα παραπάνω στοιχεία σχηματίζουν τα οξέα HOCl **και** HOBr**. Με βάση τη μοριακή τους δομή να εξηγήσετε ποιο από τα δύο οξέα είναι ισχυρότερο.**
β) Τα άλατα NaClO **και** NaBrO **χρησιμοποιούνται ως απολυμαντικά εξολοθρεύοντας παθογόνους μικροοργανισμούς. Να συγκρίνετε το** pH **δύο διαλυμάτων που περιέχουν** NaClO **και** NaBrO**, αντίστοιχα, στην ίδια συγκέντρωση και στην ίδια θερμοκρασία. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Το Cl είναι πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο καθώς είναι πιο πάνω στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Έτσι, το HOCl είναι ισχυρότερο οξύ σε σχέση με το HOBr καθώς το −Cl έλκει προς περισσότερο το μέρος του το αρνητικό φορτίο του δεσμού με το O (παράλληλα προκαλεί εντονότερο −I επαγωγικό φαινόμενο) σε σχέση με το Br. Έτσι, στην περίπτωση του HOCl ο δεσμός O − H πολώνεται περισσότερο και εξασθενεί και το οξύ γίνεται ισχυρότερο.

β) Μεγαλύτερο pH έχει το διάλυμα του NaBrO γιατί το BrO^- είναι ισχυρότερη βάση σε σχέση με το ClO^- και υδρολύεται σε μεγαλύτερο βαθμό παράγοντας μεγαλύτερη συγκέντρωση ιόντων OH^- (ως γνωστόν, το ισχυρότερο οξύ αντιστοιχεί στην ασθενέστερη συζυγή βάση).

$$BrO^- + H_2O \rightleftharpoons HOBr + OH^-$$

10. Ποια είναι η σωστή σειρά ταξινόμησης των παρακάτω ασθενών βάσεων κατά αυξανόμενη τιμή της σταθεράς K_b**, στα υδατικά διαλύματα της ίδιας θερμοκρασίας;**
Α) $NH_3 < HONH_2 < CH_3NH_2$ **Β)** $HONH_2 < CH_3NH_2 < NH_3$
Γ) $HONH_2 < NH_3 < CH_3NH_2$ **Δ)** $CH_3NH_2 < NH_3 < HONH_2$

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Το μεθύλιο, $-CH_3$, προκαλεί +I επαγωγικό φαινόμενο ενώ το $-OH$ προκαλεί −I επαγωγικό φαινόμενο.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Επιλογή Γ. Το +I επαγωγικό φαινόμενο του $-CH_3$ προκαλεί μετατόπιση του ηλεκτρονιακού νέφους του δεσμού C − N προς το άτομο του N. Επομένως η πρόσληψη H^+ γίνεται ευκολότερη με αποτέλεσμα η CH_3NH_2 να είναι ισχυρότερη βάση από την NH_3 και να εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_b.

Αντίθετα, το −I επαγωγικό φαινόμενο του $-OH$ προκαλεί μετατόπιση του ηλεκτρονιακού νέφους του δεσμού O − N προς το άτομο του O. Έτσι, η πρόσληψη H^+ είναι δυσχερέστερη και επομένως η $HONH_2$ να είναι ασθενέστερη βάση από την NH_3 (μικρότερη τιμή της σταθεράς K_b).

11. Το χλωριώδες οξύ ($HClO_2$) έχει $pK_a = 1,96$ **ενώ το νιτρώδες οξύ (HNO_2) έχει** $pK_a = 3,39$ **(στους** 25 °C**). Ποιο από τα παρακάτω διαλύματα έχει το μεγαλύτερο** pH**;**
Α) HNO_2 0,1 M **Β)** $HClO_2$ 0,1 M **Γ)** $NaNO_2$ 0,1 M **Δ)** $NaClO_2$ 0,1 M
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Επιλογή Γ. Τα δύο πρώτα διαλύματα έχουν όξινα pH ενώ τα δύο επόμενα έχουν βασικό pH. Το Το $HClO_2$ έχει μικρότερη $pK_a = 1,96$ από το HNO_2 που έχει $pK_a = 3,39$. Επομένως, το $HClO_2$ με τη μεγαλύτερη σταθερά ιοντισμού θα είναι το ισχυρότερο οξύ. Για τις συζυγείς βάσεις η ισχύς θα είναι η αντίστροφη και θα ισχύει ότι το ιόν NO_2^- είναι ισχυρότερη βάση από το ClO_2^-.

$$NaNO_2 \rightarrow Na^+ + NO_2^- \qquad NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HNO_2 + OH^-$$
$$NaClO_2 \rightarrow Na^+ + ClO_2^- \qquad ClO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HClO_2 + OH^-$$

Αφού η βάση NO_2^- είναι ισχυρότερη θα έχει μεγαλύτερη K_b και άρα στο διάλυμα $NaNO_2$ 0,1 M η $[OH^-]$ θα είναι μεγαλύτερη οπότε το pH θα είναι μεγαλύτερο.

12. Να εξηγήσετε γιατί ένα διάλυμα $KHSO_3(aq)$ **είναι όξινο. Να χρησιμοποιήσετε τις κατάλληλες χημικές εξισώσεις. Για το** H_2SO_3**,** $K_{a1} = 1,3 \cdot 10^{-2}$ **και** $K_{a2} = 6,3 \cdot 10^{-8}$**.** $K_w = 10^{-14}$**.** $\theta = 25$ °C**.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το άλας διίστανται και το ιόν HSO_3^- λειτουργεί αμφιπρωτικά.

$$KHSO_3 \rightarrow K^+ + HSO_3^-$$
$$HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_3O^+$$
οξύ
$$HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3 + OH^-$$
βάση

$K_a(HSO_3^-) = K_{a2}(H_2SO_3) = 6,3 \cdot 10^{-8}$
$K_b(HSO_3^-) = K_w / K_{a1}(H_2SO_3) = 10^{-14} / 1,3 \cdot 10^{-2} < K_a(HSO_3^-)$.

Ισχύει $K_b(HSO_3^-) < K_a(HSO_3^-)$ και άρα $[H_3O^+] > [OH^-]$ οπότε το διάλυμα θα είναι όξινο.

13. Διάλυμα θερμοκρασίας 25 °C **περιέχει** $NH_3(aq)$ **και** $CH_3NH_2(aq)$ **σε συγκεντρώσεις** c_1 **και** c_2**, αντίστοιχα. Στο διάλυμα αυτό ισχύει:** $[NH_4^+] = [CH_3NH_3^+]$**.**
α) Με τη βοήθεια των κατάλληλων προσεγγίσεων να δείξετε τη σχέση: $K_{b1} \cdot c_1 = K_{b2} \cdot c_2$**, όπου** K_{b1} **η σταθερά ιοντισμού της** NH_3 **και** K_{b2} **η σταθερά ιοντισμού της** CH_3NH_2 **στους** 25 °C**.**
β) Να αποδείξετε ότι $c_1 > c_2$**.**
Το μεθύλιο, $-CH_3$**, προκαλεί** +I **επαγωγικό φαινόμενο.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) (M) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + HO^-$

$c_1 - x$ x x

(M) $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + HO^-$

$c_2 - y$ y y

$[NH_3] = c_1 - x \approx c_1$, $[NH_4^+] = x$, $[HO^-] = x + y$, $[CH_3NH_2] = c_2 - y \approx c_2$, $[CH_3NH_3^+] = y$

$$K_{b1} = \frac{x \cdot (x+y)}{c_1},\ K_{b2} = \frac{y \cdot (x+y)}{c_2}$$

Με διαίρεση κατά μέλη των δύο προηγούμενων σχέσεων προκύπτει η ζητούμενη.

β) Λόγω του +I επαγωγικού φαινομένου που προκαλεί το $-CH_3$ το N στη CH_3NH_2 προσλαμβάνει αρνητικό φορτίο. Επομένως η πρόσληψη H^+ είναι ευχερέστερη και η ισχύς της βάσης είναι μεγαλύτερη. Επομένως θα ισχύει: $K_{b2} > K_{b1}$. Έτσι, με βάση την προηγούμενη σχέση θα ισχύει: $c_1 > c_2$.

14. Διάλυμα (Υ1**) περιέχει την ασθενή βάση** NH_3 0,1 M **καθώς και ποσότητα του δείκτη** ΗΔ**. Το διάλυμα** Υ1 **αραιώνεται με νερό σε δεκαπλάσιο όγκο, υπό σταθερή θερμοκρασία και προκύπτει νέο διάλυμα (**Υ2**). Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθούν (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) με την αραίωση αυτή τα παρακάτω μεγέθη:**
α) Η συγκέντρωση των ιόντων NH_4^+**.**
β) Ο λόγος των συγκεντρώσεων $[HΔ]/[Δ^-]$ **του δείκτη** ΗΔ**.**
Ισχύουν οι προσεγγιστικές εκφράσεις.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Θα μειωθεί.

mol/L	NH_3 + H_2O ⇌	NH_4^+	+ OH^-
	$c - x \approx c$	x	x

$$K_b = \frac{[OH^-] \cdot [NH_4^+]}{[NH_3]} = \frac{x^2}{c},\ x = [OH^-] = [NH_4^+] = \sqrt{K_b \cdot c}$$

Με την αραίωση η c μειώνεται και επομένως η $[NH_4^+]$ μειώνεται.

β) Θα αυξηθεί.

Για το δείκτη ΗΔ ισχύει: $K_a(HΔ) = \frac{[Δ^-] \cdot [H_3O^+]}{[HΔ]},\ \frac{[HΔ]}{[Δ^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_a(HΔ)}$

Επομένως, ο λόγος $[HΔ]/[Δ^-]$ αυξάνεται αφού το διάλυμα γίνεται λιγότερο βασικό και η $[OH^-]$ μειώνεται ενώ η $[H_3O^+]$ αυξάνεται.

15. Ποσότητα $Cl_2(g)$ **αντιδρά με διάλυμα** NaOH(aq) **σύμφωνα με την αντίδραση:** $Cl_2(g) + 2NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + NaClO(aq) + H_2O(\ell)$**. Μετά την πλήρη κατανάλωση και των δύο αντιδρώντων, προκύπτει διάλυμα** 500 mL **με** pH = 10,5**. Να υπολογίσετε τον όγκο του** $Cl_2(g)$ **σε** STP **που αντέδρασε με το διάλυμα** NaOH**.**
$K_a(HClO) = 10^{-8}$**,** $K_w = 10^{-14}$**. Το διαλύματα βρίσκεται σε θερμοκρασία** 25 °C**. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

mol	Cl_2 + 2NaOH → NaCl + NaClO + H_2O			
	x	2x	x	x

Το pH του τελικού διαλύματος καθορίζεται από το NaClO.

NaClO: $c = n/V$ = x/0,5 (1)

mol/L	$NaClO \rightarrow Na^+ + ClO^-$		
	c	c	c

mol/L	$ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$		
Ισορροπία	$c - y \approx c$	y	$y = 10^{-3,5}$ M (από pH = 10,5)

$K_b = K_w/K_a = 10^{-14}/10^{-8} = 10^{-6}$, $10^{-6} = (10^{-3,5})^2/c$, c = 0,1 M

Από την εξίσωση (1): x = 0,05 mol.

$Cl_2(g)$: $V = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12$ L.

16. Διαθέτουμε τα διαλύματα I**,** II **και** III **στους** 25 °C**. Το διάλυμα** I **περιέχει την ασθενή βάση** A **σε συγκέντρωση** 0,1 M**. Το διάλυμα** II **έχει όγκο** 100 mL **και περιέχει την ασθενή βάση** B **συγκέντρωσης** 0,1 M **με βαθμό ιοντισμού** $\alpha = 3 \cdot 10^{-2}$**. Το διάλυμα** III **περιέχει και τις δύο βάσεις** A **και** B **σε συγκεντρώσεις** 0,1 M**.**
α) Ποιο το pH **του διαλύματος** I**; Ποια από τις δύο βάσεις είναι ισχυρότερη;**
β) Πόσα mL νερού πρέπει να προστεθούν σε όλη την ποσότητα του διαλύματος II**, υπό σταθερή θερμοκρασία, ώστε να αποκτήσει το ίδιο** pH **με αυτό του διαλύματος** I**; Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.**
γ) Με βάση τις κατάλληλες προσεγγίσεις, ποιο το pH **του διαλύματος** III**;**
$K_b(A) = 10^{-5}$**.** $K_w = 10^{-14}$**.**

ΛΥΣΗ

α) Πίνακας ιοντισμού της βάσης A:

mol/L	$A + H_2O \rightleftharpoons AH^+ + OH^-$		
Ισορροπία	$0,1 - x \approx 0,1$	x	x

$K_b/c = 10^{-5}/0,1 = 10^{-4} < 0,01$ και επομένως ισχύουν οι προσεγγίσεις.

$K_{b(A)} = x^2/0,1$, $x = [OH^-] = 10^{-3}$, pOH = 3, pH = 11

Από το διάλυμα II και με βάση την προσεγγιστική έκφραση του νόμου αραίωσης του Ostwald, υπολογίζουμε τη σταθερά ιοντισμού της βάσης B ($\alpha = 0,03 < 0,1$):

$K_b(B) = \alpha^2 \cdot 0{,}1 = (3 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 0{,}1 = 9 \cdot 10^{-5}$

Με σύγκριση των δύο σταθερών ιοντισμού προκύπτει ότι η βάση B είναι ισχυρότερη από την A.

β) Το διάλυμα I έχει $[OH^-] = 10^{-3}$ M. Έστω c η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος II, που εμφανίζει επίσης $[OH^-] = 10^{-3}$ M.

mol/L	**B + H_2O ⇌ BH^+ + OH^-**		
Ισορροπία	$c - y \approx c$	y	$y = 10^{-3}$ M

Από την έκφραση για τη σταθερά ιοντισμού και λαμβάνοντας υπ' όψη τη γνωστή προσέγγιση, προκύπτει:

$$K_b(B) = \frac{y^2}{c},\ c = \frac{y^2}{K_b(B)} = \frac{1}{90}\ M$$

Αν V ο όγκος του διαλύματος II μετά την αραίωση, θα ισχύει: $0{,}1 \cdot 0{,}1 = \frac{1}{90} \cdot V$

Τελικά: $V = 900$ mL, οπότε $V(H_2O) = 900 - 100 = 800$ mL.

γ) Στο διάλυμα III έχουμε (αμοιβαία) επίδραση κοινού ιόντος:

mol/L	**A + H_2O ⇌ AH^+ + OH^-**		
	$0{,}1 - \omega \approx 0{,}1$	ω	ω
	B + H_2O ⇌ BH^+ + OH^-		
Ισορροπία	$0{,}1 - \varphi \approx 0{,}1$	φ	φ

Στην ιοντική ισορροπία θα ισχύουν: $[A] = 0{,}1 - \omega \approx 0{,}1$ M, $[AH^+] = \omega$, $[OH^-] = x + y$, $[B] = 0{,}1 - \varphi \approx 0{,}1$ M, $[BH^+] = \varphi$. Επομένως:

$$K_b(B) = \frac{[BH^+]\cdot[OH^-]}{[B]},\ 9 \cdot 10^{-5} = \frac{\phi \cdot (\phi + \omega)}{0{,}1},\ \phi \cdot (\phi + \omega) = 9 \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

$$K_b(A) = \frac{[AH^+]\cdot[OH^-]}{[A]},\ 10^{-5} = \frac{\omega \cdot (\phi + \omega)}{0{,}1},\ \omega \cdot (\omega + \phi) = 10^{-6} \quad (2)$$

Τελικά, μετά από πρόσθεση κατά μέλη των εξισώσεων (1) και (2), προκύπτει:

$\omega + \varphi = [OH^-] = 10^{-2{,}5}$ M $\Rightarrow$ pOH = 2,5 $\Rightarrow$ pH = 11,5.

17. Δίνεται υδατικό διάλυμα CH_3COONa **συγκέντρωσης** 0,1 M **(διάλυμα** X**).**
α) Ποιο το pH **του διαλύματος** (X)**;**
β) Πόσα mL **νερού πρέπει να προστεθούν σε** 100 mL **του διαλύματος** X**, ώστε το** pH **να μεταβληθεί κατά** 0,5**;**
γ) Πόσα L **αέριου** HCl(g) **μετρημένα σε** STP **πρέπει να διαλυθούν πλήρως σε** 2 L **του διαλύματος** X**, χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει** pH = 5**;**
Για το CH_3COOH $K_a = 10^{-5}$**. Όλα τα διαλύματα έχουν** $\theta = 25$ °C όπου $K_w = 10^{-14}$**. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.**

ΛΥΣΗ

α)

mol/L	CH_3COONa	$\rightarrow$	CH_3COO^-	+	Na^+
	0,1		0,1		0,1

mol/L	CH_3COO^-	+ H_2O	$\rightleftharpoons$	CH_3COOH	+	OH^-
Ισορροπία	0,1 – x ≈ 0,1			x		x

$$K_b(CH_3COO^-) = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9}$$

Αντικαθιστώντας, έχουμε: $[OH^-] = 10^{-5} \Rightarrow pOH = 5 \Rightarrow pH = 14 - 5 = 9$

β) Με την προσθήκη νερού στο διάλυμα Χ, έχουμε: $0,1 \cdot 0,1 = c \cdot V$ (1), όπου c η νέα συγκέντρωση και V ο τελικός όγκος μετά την προσθήκη νερού.

mol/L	CH_3COONa	$\rightarrow$	CH_3COO^-	+	Na^+
	c		c		c

mol/L	CH_3COO^-	+ H_2O	$\rightleftharpoons$	CH_3COOH	+	OH^-
Ισορροπία	$c - y \approx c$			y		y

$$pH = 8,5 \Rightarrow [OH^-] = y = 10^{-5,5}\ M \Rightarrow 10^{-9} = \frac{(10^{-5,5})^2}{c} \Rightarrow c = 0,01\ M$$

Από τη σχέση (1): $0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \cdot V$, $V = 1$ L. Επομένως ο όγκος του νερού που προστέθηκε είναι: 1000 − 100 = 900 mL.

γ) Με την προσθήκη του αέριου HCl (έστω n mol) έχουμε την αντίδραση:

mol	CH_3COONa	+ HCl	$\rightarrow$	CH_3COOH	+ NaCl
Αρχικά	0,2	n			

− Αν $0,2 > n$, θα είχαμε CH_3COOH και CH_3COONa (ρυθμιστικό διάλυμα).
− Αν $0,2 = n$, θα είχαμε μόνο CH_3COOH (pH < 7).
− Αν $0,2 < n$, θα είχαμε CH_3COOH και HCl (pH < 7).

Υπολογίζουμε το pH για την περίπτωση που $0,2 = n$:

mol	CH_3COONa	+ HCl	$\rightarrow$	CH_3COOH	+ NaCl
Αρχικά	0,2	0,2			
Μεταβολές	–0,2	–0,2		0,2	
Τελικά	—	—		0,2	

Το τελικό διάλυμα θα περιέχει μόνο CH_3COOH σε συγκέντρωση 0,1 M:

mol/L	CH_3COOH	+ H_2O	$\rightleftharpoons$	CH_3COO^-	+	H_3O^+
Ισορροπία	0,1 – ω ≈ 0,1			ω		ω

$$K_a = \frac{\omega^2}{0,1},\quad \omega = 10^{-3}\ M,\ pH = 3$$

Δηλαδή αν στο διάλυμα CH_3COONa προσθέταμε 0,2 mol HCl το pH θα γινόταν πιο όξινο από ότι το θέλαμε. Άρα, για να προκύψει pH = 5 θα πρέπει να ισχύει: $0,2 > n$.

mol	CH_3COONa	+ HCl	$\rightarrow$ CH_3COOH	+ NaCl
Αρχικά	0,2	n		
Μεταβολές	$-n$	$-n$	n	
Τελικά	$0,2-n$	—	n	

Το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό για το οποίο ισχύει η σχέση:

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{c_o}{c_\beta} \Rightarrow 10^{-5} = 10^{-5} \cdot \frac{n}{0,2-n} \Rightarrow n = 0,1 \text{ mol} \Rightarrow V(HCl) = 0,1 \cdot 22,4 = 2,24 \text{ L}$$

18. Το υποχλωριώδες νάτριο (NaOCl**) είναι το δραστικό συστατικό της κοινής χλωρίνης και χρησιμοποιείται στις πισίνες για τη χλωρίωσή τους. Για να είναι πιο αποτελεσματική η χλωρίωση θα πρέπει να ισχύουν:** pH = 7,5 **και επίσης** $[HOCl] = 1,3 \cdot 10^{-4}$ M**. Να υπολογίσετε την ποσότητα σε** mol **του** NaClO **που πρέπει να προστεθεί σε μία πισίνα όγκου** 10^4 L **στην οποία το** pH **έχει ρυθμιστεί στην τιμή** 7,5 **ώστε να ισχύει:** $[HClO] = 1,3 \cdot 10^{-4}$ M**. Για το** HClO**,** $K_a = 3 \cdot 10^{-6}$**.**
Η θερμοκρασία είναι $\theta = 25\ ^oC$**, όπου** $K_w = 10^{-14}$**. Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. Το αποτέλεσμα να εκφραστεί σαν δύναμη του** 10**.**

ΛΥΣΗ
Έστω n mol η ποσότητα του NaClO που πρέπει να προστεθεί. Η συγκέντρωση του διαλύματος σε NaClO θα είναι: $c = n/10^4$ (1)

mol/L	$NaClO$	$\rightarrow$ Na^+	+ ClO^-
	c	c	c

mol/L	ClO^- + H_2O	$\rightleftharpoons$ HClO	+ OH^-
Ισορροπία	$c - x \approx c$	x	x

Ισχύουν: $[HClO] = 1,3 \cdot 10^{-4}$ M και $[OH^-] = 10^{-6,5}$ M (από pH = 7,5).

$$K_b(ClO^-) = \frac{K_w}{K_a(HClO)} = \frac{10^{-14}}{3 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^{-8}}{3}$$

$$K_b(ClO^-) = \frac{[HClO] \cdot [OH^-]}{[ClO^-]} = \frac{1,3 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-6,5}}{c}$$

$c = 3,9 \cdot 10^{-2,5}$ M

Από την εξίσωση (1): $n = 3,9 \cdot 10^{-2,5} \cdot 10^4 = 3,9 \cdot 10^{1,5}$ mol.

19. Λίπασμα περιέχει NH_4Cl **καθώς και αδρανείς ύλες. Ποσότητα του λιπάσματος διαλύεται σε** 100 mL **διαλύματος** NaOH(aq) 0,1 M **(περίσσεια) και προκύπτει διάλυμα όγκου** 100 mL**.**
α) Να γράψετε την εξίσωση της αντίδρασης του NH_4Cl **με το** NaOH**.**
Για την εξουδετέρωση της περίσσειας του NaOH **απαιτούνται** 60 mL **διαλύματος** HCl(aq) 0,1 M**.**

β) Να υπολογίσετε τη μάζα (σε g) του NH_4Cl στην ποσότητα του λιπάσματος που χρησιμοποιήθηκε.

ΛΥΣΗ

α) $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + H_2O + NaCl$

β) Η ποσότητα του NaOH στο αρχικό διάλυμα είναι: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}1 = 0{,}01$ mol.
Η ποσότητα του NaOH που περίσσεψε υπολογίζεται από την αντίδρασή του με το HCl:
HCl: $n = 0{,}06 \cdot 0{,}1 = 0{,}006$ mol.

mol	$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$		
	0,006	0,006	

Άρα, με το NH_4Cl αντέδρασαν τα υπόλοιπα $0{,}01 - 0{,}006 = 0{,}004$ mol NaOH.

mol	$NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + H_2O + NaCl$			
	$4 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	

NH_4Cl ($M_r = 53{,}5$): $m = 0{,}004 \cdot 53{,}5 = 0{,}214$ g.

20. Σε δύο διαφορετικά δοχεία περιέχονται τα εξής υδατικά διαλύματα σε θερμοκρασία 25° C**:** HCl 1 M **(**Δ_1**) και** HCOONa 1 M **(**Δ_2**).**
α) Να υπολογίσετε το pH **των διαλυμάτων** Δ_1 **και** Δ_2**.**
β) 50 mL **του** Δ_1 **αραιώνονται με προσθήκη νερού, έως τελικού όγκου** 200 mL **(διάλυμα** Δ_3**).** 100 mL **του** Δ_2 **αραιώνονται με νερό μέχρι τελικού όγκου** 800 mL **(διάλυμα** Δ_4**). Τα** Δ_3 **και** Δ_4 **αναμιγνύονται σχηματίζοντας το διάλυμα** Δ_5**. Ποιο είναι το** pH **του διαλύματος** Δ_5**;**
γ) 0,15 mol HCl(g) **διαλύονται στο** Δ_5 **χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, σχηματίζοντας διάλυμα** Δ_6**. Ποιο είναι το** pH **του διαλύματος** Δ_6**; Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα αυτό.**
Δίνονται: $K_w = 10^{-14}$**,** K_a(HCOOH) $= 10^{-4}$**. Να θεωρήσετε τις γνωστές προσεγγίσεις. Για όλα τα διαλύματα** $\theta = 25$ °C**.** [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΛΥΣΗ

α) Για το διάλυμα Δ_1:

mol/L	$HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$		
	1	1	1

$pH = -\log 1 = 0$

Για το διάλυμα Δ_2:

mol/L	$HCOONa \rightarrow HCOO^- + Na^+$		
	1	1	1

mol/L	$HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$		
Ισορροπία	$1 - x \approx 1$	x	x

$$K_b(HCOO^-)=\frac{K_w}{K_a}=10^{-10}$$

Με βάση τις προσεγγίσεις:

$$10^{-10}=\frac{[OH^-]^2}{1},\ [OH^-]=10^{-5}\ M,\ pH=9$$

β) Τα 50 mL του Δ_1 περιέχουν $1\cdot0{,}05 = 0{,}05$ mol HCl. Τα 100 mL του διαλύματος Δ_2 περιέχουν: $1\cdot0{,}1 = 0{,}1$ mol HCOONa.

mol	**HCOONa**	**+ HCl**	**→**	**HCOOH**	**+ NaCl**
Αρχικά	0,1	0,05		–	–
Μεταβολές	–0,05	–0,05		0,05	0,05
Τελικά	0,05	—		0,05	0,05

Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 1 L και περιέχει HCOONa 0,05 M και HCOOH 0,05 M (ρυθμιστικό διάλυμα). Για το διάλυμα αυτό ισχύει:

$$pH=pK_a+\log\frac{c_\beta}{c_o}=4+0=4$$

γ) Το HCOONa αντιδρά με το HCl σύμφωνα με την εξίσωση:

mol	**HCOONa**	**+ HCl**	**→**	**HCOOH**	**+ NaCl**
Αρχικά	0,05	0,15		0,05	0,05
Μεταβολές	–0,05	–0,05		0,05	0,05
Τελικά	—	0,1		0,1	0,1

Το Δ_6 περιέχει HCl 0,1 M, HCOOH 0,1 M και NaCl 0,1 M.

mol/L	**NaCl**	**→**	**Cl^-**	**+ Na^+**
	0,1		0,1	0,1

mol/L	**HCl**	**+ H_2O**	**→**	**Cl^-**	**+ H_3O^+**
	0,1			0,1	0,1
	HCOOH	**+ H_2O**	**⇌**	**$HCOO^-$**	**+ H_3O^+**
Ισορροπία	$0{,}1-\omega\approx0{,}1$			ω	$0{,}1+\omega$

Στο διάλυμα αυτό θα ισχύει: $[H_3O^+] = 0{,}1 + \omega \approx 0{,}1$ M, $pH = -\log0{,}1 = 1$.

$K_a = 10^{-4} = \omega\cdot0{,}1/0{,}1$, $\omega = 10^{-4}$ M.

Επομένως: $[HCOO^-] = \omega = 10^{-4}$ M, $[Cl^-] = 0{,}1 + 0{,}1 = 0{,}2$ M, $[Na^+] = 0{,}1$ M, $[OH^-] = 10^{-14}/0{,}1 = 10^{-13}$ M.

21. Διαθέτουμε τα εξής υδατικά διαλύματα Δ_1 και Δ_2.

Δ_1: Διάλυμα HA 0,01 M**,** pH = 4**.**
Δ_2: Διάλυμα άλατος NaA**,** pH = 9,5**.**
α) Να υπολογίσετε: i. τη σταθερά ιοντισμού K_a **του οξέος** HA **και ii. τη συγκέντρωση του άλατος** NaA **στο διάλυμα** Δ_2**.**
β) Να υπολογίσετε τους όγκους V_1 **και** V_2 **των διαλυμάτων** Δ_1 **και** Δ_2 **αντίστοιχα, που πρέπει να αναμείξουμε για να παρασκευάσουμε διάλυμα (**Δ3**) όγκου** 1,1 L **με** pH = 6.
γ) Στο διάλυμα Δ_3 **προστίθενται** 0,03 mol **αερίου** HCl **και το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται μέχρι τελικού όγκου** 2 L **(διάλυμα** Δ_4**). Να υπολογίσετε το** pH **και τη** $[A^-]$ **στο διάλυμα** Δ_4**.**
$\theta = 25\ ^oC$**,** $K_w = 10^{-14}$**. Τα αριθμητικά δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.** [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΛΥΣΗ

α) i.

mol/L	$HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$		
Ισορροπία	$0,01 - x \approx 0,01$	x	$x = 10^{-4}$

Θεωρώντας την προσέγγιση, $0,01 - x \approx 0,1$ M, έχουμε:

$$K_a = \frac{[A^-]\cdot[H_3O^+]}{[HA]} = \frac{x^2}{0,1} = 10^{-6}$$

ii. Υπολογίζουμε την σταθερά K_b της βάσης A^-:

$$K_b(A^-) = \frac{K_w}{K_a(HA)} = \frac{10^{-14}}{10^{-6}} = 10^{-8}$$

Έστω c (mol/L) η συγκέντρωση του NaA στο διάλυμα Δ_2.

mol/L	$NaA \rightarrow Na^+ + A^-$		
	c	c	c
	$A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$		
Ισορροπία	$c - y \approx c$	y	y

$pH = 9,5$, $pOH = 4,5$, $[OH^-] = y = 10^{-4,5}$ M

$$K_b = 10^{-8} = \frac{y^2}{c},\ c = \frac{(10^{-4,5})^2}{10^{-8}} = 0,1\ M$$

β) Έστω V_1 και V_2 οι όγκοι των διαλυμάτων Δ_1 και Δ_2, αντίστοιχα, που πρέπει να αναμιχθούν ώστε να προκύψει (ρυθμιστικό) διάλυμα όγκου 1,1 L με pH = 6. Προφανώς θα ισχύει: $V_1 + V_2 = 1,1$ L (1).

Για τις τελικές συγκεντρώσεις (c_o και c_β) των HA και NaA θα ισχύει:

HA: $0,01\cdot V_1 = c_o\cdot 1,1$ (2) και NaA: $0,1\cdot V_2 = c_\beta\cdot 1,1$ (3)

Από τη σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων έχουμε:

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{c_o}{c_\beta},\ 10^{-6} = 10^{-6} \cdot \frac{c_o}{c_\beta},\ c_\beta = c_o$$

Επίσης, από τις [2] και [3] προκύπτει: $0{,}01 \cdot V_1 = 0{,}1 \cdot V_2$ ή $V_1 = 10 \cdot V_2$. Τέλος, από τη σχέση (1): $V_2 = 0{,}1$ L και $V_1 = 1$ L.

γ) Οι ποσότητες των HA και NaA στο διάλυμα Δ_3 είναι $n_1 = n_2 = 0{,}01$ mol.

mol	NaA	+ HCl	→	HA	+ NaCl
Αρχικά	0,01			0,01	
Προσθήκη		0,03			
Μεταβολές	–0,01	–0,01		+0,01	
Τελικά	—	0,02		0,02	

Το Δ_4, λοιπόν, θα περιέχει HA 0,01 M και HCl 0,01 M (επίδραση κοινού ιόντος):

mol/L	HCl + H_2O	→	Cl^-	+ H_3O^+
	0,01		0,01	0,01
	HA + H_2O	⇌	A^-	+ H_3O^+
Ισορροπία	0,01 – ω ≈ 0,1		ω	0,01 + ω

Στο διάλυμα αυτό θα ισχύει: $[H_3O^+] = 0{,}01 + \omega \approx 0{,}01$ M και $[HA] = 0{,}01 - \omega \approx 0{,}01$ M. Επομένως, $pH = -\log 0{,}01 = 2$.

$$K_a = \frac{[A^-] \cdot [H_3O^+]}{[HA]} = \frac{\omega \cdot 0{,}01}{0{,}01},\ [A^-] = \omega = 10^{-6}$$

22. Σε σχολικό εργαστήριο διαθέτουμε υδατικό διάλυμα HF **(διάλυμα** A**). Μαθήτρια ογκομετρεί** 25 mL **του διαλύματος** A **με πρότυπο διάλυμα** NaOH 0,1 M**. Στο ισοδύναμο σημείο καταναλώθηκαν** 25 mL **του προτύπου διαλύματος** NaOH**.**

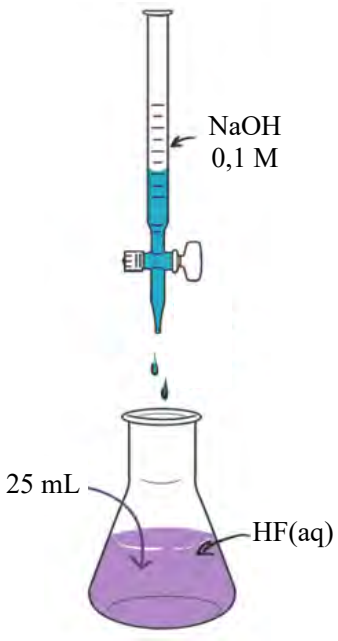
α) Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος A**.**

β) Να υπολογιστεί το pH **στο ισοδύναμο σημείο.**

γ) Πόσα γραμμάρια στερεού NaOH **πρέπει να προσθέσει σε** 300 mL **του διαλύματος Α για να παρασκευάσει ρυθμιστικό διάλυμα** B **με** pH = 3**;**

δ) Ένας μαθητής υποστηρίζει ότι, αν στο διάλυμα B **προσθέσουμε** 300 mL H_2O**, τότε το** pH **του διαλύματος θα μεταβληθεί. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την άποψή του; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**

Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε $\theta = 25$ °C, K_a (HF) $= 5 \cdot 10^{-4}$, $K_w = 10^{-14}$**. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές αριθμητικές προσεγγίσεις. Η προσθήκη στερεού δεν μεταβάλλει τον όγκο του διαλύματος** A**.** [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]



ΛΥΣΗ

α) Η ποσότητα του NaOH που καταναλώθηκε μέχρι το ισοδύναμο σημείο είναι: $0{,}025 \cdot 0{,}1 = 2{,}5 \cdot 10^{-3}$ mol. Επομένως, με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης εξουδετέρωσης, ισάριθμα θα είναι τα mol του HF στο αρχικό διάλυμα:

mol	**HF**	**+ NaOH**	**→**	**NaF**	**+ H_2O**
	$2{,}5\cdot10^{-3}$	$2{,}5\cdot10^{-3}$		$2{,}5\cdot10^{-3}$	

Η συγκέντρωση του διαλύματος Α (όγκου 25 mL) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$c = n/V = 2{,}5\cdot10^{-3}/2{,}5\cdot10^{-2} = 0{,}1\ \text{M}$$

β) Στο ισοδύναμο σημείο υπάρχουν $2{,}5\cdot10^{-3}$ NaF και ο όγκος του διαλύματος θα είναι 25 + 25 = 50 mL. Επομένως, η συγκέντρωση του NaF θα είναι:

$$c = n/V = 2{,}5\cdot10^{-3}/5\cdot10^{-2} = 0{,}05\ \text{M}$$

mol/L	**NaF**	**→ Na^+**	**+ F^-**
	0,05	0,05	0,05

mol/L	**F^- + H_2O**	**⇌ HF + OH^-**	
Ισορροπία	$0{,}05 - x \approx 0{,}05$	x	x

$$K_b(F^-) = K_w/K_a(HF) = 2\cdot10^{-11}$$

Με τη θεώρηση της γνωστής προσέγγισης, θα έχουμε:

$$2\cdot10^{-11} = x^2/0{,}05,\ x^2 = 10^{-12},\ x = 10^{-6},\ \text{pOH} = 6,\ \text{pH} = 14 - 6 = 8$$

γ) Τα 300 mL του διαλύματος Α περιέχουν: $0{,}1\cdot0{,}3 = 0{,}03$ mol HF. Με την προσθήκη στερεού NaOH (έστω n mol η ποσότητά του) θα έχουμε αντίδραση εξουδετέρωσης. Θα πρέπει μάλιστα να ισχύει: $0{,}03 > n$ ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα:

mol	**HF**	**+ NaOH**	**→**	**NaF**	**+ H_2O**
Αρχικά	0,03	n			
Μεταβολές	$-n$	$-n$		n	
Τελικά	$0{,}03 - n$	—		n	

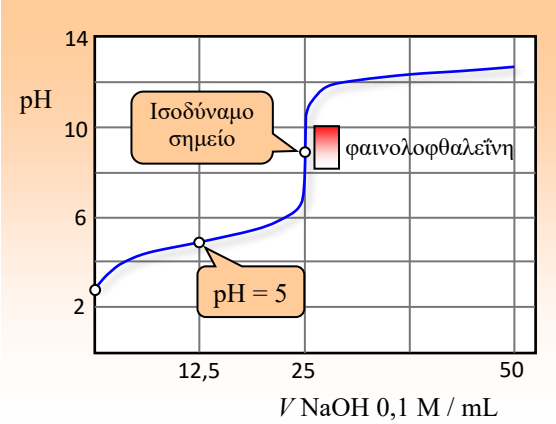
Το τελικό διάλυμα όγκου 300 mL θα περιέχει HF και NaF σε συγκεντρώσεις, αντίστοιχα, $c_o = (0{,}03 - n)/0{,}3$ και $c_\beta = n/0{,}3$. Για το διάλυμα αυτό θα ισχύει η γνωστή σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων:

$$[H_3O^+] = K_a\cdot(c_o/c_\beta) \Rightarrow 10^{-3} = 5\cdot10^{-4}\,[(0{,}03 - n)/n] \Rightarrow n = 0{,}01\ \text{mol}.$$

Για το NaOH, $M_r = 40$, οπότε $m = n\cdot M_r = 0{,}01\cdot40 = 0{,}4$ g.

δ) Το διάλυμα Β είναι ρυθμιστικό και η εύλογη αραίωση δεν μεταβάλλει το pH του. Πράγματι, με την προσθήκη των 300 mL νερού στο διάλυμα Β, οι συγκεντρώσεις των δύο συστατικών του θα υποδιπλασιαστούν, ο λόγος τους όμως θα παραμείνει σταθερός. Καθώς το pH του ρυθμιστικού διαλύματος εξαρτάται από το λόγο (c_β/c_o), η τιμή του δε θα μεταβληθεί. Επομένως, ο ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

23. Θέλουμε να προσδιορίσουμε τη συγκέντρωση δείγματος ξιδιού, θεωρώντας το ως υδατικό διάλυμα CH_3COOH. Για το σκοπό αυτό παίρνουμε 25 mL από το δείγμα ξιδιού και το ογκομετρούμε με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 M. Προκύπτει η καμπύλη ογκομέτρησης που ακολουθεί.



α) i. Με βάση το pH στο ισοδύναμο σημείο να εξηγήσετε γιατί το CH_3COOH είναι ασθενές οξύ.
ii. Ποιο το ελάχιστο pH στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης;
iii. Ποια η συγκέντρωση του δείγματος του ξιδιού σε CH_3COOH;
β) i. Με βάση το pH στην περίπτωση της προσθήκης 12,5 mL του πρότυπου διαλύματος, ποια η τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a του CH_3COOH;
ii. Να υπολογίσετε το pH του δείγματος ξιδιού, πριν την ογκομέτρηση.
γ) Ποιος όγκος διαλύματος NaOH έχει προστεθεί όταν pH = 6;
Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25\ ^oC$**.**

ΛΥΣΗ
α) i. Αν το CH_3COOH ήταν ισχυρό οξύ το pH στο ισοδύναμο σημείο θα είχε τιμή 7. Επομένως, είναι ασθενές.
ii. Το τελικό σημείο της ογκομέτρησης θα εμφανιστεί με την αλλαγή χρώματος του δείκτη, οπότε: $pH_{min} = 10$.
iii. Μέχρι το ισοδύναμο σημείο έχουν προστεθεί 25 mL NaOH στα οποία περιέχονται $n = 0{,}1 \cdot 0{,}025 = 2{,}5 \cdot 10^{-3}$ mol NaOH. Σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της αντίδρασης στο δείγμα των 25 mL θα περιέχονται επίσης $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ mol CH_3COOH.

mol	CH_3COOH	+ NaOH	→	CH_3COONa	+ H_2O
	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$			

Επομένως, η συγκέντρωση του διαλύματος του ξιδιού σε CH_3COOH θα είναι:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{2{,}5 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 10^{-3}} = 0{,}1\,M$$

β) i. Με την προσθήκη 12,5 mL από το πρότυπο διάλυμα θα έχουμε:

mol	CH_3COOH	+ $NaOH$	→	CH_3COONa	+ H_2O
Αρχικά	$2{,}5\cdot10^{-3}$	$1{,}25\cdot10^{-3}$			
Μεταβολές	$-1{,}25\cdot10^{-3}$	$-1{,}25\cdot10^{-3}$		$1{,}25\cdot10^{-3}$	
Τελικά	$1{,}25\cdot10^{-3}$	—		$1{,}25\cdot10^{-3}$	

Θα προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα στο οποίο ισχύει $c_o = c_\beta$. Από τη σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων:

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{c_o}{c_\beta},\ [H_3O^+] = K_a = 10^{-5}$$

ii.

mol/L	CH_3COOH + H_2O	⇌	CH_3COO^- +	H_3O^+
Ισορροπία	$0{,}1 - x \approx 0{,}1$		x	x

$$K_a = \frac{x^2}{0{,}1},\ x = [H_3O^+] = 10^{-3}\ M,\ pH = 3$$

γ) Για να είναι pH = 6 θα είμαστε πριν το ισοδύναμο σημείο (στο ισοδύναμο σημείο pH > 7). Έστω ότι έχουμε προσθέσει όγκο V πρότυπου διαλύματος.

mol	CH_3COOH	+ $NaOH$	→	CH_3COONa	+ H_2O
Αρχικά	$2{,}5\cdot10^{-3}$	$0{,}1V$			
Μεταβολές	$-0{,}1V$	$-0{,}1V$		$0{,}1V$	
Τελικά	$2{,}5\cdot10^{-3} - 0{,}1V$	—		$0{,}1V$	

Το διάλυμα που προκύπτει θα είναι πάλι ρυθμιστικό.

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{c_o}{c_\beta},\ 10^{-6} = 10^{-5} \cdot \frac{c_o}{c_\beta},\ c_\beta = 10c_o$$

$$0{,}1V = 10\cdot(2{,}5\cdot10^{-3} - 0{,}1V) \Rightarrow V \approx 0{,}0227\ L = 22{,}7\ mL$$

24. Διαθέτουμε τα εξής διαλύματα: CH_3COOH 2 M **(διάλυμα** A**),** CH_3COOK 3 M **(διάλυμα** B**) και** HCl 1 M **(διάλυμα** Γ**).**
α) Σε 200 mL **διαλύματος** B **προστίθενται** 400 mL H_2O**. Να υπολογιστεί το** pH **του αραιωμένου διαλύματος.**
β) Πόσα mL H_2O **πρέπει να προστεθούν σε** 100 mL **διαλύματος** A **για να μεταβληθεί το** pH **του κατά μία μονάδα;**
γ) Πόσα mL **διαλύματος** Γ **πρέπει να προστεθούν σε** 100 mL **διαλύματος** A **ώστε ο βαθμός ιοντισμού του** CH_3COOH **στο διάλυμα που προκύπτει να γίνει** $\alpha = 2\cdot10^{-5}$**;**
δ) Αναμειγνύουμε 100 mL **διαλύματος** A**,** 100 mL **διαλύματος** B**,** 50 mL **διαλύματος** Γ **και το διάλυμα που προκύπτει, αραιώνεται με** H_2O **μέχρις όγκου** 1 L**. Να υπολογιστεί το** pH **του τελικού διαλύματος.**
$K_a(CH_3COOH) = 10^{-5}$**,** $K_w = 10^{-14}$**. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.** $\theta = 25\ ^oC$**.** [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΛΥΣΗ
α) Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος CH_3COOK:

$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$, $3 \cdot 0{,}2 = c_2 \cdot 0{,}6$, $c_2 = 1$ M

mol/L	$CH_3COOK \rightarrow CH_3COO^- + K^+$		
	1	1	1

mol/L	$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$		
Ισορροπία	$1 - x \approx 1$	x	x

Υπολογίζουμε τη σταθερά K_b του ιόντος CH_3COO^-:

$K_b = 10^{-14}/10^{-5} = 10^{-9}$

Με βάση την προσέγγιση $1 - x \approx 1$ M, θα έχουμε:

$K_b = x^2 \Rightarrow x = [OH^-] = 10^{-4,5} \Rightarrow pOH = 4,5 \Rightarrow pH = 9,5$

β) Το διάλυμα Α είναι όξινο και επομένως με την αραίωσή του το pH του θα αυξηθεί (μείωση της $[H_3O^+]$). Υπολογίζουμε την αρχική $[H_3O^+]$:

mol/L	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$		
Ισορροπία	$2 - y \approx 2$	y	y

$K_a = 10^{-5} = y^2/2 \Rightarrow y^2 = 2 \cdot 10^{-5} = 20 \cdot 10^{-6} \Rightarrow y = [H_3O^+] = \sqrt{20} \cdot 10^{-3}$ M

Έστω ότι στα 100 mL του διαλύματος Α πρέπει να προσθέσουμε V (L) νερού, ώστε το pH να αυξηθεί κατά 1, δηλαδή:

$pH' = pH + 1 \Rightarrow -\log[H_3O^+]' = -\log[H_3O^+] + \log 10 \Rightarrow \log([H_3O^+]/[H_3O^+]' = \log 10$

$[H_3O^+]' = [H_3O^+]/10 = \sqrt{20} \cdot 10^{-4}$ M.

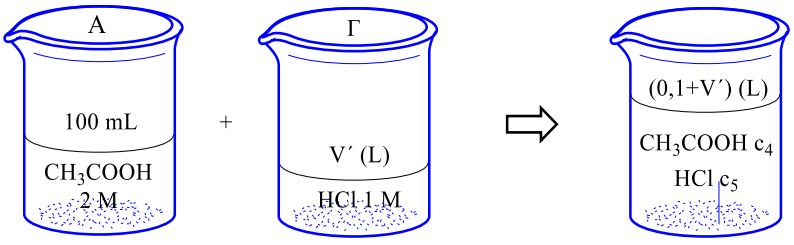
Με την αραίωση η νέα συγκέντρωση (c_3) δίνεται από τη σχέση:

$2 \cdot 0{,}1 = c_3\,(0{,}1 + V)$ (1)

mol/L	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$		
Ισορροπία	$c_3 - \omega \approx c_3$	ω	$\omega = \sqrt{20} \cdot 10^{-4}$

$K_a = 10^{-5} = \omega^2/c_3 \Rightarrow c_3 = 20 \cdot 10^{-8}/10^{-5} \Rightarrow c_3 = 0{,}02$ M. Επομένως, από τη σχέση (1) προκύπτει: $V = 9{,}9$ L ή 9900 mL.

γ) Έστω ότι πρέπει να αναμείξουμε όγκο V' (L) από το Γ με 100 mL του Α.



Στο τελικό διάλυμα θα έχουμε:

CH_3COOH: $2 \cdot 0{,}1 = c_4\,(0{,}1 + V')$ (2)

HCl: $1 \cdot V' = c_5\,(0{,}1 + V')$ (3)

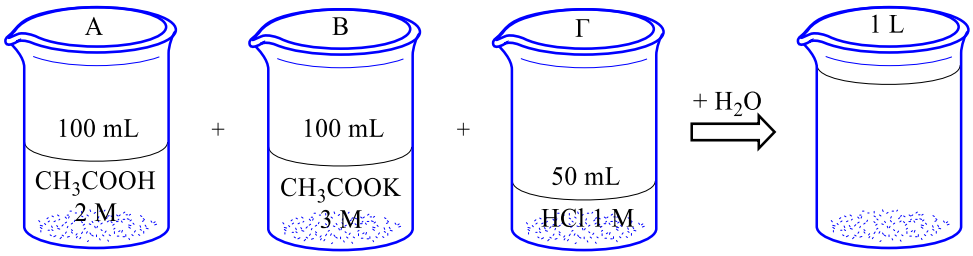
mol/L	$HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$		
	c_5	c_5	c_5
	$CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$		
Ισορροπία	$c_4 - \lambda \approx c_4$	λ	$c_4 + \lambda$

$$[CH_3COOH] = c_4 - \lambda \approx c_4,\ [CH_3COO^-] = \lambda,\ [H_3O^+] = \lambda + c_5 \approx c_5$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{c_4} = 2\cdot 10^{-5} \Rightarrow K_a = \frac{\lambda \cdot c_5}{c_4} = 2\cdot 10^{-5}\cdot c_5$$

Επομένως, $c_5 = 0{,}5$ M. Από τη σχέση (3), προκύπτει: $V = 0{,}1$ L ή 100 mL.

δ) Με την ανάμιξη των ποσοτήτων των διαλυμάτων Α, Β και Γ θα έχουμε αντίδραση μεταξύ του CH_3COOK και HCl. Υπολογίζουμε τις ποσότητες των διαλυμένων ουσιών στα αντίστοιχα διαλύματα:



Διάλυμα Α: $2\cdot 0{,}1 = 0{,}2$ mol CH_3COOH.
Διάλυμα Β: $3\cdot 0{,}1 = 0{,}3$ mol CH_3COOK.
Διάλυμα Γ: $1\cdot 0{,}05 = 0{,}05$ mol HCl.

mol	CH_3COOK	+ HCl	→	CH_3COOH	+ KCl
Αρχικά	0,3	0,05		0,2	
Μεταβολές	–0,05	–0,05		0,05	
Τελικά	0,25	—		0,25	

Το διάλυμα που προκύπτει θα είναι ρυθμιστικό στο οποίο μάλιστα θα ισχύει: $c_o = c_\beta$.
Από τη σχάση Henderson - Hasselbalch:

$$pH = pK_a + \log\frac{c_\beta}{c_o} \Rightarrow pH = pK_a = 5$$

25. 7,4 g **κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος** ($K_a = 10^{-5}$) **διαλύονται στο νερό και το διάλυμα αραιώνεται μέχρι τα** 1000 mL **(διάλυμα** Δ1**). Το διάλυμα** Δ1 **βρέθηκε ότι έχει** pH = 3**.**

α) i. Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος του οξέος.

ii. Να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού του οξέος στο διάλυμα Δ1**.**

β) 200 mL **του** Δ1 **εξουδετερώνονται με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα στερεού** $Ca(OH)_2$**. Να υπολογιστεί το** pH **του εξουδετερωμένου διαλύματος (διάλυμα** Δ2**).**

γ) Να υπολογιστεί η μάζα (σε g**) του στερεού** $Ca(OH)_2$ **που πρέπει να προστεθεί σε** 440 mL **διαλύματος** Δ1**, για να προκύψει διάλυμα** Δ3 **με** pH = 6**.**

Δίνεται ότι η προσθήκη του $Ca(OH)_2$ **δε μεταβάλλει τον όγκο των διαλυμάτων και ότι όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία** $\theta = 25\ ^\circ C$**, όπου** $K_w = 10^{-14}$**. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. Σχετικές ατομικές μάζες,** H:1, C:12, O:16, Ca:40**.** [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΛΥΣΗ

α) i. Έστω RCOOH το κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό οξύ, όπου $R = C_vH_{2v+1}-$. Η σχετική μοριακή του μάζα θα είναι: $M_r = 14v + 46$ (1) και επομένως, η ποσότητά του (σε mol) θα δίνεται από τη σχέση:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{7,4}{14v + 46} \quad (2)$$

Το διάλυμα Δ1 θα έχει συγκέντρωση:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{n}{1} \quad (3)$$

mol/L	**RCOOH + H_2O** ⇌	**$RCOO^-$ + H_3O^+**
Ισορροπία	$c - x \approx c$	x x = 10^{-3} M

Θεωρώντας την προσέγγιση $c - x \approx c$ και την έκφραση της K_a, προκύπτει:

$$K_a = \frac{x^2}{c},\ c = \frac{x^2}{K_a} = 0,1\ M$$

Από τη σχέση (3) προκύπτει: $n = 0,1$ mol και επομένως $v = 2$ (CH_3CH_2COOH).

ii. Από τον ορισμό του βαθμού ιοντισμού έχουμε: $\alpha = \frac{x}{c} = 0,01$

β) Η ποσότητα του RCOOH στα 200 mL του Δ1 είναι: $n = c \cdot V = 0,1 \cdot 0,2 = 0,02$ mol.

mol	**2RCOOH + $Ca(OH)_2$** →	**$(RCOO)_2Ca$ + $2H_2O$**
Αρχικά	0,02 0,01	
Μεταβολές	–0,02 –0,01	0,01
Τελικά	— —	0,01

Η συγκέντρωση του $(RCOO)_2Ca$ στο διάλυμα Δ2 είναι: $c = 0,01/0,2 = 0,05$ M.

mol/L	**$(RCOO)_2Ca$** →	**2$RCOO^-$ + Ca^{2+}**
	0,05	0,1 0,05

mol/L	**RCOO⁻ + H_2O** ⇌	**RCOOH + OH^-**
Ισορροπία	0,1 – y ≈ 0,1	y y

Από τη σχέση $K_a \cdot K_b = K_w$, προκύπτει: $K_b(RCOO^-) = 10^{-9}$. Αντικαθιστώντας στην έκφραση της K_b, προκύπτει: $y = 10^{-5}$ M, οπότε $pOH = 5 \Rightarrow pH = 14 - 5 = 9$.

γ) Η ποσότητα του RCOOH που υπάρχει στα 440 mL του Δ1 είναι:

$n = c \cdot V = 0,1 \cdot 0,44 = 0,044$ mol

Έστω ότι πρέπει να προσθέσουμε n mol στερεού $Ca(OH)_2$, για να προκύψει διάλυμα Δ3 με pH = 6.

mol	$2RCOOH$	$+ Ca(OH)_2$	$\rightarrow (RCOO)_2Ca + 2H_2O$
Αρχικά	0,044	n	

Θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του $Ca(OH)_2$ και να περισσέψει RCOOH γιατί αν γίνει πλήρης αντίδραση θα έχουμε μόνο το άλας (pH βασικό), ενώ αν περισσέψει η βάση το pH θα είναι επίσης βασικό. Επομένως:

mol	$2RCOOH$	$+ Ca(OH)_2$	$\rightarrow (RCOO)_2Ca + 2H_2O$
Αρχικά	0,044	n	
Μεταβολές	$-2n$	$-n$	n
Τελικά	$0,044 - 2n$	—	n

Το Δ3 περιέχει RCOOH και $(RCOO)_2Ca$ σε συγκεντρώσεις, αντίστοιχα:

$$c_o = \frac{0,044 - 2n}{0,44} \ (4), \quad c_{αλ} = \frac{n}{0,44} \ (5)$$

Θα έχουμε, επομένως επίδραση κοινού ιόντος (και ρυθμιστικό διάλυμα):

mol/L	$(RCOO)_2Ca$	$\rightarrow 2RCOO^-$	$+ Ca^{2+}$
	$c_{αλ}$	$2c_{αλ}$	$c_{αλ}$
	$RCOOH + H_2O$	$\rightleftharpoons RCOO^- + H_3O^+$	
Ισορροπία	$c_o - ω \approx c_o$	$2c_{αλ} + ω$	$ω$

Θεωρούμε τις προσεγγίσεις: $[RCOO^-] = 2c_{αλ} + ω \approx 2c_{αλ}$, $[RCOOH] = c_o - ω \approx c_o$, οπότε από την έκφραση της σταθεράς K_a του RCOOH, έχουμε:

$$K_a = \frac{[RCOO^-]\cdot[H_3O^+]}{[RCOOH]} = \frac{2c_{αλ}\cdot[H_3O^+]}{c_o}, \quad 10^{-5} = 10^{-6}\cdot\frac{2c_{αλ}}{c_o} \ (6)$$

Συνδυάζοντας τις εξισώσεις (4), (5) και (6), προκύπτει: $n = 0,02$ mol. Η μάζα του προστιθέμενου $Ca(OH)_2$ θα είναι, επομένως: $m = 0,02\cdot74 = 1,48$ g.

Προσοχή! Αν χρησιμοποιούσαμε την εξίσωση Henderson-Hasselbalch των ρυθμιστικών διαλυμάτων θα έπρεπε θα αντικαθιστούσαμε: $c_β = 2c_{αλ}$.

26. Έστω η ισορροπία (1): $HF(aq) + A^-(aq) \rightleftharpoons F^-(aq) + HA(aq)$, $\Delta H > 0$. Η θερμοκρασία του διαλύματος είναι ίση με T_1 και ο όγκος του ίσος με V. Οι αρχικές ποσότητες του HF και του ιόντος A^- είναι από 0,04 mol, ενώ μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας προσδιορίστηκαν 0,03 mol HF.
α) Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας (1) στη θερμοκρασία T_1.
β) Μεταβάλλουμε τη θερμοκρασία του διαλύματος ισορροπίας από T_1 σε T_2 και στη νέα θερμοκρασία η σταθερά K_c της ισορροπίας (1) έχει τιμή ίση με 0,04. Να συγκρίνετε τις τιμές των θερμοκρασιών T_1 και T_2. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του οξέος HA στη θερμοκρασία T_1 αν η σταθερά ιοντισμού του HF στην ίδια θερμοκρασία έχει τιμή ίση με $5\cdot10^{-4}$.

ΛΥΣΗ

α) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της ισορροπίας:

mol	**$HF(aq) + A^-(aq) \rightleftharpoons F^-(aq) + HA(aq)$**			
Αρχικά	0,04	0,04	—	—
Μεταβολές	− x	− x	x	x
Χ.Ι.	0,04 − x	0,04 − x	x	x

Ισχύει: 0,04 − x = 0,03, x = 0,01 mol.

$$K_c = \frac{[F^-]\cdot[HA]}{[HF]\cdot[A^-]} = \frac{0,01\cdot 0,01}{0,03\cdot 0,03} = \frac{1}{9}$$

β) Παρατηρούμε ότι $K_c(T_1) > K_c(T_2)$. Καθώς η αντίδραση προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, θα πρέπει να μειωθεί η θερμοκρασία ώστε να κατευθυνθεί η ισορροπία προς τα αριστερά ($T_2 < T_1$) και να μειωθεί η τιμή της σταθεράς K_c.

γ) $$K_c = \frac{[F^-]\cdot[HA]}{[HF]\cdot[A^-]} = \frac{1}{9} \Rightarrow K_c = \frac{[F^-]\cdot[HA]}{[HF]\cdot[A^-]}\cdot\frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]} = \frac{K_a(HF)}{K_a(HA)} = \frac{1}{9}$$

Επομένως: $K_a(HA) = 9\cdot K_a(HF) = 4,5\cdot 10^{-3}$.

27. Διάλυμα $NH_3(aq)$ **συγκέντρωσης** 0,1 M **και όγκου** 100 mL **(διάλυμα** Δ1**) αναμιγνύεται με διάλυμα** $CH_3NH_2(aq)$ **όγκου** 400 mL **και συγκέντρωσης** c **(διάλυμα** Δ2**). Προκύπτει έτσι διάλυμα (**Δ3**) όγκου** 500 mL **στο οποίο η** NH_3 **έχει τον ίδιο βαθμό ιοντισμού με το διάλυμα (**Δ1**). Να υπολογιστούν:**
α) Το pH **του διαλύματος (**Δ3**).**
β) Η συγκέντρωση c**.**
Δίνονται: $K_b(NH_3) = 10^{-5}$**,** $K_b(CH_3NH_2) = 10^{-4}$**,** $K_w = 10^{-14}$**. Όλα τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία** 25 °C **και ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.**

ΛΥΣΗ
α) Διάλυμα Δ1. Από το προσεγγιστικό νόμο αραίωσης του Ostwald προκύπτει:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_b}{c}} = \sqrt{\frac{10^{-5}}{0,1}} = 0,01$$

Τελικές συγκεντρώσεις (στο διάλυμα Δ3):

NH_3: $0,1\cdot 0,1 = c_1\cdot 0,5 \Rightarrow c_1 = 0,02$ M
CH_3NH_2: $0,4\cdot c = c_2\cdot 0,5 \Rightarrow c_2 = 0,8c$

mol/L	**$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$**		
Ισορροπία	0,02 – x ≈ 0,02	x	x

mol/L	**$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$**		
Ισορροπία	0,8c – y ≈ 0,8c	y	y

Διάλυμα Δ3:
Για την NH_3: $\alpha = x/0,02 = 0,01 \Rightarrow x = 2\cdot 10^{-4}$.
Από την έκφραση της σταθεράς ιοντισμού της NH_3, προκύπτει:

$$10^{-5} = \frac{[NH_4^+]\cdot[OH^-]}{[NH_3]} = \frac{x\cdot[OH^-]}{0,02} = 0,01\cdot[OH^-]$$

Από την σχέση αυτή προκύπτει: $[OH^-] = 10^{-3}$ M ⇒ pH = 11.

β) Διάλυμα Δ3

$$x + y = [OH^-] = 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow y = 8\cdot10^{-4} \text{ M}$$

Για την CH_3NH_2:

$$10^{-4} = \frac{[CH_3NH_3^+]\cdot[OH^-]}{[CH_3NH_2]} = \frac{y\cdot10^{-3}}{0,8c}$$

Από την τελευταία σχέση προκύπτει: c = 0,01 M.

28. Διάλυμα (Υ1**) περιέχει την ασθενή βάση** ANH_2 **(αμίνη) σε συγκέντρωση** 0,4 M**. Σε** 25 mL **του διαλύματος** Υ1 **προσθέτουμε σταγόνες πρωτολυτικού δείκτη** ΗΔ **(**$pK_{a,HΔ}$ = 7**) και στη συνέχεια** 25 mL **διαλύματος** HCl 0,2 M**. Το διάλυμα (**Υ2**) που προκύπτει έχει όγκο** 50 mL **και σε αυτό ισχύει: [**$Δ^-$] = 100·[ΗΔ]**. Να υπολογιστούν:**
α) Το pH **του διαλύματος** Υ2**.**
β) Η τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_b **της βάσης** ANH_2**.**
Όλα τα διαλύματα έχουν την ίδια θερμοκρασία θ = 25 °C**, όπου** $K_w = 10^{-14}$ **και σε αυτά μπορούν να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.**

ΛΥΣΗ
α) Για το δείκτη ΗΔ:

$$HΔ + H_2O \rightleftharpoons Δ^- + H_3O^+$$

$$K_{a,HΔ} = \frac{[Δ^-]\cdot[H_3O^+]}{[HΔ]} \Rightarrow 10^{-7} = \frac{100\cdot[HΔ]\cdot[H_3O^+]}{[HΔ]} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-9} \text{ M}$$

Επομένως: pH = 9.

β) ANH_2: $n = 0,4\cdot0,025 = 0,01$ mol.
HCl: $n = 0,2\cdot0,025 = 0,005$ mol.

Κατασκευάζουμε τον πίνακα της αντίδρασης εξουδετέρωσης:

mol	**ANH_2**	**+ HCl**	**→ ANH_3Cl**
Αρχικά	0,01	0,005	—
Μεταβολές	−0,005	−0,005	0,005
Χ.Ι.	0,005	−	0,005

Το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό με συγκεντρώσεις:

$c_β = 0,005/0,05 = 0,1$ M και $c_o = 0,005/0,05 = 0,1$ M.

Για το ρυθμιστικό διάλυμα ισχύει:

$$[H_3O^+] = K_a\cdot(c_o/c_β) \Rightarrow 10^{-9} = K_a \Rightarrow K_a = 10^{-9}$$

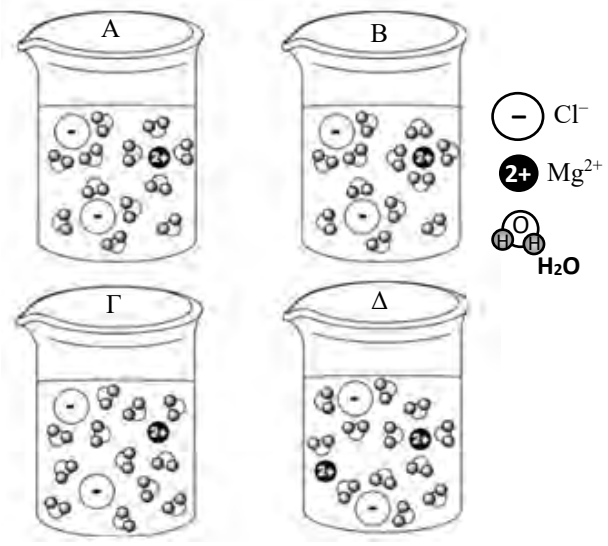
Επομένως: $K_b = 10^{-14}/10^{-9} = 10^{-5}$.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Οι σχετικές ατομικές μάζες δίνονται στο τέλος του βιβλίου. Όλα τα διαλύματα είναι υδατικά.

ΘΕΜΑ Α

Ε6.1. Ποιο από τα σχήματα που ακολουθούν απεικονίζει καλύτερα ένα διάλυμα $MgCl_2(aq)$; Στο σχήμα εμφανίζονται ανιόντα, κατιόντα και μόρια H_2O.



Ε6.2. Το αμινοξύ H_2NCH_2COOH (γλυκίνη) βρίσκεται στα υδατικά του διαλύματα με 4 μορφές: τη μοριακή μορφή (Α), τη μορφή ανιόντος (Β), τη μορφή κατιόντος (Γ) και τη μορφή διπολικού ιόντος (Δ). Ποια από τις μορφές αυτές δε μπορεί να παίξει το ρόλο της βάσης κατά Brönsted - Lowry στις αλληλομετατροπές μεταξύ των μορφών αυτών;
Α) H_2NCH_2COOH Β) $H_2NCH_2COO^-$
Γ) $^+H_3NCH_2COOH$ Δ) $^+H_3NCH_2COO^-$

Ε6.3. Το υδρογόνο στη φύση βρίσκεται κυρίως με τη μορφή του ισοτόπου πρώτιο (^1H) και δευτερευόντως με τη μορφή του δευτερίου (^2H ή D). Το D σχηματίζει το λεγόμενο βαρύ νερό (D_2O), που αυτοϊοντίζεται όπως και το συνηθισμένο H_2O. Αν σε καθαρό H_2O προσθέσουμε D_2O:
Α) όλα τα μόρια D_2O θα μετασχηματιστούν σε ιόντα D_3O^+
Β) τα μόρια νερού θα είναι με τη μορφή H_2O, D_2O και HDO
Γ) τα κατιόντα στο διάλυμα θα είναι μόνο τα D_3O^+ και H_3O^+
Δ) τα ιόντα στο διάλυμα θα είναι μόνο το H_3O^+ και το OD^-

Ε6.4. Η σταθερά ιοντισμού $K_b(HS^-)$, σε ποια από τις παρακάτω χημικές εξισώσεις αντιστοιχεί;
Α) $HS^-(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_2S(aq) + OH^-(aq)$
Β) $HS^-(aq) + HO^-(aq) \rightleftharpoons S^{2-}(aq) + H_2O$
Γ) $HS^-(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + S^{2-}(aq)$
Δ) $HS^-(aq) + H_3O^+(aq) \rightleftharpoons H_2S(aq) + H_2O$

Ε6.5. Από τα διαλύματα 0,1 M των οξυγονούχων οξέων του βρωμίου HBrO, $HBrO_2$, $HBrO_3$ και $HBrO_4$, το υψηλότερο pH έχει το διάλυμα του:
Α) HBrO Β) $HBrO_2$ Γ) $HBrO_3$ Δ) $HBrO_4$

Ε6.6. Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται οι τιμές της σταθεράς pK_b της NH_3 σε θερμοκρασίες από (10 - 35) °C.

θ °C	10	15	20	25	30	35
pK_b	4,80	4,78	4,77	4,76	4,74	4,73

Με βάση τα δεδομένα αυτά, προκύπτει ότι:
Α) για την ισορροπία, $NH_3(aq) + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-(aq)$ θα ισχύει: $\Delta H > 0$
Β) η K_b της NH_3 μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος
Γ) για την ισορροπία, $NH_4^+(aq) + H_2O \rightleftharpoons NH_3(aq) + H_3O^+(aq)$ θα ισχύει: $\Delta H < 0$
Δ) ο ιοντισμός της NH_3 στα υδατικά της διαλύματα είναι εξώθερμο φαινόμενο

Ε6.7. Σε διάλυμα γλυκολικού οξέος (ασθενές μονοπρωτικό οξύ) συγκέντρωσης 0,1 M το οξύ ιοντίζεται σε ποσοστό 3,8%. Σε ποιο ποσοστό ιοντίζεται το γλυκολικό οξύ σε ένα διάλυμα συγκέντρωσης 0,5 M της ίδιας θερμοκρασίας;
Α) 1,7% Β) 3,8% Γ) 8,5% Δ) 19%

Ε6.8. **i.** Ποια από τις παρακάτω τιμές μπορεί να αντιστοιχεί στο pH ενός διαλύματος H_2SO_4 συγκέντρωσης 10^{-4} M;
Α) 3,7 Β) 4 Γ) 4,7 Δ) 6,3
ii. Διάλυμα $HClO_4$ 0,1 M έχει:
Α) pH = 0 Β) pH = 1 Γ) pH > 1 Δ) 0 < pH < 1

Ε6.9. Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού K_a των σωματιδίων που ακολουθούν (στους 25 °C).

	K_a =
H_3AsO_4	$5\cdot10^{-5}$
$H_2AsO_4^-$	$8\cdot10^{-8}$
$HAsO_4^{2-}$	$6\cdot10^{-10}$

Ποια η τιμή της σταθεράς K_b του $H_2AsO_4^-$ στους 25 °C;
Α) $2\cdot10^{-10}$ Β) $8\cdot10^{-8}$ Γ) $6\cdot10^{-10}$ Δ) $10^{-4}/6$

Ε6.10. Τι από τα παρακάτω προκαλεί αύξηση του βαθμού ιοντισμού διαλύματος $NH_3(aq)$ σε σταθερή θερμοκρασία;
Α) Αύξηση της συγκέντρωσης της NH_3
Β) Προσθήκη στερεού NaOH(s)
Γ) Προσθήκη $NH_4Cl(s)$
Δ) Προσθήκη H_2O [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.11. Για την ιοντική ισορροπία που ακολουθεί,
$HA(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq)$, $\Delta H = +20$ kJ
Ποια από τις παρακάτω μεταβολές θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του pH διαλύματος του οξέος HA(aq);
Α) Η διάλυση μικρής ποσότητας NaOH(s)
Β) Η διάλυση μικρής ποσότητας του άλατος NaA(s)
Γ) Η προσθήκη μικρής ποσότητας καταλύτη Pt(s)
Δ) Η αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος

Ε6.12. **i.** Με την αραίωση διαλύματος HF(aq) 0,1 M, υπό σταθερή θερμοκρασία, ο αριθμός mol των ιόντων H_3O^+:
Α) αυξάνεται Β) ελαττώνεται Γ) παραμένει σταθερός
Δ) δεν μπορούμε να γνωρίζουμε πώς θα μεταβληθεί
ii. Σε 1 L διαλύματος HF 0,1 M με pH = 2,1 διαλύουμε ποσότητα NaF(s) ίση με 0,1 mol χωρίς μεταβολή όγκου και θερμοκρασίας. Το διάλυμα που προκύπτει:
Α) έχει pH = 2,1
Β) έχει pH πρακτικά ίσο με 2,1
Γ) έχει pH = pK_a, όπου K_a η σταθερά ιοντισμού του HF
Δ) δεν είναι ρυθμιστικό καθώς το HF είναι ισχυρό οξύ

Ε6.13. **i.** Η ρυθμιστική ικανότητα ενός διαλύματος (Δ) εξηγείται με την ισορροπία που ακολουθεί.

$$H_2CO_3(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HCO_3^-(aq)$$

Τι από τα παρακάτω θα συμβεί αν στο ρυθμιστικό διάλυμα (Δ) διαλύσουμε ποσότητα NaOH(s);
Α) Η $[H_3O^+]$ θα μειωθεί και η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά
Β) Η $[H_3O^+]$ θα μειωθεί και η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά
Γ) Η $[H_3O^+]$ θα αυξηθεί και η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά
Δ) Η $[H_3O^+]$ θα αυξηθεί και η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά
ii. Ποιο από τα παρακάτω διαλύματα έχει μεγαλύτερη ρυθμιστική ικανότητα;
Α) NH_3 0,1 M, NH_4Cl 0,1 M Β) NH_3 0,2 M, NH_4Cl 0,2 M
Γ) NH_3 0,5 M, NH_4Cl 0,5 M Δ) NH_3 1,0 M, NH_4Cl 1,0 M

Ε6.14. **i.** Από τα οξέα που ακολουθούν, HF, HCl, HBr, HI, 1. ποιο έχει το υψηλότερο σημείο βρασμού (σ.β.) και 2. ποιο είναι το ισχυρότερο οξύ στα υδατικά του διαλύματα;
Α) 1. Το HF, 2. το HF Β) 1. Το HF, 2. το HI
Γ) 1. Το HI, 2. το HI Δ) 1. Το HI, 2. το HCl
ii. Το οξύ Υ−CH_2COOH (όπου Υ υποκαταστάτης) είναι ισχυρότερο οξύ από το CH_3COOH και επομένως:
Α) ο υποκαταστάτης Υ προκαλεί −Ι επαγωγικό φαινόμενο
Β) ο υποκαταστάτης Υ προκαλεί +Ι επαγωγικό φαινόμενο
Γ) με την εισαγωγή του Υ ο δεσμός Η−Ο του −COOH γίνεται ισχυρότερος
Δ) με την εισαγωγή του Υ το άτομο C του −COOH αποκτά περισσότερο αρνητικό φορτίο

Ε6.15. Η αγωγιμότητα των ηλεκτρολυτών οφείλεται στην ύπαρξη ιόντων στα υδατικά τους διαλύματα. Ποιο από τα παρακάτω διαλύματα δεν είναι ηλεκτρικά αγώγιμο;
Α) Διάλυμα HF(aq) γιατί το HF είναι ομοιοπολική ένωση και σχηματίζει μοριακό διάλυμα
Β) Τα διαλύματα των αλάτων, π.χ. διάλυμα $CaCl_2$(aq)
Γ) Όλες οι ομοιοπολικές βάσεις, π.χ. διάλυμα NH_3(aq)
Δ) Διάλυμα γλυκόζης, $C_6H_{12}O_6$(aq), στο οποίο η γλυκόζη δεν ιοντίζεται και σχηματίζει μοριακό διάλυμα

Ε6.16. Υδατικό διάλυμα NH_4CN συγκέντρωσης 10^{-4} M έχει pH = 9,26 στους 25 °C. Με βάση τα δεδομένα αυτά, ποια από τις σχέσεις που ακολουθούν είναι η σωστή;
Α) $K_a(NH_4^+) > K_b(CN^-)$ Β) p$K_a(NH_4^+) <$ p$K_b(CN^-)$
Γ) $K_b(NH_3) < K_a$(HCN) Δ) $K_b(NH_3) > K_a$(HCN)

Ε6.17. Ποιο από τα παρακάτω υδατικά διαλύματα έχει το μεγαλύτερο pH στην ίδια θερμοκρασία;
Α) CH_3COONa 0,1 M Β) CH_3ONa 0,1 M
Γ) NH_3 0,1 M Δ) NaOH 0,01 M [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.18. Ποια από τις παρακάτω αναμίξεις διαλυμάτων θα οδηγήσει σε ρυθμιστικό διάλυμα με pH > 7;
Α) 10 mL NH_3 0,1 M + 5 mL HCl 0,1 M
Β) 10 mL HOCN 0,1 M + 10 mL NaOH 0,1 M
Γ) 10 mL HOCN 0,1 M + 5 mL NaOH 0,1 M
Δ) 10 mL NH_3 0,1 M + 10 mL HCl 0,1 M
K_a(HOCN) = $2\cdot10^{-4}$, $K_b(NH_3) = 2\cdot10^{-5}$. θ = 25 °C.

Ε6.19. Υδατικό διάλυμα (Υ) έχει pH = 7 και περιέχει τον πρωτολυτικό δείκτη ΗΔ με K_a(ΗΔ) = 10^{-10}. Ποια από τις παρακάτω σχέσεις ισχύει για τις συγκεντρώσεις της όξινης και της βασικής μορφής του δείκτη στο διάλυμα (Υ);
Α) $[\Delta^-] = 1000\cdot[H\Delta]$ Β) $[\Delta^-] = [H\Delta]$
Γ) $[H\Delta] = 1000\cdot[\Delta^-]$ Δ) $[H\Delta] = 10\cdot[\Delta^-]$

Ε6.20. Ένας πρωτολυτικός δείκτης (ΗΔ) είναι ιδανικός για τον προσδιορισμό του τελικού σημείου μιας ογκομέτρησης. Αν το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης έχει pH = 9, ποια από τις παρακάτω τιμές μπορεί να αντιστοιχεί στη σταθερά ιοντισμού K_a του δείκτη ΗΔ;
Α) 10^{-10} Β) 10^{-9} Γ) 10^{-8} Δ) 10^{-5}

Ε6.21. Διαλύματα NaOCl(aq) χρησιμοποιούνται σε πισίνες για την αποφυγή ανάπτυξης μικροοργανισμών. Στα αυτά τα διαλύματα σχηματίζονται μόρια HOCl (που θανατώνουν τα βακτήρια), σύμφωνα με την αντίδραση που ακολουθεί:

$$OCl^-(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons OH^-(aq) + HOCl(aq)$$

Με την πάροδο του χρόνου τα ιόντα OCl^- διασπώνται από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV) του ηλίου, σύμφωνα με τη μονόδρομη αντίδραση:

$$2OCl^-(aq) \xrightarrow{UV} 2Cl^-(aq) + O_2(g)$$

Ποια από τις ενέργειες που ακολουθούν θα διατηρήσει υψηλή τη συγκέντρωση του HOCl(aq) σε μία πισίνα;
Α) Ακτινοβόληση της πισίνας με υπεριώδη ακτινοβολία
Β) Προσθήκη ιόντων Cl^-
Γ) Προσθήκη ιόντων OH^-
Δ) Προσθήκη οξέος

Ε6.22. Διάλυμα $Ca(OH)_2$ όγκου 50 mL και συγκέντρωσης c τιτλοδοτείται με πρότυπο διάλυμα HCl 0,1 M, παρουσία του δείκτη κυανού της βρωμοθυμόλης, με περιοχή αλλαγής χρώματος 6 (κίτρινο) - 7,6 (μπλε). Αν για το τελικό σημείο καταναλώθηκαν 50 mL πρότυπου διαλύματος, ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι η σωστή;
Α) Η τιτλοδότηση χαρακτηρίζεται ως αλκαλιμετρία
Β) c = 0,2 M
Γ) Στο τελικό σημείο το χρώμα του διαλύματος είναι μπλε
Δ) Στο τελικό σημείο το χρώμα είναι κίτρινο

Ε6.23. Με τη διάλυση ποσότητας $NH_4Cl(s)$ σε διάλυμα $NH_3(aq)$ 0,1 M, χωρίς μεταβολή όγκου και θερμοκρασίας:
Α) αυξάνεται ο βαθμός ιοντισμού, ενώ το pH μειώνεται
Β) μειώνεται ο βαθμός ιοντισμού, ενώ το pH αυξάνεται
Γ) αυξάνονται ο βαθμός ιοντισμού και το pH
Δ) μειώνονται ο βαθμός ιοντισμού και το pH
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.24. Ποσότητα $CaCO_3$ προστίθεται σε διάλυμα HCl(aq) και διεξάγεται η αντίδραση που ακολουθεί, χωρίς μεταβολή στον όγκο του διαλύματος και στη θερμοκρασία.

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow H_2O(\ell) + CO_2(g) + CaCl_2(aq)$$

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της αντίδρασης, ποια από τις παρακάτω επιλογές ισχύει;

	$[H_3O^+]$	$[Ca^{2+}]$	$[Cl^-]$
Α)	καμία μεταβολή	αυξάνεται	αυξάνεται
Β)	μειώνεται	καμία μεταβολή	αυξάνεται
Γ)	αυξάνεται	αυξάνεται	αυξάνεται
Δ)	μειώνεται	αυξάνεται	καμία μεταβολή

Ε6.25. Οι ισορροπίες που ακολουθούν είναι και οι δύο μετατοπισμένες προς τα αριστερά.

$$HTe^- + HSe^- \rightleftharpoons H_2Te + Se^{2-}$$
$$HTe^- + Se^{2-} \rightleftharpoons HSe^- + Te^{2-}$$

Με βάση το δεδομένο αυτό, η σειρά ισχύος των οξέων από το πιο ισχυρό προς το πιο ασθενές είναι:
Α) HTe^-, HSe^-, H_2Te
Β) HSe^-, H_2Te, HTe^-
Γ) H_2Te, HSe^-, HTe^-
Δ) H_2Te, HTe^-, HSe^-

Ε6.26. Στα υδατικά του διαλύματα το ιόν Al^{3+} σχηματίζει το εφυδατωμένο ιόν $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ με ιδιότητες ασθενούς οξέος. Ποια είναι η συζυγής του βάση;
Α) $[Al(H_2O)_5(H_3O)]^{3+}$
Β) $[Al(H_2O)_5(H_3O)]^{4+}$
Γ) $[Al(H_2O)_5(OH)]^{2+}$
Δ) $[Al(H_2O)_5(OH)]^{3+}$

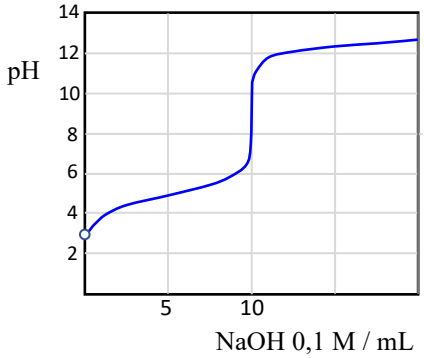
Ε6.27. Σε διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

$$Mg(OH)_2(s) \rightleftharpoons Mg^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

Με τη διάλυση ποσότητας $Mg(NO_3)_2$ στο διάλυμα, χωρίς μεταβολή του όγκου και της θερμοκρασίας:
Α) η $[Mg^{2+}(aq)]$ μειώνεται
Β) η ποσότητα του $Mg(OH)_2(s)$ αυξάνεται
Γ) το pH του διαλύματος αυξάνεται
Δ) το pH του διαλύματος παραμένει το ίδιο

Ε6.28. Διάλυμα HCl και διάλυμα CH_3COOH έχουν το ίδιο pH. 25 mL από τα διαλύματα αυτά ογκομετρούνται με το ίδιο πρότυπο διάλυμα NaOH, παρουσία φαινολοφθαλεΐνης (περιοχή αλλαγής χρώματος 8,2-10). Τι από τα παρακάτω θα ισχύει;
Α) Στο τελικό σημείο των δύο ογκομετρήσεων και τα δύο διαλύματα θα έχουν βασικό pH
Β) Το διάλυμα του CH_3COOH θα απαιτήσει μικρότερο όγκο πρότυπου διαλύματος
Γ) Το διάλυμα του HCl απαιτεί μεγαλύτερο όγκο πρότυπου διαλύματος
Δ) Και τα δύο διαλύματα θα απαιτήσουν τον ίδιο όγκο του πρότυπου διαλύματος

Ε6.29. Η καμπύλη ογκομέτρησης στο παρακάτω σχήμα αντιστοιχεί στην ογκομέτρηση διαλύματος μονοπρωτικού οξέος ΗΑ 0,1 M με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 M.



Ποιο από τα παρακάτω μπορεί να είναι το οξύ ΗΑ και ποιος από τους δείκτες που ακολουθούν είναι ο καταλληλότερος για την ογκομέτρηση;
– Πορτοκαλί του μεθυλίου (περιοχή αλλαγής 3,1-4,4).
– Φαινολοφθαλεΐνη (περιοχή αλλαγής 8-10).
Α) CH_3COOH, φαινολοφθαλεΐνη
Β) HNO_3, φαινολοφθαλεΐνη
Γ) HCl, πορτοκαλί του μεθυλίου
Δ) CH_3COOH, πορτοκαλί του μεθυλίου

Ε6.30. Διαθέτουμε διάλυμα (Δ) NH_3 0,1 M. Ποια-ες από τις προτάσεις που ακολουθούν για το διάλυμα αυτό είναι σωστή-ές; $K_b(NH_3) = 10^{-5}$.
α) Το διάλυμα εμφανίζει pOH < 7.
β) Το διάλυμα αυτό είναι πιο βασικό από ένα διάλυμα NH_3 0,01 M.
γ) Ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 στο διάλυμα (Δ) είναι μεγαλύτερος από το βαθμό ιοντισμού της NH_3 σε άλλο διάλυμα NH_3 0,01 M.
δ) Με προσθήκη νερού στο διάλυμα, το pH αυξάνεται και το pOH μειώνεται.
ε) Με τη διάλυση επιπλέον ποσότητας NH_3 στο διάλυμα (Δ) χωρίς μεταβολή όγκου, ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 μειώνεται.
στ) Για την εξουδετέρωση 100 mL του διαλύματος της NH_3 0,1 M απαιτούνται 50 mL διαλύματος HCl 0,2 M και το διάλυμα που θα προκύψει θα έχει pH < 7.
ζ) Αν σε 100 mL του διαλύματος (Δ) προσθέσουμε 50 mL διαλύματος HCl 0,1 M θα προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα.
η) Με την διάλυση ποσότητας NaOH(s) σε διάλυμα NH_3 0,1 M, χωρίς μεταβολή όγκου, ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 μειώνεται και το pH αυξάνεται.

Ε6.31. Να εξηγήσετε την ισχύ της πρότασης που ακολουθεί: «Το pH διαλύματος $Ba(OH)_2(aq)$ 0,005 M είναι μικρότερο στους 50 °C σε σχέση με τους 10 °C.»

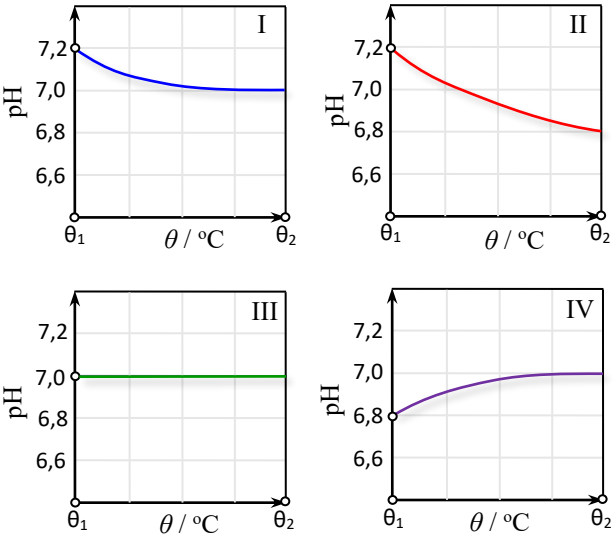
Ε6.32. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας στην περίπτωση λανθασμένων προτάσεων.
α) Μετά τη θεωρία του Arrhenius οι πιο σημαντικές θεωρίες περί οξέων και βάσεων είναι η θεωρία Brönsted - Lowry και η θεωρία Lewis.
β) Διάσταση μιας ένωσης είναι η αντίδραση των μορίων της με τα μόρια του διαλύτη προς σχηματισμό ιόντων.
γ) Σε υδατικό διάλυμα ιοντικής ένωσης, π.χ. NaCl, τα ιόντα δεν είναι «γυμνά», αλλά περιβάλλονται από αριθμό μορίων νερού με τα οποία συνδέονται με ηλεκτροστατικές έλξεις (εφυδάτωση).
δ) Σε διάλυμα H_2SO_4 με pH = 2 θα ισχύει: $c > 0{,}01$ M.
ε) Αν διάλυμα CH_3COOH 0,1 M αραιωθεί με την προσθήκη ίσου όγκου H_2O υπό σταθερή θερμοκρασία, αυξάνεται τόσο ο βαθμός ιοντισμού του όσο και το pH του διαλύματος.
στ) Το υδατικό διάλυμα CaF_2 0,1 M σε θερμοκρασία 25 °C είναι ουδέτερο. [ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2023]
ζ) Η προσθήκη στερεού άλατος NaA σε υδατικό διάλυμα οξέος ΗΑ είναι δυνατόν ή να διατηρήσει το pH σταθερό ή να το αυξήσει. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.33. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.
α) Με βάση τη θεωρία Brönsted - Lowry, αλλά και τη θεωρία του Arrhenius περί οξέων και βάσεων, το καθαρό αέριο ξηρό HCl δεν εκδηλώνει όξινο χαρακτήρα.
β) Ο όξινος ή ο βασικός χαρακτήρας μιας χημικής ουσίας κατά Brönsted - Lowry εξαρτάται από την αντίδραση στην οποία αυτή συμμετέχει. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]
γ) Το ιόν H_3O^+ έχει την πάντα την ίδια ισχύ ανεξάρτητα με την ισχύ της βάσης με την οποία αλληλοεπιδρά
δ) Ουσίες όπως η CH_3OH με $K_a < 10^{-14}$ δεν ιοντίζονται, πρακτικά.
ε) Σε διάλυμα H_2S, η $[H_3O^+]$ είναι διπλάσια από την $[S^{2-}]$. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]
στ) Αν το οξύ ΗΑ είναι ισχυρότερο οξύ από το ΗΒ, τότε κάθε διάλυμα του ΗΑ θα έχει μικρότερο pH από κάθε διάλυμα του ΗΒ της ίδιας θερμοκρασίας.
ζ) Διάλυμα με pOH = 10 είναι περισσότερο όξινο από άλλο διάλυμα με pH = 12 (θ = 25 °C).
η) Στα οξέα, $HClO$, $HClO_2$, $HClO_3$ και $HClO_4$ η ισχύς του οξέος αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού οξείδωσης του Cl.
θ) Με την προσθήκη CH_3COONa(s) σε υδατικό διάλυμα CH_3COOH υπό σταθερή θερμοκρασία, η συγκέντρωση των ιόντων CH_3COO^- του διαλύματος παραμένει σταθερή. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΘΕΜΑ Β

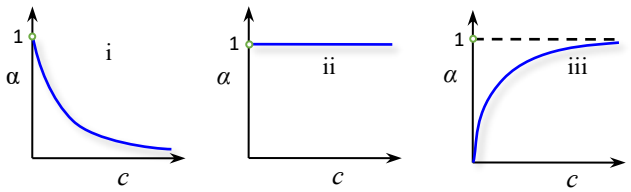
Ε6.34. α) Σε καθένα από τα παρακάτω τρία ζεύγη οξέων να σημειώσετε ποιο τα δύο οξέα έχει τη μικρότερη τιμή της σταθεράς pK_a.
i. HCl / HF ii. H_2S / H_2O iii. NH_3 / H_2O
β) Να εξηγήσετε ποια βάση θα έχει μεγαλύτερη K_b, στην ίδια θερμοκρασία, το OH^- ή το HS^-;
Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας με βάση τη θέση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί: Cl:17, F:9, S:16, O:8, N:7.

Ε6.35. Ποσότητα χημικά καθαρού νερού θερμοκρασίας θ_1 < 25 °C θερμαίνεται σταδιακά σε θερμοκρασία θ_2 > 25 °C.
α) Ποιο από τα διαγράμματα I-IV που ακολουθούν παριστάνει τη μεταβολή του pH του χημικά καθαρού νερού με την αύξηση της θερμοκρασίας, από θ_1 σε θ_2;



β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) Να χαρακτηρίσετε το χημικά καθαρό H_2O στις θερμοκρασίες θ_1 και θ_2 ως όξινο, βασικό ή ουδέτερο.

Ε6.36. Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα που ακολουθεί απεικονίζει τη μεταβολή του βαθμού ιοντισμού (α) σε σχέση με τη συγκέντρωση c σε ένα διάλυμα ασθενούς οξέος; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]



Ε6.37. Δίνονται οι ισορροπίες I και II που ακολουθούν σε υδατικά διαλύματα.

I. $2MnO_4^- + MnO_2 + 4OH^- \rightleftharpoons 3MnO_4^{2-} + 2H_2O$

II. $6Cl_2 + 2I^- + 18H_2O \rightleftharpoons 12Cl^- + 2IO_3^- + 12H_3O^+$

α) Ποια-ες ισορροπία-ες θα μετατοπιστεί-ούν προς τα δεξιά με την αύξηση του pH υπό σταθερή θερμοκρασία και χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος;
1. Μόνο η ισορροπία I 2. Μόνο η ισορροπία II
3. Και οι δύο ισορροπίες 4. Καμία από τις δύο ισορροπίες
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε6.38. Το αργίλιο είναι μέταλλο που αντιδρά με τα ιόντα H_3O^+ σε υδατικά διαλύματα σύμφωνα με την εξίσωση:

$$2Al(s) + 6H_3O^+(aq) \rightarrow 2Al^{3+}(aq) + 3H_2(g) + 6H_2O(\ell)$$

α) Με ποιο από τα παρακάτω διαλύματα οξέων σε περίσσεια αντιδρά πιο γρήγορα η ίδια ποσότητα ελάσματος Al(s) στην ίδια θερμοκρασία;
i. CH_3COOH 0,1 M ($K_a = 2\cdot10^{-5}$)
ii. HCl 0,1 M
iii. HNO_2 0,1 M ($K_a = 4\cdot10^{-4}$)
iv. HI 0,01 M
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε6.39. Έστω τα διαλύματα $Δ_1$ και $Δ_2$ των ασθενών οξέων ΗΑ και ΗΒ:
$Δ_1$: ΗΑ συγκέντρωσης c_1, pH = 3, $\theta = 35$ °C.
$Δ_2$: ΗΒ συγκέντρωσης c_2 ($c_2 < c_1$), pH = 3, $\theta = 25$ °C.
Θεωρώντας τις κατάλληλες προσεγγιστικές εκφράσεις, να συγκρίνετε:
α) Τους βαθμούς ιοντισμού α_1 και α_2 των ΗΑ και ΗΒ στα διαλύματα $Δ_1$ και $Δ_2$.
β) Την ισχύ των δύο οξέων ΗΑ και ΗΒ.
γ) Την ισχύ των συζυγών τους βάσεων.
δ) Το pH του διαλύματος $Δ_1$ στους 25 °C και στους 35 °C.
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Ε6.40. Διάλυμα HCOOH εξουδετερώνεται πλήρως με:
α) Διάλυμα CH_3NH_2. β) Διάλυμα NaOH.
Να εξετάσετε αν τα διαλύματα που προκύπτουν είναι όξινα, βασικά ή ουδέτερα. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Δίνονται οι σταθερές: $K_w = 10^{-14}$, $K_b(CH_3NH_2) = 10^{-4}$, $K_a(HCOOH) = 10^{-4}$. $\theta = 25$ °C. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.41. Δίνονται οι ιοντικές ισορροπίες που ακολουθούν.

$$CH_3COOH + OCN^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + HOCN$$
$$CH_3COOH + ClO^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + HOCl$$

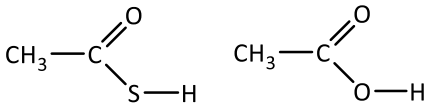
Η 1η από τις δύο ισορροπίες είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά ενώ η 2η ισορροπία προς τα δεξιά.
α) Προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη η ισορροπία:

$$HOCN + ClO^- \rightleftharpoons OCN^- + HOCl$$

1. Προς τα δεξιά
2. Προς τα αριστερά
3. Δεν μπορούμε να αποφανθούμε
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε6.42. Τέσσερα υδατικά διαλύματα, Α, Β, Γ και Δ έχουν όλα τον ίδιο όγκο και την ίδια θερμοκρασία ($\theta = 25$ °C).
Α: NaClO 0,1 M Β: HClO 0,1 M
Γ: HCl 0,1 M Δ: HClO 0,1 M, NaClO 0,1 M
α) Να διατάξετε τα διαλύματα κατά αυξανόμενη τιμή pH.
β) Να συγκρίνετε το βαθμό ιοντισμού του HClO στα δύο διαλύματα Β και Δ (μεγαλύτερος, μικρότερος, ίσος). Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας,
γ) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί το pH κάθε διαλύματος κατά την αραίωση με νερό σε διπλάσιο όγκο.

Ε6.43. Το θειοαιθανικό οξύ και το αιθανικό οξύ έχουν τους συντακτικούς τύπους που ακολουθούν.



Να εξηγήσετε:
α) Γιατί το θειοαιθανικό οξύ έχει σημαντικά χαμηλότερο σημείο ζέσης σε σχέση με το αιθανικό οξύ.
β) Γιατί το θειοαιθανικό οξύ έχει σημαντικά μεγαλύτερη σταθερά ιοντισμού (K_a) σε σχέση με το αιθανικό. Δίνεται ότι Ο και το S ανήκουν στην ίδια ομάδα (16η) του Περιοδικού Πίνακα με το S να είναι ακριβώς κάτω από το Ο.

Ε6.44. Διαθέτουμε διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 10^{-8} M και όγκου 100 mL. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε 900 mL νερού, υπό σταθερή θερμοκρασία 25 °C.
α) Με την αραίωση αυτή:
Α) το pH αυξάνεται κατά 1 Β) το pH μειώνεται κατά 1
Γ) το pH μειώνεται ελάχιστα Δ) το pH αυξάνεται ελάχιστα
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε6.45. Διαθέτουμε 5 mL υδατικού διαλύματος ασθενούς οξέος ΗΑ 0,2 M (Δ1) με K_a(ΗΑ) = 10^{-4}. Ο όγκος του νερού που πρέπει να προστεθεί στο διάλυμα Δ1, ώστε να προκύψει διάλυμα Δ2 με βαθμό ιοντισμού του ΗΑ ίσο με 0,5 είναι:
i. 1245 mL ii. 2495 mL iii. 4995 mL
α) Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.
β) Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.46. Διαθέτουμε διάλυμα HCOOH συγκέντρωσης 0,1 M. Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλονται (αυξάνονται, μειώνονται, παραμένουν σταθερά) τα μεγέθη: βαθμός ιοντισμού (α) και συγκέντρωση οξωνίων [H_3O^+], όταν:
α) Προσθέσουμε H_2O.
β) Προσθέσουμε αέριο HCl, χωρίς μεταβολή όγκου.
Τα δεδομένα επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις και η θερμοκρασία παραμένει σταθερή. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.47. Δίνονται 4 δείκτες (I - IV) με την αντίστοιχη περιοχή pH αλλαγής χρώματος.
I. Δείκτης 1: 0,2 (κίτρινο) - 1,8 (μπλε)
II. Δείκτης 2: 3,2 (κόκκινο) - 4,4 (κίτρινο)
III. Δείκτης 3: 6,0 (κίτρινο) - 7,6 (μπλε)
IV. Δείκτης 4: 8,2 (άχρωμο) - 10,0 (ροζ)
Ποιος από του δείκτες αυτούς είναι ο καταλληλότερος για τη διάκριση μεταξύ χυμού λεμονιού με pH = 2,3 και χυμού πατάτας με pH = 5,8; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε6.48. Τα σαπούνια είναι άλατα καρβοξυλικών οξέων με μακριά ανθρακική αλυσίδα, π.χ. $C_{17}H_{33}COONa$, που έχουν την ικανότητα να απομακρύνουν από τα ρούχα λεκέδες αδιάλυτους στο νερό, π.χ. λεκέδες από λίπη ή έλαια. Από το ιόντα που δίνει το άλας μόνο το ιόν $C_{17}H_{33}COO^-$ διαθέτει καθαριστική δράση και επομένως θέλουμε να υδρολύεται όσο το δυνατό λιγότερο. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι τα σαπούνια δρουν καλύτερα:
Α) σε pH όξινα ή ουδέτερα Β) σε ουδέτερα pH
Γ) σε βασικά pH Δ) σε όξινα pH
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε6.49. Τα δύο διαλύματα Δ1 και Δ2 που ακολουθούν έχουν την ίδια συγκέντρωση και τον ίδιο όγκο.
Δ1: HCOOH, pH = 2,4 Δ2: HCN, pH = 5,1
α) Ποιο από τα διαλύματα απαιτεί τη μεγαλύτερη ποσότητα NaOH(s) για την εξουδετέρωση;
1. Το διάλυμα HCOOH 2. Το διάλυμα HCN
3. Τα δύο διαλύματα απαιτούν την ίδια ποσότητα NaOH(s)
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
β) Να συγκρίνετε το pH των διαλυμάτων που προκύπτουν μετά την εξουδετέρωση. Με την προσθήκη του NaOH(s) δεν παρατηρείται μεταβολή όγκου των διαλυμάτων. $\theta = 25\ ^oC$.

Ε6.50. Το κυανοοξικό οξύ ($NC{-}CH_2COOH$) είναι πολύ ισχυρότερο οξύ από το οξικό οξύ (CH_3COOH).
α) Πώς μπορεί να εξηγηθεί το γεγονός αυτό;
1. Η ομάδα −CN προκαλεί −I επαγωγικό φαινόμενο
2. Η ομάδα −CN προκαλεί +I επαγωγικό φαινόμενο
3. Ο δεσμός O−H του καρβοξυλίου γίνεται ισχυρότερος παρουσία της ομάδας −CN
4. Η ηλεκτρονιακή πυκνότητα γύρω από το άτομο οξυγόνου του δεσμού O−H αυξάνεται στο κυανοοξικό οξύ
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
γ) Τα 4 πρώτα στοιχεία της 16ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα είναι από πάνω προς τα κάτω τα εξής: O, S, Se, Te. Τα στοιχεία αυτά σχηματίζουν τις ενώσεις: H_2O, H_2S, H_2Se, H_2Te με τις εξής σταθερές pK_a: H_2O ($pK_w = 14$), H_2S ($pK_{a1} = 7{,}05$), H_2Se ($pK_{a1} = 3{,}89$), H_2Te ($pK_{a1} = 2{,}6$). Να εξηγήσετε τις σχετικές τιμές των σταθερών pK_a των οξέων αυτών.

Ε6.51. Σε υδατικό διάλυμα (Δ) οξέος ΗΑ συγκέντρωσης c με pH = x εκτελέστηκαν τα πειράματα που ακολουθούν.
Πείραμα 1ο: Για την εξουδετέρωση ορισμένου όγκου του Δ καταναλώθηκε 5πλάσιος όγκος διαλύματος ΚΟΗ 0,002 Μ.
Πείραμα 2ο: Όταν προσθέσουμε στο διάλυμα του οξέος ποσότητα στερεού άλατος ΚΑ (χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος), το pH παραμένει αμετάβλητο, δηλαδή x.
α) Ποια η συγκέντρωση c του αρχικού διαλύματος ΗΑ;
β) Ποια η εκτίμησή σας όσον αφορά στην ισχύ του οξέος ΗΑ; Ποια η τιμή του x;

Ε6.52. Τα παρακάτω τρία υδατικά διαλύματα Δ1, Δ2 και Δ3 έχουν και τα τρία pH = 4 στους 25 °C.
― Δ1: Διάλυμα HCl(aq).
― Δ2: Διάλυμα CH_3COOH(aq).
― Δ3: Διάλυμα CH_3COOH και CH_3COONa.
α) Σε 10 mL από το κάθε διάλυμα προστίθενται 90 mL νερό. Για το pH των αραιωμένων διαλυμάτων Δ1, Δ2 και Δ3 θα ισχύει:
i. pH(Δ1) < pH(Δ2) = pH(Δ3)
ii. pH(Δ3) < pH(Δ2) < pH(Δ1)
iii. pH(Δ3) < pH(Δ1) < pH(Δ2)
iv. pH(Δ1) < pH(Δ2) < pH(Δ3)
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε6.53. α) Να αντιστοιχήσετε τις ασθενείς βάσεις του πίνακα που ακολουθεί με τιμές των σταθερών pK_b.

Ασθενείς βάσεις	Σταθερά pK_b (25 °C)
NH_3	7,97
$HONH_2$	3,36
CH_3NH_2	4,74

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Σε σχέση με το −Η το $-CH_3$ προκαλεί ισχυρότερο +I επαγωγικό φαινόμενο ενώ το −ΟΗ προκαλεί −I επαγωγικό φαινόμενο.
β) Να εξηγήσετε γιατί η $HONH_2$ είναι περισσότερο διαλυτή στο νερό σε σχέση με τη CH_3NH_2 στην ίδια θερμοκρασία.

Ε6.54. Το O και το S ανήκουν στην 16η (VIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, στη 2η και την 3η περίοδο, αντίστοιχα. Τα δύο στοιχεία συμμετέχουν σε ανάλογες οργανικές ενώσεις, τις αλκοόλες (ROH) και τις θειόλες (RSH). Στα υδατικά τους διαλύματα οι θειόλες είναι πολύ ισχυρότερα οξέα από τις αλκοόλες, π.χ. η CH_3OH έχει $pK_a = 15{,}5$ ενώ η CH_3SH έχει $pK_a = 8{,}3$. Οι αλκοόλες αλλά και οι θειόλες μπορούν να λειτουργήσουν και ως πολύ ασθενείς βάσεις κατά Brönsted - Lowry.
α) i. Με βάση τις τιμές των σταθερών pK_a να εξηγήσετε γιατί η CH_3SH είναι ισχυρότερο οξύ από τη μεθανόλη.
ii. Να σημειώσετε το συζυγές οξύ της CH_3SH καθώς και τη συζυγή της βάση.
β) Να συγκρίνετε την ισχύ της συζυγούς βάσης της CH_3OH με τη συζυγή βάση της CH_3SH (ισχυρότερη, ασθενέστερη, το ίδιο ισχυρή). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) Με βάση τη μοριακή δομή, να εξηγήσετε γιατί οι θειόλες είναι ισχυρότερα οξέα από τις αντίστοιχες αλκοόλες.

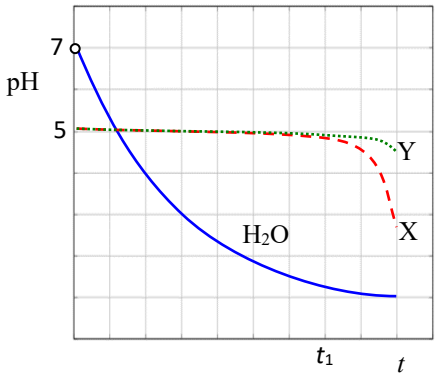
Ε6.55. Η χλωρίνη, το πιο κοινό οικιακό απολυμαντικό και λευκαντικό, είναι υδατικό διάλυμα NaClO (υποχλωριώδες νάτριο). Στο υδατικό διάλυμα της χλωρίνης αποκαθίσταται η ακόλουθη ισορροπία:

$$Cl_2(aq) + 2OH^-(aq) \rightleftharpoons Cl^-(aq) + ClO^-(aq) + H_2O(\ell) \quad (1)$$

α) Να δικαιολογήσετε προς ποια κατεύθυνση θα μετατοπιστεί η ισορροπία (1) με τη διάλυση NaOH(s).
β) Πολλά από τα καθαριστικά που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση αλάτων από επιφάνειες είναι ισχυρά όξινα. Στις οδηγίες τους αναγράφεται ότι απαγορεύεται η ανάμειξή τους με χλωρίνη, λόγω έκλυσης τοξικού αερίου. Να δικαιολογήσετε γιατί υπάρχει αυτή η αυστηρή σύσταση.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.56. α) Το θειώδες οξύ (H_2SO_3) είναι ασθενές διπρωτικό οξύ που σχηματίζει το άλας $KHSO_3$ τα υδατικά διαλύματα του οποίου έχουν όξινο pH. Με βάση τα δεδομένα αυτά προκύπτει ότι:
1. $K_{a1}(H_2SO_3) > K_{a2}(H_2SO_3)$ 2. $K_a(HSO_3^-) < K_b(HSO_3^-)$
3. $K_{a2}(H_2SO_3) > K_b(HSO_3^-)$ 4. $K_{a1}(H_2SO_3) < K_b(HSO_3^-)$
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
β) 4 διαλύματα οξέων έχουν όλα συγκέντρωση 0,1 Μ. Ένα από τα οξέα είναι διπρωτικό οξύ και τα άλλα μονοπρωτικά. Τα pH των διαλυμάτων αυτών είναι 0,69, 1,00, 2,87 και 3,40. Ποιο από αυτά τα pH μπορεί να είναι το pH του διαλύματος του διπρωτικού οξέος;
Α) 0,69 Β) 1,00 Γ) 2,87 Δ) 3,40
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

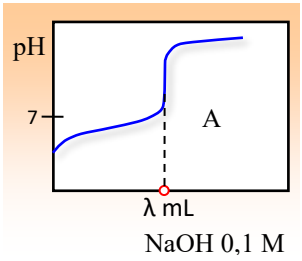
Ε6.57. Αέριο HCl διοχετεύεται συνεχώς με σταθερό ρυθμό σε χημικά καθαρό H_2O όγκου 1 L καθώς και στα παρακάτω δύο υδατικά διαλύματα Χ και Υ όγκου 1 L.
Διάλυμα Χ: CH_3COOH c_1 M, CH_3COONa c_1 M.
Διάλυμα Υ: CH_3COOH c_2 M, CH_3COONa c_2 M.
Το pH καθενός από τα τρία διαλύματα παρακολουθείται με το χρόνο και τα αποτελέσματα εμφανίζονται μαζί στο διάγραμμα που ακολουθεί.



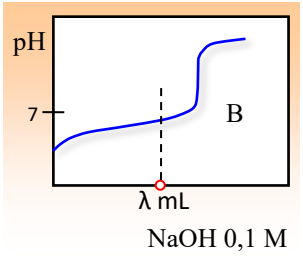
α) Να εξηγήσετε το διάγραμμα του pH σε συνάρτηση με το χρόνο που παρατηρείται με τη συνεχή διοχέτευση HCl(g) στο χημικά καθαρό νερό.
β) i. Με ποιον όρο αναφέρεται η αντίσταση στη μεταβολή του pH με τη διοχέτευση HCl(g) στα διαλύματα Χ και Υ;
ii. Να εξηγήσετε την αντίσταση στη μεταβολή του pH του διαλύματος Χ αναφέροντας και τη σχετική χημική εξίσωση.
γ) Να συγκρίνετε τις συγκεντρώσεις c_1 και c_2 (μεγαλύτερη, μικρότερη, ίση) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε6.58. Ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει την αμίνη RNH_2 σε συγκέντρωση 0,1 M και το άλας RNH_3Cl σε συγκέντρωση επίσης 0,1 M, στους 25 °C.
α) Το διάλυμα αυτό θα έχει:
1. pH > 7 σε κάθε περίπτωση
2. pH = 7 σε κάθε περίπτωση
3. pH > 7 αν $K_b(RNH_2) > 10^{-7}$
4. pH > 7 αν $K_b(RNH_2) < 10^{-7}$
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ε6.59. Ίσοι όγκοι (V) από τρία διαφορετικά διαλύματα (Α, Β και Γ) που περιέχουν CH_3COOH σε συγκεντρώσεις c_A, c_B και $c_Γ$, αντίστοιχα τιτλοδοτούνται με το ίδιο πρότυπο διάλυμα NaOH στους 25 °C και οι καμπύλες ογκομέτρησης Α, Β και Γ που ακολουθούν, αντίστοιχα, για τα διαλύματα Α, Β και Γ.

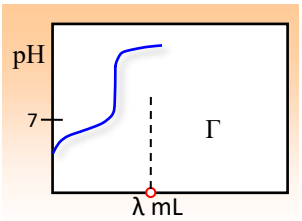


NaOH 0,1 M



NaOH 0,1 M

α) Να εξηγήσετε γιατί στα ισοδύναμα σημεία των τριών ογκομετρήσεων το pH είναι βασικό.
β) i. Να συγκρίνετε τις τρεις συγκεντρώσεις c_A, c_B και $c_Γ$.
ii. Να ταξινομήσετε κατά σειρά αυξανόμενου pH τα διαλύματα Α, Β και Γ, πριν την έναρξη της ογκομέτρησης.



NaOH 0,1 M

γ) Να εξηγήσετε γιατί στο μέσο των τριών ογκομετρήσεων (όταν έχει προστεθεί ο μισός όγκος από τον απαιτούμενο μέχρι το ισοδύναμο σημείο) το pH θα είναι το ίδιο.

Ε6.60. Διαθέτουμε 10 mL από τα εξής υδατικά διαλύματα: ΗΑ με pH = 4, ΗΒ με pH = 3 και ΗΓ με pH = 3. Τα διαλύματα αυτά απαιτούν για την εξουδετέρωση, 5 mL, 5 mL και 20 mL, αντίστοιχα, από το ίδιο διάλυμα NaOH.
α) Να εξηγήσετε ποιο από τα τρία οξέα είναι ισχυρότερο.
β) 10 mL καθενός από τα τρία διαλύματα αραιώνονται με νερό μέχρι όγκου 1000 mL και προκύπτουν: διάλυμα ΗΑ με pH = 5, διάλυμα ΗΒ με pH = 5 και διάλυμα ΗΓ με pH = 4. Να αποδειχθεί ότι ένα από τα τρία οξέα είναι ισχυρό.
γ) Να υπολογιστούν οι βαθμοί ιοντισμού των ασθενών οξέων στα αρχικά διαλύματα. [Π.Μ.Δ.Χ.]

Ε6.61. Τα χρώματα στα άνθη της ορτανσίας οφείλεται σε μια κατηγορία οργανικών ουσιών, των ανθοκυανινών. Το βιολετί χρώμα οφείλεται σε μία ειδική ανθοκυανίνη η οποία θα συμβολίζεται στο εξής ως ΗΑ. Στα υδατικά διαλύματα το μόριο αυτό εμφανίζει αμφιπρωτικές ιδιότητες.

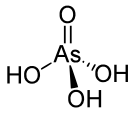


Για την όξινη συμπεριφορά ισχύει $pK_a = 7$, ενώ για τη βασική $pK_b = 10$. Το χρώμα των ιόντων H_2A^+ είναι κόκκινο, των μορίων ΗΑ είναι βιολετί, ενώ τέλος των ιόντων A^- είναι μπλε.
α) Να γράψετε τις εξισώσεις κατά Brönsted - Lowry για την όξινη και τη βασική συμπεριφορά του ΗΑ σημειώνοντας τα συζυγή ζεύγη οξέος - βάσης.
β) i. Ποσότητα ανθοκυανίνης διαλύεται σε ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 10. Να υπολογίσετε την τιμή του λόγου $[A^-]/[HA]$ και στη συνέχεια με βάση την τιμή αυτή να εκτιμήσετε το χρώμα του διαλύματος. ii. Σε ποια μορφή βρίσκεται το ΗΑ σε υψηλές τιμές pH και σε ποια μορφή σε χαμηλές pH; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) Έχει παρατηρηθεί ότι τα λουλούδια της ορτανσίας παίρνουν διαφορετικό χρώμα, όταν φυτρώνουν σε εδάφη με διαφορετικό pH. Ποια εξήγηση μπορεί να δοθεί για την παρατήρηση αυτή;

Ε6.62. Σε διάλυμα ασθενούς οξέος ΗΑ 0,1 Μ υφίστανται ξεχωριστά οι μεταβολές 1-9 του πίνακα που ακολουθεί. Να συμπληρώσετε τον πίνακα με ένα (–) αν το αντίστοιχο μέγεθος μειώνεται, με ένα (+) αν αυξάνεται, με ένα (Χ) αν δεν μεταβάλλεται και με ένα (;) αν δεν μπορεί να γίνει άμεση εκτίμηση χωρίς επιπλέον δεδομένα. Στις μεταβολές 2, 3, 5, 7 και 9 δεν υπάρχει μεταβολή όγκου του αρχικού διαλύματος ΗΑ.

		α	$[H_3O^+]$	pH	$[OH^-]$	$n(H_3O^+)$	$n(A^-)$
1.	Προσθήκη H_2O						
2.	Διάλυση ποσότητας HCl(g)						
3.	Διάλυση ποσότητας NaA(s)						
4.	Προσθήκη διαλύματος ΗΑ 0,1 Μ						
5.	Προσθήκη επιπλέον ΗΑ						
6.	Προσθήκη διαλύματος ΗΑ 1 Μ						
7.	Διάλυση ποσότητας $CaCl_2$(s)						
8.	Προσθήκη διαλύματος NaCl						
9.	Αύξηση της θερμοκρασίας						

Ε6.63. Το αρσενικικό οξύ (H_3AsO_4) χρησιμοποιείται στη βιομηχανική παρασκευή εντομοκτόνων. Είναι εξαιρετικά τοξικό και καρκινογόνο, όπως όλες οι ενώσεις του αρσενικού. Στα υδατικά του διαλύματα λειτουργεί ως ασθενές τριπρωτικό οξύ με $K_{a1} = 2{,}5\cdot10^{-4}$, $K_{a2} = 5{,}6\cdot10^{-8}$ και $K_{a3} = 3\cdot10^{-13}$.

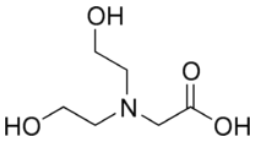


α) Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των τριών ιοντισμών του H_3AsO_4 στα υδατικά του διαλύματα.
β) Διάλυμα αρσενικικού οξέος εμφανίζει pH = 2. Στο διάλυμα αυτό να υπολογίσετε τους λόγους:
i. $[H_2AsO_4^-]/[H_3AsO_4]$, ii. $[HAsO_4^{2-}]/[H_2AsO_4^-]$ και iii. $[AsO_4^{3-}]/[HAsO_4^{2-}]$.
γ) Να εξηγήσετε σε ποια pH (χαμηλά, ουδέτερα ή βασικά) επικρατούν τα ιόντα AsO_4^{3-};
δ) Το αρσενικικό οξύ παρασκευάζεται από το As με επίδραση πυκνού διαλύματος HNO_3:

$$HNO_3 + As \rightarrow H_3AsO_4 + NO_2 + H_2O$$

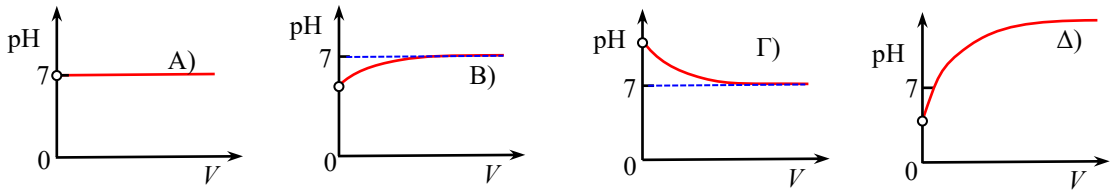
Να ισοσταθμίστε την παραπάνω χημική εξίσωση.

Ε6.64. Στο διπλανό συντακτικό τύπο έχουν παραληφθεί τα άτομα C και H που δεν θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια. Αντιστοιχεί σε μία οργανική ένωση που χρησιμοποιείται στη Μοριακή Βιολογία για την παρασκευή ρυθμιστικών διαλυμάτων και λειτουργεί ως ασθενές μονοπρωτικό οξύ (ΗΑ) με $pK_a = 8{,}35$.



α) Με τη θεώρηση ότι σε ένα ρυθμιστικό διάλυμα με ικανοποιητική ρυθμιστική ικανότητα θα πρέπει να ισχύει: $0{,}1 \le c_o/c_\beta \le 10$, σε ποια περιοχή pH μπορεί να χρησιμοποιηθεί ικανοποιητικά ένα ρυθμιστικό διάλυμα με τη χρήση της ουσίας αυτής; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
β) Ποιος ο συνολικός αριθμός ατόμων της παραπάνω ένωσης που μπορούν να συμμετέχουν σε δεσμούς υδρογόνου (ως δότες ή ως δέκτες); Να σημειώσετε ποια είναι τα άτομα αυτά.

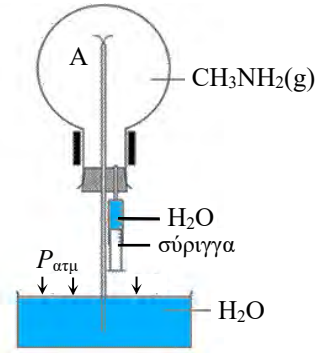
Ε6.65. Υδατικό διάλυμα φαινόλης, C_6H_5OH(aq) αραιώνεται με νερό υπό σταθερή θερμοκρασία 25 °C. Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα δείχνει το pH του διαλύματος σε σχέση με τον προστιθέμενο όγκο (V) του νερού;



Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

ΘΕΜΑ Γ, Δ

Ε6.66. Στο εργαστήριο μπορεί να δημιουργηθεί πίδακας με τη βοήθεια της συσκευής του σχήματος. Η σφαιρική φιάλη Α πληρώνεται με $CH_3NH_2(g)$ και η πίεση στη φιάλη Α είναι P = 1 atm σε θερμοκρασία T. Με τη σύριγγα εισάγουμε σταγόνες νερό και παρατηρούμε ότι μέσα από το μακρύ σωλήνα αναβλύζει νερό γεμίζοντας πλήρως τη φιάλη Α. Προκύπτει έτσι διάλυμα $CH_3NH_2(aq)$ θερμοκρασίας 25 °C.

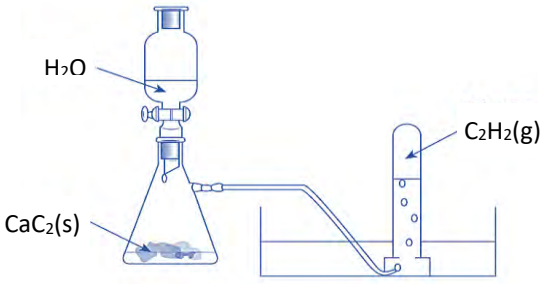


α) Να εξηγήσετε: i. γιατί η $CH_3NH_2(g)$ είναι πολύ διαλυτή στο νερό καθώς και ii. το σχηματισμό του πίδακα.
β) Να υπολογίσετε τη $[OH^-]$ του διαλύματος καθώς και το βαθμό ιοντισμού της CH_3NH_2 στο διάλυμα αυτό.
Για το αέριο $CH_3NH_2(g)$: RT = 25 L·atm/mol, όπου T η θερμοκρασία του αερίου. $K_b(CH_3NH_2) = 4\cdot10^{-4}$ (25 °C), $K_w = 10^{-14}$ (25 °C). Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.67. Το ανθρακασβέστιο, CaC_2, έχει χρησιμοποιηθεί για την βιομηχανική παρασκευή του ακετυλενίου, C_2H_2, σύμφωνα με την αντίδραση:

$$CaC_2(s) + 2H_2O(aq) \rightarrow C_2H_2(g) + Ca(OH)_2(aq)$$

Σε ένα πείραμα ποσότητα $CaC_2(s)$ αντιδρά πλήρως με νερό και προκύπτουν 2 L διαλύματος με pH = 12.



Ποιος ο όγκος του ακετυλενίου που εκλύθηκε κατά τη διαδικασία αυτή σε STP; $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.68. Η φαρμακευτική ουσία αμφεταμίνη λειτουργεί ως ασθενής βάση και μπορεί να συμβολιστεί ως ANH_2 (αμίνη).
α) i. Να γράψετε την εξίσωση ιοντισμού της αμφεταμίνης (ANH_2) στο νερό.
ii. Να γράψετε την εξίσωση της αντίδρασης εξουδετέρωσης της αμφεταμίνης (ANH_2) με το HCl.
β) 270 mg αμφεταμίνης (ANH_2) διαλύονται σε νερό και το διάλυμα απαιτεί για την εξουδετέρωση 20 mL διαλύματος HCl 0,1 M. Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) της αμφεταμίνης.
γ) Να εξηγήσετε αν το διάλυμα της εξουδετέρωσης παρουσιάζει όξινο, βασικό ή ουδέτερο pH.

Ε6.69. Δείγμα θαλασσινού νερού έχει την εξής σύσταση σε ιόντα: $[Cl^-]$ = 0,6 mol/L, $[Na^+]$ = 0,5 mol/L, $[Mg^{2+}]$ = 0,05 mol/L, $[Ca^{2+}]$ = 0,02 mol/L, $[K^+]$ = 0,011 mol/L, $[Br^-]$ = 0,001 mol/L, $[SO_4^{2-}]$ = 0,025 mol/L. Προσδιορίστηκαν επίσης και άλλα ιόντα σε αμελητέες συγκεντρώσεις.
Θέλουμε να παρασκευάσουμε διάλυμα 1 L με την ίδια σύσταση με το δείγμα θαλασσινού νερού στα παραπάνω ιόντα. Ποιες ποσότητες (σε mol) από τα άλατα KBr, KCl, $MgSO_4$, NaCl, $MgCl_2$ και $CaCl_2$ θα απαιτηθούν;

Ε6.70. Διάλυμα (Δ) της αμίνης ANH_2 $4\cdot10^{-4}$ M έχει $[OH^-] = 8\cdot10^{-5}$ M και θ = 25 °C. Να υπολογιστούν:
α) Ο βαθμός ιοντισμού της αμίνης στο διάλυμα (Δ).
β) Η σταθερά ιοντισμού (K_b) της ANH_2 στους 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.71. 300 mL διαλύματος HCl(aq) 0,1 M αναμιγνύονται με 200 mL υδατικού διαλύματος $Ba(OH)_2(aq)$ 0,1 M και προκύπτει διάλυμα όγκου 500 mL θερμοκρασίας 25 °C.
α) Ποιο το ποσό της θερμότητας που εκλύεται κατά την αντίδραση σε πρότυπες συνθήκες;
β) i. Να προσδιορίσετε τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο τελικό διάλυμα.
ii. Να εκτιμήσετε αν το τελικό διάλυμα έχει pH μεγαλύτερο ή μικρότερο του 13.
Δίνεται η πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση ίση με −57 kJ ανά mol H^+ ή OH^-. Για το H_2O, $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.72. Για τα επόμενα μονοπρωτικά οξέα ΗΑ, ΗΒ, ΗΓ υπάρχουν τα ακόλουθα πειραματικά δεδομένα:
i. Υδατικό διάλυμα του οξέος ΗΑ, συγκέντρωσης 0,01 M, έχει pH = 2.
ii. Υδατικό διάλυμα του άλατος NaB έχει pH = 9.
iii. Υδατικό διάλυμα του οξέος ΗΓ έχει pH = 2. Όταν αραιωθούν 10 mL του διαλύματος αυτού σε τελικό όγκο 100 mL, το αραιωμένο διάλυμα έχει pH = 2,5.
Με βάση τα ανωτέρω δεδομένα, να εξηγήσετε ποια από τα οξέα ΗΑ, ΗΒ, ΗΓ είναι ισχυρά και ποια είναι ασθενή.
Δίνεται για το H_2O: $K_w = 10^{-14}$ και θ = 25 °C.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2026]

Ε6.73. Η ιμπουπροφαίνη (M_r = 206) είναι η βιοενεργός ουσία σε δισκία αντιφλεγμονώδους φαρμάκου. Λειτουργεί ως μονοκαρβοξυλικό οξύ και θα παρασταθεί απλά ως ACOOH. Σε κάθε δισκίο εκτός από την ιμπουπροφαίνη περιέχονται και έκδοχα (αδρανείς προσμίξεις). 25 δισκία φαρμάκου διαλύονται σε 100 mL διαλύματος NaOH(aq) 0,5 M και προκύπτει διάλυμα Α. Το διάλυμα Α αραιώνεται με νερό μέχρις όγκου 250 mL και προκύπτει το διάλυμα Β. 25 mL του διαλύματος Β απαιτούν για την εξουδετέρωση της περίσσειας του NaOH 12,5 mL HCl(aq) 0,2 M. Να υπολογίσετε τη μάζα της ιμπουπροφαίνης σε κάθε δισκίο φαρμάκου.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.74. Σε υδατικό διάλυμα Υ1 NH_3 όγκου 2 L διαβιβάζουμε 6,72 L αερίου Cl_2 μετρημένα σε STP, οπότε διεξάγεται αντίδραση σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (1):

$$NH_3(aq) + Cl_2(g) \rightarrow NH_4Cl(aq) + N_2(g) \quad (1)$$

Προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα Υ2 όγκου 2 L με pH = 9. Αν γνωρίζετε ότι τα δύο υδατικά διαλύματα Υ1 και Υ2 βρίσκονται σε θερμοκρασία θ = 25 °C ($K_w = 10^{-14}$) και ότι για την NH_3: $K_b = 10^{-5}$, τότε:
α) Να ισοσταθμίσετε την εξίσωση (1) και να εξηγήσετε ποιο σώμα δρα ως οξειδωτικό και ποιο ως αναγωγικό.
β) Να προσδιορίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος Υ1. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2025]

Ε6.75. Για την εξουδετέρωση ενός διαλύματος ασθενούς οξέος ΗΑ όγκου V_1 απαιτείται ποσότητα διαλύματος NaOH όγκου V_2. Σε άλλη ποσότητα του παραπάνω διαλύματος του ΗΑ όγκου επίσης V_1 προσθέτουμε τη μισή ποσότητα του παραπάνω διαλύματος NaOH ($V_2/2$) και το pH του διαλύματος που προκύπτει είναι ίσο με 5. Ποια η τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a του ΗΑ;
Να θεωρήσετε τις γνωστές προσεγγίσεις. Όλα τα διαλύματα έχουν θ = 25 °C.

Ε6.76. Υδατικό διάλυμα H_2SO_4 έχει συγκέντρωση (c) και pH = 2. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (c). Η σταθερά του δεύτερου ιοντισμού του H_2SO_4 έχει τιμή K_{a2} = 0,01. Η συγκέντρωση (c) να δοθεί με τη μορφή κλάσματος.

Ε6.77. Η χλωρίνη είναι κοινό απολυμαντικό διάλυμα και περιέχει NaClO και NaCl σε ίσες συγκεντρώσεις. Ένας ασθενής υποφέρει από δερματίτιδα και παθαίνει εγκαύματα όταν έρθει σε επαφή με διαλύματα με pH > 10.
Να υπολογίσετε:
α) Τη μέγιστη συγκέντρωση σε NaClO που πρέπει να έχει ένα διάλυμα χλωρίνης (διάλυμα Δ) θερμοκρασίας 25 °C ώστε να ο ασθενής να μην κινδυνεύει από εγκαύματα.
β) Τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα (Δ).
Για το HClO, $K_a = 3 \cdot 10^{-8}$. $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.78. **Επαναληπτική pH!** Διαθέτουμε 2 L διαλύματος (Δ) NH_3 0,1 M.
α) Πόσα mol NH_3(g) πρέπει να του προσθέσουμε, χωρίς μεταβολή του όγκου, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά 0,5;
β) Πόσα L διαλύματος HCl 0,1 M πρέπει να προσθέσουμε σε όλη τη ποσότητα του Δ, ώστε να μειωθεί το pH κατά 1; Ο όγκος του διαλύματος HCl να εκφραστεί ως κλάσμα.
γ) Πόσα mol NaOH(s) πρέπει να προσθέσουμε σε όλη τη ποσότητα του διαλύματος Δ, χωρίς μεταβολή όγκου, ώστε ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 να μειωθεί κατά 100 φορές; Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;
δ) Πόσα mol NH_4Cl(s) πρέπει να προσθέσουμε σε όλη τη ποσότητα του διαλύματος Δ, χωρίς μεταβολή όγκου, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά 1;
ε) Πόσα mol $CH_3CH_2NH_2$ πρέπει να προσθέσουμε σε όλη τη ποσότητα του διαλύματος Δ, χωρίς μεταβολή όγκου, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά 0,5;
$K_b(NH_3) = 10^{-5}$ και $K_b(CH_3CH_2NH_2) = 10^{-4}$. θ = 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14}$. Ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

Ε6.79. Υδατικό διάλυμα Δ_1 όγκου 600 mL και pH = 1 περιέχει CH_3COOH 0,5 M και HCl συγκέντρωσης c M. Ο βαθμός ιοντισμού του CH_3COOH στο Δ_1 είναι $\alpha = 2 \cdot 10^{-4}$.
α) Να υπολογίσετε: i. τη συγκέντρωση c του HCl στο διάλυμα Δ_1 και ii. τη σταθερά ιοντισμού K_a του CH_3COOH.
β) Στο διάλυμα Δ_1 προστίθενται 900 mL διαλύματος NaOH 0,4 M και προκύπτει διάλυμα Δ_2. Ποιο το pH του Δ_2;
γ) Πόσα mol HCl(g) πρέπει να διαλυθούν στο διάλυμα Δ_2 χωρίς μεταβολή του όγκου, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα Δ_3 με pH = 5;
Τα διαλύματα βρίσκονται στους 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14}$. Να χρησιμοποιηθούν οι γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.80. Υδατικό διάλυμα (Δ) έχει όγκο 500 mL και περιέχει τα ασθενή οξέα ΗΑ 0,1 M και ΗΒ 0,1 M. Το διάλυμα εμφανίζει pH = 3.
α) Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων, καθώς και οι βαθμοί ιοντισμού των οξέων στο διάλυμα Δ.
β) Σε όλη την ποσότητα του διαλύματος Δ διαλύονται πλήρως 1,12 L HCl(g) (σε STP), χωρίς μεταβολή όγκου του διαλύματος. Να υπολογιστούν:
i. Το pH του νέου διαλύματος.
ii. Οι νέοι βαθμοί ιοντισμού του ΗΑ και του ΗΒ.
$K_a(HA) = 10^{-5}$, $K_a(HB) = 10^{-9}$. Να θεωρηθούν οι σχετικές προσεγγίσεις. θ = 25 °C.

Ε6.81. Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε γαλακτικό οξύ (συμβολισμός ΗΑ, $M_r = 90$) δείγματος γάλακτος λαμβάνουμε 20 mL από το γάλα και το ογκομετρούμε με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,05 M. Μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν 12 mL του πρότυπου διαλύματος, ενώ όταν είχαν προστεθεί 6 mL το pH βρέθηκε ίσο με 4.
α) Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ιοντισμού (K_a) του γαλακτικού οξέος.
β) Το pH στο ισοδύναμο σημείο θα είναι όξινο, ουδέτερο ή βασικό; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
γ) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο γάλα, καθώς και τη περιεκτικότητα του γάλακτος σε γαλακτικό οξύ σε g/L.
Το γαλακτικό οξύ είναι το μόνο οξύ που υπάρχει στο γάλα. θ = 25 °C.

Ε6.82. Το οξαλικό οξύ, $(COOH)_2$ είναι δικαρβοξυλικό οξύ που χρησιμοποιείται στον καθαρισμό των μετάλλων, τη βαφή υφασμάτων, τη φωτογραφία κτλ.
α) Δείγμα οξαλικού οξέος μάζας 1 g διαλύεται σε νερό και ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 1 M παρουσία κατάλληλου δείκτη. Αν για την πλήρη εξουδετέρωση του οξαλικού οξέος απαιτήθηκαν 20 mL πρότυπου διαλύματος, ποια η % w/w περιεκτικότητα του αρχικού δείγματος σε οξαλικό οξύ;
β) Ποιος όγκος διαλύματος $KMnO_4$ 0,1 M οξινισμένου με H_2SO_4 μπορεί να αποχρωματιστεί από 1 g του παραπάνω δείγματος οξαλικού οξέος;
Οι υπόλοιπες ενώσεις του δείγματος του οξαλικού οξέος δεν επηρεάζουν τις διαδικασίες που εκτελέστηκαν.

Ε6.83. Υδατικό διάλυμα όγκου 1 L περιέχει 0,1 mol οξέος ΗΑ και 0,1 mol οξέος ΗΒ (όπου A^- και B^- μονοσθενή ανιόντα). Το pH του διαλύματος είναι ίσο με 1. Και τα 2 οξέα (ΗΑ και ΗΒ) δεν ιοντίζονται πλήρως και η σταθερά ιοντισμού του ΗΑ είναι ίση με 0,2. Ζητούνται:
α) Η συγκέντρωση των ιόντων A^- και η συγκέντρωση των μορίων ΗΑ που δεν έχουν ιοντιστεί στο διάλυμα.
β) Η $[B^-]$ και η [ΗΒ] των μορίων που δεν έχουν ιοντιστεί στο διάλυμα.
γ) Να δείξετε ότι το ΗΑ είναι ισχυρότερο οξύ από το ΗΒ.
$\theta = 25\ ^oC$. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.84. Διάλυμα (Υ1) $CH_3NH_2(aq)$ 0,04 Μ έχει όγκο 1 L και $[OH^-] = 4\cdot10^{-3}$ Μ.
α) Να προσδιορίσετε το βαθμό ιοντισμού (α) της CH_3NH_2 στο διάλυμα (Υ1) καθώς και τη σταθερά ιοντισμού (K_b) της CH_3NH_2 στους 25 °C.
Ποσότητα I_2 ίση με 0,01 mol αντιδρά πλήρως με N_2H_4 παράγοντας HI(g) και N_2(g) σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται με χημική εξίσωση (1) που ακολουθεί.

$$2I_2 + N_2H_4 \rightarrow 4HI + N_2 \quad (1)$$

β) Ποιος όγκος N_2(g) μετρημένος σε STP προκύπτει από την αντίδραση (1);
γ) Σε ποιον όγκο του διαλύματος (Υ1) πρέπει να διαβιβαστεί όλη η ποσότητα του HI που παράχθηκε από την αντίδραση (1) ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα (Υ2) με pH = $pK_a(CH_3NH_3^+)$;
Όλα τα διαλύματα έχουν $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις γνωστές προσεγγίσεις.

Ε6.85. Κατά την παραμονή κρασιού στον αέρα το κρασί «ξινίζει» καθώς η περιεχόμενη αιθανόλη οξειδώνεται από το O_2(g) της ατμόσφαιρας, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$CH_3CH_2OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$$

Σε μία φιάλη περιέχονται 800 mL κρασιού το οποίο έχει ξινίσει μερικά χωρίς αλλαγή στον όγκο του. Στην ετικέτα του κρασιού αναγράφεται ότι η περιεκτικότητα σε $CH_3CH_2OH(\ell)$ είναι 11,5% v/v. Δείγμα όγκου 25 mL από τη φιάλη ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα ΚΟΗ 0,3 Μ και μέχρι το ισοδύναμο σημείο καταναλώθηκαν 50 mL πρότυπου διαλύματος.
Να υπολογίσετε:
α) Τη μάζα σε g του CH_3COOH που περιέχεται στη φιάλη.
β) Το % ποσοστό της αιθανόλης του κρασιού που έχει οξειδωθεί προς CH_3COOH.
Η πυκνότητα της $CH_3CH_2OH(\ell)$ είναι $\rho = 0,8$ g/mL. Η τυχόν ύπαρξη ποσοτήτων άλλων οξέων στο κρασί να θεωρηθεί αμελητέα.

Ε6.86. 0,6 mol άλατος NaA του ασθενούς μονοπρωτικού οξέος ΗΑ διαλύονται σε νερό, οπότε προκύπτει διάλυμα (Δ_1) όγκου 1 L. Στο διάλυμα αυτό διαλύονται 0,1 mol HCl και προκύπτει νέο διάλυμα (Δ_2) όγκου 1 L με pH = 8.
α) Να υπολογιστούν η τιμή της σταθεράς K_a του ΗΑ, καθώς και οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα Δ_2.
β) 0,1 mol άλατος ΚΒ του ασθενούς οξέος ΗΒ διαλύονται σε νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 800 mL με pH = 10,5.
i. Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς K_a του ΗΒ και να συγκρίνετε την ισχύ των δύο οξέων ΗΑ και ΗΒ.
ii. Προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη η ισορροπία (1) που ακολουθεί; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

$$HB(aq) + A^-(aq) \rightleftharpoons B^-(aq) + HA(aq) \quad (1)$$

iii. Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας (1)
γ) Αναμιγνύουμε ίσους όγκους από δύο διαλύματα, ένα NaA 0,2 Μ και ένα άλλο NaB 0,2 Μ. Ποιο το pH του διαλύματος που προκύπτει;
Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25\ ^oC$.

Ε6.87. Σε υδατικό διάλυμα η ουσία Α διασπάται σύμφωνα με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$A(aq) \rightarrow B(aq) + \Gamma(aq)$$

Η διάσπαση είναι αργή, επιταχύνεται όμως παρουσία κατάλληλου ενζύμου που λειτουργεί καλύτερα σε pH = 4 και σε θερμοκρασία 45 °C.
α) Γιατί δεν μπορούμε να αυξήσουμε τη θερμοκρασία, π.χ. στους 70 °C ώστε να αυξήσουμε περισσότερο την ταχύτητα της αντίδρασης;
β) Για την παρασκευή του ρυθμιστικού διαλύματος με pH = 4 που απαιτείται για την παραπάνω αντίδραση, διαθέτουμε αρχικά 300 mL διαλύματος (Υ) που περιέχει CH_3COOH σε συγκέντρωση 0,01 Μ και CH_3COONa σε συγκέντρωση 0,01 Μ. Διαθέτουμε επίσης δύο διαλύματα Υ1 και Υ2. Το Υ1 περιέχει $Ca(OH)_2$ 0,005 Μ και το Υ2 περιέχει HCl 0,02 Μ. Ποιον όγκο από τα διαλύματα Υ1 ή Υ2 πρέπει να προσθέσουμε σε όλη την ποσότητα του διαλύματος Υ, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 4;
$K_a(CH_3COOH) = 2\cdot10^{-5}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.88. Διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικού οξέος ΗΧ έχει συγκέντρωση c. Ποσότητα από το διάλυμα ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 Μ και στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης το pH βρέθηκε ίσο με 9. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση c.
Δίνονται οι σταθερές στους 25 °C: $K_a(HX) = 2\cdot10^{-6}$ και $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.89. Διαθέτουμε τα εξής τρία διαλύματα, HCl(aq) 0,2 Μ (διάλυμα Δ_1), NH_3(aq) 0,2 Μ (διάλυμα Δ_2) και NH_4Cl(aq) 0,1 Μ (διάλυμα Δ_3).
α) Αναμιγνύουμε 100 mL του διαλύματος Δ_1 με 100 mL του Δ_2 και 200 mL του Δ_3 και προκύπτει διάλυμα (Δ_4) με pH = 5. Να υπολογιστεί η τιμή της K_b της NH_3.
β) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε τα διαλύματα Δ_2 και Δ_3 για να προκύψει διάλυμα με pH = 10;
γ) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθούν τα διαλύματα Δ_1 και Δ_2 για να προκύψει διάλυμα με pH = 8;
δ) Σε 200 mL του διαλύματος Δ_1 προσθέτουμε x (mL) διαλύματος Δ_3 και προκύπτει διάλυμα με $[Cl^-] = 0,15$ Μ. Ποιο το pH του τελικού διαλύματος;
Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.90. Ογκομετρήσεις και ρυθμιστικά διαλύματα!
Διάλυμα (Υ) περιέχει CH_3COOH σε συγκέντρωση c_1 και CH_3COONa σε συγκέντρωση c_2. 20 mL από το διάλυμα αυτό ογκομετρούνται με τη βοήθεια πρότυπου διαλύματος NaOH 0,5 M παρουσία κατάλληλου δείκτη $HΔ_1$ ο οποίος αλλάζει χρώμα μετά την προσθήκη ακριβώς 10 mL του προτύπου διαλύματος.
α) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση c_1 του CH_3COOH στο ρυθμιστικό διάλυμα (Υ).
Άλλα 20 mL από το διάλυμα (Υ) ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα HCl 0,5 M παρουσία άλλου δείκτη $HΔ_2$. Το τελικό σημείο της ογκομέτρησης επέρχεται μετά την προσθήκη ακριβώς 20 mL του προτύπου διαλύματος.
β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση c_2 του CH_3COONa στο ρυθμιστικό διάλυμα (Υ).
γ) Να υπολογίσετε το pH του ρυθμιστικού διαλύματος (Υ).
δ) Από τους παρακάτω δείκτες να επιλέξετε τον κατάλληλο για την 1η ογκομέτρηση ($HΔ_1$) και τον κατάλληλο για τη 2η ογκομέτρηση ($HΔ_2$).
- Πορτοκαλί του μεθυλίου (κόκκινο) 3,1 - 4,4 (κίτρινο)
- Μπλε της βρωμοθυμόλης (κίτρινο) 6 - 7,6 (μπλε)
- Μπλε της θυμόλης (κίτρινο) 8 - 9,6 (μπλε)
Σε κάθε ογκομέτρηση να σημειώσετε το χρώμα στο τελικό της σημείο. Δεν απαιτούνται υπολογισμοί pH.
Όλα τα διαλύματα έχουν $\theta = 25$ °C, όπου $K_a(CH_3COOH) = 2\cdot10^{-5}$. Ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

Ε6.91. Ο γενικός διευθυντής χημικής βιομηχανίας φυλάει κάποιες εμπιστευτικές πληροφορίες σε ένα χρηματοκιβώτιο με κωδικό. Ο κωδικός αυτός προκύπτει από το συνδυασμό των τιμών pH δύο διαλυμάτων που παράγει η βιομηχανία. Οι 2 πρώτοι αριθμοί του 4ψήφιου κωδικού του συνδυασμού προκύπτουν από το pH διαλύματος άλατος NaX 0,05 M (του ασθενούς οξέος HX) με pH = 10. Οι δύο τελευταίοι αριθμοί του κωδικού προκύπτουν από το pH διαλύματος HX 0,02 M. Ποιος είναι ο 4ψήφιος κωδικός του συνδυασμού του χρηματοκιβωτίου (χωρίς τη χρήση κόμματος);
Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. Τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία 25 °C όπου $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.92. Σε 0,5 g στερεού δείγματος που περιέχει $CaCO_3$ και άλλες αδρανείς ουσίες, προστίθενται 100 mL HCl 0,1 M (περίσσεια), οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2(g) + H_2O$$

Το διάλυμα θερμαίνεται για την απομάκρυνση του $CO_2(g)$ και η περίσσεια του HCl ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 M και μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν 20 mL του πρότυπου διαλύματος. Να υπολογιστεί η %w/w περιεκτικότητα του δείγματος σε $CaCO_3$.

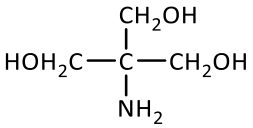
Ε6.93. Ρυθμιστικό διάλυμα (Δ) περιέχει CH_3COOH και CH_3COONa, έχει όγκο 300 mL και pH = 5.
α) Να δείξετε ότι οι συγκεντρώσεις των δύο συστατικών του ρυθμιστικού διαλύματος είναι ίσες μεταξύ τους.
β) 50 mL από το διάλυμα Δ ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 M και από την καμπύλη ογκομέτρησης συμπεράναμε ότι μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν ακριβώς 50 mL από το πρότυπο διάλυμα. Να υπολογίσετε
i. τις συγκεντρώσεις των συστατικών του διαλύματος Δ και
ii. το pH στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης.
γ) Το διάλυμα Δ έχει προέλθει με ανάμιξη δύο διαλυμάτων ίσων συγκεντρώσεων, ένα διάλυμα CH_3COONa και ένα διάλυμα HCl. Ποιοι όγκοι χρησιμοποιήθηκαν από τα διαλύματα αυτά ώστε να προκύψουν τα 300 mL του Δ;
$K_a(CH_3COOH) = 10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$, $\theta = 25$ °C. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.94. Σε 1,5 L υδατικού διαλύματος CH_3COOH 0,1 M προστίθενται 0,05 mol $M(OH)_x(s)$ (ισχυρή βάση κατά Arrhenius) και προκύπτει διάλυμα όγκου 1,5 L με pH = 5. Να υπολογιστεί η τιμή του x. Για το CH_3COOH: $K_a = 2\cdot10^{-5}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25$ °C.

Ε6.95. Υδατικό διάλυμα όγκου 300 mL περιέχει $(NH_4)_2SO_4$ σε συγκέντρωση 0,1 M.
α) Ποιο το pH του διαλύματος;
β) Πόσα g NaOH(s) πρέπει να προστεθούν σε όλη την ποσότητα του παραπάνω διαλύματος, χωρίς μεταβολή όγκου, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 9;
Η υδρόλυση των ιόντων SO_4^{2-} είναι αμελητέα. $K_b(NH_3) = 2\cdot10^{-5}$. Η θερμοκρασία των διαλυμάτων είναι $\theta = 25$ °C, όπου $K_w = 10^{-14}$. Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.96. Η ποσότητα του θειικού αμμωνίου, $(NH_4)_2SO_4$, που περιέχεται σε 1 g λιπάσματος αντιδρά πλήρως με NaOH και η ποσότητα της αμμωνίας (NH_3) που προκύπτει απαιτεί για την εξουδετέρωση 30 mL διαλύματος HCl 0,2 M. Ποια η %w/w περιεκτικότητα του λιπάσματος σε $(NH_4)_2SO_4$; Το $(NH_4)_2SO_4$ είναι το μόνο συστατικό του λιπάσματος που παράγει NH_3 με την επίδραση του NaOH.

Ε6.97. Η πρωτοταγής αμίνη με το συντακτικό τύπο που ακολουθεί αναφέρεται ως τρομεθαμίνη και χρησιμοποιείται στην ιατρική, στη μοριακή βιολογία κτλ. ως συστατικό ρυθμιστικών διαλυμάτων.



Λειτουργεί ως ασθενής μονοπρωτική βάση με $pK_b = 6$ στους 25 °C και θα συμβολιστεί πιο απλά ως ANH_2.
α) Ποιο το pH διαλύματος τρομεθαμίνης συγκέντρωσης 1 M;
β) Στους 25 °C το αίμα έχει pH = 7,4 που αντιστοιχεί σε $[H_3O^+] = 4\cdot10^{-8}$ M. Σε μία ιατρική εφαρμογή χρειάζεται ρυθμιστικό διάλυμα με pH ίσο με αυτό του αίματος. Ποιον όγκο πυκνού διαλύματος HCl συγκέντρωσης 12 M πρέπει να προσθέσουμε σε 300 mL διαλύματος τρομεθαμίνης συγκέντρωσης 1 M ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 7,4;
Τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία 25 °C όπου $pK_w = 14$ και σε αυτά ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.98. Αναμιγνύονται τα παρακάτω 3 υδατικά διαλύματα:
100 mL διαλύματος NH_3, 0,5 M.
250 mL διαλύματος CH_3NH_2, 0,2 M.
500 mL διαλύματος HI, 0,1 M.
Το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται σε τελικό όγκο 2 L.
α) Να υπολογίσετε το pH του τελικού διαλύματος.
β) Να υπολογίσετε το % ποσοστό (σε μορφή κλάσματος) της βάσης CH_3NH_2 που αντέδρασε.
$K_w = 10^{-14}$, $K_b(NH_3) = 2\cdot10^{-5}$, $K_b(CH_3NH_2) = 5\cdot10^{-4}$.
Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta = 25$ °C.
Τα δεδομένα του θέματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.99. 36 g CH_3COOH διαλύονται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα Δ_1 όγκου 1,2 L. Σε 600 mL του Δ_1 προσθέτουμε 4,6 g Na και μετά την απομάκρυνση του σχηματιζόμενου αερίου, προκύπτει διάλυμα Δ_2 με όγκο 600 mL και pH = 5.
α) Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Δ_1.
β) Θέλουμε να διατηρήσουμε το pH του Δ_2 ανάμεσα στα όρια 4-6. Ποια η μέγιστη ποσότητα σε mol:
i. αερίου HCl και
ii. στερεού NaOH (με τη μορφή κλάσματος),
που μπορούμε να προσθέσουμε σε όλη την ποσότητα του Δ_2, χωρίς μεταβολή όγκου, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με το pH στα επιθυμητά όρια;
Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25$ °C. $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.100. Το HCOOH είναι ασθενές οξύ με $K_a = 10^{-4}$, ενώ η NH_3 είναι ασθενής βάση με $K_b = 10^{-5}$.
α) Ποιο το pH διαλύματος HCOOH 1 M; Να υπολογιστούν ο βαθμός ιοντισμού του HCOOH και οι συγκεντρώσεις των ιόντων $HCOO^-$ και OH^- στο διάλυμα αυτό.
β) Υδατικό διάλυμα άλλου ασθενούς οξέος HA 0,1 M έχει pH = 2,5. Να συγκριθεί η ισχύς του HA με αυτή του HCl και του HCOOH.
γ) Πόσα mol HCl ή NaOH πρέπει να προστεθούν, χωρίς μεταβολή όγκου, σε 200 mL υδατικού διαλύματος HCOOH 0,1 M, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 4;
δ) Προσθέτουμε μικρή ποσότητα NH_3 στο ρυθμιστικό διάλυμα της προηγούμενης περίπτωσης. Να υπολογιστεί ο λόγος $[NH_3]/[NH_4^+]$ στο διάλυμα που προκύπτει. Το pH του ρυθμιστικού δε μεταβάλλεται με την προσθήκη της NH_3.
$\theta = 25$ °C. $K_w = 10^{-14}$. Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.101. Διάλυμα (Δ1) περιέχει CH_3COOH(aq) σε άγνωστη συγκέντρωση (c). Ποσότητα από το διάλυμα Δ1 όγκου 20 mL ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH (aq) 0,1 M οπότε μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν 40 mL από το πρότυπο διάλυμα.
α) Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (c) του διαλύματος Δ1.
β) Ποιος όγκος πρότυπου διαλύματος πρέπει να προστεθεί στο ογκομετρούμενο διάλυμα ώστε το pH να γίνει ίσο με 5; Ο όγκος σε mL με τη μορφή κλάσματος.
γ) Πόσα mol Mg(s) πρέπει να προσθέσουμε σε 300 mL του διαλύματος Δ1 ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 5; Με την προσθήκη του Mg ο όγκος του διαλύματος δεν μεταβάλλεται.
Δίνεται ότι:
- Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι 25 °C.
- Η σταθερά ιοντισμού του CH_3COOH είναι $2\cdot10^{-5}$.
- Να θεωρήσετε τις γνωστές προσεγγίσεις.

Ε6.102. Υδατικό διάλυμα (Δ1) περιέχει HCl 0,09 M και $Cl_2CHCOOH$ 0,09 M. Το διάλυμα αυτό έχει pH = 1.
α) Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_a του $Cl_2CHCOOH$ καθώς και ο βαθμός ιοντισμού του (α) στο παραπάνω διάλυμα με τη μορφή κλάσματος.
β) Σε υδατικό διάλυμα (Δ2) $Cl_2CHCOOH$ 0,09 M ο βαθμός ιοντισμού του οξέος είναι α'. Να συγκρίνετε το βαθμό ιοντισμού (α) του $Cl_2CHCOOH$ στο διάλυμα (Δ1) με το βαθμό ιοντισμού (α') του $Cl_2CHCOOH$ στο διάλυμα Δ2 (μεγαλύτερος, μικρότερος, ίσος). Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Δεν απαιτούνται υπολογισμοί.
γ) Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε g) στερεού NaOH που απαιτείται για την εξουδετέρωση 100 mL του διαλύματος των δύο οξέων.

Ε6.103. Διάλυμα έχει όγκο 200 mL και περιέχει την αμίνη RNH_2 σε συγκέντρωση 0,3 M και NaOH σε συγκέντρωση 0,3 M. Στο διάλυμα προσθέτουμε 0,12 mol HCl(g) οπότε προκύπτει διάλυμα όγκου 200 mL με pH = 5. Θεωρώντας τις κατάλληλες προσεγγίσεις να υπολογίσετε τη σταθερά K_b της αμίνης RNH_2. $K_w = 10^{-14}$. $\theta = 25$ °C.

Ε6.104. Δίνεται διάλυμα αιθανικού οξέος (CH_3COOH, pK_a = 5), συγκέντρωσης 0,1 M (διάλυμα Υ1).
α) Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος αυτού.
Με την επίδραση αιθανικού οξέος στον Fe σχηματίζεται το άλας $(CH_3COO)_2Fe$ με ταυτόχρονη έκλυση H_2.
β) Να γραφεί η χημική αντίδραση του CH_3COOH με το Fe. Σε 200 mL του διαλύματος Υ1 διαλύονται πλήρως 0,28 g σιδήρου και όλη η ποσότητα του αερίου που παράγεται συλλέγεται.
γ) Να υπολογιστεί ο όγκος του σε STP.
δ) Να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος μετά την ολοκλήρωση της έκλυσης του αερίου (διάλυμα Υ2). Ο όγκος του διαλύματος δεν μεταβλήθηκε κατά τη διάρκεια της αντίδρασης. Το ιόν Fe^{2+} δεν αλληλοεπιδρά με το H_2O.
Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. $\theta = 25$ °C, $K_w = 10^{-14}$.

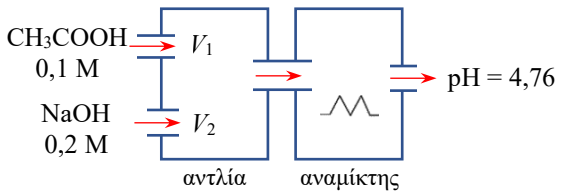
Ε6.105. Διαθέτουμε τα παρακάτω υδατικά διαλύματα.
Υ1: Διάλυμα HCl 0,1 M.
Υ2: Διάλυμα CH_3NH_2 0,1 M.
Υ3: Διάλυμα NaOH 0,2 M.
α) Σε 100 mL του διαλύματος Υ1 προσθέτουμε 200 mL του διαλύματος Υ2. Να υπολογιστεί το pH στο διάλυμα που προκύπτει.
β) Σε 100 mL του διαλύματος Υ2 προσθέτουμε 100 mL του διαλύματος Υ3. Στο διάλυμα που προκύπτει να υπολογιστεί το pH καθώς και ο βαθμός ιοντισμού της CH_3NH_2.
Όλα τα διαλύματα έχουν $\theta = 25$ °C, όπου $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. Η σταθερά ιοντισμού K_b της CH_3NH_2 να θεωρηθεί ίση με 10^{-4}.

Ε6.106. Διάλυμα ($Δ_1$) περιέχει $Ba(OH)_2(aq)$ σε άγνωστη συγκέντρωση. 10 mL από το διάλυμα $Δ_1$ ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα HCl 0,01 M παρουσία δείκτη ερυθρό της φαινόλης. Παρατηρείται αλλαγή χρώματος του δείκτη με την προσθήκη 60 mL του πρότυπου διαλύματος.
α) Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος $Δ_1$.
β) 100 mL του διαλύματος $Δ_1$ αναμιγνύονται με διάλυμα ασθενούς οξέος ΗΑ 0,045 M και προκύπτει νέο διάλυμα ($Δ_2$) με pH = 6. Ποιος ο όγκος του διαλύματος ($Δ_2$);
$K_a(HA) = 2·10^{-6}$. Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $θ$ = 25 °C.

Ε6.107. Ο δείκτης Δ είναι μία ασθενής μονοπρωτική βάση με $K_b = 10^{-4}$. Η όξινη μορφή του δείκτη έχει κίτρινο χρώμα και επικρατεί όταν $[HΔ^+]/[Δ] ≥ 10$, ενώ η βασική μορφή έχει κόκκινο χρώμα και επικρατεί όταν $[Δ]/[HΔ^+] ≥ 10$.
α) Ποια η περιοχή pH αλλαγής χρώματος του δείκτη Δ;
β) Σε υδατικό διάλυμα με pH = 7 προσθέτουμε σταγόνες από το δείκτη Δ. Να προσδιορίσετε το χρωματισμό που θα αποκτήσει το διάλυμα. Ποιος ο λόγος $[HΔ^+]/[Δ]$ των δύο συζυγών μορφών του δείκτη στο διάλυμα; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
Όλα τα διαλύματα έχουν $θ$ = 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.108. Σε οφθαλμολογικά διαλύματα χρησιμοποιούνται ρυθμιστικά διαλύματα με το σύστημα HPO_4^{2-} / $H_2PO_4^-$.
α) Να γράψετε τις ιοντικές αντιδράσεις που συμβαίνουν όταν στο διάλυμα που περιέχει τα δύο ιόντα προσθέσουμε: i. H_3O^+ και ii. OH^-.
β) Στα οφθαλμολογικά διαλύματα προστίθεται και NaCl σε συγκεκριμένη συγκέντρωση. Ποιος μπορεί να είναι ο ρόλος της προσθήκης NaCl;
γ) Ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει Na_2HPO_4 και NaH_2PO_4 σε ίσες συγκεντρώσεις και έχει pH = 7,2. Ποιο το pH ενός άλλου ρυθμιστικού διαλύματος της ίδιας θερμοκρασίας που περιέχει Na_2HPO_4 σε συγκέντρωση $2·10^{-4}$ M και NaH_2PO_4 σε συγκέντρωση $5·10^{-4}$ M; Δίνεται log4 = 0,6.

Ε6.109. Το απλουστευμένο διάγραμμα ροής που ακολουθεί χρησιμοποιείται για τη βιομηχανική παραγωγή ρυθμιστικού διαλύματος με pH = 4,76.



Για το σκοπό αυτό διοχετεύονται στην αντλία σε συνεχή ροή δύο διαλύματα, ένα διάλυμα CH_3COOH 0,1 M και ένα άλλο διάλυμα NaOH 0,2 M και το σύστημα οδηγείται στον αναμίκτη προς ομογενοποίηση. Με ποια σταθερή αναλογία όγκων (V_1/V_2) πρέπει να τροφοδοτείται η αντλία ώστε μετά την ανάμιξη να προκύπτει διάλυμα με pH = 4,76; Η σταθερά pK_a του CH_3COOH είναι ίση με 4,76. Η θερμοκρασία των διαλυμάτων είναι ίση με 25 °C.

Ε6.110. Διάλυμα ($Δ_1$) ασθενούς οξέος ΗΑ με pH = 3 έχει την ίδια συγκέντρωση (c) με διάλυμα ($Δ_2$) οξέος ΗΒ με pH = 1.
α) Σε 10 mL ενός από τα δύο διαλύματα προσθέτουμε 990 mL H_2O και παρατηρούμε ότι τα pH των δύο διαλυμάτων εξισώνονται. Να δείξετε ότι το ΗΒ είναι ισχυρό οξύ.
β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση c και τη σταθερά K_a του οξέος ΗΑ.
γ) Αναμιγνύουμε 450 mL του διαλύματος $Δ_1$ με 50 mL του διαλύματος $Δ_2$ και προκύπτει νέο διάλυμα ($Δ_3$) όγκου 500 mL. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος ($Δ_3$) καθώς και τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων του.
δ) Σε όλη την ποσότητα του διαλύματος $Δ_3$ προσθέτουμε 0,1 mol KOH(s), χωρίς μεταβολή του όγκου, και προκύπτει νέο διάλυμα ($Δ_4$). Στο διάλυμα αυτό ($Δ_4$) να υπολογίσετε το pH καθώς και τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων του.
Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. Η θερμοκρασία όλων των διαλυμάτων είναι $θ$ = 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.111. Για τα διαλύματα $Δ_1$, $Δ_2$, $Δ_3$ και $Δ_4$ γνωρίζουμε δεδομένα που σχετίζονται με τη διαλυμένη ουσία (Α, Β, Γ, Δ: ασθενείς βάσεις, στήλη Ι), τη θερμοκρασία τους (στήλη ΙΙ), το βαθμό ιοντισμού $α$ των βάσεων (στήλη ΙΙΙ) και τη συγκέντρωση (στήλη ΙV):

	Ι	ΙΙ	ΙΙΙ	ΙV
$Δ_1$	Α	25 °C	0,01	$2c$
$Δ_2$	Β	25 °C	0,02	$2c$
$Δ_3$	Γ	35 °C	0,01	c
$Δ_4$	Δ	15 °C	0,01	$8c$

α) Με βάση τα δεδομένα αυτά να ταξινομήσετε τις βάσεις Α, Β, Γ και Δ κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος.
β) Στο διάλυμα $Δ_2$ ισχύει: $[OH^-] = 4·10^{-3}$ M. Να υπολογίσετε τις τιμές των σταθερών K_b των βάσεων Α και Β.
γ) Υδατικό διάλυμα ($Δ_5$) όγκου 100 mL περιέχει τις παραπάνω βάσεις Α και Β σε συγκεντρώσεις από 0,1 M. Ποιο το pH του διαλύματος ($Δ_5$); Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. $θ$ = 25 °C όπου $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.112. Διαθέτουμε 300 mL διαλύματος NH_4Cl 0,01 M (διάλυμα Υ1) και 300 mL διαλύματος $Ba(OH)_2$ 0,01 M (διάλυμα Υ2). Ποιος είναι ο μέγιστος όγκος ρυθμιστικού διαλύματος με pH = 9 που μπορεί να προκύψει με ανάμιξη των δύο αυτών διαλυμάτων; Για την NH_3 $K_b = 2·10^{-5}$ στους 25 °C Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. Όλα τα διαλύματα έχουν $θ$ = 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14}$.

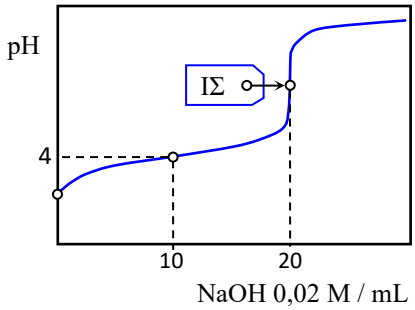
Ε6.113. Διάλυμα φαινόλης, $C_6H_5OH(aq)$ 0,01 M έχει pH_1 = 6. Ένα άλλο διάλυμα βενζοϊκού οξέος $C_6H_5COOH(aq)$ της ίδιας συγκέντρωσης έχει pH_2 = 3.
α) Να υπολογίσετε τις σταθερές ιοντισμού (K_a) της C_6H_5OH και του C_6H_5COOH. Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.
β) Δίνεται η ιοντική ισορροπία που ακολουθεί.

$$C_6H_5COOH + C_6H_5O^- \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + C_6H_5OH \quad (1)$$

i. Να εκτιμήσετε την κατεύθυνση προς την οποία είναι μετατοπισμένη η ισορροπία (1).

ii. Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας (1).
γ) Τέσσερα υδατικά διαλύματα έχουν την ίδια συγκέντρωση και τον ίδιο όγκο και περιέχουν το καθένα μία από τις διαλυμένες ουσίες, C_6H_5COONa, C_6H_5OH, C_6H_5COOH και C_6H_5ONa. Τα 4 αυτά διαλύματα αναμιγνύονται και αποκαθίσταται η ισορροπία (1). Ποιο το pH του τελικού διαλύματος;

Ε6.114. **Ογκομετρήσεις!** Το ακετυλοσαλικυλικό οξύ είναι φαρμακευτική ουσία (ασπιρίνη) που λειτουργεί ως ασθενές μονοπρωτικό οξύ (ΗΑ). 0,36 g του οξέος διαλύονται σε νερό και προκύπτει διάλυμα (Δ) όγκου 100 mL. 20 mL από το διάλυμα (Δ) ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,02 M και λαμβάνεται η καμπύλη ογκομέτρησης που ακολουθεί με μερικά χαρακτηριστικά της.



α) Να χαρακτηρίσετε την ογκομέτρηση ως οξυμετρία ή αλκαλιμετρία.
β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (c) του διαλύματος Δ.
γ) Να προσδιορίσετε τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) του ακετυλοσαλικυλικού οξέος.
δ) Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς ιοντισμού (K_a) του ακετυλοσαλικυλικού οξέος.
ε) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης.
στ) Ποιος από τους παρακάτω δείκτες είναι ο πλέον κατάλληλος για τον προσδιορισμό του τελικού σημείου της ογκομέτρησης (σε παρένθεση η περιοχή αλλαγής χρώματος του δείκτη); Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

- θυμολοφθαλεΐνη (9,4-10,6)
- ερυθρό της κρεζόλης (7,2-8,8)
- κυανούν της βρωμοφαινόλης (3-4,6)

Ε6.115. 1 mol NaOH(s) αντιδρά πλήρως με 1 L διαλύματος που περιέχει 1 mol του οξέος ΗΑ και 1 mol άλλου οξέος ΗΒ, οπότε εξουδετερώνεται το 25% της ποσότητας του ΗΑ και το 75% της ποσότητας του ΗΒ. Αν ο τελικός όγκος είναι ίσος με 1 L, να υπολογιστούν:
α) Η $[H_3O^+]$ στο διάλυμα που προκύπτει.
β) Η σταθερά K_a του οξέος ΗΒ.
$K_a(HA) = 10^{-5}$. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.116. 10 g του δείγματος ορυκτού άνθρακα (γαιάνθρακα) καίγεται και η ποσότητα του περιεχομένου S μετατρέπεται σε $SO_2(g)$ σύμφωνα με την αντίδραση (1):

$$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g) \quad (1)$$

Στην συνέχεια όλη η ποσότητα του SO_2 μετατρέπεται σε διάλυμα $H_2SO_4(aq)$, με βάση την αντίδραση (2):

$$SO_2(g) + H_2O_2(aq) \rightarrow H_2SO_4(aq) \quad (2)$$

Το 1/10 της σχηματιζόμενης ποσότητας του διαλύματος του $H_2SO_4(aq)$ ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 M και για την πλήρη αντίδραση απαιτήθηκαν 20 mL του προτύπου διαλύματος. Να υπολογίσετε την % w/w του δείγματος γαιάνθρακα σε θείο.

Ε6.117. 1,26 g άλατος RNH_3Br ($R = C_vH_{2v+1}-$) διαλύονται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα (Δ_1) 50 mL. 25 mL από το Δ_1 απαίτησαν για πλήρη αντίδραση 25 mL διαλύματος NaOH 0,2 M και προκύπτει νέο διάλυμα (Δ_2).
α) Να προσδιοριστούν: i. ο συντακτικός τύπος του άλατος, και ii. το pH του διαλύματος Δ_2.
β) Σε όλη την ποσότητα του Δ_2 προστίθενται 25 mL διαλύματος CH_3COOH 0,2 M. Να εκτιμηθεί αν το pH του διαλύματος (Δ_3) που προκύπτει είναι ουδέτερο, όξινο ή βασικό.
γ) Τα υπόλοιπα 25 mL από το διάλυμα Δ_1 αναμειγνύονται με 75 mL διαλύματος NaOH 0,2 M και προκύπτει διάλυμα (Δ_4). Να υπολογιστούν: i. το pH και ii. οι συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο διάλυμα Δ_4.
Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $K_b(RNH_2) = 10^{-4}$, $K_a(CH_3COOH) = 10^{-5}$. $\theta = 25\ ^oC$. $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.118. Η χλωρίνη (κοινό απολυμαντικό) περιέχει NaClO και NaCl και προκύπτει με τη διάλυση $Cl_2(g)$ σε διάλυμα NaOH(aq), σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη εξίσωση (1):

$$Cl_2(g) + NaOH(aq) \rightarrow NaClO(aq) + NaCl(aq) + H_2O(\ell) \quad (1)$$

Στην ετικέτα του προϊόντος αυτού επισημαίνεται ότι σε επαφή με ένα οξύ, π.χ. το HCl, εκλύεται τοξικό αέριο (Cl_2), σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη εξίσωση (2):

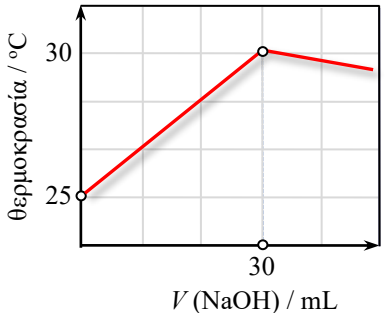
$$NaClO(aq) + HCl(aq) \rightarrow Cl_2(g) + NaCl(aq) + H_2O(\ell) \quad (2)$$

α) Να εξετάσετε αν οι παραπάνω δύο αντιδράσεις (1) και (2) είναι ή όχι οξειδοαναγωγικές και να τις ισοσταθμίσετε.
β) Διάλυμα χλωρίνης (Υ1) προκύπτει από την αντίδραση (1). 75 mL από το διάλυμα (Υ1) όγκου αραιώνονται με νερό και προκύπτει διάλυμα (Υ2) όγκου 500 mL με pH = 10,5. Να υπολογίσετε:
i. Τη συγκέντρωση του διαλύματος (Υ1) σε NaClO.
ii. Τη $[Na^+]$ και των ιόντων $[Cl^-]$ στο διάλυμα (Υ2).
Τα διαλύματα (Υ1) και (Υ2) έχουν θερμοκρασία $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$. Για το HClO: $K_a = 3 \cdot 10^{-8}$.

Ε6.119. Το βουτυρικό οξύ είναι η εμπειρική ονομασία για κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό οξύ με ευθύγραμμη αλυσίδα. Για τον προσδιορισμό της δομής του οξέος αυτού, 1,056 g βουτυρικού οξέος διαλύονται σε νερό οπότε σχηματίζεται διάλυμα (Δ_1) όγκου 20 mL. Όλη η ποσότητα του Δ_1 απαιτεί για την εξουδετέρωση 60 mL διαλύματος NaOH 0,2 M και προκύπτει νέο διάλυμα (Δ_2) με pH = 9.
α) i. Να δείξετε ότι το βουτυρικό οξύ είναι το βουτανικό οξύ και ii. να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του K_a.
β) Πόσα g βουτυρικού οξέος πρέπει να διαλυθούν σε νερό, ώστε να σχηματιστούν 150 mL διαλύματος Δ_3 με pH = 2,5; $\theta = 25\ ^oC$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.120. 0,05 mol CH_3COOH διαλύονται σε νερό, οπότε δημιουργείται διάλυμα Δ1 όγκου 500 mL. 50 mL του Δ1 αναμιγνύονται με 200 mL υδατικού διαλύματος ασθενούς οξέος ΗΑ 0,125 Μ, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ2, το οποίο σε θερμοκρασία θ °C έχει pH = 3,5.
α) Να εξετάσετε αν η θερμοκρασία θ είναι μικρότερη, ίση ή μεγαλύτερη των 25 °C.
β) Στη θερμοκρασία θ αναμιγνύουμε 260 mL του Δ1 με 5 mL υδατικού διαλύματος NaOH 0,2 Μ, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ3 με pOH = 10,5. Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του νερού, K_w, στη θερμοκρασία θ.
Δίνονται:
– Η K_a(ΗΑ) σε θερμοκρασία θ °C ίση με $2\cdot10^{-7}$.
– Η K_a(CH_3COOH) στους 25 °C ίση με 10^{-5}.
Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.121. 50 mL διαλύματος HCl(aq) θερμοκρασίας 25 °C ογκομετρούνται με διάλυμα NaOH(aq) 1 Μ θερμοκρασίας επίσης 25 °C. Ανά τακτά χρονικά διαστήματα σημειώνουμε τη θερμοκρασία του ογκομετρούμενου διαλύματος σε σχέση με τον όγκο του πρότυπου διαλύματος και τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



α) Να εξηγήσετε γιατί η θερμοκρασία του ογκομετρούμενου διαλύματος αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου μέχρι την προσθήκη των 30 mL ενώ στη συνέχεια μειώνεται.
β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του ογκομετρούμενου διαλύματος HCl.
γ) Αν κατά την αντίδραση εκλύεται συνολικά ποσό θερμότητας q = 1,71 kJ, να υπολογιστεί η ενθαλπία της αντίδρασης της ογκομέτρησης (στις συνθήκες του πειράματος).

Ε6.122. Η $NH_3(g)$ αντιδρά σε υψηλή θερμοκρασία με το $O_2(g)$ παράγοντας $N_2(g)$ και $H_2O(g)$ και η αντίδραση αυτή διευκολύνεται με τη χρήση Cu(s) ως καταλύτη. Επίσης, η αμμωνία, σε άλλες συνθήκες και παρουσία Pt(s) ως καταλύτη οδηγεί στο σχηματισμό NO(g) και $H_2O(g)$ (μέθοδος Ostwald). Οι δύο αντιδράσεις παριστάνονται με τις εξισώσεις (1) και (2) που ακολουθούν.

$$4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 6H_2O(g) \quad (1)$$

$$4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g) \quad (2)$$

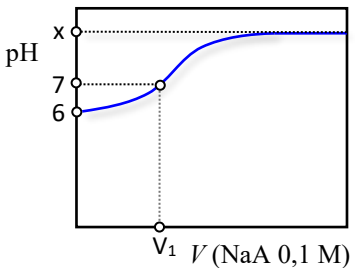
Ποσότητα NH_3 αντιδρά με το O_2 σε κατάλληλες συνθήκες και προκύπτουν 1200 mol NO και 60 mol N_2 σύμφωνα με τις δύο αντιδράσεις (1) και (2). Η ποσότητα της NH_3 που δεν αντέδρασε συλλέγεται ποσοτικά σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα όγκου 50 L. 50 mL από το διάλυμα αυτό αραιώνονται με νερό μέχρι τελικού όγκου 500 mL. 50 mL από το αραιωμένο διάλυμα ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα HCl 0,4 Μ παρουσία κατάλληλου δείκτη και μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν 45 mL πρότυπου διαλύματος.
α) Να υπολογιστεί η ποσότητα $H_2O(g)$ που παράχθηκε και από τις δύο παραπάνω αντιδράσεις.
β) Να προσδιοριστεί το ποσοστό της NH_3 που μετασχηματίστηκε σε NO.

Ε6.123. **Δείκτες!** Διαθέτουμε τους εξής δείκτες: (1): ερυθρό του μεθυλίου, (2): ερυθρό της χλωροφαινόλης, (3): ερυθρό της φαινόλης και (4): κίτρινο της αλιζαρίνης. Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται οι περιοχές pH αλλαγής χρώματος των δεικτών αυτών.

Δείκτης 1	4,4 (κόκκινο) - 6,2 (κίτρινο)
Δείκτης 2	5,2 (κίτρινο) - 6,8 (κόκκινο)
Δείκτης 3	6,8 (κίτρινο) - 8,2 (κόκκινο)
Δείκτης 4	10,2 (κίτρινο) - 12 (κόκκινο)

α) Από τον πίνακα να επιλέξετε έναν δείκτη, ο οποίος να είναι κατάλληλος για τη διάκριση των διαλυμάτων Α και Β που ακολουθούν. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
Διάλυμα Α: $CH_3CH_2NH_2$ 1 Μ ($K_b = 10^{-4}$).
Διάλυμα Β: $C_6H_5NH_2$ 1 Μ ($K_b = 4\cdot10^{-10}$).
β) Τι χρωματισμό θα λάβει διάλυμα $CH_3CH_2NH_3Cl$ 1 Μ με την προσθήκη σταγόνων του δείκτη 3;
γ) Ποιος ή ποιοι από τους παραπάνω δείκτες θα μπορούσαν να είναι κατάλληλοι για την ογκομέτρηση διαλύματος $CH_3CH_2NH_2$ 0,2 Μ με πρότυπο διάλυμα HCl 0,2 Μ; Να αιτιολογήστε την απάντησή σας προσδιορίζοντας το pH στο ισοδύναμο σημείο.
θ = 25 °C, $K_w = 10^{-14}$. Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.124. **Ρυθμιστικά διαλύματα!**
Ρυθμιστικό διάλυμα (Υ1) έχει pH = 6 και περιέχει το ασθενές οξύ ΗΑ 0,1 Μ και το άλας του NaA 0,1 Μ. Σε 50 mL του διαλύματος (Υ1) προσθέτουμε συνεχώς διάλυμα (Υ2) NaA 0,1 Μ και το pH του διαλύματος που προκύπτει παρακολουθείται σε σχέση με τον όγκο (V) του διαλύματος NaA που προστίθεται. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



α) Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς K_a του οξέος ΗΑ.
β) i. Γιατί η συνεχής προσθήκη διαλύματος NaA 0,1 Μ προκαλεί τη σταδιακή αύξηση του pH του αρχικού διαλύματος;
ii. Να υπολογίσετε την τιμή pH = x στην οποία τείνει το pH του Υ1 με τη συνεχή προσθήκη του (Υ2).
γ) Να υπολογίσετε τον όγκο (V_1) του NaA 0,1 Μ που πρέπει να προστεθεί για να προκύψει διάλυμα με pH = 7.

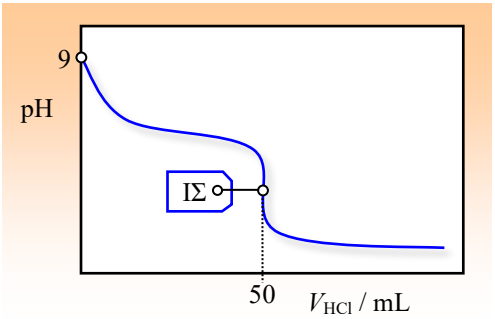
δ) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε το αρχικό διάλυμα (Υ1) με διάλυμα NaOH 0,1 M, ώστε να προκύψει διάλυμα με pH = 7;
$\theta = 25\ ^oC$ όπου $K_w = 10^{-14}$. Σε όλες τις περιπτώσεις να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.125. Διαθέτουμε τα υδατικά διαλύματα:
Διάλυμα Υ1: CH_3NH_2 0,1 M. Διάλυμα Υ2: HCl 0,1 M.
α) Αναμειγνύουμε 20 mL διαλύματος Υ1 με 10 mL διαλύματος Υ2, οπότε προκύπτει διάλυμα Υ3 με pH = 10. Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού K_b της μεθυλαμίνης.
β) Σε 18 mL διαλύματος Υ1 προσθέτουμε 22 mL διαλύ-ματος Υ2 και προκύπτει διάλυμα Υ4. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Υ4.
γ) Υδατικό διάλυμα ασθενούς μονοπρωτικής βάσης Β όγκου 60 mL (διάλυμα Υ5) ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα το Υ2. Όταν προσθέσουμε 20 mL διαλύματος Υ2 στο διάλυμα Υ5, προκύπτει διάλυμα με pH = 10, ενώ όταν προσθέσουμε 50 mL διαλύματος Υ2 στο διάλυμα Υ5, προ-κύπτει διάλυμα με pH = 9. Να βρεθούν:
i. Η σταθερά ιοντισμού K_b της βάσης Β.
ii. Το pH στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης.
Δίνεται ότι όλα τα διαλύματα είναι σε $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$. Ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις.

Ε6.126. Οι ενώσεις ΗΑ και ΗΒ είναι ασθενή μονοπρωτικά οξέα με σταθερές ιοντισμού $2\cdot10^{-4}$ και $5\cdot10^{-5}$, αντίστοιχα. Διαθέτουμε παρακάτω τα υδατικά διαλύματα Δ_1 και Δ_2.
Διάλυμα Δ_1: ΗΑ 0,5 M. Διάλυμα Δ_2: NaB 0,5 M.
α) Να υπολογίσετε τα pH και τους βαθμούς ιοντισμού του ΗΑ και του B^- στα διαλύματα Δ_1 και Δ_2, αντίστοιχα. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.
β) Αναμιγνύουμε ίσους όγκους από τα διαλύματα Δ_1 και Δ_2, και προκύπτει νέο διάλυμα Δ_3, στο οποίο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία: $HA + B^- \rightleftharpoons A^- + HB$.
i. Να εξηγήστε προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη η ισορροπία αυτή.
ii. Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας.
γ) Να υπολογίσετε:
i. Τις συγκεντρώσεις [ΗΑ] και $[A^-]$ στο διάλυμα Δ_3 με τη μορφή κλασμάτων.
ii. Το pH του διαλύματος Δ_3.
Όλα τα διαλύματα είναι σε $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$.

Ε6.127. Αναμειγνύεται ποσότητα διαλύματος CH_3COOH 0,1 M με διάλυμα NaOH 0,2 M και προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα. Στο ρυθμιστικό διάλυμα προσθέτουμε δείκτη με $K_{a,HΔ} = 10^{-7}$. Ο λόγος των συγκεντρώσεων των μορίων του δείκτη προς την ιοντισμένη του μορφή είναι ίσος με 100. Να υπολογίσετε:
α) Το pH του ρυθμιστικού διαλύματος.
β) Την αναλογία όγκων με την οποία αναμείξαμε τα δύο διαλύματα.
$K_{a,CH_3COOH} = 10^{-5}$. Να θεωρήσετε τις γνωστές προσεγγίσεις. Τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta = 25\ ^oC$.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.128. Υδατικό διάλυμα Δ_1 περιέχει το άλας CH_3COONa. 50 mL του Δ_1 ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα HCl συγκέντρωσης 0,2 M. Στο σχήμα που ακολουθεί δίνεται η μορφή της καμπύλης της ογκομέτρησης αυτής με ορισμένα χαρακτηριστικά της.



Όπως παρατηρούμε από την καμπύλη ογκομέτρησης, για το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης του Δ_1 απαιτούνται 50 mL του πρότυπου διαλύματος.
α) i. Να εξετάσετε ποιος από τους δείκτες Ι, ΙΙ και ΙΙΙ είναι ο πλέον κατάλληλος για την ογκομέτρηση (σε παρένθεση η περιοχή αλλαγής χρώματος).
Δείκτης Ι: φαινολοφθαλεΐνη (8,2-10).
Δείκτης ΙΙ: ερυθρό της φαινόλης (6,8-8,2).
Δείκτης ΙΙΙ: ερυθρό του μεθυλίου (4,2-6,2).
ii. Να εξηγήστε αν πρόκειται για οξυμετρία ή αλκαλιμετρία.
β) Να υπολογίσετε:
i. Τη συγκέντρωση του διαλύματος Δ_1.
ii. Την τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_a του CH_3COOH.
iii. Τη συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης.
Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$. Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.129. Για την πλήρη εξουδετέρωση υδατικού διαλύματος (Υ1) φαινόλης (C_6H_5OH) και αιθανόλης (CH_3CH_2OH) όγκου V και συγκέντρωσης 0,1 M η καθεμία απαιτούνται 10 mL υδατικού διαλύματος (Υ2) NaOH 1 M. Το διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται σε τελικό όγκο 1 L (Υ3).
α) Να υπολογίσετε τον όγκο V του υδατικού διαλύματος Υ1.
β) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Υ3.
Δίνονται:
• Για τη φαινόλη: $K_a = 10^{-10}$.
• $\theta = 25\ ^oC$ και $K_w = 10^{-14}$.
• Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2025]

.....

.....

.....

.....

.....

Ε6.130. Επαναληπτική! Ποσότητα Na_3N προστίθεται σε νερό με το οποίο αντιδρά πλήρως, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (1):

$$Na_3N(s) + 3H_2O \rightarrow NH_3(aq) + 3NaOH(aq) \quad (1)$$

Σχηματίζεται έτσι διάλυμα (Υ1) όγκου 1 L με pH = 12.

α) i. Να εξετάσετε αν η αντίδραση (1) είναι μεταθετική ή οξειδοαναγωγική.

ii. Να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 στο διάλυμα Υ1.

β) 100 mL του διαλύματος Υ1 αραιώνονται με νερό και προκύπτει διάλυμα (Υ2) με pH = 11. Να υπολογιστεί ο νέος βαθμός ιοντισμού της NH_3, καθώς και ο όγκος του νερού που προστέθηκε.

γ) Σε 300 mL του διαλύματος Υ1 προσθέτουμε 200 mL διαλύματος HCl συγκέντρωσης c και προκύπτει ρυθμιστικό διάλυμα (Υ3) όγκου 500 mL με pH = 9. Να υπολογιστεί η τιμή της συγκέντρωσης c.

δ) Σε 300 mL του διαλύματος Υ1 όγκου προσθέτουμε την απαιτούμενη ποσότητα άλλου διαλύματος HCl για την εξουδετέρωση και προκύπτει διάλυμα (Υ4) όγκου 1 L. Ποιο το pH του διαλύματος Υ4;

Για την NH_3, $K_b = 10^{-5}$. Όλα τα διαλύματα έχουν $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$. Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.131. **Επαναληπτική!** Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται τα pH 4 διαλυμάτων που περιέχονται σε 4 διαφορετικές φιάλες, Φ1, Φ2, Φ3 και Φ4.

Φιάλη	Φ1	Φ2	Φ3	Φ4
pH	11,5	3	7	11

Στις παραπάνω φιάλες περιέχονται τα διαλύματα Υ1, Υ2, Υ3 και Υ4, χωρίς να γνωρίζουμε σε ποια φιάλη περιέχεται ποιο διάλυμα. Όλα τα διαλύματα έχουν τις ίδιες συγκεντρώσεις (c).
Υ1: Διάλυμα CH_3COOH Υ2: Διάλυμα CH_3NH_2 ($K_b = 10^{-4}$)
Υ3: Διάλυμα NH_3 ($K_b = 10^{-5}$) Υ4: Διάλυμα CH_3COONH_4
α) i. Να αντιστοιχήσετε τις φιάλες με τα περιεχόμενα διαλύματα. ii. Να υπολογίσετε την (κοινή) συγκέντρωση c των διαλυμάτων Υ1-Υ4 καθώς και την τιμή της σταθεράς ιοντισμού (K_a) του CH_3COOH.
β) Αναμιγνύουμε ίσους όγκους από τα διαλύματα Υ2 και Υ3 και προκύπτει νέο διάλυμα (Υ5). Να υπολογίσετε την τιμή του λόγου $[CH_3NH_3^+]/[NH_4^+]$ στο διάλυμα Υ5.
γ) 20 mL ενός άλλου διαλύματος CH_3COOH (διάλυμα Υ6) ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,2 M, οπότε μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν 20 mL του πρότυπου διαλύματος. i. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος Υ6. ii. Να υπολογιστεί το pH στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης.
δ) Με ποια αναλογία όγκων (V_1/V_2) πρέπει να αναμίξουμε το διάλυμα Υ1 με διάλυμα NaOH 0,2 M, ώστε να προκύψει διάλυμα (Υ7) με pH = 5;
Όλα τα διαλύματα έχουν $\theta = 25$ °C, όπου $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε6.132. **Επαναληπτική!** Δίνονται τα υδατικά διαλύματα:
Διάλυμα Υ1: HCl 0,1 M Διάλυμα Υ2: ΗΑ (ασθενές οξύ) με pH = 4.
Διάλυμα Υ3: NH_3, 0,1 M με pH = 11. Διάλυμα Υ4: NaOH 0,1 M.
Δ1. Ποσότητα 20 mL του διαλύματος Υ2 ογκομετρείται με το πρότυπο διάλυμα Υ4. Για την πλήρη εξουδετέρωση των 20 mL του Υ2 απαιτήθηκαν 20 mL από το Υ4.
α) Η ανωτέρω ογκομέτρηση είναι οξυμετρία ή αλκαλιμετρία;
β) Με ποιο γυάλινο σκεύος μετράται ο όγκος του διαλύματος Υ2 και με ποιο ο όγκος του διαλύματος Υ4;
γ) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του ΗΑ στο διάλυμα Υ2.
δ) Πρωτολυτικός δείκτης ΗΔ, ο οποίος έχει $pK_a = 5$, προστίθεται στο διάλυμα Υ2. Να υπολογίσετε το λόγο $[HΔ] / [Δ^-]$.
Δ2. Να υπολογίσετε τις τιμές της K_a του ΗΑ και της K_b της NH_3.
Δ3. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν τα διαλύματα Υ2 και Υ4, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα Υ5 με pH = 7;
Δ4. Πόσα mL διαλύματος Υ1 πρέπει να προσθέσουμε σε 330 mL του διαλύματος Υ5, έτσι ώστε να προκύψει νέο ρυθμιστικό διάλυμα, το pH του οποίου θα διαφέρει κατά μία μονάδα από το pH του διαλύματος Υ5;
Δ5. Κατά την ανάμειξη ίσων όγκων των διαλυμάτων Υ2 και Υ3, το διάλυμα που προκύπτει είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο; Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας, χωρίς να υπολογίσετε την τιμή του pH.
Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta = 25$ °C. $K_w = 10^{-14}$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.133. **Συνδυαστική!** Για την εργαστηριακή παρασκευή της ομοιοπολικής ένωσης ICl ακολουθείται η πειραματική διαδικασία που περιγράφεται από τα στάδια Δ1, Δ2 και Δ3.
Δ1. Αρχικά παράγεται αέριο χλώριο (Cl_2) μέσω της αντίδρασης

$$MnO_2(s) + 4HCl(aq) \rightarrow MnCl_2(aq) + Cl_2(g) + 2H_2O(ℓ)$$

Ποιο είναι το οξειδωτικό και ποιο το αναγωγικό σώμα; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
Δ2. Στη συνέχεια 1,1 mol του αερίου Cl_2 διοχετεύονται σε δοχείο όγκου $V = 800$ mL, που περιέχει ισομοριακή ποσότητα αερίου I_2. Μετά από ήπια θέρμανση παρατηρείται εμφάνιση κίτρινων κρυστάλλων ICl_3 σύμφωνα με την αντίδραση:

$$I_2(g) + 3Cl_2(g) \rightleftharpoons 2ICl_3(s)$$

Στην κατάσταση χημικής ισορροπίας το μίγμα περιέχει 0,8 mol Cl_2.
α) Να υπολογίσετε την τιμή της K_c της αντίδρασης.
β) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης.
Δ3. Η ποσότητα του Cl_2 που παρήχθη στο Δ1 και δεν χρησιμοποιήθηκε, διοχετεύεται σε διάλυμα NaOH και πραγματοποιείται η αντίδραση:

$$Cl_2(g) + 2NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + NaClO(aq) + H_2O(ℓ)$$

Κατά την παραπάνω αντίδραση και αφού έχει αντιδράσει όλη η ποσότητα των αντιδρώντων, προκύπτει διάλυμα όγκου 200 mL και pH = 11. Να υπολογίσετε την ποσότητα του Cl_2 (σε mol).
Δίνεται ότι: $K_a(HClO) = 10^{-8}$, $K_w = 10^{-14}$. Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία 25 °C. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε6.134. **Συνδυαστική!** Ποσότητα $SiCl_4$ αντιδρά πλήρως με νερό, σύμφωνα με την αντίδραση (1):

$$SiCl_4(\ell) + 2H_2O(\ell) \rightarrow SiO_2(s) + 2HCl(aq),\ \Delta H < 0$$

Δ1. Να χαρακτηρίσετε την αντίδραση (1) ως οξειδοαναγωγική ή μεταθετική. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Δ2. Μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης και την απομάκρυνση του $SiO_2(s)$ προκύπτει διάλυμα (A) όγκου 200 mL με pH = 2. Να υπολογίσετε την ποσότητα του $SiCl_4(\ell)$ (σε mol) που αντέδρασε.

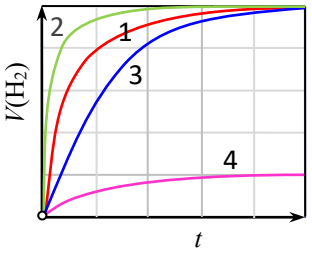
Δ3. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε το διάλυμα (A) με άλλο διάλυμα (B) HCl με pH = 0, ώστε να προκύψει διάλυμα HCl (Y1) με pH = 1;

Δ4. 80 mL διαλύματος (Y2) NH_3 0,025 M αναμιγνύεται με 20 mL του διαλύματος Y1 και προκύπτει διάλυμα Y3 όγκου 100 mL. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Y3. Για την NH_3, $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25\,^oC$.

Δ5. Ποσότητα Zn(s) αντιδρά πλήρως με 100 mL διαλύματος (Y1) υπό σταθερή θερμοκρασία, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$$

Ο όγκος του εκλυόμενου αερίου (σε STP) σε συνάρτηση με το χρόνο δίνεται από την καμπύλη (1) του σχήματος. Η ίδια ποσότητα Zn(s) αντιδρά πλήρως με 200 mL διαλύματος HCl 0,05 M, στην ίδια θερμοκρασία. Ποια από τις καμπύλες (2), (3) ή (4) θα αποδίδει τον όγκο του εκλυομένου αερίου (σε STP) ως συνάρτηση του χρόνου; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ
Ε7
Οξειδοαναγωγή

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

Τι είναι οξείδωση και αναγωγή

− Αρχικά:

Οξείδωση είναι η ένωση ενός στοιχείου με το οξυγόνο ή η αφαίρεση υδρογόνου από μια χημική ένωση. **Αναγωγή** είναι η ένωση ενός στοιχείου με το υδρογόνο ή η αφαίρεση οξυγόνου από μια χημική ένωση.

− Αργότερα:

Οξείδωση είναι η αποβολή ηλεκτρονίων. **Αναγωγή** είναι η πρόσληψη ηλεκτρονίων.

− Μετά την εισαγωγή του αριθμού οξείδωσης:

Οξείδωση είναι η αύξηση του αριθμού οξείδωσης ατόμου ή ιόντος. **Αναγωγή** είναι η ελάττωση του αριθμού οξείδωσης ατόμου ή ιόντος.

Οι αντιδράσεις στις οποίες δε μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης των στοιχείων που συμμετέχουν σ' αυτές ονομάζονται **μεταθετικές** (ή μη οξειδοαναγωγικές).

Αριθμός οξείδωσης (ΑΟ) ενός ατόμου σε μια μοριακή (ομοιοπολική) ένωση, ονομάζεται το φαινομενικό φορτίο που θα αποκτήσει το άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο. Αντίστοιχα, αριθμός οξείδωσης ενός ιόντος σε μια ιοντική (ετεροπολική ένωση) είναι το πραγματικό φορτίο του ιόντος.

ΠΡΑΚΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ ΑΟ

1. Τα ελεύθερα στοιχεία π.χ. Na, Cl_2 έχουν ΑΟ ίσο με το μηδέν.

2. Ο ΑΟ των μονοατομικών ιόντων ισούται με το φορτίο των ιόντων.

3. Το φθόριο (F) στις ενώσεις του έχει ΑΟ = −1.

4. Το οξυγόνο (O) στις ενώσεις του έχει ΑΟ = −2, εκτός από το OF_2 όπου έχει +2 και τα υπεροξείδια π.χ. H_2O_2, όπου έχει −1.

5. Ο ΑΟ του υδρογόνου (H) είναι +1, όταν ενώνεται με αμέταλλα π.χ. HCl και −1, όταν ενώνεται με μέταλλα π.χ. NaH.

6. Τα μέταλλα στις ενώσεις τους έχουν θετικό ΑΟ. Τα αλκάλια (π.χ. Li, K, Na) έχουν ΑΟ = +1 και οι αλκαλικές γαίες (π.χ. Ca, Mg, Ba) έχουν ΑΟ = +2.

7. Το άθροισμα των ΑΟ των ατόμων σε μια ένωση ισούται με το μηδέν ενώ το άθροισμα των ΑΟ των ατόμων σε πολυατομικό ιόν ισούται με το φορτίο του ιόντος.

Οξειδωτικές ουσίες ή απλώς οξειδωτικά ονομάζονται οι ουσίες (στοιχεία, χημικές ενώσεις ή ιόντα) που προκαλούν οξείδωση.

Αναγωγικές ουσίες ή απλώς αναγωγικά ονομάζονται οι ουσίες (στοιχεία, χημικές ενώσεις ή ιόντα) που προκαλούν αναγωγή.

Οξειδωτική ουσία: Προκαλεί οξείδωση, ανάγεται, προσλαμβάνει ηλεκτρόνια, περιέχει στοιχείο του οποίου ο ΑΟ μειώνεται.

Αναγωγική ουσία: Προκαλεί αναγωγή, οξειδώνεται, αποβάλει ηλεκτρόνια, περιέχει στοιχείο του οποίου ο ΑΟ αυξάνεται.

Σε μία οξειδοαναγωγική αντίδραση, η συνολική μεταβολή ΑΟ οξειδωτικού = συνολική μεταβολή ΑΟ αναγωγικού.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Να αιτιολογήσετε την ισχύ των προτάσεων που ακολουθούν.

α) Ο ιοντισμός του ατόμου του καλίου, $K(g) \rightarrow K^+(g) + e^-$**, είναι ενδόθερμο φαινόμενο στο οποίο το κάλιο οξειδώνεται.**

β) Αν ένα στοιχείο έχει μόνο θετικούς αριθμούς οξείδωσης (ΑΟ) τότε στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχει με τη στοιχειακή του μορφή εμφανίζει αποκλειστικά αναγωγικό χαρακτήρα.

γ) Στην αντίδραση, $2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$**, το** Na **αποβάλλει ηλεκτρόνια και επομένως οξειδώνεται.**

δ) Όταν μια ουσία ανάγεται, λειτουργεί ως οξειδωτικό σώμα.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Ο πρώτος ιοντισμός περιγράφει την απόσπαση ενός ηλεκτρονίου από ουδέτερο άτομο, σε αέρια κατάσταση. Η διαδικασία αυτή απαιτεί ενέργεια για να πραγματοποιηθεί ($E_i > 0$) και αντιστοιχεί σε οξείδωση, καθώς ο ΑΟ του Κ αυξάνεται από 0 σε +1.

β) Όταν ένα στοιχείο συμμετέχει σε μία αντίδραση με τη στοιχειακή του μορφή έχει ΑΟ = 0. Επομένως, όταν μετατραπεί σε ένωση με θετικό ΑΟ θα έχει οξειδωθεί και άρα θα λειτουργεί ως αναγωγικό.

γ) Σύμφωνα με τον 2ο ορισμό, η αποβολή ηλεκτρονίων χαρακτηρίζεται ως οξείδωση. Στην αντίδραση το Na μετατρέπεται σε Na^+ και το φαινόμενο είναι οξείδωση.

δ) Η ουσία που λειτουργεί ως οξειδωτικό, οξειδώνει μία άλλη ουσία. Το ίδιο το οξειδωτικό σώμα περιέχει στοιχείο που ανάγεται.

2. Γιατί ο ορισμός της οξείδωσης ως η αύξηση του αριθμού οξείδωσης ενός ατόμου ή ιόντος είναι γενικότερος από τον ορισμό της οξείδωσης ως αποβολή ηλεκτρονίων;

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η εφαρμογή του ορισμού της οξείδωσης ως πραγματική αποβολή ηλεκτρονίων από ένα άτομο προϋποθέτει το σχηματισμό ιοντικών ενώσεων και δεν καλύπτει άμεσα τις περιπτώσεις ομοιοπολικών ενώσεων. Π.χ. στην αντίδραση, $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$, το HCl είναι ομοιοπολική ένωση και δεν προκύπτει άμεσα αποβολή ή πρόσληψη ηλεκτρονίων. Όμως, με βάση τον ΑΟ η αντίδραση αυτή μπορεί να χαρακτηριστεί ως οξειδοαναγωγική, καθώς το υδρογόνο οξειδώνεται από 0 σε +1 και το χλώριο ανάγεται από 0 σε −1.

3. Σε υψηλές θερμοκρασίες το $H_2S(g)$ **που παράγεται κατά την έκρηξη ενός ηφαιστείου μετατρέπεται σε** $SO_2(g)$ **σύμφωνα με την εξίσωση:**

$$2H_2S(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_2(g) + 2H_2O(g) \quad \textbf{(1)}$$

Μέρος του παραγόμενου SO_2 **αντιδρά με το** $H_2S(g)$ **παράγοντας** $S(s)$**:**

$$H_2S(g) + SO_2(g) \rightarrow S(s) + H_2O(g) \qquad \textbf{(2)}$$

Το υπόλοιπο SO_2 **ελευθερώνεται στον ατμόσφαιρα και μετατρέπεται σε όξινη βροχή:**

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g) \qquad \textbf{(3)}$$

$$SO_3(g) + H_2O(\ell) \rightarrow H_2SO_4(aq) \qquad \textbf{(4)}$$

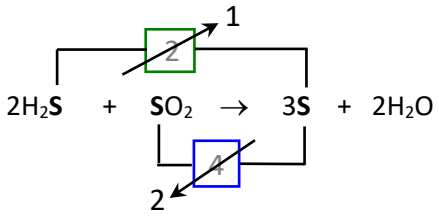
α) Ποια από τις παραπάνω αντιδράσεις (1) - (4) **είναι μεταθετική; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.**

β) Να ισοσταθμίσετε την χημική εξίσωση (2)**.**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Η αντίδραση (4). Δεν υπάρχουν μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης.

β) Στην αντίδραση (2) το S στο H_2S οξειδώνεται από −2 σε 0. Επίσης, το S στο SO_2 ανάγεται από +4 σε 0.



4. Η μέθοδος Nanaimo έχει προταθεί για τη μείωση των εκπομπών NO(g) **από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Συνίστανται στην ανάμιξη των καυσαερίων με** $NH_3(g)$ **οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση που ακολουθεί.**

$$NH_3(g) + NO(g) \rightleftharpoons N_2(g) + H_2O(g)$$

Για την αντίδραση αυτή ισχύει: $\Delta H = -1080$ kJ **και** $K_c = 10^{20}$**.**

α) Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική ή μεταθετική και να τη συμπληρώσετε με τους κατάλληλους συντελεστές (ισοστάθμιση μάζας).

β) Να εξηγήσετε γιατί η μεταβολή της θερμοκρασίας δεν μεταβάλλει πρακτικά την απόδοση της αντίδρασης.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Οξειδοαναγωγική. Το N της NH_3 οξειδώνεται από −3 σε 0. Επίσης, το N του NO ανάγεται από +2 σε 0.

$$4NH_3(g) + 6NO(g) \rightleftharpoons 5N_2(g) + 6H_2O(g)$$

β) Από την υψηλή τιμή της σταθεράς ισορροπίας προκύπτει ότι η αντίδραση είναι μονόδρομη οπότε η μεταβολή της θερμοκρασίας δεν επηρεάζει την απόδοση της αντίδρασης.

5. Δίνεται η μη ισοσταθμισμένη αντίδραση:

$$VO_2^+(aq) + H^+(aq) + Fe(s) \rightarrow VO^{2+}(aq) + Fe^{2+}(aq) + H_2O(\ell)$$

α) Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική αναφέροντας τις μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης.

β) Να συμπληρώσετε την αντίδραση με τους κατάλληλους συντελεστές.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Οξειδώνεται ο Fe από 0 σε +2. Επίσης, το βανάδιο (V) από +5 που έχει στο VO_2^+ ανάγεται σε +4 στο VO^{2+}.

β) $2VO_2^+(aq) + 4H^+(aq) + Fe(s) \rightarrow 2VO^{2+}(aq) + 2H_2O(\ell) + Fe^{2+}(aq)$

6. Ποσότητα ανθρακικού άλατος μετάλλου (M**) έχει μάζα** 0,5 g**. Το άλας θερμαίνεται και παράγονται** 112 mL $CO_2(g)$ **μετρημένα σε** STP**, σύμφωνα με την αντίδραση:**

$$MCO_3(s) \rightarrow MO(s) + CO_2(g)$$

α) Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική ή μεταθετική.

β) Να προσδιορίσετε τη σχετική ατομική μάζα του μετάλλου (M**).**

ΛΥΣΗ

α) Είναι μεταθετική αντίδραση. Το μέταλλο (Μ) έχει ΑΟ = +2 στα αντιδρώντα (το ιόν CO_3^{2-} έχει φορτίο −2) και επίσης +2 στα προϊόντα. Ο C έχει ΑΟ = +4 στο MCO_3 και επίσης ΑΟ = +4 στο CO_2. Τέλος το Ο έχει ΑΟ = −2 και στα αντιδρώντα και στα προϊόντα.

β) Η ποσότητα του CO_2 αντιστοιχεί σε: $n = \frac{V}{22,4} = \frac{0,112}{22,4} = 0,005$ mol

$$MCO_3(s) \rightarrow MO(s) + CO_2(g)$$
$$0,005 \qquad\qquad 0,005 \text{ mol}$$

Επομένως, η ποσότητα του MCO_3 είναι: $n = \frac{m}{M_r}$, $M_r = \frac{0,5}{0,005} = 100$

$M_r = A_r(M) + 12 + 3\cdot 16 = 100$, $A_r(M) = 40$.

7. Ποσότητα κράματος Ag **και** Fe **έχει συνολική μάζα** 6 g**. Η ποσότητα αυτή κατεργάζεται με περίσσεια αραιού διαλύματος** H_2SO_4**, οπότε αντιδρά μόνο ο** Fe**, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.**

$$Fe(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + H_2(g)$$

Μέχρι την πλήρη αντίδραση παρατηρείται η έκλυση 672 mL **αερίου σε** STP**.**
α) Ποιες είναι οι μάζες των δύο συστατικών του κράματος;
β) Ποιος ο μέγιστος όγκος διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 0,2 Μ**, που μπορεί να αντιδράσει πλήρως με το διάλυμα που προκύπτει από την αντίδραση του κράματος με το** H_2SO_4**, μετά την απομάκρυνση της ποσότητας του** Ag **που δεν αντέδρασε;**
Δίνεται η αντίδραση:

$$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$

ΛΥΣΗ

α) Έστω x mol και y mol οι ποσότητες του Ag και του Fe στο κράμα. Θα ισχύει:

$$108x + 56y = 6 \quad (1)$$

Η ποσότητα του αερίου (H_2) που εκλύεται από την αντίδραση είναι:

$$n = \frac{0,672}{22,4} = 0,03 \text{ mol}$$

$$Fe(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + H_2(g)$$
$$0,03 \text{ mol} \qquad\qquad 0,03 \text{ mol} \quad 0,03 \text{ mol}$$

Η μάζα του Fe είναι $m = 0,03\cdot 56 = 1,68$ g και επομένως: $108x = 6 - 56y = 4,32$ g.

β) Η αντίδραση που πραγματοποιείται περιγράφεται από την εξίσωση:

$$6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$$
$$0,03 \text{ mol} \quad 0,005 \text{ mol}$$

Για το διάλυμα του $K_2Cr_2O_7$:

$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{c} = \frac{0,005}{0,2} = 0,025 \text{ L}$$

8. 67,2 g **μετάλλου (**M**) διαλύονται πλήρως σε περίσσεια διαλύματος** HCl **και προκύπτουν χλωριούχα ένωση του μετάλλου (**MCl_2**) και** H_2**. Το διάλυμα που προκύπτει απαιτεί για πλήρη οξείδωση της ένωσης** MCl_2 **προς ένωση του τύπου** MCl_y, 200 mL **διαλύματος** $K_2Cr_2O_7$ 1 M**. Όλη η ποσότητα του αερίου που παράγεται από την αντίδραση του μετάλλου** M **με το διάλυμα** HCl **διαβιβάζεται σε δοχείο όγκου** 10 L **μαζί με ισομοριακή ποσότητα** N_2 **και το σύστημα καταλήγει σε χημική ισορροπία, υπό σταθερή θερμοκρασία** 227 °C**, σύμφωνα με την εξίσωση που ακολουθεί.**

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

Στην κατάσταση ισορροπίας το μίγμα περιέχει 20% v/v NH_3 **ενώ ασκεί συνολική πίεση** 8,2 atm**. Να υπολογίσετε:**

α) Τη σχετική ατομική μάζα (A_r**) του μετάλλου** M**.**

β) Το νέο αριθμό οξείδωσης (y**) του μετάλλου** M **μετά την οξείδωσή του από το διάλυμα** $K_2Cr_2O_7$**.**

γ) Την απόδοση της αντίδρασης σύνθεσης της NH_3**.**

R = 0,082 L·atm/(mol·K)**.** [Π.Μ.Δ.Χ.]

ΛΥΣΗ

α) Έστω n mol η ποσότητα του μετάλλου M. Ισχύει: $n = 67{,}2/A_r$ (1).

$$M + 2HCl \longrightarrow MCl_2 + H_2$$
$$n \qquad\qquad n \quad n$$

$$(y-2)K_2Cr_2O_7 + 6MCl_2 + 14(y-2)HCl \longrightarrow 2(y-2)CrCl_3 + 6MCl_y + 2(y-2)KCl + 7(y-2)H_2O$$
$$(y-2)\cdot n/6 \qquad\qquad n$$

Για το διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ 1 M: $n = c\cdot V$ = 0,2 mol. Ισχύει: $(y-2)\cdot n/6 = 0{,}2$ (2).

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$
$$n \quad n \quad -$$
$$-\omega \quad -3\omega \quad 2\omega$$
$$n-\omega \quad n-3\omega \quad 2\omega$$

$n_{ολ} = (n-\omega) + (n-3\omega) + 2\omega = 2n - 2\omega$

Από την καταστατική εξίσωση έχουμε:

$P\cdot V = n_{ολ}\cdot R\cdot T$, $8{,}2\cdot 10 = n_{ολ}\cdot 0{,}082\cdot 500$, $n_{ολ} = 2n - 2\omega$ = 2 mol.

Ισχύει επίσης: $2\omega/2 = 0{,}2$, ω = 0,2 mol και άρα n = 1,2 mol. Τέλος, από την εξίσωση (1) προκύπτει: A_r = 56.

β) Από την εξίσωση (2): y = 3.

γ) Στην εξίσωση σχηματισμού της NH_3 το H_2 είναι το περιοριστικό αντιδρών και επομένως θα ισχύει:

$\alpha = 3\omega/n = 0{,}6/1{,}2 = 0{,}5$ (50%).

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Οι σχετικές ατομικές μάζες δίνονται στο τέλος του βιβλίου.

Ε7.1. Σύμφωνα με τους ορισμούς της οξείδωσης, οξείδωση είναι το φαινόμενο της (1) ηλεκτρονίων από άτομο ή ιόν καθώς επίσης και η (2) του αριθμού οξείδωσης ενός ατόμου σε μία αντίδραση. Σε ποιες λέξεις αντιστοιχούν οι αριθμοί (1) και (2) στην προηγούμενη πρόταση;
Α) (1): αποβολής, (2): αύξηση
Β) (1): πρόσληψης, (2): αύξηση
Γ) (1): αποβολής, (2): μείωση
Δ) (1): πρόσληψης, (2): μείωση

Ε7.2. **i.** Σε ποια από τις ενώσεις που ακολουθούν, ο αριθμός οξείδωσης του υδρογόνου διαφέρει σε σχέση με τον αριθμό του οξείδωσης στις άλλες τρεις ενώσεις;
Α) NaH Β) H_3PO_4 Γ) H_3PO_3 Δ) NH_3
ii. Οι αριθμοί οξείδωσης του Ν στις ενώσεις NH_2OH (υδροξυλαμίνη) και NH_2NH_2 (υδραζίνη) είναι, αντίστοιχα:
Α) +1 και −2 Β) −1 και −2 Γ) −2 και −3 Δ) −1 και +2

Ε7.3. Σε ποια από τις αντιδράσεις που ακολουθούν το H_2 λειτουργεί ως οξειδωτικό;
Α) $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ Β) $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$
Γ) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ Δ) $2Na + H_2 \rightarrow 2NaH$

Ε7.4. Το πρωσσικό μπλε είναι μία μπλε χρωστική ουσία που αποτελείται από τα ιόντα Fe^{2+}, Fe^{3+} και CN^- και έχει τύπο $Fe_7(CN)_{18}$. Πόσα ιόντα Fe^{2+} και Fe^{3+} αντιστοιχούν στον τύπο $Fe_7(CN)_{18}$;
Α) 3 ιόντα Fe^{2+} και 4 Fe^{3+} Β) 1 ιόν Fe^{2+} και 6 Fe^{3+}
Γ) 4 ιόντα Fe^{2+} και 3 Fe^{3+} Δ) 5 ιόντα Fe^{2+} και 2 Fe^{3+}

Ε7.5. Η χημική αντίδραση, $Fe_2(SO_4)_3 \rightarrow Fe_2O_3 + 3SO_3$, χαρακτηρίζεται ως:
Α) διάσπασης και οξειδοαναγωγική
Β) αποσύνθεσης και οξειδοαναγωγική
Γ) διάσπασης και μεταθετική
Δ) αποσύνθεσης και μεταθετική [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε7.6. Κατά τη μετατροπή των χρωμικών ιόντων (CrO_4^{2-}) σε διχρωμικά ($Cr_2O_7^{2-}$) ο αριθμός οξείδωσης του Cr μεταβάλλεται κατά:
Α) 0 Β) 1 Γ) 2 Δ) 3 [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε7.7. Δίνεται η αντίδραση με την εξίσωση που ακολουθεί.
$Sn^{4+} + Fe^{2+} \rightarrow Sn^{3+} + Fe^{3+}$
Τι παθαίνουν τα ιόντα Fe^{2+} στην αντίδραση αυτή;
Α) Οξειδώνονται καθώς προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια
Β) Ανάγονται καθώς προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια
Γ) Οξειδώνονται καθώς αποβάλλουν ηλεκτρόνια
Δ) Ανάγονται καθώς αποβάλλουν ηλεκτρόνια

Ε7.8. Ποια από τις παρακάτω μετατροπές είναι οξείδωση;
I. $MnO_4^- \rightarrow MnO_2$
II. $CrO_4^{2-} \rightarrow Cr_2O_7^{2-}$
III. $VO_3^- \rightarrow VO_2^+$
IV. $CrO_2^- \rightarrow CrO_4^{2-}$
Α) Η μετατροπή I Β) Η μετατροπή II
Γ) Η μετατροπή III Δ) Η μετατροπή IV

Ε7.9. Σε ποια από τις αντιδράσεις που ακολουθούν το SO_2 λειτουργεί ως οξειδωτικό;
Α) $SO_2 + 2HNO_3 \rightarrow H_2SO_4 + 2NO_2$
Β) $SO_2 + Cl_2 + 2H_2O \rightarrow 2HCl + H_2SO_4$
Γ) $SO_2 + 2Mg \rightarrow 2MgO + S$
Δ) $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$

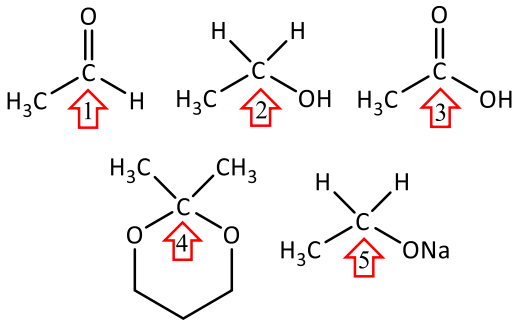
Ε7.10. Για την αντίδραση που ακολουθεί, ισχύει:
$6I^- + BrO_3^- + 6H^+ \rightarrow 3I_2 + Br^- + 3H_2O$
Α) Το προϊόν I_2 λειτουργεί ως οξειδωτικό
Β) Το υδρογόνο οξειδώνεται από 0 σε +1
Γ) Το βρώμιο ανάγεται από +5 σε −1
Δ) Το ιόν I^- λειτουργεί ως οξειδωτικό

Ε7.11. Όταν το επτοξείδιο του διχλωρίου, Cl_2O_7, αντιδράσει με το H_2O συμβαίνει μία μεταθετική αντίδραση. Ποιο μπορεί να είναι το προϊόν της αντίδρασης;
Α) HCl και O_2 Β) Cl_2 και O_2 Γ) $HClO_3$ Δ) $HClO_4$

Ε7.12. Τα αέρια NO, NO_2 και CO εμφανίζονται στα καυσαέρια των αυτοκινήτων και δημιουργούν περιβαλλοντικά προβλήματα καθώς είναι τοξικές ενώσεις. Με τη διοχέτευση των καυσαερίων στον καταλυτικό μετατροπέα (καταλύτη) των αυτοκινήτων, τα δύο πρώτα αέρια μετατρέπονται σε N_2 και το τρίτο σε CO_2. Τι παθαίνουν τα τρία αυτά αέρια στον καταλυτικό μετατροπέα;

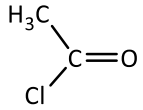
	NO	NO_2	CO
Α)	οξειδώνεται	οξειδώνεται	ανάγεται
Β)	οξειδώνεται	οξειδώνεται	οξειδώνεται
Γ)	ανάγεται	ανάγεται	οξειδώνεται
Δ)	ανάγεται	ανάγεται	ανάγεται

Ε7.13. Σε ποιες δύο από τις παρακάτω οργανικές ενώσεις τα άτομα C που επισημαίνονται με το βέλος έχουν τον ίδιο αριθμό οξείδωσης;



Α) 1 και 3 Β) 1 και 4 Γ) 2 και 5 Δ) 2 και 4

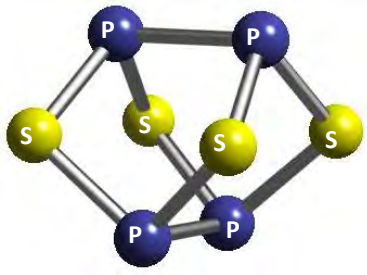
Ε7.14. Δίνεται η παρακάτω ένωση:



Ο αριθμός οξείδωσης του C της καρβονυλομάδας είναι:
Α) +1 Β) +2 Γ) +3 Δ) 0 [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε7.15. Να χαρακτηριστούν οι προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές ή λανθασμένες. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας μόνο στην περίπτωση λανθασμένων προτάσεων.
α) Στη μετατροπή, $H_2S \rightarrow S + 2e^- + 2H^+$, το H_2S οξειδώνεται.
β) Η μετατροπή, $CH_3CH{=}O \rightarrow CH_3COOH$, χαρακτηρίζεται ως οξείδωση, καθώς υπάρχει πρόσληψη ατόμων Ο και παράλληλα αύξηση ΑΟ ενός ατόμου C.
γ) Οι αντιδράσεις διακρίνονται σε οξειδοαναγωγικές και σε μεταθετικές.
δ) Στο κατιόν ενός μετάλλου M^{x+} ο αριθμός οξείδωσης του μετάλλου αντιστοιχεί πάντα στο φορτίο του κατιόντος.
ε) Κατά την μετατροπή 3 mol Al σε 3 mol ιόντων Al^{3+} αποβάλλονται 9 mol ηλεκτρονίων.
στ) Σε μία χημική αντίδραση η πρόσληψη ηλεκτρονίων χαρακτηρίζεται ως αναγωγή.
ζ) Με την αύξηση του αριθμού οξείδωσης του Cl τα οξέα HClO, $HClO_2$, $HClO_3$ και $HClO_4$ γίνονται όλο και ισχυρότερα.
η) Οξειδωτικό σώμα είναι αυτό που οξειδώνεται.
θ) Το H_2O δεν μπορεί να παίξει ποτέ το ρόλο του οξειδωτικού καθώς σε αυτό το οξυγόνο έχει το μικρότερο ΑΟ = −2 και επομένως δεν μπορεί να αναχθεί.
ι) Η αντίδραση, $H_3PO_4 + 3NH_3 \rightarrow (NH_4)_3PO_4$, χαρακτηρίζεται ως οξειδοαναγωγική.
κ) Οι αντιδράσεις αποσύνθεσης είναι οξειδοαναγωγικές.
λ) Κατά την αντίδραση, $2CHCl_3 + O_2 \rightarrow 2COCl_2 + 2HCl$, η ηλεκτρονιακή πυκνότητα στο άτομο του άνθρακα αυξάνεται.

Ε7.16. Στο σχήμα που ακολουθεί εμφανίζεται το μόριο της α-μορφής της ένωσης τετρασουλφίδιο του τετραφωσφόρου (P_4S_4) που διαθέτει δέκα απλούς ομοιοπολικούς δεσμούς.



Σχετικά με την ένωση αυτή, τι από τα παρακάτω ισχύει;
Α) 2 από τα 4 άτομα του P έχουν αριθμό οξείδωσης 0
Β) Όλοι οι δεσμοί στην ένωση αυτή είναι πολωμένοι
Γ) Όλα τα άτομα του S έχουν αριθμό οξείδωσης +2
Δ) Όλα τα άτομα του P έχουν αριθμό οξείδωσης +2
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Τα στοιχεία P και S έχουν ατομικούς αριθμούς 15 και 16, αντίστοιχα.

Ε7.17. Να σημειώσετε τις μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης και να ισοσταθμίσετε τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις που ακολουθούν. Και στις τρεις περιπτώσεις έχει παραληφθεί το H_2O στα αντιδρώντα ή στα προϊόντα.
α) $HI + H_2SO_4 \rightarrow H_2S + I_2$
β) $KNO_3 + H_2SO_4 + Hg \rightarrow K_2SO_4 + NO + HgSO_4$
γ) $KBrO_3 + KBr + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Br_2$

Ε7.18. Στο έδαφος του πλανήτη Άρη έχουν προσδιοριστεί σημαντικές ποσότητες υπερχλωρικών ιόντων, ClO_4^-, σε ποσοστό μέχρι και 1%. Το γεγονός αυτό μπορεί να προκαλέσει προβλήματα σε μελλοντικούς αστροναύτες αλλά και σε συσκευές που χρησιμοποιούν αλουμίνιο (αργίλιο) καθώς μπορεί να αντιδράσει με τα ιόντα ClO_4^-. Π.χ. με την επίδραση του NH_4ClO_4 σε Al συμβαίνει η αντίδραση:

$$10Al + 6NH_4ClO_4 \rightarrow 4Al_2O_3 + 2AlCl_3 + 3N_2 + 12H_2O$$

Στην παραπάνω αντίδραση οξειδώνεται:
1. το N και το Al 2. μόνο το N
3. μόνο το Al 4. μόνο το Cl
Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε7.19. Βιομηχανικά το υδροκυάνιο (HCN) προκύπτει με βάση την αντίδραση Andrussov που ακολουθεί.

$$CH_4(g) + O_2(g) + NH_3(g) \rightarrow HCN(g) + H_2O(g)$$

Η αντίδραση είναι μονόδρομη, ισχυρά εξώθερμη και διεξάγεται σε υψηλή θερμοκρασία παρουσία λευκοχρύσου (Pt).
α) Να σημειώσετε αν η αντίδραση έχει $\Delta H > 0$ ή $\Delta H < 0$. Ποιος ο ρόλος του Pt και της υψηλής θερμοκρασίας;
β) Να σημειώσετε τους αριθμούς οξείδωσης του Η, του C και του N στο HCN. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική ή μεταθετική.
γ) Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω αντίδραση.

Ε7.20. Ο σίδηρος ($_{26}Fe$) συμμετέχει σε πολλές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις είτε με τη μεταλλική του μορφή είτε με ενώσεις στις οποίες ο αριθμός οξείδωσης είναι +2 ή +3.
α) Να προβλέψετε ποια από τις αντιδράσεις που ακολουθούν μπορεί να πραγματοποιηθεί. Ο αριθμός οξείδωσης του Cl δεν μεταβάλλεται.
i. $Fe + FeCl_2 \rightarrow$
ii. $Fe + FeCl_3 \rightarrow$
iii. $FeCl_2 + FeCl_3 \rightarrow$
iv. $FeCl_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας με τη συμπλήρωση της σχετικής αντίδρασης.

Ε7.21. Κατά τη διάρκεια των Ολυμπιακών αγώνων του Rio de Janeiro το 2016 το νερό σε κάποιες πισίνες αγώνων έγινε πράσινο καθώς το NaClO που χρησιμοποιείται ευρέως ως απολυμαντικό σε πισίνες καταστράφηκε με την αντίδρασή του με διάλυμα $H_2O_2(aq)$ που προστέθηκε κατά λάθος. Η εξίσωση της αντίδρασης είναι η εξής:

$$NaOCl + H_2O_2 \rightarrow NaCl + H_2O + O_2$$

Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική και να χαρακτηρίσετε τη δράση του H_2O_2 ως οξειδωτικό ή αναγωγικό σώμα.

Ε7.22. Διάφορα βακτήρια αποκτούν ενέργεια μετατρέποντας ενώσεις του S σε αέριο H_2S (που ελευθερώνεται στο περιβάλλον) με τη βοήθεια οργανικών ενώσεων. Παράδειγμα τέτοιας μετατροπής αποτελεί η μη ισοσταθμισμένη αντίδραση που ακολουθεί.

$$H_2SO_4 + HCH{=}O \rightarrow CO_2 + H_2O + H_2S$$

Να εξηγήσετε αν η παραπάνω αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική ή μεταθετική και να τη συμπληρώσετε με τους κατάλληλους συντελεστές.

Ε7.23. Το H_2O_2 δρα ως οξειδωτικό και ως αναγωγικό. Π.χ. αντιδρά με τα ιόντα Fe^{2+} σύμφωνα με την εξίσωση (1):΄

$$Fe^{2+} + H_2O_2 + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + H_2O \quad (1)$$

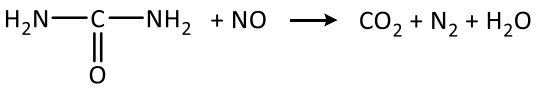
Αντιδρά επίσης με το υπερμαγγανικό κάλιο σε όξινο περιβάλλον σύμφωνα με την εξίσωση (2):

$$KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + O_2 + MnSO_4 + H_2O \quad (2)$$

α) Να εξηγήσετε σε ποια από τις δύο αντιδράσεις το H_2O_2 παίζει το ρόλο του αναγωγικού.

β) Να ισοσταθμίσετε τις αντιδράσεις (1) και (2).

Ε7.24. α) Η ουρία, H_2NCONH_2, με τη μορφή κόκκων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δέσμευση του τοξικού αερίου NO(g) από βιομηχανικά καυσαέρια, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη εξίσωση που ακολουθεί.



i. Να σημειώσετε τους αριθμούς οξείδωσης του N και του C στην ουρία.

ii. Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω χημική εξίσωση.

β) Σε πολλά πυροτεχνήματα η έντονη λάμψη παράγεται από την αντίδραση που ακολουθεί.

$$KClO_4 + Al \rightarrow KCl + Al_2O_3$$

i. Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική.

ii. Να ισοσταθμίσετε την αντίδραση.

Ε7.25. Η αναερόβια οξείδωση των κατιόντων NH_4^+ αναφέρεται με την ονομασία anammox και παίζει σημαντικό ρόλο στο κύκλο του αζώτου στην ατμόσφαιρα. Τα βακτήρια που είναι υπεύθυνα για την οξείδωση αυτή ταυτοποιήθηκαν το 1999. Η αντίδραση anammox μπορεί να περιγραφεί από την εξής χημική εξίσωση (1):

$$NH_4^+ + NO_2^- \rightarrow N_2 + 2H_2O \quad (1)$$

α) Να σημειώσετε τις μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης στην παραπάνω χημική εξίσωση.

β) Ο μηχανισμός της anammox περιλαμβάνει πολλά ενδιάμεσα, όπως την υδραζίνη (NH_2NH_2) και την υδροξυλαμίνη (NH_2OH). Να σημειώσετε τους αριθμούς οξείδωσης του N στα δύο αυτά ενδιάμεσα.

γ) Με την ίδια ονομασία (anammox) αναφέρεται και μία τεχνολογία για την απομάκρυνση των κατιόντων NH_4^+ από απόβλητα που αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο Delft της Ολλανδίας. Η απομάκρυνση των ιόντων NH_4^+ συντελείται σε δύο ξεχωριστά στάδια, εκ των οποίων το πρώτο περιγράφεται από την εξίσωση (2) που ακολουθεί.

$$NH_4^+ + O_2 \rightarrow NO_2^- + H^+ + H_2O \quad (2)$$

Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω χημική εξίσωση (2).

Προβλήματα

Ε7.26. Τα διαλύματα των ιόντων κυανίου (CN^-) είναι πολύ τοξικά και τα απόβλητα των βιομηχανιών που τα περιέχουν υφίστανται κατεργασία με NaClO για την καταστροφή τους.

α) Να γράψετε τους αριθμούς οξείδωσης όλων των στοιχείων στις ενώσεις NaClO και KCN.

β) Για την περίπτωση διαλυμάτων KCN η αντίδραση με το NaClO περιγράφεται από την εξίσωση:

$$2KCN + 5NaClO + 2HCl \rightarrow 2CO_2 + N_2 + 5NaCl + 2KCl + H_2O$$

Η αντίδραση περιλαμβάνει δύο στοιχεία που οξειδώνονται και ένα που ανάγεται. Ποια είναι τα στοιχεία αυτά;

γ) Ποιος όγκος διαλύματος NaClO 2 M απαιτείται για την καταστροφή των CN^- σε 2000 L διαλύματος KCN 0,02 M;

Ε7.27. Βιομηχανικά ο φωσφόρος με τη μορφή P_2 παράγεται με τη θέρμανση $Ca_3(PO_4)_2$, SiO_2 (άμμου) και C σε ηλεκτρικό κλίβανο, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη αντίδραση:

$$Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + C \rightarrow CaSiO_3 + CO + P_2$$

α) Να ισοσταθμίστε την αντίδραση.

β) Ποια η θεωρητική ποσότητα P_2 (σε mol) που μπορεί να προκύψει με τη θέρμανση μίγματος 8 mol $Ca_3(PO_4)_2$, 18 mol SiO_2 και 45 mol C σε ηλεκτρικό κλίβανο;

Ε7.28. Το σκάνδιο (Sc, A_r = 45) οξειδώνεται από διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ παρουσία HCl παράγοντας $ScCl_x$, $CrCl_3$, KCl και H_2O. Αν είναι γνωστό ότι 0,9 g Sc απαίτησαν για πλήρη αντίδραση 100 mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 0,1 M, να υπολογιστεί ο αριθμός οξείδωσης (x) του Sc.

Ε7.29. 11,9 g κασσιτέρου (Sn) προστίθενται σε περίσσεια διαλύματος HCl, οπότε αντιδρά σύμφωνα με την εξίσωση:

$$Sn(s) + 2HCl\,(aq) \rightarrow SnCl_2(aq) + H_2(g)$$

α) Αν από την αντίδραση ελευθερώνονται 2,24 L H_2(g) σε STP, ποια είναι η σχετική ατομική μάζα του κασσιτέρου;

β) Η ποσότητα του σχηματιζομένου $SnCl_2$ οξειδώνεται από διάλυμα $KMnO_4$, οξινισμένου με HCl, προς ένωση του τύπου $SnCl_x$, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη αντίδραση:

$$KMnO_4 + SnCl_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + SnCl_x + KCl + H_2O$$

Αν η ποσότητα του παραγόμενου $SnCl_2$ από την 1η αντίδραση αποχρωματίζει ακριβώς 40 mL διαλύματος $KMnO_4$ 1 M, να υπολογιστεί η τιμή του x.

Ε7.30. Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας ενός καλλυντικού προϊόντος σε H_2O_2, 25 mL δείγματος του προϊόντος αραιώνονται με νερό ώστε να προκύψει διάλυμα όγκου 100 mL. 10 mL από το διάλυμα προστίθενται σε φιάλη με κατάλληλη ποσότητα H_2SO_4 και το νέο διάλυμα ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα $KMnO_4$ 0,1 M.

α) Να ισοσταθμίσετε την αντίδραση που συμβαίνει στην παραπάνω διαδικασία:

$$KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + O_2 + K_2SO_4 + H_2O$$

β) Πώς μπορεί να προσδιοριστεί οπτικά το τελικό σημείο της ογκομέτρησης;

γ) Αν μέχρι το τελικό σημείο της ογκομέτρησης καταναλώθηκαν 20 mL πρότυπου διαλύματος, να υπολογίσετε την περιεκτικότητα του καλλυντικού προϊόντος σε H_2O_2 σε g/L.

Ε7.31. Διαθέτουμε διάλυμα $AgNO_3(aq)$. Στο διάλυμα αυτό εισάγουμε έλασμα Zn και με την πάροδο του χρόνου παρατηρούμε ότι το έλασμα επαργυρώνεται καθώς διεξάγεται η αντίδραση που ακολουθεί.

$Zn(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow 2Ag(s) + Zn(NO_3)_2$, $\Delta H = -365$ kJ

α) i. Να εξηγήσετε γιατί η παραπάνω αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική και να αναφέρεται το οξειδωτικό και το αναγωγικό μέσο.

ii. Να εξηγήσετε αν η θερμοκρασία του διαλύματος αυξάνεται ή μειώνεται κατά την εξέλιξη της αντίδρασης.

β) Κατά την αντίδραση αυτή ο Zn διαλύεται από το έλασμα (περνάει στην υδατική φάση ως Zn^{2+}) και σε αυτό επικάθεται όλη η ποσότητα του σχηματιζόμενου Ag(s). Να εξεταστεί αν η μάζα του ελάσματος αυξάνεται, μειώνεται ή μένει σταθερή κατά την εξέλιξη της αντίδρασης.

Ε7.32. Το φωσφορώδες οξύ, H_3PO_3, είναι ασθενές οξύ που λειτουργεί ως ισχυρό αναγωγικό σώμα. Π.χ. ανάγει διάλυμα $AgNO_3$ σε μεταλλικό άργυρο, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$AgNO_3 + H_2O + H_3PO_3 \rightarrow Ag + H_3PO_4 + HNO_3$$

α) Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω εξίσωση.

β) Να υπολογίσετε τη μάζα του Ag(s) που σχηματίζεται με την πλήρη αντίδραση 100 mL $AgNO_3$ 0,1 M με H_3PO_3.

γ) Να εξηγήσετε πώς μεταβάλλεται το pH του διαλύματος (αυξάνεται, μειώνεται, μένει το ίδιο) κατά την εξέλιξη της παραπάνω αντίδρασης.

Ε7.33. Ο χαλκός (Z = 29) χρησιμοποιείται σε σημαντικές ποσότητες στα «έξυπνα» τηλέφωνα (smartphones). Από τέτοια τηλέφωνα ανακυκλώθηκαν 0,15 mol Cu(s) τα οποία διαλυτοποιούνται σε πυκνό διάλυμα $HNO_3(aq)$ σύμφωνα με την αντίδραση:

$$Cu(s) + HNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2\,(aq) + NO_2(g) + H_2O(\ell)$$

α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του $_{29}Cu$ στη θεμελιώδη κατάσταση.

β) Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω αντίδραση.

γ) Να υπολογίσετε τον όγκο του $NO_2(g)$ σε STP που παράγεται από την αντίδραση.

Ε7.34. Έστω η αντίδραση με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$CuS + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + S + NO + H_2O$$

α) Να ισοσταθμίσετε την εξίσωση και να σημειώσετε τις μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης.

β) Πόσα mol CuS πρέπει να αντιδράσουν ώστε να προκύψουν 8,96 L NO(g) μετρημένα σε STP;

γ) Η ίδια ποσότητα NO(g) προκύπτει στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας, με την αντίδραση 0,3 mol $N_2(g)$ και 0,3 mol $O_2(g)$ σε δοχείο όγκου V, σε υψηλή θερμοκρασία (T) και σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση,

$$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$$

Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας στη θερμοκρασία (T).

Ε7.35. Η αντίδραση που ακολουθεί χρησιμοποιείται για τη δέσμευση του δηλητηριώδους $H_2S(g)$, με την απορρόφησή του από διάλυμα $FeCl_3$.

$$FeCl_3(aq) + H_2S(g) \rightarrow FeCl_2(aq) + HCl(aq) + S(s) \quad (1)$$

α) Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική και να συμπληρώσετε τους κατάλληλους συντελεστές.

β) Να υπολογίσετε το μέγιστο όγκο του $H_2S(g)$ σε STP που μπορεί να δεσμευτεί από διάλυμα $FeCl_3$ 2 M όγκου 2 L.

γ) Το παραγόμενο $FeCl_2$ από την παραπάνω αντίδραση χρησιμοποιείται για την παραγωγή H_2, σύμφωνα με την αντίδραση που ακολουθεί.

$$FeCl_2 + HCl \rightarrow H_2(g) + FeCl_3 \quad (2)$$

i. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική και να τη συμπληρώσετε με τους κατάλληλους συντελεστές.

ii. Να υπολογίσετε τον όγκο του $H_2(g)$ σε STP που παράγεται με βάση την ποσότητα του $FeCl_2$ από την αντίδραση (1).

Ε7.36. Η χλωρίωση στις πισίνες επιτυγχάνεται με τη χρήση διαλύματος υποχλωριώδους νατρίου (NaClO, χλωρίνη). Η τυχόν χρήση μεγαλύτερης ποσότητας χλωρίνης από την κανονική σε μία πισίνα μπορεί να καταστραφεί με τη χρήση θειώδους νατρίου (Na_2SO_3), σύμφωνα με την αντίδραση:

$$Na_2SO_3 + NaClO \rightarrow Na_2SO_4 + NaCl$$

α) Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική. Ποιο σώμα παίζει το ρόλο του αναγωγικού;

β) Να υπολογίσετε την απαιτούμενη μάζα Na_2SO_3 για την καταστροφή 298 g NaClO.

γ) Διαλύματα χλωρίνης δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν παράλληλα με HCl καθώς το περιεχόμενο NaClO αντιδρά με το HCl, παράγοντας Cl_2 (επικίνδυνο αέριο), H_2O και NaCl. Να γράψετε την χημική εξίσωση της αντίδρασης σωστά ισοσταθμισμένης.

Ε7.37. Το HNO_3 αντιδρά με ποσότητα Fe σύμφωνα με τις αντιδράσεις (1) και (2):

$$Fe + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO + H_2O \quad (1)$$

$$Fe + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO_2 + H_2O \quad (2)$$

α) Να ισοσταθμιστούν οι παραπάνω αντιδράσεις (1) και (2) με τους κατάλληλους συντελεστές.

β) Δείγμα σιδήρου μάζας 10 g περιέχει μεταλλικό σίδηρο και αδρανείς προσμίξεις. Το δείγμα αντιδρά πλήρως με περίσσεια διαλύματος HNO_3, οπότε ένα μέρος του σιδήρου οξειδώνεται σύμφωνα με την εξίσωση (1), το υπόλοιπο μέρος οξειδώνεται σύμφωνα με την εξίσωση (2) ενώ οι προσμείξεις δεν αντιδρούν. Τελικά εκλύονται 1,68 L NO(g) και 6,72 L $NO_2(g)$ σε STP. Να υπολογιστεί η περιεκτικότητα (% w/w) του δείγματος σε καθαρό σίδηρο.

Ε7.38. Αέριο μίγμα αποτελείται από H_2S και SO_2 και έχει όγκο 8,96 L σε STP. Τα συστατικά του μίγματος αντιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες και παρουσία καταλύτη, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη αντίδραση που ακολουθεί.

$$H_2S(aq) + SO_2(aq) \rightarrow S(s) + H_2O$$

Από την αντίδραση αυτή προκύπτουν 0,3 mol S.

α) Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική και να την ισοσταθμίσετε.

β) Ποιες είναι οι δυνατές ποσότητες των δύο συστατικών στο αρχικό μίγμα;

Ε7.39. Δίνονται οι μη ισοσταθμισμένες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις που ακολουθούν.

$FeCl_2 + KMnO_4 + HCl \rightarrow FeCl_3 + MnCl_2 + KCl + H_2O$

$FeCl_2 + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow FeCl_3 + CrCl_3 + KCl + H_2O$

α) Να ισοσταθμίσετε τις δύο παραπάνω οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.

β) x mol $FeCl_2$ απαιτούν 120 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,1 M για την οξείδωσή τους προς $FeCl_3$. Πόσα mL $K_2Cr_2O_7$ 0,1 M απαιτούνται για την οξείδωση της ίδιας ποσότητας $FeCl_2$ προς $FeCl_3$;

Ε7.40. 500 mg δείγματος φυτοφαρμάκου που περιέχει φορμαλδεΰδη (HCH=O) μεταφέρθηκε σε κωνική φιάλη που περιείχε 50 mL διαλύματος NaOH 0,1 M και 50 mL διαλύματος H_2O_2 3%w/v. Το διάλυμα θερμάνθηκε με αποτέλεσμα όλη η ποσότητα της φορμαλδεΰδης να οξειδωθεί σύμφωνα με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί,

$HCH=O + H_2O_2 + NaOH \rightarrow HCOONa + 2H_2O$

Ακολούθησε ψύξη του διαλύματος και η ποσότητα του NaOH που απέμεινε απαίτησε για πλήρη αντίδραση 20 mL διαλύματος H_2SO_4 συγκέντρωσης 0,055 M.

Ποια η % w/w περιεκτικότητα του δείγματος φυτοφαρμάκου σε HCH=O; [Π.Μ.Δ.Χ.]

Ε7.41. Το νικέλιο (Ni) είναι στοιχείο με Z = 28.

α) i. Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος Ni^{2+} στη θεμελιώδη κατάσταση καθώς και τον αριθμό των μονήρων ηλεκτρονίων του. ii. Σε ποια περίοδο, ομάδα και τομέα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το στοιχείο Ni;

β) 0,1 mol Ni(s) οξειδώνονται από $KMnO_4$ παρουσία HCl, προς χλωριούχα ένωση του τύπου $NiCl_x$, όπου x ο αριθμός οξείδωσης του Ni. Αν είναι γνωστό ότι για την οξείδωση απαιτήθηκαν 80 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,5 M παρουσία HCl, να υπολογιστεί ο αριθμός οξείδωσης (x) του Ni.

Ε7.42. Το νίτρο της Χιλής είναι ορυκτό που περιέχει κυρίως $NaNO_3$ αλλά και μικρές ποσότητες ενώσεων του ιωδίου, π.χ. $NaIO_3$. Από το $NaIO_3$ παρασκευάζεται το I_2, σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση.

$NaIO_3 + SO_2 + H_2O \rightarrow I_2 + Na_2SO_4 + H_2SO_4$

α) Να ισοσταθμιστεί η χημική εξίσωση με τους κατάλληλους (μικρότερους ακέραιους) συντελεστές.

β) Πόσα L διαλύματος $NaIO_3$(aq) 0,99% w/v απαιτούνται για την παρασκευή 12,7 g I_2;

γ) Πόσα Kg του ορυκτού νίτρο της Χιλής περιεκτικότητας 0,3% w/w σε $NaIO_3$ περιέχουν την απαιτούμενη ποσότητα $NaIO_3$ για την παρασκευή των 12,7 g I_2;

Ε7.43. 1,6 g δείγματος που αποτελείται από C και S καίγεται πλήρως σύμφωνα με τις αντιδράσεις (1) και (2):

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$, $\Delta H_1 = -400$ kJ (1)

$S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$, ΔH_2 (2)

Από την καύση του δείγματος ελευθερώνεται συνολικά ποσό θερμότητας ίσο με 38 kJ. Η ποσότητα του SO_2 που παράχθηκε από την καύση αποχρωμάτισε το πολύ 16 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,5 M οξινισμένο με H_2SO_4, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη αντίδραση (3):

$SO_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + MnSO_4 + K_2SO_4$

α) Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω εξίσωση (3).

β) Ποια είναι η % w/w περιεκτικότητα του δείγματος σε C;

γ) Να υπολογίσετε την ενθαλπία της αντίδρασης (2).

Τα ποσά θερμότητας και οι ενθαλπίες είναι στις ίδιες συνθήκες.

Ε7.44. Δείγμα χαλκού περιέχει μικρή ποσότητα ψευδαργύρου. Με κατεργασία του δείγματος με περίσσεια διαλύματος HCl(aq) αντιδρά όλη η ποσότητα του Zn(s) παράγοντας 224 mL H_2(g) μετρημένα σε STP, σύμφωνα με την αντίδραση που ακολουθεί (ο Cu δεν αντιδρά).

$Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

α) Να υπολογιστεί η μάζα του Zn στο δείγμα.

Στη συνέχεια η ποσότητα του Cu στο δείγμα αντιδρά πλήρως με διάλυμα $KMnO_4$ 1 M οξινισμένο με H_2SO_4, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη εξίσωση που ακολουθεί.

$Cu + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

Για την πλήρη οξείδωση του Cu(s) απαιτήθηκαν ακριβώς 40 mL του ίδιου διαλύματος $KMnO_4$.

β) i. Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω οξείδωση με τους κατάλληλους συντελεστές.

ii. Να υπολογίσετε τη μάζα του Cu(s) στο δείγμα.

Ε7.45. Το τετροξείδιο του αζώτου, N_2O_4, είναι τοξικό αέριο. Σε περίπτωση σχηματισμού του μπορεί να «εξουδετερωθεί» με την αντίδρασή του με NaOH(aq) σύμφωνα με την μη ισοσταθμισμένη αντίδραση που ακολουθεί.

$N_2O_4(g) + NaOH(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + NaNO_2(aq) + H_2O(\ell)$

α) Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική και να την ισοσταθμίσετε.

β) Ποιος όγκος διαλύματος NaOH(aq) 0,5 M απαιτείται για την πλήρη αντίδραση με 0,02 mol N_2O_4;

γ) Να εξηγήσετε γιατί το διάλυμα που απομένει μετά την αντίδραση είναι βασικό.

Ε7.46. Το τιτάνιο ($_{22}Ti$) παρασκευάζεται από ορυκτό που περιέχει TiO_2 σε μία διαδικασία 2 σταδίων. Στο 1ο στάδιο το TiO_2 μετατρέπεται σε $TiCl_4$ σύμφωνα με την αντίδραση:

$TiO_2(s) + C(s) + Cl_2(g) \rightarrow TiCl_4(g) + CO_2(g) + CO(g)$

Παράγεται έτσι ισομοριακό μίγμα CO(g) και CO_2(g).

α) Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω αντίδραση.

β) Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται 0,06 mol TiO_2, 0,48 mol C και 0,15 mol Cl_2 και σε κατάλληλη θερμοκρασία διεξάγεται η παραπάνω αντίδραση.

i. Να κατασκευάσετε τον πίνακα της αντίδρασης (αρχικές ποσότητες, μεταβολές, τελικές ποσότητες).

ii. Να εξηγήσετε αν κατά τη διάρκεια της αντίδρασης η πίεση στο δοχείο μεταβάλλεται και πώς.

γ) Η ποσότητα του CO(g) που παράχθηκε από την παραπάνω αντίδραση αντιδρά πλήρως με ιώδες διάλυμα $KMnO_4$ οξινισμένο με H_2SO_4 σύμφωνα με την εξίσωση:

$CO + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

Να ισοσταθμίσετε την αντίδραση και να υπολογίσετε τον μέγιστο όγκο του ιώδους διαλύματος $KMnO_4$ 0,5 M οξινισμένου με H_2SO_4 που μπορεί να αποχρωματιστεί.

Ε7.47. Στερεό δείγμα περιέχει νιτρώδες κάλιο (KNO_2) καθώς και προσμίξεις χωρίς αναγωγικές ιδιότητες. 0,25 g του δείγματος διαλύονται σε νερό και το διάλυμα αντιδρά πλήρως με 40 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,025 M οξινισμένου με H_2SO_4, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη εξίσωση που ακολουθεί.

$KNO_2 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow KNO_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$

α) Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω εξίσωση.

β) Να υπολογίσετε την %w/w περιεκτικότητα του δείγματος σε KNO_2.

Ε7.48. Οι αριθμοί οξείδωσης του κασσίτερου (Sn) είναι +2 και +4. Ο Sn αντιδρά με διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ παρουσία HCl σύμφωνα με τις παρακάτω μη ισοσταθμισμένες χημικές εξισώσεις (1) και (2).

$Sn + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow SnCl_2 + CrCl_3 + X + H_2O$ (1)

$Sn + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow SnCl_4 + CrCl_3 + X + H_2O$ (2)

α) Να ισοσταθμίσετε τις παραπάνω χημικές εξισώσεις συμπληρώνοντας με την ένωση (X) που λείπει.

β) 150 mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ συγκέντρωσης 2 M αντιδρούν πλήρως με 0,75 mol Sn, παρουσία HCl, παράγοντας μίγμα $SnCl_2$ και $SnCl_4$ σύμφωνα με τις παραπάνω (ισοσταθμισμένες) εξισώσεις (1) και (2). Να υπολογιστεί το % ποσοστό του Sn που οξειδώνεται σε $SnCl_2$.

Ε7.49. Η καύση του πετρελαίου, του υγραερίου ή και των λιθανθράκων εκπέμπει NO, NO_2 και SO_3 επιβαρύνοντας το περιβάλλον. Για τη μείωση της συγκέντρωσης των οξειδίων του αζώτου στα καυσαέρια έχει προταθεί η μέθοδος της εκλεκτικής καταλυτικής αναγωγής (SCR) σύμφωνα με την οποία τα οξείδια του αζώτου (NO_x) ανάγονται με τη χρήση NH_3 και O_2 προς N_2 και H_2O, στους 150 - 450 °C, με τη βοήθεια καταλύτη. Οι αντιδράσεις που περιγράφουν τη μέθοδο είναι οι ακόλουθες (1) και (2):

$4NH_3 + 4NO + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O$ (1)

$NH_3 + NO_2 \rightarrow N_2 + H_2O$ (2) – μη ισοσταθμισμένη

Κατά την διαδικασία αυτή παρατηρείται συχνά και η παράπλευρη αντίδραση που ακολουθεί:

$4NH_3 + 4NO + 3O_2 \rightarrow 4N_2O + 6H_2O$ (3)

α) i. Να εξηγήσετε γιατί οι αντιδράσεις (1) και (2) είναι οξειδοαναγωγικές.

ii. Να ισοσταθμίσετε την αντίδραση (2).

Σε μία δοκιμαστική διαδικασία της παραπάνω μεθόδου, ποσότητα καυσαερίων που περιέχουν 0,95 mol NO και 0,05 mol NO_2 καθώς και ποσότητα O_2 κατεργάζεται με την κατάλληλη ποσότητα NH_3 και συμβαίνουν οι παραπάνω αντιδράσεις (1), (2) και (3). Μετά το τέλος της διαδικασίας προσδιορίστηκαν 0,35 mol NO, 0,02 mol NO_2, 0,001 mol N_2O ενώ δεν προσδιορίστηκε καθόλου NH_3.

β) Να υπολογιστούν:

i. Η ποσότητα της NH_3 (σε mol) που χρησιμοποιήθηκε στην παραπάνω διαδικασία.

ii. Η ποσότητα του παραγόμενου N_2.

Ε7.50. Ο τελλουρίτης είναι ορυκτό που περιέχει διοξείδιο του τελλουρίου, TeO_2. Δείγμα του ορυκτού αυτού διαλύεται σε H_2SO_4 και το διάλυμα που προκύπτει αντιδρά με διάλυμα $K_2Cr_2O_7$ προς σχηματισμό μετατελλουρικού οξέος, H_2TeO_4, σύμφωνα τη μη ισοσταθμισμένη εξίσωση που ακολουθεί.

$TeO_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow H_2TeO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

α) Να αναγνωρίσετε ποιο στοιχείο οξειδώνεται και ποιο ανάγεται και να συμπληρώσετε την αντίδραση με τους κατάλληλους συντελεστές.

Μετά τη διάλυση του ορυκτού στο H_2SO_4 προστίθενται 60 mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 0,02 M και η περίσσεια του $K_2Cr_2O_7$ αντιδρά πλήρως με 12 mL $FeSO_4$ 0,1 M, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη αντίδραση που ακολουθεί.

$FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$

β) i. Να ισοσταθμίσετε την αντίδραση και να υπολογίσετε τα mol της περίσσειας του $K_2Cr_2O_7$.

ii. Να υπολογίσετε τα mol του $K_2Cr_2O_7$ που αντέδρασαν με τον τελλουρίτη, καθώς και τη μάζα του τελλουρίτη στο δείγμα του ορυκτού. Για το TeO_2, $M_r = 160$.

Ε7.51. Το CO_2 είναι ένα από τα σπουδαιότερα βιομηχανικά αέρια και χρησιμοποιείται στην παρασκευή ανθρακούχων ποτών, ουρίας, στη μεταλλουργία, στην εξουδετέρωση υγρών αποβλήτων κτλ. Σε βιομηχανική κλίμακα λαμβάνεται σύμφωνα με τις αντιδράσεις των παρακάτω σταδίων:

1ο στάδιο: Αντίδραση του CH_4 με υδρατμούς στους 500 - 700 °C, υπό πίεση και παρουσία Ni ως καταλύτη:

$CH_4(g) + 2H_2O(g) \rightarrow CO_2(g) + 4H_2(g)$ (1)

$CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + 3H_2(g)$ (2)

2ο στάδιο: Το CO που παράγεται από την αντίδραση (2) αντιδρά περαιτέρω με υδρατμούς και παρουσία καταλυτών (Fe, CuO) μετατρέπεται σε CO_2 σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση που τη θεωρούμε ποσοτική:

$CO(g) + H_2O(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2(g)$ (3)

Κάποιες βιομηχανίες χρησιμοποιούν μέρος από το παραγόμενο CO_2 της αντίδρασης (1) για την απομάκρυνση του H_2S στο φυσικό αέριο, σύμφωνα με την ποσοτική αντίδραση:

$H_2S + KMnO_4 + CO_2 \rightarrow S + MnO_2 + KHCO_3 + H_2O$ (4)

α) Να ισοσταθμίσετε την αντίδραση (4) και να αναφέρετε την οξειδωτική και αναγωγική ουσία.

Μια βιομηχανία χρησιμοποιεί φυσικό αέριο που θεωρούμε ότι αποτελείται από CH_4 και προσμείξεις H_2S, σύμφωνα με την παραπάνω διεργασία (αντιδράσεις (1) - (4). Στις συνθήκες της παραπάνω διεργασίας προέκυψε CO_2 από την αντίδραση (1) με ποσοστό μετατροπής 80% της αρχικής ποσότητας CH_4 ενώ το αντίστοιχο ποσοστό μετατροπής στην αντίδραση (2) ήταν 10%. Αν χρησιμοποιήθηκαν αρχικά 1232 m^3 φυσικού αερίου (μετρημένα σε STP) και από την αντίδραση (4) παρήχθησαν 160 kg θείου (S) τότε:

β) Να υπολογίσετε τα L (σε STP) του CH_4 στο αρχικό μίγμα.

γ) Λαμβάνοντας υπόψη τις αντιδράσεις (1), (2), (3) και (4) να υπολογίσετε την ποσότητα του CO_2 σε L (σε STP) που παρελήφθη στο τέλος της διεργασίας.

$22,4 / 3 \approx 7,5$. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε7.52. Για τον προσδιορισμό της διαλυτότητας του O_2 στο νερό χρησιμοποιούμε συνήθως τη μέθοδο Winkler. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τρεις αντιδράσεις. Στην πρώτη αντίδραση το διαλυμένο O_2 στο νερό οξειδώνει το $Mn(OH)_2$ σε $Mn(OH)_3$ σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη αντίδραση (1):

$$O_2 + Mn(OH)_2 + H_2O \rightarrow Mn(OH)_3 \quad (1)$$

Μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης προστίθεται H_2SO_4 και προκύπτουν ιόντα Mn^{3+} τα οποία αντιδρούν πολύ γρήγορα με ιόντα I^- σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη αντίδραση (2):

$$Mn^{3+} + I^- \rightarrow Mn^{2+} + I_2 \quad (2)$$

Τέλος, η παραγόμενη ποσότητα I_2 μπορεί να προσδιοριστεί με βάση τη μη ισοσταθμισμένη αντίδραση (3):

$$S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + I^- \quad (3)$$

α) Να ισοσταθμίσετε τις τρεις παραπάνω αντιδράσεις.

Με βάση την ποσότητα των ιόντων $S_2O_3^{2-}$ που καταναλώθηκε στην τρίτη αντίδραση είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η ποσότητα του διαλυμένου $O_2(aq)$ και τελικά η συγκέντρωσή του σε δεδομένη ποσότητα νερού. Σε ένα δείγμα νερού θερμοκρασίας θ_1 η ποσότητα του διαλυμένου $O_2(aq)$ είναι x (mol) και η ποσότητα των ιόντων $S_2O_3^{2-}$ που αντέδρασαν στην 3η αντίδραση είναι y_1 (mol).

β) Να προσδιορίσετε την εξίσωση που συνδέει το x με το y_1.

γ) Διεξάγουμε την ίδια διαδικασία με την ίδια ποσότητα νερό θερμοκρασίας $\theta_2 > \theta_1$ χωρίς άλλη αλλαγή και η ποσότητα των ιόντων $S_2O_3^{2-}$ που αντέδρασαν στην 3η αντίδραση είναι τώρα y_2 (mol) και ισχύει: $y_2 < y_1$. Να εξηγήσετε αν η διάλυση του $O_2(g)$ στο νερό, $O_2(g) \rightleftharpoons O_2(aq)$, είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη μεταβολή.

δ) Να εξηγήσετε γιατί τα ψάρια στη θάλασσα έχουν την τάση να ανεβαίνουν προς την επιφάνεια κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Ε8 Οργανική Χημεία

ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

Για την κβαντομηχανική περιγραφή του ομοιοπολικού δεσμού, έχουν διατυπωθεί η **θεωρία δεσμού σθένους** και η **θεωρία των μοριακών τροχιακών**.

Μήκος δεσμού ονομάζεται η απόσταση μεταξύ των πυρήνων στην οποία επιτυγχάνεται η ελάχιστη ενέργεια.

Οι π δεσμοί προκύπτουν με πλευρικές επικαλύψεις p-p ατομικών τροχιακών (των οποίων οι άξονες είναι παράλληλοι) και είναι ασθενέστεροι των σ δεσμών.

Υβριδισμός είναι ο γραμμικός συνδυασμός (πρόσθεση ή αφαίρεση) ατομικών τροχιακών προς δημιουργία νέων ισότιμων ατομικών τροχιακών (υβριδικών τροχιακών).

Σύμφωνα με τον **κανόνα του Markovnikov**, «Όταν ένα μόριο ΑΒ προστίθεται στο διπλό δεσμό ενός μη συμμετρικού αλκενίου το κύριο προϊόν της αντίδρασης είναι αυτό που προκύπτει από την προσθήκη του θετικού τμήματος (το οποίο είναι συνήθως $H^{\delta+}$) στον άνθρακα με τα περισσότερα υδρογόνα.»

Ο διπλός δεσμός >C=O στο καρβονύλιο είναι ισχυρά πολωμένος δεσμός λόγω της μεγάλης διαφοράς ηλεκταρνητικότητας του C με το O.

Η σειρά δραστικότητας των καρβονυλικών ενώσεων στις αντιδράσεις προσθήκης, είναι:
$HCHO > RCHO > RCOR' > C_6H_5CHO > C_6H_5COR > C_6H_5COC_6H_5$.

Κανόνας του Saytseff: «Κατά την απόσπαση μορίου ΗΑ από οργανική ένωση, το άτομο Η αποσπάται ευκολότερα από το τριτοταγές άτομο άνθρακα, λιγότερο εύκολα από το δευτεροταγές άτομο άνθρακα και δυσκολότερα από το πρωτοταγές άτομο άνθρακα.»

Τα αλκυλαλογονίδια είναι πολύ δραστικές ενώσεις, λόγω της ισχυρής πόλωσης του δεσμού C−X. Η δραστικότητά τους ακολουθεί τη σειρά: **RI > RBr > RCl > RF**.

Ο πολυμερισμός με δύο ή περισσότερα είδη μονομερούς ονομάζεται **συμπολυμερισμός.** Το συμπολυμερές του 1,3-βουταδιενίου με στυρόλιο ($C_6H_5CH=CH_2$) είναι είδος τεχνητού καουτσούκ που ονομάζεται Buna S. Επίσης, από το συμπολυμερισμό του 1,3-βουταδιενίου με το ακρυλονιτρίλιο ($CH_2=CHCN$) προκύπτει προϊόν που και αυτό είναι είδος τεχνητού καουτσούκ με την κωδική ονομασία Buna N.

Οξείδωση στην οργανική χημεία είναι η μείωση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας του C η οποία προκαλείται με σχηματισμό δεσμών C−O, C−N, C−X (X: αλογόνο) ή με διάσπαση δεσμών C−H.
Αναγωγή είναι η αύξηση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας του C η οποία προκαλείται με σχηματισμό δεσμών C−H ή με διάσπαση δεσμών C−O, C−N, C−X.

Το CO_2 προκαλεί θόλωμα σε ασβεστόνερο (διάλυμα $Ca(OH)_2$), λόγω σχηματισμού του αδιάλυτου $CaCO_3$.

Η ισχύς των οργανικών ενώσεων με «ευκίνητο» Η (όξινος χαρακτήρας) ακολουθεί τη σειρά:

$RCOOH > (H_2CO_3) > C_6H_5OH > (H_2O) > ROH > RC{\equiv}CH$

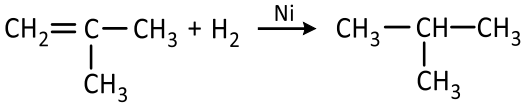
Αντίστροφη είναι η σειρά ισχύος των συζυγών τους βάσεων. Τα αντιδραστήρια Grignard, τα αλκοξείδια (RONa) και τα ακετυλίδια είναι ισχυρές βάσεις,

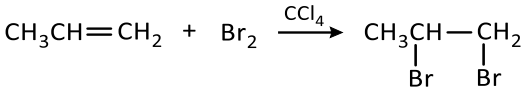
Διάκριση μιας οργανικής ένωσης Α σε σχέση με μία άλλη οργανική ένωση Β είναι μια δοκιμασία (αντίδραση) που μας επιτρέπει να διακρίνουμε ποια από τις δύο είναι η ένωση που διερευνάμε. **Ταυτοποίηση** είναι η διαδικασία για τον καθορισμό μιας ένωσης, όταν δίνεται ο μοριακός τύπος και ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες της ένωσης.

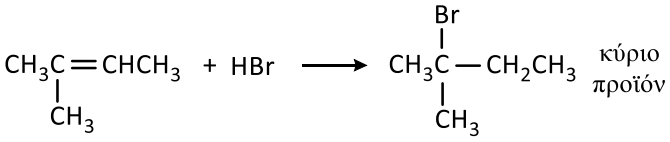
Για να διακρίνουμε αν η μία ένωση είναι **οξύ ή εστέρας** προσθέτουμε, για παράδειγμα, βάμμα του ηλιοτροπίου, το οποίο είναι κυανό. Αν παρατηρήσουμε ότι ο δείκτης αλλάζει χρώμα και γίνεται κόκκινος, τότε συμπεραίνουμε ότι η ένωση είναι οξύ.

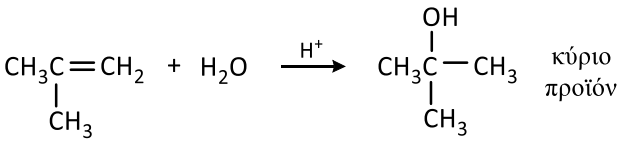
ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΟΡΓΑΝΙΚΗΣ

1. Προσθήκες σε αλκένια

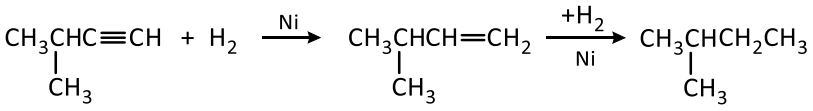


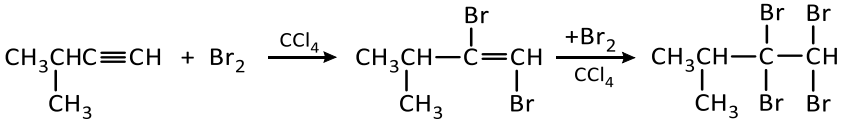


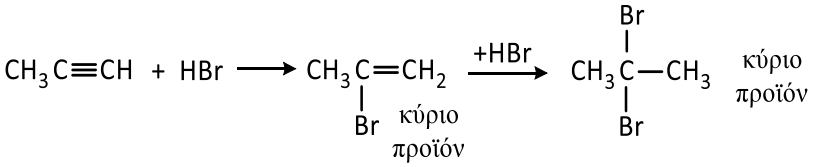


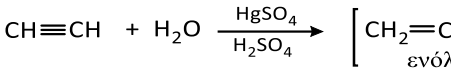


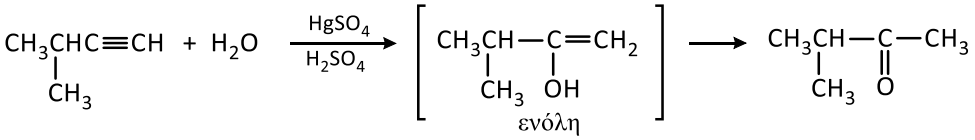
2. Προσθήκες σε αλκίνια





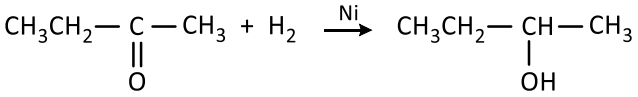


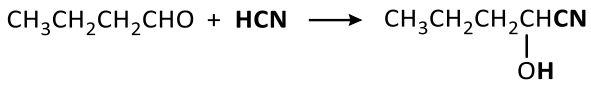




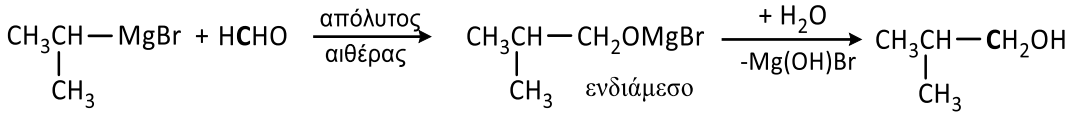
3. Προσθήκη H_2, HCN σε καρβονυλικές ενώσεις

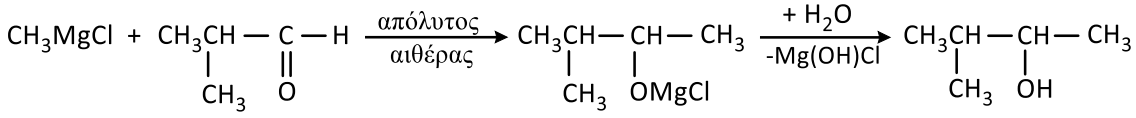


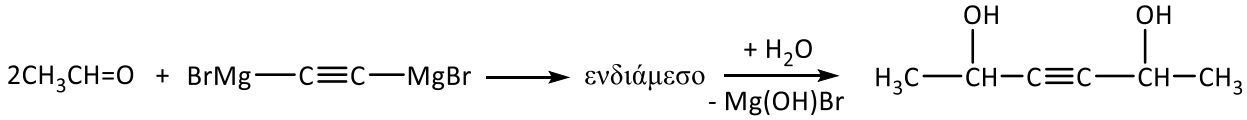




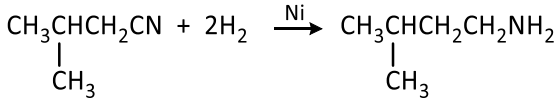
4. Αντιδραστήρια Grignard

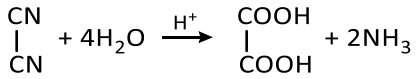




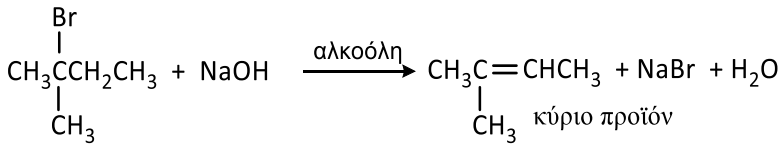


5. Προσθήκη σε νιτρίλια

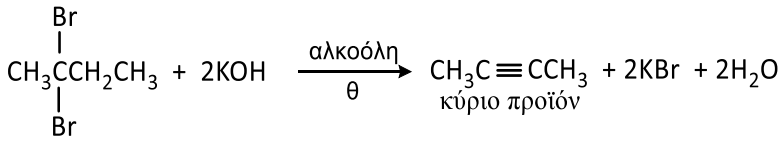


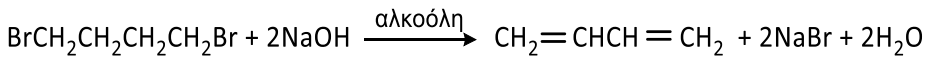


6. Αφυδραλογόνωση αλκυλαλογονιδίων

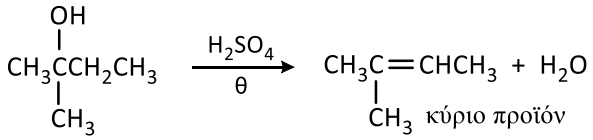


7. Διπλή αφυδραλογόνωση

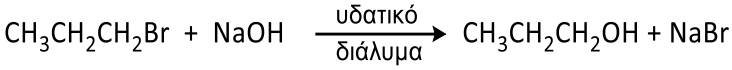


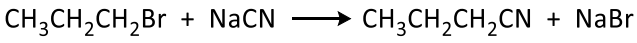


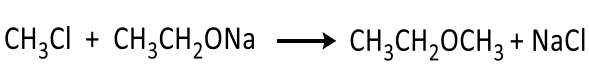
8. Αφυδάτωση αλκοολών

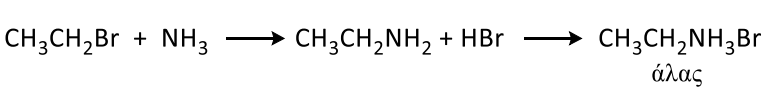


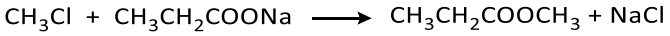
9. Αντιδράσεις υποκατάστασης σε αλκυλαλογονίδια

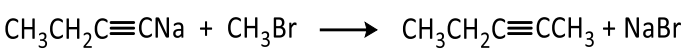




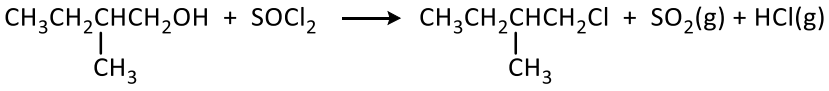




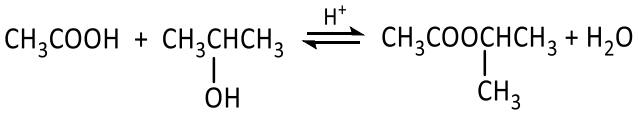


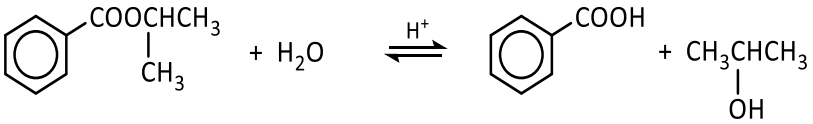


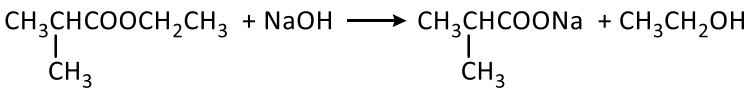
10. Αντίδραση υποκατάστασης σε αλκοόλες

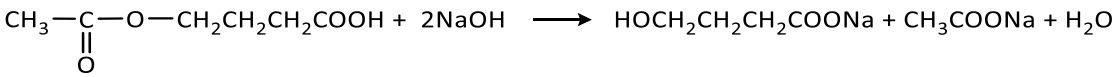


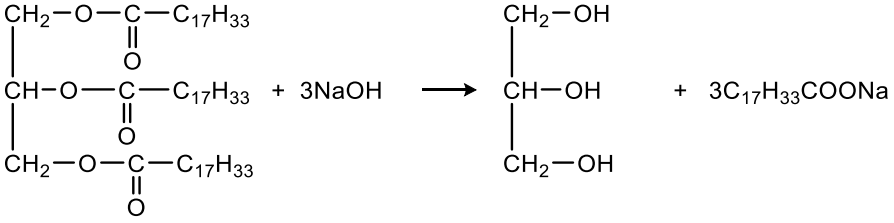
11. Αντιδράσεις υποκατάστασης σε οξέα-εστέρες



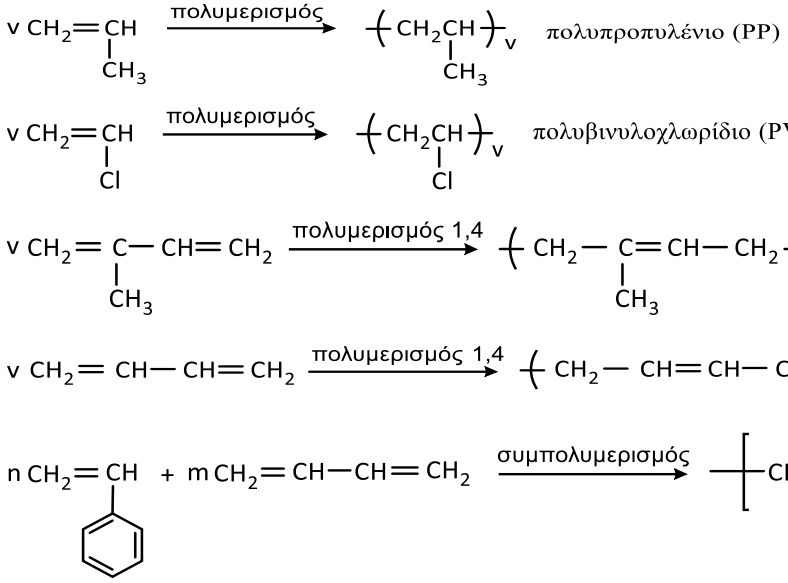




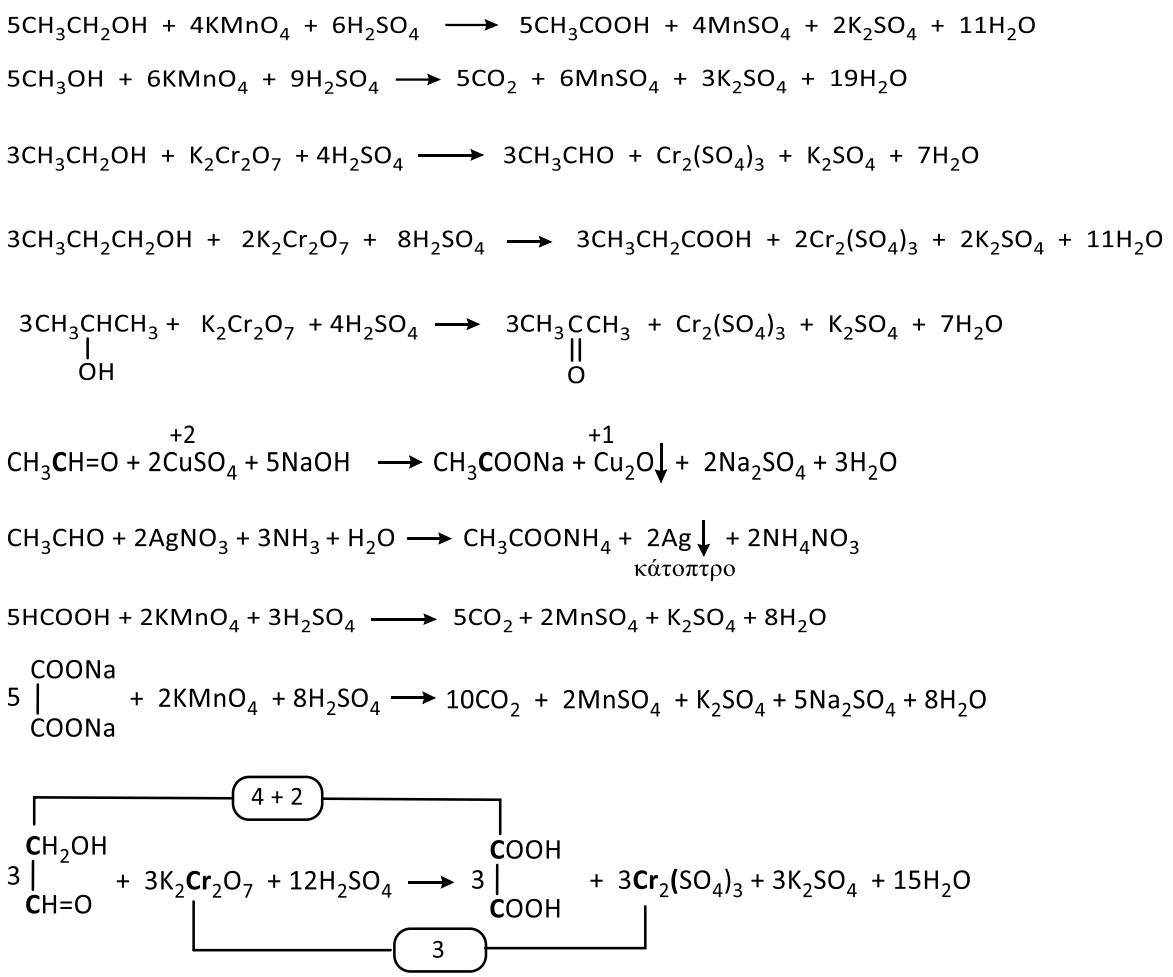




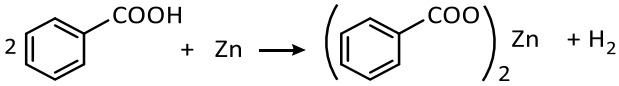
12. Πολυμερισμός



13. Αντιδράσεις οξείδωσης



14. Όξινος χαρακτήρας



$$CH_3CH(CH_3)COOH + KHCO_3 \longrightarrow CH_3CH(CH_3)COOK + CO_2 + H_2O$$

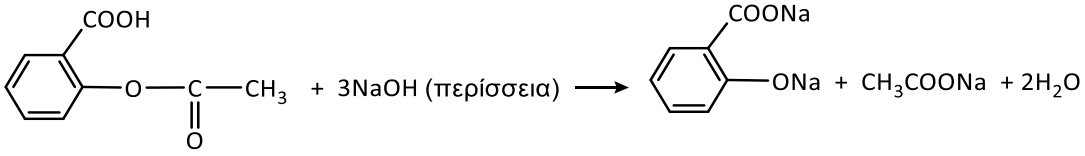
$$2CH_3COOH + CaCO_3 \longrightarrow (CH_3COO)_2Ca + CO_2 + H_2O$$

$$CH_3CH_2CH_2OH + Na \longrightarrow CH_3CH_2CH_2ONa + 1/2H_2$$

$$CH{\equiv}CH + 2CuCl + 2NH_3 \longrightarrow CuC{\equiv}CCu + 2NH_4Cl$$

$$CH_3C{\equiv}CH + Na \longrightarrow CH_3C{\equiv}CNa + 1/_2H_2$$

$$CH_3CH(OH)COOH + Na\ (\text{περίσσεια}) \longrightarrow CH_3CH(ONa)COONa + H_2$$



15. Βασικός χαρακτήρας

$$CH_3CH(CH_3)MgCl + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2CH_3 + Mg(OH)Cl$$

$$CH_3CH(ONa)CH_3 + H_2O \longrightarrow CH_3CH(OH)CH_3 + NaOH$$

$$CH_3C{\equiv}CNa + H_2O \longrightarrow CH_3C{\equiv}CH + NaOH$$

$$CH_3NH_2 + HBr \longrightarrow CH_3NH_3Br$$

$$CH_3CH(NH_2)COOH + HCl \longrightarrow CH_3CH(NH_3Cl)COOH$$

$$CH_3CH_2MgBr + CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3CH_3 + Mg(CH_3CH_2O)Br$$

16. Αλογονοφορμική αντίδραση

$$CH_3CH_2OH + Cl_2 \longrightarrow CH_3CHO + \boxed{2HCl}$$

$$CH_3CHO + 3Cl_2 \longrightarrow CCl_3CHO + \boxed{3HCl}$$

$$\mathbf{C}Cl_3CHO + NaOH \longrightarrow HCOONa + \mathbf{C}HCl_3$$

$$\boxed{5HCl} + 5NaOH \longrightarrow 5NaCl + 5H_2O$$

$$CH_3CH_2OH + 4Cl_2 + 6NaOH \longrightarrow HCOONa + CHCl_3 + 5NaCl + 5H_2O$$

$$CCl_3CH{=}O + NaOH \longrightarrow HCOONa + CHCl_3$$

$$CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOH + 4Cl_2 + 7KOH \longrightarrow (COOK)_2 + CHCl_3 + 5KCl + 6H_2O$$

17. Γενικές μορφές οργανικών αντιδράσεων

$$C_vH_{2v} + H_2 \longrightarrow C_vH_{2v+2}$$

$$C_vH_{2v} + Br_2 \longrightarrow C_vH_{2v}Br_2$$

$$C_vH_{2v} + HBr \longrightarrow C_vH_{2v+1}Br$$

$$C_vH_{2v} + H_2O \longrightarrow C_vH_{2v+1}OH$$

$$C_vH_{2v-2} + 2H_2 \longrightarrow C_vH_{2v+2}$$

$$C_vH_{2v-2} + 2Br_2 \longrightarrow C_vH_{2v-2}Br_4$$

$$C_vH_{2v-2} + H_2O \longrightarrow C_vH_{2v}O$$

$$C_vH_{2v}O + H_2 \longrightarrow C_vH_{2v+1}OH$$

$$C_vH_{2v+1}CN + 2H_2O \longrightarrow C_vH_{2v+1}COOH + NH_3$$

$$C_vH_{2v+1}OH + SOCl_2 \longrightarrow C_vH_{2v+1}Cl + SO_2 + HCl$$

$$C_vH_{2v+1}COOH + C_\mu H_{2\mu+1}OH \rightleftharpoons C_vH_{2v+1}COOC_\mu H_{2\mu+1} + H_2O$$

$$2C_vH_{2v+1}OH + 2Na \longrightarrow 2C_vH_{2v+1}ONa + H_2$$

$$5C_vH_{2v+1}CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \longrightarrow 5C_vH_{2v+1}COOH + 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 11H_2O$$

$$xC_vH_{2v+1}COOH + M \longrightarrow (C_vH_{2v+1}COO)_xM + \frac{x}{2}H_2$$

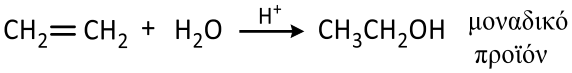
$$xC_vH_{2v+1}COOH + M(OH)_x \longrightarrow (C_vH_{2v+1}COO)_xM + xH_2O$$

$$2C_vH_{2v+1}COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2C_vH_{2v+1}COONa + CO_2 + H_2O$$

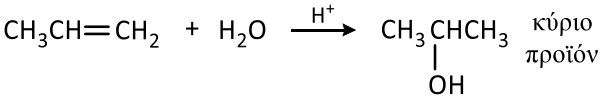
$$C_vH_{2v+1}CH(OH)CH_3 + 4I_2 + 6NaOH \longrightarrow C_vH_{2v+1}COONa + CHI_3 + 5NaI + 5H_2O$$

ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

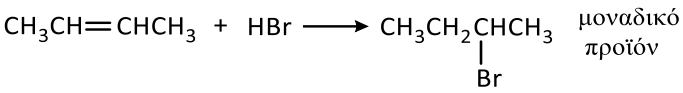
α) Μόνο το αιθυλένιο ($CH_2=CH_2$) δίνει με επίδραση H_2O/H^+ πρωτοταγή αλκοόλη ως μοναδικό προϊόν προσθήκης:



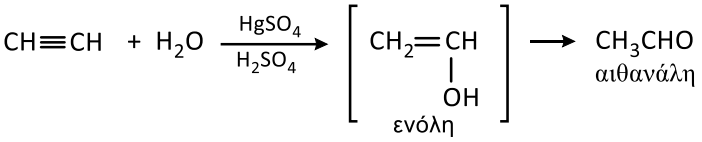
Τα άλλα αλκένια δίνουν ως κύριο (ή μοναδικό) προϊόν δευτεροταγή ή τριτοταγή αλκοόλη. Π.χ.:

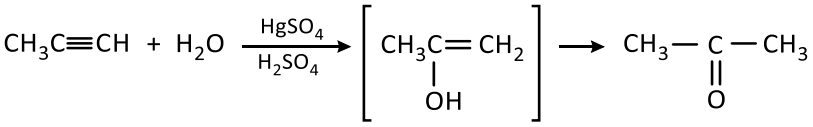


β) Τα συμμετρικά αλκένια δίνουν με επίδραση υδραλογόνου (HX) ή H_2O αποκλειστικά ένα προϊόν προσθήκης (μοναδικό προϊόν). Π.χ. το 2-βουτένιο με επίδραση HCl δίνει αποκλειστικά 2-χλωροβουτάνιο ως μοναδικό προϊόν προσθήκης:

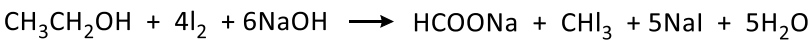


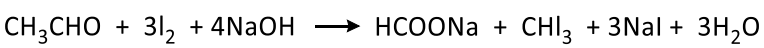
γ) Μόνο το ακετυλένιο (CH≡CH) δίνει αλδεΰδη ($CH_3CH=O$) με επίδραση H_2O παρουσία καταλυτών ($Hg/HgSO_4/H_2SO_4$) και μέσω σχηματισμού ενόλης. Όλα τα άλλα αλκίνια δίνουν κετόνες:



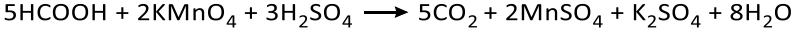


δ) Η CH_3CH_2OH είναι η μοναδική πρωτοταγής αλκοόλη που δίνει κίτρινο ίζημα με την επίδραση $I_2/NaOH$. Επίσης, η CH_3CHO είναι η μοναδική αλδεΰδη που δίνει κίτρινο ίζημα με $I_2/NaOH$.

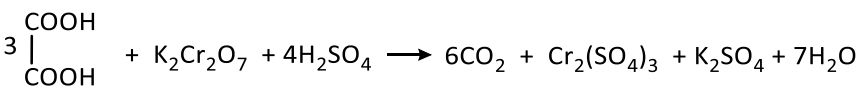




ε) Το HCOOH (και το άλας του, HCOONa) είναι το μοναδικό κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό οξύ το οποίο αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$ σχηματίζοντας αέριο CO_2.



Το άλλο οξύ που επίσης οξειδώνεται σχηματίζοντας CO_2 είναι το $(COOH)_2$ αλλά αυτό είναι δικαρβοξυλικό οξύ:



στ) Η <u>πιο απλή τριτοταγής</u> αλκοόλη είναι η 2-μεθυλο-2-προπανόλη. Η αλκοόλη αυτή δεν αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4$ οξινισμένο με H_2SO_4, αντιδρά όμως με μεταλλικό Na ελευθερώνοντας H_2.

ζ) Η <u>πιο απλή δευτεροταγής</u> αλκοόλη είναι η 2-προπανόλη. Η αλκοόλη αυτή δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση, οξειδώνεται προς κετόνη (προπανόνη) και αντιδρά με μεταλλικό Na ελευθερώνοντας $H_2(g)$.

η) Η CH_3OH είναι η μοναδική κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη που μπορεί να οξειδωθεί <u>προς CO_2</u> με την επίδραση $KMnO_4/H_2SO_4$. Η αλκοόλη αυτή είναι και η μοναδική αλκοόλη που <u>δεν</u> μπορεί να παρασκευαστεί από αντιδραστήρια Grignard. Επίσης, η HCHO είναι <u>η μοναδική αλδεΰδη</u> που μπορεί να οξειδωθεί προς $CO_2(g)$ με επίδραση $KMnO_4/H_2SO_4$.

θ) Η πιο απλή κετόνη είναι η προπανόνη (ακετόνη). Η κετόνη αυτή δίνει κίτρινο ίζημα με την επίδραση I_2/NaOH, αλλά δεν αντιδρά με το αντιδραστήριο Fehling ούτε με το αντιδραστήριο Tollens.

ι) Η αντίδραση της εστεροποίησης έχει όλα τα χαρακτηριστικά μιας αμφίδρομης αντίδρασης (οδηγεί σε κατάσταση χημικής ισορροπίας στην οποία συχνά $K_c \approx 4$):

$$\underset{\text{οξικό οξύ}}{CH_3COOH} + CH_3CH_2OH \overset{H_2SO_4}{\rightleftharpoons} \underset{\text{οξικός αιθυλεστέρας}}{CH_3COOCH_2CH_3} + H_2O$$

$$K_c = \frac{[CH_3COOCH_2CH_3]\cdot[H_2O]}{[CH_3COOH]\cdot[CH_3CH_2OH]}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1. Να αιτιολογήσετε τις επόμενες προτάσεις:

α) Τα αντιδραστήρια Grignard παρασκευάζονται σε <u>απόλυτο</u> αιθέρα.

β) Κατά την προσθήκη HCN **σε καρβονυλική ένωση και στη συνέχεια υδρόλυση του προϊόντος, προκύπτει** α**-υδροξυοξύ.**

γ) Το κύριο προϊόν της αντίδρασης του 2-χλωροβουτανίου με αλκοολικό διάλυμα NaOH **είναι το 2-βουτένιο.**

δ) Η επίδραση NaOH **σε αλκυλαλογονίδιο μπορεί να οδηγήσει σε δύο διαφορετικά προϊόντα που ανήκουν σε διαφορετικές ομόλογες σειρές.**

ε) Κατά την προσθήκη H_2O **σε αιθίνιο, παρουσία** $H_2SO_4/HgSO_4$**, προκύπτει ως προϊόν η αιθανάλη.**

στ) Ο δεσμός σ **μεταξύ δύο ατόμων** C **είναι πιο ισχυρός από τον δεσμό** π**.**

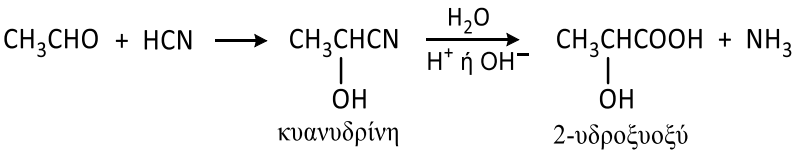
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

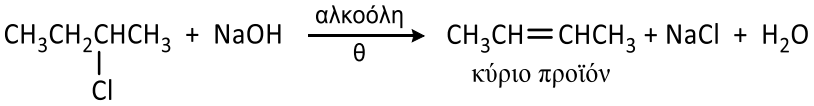
α) Τα αντιδραστήρια Grignard παρασκευάζονται σε απόλυτο αιθέρα, καθόσον παρουσία H_2O λειτουργούν ως ισχυρές βάσεις κατά Brönsted - Lowry:

$$RMgX + H_2O \longrightarrow RH + Mg(OH)X$$

β) Πράγματι, οι καρβονυλικές ενώσεις αντιδρούν με το HCN παράγοντας ως προϊόν προσθήκης τις κυανυδρίνες. Οι κυανυδρίνες υδρολύονται σε όξινο ή βασικό περιβάλλον σχηματίζοντας α-υδροξυοξέα (ή 2-υδροξυοξέα):

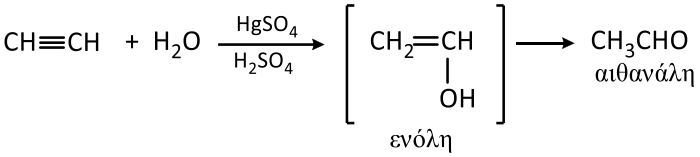


γ) Κατά την αντίδραση ενός αλκυλαλογονιδίου με αλκοολικό διάλυμα NaOH ευνοείται η απόσπαση HX (αφυδραλογόνωση) και η δημιουργία αλκενίου και μάλιστα το κύριο προϊόν της αντίδρασης είναι σύμφωνο με τον κανόνα του Saytzeff. Έτσι, κατά την αφυδραλογόνωση του 2-χλωροβουτανίου σχηματίζεται ως κύριο προϊόν το 2-βουτένιο:



δ) Κατά την αντίδραση αλκυλαλογονιδίου με υδατικό διάλυμα NaOH ευνοείται η αντίδραση υποκατάστασης και ο σχηματισμός αλκοόλης, ενώ κατά την αντίδραση αλκυλαλογονιδίου με αλκοολικό διάλυμα NaOH ευνοείται η απόσπαση υδραλογόνου (αφυδραλογόνωση) και η δημιουργία αλκενίου.

ε) Κατά την προσθήκη H_2O σε αλκίνιο, παρουσία $H_2SO_4/HgSO_4$, προκύπτει αρχικά μία ενόλη που ταχύτητα μετατρέπεται σε καρβονυλική ένωση. Ειδικά με το αιθίνιο η προσθήκη νερού οδηγεί τελικά σε αλδεΰδη ως τελικό προϊόν (όλα τα άλλα αλκίνια οδηγούν σε κετόνη):



στ) Σύμφωνα με τη θεωρία δεσμού σθένους και του υβριδισμού, ο σ δεσμός σχηματίζεται με αξονική επικάλυψη ατομικών τροχιακών ενώ ο π δεσμός με πλευρική επικάλυψη p τροχιακών. Στο σ δεσμό μεταξύ ατόμων C επικαλύπτονται αξονικά υβριδικά τροχιακά του ενός ατόμου C με υβριδικά ατομικά τροχιακά του άλλου ατόμου C. Καθώς η αξονική επικάλυψη είναι μεγαλύτερη από την πλευρική ο σ δεσμός είναι ισχυρότερος από τον π δεσμό.

2. Για τέσσερις οργανικές ενώσεις Α, Β, Γ **και** Δ **διαπιστώθηκε ότι είναι δυνατές οι ακόλουθες μετατροπές:** Α → Β → Γ → Δ **και** Δ → Γ → Β → Α**.**
α) Να κάνετε μια αντιστοίχιση των παραπάνω ενώσεων Α, Β, Γ **και** Δ **με τους τύπους:** $CH_2=CH_2$, CH_3CH_2OH, CH_3CHO **και** CH_3CH_2Cl**. Ποια αντιδραστήρια απαιτούνται για κάθε μία από τις παραπάνω μετατροπές;**
β) Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω οργανικές ενώσεις ως πρώτες ύλες, να γράψετε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες παρασκευάζεται η 2-βουτανόλη.
γ) Διαθέτουμε μεταλλικό Na**, διάλυμα** Br_2/CCl_4 **και το αντιδραστήριο Tollens. Να γράψετε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες μπορούμε να διακρίνουμε τις ενώσεις** Α, Β, Γ **και** Δ**. Με ποιες οπτικές παρατηρήσεις διαπιστώνεται η πραγματοποίηση καθεμίας από τις αντιδράσεις αυτές;**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Για τη μετατροπή Α → Β → Γ → Δ:

$$CH_3CH_2Cl \xrightarrow[\text{αλκοόλη}]{KOH} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2OH \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} CH_3CHO$$

Για τη μετατροπή Δ → Γ → Β → Α:

$$CH_3CHO \xrightarrow{H_2/Ni} CH_3CH_2OH \xrightarrow[170^oC]{H_2SO_4} CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3CH_2Cl$$

β) $CH_3CH_2Cl + Mg \longrightarrow CH_3CH_2MgCl$

$$CH_3CH_2MgCl + CH_3CH{=}O \longrightarrow CH_3CH(OMgX)CH_2CH_3 \xrightarrow[-Mg(OH)Cl]{H_2O} CH_3CH(OH)CH_2CH_3$$

γ) Μόνο η αιθανόλη ελευθερώνει αέριο H_2 με επίδραση Na:

$$2CH_3CH_2OH + 2Na \longrightarrow 2CH_3CH_2ONa + H_2$$

Από τις υπόλοιπες ενώσεις μόνο η αιθανάλη σχηματίζοντας κάτοπτρο Ag με το αντιδραστήριο Tollens:

$$CH_3CH{=}O + 2AgNO_3 + 3NH_3 + H_2O \longrightarrow CH_3COONH_4 + 2Ag\downarrow + 2NH_4NO_3$$

Από τις δύο ενώσεις που απομένουν, το $CH_2{=}CH_2$ αποχρωματίζει διάλυμα Br_2/CCl_4:

$$CH_2{=}CH_2 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} BrCH_2CH_2Br$$

Η ένωση που δεν δίνει καμία από τις παραπάνω αντιδράσεις είναι το CH_3CH_2Cl.

$CH_3CH_2CH_2CH(Br)-Br$

$CH_3CH_2CH{=}CH_2$

$CH_3CH_2C(=O)CH_3$

$CH_3CH_2CH(OH)CH_3$

$CH_3CH_2C{\equiv}CH$

3. Δίνονται οι οργανικές ενώσεις: 1-βουτένιο (I), 1,1-διβρωμοβουτάνιο (II), βουτανόνη (III), 2-βουτανόλη (IV) και 1-βουτίνιο (V).

α) Να προτείνετε μία διάταξη (σειρά) των ενώσεων αυτών, ώστε να είναι δυνατή η παρασκευή καθεμίας από την αμέσως προηγούμενή της με μία μόνο αντίδραση, ως κύριο ή μοναδικό προϊόν. Να γράψετε τις πλήρεις χημικές εξισώσεις όλων των αντιδράσεων της διάταξης.

β) Ποια από τις παραπάνω ενώσεις θα χρησιμοποιούσατε σαν μοναδική οργανική πρώτη ύλη για να παρασκευάζατε:

i. $CH_3-CH_2-C(OH)(CH_3)-CH(OH)-CH_3$

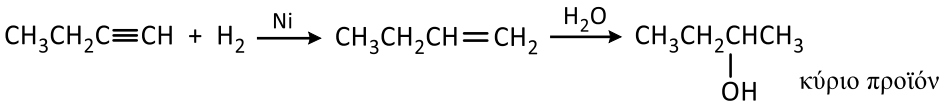
ii. $CH_3-CH_2-C(OH)(CH_3)-COOH$

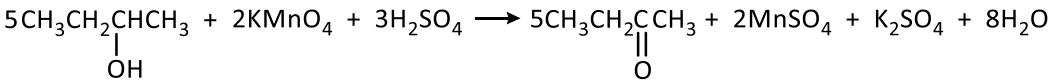
Να γράψετε τις σχετικές χημικές εξισώσεις.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Ξεκινώντας από το 1,1-διβρωμοβουτάνιο (ένωση ΙΙ) καταλήγουμε στη 2-βουτανόνη (ένωση ΙΙΙ), με βάση την εξής σειρά αντιδράσεων:

$$CH_3CH_2CH_2CH(Br)-Br + 2KOH \xrightarrow[\theta]{\text{αλκοόλη}} CH_3CH_2C{\equiv}CH + 2KBr + 2H_2O$$

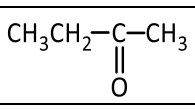
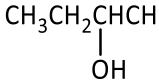
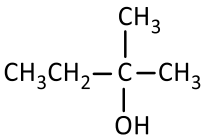
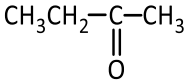
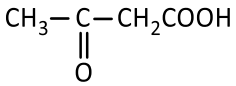




β) i. Από τη 2-βουτανόλη, παρασκευάζουμε:
1) Το αντίστοιχο αντιδραστήριο Grignard, με επίδραση $SOCl_2$ ακολουθούμενη από επίδραση Mg σε απόλυτο αιθέρα.
2) Τη βουτανόνη, με οξείδωση, π.χ. με $KMnO_4/H_2SO_4$.
Η αντίδραση μεταξύ των δύο παραπάνω ενώσεων δίνει, την 3,4-διμεθυλο-3-εξανόλη, μετά από υδρόλυση.
ii. Η 2-βουτανόλη οδηγεί σε 2-μεθυλο-2-υδροξυβουτανικό οξύ διαδοχικά με οξείδωση (π.χ. με $KMnO_4/H_2SO_4$), με επίδραση HCN στη σχηματιζόμενη βουτανόνη και στη συνέχεια με υδρόλυση της σχηματιζόμενης κυανυδρίνης σε όξινο περιβάλλον (μετατροπή −CN σε −COOH).

Να γράψετε τις σχετικές χημικές εξισώσεις.

4. Δίνονται οι πιο κάτω τριάδες οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ και Δ.

Α.	$CH_3CH_2CH_2CHO$	$C_6H_5CH_2OH$	
Β.	$CH_3CH_2C{\equiv}CH$	$CH_3C{\equiv}CCH_3$	$CH_3CH_2CH_2CHO$
Γ.			
Δ.		CH_3COOH	CH_3CH_2COOH

α) Να εισηγηθείτε ένα αντιδραστήριο, διαφορετικό σε κάθε περίπτωση, με το οποίο να αντιδρά μόνο η πρώτη ένωση κάθε τριάδας δίνοντας οπτικό αποτέλεσμα (αποχρωματισμός διαλύματος, ίζημα ή αέριο).
β) Να αναφέρετε το εμφανές αποτέλεσμα που δίνει η πρώτη ένωση κάθε τριάδας με το αντιδραστήριο που εισηγηθήκατε για κάθε περίπτωση στο (α).
γ) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών προϊόντων που σχηματίζονται όταν αντιδράσει η πρώτη ένωση κάθε τριάδας με το αντιδραστήριο που εισηγηθήκατε για κάθε περίπτωση στο (α).

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Α: αντιδραστήριο Tollens, Β: $CuCl/NH_3$, Γ: $KMnO_4/H_2SO_4$, Δ: $I_2/NaOH$.

β) Α: σχηματισμός κατόπτρου Ag, Β: σχηματισμός ιζήματος, Γ: αποχρωματισμός του διαλύματος $KMnO_4/H_2SO_4$, Δ: σχηματισμός κίτρινου ιζήματος (CHI_3).

γ) $CH_3CH_2CH_2COONH_4$, $CH_3CH_2C{\equiv}CCu$,
$CH_3CH_2COCH_3$ (βουτανόνη), $NaOOC{-}CH_2{-}COONa$.

5. Οργανική ένωση Α **έχει μοριακό τύπο** $C_5H_{12}O$ **και διαπιστώθηκε ότι:**
i. Αντιδρά με νάτριο (Na**) και εκλύεται** H_2**.**
ii. Με πλήρη οξείδωσή της από όξινο διάλυμα $KMnO_4$ **δίνει ως προϊόν ένωση** Β **με μοριακό τύπο** $C_5H_{10}O$**. Η ένωση** Β **με επίδραση αλκαλικού διαλύματος** I_2 **δεν σχηματίζει κίτρινο ίζημα.**
α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α **και** Β**. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**
β) Να σχηματίσετε την ένωση Α **χρησιμοποιώντας την κατάλληλη καρβονυλική ένωση και το κατάλληλο αντιδραστήριο Grignard, γράφοντας τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων.** **[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]**

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

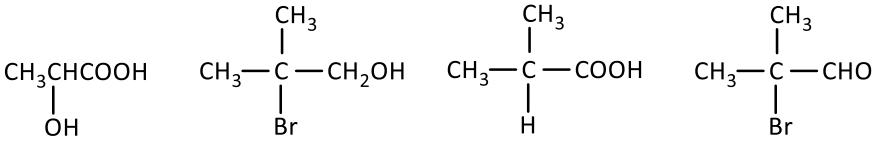
α) Σύμφωνα με το μοριακό της τύπο η ένωση Α θα πρέπει να είναι αλκοόλη ή αιθέρας. Επειδή, όμως, αντιδρά με Na θα πρέπει να είναι αλκοόλη. Επίσης, οξειδώνεται από το οξινισμένο διάλυμα $KMnO_4$, επομένως θα είναι πρωτοταγής ή δευτεροταγής αλκοόλη, καθώς όμως οξειδώνεται σε καρβονυλική ένωση (κετόνη) θα πρέπει να είναι δευτεροταγής αλκοόλη. Τέλος, επειδή δεν δίνει την ιωδοφορμική αντίδραση θα πρέπει να είναι η 3-πεντανόνη (οι άλλες ισομερείς κετόνες δίνουν την ιωδοφορμική αντίδραση).

Χωρίς βέβαια να είναι απαραίτητο, γράψτε για σιγουριά όλες τις ισομερείς αλκοόλες με τύπο $C_5H_{10}O$ και επιλέξτε αυτή με τις επιθυμητές ιδιότητες.

β) Υπάρχει μόνο ο εξής συνδυασμός αλδεΰδης και αντιδραστηρίου Grignard:

$$CH_3CH_2MgX + CH_3CH_2CHO \xrightarrow[\text{αιθέρας}]{\text{απόλυτος}} CH_3CH_2\underset{\underset{OMgX}{|}}{C}HCH_2CH_3 \xrightarrow[-Mg(OH)X]{+\,H_2O} CH_3CH_2\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCH_2CH_3$$

6. Διαθέτουμε δείγματα των παρακάτω ενώσεων Α-Δ**.**



(Α) (Β) (Γ) (Δ)

α) Πώς μπορούμε να διακρίνουμε τις ενώσεις αυτές μεταξύ τους, διαθέτοντας τρία αντιδραστήρια (της επιλογής σας). Δεν απαιτούνται χημικές εξισώσεις παρά μόνο τα οπτικά αποτελέσματα.
β) Να γράψετε την εξίσωση της αντίδρασης της ένωσης Α **με** I_2/NaOH **(συνολική εξίσωση).**

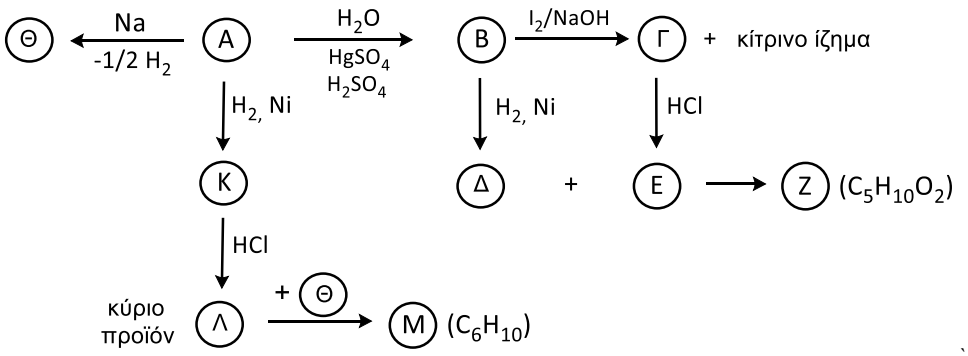
ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) Αν η ένωση δίνει αέριο (CO_2) με επίδραση Na_2CO_3 θα είναι η (Α) ή η (Γ). Από αυτές εκείνη που θα δώσει κίτρινο ίζημα (CHI_3) με επίδραση I_2/NaOH θα είναι η (Α). Από τις άλλες δύο ενώσεις αυτή που δίνει κάτοπτρο αργύρου με επίδραση του αντιδραστηρίου Tollens θα είναι η (Δ).

β) Αλογονοφορμική αντίδραση (γράψτε και τα στάδια):

$$CH_3\underset{\underset{OH}{|}}{C}HCOOH + 4I_2 + 7NaOH \longrightarrow (COONa)_2 + CHI_3\downarrow + 5NaI + 6H_2O$$

7. Δίνονται οι παρακάτω μετατροπές οργανικών ενώσεων.

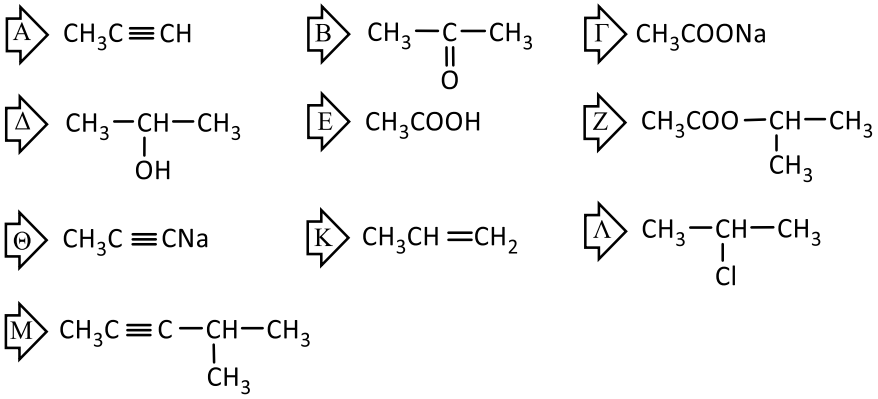


α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ **και** Μ**.**

β) Αέριο μίγμα της παραπάνω ένωσης Α **και ενός αλκενίου (**Χ**), έχει μάζα** 6,8 g **και καταλαμβάνει όγκο** 4,48 L **μετρημένα σε STP. Βρέθηκε ότι το μίγμα αποχρωματίζει ακριβώς** 300 mL **διαλύματος** Br_2 16%w/v **σε** CCl_4**. Να προσδιορίσετε το συντακτικό τύπο του αλκενίου** Χ**.**

ΛΥΣΗ

α) Η ένωση Α είναι αλκίνιο, που με προσθήκη H_2O οδηγεί στην καρβονυλική ένωση Β η οποία με καταλυτική προσθήκη H_2 οδηγεί στην αλκοόλη Δ με τα ίδια άτομα C στο μόριό της (έστω ν). Η ένωση Γ είναι άλας καρβοξυλικού οξέος με ένα άτομο C λιγότερο. Οι ενώσεις Δ και Ε οδηγούν στον εστέρα Ζ. Επομένως: ν + (ν – 1) = 5, ν = 3. Δηλαδή, οι ενώσεις Α, Β και Γ έχουν από τρία άτομα C στο μόριό τους. Με βάση και τις υπόλοιπες αντιδράσεις του διαγράμματος προκύπτουν οι παρακάτω συντακτικοί τύποι:

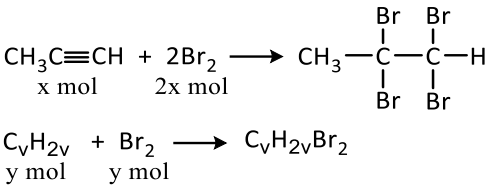


β) Έστω x mol προπινίου ($M_r = 40$) και y mol του αλκενίου Χ με τύπο $C_νH_{2ν}$ και $M_r = 14ν$. Η μάζα του μίγματος είναι:

$$40x + 14ν \cdot y = 6,8 \quad (1)$$

Θα ισχύει επίσης:

$$x + y = 4,48/22,4 = 0,2 \quad (2)$$

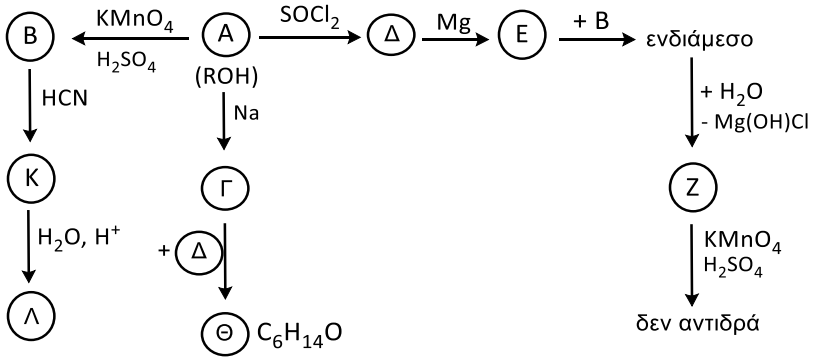


Η συνολική ποσότητα Br_2 στο διάλυμα που αποχρωματίστηκε είναι: (300/100)·16 = 48 g ή 48/160 = 0,3 mol. Άρα θα ισχύει:

$$2x + y = 0,3 \quad (3)$$

Από τις εξισώσεις (2) και (3) προκύπτει: x = y = 0,1 mol και επομένως αντικαθιστώντας στην (1), έχουμε: ν = 2 (αιθένιο ή αιθυλένιο, $CH_2{=}CH_2$).

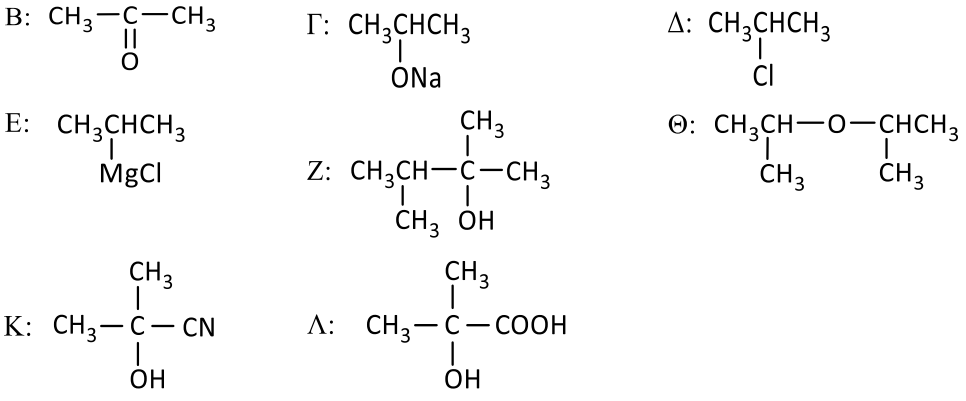
8. Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών μετατροπών:



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ **και** Λ. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΛΥΣΗ

Η ένωση Ζ είναι αλκοόλη και μάλιστα μία τριτοταγής, καθώς δεν οξειδώνεται. Άρα, η ένωση Β είναι κετόνη και η αλκοόλη Α είναι δευτεροταγής. Η ένωση Δ είναι ένα αλκυλοχλωρίδιο με τα ίδια άτομα άνθρακα στο μόριό της με αυτά της Α. Όταν η Α και η Δ αντιδράσουν παράγουν τον αιθέρα Θ με έξι άτομα άνθρακα. Επομένως, η αλκοόλη Α θα είναι (δευτεροταγής) με τρία άτομα άνθρακα, δηλαδή η 2-προπανόλη. Επομένως:



9. Ποσότητα αλκινίου (X) μάζας 6,8 g **υφίσταται προσθήκη** H_2O**, παρουσία** Hg, $HgSO_4$ H_2SO_4 **και προκύπτει η καρβονυλική ένωση (Y). Όλη η ποσότητα της** Y **αντιδρά ακριβώς με** 0,2 g H_2**, παρουσία** Ni**, οδηγώντας σε μία δευτεροταγή αλκοόλη (Z). Η αλκοόλη** Z **με απόσπαση και στη συνέχεια επαναπροσθήκη νερού οδηγεί τελικά στην τριτοταγή αλκοόλη (Ω). Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων** X, Y, Z **και** Ω**. Όλες οι αντιδράσεις να θεωρηθούν πλήρεις και μονόδρομες.**

ΛΥΣΗ

Έστω C_vH_{2v-2} ο μοριακός τύπος του αλκινίου X και $M_r = 14v - 2$ η σχετική μοριακή μάζα του. Η ποσότητά του X (σε mol) θα είναι:

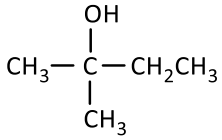
$$x = \frac{6,8}{14v-2} \quad (1)$$

$$\underset{x\ mol}{C_vH_{2v-2}} + H_2O \xrightarrow[HgSO_4]{H_2SO_4} \underset{x\ mol}{C_vH_{2v}O} \qquad \underset{x\ mol}{C_vH_{2v}O} + \underset{x\ mol}{H_2} \xrightarrow{Ni} C_vH_{2v+2}O$$

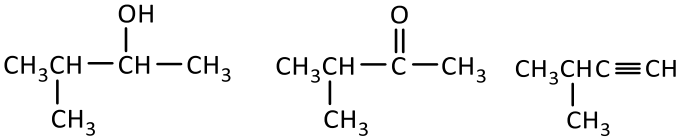
Η ποσότητα του H_2 που αντιδρά είναι x = 0,2/2 = 0,1 mol και επομένως:

$$x = \frac{6,8}{14v-2} = 0,1\ ,\ v = 5$$

Ο μοριακός τύπος του αλκινίου (X) είναι C_5H_8 και άρα οι αλκοόλες Z και Ω θα διαθέτουν από 5 άτομα C. Μάλιστα, για να είναι τριτοταγής, η Ω θα πρέπει να είναι η:



Έτσι, η δευτεροταγής αλκοόλη Z, η καρβονυλική ένωση Y και το αλκίνιο X θα είναι, αντίστοιχα:



10. Ισομοριακό μίγμα μιας αλκοόλης (X), ισομερούς της 1-προπανόλης και μιας κορεσμένης μονοσθενούς αλδεΰδης (Y) χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το 1ο **μέρος δίνει** 4,32 g **κατόπτρου αργύρου όταν αντιδράσει με το αντιδραστήριο Tollens. Το** 2ο **μέρος δίνει** 15,76 g **κίτρινου ιζήματος όταν κατεργαστεί με** I_2/NaOH**. Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων** X **και** Y **και ποιες οι μάζες τους στο αρχικό μίγμα; Όλες οι αντιδράσεις να θεωρούνται ποσοτικές.**

ΛΥΣΗ

Η αλκοόλη που είναι ισομερής με την 1-προπανόλη είναι η 2-προπανόλη (ένωση X). Από τα δύο συστατικά του μίγματος μόνο η αλδεΰδη αντιδρά με το αντιδραστήριο Tollens παράγοντας 4,32/108 = 0,04 mol Ag:

$$\underset{0,02\ mol}{RCHO} + 2AgNO_3 + 3NH_3 + H_2O \longrightarrow RCOONH_4 + \underset{0,04\ mol}{2Ag\downarrow} + 2NH_4NO_3$$

Επειδή το μίγμα είναι ισομοριακό σε κάθε μέρος θα υπάρχουν 0,02 mol 2-προπανόλης και 0,02 mol αλδεΰδης. Η 2-προπανόλη δίνει την ιωδοφορμική αντίδραση:

$$\underset{\substack{\mathrm{OH}\\ 0{,}02\ \mathrm{mol}}}{\mathrm{CH_3CHCH_3}} + 4\mathrm{I_2} + 6\mathrm{NaOH} \longrightarrow \mathrm{CH_3COONa} + \underset{0{,}02\ \mathrm{mol}}{\mathrm{CHI_3}\downarrow} + 5\mathrm{NaI} + 5\mathrm{H_2O}$$

Η ποσότητα του κίτρινου ιζήματος (CHI_3, M_r = 394) είναι: 15,76/394 = 0,04 mol, άρα αντιδρά και η αλδεΰδη με το I_2/NaOH και επομένως πρόκειται για την αιθανάλη (CH_3CHO, ένωση Υ).

Στο αρχικό μίγμα περιέχονται 0,04 mol 2-προπανόλης (M_r = 60) και 0,04 mol αιθανάλης (M_r = 44). Η συνολική μάζα του μίγματος ($m_{ολ}$) θα είναι:

$$m_{ολ} = m_X + m_Y = 0{,}04 \cdot 60 + 0{,}04 \cdot 44 = 4{,}16\ \mathrm{g}$$

11. Ποσότητα αιθανόλης μπορεί να αποχρωματίσει το πολύ 80 mL **διαλύματος** $KMnO_4$ 1 M **οξινισμένου με** H_2SO_4**, οπότε σχηματίζεται η οργανική ένωση** Α**.**
α) Ποιος ο συντακτικός τύπος της Α**; Να γραφεί η σχετική χημική εξίσωση και να υπολογιστεί η μάζα της αιθανόλης.**
β) Η ίδια ποσότητα της αιθανόλης οξειδώνεται πλήρως με τη βοήθεια όξινου διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ **οπότε, κάτω από κατάλληλες συνθήκες, προκύπτει μίγμα δύο οργανικών προϊόντων** Α **και** Β**, συνολικής μάζας ίσης με την μάζα της αιθανόλης.**
i. Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις μετατροπής της αιθανόλης ξεχωριστά στις Α **και** Β **και ii. να υπολογιστεί η απόδοση μετατροπής της αιθανόλης στις** Α **και** Β**.**

ΛΥΣΗ
α) Η πλήρης οξείδωσης μιας πρωτοταγούς αλκοόλης οδηγεί σε καρβοξυλικό οξύ, επομένως η Α είναι το CH_3COOH.

$$\underset{0{,}1\ \mathrm{mol}}{5\mathrm{CH_3CH_2OH}} + \underset{0{,}08\ \mathrm{mol}}{4\mathrm{KMnO_4}} + 6\mathrm{H_2SO_4} \longrightarrow 5\mathrm{CH_3COOH} + 4\mathrm{MnSO_4} + 2\mathrm{K_2SO_4} + 11\mathrm{H_2O}$$

Η ποσότητα του $KMnO_4$ είναι $n = c \cdot V$ = 0,08 mol, οπότε από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι η ποσότητα της CH_3CH_2OH είναι 0,1 mol. Η μάζα της επομένως θα είναι: $m = n \cdot M_r = 0{,}1 \cdot 46 = 4{,}6$ g.

β) Έστω ότι από τα 0,1 mol της CH_3CH_2OH α mol οξειδώνονται προς CH_3COOH (προϊόν Α) και τα υπόλοιπα β mol οξειδώνονται προς CH_3CHO (προϊόν Β). Θα ισχύει:

$$\alpha + \beta = 0{,}1\ (1)$$

$$\underset{\alpha\ \mathrm{mol}}{3\mathrm{CH_3CH_2OH}} + 2\mathrm{K_2Cr_2O_7} + 8\mathrm{H_2SO_4} \longrightarrow \underset{\alpha\ \mathrm{mol}}{3\mathrm{CH_3COOH}} + 2\mathrm{Cr_2(SO_4)_3} + 2\mathrm{K_2SO_4} + 11\mathrm{H_2O}$$

$$\underset{\beta\ \mathrm{mol}}{3\mathrm{CH_3CH_2OH}} + \mathrm{K_2Cr_2O_7} + 4\mathrm{H_2SO_4} \longrightarrow \underset{\beta\ \mathrm{mol}}{3\mathrm{CH_3CHO}} + \mathrm{Cr_2(SO_4)_3} + \mathrm{K_2SO_4} + 7\mathrm{H_2O}$$

Η μάζα των οργανικών προϊόντων (CH_3COOH, M_r = 60 και CH_3CHO, M_r = 44), είναι: $m = 60\alpha + 44\beta$ και σύμφωνα με το πρόβλημα ισχύει: $60\alpha + 44\beta = 0{,}1 \cdot 46 = 4{,}6$ (2). Από τις εξισώσεις (1) και (2) προκύπτει: α = 0,0125 mol και β = 0,0875 mol. Επομένως, η απόδοση μετατροπής της CH_3CH_2OH σε CH_3CHO είναι:

$$\frac{0,0875}{0,1}\cdot 100 = 87,5\%$$

Το υπόλοιπο 12,5 % της CH_3CH_2OH μετατρέπεται σε CH_3COOH.

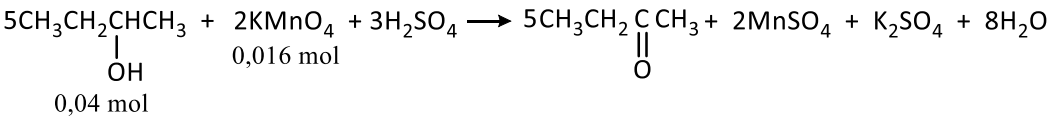
12. Ομογενές μίγμα αποτελείται από δύο ισομερείς ενώσεις με μοριακό τύπο $C_4H_{10}O$, **από τις οποίες μόνο μία ένωση αποχρωματίζει διάλυμα** $KMnO_4/H_2SO_4$**. Το αρχικό μίγμα χωρίζεται σε τρία ίσα μέρη.**
α) Το 1ο **μέρος του μίγματος αντιδρά με** $I_2/NaOH$ **και σχηματίζεται ίζημα. Ποιος ο συντακτικός τύπος της ένωσης που παρέχει την αντίδραση αυτή;**
β) Το 2ο **μέρος του μίγματος απαιτεί για πλήρη οξείδωση της οξειδώσιμης ένωσης** 100 mL **διαλύματος** $KMnO_4$ 0,16 M **παρουσία** H_2SO_4**. Ποια η ποσότητα της οξειδώσιμης ένωσης σε mol στο αρχικό μίγμα;**
γ) Το 3ο **μέρος του μίγματος αντιδρά με περίσσεια** Na **και ελευθερώνονται** 1,12 L H_2 **(σε** STP**). Να προσδιοριστεί ο συντακτικός τύπος και η αρχική ποσότητα του άλλου συστατικού του μίγματος. Όλες οι αντιδράσεις να θεωρούνται ποσοτικές.**

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΛΥΣΗ

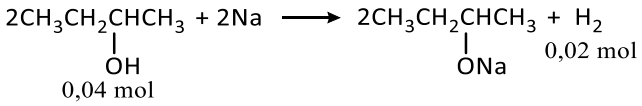
α) Από όλες τις αλκοόλες με τύπο $C_4H_{10}O$ μόνο η 2-βουτανόλη αντιδρά με $I_2/NaOH$, επομένως το ένα συστατικό του μίγματος θα είναι αυτή.

β) Η 2-βουτανόλη είναι το συστατικό του μίγματος που οξειδώνεται:

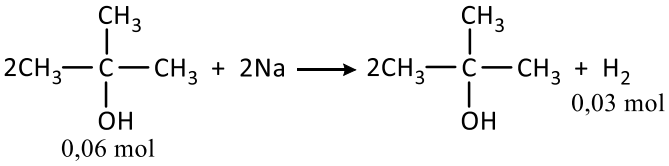


Η ποσότητα του $KMnO_4$ στο διάλυμά του είναι: $n = c\cdot V = 0,16\cdot 0,1 = 0,016$ mol. Με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης οξείδωσης η ποσότητα της 2-βουτανόλης είναι $(5/2)\cdot 0,016 = 0,04$ mol. Το αρχικό μίγμα, επομένως, περιέχει $3\cdot 0,04 = 0,12$ mol 2-βουτανόλης.

γ) Η άλλη ένωση του μίγματος μπορεί να είναι ή η τριτοταγής αλκοόλη (2-μεθυλο-2-προπανόλη) ή κάποιος ισομερής αιθέρας. Ας δούμε πόσο όγκο H_2 παράγει μόνο η 2-βουτανόλη με κατεργασία με Na:



Επομένως προκύπτουν: $0,02\cdot 22,4 = 0,448$ L H_2 και άρα τα υπόλοιπα $1,12 - 0,448 = 0,672$ L (ή 0,03 mol) αέριου H_2 παράγονται από το άλλο συστατικό του μίγματος που θα είναι η 2-μεθυλο-2-προπανόλη. Η ποσότητά της υπολογίζεται από την αντίδρασή της με Na:



Η ποσότητα της 2-μεθυλο-2-προπανόλης στο αρχικό μίγμα είναι: $3\cdot 0,06 = 0,18$ mol.

13. Ομογενές μίγμα περιέχει μια αλδεΰδη του τύπου C_2H_4O και μια αλκοόλη του τύπου C_3H_7OH με αναλογία mol 1 : 2. Το μίγμα χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Στο 1ο μέρος επιδρούμε με αμμωνιακό διάλυμα νιτρικού αργύρου και παράγονται 21,6 g αργύρου. Για την πλήρη οξείδωση του 2ου μέρους απαιτείται 1 L διαλύματος $KMnO_4$ 0,2 M (παρουσία H_2SO_4).

α) Να υπολογιστεί ο αριθμός mol της αλδεΰδης στο μίγμα.

β) Να γραφεί ο συντακτικός τύπος της αλκοόλης και να αιτιολογηθεί η απάντηση.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΛΥΣΗ

α) Η αλδεΰδη του τύπου C_2H_4O είναι η αιθανάλη (CH_3CHO), ενώ η αλκοόλη του τύπου C_3H_7OH μπορεί να είναι η 1-προπανόλη ή η 2-προπανόλη. Έστω x ο αριθμός των mol της αιθανάλης και 2x mol της αλκοόλης στο αρχικό μίγμα. Όταν χωρίζουμε το μίγμα σε 2 ίσα μέρη κάθε μέρος θα περιέχει (x/2) mol αιθανάλης και x mol της αλκοόλης.

Από τα δύο συστατικά του μίγματος μόνο η αλδεΰδη αντιδρά με το αμμωνιακό διάλυμα νιτρικού αργύρου:

$$\underset{(x/2)\ mol}{CH_3CH{=}O} + 2AgNO_3 + 3NH_3 + H_2O \longrightarrow CH_3COONH_4 + \underset{x\ mol}{2Ag\downarrow} + 2NH_4NO_3$$

Από την ποσότητα του ιζήματος έχουμε: $x = \frac{21,6}{108} = 0,2\ mol$

β) Το 2ο μέρος αποτελείται από 0,1 mol αιθανάλης και 0,2 mol αλκοόλης.

$$5CH_3CHO + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5CH_3COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$$

Από τη στοιχειομετρία της παραπάνω αντίδρασης βλέπουμε ότι τα 0,1 mol αιθανάλης καταναλώνουν (2/5)·0,1 = 0,04 mol $KMnO_4$. Έτσι, από τα συνολικά 0,2 mol του $KMnO_4$ που απαιτούνται για την οξείδωση του μίγματος καταναλώνονται για την οξείδωση της αλκοόλης τα 0,2 – 0,04 = 0,16 mol. Έστω ότι η αλκοόλη είναι η 2-προπανόλη:

$$\underset{0,2\ mol}{5CH_3\underset{OH}{\underset{|}{C}}HCH_3} + \underset{(2/5)\ 0,2\ mol}{2KMnO_4} + 3H_2SO_4 \longrightarrow 5CH_3\underset{O}{\overset{||}{C}}CH_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης υπολογίζουμε ότι τα 0,2 mol της 2-προπανόλης καταναλώνουν 0,08 mol $KMnO_4$ και όχι 0,16 mol. Άρα, η αλκοόλη στο μίγμα είναι η 1-προπανόλη.

$$\underset{0,2\ mol}{5CH_3CH_2CH_2OH} + \underset{(4/5)\cdot 0,2\ mol}{4KMnO_4} + 6H_2SO_4 \longrightarrow 5CH_3CH_2COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$$

14. Ισομοριακό μίγμα δύο αλκοολών του τύπου $C_4H_{10}O$ κατεργάζεται με την κατάλληλη ποσότητα Na και παράγονται 4,48 L αερίου (μετρημένα σε STP). Ίση ποσότητα του ίδιου μίγματος αποχρωματίζει ακριβώς 80 mL διαλύματος $KMnO_4$ συγκέντρωσης 1 M οξινισμένου με H_2SO_4. Να υπολογιστεί η μάζα του μίγματος και να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των δύο αλκοολών.

ΛΥΣΗ

Έστω ROH και R΄OH οι δύο αλκοόλες και x mol η ποσότητά τους.

$$\underset{x\ mol}{2ROH} + 2Na \longrightarrow 2RONa + \underset{x/2\ mol}{H_2} \qquad \underset{x\ mol}{2R'OH} + 2Na \longrightarrow 2R'ONa + \underset{x/2\ mol}{H_2}$$

Η συνολική ποσότητα του αερίου είναι x mol και επομένως:

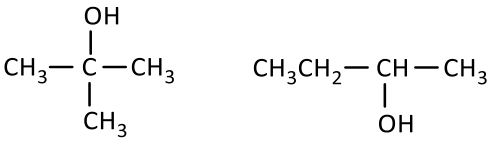
$$x = \frac{4,48}{22,4} = 0,2\ mol$$

Η σχετική μοριακή μάζα των αλκοολών είναι: $M_r = 74$ και επομένως η μάζα του μίγματος είναι: $0,2 \cdot 74 + 0,2 \cdot 74 = 29,6$ g.

Από τις αλκοόλες με τύπο $C_4H_{10}O$, δύο είναι πρωτοταγείς (η 1-βουτανόλη και η 2-μεθυλο-1-προπανόλη), μία δευτεροταγής (η 2-βουτανόλη) και μία τριτοταγής (η 2-μεθυλο-2-προπανόλη). Έστω ότι μία από τις αλκοόλες στο μίγμα είναι πρωτοταγής ($C_3H_7CH_2OH$):

$$\underset{0,2\ mol}{5C_3H_7CH_2OH} + \underset{0,16\ mol}{4KMnO_4} + 6H_2SO_4 \longrightarrow 5C_3H_7COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$$

Το μίγμα των δύο αλκοολών αποχρωματίζει $n = c \cdot V = 1 \cdot 0,08 = 0,08$ mol και επομένως είναι αδύνατο έστω και μία από τις δύο αλκοόλες να είναι πρωτοταγής. Έτσι, το μίγμα αποτελείται από την δευτεροταγή και την τριτοταγή αλκοόλη (που δεν οξειδώνεται):



Να γράψετε την αντίδραση οξείδωσης της 2-βουτανόλης.

15. Ποσότητα κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος Α **μάζας** 7,4 g **διαλύεται σε νερό και στη συνέχεια υφίστανται κατεργασία με την απαιτούμενη ποσότητα** Na_2CO_3 **για την πλήρη αντίδραση. Παρατηρείται η έκλυση** 1,12 L **αερίου μετρημένα σε** STP**, ενώ απομένει διάλυμα όγκου** 1 L **(διάλυμα** Χ**).**
α) Ποιος ο συντακτικός τύπος του οξέος Α**;**
β) Ποιο το pH **του διαλύματος** Χ**;**
γ) Στο διάλυμα Χ **προστίθενται** 0,05 mol HCl**, χωρίς μεταβολή όγκου, οπότε προκύπτει νέο διάλυμα** Υ**. Ποιο το** pH **του;**
Για το οξύ Α**,** $K_a = 10^{-5}$**.** $\theta = 25\ ^oC$**. Να θεωρηθούν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.**

ΛΥΣΗ
α) Έστω $C_vH_{2v+1}COOH$ ο τύπος του οξέος Α. Έχουμε την αντίδραση:

$$2C_vH_{2v+1}COOH + Na_2CO_3 \longrightarrow 2C_vH_{2v+1}COONa + CO_2 + H_2O$$

Η ποσότητα του αερίου CO_2 που εκλύεται είναι:

$$n = \frac{1,12}{22,4}\ mol$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι η ποσότητα του οξέος Α είναι $2 \cdot 0,05 = 0,1$ mol. Αν $(14v + 46)$ η σχετική μοριακή μάζα του Α, θα ισχύει:

$7,4 = 0,1 \cdot (14v + 46)$ και μετά από πράξεις, $v = 2$.

Επομένως, το οξύ Α θα είναι το CH_3CH_2COOH (προπανικό οξύ).

β) Το CH_3CH_2COONa στο διάλυμα Χ έχει συγκέντρωση:

$$c = 0,1 / 1 = 0,1\ M$$

mol/L	**$CH_3CH_2COONa \rightarrow CH_3CH_2COO^- + Na^+$**		
	0,1	0,1	0,1

mol/L	**$CH_3CH_2COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2COOH + OH^-$**		
Ισορροπία	$0,1 - x \approx 0,1$ M	x	x

Υπολογίζοντας τη σταθερά K_b του προπανικού ιόντος ($CH_3CH_2COO^-$):

$$K_b = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = \frac{x^2}{0,1},\ x = [OH^-] = 10^{-5}\ M$$

Επομένως, pOH = 5 ⇒ pH = 9.

γ) Με την προσθήκη 0,05 mol HCl, έχουμε:

mol	**CH_3CH_2COONa**	**+ HCl**	**$\rightarrow CH_3CH_2COOH$**	**+ NaCl**
Αρχικά	0,1	0,05	—	
Μεταβολές	–0,05	–0,05	0,05	
Τελικά	0,05	—	0,05	

Το ρυθμιστικό διάλυμα (Υ) που προκύπτει περιέχει CH_3CH_2COOH (c_o = 0,05 M) και CH_3CH_2COONa (c_β = 0,05 M). Με βάση την εξίσωση Henderson - Hasselbalch:

$$pH = pK_a + \log\frac{c_\beta}{c_o} = 5 + \log\frac{0,05}{0,05} = 5$$

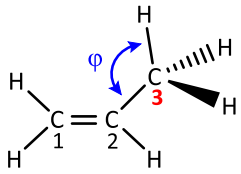
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Όλες οι αντιδράσεις να θεωρηθούν μονόδρομες και ποσοτικές (εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά). Οι σχετικές ατομικές μάζες δίνονται στο τέλος του βιβλίου.

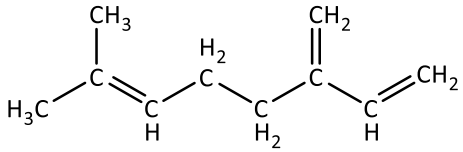
ΘΕΜΑ Α

Ε8.1. Στο μόριο του H_2 το μήκος του δεσμού είναι 74 pm. Όταν οι δύο πυρήνες Η είναι σε απόσταση 74 pm:
Α) απαιτείται η λιγότερη ενέργεια για τη διάσπασή του δεσμού
Β) το σύστημα των δύο ατόμων Η εμφανίζει δυναμική ενέργεια ίση με το μηδέν
Γ) το σύστημα των δύο ατόμων Η εμφανίζει τη μέγιστη δυναμική ενέργεια
Δ) η επικάλυψη μεταξύ των τροχιακών 1s και 1s των δύο ατόμων υδρογόνου είναι μέγιστη

Ε8.2. **i.** Ποιος ο τύπος του υβριδισμού του C(3) της διπλανής οργανικής ένωσης, ποια η κατά προσέγγιση τιμή της γωνίας (φ) και ποιο το είδος επικάλυψης που εξηγεί το δεσμό C(2)-C(3);



Α) sp^2, 109°, sp^2- sp Β) sp^2, 90°, sp - sp^3
Γ) sp^3, 109°, sp^2 - sp^3 Δ) sp^3, 120°, sp^2 - sp^3
ii. Στην οργανική ένωση που ακολουθεί, πόσοι σ δεσμοί εξηγούνται με επικαλύψεις sp^3 - sp^2;



Α) 2 Β) 3 Γ) 4 Δ) 5

Ε8.3. **i.** Η μετατροπή του 2-βρωμοπροπανίου σε προπένιο με επίδραση NaOH σε διαλύτη αλκοόλη είναι αντίδραση:
Α) προσθήκης Β) απόσπασης
Γ) υποκατάστασης Δ) οξέος - βάσης [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]
ii. Σε ποια κατηγορία οργανικών αντιδράσεων ανήκει η αντίδραση, $CH_3CN + 2H_2 \rightarrow CH_3CH_2NH_2$;
Α) βασικού χαρακτήρα Β) οξείδωσης
Γ) προσθήκης ή αναγωγής Δ) απόσπασης
iii. Σε ποια γενική κατηγορία οργανικών αντιδράσεων ανήκει η αντίδραση που ακολουθεί;

$$CH_3COOCH_3 + NaOH \rightarrow CH_3COONa + CH_3OH$$

Α) Όξινου χαρακτήρα Β) Υποκατάστασης
Γ) Απόσπασης Δ) Εξουδετέρωσης
iv. Ποια από τις παρακάτω ενώσεις παρασκευάζεται από CH_3CH_2I με αντίδραση υποκατάστασης;
Α) $CH_2=CH_2$ Β) $CH_3CH_2OCH_2CH_3$
Γ) $CH_3CH=O$ Δ) CH_3CH_2MgI

Ε8.4. Η σειρά δραστικότητας των αλκυλαλογονιδίων στις αντιδράσεις υποκατάστασης είναι:
Α) $CH_3I > CH_3Br > CH_3Cl > CH_3F$
Β) $CH_3I > CH_3Br > CH_3F > CH_3Cl$
Γ) $CH_3F > CH_3Cl > CH_3Br > CH_3I$
Δ) $CH_3Br > CH_3I > CH_3Cl > CH_3F$ [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.5. Τα αλκυλαλογονίδια μπορούν να αλληλομετατραπούν στις αντίστοιχες αλκοόλες με τα κατάλληλα αντιδραστήρια:

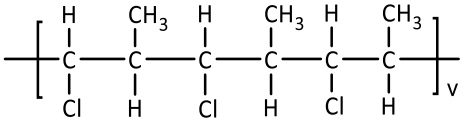
$$CH_3CH_2CH_2Cl \underset{\text{αντιδραστήριο Y}}{\overset{\text{αντιδραστήριο X}}{\rightleftharpoons}} CH_3CH_2CH_2OH$$

Ποια αντιδραστήρια (Χ και Υ) είναι κατάλληλα για τις μετατροπές αυτές;
Α) X: NaOH(aq), Y: NH_4Cl(aq)
Β) X: NaOH(aq), Y: $SOCl_2$
Γ) X: NaOH/αιθανόλη, Y: NH_4Cl(aq)
Δ) X: NH_3/αιθανόλη, Y: $SOCl_2$

Ε8.6. Σε ένα από τα παρακάτω ζεύγη αντιδρούν και οι δύο χημικές ενώσεις με NaOH. Να επιλέξετε το σωστό ζεύγος.
Α) CH_3COOH , C_6H_5OH Β) CH_3COOH , CH_3OH
Γ) C_6H_5OH , $CH_3C{\equiv}CH$ Δ) CH_3OH , $CH_3C{\equiv}CH$
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.7. Οι παρακάτω οργανικές ενώσεις αντιδρούν πλήρως με Na. Σε ποια περίπτωση απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα Na;
Α) 1 mol $HC{\equiv}CH$ Β) 1 mol CH_3COOH
Γ) 1 mol CH_3OH Δ) 1 mol $CH_2{=}CH{-}C{\equiv}CH$
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.8. **i.** Με συμπολυμερισμό 1,3-βουταδιενίου - στυρολίου προκύπτει:
Α) BuNa Β) BuNa N Γ) BuNa S Δ) νεοπρένιο
ii. Ποιο είναι το μονομερές που αντιστοιχεί στο παρακάτω τμήμα πολυμερικής αλυσίδας;

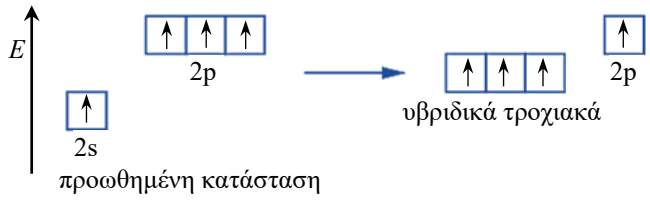


Α) $CH_3CH{=}CHCl$ Β) $CH_2{=}C(Cl)CH_3$
Γ) $(CH_3)_2CHCl$ Δ) $CH_2{=}CHCl$

Ε8.9. Σχετικά με το αμινοξύ γλυκίνη, H_2NCH_2COOH, δίνονται οι ιδιότητες 1-4 που ακολουθούν.
1. Αντιδρά με βάσεις 2. Αντιδρά με οξέα
3. Αντιδρά με Na 4. Αντιδρά με $NaHCO_3$
Ποιες από τις παραπάνω ιδιότητες είναι σωστές;
Α) 1, 2 Β) 1, 3, 4 Γ) 1, 2, 3, 4 Δ) 1, 3

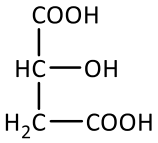
Ε8.10. Με την εισαγωγή ενός ατόμου Cl σε αντικατάσταση ενός ατόμου Η του μεθανίου (CH_4):
Α) η ηλεκτρονιακή πυκνότητα του C μειώνεται, ο αριθμός οξείδωσης (ΑΟ) του C αυξάνεται και η διπολική ροπή του μορίου αυξάνεται
Β) η ηλεκτρονιακή πυκνότητα του C μειώνεται, ο ΑΟ του C μειώνεται και η διπολική ροπή του μορίου αυξάνεται
Γ) η ηλεκτρονιακή πυκνότητα του C αυξάνεται, ο ΑΟ του C μειώνεται και η διπολική ροπή του μορίου αυξάνεται
Δ) η ηλεκτρονιακή πυκνότητα του C μειώνεται, ο ΑΟ του C μειώνεται και η διπολική ροπή του μορίου μειώνεται

Ε8.11. Ποιο το είδος του υβριδισμού σε ένα άτομο $_6C$ που περιγράφει το διάγραμμα που ακολουθεί;



Α) sp^3 Β) sp^2 Γ) sp
Δ) Οποιονδήποτε από τους τρεις προηγούμενους

Ε8.12. **i.** Ποια από τις παρακάτω ενώσεις αντιδρά με NaOH σε αλκοολικό διάλυμα παράγοντας προπένιο;
Α) $CH_3CH_2CH_3$ Β) $CH_3CH_2CH_2OH$
Γ) $CH_3C{\equiv}CH$ Δ) $CH_3CH_2CH_2Cl$
ii. Πόσα mol $H_2(g)$ εκλύονται με την επίδραση περίσσειας Na(s) σε 1 mol μηλικού οξέος;


μηλικό οξύ

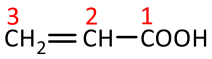
Α) 0,5 mol Β) 1,5 mol
Γ) 2 mol Δ) 4 mol

Ε8.13. Η προσθήκη HCl σε ένωση (Χ) του τύπου C_5H_{10} οδηγεί σε μίγμα δύο συντακτικά ισομερών ενώσεων σε ίσα ποσοστά (50% - 50%). Η ένωση (Χ) μπορεί να είναι το:
Α) 2-πεντένιο Β) 3-μεθυλο-2-βουτένιο
Γ) 2-μεθυλο-1-βουτένιο Δ) 3-μεθυλο-1-βουτένιο
[Π.Μ.Δ.Χ]

Ε8.14. Το δευτέριο (^2H ή D) είναι σταθερό ισότοπο του υδρογόνου και σχηματίζει το λεγόμενο βαρύ νερό (D_2O) που αυτοϊοντίζεται όπως και το συνηθισμένο H_2O. Ποια από τις αντιδράσεις που ακολουθούν παράγει CH_3CH_2D;
Α) $CH_3CH_3 + D_2O \rightarrow$ Β) $CH_3CH_2ONa + D_2O \rightarrow$
Γ) $CH_3CH_2MgCl + D_2O \rightarrow$ Δ) $CH_3CH_2OH + D_2O \rightarrow$

Ε8.15. Με τη διαβίβαση άκυκλου υδρογονάνθρακα με τύπο C_4H_8 σε αραιό υδατικό διάλυμα H_2SO_4:
Α) παράγονται πάντα δύο οργανικές ενώσεις
Β) παράγεται πάντα μία οργανική ένωση
Γ) το διάλυμα που προκύπτει μετατρέπει σταγόνες ενός διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ από πράσινο σε πορτοκαλί
Δ) σε κάθε περίπτωση το διάλυμα που προκύπτει αποχρωματίζει σταγόνες διαλύματος $KMnO_4$ [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.16. Ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι <u>λανθασμένη</u> σχετικά με το μόριο του προπενικού οξέος;

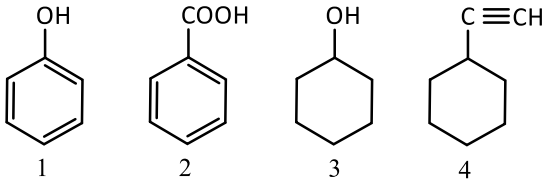


Α) Στο μόριο εμφανίζονται δύο π δεσμοί
Β) Στο μόριο εμφανίζονται επτά σ δεσμοί
Γ) Και τα τρία άτομα C παρουσιάζουν υβριδισμό sp^2
Δ) Ο δεσμός C(1)-C(2) σχηματίζεται με επικάλυψη sp^2-sp^2 υβριδικών τροχιακών

Ε8.17. **i.** Ποια από τις οργανικές ενώσεις που ακολουθούν εμφανίζει τον ισχυρότερο βασικό χαρακτήρα;
Α) $CH{\equiv}CH$ Β) CH_3ONa Γ) CH_3NH_2 Δ) $HCOOCH_3$
ii. Στο μοριακό τύπο C_2H_7N αντιστοιχεί-ούν:
Α) μόνο μία πρωτοταγής αμίνη
Β) δύο πρωτοταγείς αμίνες
Γ) δύο αμίνες, μία πρωτοταγής και μία δευτεροταγής
Δ) μόνο μία δευτεροταγής αμίνη

Ε8.18. Δίνονται οι οργανικές ενώσεις: CH_3CH_2OH (I), $CH_3CH(OH)CH_3$ (II), $CH_3CH_2CH{=}O$ (III) και CH_3COCH_3 (προπανόνη, IV). Από τις ενώσεις αυτές:
i. Ανάγουν το αντιδραστήριο Fehling:
Α) μόνο η (III) Β) οι (I) και (III)
Γ) οι (III) και (IV) Δ) όλες
ii. Αντιδρούν με HCN σχηματίζοντας κυανυδρίνες:
Α) μόνο η (III) Β) μόνο η (IV)
Γ) οι (I) και (III) Δ) οι (III) και (IV)

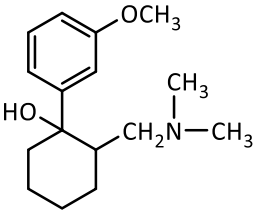
Ε8.19. Να ταξινομήσετε τις ενώσεις που ακολουθούν κατά σειρά αυξανόμενης σταθεράς K_a στην ίδια θερμοκρασία.

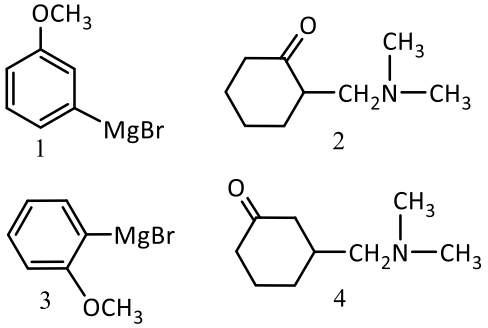


Α) 4 < 3 < 2 < 1
Β) 4 < 3 < 1 < 2
Γ) 3 < 1 < 4 < 2
Δ) 2 < 1 < 4 < 3

Ε8.20. Πόσες άκυκλες ενώσεις του τύπου $C_5H_{12}O$ αντιδρούν με μεταλλικό Na ελευθερώνοντας $H_2(g)$, αλλά δεν αποχρωματίζουν διάλυμα $KMnO_4$ οξινισμένο με H_2SO_4;
Α) 1 Β) 2 Γ) 3 Δ) 4

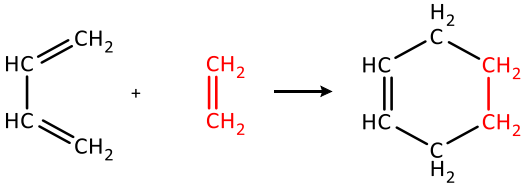
Ε8.21. Η διπλανή οργανική ένωση είναι φάρμακο που χρησιμοποιείται ως παυσίπονο και προκύπτει με τη χρήση των αντιδραστηρίων Grignard. Ποιες από τις παρακάτω ενώσεις πρέπει να αντιδράσουν ώστε μετά από υδρόλυση του ενδιαμέσου να προκύψει το φάρμακο;





Α) Η 1 με τη 2 Β) Η 1 με την 3
Γ) Η 2 με την 3 Δ) Η 1 με την 4

Ε8.22. Η αντίδραση που ακολουθεί αναφέρεται ως Diels - Alder.



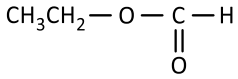
Κατά την αντίδραση αυτή:
Α) δημιουργούνται τρεις νέοι σ δεσμοί C – C
Β) δημιουργούνται 4 νέοι σ δεσμοί
Γ) διασπώνται 2 π δεσμοί και δημιοργούνται δύο νέοι π δεσμοί
Δ) διασπώνται 3 π δεσμοί και δημιοργείται ένας νέος π δεσμός

Ε8.23. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).
α) Το κύριο προϊόν της αντίδρασης μεθυλοπροπενίου με H_2O είναι η 2-μεθυλο-1-προπανόλη.
ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2023]
β) Στα αλκάνια όλα τα άτομα C εμφανίζουν υβριδισμό sp^3.
γ) Η φαινόλη (C_6H_5OH) δεν αντιδρά με NaOH.
δ) Η υδρόλυση νιτριλίου (RCN) σε όξινο περιβάλλον παράγει πρωτοταγή αμίνη (RNH_2).
ε) Η εστεροποίηση είναι αντίδραση υποκατάστασης.
στ) Εάν μια ένωση με τύπο $C_5H_{12}O$ αντιδρά με I_2/NaOH, τότε μπορεί να αποχρωματίσει διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$.
ζ) Η φαινόλη (C_6H_5OH) έχει ιδιότητες ασθενούς οξέος.
η) Με βάση τον κανόνα του Saytseff, κατά την απόσπαση μορίου HA από οργανική ένωση, το άτομο Η αποσπάται ευκολότερα από το τριτοταγές άτομο άνθρακα και λιγότερο εύκολα από το δευτεροταγές ή το πρωτοταγές.
θ) Τα καρβοξυλικά οξέα RCOOH, η φαινόλη (C_6H_5OH) και οι αλκοόλες ROH αντιδρούν με Na ελευθερώνοντας αέριο.
ι) Στο μόριο της προπενάλης CH_2=CH−CHO όλα τα άτομα C παρουσιάζουν το ίδιο είδος υβριδισμού.
κ) Το προπίνιο διαθέτει ευκίνητο άτομο Η και αντιδρά με Na ελευθερώνοντας H_2.
λ) Υδατικό διάλυμα αιθανόλης έχει ουδέτερο pH.
μ) Οι εστέρες διακρίνονται από τα καρβοξυλικά οξέα, αφού μόνο τα οξέα διασπούν τα ανθρακικά άλατα εκλύοντας CO_2.
ν) Η φαινόλη διασπά τα ανθρακικά άλατα.
ξ) Ο πολυμερισμός που γίνεται με δύο ή περισσότερα είδη μονομερούς ονομάζεται συμπολυμερισμός.
ο) Η αιθανάλη είναι δραστικότερη στις αντιδράσεις προσθήκης από την προπανόνη.
π) Αν σε μία ένωση που μπορεί να είναι το βουτανικό οξύ ή οξικός αιθυλεστέρας προσθέσουμε δείκτη βάμμα του ηλιοτροπίου και παρατηρήσουμε κόκκινο χρώμα, θα συμπεράνουμε ότι η ένωση είναι το βουτανικό οξύ.
ρ) Το HCOOH αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$ σχηματίζοντας CO_2 που προκαλεί θόλωμα σε ασβεστόνερο.
σ) Οξείδωση στην οργανική χημεία είναι η μείωση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας του C η οποία προκαλείται με σχηματισμό δεσμών C−O, C−N, C−X ή με διάσπαση δεσμών C−H.

ΘΕΜΑ Β

Ε8.24. α) Να εξηγήσετε το σχηματισμό του μορίου του N_2, σύμφωνα με τη θεωρία δεσμού σθένους.
β) Το διφθοροακετυλένιο, F−C≡C−F είναι ένωση που παρασκευάζεται δύσκολα και με χαμηλή απόδοση.
i. Να εξηγήσετε αν το μόριο αυτό είναι πολικό ($\mu \neq 0$) ή μη πολικό ($\mu = 0$).
ii. Να αναφέρετε το είδος του υβριδισμού των ατόμων C καθώς και το είδος της επικάλυψης που εξηγεί τους δύο δεσμούς C − F.
Ατομικοί αριθμοί, N:7, C:6, F:9.

Ε8.25. Ένωση Α έχει τον παρακάτω συντακτικό τύπο.



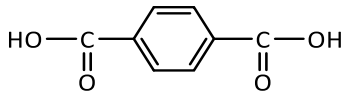
α) Η ένωση Α είναι:
i. αλδεΰδη ii. αλκοόλη
iii. καρβοξυλικό οξύ iv. εστέρας
β) Σε ποτήρι με ποσότητα της ένωσης Α προσθέτουμε υδατικό διάλυμα NaOH και θερμαίνουμε. Ποια η χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται;
γ) Στο ίδιο ποτήρι μετά την πραγματοποίηση της παραπάνω αντίδρασης προσθέτουμε I_2/NaOH. Να γραφούν τα στάδια, καθώς και η συνολική εξίσωση της αλογονοφορμικής αντίδρασης.

Ε8.26. Το ισότοπο του οξυγόνου ^{18}O είναι σταθερό και απαντάται στο οξυγόνο στη φύση σε πολύ μικρό ποσοστό (0,2%). Ανακαλύφθηκε το 1929 και από τότε έχουν παρασκευαστεί πολλές ενώσεις με το ισότοπο αυτό στη θέση του συνηθισμένου ισοτόπου ^{16}O, όπως π.χ. η ισοτοπικά επισημασμένη μεθανόλη, $CH_3{}^{18}OH$, που έχει τις ίδιες χημικές ιδιότητες με τη συνηθισμένη CH_3OH.
α) Αν η $CH_3{}^{18}OH$ αντιδράσει με το CH_3COOH, τότε μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας το ^{18}O θα ανιχνευθεί:
1. σε όλες τις ενώσεις της ισορροπίας
2. μόνο στον εστέρα ($CH_3CO-{}^{18}OCH_3$) και στη $CH_3{}^{18}OH$
3. στο αιθανικό οξύ ($CH_3CO-{}^{18}OH$) και στη $CH_3{}^{18}OH$
4. στον εστέρα ($CH_3CO-{}^{18}OCH_3$) και στο νερό ($H{}^{18}OH$)
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Ε8.27. Δίνονται οι εξής οργανικές ενώσεις:
CH_3OH, $HOCH_2CH_2OH$, CH_3CH_2OH, CH_3CH=O.
α) Να ταξινομήσετε τις οργανικές αυτές ενώσεις κατά αυξανόμενο σημείο ζέσης. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας αναφέροντας τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων.
β) Να γράψετε το είδος του υβριδισμού των ατόμων C στην ένωση CH_3CH=O καθώς και το είδος της επικάλυψης που εξηγεί το δεσμό C − C στην ένωση αυτή .
γ) Ποια από τις παραπάνω ενώσεις δίνει κάτοπτρο με την επίδραση του αντιδραστηρίου Tollens; Να γράψετε τη σχετική χημική εξίσωση.

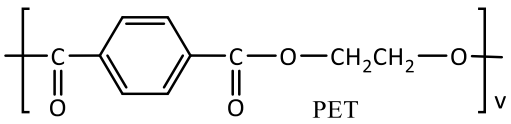
Ε8.28. Το πολυτερεφθαλικό αιθυλένιο (PET) είναι κοινό πολυμερές συμπύκνωσης που ανήκει στους πολυεστέρες και χρησιμοποιείται σε φιάλες αναψυκτικών. Προκύπτει με την

επίδραση τερεφθαλικού οξέος (M_r = 166) σε αιθυλενογλυκόλη (M_r = 62) σε υψηλή θερμοκρασία.


τερεφθαλικό οξύ

$HOCH_2CH_2OH$
αιθυλενογλυκόλη

Η επαναλαμβανόμενη δομική μονάδα του PET είναι η εξής:

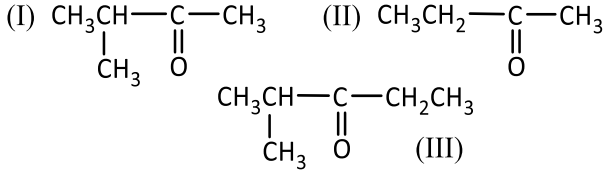

PET

α) Να εξηγήσετε το σχηματισμό του μορίου του PET από το τερεφθαλικό οξύ και την αιθυλενογλυκόλη.
β) Μία πολυμερική αλυσίδα του PET έχει σχηματιστεί από 100 μόρια τερεφθαλικού οξέος και 100 μόρια αιθυλενογλυκόλης. Ποια η σχετική μοριακή μάζα του πολυμερούς αυτού μορίου;
γ) Ποια τα προϊόντα της κατεργασίας του PET με NaOH και θέρμανση; Δεν απαιτείται η αναγραφή χημικής εξίσωσης.

Ε8.29. Οι φερομόνες είναι χημικές ουσίες που εκκρίνονται από έντομα ή άλλα ζώα για να επικοινωνούν μεταξύ τους. Διακρίνονται σε φερομόνες φύλου, φερομόνες κινδύνου κτλ. Στις αντιδράσεις που ακολουθούν ορισμένες φερομόνες του μυρμηγκιού και της μέλισσας αντιδρούν με το δεδομένο αντιδραστήριο το οποίο χρησιμοποιείται και για τον προσδιορισμό της δομής τους. Να γράψετε τις πλήρεις χημικές εξισώσεις και των τριών αντιδράσεων.
α) $CH_3(CH_2)_4COCH_3 + NaOH + I_2 \rightarrow$ συνολική αντίδραση
(φερομόνη του μυρμηγκιού)
β) $CH_3(CH_2)_4COCH_3 + H_2$ (Ni) $\rightarrow$
(φερομόνη του μυρμηγκιού)
γ) $CH_3COOCH_2CH_2CH(CH_3)_2 + NaOH$ (θέρμανση) $\rightarrow$
(φερομόνη της μέλισσας)

Ε8.30. Δίνονται οι οργανικές ενώσεις που ακολουθούν:
i. $CH_3C{\equiv}CH$, ii. HCHO, iii. CH_3OH, iv. CH_3COOH,
καθώς και τα αντιδραστήρια:
1) $NaHCO_3$ 2) $SOCl_2$ 3) $CuSO_4/NaOH$ 4) $CuCl/NH_3$
α) Για καθεμιά από τις οργανικές ενώσεις i-iv να επιλέξετε το αντιδραστήριο 1-4 με το οποίο αυτή αντιδρά.
β) Να γράψετε τις πλήρεις αντιδράσεις του αλκινίου και του καρβοξυλικού οξέος με το αντιδραστήριο που επιλέξατε.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.31. Σε κάθε μία από τις παρακάτω κετόνες I, II και III επιδρούμε το κατάλληλο αντιδραστήριο Grignard, οπότε τελικά προκύπτει και στις τρεις περιπτώσεις αλκοόλη Α με τον ίδιο συντακτικό τύπο και μοριακό τύπο $C_7H_{16}O$.


(III)

Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των αντιδραστηρίων Grignard, καθώς και το συντακτικό τύπο της αλκοόλης Α.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

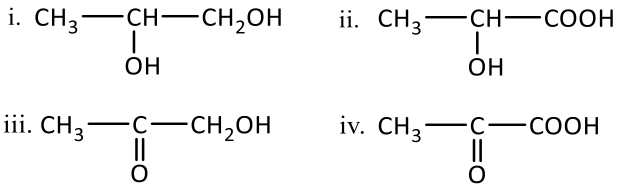
Ε8.32. Οι παρακάτω υγρές οργανικές ουσίες είναι σε τρεις φιάλες (1, 2 και 3) χωρίς να ξέρουμε σε ποια φιάλη είναι ποια ουσία: $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$, $CH_3CH_2CH_2OH$ και CH_3CH_2COOH.
α) Να προσδιορίσετε ποια ουσία είναι σε ποια φιάλη με βάση τα δεδομένα του πίνακα που ακολουθεί.

Φιάλη	Αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4/H^+$;	Διαλύεται στο νερό;
1	ΟΧΙ	ΝΑΙ
2	ΝΑΙ	ΝΑΙ
3	ΟΧΙ	ΟΧΙ

β) Σε μία από τις φιάλες προσθέτουμε $CaCO_3(s)$ και παρατηρούμε έκλυση αερίου. Ποια ουσία περιέχεται στη φιάλη αυτή; Να γράψετε τη σχετική χημική εξίσωση.

Ε8.33. Οι οργανικές ενώσεις με τύπο RNH_2 ανήκουν στην τάξη των πρωτοταγών αμινών.
α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των πρωτοταγών αμινών με τρία άτομα άνθρακα.
β) Να γράψετε τις εξισώσεις των αντιδράσεων με τις οποίες προκύπτει μία από τις παραπάνω αμίνες:
i. Από ένα αλκυλοχλωρίδιο με τρία άτομα C στο μόριό του.
ii. Από ένα αλκυλοχλωρίδιο με δύο άτομα C στο μόριό του.

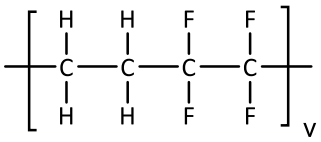
Ε8.34. Ποσότητα οργανικής ένωσης Υ μάζας 1 g αντιδρά πλήρως με Na_2CO_3 και παράγεται αέριο όγκου V σε STP συνθήκες. Η ίδια ποσότητα της ένωσης Υ (1 g) αντιδρά πλήρως με περίσσεια μεταλλικού Na και παράγεται αέριο όγκου $2V$ σε STP συνθήκες.
α) Ποια από τις παρακάτω μπορεί να είναι η ένωση Υ;



β) Να γραφούν οι σχετικές χημικές αντιδράσεις.

Ε8.35. Με τη χρήση των κατάλληλων αντιδραστηρίων της επιλογή σας να γράψετε τις πλήρεις χημικές εξισώσεις των παρακάτω μετατροπών.
i. $CH_3CH_2CN \rightarrow CH_3CH_2COOH$
ii. $CH_3CH_2CHCl_2 \rightarrow CH_3C{\equiv}CH$
iii. $CH_3CH_2Cl \rightarrow HCOOCH_2CH_3$
iv. $CH_3CH_2CH_2Cl \rightarrow CH_3CH_2CH_2OCH_3$
v. $CH_3CH_2CH{=}O \rightarrow CH_3CH_2COONa$
vi. $CH_3CH_2Cl \rightarrow CH_3CH_2OH$

Ε8.36. Η στέγη του περίφημου O_2 Arena στο Λονδίνο (κέντρο ποπ μουσικής, παραστάσεων, αθλητισμού κτλ.) είναι κατασκευασμένη από συμπολυμερές του διπλανού τύπου.



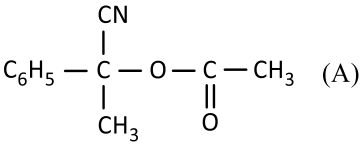
α) Τι εννοούμε με τον όρο συμπολυμερές;
β) Ποιά είναι τα μονομερή στο συμπολυμερές αυτό;
γ) Ποια είδη επικαλύψεων εξηγούν τους δεσμούς, C−C, C−H και C−F στο συμπολυμερές αυτό;
Ατομικοί αριθμοί, H:1, F:9, C:6.

Ε8.37. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις της επίδρασης του H_2O, σε κατάλληλες συνθήκες, στις οργανικές ενώσεις:
α) $(CH_3)_2C=CH_2$ β) $CH_3C\equiv CH$ γ) CH_3COOH
δ) CH_3NH_2 ε) CH_3ONa στ) $HCOOCH_3$

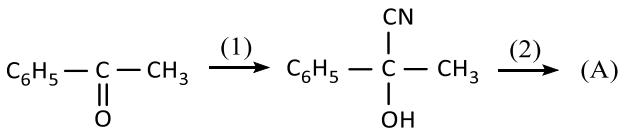
Ε8.38. Το γαλακτικό οξύ (ένωση Α) είναι ένα α-υδροξυοξύ που παρασκευάζεται από την αιθανάλη με επίδραση HCN ακολουθούμενη από υδρόλυση του προϊόντος προσθήκης (Β), παρουσία οξέος.
α) Ποιος ο συντακτικός τύπος του γαλακτικού οξέος (Α) και του προϊόντος προσθήκης (Β);
β) Το γαλακτικό οξύ αντιδρά με I_2/NaOH παράγοντας κίτρινο ίζημα (Γ) καθώς και οργανικό προϊόν (Δ).
i. Να σημειώσετε τους συντακτικούς τύπους των Γ και Δ.
ii. Να γραφεί η συνολική χημική εξίσωση της επίδρασης I_2/NaOH στο γαλακτικό οξύ.

Ε8.39. Δίνεται η ένωση οξαλικό οξύ, $(COOH)_2$.
α) Τι είδους υβριδισμό έχουν τα άτομα C της ένωσης; Πόσοι σ και πόσοι π δεσμοί C−O υπάρχουν στην ένωση αυτή;
β) Ποιοι οι αριθμοί οξείδωσης των ατόμων C, των ατόμων O και των ατόμων H στην ένωση αυτή;
γ) Να γραφούν οι εξισώσεις της αντίδρασης του οξαλικού οξέος: i. με NaOH (περίσσεια) και ii. με $KMnO_4/H_2SO_4$.

Ε8.40. Η ένωση Α που ακολουθεί προτείνεται τα τελευταία χρόνια ως νέο εντομοκτόνο.

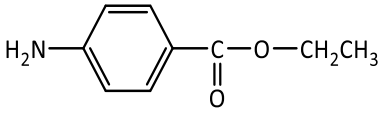


Παρασκευάζεται σύμφωνα με το διάγραμμα αντιδράσεων που ακολουθεί:



Με βάση τις γνωστές μας αντιδράσεις, να γράψετε τα αντιδραστήρια (1) και (2) που χρησιμοποιήθηκαν στο παραπάνω διάγραμμα για την παρασκευή της ένωσης (Α).

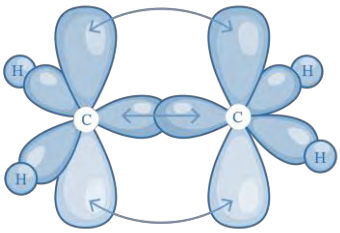
Ε8.41. Η βενζοκαΐνη είναι η δραστική ουσία σε φάρμακα που λειτουργούν ως τοπικά αναισθητικά ή σε σιρόπια για το βήχα. Ο συντακτικός της τύπος είναι ο εξής:



Η θέρμανση της ουσίας αυτής με περίσσεια NaOH οδηγεί σε μίγμα δύο προϊόντων Α και Β, από τα οποία το προϊόν Β δίνει κίτρινο ίζημα με την επίδραση I_2/NaOH.
α) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α και Β;
β) Να γραφεί η αντίδραση της ένωσης Β με το I_2/NaOH (στάδια και συνολική εξίσωση).

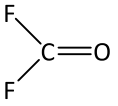
Ε8.42. Να γίνει διάκριση των παρακάτω ζευγών ενώσεων:
α) $CH_3CH_2CH=CH_2$ και $CH_3CH_2CH_2CH_3$.
β) CH_3CH_2OH και CH_3OCH_3.
γ) $CH_3CH_2CH=O$ και CH_3COCH_3 (προπανόνη).
δ) HCOOH και CH_3COOH.
Να αναφέρετε τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν και τα παρατηρούμενα οπτικά αποτελέσματα.

Ε8.43. Στο σχήμα περιγράφεται ο σχηματισμός όλων των δεσμών στο μόριο υδρογονάνθρακα σύμφωνα με τη θεωρία δεσμού σθένους και του υβριδισμού.
α) Με βάση το σχήμα αυτό, ποια από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι η σωστή;



i. Ο υδρογονάνθρακας είναι το CH_3CH_3.
ii. Η γωνία των δεσμών H − C − H είναι 109,5°.
iii. Το μόριο αυτό έχει 4 σ δεσμούς και δύο π.
iv. Το μόριο αυτό έχει 5 σ δεσμούς και έναν π δεσμό
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

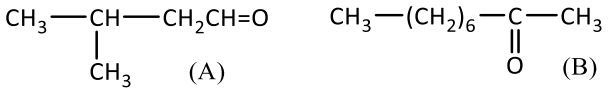
Ε8.44. Το φωσγένιο (COF_2) είναι τοξικό αέριο με το διπλανό συντακτικό τύπο. Παρασκευάζεται με την παρακάτω αντίδραση:



$$CF_4 + H_2O \rightarrow COF_2 + 2HF$$

α) Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική ή μεταθετική.
β) Πόσους σ και πόσους π δεσμούς έχει το μόριο του COF_2;
γ) Ποια τροχιακά επικαλύπτονται για το σχηματισμό των δεσμών C − F στο μόριο του COF_2; Ατομικοί αριθμοί, C:6, F:9.

Ε8.45. Οι συντακτικοί τύποι δύο ενώσεων Α και Β που βρέθηκαν στο τρίχωμα σκύλου είναι οι εξής:

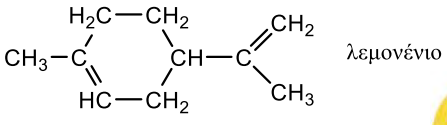


α) Να αναφέρετε δύο αντιδραστήρια με τα οποία μπορούμε να διακρίνουμε τις δύο ενώσεις και με τα οποία να προκύπτει ίζημα. Να σημειώσετε τους τύπους των δύο ιζημάτων.
β) Η ένωση (Β) προκύπτει με την επίδραση $KMnO_4$ οξινισμένου με H_2SO_4 σε μια άλλη ένωση (Γ) που επίσης απαντάται στο τρίχωμα σκύλου. Ποιος ο συντακτικός τύπος της ένωσης Γ;

Ε8.46. Έστω το μόριο του χλωροαιθένιου (CH_2=CHCl).
α) Να περιγραφεί ο σχηματισμός του μορίου με τη θεωρία δεσμού σθένους και συγκεκριμένα να αναφέρετε:
i. Πόσοι σ και πόσοι π δεσμοί υπάρχουν στο μόριο αυτό.
ii. Το είδος του υβριδισμού που διαθέτουν τα δύο άτομα C.
iii. Το είδος των επικαλύψεων που εξηγούν το σχηματισμό του δεσμού C = C καθώς και του δεσμού C − Cl.
β) Το χλωροαιθένιο μπορεί να προκύψει από το ακετυλένιο με βάση την αντίδραση (1): $C_2H_2 + HCl \rightarrow CH_2$=CHCl (1).
i. Σε ποια γενική κατηγορία οργανικών αντιδράσεων ανήκει η (1); ii. Να χαρακτηρίσετε την (1) ως οξειδοαναγωγική ή όχι. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
γ) i. Ποια είναι η εξίσωση της αντίδρασης πολυμερισμού του CH_2=CHCl;
ii. Με ποια ονομασία είναι γνωστό το πολυμερές αυτό;
Ατομικοί αριθμοί, Cl:17, C:6.

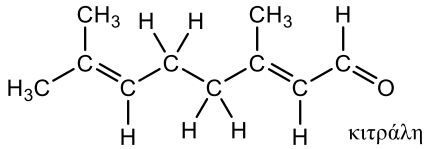
Ε8.47. Σε έξι διαφορετικές φιάλες περιέχονται οι ενώσεις: 1-εξίνιο, 2-βουτενικό οξύ, βουτανάλη, 1-εξένιο, εξάνιο, βουτανικό οξύ. Να εξετάσετε πώς μπορεί να εξακριβωθεί το περιεχόμενο της κάθε φιάλης, αν είναι διαθέσιμα μόνο τα αντιδραστήρια που ακολουθούν.
i. Διάλυμα Br_2 σε CCl_4. ii. Αντιδραστήριο Tollens.
iii. Υδατικό διάλυμα Na_2CO_3. iv. CuCl/NH_3

Ε8.48. Η φλούδα του πορτοκαλιού καθώς και του λεμονιού περιέχει αιθέρια έλαια, ουσίες στις οποίες αποδίδεται το χαρακτηριστικό τους άρωμα. Μεταξύ αυτών είναι το λεμονένιο και η κιτράλη με τους εξής συντακτικούς τύπους:



λεμονένιο



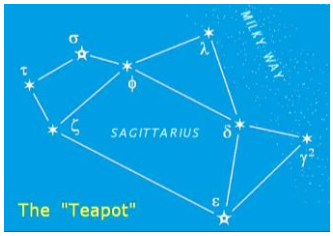


κιτράλη

α) Να συγκρίνετε τις μέγιστες ποσότητες του ίδιου διαλύματος Br_2 σε CCl_4 που μπορούν να αποχρωματιστούν από ισομοριακές ποσότητες λεμονένιου και κιτράλης.
β) i. Να αναφέρετε ένα αντιδραστήριο το οποίο σχηματίζει ίζημα με μία μόνο από τις παραπάνω ενώσεις.
ii. Να γράψετε την εξίσωση της αντίδρασης διάκρισης των δύο ενώσεων συμβολίζοντας το τμήμα του μορίου που δεν συμμετέχει στην αντίδραση ως Α.
γ) Να γραφεί ο συντακτικός τύπος της πλήρους αναγωγής της κιτράλης με περίσσεια H_2/Ni.
δ) i. Πόσα άτομα C της κιτράλης διαθέτουν υβριδισμό sp^2;
ii. Πόσοι σ δεσμοί C − C εμφανίζονται στην ίδια ένωση;

Ε8.49. Κορεσμένη οργανική ένωση (Α) με μοριακό τύπο $C_5H_{10}O_2$ υδρολύεται και δίνει ένα οξύ (Β) και μια αλκοόλη (Γ). Η αλκοόλη Γ έχει την ίδια σχετική μοριακή μάζα με το οξύ Β. Η οξείδωση της Γ οδηγεί σε ένωση Δ, η οποία με επίδραση Na_2CO_3 παράγει αέριο (CO_2). Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.50. Το 2008 επιστημονική ομάδα του Ινστιτούτου Max Planck εντόπισε στον αστερισμό του Τοξότη την ένωση αμινοαιθανονιτρίλιο (H_2NCH_2CN). Η ανακάλυψη θεωρήθηκε πολύ σημαντική καθώς από την ένωση αυτή προκύπτει το αμινοξύ γλυκίνη (H_2NCH_2COOH).



α) Να γράψετε μία αντίδραση από την οποία να προκύπτει η γλυκίνη από το H_2NCH_2CN.
β) Να γράψετε την εξίσωση ιοντισμού του H_2NCH_2CN στο νερό. Να εξηγήσετε γιατί η ένωση αυτή είναι πιο ασθενής βάση σε σχέση με τη CH_3NH_2, με βάση τη μοριακή δομή των ενώσεων και το επαγωγικό φαινόμενο.
γ) Να αναφέρετε τον αριθμό των σ και των π δεσμών που διαθέτει το μόριο του αμινοαιθανονιτρίλιου.

Ε8.51. α) Να γραφούν απλώς οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε και Ζ με τις παρακάτω ιδιότητες. Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.
i. Αλκίνιο (Α) που με πλήρη προσθήκη H_2 παρουσία Ni σχηματίζει 2-μεθυλοβουτάνιο.
ii. Πρωτοταγής αλκοόλη (Β) που παράγει κίτρινο ίζημα με την επίδραση I_2/NaOH.
iii. Αλκένιο (Γ) του τύπου C_4H_8 που με επίδραση H_2O, παρουσία οξέος, σχηματίζει δευτεροταγή αλκοόλη ως μοναδικό προϊόν προσθήκης.
iv. Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη (Δ) που οξειδώνεται σε CO_2 με την επίδραση $KMnO_4/H_2SO_4$.
v. Αλκίνιο (Ε) που με προσθήκη H_2O παρουσία καταλυτών σχηματίζει αλδεΰδη μέσω σχηματισμού ενόλης.
vi. Κορεσμένη ένωση (Ζ) του τύπου C_3H_6O που με την επίδραση του αντιδραστηρίου Tollens παράγει κάτοπτρο (Ag).
β) Να γραφεί η πλήρης χημική εξίσωση της αντίδρασης της ένωσης Δ με την επίδραση $KMnO_4/H_2SO_4$.

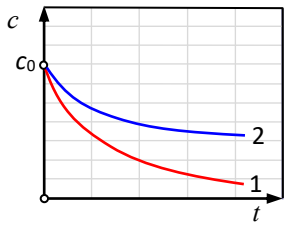
Ε8.52. Φιάλη περιέχει μίγμα δύο οργανικών ενώσεων (Χ) και (Ψ) που δεν αντιδρούν μεταξύ τους. Για τη ταυτοποίηση των ενώσεων (Χ) και (Ψ) εκτελούμε μία σειρά δοκιμασίες με τα εξής αντιδραστήρια: $KMnO_4/H_2SO_4$, I_2/NaOH και Na_2CO_3. Το περιεχόμενο της φιάλης δίνει θετικές τις δοκιμασίες με όλα τα παραπάνω αντιδραστήρια.
α) Να επισημάνετε τις παρατηρούμενες μεταβολές (αλλαγές χρωμάτων, σχηματισμός ιζημάτων ή αερίων) που συμβαίνουν στις παραπάνω δοκιμασίες.
β) Ποιες μπορεί να είναι οι ενώσεις (Χ) και (Ψ);
I. Αιθανάλη και μεθανικό οξύ.
II. 2-Προπανόλη και προπανόνη.
III. 2-Μεθυλο-2-προπανόλη και 2-βουτανόλη.
IV. Προπανικό οξύ και βουτανόνη.
V. Αιθανικό οξύ και μεθανόλη.
γ) Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που έγιναν στις δοκιμασίες με τα τρία αντιδραστήρια.

ΘΕΜΑΤΑ Γ, Δ

Ε8.53. Σε δύο διαφορετικές φιάλες Α και Β περιέχονται διαλύματα ακεταλδεΰδης ($CH_3CH=O$, φιάλη Α) και βενζαλδεΰδης ($C_6H_5CH=O$, φιάλη Β) στον ίδιο διαλύτη, στην ίδια συγκέντρωση (c_0) και στην ίδια θερμοκρασία. Στις δύο φιάλες προστίθεται η στοιχειομετρικά απαιτούμενη ποσότητα HCN για την πλήρη αντίδραση.

α) Να γράψετε τις αντιδράσεις που διεξάγονται στις δύο φιάλες και να σημειώσετε τη γενική κατηγορία οργανικών αντιδράσεων στην οποία ανήκουν.

β) Οι καμπύλες μεταβολής της συγκεντρώσεων των δύο αλδεϋδών στις φιάλες Α και Β σαν συνάρτηση του χρόνου δίνονται μαζί στο διάγραμμα που ακολουθεί.



i. Να αντιστοιχήσετε τις καμπύλες 1 και 2 με τις αντιδράσεις στις φιάλες Α και Β. ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

γ) Μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης στη φιάλη Α, προστίθεται περίσσεια H_2O σε όξινο περιβάλλον και προκύπτει οργανικό προϊόν (Π). Να γράψετε την αντίδραση που λαμβάνει χώρα.

δ) Από το προϊόν (Π) της προηγούμενης αντίδρασης μπορεί να προκύψει το πολυμερές (Τ) ως εξής: Με αφυδάτωση της Π προκύπτει ακόρεστη οργανική ένωση (Ρ) η οποία με κατεργασία με CH_3CH_2OH οδηγεί στον εστέρα (Σ). Ο πολυμερισμός του εστέρα (Σ) οδηγεί στο πολυμερές (Τ). Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Ρ, Σ και Τ.

ε) Με ποια αντίδραση μπορεί να γίνει διάκριση μεταξύ των ενώσεων $CH_3CH=O$ και $C_6H_5CH=O$; Να τονιστεί το οπτικό αποτέλεσμα της διάκρισης και να γραφεί η πλήρης χημική εξίσωση της αντίδρασης.

Ε8.54. Κατά την κατεργασία της CH_3OH με H_2O_2 συμβαίνει η αντίδραση με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$CH_3OH + 2H_2O_2 \longrightarrow HCOOH + 3H_2O \quad (1)$$

Παράλληλα συμβαίνει και η παράπλευρη αντίδραση:

$$CH_3OH + H_2O_2 \longrightarrow HCHO + 2H_2O \quad (2)$$

α) Να εξηγήσετε γιατί οι δύο αυτές αντιδράσεις είναι οξειδοαναγωγικές σημειώνοντας τις μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης.

β) 12,8 g CH_3OH αντιδρά πλήρως με ποσότητα H_2O_2 παράγοντας μίγμα HCOOH και HCHO. Όλη η ποσότητα της HCHO που παράχθηκε αντιδρά πλήρως με το αντιδραστήριο Tollens σχηματίζοντας 21,6 g αργύρου.

i. Να γράψετε την εξίσωση της αντίδρασης της HCHO με το αντιδραστήριο Tollens.

ii. Να υπολογίσετε το % ποσοστό της CH_3OH που μετατράπηκε σε HCOOH.

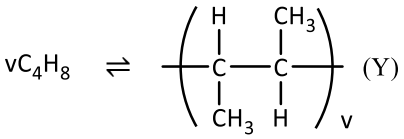
Ε8.55. Το δωδεκάνιο είναι υδρογονάνθρακας που βρίσκεται στη νάφθα, ένα προϊόν της κλασματικής απόσταξης του πετρελαίου που χρησιμοποιείται στην παραγωγή χρήσιμων βιομηχανικών προϊόντων. Με πυρόλυση το δωδεκάνιο δίνει τα εξής προϊόντα:

$$C_{12}H_{26} \longrightarrow C_2H_4 + C_4H_8 + X$$

α) i. Ποιος ο μοριακός τύπος του προϊόντος (Χ) της πυρόλυσης;

ii. Πώς μπορεί το (Χ) να διακριθεί από τα άλλα δύο προϊόντα της πυρόλυσης;

β) Το προϊόν C_4H_8 πολυμερίζεται παράγοντας το πολυμερές (Υ):



i. Ποιος ο συντακτικός τύπος του υδρογονάνθρακα C_4H_8;

ii. Ο παραπάνω πολυμερισμός είναι εξώθερμο φαινόμενο ($\Delta H < 0$). Παρόλα αυτά η αντίδραση στη βιομηχανία διεξάγεται σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία (200 °C). Να εξηγήσετε γιατί.

γ) Από το αιθένιο (C_2H_4) μπορούμε να παρασκευάσουμε τρία άλλα σημαντικά προϊόντα, την αιθυλενοδιαμίνη, το ηλεκτρικό οξύ και την πουτρεσκίνη, ως εξής:

Κατεργασία του αιθενίου με Br_2 οδηγεί στην ένωση (Α) από την οποία με περίσσεια NH_3 λαμβάνουμε την αιθυλενοδιαμίνη. Επίσης, από το (Α) με επίδραση περίσσειας KCN λαμβάνουμε την ένωση (Β) από την οποία με υδρόλυση σε όξινο περιβάλλον προκύπτει το ηλεκτρικό οξύ. Τέλος, με πλήρη αναγωγή της ένωσης (Β) με H_2/Ni προκύπτει η πουτρεσκίνη. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους της αιθυλενοδιαμίνης, του ηλεκτρικού οξέος και της πουτρεσκίνης, καθώς και των οργανικών ενώσεων Α και Β.

δ) Η πουτρεσκίνη είναι ένωση με δυσάρεστη οσμή, πολύ διαλυτή στο νερό, που στα υδατικά της διαλύματα λειτουργεί ως ασθενής διπρωτική βάση (διαμίνη).

i. Να γράψετε τις εξισώσεις ιοντισμού της πουτρεσκίνης και να εξηγήσετε γιατί είναι πολύ διαλυτή στο νερό.

ii. Να γράψετε την αντίδραση της εξουδετέρωσης της πουτρεσκίνης με περίσσεια HCl.

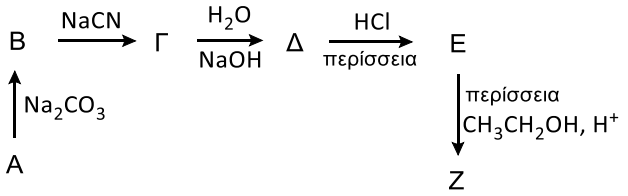
Ε8.56. 10 g μιας κορεσμένης μονοσθενούς πρωτοταγούς αλκοόλης (Χ) φέρεται προς αντίδραση με ποσότητα CH_3COOH και προκύπτουν 10,2 g ενός εστέρα (Υ). Αν είναι γνωστό ότι αντέδρασε το 60% της αλκοόλης (Χ) να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι της αλκοόλης (Χ) και του εστέρα (Υ).

Ε8.57. Δύο κορεσμένες καρβονυλικές ενώσεις Α και Β έχουν τον ίδιο μοριακό τύπο $C_vH_{2v}O$ και σχετική μοριακή μάζα $M_r = 72$. Η ένωση Α είναι αναγωγικό σώμα. Η ένωση Β δεν παρουσιάζει αναγωγικές ιδιότητες, αλλά δίνει την ιωδοφορμική αντίδραση. Αναγωγή της Α με H_2/Ni δίνει την ένωση Γ, που με επίδραση $SOCl_2$ και στη συνέχεια Mg σε απόλυτο αιθέρα οδηγεί τελικά στο αντιδραστήριο Grignard Δ. Τέλος, η ένωση Β αντιδρά με την ένωση Δ, οπότε μετά από υδρόλυση του σχηματιζόμενου ενδιαμέσου προκύπτει 3,5-διμεθυλο-3-εξανόλη.
α) Να δείξετε ότι ο μοριακός τύπος των ενώσεων Α και Β είναι C_4H_8O, ενώ η Β είναι η 2-βουτανόνη.
β) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των Α, Γ και Δ;
γ) Ποσότητα της ένωσης Β μάζας 3,6 g κατεργάζεται με περίσσεια I_2/NaOH.
i. Να γράψετε τα στάδια και τη συνολική εξίσωση της αντίδρασης.
ii. Να υπολογίσετε τη μάζα (σε g) του ιζήματος που σχηματίζεται.

Ε8.58. 11,2 g ενός αλκενίου (Χ) αντιδρούν πλήρως με νερό, παρουσία οξέος ως καταλύτη και παράγουν κορεσμένη αλκοόλη ως μοναδικό προϊόν προσθήκης. Η ποσότητα της αλκοόλης που παράχθηκε μπορεί να αποχρωματίσει πλήρως μέχρι 40 mL διαλύματος $KMnO_4$ 2 M οξινισμένο με H_2SO_4.
α) Να εξετάσετε αν η αλκοόλη είναι πρωτοταγής ή δευτεροταγής.
β) Να προσδιοριστεί ο συντακτικός τύπος του αλκενίου Χ.

Ε8.59. Ακόρεστος υδρογονάνθρακας (Α) δίνει με πλήρη υδρογόνωση, παρουσία Ni, 2-μεθυλοβουτάνιο, ενώ όταν κατεργαστεί με $CuCl/NH_3$ παράγει ίζημα.
α) Ποιος ο συντακτικός τύπος του υδρογονάνθρακα (Α); Να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασής του με $CuCl/NH_3$.
β) Αλκένιο Γ με προσθήκη HCl οδηγεί στο κύριο προϊόν Ε. Επίσης, αλκίνιο Δ με επίδραση μεταλλικού Na παράγει την οργανική ένωση Ζ. Οι ενώσεις Ε και Ζ αντιδρούν μεταξύ τους παράγοντας τον παραπάνω υδρογονάνθρακα (Α). Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των Γ, Δ, Ε και Ζ;
γ) Υδρογονάνθρακας Θ έχει τον ίδιο μοριακό τύπο με τον υδρογονάνθρακα Α, ενώ όταν πολυμερίζεται, υπό κατάλληλες συνθήκες, παράγει συνθετικό καουτσούκ.
i. Ποιος ο συντακτικός τύπος του υδρογονάνθρακα Θ;
ii. Να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης πολυμερισμού.
iii. Πόσα kg καουτσούκ θα παραχθούν από 6,8 kg του Θ, αν η αντίδραση πολυμερισμού έχει απόδοση 80%;

Ε8.60. Ο μηλονικός διαιθυλεστέρας είναι η ένωση Ζ στο διάγραμμα που ακολουθεί και χρησιμοποιείται σε διάφορες βιομηχανίες (φαρμακευτικές, τροφίμων, πλαστικών κτλ.). Παρασκευάζεται από το χλωροαιθανικό οξύ (ένωση Α) με βάση τη συνθετική πορεία που ακολουθεί.



α) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε και Ζ;
β) i. Να σημειώσετε το είδος των υβριδισμών που εμφανίζουν τα δύο άτομα C στο χλωροαιθανικό οξύ.
ii. Τι είδους επικάλυψη εξηγεί το σ δεσμό C − Cl; Για το Cl: $Z = 17$.
γ) Από το χλωροαιθανικό οξύ μπορεί να προκύψει το απλούστερο υδροξυοξύ που αναφέρεται ως γλυκολικό οξύ (ένωση Κ) ως εξής: Επίδραση NaOH σε υδατικό διάλυμα στο χλωροαιθανικό οξύ οδηγεί στην ένωση Θ από την οποία με επίδραση HCl προκύπτει το γλυκολικό οξύ (ένωση Κ). Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Θ και Κ.

Ε8.61. Δείγμα αιθανόλης (CH_3CH_2OH) έχει νοθευτεί με μεθανόλη (CH_3OH). Για τον προσδιορισμό της νοθείας στο δείγμα αυτό εκτελούνται τα πειράματα Ι και ΙΙ που ακολουθούν.
Ι. Ποσότητα του δείγματος κατεργάζεται με περίσσεια μεταλλικού Na, οπότε προκύπτουν 4,48 L αερίου Α μετρημένα σε STP.
ΙΙ. Ίση ποσότητα του δείγματος οξειδώνεται πλήρως με διάλυμα $KMnO_4$ οξινισμένου με H_2SO_4. Παρατηρείται η απελευθέρωση 2,24 L αερίου Β, μετρημένα σε STP.
α) Ποια είναι τα αέρια Α και Β;
β) Με βάση τις εξισώσεις των αντιδράσεων των δύο αλκοολών με το Na, να υπολογίσετε τη συνολική τους ποσότητα (σε mol) στο δείγμα που χρησιμοποιήθηκε.
γ) Να γράψετε τις εξισώσεις οξείδωσης των δύο αλκοολών με το διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$ και προσδιορίστε το ποσοστό σε %w/w του δείγματος σε νοθεία (CH_3OH).

Ε8.62. Ένα ενυδατικό ποτό μπορεί να παρασκευαστεί από σκεύασμα σε μορφή σκόνης που περιέχει γλυκόζη, ζάχαρη και διάφορα ιόντα όπως Na^+, K^+, Cl^-, HCO_3^- κ.α. Θέλουμε να προσδιορίσουμε την περιεκτικότητα του στερεού σκευάσματος σε γλυκόζη (συμβολισμός ACH=O, $M_r = 180$) που λειτουργεί ως αλδεΰδη και επομένως μπορεί να αντιδράσει με το φελίγγειο υγρό.
α) Να γράψετε την εξίσωση της αντίδρασης της γλυκόζης με το φελίγγειο υγρό.
β) Το περιεχόμενο ενός τέτοιου σκευάσματος μάζας $m = 9$ g διαλύεται σε νερό οπότε προκύπτει διάλυμα (Δ) όγκου 500 mL. 50 mL από το διάλυμα Δ αντιδρά πλήρως με το φελίγγειο υγρό και προκύπτει ίζημα μάζας 0,286 g. Να υπολογιστεί η %w/w περιεκτικότητα του σκευάσματος σε γλυκόζη. Η γλυκόζη είναι το μοναδικό συστατικό του σκευάσματος που αντιδρά με το φελίγγειο υγρό.

Ε8.63. 420 g προπενίου πολυμερίζονται πλήρως σε κατάλληλες συνθήκες.
α) Να γράψετε την εξίσωση της αντίδρασης πολυμερισμού.
β) Όλη η ποσότητα του πολυμερούς διαλύεται σε κατάλληλο διαλύτη σχηματίζοντας διάλυμα όγκου 10 L με ωσμωτική πίεση $\Pi = 1{,}25 \cdot 10^{-2}$ atm. Ποιος ο αριθμός των μορίων του μονομερούς που απαρτίζουν κατά μέσο όρο το μόριο του πολυμερούς; Δίνεται: $R \cdot T = 25$ L·atm/mol, όπου T η θερμοκρασία του διαλύματος.

Ε8.64. Η αλκοολική ζύμωση πραγματοποιείται παρουσία του ενζύμου ζυμάση και περιγράφεται από την εξίσωση:

$$C_6H_{12}O_6(aq) \rightarrow 2CH_3CH_2OH(aq) + 2CO_2(g)$$

Ποσότητα γλυκόζης υφίσταται πλήρη αλκοολική ζύμωση παρουσία ζυμάσης στους 30 °C. Όλη η ποσότητα της παραγόμενης αλκοόλης αποχρωματίζει το πολύ 200 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,2 M, οξινισμένου με H_2SO_4.
α) Να υπολογιστεί η ποσότητα (σε mol) της γλυκόζης καθώς και ο όγκος του παραγόμενου CO_2 σε STP κατά την αλκοολική ζύμωση.
β) Η αλκοολική ζύμωση παρουσία ζυμάσης δεν πραγματοποιείται πρακτικά σε υψηλότερες θερμοκρασίες, π.χ. στους 70 °C. Να εξηγήσετε γιατί.
γ) Να γράψετε τη χημική εξίσωση μιας αντίδρασης με την οποία να προκύπτει η αιθανόλη από την αιθανάλη.
δ) Να γραφεί η χημική εξίσωση μιας αντίδρασης διάκρισης της αιθανόλης από την αιθανάλη (CH_3CHO) κατά την οποία να προκύπτει καστανοκόκκινο ίζημα.

Ε8.65. 0,15 mol CH_3CH_2OH αντιδρούν με ισομοριακή ποσότητα HCOOH σε όξινο περιβάλλον. Δίνεται η σταθερά υδρόλυσης του εστέρα $K_c = 1/4$. Ο όγκος του μίγματος παραμένει σταθερός καθ' όλη τη διάρκεια της αντίδρασης.
α) Να γράψετε την αντίδραση εστεροποίησης.
β) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης εστεροποίησης. [ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2025]

Ε8.66. Αλκένιο (Κ) στο μόριο του οποίου αναπτύσσονται 8 σ δεσμοί αντιδρά με HCl και σχηματίζεται η ένωση Λ ως κύριο προϊόν. Η ένωση Λ μετατρέπεται σε αντιδραστήριο Grignard, το οποίο στη συνέχεια αντιδρά με αιθανάλη (CH_3CHO). Το σχηματιζόμενο ενδιάμεσο προϊόν υδρολύεται και σχηματίζεται η οργανική ένωση Μ. Να προσδιορίσετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Κ, Λ και Μ.
[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2023]

Ε8.67. 0,01 mol φορμαλδεΰδης (HCHO) αντιδρούν πλήρως με NaOH(aq), σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$2HCHO + NaOH \rightarrow CH_3OH + HCOONa$$

α) Να σημειώσετε τις μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης των ατόμων C στην παραπάνω αντίδραση.
β) Ποιος είναι ο μέγιστος όγκος διαλύματος $KMnO_4$ συγκέντρωσης 0,5 M οξινισμένου με H_2SO_4 που μπορεί να αποχρωματιστεί από το διάλυμα που προκύπτει μετά την ολοκλήρωση της παραπάνω αντίδρασης;

Ε8.68. Μίγμα δύο ισομερών αλκοολών του τύπου C_3H_8O έχει συνολική μάζα 12 g. Να εξετάσετε αν το μίγμα αυτό μπορεί να αποχρωματίσει διάλυμα $KMnO_4$ 1 M όγκου 200 mL οξινισμένο με H_2SO_4.

Ε8.69. 5,8 g ένωσης Α του τύπο $C_vH_{2v}O$ παράγει 14,3 g ιζήματος, όταν αντιδράσει πλήρως με το αντιδραστήριο Fehling.
α) Ποιος ο συντακτικός τύπος της Α;
β) Πώς αντιδρά η Α με HCN; Ποιο το προϊόν της επίδρασης H_2O/H^+ στην ένωση που προκύπτει;
γ) Πώς από την Α μπορεί να προκύψει 3-εξανόλη, μέσω σχηματισμού αντιδραστηρίου Grignard;
δ) Ισομερές Β της ένωσης Α κατεργάζεται με I_2/NaOH παράγοντας κίτρινο ίζημα και οργανικό άλας Γ. Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Β και Γ;

Ε8.70. Ποσότητα ενός κορεσμένου εστέρα με γενικό τύπο $C_vH_{2v}O_2$ και μάζα 2,04 g αντιδρά πλήρως με υδατικό διάλυμα NaOH. Το μίγμα των δύο προϊόντων της αντίδρασης αποχρωματίζει το πολύ 40 mL διαλύματος $KMnO_4$ συγκέντρωσης 0,2 M οξινισμένου με H_2SO_4. Από την αντίδραση αυτή προκύπτει αέριο όγκου 448 mL μετρημένου σε STP.
α) Να προσδιοριστεί ο συντακτικός τύπος του εστέρα.
β) Πώς μπορεί να ταυτοποιηθεί το αέριο που προκύπτει από την παραπάνω διαδικασία;

Ε8.71. Υδατικό διάλυμα (Δ) περιέχει $CH_3COOH(aq)$ και HCOOH(aq). Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του διαλύματος σε CH_3COOH εκτελέστηκαν τα παρακάτω δύο πειράματα Ι και ΙΙ.
Πείραμα Ι: 25 mL του διαλύματος Δ απαίτησαν για την εξουδετέρωση 50 mL πρότυπου διαλύματος NaOH 0,2 M.
Πείραμα ΙΙ: Άλλα 25 mL του διαλύματος Δ αποχρωμάτισαν το πολύ 15 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,2 M οξινισμένου με H_2SO_4.
α) Να γράψετε τις εξισώσεις των αντιδράσεων που έγιναν στα πειράματα Ι και ΙΙ.
β) Να υπολογίσετε:
i. Την ποσότητα (σε mol) του HCOOH στα 25 mL του διαλύματος Δ.
ii. Τη συγκέντρωση του διαλύματος Δ σε CH_3COOH.

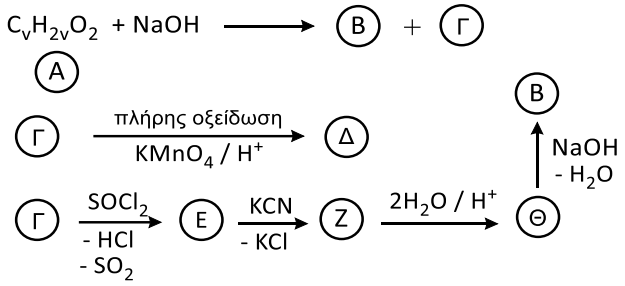
Ε8.72. 5,28 g ενός εστέρα (Χ) του γενικού τύπου RCOOR΄ αναμιγνύονται με ισομοριακή ποσότητα H_2O, παρουσία οξέος ως καταλύτη, οπότε σε κατάλληλες συνθήκες αποκαθίσταται η ομογενής χημική ισορροπία της μορφής,

$$RCOOR'(\ell) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons RCOOH(\ell) + R'OH(\ell),$$

για την οποία ισχύει: $K_c = 0{,}25$. Το μίγμα των δύο προϊόντων της υδρόλυσης του εστέρα, ένα μονοκαρβοξυλικό οξύ και μία δευτεροταγής αλκοόλη, χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το πρώτο μέρος ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 1 M οπότε μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτούνται 10 mL του πρότυπου διαλύματος.
α) Να προσδιοριστεί ο συντακτικός τύπος του εστέρα (Χ).
β) Να υπολογιστεί ο όγκος διαλύματος $KMnO_4$ 0,2 M οξινισμένου με H_2SO_4 που απαιτείται για την πλήρη οξείδωση του δεύτερου μέρος του μίγματος των δύο προϊόντων της υδρόλυσης του εστέρα.

Ε8.73. Αλκένιο (Α) αντιδρά με HBr προς ένωση Β η οποία μετατρέπεται στο αντίστοιχο αντιδραστήριο Grignard (Γ). Η ένωση αυτή (Γ) αντιδρά με x g αλδεΰδης (Δ) και προκύπτει ενδιάμεσο το οποίο με υδρόλυση παράγει οργανική ένωση (Ε) μάζας (x + 6) g. Επίσης, ίση με την παραπάνω ποσότητα της αλδεΰδης (Δ) αντιδρά με HCN και προκύπτει η οργανική ένωση (Ζ) η οποία με επίδραση νερού σε όξινο περιβάλλον οδηγεί στην οργανική ένωση (Θ) μάζας 18 g. Αν είναι επίσης γνωστό ότι η αλδεΰδη (Δ) προκύπτει με επίδραση νερού σε αλκίνιο, παρουσία καταλυτών, να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ και Θ. Οι αντιδράσεις να θεωρηθούν πλήρεις.

Ε8.74. Δίνονται οι παρακάτω αντιδράσεις:



Η ένωση Δ δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση και όλα τα άτομα του άνθρακα στο μόριό της είναι στο ίδιο επίπεδο.
α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ και Θ.
β) Η ένωση Β διαλύεται σε νερό. Στο διάλυμα Υ που προκύπτει προστίθεται δείκτης ΗΔ με $pK_{a,HΔ} = 5$. Η μορφή ΗΔ του δείκτη έχει κόκκινο χρώμα και η μορφή $Δ^-$ έχει κίτρινο χρώμα. Να προσδιορίσετε το χρώμα του διαλύματος Υ αιτιολογώντας πλήρως την απάντησή σας. Δίνεται ότι το διάλυμα Υ βρίσκεται σε θερμοκρασία 25 °C.

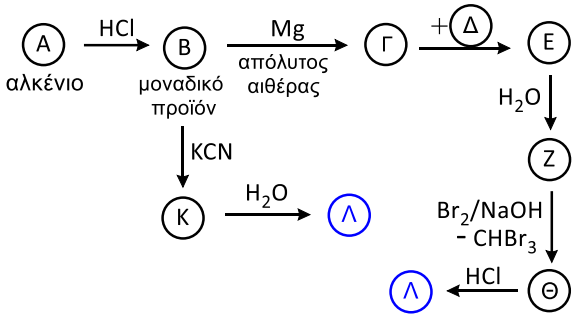
[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2023]

Ε8.75. 61,6 g 1-βουτενίου μάζας αντιδρούν πλήρως με H_2O, παρουσία οξέος, παράγοντας δύο οργανικά προϊόντα προσθήκης, το Α (σε μεγαλύτερη αναλογία) και το Β.
α) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των Α και Β; Να εξηγήσετε με βάση γνωστό κανόνα.
β) Ποιο από τα προϊόντα Α και Β παράγει κίτρινο ίζημα με κατεργασία με I_2/NaOH; Να γραφεί η συνολική εξίσωση της αντίδρασης.
γ) Το μίγμα των δύο προϊόντων Α και Β υφίσταται πλήρη οξείδωση με τη βοήθεια διαλύματος $KMnO_4$ 2 M παρουσία H_2SO_4. Παρατηρείται ο πλήρης αποχρωματισμός 240 mL του διαλύματος αυτού.
i. Να γραφούν οι αντιδράσεις οξείδωσης των Α και Β από το διάλυμα $KMnO_4$.
ii. Να υπολογιστεί το ποσοστό μετατροπής του 1-βουτενίου ξεχωριστά στα προϊόντα Α και Β.

Ε8.76. Σε καθένα από έξι διαφορετικά δοχεία Α, Β, Γ, Δ, Ε και Ζ περιέχονται μία από τις έξι υγρές οργανικές ενώσεις: HCOOH, CH_3COOH, $CH_3CH{=}O$, CH_3CH_2OH, CH_3COCH_3 (προπανόνη), $CH_3COOCH_2CH_3$

Για να αναγνωριστεί το περιεχόμενο της κάθε φιάλης πραγματοποιήθηκαν πειράματα τα αποτελέσματα των οποίων συνοψίζονται στα παρακάτω συμπεράσματα I, II και III.
I. Τα περιεχόμενα των δοχείων Α, Γ και Ε αποχρωματίζουν διάλυμα $KMnO_4$ / H_2SO_4. Μάλιστα, 2,3 g από τη φιάλη Ε αποχρωματίζουν ακριβώς 40 mL διαλύματος $KMnO_4$ 1 M οξινισμένου με H_2SO_4.
II. Τα περιεχόμενα των δοχείων Β, Γ και Ε παράγουν κίτρινο ίζημα με κατεργασία με I_2/NaOH.
III. Τα περιεχόμενα των δοχείων Α και Δ ελευθερώνουν αέριο μετά από κατεργασία με $NaHCO_3$.
α) Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα να εξηγήσετε γιατί στη φιάλη Α βρίσκεται το HCOOH.
β) Με βάση κατάλληλους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς να εξηγήσετε γιατί στη φιάλη Ε βρίσκεται η CH_3CH_2OH.
γ) Ποιες ενώσεις περιέχονται στις φιάλες Β, Γ, Δ και Ζ;
δ) Δύο από τις έξι ουσίες αντιδρούν μεταξύ τους, παρουσία H_2SO_4, και παράγουν μία άλλη από τις παραπάνω. Να γραφεί η σχετική χημική εξίσωση.

Ε8.77. Στο διάγραμμα των οργανικών αντιδράσεων που ακολουθεί η ένωση Ζ έχει σχετική μοριακή μάζα ίση με 102.

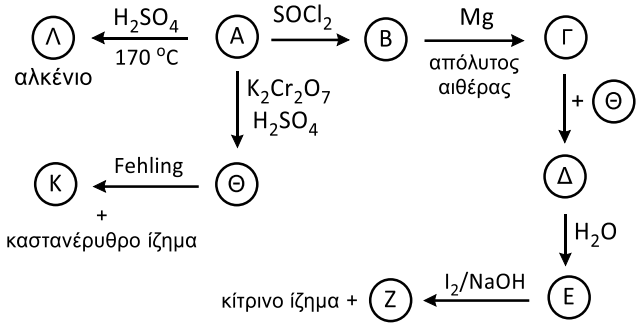


Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ και Λ.

Ε8.78. Με επίδραση KOH σε 1,25 mol αλκυλοβρωμιδίου (Α), σε κατάλληλο διαλύτη, παράγονται 24 g μονοσθενούς δευτεροταγούς αλκοόλης (Β) με $M_r = 60$, αέριος ακόρεστος υδρογονάνθρακας (Γ) καθώς και 119 g KBr.
α) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και Γ;
β) Ποιος ο όγκος του υδρογονάνθρακα Γ (σε STP) που σχηματίστηκε από την παραπάνω αντίδραση;
γ) Ποιο ποσοστό του αλκυλοβρωμιδίου Α μετατράπηκε στα προϊόντα Β και Γ (ξεχωριστά);

Ε8.79. Ισομοριακό μίγμα δύο ισομερών καρβονυλικών ενώσεων Α και Β του τύπου C_4H_8O έχει μάζα 1,44 g. Το μίγμα αντιδρά πλήρως με το αντιδραστήριο Tollens και προκύπτουν 4,32 g Ag.
α) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των Α και Β;
β) Ένωση Γ είναι ισομερής με τις ενώσεις Α και Β και αντιδρά με τα αντιδραστήρια: 1. H_2/Ni, 2. I_2/NaOH, 3. HCN και στη συνέχεια με H_2O/H^+.
i. Ποιος ο συντακτικός τύπος της Γ;
ii. Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των παραπάνω αντιδράσεων.

Ε8.80. Δίνονται οι παρακάτω αντιδράσεις:



α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ.
β) Να προσδιορίσετε τον αριθμό των σ και π δεσμών στο αλκένιο Λ.
γ) Ποια ατομικά τροχιακά επικαλύπτονται κατά τη δημιουργία των δεσμών στο μόριο του αλκενίου Λ; Δίνονται: ${}_1$H και ${}_6$C. [ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2025]

Ε8.81. Ομογενές μίγμα αποτελείται από τρία συστατικά, τη 2-προπανόλη, μία άλλη αλκοόλη του τύπου $C_vH_{2v+1}OH$ και μία κετόνη του τύπου $C_\mu H_{2\mu}O$. Το μίγμα έχει μάζα 30 g και χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το 1ο μέρος αποχρωματίζει ακριβώς 320 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,5 M οξινισμένου με H_2SO_4 και ταυτόχρονα παρατηρείται έκλυση αερίου όγκου 2,24 L, σε STP, το οποίο παράγει ίζημα με τη διοχέτευσή του σε ασβεστόνερο. Το 2ο μέρος αντιδρά πλήρως με I_2/NaOH και προκύπτει ίζημα μάζας 78,8 g. Ποιοι οι συντακτικοί τύποι της αλκοόλης και της κετόνης;

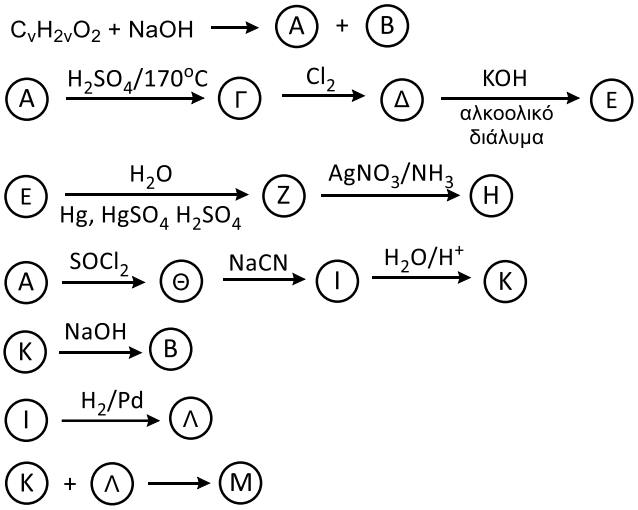
Ε8.82. Ποσότητα ισομοριακού μίγματος δύο αλκοολών του τύπου $C_4H_{10}O$ χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το 1ο μέρος αντιδρά πλήρως με Na και προκύπτουν 1,12 L αερίου (σε STP). Το 2ο μέρος αποχρωματίζει το πολύ 200 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,1 M οξινισμένου με H_2SO_4.
α) Ποιες οι μάζες των δύο αλκοολών στο αρχικό μίγμα;
β) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των δύο αλκοολών;
γ) Με δεδομένες τις αλκοόλες του μίγματος να γράψετε τις κατάλληλες χημικές εξισώσεις με τις οποίες να προκύπτει: i. μεθυλοπροπένιο, ii. προπανικό νάτριο.

Ε8.83. Ποσότητα μίγματος δύο διαφορετικών οξέων του τύπου $C_vH_{2v+1}COOH$ ($v \geq 0$) έχει μάζα 10,6 g και χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το 1ο μέρος αντιδρά πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα Na_2CO_3 παράγοντας 1,12 L αερίου (σε STP). Το 2ο μέρος αποχρωματίζει το πολύ 200 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,1 M οξινισμένου με H_2SO_4. Να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των δύο οξέων, καθώς και οι μάζες τους στο αρχικό μίγμα.

Ε8.84. Σε 100 mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 0,5 M, οξινισμένου με H_2SO_4, προστίθεται 0,1 mol αιθανόλης και το σύστημα θερμαίνεται. Κατά τη διαδικασία αντιδρά όλη η ποσότητα του $K_2Cr_2O_7$ και προκύπτει μίγμα δύο οργανικών προϊόντων (Α και Β) ενώ κάποια ποσότητα της αιθανόλης δεν αντιδρά. Αν είναι επίσης γνωστό ότι για την εξουδετέρωση της παραγόμενης ποσότητας του προϊόντος Β απαιτούνται 150 mL διαλύματος NaOH 0,4 M:
α) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των προϊόντων Α και Β; Να γράψετε την αντίδραση εξουδετέρωσης του προϊόντος Β με το NaOH και να υπολογίσετε τον αριθμό mol της ένωσης Β που σχηματίστηκαν από την οξείδωση της αιθανόλης.
β) Να υπολογίσετε τα mol του παραγόμενου προϊόντος Α.
γ) Να υπολογίσετε το ποσοστό της αιθανόλης που μετασχηματίστηκε στα προϊόντα Α και Β, ξεχωριστά.

Ε8.85. 14,5 g εστέρα Χ υδρολύονται με απόδοση 80% σχηματίζοντας κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό οξύ Α και κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη Β. Όλη η ποσότητα του οξέος Α σχηματίζει διάλυμα (Δ) όγκου 200 mL με pH = 2,5.
α) Να προσδιοριστεί η συγκέντρωση του διαλύματος Δ.
β) Να προσδιοριστεί ο τύπος του εστέρα Χ αν είναι γνωστό ότι το οξύ Α προκύπτει από την αλκοόλη Β με οξείδωση.
γ) Να εξεταστεί αν η ποσότητα της Β που παράγεται από την υδρόλυση μπορεί ή όχι να αποχρωματίσει 600 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,4 M οξινισμένου με H_2SO_4.
Στην περίπτωση του διαλύματος του οξέος Α ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. Για το οξύ Α: $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$.

Ε8.86. Δίνονται οι παρακάτω αντιδράσεις:



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η, Θ, Ι, Κ, Λ, Μ και $C_vH_{2v}O_2$.
[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

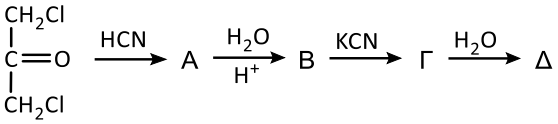
Ε8.87. Ποσότητα αλκυλοβρωμίδιου Α χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το πρώτο μέρος κατεργάζεται με υδατικό διάλυμα NaOH και μετατρέπεται πλήρως στην οργανική ένωση Β. Το δεύτερο μέρος αντιδρά με Mg σε απόλυτο αιθέρα και το προϊόν κατεργάζεται με καρβονυλική ένωση Γ. Το ενδιάμεσο προϊόν υδρολύεται παράγοντας την κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη Δ. Όλη η ποσότητα της Δ που σχηματίστηκε αποχρωματίζει πλήρως 120 mL όξινου διαλύματος $KMnO_4$ 0,2 M. Το προϊόν (Ε) της οξείδωσης παραλαμβάνεται και αναμιγνύεται με όλη την ποσότητα της ένωσης Β, οπότε σχηματίστηκαν 2,04 g ενός εστέρα Ζ με απόδοση $a = 2/3$.
α) Να εξηγήσετε γιατί η Δ είναι πρωτοταγής αλκοόλη, ενώ η Γ είναι η φορμαλδεΰδη (HCH=O).

β) Να υπολογίσετε τον αρχικό αριθμό mol του Α.
γ) Να προσδιορίσετε τους συντακτικούς τύπους και των υπολοίπων οργανικών ενώσεων που αναφέρονται.
Όλες οι αντιδράσεις, εκτός από την τελευταία, να θεωρηθούν πλήρεις και μονόδρομες.

Ε8.88. Οι πολυηλεκτρολύτες είναι πολυμερή με πολλές βιομηχανικές εφαρμογές (π.χ. ως συστατικά σε σαπούνια, σαμπουάν, απορρυπαντικά) και ιοντίζονται στο νερό. Το πολυακρυλικό οξύ (PAA) είναι πολυμερές του ακρυλικού οξέος (2-προπενικό οξύ) είναι τυπικός πολυηλεκτρολύτης. Θα υποθέσουμε ότι κάθε μόριο PAA αποτελείται από 100 μόρια μονομερούς.
α) i. Να γράψετε τον τύπο του PAA και ii. να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή του μάζα θεωρώντας ότι στις ακραίες ελεύθερες μονάδες υπάρχουν άτομα υδρογόνου.
β) Η σταθερά ιοντισμού των ομάδων −COOH στο PAA είναι $K_a = 10^{-5}$ και ιοντίζονται στο διάλυμα ανεξάρτητα η μία από την άλλη. Να υπολογίσετε το pH ενός διαλύματος όγκου 2 L που περιέχει 14,404 g PAA, υποθέτοντας ότι ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

Ε8.89. 2,7 g αέριου υδρογονάνθρακα (Α) αποχρωματίζουν το πολύ 200 mL διαλύματος Br_2 σε CCl_4 περιεκτικότητας 8% w/v και σχηματίζεται κορεσμένη ένωση. Το διάλυμα που προκύπτει έχει όγκο 200 mL περιέχει αποκλειστικά την ουσία Β ως διαλυμένη και παρουσιάζει ωσμωτική πίεση Π = 6,15 atm σε θερμοκρασία 27 °C.
α) i. Ποιος ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα;
ii. Ποιος ο συντακτικός τύπος του (Α) αν ξέρουμε ότι στο μόριό του όλα τα άτομα C είναι σε ευθεία διάταξη;
β) Ο υδρογονάνθρακας (Α) με προσθήκη H_2O παρουσία $HgSO_4/H_2SO_4$ οδηγεί στην καρβονυλική ένωση (Β) η οποία με H_2/Ni παράγει το προϊόν (Γ). Κατεργασία του (Γ) με $SOCl_2$ παράγει το οργανικό προϊόν (Δ). Το (Δ) με επίδραση Mg σε απόλυτο αιθέρα παράγει αντιδραστήριο Grignard το οποίο αντιδρά στη συνέχεια με καρβονυλική ένωση (Ε) και το σχηματιζόμενο ενδιάμεσο υδρολύεται. Προκύπτει έτσι η ένωση (Ζ) η οποία με οξείδωση παράγει το καρβοξυλικό οξύ (Θ). Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Β, Γ, Δ, Ε, Ζ και Θ;
R = 0,082 L·atm/(mol·L).

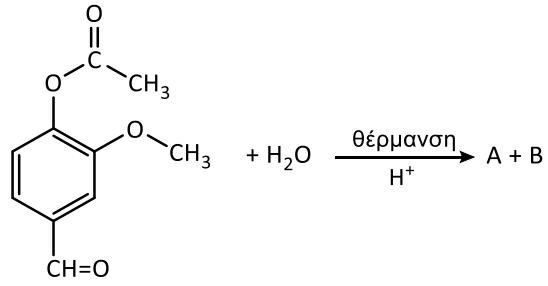
Ε8.90. Το κιτρικό οξύ είναι πολυκαρβοξυλικό οξύ που απαντάται σε φρούτα όπως το λεμόνι, το πορτοκάλι κτλ. Έχει M_r = 192 και μπορεί να παρασταθεί ως $A(COOH)_x$, όπου x ο αριθμός των καρβοξυλομάδων ανά μόριο κιτρικού οξέος. Για τον προσδιορισμό του αριθμού των −COOH στο μόριο του κιτρικού οξέος εκτελούμε το πείραμα που ακολουθεί: 1,92 g κιτρικού οξέος διαλύονται σε νερό και αντιδρούν πλήρως με Na_2CO_3 οπότε ελευθερώνονται 336 mL αερίου οξειδίου (Χ) μετρημένα σε STP.
α) Ποιος ο αριθμός των −COOH ανά μόριο κιτρικού οξέος;
β) Πώς μπορεί να γίνει η ταυτοποίηση του οξειδίου (Χ); Να χαρακτηρίσετε το οξείδιο αυτό ως όξινο ή βασικό οξείδιο.
γ) Το κιτρικό οξύ (ένωση Δ) μπορεί να προκύψει με βάση το διάγραμμα αντιδράσεων που ακολουθεί.



Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ;
δ) Στα μιτοχόνδρια το κιτρικό οξύ αφυδατώνεται ενζυματικά παράγοντας το λεγόμενο ακονιτικό οξύ. Ποιος ο συντακτικός τύπος του ακονιτικού οξέος;
ε) Με εστεροποίηση και των τριών −COOH του κιτρικού οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη της μορφής $C_{15}H_{31}OH$ παρουσία οξέος προκύπτει τριεστέρας (Υ) που έχει χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο λιπών και ελαίων. Ποιος ο μοριακός τύπος του τριεστέρα (Υ);

Ε8.91. 3,36 L (μετρημένα σε STP) αερίου μίγματος δύο αλκινίων του τύπου $C_vH_{2v+1}C{\equiv}CH$ ($v \geq 0$), με διαφορετικό αριθμό ατόμων C, αντιδρούν πλήρως με μεταλλικό Na και προκύπτουν 2,24 L αερίου (σε STP). Ίδια ποσότητα του αρχικού μίγματος των δύο αλκινίων απορροφάται πλήρως από διάλυμα Br_2 σε CCl_4 περιεκτικότητας 10% w/v, οπότε η μάζα του διαλύματος αυξάνεται κατά 5,3 g.
α) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των δύο αλκινίων;
β) Ποιος ο μέγιστος όγκος του διαλύματος Br_2 που μπορεί να αποχρωματιστεί με τη διοχέτευση σε αυτό της ίδιας ποσότητας του μίγματος των δύο αλκινίων;

Ε8.92. Η βανιλίνη είναι οργανική ένωση γνωστή στη ζαχαροπλαστική και στη φαρμακολογία. Παραλαμβάνεται από το φυτό βανίλια αλλά σήμερα παρασκευάζεται κυρίως συνθετικά. Το τελευταίο στάδιο παρασκευής της βανιλίνης είναι το εξής:

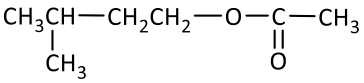


α) Να σημειώσετε τη γενική κατηγορία στην οποία ανήκει η παραπάνω οργανική αντίδραση και να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των προϊόντων Α (βανιλίνη) και Β.
β) Η βανιλίνη παρουσιάζει όξινη συμπεριφορά στα υδατικά της διαλύματα με pK_a = 7,8.
i. Να σημειώσετε τον συντακτικό τύπο της συζυγούς βάσης της βανιλίνης.
ii. Να υπολογίσετε το pH ενός υδατικού διαλύματος βανιλίνης συγκέντρωσης 0,01 M. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.
γ) Με ποια χημική δοκιμασία μπορεί να προσδιοριστεί η παρουσία της −CH=O στο μόριο της βανιλίνης; Να σημειώσετε το οπτικό αποτέλεσμα της αντίδρασης και να γράψετε τη σχετική χημική αντίδραση συμβολίζοντας τη βανιλίνη με τον τύπο ACH=O.

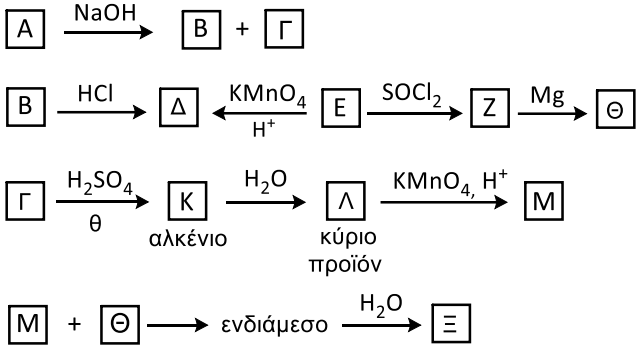
Ε8.93. Να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε με βάση τις παρακάτω πληροφορίες:
Η Α είναι άκυκλη κορεσμένη ένωση με τύπο $C_8H_{16}O_2$.
$C_8H_{16}O_2 + H_2O \rightarrow B + \Gamma$
$\Gamma + NaHCO_3 \rightarrow \Delta + CO_2 + \ldots$
$M_r(B) = M_r(\Gamma) + 14$
$B + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow$ Ε(καρβονυλική ένωση) $+ \ldots$
Η ένωση Ε δεν αντιδρά με αντιδραστήριο Fehling.
Η ένωση Β δεν αντιδρά με διάλυμα I_2 και NaOH.
[Π.Μ.Δ.Χ.]

Ε8.94. Για την πλήρη αντίδραση 6,5 g ενός αλκινίου (Α) απαιτούνται ακριβώς 11,2 L αερίου HCl (σε STP).
α) Να προσδιορίσετε το συντακτικό τύπο του αλκινίου Α.
β) Ποσότητα x mol του αλκινίου Α μετατρέπεται με H_2/Ni στο αλκένιο Β το οποίο στη συνέχεια με προσθήκη HCl δίνει την ένωση Γ. Με επίδραση διαλύματος KCN στην ένωση Γ προκύπτει η οργανική ένωση Δ. Με όξινη υδρόλυση (με περίσσεια νερού) της Δ προκύπτει τελικά η οργανική ένωση Ε. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Β, Γ, Δ και Ε. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των παραπάνω αντιδράσεων.
γ) Η ένωση Ε είναι κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό οξύ που αντιδρά πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα NaOH και μετατρέπεται στο αντίστοιχο άλας. Το άλας διαλύεται σε νερό παράγοντας 200 mL διαλύματος με pH = 9. Να βρεθεί η ποσότητα x των mol του αλκινίου Α.
Δίνονται: $K_a(E) = 5 \cdot 10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$, $\theta = 25\,^oC$. Όλες οι παραπάνω αντιδράσεις πρακτικά θεωρούνται μονόδρομες και ποσοτικές. Οι γνωστές προσεγγίσεις επιτρέπονται από τα δεδομένα του προβλήματος. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.95. Η επικοινωνία μεταξύ των εντόμων γίνεται βασικά με την εκπομπή χημικών ουσιών στην ατμόσφαιρα που αποκαλούνται φερομόνες. Μερικές από αυτές φανερώνουν την ύπαρξη κινδύνου σε άλλα έντομα (φερομόνες κινδύνου). Το μόριο Α που ακολουθεί λειτουργεί ως φερομόνη κινδύνου της κοινής μέλισσας και οδηγεί τα έντομα σε επιθετική συμπεριφορά:

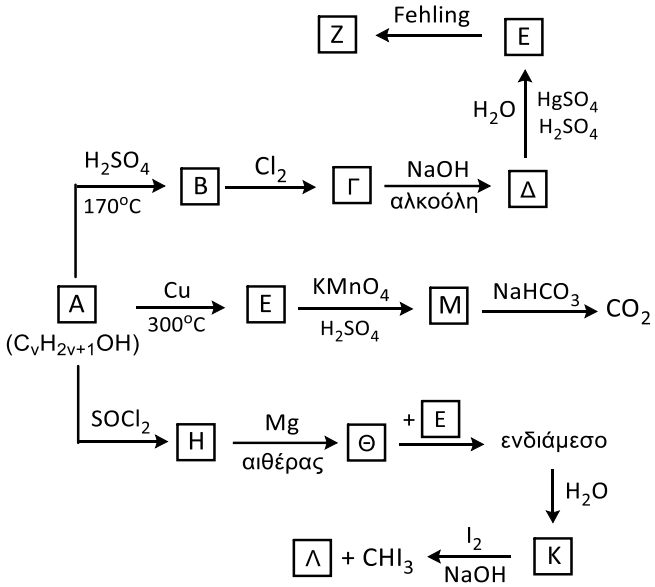


α) i. Σε ποια ομόλογη σειρά οργανικών ενώσεων ανήκει η ένωση Α;
ii. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους του καρβοξυλικού οξέος και της αλκοόλης που οδηγούν στη σύνθεση της ένωσης Α καθώς και τη σχετική χημική εξίσωση.
β) 0,5 mol του καρβοξυλικού οξέος και 0,5 mol της αλκοόλης αντιδρούν σχηματίζοντας την ένωση Α. Μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα, για τον προσδιορισμό του οξέος που δεν έχει αντιδράσει, εκτελούμε την εξής διαδικασία: Στη φιάλη της αντίδρασης προστίθεται ποσότητα νερού μέχρι τελικού όγκου 100 mL. 5 mL από το διάλυμα αυτό ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 1 M και μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτούνται 10 mL. Ποια η απόδοση της αντίδρασης σχηματισμού της Α;
γ) Η παραπάνω ένωση Α συμμετέχει στο διάγραμμα αντιδράσεων που ακολουθεί:



Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων: Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ, Μ και Ξ.
δ) Να θεωρήσετε 4,4 g της ένωσης Λ και να υπολογίσετε:
i. Τη μάζα του ιζήματος που προκύπτει με I_2/NaOH.
ii. Το μέγιστο όγκο διαλύματος $KMnO_4$ 0,1 M οξινισμένου με H_2SO_4 που αποχρωματίζεται από την ποσότητα της Λ.

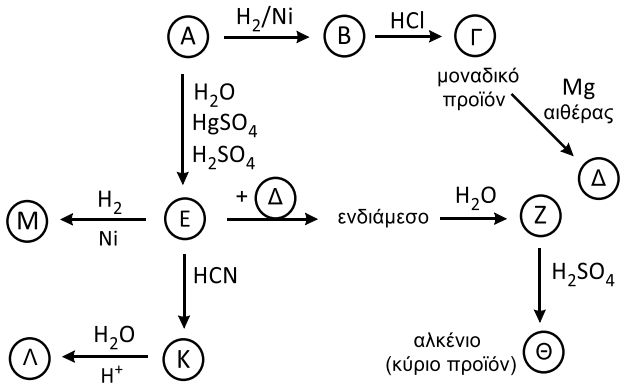
Ε8.96. Δίνεται το διάγραμμα των οργανικών αντιδράσεων που ακολουθεί.



α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η, Θ, Κ, Λ και Μ.
β) Να γράψετε τις πλήρεις χημικές εξισώσεις για τις μετατροπές: i. της Γ στην Δ, ii. της Ε στην Μ, iii. της Κ στην Λ (στάδια και συνολική εξίσωση).
γ) Να δώσετε τρεις τρόπους διάκρισης της ένωσης Κ από ισομερή της ένωση του τύπου $CH_3CH_2OCH_2CH_3$.
δ) Ισομοριακό μίγμα μάζας 10,2 g αποτελείται από την ένωση Ε και μία άλλη καρβονυλική ένωση (Χ) του τύπου C_3H_6O. Το μίγμα παράγει 78,8 g ιζήματος με πλήρη αντίδραση με I_2/NaOH. Ίση ποσότητα από το παραπάνω μίγμα αντιδρά πλήρως με το αντιδραστήριο Fehling. Ποια ποσότητα ιζήματος (σε mol) θα σχηματιστεί από την αντίδραση αυτή;

Ε8.97. Αέριος υδρογονάνθρακας Υ με γενικό τύπο C_vH_{2v-2} αντιδρά με Na και παράγεται αέριο. Ποσότητα 12 g του υδρογονάνθρακα Υ αναμιγνύεται με 11,2 L H_2 σε (STP), παρουσία Ni σε κλειστό δοχείο αντίδρασης (αυτόκλειστο) και θερμαίνεται. Μετά το τέλος της αντίδρασης προκύπτει αέριο μίγμα δύο υδρογονανθράκων, το οποίο δεν μπορεί να αντιδράσει με αμμωνιακό διάλυμα CuCl. Η μισή ποσότητα του μίγματος των δύο υδρογονανθράκων μπορεί να αποχρωματίσει 250 mL διαλύματος Br_2 0,2 M (σε διαλύτη CCl_4).
Να προσδιορισθούν:
α) Ο συντακτικός τύπος του υδρογονάνθρακα Υ.
β) Η ποιοτική και ποσοτική (σε mol) σύσταση του αερίου μίγματος που προκύπτει από την αντίδραση υδρογόνωσης.
γ) Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

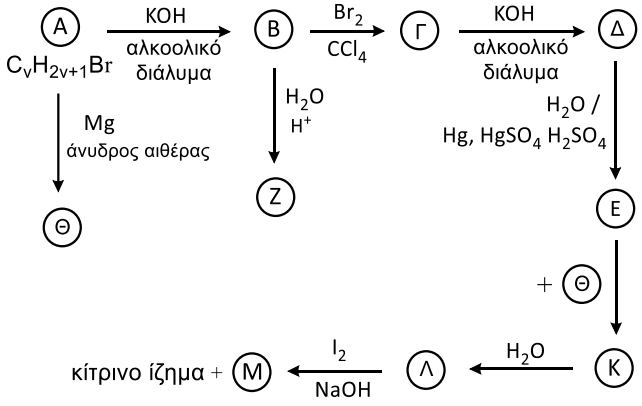
Ε8.98. 5,4 g αλκινίου (Α) αντιδρούν πλήρως με διάλυμα Br_2 σε CCl_4 8% w/v και προκύπτει οργανικό προϊόν με $M_r = 374$.
α) i. Ποιος ο μοριακός τύπος του αλκινίου (Α); ii. Ποιος ο μέγιστος όγκος του διαλύματος Br_2 που αποχρωματίζεται από την παραπάνω ποσότητα του αλκινίου (Α);
β) Το αλκίνιο (Α) συμμετέχει στο διάγραμμα των οργανικών αντιδράσεων που ακολουθεί:



Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους του αλκινίου (Α) καθώς και των υπολοίπων οργανικών ενώσεων του διαγράμματος Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ και Μ.
γ) Να γράψετε την πλήρη χημική εξίσωση μιας αντίδρασης διάκρισης της ένωσης Ε από τη Μ.

Ε8.99. Διάλυμα (Δ) έχει όγκο 250 mL περιέχει ποσότητες $(COOH)_2$ και $(COONa)_2$ ως διαλυμένες ουσίες. Με το διάλυμα (Δ) διεξάγουμε δύο ογκομετρήσεις. Στην 1η ογκομέτρηση, σε μία κωνική φιάλη εισάγουμε 25 mL από το διάλυμα (Δ) καθώς και περίσσεια H_2SO_4 και το μίγμα θερμαίνεται στους 60°C. Το διάλυμα που προκύπτει ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα $KMnO_4$ συγκέντρωσης 0,02 M και η πλήρης αντίδραση επέρχεται με την προσθήκη 25 mL από το πρότυπο διάλυμα. Στη δεύτερη ογκομέτρηση 25 mL από το (Δ) ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 0,1 M παρουσία φαινολοφθαλεΐνης οπότε η πλήρης αντίδραση επέρχεται με την προσθήκη 11 mL του πρότυπου διαλύματος.
α) Να γράψετε τις αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στις δύο ογκομετρήσεις.
β) Να υπολογίσετε την ποσότητα σε mol του οξαλικού οξέος και του οξαλικού νατρίου στο διάλυμα Δ.

Ε8.100. Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα οργανικών αντιδράσεων:



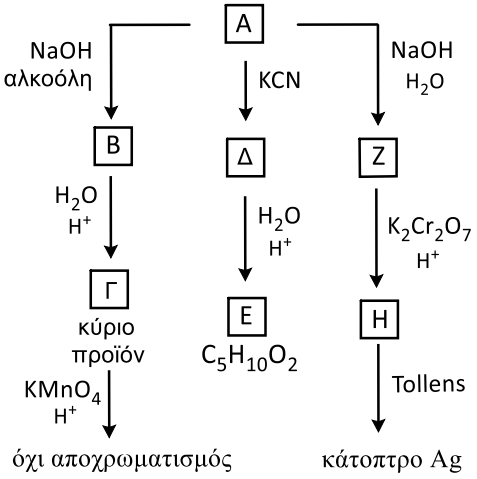
α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ, Μ.
β) Να αναφέρετε το είδος των υβριδικών τροχιακών όλων των ατόμων άνθρακα στις οργανικές ενώσεις Δ και Ε, καθώς και τον αριθμό των σ και π δεσμών σε καθεμία από τις ενώσεις αυτές. [ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2024]

Ε8.101. Σε βιομηχανική κλίμακα το οξικό οξύ μπορεί να παρασκευαστεί από το βουτάνιο (C_4H_{10}) με επίδραση O_2 σε κατάλληλες συνθήκες και παρουσία Co ως καταλύτη, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$C_4H_{10} + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$$

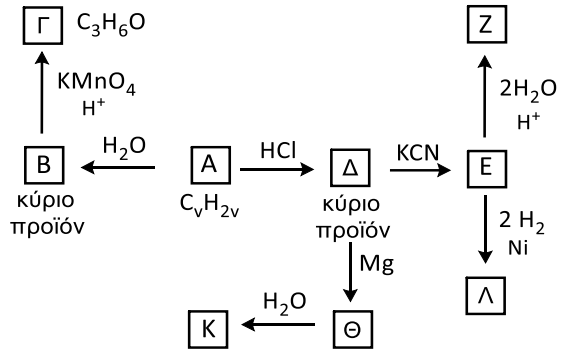
α) Να σημειώσετε τους αριθμούς οξείδωσης των ατόμων άνθρακα και στις δύο οργανικές ενώσεις της παραπάνω αντίδρασης και να την ισοσταθμίσετε χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους ακέραιους συντελεστές.
β) Στις συνθήκες της παραπάνω αντίδρασης προκύπτουν ως παραπροϊόντα και άλλες οργανικές ενώσεις, μερικές από τις οποίες είναι οι εξής:
$CH_3CH_2COCH_3$ (βουτανόνη),
$CH_3COOCH_2CH_3$ (αιθανικός αιθυλεστέρας),
HCOOH (μεθανικό οξύ) και
CH_3CH_2COOH (προπανικό οξύ),
Τα παραπροϊόντα αυτά στη συνέχεια θα πρέπει να διαχωριστούν από το CH_3COOH.
i. Με ποια αντίδραση μπορούμε να διακρίνουμε το HCOOH στο μίγμα των παραπάνω παραπροϊόντων; Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης στην οποία βασίστηκε η διάκριση και να σημειώσετε την οπτική παρατήρηση (ίζημα, αέριο ή αποχρωματισμός).
ii. Με ποια αντίδραση μπορούμε να διακρίνουμε την ένωση $CH_3CH_2COCH_3$ στο μίγμα των παραπάνω παραπροϊόντων; Να γράψετε τη πλήρη εξίσωση της αντίδρασης στην οποία βασίστηκε η διάκριση και να τονίσετε το παρατηρούμενο οπτικό αποτέλεσμα.

Ε8.102. Το αλκυλοχλωρίδιο Α συμμετέχει στο διάγραμμα αντιδράσεων που ακολουθεί:



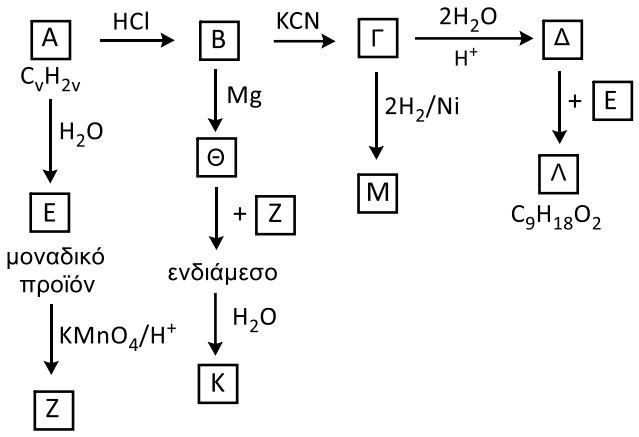
α) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ και Η;
β) 3,06 g ενός εστέρα (Θ) του τύπου $C_5H_{10}O_2$ κατεργάζεται με ισομοριακή ποσότητα νερού παράγοντας δύο οργανικά προϊόντα Κ και Λ με την ίδια σχετική μοριακή μάζα. Όλη η παραγόμενη ποσότητα της Λ αντιδρά πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα I_2/NaOH παράγοντας 3,94 g κίτρινου ιζήματος. i. Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των Θ, Κ και Λ; ii. Ποια η απόδοση της υδρόλυσης του εστέρα;

Ε8.103. Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα χημικών μετατροπών:



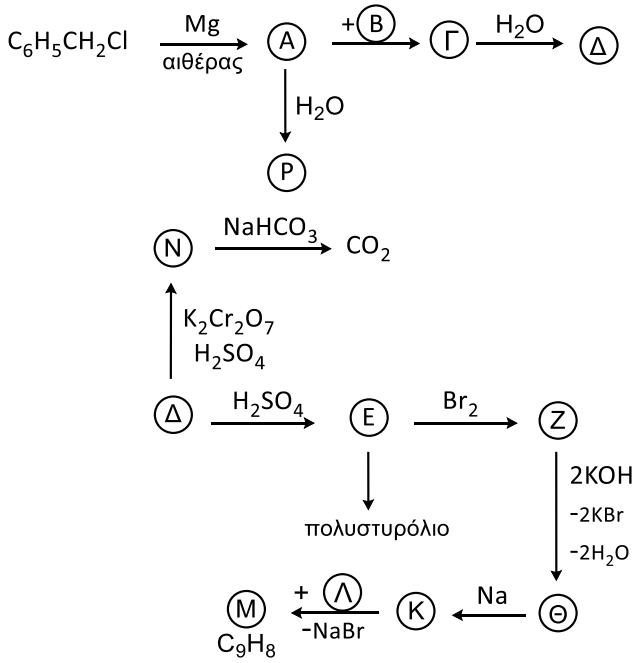
α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ και Λ.
β) Ποιες από τις οργανικές ενώσεις Β, Λ, Ζ έχουν κατά Brönsted - Lowry, ιδιότητες οξέων και ποιες έχουν ιδιότητες βάσεων; [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]
γ) 0,22 mol του παραπάνω αλκενίου Α υφίσταται πλήρη προσθήκη H_2O και προκύπτει μίγμα δύο προϊόντων Β (κύριο προϊόν) και Μ. Βρέθηκε ότι το μίγμα αποχρωματίζει ακριβώς 480 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,2 Μ οξινισμένου με H_2SO_4. Να προσδιοριστούν τα mol των δύο προϊόντων Β και Μ και να δικαιολογηθεί η σχετική τους αναλογία με βάση γνωστό κανόνα.

Ε8.104. Δίνεται το διάγραμμα οργανικών αντιδράσεων:



α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ και Μ.
β) Ισομοριακό μίγμα συνολικής μάζας 47,2 g αποτελείται από την παραπάνω ένωση Ε, μία άλλη ένωση Ν που είναι ισομερής με την Ε και μία τρίτη ένωση Ξ με μοριακό τύπο $C_5H_{12}O$. Το μίγμα αυτό χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το πρώτο μέρος κατεργάζεται με την απαιτούμενη ποσότητα μεταλλικού Na και προκύπτουν 3,36 L αερίου H_2 (μετρημένα σε STP). Το δεύτερο μέρος αποχρωματίζει το πολύ 40 mL διαλύματος $KMnO_4$ 1 Μ οξινισμένου με H_2SO_4. Να προσδιορίσετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Ν και Ξ.

Ε8.105. Στο διάγραμμα των οργανικών αντιδράσεων που ακολουθεί όλες οι οργανικές ενώσεις, εκτός από τη Β, περιέχουν τη ρίζα φαινύλιο (C_6H_5–).



Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ, Μ, Ν και Ρ.

Ε8.106. Το βινυλοχλωρίδιο, CH_2=CHCl, είναι αέριο πολύ τοξικό, εύφλεκτο και καρκινογόνο.
α) Να σημειώσετε τον τύπο του υβριδισμού των δύο ατόμων C στην παραπάνω ένωση καθώς και το είδος της επικάλυψης που εξηγεί το δεσμό C − Cl. Για το Cl: $Z = 17$.
β) Το CH_2=CHCl παρασκευάστηκε για πρώτη φορά από το 1,2-διχλωροαιθάνιο με αντίδραση απόσπασης. Να γράψετε μία χημική εξίσωση απόσπασης με την οποία να προκύπτει το βινυλοχλωρίδιο από το 1,2-διχλωροαιθάνιο σημειώνοντας και έναν κατάλληλη διαλύτη.
γ) Το CH_2=CHCl μπορεί επίσης να συντεθεί από την αντίδραση του ακετυλενίου, CH≡CH, σε κατάλληλες συνθήκες σύμφωνα με την αντίδραση (1) που ακολουθεί:

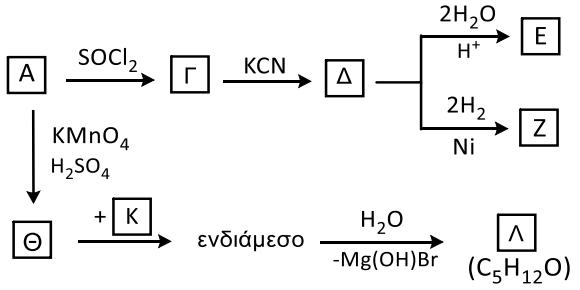
$$CH{\equiv}CH(g) + HCl(g) \rightleftharpoons CH_2{=}CHCl(g) \quad (1)$$

Παράλληλα συμβαίνει και η παρακάτω ανεπιθύμητη αντίδραση (2):

$$CH_2{=}CHCl(g) + HCl(g) \rightleftharpoons CH_3CHCl_2(g) \quad (2)$$

Σε δοχείο όγκου V εισάγονται 1 mol CH≡CH και 1 mol HCl οπότε μετά την αποκατάσταση των δύο παραπάνω ισορροπιών στο δοχείο προσδιορίστηκαν 0,05 mol CH≡CH και 0,03 mol CH_3CHCl_2.
i. Να προσδιοριστεί η ποσότητα (σε mol) του HCl στο μίγμα της ισορροπίας καθώς και το ποσοστό μετατροπής του CH≡CH σε βινυλοχλωρίδιο.
ii. Να συγκρίνετε τις τιμές των σταθερών ισορροπίας των αντιδράσεων (1) και (2).
δ) Το βινυλοχλωρίδιο πολυμερίζεται προς πολυμερές με την κωδική ονομασία PVC. Να γράψετε την εξίσωση πολυμερισμού.

Ε8.107. 4,62 g προπενίου ($CH_3CH{=}CH_2$) υφίστανται πλήρη προσθήκη H_2O σε κατάλληλες συνθήκες και προκύπτουν δύο προϊόντα, το Α (σε μεγαλύτερη αναλογία) και το Β.
α) i. Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των Α και Β; Να εξηγήσετε την απάντησή σας.
ii. Το προπένιο πολυμερίζεται υπό κατάλληλες συνθήκες προς πολυπροπυλένιο (PP). Να γραφεί η χημική εξίσωση του πολυμερισμού.
β) Η ένωση Α συμμετέχει στο διάγραμμα αντιδράσεων που ακολουθεί:



i. Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ και Λ;
ii. Πώς από την ένωση Θ μπορούμε να παρασκευάσουμε την αντίστοιχη κυανυδρίνη; Ποιο το προϊόν της επίδρασης H_2O/H^+ στην κυανυδρίνη αυτή;
γ) Όλη η ποσότητα του μίγματος των δύο ενώσεων Α και Β που παράχθηκε από την προσθήκη H_2O σε 4,62 g προπενίου αποχρωματίζει το πολύ 240 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,2 M οξινισμένου με H_2SO_4.
i. Να γράψετε τις εξισώσεις οξείδωσης των Α και Β από το $KMnO_4/H_2SO_4$.
ii. Να υπολογίσετε το ποσοστό μετατροπής του προπενίου στα προϊόντα Α και Β.

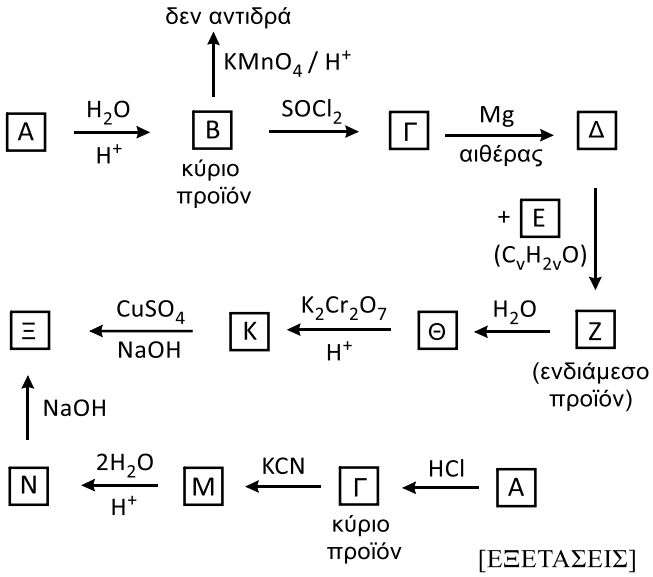
Ε8.108. Κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη (Π), μάζας 12 g, αντιδρά πλήρως με 80 mL διαλύματος $KMnO_4$ 2 M, παρουσία H_2SO_4, και παράγεται οργανική ένωση (Σ). Όλη η ποσότητα της (Σ) αντιδρά με περίσσεια Na_2CO_3 και εκλύεται αέριο (Τ). Η ένωση (Φ), που είναι ισομερής με την (Π), αντιδρά πλήρως με διάλυμα I_2/NaOH και παράγονται 39,4 g κίτρινου στερεού.
α) Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Π, Σ, Φ και ο μοριακός τύπος του Τ.
β) Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται.
γ) Να υπολογιστεί ο όγκος σε L του αερίου (Τ) που εκλύεται σε STP και η μάζα σε g της ένωσης (Φ) που αντέδρασε.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.109. Ομογενές μίγμα μεθανόλης και κορεσμένης ένωσης με μοριακό τύπο C_3H_6O χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το 1ο μέρος αντιδρά πλήρως με $SOCl_2$ και παράγονται 2,24 L ανόργανων αερίων μετρημένα σε STP. Το 2ο μέρος αντιδρά πλήρως με 550 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,2 M, παρουσία H_2SO_4. Να προσδιοριστούν:
α) Ο συντακτικός τύπος της C_3H_6O.
β) Η σύσταση του αρχικού μίγματος σε mol.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.110. Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Μ, Ν, Ξ του παρακάτω διαγράμματος. Δίνεται ότι η ένωση Α είναι αλκένιο που έχει 11 σ δεσμούς και έναν π στο μόριό του.



[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.111. Η παραγωγή πρωτογενούς χαλκού αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές βιομηχανικές διεργασίες στον τομέα της μεταλλουργίας. Η μεγαλύτερη ποσότητα χαλκού παράγεται σήμερα με υπαίθρια εξόρυξη μεταλλεύματος που περιέχει μικρά ποσοστά χαλκού υπό μορφή σουλφιδίων του χαλκού. Η κατεργασία αρκετών σταδίων καταλήγει στην παραγωγή Cu_2S (χαλκόλιθος), ο οποίος μετατρέπεται σε πρωτογενή χαλκό μετά από διαβίβαση ρεύματος αέρα, σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση:

$$Cu_2S(s) + O_2(g) \rightarrow 2Cu(s) + SO_2(g)$$

190,5 kg παραγόμενου χαλκού αντιδρούν με διάλυμα θειικού λευκοχρύσου (ΙΙ) προς σχηματισμό διαλύματος θειικού χαλκού (ΙΙ) και μεταλλικού λευκοχρύσου.

α) Να γραφεί η χημική εξίσωση της αντίδρασης και να υποδείξετε το οξειδωτικό και αναγωγικό σώμα.

Τα προϊόντα διαχωρίζονται και εισάγονται σε δύο δοχεία Α και Β. Στο δοχείο Α εισάγεται όλη η ποσότητα του θειικού χαλκού και στο δοχείο Β εισάγεται μέρος της ποσότητας του λευκοχρύσου. Το δοχείο Α περιέχει διάλυμα NaOH με τρυγικό καλιονάτριο και 69,6 kg άγνωστης ένωσης μοριακού τύπου $C_vH_{2v}O$. Παρατηρείται καταβύθιση 1200 mol καστανέρυθρου ιζήματος.

β) Να βρείτε το συντακτικό τύπο της άγνωστης ένωσης στο δοχείο Α.

Το δοχείο Β περιέχει 80 g υδρογονάνθρακα με έναν πολλαπλό δεσμό και διαβιβάζεται περίσσεια αερίου H_2. Τελικά απορροφώνται 89,6 L H_2 σε STP.

γ) Να βρείτε το συντακτικό τύπο του υδρογονάνθρακα.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.112. Το β-καροτένιο ανήκει στα καροτένια, ακόρεστοι υδρογονανθράκες του γενικού τύπου $C_{40}H_x$, που δίνουν το πορτοκαλί χρώμα στα καρότα και διαθέτουν πολλούς διπλούς δεσμούς C=C εναλλάξ με απλούς. Για να προσδιορίσουμε τη σχετική μοριακή μάζα του β-καροτένιου ακολουθούμε την μέθοδο που ακολουθεί (ωσμωμετρία): 53,6 mg β-καροτένιου διαλύονται σε $CHCl_3$ σχηματίζοντας διάλυμα όγκου 246 mL με ωσμωτική πίεση $\Pi = 10^{-2}$ atm στους 27 °C.

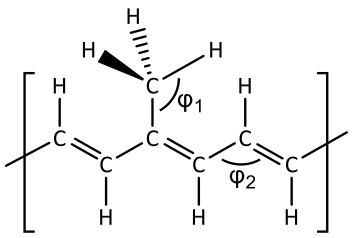
α) Να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα του β-καροτένιου. Δίνεται: $R = 0{,}082$ L·atm/(mol·K).

β) Με πλήρη υδρογόνωση όλων των διπλών δεσμών C=C του β-καροτενίου προκύπτει κορεσμένος υδρογονάνθρακας (Α) με τύπο $C_{40}H_{78}$.

i. Να προσδιορίσετε τον αριθμό των διπλών δεσμών στο μόριο του β-καροτένιου.

ii. Να εξηγήσετε γιατί ο μοριακός τύπος του υδρογονάνθρακα (Α) δεν υπακούει στο γενικό τύπο C_vH_{2v+2}.

γ) Στο σχήμα που ακολουθεί εμφανίζεται ένα τμήμα της δομής του β-καροτένιου.



i. Ποιες είναι κατά προσέγγιση οι γωνίες φ_1 και φ_2;

1. 109° και 120°, αντίστοιχα
2. 120° και 109°, αντίστοιχα
3. Και οι δύο είναι περίπου 120°
4. Και οι δύο είναι περίπου 109°

ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με βάση τη θεωρία του υβριδισμού.

Ε8.113. Σε πέντε φιάλες περιέχονται 5 άκυκλες οργανικές ενώσεις Α, Β, Γ, Δ, Ε, από τις οποίες δύο είναι κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα, δύο είναι κορεσμένες μονοσθενείς αλδεΰδες και μία είναι κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη. Για τις ενώσεις αυτές δίνονται οι εξής πληροφορίες:

Ι. Η ένωση Α διασπά το ανθρακικό νάτριο και επίσης αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$.

ΙΙ. Η ένωση Β ανάγει το αντιδραστήριο Fehling και δίνει προϊόν, το οποίο αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$.

ΙΙΙ. Η ένωση Γ αντιδρά με I_2/NaOH και δίνει ίζημα, ενώ όταν οξειδωθεί πλήρως με διάλυμα $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ δίνει την ένωση Δ.

IV. Η ένωση Ε ανάγει το αντιδραστήριο Tollens, ενώ, όταν αντιδρά με I_2/NaOH, δίνει ίζημα.

α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε.

β) Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των παρακάτω αντιδράσεων.

i. Της Β με το αντιδραστήριο Fehling.

ii. Της Γ με I_2/NaOH.

iii. Της Ε με το αντιδραστήριο Tollens.

iv. Της Γ με $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ προς ένωση Δ. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.114. Αλκένιο Α κατεργάζεται με HCl και προκύπτει ένωση Β η οποία με επίδραση Mg σε απόλυτο αιθέρα μετατρέπεται στο αντίστοιχο αντιδραστήριο Grignard (Γ). Άλλη ποσότητα του αλκενίου (Α) υφίσταται προσθήκη H_2O παρουσία οξέος και προκύπτει αλκοόλη Δ ως μοναδικό προϊόν. Η Δ οξειδώνεται με επίδραση $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ και το οργανικό προϊόν της οξείδωσης (Ε) αντιδρά με το αντιδραστήριο Grignard Γ, οπότε μετά από υδρόλυση του σχηματιζόμενου ενδιαμέσου προκύπτει η οργανική ένωση Ζ. Επίσης, η ένωση Δ οξειδώνεται προς ένωση Θ με την επίδραση $KMnO_4/H_2SO_4$ η οποία με την επίδραση της Ζ οδηγεί στον εστέρα Κ.

α) Να προσδιορίσετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ και Κ.

β) Ποσότητα εστέρα (Χ) του τύπου $C_7H_{14}O_2$ μάζας 39 g υδρολύεται σε κατάλληλες συνθήκες με ισομοριακή ποσότητα νερού σε κατάλληλο διαλύτη και στην κατάλληλη θερμοκρασία. Μετά την αποκατάσταση χημικής ισορροπίας, στο μίγμα προσδιορίστηκαν ίσες μάζες ενός καρβοξυλικού οξέος (Μ) και μίας αλκοόλης (Ν) καθώς επίσης και 26 g του εστέρα (Χ) που δεν υδρολύθηκαν. Αν είναι επίσης γνωστό ότι η αλκοόλη (Ν) με την επίδραση I_2/NaOH δίνει κίτρινο ίζημα, να προσδιοριστούν:

i. Η απόδοση της υδρόλυσης καθώς και η τιμή της σταθεράς (K_c) της ισορροπίας στη θερμοκρασία του πειράματος.

ii. Οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Χ, Μ και Ν.

Ε8.115. Ομογενές μίγμα που αποτελείται από CH_3CHO και CH_3CH_2OH χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Στο 1ο μέρος προστίθεται περίσσεια αντιδραστήριου Fehling και προκύπτουν 14,3 g καστανέρυθρου ιζήματος. Το 2ο μέρος οξειδώνεται πλήρως με διάλυμα $KMnO_4$ 0,2 M, παρουσία H_2SO_4, και παράγεται μια μόνο οργανική ένωση μάζας 18 g. Να υπολογίσετε την ποσότητα σε mol κάθε συστατικού στο αρχικό μίγμα και τον όγκο του διαλύματος $KMnO_4$ που απαιτήθηκε για την οξείδωση. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

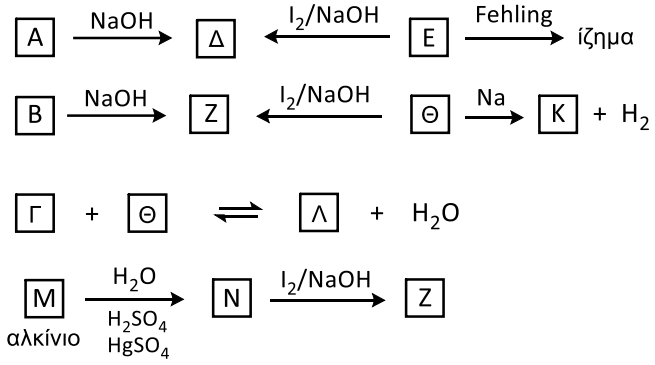
Ε8.116. Σε 5,28 g εστέρα του τύπου RCOOR΄ (R: αλκύλιο ή υδρογόνο, R΄: αλκύλιο) προστίθενται 40 mL διαλύματος KOH 2 M (περίσσεια). Το διάλυμα θερμαίνεται για αρκετή ώρα μέχρι την ολοκλήρωση της αντίδρασης και στη συνέχεια ψύχεται στη συνήθη θερμοκρασία. Για την εξουδετέρωση της περίσσειας του KOH απαιτήθηκαν 40 mL διαλύματος HCl 0,5 M.

α) Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα του εστέρα.

β) Να γράψετε όλους τους δυνατούς συντακτικούς τύπους του εστέρα.

γ) Αν ξέρουμε επιπλέον ότι ένα από τα προϊόντα της σαπωνοποίησης δίνει κίτρινο ίζημα με I_2/NaOH, ποιοι οι δυνατοί τύποι του εστέρα; Πώς μπορούμε να διακρίνουμε τα ισομερή αυτά μεταξύ τους; Δεν απαιτείται η αναγραφή χημικών εξισώσεων στην περίπτωση αυτή, μόνο να τονίσετε τα οπτικά αποτελέσματα της διάκρισης.

Ε8.117. Στο διάγραμμα των οργανικών αντιδράσεων που ακολουθεί οι ενώσεις Α, Β και Γ είναι κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα με ν, ν+1 και ν+2 άτομα C, αντίστοιχα, στο μόριό τους.



α) i. Με βάση την πρώτη γραμμή του διαγράμματος να εξηγήσετε γιατί η ένωση Α είναι το απλούστερο κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό οξύ και να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Δ και Ε. ii. Να γράψετε την εξίσωση της κατεργασίας της Ε με το αντιδραστήριο Fehling.

β) Να προσδιορίσετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Β, Γ, Ζ, Θ, Κ, Λ, Μ και Ν.

γ) Ισομοριακό αέριο μίγμα του παραπάνω αλκινίου Μ και ενός άλλου υδρογονάνθρακα (Χ) έχει συνολική μάζα 6,8 g και καταλαμβάνει όγκο 4,48 L (σε STP). Βρέθηκε ότι το μίγμα αποχρωματίζει το πολύ 300 mL διαλύματος Br_2 σε CCl_4 περιεκτικότητας 16% w/v. Να προσδιορίσετε το συντακτικό τύπο του υδρογονάνθρακα Χ.

Ε8.118. Ποσότητα αλκενίου (Α) μάζας 11,2 g χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το πρώτο μέρος αντιδρά με HI και δίνει ένα και μοναδικό προϊόν (Β), το οποίο στη συνέχεια αντιδρά με μαγνήσιο σε άνυδρο αιθέρα παράγοντας το προϊόν Γ. Το δεύτερο μέρος αντιδρά με H_2O σε όξινο περιβάλλον και δίνει ένα και μοναδικό προϊόν Δ, το οποίο στη συνέχεια οξειδώνεται πλήρως με διάλυμα $KMnO_4$ παρουσία H_2SO_4 και δίνει καρβονυλική ένωση Ε. Η ένωση Γ αντιδρά με την ένωση Ε και το προϊόν υδρολύεται σε όξινο περιβάλλον παράγοντας 13 g ένωσης Ζ.

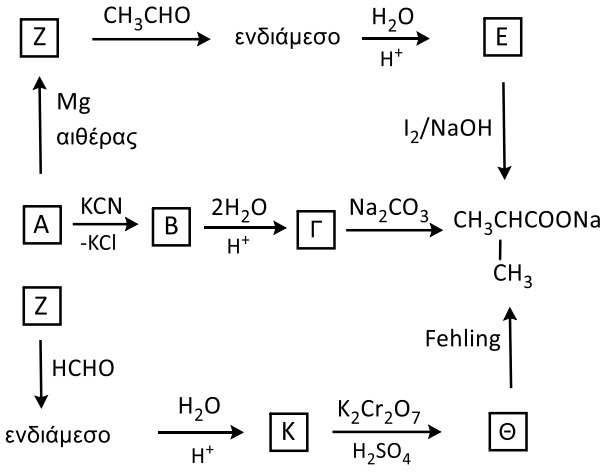
Να προσδιοριστούν:

α) Η αρχική ποσότητα (σε mol) της ένωσης Α.

β) Οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε και Ζ.

Όλες οι αντιδράσεις θεωρηθούν πλήρεις και μονόδρομες. [Π.Μ.Δ.Χ.]

Ε8.119. Δίνεται το διάγραμμα των οργανικών αντιδράσεων που ακολουθεί:



α) Να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Ε, Ζ, Θ και Κ.

β) Να γραφούν οι πλήρεις χημικές εξισώσεις της επίδρασης I_2/NaOH στην ένωση Ε (στάδια και συνολική εξίσωση), της μετατροπής της ένωσης Κ στην ένωση Θ, καθώς και της επίδρασης του αντιδραστηρίου Fehling στην ένωση Θ.

γ) Ισομοριακό μείγμα μάζας 17,6 g αποτελείται από την παραπάνω ένωση Γ και μία άλλη ένωση Δ, ισομερούς της Γ. Όταν το μείγμα αυτό αντιδράσει πλήρως με κατάλληλη ποσότητα Na_2CO_3 παράγονται 2,24 L CO_2(g) μετρημένα σε STP. Να προσδιοριστεί ο συντακτικός τύπος της ένωσης Δ.

Ε8.120. Ισομοριακό μίγμα περιέχει μια αλδεΰδη με μοριακό τύπο C_3H_6O και μια αλκοόλη με μοριακό τύπο $C_4H_{10}O$. Το μίγμα αυτό χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το πρώτο μέρος αντιδρά πλήρως με το αντιδραστήριο Tollens και προκύπτουν 4,32 g αργύρου. Για την πλήρη οξείδωση του δεύτερου μέρους απαιτούνται 80 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,2 M οξινισμένου με H_2SO_4. Να υπολογιστεί η ποσότητα (σε mol) της αλδεΰδης στο αρχικό μίγμα της και να προσδιοριστεί ο συντακτικός τύπος της αλκοόλης.

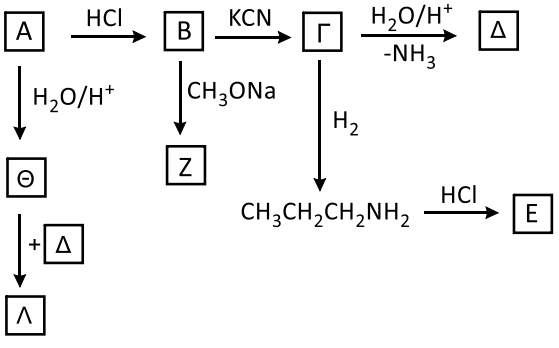
Ε8.121. Το γλυκολικό οξύ έχει τύπο $HOCH_2COOH$ και βρίσκει εφαρμογές στη γεωργία, σε διάφορα δερματολογικά προϊόντα κτλ. Σε βιομηχανική κλίμακα παρασκευάζεται με την αντίδραση Cannizzaro, με επίδραση δηλαδή NaOH στη γλυοξάλη, $(CH=O)_2$ και στη συνέχεια με επίδραση οξέος στο ενδιάμεσα σχηματιζόμενο άλας. Η μετατροπή αυτή περιγράφεται με την αντίδραση:

$$(CH=O)_2 \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ OH^-} HOCH_2COOH$$

α) Να εξηγήσετε αν η παραπάνω μετατροπή της γλυοξάλης σε γλυκολικό οξύ είναι οξειδοαναγωγική ή όχι και να σημειώσετε τους αριθμούς οξείδωσης των ατόμων C.
β) Το γλυκολικό οξύ παρασκευάζεται και από την HCH=O (φορμαλδεΰδη) μέσω σχηματισμού κυανυδρίνης. Επίσης, μπορεί να παρασκευαστεί από το χλωροαιθανικό οξύ με επίδραση NaOH και στη συνέχεια με επίδραση HCl στο ενδιάμεσα σχηματιζόμενο άλας. Να γράψετε τις σχετικές χημικές εξισώσεις.
γ) Η διαλυτότητα του γλυκολικού οξέος στο νερό είναι πολύ μεγάλη. Να εξηγήσετε γιατί.
δ) Το γλυκολικό οξύ λειτουργεί στα υδατικά του διαλύματα ως ασθενές οξύ, ισχυρότερο πάντως από το CH_3COOH. i. Να γράψετε την εξίσωση ιοντισμού του γλυκολικού οξέος στα υδατικά του διαλύματα. ii. Να εξηγήσετε με βάση τη μοριακή του δομή γιατί είναι ισχυρότερο από το αιθανικό οξύ προβλέποντας το είδος του επαγωγικού φαινομένου που θα πρέπει να προκαλεί το −OH.

Ε8.122. Αλκίνιο (Α) αντιδρά με ισομοριακή ποσότητα μεταλλικού Na και η οργανική ένωση που προκύπτει αντιδρά με περίσσεια αλκυλοβρωμιδίου (Β). Προκύπτει έτσι συμμετρικό αλκίνιο (Γ), το οποίο στη συνέχεια με προσθήκη H_2O, παρουσία καταλυτών και μέσω σχηματισμού ενόλης, παράγει την ένωση Δ. Η ένωση αυτή (Δ) υφίσταται προσθήκη H_2, παρουσία Ni, και η ένωση (Ε) που σχηματίζεται κατεργάζεται με μεταλλικό Na οδηγώντας στο αλκοξείδιο (Ζ). Τέλος, στην ένωση (Ζ) επιδρούμε το αλκυλοβρωμίδιο Β, οπότε προκύπτει ένωση (Θ) με τύπο $C_8H_{18}O$. Να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ και Θ.

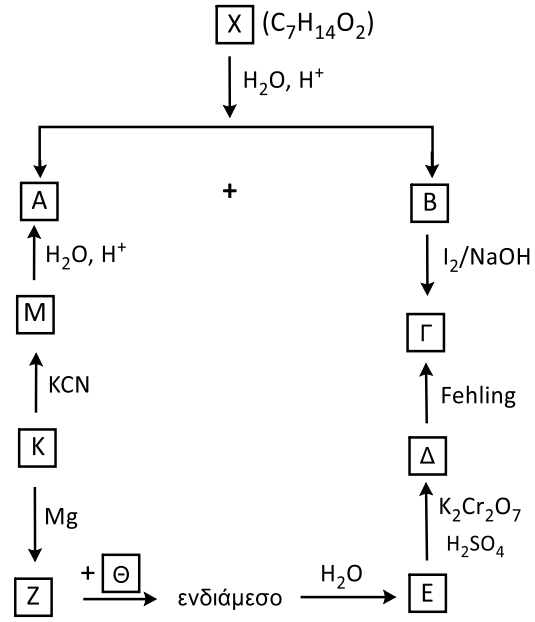
Ε8.123. Δίνεται η σειρά των αντιδράσεων:



α) Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Λ.

β) α mol της ένωσης Ε και β mol $CH_3CH_2CH_2NH_2$ διαλύονται σε νερό και το pH του διαλύματος που προκύπτει είναι 10. Να υπολογίσετε τον λόγο α/β.
$K_b(CH_3CH_2CH_2NH_2) = 10^{-4}$. $K_w = 10^{-14}$. θ = 25 °C. γνωστές προσεγγίσεις.

Ε8.124. Δίνεται το διάγραμμα οργανικών αντιδράσεων που ακολουθεί:



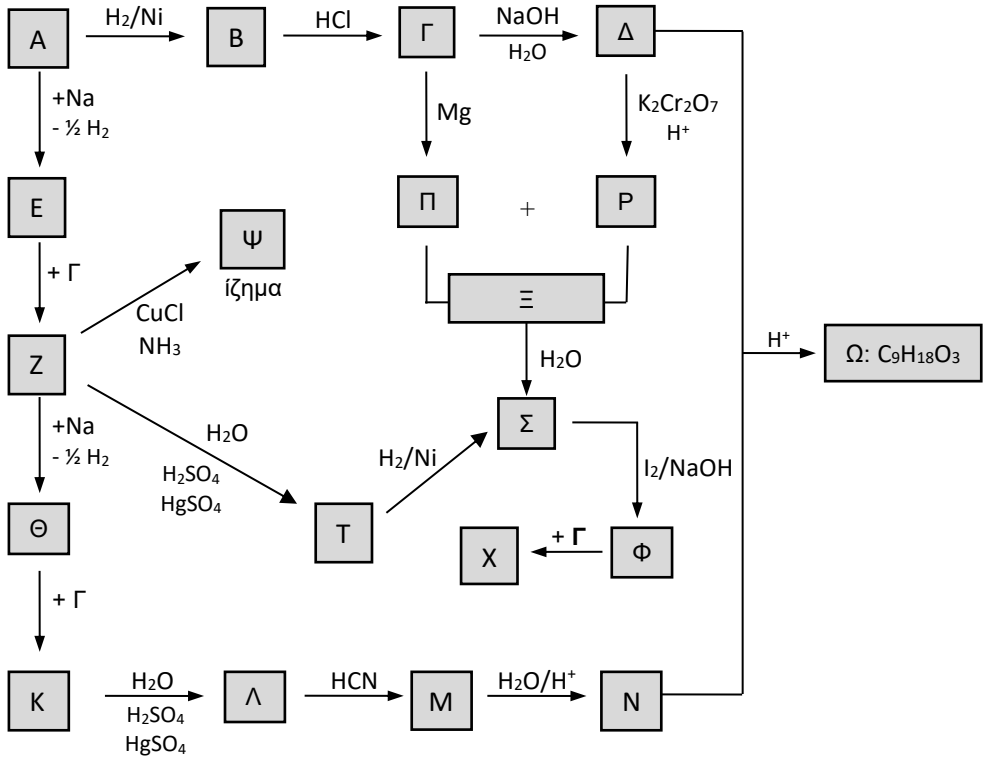
α) Να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ (αλκυλοχλωρίδιο) και Χ.
β) Αν κατά την μετατροπή της ένωσης Χ στις ενώσεις Α και Β παράχθηκαν 7,4 g Α, πόσα g της ένωσης Β παράχθηκαν ταυτόχρονα; Η μετατροπή να θεωρηθεί πλήρης.
γ) Να γράψετε την εξίσωση μιας αντίδρασης διάκρισης των ενώσεων Α και Ε.
δ) Με βάση την εξίσωση της μετατροπής της Δ στην Γ να υπολογίσετε τη μάζα του ιζήματος που προκύπτει από την πλήρη αντίδραση 1,16 g της Δ.

Ε8.125. Σε ογκομετρική φιάλη των 250 mL εισάγονται 15 g μίγματος δύο αλάτων RCOONa και CH_3COONa και προστίθεται νερό μέχρι τη χαραγή (διάλυμα $Δ_1$).



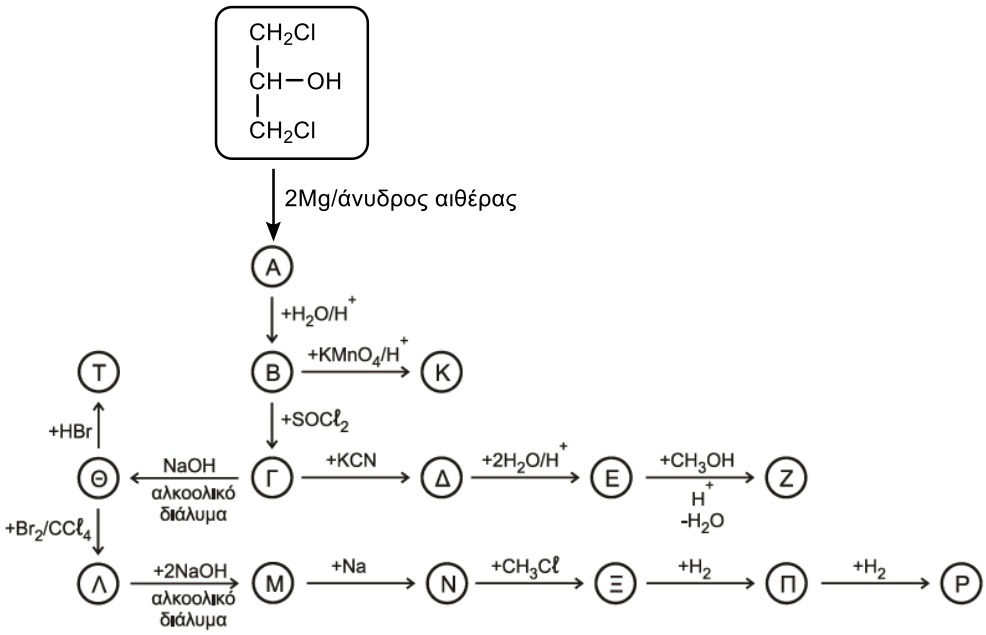
α) 25 mL του διαλύματος $Δ_1$ ογκομετρούνται με πρότυπο διάλυμα $KMnO_4$ 0,5 M οξινισμένου με H_2SO_4 οπότε αποχρωματίζονται 8 mL του πρότυπου διαλύματος. Να προσδιοριστούν οι μάζες των δύο αλάτων στο διάλυμα $Δ_1$.
β) Άλλα 25 mL του $Δ_1$ αραιώνονται με νερό σε τελικό όγκο 100 mL. Στο διάλυμα ($Δ_2$) που προκύπτει να προσδιοριστεί ο λόγος των συγκεντρώσεων [CH_3COOH] / [RCOOH].
γ) Στο διάλυμα $Δ_2$ προστίθεται 0,01 mol HCl χωρίς μεταβολή όγκου. Να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος. Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού (K_a) των οξέων RCOOH και CH_3COOH αντίστοιχα ίσες με 10^{-4} και 10^{-5}. Σε όλες τις περιπτώσεις ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. [Π.Μ.Δ.Χ.]

Ε8.126. **Από το Α έως το Ω!** Δίνεται το διάγραμμα των οργανικών αντιδράσεων που ακολουθεί.



α) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ, Μ, Ν, Ξ, Π, Ρ, Σ, Τ, Φ, Χ, Ψ και Ω;
β) Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των εξής μετατροπών: i. της Δ στη Γ, ii. της Γ στη Β και iii. της Ρ στη Δ.
γ) Πώς μπορεί να γίνει η διάκριση μεταξύ των ενώσεων Δ και Ρ (δύο τρόποι).

Ε8.127. Δίνεται το παρακάτω διάγραμμα αντιδράσεων.



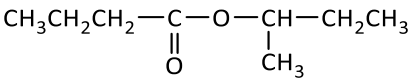
Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ, Μ, Ν, Ξ, Π, Ρ, Τ.

[ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

Ε8.128. Διαθέτουμε τα αντιδραστήρια 1-18 που ακολουθούν:

1. HCl	7. $KMnO_4/H_2SO_4$	13. Cl_2
2. CH_3ONa	8. Na_2CO_3	14. NaOH
3. H_2/Ni	9. $CuCl/NH_3$	15. $CuSO_4/NaOH$
4. $AgNO_3/NH_3$	10. H_2O/H^+	16. HCN
5. Mg/αιθέρας	11. H_2SO_4	17. KCN
6. HCHO	12. I_2/NaOH	18. $SOCl_2$

Θέλουμε να κάνουμε τις εξής μετατροπές Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ και Λ.
Μετατροπή Α: $CH_3CH_2CH_2OH$ σε $CH_3CH_2CH_2Cl$ (σε μία αντίδραση).
Μετατροπή Β: CH_3CH_2CHO σε $CH_3CH_2CH_2OH$ (σε μία αντίδραση).
Μετατροπή Γ: $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ σε $CH_3CH_2CH_2COOH$ (σε μία αντίδραση).
Μετατροπή Δ: $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ σε $CH_3CH_2CH{=}CH_2$ (σε μία αντίδραση).
Μετατροπή Ε: $CH_3CH_2CH_2Cl$ σε $CH_3CH_2CH_2OCH_3$ (σε μία αντίδραση).
Μετατροπή Ζ: $CH_3CH_2\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$ σε CH_3CH_2COONa (σε μία αντίδραση).
Μετατροπή Θ. $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ σε 2-χλωροβουτάνιο (σε δύο αντιδράσεις με ενδιάμεση παρασκευή ενός αλκενίου).
Μετατροπή Κ: $CH_3CH_2CH_2Cl$ σε $CH_3CH_2CH_2COOH$ (σε δύο αντιδράσεις, με ενδιάμεση παρασκευή ενός νιτριλίου).
Μετατροπή Λ: $CH_3CH_2CH_2Cl$ σε $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ (σε περισσότερες αντιδράσεις, με βάση τη χημεία των αντιδραστηρίων Grignard).
α) Σε κάθε μία από τις παραπάνω μετατροπές Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ και Λ σημειώστε απλώς ποια είναι τα απαραίτητα αντιδραστήρια από αυτά που διαθέτουμε (κάποιο-α αντιδραστήριο-α μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περισσότερες από μία μετατροπές). Δεν απαιτείται η αναγραφή χημικών εξισώσεων.
β) Ποια από τις ενώσεις που εμφανίζονται στις παραπάνω μετατροπές θα διαλέγαμε, αν θέλαμε να σχηματίσουμε κάτοπτρο αργύρου; Ποιο από τα αντιδραστήρια 1-18 θα χρειαζόταν; Να γραφεί η πλήρης χημική εξίσωση της αντίδρασης.
γ) Να γράψετε την πλήρη εξίσωση της αντίδρασης για τη μετατροπή Ζ (στάδια και συνολική εξίσωση).
δ) Ποιες από τις ενώσεις που αναφέρθηκαν στις παραπάνω μετατροπές θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ώστε να προκύψει ένωση με τύπο:



Να γράψετε τη σχετική χημική εξίσωση.

Ε8.129. Κατά την καύση 6 g μιας υγρής οργανικής ένωσης Α, που αποτελείται από C, H και O, με σχετική μοριακή μάζα M_r = 60 παράγονται 13,2 g CO_2 και 7,2 g H_2O.
α) Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της Α;
β) Ποιοι είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι της Α, αν είναι γνωστό ότι αυτή αντιδρά με νάτριο παράγοντας αέριο; Ποια είναι η ένωση Α, αν δίνεται ότι αυτή παράγει κίτρινο ίζημα, όταν αντιδρά με ιώδιο παρουσία καυστικού νατρίου (NaOH); Ποιος ο χημικός τύπος του κίτρινου ιζήματος;
γ) Ποιος όγκος διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου 0,2 M, οξινισμένου με H_2SO_4, απαιτείται για την οξείδωση 12 g της Α;
δ) Σε μία φιάλη εισάγουμε 2 mol CH_3COOH. Πόσα mol από την ένωση Α πρέπει να εισάγουμε επίσης στη φιάλη ώστε τα δύο σώματα να αντιδράσουν με απόδοση 80%; Η ισορροπία της εστεροποίησης είναι ομογενής με K_c = 4.

Ε8.130. Δίνονται 10,1 g αλκυλοχλωριδίου Α με Μ.Τ. $C_vH_{2v+1}Cl$ και M_r = 50,5. Το Α αντιδρά μερικώς με NaCN και παράγεται οργανική ένωση Β. Όλη η ποσότητα της Β απομονώνεται κατάλληλα και χωρίζεται σε δύο δείγματα Δ1 και Δ2 που περιέχουν ισομοριακές ποσότητες της ένωσης Β. Το δείγμα Δ1 αντιδρά πλήρως με περίσσεια H_2, οπότε παράγονται 1,8 g οργανικής ένωσης Γ, που στη συνέχεια διαλύονται πλήρως σε νερό και παρασκευάζονται 200 mL υδατικού διαλύματος Υ1 με pH = 11,5. Το δείγμα Δ2 αντιδρά πλήρως με νερό σε όξινο περιβάλλον και παράγεται οργανική ένωση Δ. Όλη η ποσότητα της Δ απομονώνεται κατάλληλα και διαλύεται πλήρως σε νερό, οπότε προκύπτουν 400 mL διαλύματος Υ2.
α) Να προσδιορίσετε τους συντακτικούς τύπους των ενώσεων Α, Β, Γ και Δ, αναγράφοντας τις σχετικές αντιδράσεις.
β) Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού K_b της ένωσης Γ.
γ) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης παρασκευής της ένωσης Β.
δ) Αν η σταθερά K_a της ένωσης Δ είναι 10^{-5}, να υπολογιστεί το pH του υδατικού διαλύματος Υ2.
$K_w = 10^{-14}$. θ = 25 °C. Να θεωρήσετε ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ
E9

20 Συνθετικά Θέματα

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 1

Ποσότητα αέριας αιθυλαμίνης, $CH_3CH_2NH_2(g)$ μάζας m (g) βρίσκεται σε δοχείο (Δ) όγκου V σε σταθερή θερμοκρασία (T_1). Η πίεση στο δοχείο είναι ίση με P. Με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία (1):

$$CH_3CH_2NH_2(g) \rightleftharpoons CH_2{=}CH_2(g) + NH_3(g),\ \Delta H = 54\ kJ \quad (1)$$

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας η πίεση στο δοχείο είναι ίση με $1{,}8 \cdot P$.

Δ1. i. Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης (1).

ii. Να αποδείξετε ότι η σταθερά (K_c) της ισορροπίας (1) δίνεται από τη σχέση: $K_c = 3{,}2 \cdot c_o$, όπου c_o η αρχική συγκέντρωση της $CH_3CH_2NH_2(g)$.

Όλη η ποσότητα του αερίου μίγματος ισορροπίας διοχετεύεται σε νερό οπότε διαλύονται πλήρως οι δύο βάσεις ενώ το $CH_2{=}CH_2$ δεν διαλύεται και απελευθερώνεται στο περιβάλλον. Σχηματίζεται έτσι διάλυμα (Υ) όγκου 1 L με $pH_1 = 11$.

Δ2. α) Να εξηγήσετε γιατί οι δύο βάσεις (NH_3 και $CH_3CH_2NH_2$) διαλύονται πλήρως στο νερό ενώ το $CH_2{=}CH_2$ όχι.

β) Να εξηγήσετε, με βάση τη μοριακή δομή των δύο βάσεων και το επαγωγικό φαινόμενο, ποια από τις δύο βάσεις είναι ισχυρότερη. Είναι γνωστό ότι τα αλκύλια προκαλούν +I επαγωγικό φαινόμενο.

Δ3. Να υπολογιστεί η αρχική μάζα m (g) της αιθυλαμίνης στο δοχείο (Δ). Οι σταθερές ιοντισμού της NH_3 και της $CH_3CH_2NH_2$ να θεωρηθούν ίσες με $K_b(1) = 2 \cdot 10^{-5}$ και $K_b(2) = 10^{-4}$, αντίστοιχα, στους 25°C.

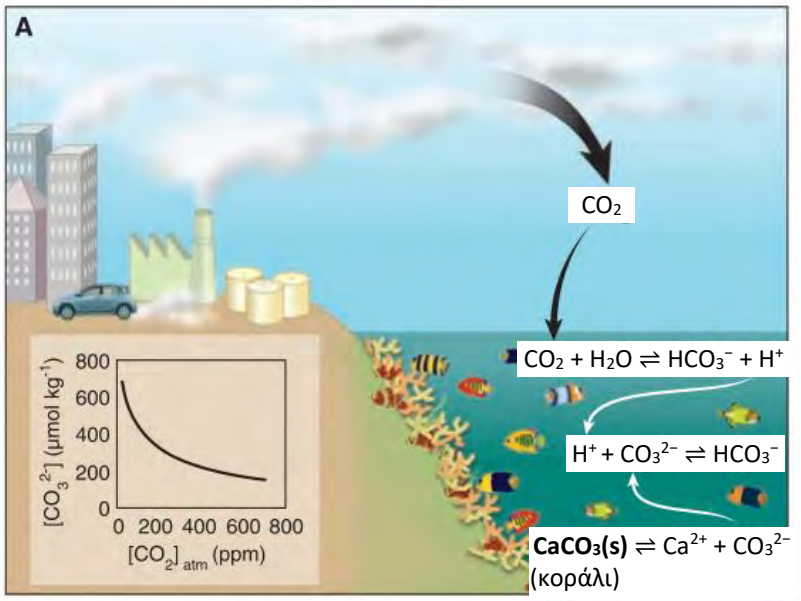
Δ4. Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που εκλύθηκε ή απορροφήθηκε από την έναρξη της αντίδρασης (1) μέχρι και την αποκατάσταση της ισορροπίας.

Δ5. Επαναλαμβάνουμε την παραπάνω αντίδραση (1) σε ίδιο δοχείο με την ίδια αρχική ποσότητα m (g) $CH_3CH_2NH_2(g)$ αλλά σε θερμοκρασία $T_2 > T_1$. Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας οι ποσότητες των δύο βάσεων διαλύονται πλήρως σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα (Φ) όγκου 1 L. Να εκτιμήσετε αν το pH του διαλύματος (Φ) είναι μικρότερο, μεγαλύτερο ή ίσο με το 11. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας, χωρίς την εκτέλεση υπολογισμών.

Όλα τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία θ=25°C όπου $K_w = 10^{-14}$ και σε αυτά ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, N:14.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 2

Διοξείδιο του άνθρακα και περιβάλλον. Στο επιστημονικό περιοδικό Science, τόμος 318 (2007), δημοσιεύτηκε εργασία για την επίδραση της λεγόμενης κλιματικής αλλαγής στους κοραλλιογενείς υφάλους που αποτελούνται βασικά από $CaCO_3(s)$. Σύμφωνα με την εργασία αυτή το 25% της ποσότητας του $CO_2(g)$ στην ατμόσφαιρα που παράχθηκε από ανθρωπογενείς δραστηριότητες την περίοδο 2000-6 διαλύθηκε στους ωκεανούς παράγοντας $H_2CO_3(aq)$ και το γεγονός αυτό συνδέθηκε με τη διαλυτοποίηση του $CaCO_3$ των κοραλλιών. Στο σχήμα που ακολουθεί περιγράφεται από τους συγγραφείς το φαινόμενο αυτό.



Δ1. Με βάση τις χημικές ισορροπίες που εμφανίζονται στο παραπάνω σχήμα αλλά και το διάγραμμα της $[CO_3^{2-}]$ των ωκεανών σε συνάρτηση με τη $[CO_2]$ που εμφανίζονται στο ίδιο σχήμα να εξηγήσετε πλήρως το φαινόμενο της διαλυτοποίησης του $CaCO_3$ των κοραλλιών λόγω της αύξησης της συγκέντρωσης του CO_2 στην ατμόσφαιρα ($[CO_2]_{atm}$).

Δ2. Οι ανθρωπογενείς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και για το λόγο αυτό έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι δέσμευσης του CO_2 που προκύπτει από μία δραστηριότητα (π.χ. στη βιομηχανία ή στα καυσαέρια των αυτοκινήτων). Μεταξύ των λύσεων που έχουν προταθεί είναι και η δέσμευση του παραγόμενου CO_2 από το $CaO(s)$ σύμφωνα με την ισορροπία (1) που ακολουθεί.

$$CaO(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons CaCO_3(s) \quad (1)$$

Για τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας της παραπάνω μεθόδου δέσμευσης του CO_2 διεξάγουμε το παρακάτω πείραμα. Σε δοχείο όγκου 100 L εισάγονται 2,2 kg $CO_2(g)$ καθώς και περίσσεια $CaO(s)$ οπότε αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία (1) στους 900 °C.

α) Να υπολογιστεί το ποσοστό δέσμευσης (%) του CO_2 από το CaO. Δίνεται ότι η σταθερά της ισορροπίας (1) είναι $K_c = 100$ (στους 900 °C).

β) Να εξηγήσετε πώς θα μεταβληθεί η $[CO_2]$ στο δοχείο της ισορροπίας (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) με τις παρακάτω μεταβολές και την αποκατάσταση νέων χημικών ισορροπιών:

i. Μείωση του όγκου του δοχείου, υπό σταθερή θερμοκρασία.

ii. Προσθήκη επιπλέον ποσότητας CO_2, χωρίς άλλη μεταβολή.

Δ3. Το εκπεμπόμενο $CO_2(g)$ μπορεί να απορροφηθεί και από διάλυμα $Ca(OH)_2$ και σύμφωνα με την αντίδραση:

$$CO_2(g) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(\ell)$$

Ένα υδατικό διάλυμα $Ca(OH)_2$ έχει όγκο 500 mL και αρχική συγκέντρωση $5 \cdot 10^{-3}$ M ενώ το τελικό διάλυμα έχει τον ίδιο όγκο (500 mL) και pH = 11.

i. Να χαρακτηρίσετε το CO_2 ως όξινο ή βασικό οξείδιο. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας και με βάση τη θέση του $_6C$ στον περιοδικό πίνακα.

ii. Να υπολογιστεί ο όγκος του $CO_2(g)$ σε STP που δεσμεύτηκε από το διάλυμα του $Ca(OH)_2$ καθώς και η ποσότητα (σε mol) του σχηματιζόμενου ιζήματος. Ο όγκος του διαλύματος δεν μεταβάλλεται και η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή και ίση με 25°C όπου $K_w = 10^{-14}$.

Η περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε $CO_2(g)$ μειώνεται με τη φωτοσύνθεση, μία πολύπλοκη διαδικασία κατά την οποία τα φυτά με τη βοήθεια του ηλιακού φωτός και τη χλωροφύλλη μετατρέπουν το νερό και το CO_2 σε γλυκόζη, $C_6H_{12}O_6$. Η φωτοσύνθεση μπορεί να αποδοθεί με την παρακάτω συνολική χημική εξίσωση.

$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Δ4. i. Να υπολογιστεί η πρότυπη ενθαλπία (ΔH^o) της αντίδρασης της φωτοσύνθεσης.

Δίνονται οι παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις (2) και (3):

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2,\ \Delta H^o_1 = -80\ kJ \qquad (2)$$

$$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 3H_2O + 2CO_2,\ \Delta H^o_2 = -1370\ kJ \qquad (3)$$

ii. Η παραπάνω θερμοχημική εξίσωση (2) αντιστοιχεί στην αλκοολική ζύμωση που διεξάγεται παρουσία του ενζύμου ζυμάση. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ταχύτητα της αντίδρασης αυτής αυξάνεται αλλά από μία θερμοκρασία και μετά η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται αντί να αυξάνεται. Να εξηγήσετε γιατί.

Δ5. Ένα φυτό προσλαμβάνει με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης $4{,}8 \cdot 10^{-3}$ mol $CO_2(g)$ ανά ώρα.

i. Αν θεωρήσουμε ότι η ποσότητα αυτή μετασχηματίζεται παράλληλα και πλήρως σε γλυκόζη, ποιος ο απαιτούμενος χρόνος για την παραγωγή 1,8 g γλυκόζης;

ii. Ποιο ποσό θερμότητας σε πρότυπες συνθήκες απορροφήθηκε ή εκλύθηκε για την παραγωγή των 1,8 g γλυκόζης;

Το ποσό θερμότητας αντιστοιχεί σε πρότυπες συνθήκες.

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, O:16.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 3

Το μεθανικό οξύ (HCOOH) είναι το απλούστερο καρβοξυλικό οξύ. Απαντάται στα μυρμήγκια τα οποία το χρησιμοποιούν για την ακινητοποιήσουν τον εχθρό και από τα οποία παράγεται με απόσταξη και για το λόγο αυτό αναφέρεται και ως μυρμηκικό οξύ. Είναι ένα άχρωμο υγρό διαπεραστικής οσμής παρόμοιας με αυτής του οξικού οξέος (CH_3COOH). Είναι πλήρως διαλυτό στο νερό και σε πολλούς πολικούς διαλύτες, αλλά λιγότερο διαλυτό σε υδρογονάνθρακες. Σε αέρια φάση αλλά και σε διαλύματά του σε υδρογονάνθρακες σχηματίζει διμερή στα οποία δύο μόρια HCOOH σχηματίζουν μεταξύ τους δύο δεσμούς υδρογόνου. Στα υδατικά του διαλύματα συμπεριφέρεται ως ασθενές οξύ, ισχυρότερο όμως σε σχέση με το οξικό οξύ.

Δ1.: **α)** Να εξηγήσετε γιατί το HCOOH διαλύεται εύκολα στο νερό.

β) i. Να γράψετε το συντακτικό τύπο δύο μορίων HCOOH ανάμεσα στα οποία να εμφανίζονται οι δύο δεσμοί υδρογόνου που σχηματίζουν.

ii. Σε αέρια φάση αποκαθίσταται η ισορροπία διμερισμού:

$$2HCOOH(g) \rightleftharpoons (HCOOH)_2,\ \Delta H = -64\ kJ$$

Πώς θα μεταβληθεί η απόδοση του διμερισμού με την αύξηση της θερμοκρασίας; Να αιτιολογήστε την απάντησή σας.

γ) Να εξηγήσετε γιατί το HCOOH είναι ισχυρότερο από το οξικό οξύ (με βάση το επαγωγικό φαινόμενο).

δ) Να συγκρίνετε την ωσμωτική πίεση διαλυμάτων του HCOOH σε οργανικό διαλύτη στα οποία το οξύ είναι πλήρως με τη μορφή διμερών και διαλυμάτων στα οποία είναι αποκλειστικά με τη μορφή μονομερών. Τα διαλύματα αυτά έχουν την ίδια %w/v περιεκτικότητα σε HCOOH και την ίδια θερμοκρασία ενώ το HCOOH δεν ιοντίζεται.

Δ2. Το 2006 μία ερευνητική ομάδα του Πολυτεχνείου EPFL (Λωζάνη, Ελβετία) πρότεινε τη χρήση υδατικών διαλυμάτων του μεθανικού οξέος ως διαλύματα αποθήκευσης υδρογόνου (H_2). Στα διαλύματα αυτά με ομογενή κατάλυση ρουθηνίου ($_{44}Ru$) το περιεχόμενο HCOOH διασπάται σε H_2 και CO_2 και μάλιστα χωρίς την παραγωγή CO που συνοδεύει συχνά αντιδράσεις παραγωγής H_2.

α) Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση διάσπασης του HCOOH σε H_2 και CO_2 είναι οξειδοαναγωγική αντίδραση αναφέροντας τις μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης.

β) i. Το στοιχείο Ru εμφανίζει απόκλιση στην ηλεκτρονιακή του δομή καθώς εμφανίζει δομή $4d^7$ αντί για δομή $4d^6$. Να γράψετε την πλήρη κατανομή των ηλεκτρονίων σε υποστιβάδες και να προσδιορίσετε τη θέση του στον Περιοδικό Πίνακα (ομάδα, περίοδος, τομέας). ii. Να εξηγήσετε τον όρο ομογενής κατάλυση.

Δ3. Διάλυμα (Υ1) HCOOH συγκέντρωσης 0,05 M εμφανίζει pH = 2,5.

α) Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του HCOOH.

β) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθεί το διάλυμα Υ1 με νερό ώστε ο βαθμός ιοντισμού του HCOOH να αυξηθεί κατά 10%;

γ) i. Να υπολογίσετε τη μάζα του $H_2(g)$ που θα παραχθεί με την καταλυτική διάσπαση του HCOOH σε 2 L του διαλύματος Υ1. ii. Πώς μπορεί να ταυτοποιηθεί ο παράλληλος σχηματισμός CO_2 στη διάσπαση αυτή;

δ) Να εξετάσετε πώς θα μεταβληθεί το pH του διαλύματος (Υ1) με την αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή).

Δ4. Το HCOOH μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή ρυθμιστικών διαλυμάτων με pH κοντά στο 4. Ένα τέτοιο ρυθμιστικό διάλυμα (Υ2) περιέχει HCOOH 1 M και HCOONa 1 M. Να υπολογίσετε τον όγκο διαλύματος HCl 0,1 M ή NaOH 0,1 M που πρέπει να προστεθεί σε 100 mL του ρυθμιστικού διαλύματος ώστε να προκύψει νέο ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 4.

Όλα τα υδατικά διαλύματα έχουν θ = 25 °C και σε αυτά ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις.

Δ5. Να υπολογίσετε το μέγιστο όγκο διαλύματος $KMnO_4$ 0,5 M που μπορεί να αποχρωματιστεί από 100 mL του παραπάνω διαλύματος (Υ2), παρουσία H_2SO_4.

Δ6. α) Να γράψετε την αντίδραση παρασκευής του HCOOH από κατάλληλο νιτρίλιο με αντίδραση προσθήκης.

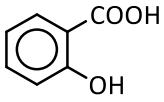
β) Πώς μπορεί να προκύψει το άλας HCOONa από κατάλληλη αλκοόλη με βάση την αλογονοφορμική αντίδραση;

Να γραφούν οι σχετικές χημικές εξισώσεις των δύο αντιδράσεων.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 4



Ήδη από τον 5ο αιώνα π.Χ. ο διάσημος γιατρός της αρχαιότητας Ιπποκράτης χρησιμοποιούσε παρασκεύασμα από το φλοιό της ιτιάς για την καταπολέμηση του πονοκεφάλου και του πυρετού. Ο φλοιός της ιτιάς, αλλά και τα φύλλα της περιέχουν ένα οργανικό οξύ με το όνομα σαλικυλικό οξύ, το οποίο λειτουργεί ως μονοπρωτικό, λόγω της παρουσίας του −COOH:

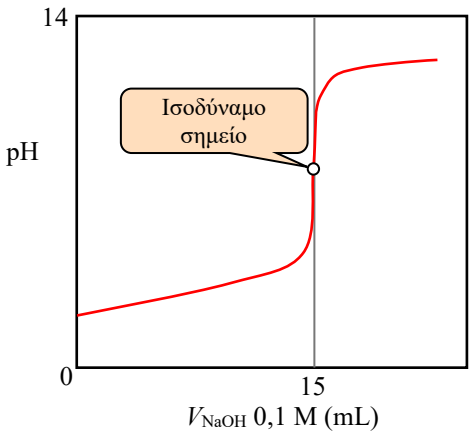


Δ1. Με κατάλληλη διαδικασία απομονώσαμε από την ιτιά ποσότητα σαλικυλικού οξέος σε καθαρή μορφή και με αυτό παρασκευάσαμε υδατικό διάλυμα συγκέντρωσης $2 \cdot 10^{-3}$ M. Το pH του διαλύματος βρέθηκε ίσο με 3.

i. Να εκτιμήσετε αν το σαλικυλικό οξύ είναι ισχυρό ή ασθενές. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ii. Να υπολογίσετε το βαθμό ιοντισμού (α) καθώς και τη σταθερά ιοντισμού K_a του σαλικυλικού οξέος.

Δ2. Θέλουμε να πιστοποιήσουμε με ογκομέτρηση εξουδετέρωση τη σύσταση ενός σκευάσματος σαλικυλικού οξέος που αγοράσαμε στο φαρμακείο. Στην ετικέτα του σκευάσματος διαβάσαμε: 10 g σαλικυλικού οξέος ανά 100 mL διαλύματος. Πήραμε 10 mL από το σκεύασμα αυτό και το αραιώσαμε με νερό μέχρι τελικού όγκου 100 mL. 20 mL από το διάλυμα αυτό ογκομετρήθηκε με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 M. Κατά τη διαδικασία αυτή πήραμε την καμπύλη ογκομέτρησης που ακολουθεί:



i. Να γράψετε την χημική εξίσωση της αντίδρασης εξουδετέρωσης κατά την ογκομέτρηση. Η εξουδετέρωση με NaOH έχει ως αποτέλεσμα μόνο την εξουδετέρωση του −COOH του σαλικυλικού οξέος.

ii. Να εξηγήσετε γιατί το pH στο ισοδύναμο σημείο είναι μεγαλύτερο του 7.

iii. Με βάση τον όγκο του πρότυπου διαλύματος που καταναλώθηκε μέχρι το ισοδύναμο σημείο, να προσδιορίσετε τη συγκέντρωση του σκευάσματος σε σαλικυλικό οξύ και κατόπιν την % w/v περιεκτικότητά του (για το σαλικυλικό οξύ: $M_r = 138$).

iv. Η ογκομέτρηση θα μπορούσε να γίνει πιο γρήγορα με τη βοήθεια κατάλληλου δείκτη. Ποιος από τους δείκτες που ακολουθούν είναι ο πλέον κατάλληλος για το σκοπό αυτό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης το pH είναι ίσο με 7,82.

Δείκτης	Περιοχή αλλαγής χρώματος
Ηλιανθίνη	3,1 - 4,4
Ερυθρό της βρωμοφαινόλης	4,8 - 6,4
Μπλε της βρωμοθυμόλης	6,0 - 7,6
Ερυθρό της κρεσόλης	7,2 - 8,8
Φαινολοφθαλεΐνη	8,2 - 10

Δ3. Το 1853 ο Γάλλος χημικός Gerhardt παρασκεύασε το ακετυλοσαλικυλικό οξύ με την επίδραση σαλικυλικού οξέος σε αιθανικό (οξικό) οξύ. Το οργανικό προϊόν της αντίδρασης έγινε εμπορικό το 1899 από τη γερμανική φαρμακευτική εταιρεία Bayer με το όνομα ασπιρίνη. Από τότε χιλιάδες τόνοι ασπιρίνης παρασκευάζονται κάθε χρόνο για τις ανάγκες διαφόρων φαρμακευτικών σκευασμάτων.

i. Ποιος είναι ο συντακτικός τύπος της ασπιρίνης;

ii. Ποιο το γενικό όνομα της αντίδρασης με την οποία παρασκευάστηκε η ασπιρίνη από τον Gerhardt;

iii. Η παραπάνω αντίδραση είναι αργή. Πώς μπορεί να επιταχυνθεί;

Δ4. Ποσότητα ασπιρίνης μάζας 2 g μεταφέρθηκε σε φιάλη και στη συνέχεια προσθέσαμε 20 mL διαλύματος NaOH 1 M. Μετά την εξουδετέρωση αραιώσαμε το διάλυμα μέχρι τελικού όγκου 250 mL. Πήραμε στη συνέχεια 25 mL από το διάλυμα αυτό και ογκομετρήσαμε την περίσσεια του NaOH με τη βοήθεια πρότυπου διαλύματος HCl 0,1 M, παρουσία δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν ακριβώς 10 mL πρότυπου διαλύματος. Πόσα mol καθαρού ακετυλοσαλικυλικού οξέος (M_r = 180) υπάρχουν στο δείγμα των 2 g της ασπιρίνης;

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 5

Η ουρεάση είναι ένα ένζυμο με δύο κατιόντα $_{28}Ni^{2+}$ στη δομή της και ανακαλύφθηκε από τον Αμερικανό χημικό James Summer το 1926. Στους ζωντανούς οργανισμούς η ουρεάση παίζει σημαντικό ρόλο στην αντίδραση διάσπασης της ουρίας, $H_2N{-}CO{-}NH_2$ από το νερό προς σχηματισμό NH_3 και CO_2.

Δ1. i. Να σημειώσετε τη θέση του Ni ($Z = 28$) στον Περιοδικό Πίνακα (ομάδα, περίοδο και τομέα) καθώς και τον αριθμό των μονήρων (ασύζευκτων) ηλεκτρονίων που διαθέτει στο ιόν $_{28}Ni^{2+}$ στη θεμελιώδη κατάσταση. Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή, να χαρακτηρίσετε το στοιχείο ως παραμαγνητικό ή όχι.

ii. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση διάσπασης της ουρίας, $H_2N{-}CO{-}NH_2$ από το νερό προς σχηματισμό NH_3 και CO_2 είναι μεταθετική ή οξειδοαναγωγική.

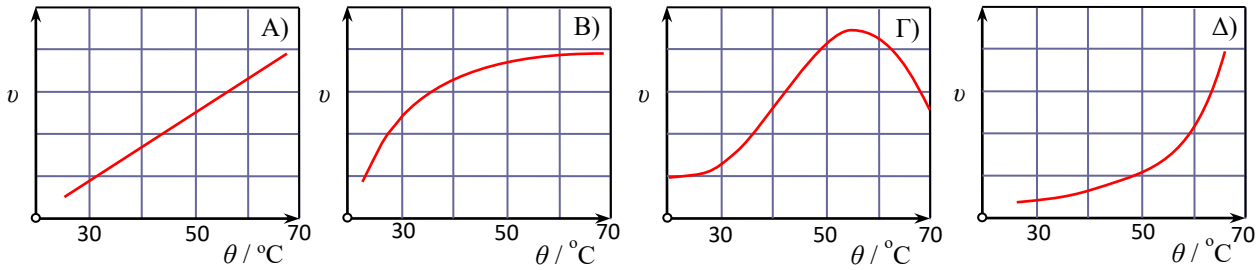
Για τη μελέτη της δράσης της ουρεάσης πραγματοποιούμε στο εργαστήριο τα πειράματα Ι και ΙΙ που ακολουθούν.

Πείραμα Ι. Διαλύουμε την ουρία σε νερό. Δεν φαίνεται να γίνεται καμία αντίδραση και η ουρία παραμένει χωρίς να διασπαστεί.

Πείραμα ΙΙ. Διαλύουμε την ίδια ποσότητα ουρίας στην ίδια ποσότητα νερού και στην ίδια θερμοκρασία, αυτή τη φορά παρουσία ουρεάσης. Η ουρία αντιδρά με το νερό πρακτικά ακαριαία παράγοντας NH_3 και CO_2.

Δ2. i. Με ποιο τρόπο η ουρεάση αυξάνει την ταχύτητα διάσπασης της ουρίας στο πείραμα ΙΙ;

ii. Η δραστικότητα της ουρεάσης επηρεάζεται σημαντικά με τη θερμοκρασία. Ποιο από τα διαγράμματα Α-Δ που ακολουθούν αποδίδει καλύτερα την ταχύτητα διάσπασης της ουρίας παρουσία του ενζύμου ουρεάση, σαν συνάρτηση της θερμοκρασίας;



Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Δ3. Η δραστικότητα της ουρεάσης επηρεάζεται και από το pH του διαλύματος και λειτουργεί καλύτερα με τη χρήση ρυθμιστικού διαλύματος με pH = 6.

i. Διαθέτουμε ένα διάλυμα CH_3COOH όγκου 420 mL με pH = 3. Πόσα mol NaOH πρέπει να διαλύσουμε στο διάλυμα αυτό, χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 6;

ii. Εναλλακτικά, διαθέτουμε ρυθμιστικό διάλυμα CH_3COOH 0,1 M, CH_3COONa 0,6 M όγκου 300 mL καθώς και ποσότητες από τις ενώσεις NaOH και HCl. Πόσα mol NaOH ή HCl πρέπει να διαλύσουμε στο διάλυμα αυτό των 300 mL, χωρίς μεταβολή του όγκου, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 6;

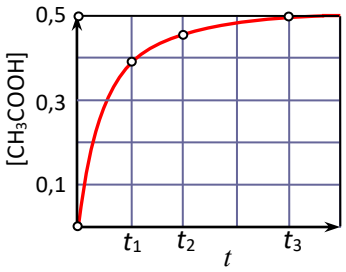
Για το CH_3COOH, $K_a = 2{\cdot}10^{-5}$. Όλα τα διαλύματα έχουν $\theta = 25$ °C, όπου $K_w = 10^{-14}$. Στα υδατικά διαλύματα να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 6

Το CH_3COOH παρασκευάζεται στη βιομηχανία με καρβονυλίωση της μεθανόλης, σε υψηλή θερμοκρασία, σύμφωνα με την εξίσωση (1):

$$CH_3OH(g) + CO(g) \rightleftharpoons CH_3COOH(g),\ \Delta H < 0$$

Σε δοχείο όγκου $V = 8$ L εισάγονται 5 mol CH_3OH και 5 mol CO, οπότε αποκαθίσταται η παραπάνω χημική ισορροπία. Η μεταβολή της $[CH_3COOH]$ σε σχέση με το χρόνο, από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας (χρονική στιγμή t_3) εμφανίζεται στο διπλανό διάγραμμα.



Δ1. α) Σε ποια από τις χρονικές στιγμές t_1, t_2 ή t_3 η ταχύτητα σχηματισμού του CH_3COOH είναι μεγαλύτερη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Πώς πρέπει να μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου (αύξηση ή μείωση) ώστε να μειώσουμε το χρόνο αποκατάστασης της ισορροπίας και παράλληλα να αυξήσουμε την ποσότητα του $CH_3COOH(g)$ στην ισορροπία; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Πώς μεταβάλλεται η τιμή της σταθεράς K_c στην περίπτωση αυτή;

Δ2. Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της παραπάνω ισορροπίας (1) στη θερμοκρασία του πειράματος.

Δ3. 0,1 mol CH_3COOH απομακρύνονται κατάλληλα από το δοχείο της ισορροπίας και διαλύονται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα (Υ1) όγκου 500 mL στο οποίο ισχύει: $[H_3O^+] = 2 \cdot 10^{-3}$ M.

α) Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού K_a του CH_3COOH καθώς και το βαθμό ιοντισμού του στο διάλυμα Υ1.

β) Ένα άλλο διάλυμα (Υ2) έχει pH = 2 και περιέχει το μονοπρωτικό οξύ ΗΑ με βαθμό ιοντισμού $\alpha = 0{,}01$. Να εξηγήσετε αν το ΗΑ είναι ασθενέστερο ή ισχυρότερο από το CH_3COOH.

γ) Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL του διαλύματος Υ1, ώστε ο βαθμός ιοντισμού του CH_3COOH να τριπλασιαστεί;

Δ4. 100 mL του διαλύματος (Υ1) αναμιγνύονται με 100 mL διαλύματος HCl συγκέντρωσης 0,2 M και προκύπτει διάλυμα (Υ3) όγκου 200 mL. Να υπολογίσετε το βαθμό ιοντισμού του CH_3COOH στο διάλυμα Υ2.

Δ5. Σε όλη την ποσότητα του διαλύματος Υ3 προσθέτουμε 0,02 mol $Ba(OH)_2(s)$ και στο διάλυμα που προκύπτει προσθέτουμε 800 mL H_2O. Προκύπτει τελικά διάλυμα (Υ4) όγκου 1000 mL. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Υ4.

Δ6. Από το δοχείο της ισορροπίας (1) απομακρύνονται κατάλληλα 0,5 mol CH_3COOH και φέρονται σε φιάλη σε υγρή μορφή. Πόσα mol CH_3CH_2OH πρέπει να προσθέσουμε στη φιάλη αυτή, ώστε μετά την αποκατάσταση της ομογενούς ισορροπίας:

$$CH_3COOH(\ell) + CH_3CH_2OH(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOCH_2CH_3(\ell) + H_2O(\ell),$$

να σχηματιστεί ο εστέρας με απόδοση 80%; Για την ισορροπία της αντίδρασης της εστεροποίησης, $K_c = 4$.

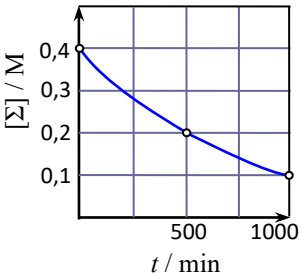
Όλα τα υδατικά διαλύματα έχουν $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 7

Μελετάμε την αντίδραση υδρόλυσης της σακχαρόζης (κοινή ζάχαρη) προς γλυκόζη και φρουκτόζη σε υδατικό διάλυμα με σταθερό pH = 5 (με τη βοήθεια ρυθμιστικού διαλύματος). Η αντίδραση περιγράφεται από την εξίσωση:

$$\Sigma(aq) + H_2O(\ell) \rightarrow \Gamma(aq) + \Phi(aq)$$

όπου Σ η σακχαρόζη, Γ η γλυκόζη και Φ η φρουκτόζη. Η αρχική συγκέντρωση της σακχαρόζης είναι $[\Sigma]_0 = 0{,}4$ M και η μεταβολή της συγκέντρωσής της στα πρώτα 1000 min της αντίδρασης εμφανίζεται στο διπλανό διάγραμμα. Ο όγκος του διαλύματος και η θερμοκρασία δεν μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια του πειράματος.



Δ1. Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης σε $M \cdot min^{-1}$, για τα εξής χρονικά διαστήματα: i. από $t = 0$ μέχρι $t = 500$ min και ii. από $t = 500$ μέχρι $t = 1000$ min. Να εξηγήσετε γιατί η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μικρότερη στη δεύτερη περίπτωση.

Δ2. Να υπολογίσετε το λόγο των ωσμωτικών πιέσεων Π_2/Π_1, όπου Π_2 η ωσμωτική πίεση του διαλύματος τη χρονική στιγμή $t = 1000$ min και Π_1 η ωσμωτική πίεση του αρχικού διαλύματος της σακχαρόζης 0,4 M.

Δ3. Διαθέτουμε 60 mL ρυθμιστικού διαλύματος CH_3COOH 0,1 M / CH_3COONa 0,1 M και από το διάλυμα αυτό θέλουμε να παρασκευάσουμε το επιθυμητό ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 5 για το παραπάνω πείραμα.

i. Τι από τα παρακάτω πρέπει να προσθέσουμε ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 5;

1. H_2O όγκου V
2. Διάλυμα HCl 0,01 M όγκου V
3. Διάλυμα NaOH 0,01 M όγκου V
4. Διάλυμα CH_3COOH 0,1 M όγκου V

ii. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Δ4. Να υπολογίσετε τον όγκο V στην περίπτωση της σωστής επιλογής. Για το CH_3COOH: $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$. Ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25\ ^oC$.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 8

Η σύνθεση της αμμωνίας με βάση την εξίσωση, $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$, είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα διαδικασία καθώς απορροφά το 1% της παγκόσμιας παραγωγής ενέργειας. Έτσι, πολλές ερευνητικές ομάδες μελετούν άλλες διαδικασίες παραγωγής της NH_3 με μικρότερο ενεργειακό κόστος.

Μία από τις μεθόδους που έχουν προταθεί μπορεί να συνδυαστεί άμεσα και με τη διαδικασία παραγωγής μπαταριών λιθίου (που χρησιμοποιούνται π.χ. στα κινητά τηλέφωνα) καθώς χρησιμοποιεί το στοιχείο λίθιο, Li (αλκάλιο της 2ης περιόδου). Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τα παρακάτω τρία στάδια.

Στάδιο 1 Ηλεκτρόλυση τήγματος υδροξειδίου του λιθίου, LiOH, σε υψηλή θερμοκρασία προς σχηματισμό μεταλλικού Li, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$4LiOH \longrightarrow 4Li + 2H_2O + O_2.$$

Στάδιο 2 Αντίδραση μεταλλικού Li με N_2 προς σχηματισμό Li_3N (αζωτούχο λίθιο):

$$6Li + N_2 \longrightarrow 2Li_3N.$$

Στάδιο 3 Αντίδραση Li_3N με H_2O προς NH_3 και επανασχηματισμό LiOH:

$$Li_3N + 3H_2O \longrightarrow NH_3 + 3LiOH.$$

Σε μία πιλοτική εφαρμογή του παραπάνω τρόπου παραγωγής της NH_3 σύμφωνα με την παραπάνω μέθοδο θέλουμε να πάρουμε 0,02 mol NH_3.

Δ1. Ποια η ποσότητα (σε mol) του LiOH που απαιτείται αρχικά ώστε με βάση τις τρεις παραπάνω αντιδράσεις και τις απαιτούμενες ποσότητες N_2 και H_2O να σχηματιστούν τελικά 0,02 mol NH_3; Οι αντιδράσεις των τριών σταδίων να θεωρηθούν πλήρεις και μονόδρομες.

Στο **στάδιο 3** σχηματίζονται μαζί με τα 0,02 mol της NH_3 και 0,06 mol LiOH. Τα δύο αυτά συστατικά σχηματίζουν διάλυμα (Υ1) όγκου 600 mL.

Δ2. Να υπολογιστούν:

α) το pH του διαλύματος (Υ1).

β) Ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 στο διάλυμα (Υ1).

γ) Ο όγκος διαλύματος HNO_3 συγκέντρωσης 0,4 M που απαιτείται για την εξουδετέρωση του διαλύματος (Υ1).

Υδατικό διάλυμα (Υ2) περιέχει NH_3 1 M και έχει όγκο 110 mL. Στο διάλυμα αυτό διαβιβάζουμε ποσότητα $Cl_2(g)$ που αντιδρά με την NH_3, σύμφωνα με την μονόδρομη αντίδραση:

$$NH_3(aq) + Cl_2(g) \longrightarrow NH_4Cl(aq) + N_2(g)$$

Μετά την απελευθέρωση του $N_2(g)$ απομένει τελικά διάλυμα (Υ3) με pH = 9 και όγκο 110 mL.

Δ3. Να αντιγράψετε την παραπάνω αντίδραση συμπληρωμένη με τους κατάλληλους συντελεστές.

Δ4. Να υπολογίσετε την ποσότητα (mol) του Cl_2 που αντέδρασε με την NH_3.

Για την NH_3, $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$. Τα διαλύματα έχουν $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$ και σε αυτά μπορείτε να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

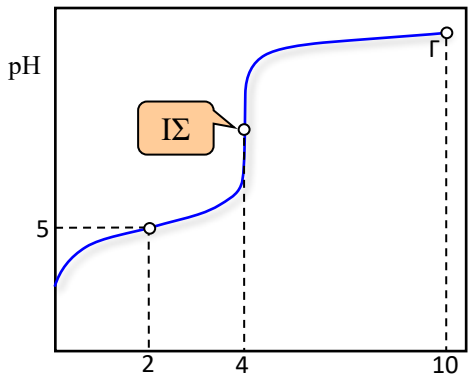
ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 9

Το άτομο του στοιχείου Α, στη θεμελιώδη κατάσταση, έχει 7 ηλεκτρόνια με μαγνητικό κβαντικό αριθμό ίσο με το μηδέν ($m_\ell = 0$).

Δ1. Να προσδιορίσετε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Α, καθώς και τη θέση του (τομέας, ομάδα, περίοδος) στον Περιοδικό Πίνακα, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

0,1 mol οξειδίου του στοιχείου Α διαλύονται πλήρως στο νερό και σχηματίζονται 200 mL διαλύματος υδροξειδίου του Α (διάλυμα Υ1). Πραγματοποιούνται δύο εργαστηριακά πειράματα.

Πείραμα 1: Λαμβάνονται 10 mL από ξύδι εμπορίου, το οποίο θεωρείται υδατικό διάλυμα αιθανικού οξέος και το διάλυμα αυτό αραιώνεται μέχρι τελικού όγκου 25 mL (διάλυμα Υ2). Λαμβάνονται 10 mL από το διάλυμα Υ2, μεταφέρονται σε ποτήρι ζέσεως και ογκομετρούνται με το πρότυπο διάλυμα Υ1, οπότε προκύπτει η παρακάτω καμπύλη ογκομέτρησης.



Δ2. α) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος Υ1.

β) Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του αιθανικού οξέος.

Δ3. Να προσδιορίσετε την % w/v περιεκτικότητα του αιθανικού οξέος στο ξύδι εμπορίου.

Δ4. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση των υδροξειδίων στο σημείο Γ της καμπύλης ογκομέτρησης, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

Πείραμα 2: Σε κατάλληλη πειραματική διάταξη αναμειγνύονται 100 mL του υδατικού διαλύματος Υ1 με 100 mL από το ξύδι εμπορίου.

Δ5. Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που εκλύεται κατά την πραγματοποίηση της χημικής αντίδρασης μέχρι το ισοδύναμο σημείο. Δίνεται η πρότυπη ενθαλπία πλήρους εξουδετέρωσης του αιθανικού οξέος, $\Delta H^o_n = -50\ \text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

$K_w = 10^{-14}$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2025]

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 10

Ένα ορυκτό (σιδηροπυρίτης) περιέχει 80% w/w FeS_2 και 20% w/w αδρανείς ύλες. Ποσότητα του ορυκτού μάζας 300 kg θερμαίνεται σε κλίβανο σε υψηλή θερμοκρασία με περίσσεια αέρα και συμβαίνουν οι αντιδράσεις (1) και (2) που ακολουθούν.

$$4FeS_2(s) + 15O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s) + 8SO_3(g)$$

$$4FeS_2(s) + 11O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s) + 8SO_2(g)$$

Από την ποσότητα του FeS_2 στο ορυκτό, το 75% αντέδρασε παράγοντας SO_3, το 15% αντέδρασε παράγοντας SO_2 ενώ το υπόλοιπο 10% του FeS_2 δεν αντέδρασε.

Δ1. Να υπολογίσετε τη μάζα του $Fe_2O_3(s)$ που παράχθηκε σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία καθώς και τις ποσότητες (σε mol) του SO_2 και του SO_3 που σχηματίστηκαν.

Δ2. Το αέριο μίγμα που εξέρχεται από τον κλίβανο περιέχει SO_2, O_2 και SO_3 σε αναλογία mol 1:2:5, αντίστοιχα. Μικρή ποσότητα από το μίγμα αυτό εισάγεται σε αντιδραστήρα όγκου 30 L οπότε σε κατάλληλη θερμοκρασία και παρουσία καταλύτη αποκαθίσταται η ισορροπία:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3,$$

για την οποία ισχύει: $K_c = 10$ (στη θερμοκρασία του πειράματος). Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας βρέθηκε ότι το μίγμα των 3 αερίων είναι ισομοριακό. Να υπολογιστεί η συνολική μάζα του αερίου μίγματος που είχε εισαχθεί αρχικά στον αντιδραστήρα των 30 L.

Δ3. Ποιος θα έπρεπε να είναι ο όγκος του αντιδραστήρα, ώστε η εισαγωγή του ίδιου μίγματος των 3 αερίων στις ίδιες συνθήκες να είχε ως αποτέλεσμα την παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας SO_3;

Σχετικές ατομικές μάζες, Fe:56, S:32, O:16.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 11

Η μεθανόλη χρησιμοποιείται ως διαλύτης, ως καύσιμο αυτοκινήτων αλλά και για την παρασκευή άλλων ουσιών, π.χ. του διμεθυλαιθέρα (CH_3OCH_3), σύμφωνα με την εξίσωση:

$$2CH_3OH(g) \rightleftharpoons CH_3OCH_3(g) + H_2O(g)$$

Δ1. Να εξετάσετε αν η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική ή μεταθετική.

Δ2. Σε δοχείο όγκου V εισάγονται 5 mol CH_3OH οπότε σε θερμοκρασία T_1 αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία στην οποία έχει απομείνει χωρίς να αντιδράσει 1 mol CH_3OH. Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας στη θερμοκρασία του πειράματος.

Δ3. **i.** Αυξάνουμε τον όγκο του δοχείου της παραπάνω ισορροπίας, υπό σταθερή θερμοκρασία. Να εξετάσετε πώς θα μεταβληθούν (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) οι συγκεντρώσεις των τριών συστατικών της ισορροπίας. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ii. Μειώνουμε τη θερμοκρασία στο δοχείο της αρχικής ισορροπίας σε $T_2 < T_1$ και παρατηρούμε ότι αυξάνεται η ποσότητα του σχηματιζόμενου αιθέρα. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση παρασκευής του διμεθυλαιθέρα είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.

Δ4. Στην κατάσταση της αρχικής χημικής ισορροπίας προσθέτουμε λ mol $CH_3OH(g)$ επιπλέον, υπό σταθερή θερμοκρασία T_1 και στη νέα χημική ισορροπία προσδιορίζονται 3 mol $CH_3OCH_3(g)$. Να προσδιορίσετε την τιμή του λ.

Δ5. Η CH_3OH οξειδώνεται πλήρως με διάλυμα $KMnO_4$ 0,24 M οξινισμένου με H_2SO_4.

i. Να γράψετε την πλήρη χημική εξίσωση της αντίδρασης.

ii. Πόσα mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,24 M οξινισμένου με H_2SO_4 μπορούν να αποχρωματιστούν από 3,2 g CH_3OH; Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16, H:1.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 12

Ο τεχνολογικός πολιτισμός της αρχαίας Ελλάδας αρχικά βασίστηκε στο μέταλλο του χαλκού. Με την κάθοδο των Δωριέων εισήχθη η τεχνογνωσία της παραγωγής του μεταλλικού σιδήρου (Fe). Αυτή βασιζόταν στην ανάμειξη των ορυκτών του σιδήρου με ξυλάνθρακα και θέρμανση του μείγματος σε πήλινα δοχεία. Η σύγχρονη μέθοδος παρασκευής του μεταλλικού σιδήρου περιλαμβάνει την αναγωγή οξειδίου του από μονοξείδιο του άνθρακα (CO) σε υψικάμινο, σύμφωνα με τη χημική αντίδραση (1):

$$FeO(s) + CO(g) \rightleftharpoons Fe(\ell) + CO_2(g)$$

Δ1. Να γράψετε την έκφραση της σταθεράς της χημικής ισορροπίας (K_c) για τη χημική αντίδραση (1).

Δ2. Σε κλειστό δοχείο θερμοκρασίας θ °C που αποκαθίσταται η ισορροπία της χημικής αντίδρασης (1), βρέθηκε ότι η ποσότητα του CO που αντέδρασε ήταν τα 10/11 της αρχικής ποσότητας. Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας (1) στη συγκεκριμένη θερμοκρασία.

Ο σίδηρος οξειδώνεται με την επίδραση οξέων σχηματίζοντας άλατα των ιόντων Fe^{2+} και Fe^{3+}. Με την επίδραση αιθανικού οξέος (CH_3COOH) στον σίδηρο σχηματίζεται το άλας του αιθανικού σιδήρου (II) με χημικό τύπο $(CH_3COO)_2Fe$ με ταυτόχρονη έκλυση μοριακού υδρογόνου (H_2).

Δ3. Δίνεται διάλυμα αιθανικού οξέος ($pK_a = 5$), συγκέντρωσης 0,1 M (διάλυμα Υ1). Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος αυτού.

Δ4. Σε 200 mL του διαλύματος Υ1 προστίθενται 0,28 g σιδήρου ($A_r = 56$).

α) Να γραφεί η χημική αντίδραση του αιθανικού οξέος με το σίδηρο.

β) Να υπολογιστεί ο όγκος του H_2 που εκλύθηκε από το αντιδρών μείγμα σε STP.

γ) Να υπολογιστεί το pH του τελικού διαλύματος μετά την ολοκλήρωση της έκλυσης του αερίου (διάλυμα Υ2). Ο όγκος του διαλύματος δεν μεταβλήθηκε κατά τη διάρκεια της αντίδρασης.

δ) Να υπολογιστεί η ποσότητα του διαλύματος Υ3 υδροχλωρικού οξέος συγκέντρωσης 0,5 M (HCl) που απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση του διαλύματος Υ2.

Δ5. Δίνεται διάλυμα Υ4 νιτρικού οξέος (HNO_3), το οποίο αντιδρά με ποσότητα σιδήρου σύμφωνα με τις αντιδράσεις (2) και (3):

$$\mathbf{Fe(s)} + HNO_3(aq) \longrightarrow Fe(NO_3)_3(aq) + NO(g) + H_2O(\ell)$$

$$\mathbf{Fe(s)} + HNO_3(aq) \longrightarrow Fe(NO_3)_3(aq) + NO_2(g) + H_2O(\ell)$$

α) Να συμπληρωθούν οι συντελεστές των χημικών αντιδράσεων (2) και (3).

β) Από την υψικάμινο λαμβάνεται δείγμα ακάθαρτου μεταλλικού σιδήρου. 10 g του δείγματος υφίσταται κατεργασία με 1 L διαλύματος Υ4. Δίνεται ότι οι προσμείξεις δεν αντιδρούν με το HNO_3 και ότι ο όγκος του Υ4 δεν μεταβάλλεται. Αν τελικά παράγονται 1,68 L NO(g) και 6,72 L NO_2(g) σε STP και δίνεται ότι το διάλυμα που προκύπτει έχει pH = 1, να υπολογιστούν: i. Η περιεκτικότητα (% w/w) του ακάθαρτου μεταλλεύματος σε σίδηρο. ii. Η αρχική συγκέντρωση του νιτρικού οξέος (διάλυμα Υ4).

Δίνεται ότι:

– Όλα τα διαλύματα είναι υδατικά.

– Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta = 25$ °C, όπου $K_w = 10^{-14}$, εκτός αν καθορίζεται διαφορετικά στην εκφώνηση.

– Τα δεδομένα του θέματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 13

Μια από τις χημικές ενώσεις που έχουν ιδιαίτερη σημασία για την παγκόσμια οικονομία είναι το νιτρικό οξύ. Η κύρια χρήση του νιτρικού οξέος (το 75% της παγκόσμιας παραγωγής) χρησιμοποιείται για την παρασκευή NH_4NO_3, το οποίο είναι συστατικό λιπασμάτων. Η σύγχρονη μέθοδος βιομηχανικής παρασκευής του νιτρικού οξέος στηρίζεται στην μετατροπή της αμμωνίας σε νιτρικό οξύ και περιλαμβάνει τρία στάδια.

Δ1. Το πρώτο στάδιο είναι η καταλυτική οξείδωση της αμμωνίας προς μονοξείδιο του αζώτου (πορεία Ostwald):

$$NH_3(g) + O_2(g) \xrightarrow[900^o]{Pt} NO(g) + H_2O(g)$$

Να ισοσταθμίσετε την ανωτέρω αντίδραση.

Μια από τις ανεπιθύμητες αντιδράσεις που λαμβάνει χώρα στις ίδιες συνθήκες είναι η ακόλουθη:

$$NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow N_2(g) + H_2O(g)$$

Να ισοσταθμίσετε την αντίδραση αυτή. Να ορίσετε την οξειδωτική και την αναγωγική ουσία στην αντίδραση (2).

Δ2. Λαμβάνεται δείγμα από τα προϊόντα της καταλυτικής αντίδρασης. Ακολούθως, με ψύξη απομακρύνονται οι υδρατμοί. Τελικά διαπιστώνεται ότι το αέριο μείγμα που απομένει αποτελείται αποκλειστικά από NO(g) και N_2(g). Το τελικό μείγμα διοχετεύεται σε υδατικό διάλυμα $KMnO_4$ (παρουσία H_2SO_4), όπου αντιδρά μόνο το NO(g), σύμφωνα με την αντίδραση (3):

$$10NO(g) + 6KMnO_4(aq) + 9H_2SO_4(aq) \rightarrow 10HNO_3(aq) + 6MnSO_4(aq) + 3K_2SO_4(aq) + 4H_2O(\ell)$$

Αν για τον πλήρη αποχρωματισμό 540 mL διαλύματος $KMnO_4$ 1 M απαιτήθηκαν 22,4 L μείγματος NO(g) και N_2(g) σε STP, να υπολογιστεί ο βαθμός μετατροπής της NH_3 σε NO ως κλασματικός αριθμός.

Δ3. Το δεύτερο στάδιο της μεθόδου είναι η οξείδωση του NO προς NO_2 σύμφωνα με την αντίδραση:

$$2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2,\ \Delta H = -113{,}6\ \text{kJ}$$

α) Να εξηγήσετε γιατί το μείγμα των αερίων αντιδρώντων ψύχεται πριν ξεκινήσει η αντίδραση.

β) Σε δοχείο όγκου 10 L βρίσκεται σε ισορροπία μείγμα 10 mol NO, 10 mol O_2 και 20 mol NO_2. Να υπολογιστεί η σταθερά ισορροπίας K_c της αντίδρασης.

γ) Ο όγκος του δοχείου μεταβάλλεται υπό σταθερή θερμοκρασία και μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας η ποσότητα του NO_2 έχει αυξηθεί κατά 25%. Να υπολογίσετε τη μεταβολή του όγκου σε L.

Δ4. Το τρίτο στάδιο της μεθόδου είναι το ακόλουθο:

$$3NO_2(g) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons 2HNO_3(\ell) + NO(g)$$

Να εξηγήσετε αν η αντίδραση παρασκευής του νιτρικού οξέος (5) ευνοείται σε υψηλή ή χαμηλή πίεση.

Δ5. Μετά την αντίδραση του NO_2 με το H_2O λαμβάνεται διάλυμα HNO_3 10 M. Αν διαθέτετε υδατικό διάλυμα NH_3 5 M, να υπολογίσετε την αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμιχθούν τα δύο διαλύματα ώστε να προκύψει ουδέτερο διάλυμα.

Δίνεται ότι:

Όλα τα διαλύματα βρίσκονται σε θερμοκρασία $\theta = 25\ ^oC$. $K_b(NH_3) = 10^{-5}$, $K_w = 10^{-14}$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 14

Η αμμωνία (NH_3) είναι ένα σπουδαίο βιομηχανικό αέριο με πολλές χρήσεις. Ισομοριακό αέριο μίγμα N_2 και H_2 εισάγεται σε θερμαινόμενο σωλήνα θερμοκρασίας θ^oC παρουσία καταλύτη, οπότε συντίθεται η αμμωνία NH_3, σύμφωνα με την παρακάτω χημική εξίσωση:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

Το εξερχόμενο αέριο μίγμα εισάγεται σε δοχείο όγκου V_1 και η σύστασή του παραμένει σταθερή.

Δ1. Αν το μίγμα περιέχει 20% v/v NH_3, να βρείτε την απόδοση της αντίδρασης που πραγματοποιήθηκε.

Δ2. Τα συνολικά mol των αερίων στο δοχείο είναι 10 και η παραπάνω αντίδραση έχει $K_c = 20/27$ στους θ °C. Να υπολογίσετε τον όγκο V_1 του δοχείου.

Δ3. Ένα από τα παραπροϊόντα της βιομηχανικής παρασκευής της αμμωνίας (NH_3) είναι το διοξείδιο του άνθρακα CO_2, το οποίο χρησιμοποιείται για την παραγωγή ανθρακικού ασβεστίου $CaCO_3(s)$. Σε δοχείο σταθερού όγκου $V_2 = 1$ L εισάγονται 2 mol $CaCO_3(s)$. Το δοχείο θερμαίνεται στους θ^oC, οπότε το $CaCO_3(s)$ διασπάται σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$CaCO_3(s) \underset{\upsilon_2}{\overset{\upsilon_1}{\rightleftharpoons}} CaO(s) + CO_2(g)$$

Ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής συγκέντρωσης του CO_2 είναι $\upsilon = 0{,}4$ M/min και ο βαθμός διάσπασης του $CaCO_3(s)$ είναι 0,5. Αν οι αντιδράσεις και προς τις δύο κατευθύνσεις της χημικής ισορροπίας είναι στοιχειώδεις (απλές) τότε:

α) Να γράψετε τον νόμο ταχύτητας της αντίδρασης διάσπασης του $CaCO_3(s)$ καθώς και τον νόμο της αντίθετης αντίδρασης.

β) Να υπολογίσετε τις τιμές και τις μονάδες των σταθερών ταχύτητας k_1 και k_2.

γ) Να υπολογίσετε τα mol του CO_2 που πρέπει να αφαιρεθούν από το δοχείο, ώστε η πίεση σε αυτό να υποδιπλασιαστεί υπό σταθερή θερμοκρασία. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 15

Δίνεται η χημική αντίδραση:

$$NaIO_3 + NaI + H_2SO_4 \rightarrow I_2 + Na_2SO_4 + H_2O \quad (1)$$

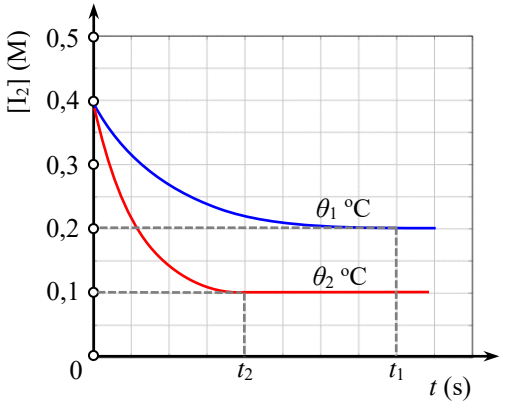
Δ1. α) Να συμπληρώσετε τους συντελεστές της χημικής αντίδρασης.

β) Να προσδιορίσετε ποιο σώμα είναι οξειδωτικό και ποιο αναγωγικό. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με βάση τον ορισμό του οξειδωτικού και του αναγωγικού σώματος.

Το I_2 που παράγεται διοχετεύεται σε δοχείο όγκου V, όπου πραγματοποιείται η ακόλουθη αντίδραση:

$$I_2(g) \underset{\upsilon_2}{\overset{\upsilon_1}{\rightleftharpoons}} 2I(g) \quad (2)$$

Η αντίδραση (2) πραγματοποιείται σε διαφορετικές θερμοκρασίες θ_1 και θ_2. Παρακάτω παριστάνονται οι αντίστοιχες καμπύλες αντίδρασης.



Δ2. Ποια θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Δ3. α) Χρησιμοποιώντας το διάγραμμα να υπολογίσετε τις σταθερές K_{c1} και K_{c2} καθώς και τις αποδόσεις α_1 και α_2, στις θερμοκρασίες θ_1 και θ_2, αντίστοιχα.

β) Να αιτιολογήσετε αν η αντίδραση είναι ενδόθερμη ή εξώθερμη.

γ) Με ποιον άλλο τρόπο θα μπορούσατε να αιτιολογήσετε το ενδόθερμο ή εξώθερμο της αντίδρασης (2);

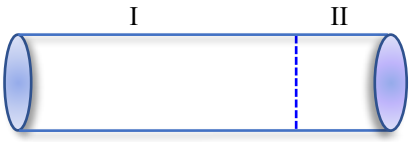
Δ4. α) Ποια χρονική στιγμή και μετά η ταχύτητα υ_2 παίρνει τη μέγιστη τιμή της και ποια είναι η σχέση της με την ταχύτητα υ_1 την ίδια χρονική στιγμή; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Ποια είναι η τιμή του ρυθμού μεταβολής της συγκέντρωσης του $I_2(g)$, $d[I_2]/dt$, τη στιγμή που η υ_2 γίνεται μέγιστη; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Δ5. Ποια θα έπρεπε να είναι η αρχική συγκέντρωση του I_2, έτσι ώστε στη θερμοκρασία θ_1 η απόδοση της αντίδρασης να είναι ίση με 25%; [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 16

Θέλουμε να συμπυκνώσουμε ένα υδατικό μοριακό διάλυμα όγκου 400 mL μιας ευαίσθητης βιοδραστικής ουσίας (Χ) συγκέντρωσης 0,025 Μ. Με το διάλυμα αυτό της ουσίας Α γεμίζουμε το διαμέρισμα Ι ενός οριζόντιου κυλίνδρου του οποίου στο διαμέρισμα ΙΙ είναι γεμάτο με διάλυμα γλυκόζης όγκου 100 mL και συγκέντρωσης *c* Μ. Τα δύο διαμερίσματα διαχωρίζονται με κινητή ημιπερατή μεμβράνη, όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



Η όλη διαδικασία λαμβάνει χώρα σε σταθερή θερμοκρασία μέχρις ότου τα δύο διαλύματα να γίνουν ισοτονικά.

Δ1. Προς ποια κατεύθυνση (προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά) θα κινηθεί η κινητή ημιπερατή μεμβράνη κατά την εξέλιξη του φαινομένου; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Δ2. Ποια θα πρέπει να είναι η αρχική συγκέντρωση (*c*) του διαλύματος της γλυκόζης ώστε η τελική συγκέντρωση της ουσίας Χ να γίνει ίση με 0,04 Μ;

Δ3. Όλη η ποσότητα του τελικού διαλύματος της ουσίας (Χ), συγκέντρωσης 0,04 Μ, εισάγεται σε μία νέα φιάλη και προστίθεται κατάλληλο ένζυμο οπότε με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία που ακολουθεί, χωρίς αλλαγή στον όγκο του διαλύματος.

$$X(aq) \rightleftharpoons 2Y(aq)$$

Στην κατάσταση της ισορροπίας η συγκέντρωση της ουσίας Υ βρέθηκε ίση με 0,04 Μ. Να υπολογίσετε τη σταθερά της ισορροπίας (K_c) στη θερμοκρασία του πειράματος.

Δ4. Ποια ποσότητα νερού πρέπει να προσθέσουμε σε όλη την ποσότητα του διαλύματος της παραπάνω χημικής ισορροπίας, χωρίς μεταβολή στη θερμοκρασία, ώστε η απόδοση της αντίδρασης να γίνει ίση με 60%;

Δ5. Σε ένα άλλο πείραμα, το pH διαλύματος της ουσίας (Χ) όγκου 100 mL πρέπει να ρυθμιστεί στην τιμή 5. Για το σκοπό αυτό διαθέτουμε 100 mL διαλύματος CH_3COOH 0,1 Μ με pH = 3.

α) Πόσα mol KOH(s) πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα αυτό, ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα όγκου 100 mL με pH = 5;

β) Πώς θα μεταβληθεί το pH του ρυθμιστικού διαλύματος των 100 mL με την ανάμιξή του με το διάλυμα της ουσίας (Χ) όγκου 100 mL (θα αυξηθεί, θα μειωθεί, δεν θα μεταβληθεί); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. Όλα τα διαλύματα έχουν την ίδια θερμοκρασία.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 17

Ποσότητα ενός οξειδίου του αζώτου (N_xO_y) ίση με 0,1 mol αντιδρά πλήρως με H_2 παρουσία καταλύτη και σε κατάλληλη θερμοκρασία, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$N_xO_y(g) + \frac{3x+2y}{2} H_2(g) \rightarrow xNH_3(g) + yH_2O(g)$$

Το παραγόμενο H_2O από την αντίδραση έχει μάζα 7,2 g. Επίσης, η ποσότητα της παραγόμενης NH_3 απαιτεί για την εξουδετέρωση 200 mL διαλύματος HCl 1 M οπότε προκύπτει υδατικό διάλυμα (Υ1) όγκου 200 mL με pH = 4,5.

Δ1. Ποιος ο χημικός τύπος του οξειδίου;

Δ2. Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού K_b της NH_3.

Δ3. Πόσα mL H_2O πρέπει να προστεθούν σε 100 mL του διαλύματος (Υ1), χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά 0,5;

Δ4. Πόσα mL διαλύματος NaOH 0,5 M πρέπει να προστεθούν στα υπόλοιπα 100 mL του Υ1, ώστε να προκύψει διάλυμα (Υ2) με pH = 9;

Δ5. 0,03 mol Cu αντιδρούν πλήρως με πυκνό διάλυμα HNO_3 σύμφωνα με την αντίδραση:

$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

Όλη η ποσότητα του παραγόμενου $NO_2(g)$ εισάγεται σε δοχείο όγκου 0,4 L που περιέχει 0,03 mol $N_2O_4(g)$ και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία:

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

Βρέθηκε ότι στη χημική ισορροπία το μίγμα των δύο αερίων είναι ισομοριακό. Να προσδιορίσετε την τιμή της σταθεράς K_c της χημική ισορροπίας στη θερμοκρασία του πειράματος.

Δ6. Πώς θα μεταβληθεί (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή) η $[NO_2]$ στην παραπάνω χημική ισορροπία με την αύξηση του όγκου του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Το υδατικά διαλύματα έχουν $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$ και σε αυτά μπορείτε να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. Σχετικές ατομικές μάζες, H:1, O:16.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 18

Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα HCOOH (διάλυμα Υ1) με pH = 2. Ογκομετρούμε 50 mL του διαλύματος Υ1 με διάλυμα $KMnO_4$ 0,5 M οξινισμένο με H_2SO_4 (διάλυμα Υ2). Το HCOOH αντιδρά πλήρως με την προσθήκη 40 mL διαλύματος Υ2.

Δ1. α) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του HCOOH στο διάλυμα Υ1.

β) Να υπολογίσετε τη σταθερά ιοντισμού του HCOOH.

Δ2. Ορισμένος όγκος υδατικού διαλύματος HCOOH συγκέντρωσης 1 M αραιώνεται με νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 450 mL (διάλυμα Υ3). Στο διάλυμα Υ3 ο βαθμός ιοντισμού του HCOOH είναι 0,03. Να υπολογίσετε τον όγκο του νερού που προστέθηκε.

Δ3. Από την αντίδραση ορισμένου όγκου διαλύματος HCOOH με όξινο διάλυμα $KMnO_4$ σχηματίστηκαν 0,05 mol αερίου $CO_2(g)$, τα οποία διαβιβάζονται σε δοχείο σταθερού όγκου όπου περιέχεται μόνο αέριο H_2. Το δοχείο θερμαίνεται σε θερμοκρασία θ °C οπότε αποκαθίσταται χημική ισορροπία σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g) \quad (1)$$

Μετά την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας στο δοχείο περιέχονται συνολικά 0,1 mol αερίων. Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης (1). Δίνεται η $K_c = 4$ για την αντίδραση (1) σε θ °C.

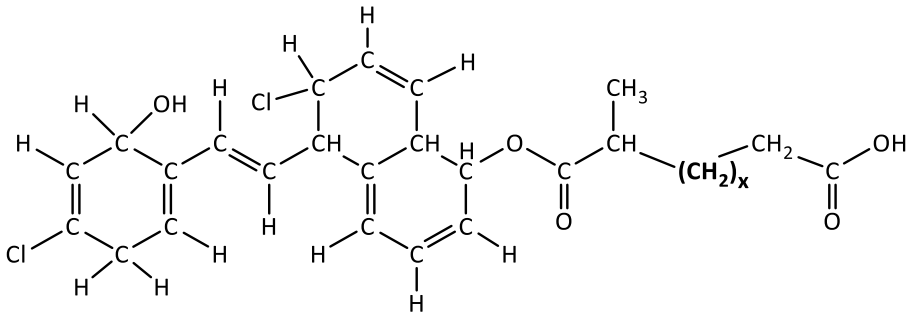
Δ4. Αναμειγνύουμε 80 mL υδατικού διαλύματος HCOOH συγκέντρωσης 1 M με 400 mL υδατικού διαλύματος $Ca(OH)_2$ και προκύπτει διάλυμα όγκου 480 mL με pH = 4. Να υπολογίσετε την αρχική συγκέντρωση του διαλύματος $Ca(OH)_2$.

Όλα τα υδατικά διαλύματα βρίσκονται στους 25 °C όπου $K_w = 10^{-14}$. Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2023]

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 19

Μία από τις ενώσεις που εξετάζονται ως πιθανή δραστική ουσία φαρμάκου είναι η χημική ένωση (I), με μοριακό τύπο $C_{23+x}H_{24+2x}Cl_2O_5$:



Δ1. Για την εύρεση της σχετικής μοριακής μάζας της χημικής ένωσης (I) χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ωσμωμετρίας. Αν 50 mL διαλύματος της χημικής ένωσης (I) στο οποίο έχουν διαλυθεί 0,1 g αυτής σε κατάλληλο διαλύτη εμφανίζει ωσμωτική πίεση 0,1 atm στους 27°C, να βρείτε τον αριθμό x στον μοριακό τύπο.

Δίνονται: $R = 0{,}082$ L·atm/mol·K. Σχετικές ατομικές μάζες, H:1, C:12, O:16, Cl:35 (στην παραπάνω χημική ένωση εμφανίζεται αποκλειστικά το ισότοπο ^{35}Cl).

Δ2. Η χημική ένωση (I) περιέχει μια καρβοξυλομάδα και ως εκ τούτου θεωρείται ως ασθενές οξύ του τύπου HA. Αν διάλυμα του μετά νατρίου άλατος της χημικής ένωσης (I), NaA, συγκέντρωσης 10^{-2} M έχει pH = 8, να δείξετε ότι η pK_a της χημικής ένωσης (I) είναι ίση με 4. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. $K_w = 10^{-14}$.

Δ3. α) Πόσα από τα άτομα H της χημικής ένωσης (I) μπορούν να συμμετάσχουν στη δημιουργία δεσμών υδρογόνου, δηλαδή λειτουργούν ως δότες δεσμών υδρογόνου;

β) Πόσα από τα άτομα της χημικής ένωσης (I) (εκτός των ατόμων H) μπορούν να συμμετάσχουν στη δημιουργία δεσμών υδρογόνου, δηλαδή λειτουργούν ως δέκτες δεσμών H;

Δ4. Σε ένα σύστημα οκτανόλης/νερού, όπως αυτό του σχήματος, αποτελούμενο από 900 mL οκτανόλης και 100 mL νερού, διαλύονται 0,091 mol της χημικής ένωσης (I) χωρίς μεταβολή του όγκου. Μετά από την απαραίτητη διαδικασία ανάδευσης το σύστημα ηρεμεί και οι διαλύτες διαχωρίζονται σε δύο φάσεις, όπως το διπλανό σχήμα.



Το pH στην υδατική φάση μετρήθηκε ίσο με 3. Να βρεθεί η τιμή του λόγου:

$$\log\frac{[\text{χημική ένωση (I)}]_{\text{οκτ}}}{[\text{χημική ένωση (I)}]_{\text{νερ}}}$$

Δ5. Η πληθώρα των ενώσεων που δυνητικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δραστικές ουσίες φαρμάκων έχει επιφέρει την ανάγκη θέσπισης κριτηρίων επιλογής, όπως τα:

1. Η σχετική μοριακή μάζα της ένωσης δεν πρέπει να υπερβαίνει το 500.
2. Ο αριθμός των ατόμων υδρογόνου που μπορεί να συμμετάσχουν στη δημιουργία δεσμών υδρογόνου να μην υπερβαίνει το 5.
3. Ο αριθμός των ατόμων που κάνουν δεσμούς υδρογόνου με άτομα υδρογόνου να μην υπερβαίνει το 10.
4. Όταν η υπό εξέταση ένωση διαλύεται σε ένα διφασικό σύστημα οκτανόλης/νερού (δύο διαλύτες που ΔΕΝ αναμιγνύονται), ο λόγος $\log\frac{[\text{φάρμακο}]_{\text{οκτ}}}{[\text{φάρμακο}]_{\text{νερ}}}$ να μην υπερβαίνει το 5.

Να εξηγήσετε αν η χημική ένωση (I) είναι συμβατή με τα 4 παραπάνω κριτήρια. $K_w = 10^{-14}$. Τα δεδομένα του θέματος Δ επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις. [ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ]

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 20

Σε σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών ζητήθηκε από τους μαθητές να υπολογίσουν την σταθερά K_b της αμμωνίας (NH_3) και ακολούθησαν τα παρακάτω στάδια της πειραματικής διαδικασίας.

Στάδιο 1: Ζύγισαν 10,7 g NH_4Cl, τα μετέφεραν σε μια ογκομετρική φιάλη και συμπλήρωσαν με νερό μέχρι τελικού όγκου 100 mL. Έτσι παρασκεύασαν το διάλυμα Υ1.

Στάδιο 2: Με κατάλληλο σιφώνιο έλαβαν 10 mL από το διάλυμα Υ1 και το αραίωσαν με νερό μέχρι τελικού όγκου 100 mL. Έτσι παρασκεύασαν το διάλυμα Υ2.

Στάδιο 3: Σε ένα δείγμα του διαλύματος Υ2 πρόσθεσαν μερικές σταγόνες δείκτη κίτρινο της αλιζαρίνης.

Δ1. Να εξηγήσετε, χωρίς μαθηματικούς υπολογισμούς, τι χρώμα θα αποκτήσει το δείγμα του διαλύματος Υ2 μετά την προσθήκη του δείκτη.

Στάδιο 4: Σε κωνική φιάλη μεταφέρθηκαν 10 mL από το διάλυμα Υ2 και προστέθηκαν μερικές σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Στη συνέχεια οι μαθητές γέμισαν μια προχοΐδα (διαδικασία πλήρωσης προχοΐδας) με διάλυμα NaOH 0,2 M. Με τη βοήθεια της προχοΐδας πρόσθεσαν στην κωνική φιάλη τόση ποσότητα διαλύματος NaOH ώστε να αλλάξει το χρώμα του διαλύματος της κωνικής φιάλης (διάλυμα Υ3). Οι μαθητές θεώρησαν το σημείο αυτό ως σημείο ολοκλήρωσης της ογκομέτρησης.

Δ2. Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε μέχρι το σημείο ολοκλήρωσης της ογκομέτρησης (θεωρήστε το ως ισοδύναμο σημείο).

Στάδιο 5: Οι μαθητές μετέφεραν 20 mL από το διάλυμα Υ2 στην κωνική φιάλη του διαλύματος Υ3, οπότε παρασκευάστηκε διάλυμα Υ4. Με τη βοήθεια πεχαμέτρου, μετρήθηκε η τιμή pH του Υ4 και βρέθηκε ίση με 9.

Δ3. Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς K_b της NH_3, σύμφωνα με τα πειραματικά δεδομένα.

Δ4. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση των ιόντων OH^- του διαλύματος Υ3.

Η αρχική ποσότητα 10,7 g στερεού NH_4Cl μπορεί να προκύψει από τη χημική αντίδραση που περιγράφεται από την παρακάτω χημική εξίσωση:

$$NH_3(\ell) + Cl_2(g) \rightarrow N_2(g) + NH_4Cl(s)$$

α) Να ισοσταθμίσετε τη χημική εξίσωση.

β) Να προσδιορίσετε ποιο σώμα είναι το οξειδωτικό, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

γ) Ποιος όγκος $N_2(g)$ εκλύεται σε πρότυπες συνθήκες (STP);

Δίνονται:

– Όλα τα υδατικά διαλύματα βρίσκονται στους 25 °C όπου $K_w = 10^{-14}$.

– Για τον δείκτη κίτρινο της αλιζαρίνης: $K_a = 10^{-11}$. Η όξινη μορφή του δείκτη έχει κίτρινο χρώμα και η βασική του μορφή έχει κόκκινο χρώμα.

– Σχετικές ατομικές μάζες: A_r (H) = 1, A_r (N) = 14, A_r (Cl) = 35,5.

– Τα δεδομένα του προβλήματος επιτρέπουν τις γνωστές προσεγγίσεις.

[ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2024]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Ε10 Επαναληπτικά Κριτήρια Αξιολόγησης

Τα κριτήρια αξιολόγησης έχουν ως στόχο την προετοιμασία των υποψηφίων και όχι την προσομοίωση των εξετάσεων.

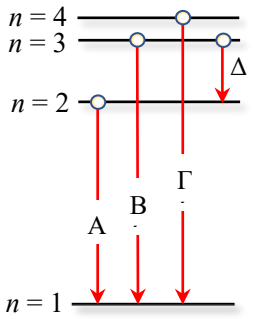


1ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Για τις ερωτήσεις Α1 - Α5 να γράψετε απλώς το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Στο σχήμα που ακολουθεί εμφανίζονται ορισμένες μεταπτώσεις που αντιστοιχούν στο γραμμικό φάσμα εκπομπής του ατόμου του υδρογόνου.



Ποια από τις μεταπτώσεις αυτές παράγει ακτινοβολία με το μεγαλύτερο μήκος κύματος;
Α) Η μετάπτωση Α Β) Η μετάπτωση Β Γ) Η μετάπτωση Γ Δ) Η μετάπτωση Δ
Μονάδες 5

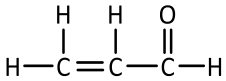
Α2. Ο μέγιστος αριθμός ασύζευκτων (μονήρων) ηλεκτρονίων στα άτομα των στοιχείων της 4ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι ίσος με:
Α) 3 Β) 4 Γ) 5 Δ) 6 Μονάδες 5

Α3. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία:

$$A(s) + \lambda B(g) \rightleftharpoons \Gamma(g) + \Delta(g),\ \lambda \text{ ακέραιος αριθμός}$$

Παρατηρήθηκε ότι η αύξηση του όγκου του δοχείου υπό σταθερή θερμοκρασία είχε ως τελικό αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης του Γ(g) χωρίς όμως μεταβολή στην ποσότητά του. Επομένως:
Α) $\lambda = 1$ Β) $\lambda = 2$ Γ) $\lambda > 3$ Δ) $\lambda = 2$ ή 3 Μονάδες 5

Α4. Στο συντακτικό τύπο που ακολουθεί εμφανίζεται η προπενάλη, που χρησιμοποιείται στην παρασκευή πολλών πολυμερών.



Όταν η προπενάλη αντιδρά με το CH_3MgBr, ποιος από τους παρακάτω δεσμούς διασπάται;
Α) Ο π δεσμός στο καρβονύλιο (C=O) Β) Ο σ δεσμός στο καρβονύλιο (C=O)
Γ) Ο σ δεσμός του δεσμού C=C Δ) Ο π δεσμός του δεσμού C=C Μονάδες 5

Α5. Μία αντίδραση διεξάγεται με τον παρακάτω μηχανισμό δύο σταδίων.
1ο στάδιο: $NO_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow ClNO_2(g) + Cl(g)$ πολύ αργό στάδιο
2ο στάδιο: $NO_2(g) + Cl(g) \rightarrow ClNO_2(g)$ γρήγορο στάδιο
Σύμφωνα με το μηχανισμό αυτό:
Α) το Cl(g) λειτουργεί ως καταλύτης της αντίδρασης
Β) το $ClNO_2(g)$ λειτουργεί ως ενδιάμεσο
Γ) το 1ο στάδιο θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη ενέργεια ενεργοποίησης σε σχέση με το 2ο στάδιο
Δ) η χημική εξίσωση της συνολικής αντίδρασης είναι η ίδια με τη χημική εξίσωση του 1ου σταδίου Μονάδες 5

Θέμα Β

Β1. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τρεις οργανικές ενώσεις με τις σχετικές μοριακές του μάζες.

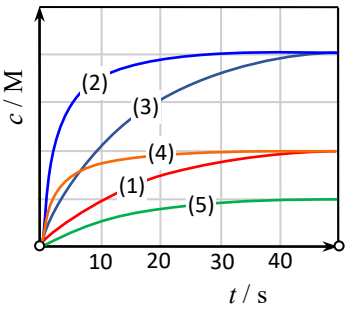
Διμεθυλαιθέρας	CH_3OCH_3	$M_r = 46$
Αιθυλαμίνη	$CH_3CH_2NH_2$	$M_r = 45$
Προπάνιο	$CH_3CH_2CH_3$	$M_r = 44$

α) Τα σημεία βρασμού των ενώσεων αυτών είναι: −42,1 °C, −24,8 °C και 17 °C (με τυχαία σειρά). Να αποδώσετε σε καθεμία από τις παραπάνω ουσίες το σημείο βρασμού της και να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.
β) Ποια από τις παραπάνω ουσίες έχει τη μικρότερη διαλυτότητα στο νερό; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 7

Β2. Σε δοχείο όγκου V_1 εισάγονται 1 mol A(g) και 1 mol B(s) και διεξάγεται η αντίδραση:

$$A(g) + B(s) \longrightarrow \Gamma(g)$$

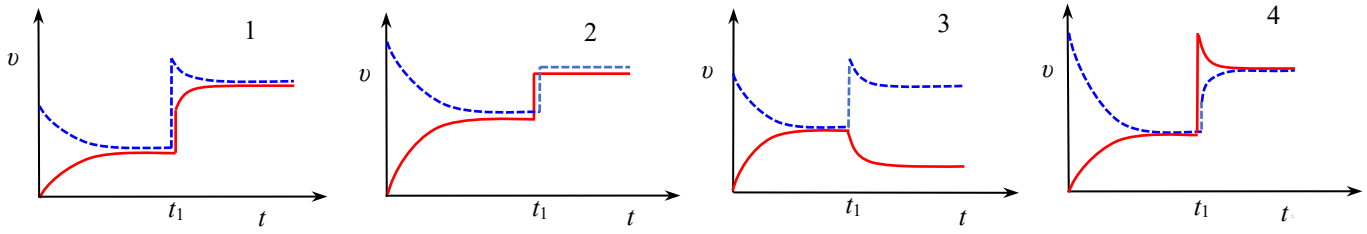
Η συγκέντρωση του Γ(g) σε συνάρτηση με το χρόνο αποδίδεται από την καμπύλη (1) του διπλανού σχήματος.



Σε ένα δεύτερο πείραμα η ίδια αντίδραση διεξάγεται σε δοχείο όγκου $V_2 < V_1$ με τις ίδιες αρχικές ποσότητες και στην ίδια θερμοκρασία.
α) Ποια από τις καμπύλες (2), (3), (4) ή (5) του σχήματος αποδίδει τη συγκέντρωση του Γ(g) ως συνάρτηση του χρόνου, στο δεύτερο πείραμα;
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 5

Β3. Το 1-βρωμοπροπάνιο αντιδρά με το KOH μπορεί να δώσει είτε αντίδραση υποκατάστασης είτε αντίδραση αφυδρολογόνωσης, ανάλογα με τις συνθήκες και κυρίως ανάλογα με το διαλύτη της αντίδρασης.
α) Να γράψετε την αντίδραση υποκατάστασης του 1-βρωμοπροπάνιου με το KOH και να σημειώσετε έναν γνωστό διαλύτη που ευνοεί την υποκατάσταση.
β) Να γράψετε την αντίδραση αφυδραλογόνωσης του 1-βρωμοπροπάνιου με το KOH και να σημειώσετε ένα γνωστό διαλύτη που ευνοεί την αφυδρολογόνωση.
γ) Το προϊόν της υποκατάστασης οξειδώνεται πλήρως με $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ και παράγεται υγρό προϊόν (Α). Το προϊόν της απόσπασης αντιδρά με H_2O/H^+ και προκύπτει η υγρή ένωση Β ως κύριο προϊόν. Οι ενώσεις Α και Β θερμαίνονται παρουσία H_2SO_4 και προκύπτει τελικά ο εστέρας (Γ). Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β και Γ.
Μονάδες 10

Β4. Σε κλειστό δοχείο εισάγεται ποσότητα του αερίου A(g) και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η ισορροπία: $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$, $\Delta H < 0$. Τη στιγμή t_1 αυξάνουμε τη θερμοκρασία.
α) Ποιο από τα γραφήματα 1-4 που ακολουθούν περιγράφει καλύτερα την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά και την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι και την αποκατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας;



β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 5

Θέμα Γ

Γ1. Σε δοχείο όγκου $V = 10$ L εισάγονται 4 mol $COCl_2(g)$ οπότε σε θερμοκρασία T αποκαθίσταται η ισορροπία που ακολουθεί, στην οποία συνυπάρχουν συνολικά 6 mol αερίων.

$$COCl_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + Cl_2(g),\ \Delta H = 120\ kJ$$

α) Να υπολογίσετε την απόδοση της αντίδρασης καθώς και την τιμή της σταθεράς K_c στη θερμοκρασία του πειράματος.
β) i. Να εξετάσετε πώς πρέπει να μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου (αύξηση ή μείωση), έτσι ώστε να αυξηθεί η ποσότητα του παραγόμενου CO σύμφωνα με την παραπάνω ισορροπία.
ii. Πώς θα μεταβληθεί (αύξηση ή μείωση) ο χρόνος που απαιτείται για την αποκατάσταση της ισορροπίας με την αύξηση της θερμοκρασίας, υπό σταθερό όγκο;
iii. Πώς θα μεταβληθεί η τιμή της σταθεράς K_c με την αύξηση της θερμοκρασίας;
Να αιτιολογήσετε σύντομα τις απαντήσεις σας.
γ) Να υπολογίσετε τον όγκο διαλύματος $KMnO_4$ 0,2 M, οξινισμένου με H_2SO_4, που απαιτείται για την οξείδωση του CO που υπάρχει στην παραπάνω ισορροπία σύμφωνα με τη (μη ισοσταθμισμένη) χημική εξίσωση που ακολουθεί.

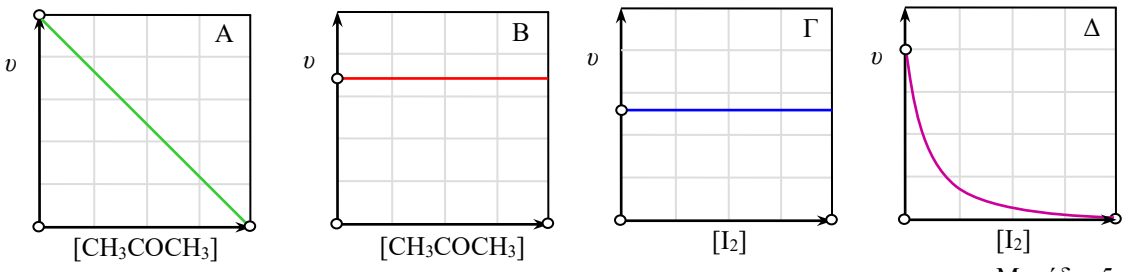
$$KMnO_4 + CO + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + CO_2 + K_2SO_4 + H_2O$$

Μονάδες 14

Γ2. Παρακολουθούμε την αντίδραση, $CH_3COCH_3(aq) + I_2(aq) \rightarrow CH_3COCH_2I(aq) + HI(aq)$, σε σταθερό pH και σε σταθερή θερμοκρασία, με διαφορετικές αρχικές συγκεντρώσεις αντιδρώντων και μετράμε το χρόνο που απαιτείται για τη μεταβολή της $[I_2]$ κατά 0,01 M. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

$[CH_3COCH_3]_0$ / M	$[I_2]_0$ / M	Χρόνος / min
0,25	0,05	7,2
0,50	0,05	3,6
1,00	0,05	1,8
0,50	0,10	3,6

Με βάση τα δεδομένα αυτά, ποιο από τα διαγράμματα που ακολουθούν για την ταχύτητα της αντίδρασης σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση ενός αντιδρώντος είναι το σωστό; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



Μονάδες 5

Γ3. Αέριο μίγμα όγκου 13,44 L (σε STP) αποτελούμενο από $C_3H_6(g)$ και $O_2(g)$ αναφλέγεται οπότε το $C_3H_6(g)$ καίγεται πλήρως προς $CO_2(g)$ και $H_2O(\ell)$. Το μίγμα των καυσαερίων διοχετεύεται σε διάλυμα $Ca(OH)_2(aq)$ και όλη η ποσότητα του $CO_2(g)$ αντιδρά πλήρως, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$CO_2(g) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(\ell)$$

Από την τελευταία αντίδραση εκλύεται ποσό θερμότητας ίσο με 27 kJ, σε πρότυπες συνθήκες.
Να υπολογίσετε τη σύσταση του αρχικού αερίου μίγματος σε mol.
Δίνονται οι πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού του $CO_2(g)$, του $Ca(OH)_2(aq)$, του $CaCO_3(s)$ και του $H_2O(\ell)$, αντίστοιχα ίσες με −395, −1000, −1200 και −285 σε $kJ \cdot mol^{-1}$. Μονάδες 6

Θέμα Δ

Ποσότητα $SiCl_4$ αντιδρά πλήρως με νερό, σύμφωνα με την αντίδραση (1):

$$SiCl_4(\ell) + 2H_2O(\ell) \longrightarrow SiO_2(s) + 4HCl(aq)$$

Μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης και την απομάκρυνση του $SiO_2(s)$ προκύπτει διάλυμα (Α) όγκου 200 mL με pH = 2.

Δ1. Να υπολογίσετε τα mol του $SiCl_4(\ell)$ που αντέδρασαν. Μονάδες 3

Δ2. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε το διάλυμα (Α) με άλλο διάλυμα (Β) HCl με pH = 0, ώστε να προκύψει διάλυμα HCl (Υ1) με pH = 1; Μονάδες 5

Δ3. 80 mL διαλύματος (Υ2) NH_3 0,025 M αναμιγνύεται με 20 mL του διαλύματος Υ1 και προκύπτει διάλυμα Υ3 όγκου 100 mL. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Υ3. Για την NH_3, $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$. $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25\ ^oC$.
Μονάδες 6

Δ4. Άγνωστο μέταλλο (Μ) σχηματίζει ισχυρή βάση κατά Arrhenius του τύπου $M(OH)_x$, όπου x ο αριθμός οξείδωσης του Μ στο υδροξείδιο αυτό. 0,78 g από την ένωση αυτή διαλύονται σε νερό και το διάλυμα που προκύπτει ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα HCl 1 M, οπότε μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτούνται 30 mL του πρότυπου διαλύματος. Να προσδιοριστεί ο λόγος $\lambda = A_r/x$, όπου A_r η σχετική ατομική μάζα του μετάλλου (Μ) και x ο αριθμός οξείδωσης του Μ στο υδροξείδιο $M(OH)_x$.
Σχετικές ατομικές μάζες, H:1, O:16. Μονάδες 6

Δ5. Τα στοιχεία Ο και S ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα (16η) με το Ο να είναι στη 2η περίοδο και το S στην 3η περίοδο. Τα στοιχεία αυτά συμμετέχουν στα μόρια του κυανικού οξέος (HOCN) και θειοκυανικού οξέος (HSCN).

α) Για τα οξέα αυτά μπορούμε να πούμε ότι:

1. το HOCN είναι ισχυρότερο οξύ από το HSCN καθόσον το S έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Ο
2. το HSCN είναι ισχυρότερο οξύ από το HOCN καθόσον το S έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Ο
3. το HOCN είναι ισχυρότερο οξύ από το HSCN καθόσον το Ο έχει μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα από το S
4. το HSCN είναι ισχυρότερο οξύ από το HOCN καθόσον το S έχει μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα από το Ο

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Μονάδες 5



2ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Για τις ερωτήσεις Α1 - Α5 να γράψετε απλώς τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Ο τετραχλωράνθρακας (CCl_4) είναι μία υγρή οργανική ένωση στις συνηθισμένες συνθήκες (θ = 25 °C, p = 1 atm). Ποια από τις παρακάτω χημικές εξισώσεις αντιστοιχεί στην πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του CCl_4;

Α) $C(g) + 4Cl(g) \rightarrow CCl_4(g)$ Β) $C(s) + 4Cl(g) \rightarrow CCl_4(\ell)$

Γ) $C(s) + 2Cl_2(g) \rightarrow CCl_4(\ell)$ Δ) $C(g) + 2Cl_2(g) \rightarrow CCl_4(g)$ Μονάδες 5

Α2. Πόσα μονήρη ηλεκτρόνια διαθέτει το άτομο ενός στοιχείου με ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση: K(2) L(8) M(14) N(2);

Α) 6

Β) 4

Γ) 3

Δ) 2 Μονάδες 5

Α3. Οι ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των μορίων της μεθυλαμίνης, $CH_3NH_2(\ell)$, είναι:

Α) Δυνάμεις διασποράς (London)

Β) Δεσμός υδρογόνου

Γ) Δυνάμεις van der Waals

Δ) Δυνάμεις διπόλου - διπόλου Μονάδες 5

Α4. Το $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$ μπορεί να προκύψει από την $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ με την επίδραση κατάλληλου αντιδραστηρίου (Χ). Επίσης, η $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ μπορεί να προκύψει από το $CH_3CH_2CH_2CH_2Cl$ με την επίδραση κατάλληλου αντιδραστηρίου (Υ). Ποια μπορεί να είναι τα αντιδραστήρια (Χ) και (Υ);

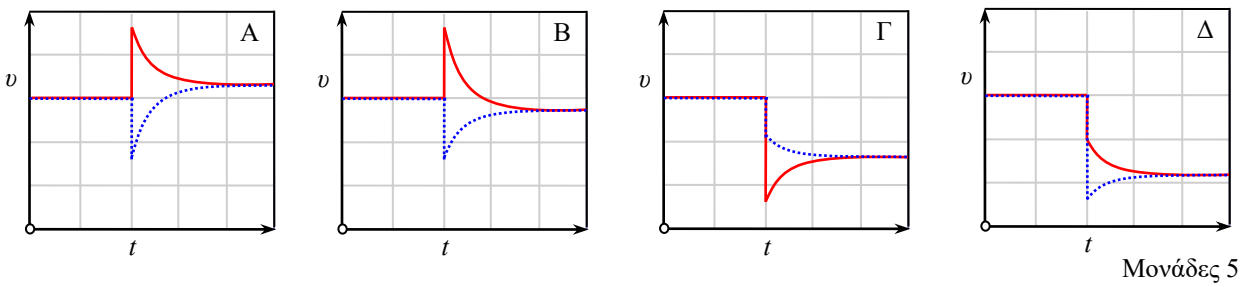
Α) X: $SOCl_2$, Y: NaOH(aq)

Β) X: NH_4Cl(aq), Y: NaOH(aq)

Γ) X: NH_4Cl(aq), Y: NaOH(αιθανόλη)

Δ) X: $SOCl_2$, Y: NH_3(αιθανόλη) Μονάδες 5

Α5. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία: $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$, $\Delta H = -57$ kJ. Τη στιγμή t το σύστημα ψύχεται απότομα. Ποιο από τα διαγράμματα ταχύτητας - χρόνου που ακολουθούν περιγράφει καλύτερα την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά (——) και την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά (·····) μέχρι την αποκατάσταση νέας χημικής ισορροπίας;



Μονάδες 5

Θέμα Β

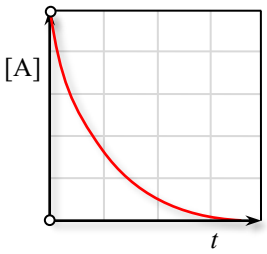
Β1. 5 g γλυκόζης διαλύονται στο νερό σχηματίζοντας μοριακό διάλυμα (Δ1) όγκου 100 mL και ωσμωτικής πίεσης Π_1. 5 g σακχαρόζης διαλύεται στο νερό σχηματίζοντας μοριακό διάλυμα (Δ2) όγκου 100 mL και ωσμωτικής πίεσης Π_2 και ισχύει $\Pi_1 > \Pi_2$.

α) Η διαφορά στις ωσμωτικές πιέσεις μπορεί να οφείλεται στο εξής:

1. Το διάλυμα Δ2 έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία από το διάλυμα Δ1
2. Τα μόρια της γλυκόζης μπορεί να έχουν υποστεί διάσταση σε ιόντα αυξάνοντας την ολική συγκέντρωση των σωματιδίων του διαλύματος
3. Η γλυκόζη έχει μικρότερη σχετική μοριακή μάζα σε σχέση με τη σακχαρόζη
4. Τα μόρια της σακχαρόζης έχουν υποστεί πολυμερισμό αυξάνοντας την ολική συγκέντρωση των σωματιδίων του διαλύματος

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 5

Β2. Σε κλειστό δοχείο εισάγεται το σώμα Α(g) σε συγκέντρωση $2c$ και από $t = 0$ αρχίζει η αντίδραση: $\mathrm{A(g) \rightarrow B(g) + \Gamma(g)}$. Η συγκέντρωση του Α(g) σε σχέση με το χρόνο δίνεται στο διπλανό διάγραμμα.



α) Αν $t_{1/2}$ ο χρόνος που απαιτείται για τον υποδιπλασιασμό της συγκέντρωσης του Α, ποιος χρόνος (t_v) απαιτείται από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωση της αντίδρασης;

Α) $t_v = 2t_{1/2}$ Β) $t_v > 2t_{1/2}$ Γ) $t_v < 2t_{1/2}$ Δ) $t_{1/2} < t_v < 2t_{1/2}$

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Μονάδες 5

Β3. Το μηλικό οξύ είναι ένα δικαρβοξυλικό υδροξυοξύ που απαντάται στα πράσινα μήλα και στα σταφύλια. Προστίθεται στα αναψυκτικά και τα ζαχαρωτά για να προσδώσει ξινή γεύση. Μπορεί να παρασκευαστεί από την βρωμοαιθανάλη σε τρεις αντιδράσεις - στάδια σύμφωνα με το διάγραμμα που ακολουθεί.

$$\mathrm{BrCH_2CH{=}O \xrightarrow{HCN} A \xrightarrow{KCN} B \xrightarrow{H_2O/H^+}}\ \text{μηλικό οξύ}$$

α) Να σημειώσετε τους τύπους του υβριδισμού που παρουσιάζουν τα δύο άτομα C της βρωμοαιθανάλης.

β) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α και Β καθώς και τον τύπο του μηλικού οξέος. Μονάδες 5

Β4. Δίνονται τα οξέα που ακολουθούν με τις αντίστοιχες σταθερές ιοντισμού τους στην ίδια θερμοκρασία T.

$\mathrm{HNO_2}$ ($K_a = 6{,}0\cdot10^{-4}$), HCN ($K_a = 6{,}0\cdot10^{-10}$)

α) Προς ποια κατεύθυνση είναι μετατοπισμένη η ισορροπία που ακολουθεί; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

$$\mathrm{HNO_2(aq) + CN^-(aq) \rightleftharpoons NO_2^-(aq) + HCN(aq)}$$

β) Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της παραπάνω ισορροπίας (στη θερμοκρασία T).

Μονάδες 6

Β5. Το κατιόν K^+ και το ανιόν F^- έχουν παρόμοιες ιοντικές ακτίνες. Για τις ατομικές ακτίνες (r) των στοιχείων Κ και F μπορούμε να πούμε ότι:

i. r (K) > r (F)
ii. r (K) < r (F)
iii. r (K) = r (F)
iv. δεν μπορεί να γίνει η σύγκριση καθώς δεν είναι γνωστοί οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 4

Θέμα Γ

Γ1. Σε κλειστό δοχείο όγκου 1 L εισάγονται 0,5 mol $CaCO_3(s)$ και το σύστημα θερμαίνεται σε θερμοκρασία T, οπότε αποκαθίσταται η ισορροπία:

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

Η ποσότητα του CO_2 στην ισορροπία βρέθηκε ίση με 0,012 mol. Το ίδιο πείραμα επαναλαμβάνεται με μόνη διαφορά τη χρήση 1 mol $CaCO_3(s)$. Και στην περίπτωση αυτή η τελική ποσότητα του CO_2 είναι ίση με 0,012 mol.

α) Να εξηγήσετε γιατί η τελική $[CO_2]$ είναι η ίδια στα δύο πειράματα και να προσδιορίσετε την τιμή της σταθεράς K_c της παραπάνω ισορροπίας στη θερμοκρασία T.

β) Μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας στο 1ο πείραμα, εισάγονται επιπλέον 0,008 mol CO_2, υπό σταθερή θερμοκρασία Να προσδιορίσετε τις ποσότητες όλων των συστατικών μετά την αποκατάσταση της νέας ισορροπίας.

γ) Να εξηγήσετε γιατί αν προσθέσουμε επιπλέον 0,008 mol CO_2 στο σύστημα της προηγούμενης χημικής ισορροπίας δεν είναι δυνατόν να αποκατασταθεί ισορροπία στη θερμοκρασία T. Μονάδες 8

Γ2. Το στοιχείο Α σχηματίζει τα αέρια οξείδια AO_2 και AO_x. Σε κλειστό δοχείο εισάγονται 0,4 mol $AO_2(g)$ και 0,1 mol $O_2(g)$ και διεξάγεται η αντίδραση:

$$2AO_2(g) + (x-2)O_2(g) \rightarrow 2AO_x(g),\ \Delta H^o = -600\ kJ$$

Από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της εκλύονται συνολικά 60 kJ σε πρότυπες συνθήκες.

Να υπολογιστούν:

α) Η ποσότητα του $AO_2(g)$ που περίσσεψε μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης.

β) Η τιμή του x. Μονάδες 5

Γ3. Σε κενό δοχείο σταθερού όγκου $V = 80$ L εισάγεται ποσότητα $(NH_4)_2CO_3(s)$, υπό σταθερή θερμοκρασία $T = 400$ K, που διασπάται σύμφωνα με την εξίσωση:

$$(NH_4)_2CO_3(s) \rightarrow 2NH_3(g) + CO_2(g) + H_2O(g)$$

Η αρχική πίεση στο δοχείο έχει τιμή $P_0 = 0$ και σταθεροποιείται στην τιμή $P = 0{,}82$ atm από τη χρονική στιγμή $t = 25$ s και μετά. Να υπολογιστεί η μέση ταχύτητα παραγωγής της $NH_3(g)$ καθώς και η μέση ταχύτητα παραγωγής του $CO_2(g)$, σε όλη τη διάρκειά της αντίδρασης, σε $M \cdot s^{-1}$. Δίνεται: $R = 0{,}082$ L·atm/(mol·K). Μονάδες 5

Γ4. 12 g κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης απαιτούν για πλήρη οξείδωση 800 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,1 M, παρουσία H_2SO_4.

α) Να δείξετε ότι η αλκοόλη είναι δευτεροταγής και να καθορίσετε το συντακτικό της τύπο.

β) Άλλα 12 g της ίδιας αλκοόλης κατεργάζονται με περίσσεια Br_2/NaOH.

i. Να γράψετε τη συνολική εξίσωση της αντίδρασης που συμβαίνει.

ii. Να υπολογίσετε τη μάζα του $CHBr_3$ που σχηματίστηκε.

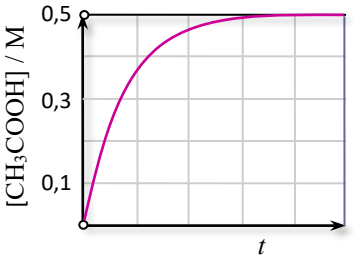
Σχετικές ατομικές μάζες, C:12. H:1, O:16, Br:80. Μονάδες 7

Θέμα Δ

Το CH_3COOH παρασκευάζεται στη βιομηχανία με καρβονυλίωση της μεθανόλης, σε υψηλή θερμοκρασία, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$CH_3OH(g) + CO(g) \rightleftharpoons CH_3COOH(g),\ \Delta H < 0$$

Δ1. Σε δοχείο όγκου $V = 8$ L εισάγονται 5 mol CH_3OH και 5 mol CO, οπότε αποκαθίσταται η παραπάνω χημική ισορροπία. Η μεταβολή της $[CH_3COOH(g)]$ σε σχέση με το χρόνο, από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας, εμφανίζεται στο διπλανό διάγραμμα.



α) Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς K_c της παραπάνω ισορροπίας.

β) Να εξηγήσετε γιατί η αντίδραση γίνεται σε υψηλή θερμοκρασία, αν και η απόδοσή της μειώνεται.

Δ2. Από το δοχείο της ισορροπίας απομακρύνονται 0,1 mol CH_3COOH και διαλύονται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα (Υ1) όγκου 500 mL στο οποίο ισχύει: $[H_3O^+] = 2 \cdot 10^{-3}$ M. Να υπολογιστεί η σταθερά K_a του CH_3COOH καθώς και ο βαθμός ιοντισμού του στο Υ1.

Δ3. Για τη μελέτη της αντίδρασης υδρόλυσης υδατικού διαλύματος σακχαρόζης (κοινή ζάχαρη) προς γλυκόζη και φρουκτόζη, υπό σταθερή θερμοκρασία, χρησιμοποιείται σταθερό pH = 5. Διαθέτουμε 60 mL ρυθμιστικού διαλύματος CH_3COOH 0,1 M / CH_3COONa 0,1 M και από το διάλυμα αυτό θέλουμε να παρασκευάσουμε το ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 5.

α) i. Τι από τα παρακάτω πρέπει να προσθέσουμε ώστε να προκύψει το καλύτερο ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 5;

Α) H_2O όγκου V Β) Διάλυμα HCl 0,01 M όγκου V

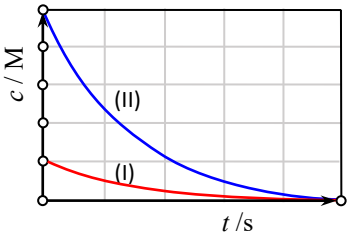
Γ) Διάλυμα NaOH 0,01 M όγκου V Δ) Διάλυμα CH_3COOH 0,1 M όγκου V

ii. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

β) Να υπολογίσετε τον όγκο V στην περίπτωση της σωστής επιλογής.

Όλα τα διαλύματα έχουν $\theta = 25$ °C, όπου $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. Μονάδες 20

Δ4. Σε κατάλληλες συνθήκες το αέριο $A_2(g)$ αντιδρά πλήρως με το αέριο $B_2(g)$ και παράγεται ένα και μοναδικό αέριο (Χ). Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις των δύο αερίων $A_2(g)$ και $B_2(g)$ αποδίδονται από τις καμπύλες (Ι) και (ΙΙ), αντίστοιχα, στο διπλανό σχήμα.



α) Ποιος μπορεί να είναι ο τύπος του αερίου (Χ);

1. $AB(g)$ 2. $A_3B(g)$ 3. $A_5B_2(g)$ 4. $AB_5(g)$

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας και να γράψετε την εξίσωση της αντίδρασης.

Μονάδες 5

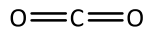
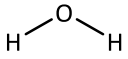
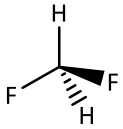


3ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Για τις ερωτήσεις Α1 – Α5 που ακολουθούν να γράψετε απλώς τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Σε ποια από τις ενώσεις που ακολουθούν εμφανίζονται διαμοριακά αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (London);

Α) 
Β) 
Γ) 
Δ) 

Α2. Ποια από τις μετατροπές στις ηλεκτρονιακές δομές που ακολουθούν σχετίζεται με την ενέργεια (πρώτου) ιοντισμού του $_{38}Sr$;

Α) $[_{36}Kr]\ 5s^1\ 5p^1 \rightarrow [_{36}Kr]\ 5s^1 + e^-$ Β) $[_{36}Kr]\ 5s^2 \rightarrow [_{36}Kr]\ 5s^1 + e^-$

Γ) $[_{36}Kr]\ 5s^2 \rightarrow [_{36}Kr]\ 5s^1\ 5p^1$ Δ) $[_{36}Kr]\ 5s^2 + e^- \rightarrow [_{36}Kr]\ 5s^2\ 5p^1$ Μονάδες 5

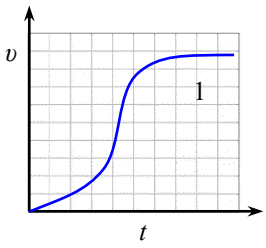
Α3. Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του $_{14}Si$ στη θεμελιώδη κατάσταση στην οποία να εμφανίζεται και ο κανόνας του Hund είναι η εξής:

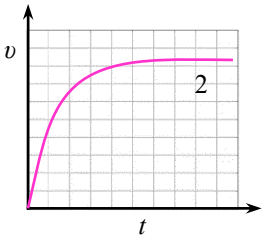
$1s^2\ 2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^2\ 3s^2\ 3p_x^1\ 3p_y^1$

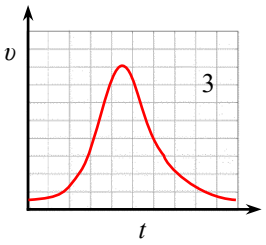
Σε ποιο τμήμα της δομής εμφανίζεται ο κανόνας του Hund;

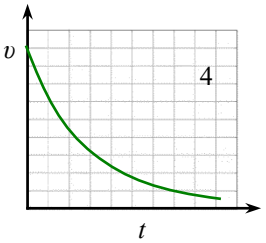
Α) $2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^2$ Β) $3p_x^1\ 3p_y^1$ Γ) $2p_x^2$ Δ) $2s^2\ 2p_x^2\ 2p_y^2\ 2p_z^2$ Μονάδες 5

Α4. Ποια από τις καμπύλες που ακολουθούν αποδίδει καλύτερα την ταχύτητα μιας τυπικής αυτοκαταλυτικής αντίδρασης, από την έναρξη μέχρι την ολοκλήρωσή της;



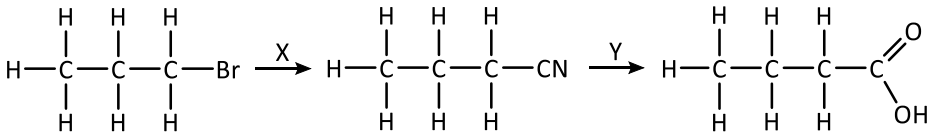






Α) Η καμπύλη1 Β) Η καμπύλη 2 Γ) Η καμπύλη 3 Δ) Η καμπύλη 4 Μονάδες 5

Α5. Τα αντιδραστήρια Χ και Υ μετατρέπουν το 1-βρωμοπροπάνιο σε βουτανικό οξύ σε 2 βήματα-αντιδράσεις σύμφωνα με το διάγραμμα που ακολουθεί.



Ποια είναι τα αντιδραστήρια Χ και Υ;

Α) Χ: HCN, Υ: HCl(aq) Β) Χ: KCN, Υ: NaOH(aq)

Γ) Χ: KCN, Υ: HCl(aq) Δ) Χ: HCN, Υ: NaOH(aq) Μονάδες 5

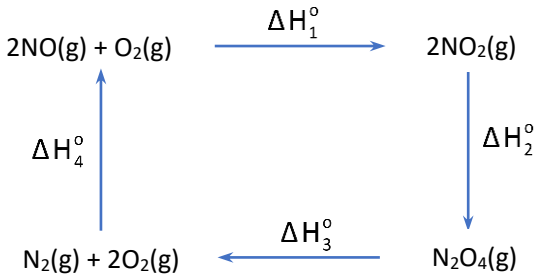
Θέμα Β

Β1. Να θεωρήσετε το διπλανό θερμοχημικό κύκλο.

α) Να υπολογίσετε τις ενθαλπίες ΔH_1^o και ΔH_2^o .

β) Να υπολογίσετε το άθροισμα: $\Delta H_1^o + \Delta H_2^o + \Delta H_3^o + \Delta H_4^o$.

Δίνονται οι πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού:
− Του $N_2O_4(g)$ ίση με 9,7 kJ·mol^{-1}.
− Του $NO_2(g)$ ίση με 33,2 kJ·mol^{-1}.
− Του NO(g) ίση με 90,3 kJ·mol^{-1} Μονάδες 6



Β2. Να θεωρήσετε τα οξέα: CCl_3COOH, $BrCH_2COOH$, $ClCH_2COOH$ και CF_3COOH.
α) Να ταξινομήσετε τα οξέα αυτά κατά σειρά μειούμενης ισχύος στα υδατικά διαλύματα.
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
Η σειρά ισχύος του −I επαγωγικού φαινομένου για τα αλογόνα είναι: −Br < −Cl < −F.
Μονάδες 6

Β3. Σε δύο διαφορετικά δοχεία Δ1 και Δ2 ίδιου όγκου εισάγονται x mol $A_2(g)$ και x mol $B_2(g)$ και διεξάγεται η αντίδραση που ακολουθεί στην ίδια θερμοκρασία.

$$A_2(g) + B_2(g) \rightleftharpoons 2AB(g)$$

Στο δοχείο Δ2 χρησιμοποιείται καταλύτης ενώ στο δοχείο Δ1 όχι. Στα πρώτα 30 s της αντίδρασης στο δοχείο Δ1 έχουν σχηματιστεί 0,5 mol AB(g) ενώ όταν αποκατασταθεί η χημική ισορροπία έχουν σχηματιστεί 2 mol AB(g). Στα πρώτα 30 s στο δοχείο Δ2 έχουν σχηματιστεί n_1 mol AB(g) ενώ όταν αποκατασταθεί η χημική ισορροπία έχουν σχηματιστεί n_2 mol AB(g).
α) Τι από τα παρακάτω ισχύει;
i. $n_1 > 0{,}5$ mol και $n_2 = 2$ mol
ii. $n_1 > 0{,}5$ mol και $n_2 > 2$ mol
iii. $n_1 = 0{,}5$ mol και $n_2 = 2$ mol
iv. $n_1 = 0{,}5$ mol και $n_2 > 2$ mol
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 5

Β4. Η αντίδραση: $A(g) + 2B(g) \rightarrow \Gamma(g) + 2\Delta(g)$, λαμβάνει χώρα σε δοχείο σταθερού όγκου και σε σταθερή θερμοκρασία. Αν οι αρχικές ποσότητες των αερίων Α και Β είναι ισομοριακές, ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές και ποιες είναι λανθασμένες; Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.
α) Η συγκέντρωση του Β αυξάνεται σε όλη τη διάρκεια της αντίδρασης.
β) Στο τέλος της αντίδρασης η συγκέντρωση του Α μηδενίζεται.
γ) Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης η πίεση παραμένει σταθερή. Μονάδες 8

Θέμα Γ

Γ1. Δύο μέθοδοι παρασκευής I_2 περιγράφονται από τις μη ισοσταθμισμένες χημικές εξισώσεις που ακολουθούν.

$HIO_3 + HI \longrightarrow I_2 + H_2O$

$KIO_3 + KHSO_3 \longrightarrow I_2 + K_2SO_4 + H_2SO_4 + H_2O$

α) Να ισοσταθμίσετε τις παραπάνω χημικές εξισώσεις με τους κατάλληλους ακέραιους συντελεστές.

β) 0,5 mol HIO_3 και 4 mol HI φέρονται προς αντίδραση σύμφωνα με την πρώτη από τις δύο χημικές εξισώσεις. Να υπολογίσετε την ποσότητα του σχηματιζόμενου I_2 μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης. Μονάδες 8

Γ2. Σε δοχείο σταθερού όγκου $V = 40$ L εισάγονται 20 mol $SO_2(g)$ και x mol $O_2(g)$ και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία που ακολουθεί, σε θερμοκρασία T.

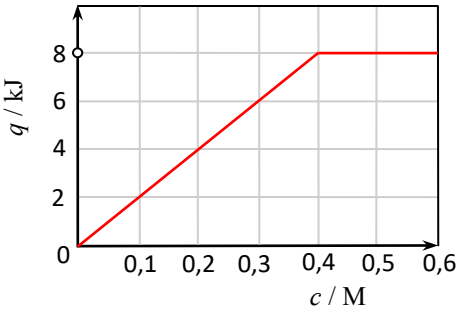
$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$, $K_c = 8$ (στη θερμοκρασία T)

Η απόδοση της αντίδρασης είναι $\alpha = 0{,}5$. Να προσδιοριστεί η τιμή του x. Μονάδες 10

Γ3. Διαθέτουμε μία σειρά διαλυμάτων $CuSO_4(aq)$ ίδιου όγκου 100 mL αλλά διαφορετικών συγκεντρώσεων. Στα διαλύματα αυτά προσθέτουμε την ίδια ποσότητα Zn(s) και διεξάγεται η εξώθερμη αντίδραση που ακολουθεί.

$Zn(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq)$

Το εκλυόμενο ποσό θερμότητας από την αντίδραση ως συνάρτηση της συγκέντρωσης c (M) του διαλύματος $CuSO_4(aq)$ δίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



α) Να εξηγήσετε γιατί το ποσό θερμότητας αυξάνεται γραμμικά μέχρι την τιμή $c = 0{,}4$ M και στη συνέχεια παραμένει σταθερό.

β) Να υπολογίσετε την ενθαλπία (ΔH) της αντίδρασης καθώς και την ποσότητα (σε mol) του Zn(s) που προστέθηκε αρχικά στα διαλύματα $CuSO_4(aq)$.

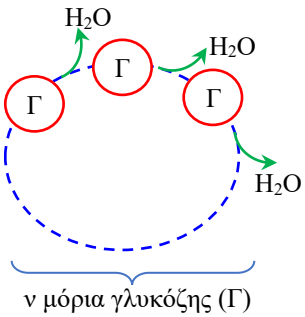
Τα ποσά θερμότητας και η ενθαλπία της αντίδρασης αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες.

Μονάδες 7

Θέμα Δ

Δ1. Υδατικό διάλυμα (Δ1) έχει όγκο 100 mL και περιέχει HCOOH $c = 1$ M. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε 0,025 mol $Mg(OH)_2$ και προκύπτει νέο διάλυμα (Δ2) όγκου 100 mL. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Δ2.
Τα διαλύματα βρίσκονται στους 25 °C όπου ισχύει: $K_a(HCOOH) = 10^{-4}$ και $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις γνωστές προσεγγίσεις. Μονάδες 6

Δ2. Η α-κυκλοδεξτρίνη (συντομογραφικά α-CD) είναι κυκλικός ολιγοσακχαρίτης που αποτελείται από (ν) μόρια γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$, $M_r = 180$) ενωμένα μεταξύ τους ώστε να σχηματίζουν δακτύλιο. Με κάθε δεσμό μεταξύ των γλυκοζιτικών μονάδων αποβάλλεται ένα μόριο νερού (H_2O, $M_r = 18$), όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.



α) 9,72 g α-CD διαλύεται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα όγκου 250 mL το οποίο παρουσιάζει ωσμωτική πίεση $\Pi = 1$ atm. Να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα της α-CD, ωσμωμετρικά. Δίνεται το γινόμενο $R \cdot T = 25$ L·atm/mol, όπου R η παγκόσμια σταθερά των αερίων και T η θερμοκρασία του διαλύματος.
β) Να δείξετε ότι ο αριθμός των γλυκοζιτικών μονάδων από τις οποίες αποτελείται το μόριο της α-CD είναι ν = 6. Μονάδες 6

Δ3. Δίνεται η ιοντική ισορροπία με την εξίσωση (1) που ακολουθεί.

$$CH_3COOH + NO_2^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + HNO_2 \quad (1)$$

α) Να υπολογιστεί η σταθερά K_c της ισορροπίας (1). Δίνονται οι σταθερές ιοντισμού του CH_3COOH και του HNO_2, αντίστοιχα ίσες με $2 \cdot 10^{-5}$ και $5 \cdot 10^{-4}$.
β) Διάλυμα περιέχει αρχικά $[CH_3COOH] = 0{,}11$ M, $[NO_2^-] = 0{,}11$ M, $[CH_3COO^-] = 0{,}01$ M, $[HNO_2] = 0{,}01$ M. Να υπολογιστούν οι τελικές συγκεντρώσεις μετά την αποκατάσταση της ιοντικής ισορροπίας. $\theta = 25$ °C. Μονάδες 8

Δ4. Σε ποσότητα διαλύματος εστέρα (Α) του τύπου $C_5H_{10}O_2$ σε κατάλληλο οργανικό διαλύτη προστίθεται ισομοριακή ποσότητα H_2O και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η ομογενής χημική ισορροπία, παρουσία οξέος:

$$C_vH_{2v}O_2 + H_2O \rightleftharpoons B + \Gamma$$

Η ένωση Β είναι κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό οξύ ενώ η ένωση Γ είναι κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη η οποία δεν δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση. Στην κατάσταση της ισορροπίας οι μάζες των ενώσεων Β και Γ είναι ίσες μεταξύ τους. Ποιοι είναι οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και Γ;
Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, O:16. Μονάδες 5



4ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Για τις ερωτήσεις Α1 - Α5 που ακολουθούν να γράψετε απλώς τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Ποιο το είδος των διαμοριακών αλληλεπιδράσεων στο υγρό F_2;
Α) Δεσμός υδρογόνου Β) Δυνάμεις διπόλου - διπόλου
Γ) Ομοιοπολικός δεσμός Δ) Δυνάμεις διασποράς (London) Μονάδες 5

Α2. Το σύστημα της χημικής ισορροπίας, $PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$, διαταράσσεται μία χρονική στιγμή t με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας $Cl_2(g)$, χωρίς άλλη μεταβολή και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία. Πώς θα έχουν μεταβληθεί οι τρεις συγκεντρώσεις στη νέα χημική ισορροπία σε σχέση με την αρχική;
Α) Η $[PCl_5]$ θα είναι μεγαλύτερη, η $[PCl_3]$ θα είναι μεγαλύτερη και η $[Cl_2]$ θα είναι μικρότερη
Β) Η $[PCl_5]$ θα είναι μεγαλύτερη, η $[PCl_3]$ θα είναι μικρότερη και η $[Cl_2]$ θα είναι μεγαλύτερη
Γ) Η $[PCl_5]$ θα είναι μεγαλύτερη, η $[PCl_3]$ θα είναι μικρότερη και η $[Cl_2]$ θα είναι μικρότερη
Δ) Η $[PCl_5]$ θα μικρότερη, η $[PCl_3]$ θα είναι μεγαλύτερη και η $[Cl_2]$ θα είναι μεγαλύτερη
Μονάδες 5

Α3. Τα τροχιακά του ατόμου του υδρογόνου έχουν:
Α) όλα την ίδια ενέργεια
Β) ενέργεια που καθορίζεται από το άθροισμα $(n + \ell)$
Γ) ενέργεια που καθορίζεται μόνο από τον κύριο κβαντικό αριθμό (n)
Δ) όλα το ίδιο (σφαιρικό) σχήμα Μονάδες 5

Α4. Αν τα στοιχεία, ${}_3Li$, ${}_6C$, ${}_8O$, ${}_9F$ και ${}_{11}Na$ ταξινομηθούν κατά σειρά αυξανόμενης τιμής της ενέργειας πρώτου ιοντισμού τότε η σειρά αυτή θα είναι:
Α) Li < Na < C < O < F Β) Na < Li < C < O < F
Γ) Na < Li < F < O < C Δ) Na < Li < C < F < O Μονάδες 5

Α5. Ποσότητα $CaCl_2(s)$ μάζας 5 g διαλύεται πλήρως σε 100 mL H_2O θερμοκρασίας 25°C και παρατηρείται ότι η θερμοκρασία ανεβαίνει σταδιακά στους 30,1 °C. Το φαινόμενο περιγράφεται από την εξίσωση: $CaCl_2(s) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$, ΔH_1.
Επίσης, 5 g KCl(s) διαλύονται πλήρως σε 100 mL H_2O θερμοκρασίας 25 °C και παρατηρείται ότι η θερμοκρασία μειώνεται στους 19,6 °C. Το φαινόμενο περιγράφεται από την εξίσωση: $KCl(s) \rightarrow K^+(aq) + Cl^-(aq)$, ΔH_2. Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες, τι από τα παρακάτω ισχύει;
Α) $\Delta H_1 < 0$ και $\Delta H_2 > 0$
Β) $\Delta H_1 > 0$ και $\Delta H_2 < 0$
Γ) Η διάλυση του $CaCl_2(s)$ στο νερό είναι ενδόθερμο φαινόμενο
Δ) Η διάλυση του KCl(s) στο νερό είναι εξώθερμο φαινόμενο Μονάδες 5

Θέμα Β

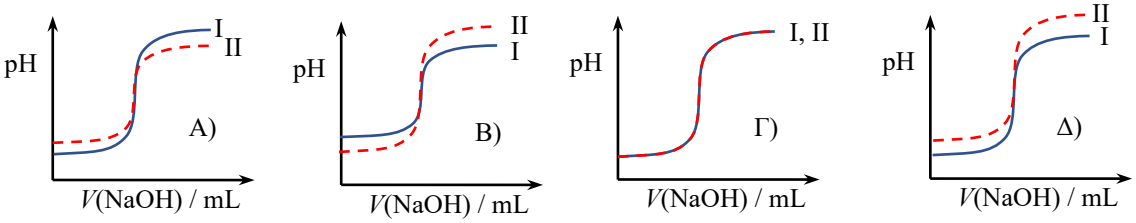
Β1. 1 g δείγματος μιας οργανικής ένωσης (Χ) αντιδρά πλήρως με Na_2CO_3 και προκύπτει αέριο όγκου V (σε STP). Αν η ίδια ποσότητα της ένωσης Χ αντιδράσει πλήρως με Na προκύπτει αέριο όγκου $2V$ (σε STP). Ποια από τις παρακάτω ενώσεις μπορεί να είναι η ένωση (Χ);

Α) $CH_3-CH(OH)-CH_2(OH)$ Β) $CH_3-CH(OH)-COOH$

Γ) $CH_3-C(=O)-CH_2(OH)$ Δ) $CH_3-C(=O)-COOH$

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας αναγράφοντας τις σχετικές χημικές εξισώσεις. Μονάδες 6

Β2. α) Ποιο από τα ακόλουθα διαγράμματα παριστάνει καλύτερα την καμπύλη ογκομέτρησης ενός διαλύματος HCl(aq) 0,1 M με πρότυπο διάλυμα NaOH(aq) 0,1 M (καμπύλη Ι) και την καμπύλη ογκομέτρησης ενός διαλύματος HCl(aq) 0,01 M με πρότυπο διάλυμα NaOH(aq) 0,01 M (καμπύλη ΙΙ) στην ίδια θερμοκρασία;



Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

β) Να συγκρίνετε το pH στο ισοδύναμο σημείο των δύο ογκομετρήσεων. Μονάδες 8

Β3. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται τα αέρια Α(g) και Β(g) σε συγκεντρώσεις c_0 και $2c_0$, αντίστοιχα, οπότε υπό σταθερή θερμοκρασία διεξάγεται η απλή αντίδραση που περιγράφεται από την εξίσωση: $A(g) + 2B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$. Βρέθηκε ότι μετά από παρέλευση 50 s από την έναρξη της αντίδρασης η ταχύτητα της αντίδρασης υποοκταπλασιάστηκε.

α) Αυτό σημαίνει ότι μετά από παρέλευση 50 s:

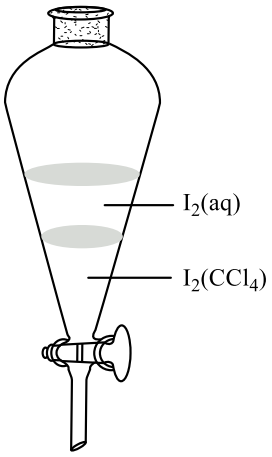
i. η [Α] υποδιπλασιάστηκε ii. η [Α] υποτετραπλασιάστηκε

iii. η [Γ] τετραπλασιάστηκε iv. η σταθερά ταχύτητας (k) υποτετραπλασιάστηκε

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 6

Β4. Σε μία διαχωριστική φιάλη βρίσκονται δύο μη αναμιγνυόμενα υγρά ίσων όγκων, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η επάνω στιβάδα είναι υδατικό διάλυμα I_2 συγκέντρωσης 10^{-4} M ενώ η κάτω στιβάδα είναι διάλυμα I_2 σε διαλύτη CCl_4 συγκέντρωσης 10^{-3} M. Το σύστημα περιγράφεται από την ισορροπία:

$$I_2(aq) \rightleftharpoons I_2(CCl_4),\ K_c = 100 \text{ (στη θερμοκρασία του πειράματος)}$$



α) Τι από τα παρακάτω ισχύει;

1. Αν το σύστημα αναδευτεί έντονα όλη η ποσότητα του I_2 που βρίσκεται στη στιβάδα του H_2O θα περάσει στη στιβάδα του CCl_4
2. Αν το σύστημα αναδευτεί έντονα όλη η ποσότητα του I_2 που βρίσκεται στη στιβάδα του CCl_4 θα περάσει πλήρως στη στιβάδα του H_2O
3. Για την αποκατάσταση της ισορροπίας κατανομής του I_2 μεταξύ των δύο φάσεων θα πρέπει μέρος του I_2 που είναι διαλυμένο στην υδατική στιβάδα να περάσει στη στιβάδα του CCl_4
4. Για την αποκατάσταση της ισορροπίας κατανομής του I_2 μεταξύ των δύο φάσεων θα πρέπει μέρος του I_2 που είναι διαλυμένο στη στιβάδα του CCl_4 να περάσει στην υδατική στιβάδα
5. Δεν θα συμβεί τίποτα καθόσον το σύστημα είναι ήδη σε ισορροπία.

β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Μονάδες 5

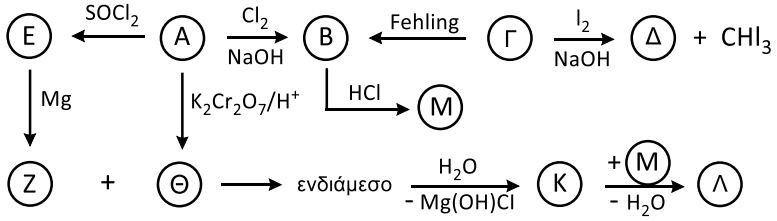
Θέμα Γ

Γ1. Το I_2 αντιδρά με πυκνό διάλυμα HNO_3, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη εξίσωση:

$$I_2 + HNO_3 \rightarrow HIO_3 + NO_2 + H_2O$$

α) i. Να εξηγήσετε αν η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική ή όχι.
ii. Να γίνει ισοστάθμιση μάζας της αντίδρασης.
β) Πόσα g I_2 πρέπει να αντιδράσουν πλήρως, ώστε να παραχθούν 6,72 L $NO_2(g)$ σε STP, σύμφωνα με την παραπάνω αντίδραση; Για το ιώδιο, $A_r = 127$. Μονάδες 5

Γ2. Δίνεται το διάγραμμα των οργανικών αντιδράσεων που ακολουθεί.



Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Θ, Κ, Λ, Μ. Μονάδες 10

Γ3. Υδατικό διάλυμα περιέχει 2-μεθυλο-2-χλωροπροπάνιο σε συγκέντρωση 0,05 M και NaOH σε συγκέντρωση 0,05 M. Θερμαίνουμε το διάλυμα σε κατάλληλη θερμοκρασία, οπότε από $t = 0$ αρχίζει η διεξαγωγή της αντίδρασης:

$$(CH_3)_3C{-}Cl + NaOH \rightarrow (CH_3)_3C{-}OH + NaCl$$

Τη χρονική στιγμή $t = 0{,}5$ h λαμβάνουμε μικρό δείγμα από το διάλυμα της αντίδρασης όγκου 5 mL και ογκομετρούμε την ποσότητα του NaOH που δεν έχει αντιδράσει με πρότυπο διάλυμα HCl 0,02 M. Μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν 10 mL του πρότυπου διαλύματος.
α) Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος σε NaOH τη χρονική στιγμή $t = 0{,}5$ h;
β) Ποια η (μέση) ταχύτητα της αντίδρασης το διάστημα από $t = 0$ μέχρι $t = 0{,}5$ h, σε $M{\cdot}h^{-1}$; Μονάδες 5

Γ4. Ποσότητα προπανίου, $C_3H_8(g)$, καίγεται σε κατάλληλες συνθήκες οπότε παράγονται 0,3 mol $CO_2(g)$ και 0,03 mol $CO(g)$.
α) Να υπολογιστεί η μάζα του προπανίου που κάηκε.
β) Να υπολογιστεί το ποσό θερμότητας που παράχθηκε.
Δίνονται οι ενθαλπίες καύσης:
– Του προπανίου, $C_3H_8(g)$, ίση με -2220 $kJ{\cdot}mol^{-1}$.
– Του $CO(g)$, ίση με -280 $kJ{\cdot}mol^{-1}$.
Οι ενθαλπίες και το ποσό θερμότητας αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες. Μονάδες 5

Θέμα Δ

Ποσότητα Na(s) αντιδρά πλήρως με H_2O, σύμφωνα με την αντίδραση (1):

$$2Na(s) + 2H_2O(\ell) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g),\ \Delta H = -368\ kJ$$

Από την αντίδραση ελευθερώθηκαν 1,12 L $H_2(g)$ σε STP και προέκυψε διάλυμα (Υ1) 1 L.
Δ1. α) Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που εκλύεται από την παραπάνω αντίδραση.
β) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Υ1.
Δ2. 80 mL διαλύματος (Υ2) HCOOH 0,025 M αναμιγνύεται με 20 mL του διαλύματος (Υ1) και προκύπτει διάλυμα (Υ3) όγκου 100 mL. Να υπολογιστεί το pH του διαλύματος Υ3.

Δ3. 900 mL διαλύματος NH_3 0,1 M αναμιγνύονται με 100 mL του διαλύματος Υ1 και προκύπτουν 1000 mL νέου διαλύματος (Υ4). Να υπολογιστούν:
α) Το pH του διαλύματος Υ4.
β) Η συγκέντρωση των ιόντων NH_4^+ στο διάλυμα Υ4.
γ) Ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 στο διάλυμα Υ4.
Δ4. Όλη η ποσότητα του παραγόμενου H_2 από την αντίδραση (1) μαζί με x mol I_2 εισάγονται σε δοχείο όγκου V, οπότε σε κατάλληλες συνθήκες αποκαθίσταται η ισορροπία (2):

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g),\ K_c = 64$$

Αν η απόδοση της αντίδρασης είναι ίση με 0,8, να υπολογιστεί η τιμή του x.
Όλα τα υδατικά διαλύματα έχουν $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$ και σε αυτά ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. Για το HCOOH, $K_a = 2 \cdot 10^{-4}$. Για την NH_3, $K_b = 2 \cdot 10^{-5}$.

Μονάδες 19

Δ5. Η δραστικότητα των καρβονυλικών ενώσεων στις αντιδράσεις προσθήκης οφείλεται στην έντονη πολικότητα του καρβονυλίου, >C=O.
α) Να ταξινομήσετε τις καρβονυλικές ενώσεις, HCH=O, CH_3CH=O και CH_3COCH_3 (προπανόνη) κατά σειρά αυξανόμενης δραστικότητας στις αντιδράσεις προσθήκης.
β) Να εξηγήσετε τη σειρά δραστικότητας με τη βοήθεια του επαγωγικού φαινομένου.
γ) Να γράψετε την χημική εξίσωση της αντίδραση προσθήκης του HCN στην CH_3CH=O.

Μονάδες 6



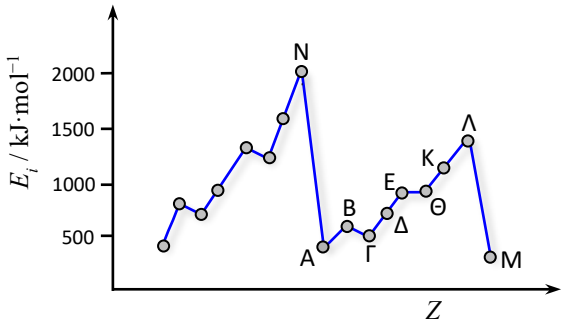
5ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Στις παρακάτω ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής Α1-Α5 να γράψετε απλώς το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή επιλογή.

Α1. Σε ποιο από τα παρακάτω υγρά διαλύεται λιγότερο το NaCl(s);
Α) H_2O
Β) CH_3CH_2OH
Γ) CCl_4
Δ) CH_3OH Μονάδες 5

Α2. Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζεται η ενέργεια ιοντισμού διαφόρων στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα (με αυθαίρετους συμβολισμούς) ως συνάρτηση του ατομικού αριθμού (Z).



Με βάση το διάγραμμα αυτό προκύπτει ότι:
Α) το στοιχείο Μ είναι στοιχείο μετάπτωσης Β) το στοιχείο Α είναι ευγενές αέριο
Γ) τα στοιχεία Λ και Ν ανήκουν στην ίδια ομάδα Δ) το στοιχείο Κ ανήκει στην 2η περίοδο
Μονάδες 5

Α3. Ποια θεώρηση του ατομικού προτύπου του Bohr για το άτομο του υδρογόνου συνεισφέρει άμεσα στην εξήγηση του γραμμικού φάσματος εκπομπής του;
Α) Η θεώρηση του κύριου κβαντικού αριθμού n
Β) Το ηλεκτρόνιο στη στιβάδα Κ έχει σταθερή ενέργεια
Γ) Η μηχανική συνθήκη
Δ) Η οπτική συνθήκη Μονάδες 5

Α4. Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις που ακολουθούν.

$X \rightarrow Y$, $\Delta H_1 = x$ kJ και $Y \rightarrow Z$, $\Delta H_2 = y$ kJ

Ποια η ενθαλπία (ΔH_3) της αντίδρασης, $2Z \rightarrow X + Y$ (σε kJ);

Α) $\Delta H_3 = (2x - y)$ kJ Β) $\Delta H_3 = (x + 2y)$ kJ Γ) $\Delta H_3 = -(x + 2y)$ kJ Δ) $\Delta H_3 = -(x + y)$ kJ
Οι τιμές των ενθαλπιών αντιστοιχούν σε πρότυπες συνθήκες. Μονάδες 5

Α5. Οριζόντιο κλειστό κυλινδρικό δοχείο διαχωρίζεται ακριβώς στο μέσο με κινητή ημιπερατή μεμβράνη. Το αριστερό μέρος του δοχείου είναι γεμάτο με διάλυμα γλυκόζης(aq) 0,2 Μ και το δεξιό με διάλυμα γλυκόζης(aq) 0,4 Μ. Μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας, προς ποια κατεύθυνση θα κινηθεί η μεμβράνη και γιατί;
Α) Προς τα αριστερά, καθώς το νερό μετακινείται προς το υποτονικό διάλυμα
Β) Προς τα αριστερά, καθώς θα εισρεύσει ποσότητα νερού προς το δεξιό τμήμα του δοχείου
Γ) Προς τα δεξιά, καθώς θα εισρεύσει ποσότητα νερού προς το δεξιό τμήμα του δοχείου
Δ) Προς τα δεξιά, καθώς θα εισρεύσει ποσότητα νερού προς το αριστερό τμήμα του δοχείου
Μονάδες 5

Θέμα Β

Β1. Το υποχλωριώδες οξύ (HClO) αντιδρά με το λευκό φωσφόρο (P_4) παρουσία H_2O παράγοντας φωσφορικό οξύ (H_3PO_4) και υδροχλώριο (HCl).

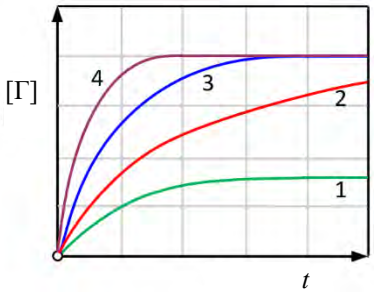
α) Να γράψετε την πλήρη (ισοσταθμισμένη) εξίσωση της αντίδρασης.

β) Να σημειώσετε ποιο είναι το οξειδωτικό και ποιο το αναγωγικό σώμα. Μονάδες 5

Β2. Έστω η αντίδραση: $2A(aq) + B(s) \rightarrow Γ(aq) + Δ(aq)$. Σε 4 διαφορετικά πειράματα I, II, III και IV διεξάγουμε την αντίδραση στις συνθήκες που εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πείραμα	I	II	III	IV
Συγκέντρωση A(aq)	c_1	c_1	c_1	$c_2 < c_1$
Θερμοκρασία	θ_1	$\theta_2 > \theta_1$	θ_2	θ_1
Καταλύτης	όχι	ναι	όχι	όχι

Σε όλες τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται περίσσεια από το αντιδρών B(s). Στο διπλανό σχήμα εμφανίζονται οι καμπύλες αντίδρασης για το προϊόν Γ(aq) σε σχέση με το χρόνο στα 4 αυτά πειράματα (I, II, III, IV).



α) i. Να αναφέρετε ποια καμπύλη (1, 2, 3, 4) αντιστοιχεί σε ποιο πείραμα (I, II, III, IV).

ii. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Αν $c_1 = 0{,}2$ M και η αντίδραση στο πείραμα III ολοκληρώνεται σε $t = 50$ s, να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα της αντίδρασης από την αρχή μέχρι το τέλος της στο πείραμα αυτό.

Μονάδες 9

Β3. Το στοιχείο θείο (S) απαντάται σε δύο κρυσταλλικές μορφές, το ρομβικό θείο και το μονοκλινές θείο, που αλληλομετατρέπονται στους 96 °C. Και οι δύο μορφές καίγονται προς διοξείδιο του θείου, $SO_2(g)$, σύμφωνα με τις θερμοχημικές εξισώσεις:

$S(\text{ρομβικό}) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$, $\Delta H^o = -295{,}1$ kJ

$S(\text{μονοκλινές}) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$, $\Delta H^o = -296{,}4$ kJ

α) Να υπολογίσετε την ΔH^o της μετατροπής: $S(\text{ρομβικό}) \rightarrow S(\text{μονοκλινές})$.

β) Να δείξετε τα αποτελέσματα σε ένα διάγραμμα ενθαλπιών (θερμοχημικό κύκλο) και να εξηγήσετε ποια από τις δύο μορφές του κρυσταλλικού θείου είναι θερμοδυναμικά η πιο σταθερή. Μονάδες 6

Β4. Σε δοχείο σταθερού όγκου που βρίσκεται σε περιβάλλον σταθερής θερμοκρασίας συνυπάρχουν σε χημική ισορροπία 2 mol $SO_2(g)$, 1 mol $O_2(g)$ και 2 mol $SO_3(g)$, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

Στο δοχείο της ισορροπίας προσθέτουμε 2 mol $SO_3(g)$ και 1 mol $O_2(g)$.

α) Τι από τα παρακάτω θα ισχύει:

1. $Q_c > K_c$ και επομένως η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά
2. $Q_c = K_c$ και επομένως η ισορροπία δεν θα μετατοπιστεί
3. $Q_c < K_c$ και επομένως η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά
4. Δεν μπορούμε να συγκρίνουμε το πηλίκο αντίδρασης (Q_c) με τη σταθερά K_c και επομένως δεν μπορούμε να προβλέψουμε αν και προς ποια κατεύθυνση θα μετατοπιστεί η ισορροπία

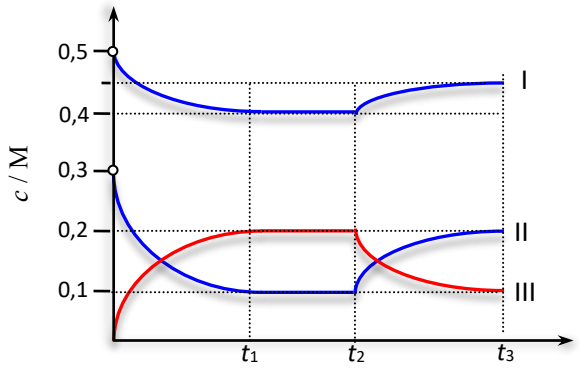
β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 5

Θέμα Γ

Γ1. Σε δοχείο όγκου 10 L εισάγονται ποσότητες από τις ενώσεις A(g) και B(g), οπότε τη χρονική στιγμή t_1 αποκαθίσταται η ισορροπία:

$$A(g) + 2B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g),$$

σε θερμοκρασία θ_1 °C. Τη χρονική στιγμή t_2 αυξάνουμε τη θερμοκρασία σε $\theta_2 > \theta_1$, οπότε τη χρονική στιγμή t_3 αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία. Όλες οι μεταβολές των συγκεντρώσεων των σωμάτων που συμμετέχουν στην ισορροπία εμφανίζονται στα διπλανά διαγράμματα.



α) Να αντιστοιχήσετε τις καμπύλες (I, II, III) στις ενώσεις A, B και Γ. Ποια η τιμή της σταθεράς K_c στους θ_1 °C;

β) Να χαρακτηρίσετε την παραπάνω ισορροπία ως ενδόθερμη ή εξώθερμη (προς τα δεξιά). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

γ) Τη χρονική στιγμή t_3 μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία στους θ_2 °C, οπότε στη νέα χημική ισορροπία βρέθηκε 1 mol B. Να υπολογιστεί ο νέος όγκος του δοχείου.

Μονάδες 12

Γ2. Αλκένιο (A) αντιδρά με HCl και προκύπτει η ένωση B ως κύριο προϊόν. Η ένωση B με την επίδραση Mg σε άνυδρο αιθέρα παράγει την ένωση Γ η οποία με την επίδραση άλλης οργανικής ένωσης (E) παράγει ενδιάμεσο το οποίο με υδρόλυση οδηγεί στην οργανική ένωση Θ. Επίσης, η ένωση B με κατεργασία με υδατικό διάλυμα NaOH παράγει οργανική ένωση (Δ) η οποία με επίδραση $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ οδηγεί στην οργανική ένωση (E). Τέλος, η E με κατεργασία με I_2/NaOH οδηγεί σε ένωση (Z) του τύπου $C_3H_5O_2Na$. Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των A, B, Γ, Δ, E, Z και Θ;

Μονάδες 7

Γ3. Σε 0,5 g δείγματος που περιέχει Na_2CO_3 καθώς και άλλες αδρανείς ουσίες προστίθενται 100 mL HCl 0,1 M (περίσσεια), οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση:

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

Μετά την πλήρη απομάκρυνση του CO_2 η περίσσεια του HCl ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH 0,1 M, παρουσία φαινολοφθαλεΐνης. Βρέθηκε ότι μέχρι το ισοδύναμο σημείο καταναλώθηκαν 20 mL πρότυπου διαλύματος. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, ποια είναι η % w/w περιεκτικότητα του δείγματος σε Na_2CO_3;

Σχετικές ατομικές μάζες, Na:23, C:12, O:16.

Μονάδες 6

Θέμα Δ

Δ1. Ποσότητα $H_2(g)$ ίση με α mol εισάγεται σε κλειστό δοχείο που περιέχει β mol αερίου CO(g). Τα δύο αέρια αντιδρούν σύμφωνα με τις παρακάτω θερμοχημικές εξισώσεις (1) και (2) που ακολουθούν.

$$CO(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(g),\ \Delta H_1 = -92\ kJ\ (1)$$

$$CO(g) + 3H_2(g) \rightarrow CH_4(g) + H_2O(g),\ \Delta H_2 = -206\ kJ\ (2)$$

Τελικά, στο δοχείο προσδιορίζονται μόνον 100 mol $CH_3OH(g)$, 200 mol $CH_4(g)$ και 200 mol $H_2O(g)$.

Να υπολογιστούν:

α) Οι ποσότητες α και β καθώς και το % ποσοστό του CO που μετατράπηκε σε CH_3OH (με τη μορφή κλάσματος).

β) Το συνολικό ποσό θερμότητας που παράγεται από τις παραπάνω αντιδράσεις. Τα ποσά θερμότητας και η ενθαλπίες αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες.

Μονάδες 8

Δ2. Το βουτυρικό οξύ είναι κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό οξύ με ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα και είναι υπεύθυνο για το τάγγισμα του βουτύρου. Η σταθερά ιοντισμού του οξέος αυτού είναι $K_a = 1,5 \cdot 10^{-5}$.

α) Υδατικό διάλυμα βουτυρικού οξέος περιεκτικότητας 1,32 % w/v έχει $[H_3O^+] = 1,5 \cdot 10^{-3}$ M.

i. Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος;

ii. Ποιος ο βαθμός ιοντισμού (α) του βουτυρικού οξέος στο παραπάνω διάλυμα;

iii. Να δείξετε ότι το βουτυρικό οξύ είναι το βουτανικό οξύ.

β) Πόσα mL H_2O πρέπει να προστεθούν σε 300 mL του παραπάνω διαλύματος ώστε ο βαθμός ιοντισμού του βουτυρικού οξέος να τριπλασιαστεί;

γ) Σε ένα άλλο υδατικό διάλυμα περιέχεται βουτυρικό οξύ σε συγκέντρωση 0,05 M και $CH_3CH_2CH_2COOK$ σε συγκέντρωση 0,075 M. Ποιο το pH του διαλύματος;

Σε όλα τα προηγούμενα ερωτήματα να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. Τα διαλύματα έχουν θερμοκρασία $\theta = 25$ °C.

δ) Να συγκρίνετε τον όγκο του αερίου σε STP που εκλύεται (μεγαλύτερος, μικρότερος, ίσος) κατά την πλήρη αντίδραση ίσης ποσότητας του βουτυρικού οξέος με:

i. $NaHCO_3$.

ii. Mg.

ε) Να συγκρίνετε την ισχύ του βουτυρικού οξέος με την ισχύ του HCOOH ($K_a = 1,8 \cdot 10^{-4}$). Να εξηγήσετε το αποτέλεσμα της σύγκρισης με βάση το επαγωγικό φαινόμενο.

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, O:16. Μονάδες 17

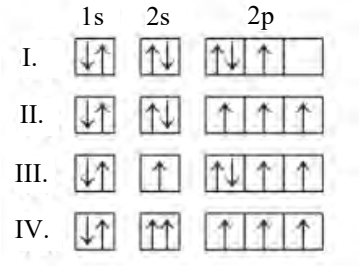


6ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Για τις ερωτήσεις Α1 - Α5 που ακολουθούν να γράψετε απλώς τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Να θεωρήσετε τις παρακάτω ηλεκτρονιακές δομές I, II, III και IV.



Ποια από τις ηλεκτρονιακές αυτές δομές είναι η σωστή;

Α) Η δομή I Β) Η δομή II Γ) Η δομή III Δ) Η δομή IV Μονάδες 5

Α2. Παρακολουθούμε την απλή αντίδραση, $A(g) + 2B(g) \rightarrow 3\Gamma(g)$, από $t = 0$ (έναρξη της αντίδρασης) μέχρι $t = t_v$ (τέλος αντίδρασης). Οι ρυθμοί κατανάλωσης των αντιδρώντων A(g) και B(g) παριστάνονται με τα μεγέθη υ_A και υ_B, αντίστοιχα, ενώ ο ρυθμός παραγωγής του προϊόντος Γ(g) με υ_Γ. Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης:

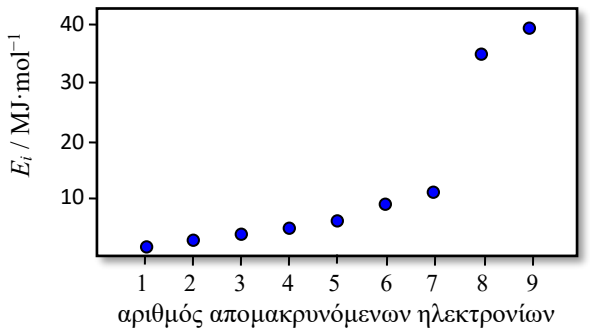
Α) τα μεγέθη υ_A, υ_B και υ_Γ αυξάνονται

Β) τα μεγέθη υ_A, υ_B και υ_Γ μειώνονται

Γ) τα μεγέθη υ_A και υ_B αυξάνονται και το υ_Γ μειώνεται

Δ) τα μεγέθη υ_A και υ_B μειώνονται και το υ_Γ αυξάνεται Μονάδες 5

Α3. Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζονται οι διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού (σε $MJ \cdot mol^{-1}$) που απαιτούνται για την απομάκρυνση των πρώτων εννέα ηλεκτρονίων από το άτομο ενός στοιχείου Χ.



Ποιο από τα ακόλουθα στοιχεία μπορεί να είναι το στοιχείο Χ;

Α) $_{16}S$ Β) $_{17}Cl$ Γ) $_{18}Ar$ Δ) $_{20}Ca$ Μονάδες 5

Α4. Το δευτέριο (^2H ή D) είναι σταθερό ισότοπο του υδρογόνου και απαντάται στη φύση σε αναλογία 1 <u>άτομο</u> D σε κάθε 6420 άτομα Η. Το ισότοπο αυτό σχηματίζει το λεγόμενο βαρύ νερό (D_2O) το οποίο αυτοϊοντίζεται όπως και το συνηθισμένο νερό. Αν ποσότητα HCOOH διαλυθεί σε βαρύ νερό, το δευτέριο θα μπορεί να αντικαταστήσει:

Α) και τα δύο άτομα **Η** του **Η**COO**Η** Β) μόνο το άτομο **Η** του −COO**Η**

Γ) μόνο το άτομο **Η** του **Η**COOH που ενώνεται με το άτομο C

Δ) κανένα από τα δύο άτομα Η του HCOOH Μονάδες 5

Α5. Για την ισορροπία που ακολουθεί,

$CH_2{=}CH_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CH_3CH_3(g)$, $\Delta H = -136$ kJ,

ποια από τις παρακάτω μεταβολές θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής της σταθεράς K_c της ισορροπίας;

Α) Η μείωση της θερμοκρασίας

Β) Η αύξηση της πίεσης

Γ) Η αύξηση της συγκέντρωσης του CH_3CH_3 στο μίγμα της ισορροπίας

Δ) Όλες οι παραπάνω μεταβολές Μονάδες 5

Θέμα Β

Β1. Η υδραζίνη (N_2H_4) παρασκευάζεται με τη μέθοδο Olin Raschig σύμφωνα με την εξίσωση:

$2NH_3(aq) + OCl^-(aq) \longrightarrow N_2H_4(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(\ell)$

Για την αντίδραση αυτή έχει προταθεί ένας μηχανισμός τριών σταδίων, από τα οποία το στάδιο 1 και το στάδιο 3 αναφέρονται στη συνέχεια.

Στάδιο 1: $NH_3(aq) + OCl^-(aq) \longrightarrow NH_2Cl(aq) + OH^-(aq)$

Στάδιο 3: $N_2H_5^+(aq) + OH^-(aq) \longrightarrow N_2H_4(aq) + H_2O(\ell)$

α) Να γράψετε τη χημική εξίσωση που αντιστοιχεί στο στάδιο 2 του μηχανισμού. Να σημειώσετε τα ενδιάμεσα του μηχανισμού.

β) Ποιο από το στάδια 1, 2 ή 3 μπορεί να εξηγηθεί με βάση τη θεωρία Brönsted - Lowry περί οξέων και βάσεων; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

γ) Να εξηγήσετε αν η χλωραμίνη (NH_2Cl) είναι ισχυρότερη ή ασθενέστερη βάση από την NH_3 στα υδατικά διαλύματα. Το −Cl εμφανίζει −I επαγωγικό φαινόμενο. Μονάδες 8

Β2. Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται οι τύποι μερικών αλκανίων και αλκοολών ανά ζεύγη με παρόμοιες σχετικές μοριακές μάζες.

Ένωση	M_r	σ.ζ. / °C
CH_3CH_3	30	−89
CH_3OH	32	65
$CH_3CH_2CH_3$	44	−42
CH_3CH_2OH	46	78
$CH_3CH_2CH_2CH_3$	58	0
$CH_3CH_2CH_2OH$	60	97
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	72	36
$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	74	118

Να εξηγήσετε:

α) Τις διαφορές στα σημεία ζέσεως (σ.ζ.) των αλκανίων.

β) Τις διαφορές στα σημεία βρασμού ανάμεσα σε ένα αλκάνιο και σε μία αλκοόλη με παρόμοιες σχετικές μοριακές μάζες.

γ) Γιατί η διαφορά στα σ.ζ. της CH_3OH και του CH_3CH_3 είναι πολύ μεγαλύτερη από τη διαφορά στα σ.ζ. μεταξύ της $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ και του $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$.

δ) Αν το σ.ζ. της 2-μεθυλο-1-προπανόλης είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από το σ.ζ. της ισομερούς της 1-βουτανόλης. Μονάδες 8

Β3. Τα σωματίδια Ne, Na^+ και Mg^{2+} είναι ισοηλεκτρονιακά.

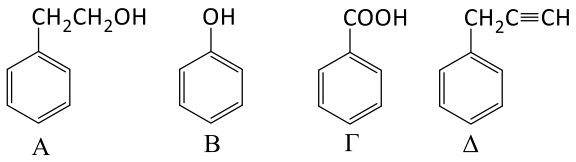
α) Για την ακτίνα (α) των σωματιδίων αυτών, ατομική ή ιοντική ισχύει:

1. $\alpha(Ne) > \alpha(Na^+) > \alpha(Mg^{2+})$ 2. $\alpha(Ne) < \alpha(Na^+) < \alpha(Mg^{2+})$

3. $\alpha(Ne) < \alpha(Mg^{2+}) < \alpha(Na^+)$ 4. $\alpha(Ne) > \alpha(Mg^{2+}) > \alpha(Na^+)$

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 5

Β4. Να ταξινομήσετε τις οργανικές ενώσεις Α, Β, Γ και Δ που ακολουθούν κατά σειρά αυξανόμενης τιμής pK_a στα υδατικά τους διαλύματα. Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.



Α Β Γ Δ

Μονάδες 4

Θέμα Γ

Γ1. Ο βαθμός ιοντισμού ενός ασθενούς οξέος (ΗΑ) σε υδατικό του διάλυμα συγκέντρωσης 0,1 Μ είναι ίσος με 0,02. Να υπολογιστεί ο βαθμός ιοντισμού του ΗΑ σε υδατικό διάλυμα που περιέχει ΗΑ σε συγκέντρωση 0,1 Μ και HCl 0,1 Μ. Τα δύο διαλύματα έχουν θ = 25 °C.

Μονάδες 6

Γ2. Ποσότητες από τα αέρια H_2 και I_2 διοχετεύονται σε δοχείο σταθερού όγκου V = 1 L και σε κατάλληλη θερμοκρασία (T) αποκαθίσταται η χημική ισορροπία με την εξίσωση που ακολουθεί.

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

Αν στην κατάσταση χημικής ισορροπίας περιέχονται 0,2 mol H_2, 0,6 mol I_2, 0,6 mol HI, να υπολογίσετε:

α) Τη σταθερά K_c της χημικής ισορροπίας.

β) Την απόδοση (α) της αντίδρασης.

γ) Πόσα mol H_2 πρέπει να προστεθούν επιπλέον στο αρχικό μίγμα H_2 και I_2 ώστε το H_2 να βρεθεί σε περίσσεια και στη νέα κατάσταση χημικής ισορροπίας η απόδοση της αντίδρασης να παραμείνει η ίδια (α).

Καθ' όλη τη διάρκεια των πειραμάτων η θερμοκρασία δεν μεταβάλλεται. Μονάδες 13

Γ3. Το υδρόθειο, H_2S, μπορεί να προκαλέσει δυσάρεστες οσμές στο νερό έστω και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Η συγκέντρωση του $H_2S(aq)$ στο νερό μπορεί να προσδιοριστεί με ογκομέτρηση με πρότυπο διάλυμα $Cl_2(aq)$ σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη εξίσωση:

$$Cl_2(aq) + H_2S(aq) + H_2O(\ell) \longrightarrow SO_4^{2-}(aq) + H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

α) Να εξηγήσετε ποιο είναι το οξειδωτικό και ποιο τα αναγωγικό σώμα και να ισοσταθμίσετε την εξίσωση της αντίδρασης με τους κατάλληλους συντελεστές.

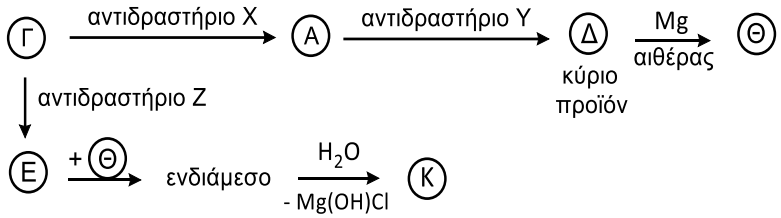
β) Δείγμα νερού όγκου 50 mL ογκομετρείται σε πρότυπο διάλυμα $Cl_2(aq)$ 0,01 Μ και μέχρι το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης απαιτήθηκαν 30 mL του πρότυπου διαλύματος. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του $H_2S(aq)$ στο δείγμα νερού. Μονάδες 6

Θέμα Δ

Δ1. Ποσότητα αλκενίου (Α) αντιδρά με Br_2 σε διαλύτη CCl_4 και προκύπτει οργανική ένωση (Β). 1,01 g της ένωσης Β διαλύεται σε CCl_4 σχηματίζοντας διάλυμα όγκου 500 mL με ωσμωτική πίεση Π = 0,25 atm. Επίσης, το προϊόν Β αντιδρά με NaOH σε αλκοολικό διάλυμα και προκύπτει αλκίνιο (Γ).

α) Ποιοι οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α και Γ;

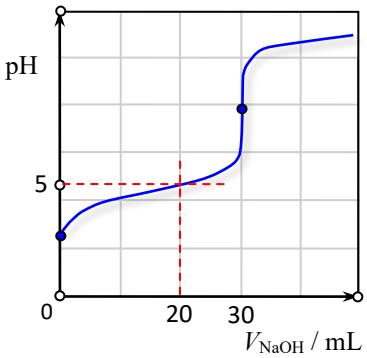
β) Διαθέτουμε τα αντιδραστήρια: i. H_2/Ni, ii. HCl και iii. H_2O/Hg/$HgSO_4$/H_2SO_4. Με τη χρήση των αντιδραστηρίων αυτών καθώς και της παραπάνω ένωσης Γ προκύπτει η ένωση 2,3-διμεθυλο-2-βουτανόλη (ένωση Κ), με βάση το διάγραμμα αντιδράσεων που ακολουθεί.



Να αντιστοιχήσετε τα διαθέσιμα αντιδραστήρια με τα αντιδραστήρια X, Y και Z και να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Δ, Ε και Θ. Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, Br:80. Στις συνθήκες του πειράματος της ωσμωμετρίας ισχύει: RT = 25 L·atm/mol.

Μονάδες 9

Δ2. Ποσότητα διαλύματος ασθενούς οξέος ΗΑ ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα NaOH και λαμβάνεται η διπλανή καμπύλη ογκομέτρησης. Να υπολογιστεί η τιμή της σταθεράς ιοντισμού του ασθενούς οξέος ΗΑ. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. Μονάδες 6



Δ3. Για τη βιομηχανική παραγωγή H_2 μίγμα O_2(g) και H_2O(g) διαβιβάζεται σε θερμοκρασία 1000 °C σε μεγάλα καμίνια που περιέχουν λιγνίτη (ορυκτός άνθρακας), οπότε διεξάγονται παράλληλα οι αντιδράσεις που περιγράφονται με τις θερμοχημικές εξισώσεις που ακολουθούν.

$$C(s) + \frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow CO(g),\ \Delta H = -25 \text{ kcal}$$

$$C(s) + H_2O(g) \longrightarrow CO(g) + H_2(g),\ \Delta H = +30 \text{ kcal}$$

α) Ποιος πρέπει να είναι ο λόγος των όγκων O_2(g) και H_2O(g), ώστε να μην παρατηρηθεί θερμική μεταβολή (η θερμοκρασία να παραμείνει σταθερή);

β) Αν το O_2(g) διοχετεύεται με ατμοσφαιρικό αέρα με περιεκτικότητα 20%v/v σε O_2(g), να υπολογιστεί ο λόγος των όγκων αέρα και H_2O(g) ώστε να μην παρατηρηθεί θερμική μεταβολή.

γ) Αν ο λόγος των όγκων O_2(g) και H_2O(g) είναι 2 : 1, πώς θα μεταβληθεί η θερμοκρασία (αύξηση, μείωση, καμία μεταβολή);

Τα ποσά θερμότητας και οι ενθαλπίες αντιστοιχούν σε πρότυπες συνθήκες. Μονάδες 10



7ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Α1. *Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.*

α) Από τον πολύ μεγάλο αριθμό συγκρούσεων μεταξύ των αντιδρώντων μορίων ελάχιστες είναι αποτελεσματικές.

β) Το pH ενός ουδέτερου διαλύματος στους 15 °C έχει τιμή μικρότερη του 7.

γ) Υδατικό διάλυμα γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) 4% w/v παρουσιάζει μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση σε σχέση με διάλυμα ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 4% w/v, στην ίδια θερμοκρασία.

δ) Στα μόρια του $CH_3CH_2CH_3$ η κατανομή των ηλεκτρονίων διαταράσσεται ευκολότερα σε σχέση με τα μόρια CH_3CH_3.

ε) Στα υδατικά διαλύματα το ανιόν $CH_3C{\equiv}C^-$ λειτουργεί ως ισχυρή βάση κατά Brönsted - Lowry. Μονάδες 5

Στις παρακάτω ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής Α2, Α3, Α4 και Α5 να γράψετε απλώς το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή επιλογή.

Α2. Για ποια από τις αντιδράσεις που ακολουθούν η πρότυπη ενθαλπία της είναι ίση με την πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $CaCO_3(s)$;

Α) $Ca(s) + C(s,\text{γραφ.}) + \frac{3}{2} O_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$

Β) $Ca(s) + C(s,\text{διαμ.}) + \frac{3}{2} O_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$

Γ) $2Ca(s) + 2C(s,\text{γραφ.}) + 3O_2(g) \rightarrow 2CaCO_3(s)$

Δ) $CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$ Μονάδες 5

Α3. Σε ποιο από τα επόμενα υδατικά διαλύματα το άθροισμα ($[H_3O^+] + [OH^-]$) έχει τη μικρότερη τιμή;

Α) $Ca(NO_3)_2$ 0,01 M, στους 25 °C Β) $Ca(OH)_2$ 0,005 M, στους 25 °C

Γ) NaOH 10^{-4} M, σε $\theta > 25$ °C Δ) HCl 0,2 M, σε $\theta < 25$ °C Μονάδες 5

Α4. Σχετικά με τα αλκάλια και τις αλκαλικές γαίες της ίδιας περιόδου, τι από τα παρακάτω ισχύει;

Α) Τα αλκάλια έχουν μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από τις αλκαλικές γαίες

Β) Οι αλκαλικές γαίες έχουν μεγαλύτερη τιμή ενέργειας δεύτερου ιοντισμού σε σχέση με την ενέργεια δεύτερου ιοντισμού των αλκαλίων

Γ) Τα αλκάλια έχουν μεγαλύτερη τιμή ενέργειας πρώτου ιοντισμού από τις αλκαλικές γαίες

Δ) Τα αλκάλια έχουν αριθμό οξείδωσης +2 ενώ οι αλκαλικές γαίες έχουν αριθμό οξείδωσης +1 Μονάδες 5

Α5. Ποιο από τα παρακάτω μοριακά διαλύματα παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση στην ίδια θερμοκρασία;

Α) 100 mL υδατικού διαλύματος ουρίας 1 M

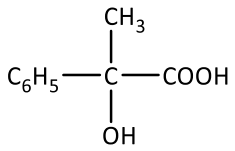
Β) 300 mL υδατικού διαλύματος γλυκόζης 1 M

Γ) 200 mL υδατικού διαλύματος ουρίας 0,5 M και γλυκόζης 0,5 M

Δ) Όλα τα παραπάνω διαλύματα είναι έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση Μονάδες 5

Θέμα Β

Β1. α) Να γραφούν οι συντακτικοί τύποι των οργανικών ενώσεων Α - Η με βάση τα δεδομένα που ακολουθούν. **Δεν** απαιτούνται αιτιολογήσεις ούτε η αναγραφή χημικών αντιδράσεων.
i. Το αλκένιο Α έχει μοριακό τύπο C_4H_8 και με προσθήκη νερού δίνει ένα και μοναδικό οργανικό προϊόν.
ii. Η ένωση Β με προσθήκη νερού σε όξινο περιβάλλον σχηματίζει CH_3COOH και αμμωνία.
iii. Η ένωση Γ με επίδραση $SOCl_2$ παράγει $CH_3CH_2CH_2Cl$.
iv. Η οργανική ένωση Δ δεν αντιδρά με μεταλλικό Na, αλλά με επίδραση I_2/NaOH παράγει ένωση με τύπο C_6H_5COONa.
v. Ένωση Ε του τύπου $C_5H_{12}O$ αντιδρά με Na ελευθερώνοντας αέριο, αλλά δεν αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$.
vi. Το μονομερές Ζ πολυμερίζεται προς PVC (πολυβινυλοχλωρίδιο).
vii. Η κορεσμένη ένωση Η έχει μοριακό τύπο C_3H_6O και παράγει ίζημα με την επίδραση του αντιδραστηρίου Fehling.
β) Να γραφεί η πλήρης χημική εξίσωση της οργανικής ένωσης Η με το αντιδραστήριο Fehling.
γ) Πώς από την ένωση Δ μπορεί να προκύψει η ένωση που ακολουθεί μέσω σχηματισμού κυανυδρίνης; Να γραφούν οι σχετικές χημικές εξισώσεις.



Μονάδες 13

Β2. Ο χαλκός (Z = 29) χρησιμοποιείται σε σημαντικές ποσότητες στα «έξυπνα» τηλέφωνα (smartphones). Από τέτοια τηλέφωνα παραλαμβάνονται 0,15 mol Cu(s) τα οποία διαλυτοποιούνται σε πυκνό διάλυμα HNO_3(aq) σύμφωνα με την αντίδραση:

$$Cu(s) + HNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2\,(aq) + NO_2(g) + H_2O(\ell)$$

α) Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω αντίδραση.
β) Να υπολογίσετε τον όγκο του NO_2(g) σε STP που θα παραχθεί από την αντίδραση.

Μονάδες 5

Β3. Δίνεται η κατανομή των ηλεκτρονίων στις δύο τελευταίες υποστιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση για τέσσερα στοιχεία μετάπτωσης της 4ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα.

			3d			4s
Mn	↑	↑	↑	↑	↑	↑↓
Co	↑↓	↑↓	↑	↑	↑	↑↓
Cu	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑
Cr	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Να προσδιορίσετε:
α) Τον ατομικό αριθμό του στοιχείου Co.
β) Το συνολικό αριθμό των ηλεκτρονίων με $m_\ell = 1$ στην ηλεκτρονιακή δομή του Cu.
γ) Από τα παραπάνω στοιχεία, ποιο είναι αυτό του οποίου το ιόν με φορτίο 3+ διαθέτει τρία μονήρη ηλεκτρόνια.
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. Μονάδες 7

Θέμα Γ

Γ1. Οι ανθρωπογενείς εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) συνεισφέρουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και για το λόγο αυτό έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι δέσμευσης του CO_2 που παράγεται σε μία δραστηριότητα (π.χ. στη βιομηχανία ή στα καυσαέρια των αυτοκινήτων). Μεταξύ των λύσεων που έχουν προταθεί είναι και η δέσμευση του παραγόμενου CO_2 από το CaO(s) σύμφωνα με την ισορροπία (1): $CaO(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons CaCO_3(s)$.

α) Σε δοχείο όγκου 100 L εισάγονται 2,2 kg CO_2 καθώς και περίσσεια CaO οπότε αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία στους 900 °C. Να υπολογιστεί το ποσοστό δέσμευσης (%) του CO_2 από το CaO. Δίνεται ότι η σταθερά της ισορροπίας (1) είναι $K_c = 100$ (στους 900 °C).
Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16. Μονάδες 6

β) Δύο δοχεία Α και Β έχουν όγκο 10 L και 20 L, αντίστοιχα. Στο δοχείο Α εισάγονται 0,1 mol $CaCO_3(s)$, 0,05 mol CaO(s) και 0,05 mol $CO_2(g)$ και το σύστημα θερμαίνεται στους 900 °C μέχρις ότου να μην παρατηρείται μεταβολή στις ποσότητες των τριών συστατικών. Επίσης, στο δοχείο Β εισάγονται 0,2 mol $CaCO_3(s)$, 0,05 mol CaO(s) και 0,1 mol $CO_2(g)$ και το σύστημα θερμαίνεται στους 900 °C μέχρις ότου να μην παρατηρείται μεταβολή στις ποσότητες των τριών συστατικών. Να συγκρίνετε τις τελικές ποσότητες CaO(s) στα δύο δοχεία (μεγαλύτερη ποσότητα στο δοχείο Α, μεγαλύτερη ποσότητα στο δοχείο Β, ίσες ποσότητες). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. Μονάδες 6

Γ2. Υδατικό διάλυμα όγκου 250 mL περιέχει την ουσία Α(aq) σε συγκέντρωση 0,08 M. Το διάλυμα αυτό αναμιγνύεται με ένα άλλο διάλυμα όγκου 250 mL που περιέχει την ουσία Β(aq) σε συγκέντρωση 0,06 M, οπότε αμέσως μετά την ανάμιξη αρχίζει η αντίδραση:

$$2A(aq) + B(aq) \longrightarrow 2\Gamma(aq),\ \Delta H^o = -150\ kJ$$

Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας (σε πρότυπες συνθήκες) που θα εκλυθεί μέχρι την ολοκλήρωση της αντίδρασης. Μονάδες 5

Γ3. Η διάσπαση του N_2O_5 σε διάλυμά του σε CCl_4 στους 45 °C πραγματοποιείται με βάση τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.

$$2N_2O_5(\text{διαλ.}) \longrightarrow 4NO_2(\text{διαλ.}) + O_2(g)$$

Τη χρονική στιγμή t_1 η συγκέντρωση του N_2O_5 είναι ίση με 0,90 M και η ταχύτητα της αντίδρασης είναι $\upsilon_1 = 2{,}70\cdot10^{-4}\ M\cdot s^{-1}$ ενώ τη χρονική στιγμή t_2 η συγκέντρωση του N_2O_5 είναι ίση με 0,45 M και η ταχύτητα της αντίδρασης είναι $\upsilon_2 = 1{,}35\cdot10^{-4}\ M\cdot s^{-1}$.

α) i. Ποιος ο ρυθμός κατανάλωσης του N_2O_5 τη χρονική στιγμή t_1;

ii. Ποιος ο ρυθμός παραγωγής του NO_2 τη χρονική στιγμή t_2; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

β) Ποιος ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης και ποια η τάξη της; Να σημειώσετε τη μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k). Μονάδες 8

Θέμα Δ

Δ1. Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα, ένα διάλυμα NH_4Cl 0,2 M (διάλυμα Δ_1) και ένα διάλυμα NaOH 0,2 M (διάλυμα Δ_2). Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμίξουμε τα διαλύματα αυτά ώστε να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα (Δ) με pH = 10;
Για την NH_3, $K_b = 10^{-5}$. $\theta = 25$ °C. $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.
Μονάδες 7

Δ2. Ποσότητα ενός οξειδίου του αζώτου (N_xO_y) ίση με 0,1 mol αντιδρά πλήρως με H_2 παρουσία καταλύτη και σε κατάλληλη θερμοκρασία, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$N_xO_y(g) + \frac{3x+2y}{2} H_2(g) \rightarrow xNH_3(g) + yH_2O(g)$$

Το παραγόμενο H_2O από την αντίδραση έχει μάζα 7,2 g. Επίσης, η ποσότητα της παραγόμενης NH_3 απαιτεί για την εξουδετέρωση 200 mL διαλύματος HCl 1 M οπότε προκύπτει υδατικό διάλυμα (Υ1) όγκου 200 mL με pH = 4,5.

α) Ποιος ο χημικός τύπος του οξειδίου;

β) Να υπολογιστεί η σταθερά ιοντισμού K_b της NH_3 στους 25 °C.

γ) Πόσα mL H_2O πρέπει να προστεθούν σε 100 mL του διαλύματος (Υ1), χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας, ώστε το pH να μεταβληθεί κατά 0,5;

Το υδατικά διαλύματα έχουν θ = 25 °C, όπου $K_w = 10^{-14}$ και σε αυτά μπορείτε να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. Μονάδες 14

Δ3. Το S και το Se ανήκουν στην 16η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και στη 3η και 4η περίοδο, αντίστοιχα. Τα δύο αυτά στοιχεία σχηματίζουν ανάλογες οργανικές ενώσεις, τις θειόλες (RSH) και τις σεληνόλες (RSeH). Μάλιστα οι σεληνόλες είναι πολύ ισχυρότερα οξέα από τις θειόλες, π.χ. η CH_3SeH έχει $pK_a = 5,2$ ενώ η CH_3SH έχει $pK_a = 8,3$. Να εξηγήσετε γιατί οι σεληνόλες είναι ισχυρότερα οξέα σε σχέση με τις αντίστοιχες θειόλες. Μονάδες 4



8ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Α1. *Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.*

α) Η προσθήκη αφυδατικής ουσίας (ουσία που απομακρύνει το H_2O) αυξάνει την απόδοση της αντίδρασης, $CH_3COOH(\ell) + CH_3OH(\ell) \rightleftharpoons CH_3COOCH_3(\ell) + H_2O(\ell)$.

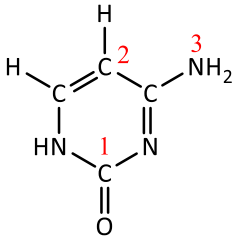
β) Στο μόριο του 1,3 βουταδιενίου ($CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$) όλα τα άτομα C έχουν υβριδισμό sp^2.

γ) Το διμεθυλοπροπάνιο έχει χαμηλότερο σημείο βρασμού σε σχέση με το πεντάνιο.

δ) Το στοιχείο (Χ) με ηλεκτρονιακή δομή $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$ έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία της περιόδου του.

ε) Οι υποστιβάδες 4f και 6p έχουν το ίδιο άθροισμα $(n + \ell)$. Μονάδες 5

Στις ερωτήσεις Α2, Α3 Α4 και Α5 να γράψετε απλώς το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή επιλογή.



Α2. Το διπλανό μόριο είναι η κυτοσίνη, μία από τις βάσεις που απαντώνται στο DNA και το RNA. Οι αριθμοί οξείδωσης των ατόμων της κυτοσίνης που επισημαίνονται με τους αριθμούς 1, 2 και 3 είναι αντίστοιχα:

Α) +4, 0, −3 Β) −4, 0, −2 Γ) +4, −1, −3

Δ) Κανένας από τους προηγούμενους συνδυασμούς Μονάδες 5

Α3. Στο ιόν $_4Be^{3+}$ ποια η σωστή σειρά ταξινόμησης κατά αυξανόμενη τιμή της ενέργειας των υποστιβάδων 3s, 3d, 4s, 4d και 5p;

Α) 3s < 3d < 4s < 4d < 5p

Β) 3s < 4s < 3d < 5p < 4d

Γ) 3s = 3d < 4s = 4d < 5p

Δ) 3s < 3d < 4s < 5p < 4d Μονάδες 5

Α4. Για την ιοντική ισορροπία που ακολουθεί,

$$CH_3COOH + H_2SO_4 \rightleftharpoons CH_3C(OH)_2^+ + HSO_4^-$$

ποια από τις προτάσεις είναι η σωστή;

Α) Το CH_3COOH λειτουργεί ως πρωτονιοδότης

Β) Το CH_3COOH λειτουργεί ως βάση

Γ) Το ιόν $CH_3C(OH)_2^+$ είναι η συζυγής βάση του CH_3COOH

Δ) Το ιόν HSO_4^- είναι το συζυγές οξύ του H_2SO_4 Μονάδες 5

Α5. Να θεωρήσετε τις οργανικές ενώσεις: CH_3CH_2OH, $HCH{=}O$, $CH_3CH_2CH{=}O$, CH_3COOH και $HCOOH$, καθώς και τις προτάσεις i-iv που ακολουθούν:

i. Όλες οι παραπάνω ενώσεις, εκτός από το αιθανικό οξύ έχουν αναγωγικές ιδιότητες.

ii. Από τις παραπάνω ενώσεις μόνο η $HCH{=}O$ και η $CH_3CH_2CH{=}O$ δίνουν κυανυδρίνες με επίδραση HCN.

iii. Η $HCH{=}O$ είναι περισσότερο δραστική στις αντιδράσεις προσθήκης σε σχέση με την $CH_3CH_2CH{=}O$.

iv. Το CH_3COOH και το $HCOOH$ έχουν την ικανότητα να διασπούν το $CaCO_3$ προς CO_2.

Ποια-ες από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστή-ές;

Α) Οι προτάσεις i και ii

Β) Οι προτάσεις i, ii και iii

Γ) Οι προτάσεις i και iii

Δ) Και οι 4 προτάσεις i-iv είναι σωστές Μονάδες 5

Θέμα Β

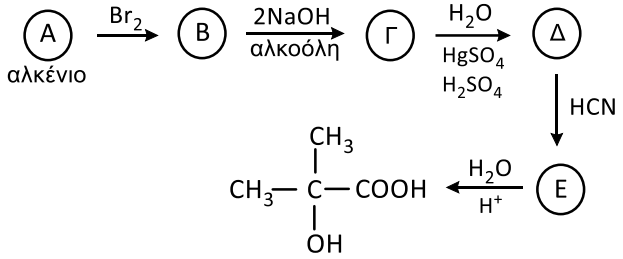
Β1. Οι ενώσεις, CH_3OH, CH_3F και CH_3CH_3 έχουν παραπλήσιες σχετικές μοριακές μάζες και σημεία βρασμού, −89 °C, 65 °C, −78°C και (με τυχαία σειρά).
α) Να αντιστοιχήσετε τις ενώσεις με τα σημεία βρασμού τους.
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας Μονάδες 5

Β2. Να υπολογίσετε την πρότυπη ενθαλπία (ΔH^o) της αντίδρασης:

$$3N_2O(g) + C_2H_2(g) \longrightarrow 3N_2(g) + 2CO(g) + H_2O(l)$$

Δίνονται οι πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού (ΔH^o_f):
− Του $N_2O(g)$ ίση με +82 kJ·mol^{-1}.
− Του $C_2H_2(g)$ ίση με +227 kJ·mol^{-1}.
− Του $CO(g)$ ίση με −110,5 kJ·mol^{-1}.
− Του $H_2O(l)$ ίση με −286 kJ·mol^{-1}. Μονάδες 4

Β3. Αφού μελετήσετε την παρακάτω σειρά αντιδράσεων, να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ, Δ και Ε.

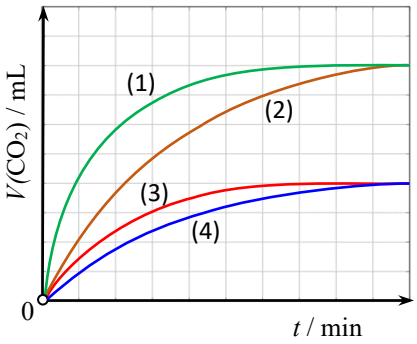


Μονάδες 5

Β4. Σε τέσσερα διαφορετικά πειράματα διεξάγεται η αντίδραση με την εξίσωση:

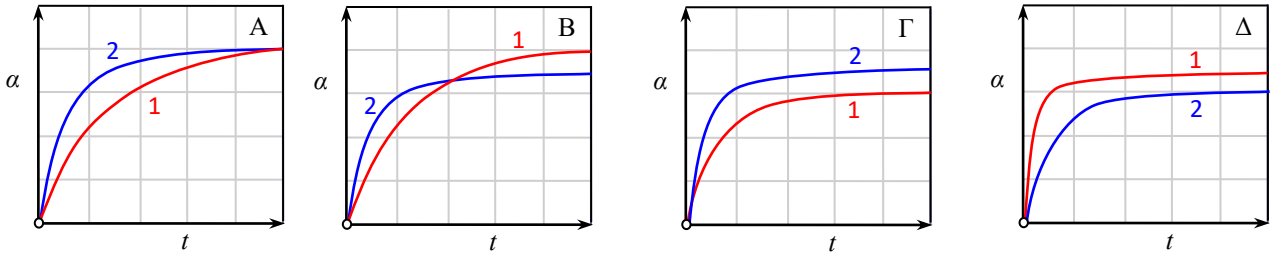
$$CaCO_3(s) + HNO_3(aq) \longrightarrow Ca(NO_3)_2(aq) + CO_2(g) + H_2O$$

Το $CaCO_3(s)$ είναι σε περίσσεια σε όλες τις περιπτώσεις ενώ το διάλυμα $HNO_3(aq)$ έχει τον ίδιο όγκο και στα τέσσερα πειράματα αλλά μπορεί να διαφέρει στη συγκέντρωση, τη θερμοκρασία ή και στα δύο. Στο γράφημα που ακολουθεί εμφανίζεται ο όγκος του $CO_2(g)$ μετρημένος στις ίδιες συνθήκες που εκλύεται στα 4 πειράματα σε σχέση με το χρόνο.



Σε σχέση με τα πειράματα αυτά, να εξετάσετε την ισχύ καθεμίας από τις προτάσεις που ακολουθούν.
i. Στο πείραμα 1 έχει χρησιμοποιηθεί μικρότερη συγκέντρωση $HNO_3(aq)$ σε σχέση με το πείραμα 3
ii. Στο πείραμα 4 η αντίδραση ολοκληρώνεται ταχύτερα σε σχέση με το πείραμα 3
iii. Το διάλυμα $HNO_3(aq)$ στο πείραμα 2 έχει χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με το πείραμα 1
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας για καθεμία από τις προτάσεις αυτές. Μονάδες 6

Β5. Σε δοχείο εισάγονται ποσότητες $N_2(g)$ και $H_2(g)$ σε πίεση P και θερμοκρασία T_1 και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η ισορροπία: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$, $\Delta H < 0$. Η απόδοση της αντίδρασης (α) σε σχέση με το χρόνο από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας αποδίδεται από την καμπύλη (1) των διαγραμμάτων που ακολουθούν. Αν η ίδια αντίδραση διεξαχθεί σε θερμοκρασία $T_2 > T_1$ και στην ίδια πίεση (P) η απόδοση της αντίδρασης σε σχέση με το χρόνο αποδίδεται από την καμπύλη (2).



α) Ποιο από τα σχήματα αποδίδει τις καμπύλες (1) και (2);
1. Το σχήμα Α 2. Το σχήμα Β 3. Το σχήμα Γ 4. Το σχήμα Δ
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Μονάδες 5

Θέμα Γ

Γ1. Ποσότητα κορεσμένης μονοσθενούς αλκοόλης (Α) μάζας 9,2 g αντιδρά πλήρως με $SOCl_2$ και μετατρέπεται στην οργανική ένωση Β. Σε ίση ποσότητα της ένωσης Α προστίθεται περίσσεια μεταλλικού Na(s) και παράγεται η ένωση Γ. Οι ενώσεις Β και Γ αντιδρούν μεταξύ τους και προκύπτουν 0,2 mol οργανικής ένωσης Δ. Να προσδιορίσετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων Α, Β, Γ και Δ. Όλες οι αντιδράσεις να θεωρηθούν ποσοτικές.
Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, O:16. Μονάδες 8

Γ2. Σε δοχείο όγκου $V = 2$ L εισάγεται αέριο μίγμα NO(g), $O_2(g)$ και $NO_2(g)$ συνολικής ποσότητας 1,3 mol. Με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται η χημική ισορροπία που ακολουθεί σε θερμοκρασία T στην οποία η σταθερά της χημικής ισορροπίας είναι $K_c = 5$.

$$2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας το μίγμα των τριών αερίων είναι ισομοριακό.
α) Να προσδιορίσετε τις ποσότητες των τριών αερίων στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας.
β) Να προσδιορίσετε τις ποσότητες των τριών αερίων που είχαν εισαχθεί αρχικά στο δοχείο.
γ) Ο όγκος του δοχείου μεταβάλλεται και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία στην οποία η ποσότητα του Γ(g) είναι ίση με 0,6 mol. Να υπολογιστεί ο νέος όγκος του δοχείου. Μονάδες 11

Γ3. Αέριο ισομοριακό μίγμα CH_4 και ενός αλκενίου καταλαμβάνει όγκο 4,48 L σε STP. Το μίγμα αυτό απαιτεί για την καύση του 0,5 mol O_2, οπότε εκλύεται ποσό θερμότητας ίσο με 229 kJ. Να προσδιοριστεί ο μοριακός τύπος του αλκενίου καθώς και η ενθαλπία καύσης του. Δίνεται η ενθαλπία καύσης του CH_4 ίση με -890 kJ·mol^{-1}. Το ποσό θερμότητας και οι ενθαλπίες αντιστοιχούν στις ίδιες συνθήκες. Μονάδες 6

Θέμα Δ

Ποσότητα θειονυλοχλωριδίου, $SOCl_2$, αντιδρά πλήρως με νερό, σύμφωνα με την αντίδραση:

$$SOCl_2(\ell) + H_2O(\ell) \rightarrow SO_2(g) + 2HCl(g),\ \Delta H < 0 \quad (1)$$

Δ1. Όλη η ποσότητα του παραγομένου HCl παραλαμβάνεται κατάλληλα και διαλύεται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα (Υ1) όγκου 200 mL με pH = 1. Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του $SOCl_2$ που αντέδρασε στην αντίδραση (1).

Δ2. 900 mL διαλύματος CH_3COOH 0,1 M αναμιγνύονται με 100 mL του διαλύματος Υ1 και προκύπτουν 1000 mL νέου διαλύματος (Υ2). Να υπολογιστούν:

α) Το pH του διαλύματος Υ2.

β) Ο βαθμός ιοντισμού του CH_3COOH στο διάλυμα Υ2.

Δ3. Όλη η ποσότητα του παραγόμενου SO_2 από την αντίδραση (1) μαζί με x mol NO_2 εισάγονται σε δοχείο όγκου V και σε κατάλληλες συνθήκες αποκαθίσταται η ισορροπία (2):

$$SO_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons SO_3(g) + NO(g),\ K_c = 16 \quad (2)$$

Αν η απόδοση της αντίδρασης είναι ίση με 0,8, να υπολογιστεί η τιμή του x.

Όλα τα υδατικά διαλύματα έχουν $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$ και σε αυτά ισχύουν οι κατάλληλες προσεγγίσεις. Για το CH_3COOH, $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$. Μονάδες 16

Δ4. Θέλουμε να μελετήσουμε την ταχύτητα διάσπασης του H_2O_2 (υπεροξείδιο του υδρογόνου) σε υδατικό του διάλυμα (Δ) όγκου 200 mL υπό σταθερή θερμοκρασία T, παρουσία καταλύτη, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.

$$2H_2O_2(aq) \rightarrow 2H_2O(\ell) + O_2(g) \quad (1)$$

Τη χρονική στιγμή $t = 0$ λαμβάνουμε 10 mL από το διάλυμα της αντίδρασης και το ογκομετρούμε με πρότυπο διάλυμα $KMnO_4$ συγκέντρωσης 0,1 M οξινισμένου με H_2SO_4 μέχρι να εμφανιστεί ρόδινο χρώμα από την ελάχιστη περίσσεια $KMnO_4$. Κατά τη διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα η (μη ισοσταθμισμένη) αντίδραση (2):

$$KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow O_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O \quad (2)$$

Παρατηρήθηκε κατανάλωση όγκου $V = 12$ mL του πρότυπου διαλύματος $KMnO_4$. Τη χρονική στιγμή $t_1 = 200$ s επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία με ένα άλλο δείγμα 10 mL που λαμβάνουμε από το διάλυμα (Δ) της αντίδρασης οπότε απαιτείται για την ογκομέτρηση όγκος $V = 9$ mL του πρότυπου διαλύματος $KMnO_4$.

α) Να ισοσταθμίσετε την αντίδραση (2).

β) Να υπολογίσετε τη μέση ταχύτητα διάσπασης του H_2O_2 για το διάστημα (0 - 200) s.

Μονάδες 9



9ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Α1. *Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.*

α) Αν σε δοχείο σταθερού όγκου στο οποίο έχει αποκατασταθεί η χημική ισορροπία, $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2CO(g)$, εισάγουμε ποσότητα ευγενούς αερίου, υπό σταθερή θερμοκρασία, η πίεση στο δοχείο αυξάνεται, αλλά οι ποσότητες των τριών αερίων δεν μεταβάλλονται.

β) Ένα διάλυμα στο οποίο ισχύει $[OH^-] = 25 \cdot [H_3O^+]$ είναι λιγότερο βασικό από ένα άλλο διάλυμα με pH = 8 στους 25 °C.

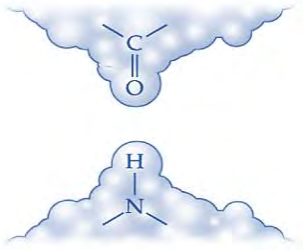
γ) Ο μέγιστος αριθμός των ηλεκτρονίων σε μία υποστιβάδα πολυηλεκτρονιακών ατόμων καθορίζεται από την απαγορευτική αρχή του Pauli.

δ) Στο ιόν $_4Be^{3+}$ οι υποστιβάδες 2s και 2p έχουν την ίδια ενέργεια.

ε) Η μετατροπή $H_2O(g) \rightarrow H_2O(\ell)$ είναι ενδόθερμη. Μονάδες 5

Στις ερωτήσεις Α2, Α3 Α4, Α5 να γράψετε απλώς το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή επιλογή.

Α2. Στο διπλανό σχήμα εμφανίζονται δύο τμήματα της τρισδιάστατης δομής ενός βιομορίου. Ποιο το ισχυρότερο είδος αλληλεπίδρασης εμφανίζεται ανάμεσα στα τμήματα αυτά;



Α) Δυνάμεις διασποράς (London)
Β) Δυνάμεις διπόλου - διπόλου
Γ) Δυνάμεις van der Waals
Δ) Δεσμός υδρογόνου Μονάδες 5

Α3. Σε υδατικό διάλυμα έχει αποκατασταθεί η ισορροπία:

$$\underset{\text{κίτρινο ίζημα}}{2BaCrO_4(s)} + 2H_3O^+(aq) \rightleftharpoons \underset{\text{πορτοκαλί}}{2Ba^{2+}(aq) + Cr_2O_7^{2-}(aq)} + 3H_2O(\ell)$$

Με τη διάλυση ποσότητας HCl(g) στο διάλυμα της ισορροπίας, χωρίς μεταβολή όγκου και υπό σταθερή θερμοκρασία:

Α) η ποσότητα του κίτρινου ιζήματος αυξάνεται και ενισχύεται ο πορτοκαλί χρωματισμός στο διάλυμα

Β) η ποσότητα του κίτρινου ιζήματος μειώνεται και ενισχύεται ο πορτοκαλί χρωματισμός στο διάλυμα

Γ) η ποσότητα του κίτρινου ιζήματος μειώνεται και εξασθενεί ο πορτοκαλί χρωματισμός στο διάλυμα

Δ) η ποσότητα του κίτρινου ιζήματος αυξάνεται και εξασθενεί ο πορτοκαλί χρωματισμός στο διάλυμα Μονάδες 5

Α4. Η ανισόλη ($C_6H_5OCH_3$) ανήκει στους αρωματικούς αιθέρες και χρησιμοποιείται για την παραγωγή αρωμάτων, φαρμάκων κτλ. καθώς και για την προσθήκη αρώματος σε ποτά. Μπορεί να παρασκευαστεί από τη φαινόλη με βάση το παρακάτω διάγραμμα:

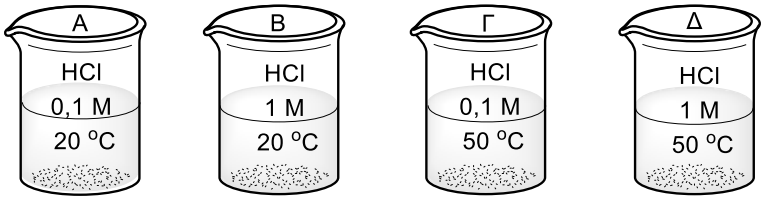
$$C_6H_5OH \xrightarrow{\text{αντιδραστήριο Α}} C_6H_5ONa \xrightarrow{\text{αντιδραστήριο Β}} C_6H_5OCH_3$$

Ποια μπορεί να είναι τα αντιδραστήρια Α και Β;

Α) NaOH και CH_3Br, αντίστοιχα Β) Na_2CO_3 και CH_3Cl, αντίστοιχα

Γ) Na και CH_3COOH, αντίστοιχα Δ) NaOH και CH_3OH, αντίστοιχα Μονάδες 5

Α5. Καθένα από τα 4 ποτήρια Α, Β, Γ και Δ που ακολουθούν περιέχει τον ίδιο όγκο διαλύματος HCl(aq) σε συγκεντρώσεις και θερμοκρασίες που εμφανίζονται στο σχήμα.



Σε καθένα από τα 4 ποτήρια εισάγουμε την ίδια ποσότητα Mg(s) σε μορφή σύρματος και πραγματοποιείται η μονόδρομη αντίδραση:

$$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$$

Παρατηρούμε ότι η ποσότητα του Mg(s) αντιδρά πλήρως (και στις 4 περιπτώσεις). Σε ποιο από τα ποτήρια η αντίδραση θα ολοκληρωθεί γρηγορότερα;

Α) Στο ποτήρι Α Β) Στο ποτήρι Β Γ) Στο ποτήρι Γ Δ) Στο ποτήρι Δ

Μονάδες 5

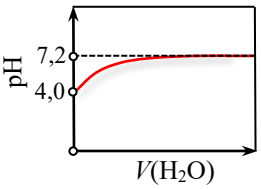
Θέμα Β

Β1. Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζονται 4 στοιχεία του p τομέα που ανήκουν στις περιόδους από 2-5 και στις ομάδες IVA - VIIA (14 - 17) του Περιοδικού Πίνακα.

			F
		S	
	As		
Sn			

α) Να εξηγήσετε ποιο από τα στοιχεία έχει το μεγαλύτερο αριθμό ασύζευκτων) ηλεκτρονίων.
β) Ποιο από τα στοιχεία έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα και ποιο τη μεγαλύτερη τιμή της ενέργειας πρώτου ιοντισμού, E_{i1}; Ποιο είναι το στοιχείο αυτό; Μονάδες 8

Β2. Διάλυμα HCl έχει pH = 4 και αραιώνεται συνεχώς με χημικά καθαρό νερό της ίδιας θερμοκρασίας (θ). Το pH του διαλύματος ως συνάρτηση του προστιθέμενου όγκου νερού εμφανίζεται στο διπλανό διάγραμμα. Να εκτιμήσετε αν η θερμοκρασία (θ) είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με τους 25 °C. Μονάδες 5



Β3. Μία αντίδραση έχει το μηχανισμό που ακολουθεί.

1ο στάδιο: $ClO^-(aq) + ClO^-(aq) \rightarrow ClO_2^-(aq) + Cl^-(aq)$ αργό

2ο στάδιο: $ClO_2^-(aq) + ClO^-(aq) \rightarrow ClO_3^-(aq) + Cl^-(aq)$ γρήγορο

α) Να γράψετε:

i. Τη χημική εξίσωση της συνολικής αντίδρασης και το ενδιάμεσο του μηχανισμού.

ii. Το νόμο ταχύτητας της συνολικής αντίδρασης και τη μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k).

β) Να εξηγήσετε γιατί η (συνολική) αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική. Μονάδες 7

Β4. Δίνονται οι θερμοχημικές εξισώσεις που ακολουθούν.

$C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$, $\Delta H_1^o = \alpha$ kJ

$C(s) + 2Cl_2(g) \rightarrow CCl_4(\ell)$, $\Delta H_2^o = \beta$ kJ

$CCl_4(\ell) + 4HCl(g) \rightarrow CH_4(g) + 4Cl_2(g)$, $\Delta H_3^o = \gamma$ kJ

α) Για την πρότυπη ενθαλπία (ΔH^o) σχηματισμού του HCl(g), σε kJ·mol^{-1}, ισχύει:

1. $\Delta H^o = \alpha - \beta - \gamma$ 2. $\Delta H^o = \alpha + 2\beta + \gamma$

3. $\Delta H^o = (\alpha - \beta - \gamma) / 4$ 4. $\Delta H^o = (\alpha - \beta - \gamma) / 2$

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 5

Θέμα Γ

Γ1. α mol $CH_3CH_2COOH(\ell)$ και β mol $CH_3OH(\ell)$ αντιδρούν, σύμφωνα με την αντίδραση της εστεροποίησης που ακολουθεί.

$$CH_3OH(\ell) + CH_3CH_2COOH(\ell) \rightleftharpoons CH_3CH_2COOCH_3(\ell) + H_2O(\ell),\ K_c = 4$$

Σε κάποια χρονική στιγμή t_1 στη φιάλη της αντίδρασης προσδιορίστηκαν 0,2 mol CH_3OH, 0,2 mol CH_3CH_2COOH, 0,1 mol $CH_3CH_2COOCH_3$ και 0,1 mol H_2O.
α) Να δείξετε ότι το σύστημα τη χρονική στιγμή t_1 δεν βρίσκεται ακόμη σε χημική ισορροπία και να προσδιορίσετε τις αρχικές ποσότητες α και β.
β) Μία άλλη χρονική στιγμή $t_2 > t_1$ στη φιάλη της αντίδρασης έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία. Ποια ποσότητα εστέρα έχει σχηματιστεί; Ποια η απόδοση της αντίδρασης;
γ) Στο δοχείο της ισορροπίας προσθέτουμε επιπλέον λ mol του οξέος, οπότε στη νέα χημική ισορροπία η ποσότητα του εστέρα βρέθηκε ίση με 0,28 mol. Ποια η τιμή του λ;

Μονάδες 12

Γ2. Ποσότητα γραφίτη, C(s), αντιδρά πλήρως σε κατάλληλες συνθήκες με $H_2(g)$, οπότε πραγματοποιούνται οι δύο αντιδράσεις που ακολουθούν.

$$C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g) \quad (1)$$
$$2C(s) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g) \quad (2)$$

Η μάζα του γραφίτη που αντέδρασε συνολικά είναι 7,2 g και σχηματίζεται μίγμα $CH_4(g)$ και $C_2H_2(g)$. Παράλληλα εκλύεται ποσό θερμότητας ίσο με 2,5 kcal σε πρότυπες συνθήκες.
α) Να προσδιοριστεί η αναλογία mol του $CH_4(g)$ και του $C_2H_2(g)$ που σχηματίστηκαν.
β) Να γραφεί η <u>συνολική</u> θερμοχημική εξίσωση της αντίδρασης του γραφίτη με το $H_2(g)$ προς σχηματισμό του μίγματος $CH_4(g)$ και $C_2H_2(g)$ με την παραπάνω αναλογία mol.
Οι πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού του $CH_4(g)$ και του $C_2H_2(g)$ να θεωρηθούν αντίστοιχα ίσες με -20 kcal·mol^{-1} και 55 kcal·mol^{-1}, αντίστοιχα. Για τον C, $A_r = 12$. Μονάδες 7

Γ3. Το αρσενικικό οξύ (H_3AsO_4) χρησιμοποιείται στη βιομηχανική παρασκευή εντομοκτόνων. Στα υδατικά του διαλύματα λειτουργεί ως ασθενές τριπρωτικό οξύ με $K_{a1} = 2{,}5\cdot10^{-4}$, $K_{a2} = 5{,}6\cdot10^{-8}$ και $K_{a3} = 3\cdot10^{-13}$.
α) Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των τριών ιοντισμών του αρσενικικού οξέος στα υδατικά του διαλύματα.
β) Διάλυμα H_3AsO_4 έχει συγκέντρωση 0,4 M και εμφανίζει pH = 2. Στο διάλυμα αυτό να υπολογίσετε τους λόγους:
i. $[H_2AsO_4^-] / [H_3AsO_4]$,
ii. $[HAsO_4^{2-}] / [H_2AsO_4^-]$ και
iii. $[AsO_4^{3-}] / [HAsO_4^{2-}]$. Μονάδες 6

Θέμα Δ

Δ1. Το παλμιτικό οξύ είναι κορεσμένο λιπαρό οξύ που μπορεί να παρασταθεί από τον χημικό τύπο $CH_3(CH_2)_xCOOH$, όπου x ακέραιος αριθμός που δηλώνει τον αριθμό των μεθυλενομάδων ($-CH_2-$). Ποσότητα παλμιτικού οξέος μάζας 2,56 g διαλύεται σε κατάλληλο οργανικό διαλύτη σχηματίζοντας διάλυμα όγκου 200 mL στο οποίο το παλμιτικό οξύ βρίσκεται αποκλειστικά με τη μορφή των μορίων του. Το διάλυμα αυτό παρουσιάζει ωσμωτική πίεση Π = 1,25 atm. Να υπολογιστεί ο αριθμός των μεθυλενομάδων (x) στο μόριο του παλμιτικού οξέος. Στη θερμοκρασία του διαλύματος: $R\cdot T = 25$ L·atm/mol (R η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων και T η απόλυτη θερμοκρασία).
Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, O:16. Μονάδες 6

Δ2. Υδατικό διάλυμα (Υ1) έχει όγκο 110 mL και περιέχει NH_3 σε συγκέντρωση 1 M. Στο διάλυμα αυτό διαβιβάζουμε ποσότητα $Cl_2(g)$ που αντιδρά πλήρως με την NH_3, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη αντίδραση:

$$NH_3(aq) + Cl_2(g) \rightarrow NH_4Cl(aq) + N_2(g)$$

Από την αντίδραση αυτή ελευθερώθηκαν 0,224 L $N_2(g)$ μετρημένα σε STP, ενώ απομένει διάλυμα (Υ2) όγκου 110 mL.

α) Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω εξίσωση.

β) Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος Υ2.

γ) Σε όλη την ποσότητα του διαλύματος Υ1 προσθέτουμε 0,11 mol HF χωρίς μεταβολή του όγκου και προκύπτει διάλυμα Υ3.

i. Να εκτιμήσετε αν το διάλυμα Υ3 είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο.

ii. Να υπολογίσετε την τιμή της σταθεράς (K_c) της ισορροπίας:

$$NH_3(aq) + HF(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + F^-(aq)$$

Δίνονται: $K_b(NH_3) = 2 \cdot 10^{-5}$ και $K_a(HF) = 5 \cdot 10^{-4}$. Τα διαλύματα έχουν $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. Μονάδες 12

Δ3. 4,6 g CH_3CH_2OH οξειδώθηκε πλήρως με τη βοήθεια $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ παράγοντας μίγμα CH_3COOH και $CH_3CH{=}O$. Η μάζα του CH_3COOH στο μίγμα προσδιορίστηκε ίση με 5,4 g. Να υπολογιστούν:

α) Το ποσοστό της CH_3CH_2OH που οξειδώθηκε σε CH_3COOH.

β) Η μάζα της $CH_3CH{=}O$ που σχηματίστηκε.

Σχετικές ατομικές μάζες: C:12, H:1, O:16. Μονάδες 7



10ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (Α1 - Α4) που ακολουθούν να σημειώσετε απλώς τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα την ένδειξη της σωστής απάντησης.

Α1. Το CH_2F_2 έχει σχετική μοριακή μάζα (M_r) = 52, διπολική ροπή μ = 1,93 D και σημείο βρασμού (σ.β.) −52 °C. Το CH_2Cl_2 έχει M_r = 85, διπολική ροπή μ = 1,60 D και σ.β. 40 °C. Ποιο από τα παρακάτω μπορεί να δικαιολογεί τις διαφορές στα σ.β.;

Α) Το CH_2F_2 είναι περισσότερο πολικό μόριο και επομένως έχει μικρότερο σ.β.

Β) Το CH_2Cl_2 είναι ιοντική ένωση ενώ το CH_2F_2 είναι ομοιοπολική (μοριακή ένωση)

Γ) Στο CH_2F_2 εμφανίζεται δεσμός υδρογόνου ενώ στο CH_2Cl_2 όχι

Δ) Στο CH_2Cl_2 εμφανίζονται ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς

Μονάδες 5

Α2. Για την ενέργεια ενεργοποίησης (E_a) της απλής εξώθερμης αντίδρασης, A(g) + B(g) → Γ(g), σε σχέση με την ενέργεια ενεργοποίησης (E_a') της αντίστροφης αντίδρασης, θα ισχύει:

Α) $E_a > E_a'$ Β) $E_a < E_a'$ Γ) $E_a = E_a'$ Δ) Δεν μπορεί να γίνει σύγκριση

Μονάδες 5

Α3. Ποια από τις αντιδράσεις που ακολουθούν ΔΕΝ παράγει CH_3CH_2OH;

Α) $CH_3CH_2Br + NaOH(aq) \rightarrow$

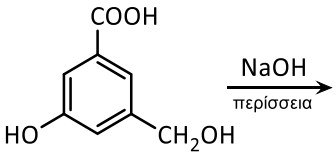
Β) $HCOOCH_2CH_3 + NaOH(aq) \rightarrow$

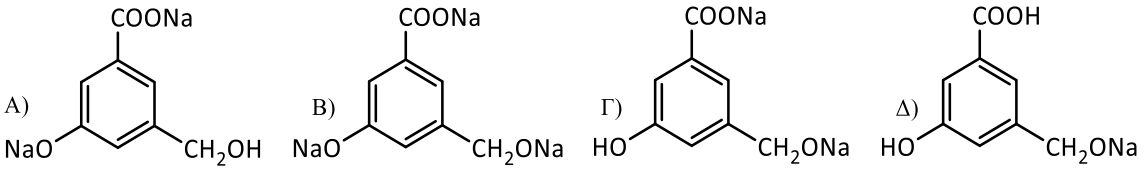
Γ) $CH_3CH_2COOCH_3 + NaOH(aq) \rightarrow$

Δ) $CH_3CHO + H_2\ (Ni) \rightarrow$

Μονάδες 5

Α4. Ποιο είναι το οργανικό προϊόν της αντίδρασης που ακολουθεί;





Μονάδες 5

Α5. *Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι Σωστές (Σ) και ποιες Λανθασμένες (Λ); Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.*

α) Σε μία υποστιβάδα αντιστοιχούν το πολύ $(4\ell + 2)$ ηλεκτρόνια, όπου ℓ ο αζιμουθιακός κβαντικός αριθμός.

β) Η πρότυπη θερμοκρασία για την πρότυπη ενθαλπία μιας αντίδρασης (ΔH) είναι 25 °C.

γ) Στα αντιδραστήρια Grignard η πολικότητα του δεσμού C − MgX είναι $C^{\delta+} - {}^{\delta-}(MgX)$.

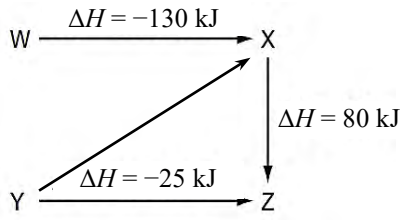
δ) Σε μια ογκομέτρηση το ισοδύναμο σημείο πρέπει να έχει το ίδιο pH με το τελικό σημείο.

ε) Στις αντιδράσεις που θεωρούμε μονόδρομες η σταθερά ισορροπίας (K_c) έχει τιμή πολύ κοντά στο 1.

Μονάδες 5

Θέμα Β

Β1. Στο διάγραμμα που ακολουθεί εμφανίζονται κάποιες θερμοχημικές εξισώσεις.



α) Τι από τα παρακάτω ισχύει για τις μετατροπές, W → Y, Y → X και Z → W;

1. W → Y: εξώθερμη, Y → X: ενδόθερμη, Z → W: ενδόθερμη
2. W → Y: εξώθερμη, Y → X: εξώθερμη, Z → W: ενδόθερμη
3. W → Y: ενδόθερμη, Y → X: εξώθερμη, Z → W: εξώθερμη
4. W → Y: ενδόθερμη, Y → X: ενδόθερμη, Z → W: εξώθερμη

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 5

Β2. Το Se (σελήνιο) είναι στοιχείο του περιοδικού πίνακα με $Z = 34$.

α) i. Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του Se στη θεμελιώδη κατάσταση και να σημειώσετε τη θέση του στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα (ομάδα, περίοδος, τομέας).

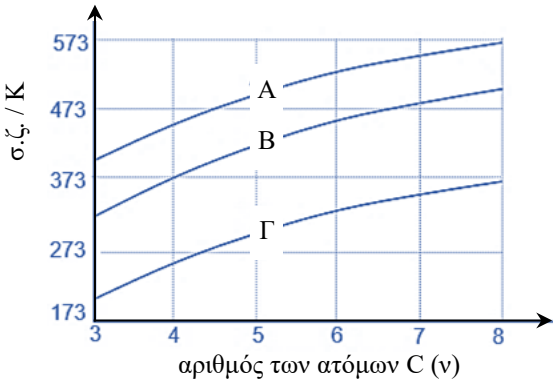
ii. Να σημειώσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων με $m_\ell = 1$ που αντιστοιχούν στη θεμελιώδη κατάσταση του ιόντος Se^{2-}.

β) Το στοιχείο Se αντιδρά με το HNO_3, σύμφωνα με την εξίσωση που ακολουθεί από την οποία λείπει το H_2O καθώς και οι συντελεστές των σωμάτων.

$$Se + HNO_3 \rightarrow H_2SeO_3 + NO$$

Να ισοσταθμίσετε την αντίδραση συμπληρώνοντάς της με το H_2O (σε όποιο μέλος της εξίσωσης απαιτείται). Μονάδες 9

Β3. Οι καμπύλες Α, Β και Γ του διπλανού σχήματος περιγράφουν τη σχέση ανάμεσα στα σημεία ζέσης (σ.ζ.) και του αριθμού των ατόμων άνθρακα (ν) σε αλδεΰδες, αλκάνια και πρωτοταγείς αλκοόλες με ευθύγραμμη ανθρακική αλυσίδα για ν = 3-8.



α) Να αντιστοιχήσετε τις καμπύλες Α, Β και Γ με τις κατηγορίες των οργανικών ενώσεων (αλδεΰδες, αλκάνια, πρωτοταγείς αλκοόλες. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας αναφέροντας σε κάθε περίπτωση το ισχυρότερο είδος διαμοριακών δυνάμεων που εμφανίζονται.

β) Να εξηγήσετε γιατί και στις τρεις περιπτώσεις το σ.ζ. αυξάνεται με την αύξηση του αριθμού των ατόμων άνθρακα. Μονάδες 6

Β4. Σε δοχείο σταθερού όγκου που βρίσκεται σε περιβάλλον σταθερής θερμοκρασίας συνυπάρχουν σε κατάσταση χημικής ισορροπίας 1 mol $H_2(g)$, 1 mol $I_2(g)$ και 2 mol HI(g), σύμφωνα με την εξίσωση: $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$.

α) Στο δοχείο της ισορροπίας προσθέτουμε x mol $H_2(g)$ και x mol HI(g), χωρίς μεταβολή της θερμοκρασίας. Τι από τα παρακάτω θα ισχύει:

1. $Q_c > K_c$ και επομένως η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά
2. $Q_c = K_c$ και επομένως η ισορροπία δεν θα μετατοπιστεί
3. $Q_c < K_c$ και επομένως η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά
4. Δεν μπορούμε να συγκρίνουμε το πηλίκο αντίδρασης (Q_c) με τη σταθερά K_c και επομένως δεν μπορούμε να προβλέψουμε αν και προς ποια κατεύθυνση θα μετατοπιστεί η ισορροπία

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Μονάδες 5

Θέμα Γ

Γ1. Σε δοχείο σταθερού όγκου εισάγονται τα αέρια X(g) και Ψ(g) σε συγκεντρώσεις 0,04 M και 0,10 M, αντίστοιχα και από τη χρονική στιγμή t_1 και μετά πραγματοποιείται υπό σταθερή θερμοκρασία η αντίδραση με τη χημική εξίσωση που ακολουθεί.

$$X(g) + 2\Psi(g) \rightarrow 2\Omega(g)$$

Κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της παραπάνω αντίδρασης προσδιορίζουμε τις συγκεντρώσεις των δύο αντιδρώντων στο δοχείο καθώς και την ταχύτητα της αντίδρασης την αντίστοιχη χρονική στιγμή.

α) Στον πίνακα που ακολουθεί να αντιστοιχήσετε τις συγκεντρώσεις των X(g) και Ψ(g) με την ταχύτητα της αντίδρασης την αντίστοιχη χρονική στιγμή.

[X] / M	[Ψ] / M	υ / M·s^{-1}
A. $4\cdot10^{-2}$	α. $4\cdot10^{-2}$	i. 0,12
B. $2\cdot10^{-2}$	β. $6\cdot10^{-2}$	ii. 0,015
Γ. 10^{-2}	γ. $3\cdot10^{-2}$	iii. 0,4
Δ. $5\cdot10^{-3}$	δ. 0,10	iv. 0,04

β) Ποια είναι η συγκέντρωση του Ω(g) όταν η ταχύτητα της αντίδρασης είναι 0,04 M·s^{-1};

γ) Με άλλη πειραματική διαδικασία βρέθηκε ότι η αντίδραση είναι 1ης τάξης ως προς το αντιδρών X. Να προσδιορίσετε την τάξη της αντίδρασης ως προς το αντιδρών Ψ καθώς και την τιμή και τη μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k). Μονάδες 12

Γ2. Σε δοχείο όγκου 4 L εισάγονται 0,3 mol του αερίου A(g) το οποίο σε κατάλληλη θερμοκρασία (T) μετατρέπεται στο αέριο B(g) σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$. Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας η ποσότητα του B(g) βρέθηκε ίση με 0,4 mol.

α) Να υπολογιστεί η απόδοση της αντίδρασης και η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας.

β) Μεταβάλλουμε τον όγκο του δοχείου και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία (στην ίδια θερμοκρασία) στην οποία το μίγμα των δύο αερίων είναι ισομοριακό.

i. Να εξηγήσετε αν ο όγκος αυξήθηκε ή μειώθηκε.

ii. Να υπολογίσετε το νέο όγκο του δοχείου. Μονάδες 8

Γ3. Με ποιο αντιδραστήριο μπορεί να γίνει καθεμία από τις παρακάτω μετατροπές; Να γράψετε την πλήρη χημική εξίσωση για καθεμία από τις μετατροπές αυτές.

α) $HCH{=}O \rightarrow HCOONa$

β) $CH_3CH_2OH \rightarrow HCOONa$ Μονάδες 5

Θέμα Δ

Δ1. Διαθέτουμε τους εξής δείκτες: Δείκτης (1): ερυθρό του μεθυλίου, δείκτης (2): ερυθρό της χλωροφαινόλης, δείκτης (3): ερυθρό της φαινόλης και δείκτης (4): κίτρινο της αλιζαρίνης. Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται οι χρωματικές αλλαγές καθώς και οι περιοχές pH αλλαγής χρώματος των τεσσάρων αυτών δεικτών.

Δείκτης 1	4,4 (κόκκινο) - 6,2 (κίτρινο)
Δείκτης 2	5,2 (κίτρινο) - 6,8 (κόκκινο)
Δείκτης 3	6,8 (κίτρινο) - 8,2 (κόκκινο)
Δείκτης 4	10,2 (κίτρινο) - 12 (κόκκινο)

α) Να επιλέξετε τον πλέον κατάλληλο δείκτη για τη διάκριση των παρακάτω υδατικών διαλυμάτων Α και Β. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας, με βάση σχετικούς υπολογισμούς pH.

Διάλυμα Α: $CH_3CH_2NH_2$ 1 M ($K_b = 10^{-4}$).

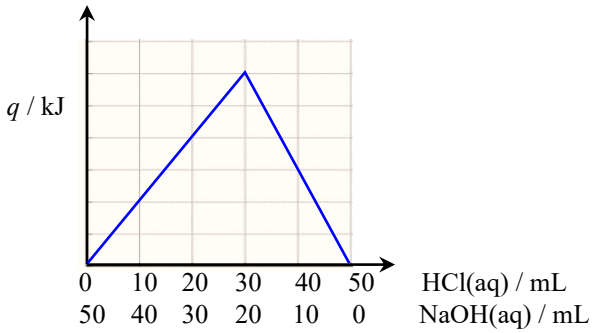
Διάλυμα Β: $C_6H_5NH_2$ 1 M ($K_b = 4\cdot10^{-10}$).

β) Να εξηγήσετε ποιο χρωματισμό θα λάβει διάλυμα $C_6H_5NH_3Cl$ 1 M με την προσθήκη σταγόνων του δείκτη 2.
γ) Ποιος από τους παραπάνω δείκτες θα μπορούσε να είναι ο πλέον κατάλληλος για την ογκομέτρηση διαλύματος $CH_3CH_2NH_2$ 2 M με πρότυπο διάλυμα HCl 2 M; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας υπολογίζοντας το pH στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης.
Για τους υπολογισμούς μπορείτε να χρησιμοποιήσετε προσεγγιστικές εκφράσεις. Όλα τα διαλύματα έχουν $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$. Μονάδες 19

Δ2. Διάλυμα HCl(aq) έχει συγκέντρωση 2 $mol \cdot L^{-1}$. Σε διαφορετικούς όγκους του διαλύματος αυτού προστίθενται διαφορετικοί όγκοι διαλύματος NaOH(aq) συγκέντρωσης c, οπότε πραγματοποιείται η αντίδραση εξουδετέρωσης που ακολουθεί.

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O$$

Το ποσό θερμότητας που εκλύεται μετά από κάθε ανάμιξη εμφανίζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



α) Να εξηγήσετε γιατί το ποσό θερμότητας αυξάνεται στις 4 πρώτες αναμίξεις ενώ μετά μειώνεται.
β) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση c του διαλύματος του NaOH(aq). Μονάδες 6



11ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Θέμα Α

Στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (Α1 - Α5) που ακολουθούν να σημειώσετε απλώς τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα την ένδειξη της σωστής απάντησης.

Α1. Σε δοχείο έχει αποκατασταθεί η ισορροπία που ακολουθεί.

$$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$$

Στο δοχείο προστίθεται ποσότητα $H_2(g)$ και αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία στην ίδια θερμοκρασία. Πώς έχουν μεταβληθεί οι δύο ταχύτητες της αντίδρασης προς τα δεξιά και προς τα αριστερά στην νέα ισορροπία σε σχέση με την αρχική;

Α) Έχουν αυξηθεί και οι δύο

Β) Έχουν μειωθεί και οι δύο

Γ) Προς τα δεξιά έχει αυξηθεί ενώ προς τα αριστερά έχει μειωθεί

Δ) Προς τα δεξιά έχει μειωθεί ενώ προς τα αριστερά έχει αυξηθεί

Μονάδες 5

Α2. Δείγμα χημικά καθαρού νερού θερμαίνεται από τους 0 °C στους 60 °C και καταγράφεται η $[H_3O^+]$ σε κάποιες θερμοκρασίες. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα.

Θερμοκρασία / °C	0	20	40	60
$[H_3O^+]$ / M	$4{,}4\cdot10^{-8}$	$8{,}2\cdot10^{-8}$	$1{,}3\cdot10^{-7}$	$3{,}2\cdot10^{-7}$

Από τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται ότι με τη θέρμανση του δείγματος:

Α) το διάλυμα γίνεται όξινο

Β) το pH αυξάνεται

Γ) η $[H_3O^+]$ αυξάνεται ενώ η $[OH^-]$ μειώνεται

Δ) η τιμή της σταθεράς K_w αυξάνεται

Μονάδες 5

Α3. Δίνεται η παρακάτω αντίδραση.

$$Sn^{4+} + Fe^{2+} \rightarrow Sn^{3+} + Fe^{3+}$$

Τι παθαίνουν τα ιόντα Fe^{2+} στην αντίδραση αυτή;

Α) Οξειδώνονται καθώς προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια

Β) Ανάγονται καθώς προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια

Γ) Οξειδώνονται καθώς αποβάλλουν ηλεκτρόνια

Δ) Ανάγονται καθώς αποβάλλουν ηλεκτρόνια

Μονάδες 5

Α4. Ποια από τις ενώσεις που ακολουθούν μπορεί να παρασκευαστεί από το ιωδοαιθάνιο (CH_3CH_2I) με μία αντίδραση υποκατάστασης;

Α) $CH_3CH_2OCH_2CH_3$

Β) $CH_2{=}CH_2$

Γ) $CH_3CH{=}O$

Δ) CH_3CH_2MgI

Μονάδες 5

Α5. Ποια από τις παρακάτω επιλογές συσχετίζει σωστά το αντιδρών και το προϊόν μιας αντίδρασης προσθήκης;

	Αντιδρών	Προϊόν
Α)	$CH_3C{\equiv}CH$	CH_3COCH_3 (προπανόνη)
Β)	$CH_3CH_2CH_2CH_2(OH)CH_3$	$CH_3CH_2CH{=}CHCH_3$
Γ)	$CH_3CH_2CH_2CH_2Br$	$CH_3CH_2CH{=}CH_2$
Δ)	CH_3COOH	CH_3COOCH_3

Μονάδες 5

Θέμα Β

Β1. Δίνονται οι πρότυπες ενθαλπίες καύσης της $C_6H_{12}O_6$ (γλυκόζη) ίση με α $kJ \cdot mol^{-1}$ και της C_2H_5OH (αιθανόλη) ίση με β $kJ \cdot mol^{-1}$.

α) Ποια είναι η πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης της αλκοολικής ζύμωσης που ακολουθεί, σε kJ;

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH,\ \Delta H^o$$

Α) $\Delta H^o = \alpha + \beta$ Β) $\Delta H^o = \alpha - \beta$ Γ) $\Delta H^o = \alpha + 2\beta$ Δ) $\Delta H^o = \alpha - 2\beta$

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Να αναφέρετε (ονομαστικά) τους νόμους της Θερμοχημείας που χρησιμοποιήσατε. Μονάδες 6

Β2. Σε ποσότητα νερού διαλύονται ποσότητες από τα άλατα NaCl και Na_2SO_4. Οι συγκεντρώσεις των ιόντων Na^+ και SO_4^{2-} είναι, αντίστοιχα, 0,05 mol/L και 0,01 mol/L.

α) Ποια θα είναι η συγκέντρωση των ιόντων Cl^- στο διάλυμα αυτό;

Α) 0,01 M Β) 0,02 M Γ) 0,03 M Δ) 0,04 M Ε) 0,05 M

β) Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας. Η υδρόλυση των ιόντων SO_4^{2-} είναι αμελητέα. Μονάδες 5

Β3. Τα τρία πρώτα στοιχεία της 14ης (IVA) ομάδας του Περιοδικού Πίνακα κατά σειρά από πάνω προς τα κάτω είναι: C, Si, Ge. Οι ενώσεις τους με το υδρογόνο είναι ομοιοπολικές και αποτελούνται από τετραεδρικά μόρια. Οι ενώσεις αυτές και τα αντίστοιχα σημεία βρασμού παρατίθενται στον πίνακα που ακολουθεί.

Ένωση	σ.β. / °C
CH_4	−162
SiH_4	−112
GeH_4	−88

Να εξηγήσετε τις διαφορές στα σημεία βρασμού. Μονάδες 5

Β4. Στο Διαδίκτυο αναφέρονται οι ατομικές ακτίνες 4 στοιχείων Α, Β, Γ και Δ που ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα καθώς και οι ιοντικές ακτίνες των πιο σταθερών ιόντων τους (με δομή ευγενούς αερίου). Τα δεδομένα αυτά εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Στοιχείο	Ατομική ακτίνα / pm	Ιοντική ακτίνα / pm
Α	186	95
Β	231	133
Γ	152	60
Δ	244	148

α) Να ταξινομήστε τα στοιχεία κατ' αυξανόμενο ατομικό αριθμό (Z). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β) Να ταξινομήσετε τα στοιχεία κατ' αυξανόμενη τιμή της ενέργειας πρώτου ιοντισμού (E_{i1}). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

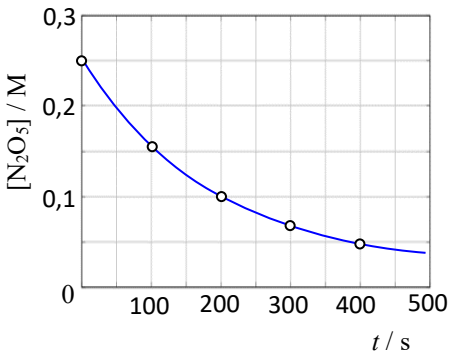
γ) Να εξηγήσετε αν τα στοιχεία είναι ηλεκτροθετικά ή ηλεκτραρνητικά. Μονάδες 9

Θέμα Γ

Γ1. Σε κλειστό δοχείο σταθερού όγκου εισάγεται ποσότητα $N_2O_5(g)$ και από $t = 0$ διεξάγεται υπό σταθερή θερμοκρασία η αντίδραση που ακολουθεί.

$$2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$$

Η καμπύλη αντίδρασης για το $N_2O_5(g)$ δίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



α) i. Σε ποια χρονική στιγμή (t_1, δείτε το διάγραμμα) η συγκέντρωση του $N_2O_5(g)$ γίνεται ίση με 0,1 M;
ii. Η αρχική πίεση στο δοχείο είναι ίση με P_0, ενώ τη στιγμή t_1 η πίεση έχει γίνει ίση με P_1. Να προσδιοριστεί η τιμή του λόγου P_1/P_0.
β) Ποια η μέση ταχύτητα της αντίδρασης το χρονικό διάστημα (0, t_1); Ποιος ο ρυθμός παραγωγής του $NO_2(g)$ στο ίδιο χρονικό διάστημα;
γ) Η αντίδραση βρέθηκε ότι είναι 1ης τάξης. Να υπολογιστεί η τιμή του λόγου της ταχύτητας τη στιγμή $t = 0$ προς την ταχύτητα τη στιγμή t_1. Μονάδες 8

Γ2. 1,02 g εστέρα (Α) αντιδρά πλήρως με NaOH και προκύπτει μίγμα δύο οργανικών προϊόντων αποτελούμενο από ένα άλας κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος (Β) και μία κορεσμένη μονοσθενή δευτεροταγή αλκοόλη (Γ), που και οι δύο αποχρωματίζουν διάλυμα $KMnO_4$ οξινισμένο με H_2SO_4. Το μίγμα αυτό χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη. Το 1ο μέρος αντιδρά πλήρως με I_2/NaOH σχηματίζοντας κίτρινο ίζημα. Το 2ο μέρος αποχρωματίζει το πολύ 40 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,1 M οξινισμένο με H_2SO_4.
α) Να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και Γ.
β) Να υπολογιστεί η μάζα του ιζήματος που σχηματίζεται από το 1ο μέρος του μίγματος.
Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, O:16, I:127. Μονάδες 9

Γ3. Σε υδατικό διάλυμα τα ιόντα Cd^{2+} αντιδρούν με το μεταλλικό Fe(s) σύμφωνα με τη χημική εξίσωση (1):

$$Cd^{2+}(aq) + Fe(s) \rightleftharpoons Cd(s) + Fe^{2+}(aq) \quad (1)$$

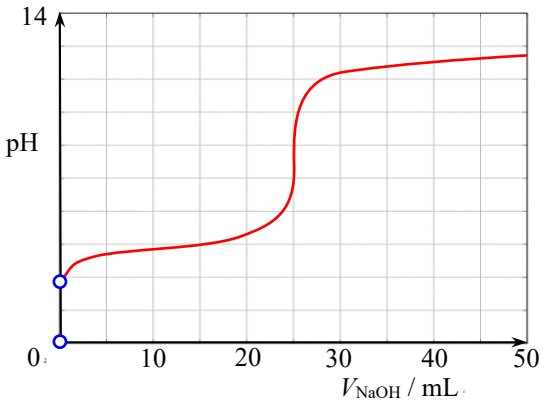
Σε υδατικό διάλυμα, $CdCl_2(aq)$ 0,01 M προσθέτουμε περίσσεια σκόνης Fe(s) και αποκαθίσταται η παραπάνω ισορροπία (1) στην οποία ισχύει: $[Fe^{2+}] = 9{,}6 \cdot 10^{-3}$ M.
α) Να υπολογίσετε τη σταθερά K_c της ισορροπίας (1) στη θερμοκρασία του πειράματος.
β) Αναμιγνύουμε διάλυμα $CdCl_2(aq)$ 0,01 M όγκου $V_1 = 20$ mL με διάλυμα $FeCl_2(aq)$ 0,02 M όγκου $V_2 = 20$ mL και στο διάλυμα που προκύπτει εισάγουμε σκόνη Fe(s) και ποσότητα Cd(s) σε σφαιρίδια. Με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται χημική ισορροπία.
i. Να υπολογιστεί το πηλίκο αντίδρασης (Q_c) αμέσως μετά την ανάμιξη των δύο διαλυμάτων και την προσθήκη των δύο μετάλλων.
ii. Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις των δύο ιόντων στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας. Μονάδες 9

Θέμα Δ

Περί του γλυκολικού οξέος. Το γλυκολικό οξύ είναι υδροξυοξύ με τύπο $HOCH_2COOH$. Χρησιμοποιείται σε διάφορα δερματολογικά προϊόντα, στη γεωργία, σε συνθέσεις διαφόρων άλλων προϊόντων κτλ. Βιομηχανικά παρασκευάζεται με την αντίδραση Cannizzaro με επίδραση δηλαδή NaOH στη γλυοξάλη, $(CH=O)_2$, και στη συνέχεια με επίδραση οξέος στο ενδιάμεσα σχηματιζόμενο άλας. Η μετατροπή αυτή περιγράφεται με την αντίδραση:

$$(CH=O)_2 \xrightarrow[2)\ H_3O^+]{1)\ OH^-} HOCH_2COOH$$

Δ1. Να σημειώσετε:
α) Τους αριθμούς οξείδωσης όλων των ατόμων άνθρακα στην παραπάνω μετατροπή.
β) Τον αριθμό των σ και των π δεσμών στο γλυκολικό οξύ.
γ) Το συνολικό αριθμό των ατόμων στο μόριο του γλυκολικού οξέος που μπορούν να συμμετέχουν σε δεσμούς υδρογόνου, είτε ως δότες είτε ως δέκτες.
Δ2. Το γλυκολικό οξύ παρασκευάζεται και από την HCH=O μέσω σχηματισμού κυανυδρίνης. Να γράψετε τις δύο σχετικές χημικές εξισώσεις.
Δ3. Να γράψετε τις εξισώσεις των αντιδράσεων του γλυκολικού οξέος:
α) Με το K_2CO_3.
β) Με CH_3CH_2OH/H^+.
Δ4. α) Η διαλυτότητα του γλυκολικού οξέος στο νερό είναι πολύ μεγάλη. Να εξηγήσετε γιατί.
β) Το γλυκολικό οξύ λειτουργεί στα υδατικά του διαλύματα ως ασθενές οξύ, ισχυρότερο πάντως από το CH_3COOH. Να εξηγήσετε με βάση τη μοριακή του δομή γιατί είναι ισχυρότερο από το αιθανικό οξύ αναφέροντας και το είδος του επαγωγικού φαινομένου που θα πρέπει να προκαλεί το −OH.
Δ5. Διάλυμα (Υ1) γλυκολικού οξέος έχει συγκέντρωση c_1. 50 mL από το διάλυμα αυτό αραιώνονται με H_2O και το νέο διάλυμα (Υ2) που προκύπτει έχει όγκο 200 mL και $[H_3O^+] = 3\cdot10^{-3}$ M. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση c_1.
Δ6. Ένας φοιτητής ογκομέτρησε 10 mL γλυκολικού οξέος συγκέντρωσης c με πρότυπο διάλυμα NaOH(aq) 0,1 M και πήρε την καμπύλη ογκομέτρησης που ακολουθεί.



α) Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (c) του διαλύματος του γλυκολικού οξέος.
β) Να υπολογίσετε το pH όταν είχαν προστεθεί 15 mL του πρότυπου διαλύματος.
Για το γλυκολικό οξύ, $K_a = 1{,}5\cdot10^{-4}$. Να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις. $\theta = 25\ ^oC$.

Μονάδες 25



12ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

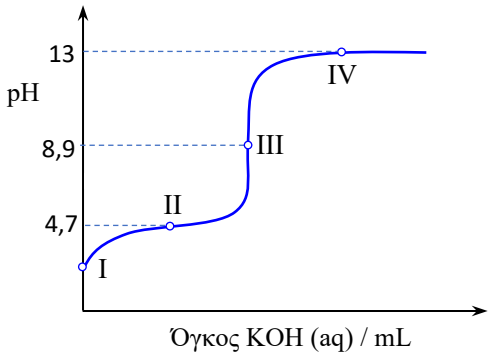
Θέμα Α

Στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (Α1 – Α4) που ακολουθούν να σημειώσετε απλώς τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα την ένδειξη της σωστής απάντησης.

Α1. Ο ρόλος του καταλύτη σε μία χημική αντίδραση είναι η αύξηση της:
Α) απόδοσης Β) ενέργειας ενεργοποίησης (E_a)
Γ) ενθαλπίας (ΔH) Δ) ταχύτητας της αντίδρασης Μονάδες 5

Α2. Στη χημική ισορροπία, $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$, οι δύο αντίθετης φοράς αντιδράσεις (υ_1 προς τα δεξιά και υ_2 προς τα αριστερά) είναι απλές. Σε θερμοκρασία 100 °C η σταθερά ταχύτητας προς τα δεξιά (k_1) είναι μικρότερη από τη σταθερά ταχύτητας προς τα αριστερά (k_2). Για την τιμή της σταθεράς ισορροπίας (K_c) στους 100 °C τι από τα παρακάτω θα ισχύει;
Α) $K_c = 1$ Β) $K_c > 1$ Γ) $K_c < 1$
Δ) Οτιδήποτε από τα παραπάνω (δεν επαρκούν τα δεδομένα) Μονάδες 5

Α3. Ακολουθεί η καμπύλη ογκομέτρησης διαλύματος $CH_3COOH(aq)$ με πρότυπο διάλυμα $KOH(aq)$.



Σε ποιο σημείο της καμπύλης ογκομέτρησης το ογκομετρούμενο διάλυμα είναι ρυθμιστικό;
Α) Στο σημείο Ι Β) Στο σημείο ΙΙ Γ) Στο σημείο ΙΙΙ Δ) Στο σημείο ΙV
Μονάδες 5

Α4. Η ένωση παλμιτικό κετύλιο είναι ένα κηρώδες στερεό με τύπο $C_{15}H_{31}COOC_{16}H_{33}$ που χρησιμοποιείται σε καλλυντικά. Η ένωση αυτή με θέρμανση με περίσσεια NaOH(aq) δίνει δύο νέα προϊόντα. Ποια είναι τα προϊόντα αυτά;
Α) $C_{15}H_{31}ONa$ και $C_{16}H_{33}COONa$ Β) $C_{15}H_{31}COONa$ και $C_{16}H_{33}ONa$
Γ) $C_{15}H_{31}OH$ και $C_{16}H_{33}COONa$ Δ) $C_{15}H_{31}COONa$ και $C_{16}H_{33}OH$ Μονάδες 5

Α5. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν με τη λέξη Σωστό (Σ), αν η πρόταση είναι σωστή ή τη λέξη Λάθος (Λ), αν η πρόταση είναι λανθασμένη. Μονάδες 5
α) Η ενέργεια δεύτερου ιοντισμού του ατόμου ενός στοιχείου είναι πάντα μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ενέργεια πρώτου ιοντισμού του ίδιου στοιχείου.
β) Στις αντιδράσεις που θεωρούμε μονόδρομες η σταθερά ισορροπίας (K_c) έχει τιμή πολύ κοντά στο 1.
γ) 3 mol $CO_2(g)$ σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία 25 °C έχουν την ίδια ενθαλπία είτε η ποσότητα αυτή σχηματίστηκε από την καύση CH_4 είτε από τη διάσπαση $CaCO_3$.
δ) Στο μόριο του 1,3 βουταδιενίου ($CH_2{=}CH{-}CH{=}CH_2$) όλα τα άτομα C έχουν υβριδισμό sp^2.
ε) Με τη μετατροπή του 1-χλωροπροπανίου στο αντίστοιχο αντιδραστήριο Grignard, ο C(1) αλλάζει πολικότητα.

Θέμα Β

Β1. Δίνεται ένα μέρος του Περιοδικού Πίνακα με τα αντίστοιχα στοιχεία.

	2η		15η	16η	17η
Περίοδος 2			N	O	F
Περίοδος 3	Mg	. . . . .	P	S	Cl
					Br

Με βάση τη θέση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα να συγκρίνετε:
α) Τα σημεία βρασμού (σ.β.) των στοιχείων F_2, Cl_2, Br_2.
β) Τα σημεία βρασμού των οξειδίων MgO και SO_3.
γ) Την ισχύ των ενώσεων H_2S και H_2O ως οξέα.
δ) Την ισχύ των ενώσεων NH_3 και PH_3 ως βάσεων.
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας. Μονάδες 9

Β2. Δίνονται οι παρακάτω τρεις θερμοχημικές εξισώσεις.
1) $HCl(aq) + KOH(aq) \rightarrow KCl(aq) + H_2O(\ell)$, $\Delta H_1^o = -57$ kJ
2) $HNO_3(aq) + KOH(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + H_2O(\ell)$, $\Delta H_2^o = -57$ kJ
3) $HCN(aq) + KOH(aq) \rightarrow KCN(aq) + H_2O(\ell)$, $\Delta H_3^o = -12$ kJ
Να εξηγήσετε γιατί οι δύο πρώτες αντιδράσεις έχουν την ίδια πρότυπη ενθαλπία ενώ η τρίτη διαφορετική. Μονάδες 5

Β3. Σε μία πειραματική διαδικασία χρησιμοποιούμε τις εξής 3 υγρές οργανικές ενώσεις:
$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ (εξάνιο)
$CH_3CH_2CH_2OH$ (1-προπανόλη)
CH_3CH_2COOH (προπανικό οξύ)
Τα υγρά είναι σε 3 ξεχωριστές φιάλες (1-3) χωρίς να ξέρουμε ποιο υγρό περιέχεται σε κάθε φιάλη. Για να το μάθουμε, διεξάγουμε τις διαδικασίες που εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Φιάλη	Αντίδραση με $KMnO_4/H^+$	Διαλυτό στο H_2O
1	ΟΧΙ	ΝΑΙ
2	ΝΑΙ	ΝΑΙ
3	ΟΧΙ	ΟΧΙ

α) Να προσδιορίσετε ποια ένωση περιέχεται σε κάθε φιάλη.
β) Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Μονάδες 6

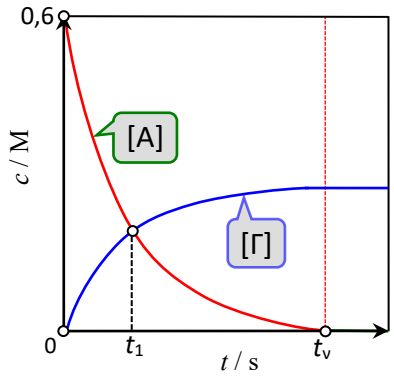
Β4. α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των ισομερών αμινών με μοριακό τύπο C_2H_7N και την αντίδραση ενός ισομερούς με διάλυμα HCl.
β) Ποιο από τα παραπάνω ισομερή μπορεί να προκύψει με αναγωγή κατάλληλου νιτριλίου; Να γραφεί η σχετική χημική εξίσωση. Μονάδες 5

Θέμα Γ

Γ1. Σε κλειστό δοχείο εισάγεται ποσότητα αερίου Α(g) που διασπάται πλήρως παράγοντας την ένωση Β(g) και την ένωση Γ(g) σύμφωνα με τις απλές αντιδράσεις που ακολουθούν.

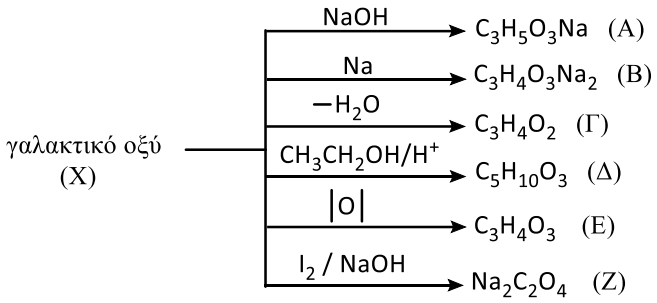
$A(g) \rightarrow 2B(g)$ (1) και $A(g) \rightarrow Γ(g)$ (2)

Οι δυο αντιδράσεις ολοκληρώνονται ταυτόχρονα τη στιγμή $t_v = 50$ s και έχουν σταθερές ταχύτητας k_1 και k_2, αντίστοιχα, για τις οποίες ισχύει $k_2 = 2k_1$. Οι καμπύλες αντίδρασης για τα σώματα Α(g) και Γ(g) δίνονται στο σχήμα που ακολουθεί.



α) Για το χρονικό διάστημα 0-50 s, να υπολογιστούν:
i. Ο μέσος ρυθμός κατανάλωσης του Α(g) σε $M \cdot s^{-1}$.
ii. Ο μέσος ρυθμός παραγωγής των σωμάτων Β(g) και Γ(g).
β) Τη στιγμή t_1 η συγκέντρωση του Α(g) είναι ίση με τη συγκέντρωση του Γ(g). Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις των Α(g), Β(g) και Γ(g) τη στιγμή t_1. Μονάδες 7

Γ2. Το γαλακτικό οξύ (ένωση Χ) είναι ένα α-υδροξυοξύ που παρασκευάζεται από την αιθανάλη ($CH_3CH{=}O$) με επίδραση HCN ακολουθούμενη από υδρόλυση του προϊόντος προσθήκης, παρουσία οξέος.
α) Ποιος ο συντακτικός τύπος του γαλακτικού οξέος (Χ);
β) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων (Α) - (Ζ) που προκύπτουν με την επίδραση κατάλληλων αντιδραστηρίων στο γαλακτικό οξύ.



Μονάδες 8

Γ3. 100 mL διαλύματος $K_2Cr_2O_7$ 0,1 M αντιδρούν πλήρως με 5,7 g $SnCl_2$, σύμφωνα με τη μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση που ακολουθεί.

$$SnCl_2 + K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow SnCl_4 + CrCl_3 + KCl + H_2O$$

α) Να ισοσταθμίσετε την παραπάνω χημική εξίσωση.
β) Να υπολογίσετε τη σχετική ατομική μάζα του Sn. Για το Cl: $A_r = 35{,}5$. Μονάδες 10

Θέμα Δ

Η ανακάλυψη του Cl_2 αποδίδεται στον Σουηδό χημικό Carl Wilhelm Scheele ο οποίος το παρασκεύασε το 1774 με την αντίδραση του MnO_2 με το HCl. Πολλές από τις ιδιότητες του Cl_2 παρουσιάζουν πρακτικό και θεωρητικό ενδιαφέρον, κάποιες από τις οποίες εμφανίζονται στη συνέχεια.

Δ1. Το Cl_2 σχηματίζει οξυγονούχα οξέα, όπως το ασθενές οξύ HClO ($K_a = 3 \cdot 10^{-8}$) και το ισχυρό οξύ $HClO_4$. Να εξηγήσετε τη διαφορά ισχύος των δύο αυτών οξέων με βάση τη μοριακή τους δομή.

Δ2. Υδατικό διάλυμα HClO έχει όγκο 100 mL και συγκέντρωση 0,03 M.

i. Να υπολογίσετε τη $[H_3O^+]$ του διαλύματος καθώς και το βαθμό ιοντισμού του HClO στο διάλυμα αυτό.

ii. Ποιόν όγκο νερού πρέπει να προσθέσουμε σε όλη την ποσότητα του παραπάνω διαλύματος ώστε το pH του να μεταβληθεί κατά 1;

Δ3. Η κοινή χλωρίνη του εμπορίου παράγεται με βάση την οξειδοαναγωγική αντίδραση που ακολουθεί.

$$Cl_2(g) + 2NaOH(aq) \longrightarrow NaClO(aq) + NaCl(aq) + H_2O(\ell)$$

0,672 L $Cl_2(g)$ μετρημένα σε STP αντιδρούν πλήρως με 100 mL διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 0,6 M και προκύπτει διάλυμα όγκου 100 mL.

i. Να υπολογίσετε το pH του διαλύματος αυτού.

ii. Να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις όλων των ιόντων στο τελικό διάλυμα.

Όλες οι παραπάνω διαδικασίες γίνονται σε θερμοκρασία $\theta = 25\ ^oC$, όπου $K_w = 10^{-14}$. Για τα ερωτήματα Δ2 και Δ3 να θεωρήσετε τις κατάλληλες προσεγγίσεις.

Δ4. Σε αέρια φάση το $Cl_2(g)$ αντιδρά με υδρατμούς σύμφωνα με τη χημική ισορροπία που ακολουθεί,

$$2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightleftharpoons 4HCl(g) + O_2(g),$$

για την οποία ισχύει: $K_c = 16$ σε θερμοκρασία T.

Σε δοχείο όγκου $V = 3$ L εισάγονται 1,5 mol $Cl_2(g)$, 1,5 mol $H_2O(g)$, 1 mol HCl(g) και 1,5 mol $O_2(g)$.

i. Να εξηγήσετε αν θα εξελιχθεί αντίδραση και προς ποια κατεύθυνση.

ii. Στο δοχείο της ισορροπίας προστίθενται λ mol $O_2(g)$ και με την πάροδο του χρόνου αποκαθίσταται νέα χημική ισορροπία, σε θερμοκρασία T, στην οποία προσδιορίστηκαν 2 mol HCl(g). Να υπολογίσετε την τιμή του λ. Δεν απαιτείται η εύρεση των ποσοτήτων των τεσσάρων σωμάτων στην ενδιάμεση χημική ισορροπία.

Δ5. Ισομοριακό μίγμα $Cl_2(g)$ και $H_2(g)$ βρίσκεται σε σκοτεινό σωλήνα με πώμα από καουτσούκ. Με ακτινοβόληση του δείγματος στο σωλήνα με ακτινοβολία κατάλληλου μήκους κύματος διεξάγεται η αντίδραση:

$$H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl,\ \Delta H < 0$$

Παρατηρείται ότι με την ακτινοβόληση του δείγματος στο σωλήνα το πώμα εκσφενδονίζεται ακαριαία. Να εξηγήσετε γιατί. Μονάδες 25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

Ε11 Ορισμοί και Λεπτομέρειες της Θεωρίας

ΚΒΑΝΤΙΚΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

Κβαντική θεωρία: Η ακτινοβολία εκπέμπεται σε μικρά πακέτα (κβάντα) και όχι με συνεχή τρόπο. Τα κβάντα φωτός ή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας γενικότερα ονομάζονται φωτόνια και καθένα έχει ενέργεια $E = h \cdot \nu$.

Η συχνότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αποτελεί μέτρο του ενεργειακού περιεχομένου των φωτονίων της.

Το ατομικό πρότυπο του Bohr (1913) αποτελεί συνέχεια του ατομικού πλανητικού προτύπου του Rutherford, στο οποίο ο Bohr ενσωμάτωσε τις πρωτοποριακές για εκείνη την εποχή ιδέες της κβαντικής θεωρίας.

Ένα άτομο λέμε ότι είναι σε θεμελιώδη κατάσταση, όταν τα ηλεκτρόνιά του είναι κατά το δυνατό πλησιέστερα στον πυρήνα.

Η παραμονή του ηλεκτρονίου στη διεγερμένη κατάσταση διαρκεί ελάχιστα.

1η συνθήκη του Bohr (μηχανική συνθήκη): Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα σε ορισμένες κυκλικές τροχιές. Κάθε επιτρεπόμενη τροχιά έχει καθορισμένη ενέργεια, είναι δηλαδή κβαντισμένη.

2η συνθήκη του Bohr (οπτική συνθήκη): Το ηλεκτρόνιο εκπέμπει ή απορροφά ενέργεια υπό μορφή ακτινοβολίας μόνο όταν μεταπηδά από μια τροχιά σε μια άλλη, όταν δηλαδή αλλάζει ενεργειακή στάθμη.

Η **ενέργεια του ηλεκτρονίου** στο άτομο του Η κατά Bohr και κατά Schrödinger:

$$E_n = -\frac{2{,}18 \cdot 10^{-18}}{n^2} (J)$$

Η θεωρία του Bohr δεν κατάφερε να ερμηνεύσει ούτε τα φάσματα εκπομπής πολυπλοκότερων του υδρογόνου ατόμων (πολυηλεκτρονικά άτομα, π.χ. He, Li κτλ.) ούτε το χημικό δεσμό.

Κυματική θεωρία της ύλης του De Broglie (1924): Το φως όπως και κάθε κινούμενο μικρό σωματίδιο, π.χ. ηλεκτρόνιο, παρουσιάζει διττή φύση, σωματιδίου (κβάντα) και κύματος (ηλεκτρομαγνητικό κύμα).

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot \upsilon}$$

Η κυματική φύση των ηλεκτρονίων εκδηλώνεται με την περίθλαση των ηλεκτρονίων σε κρυσταλλικό πλέγμα, η οποία βρίσκει εφαρμογή στη λειτουργία των ηλεκτρονικών μικροσκοπίων.

Αρχή απροσδιοριστίας ή αβεβαιότητας του Heisenberg (1927): Είναι αδύνατο να προσδιορίσουμε με ακρίβεια συγχρόνως τη θέση και την ορμή ενός μικρού σωματιδίου, π.χ. ηλεκτρονίου.

Η αποδοχή της αρχής της αβεβαιότητας οδηγεί στην κατάρριψη όλων των πλανητικών προτύπων, συμπεριλαμβανομένου και του ατομικού πρότυπου του Bohr. Πράγματι η παραδοχή της κίνησης του ηλεκτρονίου σε καθορισμένη κυκλική τροχιά προϋποθέτει, με βάση τους νόμους της κυκλικής κίνησης, επακριβή γνώση της θέσης και της ταχύτητας.

Η επίλυση της εξίσωσης Schrödinger οδηγεί στις κυματοσυναρτήσεις, που περιγράφουν την κατάσταση του ηλεκτρονίου με ορισμένη ενέργεια και ονομάζονται **ατομικά τροχιακά**.

Το ψ^2 εκφράζει την πιθανότητα να βρεθεί το ηλεκτρόνιο σε ένα ορισμένο σημείο του χώρου γύρω από τον πυρήνα.

Οι εξισώσεις Schrödinger μπορούν να επιλυθούν ακριβώς μόνο στην περίπτωση του υδρογόνου και των υδρογονοειδών (ιόντων με ένα μόνο ηλεκτρόνιο π.χ. He^+, Li^{2+} κτλ.). Με κατάλληλες προσεγγίσεις μπορούν να εφαρμοστούν και σε πολυηλεκτρονικά άτομα, παρόλο που η επίλυση της εξίσωσης και ο προσδιορισμός των κυματοσυναρτήσεων, για τα ηλεκτρόνια σ' αυτές τις περιπτώσεις είναι ένα πολύπλοκο μαθηματικό πρόβλημα.

Ο κβαντικός αριθμός του spin (m_s) δε συμμετέχει στη διαμόρφωση της τιμής της ενέργειας του ηλεκτρονίου και κατά συνέπεια στον καθορισμό του ατομικού τροχιακού.

Ο κύριος κβαντικός αριθμός (n) είναι ενδεικτικός της έλξης πυρήνα - ηλεκτρονίου. Ο δευτερεύων κβαντικός αριθμός είναι ενδεικτικός της άπωσης μεταξύ των ηλεκτρονίων.

Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός m_ℓ καθορίζει τον προσανατολισμό του ηλεκτρονιακού νέφους σε σχέση με τους άξονες x, y, z.

Σε κάθε υποστιβάδα αντιστοιχούν $(2\ell + 1)$ τροχιακά.

Το ατομικό τροχιακό καθορίζεται με βάση τους τρεις κβαντικούς αριθμούς, n, ℓ, m_ℓ.

Με βάση την απαγορευτική αρχή του Pauli προκύπτει ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που έχει μια υποστιβάδα και μια στιβάδα.

Δεν υπάρχουν ηλεκτρόνια σε υποστιβάδες 5g ή 6f κτλ. σε μη διεγερμένα άτομα.

Μετά την εισαγωγή ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα 3d αυτή έχει λιγότερη ενέργεια από την 4s. Ανάλογα ισχύει και για τις 4d και 5s.

Στιβάδα ή φλοιός είναι το σύνολο των τροχιακών με τον ίδιο κύριο κβαντικό αριθμό, n.
Υποστιβάδα είναι το σύνολο των τροχιακών με τις ίδιες τιμές n και ℓ.

Αρχές ηλεκτρονιακής δόμησης: α) Αρχή ελάχιστης ενέργειας, β) Απαγορευτική αρχή Pauli, γ) Κανόνας του Hund.
Απαγορευτική αρχή του Pauli: Είναι αδύνατο να υπάρχουν στο ίδιο άτομο δύο ηλεκτρόνια με ίδια τετράδα κβαντικών αριθμών (n, ℓ, m_ℓ, m_s). Συνεπώς, δεν μπορεί ένα τροχιακό να χωρέσει πάνω από δύο ηλεκτρόνια.

Αρχή της ελάχιστης ενέργειας: Κατά την ηλεκτρονιακή δόμηση ενός πολυηλεκτρονικού ατόμου, τα ηλεκτρόνια οφείλουν να καταλάβουν τροχιακά με τη μικρότερη ενέργεια, ώστε να αποκτήσουν τη μεγίστη σταθερότητα στη θεμελιώδη κατάσταση.
Κανόνας του Hund: Ηλεκτρόνια που καταλαμβάνουν τροχιακά της ίδιας ενέργειας (της ίδιας υποστιβάδας) έχουν κατά προτίμηση παράλληλα spin.

Νόμος περιοδικότητας του Moseley: Οι χημικές ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού (Z).

Τομέας περιοδικού πίνακα είναι ένα σύνολο στοιχείων των οποίων τα άτομα έχουν τα τελευταία τους ηλεκτρόνια στον ίδιο τύπο υποστιβάδας.

Οι τομείς s και p συγκροτούν τις **κύριες** ομάδες του περιοδικού πίνακα, ενώ οι τομείς d και f τις **δευτερεύουσες** ομάδες του περιοδικού πίνακα.

Τα **στοιχεία μετάπτωσης**, αν και ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες, έχουν πολλές κοινές ιδιότητες, που συνοψίζονται παρακάτω: α) έχουν μεταλλικό χαρακτήρα, β) έχουν πολλούς ΑΟ, γ) είναι παραμαγνητικά, δ) σχηματίζουν σύμπλοκα ιόντα, ε) σχηματίζουν έγχρωμες ενώσεις, στ) έχουν την ικανότητα να καταλύουν αντιδράσεις
Το Sc και ο Zn έχουν ένα μόνο αριθμό οξείδωσης και δε σχηματίζουν άλατα με χαρακτηριστικά χρώματα.

Στα **στοιχεία μετάπτωσης**, η αύξηση του ατομικού αριθμού συνοδεύεται από μικρή ελάττωση της ατομικής ακτίνας. Αυτό συμβαίνει γιατί τα επιπλέον ηλεκτρόνια που προστίθενται, καθώς προχωράμε προς τα δεξιά, συμπληρώνουν εσωτερικές στιβάδες d, που ελάχιστα επηρεάζουν την ατομική ακτίνα.

Γενικά τα μέταλλα έχουν σχετικά χαμηλές τιμές ενέργειας ιοντισμού με αποτέλεσμα εύκολα να αποβάλλουν ηλεκτρόνια και να μετατρέπονται σε ηλεκτροθετικά ιόντα. Για το λόγο αυτό και τα μέταλλα χαρακτηρίζονται ως ηλεκτροθετικά στοιχεία. Η δε τάση που έχουν να αποβάλλουν ηλεκτρόνια **ηλεκτροθετικότητα**.

Ατομική ακτίνα: Το μισό της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο γειτονικών ατόμων, όπως αυτά διατάσσονται στο κρυσταλλικό πλέγμα στοιχείου.

Ενέργεια ιοντισμού (E_{i1}) ονομάζεται η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την πλήρη απομάκρυνση ενός ηλεκτρονίου από ελεύθερο άτομο, που βρίσκεται στη θεμελιώδη του κατάσταση και σε αέρια φάση. Αντιστοιχεί στην ενθαλπία ιοντισμού (ΔH).

Οι παράμετροι που παίζουν καθοριστικό ρόλο την τιμή της ενέργειας ιοντισμού είναι:
α) Η ατομική ακτίνα. Όσο μεγαλύτερη είναι η ατομική ακτίνα, τόσο μεγαλύτερη είναι και η μέση απόσταση του πιο μακρινού ηλεκτρονίου (με το μεγαλύτερο κύριο κβαντικό αριθμό) από τον πυρήνα. Αυτό έχει ως συνέπεια να ελαττώνεται η έλξη πυρήνα - ηλεκτρονίου με αποτέλεσμα να μειώνεται η ενέργεια ιοντισμού.
β) Ο ατομικός αριθμός (πυρηνικό φορτίο). Όσο μεγαλύτερος είναι ο ατομικός αριθμός (Z) του στοιχείου, τόσο μεγαλύτερο είναι το φορτίο του πυρήνα με συνέπεια η έλξη πυρήνα - ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας να γίνεται ισχυρότερη, οπότε η ενέργεια ιοντισμού αυξάνεται.
γ) Τα ενδιάμεσα ηλεκτρόνια. Την έλξη πυρήνα - τελευταίου ηλεκτρονίου επηρεάζουν σημαντικά τα ενδιάμεσα ηλεκτρόνια, τα οποία απωθούν το τελευταίο ηλεκτρόνιο, οπότε η ενέργεια ιοντισμού να μειώνεται.

Το φορτίο του πυρήνα και τα ενδιάμεσα ηλεκτρόνια καθορίζουν το δραστικό πυρηνικό φορτίο.

ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΩΣΜΩΣΗ

Το μόριο που είναι πολικό συμπεριφέρεται ως ***ηλεκτρικό δίπολο***, χαρακτηριστικό μέγεθος του οποίου είναι η ***διπολική ροπή, μ.*** Η διπολική ροπή αποτελεί το μέτρο της πολικότητας του μορίου και είναι διανυσματικό μέγεθος. Το μέτρο της δίνεται από τη σχέση $\boldsymbol{\mu = \delta \cdot r}$.

Μη δίπολα μόρια ($\mu = 0$) είναι τα μόρια των στοιχείων, το CO_2, το BF_3, το CH_4 και γενικά μόρια του τύπου CX_4, οι υδρογονάνθρακες κτλ.

Οι διαμοριακές δυνάμεις μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:
α. Δυνάμεις διπόλου - διπόλου. **β.** Δυνάμεις διασποράς ή London. **γ.** Δεσμός υδρογόνου.

Ο Van der Waals για να εξηγήσει τις αποκλίσεις των πραγματικών αερίων από την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων, ανέφερε την ύπαρξη διαμοριακών δυνάμεων και γι' αυτό οι διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ διπόλου - διπόλου, διπόλου - μη διπόλου και μεταξύ μη διπόλων μορίων αναφέρονται γενικώς ως **δυνάμεις Van der Waals**.

Στα πολικά μόρια οι διαμοριακές ελκτικές δυνάμεις είναι ηλεκτροστατικής φύσης μεταξύ των ετερώνυμα φορτισμένων πόλων των μορίων. Όσο ισχυρότερες είναι αυτές οι δυνάμεις, τόσο «ευκολότερα» υγροποιείται ένα αέριο σώμα, δηλαδή τόσο μεγαλύτερο σημείο βρασμού έχει.

Η ισχύς των δυνάμεων διασποράς ή London εξαρτάται:
1. Από τη σχετική μοριακή μάζα, M_r. Στα μεγάλα μόρια η κατανομή των ηλεκτρονίων διαταράσσεται ευκολότερα, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται στιγμιαία δίπολα. Δηλαδή, η ισχύς των διαμοριακών δεσμών μεγαλώνει με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας.
2. Από το σχήμα των μορίων. Γενικώς τα ευθύγραμμα μη πολωμένα μόρια εμφανίζουν ισχυρότερους δεσμούς από τα σφαιρικά μη πολωμένα.

Δεσμός υδρογόνου ή γέφυρα υδρογόνου. Είναι μια ειδική περίπτωση δεσμού μεταξύ διπόλου - διπόλου και αναπτύσσεται μεταξύ του $H^{\delta+}$ (που συνδέεται με F, O, ή N) του ενός μορίου και ενός ηλεκτραρνητικού ατόμου (F, O, N) του γειτονικού του μορίου. Ο δεσμός υδρογόνου εμφανίζεται σε πολλά βιολογικά μόρια, όπως π.χ. στις πρωτεΐνες. Η παρουσία του πολλές φορές προκαλεί την εμφάνιση χαρακτηριστικών ιδιοτήτων.

Ώσμωση ονομάζεται το φαινόμενο της διάχυσης περισσοτέρων μορίων διαλύτη, μέσω ημιπερατής μεμβράνης, από το διαλύτη στο διάλυμα ή από το διάλυμα της μικρότερης συγκέντρωσης (υποτονικό διάλυμα) στο διάλυμα της μεγαλύτερης συγκέντρωσης (υπερτονικό διάλυμα).
Ωσμωτική πίεση διαλύματος, που διαχωρίζεται με ημιπερατή μεμβράνη απ' τον καθαρό διαλύτη του, ονομάζεται η ελάχιστη πίεση που πρέπει να ασκηθεί εξωτερικά στο διάλυμα, ώστε να εμποδίσουμε το φαινόμενο της ώσμωσης, χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος.
Νόμος ωσμωτικής πίεσης (νόμος του van't Hoff): $\boldsymbol{\Pi = c \cdot R \cdot T}$ ή $\boldsymbol{\Pi \cdot V = n \cdot R \cdot T}$
όπου: Π η ωσμωτική πίεση του διαλύματος (σε atm), c η συγκέντρωσή του, R η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων, $T = 273 + \theta^o$ η απόλυτη θερμοκρασία (K), V ο όγκος του διαλύματος (σε L) και n ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας.

Στα **ηλεκτρολυτικά διαλύματα** έχουμε μεγαλύτερο αριθμό σωματιδίων από αυτόν που θα είχαμε στην περίπτωση μοριακού διαλύματος της ίδιας συγκέντρωσης και επομένως μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση.

ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑ

Η **θερμοχημεία** μελετά τις ενεργειακές μεταβολές που συνοδεύουν μια χημική αντίδραση, δηλαδή, τα ποσά θερμότητας που τελικά εκλύονται ή απορροφώνται. Τις μετατροπές της χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική (και αντίστροφα) εξετάζει ο κλάδος της χημείας που ονομάζεται **ηλεκτροχημεία**, ενώ τις μετατροπές της χημικής σε φωτεινή ενέργεια (και αντίστροφα) εξετάζει η **φωτοχημεία**.

Η χημική ενέργεια οφείλεται στις δυνάμεις του δεσμού (που συγκρατούν τα άτομα στο μόριο), στις έλξεις των μορίων και των υποατομικών σωματιδίων, στην κίνηση των ατόμων, μορίων και ηλεκτρονίων κτλ. Είναι συνδυασμός κινητικής και δυναμικής ενέργειας.

Η **μεταβολή της ενθαλπίας** ΔH ισούται με το απορροφούμενο ή εκλυόμενο ποσό θερμότητας q, εφόσον η αντίδραση πραγματοποιείται υπό σταθερή πίεση.

Ενθαλπία αντίδρασης είναι η μεταβολή ενθαλπίας ΔH μεταξύ των αντιδρώντων και προϊόντων, για δεδομένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας:

$$\Delta H = H_{\text{προϊόντων}} - H_{\text{αντιδρώντων}}$$

Η ενθαλπία είναι μία καταστατική ιδιότητα. Θερμότητα δίνει ή παίρνει ένα σώμα με αποτέλεσμα να αλλάζει η ενθαλπία του.

Αν εκλύεται θερμότητα (προς τα εμάς), έχουμε $+Q$ και οι αντιδράσεις χαρακτηρίζονται εξώθερμες. Αν όμως εμείς δίνουμε θερμότητα στο σύστημα, τότε συμβολίζουμε $-Q$ και οι αντιδράσεις χαρακτηρίζονται ενδόθερμες. Με βάση το χημικό σύστημα (και όχι τον εαυτό μας) τα πρόσημα για τα ποσά θερμότητας πάνε ανάποδα.

Η καύση των υδρογονανθράκων και η εξουδετέρωση αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα εξώθερμων αντιδράσεων.

Η μεταβολή της ενθαλπίας μιας αντίδρασης εξαρτάται:
1. Από τη φύση των αντιδρώντων.
2. Από τη φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και προϊόντων.
3. Από τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

Πρότυπη ενθαλπία αντίδρασης, ΔH^{o}
Η πρότυπη κατάσταση μιας ουσίας (στοιχείου ή ένωσης) είναι η πιο σταθερή μορφή της σε θερμοκρασία 25 °C και πίεση 1 atm και για διαλύματα η συγκέντρωση c = 1 M.

Πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού μιας ένωσης, ΔH^{o}_{f}, είναι η μεταβολή της ενθαλπίας κατά το σχηματισμό 1 mol της ένωσης από τα συστατικά της στοιχεία της, σε πρότυπη κατάσταση. Η ΔH^{o} μιας αντίδρασης μπορεί να υπολογιστεί με βάση τις πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού των ενώσεων που μετέχουν στην αντίδραση:

$$\Delta H^{o} = \Sigma \Delta H^{o}_{f}(\text{προϊόντων}) - \Sigma \Delta H^{o}_{f}(\text{αντιδρώντων})$$

Ο γραφίτης είναι θερμοδυναμικά η πιο σταθερή μορφή άνθρακα (πρότυπη μορφή C) και η μετατροπή $C_{\text{γραφίτης}} \rightarrow C_{\text{διαμάντι}}$ είναι ενδόθερμη.

Πρότυπη ενθαλπία καύσης μιας ουσίας, ΔH°_{c}, είναι η μεταβολή της ενθαλπίας κατά την πλήρη καύση 1 mol της ουσίας, σε πρότυπη κατάσταση.

Πρότυπη ενθαλπία εξουδετέρωσης, ΔH^{o}_{n}, είναι η μεταβολή της ενθαλπίας κατά την πλήρη εξουδετέρωση (σε αραιό υδατικό διάλυμα) 1 mol H^+ ενός οξέος με μια βάση ή 1 mol OH^- μιας βάσης με ένα οξύ, σε πρότυπη κατάσταση.

Νόμος (ή αρχή) Lavoisier - Laplace: «Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται κατά τη σύνθεση 1 mol μιας χημικής ένωσης από τα συστατικά της στοιχεία είναι ίσο με το ποσό της θερμότητας, το οποίο απορροφάται ή εκλύεται κατά τη διάσπαση 1 mol της ίδιας χημικής ένωσης στα συστατικά της στοιχεία». Ο νόμος αυτός είναι συνέπεια του θεωρήματος διατήρησης της ενέργειας.

Νόμος του Hess: «Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται ή απορροφάται σε μία χημική αντίδραση είναι το ίδιο, είτε η αντίδραση πραγματοποιείται σε ένα είτε σε περισσότερα στάδια».
Η γενίκευση του νόμου του Hess αποτελεί **το αξίωμα της αρχικής και τελικής κατάστασης**: «Το ποσό της θερμότητας, που εκλύεται ή απορροφάται κατά τη μετάβαση ενός χημικού συστήματος από μια καθορισμένη αρχική σε μια επίσης καθορισμένη τελική κατάσταση, είναι ανεξάρτητο από τα ενδιάμεσα στάδια, με τα οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί η μεταβολή».

ΧΗΜΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ

Σύμφωνα με τη **θεωρία των συγκρούσεων**, που πρότεινε ο Arrhenius, για να αντιδράσουν δύο μόρια πρέπει να συγκρουστούν αποτελεσματικά, δηλαδή να έχουν την κατάλληλη ταχύτητα και το σωστό προσανατολισμό.

Όταν δύο αέρια αναμιχθούν σε ένα δοχείο, τότε ο αριθμός των συγκρούσεων μεταξύ των μορίων είναι τεράστιος. Απ' αυτές ελάχιστες είναι αποτελεσματικές.

Ενέργεια ενεργοποίησης ονομάζεται η ελάχιστη τιμή ενέργειας, που πρέπει να έχουν τα μόρια, ώστε να αντιδράσουν αποτελεσματικά, σύμφωνα με τη θεωρία των συγκρούσεων. Σύμφωνα με τη **θεωρία της μεταβατικής κατάστασης**, η ενέργεια ενεργοποίησης αντιπροσωπεύει την ενέργεια που πρέπει να απορροφήσουν τα αντιδρώντα για να σχηματιστεί ένα ενδιάμεσο προϊόν, το ενεργοποιημένο σύμπλοκο.

Η μέτρηση της ταχύτητας της αντίδρασης, $2H_2O_2(\ell) \rightarrow 2H_2O(\ell) + O_2(g)$ μπορεί να γίνει έμμεσα με μέτρηση της μάζας του αντιδρώντος συστήματος, η οποία μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, λόγω έκλυσης του $O_2(g)$.

- Στα χειρουργεία χρησιμοποιούνται χαμηλές θερμοκρασίες, ώστε να ελαττωθούν οι ταχύτητες μεταβολισμού του ασθενούς.
- Οι πνεύμονες συγκροτούνται από τις αλλεπάλληλες διακλαδώσεις των βρόγχων, ώστε να αυξηθεί η επιφάνεια επαφής.
- Οι πυρκαγιές σε αλευρόμυλους είναι από τις πλέον επικίνδυνες, καθώς τα άλευρα είναι σε μορφή σκόνης και αναφλέγονται με πολύ μεγάλες ταχύτητες.
- Αύξηση της συγκέντρωσης συνεπάγεται αύξηση του αριθμού των αποτελεσματικών συγκρούσεων, δηλαδή αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης.

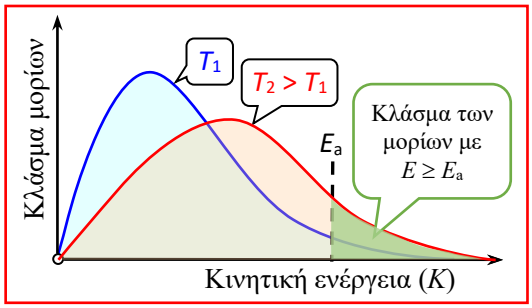
Η πίεση επηρεάζει την ταχύτητα της αντίδρασης μόνο εφ' όσον μεταξύ των αντιδρώντων υπάρχουν αέρια.

Αύξηση της επιφάνειας επαφής ενός στερεού προκαλεί αύξηση της ταχύτητας, καθώς μ' αυτό τον τρόπο μεγαλώνει ο αριθμός των ενεργών συγκρούσεων των αντιδρώντων.

Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση της μέσης κινητικής ενέργειας των αντιδρώντων μορίων με συνέπεια να αυξάνεται ο αριθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων.

Η ταχύτητα μιας αντίδρασης μεταβάλλεται εκθετικά με τη θερμοκρασία. Αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10°C προκαλεί αύξηση της ταχύτητας, ανάλογα με την αντίδραση από 2,5-4 φορές.

Κατανομή Maxwell - Boltzmann



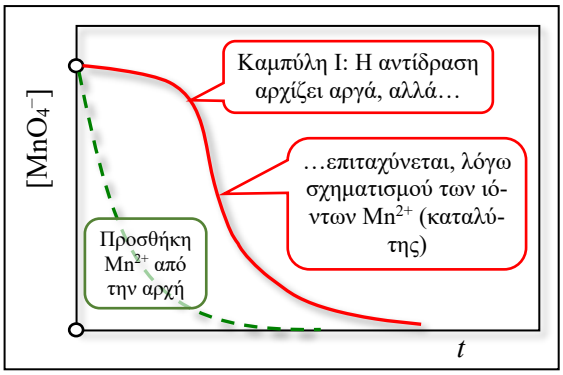
Ενεργειακή κατανομή των μορίων ενός αερίου σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες. Το γραμμοσκιασμένο εμβαδόν αντιστοιχεί στον αριθμό των μορίων που έχουν ενέργεια μεγαλύτερη της ενέργειας ενεργοποίησης.

Καταλύτης ονομάζεται μια ουσία, η οποία με την παρουσία του σε μικρά ποσά, αυξάνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης, ενώ στο τέλος της αντίδρασης παραμένει ουσιαστικά αμετάβλητος τόσο στη μάζα όσο και στη χημική του σύσταση. Στην πράξη όμως συμβαίνουν παράπλευρες αντιδράσεις που βαθμιαία τον αδρανοποιούν.

Όταν ο καταλύτης και τα αντιδρώντα σώματα, βρίσκονται στην ίδια φάση, η κατάλυση ονομάζεται **ομογενής**. Η κατάλυση ονομάζεται **ετερογενής** όταν σε άλλη φάση βρίσκονται τα αντιδρώντα σώματα και σε άλλη ο καταλύτης.

Στις αμφίδρομες αντιδράσεις ο καταλύτης αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης και προς τις δύο κατευθύνσεις.

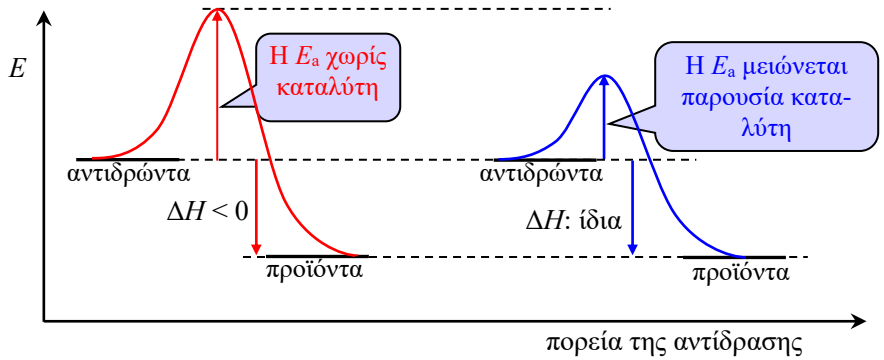
Αυτοκατάλυση είναι η περίπτωση της κατάλυσης κατά την οποία δρα ως καταλύτης ένα από τα προϊόντα της αντίδρασης. Π.χ. οξείδωση του οξαλικού οξέος με διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$. Άλλο παράδειγμα αυτοκατάλυσης είναι η οξείδωση ενός σιδερένιου αντικειμένου, η οποία επιταχύνεται από το ίδιο το προϊόν της, δηλαδή, τη σκουριά ($Fe_2O_3 \cdot xH_2O$).



Τα πρωτεϊνικής φύσης **ένζυμα** αδρανοποιούνται σε θερμοκρασίες πάνω από 50°C.

Η δράση των καταλυτών μπορεί να ανασταλεί από την παρουσία ορισμένων ουσιών, οι οποίες είναι γνωστές ως **δηλητήρια** καταλυτών. Τέτοια δράση δείχνουν το HCN, το H_2S και ορισμένα βαρέα μέταλλα, όπως είναι ο Pb και ο Hg.

Ο καταλύτης αυξάνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης, καθώς δημιουργεί μια νέα πορεία για την πραγματοποίηση της αντίδρασης, που έχει μικρότερη ενέργεια ενεργοποίησης.



Υπάρχουν διάφορες θεωρίες που ερμηνεύουν τη δράση των καταλυτών, όπως:

1. Η **θεωρία των ενδιάμεσων προϊόντων**.
2. Η **θεωρία της προσρόφησης**.

Καθεμιά απ' αυτές ερμηνεύει ικανοποιητικά ορισμένες περιπτώσεις κατάλυσης. Σύμφωνα με τη θεωρία των ενδιάμεσων προϊόντων, η αντίδραση:
A + B → AB (αργή αντίδραση) ακολουθεί ένα μηχανισμό δύο βημάτων (σταδίων):
A + K → AK (γρήγορη αντίδραση) και
AK + B → AB + K (γρήγορη αντίδραση)
όπου, K είναι ο καταλύτης.

Οι αντιδράσεις μπορούν να υποδιαιρεθούν σε δύο κατηγορίες τις **απλές ή στοιχειώδεις**, που πραγματοποιούνται σ' ένα στάδιο και τις **πολύπλοκες**, που πραγματοποιούνται σε περισσότερα από ένα στάδια. Στη δεύτερη περίπτωση, το βραδύτερο στάδιο καθορίζει την ταχύτητα της αντίδρασης.

Η σταθερά ταχύτητας, ***k***, εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη φύση των αντιδρώντων και είναι αριθμητικά ίση με την ταχύτητα της αντίδρασης, όταν οι συγκεντρώσεις καθενός από τα αντιδρώντα είναι 1 $mol \cdot L^{-1}$.

Τα **στερεά σώματα παραλείπονται** από την έκφραση του νόμου της ταχύτητας. Αυτό συμβαίνει γιατί τα στερεά αντιδρούν μόνο επιφανειακά και επομένως η ταχύτητα εξαρτάται απ' το εμβαδόν της επιφάνειας τους και όχι από τη συνολική μάζα τους.

Οι μονάδες σταθεράς ταχύτητας ποικίλλουν **ανάλογα με την τάξη της αντίδρασης**. Π.χ. σε μια αντίδραση 1ης τάξης οι μονάδες του *k* είναι s^{-1}, σε μία αντίδραση 2ης τάξης είναι $M^{-1} \cdot s^{-1}$ κτλ.

ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Αμφίδρομες αντιδράσεις ονομάζονται οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται και προς τις δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα και καταλήγουν σε κατάσταση χημικής ισορροπίας.

Θεωρητικά όλες οι χημικές αντιδράσεις είναι αμφίδρομες, δηλαδή καταλήγουν σε κατάσταση χημικής ισορροπίας. Αν η ισορροπία είναι τόσο πολύ μετατοπισμένη προς τα δεξιά, ώστε ένα τουλάχιστο από τα αντιδρώντα να μην ανιχνεύεται, τότε η αντίδραση χαρακτηρίζεται μονόδρομη ή ποσοτική.

Μετά την αποκατάσταση μιας χημικής ισορροπίας, η σύσταση των αντιδρώντων και των προϊόντων παραμένει σταθερή και οι ταχύτητες των δύο αντίθετων αντιδράσεων (αριστερά προς τα δεξιά και δεξιά προς τα αριστερά) εξισώνονται.

Ομογενής ισορροπία: Τα αντιδρώντα και προϊόντα βρίσκονται στην ίδια φάση (αέρια ή υγρά), π.χ. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$.
Ετερογενής ισορροπία: Τα σώματα που συμμετέχουν στην ισορροπία (αντιδρώντα και προϊόντα) βρίσκονται σε περισσότερες από μία φάσεις, π.χ. $\mathbf{CaCO_3(s)} \rightleftharpoons \mathbf{CaO(s)} + CO_2(g)$.

Απόδοση (α) μιας αντίδρασης ονομάζουμε το λόγο της ποσότητας της ουσίας που παράγεται πρακτικά προς την ποσότητα της ουσίας που θα παραγόταν θεωρητικά αν η αντίδραση ήταν ποσοτική.

Αρχή Le Chatelier ή αρχή της φυγής προ της βίας: «Όταν μεταβάλλουμε έναν από τους συντελεστές ισορροπίας (συγκέντρωση, πίεση, θερμοκρασία) η θέση της ισορροπίας μετατοπίζεται προς εκείνη την κατεύθυνση που τείνει να αναιρέσει τη μεταβολή που επιφέραμε».

Η αρχή Le Châtelier μπορεί να εφαρμοστεί ακόμα και σε ισορροπίες φυσικών μεταβολών π χ. μεταβολές φυσικών καταστάσεων. Έτσι, αν στην ισορροπία, $H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_2O(g)$, $\Delta H > 0$, αυξήσουμε τη θερμοκρασία, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

Οι καταλύτες δεν επηρεάζουν τη θέση της χημικής ισορροπίας, απλώς μειώνουν το χρόνο που χρειάζεται για την αποκατάσταση της ισορροπίας.

Μεταβολή της πίεσης που προκαλείται με την εισαγωγή ενός ευγενούς αερίου, υπό σταθερό όγκο και θερμοκρασία, δεν επηρεάζει τη χημική ισορροπία. Αν η μεταβολή γίνει υπό σταθερή πίεση η εισαγωγή του ευγενούς αερίου συνεπάγεται αύξηση του όγκου του δοχείου και η χημική ισορροπία μετατοπίζεται προς τα περισσότερα mol αερίων.

Οι μονάδες της K_c εξαρτώνται από τη μορφή των χημικών εξισώσεων, συνήθως όμως παραλείπονται.
Η τιμή της σταθεράς K_c αλλάζει όταν αλλάζει ο τρόπος που γράφεται η χημική εξίσωση της χημικής ισορροπίας, ανεξάρτητα αν περιγράφεται η ίδια ισορροπία. Η K_c μιας ορισμένης χημικής εξίσωσης (με συγκεκριμένη φορά και συντελεστές) αλλάζει τιμή, μόνο αν αλλάξει θερμοκρασία.

Πηλίκο αντίδρασης: i) Αν $Q_c = K_c$ το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας.
ii) Αν $Q_c < K_c$ τότε η αντίδραση πηγαίνει προς τα δεξιά.
iii) Αν $Q_c > K_c$, τότε η αντίδραση οδεύει προς τα αριστερά.

ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Το νερό έχει μια ξεχωριστή θέση ανάμεσα στους υγρούς διαλύτες λόγω των ιδιοτήτων του, που οφείλονται στη μοριακή δομή του και της μεγάλης αφθονίας του στη φύση.

Ηλεκτρολυτική διάσταση στις ιοντικές ενώσεις είναι η απομάκρυνση των ιόντων του κρυσταλλικού πλέγματος. **Ιοντισμός** μιας ομοιοπολικής ένωσης είναι η αντίδραση των μορίων αυτής με τα μόρια του διαλύτη (π.χ. νερού) προς σχηματισμό ιόντων.

Ο μηχανισμός της διάλυσης των ιοντικών ενώσεων στο νερό περιγράφεται στη συνέχεια. Το νερό, λόγω της πολικότητάς του, προσανατολίζεται μεταξύ των ιόντων του κρυσταλλικού πλέγματος της ιοντικής ένωσης. Τότε, οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των ιόντων εξασθενούν, εξ αιτίας της μεγάλης διηλεκτρικής σταθεράς νερού, τα ιόντα απομακρύνονται και επέρχεται ρήξη του κρυστάλλου. Έχουμε, δηλαδή, διάσταση σε θετικά ιόντα (κατιόντα) και αρνητικά ιόντα (ανιόντα). Με άλλα λόγια, τα δίπολα μόρια του νερού αποσπούν ιόντα από το κρυσταλλικό ιοντικό πλέγμα. Έτσι, τα ιόντα απελευθερώνονται και περνούν στο διάλυμα. Μέσα στο διάλυμα τα ιόντα δεν είναι γυμνά, αλλά περιβάλλονται από έναν ορισμένο αριθμό μορίων νερού με τα οποία συνδέονται με ισχυρές ηλεκτροστατικές έλξεις (εφυδάτωση).

Θεωρία Arrhenius: Οξέα είναι οι υδρογονούχες ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό δίνουν H^+. Βάσεις είναι οι ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό δίνουν OH^-.

Θεωρία Brönsted - Lowry: Οξύ είναι η ουσία που μπορεί να δώσει ένα ή περισσότερα πρωτόνια. Βάση είναι η ουσία που μπορεί να δεχτεί ένα ή περισσότερα πρωτόνια.

Η θεωρία των Brönsted - Lowry είναι πολύ γενικότερη εκείνης του Arrhenius και επεκτείνεται εύκολα σε οποιονδήποτε διαλύτη, ερμηνεύοντας όλες τις αντιδράσεις μεταφοράς πρωτονίων.

Τα πρωτόνια είναι τόσο δραστικά, ώστε σχηματίζουν πάντοτε δεσμούς με άλλες ενώσεις, π.χ. παρουσία νερού σχηματίζουν H_3O^+. Το ιόν του οξωνίου H_3O^+ ενώνεται με δεσμούς υδρογόνου με άλλα μόρια νερού, σχηματίζοντας διάφορους τύπους ιόντων, π.χ. $H_5O_2^+$, $H_9O_4^+$.

Τα οξέα και οι βάσεις δεν είναι απαραίτητο να είναι μόρια, αλλά μπορεί να είναι και ιόντα.

Αμφιπρωτικές ουσίες ή αμφολύτες: Ουσίες όπως το νερό, το HCO_3^- κτλ., που άλλοτε δρουν ως οξέα και άλλοτε ως βάσεις, ανάλογα με την ουσία με την οποία αντιδρούν.

Σύμφωνα με το Lewis οξύ είναι ο δέκτης ζεύγους ηλεκτρονίων, π.χ. $AlCl_3$, και βάση ο δότης ζεύγους ηλεκτρονίων, π.χ. NH_3.

Για μια δεδομένη σειρά (περίοδο) του Περιοδικού Πίνακα, η ισχύς των οξέων αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά, καθώς αυξάνεται η ηλεκτραρνητικότητα του στοιχείου Χ που ενώνεται με το Η.

Σε μια δεδομένη ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, η ισχύς των οξέων αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω, κατά την ίδια σειρά που αυξάνεται η ατομική ακτίνα στοιχείου Χ που ενώνεται με το Η.

Ο βασικός χαρακτήρας των υδρογονούχων ενώσεων αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά και από κάτω προς τα πάνω στον Περιοδικό Πίνακα.

Επαγωγικό φαινόμενο ονομάζεται η μετατόπιση των ηλεκτρονίων (πόλωση) τους δεσμού, λόγω τους παρουσίας γειτονικών ομάδων ή ατόμων.

Τα αλκύλια έχουν +I επαγωγικό φαινόμενο, τα αλογόνα −I.

Το −I επαγωγικό φαινόμενο πολώνει εντονότερα το δεσμό H−X, με αποτέλεσμα να αποσπάται ευκολότερα το H^+, δηλαδή ευνοεί την ισχύ του οξέος.

Η παρουσία τους υποκαταστάτη, π.χ. $-CH_3$, που προκαλεί +I επαγωγικό φαινόμενο, προσδίδει στη βάση μεγαλύτερη ικανότητα να έλκει H^+, οπότε η ισχύς τους βάσης αυξάνεται.

Βαθμός ιοντισμού τους ηλεκτρολύτη (α) ορίζεται ως το πηλίκο του αριθμού των mol που ιοντίζονται τους το συνολικό αριθμό των mol του ηλεκτρολύτη και εκφράζει την απόδοση τους αντίδρασης ιοντισμού του ηλεκτρολύτη στο διαλύτη (νερό).

Η τιμή του α εξαρτάται από τη φύση του ηλεκτρολύτη, τη φύση του διαλύτη, τη θερμοκρασία, τη συγκέντρωση και την παρουσία κοινών ιόντων στο διάλυμα.

Ισχυρά οξέα είναι τα: HCI, HBr, HI, HNO_3, $HclO_4$ και H_2SO_4 (στην 1η βαθμίδα ιοντισμού του). Στην πραγματικότητα όλα αυτά τα οξέα δεν ιοντίζονται κατά 100%, αλλά ιοντίζονται σε τέτοιο μεγάλο βαθμό, ώστε να μπορούμε να δεχθούμε ότι στα αραιά υδατικά τους διαλύματα έχουμε πλήρη ιοντισμό.

Ισχυρές βάσεις κατά Arrhenius: Τα υδροξείδια των μετάλλων τους $1^{ης}$ και $2^{ης}$ ομάδας του περιοδικού πίνακα, διαλυτά στο νερό. **Ισχυρές βάσεις κατά Brönsted - Lowry** είναι π.χ. το ιόν NH_2^-, το ιόν O^{2-}, το ιόν CH_3O^-, τα αντιδραστήρια Grignard κτλ.

Ουσίες τους η CH_3OH (μεθυλική αλκοόλη), με τιμή K_a μικρότερη από 10^{-14} δεν αντιδρούν με το H_2O (δεν ιοντίζονται, πρακτικά).

Οι μονάδες του K_w (mol^2/L^2) χάριν ευκολίας παραλείπονται, τους γίνεται και τους τους σταθερές ισορροπίας.

Κατά τη μελέτη ιοντικών διαλυμάτων οξέων θα γράφουμε και την αντίδραση ιοντισμού του νερού μόνο κατά την περίπτωση όπου έχουμε $[H_3O^+]$ από το οξύ μικρότερη από 10^{-6} Μ. Αντίστοιχα σε διαλύματα βάσεων θα γράφουμε και την αντίδραση ιοντισμού του νερού μόνο στην περίπτωση όπου έχουμε $[OH^-]$ από την βάση μικρότερη από 10^{-6} Μ.

Επίδραση κοινού ιόντος έχουμε όταν σε διάλυμα ασθενούς ηλεκτρολύτη προσθέσουμε άλλο ηλεκτρολύτη (συνήθως ισχυρό) που να έχει κοινό ιόν με τον ασθενή ηλεκτρολύτη. Στην περίπτωση αυτή ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται, λόγω μετατόπισης τους ισορροπίας ιοντισμού του ασθενούς ηλεκτρολύτη τους τα αριστερά (αρχή Le Châtelier).

Ρυθμιστικά διαλύματα: Διαλύματα των οποίων το pH παραμείνει πρακτικά σταθερό, όταν προστεθεί μικρή αλλά υπολογίσιμη ποσότητα ισχυρών οξέων ή βάσεων. Τους μπορούν μέσα σε όρια να αραιωθούν χωρίς να μεταβληθεί το pH τους. Τα διαλύματα αυτά περιέχουν ένα ασθενές οξύ και τη συζυγή του βάση (HA / A^-) ή μια ασθενή βάση και το συζυγές τους οξύ (B / BH^+).

Η **ρυθμιστική ικανότητα** είναι η αντοχή τους μεταβολές του pH που προκαλούνται λόγω προσθήκης οξέος, βάσης ή νερού. Η ποσότητα HCl ή NaOH που προσθέτουμε σε ένα ρυθμιστικό διάλυμα CH_3COOH/CH_3COONa θα πρέπει να είναι σημαντικά μικρότερη από τους ποσότητες CH_3COONa ή CH_3COOH, ώστε να μη δεσμευθεί μεγάλη ποσότητα από κάποιο συστατικό του ρυθμιστικού και το διάλυμα χάσει τη ρυθμιστική του ικανότητα.

Δείκτες οξέων ή βάσεων ή ηλεκτρολυτικοί ή πρωτολυτικοί δείκτες είναι ουσίες των οποίων το χρώμα αλλάζει ανάλογα με το pH του διαλύματος στο οποίο προστίθενται.

Τα μόρια δείκτη (ΗΔ) καθώς και τα ιόντα του ($Δ^-$) απορροφούν ένα μέρος από την ακτινοβολία του ορατού φωτός, με αποτέλεσμα να βλέπουμε το συμπληρωματικό χρώμα τους απορροφούμενης ακτινοβολίας.

Ογκομέτρηση: Η διαδικασία ποσοτικού προσδιορισμού μιας ουσίας με μέτρηση του όγκου διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης (πρότυπου διαλύματος) που χρειάζεται για την πλήρη αντίδραση με την ουσία.

Οξυμετρία: Ο κλάδος τους ογκομετρίας που περιλαμβάνει προσδιορισμούς συγκεντρώσεων βάσεων με πρότυπο διάλυμα οξέος. **Αλκαλιμετρία** έχουμε όταν ογκομετρείται ένα οξύ με πρότυπο διάλυμα βάσης.

Ισοδύναμο σημείο είναι το σημείο τους ογκομέτρησης, όπου έχει αντιδράσει πλήρως η ουσία (στοιχειομετρικά) με ορισμένη ποσότητα του πρότυπου διαλύματος. **Τελικό σημείο** ή πέρας ογκομέτρησης ονομάζεται το σημείο όπου παρατηρείται χρωματική αλλαγή του δείκτη στο ογκομετρούμενο διάλυμα.

ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

Ο αριθμός οξείδωσης (ΑΟ) του Η είναι +1 όταν ενώνεται με αμέταλλα και −1 όταν ενώνεται με μέταλλα. Ο ΑΟ του Ο είναι −2, εκτός από το H_2O_2 όπου έχει −1 και το OF_2 που έχει +2.

Ορισμοί οξείδωσης. α) Αρχικά (πριν γίνει γνωστή η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων): Οξείδωση: Η ένωση τους στοιχείου με το οξυγόνο ή η αφαίρεση υδρογόνου από μία χημική ένωση. Αναγωγή: Η ένωση τους στοιχείου με το υδρογόνο ή η αφαίρεση οξυγόνου από μία χημική ένωση.
β) Αργότερα: Οξείδωση: Αποβολή ηλεκτρονίων. Αναγωγή: Πρόσληψη ηλεκτρονίων.
γ) Μετά την εισαγωγή του αριθμού οξείδωσης: Οξείδωση: Η αύξηση του ΑΟ τους ατόμου ή ιόντος. Αναγωγή: Η μείωση του ΑΟ τους ατόμου ή ιόντος.

Για να γίνει οξείδωση δεν είναι οπωσδήποτε απαραίτητο το οξυγόνο, αλλά οποιοδήποτε ηλεκτραρνητικό στοιχείο, τους π.χ. το F, που έχει τάση να προσλαμβάνει ηλεκτρόνια. Για την αναγωγή τους σώματος δεν είναι απαραίτητη η παρουσία του υδρογόνου, αλλά τους οποιουδήποτε ηλεκτροθετικού στοιχείου π.χ. Na, που έχει τάση να αποβάλλει ηλεκτρόνια. Στην αντίδραση, $H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr$ δεν παρατηρείται μεταφορά (αποβολή ή πρόσληψη) ηλεκτρονίων, αλλά απλή μετατόπιση φορτίων λόγω των πολωμένων ομοιοπολικών δεσμών τους μοριακές ενώσεις που σχηματίζονται.

Κάθε αύξηση του αριθμού οξείδωσης τους στοιχείου αντιστοιχεί σε οξείδωση και αντιστρόφως κάθε φαινόμενο οξείδωσης αντιστοιχεί σε κάποια αύξηση του αριθμού οξείδωσης τους στοιχείου.

Αριθμός οξείδωσης τους ατόμου σε μια μοριακή (ομοιοπολική) ένωση ονομάζεται το φαινομενικό φορτίο που θα αποκτήσει το άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο. Αντίστοιχα, αριθμός οξείδωσης τους ιόντος σε μια ιοντική (ετεροπολική) ένωση είναι το πραγματικό φορτίο του ιόντος.

Ηλεκτραρνητικότητα τους ατόμου είναι η δύναμη (τάση) με την οποία το άτομο έλκει ηλεκτρόνια μέσα στα μόρια των ενώσεων του με άλλα άτομα.

Μεταθετικές (ή μη οξειδοαναγωγικές) αντιδράσεις: Αντιδράσεις τους οποίες δε μεταβάλλεται ο ΑΟ των στοιχείων που συμμετέχουν σ' αυτές.

Η συνολική μεταβολή του ΑΟ του οξειδωτικού ισούται με τη συνολική μεταβολή του ΑΟ του αναγωγικού.

Οξειδωτικές ουσίες ή απλώς οξειδωτικά ονομάζονται οι ουσίες (στοιχεία, χημικές ενώσεις ή ιόντα) που προκαλούν οξείδωση. **Αναγωγικές ουσίες** ή απλώς αναγωγικά ονομάζονται οι ουσίες (στοιχεία, χημικές ενώσεις ή ιόντα) που προκαλούν αναγωγή.

ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Οι βασικές αρχές τους θεωρίας δεσμού σθένους είναι:
1. Κατά την ανάπτυξη ομοιοπολικού δεσμού ανάμεσα σε δύο άτομα, τροχιακά τους στιβάδας σθένους του τους ατόμου επικαλύπτουν τροχιακά τους στιβάδας σθένους του άλλου.
2. Αν στο κάθε τροχιακό που συμμετέχει στο μηχανισμό αυτό τους επικάλυψης περιέχεται ένα μονήρες ηλεκτρόνιο, τότε ηλεκτρόνια με αντιπαράλληλα spin δημιουργούν ζεύγη ηλεκτρονίων που ανήκουν και στα δύο άτομα. Η έλξη του ζεύγους ηλεκτρονίων από τους πυρήνες των δύο ατόμων οδηγεί στην ανάπτυξη του δεσμού ανάμεσά τους.
3. Η ισχύς του δεσμού είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο ο βαθμός επικάλυψης των τροχιακών αυτών (με ένα μονήρες ηλεκτρόνιο) είναι μεγαλύτερος.

Υπάρχουν δύο είδη μοριακών τροχιακών, τα **δεσμικά** (με χαμηλή ενέργεια) και τα **αντιδεσμικά** (που έχουν μεγάλη ενέργεια).

Υπάρχει μία απόσταση μεταξύ των πυρήνων, στην οποία επιτυγχάνεται η ελάχιστη ενέργεια. Αυτή η απόσταση ονομάζεται μήκος δεσμού.

Το ηλεκτρονιακό νέφος, που προκύπτει από την επικάλυψη των δύο ατομικών τροχιακών των ατόμων του Η, έχει κυλινδρική συμμετρία.

Υβριδισμός είναι ο γραμμικός συνδυασμός (πρόσθεση ή αφαίρεση) ατομικών τροχιακών τους δημιουργία νέων ισότιμων ατομικών τροχιακών (υβριδικών τροχιακών).

Στον π (πι) δεσμό ο άξονας, που συνδέει τους δύο πυρήνες των ατόμων, βρίσκεται σε επιφάνεια στην οποία δεν έχει πιθανότητα να υπάρχει το ηλεκτρονιακό νέφος (κομβική επιφάνεια).

Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι οι δύο δεσμοί στο BeF_2 είναι **ισότιμοι** μεταξύ τους.

Τα ηλεκτρόνια που υπήρχαν στα αρχικά ατομικά τροχιακά κατανέμονται στα ισάριθμα υβριδικά τροχιακά που αντικατέστησαν.

Στη δημιουργία των sp υβριδικών τροχιακών έχει συνεισφέρει κατά 50% το τροχιακό s και κατά 50% το τροχιακό p.

Ο τους από τους δύο λοβούς τους υβριδικού τροχιακού είναι πολύ μεγαλύτερος από τον άλλο, γι' αυτό και ο βαθμός επικάλυψης των υβριδικών τροχιακών με τα ατομικά τροχιακά τους άλλου ατόμου είναι μεγαλύτερος. Αυτό οδηγεί σε ισχυρότερους δεσμούς.

Υπάρχουν υβριδικά τροχιακά, στα οποία συμμετέχουν s, p και d τροχιακά, π.χ. dsp^2.

Επαγωγικό φαινόμενο ονομάζεται η μετατόπιση των ηλεκτρονίων (πόλωση) τους δεσμού, λόγω τους παρουσίας γειτονικών ομάδων ή ατόμων.

Τα αλκύλια έχουν +I επαγωγικό φαινόμενο, τα αλογόνα −I.

Κανόνας του Markovnikov: Όταν ένα μόριο AB προστίθεται στο διπλό δεσμό τους μη συμμετρικού αλκενίου το κύριο προϊόν τους αντίδρασης είναι αυτό που προκύπτει από την προσθήκη του θετικού τμήματος (το οποίο είναι συνήθως το $H^{\delta+}$) στον άνθρακα με τα περισσότερα υδρογόνα.

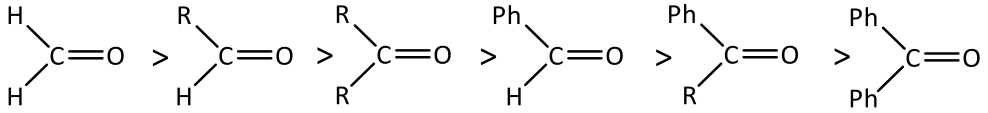
Οι αντιδράσεις προσθήκης είναι γενικά **εξώθερμες** αντιδράσεις ($\Delta H < 0$).

Οι αντιδράσεις προσθήκης στον τριπλό δεσμό μπορούν να περιοριστούν, με κατάλληλη επιλογή συνθηκών, στο πρώτο στάδιο προσθήκης.

Όταν σε μια ένωση, το ίδιο άτομο C συνδέεται με υδροξύλιο και με διπλό δεσμό με άλλο άτομο C, η ένωση είναι σε ισορροπία με καρβονυλική ένωση, η οποία συνήθως επικρατεί.

Το ηλεκτρονιακό νέφος του καρβονυλικού διπλού δεσμού είναι ισχυρά μετατοπισμένο τους την πλευρά του ηλεκτραρνητικότερου ατόμου, δηλαδή του οξυγόνου. Γι' αυτό και ο καρβονυλικός διπλός δεσμός, σε αντίθεση με το διπλό δεσμό των αλκενίων, είναι ισχυρά πολωμένος.

Η σειρά δραστικότητας των καρβονυλικών ενώσεων, όσον αφορά τους αντιδράσεις προσθήκης, είναι:



όπου R− είναι αλκύλιο (C_vH_{2v+1}−) και Ph− είναι φαινύλιο (C_6H_5−).

Η υδρόλυση των κυανυδρινών οδηγεί στη σύνθεση **α-**υδροξυοξέων ή 2-υδροξυοξέων.

Στα αντιδραστήρια Grignard η πολικότητα είναι: $R^{\delta-}(MgX)^{\delta+}$.

Κανόνας του Saytzeff: Κατά την απόσπαση μορίου HA από οργανική ένωση, το H αποσπάται ευκολότερα από το τριτοταγές άτομο άνθρακα, λιγότερο εύκολα από το δευτεροταγές άτομο άνθρακα και δυσκολότερα από το πρωτοταγές άτομο άνθρακα.

Τα αλκυλαλογονίδια είναι πολύ δραστικές ενώσεις, λόγω τους ισχυρής πόλωσης του δεσμού C−X. Η δραστικότητά τους ακολουθεί τη σειρά: RI > RBr > RCl > RF.

Με αντίδραση αλκυλαλογονίδιου με NH_3 παίρνουμε αμίνες, π.χ.:
$CH_3CH_2Cl + HNH_2 \rightarrow CH_3CH_2NH_2 + HCl$

Στην πραγματικότητα η αμίνη αντιδρά με το HCl και δίνει άλας $CH_3CH_2NH_3^+Cl^-$. Από το άλας αυτό με προσθήκη βάσης παράγεται αμίνη:

$CH_3CH_2NH_3^+Cl^- + NaOH \rightarrow CH_3CH_2NH_2 + H_2O + NaCl$

Πολλές φορές στον πολυμερισμό γίνεται χρήση ενώσεων του τύπου RO−OR (υπεροξειδικές ενώσεις).

Ο πολυμερισμός του αιθυλενίου καθώς και πολλών υποκατεστημένων παραγώγων του ακολουθεί έναν **αλυσιδωτό μηχανισμό μέσω ριζών**, ο οποίος περιλαμβάνει τρία βασικά στάδια: την έναρξη, τη διάδοση και τον τερματισμό του πολυμερισμού.

Ο πολυμερισμός που γίνεται με δύο ή περισσότερα είδη μονομερούς ονομάζεται **συμπολυμερισμός**, η δε κατανομή των μονομερών στο συμπολυμερές είναι είτε τυχαία, είτε αυστηρά εναλλασσόμενη κατά μήκος της αλυσίδας.

Το προϊόν συμπολυμερισμού του 1,3-βουταδιένιου με το στυρόλιο χρησιμοποιείται ως τεχνητό καουτσούκ και ονομάζεται Buna S.

Με συμπολυμερισμό του 1,3-βουταδιενίου και ακρυλονιτριλίου (CH_2=CHCN) προκύπτει προϊόν που χρησιμοποιείται και αυτό ως τεχνητό καουτσούκ (Buna N).

Ειδικά στην οργανική χημεία: **Οξείδωση** είναι η μείωση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας του C που προκαλείται με σχηματισμό των δεσμών C−O, C−N, C−X ή με διάσπαση δεσμών C−H. **Αναγωγή** είναι η αύξηση της ηλεκτρονιακής πυκνότητας του C που προκαλείται με σχηματισμό των δεσμών C−H ή με διάσπαση δεσμών C−O, C−N, C−X.

Πολλές από τις αντιδράσεις προσθήκης, απόσπασης, υποκατάστασης, μπορούν να ενταχθούν στην κατηγορία της οξείδωσης - αναγωγής.

Οξείδωση αιθανόλης με CuO (μαύρο χρώμα) ο οποίος μετατρέπεται σε Cu (κιτρινέρυθρο χρώμα).

Αλκοτέστ μπορεί να γίνει με βάση την αλλαγή χρώματος που προκαλεί η οξείδωση της αλκοόλης σε $K_2Cr_2O_7$ (από πορτοκαλί σε πράσινο).

Οι κετόνες και οι τριτοταγείς αλκοόλες δεν οξειδώνονται παρά μόνο σε πολύ δραστικές συνθήκες με διάσπαση του μορίου τους.

Όταν μια οργανική ένωση χάνει 1 άτομο Η ή 1 άτομο αλκαλίου (π.χ. Na ή K) έχουμε αύξηση Α.Ο. = 1.
Οι πρωτοταγείς αλκοόλες μπορούν επίσης να οξειδωθούν σε αλδεΰδες και οι δευτεροταγείς αλκοόλες σε κετόνες με θέρμανση παρουσία χαλκού (**καταλυτική αφυδρογόνωση**).

Το CO_2 προκαλεί **θόλωμα** σε ασβεστόνερο που είναι διάλυμα $Ca(OH)_2$.

Στις αντιδράσεις αναγωγής οργανικών ενώσεων μπορούν να ενταχθούν οι αντιδράσεις προσθήκης με H_2 των αλκενίων, αλκινίων, αλδεϋδών, κετονών και νιτριλίων, π.χ.:

$CH_3C{\equiv}N + 2H_2 \rightarrow CH_3CH_2NH_2$

Η ισχύς των οξέων ακολουθεί το σχήμα: RCOOH > C_6H_5OH > (H_2O) > ROH > RC≡CH. Από τα οξέα αυτά, μεγαλύτερη ισχύ από το νερό έχουν μόνο τα καρβοξυλικά οξέα και οι φαινόλες.

$C_6H_5O^-$: φαινυλοξυανιόν (ασθενής βάση),
R^- : αλκυλοανιόντα: ισχυρότατες βάσεις. ,
$RC{\equiv}C^-$: ανιόντα ακετυλιδίου: ισχυρότατες βάσεις

Στο 3ο στάδιο της αλογονοφορμικής αντίδρασης γίνεται υποκατάσταση του $-CX_3$ με $-O^-$ σε αλκαλικό περιβάλλον και σχηματισμό αλογονοφορμίου (CHX_3).

Διάκριση μιας ένωσης: Δίνεται μία ένωση που είναι είτε η Α είτε η Β και ζητάμε να βρούμε μια δοκιμασία (αντίδραση) που μας επιτρέπει να διακρίνουμε ποια από τις δύο είναι η ένωση που διερευνάμε.

Ταυτοποίηση είναι η διαδικασία για τον καθορισμό μιας ένωσης, όταν δίνεται ο μοριακός τύπος και ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες της ένωσης.

Οι εστέρες διακρίνονται από τα οξέα, αφού μόνο τα οξέα εμφανίζουν όξινο χαρακτήρα: αλλάζουν το χρώμα των δεικτών, αντιδρούν με μέταλλα εκλύοντας υδρογόνο, διασπούν τα ανθρακικά άλατα εκλύοντας CO_2 κτλ.

Μπορούμε να διακρίνουμε **ένα οξύ από έναν εστέρα**, αν χρησιμοποιήσουμε κάποιο δείκτη. Αν προσθέσουμε, π.χ., στην ένωση που έχουμε **βάμμα του ηλιοτροπίου**, το οποίο είναι κυανό, και παρατηρήσουμε ότι ο δείκτης αλλάζει χρώμα και γίνεται κόκκινος, τότε συμπεραίνουμε ότι η ένωση είναι οξύ. Αν ο δείκτης δεν αλλάξει χρώμα, τότε η ένωση είναι εστέρας.

Η **ταυτοποίηση ενός εστέρα** μπορεί να γίνει με υδρόλυση αυτού, οπότε ταυτοποιούνται τα προϊόντα της υδρόλυσης (οξύ και αλκοόλη) που θα παραχθούν. Με την ίδια λογική μπορεί να γίνει σαπωνοποίηση του εστέρα με θερμό διάλυμα NaOH ή KOH.

Το υδρογόνο του $-O\mathbf{H}$ των αλκοολών είναι «**ευκίνητο**» και αντικαθίσταται από μεταλλικό νάτριο. Δεν είναι όμως τόσο ευκίνητο ώστε να δημιουργεί όξινα υδατικά διαλύματα, γιατί η K_a της αιθανόλης στο H_2O είναι περίπου 10^{-16}.

Η φαινόλη που είναι οξύ ασθενέστερο του ανθρακικού οξέος και για το λόγο αυτό δεν αντιδρά με τα ανθρακικά άλατα.

Σε δοχείο περιέχεται διάλυμα φαινόλης ή διάλυμα 1-βουτανόλης. Για να διαπιστώσουμε τι περιέχει το δοχείο, προσθέτουμε στο διάλυμα ποσότητα διαλύματος NaOH. Αν γίνει αντίδραση (αυτό μπορεί να διαπιστωθεί με κατάλληλο δείκτη), τότε το δοχείο περιέχει διάλυμα φαινόλης. Αν δε γίνει αντίδραση το διάλυμα περιέχει 1-βουτανόλη.

$$C_6H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$$

ΑΠΟΔΕΙΞΕΙΣ

1. Σε πολύ αραιά υδατικά διαλύματα στους 25 °C, η $[H_2O]$ είναι περίπου ίση με 55,5 M.
2. Το ουδέτερο pH μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.
3. Νόμος αραίωσης του Ostwald, προσεγγίσεις.
4. Για ένα ζεύγος συζυγούς οξέος - βάσης: $K_a \cdot K_b = K_w$.
5. Τύπος ρυθμιστικών διαλυμάτων, προσεγγίσεις.
6. Για ένα δείκτη ΗΔ, η όξινη μορφή επικρατεί όταν $pH < pK_{aHΔ} - 1$ και η βασική μορφή όταν $pH > pK_{aHΔ} + 1$.
7. Σε μία ογκομέτρηση ασθενούς οξέος (ΗΑ) με πρότυπο διάλυμα NaOH όταν έχει προστεθεί η μισή ποσότητα πρότυπου διαλύματος ισχύει: $pH = pK_a(HA)$.

Απαντήσεις - Λύσεις

Ε1. ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ: ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

Ε1.1. i. Δ. Ο de Broglie ήταν αυτός που διατύπωσε την κυματική θεωρία της ύλης θεωρώντας ότι τα μικρά κινούμενα σωματίδια παρουσιάζουν και κυματική συμπεριφορά.
ii. Γ. Σύμφωνα με την κυματική θεωρία της ύλης του de Broglie ισχύει: $\lambda = h/p$. Εφόσον τα δύο σωματίδια παρουσιάζουν το ίδιο μήκος κύματος θα διαθέτουν και την ίδια ορμή.

Ε1.2. Α. Η μικρότερη διαφορά ενέργειας αντιστοιχεί στη μετάπτωση από την N → M. Με την αύξηση του κύριου κβαντικού αριθμού η διαφορά ενέργειας μεταξύ δύο διαδοχικών σταθμών ενέργειας μειώνεται.

Ε1.3. Β. Η ενέργεια του ηλεκτρονίου του ατόμου του υδρογόνου στην στιβάδα N είναι: $E_N = -(1/4^2)\ 2{,}18\cdot10^{-18}$ J. Για την αποδέσμευση του ηλεκτρονίου από την έλξη του πυρήνα αυτό θα πρέπει να αποκτήσει ενέργεια $E \geq 0$ και επομένως η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για την αποδέσμευση του ηλεκτρονίου από την έλξη του πυρήνα θα είναι:
$(1/16)\ 2{,}18\cdot10^{-18}$ J = $E/16$.

Ε1.4. Α. Η ιώδης ακτινοβολία αντιστοιχεί στη μετάπτωση από 6 → 2 που έχει τη μεγαλύτερη διαφορά ενέργειας, $\Delta E = h\cdot\nu$. Επομένως, η μετάπτωση αυτή θα αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη συχνότητα του παραγόμενου φωτονίου και στο μικρότερο μήκος κύματος ($\lambda = c/\nu$).

Ε1.5. Α. Τα δύο τροχιακά έχουν το ίδιο σχήμα (ίδιο ℓ) και διαφέρουν στο μέγεθος και στο προσανατολισμό (διαφορετικό n και ο m_ℓ).

Ε1.6. i. Α. Πράγματι, για $n = 3$, ο δευτερεύον (αζιμουθιακός) κβαντικός αριθμός ℓ παίρνει τις τιμές 0, 1 ή 2 (μέχρι $n - 1$). Οι τρεις αυτές διαφορετικές τιμές του ℓ καθορίζουν τις τρεις υποστιβάδες, 3s ($\ell = 0$), 3p ($\ell = 1$) και 3d ($\ell = 2$). Οι υποστιβάδες αυτές έχουν την ίδια ενέργεια καθώς στο άτομο του υδρογόνου η ενέργεια καθορίζεται αποκλειστικά από την τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού.
ii. Δ. Πράγματι, σύμφωνα με την αρχή της απροσδιοριστίας (αβεβαιότητας) του Heisenberg είναι αδύνατος ο ταυτόχρονος προσδιορισμός με ακρίβεια της θέσης και της ορμής ενός σωματιδίου. Στο ατομικό πρότυπο του Bohr γνωρίζουμε με ακρίβεια τη θέση του σωματιδίου (ακτίνα της τροχιάς) και την ταχύτητά του, δηλαδή την ορμή του.

Ε1.7. Δ. Ο μαγνητικός κβαντικός αριθμός (m_ℓ) δεν σχετίζεται με το σχήμα του τροχιακού αλλά με τον προσανατολισμό του τροχιακού στο χώρο.

Ε1.8. Δ. Πράγματι, σύμφωνα με τον κανόνα του Hund όταν τα ηλεκτρόνια καταλαμβάνουν τροχιακά της ίδιας ενέργειας (της ίδιας υποστιβάδας) έχουν κατά προτίμηση παράλληλα spin, οπότε δεν είναι δυνατόν σε μία υποστιβάδα να υπάρχει ζεύγος ηλεκτρονίων ενώ υπάρχει κενό τροχιακό στην ίδια υποστιβάδα. Θα πρέπει πρώτα να πληρωθεί η υποστιβάδα με μονήρη ηλεκτρόνια με παράλληλα spin και στη συνέχεια να δημιουργηθούν ζεύγη σε καθένα τροχιακό.

Ε1.9. Γ. Ο κανόνας του Hund αναφέρει ότι τα ηλεκτρόνια σε τροχιακά της ίδιας ενέργειας έχουν κατά προτίμηση παράλληλα spin και σύμφωνα με την απαγορευτική αρχή του Pauli δύο ηλεκτρόνια στο ίδιο τροχιακό θα πρέπει να έχουν αντιπαράλληλα spin.

Ε1.10. Γ. Πρόκειται για τα στοιχεία με ατομικούς αριθμούς Z = 12-18. Τα στοιχεία αυτά έχουν 2 + 2 + 2 = 6 ηλεκτρόνια σε s τροχιακά. Για $Z > 18$ αρχίζει η πλήρωση της 4s υποστιβάδας και ο αριθμός των ηλεκτρονίων σε s τροχιακά αυξάνεται.

Ε1.11. i. Α. Στο άτομο του υδρογόνου η ενέργεια καθορίζεται αποκλειστικά από τον κύριο κβαντικό αριθμό (n). Στα πολυηλεκτρονιακά άτομα, όμως, εμφανίζονται απώσεις μεταξύ των ηλεκτρονίων, οι ενέργειες των υποστιβάδων της ίδιας στιβάδας δεν είναι πια ίσες και η ενέργεια καθορίζεται και από τον δευτερεύοντα (αζιμουθιακό) κβαντικό αριθμό ℓ (κανόνας $n + \ell$).
ii. Γ. Πρόκειται για υδρογονοειδές ιόν καθώς διαθέτει ένα μόνο ηλεκτρόνιο. Στα ιόντα αυτά η ενέργεια εξαρτάται αποκλειστικά από τον κύριο κβαντικό αριθμό (n) και όχι από τον δευτερεύοντα (αζιμουθιακό) κβαντικό αριθμό, καθώς δεν υπάρχουν ηλεκτρονιακές απώσεις.

Ε1.12. Α. Πράγματι, σύμφωνα με τον κανόνα του Hund, όταν τα ηλεκτρόνια καταλαμβάνουν τροχιακά της ίδιας ενέργειας (της ίδιας υποστιβάδας) έχουν κατά προτίμηση παράλληλα spin, οπότε δεν είναι δυνατόν σε μία υποστιβάδα να υπάρχει ζεύγος ηλεκτρονίων ενώ υπάρχει κενό τροχιακό στην ίδια υποστιβάδα.

Ε1.13. Β. Αφού η ορατή ακτινοβολία προκαλεί διέγερση σε ένα άτομο Cl αλλά όχι τον ιοντισμό του θα απαιτηθεί ακτινοβολία μεγαλύτερης ενέργειας (φωτόνια μεγαλύτερης συχνότητας και μικρότερου μήκους κύματος) ώστε να αποσπαστεί πλήρως ένα ηλεκτρόνιο.

Ε1.14. Β. Στη στιβάδα N με $n = 4$ οι δυνατές τιμές του ℓ είναι 0, 1, 2 και 3 (αντίστοιχα υποστιβάδες 4s, 4p, 4d και 4f). Στις υποστιβάδες αυτές τροχιακά με $m_\ell = -2$ εμφανίζονται στις υποστιβάδες 4d και 4f (από ένα τροχιακό). Τα δύο αυτά τροχιακά καταλαμβάνονται το πολύ από 4 ηλεκτρόνια συνολικά με αντιπαράλληλα spin. Από τα 4 αυτά ηλεκτρόνια δύο μπορούν να έχουν $m_s = +1/2$.

Ε1.15. i. Α (παρουσιάζει απόκλιση από τις αρχές της ηλεκτρονιακής δόμησης). Οι άλλες δομές δεν υπακούουν στις αρχές της ηλεκτρονιακής δόμησης.
ii. Β. Η δομή $1s^2\ 2p^1$ αντιστοιχεί σε διεγερμένη κατάσταση καθώς σε σχέση με τη θεμελιώδη κατάσταση ($1s^2\ 2s^1$) ένα ηλεκτρόνιο έχει προωθηθεί σε υποστιβάδα υψηλότερης ενέργειας.

Ε1.16. Β. Το στοιχείο $_{32}$Ge (γερμάνιο) έχει ηλεκτρονιακή δομή στη θεμελιώδη κατάσταση $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^2$ (4η περίοδος και 14η ομάδα). Έτσι, σύμφωνα με τα δεδομένα είναι μεταλλοειδές.

Ε1.17. i. Γ. $_{23}V^{3+}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^2$ (2 μονήρη).
$_{26}Fe^{2+}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$ (4 μονήρη).
$_{26}Fe^{3+}$:$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$ (5 μονήρη).
$_{19}K^+$:$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ (κανένα μονήρες).
ii. Γ. 8 μονήρη ηλεκτρόνια, 7 στην υποστιβάδα 4f και ένα στην υποστιβάδα 5d.

Ε1.18. Γ. Εφόσον $m_\ell = -1, 0, 1$ θα πρέπει $\ell \geq 1$ και άρα $n \geq 2$.

Ε1.19. Α.

Ε1.20. i. Α. Η 2η σειρά των στοιχείων μετάπτωσης ανήκει στην 5η περίοδο, η οποία αρχίζει με την συμπλήρωση της 5s υποστιβάδας στον s τομέα και στη συνέχεια της 4d στην d τομέα (στοιχεία μετάπτωσης).
ii. Γ. Οι δομές Α και Β αντιστοιχούν σε στοιχεία του d τομέα του Περιοδικού Πίνακα καθόσον το τελευταίο ηλεκτρόνιο κατέλαβε υποστιβάδα d.

Ε1.21. Α. Η δομή $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$ μπορεί να αντιστοιχεί σε κατιόν στοιχείου μετάπτωσης της 4ης περιόδου καθόσον στα άτομα των στοιχείων αυτών αποβάλλονται αρχικά τα δύο 4s ηλεκτρόνια.

Ε1.22. i. Γ. Η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα αριστερά και προς τα κάτω στον Περιοδικό Πίνακα. Σύμφωνα με την ηλεκτρονιακή δομή των στοιχείων $_{16}S$, $_{34}Se$, $_{17}Cl$ προκύπτει ότι τα στοιχεία αυτά ανήκουν κατά σειρά στην 16η ομάδα και στην 3η περίοδο, στην 16η ομάδα και στην 4η περίοδο και στην 17η ομάδα και στην 3η περίοδο. Επομένως η ταξινόμηση κατ' αύξουσα ατομική ακτίνα είναι Cl, S, Se. Επίσης, ένα ανιόν έχει μεγαλύτερο μέγεθος σε σχέση με το άτομό του και επομένως: Cl, S, Se, Se^{2-}.

ii. Β. Τα σωματίδια $_{10}Ne$, $_{9}F^{-}$, $_{8}O^{2-}$, $_{7}N^{3-}$ είναι ισοηλεκτρονιακά καθώς διαθέτουν από δέκα ηλεκτρόνια. Στα σωματίδια αυτά όσο μικρότερο είναι το πυρηνικό φορτίο τόσο ασθενέστερες οι ελκτικές δυνάμεις στα ηλεκτρόνια οπότε το μέγεθος του σωματιδίου αυξάνεται.

iii. Δ. Τα σωματίδια K^+, Cl^- και S^{2-} είναι ισοηλεκτρονιακά (διαθέτουν από 18 ηλεκτρόνια) και όποιο έχει το μικρότερο πυρηνικό φορτίο θα έχει το μεγαλύτερο μέγεθος: $K^+ < Cl^- < S^{2-}$. Το Mg^{2+} έχει την ίδια δομή στην εξωτερική στιβάδα με τα υπόλοιπα ιόντα, αλλά διαθέτει μία στιβάδα λιγότερη και επομένως θα έχει το μικρότερο μέγεθος.

Ε1.23. Α. Τα στοιχεία P, Cl και S είναι ηλεκτραρνητικά στοιχεία (προς τα δεξιά στον Περιοδικό Πίνακα) και επομένως έχουν τάση για πρόσληψη ηλεκτρονίων. Αντίθετα, το Al είναι ηλεκτροθετικό στοιχείο (μέταλλο) και έχει τάση για αποβολή ηλεκτρονίων.

$_{15}P$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$, $_{15}P^{3-}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$.

$_{17}Cl$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$, $_{17}Cl^-$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$.

$_{13}Al$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$, $_{13}Al^{3+}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$.

$_{16}S$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$, $_{16}S^{2-}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$.

Μεγαλύτερο μέγεθος έχει το ιόν $_{15}P^{3-}$.

Ε1.24. Α. Με βάση τις ηλεκτρονιακές δομές, $_{20}Ca$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$ και $_{12}Mg$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ προκύπτει ότι τα στοιχεία Mg και Ca ανήκουν στην ίδια ομάδα (2η) και στις περιόδους 3η και 4η, αντίστοιχα. Επομένως, x > 590. Επίσης, η ενέργεια δεύτερου ιοντισμού ενός στοιχείου είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια πρώτου ιοντισμού του ίδιου στοιχείου και επομένως, y > x.

Ε1.25. Α. Η μετάπτωση M → L έχει τη μικρότερη διαφορά ενέργειας ΔE σε σχέση με τις τρεις άλλες. Άρα, σε αυτήν αντιστοιχεί ακτινοβολία μικρότερης συχνότητας και μεγαλύτερου μήκους κύματος (λ).

Συγγραφείς: Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης, chemistrytopics.xyz

Ε1.26. Γ. Αφού το Og με $Z = 118$ είναι το τελευταίο της περιόδου (ευγενές αέριο), το $_{113}Nh$ θα ανήκει στην 13η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Ε1.27. Β. Τα σωματίδια $_1H$, $_2He^+$ και $_3Li^{2+}$ διαθέτουν από ένα ηλεκτρόνιο. Η αύξηση του πυρηνικού φορτίου (Z) έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη έλξη από τον πυρήνα και τελικά το μικρότερο μέγεθος.

Ε1.28. i. Γ. Εμφανίζεται μεγάλη διαφορά ανάμεσα στις τιμές των ενεργειών ιοντισμού E_{i1} και E_{i2} που σημαίνει ότι το στοιχείο διαθέτει ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα και επομένως ανήκει στην 1η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Από τις ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων στη θεμελιώδη κατάσταση προκύπτει ότι στην 1η ομάδα ανήκουν το $_3Li$ και το $_{11}Na$. Το $_3Li$ δεν μπορεί να είναι γιατί διαθέτει τρεις μόνο ενέργειες ιοντισμού (E_{i1}, E_{i2} και E_{i3}).

ii. Γ. Εφόσον στο τελευταίο στοιχείο η ενέργεια ιοντισμού είναι μικρότερη, τα στοιχεία Α, Β και Γ είναι τα τελευταία της περιόδου και η ενέργεια ιοντισμού τους αυξάνεται. Το επόμενο στοιχείο (Δ) θα είναι το πρώτο στοιχείο της επόμενης περιόδου που είναι πιο αριστερά και πιο κάτω στον Περιοδικό Πίνακα οπότε η ενέργεια ιοντισμού του είναι μικρότερη.

Ε1.29. Β. Το Mg έχει ηλεκτρονιακή δομή στη θεμελιώδη κατάσταση $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$ και άρα διαθέτει δύο ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα. Το 3ο επομένως ηλεκτρόνιο αποσπάται από εσωτερική στιβάδα, πολύ πιο κοντά στον πυρήνα και παράλληλα καταστρέφει τη δομή ευγενούς αερίου του Mg^{2+}.

Ε1.30. Δ. Τα στοιχεία $_{11}Na$ και $_{12}Mg$ ανήκουν στην 3η περίοδο και τις ομάδες 1η και 2η, αντίστοιχα. Επομένως, το Na θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Mg αλλά μικρότερη ενέργεια ιοντισμού.

Ε1.31. Δ. Το στοιχείο με $Z = 6$ έχει δομή $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$ και επομένως διαθέτει δύο μονήρη ηλεκτρόνια οπότε είναι παραμαγνητικό στοιχείο.

Ε1.32. Β. Το άτομο με Z = 29 (Cu) έχει κατ' απόκλιση δομή: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$ που αντιστοιχεί σε πλήρεις υποστιβάδες με $n = 3$, δηλαδή τις υποστιβάδες 3s, 3p και 3d.

Ε1.33. Α. Πράγματι, τα οξείδια των στοιχείων της 3ης περιόδου από τα αριστερά προς τα δεξιά μετατρέπονται βαθμιαία από ιοντικά οξείδια (με υψηλά σημεία τήξης) σε ομοιοπολικά (με χαμηλά σημεία τήξης). Παράλληλα, τα οξείδια μετατρέπονται από βασικά σε όξινα και με τη διάλυσή τους στο νερό σχηματίζουν οξέα και επομένως όξινα διαλύματα.

Ε1.34. Γ. Κατά τη μετατροπή, $Al^+(g) \rightarrow Al^{3+}(g) + 2e^-$, το Al αποβάλλει το δεύτερο και το τρίτο ηλεκτρόνιο μαζί. Για τη μετατροπή αυτή, επομένως, απαιτείται ενέργεια ίση με το άθροισμα $E_{i2} + E_{i3} = 4562\ kJ \cdot mol^{-1}$.

Ε1.35. i. Γ. Η ενέργεια ιοντισμού σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά. Παράλληλα, σε μία ομάδα, π.χ. των ευγενών αερίων αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω.

ii. Α. Πράγματι, ο μεταλλικός χαρακτήρας καθώς και η ηλεκτροθετικότητα αυξάνονται με τη μείωση της ενέργειας ιοντισμού που έχει ως αποτέλεσμα την ευκολότερη αποβολή ηλεκτρονίων.

Ε1.36. Δ. Το τροχιακό $3p_x$ χαρακτηρίζεται από την τετράδα κβαντικών αριθμών $n = 3$, $\ell = 1$, $m_\ell = 1$ και $m_s = +1/2$ ή $-1/2$.

Ε1.37. Β. Στα πλανητικά πρότυπα, π.χ. στο ατομικό πρότυπο του Bohr, είναι επακριβώς γνωστή η θέση και η ταχύτητα του ηλεκτρονίου σε μία στιβάδα. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίφαση με την αρχή της απροσδιοριστίας ή αβεβαιότητας του Heisenberg.

Ε1.38. Λανθασμένες είναι οι Γ, Δ και Ε.

Γ) Θα είναι σωστή μόνο για μία συγκεκριμένη στιβάδα, για παράδειγμα το τροχιακό 4s έχει μεγαλύτερη ενέργεια από ένα τροχιακό 3p.

Δ) Δεν ικανοποιεί τον κανόνα του Hund καθώς στη δομή εμφανίζεται ζεύγος ηλεκτρονίων στην υποστιβάδα 2p ενώ υπάρχουν κενά τροχιακά.

Ε) Λ. Μία ενεργειακή στιβάδα του ατόμου του Η με κύριο κβαντικό αριθμό n αναλύεται σε υποστιβάδες με βάση το πλήθος των τιμών που λαμβάνει ο δευτερεύοντας κβαντικός αριθμός: $\ell = 0, 1, 2 \ldots (n - 1)$, το οποίο ισούται με n. Έτσι, μία υποστιβάδα αποτελείται από n υποστιβάδες.

Ε1.39. Α) Λανθασμένη. Σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά η ενέργεια ιοντισμού αυξάνεται. Μετά το τέλος, όμως, της περιόδου το επόμενο

στοιχείο ανήκει στην 1η ομάδα της επόμενης περιόδου και η ενέργεια ιοντισμού μειώνεται.
Β) Σωστή. Μετά την συμπλήρωση της υποστιβάδας 3p, μέχρι την οποία έχουν εισαχθεί 18 ηλεκτρόνια, συμπληρώνεται η υποστιβάδα 4s οπότε η μέγιστη τιμή του n είναι πια ίση με 4.
Γ) Λανθασμένη. Πρόκειται για υδρογονοειδές ιόν, δηλαδή ιόν με ένα μόνο ηλεκτρόνιο στο οποίο επομένως δεν εμφανίζονται ηλεκτρονιακές απώσεις. Έτσι, οι υποστιβάδες της ίδιας στιβάδας θα έχουν την ίδια ενέργεια (εξαρτάται μόνο από τον n).
Δ) Λανθασμένη, Στο άτομο του υδρογόνου οι υποστιβάδες της ίδιας στιβάδας έχουν την ίδια ενέργεια.
Συγγραφείς: Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης, chemistrytopics.xyz
Ε) Σωστή. Για να έχει 8 p ηλεκτρόνια θα πρέπει να έχει ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$ και επομένως ανήκει στην 3η περίοδο και στην 14η (IVA) ομάδα του Π.Π.
ΣΤ) Λανθασμένη. Οι αλκαλικές γαίες ανήκουν στην 2η ομάδα του περιοδικού πίνακα και παρουσιάζουν αριθμό οξείδωσης ίσο με +2 με αποτέλεσμα να σχηματίζουν οξείδια του τύπου ΑΟ και όχι A_2O. Πάντως, τα οξείδια αυτά είναι ιοντικά και όπως όλες οι ιοντικές ενώσεις διαθέτουν υψηλά σημεία τήξης.
Ζ) Λανθασμένη. Μπορεί να είναι π.χ. το $_{24}Cr$ με δομή στη θεμελιώδη κατάσταση: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$ (κατ' εξαίρεση) και άρα 6 μονήρη ηλεκτρόνια.

Ε1.40. Βλ. θεωρία.

Ε1.41. α) i. 14, ii. 6, iii. 2, iv. 2, v. 4, β) i. 11, ii. 2.

Ε1.42. i. Β. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$ (1 + 1 + 3 + 1 = 6 συμπληρωμένα τροχιακά και 3 ημισυμπληρωμένα).
ii. Δ. Η ηλεκτρονιακή δομή του $_{32}Ge$ στη θεμελιώδη κατάσταση είναι $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^2$. Από τη δομή αυτή προκύπτει ότι η υποστιβάδα 4p ($m_\ell = -1, 0, 1$) διαθέτει δύο ηλεκτρόνια και σύμφωνα με τον κανόνα του Hund θα πρέπει να διαθέτουν παράλληλα spin. Το ηλεκτρόνιο με κβαντικούς αριθμούς (4, 1, 1, +½) καταλαμβάνει ένα τροχιακό της 4p υποστιβάδας με $m_s = +½$, οπότε στη δομή $4p^2$ δεν μπορεί το άλλο ηλεκτρόνιο που καταλαμβάνει άλλο τροχιακό της ίδιας υποστιβάδας να έχει αντίθετο spin.

Ε1.43. α) i. 3d, $n = 3$, $\ell = 2$. ii. 10 ηλεκτρόνια.
β) Z = 29-36. Το τελευταίο στοιχείο του d τομέα, το προτελευταίο στοιχείο ($3d^{10}\ 4s^1$) d τομέα και όλα τα στοιχεία του p τομέα της 4ης περιόδου.

Ε1.44. α) Επιλογή ii.
β) Η ενέργεια όλων των φωτονίων θα πρέπει να είναι $1{,}5\cdot10^5$ J και επομένως θα ισχύει: $1{,}5\cdot10^5 = N\cdot h\cdot\nu = N\cdot h\cdot(c/\lambda)$, όπου N το πλήθος των φωτονίων, h η σταθερά του Planck και c η ταχύτητα του φωτός. Επομένως:
$N = 1{,}5\cdot10^5\cdot\lambda/(h\cdot c) = 1{,}5\cdot10^5\cdot6{,}63\cdot10^{-3}/(6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^8) = 5\cdot10^{27}$ φωτόνια.

Ε1.45. α) Επιλογή ii.
β) Για τη μετάπτωση L → K ισχύει:
$\Delta E = 2{,}18\cdot10^{-18}\cdot(3/4) = h\cdot c/\lambda_1$
Επίσης, για τη μετάπτωση M → L ισχύει:
$\Delta E' = 2{,}18\cdot10^{-18}\cdot(5/36) = h\cdot c/\lambda_2$
Από τις δύο αυτές σχέσεις, προκύπτει ότι $\lambda_2/\lambda_1 = 54/10$ και επομένως: $\lambda_2 = (54/10)\cdot\lambda_1$.

Ε1.46. α) Επιλογή iv.
β) Ισχύει: $K' = 4\cdot K \Rightarrow (1/2)\cdot m\cdot\upsilon'^2 = 4\cdot(1/2)\cdot m\cdot\upsilon^2 \Rightarrow \upsilon' = 2\upsilon$.
Ισχύουν επίσης: $\lambda = h/(m\cdot\upsilon)$ και $\lambda' = h/(m\cdot\upsilon')$.
Από τις προηγούμενες σχέσεις προκύπτει: $\lambda' = \lambda/2$.

Ε1.47. α) 52 στοιχεία.
β) 50 στοιχεία
γ) 34 στοιχεία
δ) 6 στοιχεία.

Ε1.48. α) 1ος ιοντισμός: $O(g) \rightarrow O^+(g) + e^-$, 2ος ιοντισμός: $O^+(g) \rightarrow O^{2+}(g) + e^-$. Το άτομο του Ο διαθέτει οκτώ ιοντισμούς γιατί διαθέτει οκτώ ηλεκτρόνια.
β) Επιλογή 1.
Η ενέργεια δεύτερου ιοντισμού ενός στοιχείου είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια πρώτου ιοντισμού του καθώς η απόσπαση του δεύτερου ηλεκτρονίου γίνεται από θετικά φορτισμένο ιόν και επομένως η απόσπαση είναι δυσχερέστερη. Επομένως: y > x. Επίσης, η ενέργεια (πρώτου) ιοντισμού του Ο είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια (πρώτου) ιοντισμού του S. Πράγματι, από την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων των δύο στοιχείων προκύπτει ότι τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια ομάδα (16η ή VIA) του Περιοδικού Πίνακα και το Ο είναι σε μικρότερη περίοδο. Άρα, το Ο έχει μεγαλύτερη ενέργεια ιοντισμού, οπότε: x > ω. Τελικά: y > x > ω.

Ε1.49. α) i. Mn: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^2$, Co^{2+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^7$, ii. το Mn (5 μονήρη ηλεκτρόνια), το Mn, iii. και τα δύο ανήκουν στο d-τομέα και στην 4η περίοδο. Το Mn ανήκει στη 7η ομάδα (VIIB) και το Co στην 9η ομάδα (VIIIB).
β) Mn^{2+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$, Co: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^7\ 4s^2$.
γ) Fe^{2+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$, Fe^{3+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$.

Ε1.50. Η ενέργεια της ακτινοβολίας που αποτελείται από N φωτόνια μήκους κύματος λ δίνεται από τη σχέση: $E = N\cdot h\cdot\nu = N\cdot h\cdot(c/\lambda)$. Έτσι ο αριθμός των φωτονίων είναι: $N = E\cdot\lambda/(h\cdot c) = 4{,}2\cdot10^{-17}\cdot663\cdot10^{-9}/(6{,}63\cdot10^{-34}\cdot3\cdot10^8) = 420/3$ φωτόνια = 140 φωτόνια).

Ε1.51. Η ενέργεια που απαιτείται για να προκύψει 1 mol Ag είναι E_0 και επομένως για την παραγωγή 1 ατόμου Ag απαιτείται ενέργεια $E = E_0/N_A$. Η ενέργεια αυτή προσφέρεται από φωτόνιο ενέργειας $E' = hc/\lambda$. Θα πρέπει να ισχύει $E' \geq E$ και επομένως το μέγιστο μήκος κύματος θα είναι:

$$\lambda = \frac{h\cdot c\cdot N_A}{E_0}$$

Ε1.52. α) Δείτε τη θεωρία.
β) Στο Χ η E_{i2} παρουσιάζει μεγάλη διαφορά με την E_{i1} και επομένως το 2ο ηλεκτρόνιο αποσπάται από εσωτερική στιβάδα. Άρα, το στοιχείο διαθέτει ένα ηλεκτρόνιο σθένους και ανήκει στην 1η (ΙΑ) ομάδα. Στο στοιχείο Υ παρουσιάζεται μεγάλη διαφορά ενέργειας από την E_{i2} στην E_{i3}. Επομένως, το στοιχείο διαθέτει δύο ηλεκτρόνια σθένους και ανήκει στη 2η (ΙΙΑ) ομάδα.
γ) Η ατομική ακτίνα του Χ είναι μεγαλύτερη από την ατομική ακτίνα του Υ καθόσον η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα αριστερά σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Τα ιόντα X^+ και Y^{2+} είναι ισοηλεκτρονιακά καθώς διαθέτουν $(Z - 1)$ ηλεκτρόνια, όπου Z ο ατομικός αριθμός του στοιχείου Χ. Όμως, το Υ έχει μεγαλύτερο πυρηνικό φορτίο $(Z + 1)$, ασκεί μεγαλύτερη έλξη στα ηλεκτρόνια και επομένως έχει μικρότερο μέγεθος (μικρότερη ατομική ακτίνα).

Ε1.53. α) i. V, N, P. ii. Cu, Zn, Ga, iii. O, iv. F.
β) Η NH_3. Τα στοιχεία ανήκουν στην ίδια ομάδα και η ατομική ακτίνα μειώνεται προς τα πάνω. Με τη μείωση της ατομικής ακτίνας αυξάνεται η ικανότητα δέσμευσης του H^+ και επομένως η NH_3 παρουσιάζει ισχυρότερο βασικό χαρακτήρα.

Ε1.54. α) Επιλογή iii.

β) Οι μεταπτώσεις $n = 2 \rightarrow n = 1$, $n = 3 \rightarrow n = 1$, $n = 4 \rightarrow n = 1$ και $n = 5 \rightarrow n = 1$ αντιστοιχούν σε όλη και μεγαλύτερη διαφορά ενέργειας και επομένως σε όλο και μεγαλύτερη συχνότητα παραγόμενης ακτινοβολίας ($\Delta E = h \cdot \nu$). Καθώς ισχύει $c = \lambda \cdot \nu$ η μεγαλύτερη συχνότητα θα αντιστοιχεί στο μικρότερο μήκος κύματος. Έτσι, το μεγαλύτερο μήκος κύματος (122 nm) αντιστοιχεί στη μετάπτωση $n = 2 \rightarrow n = 1$ και το αμέσως μικρότερο (103 nm) στη μετάπτωση $n = 3 \rightarrow n = 1$.

Ε1.55. α) Επιλογή iii.

β) Σε ένα οποιοδήποτε άτομο (Α) η ενέργεια δεύτερου ιοντισμού (E_{i2}) έχει μεγαλύτερη τιμή από την ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) καθώς το 2ο ηλεκτρόνιο αποσπάται από θετικά φορτισμένο ιόν (A^+) και απαιτεί μεγαλύτερη ενέργεια. Έτσι, για την απόσπαση δύο ηλεκτρονίων από το άτομο του Α(g) απαιτείται ενέργεια $(E_{i1} + E_{i2}) > 2 \cdot E_{i1}$.

γ) $E_{i1} + E_{i2} = 2200$, $E_{i2} = 2200 - 680 = 1520$ kJ·mol^{-1}.

Ε1.56. α) Επιλογή iv.

β) Το στοιχείο έχει αποβάλλει πέντε ηλεκτρόνια από την εξωτερική στιβάδα, δύο ηλεκτρόνια από την 4s και τρία ηλεκτρόνια από την 4p.

Ε1.57. α) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^6\ 4d^7\ 5s^1$, $Z = 44$.

β) $Z = 26$.

Ε1.58. α) Στην 3η περίοδο συμπληρώνονται οι υποστιβάδες 3s και 3p και δύο μονήρη ηλεκτρόνια προκύπτουν από τις ηλεκτρονιακές δομές p^2 και p^4. Καθώς η ενέργεια ιοντισμού σε μία περίοδο αυξάνεται προς τα δεξιά το άτομο του στοιχείου Α θα έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$ ($Z = 14$) και το άτομο του στοιχείου Β $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$ ($Z = 16$).

β) Σε μία περίοδο οι ατομικές ακτίνες αυξάνονται προς τα αριστερά και επομένως το Α θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα (111 pm) και το Β τη μικρότερη (100 pm).

Ε1.59. α) Επιλογή 1.

β) Εφόσον έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων (έστω x), τότε ο αριθμός των πρωτονίων (ατομικός αριθμός Z) θα είναι, αντίστοιχα, x, x+1 και x+2. Στα ισοηλεκτρονιακά σωματίδια, όποιο έχει τον μεγαλύτερο Z θα ασκεί και ισχυρότερες έλξεις στα ηλεκτρόνια και επομένως θα έχει το μικρότερο μέγεθος.

Ε1.60. α) Λανθασμένη είναι η πρόταση 5.

Στις διαδοχικές τιμές των ενεργειών ιοντισμού του στοιχείου Z παρατηρείται απότομη αύξηση μεταξύ των E_{i3} και E_{i4}, που σημαίνει ότι διαθέτει 3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα. Άρα, θα ανήκει στην 13η (ΙΙΙΑ) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Ε1.61. α) $Z = 19$-36.

β) i. Κατά σειρά: 4s, 3d και 4p.

γ) i. $Z = 36$, ii. $Z = 36$.

δ) $Z = 20, 30, 36$. ε) $Z = 33$.

Ε1.62. α) Επιλογή iv.

β) Οι ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων των στοιχείων στην εξωτερική στιβάδα στη θεμελιώδη κατάσταση από το Li στο Ne είναι $2s^1$, $2s^2$, $2s^22p^1$, $2s^22p^2$, $2s^22p^3$, $2s^22p^4$, $2s^22p^5$, $2s^22p^6$. Στις δομές αυτές αντιστοιχούν 1, 0, 1, 2, 3, 2, 1 και 0 μονήρη ηλεκτρόνια.

Ε1.63. α) 16η, 17η, 18η και 1η ομάδα.

β) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$.

Ε1.64. α) Παρατηρούμε ότι η ιοντική ακτίνα καθενός στοιχείου είναι μεγαλύτερη από την ατομική ακτίνα και επομένως πρόκειται για ανιόντα, καθώς με την πρόσληψη ηλεκτρονίων αυξάνονται οι ηλεκτρονιακές απώσεις και το μέγεθος του σωματιδίου αυξάνεται επίσης. Έτσι, τα στοιχεία είναι ηλεκτραρνητικά καθώς στα στοιχεία αυτά ευνοείται η πρόσληψη ηλεκτρονίων.

β) Σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα κάτω και επομένως η σειρά των στοιχείων κατ' αυξανόμενο ατομικό αριθμό (Z) είναι: Γ, Α, Δ, Β.

γ) Σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η ενέργεια πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) αυξάνεται προς τα πάνω και επομένως η σειρά των στοιχείων κατ' αυξανόμενη τιμή της ενέργειας πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) είναι: Β, Δ, Α, Γ.

Ε1.65. α) F, Na, K. Η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα αριστερά σε μία περίοδο και προς τα κάτω σε μία ομάδα του Π.Π.

β) Cr: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$, Fe^{2+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6$.

γ) H, F, Cl.

Ε1.66. α) Επιλογή 3.

β) Οι ενέργειες που αντιστοιχούν στις στιβάδες N, M, L και K δίνονται από τις σχέσεις:

$$E_N = -\frac{2{,}18 \cdot 10^{-18}}{4^2}\ (J),\ E_M = -\frac{2{,}18 \cdot 10^{-18}}{3^2}\ (J)$$

$$E_L = -\frac{2{,}18 \cdot 10^{-18}}{2^2}\ (J),\ E_K = -\frac{2{,}18 \cdot 10^{-18}}{1^2}\ (J)$$

Μετά τις σχετικές πράξεις, προκύπτει:

$$E_N - E_L = \frac{3 \cdot 2{,}18 \cdot 10^{-18}}{16} \text{ και } E_M - E_K = \frac{8 \cdot 2{,}18 \cdot 10^{-18}}{9}$$

Επομένως, $E_1 < E_2$.

γ) Η πρόταση είναι σωστή.

$\Delta E_1 = E_N - E_L = h \cdot \nu_1 = h \cdot c/\lambda_1$, $\Delta E_2 = E_M - E_K = h \cdot \nu_2 = h \cdot c/\lambda_2$.

Επειδή ισχύει $E_1 < E_2$, θα ισχύει: $\lambda_2 < \lambda_1$.

Ε1.67. Α: 2081 σε kJ·mol^{-1}, Β: 496 σε kJ·mol^{-1}, Γ: 1681 kJ·mol^{-1}, Δ: 1314 kJ·mol^{-1}.

Τα στοιχεία Α, Β, Γ και Δ ανήκουν κατά σειρά στην 2η περίοδο και τη 18η ομάδα, στην 3η περίοδο και στην 1η ομάδα, στην 2η περίοδο και την 17η ομάδα και στη 2η περίοδο και την 16η ομάδα. Η ενέργεια ιοντισμού αυξάνεται προς τα δεξιά σε μία περίοδο και προς τα πάνω σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Ε1.68. α) $_{29}Cu$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$ (11η ομάδα).

$_{34}Se$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^2\ 3p^4$(16η ομάδα).

β) i. Τα στοιχεία με Z = 23-30 είναι διαδοχικά στοιχεία μετάπτωσης της ίδιας περιόδου στα οποία το επιπλέον ηλεκτρόνιο εισέρχεται σε εσωτερική υποστιβάδα (3d) προστατεύοντας τα εξωτερικά ηλεκτρόνια από την έλξη του πυρήνα. Έτσι, παρά την αύξηση του πυρηνικού φορτίου (Z) το μέγεθος των ατόμων δεν μεταβάλλεται σημαντικά.

ii. Τα στοιχεία με Z = 31-35 είναι διαδοχικά στοιχεία του p τομέα της ίδιας περιόδου και η ατομική ακτίνα μειώνεται κατά μήκος μιας περιόδου από αριστερά προς τα δεξιά.

Ε1.69. α) Α: $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$, Β: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$, Χ: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$, Δ: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$, Γ: $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, Ε: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$.

β) i. Το Γ, ii. το Β, iii. το Α και το Β (= 3/2).

Ε1.70. α) Li, Na.

β) 21 και 30, $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ και $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$.

γ) i. Sc, Zn, Cd, ii. το N (τρία μονήρη).

δ) F, Ne, Na.

ε) i. Li. Η απόσπαση του 2ου ηλεκτρονίου γίνεται από την υποστιβάδα 1s που είναι πιο κοντά στον πυρήνα ενώ παράλληλα διασπάται η σταθερή δομή ευγενούς αερίου.

ii. Το ιόν X^{5+} (C^{5+}) είναι υδρογονοειδές και επομένως η ενέργεια εξαρτάται αποκλειστικά από τον κύριο κβαντικό αριθμό: $E_{3s} = E_{3d} < E_{4s} = E_{4d} < E_{5p}$.

Ε1.71. α) i. Είναι τα στοιχεία Β και Δ που ανήκουν στην 2η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Τα δύο αυτά στοιχεία παρουσιάζουν απότομη διαφορά μεταξύ των τιμών της 2ης και της 3ης ενέργειας ιοντισμού και επομένως διαθέτουν 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα.
ii. Από τα στοιχεία Β και Δ, το Β έχει μικρότερη ενέργεια 1ου ιοντισμού και επομένως ανήκει σε επόμενη περίοδο σε σχέση με το Δ (η ενέργεια ιοντισμού αυξάνεται προς τα πάνω σε μία ομάδα του περιοδικού πίνακα). Καθώς σε μία ομάδα του περιοδικού πίνακα η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα κάτω, το στοιχείο Β έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα σε σχέση με το Δ.
β) Είναι το στοιχείο Α που ανήκει στην 1η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και αποβάλλοντας ένα ηλεκτρόνιο αποκτά την σταθερή δομή ευγενούς αερίου.
γ) Όχι. Το $_3$Li διαθέτει τρία ηλεκτρόνια, ενώ και τα τέσσερα στοιχεία έχουν τουλάχιστον τέσσερα ηλεκτρόνια καθώς στον πίνακα εμφανίζονται οι τέσσερις διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού.
δ) Το στοιχείο Γ, το οποίο παρουσιάζει το μικρότερο άθροισμα ($E_{i1} + E_{i2}$) και επομένως απαιτεί τη λιγότερη ενέργεια για τη μετατροπή 1 mol ατόμων του σε αέρια κατάσταση σε ιόντα με φορτίο +2.

Ε1.72. α) $Fe^{2+}(g) \rightarrow Fe^{3+}(g) + e^-$.
β) Ο Fe έχει ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^6\ 4s^2$ και επομένως η απομάκρυνση του 3ου ηλεκτρονίου γίνεται από την υποστιβάδα 3d η οποία μετασχηματίζεται σε $3d^5$. Η δομή αυτή είναι ειδικά σταθερή και επομένως η δημιουργία της διευκολύνεται απαιτώντας μικρότερη ενέργεια.

Ε1.73. α) Επιλογή Γ.
β) Παρατηρούμε ότι εμφανίζεται μεγάλη διαφορά μεταξύ των διαδοχικών ενεργειών E_{i4} και E_{i5} που σημαίνει ότι το στοιχείο διαθέτει τέσσερα ηλεκτρόνια σθένους. Από τις ηλεκτρονιακές δομές των στοιχείων δύο είναι αυτά με τέσσερα ηλεκτρόνια σθένους, ο C: $1s^2\ 2s^2\ 2p^2$ και το Si: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$. Το πρώτο από τα στοιχεία αυτά, όμως, διαθέτει έξι μόνο ηλεκτρόνια και άρα διαθέτει έξι μόνο διαδοχικές ενέργειες ιοντισμού. Άρα είναι το Si.

Ε1.74. α) i. Είναι η 1η τριάδα. Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή συμπεραίνουμε ότι τα στοιχεία αυτά ανήκουν στην 4η περίοδο.
ii. Είναι στοιχεία μετάπτωσης και επομένως διαθέτουν παρόμοιες ιδιότητες.
iii. Το Cr: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5\ 4s^1$ (απόκλιση) με έξι μονήρη ηλεκτρόνια.
β) Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή συμπεραίνουμε ότι τα στοιχεία της 2ης τριάδας ανήκουν στην 1η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και κατά σειρά στην 2η, την 3η και την 4η περίοδο. Καθώς στα στοιχεία της ίδιας ομάδας η ενέργεια αυξάνεται προς τα πάνω τη μεγαλύτερη ενέργεια ιοντισμού διαθέτει το $_3$Li.
γ) Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή συμπεραίνουμε ότι τα στοιχεία της 3ης τριάδας ανήκουν στην 16η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. A_r (Se) = [A_r (S) + A_r (Te)]/2 = (32 + 128)/2 = 80.

Ε1.75. α) Α: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$, Β: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$. Τα ηλεκτρόνια του Β που απαιτούν μεγαλύτερη ενέργεια για την απομάκρυνσή τους είναι τα ηλεκτρόνια της 1s υποστιβάδας καθώς βρίσκονται γενικά πιο κοντά στον πυρήνα και δέχονται μεγαλύτερη έλξη από αυτόν.
β) Τα στοιχεία Α και Β ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π. (1η) αλλά το Β σε μεγαλύτερη περίοδο από το Α (4η) οπότε το Β έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Α. Πράγματι, το Β έχει μία στιβάδα επιπλέον και επομένως το μέγεθος του ατόμου είναι μεγαλύτερο.

Ε1.76. α) i. Σύμφωνα με το ατομικό πρότυπο του Bohr αλλά και την κβαντομηχανική η ενέργεια των στιβάδων του ατόμου του Η αποδίδεται από τη σχέση:

$$E_n = -\frac{2{,}18 \cdot 10^{-18}}{n^2}$$

ii. Με την αύξηση του n η ενέργεια των στιβάδων αυξάνεται (γίνεται λιγότερο αρνητική). iii. $-2{,}18 \cdot 10^{-18}$ J.
β) Σωστή επιλογή η Α.
γ) $E_n - E_2 = hc/\lambda$. Αντικαθιστούμε τις E_n και E_2 από τις τιμές των ενεργειών των στιβάδων στο άτομο του υδρογόνου και εκτελούμε τις πράξεις. Όλες οι σταθερές ενσωματώνονται στη σταθερά Κ.
δ) i. Η γραμμή Α διαθέτει το μεγαλύτερο μήκος κύματος από όλες τις μεταπτώσεις της σειράς Lyman και επομένως έχει τη μικρότερη συχνότητα καθώς και τη μικρότερη μεταβολή ενέργειας ΔΕ. Από τις μεταπτώσεις της σειράς, από n = 2 σε n = 1, από n = 3 σε n = 1, από n = 4 σε n = 1 κτλ. αυτή με τη μικρότερη ΔE είναι η μετάπτωση από n = 2 σε n = 1. Η γραμμή Β αντιστοιχεί στη μετάπτωση από n = 3 σε n = 1, η γραμμή Γ στη μετάπτωση από n = 4 σε n = 1 και επομένως η γραμμή Δ στη μετάπτωση από n = 5 σε n = 1.
ii. Η ΔE που αντιστοιχεί στη μετάπτωση από n = 2 σε n = 1 (γραμμή Α) υπολογίζεται ως εξής:

$$\Delta E = E_2 - E_1 = (3/4) \cdot 2{,}18 \cdot 10^{-18}$$

Η $\Delta E'$ που αντιστοιχεί στη μετάπτωση από n = 3 σε n = 2 υπολογίζεται ως εξής:

$$\Delta E' = E_3 - E_2 = (5/36) \cdot 2{,}18 \cdot 10^{-18}$$

Παρατηρούμε ότι: $\Delta E > \Delta E'$ οπότε από τη σχέση $\Delta E = h \cdot \nu$ προκύπτει ότι κατά τη μετάπτωση από n = 2 σε n = 1 προκύπτει φωτόνιο μεγαλύτερης συχνότητας και επομένως μικρότερου μήκους κύματος.

Ε2. ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ: ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ - ΩΣΜΩΣΗ

Ε2.1. Β.

Ε2.2. Α. Αν και οι δεσμοί C–H είναι ελάχιστα πολωμένοι (λόγω της πολύ μικρής διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας του C με το Η), η διπολική ροπή του μορίου είναι 0 (μη δίπολο μόριο). Στην τετραεδρική διάταξη οι επιμέρους διπολικές ροπές αλληλοαναιρούνται με αποτέλεσμα $\mu = 0$.

Ε2.3. Β. Το μόριο του SCl_2 θα πρέπει να έχει γωνιακό και όχι ευθύγραμμο σχήμα ώστε οι επιμέρους διπολικές ροπές να μην αλληλοαναιρούνται και να δίνουν $\mu \neq 0$.

Ε2.4. Γ. Το μόριο του CO_2 είναι ευθύγραμμο και οι επιμέρους διπολικές ροπές αλληλοαναιρούνται με αποτέλεσμα να δίνουν συνισταμένη 0 (μη δίπολο μόριο). Έτσι, μεταξύ των μορίων αναπτύσσονται διαμοριακά αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (London). Κατά την εξάχνωση οι δυνάμεις αυτές εξασθενούν.

Ε2.5. Γ. Στα μόρια της φορμαλδεΰδης (HCH=O) ο C εμφανίζει υβριδισμό sp^2 με αποτέλεσμα το μόριο να είναι επίπεδο. Οι επιμέρους διπολικές ροπές, όμως, δεν αλληλοαναιρούνται και το μόριο εμφανίζεται ως δίπολο. Μάλιστα, καθώς η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ C και Η είναι πολύ μικρή, το μόριο είναι δίπολο λόγω της ισχυρής πόλωσης του δεσμού C = O.

Ε2.6. Α. Καθώς η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων C είναι μηδέν, τα κλασματικά φορτία που εξηγούν την μεγάλη διπολική ροπή της προπανόνης είναι στο άτομο C και στο άτομο O. Τα στοιχεία αυτά εμφανίζουν σημαντική διαφορά ηλεκτραρνητικότητας (το O είναι πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο από τον C), με αποτέλεσμα το θετικό φορτίο να είναι στον C και το αρνητικό στο O.

Ε2.7. Β. Οι δυνάμεις διασποράς εξηγούνται με τη θεωρία του στιγμιαίου διπόλου.

Ε2.8. Α. Το H_2O σχηματίζει διαμοριακά δεσμό υδρογόνου ενώ το H_2S σχηματίζει δυνάμεις διπόλου - διπόλου που είναι ασθενέστερες.

Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

Ε2.9. Α. Στα γραφένια δεν υπάρχουν πολωμένοι δεσμοί και δεν αναπτύσσονται επιμέρους διπολικές ροπές μεταξύ των ατόμων C. Έτσι, οι μοναδικές διαμοριακές δυνάμεις είναι οι δυνάμεις διασποράς (London).

Ε2.10. Β. Το μόριο Β του H_2O έχει το σωστό προσανατολισμό καθώς το άτομο του O (δ^-) είναι προς το θετικό πόλο.

Ε2.11. i. Α. Στην περίπτωση του μορίου του CHF_3 δεν υπάρχει δεσμός H−F οπότε διαμοριακά δεν εμφανίζεται δεσμός υδρογόνου, αλλά διπόλου - διπόλου.

ii. Α. Το μόριο της ένωσης αυτής δεν διαθέτει δεσμό H με F, O ή N αλλά μπορεί να λειτουργήσει ως δέκτης δεσμών υδρογόνου με μόρια H_2O.

Ε2.12. Γ. Πράγματι, η NH_3 σχηματίζει διαμοριακά δεσμούς υδρογόνου, ενώ η NCl_3 όχι. Για το λόγο αυτό θα έπρεπε η NH_3 να είχε υψηλότερο σημείο βρασμού. Παράλληλα, όμως, αναπτύσσονται και οι δυνάμεις διασποράς (London) οι οποίες είναι πολύ ισχυρότερες στη NCl_3 καθώς έχει πολύ μεγαλύτερη σχετική μοριακή μάζα. Φαίνεται, λοιπόν, ότι οι ισχύς των δυνάμεων διασποράς υπερκαλύπτει τον γενικά ισχυρότερο δεσμό υδρογόνου.

Ε2.13. Δ.

Ε2.14. Β. Η ροή <u>δεν</u> θα εμφανίσει καθόλου κλίση στην περίπτωση μη διπόλων μορίων ($CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$) στα οποία δεν αναπτύσσονται κλασματικά φορτία.

Ε2.15. Α. Τα μόρια του H_2O είναι δίπολα μόρια.

Ε2.16. Β. Μεταξύ των πολυμερικών αλυσίδων του Nylon 46 μπορούν να σχηματιστούν πολλοί δεσμοί υδρογόνου μέσω δεσμών C=O (όπου του O λειτουργεί ως δέκτης δεσμών υδρογόνου) και των δεσμών N − H (όπου το H λειτουργεί ως δότης δεσμών υδρογόνου και το N ως δέκτης δεσμών υδρογόνου). Οι δεσμοί αυτοί σταθεροποιούν την πολυμερική ίνα με αποτέλεσμα να μπορεί να αντέξει μεγάλες δυνάμεις χωρίς να σπάσει.

Ε2.17. Α. Σε όλες τις περιπτώσεις εκτός από δεσμούς υδρογόνου εμφανίζονται και δυνάμεις διασποράς η ισχύς των οποίων είναι μεγαλύτερη στα γραμμικά μόρια. Ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις, υψηλότερο σημείο βρασμού.

Ε2.18. Α. Ο CCl_4 είναι μη πολική ουσία και δεν διαλύεται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης.

Ε2.19. Α. Το ισομερές 2 είναι μη πολικό ($\mu = 0$) καθώς οι επιμέρους διπολικές ροπές από τους πολικούς δεσμούς C − Cl αλληλοαναιρούνται. Αντίθετα, στο ισομερές 1 οι επιμέρους διπολικές ροπές δεν αλληλοαναιρούνται και επομένως είναι πολική ένωση. Έτσι, το ισομερές 2 εμφανίζει διαμοριακά αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (London) και εμφανίζει σημαντικά μικρότερο σ.β., οπότε οι δύο ενώσεις μπορούν να διαχωριστούν με κλασματική απόσταξη.

Ε2.20. Α. Το καρβοξύλιο (−COOH) του παλμιτικού οξέος είναι πολικό τμήμα λόγω των πολικών δεσμών C − O και O − H που διαθέτει. Παράλληλα, σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού με αποτέλεσμα το τμήμα αυτό του μορίου να είναι προσανατολισμένο προς τα μόρια του νερού.

2.21. Γ. Το λεμονένιο είναι υδρογονάνθρακας και επομένως μη πολική ουσία. Επομένως, δεν θα πρέπει να διαλύεται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης.

Ε2.22. Α. Η μετατροπή είναι ενδόθερμο φαινόμενο ($\Delta H > 0$) και επομένως προσφέρεται ενέργεια στο σύστημα με τη μορφή θερμότητας. Η προσφερόμενη ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για τη διάσπαση των δεσμών υδρογόνου που παρουσιάζουν διαμοριακά τα μόρια του νερού στην υγρή φάση.

Ε2.23. Α. Η αιθανάλη αποτελείται από δίπολα μόρια και επομένως διαμοριακά εμφανίζει δυνάμεις διπόλου - διπόλου που είναι ισχυρότερες από τις δυνάμεις διασποράς (London) οι οποίες εμφανίζονται αποκλειστικά μεταξύ των μορίων του προπανίου. Επίσης, η αιθανάλη σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού μέσω του ηλεκτραρνητικού ατόμου O που διαθέτει. Έτσι, διαλύεται εύκολα στο νερό. Αντίθετα, το προπάνια αποτελείται από μη πολικά μόρια και δεν διαλύεται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης.

Ε2.24. α) Επιλογή 2. Η αμίνη αυτή είναι πρωτοταγής και διαθέτει μεγαλύτερη ευχέρεια δεσμών H με το μόρια του νερού καθόσον διαθέτει ένα άτομο N που λειτουργεί ως δέκτης δεσμών υδρογόνου και δύο άτομα H που λειτουργούν ως δότες δεσμών υδρογόνου. Παράλληλα, το μη πολικό τμήμα είναι μικρό και η ένωση είναι πολύ πολική οπότε διαλύεται καλύτερα στο νερό (τα όμοια διαλύουν όμοια).

β) Επιλογή 3. Γενικά, οι ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις αυξάνουν το σημείο βρασμού μιας ένωσης. Η αμίνη (Γ) είναι η μοναδική στην οποία δεν υπάρχει δυνατότητα διαμοριακά σχηματισμού δεσμού υδρογόνου καθώς δεν διαθέτει δεσμό N − H. Έτσι στην περίπτωση αυτή σχηματίζονται μόνο δυνάμεις διπόλου - διπόλου και δυνάμεις διασποράς. Καθώς οι δεσμοί υδρογόνου είναι σημαντικά ισχυρότεροι από τις δυνάμεις van der Waals, η αμίνη (Γ) θα παρουσιάζει το μικρότερο σημείο βρασμού.

Ε2.25. α) Τα αλκάνια είναι υδρογονάνθρακες που είναι γενικά μη πολικές ενώσεις και μεταξύ των μορίων τους εμφανίζονται αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (ή London).

β) Το αλκάνιο(Ι). Τα παραπάνω αλκάνια είναι ισομερείς ενώσεις και άρα διαθέτουν το ίδιο M_r. Επομένως, αυτό που καθορίζει το σημείο ζέσης θα είναι το σχήμα του μορίου. Όσο πιο διακλαδισμένο είναι το αλκάνιο τόσο η ισχύς των δυνάμεων διασποράς εξασθενεί με αποτέλεσμα το σημείο ζέσης να είναι μικρότερο.

Ε2.26. Α-α, Β-δ, Γ-γ, Δ-β.

Στην ένωση Α εμφανίζονται δυνάμεις διπόλου - διπόλου, ενώ στις τρεις άλλες ενώσεις εμφανίζεται δεσμός υδρογόνου, ο οποίος είναι ισχυρότερος. Έτσι, η ένωση Α έχει το μικρότερο σ.ζ. Στην ένωση Β ο δεσμός υδρογόνου είναι ισχυρότερος καθόσον το O είναι πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο από το N, οπότε θα έχει το υψηλότερο σ.ζ. Από τις άλλες δύο ενώσεις η Γ είναι γραμμικό μόριο και οι δυνάμεις διασποράς (London) που συνυπάρχουν είναι ισχυρότερες και επομένως έχει μεγαλύτερο σ.ζ. από την ένωση Δ που διαθέτει διακλάδωση.

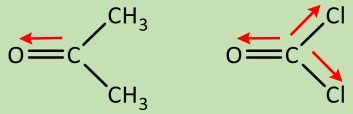
Ε2.27. α) Υδατοδιαλυτή.

β) Λόγω των πολλών −OH που διαθέτει το μόριο της βιταμίνης C σχηματίζει εύκολα πολλούς δεσμούς υδρογόνου με μόρια νερού και επομένως διαλύεται εύκολα σε αυτό.
Επίσης, λόγω των πολλών −OH που διαθέτει είναι πολική ένωση και διαλύεται εύκολα στο νερό που είναι πολικός διαλύτης (τα όμοια διαλύουν όμοια).

Ε2.28. α) Το LiH είναι ιοντική ένωση, καθώς το Li είναι μέταλλο (αλκάλιο) και το H αμέταλλο. Έτσι, στην ένωση αυτή εμφανίζονται αλληλεπιδράσεις ιόντος - ιόντος που είναι πολύ ισχυρές και το σημείο βρασμού της ένωσης είναι πολύ μεγάλο.
β) Το HF σχηματίζει διαμοριακά δεσμούς υδρογόνου που είναι οι ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις και διαθέτει το μεγαλύτερο σημείο βρασμού από όλα τα υδραλογόνα.
γ) Οι ενώσεις HCl, HBr, HI αποτελούνται από δίπολα μόρια και εμφανίζουν διαμοριακά δυνάμεις διπόλου - διπόλου. Παράλληλα, εμφανίζονται και δυνάμεις διασποράς οι οποίες αυξάνονται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας (M_r). Η σχετική μοριακή μάζα αυξάνεται με τη σειρά, HCl < HBr και επομένως με αυτή τη σειρά αυξάνονται και τα αντίστοιχα σημεία βρασμού.

Ε2.29. α) Επιλογή 2.
β) Στο μόριο Ι οι διπολικές ροπές που οφείλονται στους δεσμούς Pt – Cl είναι αντίθετες και αλληλοαναιρούνται. Επίσης, στο ίδιο μόριο οι διπολικές ροπές που οφείλονται στους δεσμούς Pt – N είναι επίσης αντίθετες και αλληλοαναιρούνται και έτσι το μόριο Ι δεν είναι δίπολο. Αντίθετα στο μόριο ΙΙ οι επιμέρους διπολικές ροπές δεν αλληλοαναιρούνται και το μόριο είναι δίπολο.

Ε2.30. α). Επιλογή 2.
β) Στο μόριο Β υπάρχει ένα μόνο ηλεκτραρνητικό άτομο (το O) το οποίο έλκει προς το μέρος του το αρνητικό φορτίο πολώνοντας ισχυρά το δεσμό C − O. Στο μόριο Γ υπάρχουν δύο άτομα Cl που είναι επίσης ηλεκτραρνητικά με αποτέλεσμα τη διάχυση του αρνητικού φορτίου και τελικά τη μείωση της διπολικής ροπής:



Το μόριο Α αντιστοιχεί σε υδρογονάνθρακα με πολύ μικρή διπολική ροπή ενώ στο μόριο Δ οι επιμέρους διπολικές ροπές από τους δεσμούς C − Cl αλληλοεξουδετερώνονται και η διπολική ροπή μηδενίζεται.

Ε2.31. Επιλογή Γ. Τα υδραλογόνα HCl, HBr και HI αποτελούνται από πολικά μόρια και διαμοριακά εμφανίζονται δυνάμεις διπόλου - διπόλου και δυνάμεις διασποράς. Η ισχύς των δυνάμεων διασποράς αυξάνεται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας των υδραλογόνων οπότε αυξάνεται και το σημείο βρασμού τους. Στο HF, όμως, εμφανίζονται δεσμός υδρογόνου ο οποίος είναι σημαντικά ισχυρότερος από τα προηγούμενα είδη αλληλεπιδράσεων οπότε το σημείο βρασμού του HF αυξάνεται θεαματικά αν και έχει τη μικρότερη σχετική μοριακή μάζα.

Ε2.32. α) Το CH_3CH_3 είναι υδρογονάνθρακας που είναι μη πολική ουσία και μεταξύ των μορίων τους εμφανίζονται αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (London) οι οποίες είναι οι πιο ασθενείς οπότε το σημείο ζέσης θα είναι το χαμηλότερο. Η HCH=O είναι πολική ουσία λόγω του δεσμού C=O και μεταξύ των μορίων της εμφανίζονται δυνάμεις διπόλου - διπόλου που είναι ισχυρότερες και το σ.ζ. υψηλότερο. Τέλος, στην περίπτωση της CH_3OH εμφανίζεται διαμοριακά δεσμός υδρογόνου που είναι ακόμη πιο ισχυρός και το σ.ζ. είναι το μεγαλύτερο.
β) i. Ως γενικός κανόνας ισχύει: «Τα όμοια διαλύουν όμοια», οπότε το CH_3CH_3 δεν διαλύεται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης. Αντίθετα η CH_3OH διαλύεται στο νερό καθώς σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του διαλύτη.
ii. Δεσμό υδρογόνου: HCH=**O ⋯ H – O** – H.

Ε2.33. Επιλογή Α, Οι ενώσεις αυτές δεν διαθέτουν άτομο Η που μπορεί να λειτουργήσει ως δότης δεσμού υδρογόνου (άτομο Η που ενώνεται με F, O ή N). Έτσι δεν μπορούν να σχηματίσουν διαμοριακά δεσμό υδρογόνου με άλλα ίδια μόρια. Μπορούν, όμως, να σχηματίσουν δεσμούς με υδογόνου με μόρια H_2O καθώς διαθέτουν άτομο οξυγόνου που λειτουργούν ως δέκτες δεσμών υδρογόνου (O ⋯ H−O−H).

Ε2.34. α) ICl: 97,4 °C, Br_2: 58,8 °C, Cl_2: −34 °C.
β) Η ένωση ICl είναι πολική και επομένως μεταξύ των μορίων της εμφανίζονται δυνάμεις διπόλου - διπόλου. Τα στοιχεία Cl_2 και Br_2 αποτελούνται από μη πολικά μόρια και μεταξύ των μορίων τους εμφανίζονται αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (ή London) οι οποίες είναι γενικά ασθενέστερες από τις διπόλου - διπόλου. Καθώς οι σχετικές μοριακές μάζες του ICl και του Br_2 είναι παρόμοιες το σημείο βρασμού του ICl θα είναι υψηλότερο από αυτό του Br_2. Επίσης, οι δυνάμεις διασποράς εξαρτώνται από τη σχετική μοριακή μάζα οπότε θα είναι ισχυρότερες στην περίπτωση του Br_2 σε σχέση με το Cl_2. Έτσι το σημείο βρασμού του Br_2 θα είναι υψηλότερο σε σχέση με το Cl_2.
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

Ε2.35. α) Επιλογή 1.
β) Το ναφθαλένιο είναι υδρογονάνθρακας και επομένως μη πολική ουσία. Οι ουσίες αυτές διαλύονται περισσότερο σε μη πολικούς διαλύτες καθόσον ισχύει ο κανόνας «τα όμοια διαλύουν όμοια. Από τους διαλύτες που δίνονται το εξάνιο είναι και αυτός υδρογονάνθρακας και επομένως μη πολική ουσία ενώ το νερό είναι πολική ουσία λόγω των επιμέρους διπολικών ροπών που οφείλονται στους δεσμούς O − H και οι οποίες δεν αλληλοεξουδετερώνονται. Η CH_3CH_2OH είναι λιγότερο πολική ουσία λόγω του CH_3CH_2− που είναι μη πολικό τμήμα. Πολύ λιγότερο πολική είναι η 1-εξανόλη λόγω του μεγαλύτερου αλκύλιου που διαθέτει.

Ε2.36. Επιλογή 1. Από την ηλεκτρονιακή δομή των δύο στοιχείων προκύπτει ότι ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικοί Πίνακα (16η) με το S να ανήκει στην 3η περίοδο και το Se να ανήκει στην 4η περίοδο. Σε μία ομάδα του περιοδικού πίνακα όσο κατεβαίνουμε προς μεγαλύτερη περίοδο η ατομική ακτίνα του στοιχείου αυξάνεται και ο δεσμός με το υδρογόνο εξασθενίζει με αποτέλεσμα η ισχύς του οξέος να αυξάνεται. Επίσης, προς την ίδια κατεύθυνση αυξάνεται και η σχετική ατομική μάζα των στοιχείων και επομένως αυξάνεται και η ισχύς των διαμοριακών δυνάμενων διασποράς ή London. Αν και τα μόρια είναι δίπολα και μεταξύ των μορίων τους εμφανίζονται δυνάμεις διπόλου - διπόλου ο καθοριστικός λόγος για την αύξηση του σημείου βρασμού στην περίπτωση αυτή είναι η αύξηση της ισχύος των δυνάμεων διασποράς.

Ε2.37. Επιλογή 1. Το N_2 και το CF_4 αποτελούνται από μη πολικά μόρια και μεταξύ των μορίων τους εμφανίζονται δυνάμεις διασποράς ή London, που είναι γενικά ασθενέστερες σε σχέση με τις δυνάμεις διπόλου - διπόλου. Μάλιστα, στο N_2 οι δυνάμεις διασποράς θα είναι ασθενέστερες καθώς έχει μικρότερο μέγεθος.

Ε2.38. α) Επιλογή Γ.
β) Οι ενώσεις CH_4, CH_3CH_3, $CH_3CH_2CH_3$, $CH_3CH_2CH_2CH_3$ είναι υδρογονάνθρακες και ως εκ τούτου είναι μη πολικές ενώσεις οπότε εμφανίζουν αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (London) οι οποίες είναι πολύ ασθενείς και αυξάνονται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας. Η ένωση CH_3CH_2OH εμφανίζει διαμοριακά δεσμούς υδρογόνου οι οποίοι είναι πολύ ισχυρότεροι με αποτέλεσμα το σημείο βρασμού να είναι το μεγαλύτερο.
Ε2.39. α) Επιλογή 1.
β) Η αιθανοθειόλη διαθέτει τον πολικό δεσμό S − H και μεταξύ των μορίων της σχηματίζει δυνάμεις διπόλου - διπόλου. Η 1-προπανόλη διαθέτει τον δεσμό O − H και μεταξύ των μορίων της σχηματίζει δεσμό υδρογόνου που είναι ισχυρότερος και επομένως η 1-προπανόλη έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού σε σχέση με την αιθανοθειόλη. Η ισχύς των δύο ενώσεων ως οξέα σχετίζεται με την ικανότητα διάσπασης του δεσμού S − H ή O − H. Τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η ευκολία απομάκρυνσης του H^+ σχετίζεται με την ατομική ακτίνα. Καθώς το S ανήκει σε επόμενη περίοδο θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το O και επομένως ο δεσμός S − H διασπάται πιο εύκολα, η απομάκρυνση του H^+ είναι ευχερέστερη και η ισχύς της αντίστοιχης ένωσης ως οξύ μεγαλύτερη.
Ε2.40. α) Το H_2O είναι πολική ουσία καθόσον οι επιμέρους διπολικές ροπές από τους πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς O − H δεν αλληλοαναιρούνται (το μόριο διαθέτει γωνιακή γεωμετρία). Αντίθετα, ο CCl_4 είναι μη πολική ουσία καθόσον οι επιμέρους διπολικές ροπές από τους 4 πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς C − Cl αλληλοαναιρούνται (το μόριο διαθέτει τετραεδρική γεωμετρία). Καθώς «τα όμοια διαλύουν όμοια» οι δύο διαλύτες δεν αναμιγνύονται. Το νερό είναι αποπάνω προφανώς γιατί έχει μικρότερη πυκνότητα (ρ) από τον CCl_4.
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz
β) Το $KMnO_4(s)$ είναι ιοντική ένωση και διαλύεται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης και όχι στον CCl_4 που είναι μη πολικός διαλύτης (τα ιόντα K^+ και MnO_4^- σχηματίζουν με το νερό δυνάμεις ιόντος - διπόλου μορίου). Λόγω του ιώδους χρώματος η υδατική στιβάδα φαίνεται έντονα χρωματισμένη.
γ) Το $I_2(s)$ είναι μη δίπολο μόριο και διαλύεται στον CCl_4 που είναι μη πολικός διαλύτης και όχι στο νερό που είναι πολικός διαλύτης (τα μόρια του I_2 σχηματίζουν με τον CCl_4 δυνάμεις διασποράς ή London). Λόγω του ιώδους χρώματος η στιβάδα του CCl_4 φαίνεται έντονα χρωματισμένη.
Ε2.41. α) i. Δεν είναι δίπολο μόριο καθώς οι διπολικές ροπές από τους επιμέρους δεσμούς αλληλοαναιρούνται.
ii. Γιατί έχει μεγαλύτερη σχετική μοριακή μάζα (και στις δύο περιπτώσεις εμφανίζονται δυνάμεις διασποράς ή London).
β) Ο P_4 είναι μη πολικό μόριο και διαλύεται στον CS_2 που είναι μη πολικός διαλύτης (τα όμοια διαλύουν όμοια).
Ε2.42. α) Επιλογή 4. Τα άτομα του Ne (ευγενές αέριο) είναι μη δίπολα και επομένως μεταξύ των ατόμων αναπτύσσονται οι ασθενείς δυνάμεις διασποράς ή London. Οι δυνάμεις αυτές στηρίζονται στη θεωρία του στιγμιαίου διπόλου ο σχηματισμός του οποίου συνεπάγεται τη δημιουργία επαγομένου διπόλου.
β) Το Ar έχει μεγαλύτερη σχετική ατομική μάζα και άρα μεταξύ των ατόμων του αναπτύσσονται ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς με αποτέλεσμα να παρουσιάζει μεγαλύτερο σημείο βρασμού από το Ne.
Ε2.43. α) Στο ζεύγος 3. Το H_2O είναι πολική ένωση καθώς οι δύο επιμέρους διπολικές ροπές από τους δεσμούς O − H δεν αλληλοαναιρούνται (το μόριο δεν είναι γραμμικό). Αντίθετα, ο τετραχλωράνθρακας (CCl_4) είναι μη πολικό μόριο και σχηματίζει τετράεδρο με αποτέλεσμα οι επιμέρους διπολικές ροπές από τους δεσμούς C − Cl να αλληλοαναιρούνται. Καθώς οι πολικές ενώσεις διαλύονται σε πολικούς διαλύτες τα δύο υγρά δεν αναμιγνύονται και σχηματίζουν δύο διακριτές στιβάδες.
β) Οι λιπαρές ουσίες δεν αναμιγνύονται με το νερό και για το λόγο αυτό είναι δύσκολη η απομάκρυνσή τους από τα υφάσματα. Αντίθετα, διαλύονται εύκολα στη βενζίνη που είναι μίγμα υδρογονανθράκων (μη πολικές ουσίες). Καθώς το όμοια διαλύουν όμοια η απομάκρυνση των λιπαρών ουσιών είναι εύκολη με τη χρήση βενζίνης.
Ε2.44. α) Τα υδραλογόνα είναι δίπολα μόρια και επομένως είναι πολικές ενώσεις. Έτσι, διαλύονται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης (τα όμοια διαλύουν όμοια).
β) HF < HCl < HBr < HI. Σε μία περίοδο του περιοδικού πίνακα καθοριστικό ρόλο παίζει η ατομική ακτίνα η οποία αυξάνεται προς τα κάτω σε μία ομάδα. Μάλιστα, όσο αυξάνεται η ατομική ακτίνα μειώνεται η ισχύς του δεσμού H – X, το κατιόν H^+ αποσπάται ευκολότερα και η ισχύς του οξέος αυξάνεται. Ισχυρά είναι τα οξέα: HCl, HBr, HI.
γ) Στα υδραλογόνα HCl, HBr και HI εμφανίζονται διαμοριακές δυνάμεις διπόλου - διπόλου και τα σημεία βρασμού αυξάνονται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας καθώς έτσι αυξάνεται η ισχύς των δυνάμεων διασποράς που συνοδεύουν τις ισχυρότερες δυνάμεις διπόλου - διπόλου. Έτσι, τα σημεία βρασμού στα υδραλογόνα αυτά αυξάνονται με τη σειρά HCl, HBr, HI. Στο υδροφθόριο, όμως, εμφανίζονται δεσμοί υδρογόνου που είναι πολύ ισχυρότεροι από τις δυνάμεις διπόλου - διπόλου (και από τις δυνάμεις διασποράς), οπότε στην ένωση αυτή το σημείο βρασμού είναι κατά πολύ μεγαλύτερο αν και έχει τη μικρότερη σχετική μοριακή μάζα.
Ε2.45. α) Το I_2 και το πεντάνιο είναι μη πολικές ενώσεις και διαλύονται καλύτερα στον CCl_4 που είναι μη πολικός διαλύτης. Αντίθετα, το KNO_3 είναι ιοντική ένωση: $K^+NO_3^-$ και διαλύεται καλύτερα στο νερό σχηματίζοντας εφυδατωμένα ιόντα. Επίσης, η CH_3OH και η NH_3 είναι πολικές ενώσεις και διαλύονται καλύτερα στο νερό. Μάλιστα, η CH_3OH και η NH_3 σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού.
β) Το KNO_3 (ιοντική ένωση).
Ε2.46. Α. Το διάλυμα στον ασκό 1 είναι υπερτονικό σε σχέση με το διάλυμα της φιάλης ενώ στον ασκό 2 υποτονικό.
Ε2.47. Γ. Το διάλυμα Α είναι το υπερτονικό διάλυμα και η ροή των μορίων νερού είναι από το υποτονικό προς το υπερτονικό με αποτέλεσμα το διάλυμα Α να αραιώνεται και η στάθμη του να ανεβαίνει.
Ε2.48. Γ. Σύμφωνα με το νόμο της ωσμωτικής πίεσης (νόμος van't Hoff) ισχύει: $\Pi = c \cdot R \cdot T$. Καθώς η συγκέντρωση των δύο διαλυμάτων είναι η ίδια, για να έχει το διάλυμα Δ1 μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία.
Ε2.49. Α. Το διάλυμα Ι περιέχει 0,8 mol Α και 0,4 mol Β, συνολικά 1,2 mol. Το διάλυμα ΙΙ περιέχει 0,4 mol Α και 0,8 mol Β, συνολικά 1,2 mol και επομένως έχουν την ίδια συγκέντρωση στην ίδια θερμοκρασία. Καθώς η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα, από το νόμο της ωσμωτικής πίεσης προκύπτει

ότι τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια ωσμωτική πίεση και επομένως είναι ισοτονικά.

Ε2.50. Β. Μετά την απομάκρυνση από τη συσκευή της επιπλέον ποσότητα διαλύματος φρουκτόζης, το διάλυμα αυτό εξακολουθεί να είναι υπερτονικό σε σχέση με τον καθαρό διαλύτη.

Ε2.51. Γ. Για να παραμείνει ισοτονικό θα πρέπει να αραιωθεί με το διάλυμα γλυκόζης 5% w/v.

Ε2.52. α) Επιλογή ii.

β) Το διάλυμα $CaCl_2$ επέρχεται διάσταση σε Ca^{2+} και $2Cl^-$ και η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων είναι 3 Μ. Έτσι, καθώς η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα, το διάλυμα $CaCl_2$ είναι υπερτονικό σε σχέση με το διάλυμα της γλυκόζης που σχηματίζει μοριακό διάλυμα. Ως αποτέλεσμα, η ροή του νερού θα είναι προς το διάλυμα $CaCl_2$ και η στάθμη του θα ανέβει.

Ε2.53. Α. Το διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 0,15 Μ διίσταται σε Na^+ (0,15 Μ) και Cl^- (0,15 Μ) οπότε είναι υπερτονικό σε σχέση με το κυτταρόπλασμα.

Ε2.54. α) Επιλογή 1.

β) Το διάλυμα της γλυκόζης έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση καθώς η γλυκόζη έχει μικρότερη σχετική μοριακή μάζα (λιγότερα άτομα C, H και O) και άρα θα έχει τη μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση. Δηλαδή: $M_r(C_6H_{12}O_6) < M_r(C_{12}H_{22}O_{11})$ και επομένως $c_A > c_B$.

Ε2.55. α) Επιλογή 1.

β) Λόγω του φαινομένου της ώσμωσης το νερό θα εισέρχεται μέσω της ημιπερατής μεμβράνης από το διάλυμα στις σταφίδες με αποτέλεσμα τη διόγκωσή τους. Μάλιστα, καθώς όσο νερό εισέρχεται στις σταφίδες τόσο απομακρύνεται από το καθαρό νερό, η στάθμη του νερού θα παραμένει σταθερή.

Ε2.56. α) Επιλογή 3.

β) Από τη σύγκριση των τελικών καταστάσεων στα δύο πειράματα προκύπτει ότι η ωσμωτική πίεση είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση του διαλύματος Α. Η ωσμωτική πίεση δίνεται από τη σχέση: $\Pi = c \cdot R \cdot T$ και επομένως, το διάλυμα Α θα έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σχέση με το διάλυμα Β: $c_A > c_B$

Για το διάλυμα Α(aq):

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται π g ένωσης Α

1000 mL (= 1 L) 10π g ένωσης Α

Η ποσότητα (σε mol) που αντιστοιχεί στα 10π της Α είναι:

$$n_A = \frac{10\pi}{M_r(A)}$$

Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε 1 L διαλύματος και επομένως:

$$c_A = \frac{10\pi}{M_r(A)}$$

Με όμοιο τρόπο προκύπτει: $c_B = \frac{10\pi}{M_r(B)}$

Ισχύει: $\frac{10\pi}{M_r(A)} > \frac{10\pi}{M_r(A)}$

Επομένως: $M_r(A) < M_r(B)$.

Ε2.57. α) Επιλογή iii.

β) Η συγκέντρωση του διαλύματος Δ1 είναι: $c_1 = 10x/60 = (x/6)$ Μ. Η συγκέντρωση του διαλύματος Δ2 είναι: $c_2 = 30x/180 = (x/6)$ Μ και ισχύει: $c_1 = c_2$. Για τις ωσμωτικές πιέσεις των δύο διαλυμάτων ισχύουν:

$\Pi_1 = c_1 \cdot R \cdot 327$ (1) και $\Pi_2 = c_2 \cdot R \cdot 300$ (2)

Από τις σχέσεις αυτές προκύπτει: $\Pi_1 > \Pi_2$.

Ε2.58. Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του διαλύματος της γλυκόζης.

Στα 100 mL διαλύματος 5,4 g $C_6H_{12}O_6$

Στα 1000 mL 54 g

$n = 54/180 = 0,3$ mol

Άρα $c = 0,3$ Μ.

Το διάλυμα NaCl είναι ιοντικό. Έστω c' η συγκέντρωσή του.

(Μ) $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

c' c' c'

Η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων σωματιδίων είναι $2c'$. Καθώς η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα θα πρέπει να ισχύει:

$2c' = 0,3 \Rightarrow c' = 0,15$ Μ

Σε 1000 mL διαλύματος υπάρχουν 0,15 mol NaCl

100 mL x = 0,015 mol

$m = 0,015 \cdot 58,5 \approx 0,9$ g

Άρα, $\pi = 0,9$.

Ε2.59. Υπολογίζουμε τη σχετική μοριακή μάζα της μεταλδεΰδης, ωσμωμετρικά, θεωρώντας 100 mL από το διάλυμα:

$$M_r = \frac{m \cdot R \cdot T}{\Pi \cdot V} = \frac{1,76 \cdot 25}{2,5 \cdot 0,1} = 176$$

$(CH_3CHO)_x$: $M_r = 44x = 176$, x = 4.

Ε2.60. α) Από τη σχέση της ωσμωμετρίας, προκύπτει:

$$M_r = \frac{m \cdot R \cdot T}{\Pi \cdot V} = \frac{4,14 \cdot 25}{1 \cdot 0,25} = 414$$

β) Η ποσότητα του Γ είναι 4,14/414 = 0,01 mol και επομένως:

(mol) λΑ(aq) + Β(aq) → Γ(aq) + λH_2O,

λ·0,01 0,01 0,01 0,01·λ

Η μάζα των αντιδρώντων είναι: $m_\alpha = \lambda \cdot 0,01 \cdot 180 + 0,01 \cdot 90$.

Η μάζα των προϊόντων είναι: $m_\pi = 0,01 \cdot M_r(\Gamma) + \lambda \cdot 0,01 \cdot 18$.

Σε μία αντίδραση ισχύει, γενικά, ότι η μάζα των αντιδρώντων είναι ίση με τη μάζα των προϊόντων, οπότε:

$\lambda \cdot 0,01 \cdot 180 + 0,01 \cdot 90 = 0,01 \cdot M_r(\Gamma) + \lambda \cdot 0,01 \cdot 18$, λ = 2.

Ε2.61. Από το νόμο της ωσμωτικής πίεσης για το πρώτο και το δεύτερο διάλυμα προκύπτουν οι σχέσεις:

$\Pi_1 \cdot V = n_1 \cdot R \cdot T$ και $\Pi_2 \cdot V = n_2 \cdot R \cdot T$

Για το τελικό διάλυμα και καθώς η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα, ισχύει: $\Pi \cdot 2V = (n_1 + n_2) \cdot R \cdot T$

Από τις 3 παραπάνω σχέσεις προκύπτει τελικά:

$\Pi = (\Pi_1 + \Pi_2)/2 = (4 + 10)/2 = 7$ atm.

Ε2.62. Έστω x mol της δραστικής ουσίας και y mol της γλυκόζης στο δείγμα του φαρμακευτικού προϊόντος.

Ισχύει: $540x + 180y = 1,08 \Rightarrow 3x + y = 6 \cdot 10^{-3}$ (1).

Επίσης, από το νόμο της ωσμωτικής πίεσης, ισχύει:

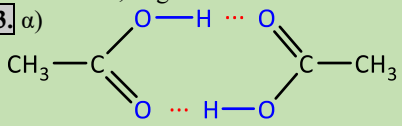
$\Pi \cdot V = (x + y) \cdot R \cdot T \Rightarrow x + y = 0,1/25 = 4 \cdot 10^{-3}$ (2).

Από τις σχέσεις (1) και (2): $x = 10^{-3}$ mol.

Επομένως, η μάζα της δραστικής ουσίας στο δείγμα του φαρμακευτικού προϊόντος θα είναι:

$m = 10^{-3} \cdot 540 = 0,54$ g

Ε2.63. α)



β) CH_3COOH ($M_r = 60$): $n = 2,4/60 = 0,04$ mol.

(mol) $2CH_3COOH \rightleftharpoons (CH_3COOH)_2$

0,04 –

–2x x

0,04 – 2x x

$n_{ολ}$ = 0,04 − 2x + x = (0,04 − x) mol.
Καθώς η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα ισχύει:
$Π·V = n·R·T = (0,04 − x)·R·T$
7,38·0,1 = (0,04 − x)·0,082·300, x = 0,01 mol.
Στην ισορροπία συνυπάρχουν 0,02 mol CH_3COOH και 0,01 mol $(CH_3COOH)_2$.
$[CH_3COOH] = 0,02/0,1 = 0,2$ M
$[(CH_3COOH)_2] = 0,01/0,2 = 0,1$ M
$α = 2x/0,04 = 0,5$ (50%).
$K_c = [(CH_3COOH)_2]/[CH_3COOH]^2 = 0,1/0,2^2 = 2,5$.
γ) Έστω V ο όγκος του νέου διαλύματος.

(mol)	$2CH_3COOH$	⇌	$(CH_3COOH)_2$
	0,04		–
	−2y		y
	0,04 – 2y		y

Ισχύει: $α' = 2y/0,04 = 0,4$, 2y = 0,016, y = 0,008 mol.
Άρα στη νέα ισορροπία θα συνυπάρχουν 0,024 mol CH_3COOH και 0,008 mol $(CH_3COOH)_2$.
$[CH_3COOH] = 0,024/V$, $[(CH_3COOH)_2] = 0,008/V$.
$K_c = 2,5 = [(CH_3COOH)_2]/[CH_3COOH]^2$,
$2,5 = 8·10^{-3}·V/0,024^2$, $V = 0,18$ L = 180 mL.
Επομένως προστέθηκαν επιπλέον 180 − 100 = 80 mL διαλύτη.

Ε2.64. α) Το φαινόμενο της ώσμωσης εκδηλώνεται από το υποτονικό διάλυμα προς το υπερτονικό, άρα από το διαμέρισμα ΙΙ στο διαμέρισμα Ι.
β) Έστω V_1 και V_2 οι όγκοι των δύο διαλυμάτων μετά την εξίσωση των συγκεντρώσεων (c η κοινή συγκέντρωση).
$V_1 + V_2 = 1$ (1)
Για τη γλυκόζη: $n_{αρχ} = n_{τελ}$ και άρα: $1,2·0,5 = c·V_1$ (2)
Για τη σακχαρόζη: $n_{αρχ} = n_{τελ}$ και άρα: $0,8·0,5 = c·V_2$ (3)
Από τις εξισώσεις (2) και (3) προκύπτει:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{2} \quad (4)$$

Από τις εξισώσεις (1) και (4): V_1 = 600 mL και V_2 = 400 mL.
γ) Από τη σχέση (2) προκύπτει ότι η κοινή συγκέντρωση των δύο διαλυμάτων θα είναι: c = 1 M. Μετά το πέρας της υδρόλυσης της σακχαρόζης το διάλυμα θα περιέχει: [Γ] = 1 M και [Φ] = 1 M (συνολική συγκέντρωση 2 M). Έτσι, το διάλυμα αυτό θα είναι υπερτονικό σε σχέση με το διάλυμα στο διαμέρισμα Ι και η ροή του νερού θα είναι τώρα από το διαμέρισμα Ι προς το διαμέρισμα ΙΙ με στόχο πάλι την εξίσωση των συγκεντρώσεων και τα διαλύματα να γίνουν ισοτονικά. Έστω V_1' και V_2' οι όγκοι στα διαμερίσματα Ι και ΙΙ, αντίστοιχα. Ισχύει:
$V_1' + V_2' = 1$ (5)
Στο διαμέρισμα Ι υπάρχουν 0,6 mol γλυκόζης σε συγκέντρωση $0,6/V_1'$, ενώ η συνολική συγκέντρωση των δύο διαλυμένων ουσιών στο διαμέρισμα ΙΙ θα είναι: $(0,4 + 0,4)/V_2' = 0,8/V_2'$. Έτσι, θα πρέπει: $0,6/V_1' = 0,8/V_2'$, $4V_1' = 3·V_2'$ (6). Από τις σχέσεις (5) και (6): $V_1' = 3/7$ L, $V_2' = 4/7$ L.

Ε2.65. Με τη διάσπαση της ουσίας Α στο διαμέρισμα ΙΙ η συνολική συγκέντρωση σε όλες τις διαλυμένες ουσίες θα αυξηθεί και το διάλυμα θα γίνει υπερτονικό σε σχέση με το διάλυμα της γλυκόζης. Ως αποτέλεσμα, ο όγκος του διαλύματος στο διαμέρισμα ΙΙ θα αυξηθεί και στο διαμέρισμα Ι θα μειωθεί. Σε κάθε περίπτωση θα ισχύει: $V_1 + V_2 = 2$ (1). Όταν αποκατασταθεί ισορροπία (και το φαινόμενο της ώσμωσης έχει σταματήσει) στο διαμέρισμα ΙΙ θα συνυπάρχουν από 0,3 mol για κάθε συστατικό και θα ισχύει: $0,6/V_1 = 0,9/V_2$ (2). Από τη λύση του συστήματος των εξισώσεων (1) και (2): V_2 = 1,2 L. Τέλος, από την έκφραση της σταθεράς ισορροπίας, προκύπτει: K_c = 0,25.

Ε2.66. Οι αρχικές ποσότητες των διαλυμένων ουσιών στα διαμερίσματα από αριστερά προς τα δεξιά είναι: $n_1 = 0,2·0,4 = 0,08$ mol, $n_2 = 0,3·0,4 = 0,12$ mol και $n_3 = 0,5·0,4 = 0,2$ mol. Στην κατάσταση ισορροπίας τα τρία διαλύματα θα είναι ισοτονικά και επομένως θα έχουν την ίδια συγκέντρωση:
$0,08/V_1 = 0,12/V_2 = 0,2/V_3$
Επίσης θα ισχύει: $V_1 + V_2 + V_3 = 1,2$ (L)
Από τις παραπάνω σχέσεις, προκύπτουν:
$V_1 = 0,24$ L, $V_2 = 0,36$ L, $V_3 = 0,6$ L.

Ε2.67. $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

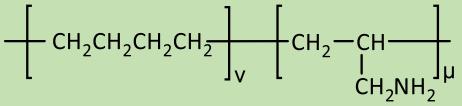
	0,009 – x	x	x

$[H_3O^+] = [A^-] = x$
$[HA] = 0,009 – x$.
$Π = (0,009 + x)·R·T$, 0,009 + x = $Π/R·T$ = 0,246/24,6 = 0,01 M, x = 0,001 M.
$K_a = (10^{-3})^2/8·10^{-3} = 1,25·10^{-4}$.

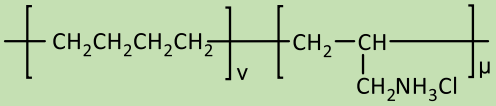
Ε2.68. α) Από τη σχέση της ωσμωμετρίας:

$$M_r = \frac{m·R·T}{Π·V} = \frac{53,8·0,082·300}{0,082·0,3} = 53.800$$

β) Με πλήρη υδρογόνωση προκύπτει το συμπολυμερές:



Με την εξουδετέρωση του συμπολυμερούς προκύπτει:



Συμπολυμερές Α: $n = 5,38/53.800 = 10^{-4}$ mol
HCl: n = 0,02 mol
Ισχύει: $10^{-4}·μ = 0,02 ⇒ μ = 200$.
Επίσης για το συμπολυμερές Α:
$M_r = 54ν + 53μ = 53.800 ⇒ ν = 800$
Η μάζα του H_2 που καταναλώθηκε είναι:
$(ν + 2μ)·10^{-4}·2 = 2400·10^{-4} = 0,24$ g

Ε2.69. α) Στο μόριο της α-CD εμφανίζεται μεγάλος αριθμός −OH τα οποία μπορούν να σχηματίσουν δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του H_2O διευκολύνοντας έτσι τη διάλυση.
β) i. Από τη σχέση της ωσμωμετρίας έχουμε:

$$M_r = \frac{m·R·T}{Π·V} = \frac{48,5·25}{2,5·0,5} = 970$$

ii. $(C_6H_{10}O_5)_ν$: (12·6 + 10 + 16·5)·ν = 970, ν = 5,99 και επειδή είναι ακέραιος αριθμός θα ισχύει τελικά ν = 6.

Ε2.70. α) Είναι πολικοί δεσμοί (το F είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το Β). $B^{δ+} – F^{δ-}$.
β) i. Είναι μη δίπολο γιατί οι επιμέρους διπολικές ροπές αλληλοαναιρούνται. ii. Δυνάμεις διασποράς ή London καθώς τα μόρια είναι μη δίπολα. Οι δυνάμεις αυτές είναι μικρής ισχύος διαμοριακές δυνάμεις και επομένως η ένωση έχει μικρό σημείο βρασμού. Επίσης, έχει σχετικά μικρή σχετική μοριακή μάζα.
γ) sp^2 - p.

Ε2.71. α) Από τη σχέση της ωσμωμετρίας, έχουμε:

$$M_r = \frac{m·R·T}{Π·V} = \frac{0,1·0,082·300}{0,1·0,05} = 492$$

Ισχύει: 23·12 + 12x + 24 + 2x + 70 + 80 = 492, x = 3.

β) i. Δύο άτομα Η, της καρβοξυλομάδας και του υδροξυλίου.
ii. Τα 5 άτομα Ο.

Ε2.72. α) Επιλογή Γ. Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης ο συνολικός αριθμός mol των διαλυμένων ουσιών μειώνεται.

(mol) $2A \rightleftharpoons A_2$
x –
−2y y
x − 2y y $n_{ολ} = x - y < x$ (1)

Ισχύει: $x - 2y > 0 \Rightarrow x > 2y \Rightarrow y < x/2$. Επομένως, $n_{ολ} > x/2$.
Η ωσμωτική πίεση του διαλύματος μειώνεται κατά τη διάρκεια της αντίδρασης.
$\Pi_{αρχ} \cdot V = x \cdot R \cdot T$
$\Pi_{ΧΙ} \cdot V = (x - y) \cdot R \cdot T > (x/2) \cdot R \cdot T > \Pi_{αρχ}/2$
Έτσι, στην κατάσταση της ισορροπίας η ωσμωτική πίεση θα είναι μεγαλύτερη από το μισό της αρχικής ωσμωτικής πίεσης.
β) Ισχύει: $2y/x = 0,5$ και επομένως $2y = 0,5x$, $x = 4y$.
$\Pi_1 \cdot V = x \cdot R \cdot T$
Καθώς η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα:
$\Pi_2 \cdot V = (x - y) \cdot R \cdot T = 0,75x \cdot R \cdot T \Rightarrow \Pi_1/\Pi_2 = 4/3$

Ε2.73. Το διάγραμμα Α.

(M) Φ(aq) $\rightleftharpoons$ Γ((aq)
c –
−y y
$c - y$ y $c_{ολ} = (c - y) + y = c$

Η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα. Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων ουσιών δεν μεταβάλλεται, οπότε η ωσμωτική πίεση του διαλύματος μένει σταθερή.

Ε3. ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ: ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑ

Ε3.1. Α. Αν $x < 0$ η αντίδραση θα είναι εξώθερμη και επομένως τα προϊόντα έχουν μικρότερη ενθαλπία από τα αντιδρώντα.

Ε3.2. Δ. Καθώς η μετατροπή είναι ενδόθερμη θα απορροφηθεί θερμότητα και η θερμοκρασία του διαλύματος θα μειωθεί.

Ε3.3. Γ. Το $H_2O(\ell)$ απορροφά θερμότητα από το δέρμα για τη μετατροπή του σε $H_2O(g)$ και προκαλεί την αίσθηση δροσιάς.

Ε3.4. Β. Σύμφωνα με την 1η θερμοχημική εξίσωση εκλύονται 394x kJ ενώ σύμφωνα με τη 2η απορροφώνται 394x kJ οπότε δεν εμφανίζεται θερμική μεταβολή.

Ε3.5. Δ. Η αντίδραση καύσης είναι εξώθερμη αντίδραση.

Ε3.6. Α. Αν x (σε $kJ \cdot mol^{-1}$) η ενθαλπία σχηματισμού του FeO θα ισχύει: $-564 = 2 \cdot (-826) - 4x$, $x = -272$.

Ε3.7. Β. Δες τη θεωρία.

Ε3.8. Δ.

Ε3.9. Α. Με βάση το νόμο του Hess για τη μετατροπή W→Y ισχύει: $\Delta H = -50 - 86 = -136$ kJ. Για την ίδια μετατροπή W→Y ισχύει: $\Delta H = -210 + \Delta H(Z \rightarrow Y) = -136$. Επομένως: $\Delta H(Z \rightarrow Y) = +74$ kJ. Νόμος Lavoisier - Laplace: $\Delta H(Y \rightarrow Z) = -74$ kJ

Ε3.10. Γ. $N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2NO(g) + O_2(g)$, $\Delta H^o = 180$ kJ και επομένως (απλοποίηση ενός O_2):
$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$, $\Delta H^o = 180$ kJ
Επομένως: $\Delta H^o_f(NO) = 90\ kJ \cdot mol^{-1}$.

Ε3.11. Δ. Η καύση του CH_4 αποδίδεται από την εξίσωση:
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ και επομένως:
$\Delta H^o_c(CH_4) = 2\Delta H^o_f(H_2O) + \Delta H^o_f(CO_2) - \Delta H^o_f(CH_4)$.

Ε3.12. Α. Οι δύο μετατροπές αντιστοιχούν στην ίδια εξίσωση.

Ε3.13. Γ. Η μετατροπή του $H_2O(g) \rightarrow H_2O(\ell)$ και είναι εξώθερμο φαινόμενο καθώς η ενθαλπία των υδρατμών είναι μεγαλύτερη από την ενθαλπία του $H_2O(\ell)$ (η αντίστροφη μετατροπή είναι ενδόθερμη καθώς απαιτείται ενέργεια για τη διάσπαση των διαμοριακών δεσμών υδρογόνου).

Ε3.14. Γ. Η ενθαλπία μιας αντίδρασης εξαρτάται από τη φύση των αντιδρώντων (εδώ ο C(s) μπορεί να είναι με τη μορφή γραφίτη ή διαμαντιού) καθώς και από τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

Ε3.15. Δ. Δες τη διατύπωση του νόμου (ή της αρχής) του Lavoisier - Laplace

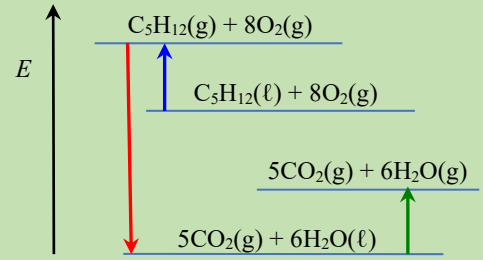
Ε3.16. Α. Η πρότυπη μορφή ενός στοιχείου είναι η πιο σταθερή μορφή του στοιχείου και διαθέτει το μικρότερο ενεργειακό περιεχόμενο. Κάθε μετατροπή της μορφής του στοιχείου σε άλλη μορφή είναι ενδόθερμη μετατροπή ($\Delta H > 0$).

Ε3.17. Γ. Η αντίδραση επιταχύνεται με την επίδραση της ακτινοβολίας. Παράλληλα είναι εξώθερμη οπότε η πίεση αυξάνεται καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία στο σωλήνα.

Ε3.18. Όλες είναι σωστές.

Ε3.19. Αφήνουμε την 1η εξίσωση ως έχει, αντιστρέφουμε τη 2η και αφήνουμε την 3η ως έχει:
$C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(\ell)$, $\Delta H_1 = -1500$ kJ
$2CO_2(g) + 3H_2O(\ell) \rightarrow C_2H_6(g) + (7/2)O_2(g)$, $\Delta H_2 = 1560$ kJ
$H_2(g) + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O(\ell)$, $\Delta H_3 = -260$ kJ
Αθροίζοντας τις τρεις θερμοχημικές εξισώσεις και εφαρμόζοντας τους νόμους της Θερμοχημείας (νόμος Lavoisier - Laplace, νόμος του Hess), έχουμε:
$C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$, ΔH
$\Delta H = -1500 + 1560 - 260 = -200$ kJ.

Ε3.20. Επιλογή Δ.

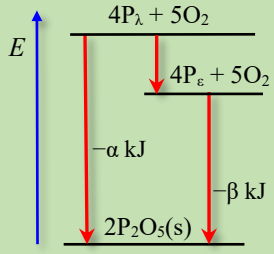


Ε3.21. Γ. Το ποσό θερμότητας που παράχθηκε αντιστοιχεί στην αντίδραση 0,02 mol NaOH και 0,02 mol HCl. Άρα αντέδρασε όλη η ποσότητα του NaOH ενώ το HCl μπορεί να είναι σε στοιχειομετρική αναλογία ή σε περίσσεια.

Ε3.22. α) Και οι δύο είναι θετικές καθώς απαιτείται θερμότητα για κάθε μία από τις μετατροπές αυτές.
β) Η ΔH^o_1 γιατί εμφανίζονται στην περίπτωση αυτή οι ισχυρότερες διαμοριακές αλληλεπιδράσεις.

Ε3.23. α) Συμβαίνει και στις δύο περιπτώσεις η ίδια αντίδραση:
$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$, $\Delta H = -57$ kJ.
β) $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$.
$2H^+ + 2OH^- \rightarrow 2H_2O$, $\Delta H = -114$ kJ.
γ) Το HCN είναι ασθενές οξύ και μαζί με την εξουδετέρωση που είναι εξώθερμη αντίδραση συμβαίνει και ο ιοντισμός του HCN που είναι ενδόθερμο φαινόμενο.

Ε3.24. Με βάση τα δεδομένα έχουμε το διάγραμμα που ακολουθεί (α > β):



Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει ότι η μετατροπή $P_λ$ σε $P_ε$ είναι εξώθερμο φαινόμενο.
Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουμε και με εφαρμογή του νόμου του Hess:
$4P_λ + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5(s)$, $\Delta H = -α$ (kJ)
$4P_ε + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5(s)$, $\Delta H = -β$ (kJ)
Από τις δύο αυτές θερμοχημικές εξισώσεις προκύπτει ότι η ενθαλπία της μετατροπής, $P_λ \rightarrow P_ε$ είναι: $\Delta H = -(α - β)/4 < 0$ (εξώθερμο φαινόμενο). Ο $P_ε$ έχει τη μικρότερη ενθαλπία και επομένως είναι η πιο σταθερή μορφή θερμοδυναμικά.

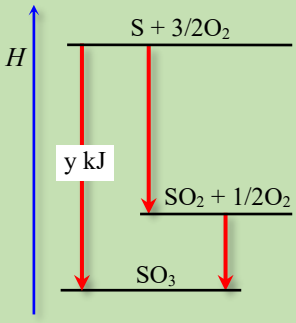
Ε3.25. α) Εξώθερμη. Οι αντιδράσεις καύσης είναι εξώθερμες αντιδράσεις καθώς ελευθερώνουν θερμότητα στο περιβάλλον.
β) Εξώθερμη. Η αντίστροφη μετατροπή είναι ενδόθερμη καθώς απαιτείται ενέργεια για τη διάσπαση των διαμοριακών δυνάμεων.
γ) Ενδόθερμη. Η μετατροπή αντιστοιχεί στον 1ο ιοντισμό του ατόμου που απαιτεί ενέργεια για την πραγματοποίησή της.
δ) Ενδόθερμη. Η εξίσωση περιγράφει τον ιοντισμό του ασθενούς οξέος που θεωρείται ενδόθερμο φαινόμενο.
ε) Εξώθερμη. Πρόκειται για αντίδραση εξουδετέρωσης που είναι εξώθερμο φαινόμενο.

Ε3.26. α) Επιλογή iii.
β) Γράφουμε τη θερμοχημική εξίσωση καύσης.
$C_3H_x + (3+x/4)O_2 \rightarrow 3CO_2 + (x/2)H_2O$, $\Delta H = -2060$ kJ
Θα ισχύει: $-2060 = 3\cdot(-394) + (x/2)\cdot(-286) - 20$
Από την επίλυση της εξίσωσης, προκύπτει: x = 6 (C_3H_6).

Ε3.27. −2960 kJ. Με εφαρμογή του αξιώματος της αρχικής και τελικής κατάστασης και του νόμου Lavoisier - Laplace.

Ε3.28. Για την ανάμιξη των διαλυμάτων Υ1 και Υ2, έχουμε:
$n(HNO_3) = 0{,}01\cdot0{,}1 = 10^{-3}$ mol, $n(NaOH) = 10^{-3}$ mol.
(mol) $HNO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + H_2O$, ΔH_1
10^{-3} 10^{-3}
Το ποσό θερμότητας που εκλύεται στην περίπτωση αυτή είναι: $Q_1 = 10^{-3}\cdot(-\Delta H_1)$ όπου ΔH η ενθαλπία της αντίδρασης της εξουδετέρωσης. Για την ανάμιξη των Υ3 και Υ4, έχουμε:
$n(HCl) = 0{,}01\cdot0{,}1 = 10^{-3}$ mol και $n(KOH) = 10^{-3}$ mol.
(mol) $HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$, ΔH_2
10^{-3} 10^{-3}
$Q_2 = 10^{-3}\cdot(-\Delta H_2)$
Για την ανάμιξη των διαλυμάτων Υ5 και Υ6, έχουμε:
$n(CH_3COOH) = 0{,}01\cdot0{,}1 = 10^{-3}$ mol και $n(KOH) = 10^{-3}$ mol.
(mol) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$, ΔH_3
10^{-3} 10^{-3}
$Q_3 = 10^{-3}\cdot(-\Delta H_3)$.
Στην εξουδετέρωση των ισχυρών οξέων με τις ισχυρές βάσεις τα οξέα αλλά και οι βάσεις βρίσκονται εξ' ολοκλήρου με τη μορφή των ιόντων τους και το φαινόμενο της εξουδετέρωσης σχετίζεται μόνο με την αντίδραση:
$H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(\ell)$
Για τις περιπτώσεις α και β ισχύει: $\Delta H_1 = \Delta H_2$ και άρα: $Q_1 = Q_2$. Στην περίπτωση του ασθενούς οξέος το οξύ απαντάται κυρίως με τη μορφή των μορίων και επομένως η εξουδετέρωση περιλαμβάνει και τον ιοντισμό του που είναι ενδόθερμο φαινόμενο ($\Delta H > 0$). Με άλλα λόγια, μέρος της εκλυόμενης θερμότητας χρησιμοποιείται για τον ιοντισμό του ασθενούς οξέος και το εκλυόμενο ποσό θερμότητας θα είναι μικρότερο: $Q_3 < Q_1$.

Ε3.29. α) y = −397.
β)



Σύμφωνα με το νόμο του Hess ισχύει: y = x + z = −397 kJ.

Ε3.30. α) Επιλογή 2.
β) Με βάση το θερμοχημικό κύκλο ισχύει:
$\Delta H_1 = \Delta H_2 + \Delta H_3$, $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 > 0$.

Ε3.31. α) $CH_3CH_2CH{=}CH_2 + 6O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4H_2O$, $\Delta H^o_c(1) = -2686$ kJ
$CH_3CH{=}CHCH_3 + 6O_2 \rightarrow 4CO_2 + 4H_2O$, $\Delta H^o_c(2) = -2675$ kJ
Εφαρμόζοντας τους νόμους της θερμοχημείας:
$CH_3CH{=}CHCH_3 \rightarrow CH_3CH_2CH{=}CH_2$, $\Delta H = +2686 - 2675 = 11$ kJ
β) Το 2-βουτένιο έχει μικρότερη ενθαλπία και επομένως είναι θερμοδυναμικά πιο σταθερό.

Ε3.32. α) Όταν σχηματίζονται 2 mol $ICl_x(s)$ από τα συστατικά του στοιχεία εκλύονται 176 kJ σε πρότυπες συνθήκες και επομένως η πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού του $ICl_x(s)$ είναι −88 kJ·mol^{-1}.
β) Όταν αντιδράσει 1 mol $I_2(s)$ εκλύονται 176 kJ
y = 2 mol 352 kJ
(mol) $I_2(s) + xCl_2(g) \rightarrow 2ICl_x(s)$
3 6
−2 −2x 4
1 6 − 2x 4
Άρα, περίσσεψε 1 mol $I_2(s)$.
γ) Θα πρέπει να αντιδράσει όλο το $Cl_2(g)$: 6 − 2x = 0, x = 3.

Ε3.33. Έστω x mol η ποσότητα του άλλου αλκανίου ($C_νH_{2ν+2}$).
Από την καύση του CH_4 εκλύονται 0,1·890 = 89 kJ, οπότε από την καύση του άλλου αλκανίου εκλύονται 300 − 89 = 211 kJ.
Το 1 mol $C_νH_{2ν+2}$ παράγει με την καύση του 2110 kJ
n = ; 211 kJ
n = 0,1 mol.
0,1·16 + 0,1·(14ν + 2) = 6, ν = 3: C_3H_8 ($CH_3CH_2CH_3$).

Ε3.34. α) SO_2: αρχική ποσότητα: $n = c\cdot V = 0{,}6\cdot2 = 1{,}2$ mol.
O_2: αρχική ποσότητα: $n = c\cdot V = 0{,}5\cdot2 = 1$ mol, τελική ποσότητα 0,4 mol.
(mol) $2SO_2(s) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(s)$
1,2 1
−1,2 −0,6 1,2
− 0,4 1,2

$$\upsilon = \frac{1}{2}\frac{\Delta[SO_3]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{0{,}6-0}{50},\ \upsilon = 6\cdot10^{-3}\ M\cdot s^{-1}$$

$\upsilon(SO_3) = 2\upsilon = 1{,}2\cdot10^{-2}$ M·s^{-1}.

Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν σε ηλεκτρονική μορφή στο site: chemistrytopics.xyz

γ) Υπολογίζουμε την πρότυπη ενθαλπία της αντίδρασης:
$\Delta H^o = 2\cdot(-400) - 2\cdot(-300) = -200$ kJ
Όταν παράγονται 2 mol SO_3 εκλύονται 200 kJ
Όταν παράγονται 1,2 mol x ; = 120 kJ

Ε3.35. α) Από τη θερμοχημική εξίσωση προκύπτει:
Όταν σχηματίζονται 2 mol $SO_3(g)$ εκλύονται 200 kJ
λ = ; 0,4 mol 40 kJ
Επομένως, η μάζα του SO_3 ($M_r = 80$) που σχηματίστηκε θα είναι: $m = 0{,}4\cdot80 = 32$ g.

β) Έστω x mol η ποσότητα του $SO_2(g)$ και y mol του $O_2(g)$. Η συνολική ποσότητα σε mol του αερίου μίγματος θα είναι $n = 13{,}44/22{,}4 = 0{,}6$ mol και επομένως ισχύει: x + y = 0,6 (1).

(mol)	$2SO_2(g)$	+ $O_2(g)$	→ $2SO_3(g)$
Αρχικά ($t = 0$)	x	y	—
Μεταβολές	–0,4	–0,2	0,4

1η περίπτωση: Έστω ότι αντιδρά όλη ποσότητα του $SO_2(g)$. Θα ισχύει: x – 0,4 = 0, x = 0,4 mol, οπότε από την (1) προκύπτει y = 0,2 mol.
2η περίπτωση: Έστω ότι αντιδρά όλη ποσότητα του $O_2(g)$. Θα ισχύει: y − 0,2 = 0, y = 0,2 mol, οπότε από την (1) προκύπτει x = 0,4 mol. Επομένως και στις δύο περιπτώσεις x = 0,4 mol και y = 0,2 mol.

Ε3.36. α) $\Delta H_1 = 52 - 228 = -176$ kJ
$\Delta H_2 = -84 - 228 = -312$ kJ

β) (mol) $C_2H_2(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_4(g)$, $\Delta H = -176$ kJ (1)
0,5
Εκλύονται $0{,}5\cdot176 = 88$ kJ.
(mol) $C_2H_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$, $\Delta H = -312$ kJ (2)
0,5
Εκλύονται $0{,}5\cdot312 = 156$ kJ.
Συνολικά εκλύονται 88 + 156 = 244 kJ.

Ε3.37. Από τις εξισώσεις που δίνονται και με βάση το αξίωμα της αρχικής και τελικής κατάστασης προκύπτει:
$NaOH(s) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(\ell)$
$\Delta H = -56 - 44 = -100$ kJ
NaOH ($M_r = 40$): $n = m/M_r = 4/40 = 0{,}1$ mol.
HCl: $n = c\cdot V = 0{,}5\cdot0{,}1 = 0{,}05$ mol.
(mol) $NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$, $\Delta H = -100$ kJ
0,1 0,05
−0,05 −0,05 0,05
0,05 – 0,05
Όταν παραχθεί 1 mol NaCl εκλύονται 100 kJ
0,05 mol x = 5 kJ

Ε3.38. α) Για το 1ο δοχείο:
(mol) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(\ell)$
2 2 −
−2 −1 2
– 1 2
Για το 2ο δοχείο: Εφόσον παράχθηκε το ίδιο ποσό θερμότητας θα σχηματίστηκε η ίδια ποσότητα $H_2O(\ell)$.
(mol) $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(\ell)$
3 x −
−2 −1 2
1 x − 1 2
Η τελική ποσότητα του $O_2(g)$ θα πρέπει να μηδενιστεί καθώς το $H_2(g)$ είναι σε περίσσεια και επομένως:
x – 1 = 0, x = 1 mol.

Στα αέρια η αναλογία mol είναι και αναλογία όγκων και επομένως:
% v/v $O_2(g) = (1/4)\cdot100 = 25\%$.

β) Σωστή επιλογή η 2.
Όταν παράγονται 2 mol $H_2O(\ell)$ εκλύονται 572 kJ
1 mol y = 286 kJ
Επομένως, $\Delta H^o_f = -286$ kJ $\cdot$mol^{-1}.

Ε3.39. α) Έστω x mol NO(g) και x mol $O_2(g)$.
Ισχύει: $2x = 89{,}6/22{,}4 = 4$, x = 2 mol.
(mol) $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$, $\Delta H = -110$ kJ
2 2
−2x −x 2x
2 – 2x 2 – x 2x
Όταν αντιδρά 1 mol O_2 εκλύονται 110 kJ
x 110x = 82,5, x = 0,75 mol.
Το NO είναι το περιοριστικό αντιδρών και επομένως ισχύει:
$\alpha = 2x/2 = 0{,}75$ (75%).
Επομένως, στη χημική ισορροπία συνυπάρχουν: 0,5 mol NO, 1,25 mol O_2 και 1,5 mol NO_2.

β) $K_c = [NO_2]^2/([NO]^2\cdot[O_2]) = 36$.

Ε3.40. (mol) $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$, $\Delta H = -1400$ kJ
x 2x εκλύονται $Q_1 = 1400x$ kJ
(mol) $CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$, $\Delta H = -1075$ kJ
y y 2y εκλύονται $Q_2 = 1075y$ kJ
Στα καυσαέρια μετά την απομάκρυνση των υδρατμών θα περιέχονται (2x + y) mol CO_2 και 2y mol SO_2.
Θα ισχύει: 2x + y = 2y, 2x = y (1)
Επίσης θα ισχύει: 1400x + 1075y = 710 (2)
Από το σύστημα των εξισώσεων (1) και (2):
x = 0,2 mol, y = 0,4 mol

Ε3.41. α) Εξώθερμη ($\Delta H < 0$).

β) Μέχρι πριν την προσθήκη 0,4 mol Na, το Na είναι το περιοριστικό αντιδρών, οπότε αντιδρά όλη η ποσότητά του και η μάζα του προϊόντος αυξάνεται συνεχώς. Όταν προσθέτουμε ακριβώς 0,4 mol Na τα αντιδρώντα είναι σε στοιχειομετρική αναλογία, ενώ όταν προστεθεί ποσότητα Na μεγαλύτερη από 0,4 mol Na είναι πια το Cl_2 σε έλλειμμα που η ποσότητά του είναι σταθερή και επομένως και η ποσότητα του προϊόντος είναι σταθερή.

γ) Με βάση τα προηγούμενα η ποσότητα του Cl_2 που υπήρχε αρχικά στο δοχείο είναι αυτή που αντιδρά πλήρως με 0,4 mol Na, δηλαδή λ = 0,2 mol Cl_2.

δ) 164 kJ.

Ε3.42. α) i. Έστω x τα mol του S που κάηκαν προς SO_2 και y τα mol του S που κάηκαν προς SO_3. Ισχύει x + y = 12,8/32 = 0,4 (1). Το ποσό θερμότητας που εκλύθηκε από την 1η αντίδραση είναι 300x kJ και το ποσό θερμότητας από τη 2η αντίδραση είναι 400y kJ, οπότε: 300x + 400y = 130 (2). Από τις εξισώσεις (1) και (2) προκύπτει: x = 0,3 και y = 0,1. Άρα, η αναλογία mol είναι 3:1.

ii. Το % ποσοστό του S που κάηκε προς $SO_2(g)$ είναι:
$(0{,}3/0{,}4)\cdot100 = 75\%$.

β) Πολλαπλασιάζουμε την 1η εξίσωση με το 3 και διαιρούμε τη 2η εξίσωση με το 2 και προσθέτουμε:
$4S(s) + 9/2O_2(g) \rightarrow 3SO_2(g) + SO_3(g)$, $\Delta H = -1300$ kJ.

Ε3.43. α) Έστω x mol CH_4, x mol C_3H_8 και ω mol O_2 στο αρχικό αέριο Θα ισχύει:
$x + x + \omega = 224/22{,}4$, $2x + \omega = 10$ (1)
(mol) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$, $\Delta H = -900$ kJ
x 2x

Εκλύεται ποσό θερμότητας: $Q_1 = 900x$
(mol) $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$, $\Delta H = -2200$ kJ
x 5x
Εκλύεται ποσό θερμότητας: $Q_2 = 2200x$
Ισχύει: $Q_1 + Q_2 = 900x + 2200x = 3100$, x = 1 mol.
Άρα, στο αρχικό μίγμα περιέχονται 1 mol CH_4 και 1 mol C_3H_8.
β) Από την εξίσωση (1): ω = 8 mol.
Επομένως:
%v/v σε $CH_4(g) = (1/10)\cdot 100 = 10\%$.

Ε3.44. α) Εφαρμόζοντας τους νόμους της Θερμοχημείας (νόμο Lavoisier - Laplace και νόμο του Hess) προκύπτει:
$\Delta H^o = -1000$ kJ.
β) SO_2(M_r = 64): $n = m/M_r = 448/64 = 7$ mol
Επομένως, δεσμεύονται (αντιδρούν) 7 mol $SO_2(g)$ ανά min.
$2CaO(s) + 2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2CaSO_4(s)$, $\Delta H^o = -1000$ kJ
2 mol/min εκλύονται 1000 kJ·min^{-1}
7 mol/min x = 3500 kJ·min^{-1}

Ε3.45. α) i. Η μείωση της μάζας του φιαλιδίου αντιστοιχεί στη μάζα του βουτανίου που κάηκε.
C_4H_{10} (M_r = 58): $n = 2,90 / 58 = 0,05$ mol.
Τα 0,05 mol βουτανίου αποδίδουν 34,5 kcal
Το 1 mol x = 690 kcal
Επομένως, η ενθαλπία καύσης του C_4H_{10} είναι −690 kcal·mol^{-1}.
ii. Θερμοχημική εξίσωση καύσης του C_4H_{10}:
$C_4H_{10}(g) + (13/2)O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(\ell)$, $\Delta H = -690$ kcal
ή
$2C_4H_{10}(g) + 13O_2(g) \rightarrow 8CO_2(g) + 10H_2O(\ell)$, $\Delta H = -1380$ kcal
iii. (mol) $C_4H_{10}(g) + (13/2)O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(\ell)$
0,05 0,2
CO_2 (M_r = 44): $m = 0,2\cdot 44 = 8,8$ g.
β) Το ποσό θερμότητας που προσφέρεται στο 1 kg νερού είναι (80/100)·34,5 = 27,6 kcal. Αφού το 1 kg $H_2O(\ell)$ απαιτεί για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας του κατά 1 ºC ποσό θερμότητας ίσο με 1 kcal η θερμοκρασία του νερού θα ανέβει κατά 27,6ºC. Άρα η τελική θερμοκρασία θα είναι 20 + 27,6 = 47,6ºC.
γ) Νόμος του Hess και νόμος Lavoisier - Laplace:
$4CO_2(g) + 5H_2O(\ell) \rightarrow C_4H_{10}(g) + (13/2)O_2(g)$, $\Delta H = +690$ kcal
$4C(s) + 4O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g)$, $\Delta H = -360$ kcal
$5H_2(g) + (5/2)O_2(g) \rightarrow 5H_2O(\ell)$, $\Delta H = -350$ kcal
Τελικά: $4C(s) + 5H_2(g) \rightarrow C_4H_{10}(g)$, $\Delta H = -20$ kcal.

Ε3.46. α) (mol) $A(g) + 2B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$
500 1000 1000
(mol) $\Gamma(g) + \Delta(s) \rightleftharpoons 2E(g)$
Ι.Ι. 1000 – x 2x
Από τη 1η αντίδραση εκλύονται 500·720 = 360.000 kJ ενώ από τη 2η μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας απορροφώνται 600x kJ. Καθώς δεν παρατηρείται θερμική μεταβολή, θα ισχύει: 360.000 = 600x, x = 600 mol. Το Δ(s) είναι σε περίσσεια και επομένως η απόδοση της αντίδρασης (2) θα είναι:
α = 600/1000 = 0,6 (60%).
β) Οι συγκεντρώσεις των Γ(g) και Ε(g) είναι: [Γ] = 400/2000 = 0,2 Μ και [Ε] = 1200/2000 = 0,6 Μ.
$K_c = [E]^2/[\Gamma] = 0,6^2/0,2 = 1,8$

Ε3.47. α) Επιλογή iii.
β) Από το διάγραμμα προκύπτει ότι η μεγαλύτερη θερμοκρασία αντιστοιχεί στη χρήση 75 mL διαλύματος Ι και 25 mL διαλύματος ΙΙ. Στην περίπτωση αυτή έχουμε τα δύο αντιδρώντα σε στοιχειομετρική αναλογία, καθώς αν κάποιο από τα αντιδρώντα είναι σε έλλειμμα θα προκύψει μικρότερο ποσό θερμότητας και επομένως η θερμοκρασία του μίγματος της αντίδρασης θα είναι μικρότερη. Πράγματι αν $V_A < 75$ mL και επομένως $V_B > 25$ mL θα είναι σε έλλειμμα το αντιδρών Α ενώ αν $V_A > 75$ mL και επομένως $V_B < 25$ mL θα είναι σε έλλειμμα το αντιδρών Β.

Ε3.48. HCl: $n = c\cdot V = 0,2\cdot 0,3 = 0,06$ mol
NaOH: $n = c\cdot V = 0,1\cdot V$
1η περίπτωση: Το HCl το περιοριστικό αντιδρών.
(mol) $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$, $\Delta H = -57$ kJ
0,06 $0,1\cdot V$
−0,06 −0,06
Όταν αντιδρά 1 mol HCl εκλύονται 57 kJ
0,06 Q = ;
Q = 3,42 kJ ≠ 2,85 kJ (μη δεκτή περίπτωση).
2η περίπτωση: Το NaOH το περιοριστικό αντιδρών οπότε αντιδρά όλη η ποσότητά του.
(mol) $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$
0,06 $0,1\cdot V$
$-0,1\cdot V_2$ $-0,1\cdot V$
Όταν αντιδρά 1 mol NaOH εκλύονται 57 kJ
$0,1\cdot V$ 2,85 kJ
$0,1\cdot V = 0,05$, $V = 0,5$ L

Ε3.49. α) Στα 100 mL μούστου περιέχονται 12 g $C_6H_{12}O_6$
Στο 1 L 120 g
300 L x = 300·120 = 36.000 g
$C_6H_{12}O_6$: $n = 36.000/180 = 200$ mol
(mol) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$, $\Delta H = -118$ kJ
200 400 400
Το 1 mol $C_6H_{12}O_6$ παράγουν 118 kJ
Τα 200 mol y = 118·200 = 23.600 kJ
β) CO_2: $V = 400\cdot 22,4 = 8960$ L

Ε3.50. α) Έστω x mol η ποσότητα του καθαρού C στα 120 kg λιγνίτη, από τα οποία y mol αντιδρούν σύμφωνα με την 1η αντίδραση και τα υπόλοιπα (x – y) mol αντιδρούν σύμφωνα με τη 2η αντίδραση.
(mol) $2C(s) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g)$, $\Delta H = -50$ kcal
y (y/2) y
(mol) $C(s) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$, $\Delta H = +30$ kcal
x −y x – y x – y
CO: $n = y + (x – y) = x = 5500$ mol.
C (A_r = 12): $m = 5500\cdot 12 = 66.000$ g = 66 kg.
%w/w περιεκτικότητα του λιγνίτη σε C:
(66/120)·100 = 55%.
β) Από την 1η αντίδραση εκλύεται ποσό θερμότητας 25y kcal ενώ από τη 2η απορροφάται ποσό θερμότητας (x – y)·30 kcal
Ισχύει: 25y = (x – y)·30, 25y = (5500 − y)·30, y = 3000 mol
Η ποσότητα του παραγόμενου $H_2(g)$ είναι x − y = 2500 mol που αντιστοιχεί σε μάζα m = 5000 g ή 5 kg.
γ) Η ποσότητα του $O_2(g)$ που αντέδρασε είναι y/2 = 1500 mol που αντιστοιχεί σε (100/20)·1500 = 7500 mol αέρα.
V(αέρα) = 7500·22,4 = 168.000 L.

Ε3.51. α) Για την αντίδραση (1):
$\Delta H_1 = \Delta H_f$(προϊόντ.) – ΔH_f(αντιδρών.) = 20 − 186 = −166 kJ
$\Delta H_2 = -104 - 186 = -290$ kJ
β) Έστω ότι σχηματίστηκαν x mol $C_3H_6(g)$ και (1 – x) mol $C_3H_8(g)$.
(mol) $C_3H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_3H_6(g)$, $\Delta H = -166$ kJ (1)
x x
Εκλύονται x·166 kJ.
(mol) $C_3H_4(g) + 2H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g)$, $\Delta H = -290$ kJ (2)
1 – x 1 – x
Εκλύονται (1 – x)·290 kJ.

Συνολικά εκλύονται x·166 + (1 – x)·290 = 227, x = 0,5 mol.
Επομένως, σχηματίστηκαν 0,5 mol προπενίου και 0,5 mol προπανίου.

Ε3.52. α) Οξειδώνεται το μέταλλο (Μ) από +2 σε +3 καθώς και το S από −2 σε +4. Ανάγεται το Ο από 0 σε −2.
β) −2470 kJ. Η αντίδραση παράγει θερμότητα που διατηρεί την υψηλή θερμοκρασία στο σύστημα χωρίς εξωτερική προσφορά θερμότητας.
γ) i. $SO_2(g)$: $n = V/22,4 = 2,24/22,4 = 0,1$ mol.
(mol) $4MS(s) + 7O_2(g) \rightarrow 2M_2O_3(s) + 4SO_2(g)$
0,1 0,05 0,1
$M_2O_3(s)$: $0,05 = 8/M_r$, $M_r = 8/0,05 = 160$
$2 \cdot A_r(M) + 3 \cdot 16 = 160$, $A_r(M) = 56$.
ii. Στα 10 g του στερεού δείγματος περιέχονται 0,1 mol MS και επομένως 0,1 mol του μετάλλου Μ, που αντιστοιχούν σε 5,6 g. Άρα στα 100 g του στερεού δείγματος περιέχονται 56 g MS και επομένως η περιεκτικότητα του ορυκτού στο μέταλλο Μ είναι 56 %w/w.

Ε3.53. α) (1): Ca: +2, P: −3, H: +1, O: −2.
(1): Ca: +2, C: −1, H: +1, O: −2.
$Ca_3P_2 + 6H_2O \rightarrow 2PH_3 + 3Ca(OH)_2$ (1)
$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow CH{\equiv}CH + Ca(OH)_2$ (2)
β) $\Delta H = -2610$ kJ.
γ) Το μόριο της NH_3 είναι πιο πολικό από της PH_3 καθόσον οι δεσμοί N − H είναι πιο πολικοί από τους δεσμούς P − H. Η NH_3 έχει μεγαλύτερη διαλυτότητα στο νερό από τη PH_3 καθόσον έχει τη δυνατότητα σχηματισμού δεσμού υδρογόνου με τα μόρια του νερού.

Ε3.54. α) Κάνουμε τους εξής μετασχηματισμούς:
Αντίδραση (2) x 4, αντίδραση (3) x 2 και αντιστροφή, αντίδραση (4) x 2 και αντιστροφή, αντίδραση (5) x 3.
Από το νόμο του Hess, προκύπτει: $\Delta H = 1996$ kJ. Η αντίδραση είναι ενδόθερμη και επομένως απορροφάται θερμότητα.
β) Al_2O_3 ($M_r = 102$): $n = 10^4$ mol, C(s): $n = 600/12 = 50$ mol
$2Al_2O_3 + 3C \rightarrow 4Al + 3CO_2$
10^4 mol $2 \cdot 10^4$ mol
Το 2% του Al που αντιδρά παρακάτω αντιστοιχεί σε 400 mol.
$2Al + 3CO_2 \rightarrow Al_2O_3 + 3CO$
400 mol 600 mol
$2C + O_2 \rightarrow 2CO$
50 mol 100 mol
Συνολικά 700 mol CO: $V = 700 \cdot 22,4 = 15.680$ L.

Ε3.55. α) Έστω x mol C_2H_4 και y mol του αλκενίου ($C_\nu H_{2\nu}$) οι ποσότητες των δύο υδρογονανθράκων. Ισχύει:
$x + y = 22,4/22,4 \Rightarrow x + y = 1$ (1)
(mol) $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$, $\Delta H = -1400$ kJ
x 2x εκλύονται 1400x kJ
(mol) $C_\nu H_{2\nu} + (3\nu/2)O_2 \rightarrow \nu CO_2 + \nu H_2O$, $\Delta H = -2800$ kJ
y yν εκλύονται 2800y kJ
Ισχύουν:
$2x + \nu y = 2,2$ (2)
$1400x + 2800y = 1680 \Rightarrow x + 2y = 1,2$ (3)
Από τις (1) και (3) προκύπτουν: x = 0,8 και y = 0,2.
Από την εξίσωση (2): ν = 3.
Επομένως, το αλκένιο είναι το προπένιο (C_3H_6).
β) Η %v/v περιεκτικότητα του αερίου μίγματος είναι:
C_2H_4: $(0,8/1) \cdot 100 = 80\%$ v/v, C_3H_6: $(0,2/1) \cdot 100 = 20\%$ v/v

Ε3.56. α) Νόμοι Θερμοχημείας: $\Delta H = -29$ kcal.
β) i. C_3H_6: $M_r = 42$, $n = m/M_r = 168/42 = 4$ mol.
(mol) $C_3H_6(g) + H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g)$, $\Delta H = -29$ kcal
4 4,8
−x −x x
4 – x 4,8 – x x
Το $C_3H_6(g)$ είναι το περιοριστικό αντιδρών και επομένως:
$\alpha = x/4 = 0,8$, x = 3,2 mol.
Όταν παραχθεί 1 mol C_3H_8 εκλύονται 29 kcal
3,2 mol y = 92,8 kcal
ii. Στην ισορροπία θα συνυπάρχουν 0,8 mol $C_3H_6(g)$, 1,6 mol $H_2(g)$ και 3,2 mol $C_3H_8(g)$. Οι συγκεντρώσεις των συστατικών αυτών θα είναι: 0,08 M, 0,16 M και 0,32 M, αντίστοιχα.
iii. $K_c = [C_3H_8]/[C_3H_6] \cdot [H_2] = 0,32/0,08 \cdot 0,16 = 25$.
γ) (mol) $C_3H_6(g) + H_2(g) \rightarrow C_3H_8(g)$, $\Delta H = -29$ kcal
XI 0,8 1,6 3,2
Προσθήκη λ
−ω −ω ω
0,8 – ω 1,6 + λ – ω 3,2 + ω
Το $C_3H_6(g)$ είναι πάλι σε έλλειμμα εφόσον προστέθηκε επιπλέον ποσότητα από το αντιδρών σε περίσσεια.
Θα ισχύει: $\alpha = 0,9 = (3,2 + \omega)/4$, ω = 0,4 mol.
Αντικαθιστούμε στην έκφραση της σταθεράς K_c οπότε τελικά προκύπτει: λ = 2,4 mol.

Ε4. ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ: ΧΗΜΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ

Ε4.1. Δ. Προκύπτει από το ενεργειακό διάγραμμα της αντίδρασης.

Ε4.2. Γ. Σύμφωνα με τη θεωρία της μεταβατικής κατάστασης κατά τη σύγκρουση των αντιδρώντων σχηματίζεται ένα σωματίδιο υψηλής ενέργειας που αναφέρεται ως ενεργοποιημένο σύμπλοκο.

Ε4.3. Β. Μόνο η σύγκρουση Β επιτρέπει το σχηματισμό των προϊόντων CO_2 και Ο.

Ε4.4. Γ. Η ενθαλπία μιας αντίδρασης μπορεί να είναι είτε θετική (για τις ενδόθερμες αντιδράσεις) είτε αρνητική (για τις εξώθερμες αντιδράσεις).

Ε4.5. Δ. Θα πρέπει η αντίδραση να γίνεται σε διάλυμα και να προκύπτει ένα αέριο το οποίο να διαφεύγει στο περιβάλλον. Από τη μεταβολή της μάζας της φιάλης σε ένα χρονικό διάστημα Δt μπορεί να προκύψει η ταχύτητα της αντίδρασης στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα.

Ε4.6. Α. Στην αρχή της αντίδρασης ο ρυθμός παραγωγής των προϊόντων είναι μεγαλύτερος. Έτσι, στα πρώτα 6 min θα έχει παραχθεί μεγαλύτερο ποσό Δ(s) σε σχέση με τα επόμενα 6 min.

Ε4.7. Α. Η ταχύτητα της αντίδρασης δίνεται από τη σχέση:
$\upsilon = (1/2) \cdot \Delta[NOCl]/\Delta t = 1/2) \cdot 0,2 = 0,1$ M·s^{-1}

Ε4.8. Επιλογή Α. Παρατηρούμε ότι και στα δύο πειράματα η τελική ποσότητα του Β(g) είναι 1,5 φορές μεγαλύτερη από την ποσότητα του Α(g) που έχει αντιδράσει (β/α = 3/2). Επίσης, η αντίδραση στο 2ο πείραμα ολοκληρώνεται πιο αργά σε σχέση με το 1ο πείραμα και επομένως η θερμοκρασία είναι μικρότερη στο 2ο πείραμα καθώς με τη μείωση της θερμοκρασίας η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται λόγω της μείωσης του ρυθμού των αποτελεσματικών συγκρούσεων.

Ε4.9. Δ. Από τις μονάδες των σταθερών ταχυτήτων προκύπτει ότι και οι δύο αντιδράσεις είναι πρώτης τάξης. Η ταχύτητα κατανάλωσης της X(g) στην 1η αντίδραση είναι $k_1 \cdot [X]$ και στη 2η αντίδραση είναι $k_2 \cdot [X]$ οπότε η συνολική ταχύτητα κατανάλωσης είναι $(k_1 + k_2) \cdot [X] = 0,35 \cdot [X]$.

Ε4.10. Γ. $E_a = 180 - (210 - 130) = 100$ kJ.

Ε4.11. Δ. Στις αντιδράσεις σε υγρή φάση η πίεση δεν αποτελεί παράγοντα της ταχύτητας της αντίδρασης καθώς τα υγρά είναι ασυμπίεστα.

Ε4.12. Γ. Από την 1η αντίδραση προκύπτει ότι ο ρυθμός παραγωγής του $CS_2(g)$ είναι ίσος με το ρυθμό κατανάλωσης του $CH_4(g)$ ενώ από τη 2η αντίδραση προκύπτει επίσης ότι ο ρυθμός παραγωγής του $CS_2(g)$ είναι ίσος με το ρυθμό κατανάλωσης του $CH_4(g)$. Επομένως, ο συνολικός ρυθμός παραγωγής του $CS_2(g)$ είναι ίσος με το συνολικός ρυθμό κατανάλωσης του $CH_4(g)$.

Ε4.13. Δ. Η σταθερά ταχύτητας μιας αντίδρασης εξαρτάται από τη θερμοκρασία (αυξάνεται) και από τη φύση της αντίδρασης. Δεν εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων (η ταχύτητα της αντίδρασης εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων) ούτε από την πίεση.

Ε4.14. Δ. Τόσο ο καταλύτης μιας αντίδρασης όσο και τα τυχόν ενδιάμεσα δεν εμφανίζονται στη συνολική εξίσωση της αντίδρασης. Ο καταλύτης πρώτα αντιδρά και σε ένα επόμενο στάδιο επανασχηματίζεται ενώ το ενδιάμεσο πρώτα σχηματίζεται και στη συνέχεια αντιδρά σε ένα επόμενο στάδιο.

Ε4.15. Β. Με την προσθήκη της επιπλέον ποσότητας νερού οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων μειώνονται και επομένως η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται.

Ε4.16. Δ. Τα δύο αντιδρώντα αντιδρούν πλήρως με αναλογία mol 3:1 και επομένως η εξίσωση της αντίδρασης είναι η εξής: $3Cl_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2ICl_3$.

Ε4.17. Γ. Με τον υποδιπλασιασμό του όγκου του δοχείου διπλασιάζεται η συγκέντρωση του Α και επομένως τετραπλασιάζεται η ταχύτητα της αντίδρασης.

Ε4.18. Β.

Ε4.19. Δ.

Ε4.20. Α. Στους 18 °C η αντίδραση έχει ταχύτητα 2υ, στους 26 °C θα έχει ταχύτητα 4υ, στους 34 °C θα έχει ταχύτητα 8υ και στους 42 °C θα έχει ταχύτητα 16υ.

Ε4.21. Β. Αυξάνεται η ταχύτητα της αντίδρασης χωρίς να μεταβληθεί η τελική ποσότητα του Γ(g), οπότε προστέθηκε ποσότητα του αντιδρώντος σε περίσσεια.

Ε4.22. Γ. Η ταχύτητα παραγωγής του Γ(g) θα είναι η ταχύτητα σχηματισμού του Γ(g) μείον την ταχύτητα κατανάλωσης του Γ(g).

Ε4.23. Β. Ως καταλύτες, τα ένζυμα αυξάνουν την ταχύτητα της αντίδρασης μειώνοντας την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης.

Ε4.24. Γ. Η αύξηση του μεγέθους των κόκκων ενός στερεού αντιδρώντος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της επιφάνειας επαφής και επομένως τη μείωση της ταχύτητας της αντίδρασης.

Ε4.25. Γ. Σύμφωνα με τη θεωρία των ενδιαμέσων προϊόντων για την εξήγηση της καταλυτικής δράσης, ο καταλύτης αντιδρά σε ένα στάδιο αλλά επανασχηματίζεται σε ένα επόμενο στάδιο με αποτέλεσμα να μην εμφανίζεται στην εξίσωση της συνολικής αντίδρασης.

Ε4.26. Γ. Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μεγαλύτερη στο σημείο της καμπύλης με την πιο απότομη κλίση όπου θα υπάρχει μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης του αντιδρώντος ανά μονάδα χρόνου.

Ε4.27. Το διάγραμμα 1. Η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, αλλά από κάποια θερμοκρασία και μετά το ένζυμο απενεργοποιείται και η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται.

Ε4.28. Δ. Η εξίσωση της αντίδρασης είναι: XY + A → AX + Y. Ο καταλύτης είναι το Β, που αντιδρά στο στάδιο 2 και επανασχηματίζεται στο στάδιο 3.

Ε4.29. Όλες σωστές, εκτός από την γ, την ε, την θ και την κ που είναι λανθασμένες.

Ε4.30. Στάδιο 1: $2NO \rightarrow N_2O_2$ (αργό)
Στάδιο 2: $N_2O_2 + O_2 \rightarrow 2NO_2$ (γρήγορο)

Ε4.31. Σωστή επιλογή η Α. Στις αντιδράσεις μηδενικής τάξης, ισχύει: $\upsilon = k$ = σταθερή. Έτσι, η μέση ταχύτητα θα είναι ίση με τη στιγμιαία ταχύτητα κάθε στιγμή. Θα ισχύει:
$\upsilon = -\Delta[A]/\Delta t = -(0 - [A]_o/t$, $t = [A]_o/\upsilon = [A]_o/k$.

Ε4.32. α) i. Οξειδοαναγωγικές, ii. $IO_3^-(aq) + 5I^-(aq) + 6H^+(aq) \rightarrow 3I_2(aq) + 3H_2O(l)$.
β) Στην αντίδραση (1) τα ιόντα H^+ παίζουν το ρόλο καταλύτη (καθώς δεν εμφανίζονται στα αντιδρώντα), ενώ στην αντίδραση (2) είναι στα αντιδρώντα και αυξάνουν την ταχύτητα της αντίδρασης με την αύξηση της συγκέντρωσής τους.
γ) Αυξάνεται λόγω της συνεχούς μείωσης της $[H^+]$ ($[H_3O^+]$).

Ε4.33. α) Η καμπύλη (2).
β) Η συνολική αύξηση της [Γ] θα πρέπει να είναι ίση με τη μισή συνολική μείωση της [Α] λόγω συντελεστών. Επίσης, οι επιμέρους μεταβολές των συγκεντρώσεων για τα σώματα Α και Β θα πρέπει να ακολουθούν την αναλογία των συντελεστών. Π.χ. παρατηρούμε ότι στο χρονικό διάστημα από 0-10 s η [Α] έχει υποδιπλασιαστεί. Αυτό συμβαίνει μόνο στην καμπύλη (2) όπου η [Γ] είναι η μισή της τελικής.

Ε4.34. α) Η ταχύτητα μιας αντίδρασης επηρεάζεται από την επιφάνεια επαφής ενός στερεού αντιδρώντος. Έτσι, η αύξηση του μεγέθους των κόκκων του στερεού αντιδρώντος, $CaCO_3(s)$, μειώνει την επιφάνεια επαφής του και επομένως και την ταχύτητα της αντίδρασης.
β) Η ταχύτητα μιας αντίδρασης επηρεάζεται από τη μεταβολή της συγκέντρωσης των αντιδρώντων. Με την προσθήκη ίσου όγκου νερού στο διάλυμα του οξέος πριν από την προσθήκη $CaCO_3$ η συγκέντρωση του αντιδρώντος HCl μειώνεται και επομένως μειώνεται και η ταχύτητα της αντίδρασης.

Ε4.35. α) Επιλογή i.
β) Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι:
$\upsilon_0 = k \cdot [CH_3Br] \cdot [OH^-]$.
Η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης είναι: $\upsilon = k \cdot c_0 \cdot c_0$ (1)

(Μ) $CH_3Br(aq) + OH^-(aq) \rightarrow CH_3OH(aq) + Br^-(aq)$

c_0	c_0	–	–
$-c_0/2$	$-c_0/2$	$c_0/2$	$c_0/2$
$c_0/2$	$c_0/2$	$c_0/2$	$c_0/2$

Η ταχύτητα της αντίδρασης τη χρονική στιγμή (t) είναι:
$\upsilon = k \cdot (c_0/2) \cdot (c_0/2)$ (2)
Από τις σχέσεις (1) και (2): $\upsilon = \upsilon_0/4$.

Ε4.36. α) Εφόσον το αντιδρών Α(g) είναι σε περίσσεια θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του Β(s) του οποίου η τελική ποσότητα θα πρέπει να μηδενίζεται. Έτσι, η ποσότητα του Β(g) που αντιδρά είναι 1,5 φορά μεγαλύτερη από την ποσότητα του Α(g) και επομένως ο συντελεστής του Β(s) θα είναι ίσος με 3.
β) Κατά την εξέλιξη της αντίδρασης ο συνολικός αριθμός mol των αερίων δεν μεταβάλλεται και καθώς ο όγκος του δοχείου και η θερμοκρασία δεν μεταβάλλονται θα πρέπει η πίεση να παραμείνει σταθερή (σύμφωνα με την καταστατική εξίσωση).
γ) Εφόσον το Β είναι στερεό, ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης θα είναι $\upsilon = k \cdot [A]$ και επομένως η αντίδραση δεν είναι

απλή. Αν ήταν απλή ο νόμος ταχύτητας θα ήταν $\upsilon = k\cdot[A]^2$. Η αντίδραση είναι 1ης τάξης και η μονάδα της k θα είναι το s^{-1}.

Ε4.37. α) Το διάλυμα 4.

β) Παράγεται η ίδια συνολικά ποσότητα CO_2, καθώς η ποσότητα του HCl είναι η ίδια και ίση με 0,25 mol. Η αντίδραση είναι πιο αργή καθώς η συγκέντρωση του HCl είναι μικρότερη.

Ε4.38. α) Επιλογή ii. Από τα πειράματα 1 και 2, στα οποία η $[F_2]$ είναι η ίδια, παρατηρούμε ότι με τετραπλασιασμό της $[Cl_2O]$ η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης τετραπλασιάζεται και επομένως η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη με τη $[Cl_2O]$. Επίσης, από τα πειράματα 1 και 3 στα οποία η $[Cl_2O]$ είναι η ίδια, παρατηρούμε ότι με διπλασιασμό της $[F_2]$ η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης διπλασιάζεται και επομένως η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη με τη $[F_2]$. Άρα, ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι $\upsilon = k\cdot[F_2]\cdot[Cl_2O]$.

β) i. Δεν είναι απλή γιατί αν ήταν απλή ο νόμος ταχύτητας θα ήταν $\upsilon = k\cdot[F_2]\cdot[Cl_2O]^2$.

ii. Στις αντιδράσεις 2ης τάξης η μονάδα της k είναι το $M^{-1}\cdot s^{-1}$.

Ε4.39. α) Ο μηχανισμός 2.

β) Στο μηχανισμό αυτό το αργό στάδιο έχει νόμο ταχύτητας $\upsilon = k\cdot[NOCl]^2$. Καθώς το αργό στάδιο είναι το καθοριστικό στάδιο μιας αντίδρασης, ο νόμος ταχύτητας της όλης αντίδρασης θα είναι ο νόμος ταχύτητας του αργού σταδίου και η αντίδραση θα είναι 2ης τάξης.

Ε4.40. α) Η πρόκληση σπινθήρα παρέχει την απαιτούμενη ενέργεια ενεργοποίησης για την αντίδραση: $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ που είναι εξώθερμη αντίδραση.

β) Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι πολύ μεγάλη λόγω της μεγάλης επιφάνειας επαφής του C(s) με τη μορφή σκόνης. Επίσης, καθώς η αντίδραση καύσης είναι εξώθερμη παράγεται θερμότητα που ανεβάζει τη θερμοκρασία με αποτέλεσμα την επιπλέον αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης.

Ε4.41. α) Το πείραμα 3.

β) Από το νόμο ταχύτητας της αντίδρασης υπολογίζουμε τη σταθερά (k) της αντίδρασης.

$\upsilon = k\cdot[A]\cdot[B]^2$, $k = 0{,}14/10^{-3} = 140\ M^{-2}\cdot s^{-1}$.

Πείραμα 3: $\upsilon_0 = 140\cdot0{,}3\cdot0{,}2^2 = 1{,}68\ M\cdot s^{-1}$.

Ε4.42. α) Επιλογή 1.

β) Με την πάροδο του χρόνου η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται, ο ρυθμός κατανάλωσης των αντιδρώντων και ο ρυθμός παραγωγής των προϊόντων μειώνονται και επομένως η ποσότητα του A(g) που αντιδρά το χρονικό διάστημα 0-10 s είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα του A που αντιδρά κατά το χρονικό διάστημα 40-50 s. Άρα στο 2ο χρονικό διάστημα παράγεται μικρότερο ποσό θερμότητας.

γ) Καμία μεταβολή καθώς δεν υπάρχει μεταβολή στα mol των αερίων από τα αντιδρώντα στα προϊόντα.

Ε4.43. Με την προσθήκη καταλύτη επιταχύνεται κατά πολύ και αρχίζει η έκλυση $O_2(g)$, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό τη συγκέντρωσή του πάνω από το δοκιμαστικό σωλήνα. Έτσι, η ταχύτητα της αντίδρασης της καύσης αυξάνεται λόγω της αύξησης της συγκέντρωση του $O_2(g)$ και το μισοσβησμένο σπίρτο ανάβει και πάλι.

Ε4.44. α) Η καμπύλη 1.

β) Η αντίδραση ξεκινά με τη μέγιστη ταχύτητα και με την πάροδο του χρόνου μειώνεται. Μάλιστα καθώς η αντίδραση είναι μονόδρομη η ταχύτητα τελικά μηδενίζεται.

Ε4.45. α) Επιλογή 3.

β) Σε κάθε χρονική στιγμή (t) θα ισχύει: $[A] + [B] + [\Pi] = c$ (αρχική συγκέντρωση της πιλοκαρπίνης).

$t = 200$ s: $[A] + [B] + [\Pi] = c = 8\cdot10^{-3} + 2\cdot10^{-3} = 0{,}01$ M.

$t = 50$ s: $[A] + [B] + [\Pi] = c = 1{,}5\cdot10^{-3} + 7\cdot10^{-3} + [\Pi] = 0{,}01$ M, $[\Pi] = 1{,}5\cdot10^{-3}$ M.

Ε4.46. α) Επιλογή i. Από τα δεδομένα του πίνακα προκύπτει ότι η μείωση της συγκέντρωσης του A(g) γίνεται με σταθερό ρυθμό και επομένως η ταχύτητα της αντίδρασης είναι σταθερή και η αντίδραση είναι μηδενικής τάξης.

β) Ισχύει: $\upsilon = k$. Για το χρονικό διάστημα 0-1 min, ισχύει: $\upsilon = -\Delta[A]/\Delta t = 0{,}005/1 = 5\cdot10^{-3}\ M\cdot min^{-1} = k$.

Ε4.47. α) Επιλογή 1.

β) Με τη χρήση καταλύτη η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης μειώνεται με αποτέλεσμα περισσότερα μόρια των αντιδρώντων μορίων να ξεπερνούν το φράγμα της και άρα επιτυγχάνεται μεγαλύτερος αριθμός αποτελεσματικών συγκρούσεων.

Ε4.48. α) Επιλογή Γ.

β) Σε pH = 3, $[H_3O^+] = 10^{-3}$ M και επομένως ισχύει:

$\upsilon = k\cdot(10^{-3})^x$ (1)

Σε pH = 1, $[H_3O^+] = 10^{-1}$ M και επομένως ισχύει:

$100\cdot\upsilon = k\cdot(10^{-1})^x$ (2)

Από τις σχέσεις (1) και (2) με διαίρεση κατά μέλη, προκύπτει:

$100 = (10^2)^x$, x = 1.

Ε4.49. α) Επιλογή 4. Με τον τεμαχισμό του δισκίου αυξάνεται η επιφάνεια επαφής του στερεού αντιδρώντος με αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης και επομένως και την ταχύτητα έκλυσης φυσαλίδων CO_2. Επίσης, η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης λόγω αύξησης του ρυθμού των αποτελεσματικών συγκρούσεων. Τέλος, με την προσθήκη και δεύτερου δισκίου στην ίδια ποσότητα νερού παράγεται περισσότερο $CO_2(g)$ στο ίδιο χρονικό διάστημα, άρα αυξάνεται η ταχύτητα έκλυσης φυσαλίδων CO_2.

β) Η αντίδραση που διεξάγεται είναι ενδόθερμη και για να πραγματοποιηθεί απαιτεί την απορρόφηση θερμότητας από το περιβάλλον (νερό) το οποίο με τον τρόπο αυτό ψύχεται. Έτσι η θερμοκρασία του διαλύματος που προκύπτει έχει μικρότερη θερμοκρασία από την αρχική.

Ε4.50. α) Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται ο ρυθμός των αποτελεσματικών συγκρούσεων και επομένως και η ταχύτητα της αντίδρασης.

β) Έστω $x \geq y$. Μετά το τέλος της αντίδρασης στο δοχείο απομένουν $(x - y)$ mol $C_2H_4(g)$ και y mol $C_2H_5Cl(g)$. Ισχύουν: $P_o\cdot V = (x + y)\cdot R\cdot T$ (1) και $(P_o/2)\cdot V = x\cdot R\cdot T$ (2). Από τις σχέσεις αυτές προκύπτει ότι x = y. Έστω, τώρα, $y \geq x$. Στην περίπτωση αυτή στο δοχείο απομένουν $(y - x)$ mol $C_2H_4(g)$ και x mol $C_2H_5Cl(g)$. Ισχύουν: $P_o\cdot V = (x + y)\cdot R\cdot T$ (1) και $(P_o/2)\cdot V = y\cdot R\cdot T$ (3). Από τις σχέσεις (1) και (3) προκύπτει πάλι ότι x = y.

γ) i. $\upsilon = k\cdot[C_2H_4]\cdot[HCl]$, 2ης τάξης. Μονάδα της k: $L\cdot mol^{-1}\cdot s^{-1}$.

ii. Ενδιάμεσα: $C_2H_5^+(g)$ και $Cl^-(g)$.

Ε4.51. α) I-5, II-3, III-1, IV-2. V-4.

β) i. Η καμπύλη στο πείραμα V είναι πιο απότομη και η αντίδραση ολοκληρώνεται ταχύτερα για δύο λόγους: μεγαλύτερη συγκέντρωση ενός αντιδρώντος και η προσθήκη καταλύτη. ii. Η καμπύλη στο πείραμα IV είναι πιο απότομη και η αντίδραση ολοκληρώνεται πιο γρήγορα καθώς διεξάγεται σε μεγαλύτερη θερμοκρασία που αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης, λόγω αύξησης του ρυθμού των αποτελεσματικών συγκρούσεων.

γ) Στο πείραμα III το Β είναι σε περίσσεια και η αύξηση της ποσότητάς του δεν αυξάνει την ποσότητα των προϊόντων.

Ε4.52. α) Επιλογή Δ.

β) Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης προκύπτει από το αργό (καθοριστικό) στάδιο: $\upsilon = k\cdot[NO_2]^2$.
Από το νόμο αυτό προκύπτει ότι η ταχύτητα της αντίδρασης δεν εξαρτάται από τη συγκέντρωση του CO και επομένως δεν θα μεταβληθεί με το διπλασιασμό της συγκέντρωσης του CO.

Ε4.53. α) Cl(g) + Cl(g) → Cl_2(g). Ενδιάμεσα: Cl(g), H(g). Ο παράγοντας που αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης είναι οι ακτινοβολίες.
β) Η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης είναι πολύ μεγάλη.

Ε4.54. α) $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$, οξειδοαναγωγική αντίδραση. Το οξυγόνο από −1 οξειδώνεται σε 0 και παράλληλα ανάγεται από −1 σε −2.
β) i. Αρχικά η συγκέντρωση του H_2O_2 είναι μεγάλη οπότε η παραγωγή O_2(g) έχει μεγάλη ταχύτητα. Στη συνέχεια η $[H_2O_2]$ μειώνεται, η ταχύτητα της αντίδρασης επίσης μειώνεται και επομένως η παραγωγή O_2(g) μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί.
ii. Fe^{3+}: καταλύτης της αντίδρασης διάσπασης του H_2O_2, Fe^{2+}: ενδιάμεσο της αντίδρασης.
iii. Ο καταλύτης επανασχηματίζεται καθώς δεν καταναλώνεται κατά την αντίδραση. Σε κάποιο στάδιο μπορεί να αντιδρά αλλά σε ένα επόμενο επανασχηματίζεται.

Ε4.55. α) Οξειδώνεται το N από −3 σε −2 και ανάγεται το Cl από +1 σε −1. Οξειδωτικό σώμα είναι το OCl^- και αναγωγικό η NH_3.
β) Στάδιο 1: $NH_3(aq) + OCl^-(aq) \rightarrow NH_2Cl(aq) + OH^-(aq)$
Στάδιο 2: $NH_2Cl(aq) + NH_3(aq) \rightarrow N_2H_5^+(aq) + Cl^-(aq)$
Στάδιο 3: $N_2H_5^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow N_2H_4(aq) + H_2O(l)$
Συνολική: $2NH_3(aq) + OCl^-(aq) \rightarrow N_2H_4(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l)$
Ενδιάμεσα του μηχανισμού: $NH_2Cl(aq)$, $OH^-(aq)$ και $N_2H_5^+(aq)$.
γ) Το στάδιο 3. Το $N_2H_5^+$ παίζει το ρόλο του οξέος, το OH^- το ρόλο της βάσης, το N_2H_4 το ρόλο της συζυγούς βάσης του οξέος $N_2H_5^+$ και το H_2O το ρόλο του συζυγούς οξέος της βάσης OH^-.
δ) Ασθενέστερη. Το −Cl εμφανίζει −I επαγωγικό φαινόμενο και αποσύρει αρνητικό φορτίο μέσω του ομοιοπολικού δεσμού στο N που προσλαμβάνει δυσκολότερα H^+ και επομένως λειτουργεί ως ασθενέστερη βάση κατά Brönsted - Lowry.

Ε4.56. Επιλογή i. Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι: $\upsilon = k\cdot[A]^2\cdot[B]$. Ισχύουν:
$x = k\cdot 0{,}2^2\cdot 0{,}1 = k\cdot 0{,}1^2\cdot 0{,}4$.

Ε4.57. α) Επιλογή Γ.
β) Εφόσον η αντίδραση είναι 1ης τάξης ο νόμος ταχύτητας θα είναι: $\upsilon = k\cdot[A]$ ή $\upsilon = k\cdot[B]$. Αν ο όγκος του δοχείου ελαττωθεί στο 1/3 της αρχικής του τιμής οι συγκεντρώσεις των Α και Β θα τριπλασιαστούν και επομένως θα τριπλασιαστεί και η ταχύτητα της αντίδρασης.

Ε4.58. α) Α-δ-4, Β-β-3, Γ-γ-2, Δ-α-1. Όταν η [Α] είναι μεγαλύτερη, η [Β] είναι μικρότερη και η ταχύτητα είναι μεγαλύτερη. Με την πάροδο του χρόνου η συγκέντρωση του αντιδρώντος μειώνεται και επομένως μειώνεται και η ταχύτητα της αντίδρασης.
β) (M) A(g) → 2B(g)

0,08	0,04
−0,08	0,16
−	0,2

Επομένως, μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης η (τελική) συγκέντρωση του Β θα είναι ίση με 0,2 Μ.
γ) Έστω $\upsilon = k\cdot[A]^x$ ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης. Ισχύουν:
$1{,}6\cdot 10^{-3} = k\cdot 0{,}08^x$
$4\cdot 10^{-4} = k\cdot 0{,}02^x$
Με διαίρεση κατά μέλη προκύπτει: x = 1 και άρα η αντίδραση είναι 1ης τάξης οπότε η μονάδα της σταθεράς k είναι το s^{-1}.

Ε4.59. i. Η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας λόγω της αύξησης του ρυθμού των αποτελεσματικών συγκρούσεων και επομένως η ποσότητα της αιθανόλης μετά από συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είναι μεγαλύτερη.
ii. Με την αύξηση της θερμοκρασίας (ενδεικτικά πάνω από τους 50°C) η λειτουργία του ενζύμου απενεργοποιείται λόγω καταστροφής της δομής του. Έτσι παρά την αύξηση της θερμοκρασίας η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται και επομένως η ποσότητα της παραγόμενης αιθανόλης στο ίδιο χρονικό διάστημα είναι μικρότερη.

Ε4.60. α) Καταλύτης είναι το Z καθώς πρώτα αντιδρά και στη συνέχεια επανασχηματίζεται οπότε δεν εμφανίζεται στη συνολική εξίσωση της αντίδρασης. Ενδιάμεσο προϊόν είναι το Δ καθώς σχηματίζεται στο 1ο στάδιο αλλά αντιδρά στο 2ο στάδιο.
β) Το αργό είναι το 1ο στάδιο. καθώς στο νόμο ταχύτητας εμφανίζονται οι συγκεντρώσεις των δύο αντιδρώντων Α(g) και Β(g) και ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης ακολουθεί το νόμο ταχύτητας του αργού σταδίου. Ο καταλύτης Z δεν εμφανίζεται στο νόμο ταχύτητας της συνολικής αντίδρασης γιατί μπορεί να είναι στερεός (ετερογενής κατάλυση). Αλλά και στην περίπτωση της ομογενούς κατάλυσης η συγκέντρωσή του είναι σταθερή καθώς αναγεννάται σε ένα επόμενο στάδιο του μηχανισμού της αντίδρασης.
γ) $E_{a2} < E_{a1} < E_a$. Από τα δύο στάδια της καταλυόμενης αντίδρασης, το αργό στάδιο θα έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια ενεργοποίησης και επομένως: $E_{a2} < E_{a1}$. Η μη καταλυόμενη αντίδραση θα έχει μεγαλύτερη ενέργεια και από τις δύο καθόσον είναι πιο αργή.

Ε4.61. α) $\upsilon = k\cdot[CH_3I]\cdot[C_2H_5ONa]$, 2ης τάξης, $M^{-1}\cdot s^{-1}$.
β) Επιλογή 1. Η αύξηση της ενέργειας ενεργοποίησης έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ταχύτητας της αντίδρασης.

Ε4.62. α) $\upsilon = k\cdot[NO_2]\cdot[O_3]$.
β) 1ο στάδιο: $NO_2(g) + O_3(g) \longrightarrow NO_3(g) + O_2(g)$ (αργό)
2ο στάδιο: $NO_3(g) + NO_2(g) \longrightarrow N_2O_5$(g (γρήγορο)

Ε4.63. α) Το 1ο στάδιο έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια ενεργοποίησης και άρα είναι πιο αργό.
β) $\upsilon = k\cdot[(CH_3)_3CCl]$, 1ης τάξης.
γ) Εξώθερμη ($\Delta H < 0$).

Ε4.64. α) (mol) $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$
0,0225 0,045
Η μείωση της συγκέντρωσης του HCl(aq) θα είναι:
0,045/0,03 = 1,5 Μ
$\upsilon(HCl) = 1{,}5/2 = 0{,}75\ M\cdot min^{-1}$.
β) i. Τη χρονική στιγμή t_2.
ii. Η αντίδραση είναι εξώθερμη και η αποβολή θερμότητας προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας. Έτσι, η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου καθώς αυξάνεται συνεχώς η θερμοκρασία του διαλύματος. Από κάποια στιγμή και μετά η ταχύτητα της αντίδρασης αρχίζει να μειώνεται καθώς η συγκέντρωση των αντιδρώντων έχει μειωθεί σημαντικά.

Ε4.65. α) (1): Δ(aq), (2): Α(aq): Οι μεταβολές συγκεντρώσεων έχουν την ίδια απόλυτη τιμή και επομένως τα δύο σώματα έχουν το ίδιο συντελεστή (το Γ είναι στερεό).
β) (M) 2A(aq) + B(aq) → Γ(s) + 2Δ(aq)

0,6	0,6	−	
−2x	−x		2x
0,6 − 2x	0,6 − x		2x

Ισχύει: 0,6 − 2x = 2x, x = 0,15 Μ.
Επομένως, οι συγκεντρώσεις τη στιγμή t = 50 s θα είναι:

[A] = 0,3 M, [B] = 0,45 M, [Δ] = 0,3 M.
$\upsilon = (1/2)\Delta[\Delta]/\Delta t = (1/2)(0,3 - 0)/50 = 3\cdot10^{-3}$ M·s^{-1}.
γ) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της αντίδρασης σε mol από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την ολοκλήρωσή της:

(mol)	2A(aq)	+ B(aq)	→ Γ(s)	+ 2Δ(aq)
	0,12	0,12	–	–
	−0,12	−0,06	0,06	0,12
	–	0,06	0,06	0,12

Ε4.66. Υπολογίζουμε το συνολικό αριθμό mol (n) των δύο αερίων στην τελική κατάσταση:
$P\cdot V = n\cdot R\cdot T$, $24,6\cdot3 = n\cdot0,082\cdot400$, $n = 2,25$ mol

(mol)	A(s)	→ B(g)	+ 2Γ(g)
	x	–	–
	−x	x	2x
	–	x	2x

Ισχύει: x + 2x = 2,25, 3x = 2,25, x = 0,75 mol.
Η τελική συγκέντρωση του B(g) είναι: 0,75/2 = 0,25 M.
$\upsilon = \Delta[B]/\Delta t = 0,25/100 = 2,5\cdot10^{-3}$ M·s^{-1}.
Ε4.67. α) $\upsilon_B = \Delta[B]/\Delta t = 0,4/50 = 8\cdot10^{-3}$ M·s^{-1}.
β) $\upsilon_A = \Delta[A]/\Delta t = 1/50 = 0,02$ M·s^{-1}.
γ)

(M)	A(g)	→ B(g)
	1	–
	−0,4	0,4
	0,6	0,4

(M)	A(g)	→ 2Γ(g)
	0,6	–
	−0,6	1,2
	–	1,2

Επομένως, η τελική συγκέντρωση του Γ(g) είναι 1,2 M.
$\upsilon_\Gamma = \Delta[\Gamma]/\Delta t = 1,2/50 = 0,024$ M·s^{-1}.
Ε4.68. α) O_2(g): $n = 67,2\cdot10^{-3}/22,4 = 3\cdot10^{-3}$ mol.

(mol)	$2H_2O_2$	→ $2H_2O$	+ O_2
	$6\cdot10^{-3}$		$3\cdot10^{-3}$

H_2O_2(aq): $c = n/V = 6\cdot10^{-3}/10\cdot10^{-3} = 0,6$ M.
β) Η αρχική συγκέντρωση του H_2O_2(aq) $6\cdot10^{-3}\cdot10^{-2} = 0,6$ M και επομένως η μεταβολή της συγκέντρωσης του H_2O_2 είναι 0,6 M.

$$\upsilon(H_2O_2) = -\frac{\Delta[H_2O_2]}{\Delta t} = \frac{0,6}{120} = 5\cdot10^{-3}\ \text{M}\cdot\text{s}^{-1}$$

Ε4.69. α) Η ποσότητα της NH_3(g) τη στιγμή $t = 10$ min είναι $n = 0,04\cdot10 = 0,4$ mol.
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

(mol)	N_2(g)	+ $3H_2$(g)	→ $2NH_3$(g)
	0,4	1,6	–
	−0,2	−0,6	0,4
	0,2	1	0,4

β) Από τον ορισμό της ταχύτητας αντίδρασης προκύπτει:

$$\upsilon = \frac{1}{2}\frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\frac{0,04-0}{10} = 2\cdot10^{-3}\ \text{M}\cdot\text{min}^{-1}$$

$$\upsilon_{H_2} = \frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = 3\upsilon = 6\cdot10^{-3}\ \text{M}\cdot\text{min}^{-1}$$

Ε4.70. α) i. Μηδενικής τάξης αντίδραση. Η κλίση της καμπύλης είναι σταθερή και επομένως και η ταχύτητα της αντίδρασης είναι σταθερή.
ii. Ισχύει $\upsilon = k$ = κλίση της ευθείας = $0,4/100 = 4\cdot10^{-3}$ M·s^{-1}.
β) $\upsilon_B = 2\upsilon$ (λόγω συντελεστή 2 στο προϊόν) = $8\cdot10^{-3}$ M·s^{-1}.
γ) Με τη θεωρία της προσρόφησης.

Ε4.71. α) Από τα δεδομένα του όγκου του H_2(g) που εκλύεται στα πρώτα 60 s προκύπτει ότι η ταχύτητα της αντίδρασης στο πείραμα 2 είναι διπλάσια από την ταχύτητα της αντίδρασης στο πείραμα 1. Επίσης, η ταχύτητα ατο πείραμα 3 είναι τα 3/4 της ταχύτητας της αντίδρασης στο πείραμα 1.
Έστω $\upsilon = k\cdot[H_2PO_2^-]^x\cdot[OH^-]^y$ ο νόμος ταχύτητας. Θα ισχύουν:
1ο πείραμα: $\upsilon = k\cdot0,4^x\cdot2^y$ (1)
2ο πείραμα: $2\upsilon = k\cdot0,8^x\cdot2^y$ (2)
3ο πείραμα: $(3/4)\upsilon = k\cdot1,2^x\cdot1^y$ (3)
Από τις εξισώσεις (1) και (2), προκύπτει: $2 = 2^x$, x = 1.
Από τις εξισώσεις (2) και (3), προκύπτει: $8/3 = (2/3)\cdot2^y = y = 2$.
Άρα, ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι:
$\upsilon = k\cdot[H_2PO_2^-]\cdot[OH^-]^2$.
Μονάδα της σταθεράς ταχύτητας (k): M^{-2}·s^{-1}.
β) Οξειδοαναγωγική. Οξειδώνεται ο P από +1 σε +3 και ανάγεται το H από +1 σε 0.
Ε4.72. α) A: $n_A = 0,08\cdot0,25 = 0,02$ mol.
B: $n_B = 0,06\cdot0,25 = 0,015$ mol.

(mol)	2A(aq)	+ B(aq)	→ 2Γ(aq)
	0,02	0,015	–
	−2x	−x	2x
	0,02 – 2x	0,015 – x	2x

Ισχύει: 0,02 – 2x = 0,015 – x, x = 0,005 mol. Ο τελικός όγκος είναι 0,25 + 0,25 = 0,5 Lκαι επομένως για $t = 50$ s ισχύει:
[Γ] = 2x/V = 0,01/0,5 = 0,02 M
Άρα: υ(0-50 s) = $(1/2)\cdot\Delta[\Gamma]/\Delta t = 2\cdot10^{-4}$ M·s^{-1}.
β) Για την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης, ισχύει:
$\upsilon_o = k\cdot[A]^2\cdot[B] = k\cdot0,04^2\cdot0,03$
Για την ταχύτητα της αντίδρασης για $t = 50$ s, ισχύει:
$\upsilon = k\cdot[A]^2\cdot[B] = k\cdot0,02^2\cdot0,02$
Με διαίρεση κατά μέλη των δύο παραπάνω σχέσεων προκύπτει: $\upsilon_o/\upsilon = 6$.
Ε4.73. α) i. Όταν προκύπτουν 2 mol SO_3(g) εκλύονται 200 kJ

y; = 0,6 mol 60 kJ

SO_3 ($M_r = 80$): $m = 0,6\cdot80 = 48$ g
ii.

(mol)	$2SO_2$(g)	+ O_2(g)	→	$2SO_3$(g)
	1,2	x		–
	−0,6	−0,3		0,6
	0,6	x – 0,3		0,6

Στο τέλος της αντίδρασης θα πρέπει η ποσότητα του O_2(g) να μηδενιστεί, καθώς το SO_2(g) είναι σε περίσσεια. Επομένως, ισχύει:
x – 0,3 = 0, x = 0,3 mol
β) Η ταχύτητα της αντίδρασης δίνεται από τη σχέση:

$$\upsilon = \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta[SO_3]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\cdot\frac{0,5-0}{50} = 5\cdot10^{-3}\ \text{M}\cdot\text{s}^{-1}$$

$\upsilon(SO_3) = 2\upsilon = 0,01$ M·s^{-1}.
Ε4.74. α) i. Θα πρέπει το προϊόν να έχει διπλάσιο συντελεστή από το αντιδρών και επομένως η καμπύλη (1) αντιστοιχεί στο Δ(g) και η καμπύλη (2) στο B(g).
ii. Το αντιδρών Α θα πρέπει να έχει τελική συγκέντρωση ίση με το 0 καθώς το Β είναι σε περίσσεια. Παράλληλα θα πρέπει να έχει διπλάσια μεταβολή συγκέντρωσης σε σχέση με το Β και άρα η αρχική συγκέντρωση του Α θα πρέπει να είναι 0,4 M.
β) Εφαρμόζουμε τον ορισμό της ταχύτητας:

$$\upsilon = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{0,1-0,3}{80} = 2,5\cdot10^{-3}\text{M}\cdot\text{s}^{-1}$$

γ) Τη στιγμή t_1 ισχύει: [B(g)] = [Δ(g)].

(M) $2A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(g) + 2\Delta(g)$

	0,3	–	–
	−x		2x
	0,3 – x		2x

Ισχύει: 0,3 – x = 2x, x = 0,1 M.

Από τον ορισμό της ταχύτητας για το χρονικό διάστημα (0, t_1):

$$\upsilon = -\frac{\Delta[B]}{\Delta t} = -\frac{0,2-0,3}{t_1} = 10^{-2},\ t_1 = 10\ s$$

δ) Η ποσότητα του Δ(g) τη στιγμή t_1 είναι $n = c\cdot V = 0,2\cdot 2 = 0,4$ mol.

(mol) (M) $2A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(g) + 2\Delta(g)$, $\Delta H = -60$ kJ

Όταν παραχθούν 2 mol Δ έχουν εκλυθεί 60 kJ

0,4 mol x = 12 kJ

Το χρονικό διάστημα (t_1, 80 s) έχει παραχθεί η ίδια ποσότητα Δ(g) σε σχέση με το διάστημα (0, t_1) και επομένως θα παραχθεί το ίδιο ποσό θερμότητας (12 kJ).

Ε4.75. α) Από το πρώτο γράφημα παρατηρούμε ότι η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανεξάρτητη από την συγκέντρωση του B(g) και επομένως η αντίδραση είναι μηδενικής τάξης ως προς το αντιδρών αυτό. Από το γράφημα (β) παρατηρούμε ότι η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση του A(g) και επομένως η αντίδραση είναι 1ης τάξης ως προς το αντιδρών αυτό. Άρα, ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι: $\upsilon = k\cdot[A]$.

β) Η σταθερά ταχύτητας προσδιορίζεται από την κλίση της (β): $k = 0,01/0,25 = 0,04\ s^{-1}$.

Ε4.76. Μέχρι τη χρονική στιγμή t_1 έχει παραχθεί η ίδια ποσότητα CO_2 και επομένως έχει αντιδράσει η ίδια ποσότητα HCl (έστω x mol).

Για το 1ο πείραμα:

$$\upsilon_1 = -\frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta[HCl]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\cdot\frac{x/0,4}{t_1} = \frac{x}{0,8\cdot t_1}\ (1)$$

Για το 2ο πείραμα:

$$\upsilon_2 = -\frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta[HCl]}{\Delta t} = \frac{1}{2}\cdot\frac{x/0,1}{t_1} = \frac{x}{0,2\cdot t_1}\ (2)$$

Με διαίρεση κατά μέλη των εξισώσεων (2) και (1) προκύπτει τελικά:

$$\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = 4$$

Ε4.77. α) Παρατηρούμε ότι στο τέλος της αντίδρασης η συγκέντρωση του A(g) δεν μηδενίζεται, δηλαδή το αντιδρών αυτό είναι σε περίσσεια. Έτσι, όταν η αντίδραση ολοκληρωθεί η ποσότητα του B(g) πρέπει να μηδενιστεί. Άρα:

(mol) $2A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(s) + 2\Delta(g)$

0,6	x	–	–
−0,4	−0,2	0,2	0,4
0,2	x – 0,2	0,2	0,4

Ισχύει: x – 0,2 = 0, x = 0,2 mol.

β) $\upsilon_\Delta = \Delta[\Delta]/\Delta t = 0,2/40 = 5\cdot10^{-3}\ M\cdot s^{-1}$.

$\upsilon = (1/2)\upsilon_\Delta = 2,5\cdot10^{-3}\ M\cdot s^{-1}$.

γ) $q_1 > q_2$. Με την πάροδο του χρόνου η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται και επομένως ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας μειώνεται επίσης.

Ε4.78. α) Με τον αποχρωματισμό του διαλύματος (από ιώδες σε άχρωμο) ή τον τερματισμό της έκλυσης φυσαλίδων αερίου (CO_2).

β) i. $5(COOH)_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

ii. $(COOH)_2$: $n = 0,01\cdot0,1 = 10^{-3}$ mol

$KMnO_4$: $n = 0,02\cdot2\cdot10^{-3} = 4\cdot10^{-5}$ mol

(mol) $5(COOH)_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 10CO_2 + ...$

10^{-3}	$4\cdot10^{-5}$				
-10^{-4}	$-4\cdot10^{-5}$				
$9\cdot10^{-4}$	–				

$(COOH)_2$: $c = 9\cdot10^{-4}/0,2 = 4,5\cdot10^{-3}$ M.

γ) Με την προηγούμενη προσθήκη 2 mL διαλύματος $KMnO_4$ 0,02 M έχει ήδη δημιουργηθεί ποσότητα $MnSO_4$ ($Mn^{2+}SO_4^{2-}$) που λειτουργεί ως καταλύτης της αντίδρασης (αυτοκατάλυση). Έτσι, η αντίδραση θα έχει μεγαλύτερη ταχύτητα και θα ολοκληρωθεί ταχύτερα.

Ε4.79. α) $A_2(g) + AB_3(g) \rightarrow 3AB(g)$

β) (mol) $A_2(g) + AB_3(g) \rightarrow 3AB(g)$

y	1,8	
−1,2	−1,2	3,6
y – 1,2	0,6	3,6

i. Ρυθμός παραγωγής του AB(g) = $\Delta[AB]/\Delta t = 6\cdot10^{-3}\ M\cdot s^{-1}$.

$\upsilon = (1/3)\cdot6\cdot10^{-3}\ M\cdot s^{-1} = 2\cdot10^{-3}\ M\cdot s^{-1}$.

ii. Θα πρέπει y − 1,2 = 0 και άρα y = 1,2 mol.

iii. Όταν παράγονται 3 mol AB απορροφώνται 120 kJ

3,6 mol Q = 144 kJ

γ) Έστω $\upsilon = k\cdot[A_2]^\alpha\cdot[AB_x]^\beta$ ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης.

$5\cdot10^{-6} = k\cdot0,01^\alpha\cdot0,02^\beta$ (1)

$15\cdot10^{-6} = k\cdot0,01^\alpha\cdot0,06^\beta$ (2)

$22,5\cdot10^{-6} = k\cdot0,03^\alpha\cdot0,03^\beta$ (3)

Από (1) και (2): α = 1

Από τις (2) και (3):

$15\cdot10^{-6} = k\cdot0,01^\alpha\cdot0,06^\beta$ (2)

$22,5\cdot10^{-6} = k\cdot0,03^\alpha\cdot0,03^\beta$ (3)

$1,5 = 3\cdot(1/2)^\beta$, β = 1

Από την εξίσωση (1): $5\cdot10^{-6} = k\cdot0,01\cdot0,02 = k\cdot2\cdot10^{-4}$

Επομένως: $k = 2,5\cdot10^{-2}\ M^{-1}\cdot s^{-1}$.

Ε4.80. Έστω $\upsilon = k\cdot[RCOOR']^x\cdot[NaOH]^y$ ο νόμος ταχύτητας.

pH = 12 ⇒ pOH = 2 ⇒ $[NaOH] = 10^{-2}$ M

pH = 13 ⇒ pOH = 1 ⇒ $[NaOH] = 10^{-1}$ M

Πείραμα 1: $3\cdot10^{-5} = k\cdot(9\cdot10^{-3})^x\cdot(10^{-2})^y$ (1)

Πείραμα 2: $2\cdot10^{-5} = k\cdot(6\cdot10^{-3})^x\cdot(10^{-2})^y$ (2)

Πείραμα 3: $10^{-4} = k\cdot(3\cdot10^{-3})^x\cdot(10^{-1})^y$ (3)

Με διαίρεση κατά μέλη των (1) και (2): x = 1.

Με διαίρεση κατά μέλη των (3) και (2): y = 1.

$\upsilon = k\cdot[RCOOR']\cdot[OH^-]$ (αντίδραση 2ης τάξης).

(1): $3\cdot10^{-5} = k\cdot(9\cdot10^{-3})\cdot(10^{-2}) \Rightarrow k = (1/3)\ M^{-1}\cdot s^{-1}$.

Ε4.81. α) Έστω $\upsilon = k\cdot[A]^x\cdot[B]^y$ ο νόμος ταχύτητας.

$\upsilon_0 = 6,4\cdot10^{-5} = k\cdot1^x\cdot1^y$ (1)

(M) $2A(g) + 2B(g) \rightarrow 2\Gamma(g) + \Delta(g)$

1	1	–	–
−0,5	−0,5	0,5	0,25
0,5	0,5	0,5	0,25

$\upsilon = 8\cdot10^{-6} = k\cdot0,5^x\cdot0,5^y$ (2)

Από τις σχέσεις (1) και (2): $8 = 2^x\cdot2^y = 2^{x+y}$, x + y = 3.

Επομένως, η αντίδραση είναι 3ης τάξης.

β) Από την εξίσωση (1): $k = 6,4\cdot10^{-5}\ M^{-2}\cdot s^{-1}$.

γ) (M) $2A(g) + 2B(g) \rightarrow 2\Gamma(g) + \Delta(g)$

1	1	–	–
−0,75	−0,75	0,75	0,375
0,25	0,25	0,75	0,375

$\upsilon = k\cdot 0{,}25^x\cdot 0{,}25^y = 6{,}4\cdot 10^{-5}\cdot 0{,}25^3 = 10^{-6}$ M·s^{-1}.

Ε4.82. α) Αντίδραση υποκατάστασης.

β) KOH: $n = c\cdot 0{,}01$.

HCl: $n = 0{,}05\cdot 0{,}01 = 5\cdot 10^{-4}$ mol.

(mol) KOH + HCl → KCl + H_2O

$c\cdot 0{,}01$ $5\cdot 10^{-4}$

Ισχύει: $c\cdot 0{,}01 = 5\cdot 10^{-4}$, $c = 0{,}05$ M.

(M) CH_3CH_2Br + KOH → CH_3CH_2OH + KBr

$3\cdot 10^{-2}$ $7\cdot 10^{-2}$ –

$-2\cdot 10^{-2}$ $-2\cdot 10^{-2}$ $2\cdot 10^{-2}$

10^{-2} $5\cdot 10^{-2}$

$\upsilon = \Delta[CH_3CH_2Br]/\Delta t = 2\cdot 10^{-2}/50 = 4\cdot 10^{-4}$ M·min^{-1}.

γ) Η αρχική ταχύτητα της αντίδρασης είναι μεγαλύτερη καθώς η ταχύτητα μιας αντίδρασης μειώνεται σταδιακά λόγω της μείωσης της συγκέντρωσης των αντιδρώντων.

Ε4.83. α) $\upsilon = k\cdot[Fe^{3+}]\cdot[I^-]^2$. Στην 1η σειρά η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη με τη $[Fe^{3+}]$ ενώ στη 2η σειρά η ταχύτητα 4πλασιάζεται με 2πλασιασμό της $[I^-]$. Η αντίδραση είναι 3ης τάξης. $k = 10{,}42$ M^{-2}·s^{-1}.

β) Όχι, αν ήταν απλή ο νόμος ταχύτητας θα ήταν: $\upsilon = k\cdot[Fe^{3+}]^2\cdot[I^-]^2$.

Ε4.84. α) Υπολογίζονται οι συγκεντρώσεις των ενώσεων A(aq) και B(aq) στα διαλύματα Δ1 και Δ2 αμέσως μετά την ανάμιξη.

Διάλυμα Δ1

A(aq): $0{,}4\cdot 0{,}1 = c_A\cdot 0{,}4$, $c_A = 0{,}1$ M

B(aq): $0{,}4\cdot 0{,}3 = c_B\cdot 0{,}4$, $c_B = 0{,}3$ M

Διάλυμα Δ2

A(aq): $0{,}2\cdot 0{,}4 = c_A\cdot 0{,}8$, $c_A = 0{,}1$ M

B(aq): $0{,}6\cdot 0{,}4 = c_B\cdot 0{,}8$, $c_B = 0{,}3$ M

Στα δύο διαλύματα οι αρχικές συγκεντρώσεις των αντιδρώντων είναι ίσες οπότε και η αρχικές ταχύτητες θα είναι ίσες.

β) $\upsilon_{01} = k\cdot c_A\cdot c_B$, $k = 9\cdot 10^{-4}/3\cdot 10^{-2} = 0{,}03$ mol^{-1}·L·s^{-1}.

γ) (mol·L^{-1}) A(aq) + 2B(aq) → Γ(s) + 2Δ(aq)

0,1 0,3

−0,05 −0,1

(t) 0,05 0,2

$\upsilon_t = 0{,}03\cdot 0{,}05\cdot 0{,}2 = 3\cdot 10^{-4}$ mol·L^{-1}·s^{-1}.

δ) Και στα δύο διαλύματα η ένωση Α είναι σε έλλειμμα.

Διάλυμα Δ1

(mol) A(aq) + 2B(aq) → Γ(s) + 2Δ(aq)

0,04 0,12

−0,04 −0,08 0,04

Άρα, η τελική ποσότητα του Γ(s) είναι 0,04 mol.

Διάλυμα Δ2

(mol) A(aq) + 2B(aq) → Γ(s) + 2Δ(aq)

0,08 0,24

−0,08 −0,16 0,08

Άρα, η τελική ποσότητα του Γ(s) είναι 0,08 mol.

Ε4.85. α) Fe: $n = m/M_r = 56/56 = 1$ mol.

Fe_2O_3: $M_r = 160$.

(mol) $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$

1

$-4x$ $-3x$ $2x$

2000 min $1 - 4x$ $2x$

Για τη μάζα των στερεών συστατικών της ισορροπίας τη στιγμή 2000 min, έχουμε:

$m_1 = 58{,}4$ g $= 56\cdot(1 - 4x) + 160\cdot 2x = 56 - 224x + 320x = 56 + 96x$, $x = 0{,}025$ mol.

Η ποσότητα του Fe που οξειδώθηκε είναι $4x = 0{,}1$ mol και επομένως:

Το ποσοστό του Fe που οξειδώθηκε είναι: $(0{,}1/1)\cdot 100 = 10\%$.

β) Στο χρονικό διάστημα 0 - 2000 min καταναλώθηκαν $3x$ mol $O_2 = 0{,}075$ mol.

O_2 ($M_r = 32$): $m = 0{,}075\cdot 32 = 2{,}4$ g

Ρυθμός κατανάλωσης O_2: $2{,}4/2000 = 1{,}2\cdot 10^{-3}$ g/min.

γ) $m_2 > m_1$. Η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μεγαλύτερη στη δεύτερη περίπτωση καθώς το στερεό αντιδρών έχει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής.

δ) Με το φαινόμενο της αυτοκατάλυσης. Θα πρέπει το προϊόν της αντίδρασης να λειτουργεί ως καταλύτης.

Ε4.86. α) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της αντίδρασης.

(mol) A(g) + 2B(g) → Γ(g) + 2Δ(g)

0,4 1 – –

−0,4 −0,8 0,4 0,8

– 0,2 0,4 0,8

β) Έστω $\upsilon = k\cdot[A]^x\cdot[B]^y$ ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης.

Μέχρι τη στιγμή t_1 έστω ότι έχουν αντιδράσει α mol από το αντιδρών A(g).

Όταν αντιδράσει 1 mol A(g) εκλύονται 100 kJ

α mol 10 kJ

α = 0,1 mol.

Επομένως, έχουν αντιδράσει 0,2 mol B(g) και έχουν παραχθεί 0,1 mol Γ(g) και 0,2 mol Δ(g). Θα ισχύουν:

[A] = 0,3/2 = 0,15 M.

[B] = 0,8/2 = 0,4 M.

$\upsilon = k\cdot[A]^x\cdot[B]^y$, $4{,}8\cdot 10^{-4} = k\cdot 0{,}15^x\cdot 0{,}4^y$ (1)

Έστω ότι μέχρι τη στιγμή t_2 έχουν αντιδράσει συνολικά β mol από το αντιδρών A(g).

Όταν αντιδράσει 1 mol A(g) εκλύονται 100 kJ

β mol 20 kJ

β = 0,2 mol.

Επομένως, έχουν αντιδράσει 0,4 mol B(g). Θα ισχύουν:

[A] = 0,2/2 = 0,1 M.

[B] = 0,6/2 = 0,3 M.

$\upsilon = k\cdot[A]^x\cdot[B]^y$, $2{,}4\cdot 10^{-4} = k\cdot 0{,}1^x\cdot 0{,}3^y$ (2)

Τέλος, έστω ότι μέχρι τη στιγμή t_3 έχουν αντιδράσει συνολικά γ mol από το αντιδρών A(g).

Όταν αντιδράσει 1 mol A(g) εκλύονται 100 kJ

γ mol 30 kJ

γ = 0,3 mol.

Επομένως, έχουν αντιδράσει 0,6 mol B(g). Θα ισχύουν:

[A] = 0,1/2 = 0,05 M, [B] = 0,4/2 = 0,2 M.

$\upsilon = k\cdot[A]^x\cdot[B]^y$, $8\cdot 10^{-5} = k\cdot 0{,}05^x\cdot 0{,}2^y$ (3)

Από τις (1) και (3) με διαίρεση κατά μέλη: $6 = 3^x\cdot 2^y$

Εφόσον x και y είναι φυσικοί αριθμοί διάφοροι του 0, η μοναδική (προφανής) λύση είναι: x = 1, y = 1.

Αντικαθιστώντας σε μία από τις τρεις εξισώσεις, προκύπτει:

$k = 8\cdot 10^{-3}$ M^{-1}·s^{-1}

γ) Δεν είναι απλή. Αν ήταν απλή θα ήταν 3ης τάξης.

δ) Όταν έχουν εκλυθεί 15 kJ έχουν αντιδράσει 0,15 mol A(g) και επομένως η συγκέντρωση του Α θα είναι: $(0{,}4 - 0{,}15)/2 = 0{,}125$ M. Η συγκέντρωση του Β θα είναι $(1 - 0{,}3)/2 = 0{,}35$ M. Έτσι, η ταχύτητα της αντίδρασης θα είναι:

$\upsilon = k\cdot[A]\cdot[B] = 8\cdot 10^{-3}\cdot 0{,}125\cdot 0{,}35 = 3{,}5\cdot 10^{-4}$ M·s^{-1}

Ε4.87. α) Μεγαλύτερη, καθώς η ταχύτητα της αντίδρασης είναι αρχικά μέγιστη και στη συνέχεια σταδιακά μειώνεται μέχρι μηδενισμού.

β) Mn^{2+}: $n = 3\cdot 10^{-3}\cdot 0{,}2 = 6\cdot 10^{-4}$ mol

Άρα καταναλώθηκαν $5\cdot6\cdot10^{-4} = 3\cdot10^{-3}$ mol Fe^{2+}. Μεταβολή συγκέντρωσης Fe^{2+} $3\cdot10^{-3}/0{,}2 = 15\cdot10^{-3}$ M.
Μέση ταχύτητα κατανάλωσης των ιόντων Fe^{2+}:
$15\cdot10^{-3}/20 = 7{,}5\cdot10^{-4}$ M·min^{-1}.
γ) Η ποσότητα του Fe^{2+} στο χάπι του φαρμάκου είναι $3\cdot10^{-3}$ mol Fe^{2+} που αντιστοιχεί σε $168\cdot10^{-3}$ mol Fe^{2+} ή 168 mg Fe^{2+}.

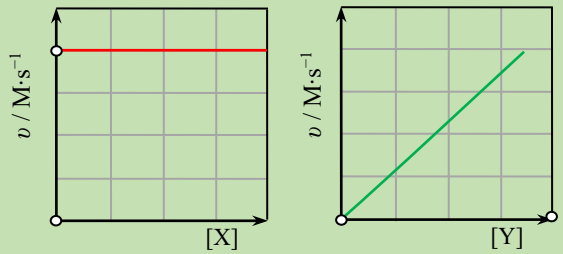
Ε4.88. α) Έστω $\upsilon = k\cdot[A_2]^{\alpha}\cdot[B_2]^{\beta}$ ο νόμος ταχύτητας.
$1{,}8\cdot10^{-8} = k\cdot(3\cdot10^{-3})^{\alpha}\cdot(10^{-3})^{\beta}$ (1)
$5{,}4\cdot10^{-8} = k\cdot(3\cdot10^{-3})^{\alpha}\cdot(3\cdot10^{-3})^{\beta}$ (2)
$4{,}86\cdot10^{-7} = k\cdot(9\cdot10^{-3})^{\alpha}\cdot(3\cdot10^{-3})^{\beta}$ (3)
Από τις εξισώσεις (1), (2) και (3): α = 2, β = 1.
ii. Από την εξίσωση (1): $1{,}8\cdot10^{-8} = k\cdot(3\cdot10^{-3})^2\cdot(10^{-3})$,
$k = 2$ mol^{-2}·L^2·s^{-1}
β) (mol·L^{-1}) $xA(g) + B(g) \rightarrow 2\Gamma(g)$

	$9\cdot10^{-3}$	$3\cdot10^{-3}$	–
	$-x\cdot10^{-3}$	-10^{-3}	$2\cdot10^{-3}$
	$(9-x)\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$	$2\cdot10^{-3}$

$19{,}6\cdot10^{-8} = 2\cdot(9-x)^2\cdot10^{-6}\cdot2\cdot10^{-3} = 4\cdot(9-x)^2\cdot10^{-9}$, $49 = (9-x)^2$, x = 2 (δεκτή λύση).

Ε4.89. α) Το διάγραμμα Ι.
β) Καθώς το 2ο στάδιο είναι πολύ πιο γρήγορο όποια ποσότητα του B(g) παράγεται από την 1η αντίδραση θα καταναλώνεται γρήγορα στη 2η που σημαίνει ότι η [B] θα είναι μικρή κατά τη διάρκεια της αντίδρασης ενώ προς το τέλος θα τείνει στο μηδέν.

Ε4.90. α) i. Επιλογή 2. Συγκρίνοντας τα πειράματα 1, 2 και 3 παρατηρούμε ότι η [X] είναι η ίδια ενώ η [Y] μεταβάλλεται. Μάλιστα, η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη με τη [Y].
ii. Συγκρίνοντας τα πειράματα 1, 4 και 5 παρατηρούμε ότι η [Y] παραμένει η ίδια ενώ η [X] μεταβάλλεται. Η ταχύτητα της αντίδρασης δεν μεταβάλλεται με τη [X] που σημαίνει ότι είναι ανεξάρτητη της [X]. Έτσι, ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης θα είναι: $\upsilon = k\cdot[X]^0\cdot[Y]$. Η αντίδραση είναι 1ης τάξης.
Μονάδα σταθεράς ταχύτητας: $k = \upsilon/[Y]$: M·s^{-1}/M = s^{-1}.
β) Διάγραμμα Α. Η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και καθώς μειώνεται η [Y]. Έτσι, ο ρυθμός της μείωσης της [Y] θα είναι μεγαλύτερος στην αρχή και σιγά - σιγά θα μειώνεται μέχρι η [Y] να μηδενιστεί.
γ) Από το νόμο ταχύτητας της αντίδρασης βλέπουμε ότι η ταχύτητα είναι ανεξάρτητη από τη [X] και είναι ανάλογη με τη [Y]. Οπότε:



δ) X(aq) + 2Y(aq) → 2Z(aq).

Ε5. ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ: ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Ε5.1. Β. Τα στερεά παραλείπονται από την έκφραση της σταθεράς ισορροπίας.

Ε5.2. Γ. Αν υποθέσουμε ότι αντιδρούν 3x mol Fe(s) τότε θα παραχθούν x mol Fe_3O_4(s). Η μάζα του Fe που αντιδρά θα είναι $m_1 = 3x\alpha$, όπου α η σχετική ατομική μάζα του Fe. Η μάζα του Fe_3O_4 που παράγεται θα είναι $m_2 = x(3\alpha + 4\beta)$ και ισχύει: $m_1 < m_2$. Επομένως η μάζα του στερεού αυξάνεται κατά τη διάρκεια της αντίδρασης. Παράλληλα, η μάζα του αερίου θα πρέπει να μειώνεται καθώς σε μία αντίδραση δεν υπάρχει μεταβολή μάζας.

Ε5.3. Γ. Με την προσθήκη καταλύτη δεν μεταβάλλεται η θέση της χημικής ισορροπίας. Όμως, αυξάνονται και οι δύο αντίθετης φοράς ταχύτητες με αποτέλεσμα η χημική ισορροπία να αποκαθίσταται ταχύτερα.

Ε5.4. Δ. Η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη και επομένως σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και η σταθερά K_c της ισορροπίας μειώνεται.

Ε5.5. Δ. Αρχικά η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά είναι μέγιστη ενώ προς τα αριστερά είναι ίση με το 0. Με την εξέλιξη της αντίδρασης η ταχύτητα προς τα δεξιά μειώνεται ενώ προς τα αριστερά αυξάνεται ώστε στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας να εξισωθούν. Πριν την κατάσταση της ισορροπίας η ταχύτητα προ τα δεξιά θα είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα προ τα αριστερά.

Ε5.6. Β. Το ισότοπο D μεταφέρεται αρχικά στο DI λόγω της αντίδρασης προς τα δεξιά και στη συνέχεια λόγω της παράλληλης αντίδρασης προς τα αριστερά εμφανίζεται και ως D_2 (με την αντίδραση 2 μορίων DI) και ως HD (με την αντίδραση 1 μορίου HI με ένα μόριο DI).

Ε5.7. Β. Στο χρονικό διάστημα 0-10 min οι μεταβολές των συγκεντρώσεων είναι πολύ μικρές και ξαφνικά γίνονται πολύ μεγαλύτερες (αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης).

Ε5.8. Γ. Εφόσον με την αύξηση του όγκου του δοχείου η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, τα mol των αερίων προς τα δεξιά θα πρέπει να είναι περισσότερα και επομένως λ < 3.

Ε5.9. Γ. Με τη μείωση του όγκου του δοχείου η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά (αύξηση της απόδοσης) με παράλληλη αύξηση της ταχύτητας λόγω αύξησης των συγκεντρώσεων.

Ε5.10. Γ. Η έκφραση της K_c της χημικής ισορροπίας είναι:

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]}$$

$$K_c : \frac{M^2}{M} = M \text{ (mol·L}^{-1}\text{)}$$

Ε5.11. Δ. Με την απομάκρυνση ποσότητας H_2O, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier και η απόδοση αυξάνεται.

Ε5.12. Δ. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά κει ο συνολικός αριθμός mol των αερίων αυξάνεται. Έτσι, η πίεση θα υπερδιπλασιαστεί καθώς παράλληλα διπλασιάζεται και η θερμοκρασία ($PV = n_{ολ}RT$).

Ε5.13. Γ. Εφόσον η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά θα εξελίσσεται αντίδραση προς τα δεξιά και επομένως το πηλίκο αντίδρασης θα αυξάνεται (η αρχική τιμή του Q_c θα είναι μεγαλύτερη του 0).

Ε5.14. Γ. Η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας μειώθηκε με την αύξηση της θερμοκρασίας και επομένως η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα αριστερά (ενδόθερμη κατεύθυνση). Έτσι, η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη ($\Delta H < 0$). Με τη μετατόπιση της ισορροπίας προς τα αριστερά η απόδοση μειώνεται.

Ε5.15. Β. Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας HI(g)η αντίδραση προς τα δεξιά αυξάνεται απότομα και η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Έτσι, αυξάνονται οι ποσότητες των προϊόντων οπότε αυξάνεται η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα

αριστερά. Παράλληλα, η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά βαθμιαία μειώνεται μέχρις ότου οι δύο ταχύτητες να εξισωθούν πάλι στη νέα κατάσταση χημικής ισορροπίας.

Ε5.16. Γ. Η προσθήκη καταλύτη δεν αλλάζει η θέση της χημικής ισορροπίας, αλλά οι σταθερές ταχύτητας των δύο αντίθετης φοράς αντιδράσεων αυξάνονται καθώς οι αντιδράσεις είναι ταχύτερες.

Ε5.17. Α. Με την εισαγωγή επιπλέον ποσότητας $O_2(g)$ η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα δεξιά με αποτέλεσμα την έκλυση ποσού θερμότητας. Καθώς το δοχείο είναι θερμονωμένο, η θερμοκρασία του συστήματος θα αυξηθεί.

Ε5.18. Β. Αντιστρέφουμε την πρώτη εξίσωση και προσθέτουμε στη δεύτερη.

Ε5.19. Α. Για την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά ισχύει: $\upsilon_1 = k_1 \cdot [A] \cdot [B]^2$. Για την ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά ισχύει: $\upsilon_2 = k_2 \cdot [AB_2]$. Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας ισχύει: $\upsilon_1 = \upsilon_2$ και επομένως: $k_1 \cdot [A] \cdot [B]^2 = k_2 \cdot [AB_2]$, $k_1/k_2 = [AB_2]/[A] \cdot [B]^2$.

Ε5.20. Β. Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας CH_3COOCH_3 η 2η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του CH_3COOH και τη μείωση της συγκέντρωσης του H_2O οπότε η 1η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά. Έτσι, η ποσότητα του $CH_3COOCH_2CH_3$ θα αυξηθεί.

Ε5.21. Όλες είναι σωστές.

Ε5.22. α) Επιλογή iv.

β) Αφού η ποσότητα του NO(g) αυξάνεται θα πρέπει να εξελίσσεται αντίδραση προς την κατεύθυνση κατά την οποία παράγεται NO(g). Πράγματι, στην περίπτωση iv ισχύει $Q_c = 100 < K_c = 400$ και επομένως εξελίσσεται αντίδραση προς τα δεξιά οπότε η ποσότητα του NO(g) αυξάνεται με το χρόνο.

Ε5.23. α) Επιλογή Β.

β) Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, οπότε σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αντίδραση προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη, οπότε $H_{αντ} < H_{προ}$ και $\Delta H > 0$.

Ε5.24. Από το ενεργειακό διάγραμμα της αντίδρασης, $A(g) + B(g) \rightarrow \Gamma(g) + \Delta(g)$ και της αντίστροφής της προκύπτει ότι η αντίδραση προς τα δεξιά θα είναι εξώθερμη ($\Delta H < 0$, $H_{προ} < H_{αντ}$). Στο 1ο δοχείο η θερμοκρασία του συστήματος μένει σταθερή ενώ το 2ο δοχείο όπου δεν επιτρέπεται η ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον η θερμοκρασία στο δοχείο αυξάνεται με αποτέλεσμα η ισορροπία να μετατοπίζεται προς τα αριστερά και έτσι η [Γ] να μειώνεται.

Ε5.25. α) Στο διάλυμα NaCl(aq) εμφανίζονται τα ιόντα Na^+ και Cl^-: $NaCl(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$. Έτσι, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά με αποτέλεσμα την εμφάνιση του μπλε χρωματισμού.

β) Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά για να εμφανίζεται μπλε χρώμα. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί την ισορροπία προς την ενδόθερμη κατεύθυνση και άρα η ισορροπία θα πρέπει να είναι ενδόθερμη προς τα δεξιά.

Ε5.26. α) Η ισορροπία οδεύει προς τα αριστερά και επομένως ενισχύεται ο κίτρινος χρωματισμός (αρχή Le Chatelier).

β) Η ισορροπία οδεύει προς τα δεξιά και ενισχύεται ο κόκκινος χρωματισμός (αρχή Le Chatelier).

Ε5.27. Με τη μείωση της θερμοκρασίας στους 80 °C και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier:

1. Η ισορροπία μετατοπίζεται προς την εξώθερμη κατεύθυνση (δεξιά) και επομένως αυξάνεται η απόδοση.
2. Το H_2O υγροποιείται και απομακρύνεται από την ισορροπία, οπότε η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά και επομένως αυξάνεται η απόδοση.

Ε5.28. α) Στο δοχείο Γ.

Δοχείο Α:

$$Q_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]} = \frac{[10/V)^2}{[10/V)^2 \cdot (5/V)} = \frac{V}{5}$$

Δοχείο Β:

$$Q_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]} = \frac{[5/V)^2}{[5/V)^2 \cdot (5/V)} = \frac{V}{5}$$

Δοχείο Γ:

$$Q_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]} = \frac{[20/V)^2}{[20/V)^2 \cdot (10/V)} = \frac{V}{10}$$

Στα δοχεία Α και Β το πηλίκο αντίδρασης είναι ίσο και επομένως στα δύο αυτά δοχεία έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία.

β) Στο δοχείο Γ ισχύει: $Q_c < K_c$ και επομένως θα εκδηλωθεί αντίδραση προς τα δεξιά.

Ε5.29. Σωστή επιλογή είναι η γ. Αφού και στα 4 δοχεία έχει αποκατασταθεί ισορροπία θα ισχύει: $K_c = [CO_2]$. Στα δοχεία Α, Β και Δ η σταθερά K_c θα έχει την ίδια τιμή καθώς η θερμοκρασία είναι η ίδια στα δοχεία αυτά. Στο δοχείο Γ η σταθερά θα έχει μικρότερη τιμή καθώς με τη μείωση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά και επομένως η σταθερά μειώνεται ($K'_c < K_c$). Έστω n_A, n_B, n_Γ και n_Δ οι ποσότητες (σε mol) του CaO(s) αλλά και του $CO_2(g)$ στα τέσσερα δοχεία μετά την αποκατάσταση της ισορροπίας. Θα ισχύουν:

$$\frac{n_A}{V} = \frac{n_B}{V} = \frac{n_\Delta}{2V} > \frac{n_\Gamma}{V}$$

Από τις σχέσεις αυτές προκύπτουν: $n_A = n_B$, $n_\Gamma < n_A$ και $n_\Delta = 2n_A$. Η μάζα του CaO θα προκύπτει από τη σχέση: $m = n \cdot M_r(CaO)$ και επομένως τελικά θα ισχύει: $m_\Delta = 2m_A$, $m_B = m_A$ και $m_\Gamma < m_A$ ή $m_\Delta > m_B = m_A > m_\Gamma$.

Ε5.30. α) Επιλογή 3.

β) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της 1ης ισορροπίας.

(mol)	$SO_2(g)$	+ $NO_2(g)$	⇌ $SO_3(g)$	+ $NO(g)$
	1	1	–	–
	−x	−x	x	x
	1 – x	1 – x	x	x

Κατασκευάζουμε τον πίνακα και της 2ης ισορροπίας.

(mol)	$SO_2(g)$	+ $NO_2(g)$	⇌ $SO_3(g)$	+ $NO(g)$
	–	–	2	2
	y	y	−y	−y
	y	y	2 – y	2 – y

Γράφουμε την έκφραση της σταθεράς K_c για τις δύο καταστάσεις ισορροπίας και εξισώνουμε.

Τελικά: $(1 - x) \cdot (2 - y) = xy$, $2 - 2x = y$, $y = 2 \cdot (1 - x)$. Επομένως: $\beta = 2\alpha$.

Ε5.31. Με την απομάκρυνση του $CO_2(g)$ η ισορροπία (2) μετακινείται προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Ως επακόλουθο η ισορροπία (1) μετακινείται προς τα αριστερά, οπότε σχηματίζεται $CaCO_3(s)$.

Ε5.32. Στην αρχική ισορροπία ισχύει: $K_c = [I_{2,διαλ}]$. Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας διαλύτη η $[I_2]$ αρχικά μειώνεται λόγω της αύξησης του όγκου του διαλύματος και επομένως θα ισχύει: $Q_c = [I_{2,διαλ}] < K_c$ και έτσι η ισορροπία θα

μετατοπιστεί προς τα δεξιά μέχρι την αποκατάσταση νέας χημικής ισορροπίας στην οποία θα πρέπει πάλι να ισχύει: $K_c = [I_{2,διαλ}]'$. Καθόσον η τιμή της K_c είναι η ίδια θα ισχύει τελικά: $[I_{2,διαλ}] = [I_{2,διαλ}]'$.

Ε5.33. Αρχικά ισχύει: $Q_c = [Δ]/[B] = 1 > 0,5 = K_c$ και επομένως θα πρέπει να εκδηλωθεί αντίδραση προς τα αριστερά. Καθώς δεν υπάρχει στο δοχείο ποσότητα Γ(s) δεν μπορεί να εκδηλωθεί αντίδραση και άρα δεν μπορεί να αποκατασταθεί ισορροπία.

Ε5.34. Επιλογή 1. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα λιγότερα mol αερίων, δηλαδή προς τα δεξιά, οπότε η $[H_3O^+]$ θα αυξηθεί και το pH θα μειωθεί.

Ε5.35. α) $Q_c > K_c$.

β) Παρατηρούμε ότι εξελίσσεται αντίδραση προς τα αριστερά και επομένως $Q_c > K_c$.

Ε5.36. Από την έκφραση της σταθεράς K_{c2}, έχουμε:

$$K_{c2} = \frac{[Mg^{2+}]}{[H_3O^+]^2} = \frac{[Mg^{2+}]\cdot[OH^-]^2}{[H_3O^+]^2\cdot[OH^-]^2} = \frac{K_{c1}}{K_w^{\,2}}$$

Ε5.37. α) Το διάγραμμα Γ. Η μείωση του όγκου του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης στο δοχείο και την αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης, τόσο προς τα δεξιά όσο και προς τα αριστερά. Πάντως, η μείωση του όγκου του δοχείου δεν μεταβάλλει τη θέση της χημικής ισορροπίας οπότε οι ταχύτητες παραμένουν από εκεί και πέρα σταθερές.

β) Η θέση της ισορροπίας δεν αλλάζει, αλλά η μείωση του όγκου του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του $H_2(g)$.

γ) $T_2 > T_1$. Η σταθερά K_c μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία και η τιμή της μειώνεται όταν η ισορροπία μετατοπιστεί προς τα αριστερά, δηλαδή προς την ενδόθερμη κατεύθυνση. Επομένως, έγινε αύξηση της θερμοκρασίας (αρχή Le Chatelier).

Ε5.38. Η μείωση του pH έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της $[H_3O^+]$ και επομένως τη μείωση της $[OH^-]$. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία διαλυτοποίησης του σμάλτου οδεύει προς τα δεξιά και η φθορά επιτείνεται.

Ε5.39. (mol) $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$

x	–
−y	2y
x – y	2y

$\alpha = y/x \Rightarrow y = \alpha x$

Επομένως, στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας συνυπάρχουν $x\cdot(1-\alpha)$ mol A(g) και $2\alpha x$ mol B(g).

$$K_c = \frac{[B(g)]^2}{[A(g)]} = \frac{(2\alpha x/V)^2}{[x(1-\alpha)/V]} = \frac{x}{V}\cdot\frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)}$$

Καθώς η τιμή της K_c δεν μεταβάλλεται και ο όγκος του δοχείου είναι σταθερός, η αύξηση της τιμής του x θα πρέπει να συνοδεύεται με μείωση της τιμής της παράστασης $4\alpha^2/(1-\alpha)$ και αυτό συνεπάγεται μείωση της απόδοσης (α).

Ε5.40. Επιλογή Α. Παρατηρούμε ότι η μείωση της συγκέντρωσης του X είναι διπλάσια από την αύξηση της συγκέντρωσης του Y και επομένως το X έχει διπλάσιο συντελεστή. Παράλληλα, η μείωση της θερμοκρασία του συστήματος έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης του X που σημαίνει ότι η ισορροπία, $2X \rightleftharpoons Y$, μετατοπίστηκε προς τα δεξιά. Έτσι, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία προς τα δεξιά θα είναι εξώθερμη ($\Delta H < 0$).

Ε5.41. α) Επιλογή 2.

β) Με τη μείωση της πίεσης και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά (προς τα περισσότερα mol των αερίων) οπότε η ποσότητα του $O_2(g)$ στη νέα ισορροπία θα έχει αυξηθεί ενώ η ποσότητα του $O_3(g)$ θα έχει μειωθεί. Η συγκέντρωση του $O_3(g)$ θα έχει μειωθεί καθώς μειώνεται η ποσότητά του και αυξάνεται ο όγκος του δοχείου. Παράλληλα, η τιμή της σταθεράς K_c της ισορροπίας θα πρέπει να μείνει σταθερά καθώς η θερμοκρασία δεν μεταβάλλεται.

$$K_c = \frac{[O_2]^3}{[O_3]^2}$$

Έτσι, και η συγκέντρωση του $O_2(g)$ θα πρέπει να μειωθεί.

Ε5.42. α) i. Το διάγραμμα Ι. Σε υψηλότερη θερμοκρασία η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μεγαλύτερη και η αντίδραση ολοκληρώνεται ταχύτερα. Η τελική συγκέντρωση του B(g), όμως, θα είναι η ίδια.

ii. Το διάγραμμα ΙΙΙ. Στην αμφίδρομη αντίδραση η τελική συγκέντρωση του B(g) θα είναι μικρότερη σε σχέση με την μονόδρομη. Σε υψηλότερη θερμοκρασία η χημική ισορροπία αποκαθίσταται ταχύτερα καθώς αυξάνονται και οι δύο αντίθετης φοράς ταχύτητες. Παράλληλα, μεταβάλλεται και η τελική συγκέντρωση του B(g) καθώς η θέση της ισορροπίας επηρεάζεται από τη θερμοκρασία.

β) Από το διάγραμμα ΙΙΙ προκύπτει ότι με την αύξηση της θερμοκρασίας η τελική συγκέντρωση του B(g) είναι μεγαλύτερη και επομένως η χημική ισορροπία έχει μετατοπιστεί προς τα δεξιά. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αντίδραση προς τα δεξιά θα είναι ενδόθερμη.

Ε5.43. α) i. Στην περίπτωση πυρετού (αυξημένη θερμοκρασία) η ισορροπία οδεύει προς τα αριστερά και επομένως η ικανότητα δέσμευσης του $O_2(g)$ από την Hb μειώνεται.

ii. Στην περίπτωση χαμηλής πίεσης η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα περισσότερα mol αερίων (αριστερά) και επομένως η ικανότητα δέσμευσης του $O_2(g)$ από την Hb μειώνεται.

β) Η χορήγηση καθαρού O_2 οδηγεί την 1η ισορροπία προς τα δεξιά και τη 2η προς τα αριστερά.

Ε5.44. α) $t_1 > t_2 > t_3$. Στη φιάλη Φ2 έχει αυξηθεί η θερμοκρασία, η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται και ο χρόνος για την αποκατάσταση της ισορροπίας θα είναι μικρότερος. Στη Φ3 έχει προστεθεί και καταλύτης, οπότε ο χρόνος αποκατάστασης της ισορροπίας θα είναι ακόμα μικρότερος.

β) x > y = ω. Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες η ισορροπία οδεύει προς τα αριστερά (αρχή Le Chatelier) και επομένως η ποσότητα του $SO_3(g)$ μειώνεται. Ο καταλύτης δεν έχει καμία επίδραση στη θέση της ΧΙ.

γ) $K_c(Φ1) > K_c(Φ2) = K_c(Φ3)$.

Ε5.45. α) Να μειωθεί.

β) $K_c(20\ ^oC) = [CH_2Cl_2(g)]$ και $K_c(30\ ^oC) = [CH_2Cl_2(g)]'$. Έστω n τα mol του $CH_2Cl_2(g)$ στην αρχική αλλά και στην τελική θέση της ισορροπίας καθώς θέλουμε να μην μεταβληθούν. Αφού η μεταβολή είναι ενδόθερμη, η σταθερά ισορροπίας αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και ισχύει:

$K_c(30\ ^oC) > K_c(20\ ^oC)$

Επομένως: $n/V_2 > n/V_1$ και άρα $V_1 > V_2$.

Ε5.46. α) Εξώθερμη. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά (λιγότερη ποσότητα CH_3OH) και επομένως σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αντίδραση προς τα δεξιά θα είναι εξώθερμη.

β) Σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες η ταχύτητα σχηματισμού της CH_3OH αυξάνεται (πιο απότομη η καμπύλη, άρα ταχύτερη η αποκατάσταση της ισορροπίας).

γ) Με την αύξηση της πίεσης και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αντίδραση μετατοπίζεται προς τα δεξιά (αύξηση της σχηματιζόμενης ποσότητας CH_3OH). Επίσης, η αύξηση της πίεσης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας σχηματισμού της CH_3OH.
δ) Ο καταλύτης δεν μεταβάλλει τη θέση της ισορροπίας, αυξάνει όμως την ταχύτητα της αντίδρασης και τελικά μειώνει το χρόνο αποκατάστασης της χημικής ισορροπίας.
Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

Ε5.47. α) $\upsilon_1 > \upsilon_2$.

$$Q_c = \frac{[\Gamma]\cdot[\Delta]}{[A]\cdot[B]} = \frac{0,6\cdot 0,6}{1,8\cdot 0,9} = \frac{2}{9} < K_c = 4$$

Επομένως, διεξάγεται αντίδραση προς τα δεξιά και άρα $\upsilon_1 > \upsilon_2$.
β) $k_1 > k_2$.
Για την περίπτωση των απλών αντιδράσεων ισχύει: $\upsilon_1 = k_1\cdot[A]\cdot[B]$ και $\upsilon_2 = k_2\cdot[\Gamma]\cdot[\Delta]$. Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας ισχύει: $\upsilon_1 = \upsilon_2$ και επομένως: $k_1\cdot[A]\cdot[B] = k_2\cdot[\Gamma]\cdot[\Delta]$. Από την έκφραση της σταθεράς ισορροπίας K_c ισχύει: $K_c = k_1/k_2 = 4$. Επομένως: $k_1 > k_2$.

Ε5.48. α) Με την αύξηση της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η ισορροπία μετατοπίζεται προς αριστερά και επομένως η ποσότητα του Γ(s) θα μειωθεί.
β) Η σταθερά K_c δίνεται από τη σχέση:

$$K_c = \frac{[\Delta]^2}{[A]^2\cdot[B]} = \frac{n_\Delta^2\cdot V_1}{n_A^2\cdot n_B}$$

Αμέσως μετά την αραίωση το πηλίκο της αντίδρασης δίνεται από τη σχέση:

$$Q_c = \frac{n_\Delta^2\cdot V_2}{n_A^2\cdot n_B} > K_c$$

Επομένως, η ισορροπία θα οδεύσει προς τα αριστερά και η ποσότητα του Γ(s) θα μειωθεί.
γ) Δεν υπάρχουν αέρια, η ισορροπία δεν θα μεταβληθεί οπότε η ποσότητα του Γ(s) δεν μεταβάλλεται.

Ε5.49. Σωστή επιλογή η Β. Στην αρχική ισορροπία θα ισχύουν:

(mol)	$MgCO_3(s)$	$\rightleftharpoons$	$MgO(s)$	+	$CO_2(g)$
	n		–		–
	$-n/2$		$n/2$		$n/2$

$K_c = [CO_2] = n/2V$ (1)
Με τη μείωση του όγκου, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier και επομένως η ποσότητα του $MgCO_3(s)$ αυξάνεται ενώ η απόδοση μειώνεται.

(mol)	$MgCO_3(s)$	$\rightleftharpoons$	$MgO(s)$	+	$CO_2(g)$,
	n				
	$-x$		x		x

$K_c = [CO_2] = 2x/V$ (2)
Από (1) και (2): $n/2V = 2x/V$, $n = 4x$
$\alpha' = x/n = 0,25$ (25%).
Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

Ε5.50. Επιλογή iii. Στο δοχείο της 1ης χημικής ισορροπίας ισχύει: $K_c = [B]/[A] = 1$, ενώ στο δοχείο της 2ης ισορροπίας: $K_c = [B]/[A] = 4/3 > 1$. Επομένως, η θερμοκρασία στο 2ο δοχείο είναι μικρότερη καθώς με τη μείωση της θερμοκρασίας και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά (εξώθερμη κατεύθυνση και η σταθερά K_c αυξάνεται.

Ε5.51. α) Προσθήκη επιπλέον ποσότητας του Γ(g), 1-Α(g), 2-Β(g), 3-Γ(g).
β) i. Προς τα δεξιά, ii. προς τα αριστερά. γ) Μόνο στην περίπτωση i (θα αυξηθεί).

Ε5.52. α) Επιλογή 4.
β) Με μείωση της θερμοκρασίας και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς την εξώθερμη κατεύθυνση, στην περίπτωση αυτή προς τα δεξιά. Έτσι παράγεται επιπλέον ποσότητα προϊόντος και η απόδοση της αντίδρασης αυξάνεται. Σημείωση για την επιλογή 2: Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας $SO_2(g)$ η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά και η πρακτική ποσότητα του προϊόντος αυξάνεται. Καθώς όμως το SO_2 είναι το περιοριστικό αντιδρών αυξάνεται παράλληλα και η θεωρητική ποσότητα του προϊόντος με αποτέλεσμα να μην είναι σίγουρο πώς θα μεταβληθεί η απόδοση.

Ε5.53. α) Στην οποιαδήποτε χημική ισορροπία του παραπάνω συστήματος σε μία θερμοκρασία T θα πρέπει να ισχύει: $K_c = [CO_2]$ και αυτό ανεξάρτητα από τις ποσότητες των στερεών $PbCO_3(s)$ και $PbO(s)$ που συνυπάρχουν στην ισορροπία. Στην αρχή η προστιθέμενη ποσότητα του $PbCO_3(s)$ διασπάται πλήρως καθώς για τη σχηματιζόμενη ποσότητα $CO_2(g)$, ισχύει: $[CO_2] < K_c$ και το σύστημα δεν μπορεί να είναι σε ισορροπία. Έτσι, η γραμμική αύξηση που έχει το διάγραμμα στην αρχή, αντιστοιχεί σε σύστημα που περιέχει μόνο $CO_2(g)$ και $PbO(s)$. Στην συνέχεια και όταν η προστιθέμενη ποσότητα του $PbCO_3(s)$ είναι η κατάλληλη ώστε να ισχύει: $[CO_2] = K_c$ το σύστημα φθάνει σε ισορροπία και η επιπλέον ποσότητα $PbCO_3(s)$ δεν έχει επίπτωση στη $[CO_2]$. Έτσι, η γραμμή γίνεται πια οριζόντια. Δηλαδή, η αύξηση της $[CO_2]$ αντιστοιχεί σε κατάσταση μη ισορροπίας, ενώ η οριζόντια γραμμή σε αποκατάσταση χημική ισορροπίας.
β) Όπως φαίνεται και από το σχήμα το σημείο Α είναι πάνω από την οριζόντια γραμμή που σημαίνει $Q_c = [CO_2] > K_c$. Έτσι θα πρέπει να εξελιχθεί αντίδραση προς τα αριστερά ώστε να προκύψει: $[CO_2] = K_c$. Αυτό σημαίνει μείωση της ποσότητας του $PbO(s)$ και παραγωγή ποσότητας $PbCO_3(s)$.
γ) Όπως φαίνεται και από το σχήμα το σημείο Β είναι κάτω από την οριζόντια γραμμή που σημαίνει $Q_c = [CO_2] < K_c$. Έτσι θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά ώστε να προκύψει: $[CO_2] = K_c$. Αυτό σημαίνει μείωση της ποσότητας του $PbCO_3(s)$ και παραγωγή επιπλέον ποσότητας $PbO(s)$.
Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

Ε5.54. α) Σωστή επιλογή 3.
β) Έστω x mol η αρχική ποσότητα κάθε συστατικού του μίγματος. Στο 1ο δοχείο η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά και επομένως θα ισχύει:

$$Q_c < K_c,\ \frac{x}{V_A} < K_c,\ V_A > \frac{x}{K_c}\ (1)$$

Στο 2ο δοχείο η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά:

$$Q_c > K_c,\ \frac{x}{V_B} > K_c,\ V_B < \frac{x}{K_c}\ (3).$$

Τέλος, στο 3ο δοχείο δεν μετατοπίζεται η ισορροπία:

$$Q_c = K_c,\ \frac{x}{V_\Gamma} = K_c,\ V_\Gamma = \frac{x}{K_c}\ (2)$$

Από τις (1), (2) και (3): $V_B < V_\Gamma < V_A$.

Ε5.55. α) Επιλογή 1.
β) Το αριστερό διαμέρισμα έχει όγκο $V = S\cdot d_1$ και για τη χημική ισορροπία στο διαμέρισμα αυτό θα ισχύει:

$$K_c = \frac{10^2}{1^2 \cdot 1} \cdot S \cdot d_1 = \cdot 100 \cdot S \cdot d_1 \quad (1)$$

Έστω n η ποσότητα (σε mol) του O_2 στο δεξιό διαμέρισμα. Επειδή η πίεση στα δύο δοχεία είναι ίση, θα ισχύουν: $P \cdot S \cdot d_1 = 12 \cdot R \cdot T$ (2) και $P \cdot S \cdot d_2 = n \cdot R \cdot T$ (3). Από τις σχέσεις αυτές με διαίρεση κατά μέλη προκύπτει:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{12}{n} \quad (4)$$

Με την απομάκρυνση του διαφράγματος, θα έχουμε αρχικά 1 mol $SO_2(g)$, $(1 + n)$ mol $O_2(g)$ και 10 mol $SO_3(g)$ σε δοχείο όγκου $V = S \cdot (d_1 + d_2)$.

Εξετάζουμε την τιμή του πηλίκου αντίδρασης:

$$Q_c = \frac{10^2}{1^2 \cdot (1+n)} \cdot S \cdot (d_1 + d_2) \quad (5)$$

$$\frac{Q_c}{K_c} = \frac{(d_1 + d_2)}{(1+n) \cdot d_1}$$

Από την τελευταία σχέση και τη σχέση (4) έχουμε:

$$\frac{Q_c}{K_c} = \frac{d_1 + d_2}{(1+n) \cdot d_1} = \frac{d_1 + d_2}{d_1 + 12 d_2} < 1$$

Επομένως $Q_c < K_c$ και θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά.

Ε5.56. α) Με τη μείωση του όγκου του δοχείου η $[NO_2(g)]$ αυξάνεται, όπως και η $[N_2O_4(g)]$. Έτσι, το χρώμα του αερίου μίγματος της ισορροπίας θα γίνει πιο σκούρο. Στη συνέχεια η ισορροπία σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά και επομένως το χρώμα θα γίνει πιο ανοικτό.

β) i. Με την αύξηση της θερμοκρασίας και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς την ενδόθερμη κατεύθυνση δηλαδή προς τα αριστερά και το χρώμα του μίγματος ισορροπίας θα γίνει πιο σκούρο.

ii. Η έκφραση της σταθεράς K_c είναι η εξής:

$$K_c = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2}$$

Στην έκφραση αυτή, ο αριθμητής μειώνεται και αυξάνεται ο παρονομαστής, οπότε η σταθερά K_c μειώνεται.

Ε5.57. α) Εφόσον στη νέα ισορροπία έχει μεταβληθεί η σταθερά K_c της ισορροπίας θα πρέπει να έχει μεταβληθεί η θερμοκρασία και μάλιστα να έχει αυξηθεί καθώς παρατηρούμε ότι οι δύο ταχύτητες αυξάνονται. Μάλιστα, παρατηρούμε ότι η υ_1 έχει αυξηθεί περισσότερο οπότε η χημική ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά ώστε να αποκατασταθεί νέα χημική ισορροπία στην οποία οι δύο ταχύτητες να ξαναγίνουν ίσες.

β) Αφού με την αύξηση της θερμοκρασία η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε προ τα δεξιά θα πρέπει σύμφωνα με την αρχή Chatelier η αντίδραση προς τα δεξιά να είναι ενδόθερμη.

Ε5.58. Επιλογή 3. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, με την εισαγωγή επιπλέον ποσότητας CO(g) η 2η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά και άρα η συγκέντρωση του $Cl_2(g)$ να μειωθεί. Έτσι, η 1η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά και η ποσότητα του PCl_5 θα μειωθεί.

Ε5.59. α) A(aq): $n = 0{,}25$ mol, B(aq): $n = 0{,}1$ mol.

(mol)	A(aq)	+ B(aq)	⇌	Γ(s)	+ 2Δ(aq)
	0,25	0,1			
	−x	−x		x	2x
	0,25 − x	0,1 − x		x	2x

Ισχύει: $[\Delta] = 2x/2 = x = 0{,}05$. Επομένως στην κατάσταση της ισορροπίας θα συνυπάρχουν:

[A(aq)] = 0,1 M, [B(aq)] = 0,025 M, 0,05 mol Γ(s).

β) $K_c = [\Delta]^2/[A] \cdot [B] = 0{,}05^2/0{,}1 \cdot 0{,}025 = 1$

Το αντιδρών Α είναι σε περίσσεια και επομένως ισχύει:

$\alpha = x/0{,}1 = 0{,}05/0{,}1 = 0{,}5$ (50%).

γ) Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά (αρχή Le Chatelier) και επομένως η ποσότητα του ιζήματος θα αυξηθεί.

Ε5.60. α) Στην αρχική ισορροπία ισχύει: [A] = 2 M και [B] = 1,5 M. Αντικαθιστώντας στην έκφραση της σταθεράς K_c, προκύπτει ότι η αρχική ποσότητα του Γ είναι 12 mol .

β) Αφαίρεση ποσότητας Γ(g), αρχή Le Chatelier.

γ) 2 mol Γ(g) στη νέα ισορροπία, 10,5 mol Γ(g) αφαιρέθηκαν.

Ε5.61. α)

(mol)	CO(g)	+ 2H₂(g)	⇌	CH₃OH(g)
	2	1		1

$K_c = [CH_3OH]/[CO] \cdot [H_2]^2 = 4{,}5$

β)

(mol)	CO(g)	+ 2H₂(g)	⇌	CH₃OH(g)
	2 + x	1		1
	−y	−2y		y
	2 + x − y	1 − 2y		1 + y

Θα ισχύει: y = 0,25 και επομένως στη νέα ισορροπία θα συνυπάρχουν (1,75 + x) mol CO(g), 0,5 mol $H_2(g)$ και 1,25 mol $CH_3OH(g)$.

Αντικαθιστώντας στην έκφραση της K_c, έχουμε:

$K_c = 4{,}5 = 1{,}25 \cdot 3^2/0{,}5 \cdot (1{,}75 + x)$, x = 8,25 mol CO.

Ε5.62. α) Με την αύξηση της θερμοκρασίας η αντίδραση μετακινείται προς τα αριστερά (ενδόθερμη κατεύθυνση). Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη.

β) $n_0 = 1{,}8$ mol, α = 4/9.

γ) 0,6 mol HI, 0,6 mol H_2, 0,6 mol I_2.

δ) 0,7 mol HI, 0,7 mol H_2, 0,7 mol I_2.

Ε5.63. α)

(mol)	C(s)	+ CO₂(g)	⇌	2CO(g)
	x	y		
	−ω	−ω		2ω
	x − ω	y − ω		2ω

Ισχύουν: 2ω = 4, ω = 2 mol, x − ω = 1, x = 3 mol , y − ω = 1, y = 3 mol. Παράχθηκαν 4 mol CO(g) και η θεωρητική ποσότητα είναι 6 mol. Επομένως: $\alpha_1 = \omega/x = 2/3$.

β) i. Με την απομάκρυνση CO(g) από το δοχείο, η ισορροπία, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Παράλληλα, με την αύξηση του όγκου του δοχείου, η ισορροπία έχει επίσης την τάση να μετατοπιστεί προς τα δεξιά. Επομένως, η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά.

(mol)	**C(s)**	+ CO₂(g)	⇌	2CO(g)
	1	1		4
				−λ
	−μ	−μ		2μ
	1 − μ	1 − μ		4 − λ + 2μ

Ισχύει: 1 − μ = 0,5, μ = 0,5 mol.

Στην κατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας θα συνυπάρχουν, 0,5 mol C(s), 0,5 mol $CO_2(g)$ και (5 − λ) mol CO(g).

$K_c = [CO]^2/[CO_2] = 2^2/0{,}5 = 8$

Επομένως: $K_c = 8 = (5 - \lambda)^2/0{,}5 \cdot 4$, λ = 1 mol.

ii. Παράχθηκαν συνολικά 4 + 1 = 5 mol CO(g) και επομένως: $\alpha_2 = 5/6$.

Ε5.64.

(mol)	CO₂(g)	+ H₂(g)	⇌	CO(g)	+ H₂O(g)
	x	x		−	−
	−y	−y		y	y

Γράφουμε την έκφραση της K_c και υπολογίζουμε τη σχέση μεταξύ x και y. Υπολογίζουμε όλες τις ποσότητες στην ισορροπία

ως συνάρτηση του x. Στα αέρια η αναλογία όγκων είναι και αναλογία mol, οπότε τελικά: ≈ 20,6 %v/v.

Ε5.65. α) Έστω $\alpha A(g) \rightleftharpoons \beta B(g) + \gamma\Gamma(g)$ η εξίσωση που αποδίδει τη χημική ισορροπία.

(mol)	$\alpha A(g)$	$\rightleftharpoons$	$\beta B(g)$	+	$\gamma\Gamma(g)$
	9		–		–
	$-\alpha x$		βx		γx
	$9 - \alpha x$		βx		γx

Ισχύουν: $9 - \alpha x = 5$ (1), $\beta x = 6$ (2) και $\gamma x = 2$ (3)
Από τις εξισώσεις (2) και (3) προκύπτει: $\beta/\gamma = 3$.
Από την εξίσωση (1) $\alpha x = 4$ η οποία σε συνδυασμό με την (3) δίνει $\alpha/\gamma = 2$. Επομένως, αν $\gamma = 1$, τότε $\alpha = 2$ και $\beta = 3$ και η εξίσωση της ισορροπίας είναι:
$2A(g) \rightleftharpoons 3B(g) + \Gamma(g)$

β) (mol)	$2A(g)$	$\rightleftharpoons$	$3B(g)$	+	$\Gamma(g)$
	9		–		–
	-4		6		2
	5		6		2

$\upsilon_B = \Delta[B]/\Delta t = (1 - 0)/25 = 0{,}04\ M \cdot s^{-1}$.
γ) $K_c = [B]^3 \cdot [\Gamma]/[A]^2 = 0{,}48$.

Ε5.66. α) 0,375 M, 0,375 M.
β) Όχι. Ισχύει: $Q_c > K_c$, αλλά δεν μπορεί να εκδηλωθεί αντίδραση προς τα αριστερά καθώς δεν υπάρχει ποσότητα Sn(s).

Ε5.67. Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας $CO_2(g)$ η ισορροπία, θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά (αρχή Le Châtelier).
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

(mol)	$C(s)$	+	$CO_2(g)$	$\rightleftharpoons$	$2CO(g)$
Αρχική ΧΙ	2,5		0,2		1
Προσθήκη			λ		
Μεταβολές	$-x$		$-x$		$2x$
Νέα ΧΙ	$2{,}5 - x$		$0{,}2 + \lambda - x$		$1 + 2x$

Ισχύει: $0{,}2 + \lambda - x = 1 + 2x$, $\lambda = 0{,}8 + 3x$ (1)
Αρχική χημική ισορροπία:

$$K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} = \frac{5}{V} \quad (2)$$

Νέα χημική ισορροπία, όπου $[CO] = [CO_2]$:

$$K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} = [CO] = \frac{1+2x}{V} \quad (3)$$

Από τις παραπάνω σχέσεις (2) και (3): x = 2.
Έτσι, από τη σχέση (1) έχουμε: λ = 6,8 mol.
Η ποσότητα του C(s) στη νέα χημική ισορροπία θα είναι:
$2{,}5 - x = 0{,}5$ mol.

Ε5.68. α) pH = 12, pOH = 2, $[OH^-] = 0{,}01$ M.

$$K_c = \frac{[OH^-]}{[Al(OH)_4^-]} = \frac{0{,}01}{0{,}1} = 0{,}1$$

β) Η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά και η ποσότητα του ιζήματος αυξάνεται.

Ε5.69. α) Με βάση το διάγραμμα ισχύει:

$$K_c = \frac{[\Gamma]}{[A]\cdot[B]} = \frac{0{,}2}{0{,}2 \cdot 0{,}4} = 2{,}5$$

Το Β είναι το περιοριστικό αντιδρών και επομένως:
$\alpha = 0{,}2/0{,}4 = 0{,}5$ (50%).
β) Για να γίνουν ίσες οι ποσότητες των αερίων Γ και Α θα πρέπει η ισορροπία να μετατοπιστεί προς τα δεξιά και άρα σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier ο όγκος θα πρέπει να μειωθεί.

(mol)	$A(g)$	+	$B(g)$	$\rightleftharpoons$	$\Gamma(g)$
(ΧΙ1)	0,4		0,2		0,2
	$-0{,}1$		$-0{,}1$		0,1
(ΧΙ2)	0,3		0,1		0,3

$$K_c = 2{,}5 = \frac{0{,}3/V'}{(0{,}3/V')\cdot 0{,}1/V'},\ V' = 0{,}25\ L$$

γ) (mol)	$A(g)$	+	$B(g)$	$\rightleftharpoons$	$\Gamma(g)$
(ΧΙ1)	0,4		0,2		0,2
			$+\lambda$ (LC $\rightarrow$)		
	$-x$		$-x$		x
(ΧΙ3)	$0{,}4 - x$		$0{,}2 + \lambda - x$		$0{,}2 + x$

Ισχύει: $0{,}2 + x = 0{,}3$, x = 0,1 mol.

$$K_c = 2{,}5 = \frac{0{,}3}{n_\Gamma \cdot 0{,}3},\ n_\Gamma = 0{,}4\ mol$$

$0{,}2 + \lambda - x = 0{,}4$, $\lambda = 0{,}3$ mol
δ) i. Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η ποσότητα του Γ(g) από 0,2 mol σε 0,3 mol και επομένως η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα δεξιά. Από την αρχή Le Chatelier ότι η αντίδραση προς τα δεξιά είναι ενδόθερμη.
Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ΄ Λυκείου, τόμος Γ3.
ii.

(mol)	$A(g)$	+	$B(g)$	$\rightleftharpoons$	$\Gamma(g)$
(ΧΙ1)	0,4		0,2		0,2
	$-0{,}1$		$-0{,}1$		0,1
(ΧΙ3)	0,3		0,1		0,3

$$K_c = \frac{0{,}3/1}{(0{,}3/1)\cdot(0{,}1/1)} = 10$$

Ε5.70. α) $H_2(g)$: $n = 6{,}72/22{,}4 = 0{,}3$ mol

(mol)	$2C_2H_5OH$	+	$2Na$	$\rightarrow$	$2C_2H_5ONa$	+	H_2
	0,6						0,3

(mol)	$C_2H_4(g)$	+	$H_2O(g)$	$\rightleftharpoons$	$C_2H_5OH(g)$
	1,2		1,8		–
	$-0{,}6$		$-0{,}6$		0,6
ΧΙ	0,6		1,2		0,6

$C_2H_4(g)$: περιοριστικό αντιδρών
$\alpha = 0{,}6/1{,}2 = 0{,}5$ (50%)

$$K_c = \frac{0{,}6/0{,}6}{(0{,}6/0{,}6)\cdot(1{,}2/0{,}6)} = 0{,}5$$

β) (mol)	$C_2H_4(g)$	+	$H_2O(g)$	$\rightleftharpoons$	$C_2H_5OH(g)$
	1,2		1,8		–
	$-0{,}8$		$-0{,}8$		0,8
ΧΙ	0,4		1		0,8

$$K_c' = \frac{0{,}8/0{,}6}{(0{,}4/0{,}6)\cdot(1/0{,}6)} = 1{,}2$$

Με τη μείωση της θερμοκρασίας αυξήθηκε η ποσότητα του προϊόντος και επομένως η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα δεξιά. Έτσι, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αντίδραση προς τα δεξιά είναι εξώθερμη.

Ε5.71. α) $CaCO_3(s)$ ($M_r = 100$): $n = 20/100 = 0{,}2$ mol.
$CaO(s)$ ($M_r = 56$): $n = 2{,}8/56 = 0{,}05$ mol.
$CO_2(g)$ ($M_r = 44$): $n = 2{,}2/44 = 0{,}05$ mol.
$Q_c = [CO_2] = 0{,}05/10 = 0{,}005 < K_c$
Άρα, για την αποκατάσταση της ισορροπίας εκδηλώνεται αντίδραση προς τα δεξιά και η ποσότητα του $CaCO_3(s)$ μειώνεται.

β) (mol)	$CaCO_3(s)$	$\rightleftharpoons$	$CaO(s)$	+	$CO_2(g)$
	0,2		0,05		0,05
	$-x$		x		x
	$0{,}2 - x$		$0{,}05 + x$		$0{,}05 + x$

$K_c = [CO_2] = (0,05 + x) / 10 = 0,011$, $(0,05 + x) = 0,11$, $x = 0,06$ mol.
Άρα, στην κατάσταση της ισορροπίας θα συνυπάρχουν:
$0,2 - 0,06 = 0,14$ mol $CaCO_3$(s), $0,05 + x = 0,11$ mol CaO(s) και $0,05 + x = 0,11$ mol CO_2(g).
Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ΄ Λυκείου, τόμος Γ3.

Ε5.72. Αρχική χημική ισορροπία:

(mol) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
$5\cdot10^{-3}$ $5\cdot10^{-3}$

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = 5\cdot10^{-3}$$

Με την αύξηση του όγκου του δοχείου μειώνεται η πίεση και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά (περισσότερα mol αερίων),

(mol) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
$5\cdot10^{-3}$ $5\cdot10^{-3}$
$-x$ $2x$
$5\cdot10^{-3} - x$ $5\cdot10^{-3} + 2x$

Στη νέα ισορροπία ισχύει: $5\cdot10^{-3} - x = 4\cdot10^{-3}$ mol N_2O_4(g), $x = 10^{-3}$ mol. Άρα, στη νέα ισορροπία συνυπάρχουν $4\cdot10^{-3}$ mol N_2O_4(g) και $5\cdot10^{-3} + 2x = 7\cdot10^{-3}$ mol NO_2(g). Έστω V ο όγκος του δοχείου Β.

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{\left(\frac{7\cdot10^{-3}}{1+V}\right)^2}{\frac{4\cdot10^{-3}}{1+V}} = 5\cdot10^{-3}$$

Από τη λύση της παραπάνω εξίσωσης προκύπτει: $V = 1,45$ L.

Ε5.73. α) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της ισορροπίας:

(mol) A(g) ⇌ B(g)
x –
$-y$ y
$x - y$ y

Οι ενώσεις Α και Β έχουν την ίδια σχετική μοριακή μάζα (M_r) καθώς αποτελούνται από τα ίδια άτομα και στον ίδιο αριθμό. Επομένως ισχύουν:
$x\cdot M_r = 28$ και $y\cdot M_r = 16,8$
Από τις σχέσεις αυτές προκύπτει: $y/x = 16,8/28 = 0,6$. Άρα:
$\alpha = x/y = 0,6$ (60%).
β) $K_c = [B]/[A] = y/(x - y)$ (οι όγκοι απλοποιούνται)
$K_c = 0,6x/0,4x = 1,5$.

Ε5.74. $n = c\cdot V = 0,01\cdot0,05 = 5\cdot10^{-4}$ mol.
Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

$2CH_3COOH + Ba(OH)_2 \rightarrow (CH_3COO)_2Ba + 2H_2O$
10^{-3} mol $5\cdot10^{-4}$ mol

Στο μίγμα ισορροπίας είναι $10^{-3}\cdot100 = 0,1$ mol CH_3COOH.
$K_c = 4$.

Ε5.75. α) Για να αποκατασταθεί η ισορροπία θα πρέπει να ισχύει: $[CO_2] = K_c$. Αρχικά, η ποσότητα του $CaCO_3$(s) διασπάται πλήρως, μέχρις ότου η συγκέντρωση του $[CO_2]$ στο δοχείο να γίνει ίση με την K_c, οπότε από εκεί και πέρα αποκαθίσταται ισορροπία και κάθε επιπλέον ποσότητα $CaCO_3$ παραμένει στο δοχείο ως στερεό. Η χημική ισορροπία αποκαθίσταται με την εισαγωγή $CaCO_3$ μάζας $m > m_0$, ενώ όταν $m \geq m_0$, ισχύει: $P = P_0$. Για $m < m_0$, η ποσότητα του $CaCO_3$ θα διασπάται πλήρως και θα παράγονται ισάριθμα mol CO_2 (και CaO). Το CO_2 είναι το μοναδικό αέριο της ισορροπίας και άρα θα ισχύει:

$$P\cdot V = n\cdot R\cdot T = \frac{m}{M_r}\cdot R\cdot T,\ P = \frac{R\cdot T}{M_r\cdot V}\cdot m = k\cdot m$$

Επομένως, η πίεση στο δοχείο θα αυξάνεται γραμμικά με την αύξηση της μάζας m, μέχρι να ισχύει $m = m_0$, οπότε από εκεί και πέρα θα παραμείνει σταθερή.
β) Στην ισορροπία: $P_0\cdot V = n(CO_2)\cdot R\cdot T$, $P = [CO_2]\cdot R\cdot T$ και $K_c = [CO_2]$. Από τις σχέσεις αυτές προκύπτει η ζητούμενη.
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

Ε5.76. α) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της ισορροπίας.
O: $CH_3COOH(\ell)$, A: $CH_3CH_2OH(\ell)$, E: $CH_3COOCH_2CH_3(\ell)$

(mol) O + A ⇌ E + $H_2O(\ell)$
3 3 – –
$-x$ $-x$ x x
$3 - x$ $3 - x$ x x

$$K_c = \left(\frac{x}{3-x}\right)^2 = 2^2$$

Δεκτή λύση, $x = 2$. και επομένως: $\alpha = x/3 = 2/3$.

β) (mol) O + A ⇌ E + $H_2O(\ell)$
XI 1 1 2 2
$-\lambda$
$-y$ $-y$ y y
NXI $1 - y$ $1 - y$ $2 + y$ $2 - \lambda + y$

Η νέα απόδοση δίνεται από τη σχέση:
$0,8 = (2 + y)/3$, $y = 0,4$ mol.
Στην ισορροπία θα υπάρχουν 0,6 mol CH_3COOH, 0,6 mol CH_3CH_2OH, 2,4 mol $CH_3COOCH_2CH_3$ και $(2,4 - \lambda)$ mol H_2O.

$$K_c = \frac{2,4\cdot(2,4-\lambda)}{0,6\cdot0,6}$$

Προκύπτει: $\lambda = 1,8$ mol.

Ε5.77. α) (mol) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$
4 2 –
$-x$ $-x$ $2x$
$4 - x$ $2 - x$ $2x$

$$K_c = \frac{[HCl]^2}{[H_2]\cdot[Cl_2]} = \frac{4x^2}{(4-x)\cdot(2-x)} = 4$$

$$x^2 = 8 - 6x + x^2,\ x = \frac{4}{3}$$

$\alpha_1 = 4/6 = 2/3$ (200/3 %)

(mol) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$
4 4 –
$-y$ $-y$ $2y$
$4 - y$ $4 - y$ $2y$

$$K_c = \left(\frac{2y}{4-y}\right)^2 = 4,\ y = +2$$

$\alpha_2 = 2/4 = 0,5$ (50 %)
Η πρακτική ποσότητα του προϊόντος αυξάνεται αλλά παράλληλα αυξάνεται και η θεωρητική του ποσότητα λόγω της επιπλέον προσθήκης του αντιδρώντος σε έλλειμμα. Αναλογικά, η πρακτική ποσότητα αυξάνεται λιγότερο από την θεωρητική, οπότε η απόδοση μειώνεται.

β) (mol) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$
4 $2 + \lambda$ –
$-\omega$ $-\omega$ 2ω
$4 - \omega$ $2 + \lambda - \omega$ 2ω

Περιπτώσεις

1) $\lambda \geq 2$
$\alpha = 2/3 = \omega/4$, $\omega = 8/3$
Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας θα συνυπάρχουν: 4/3 mol $H_2(g)$, $(3\lambda - 2)/3$ mol $Cl_2(g)$ και 16/3 mol HCl(g).

$$K_c = \frac{16^2}{4\cdot(3\lambda-2)} = 4,\ \lambda = 6$$

2) $\lambda < 2$
$\alpha = \omega/(2 + \lambda) = 2/3$, $3\omega = 4 + 2\lambda$
Μετά από πράξεις, η περίπτωση αυτή (2) απορρίπτεται.
Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ΄ Λυκείου, τόμος Γ3.

E5.78. α) Για την κατάσταση της ισορροπίας:

(mol)	$CaCO_3(s)$	⇌	$CaO(s)$	+	$CO_2(g)$
	6		2		2

$K_c = [CO_2] = 2/V$
Με την προσθήκη της επιπλέον ποσότητας $CO_2(g)$ η ισορροπία, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, μετατοπίζεται προς τα αριστερά. Αν αποκατασταθεί χημική ισορροπία θα ισχύει:

(mol)	$CaCO_3(s)$	⇌	$CaO(s)$	+	$CO_2(g)$
	6		2		2
		(L.C.)	←		+4
	x		−x		−x
	6 + x		2 − x		6 − x

$K_c = [CO_2] = 2/V = (6 - x)/V$, x = 4
Δηλαδή θα πρέπει να αντιδράσουν 4 mol CaO που δεν γίνεται. Επομένως δεν μπορεί να αποκατασταθεί χημική ισορροπία.
β) Στην τελική κατάσταση (μη ισορροπίας) θα συνυπάρχουν:

(mol)	$CaCO_3(s)$	⇌	$CaO(s)$	+	$CO_2(g)$
	6		2		2
					+4
	2		−2		−2
	8		–		4

E5.79. Αρχική χημική ισορροπία:

(mol)	A(g)	+	2B(g)	⇌	2Γ(g)
	1		2		–
	−x		−2x		2x
	1 − x		2 − 2x		2x

Τα δύο αντιδρώντα είναι σε στοιχειομετρική αναλογία και επομένως ισχύει: $\alpha = x/1$, x = 0,4 mol.
Επομένως, στην κατάσταση της ισορροπίας συνυπάρχουν 0,6 mol A(g), 1,2 mol B(g) και 0,8 mol Γ(g).

$$K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[A]\cdot[B]^2} = \frac{\left(\frac{0,8}{V}\right)^2}{\frac{0,6}{V}\cdot\left(\frac{1,2}{V}\right)^2} = \frac{4V}{5,4}\ (1)$$

Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας A(g) η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Έστω λ mol η επιπλέον ποσότητα A(g).

(mol)	A(g)	+	2B(g)	⇌	2Γ(g)
	1		2		–
	−0,4		−0,8		0,8
	0,6		1,2		0,8
	+λ		→ (LC)		
	−y		−2y		2y
	0,6 + λ − y		1,2 − 2y		0,8 + 2y

Για την όλη διαδικασία η πρακτική ποσότητα του προϊόντος είναι (0,8 + 2y) mol ενώ η θεωρητική ποσότητα είναι πάλι 2 mol.
$\alpha' = (0,8 + 2y)/2 = 0,5$, y = 0,1 mol
Άρα, στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας συνυπάρχουν (0,5 + λ) mol A(g), 1 mol B(g) και 1 mol Γ(g).

$$K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[A]\cdot[B]^2} = \frac{(1/V)^2}{[(0,5+\lambda)/V]\cdot(1/V)^2} = \frac{V}{0,5+\lambda}\ (2)$$

Από τις εξισώσεις (1) και (2): λ = 0,85 mol.

E5.80. α), β) i. Με την αύξηση της θερμοκρασίας και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η ισορροπία κατευθύνεται προς την ενδόθερμη κατεύθυνση και επομένως προς τα δεξιά. Άρα ο χρωματισμός μεταβάλλεται προς το κόκκινο.
ii. Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας του A η ισορροπία οδεύει προς τα δεξιά και επομένως, η [A] αυξάνεται (λόγω της επιπλέον προσθήκης A), η [B] μειώνεται και η [Γ] αυξάνεται. Από την έκφραση της σταθεράς K_c, έχουμε:

$$K_c = \frac{[\Gamma]}{[A]\cdot[B]} = \frac{1}{[B]}\cdot\frac{[\Gamma]}{[A]}$$

Από την παραπάνω σχέση, επειδή η K_c μένει σταθερή και η [B] μειώνεται θα πρέπει ο λόγος [Γ] / [A] να μειώνεται και άρα ο χρωματισμός να μετατοπιστεί προς το κίτρινο.
γ) Προς τα δεξιά. Υπολογίζουμε την τιμή της σταθεράς $K_c = 20$.
Εξετάζουμε την τιμή του πηλίκου $Q_c = (0,2 + x) / (0,1 + x)\cdot 0,1$.
Αν $Q_c < 20$, τότε (πράξεις): x > 0 (ισχύει).
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

E5.81. α)

(mol)	2A(g)	+	Γ(s)	⇌	2Δ(g)
	x				–
	−2ω				2ω
	x − 2ω				2ω

$$K_c = \frac{[\Delta]^2}{[A]^2} = \left(\frac{2\omega}{x-2\omega}\right)^2 = 4$$

$$\left(\frac{2\omega}{x-2\omega}\right) = 2,\ x = 3\omega\ (1)$$

Απόδοση: $\alpha = 2\omega/x = 2/3$ (200/3%).
β)

(mol)	B(g)	+	Γ(s)	→	E(g)
	y				–
	−y				y

Μέχρι την κατάσταση της χημικής ισορροπίας στην αντίδραση (1) εκλύονται 100ω kJ ενώ μέχρι την ολοκλήρωση της αντίδρασης (2) απορροφώνται 50y kJ. Ισχύει: 100ω = 50y, y = 2ω (2).
Από τις εξισώσεις (1) και (2) προκύπτει: x/y = 3/2.
γ) $P_1 = P_2$. Η αρχική ποσότητα των αερίων είναι (x + y) mol ενώ η τελική ποσότητα είναι x − 2ω + 2ω + y = (x + y) mol. Έτσι, από την καταστατική εξίσωση των αερίων, $P\cdot V = n_{ολ}\cdot R\cdot T$, προκύπτει: P = σταθερή.

E5.82. α)

(mol)	$NH_4I(s)$	⇌	$NH_3(g)$	+	$HI(g)$
	x		–		–
	−y		y		y

(mol)	2HI(g)	⇌	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$
	y		–		–
	−2ω		ω		ω

Στην κατάσταση των δύο χημικών ισορροπιών θα συνυπάρχουν (x − y) mol $NH_4Cl(s)$, y mol $NH_3(g)$, (y − 2ω) mol HI(g), ω mol $H_2(g)$ και ω mol $I_2(g)$.
Ισχύουν: ω = 0,02 mol, y − 2ω = 0,2, y = 0,24 mol.
Άρα, 0,24 mol $NH_3(g)$ και 0,02 mol $H_2(g)$.
β) Για την ισορροπία (1):

$$K_c = [NH_3]\cdot[HI] = \frac{0,24}{10}\cdot\frac{0,2}{10} = 4,8\cdot10^{-4}$$

Για την ισορροπία (2):

$$K_c = \frac{[H_2]\cdot[I_2]}{[HI]^2} = \frac{0,02\cdot 0,02}{0,2^2} = 0,01$$

E5.83. Έστω x mg η ποσότητα που πέρασε στη φάση του CCl_4. Τα υπόλοιπα (63,5 – x) mg θα παραμείνουν στην υδατική φάση. Έτσι, η συγκέντρωση του I_2 στην υδατική φάση και στη φάση του CCl_4 θα είναι:

$$c_{H_2O} = \frac{(63,5-x)\cdot 10^{-3}}{M_r\cdot 0,6} \quad c_{CCl_4} = \frac{x\cdot 10^{-3}}{M_r\cdot 0,2}$$

Από την έκφραση της σταθεράς της ισορροπίας έχουμε:

$$K_c = \frac{[I_2(CCl_4)]}{[I_2(H_2O)]} = \frac{0,6x}{0,2\cdot(63,5-x)} = 72$$

% ποσοστό του ιωδίου που είναι στην υδατική φάση:

$$\frac{(63,5-x)\cdot 10^{-3}}{63,5}\cdot 100 = 4\%$$

E5.84. α) Εξετάζουμε την τιμή του πηλίκου αντίδρασης (Q_c):

$$Q_c = \frac{[Fe^{2+}]\cdot[Ag^+]}{[Fe^{3+}]} = \frac{0,1\cdot 0,2}{0,3} = \frac{0,2}{3} < 0,3$$

Επομένως, για την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας θα πρέπει να εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά. Αυτό όμως δεν γίνεται καθώς δεν υπάρχει Ag(s). Έτσι, στο σύστημα αυτό δεν μπορεί να αποκατασταθεί ισορροπία.

β) Αρχικά, οι ποσότητες των 3 συστατικών είναι 0,09 mol Fe^{3+}, 0,03 mol Fe^{2+} και 0,06 mol Ag^+. Θα δείξουμε ότι αν αντιδράσουν 0,03 mol Ag(s) θα αποκατασταθεί χημική ισορροπία. Από τον πίνακα της αντίδρασης προκύπτει ότι μετά την αντίδραση θα συνυπάρχουν 0,09 − 0,03 = 0,06 mol Fe^{3+}(aq), 0,03 + 0,03 = 0,06 mol Fe^{2+}(aq) και 0,06 + 0,03 = 0,09 mol Ag^+(aq). Αντικαθιστώντας στην έκφραση του πηλίκου αντίδρασης, έχουμε:

$$Q_c = \frac{[Fe^{2+}]\cdot[Ag^+]}{[Fe^{3+}]} = \frac{\frac{0,06}{0,3}\cdot\frac{0,09}{0,3}}{\frac{0,06}{0,3}} = 0,3 = K_c$$

Επομένως, στην περίπτωση αυτή θα προκύψει χημική ισορροπία, ενώ αν προσθέσουμε μεγαλύτερη ποσότητα Ag(s) πάλι θα αντιδράσουν 0,03 mol Ag^+ και η υπόλοιπη ποσότητα θα παραμείνει. Αν προσθέσουμε λιγότερα από 0,03 mol Ag^+ δεν θα μπορέσει να αποκατασταθεί χημική ισορροπία.

E5.85. 1η περίπτωση: Έστω ότι το περιοριστικό αντιδρών είναι το CO_2(g), οπότε x ≤ 20.

(mol)	C(s)	+ CO_2(g)	⇌	2CO(g)
	20	x		−
	−y	−y		2y
ΧΙ	20 – y	x – y		2y

α = 0,5 = y/x, y = 0,5x

Επομένως, στην κατάσταση της χημική ισορροπίας θα συνυπάρχουν (20 – 0,5x) mol C(s), 0,5x mol CO_2(g) και x mol CO(g).

$$K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]},\ \frac{(x/4)^2}{(0,5x/4)} = \frac{x}{2} = 10,\ x = 20\ \text{mol}$$

2η περίπτωση: Έστω ότι το περιοριστικό αντιδρών είναι ο C(s),

(mol)	C(s)	+ CO_2(g)	⇌	2CO(g)
	20	x		−
	−ω	−ω		2ω
ΧΙ	20 – ω	x – ω		2ω

α = 0,5 = ω/20, ω = 10

Επομένως, στην κατάσταση της χημική ισορροπίας θα συνυπάρχουν 10 mol C(s), (x – 10) mol CO_2(g) και 20 mol CO(g).

$$K_c = \frac{[CO]^2}{[CO_2]},\ \frac{(20/4)^2}{(x-10)/4} = \frac{100}{x-10} = 10,\ x = 20\ \text{mol}$$

Τελικά, x = 20 mol.

E5.86. α) Παρατηρούμε ότι η αύξηση της συγκέντρωσης στη καμπύλη (1) είναι η μισή σε σχέση με τη μείωση της συγκέντρωσης στην καμπύλης (2) και επομένως, με βάση τους συντελεστές, συμπεραίνουμε ότι η καμπύλη (1) αντιστοιχεί στο συστατικό A(g) και η (2) στο B(g). Άρα, εκδηλώνεται αντίδραση προς τα αριστερά.

β) Στη χημική ισορροπία η συγκέντρωση του B(g) είναι ίση με 0,3 M και του A ίση με 0,9 M. Επομένως:

$$K_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{0,3^2}{0,9} = 0,1$$

γ) Τη στιγμή t_1 οι συγκεντρώσεις των δύο συστατικών της ισορροπίας είναι ίσες.

(M)	A(g)	⇌	2B(g)
	0,6		0,9
	x		−2x
	0,6 + x		0,9 – 2x

0,6 + x = 0,9 – 2x, x = 0,1 M.

Άρα, τη στιγμή t_1 οι συγκεντρώσεις των δύο συστατικών είναι: [A] = 0,7 M και [B] = 0,7 M (φαίνεται και από το διάγραμμα).

$\upsilon_1 = k_1\cdot[A] = k_1\cdot 0,7$

$\upsilon_2 = k_2\cdot[B]^2 = k_2\cdot 0,7^2$

$$\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \frac{k_2\cdot 0,7}{k_1}$$

Ξέρουμε ότι ισχύει: $K_c = \frac{k_1}{k_2} = 0,1,\ k_2 = 10k_1$

Άρα, $\frac{\upsilon_2}{\upsilon_1} = \frac{k_2\cdot 0,7}{k_1} = 7$

E5.87. α) Από το νόμο της χημικής ισορροπίας προκύπτει:

$$K_c = \frac{[Fe(SCN)^{2+}]}{[Fe^{3+}]\cdot[SCN^-]}$$

β) Αντικατάσταση:

$$500 = \frac{[Fe(SCN)^{2+}]}{[Fe^{3+}]\cdot 5\cdot 10^{-3}},\ [Fe(SCN)^{2+}] = 2,5\cdot[Fe^{3+}]$$

Το ποσοστό του Fe που βρίσκεται με τη μορφή $[Fe(SCN)]^{2+}$ δίνεται από τη σχέση:

$$\frac{[Fe(SCN)^{2+}]}{[Fe^{3+}]+[Fe(SCN)^{2+}]}\cdot 100 = \frac{2,5\cdot[Fe^{3+}]}{3,5\cdot[Fe^{3+}]}\cdot 100 = \frac{500}{7}\%$$

E5.88. α) Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier:

i. Η αύξηση της πίεσης θα μετατοπίσει την ισορροπία προς τα λιγότερα mol των αερίων, δηλαδή προς τα αριστερά με αποτέλεσμα την μείωση των ποσοτήτων των προϊόντων και τελικά τη μείωση της απόδοσης της αντίδρασης.

ii. Η αύξηση της θερμοκρασίας θα μετατοπίσει την ισορροπία προς την ενδόθερμη κατεύθυνση, δηλαδή προς τα δεξιά με αποτέλεσμα την αύξηση των ποσοτήτων των προϊόντων και τελικά την αύξηση της απόδοσης της αντίδρασης.

β) Από την έκφραση της K_c, έχουμε:

$$K_c = \frac{[CO]\cdot[H_2]^3}{[CH_4]\cdot[H_2O]} = \frac{0,8\cdot 1^3}{0,2\cdot 1} = 4$$

β) (mol) $CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$

ΧΙ(1)	0,2	1	0,8	1
Προσθήκη			λ	(LC ←)
Μεταβολές	+x	+x	−x	−3x
ΧΙ(2)	0,2 + x	1 + x	0,8 + λ − x	1 − 3x

Ισχύει: 1 − 3x = 0,4, x = 0,2 mol.

Επομένως, στη νέα χημική ισορροπία θα συνυπάρχουν: 0,4 mol $CH_4(g)$, 1,2 mol $H_2O(g)$, (0,6 + λ) mol $CO(g)$ και 0,4 mol $H_2(g)$.

$$K_c = \frac{(0,6+\lambda)\cdot 0,4^3}{0,4\cdot 1,2} = 4,\ \lambda = 29,4 \text{ mol}$$

Ε5.89. α) $\upsilon_{01} = k_1\cdot[A]_0\cdot[B]_0$, $k_1 = 3,6\cdot10^{-3}/0,09 = 0,04$ $mol^{-1}\cdot L\cdot s^{-1}$.

Ισχύει: $K_c = k_1/k_2$, $k_2 = 0,01$ $mol^{-1}\cdot L\cdot s^{-1}$.

β) (mol) $A(aq) + B(aq) \rightleftharpoons \Gamma(aq) + \Delta(aq)$

0,3	0,3	–	–
−x	−x	x	x

$$K_c = \frac{[\Gamma]\cdot[\Delta]}{[A]\cdot[B]} = \frac{x^2}{(0,3-x)^2} = 4$$

Δεκτή λύση: x = 0,2 mol.

i. $\alpha = 0,2/0,3 = 2/3$ (200/3%)

ii. $\upsilon_1 = k_1\cdot[A]\cdot[B] = 0,04\cdot0,1\cdot0,1 = 4\cdot10^{-4}$ $mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$.

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας ισχύει $\upsilon_1 = \upsilon_2 = 4\cdot10^{-4}$ $mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$.

Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

γ) Η αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος θα αυξήσει και τις δύο αντίθετης φοράς ταχύτητες, αλλά η υ_2 θα αυξηθεί περισσότερο καθώς θα πρέπει σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία να μετατοπιστεί προς τα αριστερά (προς την ενδόθερμη κατεύθυνση).

Ε5.90. α) (mol) $A(g) + 2B(g) \rightarrow \Gamma(g)$, $\Delta H = -72$ kJ

1000	2000	1000

Από την αντίδραση αυτή εκλύεται ποσό θερμότητας ίσο με 72.000 kJ.

(mol) $2\Gamma(g) + \Delta(s) \rightleftharpoons E(g) + Z(g)$, $\Delta H = +60$ kJ

1000	π	–	–
−2x	−x	x	x
ΧΙ 1000 − 2x	π − x	x	x

Μέχρι την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας απορροφάται ποσό θερμότητας ίσο με 60x kJ.

Ισχύει: 72.000 − 60x = 48.000, 60x = 24.000, x = 400.

Αφού το Δ(s) είναι σε περίσσεια: $\alpha = 2x/1000 = 0,8$ (80%).

$$K_c = \frac{[E]\cdot[Z]}{[\Gamma]^2} = \frac{(400/V)^2}{(200/V)^2} = 4$$

Ε5.91. (mol) $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2\Gamma(g) + \mathbf{\Delta(s)}$

2	x	–	–
−y	−y	2y	y
2 − y	x − y	2y	y

<u>1η περίπτωση:</u> 2 ≤ x (Α σε έλλειμμα ή σε στοιχειομετρική αναλογία).

α = y/2, k = 1,6 mol.

Επομένως, στη ΧΙ θα συνυπάρχουν: 0,4 mol A(g), (x − 1,6) mol B(g), 3,2 mol Γ(g) και 1,6 mol Δ(s).

$$K_c = 4 = \frac{[\Gamma]^2}{[A]\cdot[B]} = \frac{3,2\cdot3,2}{0,4\cdot(x-1,6)}$$ (οι όγκοι απλοποιούνται).

Από την παραπάνω σχέση, προκύπτει: x = 8 mol (δεκτή).

<u>2η περίπτωση:</u> 2 ≥ x (Α σε περίσσεια ή σε στοιχειομετρική αναλογία).

α = y/x, y = 0,8x mol.

Επομένως, στη ΧΙ θα συνυπάρχουν: (2 − 0,8x) mol A(g), 0,2x mol B(g), 1,6x mol Γ(g) και 0,8x mol Δ(s).

$$K_c = 4 = \frac{[\Gamma]^2}{[A]\cdot[B]} = \frac{(1,6x)^2}{0,2x\cdot(2-0,8x)}$$ (οι όγκοι απλοποιούνται).

Από την παραπάνω σχέση, προκύπτει: x = 0,5 mol (δεκτή).

Επομένως: x = 8 mol (Α σε έλλειμμα) ή x = 0,5 mol (Β σε έλλειμμα).

Ε5.92. α) Έστω x mol $N_2(g)$ και y $H_2(g)$ mol στο αρχικό μίγμα. Θα ισχύει: x + y = 1,6 (1).

(mol)	$N_2(g)$	+ $3H_2(g)$	→ $2NH_3(g)$
Αρχικά (t = 0)	x	y	—
Μεταβολές	–ω	–3ω	2ω
ΧΙ	x − ω	y − 3ω	2ω

Για το εκλυόμενο ποσό θερμότητας θα ισχύει: 92ω = 9,2 και επομένως: ω = 0,1 mol. Η ποσότητα της αμμωνίας στην ισορροπία θα είναι: 2ω = 0,2 mol.

β) Έστω ότι το N_2 είναι σε έλλειμμα (ή σε στοιχειομετρική αναλογία με το H_2). Τότε για την απόδοση της αντίδρασης θα ισχύει: 0,25 = 0,1 / x και επομένως x = 0,4 mol, οπότε από τη σχέση (1): y = 1,2 mol.

Έστω ότι το H_2 είναι σε έλλειμμα (ή σε στοιχειομετρική αναλογία με το N_2). Τότε για την απόδοση της αντίδρασης θα ισχύει: 0,25 = 0,3 / y και επομένως y = 1,2 mol, οπότε από τη σχέση (1): x = 0,4 mol.

Επομένως, τα δύο συστατικά του μίγματος της αντίδρασης είναι σε στοιχειομετρική αναλογία και θα ισχύει: x = 0,4 mol και y = 1,2 mol, οπότε στην ισορροπία θα συνυπάρχουν: x − ω = 0,3 mol N_2, y − 3ω = 0,9 mol H_2 και 0,2 mol NH_3.

$$K_c = \frac{[NH_3]^2}{[N_2]\cdot[H_2]^3} = \frac{0,2^2}{0,3\cdot0,9^3}\cdot0,9^2 = \frac{4}{27}$$

Ε5.93. α) Κατασκευάζουμε τους δύο πίνακες ισορροπίας.

(mol) $N_2O_5(g) \rightleftharpoons N_2O_3(g) + O_2(g)$

3,5	–	–
−x	x	x

(mol) $N_2O_3(g) \rightleftharpoons N_2O(g) + O_2(g)$

x	–	x
−y	y	y

Για την 1η χημική ισορροπία ισχύει (V = 1 L):

$$K_c = \frac{[N_2O_3]\cdot[O_2]}{[N_2O_5]} = \frac{(x-y)\cdot(x+y)}{3,5-x}$$

Στην κατάσταση της ισορροπίας: $[O_2] = x + y = 2,5$ (1) (1).

Επομένως:

$$2,5 = \frac{(x-y)\cdot2,5}{3,5-x},\ 2x-y=3,5\ \ (2)$$

Από τις εξισώσεις (1) και (2): x = 2 και y = 0,5.

Άρα, η $[N_2O_5(g)]$ στην ισορροπία είναι 3,5 − x = 1,5 M.

β) Για τη 2η ισορροπία:

$$K_c = \frac{[N_2O]\cdot[O_2]}{[N_2O_3]} = \frac{y\cdot(x+y)}{x-y} = \frac{0,5\cdot 2,5}{1,5} = \frac{2,5}{3}$$

Ε5.94. α) Θα απορροφηθεί θερμότητα στο δοχείο που θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα αριστερά.
Δοχείο Α:

$$Q_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\cdot[O_2]} = \frac{[20/10)^2}{[10/10)^2\cdot(10/10)} = 4 < 10$$

Άρα στο δοχείο Α θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά και θα εκλυθεί θερμότητα.
Δοχείο Β:

$$Q_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\cdot[O_2]} = \frac{[10/10)^2}{[5/10)^2\cdot(5/10)} = 8 < 10$$

Άρα στο δοχείο Β θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά και θα εκλυθεί θερμότητα.
Δοχείο Γ:

$$Q_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\cdot[O_2]} = \frac{[2/10)^2}{[1/10)^2\cdot(1/10)} = 40 > 10$$

Άρα στο δοχείο Γ θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα αριστερά και θα απορροφηθεί θερμότητα.
β) Θα πρέπει το σύστημα να είναι σε χημική ισορροπία.

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\cdot[O_2]} = \frac{[20/V)^2}{[10/V)^2\cdot(10/V)} = 0,4\cdot V$$

$0,4\cdot V = 10$, $V = 25$ L
γ) Δοχείο Β. Έστω λ mol η επιπλέον ποσότητα SO_2(g).

(mol)	$2SO_2(g)$	+	$O_2(g)$	⇌	$2SO_3(g)$
	$5+\lambda$		5		10
	−2		−1		+2
	$3+\lambda$		4		12

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2\cdot[O_2]} = \frac{[12/10)^2}{[(3+\lambda)/10)^2\cdot(4/10)} = 10$$

$$\frac{12^2}{(3+\lambda)^2} = 2^2,\ \frac{12}{3+\lambda} = +2,\ \lambda = 3$$

Ε5.95. α) Κατασκευάζουμε τον πίνακα της ισορροπίας.

	CH_3COOH	+	CH_3CH_2OH	⇌	$CH_3COOCH_2CH_3$	+	H_2O
	1		1		–		–
	−x		−x		x		x
	1 − x		1 − x		x		x

x = 2/3 mol, 1 – x = 1/3 mol
$K_{c(1)} = 4$ (οι όγκοι του διαλύματος απλοποιούνται).
β)

	CH_3COOH	+	CH_3CH_2OH	⇌	$CH_3COOCH_2CH_3$	+	H_2O
	1		1		–		–
	−y		−y		y		y

	CH_3COOH	+	ROH	⇌	CH_3COOR	+	H_2O
	1 − y		1		–		y
	−ω		−ω		ω		ω

Ισχύει: ω + y = 0,8 (3)
$K_{c(1)} = 4 = y\cdot(y+\omega)/(1-y-\omega)\cdot(1-y)$
$4 = y\cdot 0,8/0,2\cdot(1-y)$, y = 0,5 mol
(3): ω = 0,3 mol
Επομένως μετά την αποκατάσταση των ισορροπιών θα συνυπάρχουν: 1 – y – ω = 0,2 mol CH_3COOH, 1 – y = 0,5 mol CH_3CH_2OH, 1 – ω = 0,7 mol ROH, ω = 0,3 mol CH_3COOR, y = 0,5 mol $CH_3COOCH_2CH_3$ και 0,8 mol H_2O.
Ε5.96. α) Η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά δίνεται από τη σχέση: $\upsilon_1 = k_1\cdot[A]^2\cdot[B]$ και η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά από τη σχέση: $\upsilon_2 = k_2\cdot[\Gamma]^2$. Στη χημική ισορροπία ισχύει: $\upsilon_1 = \upsilon_2$ και επομένως:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[\Gamma]^2}{[A]^2\cdot[B]} = K_c = 600\ M^{-1}.$$

β) $\upsilon_1 = k_1\cdot[A]^2\cdot[B] = 2,4\cdot 10^3\cdot(5\cdot 10^{-3})^2\cdot 0,2 = 12\cdot 10^{-3}\ M\cdot s^{-1}$.
$\upsilon_\Gamma = 2\upsilon = 2,4\cdot 10^{-2}\ M\cdot s^{-1}$.
γ) Έχουν διασπαστεί: 0,2·0,2 = 0,04 mol του Γ.

mol	2A(g)	+	B(g)	⇌	2Γ(g)
Αρχικά	–		–		0,2
Μεταβολές	0,04		0,02		−0,04
Χ.Ι.	0,04		0,02		0,16

Με αντικατάσταση στην έκφραση της K_c, προκύπτει: $4\cdot 10^3\ M^{-1}$.
δ) Παρατηρούμε ότι με τη μείωση της θερμοκρασίας η τιμή της K_c αυξάνεται και επομένως η ισορροπία, 2A(g) + B(g) ⇌ 2Γ(g) μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αντίδραση προς τα δεξιά θα είναι εξώθερμη και άρα προς τα αριστερά θα είναι ενδόθερμη.
Ε5.97. α)

(mol)	A(aq)	+	B(aq)	⇌	2Γ(aq)	+	Δ(s)
	0,012		0,012		–		–
	−0,009		−0,009		0,018		0,009
	0,003		0,003		0,018		0,009

$$K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[A]\cdot[B]} = \frac{0,018\cdot 0,018}{0,003\cdot 0,003} = 36$$ (οι όγκοι απλοποιούνται)

Στην κατάσταση ισορροπίας ισχύουν: [Γ]/[B] = 0,018/0,003 < 2 και [B]/[Γ] = 0,018/0,003 < 2. Άρα το χρώμα του διαλύματος θα είναι κόκκινο.
β) i. Εφόσον η ποσότητα του Δ(s) μειώθηκε η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα αριστερά με την αύξηση της θερμοκρασίας. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η αύξηση της θερμοκρασίας μετατοπίζει την ισορροπία προς την ενδόθερμη κατεύθυνση και άρα η αντίδραση προς τα δεξιά θα είναι εξώθερμη.

(mol)	A(aq)	+	B(aq)	⇌	2Γ(aq)	+	Δ(s)
	0,003		0,003		0,018		0,009
	+0,003		+0,003		−0,006		−0,003
	0,006		0,006		0,012		0,006

ii. Στην κατάσταση της ισορροπίας: [Γ]/[B] = 0,012/0,006 = 6 > 5 και επομένως το χρώμα του διαλύματος θα είναι κόκκινο.
iii.

$$K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[A]\cdot[B]} = \frac{0,018\cdot 0,018}{0,003\cdot 0,003} = 36$$ (οι όγκοι απλοποιούνται)

ii. Στην νέα κατάσταση της ισορροπίας ισχύουν: [Γ]/[B] = 0,012/0,006 = 2 > 5 και [B]/[Γ] = 1/2 < 10. Επομένως το χρώμα του διαλύματος θα είναι ενδιάμεσο.
iii. Από την έκφραση της σταθεράς ισορροπίας:

$$K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[A]\cdot[B]} = \frac{0,012\cdot 0,012}{0,006\cdot 0,006} = 4$$ (οι όγκοι απλοποιούνται)

Ε5.98. α)

(mol)	C(s)	+	ZnO(s)	⇌	CO(g)	+	Zn(g)
	6		6		–		–
	−x		−x		x		x
	6 − x		6 − x		x		x

$$K_c = [CO]\cdot[Zn] = \left(\frac{x}{10}\right)^2 = 0,09,\ \frac{x}{10} = 0,3,\ x = 3\ mol$$

Επομένως, η ποσότητα του Zn είναι 3 mol.
β) Με την αύξηση του όγκου του δοχείου (μείωση της πίεσης) η ισορροπία, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

(mol)	C(s)	+ ZnO(s)	⇌ CO(g)	+ Zn(g)
XI(1)	3	3	3	3
	−y	−y	y	y
XI(2)	3 − x	3 − x	3 + y	3 + y

$$\left(\frac{3+y}{15}\right)^2 = 0{,}09,\ \frac{3+y}{15} = 0{,}3,\ 3 + y = 4{,}5 \text{ mol}$$

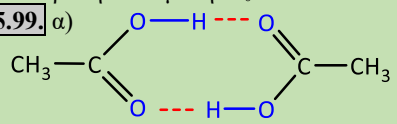
γ) i. Σε όλες τις καταστάσεις σε χημική ισορροπία θα ισχύει: [CO] = [Zn]. Επίσης, ισχύει: [CO]·[Zn] = K_c = σταθ. και επομένως: [CO] = [Zn] = σταθ.
$P \cdot V = n_{ολ} \cdot R \cdot T$, $P = (n_{ολ}/V) \cdot R \cdot T = 2 \cdot [CO] \cdot R \cdot T$ = σταθ.
Δηλαδή, σε καταστάσεις χημικής ισορροπίας: P = σταθ.
Με την αύξηση του όγκου του δοχείου η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά και επομένως οι ποσότητες του C(s) και του ZnO(s) μειώνονται συνεχώς με αποτέλεσμα να υπάρχει μία τιμή του όγκου πάνω από την οποία να μην μπορεί να αποκατασταθεί χημική ισορροπία και οι ποσότητες των δύο αερίων να μην μεταβάλλονται πια. Έτσι, με την επιπλέον αύξηση του όγκου μειώνεται η πίεση.
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz
ii. Ο V_{max} αντιστοιχεί στην οριακή κατάσταση της χημικής ισορροπίας.

(mol)	C(s)	+ ZnO(s)	⇌ CO(g)	+ Zn(g)
XI(2)	1,5	1,5	4,5	4,5
	−1,5	−1,5	1,5	1,5
	–	–	6	6

$$\left(\frac{6}{V_{max}}\right)^2 = 0{,}09,\ V_{max} = \frac{6}{0{,}03} = 20 \text{ L}$$

δ) Στον όγκο V = 50 L δεν υπάρχει κατάσταση χημικής ισορροπίας και επομένως θα ισχύει:
$P \cdot 50 = 12 \cdot R \cdot T$ (1) και επίσης: $P_0 \cdot 10 = 6 \cdot R \cdot T$ (2)
Με διαίρεση κατά μέλη: $P_0/P = 5/2$.

E5.99. α)



β) $K_c = 3{,}2 \cdot 10^4$.
γ) Θα μειωθεί.
δ) Με βάση τον τύπο της ωσμωμετρίας προκύπτει: M_r = 120 που αντιστοιχεί 100% στη διμερή μορφή.

E5.100. α) Εφόσον ο όγκος του δοχείου είναι σταθερός καθώς και η θερμοκρασία, για να διατηρείται η πίεση σταθερή θα πρέπει ο συνολικός αριθμός των mol των αερίων να μένει επίσης σταθερός και αυτό συμβαίνει όταν x = 2.

(mol)	A(s)	+ 2B(g)	⇌ 2Γ(g)
	0,2	0,5	–
	−y	−2y	2y
	0,2 − x	0,5 − 2x	2y

Όταν αντιδρά 1 mol A(s) εκλύονται 60 kJ
y = ; 6 kJ
y = 0,1 mol
Άρα στην κατάσταση της ισορροπίας συνυπάρχουν 0,1 mol A(s), 0,3 mol B(g) και 0,2 mol Γ(g).
α = 0,1/0,2 = 0,5 (50%).

$$K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[B]^2} = \frac{(0,2)^2}{(0,3)^2} = \frac{4}{9}$$

Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

γ) (mol)	A(s)	+ 2B(g)	⇌ 2Γ(g)
	0,2	0,5	–
	−0,1	−0,2	0,2
	0,1	0,3	0,2
		+ λ (→ LC)	
	−ω	−2ω	2ω

Το B(g) είναι αρχικά σε περίσσεια και η προσθήκη επιπλέον ποσότητας δεν μεταβάλλει την θεωρητική ποσότητα του προϊόντος. Επομένως:

$$\alpha' = \frac{0,2 + 2\omega}{0,4} = 0,75 \Rightarrow \omega = 0,05$$

Στη νέα κατάσταση της ισορροπίας θα συνυπάρχουν 0,05 mol A(s), (0,2 + λ) mol B(g) και 0,3 mol Γ(g).

$$K_c = \frac{[\Gamma]^2}{[B]^2} = \frac{(0,3)^2}{(0,2+\lambda)^2} = \frac{4}{9}$$

λ = 0,25 mol
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

E5.101. α) i. Σε κάθε χρονική στιγμή η ποσότητα του B(g) που έχει παραχθεί είναι η μισή σε σχέση με την ποσότητα του A(g) που έχει αντιδράσει.

ii. (mol)	2A(g)	⇌ B(g)
	0,60	–
	−0,18	0,09
t_4	0,42	0,09

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι τη στιγμή t_4: x = 0,09.
β) Επιλογή iii. Τη χρονική στιγμή t_5 έχει ήδη αποκατασταθεί χημική ισορροπία καθώς στην συνέχεια δεν αλλάζει σύσταση το μίγμα της ισορροπίας. Με δεδομένο ότι τη χρονική στιγμή t_4 δεν έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία, αυτή θα έχει αποκατασταθεί μετά τη χρονική στιγμή t_4 και πριν τη χρονική στιγμή t_5 ή από τη χρονική στιγμή t_5 και μετά.

γ) (mol)	2A(g)	⇌ B(g)
	0,60	–
	−0,30	0,15
XI	0,30	0,15

α = 0,3/0,6 = 0,5 (50 %)

$$K_c = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{(0,15/3)}{(0,3/3)^2} = \frac{0,05}{0,01} = 5$$

δ) i. Για να γίνει το μίγμα των δύο αερίων είναι ισομοριακό θα πρέπει η ποσότητα του B(g) να αυξηθεί και η ποσότητα του A(g) να μειωθεί οπότε η ισορροπία θα πρέπει να μετατοπιστεί προς τα αριστερά δηλαδή προς τα λιγότερα mol αερίων. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier θα πρέπει ο όγκος του δοχείου να μειωθεί.

ii. (mol)	2A(g)	⇌ B(g)
XI	0,30	0,15
	−2y	y
NXI	0,3 − 2y	0,15 + y

Θα ισχύει: 0,3 − 2y = 0,15 + y ⇒ y = 0,05 mol.

$$K_c = \frac{[B]}{[A]^2} = \frac{(0,2/V')}{(0,2/V')^2} = \frac{V'}{0,2} = 5$$

V' = 1 L

E5.102. α) $3Cu + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$
$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$
β) 0,4 mol.
γ) K_c = 15.

Ε5.103. α) Σε ισορροπία καθώς $Q_c = K_c$.
β) $Q_c > K_c$ και άρα θα εκδηλωθεί αντίδραση προς τα αριστερά.
Ε5.104. α) Από τη στοιχειομετρία της υδρόλυσης του NF_3 προκύπτει ότι οι ποσότητες του $NO_2(g)$ και του $NO(g)$ είναι ισομοριακές (έστω από α mol).

(mol)	$2NO(g)$	+	$O_2(g)$	⇌	$2NO_2(g)$
	α		–		α
	+2x		x		−2x
	α + 2x		x		α – 2x

Ισχύουν:
α + 2x = 1,5 (1)
α − 2x = 0,5 (2)
Από τις δύο παραπάνω εξισώσεις προκύπτει: α = 1 mol και x = 0,25 mol.

(mol)	$2NF_3$	+	$3H_2O$	→	$6HF(aq)$	+	$NO_2(g)$	+	$NO(g)$
					6		1		1

Άρα, σχηματίστηκαν 6 mol HF.
β) Για την αρχική χημική ισορροπία:

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]} = \frac{(0,5/V)^2}{(1,5/V)^2 \cdot (0,25/V)} = 20$$

V = 45 L
γ)

(mol)	$2NO(g)$	+	$O_2(g)$	⇌	$2NO_2(g)$
	1,5		0,25		0,5
			+λ		(LC →)
	−2y		−y		2y
	1,5 – 2y		0,25 + λ – y		0,5 + 2y

$[NO_2(g)] = [NO(g)] \Rightarrow 1,5 - 2y = 0,5 + 2y$
y = 0,25 mol
Στη νέα χημική ισορροπία συνυπάρχουν 1 mol NO(g), λ mol $O_2(g)$ και 1 mol $NO_2(g)$.
Από την έκφραση της σταθεράς K_c:

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2 \cdot [O_2]} = \frac{1}{[O_2]} = 20$$

$[O_2]$ = 0,05 M
λ/45 = 0,05 ⇒ λ = 2,25 mol
Ε5.105. α) Στο δοχείο Α αρχικά συμβαίνει μόνο η αντίδραση προς τα δεξιά καθώς η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά είναι ίση με το μηδέν. Ισχύει:
$\upsilon_{01} = k_1 \cdot [N_2O_4]$, $k_1 = 2,5 \cdot 10^{-5}/2 \cdot 10^{-3} = 1,25 \cdot 10^{-2}$ s^{-1}
Στο δοχείο Β αρχικά συμβαίνει μόνο η αντίδραση προς τα αριστερά. Ισχύει:
$\upsilon_{02} = k_2 \cdot [NO_2]^2$, $k_2 = 10^{-3}/4 \cdot 10^{-4}$, $k_2 = 2,5$ $M^{-1} \cdot s^{-1}$.
β) Για μία χημική ισορροπία με απλές αντιδράσεις, ισχύει:
$K_c = k_1/k_2 = 5 \cdot 10^{-3}$.
γ)

(mol)	$N_2O_4(g)$	⇌	$2NO_2(g)$
	0,01		–
	−y		2y
	0,01 – y		2y

Ισχύει: $[NO_2] = 2y/5 = 4 \cdot 10^{-4}$, $y = 10^{-3}$ mol.
Επομένως, τη στιγμή t στο δοχείο συνυπάρχουν: $9 \cdot 10^{-3}$ mol $N_2O_4(g)$ και $2 \cdot 10^{-3}$ mol $NO_2(g)$.
$Q_c = [NO_2]^2/[N_2O_4] = (8/9) \cdot 10^{-4}$
Επομένως, δεν έχει αποκατασταθεί χημική ισορροπία, καθώς θα ισχύει $Q_c < K_c$.
δ)

(mol)	$N_2O_4(g)$	⇌	$2NO_2(g)$
	0,01 + x		–
	−ω		2ω
	0,01 + x – ω		2ω

Ισχύει: $n(N_2O_4) = 0,01 + x - \omega = 0,1$ mol.
Από την έκφραση της K_c έχουμε:
$5 \cdot 10^{-3} = [NO_2]^2/(0,1/5)$, $[NO_2]$ = 0,01 M
2ω/5 = 0,01, ω = 0,025 mol
0,01 + x – 0,025 = 0,1, x = 0,1 + 0,025 – 0,01 = 0,115 mol
ε)

(mol)	$N_2O_4(g)$	⇌	$2NO_2(g)$
	–		0,1
			−2λ
	λ		0,1 − 2λ

$[NO_2] = 8 \cdot 10^{-3}$ M, $n(NO_2)$ = 0,04 mol.
Ισχύει: 0,1 − 2λ = 0,04, λ = 0,03 mol.
Στη νέα θερμοκρασία στη χημική ισορροπία θα συνυπάρχουν 0,03 mol $N_2O_4(g)$ και 0,04 mol $NO_2(g)$. Υπολογίζουμε τη σταθερά ισορροπίας στη νέα θερμοκρασία: $K_c' = (4 \cdot 10^{-2})^2/15 \cdot 10^{-2} = (16/15) \cdot 10^{-2} > 5 \cdot 10^{-3}$. Παρατηρούμε ότι τιμή της σταθεράς ισορροπίας αυξήθηκε και επομένως με τη μεταβολή της θερμοκρασίας η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα δεξιά. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, για να μετατοπιστεί η ισορροπία προς τα δεξιά (ενδόθερμη κατεύθυνση) θα πρέπει η θερμοκρασία να αυξηθεί.
Ε5.106. α) Τα 300 kg του ορυκτού περιέχουν (80/100)·300 = 240 kg FeS_2.
FeS_2 (M_r = 120): $n = m/M_r = 240 \cdot 10^3/120 = 2000$ mol.
Από την ποσότητα του FeS_2 στο ορυκτό, το 75% αντιστοιχούν σε (75/100)·2000 = 1500 mol και το 25% σε (15/100)·2000 = 300 mol.

(mol)	$4FeS_2(s)$	+	$15O_2(g)$	→	$2Fe_2O_3(s)$	+	$8SO_3(g)$	(1)
	1500				750		3000	

(mol)	$4FeS_2(s)$	+	$11O_2(g)$	→	$2Fe_2O_3(s)$	+	$8SO_2(g)$	(2)
	300				150		600	

Η συνολική ποσότητα του $Fe_2O_3(s)$ είναι 750 + 150 = 900 mol.
Fe_2O_3 (M_r = 160): $n = m/M_r$, $m = 900 \cdot 160 = 144$ kg.
Σχηματίστηκαν επίσης 3000 mol SO_3 και 600 mol SO_2.
β) Η αναλογία mol SO_3 και SO_2 είναι 3000/600 = 5:1. Έστω ότι το μίγμα SO_3 και SO_2 περιέχει 5x mol και x mol, αντίστοιχα.

(mol)	$2SO_2(g)$	+	$O_2(g)$	⇌	$2SO_3(g)$
	x		–		5x
	2y		y		−2y
	x + 2y		y		5x – 2y

Ισχύει: x + 2y = 5x – 2y, x = y, οπότε στη χημική ισορροπία θα συνυπάρχουν 3x mol SO_2, x mol O_2 και 3x mol SO_3.
Αντικαθιστούμε στην έκφραση της σταθεράς K_c:
$10 = [SO_3]^2/[SO_2]^2 \cdot [O_2] = 10/x$, x = 1.
Άρα, η μάζα του αρχικού μίγματος θα είναι:
$m_{ολ} = 5 \cdot 80 + 1 \cdot 64 = 464$ g.

Ε6. ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ: ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Ε6.1. Α. Θα πρέπει η αναλογία Mg^{2+} προς Cl^- να είναι 1:2 και παράλληλα τα μόρια του H_2O να είναι προσανατολισμένα με το $O^{\delta-}$ προς το ιόν Mg^{2+}. Επίσης, τα μόρια του νερού να είναι προσανατολισμένα με το $H^{\delta+}$ προς το ιόν Cl^-.
Ε6.2. Γ. Το ιόν $^+H_3NCH_2COOH$ δεν μπορεί να δεχθεί H^+.
Ε6.3. Β. Όταν μόρια H_2O αλληλεπιδράσουν με D_2O μπορούν να σχηματιστούν DH_2O^+ ή D_2HO^+. Έτσι, στην αντίστροφη αντίδραση από μόρια DH_2O^+ με αποβολή H^+ μπορούν να σχηματιστούν και μόρια HDO.
Ε6.4. Α. Θα πρέπει το ιόν HS^- να λειτουργεί ως βάση κατά Brönsted - Lowry.

Ε6.5. Α. Πρόκειται για οξοξέα στα οποία με την εισαγωγή επιπλέον ατόμων Ο ο δεσμός Ο − Η πολώνεται και εξασθενεί με αποτέλεσμα το οξύ να γίνεται ισχυρότερο και το pH μικρότερο.

Ε6.6. Α. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η σταθερά pK_b μειώνεται και η K_b αυξάνεται. Άρα, η ισορροπία ιοντισμού της NH_3 μετατοπίζεται προς τα δεξιά οπότε σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier θα ισχύει $\Delta H > 0$.

Ε6.7. Α. Σύμφωνα με το νόμο αραίωσης του Ostwald με την αύξηση της συγκέντρωσης ο βαθμός ιοντισμού του οξέος μειώνεται. Έτσι, το διάλυμα μεγαλύτερης συγκέντρωσης θα εμφανίσει μικρότερο βαθμό ιοντισμού.

Ε6.8. i. Α. (Μ) $H_2SO_4 + H_2O \rightarrow HSO_4^- + H_3O^+$
10^{-4} 10^{-4} 10^{-4}
(Μ) $HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$
$10^{-4} - x$ x x
$[H_3O^+] = 10^{-4} + x > 10^{-4}$ και επομένως pH < 4.
ii. Β. Το $HClO_4$ είναι ισχυρό οξύ.
(Μ) $HClO_4 + H_2O \rightarrow ClO_4^- + H_3O^+$
0,1 0,1, pH = 1

Ε6.9. Α. Το συζυγές οξύ του ιόντος $H_2AsO_4^-$ είναι το H_3AsO_4 και επομένως ισχύει:
$K_b(H_2AsO_4^-) = K_a(H_3AsO_4) = 10^{-14}/5\cdot10^{-5} = 2\cdot10^{-10}$.

Ε6.10. Δ. Με την προσθήκη νερού η συγκέντρωση της $NH_3(aq)$ μειώνεται, οπότε σύμφωνα με το νόμο αραίωσης του Ostwald ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται.

Ε6.11. Δ. Με την αύξηση της θερμοκρασίας του διαλύματος η ισορροπία ιοντισμού του ΗΑ μετατοπίζεται προς τα δεξιά, οπότε η $[H_3O^+]$ αυξάνεται και το pH μειώνεται.

Ε6.12. i. Α. Με την αραίωση του διαλύματος ο βαθμός ιοντισμού του HF αυξάνεται σύμφωνα με το νόμο αραίωσης του Ostwald. Έτσι, η ποσότητα των ιόντων H_3O^+ αυξάνεται.
ii. Γ. Με την προσθήκη του NaF σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα και μάλιστα ισχύει: $c_o = c_\beta$. Έτσι, με βάση την εξίσωση Henderson - Hasselbalch, προκύπτει: $pH = pK_a$.

Ε6.13. i. Α. Με τη διάλυση της ποσότητας NaOH, η συγκέντρωση των ιόντων OH^- αυξάνεται και επομένως η συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ μειώνεται. Με τη μείωση της συγκέντρωσης των ιόντων H_3O^+ η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.
ii. Δ. Τη μεγαλύτερη ρυθμιστική ικανότητα έχουν τα διαλύματα με $c_\beta = c_o$ και μεγαλύτερες τιμές c_β και c_o.

Ε6.14. i. Β. Το HF έχει το υψηλότερο σημείο βρασμού καθώς είναι το μοναδικό που σχηματίζει διαμοριακά δεσμούς υδρογόνου. Επίσης, το HI είναι το ισχυρότερο οξύ καθώς σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ο ομοιοπολικός δεσμός των στοιχείων με το Η σπάζει πιο εύκολα όσο μεγαλύτερη είναι η ατομική ακτίνα (αυξάνεται προς τα κάτω σε μία ομάδα).
ii. Α. Το −Ι επαγωγικό φαινόμενο έχει ως αποτέλεσμα την έλξη του ηλεκτρονιακού νέφους προς το μέρος του υποκαταστάτη με αποτέλεσμα την πόλωση του δεσμού −Ο−Η και την ευχερέστερη απομάκρυνση του H^+, οπότε το οξύ γίνεται ισχυρότερο.

Ε6.15. Δ.

Ε6.16. Δ. $NH_4CN \rightarrow NH_4^+ + CN^-$ (διάσταση του άλατος)
$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$
$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$
Εφόσον pH > 7 θα πρέπει να ισχύει: $K_b(CN^-) > K_a(NH_4^+)$ και επομένως: $K_b(NH_3) > K_a(HCN)$.

Ε6.17. Β. Το CH_3ONa είναι αλκοολικό άλας και παράγει με τη διάστασή του ισχυρή βάση κατά Brönsted - Lowry (CH_3O^-):
$CH_3ONa \rightarrow CH_3O^- + Na^+$
$CH_3O^- + H_2O \rightarrow CH_3OH + OH^-$
0,1 M 0,1 M
Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις η $[OH^-]$ είναι μικρότερη.

Ε6.18. Α. 10 mL NH_3 0,1 M: $n = 0{,}001$ mol NH_3.
5 mL HCl 0,1 M: $n = 0{,}0005$ mol HCl.
$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$
Έχουμε μερική εξουδετέρωση ασθενούς βάσης με ισχυρό οξύ και τελικά προκύπτει το σύστημα NH_3/NH_4Cl που λειτουργεί ως ρυθμιστικό διάλυμα.

Ε6.19. Γ.
$H\Delta + H_2O \rightleftharpoons \Delta^- + H_3O^+$

$$K_a(H\Delta) = \frac{[\Delta^-]\cdot[H_3O^+]}{[H\Delta]},\ \frac{[H_3O^+]}{K_a(H\Delta)} = \frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]}$$

$$\frac{[H\Delta]}{[\Delta^-]} = \frac{10^{-7}}{10^{-10}} = 1000,\ [H\Delta] = 1000\cdot[\Delta^-]$$

Ε6.20. Β. Σε μία ογκομέτρηση ο πλέον κατάλληλος δείκτης είναι αυτός που αλλάζει χρώμα στη πιο απότομη μεταβολή του pH στην καμπύλη ογκομέτρησης και η περιοχή αλλαγής χρώματος «περικλείει» το pH στο ισοδύναμο σημείο. Ο δείκτης ΗΔ με $K_a = 10^{-9}$ έχει $pK_a = 9$ και περιοχή αλλαγής χρώματος 8-10.

Ε6.21. Δ. Η προσθήκη οξέος αυξάνει τη συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+ και μειώνει τη συγκέντρωση των OH^-. Έτσι, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier και συγκέντρωση του HOCl αυξάνεται.

Ε6.22. Δ. Στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης θα παρατηρήσουμε αλλαγή χρώματος του δείκτη από μπλε σε κίτρινο (σε pH ≤ 6).

Ε6.23. Δ. Εμφανίζεται Ε.Κ.Ι.:
$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$
Έτσι, η ισορροπία ιοντισμού της NH_3 μετατοπίζεται προς τα αριστερά, οπότε ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται και το pH μειώνεται επίσης, λόγω μείωσης της $[OH^-]$.

Ε6.24. Δ. Κατά τη διεξαγωγή της αντίδρασης η $[H_3O^+]$ μειώνεται λόγω της μείωσης της συγκέντρωσης του HCl, η $[Ca^{2+}]$ αυξάνεται λόγω της διάστασης του $CaCl_2(aq)$ ενώ η $[Cl^-]$ παραμένει σταθερή καθώς όσα ιόντα Cl^- παράγονται από τον ιοντισμού του HCl τόσα προκύπτουν και από τη διάσταση του $CaCl_2$.

Ε6.25. Γ. Μία ισορροπία κατά Brönsted - Lowry είναι μετατοπισμένη προς το ασθενέστερο οξύ (και την ασθενέστερη βάση). Από την πρώτη ισορροπία συμπεραίνουμε ότι το H_2Te είναι ισχυρότερο από το HSe^- ενώ από τη δεύτερη ισορροπία προκύπτει ότι το HSe^- είναι ισχυρότερο από το HTe^-.

Ε6.26. Γ. Με αποβολή ενός H^+ από το $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ προκύπτει η συζυγής βάση, $[Al(H_2O)_5(OH)]^{2+}$.

Ε6.27. Β. Το $Mg(NO_3)_2$ ιοντίζεται σύμφωνα με την εξίσωση: $Mg(NO_3)_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2NO_3^-$, οπότε η συγκέντρωση των ιόντων Mg^{2+} αυξάνεται και η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα αριστερά. Έτσι, η ποσότητα του $Mg(OH)_2(s)$ αυξάνεται.

Ε6.28. Α. Και οι δύο ογκομετρήσεις είναι αλκαλιμετρίες και το τελικό σημείο θα επέλθει με την αλλαγή χρώματος του δείκτη που γίνεται σε pH ≥ 10.

Ε6.29. Α. Το ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης είναι στη βασική περιοχή οπότε το οξύ θα πρέπει να είναι ασθενές. Καθώς ο καταλληλότερος δείκτης είναι αυτός η περιοχή αλλαγής χρώματος του οποίου περικλείει το pH στο ισοδύναμο σημείο, ο καταλληλότερος δείκτης θα είναι η φαινολοφθαλεΐνη.

Ε6.30. Σωστές είναι οι προτάσεις Α, Β, Ε, ΣΤ, Ζ, Η.

Πρόταση Α: Από τον πίνακα ιοντισμού της NH_3 και τη θεώρηση των προσεγγίσεων, προκύπτει ότι $[OH^-] = 10^{-3}$ Μ και επομένως pOH = 3 < 7. Γενικότερα, στα βασικά διαλύματα στους 25ºC ισχύει: pH > 7 και επομένως pOH < 7.

Πρόταση Β: Με την αύξηση της συγκέντρωσης της NH_3 αυξάνεται και η $[OH^-]$ και το διάλυμα γίνεται πιο βασικό.

Πρόταση Ε: Με τη διάλυση επιπλέον ποσότητας NH_3 στο διάλυμα (Δ) χωρίς μεταβολή όγκου, η συγκέντρωσης της NH_3 αυξάνεται. Σύμφωνα με το νόμο αραίωσης του Ostwald αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του βαθμού ιοντισμού της NH_3.

Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

Πρόταση ΣΤ: $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$

0,01 mol 0,01 mol

Το τελικό διάλυμα περιέχει μόνο το άλας NH_4Cl.

$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

Έτσι, το τελικό pH θα είναι όξινο.

Πρόταση Ζ: $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$. Η NH_3 θα είναι σε περίσσεια και θα προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα.

Πρόταση Η: Θα έχουμε Ε.Κ.Ι.:

$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

Έτσι, η ισορροπία ιοντισμού της NH_3 θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά και ο βαθμός ιοντισμού της NH_3 θα μειωθεί.

Ε6.31. (Μ) $Ba(OH)_2(aq) \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-(aq)$

0,005 0,01

$[OH^-] = 0,01$ (και στις δύο θερμοκρασίες)

Σε κάθε υδατικό διάλυμα ισχύει η ισορροπία: $2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$, $\Delta H > 0$

$[H_3O^+]\cdot[OH^-] = K_w$, $[H_3O^+] = K_w/0,01$ (1)

Με την αύξηση της θερμοκρασίας η τιμή της K_w αυξάνεται καθώς σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία αυτοϊοντισμού του νερού μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Επομένως από την (1) προκύπτει ότι η $[H_3O^+]$ αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και επομένως το pH μειώνεται.

Ε6.32. Λανθασμένες είναι οι προτάσεις Β, Δ και ΣΤ.

Πρόταση Β: Η διάσταση σχετίζεται με τις ιοντικές ενώσεις οι οποίες αποτελούνται από ιόντα και όχι από μόρια.

Πρόταση Δ: pH = 2, $[H_3O^+] = 0,01$ Μ.

(Μ) $H_2SO_4 + H_2O \rightarrow HSO_4^- + H_3O^+$

c c c

(Μ) $HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$

$c - x$ x x

$[H_3O^+] = c + x = 0,01$ και επομένως $c < 0,01$ Μ.

Πρόταση ΣΤ: $CaF_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2F^-$ (διάσταση)

$F^- + H_2O \rightleftharpoons HF + OH^-$

Από τη δεύτερη εξίσωση φαίνεται ότι το διάλυμα είναι βασικό.

Ε6.33. Α) Σωστή. Το HCl είναι ομοιοπολική ένωση και άρα ο όξινος χαρακτήρας κατά Arrhenius εκδηλώνεται μόνο με τη διάλυσή του στο νερό ώστε να παραχθούν ιόντα H^+. Με βάση τη θεωρία Brönsted - Lowry, το HCl θα πρέπει να δώσει H^+ σε μία βάση, και άρα απουσία βάσης δεν εκδηλώνεται ο όξινος χαρακτήρας.

Β) Σωστή. Ο όξινος χαρακτήρας μιας ουσίας κατά Brönsted - Lowry εξαρτάται και από την ισχύ της βάσης στην οποία αποδίδει το H^+. Όσο πιο ισχυρή είναι η βάση αυτή (όσο μεγαλύτερη τάση έχει να προσλαμβάνει H^+) τόσο πιο εύκολα το αποδίδει το οξύ (τόσο πιο ισχυρό είναι).

Γ) Λανθασμένη. Η ισχύς ενός οξέος κατά Brönsted - Lowry εξαρτάται και από την τάση της βάσης να δεχθεί H^+, δηλαδή και από την ισχύ της βάσης.

Δ) Σωστή. Ουσίες με $K_a < 10^{-14}$ είναι τόσο πολύ ασθενή ως οξέα που πρακτικά δεν ιοντίζονται.

Ε) Λανθασμένη. Το H_2S είναι ασθενές διπρωτικό οξύ:

$H_2S + H_2O \rightleftharpoons HS^- + H_3O^+$

$c - x$ x x

$HS^- + H_2O \rightleftharpoons S^{2-} + H_3O^+$

$x - y$ y $x + y$

Ισχύει: $[H_3O^+] = x + y \approx x$ και $[S^{2-}] = y < x$.

ΣΤ) Λανθασμένη. Το pH εξαρτάται και από τις συγκεντρώσεις των δύο οξέων.

Ζ) Σωστή. pOH = 10 σημαίνει pH = 14 − 10 = 4.

Η) Σωστή. Ο αριθμός οξείδωσης του Cl είναι κατά σειρά: +1, +3, +5 και +7, δηλαδή αυξάνεται με την αύξηση των ατόμων Ο. Παράλληλα, το οξυγόνο είναι ηλεκτραρνητικό στοιχείο και αποσύρει αρνητικό φορτίο προς το μέρος του μειώνοντας την ισχύ του δεσμού Η − Ο. Έτσι, όσο αυξάνεται ο αριθμός των ατόμων οξυγόνου, τόσο περισσότερο μειώνεται η ισχύς του δεσμού Ο − Η και το οξύ γίνεται ισχυρότερο.

Θ) Λανθασμένη. Αυξάνεται.

Ε6.34. Το ισχυρότερο οξύ έχει μεγαλύτερη σταθερά ιοντισμού (K_a) και μικρότερη pK_a (= $-\log K_a$).

Cl: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$, 3η περίοδος, 17η ομάδα.

F: $1s^2\ 2s^2\ 2p^5$, 2η περίοδος, 17η ομάδα.

S: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$, 3η περίοδος, 16η ομάδα.

O: $1s^2\ 2s^2\ 2p^4$, 2η περίοδος, 16η ομάδα.

N: $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$, 2η περίοδος, 15η ομάδα.

α) i. pK_a(HCl) < pK_a(HF). Σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα τον καθοριστικό ρόλο παίζει η ατομική ακτίνα η οποία αυξάνεται προς τα κάτω. Όσο μεγαλύτερη η ατομική ακτίνα του στοιχείου που ενώνεται με το Η τόσο πιο εύκολα απομακρύνεται το H^+ και τόσο πιο ισχυρό είναι το οξύ.

ii. pK_a(H_2S) < pK_a(H_2O). Σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα τον καθοριστικό ρόλο παίζει η ατομική ακτίνα του στοιχείου η οποία αυξάνεται προς τα κάτω. Όσο μεγαλύτερη ατομική ακτίνα έχει το στοιχείο τόσο πιο εύκολα απομακρύνεται το H^+ και τόσο πιο ισχυρό είναι το οξύ.

iii. pK_a(H_2O) < pK_a(NH_3). Σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα τον καθοριστικό ρόλο παίζει η ηλεκτραρνητικότητα η οποία αυξάνεται προς τα δεξιά. Όσο πιο ηλεκτραρνητικό είναι το στοιχείο τόσο πιο εύκολα απομακρύνεται το H^+ και τόσο πιο ισχυρό είναι το οξύ.

β) Μεγαλύτερη σταθερά ιοντισμού K_b στην ίδια θερμοκρασία θα έχει η ισχυρότερη βάση που είναι το OH^-. Ο βασικός χαρακτήρας, δηλαδή η ικανότητα πρόσληψης H^+ (σύμφωνα με τη θεωρία Brönsted - Lowry) εξαρτάται από τη θέση του ατόμου στον Περιοδικό Πίνακα. Τα στοιχεία Ο και S ανήκουν στην ίδια ομάδα με το Ο να είναι πιο πάνω και επομένως είναι πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο με μικρότερη ατομική ακτίνα. Επομένως, προσλαμβάνει πιο εύκολα H^+ και λειτουργεί ως ισχυρότερη βάση.

Ε6.35. α) Το διάγραμμα ΙΙ.

β) $2H_2O(\ell) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + OH^-(aq)$, $\Delta H > 0$. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία αυτοϊοντισμού του νερού οδεύει προς τα δεξιά με αποτέλεσμα η $[H_3O^+]$ να αυξάνεται. Στους 25ºC στο χημικά καθαρό νερό: $[H_3O^+] = 10^{-7}$ και pH = 7. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες $[H_3O^+] < 10^{-7}$ και pH > 7, ενώ σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 25ºC, $[H_3O^+] > 10^{-7}$ και pH < 7. Έτσι, με τη σταδιακή θέρμανση το pH του καθαρού νερού μειώνεται ξεκινώντας από pH > 7 σε τιμή pH = 7 στους 25ºC και με περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας γίνεται pH < 7.

γ) Ουδέτερο και στις δύο θερμοκρασίες καθώς ισχύει: $[H_3O^+] = [OH^-]$.

Ε6.36. Το διάγραμμα i. Σύμφωνα με την προσεγγιστική έκφραση του νόμου αραίωσης του Ostwald, έχουμε:

$$K_a = \alpha^2 \cdot c,\ \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}}$$

Από τη σχέση αυτή προκύπτει ότι η αύξηση της συγκέντρωσης του διαλύματος οδηγεί στη μείωση του βαθμού του οξέος.

Ε6.37. α) Επιλογή 3.

β) Η αύξηση του pH έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της $[OH^-]$ και επομένως σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία I θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά. Επίσης, η αύξηση της $[OH^-]$ έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της $[H_3O^+]$ και επομένως και η ισορροπία II θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier.

Ε6.38. α) Επιλογή Β. Το HCl είναι ισχυρό οξύ και με τον ιοντισμό παράγει $[H_3O^+] = 0{,}1$ M. Τα άλλα δύο οξέα είναι ασθενή και επομένως η $[H_3O^+] < 0{,}1$ M. Τέλος, η επιλογή Δ αντιστοιχεί σε διάλυμα μικρότερης $[H_3O^+]$. Καθώς όσο αυξάνεται η συγκέντρωση των αντιδρώντων αυξάνεται και η ταχύτητα της αντίδρασης, η μεγαλύτερη $[H_3O^+]$ θα δίνει και τη μεγαλύτερη ταχύτητα αντίδρασης.

Ε6.39. α) $\alpha_1 = [H_3O^+]_1/c_1 = 10^{-3}/c_1$ και $\alpha_2 = [H_3O^+]_2/c_2 = 10^{-3}/c_2$. Ισχύει $c_2 < c_1$ και επομένως: $\alpha_2 > \alpha_1$.

β) Το HB είναι ισχυρότερο καθώς έχει μεγαλύτερη τιμή της σταθεράς ιοντισμού:

$K_a(HA) = [H_3O^+]_1^2/c_1 = 10^{-6}/c_1$

$K_a(HB) = [H_3O^+]_2^2/c_2 = 10^{-6}/c_2$

Ισχύει $c_2 < c_1$ και επομένως: K_a(HA, 25 ºC) < K_a(HA, 35 ºC) < K_a(HB, 25 ºC). Επομένως, το οξύ HB είναι ισχυρότερο.

γ) Το ισχυρότερο οξύ αντιστοιχεί στην ασθενέστερη συζυγή βάση και αφού το HB είναι ισχυρότερο οξύ από το HA, η βάση A^- θα είναι ισχυρότερη από τη B^-.

δ) Καθώς ο ιοντισμός ενός ασθενούς οξέος θεωρείται ενδόθερμο φαινόμενο, με την αύξηση της θερμοκρασίας ενισχύεται, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Έτσι, η $[H_3O^+]$ θα είναι μεγαλύτερη στους 35ºC και επομένως το διάλυμα Δ_1 θα έχει μικρότερο pH στους 35ºC.

Ε6.40. α) Το τελικό διάλυμα περιέχει $HCOO^-CH_3NH_3^+$ που με διάσταση δίνει το ιόντα $HCOO^-$ και $CH_3NH_3^+$ τα οποία υδρολύονται καθώς προέρχονται από ασθενείς ηλεκτρολύτες:

$HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$

$CH_3NH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_2 + H_3O^+$

$K_b(HCOO^-) = 10^{-10} = K_a(CH_3NH_3^+)$.

Επομένως το διάλυμα θα είναι ουδέτερο.

β) Το τελικό διάλυμα περιέχει HCOONa που με διάσταση δίνει το ιόντα $HCOO^-$ και Na^+ από τα οποία υδρολύεται μόνο το $HCOO^-$: $HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$

Επομένως το διάλυμα θα είναι βασικό.

Ε6.41. α) Σωστή επιλογή η 1.

β) Από την 1η ισορροπία προκύπτει ότι το HOCN είναι ισχυρότερο οξύ από το CH_3COOH ενώ από τη δεύτερη προκύπτει ότι το CH_3COOH είναι ισχυρότερο οξύ από το HOCl. Επομένως, το HOCN είναι ισχυρότερο οξύ από το HOCl. Άρα, η ισορροπία, $HOCN + ClO^- \rightleftharpoons OCN^- + HOCl$, είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.

Ε6.42. α) Γ, Β, Δ, Α.

β) Είναι μικρότερος στο διάλυμα Δ, λόγω Ε.Κ.Ι.

γ) Τα διαλύματα Γ και Β είναι όξινα διαλύματα και επομένως το pH τους αυξάνεται με την αραίωση τείνοντας προς το ουδέτερο. Αντίθετα, το διάλυμα Α είναι βασικό και το pH του μειώνεται με την αραίωση. Τέλος το Δ είναι ρυθμιστικό διάλυμα και με αραίωση σε διπλάσια όγκο το pH μένει σταθερό καθώς ο λόγος c_β/c_o δεν μεταβάλλεται.

Ε6.43. α) Στο θειοαιθανικό οξύ έχει αντικατασταθεί το άτομο Ο που συνδέεται με το άτομο Η με ένα άτομο S με αποτέλεσμα το μόριο αυτό να μην μπορεί να σχηματίσει διαμοριακά δεσμούς υδρογόνου, αλλά διπόλου - διπόλου που είναι ασθενέστεροι.

β) Το άτομο του S έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα σε σχέση με το Ο με αποτέλεσμα ο δεσμός S − H να είναι ασθενέστερος σε σχέση με το δεσμό O − H και η ισχύς του οξέος αυξάνεται, Έτσι, η σταθερά ιοντισμού του θειοαιθανικού οξέος είναι μεγαλύτερη.

Ε6.44. α) Επιλογή Γ. Για το αρχικό διάλυμα:

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

10^{-8} 10^{-8} M

Θα πρέπει να συνυπολογίσουμε και τη $[OH^-]$ από τον αυτοϊοντισμό του νερού:

$2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$

x x

Ισχύει: $[H_3O^+]\cdot[OH^-] = 10^{-14}$, $x\cdot(10^{-8} + x) = 10^{-14}$. Από την αραίωση του διαλύματος θα προκύψει διάλυμα με ελαφρά μικρότερο pH, αλλά θα εξακολουθεί να ισχύει: pH > 7.

Ε6.45. α) Επιλογή iii.

β) Παρατηρούμε ότι ο τελικός βαθμός ιοντισμού είναι $\alpha = 0{,}5 > 0{,}1$ και επομένως δεν ισχύουν οι προσεγγιστικές εκφράσεις. Από το νόμο αραίωσης του Ostwald για το τελικό διάλυμα (συγκέντρωσης c_2) προκύπτει:

$$K_a = \frac{\alpha_2^2 \cdot c_2}{1-\alpha_2},\ 10^{-4} = \frac{0{,}25 \cdot c_2}{0{,}5},\ c_2 = 2 \cdot 10^{-4}\ \text{M}.$$

Επίσης, από τη σχέση αραίωσης των διαλυμάτων, έχουμε: $0{,}2\cdot5\cdot10^{-3} = 2\cdot10^{-4}\cdot V_2$ από την οποία προκύπτει: $V_2 = 5$ L = 5000 mL και επομένως ο όγκος του νερού που προστέθηκε είναι: 5000 – 5 = 4995 mL.

Ε6.46. α) Με βάση το νόμο αραίωσης του Ostwald η μείωση της συγκέντρωσης του διαλύματος έχει ως αποτέλεσμα της αύξηση του βαθμού ιοντισμού του HCOOH. Παράλληλα, με την αραίωση του διαλύματος η $[H_3O^+]$ μειώνεται.

mol/L	$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCOO^-$		
Ιοντική ισορροπία	$c - x$	x	x

Αφού αναφέρεται ότι ισχύουν οι γνωστές προσεγγίσεις, θεωρούμε: $c - x \approx c$ και άρα από την έκφραση της σταθεράς K_a, έχουμε:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\cdot[HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{x^2}{c}$$

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει: $[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot c}$

Από τη σχέση αυτή φαίνεται ότι με την μείωση της c που προκαλείται με την προσθήκη νερού, η $[H_3O^+]$ μειώνεται.

β) Με την προσθήκη HCl εμφανίζεται επίδραση κοινού ιόντος:

$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCOO^-$

$HCl + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Cl^-$

Λόγω της αρχής Le Chatelier η ισορροπία ιοντισμού του HCOOH μετατοπίζεται προς τα αριστερά και ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται. Παράλληλα, η $[H_3O^+]$ αυξάνεται λόγω της προσθήκης των H_3O^+ από τον ιοντισμό του HCl.

Ε6.47. Επιλογή ΙΙ. Ο δείκτης 2 εμφανίζει κόκκινο χρώμα στο χυμό λεμονιού και κίτρινο χρώμα στο χυμό πατάτας.

Ε6.48. Επιλογή Γ. Σε υψηλότερα pH η $[OH^-]$ είναι μεγαλύτερη και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία οδεύει προς τα αριστερά με αποτέλεσμα η $[C_{17}H_{33}COO^-]$ να αυξάνεται.

Ε6.49. α) Επιλογή 3. Και τα δύο διαλύματα απαιτούν την ίδια ποσότητα NaOH καθώς έχουν τα ίδια mol, $n = c \cdot V$.

β) $HCOOH + NaOH \rightarrow HCOONa + H_2O$

$HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$

$HCN + NaOH \rightarrow NaCN + H_2O$

$CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$

Από τα δύο οξέα το HCOOH είναι ισχυρότερο καθώς έχει μικρότερο pH στην ίδια συγκέντρωση. Επομένως: $K_a(HCOOH) > K_a(HCN)$ και άρα $K_b(HCOO^-) < K_b(CN^-)$. Στα διαλύματα της εξουδετέρωσης εμφανίζονται οι δύο ασθενείς βάσεις με τις ίδιες συγκεντρώσεις, από τις οποίες η βάση CN^- είναι ισχυρότερη και επομένως το διάλυμα του NaCN θα έχει μεγαλύτερο pH.

Ε6.50. α) Επιλογή 1.

β) Η εισαγωγή της ομάδας −CN που παρουσιάζει ισχυρό −I επαγωγικό φαινόμενο έχει ως αποτέλεσμα της έλξη των ηλεκτρονίων των ομοιοπολικών δεσμών προς το μέρος της. Τελικά η ηλεκτρονιακή πυκνότητα γύρω από το άτομο του O του O−H μειώνεται, ο δεσμός O−H εξασθενίζει και το οξύ γίνεται ισχυρότερο.

γ) Η σειρά ισχύος των οξέων αυτών είναι: $H_2O < H_2S < H_2Se < H_2Te$ καθώς σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ο όξινος χαρακτήρας των ενώσεων με το H (δυαδικές ενώσεις) αυξάνεται όσο πηγαίνουμε προς τα κάτω, δηλαδή ακολουθεί τη σειρά αύξησης της ατομικής ακτίνας. Έτσι, προς τα κάτω η σταθερά K_a αυξάνεται και η σταθερά $pK_a = -\log K_a$ μειώνεται.

Ε6.51. α) Πείραμα 1ο.

(mol) $HA + KOH \rightarrow KA + H_2O$

$c \cdot V = 0{,}002 \cdot 5V$

$c = 0{,}01$ M.

β) Το HA είναι σχυρό οξύ γιατί αν ήταν ασθενές οξύ θα είχαμε Ε.Κ.Ι:

$HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

$KA \rightarrow K^+ + A^-$

Με την Ε.Κ.Ι η ισορροπία ιοντισμού του HA μετατοπίζεται προς τα αριστερά και η $[H_3O^+]$ θα πρέπει να μειώνεται (δεν ισχύει). Άρα, το HA είναι ισχυρό οξύ.

(M) $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

0,01 0,01, pH = x = 2.

Ε6.52. α) Επιλογή ii.

β) Το διάλυμα Δ3 είναι ρυθμιστικό και το pH του δεν μεταβάλλεται, οπότε θα έχει τη μικρότερη μεγαλύτερη pH. Αντίθετα στα άλλα διαλύματα το pH αυξάνεται καθώς τείνει προς το ουδέτερο. Με την αραίωση του διαλύματος του ισχυρού οξέος (Δ1) δεν παράγονται επιπλέον H_3O^+ και η συγκέντρωσή τους υποδεκαπλασιάζεται οπότε το pH αυξάνεται κατά 1. Αντίθετα, Με την αραίωση του διαλύματος του ασθενούς οξέος (Δ2) ο βαθμός ιοντισμού αυξάνεται (νόμος αραίωσης του Ostwald) και η ποσότητα των H_3O^+ αυξάνεται αν και παράλληλα αραιώνονται. Τελικά, η μείωση της συγκέντρωσης των ιόντων αυτών θα είναι μικρότερη και το pH θα αυξηθεί λιγότερο.

Ε6.53. α) NH_3: $pK_b = 4{,}74$, $HONH_2$: $pK_b = 7{,}97$, CH_3NH_2: $pK_b = 3{,}36$.

Το +I επαγωγικό φαινόμενο του $-CH_3$ προκαλεί μετατόπιση του ηλεκτρονιακού νέφους του δεσμού C – N προς το άτομο του N. Επομένως η πρόσληψη H^+ γίνεται ευκολότερη με αποτέλεσμα η CH_3NH_2 να είναι ισχυρότερη βάση από την NH_3 και να εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή της σταθεράς ιοντισμού K_b (μικρότερη τιμή της σταθεράς $pK_b = -\log K_b$). Αντίθετα, το −I επαγωγικό φαινόμενο του −OH προκαλεί μετατόπιση τοη ηλεκτρονιακού νέφους του δεσμού O – N προς το άτομο του O. Έτσι, η πρόσληψη H^+ γίνεται δυσχερέστερη και επομένως η $HONH_2$ να είναι ασθενέστερη βάση από την NH_3 (μικρότερη τιμή της σταθεράς K_b, μεγαλύτερη τιμή της σταθεράς K_b).

β) Η $HONH_2$ έχει μεγαλύτερη δυνατότητα σχηματισμού δεσμών υδρογόνου με τα μόρια του H_2O καθώς μπορεί το O να λειτουργήσει ως δέκτης δεσμών υδρογόνου και το H του −OH ως δότης. Παράλληλα, και οι δύο ενώσεις μπορούν να σχηματίσουν δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του H_2O και μέσω της $-NH_2$.

Ε6.54. α) i. Μεγαλύτερη pK_a, μικρότερη K_a, ασθενέστερο οξύ.

ii. $CH_3SH_2^+$ (συζυγές οξύ), CH_3S^- (συζυγής βάση).

β) $CH_3O^- > CH_3S^-$ (όσο ισχυρότερο το οξύ τόσο ασθενέστερη η συζυγής βάση).

γ) Το S έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το O και επομένως ο δεσμός S − H είναι ασθενέστερος και το αντίστοιχο οξύ ισχυρότερο.

Ε6.55. α) Προς τα δεξιά. Με τη διάλυση του NaOH(s) αυξάνεται λόγω της διάστασής του η $[OH^-]$ οπότε σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

β) Η ανάμειξή των οξέων με χλωρίνη αυξάνει τη $[H_3O^+]$ και επομένως μειώνει τη $[OH^-]$ με αποτέλεσμα η ισορροπία να μετατοπιστεί προς τα αριστερά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή του τοξικού αερίου Cl_2.

Ε6.56. α) Επιλογή 3.

Διάσταση του άλατος:

$KHSO_3 \rightarrow K^+ + HSO_3^-$

Το ιόν μπορεί να λειτουργήσει αμφιπρωτικά:

$HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3 + OH^-$, $K_b(HSO_3^-)$

$HSO_3^- + H_2O \rightleftharpoons SO_3^{2-} + H_3O^+$, $K_a(HSO_3^-) = K_{a2}(H_2SO_3)$

Για να είναι το pH όξινο θα πρέπει να ισχύει:

$K_b(HSO_3^-) < K_a(HSO_3^-) = K_{a2}(H_2SO_3)$

β) Επιλογή Α. Τα μονοπρωτικά οξέα συγκέντρωσης 0,1 M θα έχουν pH ≥ 1. Αν είναι ισχυρά θα έχουν pH = 1, ενώ αν είναι ασθενή θα έχουν $[H_3O^+] < 0{,}1$ M και επομένως pH > 1. Έτσι, pH < 1 μπορεί να έχει μόνο το διπρωτικό οξύ στα διαλύματα των οποίων συνεισφέρουν και οι δύο ιοντισμοί στη συνολική συγκέντρωση των ιόντων H_3O^+.

Ε6.57. α) Με τη διάλυση του HCl(g) στο νερό αυτό ιοντίζεται πλήρως, σύμφωνα με την εξίσωση:

$HCl(aq) + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

Με τη συνεχή διοχέτευση του HCl(g) η συγκέντρωσή του στο διάλυμα αυξάνεται και επομένως αυξάνεται και η $[H_3O^+]$ οπότε το pH μειώνεται.

β) i. Ρυθμιστική ικανότητα. ii. Με τη διοχέτευση του HCl(g) το pH του ρυθμιστικού διαλύματος μειώνεται αρχικά ελάχιστα καθώς αυτό καταναλώνεται σύμφωνα με την αντίδραση:
$CH_3COONa + HCl \rightarrow CH_3COOH + NaCl$
Έτσι, στη θέση του ισχυρού οξέος εμφανίζεται επιπλέον ποσότητα του ασθενούς οξέος (CH_3COOH) και το pH δεν μειώνεται σημαντικά. Από κάποια στιγμή και μετά η ποσότητα του CH_3COONa έχει μειωθεί σημαντικά, η ρυθμιστική ικανότητα περιορίζεται και το pH μειώνεται σημαντικά.
γ) $c_1 < c_2$. Παρατηρούμε ότι το διάλυμα Υ παρουσιάζει καλύτερη ρυθμιστική ικανότητα από το διάλυμα Χ που σημαίνει ότι οι συγκεντρώσεις των συστατικών είναι μεγαλύτερες.

Ε6.58. α) Επιλογή 3.
β) Για το ρυθμιστικό διάλυμα θα ισχύει: $[OH^-] = K_b \cdot (c_\beta / c_o)$. Αν $K_b(RNH_2) > 10^{-7}$ τότε $[OH^-] > 10^{-7}$ M και επομένως pH > 7.

Ε6.59. α) Και στις τρεις περιπτώσεις στο ισοδύναμο σημείο έχουμε αποκλειστικά το άλας CH_3COONa το ανιόν του οποίου (CH_3COO^-) υδρολύεται, λειτουργώντας ως ασθενής βάση:
$CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$
β) i. Το διάλυμα Β απαιτεί την μεγαλύτερη ποσότητα πρότυπου διαλύματος και επομένως περιέχει το μεγαλύτερο αριθμό mol CH_3COOH στον ίδιο όγκο. Επίσης, το διάλυμα Γ απαιτεί την μικρότερη ποσότητα πρότυπου διαλύματος και επομένως περιέχει το μικρότερο αριθμό mol CH_3COOH στον ίδιο όγκο. Άρα θα ισχύει: $c_B > c_A > c_\Gamma$.
ii. Το διάλυμα CH_3COOH με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση θα έχει και τη μεγαλύτερη $[H_3O^+]$ και επομένως το μικρότερο pH: $pH_B < pH_A < pH_\Gamma$.
γ) Στη μέση της ογκομέτρησης ασθενούς μονοπρωτικού οξέος με πρότυπο διάλυμα ισχυρής βάση αποδεικνύεται ότι ισχύει: $pH = pK_a$. Άρα το pH θα είναι το ίδιο και στις 3 περιπτώσεις.

Ε6.60. α) Θεωρούμε τα διαλύματα ΗΑ συγκέντρωσης c_1 M, ΗΒ συγκέντρωσης c_2 M, ΗΓ συγκέντρωσης c_3 M, NaOH συγκέντρωσης c M. Με βάση τις αντιδράσεις εξουδετέρωσης προκύπτουν:
$HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$
$0{,}01c_1 = 0{,}005c$, $c_1 = 0{,}5c$ (1)
Με ανάλογη διαδικασία για τις περιπτώσεις των διαλυμάτων του ΗΒ και του ΗΓ προκύπτουν: $c_2 = 0{,}5c$ (2), $c_3 = 2c$ (3).
Συγκρίνουμε τα διαλύματα του ΗΑ (pH = 4) και ΗΒ (pH = 3). Το ΗΒ είναι ισχυρότερο του ΗΑ, γιατί σε διαλύματα της ίδιας συγκέντρωσης ($c_1 = c_2$) έχουμε $pH_{HB} < pH_{HA}$ και επομένως στο διάλυμα του ΗΒ η $[H_3O^+]$ είναι μεγαλύτερη και το οξύ ΗΒ είναι ισχυρότερο.
Συγκρίνουμε τα διαλύματα του ΗΒ (pH = 3) και ΗΓ (pH = 3). Το ΗΒ είναι ισχυρότερο του ΗΓ, γιατί σε διάλυμα ΗΒ μικρότερης συγκέντρωσης από τη συγκέντρωση διαλύματος ΗΓ ($c_3 > c_2$) έχουμε: $pH_{H\Gamma} = pH_{HB}$, δηλαδή την ίδια $[H_3O^+]$.
Επομένως, το οξύ ΗΒ είναι το ισχυρότερο και από το ΗΓ.
β) Στο αρχικό διάλυμα του ΗΒ (πριν την αραίωση) ο βαθμός ιοντισμού του είναι:

$$\alpha = \frac{10^{-3}}{c_2}$$

Η συγκέντρωση του ΗΒ στο αραιωμένο του διάλυμα είναι: $c_2 \cdot 0{,}01 = c'_2 \cdot 1$, $c'_1 = c_1/100$ και επομένως:

$$\alpha' = \frac{10^{-5}}{c_2/100} = \frac{10^{-3}}{c_2} = \alpha$$

Έτσι, το ΗΒ είναι ισχυρό οξύ γιατί ο βαθμός ιοντισμού του παραμένει σταθερός με την αραίωση ($\alpha = 1$). Αν ήταν ασθενές οξύ ο βαθμός ιοντισμού θα αυξανόταν, σύμφωνα με το νόμο αραίωσης του Ostwald.
γ) Επειδή το ΗΒ είναι ισχυρό με pH = 3 θα ισχύει: $c_2 = 10^{-3}$ M. Έτσι, σύμφωνα με τις αρχικές σχέσεις των συγκεντρώσεων θα ισχύει: $c = 2 \cdot 10^{-3}$ M, $c_1 = 10^{-3}$ M, $c_3 = 4 \cdot 10^{-3}$ M.
Από το διάλυμα ΗΑ με συγκέντρωση 10^{-3} M και pH = 4, υπολογίζουμε: $\alpha = 10^{-3}/10^{-4} = 0{,}1$. Από το διάλυμα ΗΓ με συγκέντρωση $4 \cdot 10^{-3}$ M και pH = 3, υπολογίζουμε: $\alpha = 10^{-3}/4 \cdot 10^{-4} = 0{,}25$.

Ε6.61. α) $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$
$HA + H_2O \rightleftharpoons H_2A^+ + OH^-$
β) i. 1000, μπλε, ii. A^- (σε πολύ μεγάλες τιμές pH) και H_2A^+ (σε πολύ μικρές τιμές pH).
γ) Λόγω των διαφορετικών τιμών pH του εδάφους, υπερισχύει και άλλη μορφή με διαφορετικό χρωματισμό.

Ε6.62. Μεταβολή 1: (+), (–), (+), (+), (+), (+)
Μεταβολή 2: (–), (+), (–), (–), (+), (–)
Μεταβολή 3: (–), (–), (+), (+), (–), (+)
Μεταβολή 4: (X), (X), (X), (X), (+), (+)
Μεταβολή 5: (–), (+), (–), (–), (+), (+)
Μεταβολή 6: (–), (+), (–), (–), (+), (+)
Μεταβολή 7: (X), (X), (X), (X), (X), (X)
Μεταβολή 8: (+), (–), (+), (+), (+), (+)
Μεταβολή 9: (+), (+), (–), (;), (+), (+)

Ε6.63. α) $H_3AsO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_2AsO_4^- + H_3O^+$
$H_2AsO_4^- + H_2O \rightleftharpoons HAsO_4^{2-} + H_3O^+$
$HAsO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons AsO_4^{3-} + H_3O^+$
β) Από pH = 2 προκύπτει ότι: $[H_3O^+] = 0{,}01$ M.

$$K_{a1} = \frac{[H_2AsO_4^-] \cdot [H_3O^+]}{[H_3AsO_4]}$$

$$\frac{[H_2AsO_4^-]}{[H_3AsO_4]} = \frac{K_{a1}}{[H_3O^+]} = \frac{2{,}5 \cdot 10^{-4}}{10^{-2}} = 2{,}5 \cdot 10^{-2}$$

$$K_{a2} = \frac{[HAsO_4^{2-}] \cdot [H_3O^+]}{[H_2AsO_4^-]}$$

$$\frac{[HAsO_4^{2-}]}{[H_2AsO_4^-]} = \frac{K_{a2}}{[H_3O^+]} = \frac{5{,}6 \cdot 10^{-8}}{10^{-2}} = 5{,}6 \cdot 10^{-6}$$

$$K_{a3} = \frac{[AsO_4^{3-}] \cdot [H_3O^+]}{[HAsO_4^{2-}]}$$

$$\frac{[AsO_4^{3-}]}{[HAsO_4^{2-}]} = \frac{K_{a3}}{[H_3O^+]} = \frac{3 \cdot 10^{-13}}{10^{-2}} = 3 \cdot 10^{-11}$$

γ) Σε βασικά (υψηλά) pH η $[H_3O^+]$ μειώνεται και οι ισορροπίες ιοντισμού του H_3AsO_4 μετατοπίζονται όλες προς τα δεξιά (αρχή Le Chatelier) και τα ιόντα AsO_4^{3-} επικρατούν.
δ) Το As οξειδώνεται από 0 σε +5 και το N ανάγεται από +5 σε +4. Επομένως:
$5HNO_3 + As \rightarrow H_3AsO_4 + 5NO_2 + H_2O$

Ε6.64. α) Με βάση την εξίσωση Henderson - Hasselbalch προκύπτουν:
i. Αν $c_o/c_\beta = 0{,}1$, τότε $pH = pK_a + \log(c_\beta/c_o) = 8{,}35 + 1 = 9{,}35$.
ii. Αν $c_o/c_\beta = 10$, τότε $pH = pK_a + \log(c_\beta/c_o) = 8{,}35 - 1 = 7{,}35$.
Τελικά pH = 7,35 – 9,35.

β) Οκτώ άτομα συνολικά. Τρία άτομα υδρογόνου (δότες δεσμών υδρογόνου), τέσσερα άτομα οξυγόνου (δέκτες δεσμών υδρογόνου) και ένα άτομο Ν (δέκτες δεσμών υδρογόνου).
Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

Ε6.65. Επιλογή Β. Η φαινόλη λειτουργεί ως πολύ ασθενές οξύ:
$C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$
Το διάλυμα επομένως θα είναι όξινο. Με την αραίωση το pH θα τείνει ασυμπτωτικά προς το ουδέτερο.

Ε6.66. α) Η $CH_3NH_2(g)$ είναι πολική ένωση λόγω των δύο πολικών δεσμών Ν – Η. Κυρίως όμως η διάλυση διευκολύνεται με την ικανότητα σχηματισμού δεσμών Η με τα μόρια του H_2O. Με την εισαγωγή της μικρής ποσότητας νερού με τη βοήθεια της σύριγγας η $CH_3NH_2(g)$ διαλύεται σε αυτό με αποτέλεσμα η πίεση στη φιάλη να μειώνεται και επομένως εισρέει νερό στη φιάλη μέσα από το μακρύ σωλήνα.
β) $[OH^-] = 4\cdot10^{-3}$ M, $\alpha = 0{,}1$.

Ε6.67. Έστω x mol η ποσότητα του ανθρακασβεστίου.
$CaC_2(s) + 2H_2O(aq) \rightarrow C_2H_2(g) + Ca(OH)_2(aq)$
x x x
$Ca(OH)_2(aq)$: $c = x/2$
$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$
c c $2c = 0{,}01$ (από pH = 12)
$c = 0{,}005$ M και επομένως x = 0,01 mol.
$C_2H_2(g)$: x = $V/22{,}4$, $V = 0{,}01\cdot22{,}4 = 0{,}224$ L = 224 mL.

Ε6.68. α) i. $ANH_2 + H_2O \rightleftharpoons ANH_3^+ + OH^-$.
ii. $ANH_2 + HCl \rightarrow ANH_3Cl$.
β) HCl: $n = 0{,}1\cdot0{,}02 = 2\cdot10^{-3}$ mol.
(mol) $ANH_2 + HCl \rightarrow ANH_3Cl$
$2\cdot10^{-3}$ $2\cdot10^{-3}$ $2\cdot10^{-3}$
ANH_2: $n = m/M_r$, $2\cdot10^{-3} = 0{,}27/M_r$, = $M_r = 135$.
γ) $ANH_3Cl \rightarrow ANH_3^+ + Cl^-$,
$ANH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons ANH_2 + H_3O^+$
Άρα, το διάλυμα θα είναι όξινο.

Ε6.69. Διαστάσεις των αλάτων:
$KBr \rightarrow K^+ + Br^-$ (1)
c_1 c_1 c_1
$KCl \rightarrow K^+ + Cl^-$ (2)
c_2 c_2 c_2
$MgSO_4 \rightarrow Mg^{2+} + SO_4^{2-}$ (3)
c_3 c_3 c_3
$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$ (4)
c_4 c_4 c_4
$MgCl_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2Cl^-$ (5)
c_5 c_5 $2c_5$
$CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$ (6)
c_6 c_6 $2c_6$
Από την εξίσωση (3): $[SO_4^{2-}] = c_3 = 0{,}025$ mol/L.
Από την (6): $[Ca^{2+}] = c_6 = 0{,}02$ mol/L.
Από την (4): $[Na^+] = c_4 = 0{,}5$ mol/L.
Από την (5): $[Mg^{2+}] = c_3 + c_5 = 0{,}05$ mol/L, $c_5 = 0{,}025$ mol/L.
Από την (2): $[Cl^-] = c_2 + c_4 + 2c_5 + 2c_6 = 0{,}6$ mol/L,
$c_2 + 0{,}5 + 0{,}05 + 0{,}04 = 0{,}6$ mol/L, $c_2 = 0{,}01$ mol/L.
Από την (1): $[Br^-] = c_1 = 0{,}001$ mol/L.
Επομένως: KBr 0,001 mol, KCl 0,01 mol, $MgSO_4$ 0,025 mol, NaCl 0,5 mol, $MgCl_2$ 0,025 mol και $CaCl_2$ 0,02 mol.

Ε6.70. (M) $ANH_2 + H_2O \rightleftharpoons ANH_3^+ + OH^-$.
$4\cdot10^{-4} - x$ x x = $8\cdot10^{-5}$
$\alpha = x/4\cdot10^{-4} = 0{,}2$ (> 0,1, δεν ισχύουν οι προσεγγίσεις).
β) $K_b = (8\cdot10^{-5})^2/(4\cdot10^{-4} - 8\cdot10^{-5}) = 2\cdot10^{-5}$.

Ε6.71. α) HCl(aq): $n = 0{,}1\cdot0{,}3 = 0{,}03$ mol
$Ba(OH)_2(aq)$: $n = 0{,}1\cdot0{,}2 = 0{,}02$ mol
(mol) $2HCl + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCl_2 + 2H_2O$, $\Delta H = -114$ kJ
0,03 0,02 –
−0,03 −0,015 0,015
– 0,005 0,015
Η μεταβολή της ενθαλπίας του συστήματος είναι: $-0{,}015\cdot114 = -1{,}71$ kJ και επομένως εκλύεται ποσό θερμότητας 1,71 kJ.
β) i. Το τελικό διάλυμα περιέχει την περίσσεια $Ba(OH)_2$ σε συγκέντρωση 0,005/0,5 = 0,01 M και το παραγόμενο άλας σε συγκέντρωση 0,015/0,5 = 0,03 M.
(M) $Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$
0,01 0,01 0,02
(M) $BaCl_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2Cl^-$
0,03 0,03 0,06
$[Ba^{2+}] = 0{,}01 + 0{,}03 = 0{,}04$ M, $[OH^-] = 0{,}02$ M, $[Cl^-] = 0{,}06$ M. Το διάλυμα περιέχει επίσης και H_3O^+ σε συγκέντρωση:
$[H_3O^+] = 10^{-14}/0{,}02 = 5\cdot10^{-13}$ M
ii. $[OH^-] = 0{,}02$ M < 0,1 M και επομένως pH < 13.

Ε6.72. i. Το ΗΑ είναι ισχυρό οξύ καθώς ιοντίζεται πλήρως:
(M) $HA + H_2O \rightarrow A^- + H_3O^+$
0,01 0,01 0,01 (από pH = 2)
ii. $NaB \rightarrow Na^+ + B^-$
Αν το B^- δεν υδρολυόταν το pH του διαλύματος θα ήταν ίσο με 7. Εφόσον το pH είναι βασικό, το B^- ιοντίζεται σύμφωνα με την εξίσωση:
$B^- + H_2O \rightleftharpoons HB + OH^-$
Επομένως, το ΗΒ είναι ασθενές οξύ.
iii. Έστω c_1 η συγκέντρωση του ΗΓ στο αρχικό διάλυμα και c_2 στο αραιωμένο.
Αραίωση: $c_1\cdot V_1 = c_2\cdot V_2 \Rightarrow c_2 = c_1/10$
Για τους βαθμούς ιοντισμού του ΗΓ στο αρχικό και στο αραιωμένο διάλυμα:
$\alpha_1 = 10^{-2}/c_1$
$\alpha_2 = 10^{-2,5}/c_2 = 10^{-2,5}/(c_1/10) = 10^{-1,5}/c_1$
Ισχύει: $\alpha_1 < \alpha_2$ και επομένως το ΗΓ είναι ασθενές οξύ καθώς ο βαθμός ιοντισμού του αυξάνεται λόγω του νόμου αραίωσης του Ostwald. Αν ήταν ισχυρό θα έπρεπε να ισχύει: $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$.

Ε6.73. Το διάλυμα HCl εξουδετερώνει την περίσσεια του NaOH που έμεινε μετά την εξουδετέρωση της ιμπουπροφαίνης. Η ποσότητα του HCl είναι $0{,}2\cdot0{,}0125 = 0{,}0025$ mol και άρα η ποσότητα του NaOH που περίσσεψε είναι $(250/25)\cdot0{,}0025 = 0{,}025$ mol NaOH. Η ποσότητα του NaOH που αντέδρασε με την ιμπουπροφαίνη είναι 0,05 − 0,025 = 0,025 mol. Αυτή είναι και η ποσότητα (σε mol) της ιμπουπροφαίνης στα 25 δισκία, οπότε στο 1 δισκίο περιέχεται 0,001 mol, που αντιστοιχεί σε μάζα 0,206 g.

Ε6.74. α) $8NH_3(aq) + 3Cl_2(g) \rightarrow 6NH_4Cl(aq) + N_2(g)$. Οξειδωτικό είναι το $Cl_2(g)$ και αναγωγικό είναι η NH_3.
β) $Cl_2(g)$: $n = 6{,}72/22{,}4 = 0{,}3$ mol.
Θα πρέπει να υπάρχει περίσσεια NH_3.
(mol) $8NH_3(aq) + 3Cl_2(g) \rightarrow 6NH_4Cl(aq) + N_2(g)$
n 0,3 – –
−0,8 −0,3 0,6 0,1
$n - 0{,}8$ – 0,6 0,1
$c_o = 0{,}6/2$ (M), $c_\beta = (n - 0{,}8)/2$ (M)
pH = 9, pOH = 5, $[OH^-] = 10^{-5}$ M
Ρυθμιστικό διάλυμα: $[OH^-] = K_b\cdot(c_\beta/c_o)$, $c_\beta = c_o$.
$n = 0{,}8 + 0{,}6$, $n = 1{,}4$ mol

Διάλυμα Υ1: $c = 1{,}4/2 = 0{,}7$ M.

Ε6.75. Έστω c_1 η συγκέντρωση του ΗΑ και c_2 του NaOH. Ο όγκος V_1 του διαλύματος του ΗΑ περιέχει $(c_1 \cdot V_1)$ mol ΗΑ και ο όγκος V_2 του διαλύματος NaOH περιέχει $(c_2 \cdot V_2)$ mol NaOH. Ισχύει: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$ (1). Αν προσθέσουμε όγκο $V_2/2$ διαλύματος NaOH με $(c_2 \cdot V_2/2)$ mol NaOH θα έχουμε ρυθμιστικό διάλυμα. Από την αντίδραση εξουδετέρωσης και την εξίσωση των ρυθμιστικών διαλυμάτων προκύπτει: $K_a = 10^{-5}$.

Ε6.76. (M) $H_2SO_4 + H_2O \rightarrow H_3O^+ + HSO_4^-$

$\quad\quad\quad

(M) $NaCl \rightarrow Cl^- + Na^+$
(M) $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$
0,2 0,2 0,2
(M) $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$
0,2 – y ≈ 0,2 M y y
$K_b(CH_3COO^-) = 10^{-14}/2\cdot10^{-5} = y^2/0,2$, $y = [OH^-] = 10^{-5}$ M, pOH = 5, pH = 9.
γ) Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του HCl (περίσσεια CH_3COONa).
(mol) $CH_3COONa + HCl \rightarrow CH_3COOH + NaCl$
0,3 n –
$-n$ $-n$ n
0,3 – n – n
Το ρυθμιστικό διάλυμα θα περιέχει CH_3COOH σε συγκέντρωση $c_o = n/1,5$ (M) και CH_3COONa σε συγκέντρωση $c_\beta = (0,3 - n)/1,5$ (M). Από τη σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων, $[H_3O^+] = K_a\cdot(c_o/c_\beta)$, προκύπτει τελικά: $n = 0,1$ mol.

Ε6.80. α) Έχουμε επίδραση κοινού ιόντος:
(M) $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$
0,1 – x ≈ 0,1 M x x
(M) $HB + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + B^-$
0,1 – y ≈ 0,1 M y y
$K_a(HA) = 10^{-5} = x\cdot10^{-3}/0,1$, $x = 10^{-3}$ M.
$K_a(HB) = 10^{-9} = y\cdot10^{-3}/0,1$, $y = 10^{-7}$ M.
Επομένως: $[A^-] = 10^{-3}$ M, $[B^-] = 10^{-7}$ M, $[H_3O^+] = 10^{-3}$ M, $[OH^-] = K_w/[H_3O^+] = 10^{-11}$ M.
$\alpha_{HA} = x/0,1 = 10^{-2}$, $\alpha_{HB} = y/0,1 = 10^{-6}$.
β) i. HCl: $n = 1,12/22,4 = 0,05$ mol, $c = 0,05/0,5 = 0,1$ M.
(M) $HA + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + A^-$
0,1 – ω ≈ 0,1 M ω ω
(M) $HB + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + B^-$
0,1 – φ ≈ 0,1 M φ φ
(M) $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$
0,1 0,1 0,1
$[H_3O^+] = 0,1 + \omega + \varphi \approx 0,1$ M, pH = 1.
ii. $K_a(HA) = 10^{-5} = \omega\cdot0,1/0,1 = \alpha_{HA}\cdot0,1$, $\alpha_{HA} = 10^{-4}$.
$K_a(HB) = 10^{-9} = \varphi\cdot0,1/0,1, = \alpha_{HB}\cdot0,1$, $\alpha_{HB} = 10^{-8}$.

Ε6.81. α) Εφόσον μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν 12 mL του πρότυπου διαλύματος, όταν είχαν προστεθεί 6 mL είμαστε πριν από το ισοδύναμο σημείο και επομένως εμφανίζεται ρυθμιστικό διάλυμα. Έστω n η ποσότητα του γαλακτικού οξέος οπότε για το ισοδύναμο σημείο απαιτούνται n mol NaOH. Έτσι, όταν είχε προστεθεί η μισή ποσότητα του NaOH θα είχαν προστεθεί ($n/2$) mol NaOH.
(mol) $HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$
n $n/2$
$-n/2$ $-n/2$ $n/2$
Όταν είχαν προστεθεί 6 mL από το πρότυπο διάλυμα ο όγκος του ογκομετρούμενου διαλύματος έχει γίνει $V = 26$ mL και επομένως οι συγκεντρώσεις των δύο συστατικών του ρυθμιστικού διαλύματος είναι ίσες μεταξύ τους: $c_o = c_\beta = n/2V$. Έτσι, από τη σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων, $[H_3O^+] = K_a\cdot(c_o/c_\beta)$, προκύπτει τελικά: $[H_3O^+] = K_a = 10^{-4}$.
β) Στο ισοδύναμο σημείο μένει μόνο το άλας (γαλακτικό νάτριο, NaA). Το A^- υδρολύεται λειτουργώντας ως ασθενής βάση:
(M) $NaA \rightarrow Na^+ + A^-$
(M) $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$
Επομένως, το pH στο ισοδύναμο σημείο θα είναι βασικό.
γ) Η ποσότητα του πρότυπου διαλύματος μέχρι το ισοδύναμο σημείο θα είναι: $n = c\cdot V = 0,05\cdot0,012 = 6\cdot10^{-4}$ mol.
(mol) $HA + NaOH \rightarrow NaA + H_2O$
$6\cdot10^{-4}$ $6\cdot10^{-4}$
Συγκέντρωση του γάλακτος σε γαλακτικό οξύ:
$c = n/V = 6\cdot10^{-4}/0,02 = 0,03$ M ή 2,7 g/L (για το γαλακτικό οξύ, $M_r = 90$).

Ε6.82. α) Η ποσότητα του NaOH για την εξουδετέρωση είναι: $n = c\cdot V = 1\cdot0,02$ mol.
(mol) $(COOH)_2 + 2NaOH \rightarrow (COONa)_2 + 2H_2O$
0,01 0,02
Για το $(COOH)_2$ $M_r = 90$ και επομένως η μάζα που αντιστοιχεί στα 0,01 mol είναι 0,9 g.
Στο 1 g δείγματος υπάρχουν 0,9 g καθαρού $(COOH)_2$
Στα 100 g δείγματος υπάρχουν x = 90 g καθαρού $(COOH)_2$
Άρα, η περιεκτικότητα σε οξαλικό οξύ είναι 90% w/w.
β) Η ποσότητα του $(COOH)_2$ στο δείγμα είναι 0,01 mol.
(mol) $5(COOH)_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4$
0,01 0,004 0,02 $+K_2SO_4 + 8H_2O$
$KMnO_4$: $c = n/V$, $V = 0,004/0,1 = 0,04$ L = 40 mL.

Ε6.83. (M) $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$
0,1 – x x x
(M) $HB + H_2O \rightleftharpoons B^- + H_3O^+$
0,1 – y y y
Ισχύει: $[H_3O^+] = x + y = 0,1$ M (1)
$K_a(HA) = 0,2 = [A^-]\cdot[H_3O^+]/[HA]$, $0,2 = x\cdot0,1/(0,1 - x)$, $x = 0,2/3$ M.
Από την εξίσωση (1): $y = 0,1/3$ M.
Επομένως: $[A^-] = 0,2/3$ M, $[HA] = 1 - x = 0,1/3$ M.
β) $[B^-] = y = 0,1/3$ M, $[HB] = 1 - y = 0,2/3$ M.
γ) $K_a(HB) = [B^-]\cdot[H_3O^+]/[HB] = y\cdot0,1/(0,1 - y) = 0,05$ M < 0,2 M. Επομένως, το HA είναι ισχυρότερο οξύ.
Προσοχή: Δεν ισχύουν οι προσεγγίσεις!

Ε6.84. α) (M) $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$
0,04 – x ≈ 0,04 x $x = 4\cdot10^{-3}$ M
$\alpha = x/0,04 = 0,1$

$$K_b(CH_3NH_2) = \frac{[CH_3NH_3^+]\cdot[OH^-]}{[CH_3NH_2]} = \frac{(4\cdot10^{-3})^2}{0,04} = 4\cdot10^{-4}$$

β) (mol) $2I_2 + N_2H_4 \rightarrow 4HI + N_2$
0,01 0,005 0,02 0,005
$N_2(g)$: $V = 0,005\cdot22,4 = 0,112$ L = 112 mL
γ) Έστω V ο όγκος του διαλύματος Υ1.
CH_3NH_2: $n = c\cdot V = 0,04\cdot V$ mol
Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του HI.
(mol) $CH_3NH_2 + HI \rightarrow CH_3NH_3I$
$0,04\cdot V$ 0,02 –
$-0,02$ $-0,02$ 0,02
$0,04\cdot V - 0,02$ – 0,02
Για το ρυθμιστικό διάλυμα που προκύπτει ισχύει:
$pH = pK_a(CH_3NH_3^+) \Rightarrow pOH = pK_b(CH_3NH_2)$
$[OH^-] = K_b\cdot(c_\beta/c_o) \Rightarrow c_\beta = c_o$
$0,04\cdot V - 0,02 = 0,02$, $V = 1$ L
Άρα πρέπει να προστεθεί σε όλη την ποσότητα του Υ1.

Ε6.85. α) KOH: $n = c\cdot V = 0,30\cdot0,05 = 0,015$ mol.
$CH_3COOH + KOH \rightarrow CH_3COOK + H_2O$
0,015 0,015

Η συγκέντρωση σε CH_3COOH θα είναι: $c = 0,015/0,025 = 0,6$ M και επομένως στα 800 mL θα περιέχονται $n = 0,6 \cdot 0,8 = 0,48$ mol $CH_3COOH = 0,48 \cdot 60 = 28,8$ g.

β) Η αρχική ποσότητα της αιθανόλης στο κρασί είναι: $(11,5/100) \cdot 800 = 92$ mL. Η μάζα της αιθανόλης που αντιστοιχεί σε αυτό τον όγκο είναι $m = \rho \cdot V = 0,8 \cdot 92 = 73,6$ g. Η ποσότητα αυτή σε mol είναι: $n = 73,6/46 = 1,6$ mol. Επομένως, το % ποσοστό της αιθανόλης του κρασιού που έχει οξειδωθεί προς CH_3COOH είναι: $(0,48/1,6) \cdot 100 = 30\%$.

Ε6.86. α) (mol) $NaA + HCl \rightarrow HA + NaCl$

	0,6	0,1		
	−0,1	−0,1	0,1	0,1
	0,5	−	0,1	

Το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό και περιέχει NaA με $c_\beta = 0,5$ M και HA με $c_o = 0,1$ M. Επίσης NaCl 0,1 M.

$[H_3O^+] = 10^{-8} = K_a(HA) \cdot (c_o/c_\beta)$, $K_a(HA) = 5 \cdot 10^{-8}$.

(M) $NaA \rightarrow Na^+ + A^-$

0,5 0,5 0,5

(M) $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

0,1 – x x x

(M) $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

0,1 0,1 0,1

Στο διάλυμα αυτό περιέχονται:

$[H_3O^+] = 10^{-8}$ M, $[OH^-] = 10^{-6}$ M, $[A^-] = 0,5 + x \approx 0,5$ M, $[Na^+] = 0,6$ M, $[Cl^-] = 0,1$ M.

β) i. KB: $c = n/V = 0,1/0,8 = 0,125$ M.

(M) $KB \rightarrow K^+ + B^-$

0,125 0,125 0,125

(M) $B^- + H_2O \rightleftharpoons HB + OH^-$

0,125 – y ≈ 0,125 y y = $10^{-3,5}$ M (από pH = 10,5)

$K_b(B^-) = (10^{-3,5})^2/0,125 = 8 \cdot 10^{-7}$.

$K_a(HB) = 10^{-14}/8 \cdot 10^{-7} = 1,25 \cdot 10^{-8}$.

$K_a(HA) > K_a(HB)$ και επομένως το HA ισχυρότερο του HB.

ii. Μία ισορροπία κατά Brönsted - Lowry είναι μετατοπισμένη προς το ασθενέστερο οξύ (και την ασθενέστερη βάση), οπότε η ισορροπία είναι μετατοπισμένη προς τα αριστερά.

iii. (M) $HB(aq) + A^-(aq) \rightleftharpoons B^-(aq) + HA(aq)$

$K_c = [B^-] \cdot [HA]/[A^-] \cdot [HB]$ (1)

$K_a(HA) = [HA] \cdot [H_3O^+]/[A^-]$ και επομένως:

$[HA]/[A^-] = [H_3O^+]/K_a(HA)$ (2)

$K_a(HB) = [HB] \cdot [H_3O^+]/[B^-]$ και επομένως:

$[B^-]/[HB] = K_a(HB)/[H_3O^+]$ (3)

Από τις εξισώσεις (1), (2) και (3): $K_c = K_a(HB)/K_a(HA) = 0,25$.

γ) Το τελικό διάλυμα περιέχει NaA 0,1 M και NaB 0,1 M.

(M) $NaA \rightarrow Na^+ + A^-$

0,1 0,1 0,1

(M) $NaB \rightarrow Na^+ + B^-$

0,1 0,1 0,1

(M) $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$

0,1 – ω ≈ 0,1 ω ω

(M) $B^- + H_2O \rightleftharpoons HB + OH^-$

0,1 – φ ≈ 0,1 φ φ

Έχουμε Ε.Κ.Ι. και ισχύουν οι προσεγγίσεις.

$[OH^-] = (\omega + \varphi)$ M

$K_b(A^-) = 2 \cdot 10^{-7} = \omega \cdot (\omega + \varphi)/0,1$ (4)

$K_b(B^-) = 8 \cdot 10^{-7} = \varphi \cdot (\omega + \varphi)/0,1$ (5)

Από τις σχέσεις (4) και (5) με πρόσθεση κατά μέλη, προκύπτει τελικά:

$[OH^-] = \omega + \varphi = 10^{-3,5}$ M, pOH = 3,5, pH = 10,5.

Ε6.87. α) Τα ένζυμα είναι πρωτεϊνικής φύσης και σε υψηλότερες θερμοκρασίες η δομή τους αλλοιώνεται και η λειτουργικότητά τους καταστρέφεται.

β) Το διάλυμα (Υ) είναι ρυθμιστικό με $c_o = c_\beta = 0,01$ M και επομένως από την εξίσωση των ρυθμιστικών διαλυμάτων, ισχύει:

$[H_3O^+] = K_a(HA) \cdot (c_o/c_\beta) = 2 \cdot 10^{-5} < 10^{-4}$ (από pH = 4)

Έτσι, για να προκύψει pH = 4 θα πρέπει να προσθέσουμε διάλυμα HCl 0,02 M (διάλυμα Υ2). Έστω V ο όγκος του διαλύματος HCl που πρέπει να προσθέσουμε ώστε να προκύψει pH = 4. Θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του HCl.

CH_3COOH: $n_1 = c \cdot V = 0,01 \cdot 0,3 = 0,003$ mol

CH_3COONa: $n_2 = c \cdot V = 0,01 \cdot 0,3 = 0,003$ mol

HCl: $n = 0,2V$

(mol) $CH_3COONa + HCl \rightarrow CH_3COOH + NaCl$

	0,003	0,2V	0,003
	−0,2V	−0,2V	0,2V
	0,003 − 0,2V	−	0,003 + 0,2V

Ο όγκος του (ρυθμιστικού) διαλύματος που προκύπτει είναι $(0,3 + V)$ και ισχύει:

$[H_3O^+] = K_a(HA) \cdot (c_o/c_\beta)$,

$10^{-4} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot (0,003 + 0,2V)/(0,003 - 0,2V)$, $V = 100$ mL.

Ε6.88. Έστω V_1 ο όγκος του διαλύματος HX και V_2 ο όγκος του διαλύματος NaOH μέχρι το ισοδύναμο σημείο.

HX: $n = c \cdot V_1$

NaOH: $n = c \cdot V_2 = 0,1 \cdot V_2$

(mol) $HX + NaOH \rightarrow NaX + H_2O$

$c \cdot V_1 = 0,1 \cdot V_2$ (1) $0,1 \cdot V_2$

Το διάλυμα στο ισοδύναμο σημείο έχει όγκο $(V_1 + V_2)$ και περιέχει μόνο το άλας NaX σε συγκέντρωση:

$c' = c \cdot V_1/(V_1 + V_2)$ (2)

(M) $NaX \rightarrow Na^+ + X^-$

c' c' c'

(M) $X^- + H_2O \rightleftharpoons HX + OH^-$

$c' - x \approx c'$ x $x = 10^{-5}$ (από pH = 9)

$K_b(X^-) = 10^{-14}/2 \cdot 10^{-6} = 5 \cdot 10^{-9} = 10^{-10}/c'$, $c' = 0,02$ M.

Στη σχέση (2) αντικαθιστούμε το V_2 από τη σχέση (1) και προκύπτει τελικά: $c = 0,025$ M.

Ε6.89. α) $K_b = 10^{-5}$. β) 5. γ) 1,1. δ) pH = 1.

Ε6.90. α) NaOH: $n = 0,5 \cdot 0,01 = 0,005$ mol

(mol) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

0,005 0,005

CH_3COOH: $c_1 = 0,005/0,02 = 0,25$ M

β) HCl: $n = 0,5 \cdot 0,02 = 0,01$ mol

(mol) $CH_3COONa + HCl \rightarrow CH_3COOH + NaCl$

0,01 0,01

CH_3COONa: $c_2 = 0,01/0,02 = 0,5$ M

γ) Από τη σχέση του ρυθμιστικού διαλύματος προκύπτει:

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{c_o}{c_\beta} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,25}{0,5} = 10^{-5}$$

Επομένως, pH = 5.

δ) Στο ισοδύναμο σημείο της 1ης ογκομέτρησης υπάρχει μόνο CH_3COONa και λόγω της υδρόλυσης του CH_3COO^- το pH θα είναι βασικό. Στο τελικό σημείο το διάλυμα θα είναι μπλε. Άρα, το κατάλληλος δείκτης θα είναι το μπλε της θυμόλης. Στο ισοδύναμο σημείο της 2ης ογκομέτρησης το pH καθορίζεται από το CH_3COOH και το pH του διαλύματος θα είναι όξινο. Άρα, το κατάλληλος δείκτης θα είναι το πορτοκαλί του μεθυλίου. Στο τελικό σημείο το διάλυμα θα είναι κόκκινο.

Ε6.91. α) (M) $NaX \rightarrow Na^+ + X^-$
0,05 0,05 0,05
(M) $X^- + H_2O \rightleftharpoons HX + OH^-$
$0,05 - x \approx 0,05$ x x = 10^{-4} (από pH = 10)
$K_b(X^-) = (10^{-4})^2/0,05 = 2\cdot10^{-7}$
$K_a(HX) = (10^{-14})/ 2\cdot10^{-7} = 5\cdot10^{-8}$
M) $HX + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + X^-$
$0,02 - y \approx 0,02$ y y
$5\cdot10^{-8} = y^2/0,02$, $y = 10^{-4,5}$ M, pH = 4,5
Άρα, ο κωδικός είναι 1045.

Ε6.92. Η αρχική ποσότητα του HCl είναι:
HCl: $n = c\cdot V = 0,1\cdot0,1 = 0,01$ mol.
Η ποσότητα του HCl που απέμεινε μετά την αντίδραση με το $CaCO_3$ υπολογίζεται με την ογκομέτρηση με το NaOH.
NaOH: $n = c\cdot V = 0,1\cdot0,02 = 0,002$ mol.
(mol) $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + 2H_2O$
0,002 0,002
Άρα, με το $CaCO_3$ αντέδρασαν 0,01 − 0,002 = 0,008 mol HCl.
(mol) $CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$
0,004 0,008
$CaCO_3$ (M_r = 100): $m = 0,004\cdot100 = 0,4$ g.
Στα 0,5 g δείγματος περιέχονται 0,4 g $CaCO_3$
100 g x = 80 g
Άρα η περιεκτικότητα του δείγματος σε $CaCO_3$ είναι 80% w/w.

Ε6.93. α) Από τη σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων:
$[H_3O^+] = K_a\cdot(c_o/c_\beta)$, $10^{-5} = 10^{-5}\cdot(c_o/c_\beta)$, $c_o = c_\beta$.
β) i. Έστω c οι συγκεντρώσεις των δύο συστατικών.
CH_3COOH: $n = c\cdot V = c\cdot0,05$ mol.
CH_3COONa: $n = c\cdot V = c\cdot0,05$ mol.
NaOH: $n = c\cdot V = 0,005$ mol.
(mol) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$
0,05c 0,005 0,05c
−0,005 −0,005 0,005
– – 0,005 + 0,05c
Ισχύει: $0,05c = 0,005$, $c = 0,1$ M.
ii. Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης ο όγκος του διαλύματος είναι 0,1 L (100 mL).
Η συγκέντρωση του CH_3COONa είναι: $(0,005 + 0,05c)/0,1 = 0,1$ M.
(M) $CH_3COONa \rightarrow Na^+ + CH_3COO^-$
0,1 0,1 0,1
(M) $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$
$0,1 - x \approx 0,1$ M x x
$K_b(CH_3COO^-) = 10^{-14}/10^{-5} = 10^{-9}$
$10^{-9} = x^2/0,1$, x = 10^{-5} M, pOH = 5, pH = 9.
γ) Έστω c_1 η συγκέντρωση του διαλύματος CH_3COONa και V_1 ο όγκος του. Επίσης, έστω c_1 η συγκέντρωση του διαλύματος HCl και V_2 ο όγκος του. Ισχύει: $V_1 + V_2 = 0,3$ (1).
Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα HCl (περίσσεια CH_3COONa).
(mol) $CH_3COONa + HCl \rightarrow CH_3COOH + NaCl$
$c_1\cdot V_1$ $c_1\cdot V_2$ –
$-c_1\cdot V_2$ $-c_1\cdot V_2$ $c_1\cdot V_2$
$c_1\cdot V_1 - c_1\cdot V_2$ – $c_1\cdot V_2$
Ο όγκος του (ρυθμιστικού) διαλύματος είναι 0,3 L και ισχύει:
$[H_3O^+] = K_a(CH_3COOH)\cdot(c_o/c_\beta)$,
$10^{-5} = 10^{-5}\cdot(c_1\cdot V_2)/(c_1\cdot V_1 - c_1\cdot V_2)$,
$c_1\cdot V_2 = c_1\cdot(V_1 - V_2)$, $V_1 = 2V_2$ (2)
Από τις σχέσεις (1) και (2): V_1 = 200 mL, V_2 = 100 mL.

Ε6.94. Η αντίδραση που διεξάγεται είναι η εξής:
$xCH_3COOH + M(OH)_x \rightarrow (CH_3COO)_xM + xH_2O$
Για να προκύψει pH < 7 θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα της βάσης, καθώς αν είχαμε πλήρη εξουδετέρωση το pH θα ήταν βασικό λόγω της υδρόλυσης του ιόντος CH_3COO^-. Παράλληλα, αν υπήρχε περίσσεια $M(OH)_x$ το pH θα ήταν επίσης βασικό. Επομένως, θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα της βάσης.
(mol)) $xCH_3COOH + M(OH)_x \rightarrow (CH_3COO)_xM + xH_2O$
0,15 0,05 –
$-0,05\cdot x$ −0,05 0,05
$0,15 - 0,05\cdot x$ – 0,05
Το διάλυμα που προκύπτει θα περιέχει την περίσσεια του CH_3COOH καθώς και τη συζυγή του βάση από το άλας $(CH_3COO)_xM$.

$$c_o = \frac{0,15 - 0,05x}{1,5}$$

(M) $(CH_3COO)_xM \rightarrow xCH_3COO^-.+ M^{x+}$
0,05/1,5 0,05·x/1,5

$$c_\beta = \frac{0,05x}{1,5}$$

Θα ισχύει:

$$[H_3O^+] = K_a\cdot\frac{c_o}{c_\beta},\ 10^{-5} = 2\cdot10^{-5}\cdot\frac{c_o}{c_\beta},\ c_\beta = 2c_o$$

$$\frac{0,05x}{1,5} = 2\cdot\frac{0,15 - 0,05x}{1,5},\ 0,05x = 0,3 - 0,1x$$

Επομένως, x = 2.

Ε6.95. α) (M) $(NH_4)_2SO_4 \rightarrow 2NH_4^+ + SO_4^{2-}$
0,1 0,2
(M) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$
$0,2 - x \approx 0,2$ x x
$K_a(NH_4^+) = 10^{-14}/2\cdot10^{-5} = 5\cdot10^{-10}$
$5\cdot10^{-10} = x^2/0,2 \Rightarrow x = 10^{-5}$ M ⇒ pH = 5
β) $(NH_4)_2SO_4$: $n = 0,03$ mol
Με την προσθήκη n mol NaOH:
(mol) $(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O + Na_2SO_4$
0,03 n –
$-(n/2)$ $-n$ n
$0,03 - (n/2)$ – n
$c_o' = 2\cdot[0,03 - (n/2)]/0,3 = (0,06 - n)/0,3$
$c_\beta' = n/0,3$
$[OH^-] = K_b\cdot(c_\beta'/c_o') \Rightarrow 10^{-5} = 2\cdot10^{-5}\cdot n/(0,06 - n) \Rightarrow$
$3n = 0,06 \Rightarrow n = 0,02$ mol
NaOH (M_r = 40): $m = 0,02\cdot40 = 0,8$ g.

Ε6.96. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί:
HCl: $n = c\cdot V = 0,2\cdot0,03 = 0,006$ mol.
(mol) $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$
0,006 0,006
(mol) $(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O + Na_2SO_4$
0,003 0,006
$(NH_4)_2SO_4$ (M_r = 132): $m = 0,003\cdot132 = 0,396$ g.
Στο 1 g λιπάσματος περιέχονται 0,396 g $(NH_4)_2SO_4$
100 g x = 39,6 g
Άρα η περιεκτικότητα σε $(NH_4)_2SO_4$ είναι 39,6% w/w.

Ε6.97. α) pH = 11.
β) Έστω V ο όγκος του διαλύματος HCl 12 M που πρέπει να προστεθεί. Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του HCl.

ANH_2: $n = c \cdot V = 1 \cdot 0{,}3 = 0{,}3$ mol.
(mol) $ANH_2 + HCl \rightarrow ANH_3Cl$

	0,3	$12V$	–
	$-12V$	$-12V$	$12V$
	$0{,}3 - 12V$	–	$12V$

Το ρυθμιστικό διάλυμα περιέχει ANH_2 σε συγκέντρωση $c_\beta = (0{,}3 - 12V)/(0{,}3 + V)$ και ANH_3Cl σε συγκέντρωση $c_o = 12V/(0{,}3 + V)$.
$K_b(ANH_2) = 10^{-6}$, $K_a(ANH_3^+) = 10^{-14}/10^{-6} = 10^{-8}$.
Από τη σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων προκύπτει:
$[H_3O^+] = K_a(ANH_3^+) \cdot (c_o/c_\beta)$,
$4 \cdot 10^{-8} = 10^{-8} \cdot 12V/(0{,}3 - 12V)$, $V = 0{,}02$ L = 20 mL.

E6.98. α) NH_3: $n = 0{,}5 \cdot 0{,}1 = 0{,}05$ mol.
CH_3NH_2: $n = 0{,}25 \cdot 0{,}2 = 0{,}05$ mol.
HI: $n = 0{,}5 \cdot 0{,}1 = 0{,}05$ mol.
Έστω ότι θα εξουδετερωθούν α mol NH_3 και β mol CH_3NH_2.
(mol) $NH_3 + HI \rightarrow NH_4I$

	0,05	0,05	–
	$-\alpha$	$-\alpha$	α
	$0{,}05 - \alpha$	$0{,}05 - \alpha$	α

(mol) $CH_3NH_2 + HI \rightarrow CH_3NH_3I$

	0,05	$0{,}05 - \alpha$	
	$-\beta$	$-\beta$	β
	$0{,}05 - \beta$	$0{,}05 - \alpha - \beta$	β

Θα ισχύει: $0{,}05 - \alpha - \beta = 0$, $\alpha + \beta = 0{,}05$ (1)
Στο τελικό διάλυμα θα έχουμε:

NH_3 με $c_1 = \dfrac{0{,}05 - \alpha}{2}$ (M),

NH_4I με $c_2 = \dfrac{\alpha}{2}$ (M),

CH_3NH_2 με $c_3 = \dfrac{\alpha}{2}$ (M) και

CH_3NH_3I με $c_4 = \dfrac{0{,}05 - \alpha}{2}$ (M)

(M) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

	$c_1 - x$	x	x

(M) $NH_4I \rightarrow NH_4^+ + I^-$

	c_2	c_2	c_2

(M) $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$

	$c_3 - y$	y	y

(M) $CH_3NH_3I \rightarrow CH_3NH_3^+ + I^-$

	c_4	c_4	c_4

Με τη θεώρηση των κατάλληλων προσεγγίσεων:

$$2 \cdot 10^{-5} = \frac{c_2 \cdot (x + y)}{c_1}, \quad 5 \cdot 10^{-4} = \frac{c_4 \cdot (x + y)}{c_3}$$

$$2 \cdot 10^{-5} = \frac{\alpha \cdot (x + y)}{0{,}05 - \alpha}, \quad 5 \cdot 10^{-4} = \frac{(0{,}05 - \alpha) \cdot (x + y)}{\alpha}$$

$[OH^-] = x + y = 10^{-4}$, pOH = 4, pH = 14 − 4 = 10.
Επίσης, α = 1/120 και β = 5/120. Το % ποσοστό (σε μορφή κλάσματος) της βάσης CH_3NH_2 που εξουδετερώθηκε θα είναι:

$$\frac{\beta}{0{,}05} \cdot 100 = \frac{500}{6}\%$$

E6.99. α) CH_3COOH ($M_r = 60$), $n = 36/60 = 0{,}6$ mol.
$c = n/V = 0{,}6/1{,}2 = 0{,}5$ M.
Στα 600 mL του Δ_1 περιέχονται 0,3 mol CH_3COOH.
Na ($A_r = 23$), $n = 4{,}6/23 = 0{,}2$ mol.
(mol) $CH_3COOH + Na \rightarrow CH_3COONa + (1/2)H_2\uparrow$

	0,3	0,2	
	$-0{,}2$	$-0{,}2$	0,2
	0,1	–	0,2

Το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό με $c_o = 0{,}1/0{,}6$ M και $c_\beta = 0{,}2/0{,}6$ M.
$[H_3O^+] = K_a(CH_3COOH) \cdot (c_o/c_\beta)$, $10^{-5} = K_a(CH_3COOH) \cdot (1/2)$, $K_a(CH_3COOH) = 2 \cdot 10^{-5}$.
Διάλυμα Δ_1:
(M) $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

	$0{,}5 - x \approx 0{,}5$ M	x	x

$K_a = 2 \cdot 10^{-5} = x^2/0{,}1$, $x = 10^{-2,5}$ M, pH = 2,5.
β) i. Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του HCl (περίσσεια CH_3COONa). Έστω n_1 η ποσότητα του HCl.
(mol) $CH_3COONa + HCl \rightarrow CH_3COOH + NaCl$

	0,2	n_1	0,1
	$-n_1$	$-n_1$	n_1
	$0{,}2 - n_1$	–	$0{,}1 + n_1$

Ισχύει: $[H_3O^+] = K_a(CH_3COOH) \cdot (c_o/c_\beta)$,
$10^{-4} = 10^{-5} \cdot (0{,}1 + n_1)/(0{,}2 - n_1)$, $n_1 = 0{,}15$ mol HCl.
ii. Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του NaOH δηλαδή να υπάρχει περίσσεια CH_3COOH. Έστω n_2 η ποσότητα του NaOH.
(mol) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

	0,1	n_2	0,2
	$-n_2$	$-n_2$	n_2
	$0{,}1 - n_2$	–	$0{,}2 + n_2$

Ισχύει: $[H_3O^+] = K_a(CH_3COOH) \cdot (c_o/c_\beta)$,
$10^{-6} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot (0{,}1 - n_2)/(0{,}2 + n_2)$, $0{,}05 \cdot (0{,}2 + n_2) = 0{,}1 - n_2$, $0{,}01 + 0{,}05n_2 = 0{,}1 - n_2$, $1{,}05n_2 = 0{,}09$, $n_2 = 0{,}09/1{,}05 = 9/105$ mol.

E6.100. α) pH = 2, $a = 0{,}01$, $[HCOO^-] = 0{,}01$ M, $[OH^-] = 10^{-12}$ M. β) HA το ίδιο ισχυρό με το HCOOH (το HCl είναι ισχυρότερο, γιατί είναι ισχυρό οξύ).
γ) 0,01 mol NaOH.
δ) Από την έκφραση για τη σταθερά K_b της NH_3, έχουμε:

$$K_b = \frac{[NH_4^+] \cdot [OH^-]}{[NH_3]}, \quad \frac{[NH_3]}{[NH_4^+]} = \frac{[OH^-]}{K_b} = \frac{10^{-10}}{10^{-5}} = 10^{-5}$$

E6.101. α) Πραγματοποιείται η αντίδραση:
(mol) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

	$0{,}02 \cdot c$	$4 \cdot 10^{-3}$	

Ισχύει: $0{,}02 \cdot c = 4 \cdot 10^{-3}$, $c = 0{,}2$ M.
β) Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 5 είμαστε ΠΡΙΝ το ισοδύναμο σημείο (περίσσεια CH_3COOH).
(mol) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

	$4 \cdot 10^{-3}$	$0{,}1 \cdot V$	–
	$-0{,}1 \cdot V$	$-0{,}1 \cdot V$	$0{,}1 \cdot V$
	$4 \cdot 10^{-3} - 0{,}1 \cdot V$	–	$0{,}1 \cdot V$

Ρυθμιστικό διάλυμα: $10^{-5} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot (4 \cdot 10^{-3} - 0{,}1 \cdot V)/0{,}1 \cdot V$
$8 \cdot 10^{-3} = 0{,}3 \cdot V \Rightarrow V = (80/3)$ mL
γ) Για να προκύψει διάλυμα με pH = 5 πρέπει να υπάρχει περίσσεια CH_3COOH καθώς με την πλήρη αντίδραση προκύπτει διάλυμα $(CH_3COO)_2Mg$ το οποίο είναι βασικό λόγω της υδρόλυσης των ιόντων CH_3COO^-.
(mol) $2CH_3COOH + Mg \rightarrow (CH_3COO)_2Mg + H_2$

	0,06	n	–
	$-2n$	$-n$	n
	$0{,}06 - 2n$	–	n

Μετά την αντίδραση το διάλυμα περιέχει (0,03 – 2n) mol CH_3COOH και n mol $(CH_3COO)_2Mg$ το οποίο διίστανται:
$(CH_3COO)_2Mg \rightarrow 2CH_3COO^- + Mg^{2+}$
Ρυθμιστικό διάλυμα:
$c_o = (0{,}06 - 2n)/V$, $c_\beta = 2n/V$
$10^{-5} = 2\cdot10^{-5}\cdot(0{,}06 - 2n)/2n$, $0{,}12 = 6n$, $n = 0{,}02$ mol.

Ε6.102. α) Γράφουμε τους ιοντισμούς των δύο οξέων.
(M) $HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$
0,09 0,09
(M) $Cl_2CHCOOH + H_2O \rightleftharpoons Cl_2CHCOO^- + H_3O^+$
0,09 – x x x
Από pH = 1 ισχύει: 0,09 + x = 0,1 και επομένως x = 0,01 M.
$Cl_2CHCOOH$: $K_a = x\cdot0{,}1/(0{,}09 - x) = 10^{-3}/8\cdot10^{-2} = 1{,}25\cdot10^{-2}$.
$\alpha = x/0{,}09 = 1/9$.
β) $\alpha' > \alpha$. Ο βαθμός ιοντισμού μειώνεται λόγω της Ε.Κ.Ι.
γ) Γράφουμε τις δύο αντιδράσεις εξουδετέρωσης:
(mol) $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$
$9\cdot10^{-3}$ $9\cdot10^{-3}$
(mol) $Cl_2CHCOOH + NaOH \rightarrow Cl_2CHCOONa + H_2O$
$9\cdot10^{-3}$ $9\cdot10^{-3}$
Η συνολικά απαιτούμενη ποσότητα NaOH (M_r = 40) είναι 0,018 mol που αντιστοιχεί σε $0{,}018\cdot40 = 0{,}72$ g.

Ε6.103. $K_b = 3\cdot10^{-5}$.

Ε6.104. α) (M) $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$
0,1 – x ≈ 0,1 x x
$K_a = x^2/0{,}1$, x = 10^{-3} M, pH = 3.
β) $2CH_3COOH + Fe \rightarrow (CH_3COO)_2Fe + H_2$
γ) CH_3COOH: $n = c\cdot V = 0{,}1\cdot0{,}2 = 0{,}02$ mol.
Fe: $n = m/M_r = 0{,}28/56 = 5\cdot10^{-3}$ mol.
(mol) $2CH_3COOH + Fe \rightarrow (CH_3COO)_2Fe + H_2$
0,02 $5\cdot10^{-3}$ – –
$-0{,}01$ $-5\cdot10^{-3}$ $5\cdot10^{-3}$ $5\cdot10^{-3}$
0,01 – $5\cdot10^{-3}$ $5\cdot10^{-3}$
H_2: $V = 5\cdot10^{-3}\cdot22{,}4 = 0{,}112$ L = 112 mL.
δ) Στο διάλυμα Υ2 απομένει είναι ρυθμιστικό και περιέχει CH_3COOH σε συγκέντρωση c_o = 0,01/0,2 = 0,05 M και $(CH_3COO)_2Fe$ σε συγκέντρωση $5\cdot10^{-3}/0{,}2 = 0{,}025$ M.
(M) $(CH_3COO)_2Fe \rightarrow 2CH_3COO^- + Fe^{2+}$
0,025 $c_\beta = 0{,}05$
$[H_3O^+] = K_a\cdot(c_o/c_\beta) = 10^{-5}$. pH = 5.

Ε6.105. α) HCl: $n = 0{,}1\cdot0{,}1 = 0{,}01$ mol
CH_3NH_2: $n = 0{,}1\cdot0{,}2 = 0{,}02$ mol
(mol) $CH_3NH_2 + HCl \rightarrow CH_3NH_3Cl$
0,02 0,01 –
$-0{,}01$ $-0{,}01$ 0,01
0,01 – 0,01
Το τελικό διάλυμα περιέχει τα δύο συστατικά σε συγκεντρώσεις (0,01/0,3) M.
Επίδραση κοινού ιόντος:
(M) $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$
(0,1/3) – y y y
(M) $CH_3NH_3Cl \rightarrow CH_3NH_3^+ + Cl^-$
(0,1/3) (0,1/3) (0,1/3)
$[CH_3NH_2] \approx (0{,}1/3)$ M, $[CH_3NH_3^+] \approx (0{,}1/3)$ M.

$$K_b\left(CH_3NH_2\right) = 10^{-4} = \frac{\frac{0{,}1}{3}\cdot[OH^-]}{\frac{0{,}1}{3}}$$

$[OH^-] = 10^{-4}$ M ⇒ pOH = 4 ⇒ pH = 10.
β) Υπολογίζουμε τις τελικές συγκεντρώσεις.
CH_3NH_2: $0{,}1\cdot0{,}1 = c_1\cdot0{,}2 \Rightarrow c_1 = 0{,}05$ M
NaOH: $0{,}2\cdot0{,}1 = = c_2\cdot0{,}2 \Rightarrow c_2 = 0{,}1$ M
Επίδραση κοινού ιόντος:
(M) $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$
0,05 – ω ≈ 0,05 ω ω
(M) $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$
0,1 0,1 0,1
$[OH^-] = 0{,}1$ M ⇒ pOH = 1 ⇒ pH = 13.

$$K_b\left(CH_3NH_2\right) = 10^{-4} = \frac{\omega\cdot0{,}1}{0{,}05} = \alpha\cdot0{,}1 \Rightarrow \alpha = 10^{-3}$$

Ε6.106. α) HCl: $n = c\cdot V = 0{,}01\cdot0{,}06 = 6\cdot10^{-4}$ mol
(mol) $Ba(OH)_2 + 2HCl \rightarrow BaCl_2 + 2H_2O$
$3\cdot10^{-4}$ $6\cdot10^{-4}$
$Ba(OH)_2$: $c = n/V = 3\cdot10^{-4}/0{,}01 = 0{,}03$ M
β) $Ba(OH)_2$: $n = c\cdot V = 0{,}03\cdot0{,}1 = 3\cdot10^{-3}$ mol
Έστω V ο όγκος του διαλύματος HA.
(mol) $Ba(OH)_2 + 2HA \rightarrow BaA_2 + 2H_2O$
$3\cdot10^{-3}$ $0{,}045\cdot V$
Αν τα δύο συστατικά αντιδράσουν πλήρως, το τελικό διάλυμα θα περιέχει μόνο το άλας BaA_2 και θα είναι βασικό λόγω της υδρόλυσης των ιόντων A^-. Αν υπάρχει περίσσεια $Ba(OH)_2$ το διάλυμα θα είναι επίσης βασικό. Άρα, θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του $Ba(OH)_2$.
(mol) $Ba(OH)_2$ + 2HA → $BaA_2 + 2H_2O$
$3\cdot10^{-3}$ $0{,}045\cdot V$ –
$-3\cdot10^{-3}$ $-6\cdot10^{-3}$ $3\cdot10^{-3}$
– $0{,}045\cdot V - 6\cdot10^{-3}$ $3\cdot10^{-3}$
(M) $BaA_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2A^-$
$3\cdot10^{-3}/(0{,}1 + V)$ $c_\beta = 6\cdot10^{-3}/(0{,}1 + V)$
$c_o = (0{,}045\cdot V - 6\cdot10^{-3})/(0{,}1 + V)$
Από τη σχέση του ρυθμιστικού διαλύματος, προκύπτει:
$[H_3O^+] = K_a\cdot(c_o/c_\beta) \Rightarrow 10^{-6} = 2\cdot10^{-6}\cdot(c_o/c_\beta) \Rightarrow 2\cdot c_o = c_\beta$)
$2\cdot(0{,}045\cdot V - 6\cdot10^{-3}) = 6\cdot10^{-3} \Rightarrow 0{,}09\cdot V = 18\cdot10^{-3}$
V = 0,2 L = 200 mL
Επομένως, ο όγκος του διαλύματος (Δ_2) θα είναι 300 mL.

Ε6.107. α) $\Delta + H_2O \rightleftharpoons H\Delta^+ + OH^-$
Για το όξινο χρώμα του δείκτη:
$K_b = 10^{-4} = [H\Delta^+]\cdot[OH^-]/[\Delta]$
$[H\Delta^+]/[\Delta] = 10^{-4}/[OH^-] \geq 10$
$[OH^-] \leq 10^{-5}$ M ⇒ pOH ≥ 5 ⇒ pH ≤ 9
Για το βασικό χρώμα του δείκτη:
$K_b = 10^{-4} = [H\Delta^+]\cdot[OH^-]/[\Delta]$
$[\Delta]/[H\Delta^+] = [OH^-]/10^{-4} \geq 10$
$[OH^-] \geq 10^{-3}$ M ⇒ pOH ≤ 3 ⇒ pH ≥ 11
Επομένως για την περιοχή pH της χρωματικής αλλαγής θα ισχύει: 9 ≤ pH ≤ 11.
β) Για pH ≤ 9 το διάλυμα θα λαμβάνει το χρώμα της όξινης μορφής. Επομένως για pH = 7 το χρώμα θα είναι κίτρινο.
$10^{-4} = [H\Delta^+]\cdot[OH^-]/[\Delta] \Rightarrow 10^{-4} = [H\Delta^+]\cdot10^{-7}/[\Delta]$
$[H\Delta^+]/[\Delta] = 1000$

Ε6.108. α) i. $HPO_4^{2-} + H_3O^+ \rightarrow H_2PO_4^- + H_2O$
ii. $H_2PO_4^- + OH^- \rightarrow HPO_4^{2-} + H_2O$
β) Για να γίνει το διάλυμα ισοτονικό με τα υγρά του ματιού.
γ) Αρχικό ρυθμιστικό διάλυμα:
(M) $Na_2HPO_4 \rightarrow 2Na^+ + HPO_4^{2-}$
c $2c$ $c = c_\beta$
(M) $NaH_2PO_4 \rightarrow Na^+ + H_2PO_4^-$
c c $c = c_o$

Από την εξίσωση Henderson - Hasselbalch:
$pH = pK_a(H_2PO_4^{2-}) + \log(c_o/c_\beta)$, $pK_a(H_2PO_4^{2-}) = 7,2$.
Στο δεύτερο ρυθμιστικό διάλυμα ισχύει:
(M) $Na_2HPO_4 \rightarrow 2Na^+ + HPO_4^{2-}$
$2\cdot10^{-4}$ $2\cdot10^{-4} = c_\beta$
(M) $NaH_2PO_4 \rightarrow Na^+ + H_2PO_4^-$
$5\cdot10^{-4}$ $5\cdot10^{-4} = c_o$
Από την εξίσωση Henderson - Hasselbalch:
$pH = pK_a(H_2PO_4^{2-}) + \log(c_\beta/c_o)$, $pH = 7,2 + \log(2\cdot10^{-4}/5\cdot10^{-4})$
$pH = 7,2 + \log0,4 = 7,2 + \log4 - 1 = 6,2 + 0,6 = 6,8$.

Ε6.109. Θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του NaOH.
(mol) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

	$0,1V_1$	$0,2V_2$	
	$-0,2V_2$	$-0,2V_2$	$0,2V_2$
	$0,1(V_1 - V_2)$	–	$0,2V_2$

$c_o = 0,1(V_1 - V_2)/(V_1 + V_2)$
$c_\beta = 0,2V_2/(V_1 + V_2)$
Για το ρυθμιστικό διάλυμα ισχύει: $[H_3O^+] = K_a\cdot(c_o/c_\beta)$, $c_o = c_\beta$.
Με αντικατάσταση, προκύπτει: $V_1/V_2 = 4$.

Ε6.110. α) Αρκεί να δείξουμε ότι ο βαθμός ιοντισμού του ΗΒ μένει σταθερός με την αραίωση.
β) $c = 0,1$ M, $K_a = 10^{-5}$.
γ) pH = 2, $[H_3O^+] = 10^{-2}$ M, $[OH^-] = 10^{-12}$ M, $[A^-] = 9\cdot10^{-5}$ M, $[B^-] = 0,01$ M.
δ) pH = 13, $[OH^-] = 0,1$ M, $[H_3O^+] = 10^{-13}$ M, $[K^+] = 0,2$ M, $[A^-] = 0,09$ M, $[B^-] = 0,01$ M.

Ε6.111. α) Σε όλες τις περιπτώσεις, ισχύει: $\alpha < 0,1$ και επομένως ισχύουν οι προσεγγίσεις. Για το διάλυμα Δ_1 ισχύει:
(M) $A + H_2O \rightleftharpoons OH^- + AH^+$
Από το νόμο αραίωσης του Ostwald, ισχύει:

$$K_b(A,25^oC) = \alpha^2\cdot2c = 2\cdot10^{-4}\cdot c$$

Με όμοιο τρόπο προκύπτουν οι παρακάτω σχέσεις:

$$K_b(B,25^oC) = \alpha^2\cdot2c = 8\cdot10^{-4}\cdot c$$

$$K_b(\Gamma,35^oC) = \alpha^2\cdot c = 10^{-4}\cdot c$$

$$K_b(\Delta,15^oC) = \alpha^2\cdot8c = 8\cdot10^{-4}\cdot c$$

Καθώς ο ιοντισμός των ασθενών βάσεων θεωρείται, γενικά, ενδόθερμο φαινόμενο, ισχύουν:

$$K_b(\Gamma,35^oC) > K_b(\Gamma,25^oC)$$

$$K_b(\Delta,15^oC) < K_b(\Delta,25^oC)$$

α) Επομένως, η σειρά ισχύος των βάσεων είναι: Γ, Α, Β, Δ.
β) (M) $B + H_2O \rightleftharpoons OH^- + BH^+$
$\alpha = [OH^-]/2c$, $2c = 4\cdot10^{-3}/2\cdot10^{-2}$, $2c = 0,2$ M.

$$K_b(B,25^oC) = \alpha^2\cdot2c = 8\cdot10^{-4}\cdot c = 8\cdot10^{-5}$$

$$K_b(A,25^oC) = \alpha^2\cdot2c = 2\cdot10^{-5}$$

γ) Έχουμε επίδραση κοινού ιόντος:
(M) $A + H_2O \rightleftharpoons OH^- + AH^+$
$0,1 - \varphi \approx 0,1$ M φ φ
(M) $B + H_2O \rightleftharpoons OH^- + BH^+$
$0,1 - \omega \approx 0,1$ M ω ω

$$K_b(A) = \frac{\varphi\cdot(\omega+\varphi)}{0,1},\ \varphi\cdot(\omega+\varphi) = 2\cdot10^{-6}$$

$$K_b(B) = \frac{\omega\cdot(\omega+\varphi)}{0,1},\ \omega\cdot(\omega+\varphi) = 8\cdot10^{-6}$$

$\omega + \varphi = [OH^-] = 10^{-2,5}$, pOH = 2,5, pH = 11,5.

Ε6.112. Έστω ότι λαμβάνουμε ποσότητα όγκου V_1 από το διάλυμα Υ1 και ποσότητα όγκου V_2 από το διάλυμα Υ2 τέτοιες ώστε με την ανάμιξη να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα με pH = 9. Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του $Ba(OH)_2$.

mol	$2NH_4Cl$	+ $Ba(OH)_2$	$\rightarrow 2NH_3$	+ $BaCl_2$	+ $2H_2O$
Αρχικά	$0,01\cdot V_1$	$0,01\cdot V_2$			
Μεταβολές	$-0,02\cdot V_2$	$-0,01\cdot V_2$	$0,02\cdot V_2$		

Στο τελικό διάλυμα τα δύο συστατικά είναι σε συγκεντρώσεις:

$$c_o = \frac{0,01V_1 - 0,02V_2}{V_1 + V_2}\ (1) \text{ και } c_\beta = \frac{0,02V_2}{V_1 + V_2}\ (2)$$

$$[OH^-] = K_b\cdot\frac{c_\beta}{c_o},\ 10^{-5} = 2\cdot10^{-5}\cdot\frac{c_\beta}{c_o},\ c_o = 2c_\beta$$

(1) και (2): $0,01\cdot V_1 - 0,02\cdot V_2 = 0,04\cdot V_2$, $V_1 = 6\cdot V_2$ (3).
Έτσι, για να προκύψει η μέγιστη ποσότητα ρυθμιστικού διαλύματος θα πρέπει να αναμίξουμε όλη την ποσότητα του διαλύματος Υ1 (300 mL) με 50 mL του διαλύματος Υ2 ώστε να ισχύει η εξίσωση (3). Τελικά, η μέγιστη ποσότητα ρυθμιστικού διαλύματος με pH = 9 θα έχει όγκο 350 mL.

Ε6.113. α) (M) $C_6H_5OH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5O^- + H_3O^+$
$10^{-2} - x \approx 10^{-2}$ x x

$$K_{a1} = \frac{[C_6H_5O^-]\cdot[H_3O^+]}{[C_6H_5OH]} = \frac{(10^{-6})^2}{10^{-2}} = 10^{-10}$$

(M) $C_6H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H_3O^+$
$10^{-2} - y \approx 10^{-2}$ y y

$$K_{a2} = \frac{[C_6H_5COO^-]\cdot[H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{(10^{-3})^2}{10^{-2}} = 10^{-4}$$

β) i. Προς τα δεξιά (προς το ασθενέστερο οξύ και την ασθενέστερη βάση).

ii. $$K_c = \frac{[C_6H_5COO^-]\cdot[C_6H_5OH]}{[C_6H_5COOH]\cdot[C_6H_5O^-]}$$

$$K_c = \frac{[C_6H_5COO^-]\cdot[C_6H_5OH]\cdot[H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]\cdot[C_6H_5O^-]\cdot[H_3O^+]} = \frac{K_{a2}}{K_{a1}} = \frac{10^{-4}}{10^{-10}} = 10^6$$

γ) Οι συγκεντρώσεις των τεσσάρωνσυστατικών θα είναι αρχικά ίσες.
(M) $C_6H_5COOH + C_6H_5O^- \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + C_6H_5OH$
c c c c
$Q_c = 1 < K_c$
Άρα, θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά.
(M) $C_6H_5COOH + C_6H_5O^- \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + C_6H_5OH$
$c - \omega$ $c - \omega$ $c + \omega$ $c + \omega$

$$K_c = \frac{[C_6H_5COO^-]\cdot[C_6H_5OH]}{[C_6H_5COOH]\cdot[C_6H_5O^-]} = \left(\frac{c+\omega}{c-\omega}\right)^2 \Rightarrow \frac{c+\omega}{c-\omega} = 10^3$$

Από την έκφραση της σταθεράς K_{a2} (ή και της K_{a1}):

$$K_{a2} = \frac{[C_6H_5COO^-]\cdot[H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]} \Rightarrow 10^{-4} = \frac{(c+\omega)\cdot[H_3O^+]}{c-\omega}$$

$10^{-4} = 10^3\cdot[H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-7}$ M $\Rightarrow$ pH = 7

Ε6.114. α) Το πρότυπο διάλυμα βάσης: αλκαλιμετρία.
β) $c = 0,02$ M.
γ) $M_r = 180$.
δ) $K_a = 10^{-4}$.
ε) pH = 8.

στ) Ερυθρό της κρεζόλης.
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

Ε6.115. α) Το το 25% της ποσότητας του ΗΑ είναι 0,25 mol και το 75% της ποσότητας του ΗΒ είναι 0,75 mol.
(mol) HA + NaOH → NaA + H_2O
1 1
−0,25 −0,25 0,25
0,75 0,75 0,25
(mol) HB + NaOH → NaB + H_2O
1 0,75
−0,75 −0,75 0,75
0,25 − 0,75
Το τελικό διάλυμα περιέχει ΗΑ 0,75 M, NaA 0,25 M, ΗΒ 0,25 M και NaB 0,75 M
(M) HA + H_2O ⇌ A^- + H_3O^+
0,75 – x ≈ 0,75 M x x
(M) NaA → Na^+ + A^-
0,25 0,25 0,25
(M) HB + H_2O ⇌ B^- + H_3O^+
0,25 – y ≈ 0,25 M y y
(M) NaB → Na^+ + B^-
0,75 0,75 0,75
$[A^-] = 0,25 + x \approx 0,25$ M, $[H_3O^+] = x + y$, $[B^-] = 0,75 + y \approx 0,75$ M.

$$K_a(HA) = \frac{0,25\cdot(x+y)}{0,75} \Rightarrow x + y = [H_3O^+] = 3\cdot10^{-5}$$

β) Από τη σταθερά ιοντισμού του ΗΒ, έχουμε:

$$K_a(HB) = \frac{0,75\cdot(x+y)}{0,25} = 9\cdot10^{-5}$$

Ε6.116. Έστω x mol S στα 10 g δείγματος γαιάνθρακα.
(mol) S(s) + O_2(g) → SO_2(g)
x x

(mol) SO_2(g) + H_2O_2(aq) → H_2SO_4(aq)
x x
Το 1/10 της ποσότητας του H_2SO_4 αντιστοιχεί σε x/10 mol.
(mol) H_2SO_4 + 2NaOH → Na_2SO_4 + $2H_2O$
x/10 2x/10
Η ποσότητα του NaOH είναι: $n = 0,1\cdot0,02 = 0,002$ mol.
2x/10 = 0,002, x = 0,01 mol.
Επομένως, η μάζα του θείου είναι: $m = 0,01\cdot32 = 0,32$ g.
Στα 10 g δείγματος γαιάνθρακα υπάρχουν 0,32 g S
Στα 100 g y = 3,2 g (3,2% w/w)

Ε6.117. α) i. RNH_3Br: $n = 1,26/M_r$ (1) και $c = n/0,05$ (2).
Στα 25 mL διαλύματος $Δ_1$ υπάρχουν (n/2) mol RNH_3Br.
NaOH: $n = 0,2\cdot0,025 = 0,005$ mol.
(mol) RNH_3Br + NaOH → RNH_2 + NaBr + H_2O
n/2 0,005 0,005
Ισχύει: $n/2 = 0,005$, $n = 0,01$ mol.
Από τη σχέση (1): $M_r = 126$.
$C_νH_{2ν+1}NH_3Br$: $M_r = 14ν + 98 = 126$, ν = 2: $C_2H_5NH_3Br$.
ii. Το διάλυμα $Δ_2$ έχει όγκο 50 mL και περιέχει $C_2H_5NH_2$ σε συγκέντρωση: 0,005/0,05 = 0,1 M.
(M) $C_2H_5NH_2$ + H_2O ⇌ $C_2H_5NH_3^+$ + OH^-
0,1 – x ≈ 0,1 M x x
$10^{-4} = x^2/0,1$, $x = [OH^-] = 10^{-2,5}$ M, pH = 11,5.
β) CH_3COOH: n = 0,2·0,025 = 0,005 mol.
(mol) CH_3COOH + $C_2H_5NH_2$ → $CH_3COO^-(C_2H_5NH_3^+)$
0,005 0,005 0,005
$CH_3COO^-(C_2H_5NH_3^+)$ → CH_3COO^- + $C_2H_5NH_3^+$
CH_3COO^- + H_2O ⇌ CH_3COOH + OH^-
$C_2H_5NH_3^+$ + H_2O ⇌ $C_2H_5NH_2$ + H_3O^+
$K_b(CH_3COO^-) = 10^{-14}/10^{-5} = 10^{-9}$.
$K_a(C_2H_5NH_3^+) = 10^{-14}/10^{-4} = 10^{-10}$.
Ισχύει: $K_b(CH_3COO^-) > K_a(C_2H_5NH_3^+)$ και επομένως το pH του διαλύματος θα είναι βασικό.
γ) NaOH: $n = 0,2\cdot0,075 = 0,015$ mol.
(mol) RNH_3Br + NaOH → RNH_2 + NaBr + H_2O
0,005 0,015
−0,005 −0,005 0,005
− 0,01 0,005 0,005
NaOH 0,1 M, RNH_2 0,05 M και NaBr 0,05 M.
(M) NaOH → Na^+ + OH^-
0,1 0,1 0,1
(M) RNH_2 + H_2O ⇌ RNH_3^+ + OH^-
0,05 – x ≈ 0,05 x x
(M) NaBr → Na^+ + Br^-
0,05 0,05 0,05
E.K.I.: $[OH^-] = 0,1 + x \approx 0,1$ M και επομένως: $[H_3O^+] = K_w/[OH^-] = 10^{-13}$ M.

$$K_b(RNH_2) = 10^{-4} = \frac{[RNH_3^+]\cdot0,1}{0,05},\ [RNH_3^+] = 5\cdot10^{-5}\ \text{M}.$$

$[Na^+] = 0,1 + 0,05 = 0,15$ M, $[Br^-] = 0,05$ M.

Ε6.118. α) (1): Οξειδώνεται το Cl από 0 σε +1 και ανάγεται επίσης το Cl από 0 σε −1.
(2): Ανάγεται το Cl του NaClO από +1 σε −1 και οξειδώνεται το Cl του HCl από −1 σε 0.
Cl_2 + 2NaOH → NaClO + NaCl + H_2O
NaClO + 2HCl → Cl_2 + NaCl + H_2O
β) i. 2 M, ii. $[Na^+] = 0,6$ M, $[Cl^-] = 0,3$ M.

Ε6.119. α) i. $C_νH_{2ν+1}COOH$ ο τύπος του βουτυρικού οξέος.
NaOH: $n = 0,2\cdot0,06 = 0,012$ mol
(M) $C_νH_{2ν+1}COOH$ + NaOH → $C_νH_{2ν+1}COONa$ + H_2O
0,012 0,012 0,012
$C_νH_{2ν+1}COOH$: $M_r = 1,056/0,012 = 88$
14ν + 46 = 88, ν = 3: $CH_3CH_2CH_2COOH$
ii. $C_νH_{2ν+1}COONa$: $c = 0,012/0,08 = 0,15$ M
(M) $C_νH_{2ν+1}COONa$ → $C_νH_{2ν+1}COO^-$ + Na^+
0,15 0,15 0,15
(M) $C_νH_{2ν+1}COO^-$ + H_2O ⇌ $C_νH_{2ν+1}COOH$ + OH^-
0,15 – x ≈ 0,15 x $x = 10^{-5}$
$K_b = 10^{-10}/0,15$
$K_a = 10^{-14}/K_b = 1,5\cdot10^{-5}$
β) Έστω c η συγκέντρωση του διαλύματος.
(M) (M) $C_νH_{2ν+1}COOH$ + H_2O ⇌ $C_νH_{2ν+1}COO^-$ + H_3O^+
c – y ≈ c y $y = 10^{-2,5}$
$K_a = 1,5\cdot10^{-5} = 10^{-5}/c \Rightarrow c = 1/1,5$ M
$n = (1/1,5)\cdot0,15 = 0,1$ mol
$m = 0,1\cdot88 = 8,8$ g

Ε6.120. α) Υπολογίζουμε τις τελικές συγκεντρώσεις:
CH_3COOH: $0,1\cdot0,05 = c_1\cdot0,25 \Rightarrow c_1 = 0,02$ M
HA: $0,125\cdot0,2 = c_2\cdot0,25 \Rightarrow c_2 = 0,1$ M
(M) CH_3COOH + H_2O ⇌ CH_3COO^- + H_3O^+
0,02 – x ≈ 0,02 x x
(M) HA + H_2O ⇌ A^- + H_3O^+
0,1 – y ≈ 0,1 y y

$[H_3O^+] = x + y = 10^{-3,5}$ M (1)

$$K_a(HA,\theta^oC) = 2\cdot10^{-7} = \frac{[H_3O^+]\cdot[A^-]}{[HA]} = \frac{10^{-3,5}\cdot y}{0,1}$$

$y = 2\cdot10^{-4,5}$ M

(1): $x = 8\cdot10^{-4,5}$ M

$$K_a(CH_3COOH,\theta^oC) = \frac{[H_3O^+]\cdot[A^-]}{[HA]} = \frac{8\cdot10^{-4,5}\cdot10^{-3,5}}{0,02}$$

$$K_a(CH_3COOH,\theta^oC) = 4\cdot10^{-6}$$

Παρατηρούμε ότι η σταθερά K_a του CH_3COOH είναι μικρότερη στους θ °C σε σχέση με τους 25 °C και επομένως, $\theta < 25$ °C καθώς ο ιοντισμός του ασθενούς οξέος είναι ενδόθερμο φαινόμενο και η τιμή της μειώνεται με τη μείωση της θερμοκρασίας.

β) CH_3COOH: $n = 0,1\cdot0,26 = 26\cdot10^{-3}$ mol

NaOH: $n = 0,2\cdot0,005 = 10^{-3}$ mol

(mol) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

	$26\cdot10^{-3}$	10^{-3}	—
	-10^{-3}	-10^{-3}	10^{-3}
	$25\cdot10^{-3}$	—	10^{-3}

Από τη σχέση του ρυθμιστικού διαλύματος (ο τελικός όγκος 265 mL απλοποιείται):

pH(Δ3) = 4.

$pH + pOH = pK_w = 14,5$. Άρα: $K_w = 10^{-14,5}$.

Ε6.121. α) Η αντίδραση της εξουδετέρωσης είναι εξώθερμη και μέχρι την πλήρη αντίδραση όλης της ποσότητας του ογκομετρούμενου διαλύματος παράγεται συνεχώς θερμότητα που ανεβάζει τη θερμοκρασία του διαλύματος. Μετά την πλήρη αντίδραση (30 mL πρότυπου) η θερμοκρασία μειώνεται καθώς το πρότυπο διάλυμα που προστίθεται είναι ψυχρότερο.

β) 0,6 M.

γ) $\Delta H = -57$ kJ.

Ε6.122. α) (mol) $4NH_3(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2N_2(g) + 6H_2O(g)$

120 60 180

(mol) $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(g)$

1200 1200 1800

Η συνολική ποσότητα του $H_2O(g)$ είναι:

1800 + 180 = 1980 mol.

β) Έστω n mol η ποσότητα της NH_3 που δεν αντέδρασε.

$c = n/50$ (1)

Αραίωση: $c\cdot0,05 = c'\cdot0,5$, $c' = c/10$ (2)

Στα 50 mL του αραιωμένου διαλύματος υπάρχουν:

$n = c'\cdot0,05$ mol NH_3.

HCl: $n = 0,4\cdot0,045 = 0,018$ mol.

(mol) $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$

$c'\cdot0,05$ 0,018

Ισχύει: $c'\cdot0,05 = 0,018$, $c' = 0,36$ M.

(2): $c = 3,6$ M

(1) $n = 3,6\cdot50 = 180$ mol NH_3.

Η συνολική ποσότητα της NH_3 είναι: 1200 + 120 + 180 = 1500 mol. Το ποσοστό της NH_3 που μετασχηματίστηκε σε NO είναι: $(1200/1500)\cdot100 = 80\%$.

Ε6.123. α) Υπολογίζουμε τα pH των διαλυμάτων Α και Β.

(M) $CH_3CH_2NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2NH_3^+ + OH^-$

$1 - x \approx 1$ x x

Από την έκφραση της K_b, προκύπτει: pH = 12.

(M) $C_6H_5NH_2 + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5NH_3^+ + OH^-$

$1 - y \approx y$ y y

Από την έκφραση της K_b, προκύπτει: $9 < pH < 10$. Άρα θα επιλέξουμε το δείκτη 4 ο οποίος στο διάλυμα Α δίνει κόκκινο χρώμα και στο διάλυμα Β δίνει κίτρινο χρώμα. Οι άλλοι δείκτες θα δίνουν το ίδιο χρώμα και στα δύο διαλύματα.

β) (M) $CH_3CH_2NH_3Cl \rightarrow CH_3CH_2NH_3^+ + Cl^-$

1 1 1

(M) $CH_3CH_2NH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2NH_2 + H_3O^+$

$1 - \omega \approx 1$ ω ω

pH = 5.

Άρα ο δείκτης 3 (ερυθρό της φαινόλης) θα πάρει κίτρινο χρώμα.

γ) Ο καταλληλότερος δείκτης είναι αυτός του οποίου η περιοχή αλλαγής χρώματος περικλείει το pH στο ισοδύναμο σημείο. Υπολογίζουμε το pH στο ισοδύναμο σημείο. Έστω V_1 ό όγκος του ογκομετρούμενου διαλύματος και V_2 ο όγκος του πρότυπου διαλύματος που απαιτείται μέχρι το ισοδύναμο σημείο.

(mol) $CH_3CH_2NH_2 + HCl \rightarrow CH_3CH_2NH_3Cl$

$0,2\cdot V_1$ $0,2\cdot V_2$

Στο ισοδύναμο σημείο θα ισχύει:

$0,2\cdot V_1 = 0,2\cdot V_2$, $V_1 = V_2$ $(= V)$

$CH_3CH_2NH_3Cl$: $c = 0,2V/2V = 0,1$ M.

(M) $CH_3CH_2NH_3Cl \rightarrow CH_3CH_2NH_3^+ + Cl^-$

0,1 0,1 0,1

(M) $CH_3CH_2NH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2NH_2 + H_3O^+$

$0,1 - \xi \approx 1$ ξ ξ

pH = 5,5. Άρα, κατάλληλοι δείκτες είναι ο δείκτης 1 και ο δείκτης 2.

Ε6.124. α) Από τη σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων για το διάλυμα (Υ1) προκύπτει:

$[H_3O^+] = K_a(HA)\cdot(c_o/c_\beta)$,

$10^{-6} = K_a(HA)\cdot(0,1)/(0,1)$,

$K_a(HA) = 10^{-6}$.

β) i. Η συνεχής προσθήκη διαλύματος NaA 0,1 M προκαλεί τη μείωση της c_o του ρυθμιστικού διαλύματος ενώ παράλληλα η c_β παραμένει σταθερή λόγω της προσθήκης NaA της ίδιας συγκέντρωσης. Έτσι, από τη σχέση, $[H_3O^+] = K_a(HA)\cdot(c_o/c_\beta)$, η $[H_3O^+]$ μειώνεται και το pH αυξάνεται.

ii. Με τη συνεχή (άπειρη) προσθήκη του διαλύματος (Υ2) NaA 0,1 M το διάλυμα τείνει σε ένα διάλυμα που περιέχει πρακτικά μόνο το NaA σε συγκέντρωση 0,1 M.

(M) $NaA \rightarrow Na^+ + A^-$

0,1 0,1 0,1

(M) $A^- + H_2O \rightleftharpoons HA + OH^-$

$0,1 - x \approx 0,1$ x x

$K_b(A^-) = K_w/K_a(HA) = 10^{-8}$.

$10^{-8} = x^2/0,1$, $x = [OH^-] = 10^{-4,5}$ M, pH = 9,5.

γ) HA: $0,05\cdot0,1 = c_o'\cdot(0,05 + V_1)$

NaA: $0,05\cdot0,1 + 0,1\cdot V_1 = c_\beta'\cdot(0,05 + V_1)$, $c_\beta' = 0,1$ M

$[H_3O^+] = K_a(HA)\cdot(c_o'/c_\beta')$, $10^{-7} = 10^{-6}\cdot c_o'/(0,1)$, $c_o' = 0,01$ M.

$0,05\cdot0,1 = 0,01\cdot(0,05 + V_1)$, $V_1 = 450$ mL.

δ) Έστω V_1 ο όγκος του ρυθμιστικού διαλύματος που αναμιγνύεται με όγκο V_2 NaOH 0,1 M, ώστε να προκύψει pH = 7. Οα πρέπει να έχει αντιδράσει όλη η ποσότητα του NaOH.

1) Πλήρης αντίδραση: Μόνο NaA και επομένως θα προκύψει βασικό pH λόγω της υδρόλυσης του ιόντος A^-.

2) Περίσσεια NaOH: Βασικό διάλυμα.

3) Περίσσεια HA: Νέο ρυθμιστικό διάλυμα.

(mol) HA + NaOH → NaA + H_2O

$0,1V_1$ $0,1V_2$ $0,1V_1$

$-0,1V_2$ $-0,1V_2$ $0,1V_2$

$0,1\cdot(V_1 - V_2)$ − $0,1\cdot(V_1 + V_2)$

$[H_3O^+] = K_a(HA)\cdot(c_o/c_\beta)$

Μετά από πράξεις: $V_1/V_2 = 11/9$.

Ε6.125. α) CH_3NH_2: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}02 = 0{,}002$ mol.
HCl: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}01 = 0{,}001$ mol.
(mol) $CH_3NH_2 + HCl \rightarrow CH_3NH_3Cl$

	0,002	0,001	
	−0,001	−0,001	0,001
	0,001	−	0,001

Το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό.
$[OH^-] = K_b \cdot (c_\beta / c_o)$, $10^{-4} = K_b$.
β) CH_3NH_2: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}018 = 0{,}0018$ mol.
HCl: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}022 = 0{,}0022$ mol.
(mol) $CH_3NH_2 + HCl \rightarrow CH_3NH_3Cl$

	0,0018	0,0022	
	−0,0018	−0,0018	0,0018
	−	0,0004	0,0018

Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 40 mL και περιέχει HCl 0,0004/0,04 = 0,01 M. και CH_3NH_3Cl 0,0018/0,04 = 0,045 M.
(M) $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$

	0,01	0,01	0,01

(M) $CH_3NH_3Cl \rightarrow CH_3NH_3^+ + Cl^-$

	0,045	0,045	0,045

(M) $CH_3NH_3^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+ + CH_3NH_2$

	0,045 – x	x	x

$[H_3O^+] = 0{,}01 + x \approx 0{,}01$ M, pH = 2.
γ) i. Και στις δύο περιπτώσεις είμαστε πριν από το ισοδύναμο σημείο καθώς στο ισοδύναμο σημείο το pH είναι όξινο.
$B + HCl \rightarrow BHCl$
$BHCl \rightarrow BH^+ + Cl^-$
$BH^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+ + B$
Μετά το ισοδύναμο σημείο θα έχουμε περίσσεια του πρότυπου διαλύματος και επομένως το pH θα είναι πάλι όξινο. Επομένως και στις δύο προσθήκες θα έχουμε περίσσεια της βάσης B.
Όταν προσθέσουμε 20 mL διαλύματος Υ2 στο Υ5, ισχύουν:
HCl: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}02 = 0{,}002$ mol. B: $n = c \cdot 0{,}06$ mol
(όπου c η συγκέντρωση του ογκομετρούμενου διαλύματος).
(mol) B + HCl → BHCl

	$c \cdot 0{,}06$	0,002	
	−0,002	−0,002	0,002
	$c \cdot 0{,}06 - 0{,}002$	−	0,002

Το διάλυμα έχει όγκο 80 mL και είναι ρυθμιστικό.
$c_\beta = (c \cdot 0{,}06 - 0{,}002)/0{,}08$ M.
$c_o = (0{,}002)/0{,}08$ M.
$[OH^-] = K_b(B) \cdot (c_\beta / c_o)$,
$10^{-4} = K_b(B) \cdot (c \cdot 0{,}06 - 0{,}002)/0{,}002)$ (1)
Με την προσθήκη 50 mL διαλύματος Υ2 στο Υ5, ισχύουν:
HCl: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}05 = 0{,}005$ mol.
B: $n = c \cdot 0{,}06$ mol.

(mol) B + HCl → BHCl

	$c \cdot 0{,}06$	0,005	
	−0,005	−0,005	0,005
	$c \cdot 0{,}06 - 0{,}005$	−	0,005

Το διάλυμα έχει όγκο 110 mL και είναι πάλι ρυθμιστικό.
$c_\beta' = (c \cdot 0{,}06 - 0{,}005)/0{,}11$ M.
$c_o' = (0{,}005)/0{,}11$ M.
$[OH^-]' = K_b(B) \cdot (c_\beta / c_o)$,
$10^{-5} = K_b(B) \cdot (c \cdot 0{,}06 - 0{,}005)/0{,}005)$ (2).
Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτουν:
$K_b = 5 \cdot 10^{-5}$ και $c = 0{,}1$ M.
ii. Στο ισοδύναμο σημείο της ογκομέτρησης έχουμε την (πλήρη) εξουδετέρωση.
B: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}06 = 0{,}006$ mol.
(mol) B + HCl → BHCl

	0,006	$0{,}1V$	0,006

Στο ισοδύναμο σημείο ισχύει: $0{,}006 = 0{,}1V$, $V = 60$ mL. Άρα το τελικό διάλυμα θα έχει όγκο 60 + 60 = 120 mL.
BHCl: $c = 0{,}006/0{,}12 = 0{,}05$ M.
(M) $BHCl \rightarrow BH^+ + Cl^-$

	0,05	0,05	0,05

(M) $BH^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+ + B$

	0,05 – y ≈ 0,05	y	y

$K_a(BH^+) = K_w/K_b(B) = 10^{-14}/5 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-10}$.
$2 \cdot 10^{-10} = y^2/0{,}05$, $y = 10^{-5,5}$ M, pH = 5,5.
Ε6.126. α) $pH_1 = 2$, $pH_2 = 9$, $\alpha_1 = 2 \cdot 10^{-2}$, $\alpha_2 = 2 \cdot 10^{-5}$.
β) i. Μία ισορροπία Brönsted - Lowry είναι μετατοπισμένη προς το ασθενέστερο οξύ και την ασθενέστερη βάση. Επειδή $K_a(HA) > K_a(HB)$, το HB είναι ασθενέστερο οξύ και η ισορροπία θα είναι μετατοπισμένη προς τα δεξιά.
ii. $K_c = [A^-] \cdot [HB]/[B^-] \cdot [HA] =$
$= [A^-] \cdot [HB] \cdot [H_3O^+]/[B^-] \cdot [HA] \cdot [H_3O^+]$,
$K_c = K_a(HA)/K_a(HB) = 2 \cdot 10^{-4}/5 \cdot 10^{-5} = 4$.
γ) i. HA: $0{,}5 \cdot V = c_1' \cdot 2V$, $c_1' = 0{,}25$ M.
NaB: $0{,}5 \cdot V = c_2' \cdot 2V$, $c_2' = 0{,}25$ M.
(M) HA + B^- ⇌ A^- + HB

	0,25	0,25	−	−
	−x	−x	x	x
	0,25 – x	0,25 – x	x	x

$K_c = 4 = [x/(0{,}25 - x)]^2$,
$+2 = x/(0{,}25 - x)$, $x = 0{,}5/3$.
Επομένως: $[HA] = 0{,}25/3$ M και $[A^-] = 0{,}5/3$ M.
ii. Από την έκφραση της σταθεράς K_a(HA), έχουμε:
$K_a(HA) = 2 \cdot 10^{-4} = [H_3O^+] \cdot [A^-]/[HA]$.
Αντικαθιστώντας τις τιμές $[HA] = 0{,}25/3$ M, $[A^-] = 0{,}5/3$ M, προκύπτει: $[H_3O^+] = 10^{-4}$, pH = 4.
Ε6.127. α) Από το λόγο των συγκεντρώσεων $[H\Delta]/[\Delta^-] = 100$ υπολογίζουμε το pH του ρυθμιστικού διαλύματος.
$H\Delta + H_2O \rightleftharpoons \Delta^- + H_3O^+$
$K_{a,H\Delta} = [\Delta^-] \cdot [H_3O^+]/[H\Delta]$,
$K_{a,H\Delta} = 10^{-7} = [H_3O^+] \cdot 10^{-2}$,
$[H_3O^+] = 10^{-5}$ M (pH = 5).
β) Έστω V_1 (L) ο όγκος του διαλύματος CH_3COOH και V_2 (L) ο όγκος του διαλύματος NaOH. Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα NaOH.
(mol) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$

	$0{,}1V_1$	$0{,}2V_2$	
	$-0{,}2V_2$	$-0{,}2V_2$	$0{,}2V_2$
	$0{,}1V_1 - 0{,}2V_2$	−	$0{,}2V_2$

Το τελικό διάλυμα έχει όγκο $(V_1 + V_2)$ και ισχύει:
$c_o = (0{,}1V_1 - 0{,}2V_2)/(V_1 + V_2)$
$c_\beta = (0{,}2V_2)/(V_1 + V_2)$
$[H_3O^+] = K_a(HA) \cdot (c_o / c_\beta)$
Με αντικατάσταση και την εκτέλεση των σχετικών πράξεων:
$V_1/V_2 = 4$.
Ε6.128. α) i. ο δείκτης ΙΙΙ, ii. οξυμετρία.
β) i. 0,2 M, ii. $2 \cdot 10^{-5}$, iii. $[H_3O^+] = \sqrt{2} \cdot 10^{-3}$ M.
Ε6.129. α) Με το NaOH εξουδετερώνεται μόνο η φαινόλη (C_6H_5OH) και όχι η αλκοόλη.
NaOH: $n = 1 \cdot 0{,}01$ mol
(mol) $C_6H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$

	0,01	0,01	0,01

C_6H_5OH: $c = n/V \Rightarrow V = 0{,}01/0{,}1 = 0{,}1$ L = 100 mL
β) C_6H_5ONa: $c = n/V = 0{,}01/1 = 0{,}01$ M
(M) $C_6H_5ONa \rightarrow C_6H_5O^- + Na^+$
0,01 0,01
(M) $C_6H_5O^- + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5OH + OH^-$
0,01 – x ≈ 0,01 M x x
$K_b = 10^{-14}/10^{-10} = 10^{-4}$
$10^{-4} = x^2/0{,}01 \Rightarrow x = [OH^-] = 10^{-3}$ M
pOH = 3, pH = 11

Ε6.130. α) i. Δεν είναι οξειδοαναγωγική, ii. $\alpha = 10^{-3}$.
β) 10^{-2}, 900 mL H_2O.
γ) $c = 1{,}75 \cdot 10^{-2}$ M.
δ) 6.

Ε6.131. α) i. Υ1-Φ2, Υ2-Φ1, Υ3-Φ4, Υ4-Φ3. ii. $c = 0{,}1$ M, $K_a = 10^{-5}$.
β) $[CH_3NH_3^+]/[NH_4^+] = 10$.
γ) i. $c = 0{,}2$ M, ii. pH = 9.
δ) $V_1/V_2 = 4$.

Ε6.132. Δ1. α) Αλκαλιμετρία.
β) Υ2: με ογκομετρικό κύλινδρο ή καλύτερα με βαθμονομημένο σιφώνιο, Υ4: με προχοΐδα.
γ) $c = 0{,}1$ M, δ) $[HΔ]/[Δ^-] = 10$.
Δ2. $K_a(HA) = 10^{-7}$, $K_b(NH_3) = 10^{-5}$.
Δ3. $V_1/V_2 = 2$.
Δ4. 90 mL.
Δ5. Βασικό, γιατί: $K_b(A^-) > K_a(NH_4^+)$.

Ε6.133. Δ1. Οξειδωτικό σώμα είναι το MnO_2 που προκαλεί την οξείδωση του Cl από −1 (στο HCl) σε 0 (στο Cl_2). Αναγωγικό σώμα είναι το HCl που προκαλεί την αναγωγή του Mn από +4 (στο MnO_2) σε +2 (στο $MnCl_2$).
Δ2. α) $K_c = 0{,}8$.
β) $\alpha = 3/11$.
Δ3. (mol) $Cl_2 + 2NaOH \rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$
x 2x x x
Το pH του τελικού διαλύματος καθορίζεται από το NaClO.
NaClO: $c = n/V = x/0{,}2$ (1)
(M) $NaClO \rightarrow Na^+ + ClO^-$
c c c
$ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$
$c - y \approx c$ y $y = 10^{-3}$ M (από pH = 11)
$K_b = K_w/K_a = 10^{-14}/10^{-8} = 10^{-6}$
$10^{-6} = (10^{-3})^2/c$, $c = 1$ M
(1): x = 0,2 mol.

Ε6.134. Δ1. Μεταθετική (δεν υπάρχουν μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης).
Δ2. 10^{-3} mol.
Δ3. $V_1/V_2 = 10$.
Δ4. pH = 5,5.
Δ5. Η καμπύλη 3 (ίδια ποσότητα αερίου, αλλά η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μικρότερη).

Ε7. ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ: ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ

Ε7.1. Α.
Ε7.2. i. Α. Στην ένωση NaH το υδρογόνο έχει αριθμό οξείδωσης −1 ενώ στις άλλες τρεις περιπτώσεις έχει αριθμό οξείδωσης +1.
ii. Β.
Ε7.3. Δ. Το H_2 προκαλεί την οξείδωση του Na από 0 σε +1.
Ε7.4. Α. Έστω x ο αριθμός των ιόντων Fe^{2+} και y ο αριθμός των ιόντων Fe^{3+}. Καθώς το ιόν CN^- παρουσιάζει φορτίο −1 θα ισχύει: 2x + 3y = 18. Επίσης x + y = 7, οπότε τελικά: x = 3 και y = 4.
Ε7.5. Γ. Αντίδραση διάσπασης είναι μία αντίδραση στην οποία μία ένωση διασπάται σε άλλες απλούστερες (αν μετατρέπεται αποκλειστικά στα στοιχεία από τα οποία αποτελείται χαρακτηρίζεται ως αποσύνθεση). Παράλληλα, στην αντίδραση δεν υπάρχουν μεταβολές στους αριθμούς οξείδωσης των στοιχείων που συμμετέχουν και επομένως χαρακτηρίζεται ως μεταθετική.
Ε7.6. Α. Στο ιόν CrO_4^{2-} ο αριθμός οξείδωσης του Cr είναι +6. Ο ίδιος είναι και ο αριθμός οξείδωσης του Cr στο ιόν $Cr_2O_7^{2-}$. Επομένως στην μετατροπή αυτή δεν υπάρχει μεταβολή του αριθμού οξείδωσης.
Ε7.7. Γ. Τα ιόντα Fe^{2+} οξειδώνονται από +2 σε +3 αποβάλλοντας ένα ηλεκτρόνιο.
Ε7.8. Δ.
Ε7.9. Γ.
Ε7.10. Γ.
Ε7.11. Δ. Στο επτοξείδιο του διχλωρίου, Cl_2O_7, ο αριθμός οξείδωσης του Cl είναι +7. Για να είναι μεταθετική η αντίδραση θα πρέπει και στα προϊόντα να έχει τον ίδιο αριθμό οξείδωσης (στο $HClO_4$ ο αριθμός οξείδωσης του Cl είναι επίσης +7).
Ε7.12. Γ. Το N στο NO ανάγεται από +2 σε 0 ενώ στο NO_2 ανάγεται από +4 σε 0. Στο CO ο C οξειδώνεται από +2 σε +4.
Ε7.13. Γ. Στις ενώσεις 2 και 5 το άτομο C συνδέεται με τα ίδια ακριβώς άτομα και επομένως ο αριθμός οξείδωσής του είναι ο ίδιος (−1).
Ε7.14. Γ. Στην ένωση αυτή το άτομο C συνδέεται με διπλό δεσμό με ένα άτομο O (πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο), με απλό δεσμό με ένα άτομο Cl (επίσης πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο) και με ένα άλλο άτομο C ίδια ηλεκτραρνητικότητα). Άρα, παρουσιάζει αριθμό οξείδωσης +3.
Ε7.15. α: Σ, β: Σ, γ: Σ, δ: Σ, ε: Σ, στ: Σ, ζ: Σ.
η: Λ (οξειδωτικό είναι αυτό που ανάγεται, προκαλεί οξείδωση).
θ: Λ (μπορεί να αναχθεί το Η από +1 σε 0).
ι: Λ (δεν υπάρχουν μεταβολές σε Α.Ο.).
κ: Σ.
λ: Λ. Στην αντίδραση αυτή το άτομο C οξειδώνεται καθώς ο ΑΟ του αυξάνεται από +2 σε +4 και επομένως η ηλεκτρονιακή του πυκνότητα μειώνεται.
Ε7.16. Επιλογή Δ. Κάθε άτομο P ενώνεται με απλούς δεσμούς με δύο άτομα S και με ένα άλλο άτομο P. Από τις δομές των δύο ατόμων προκύπτει ότι το S είναι πιο ηλεκτραρνητικό από τον P και επομένως ο αριθμός οξείδωσης του P είναι +2.
Ε7.17. α) α) Το I οξειδώνεται από −1 σε 0 και το S ανάγεται από +6 σε −2.
$8HI + H_2SO_4 \rightarrow H_2S + 4I_2 + 4H_2O$
β) Το N ανάγεται από +5 και +2 και ο Hg οξειδώνεται από 0 σε +2.
$2KNO_3 + 4H_2SO_4 + 3Hg \rightarrow K_2SO_4 + 2NO + 3HgSO_4 + 4H_2O$
γ) Το Br ανάγεται από +5 σε 0 και επίσης το Br οξειδώνεται από −1 σε 0.
$KBrO_3 + 5KBr + 3H_2SO_4 \rightarrow 3K_2SO_4 + 3Br_2 + 3H_2O$
Ε7.18. Επιλογή 1. Το N οξειδώνεται από −3 στο NH_4^+ του NH_4ClO_4 σε 0 στο N_2. Επίσης, το Al οξειδώνεται από 0 σε +3.
Ε7.19. α) $\Delta H < 0$. Ο Pt λειτουργεί ως καταλύτης (αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης) ενώ η μεγάλη θερμοκρασία αυξάνει επίσης την ταχύτητα της αντίδρασης.

β) +1, +2 και −3, αντίστοιχα. Οξειδοαναγωγική: Αυξάνεται ο ΑΟ του C από −4 σε +2 και μειώνεται του O από 0 σε −2.

γ) $2CH_4(g) + 3O_2(g) + 2NH_3(g) \rightarrow 2HCN(g) + 6H_2O(g)$

Ε7.20. α) Επιλογή ii.

β) $Fe + 2FeCl_3 \rightarrow 3FeCl_2$.

Ε7.21. Το Cl από αριθμό οξείδωσης +1 (στο NaClO) αποκτά αριθμό οξείδωσης −1 (στο NaCl) και επομένως ανάγεται. Παράλληλα, το O από αριθμό οξείδωσης −1 στο H_2O_2 αποκτά αριθμό οξείδωσης 0 (στο O_2) και επομένως οξειδώνεται. Το H_2O_2 προκαλεί την αναγωγή του Cl και επομένως λειτουργεί ως αναγωγικό.

Ε7.22. Οξειδοαναγωγική. Αυξάνεται ο αριθμός οξείδωσης του C από 0 σε +4 και μειώνεται ο αριθμός οξείδωσης του S από +6 σε −2.

$H_2SO_4 + 2HCH{=}O \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O + H_2S$

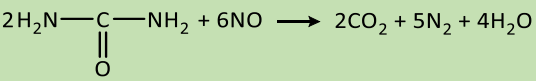
Ε7.23. α) Στην εξίσωση (2). Το H_2O_2 προκαλεί την αναγωγή του Mn από +7 σε +2.

β) $2Fe^{2+} + H_2O_2 + 2H^+ \rightarrow 2Fe^{3+} + 2H_2O$

$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 5O_2 + 2MnSO_4 + 8H_2O$

Ε7.24. α) i. C: +4, N: −3.

ii. Το N οξειδώνεται από −3 σε O και το ίδιο στοιχείο ανάγεται από +2 σε 0.



β) i. Το Cl ανάγεται από +7 σε −1 και το Al οξειδώνεται από 0 σε +3.

ii. $3KClO_4 + 8Al \rightarrow 3KCl + 4Al_2O_3$

Ε7.25. α) Το N οξειδώνεται από −3 σε 0 και παράλληλα ανάγεται από +3 σε 0.

β) NH_2NH_2: −2, NH_2OH: −1.

γ) $2NH_4^+ + 3O_2 \rightarrow 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O$.

Ε7.26. α) NaClO: +1, +1, −2, KCN: +1, +2, −3.

β) Οξειδώνεται ο C και το N, ανάγεται το Cl. γ) 50 L.

Ε7.27. α) $Ca_3(PO_4)_2 + 3SiO_2 + 5C \rightarrow 3CaSiO_3 + 5CO + P_2$

β) (mol) $Ca_3(PO_4)_2 + 3SiO_2 + 5C \rightarrow 3CaSiO_3 + 5CO + P_2$

8 18 45

−6 −18 −30 6

Το αντιδρών SiO_2 είναι το περιοριστικό αντιδρών. Άρα θεωρητικά θα σχηματιστούν 6 mol P_2.

Ε7.28. Sc: $n = m/A_r = 0{,}9/45 = 0{,}02$ mol.

(mol) $6Sc + xK_2Cr_2O_7 + 14xHCl \rightarrow 6ScCl_x + 2xCrCl_3 + 2xKCl + 7xH_2O$

0,02 $(x/6)\cdot 0{,}02$

$K_2Cr_2O_7$: $n = 0{,}1\cdot 0{,}1 = 0{,}01$ mol.

Ισχύει: $(x/6)\cdot 0{,}02 = 0{,}01$, $x = 3$.

Ε7.29. α) H_2: $n = V/22{,}4 = 0{,}1$ mol.

(mol) $Sn(s) + 2HCl\,(aq) \rightarrow SnCl_2(aq) + H_2(g)$

0,1 0,1 0,1

Sn: $n = m/A_r$, $A_r = 11{,}9/0{,}1 = 119$.

β) $KMnO_4$: $n = c\cdot V = 0{,}04$ mol.

(mol) $(x{-}2)KMnO_4 + 5SnCl_2 + 8(x{-}2)HCl \rightarrow (x{-}2)MnCl_2 + 5SnCl_x + (x{-}2)KCl + 4(x{-}2)H_2O$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης, τα 0,1 mol Sn αντιδρούν πλήρως με $((x{-}2)/5)\cdot 0{,}1$ mol $KMnO_4$.

Ισχύει: $((x{-}2)/5)\cdot 0{,}1 = 0{,}04$, $x = 4$.

Ε7.30. α) $2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 5O_2 + K_2SO_4 + 8H_2O$

β) Κατά τη διαδικασία της ογκομέτρησης, το $KMnO_4$ που προστίθεται στο ογκομετρούμενο διάλυμα αποχρωματίζεται ακαριαία λόγω της αναγωγής του προς Mn^{2+}. Όταν το H_2O_2 καταναλωθεί, το $KMnO_4$ είναι σε περίσσεια και με την πρώτη σταγόνα επιπλέον εμφανίζεται χρωματισμός.

γ) Η ποσότητα του $KMnO_4$ που αντέδρασε είναι $n = 0{,}1\cdot 0{,}02 = 2\cdot 10^{-3}$ mol οπότε από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι η ποσότητα του H_2O_2 στο διάλυμα των 10 mL είναι $5\cdot 10^{-3}$ mol. Στο αρχικό διάλυμα των 25 mL είναι 0,05 mol. Έτσι, $c = 5\cdot 10^{-2}/0{,}025 = 2$ M, που αντιστοιχεί σε $2\cdot 34 = 68$ g/L.

Ε7.31. α) i. Παρατηρείται αύξηση του ΑΟ του Zn από 0 σε +2 και μείωση του ΑΟ του Ag από +1 σε 0. Οξειδωτικό σώμα είναι ο $AgNO_3$ και αναγωγικό σώμα ο Zn.

ii. Αυξάνεται. Η αντίδραση είναι εξώθερμη καθώς $\Delta H < 0$ και επομένως ελευθερώνεται θερμότητα στο περιβάλλον διάλυμα αυξάνοντας έτσι τη θερμοκρασία του.

β) (mol) $Zn(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow 2Ag(s) + Zn(NO_3)_2$

x 2x

Παρατηρούμε ότι με την αντίδραση (διάλυση) x mol Zn σχηματίζονται 2x mol Ag. Έτσι επέρχεται μείωση της μάζας του ελάσματος κατά 65x g αλλά παράλληλα και αύξηση της μάζας κατά $2x\cdot 108 = 216x$ g. Επομένως, επέρχεται αύξηση της μάζας του ιζήματος κατά $216x - 65x = 151x$ g.

Ε7.32. α) $2AgNO_3 + H_2O + H_3PO_3 \rightarrow 2Ag + H_3PO_4 + 2HNO_3$

β) $AgNO_3$: $n = 0{,}1\cdot 0{,}1 = 0{,}01$ mol. Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτουν επίσης 0,01 mol Ag, που αντιστοιχούν σε $m = 0{,}01\cdot 108 = 1{,}08$ g.

γ) Μειώνεται, λόγω σχηματισμού ισχυρού οξέος (HNO_3).

Ε7.33. α) $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$.

β) $Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

γ) (mol) $Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

0,15 0,3

NO_2: $V = 0{,}3\cdot 22{,}4 = 6{,}72$ L.

Ε7.34. α) $3CuS + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 3S + 2NO + 4H_2O$

Οξειδώνεται το S από −2 σε 0 και ανάγεται το N από +5 σε +2.

β) NO: $n = 8{,}96/22{,}4 = 0{,}4$ mol.

α) $3CuS + 8HNO_3 \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 3S + 2NO + 4H_2O$

0,6 0,4

γ) (mol) $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$

0,3 0,3 −

−0,2 −0,2 0,4

0,1 0,1 0,4

$K_c = 16$.

Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

Ε7.35. α) Οξειδώνεται το S και ανάγεται ο Fe.

$2FeCl_3(aq) + H_2S(g) \rightarrow 2FeCl_2(aq) + 2HCl(aq) + S(s)$.

β) 44,8 L.

γ) i. $2FeCl_2 + 2HCl \rightarrow H_2(g) + 2FeCl_3$, ii. 44,8 L.

Ε7.36. α) Οξειδοαναγωγική, οξειδώνεται το S (από +4 σε +6) και ανάγεται το Cl (από +1 σε −1). Αναγωγικό είναι το Na_2SO_3.

β) 504 g. γ) $NaClO + 2HCl \rightarrow Cl_2 + H_2O + NaCl$

Ε7.37. α) $Fe + 4HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$ (1)

$Fe + 6HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$ (2)

β) Η παραγόμενη ποσότητα του NO(g) είναι: $1{,}68/22{,}4 = 0{,}075$ mol και του NO_2(g) είναι $6{,}72/22{,}4 = 0{,}3$ mol.

$Fe + 4HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$ (1)

0,075 0,075

$Fe + 6HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 3NO_2 + 3H_2O$ (2)

0,1 0,3

Συνολικά οξειδώνονται 0,1 + 0,075 = 0,175 mol Fe που αντιστοιχούν σε μάζα $m = 0{,}175 \cdot 56 = 9{,}8$ g. Επομένως, η περιεκτικότητα του δείγματος σε καθαρό σίδηρό θα είναι 98 %w/w.

Ε7.38. α) $2H_2S(aq) + SO_2(aq) \rightarrow 3S(s) + 2H_2O$.

β) Δύο περιπτώσεις: 0,3 mol H_2S και 0,1 mol SO_2 ή 0,2 mol H_2S και 0,2 mol SO_2.

Ε7.39. α) $5FeCl_2 + KMnO_4 + 8HCl \rightarrow 5FeCl_3 + MnCl_2 + KCl + 4H_2O$

$6FeCl_2 + K_2Cr_2O_7 + 14HCl \rightarrow 6FeCl_3 + 2CrCl_3 + 2KCl + 7H_2O$

β) $KMnO_4$: $n = c \cdot V = 0{,}1 \cdot 0{,}12 = 0{,}012$ mol

$5FeCl_2 + KMnO_4 + 8HCl \rightarrow 5FeCl_3 + MnCl_2 + KCl + 4H_2O$

x x/5 = 0,012, x = 0,06 mol

$6FeCl_2 + K_2Cr_2O_7 + 14HCl \rightarrow 6FeCl_3 + 2CrCl_3 + 2KCl + 7H_2O$

0,06 0,06/6 = 0,01

$K_2Cr_2O_7$: $V = n/c = 0{,}01/0{,}1 = 0{,}1$ L = 100 mL.

Ε7.40. Αρχική ποσότητα NaOH: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}05 = 5 \cdot 10^{-3}$ mol.

H_2SO_4: $n = 0{,}055 \cdot 0{,}02 = 1{,}1 \cdot 10^{-3}$ mol.

Για την ποσότητα του NaOH που δεν αντέδρασε:

(mol) $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

$2{,}2 \cdot 10^{-3}$ $1{,}1 \cdot 10^{-3}$

Άρα με τη HCH=O αντέδρασαν $2{,}8 \cdot 10^{-3}$ mol NaOH.

Στα 100 mL διαλύματος 3g H_2O_2

Στα 50 mL 1,5 g H_2O_2

H_2O_2 ($M_r = 34$): $n = (1{,}5/34)$ mol (περισσεύει στο τέλος της αντίδρασης)

(mol) $HCH{=}O + H_2O_2 + NaOH \rightarrow HCOONa + 2H_2O$

$2{,}8 \cdot 10^{-3}$ $2{,}8 \cdot 10^{-3}$ $2{,}8 \cdot 10^{-3}$

HCH=O ($M_r = 30$): $m = 2{,}8 \cdot 10^{-3} \cdot 30 = 0{,}084$ g

Στα 0,5 g δείγματος φυτοφαρμάκου 0,084 g HCH=O

Στα 100 x; = 16,8 g (16,8% w/w)

Ε7.41. α) i. Ni^{2+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8$, 2 μονήρη ηλεκτρόνια.

ii. 4η περίοδο, 10η ομάδα και d τομέα.

β) x = 2.

Ε7.42. α) $2NaIO_3 + 5SO_2 + 4H_2O \rightarrow I_2 + Na_2SO_4 + 4H_2SO_4$

β) I_2 ($M_r = 254$): $n = m/M_r = 12{,}7/254 = 0{,}05$ mol

(mol) $2NaIO_3 + 5SO_2 + 4H_2O \rightarrow I_2 + Na_2SO_4 + 4H_2SO_4$

0,1 0,05

$NaIO_3$: ($M_r = 198$): $n = m/M_r \Rightarrow m = 0{,}1 \cdot 198 = 19{,}8$ g

Στα 100 mL διαλύματος 0,99 g $NaIO_3$

x; = 2000 mL 19,8 g

Επομένως απαιτούνται 2 L διαλύματος $NaIO_3$(aq).

γ) Στα 100 g ορυκτού υπάρχουν 0,3 g $NaIO_3$

y; = 6600 g 19,8 g $NaIO_3$

Επομένως, 6,6 Kg νίτρου της Χιλής.

Ε7.43. α) $5SO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow 5H_2SO_4 + 2MnSO_4 + K_2SO_4$

β) $KMnO_4$: $n = c \cdot V = 0{,}5 \cdot 0{,}016 = 8 \cdot 10^{-3}$ mol.

(mol) $5SO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 + 2H_2O \rightarrow \ldots$

0,02 $8 \cdot 10^{-3}$

(mol) $S + O_2 \rightarrow SO_2$

0,02 0,02

S ($A_r = 32$): $m = 0{,}02 \cdot 32 = 0{,}64$ g

C: $m = 1{,}6 - 0{,}64 = 0{,}96$ g

%C = $(0{,}96/1{,}6) \cdot 100 = 60$% w/w.

γ) C ($A_r = 12$): $n = 0{,}96/12 = 0{,}08$ mol.

(mol) $C + O_2 \rightarrow CO_2$, $\Delta H_1 = -400$ kJ

0,08 εκλύονται $0{,}08 \cdot 400 = 32$ kJ

Επομένως, από την αντίδραση καύσης του S εκλύονται: 38 − 32 = 6 kJ

Από την καύση 0,02 mol S εκλύονται 6 kJ

1 mol x = 300 kJ

Επομένως: $\Delta H_2 = -300$ kJ.

Ε7.44. α) H_2: $n = 0{,}224/22{,}4 = 0{,}01$ mol

(mol) $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

0,01 0,01

Zn: $m = 0{,}01 \cdot 65 = 0{,}65$ g.

β) $KMnO_4$(aq): $n = 1 \cdot 0{,}04$ mol.

i. $5Cu + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 5CuSO_4 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

0,1 0,04

ii. Cu: $m = 0{,}1 \cdot 63{,}5 = 6{,}35$ g.

Ε7.45. α) Στο N_2O_4 έχει αριθμό οξείδωσης (ΑΟ) +4 και οξειδώνεται σε +5 (στο $NaNO_3$) και ανάγεται σε + 3 (στο $NaNO_2$). Τα άλλα στοιχεία διατηρούν τους αρχικούς αριθμούς οξείδωσης.

(mol) $N_2O_4(g) + 2NaOH(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + NaNO_2(aq) + H_2O(\ell)$

β) 0,02 0,04

NaOH(aq): $c = n/V$, $V = n/c = 0{,}04/0{,}5 = 0{,}08$ L = 80 mL.

γ) Τα δύο άλατα διίστανται:

$NaNO_3 \rightarrow Na^+ + NO_3^-$

$NaNO_2 \rightarrow Na^+ + NO_2^-$

Από τα ιόντα των δύο αλάτων μόνο το NO_2^- υδρολύεται:

$NO_2^- + H_2O \rightleftharpoons HNO_2 + OH^-$

Άρα, το διάλυμα θα είναι βασικό.

Ε7.46. α) $3TiO_2(s) + 4C(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 3TiCl_4(g) + 2CO_2(g) + 2CO(g)$

β) i. Τελικές ποσότητες: TiO_2(s): 0 mol, C(s): 0,4 mol, Cl_2(g): 0,03 mol, $TiCl_4$(g): 0,06 mol, CO_2(g): 0,04 mol, CO(g): 0,04 mol.

ii. Με βάση την καταστατική εξίσωση των αερίων, $P \cdot V = n_{ολ} \cdot R \cdot T$, η πίεση στο δοχείο αυξάνεται καθώς με την εξέλιξη της αντίδρασης αυξάνεται ο συνολικός αριθμός των αερίων (6 < 7).

γ) $5CO + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

0,04 0,016

Διάλυμα $KMnO_4$: $c = n/V$, $V = 0{,}016/0{,}5 = 0{,}032$ L = 32 mL.

Ε7.47. α) $5KNO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5KNO_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

β) $KMnO_4$: $n = 0{,}025 \cdot 0{,}04 = 0{,}001$ mol

(mol) $5KNO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5KNO_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

0,0025 0,001

KNO_2 ($M_r = 85$): $m = 0{,}0025 \cdot 85$ g

Στα 0,25 g υπάρχουν $0{,}0025 \cdot 85$ g KNO_2

100 x = 85 g (85%).

Ε7.48. α) $3Sn + K_2Cr_2O_7 + 14HCl \rightarrow 3SnCl_2 + 2CrCl_3 + 2KCl + 7H_2O$

$3Sn + 2K_2Cr_2O_7 + 28HCl \rightarrow 3SnCl_4 + 4CrCl_3 + 4KCl + 14H_2O$

β) Έστω ότι από τα 0,75 mol Sn, y mol οξειδώνονται σε $SnCl_2$ και τα υπόλοιπα (0,75 − y) mol οξειδώνονται σε $SnCl_4$.

$3Sn + K_2Cr_2O_7 + 14HCl \rightarrow 3SnCl_2 + 2CrCl_3 + 2KCl + 7H_2O$

y y/3

$3Sn + 2K_2Cr_2O_7 + 28HCl \rightarrow 3SnCl_4 + 4CrCl_3 + 4KCl + 14H_2O$

(0,75 − y) $2 \cdot (0{,}75 - y)/3$

$K_2Cr_2O_7$: $\frac{y}{3} + \frac{2 \cdot (0{,}75 - y)}{3} = 2 \cdot 0{,}15$

y = 0,6 mol

Το ποσοστό του Sn που οξειδώνεται σε $SnCl_2$ είναι:

$$\frac{0,6}{0,75}\cdot 100 = 80\%$$

Ε7.49. α) i. (1): Οξειδώνεται το N της NH_3 από −3 σε 0 και ανάγεται το N του NO από +2 σε 0 και το O από 0 σε −2.
(2): Οξειδώνεται το N της NH_3 από −3 σε 0 και ανάγεται το N του NO_2 από +4 σε 0.
ii. $8NH_3 + 6NO_2 \rightarrow 7N_2 + 12H_2O$
β) i. Έστω x mol η ποσότητα της NH_3 (σε mol).
(mol) $4NH_3 + 4NO + O_2 \rightarrow 4N_2 + 6H_2O$
x 0,95
−4y −4y 4y
(mol) $8NH_3 + 6NO_2 \rightarrow 7N_2 + 12H_2O$
x − 4y 0,05
−8ω −6ω 7ω
(mol) $4NH_3 + 4NO + 3O_2 \rightarrow 4N_2O + 6H_2O$
x − 4y − 8ω 0,95 − 4y
−4α −4α 4α
N_2O: 4α = 0,001 (1)
NO: 0,95 − 4y − 4α = 0,35 (2)
NO_2: 0,05 − 6ω = 0,02 (3)
NH_3: x − 4y − 8ω − 4α = 0 (4)
(3): ω = 0,005 mol.
(2): 4y = 0,6 − 4α = 0,599 mol.
(4): x = 4y + 8ω + 4α = 0,599 + 0,04 + 0,001 = 0,64 mol.
ii. N_2: 4y + 7ω = 0,599 + 0,035 = 0,634 mol.

Ε7.50. α) Οξειδώνεται το Te από +4 σε +6 και ανάγεται το Cr από +6 σε +3.
$3TeO_2 + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3H_2TeO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$
β) i. $6FeSO_4 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$
Τα mol της περίσσειας του $K_2Cr_2O_7$ είναι ίσα με $2\cdot10^{-4}$ mol.
ii. 10^{-3} mol $K_2Cr_2O_7$ αντέδρασαν, 0,48 g TeO_2.

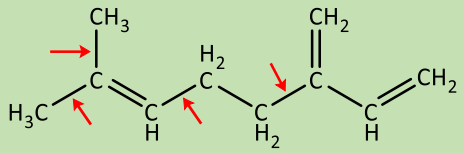
Ε7.51. α) $3H_2S + 2KMnO_4 + 2CO_2 \rightarrow 3S + 2MnO_2 + 2KHCO_3 + 2H_2O$
β) Τα 160 kg S είναι 5000 mol S που με βάση την αντίδραση (4) αντιστοιχούν σε 5000 mol H_2S. Ο συνολικός όγκος του φυσικού αερίου είναι 55.000 mol. Επομένως, η ποσότητα του CH_4 είναι 55.000 − 5000 = 50.000 mol = 1120 m^3.
γ) Από την αντίδραση (1) προκύπτουν $0,8\cdot50.000 = 40.000$ mol CO_2 και από την αντίδραση (2) προκύπτουν $0,1\cdot50.000 = 5000$ mol CO. Έτσι, από την αντίδραση (3) προκύπτουν επιπλέον 5000 mol CO_2. Η συνολική ποσότητα είναι 45.000 CO_2 ή $45.000\cdot22,4 = 1008$ m^3 CO_2. Από αυτά καταναλώθηκαν σύμφωνα με την αντίδραση (4) $(2/3)\cdot5000\cdot22,4 \approx 75$ m^3 CO_2. Έτσι, τελικά απομένουν 1008 − 75 = 933 m^3 CO_2.

Ε7.52. α) $O_2 + 4Mn(OH)_2 + 2H_2O \rightarrow 4Mn(OH)_3$ (1)
$2Mn^{3+} + 2I^- \rightarrow 2Mn^{2+} + I_2$ (2)
$2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$ (3)
β) $y_1 = 4x$.
γ) Εξώθερμη ($\Delta H < 0$).
δ) Για έχουν καλύτερη πρόσληψη $O_2(aq)$ καθώς το καλοκαίρι η διαλυτότητα του O_2 στο νερό μειώνεται.

Ε8. ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ: ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Ε8.1. Δ.

Ε8.2. i. Γ. Ο C(3) σχηματίζει μόνο απλούς δεσμούς και επομένως διαθέτει υβριδισμό sp^3 (τετραεδρική γεωμετρία). Έτσι, σχηματίζει γωνίες περίπου 109°.
ii. Γ. Οι δεσμοί με επικαλύψεις $sp^2 - sp^3$ εμφανίζονται με βέλη:



Ε8.3. i. Β. ii. Γ. iii. Β (σαπωνοποίηση). iv. Β.

Ε8.4. Α.

Ε8.5. Β.

Ε8.6. Α. $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$
$C_6H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$

Ε8.7. Α. $HC{\equiv}CH + 2Na \rightarrow NaC{\equiv}CNa + H_2$
1 mol 2 mol

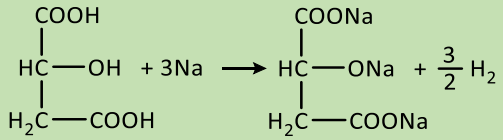
Ε8.8. i. Γ. ii. Α.

Ε8.9. Γ. Αντιδρά με βάσεις, με βασικά οξείδια, με Na και με ανθρακικά άλατα λόγω του −COOH και επίσης αντιδρά με οξέα λόγω της $-NH_2$.

Ε8.10. Α. Η ηλεκτρονιακή πυκνότητα του C μειώνεται καθώς το Cl είναι ηλεκτραρνητικό στοιχείο και επομένως ο αριθμός οξείδωσης (ΑΟ) του C αυξάνεται. Επίσης, λόγω του πολικού δεσμού C − Cl το μόριο εμφανίζει διπολική ροπή (το CH_4 είναι μη πολικό μόριο).

Ε8.11. Β.

Ε8.12. i. Δ. Αντίδραση απόσπασης (αφυδραλογόνωση),
ii. Β.



Ε8.13. Α. Στο 2-πεντένιο, $CH_3CH_2CH{=}CHCH_3$, τα δύο άτομα C του διπλού δεσμού διαθέτουν τον ίδιο αριθμό ατόμων Η και επομένως δεν έχει ισχύ ο κανόνας του Markovnikov.

Ε8.14. Γ. $CH_3CH_2MgCl + D_2O \rightarrow CH_3CH_2D + Mg(OD)Cl$

Ε8.15. Δ. Ισομερή C_4H_8:
1) $CH_3CH{=}CH_2CH_2$. Το ισομερές αυτό με προσθήκη νερού παράγει μόνο ένα προϊόν προσθήκης (δευτεροταγής αλκοόλη) που οξειδώνεται σε κετόνη αποχρωματίζοντας το διάλυμα $KMnO_4$.
2) $CH_3CH_2CH{=}CH_2$. Με προσθήκη νερού παράγει ως κύριο προϊόν μία δευτεροταγή αλκοόλη και ως δευτερεύον προϊόν μία πρωτοταγή αλκοόλη. Και τα δύο προϊόντα οξειδώνονται αποχρωματίζοντας το διάλυμα $KMnO_4$.
3) $(CH_3)_2CH{=}CH_2$. Με προσθήκη νερού παράγει ως κύριο προϊόν μία τριτοταγή αλκοόλη (δεν οξειδώνεται) και ως δευτερεύον προϊόν μία πρωτοταγή αλκοόλη, η οποία οξειδώνονται αποχρωματίζοντας το διάλυμα $KMnO_4$.
Επομένως, σε κάθε περίπτωση το διάλυμα που προκύπτει αποχρωματίζει σταγόνες διαλύματος $KMnO_4$.

Ε8.16. Β. Οι σ δεσμοί είναι 8.

Ε8.17. i. Β. Τα RONa λειτουργούν ως ισχυρές βάσεις κατά Brönsted - Lowry.
ii. Γ. Αντιστοιχούν δύο αμίνες, μία πρωτοταγής ($CH_3CH_2NH_2$) και μία δευτεροταγής ($CH_3{-}NH{-}CH_3$).

Ε8.18. i. Α. Με το αντιδραστήριο Fehling αντιδρούν μόνο οι αλδεΰδες.

ii. Δ. Αντιδρούν με HCN σχηματίζοντας κυανυδρίνες οι αλδεΰδες και οι κετόνες.

Ε8.19. Β.

Ε8.20. Α. Θα πρέπει να είναι τριτοταγής αλκοόλη. Στο μοριακό τύπο $C_5H_{12}O$ αντιστοιχεί μία μόνο τριτοταγής αλκοόλη, η 2-μεθυλο-2-βουτανόλη.

Ε8.21. Α.

Ε8.22. Δ.

Ε8.23. Λανθασμένες είναι οι προτάσεις α, γ, δ και ν.

α) Το κύριο προϊόν της αντίδρασης είναι η 3-μεθυλο-2-προπανόλη, λόγω του κανόνα του Markovnikov.

γ) Η φαινόλη (C_6H_5OH) εξουδετερώνεται με NaOH.

δ) Η υδρόλυση νιτριλίου (RCN) παράγει καρβοξυλικό οξύ (RCOOH).

ν) Η φαινόλη (C_6H_5OH) δεν διασπά τα ανθρακικά άλατα.

Ε8.24. α) Δες λυμένο παράδειγμα στη θεωρία δεσμού σθένους.

β) i. Το μόριο είναι γραμμικό καθώς τα δύο άτομα C έχουν υβριδισμό sp. Έτσι, οι επιμέρους διπολικές ροπές λόγω των δεσμών C – F είναι αντίθετες με αποτέλεσμα το μόριο να μην είναι πολικό. ii. sp, sp - p.

Ε8.25. α) iv. εστέρας.

β) $HCOOCH_2CH_3 + NaOH \rightarrow HCOONa + CH_3CH_2OH$ (σαπωνοποίηση).

γ) $CH_3CH_2OH + 4I_2 + 6NaOH \rightarrow HCOONa + CHI_3 + 5NaI + 5H_2O$.

Ε8.26. α) Επιλογή 2.

β) $CH_3CO\mathbf{OH} + CH_3{}^{18}O\mathbf{H} \rightleftharpoons CH_3CO{-}{}^{18}OCH_3 + \mathbf{H_2O}$

Ε8.27. α) $CH_3CH{=}O < CH_3OH < CH_3CH_2OH < HOCH_2CH_2OH$. Στην ένωση $CH_3CH{=}O$ εμφανίζονται δυνάμεις διπόλου - διπόλου (και δυνάμεις διασποράς) ενώ στις άλλες ενώσεις εμφανίζονται και δεσμοί υδρογόνου που είναι ισχυρότεροι. Η ένωση CH_3CH_2OH έχει μεγαλύτερη σχετική μοριακή μάζα και επομένως έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού από την CH_3OH. Τέλος, η ένωση $HOCH_2CH_2OH$ έχει περισσότερες δυνατότητες σχηματισμού δεσμών υδρογόνου και επομένως διαθέτει το μεγαλύτερο σημείο βρασμού.

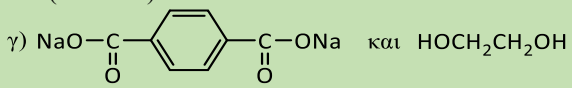
β) Υβριδισμοί sp^3 και sp^2. Είδος επικάλυψης: sp^3 - sp^2.

γ) Η $CH_3CH{=}O$.

$$CH_3CH{=}O + 2AgNO_3 + 3NH_3 + H_2O \rightarrow CH_3COONH_4 + 2Ag + 2NH_4NO_3$$

Ε8.28. α) Με διαδοχικές εστεροποιήσεις μεταξύ των δύο −COOH του τερεφθαλικού οξέος και των δύο −OH της αιθυλενογλυκόλης.

β) Μεταξύ 100 μορίων τερεφθαλικού οξέος και 100 μορίων αιθυλενογλυκόλης σχηματίζονται 199 εστερικοί δεσμοί και επομένως αποβάλλονται 199 μόρια νερού. Επομένως, $M_r = 100\cdot(166 + 62) - 199\cdot18 = 19.218$.

γ)  και $HOCH_2CH_2OH$

Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

Ε8.29. α) $CH_3(CH_2)_4COCH_3 + 4NaOH + 3I_2 \rightarrow CH_3(CH_2)_4COONa + CHI_3 + 3NaI + 3H_2O$

β) $CH_3(CH_2)_4COCH_3 + H_2\ (Ni) \rightarrow CH_3(CH_2)_4CH(OH)CH_3$

γ) $CH_3COOCH_2CH_2CH(CH_3)_2 + NaOH \rightarrow CH_3COONa + (CH_3)_2CHCH_2CH_2OH$

Ε8.30. α) i-4, ii-3, iii-2, iv-1.

Ε8.31. Α: 2,3-διμεθυλο-3-πεντανόλη.

Ε8.32. α) Φιάλη 1: CH_3CH_2COOH, φιάλη 2: $CH_3CH_2CH_2OH$, φιάλη 3: $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$.

β) CH_3CH_2COOH.

$$2CH_3CH_2COOH + CaCO_3 \rightarrow (CH_3CH_2COO)_2Ca + CO_2 + H_2O$$

Ε8.33. α) $CH_3CH_2CH_2NH_2$, $(CH_3)_2CHNH_2$ (ισοπροπυλαμίνη).

β) i. με επίδραση NH_3, ii. με επίδραση KCN, ακολουθούμενη με αναγωγή του σχηματιζόμενου νιτριλίου, παρουσία Ni.

Ε8.34. α) Επιλογή ii.

β) Αντιδράσεις:

$$2\,CH_3CHCOOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2\,CH_3CHCOONa + CO_2 + H_2O$$
(OH στο καθένα)

$$CH_3CHCOOH + 2Na \rightarrow CH_3CHCOONa + H_2$$
(OH στο αριστερό, ONa στο δεξί)

Ε8.35. i. Επίδραση H_2O/H^+.

ii. Επίδραση NaOH σε αλκοόλη.

iii. Επίδραση HCOONa.

iv. Επίδραση CH_3ONa.

v. Επίδραση $CuSO_4$/NaOH (αντιδραστήριο Fehling).

vi. Επίδραση NaOH (σε υδατικό διάλυμα).

Ε8.36. α) Το είδος του πολυμερούς με δύο ή περισσότερα είδη μονομερούς στην ίδια πολυμερική αλυσίδα.

β) $CH_2{=}CH_2$ και $CF_2{=}CF_2$.

γ) C – C: sp^3-sp^3, C – H: sp^3-s, C – F: sp^3-2p.

Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

Ε8.37. Α) 2-μεθυλο-2-προπανόλη, Β) προπανόνη, Γ) ιοντισμός CH_3COOH, Δ) ιοντισμός: $CH_3NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3NH_3^+ + OH^-$, Ε) $CH_3ONa + H_2O \rightarrow CH_3OH + NaOH$, ΣΤ) $HCOOCH_3 + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + CH_3OH$.

Ε8.38. α) (Α): $CH_3CH(OH)COOH$, (Β): $CH_3CH(OH)CN$.

β) i. (Γ): CHI_3, (Δ): $(COONa)_2$.

ii. $CH_3CH(OH)COOH + 4I_2 + 7NaOH \rightarrow (COONa)_2 + CHI_3 + 5NaI + 6H_2O$

Ε8.39. α) sp^2, 4 σ και 2 π δεσμοί C−O.

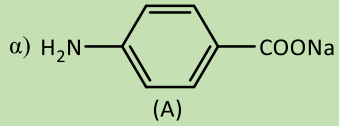
β) C: AO = +3, O: AO = −2 και H: AO = +1.

γ) i. $(COOH)_2 + 2NaOH \rightarrow (COONa)_2 + 2H_2O$.

ii. $5(COOH)_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

Ε8.40. (1): HCN, (2): CH_3COOH/H^+.

Ε8.41.

α)  (Α) CH_3CH_2OH (Β)

β) Δες τη θεωρία.

Ε8.42. α) Με Br_2/CCl_4, β) με Na, γ) με I_2/NaOH ή με το αντιδραστήριο Tollens, δ) με $KMnO_4/H_2SO_4$.

Ε8.43. Επιλογή iv. Εμφανίζεται ο σχηματισμός μίας πλευρικής επικάλυψης (π δεσμός), 4 επικαλύψεις του τύπου sp^2-s (σ δεσμοί) καθώς και μία επικάλυψη sp^2-sp^2 (σ δεσμός).

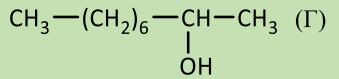
Ε8.44. α) Μεταθετική. Δεν υπάρχει μεταβολή στους αριθμούς οξείδωσης των στοιχείων. C: +4, F: −1, O: −2, H: +1.

β) 3 σ δεσμοί και 1 π δεσμός.

γ) Ο C παρουσιάζει υβριδισμό sp^2 και το F έχει μονήρες ηλεκτρόνιο σε p τροχιακό. Έτσι οι δεσμοί C − F εξηγούνται με επικάλυψη sp^2 - p.

Ε8.45. α) Με την επίδραση του αντιδραστηρίου Tollens ($AgNO_3/NH_3$) μόνο η ένωση Α δίνει κάτοπτρο (Ag). Επίσης, με την επίδραση I_2/NaOH μόνο η Β δίνει κίτρινο ίζημα (CHI_3).

β) Οι δευτεροταγείς αλκοόλες οξειδώνονται σε κετόνες:



Ε8.46. α) i. 5 σ δεσμοί και 1 π δεσμός. ii. Και τα δύο άτομα C εμφανίζουν υβριδισμό sp^2. iii. C = C: 1 επικάλυψη sp^2 - sp^2 (σ δεσμός) και μία πλευρική επικάλυψη p - p (π δεσμός). C − Cl: sp^2 - p (σ δεσμός).

β) i. Προσθήκη, ii. Οξειδοαναγωγική (οξειδώνεται το ένα άτομο C και ανάγεται το άλλο). γ) i. Βλ. θεωρία, ii. PVC.

Ε8.47. Η φιάλη το περιεχόμενο της οποίας αντιδρά με Na_2CO_3 εκλύοντας CO_2 και δεν αποχρωματίζει διάλυμα Br_2/CCl_4 περιέχει βουτανικό οξύ, ενώ η φιάλη που αντιδρά με Na_2CO_3 ελευθερώνοντας CO_2 και επίσης αποχρωματίζει το διάλυμα Br_2 σε CCl_4 περιέχει 2-βουτενικό οξύ. Η φιάλη που σχηματίζει κάτοπτρο Ag με $AgNO_3/NH_3$ (Tollens) είναι η βουτανάλη. Η φιάλη που σχηματίζει ίζημα με $CuCl/NH_3$ και επίσης αποχρωματίζει διάλυμα Br_2/CCl_4 περιέχει το 1-εξίνιο. Η φιάλη που δε σχηματίζει ίζημα με $CuCl/NH_3$, δεν ελευθερώνει αέριο CO_2 με Na_2CO_3, αλλά αποχρωματίζει διάλυμα Br_2/CCl_4 περιέχει το 1-εξένιο. Η φιάλη που απομένει περιέχει εξάνιο.

Ε8.48. α) Ίσες (και οι δύο ενώσεις περιέχουν δύο διπλούς δεσμούς C=C).

β) Αντιδραστήριο Fehling: Αντιδρά μόνο η κιτράλη που διαθέτει αλδεϋδομάδα.

$ACH{=}O + 2CuSO_4 + 5NaOH \rightarrow ACOONa + Cu_2O\downarrow + 2Na_2SO_4 + 3H_2O$.

γ) 3,7-διμεθυλο-1-οκτανόλη.

δ) i. 5 άτομα C. ii. 9 σ δεσμοί C−C.

Ε8.49. Α: $CH_3COOCH_2CH_2CH_3$, Β: CH_3COOH,
Γ: $CH_3CH_2CH_2OH$, Δ: CH_3CH_2COOH.

Ε8.50. α) $H_2NCH_2CN + 2H_2O \rightarrow H_2NCH_2COOH + NH_3$

β) $H_2NCH_2CN + H_2O \rightleftharpoons {}^{+}H_3NCH_2CN + OH^-$ (το −CN έχει −I επαγωγικό φαινόμενο).

γ) 7 σ και 2 π.

Ε8.51. α) Α: $(CH_3)_2CHC{\equiv}CH$,
Β: CH_3CH_2OH,
Γ: $CH_3CH{=}CHCH_3$,
Δ: CH_3OH,
Ε: $CH{\equiv}CH$,
Ζ: $CH_3CH_2CH{=}O$,

β) $5CH_3OH + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2 + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 19H_2O$

Ε8.52. α) $KMnO_4/H_2SO_4$: αποχρωματισμός,
I_2/NaOH: σχηματισμός κίτρινου ιζήματος (CHI_3),
Na_2CO_3: σχηματισμός αερίου (CO_2).

β) Το μίγμα Ι.

γ) $5CH_3CHO + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

$5HCOOH + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

$CH_3CHO + 3I_2 + 4NaOH \rightarrow HCOONa + CHI_3 + 3NaI + 3H_2O$

$2HCOOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2HCOONa + CO_2 + H_2O$

Ε8.53. α) $CH_3CH{=}O + HCN \rightarrow CH_3CH(OH)CN$,
$C_6H_5CH{=}O + HCN \rightarrow C_6H_5CH(OH)CN$,
αντιδράσεις προσθήκης.

β) i. Α-1, Β-2, ii. η $CH_3CH{=}O$ είναι πιο δραστική και αντιδρά ταχύτερα.

γ) $CH_3CH(OH)CN + 2H_2O \rightarrow CH_3CH(OH)COOH + NH_3$.

δ) Ρ: $CH_2{=}CHCOOH$, Σ: $CH_2{=}CHCOOCH_2CH_3$,
Τ: $(-CH_2-\underset{\displaystyle COOCH_2CH_3}{\underset{|}{CH}}-)_\nu$

ε) Με I_2/NaOH (κίτρινο ίζημα).

Ε8.54. α) (1): Οξειδώνεται ο C από −2 σε +2 και ανάγεται το Ο από −1 σε −2.
(2): Οξειδώνεται ο C από −2 σε 0 και ανάγεται το Ο από −1 σε −2.

β) i. $HCHO + 2AgNO_3 + NH_3 + H_2O \rightarrow HCOONH_4 + 2Ag + 2NH_4NO_3$

Ag: $n = 21{,}6/108 = 0{,}2$ mol

(mol) $HCHO + 2AgNO_3 + NH_3 + H_2O \rightarrow 2Ag + HCOONH_4 + 2NH_4NO_3$
0,1 0,2

(mol) $CH_3OH + H_2O_2 \rightarrow HCHO + 2H_2O$ (2)
0,1 0,1

CH_3OH ($M_r = 32$): $n = 12{,}8/32 = 0{,}4$ mol

Άρα η ποσότητα της CH_3OH που μετατράπηκε σε HCOOH θα είναι: 0,4 – 0,1 = 0,3 mol.

$\%CH_3OH \rightarrow HCOOH = (0{,}3/0{,}4)\cdot 100 = 75\%$

Ε8.55. α) i. C_6H_{14}. ii. Το Χ δεν μπορεί να αποχρωματίσει διάλυμα Br_2/CCl_4.

β) i. 2-βουτένιο. ii. Η αύξηση της θερμοκρασίας μειώνει την απόδοση της αντίδρασης αλλά αυξάνει την ταχύτητά της.

γ) Α: $BrCH_2CH_2Br$, αιθυλενοδιαμίνη: $H_2NCH_2CH_2NH_2$, Β: $NCCH_2CH_2CN$, ηλεκτρικό οξύ: $HOOCCH_2CH_2COOH$, πουτρεσκίνη: $H_2NCH_2CH_2CH_2CH_2NH_2$ ή $H_2N(CH_2)_4NH_2$.

δ) $H_2N(CH_2)_4NH_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2N(CH_2)_4NH_3^+ + OH^-$
$H_2N(CH_2)_4NH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons H_3N^+(CH_2)_4NH_3^+ + OH^-$
Η πουτρεσκίνη διαθέτει πολικούς δεσμούς N − H ενώ έχει τη δυνατότητα να σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού διευκολύνοντας έτσι το φαινόμενο της διαλυτοποίησης.

ii. $H_2N(CH_2)_4NH_2 + 2HCl \rightarrow ClNH_3(CH_2)_4NH_3Cl$.

Ε8.56. Έστω x mol η ποσότητα της πρωτοταγούς αλκοόλης ($C_\nu H_{2\nu+1}OH$) και y mol η ποσότητα του CH_3COOH. Ισχύει: x = 10/(14ν+18). Η ποσότητα της αλκοόλης που αντιδρά είναι 0,6x.

(mol) $CH_3COOH + C_\nu H_{2\nu+1}OH \rightleftharpoons CH_3COOC_\nu H_{2\nu+1} + H_2O$
y x
−0,6x −0,6x 0,6x

$CH_3COOC_\nu H_{2\nu+1}$: $M_r = 14\nu + 60$.

Ισχύει επίσης: $0{,}6x = 10{,}2/(14\nu + 60)$.

Από τις παραπάνω σχέσεις προκύπτει: ν = 3 και επομένως η πρωτοταγής αλκοόλη θα είναι η $CH_3CH_2CH_2OH$ και ο εστέρας θα είναι ο $CH_3COOCH_2CH_2CH_3$.

Ε8.57. β) Α: 2-μεθυλοπροπανάλη, Β: βουτανόνη.

γ) ii. 19,7 g.

Ε8.58. α) Θα πρέπει το αλκένιο να είναι συμμετρικό. Έστω x mol η ποσότητα του αλκενίου ($C_\nu H_{2\nu}$, $M_r = 14\nu$). Θα ισχύει:

$$x = \frac{11{,}2}{14\nu} \quad (1)$$

(mol) $C_\nu H_{2\nu} + H_2O \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}OH$
x x

Η αλκοόλη θα είναι πρωτοταγής ή δευτεροταγής. Για να είναι

πρωτοταγής θα πρέπει το αλκένιο να είναι το $CH_2{=}CH_2$, οπότε η αλκοόλη θα είναι η CH_3CH_2OH. Έστω ότι είναι πρωτοταγής.

(mol) $5CH_3CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$

x 4x/5

$KMnO_4$: $n = c \cdot V = 2 \cdot 0{,}04 = 0{,}08$ mol

$4x/5 = 0{,}08$, $x = 0{,}1$ mol.

(1): $0{,}1 = \frac{11{,}2}{14\nu}$, $14\nu = 112$, $\nu = 8$ (δεν ισχύει).

β) Έστω ότι είναι δευτεροταγής.

(mol) $5C_\nu H_{2\nu+1}OH + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5C_\nu H_{2\nu}O + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

x 2x/5

$2x/5 = 0{,}08$, $x = 0{,}2$ mol.

(1): $0{,}2 = \frac{11{,}2}{14\nu}$, $14\nu = 56$, $\nu = 4$

Επομένως είναι το 2-βουτένιο (το μοναδικό συμμετρικό αλκένιο με 4 άτομα C).

(Χ): $CH_3CH{=}CHCH_3$

Ε8.59. α) 3-μεθυλο-1-βουτίνιο. β) Γ: προπένιο, Δ: αιθίνιο. γ) iii. 5,44 Kg.

Ε8.60. α) Α: $ClCH_2COOH$, Β: $ClCH_2COONa$, Γ: $NC{-}CH_2COONa$, Δ: $NaOOC{-}CH_2{-}COONa$, Ε: $HOOC{-}CH_2{-}COOH$, Ζ: $CH_3CH_2OOCCH_2COOCH_2CH_3$.

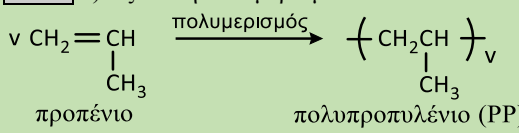
β) i. sp^3 και sp^2. ii. $sp^3 - p$.

γ) Θ: $HOCH_2COONa$, Κ: $HOCH_2COOH$.

Ε8.61. α) Α: H_2, Β: CO_2. β) 0,4 mol. γ) 18,8% w/w.

Ε8.62. 40% w/w.

Ε8.63. α) Εξίσωση πολυμερισμού:



προπένιο πολυπροπυλένιο (PP)

β) $\Pi = c \cdot R \cdot T \Rightarrow c = 1{,}25 \cdot 10^{-2}/25 = 5 \cdot 10^{-4}$ M

Πολυμερές: $n = 5 \cdot 10^{-4} \cdot 10 = 5 \cdot 10^{-3}$ mol

Η μάζα του πολυμερούς είναι επίσης 420 g.

M_r(πολυμερούς) $= 420/5 \cdot 10^{-3} = 84.000$

$(C_3H_6)_\nu$: $42\nu = 84.000$, $\nu = 2000$ μόρια μονομερούς

Ε8.64. α) 0,025 mol γλυκόζης, 1,12 L CO_2.

β) Η ζυμάση είναι ένζυμο και σε υψηλές θερμοκρασίες μετουσιώνεται και χάνει τη λειτουργικότητά του.

γ) $CH_3CH{=}O + H_2(Ni) \rightarrow CH_3CH_2OH$

δ) Με το αντιδραστήριο Fehling (Cu_2O, καστανοκόκκινο ίζημα).

Ε8.65. α) $HCOOH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons HCOOCH_2CH_3 + H_2O$

β) Η K_c της παραπάνω ισορροπίας έχει τιμή αντίστροφη της σταθεράς υδρόλυσης του εστέρα, δηλαδή 4.

(mol) $HCOOH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons HCOOCH_2CH_3 + H_2O$

0,15 0,15 – –

−x −x x x

0,15 – x 0,15 – x x x

Από την έκφραση της σταθεράς K_c:

$$K_c = \frac{[HCOOCH_2CH_3]\cdot[H_2O]}{[HCOOH]\cdot[CH_3CH_2OH]} = 4 \Rightarrow \frac{x^2}{(0{,}15-x)^2} = 4$$

$x = 0{,}3 - 2x \Rightarrow x = 0{,}1$

Τα αντιδρώντα είναι σε στοιχειομετρική αναλογία.

$\alpha = x/0{,}15 = 2/3$ (200/3 %)

Ε8.66. Το αλκένιο ($C_\nu H_{2\nu}$) σχηματίζει 2ν δεσμούς σ C−H και (ν−1) δεσμούς σ C−C και ισχύει: $2\nu + (\nu-1) = 8$, $\nu = 3$. Άρα, το αλκένιο είναι το προπένιο ($CH_3CH{=}CH_2$).

Επομένως:

Κ: $CH_3CH(Cl)CH_3$

Λ: $(CH_3)_2CHMgCl$

Μ: $(CH_3)_2CHCH(OH)CH_3$ (3-μεθυλο-2-βουτανόλη).

Ε8.67. α) Ο C της HCHO ανάγεται από 0 σε −2 (CH_3OH) και παράλληλα οξειδώνεται από 0 σε +2 (HCOONa).

β) 16 mL.

Ε8.68. Έστω x mol 2-προπανόλης και y mol 1-προπανόλης.

Θα ισχύει: $60x + 60y = 12$, $x + y = 0{,}2$ (1)

Η ποσότητα του $KMnO_4$ που μπορεί να αποχρωματιστεί από το μίγμα είναι $n = (2x + 4y)/5$. Αντικαθιστώντας την ποσότητα x από την εξίσωση (1), προκύπτει ότι: $n = (0{,}2 + 2y)/5$. Για να γίνει αποχρωματισμός του διαλύματος θα πρέπει να ισχύει: $(0{,}2 + 2y)/5 \geq 0{,}2$ ή $y \geq 0{,}3$ mol που δεν ισχύει καθώς: x, y < 0,2 mol. Άρα δεν θα γίνει αποχρωματισμός.

Ε8.69. α) Α: προπανάλη, β) 2-υδροξυβουτανονιτρίλιο, 2-υδροξυβουτανικό οξύ.

γ) $CH_3CH_2CHO \rightarrow CH_3CH_2CH_2OH \rightarrow CH_3CH_2CH_2Cl \rightarrow CH_3CH_2CH_2MgCl$.

$CH_3CH_2CH_2MgCl + CH_3CH_2CHO \rightarrow$ 3-εξανόλη.

δ) Β: προπανόνη, Γ: αιθανικό νάτριο.

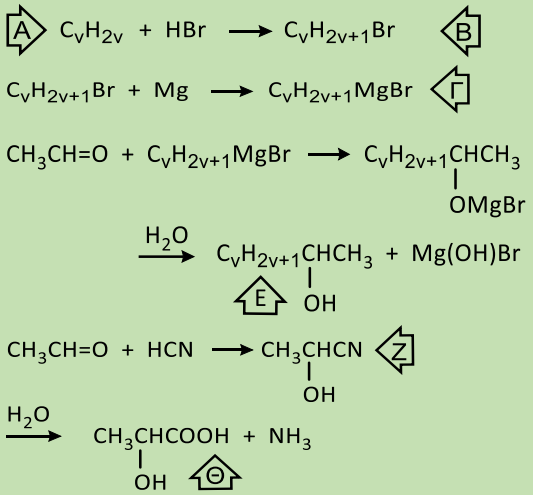
Ε8.70. α) $HCOOC(CH_3)_3$.

β) Προκαλεί θόλωμα ($CaCO_3$) με διοχέτευσή του σε ασβεστόνερο.

Ε8.71. β) i. $7{,}5 \cdot 10^{-3}$ mol, ii. 0,1 M.

Ε8.72. α) $HCOOCH(CH_3)_2$. β) 40 mL.

Ε8.73. Η αλδεΰδη Δ είναι η $CH_3CH{=}O$ γιατί είναι η μόνη αλδεΰδη που προκύπτει με επίδραση νερού σε αλκίνιο (το αιθίνιο ή ακετυλένιο, $CH{\equiv}CH$). Έστω $C_\nu H_{2\nu}$ ο τύπος του αλκενίου Α. Έχουμε κατά σειρά τις αντιδράσεις:



Η αλδεΰδη Δ έχει $M_r = 44$ και επομένως η ποσότητά της σε mol είναι ίση με x/44. Από τη στοιχειομετρία της τελευταίας αντίδρασης προκύπτει ότι η ποσότητα της Θ είναι επίσης x/44 mol. Καθώς για την ένωση αυτή $M_r = 90$, θα ισχύει: $(x/44) \cdot 90 = 18$ και άρα: x = 8,8 g (0,2 mol). Από τη στοιχειομετρία της τρίτης αντίδρασης προκύπτει ότι η ποσότητα της ένωσης Ε ($M_r = 14\nu + 46$) είναι επίσης 0,2 mol και επομένως για τη μάζα της ένωσης αυτής θα ισχύει:

$8{,}8 + 6 = 0{,}2 \cdot (14\nu + 46)$, $\nu = 2$

$CH_2=CH_2$ (Α), CH_3CH_2Br (Β), CH_3CH_2MgBr (Γ), $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ (Ε).

Ε8.74. α) Η ένωση Α είναι εστέρας και με σαπωνοποίηση (με NaOH) δίνει την αλκοόλη Γ και το άλας Β.

Α: $(CH_3)_2CHCOOCH(CH_3)_2$ Β: $(CH_3)_2CHCOONa$

Γ: $(CH_3)_2CHOH$ Δ: $(CH_3)_2C=O$

Ε: $(CH_3)_2CHCl$ Ζ: $(CH_3)_2CHCN$

Θ: $(CH_3)_2CHCOOH$

β) Η ένωση Β είναι άλας που διίσταται και στη συνέχεια ένα από τα ιόντα του υδρολύεται:

$(CH_3)_2CHCOONa \rightarrow (CH_3)_2CHCOO^- + Na^+$

$(CH_3)_2CHCOO^- + H_2O \rightleftharpoons (CH_3)_2CHCOOH + OH^-$

Επομένως, το διάλυμα θα είναι βασικό.

Ο δείκτης ΗΔ έχει $pK_{a,HΔ} = 5$ και επομένως η περιοχή pH αλλαγής χρώματος θα είναι $(pK_{a,HΔ} - 1)$ - $(pK_{a,HΔ} + 1$ δηλαδή 4(κόκκινο) – 6(κίτρινο). Εφόσον το διάλυμα έχει pH > 7 θα έχει κίτρινο χρώμα.

Ε8.75. α) 1-βουτένιο: $CH_3CH_2CH=CH_2$. Α (κύριο προϊόν): 2-βουτανόλη, Β (δευτερεύον προϊόν): 1-βουτανόλη, σύμφωνα με τον κανόνα του Markovnikov.

β) 2-βουτανόλη.

$CH_3CH_2CH(OH)CH_3 + 4I_2 + 6NaOH \rightarrow$

$CH_3CH_2COONa + CHI_3 + 5NaI + 5H_2O$

γ) $5CH_3CH_2CH(OH)CH_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow$

$5CH_3CH_2COCH_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

$5CH_3CH_2CH(OH)CH_3 + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow$

$5CH_3CH_2COCH_3 + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$

$CH_3CH_2CH=CH_2$ ($M_r = 56$): n = 61,6/56 = 1,1 mol.

Έστω ότι από τα 1,1 mol του $CH_3CH_2CH=CH_2$ τα x mol μετατρέπονται στο κύριο προϊόν και τα υπόλοιπα (1,1 − x) mol στο δευτερεύον προϊόν. Στην 1η αντίδραση καταναλώθηκαν (2x/5) mol $KMnO_4$ και στη δεύτερη (4/5)·(1,1 − x) mol $KMnO_4$.

$KMnO_4$: $n = c \cdot V = 2 \cdot 0{,}24 = 0{,}48$ mol.

Ισχύει: (2x/5) + (4/5)·(1,1 − x) = 0,48, x = 1 mol.

Το ποσοστό μετατροπής του 1-βουτενίου στο κύριο προϊόν Α είναι: (1/1,1)·100 ≈90,9%. Το ποσοστό μετατροπής του 1-βουτενίου στο δευτερεύον προϊόν Β είναι: (0,1/1,1)·100 ≈ 9,1%.

Ε8.76. α) Το HCOOH είναι η μοναδική από τις ενώσεις η οποία οξειδώνεται και επίσης διασπά τα ανθρακικά άλατα.

β) Υπολογίζουμε το M_r και στις δύο περιπτώσεις. Από αυτές μόνο στην περίπτωση της CH_3CH_2OH το M_r είναι το πραγματικό (αυτό που υπολογίζεται από τα A_r).

γ) Β: ακετόνη, Γ: ακεταλδεΰδη, Δ: αιθανικό (οξικό) οξύ, Ζ: αιθανικός αιθυλεστέρας.

δ) Οι ενώσεις CH_3COOH και CH_3CH_2OH που παράγουν με εστεροποίηση $CH_3COOCH_2CH_3$.

Ε8.77. Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

Α: $CH_3CH=CHCH_3$ Β: $CH_3CH_2\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}HCH_3$

Γ: $CH_3CH_2\underset{\displaystyle MgCl}{\underset{|}{C}}HCH_3$ Δ: $CH_3CH=O$

Ε: $CH_3CH_2\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}H-\underset{\displaystyle OMgCl}{\underset{|}{C}}HCH_3$ Ζ: $CH_3CH_2\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}H-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}HCH_3$

Θ: $CH_3CH_2\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}H-COONa$ Λ: $CH_3CH_2\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}H-COOH$

K: $CH_3CH_2\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}HCN$

Ε8.78. α) Το αλκυλοβρωμίδιο, $C_vH_{2v+1}Br$ μπορεί να δώσει με την επίδραση KOH προϊόν απόσπασης (αλκένιο, C_vH_{2v}) ή προϊόν υποκατάστασης (αλκοόλη, $C_vH_{2v+1}OH$).

$C_vH_{2v+1}OH$: $M_r = 14v + 18 = 60$, v = 3.

Καθώς η αλκοόλη είναι δευτεροταγής θα είναι η 2-προπανόλη: $CH_3CH(OH)CH_3$ (ένωση Β).

Το αλκένιο θα είναι το προπένιο: $CH_3CH=CH_2$.

Το αλκυλοβρωμίδιο θα είναι το $CH_3CH(Br)CH_3$.

β) $CH_3CH(OH)CH_3$ ($M_r = 60$): $n = 24/60 = 0{,}4$ mol.

KBr ($M_r = 119$): $n = 119/119 = 1$ mol.

(mol) $CH_3CH(Br)CH_3 + KOH \rightarrow CH_3CH(OH)CH_3 + KBr$

0,4 0,4 0,4

(mol) $CH_3CH(Br)CH_3 + KOH \rightarrow CH_3CH=CH_2 + KBr + H_2O$

0,6 0,6 0,6

$CH_3CH=CH_2$: $V = 0{,}6 \cdot 22{,}4 = 13{,}44$ L.

γ) Το ποσοστό του Α που μετασχηματίστηκε στην αλκοόλη Β είναι: (0,4/1,25)·100 = 32%. Το ποσοστό του Α που μετασχηματίστηκε στο αλκένιο Γ είναι: (0,6/1,25)·100 = 48%. Προφανώς 20% του αλκενίου δεν αντέδρασε.

Ε8.79. Στο μοριακό τύπο C_4H_8O ($M_r = 72$) αντιστοιχούν δύο αλδεΰδες και μία κετόνη.

$CH_3CH_2CH_2CH=O$

$(CH_3)_2CHCH=O$

$CH_3CH_2COCH_3$

Έστω x mol η ποσότητα της μίας καραβονυλικής ένωσης και x mol η ποσότητα της άλλης καρβονυλικής ένωσης.

Ισχύει: 72x + 72x = 1,44, x = 0,01 mol.

Μία από τις καρβονυλικές ενώσεις είναι σίγουρα αλδεΰδη.

$RCH=O + 2AgNO_3 + 3NH_3 + H_2O \rightarrow RCOONH_4 + 2Ag + 2NH_4NO_3$

0,01 0,02

Ag ($A_r = 108$): $n = 4{,}32/108 = 0{,}04$ mol.

Επομένως και η άλλη καρβονυλική ένωση είναι αλδεΰδη.

β) i. βουτανόνη, ii. με $H_2/Ni \rightarrow$ 2-βουτανόλη, με I_2/NaOH αλογονοφορμική αντίδραση, με HCN και στη συνέχεια με H_2O/H^+ προκύπτει 2-μεθυλο-2-υδροξυβουτανικό οξύ.

Ε8.80. α) Α: CH_3CH_2OH, Β: CH_3CH_2Cl, Γ: CH_3CH_2MgCl, Δ: $CH_3CH_2CH(OMgCl)CH_3$, Ε: $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$, Ζ: CH_3CH_2COONa, Θ: $CH_3CH=O$, Κ: CH_3COONa, Λ: $CH_2=CH_2$.

β) $CH_2=CH_2$: 5 σ δεσμοί και ένας π δεσμός.

γ) Όλοι οι δεσμοί C−H εξηγούνται με επικαλύψεις sp^2 υβριδικά τροχιακά του C με 1 s ατομικό τροχιακό του Η. Ο σ δεσμός C−C εξηγείται με επικάλυψη sp^2 - sp^2 ενώ ο π δεσμός με (πλευρική) επικάλυψη p - p.

Ε8.81. Η κορεσμένη μονοσθενής αλκοόλη η οποία με οξείδωση παράγει αέριο (CO_2) είναι η CH_3OH. Έστω x mol 2-προπανόλης, y mol CH_3OH και ω mol της κετόνης $C_\mu H_{2\mu}O$ στο αρχικό μίγμα. Το 1ο μέρος (αλλά και το 2ο μέρος) θα περιέχει τις μισές ποσότητες από τις ενώσεις αυτές.

$5CH_3OH + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4$

$\rightarrow 5CO_2 + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 19H_2O$

Τα y/2 mol CH_3OH αντιδρούν με 0,6y mol $KMnO_4$ και παράγουν y/2 mol CO_2.

CO_2: $n = 2{,}24/22{,}4 = 0{,}1$ mol.

Επομένως, y/2 = 0,1, y = 0,2 mol.
Η ποσότητα του $KMnO_4$ που απαιτείται για την οξείδωση της CH_3OH είναι 0,6y = 0,12 mol.
$KMnO_4$: n = 0,5·0,32 = 0,16 mol.
Άρα, για την οξείδωση της 2-προπανόλης απομένουν τα υπόλοιπα 0,16 – 0,12 = 0,04 mol.
$5CH_3CH(OH)CH_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COCH_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$
Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι τα x/2 mol 2-προπανόλης αντιδρούν με 0,2x mol $KMnO_4$ και ισχύει:
0,2x = 0,04, x = 0,2 mol.
Με το I_2/NaOH αντιδρά σίγουρα η 2-προπανόλη και ενδεχόμενα η κετόνη (αν είναι μεθυλοκετόνη).
CHI_3 (M_r = 394): n = 78,8/394 = 0,2 mol.
$CH_3CH(OH)CH_3 + 4I_2 + 6NaOH \rightarrow 5CH_3COONa + CHI_3\downarrow + 5NaI + 5H_2O$
Τα x/2 = 0,1 mol της 2-προπανόλης παράγουν 0,1 mol CHI_3 και επομένως τα υπόλοιπα 0,1 mol ιζήματος παράγονται από αντίστοιχο αριθμό mol της κετόνης.
Επομένως ω/2 = 0,1, ω = 0,2 mol.
Η συνολική ποσότητα του αρχικού μίγματος είναι 30 g.
0,2·32 + 0,2·60 + 0,2·(14ν + 16) = 30, ν = 3.
Επομένως, η κετόνη είναι η προπανόνη: CH_3COCH_3.

Ε8.82. α) Οι ισομερείς αλκοόλες του τύπου $C_4H_{10}O$ είναι τέσσερις. Η 1-βουτανόλη και η 2-μεθυλο-1-προπανόλη (πρωτοταγείς), η 2-βουτανόλη (δευτεροταγής) και η 2-μεθυλο-2-προπανόλη (τριτοταγής). Έστω από x mol οι ποσότητες των δύο αλκοολών στο αρχικό μίγμα. Το 1ο (αλλά και το 2ο) μέρος θα περιέχει τις μισές ποσότητες των δύο αλκοολών.
Με Na αντιδρούν όλα τα ισομερή.
(mol) $ROH + Na \rightarrow RONa + (1/2)H_2$
x/2 x/4
(mol) $R'OH + Na \rightarrow R'ONa + (1/2)H_2$
x/2 x/4
H_2: n = 1,12/22,5 = 0,05 mol.
Ισχύει: (x/4) + (x/4) = 0,05, x = 0,1 mol.
β) $KMnO_4$: n = 0,1·0,2 = 0,02 mol.
Έστω ότι η μία αλκοόλη στο μίγμα είναι πρωτοταγής: $C_3H_7CH_2OH$.
$5C_3H_7CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5C_3H_7COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$
Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι τα x/2 = 0,05 mol της πρωτοταγούς αλκοόλης αντιδρούν με 0,04 mol $KMnO_4$. Καθώς όλο το μίγμα αντιδρά πλήρως με 0,02 mol $KMnO_4$ δεν μπορεί καμία από τις δύο αλκοόλες να είναι πρωτοταγής. Έτσι το μίγμα αποτελείται από τις δύο άλλες ισομερείς αλκοόλες, τη 2-βουτανόλη (δευτεροταγής) και η 2-μεθυλο-2-προπανόλη (τριτοταγής).
γ) i. Με αφυδάτωση της 2-μεθυλο-2-προπανόλης παρουσία H_2SO_4 σε κατάλληλες συνθήκες.
ii. Από τη 2-βουτανόλη με την αλογονοφορμική αντίδραση, π.χ. με Cl_2/NaOH.

Ε8.83. Το μοναδικό κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό οξύ που οξειδώνεται (εύκολα) είναι το HCOOH.
Έστω x mol η ποσότητα του HCOOH και y mol η ποσότητα του οξέος $C_\nu H_{2\nu+1}COOH$ ($\nu \geq 0$) στο αρχικό μίγμα. Το 1ο (αλλά και το 2ο) μέρος θα περιέχει τις μισές ποσότητες των δύο αυτών οξέων. Με το Na_2CO_3 αντιδρούν και τα δύο οξέα:
(mol) $2HCOOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2HCOONa + CO_2\uparrow + H_2O$
x/2 x/4
(mol) $2C_\nu H_{2\nu+1}COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2C_\nu H_{2\nu+1}COONa + CO_2 + H_2O$
y/2 y/4
CO_2: n = 1,12/22,5 = 0,05 mol.
Ισχύει: (x/4) + (y/4) = 0,05, x + y = 0,2 mol (1).
$KMnO_4$: n = 0,1·0,2 = 0,02 mol.
$5HCOOH + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$
Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι τα x/2 mol HCOOH αντιδρούν με 0,2x mol $KMnO_4$ και ισχύει:
0,2x = 0,02, x = 0,1 mol.
Έτσι, από την (1) προκύπτει: y = 0,1 mol.
Καθώς το αρχικό μίγμα έχει μάζα 10,6 g, θα ισχύει:
0,1·46 + 0,1·(14ν + 46) = 10,6, ν = 1: CH_3COOH.
Οι μάζες των δύο οξέων στο αρχικό μίγμα θα είναι:
m(HCOOH) = 0,1·46 = 4,6 g.
m(CH_3COOH) = 10,6 − 4,6 = 6 g.

Ε8.84. α) Τα δύο προϊόντα της οξείδωσης της αιθανόλης είναι η αιθανάλη και το αιθανικό οξύ. Από τα δύο αυτά προϊόντα το Β είναι το CH_3COOH (εξουδετερώνεται) και το Α είναι η $CH_3CH{=}O$.
NaOH: n = 0,4·0,15 = 0,06 mol.
(mol) $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$
0,06 0,06
β) $K_2Cr_2O_7$: n = 0,5·0,1 = 0,05 mol.
Έστω x mol της CH_3CH_2OH οξειδώνονται σε $CH_3CH{=}O$ και y = 0,06 mol οξειδώνονται σε 0,06 mol CH_3COOH.
$3CH_3CH_2OH + 2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3COOH + 2Cr_2(SO_4)_3 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$
Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι τα 0,06 mol CH_3COOH προέρχονται από την αντίδραση 0,06 mol CH_3CH_2OH με 0,04 mol $K_2Cr_2O_7$. Επομένως, τα υπόλοιπα 0,05 – 0,04 = 0,01 mol $K_2Cr_2O_7$ χρησιμοποιήθηκαν για την οξείδωση της CH_3CH_2OH προς $CH_3CH{=}O$.
$3CH_3CH_2OH + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3CH{=}O + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 7H_2O$
Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι τα 0,01 mol $K_2Cr_2O_7$ αντιδρούν με 0,03 mol CH_3CH_2OH και παράγουν 0,03 mol $CH_3CH{=}O$ (προϊόν Α).
γ) Ποσοστό της αιθανόλης → Α = (0,03/0,1)·100 = 30%.
Ποσοστό της αιθανόλης → Β = (0,06/0,1)·100 = 60%.

Ε8.85. α) Έστω $RCOOR'$ ($C_\nu H_{2\nu}O_2$) ο τύπος του εστέρα και x mol η ποσότητά του.
$C_\nu H_{2\nu}O_2$ (M_r = 14ν + 32): x = 14,5/(14ν + 32) (1).
(mol) $RCOOR' + H_2O \rightleftharpoons RCOOH + R'OH$
x
−0,8x 0,8x 0,8x
RCOOH: c = 0,8x/0,2 = 4x (M) (2).
(M) $RCOOH + H_2O \rightleftharpoons RCOO^- + H_3O^+$
c – y y y = $10^{-2,5}$ (από pH = 2,5)
K_a(RCOOH) = $2\cdot10^{-5} = x^2/c = 10^{-5}/c$, c = 0,5 M.
β) Από την (2): x = 0,125 mol.
Από την (1): ν = 6. Για να προκύψει το οξύ Α από την αλκοόλη Β θα πρέπει να έχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα στο μόριό τους και η αλκοόλη να είναι πρωτοταγής. Επομένως:
Α: CH_3CH_2COOH
Β: $CH_3CH_2CH_2OH$
Χ: $CH_3CH_2COOCH_2CH_2CH_3$
γ) Η ποσότητα της αλκοόλης Β είναι 0,8x = 0,1 mol. Προσδιορίζουμε την ποσότητα του $KMnO_4$ που μπορεί να αποχρωματίσει η ποσότητα αυτή της αλκοόλης Β.

$5CH_3CH_2CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow$
$5CH_3CH_2COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$
Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι τα 0,1 mol $CH_3CH_2CH_2OH$ αποχρωματίζουν το πολύ 0,08 mol $KMnO_4$.
$KMnO_4$: $n = 0,4 \cdot 0,6 = 0,24$ mol.
Άρα το διάλυμα $KMnO_4$ δεν θα αποχρωματιστεί.

Ε8.86. Α: CH_3CH_2OH, Β: CH_3CH_2COONa, Γ: $CH_2{=}CH_2$, Δ: $ClCH_2CH_2Cl$, Ε: $CH{\equiv}CH$, Ζ: $CH_3CH{=}O$, Η: CH_3COONH_4, Θ: CH_3CH_2Cl, Ι: CH_3CH_2CN, Κ: CH_3CH_2COOH, Λ: $CH_3CH_2CH_2NH_2$, Μ: $CH_3CH_2COO^-$ $CH_3CH_2CH_2NH_3^+$ (άλας), $C_\nu H_{2\nu}O_2$: $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$.

Ε8.87. α) Η Ε είναι καρβοξυλικό οξύ, οπότε η Δ είναι πρωτοταγής αλκοόλη και επομένως η Γ θα πρέπει να είναι η HCHO.
β) Έστω x mol $C_\nu H_{2\nu+1}Br$.
1ο μέρος
(mol) $C_\nu H_{2\nu+1}Br + NaOH \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}OH + NaBr$
x/2 x/2
2ο μέρος
(mol) $C_\nu H_{2\nu+1}Br + Mg \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}MgBr$
x/2 x/2
(mol) $C_\nu H_{2\nu+1}MgBr + HCH{=}O \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}CH_2OMgBr$
x/2 x/2
(mol) $C_\nu H_{2\nu+1}CH_2OMgBr + H_2O \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}CH_2OH + Mg(OH)Br$
x/2 x/2
(mol) $5C_\nu H_{2\nu+1}CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow$
x/2 0,4x
$\rightarrow 5C_\nu H_{2\nu+1}COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$
x/2
$KMnO_4$: $n = 0,2 \cdot 0,12 = 0,024$ mol.
Ισχύει: $0,4x = 0,024$, $x = 0,06$ mol.
γ) Αντίδραση εστεροποίησης:
(mol) $C_\nu H_{2\nu+1}COOH + C_\nu H_{2\nu+1}CH_2OH \rightleftharpoons (Z) + H_2O$
0,03 0,03
−y −y y y
$\alpha = 2/3$, $y/0,03 = 2/3$, $y = 0,02$ mol.
(Z): $C_\nu H_{2\nu+1}COOCH_2C_\nu H_{2\nu+1}$ ($M_r = 14\nu + 74$): $0,02 = 2,04/M_r$, $M_r = 102$.
$14\nu + 74 = 102$, $\nu = 2$.
Α: CH_3CH_2Br Β: CH_3CH_2OH
Δ: $CH_3CH_2CH_2OH$ Ε: CH_3CH_2COOH
Ζ: $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$

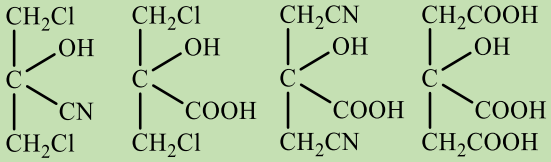
Ε8.88. α) i. $\left(CH_2-\underset{\underset{COOH}{|}}{CH}\right)_{100}$
ii. Καθώς το M_r του μονομερούς είναι ίσο με 72, το ακριβές M_r του πολυμερούς θα είναι ίσο με: $100 \cdot 72 + 2 = 7202$.
β) Η ποσότητα του PAA αντιστοιχεί σε $14,404/7202 = 2 \cdot 10^{-3}$ mol ή σε $c = 2 \cdot 10^{-3}/2 = 10^{-3}$ M. Καθώς κάθε μόριο PAA διαθέτει 100 −COOH, η συγκέντρωση του διαλύματος σε −COOH θα είναι $10^{-3} \cdot 100 = 0,1$ M. Αν το υπόλοιπο τμήμα του πολυμερούς εκτός από τις ομάδες −COOH συμβολιστεί με Α:
$ACOOH + H_2O \rightleftharpoons ACOO^- + H_3O^+$
$0,1 - x \approx 0,1$ M x x
$10^{-5} = x^2/0,1$, $x = [H_3O^+]$, pH = 3.

Ε8.89. α) i. Με βάση το νόμο της ωσμωτικής πίεσης.

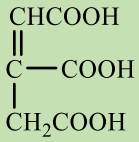
$$\Pi \cdot V = n \cdot R \cdot T,\ n = \frac{\Pi \cdot V}{R \cdot T} = \frac{6,15 \cdot 0,2}{0,082 \cdot 300} = 0,05 \text{ mol}$$

Η ποσότητα του υδρογονάνθρακα Α είναι επίσης 0,05 mol.
Στα 100 mL διαλύματος περιέχουν 8 g Br_2
Στα 200 mL x = 16 g
$n = 16/160 = 0,1$ mol.
Καθώς η ποσότητα του υδρογονάνθρακα μπορεί να αντιδράσει σε διπλάσια ποσότητα Br_2 θα πρέπει να διαθέτει δύο διπλούς δεσμούς (αλκαδιένιο) ή έναν τριπλό δεσμό (αλκίνιο). Και στις δύο περιπτώσεις ο γενικός μοριακός τύπος είναι $C_\nu H_{2\nu-2}$.
$C_\nu H_{2\nu-2}$: $M_r = 14\nu - 2 = 54$, $\nu = 4$, C_4H_6.
ii. Εφόσον τα άτομα C είναι όλα σε ευθεία διάταξη, τα δύο εσωτερικά άτομα C θα πρέπει να έχουν υβριδισμό sp και επομένως η ένωση Α θα είναι το 2-βουτίνιο: $CH_3C{\equiv}CCH_3$.
β) Β: βουτανόνη, Γ: 2-βουτανόλη, Δ: 2-χλωροβουτάνιο, Ε: HCH=O, Ζ: 2-μεθυλο-1-βουτανόλη, Θ: 2-μεθυλοβουτανικό οξύ.

Ε8.90. α) Κιτρικό οξύ: $n = 1,92/192 = 0,01$ mol.
(mol) $2A(COOH)_x + xNa_2CO_3 \rightarrow A(COONa)_x + xCO_2\uparrow + xH_2O$
0,01 $(x/2) \cdot 0,01$
CO_2: $n = 0,336/22,4 = 0,015$. Ισχύει: $(x/2) \cdot 0,01 = 0,015$, $x = 3$.
β) Με διοχέτευσή του σε ασβεστόνερο οπότε προκύπτει θόλωμα ($CaCO_3$). Όξινο οξείδιο.
γ)



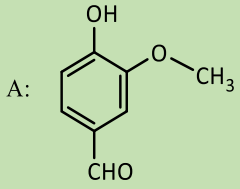
δ)



ε) $C_{51}H_{98}O_7$.

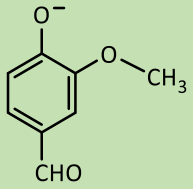
Ε8.91. α) Έστω x και y οι αριθμοί mol των δύο αλκινίων.
Ισχύει: $x + y = 3,36/22,4 = 0,15$ (1)
Περίπτωση 1: ν, μ ≠ 0, οπότε κανένα από τα δύο αλκίνια δεν είναι το αιθίνιο.
(mol) $C_\nu H_{2\nu+1}C{\equiv}CH + Na \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}C{\equiv}CNa + (1/2)H_2$
x x/2
(mol) $C_\mu H_{2\mu+1}C{\equiv}CH + Na \rightarrow C_\mu H_{2\mu+1}C{\equiv}CNa + (1/2)H_2$
y y/2
H_2: $(x + y)/2 = 2,24/22,4 = 0,1$, $x + y = 0,2$ (απορρίπτεται).
Περίπτωση 2: ν = 0 ή μ = 0, οπότε ένα από τα δύο αλκίνια είναι το αιθίνιο.
(mol) $HC{\equiv}CH + 2Na \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}C{\equiv}CNa + H_2$
x x
(mol) $C_\mu H_{2\mu+1}C{\equiv}CH + Na \rightarrow C_\mu H_{2\mu+1}C{\equiv}CNa + (1/2)H_2$
y y/2
H_2: $x + (y)/2 = 2,24/22,4 = 0,1$, $2x + y = 0,2$ (2).
Από τις σχέσεις (1) και (2): x = 0,05 mol και y = 0,1 mol.
Η αύξηση της μάζας του διαλύματος κατά 5,3 g αντιστοιχεί στη μάζα των δύο αλκινίων. Τα δύο αλκίνια είναι το $HC{\equiv}CH$ ($M_r = 26$) και το $C_\mu H_{2\mu+1}C{\equiv}CH$ ($M_r = 14\mu + 26$). Ισχύει:
$x \cdot 26 + x \cdot (14\mu + 26) = 5,3$, $14\mu + 26 = 40$, μ = 3: $CH_3C{\equiv}CH$.
β) 480 mL.

Ε8.92. α) Αντίδραση υποκατάστασης.

A: 

B: CH_3COOH

β) i. Η συζυγής βάση της βανιλίνης είναι:



ii. pH = 4,9.

γ) Με το αντιδραστήριο Tollens ($AgNO_3/NH_3$) οπότε προκύπτει κάτοπτρο αργύρου.

$ACH{=}O + 2AgNO_3 + 3NH_3 + H_2O \rightarrow ACOONH_4 + 2Ag + 2NH_4NO_3$

Επίσης με το αντιδραστήριο Fehling.

Ε8.93. Β: 3-πεντανόλη, Γ: προπανικό οξύ.

Ε8.94. Έστω x mol του αλκινίου.

(mol) $C_vH_{2v-2} + 2H_2 \rightarrow C_vH_{2v+2}$
x 2x

H_2: 2x = 11,2/22,4 = 0,5, x = 0,25 mol.

C_vH_{2v-2} ($M_r = 14v - 2$): 0,25 = 6,5/((14ν − 2), ν = 2, HC≡CH.

β) Ε: προπανικό οξύ.

γ) (mol) $CH_3CH_2COOH + NaOH \rightarrow CH_3CH_2COONa + H_2O$
x x

Η συγκέντρωση του άλατος είναι c = x/0,2.

(M) $CH_3CH_2COONa \rightarrow CH_3CH_2COO^- + Na^+$
c c c

(M) $CH_3CH_2COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2COOH + OH^-$
$c - y \approx c$ y $y = 10^{-5}$

$K_b = 10^{-14}/5\cdot10^{-5} = 10^{-9}/5 = 10^{-10}/c$, c = 0,5 M

c = x/0,2, x = 0,1 mol.

Ε8.95. α) i. Εστέρας, ii. 3-μεθυλο-1-βουτανόλη και CH_3COOH.

β) (mol) $RCOOH + R'OH \rightleftharpoons RCOOR' + H_2O$

0,5	0,5	–	–
−x	−x	x	x
0,5 – x	0,5 – x	x	x

Παίρνουμε 5 mL από τα 100 mL του διαλύματος και επομένως η ποσότητα του RCOOH είναι:

(0,5 – x)/20 mol.

NaOH: n = 0,01 mol.

(mol) $RCOOH + NaOH \rightarrow RCOONa + H_2O$
(0,5 – x)/20 (0,5 – x)/20

Ισχύει: (0,5 – x)/20 = 0,01, 0,5 – x = 0,2, x = 0,3 mol.

Επομένως η απόδοση της αντίδρασης σχηματισμού της Α είναι:

(0,3/0,5)·100 = 60%.

γ) Β: οξικό νάτριο, Γ: 3-μεθυλο-1-βουτανόλη, Δ: οξικό οξύ,
Ε: αιθανόλη, Ζ: χλωροαιθάνιο, Θ: CH_3CH_2MgCl,
Κ: 3-μεθυλο-1-βουτένιο, Λ: 3-μεθυλο-2-βουτανόλη,
Μ: μεθυλοβουτανόνη, Ξ: 2,3-διμεθυλο-3-πεντανόλη.

δ) i. 19,7 g, ii. 200 mL.

Ε8.96. α) Α: αιθανόλη, Β: αιθυλένιο, Γ: 1,2-διχλωροαιθάνιο,
Δ: αιθίνιο, Ε: αιθανάλη, Ζ: οξικό νάτριο, Η: χλωροαιθάνιο,
Θ: CH_3CH_2MgCl, Κ: 2-βουτανόλη, Λ: προπανικό νάτριο.

γ) Με επίδραση Na (απελευθέρωση H_2) στην 2-βουτανόλη, ή με I_2/NaOH (σχηματισμός ιζήματος CHI_3 από την 2-βουτανόλη), ή με $KMnO_4/H_2SO_4$ (αποχρωματισμός από την 2-βουτανόλη).

δ) Ε: $CH_3CH{=}O$ (M_r = 44), Χ: $CH_3CH_2CH{=}O$ ή CH_3COCH_3 (M_r = 58).

Έστω x mol η ποσότητα της καθεμίας ένωσης.

Ισχύει: x·44 + x·58 = 10,2, x = 0,1 mol.

Με το I_2/NaOH αντιδρά σίγουρα η $CH_3CH{=}O$.

(mol) $CH_3CH{=}O + 3I_2 + 4NaOH \rightarrow CHI_3 + HCOONa + 3NaI + 3H_2O$
0,1 0,1

CHI_3 (M_r = 394): n = 78,8/394 = 0,2 mol.

Επομένως, το άλλο συστατικό του μίγματος είναι η CH_3COCH_3 που δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση, καθώς η $CH_3CH_2CH{=}O$ δεν τη δίνει.

Με το αντιδραστήριο Fehling αντιδρά μόνο η $CH_3CH{=}O$.

(mol) $CH_3CH{=}O + 2CuSO_4 + 5NaOH \rightarrow$
0,1 $\rightarrow Cu_2O + CH_3COONa + 2Na_2SO_4 + 3H_2O$
0,1

Cu_2O (M_r = 143): m = 0,1·143 = 14,3 g.

Ε8.97. α) Υ: προπίνιο.

β) 0,1 mol προπενίου, 0,2 mol προπανίου.

Ε8.98. α) i. C_4H_6, ii. 400 mL.

β) Α: 2-βουτίνιο, Β: 2-βουτένιο, Γ: 2-χλωροβουτάνιο,
Ε: βουτανόνη, Ζ: 3,4-διμεθυλο-3-εξανόλη,
Θ: 3,4-διμεθυλο-3-εξένιο,
Κ: 2-υδροξυ-2-μεθυλοβουτανονιτρίλιο,
Λ: 2-υδροξυ-2-μεθυλοβουτανικό οξύ, Μ: 2-βουτανόλη.

γ) Η Ε (βουτανόνη) δεν αντιδρά με Na. Αντίθετα, η Μ (2-βουτανόλη) αντιδρά με Na ελευθερώνοντας αέριο (H_2).

Ε8.99. α) 1η ογκομέτρηση:

$5(COOH)_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

$5(COONa)_2 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow 10CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 5Na_2SO_4 + 8H_2O$

2η ογκομέτρηση: $(COOH)_2 + 2NaOH \rightarrow (COONa)_2 + 2H_2O$

β) Στη 2η ογκομέτρηση αντιδρά μόνο το $(COOH)_2$.

NaOH: $n = 0{,}1\cdot0{,}011 = 0{,}0011 = 11\cdot10^{-4}$ mol.

(mol) $(COOH)_2 + 2NaOH \rightarrow (COONa)_2 + 2H_2O$
$5{,}5\cdot10^{-4}$ $11\cdot10^{-4}$

Επομένως, στα 25 mL του διαλύματος Δ περιέχονται $5{,}5\cdot10^{-4}$ mol $(COOH)_2$. Στην αρχική ποσότητα του διαλύματος Δ (250 mL) υπάρχουν $5{,}5\cdot10^{-3}$ mol $(COOH)_2$.

Στην 1η ογκομέτρηση αντιδρούν και τα δύο συστατικά του διαλύματος Δ.

$KMnO_4$: $n = 0{,}02\cdot0{,}025 = 5\cdot10^{-4}$ mol.

Από τη στοιχειομετρία της 1ης αντίδρασης οξειδοαναγωγής βλέπουμε ότι τα $5{,}5\cdot10^{-4}$ mol $(COOH)_2$ αντιδρούν με $2{,}2\cdot10^{-4}$ mol $KMnO_4$. Επομένως, στη 2η αντίδραση οξειδοαναγωγής αντιδρούν τα υπόλοιπα $5\cdot10^{-4} - 2{,}2\cdot10^{-4} = 2{,}8\cdot10^{-4}$ mol $KMnO_4$. Από τη στοιχειομετρία της 2ης αντίδρασης βλέπουμε ότι αντιδρούν $7\cdot10^{-4}$ mol $(COONa)_2$.

Τελικά στην αρχική ποσότητα του διαλύματος Δ (250 mL) υπάρχουν $7\cdot10^{-3}$ mol $(COONa)_2$.

Ε8.100. α) Α: CH_3CH_2Br, Β: $CH_2{=}CH_2$, Γ: $BrCH_2CH_2Br$,
Δ: CH≡CH, Ε: $CH_3CH{=}O$, Θ: CH_3CH_2MgBr,
Κ: $CH_3CH(OMgBr)CH_2CH_3$, Λ: $CH_3CH(OH)CH_2CH_3$,
Μ: CH_3CH_2COONa.

β) CH≡CH: Και τα δύο άτομα C παρουσιάζουν υβριδισμό sp (3 σ και 2 π δεσμοί).

$CH_3CH{=}O$: Τα δύο άτομα C παρουσιάζουν υβριδισμό sp^3 και sp^2 (6 σ και 1 π δεσμοί).

Ε8.101. α) $CH_3CH_2CH_2CH_3$: −3, −2, −2, −3.
CH_3COOH: −3, +3.
$C_4H_{10} + (5/2)O_2 \rightarrow 2CH_3COOH + H_2O$
β) i. $5HCOOH + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$ (έκλυση αερίου CO_2)
ii. $CH_3CH_2COCH_3 + 3I_2 + 4NaOH \rightarrow CH_3CH_2COONa + CHI_3 + 3NaI + 3H_2O$ (σχηματισμός κίτρινου ιζήματος CHI_3).

Ε8.102. α) Α: 1-χλωρο-2-μεθυλοπροπάνιο.
β) i. Θ: αιθανικός ισοπροπυλεστέρας, Κ: αιθανικό οξύ, Λ: 2-προπανόλη, ii. $\alpha = 1/3$.

Ε8.103. α) Α: προπένιο, Β: 2-προπανόλη, Γ: προπανόνη, Δ: 2 χλωροπροπάνιο, Ε: 2-μεθυλοπροπανονιτρίλιο, Ζ: 2-μεθυλοπροπανικό οξύ, $CH_3CH(MgCl)CH_3$.
Κ: προπάνιο, Λ: μεθυλοπροπυλαμίνη.
β) Β: (πολύ ασθενές) οξύ, Ζ: οξύ, Λ: βάση.
γ) Έστω ότι από τα 0,22 mol του αλκενίου Α x mol έδωσαν το κύριο προϊόν και τα υπόλοιπα (0,22 – x) mol το δευτερεύον.
(mol) $CH_3CH{=}CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3CH(OH)CH_3$ κύριο προϊόν
x x
(mol) $CH_3CH{=}CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2CH_2OH$ δευτερεύον
(0,22 – x) (0,22 – x)
$5CH_3CH(OH)CH_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COCH_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$
$5CH_3CH_2CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3CH_2COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$
Από τη στοιχειομετρία των δύο προηγούμενων αντιδράσεων βλέπουμε ότι τα x mol $CH_3CH(OH)CH_3$ αντιδρούν με (2x/5) mol $KMnO_4$. Επίσης, τα (0,22 – x) mol $CH_3CH_2CH_2OH$ αντιδρούν με [4(0,22 – x)/5] mol $KMnO_4$.
$KMnO_4$: $n = 0{,}2 \cdot 0{,}48 = 0{,}096$ mol.
Ισχύει: (2x/5) + [4(0,22 – x)/5] = 0,096,
2x + 0,88 – 4x = 0,48, x = 0,2 mol.
Άρα, κατά την προσθήκη νερού στο προπένιο σχηματίστηκαν 0,2 mol $CH_3CH(OH)CH_3$ (κύριο προϊόν) και 0,02 mol $CH_3CH_2CH_2OH$ (δευτερεύον προϊόν). Η αναλογία αυτή των ποσοτήτων των δύο προϊόντων προσθήκης είναι συνέπεια του κανόνα του Markovnikov.

Ε8.104. α) Α: 2-βουτένιο, Β: 2-χλωροβουτάνιο, Γ: 2-μεθυλοβουτανονιτρίλιο, Δ: 2-μεθυλοβουτανικό οξύ, Ε: 2-βουτανόλη, Ζ: βουτανόνη, Θ: $CH_3CH_2CH(MgCl)CH_3$, Κ: 3,4-διμεθυλο-3-εξανόλη, Λ: $CH_3CH_2CH(CH_3)COOCH(CH_3)CH_2CH_3$.
Μ: $CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2NH_2$.
β) Ν: 2-μεθυλο-2-προπανόλη, Ξ: 2-μεθυλο-2-βουτανόλη.

Ε8.105. Α: $C_6H_5CH_2MgCl$, Β: $HCH{=}O$, Γ: $C_6H_5CH_2CH_2OMgCl$, Δ: $C_6H_5CH_2CH_2OH$, Ρ: $C_6H_5CH_3$, Ν: $C_6H_5CH_2COOH$, Ε: $C_6H_5CH{=}CH_2$, Ζ: $C_6H_5CH(Br)CH_2Br$, Θ: $C_6H_5C{\equiv}CH$, Κ: $C_6H_5C{\equiv}CNa$, Λ: CH_3Br, Μ: $C_6H_5C{\equiv}CCH_3$.

Ε8.106. α) sp^2, sp^2 - p.
β) $ClCH_2CH_2Cl + KOH$ (αλκοόλη) $\rightarrow CH_2{=}CHCl + KCl + H_2O$
γ) i. (mol) $CH{\equiv}CH + HCl \rightleftharpoons CH_2{=}CHCl$ (1)
1 1 −
−x −x x
(mol) $CH_2{=}CHCl + HCl \rightleftharpoons CH_3CHCl_2$ (2)
x 1 – x −
−y −y y
Στο μίγμα των δύο ισορροπιών συνυπάρχουν:
(1 − x) mol $CH{\equiv}CH$
(1 − x − y) mol HCl
(x − y) mol $CH_2{=}CHCl$
y mol CH_3CHCl_2
1 − x = 0,05, x = 0,95 mol και y = 0,03 mol.
Άρα η ποσότητα του HCl στο μίγμα της ισορροπίας θα είναι:
1 − x − y = 1 − 0,95 − 0,03 = 0,02 mol.
Ποσοστό μετατροπής 92%.
ii. Για την 1η ισορροπία:

$$K_{c1} = \frac{[CH_2{=}CHCl]}{[CH{\equiv}CH]\cdot[HCl]} = \frac{0{,}92\cdot V}{0{,}05\cdot 0{,}02}$$

Για τη 2η ισορροπία:

$$K_{c2} = \frac{[CH_3CHCl_2]}{[CH_2{=}CHCl]\cdot[HCl]} = \frac{0{,}03\cdot V}{0{,}92\cdot 0{,}02}$$

Συγκρίνοντας τις τιμές των δύο σταθερών χημικής ισορροπίας παρατηρούμε ότι:
$K_{c1} > K_{c2}$.
δ) Αντίδραση πολυμερισμού:

χλωροαιθένιο ή βινυλοχλωρίδιο — πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC)

Ε8.107. α) i. Α: 2-προπανόλη (κανόνας του Markovnikov).
ii. Δες τη θεωρία.
β) i. Γ: 2-χλωροπροπάνιο, Δ: 2-μεθυλοπροπανονιτρίλιο, Ε: 2-μεθυλοπροπανικό οξύ, Ζ: 2-μεθυλοπροπαναμίνη, Θ: προπανόνη, Κ: CH_3CH_2MgBr, Λ: 2-μεθυλο-2-βουτανόλη.
ii. με επίδραση HCN, 2-μεθυλο-2-υδροξυπροπανικό οξύ.
γ) i. $5CH_3CH(OH)CH_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COCH_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$
$5CH_3CH_2CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3CH_2COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$
ii. $CH_3CH{=}CH_2$ ($M_r = 42$): $n = 4{,}62/42 = 0{,}11$ mol.
Έστω ότι από τα 0,11 mol του αλκενίου, x mol έδωσαν το κύριο προϊόν και τα υπόλοιπα (0,11 – x) mol έδωσαν το δευτερεύον προϊόν.
(mol) $CH_3CH{=}CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3CH(OH)CH_3$ κύριο προϊόν
x x
(mol) $CH_3CH{=}CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2CH_2OH$ δευτερεύον
(0,11 – x) (0,11 – x)
$5CH_3CH(OH)CH_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COCH_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$
$5CH_3CH_2CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3CH_2COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$
Από τη στοιχειομετρία των 2 προηγούμενων αντιδράσεων βλέπουμε ότι τα x mol $CH_3CH(OH)CH_3$ αντιδρούν με (2x/5) mol $KMnO_4$. Επίσης, τα (0,11 – x) mol $CH_3CH_2CH_2OH$ αντιδρούν με [4(0,11 – x)/5] mol $KMnO_4$.
$KMnO_4$: $n = 0{,}2 \cdot 0{,}24 = 0{,}048$ mol.
Ισχύει: (2x/5) + [4(0,11 – x)/5] = 0,048, 2x + 0,44 – 4x = 0,24, x = 0,1 mol.
Άρα, κατά την προσθήκη νερού στο προπένιο σχηματίστηκαν 0,1 mol $CH_3CH(OH)CH_3$ (κύριο προϊόν) και 0,01 mol $CH_3CH_2CH_2OH$ (δευτερεύον προϊόν).
Ποσοστό μετατροπής του προπενίου στο κύριο προϊόν: $(0{,}1/0{,}11)\cdot 100 \approx 90{,}9\%$.
Ποσοστό μετατροπής του προπενίου στο δευτερεύον προϊόν: $(0{,}01/0{,}11)\cdot 100 \approx 9{,}1\%$.

Ε8.108. α) Π: 1-προπανόλη, Σ: προπανικό οξύ, Φ: 2-προπανόλη, Τ: CO_2.
γ) 2,24 L, 6 g.
Ε8.109. α) C_3H_6O: $CH_3CH_2CH{=}O$ ή CH_3COCH_3.
Έστω ότι το αρχικό μίγμα περιέχει x mol μεθανόλης και y mol C_3H_6O. Καθένα από τα δύο μέρη θα περιέχει τις μισές ποσότητες από τα δύο συστατικά.
1ο μέρος: Αντιδρά μόνο η μεθανόλη.
(mol) $CH_3OH + SOCl_2 \rightarrow CH_3Cl + SO_2 + HCl$
(x/2) (x/2) (x/2)
Τα συνολικά mol των δύο αερίων είναι:
x = 2,24/22,4 = 0,1 mol.
1ο μέρος: Αντιδρά σίγουρα η μεθανόλη και ενδεχόμενα η C_3H_6O (αν είναι η προπανάλη).
$5CH_3OH + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2 + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 19H_2O$
Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης βλέπουμε ότι τα x/2 = 0,05 mol CH_3OH αντιδρούν με 0,06 mol $KMnO_4$.
$KMnO_4$: $n = 0{,}2 \cdot 0{,}55 = 0{,}11$ mol.
Επομένως και το άλλο συστατικό του μίγματος οξειδώνεται και είναι η $CH_3CH_2CH{=}O$.
β) Η $CH_3CH_2CH{=}O$ καταναλώνει τα υπόλοιπα 0,11 – 0,06 = 0,05 mol $KMnO_4$.
$5CH_3CH_2CH{=}O + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3CH_2COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$
Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι τα 0,05 mol $KMnO_4$ αντιδρούν με 0,125 mol $CH_3CH_2CH{=}O$.
Επομένως: y/2 = 0,125, y = 0,25 mol.
Ε8.110. Το αλκένιο έχει γενικό μοριακό τύπο $C_\nu H_{2\nu}$. Στο τύπο αυτό αντιστοιχούν (ν – 1) σ δεσμοί C – C και 2ν σ δεσμοί C – H, συνολικά (3ν – 1) σ δεσμοί.
Ισχύει: 3ν – 1 = 11, ν = 4: C_4H_8.
Α: μεθυλοπροπένιο, Β: 2-μεθυλο-2-προπανόλη,
Γ: 2-μεθυλο-2-χλωροπροπάνιο, Δ: Grignard, Ε: HCH=O,
Ζ: $(CH_3)_3CCH_2OMgCl$, Θ: 2,2-διμεθυλο-1-προπανόλη,
Κ: 2,2-διμεθυλοπροπανάλη, Ξ: 2,2-διμεθυλοπροπανικό νάτριο,
Ν: 2,2-διμεθυλοπροπανικό οξύ,
Μ: 2,2-διμεθυλοπροπανονιτρίλιο.
Ε8.111. α) $Cu + PtSO_4 \rightarrow CuSO_4 + Pt$ (Cu το αναγωγικό σώμα και $PtSO_4$ το οξειδωτικό).
β) Η ποσότητα του Cu είναι 190.500/63,5 = 3000 mol και επομένως το $CuSO_4$ θα είναι επίσης 3000 mol. Στο δοχείο Α περιέχεται μία αλδεΰδη που αντιδρά με το αντιδραστήριο Fehling:
$RCHO + 2CuSO_4 + 5NaOH \rightarrow$
1200 mol 3000 mol
$\rightarrow RCOONa + Cu_2O\downarrow + 2Na_2SO_4 + 3H_2O$
1200 mol
Ο $CuSO_4$ είναι σε περίσσεια.
Για την αλδεΰδη ισχύει: M_r = 69600/1200 = 58 και επομένως: 14ν + 16 = 58, ν = 3 ($CH_3CH_2CH{=}O$).
γ) Η ποσότητα του H_2 που απορροφάται αντιστοιχεί σε 89,6/22,4 = 4 mol. Αν ο υδρογονάνθρακας είχε ένα διπλό δεσμό (αλκένιο):
(mol) $C_\nu H_{2\nu} + H_2 \rightarrow C_\nu H_{2\nu+2}$
4 4
Επομένως, η σχετική ατομική μάζα του αλκενίου θα ήταν: 80/4 = 20 (απορρίπτεται, γιατί το πιο απλό αλκένιο έχει M_r = 28).
Αν ο υδρογονάνθρακας είχε ένα τριπλό δεσμό (αλκίνιο):
(mol) $C_\nu H_{2\nu-2} + 2H_2 \rightarrow C_\nu H_{2\nu+2}$
2 4
Επομένως, η σχετική ατομική μάζα του αλκινίου θα ήταν: 80/2 = 40.
14ν − 2 = 40, ν = 3 ($CH_3C{\equiv}CH$, προπίνιο).
Ε8.112. α) Από τη σχέση της ωσμωμετρίας έχουμε:

$$M_r = \frac{m \cdot R \cdot T}{\Pi \cdot V} = \frac{0{,}0536 \cdot 0{,}082 \cdot 300}{0{,}01 \cdot 0{,}246} = 536$$

β) i. $M_r = 40 \cdot 12 + x = 536$, x = 56: $C_{40}H_{56}$. Η ένωση αυτή για την πλήρη υδρογόνωση προσλαμβάνει 78 − 56 = 22 άτομα υδρογόνου. Καθώς για την ανόρθωση κάθε δεσμού C = C απαιτούνται δύο άτομα υδρογόνου, η ένωση θα περιέχει 22:2 = 11 διπλούς δεσμούς C = C.
ii. Θα πρέπει να διαθέτει δακτυλίους ατόμων C (κυκλική ένωση).
γ) Επιλογή 1.
Τα άτομα C που συμμετέχουν σε διπλό δεσμό έχουν υβριδισμό sp^2 ενώ το άτομο C του $-CH_3$ έχει υβριδισμό sp^3.
Ε8.113. α) Η Α είναι οξύ καθώς διασπά το Na_2CO_3, ενώ αποχρωματίζει διάλυμα $KMnO_4/H_2SO_4$. Επομένως, θα είναι το HCOOH. Η Β είναι αλδεΰδη, επειδή ανάγει το αντιδραστήριο Fehling και καθώς σχηματίζει άλας το οποίο οξειδώνεται (HCOONa) θα είναι η HCH=O. Η ένωση Ε είναι επίσης αλδεΰδη, καθώς ανάγει το αντιδραστήριο Tollens και επειδή δίνει ίζημα όταν αντιδρά με I_2/NaOH θα είναι η $CH_3CH{=}O$. Η ένωση Γ δίνει την αλογονοφορμική και επειδή δεν μπορεί να είναι κετόνη ούτε αλδεΰδη θα είναι αλκοόλη. Μάλιστα, επειδή η Γ με οξείδωση δίνει καρβοξυλικό οξύ θα είναι πρωτοταγής και επομένως θα είναι η CH_3CH_2OH. Άρα, η Δ θα είναι το CH_3COOH.
β) Βλέπε θεωρία.
Ε8.114. α) Α. Το μοναδικό αλκένιο που με προσθήκη H_2O δίνει ως μοναδικό προϊόν πρωτοταγή αλκοόλη είναι το αιθυλένιο.
β) i. Έστω $C_\nu H_{2\nu+1}COOC_\mu H_{2\mu+1}$ ο τύπος του εστέρα (RCOOR΄) που υδρολύεται στο καρβοξυλικό οξύ $C_\nu H_{2\nu+1}COOH$ (RCOOH) και την αλκοόλη $C_\mu H_{2\mu+1}OH$ (R΄OH).
Ισχύει: ν + μ + 1 = 7, ν + μ = 6 (1).
$C_7H_{14}O_2$ (M_r = 130): n = 39/130 = 0,3 mol.
n = 26/130 = 0,2 mol.
(mol) $RCOOR' + H_2O \rightleftharpoons RCOOH + R'OH$

0,3	0,3		
−0,1	−0,1	0,1	0,1
0,2	0,2	0,1	0,1

$\alpha = 0{,}1/0{,}3 = 1/3$.
$K_c = [RCOOH] \cdot [R'OH]/[RCOOR'] \cdot [H_2O] = 0{,}25$.
ii. Καθώς το οξύ $C_\nu H_{2\nu+1}COOH$ και η αλκοόλη $C_\mu H_{2\mu+1}OH$ έχουν τον ίδιο αριθμό mol (0,1) και την ίδια μάζα θα έχουν και την ίδια σχετική μοριακή μάζα (M_r). Επομένως:
14ν + 46 = 14μ + 18, μ – ν = 2 (2)
Από τις σχέσεις (1) και (2): μ = 4, ν = 2.
(Μ) CH_3CH_2COOH
(Ν): $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ (δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση)
(Χ): $CH_3CH_2COOCH(CH_3)CH_2CH_3$
Ε8.115. Έστω x mol CH_3CHO και y CH_3CH_2OH στο αρχικό μίγμα. Στο 1ο και στο 2ο μέρος περιέχονται οι μισές ποσότητες σε σχέση με το αρχικό μίγμα.
Με το αντιδραστήριο Fehling αντιδρά μόνο η CH_3CHO.
Cu_2O (M_r = 143): n = 14,3/143 = 0,1 mol.
(mol) $CH_3CHO + 2CuSO_4 + 5NaOH \rightarrow CH_3COONa + Cu_2O +$
x/2 x/2
$+ 2Na_2SO_4 + 3H_2O$

x/2 = 0,1, x = 0,2 mol.
2ο μέρος: Οξειδώνονται και τα δύο συστατικά του μίγματος.
$5CH_3CHO + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$
Τα x/2 = 0,1 mol CH_3CHO αποχρωματίζουν 0,04 mol $KMnO_4$ και προκύπτουν 0,1 mol CH_3COOH.
$5CH_3CH_2OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3COOH + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 11H_2O$
Τα (y/2) mol CH_3CH_2OH αποχρωματίζουν (0,4y) mol $KMnO_4$ και προκύπτουν (y/2) mol CH_3COOH.
CH_3COOH (M_r = 60): n = 18/60 = 0,3 mol.
Για το CH_3COOH ισχύει: 0,1 + (y/2) = 0,3, y = 0,4 mol.
Για την ποσότητα του $KMnO_4$ ισχύει: 0,04 + 0,4y = 0,2 mol.
$KMnO_4$: $c = n/V$, V = 0,2/0,2 = 1 L.
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

Ε8.116. α) Έστω RCOOR΄ ($C_vH_{2v}O_2$) ο τύπος του εστέρα και x mol η ποσότητά του.
$C_vH_{2v}O_2$ (M_r = 14ν + 32): x = 5,28/(14ν + 32) (1).
KOH: n = 2·0,04 = 0,08 mol (περίσσεια).
(mol) RCOOR΄ + KOH → RCOOK + R΄OH
x 0,08
−x −x x x
Περίσσεψαν άρα (0,08 – x) mol KOH.
Για την εξουδετέρωση της περίσσειας του KOH, έχουμε:
HCl: n = 0,5·0,04 = 0,02 mol.
(mol) KOH + HCl → KCl + H_2O
0,02 0,02
Ισχύει: 0,08 – x = 0,02, x = 0,06 mol.
(1): 14ν + 32 = 88, ν = 4: $C_4H_8O_2$.
β) 4 ισομερή: μεθανικός προπυλεστέρας,
μεθανικός ισοπροπυλεστέρας,
αιθανικός αιθυλεστέρας,
προπανικός μεθυλεστέρας.
γ) μεθανικός ισοπροπυλεστέρας, αιθανικός αιθυλεστέρας.
Η διάκριση επιτυγχάνεται αρχικά με σαπωνοποίηση και στη συνέχεια την επίδραση $KMnO_4/H_2SO_4$. Μόνο ο μεθανικός ισοπροπυλεστέρας παράγει τελικά αέριο λόγω της οξείδωσης του HCOONa προς CO_2.

Ε8.117. α) Η ένωση Ε είναι αλδεΰδη που δίνει και την αλογονοφορμική αντίδραση (CH_3CHO) και επομένως η Δ θα είναι η ένωση HCOONa. Άρα το οξύ Α είναι το HCOOH.
β) Β: CH_3COOH, Γ: CH_3CH_2COOH, Ζ: CH_3COONa,
Θ: $CH_3CH(OH)CH_3$, Κ: $(CH_3)_2CHONa$, Μ: $CH_3C{\equiv}CH$,
Λ: $CH_3CH_2COOCH(CH_3)_2$, Ν: CH_3COCH_3.
γ) Έστω α mol του $CH_3C{\equiv}CH$ (M_r = 40) και α mol του άλλου υδρογονάνθρακα.
Για τον όγκο του αερίου μίγματος σε STP ισχύει:
α + α = 2α = 4,48/22,4, α = 0,1 mol.
Για τη μάζα του μίγματος ισχύει:
40·0,1 + M_r(X)·0,1 = 6,8, M_r(X) = 28 (1).
Τα 100 mL διαλύματος περιέχουν 16 g Br_2 (M_r = 160)
Τα 300 mL 48 g
n = 48/160 = 0,3 mol Br_2.
$CH_3C{\equiv}CH + 2Br_2 \rightarrow C_3H_4Br_4$
0,1 0,2
Άρα, τα υπόλοιπα 0,3 – 0,2 = 0,1 mol Br_2 αποχρωματίζονται από τα 0,1 mol του άλλου υδρογονάνθρακα που είναι προφανώς αλκένιο καθώς αντιδρά με ισάριθμα mol Br_2.
(X): C_vH_{2v}, M_r = 14ν = 28, ν = 2. Επομένως, το αλκένιο (X) είναι το $CH_2{=}CH_2$.

Ε8.118. α) Έστω C_vH_{2v} το αλκένιο (Α) και x mol η ποσότητά του.
x = 11,2/14ν (1)
Κάθε μέρος θα περιέχει τη μισή ποσότητα του (Α). Εφόσον με HI δίνει μοναδικό προϊόν το αλκένιο θα είναι συμμετρικό.
(mol) $C_vH_{2v} + HI \rightarrow C_vH_{2v+1}I$ (Β)
x/2 x/2
(mol) $C_vH_{2v+1}I + Mg \rightarrow C_vH_{2v+1}MgI$ (Γ)
x/2 x/2
(mol) $C_vH_{2v} + H_2O \rightarrow C_vH_{2v+1}OH$ (Δ)
x/2 x/2
Με την οξείδωση με $KMnO_4$ παρουσία H_2SO_4 προκύπτει κετόνη και επομένως η αλκοόλη θα είναι δευτεροταγής.
(mol) $C_vH_{2v+1}OH + [O] \rightarrow C_vH_{2v}O + H_2O$ (Ε)
x/2 x/2
Η ένωση Ζ είναι αλκοόλη με 2ν άτομα C στο μόριό της: $C_{2v}H_{2(2v)+2}O$. Η ποσότητα της Ζ είναι (x/2) mol και ισχύει:
x/2 = 13/(28ν + 18) (2)
Από τις εξισώσεις (1) και (2) προκύπτει: x = 0,2 mol και ν = 4.
β) Εφόσον το αλκένιο είναι συμμετρικό θα είναι το 2-βουτένιο ($CH_3CH{=}CHCH_3$).
Ζ: 3,4-διμεθυλο-3-εξανόλη.

Ε8.119. α) Α: 2-χλωροπροπάνιο, Β:2-μεθυλοπροπανονιτρίλιο,
Γ: 2-μεθυλοπροπανικό οξύ, Ε: 3-μεθυλο-2-βουτανόλη,
Ζ: ισοπροπυλομαγνησιοχλωρίδιο, Κ: 2-μεθυλο-1-προπανόλη,
Θ: 2-μεθυλοπροπανάλη.
β) Βλ. θεωρία.
γ) Το ισομερές της ένωσης Γ: $(CH_3)_2CHCOOH$ (M_r = 88) μπορεί να είναι το βουτανικό οξύ ($CH_3CH_2CH_2COOH$, M_r = 88) ή και άλλη ένωση (εστέρας). Έστω από x mol οι ποσότητες των δύο συστατικών του μίγματος. Ισχύει:
x·88 + x·88 = 17,6, x = 0,1 mol.
CO_2: n = 2,24/22,4 = 0,1 mol.
(mol) $2(CH_3)_2CHCOOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2(CH_3)_2CHCOONa + CO_2{\uparrow} + H_2O$
0,1 0,05
Επομένως, θα πρέπει να αντιδρά και το άλλο συστατικό του μίγματος με το Na_2CO_3. Άρα, θα είναι το $CH_3CH_2CH_2COOH$.

Ε8.120. Η αλδεΰδη είναι η $CH_3CH_2CH{=}O$. Οι ισομερείς αλκοόλες του τύπου $C_4H_{10}O$ είναι τέσσερις. Η 1-βουτανόλη και η 2-μεθυλο-1-προπανόλη (πρωτοταγείς), η 2-βουτανόλη (δευτεροταγής) και η 2-μεθυλο-2-προπανόλη (τριτοταγής).
Έστω από x mol η ποσότητα της $CH_3CH_2CH{=}O$ και x mol η ποσότητα της αλκοόλης του τύπου $C_4H_{10}O$ στο αρχικό μίγμα. Το 1ο (αλλά και το 2ο) μέρος θα περιέχει τις μισές ποσότητες των δύο συστατικών.
1ο μέρος
Με το αντιδραστήριο Tollens αντιδρά μόνο η αλδεΰδη.
$CH_3CH_2CH{=}O + 2AgNO_3 + 3NH_3 + H_2O \rightarrow CH_3CH_2COONH_4 + 2Ag + 2NH_4NO_3$
Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι τα x/2 mol $CH_3CH_2CH{=}O$ παράγουν x mol Ag.
Ag (A_r = 108): n = 4,32/108 = 0,04 mol = x.
2ο μέρος
Με το $KMnO_4$ οξινισμένο με H_2SO_4 αντιδρά σίγουρα η αλδεΰδη και ενδεχόμενα η αλκοόλη (εκτός αν είναι η τριτοταγής).
$5CH_3CH_2CH{=}O + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3CH_2COOH + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι τα x/2 = 0,02 mol της $CH_3CH_2CH{=}O$ αντιδρούν με 0,008 mol $KMnO_4$.
$KMnO_4$: $n = 0{,}2 \cdot 0{,}08 = 0{,}016$ mol.
0,016 – 0,008 = 0,008 mol αντιδρούν με την αλκοόλη.
Περίπτωση 1: Η αλκοόλη να είναι Ι-ταγής. Γράφουμε την εξίσωση της αντίδρασης και υπολογίζουμε την ποσότητα του $KMnO_4$ που αντιδρά πλήρως: 0,016 mol. Απορρίπτεται.
Περίπτωση 2: Η αλκοόλη να είναι δευτεροταγής. Γράφουμε την εξίσωση της αντίδρασης και υπολογίζουμε την ποσότητα του $KMnO_4$ που αντιδρά πλήρως: 0,008 mol. Άρα, η περίπτωση αυτή γίνεται δεκτή: 2-βουτανόλη.

Ε8.121. α) Οξειδοαναγωγική. Το ένα άτομο C από +1 ανάγεται σε −1 και το άλλο από +1 οξειδώνεται σε +3.
β) Με επίδραση HCN ακολουθούμενη από υδρόλυση της κυανυδρίνης σε όξινο περιβάλλον.
$ClCH_2COOH + 2NaOH \rightarrow HOCH_2COONa + NaCl + H_2O$
$HOCH_2COONa + HCl \rightarrow HOCH_2COOH + NaCl$
γ) Λόγω της μεγάλης έκτασης δεσμών Η που σχηματίζει με το H_2O μέσω του −COOH αλλά και μέσω του −OH.
δ) i. $HOCH_2COOH + H_2O \rightleftharpoons HOCH_2COO^- + H_3O^+$
ii. Το −OH θα πρέπει να προκαλεί −Ι επαγωγικό φαινόμενο ώστε να αποσύρει αρνητικό φορτίο προς το μέρος του. Έτσι, ο δεσμός O−H πολώνεται και εξασθενεί οπότε η απόσπαση H^+ είναι ευκολότερη και το οξύ ισχυρότερο.

Ε8.122. Α: $C_2H_5C{\equiv}CH$, Β: C_2H_5Br, Γ: $C_2H_5C{\equiv}CC_2H_5$,
Δ: $C_2H_5COCH_2CH_2CH_3$, Ε: $CH_3CH_2CH(OH)CH_2CH_2CH_3$,
Ζ: $CH_3CH_2CH(ONa)CH_2CH_2CH_3$,
Θ: $CH_3CH_2\underset{\displaystyle OCH_2CH_3}{\underset{|}{C}}HCH_2CH_2CH_3$.

Ε8.123. α) Α: $CH_2{=}CH_2$, Β: CH_3CH_2Cl, Γ: C_2H_5CN,
Δ: C_2H_5COOH, Ε: $CH_3CH_2CH_2NH_3Cl$, Ζ: $C_2H_5OCH_3$,
Θ: C_2H_5OH, Λ: $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$.
β) Το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό και τα δύο του συστατικά είναι σε συγκεντρώσεις $c_o = \alpha/V$ και $c_\beta = \beta/V$, όπου V ο όγκος του διαλύματος που προκύπτει. Για το διάλυμα αυτό ισχύει: $[OH^-] = K_b \cdot (c_\beta/c_o)$, $10^{-4} = 10^{-4} \cdot (c_\beta/c_o)$, $c_\beta = c_o$.
Επομένως: α/β = 1.

Ε8.124. α) Α: προπανικό οξύ, Β: 2-βουτανόλη, Γ: προπανικό νάτριο, Δ: προπανάλη, Ε: 1-προπανόλη, Κ: χλωροαιθάνιο.
β) $CH_3CH_2CH(OH)CH_3$ ($M_r = 74$): n = 7,4/74 = 0,1 mol.
(mol) $X + H_2O \rightarrow A + B$
0,1 0,1
Γ (CH_3CH_2COOH, $M_r = 74$): $m = 0{,}1 \cdot 74 = 7{,}4$ g.
γ) Με $NaHCO_3$ (Na_2CO_3) ή με $KMnO_4/H_2SO_4$.
δ) $CH_3CH_2CH{=}O$ ($M_r = 58$): $n = 1{,}16/58 = 0{,}02$ mol.
(mol) $CH_3CH_2CH{=}O + 2CuSO_4 + 5NaOH \rightarrow Cu_2O +$
0,02 0,02
$+ CH_3CH_2COOH + 2Na_2SO_4 + 3H_2O$
Cu_2O ($M_r = 143$): $m = 0{,}02 \cdot 143 = 2{,}86$ g.

Ε8.125. α) Το άλας RCOONa θα πρέπει να είναι το HCOONa καθόσον μόνο αυτό μπορεί να λειτουργήσει ως αναγωγικό. Έστω x mol και y mol οι ποσότητες των αλάτων HCOONa και CH_3COONa στο μίγμα, αντίστοιχα.
HCOONa ($M_r = 68$), $m_1 = 68x$,
CH_3COONa ($M_r = 82$), $m_2 = 82y$.
Ισχύει: 68x + 82y = 15 (1).
$KMnO_4$: $n = 0{,}5 \cdot 0{,}008 = 0{,}004$ mol.
(mol) $10HCOONa + 4KMnO_4 + 11H_2SO_4 \rightarrow$
0,01 0,004
$10CO_2 + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 5Na_2SO_4 + 16H_2O$
Επομένως στο διάλυμα των 250 mL περιέχονται (250/25)·0,01 = 0,1 mol HCOONa (x = 0,1 mol).
Άρα, $m_1 = 68x = 0{,}1 \cdot 68 = 6{,}8$ g.
$m_2 = 82y = 15 - 6{,}8 = 8{,}2$ g (y = 0,1 mol).
β) Στα 25 mL του Δ_1 περιέχονται 0,01 mol HCOONa και 0,01 mol CH_3COONa. Στο διάλυμα (Δ_2) οι συγκεντρώσεις των δύο συστατικών είναι 0,1 M και 0,1 M.
(M) $HCOONa \rightarrow HCOO^- + Na^+$
0,1 0,1 0,1
(M) $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$
0,1 0,1 0,1
(M) $HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$
$0{,}1 - \alpha \approx 0{,}1$ α α
(M) $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$
$0{,}1 - \beta \approx 0{,}1$ β β
$K_{b1} = K_w/10^{-4} = \alpha \cdot [OH^-]/0{,}1$.
$K_{b2} = K_w/10^{-5} = \beta \cdot [OH^-]/0{,}1$.
Με διαίρεση κατά μέλη, προκύπτει: α/β = 10.
γ) Η ποσότητα 0,01 mol HCl δεν αρκεί για την εξουδετέρωση και των δύο βάσεων, $HCOO^-$ και CH_3COO^-.
(mol) $HCOONa + HCl \rightarrow HCOOH + NaCl$
0,01 0,01 −
−φ −φ φ
(mol) $CH_3COONa + HCl \rightarrow CH_3COOH + NaCl$
0,01 0,01 − φ −
−ω −ω ω
Η ποσότητα του HCl καταναλώνεται πλήρως και επομένως:
φ + ω = 0,01 (1)
Τελικά:
HCOONa: $c_1 = (0{,}01 - \varphi)/0{,}1$ M.
HCOOH: $c_2 = \varphi/0{,}1$ M.
CH_3COONa: $c_3 = (0{,}01 - \omega)/0{,}1$ M = φ/0,1 M.
CH_3COOH: $c_4 = (0{,}01 - \varphi)/0{,}1$ M.
(M) $HCOONa \rightarrow HCOO^- + Na^+$
c_1 c_1 c_1
(M) $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$
$c_2 - \kappa \approx c_2$ κ κ
(M) $CH_3COONa \rightarrow CH_3COO^- + Na^+$
c_3 c_3 c_3
(M) $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$
$c_4 - \lambda \approx c_4$ λ λ
Ισχύουν: $[HCOO^-] = c_1 + \kappa \approx c_1$, $[CH_3COO^-] = c_3 + \lambda \approx c_3$, $[H_3O^+] = \kappa + \lambda$.
Από τις εκφράσεις των σταθερών ιοντισμού των δύο οξέων και τις επιδράσεις κοινού ιόντος, προκύπτει:
$10^{-4} = c_1 \cdot (\kappa + \lambda)/c_2 = (0{,}01 - \varphi) \cdot (\kappa + \lambda)/\varphi$
$10^{-5} = c_3 \cdot (\kappa + \lambda)/c_4 = \varphi \cdot (\kappa + \lambda)/(0{,}01 - \varphi)$
Με πολλαπλασιασμό κατά μέλη, προκύπτει:
$(\kappa + \lambda)^2 = 10^{-9}$, $[H_3O^+] = \kappa + \lambda = 10^{-4,5}$, pH = 4,5.

Ε8.126. α) Α: αιθίνιο, Β: αιθένιο, Γ: χλωροαιθάνιο,
Δ: αιθανόλη, Ζ: 1-βουτίνιο, Κ: 3-εξίνιο, Λ: 3-εξανόνη,
Μ: 2-αιθυλο-2-υδροξυπεντανονιτρίλιο,
Ν: 2-αιθυλο-2-υδροξυπεντανικό οξύ,
Ξ: $CH_3CH_2CH(CH_3)OMgCl$, Ρ: αιθανάλη, Σ: 2-βουτανόλη,
Τ: 2-βουτανόνη, Φ: προπανικό νάτριο,
Χ: προπανικός αιθυλεστέρας, Ψ: $CH_3CH_2C{\equiv}CCu$,
Ω: 2-αιθυλο-2-υδροξυπεντανικός αιθυλεστέρας,
β) i. Με $SOCl_2$, ii. με NaOH/αλκοόλη, iii. με H_2/Ni.

γ) Με μεταλλικό Na (η αιθανόλη ελευθερώνει αέριο H_2) ή με $AgNO_3/NH_3$ (η αιθανάλη σχηματίζει κάτοπτρο αργύρου).

Ε8.127. Α:$ClMgCH_2CH(OH)CH_2MgCl$
Β: $CH_3CH(OH)CH_3$
Γ: $CH_3CH(Cl)CH_3$
Δ: $(CH_3)_2CHCN$
Ε: $(CH_3)_2CHCOOH$
Ζ: $(CH_3)_2CHCOOCH_3$
Θ: $CH_3CH=CH_2$
Κ: CH_3COCH_3
Λ: $CH_3CH(Br)CH_2Br$
Μ: $CH_3C\equiv CH$
Ν: $CH_3C\equiv CNa$
Ξ: $CH_3C\equiv CCH_3$
Π: $CH_3CH=CHCH_3$
Ρ: $CH_3CH_2CH_2CH_3$
Τ: $CH_3CH(Br)CH_3$

Ε8.128. α) Μετατροπή Α: 18, Μετατροπή Β: 3, Μετατροπή Γ: 7, Μετατροπή Δ: 11, Μετατροπή Ε: 2, Μετατροπή Ζ: 12, Μετατροπή Θ: 11 και μετά 1, Μετατροπή Κ: 17 και μετά 10, Μετατροπή Λ: 5, 6 και μετά 10.
β) CH_3CH_2CHO, αντιδραστήριο 4.
γ) Αλογονοφορμική.
δ) $CH_3CH_2CH_2COOH$ και 2-βουτανόλη.

Ε8.129. α) Έστω $C_xH_yO_\omega$ ο μοριακός τύπος της οργανικής ένωσης. Η ποσότητα της Α είναι: $n = 6/60 = 0,1$ mol.
$C_xH_yO_\omega + (2x + y/2 - \omega)/2O_2 \rightarrow xCO_2 + (y/2)H_2O$
0,1 $x\cdot0,1$ $(y/2)\cdot0,1$
CO_2 ($M_r = 44$): $n = 13,2/44 = 0,3$ mol.
H_2O ($M_r = 18$): $n = 7,2/18 = 0,4$ mol.
Ισχύουν: $x\cdot0,1 = 0,3$, $x = 3$.
$(y/2)\cdot0,1 = 0,4$, $y = 8$.
Επομένως, ο μοριακός τύπος της Α είναι: C_3H_8O.
β) Η Α θα είναι αλκοόλη ή αιθέρας. Εφόσον αντιδρά με Na θα είναι αλκοόλη: $CH_3CH_2CH_2OH$ ή $CH_3CH(OH)CH_3$.
Επίσης επειδή αντιδρά με ιώδιο παρουσία καυστικού νατρίου (NaOH) θα είναι η $CH_3CH(OH)CH_3$.
γ) $n = 12/60 = 0,2$ mol.
$5C_3H_8O + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5C_3H_6O + K_2SO_4 + MnSO_4 + 8H_2O$
0,2 0,08
$KMnO_4$: $c = n/V$, $V = 0,08/0,2 = 0,4$ L.
δ) $CH_3COOH + C_3H_7OH \rightleftharpoons CH_3COOC_3H_7 + H_2O$
2 x – –
$-y$ $-y$ y y
$2 - y$ $x - y$ y y
1η περίπτωση: $2 \le x$ (CH_3COOH σε έλλειμμα ή σε στοιχειομετρική αναλογία).
$\alpha = y/1$, $y = 0,8$ mol.
Επομένως, στη ΧΙ θα συνυπάρχουν: 1,6 mol CH_3COOH, $(x - 1,6)$ mol C_3H_7OH, 1,6 mol $CH_3COOC_3H_7$ και 1,6 mol H_2O.

$$K_c = 4 = \frac{1,6\cdot1,6}{0,4\cdot(x-1,6)}$$ (οι όγκοι απλοποιούνται).

Από την παραπάνω σχέση, προκύπτει: x = 3,2 mol (δεκτή).
2η περίπτωση: $2 \ge x$ (Α σε περίσσεια ή σε στοιχειομετρική αναλογία).
$\alpha = y/x$, $y = 0,8x$ mol.
Επομένως, στη ΧΙ θα συνυπάρχουν: $(2 - 0,8x)$ mol CH_3COOH, $0,2x$ mol C_3H_7OH, $0,8x$ mol $CH_3COOC_3H_7$ και $0,8x$ mol H_2O.

$$K_c = 4 = \frac{(0,8x)^2}{0,2x\cdot(2-0,8x)}$$ (οι όγκοι απλοποιούνται).

Από την παραπάνω σχέση, προκύπτει: x = 1,25 mol (δεκτή).

Ε8.130. α) $C_vH_{2v+1}Cl$: $M_r = 14v + 36,5 = 50,5$, $v = 1$. Επομένως:
Α: CH_3Cl, Β: CH_3CN, Γ: $CH_3CH_2NH_2$, Δ: CH_3COOH.
$CH_3Cl + NaCN \rightarrow CH_3CN + NaCl$
$CH_3CN + 2H_2\,(Ni) \rightarrow CH_3CH_2NH_2$
$CH_3CN + 2H_2O\,(H^+) \rightarrow CH_3COOH + NH_3$
β) Γ: $CH_3CH_2NH_2$, $M_r = 45$, $n = m/M_r = 1,8/45 = 0,04$ mol.
Υ1: $c = n/V = 0,04/0,2 = 0,2$ M.
(Μ) $CH_3CH_2NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2NH_3^+ + OH^-$
$0,2 - x \approx 0,2$ M x $x = 10^{-2,5}$ M (από pH = 11,5)
$K_b = (10^{-2,5})^2/0,2 = 5\cdot10^{-5}$
γ) Η αρχική ποσότητα του αλκυλοχλωριδίου Α είναι $n = m/M_r = 10,1/50,5 = 0,2$ mol. Έστω ότι από αυτή την ποσότητα y mol αντιδρούν με το NaCN:
(mol) $CH_3Cl + NaCN \rightarrow CH_3CN + NaCl$
0,2
$-y$ y y
Το δείγμα Δ1περιέχει y/2 mol της ένωσης CH_3CN.
(mol) $CH_3CN + 2H_2\,(Ni) \rightarrow CH_3CH_2NH_2$
y/2 y/2
Ισχύει: $y/2 = 0,04$, $y = 0,08$ mol.
Η απόδοση της αντίδρασης παρασκευής της ένωσης Β θα είναι: $(0,08/0,2)\cdot100 = 40\%$.
δ) (mol) $CH_3CN + 2H_2O\,(H^+) \rightarrow CH_3COOH + NH_3$
0,04 0,04
Τα 400 mL διαλύματος Υ2 περιέχουν 0,04 mol CH_3COOH.
$c = n/V = 0,04/0,4 = 0,1$ M.
(Μ) $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$
$0,1 - \omega \approx 0,1$ ω ω
$K_a = 10^{-5} = \omega^2/0,1$, $\omega = [H_3O^+] = 10^{-3}$ M, pH = 3.

20 ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 1

Δ1. i. Έστω x mol η αρχική ποσότητα της αιθυλαμίνης.
(mol) $CH_3CH_2NH_2(g) \rightleftharpoons CH_2{=}CH_2(g) + NH_3(g)$
x
$-y$ y y
ΧΙ $x - y$ y y
$n_{o\lambda} = x + y$ (1)
$P\cdot V = x\cdot R\cdot T$ (2)
$1,8P\cdot V = (x + y)\cdot R\cdot T$ (3)
Από τις σχέσεις (2) και (3): $y = 0,8x$.
$\alpha = y/x = 0,8$ (80%).
ii. Στη χημική ισορροπία συνυπάρχουν: $(x - y) = 0,2x$ mol $CH_3CH_2NH_2(g)$, $0,8x$ mol $CH_2{=}CH_2(g)$ και $0,8x$ mol $NH_3(g)$. Αντικαθιστώντας στην έκφραση της K_c καθώς και από τη σχέση $c_o = x/V$ προκύπτει η ζητούμενη σχέση.
Δ2. α) Οι δύο βάσεις αποτελούνται από πολικά μόρια και διαλύονται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης (τα όμοια διαλύουν όμοια). Επόσης, σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού και το γεγονός αυτό διευκολύνει το φαινόμενο.
β) Το CH_3CH_2- παρουσιάζει +Ι επαγωγικό φαινόμενο και απωθεί το ηλεκτρονιακό νέφος προς το μέρος του Ν που έτσι είναι πιο αρνητικά φορτισμένο σε σχέση με το Ν της NH_3. Άρα, η πρόσληψη H^+ είναι ευκολότερη και η βάση ισχυρότερη.

Δ3. Οι συγκεντρώσεις των δύο βάσεων στο υδατικό διάλυμα είναι $c_1 = (x - y)/1 = 0{,}2x$ και $c_2 = y/1 = 0{,}8x$.

(M) $CH_3CH_2NH_2 + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2NH_3^+ + OH^-$

$0{,}2x - \omega \approx 0{,}2x \qquad \omega \qquad \omega$

(M) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$0{,}8x - \xi \approx x \qquad \xi \qquad \xi$

Ισχύουν: $\omega + \xi = 10^{-3}$ M (από pH = 11).

$10^{-4} = \omega \cdot 10^{-3}/0{,}2x = 5\omega \cdot 10^{-3}/x$, $2 \cdot 10^{-5} = \omega \cdot 10^{-3}/x$ (4)

$2 \cdot 10^{-5} = \xi \cdot 10^{-3}/0{,}8x$, $1{,}6 \cdot 10^{-5} = \xi \cdot 10^{-3}/x$, (5)

Από τις δύο τελευταίες εξισώσεις: $3{,}6 \cdot 10^{-5} = 10^{-6}/x$, $x = 1/36$ mol.

$CH_3CH_2NH_2$: $m = (1/36) \cdot 45 = 1{,}25$ g.

Δ4. $CH_3CH_2NH_2(g) \rightleftharpoons CH_2{=}CH_2(g) + NH_3(g)$, $\Delta H = 54$ kJ (1)

Όταν παραχθεί 1 mol NH_3 απορροφώνται 54 kJ

$y = 0{,}8 \cdot (1/36) \qquad q = 1{,}2$ kJ

Δ5. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά και η ποσότητα της NH_3 αυξάνεται ενώ της $CH_3CH_2NH_2$ μειώνεται. Καθώς η συγκέντρωση της ισχυρότερης βάσης μειώνεται και της ασθενέστερης βάσης αυξάνεται ισόποσα, το τελικό pH θα είναι μικρότερο από το αρχικό.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 2

Δ1. Η αύξηση της $[CO_2(g)]$ της ατμόσφαιρας έχει ως αποτέλεσμα και την αύξηση της $[CO_2(aq)]$. Έτσι, η 1η από τις ισορροπίες του σχήματος θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά και η $[H^+]$ θα αυξηθεί. Ως επακόλουθο, η 2η ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα δεξιά και η $[CO_3^{2-}]$ θα μειωθεί. Τέλος, με βάση την 3η ισορροπία η μείωση της $[CO_3^{2-}]$ μετατοπίζει την ισορροπία προς τα δεξιά και το $CaCO_3(s)$ διαλυτοποιείται. Αυτό τεκμηριώνεται και από το διάγραμμα που παραρατίθεται στο σχήμα σύμφωνα μα το οποίο η αύξηση της $[CO_2(g)]$ της ατμόσφαιρας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της $[CO_3^{2-}]$ και άρα τη μείωση της ποσότητας του $CaCO_3(s)$ των κοραλλιών.

Δ2. α) 98%.

β) i. Καμία μεταβολή. Με τη μείωση του όγκου του δοχείου η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά αλλά η $[CO_2]$ μένει η ίδια καθώς στη νέα ισορροπία θα ισχύει: $K_c = 1/[CO_2]$ = σταθερή. **ii.** Καμία μεταβολή. Με την προσθήκη επιπλέον ποσότητας CO_2, η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά αλλά η $[CO_2]$ μένει η ίδια καθώς στη νέα ισορροπία θα ισχύει: $[CO_2] = K_c$.

Δ3. i. Όξινο οξείδιο. Τα οξείδια των στοιχείων προς τα δεξιά του περιοδικού πίνακα σχηματίζουν όξινα οξείδια.

ii. Η ποσότητα του $Ca(OH)_2$ στο αρχικό διάλυμα είναι $2{,}5 \cdot 10^{-3}$ mol. Τελικό διάλυμα: pH = 11, $[OH^-] = 10^{-3}$ M.

(M) $Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$

$5 \cdot 10^{-4}$ M $\qquad 10^{-3}$

Η ποσότητα του $Ca(OH)_2$ στο τελικό διάλυμα θα είναι: $n = 2{,}5 \cdot 10^{-4}$ mol και επομένως αντέδρασαν $2{,}25 \cdot 10^{-3}$ mol. Με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει ότι αντέδρασαν $2{,}25 \cdot 10^{-3}$ mol CO_2 και παράχθηκαν $2{,}25 \cdot 10^{-3}$ mol $CaCO_3$. Ο όγκος του $CO_2(g)$ σε STP που δεσμεύτηκε είναι:

$2{,}25 \cdot 10^{-3} \cdot 22{,}4 = 50{,}4$ mL.

Δ4. i. Αντιστρέφουμε την εξίσωση (1) και αντιστρέφουμε και την (2) αφού την πολλαπλασιάσουμε με το 2:

$2C_2H_5OH + 2CO_2 \rightarrow C_6H_{12}O_6$, $\Delta H^o_1 = +80$ kJ

$6H_2O + 4CO_2 \rightarrow 2C_2H_5OH + 6O_2$, $\Delta H^o_2 = +2740$ kJ

Νόμος του Hess: $\Delta H^o = 2740 + 80 = 2820$ kJ

ii. Τα ένζυμα αυξάνουν κατά πολύ την ταχύτητα της αντίδρασης αλλά από κάποια θερμοκρασία και μετά απενεργοποιούνται καθώς αλλάζει η δομή τους. Έτσι η ταχύτητα μειώνεται.

Δ5. i. $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$, $\Delta H = 2820$ kJ

$4{,}8 \cdot 10^{-3}$ mol $\qquad 8 \cdot 10^{-4}$ mol

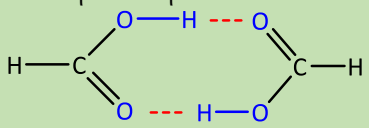
Σε μία ώρα προκύπτουν $8 \cdot 10^{-4}$ mol γλυκόζης ή $180 \cdot 8 \cdot 10^{-4} = 0{,}144$ g γλυκόζης. Έτσι, για την παραγωγή 1,8 g γλυκόζης απαιτούνται $1{,}8/0{,}144 = 12{,}5$ ώρες.

ii. Απορροφήθηκαν $0{,}01 \cdot 2820 = 28{,}2$ kJ.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 3

Δ1. α) Το HCOOH είναι πολική ένωση λόγω των πολικών δεσμών που διαθέτει και επομένως διαλύεται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης (τα όμοια διαλύουν όμοια). Παράλληλα, σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του νερού γεγονός που διευκολύνει τη διάλυση.

β) i.



ii. Μειώνεται, καθώς με την αύξηση της θερμοκρασίας και σύμφωνα με την αρχή Le Chateliern ισορροπία διμερισμού μετατοπίζεται προς τα αριστερά (ενδόθερμη κατεύθυνση).

γ) Το CH_3COOH προκύπτει από το HCOOH με αντικατάσταση ενός ατόμου H με $-CH_3$. Το μεθύλιο προκαλεί +I επαγωγικό φαινόμενο που έχει ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση αρνητικού φορτίου στο άτομο O του δεσμού O − H. Έτσι, η απόσπαση H^+ είναι δυσχερέστερη και το οξύ γίνεται ασθενέστερο.

δ) Στα διαλύματα στα οποία το HCOOH είναι με τη μορφή διμερών ο αριθμός των διαλυμένων σωματιδίων μειώνεται στο μισό σε σχέση με τα διαλύματα στα οποία το HCOOH είναι με τη μορφή διμερών. Καθώς η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα που εξαρτάται από τον αριθμό των διαλυμένων σωματιδίων σε ορισμένο όγκο διαλύματος και όχι από τη φύση τους, στα διαλύματα με τα διμερή θα είναι η μισή σε σχέση με τα διαλύματα με τα μονομερή.

Δ2. α) $HCOOH \rightarrow CO + H_2$. Στο HCOOH το υδρογόνο έχει ΑΟ = +1 και ο C έχει ΑΟ = +2. Στο CO ο C έχει ΑΟ = +2 ενώ στο H_2 το υδρογόνο έχει ΑΟ = 0.

β) i. $_{44}Ru$: $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}\,4s^2\,4p^6\,4d^7\,5s^1$. ii. Ο καταλύτης και τα αντιδρώντα είναι στην ίδια φάση.

Δ3. α) (M) $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

$0{,}05 - x \approx 0{,}05 \qquad x \qquad x = 10^{-2{,}5}$ (από pH = 2,5).

Ισχύει $\alpha < 0{,}1$ και επομένως ισχύουν οι προσεγγίσεις.

$$K_a = \frac{[HCOO^-]\cdot[H_3O^+]}{[HCOOH]} = \frac{10^{-5}}{5\cdot 10^{-2}} = 2\cdot 10^{-4}$$

β) Έστω V_1 ο όγκος του (Υ1) και V_2 ο όγκος του νερού. Με βάση τον προσεγγιστικό νόμο αραίωσης του Ostwald (να αποδειχθεί πάλι η ισχύς των προσεγγίσεων) για το αρχικό και το αραιωμένο διάλυμα θα έχουμε:

$K_a = \alpha^2 \cdot 0{,}05 = (1{,}1\alpha)^2 \cdot c_2$, $c_2 = 0{,}05/1{,}21$.

Από τη σχέση αραίωσης των διαλυμάτων:

$0{,}05 \cdot V_1 = (0{,}05/1{,}21) \cdot (V_1 + V_2)$, $V_2/V_1 = 21/100$.

γ) i. Η ποσότητα του HCOOH είναι $n = 0{,}05 \cdot 2 = 0{,}1$ mol.

(mol) $HCOOH \rightarrow H_2 + CO_2$

$0{,}1 \qquad 0{,}1$

$m(H_2) = 0{,}1 \cdot 2 = 0{,}2$ g.

ii. Με τη διοχέτευσή του σε ασβεστόνερο (προκαλεί λευκό θόλωμα).

δ) (Μ) $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$, $\Delta H > 0$
Με την αύξηση της θερμοκρασίας, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η ισορροπία ιοντισμού μετατοπίζεται προς τα δεξιά με αποτέλεσμα την αύξηση της $[H_3O^+]$ και τη μείωση του pH.
Δ4. Υπολογίζουμε το αρχικό pH από τη γνωστή σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων.

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{c_o}{c_\beta} = 2\cdot10^{-4} > 10^{-4}\ M$$

Επομένως θα πρέπει να προσθέσουμε το διάλυμα NaOH ώστε το pH να αυξηθεί. Μάλιστα, για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του NaOH.

(mol)	$HCOOH$	+ $NaOH$	→ $HCOONa$	+ H_2O
	0,1	0,1V	0,1	
	−0,1V	−0,1V	0,1V	
	0,1 − 0,1V	−	0,1 + 0,1V	

$$10^{-4} = 2\cdot10^{-4}\cdot\frac{0,1-0,1V}{0,1+0,1V}$$

$0,2 - 0,2V = 0,1 + 0,1V$, $V = 1/3$ L.
Δ5. Τα 100 mL του διαλύματος (Υ2) περιέχουν 0,1 mol HCOOH και 0,1 mol HCOONa.

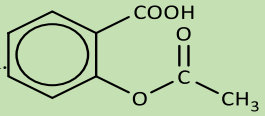
(mol)	$5HCOOH$	+ $2KMnO_4$	+ $3H_2SO_4$	→
	0,01	0,004		$5CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

(mol)	$10HCOONa$	+ $4KMnO_4$	+ $11H_2SO_4$	→ $10CO_2 + 4MnSO_4$
	0,01	0,004		$+ 2K_2SO_4 + 5Na_2SO_4 + 16H_2O$

$KMnO_4$: $c = n/V$, $V = n/c = 0,008/0,5 = 0,016$ L = 16 mL.
Δ6. α) $HCN + 2H_2O(H^+ \text{ ή } OH^-) \rightarrow HCOOH + NH_3$
β) $CH_3CH_2OH + 4X_2 + 6NaOH \rightarrow HCOONa + CHX_3 + 5NaX + 5H_2O$

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 4

Δ1. i. Ασθενές, γιατί αν ήταν ισχυρό θα έπρεπε να έχει pH < 3.
ii. $\alpha = 0,5$, $K_a = 10^{-3}$.
Δ2. i. $ACOOH + NaOH \rightarrow ACOONa + H_2O$.
ii. Στο ισοδύναμο σημείο υπάρχει μόνο το άλας το ανιόν του οποίου υδρολύεται λειτουργώντας ως βάση.
iii. 0,75 M, 10,35% w/v.
iv. Το ερυθρό της κρεσόλης (η περιοχή αλλαγής χρώματος πρέπει να «περικλείει» το pH στο ισοδύναμο σημείο).
Δ3. i.



ii. Εστεροποίηση.
iii. Με καταλύτη οξύ (π.χ. H_2SO_4) και θέρμανση.
Δ4. 1,8 g ακετυλοσαλικυλικού οξέος.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 5

Δ1. i. 10η ομάδα, 4η περίοδος, *d* τομέας. $_{28}Ni^{2+}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8$, 2 μονήρη ηλεκτρόνια. Παραμαγνητικό, γιατί διαθέτει μονήρη ηλεκτρόνια.
ii. Μεταθετική, καθώς δεν υπάρχει μεταβολή στους αριθμούς οξείδωσης.
Δ2. i. Μειώνοντας την ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης.
ii. Το διάγραμμα Γ. Σε υψηλές θερμοκρασίες τα ένζυμα που είναι πρωτεϊνικής φύσης χάνουν τη λειτουργικότητά τους.
Δ3. i. Θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του NaOH.

CH_3COOH	+ H_2O	⇌ CH_3COO^-	+ H_3O^+
$c - x \approx c$		x	x = 10^{-3} M (από pH = 3)

$$K_c = \frac{[CH_3COO^-]\cdot[H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{x\cdot x}{c},\ c = 0,05\ M.$$

Επομένως, $n = 0,05\cdot0,42 = 0,021$ mol CH_3COOH.

	CH_3COOH	+ $NaOH$	→ CH_3COONa	+ H_2O
	0,021 mol	n		
	$-n$	$-n$	n	
	0,021 − n		n	

$$\text{PΔ: } [H_3O^+] = K_a\cdot\frac{c_o}{c_\beta} \Rightarrow 10^{-6} = 2\cdot10^{-5}\frac{0,021-n}{n},$$

$n = 0,02$ mol.
ii. Για το ρυθμιστικό διάλυμα CH_3COOH 0,1 M και CH_3COONa 0,6 M ισχύει:

$$[H_3O^+] = 2\cdot10^{-5}\cdot\frac{0,1}{0,6} = \frac{1}{3}\cdot10^{-5} > 10^{-6}$$

Το διάλυμα αυτό είναι πιο όξινο από διάλυμα με pH = 6 και επομένως για να αποκτήσει pH = 6 θα πρέπει να του προσθέσουμε NaOH.

CH_3COOH	+ $NaOH$	→ CH_3COONa	+ H_2O
0,03 mol	μ	0,18	
−μ	−μ	+μ	
0,03 − μ		0,18 + μ	

$$\text{PΔ: } [H_3O^+] = K_a\cdot\frac{c_o}{c_\beta} \Rightarrow 10^{-6} = 2\cdot10^{-5}\frac{0,03-\mu}{0,18+\mu},$$

μ = 0,02 mol.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 6

Δ1. α) Τη χρονική στιγμή t_1. Η εφαπτομένη της καμπύλης τη χρονική αυτή στιγμή είναι μεγαλύτερη και επομένως η στιγμιαία ταχύτητα είναι μεγαλύτερη.
β) Μείωση του όγκου του δοχείου της αντίδρασης. Αυξάνεται η απόδοση της αντίδρασης καθώς σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία οδεύει προς τα δεξιά. Παράλληλα, αυξάνονται οι συγκεντρώσεις και επομένως αυξάνονται και οι δύο αντίθετης φοράς ταχύτητες και επομένως ο χρόνος αποκατάστασης της ισορροπίας μειώνεται. Η σταθερά K_c εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία και άρα η τιμή της δεν μεταβάλλεται.
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz
Δ2. Η τελική ποσότητα του CH_3COOH είναι: $n = 0,5\cdot8 = 4$ mol.

(mol)	$CH_3OH(g)$	+ $CO(g)$	⇌ $CH_3COOH(g)$
	5	5	−
	−4	−4	4
XI	1	1	4

$$K_c = \frac{[CH_3COOH]}{[CH_3OH]\cdot[CO]} = \frac{\frac{4}{8}}{\frac{1}{8}\cdot\frac{1}{8}} = 32$$

Δ3. α) $c = n/V = 0,1/0,5 = 0,2$ M

CH_3COOH	+ H_2O	⇌ CH_3COO^-	+ H_3O^+
0,2 − x ≈ 0,2 M		x	x = $2\cdot10^{-3}$ M

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-]\cdot[H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{(2\cdot10^{-3})^2}{0,2} = 2\cdot10^{-5}$$

$$\alpha = \frac{x}{c} = \frac{2\cdot10^{-3}}{0,2} = 0,01$$

$$\begin{array}{lcl} HCOOH + H_2O & \rightleftharpoons & HCOO^- + H_3O^+ \\ c - y \approx c & & y \quad y = 10^{-2}\ M\ (\text{από pH} = 2) \end{array}$$

$$\alpha = \frac{y}{c} = \frac{10^{-2}}{c} = 0{,}01,\ \ c = 1M$$

Από το νόμο αραίωσης του Oswald με την προσεγγιστική του έκφραση, έχουμε: $K_a = \alpha^2 \cdot c = 10^{-4} > 2 \cdot 10^{-5}$.

Άρα το HCOOH είναι ισχυρότερο από το CH_3COOH. Πράγματι, λόγω του +I επαγωγικού φαινομένου του $-CH_3$, το O του δεσμού O–H φορτίζεται αρνητικά, ο δεσμός αυτός ισχυροποιείται, η απόσπαση H^+ δυσχερέστερη και το οξύ ασθενέστερο.

γ) Θεωρούμε 100 mL του διαλύματος Υ1 που περιέχει CH_3COOH 0,2 M. Με την αραίωση η συγκέντρωσή του μειώνεται σε c_2 και ο όγκος του διαλύματος αυξάνεται σε V_2.

Από το νόμο αραίωσης του Oswald, έχουμε:

$K_a = \alpha^2 \cdot 0{,}2 = 9\alpha^2 \cdot c_2,\ \ c_2 = 0{,}2/9$ M.

Από τη σχέση αραίωσης των διαλυμάτων: $0{,}2 \cdot 0{,}1 = 0{,}2/9 \cdot V_2$, $V_2 = 900$ mL, $V(H_2O) = 800$ mL.

Δ4. Υπολογίζουμε τις τελικές συγκεντρώσεις στο διάλυμα $Υ_2$.

CH_3COOH: $0{,}2 \cdot 0{,}1 = c_1 \cdot 0{,}2,\ \ c_1 = 0{,}1$ M

HCl: $0{,}2 \cdot 0{,}1 = c_2 \cdot 0{,}2,\ \ c_2 = 0{,}1$ M

$$\begin{array}{lcl} CH_3COOH + H_2O & \rightleftharpoons & CH_3COO^- + H_3O^+ \\ 0{,}1 - y & & y \quad y \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} HCl + H_2O & \rightarrow & Cl^- + H_3O^+ \\ 0{,}1 & & 0{,}1 \quad 0{,}1 \end{array}$$

Τελικά, έχουμε: $[H_3O^+] = 0{,}1 + y \approx 0{,}1$ M, pH = 1.

$[CH_3COOH] = 0{,}1 - y \approx 0{,}1$ M, $[CH_3COO^-] = y$.

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{y \cdot 0{,}1}{0{,}1} = 2 \cdot 10^{-5} = \alpha \cdot 0{,}1$$

Άρα, $\alpha = 2 \cdot 10^{-4}$.

Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

Δ5. Διάλυμα Υ3: 0,02 mol CH_3COOH και 0,02 mol HCl.

$$\begin{array}{lcl} (\text{mol}) \quad 2HCl + Ba(OH)_2 & \rightarrow & BaCl_2 + 2H_2O \\ 0{,}02 \quad 0{,}01 & & 0{,}01 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} (\text{mol}) \quad 2CH_3COOH + Ba(OH)_2 & \rightarrow & (CH_3COO)_2Ba + 2H_2O \\ 0{,}02 \quad 0{,}01 & & 0{,}01 \end{array}$$

Καταναλώνεται όλη η ποσότητα του $Ba(OH)_2$ και το τελικό διάλυμα περιέχει $BaCl_2$ 0,01 M και $(CH_3COO)_2Ba$ 0,01 M.

$$\begin{array}{lcl} (\text{M}) \quad BaCl_2 & \rightarrow & Ba^{2+} + 2Cl^- \\ 0{,}01\ M & & \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} (\text{M}) \quad (CH_3COO)_2Ba & \rightarrow & Ba^{2+} + 2CH_3COO^- \\ 0{,}01\ M & & 0{,}02\ M \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} (\text{M}) \quad CH_3COO^- + H_2O & \rightleftharpoons & CH_3COOH + OH^- \\ 0{,}02 - \omega & & \omega \quad \omega \end{array}$$

$$K_b = \frac{10^{-14}}{2 \cdot 10^{-5}} \frac{[CH_3COOH] \cdot [OH^-]}{[CH_3COO^-]} = \frac{\omega \cdot \omega}{0{,}02},\ \ pH = 8{,}5$$

Δ6. Έστω ότι πρέπει να προσθέσουμε λ mol CH_3CH_2OH.

$$\begin{array}{lcl} (\text{mol}) \ CH_3COOH(\ell) + CH_3CH_2OH(\ell) & \rightleftharpoons & \\ & & CH_3COOCH_2CH_3(\ell) + H_2O(\ell) \\ 0{,}5 \quad \lambda & & \\ -\xi \quad -\xi & & \xi \quad \xi \\ \text{XI} \quad 0{,}5 - \xi \quad \lambda - \xi & & \xi \quad \xi \end{array}$$

Περίπτωση 1: $0{,}5 \geq \lambda$ (CH_3CH_2OH σε έλλειμμα ή σε στοιχειομετρική αναλογία).

$$\alpha = \frac{\xi}{\lambda},\ \ \xi = 0{,}8 \cdot \lambda$$

$$K_c = \frac{[CH_3COOCH_2CH_3] \cdot [H_2O]}{[CH_3COOH] \cdot [CH_3CH_2OH]} = \frac{\frac{0{,}8\lambda}{V} \cdot \frac{0{,}8\lambda}{V}}{\frac{0{,}2\lambda}{V} \cdot \frac{0{,}5 - 0{,}8\lambda}{V}} = 4$$

$\lambda = 0{,}3125$ mol (δεκτή).

Περίπτωση 2: $0{,}5 < \lambda$ (CH_3COOH σε έλλειμμα).

$$\alpha = \frac{\xi}{0{,}5},\ \ \xi = 0{,}4$$

$$K_c = \frac{[CH_3COOCH_2CH_3] \cdot [H_2O]}{[CH_3COOH] \cdot [CH_3CH_2OH]} = \frac{\frac{0{,}4}{V} \cdot \frac{0{,}4}{V}}{\frac{0{,}1}{V} \cdot \frac{\lambda - 0{,}4}{V}} = 4\ ,$$

Από την παραπάνω εξίσωση προκύπτει: $\lambda = 0{,}8$ mol (δεκτή).

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 7

Δ1. i. Από τον ορισμό της μέσης ταχύτητας, έχουμε:

$$\upsilon = -\frac{\Delta[\Sigma]}{\Delta t} = -\frac{0{,}2 - 0{,}4}{500 - 0} = 4 \cdot 10^{-4}\ M \cdot min^{-1}$$

ii. Με ανάλογο τρόπο για το χρονικό διάστημα 500-1000 min, έχουμε:

$$\upsilon = -\frac{\Delta[\Sigma]}{\Delta t} = -\frac{0{,}1 - 0{,}2}{1000 - 500} = 2 \cdot 10^{-4}\ M \cdot min^{-1}$$

Με την πάροδο του χρόνου η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται (μειώνονται οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων).

Δ2. Για το αρχικό διάλυμα της σακχαρόζης: $\Pi_1 = 0{,}4 \cdot R \cdot T$ (1).

Για τη χρονική στιγμή t_1 έχουμε:

$$\begin{array}{lcl} (\text{M}) \quad \Sigma(aq) + H_2O(\ell) & \rightarrow & \Gamma(aq) + \Phi(aq) \\ 0{,}4 & & - \quad - \\ -0{,}3 & & 0{,}3 \quad 0{,}3 \\ 0{,}1 & & 0{,}3 \quad 0{,}3 \end{array}$$

Η συνολική συγκέντρωση τη στιγμή t_1 είναι: $0{,}1 + 0{,}3 + 0{,}3 = 0{,}7$ M και επομένως καθώς η ωσμωτική πίεση είναι προσθετική ιδιότητα θα ισχύει: $\Pi_2 = 0{,}7 \cdot R \cdot T$ (2). Με διαίρεση κατά μέλη των (1) και (2) προκύπτει: $\Pi_2/\Pi_1 = 7/4$.

Δ3. i. Η επιλογή 3. **ii.** Το αρχικό ρυθμιστικό διάλυμα έχει $[H_3O^+] = 2 \cdot 10^{-5}$ M και για να μειωθεί σε 10^{-5} M θα πρέπει να προσθέσουμε NaOH (με την αραίωση το pH του ρυθμιστικού διαλύματος μένει σταθερό και μόνο σε πολύ μεγάλες αραιώσεις τείνει προς το 7 όταν χάνει πια τη ρυθμιστική του ικανότητα).

Δ4. Με την προσθήκη του NaOH προκύπτει πάλι ρυθμιστικό διάλυμα και επομένως αντιδρά όλο το NaOH:

$$\begin{array}{lcl} (\text{mol}) \quad CH_3COOH + NaOH & \rightarrow & CH_3COONa + H_2O \\ 6 \cdot 10^{-3} \quad 0{,}01 \cdot V & & 6 \cdot 10^{-3} \\ -0{,}01 \cdot V \quad -0{,}01 \cdot V & & 0{,}01 \cdot V \\ 6 \cdot 10^{-3} - 0{,}01 \cdot V \quad - & & 6 \cdot 10^{-3} + 0{,}01 \cdot V \end{array}$$

Στο τελικό ρυθμιστικό διάλυμα θα ισχύει:

$$c_o = \frac{6 \cdot 10^{-3} - 0{,}01 \cdot V}{0{,}06 + V},\ \ c_\beta = \frac{6 \cdot 10^{-3} + 0{,}01 \cdot V}{0{,}06 + V}$$

και επομένως:

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{\frac{6 \cdot 10^{-3} - 0{,}01 \cdot V}{0{,}06 + V}}{\frac{6 \cdot 10^{-3} + 0{,}01 \cdot V}{0{,}06 + V}}.$$

Από την εξίσωση αυτή προκύπτει: $V = 200$ mL.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 8

Δ1. $Li_3N + 3H_2O \rightarrow NH_3 + 3LiOH$
0,02 ← 0,02
$6Li + N_2 \rightarrow 2Li_3N$
0,06 ← 0,02
$4LiOH \rightarrow 4Li + 2H_2O + O_2$
0,06 ← 0,06
Επομένως: 0,06 mol LiOH.

Δ2. α) Υπολογίζουμε τις συγκεντρώσεις της NH_3 (0,02/0,6 = 0,1/3 M) και του LiOH (0,06/0,6 = 0,1 M.
(M) $LiOH \rightarrow Li^+ + OH^-$
0,1 0,1
(M) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$
(0,1/3) – x x x
Εφαρμόζουμε την επίδραση κοινού ιόντος (OH^-).
$[OH^-] = 0,1 + x \approx 0,1$ M, pOH = 1, pH = 14 – 1 = 13.

β) $K_b = [NH_4^+]\cdot[OH^-]/[NH_3] = x\cdot 0,1/(0,1/3) = \alpha\cdot 0,1$ [$\alpha = x/(0,1/3)$], $\alpha = 2\cdot 10^{-4}$.

γ) Γράφουμε την εξουδετέρωση του LiOH και την εξουδετέρωση της NH_3 με το HNO_3.
(mol) $LiOH + HNO_3 \rightarrow LiNO_3 + H_2O$
0,06 0,06
(mol) $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$
0,02 0,02
Η συνολικά απαιτούμενη ποσότητα HNO_3 είναι 0,08 mol.
Υπολογίζουμε τον όγκο του διαλύματος HNO_3 από τη σχέση $c = n/V$, $V = 0,08/0,4 = 0,2$ L = 200 mL.

Δ3. Το άζωτο οξειδώνεται από −3 και 0 και το χλώριο ανάγεται από 0 σε −1.
$8NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow 6NH_4Cl + N_2$.

Δ4. Από την αντίδραση συμπεραίνουμε ότι σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα καθώς σε πλήρη αντίδραση το pH του διαλύματος θα ήταν όξινο λόγω της υδρόλυσης των ιόντων NH_4^+. Η αρχική ποσότητα της NH_3 είναι 0,11 mol. Έστω n mol η ποσότητα του Cl_2.
(mol) $8NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow 6NH_4Cl + N_2$
0,11 n
−(8/3) n $-n$ $2n$
0,11 − (8/3) n – $2n$
$c_\beta = [0,11 - (8/3)n] / 0,11$ και $c_o = 2n / 0,11$
Αντικαθιστούμε στη σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων:

$$[OH^-] = K_b \cdot \frac{c_\beta}{c_o}$$

Τελικά: $n = 0,03$ mol.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 9

Δ1. Για να έχει 7 ηλεκτρόνια με μαγνητικό κβαντικό αριθμό ίσο με το μηδέν ($m_\ell = 0$) θα πρέπει να έχει ηλεκτρονιακή δομή $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$. Ανήκει στον s τομέα, στην 1η (ΙΑ) ομάδα και στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Δ2. α) Το στοιχείο είναι αλκάλιο και ο αριθμός του οξείδωσης είναι +1, οπότε σχηματίζει οξείδιο του τύπου A_2O Με την επίδραση H_2O σχηματίζεται η ισχυρή βάση κατά Arrhenius AOH.
(mol) $A_2O + H_2O \rightarrow 2AOH$
0,1 0,2
Υ1: $c = n/V = 0,2/0,2 = 1$ M
β) Από την καμπύλη ογκομέτρησης προκύπτει ότι μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν 4 mL πρότυπου διαλύματος (Υ1). Όταν έχουν προστεθεί 2 mL του πρότυπου διαλύματος έχει προστεθεί η μισή ποσότητα σε σχέση με την απαιτούμενη για την εξουδετέρωση.
AOH: $n = c\cdot V = 1\cdot 0,002 = 0,002$ mol
(mol) $CH_3COOH + AOH \rightarrow CH_3COOA + H_2O$
n $n/2$ –
$-n/2$ $-n/2$ $n/2$
$n/2$ – $n/2$
Στο ρυθμιστικό διάλυμα CH_3COOH/CH_3COOA τα δύο συστατικά έχουν ίσες ποσότητες και επομένως ίσες συγκεντρώσεις: $c_o = c_\beta$. Για το ρυθμιστικό διάλυμα ισχύει:
$[H_3O^+] = K_a\cdot(c_o/c_\beta) \Rightarrow K_a = 10^{-5}$

Δ3. Στο ισοδύναμο σημείο: AOH: $n = 0,004\cdot 1$ mol
(mol) $CH_3COOH + AOH \rightarrow CH_3COOA + H_2O$
0,004 0,004
Άρα στα 10 mL από το διάλυμα Υ2 περιέχονται 0,004 mol CH_3COOH και επομένως στα 25 mL περιέχονται 0,01 mol CH_3COOH ($M_r = 60$) που αντιστοιχούν σε 0,6 g. Η ποσότητα αυτή περιέχεται και στα 10 mL του ξυδιού του εμπορίου.
Στα 10 mL περιέχονται 0,6 g CH_3COOH
Στα 100 mL 6 g
Άρα, η περιεκτικότητα του αιθανικού οξέος στο ξύδι εμπορίου είναι 6% w/v.

Δ4. Το σημείο Γ είναι μετά το ισοδύναμο σημείο, οπότε υπάρχει περίσσεια AOH και το ογκομετρούμενο διάλυμα έχει όγκο 20 mL.
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz
AOH: $n = c\cdot V = 1\cdot 0,01 = 0,01$ mol
(mol) $CH_3COOH + AOH \rightarrow CH_3COOA + H_2O$
0,004 0,01 –
−0,004 −0,004 0,004
– 0,006 0,004
AOH: $c = 0,006/0,02 = 0,3$ M
CH_3COOA: $c = 0,004/0,02 = 0,2$ M
(M) $AOH \rightarrow A^+ + OH^-$
0,3 0,3 0,3
(M) $CH_3COOA \rightarrow A^+ + CH_3COO^-$
0,2 0,2 0,2
(M) $CH_3COO^- + H_2O \rightleftharpoons CH_3COOH + OH^-$
0,2 – x x x
$[OH^-] = 0,3 + x \approx 0,3$ M

Δ5. CH_3COOH: 0,1 mol
AOH: 0,1 mol
(mol) $CH_3COOH + AOH \rightarrow CH_3COOA + H_2O$, $\Delta H = -50$ kJ
0,1 0,1
$Q = 0,1\cdot 50 = 5$ kJ

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 10

Δ1. 144 kg Fe_2O_3, 3000 mol SO_3, 600 mol SO_2.

Δ2. 528 g.

Δ3. $V < 0,8$ L.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 11

Δ1. α) Δεν είναι οξειδοαναγωγική καθώς δεν υπάρχει μεταβολή σε κανένα αριθμό οξείδωσης.

Δ2. $K_c = 4$.

Δ3. i. Με την αύξηση του όγκου δεν αλλάζει η ισορροπία (αρχή Le Chatelier), αλλά οι συγκεντρώσεις θα μειωθούν.
ii. Εξώθερμη.

Δ4. λ = 2,5 mol.

Δ5. i. $5CH_3OH + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 \rightarrow 5CO_2 + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 19H_2O$

ii. 500 mL.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 12

Δ1. $K_c = [CO_2]/[CO]$.

Δ2. Έστω x mol η αρχική ποσότητα του CO. Από τον πίνακα της ισορροπίας και θεωρώντας ότι η ποσότητα του CO που αντέδρασε ήταν τα 10/11 της αρχικής προκύπτει: $K_c = 10$.

Δ3. Από τον ιοντισμό του CH_3COOH και την έκφραση της K_a προκύπτει: pH = 3.

Δ4. Η ποσότητα του Fe αντιστοιχεί σε $n = 0,28/56 = 0,005$ mol. Η αρχική ποσότητα του CH_3COOH είναι: $0,1 \cdot 0,2 = 0,02$ mol (σε περίσσεια).

α) (mol) $2CH_3COOH + Fe \rightarrow (CH_3COO)_2Fe + H_2$
0,005 0,02

β) Με τη συμπλήρωση του παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η παραγόμενη ποσότητα $H_2(g)$ είναι 0,005 mol που αντιστοιχεί σε όγκο 112 mL.

γ) Το διάλυμα Υ2 περιέχει CH_3COOH 0,05 M και $(CH_3COO)_2Fe$ 0,025 M.

$(CH_3COO)_2Fe \rightarrow 2CH_3COO^- + Fe^{2+}$
0,025 M 0,05 M

Είναι ρυθμιστικό διάλυμα με συζυγές ζεύγος CH_3COOH, c_o = 0,05 M και CH_3COO^-, c_β = 0,05 M. Από τη γνωστή εξίσωση των ρυθμιστικών διαλυμάτων προκύπτει τελικά pH = 5.

δ) Στο διάλυμα Υ2 έχουμε 0,01 mol CH_3COOH και 0,005 mol $(CH_3COO)_2Fe$. Με το HCl αντιδρά ο $(CH_3COO)_2Fe$:

$(CH_3COO)_2Fe + 2HCl \rightarrow CH_3COOH + FeCl_2$
0,05 mol 0,01 mol

Για το διάλυμα του HCl ισχύει V = 20 mL.

Δ5. α) $Fe(s)+4HNO_3(aq) \rightarrow Fe(NO_3)_3(aq)+NO(g)+2H_2O(\ell)$ (2)
$Fe(s) + 6HNO_3(aq) \rightarrow Fe(NO_3)_3(aq) + 3NO_2(g) + 3H_2O(\ell)$ (3)

β) i. NO: $n = 1,68/22,4 = 0,075$ mol.
NO_2: $n = 6,72/22,4 = 0,3$ mol.
Από τη στοιχειομετρία των δύο αντιδράσεων προκύπτει ότι η συνολική ποσότητα του Fe που αντέδρασε είναι 0,175 mol, που αντιστοιχεί σε μάζα 9,8 g. Έτσι, από τα 10 g μεταλλεύματος τα 9,8 g είναι καθαρός Fe οπότε η περιεκτικότητά του σε Fe είναι 98% w/w.

ii. Από τη στοιχειομετρία των δύο αντιδράσεων προκύπτει ότι η ποσότητα του HNO_3 που αντέδρασε είναι 0,9 mol. Με βάση και τον (πλήρη) ιοντισμό του HNO_3 προκύπτει τελικά c = 1 M.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 13

Δ1. $4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$
$4NH_3 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 6H_2O$

Η αναγωγική ουσία NH_3 και η οξειδωτική ουσία το O_2.

Δ2. Έστω x mol NH_3 αντιδρούν δίνοντας NO και y mol NH_3 αντιδρούν δίνοντας N_2. Από τη στοιχειομετρία των δύο αντιδράσεων προκύπτει ότι το μίγμα που παράγεται περιέχει x mol NO, (y/2) mol N_2. Το NO οξειδώνεται από το $KMnO_4$. Η ποσότητα του $KMnO_4$ είναι $n = c \cdot V = 0,54$ mol και επομένως x = 0,9 mol. Επίσης, $V_{μιγμ} = 22,4$ L = 1 mol και άρα ψ = 0,2 mol.
Τελικά, ο βαθμός μετατροπής NH_3 σε NO είναι 9/11.

Δ3. α) Η αντίδραση (4) είναι εξώθερμη. Σύμφωνα με αρχή Le Chatelieroι εξώθερμες αντιδράσεις ευνοούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες οπότε η μείωση της θερμοκρασίας αυξάνει την απόδοση της αντίδρασης.

β) Με αντικατάσταση στην έκφραση της K_c προκύπτει: $K_c = 4$.

γ) Εφόσον αυξήθηκε η ποσότητα του NO_2 η θέση της ισορροπίας μετατοπίστηκε προς τα δεξιά. Αυτό σημαίνει ότι μειώθηκε ο όγκος του δοχείου και η χημική ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα δεξιά.

Εφόσον η ποσότητα του NO_2 αυξήθηκε κατά 25% παράχθηκαν 5 mol NO_2 επιπλέον και επομένως αντέδρασαν 5 mol NO και 2,5 mol O_2. Από την έκφραση της K_c στη νέα ισορροπία προκύπτει ότι ο νέος όγκος θα είναι V = 1,2 L και η μείωση του όγκου κατά 8,8 L.

Δ4. Η αύξηση της πίεσης, με ελάττωση του όγκου, μετατοπίζει τη χημική ισορροπία προς την κατεύθυνση που παράγονται λιγότερα mol αερίων. Η αντίδραση παρασκευής του HNO_3 που περιγράφεται από την (5) συνοδεύεται από ελάττωση των mol των αερίων οπότε ευνοείται σε υψηλή πίεση.

Δ5. Διερεύνηση: Εάν αντιδράσουν πλήρως η NH_3 με το HNO_3 το διάλυμα που θα προκύψει θα είναι όξινο. Εάν περισσέψει HNO_3 το διάλυμα θα είναι πάλι όξινο. Άρα, περισσεύει NH_3.

mol $NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$
$5V_2$ $10V_1$

Απαιτώντας να περισσέψει NH_3, το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό. Από τη γνωστή σχέση των ρυθμιστικών διαλυμάτων προκύπτει τελικά: $V_1/V_2 = 50/101$.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 14

Δ1. Έστω ότι το μίγμα περιέχει x mol N_2 και x mol H_2. Συμπληρώνουμε τον πίνακα της ισορροπίας (αντιδρούν y mol N_2).

(mol) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$
x x

Στη χημική ισορροπία θα περιέχονται (x – y) mol N_2, (x – 3y) mol H_2 και 2y mol NH_3.

$n_{ολ}$ (Χ.Ι.) = x – y + x – 3y + 2y = (2x – 2y) mol.

Στα αέρια η αναλογία mol είναι και αναλογία όγκων στις ίδιες συνθήκες και επομένως x = 6y (1).

Το N_2 είναι σε περίσσεια και επομένως η απόδοση θα είναι 0,5 (50 %).

Δ2. 2x – 2y = 10 ή x – y = 5 (2).

Από τις σχέσεις (1) και (2): y = 1 mol και x = 6 mol.

Από την έκφραση της K_c: V_1 = 5 L.

Δ3. α) Εφόσον οι αντιδράσεις είναι απλές και τα στερεά παραλείπονται από την έκφραση του νόμου της ταχύτητας της αντίδρασης προκύπτει ότι:

$\upsilon_1 = k_1$

$\upsilon_2 = k_2 \cdot [CO_2]$

β) (mol) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$
(ΧΙ) $2 - \omega$ ω ω

Από το βαθμό διάσπασης προκύπτει ω = 1 mol.

Ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής της $[CO_2]$ την χρονική στιγμή t = 0 ισούται με την υ_1 και επομένως: $\upsilon_1 = k_1 = 0,4$ M/min

Στην ισορροπία ισχύει $[CO_2] = 1$ M και $\upsilon_1 = \upsilon_2 = 0,4$ M/min.

γ) Επειδή $K_c = [CO_2]$ σε οποιαδήποτε κατάσταση χημικής ισορροπίας στην ίδια θερμοκρασία η $[CO_2]$ θα είναι η ίδια με αποτέλεσμα η P να παραμένει σταθερή, καθώς $P = [CO_2] \cdot R \cdot T$. Με την απομάκρυνση ποσότητας CO_2 από το δοχείο, η χημική ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Έτσι, για να υποδιπλασιαστεί η πίεση θα πρέπει με τη συνεχή απομάκρυνση του CO_2 να αντιδράσει όλη η ποσότητα του $CaCO_3(s)$ και στη συνέχεια να αφαιρεθεί επιπλέον ποσότητα CO_2 ώστε να παραμείνει η μισή σε σχέση με την

ποσότητα του CO_2 στην αρχική ισορροπία (1 mol). Τελικά πρέπει να αφαιρεθούν 1,5 mol CO_2.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 15

Δ1. α) $NaIO_3 + 5NaI + 3H_2SO_4 \rightarrow 3I_2 + 3Na_2SO_4 + 3H_2O$

β) Οξειδωτικό είναι το $NaIO_3$ καθώς προκαλεί οξείδωση στο I του NaI από −1 σε 0. Αναγωγικό είναι το NaI καθώς προκαλεί αναγωγή στο I του $NaIO_3$ από +5 σε 0.

Δ2. Μεγαλύτερη είναι θερμοκρασία θ_2 καθώς η ταχύτητα διάσπασης του I_2 είναι μεγαλύτερη στη θερμοκρασία αυτή (ταχύτερη αποκατάσταση της ισορροπίας).

Δ3. α) Στη θερμοκρασία θ_1:

(M) $I_2(g) \rightleftharpoons 2I(g)$

0,4	–
−0,2	0,4
0,2	0,4

$K_{c1} = 0,4^2/0,2 = 0,8$

$\alpha_1 = 0,2/0,4 = 0,5$ (50%)

Στη θερμοκρασία θ_2:

(M) $I_2(g) \rightleftharpoons 2I(g)$

0,4	–
−0,3	0,6
0,1	0,6

$K_{c2} = 0,6^2/0,1 = 3,6$

$\alpha_2 = 0,3/0,4 = 0,75$ (75%)

β) Με την αύξηση της θερμοκρασίας η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά. Έτσι, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η αντίδραση προς τα δεξιά θα είναι ενδόθερμη.

γ) Διασπάται ο δεσμός I−I και η διάσπαση ενός δεσμού απαιτεί ενέργεια (ενδόθερμο φαινόμενο). Εκτός ύλης.

Δ4. α) Με την έναρξη της αντίδρασης η $[I_2]$ είναι μέγιστη και η υ_1 έχει τη μέγιστη τιμή της. Με την πάροδο του χρόνου η $[I_2]$ μειώνεται και αυξάνεται η [I], οπότε η υ_2 αυξάνεται συνεχώς. Στην κατάσταση της ισορροπίας (από τη στιγμή t_1 και μετά στη θερμοκρασία θ_1 και από τη στιγμή t_2 και μετά στη θερμοκρασία θ_2) η υ_2 παίρνει τη μέγιστη τιμή της και ισχύει $\upsilon_1 = \upsilon_2$.

β) Η υ_2 γίνεται μέγιστη από την αποκατάσταση της χημικής ισορροπίας και μετά οπότε οι συγκεντρώσεις των δύο συστατικών της ισορροπίας δεν μεταβάλλονται. Έτσι, ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του $I_2(g)$, $d[I_2]/dt$, τη στιγμή αυτή θα είναι ίσος με το μηδέν.

Δ5. Έστω c η αρχική συγκέντρωση του I_2, έτσι ώστε στη θερμοκρασία θ_1 η απόδοση της αντίδρασης να είναι ίση με 25%.

(M) $I_2(g) \rightleftharpoons 2I(g)$

c	–
−x	2x
c – x	2x

$\alpha_1 = x/c = 0,25$, $x = 0,25c$

Στην ισορροπία έχουμε: $[I_2] = 0,75c$ και $[I] = 0,5c$.

$K_{c1} = (0,5c)^2/0,75c = 0,8$, $c = 2,4$ M.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 16

Δ1. Για να γίνει συμπύκνωση του διαλύματος της βιοδραστικής ουσίας (X) θα πρέπει να αποβληθεί νερό από το διάλυμά της, δηλαδή να μεταφερθεί στο διαμέρισμα ΙΙ. Έτσι, η μεμβράνη θα κινηθεί προς τα αριστερά.

Δ2. Η ποσότητα της ουσίας X στο διαμέρισμα Ι είναι:

$n_1 = 0,025 \cdot 0,4 = 0,01$ mol

Η ποσότητα της γλυκόζης στο διαμέρισμα ΙΙ είναι:

$n_2 = c \cdot 0,1$ mol

Στο τέλος του φαινομένου, τα δύο μοριακά διαλύματα θα πρέπει να γίνουν ισοτονικά, δηλαδή να αποκτήσουν την ίδια ωσμωτική πίεση. Καθώς τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια θερμοκρασία και σύμφωνα με το νόμο της ωσμωτικής πίεσης ($\Pi = c \cdot R \cdot T$) και θα πρέπει να αποκτήσουν την ίδια συγκέντρωση. Έστω V_1 και V_2 οι τελικοί όγκοι στα διαμερίσματα Ι και ΙΙ, αντίστοιχα.

$$\frac{0,01}{V_1} = 0,04,\ V_1 = 0,25\ \text{L}$$

Επίσης, ισχύει: $V_1 + V_2 = 0,5$ L και άρα $V_2 = 0,25$ L. Επομένως:

$$\frac{c \cdot 0,1}{0,25} = 0,04,\ c = 0,1\ \text{M}$$

Δ3. Κατασκευάζουμε τον πίνακα της αντίδρασης.

(M) $X(aq) \rightleftharpoons 2Y(aq)$

0,04	
−x	2x
0,04 – x	2x

Ισχύει: 2x = 0,04 M, x = 0,02 M. Έτσι, στη χημική ισορροπία: [X] = 0,02 M, [Y] = 0,04 M.

$$K_c = \frac{[Y]^2}{[X]} = \frac{16 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-2}} = 0,08$$

Δ4. Η ποσότητα του τελικού διαλύματος της ουσίας (X), συγκέντρωσης 0,04 M έχει όγκο $V_1 = 0,25$ L. Έστω V_2 ο τελικός όγκος μετά την προσθήκη νερού ώστε η απόδοση της αντίδρασης να γίνει $\alpha_2 = 0,6$ (60%).

(mol) $X(aq) \rightleftharpoons 2Y(aq)$

0,01	
−ω	2ω
0,01 – ω	2ω

Θα ισχύει: $\alpha_2 = 0,6 = \omega/0,01$, $\omega = 6 \cdot 10^{-3}$ mol.

Στη νέα χημική ισορροπία θα συνυπάρχουν: $0,01 - \omega = 4 \cdot 10^{-3}$ mol X και $12 \cdot 10^{-3}$ mol Y.

$$K_c = \frac{[Y]^2}{[X]} = \frac{144 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-3} \cdot V_2} = 0,08$$

Επομένως: $V_2 = 0,45$ L.

$V(H_2O) = 450 - 250 = 200$ mL.

Δ5. α) Υπολογίζουμε τη σταθερά ιοντισμού K_a του CH_3COOH.

(M) $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$

0,1 – y		y	$y = 10^{-3}$ (από pH = 3

$$K_a = \frac{y \cdot y}{0,1} = 10^{-5}$$

Η ποσότητα του CH_3COOH στο αρχικό διάλυμα είναι:

$n = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01$ mol

Για να προκύψει ρυθμιστικό διάλυμα θα πρέπει να αντιδράσει όλη η ποσότητα του KOH.

(mol) $CH_3COOH + KOH \rightarrow CH_3COOK + H_2O$

0,01	n'		
$-n'$	$-n'$	n'	
$0,01 - n'$	–	n'	

Για το ρυθμιστικό διάλυμα που προκύπτει, ισχύει:

$$[H_3O^+] = K_a \cdot \frac{c_o}{c_\beta},\ 10^{-5} = 10^{-5} \cdot \frac{c_o}{c_\beta},\ c_\beta = c_o$$

Επομένως: $0,01 - n' = n'$, = 0,005 mol KOH.

β) Με την προσθήκη του ρυθμιστικού διαλύματος στα 100 mL του διαλύματος της ουσίας (X), οι συγκεντρώσεις των δύο συστατικών του ρυθμιστικού διαλύματος θα υποδιπλασιαστούν.

Ο λόγος όμως (c_o/c_β) θα μείνει ο ίδιος με αποτέλεσμα το pH του τελικού διαλύματος να παραμείνει ίσο με το 5.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 17

Δ1. Για το H_2O: $n = 7{,}2/18 = 0{,}4$ mol.

$N_xO_y(g) + (3x+2y)/2H_2(g) \rightarrow xNH_3(g) + yH_2O(g)$

0,1 x·0,1 y·0,1

Ισχύει: $0{,}1y = 0{,}4$, $y = 4$.

Για το HCl: $n = c \cdot V = 0{,}2$ mol.

(mol) $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$

0,2 0,2 0,2

Ισχύει: $0{,}1x = 0{,}2$, $x = 2$.

Επομένως, το οξείδιο έχει τύπο N_2O_4.

Δ2. Το διάλυμα που προκύπτει περιέχει το άλας NH_4Cl σε συγκέντρωση $c = 0{,}2/0{,}2 = 1$ M.

(M) $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

1 1 1

(M) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

$1 - \omega \approx 1$ ω $\omega = 10^{-4,5}$ M (από pH = 4,5)

$K_a(NH_4^+) = (10^{-4,5})^2/1 = 10^{-9}$

$K_b = 10^{-14}/10^{-9} = 10^{-5}$.

Δ3. Με την αραίωση του διαλύματος NH_4Cl το pH αυξάνεται και έτσι το τελικό pH θα είναι ίσο με 5. Έστω c_2 η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος και V_2 ο όγκος του.

(M) $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

c_2 c_2 c_2

(M) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

$c_2 - \lambda \approx 1$ λ $\lambda = 10^{-5}$ M (από pH = 5)

$K_a(NH_4^+) = (10^{-5})^2/c_2$, $c_2 = 0{,}1$ M.

Αραίωση: $1 \cdot 0{,}1 = 0{,}1 \cdot V_2$, $V_2 = 1$ L. Επομένως, ό όγκος του νερού που προστέθηκε είναι ίσος με 1000 – 100 = 900 mL.

Δ4. Έστω V ο όγκος του διαλύματος NaOH 0,5 M που προστέθηκε.

NH_4Cl: $n = 1 \cdot 0{,}1 = 0{,}1$ mol.

NaOH: $n = 0{,}5 \cdot V$ mol.

(mol) $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + H_2O + NaCl$

0,1 $0{,}5 \cdot V$

Διερεύνηση

1) Έστω πλήρης αντίδραση: $0{,}1 = 0{,}5 \cdot V$, $V = 0{,}2$ L. Στην περίπτωση αυτή το pH του τελικού διαλύματος θα καθορίζεται από τη συγκέντρωση της παραγόμενης NH_3 και θα είναι βασικό.

2) Έστω ότι θα υπάρχει περίσσεια NaOH (μαζί με την παραγόμενη NH_3) και το pH θα είναι επίσης βασικό.

3) Έστω ότι θα υπάρχει περίσσεια NH_4Cl (μαζί με την παραγόμενη NH_3) και θα δημιουργηθεί ρυθμιστικό διάλυμα.

Εξετάζουμε την περίπτωση 1.

(mol) $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + H_2O + NaCl$

0,1 0,1 0,1

Η συγκέντρωση της NH_3 θα είναι $0{,}1/0{,}3 = 1/3$ M.

(M) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

$1/3 - x \approx 1$ x x

$K_b = 10^{-5} = 3x^2$, $x > 10^{-5}$ M

Επομένως, θα πρέπει να προστεθεί μικρότερη ποσότητα NaOH και θα ισχύει η περίπτωση 2.

(mol) $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + H_2O + NaCl$

0,1 $0{,}5 \cdot V$ –

$-0{,}5 \cdot V$ $-0{,}5 \cdot V$ $0{,}5 \cdot V$

Το τελικό διάλυμα θα είναι ρυθμιστικό και θα περιέχει τα δύο συστατικά σε συγκεντρώσεις:

$c_o = (0{,}1 - 0{,}5V)/(0{,}1 + V)$, $c_\beta = (0{,}5V)/(0{,}1 + V)$

Θα ισχύει:

$[OH^-] = K_b \cdot (c_\beta/c_o)$, $10^{-5} = 10^{-5} \cdot (c_\beta/c_o)$, $c_\beta = c_o$

Άρα: $0{,}1 - 0{,}5V = 0{,}5V$, $V = 0{,}1$ L = 100 mL.

Δ5. (mol) $Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

0,03 0,06

(mol) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$

0,03 0,06

x −2x

0,03 + x 0,06 – 2x

Για να προκύψει ισομοριακό μίγμα θα πρέπει να εξελιχθεί αντίδραση προς τα αριστερά.

Θα ισχύει: $0{,}03 + x = 0{,}06 - 2x$, $x = 0{,}01$ mol. Επομένως, θα περιέχονται στο δοχείο της ισορροπίας 0,04 mol από το κάθε συστατικό.

$K_c = [NO_2]^2/[N_2O_4] = 0{,}1$.

$K_c = 0{,}1$.

Δ6. Θα μειωθεί. Η $[N_2O_4]$ θα μειωθεί και για να παραμείνει σταθερή η K_c θα πρέπει να μειωθεί και η $[NO_2]$.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 18

Δ1. α) $KMnO_4$: $n = 0{,}5 \cdot 0{,}04 = 0{,}02$ mol.

(mol) $2KMnO_4 + 5HCOOH + 3H_2SO_4 \rightarrow 2MnSO_4 + 5CO_2 + K_2SO_4 + 8H_2O$

0,02 0,05

HCOOH: $c = 0{,}05/0{,}05 = 1$ M.

β) (M) $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$

$1 - x \approx 1$ M x x

$x = 10^{-2}$ M (από pH = 2)

$K_a = (10^{-2})^2/1 = 10^{-4}$

Δ2. Έστω V ο όγκος του διαλύματος HCOOH 1 M που αραιώνεται και c_2 η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος. Από την προσεγγιστική έκφραση του νόμου αραίωσης του Ostwald για το αραιωμένο διάλυμα, ισχύει:

$K_a = \alpha^2 \cdot c = 0{,}03^2 \cdot c_2 = 10^{-4}$, $c_2 = 1/9$ M

Για την αραίωση του διαλύματος, ισχύει:

$1 \cdot V = (1/9) \cdot 0{,}45$, $V = 0{,}05$ L = 50 mL

Δ3. (mol) $CO_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons CO(g) + H_2O(g)$

0,05 x – –

−y −y y y

Θα ισχύει: $0{,}05 - y + x - y + y + y = 0{,}05 + x = 0{,}1$

$x = 0{,}05$ mol

Άρα, στη χημική ισορροπία θα συνυπάρχουν $(0{,}05 - y)$ mol $CO_2(g)$, $(0{,}05 - y)$ mol $H_2(g)$, y mol $CO(g)$ και y mol $H_2O(g)$.

$K_c = [y/(0{,}05 - y)]^2 = 4$, $y/(0{,}05 - y) = 2$, $y = (0{,}1/3)$ M. Τα αντιδρώντα είναι σε στοιχειομετρική αναλογία και επομένως για την απόδοση της αντίδρασης ισχύει:

$\alpha = y/0{,}05 = 2/3$

Δ4. HCOOH: $n = 0{,}08 \cdot 1$ mol.

$Ca(OH)_2$: $n = c \cdot 0{,}4$ mol

(mol) $2HCOOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (HCOO)_2Ca + 2H_2O$

Διερεύνηση

1) Αν $n = 0{,}04$ mol: Στοιχειομετρική αναλογία αντιδρώντων, τελικά μόνο $(HCOO)_2Ca$.

$(HCOO)_2Ca \rightarrow 2HCOO^- + Ca^{2+}$

$HCOO^- + H_2O \rightleftharpoons HCOOH + OH^-$

Επομένως, το pH θα είναι βασικό (απορρίπτεται).

2) Αν $n > 0{,}04$ mol: Τελικά θα έχουμε την περίσσεια του $Ca(OH)_2$ και $(HCOO)_2Ca$ και επομένως το pH θα είναι πάλι βασικό (μία ισχυρή και μία ασθενής βάση, απορρίπτεται).

3) Αν $n < 0{,}04$ mol: Περίσσεια HCOOH και $(HCOO)_2Ca$ (ρυθμιστικό διάλυμα). Αναγκαστικά θα ισχύει αυτή η περίπτωση.
(mol) $2HCOOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (HCOO)_2Ca + 2H_2O$

	0,08	n	–
	$-2n$	$-n$	n
	$0{,}08 - 2n$	–	n

Το τελικό διάλυμα θα περιέχει το σύστημα $HCOOH/HCOO^-$ και επομένως είναι ρυθμιστικό.
$c_o = (0{,}08 - 2n)/0{,}48$
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz
(M) $(HCOO)_2Ca \rightarrow 2HCOO^- + Ca^{2+}$

	$n/0{,}48$	$2n/0{,}48$

$c_\beta = (2n)/0{,}48$
$[H_3O^+] = K_a \cdot (c_o/c_\beta)$, $10^{-4} = 10^{-4} \cdot (c_o/c_\beta)$, $c_o = c_\beta$
Επομένως: $0{,}08 - 2n = 2n$, $n = 0{,}02$ mol.
$n = c \cdot 0{,}4 = 0{,}02$, $c = 0{,}05$ M

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 19

Δ1. Από τη σχέση της ωσμωμετρίας, έχουμε:

$$M_r = \frac{m \cdot R \cdot T}{\Pi \cdot V} = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}082 \cdot 300}{0{,}1 \cdot 0{,}05} = 492$$

Ισχύει: $23 \cdot 12 + 12x + 24 + 2x + 70 + 80 = 492$, $x = 3$.
Δ2. Από το διάλυμα του άλατος υπολογίζουμε την K_b της συζυγούς βάσης και στη συνέχεια την pK_a.
Δ3. α) Δύο άτομα Η, της καρβοξυλομάδας και του υδροξυλίου.
β) Τα 5 άτομα Ο.
Δ4. Από το pH του διαλύματος στην υδατική φάση και τη σταθερά K_a υπολογίζουμε τη συγκέντρωση της ένωσης στο νερό, $c = 10^{-2}$ M. Επομένως, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο νερό είναι $n = 0{,}01 \cdot 0{,}1 = 0{,}001$ mol και επομένως στην οκτανόλη είναι διαλυμένα τα υπόλοιπα $0{,}091 - 0{,}001 = 0{,}09$ mol.

$$\log \frac{[\text{χημική ένωση (I)}]_{\text{οκτ}}}{[\text{χημική ένωση (I)}]_{\text{νερ}}} = \log \frac{0{,}09 / 0{,}9}{0{,}01} = \log 10 = 1$$

Δ5. Συμβατή.
Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΘΕΜΑ 20

Το διάλυμα NH_4Cl έχει pH < 7, λόγω υδρόλυσης του NH_4^+:
$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$
$NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$
Το χρώμα της όξινης μορφής του δείκτη κίτρινο της αλιζαρίνης (ΗΔ) επικρατεί όταν $pH < pK_a(HΔ) - 1 = 11 - 1 = 10$.
Επομένως το δείγμα του διαλύματος Υ2 θα είναι κίτρινο.
Δ2. NH_4Cl ($M_r = 53{,}5$): $n = 10{,}7/53{,}5 = 0{,}2$ mol.
Διάλυμα Υ1: $c = n/V = 0{,}2/0{,}1 = 2$ M.
Για το διάλυμα Υ2: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$, $c_2 = 0{,}2$ M.
Σε 10 mL από το διάλυμα Υ2 υπάρχουν: $n = 0{,}2 \cdot 0{,}01 = 0{,}002$ mol NH_4Cl. Στο ισοδύναμο σημείο το NH_4Cl έχει αντιδράσει πλήρως με το NaOH.
(mol) $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + NaCl + H_2O$

	0,002	0,002	0,002

$0{,}002 = 0{,}2 \cdot V$, $V = 0{,}01$ L = 10 mL.
Δ3. Υπολογίζουμε τις νέες συγκεντρώσεις στο διάλυμα Υ4.
NH_4Cl: $c_o = (0{,}2 \cdot 0{,}02)/0{,}04 = 0{,}1$ M
NH_3: $c_\beta = (0{,}1 \cdot 0{,}02)/0{,}04 = 0{,}05$ M
Το διάλυμα Υ4 είναι ρυθμιστικό και επομένως ισχύει:
$[H_3O^+] = K_a(NH_4^+) \cdot (c_o/c_\beta)$, $10^{-9} = K_a(NH_4^+) \cdot (0{,}1/(0{,}05) = K_a(NH_4^+) \cdot 2$
Ισχύει: $K_a(NH_4^+) \cdot K_b(NH_3) = K_w$, $K_b(NH_3) = 2 \cdot 10^{-5}$
Δ4. Διάλυμα Υ3: $c = n/V = 2 \cdot 10^{-3}/2 \cdot 10^{-2} = 0{,}1$ M.
(M) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

	$0{,}1 - x \approx 0{,}1$	x	x

$K_b = x^2/0{,}1$, $x = [OH^-] = \sqrt{2} \cdot 10^{-3}$ M.
Δ5. α) $8NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow N_2 + 6NH_4Cl$
β) Το Cl_2 είναι το οξειδωτικό σώμα καθώς προκαλεί την οξείδωση του Ν της NH_3 (από −3 σε 0).
γ) (mol) $8NH_3 + 3Cl_2 \rightarrow N_2 + 6NH_4Cl$

		0,1/3	0,2

Για το N_2: $V = (0{,}1/3) \cdot 22{,}4 = (2{,}24/3)$ L.
Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

1ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α
Α1. Δ. **Α2.** Δ. **Α3.** Β. **Α4.** Α. **Α5.** Γ.
Θέμα Β
Β1. α) CH_3OCH_3: −24,8 °C, $CH_3CH_2NH_2$: 17 °C, $CH_3CH_2CH_3$: −42,1 °C. Το προπάνιο είναι υδρογονάνθρακας και επομένως μη πολική ουσία οπότε εμφανίζονται διαμοριακά αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς ή London οι οποίες είναι ασθενείς. Έτσι η ένωση αυτή διαθέτει το χαμηλότερο σημείο βρασμού. Ο διμεθυλαιθέρας είναι πολική ένωση οπότε εμφανίζει επιπλέον και τις (ισχυρότερες) δυνάμεις διπόλου - διπόλου με αποτέλεσμα να διαθέτει υψηλότερο σημείο βρασμού. Τέλος, στην αιθυλαμίνη ($CH_3CH_2NH_2$) εμφανίζονται διαμοριακά δεσμοί υδρογόνου που είναι ακόμη πιο ισχυροί οπότε η ένωση αυτή θα διαθέτει το υψηλότερο σημείο βρασμού.
β) Το προπάνιο, γιατί είναι μη πολική ένωση και δεν διαλύεται στο νερό που είναι πολικός διαλύτης καθόσον «τα όμοια διαλύονται στα όμοια».
Β2. α) Η καμπύλη (2).
β) Με τη μείωση του όγκου (αύξηση της πίεσης) η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται και επομένως ολοκληρώνεται ταχύτερα. Επίσης, η τελική ποσότητα του Γ(g) είναι ίδια, αλλά η [Γ] είναι μεγαλύτερη, καθώς μειώνεται ο όγκος του δοχείου.
Β3. α) $CH_3CH_2CH_2Br + KOH\ (H_2O) \rightarrow CH_3CH_2CH_2OH + KBr$
β) $CH_3CH_2CH_2Br + KOH\ (\text{αλκοόλη}) \rightarrow CH_3CH{=}CH_2 + KBr + H_2O$
γ) Α: CH_3CH_2COOH, Β: $(CH_3)_2CHOH$,
Γ: $CH_3CH_2COOCH(CH_3)_2$
Β4. α) Επιλογή 4.
β) Αρχικά, διεξάγεται μόνο η αντίδραση προς τα δεξιά καθώς δεν έχει σχηματιστεί ακόμη ποσότητα του Β(g). Με την πάροδο του χρόνου, η ταχύτητα προς τα δεξιά (καμπύλη με τις γραμμές) μειώνεται ενώ η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά αυξάνεται συνεχώς μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας όπου οι δύο ταχύτητες εξισώνονται. Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται και η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά και η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά. Παράλληλα, με την αύξηση της θερμοκρασίας και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier, η χημική ισορροπία θα μετατοπιστεί προς τα αριστερά. Για να γίνει αυτό θα πρέπει η ταχύτητα προς τα αριστερά να αυξηθεί περισσότερο. Με την πάροδο του χρόνου η ταχύτητα προς τα αριστερά θα μειώνεται, η ταχύτητα προς τα δεξιά θα

αρχίσει να αυξάνεται ώστε με την πάροδο του χρόνου να εξισωθούν και να αποκατασταθεί νέα χημική ισορροπία.

Θέμα Γ

Γ1. α) $\alpha = 0,5$, $K_c = 0,2$.

β) i. Αύξηση όγκου. ii. Θα μειωθεί καθώς αυξάνεται και η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά και η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα αριστερά (η ταχύτητα της αντίδρασης προς τα δεξιά αυξάνεται περισσότερο καθώς η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά, λόγω της αρχής Le Chatelier). iii. Η K_c αυξάνεται, καθώς η ισορροπία μετατοπίζεται προς τα δεξιά.

γ) 4 L.

Γ2. Επιλογή Γ. Παρατηρούμε ότι για την ίδια συγκέντρωση, $[CH_3COCH_3]_0 = 0,5$ M ο διπλασιασμός της $[I_2]_0$ από 0,05 M σε 0,10 M δεν μεταβάλλει την ταχύτητα της αντίδρασης καθώς ο χρόνος για την μεταβολή της $[I_2]$ κατά 0,01 M μένει ο ίδιος (3,6 min). Συμπεραίνουμε ότι η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανεξάρτητη από τη $[I_2]$. Αντίθετα, για την ίδια συγκέντρωση, $[I_2]_0 = 0,05$ M με διπλασιασμό της $[CH_3COCH_3]_0 = 0,50$ M, ο χρόνος για τη μεταβολή της $[I_2]$ κατά 0,01 M υποδιπλασιάζεται και άρα η ταχύτητα της αντίδρασης διπλασιάστηκε. Επομένως, η ταχύτητα της αντίδρασης είναι ανάλογη με τη $[CH_3COCH_3]$.

Γ3. Έστω x mol $C_3H_6(g)$ και y mol $O_2(g)$ στο αρχικό μίγμα. Θα ισχύει: x + y = 13,44/22,4 = 0,6 (1).

(mol) $C_3H_6(g) + (9/2)O_2(g) \rightarrow 3CO_2 + 3H_2O$

x 3x

(mol) $CO_2(g) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(\ell)$

3x

$\Delta H = -285 - 1200 + 395 + 1000 = -90$ kJ

Όταν αντιδρά 1 mol CO_2 εκλύονται 90 kJ

3x 27

x = 0,1 mol. Έτσι από την εξίσωση (1): y = 0,5 mol.

Θέμα Δ

Δ1. $5 \cdot 10^{-4}$ mol. **Δ2.** $V_1/V_2 = 10$. **Δ3.** pH = 5,5.

Δ4. λ = 9.

Δ5. α) Επιλογή 2.

β) Ο δεσμός Η – S διασπάται πιο εύκολα σε σχέση με το δεσμό Η – Ο. Τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και ο δεσμός διασπάται πιο εύκολα όσο μεγαλύτερη είναι η ατομική ακτίνα. Καθώς η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα κάτω στην ίδια ομάδα η απομάκρυνση του Η+ από το δεσμό Η – S είναι ευχερέστερη και το αντίστοιχο οξύ είναι ισχυρότερο.

2ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α

Α1. Γ. **Α2.** Β. **Α3.** Β. **Α4.** Α. **Α5.** Δ.

Θέμα Β

Β1. α) Επιλογή 3.

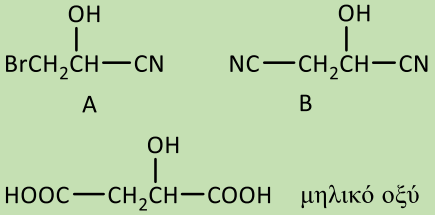
β) Αν η γλυκόζη έχει μικρότερη M_r θα έχει μεγαλύτερο αριθμό mol ($n = m/M_r$) στα 100 mL και επομένως θα έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση (c). Έτσι, από το νόμο της ωσμωτικής πίεσης, $\Pi = c \cdot R \cdot T$, το διάλυμα αυτό θα έχει μεγαλύτερη ωσμωτική πίεση.

Β2. α) Επιλογή Β.

β) Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα η ταχύτητα της αντίδρασης μειώνεται με την πάροδο του χρόνου. Στο χρονικό διάστημα 0-$t_{1/2}$ η μεταβολή της συγκέντρωσης του Α(g) θα είναι ίση με Δc ενώ στο χρονικό διάστημα $t_{1/2}$-$2t_{1/2}$ θα είναι μικρότερη από Δc και επομένως η αντίδραση τη χρονική στιγμή $2t_{1/2}$ δεν θα έχει ολοκληρωθεί. Έτσι ο χρόνος για την ολοκλήρωση της αντίδρασης θα είναι $t_v > 2t_{1/2}$.

Β3. α) sp^3 και sp^2.

β)



Β4. α) Προς τα δεξιά. Μία ισορροπία κατά Brönsted - Lowry είναι μετατοπισμένη προς το ασθενέστερο οξύ (HCN).

β) $K_c = 10^6$.

Β5. Σωστή επιλογή η i. Ισχύουν:

r (K) > r (K^+) καθώς το άτομο έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το κατιόν του.

r (F) < r (F^-) καθώς το ανιόν έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το αντίστοιχο άτομο.

Επομένως: r (K) > r (K^+) = r (F^-) > r (F), οπότε r (K) > r (F).

Θέμα Γ

Γ1. α) Ισχύει: $K_c = [CO_2]$. Η ποσότητα του CO_2 που θα διασπαστεί θα είναι η ίδια. $K_c = 0,012$.

β) 0,496 mol $CaCO_3$, 0,004 mol CaO και 0,012 mol CO_2.

γ) Δεν επαρκεί η ποσότητα του CaO.

Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

Γ2. α) Όταν αντιδράσουν 2 mol $AO_2(g)$ εκλύονται 600 kJ

y ; = 0,2 mol 60 kJ

(mol) $2AO_2(g) + (x-2)O_2(g) \rightarrow 2AO_x(g)$

0,4 0,1

−0,2 $-(x-2) \cdot 0,2/2$ 0,2

Άρα, περίσσεψαν 0,2 mol $AO_2(g)$.

β) Αφού περίσσεψε το $AO_2(g)$ θα πρέπει να αντιδράσει όλο το $O_2(g)$.

$0,1 - (x-2) \cdot 0,2/2 = 0$, x = 3.

Γ3. $\upsilon(NH_3) = 5 \cdot 10^{-4}$ M·s^{-1}, $\upsilon(CO_2) = 2,5 \cdot 10^{-4}$ M·s^{-1}.

Γ4. α) Έστω $C_vH_{2v+2}O$ η αλκοόλη και x mol η ποσότητά της. Ισχύει: x = 12/(14ν + 18) (1). Έστω ότι είναι πρωτοταγής και άρα θα μετατρέπεται στο οξύ $C_vH_{2v}O_2$. Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτουν (4x/5) mol $KMnO_4$, οπότε 4x/5 = 0,08, x = 0,1 mol. Με αντικατάσταση στην (1) δεν προκύπτει ακέραιος αριθμός και η περίπτωση απορρίπτεται. Έστω ότι είναι δευτεροταγής, οπότε οξειδώνεται σε κετόνη ($C_vH_{2v}O$). Ισχύει: 2x/5 = 0,08, x = 0,2 mol. Με αντικατάσταση στην (1) προκύπτει: ν = 3 και επομένως η αλκοόλη είναι η 2-προπανόλη.

β) 50,6 g.

Θέμα Δ

Δ1. α) $K_c = 32$.

β) Γιατί έτσι αυξάνεται η ταχύτητα (μείωση του χρόνου αποκατάστασης της ισορροπίας).

Δ2. $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,01$.

Δ3. α) Σωστή επιλογή Γ: Διάλυμα NaOH (το αρχικό διάλυμα έχει pH < 5). Στην περίπτωση του νερού θα πρέπει να γίνει πολύ μεγάλη αραίωση ώστε να γίνει pH = 5 και η ρυθμιστική ικανότητα θα έχει εξασθενίσει πολύ.

β) $V = 200$ mL.

Δ4. α) Επιλογή 4.

β) Από τις δύο καμπύλες (Ι) και (ΙΙ) προκύπτει ότι τα δύο αέρια $A_2(g)$ και $B_2(g)$ αντιδρούν με αναλογία mol 1:5, αντίστοιχα και

επομένως ο συντελεστής του B_2 είναι 5πλάσιος από το συντελεστή του A_2. Άρα, με βάση τις επιλογές η αντίδραση είναι:

$$A_2(g) + 5B_2(g) \rightarrow 2AB_5(g)$$

Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

3ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α

Α1. Α. **Α2.** Β. **Α3.** Β. **Α4.** Γ. **Α5.** Γ.

Θέμα Β

Β1. α) Με βάση το νόμο του Hess: $\Delta H_1 = -114{,}2$ kJ, $\Delta H_2 = -56{,}7$ kJ.

β) $\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 = 0$ (από το νόμο του Hess).

Β2. α) $CF_3COOH > CCl_3COOH > ClCH_2COOH > BrCH_2COOH$.

β) Τα αλογόνα παρουσιάζουν −I επαγωγικό φαινόμενο και η ισχύς του φαινομένου ακολουθεί τη σειρά: F > Cl > Br. Το −I επαγωγικό φαινόμενο έχει ως αποτέλεσμα μεταφορά αρνητικού φορτίου προς τα αλογόνα, την εξασθένιση του δεσμού O−H και τελικά αύξηση της ισχύος των οξέος. Στη περίπτωση του CF_3COOH το αποτέλεσμα είναι πιο έντονο (πιο ισχυρό οξύ) καθώς διαθέτει τρία άτομα F ενώ στο CCl_3COOH είναι λιγότερο έντονο καθώς το Cl παρουσιάζει ασθενέστερο −I επαγωγικό φαινόμενο. Στα άλλα δύο οξέα η ισχύς καθορίζεται από την ισχύ του −I επαγωγικού φαινομένου (Cl > Br).

Β3. α) Επιλογή i.

β) Ο καταλύτης αυξάνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης με αποτέλεσμα στο ίδιο χρονικό διάστημα διεξαγωγής της αντίδρασης να έχει σχηματιστεί μεγαλύτερη ποσότητα του προϊόντος. Όμως, η παρουσία καταλύτη δεν μεταβάλλει τη θέση της χημικής ισορροπίας καθώς δεν είναι παράγοντας που την επηρεάζει. Έτσι, οι τελικές ποσότητες του προϊόντος στα δύο δοχεία θα είναι ίσες.

Β4. α) Λανθασμένη. Το Β είναι αντιδρών και επομένως η συγκέντρωσή του με την πάροδο του χρόνου μειώνεται συνεχώς.

β) Λανθασμένη. Το αντιδρών Α είναι σε περίσσεια και στο τέλος της αντίδρασης παραμένει κάποια ποσότητά του χωρίς να αντιδράσει. Έτσι, αν n mol οι (ισομοριακές) ποσότητες των Α και Β θα έχουμε τον πίνακα που ακολουθεί.

mol	A(g)	+ 2B(g)	→ Γ(g)	+ 2Δ(g)
Αρχικά ($t = 0$)	n	n	—	—
Μεταβολές	$-n/2$	$-n$	$n/2$	n
Τελικά (t_v)	$n/2$	—	$n/2$	n

γ) Για το σύστημα των αερίων, ισχύει: $P \cdot V = n_{ολ} \cdot R \cdot T$, όπου $n_{ολ}$ ο συνολικός αριθμός mol των αερίων. Εφόσον, τα μεγέθη V, R και T διατηρούνται σταθερά, η πίεση θα μεταβληθεί όπως μεταβάλλεται τα $n_{ολ}$. Παρατηρούμε ότι το άθροισμα των συντελεστών των (αερίων) αντιδρώντων είναι ίσο με το άθροισμα των συντελεστών των (αερίων) προϊόντων. Δηλαδή, όταν αντιδράσουν 2 mol Α με 1 mol Β (συνολικά 3 mol), παράγονται 1 mol Γ και 2 mol Δ (συνολικά 3 mol). Αυτό σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια της αντίδρασης ο συνολικός αριθμός mol δεν μεταβάλλεται και άρα δεν μεταβάλλεται και η πίεση στο δοχείο.

Θέμα Γ

Γ1. α) $HIO_3 + 5HI \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$

$4KIO_3 + 10KHSO_3 \rightarrow 2I_2 + 7K_2SO_4 + 3H_2SO_4 + 2H_2O$

β) (mol) $HIO_3 + 5HI \rightarrow 3I_2 + 3H_2O$

0,5	4	–	–
−0,5	−2,5	1,5	1,5
–	1,5	1,5	1,5

Επομένως σχηματίζονται 1,5 mol I_2.

Γ2. Κατασκευάζουμε τον πίνακα της ισορροπίας.

mol	$2SO_2(g)$	+ $O_2(g)$	⇌ $2SO_3(g)$
Αρχικά	20	x	—
Μεταβολές	−2y	−y	2y
Χ.Ι.	20 − 2y	x − y	2y

Περίπτωση 1: $x \geq 10$ (το O_2 είναι σε περίσσεια ή σε στοιχειομετρική αναλογία με το SO_2). Στην περίπτωση αυτή η απόδοση θα είναι:

$$\alpha = \frac{2y}{20} = 0{,}5,\ y = 5 \text{ mol}$$

Επομένως, στη χημική ισορροπία θα έχουμε: 10 mol SO_2, (x − 5) mol O_2 και 10 mol SO_3. Από την έκφραση της K_c έχουμε:

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]} = \frac{\left(\frac{10}{40}\right)^2}{\left(\frac{10}{40}\right)^2 \cdot \frac{x-5}{40}},\ x = 10 \text{ mol}.$$

Περίπτωση 2: $x \leq 10$ (το SO_2 είναι σε περίσσεια ή σε στοιχειομετρική αναλογία με το O_2). Στην περίπτωση αυτή η απόδοση θα είναι:

$$\alpha = \frac{y}{x},\ y = 0{,}5x$$

Επομένως, στη χημική ισορροπία θα έχουμε: (20 − x) mol SO_2, x/2 mol O_2 και x mol SO_3. Από την έκφραση της K_c έχουμε:

$$K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 \cdot [O_2]} = 8,\ \frac{\left(\frac{x}{40}\right)^2}{\left(\frac{20-x}{40}\right)^2 \cdot \frac{x}{2 \cdot 40}} = 8$$

Από την παραπάνω εξίσωση και μετά από πράξεις, προκύπτει: $x^2 - 50x + 400 = 0$. Από τη λύση της εξίσωσης ($\Delta = 900$) προκύπτουν δύο λύσεις: $x_1 = 40$ και $x_2 = 10$.

Οι δύο αυτές λύσεις, δεν είναι αποδεκτές και επομένως η μοναδική λύση είναι x = 10.

Γ3. α) Για $c < 0{,}4$ M ο $CuSO_4(aq)$ είναι σε έλλειμμα και αντιδρά όλη η ποσότητά του παράγοντας αναλογικά όλο και μεγαλύτερο ποσό θερμότητας καθώς το ποσό θερμότητας είναι ανάλογο με τις ποσότητες των αντιδρώντων σωμάτων. Για $c = 0{,}4$ M η ποσότητα του $CuSO_4(aq)$ είναι σε στοιχειομετρική αναλογία με την ποσότητα του Zn(s) ενώ για $c > 0{,}4$ M ο $CuSO_4(aq)$ είναι σε περίσσεια και δεν παράγεται μεγαλύτερο ποσό θερμότητας.

β) Για $c = 0{,}4$ M η ποσότητα του $CuSO_4(aq)$ είναι $n = 0{,}4 \cdot 0{,}1 = 0{,}04$ mol.

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq)$$

0,04 mol 0,04 mol 0,04 mol 0,04 mol

Όταν αντιδρούν 0,04 mol $CuSO_4(aq)$ ελευθερώνονται 8 kJ

1 mol x = 200 kJ

Επομένως: $\Delta H = -200$ kJ.

Θέμα Δ

Δ1. HCOOH: $n = c \cdot V = 0{,}1$ mol

$Mg(OH)_2$ ($M_r = 58$): $n = m/M_r = 1{,}45/58 = 0{,}025$ mol

(mol) $2HCOOH + Mg(OH)_2 \rightarrow (HCOO)_2Mg + 2H_2O$

0,1	0,025	–	
−0,05	−0,025	0,025	
0,05	–	0,025	

$c_o = 0{,}05/0{,}1 = 0{,}5$ M

$(HCOO)_2Mg$: $c = 0{,}025/0{,}1 = 0{,}25$ M

(M) $(HCOO)_2Mg \rightarrow 2HCOO^- + Mg^{2+}$

0,25 0,5

$c_\beta = 0,5$ M
Το διάλυμα που προκύπτει είναι ρυθμιστικό και επομένως ισχύει:

$$[H_3O^+] = K_a(HA)\cdot\frac{c_o}{c_\beta} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-4}\cdot\frac{0,5}{0,5} = 10^{-4}$$

pH = 4

Δ2. α) i. Από τη σχέση της ωσμωμετρίας, προκύπτει:

$$M_r = \frac{m\cdot R\cdot T}{\Pi\cdot V} = \frac{9,72\cdot 25}{1\cdot 0,25} = 972$$

β) Η σχετική μοριακή μάζα της α-CD δίνεται από τη σχέση: $M_r = \nu\cdot 180 - \nu\cdot 18 = 972$, $\nu = 6$.

Δ3. α) Από την έκφραση της σταθεράς K_c και τις εκφράσεις των σταθερών ιοντισμού των δύο οξέων, προκύπτει:

$$K_c = \frac{[CH_3COO^-]\cdot[HNO_2]}{[CH_3COOH]\cdot[NO_2^-]} = \frac{[CH_3COO^-]\cdot[HNO_2]}{[CH_3COOH]\cdot[NO_2^-]}\cdot\frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]}$$

$$K_c = \frac{K_a(CH_3COOH)}{K_a(HNO_2)} = \frac{2\cdot 10^{-5}}{5\cdot 10^{-4}} = 0,04$$

β) (M) $CH_3COOH + NO_2^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + HNO_2$
0,11 0,11 0,01 0,01
$Q_c = 0,01^2/0,11^2 < 0,04$
Επομένως θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά.
(M) $CH_3COOH + NO_2^- \rightleftharpoons CH_3COO^- + HNO_2$
0,11 0,11 0,01 0,01
−x −x x x
0,11 − x 0,11 − x 0,01 + x 0,01 + x

$$K_c = \frac{(0,01+x)^2}{(0,11-x)^2} = 0,04$$

$$\frac{0,01+x}{0,11-x} = +0,2 \Rightarrow x = 0,01 \text{ M}$$

Επομένως: $[CH_3COOH] = [NO_2^-] = 0,1$ M και $[HNO_2] = [CH_3COO^-] = 0,02$ M.

Δ4. Έστω x τα mol του εστέρα και του H_2O.
(mol) $C_\nu H_{2\nu}O_2(\ell) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons B(\ell) + \Gamma(\ell)$
x x − −
−y −y y y
x − y x − y y y

Έστω $C_\mu H_{2\mu}O_2$ ο μοριακός τύπος της ένωσης Β και $C_\omega H_{2\omega+2}O$ ο μοριακός τύπος της ένωσης Γ. Εφόσον οι ενώσεις Β και Γ έχουν τον ίδιο αριθμό mol και την ίδια μάζα θα έχουν και την ίδια σχετική μοριακή μάζα (M_r) και επομένως θα ισχύει:
$14\mu + 32 = 14\omega + 18$, $\omega - \mu = 1$ (1).
Θα ισχύει επίσης: $\mu + \omega = 5$ (2).
Από τις εξισώσεις (1) και (2): $\omega = 3$, $\mu = 2$.
Β: CH_3COOH, Γ: $CH_3CH_2CH_2OH$ (δεν δίνει την αλογονοφορμική). Α: $CH_3COOCH_2CH_2CH_3$.

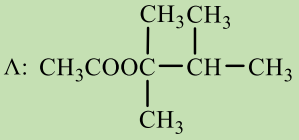
4ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α
Α1. Δ. **Α2.** Β. **Α3.** Γ. **Α4.** Β. **Α5.** Α.

Θέμα Β
Β1. Επιλογή Β.
$2CH_3CH(OH)COOH + Na_2CO_3 \rightarrow$
$\rightarrow 2CH_3CH(OH)COONa + CO_2\uparrow + H_2O$
$CH_3CH(OH)COOH + 2Na \rightarrow CH_3CH(ONa)COONa + H_2\uparrow$

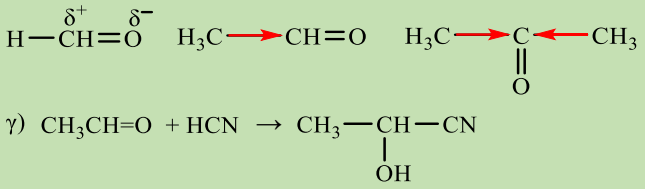
Παρατηρούμε ότι από δεδομένη ποσότητα της οργανικής ένωσης στη δεύτερη περίπτωση παράγεται διπλάσια ποσότητα αερίου σε σχέση με την πρώτη.
Β2. α) Επιλογή Α. Στην ογκομέτρηση που αντιστοιχεί στην καμπύλη Ι το αρχικό pH θα πρέπει να είναι ίσο με 1 (από τον ιοντισμό του HCl) ενώ στην καμπύλη ΙΙ το αρχικό pH θα πρέπει να είναι ίσο με 2. Παράλληλα, στην καμπύλη Ι το pH μετά το ισοδύναμο σημείο θα πρέπει να τείνει στο pH του πρότυπου διαλύματος, δηλαδή στο pH = 13 (από τη διάσταση του NaOH) ενώ στην καμπύλη ΙΙ στο pH = 12 (μικρότερο).
β) Και στις δύο ογκομετρήσεις στο ισοδύναμο σημείο προκύπτει το άλας NaCl που δίνει pH = 7 καθώς κανένα από τα ιόντα του (Na^+ και Cl^-) δεν υδρολύεται.
Β3. α) Επιλογή i.
β) Ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης είναι: $\upsilon = k\cdot[A]\cdot[B]^2$. Τη χρονική στιγμή $t = 0$ ισχύει: $\upsilon_0 = k\cdot[A]_0\cdot[B]_0^2 = k\cdot 4c_0^3$. Τη χρονική στιγμή $t = 50$ s, $[A] = c_0 - x$ και $[B] = 2c_0 - 2x = 2\cdot(c_0 - x)$ και επομένως: $[B] = 2\cdot[A]$. Την ίδια χρονική στιγμή θα ισχύει: $\upsilon_1 = k\cdot 4\cdot[A]^3$ (η σταθερά ταχύτητας k δεν μεταβάλλεται καθώς η θερμοκρασία της αντίδρασης είναι σταθερή). Επίσης, ισχύει: $\upsilon_0/\upsilon_1 = 8$, $[A]^3 = 1/8\cdot c_0^3$, $[A] = c_0/2$
Β4. α) Επιλογή 3.
β) $Q_c = 10^{-3} / 10^{-4} = 10 < 100$, άρα η ισορροπία θα πρέπει να μετατοπιστεί προς τα δεξιά, δηλαδή μέρος του I_2 να μεταφερθεί από την υδατική στιβάδα στη στιβάδα του CCl_4.

Θέμα Γ
Γ1. α) i. Οξειδοαναγωγική: οξειδώνεται το ιώδιο από 0 σε +5 και ανάγεται το άζωτο από +5 σε +4.
ii. $I_2 + 10HNO_3 \rightarrow 2HIO_3 + 10NO_2 + 4H_2O$
β) 7,62 g I_2.
Γ2. Α: $(CH_3)_2CHOH$, Β: CH_3COONa, Γ: $CH_3CH{=}O$,
Δ: $HCOONa$, Ε: $(CH_3)_2CHCl$, Ζ: $(CH_3)_2CHMgCl$,
Θ: CH_3COCH_3, Κ: 2,3-διμεθυλο-2-βουτανόλη,
Μ: CH_3COOH.

Λ: 

Γ3. α) 0,04 M.
β) 0,02 $M\cdot h^{-1}$.
Γ4. α) 4,84 g,
β) 235,8 kJ.

Θέμα Δ
Δ1. α) 18,4 kJ.
β) pH = 13.
Δ2. pH = 8.
Δ3. α) pH = 12.
β) $[NH_4^+] = 1,8\cdot 10^{-4}$.
γ) $\alpha = 2\cdot 10^{-3}$.
Δ4. x = 0,05 mol.
Δ5. α) CH_3COCH_3, $CH_3CH{=}O$, $HCH{=}O$.
β) Η $CH_3CH{=}O$, προκύπτει από τη $HCH{=}O$ με αντικατάσταση ενός −Η με $-CH_3$ το οποίο προκαλεί +Ι επαγωγικό φαινόμενο. Έτσι, παραχωρεί ηλεκτρονιακή πυκνότητα στο άτομο C του καρβονυλίου με αποτέλεσμα ο δεσμός >C=O να είναι λιγότερο πολωμένος και η δραστικότητα της ένωσης να μειώνεται. Το φαινόμενο ενισχύεται στην προπανόνη η οποία διαθέτει δύο $-CH_3$ που η παρουσία τους έχει ως αποτέλεσμα την περαιτέρω μείωση της δραστικότητας.



γ) $CH_3CH{=}O + HCN \rightarrow CH_3{-}\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}{-}CN$

5ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α

Α1. Γ. **Α2.** Γ. **Α3.** Δ. **Α4.** Γ.

Α5. Β. Τα μόρια του H_2O κινούνται προς το δεξιό τμήμα ώστε να αραιωθεί το υπερτονικό διάλυμα και εφόσον η μεμβράνη είναι κινητή θα πρέπει αυτή να κινηθεί προς τα αριστερά ώστε το δεξιό τμήμα να αυξήσει τον όγκο του εις βάρος του αριστερού.

Θέμα Β

Β1. α) $10HClO + P_4 + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4 + 10HCl$

β) Οξειδωτικό σώμα είναι το HClO και αναγωγικό ο P_4.

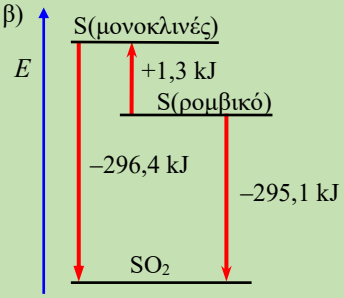
Β2. α) i. 1-IV, 2-I, 3-III, 4-II.

ii. Η μεγαλύτερη ταχύτητα αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη [A(aq)], στη μεγαλύτερη θερμοκρασία και με την παρουσία καταλύτη. Στην περίπτωση αυτή η αύξηση της [Γ] θα είναι πιο απότομη (καμπύλη 4, πείραμα ΙΙ). Το πείραμα ΙΙ έχει τις ίδιες συνθήκες απλώς λείπει ο καταλύτης και σε αυτό θα αντιστοιχεί η καμπύλη 3. Το πείραμα Ι έχει και αυτό την ίδια αρχική συγκέντρωση για το αντιδρών Α, αλλά διεξάγεται σε μικρότερη θερμοκρασία και απουσία καταλύτη και σε αυτό αντιστοιχεί η καμπύλη 2. Στο πείραμα IV η [A] είναι μικρότερη και καθώς το συστατικό αυτό είναι σε έλλειμμα, η τελική συγκέντρωση του Γ θα είναι μικρότερη (καμπύλη 1).

β) $v = 2\cdot10^{-3}\ M\cdot s^{-1}$.

Β3. α) +1,3 kJ.

β)



Πιο σταθερή μορφή θείου είναι το ρομβικό γιατί έχει μικρότερη ενθαλπία.

Β4. α) Επιλογή 1.

β) Για την κατάσταση της χημικής ισορροπίας ισχύει: $K_c = V$. Η τιμή του πηλίκου αντίδρασης είναι $Q_c = 2V > K_c$ και άρα θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα αριστερά.

Θέμα Γ

Γ1. α) I:A(g), II:B(g), III:Γ(g). $K_c = 10$.

β) Εξώθερμη (προς τα δεξιά). Αρχή Le Chatelier.

γ) $V = (10/18 \approx 0{,}55)$ L.

Γ2. Α: 1-βουτένιο, Β: 2-χλωροβουτάνιο, Γ: δευτεροταγές βουτυλομαγνησιοχλωρίδιο, Δ: 2-βουτανόλη, Ε: βουτανόνη, Ζ: προπανικό νάτριο, Θ: 3,4-διμεθυλο-3-εξανόλη.

Γ3. 84,8% w/w.

Θέμα Δ

Δ1. (mol) $CO(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(g)$, $\Delta H_1 = -92$ kJ (1)

β α –

−100 −200 100

(mol) $CO(g) + 3H_2(g) \rightarrow CH_4(g) + H_2O(g)$, $\Delta H_2 = -200$ kJ (2)

β – 100 α – 200 – –

−200 −600 200 200

Οι ποσότητες του CO και του H_2 μηδενίζονται και επομένως:

β = 300 mol

α = 800 mol

Το % ποσοστό του CO που μετατράπηκε σε CH_3OH είναι: $(100/300)\cdot100 = (100/3)\%$.

β) Από την 1η αντίδραση εκλύονται $q_1 = 100\cdot92 = 9200$ kJ ενώ από τη 2η εκλύονται $q_2 = 200\cdot206 = 41.200$ kJ. Έτσι, συνολικά εκλύονται 50.400 kJ.

Δ2. α) i. (M) $RCOOH + H_2O \rightleftharpoons RCOO^- + H_3O^+$

$c - x$ x x = $1{,}5\cdot10^{-5}$ M

$$K_a = \frac{[RCOO^-]\cdot[H_3O^+]}{[RCOOH]},\ 1{,}5\cdot10^{-5} = \frac{(1{,}5\cdot10^{-3})^2}{c}$$

Επομένως: $c = 0{,}15$ M.

ii. $$\alpha = \frac{x}{c} = \frac{1{,}5\cdot10^{-5}}{1{,}5\cdot10^{-3}} = 0{,}01$$

iii. Τα 100 mL διαλύματος περιέχουν 1,32 g βουτυρικού οξέος

1000 mL x = ; 13,2 g/L

Η συγκέντρωση του διαλύματος του βουτυρικού οξέος θα είναι: $c = 13{,}2/M_r = 0{,}15$, $M_r = 88$.

Έστω $C_vH_{2v}O_2$ ο μοριακός τύπος του οξέος. Θα ισχύει: $M_r = 12v + 2v + 32 = 88$, $v = 4$.

Επομένως ο συντακτικός τύπος του οξέος θα είναι: $CH_3CH_2CH_2COOH$

β) Από την προσεγγιστική έκφραση του νόμου αραίωσης του Ostwald για το αρχικό και το αραιωμένο διάλυμα, έχουμε:

$K_a = \alpha^2\cdot0{,}15 = (3\alpha)^2\cdot c'$, $c' = (0{,}15/9)$ M

Αραίωση: $0{,}15\cdot0{,}3 = (0{,}15/9)\cdot V'$, $V' = 2{,}7$ L.

Άρα, $V(H_2O) = 2{,}4$ L = 2400 mL.

γ) Το διάλυμα είναι ρυθμιστικό και επομένως θα ισχύει:

$$[H_3O^+] = K_a\cdot\frac{[RCOO^-]\cdot[H_3O^+]}{[RCOOH]} =,\ 1{,}5\cdot10^{-5}\cdot\frac{0{,}05}{0{,}075} = 10^{-5}$$

Επομένως, pH = 5.

δ) (mol) $RCOOH + NaHCO_3 \rightarrow RCOONa + H_2O + CO_2$

n n

(mol) $2RCOOH + Mg \rightarrow (RCOO)_2Mg + H_2$

n n/2

Στη δεύτερη αντίδραση εκλύεται μικρότερη ποσότητα αερίου (σε mol) και επομένως ο όγκος του θα είναι μικρότερος (ο μισός).

ε) Το βουτανικό οξύ είναι ασθενέστερο οξύ από το HCOOH καθώς έχει μικρότερη τιμή της σταθεράς K_a από αυτό. Πράγματι, το βουτύλιο παρουσιάζει +Ι επαγωγικό φαινόμενο και επομένως προσφέρει αρνητικά φορτία στο Ο του δεσμού Ο − Η αυξάνοντας την ισχύ του, οπότε η απόσπαση H^+ είναι δυσχερέστερη.

6ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α

Α1. Β. **Α2.** Β. **Α3.** Β. **Α4.** Β. **Α5.** Α.

Θέμα Β

Β1. α) Στάδιο 2: $NH_2Cl(aq) + NH_3(aq) \rightarrow N_2H_5^+(aq) + Cl^-$

Ενδιάμεσα του μηχανισμού: $NH_2Cl(aq)$, $OH^-(aq)$ και $N_2H_5^+(aq)$.

β) Το στάδιο 3. Το $N_2H_5^+$ παίζει το ρόλο του οξέος, το OH^- το ρόλο της βάσης, το N_2H_4 το ρόλο της συζυγούς βάσης του οξέος $N_2H_5^+$ και το H_2O το ρόλο του συζυγούς οξέος της βάσης OH^-.

γ) Ασθενέστερη. Το −Cl προκαλεί −I επαγωγικό φαινόμενο και αποσύρει αρνητικό φορτίο μέσω του ομοιοπολικού δεσμού στο N που προσλαμβάνει δυσκολότερα H^+ και επομένως λειτουργεί ως ασθενέστερη βάση κατά Brönsted - Lowry.

Β2. α) Τα αλκάνια είναι μη πολικές ενώσεις και παρουσιάζουν δυνάμεις διασποράς ή London. Οι δυνάμεις αυτές είναι γενικά ασθενείς και η ισχύς τους αυξάνεται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας. Έτσι με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας αυξάνεται και το σημείο βρασμού των αλκανίων.

β) Οι αλκοόλες παρουσιάζουν διαμοριακά δεσμούς υδρογόνου αφού στα μόριά τους εμφανίζεται δεσμός O − H. Καθώς η ισχύς των δεσμών υδρογόνου είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την ισχύ των δυνάμεων διασποράς οι οποίες εμφανίζονται στα αλκάνια, οι αλκοόλες θα εμφανίζουν σημαντικά υψηλότερα σημεία βρασμού σε σχέση με τα αλκάνια αντίστοιχης σχετικής μοριακής μάζας.

γ) Η CH_3OH παρουσιάζεται ισχυρά πολική ένωση λόγω του δεσμού O − H και διαμοριακά εμφανίζει δεσμούς υδρογόνου ενώ το CH_3CH_3 είναι μη πολικό μόριο και εμφανίζει δυνάμεις διασποράς που είναι πολύ ασθενέστερες διαμοριακές δυνάμεις. Έτσι, η διαφορά στα σημεία βρασμού θα είναι μεγάλη. Στη $CH_3CH_2CH_2CH_2OH$ το μη πολικό τμήμα του μορίου είναι πολύ μεγαλύτερο και η ένωση γίνεται λιγότερο πολική. Έτσι, οι δυνάμεις διασποράς γίνονται σημαντικότερες και οι διαφορές στα σημεία βρασμού μειώνονται.

δ) Οι δύο ενώσεις έχουν την ίδια σχετική μοριακή μάζα και παρουσιάζουν διαμοριακά δεσμούς υδρογόνου. Η διαφορά είναι στο σχήμα του μορίου καθώς η 1-βουτανόλη αποτελείται από γραμμικά μόρια ενώ η 2-μεθυλο-1-προπανόλη διαθέτει διακλαδώσεις. Έτσι η επαφή μεταξύ των μορίων να είναι μικρότερη μεταξύ των μορίων στη δεύτερη περίπτωση και οι δυνάμεις διασποράς που συνυπάρχουν να είναι ασθενέστερες. Έτσι, το σημείο βρασμού της 2-μεθυλο-1-προπανόλης είναι μικρότερο σε σχέση με το σημείο βρασμού της ισομερούς της 1-βουτανόλης.

Β3. α) Επιλογή 1.

β) Εφόσον έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων (έστω x), τότε ο αριθμός των πρωτονίων (ατομικός αριθμός *Z*) θα είναι, αντίστοιχα, x, x+1 και x+2. Στα ισοηλεκτρονιακά σωματίδια, όποιο έχει τον μεγαλύτερο *Z* θα ασκεί και ισχυρότερες έλξεις στα ηλεκτρόνια και επομένως θα έχει το μικρότερο μέγεθος.

Β4. Γ < Β < Α < Δ.

Θέμα Γ

Γ1. Στο 1ο διάλυμα ισχύουν οι προσεγγίσεις καθόσον $\alpha < 0{,}1$.

Νόμος αραίωσης του Ostwald: $K_a = 0{,}02^2 \cdot 0{,}1 = 4 \cdot 10^{-5}$

Στο δεύτερο διάλυμα ισχύουν επίσης οι προσεγγιστικές εκφράσεις καθόσον λόγω της Ε.Κ.Ι. ο βαθμός ιοντισμού έχει μειωθεί.

(M) $HA + H_2O \rightleftharpoons A^- + H_3O^+$

$0{,}1 - x \quad x \quad x$

(M) $HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+$

$0{,}1 \quad 0{,}1 \quad 0{,}1$

$$K_a(HA) = \frac{[A^-]\cdot[H_3O^+]}{[HA]} = \frac{x \cdot 0{,}1}{0{,}1} = 4 \cdot 10^{-5}$$

$$\alpha \cdot 0{,}1 = 4 \cdot 10^{-5}$$

$$\alpha = 4 \cdot 10^{-4}$$

Γ2. α) $$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\cdot[I_2]} = \frac{(0{,}6/V)^2}{(0{,}2/V)\cdot(0{,}6/V)} = 3$$

β) Έστω ότι οι αρχικές ποσότητες του H_2 και του I_2 είναι x mol και y mol, αντίστοιχα.

(mol) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

x y –

−ω −ω 2ω

x − ω y − ω 2ω

Ισχύουν: $2\omega = 0{,}6 \Rightarrow \omega = 0{,}3$

$x - \omega = 0{,}2 \Rightarrow x = 0{,}5$

$y - \omega = 0{,}2 \Rightarrow y = 0{,}8$

Το H_2 είναι το περιοριστικό αντιδρών και επομένως:

$\alpha = \omega/x = 0{,}6$ (60%)

γ) (mol) $H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$

$0{,}5 + \lambda \quad 0{,}8 \quad –$

$-\kappa \quad -\kappa \quad 2\kappa$

$0{,}5 + \lambda - \kappa \quad 0{,}8 - \kappa \quad 2\kappa$

Το I_2 θα είναι τώρα το περιοριστικό αντιδρών και επομένως:

$0{,}6 = \kappa/0{,}8 \Rightarrow \kappa = 0{,}48$

Στην κατάσταση της νέας χημικής ισορροπίας θα συνυπάρχουν:

$(0{,}02 + \lambda)$ mol H_2, 0,32 mol I_2 και 0,96 mol HI

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\cdot[I_2]} = \frac{(0{,}96/V)^2}{[(0{,}02+\lambda)/V]\cdot(0{,}32/V)}$$

$\lambda = 0{,}94$ mol

Γ3. α) $4Cl_2(aq) + H_2S(aq) + 4H_2O(l) \rightarrow SO_4^{2-}(aq) + 10H^+(aq) + 8Cl^-(aq)$.

β) $c = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ M.

Θέμα Δ

Δ1. α) Α: $CH_3CH{=}CH_2$, Γ: $CH_3C{\equiv}CH$.

β) Αντιδραστήριο Χ: i, αντιδραστήριο Υ: ii, αντιδραστήριο Ζ. iii, Δ: 2-χλωροπροπάνιο, Ε: προπανόνη, Θ: $(CH_3)_2CHMgCl$.

Δ2. $K_a = 2 \cdot 10^{-5}$.

Δ3. α) Έστω x ο αριθμός των mol του O_2 και y των υδρατμών που διαβιβάζουμε στο καμίνι με το λιγνίτη.

$C(s) + 1/2O_2(g) \rightarrow CO(g)$, $\Delta H = -25$ kcal

Τα 0,5 mol O_2 όταν αντιδρούν ελευθερώνουν 25 kcal

Τα x mol $q_1 = 50x$ kcal (1)

$C(s) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$, $\Delta H = +30$ kcal:

Το 1 mol υδρατμών όταν αντιδρά απορροφά 30 kcal

Τα y mol $q_2 = 30y$ kcal (2)

Για να μην υπάρχει θερμική μεταβολή και η θερμοκρασία στο καμίνι να διατηρείται σταθερή, θα πρέπει το ποσό θερμότητας q_1 που ελευθερώνεται από την 1η αντίδραση να ισούται με το ποσό θερμότητας q_2 που απορροφάται από τη 2η. Δηλαδή: $q_1 = q_2$, οπότε $50x = 30y$.

Από την εξίσωση αυτή προκύπτει: $\frac{x}{y} = \frac{3}{5}$ (3)

β) Στην περίπτωση που το O_2 διοχετεύεται με ατμοσφαιρικό αέρα, τα x mol O_2 υπάρχουν σε 5x mol αέρα συνολικά (η αναλογία όγκων O_2/αέρα είναι 20:100 = 1:5 και ισούται με την αναλογία mol). Οπότε, σύμφωνα και με την εξίσωση (3), θα έχουμε:

αναλογία όγκων αέρα / υδρατμών = $\frac{5x}{y} = \frac{5 \cdot 3}{5} = 3$

γ) Έστω 2α ο αριθμός mol του O_2 και α ο αριθμός mol των υδρατμών. Από την πρώτη αντίδραση ελευθερώνεται ποσό θερμότητας $q_3 = 100\alpha$ kcal, ενώ από τη δεύτερη αντίδραση απορροφάται ποσό θερμότητας $q_4 = 30\alpha$ kcal. Παρατηρούμε, δηλαδή, ότι το ποσό θερμότητας που ελευθερώνεται θα είναι

μεγαλύτερο από το ποσό θερμότητας που απορροφάται, οπότε η θερμοκρασία του συστήματος θα αυξάνεται.

7ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α

Α1. α) Σ. β) Λ. γ) Σ. δ) Σ. ε) Σ.

Α2. Α. **Α3.** Α. **Α4.** Α. **Α5.** Δ.

Θέμα Β

Β1. α) i. Α: 2-βουτένιο.

ii. Β: CH_3CN.

iii. Γ: $CH_3CH_2CH_2OH$.

iv. Δ: $C_6H_5COCH_3$.

v. Ε: 2-μεθυλο-2-βουτανόλη.

vi. Ζ: $CH_2=CHCl$.

vii. Η: $CH_3CH_2CH=O$.

β) $CH_3CH_2CH=O + 2CuSO_4 + 5NaOH \rightarrow CH_3CH_2COONa + Cu_2O + 2Na_2SO_4 + 3H_2O$

γ) Με επίδραση HCN και στη συνέχεια υδρόλυση σε όξινο περιβάλλον.

Β2. α) $Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

β) (mol) $Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$

0,15 0,3

NO_2: $V = 0{,}3 \cdot 22{,}4 = 6{,}72$ L.

Β3. α) $Z = 27$. Ηλεκτρονιακή δομή: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^7\ 4s^2$.

β) Cu: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}\ 4s^1$. Ηλεκτρόνια με $m_\ell = 1$ στο άτομο του Cu εμφανίζονται στις υποστιβάδες 2p (δύο ηλεκτρόνια), 3p (δύο ηλεκτρόνια) και 3d (δύο ηλεκτρόνια). Σύνολο έξι ηλεκτρόνια.

γ) Το Cr^{3+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^3$ (3 μονήρη ηλεκτρόνια στην υποστιβάδα 3d).

Θέμα Γ

Γ1. α) 98%.

β) Δοχείο Α. $K_c = 0{,}01$. $Q_c = [CO_2] = 0{,}05 / 10 = 0{,}005$ M $< 0{,}01$ και άρα θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά.

(mol) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

Αρχ. 0,1 0,05 0,05

−x x x

ΧΙ 0,1 − x 0,05 + x 0,05 + x

Ισχύει: $(0{,}05 + x) / 10 = 0{,}01$, $x = 0{,}05$ mol. Επομένως, στην ισορροπία θα υπάρχουν 0,1 mol CaO(s).

Δοχείο Β. $Q_c = [CO_2] = 0{,}1 / 20 = 0{,}005 < 0{,}01$ και επομένως θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά.

(mol) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

Αρχ. 0,2 0,05 0,1

−y y y

ΧΙ 0,2 − y 0,05 + y 0,1 + y

Ισχύει: $(0{,}1 + y) / 20 = 0{,}01$, $y = 0{,}1$ mol. Επομένως, στην ισορροπία θα υπάρχουν 0,15 mol CaO(s).

Τελικά στο δοχείο Β η ποσότητα του CaO(s) θα είναι μεγαλύτερη.

Γ2. Α(aq): $n = 0{,}08 \cdot 0{,}25 = 0{,}02$ mol

Β(aq): $n = 0{,}06 \cdot 0{,}25 = 0{,}015$ mol

(mol) $2A(aq) + B(aq) \rightarrow 2\Gamma(aq)$, $\Delta H^o = -150$ kJ

0,02 0,015 —

−0,02 −0,01 0,02

— 0,005 0,02

Όταν παράγονται 2 mol Γ εκλύονται 150 kJ

0,02 Q ; = 1,5 kJ

Γ3. α) i. $\upsilon_1(N_2O_5) = 2\upsilon_1 = 5{,}40 \cdot 10^{-4}$ M·s^{-1}. ii. $\upsilon_2(NO_2) = 4\upsilon_2 = 5{,}40 \cdot 10^{-4}$ M·s^{-1}.

β) $\upsilon = k \cdot [N_2O_5]$, 1ης τάξης. Η μονάδα της k είναι το s^{-1}.

Θέμα Δ

Δ1. $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 + H_2O + NaCl$

$0{,}2 \cdot V_1 > 0{,}2 \cdot V_2$

Τελικά θα περισσεύει NH_4Cl σε συγκέντρωση $c_o = 0{,}2 \cdot (V_1 - V_2)/(V_1 + V_2)$ (1) και θα παραχθεί NH_3 σε συγκέντρωση $c_\beta = 0{,}2 \cdot V_2/(V_1 + V_2)$ (2). Για το ρυθμιστικό αυτό διάλυμα θα ισχύει: $[OH^-] = K_b \cdot (c_\beta / c_o)$ (3). Αντικαθιστώντας τις εξισώσεις (1) και (2) στην (3) προκύπτει μετά από πράξεις: $V_1/V_2 = 11/10$.

Δ2. α) Για το H_2O: $n = 7{,}2/18 = 0{,}4$ mol.

$N_xO_y(g) + (3x+2y)/2H_2(g) \rightarrow xNH_3(g) + yH_2O(g)$

0,1 x·0,1 y·0,1

Ισχύει: $0{,}1y = 0{,}4$, $y = 4$.

Για το HCl: $n = c \cdot V = 0{,}2$ mol.

(mol) $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$

0,2 0,2 0,2

Ισχύει: $0{,}1x = 0{,}2$, $x = 2$.

Επομένως, το οξείδιο έχει τύπο N_2O_4.

β) Το διάλυμα που προκύπτει περιέχει το άλας NH_4Cl σε συγκέντρωση $c = 0{,}2/0{,}2 = 1$ M.

(M) $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

1 1 1

(M) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

$1 - \omega \approx 1$ ω $\omega = 10^{-4,5}$ M (από pH = 4,5)

$K_a(NH_4^+) = (10^{-4,5})^2/1 = 10^{-9}$

$K_b = 10^{-14}/10^{-9} = 10^{-5}$.

γ) Με την αραίωση του διαλύματος NH_4Cl το pH αυξάνεται (τείνει προς το ουδέτερο) και έτσι το τελικό pH θα είναι ίσο με 5. Έστω c_2 η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος και V_2 ο όγκος του.

(M) $NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$

c_2 c_2 c_2

(M) $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$

$c_2 - \lambda \approx 1$ λ $\lambda = 10^{-5}$ M (από pH = 5)

$K_a(NH_4^+) = (10^{-5})^2/c_2$, $c_2 = 0{,}1$ M.

Αραίωση: $1 \cdot 0{,}1 = 0{,}1 \cdot V_2$, $V_2 = 1$ L. Επομένως, ό όγκος του νερού που προστέθηκε είναι ίσος με 1000 – 100 = 900 mL.

Π. Κονδύλη, Π. Λατζώνη, Χημεία Γ' Λυκείου, τεύχος Γ3.

Δ3. Σε μία ομάδα του περιοδικού πίνακα τον κυρίαρχο ρόλο στην ισχύ του όξινου χαρακτήρα παίζει το μέγεθος του ατόμου. Καθώς το άτομο του Se έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το S, ο δεσμός Se−H είναι ασθενέστερος από το δεσμό S−H. Έτσι, στις σεληνόλες το ιόν H^+ αποσπάται ευκολότερα και οι ενώσεις αυτές παρουσιάζουν ισχυρότερο όξινο χαρακτήρα.

8ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α

Α1. α) Σ. β) Σ. γ) Σ. δ) Λ. ε) Σ.

Α2. Γ. **Α3.** Γ. **Α4.** Β. **Α5.** Δ.

Θέμα Β

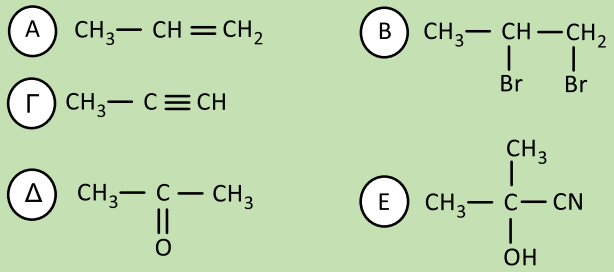
Β1. α) CH_3CH_2OH: 65 °C, CH_3CH_2F: −78°C και $CH_3CH_2CH_3$: −89 °C.

β) Η CH_3CH_2OH είναι η μοναδική ένωση που σχηματίζει διαμοριακά δεσμό υδρογόνου, η CH_3CH_2F διπόλου - διπόλου ενώ η CH_3CH_3 αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (London). Ο δεσμός υδρογόνου είναι η ισχυρότερη διαμοριακή αλληλεπίδραση ενώ οι δυνάμεις διασποράς είναι οι ασθενέστερες. Με

την αύξηση της ισχύος των διαμοριακών δυνάμεων αυξάνεται και το σημείο βρασμού της ένωσης.

Β2. $\Delta H^\circ = \Sigma\Delta H^\circ_f$ (προϊόντων) − $\Sigma\Delta H^\circ_f$(αντιδρώντων) = [2·(−110,5) − 286 − 3·82 −227] kJ = −980 kJ

Β3.



Β4. i. Λανθασμένη. Στο πείραμα 1 έχει παραχθεί μεγαλύτερη ποσότητα $CO_2(g)$ και επομένως στο διάλυμα $HNO_3(aq)$ περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα διαλυμένης ουσίας στον ίδιο όγκο και επομένως έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση.

ii. Λανθασμένη. Στο πείραμα 3 η τελική ποσότητα $CO_2(g)$ παράγεται νωρίτερα σε σχέση με το πείραμα 4 και επομένως η αντίδραση ολοκληρώνεται ταχύτερα.

iii. Σωστή. Στα πειράματα 1 και 2 η συγκέντρωση του HNO_3 είναι η ίδια καθώς η παραγόμενη ποσότητα του $CO_2(g)$ είναι η ίδια. Αφού η αντίδραση στο πείραμα 2 ολοκληρώνεται αργότερα, θα έχει μικρότερη θερμοκρασία.

Β5. α) Επιλογή 2.

β) Σε μεγαλύτερη θερμοκρασία η ταχύτητα της αντίδρασης είναι μεγαλύτερη και επομένως η αντίδραση ολοκληρώνεται ταχύτερα. Η απόδοση της αντίδρασης, όμως, είναι μικρότερη καθώς με την αύξηση της θερμοκρασίας και σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier η ισορροπία μετατοπίζεται προς την ενδόθερμη κατεύθυνση (προς τα αριστερά).

Θέμα Γ

Γ1. Έστω x mol η ποσότητα της αλκοόλης (Α) με τύπο $C_\nu H_{2\nu+1}OH$.

(mol) $C_\nu H_{2\nu+1}OH + SOCl_2 \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}Cl + HCl + SO_2$
x x

(mol) $C_\nu H_{2\nu} + HCl \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}Cl$
x x

(mol) $C_\nu H_{2\nu+1}OH + Na \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}ONa + 1/2H_2$
x x

(mol) $C_\nu H_{2\nu+1}ONa + C_\nu H_{2\nu+1}Cl \rightarrow C_\nu H_{2\nu+1}OC_\nu H_{2\nu+1} + NaCl$
x x x = 0,2

Για την ένωση Α ισχύει:

$n = m/M_r \Rightarrow M_r = 9,2/0,2 = 46$

$M_r = 14\nu + 18 \Rightarrow \nu = 2$.

Επομένως:

Α: CH_3CH_2OH, Β: CH_3CH_2Cl, Γ: CH_3CH_2ONa,

Δ: $CH_3CH_2OCH_2CH_3$

Γ2. α) Από την έκφραση της σταθεράς της χημικής ισορροπίας:

$K_c = 5 = [NO_2]^2/([NO]^2\cdot[O_2]) = 1/[O_2] = 5$

Επομένως οι ποσότητες των τριών αερίων στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας είναι από 0,4 mol.

β) Έστω ότι οι αρχικές ποσότητες των τριών αερίων είναι α mol, β mol και γ mol. Ισχύει: α + β + γ = 1,3 (1)

Στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας τα συνολικά mol των αερίων είναι 0,4 + 0,4 + 0,4 = 1,2 mol. Επομένως, τα συνολικά mol των αερίων από την έναρξη της αντίδρασης μέχρι την αποκατάσταση της ισορροπίας μειώνονται και άρα θα διεξαχθεί αντίδραση προς τα δεξιά (2 + 1 > 2).

(mol) $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
α β γ
−2x −x +2x

Ισχύουν: α – 2x = β – x = γ + 2x = 0,4.

Από τις σχέσεις αυτές προκύπτουν:

α = 0,6 mol, β = 0,5 mol και γ = 0,2 mol

γ) Σε σχέση με την αρχική χημική ισορροπία, η ποσότητα του Γ(g) στη νέα ισορροπία είναι μεγαλύτερη και επομένως η ισορροπία μετατοπίστηκε προς τα δεξιά.

(mol) $2NO(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$
0,4 0,4 0,4
−0,2 −0,1 +0,2
ΝΧΙ 0,2 0,3 0,6

$$K_c = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2\cdot[O_2]} = \frac{(0,6/V')^2}{(0,2/V')^2\cdot(0,3/V')} = 5$$

Από την παραπάνω εξίσωση: $V' = (1/6)$ L.

Γ3. α) Έστω x mol CH_4 και x mol του αλκενίου $C_\nu H_{2\nu}$ οι ποσότητες στο μίγμα. Ισχύει:

$2x = 4,48/22,4 = 0,2 \Rightarrow x = 0,1$ mol

(mol) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
0,1 0,2

(mol) $C_\nu H_{2\nu} + (3\nu/2)O_2 \rightarrow \nu CO_2 + \nu H_2O$
0,1 0,15ν

Ισχύει: 0,2 + 0,15ν = 0,5, ν = 2 (C_2H_4)

β) Από την καύση του CH_4 εκλύονται 0,1·890 = 89 kJ και επομένως από την καύση του αλκενίου εκλύονται 229 – 89 = 140 kJ.

Από την καύση 0,1 mol C_2H_4 εκλύονται 140 kJ

1 mol x ; = 1400 kJ

Επομένως η ενθαλπία καύσης του αιθενίου θα είναι −1400 kJ·mol^{-1}.

Θέμα Δ

Δ1. 0,01 mol.

Δ2. α) pH = 2. β) $\alpha = 2\cdot10^{-3}$.

Δ3. x = 0,01.

Δ4. α) $2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5O_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

β) $\upsilon = 3,75\cdot10^{-4}$ M·s^{-1}.

9ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α

Α1. α) Σ. β) Σ. γ) Σ. δ) Σ. ε) Λ.

Α2. Δ. **Α3.** Β. **Α4.** Α. **Α5.** Δ.

Θέμα Β

Β1. α) Το As ανήκει στην 4η περίοδο και στην 15η (VA) ομάδα και επομένως έχει δομή $4p^3$ με τρία μονήρη ηλεκτρόνια.

β) Η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα κάτω σε μία ομάδα και προς τα αριστερά σε μία περίοδο. Επομένως, τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα θα έχει το Sn. Η ενέργεια πρώτου ιοντισμού, E_{i1} μεταβάλλεται αντίστροφα από την ατομική ακτίνα και επομένως τη μεγαλύτερη θα έχει το F.

Β2. Με τη συνεχή αραίωση με νερό το διάλυμα τείνει προς το ουδέτερο και επομένως η τιμή pH = 7,2 αντιστοιχεί στο ουδέτερο pH στους θ °C. Αυτό σημαίνει ότι $\theta < 25$ °C καθώς με την μείωση της θερμοκρασίας το ουδέτερο pH αυξάνεται. Και αυτό γιατί η ισορροπία αυτοϊοντισμού του νερού είναι ενδόθερμο φαινόμενο και με τη μείωση της θερμοκρασίας μετατοπίζεται

προς τα αριστερά, σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier. Έτσι, η $[H_3O^+]$ μειώνεται και το ουδέτερο pH αυξάνεται.
Β3. α) i. $3ClO^-(aq) \rightarrow ClO_3^-(aq) + 2Cl^-(aq)$, ενδιάμεσο: ClO_2^-.
ii. $\upsilon = k\cdot[ClO^-]^2$, μονάδα της k: $M^{-1}\cdot s^{-1}$.
β) Το Cl οξειδώνεται από +1 σε +5 και το ίδιο στοιχείο ανάγεται από +1 σε −1.
Β4. α) Επιλογή 3.
β) Προκύπτει με εφαρμογή των νόμων της Θερμοχημείας.
Θέμα Γ
Γ1. α) Δεν ισχύει ο νόμος της ΧΙ, α = β = 0,3 mol.
β) 0,2 mol εστέρα, $\alpha = 2/3$.
γ) λ = 0,96 mol.
Γ2. α) Η συνολική μάζα του C(s) αντιστοιχεί σε 7,2/12 = 0,6 mol. Από αυτά έστω x mol αντιδρούν στην αντίδραση (1) και y mol στην αντίδραση (2). Θα ισχύει: x + y = 0,6 (3).
Με βάση τις πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού του $CH_4(g)$ και του $C_2H_2(g)$ γράφουμε τις σχετικές θερμοχημικές εξισώσεις και εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς.
(mol) $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$, $\Delta H = -20$ kcal
x x
(mol) $2C(s) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g)$, $\Delta H = 55$ kcal
y y/2
Από την 1η αντίδραση εκλύονται 20x kcal ενώ από τη 2η απορροφώνται 27,5y kcal. Θα ισχύει:
20x – 27,5y = 2,5 (4)
Με επίλυση του συστήματος των εξισώσεων (3) και (4) προκύπτει: x = 0,4, y = 0,2.
Επομένως, η αναλογία mol του $CH_4(g)$ και του $C_2H_2(g)$ που σχηματίστηκαν είναι: 0,4/0,1 = 4:1.
β) Στη συνολική θερμοχημική εξίσωση θα πρέπει τα δύο προϊόντα να εμφανίζονται με αναλογία mol 4:1 και επομένως θα πρέπει να πολλαπλασιάσουμε την εξίσωση (1) με το 4 και να αφήσουμε την εξίσωση (2) ως έχει.
$4C(s) + 8H_2(g) \rightarrow 4CH_4(g)$, $\Delta H = -80$ kcal
$2C(s) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g)$, $\Delta H = 55$ kcal
Εφαρμόζοντας το νόμο του Hess, προκύπτει:
$6C + 9H_2(g) \rightarrow 4CH_4(g) + C_2H_2(g)$, $\Delta H = -25$ kcal.
Γ3. α) $H_3AsO_4 + H_2O \rightleftharpoons H_2AsO_4^- + H_3O^+$
$H_2AsO_4^- + H_2O \rightleftharpoons HAsO_4^{2-} + H_3O^+$
$HAsO_4^{2-} + H_2O \rightleftharpoons AsO_4^{3-} + H_3O^+$
β) i. $2{,}5\cdot10^{-2}$, ii. $5{,}6\cdot10^{-6}$ και iii. $3\cdot10^{-11}$.

Θέμα Δ
Δ1. Από τη σχέση της ωσμωμετρίας, προκύπτει:

$$M_r = \frac{m\cdot RT}{\Pi\cdot V} = \frac{2{,}56\cdot 25}{1{,}25\cdot 0{,}2} = 256$$

Ισχύει: $M_r = 15 + 14x + 45 = 256 \Rightarrow x = 14$
Δ2. α) $8NH_3(aq) + 3Cl_2(g) \rightarrow 6NH_4Cl(aq) + N_2(g)$.
β) pH = 9.
γ) Όξινο, $K_c = 10^6$.
Δ3. α) 90%. β) 0,44 g $CH_3CH{=}O$.

10ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α
Α1. Δ. **Α2.** Β. **Α3.** Γ. **Α4.** Α. **Α5. α)** Σ, **β)** Σ, **γ)** Λ, **δ)** Λ, **ε)** Λ.
Θέμα Β
Β1. α) Επιλογή 2.
β) Από το διάγραμμα και με βάση τους νόμους της Θερμοχημείας προκύπτουν:
$\Delta H(W\rightarrow Y) + (-25) = -130 + 80$, $\Delta H(W\rightarrow Y) = -25$ kJ < 0, εξώθερμη.
$\Delta H(Y\rightarrow X) = -25 - 80$, $\Delta H(Y\rightarrow X) = -105$ kJ < 0, εξώθερμη.
$\Delta H(W\rightarrow Z) = -130 + 80$, $\Delta H(W\rightarrow Z) = -50$ kJ < 0,
$\Delta H(Z\rightarrow W) = 50 > 0$, ενδόθερμη.
Β2. α) i. $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,3d^{10}\,4s^2\,4p^4$, 4η περίοδος, 16η (VIA) ομάδα, p τομέας. ii. 8 e^-.
β) $3Se + 4HNO_3 + H_2O \rightarrow 3H_2SeO_3 + 4NO$
Β3. α) Καμπύλη Α: Πρωτοταγείς αλκοόλες, καμπύλη Β: αλδεΰδες, καμπύλη Γ: αλκάνια. Στις αλκοόλες εμφανίζονται δεσμοί υδρογόνου, στις αλδεΰδες δυνάμεις διπόλου - διπόλου και στα αλκάνια αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (London).
β) Με την αύξηση του αριθμού των ατόμων C αυξάνεται τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) και επομένως αυξάνεται και η ισχύς των δυνάμεων διασποράς οι οποίες συνυπάρχουν σε όλες τις περιπτώσεις. Έτσι, το σημείο ζέσης αυξάνεται.
Β4. α) Επιλογή 1.
β) Υπολογίζουμε την τιμή της σταθεράς της ισορροπίας: $K_c = 4$. Με την προσθήκη x mol $H_2(g)$ και x mol HI(g), έχουμε:

mol	$H_2(g)$	+	$I_2(g)$	⇌	$2HI(g)$
Αρχ. Χ.Ι.	1		1		2
Προσθήκη	x				x

Αντικαθιστούμε στην έκφραση του πηλίκου αντίδρασης:

$$Q_c = \frac{[HI]^2}{[H_2]\cdot[I_2]} = \frac{(2+x)^2}{1\cdot(1+x)}$$

$$Q_c = \frac{(2+x)^2}{1\cdot(1+x)} = \frac{4+4x+x^2}{1+x} = \frac{4\cdot(1+x)+x^2}{1+x}$$

$$= 4 + \frac{x^2}{1+x} > 4$$

Άρα, $Q_c > K_c$ και εξελίσσεται αντίδραση προς τα αριστερά.
Θέμα Γ
Γ1. α) Α-δ-iii, Β-β-i, Γ-α-iv, Δ-γ-ii.
β) Με βάση την προηγούμενη αντιστοίχιση όταν η ταχύτητα της αντίδρασης είναι 0,04 $M\cdot s^{-1}$, ισχύουν: [X] = 10^{-2} M και [Ψ] = $4\cdot10^{-2}$ M (χρονική στιγμή t_4).
(M) $X(g) + 2\Psi(g) \rightarrow 2\Omega(g)$
t_1 0,04 0,10 –
−0,03 −0,06 0,06
t_4 0,01 0,04 0,06
Επομένως τη χρονική αυτή στιγμή: [Ω] = 0,06 M.
γ) Έστω $\upsilon = k\cdot[X]\cdot[\Psi]^\psi$ ο νόμος ταχύτητας της αντίδρασης.
$0{,}4 = k\cdot(4\cdot10^{-2})\cdot(0{,}1)^\psi$ (1)
$0{,}12 = k\cdot(2\cdot10^{-2})\cdot(6\cdot10^{-2})^\psi$ (2)
$0{,}04 = k\cdot(10^{-2})\cdot(4\cdot10^{-2})^\psi$ (3)
$0{,}015 = k\cdot(5\cdot10^{-3})\cdot(3\cdot10^{-2})^\psi$ (4)
Με διαίρεση κατά μέλη της (2) με την (3): $3 = 2\cdot1{,}5^\psi$, ψ = 1
Άρα, ο νόμος ταχύτητας είναι: $\upsilon = k\cdot[X]\cdot[\Psi]$.
Από την (3): $0{,}04 = k\cdot(10^{-2})\cdot(4\cdot10^{-2})$, $k = 100\ M^{-1}\cdot s^{-1}$.
Γ2. α) (mol) $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$
0,30 –
−0,20 0,40
ΧΙ 0,10 0,40
$\alpha = 0{,}2/0{,}3 = 2/3$ (200/3 %)

$$K_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0{,}4/4)^2}{(0{,}1/4)} = 0{,}4$$

β) i. Για να γίνει το μίγμα των δύο αερίων είναι ισομοριακό θα πρέπει η ποσότητα του B(g) να μειωθεί και η ποσότητα του

Α(g) να αυξηθεί οπότε η ισορροπία θα πρέπει να μετατοπιστεί προς τα αριστερά δηλαδή προς τα λιγότερα mol αερίων. Σύμφωνα με την αρχή Le Chatelier θα πρέπει ο όγκος του δοχείου να μειωθεί.

ii. (mol) $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$

ΧΙ	0,10	0,40
	y	−2y
ΝΧΙ	0,1 + y	0,4 – 2y

Θα ισχύει: 0,1 + y = 0,4 – 2y ⇒ y = 0,1 mol.

$$K_c = \frac{[B]^2}{[A]} = \frac{(0,2/V)^2}{(0,2/V)} = 0,4$$

$V = 0,5$ L

Γ3. α) Με το αντιδραστήριο Fehling:

$HCH{=}O + 2CuSO_4 + 5NaOH \rightarrow HCOONa + Cu_2O + 2Na_2SO_4 + 3H_2O$

β) Με Cl_2/NaOH (αλογονοφορμική αντίδραση):

$CH_3CH_2OH + 4Cl_2 + 6NaOH \rightarrow HCOONa + CHCl_3 + 5NaCl + 5H_2O$

Θέμα Δ

Δ1. α) Ο δείκτης 4 (κίτρινο της αλιζαρίνης). Το διάλυμα Α θα έχει pH = 12 και θα χρωματιστεί κόκκινο ενώ το διάλυμα Β θα έχει 9 < pH < 10 και θα χρωματιστεί κίτρινο.

β) Το διάλυμα $C_6H_5NH_3Cl$ 1 M έχει pH < 3 και άρα ο δείκτης 2 θα δώσει κίτρινο χρωματισμό.

γ) Στο ισοδύναμο σημείο pH = 5 και επομένως ο πλέον κατάλληλος δείκτης είναι ο δείκτης 1.

Δ2. α) Η εξουδετέρωση είναι εξώθερμη αντίδραση.

(mol) $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$, $\Delta H = -x$ kJ

1)	0	0,05c
2)	0,02	0,04c
3)	0,04	0,03c
4)	0,06	0,02c
5)	0,08	0,01c
6)	0,1	0

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι για τις 4 πρώτες αναμίξεις το ποσό θερμότητας που εκλύεται αυξάνεται γραμμικά σε σχέση με την ποσότητα του HCl(aq), που σημαίνει ότι αντιδρά όλη η ποσότητά του, δηλαδή είναι το περιοριστικό αντιδρών, ενώ στις δύο τελευταίες αναμίξεις το εκλυόμενο ποσό θερμότητας μειώνεται και άρα το NaCl(aq) είναι το περιοριστικό αντιδρών.

β) Σύμφωνα με τα προηγούμενα στην περίπτωση της 4ης ανάμιξης (30 mL διαλύματος HCl με 50 mL διαλύματος NaOH) τα δύο αντιδρώντα είναι σε στοιχειομετρική αναλογία και επομένως θα ισχύει:

$0,06 = 0,02c$, $c = 3$ mol·L^{-1}

11ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α

Α1. Α. **Α2.** Δ. **Α3.** Γ. **Α4.** Α. **Α5.** Α.

Θέμα Β

Β1. α) Επιλογή Δ.

β) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$, $\Delta H = \alpha$ kJ

$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$, $\Delta H = \beta$ kJ

Από το νόμο Lavoisier - Laplace προκύπτει:

$4CO_2 + 6H_2O \rightarrow 2C_2H_5OH + 6O_2$, $\Delta H = -2\beta$ kJ

Από το νόμο του Hess:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH$, $\Delta H = (\alpha - 2\beta)$ kJ

Β2. α) Σωστή επιλογή η Γ.

β) Έστω c_1 και c_2 οι συγκεντρώσεις των αλάτων NaCl και Na_2SO_4, αντίστοιχα.

(M) $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

$c_1 \quad c_1 \quad c_1$

(M) $Na_2SO_4 \rightarrow 2Na^+ + SO_4^{2-}$

$c_2 \quad 2c_2 \quad c_2$

Ισχύουν: $[Na^+] = c_1 + 2c_2 = 0,05$ M και $[SO_4^{2-}] = c_2 = 0,01$ M.

Άρα: $c_1 = 0,03$ M $= [Cl^-]$.

Β3. Οι ενώσεις είναι μη πολικές καθώς οι επιμέρους διπολικές που αντιστοιχούν στους 4 δεσμούς αλληλοαναιρούνται λόγω του σχήματος των μορίων.

Επομένως, διαμοριακά εμφανίζονται αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς η ισχύς των οποίων αυξάνεται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας. Η αύξηση της ισχύος των διαμοριακών δυνάμεων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του σημείου βρασμού (ή ζέσης).

Β4. α) Σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα κάτω και επομένως η σειρά των στοιχείων κατ' αυξανόμενο ατομικό αριθμό (Z) είναι: Γ, Α, Β, Δ.

β) Σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η E_{i1} αυξάνεται προς τα πάνω και επομένως η σειρά των στοιχείων κατ' αυξανόμενη τιμή της ενέργειας πρώτου ιοντισμού (E_{i1}) είναι: Δ, Β, Α, Γ.

γ) Παρατηρούμε ότι η ιοντική ακτίνα καθενός στοιχείου είναι μικρότερη από την ατομική ακτίνα και επομένως πρόκειται για κατιόντα, καθώς με την αποβολή ηλεκτρονίων μειώνονται οι ηλεκτρονιακές απώσεις και το μέγεθος του σωματιδίου μειώνεται επίσης. Έτσι, τα στοιχεία είναι ηλεκτροθετικά καθώς στα στοιχεία αυτά ευνοείται η αποβολή ηλεκτρονίων.

Θέμα Γ

Γ1. α) i. Τη στιγμή $t_1 = 200$ s (από το διάγραμμα).

ii. (mol) $2N_2O_5 \rightarrow 4NO_2 + O_2$

$t = 0$	x	–	–
	−2y	4y	y
t_1	x − 2y	4y	y

$n_{ολ}(t_1) = x + 3y$

$t = 0$: $[N_2O_5] = x/V = 0,25$

t_1: $[N_2O_5] = (x - 2y)/V = 0,1$

$x/(x - 2y) = 2,5$, $y = 0,3x$

$P_0 \cdot V = x \cdot R \cdot T$ (1)

$P_1 \cdot V = (x + 3y) \cdot R \cdot T$, $P_1 \cdot V = 1,9x \cdot R \cdot T$ (2)

Με διαίρεση κατά μέλη των εξισώσεων (1) και (2): $P_1/P_0 = 1,9$.

β) $\upsilon = (1/2) \cdot (0,15/200) = 3,75 \cdot 10^{-4}$ M·s^{-1}.

$\upsilon(NO_2) = 4\upsilon = 1,5 \cdot 10^{-3}$ M·s^{-1}.

γ) Τη στιγμή $t = 0$, ισχύει: $\upsilon_0 = k \cdot 0,25$ ενώ τη στιγμή t_1: $\upsilon_1 = k \cdot 0,1$. Με διαίρεση κατά μέλη: $\upsilon_0/\upsilon_1 = 2,5$.

Π. Κονδύλης, Π. Λατζώνης: Το βιβλίο είναι δωρεάν στο site: chemistrytopics.xyz

Γ2. α) Έστω $C_vH_{2v+2}O$ ο μοριακός τύπος της αλκοόλης (Γ). Εφόσον το άλας του μονοκαρβοξυλικού οξέος (Β) παρουσιάζει αναγωγικές ιδιότητες θα πρέπει να είναι το HCOONa (ένωση Β). Το μίγμα των δύο αυτών ενώσεων είναι ισομοριακό καθόσον προέρχεται από την αντίδραση της σαπωνοποίησης. Έστω ότι το αρχικό μίγμα περιέχει x mol από το καθένα συστατικό.

$KMnO_4$: $n = c \cdot V = 0,1 \cdot 0,04 = 0,004$ mol.

(mol) $5C_vH_{2v+2}O + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow 5C_vH_{2v}O + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$

x/2 x/5

(mol) $10HCOONa + 4KMnO_4 + 11H_2SO_4 \rightarrow$

x/2 x/5

$10CO_2 + 4MnSO_4 + 2K_2SO_4 + 5Na_2SO_4 + 16H_2O$

Ισχύει: 2x/5 = 0,004, x = 0,01 mol.
(mol) $HCOOC_\nu H_{2\nu+1} + NaOH \rightarrow HCOONa + C_\nu H_{2\nu+1}OH$
x x x x
$HCOOC_\nu H_{2\nu+1}$: $M_r = 1{,}02/0{,}01 = 102$.
$M_r = 14\nu + 46 = 102$, $\nu = 4$
Εφόσον η αλκοόλη Γ είναι δευτεροταγής θα είναι η 2-βουτανόλη. Άρα ο εστέρας Α θα είναι ο $HCOOCH(CH_3)CH_2CH_3$.
β) (mol) $CH_3CH_2CH(OH)CH_3 + 4I_2 + 6NaOH \rightarrow$
$CH_3CH_2COONa + CHI_3 + 5NaI + 5H_2O$
0,005 0,005
CHI_3: $M_r = 394$, $m = 0{,}005 \cdot 394 = 1{,}97$ g.

Γ3. α) (M) $Cd^{2+}(aq) + Fe(s) \rightleftharpoons Cd(s) + Fe^{2+}(aq)$
0,01
−x x
0,01 − x x = $9{,}6 \cdot 10^{-3}$ M
$[Cd^{2+}] = 0{,}01 - 9{,}6 \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 10^{-4}$ M

$$K_c = \frac{[Fe^{2+}]^2}{[Cd^{2+}]} = \frac{9{,}6 \cdot 10^{-3}}{0{,}4 \cdot 10^{-3}} = 24$$

β) i. Τελικές συγκεντρώσεις:
$[Cd^{2+}] = 5 \cdot 10^{-3}$ M, $[Fe^{2+}] = 10^{-2}$ M.

$$Q_c = \frac{[Fe^{2+}]^2}{[Cd^{2+}]} = \frac{10^{-2}}{5 \cdot 10^{-3}} = 2 < K_c$$

ii. Θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά.
(M) $Cd^{2+}(aq) + Fe(s) \rightleftharpoons Cd(s) + Fe^{2+}(aq)$
$5 \cdot 10^{-3}$
−y 10^{-2}
$5 \cdot 10^{-3} - x$ $10^{-2} + x$

$$K_c = 24 = \frac{[Fe^{2+}]^2}{[Cd^{2+}]} = \frac{10^{-2} + x}{5 \cdot 10^{-3} - x} = 24$$

x = $4{,}4 \cdot 10^{-3}$ M
Επομένως στην κατάσταση της χημικής ισορροπίας:
$[Cd^{2+}] = 6 \cdot 10^{-4}$ M, $[Fe^{2+}] = 1{,}44 \cdot 10^{-2}$ M, $[Cl^-] = 3 \cdot 10^{-2}$ M.

Θέμα Δ

Δ1. i. $(CH{=}O)_2$: Και τα δύο άτομα C έχουν αριθμό οξείδωσης +1. $HOCH_2COOH$: Το ένα άτομο C έχει −1 και το άλλο +3.
ii. 8 σ δεσμοί και ένας π δεσμός.
iii. Πέντε συνολικά άτομα, τρία άτομα O και δύο άτομα H.

Δ2. $HCH{=}O + HCN \rightarrow HOCH_2CN$ (κυανυδρίνη)
$HOCH_2CN + 2H_2O\ (H^+) \rightarrow HOCH_2COOH + NH_3$

Δ3. α) $2HOCH_2COOH + K_2CO_3 \rightarrow 2HOCH_2COOK + CO_2 + H_2O$
β) $HOCH_2COOH + CH_3CH_2OH\ (H^+) \rightarrow HOCH_2COOCH_2CH_3 + H_2O$

Δ4. α) Λόγω της μεγάλης έκτασης δεσμών Η που σχηματίζει με το H_2O μέσω του −COOH αλλά και μέσω του −OH.
β) Το −OH θα πρέπει να προκαλεί −I επαγωγικό φαινόμενο ώστε να αποσύρει αρνητικό φορτίο προς το μέρος του. Έτσι, ο δεσμός O−H πολώνεται και εξασθενεί οπότε η απόσπαση H^+ είναι ευκολότερη και το οξύ ισχυρότερο.

Δ5. Αραίωση: $c_1 \cdot 0{,}05 = c_2 \cdot 0{,}2$, $c_1 = 4c_2$ (1)
(M) $HOCH_2COOH + H_2O \rightleftharpoons HOCH_2COO^- + H_3O^+$
$c_2 - x \approx c_2$ x x
$K_a = 1{,}5 \cdot 10^{-4} = x^2/c_2$, $c_2 = 0{,}06$ M
(1): $c_1 = 4c_2 = 0{,}24$ M.

Δ6. α) Από την καμπύλη ογκομέτρησης προκύπτει ότι μέχρι το ισοδύναμο σημείο απαιτήθηκαν 25 mL του πρότυπου διαλύματος.
NaOH: $n = 0{,}025 \cdot 0{,}1 = 2{,}5 \cdot 10^{-3}$ M.
(mol) $HOCH_2COOH + NaOH \rightarrow HOCH_2COONa + H_2O$
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ $2{,}5 \cdot 10^{-3}$
$HOCH_2COOH$: $c = n/V = 2{,}5 \cdot 10^{-3}/10^{-2} = 0{,}25$ M.
β) NaOH: $n = 0{,}1 \cdot 0{,}015 = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ mol.
(mol) $HOCH_2COOH + NaOH \rightarrow HOCH_2COONa + H_2O$
$2{,}5 \cdot 10^{-3}$ $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ −
$-1{,}5 \cdot 10^{-3}$ $-1{,}5 \cdot 10^{-3}$ $1{,}5 \cdot 10^{-3}$
10^{-3} − $1{,}5 \cdot 10^{-3}$
Σχηματίζεται ρυθμιστικό διάλυμα με $c_\beta = 1{,}5 \cdot 10^{-3}/25 \cdot 10^{-3} = 0{,}06$ M και $c_o = 10^{-3}/25 \cdot 10^{-3} = 0{,}04$ M και επομένως ισχύει:
$[H_3O^+] = K_a \cdot (c_o/c_\beta) = 10^{-4}$ M, pH = 4.

12ο ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ

Θέμα Α

Α1. Δ. **Α2.** Γ **Α3.** Β **Α4.** Δ.
Α5. α) Σ. β) Λ. γ) Σ. δ) Σ. ε) Σ.

Θέμα Β

Β1. α) Σε όλες τις περιπτώσεις τα μόρια είναι μη πολικά και επομένως μεταξύ τους εμφανίζονται αποκλειστικά δυνάμεις διασποράς (London), η ισχύς των οποίων αυξάνεται με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας (αυξάνεται από το F_2 προς το Br_2). Η ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις έχουν ως αποτέλεσμα και την αύξηση του σημείου βρασμού με αποτέλεσμα το σημείο βρασμού να αυξάνεται από το F_2 προς το Br_2.
β) Το MgO έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού. Το MgO είναι ιοντικό οξείδιο καθόσον το Mg είναι ηλεκτροθετικό στοιχείο (μέταλλο) και το O είναι ηλεκτραρνητικό στοιχείο (αμέταλλο). Αντίθετα, το SO_3 είναι ομοιοπολικό οξείδιο καθώς το S και το O είναι ηλεκτραρνητικά στοιχεία. Επομένως, το MgO θα έχει πολύ μεγαλύτερο σ.β.
γ) Το H_2S είναι ισχυρότερο οξύ. Στις ενώσεις με υδρογόνο στοιχείων που ανήκουν στην ίδια ομάδα τον καθοριστικό ρόλο παίζει η ατομική ακτίνα η οποία αυξάνεται προς τα κάτω. Με την αύξηση της ατομικής ακτίνας ο δεσμός με το υδρογόνο διασπάται ευκολότερα και το οξύ γίνεται ισχυρότερο.
δ) Η NH_3 είναι ισχυρότερη βάση. Η ευκολία πρόσληψης H^+ για τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π. εξαρτάται από την ατομική ακτίνα του στοιχείου. Με τη μείωση της ατομικής ακτίνας η πρόσληψη H^+ γίνεται πιο εύκολα και η αντίστοιχη βάση ισχυρότερη.

Β2. Στα δύο πρώτα διαλύματα τόσο το οξύ όσο και η βάση είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες και στα υδατικά του διαλύματα απαντώνται αποκλειστικά με την μορφή ιόντων. Στις δύο αυτές εξουδετερώσεις η αντίδραση:
$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(\ell)$, $\Delta H^o = -57$ kJ
Στην 3η αντίδραση το HCN είναι ασθενές οξύ και απαντάται κυρίως με την μορφή των μορίων του. Έτσι, παράλληλα με την εξουδετέρωση συμβαίνει και ο ιοντισμός του HCN που είναι ενδόθερμο φαινόμενο και επομένως απορροφά μέρος της εκλυόμενης ενέργειας. Έτσι, η 3η αντίδραση θα είναι λιγότερο εξώθερμη και θα εκλύει μικρότερο ποσό θερμότητας.

Β3. α) Φιάλη 1: Προπανικό οξύ, φιάλη 2: 1-προπανόλη, φιάλη 3: εξάνιο.
β) Το προπανικό οξύ δεν οξειδώνεται και επομένως δεν αντιδρά με το $KMnO_4/H^+$, διαλύεται όμως στο νερό καθόσον σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του διαλύτη, λόγω των δεσμών O − H που διαθέτει. Η 1-προπανόλη οξειδώνεται προς προπανικό οξύ και παράλληλα διαλύεται στο νερό καθώς σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με τα μόρια του διαλύτη μέσω των δεσμών O − H που διαθέτει. Τέλος, το εξάνιο δεν οξειδώνεται με το

$KMnO_4/H^+$ και δεν διαλύεται στο νερό καθώς είναι μη πολική ένωση ενώ το νερό είναι πολικός διαλύτης.

Β4. α) Δύο ισομερή: $CH_3CH_2NH_2$ (πρωτοταγής αμίνη) και $CH_3{-}NH{-}CH_3$ (δευτεροταγής αμίνη).

$CH_3CH_2NH_2 + HCl \rightarrow CH_3CH_2NH_3Cl$.

β) $CH_3CN + 2H_2(Ni) + CH_3CH_2NH_2$

Θέμα Γ

Γ1. α) i. $\upsilon_A = 0{,}6/50 = 1{,}2\cdot10^{-2}$ M·s^{-1}.

Για τις δύο αντιδράσεις θα ισχύει: $\upsilon_1 = k_1\cdot[A]$ και $\upsilon_2 = 2k_1\cdot[A]$ και άρα η ταχύτητα της αντίδρασης (2) θα είναι διπλάσια από την ταχύτητα της αντίδρασης (1) σε κάθε χρονική στιγμή. Επομένως, σε κάθε χρονική στιγμή η ποσότητα του A(g) που μετατρέπεται σε προϊόν Γ(g) θα είναι διπλάσια από την ποσότητα του A(g) που μετατρέπεται στο προϊόν B(g). Έτσι, με βάση τους συντελεστές των δύο αντιδράσεων προκύπτει ότι οι συγκεντρώσεις των προϊόντων B(g) και Γ(g) θα είναι συνεχώς ίσες σε όλη τη διάρκεια της αντίδρασης.

(M) A(g) → 2B(g)

0,6 –

−0,2 0,4

0,4 0,4

(M) A(g) → Γ(g)

0,4 –

−0,4 0,4

– 0,4

ii. $\upsilon_B = 0{,}4/50 = 8\cdot10^{-3}$ M·s^{-1}. $\upsilon_\Gamma = 0{,}4/50 = 8\cdot10^{-3}$ M·s^{-1}.

β) (M) A(g) → 2B(g)

0,6 –

−x 2x

0,6 – x 2x

(M) A(g) → Γ(g)

0,6 – x –

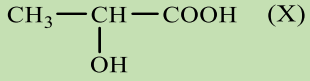
−2x 2x

0,6 – 3x 2x

Ισχύει: 0,6 – 3x = 2x, x = 0,12 M.

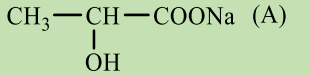
Επομένως: [A] = 0,6 – 3x = 0,24 M = [B] = [Γ].

Γ2. α) Αρχικά σχηματίζεται κυανυδρίνη η οποία με υδρόλυση παράγει α-υδροξυοξύ.

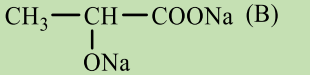


(X)

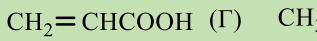
β) Έχουμε κατά σειρά τις ενώσεις:



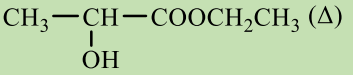
(A)



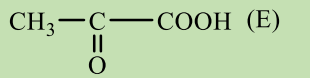
(B)



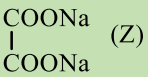
(Γ)



(Δ)



(E)



(Z)

Γ3. α) $3SnCl_2 + K_2Cr_2O_7 + 14HCl \rightarrow 3SnCl_4 + 2CrCl_3 + 2KCl + 7H_2O$

β) Έστω x η σχετική ατομική μάζα του Sn.

$SnCl_2$: $n = 5{,}7/(x + 71)$ (1)

Στα 100 mL του διαλύματος του $K_2Cr_2O_7$ υπάρχουν 0,01 mol.

(mol) $3SnCl_2 + K_2Cr_2O_7 + 14HCl \rightarrow \ldots$

0,03 0,01

(1): $5{,}7/(x + 71) = 0{,}03 \Rightarrow x + 71 = 190 \Rightarrow x = 119$

Θέμα Δ

Δ1. Τα επιπλέον άτομα O σε ένα οξυγονούχο οξύ έχει ως αποτέλεσμα την έλξη αρνητικού φορτίου προς το μέρος τους και τελικά την εξασθένιση του δεσμού O − H. Έτσι, η απόσπαση H^+ καθίσταται πιο εύκολη και το οξύ ισχυρότερο.

Δ2. i. (M) $HClO + H_2O \rightleftharpoons ClO^- + H_3O^+$

0,03 – x x x

$K_a = x^2/0{,}01$, $x^2 = 0{,}03\cdot3\cdot10^{-8}$, $x = H_3O^+ = 3\cdot10^{-5}$ M.

$\alpha = x/c = 3\cdot10^{-5}/3\cdot10^{-2} = 10^{-3}$

ii. Με την αύξηση του pH κατά 1, η συγκέντρωση των ιόντων οξωνίου μειώνεται κατά 10 φορές και επομένως ισχύει:

$[H_3O^+]' = 3\cdot10^{-6}$ M.

(M) $HClO + H_2O \rightleftharpoons ClO^- + H_3O^+$

$c' - y$ y $y = 3\cdot10^{-6}$ M

$K_a = y^2/c'$, $c' = 9\cdot10^{-12}/3\cdot10^{-8} = 3\cdot10^{-4}$ M.

Για την αραίωση ισχύει: $0{,}03\cdot0{,}1 = 3\cdot10^{-4}\cdot V'$, $V' = 10$ L.

Επομένως, ο όγκος του νερού είναι: 10 − 0,1 = 9,9 L.

Δ3. i. $Cl_2(g)$: $n = 0{,}672/22{,}4 = 0{,}03$ mol.

NaOH: $n = 0{,}6\cdot0{,}1 = 0{,}06$ mol.

(mol) $Cl_2(g) + 2NaOH(aq) \rightarrow NaClO(aq) + NaCl(aq) + H_2O(\ell)$

0,03 0,06 0,03 0,03

NaCl: $c = 0{,}3/0{,}1 = 0{,}3$ M.

(M) $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

0,3 0,3 0,3

(M) $NaClO \rightarrow Na^+ + ClO^-$

0,3 0,3 0,3

(M) $ClO^- + H_2O \rightleftharpoons HClO + OH^-$

$0{,}3 - \omega \approx 0{,}3$ ω ω

$K_b(ClO^-) = 10^{-14}/(3\cdot10^{-8}) = 10^{-6}/3$,

$10^{-6}/3 = \omega^2/0{,}3$, $\omega = [OH^-] = 10^{-3,5}$ M,

pOH = 3,5, pH = 10,5.

ii. $[Na^+] = 0{,}3 + 0{,}3 = 0{,}6$ M, $[Cl^-] = [ClO^-] = 0{,}3$ M, $[OH^-] = 10^{-3,5}$ M, $[H_3O^+] = 10^{-10,5}$ M.

Δ4. i. (mol) $2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightleftharpoons 4HCl(g) + O_2(g)$

1,5 1,5 1 1,5

Υπολογίζουμε την τιμή του πηλίκου αντίδρασης:

$Q_c = 1/1{,}5^3\cdot3 < 16$

Επομένως θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά.

ii. Σε σχέση με την αρχική κατάσταση και εφόσον η ποσότητα του HCl(g) αυξήθηκε θα εξελιχθεί αντίδραση προς τα δεξιά.

(mol) $2Cl_2(g) + 2H_2O(g) \rightleftharpoons 4HCl(g) + O_2(g)$

1,5 1,5 1 1,5 + λ

−2ω −2ω 4ω +ω

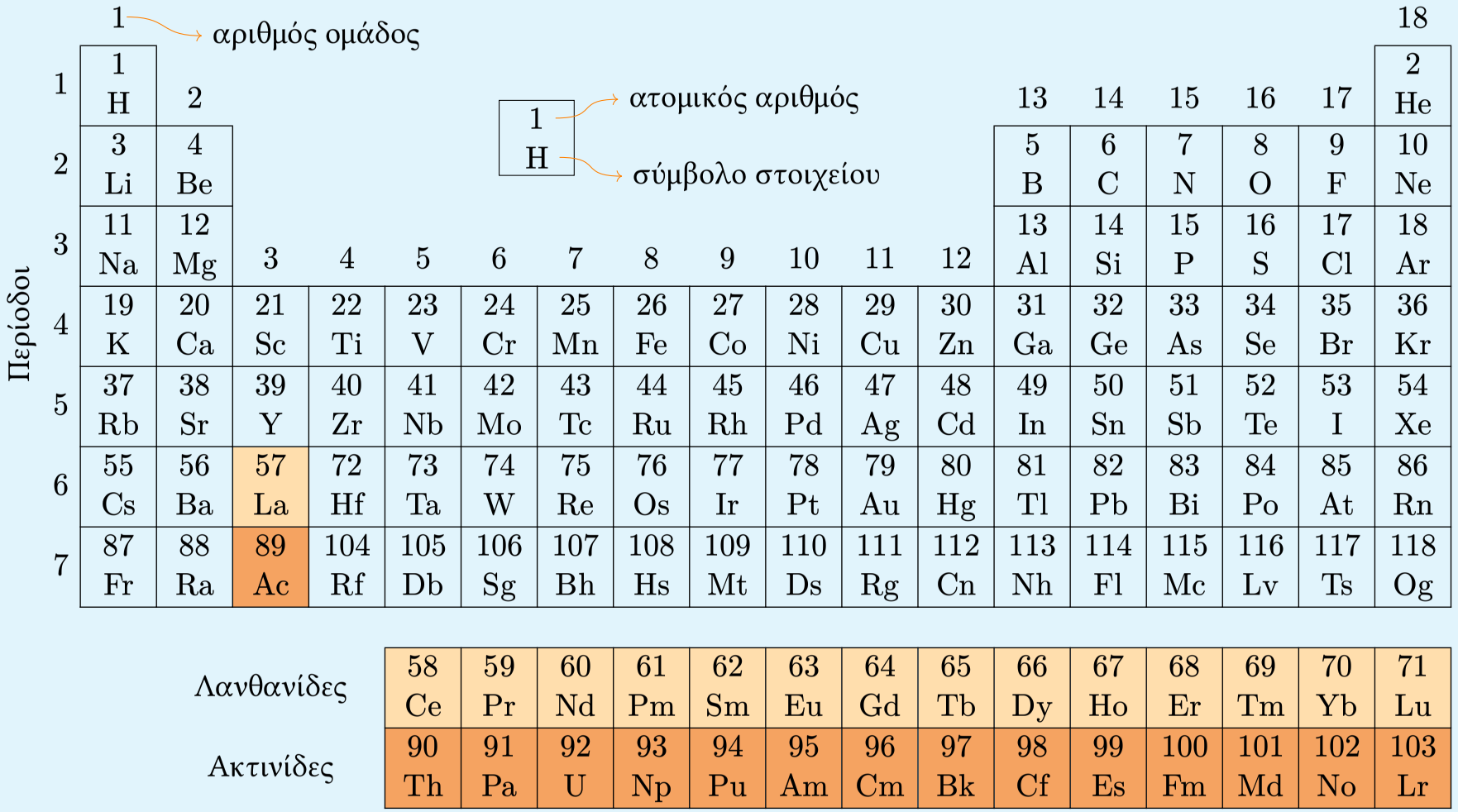
1,5 – 2ω 1,5 – 2ω 1 + 4ω 1,5 + λ + ω

Θα ισχύει: 1 + 4ω = 2, 4ω = 1.

Άρα, στην ισορροπία θα συνυπάρχουν: 1 mol $Cl_2(g)$, 1 mol $H_2O(g)$, 2 mol HCl(g) και (1,75 + λ) mol $O_2(g)$. Αντικαθιστώντας στην έκφραση της σταθεράς K_c, έχουμε τελικά: λ = 1,25 mol.

Δ5. Με την ακτινοβόληση η ταχύτητα της αντίδρασης αυξάνεται κατά πολύ, διεξάγεται σχεδόν ακαριαία και έτσι εκλύεται σημαντικό ποσό θερμότητας σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Η θερμότητα αυτή ανεβάζει τη θερμοκρασία του συστήματος, η πίεση στο σωλήνα αυξάνεται απότομα, οπότε το πώμα εκσφενδονίζεται.

Περιοδικός Πίνακας των Στοιχείων



Κατάλογος χημικών στοιχείων

Z	Όνομα	Σύμβολο	A_r*
1.	Υδρογόνο	H	1,0080
2.	Ήλιο	He	4,0026
3.	Λίθιο	Li	6,94
4.	Βηρύλλιο	Be	9,0122
5.	Βόριο	B	10,81
6.	Άνθρακας	C	12,011
7.	Άζωτο	N	14,007
8.	Οξυγόνο	O	15,999
9.	Φθόριο	F	18,998
10.	Νέον	Ne	20,180
11.	Νάτριο	Na	22,990
12.	Μαγνήσιο	Mg	24,305
13.	Αργίλιο	Al	26,982
14.	Πυρίτιο	Si	28,085
15.	Φωσφόρος	P	30,974
16.	Θείο	S	32,06
17.	Χλώριο	Cl	35,45
18.	Αργό	Ar	39,95
19.	Κάλιο	K	39,098
20.	Ασβέστιο	Ca	40,078
21.	Σκάνδιο	Sc	44,956
22.	Τιτάνιο	Ti	47,867
23.	Βανάδιο	V	50,942
24.	Χρώμιο	Cr	51,996
25.	Μαγγάνιο	Mn	54,938
26.	Σίδηρος	Fe	55,845
27.	Κοβάλτιο	Co	58,933
28.	Νικέλιο	Ni	58,693
29.	Χαλκός	Cu	63,546
30.	Ψευδάργυρος	Zn	65,38
31.	Γάλλιο	Ga	69,723
32.	Γερμάνιο	Ge	72,630
33.	Αρσενικό	As	74,922
34.	Σελήνιο	Se	78,971
35.	Βρώμιο	Br	79,904
36.	Κρυπτό	Kr	83,798
37.	Ρουβίδιο	Rb	85,468
38.	Στρόντιο	Sr	87,62
39.	Ύτριο	Y	88,906
40.	Ζιρκόνιο	Zr	91,224
41.	Νιόβιο	Nb	92,906
42.	Μολυβδένιο	Mo	95,95
43.	Τεχνήτιο	Tc	97
44.	Ρουθήνιο	Ru	101,07
45.	Ρόδιο	Rh	102,91
46.	Παλλάδιο	Pd	106,42
47.	Άργυρος	Ag	107,87
48.	Κάδμιο	Cd	112,41
49.	Ίνδιο	In	114,82
50.	Κασσίτερος	Sn	118,71
51.	Αντιμόνιο	Sb	121,76
52.	Τελλούριο	Te	127,60
53.	Ιώδιο	I	126,90
54.	Ξένο	Xe	131,29
55.	Καίσιο	Cs	132,91
56.	Βάριο	Ba	137,33
57.	Λανθάνιο	La	138,91
58.	Δημήτριο	Ce	140,12
59.	Πρασινοδύμιο	Pr	140,91
60.	Νεοδύμιο	Nd	144,24
61.	Προμήθειο	Pm	145
62.	Σαμάριο	Sm	150,36
63.	Ευρώπιο	Eu	151,96
64.	Γαδολίνιο	Gd	157,25
65.	Τέρβιο	Tb	158,93
66.	Δυσπρόσιο	Dy	162,50
67.	Όλμιο	Ho	164,93
68.	Έρβιο	Er	167,26
69.	Θούλιο	Tm	168,93
70.	Υττέρβιο	Yb	173,05
71.	Λουτήτιο	Lu	174,97
72.	Άφνιο	Hf	178,49
73.	Ταντάλιο	Ta	180,95
74.	Βολφράμιο	W	183,84
75.	Ρήνιο	Re	186,21
76.	Όσμιο	Os	190,23
77.	Ιρίδιο	Ir	192,22
78.	Λευκόχρυσος	Pt	195,08
79.	Χρυσός	Au	196,97
80.	Υδράργυρος	Hg	200,59
81.	Θάλλιο	Tl	204,38
82.	Μόλυβδος	Pb	207,2
83.	Βισμούθιο	Bi	208,98
84.	Πολώνιο	Po	209
85.	Άστατο	At	210
86.	Ραδόνιο	Rn	222
87.	Φράνκιο	Fr	223
88.	Ράδιο	Ra	226
89.	Ακτίνιο	Ac	227
90.	Θόριο	Th	232,04
91.	Πρωτακτίνιο	Pa	231,04
92.	Ουράνιο	U	238,03
93.	Ποσειδώνιο	Np	237
94.	Πλουτώνιο	Pu	244
95.	Αμερίκιο	Am	243
96.	Κιούριο	Cm	247
97.	Μπερκέλιο	Bk	247
98.	Καλιφόρνιο	Cf	251
99.	Αϊνσταΐνιο	Es	252
100.	Φέρμιο	Fm	257
101.	Μεντελέβιο	Md	258
102.	Νομπέλιο	No	259
103.	Λωρένσιο	Lr	262
104.	Ραδερφόρντιο	Rf	267
105.	Ντούμπνιο	Db	268
106.	Σιμπόργκιο	Sg	269
107.	Μπόριο	Bh	270
108.	Χάσιο	Hs	269
109.	Μαϊτνέριο	Mt	277
110.	Νταρμστάντιο	Ds	281
111.	Ρεντγκένιο	Rg	282
112.	Κοπερνίκιο	Cn	285
113.	Νιχόνιο	Nh	286
114.	Φλερόβιο	Fl	290
115.	Μοσκόβιο	Mc	290
116.	Λιβερμόριο	Lv	293
117.	Τενέσιο	Ts	294
118.	Ογκανέσσιο	Og	294

*Οι τιμές των σχετικών ατομικών μαζών είναι από τον περιοδικό πίνακα της IUPAC.

Σχετικές ατομικές μάζες (A_r) στοιχείων

Όνομα	Σύμβολο	A_r
Άζωτο	N	14
Άνθρακας	C	12
Αργίλιο	Al	27
Άργυρος	Ag	108
Ασβέστιο	Ca	40
Βάριο	Ba	137
Βρώμιο	Br	80
Θείο	S	32
Ιώδιο	I	127
Κάλιο	K	39
Κασσίτερος	Sn	119
Μαγγάνιο	Mn	55
Μαγνήσιο	Mg	24
Μόλυβδος	Pb	207
Νάτριο	Na	23
Νικέλιο	Ni	59
Οξυγόνο	O	16
Πυρίτιο	Si	28
Σίδηρος	Fe	56
Υδράργυρος	Hg	201
Υδρογόνο	H	1
Φθόριο	F	19
Φωσφόρος	P	31
Χαλκός	Cu	63,5
Χλώριο	Cl	35,5
Χρώμιο	Cr	52
Ψευδάργυρος	Zn	65

