Κονδύλης Παναγιώτης

Λατζώνης Πολυνίκης

ΧΗΜΕΙΑ

Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

2023 - 2024



1. Βασικές Έννοιες
2. Περιοδικός Πίνακας - Δεσμοί
3. Οξέα - Βάσεις - Άλατα - Οξείδια
4. Στοιχειομετρία

Κονδύλης Παναγιώτης Λατζώνης Πολυνίκης

ΧΗΜΕΙΑ

Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ



Χημεία Α΄ Λυκείου

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

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

Ιούνιος 2023

http://chemistrytopics.xyz

Για τη συγγραφή του παρόντος βιβλίου χρησιμοποιήθηκε το σύστημα στοιχειοθεσίας «LaTeX» και οι γραμματοσειρές Libertinus και Latin Modern Math.

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 και βέβαια ότι χρειάζεται να γίνεται σε συνεχή βάση απαιτεί αυτοπειθαρχία μέχρις ότου να 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 δε στέκονται στο πως 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 πώς όλα τα άτομα έχουν ορισμένες βασικές αρχές στην ηλεκτρονιακή τους δόμηση ή πώς 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

1 Βασικές έννοιες 1

1.1 Χημεία και Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI) . . . 1
1.2 Μάζα, βάρος, πυκνότητα . . . 2
1.3 Άτομα, Μόρια και Ιόντα . . . 4
1.4 Δομή του ατόμου . . . 4
1.5 Ατομικός και Μαζικός αριθμός - Ισότοπα - Στοιχείο - Ατομικότητα . . . 5
1.6 Ταξινόμηση της ύλης . . . 6
1.7 Καταστάσεις της ύλης . . . 10
1.8 Περιεκτικότητες διαλυμάτων . . . 12
1.9 Διαλυτότητα . . . 14
Λυμένα Παραδείγματα . . . 16
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 22
Φύλλα Εργασίας . . . 25
Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 33
Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας . . . 34

2 Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων 35

2.1 Το ατομικό πρότυπο του Bohr . . . 35
2.2 Κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες . . . 36
Λυμένα Παραδείγματα . . . 38
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 41
Φύλλα Εργασίας . . . 43
Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 47
Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας . . . 48

3 Περιοδικός πίνακας των στοιχείων 49

3.1 Γενικά . . . 49
3.2 Ηλεκτρονιακές δομές και Π.Π. . . . 51
Λυμένα Παραδείγματα . . . 52
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 56
Φύλλα Εργασίας . . . 60

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 67
Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας 68

4 Χημικοί δεσμοί 69
4.1 Γενικά 69
4.2 Ιοντικός (ετεροπολικός) δεσμός 71
4.3 Ομοιοπολικός δεσμός - Γενικά 73
4.4 Πολικοί και μη πολικοί δεσμοί - Ηλεκτραρνητικότητα 75
Λυμένα Παραδείγματα 76
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 84
Φύλλα Εργασίας 87
Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 99
Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας 100

5 Αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.) - Γραφή χημικών τύπων Ονοματολογία ανόργανων ενώσεων 103
5.1 Γενικά 103
5.2 Συμβολισμός και ονομασίες ιόντων 103
5.3 Αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.) 104
5.4 Γραφή μοριακών τύπων ανόργανων χημικών ενώσεων 106
5.5 Ονοματολογία ανόργανων ενώσεων 107
Λυμένα Παραδείγματα 111
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 115
Φύλλα Εργασίας 117
Διαγωνίσματα 123
Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 127
Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας 128
Απαντήσεις - Λύσεις στα Διαγωνίσματα 130

6 Χημικές αντιδράσεις 131
6.1 Χημικές αντιδράσεις - Χημικές εξισώσεις 131
6.2 Χαρακτηριστικά των χημικών αντιδράσεων 133
6.3 Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις 134
6.4 Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης 136
6.5 Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης 137
6.6 Αντιδράσεις εξουδετέρωσης 139
Λυμένα Παραδείγματα 142
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 147
Φύλλα Εργασίας 149
Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 161
Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας 162

7 Βασικές έννοιες σε στοιχειομετρικούς υπολογισμούς 165
7.1 Ατομική μονάδα μάζας (amu) . . . 165
7.2 Σχετική ατομική μάζα (A_r) . . . 166
7.3 Σχετική μοριακή μάζα (M_r) . . . 167
7.4 Τι είναι το mole ατόμων; . . . 168
7.5 Τι είναι το mole μορίων; . . . 170
7.6 Πως μπορούμε να υπολογίσουμε τις ποσότητες των στοιχείων από τις οποίες αποτελείται μία χημική ένωση. . . . 172
7.7 Τι είναι ο γραμμομοριακός όγκος; . . . 173
7.8 Πως μπορούμε να υπολογίσουμε την πυκνότητα ενός αερίου σε STP. . . . 175
Λυμένα Παραδείγματα . . . 176
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 186
Φύλλα Εργασίας . . . 190
Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 201
Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας . . . 202

8 Καταστατική εξίσωση των (ιδανικών) αερίων 203
8.1 Καταστατική εξίσωση: Γενικά . . . 203
8.2 Υπολογισμός πυκνότητας ενός αερίου. . . . 204
8.3 Υπολογισμός της σχετικής μοριακής μάζας ενός αερίου. . . . 205
8.4 Καταστατική εξίσωση σε μίγματα αερίων. . . . 205
Λυμένα Παραδείγματα . . . 206
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 209
Φύλλα Εργασίας . . . 212
Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 217
Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας . . . 218

9 Συγκέντρωση διαλυμάτων 219
9.1 Τι είναι συγκέντρωση διαλύματος; . . . 219
9.2 Μετατροπές συγκεντρώσεων. . . . 221
9.3 Αραίωση – Συμπύκνωση διαλυμάτων. . . . 222
9.4 Ανάμιξη διαλυμάτων. . . . 224
Λυμένα Παραδείγματα . . . 226
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 233
Φύλλα Εργασίας . . . 236
Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα . . . 241
Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας . . . 242

10 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί 243
10.1 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί: Γενικά . . . 243
10.2 Μεθοδολογία στοιχειομετρικών προβλημάτων. . . . 244

10.3 Στοιχειομετρία σε διαλύματα. 247
10.4 Ένα αντιδρών περιέχει και αδρανείς προσμίξεις. 248
10.5 Περίσσεια ενός αντιδρώντος. 249
10.6 Ειδική μεθοδολογία ασκήσεων στοιχειομετρίας. 252
10.6.1 Υπολογισμοί σε διαδοχικές αντιδράσεις. 252
10.6.2 Εύρεση της σύστασης μίγματος δύο ουσιών. 254
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 257
Φύλλα Εργασίας 261
Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 265
Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας 266

Παραρτήματα

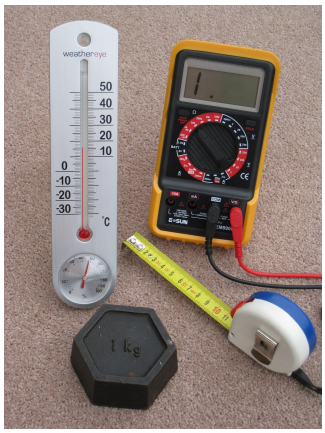
A Τράπεζα Θεμάτων 269
A.1 Β΄ Θέματα 269
A.2 Δ΄ Θέματα 275
Απαντήσεις - Λύσεις στα Β΄ θέματα 279
Απαντήσεις - Λύσεις στα Δ΄ θέματα 282

B Γενικά Επαναληπτικά Διαγωνίσματα 283
Απαντήσεις - Λύσεις στα Γενικά Επαναληπτικά Διαγωνίσματα 301

Κεφάλαιο 1

Βασικές έννοιες

1.1 Χημεία και Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI)



Το 2019 δηλώθηκαν ακριβείς αριθμητικές τιμές για επτά παγκόσμιες σταθερές και μέσω αυτών καθορίστηκαν απόλυτα οι επτά θεμελιώδεις μονάδες.

Χημεία είναι η επιστήμη που μελετά την ύλη και μάλιστα τη σύνθεσή της, τη δομή της και τις ιδιότητές της.

Ασχολείται με τα άτομα και τις αλληλεπιδράσεις τους με άλλα άτομα που εμφανίζονται στις διάφορες χημικές αντιδράσεις με τις οποίες στοιχεία ή χημικές ενώσεις μετατρέπονται σε άλλα στοιχεία ή χημικές ενώσεις.

Είναι κλάδος των φυσικών επιστημών και σε πολλές περιπτώσεις αναφέρεται ως η «κεντρική επιστήμη» καθώς συνδέει τη φυσική με άλλες φυσικές επιστήμες, όπως τη βιολογία και τη γεωλογία.

Το σύστημα μονάδων που χρησιμοποιούμε στη χημεία είναι το διεθνές σύστημα μονάδων (αναφέρεται συντομογραφικά ως SI από το γαλλικό «Système International d'unités»). Το SI είναι ένα σύστημα μονάδων μέτρησης που καθορίστηκε το 1960, μετά από διεθνή συμφωνία. Περιέχει 7 θεμελιώδη μεγέθη με τις χαρακτηριστικές μονάδες τους όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Θεμελιώδεις μονάδες στο SI

Μέγεθος	Σύμβολο	Όνομα	Σύμβολο μονάδας
Μήκος	l	μέτρο	m
Μάζα	m	χιλιόγραμμο	kg
Χρόνος	t	δευτερόλεπτο	s
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	I	αμπέρ	A
Θερμοκρασία (θερμοδυναμική)	T	κέλβιν	K
Ποσότητα ύλης	n	μολ	mol
Φωτεινή ένταση	I_{v}	καντέλα	cd



Όλα τα άλλα μεγέθη που χρησιμοποιούνται είναι παράγωγα των θεμελιωδών αυτών μεγεθών. Έτσι, π.χ. η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι το $\mathrm{m/s}$, ενώ η μονάδα μέτρησης της πίεσης είναι το $\mathrm{N/m^2}$ ή Pa (pascal).

Πάντως, και παρά την προσπάθεια για την πλήρη επικράτηση του SI χρησιμοποιούνται παράλληλα και διάφορες εμπειρικές (εύχρηστες) μονάδες μέτρησης.

Π.χ. η συνηθισμένη μονάδα για την πίεση ενός αερίου είναι η atm, μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι και το km/h κτλ.

Το SI επίσης μας παρέχει προθέματα για τις μονάδες μέτρησης, που χρησιμοποιούνται ως πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια για τη μέτρηση πολύ μεγάλων ή πολύ μικρών ποσοτήτων.

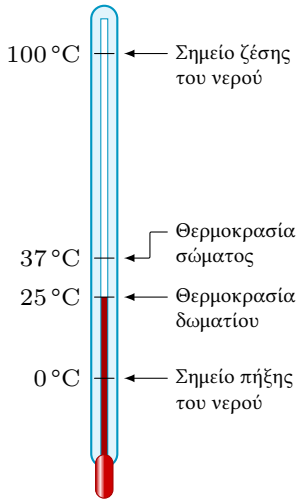
Τα βασικά προθέματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πολλαπλάσια, υποπολλαπλάσια των μονάδων

Πρόθεμα	Σύμβολο	Σχέση με τη βασική μονάδα
mega	M	10^{6}
kilo	k	10^{3}
deci	d	10^{-1}
centi	cm	10^{-2}
milli	mm	10^{-3}
micro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
pico	p	10^{-12}

Παραδείγματα χρήσης προθεμάτων

$$1\,\text{km} = 10^{3}\,\text{m}$$
$$1\,\text{MV} = 10^{6}\,\text{V}$$
$$1\,\text{ms} = 10^{-3}\,\text{s}$$
$$1\,\mu\text{m} = 10^{-6}\,\text{m}$$



Το όργανο με το οποίο μετράμε τη θερμοκρασία είναι το θερμόμετρο. Αν και στο SI η μονάδα μέτρησης είναι το κέλβιν (K) στην καθημερινή ζωή χρησιμοποιούμε τους βαθμούς κελσίου (°C).

Εφαρμογή 1.1

Το Å (άνγκστρεμ) είναι μονάδα μέτρησης πολύ μικρών μηκών, π.χ. μηκών που σχετίζονται με άτομα, μόρια κτλ. και αντιστοιχεί σε 10^{-10} m. Έχει υπολογιστεί ότι το άτομο του υδρογόνου H αντιστοιχεί σε σφαίρα διαμέτρου 2,12 Å. Ποια η διάμετρος του ατόμου του H σε m και σε nm;

Λύση

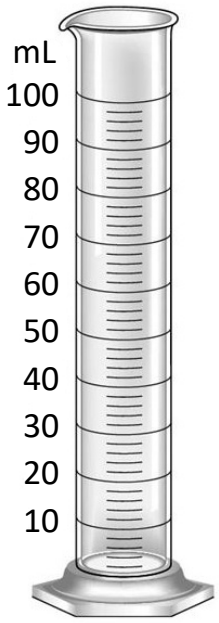
Αφού το $1\,\text{Å} = 10^{-10}\,\text{m}$, η διάμετρος του ατόμου του H θα αντιστοιχεί σε $2{,}12 \cdot 10^{-10}$ m. Επίσης, αφού το $1\,\text{nm} = 10^{-9}\,\text{m}$ το $1\,\text{m} = 10^{9}\,\text{nm}$.
Επομένως, η διάμετρός του θα είναι $2{,}12 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{9}\,\text{nm} = 0{,}212\,\text{nm}$.

1.2 Μάζα, βάρος, πυκνότητα

Η χημεία ασχολείται με τα δομικά συστατικά του σύμπαντος δηλαδή την ύλη και την ενέργεια. Μια ιδιότητα της ύλης είναι η **μάζα**. Στο SI η μάζα είναι θεμελιώδες μέγεθος και η μονάδα της είναι το 1 kg, συνήθως όμως στη χημεία χρησιμοποιείται ως μονάδα το 1 g και ισχύει: $1\,\text{g} = 10^{-3}\,\text{kg}$.

Ένα σώμα μάζας 50 kg ζυγίζει 491 N στην επιφάνεια της Γης και σε ορισμένο γεωγραφικό πλάτος, ενώ το ίδιο σώμα στην επιφάνεια της Σελήνης ζυγίζει μόνο 81,5 N.

Στην καθημερινή χρήση η έννοια της μάζας συγχέεται με την έννοια του βάρους στο οποίο αποδίδουμε (λανθασμένα) τη μονάδα kg (λέμε για παράδειγμα, ότι ένας άνθρωπος έχει βάρος 75 kg). Στις επιστήμες, όμως, τα δύο μεγέθη μάζα και βάρος είναι τελείως διακριτά. **Βάρος** είναι η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα λόγω της βαρύτητας. Το βάρος ενός σώματος μπορεί να αλλάξει ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος, αλλά και την απόσταση του σώματος από την επιφάνεια της θάλασσας. Αντίθετα, η μάζα δεν μεταβάλλεται. Το βάρος (w) ενός σώματος και η μάζα του (m) συνδέονται με τη σχέση $w = mg$ όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας (στην επιφάνεια της Γης είναι $g \approx 10\,\mathrm{m/s^2}$). Στη χημεία γίνεται συχνά χρήση του όρου «μάζα» αλλά καθόλου του όρου «βάρος».



Μία συνηθισμένη συσκευή μέτρησης όγκου σε ένα χημικό εργαστήριο είναι ο ογκομετρικός κύλινδρος σε διάφορα μεγέθη ανάλογα με τον όγκο που θέλουμε να μετρήσουμε. Μεγαλύτερη ακρίβεια στη μέτρηση όγκου παρέχουν άλλες γυάλινες συσκευές, όπως η πιπέτα, η ογκομετρική φιάλη, η προχοΐδα κτλ.

Όγκος είναι η ποσότητα του τρισδιάστατου χώρου που περικλείεται από μια κλειστή επιφάνεια. Πρόκειται για παράγωγο μέγεθος και η μονάδα του στο SI είναι το $1\,\mathrm{m^3}$.

Στη χημεία χρησιμοποιείται ως μονάδα όγκου το 1 L (λίτρο) και το υποπολλαπλάσιό του το 1 mL και ισχύει:

$$1\,\mathrm{L} = 10^{-3}\,\mathrm{mL}$$
$$1\,\mathrm{mL} = 1\,\mathrm{cm^3} = 10^{-3}\,\mathrm{L}$$

Το $1\,\mathrm{cm^3}$ είναι ο όγκος που αντιστοιχεί σε κύβο ακμής $1\,\mathrm{cm^3}$ και αντιστοιχεί σε 1 mL.

Πυκνότητα ρ μιας ουσίας είναι η μάζα της ανά μονάδα όγκου:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Εξαρτάται από τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας (ειδικά στα αέρια η πυκνότητα μεταβάλλεται σημαντικά με την πίεση και τη θερμοκρασία).

Η πυκνότητα είναι παράγωγο μέγεθος στο SI και η μονάδα της στο σύστημα αυτό είναι το $1\,\mathrm{kg/m^3}$.

Βρίσκει εφαρμογή σε ομογενή υλικά, αυτά δηλαδή που έχουν την ίδια σύσταση σε όλη τους τη μάζα. Έτσι, π.χ. η πυκνότητα του σιδήρου Fe είναι $5{,}6\,\mathrm{g/mL}$, ενώ η πυκνότητα του νερού είναι $1\,\mathrm{g/mL}$ (για το λόγο αυτό ένα κομμάτι σιδήρου πάντα βυθίζεται στο νερό, όσο μικρή μάζα και να έχει).

Συνήθως, ως μονάδα πυκνότητας χρησιμοποιείται το $\mathrm{g/mL}$ $(\mathrm{g/cm^3})$, ενώ ειδικά στα αέρια χρησιμοποιούμε συνήθως μία μικρότερη μονάδα, το g/L $(1\,\mathrm{g/L} = 10^{-3}\,\mathrm{g/mL})$.

Εφαρμογή 1.2

Το αργίλιο (ή αλουμίνιο Al), είναι μέταλλο με πυκνότητα $\rho = 2{,}7\,\mathrm{g/cm^3}$ και παρουσιάζει πολλές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή.

α. Ποια η μάζα ενός συμπαγούς κύβου από αλουμίνιο ακμής $a = 5\,\mathrm{cm}$;

β. Ποια θα είναι η μάζα του νερού που γεμίζει πλήρως ένα δοχείο κυβικού σχήματος ακμής $a = 5\,\mathrm{cm}$;
Δίνεται η πυκνότητα του νερού: $\rho = 1\,\mathrm{g/cm^3}$

Λύση

α. Ο όγκος του κύβου είναι:

$$V = a^3 = 5^3\,\text{cm}^3 = 125\,\text{cm}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \cdot V = 2{,}7\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 125\,\text{cm}^3 = 337{,}5\,\text{g}$$

β. Η μάζα του νερού που αντιστοιχεί σε όγκο $125\,\text{cm}^3$ θα είναι:

$$m = \rho \cdot V = 1\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot 125\,\text{cm}^3 = 125\,\text{g}$$



Το ορυκτό βωξίτης που υπάρχει και στην Ελλάδα σε σημαντικές ποσότητες. Το ορυκτό αυτό περιέχει Al_2O_3 (αλουμίνα) από το οποίο παράγεται με ηλεκτρόλυση το αργίλιο (Al) ή αλουμίνιο.

1.3 Άτομα, Μόρια και Ιόντα

Τα σώματα αποτελούνται συνήθως από άτομα ή μόρια ή ιόντα ή συνδυασμούς αυτών.

Άτομο είναι μια πολύ μικρή δομή της ύλης που αποτελείται από έναν πυρήνα θετικού φορτίου γύρω από τον οποίο βρίσκονται ηλεκτρόνια. Το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, γιατί το συνολικό αρνητικό φορτίο των ηλεκτρονίων του είναι ίσο κατ' απόλυτη τιμή με το θετικό φορτίο του πυρήνα.

Μόριο είναι μια πολύ μικρή δομή της ύλης, που αποτελείται από δύο ή περισσότερα άτομα τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με δυνάμεις, ώστε να αποτελούν όλα μαζί ένα ενιαίο συγκρότημα. Τα μόρια δεν είναι φορτισμένα γιατί αποτελούνται από άτομα που είναι ουδέτερα σωματίδια.

Ιόν είναι μια πολύ μικρή φορτισμένη δομή της ύλης που προκύπτει από κάποιο άτομο ή καθορισμένα συγκροτήματα ατόμων συνδεδεμένων μεταξύ τους με δυνάμεις, αν το άτομο ή το συγκρότημα αποβάλλει ή προσλάβει ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια.

Ορισμοί IUPAC

Atom *"Smallest particle still characterizing a chemical element. It consists of a nucleus of a positive charge (Z is the proton number and* e *the elementary charge) carrying almost all its mass (more than* $99{,}9\,\%$*) and electrons determining its size"*

Molecule *"An electrically neutral entity consisting of more than one atom* $(n > 1)$*. Rigorously, a molecule, in which* $n > 1$ *must correspond to a depression on the potential energy surface that is deep enough to confine at least one vibrational state."*

Ion *"An atomic or molecular particle having a net electric charge."*

1.4 Δομή του ατόμου

Ο όρος «άτομο» προέρχεται από τους αρχαίους φιλόσοφους Δημόκριτο και Λεύκιππο που «προφήτεψαν» την ύπαρξή του τον 5ο αιώνα π.Χ. Στις αρχές του 19ου αιώνα ο Άγγλος χημικός Dalton επαναφέρει στο προσκήνιο την (φιλοσοφική) άποψη του Δημόκριτου. Σύμφωνα με την ατομική θεωρία του Dalton (1808), η ύλη αποτελείται από άτομα τα οποία είναι συμπαγή και αδιαίρετα, δεν μπορούν να δημιουργηθούν ούτε να καταστραφούν και λαμβάνουν μέρος στις διάφορες χημικές αντιδράσεις.

Το 1897 ο Thomson ανακάλυψε την ύπαρξη των ηλεκτρονίων στα άτομα ως μικροσκοπικά σωματίδια με στοιχειώδες αρνητικό φορτίο και λίγο αργότερα (1898) ανακαλύφτηκαν τα πρωτόνια ως μικροσκοπικά σωματίδια θετικού φορτίου. Μάλιστα, για να εξασφαλιστεί η ηλεκτρική ουδετερότητα του ατόμου ο αριθμός των πρωτονίων σε ένα άτομο θα πρέπει να είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων του.

Ernest Rutherford (1911)
«Η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σ' ένα πολύ μικρό χώρο που λέγεται πυρήνας και φέρει θετικό ηλεκτρικό φορτίο. Γύρω από τον πυρήνα περιστρέφονται τα ηλεκτρόνια.»

Niels Bohr (1913)
«Τα ηλεκτρόνια κινούνται σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα, που ονομάζονται στιβάδες.»

Ηλεκτρόνιο (1897)
Joseph John Thomson

Πρωτόνιο
Η ανακάλυψη του πρωτονίου μπορεί να αποδοθεί κυρίως στις εργασίες των Eugen Goldstein 1886 και Wilhelm Wien 1898. Το όνομα «Πρωτόνιο» από την Ελληνική λέξη «Πρώτος» οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα στον Rutherford (1920).

Νετρόνιο (1932)
James Chadwick

Το 1911 ο Rutherford απέδειξε ότι η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σ' ένα πολύ μικρό χώρο που λέγεται πυρήνας.

Η ανακάλυψη των υποατομικών σωματιδίων άνοιξε τον δρόμο για τη διατύπωση νέων επαναστατικών θεωριών για τη δομή του ατόμου. Η σύγχρονη εικόνα για το άτομο είναι η εξής:

Η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σ' ένα χώρο που ονομάζεται πυρήνας. Ο πυρήνας συγκροτείται από πρωτόνια (p), που φέρουν θετικό ηλεκτρικό φορτίο, και από ουδέτερα νετρόνια (n). Στον χώρο γύρω από τον πυρήνα υπάρχουν τα ηλεκτρόνια (e), που φέρουν αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο. Τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, καθώς τα πρωτόνια και τα ηλεκτρόνια έχουν αντίθετο στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο και ο αριθμός των πρωτονίων είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων.

Υποατομικά σωματίδια και βασικά χαρακτηριστικά τους.

Σωματίδιο	Σύμβολο	Μάζα (kg)	Φορτίο (C)
Ηλεκτρόνιο	e	$9{,}1094 \times 10^{-31}$	$-1{,}602 \times 10^{-19}$
Πρωτόνιο	p	$1{,}6726 \times 10^{-27}$	$+1{,}602 \times 10^{-19}$
Νετρόνιο	n	$1{,}6749 \times 10^{-27}$	0

1.5 Ατομικός και Μαζικός αριθμός - Ισότοπα - Στοιχείο - Ατομικότητα

Ένα άτομο καθορίζεται από δύο αριθμούς, τον ατομικό αριθμό Z και το μαζικό αριθμό A.

Ατομικός αριθμός Z είναι ο αριθμός των πρωτονίων στον πυρήνα του ατόμου.

Μαζικός αριθμός A είναι ο αριθμός των νουκλεονίων, δηλαδή των πρωτονίων και των νετρονίων, στον πυρήνα ενός ατόμου.

Τα πρωτόνια και τα νετρόνια, ως συστατικά του πυρήνα, λέγονται και νουκλεόνια.

Ισότοπα ονομάζονται τα άτομα που έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό Z και διαφορετικό μαζικό αριθμό A.

Στοιχείο είναι το σώμα που αποτελείται από άτομα με τον ίδιο ατομικό αριθμό. Συμβολίζεται με ένα γράμμα (κεφαλαίο λατινικό) ή με δύο γράμματα (ένα κεφαλαίο λατινικό που ακολουθείται από ένα μικρό λατινικό).

Ο πλήρης συμβολισμός για ένα άτομο X είναι ο εξής:

$\overset{A}{\underset{Z}{\mathrm{X}}}$ (όπου Z ο ατομικός του αριθμός και A ο μαζικός του αριθμός.

$\overset{A}{\underset{Z}{\mathrm{X}}}$

Το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, επομένως ο ατομικός αριθμός καθορίζει και τον αριθμό των ηλεκτρονίων του. Π.χ. στο άτομο του οξυγόνου όλα τα άτομα έχουν $Z = 8$, δηλαδή διαθέτουν στον πυρήνα $8\,\mathrm{p}$, ενώ ο αριθμός των ηλεκτρονίων του είναι επίσης 8. Ο συμβολισμός των ατόμων του οξυγόνου είναι ${}_{8}\mathrm{O}$. Τα άτομα του θείου $({}_{16}\mathrm{S})$ έχουν $Z = 16$, δηλαδή διαθέτουν όλα $16\,\mathrm{p}$ και άρα $16\,\mathrm{e}$.

Ισχύει: $A = Z + N$ (όπου N ο αριθμός των νετρονίων του ατόμου). Ο αριθμός των νετρονίων N σε ένα άτομο προσδιορίζεται έμμεσα με την αφαίρεση του ατομικού αριθμού Z (αριθμός πρωτονίων) από τον μαζικό αριθμό A (αριθμός πρωτονίων και νετρονίων μαζί): $N = A - Z$.

Εφαρμογή 1.3

Ένα άτομο φθορίου συμβολίζεται ως ${}^{19}_{9}\mathrm{F}$. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός, ο μαζικός αριθμός, ο αριθμός των πρωτονίων, των ηλεκτρονίων και των νετρονίων του;

Λύση

Από το συμβολισμό καταλαβαίνουμε ότι $Z = 9$ και $A = 19$. Επομένως ο αριθμός των πρωτονίων και των ηλεκτρονίων του είναι ίσος με 9, ενώ ο αριθμός των νετρονίων του είναι $N = 19 - 9 = 10$.

Τα άτομα του ίδιου στοιχείου μπορούν να διαφέρουν στον αριθμό των νετρονίων. Έτσι, τα διάφορα άτομα άνθρακα C με $Z = 6$ μπορούν να έχουν αριθμό νετρονίων $N = 5, 6, 7$ ή 8 και επομένως έχουν διαφορετική μάζα (ισότοπα). Τα διάφορα ισότοπα σε ένα στοιχείο απαντώνται σε διαφορετικές αναλογίες στη φύση. Π.χ. στη φύση ο άνθρακας απαντάται κυρίως, σε ποσοστό περίπου 99 %, με το ισότοπο ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$.

Στην πραγματικότητα ο άνθρακας έχει 15(!) γνωστά ισότοπα, από ${}^{8}\mathrm{C}$ μέχρι ${}^{22}\mathrm{C}$. Δύο μόνο από αυτά ${}^{12}\mathrm{C}$ και ${}^{13}\mathrm{C}$ είναι σταθερά.

Σε κάποια στοιχεία τα άτομα συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας μόρια. Π.χ. το υδρογόνο εμφανίζεται στη φύση με τη μορφή μορίων καθένα από τα οποία αποτελείται από δύο άτομα H ενωμένα μεταξύ τους με ισχυρές δυνάμεις. Για το λόγο αυτό το υδρογόνο αναγράφεται ως H_2.

Η ύπαρξη των μορίων έγινε αποδεκτή από πολλούς χημικούς ήδη από τις αρχές του 19ου αιώνα με βάση τους νόμους του Dalton. Πάντως, η τελική απόδειξη της ύπαρξής τους έγινε 1911 από τον Perrin.

Τα μόρια των διαφόρων χημικών στοιχείων αποτελούνται από άτομα με τον ίδιο ατομικό αριθμό, αλλά δεν αποτελούνται πάντοτε από τον ίδιο αριθμό ατόμων. Με βάση τον αριθμό των ατόμων που απαρτίζουν το μόριο ενός στοιχείου τα χαρακτηρίζουμε ως μονοατομικά, διατομικά, τριατομικά κτλ. στοιχεία.

Ατομικότητα ενός στοιχείου είναι ο αριθμός που δείχνει από πόσα άτομα συγκροτείται το μόριο ενός στοιχείου.

Μονοατομικά, όπως είναι τα ευγενή αέρια: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn και τα μέταλλα σε κατάσταση ατμών. Επίσης, ως μονοατομικά γράφονται τα στοιχεία θείο (S), άνθρακας (C), και φωσφόρος (P).

Διατομικά στοιχεία είναι τα εξής: $\mathrm{H}_2, \mathrm{O}_2, \mathrm{N}_2, \mathrm{F}_2, \mathrm{Cl}_2, \mathrm{Br}_2, \mathrm{I}_2$.

Τριατομικό είναι το όζον (O_3).



Λόγω της πολύ μικρής του πυκνότητας και της μη αναφλεξιμότητάς του το στοιχείο ήλιο (He) χρησιμοποιείται ως αέριο πλήρωσης σε αερόπλοια.

1.6 Ταξινόμηση της ύλης

Όπως είδαμε στις προηγούμενες ενότητες τα πολύ μικρά σωματίδια της ύλης όπως πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια ενώνονται και δημιουργούν πιο σύνθετες δομές όπως άτομα, μόρια, ιόντα με ιδιότητες εντελώς νέες που δεν υπήρχαν στα

δομικά τους συστατικά. Για παράδειγμα τα εξαρτήματα ενός ρολογιού έχουν κάποιες ιδιότητες το καθένα αλλά όλα μαζί συγκροτούν μια νέα δομή, το ρολόι, που έχει την ιδιότητα να μετρά τον χρόνο, μια ιδιότητα απολύτως ξένη με τις ιδιότητες των εξαρτημάτων του.

Η ύλη έχει την εγγενή ιδιότητα να **αυτοοργανώνεται!!!**

molecular entity
(IUPAC definition)

Any constitutionally or isotopically distinct atom, molecule, ion, ion pair, radical, radical ion, complex, conformer etc., identifiable as a separately distinguishable entity.

Μια διακριτή δομή όπως άτομο, μόριο, ιόν ονομάζεται **μοριακή οντότητα** (molecular entity). Ο διαφορετικός μαζικός αριθμός μεταξύ ατόμων με τον ίδιο ατομικό αριθμό δεν θεωρείται στοιχείο διάκρισης δηλαδή τα ισότοπα άτομα θεωρούνται πως ανήκουν στην ίδια μοριακή οντότητα. Το ίδιο ισχύει και στα μόρια και στα ιόντα όταν η διαφορά οφείλεται στον διαφορετικό αριθμό νετρονίων μεταξύ πυρήνων με ίσους αριθμούς πρωτονίων.

Στο επόμενο επίπεδο οργάνωσης της ύλης τα άτομα, μόρια, ιόντα συνενώνονται με διάφορους τρόπους δίνοντας καινούργιες δομές, τα καθαρά σώματα (χημικές ουσίες, chemical substances) και τα μίγματα (mixtures).

mixture
(IUPAC definition)

Portion of matter consisting of two or more chemical substances called constituents.

Καθορισμένα σώματα ονομάζονται τα σώματα που προκύπτουν από τη συνένωση μοριακών οντοτήτων με **καθορισμένους** τρόπους.

Μίγματα ονομάζονται τα σώματα που προκύπτουν από τη συνένωση μοριακών οντοτήτων με τυχαίους τρόπους.

Τα καθορισμένα σώματα διακρίνονται σε στοιχεία και χημικές ενώσεις ενώ τα μίγματα σε ομογενή και ετερογενή.

chemical substance
(IUPAC definition)

Matter of constant composition best characterized by the entities (molecules, formula units, atoms) it is composed of. Physical properties such as density, refractive index, electric conductivity, melting point etc. characterize the chemical substance.

Στοιχείο είναι το σώμα που αποτελείται από άτομα με τον ίδιο ατομικό αριθμό.

Χημική ένωση είναι το σώμα που αποτελείται από όμοιες μοριακές οντότητες (μόρια) ή όμοια, ουδέτερα, δομικά επαναλαμβανόμενα, σύνολα μοριακών οντοτήτων που αποτελούνται από ιόντα. Στην περίπτωση που οι μοριακές οντότητες είναι μόρια η ένωση ονομάζεται μοριακή ενώ στην περίπτωση των ιόντων ιοντική.

Ομογενές μίγμα ονομάζεται το μίγμα στο οποίο δεν μπορούμε να διακρίνουμε διαφορετικά μέρη με γυμνό μάτι ή ακόμη και με τη χρήση ενός απλού μικροσκοπίου. Τα ομογενή μίγματα ονομάζονται και **διαλύματα.**

Ετερογενές μίγμα ονομάζεται το μίγμα στο οποίο μπορούμε να διακρίνουμε διαφορετικά μέρη με γυμνό μάτι ή ακόμη και με τη χρήση ενός απλού μικροσκοπίου.

Οι όροι «ομογενές» και «ετερογενές» δεν είναι απόλυτοι αλλά εξαρτώνται από το είδος και το μέγεθος του μίγματος.

Σύμφωνα με τα παραπάνω οι χημικές ουσίες έχουν πάντα την ίδια σύσταση ανεξάρτητα από τον τρόπο παρασκευής τους. Χαρακτηριστικό τους είναι ότι η σύστασή τους μπορεί να αποδοθεί από ένα χαρακτηριστικό χημικό τύπο, π.χ. H_2O.

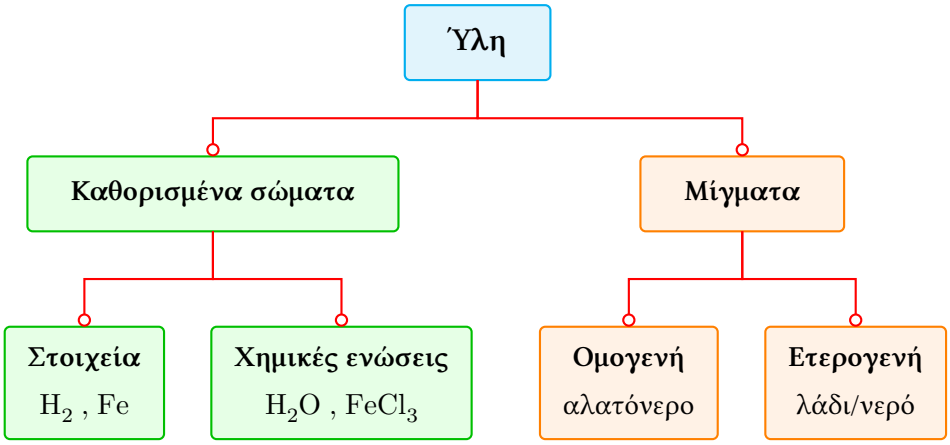
Τα στοιχεία είναι οι απλούστερες χημικές ουσίες από τις οποίες αποτελείται η ύλη και αποτελούνται πάντα από ένα είδος ατόμων (δηλαδή άτομα με τον ίδιο ατομικό αριθμό), ανεξάρτητα αν σχηματίζουν μόρια (O_2) ή αποτελούνται από άτομα (He). Σήμερα, είναι γνωστά 118 στοιχεία από τα οποία μόνο τα 88 υπάρχουν στη φύση ενώ τα υπόλοιπα παρασκευάζονται τεχνητά. Το μικρότερο διακριτό σωματίδιο ενός στοιχείου που μπορεί να χαρακτηριστεί με το όνομα του

στοιχείου είναι το άτομο. Αν θέλουμε ταυτόχρονα να είναι και σταθερό τότε είναι το μόριο του στοιχείου. Στα ευγενή αέρια το άτομο είναι ταυτόχρονα και μόριο.

Οι μοριακές ενώσεις αποτελούνται από ένα είδος μορίων τα οποία δημιουργούν ένα καθαρό σώμα. Τα άτομα που συμμετέχουν στο σχηματισμό του μορίου ανήκουν σε δύο ή περισσότερα στοιχεία δηλαδή σε κάθε μόριο υπάρχουν άτομα με διαφορετικούς ατομικούς αριθμούς. Το μόριο είναι το μικρότερο διακριτό σωματίδιο μιας καθορισμένης χημικής ένωσης που μπορεί να υπάρξει ελεύθερο, και να ονομάζεται όπως και η χημική ουσία. Παραδείγματα μοριακών ενώσεων είναι: H_2O, NH_3, CO_2 κλπ.

Τα στοιχεία που έχουν ανιχνευτεί στη γη μαζί με αυτά που ανιχνεύτηκαν σε αστέρια, νεφελώματα και σουπερνόβα από τα φάσματά τους ανέρχονται σε 98 (ατομικοί αριθμοί $1-98$). Στο μέλλον ίσως ο αριθμός τους να μεγαλώσει.

Συνοπτικά, η ταξινόμηση της ύλης μπορεί να αποδοθεί με το παρακάτω διάγραμμα:

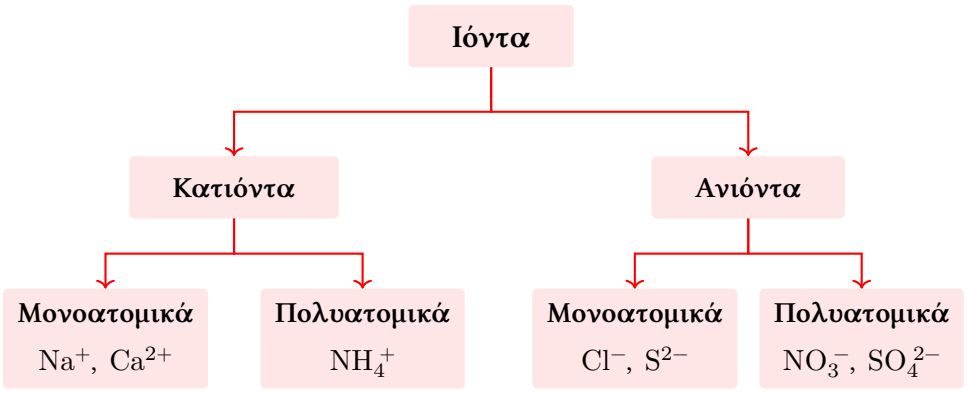


Οι ιοντικές ενώσεις αποτελούνται από θετικά και αρνητικά ιόντα ενωμένα μεταξύ τους με μια καθορισμένη αναλογία (μικρών ακεραίων αριθμών) ώστε το συνολικό φορτίο της ένωσης να είναι μηδέν.

Τα θετικά ιόντα ονομάζονται **κατιόντα** (π.χ. H^+, Na^+, Fe^{2+}) και τα αρνητικά ιόντα **ανιόντα** (π.χ. Cl^-, O^{2-}).

Ο χημικός συμβολισμός των ιοντικών ενώσεων είναι όπως και των μοριακών δηλαδή δεν εμφανίζονται τα ηλεκτρικά φορτία π.χ. $NaCl$, $Al_2(SO_4)_3$ κ.λπ.

Η διάρθρωση των ιόντων παριστάνεται στον παρακάτω πίνακα:



Αν διασπάσουμε μια χημική ουσία σε στοιχεία βρίσκουμε πάντα την ίδια αναλογία μαζών μεταξύ των στοιχείων ανεξάρτητα από την ποσότητα και τον τρόπο παρασκευής της. Π.χ. το νερό αποτελείται από μόρια H_2O δηλαδή δύο άτομα Η και ένα άτομο Ο ενωμένα με συγκεκριμένο τρόπο. Ο συνδυασμός αυτός αντιστοιχεί σε ένωση με αναλογία μαζών $1:8$ και μάλιστα ανεξάρτητα αν το βρίσκουμε στη φύση ή το παρασκευάζουμε με διάφορες χημικές αντιδράσεις. Μία άλλη χημική ένωση είναι η κοινή ζάχαρη με τύπο $C_{12}H_{22}O_{11}$, δηλαδή 12 άτομα C, 22 άτομα Η και 11 άτομα Ο ενωμένα μεταξύ τους κατά ένα μοναδικό και περίπλοκο τρόπο. Σε αντίθεση με τα στοιχεία, οι χημικές ενώσεις μπορούν να διασπαστούν σε άλλες απλούστερες καθαρές ουσίες.

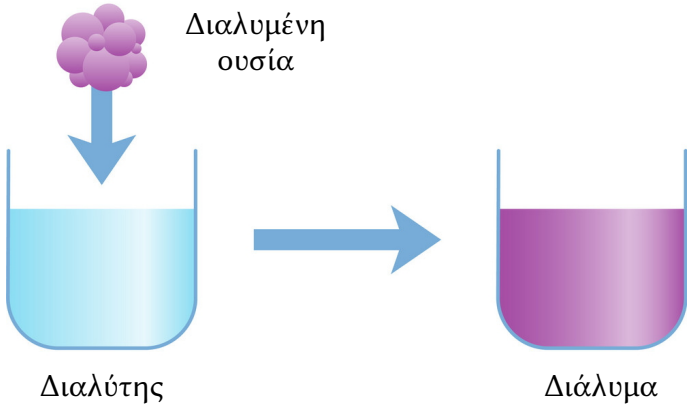
Τι «αναπνέουν» τα ψάρια στη θάλασσα;

Τα μίγματα είναι μη καθορισμένα σώματα, υλικά δηλαδή που η σύστασή τους μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής τους ή την προέλευσή τους. Αποτελούνται από δύο ή περισσότερα στοιχεία ή χημικές ενώσεις και τα διάφορα συστατικά μπορεί να είναι ορατά ή όχι. Έτσι σε ένα ποτήρι νερό μπορούμε να διαλύσουμε ένα ή περισσότερα κουτάλια ζάχαρης και να προκύψει ένα διαφανές υγρό λιγότερο ή περισσότερο γλυκό. Μίγμα είναι και το θαλασσινό νερό που αποτελείται από νερό μέσα στο οποίο είναι διαλυμένα διάφορες ουσίες, π.χ. αλάτι ($NaCl$), O_2 κτλ. Το θαλασσινό νερό έχει διαφορετική σύσταση από θάλασσα σε θάλασσα, δηλαδή έχει μεταβλητή περιεκτικότητα στις διαλυμένες ουσίες που περιέχει.

Οι περισσότερες χημικές αντιδράσεις γίνονται σε διαλύματα.

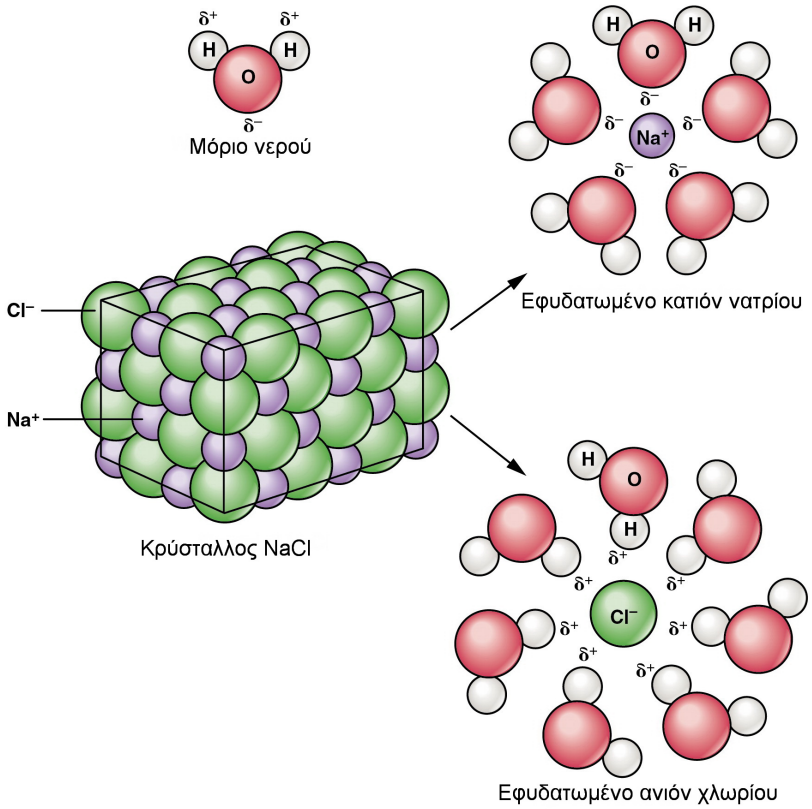
Τα ομογενή μίγματα έχουν την ίδια σύσταση και τις ίδιες ιδιότητες σε όλη ποσότητά τους και στα οποία δεν μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους με γυμνό μάτι. Έτσι ένα ποτήρι αλατόνερου πρέπει να το δοκιμάσουμε για να δούμε ότι περιέχει και αλάτι, είναι δε το ίδιο αλμυρό από την πρώτη μέχρι την τελευταία γουλιά. Από τα συστατικά ενός διαλύματος, εκείνο που έχει την ίδια φυσική κατάσταση με αυτή του διαλύματος και βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία, ονομάζεται **διαλύτης**, ενώ τα υπόλοιπα συστατικά του ονομάζονται **διαλυμένες ουσίες**. Για παράδειγμα σε υδατικό διάλυμα ζάχαρης το νερό είναι ο διαλύτης και η ζάχαρη είναι η διαλυμένη ουσία.

Ένας απλός τρόπος δημιουργίας διαλύματος φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σε μια ποσότητα ενός διαλύτη (π.χ. H_2O) προσθέτουμε μια ποσότητα μιας ουσίας που έχει την ιδιότητα να διαλύεται στον συγκεκριμένο διαλύτη οπότε προκύπτει ένα διάλυμα.

Τα διαλύματα ταξινομούνται σε **μοριακά διαλύματα** και σε **ιοντικά ή ηλεκτρολυτικά διαλύματα.** Στα μοριακά διαλύματα η διαλυμένη ουσία είναι σε μορφή μορίων, π.χ. στην περίπτωση διαλύματος ζάχαρης όπου η διαλυμένη ουσία αποτελείται από μόρια $C_{12}H_{22}O_{11}$. Στα ιοντικά διαλύματα η διαλυμένη ουσία βρίσκεται με τη μορφή ιόντων, π.χ. διάλυμα NaCl στο οποίο η διαλυμένη ουσία βρίσκεται με τη μορφή των ιόντων Na^+ και Cl^-.



Κατά τη διάλυση του NaCl στο νερό τα μόρια του νερού δημιουργούν μια υδατική στοιβάδα γύρω από τα ιόντα Na^+ και Cl^- και γιαυτό τα ιόντα αυτά ονομάζονται «εφυδατωμένα».

Τα **ετερογενή** μίγματα είναι ανομοιόμορφα, δηλαδή δεν έχουν την ίδια σύσταση σε όλη την ποσότητά τους, σε πολλές δε περιπτώσεις μπορούμε να διακρίνουμε τα επιμέρους συστατικά τους. Π.χ. αν αναμίξουμε νερό με λάδι προκύπτει ένα ετερογενές μίγμα στο οποίο διακρίνουμε δύο φάσεις, τη φάση του λαδιού που έχει μικρότερη πυκνότητα και επιπλέει και τη φάση του νερού που βρίσκεται από κάτω.

1.7 Καταστάσεις της ύλης

Τα διάφορα σώματα που συνιστούν την ύλη απαντώνται, ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, σε τρεις φυσικές καταστάσεις, τη στερεά (s) την υγρή (l) και την αέρια (g).

Στερεά είναι τα σώματα στα οποία τα δομικά τους συστατικά (άτομα, μόρια ή ιόντα) αναπτύσσουν μεταξύ τους ισχυρές αλληλεπιδράσεις και κινούνται ελάχιστα γύρω από τις θέσεις τους με αποτέλεσμα να έχουν καθορισμένο σχήμα και όγκο.



Βράχια από γρανίτη στην Παταγονία της Χιλής. Αποτελούνται κυρίως από κρυσταλλική άμμο (SiO_2) και αλουμίνα (Al_2O_3).

Υγρά είναι τα σώματα στα οποία τα δομικά τους συστατικά αναπτύσσουν μεταξύ τους μετρίως ισχυρές αλληλεπιδράσεις με αποτέλεσμα να κινούνται σχετικά ελεύθερα. Έτσι έχουν καθορισμένο όγκο, δεν έχουν όμως καθορισμένο σχήμα.

Αέρια είναι τα σώματα στα οποία τα δομικά τους συστατικά (άτομα, μόρια) αναπτύσσουν μεταξύ τους ασθενείς αλληλεπιδράσεις (πρακτικά αμελητέες) με αποτέλεσμα την ομοιόμορφη κίνηση προς όλες τις κατευθύνσεις. Τα αέρια δεν έχουν ούτε καθορισμένο σχήμα, ούτε όγκο, καταλαμβάνοντας ολόκληρο τον όγκο του δοχείου μέσα στο οποίο περιέχονται.



Ο σχηματισμός σφαιρικών σταγόνων σε ένα υγρό οφείλεται σε μία σημαντική ιδιότητα των υγρών που λέγεται επιφανειακή τάση.

Με μεταβολή των συνθηκών και ιδίως της θερμοκρασίας, τα διάφορα σώματα μπορούν να μετατραπούν από τη μία φυσική κατάσταση στην άλλη. Έτσι π.χ. το νερό στους $-5\,^{\circ}\mathrm{C}$ είναι με τη μορφή στερεού (πάγος). Με την αύξηση της θερμοκρασίας στους $0\,^{\circ}\mathrm{C}$ ο πάγος μετατρέπεται σε υγρό (τήξη), ενώ στους $100\,^{\circ}\mathrm{C}$ μετατρέπεται σε υδρατμούς (εξαέρωση). Αντίστροφα, με τη συνεχή μείωση της θερμοκρασίας οι υδρατμοί υγροποιούνται και στη συνέχεια στερεοποιούνται (πήξη). Να σημειωθεί ότι και στις τρεις αυτές φυσικές καταστάσεις (πάγος, νερό, υδρατμοί) τα δομικά συστατικά είναι τα ίδια (μόρια $\mathrm{H_2O}$) και το μόνο που διαφέρουν είναι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους που έχουν ως αποτέλεσμα την τελική εμφάνιση της ύλης. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές επηρεάζονται πολύ από τη θερμοκρασία.

Το σημείο βρασμού ενός σώματος εξαρτάται από την (ατμοσφαιρική) πίεση. Έτσι, π.χ. το νερό ($\mathrm{H_2O}$) βράζει στους $100\,^{\circ}\mathrm{C}$ σε πίεση $1\,\mathrm{atm}$. Όταν η πίεση ελαττώνεται (π.χ. στα Ιμαλάια) το σημείο βρασμού μειώνεται.

Κάθε ένα καθορισμένο σώμα έχει μία σειρά από ιδιότητες που χαρακτηρίζονται ως φυσικές ή χημικές ιδιότητες.

Οι φυσικές ιδιότητες είναι συνήθως μετρήσιμες ιδιότητες (σταθερές) που σχετίζονται αποκλειστικά με μία συγκεκριμένη ουσία. Σε αυτές κατατάσσονται το σημείο τήξης (η θερμοκρασία στην οποία λειώνει ένα στερεό σώμα), το σημείο βρασμού (η θερμοκρασία στην οποία βράζει ένα υγρό), η πυκνότητα κτλ. Με βάση τις φυσικές ιδιότητες μπορούμε να διακρίνουμε π.χ. αν ένα μέταλλο είναι ο σίδηρος (Fe), ο άργυρος (Ag) κτλ. Πάντως, σε όλες τις περιπτώσεις εκδήλωσης φυσικών φαινομένων δεν αλλοιώνεται η χημική σύσταση του σώματος που λαμβάνει μέρος. Π.χ. με την εξάτμιση του νερού έχουμε τη μετατροπή του $\mathrm{H_2O\,(g)}$ σε $\mathrm{H_2O\,(l)}$ και η σύσταση των μορίων μένει η ίδια, απλά αλλάζει η φυσική κατάσταση. Η διάλυση του NaCl (χλωριούχο νάτριο, το κοινό μαγειρικό αλάτι) στο νερό είναι επίσης ένα φυσικό φαινόμενο.

Οι χημικές ιδιότητες μας πληροφορούν το πως μία συγκεκριμένη ουσία αλληλεπιδρά με άλλες χημικές ουσίες και έχουν ως αποτέλεσμα τη μετατροπή της σε άλλες χημικές ουσίες μεταβάλλοντας τη χημική της σύσταση. Έτσι το Na (νάτριο), που είναι ένα μαλακό μέταλλο αντιδρά βίαια με το $\mathrm{H_2O}$ παράγοντας NaOH και αέριο $\mathrm{H_2}$.

Η φυσική κατάσταση των χημικών ουσιών μπορεί να είναι στερεή, υγρή ή αέρια. Στις κανονικές συνθήκες τα περισσότερα στοιχεία είναι στερεά (όπως π.χ. τα μέταλλα), δύο είναι υγρά, το βρώμιο και ο υδράργυρος, και μερικά είναι αέρια.

Οι ιοντικές χημικές ενώσεις είναι στερεές ενώ οι ομοιοπολικές είναι συνήθως υγρές ή αέριες.

Υγρά διαλύματα είναι τα διαλύματα στα οποία ο διαλύτης είναι ένα υγρό και η διαλυμένη ουσία μπορεί να είναι υγρή, στερεή ή αέρια. Στα υγρά διαλύματα, ο διαλύτης είναι συνήθως το νερό αλλά μπορεί να είναι και μια άλλη ουσία,

διαφορετική από το νερό, όπως το ασετόν, ο αιθέρας, η βενζίνη, το οινόπνευμα (CH_3CH_2OH) κτλ.

Αέρια διαλύματα είναι διαλύματα με διαλύτη αέριο όπως π.χ. ο ατμοσφαιρικός αέρας που αποτελείται από άζωτο (N_2) που θεωρείται ο διαλύτης, οξυγόνο (O_2), διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και άλλα αέρια σε μικρότερες αναλογίες.

Στερεά διαλύματα είναι τα κράματα των μετάλλων π.χ. τα μεταλλικά νομίσματα στα οποία διάφορα μέταλλα, π.χ. χαλκός (Cu), άργυρος (Ag), χρυσός (Au) κτλ. είναι διασπαρμένα με ομογενή τρόπο στο ίδιο νόμισμα.

Οι μεταβολές που συμβαίνουν στη φύση ονομάζονται φαινόμενα και διακρίνονται σε φυσικά, χημικά και πυρηνικά.

Φυσικά φαινόμενα είναι τα φαινόμενα στα οποία δεν έχουμε μεταβολή των χημικών οντοτήτων ενώ **χημικά φαινόμενα** είναι τα φαινόμενα στα οποία συμβαίνει μεταβολή χημικών οντοτήτων. Στα **πυρηνικά φαινόμενα** έχουμε μεταβολή στους πυρήνες (αλλαγή ατομικού ή και μαζικού αριθμού) κάτι που δεν συμβαίνει στα φυσικά και χημικά φαινόμενα.

1.8 Περιεκτικότητες διαλυμάτων

Βασικό χαρακτηριστικό των διαλυμάτων είναι η περιεκτικότητά τους που μας δίνει πληροφορίες για την αναλογία των διαφόρων συστατικών του. Ποιοτικά, ένα διάλυμα με μικρή περιεκτικότητα σε μία διαλυμένη ουσία λέμε ότι είναι αραιό διάλυμα σε αντίθεση με ένα πυκνό διάλυμα που διαθέτει μεγάλη περιεκτικότητα σε μία διαλυμένη ουσία.

Η περιεκτικότητα ενός διαλύματος εκφράζει την ποσότητα μιας διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος. Έτσι, η περιεκτικότητα ενός διαλύματος ζάχαρης δεν εξαρτάται από την ποσότητα του διαλύματος, απλά μας εκφράζει ποσοτικά την «γλυκύτητα» του διαλύματος σε σχέση με άλλα διαλύματα ζάχαρης (όσο μεγαλύτερη η περιεκτικότητα ενός διαλύματος ζάχαρης τόσο πιο γλυκό είναι, ανεξάρτητα από την ποσότητά του). Βασικοί τρόποι έκφρασης της περιεκτικότητας ενός διαλύματος είναι οι εξής:

1. **Περιεκτικότητα στα εκατό κατά βάρος** (% w/w): Εκφράζει τη μάζα της διαλυμένης ουσίας (σε g) ανά 100 g διαλύματος. Έτσι, π.χ. ένα διάλυμα NaCl 5 % w/w περιέχει 5 g NaCl (διαλυμένης ουσίας) ανά 100 g διαλύματος (τα υπόλοιπα $100 - 5 = 95$ g είναι ο διαλύτης). Κατ' αναλογία τα 200 g του ίδιου διαλύματος περιέχουν 10 g NaCl κτλ.
2. **Περιεκτικότητα στα εκατό βάρους κατ' όγκον** (% w/v): Εκφράζει τη μάζα της διαλυμένης ουσίας (σε g) ανά 100 mL διαλύματος. Έτσι, π.χ. ένα διάλυμα NaCl 5 % w/v περιέχει 5 g NaCl (διαλυμένης ουσίας) ανά 100 mL διαλύματος. Κατ' αναλογία τα 200 mL του ίδιου διαλύματος περιέχουν 10 g NaCl κτλ.
3. **Περιεκτικότητα στα εκατό όγκου κατ' όγκον** (% v/v): Χρησιμοποιείται κυρίως για την έκφραση της περιεκτικότητας σε αέρια διαλύματα και εκφράζει τον όγκο (σε mL) ενός συστατικού ανά 100 mL του διαλύματος. Έτσι, η περιεκτικότητα του αέρα σε O_2 είναι περίπου 20 % v/v, δηλαδή στα 100 mL αέρα αντιστοιχούν 20 mL O_2, στα 200 mL αέρα αντιστοιχούν 40 mL O_2 κτλ.

Παλαιότερα στη χημεία επειδή η έννοια του βάρους ήταν αχρείαστη, η λέξη «βάρος» χρησιμοποιούνταν αντί της λέξης «μάζα». Σήμερα η λέξη βάρος με την έννοια της μάζας τείνει να εξαλειφτεί αλλά δυστυχώς παραμένουν κάποιες εκφράσεις.
Λέμε «περιεκτικότητα στα εκατό βάρους κατ' όγκον (% w/v)» αντί του σωστού «περιεκτικότητα στα εκατό μάζας κατ' όγκον (% m/v)».

Χρησιμοποιείται επίσης για την έκφραση της περιεκτικότητας των αλκοολούχων ποτών σε οινόπνευμα. Έτσι η ένδειξη σε ένα μπουκάλι κρασί $12\,\%\,\mathrm{v/v}$ ή 12 βαθμών $(12°)$ σημαίνει ότι αν κάποιος καταναλώσει $100\,\mathrm{mL}$ κρασιού θα έχει καταναλώσει $12\,\mathrm{mL}$ οινοπνεύματος, αν καταναλώσει $200\,\mathrm{mL}$ θα έχει καταναλώσει $24\,\mathrm{mL}$ οινοπνεύματος κτλ.

Σε περιπτώσεις πολύ μικρής περιεκτικότητας ενός συστατικού σε ένα διάλυμα χρησιμοποιούνται οι εξής τρόποι έκφρασης της περιεκτικότητας:

4. **ppm (part per million)** που εκφράζει τα μέρη της διαλυμένης ουσίας σε 1 εκατομμύριο (10^6) μέρη διαλύματος. Π.χ. νερό που περιέχει $100\,\mathrm{ppm}$ σε $\mathrm{Ca^{2+}}$ σημαίνει ότι σε αυτό περιέχονται $100\,\mathrm{mg}$ $\mathrm{Ca^{2+}}$ ανά kg (ή L) νερού.
5. **ppb (part per billion)** που εκφράζει τα μέρη της διαλυμένης ουσίας σε 1 δισεκατομμύριο (10^9) μέρη διαλύματος.

Εφαρμογή 1.4

Δύο υδατικά διαλύματα ζάχαρης (Α και Β) παρασκευάζονται ως εξής.
Διάλυμα Α: Διαλύουμε $15\,\mathrm{g}$ ζάχαρης σε $85\,\mathrm{g}$ νερού.
Διάλυμα Β: Διαλύουμε $10\,\mathrm{g}$ ζάχαρης σε $40\,\mathrm{g}$ νερού.
Ποιο από τα δύο διαλύματα ζάχαρης είναι το πιο γλυκό;

Λύση

Υπολογίζουμε την $\%\,\mathrm{w/w}$ περιεκτικότητα των δύο διαλυμάτων. Το διάλυμα Α έχει μάζα $85 + 15 = 100\,\mathrm{g}$ και σε αυτά περιέχονται $15\,\mathrm{g}$ ζάχαρης. Επομένως, η περιεκτικότητά του θα είναι $15\,\%\,\mathrm{w/w}$. Το διάλυμα Β έχει μάζα $10 + 40 = 50\,\mathrm{g}$ και σε αυτά περιέχονται $10\,\mathrm{g}$ ζάχαρης. Επομένως, στα $100\,\mathrm{g}$ του Β θα περιέχονται $20\,\mathrm{g}$ ζάχαρης και η περιεκτικότητά του θα είναι $20\,\%\,\mathrm{w/w}$. Το διάλυμα Β έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα και επομένως θα είναι πιο γλυκό.

Εφαρμογή 1.5

Δύο υδατικά διαλύματα NaCl (Α και Β) παρασκευάζονται ως εξής.
Διάλυμα Α: Διαλύουμε $10\,\mathrm{g}$ NaCl (μαγειρικό αλάτι) σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα όγκου $100\,\mathrm{mL}$.
Διάλυμα Β: Διαλύουμε $25\,\mathrm{g}$ NaCl σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα όγκου $250\,\mathrm{mL}$.
Ποιο από τα δύο διαλύματα είναι το πιο αλμυρό;

Λύση

Το διάλυμα Α έχει όγκο $100\,\mathrm{mL}$ και σε αυτό περιέχονται $10\,\mathrm{g}$ NaCl. Επομένως, η περιεκτικότητά του θα είναι $10\,\%\,\mathrm{w/v}$. Το διάλυμα Β έχει όγκο $250\,\mathrm{mL}$ και σε αυτό περιέχονται $25\,\mathrm{g}$ NaCl. Επομένως, στα $100\,\mathrm{mL}$ του Β αναλογούν $10\,\mathrm{g}$ NaCl και η περιεκτικότητά του θα είναι επίσης $10\,\%\,\mathrm{w/v}$. Τα δύο διαλύματα έχουν την ίδια περιεκτικότητα και άρα θα είναι το ίδιο αλμυρά.

1.9 Διαλυτότητα

Αν προσπαθήσουμε να διαλύσουμε 50 g NaCl σε 100 g νερού θερμοκρασίας 20 °C θα παρατηρήσουμε ότι μπορούν να διαλυθούν μόνο τα 35,5 g NaCl και τα υπόλοιπα 14,5 g μένουν αδιάλυτα ως ίζημα (κατακάθι). Επίσης, αν σε 100 g νερού θερμοκρασίας 20 °C προσθέτουμε προοδευτικά ποσότητα NaCl θα παρατηρήσουμε ότι μέχρι την προσθήκη 35,5 g NaCl θα επέλθει πλήρης διάλυση, ενώ η επιπλέον ποσότητα NaCl θα κατακάθεται χωρίς να μπορεί να διαλυθεί. Με βάση τα παραπάνω λέμε ότι η διαλυτότητα του NaCl στο νερό στους 20 °C είναι 35,5 g NaCl/100 g H_2O.

Διαλυτότητα ορίζεται η μέγιστη ποσότητα μιας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη, κάτω από ορισμένες συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία).

Τα διαλύματα που περιέχουν τη μέγιστη δυνατή ποσότητα μιας διαλυμένης ουσίας σε κάποιο διαλύτη ονομάζονται **κορεσμένα διαλύματα**. Αντίθετα διαλύματα που περιέχουν μικρότερη ποσότητα διαλυμένης ουσίας από τη μέγιστη δυνατή ονομάζονται **ακόρεστα διαλύματα**.

Με βάση τη διαλυτότητά τους σε κάποιο διαλύτη (π.χ. το νερό) οι διαλυμένες ουσίες χαρακτηρίζονται ως **ευδιάλυτες** (μεγάλης διαλυτότητας) ή **δυσδιάλυτες** (μικρής διαλυτότητας).



Ο ιωδιούχος μόλυβδος (PbI_2) είναι μία δυσδιάλυτη ουσία (με μικρή διαλυτότητα στο νερό).

Εφαρμογή 1.6

Σε θερμοκρασία 20 °C η διαλυτότητα του NaCl στο νερό είναι 35,5 g NaCl/100 g H_2O. Να εξετάσετε τι θα συμβεί αν σε ένα ποτήρι που περιέχει 200 g H_2O προσθέσουμε 100 g NaCl στους 20 °C.

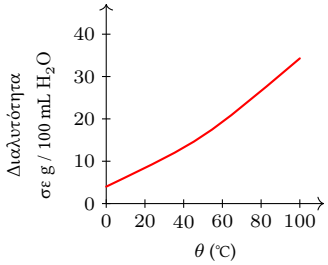
Λύση

Αφού στα 100 g H_2O μπορούν να διαλυθούν το πολύ 35,5 g NaCl, στα 200 g H_2O θα μπορούν να διαλυθούν μέχρι και 71 g NaCl. Επομένως, θα διαλυθούν 71 g NaCl και τα υπόλοιπα $100 - 71 = 29$ g NaCl θα παραμένουν αδιάλυτα ως ίζημα.

Γενικά, οι παράγοντες που καθορίζουν τη διαλυτότητα μιας συγκεκριμένης ουσίας είναι οι εξής:

α. Φύση του διαλύτη. Έχει παρατηρηθεί ότι οι διάφορες ουσίες διαλύονται καλύτερα σε ορισμένο διαλύτη (ή ομάδα διαλυτών, με παρόμοιες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων τους) σε σχέση με άλλους διαλύτες. Έτσι, για παράδειγμα το NaCl διαλύεται πολύ εύκολα στο νερό, αλλά δεν διαλύεται στον τετραχλωράνθρακα (CCl_4).

β. Θερμοκρασία. Κατά κανόνα, η διαλυτότητα των στερεών στο νερό αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Το διάγραμμα που δείχνει τη μεταβολή της διαλυτότητας ως συνάρτηση της θερμοκρασίας λέγεται καμπύλη διαλυτότητας.
Αντίθετα, η διαλυτότητα των αερίων στο νερό μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.



Διαλυτότητα του $Ba(NO_3)_2$ ως συνάρτηση της θερμοκρασίας.

Εφαρμογή 1.7

Η διαλυτότητα του νιτρικού καλίου (KNO_3) στους 10 °C είναι 20 g/100 g νερού, ενώ στους 20 °C είναι 35 g/100 g νερού.

i. Σε 200 g νερού θερμοκρασίας 10 °C προσθέτουμε 70 g KNO_3. Ποια μάζα KNO_3 θα διαλυθεί;

ii. Τι θα συμβεί αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία στους 20 °C;

Λύση

i. Αφού στα 100 g νερού διαλύονται 20 g KNO_3, στα 200 g νερού θα μπορούν να διαλυθούν το πολύ 40 g KNO_3 και επομένως τα υπόλοιπα $70 - 40 = 30$ g KNO_3 θα παραμείνουν αδιάλυτα (ως ίζημα).

ii. Με την αύξηση της θερμοκρασίας η διαλυτότητα αυξάνεται στα 35 g/100 g νερού και επομένως στα 200 g νερού μπορούν να διαλυθούν το πολύ 70 g KNO_3. Επομένως, θα διαλυθεί όλη η ποσότητα KNO_3 και θα σχηματιστεί κορεσμένο διάλυμα.

γ. Πίεση. Γενικά, η διαλυτότητα των αερίων στο νερό αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης. Γι' αυτό, μόλις ανοίξουμε μία φιάλη με αεριούχο ποτό που είναι συσκευασμένο υπό πίεση, η διαλυτότητα του $CO_2(g)$ στο νερό ελαττώνεται και το ποτό αφρίζει. Πάντως, η μεταβολή της πίεσης δεν ασκεί επίδραση στη διαλυτότητα των στερεών ή των υγρών σε υγρούς διαλύτες.

Λυμένα Παραδείγματα

Παράδειγμα 1.1

Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές ή λανθασμένες και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Το ιόν $_{20}\mathrm{Ca}^{2+}$ έχει 18 ηλεκτρόνια.
β. Ένα σωματίδιο που περιέχει 19 πρωτόνια, 19 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια, είναι ένα αρνητικό ιόν.
γ. Το $_{19}\mathrm{K}^{+}$ έχει τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το $_{17}\mathrm{Cl}^{-}$.
δ. Τα άτομα της χημικής ένωσης ΧΨ πρέπει να έχουν διαφορετικό μαζικό αριθμό.
ε. Τα ισότοπα είναι άτομα που ανήκουν στο ίδιο στοιχείο.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

α. Σωστή. Το άτομο του Ca διαθέτει 20 πρωτόνια και επομένως 20 ηλεκτρόνια. Με την αποβολή 2 ηλεκτρονίων σχηματίζεται το κατιόν $_{20}\mathrm{Ca}^{2+}$ το οποίο διαθέτει 18 ηλεκτρόνια.
β. Λανθασμένη. Εφόσον το σωματίδιο διαθέτει 19 πρωτόνια και 18 ηλεκτρόνια θα έχει φορτίο $+1$ και επομένως θα είναι κατιόν (θετικά φορτισμένο).
γ. Σωστή. Το άτομο του K διαθέτει 19 ηλεκτρόνια και με αποβολή ενός ηλεκτρονίου σχηματίζεται το κατιόν K^{+}, το οποίο διαθέτει 18 ηλεκτρόνια. Το άτομο του Cl διαθέτει 17 ηλεκτρόνια και με πρόσληψη ενός ηλεκτρονίου σχηματίζεται το ανιόν Cl^{-} το οποίο διαθέτει επίσης 18 ηλεκτρόνια.
δ. Λανθασμένη. Μία χημική ένωση αποτελείται από άτομα διαφορετικών στοιχείων, τα οποία πρέπει να έχουν διαφορετικό ατομικό αριθμό.
ε. Σωστή. Τα ισότοπα έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό (Z) και επομένως είναι άτομα του ίδιου στοιχείου.

Παράδειγμα 1.2

Ο άνθρακας (C) έχει ατομικό αριθμό 6. Αν γνωρίζετε ότι σε ένα ισότοπο του άνθρακα ο αριθμός των πρωτονίων του είναι ίσος με τον αριθμό των νετρονίων του, να βρείτε τον μαζικό αριθμό του ισοτόπου αυτού καθώς και τον αριθμό των πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων που αυτό περιέχει.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

Ισχύουν: $Z = 6$ και $N = 6$. Επομένως: $A = Z + N = 6 + 6 = 12$. Το ισότοπο αυτό θα περιέχει 6 πρωτόνια, 6 ηλεκτρόνια και 6 νετρόνια.

Παράδειγμα 1.3

Ο παρακάτω πίνακας δίνει μερικές πληροφορίες για τα άτομα τριών στοιχείων Α, Β και Γ.

Στοιχείο	Ατομικός αριθμός	Μαζικός αριθμός	Αριθμός ηλεκτρονίων	Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός νετρονίων
Α	7	14			
Β		39	19		
Γ	11				12

Να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Λύση

Το άτομο του στοιχείου Α έχει $Z = 7$ και επομένως ο αριθμός των πρωτονίων αλλά και ο αριθμός των ηλεκτρονίων του θα είναι ίσος με 7. Καθώς $A = Z + N$ προκύπτει $N = A - Z = 14 - 7 = 7$.

Το άτομο του στοιχείου Β έχει 19 ηλεκτρόνια και επομένως 19 πρωτόνια $(Z = 19)$. Επομένως, διαθέτει $39 - 19 = 20$ νετρόνια.

Το άτομο του στοιχείου Γ έχει $Z = 11$ και επομένως διαθέτει 11 πρωτόνια και 11 ηλεκτρόνια. Καθώς ο αριθμός των νετρονίων του είναι $N = 12$, ο μαζικός του αριθμός θα είναι: $A = Z + N = 11 + 12 = 23$.

Παράδειγμα 1.4

Τα άτομα ${}_{Z}\mathrm{X}$ και ${}_{17}\mathrm{Cl}$ είναι ισότοπα.

α. Να βρεθούν ποιο στοιχείο είναι το Χ και η τιμή του Z.

β. Ένας συμμαθητής σας υποστηρίζει ότι τα δύο παραπάνω ισότοπα μπορεί να έχουν τον ίδιο μαζικό αριθμό. Συμφωνείτε με τον συμμαθητή σας; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

α. Εφόσον τα δύο άτομα είναι ισότοπα το στοιχείο Χ θα είναι επίσης το Cl. Τα δύο άτομα θα έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό και επομένως $Z = 17$.

β. Τα ισότοπα αποκλείεται να έχουν και το ίδιο μαζικό αριθμό καθώς στην περίπτωση αυτή θα είναι ίδια και όχι ισότοπα.

Παράδειγμα 1.5

Ποιος είναι ο αριθμός των πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων για τα παρακάτω ιόντα: ${}^{25}_{12}\mathrm{Mg}^{2+}$ και ${}^{15}_{7}\mathrm{N}^{3-}$.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

${}^{25}_{12}\mathrm{Mg}^{2+}$	${}^{15}_{7}\mathrm{N}^{3-}$
Πρωτόνια: 12	Πρωτόνια: 7
Νετρόνια: $25 - 12 = 13$	Νετρόνια: $15 - 7 = 8$
Ηλεκτρόνια: $12 - 2 = 10$	Ηλεκτρόνια: $7 + 3 = 10$

Παράδειγμα 1.6

Το στοιχείο X έχει 17 ηλεκτρόνια. Αν στον πυρήνα του περιέχει 3 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια, να υπολογισθούν ο ατομικός και ο μαζικός αριθμός του στοιχείου X.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

Εφόσον το άτομο του X έχει 17 ηλεκτρόνια, $Z = 17$ και επομένως ο μαζικός του αριθμός θα είναι $A = Z + N = 17 + 20 = 37$.

Παράδειγμα 1.7

Ποιες από τις παρακάτω είναι καθαρές ουσίες και ποιες είναι μείγματα;
Διοξείδιο του άνθρακα, υδροχλώριο, μπύρα, σίδηρος, γάλα, κρασί.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

Καθαρές ουσίες: Διοξείδιο του άνθρακα, υδροχλώριο, σίδηρος.
Μίγματα: μπύρα, γάλα, κρασί.

Παράδειγμα 1.8

Η διαλυτότητα του $CO_2\,(g)$ στο νερό είναι μεγαλύτερη:

α. στους 25 °C ή στους 37 °C;

β. σε εξωτερική πίεση CO_2 1 atm ή σε εξωτερική πίεση CO_2 5 atm;

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

Η διαλυτότητα των αερίων μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης. Επομένως, η διαλυτότητα του $CO_2\,(g)$ στο νερό είναι μεγαλύτερη στους 25 °C και σε εξωτερική πίεση CO_2 5 atm.

Παράδειγμα 1.9

Να εξηγήσετε τι θα συμβεί, σε σχέση με τη διαλυτότητα (θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα μείνει σταθερή), αν σε ένα κορεσμένο υδατικό διάλυμα στο οποίο η μόνη διαλυμένη ουσία είναι αέριο διοξείδιο του άνθρακα, θερμοκρασίας 25 °C, πραγματοποιήσουμε τις εξής μεταβολές:

α. Ελαττώσουμε τη θερμοκρασία.

β. Μειώσουμε την πίεση.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

α. Στα αέρια με την ελάττωση της θερμοκρασίας η διαλυτότητα αυξάνεται και επομένως το διάλυμα θα μετατραπεί σε ακόρεστο, καθώς στη μικρότερη θερμοκρασία μπορεί να διαλυθεί μεγαλύτερη ποσότητα $CO_2\,(g)$.

β. Με την μείωση της πίεσης η διαλυτότητα μειώνεται και επομένως μέρος της αρχικά διαλυμένης ποσότητας του $CO_2\,(g)$ ελευθερώνεται από το διάλυμα. Πάντως, το διάλυμα θα παραμείνει κορεσμένο καθώς στη νέα ελαττωμένη πίεση θα είναι διαλυμένη η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα $CO_2\,(g)$.

Παράδειγμα 1.10

Ένα πυκνό διάλυμα ενός άλατος έχει μάζα $600\,\text{g}$, όγκο $500\,\text{mL}$ και γνωρίζουμε ότι παρασκευάστηκε με διάλυση κάποιας ποσότητας του άλατος σε $450\,\text{g}$ νερό. Να υπολογίσετε:

α. την πυκνότητα.

β. την περιεκτικότητα $\%\,\text{w/w}$.

γ. την περιεκτικότητα $\%\,\text{w/v}$ του διαλύματος.

Λύση

α. $$\rho = \frac{m}{V} = \frac{600\,\text{g}}{500\,\text{mL}} = 1{,}2\,\frac{\text{g}}{\text{mL}}$$

β. Το διάλυμα έχει μάζα $500\,\text{g}$ από τα οποία $450\,\text{g}$ είναι ο διαλύτης (νερό). Επομένως, η διαλυμένη ουσία έχει μάζα $600 - 450 = 150\,\text{g}$.

Στα $600\,\text{g}$ διαλύματος περιέχονται	$150\,\text{g}$ διαλυμένης ουσίας
Στα $100\,\text{g}$	$x = 25\,\text{g}$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος είναι $25\,\%\,\text{w/w}$.

γ.

Στα $500\,\text{mL}$ διαλύματος περιέχονται	$150\,\text{g}$ διαλυμένης ουσίας
Στα $100\,\text{mL}$	$x = 30\,\text{g}$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος είναι $30\,\%\,\text{w/v}$.

Παράδειγμα 1.11

Διάλυμα θειικού οξέος έχει περιεκτικότητα $12\,\%\,\text{w/w}$ και μάζα $50\,\text{g}$.

α. Ποια η μάζα του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας στο διάλυμα;

β. Πόση θα γίνει η $\%\,\text{w/w}$ περιεκτικότητα του διαλύματος, αν του προσθέσουμε νερό μάζας $150\,\text{g}$;

Λύση

α.

Στα $100\,\text{g}$ διαλύματος περιέχονται	$12\,\text{g}$ διαλυμένης ουσίας
Στα $50\,\text{g}$	$x = 6\,\text{g}$

Επομένως, η μάζα του διαλύτη στο διάλυμα θα είναι $50 - 6 = 44\,\text{g}$.

β. Με την προσθήκη $150\,\text{g}$ νερού έχουμε αραίωση και η μάζα του διαλύματος θα γίνει ίση με $200\,\text{g}$, ενώ η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει $6\,\text{g}$.

Στα $200\,\text{g}$ διαλύματος περιέχονται	$6\,\text{g}$ διαλυμένης ουσίας
Στα $100\,\text{g}$	$x = 3\,\text{g}$

Επομένως, η περιεκτικότητα του αραιωμένου διαλύματος είναι $3\,\%\,\text{w/w}$.

Παράδειγμα 1.12

Ποσότητα ζάχαρης μάζας $40\,\mathrm{g}$ διαλύεται σε $120\,\mathrm{g}$ νερό και προκύπτει διάλυμα Δ1 όγκου $125\,\mathrm{mL}$.

α. Να υπολογιστούν:

i. η $\%\,\mathrm{w/w}$ περιεκτικότητα,

ii. η $\%\,\mathrm{w/v}$ περιεκτικότητα και

iii. η πυκνότητα του διαλύματος Δ1.

β. Αν αραιώσουμε το διάλυμα Δ1 με $75\,\mathrm{mL}$ νερού προκύπτει νέο διάλυμα Δ2 όγκου $200\,\mathrm{mL}$. Να υπολογιστεί η περιεκτικότητα στα εκατό βάρους κατ' όγκον $(\%\,\mathrm{w/v})$ του διαλύματος Δ2.

Λύση

α. **i.** Η μάζα του διαλύματος Δ1 θα είναι: $40 + 120 = 160\,\mathrm{g}$.

Στα $160\,\mathrm{g}$ διαλύματος περιέχονται $40\,\mathrm{g}$ διαλυμένης ουσίας

Στα $100\,\mathrm{g}$ $x = \frac{100\cdot 40}{160} = 25\,\mathrm{g}$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος Δ1 είναι $25\,\%\,\mathrm{w/w}$.

ii. Στα $125\,\mathrm{mL}$ διαλύματος περιέχονται $40\,\mathrm{g}$ διαλυμένης ουσίας

Στα $100\,\mathrm{mL}$ $x = \frac{100\cdot 40}{125} = 32\,\mathrm{g}$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος είναι $32\,\%\,\mathrm{w/v}$.

iii. $\rho = \dfrac{m}{V} = \dfrac{160\,\mathrm{g}}{125\,\mathrm{mL}} = 1{,}28\,\dfrac{\mathrm{g}}{\mathrm{mL}}$

β. Το αραιωμένο διάλυμα έχει όγκο $125 + 75 = 200\,\mathrm{mL}$.

Στα $200\,\mathrm{mL}$ διαλύματος περιέχονται $40\,\mathrm{g}$ διαλυμένης ουσίας

Στα $100\,\mathrm{mL}$ $x = \frac{100\cdot 40}{200} = 20\,\mathrm{g}$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος Δ2 είναι $20\,\%\,\mathrm{w/v}$.

Παράδειγμα 1.13

Διάλυμα Δ1 προκύπτει με τη διάλυση $20\,\mathrm{g}$ ζάχαρης σε $180\,\mathrm{g}$ νερό. Ένα άλλο διάλυμα Δ2 προκύπτει με τη διάλυση $60\,\mathrm{g}$ ζάχαρης σε $240\,\mathrm{g}$ νερό. Τα δύο αυτά διαλύματα αναμιγνύονται και προκύπτει νέο διάλυμα Δ3. Να υπολογιστούν οι $\%\,\mathrm{w/w}$ περιεκτικότητες των διαλυμάτων Δ1, Δ2 και Δ3.

Λύση

Η μάζα του διαλύματος Δ1 είναι: $20 + 180 = 200\,\mathrm{g}$.

Στα $200\,\mathrm{g}$ διαλύματος Δ1 περιέχονται $20\,\mathrm{g}$ διαλυμένης ουσίας

Στα $100\,\mathrm{g}$ $x = \frac{100\cdot 20}{200} = 10\,\mathrm{g}$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος Δ1 είναι $10\,\%\,\mathrm{w/w}$.

Η μάζα του διαλύματος Δ2 είναι: $60 + 240 = 300\,\mathrm{g}$.

Στα $300\,\mathrm{g}$ διαλύματος Δ2 περιέχονται $60\,\mathrm{g}$ διαλυμένης ουσίας

Στα $100\,\mathrm{g}$ $x = \frac{100\cdot 60}{300} = 20\,\mathrm{g}$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος Δ2 είναι 20 % w/w.

Το διάλυμα Δ3 που προκύπτει με την ανάμιξη των διαλυμάτων Δ1 και Δ2 έχει μάζα $200 + 300 = 500\,\text{g}$ και σε αυτό περιέχονται $20 + 60 = 80\,\text{g}$ διαλυμένης ουσίας.

Στα 500 g διαλύματος Δ3 περιέχονται 80 g διαλυμένης ουσίας
Στα 100 g $x = \frac{100 \cdot 80}{500} = 16\,\text{g}$
Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος Δ3 είναι 16 % w/w.

Παράδειγμα 1.14

Σε δοχείο που περιέχει 500 g νερού θερμοκρασίας 15 °C προσθέσαμε 225 g KNO_3. Μετά από αρκετή ώρα διαπιστώσαμε ότι παρέμειναν αδιάλυτα 100 g KNO_3. Να υπολογιστούν:

α. Η διαλυτότητα του KNO_3 στους 15 °C.

β. Η % w/w περιεκτικότητα του διαλύματος που σχηματίστηκε.

γ. Η ελάχιστη μάζα νερού που απαιτείται να προστεθεί στο δοχείο, ώστε να διαλυθεί όλη η ποσότητα του KNO_3.

δ. Το αρχικό διάλυμα θερμαίνεται στους 20 °C όπου η διαλυτότητα του KNO_3 είναι 35 g/100 g νερού. Πόσα g KNO_3 θα παραμείνουν αδιάλυτα στην περίπτωση αυτή;

Λύση

α. Η ουσία που διαλύθηκε στα 500 g νερού έχει μάζα: $225 - 100 = 125\,\text{g}$.

Στα 500 g νερού διαλύονται το πολύ 125 g KNO_3
Στα 100 g νερού $x = \frac{100 \cdot 125}{500} = 25\,\text{g}$
Επομένως η διαλυτότητα του KNO_3 είναι 25 g/100 g νερού.

β. Το διάλυμα που σχηματίστηκε έχει μάζα $500 + 125 = 625\,\text{g}$ και σε αυτό περιέχονται 125 g διαλυμένης ουσίας.

Στα 625 g διαλύματος περιέχονται 125 g KNO_3
Στα 100 g $x = \frac{100 \cdot 125}{625} = 20\,\text{g}$
Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος είναι 20 % w/w.

γ. Τα 25 g KNO_3 διαλύονται σε 100 g νερού
Τα 225 g $x = \frac{100 \cdot 225}{25} = 900\,\text{g}$
Επομένως, για να διαλυθούν και τα 225 g KNO_3 θα πρέπει να προσθέσουμε $900 - 500 = 400\,\text{g}$ νερού, επιπλέον.

δ. Στα 100 g νερού διαλύονται το πολύ 35 g KNO_3
Στα 500 g $x = \frac{500 \cdot 35}{100} = 175\,\text{g}$
Άρα θα παραμείνουν αδιάλυτα $225 - 175 = 50\,\text{g}$ KNO_3.

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

1.1 Το 1 g είναι:

α. μονάδα βάρους.
β. μονάδα βάρους και μονάδα μάζας.
γ. μονάδα μάζας.
δ. μονάδα άλλου μεγέθους.

1.2 Το 1 L είναι ίσο με:

α. $1\,m^3$ **β.** $1000\,mL$
γ. $1000\,m^3$ **δ.** το $1/10$ του m^3

1.3 Αν $1\,cm^3$ ενός σώματος έχει μάζα 2 g, τότε η πυκνότητα του σώματος είναι:

α. $0{,}5\,g/cm^3$ **β.** $2\,g/cm^3$
γ. $0{,}5\,cm^3/g$ **δ.** $0{,}2\,cm^3/g$

1.4 Ο συμβολισμός του στοιχείου του καλίου είναι:

α. Ka **β.** Ca **γ.** K **δ.** C

1.5 Τα ανιόντα είναι:

α. θετικά φορτισμένα σωματίδια.
β. ηλεκτρικά φορτισμένα άτομα.
γ. άτομα ή συγκροτήματα ατόμων.
δ. άτομα ή συγκροτήματα ατόμων με αρνητικό φορτίο.

1.6 Ο ατομικός αριθμός εκφράζει:

α. το ηλεκτρικό φορτίο του πυρήνα μετρημένο σε C.
β. τον αριθμό των ηλεκτρονίων ενός μονοατομικού ιόντος.
γ. τον αριθμό των νετρονίων στον πυρήνα ενός ατόμου.
δ. τον αριθμό των πρωτονίων στον πυρήνα κάθε ατόμου ενός στοιχείου.
ε. τον αριθμό των πρωτονίων και νετρονίων στον πυρήνα ενός ατόμου.

1.7 Τα ισότοπα άτομα έχουν:

α. ίδιο αριθμό πρωτονίων και νετρονίων.
β. ίδιο μαζικό και διαφορετικό ατομικό αριθμό.
γ. ίδιο αριθμό πρωτονίων και διαφορετικό αριθμό νετρονίων.
δ. ίδιο αριθμό πρωτονίων και διαφορετικό αριθμό ηλεκτρονίων.

1.8 Το ιόν Ca^{2+} έχει 20 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια. Ο μαζικός αριθμός του Ca είναι:

α. 40 **β.** 38 **γ.** 18 **δ.** 36

1.9 Ένα ιόν του στοιχείου X διαθέτει 17 πρωτόνια, 16 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια. Ο συμβολισμός του ιόντος αυτού θα είναι:

α. ${}^{33}_{17}X^-$ **β.** ${}^{35}_{18}X^{2-}$ **γ.** ${}^{35}_{17}X^-$ **δ.** ${}^{35}_{17}X^{2+}$

1.10 Τα άτομα: ${}^{30}_{14}Si$, ${}^{32}_{16}S$ και ${}^{31}_{15}P$ έχουν:

α. τον ίδιο αριθμό νετρονίων.
β. το ίδιο πυρηνικό φορτίο.
γ. τον ίδιο μαζικό αριθμό.
δ. τον ίδιο αριθμό πρωτονίων.

1.11 Ένα άτομο χλωρίου διαφέρει από το ανιόν του χλωρίου, στο ότι το άτομο έχει:

α. μεγαλύτερο αριθμό ηλεκτρονίων.
β. μεγαλύτερο αριθμό πρωτονίων.
γ. μεγαλύτερο ατομικό αριθμό.
δ. μικρότερο αριθμό ηλεκτρονίων.

1.12 Όταν ελαττώνεται η ατμοσφαιρική πίεση, το σημείο βρασμού ενός υγρού:

α. αυξάνεται.
β. ελαττώνεται.
γ. δε μεταβάλλεται.
δ. μεταβάλλεται, αλλά η μεταβολή αυτή εξαρτάται και από άλλους παράγοντες.

1.13 Εξάχνωση είναι η μετάβαση ενός σώματος από:

α. τη στερεά στην υγρή φυσική κατάσταση.
β. την αέρια στην υγρή κατάσταση.
γ. την υγρή στη στερεά κατάσταση.
δ. τη στερεά στην αέρια κατάσταση.

1.14 Η θερμοκρασία στην οποία ένα σώμα τήκεται είναι ίδια με τη θερμοκρασία στην οποία το ίδιο σώμα:

α. βράζει. **β.** εξαχνώνεται.
γ. πήζει. **δ.** υγροποιείται.

1.15 Κατά την πραγματοποίηση κάθε χημικού φαινομένου δε μεταβάλλεται:

α. η συνολική ενέργεια του συστήματος.
β. η συνολική μάζα του συστήματος.

γ. η χημική σύσταση των ουσιών του συστήματος.
δ. καμιά από τις ιδιότητες του συστήματος.

1.16 Μία χημική ένωση:

α. έχει καθορισμένη και σταθερή σύσταση.
β. περιέχει άτομα με διαφορετικό ατομικό αριθμό.
γ. έχει διαφορετικές ιδιότητες από αυτές που έχουν τα συστατικά της.
δ. όλα τα προηγούμενα.

1.17 Υδατικό διάλυμα NaCl 10 % w/w σημαίνει ότι:

α. σε 100 g νερού είναι διαλυμένα 10 g NaCl.
β. 100 g νερού μπορούν να διαλύσουν 10 g NaCl.
γ. σε 100 g διαλύματος περιέχονται 10 g NaCl.
δ. 90 g νερού μπορούν να διαλύσουν 10 g NaCl.

1.18 Να γράψετε τον συμβολισμό για τα στοιχεία που ακολουθούν: νάτριο, κάλιο, μαγνήσιο, ασβέστιο, βάριο, σίδηρος, ψευδάργυρος, χαλκός, άργυρος, αργίλιο, άνθρακας, άζωτο, φθόριο, νέο, αργό, ήλιο, χλώριο, βρώμιο, ιώδιο, θείο, φωσφόρος.

1.19 Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός ενός ατόμου με μαζικό αριθμό $A = 133$ στον πυρήνα του οποίου υπάρχουν 23 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια;

1.20 Να συμπληρώσετε στον παρακάτω πίνακα τα πρωτόνια, ηλεκτρόνια και νετρόνια:

Άτομο ή ιόν	Αριθμός p	Αριθμός n	Αριθμός e
$^{65}_{30}\mathrm{Zn}$			
$^{14}_{7}\mathrm{N}^{3-}$			
$^{88}_{38}\mathrm{Sr}^{2+}$			

1.21 Στη συνηθισμένη πίεση, το στοιχείο Br_2 έχει σημείο τήξης $-7{,}2\,^\circ\mathrm{C}$ και σημείο βρασμού $58{,}8\,^\circ\mathrm{C}$. Ποια η φυσική του κατάσταση στους $30\,^\circ\mathrm{C}$; Η πίεση παραμένει σταθερή και ίση με 1 ατμόσφαιρα.

1.22 Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί με τα άτομα ή ιόντα:

$$^{12}_{6}\mathrm{C},\ ^{12}_{6}\mathrm{C}^{4-},\ ^{14}_{7}\mathrm{N},\ ^{16}_{8}\mathrm{O},\ ^{23}_{11}\mathrm{Na},\ ^{23}_{11}\mathrm{Na}^{+}$$

με τέτοιο τρόπο ώστε τα άτομα ή τα ιόντα της ίδιας γραμμής ή της ίδιας στήλης να έχουν διαφορετικό αριθμό ηλεκτρονίων, νετρονίων και πρωτονίων.

		$^{15}\mathrm{N}$
$^{14}\mathrm{N}^{3-}$	$^{14}\mathrm{C}$	

1.23 Το κατιόν Al^{3+} περιέχει 14 νετρόνια και 10 ηλεκτρόνια.

α. Να βρείτε τον ατομικό και το μαζικό αριθμό του ατόμου του Al.
β. Ποια από τα ιόντα, $_{12}\mathrm{Mg}^{2+}$, $_{11}\mathrm{Na}^{+}$, $_{8}\mathrm{O}^{2-}$, έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το ιόν Al^{3+};

1.24 Τέσσερα διαλύματα Α, Β, Γ και Δ παρασκευάστηκαν ως εξής:
Διάλυμα Α: σε 600 g νερό διαλύθηκαν 200 g ζάχαρης
Διάλυμα Β: 250 g ζάχαρης διαλύθηκαν σε 500 g νερό
Διάλυμα Γ: 50 g ζάχαρης διαλύθηκαν σε 250 g νερό
Διάλυμα Δ: 100 g ζάχαρης διαλύθηκαν σε νερό μέχρι το διάλυμα να αποκτήσει μάζα 500 g
Να διατάξετε τα τέσσερα αυτά διαλύματα κατά σειρά αυξανόμενης περιεκτικότητας στα εκατό κατά βάρος (% w/w).

1.25 Εάν σε υδατικό διάλυμα χλωριούχου νατρίου (NaCl) προσθέσουμε νερό, τότε: (συμπληρώστε στα διάστικτα την κατάλληλη από τις λέξεις: αυξάνεται, ελαττώνεται, δε μεταβάλλεται).

α. η μάζα του διαλύματος .....
β. η μάζα του διαλύτη .....
γ. η μάζα της διαλυμένης ουσίας .....
δ. ο όγκος του διαλύματος .....
ε. η περιεκτικότητα του διαλύματος .....
ζ. η πυκνότητα του διαλύματος .....

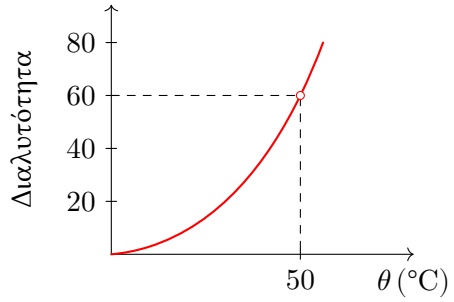
1.26 Διαθέτουμε 400 mL ενός διαλύματος Δ1 καυστικού νατρίου (NaOH) 40 % w/w και πυκνότητας $\rho = 1{,}25\,\mathrm{g/mL}$. Συμπληρώστε κατάλληλα τα διάστικτα στα παρακάτω ερωτήματα α και β και απαντήστε αναλυτικά στα γ και δ.

α. Η περιεκτικότητα αυτή σημαίνει ότι στα 100 ..... του διαλύματος περιέχονται ..... NaOH.
β. Το διάλυμα Δ1 έχει μάζα ..... και αποτελείται από .....g NaOH και από ..... g νερό.

γ. Αν αραιώσουμε το παραπάνω διάλυμα με 500 g H_2O προκύπτει ένα νέο διάλυμα Δ2. Υπολογίστε τη μάζα του διαλύματος Δ2, τη μάζα του διαλύτη και τη μάζα της διαλυμένης ουσίας σ' αυτό το διάλυμα.

δ. Βρείτε την % w/w περιεκτικότητα του διαλύματος Δ2.

1.27 Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει τη διαλυτότητα του KNO_3 (g KNO_3/100 g H_2O) σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία.



Παρασκευάσαμε ένα διάλυμα με διάλυση 60 g KNO_3 σε 100 g H_2O.

α. Σε ποια θερμοκρασία το διάλυμα αυτό θα είναι κορεσμένο;

β. Αν ψύξουμε το διάλυμα αυτό στους 20 °C, θα μεταβληθεί η μάζα του;

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1.28 Σε 160 g νερού διαλύουμε 40 g ουσίας Α και ο όγκος του διαλύματος που προκύπτει, είναι ίσος με 160 mL.

α. Να υπολογίσετε τις % w/w και % w/v περιεκτικότητες του διαλύματος που προκύπτει.

β. Αν στο παραπάνω διάλυμα προσθέσουμε 800 g νερού, ποια η % /w/w περιεκτικότητα του διαλύματος που προκύπτει;

1.29 Σε 355 g νερού διαλύουμε 45 g μιας ουσίας και ο όγκος του διαλύματος που προκύπτει είναι ίσος με 360 mL.

α. Να υπολογίσετε τις % w/w και % w/v του διαλύματος που προκύπτει.

β. Από το παραπάνω διάλυμα εξατμίζονται 200 g νερού. Ποια η % w/w περιεκτικότητα του διαλύματος που προκύπτει;

1.30 Σε 400 mL διαλύματος NaOH πυκνότητας $\rho = 1{,}2$ g/mL υπάρχουν διαλυμένα 48 g NaOH. Να προσδιοριστούν:

α. % w/w **β.** % w/v

1.31 Η διαλυτότητα του νιτρικού καλίου, KNO_3, στους 10 °C είναι 20 g/100 g νερού, ενώ στους 20 °C είναι 35 g/100 g νερού.

α. Πόσα g KNO_3 πρέπει να διαλύσουμε σε 400 g H_2O για να προκύψει κορεσμένο διάλυμα θερμοκρασίας 20 °C;

β. Αν ψύξουμε το κορεσμένο αυτό διάλυμα στους 10 °C, πόσα g ιζήματος θα σχηματιστούν;

1.32 Το άτομο ενός στοιχείου έχει ατομικό αριθμό $Z = x$ και μαζικό αριθμό $A = 2x + 6$. Ποιος είναι ο αριθμός των πρωτονίων (N) που υπάρχουν στον πυρήνα του ατόμου;

α. $N = x - 6$ **β.** $N = x + 3$

γ. $N = x + 6$ **δ.** $N = x - 3$

Φύλλο Εργασίας 1.1

Συμβολισμός κυριότερων στοιχείων

Α. Να γράψετε τα ονόματα των στοιχείων που ακολουθούν:

Na : .....

Mg : .....

N : .....

P : .....

C : .....

Zn : .....

Cu : .....

O : .....

F : .....

He : .....

Li : .....

Β. Να γράψετε τα σύμβολα των στοιχείων που ακολουθούν:

υδρογόνο : .....

χλώριο : .....

κάλιο : .....

ασβέστιο : .....

βάριο : .....

σίδηρος : .....

βρώμιο : .....

θείο : .....

ιώδιο : .....

μόλυβδος : .....

άργυρος : .....

Φύλλο Εργασίας 1.2

Πυκνότητα - Ατομικότητα - Ιόντα

Α. Να γράψετε τον τύπο της πυκνότητας ενός υλικού και να σημειώσετε τις συνηθισμένες μονάδες που αντιστοιχούν σε κάθε μέγεθος.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Β. Ποια είναι τα διατομικά στοιχεία;

Γ. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Το ιόν του καλίου, K^+, προκύπτει όταν το άτομο του K προσλαμβάνει ένα ηλεκτρόνιο. ☐

β. Το ιόν Fe^{3+} έχει προκύψει με απώλεια 3 ηλεκτρονίων από το άτομο του σιδήρου. ☐

γ. Το ιόν του χλωρίου, Cl^-, έχει προκύψει με απώλεια ενός ηλεκτρονίου από το άτομο του χλωρίου. ☐

δ. Το ιόν του μαγνησίου, Mg^{2+}, προκύπτει όταν το άτομο του Mg προσλαμβάνει δύο ηλεκτρόνια. ☐

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Φύλλο Εργασίας 1.3

Ατομικός, Μαζικός αριθμός - Ισότοπα (1)

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Τα ισότοπα είναι άτομα που ανήκουν στο ίδιο στοιχείο. ☐

β. Η διαφορά του ατομικού αριθμού από το μαζικό αριθμό ισούται με τον αριθμό νετρονίων του ατόμου. ☐

γ. Τα άτομα ${}^{12}_{6}\mathrm{X}$ και ${}^{14}_{6}\Psi$ είναι ισότοπα. ☐

δ. Το ${}_{12}\mathrm{Mg}^{2+}$ έχει 10 ηλεκτρόνια. ☐

ε. Το ιόν ${}^{35}_{17}\mathrm{Cl}^{-}$ περιέχει 17 νετρόνια. ☐

Β. Ο παρακάτω πίνακας δίνει μερικές πληροφορίες για τρία άτομα X, Y και Z.

Άτομο	Ατομικός αριθμός	Μαζικός αριθμός	Αριθμός ηλεκτρονίων	Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός νετρονίων
X	11	23			
Y		37	17		
Z	17				18

α. Να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα.

β. Ποια από τα παραπάνω άτομα είναι ισότοπα;

Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Δίνονται τα ισότοπα του μαγνησίου ${}^{24}_{12}\mathrm{Mg}$ και ${}^{25}_{12}\mathrm{Mg}$. Ένας συμμαθητής σας ισχυρίζεται ότι οι πυρήνες των δύο ισοτόπων έχουν μια μικρή διαφορά στη μάζα τους. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε;

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 1.4

Ατομικός, Μαζικός αριθμός - Ισότοπα (2)

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Τα άτομα $^{23}_{11}\mathrm{Na}$ και $^{24}_{11}\mathrm{Na}$ είναι ισότοπα. ☐

β. Τα άτομα $^{23}_{11}\mathrm{Na}$ και $^{24}_{12}\mathrm{Mg}$ έχουν ίδιο αριθμό νετρονίων. ☐

γ. Το άτομο $^{14}_{6}\mathrm{C}$ περιέχει δύο νετρόνια περισσότερα από τα ηλεκτρόνια. ☐

δ. Τα ισότοπα έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων και νετρονίων. ☐

ε. Το ιόν του θείου, $_{16}\mathrm{S}^{2-}$, έχει 18 ηλεκτρόνια. ☐

Β. Ο παρακάτω πίνακας δίνει μερικές πληροφορίες για τα άτομα Mg και Cl.

Άτομο	Ατομικός αριθμός	Μαζικός αριθμός	Αριθμός ηλεκτρονίων	Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός νετρονίων
Mg	12				12
Cl		35	17		

α. Να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα.

β. Να προσδιορίσετε τον αριθμό των πρωτονίων και ηλεκτρονίων στα παρακάτω ιόντα: Mg^{2+} και Cl^{-}.

Φύλλο Εργασίας 1.5

Διαλύματα - Διαλυτότητα

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές ή λανθασμένες και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Ένα ποτήρι (Α) περιέχει 100 mL υδατικού διαλύματος αλατιού 10 % w/w. Μεταφέρουμε 50 mL από το διάλυμα αυτό σε άλλο ποτήρι (Β). Η περιεκτικότητα του διαλύματος αλατιού στο ποτήρι (Β) είναι 5 % w/w.

.....

.....

.....

.....

.....

β. Σε ορισμένη ποσότητα ζεστού νερού διαλύεται μεγαλύτερη ποσότητα ζάχαρης απ' ότι στην ίδια ποσότητα κρύου νερού.

.....

.....

.....

.....

.....

Β. Πώς μπορείτε να αυξήσετε τη διαλυτότητα στα παρακάτω υδατικά διαλύματα, που βρίσκονται στους 25 °C, με μεταβολή της θερμοκρασίας;

α. Διάλυμα ζάχαρης.

β. Διάλυμα διοξειδίου του άνθρακα, $CO_2\,(g)$.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας σε όλες τις περιπτώσεις.

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 1.6

Διαλύματα - Περιεκτικότητες

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

50 g μιας ουσίας διαλύονται πλήρως σε 200 g νερού και προκύπτει διάλυμα όγκου 200 mL.

α. Ποια η μάζα του διαλύματος;

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

β. Ποια η πυκνότητα του διαλύματος;

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

γ. Ποια η % w/v του διαλύματος;

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

δ. Ποια η % w/w του διαλύματος;

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

ε. Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα, ώστε η περιεκτικότητά του να γίνει ίση με 10 % w/v;

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Απαντήσεις - Λύσεις

Κεφάλαιο 1

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Κεφάλαιο 1

1.1 γ

1.2 β

1.3 β

1.4 γ

1.5 δ

1.6 δ

1.7 γ

1.8 α

1.9 α

1.10 α

1.11 δ

1.12 β

1.13 δ

1.14 γ

1.15 β

1.16 δ

1.17 γ

1.18 Na, K, Mg, Ca, Ba, Fe, Zn, Cu, Ag, Al, C, N, F, Ne, Ar, He, Cl, Br, I, S, P.

1.19 $Z = 55$

1.20

Άτομο ή ιόν	Αριθμός p	Αριθμός n	Αριθμός e
$^{65}_{30}\mathrm{Zn}$	30	35	30
$^{14}_{7}\mathrm{N}^{3-}$	7	7	10
$^{88}_{38}\mathrm{Sr}^{2+}$	38	50	36

1.21 Υγρή.

1.22

$^{12}_{6}\mathrm{C}$	$^{23}_{11}\mathrm{Na}^{+}$	$^{15}\mathrm{N}$
$^{14}\mathrm{N}^{3-}$	$^{14}\mathrm{C}$	$^{23}_{11}\mathrm{Na}$
$^{16}_{8}\mathrm{O}$	$^{14}_{7}\mathrm{N}$	$^{12}_{6}\mathrm{C}^{4-}$

1.23 **α.** $Z = 13$ και $A = 27$
β. Και τα τρία.

1.24 Γ < Δ < Α < Β

1.25 **α.** αυξάνεται
β. αυξάνεται
γ. δε μεταβάλλεται
δ. αυξάνεται
ε. ελαττώνεται
ζ. ελαττώνεται

1.26 **α.** g, 40 g
β. 500 g, 200, 300
γ. 1000 g, 800 g, 200 g
δ. 20 % w/w

1.27 **α.** $\theta \leqslant 50\,^{\circ}\mathrm{C}$
β. Η μάζα του διαλύματος θα ελαττωθεί γιατί ελαττώνεται η διαλυτότητα και αποβάλλεται ίζημα $\mathrm{KNO_3}$.

1.28 **α.** 20 % w/w, 25 % w/w
β. 4 % w/w

1.29 **α.** 11,25 % w/w, 12,5 % w/v
β. 22,5 % w/w

1.30 **α.** 10 % w/w
β. 12 % w/v

1.31 **α.** 140 g
β. 60 g

1.32 γ

Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας

Κεφάλαιο 1

Φύλλο Εργασίας 1.1

Α.

Na	:	Νάτριο
Mg	:	Μαγνήσιο
N	:	Άζωτο
P	:	Φωσφόρος
C	:	Άνθρακας
Zn	:	Ψευδάργυρος
Cu	:	Χαλκός
O	:	Οξυγόνο
F	:	Φθόριο
He	:	Ήλιο
Li	:	Λίθιο

Β.

υδρογόνο	:	H
χλώριο	:	Cl
κάλιο	:	K
ασβέστιο	:	Ca
βάριο	:	Ba
σίδηρος	:	Fe
βρώμιο	:	Br
θείο	:	S
ιώδιο	:	I
μόλυβδος	:	Pb
άργυρος	:	Ag

Φύλλο Εργασίας 1.2

Α. $\rho = \dfrac{m}{V}, \quad \left(\dfrac{\text{g}}{\text{mL}}\right), \quad \left(\dfrac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$

Β. $H_2, N_2, O_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2$

Γ.
α. Λ
β. Σ
γ. Λ
δ. Λ

Φύλλο Εργασίας 1.3

Α.
α. Σ
β. Σ
γ. Σ
δ. Σ
ε. Λ

Β. **α.**

X	11	23	11	11	12
Y	17	37	17	17	20
Z	17	35	17	17	18

β. Τα Υ και Z γιατί έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό.

Γ. Συμφωνούμε. Η μάζα καθορίζεται κυρίως από τον μαζικό αριθμό.

Φύλλο Εργασίας 1.4

Α.
α. Σ
β. Σ
γ. Σ
δ. Λ
ε. Σ

Β. **α.**

Mg	12	24	12	12	12
Cl	17	35	17	17	18

β. Το Mg^{2+} έχει 12 πρωτόνια και 10 ηλεκτρόνια και το Cl^- έχει 17 πρωτόνια και 18 ηλεκτρόνια.

Φύλλο Εργασίας 1.5

Α. **α.** Λάθος, η περιεκτικότητα δεν εξαρτάται από την ποσότητα.

β. Σωστό, η ελάττωση της θερμοκρασίας προκαλεί ελάττωση της διαλυτότητας των στερεών στο νερό.

Β. **α.** Με αύξηση της θερμοκρασίας. Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της διαλυτότητας των στερεών στο νερό.

β. Με ελάττωση της θερμοκρασίας. Η ελάττωση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της διαλυτότητας των αερίων στο νερό.

Φύλλο Εργασίας 1.6

α. 250 g

β. 1,25 g/mL

γ. 25 % w/v

δ. 20 % w/w

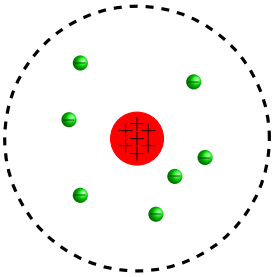
ε. 300 mL

Κεφάλαιο 2

Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων

2.1 Το ατομικό πρότυπο του Bohr

Στις αρχές του 20ού αιώνα (1911) ο Rutherford έδειξε ότι όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σε μία μικρή θετικά φορτισμένη περιοχή στο κέντρο του ατόμου (πυρήνας) ενώ τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται στο χώρο γύρω από τον πυρήνα όπως οι πλανήτες κινούνται γύρω απόν ήλιο.

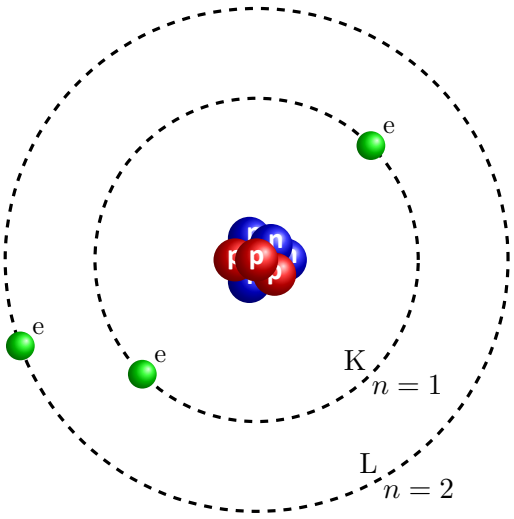


Το πρότυπο αυτό ήταν η αφετηρία για το ατομικό πρότυπο του Bohr και για το λόγο αυτό το ατομικό πρότυπο του Bohr αναφέρεται και ως πρότυπο Bohr-Rutherford.

Με την κβαντική θεωρία θα ασχοληθούμε στην Γ΄Λυκείου.

Οι σύγχρονες αντιλήψεις γύρω από το άτομο είναι βασισμένες στις αρχές της κβαντομηχανικής, μιας μηχανικής φτιαγμένης στα μέτρα του απειροελάχιστου κόσμου των ατόμων. Όμως, οι αντιλήψεις αυτές έχουν μία πολυπλοκότητα που δύσκολα καμιά φορά μπορεί να παρακολουθήσει ακόμα και ο ειδικός.

Μία πολύ απλή εικόνα σχετικά με το άτομο, ξεπερασμένη βέβαια σήμερα, μας έχει δώσει ο Δανός φυσικός Niels Bohr (1913), εμπνευσμένος από τη βαρύτητα και αξιοποιώντας τα πειραματικά δεδομένα του Rutherford (1911) για την ανακάλυψη του πυρήνα. Το ατομικό πρότυπο του Bohr αποτελεί μία μινιατούρα πλανητικού συστήματος. Το άτομο αποτελείται από τον πυρήνα, που περιέχει τα θετικά φορτισμένα πρωτόνια και τα ουδέτερα νετρόνια. Στον πυρήνα είναι πρακτικά συγκεντρωμένη η μάζα του ατόμου. Γύρω από τον πυρήνα και σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις κινούνται σε καθορισμένες (επιτρεπτές) κυκλικές τροχιές τα ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια που κινούνται στην ίδια «περίπου» απόσταση από τον πυρήνα λέμε ότι βρίσκονται στην ίδια στιβάδα ή φλοιό ή ενεργειακή στάθμη.



Οι διάφορες επιτρεπόμενες κυκλικές τροχιές του ηλεκτρονίου αντιστοιχούν σε έναν ακέραιο αριθμό n που παίρνει τις τιμές $n = 1, 2, 3$ κτλ. και λέγεται (κύ-

ριος) κβαντικός αριθμός. Η πιο κοντινή τροχιά στον πυρήνα χαρακτηρίζεται από $n = 1$, συμβολίζεται με το γράμμα K και διαθέτει τη χαμηλότερη ενέργεια. Οι επόμενες τροχιές (στιβάδες ή φλοιοί) χαρακτηρίζονται με $n = 2, 3, 4, 5, 6$ και 7 και συμβολίζονται, αντίστοιχα, με L, M, N, O, P και Q κτλ. Στις τροχιές αυτές τα ηλεκτρόνια διαθέτουν όλο και μεγαλύτερη ενέργεια:

$$E_{\mathrm{K}} < E_{\mathrm{L}} < E_{\mathrm{M}} < E_{\mathrm{N}} < E_{\mathrm{O}} \ \ldots$$

Τα άτομα των στοιχείων που είναι μέχρι τώρα γνωστά στοιχεία στη βασική τους κατάσταση (μικρότερης ενέργειας) χρησιμοποιούν για την «τακτοποίηση» των ηλεκτρονίων τους επτά το πολύ στιβάδες $(n = 1 - 7)$.

Η πιστοποίηση της ύπαρξης νετρονίων στον πυρήνα του ατόμου έγινε πολύ αργότερα (1932, James Chadwick, University of Cambridge).

Ένα ηλεκτρόνιο μπορεί να μεταπηδήσει σε στιβάδα μεγαλύτερης ενέργειας (πιο απομακρυσμένη από τον πυρήνα) αλλά για το σκοπό αυτό πρέπει να απορροφήσει ενέργεια ίση με τη διαφορά ενέργειας μεταξύ των δύο στιβάδων.

2.2 Κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες

Η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε το άτομο να διαθέτει την ελάχιστη ενέργεια και επομένως να είναι πιο σταθερό. Έτσι, πρώτα συμπληρώνεται η στιβάδα με τη μικρότερη ενέργεια (η στιβάδα K) και στη συνέχεια οι στιβάδες με τη μεγαλύτερη ενέργεια. Π.χ. το μοναδικό ηλεκτρόνιο του ατόμου του H είναι στη στιβάδα K, οπότε έχει δομή $\mathrm{K}(1)$, ενώ στο άτομο του ηλίου (He) που διαθέτει δύο ηλεκτρόνια η ηλεκτρονιακή δομή είναι $\mathrm{K}(2)$.

Σύμφωνα με νεότερες απόψεις περί της ηλεκτρονιακής δομής, οι στιβάδες αποτελούνται από υποστιβάδες και μάλιστα οι υποστιβάδες αυτές διαθέτουν διαφορετική ενέργεια.

Γενικά η κατανομή των ηλεκτρονίων ενός ατόμου σε στιβάδες ακολουθεί τους εξής κανόνες:

1. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να διαθέτει μία στιβάδα δίνεται από τον τύπο $2n^2$, όπου $n = 1, 2, 3, \ldots$. Έτσι, η πρώτη στιβάδα (K) διαθέτει το πολύ $2 \cdot 1^2 = 2$ ηλεκτρόνια, η δεύτερη στιβάδα (L) διαθέτει το πολύ $2 \cdot 2^2 = 8$ ηλεκτρόνια, η τρίτη στιβάδα (M) διαθέτει το πολύ $2 \cdot 3^2 = 18$ ηλεκτρόνια, ενώ η τέταρτη στιβάδα (N) συμπληρώνεται με $2 \cdot 4^2 = 32$ ηλεκτρόνια. Έτσι, το στοιχείο Ne $(Z = 10)$ έχει 2 e στη στιβάδα K και τα υπόλοιπα 8 e στη στιβάδα L, επομένως η δομή του είναι η εξής: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)$.
2. Η εξωτερική στιβάδα ενός ατόμου (η στιβάδα με τον μεγαλύτερο κύριο κβαντικό αριθμό) δεν μπορεί να έχει παραπάνω από 8 e. Έτσι, π.χ. το στοιχείο K $(Z = 19)$ δεν μπορεί να έχει δομή $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(9)$ (αν και η στιβάδα M μπορεί να έχει μέχρι και 18 e σύμφωνα με τον προηγούμενο κανόνα). Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του στοιχείου αυτού είναι: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)\,\mathrm{N}(1)$.
3. Η προτελευταία στιβάδα ενός ατόμου (η στιβάδα πριν την εξωτερική) δεν μπορεί να έχει παραπάνω από 18 e. Έτσι, π.χ. το στοιχείο Sb (αντιμόνιο, $Z = 51$) δεν μπορεί να έχει δομή $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(18)\,\mathrm{N}(23)$ (αν και η στιβάδα N μπορεί να έχει μέχρι και 32 e σύμφωνα με τον 1ο κανόνα). Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του στοιχείου αυτού είναι: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(18)\,\mathrm{N}(18)\,\mathrm{O}(5)$.

Η στιβάδα O θεωρητικά διαθέτει 50 e, όμως κανένα από τα γνωστά μέχρι σήμερα στοιχεία $(Z \leqslant 118)$ δεν διαθέτει τον απαραίτητο αριθμό ηλεκτρονίων, ώστε να συμπληρώνει τη στιβάδα αυτή (φυσικά και καμία από τις επόμενες στιβάδες).

Εφαρμογή 2.1

Να γραφούν οι ηλεκτρονιακές δομές των εξής ατόμων:

α. $_{20}\mathrm{Ca}$ **β.** $_{31}\mathrm{Ga}$ **γ.** $_{38}\mathrm{Sr}$ **δ.** $_{54}\mathrm{Xe}$ **ε.** $_{82}\mathrm{Pb}$

Λύση

α. $_{20}\mathrm{Ca}$: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)\,\mathrm{N}(2)$

β. $_{31}\mathrm{Ga}$: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(18)\,\mathrm{N}(3)$

γ. $_{38}\mathrm{Sr}$: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(18)\,\mathrm{N}(8)\,\mathrm{O}(2)$

δ. $_{54}\mathrm{Xe}$: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(18)\,\mathrm{N}(18)\,\mathrm{O}(8)$

Προσοχή! Η στιβάδα N δεν μπορεί να έχει 32 e, απλά γιατί στο άτομο του Xe δεν υπάρχουν τόσα πολλά ηλεκτρόνια, ώστε να συμπληρωθεί η στιβάδα αυτή. Στη στιβάδα N τοποθετούνται 18 e και όχι και τα 26 που έχουν απομείνει γιατί στην περίπτωση αυτή θα είναι εξωτερική στιβάδα επομένως δεν πρέπει να έχει πάνω από 8 e.

ε. $_{82}\mathrm{Pb}$: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(18)\,\mathrm{N}(32)\,\mathrm{O}(18)\,\mathrm{P}(4)$

Προσοχή! Η στιβάδα O δεν μπορεί να έχει 22 e, γιατί στην περίπτωση αυτή θα είναι εξωτερική στιβάδα. Έτσι, στη στιβάδα O τοποθετούνται 18 e και τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια στην επόμενη στιβάδα, την P.

Εφαρμογή 2.2

Να γραφούν οι ηλεκτρονιακές δομές των εξής ιόντων:

α. $_{20}\mathrm{Ca}^{2+}$ **β.** $_{16}\mathrm{S}^{2-}$

Λύση

α. Το άτομο του Ca διαθέτει 20 ηλεκτρόνια. Το ιόν όμως $_{20}\mathrm{Ca}^{2+}$ σχηματίζεται από το αντίστοιχο άτομο με αποβολή 2 e και επομένως διαθέτει 18 e. Άρα, η ηλεκτρονιακή του δομή θα είναι: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)$.

β. Το άτομο του S διαθέτει 16 ηλεκτρόνια. Το ιόν όμως $_{16}\mathrm{S}^{2-}$ σχηματίζεται από το αντίστοιχο άτομο με πρόσληψη 2 e και επομένως διαθέτει 18 e. Άρα, η ηλεκτρονιακή του δομή θα είναι: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)$ (λέμε ότι τα ιόντα $_{20}\mathrm{Ca}^{2+}$ και $_{16}\mathrm{S}^{2-}$ είναι ισοηλεκτρονιακά, καθώς διαθέτουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων).

Λυμένα Παραδείγματα

Παράδειγμα 2.1

Σύμφωνα με το ατομικό πρότυπο του Bohr, ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένες;

α. Τα ηλεκτρόνια της ίδιας στιβάδας έχουν την ίδια ενέργεια.
β. Η στιβάδα L μπορεί να περιέχει 10 ηλεκτρόνια.
γ. Η εξωτερική στιβάδα (εκτός της K) περιέχει το πολύ 8 ηλεκτρόνια.
δ. Η στιβάδα O περιέχει για τα γνωστά μέχρι σήμερα στοιχεία, βάσει του τύπου $2n^2$, 50 ηλεκτρόνια.
ε. Για τις στιβάδες K και L ισχύει $E_{\mathrm{K}} < E_{\mathrm{L}}$.

Λύση

α. Σωστή.
β. Λάθος. Η στιβάδα L διαθέτει το πολύ 8 ηλεκτρόνια και όχι 10.
γ. Σωστή.
δ. Λάθος. Η στιβάδα O θα μπορούσε θεωρητικά να διαθέτει 50 e, όμως κανένα από τα γνωστά μέχρι σήμερα στοιχεία δεν διαθέτει τον απαραίτητο αριθμό ηλεκτρονίων ώστε να συμπληρώνει τη στιβάδα αυτή.
ε. Σωστή.

Παράδειγμα 2.2

Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένες;

α. Η στιβάδα K αντιστοιχεί σε $n = 1$.
β. Η στιβάδα N αντιστοιχεί σε $n = 2$.
γ. Η στιβάδα L περιέχει το πολύ 8 ηλεκτρόνια.
δ. Το ανιόν ${}_{9}\mathrm{F}^{-}$ διαθέτει 8 ηλεκτρόνια στη στιβάδα L.
ε. Το κατιόν ${}_{12}\mathrm{Mg}^{2+}$ διαθέτει 2 ηλεκτρόνια στη στιβάδα M.

Λύση

α. Σωστή.
β. Λάθος. Η στιβάδα N αντιστοιχεί σε $n = 4$.
γ. Σωστή.
δ. Σωστή.
ε. Λάθος. Το κατιόν ${}_{12}\mathrm{Mg}^{2+}$ διαθέτει 10 ηλεκτρόνια και επομένως η ηλεκτρονιακή του δομή είναι: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)$.

Παράδειγμα 2.3

Δίνονται τα σωματίδια ${}^{31}_{19}\mathrm{K}$, ${}^{32}_{16}\mathrm{S}$, ${}^{31}_{15}\mathrm{P}$, P^{3-}, K^{+} και S^{2-}.

α. Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια διαθέτουν τα σωματίδια αυτά;
β. Ποια η κατανομή των ηλεκτρονίων τους σε στιβάδες;

Λύση

Τα αποτελέσματα οργανώνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

	p	n	e	K	L	M	N
$^{31}_{19}\mathrm{K}$	19	12	19	2	8	8	1
$^{32}_{16}\mathrm{S}$	16	16	16	2	8	6	–
$^{31}_{15}\mathrm{P}$	15	16	15	2	8	5	–
P^{3-}	15	16	18	2	8	8	–
K^{+}	19	12	18	2	8	8	–
S^{2-}	16	16	18	2	8	8	–

Παράδειγμα 2.4

Το άτομο του αρσενικού (As) έχει 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, η οποία έχει $n = 4$. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του As;

Λύση

Αφού το στοιχείο έχει 5 ηλεκτρόνια στην N $(n = 4)$ η ηλεκτρονιακή του δομή θα είναι: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(18)\,\mathrm{N}(5)$ και επομένως θα διαθέτει συνολικά 33 ηλεκτρόνια. Επειδή είναι ουδέτερο άτομο θα έχει και 33 πρωτόνια και άρα $Z = 33$.

Παράδειγμα 2.5

Πόσα στοιχεία διαθέτουν ηλεκτρόνια στη στιβάδα L χωρίς όμως να την συμπληρώνουν; Ποιες οι ηλεκτρονιακές δομές των στοιχείων αυτών;

Λύση

Η στιβάδα L διαθέτει το πολύ 8 ηλεκτρόνια. Επομένως, για να μην είναι συμπληρωμένη θα διαθέτει 7 το πολύ ηλεκτρόνια. Άρα τα στοιχεία αυτά θα είναι 7. Οι ηλεκτρονιακές τους δομές θα είναι διαδοχικά: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(1)$, $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(2)$, $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(3)$, $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(4)$, $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(5)$, $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(6)$ και $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(7)$.

Παράδειγμα 2.6

Το ανιόν ενός στοιχείου Α με $Z = 33$ έχει την ίδια ηλεκτρονιακή δομή με το άτομο του $_{36}\mathrm{Kr}$. Ποιο το φορτίο του ανιόντος;

Λύση

Το άτομο του $_{36}\mathrm{Kr}$ διαθέτει 36 ηλεκτρόνια, όπως και το ανιόν του στοιχείου Α. Δηλαδή το ανιόν έχει 3 ηλεκτρόνια παραπάνω από τα πρωτόνιά του και επομένως έχει φορτίο -3 (A^{3-}).

Παράδειγμα 2.7

Ποια η ηλεκτρονιακή δομή ενός ατόμου με μαζικό αριθμό $A = 40$ και στον πυρήνα του οποίου υπάρχουν 4 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια;

Λύση

Αν Z ο αριθμός των πρωτονίων και N ο αριθμός των νετρονίων του ατόμου θα ισχύουν:

$$Z + N = A = 40 \quad (1)$$

$$Z + 4 = N \quad (2)$$

Από τις εξισώσεις (1) και (2) προκύπτει: $N = 22$ και $Z = 18$.
Επομένως, η ηλεκτρονική δομή του ατόμου θα είναι: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)$.

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

2.1 Σε ποια από τα παρακάτω ζεύγη αντιστοιχεί η ίδια ηλεκτρονιακή δομή;

α. $_{11}Na^{+}$ και $_{9}F^{-}$ **β.** $_{8}O$ και $_{16}S$
γ. $_{12}Mg^{2+}$ και $_{9}F$ **δ.** $_{13}Al^{3+}$ και $_{11}Na$

2.2 Η εξωτερική στιβάδα οποιουδήποτε ατόμου είναι:

α. η Q.
β. αυτή που έχει 8 ηλεκτρόνια.
γ. από τις στιβάδες που έχουν ηλεκτρόνια, εκείνη η οποία αντιστοιχεί στη μέγιστη τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού n.
δ. αυτή που χαρακτηρίζεται από τη λιγότερη ενέργεια.

2.3 Ποιος ο ατομικός αριθμός ενός στοιχείου που διαθέτει μόνο δύο πλήρεις στιβάδες με ηλεκτρόνια;

α. 2 **β.** 8 **γ.** 10 **δ.** 18

2.4 Ποιος είναι ο μεγαλύτερος δυνατός ατομικός αριθμός ενός στοιχείου που διαθέτει τρεις μόνο στιβάδες με ηλεκτρόνια;

α. 10 **β.** 12 **γ.** 18 **δ.** 28

2.5 Να χαρακτηριστούν οι προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Η εξωτερική στιβάδα κάθε ατόμου περιλαμβάνει οχτώ ηλεκτρόνια.
β. Τα άτομα των στοιχείων $_{9}F$ και $_{17}Cl$ έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα.
γ. Τα άτομα των στοιχείων $_{11}Na$ και $_{18}Ar$ έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων με ηλεκτρόνια.
δ. Τα σωματίδια $_{15}P^{3-}$ και $_{19}K$ έχουν την ίδια ηλεκτρονιακή δομή.

2.6 Να αντιστοιχήσετε τα σωμάτια της στήλης (I) με την κατάλληλη ηλεκτρονιακή δομή της στήλης (II).

Στήλη I		**Στήλη II**	
1.	$_{13}Al^{3+}$	**α.**	K(2) L(8) M(18) N(3)
2.	$_{31}Ga$	**β.**	K(2) L(8)
3.	$_{8}O^{2-}$	**γ.**	K(2) L(8) M(18) N(8) O(1)
4.	$_{33}As$	**δ.**	K(2) L(8) M(18) N(5)
5.	$_{37}Rb$		

2.7 Το άτομο του σεληνίου (Se) έχει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, η οποία έχει $n = 4$. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του Se;

2.8 Να γραφούν οι ηλεκτρονιακές δομές των εξής ατόμων και ιόντων:

α. $_{13}Al$ **β.** $_{20}Ca$ **γ.** $_{34}Se$
δ. $_{50}Sn$ **ε.** $_{8}O^{2-}$ **ζ.** $_{17}Cl$
η. $_{38}Sr^{2+}$ **θ.** $_{51}Sb^{3-}$

2.9 Δίνονται τα σωμάτια:

α. $^{23}_{11}Na$ **β.** $^{24}_{12}Mg$ **γ.** $^{127}_{53}I$
δ. Na^{+} **ε.** Mg^{2+} **ζ.** I^{-}

i. Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια διαθέτουν τα σωμάτια αυτά;
ii. Ποια η κατανομή των ηλεκτρονίων τους σε στιβάδες;

2.10 Το κατιόν $_{38}Sr^{x+}$ έχει την ίδια ηλεκτρονιακή δομή με το άτομο του $_{36}Kr$. Ποια η τιμή του x;

2.11 Δίνεται το άτομο $^{32}_{16}S$. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο αυτό.

Υποατομικά σωματίδια			Στιβάδες		
p	n	e	K	L	M
16			2		

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

2.12 Δίνεται το άτομο του μαγνησίου: $^{24}_{12}Mg$. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο αυτό.

			Στιβάδες		
Z	n	e	K	L	M
		12			

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

2.13 Για το άτομο του καλίου δίνεται ότι $Z = 19$ και $A = 39$. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο αυτό.

Υποατομικά σωματίδια			Στιβάδες			
p	n	e	K	L	M	N
		19	2			1

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

2.14 Ποια η ηλεκτρονιακή δομή ενός ατόμου με μαζικό αριθμό $A = 133$ στον πυρήνα του οποίου υπάρχουν 23 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια;

Φύλλο Εργασίας 2.1

Ηλεκτρονιακή δομή (Ι)

Α. Ποιες από τις επόμενες ηλεκτρονιακές δομές, στη θεμελιώδη κατάσταση, είναι λανθασμένες;

α. $_{6}C$: K(2) L(4)
β. $_{11}Na$: K(2) L(7) M(2)
γ. $_{3}Li$: K(1) L(2)
δ. $_{17}Cl$: K(2) L(8) M(6) N(1)

Για όσες ηλεκτρονιακές δομές είναι λανθασμένες να γραφούν οι σωστές ηλεκτρονιακές δομές.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Β. Δίνεται το άτομο του ασβεστίου, $^{40}_{20}Ca$. Για το άτομο αυτό να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί:

	Στιβάδες			
νετρόνια	K	L	M	N
				2

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Το στοιχείο Χ έχει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα που είναι η στιβάδα Μ. Να υπολογιστεί ο ατομικός αριθμός του στοιχείου Χ.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 2.2

Ηλεκτρονιακή δομή (ΙΙ)

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να χαρακτηρίσετε την παρακάτω πρόταση ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ):
«Για τις ενέργειες E_{M} και E_{L} των στιβάδων M και L αντίστοιχα, ισχύει ότι $E_{\mathrm{M}} < E_{\mathrm{L}}$ ».

.....

.....

.....

.....

.....

Β. **i.** Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να πάρει κάθε μία από τις στιβάδες: K, L, M, N.

.....

.....

.....

.....

.....

ii. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να πάρει κάθε μία από τις στιβάδες: K, L, M, N αν αυτή είναι η τελευταία στιβάδα ενός ατόμου;

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Να γραφούν οι ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων:

α. $_{11}\mathrm{Na}$ **β.** $_{19}\mathrm{K}$ **γ.** $_{33}\mathrm{As}$ **δ.** $_{54}\mathrm{Xe}$ **ε.** $_{82}\mathrm{Pb}$

.....

.....

.....

.....

.....

Απαντήσεις - Λύσεις

Κεφάλαιο 2

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Κεφάλαιο 2

2.1 α

2.2 γ

2.3 γ

2.4 γ

2.5 **α.** Λ
β. Σ
γ. Σ
δ. Λ

2.6 1 – β
2 – α
3 – β
4 – δ
5 – γ

2.7 34

2.8 **α.** $_{13}Al$ K(2) L(8) M(3)
β. $_{20}Ca$ K(2) L(8) M(8) N(2)
γ. $_{34}Se$ K(2) L(8) M(18) N(6)
δ. $_{50}Sn$ K(2) L(8) M(18) N(18) O(4)
ε. $_{8}O^{2-}$ K(2) L(8)
ζ. $_{17}Cl$ K(2) L(8) M(7)
η. $_{38}Sr^{2+}$ K(2) L(8) M(18) N(8)
θ. $_{51}Sb^{3-}$ K(2) L(8) M(18) N(18) O(8)

2.9 **i.**

	p	n	e
$^{23}_{11}Na$	11	12	11
$^{24}_{12}Mg$	12	12	12
$^{127}_{53}I$	53	74	53
Na^{+}	11	12	10
Mg^{2+}	12	12	10
I^{-}	53	74	54

ii.

	K	L	M	N	O
$^{23}_{11}Na$	2	8	1	–	–
$^{24}_{12}Mg$	2	8	2	–	–
$^{127}_{53}I$	2	8	18	18	7
Na^{+}	2	8	–	–	–
Mg^{2+}	2	8	–	–	–
I^{-}	2	8	18	18	8

2.10 2

2.11

Υποατομικά σωματίδια			Στιβάδες		
p	n	e	K	L	M
16	16	16	2	8	8

2.12

			Στιβάδες		
Z	n	e	K	L	M
12	12	12	2	8	2

2.13

Υποατομικά σωματίδια			Στιβάδες			
p	n	e	K	L	M	N
19	20	19	2	8	8	1

2.14 K(2) L(8) M(18) N(18) O(8) P(1)

Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας

Κεφάλαιο 2

Φύλλο Εργασίας 2.1

Α. **α.** Σωστή.
β. Λάθος. K(2) L(8) M(1)
γ. Λάθος. K(2) L(1)
δ. Λάθος. K(2) L(8) M(7)

Β.

	Στιβάδες			
νετρόνια	K	L	M	N
20	2	8	8	2

Γ. 16

Φύλλο Εργασίας 2.2

Α. Λάθος. Ισχύει ότι $E_{\mathrm{M}} > E_{\mathrm{L}}$.

Β. **i.** 2, 8, 18, 32
ii. 2, 8, 8, 8.

Γ. **α.** $_{11}$Na K(2) L(8) M(1)
β. $_{19}$K K(2) L(8) M(8) N(1)
γ. $_{33}$As K(2) L(8) M(18) N(3)
δ. $_{54}$Xe K(2) L(8)K(2) L(8) M(18) N(18) O(8)
ε. $_{82}$Pb K(2) L(8) M(18) N(32) O(18) P(4)

Κεφάλαιο 3

Περιοδικός πίνακας των στοιχείων

3.1 Γενικά





Τον 19ο αιώνα ο Ρώσος χημικός Dmitri Mendeleev συνδύασε τις ιδιότητες των 63 μέχρι τότε γνωστών στοιχείων με βάση την ατομική τους μάζα. Παρατήρησε ότι, ταξινομώντας τα στοιχεία από το ελαφρύτερο προς το βαρύτερο, εμφανίζονται περιοδικά στοιχεία με παρόμοιες ιδιότητες. Έτσι, π.χ. μετά τα στοιχεία Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, τα επόμενα στοιχεία: Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl και Ar έχουν παρόμοιες ιδιότητες με τα προηγούμενα (το Li με το Na, το Be με το Mg κτλ.

Ο Mendeleev κατασκεύασε το 1869 μία ορθογώνια διάταξη των στοιχείων που μοιάζει αρκετά με τον σύγχρονο περιοδικό πίνακα τοποθετώντας τα στοιχεία με ανάλογες ιδιότητες σε κατακόρυφες στήλες. Μάλιστα, είχε την προνοητικότητα να αφήσει **κενές θέσεις** προβλέποντας την ύπαρξη στοιχείων που δεν είχαν ακόμα ανακαλυφθεί, για να επιβεβαιωθεί πανηγυρικά τα επόμενα χρόνια. Επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις έκανε κάποιες αλλαγές στη σειρά ταξινόμησης ώστε να εξασφαλίσει ότι στις στήλες του πίνακα ήταν τοποθετημένα τα στοιχεία με ανάλογες ιδιότητες. Οι αλλαγές αυτές είναι γνωστές με το όνομα **αναστροφές** ή πρωθύστερα. Έτσι, π.χ. αν και το I (ιώδιο) έχει μικρότερη ατομική μάζα από το Te (τελλούριο) τοποθέτησε το I μετά το Te ώστε να είναι στην ίδια στήλη με τα υπόλοιπα αλογόνα (F, Cl, Br) με τα οποία το ιώδιο παρουσιάζει ανάλογες ιδιότητες (βλ. περιοδικό πίνακα).

Αργότερα (το 1913), ο Moseley ταξινόμησε τα στοιχεία με βάση τον ατομικό τους αριθμό και οι αναστροφές που «αναγκάστηκε» να κάνει ο Mendeleev δεν εμφανίστηκαν. Έτσι, ο νόμος της περιοδικότητας, διατυπώνεται πλέον ως εξής:

«Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού (Z)».

Με βάση την κατασκευή του περιοδικού πίνακα (Π.Π.) στοιχεία που εμφανίζουν παρόμοιες ιδιότητες τοποθετούνται σε κάθετες στήλες, τις **ομάδες**. Η αρίθμηση των ομάδων με την κλασσική αρίθμηση ταξινομεί τα στοιχεία σε κύριες ομάδες (ή τύπου Α) που αντιστοιχούν στις 2 πρώτες στήλες και στις 6 τελευταίες και είναι οι εξής: IA, IIA, IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA και VIIIA. Οι ενδιάμεσες ομάδες του πίνακα λέγονται δευτερεύουσες (ή τύπου Β) και είναι κατά σειρά οι εξής: IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, VIIIB (η ομάδα VIIIB αποτελείται από τριάδες στοιχείων

που αρχικά είχε θεωρηθεί ότι διέθεταν παρόμοιες ιδιότητες), ΙΒ και ΙΙΒ. Σύμφωνα με την νέα αρίθμηση οι ομάδες αριθμούνται από $1-18$ με την VIIIB ομάδα να «διασπάται» σε 3 ομάδες: την 8η, την 9η και τη 10η. Από τις πιο γνωστές ομάδες του Π.Π. ξεχωρίζουμε την 1η, (αλκάλια, εκτός του Η), τη 2η (αλκαλικές γαίες), την 17η (αλογόνα) και την 18η (ευγενή αέρια). Τα στοιχεία που περιλαμβάνονται στις ομάδες από $3-12$ (IIIB-VIIIB, IB, IIB) ονομάζονται **στοιχεία μετάπτωσης** ή μεταβατικά στοιχεία. Οι ομάδες που περιλαμβάνουν τα στοιχεία μετάπτωσης είναι οι δευτερεύουσες ομάδες.

Οι οριζόντιες σειρές του περιοδικού πίνακα ονομάζονται **περίοδοι**. Η πρώτη περίοδος περιλαμβάνει δύο μόνο στοιχεία (το ${}_1$H και το ${}_2$He), οι δύο επόμενες περίοδοι από 8 στοιχεία, η 4η και η 5η από 18 στοιχεία, ενώ η 6η και η 7η από 32 στοιχεία (στις περιόδους αυτές λογαριάζονται και οι λανθανίδες και οι ακτινίδες, αντίστοιχα). Η 7η και τελευταία περίοδος περιλαμβάνει μέχρι και το στοιχείο με $Z = 118$.

Το λανθάνιο με $Z = 57$ και τα στοιχεία με $Z = 58$ - 71 που έχουν παρόμοιες ιδιότητες με το ${}_{57}$La δεν τοποθετούνται στο κύριο πίνακα, αλλά κάτω από αυτόν σε παράρτημα. Τα στοιχεία αυτά ονομάζονται **λανθανίδες** ή σπάνιες γαίες. Κατ' αναλογία, το ακτίνιο και τα στοιχεία με $Z = 90$ - 103 που έχουν παρόμοιες ιδιότητες με το ${}_{89}$Ac τοποθετούνται σε μια σειρά κάτω από τις λανθανίδες και ονομάζονται ακτινίδες. Οι λανθανίδες και οι ακτινίδες ονομάζονται από κοινού εσωμεταβατικά στοιχεία.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται ο περιοδικός πίνακας των στοιχείων σύμφωνα με τη διάταξη που υιοθετεί η IUPAC (για ιστορικούς λόγους προσθέσαμε και την παλαιά αρίθμηση των ομάδων).

	IA 1	IIA 2											IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	VIIIA 18
1	1 H		Στοιχεία Μετάπτωσης															2 He
2	3 Li	4 Be	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57-71	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89-103	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

Λανθανίδες	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
Ακτινίδες	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Ο σύγχρονος περιοδικός πίνακας της IUPAC σε μορφή pdf μπορεί να ληφθεί από την ιστοσελίδα:
https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements



Στην «ιστορική» μορφή του Π.Π το ${}_{57}$La είναι στην 3η ομάδα και στην 6η περίοδο και ακριβώς από κάτω στην 7η περίοδο είναι το ${}_{89}$Ac. Τα στοιχεία $58-71$ αναφέρονται ως λανθανίδες ενώ τα στοιχεία $90-103$ ως ακτινίδες και βρίσκονται ακριβώς κάτω από τον κύριο περιοδικό πίνακα. Με βάση νεότερες ανακαλύψεις υπάρχουν σημαντικές εναλλακτικές για τον Π.Π. δύο από τις οποίες είναι και οι εξής:
α. Το ${}_{71}$Lu στη θέση 57 και το στοιχείο ${}_{103}$Lr στο τετράγωνο 89. Στο παράρτημα του Π.Π είναι τα στοιχεία $57-70$ (λανθανίδες) και $89-102$ (ακτινίδες).
β. Τα τετράγωνα 57 και 89 μένουν κενά και σε αυτά αναφέρονται απλά οι ατομικοί αριθμοί $57-71$ και $89-103$ και τα στοιχεία αναφέρονται αναλυτικά στο παράρτημα του Π.Π. ως λανθανοειδή και ακτινοειδή. Αφού δεν φαίνεται προς το παρόν (Ιούνιος 2018) να βρίσκεται μία κοινά αποδεκτή λύση, υιοθετείται η μορφή του περιοδικού πίνακα της IUPAC (μορφή β με μόνη ιδιαιτερότητα τα στοιχεία $57-71$ να αναφέρονται ως λανθανίδες και τα στοιχεία $89-103$ ως ακτινίδες (αντί για λανθανοειδή και ακτινοειδή που αναφέρονται στον περιοδικό πίνακα της IUPAC).

3.2 Ηλεκτρονιακές δομές και Π.Π.

Όλα τα στοιχεία της ίδιας ομάδας του Π.Π. έχουν την ίδια δομή στην εξωτερική στιβάδα και αυτό εξηγεί γιατί τα στοιχεία της ίδιας ομάδας έχουν παρόμοιες ιδιότητες (οι ιδιότητες των στοιχείων εκδηλώνονται μέσω κυρίως των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας, που λέγεται και στιβάδα σθένους). Η μόνη διαφορά είναι ότι οι εξωτερικές στιβάδες αντιστοιχούν σε όλο και μεγαλύτερες τιμές του κύριου κβαντικού αριθμού n. Ας δούμε για παράδειγμα τις ηλεκτρονιακές δομές της 2ης (ΙΙΑ) και της 13ης (ΙΙΙΑ) του Π.Π.:

2η (ΙΙΑ) ομάδα

$_{4}$Be : K(2) L(2)
$_{12}$Mg : K(2) L(8) M(2)
$_{20}$Ca : K(2) L(8) M(8) N(2)
$_{38}$Sr : K(2) L(8) M(18) N(8) O(2)
$_{56}$Ba : K(2) L(8) M(18) N(18) O(8) P(2)
$_{88}$Ra : K(2) L(8) M(18) N(32) O(18) P(8) Q(2)

13η (ΙΙΙΑ) ομάδα

$_{5}$B : K(2) L(3)
$_{13}$Al : K(2) L(8) M(3)
$_{31}$Ga : K(2) L(8) M(18) N(3)
$_{49}$In : K(2) L(8) M(18) N(18) O(3)
$_{81}$Tl : K(2) L(8) M(18) N(32) O(18) P(3)



Ισπανικό γραμματόσημο με τον περιοδικό πίνακα.

Κάθε περίοδος αρχίζει με μια νέα στιβάδα, της οποίας ο κύριος κβαντικός αριθμός της είναι ίσος με τον αριθμό της περιόδου. Π.χ. το $_{18}$Ar είναι το τελευταίο στοιχείο της 3ης περιόδου με δομή: K(2) L(8) M(8). Το επόμενο στοιχείο ανήκει στην 4η περίοδο και είναι το $_{19}$K: K(2) L(8) M(8) N(1). Παρατηρούμε ότι το 19^{ο} ηλεκτρόνιο εισέρχεται στη στιβάδα N ($n = 4$). Γενικά, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

Ο αριθμός των στιβάδων που έχουν χρησιμοποιηθεί στην ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου ενός στοιχείου καθορίζει τον αριθμό της περιόδου στην οποία ανήκει το στοιχείο.

Πρακτικά η περίοδος προκύπτει από το μεγαλύτερο κύριο κβαντικό αριθμό της ηλεκτρονιακής δομής.
Έτσι, π.χ. το $_{88}$Ra με δομή K(2) L(8) M(18) N(32) O(18) P(8) Q(2) ανήκει στην 7η περίοδο, ενώ το $_{49}$In με δομή K(2) L(8) M(18) N(18) O(3) ανήκει στην 5η περίοδο.

Σύμφωνα με την κλασσική αρίθμηση και μόνο για τις κύριες ομάδες του Π.Π., ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας (ηλεκτρόνια σθένους) καθορίζει τον αριθμό της ομάδας που ανήκει το στοιχείο.
Π.χ. ο $_{15}$P με δομή K(2) L(8) M(5) διαθέτει 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και επομένως ανήκει στην VA ή 15η ομάδα (και στην 3η περίοδο).

Λυμένα Παραδείγματα

Παράδειγμα 3.1

Σε ποια περίοδο ανήκει το στοιχείο το άτομο του οποίου έχει ηλεκτρονιακή δομή: K(2) L(8) M(18) N(3);

α. στην 3η **β.** στην 4η **γ.** στην 5η **δ.** στην 6η

Λύση

Ο αριθμός της περιόδου που ανήκει ένα στοιχείο προκύπτει από τον αριθμό των στιβάδων που έχουν χρησιμοποιηθεί στην ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του στοιχείου. Για το παραπάνω άτομο έχουν χρησιμοποιηθεί 4 στιβάδες και άρα το στοιχείο ανήκει στην 4η περίοδο (σωστή επιλογή η β).

Παράδειγμα 3.2

Τα στοιχεία που έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα τρία ηλεκτρόνια σε ποια από τις παρακάτω ομάδες του περιοδικού πίνακα ανήκουν;

α. στην IIB **β.** στην IIIA **γ.** στην VA **δ.** στην VIIA

Λύση

Για τα στοιχεία που ανήκουν στις κύριες ομάδες του Π.Π. ο αριθμός των ηλεκτρονίων σθένους καθορίζει και τον αριθμό της ομάδας (με την παλιά αρίθμηση). Έτσι, στοιχείο με τρία ηλεκτρόνια σθένους ανήκει στην IIIA ομάδα (ή 13η) του Π.Π. (σωστή επιλογή η β).

Παράδειγμα 3.3

Το μαγνήσιο (Mg) βρίσκεται στην 3η περίοδο του περιοδικού πίνακα, ενώ το ιόν αυτού Mg^{2+} έχει δομή ευγενούς αερίου. Με βάση αυτά τα δεδομένα προκύπτει για το Mg ότι:

α. έχει ατομικό αριθμό 8 και βρίσκεται στην VIA ομάδα
β. έχει ατομικό αριθμό 12 και βρίσκεται στην IVA ομάδα
γ. έχει ατομικό αριθμό 16 και βρίσκεται στην VIA ομάδα
δ. έχει ατομικό αριθμό 12 και βρίσκεται στην IIA ομάδα

Λύση

Το Mg αποβάλλοντας 2 ηλεκτρόνια αποκτά τη δομή ευγενούς αερίου της 2ης περιόδου, δηλαδή δομή K(2) L(8). Επομένως, το άτομο του Mg έχει δομή: K(2) L(8) M(2), δηλαδή διαθέτει 12 ηλεκτρόνια και επομένως $Z = 12$ (σωστή επιλογή η δ).

Παράδειγμα 3.4

Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του στοιχείου που βρίσκεται:

α. στη 2η περίοδο και στην VIA ομάδα

β. στην 3η περίοδο και στην VIIA ομάδα του περιοδικού πίνακα.

Λύση

α. Το στοιχείο που ανήκει στη 2η περίοδο και στην VIA ομάδα θα διαθέτει δύο στιβάδες εκ των οποίων η εξωτερική θα έχει 6 ηλεκτρόνια. Επομένως η δομή του στοιχείου θα είναι: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(6)$ και άρα $Z = 8$.

β. Το στοιχείο που ανήκει στην 3η περίοδο και στην VIIA ομάδα θα διαθέτει τρεις στιβάδες εκ των οποίων η εξωτερική θα έχει 7 ηλεκτρόνια. Επομένως η δομή του στοιχείου θα είναι: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(7)$ και άρα $Z = 17$.

Παράδειγμα 3.5

Ποια από τα στοιχεία που ακολουθούν ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π. και ποια στην ίδια περίοδο; ${}_{7}\mathrm{N}$, ${}_{9}\mathrm{F}$, ${}_{11}\mathrm{Na}$, ${}_{15}\mathrm{P}$, ${}_{17}\mathrm{Cl}$ και ${}_{19}\mathrm{K}$.

Λύση

${}_{7}\mathrm{N}$:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(5)$	(2η περίοδος, VA ή 15η ομάδα)
${}_{9}\mathrm{F}$:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(7)$	(2η περίοδος, VIIA ή 17η ομάδα)
${}_{11}\mathrm{Na}$:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(1)$	(3η περίοδος, IA ή 1η ομάδα)
${}_{15}\mathrm{P}$:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(5)$	(3η περίοδος, VA ή 15η ομάδα)
${}_{17}\mathrm{Cl}$:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(7)$	(3η περίοδος, VIIA ή 17η ομάδα)
${}_{19}\mathrm{K}$:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)\,\mathrm{N}(1)$	(4η περίοδος, IA ή 1η ομάδα)

Επομένως, στην ίδια ομάδα ανήκουν τα στοιχεία N, P (15η ομάδα), F, Cl (17η ομάδα) και Na, K (1η ομάδα). Στην ίδια περίοδο ανήκουν τα στοιχεία N, F (2η περίοδος) και Na, P, Cl (3η περίοδος).

Παράδειγμα 3.6

Δίνονται δύο ζεύγη στοιχείων:

α. ${}_{7}\mathrm{N}$ και ${}_{15}\mathrm{P}$ **β.** ${}_{4}\mathrm{Be}$ και ${}_{7}\mathrm{N}$

Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο;

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

Για να ανήκουν στην ίδια περίοδο του Π.Π. τα στοιχεία θα πρέπει να έχουν ηλεκτρόνια στον ίδιο αριθμό στιβάδων. Γράφουμε τις ηλεκτρονιακές δομές των 3 στοιχείων:

${}_{7}\mathrm{N}$:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(5)$	(2η περίοδος)
${}_{15}\mathrm{P}$:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(5)$	(3η περίοδος)
${}_{4}\mathrm{Be}$:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(2)$	(2η περίοδος)

Επομένως, στην ίδια περίοδο (2η) ανήκουν τα στοιχεία N και Be.

Παράδειγμα 3.7

Δίνονται δύο ζεύγη στοιχείων:

α. ${}_{18}\mathrm{Ar}$ και ${}_{13}\mathrm{Al}$ **β.** ${}_{18}\mathrm{Ar}$ και ${}_{2}\mathrm{He}$

Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία έχουν παρόμοιες (ανάλογες) χημικές ιδιότητες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

Για να έχουν δύο στοιχεία παρόμοιες χημικές ιδιότητες θα πρέπει να ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π. Γράφουμε τις ηλεκτρονιακές δομές των 3 στοιχείων:

${}_{18}\mathrm{Ar}$: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)$ (18η ομάδα)
${}_{13}\mathrm{Al}$: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(3)$ (13η ομάδα)
${}_{2}\mathrm{He}$: $\mathrm{K}(2)$ (18η ομάδα: Το 1ο ευγενές αέριο)

Επομένως, ανάλογες χημικές ιδιότητες έχουν τα δύο ευγενή αέρια, το Ar και το He.

Παράδειγμα 3.8

Οι πληροφορίες που ακολουθούν αφορούν στα στοιχεία Χ και Ψ. Το ιόν X^{2-} έχει 10 ηλεκτρόνια. Το στοιχείο Ψ βρίσκεται στην 3η περίοδο και στην 2η (ΙΙΑ) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Να υπολογίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων Χ και Ψ.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

Εφόσον το ιόν X^{2-} έχει 10 ηλεκτρόνια, το άτομο Χ διαθέτει 8 ηλεκτρόνια και επομένως 8 πρωτόνια $(Z = 8)$. Το Ψ θα έχει ηλεκτρονιακή δομή: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(2)$ και επομένως $Z = 12$.

Παράδειγμα 3.9

Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή και τους ατομικούς αριθμούς,

α. του τρίτου ευγενούς αερίου,
β. της δεύτερης αλκαλικής γαίας,
γ. του τρίτου αλκαλίου και
δ. του τρίτου αλογόνου.

Λύση

α. Το τρίτο ευγενές αέριο ανήκει στην VIIIA (18η) ομάδα και στην 3η περίοδο του Π.Π. και επομένως έχει δομή: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)$ $(Z = 18)$.
β. Η δεύτερη αλκαλική γαία ανήκει στη ΙΙΑ (2η) ομάδα του Π.Π. και στην 3η περίοδο (στην 1η περίοδο δεν υπάρχει αλκαλική γαία) και επομένως έχει δομή: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(2)$ $(Z = 12)$.

γ. Το τρίτο αλκάλιο ανήκει στη ΙΑ (1η) ομάδα του Π.Π. και στην 4η περίοδο (στην 1η περίοδο και στην 1η ομάδα είναι το Η που δεν ανήκει στα αλκάλια) και επομένως έχει δομή: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)\,\mathrm{N}(1)$ $(Z = 19)$.

δ. Το τρίτο αλογόνο ανήκει στην VIIΑ (17η) ομάδα του Π.Π. και στην 4η περίοδο (στην 1η περίοδο δεν υπάρχει αλογόνο) και επομένως έχει δομή: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(18)\,\mathrm{N}(7)$ $(Z = 35)$.

Παράδειγμα 3.10

Ποια από τα στοιχεία Α, Β, Γ, Δ και Ε με αντίστοιχους ατομικούς αριθμούς $8, 12, 16, 20$ και 38 έχουν παρόμοιες ιδιότητες;

Λύση

Για να έχουν παρόμοιες ιδιότητες θα πρέπει να ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π.

$Z = 8$	:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(6)$	(VIA ή 16η ομάδα)
$Z = 12$	:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(2)$	(IIA ή 2η ομάδα)
$Z = 16$	:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(6)$	(VIA ή 16η ομάδα)
$Z = 20$	:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)\,\mathrm{N}(2)$	(IIA ή 2η ομάδα)
$Z = 38$	:	$\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(18)\,\mathrm{N}(8)\,\mathrm{O}(2)$	(IIA ή 2η ομάδα)

Επομένως, στις ίδιες ομάδες ανήκουν τα στοιχεία με $Z = 8$ και 16 (16η ομάδα) και τα στοιχεία με $Z = 12, 20$ και 38 (2η ομάδα).

Παράδειγμα 3.11

Το κατιόν X^{2+} και το ανιόν Ψ^{3-} έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το ευγενές αέριο ${}_{18}\mathrm{Ar}$.

α. Ποιες οι ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων των Χ και Ψ;

β. Σε ποιες ομάδες και σε ποιες περιόδους ανήκουν τα στοιχεία Χ και Ψ;

Λύση

α. Το κατιόν X^{2+} διαθέτει 18 ηλεκτρόνια και προκύπτει από το άτομο Χ με αποβολή 2 ηλεκτρονίων. Επομένως το άτομο Χ διαθέτει 20 ηλεκτρόνια και έχει δομή: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(8)\,\mathrm{N}(2)$. Το ανιόν Ψ^{3-} διαθέτει 18 ηλεκτρόνια και προκύπτει από το άτομο Ψ με πρόσληψη 3 ηλεκτρονίων. Επομένως το άτομο Ψ διαθέτει 15 ηλεκτρόνια και έχει δομή: $\mathrm{K}(2)\,\mathrm{L}(8)\,\mathrm{M}(5)$.

β. Από τις ηλεκτρονιακές δομές των Χ και Ψ καταλαβαίνουμε ότι το Χ ανήκει στη ΙΙΑ (2η ομάδα) και στην 4η περίοδο ενώ το Ψ ανήκει στην VA (15η ομάδα) ομάδα και στην 3η περίοδο.

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

3.1 Ο σύγχρονος περιοδικός νόμος συσχετίζει τις ιδιότητες των στοιχείων με:

α. την ατομική τους μάζα
β. το μαζικό τους αριθμό
γ. τον ατομικό τους αριθμό
δ. τίποτε από τα προηγούμενα

3.2 Η ομάδα του Π.Π. που περιέχει στοιχεία, των οποίων τα άτομα έχουν 4 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα είναι:

α. η 2η (IIA) **β.** η 4η (IVA)
γ. η 8η (VIIIB) **δ.** η 14η (IVA)

3.3 Τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα που βρίσκονται κατά μήκος της ίδιας κατακόρυφης στήλης του έχουν:

α. παρόμοιες ιδιότητες.
β. παραπλήσιο ατομικό αριθμό.
γ. τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονιακών στιβάδων.
δ. το ίδιο μέγεθος.

3.4 Τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα που βρίσκονται κατά μήκος μιας οριζόντιας σειράς έχουν:

α. τις ίδιες ιδιότητες.
β. τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα.
γ. τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονιακών στιβάδων.
δ. την ίδια ατομική ακτίνα.
ε. τον ίδιο μαζικό αριθμό.

3.5 Ποια από τις παρακάτω προτάσεις που αναφέρεται στον σύγχρονο Π.Π. είναι λανθασμένη;

α. Τα στοιχεία της 3ης περιόδου είναι συνολικά οχτώ.
β. Τα στοιχεία μετάπτωσης βρίσκονται όλα στην ίδια περίοδο.
γ. Τα στοιχεία της 1ης (IA) ομάδας εκτός του H αναφέρονται ως αλκάλια.
δ. Τα στοιχεία της 2ης (IIA) ομάδας έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα δύο ηλεκτρόνια.

3.6 Αν τα ιόντα Ca^{2+} και S^{2-} έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το ευγενές αέριο Ar $(Z = 18)$, τότε τα στοιχεία Ca και S βρίσκονται:

α. στην ίδια περίοδο και σε διαφορετική ομάδα του Π.Π.
β. στην ίδια ομάδα και σε διαφορετική περίοδο.
γ. σε διαφορετική ομάδα και σε διαφορετική περίοδο.
δ. στην ίδια ομάδα και στην ίδια περίοδο του Π.Π.

3.7 Ο περιοδικός πίνακας των στοιχείων είναι χρήσιμος:

α. για την ανακάλυψη νέων στοιχείων.
β. για τη μελέτη των ιδιοτήτων των στοιχείων.
γ. για τη δυνατότητα πρόβλεψης της συμπεριφοράς ενός στοιχείου.
δ. Όλα τα προηγούμενα.

3.8 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή όχι (Λ).

α. Η πρώτη περίοδος περιλαμβάνει το υδρογόνο και τα αλκάλια.
β. Τα στοιχεία της ίδιας περιόδου έχουν όλα τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα.
γ. Η τρίτη περίοδος περιλαμβάνει 18 στοιχεία.
δ. Τα στοιχεία της 17ης (VIIA) ομάδας είναι όλα αμέταλλα και περιέχουν 7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα.
ε. Όλα τα ευγενή αέρια περιέχουν οχτώ ηλεκτρόνια στη στιβάδα σθένους.
ζ. Τα στοιχεία της τρίτης περιόδου του Π.Π. έχουν ατομικούς αριθμούς από 11 μέχρι 18.
η. Κάθε στοιχείο της 14ης (IVA) ομάδας του Π.Π. έχει μεγαλύτερο ατομικό αριθμό από όλα τα στοιχεία της 13ης (IIIA) ομάδας.
θ. Μεταξύ δύο στοιχείων της ίδιας ομάδας του Π.Π. μεγαλύτερο ατομικό αριθμό έχει το στοιχείο που ανήκει σε περίοδο μεγαλύτερης τάξης.

3.9 Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α. Σύμφωνα με τον σύγχρονο περιοδικό νόμο οι ιδιότητες των στοιχείων είναι ..... συνάρτηση του ..... τους ..... .
β. Το στοιχείο $_{34}$Se έχει .... ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και επομένως ανήκει στην ..... ομάδα του περιοδικού πίνακα.

γ. Το $_{17}$Cl και το $_{35}$Br έχουν παρόμοιες μεθόδους παρασκευής και παρόμοιες χημικές ιδιότητες γιατί ανήκουν στην . . . . . του περιοδικού πίνακα, δηλαδή στην . . . . . ομάδα ή 17η ομάδα.

δ. Το $_{11}$Na και το $_{17}$Cl ανήκουν στην . . . . . του Π.Π.

ε. Η 2η περίοδος του Π.Π. περιλαμβάνει συνολικά . . . . στοιχεία με ατομικούς αριθμούς από . . . . μέχρι . . . . .

ζ. Το τελευταίο στοιχείο της 2ης περιόδου έχει ατομικό αριθμό Z = ... και ανήκει στην . . . . . ομάδα του Π.Π. στην οποία βρίσκονται όλα τα . . . . . .

η. Τα στοιχεία που έχουν συμπληρωμένη τη στιβάδα σθένους με . . . . ηλεκτρόνια ονομάζονται . . . . . ανήκουν δε στην . . . . . ομάδα του Π.Π.

3.10 Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί:

Στοιχείο	K	L	M	N	O	ομάδα	περίοδος
H	1	–	–	–	–		
Ca	2	8	8	2	–		
Br	2	8	18		–	VIIA	
O	2		–	–	–	VIA	2
Na	2	8		–	–	IA	

3.11 Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α. Ένα στοιχείο που βρίσκεται στην 5η περίοδο έχει τα ηλεκτρόνιά του κατανεμημένα σε . . . . . .

β. Ένα στοιχείο που βρίσκεται στην VIIA ομάδα περιέχει . . . . . στην . . . . . στιβάδα.

3.12 Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του στοιχείου που βρίσκεται στην 3η περίοδο του περιοδικού πίνακα και στην VA ομάδα;

3.13 Να γράψετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων:

α. της 1ης περιόδου του Π.Π.

β. της 1ης ομάδας του Π.Π.

γ. της 3ης περιόδου του Π.Π.

3.14 Να γράψετε τον ατομικό αριθμό:

α. του αλκαλίου Α που ανήκει στην 3η περίοδο.

β. του αλογόνου Β που ανήκει στην 4η περίοδο.

γ. του ευγενούς αερίου Γ που ανήκει στην 5η περίοδο.

3.15 Αν τα ιόντα A^+ και B^{3-} έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το ευγενές αέριο Ar ($Z = 18$),

α. να προσδιορίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων Α και Β.

β. να προσδιορίσετε την ομάδα και την περίοδο στην οποία ανήκουν τα στοιχεία Α και Β.

3.16 Να αποδείξετε ότι τα στοιχεία με ατομικούς αριθμούς 36 και 54 είναι ευγενή αέρια.

3.17 Το στοιχείο σελήνιο βρίσκεται στην 4η περίοδο του Π.Π., ενώ το ιόν του Se^{2-} έχει δομή ευγενούς αερίου. Να προσδιορίσετε τον ατομικό αριθμό του Se.

3.18 Ένα άτομο του βρωμίου συμβολίζεται: $^{80}_{35}$Br

α. Ποιες πληροφορίες προκύπτουν σχετικά με την ατομική δομή του βρωμίου από τον παραπάνω συμβολισμό;

β. Πώς κατανέμονται τα ηλεκτρόνια του βρωμίου σε στιβάδες;

γ. Σε ποια περίοδο και σε ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα βρίσκεται το βρώμιο;

3.19 Για τα πέντε από τα στοιχεία Α, Β, Γ, Δ, Ε και Ζ υπάρχουν οι εξής πληροφορίες:

α. Η εξωτερική στιβάδα του Α είναι η Μ.

β. Το Β έχει συμπληρωμένη την εξωτερική του στιβάδα.

γ. Το Γ έχει τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική του στιβάδα με το οξυγόνο $Z = 8$.

δ. Τα ηλεκτρόνια του Δ έχουν όλα την ίδια ενέργεια.

ε. Στο Ε υπολείπονται τρία ηλεκτρόνια για να συμπληρωθεί η εξωτερική του στιβάδα.

Με βάση τις πληροφορίες αυτές συμπληρώστε τα κενά του πίνακα που ακολουθεί:

Στοιχείο				Δ		
Ατομικός αριθμός	18	9	17		16	15

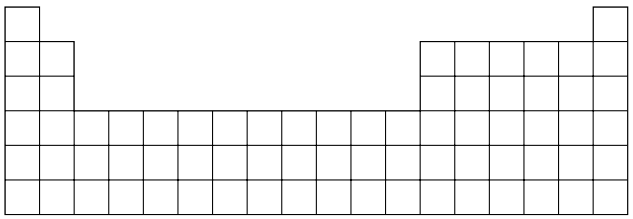
3.20 Ένα από τα άγνωστα στοιχεία του οποίου ο Mendeleev προέβλεψε την ύπαρξή του ονομάστηκε από αυτόν εκα-αργίλιο. Αργότερα ανακαλύφθηκε

στη Γαλλία, ονομάσθηκε γάλλιο (Ga) και βρέθηκε ότι είχε ατομικό αριθμό $Z = 31$.

α. Ποια είναι η κατανομή των ηλεκτρονίων στο άτομο του αργιλίου ($_{13}$Al) και του Ga;

β. Ποια είναι η θέση του γαλλίου στον περιοδικό πίνακα σε σχέση με το αργίλιο;

3.21 Δίνεται ένα τμήμα του περιοδικού πίνακα των στοιχείων.



α. Να σημειώσετε τους αριθμούς που αντιστοιχούν στις περιόδους του πίνακα καθώς και στις ομάδες του (με τη νέα και την παλιά αρίθμηση).

β. Σε ποιες ομάδες ανήκουν:

i. τα αλκάλια,

ii. οι αλκαλικές γαίες,

iii. τα στοιχεία μετάπτωσης και

iv. τα ευγενή αέρια;

γ. Να σημειώσετε τη θέση του $_{2}$He, του $_{8}$O, του $_{10}$Ne, του $_{15}$P και του $_{16}$S. Ποια από τα στοιχεία αυτά εμφανίζουν παρόμοιες ιδιότητες;

δ. Να τοποθετήσετε στον παραπάνω περιοδικό πίνακα τα εξής στοιχεία:

i. το Ca του οποίου το κατιόν Ca^{2+} έχει ηλεκτρονιακή δομή 2, 8, 8,

ii. το Cl του οποίου το ανιόν Cl^{-} έχει ηλεκτρονιακή δομή 2, 8, 8,

iii. το Ar που είναι ευγενές αέριο με την ίδια ηλεκτρονιακή δομή με το ιόν Ca^{2+}, και

iv. το K το άτομο του οποίου έχει μαζικό αριθμό 40 και διαθέτει 21 νετρόνια στον πυρήνα του.

Χημεία ... και Τέρατα!!!

Το δίλημμα της 3ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα

Μέχρι σχετικά πρόσφατα, στη συνηθισμένη μορφή του περιοδικού πίνακα (από το περίφημο βιβλίο Advanced inorganic chemistry των Cotton και Wilkinson) το $_{57}$La είναι τοποθετημένο στην 3η ομάδα και στην 6η περίοδο και ακριβώς από κάτω στην 7η περίοδο είναι το $_{89}$Ac. Στον ίδιο περιοδικό πίνακα τα στοιχεία 58-71 αναφέρονται ως λανθανίδες ενώ τα στοιχεία 90-103 ως ακτινίδες και είναι τοποθετημένα ακριβώς κάτω από τον κύριο περιοδικό πίνακα. Με βάση νεότερες θεωρήσεις και ανακαλύψεις, όλο και περισσότεροι συγγραφείς στη διεθνή βιβλιογραφία διαφοροποιούνται από τον κλασσικό αυτό περιοδικό πίνακα, κυρίως σε σχέση με το $_{57}$La και το $_{89}$Ac. Μάλιστα γίνεται σημαντική αναφορά στο θέμα, χωρίς η IUPAC (Διεθνής Ένωση Χημείας) να έχει αποφανθεί με σαφήνεια αν και έχει ορίσει μία επιστημονική ομάδα που το μελετά.

Ποιες είναι οι βασικές επιλογές των συγγραφέων ανά τον κόσμο;

α. Το στοιχείο $_{71}$Lu στη θέση 57 του περιοδικού πίνακα και το στοιχείο $_{103}$Lr στη θέση 89 ενώ τα στοιχεία 57-70 (λανθανίδες που αναφέρονται πια ως λανθανοειδή) και 89-102 (ακτινίδες που αναφέρονται πια ως ακτινοειδή στοιχεία).

β. Το $_{57}$La και το $_{89}$Ac στις θέσεις 57 και 89 αντίστοιχα, αλλά αναφέρεται ρητά ότι δεν ανήκουν στην 3η ομάδα (μόνο τα στοιχεία $_{21}$Sc και $_{39}$Y ανήκουν στην ομάδα αυτή).

γ. Τα τετράγωνα 57 και 89 μένουν κενά και σε αυτά αναφέρονται απλά οι ατομικοί αριθμοί 57-71 και 89-103 και τα στοιχεία αναφέρονται αναλυτικά στο παράρτημα του περιοδικού πίνακα ως λανθανοειδή και ακτινοειδή.

δ. Η παλιά μορφή του περιοδικού πίνακα, με το $_{57}$La και το $_{89}$Ac στην 3η ομάδα του περιοδικού πίνακα.

ε. Η λεγόμενη μακρά μορφή του περιοδικού πίνακα, στην οποία δεν εμφανίζονται οι λανθανίδες και οι ακτινίδες σαν παράρτημα, αλλά είναι ενσωματωμένες στον κυρίως περιοδικό πίνακα. Η μορφή αυτή εξαφανίζει κατά κάποιο τρόπο το πρόβλημα, αλλά είναι δύσχρηστη εμφανισιακά.

1 H																																								2 He
3 Li	4 Be																																	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg																																	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca																	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr																	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og

Τελευταία, η επιλογή **α** κερδίζει έδαφος κυρίως λόγω των ομοιοτήτων στις ιδιότητες του Lu και του Lr με τα άλλα στοιχεία της 3ης ομάδας (το $_{21}$Sc και το $_{39}$Y), αλλά υπάρχουν πολλές αντιρρήσεις, κυρίως λόγω της ηλεκτρονιακής δομής του $_{103}$Lr στο οποίο οι τελευταίες μελέτες φέρουν το τελευταίο ηλεκτρόνιο στην υποστιβάδα 7p και όχι στην 6d! Οι υποστηρικτές της επιλογής **α** αντιλέγουν ότι π.χ. το $_{90}$Th είναι στον f τομέα (χωρίς αντιρρήσεις) χωρίς να διαθέτει 5f ηλεκτρόνιο: $6d^2\,7s^2$! Δε βγαίνει άκρη...

Τέλος πάντων, δεν φαίνεται προς το παρόν (Ιούνιος 2018) να βρίσκεται μία κοινά αποδεκτή λύση και περιμένουμε την πρόταση της επιστημονικής ομάδας της IUPAC. Αναμένοντας, στο βιβλίο αυτό υιοθετείται η μορφή του περιοδικού πίνακα της IUPAC (μορφή **γ**) με μόνη ιδιαιτερότητα τα στοιχεία 57-71 να αναφέρονται ως λανθανίδες και τα στοιχεία 89-103 ως ακτινίδες (αντί για λανθανοειδή και ακτινοειδή που αναφέρονται στον περιοδικό πίνακα της IUPAC).

https://www.chemistryworld.com/opinion/the-group-3-dilemma/3007080.article

Φύλλο Εργασίας 3.1

Περιοδικός πίνακας Ι

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Το στοιχείο νάτριο, $_{11}$Na, βρίσκεται στην 1η (ΙΑ) ομάδα και την 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. ☐

β. Το στοιχείο Χ που βρίσκεται στη 17η (VIIA) ομάδα και στην 2η περίοδο του περιοδικού πίνακα, έχει ατομικό αριθμό 17. ☐

γ. Τα στοιχεία μιας περιόδου έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα. ☐

δ. Τα στοιχεία μιας ομάδας έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων. ☐

ε. Τα στοιχεία της 3ης (ΙΙΙΑ) ομάδας έχουν τρεις στιβάδες. ☐

ζ. Τα στοιχεία που έχουν εξωτερική στιβάδα την Ν, ανήκουν στην 4η περίοδο. ☐

η. Το στοιχείο φθόριο, F $(Z = 9)$, βρίσκεται στη 17η (VIIA) ομάδα και στη 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. ☐

Β. Δίνονται δύο ζεύγη στοιχείων:

α. $_{16}$S και $_{17}$Cl **β.** $_{17}$Cl και $_{9}$F

Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία έχουν παρόμοιες (ανάλογες) χημικές ιδιότητες;

.....

.....

.....

Γ. Δίνονται δύο ζεύγη στοιχείων:

α. $_{11}$Na και $_{3}$Li **β.** $_{11}$Na και $_{18}$Ar

Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο;

.....

.....

.....

Δ. Να βρείτε τον ατομικό αριθμό του 2ου μέλους της ομάδας των αλογόνων και να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του.

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 3.2

Περιοδικός πίνακας ΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Το στοιχείο οξυγόνο, ${}_{8}O$, βρίσκεται στη 18η (VIIIA) ομάδα και στη 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. ☐

β. Το στοιχείο φωσφόρος, ${}_{15}P$, βρίσκεται στη 15η (VA) ομάδα και στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. ☐

γ. Τα στοιχεία μιας ομάδας έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων. ☐

δ. Το στοιχείο Ψ που βρίσκεται στη 2η (IIA) ομάδα και στην 3η περίοδο του περιοδικού πίνακα, έχει ατομικό αριθμό 20. ☐

ε. Το στοιχείο πυρίτιο, ${}_{14}Si$, βρίσκεται στη 14η (IVA) ομάδα και την 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. ☐

Β. Δίνονται δύο ζεύγη στοιχείων:

α. ${}_{18}Ar$ και ${}_{13}Al$ **β.** ${}_{18}Ar$ και ${}_{2}He$

Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία έχουν παρόμοιες (ανάλογες) χημικές ιδιότητες;

.....

.....

.....

.....

Γ. Δίνονται δύο ζεύγη στοιχείων:

α. ${}_{8}O$ και ${}_{16}S$ **β.** ${}_{8}O$ και ${}_{10}Ne$

Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο;

.....

.....

.....

.....

Δ. Να βρείτε τον ατομικό αριθμό του αλογόνου που ανήκει στην 3η περίοδο και να γράψετε την ηλεκτρονιακή του δομή.

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 3.3

Περιοδικός πίνακας ΙΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Ένα στοιχείο Α, ανήκει στην 1η (ΙΑ) ομάδα και στην 3η περίοδο. Να δείξετε ότι ο ατομικός αριθμός του είναι 11.

Β. Το στοιχείο Χ έχει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα που είναι η στιβάδα (Μ).

α. Να υπολογιστεί ο ατομικός αριθμός του στοιχείου Χ.

β. Να εξηγήσετε σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το στοιχείο Χ.

Γ. i. Ο παρακάτω πίνακας δίνει μερικές πληροφορίες για τα άτομα τριών στοιχείων Χ, Υ, Ζ. Αφού τον αντιγράψετε στην κόλλα σας, να συμπληρώσετε τις κενές στήλες με τους αντίστοιχους αριθμούς.

		Στιβάδες			
Στοιχείο	Ατομικός αριθμός	Κ	L	Μ	Ν
Χ	11				
Υ	9				
Ζ	19				

ii. Έχουν κάποια από αυτά τα στοιχεία παρόμοιες (ανάλογες) χημικές ιδιότητες;
Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

Δ. Ο παρακάτω πίνακας δίνει μερικές πληροφορίες για τα άτομα δύο στοιχείων.

		Στιβάδες					
Στοιχείο	Ατομικός αριθμός	Κ	L	Μ	Ν	Περίοδος	Ομάδα
Ar						3η	18η (VIIIA)
Ca	20				2		

α. Να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα, αφού τον μεταφέρετε στην κόλλα σας.

β. Είναι κάποιο από τα στοιχεία αυτά ευγενές αέριο;
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Φύλλο Εργασίας 3.4

Περιοδικός πίνακας IV

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Για τα άτομα: $_{12}Mg$, $_{8}O$, $_{17}Cl$:

α. Να γίνει κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.

β. Να βρεθεί σε ποια περίοδο και σε ποια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το καθένα από αυτά.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Β. Δίνονται τα στοιχεία Χ και Ψ. Το Χ βρίσκεται στην 1η (ΙΑ) ομάδα και στην 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και το Ψ βρίσκεται στην 17η (VIIA) ομάδα και στην 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

α. Να βρεθεί ο ατομικός αριθμός του κάθε στοιχείου.

β. Να κατανεμηθούν τα ηλεκτρόνια του κάθε στοιχείου σε στιβάδες.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Γ. Δίνεται ο πίνακας:

Σύμβολο	Ηλεκτρονιακή δομή	Ομάδα	Περίοδος
X	K(...) L(5)		
Y	K(...) L(...)	17η	
Z	K(2) L(8) M(5)		

α. Να αντιγράψετε τον πίνακα στη κόλλα σας και να τον συμπληρώσετε.

β. Να εξηγήσετε ποια από τα στοιχεία που περιέχονται στον πίνακα έχουν παρόμοιες (ανάλογες) χημικές ιδιότητες.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Φύλλο Εργασίας 3.5

Περιοδικός πίνακας V

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Δίνεται ο πίνακας:

		Στιβάδες					
Στοιχείο	Ατομικός αριθμός	K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
Na						3η	1η (ΙΑ)
Cl	17					3η	
Kr	36						

α. Να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα.

β. Να εξηγήσετε αν ανάμεσα στα τρία αυτά στοιχεία υπάρχει κάποιο αλκάλιο.

.....

.....

.....

Β. Οι πληροφορίες που ακολουθούν αφορούν στα στοιχεία Χ και Ψ.
Το ιόν X^{2+} έχει 10 ηλεκτρόνια.
Το στοιχείο Ψ βρίσκεται στην 2η περίοδο και στην 17η (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.
Να υπολογίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων Χ και Ψ.

.....

.....

.....

Γ. Δίνονται τα στοιχεία $_{16}S$ και $_{12}Mg$.

α. Να γράψετε την κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες για τα άτομα του $_{16}S$ και του $_{12}Mg$.

β. Να εξηγήσετε γιατί το $_{12}Mg$ εμφανίζεται στις ενώσεις του ως ιόν με φορτίο 2+.

γ. Το $_{16}S$ εμφανίζει παρόμοιες (ανάλογες) χημικές ιδιότητες με το στοιχείο $_{15}X$ ή με το $_{8}Ψ$;
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

Απαντήσεις - Λύσεις

Κεφάλαιο 3

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Κεφάλαιο 3

3.1 γ

3.2 δ

3.3 α

3.4 γ

3.5 β

3.6 γ

3.7 δ

3.8 **α.** Λ
β. Λ
γ. Λ
δ. Σ
ε. Λ
ζ. Σ
η. Λ
θ. Σ

3.9 **α.** περιοδική - ατομικού - αριθμού
β. 6 - 16η (VIA)
γ. ίδια - ομάδα - VIIA
δ. ίδια - περίοδο
ε. 8 - 3 - 10
ζ. 10 - VIIIA (18η) - ευγενή - αέρια
η. 8 - ευγενή - αέρια - VIIIA (18η)

3.10

Στοιχείο	K	L	M	N	O	ομάδα	περίοδος
H	1	–	–	–	–	IA	1
Ca	2	8	8	2	–	IIA	4
Br	2	8	18	7	–	VIIA	4
O	2	6	–	–	–	VIA	2
Na	2	8	1	–	–	IA	3

3.11 **α.** 5 - στιβάδες
β. 7 - ηλεκτρόνια - εξωτερική

3.12 15

3.13 **α.** 1,2
β. $1, 2, 11, 19, 37, 55, 87$
γ. $11 - 18$

3.14 **α.** 11
β. 35
γ. 54

3.15 **α.** $19, 15$
β. Α : 4η περίοδος και 1η ομάδα (IA)
Β : 3η περίοδος και 15η (VA) ομάδα

3.16 Οι ηλεκτρονιακές δομές τους είναι:
36: K(2) L(8) M(18) N(8)
54: K(2) L(8) M(18) N(18) O(8)
έχουν 8 ηλεκτρόνια στην τελευταία στοιβάδα άρα είναι ευγενή αέρια.

3.17 34

3.18 **α.** $35\,\mathrm{p}, 45\,\mathrm{n}, 35\,\mathrm{e}$
β. K(2) L(8) M(18) N(7)
γ. 4η περίοδος, 17η ομάδα (VIIA)

3.19

Στοιχείο	B	Z	A	Δ	Γ	E
Ατομικός αριθμός	18	9	17	2	16	15

3.20 **α.** Al: K(2) L(8) M(3), Ga: K(2) L(8) M(18) N(3)
β. Το γάλλιο είναι κάτω από το αργίλιο.

3.21 **α.** βλέπε περιοδικό πίνακα σελίδα 50.
β. **i.** 1η, **ii.** 2η, **iii.** 3η - 12η, **iv.** 18η
γ. βλέπε περιοδικό πίνακα σελίδα 50.
Τα ${}_{2}\mathrm{He}$ και ${}_{10}\mathrm{Ne}$ καθώς και τα ${}_{8}\mathrm{O}$ και ${}_{16}\mathrm{S}$.
δ. βλέπε περιοδικό πίνακα σελίδα 50.

Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας

Κεφάλαιο 3

Φύλλο Εργασίας 3.1

Α. **α.** Λ
β. Λ
γ. Λ
δ. Λ
ε. Λ
ζ. Σ
η. Σ

Β. Στο **β** (ίδια ομάδα).

Γ. Στο **β** (3η περίοδος 11-18).

Δ. 17. K(2) L(8) M(7).

Φύλλο Εργασίας 3.2

Α. **α.** Λ
β. Σ
γ. Λ
δ. Λ
ε. Σ

Β. Στο **β** (ίδια ομάδα).

Γ. Στο **β** (2η περίοδος 3-10).

Δ. 17. K(2) L(8) M(7).

Φύλλο Εργασίας 3.3

Α. K(2) L(8) M(1) άρα $Z(\text{A}) = 11$

Β. **α.** K(2) L(8) M(6) άρα $Z(\text{A}) = 16$
β. 3 στιβάδες ηλεκτρονίων άρα 3η περίοδος, 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα άρα 16η ομάδα (VIA).

Γ. **i.**

X	11	2	8	1	–
Y	9	2	7	–	–
Z	19	2	8	8	1

ii. X και Z ίδια ομάδα (1η)

Δ. **α.**

Ar	18	2	8	8	–	3η	18η (VIIIA)
Ca	20	2	8	8	2	4η	2η (IIA)

β. Το Ar (8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα).

Φύλλο Εργασίας 3.4

Α. **α.** $_{12}$Mg : K(2) L(8) M(2)
$_{8}$O : K(2) L(6)
$_{17}$Cl : K(2) L(8) M(7)

β. $_{12}$Mg : 3η περίοδος, 2η ομάδα (IIA)
$_{8}$O : 2η περίοδος, 16η ομάδα (VIA)
$_{17}$Cl : 3η περίοδος, 17η ομάδα (VIIA)

Β. **α.** X : $Z(\text{X}) = 11$
Ψ : $Z(\Psi) = 9$

β. $_{11}$X : K(2) L(8) M(1)
$_{9}$Ψ : K(2) L(7)

Γ. **α.**

Σύμβολο	Ηλεκτρονιακή δομή	Ομάδα	Περίοδος
X	K(2) L(5)	15η	2η
Y	K(2) L(7)	17η	2η
Z	K(2) L(8) M(5)	15η	3η

β. Τα X και Z γιατί ανήκουν στην ίδια ομάδα.

Φύλλο Εργασίας 3.5

Α. **α.**

Na	11	2	8	1	–	3η	1η (IA)
Cl	17	2	8	7	–	3η	17η (VIIA)
Kr	36	2	8	18	8	4η	18η (VIIIA)

β. Ναι, το Na (1η ομάδα).

Β. $Z(\text{X}) = 12$, $Z(\Psi) = 9$

Γ. **α.** $_{16}$S : K(2) L(8) M(6)
$_{12}$Mg : K(2) L(8) M(2)

β. Επειδή έχει 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα.

γ. Με το Ψ γιατί ανήκουν στην ίδια ομάδα (16η).

Κεφάλαιο 4

Χημικοί δεσμοί

4.1 Γενικά

Είδαμε ότι τα ευγενή αέρια ανήκουν στην τελευταία ομάδα του περιοδικού πίνακα (VIIIA ή 18η) και είναι χημικά αδρανή, δηλαδή δεν σχηματίζουν ενώσεις. Από ενεργειακή άποψη αυτό σημαίνει ότι η ηλεκτρονιακή τους δομή με οκτώ ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα (με εξαίρεση του He που έχει δομή K(2)) είναι εξαιρετικά σταθερή.

Πάντως, υπάρχουν πάρα πολλές περιπτώσεις κατά τις οποίες τα άτομα κυρίως των στοιχείων μετάπτωσης σχηματίζουν χημικούς δεσμούς, χωρίς να αποκτούν την εξαιρετικά σταθερή ηλεκτρονιακή δομή των ευγενών αερίων, αλλά άλλες λιγότερο σταθερές ηλεκτρονικές δομές.

Τα στοιχεία ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν χημικές ενώσεις και η δύναμη που συγκρατεί τα άτομα (ή άλλες δομικές μονάδες της ύλης, π.χ. ιόντα) ενωμένα μεταξύ τους λέγεται χημικός δεσμός. Η δημιουργία του χημικού δεσμού οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενέργεια, το κάνει δηλαδή ενεργειακά σταθερότερο.

Η κλασική περιγραφή των χημικών δεσμών βασίζεται στο γεγονός ότι, υπό φυσιολογικές συνθήκες, μόνο τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας κάθε ατόμου (στιβάδα σθένους) εμπλέκονται στο σχηματισμό δεσμών και, μάλιστα, τα άτομα έχουν την τάση να σχηματίζουν χημικούς δεσμούς, έτσι ώστε να αποκτήσουν ηλεκτρονική δομή ίδια με αυτήν των ευγενών αερίων, δηλαδή 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα (ή 2 ηλεκτρόνια αν η στιβάδα αυτή είναι η K).

Τα άτομα μπορούν να αποκτήσουν σταθερή ηλεκτρονική δομή με τρεις διαφορετικούς μηχανισμούς:

α. αποβάλλοντας ηλεκτρόνια
β. προσλαμβάνοντας ηλεκτρόνια
γ. συνεισφέροντας ηλεκτρόνια

Με βάση τη συμπεριφορά αυτή τα στοιχεία υποδιαιρούνται σε δύο βασικές ομάδες:

α. Τα **ηλεκτροθετικά στοιχεία**, τα άτομα των οποίων αποβάλλουν σχετικά εύκολα ένα ή και περισσότερα ηλεκτρόνια. Τέτοια στοιχεία είναι τα μέταλλα και γενικά τα πιο ηλεκτροθετικά στοιχεία είναι αυτά που βρίσκονται όσο πιο αριστερά και πιο κάτω στον περιοδικό πίνακα. Με κάποιες εξαιρέσεις τα ηλεκτροθετικά στοιχεία διαθέτουν 1-3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα (στιβάδα σθένους). Για παράδειγμα το $_{19}$K με ηλεκτρονιακή δομή: K(2) L(8) M(8) N(1) που ανήκει στην IA (1η) ομάδα και στην 4η περίοδο είναι ένα πολύ ηλεκτροθετικό στοιχείο. Βασική εξαίρεση είναι το άτομο του H που έχει δομή K(1) αλλά είναι αμέταλλο, το $_{2}$He που έχει δομή K(2) και είναι ευγενές αέριο κτλ.

β. Τα **ηλεκτραρνητικά στοιχεία**, τα άτομα των οποίων προσλαμβάνουν σχετικά εύκολα ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια. Τέτοια στοιχεία είναι τα αμέταλλα

και γενικά τα πιο ηλεκτραρνητικά στοιχεία είναι αυτά που βρίσκονται όσο πιο δεξιά και πιο πάνω στον περιοδικό πίνακα (με εξαίρεση την τελευταία ομάδα, την ομάδα των ευγενών αερίων που δεν έχουν την τάση να σχηματίζουν ενώσεις). Γενικά, τα ηλεκτραρνητικά στοιχεία διαθέτουν 4-7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα. Για παράδειγμα το $_{17}$Cl με ηλεκτρονιακή δομή: K(2) L(8) M(7) που ανήκει στην VIIA (17η) ομάδα και στην 3η περίοδο είναι ένα ηλεκτραρνητικό στοιχείο.

Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων καθορίζεται, εκτός από τα ηλεκτρόνια σθένους του και από την **ατομική ακτίνα** δηλαδή το μέγεθος του ατόμου.

*Η **ατομική ακτίνα** αυξάνεται στον περιοδικό πίνακα όταν πάμε κάτω σε μία ομάδα και όταν πάμε αριστερά σε μία περίοδο.*

Για τον λόγο αυτό, όταν πάμε προς τα κάτω και προς τα αριστερά, το μέγεθος του ατόμου αυξάνεται και η αποβολή των ηλεκτρονίων είναι πιο εύκολη. Αντίθετα, όταν πάμε πιο δεξιά και πάνω στον περιοδικό πίνακα, το μέγεθος του ατόμου μειώνεται και τα ηλεκτρόνια σθένους έλκονται ισχυρότερα από τον πυρήνα, πράγμα που καθιστά δυσχερή την αποβολή τους. Αντίθετα, γίνεται πιο εύκολη η πρόσληψη ηλεκτρονίων.

Εφαρμογή 4.1

Να συγκρίνετε την τάση αποβολής ηλεκτρονίων ανάμεσα στα άτομα του $_{11}$Na και του $_{19}$K. Να συγκρίνετε επίσης την τάση πρόσληψης ηλεκτρονίων ανάμεσα στα άτομα του $_{9}$F και του $_{17}$Cl.

Λύση

Το Na έχει δομή K(2) L(8) M(1), ενώ το K έχει δομή K(2) L(8) M(8) N(1). Τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια ομάδα (IA ή 1η) και στην 3η και 4η περίοδο, αντίστοιχα. Έτσι, το K έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα με αποτέλεσμα το ηλεκτρόνιο της εξωτερικής στιβάδας να βρίσκεται πιο μακριά από τον πυρήνα και η απόσπασή του να είναι ευχερέστερη. Δηλαδή, το K είναι πιο ηλεκτροθετικό στοιχείο από το Na.

Το F έχει δομή K(2) L(7), ενώ το Cl έχει δομή K(2) L(8) M(7). Τα δύο στοιχεία ανήκουν στην ίδια ομάδα (VIIA ή 17η) και στην 2η και 3η περίοδο, αντίστοιχα. Έτσι, το F έχει μικρότερη ατομική ακτίνα με αποτέλεσμα το ηλεκτρόνιο που προσλαμβάνεται να είναι πιο κοντά στον πυρήνα και η έλξη του να είναι μεγαλύτερη και άρα να γίνεται πιο εύκολα σε σχέση με το Cl. Δηλαδή, το F είναι πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο από το Cl.

Με βάση τον ηλεκτροθετικό ή ηλεκτραρνητικό χαρακτήρα των στοιχείων που εμπλέκονται στο χημικό δεσμό μπορούν να σχηματιστούν τα παρακάτω δύο είδη δεσμών:

α. Ιοντικός δεσμός.
β. Ομοιοπολικός δεσμός.

Πέρα όμως αυτών, υπάρχουν και άλλοι τύποι δεσμών, όπως είναι ο μεταλλικός δεσμός (που εμφανίζεται στα μέταλλα ή κράματα), οι δεσμοί van der Waals (που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων) κτλ.



Ο συμβολισμός των στοιχείων όπως τον ξέρουμε σήμερα έγινε από τον σουηδό γιατρό Berzelius (1779-1848).

Συμβολισμός των στοιχείων για την αναπαράσταση των χημικών δεσμών.

Τα ηλεκτρόνια σε ένα άτομο διακρίνονται σε ηλεκτρόνια σθένους (τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας) και στα εσωτερικά ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια σθένους είναι αυτά που καθορίζουν την χημική συμπεριφορά του ατόμου (το πως ενώνεται, δηλαδή, με άλλα άτομα προς σχηματισμό των διαφόρων χημικών ενώσεων) και επομένως εξηγούν τους χημικούς δεσμούς.

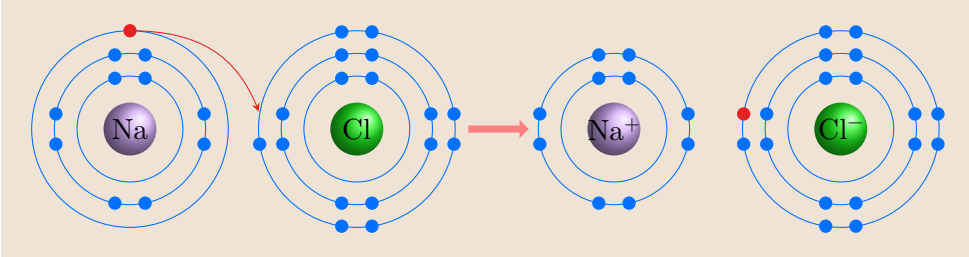
Όταν επιχειρούμε να εξηγήσουμε τους χημικούς δεσμούς συμβολίζουμε τα άτομα με το χημικό τους σύμβολο και τα ηλεκτρόνια σθένους με κουκκίδες. Μάλιστα, μέχρι 4 ηλεκτρόνια σθένους συμβολίζουμε μονήρη, ενώ από 4 και πάνω σχηματίζουν ζεύγη. Έτσι ο συμβολισμός για τα πρώτα 20 στοιχεία του Π.Π. είναι ο εξής:

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
H •							He :
Li •	• Be •	• B •	• C •	• N •	• O •	: F •	: Ne :
Na •	• Mg •	• Al •	• Si •	• P •	• S •	: Cl •	: Ar :
K •	• Ca •						

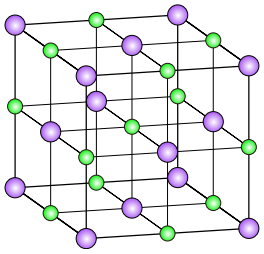
4.2 Ιοντικός (ετεροπολικός) δεσμός

Ο ιοντικός δεσμός σχηματίζεται όταν ηλεκτροθετικά στοιχεία ενωθούν με ηλεκτραρνητικά στοιχεία. Στις ενώσεις αυτές το ηλεκτροθετικό στοιχείο (μέταλλο) δίνει ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια στο ηλεκτραρνητικό στοιχείο (αμέταλλο) ώστε όλα τα άτομα να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου, με 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, ή 2 προκειμένου για τη στιβάδα Κ.

Θεωρείστε για παράδειγμα την ιοντική ένωση χλωριούχο νάτριο (NaCl). Το $_{11}$Na έχει ηλεκτρονική δομή K(2) L(8) M(1), δηλαδή διαθέτει ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα και έχει την τάση να δώσει ένα ηλεκτρόνιο ώστε να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου και να μετατραπεί σε θετικό ιόν (Na^+). Γι' αυτόν το λόγο το Na είναι ηλεκτροθετικό στοιχείο. Από την άλλη μεριά, το $_{17}$Cl έχει δομή K(2) L(8) M(7). Το άτομο αυτό έχει την τάση να προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο και να μετατραπεί σε αρνητικό ιόν (Cl^-). Γι' αυτόν τον λόγο το χλώριο χαρακτηρίζεται ως ηλεκτραρνητικό στοιχείο. Όταν τα άτομα Na και Cl ενωθούν μεταξύ τους, το ηλεκτρόνιο της εξωτερικής στιβάδας του Na μεταφέρεται στο άτομο του Cl, έτσι ώστε να προκύψουν δομές ευγενούς αερίου με σχηματισμό κατιόντων Na^+ και ανιόντων Cl^-.



Η ηλεκτροστατική έλξη (δύναμη Coulomb) ανάμεσα στα θετικά και αρνητικά φορτισμένα ιόντα είναι η αιτία που συγκρατεί τα ιόντα αυτά μαζί, έτσι ώστε να σχηματίζουν, σε στερεή κατάσταση ένα τρισδιάστατα επαναλαμβανόμενο πλέγμα κατιόντων και ανιόντων που αναφέρεται ως **κρυσταλλικό πλέγμα**. Στο κρυσταλλικό αυτό πλέγμα κάθε κατιόν Na^+ περιβάλλεται από 6 ανιόντα Cl^- και η πολυδιάστατη αυτή «αρχιτεκτονική» εξασφαλίζει την ελάχιστη ενέργεια στο σύστημα και επομένως τη μεγαλύτερη σταθερότητα. Με άλλα λόγια, **στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχει η έννοια του μορίου**, ο δε χημικός τύπος μιας ιοντικής ένωσης, π.χ. $CaCl_2$, δείχνει απλά την ακέραια αναλογία κατιόντων και ανιόντων στο κρυσταλλικό πλέγμα (στην περίπτωση του $CaCl_2$ η αναλογία είναι $1:2$).



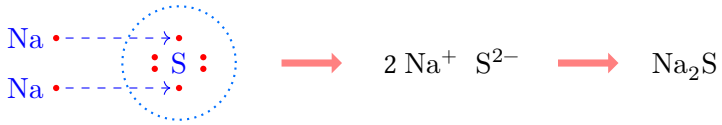
Κρυσταλλικό πλέγμα NaCl. Οι βιολετί σφαίρες αντιστοιχούν σε ιόντα Na^+ και οι πράσινες σε ιόντα Cl^-.

Εφαρμογή 4.2

Να εξηγηθεί ο δεσμός στην ένωση Na_2S. Οι ατομικοί αριθμοί του Na και του S είναι ίσοι με 11 και 16, αντίστοιχα.

Λύση

Η ηλεκτρονιακή δομή του $_{11}$Na είναι: K(2) L(8) M(1) (μέταλλο, 1 ηλεκτρόνιο σθένους) και του $_{16}$S είναι: K(2) L(8) M(6) (αμέταλλο, 6 ηλεκτρόνια σθένους). Επομένως, τα δύο στοιχεία σχηματίζουν ιοντική (ετεροπολική) ένωση. Στην ένωση αυτή κάθε άτομο Na αποβάλλει από ένα ηλεκτρόνιο, ενώ κάθε άτομο S προσλαμβάνει 2 ηλεκτρόνια. Με τον τρόπο αυτό και τα 3 άτομα που εμπλέκονται αποκτούν δομή ευγενούς αερίου (το Na αποκτά τη δομή K(2) L(8) και το S τη δομή K(2) L(8) M(8):



Γενικά χαρακτηριστικά των ιοντικών ενώσεων.

Οι ιοντικές ενώσεις είναι, γενικά, στερεές ενώσεις με υψηλά σημεία τήξης, πράγμα που σημαίνει ότι η καταστροφή του κρυσταλλικού πλέγματος απαιτεί πολύ ενέργεια. Οι ιοντικοί κρύσταλλοι είναι εύθραυστοι και δεν μπορούν να γίνουν φύλλα ή σύρματα, είναι δε κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Όμως, σε κατάσταση τήγματος, αλλά και τα υδατικά τους διαλύματα συμπεριφέρονται ως ηλεκτρολύτες, δηλαδή άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

Ιοντικές ενώσεις είναι συνήθως οι ενώσεις των μετάλλων.

4.3 Ομοιοπολικός δεσμός - Γενικά

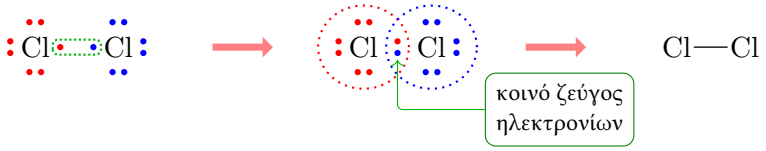


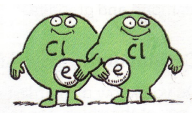
Ο G. N. Lewis (1875-1946) ήταν ένας αμερικανός φυσικοχημικός γνωστός για την θεωρία του περί ομοιοπολικού δεσμού που δημοσίευσε το 1916 σε άρθρο του με τίτλο «Το άτομο και το μόριο». Ασχολήθηκε επίσης με τον καθαρισμό του «βαρέως ύδατος», τη χημική θερμοδυναμική, με τα οξέα και τις βάσεις καθώς και με τις φωτοχημικές αντιδράσεις. Ήταν καθηγητής στο πανεπιστήμιο Berkeley στην Καλιφόρνια.

Ο ομοιοπολικός δεσμός σχηματίζεται ανάμεσα σε ηλεκτραρνητικά στοιχεία (αμέταλλα) τα οποία δεν έχουν τάση αποβολής ηλεκτρονίων. Η κλασική θεώρηση για την εξήγηση του ομοιοπολικού δεσμού είναι η θεωρία Lewis με βάση τα ηλεκτρόνια σθένους των ατόμων. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, δεν έχουμε αποβολή ή πρόσληψη ηλεκτρονίων όπως στον ιοντικό δεσμό, αλλά τα άτομα μοιράζονται μεταξύ τους ζεύγη ηλεκτρονίων με σκοπό να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου, δηλαδή οκτώ ηλεκτρόνια στη στοιβάδα σθένους (ή δύο προκειμένου για τη στιβάδα K). Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή με τον όρο **κανόνας της οκτάδας** και αποτελεί τη βασική αρχή της θεωρίας Lewis περί ομοιοπολικού δεσμού. Ο κανόνας της οκτάδας δεν είναι απόλυτος και υπάρχουν εξαιρέσεις από αυτόν. Οι κυριότερες εξαιρέσεις είναι τα άτομα H και Li που έχουν την τάση να συμπληρώσουν τη στιβάδα K με δύο ηλεκτρόνια αντί οκτώ.

Τυπικά παραδείγματα ομοιοπολικών μορίων είναι τα διατομικά μόρια, που σχηματίζουν διάφορα αμέταλλα στοιχεία, όπως π.χ. τα μόρια των αλογόνων (F_2, Cl_2, Br_2, I_2), το O_2, το N_2 και το H_2, αλλά και χημικές ενώσεις μεταξύ αμετάλλων, π.χ. το HF, το H_2O, η NH_3, το CO_2 κτλ.

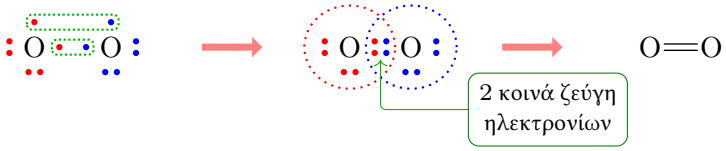
Ας πάρουμε π.χ. το σχηματισμό του μορίου του χλωρίου (Cl_2). Το κάθε άτομο Cl έχει ηλεκτρονική δομή:
ed2,8,7, δηλαδή έχει επτά ηλεκτρόνια στη στοιβάδα σθένους του. Συνεπώς, τα δύο άτομα χλωρίου μπορούν να περιβάλλονται από οκτώ ηλεκτρόνια το καθένα, μόνο αν σχηματίσουν κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων με αμοιβαία συνεισφορά ενός ηλεκτρονίου μεταξύ τους, όπως φαίνεται παρακάτω. Το κοινό αυτό ζεύγος ηλεκτρονίων συμβολίζεται συνήθως με μία παύλα (—) ενώ τα ζεύγη ηλεκτρονίων που ανήκει πλήρως σε ένα άτομο ονομάζονται μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων:



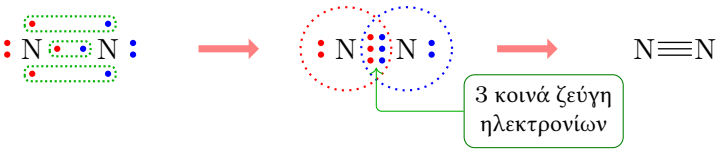


Άτομα χλωρίου μοιράζονται ένα ζεύγος ηλεκτρονίων σε έναν ομοιοπολικό δεσμό.

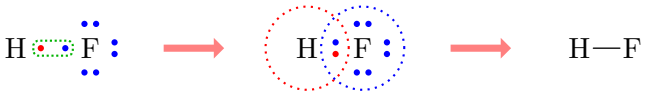
Στην παραπάνω περίπτωση, τα άτομα που συνδέονται διαθέτουν ένα μόνο κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων και ο δεσμός χαρακτηρίζεται ως απλός ομοιοπολικός δεσμός. Εκτός από τους απλούς μπορούν να σχηματιστούν και πολλαπλοί δεσμοί, δηλαδή διπλοί και τριπλοί δεσμοί. Ο διπλός δεσμός δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά δύο ηλεκτρονίων από κάθε άτομο, με αποτέλεσμα το σχηματισμό δύο κοινών ζευγών ηλεκτρονίων, π.χ. στο μόριο του O_2 (ηλεκτρονιακή δομή ${}_8O$: K(2) L(6):



Αντίστοιχα, ο τριπλός δεσμός δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά τριών ηλεκτρονίων από κάθε άτομο, με αποτέλεσμα το σχηματισμό τριών κοινών ζευγών ηλεκτρονίων.



Ομοιοπολικοί δεσμοί σχηματίζονται μεταξύ αμετάλλων στοιχείων σε μία χημική ένωση. Ας θεωρήσουμε, για παράδειγμα το μόριο του HF. Οι ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων του είναι: ${}_9$F: K(2) L(7), ${}_1$H: K(1). Στην ένωση αυτή το μονήρες ηλεκτρόνιο του H και το μονήρες ηλεκτρόνιο του F σχηματίζουν ένα κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων ώστε και τα δύο άτομα να σχηματίσουν δομή ευγενούς αερίου (το H αποκτά τη δομή του ${}_2$He και το F του ${}_{10}$Ne):



Οι παραπάνω παραστάσεις, που δείχνουν την κατανομή των ηλεκτρονίων σθένους στο μόριο μιας ομοιοπολικής ένωσης χαρακτηρίζονται ως **ηλεκτρονικοί τύποι κατά Lewis**. Έτσι, με βάση τον ηλεκτρονιακό τύπο του HF παρατηρούμε το σχηματισμό ενός δεσμικού ζεύγους ηλεκτρονίων που εξηγεί τον απλό ομοιοπολικό δεσμό στην ένωση, καθώς και την ύπαρξη τριών μη δεσμικών ζευγών ηλεκτρονίων που ανήκουν αποκλειστικά στο άτομο του F.

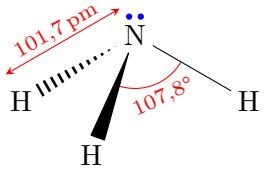
Εφαρμογή 4.3

Να εξηγηθεί ο σχηματισμός των δεσμών στο μόριο της αμμωνίας, NH_3.

Λύση

Ηλεκτρονιακές δομές, ${}_7$N: K(2) L(5), ${}_1$H: K(1). Τα δύο στοιχεία είναι αμέταλλα στοιχεία και η ένωση που σχηματίζουν είναι ομοιοπολική. Μάλιστα, σχηματίζονται τρία κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων ανάμεσα στο άτομο του αζώτου (N) και στα τρία άτομα υδρογόνου (H):





Τρισδιάστατη δομή της αμμωνίας (NH_3).

Εφαρμογή 4.4

Να εξηγηθεί ο σχηματισμός του μορίου του διοξειδίου του άνθρακα, CO_2.

Λύση

Ηλεκτρονιακές δομές, ${}_6$C: K(2) L(4), ${}_8$O: K(2) L(6). Τα δύο στοιχεία είναι αμέταλλα στοιχεία και η ένωση που σχηματίζουν είναι ομοιοπολική:

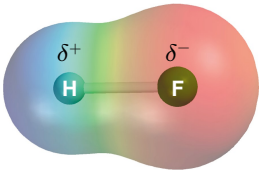


Η οκτάδα ηλεκτρονίων σε όλα τα άτομα προκύπτει με το σχηματισμό δύο κοινών ζευγών ηλεκτρονίων του ατόμου C με καθένα από τα δύο άτομα O.



Διοξείδιο του άνθρακα, CO_2, σε στερεή μορφή (ξηρός πάγος).

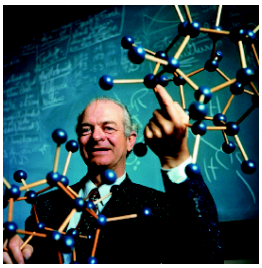
4.4 Πολικοί και μη πολικοί δεσμοί - Ηλεκτραρνητικότητα



Κατανομή ηλεκτρικού φορτίου στο μόριο του HF.

Ας εξετάσουμε τις περιπτώσεις των ομοιοπολικών μορίων F_2 και HF. Στην πρώτη περίπτωση ο δεσμός σχηματίζεται ανάμεσα σε ίδια άτομα με αποτέλεσμα το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων να είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο ανάμεσα στα δύο άτομα. Αντίθετα στην περίπτωση του HF το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων είναι περισσότερο μετατοπισμένο προς της πλευρά του πιο ηλεκτραρνητικού ατόμου του F. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το άτομο του F να αποκτά μια μικρή περίσσεια (κλάσμα) αρνητικού φορτίου (δ^-) και το άτομο του H ένα κλάσμα θετικού φορτίου (δ^+):

$$\overset{\delta^+}{\mathrm{H}}\!\!-\!\!\overset{\delta^-}{\mathrm{F}}$$



Η ηλεκτραρνητικότητα ήταν μία ιδέα του L. Pauling (1901-1994). Δύο βραβεία Νόμπελ, ένα Χημείας και ένα Ειρήνης (!).

Ο δεσμός στην περίπτωση αυτή χαρακτηρίζεται ως πολικός (ή πολωμένος) ομοιοπολικός δεσμός, σε αντίθεση με την περίπτωση του F_2 που χαρακτηρίζεται ως μη πολικός ή μη πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός. Με άλλα λόγια, μη πολικός είναι ο ομοιοπολικός δεσμός μεταξύ ίδιων ατόμων και επομένως με την ίδια ηλεκτραρνητικότητα, ενώ πολικός είναι ο ομοιοπολικός δεσμός που σχηματίζουν διαφορετικά στοιχεία με διαφορετική ηλεκτραρνητικότητα.

Η ηλεκτραρνητικότητα είναι ένα μέτρο της ικανότητας ενός ατόμου να έλκει το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων όταν ενώνεται με άλλο άτομο.

Η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά σε μία περίοδο και από κάτω προς τα πάνω σε μια ομάδα. Είναι προφανές ότι τα ευγενή αέρια που δεν σχηματίζουν ενώσεις δεν έχουν ηλεκτραρνητικότητα. Όταν η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας είναι μεγαλύτερη μεταξύ δυο συνδεδεμένων ατόμων τότε είναι περισσότερο πολωμένος ο δεσμός. Στην ακραία περίπτωση που η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας είναι μεγάλη (π.χ. μεταξύ Na και Cl) ο δεσμός είναι ιοντικός.

Οι δυνάμεις που συγκρατούν τα άτομα μαζί στον ομοιοπολικό δεσμό είναι ηλεκτροστατικές και μαγνητικές. Επειδή οι μαγνητικές είναι αμελητέες σε σχέση με τις ηλεκτροστατικές μπορούμε να πούμε ότι και στον ομοιοπολικό δεσμό οι δυνάμεις είναι ηλεκτροστατικής φύσης μεταξύ των δύο θετικά φορτισμένων πυρήνων και του κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων.

Γενικά χαρακτηριστικά των ομοιοπολικών (μοριακών) ενώσεων.

Οι ομοιοπολικές ενώσεις αποτελούνται από μόρια και όχι από ιόντα και οι δυνάμεις μεταξύ των μορίων είναι ασθενέστερες από τις δυνάμεις μεταξύ των ιόντων. Για το λόγο αυτό οι ομοιοπολικές ενώσεις παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερο σημείο τήξης και βρασμού από τις ιοντικές ενώσεις. Σε καθαρή μορφή είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, αν και τα υδατικά διαλύματα των οξέων (που είναι ομοιοπολικές ενώσεις) είναι ηλεκτρολύτες, δηλαδή άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

Λυμένα Παραδείγματα

Παράδειγμα 4.1

Να συγκρίνετε τις ακτίνες των:

α. $_{11}$Na και $_{19}$K **β.** $_{9}$F και $_{17}$Cl

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

α. $_{11}$Na : K(2) L(8) M(1)
$_{19}$K : K(2) L(8) M(8) N(1)

Από τις ηλεκτρονιακές δομές βλέπουμε ότι τα στοιχεία Na και K ανήκουν στην ίδια ομάδα (1η) και το K είναι σε μεγαλύτερη περίοδο (4η) σε σχέση με το Na (3η). Καθώς όσο πηγαίνουμε προς τα κάτω στην ίδια η ατομική ακτίνα μεγαλώνει, το K θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Na.

β. $_{9}$F : K(2) L(7)
$_{17}$Cl : K(2) L(8) M(7)

Από τις ηλεκτρονιακές δομές βλέπουμε ότι τα στοιχεία F και Cl ανήκουν στην ίδια ομάδα (17η) και το Cl είναι σε μεγαλύτερη περίοδο (3η) σε σχέση με το F (2η). Επομένως, το Cl θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το F.

Παράδειγμα 4.2

Στον παρακάτω πίνακα υπάρχουν πληροφορίες για τα άτομα δυο στοιχείων Χ και Ψ, που αφορούν στην ηλεκτρονιακή δομή τους και στη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα.

α. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

Σύμβολο	K	L	M	Ομάδα	Περίοδος
Χ			7		
Ψ				1η (ΙΑ)	2η

β. Να χαρακτηρίσετε τα στοιχεία Χ και Ψ ως μέταλλα ή αμέταλλα.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Λύση

α. Το άτομο του Χ έχει δομή K(2) L(8) M(7) και άρα το στοιχείο αυτό ανήκει στην 17η (VIIA) ομάδα και στην 3η περίοδο. Το στοιχείο Ψ της 1ης ομάδας και της 2ης περιόδου θα έχει δομή K(2) L(1). Επομένως:

Σύμβολο	K	L	M	Ομάδα	Περίοδος
Χ	2	8	7	17η (VIIA)	3η
Ψ	2	1	–	1η (ΙΑ)	2η

β. Το στοιχείο Χ διαθέτει 7 ηλεκτρόνια σθένους και είναι αμέταλλο ενώ το στοιχείο Ψ έχει 1 ηλεκτρόνιο σθένους και είναι μέταλλο (προκύπτει και από τη θέση των στοιχείων στον Π.Π.).

Παράδειγμα 4.3

Ποιο από τα παρακάτω ισχύει για την ένωση NaCl (χλωριούχο νάτριο);

α. Είναι αέριο σώμα στις συνηθισμένες συνθήκες.
β. Είναι ιοντική ένωση και σχηματίζεται με μεταφορά ηλεκτρονίων από τα άτομα του Cl στα άτομα του Na.
γ. Είναι ιοντική ένωση και σχηματίζεται με μεταφορά ηλεκτρονίων από άτομα Na σε άτομα Cl.
δ. Είναι ομοιοπολική ένωση και επομένως αποτελείται από μόρια.

Ατομικοί αριθμοί Na και Cl ίσοι με 11 και 17, αντίστοιχα.

Λύση

Οι ιοντικές ενώσεις είναι συνήθως στερεά σώματα στις συνηθισμένες συνθήκες και μάλιστα παρουσιάζουν, γενικά, υψηλά σημεία τήξης.

Σωστή είναι η επιλογή **γ**. Το Na έχει ηλεκτρονιακή δομή: K(2) L(8) M(1) και το Cl έχει δομή: K(2) L(8) M(7). Επομένως, το Na δίνει ένα ηλεκτρόνιο στο Cl, ώστε και τα δύο να έχουν δομή ευγενούς αερίου και σύμφωνα με τον κανόνα της οκτάδας:



Παράδειγμα 4.4

Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή για τις ιοντικές ενώσεις;

α. Αποτελούνται από μόρια.
β. Ασκούνται μεταξύ των ατόμων δυνάμεις ηλεκτρομαγνητικής φύσης.
γ. Είναι συνήθως αέρια σώματα.
δ. Στα κρυσταλλικά πλέγματά τους υπάρχουν κατιόντα και ανιόντα.

Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

Λύση

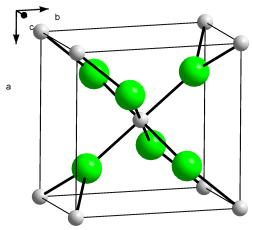
Σωστή είναι η επιλογή **δ**. Οι ιοντικές ενώσεις είναι ενώσεις που αποτελούνται από ιόντα (ανιόντα και κατιόντα), μεταξύ των οποίων ασκούνται δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης (Coulomb).

Παράδειγμα 4.5

Να εξηγήσετε γιατί δεν πρέπει να χρησιμοποιείται η έννοια του μορίου στην περίπτωση του $CaCl_2$. Τι ακριβώς μας δείχνει ο χημικός τύπος στην ένωση αυτή; Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί, Ca : 20, Cl : 17.

Λύση

Η ένωση αυτή είναι ιοντική, καθώς το Ca διαθέτει δύο ηλεκτρόνια σθένους (ηλεκτρονιακή δομή: K(2) L(8) M(8) N(2)) και το Cl διαθέτει επτά ηλεκτρόνια σθένους (ηλεκτρονιακή δομή: K(2) L(8) M(7)). Για το σχηματισμό του δεσμού κάθε άτομο Ca δίνει από ένα ηλεκτρόνιο σε δύο άτομα Cl με αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός ιόντος Ca^{2+} και δύο ιόντων Cl^{-}. Στον ιοντικό δεσμό δεν υπάρχει η έννοια του μορίου, καθώς ένα ιόν δεν συνδέεται με συγκεκριμένο ανιόν, αλλά υπάρχει η έννοια του κρυσταλλικού πλέγματος στο οποίο τα δύο ιόντα βρίσκονται με αναλογία 1 : 2.



Κρυσταλλική δομή $CaCl_2$ (το χλώριο είναι πράσινο, το ασβέστιο είναι γκρίζο).

Παράδειγμα 4.6

Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού των ενώσεων μεταξύ:

α. του καλίου ($_{19}$K) και του φθορίου ($_{9}$F).
β. του μαγνησίου ($_{12}$Mg) και του φθορίου ($_{9}$F).
γ. του ασβεστίου ($_{20}$Ca) και του υδρογόνου ($_{1}$H).

Να γράψετε επίσης το χημικό τύπο των ενώσεων στις τρεις περιπτώσεις.

Λύση

α. Η ηλεκτρονιακή δομή του $_{19}$K είναι: K(2) L(8) M(8) N(1) (1 ηλεκτρόνιο σθένους) και του $_{9}$F είναι: K(2) L(7) (7 ηλεκτρόνια σθένους). Επομένως, τα δύο στοιχεία σχηματίζουν ιοντική (ετεροπολική) ένωση:



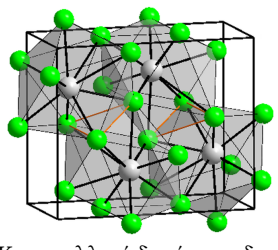
Ο χημικός τύπος της ένωσης είναι προφανώς KF.

β. Η ηλεκτρονιακή δομή του $_{12}$Mg είναι: K(2) L(8) M(2) (μέταλλο, 2 ηλεκτρόνια σθένους) και του $_{9}$F είναι: K(2) L(7) (αμέταλλο, 7 ηλεκτρόνια σθένους). Επομένως, τα στοιχεία σχηματίζουν ιοντική (ετεροπολική) ένωση. Στην ένωση αυτή κάθε άτομο Mg αποβάλλει 2 ηλεκτρόνια, ενώ κάθε άτομο F προσλαμβάνει 1 ηλεκτρόνιο, σύμφωνα με τον κανόνα της οκτάδας. Επομένως, στο σχηματισμό του δεσμού θα πρέπει να συμμετέχουν ένα άτομο Mg και δύο άτομα F:



Ο χημικός τύπος της ένωσης είναι MgF_2.

γ. Η ηλεκτρονιακή δομή του $_{20}$Ca είναι: K(2) L(8) M(8) N(2) (μέταλλο, 2 ηλεκτρόνια σθένους) και του $_{1}$H είναι K(1) (1 ηλεκτρόνιο σθένους, αλλά αμέταλλο). Επομένως, τα στοιχεία σχηματίζουν ιοντική (ετεροπολική) ένωση. Στην ένωση αυτή κάθε άτομο Ca αποβάλλει 2 ηλεκτρόνια (και αποκτά δομή ευγενούς αερίου), ενώ κάθε άτομο H προσλαμβάνει 1 ηλεκτρόνιο



Κρυσταλλική δομή του υδριδίου του ασβεστίου, CaH_2.

(αποκτώντας δομή του ευγενούς αερίου $_2$He). Επομένως, στο σχηματισμό του δεσμού θα πρέπει να συμμετέχουν ένα άτομο Ca και δύο άτομα H:



Ο χημικός τύπος της ένωσης είναι CaH_2.

Παράδειγμα 4.7

Δίνονται τα στοιχεία Α και Β. Το στοιχείο Α ανήκει στην ΙΙΑ ομάδα και στην 4η περίοδο, ενώ το στοιχείο Β ανήκει στην VIIA ομάδα του περιοδικού πίνακα και στην 3η περίοδο.

α. Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές των στοιχείων Α και Β.
β. Να εξηγήσετε το δεσμό που σχηματίζουν τα Α και Β. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης που θα σχηματίσουν; Τι δείχνει ο τύπος αυτός;

Λύση

α. Το στοιχείο Α έχει δύο ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και διαθέτει ηλεκτρόνια στις 4 πρώτες στιβάδες, ενώ το στοιχείο Β έχει επτά ηλεκτρόνια σθένους και διαθέτει ηλεκτρόνια στις τρεις πρώτες στιβάδες.
Επομένως η ηλεκτρονιακή δομή των (ατόμων των) στοιχείων αυτών θα είναι Α: K(2) L(8) M(8) N(2) και Β: K(2) L(8) M(7).

β. Το στοιχείο Α έχει 2 ηλεκτρόνια σθένους και είναι μέταλλο, ενώ το στοιχείο Β έχει 7 ηλεκτρόνια σθένους και είναι αμέταλλο (αλογόνο). Τα δύο στοιχεία σχηματίζουν ιοντικό δεσμό στον οποίο το Α δίνει από ένα ηλεκτρόνιο σε δύο άτομα του Β ώστε όλα τα άτομα να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου:



Ο μοριακός τύπος της παραπάνω ένωσης είναι AB_2 και δείχνει όχι το σχηματισμό μορίου αλλά την αναλογία των ιόντων A^{2+} και B^- στο κρυσταλλικό πλέγμα του ιοντικού κρυστάλλου $(1:2)$.

Παράδειγμα 4.8

Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των ομοιοπολικών ενώσεων:

α. νερό, H_2O
β. τριχλωριούχος φωσφόρος, PCl_3
γ. μεθάνιο, CH_4
δ. χλωροφόρμιο, $CHCl_3$

Ατομικοί αριθμοί, P, Cl, C, H, αντίστοιχα: 15, 17, 6, 1.

Λύση

α. Η ηλεκτρονιακή δομή του O είναι: K(2) L(6) (6 ηλεκτρόνια σθένους, αμέταλλο) και του H είναι: K(1) (1 ηλεκτρόνιο σθένους, αλλά αμέταλλο). Επομένως, ο δεσμός μεταξύ των δύο αυτών ατόμων είναι ομοιοπολικός:



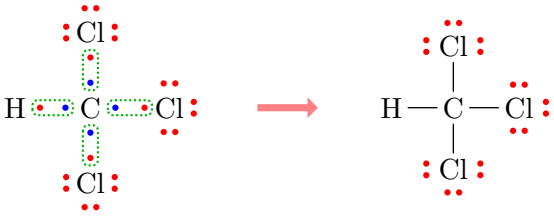
β. Η ηλεκτρονιακή δομή του P είναι: K(2) L(8) M(5) (5 ηλεκτρόνια σθένους, αμέταλλο) και του Cl είναι: K(2) L(8) M(7) (7 ηλεκτρόνια σθένους, αμέταλλο). Επομένως, ο δεσμός μεταξύ των δύο αυτών στοιχείων είναι ομοιοπολικός:



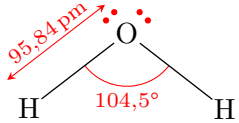
γ. Η ηλεκτρονιακή δομή του C είναι: K(2) L(4) (4 ηλεκτρόνια σθένους, αμέταλλο) και του H είναι: K(1) (1 ηλεκτρόνιο σθένους, αλλά αμέταλλο). Επομένως, ο δεσμός μεταξύ των δύο αυτών στοιχείων είναι ομοιοπολικός:



δ. Η ηλεκτρονιακή δομή του C είναι: K(2) L(4) (4 ηλεκτρόνια σθένους, αμέταλλο), του H είναι: K(1) (1 ηλεκτρόνιο σθένους, αλλά αμέταλλο) και του Cl είναι: K(2) L(8) M(7) επομένως και τα τρία στοιχεία που απαρτίζουν την ένωση $CHCl_3$ είναι αμέταλλα και ο δεσμός που σχηματίζουν είναι ομοιοπολικός:







Στην πραγματικότητα, το μόριο του νερού είναι ένα μη γραμμικό μόριο.



Το μεθάνιο, CH_4, είναι το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου.

Παράδειγμα 4.9

Ποια είναι η διαφορά μεταξύ του ομοιοπολικού δεσμού που σχηματίζεται μεταξύ ατόμων του ίδιου στοιχείου και μεταξύ ατόμων διαφορετικών στοιχείων;

Λύση

Μεταξύ ατόμων του ίδιου στοιχείου δεν υπάρχει διαφορά ηλεκτραρνητικότητας και επομένως το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων (ή τα κοινά ζεύγη, αν υπάρχει διπλός ή τριπλός δεσμός) είναι εξίσου διαμοιρασμένο ανάμεσα στα δύο άτομα που σχηματίζουν το δεσμό. Στην περίπτωση αυτή ο ομοιοπολικός δεσμός χαρακτηρίζεται ως μη πολικός ή μη πολωμένος.

Μεταξύ ατόμων διαφορετικών στοιχείων υπάρχει διαφορά ηλεκτραρνητικότητας και το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο έλκει το κοινό ζεύγος περισσότερο προς το μέρος του, με αποτέλεσμα να αποκτά κλάσμα αρνητικού φορτίου (δ^-) σε αντίθεση με το λιγότερο ηλεκτραρνητικό που αποκτά κλάσμα θετικού φορτίου (δ^+). Στην περίπτωση αυτή ο δεσμός χαρακτηρίζεται ως πολικός ή πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός.

Παράδειγμα 4.10

Να χαρακτηρίσετε τους δεσμούς στα μόρια που ακολουθούν ως πολικούς ή μη πολικούς:

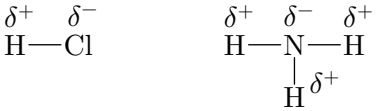
α. HCl **β.** N_2 **γ.** NH_3 **δ.** Cl_2

Λύση

Και τα τέσσερα παραπάνω μόρια είναι ομοιοπολικά και οι δεσμοί περιγράφονται ως εξής:



Στις περιπτώσεις των μορίων **β.** και **δ.** οι δεσμοί είναι μεταξύ ίδιων ατόμων και για το λόγο αυτό τα μόρια χαρακτηρίζονται ως μη πολικά, ενώ στις περιπτώσεις των μορίων **α.** και **γ.** οι δεσμοί είναι μεταξύ διαφορετικών ατόμων και επομένως οι δεσμοί H−Cl στο μόριο **α.** και N−H στο μόριο **γ.** είναι πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί. Μάλιστα, καθώς το Cl και το N είναι πιο ηλεκτραρνητικά στοιχεία από το H τα κλάσματα φορτίου αναπτύσσονται ως εξής:



Παράδειγμα 4.11

Τα στοιχεία Α, Β και Γ έχουν ατομικούς αριθμούς 7, 12 και 17, αντίστοιχα. Να εξηγήσετε τι είδους δεσμό σχηματίζουν:

α. Το Β με το Γ, **β.** το Β με το Α και **γ.** το Α με το Γ.

Λύση

Τα τρία παραπάνω στοιχεία έχουν ηλεκτρονιακές δομές:

i. Α : K(2) L(5) **ii.** Β : K(2) L(8) M(2) **iii.** Γ : K(2) L(8) M(7)

Από τα στοιχεία αυτά, το Α είναι αμέταλλο στοιχείο με 5 ηλεκτρόνια σθένους, το Β είναι μέταλλο με 2 ηλεκτρόνια σθένους και το Γ είναι αμέταλλο με 7 ηλεκτρόνια σθένους.

α. Το Β με το Γ σχηματίζουν ιοντική ένωση στην οποία το Β δίνει από ένα ηλεκτρόνιο σε δύο άτομα του Γ, ώστε να προκύψει δομή ευγενούς αερίου και στα τρία άτομα:



Ο μοριακός τύπος της ένωσης που σχηματίζεται είναι: $BΓ_2$.

β. Το Β με το Α σχηματίζουν επίσης ιοντική ένωση στην οποία τρία άτομα του Β δίνουν το καθένα από δύο ηλεκτρόνια σε δύο άτομα του Α, ώστε να προκύψει δομή ευγενούς αερίου σε όλα τα άτομα:



Ο μοριακός τύπος της ένωσης που σχηματίζεται είναι: B_3A_2.

γ. Το Α με το Γ σχηματίζουν ομοιοπολική ένωση στην οποία τρία άτομα του Γ σχηματίζουν κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων με τρία μονήρη ηλεκτρόνια ενός ατόμου Α, ώστε να προκύψει δομή ευγενούς αερίου σε όλα τα άτομα:



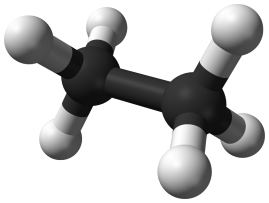
Ο μοριακός τύπος της ένωσης που σχηματίζεται είναι: $AΓ_3$.

Παράδειγμα 4.12

Τρεις ομοιοπολικές ενώσεις Α, Β και Γ έχουν μοριακούς τύπους C_2H_x, C_2H_y και C_2H_ω, αντίστοιχα. Αν είναι γνωστό ότι η ένωση Α έχει ένα απλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα, η ένωση Β έχει ένα διπλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα και η ένωση Γ έχει ένα τριπλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα, να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των ενώσεων Α, Β και Γ περιγράφοντας τον τρόπο δημιουργίας των δεσμών.
Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί του C: $Z = 6$ και του H: $Z = 1$.

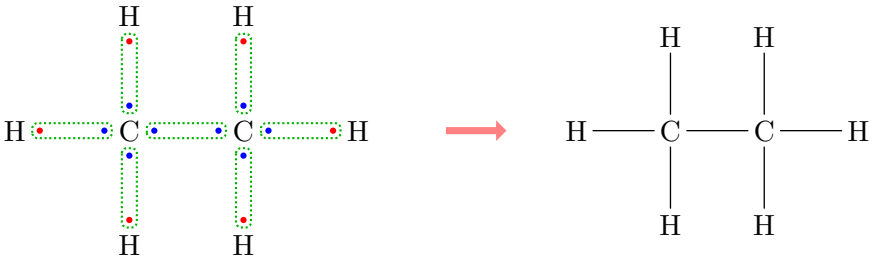
Λύση

Τα δύο παραπάνω στοιχεία έχουν ηλεκτρονιακές δομές, C: K(2) L(4) (4 ηλεκτρόνια σθένους, αμέταλλο στοιχείο, H: K(1) (1 ηλεκτρόνιο σθένους, αλλά αμέταλλο στοιχείο).



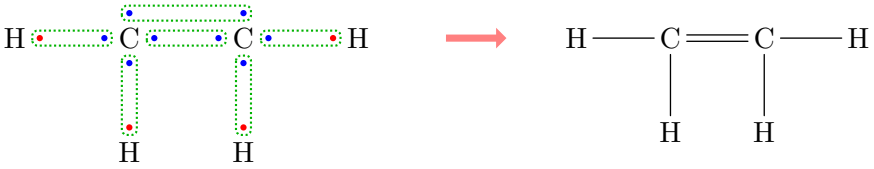
Μοντέλο δομής για την ένωση C_2H_6.

Στην ένωση Α, όπου υπάρχει απλός δεσμός μεταξύ των ατόμων C θα έχουμε:



Επομένως, $x = 6$.

Στην ένωση Β, όπου υπάρχει διπλός δεσμός μεταξύ των ατόμων C θα έχουμε:



Επομένως, $y = 4$.

Τέλος, στην ένωση Γ, όπου υπάρχει τριπλός δεσμός μεταξύ των ατόμων C θα έχουμε:



Επομένως, $\omega = 2$.

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

4.1 Τα άτομα των στοιχείων ενώνονται μεταξύ τους για να:

α. μετατραπούν σε ευγενή αέρια.
β. μειώσουν τη συνολική τους ενέργεια.
γ. να αποκτήσουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων με κάποιο ευγενές αέριο.
δ. να αποκτήσουν τον ατομικό αριθμό του αντίστοιχου ευγενούς αερίου.

4.2 Πόσα ηλεκτρόνια πρέπει να χάσει ή να πάρει το άτομο του $_{20}\mathrm{Ca}$ ώστε να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου;

α. Να χάσει 2.
β. Να πάρει 2.
γ. Να πάρει 6.
δ. Να χάσει 2 ή να πάρει 2.

4.3 Γενικά, ο ιοντικός δεσμός:

α. σχηματίζεται μεταξύ μετάλλων (ηλεκτροθετικών στοιχείων).
β. σχηματίζεται μεταξύ αμετάλλων (ηλεκτραρνητικών στοιχείων).
γ. σχηματίζεται μεταξύ μετάλλων (ηλεκτραρνητικών στοιχείων).
δ. έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό κατιόντων και ανιόντων.

4.4 Τα στοιχεία K και Cl έχουν ατομικούς αριθμούς 19 και 17, αντίστοιχα. Η ένωση που σχηματίζουν:

α. είναι ιοντική (ετεροπολική) γιατί και τα δύο στοιχεία είναι ηλεκτροθετικά (μέταλλα).
β. είναι ιοντική γιατί το ένα είναι ηλεκτραρνητικό στοιχείο (το K) και το άλλο ηλεκτροθετικό στοιχείο (το Cl).
γ. είναι ιοντική γιατί το ένα είναι ηλεκτροθετικό στοιχείο (το K) και το άλλο ηλεκτραρνητικό στοιχείο (το Cl).
δ. έχει τύπο $\mathrm{K_2Cl}$.

4.5 Μεταξύ των στοιχείων Mg ($Z = 12$) και O ($Z = 8$) σχηματίζεται ιοντικός δεσμός που έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό:

α. ιόντων $\mathrm{Mg^{2+}}$ και $\mathrm{O^{2-}}$.
β. ένωσης του τύπου MgO.
γ. ένωσης του τύπου $\mathrm{Mg_2O}$.
δ. ένωσης του τύπου $\mathrm{MgO_2}$.

4.6 Τα στοιχεία Al ($Z = 13$) και O ($Z = 8$):

α. είναι και τα δύο μέταλλα και επομένως σχηματίζουν ιοντικό δεσμό.
β. είναι και τα δύο αμέταλλα και επομένως σχηματίζουν ομοιοπολικό δεσμό.
γ. σχηματίζουν ιοντική ένωση του τύπου $\mathrm{Al_3O_2}$.
δ. σχηματίζουν ιοντική ένωση του τύπου $\mathrm{Al_2O_3}$.

4.7 Οι ετεροπολικές ενώσεις σε συνηθισμένες συνθήκες είναι:

α. στερεά σώματα με υψηλό σημείο τήξεως, χωρίς ηλεκτρική αγωγιμότητα.
β. υγρά με ηλεκτρική αγωγιμότητα.
γ. εύτηκτα στερεά με μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα.
δ. στερεά δύστηκτα με μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα.

4.8 Στο μόριο του $\mathrm{O_2}$ ($Z = 8$) σχηματίζεται:

α. ιοντικός (ετεροπολικός) δεσμός.
β. πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός.
γ. ένας απλός ομοιοπολικός δεσμός.
δ. διπλός ομοιοπολικός δεσμός.

4.9 Τα στοιχεία $_{19}\mathrm{A}$ και $_{35}\mathrm{B}$ σχηματίζουν:

α. ομοιοπολική ένωση με χημικό τύπο AB.
β. ομοιοπολική ένωση με χημικό τύπο $\mathrm{AB_2}$.
γ. ετεροπολική ένωση με χημικό τύπο $\mathrm{A_2B}$.
δ. ετεροπολική ένωση με χημικό τύπο AB.
ε. ετεροπολική ένωση με χημικό τύπο BA.

4.10 Στο μόριο του HF σχηματίζεται:

α. ένας απλός μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός.
β. ένας διπλός ομοιοπολικός δεσμός.
γ. πολικός ομοιοπολικός δεσμός.
δ. ιοντικός δεσμός.

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί του F και του H ίσοι με 9 και 1, αντίστοιχα.

4.11 Στο μόριο του $\mathrm{H_2O}$:

α. σχηματίζεται ιοντικός δεσμός ($2\,\mathrm{H^+}\ \mathrm{O^{2-}}$).
β. σχηματίζονται δύο μη πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί.

γ. σχηματίζεται ένας διπλός ομοιοπολικός δεσμός.

δ. σχηματίζονται δύο πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί.

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί του Η και του Ο ίσοι με 1 και 8, αντίστοιχα.

4.12 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Το αργίλιο Al ($Z = 13$) έχει 3 ηλεκτρόνια σθένους.

β. Το μόριο H_2 που αποτελείται από ένα άτομο $_1$H και ένα άτομο $_2$H είναι πολικό επειδή αποτελείται από διαφορετικά άτομα.

γ. Οι δομικές μονάδες των ομοιοπολικών ενώσεων είναι τα ιόντα.

δ. Οι ομοιοπολικές ενώσεις αποτελούνται από ίσους αριθμούς θετικών και αρνητικών ιόντων, έτσι ώστε να είναι ηλεκτρικά ουδέτερες.

ε. Αν ένα στοιχείο Α σχηματίζει ιοντική ένωση με το στοιχείο Β και ιοντική με το στοιχείο Γ, τότε η ένωση των Β και Γ είναι επίσης ιοντική.

4.13 Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α. Τα ευγενή αέρια έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα .... ηλεκτρόνια εκτός από το .... που έχει στην ..... στιβάδα .... ηλεκτρόνια.

β. Το φθόριο (F), που είναι στοιχείο της VIIA ομάδας του περιοδικού πίνακα, έχει στην εξωτερική του .... ηλεκτρόνια και ..... ή ..... ένα ηλεκτρόνιο, ώστε να αποκτήσει δομή ..... αερίου.

γ. Το κάλιο, $_{19}$K, έχει ηλεκτρονιακή δομή ..... και όταν σχηματίζει ενώσεις, ... ένα ηλεκτρόνιο ώστε να αποκτήσει δομή ..... αερίου.

4.14 Στα κενά του παρακάτω πίνακα να συμπληρώσετε:

α. το γράμμα Ο, αν η ένωση που σχηματίζουν τα αντίστοιχα στοιχεία είναι ομοιοπολική,

β. το γράμμα Ε αν η αντίστοιχη ένωση είναι ετεροπολική και

γ. το γράμμα Χ αν τα αντίστοιχα στοιχεία δε σχηματίζουν χημική ένωση.

	$_8$O	$_{16}$S	$_{17}$Cl
$_1$H			
$_{11}$Na			
$_{12}$Mg			
$_{10}$Ne			

4.15 Άτομο θείου συμβολίζεται ως $^{32}_{16}$S.

α. Από πόσα πρωτόνια, ηλεκτρόνια και νετρόνια αποτελείται το άτομο αυτό; Ποια η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες;

β. Σε ποια περίοδο και ομάδα ανήκει το στοιχείο; Να το ταξινομήσετε ως ηλεκτροθετικό ή ως ηλεκτραρνητικό και ως μέταλλο ή αμέταλλο.

γ. Να περιγράψετε το είδος των δεσμών που σχηματίζει το S στις ενώσεις του με το

i. $_1$H **ii.** $_{11}$Na **iii.** $_{12}$Mg

4.16 Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού των ιοντικών ενώσεων:

α. K_2S **β.** CaF_2 **γ.** AlF_3
δ. CaO **ε.** Mg_3N_2 **ζ.** Al_2O_3

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί, K : 19, S : 16, Ca : 20, F : 9, Al : 13, O : 8, Mg : 12, N : 7.

4.17 Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους κατά Lewis των εξής μορίων:

α. H_2S **β.** PCl_3 **γ.** OF_2
δ. CS_2 **ε.** CH_3F **ζ.** $COCl_2$

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί, H : 1, S : 16, P : 15, Cl : 17, C : 6, F : 9, O : 8.

4.18 Δίνονται τα στοιχεία Α και Β. Το στοιχείο Α ανήκει στην ΙΑ ομάδα και στην 1η περίοδο, ενώ το στοιχείο Β ανήκει στην VIIA ομάδα και στη 2η περίοδο του περιοδικού πίνακα.

α. Να εξηγήσετε τι είδους δεσμό μπορούν να σχηματίσουν τα στοιχεία Α και Β.

β. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης που σχηματίζουν;

γ. Τι δείχνει ο τύπος αυτός;

4.19 Δίνονται τα στοιχεία Α και Β. Το στοιχείο Α ανήκει στην IVA ομάδα και στην 2η περίοδο, ενώ το στοιχείο Β ανήκει στην VIIA ομάδα και στη 3η περίοδο του περιοδικού πίνακα.

α. Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές των παραπάνω στοιχείων.

β. Να εξηγήσετε τι είδους δεσμό μπορούν να σχηματίσουν τα παραπάνω στοιχεία.

γ. Να γράψετε τον μοριακό τύπο της ένωσης που σχηματίζουν τα δύο στοιχεία.

Χημεία ... και Τέρατα!!!

«Οι χημικοί δεσμοί στο μικροσκόπιο!»

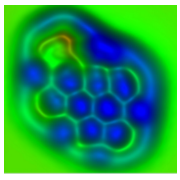
Όπως συμβαίνει στην ανθρώπινη ζωή, έτσι και στη χημεία οι δεσμοί των ατόμων που συγκροτούν ένα μόριο είναι άλλοτε πιο στενοί και άλλοτε πιο χαλαροί, καθορίζοντας την τελική μορφή και τη συμπεριφορά του. Αυτό είναι γνωστό στη θεωρία, για πρώτη φορά όμως μπορούμε να το παρακολουθήσουμε και στην πράξη χάρη στην πρώτη λεπτομερή απεικόνισή τους που πέτυχε διεθνής ομάδα επιστημόνων.

Οι εικόνες, οι οποίες δημοσιεύθηκαν στην επιθεώρηση «Science», δείχνουν για πρώτη φορά τις φυσικές διαφορές που παρουσιάζουν οι δεσμοί των ατόμων ανάλογα με το πόσο ισχυροί είναι. Θεωρείται ότι θα προσφέρουν βαθύτερη κατανόηση των χημικών αντιδράσεων και θα βοηθήσουν σημαντικά τους τομείς της νανοεπιστήμης και της νανοτεχνολογίας.

Επίσης, προσφέροντας ένα «εργαλείο» για τη μελέτη της κατανομής των φορτίων η νέα τεχνική απεικόνισης ενδέχεται να οδηγήσει, όπως επισημαίνεται σε ένα δεύτερο σχετικό άρθρο, στη μελλοντική χρήση των μορίων σε μικροσκοπικά ηλεκτρονικά κυκλώματα.

Εκλεκτικές συγγένειες

Για να σχηματίσουν ένα μόριο τα άτομα δημιουργούν δεσμούς στους οποίους «μοιράζονται» ένα ή περισσότερα από τα εξωτερικά ηλεκτρόνιά τους. Ο αριθμός των ηλεκτρονίων που μοιράζονται - το αν δηλαδή θα είναι ένα, δυο, τρία ή έξι - καθορίζει το πόσο ισχυρός είναι ο μεταξύ τους δεσμός και κατ' επέκταση τη γεωμετρική δομή και τη σταθερότητα του μορίου καθώς και το πόσο δραστικό θα είναι στις αντιδράσεις.



Οι εικόνες που δόθηκαν στη δημοσιότητα (όπως αυτή ενός μορίου νανογραφενίου, δεξιά) οπτικοποιούν για πρώτη φορά την ισχύ των δεσμών που συνδέουν τα άτομα, με ένδειξη το μήκος τους. Οι πυκνότεροι σε ηλεκτρόνια ισχυρότεροι δεσμοί εμφανίζονται πιο «κοντοί» και λιγότερο φωτεινοί από τους πιο χαλαρούς «μακρύτερους» δεσμούς. Η διαφορά μήκους είναι βεβαίως υπερβολικά μικρή - μόλις μερικά πικόμετρα ή τρισεκατομμυριοστά του μέτρου.

«Έχουμε ξαναδεί δεσμούς αλλά δεν μπορούσαμε να διακρίνουμε διαφορές μεταξύ τους. Τώρα μπορούμε να απεικονίσουμε αυτές τις μικροσκοπικές διαφορές ανάμεσά τους» δήλωσε ο Λέο Γκρος του Ερευνητικού Κέντρου της IBM στη Ζυρίχη, επικεφαλής της μελέτης που διεξήχθη με τη συνεργασία γαλλικών και ισπανικών ερευνητικών ιδρυμάτων. Το 2009 ο κ. Γκρος είχε επίσης επιτύχει την πρώτη απεικόνιση των χημικών δεσμών ενός μορίου, η οποία όμως ήταν πολύ πιο «θολή» σε σχέση με τη σημερινή.

«Οι χημικοί δεσμοί στο μικροσκόπιο!»

Φύλλο Εργασίας 4.1

Ατομική ακτίνα

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Το $_{11}Na$ έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το $_{11}Na^{+}$. . . . . ☐

β. Τα στοιχεία μιας περιόδου έχουν την ίδια ατομική ακτίνα. . . . . ☐

Β. Σε καθένα από τα επόμενα ζεύγη, ποιο άτομο έχει μεγαλύτερη ακτίνα;

α. το $_{7}N$ ή το $_{15}P$, **β.** το $_{19}K$ ή το $_{20}Ca$;

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Γ. Σε καθένα από τα επόμενα ζεύγη, ποιο άτομο έχει μεγαλύτερη ακτίνα και γιατί:

α. $_{9}F$ ή $_{17}Cl$, **β.** $_{16}S$ ή $_{17}Cl$;

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Δ. Να ταξινομήσετε κατ' αυξανόμενο μέγεθος τα επόμενα άτομα: $_{15}P$, $_{16}S$, $_{17}Cl$.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Ε. Να εξηγήσετε γιατί το $_{11}Na$ αποβάλλει ηλεκτρόνια δυσκολότερα από το $_{19}K$.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Φύλλο Εργασίας 4.2

Ιοντικοί δεσμοί Ι

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Δίνονται τα στοιχεία: $_{19}$K και $_{17}$Cl.

α. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για τα άτομα του καλίου και του χλωρίου.

β. Να αναφέρετε το είδος του δεσμού (ιοντικό ή ομοιοπολικό) μεταξύ αυτών των ατόμων.

γ. Να αναφέρετε αν η ένωση που σχηματίζεται μεταξύ K και Cl:

i. έχει υψηλό ή χαμηλό σημείο τήξης.

ii. τα υδατικά διαλύματά της άγουν ή όχι το ηλεκτρικό ρεύμα.

.....

.....

.....

.....

.....

Β. Δίνονται τα στοιχεία: νάτριο, $_{11}$Na και φθόριο, $_{9}$F.

α. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για τα άτομα του νατρίου και του φθορίου.

β. Τι είδους δεσμός υπάρχει στη χημική ένωση που σχηματίζεται μεταξύ Na και F, ιοντικός ή ομοιοπολικός;
Να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας περιγράφοντας τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού.

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Το στοιχείο X ανήκει στη 1η (ΙΑ) ομάδα και τη 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

α. Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του X.

β. Να περιγράψετε τον τρόπο που σχηματίζεται δεσμός μεταξύ του X και του $_{9}$F και να γράψετε το χημικό τύπο της ένωσης που προκύπτει.

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 4.3

Ιοντικοί δεσμοί ΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Δίνονται τα στοιχεία ${}_{11}\mathrm{A}$ και ${}_{17}\mathrm{B}$.

α. Να κάνετε κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για τα άτομα των στοιχείων Α και Β.

β. Να εξηγήσετε τον τρόπο σχηματισμού της ένωσης μεταξύ των στοιχείων Α και Β και να γράψετε τον χημικό τύπο της ένωσης. Να χαρακτηρίσετε την ένωση ως ομοιοπολική ή ιοντική.

.....

.....

.....

.....

.....

Β. Δίνονται τα χημικά στοιχεία: ${}_{9}\mathrm{F}$ και ${}_{19}\mathrm{K}$.

α. Να γραφεί για το καθένα από αυτά η κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες στα αντίστοιχα άτομα.

β. Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή να προσδιοριστεί η θέση για καθένα από αυτά τα χημικά στοιχεία στον Περιοδικό Πίνακα.

γ. Το στοιχείο ${}_{19}\mathrm{K}$ είναι μέταλλο ή αμέταλλο; Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Δίνονται τα στοιχεία: ${}_{12}\mathrm{Mg}$ και ${}_{16}\mathrm{S}$.

α. Να τοποθετηθούν τα ηλεκτρόνια των ατόμων των στοιχείων σε στιβάδες.

β. Ποιο από αυτά τα στοιχεία όταν αντιδρά έχει την τάση να προσλαμβάνει ηλεκτρόνια και ποιο έχει την τάση να αποβάλλει ηλεκτρόνια. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

γ. Τι είδους δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ του Mg και του S, ιοντικός ή ομοιοπολικός; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 4.4

Ομοιοπολικοί δεσμοί I

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Για το άτομο του χλωρίου δίνεται ότι $Z = 17$.

α. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για το άτομο του χλωρίου.

β. Να αναφέρετε με τι είδους δεσμό (ιοντικό ή ομοιοπολικό) ενώνονται τα άτομα του χλωρίου στο μόριο Cl_2.

γ. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού και να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο του μορίου Cl_2.

.....

.....

.....

.....

.....

Β. Δίνονται: υδρογόνο, ${}_1H$ και οξυγόνο, ${}_8O$.

α. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για το άτομο του οξυγόνου.

β. Να αναφέρετε το είδος των δεσμών (ιοντικός ή ομοιοπολικός) μεταξύ ατόμων υδρογόνου και ατόμων οξυγόνου στο μόριο της χημικής ένωσης: H_2O.

γ. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού των δεσμών και να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο αυτής της χημικής ένωσης.

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Δίνονται τα στοιχεία: ${}_9F$, ${}_1H$.

α. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων του φθορίου (F) σε στιβάδες.

β. Να εξηγήσετε το είδος του δεσμού που σχηματίζεται μεταξύ των στοιχείων αυτών.

γ. Τα στοιχεία αυτά σχηματίζουν μια ένωση με μοριακό τύπο HF. Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης αυτής.

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 4.5

Ομοιοπολικοί δεσμοί ΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Δίνεται το στοιχείο: φθόριο, ${}_{9}\mathrm{F}$.

α. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για το άτομο του φθορίου.

β. Να αναφέρετε το είδος του δεσμού (ιοντικός ή ομοιοπολικός) μεταξύ ατόμων F στο μόριο F_2.

γ. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού στο μόριο του φθορίου, F_2.

.....

.....

.....

.....

.....

Β. Δίνεται το στοιχείο: άζωτο: ${}_{7}\mathrm{N}$.

α. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για το άτομο του αζώτου.

β. Να αναφέρετε με τι είδος δεσμό (ιοντικό ή ομοιοπολικό) ενώνονται τα άτομα του αζώτου στο μόριο του αζώτου, N_2.

γ. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού στο μόριο του αζώτου, N_2.

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Δίνονται τα στοιχεία: υδρογόνο, ${}_{1}\mathrm{H}$, άζωτο, ${}_{7}\mathrm{N}$.

α. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για το άτομο του αζώτου.

β. Να αναφέρετε το είδος των δεσμών (ιοντικός ή ομοιοπολικός) μεταξύ ατόμων υδρογόνου και αζώτου στη χημική ένωση NH_3.

γ. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού των δεσμών και να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο αυτής της χημικής ένωσης.

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 4.6

Χημικοί δεσμοί

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Οι ιοντικές ενώσεις σε στερεή κατάσταση είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος. ..... ☐

β. Τα αλογόνα μπορούν να σχηματίσουν ομοιοπολικούς και ιοντικούς δεσμούς. ..... ☐

γ. Το στοιχείο ${}_{9}\mathrm{Y}$ είναι μέταλλο. ..... ☐

δ. Η ένωση μεταξύ του στοιχείου ${}_{17}\mathrm{X}$ και του στοιχείου ${}_{19}\Psi$ είναι ιοντική. ..... ☐

ε. Η ένωση μεταξύ ${}_{19}\mathrm{K}$ και ${}_{9}\mathrm{F}$ είναι ιοντική. ..... ☐

ζ. Το νάτριο (${}_{11}\mathrm{Na}$), δεν μπορεί να σχηματίσει ομοιοπολικές ενώσεις. ..... ☐

Β. Για καθεμία από τις παρακάτω περιπτώσεις να γράψετε αν ο δεσμός είναι ομοιοπολικός ή ιοντικός.

α. Ο δεσμός αυτός σχηματίζεται μεταξύ ενός μετάλλου και ενός αμετάλλου.

β. Ο δεσμός αυτός δημιουργείται με τη αμοιβαία συνεισφορά μονήρων ηλεκτρονίων.

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Να αναφέρετε δυο διαφορές μεταξύ ομοιοπολικών και ιοντικών ενώσεων.

.....

.....

.....

.....

.....

Δ. Δίνονται τα στοιχεία : ${}_{12}\mathrm{X}$, ${}_{17}\Psi$, ${}_{8}\mathrm{Z}$.

α. Να γράψετε την κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες των στοιχείων Χ, Ψ, Ζ.

.....

.....

β. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Το στοιχείο Χ είναι μέταλλο. ..... ☐

β. Μεταξύ των στοιχείων Χ και Ψ σχηματίζεται ομοιοπολικός δεσμός. ..... ☐

γ. Μεταξύ των στοιχείων Χ και Ζ σχηματίζεται ιοντικός δεσμός. ..... ☐

Φύλλο Εργασίας 4.7

Ηλεκτραρνητικότητα, Μέταλλα - Αμέταλλα

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Η ηλεκτραρνητικότητα καθορίζει την τάση των ατόμων να αποβάλλουν ηλεκτρόνια. .... ☐

β. Το $_{17}$Cl προσλαμβάνει ηλεκτρόνια ευκολότερα από το $_{9}$F. ..... ☐

γ. Το στοιχείο $_{19}$K είναι μέταλλο. ..... ☐

δ. Το στοιχείο $_{11}$Na είναι μέταλλο. ..... ☐

ε. Το στοιχείο $_{17}$Cl είναι μέταλλο. ..... ☐

Β. Να εξηγήσετε γιατί:

α. Το $_{11}$Na αποβάλει ηλεκτρόνια δυσκολότερα από το $_{19}$K.

β. Το $_{9}$F μπορεί να προσλάβει ηλεκτρόνια ευκολότερα από το $_{17}$Cl.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Ο παρακάτω πίνακας δίνει μερικές πληροφορίες για τα άτομα τριών στοιχείων: Α, Β και Γ.

Στοιχείο	Ατομικός αριθμός	Μαζικός αριθμός	Αριθμός ηλεκτρονίων	Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός νετρονίων
Α	7	14			
Β		39	19		
Γ	11				12

α. Να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα.

β. Ποια από τα παραπάνω στοιχεία είναι μέταλλα;
Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 4.8

Χημικοί δεσμοί: Επαναληπτικό Ι

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Ένα στοιχείο Α ανήκει στην 1η (ΙΑ) ομάδα και στην 3η περίοδο.

α. Να δείξετε ότι ο ατομικός αριθμός του είναι 11.

β. Να εξηγήσετε τον τρόπο σχηματισμού της ένωσης μεταξύ των στοιχείων Α και του $_{9}F$ και να γράψετε τον χημικό τύπο της ένωσης.

γ. Να χαρακτηρίσετε την ένωση ως ομοιοπολική ή ιοντική.

.....

.....

.....

.....

Β. Δίνεται το στοιχείο: $^{A}_{19}X$

α. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο του στοιχείου Χ.

			Στιβάδες			
	A	νετρόνια	K	L	M	N
X		20				

β. Τι είδους δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ του Χ και του φθορίου, $_{9}F$, ιοντικός ή ομοιοπολικός; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας περιγράφοντας τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού.

.....

.....

.....

.....

Γ. Δίνονται τα στοιχεία: $_{16}S$ και $_{1}H$.

α. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων του θείου και του υδρογόνου σε στιβάδες.

β. Να βρείτε σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα παραπάνω στοιχεία.

γ. Να εξηγήσετε γιατί δεν πρέπει να χρησιμοποιείται η έννοια του ιοντικού κρυστάλλου στην περίπτωση του H_2S.

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 4.9

Χημικοί δεσμοί: Επαναληπτικό ΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Για το άτομο του καλίου, K, δίνεται ότι $Z = 19$ και $A = 39$. Να μεταφέρετε στην κόλλα σας συμπληρωμένο τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο του καλίου:

	Υποατομικά σωματίδια			Κατανομή στις στιβάδες			
Στοιχείο	p	n	e	K	L	M	N
K							

Τι είδους δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ του K και του χλωρίου, Cl ($Z = 17$);

α. ιοντικός ή
β. ομοιοπολικός;

Να επιλέξετε το σωστό. Να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας περιγράφοντας τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού και να γράψετε το χημικό τύπο της ένωσης.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Β. Δίνονται τα στοιχεία Χ και Ψ. Το Χ βρίσκεται στην 1η (ΙΑ) ομάδα και στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και το Ψ βρίσκεται στην 17η (VIIA) ομάδα και στην δεύτερη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

α. Να κατανεμηθούν τα ηλεκτρόνια του κάθε στοιχείου σε στιβάδες.
β. Να βρεθεί ο ατομικός αριθμός του κάθε στοιχείου.
γ. Τα Χ και Ψ θα αναπτύξουν μεταξύ τους ιοντικό ή ομοιοπολικό δεσμό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Φύλλο Εργασίας 4.10

Χημικοί δεσμοί: Επαναληπτικό ΙΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Δίνεται ο πίνακας:

Σύμβολο ατόμου	Ηλεκτρονιακή κατανομή	Ομάδα Π.Π.	Περίοδος Π.Π.
X	K(2) L(4)		
Ψ	K(2) L(8) M(7)		
Z	K(2) L(7)		

α. Να συμπληρώσετε τον πίνακα.
β. Να εξηγήσετε ποια από τα άτομα που περιέχονται στον πίνακα ανήκουν σε στοιχεία με παρόμοιες (ανάλογες) χημικές ιδιότητες;
γ. Ποιο είναι το είδος του δεσμού (ομοιοπολικός ή ιοντικός) που σχηματίζεται μεταξύ X και Ψ;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Β. Δίνονται τα στοιχεία: $_{12}\mathrm{Mg}$ και $_{9}\mathrm{F}$.

α. Να γράψετε για τα παραπάνω στοιχεία την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.
β. Να βρεθεί η ομάδα και η περίοδος στην οποία ανήκουν τα παραπάνω στοιχεία.
γ. Να χαρακτηρίσετε τα παραπάνω στοιχεία ως μέταλλα ή αμέταλλα.
δ. Να αναφέρετε αν ο μεταξύ τους δεσμός είναι ιοντικός ή ομοιοπολικός.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Απαντήσεις - Λύσεις

Κεφάλαιο 4

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Κεφάλαιο 4

4.1 β

4.2 α

4.3 δ

4.4 γ

4.5 α

4.6 δ

4.7 α

4.8 δ

4.9 δ

4.10 γ

4.11 δ

4.12 **α.** Σ, **β.** Λ, **γ.** Λ, **δ.** Λ, **ε.** Λ

4.13 **α.** 8, He, εξωτερική, 2, **β.** στιβάδα, 7, προσλαμβάνει, συνεισφέρει, ευγενούς, **γ.** K(2) L(8) M(8) N(1), αποβάλλει, ευγενούς

4.14

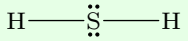
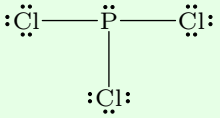
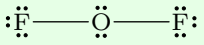
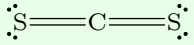
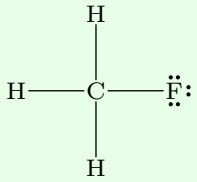
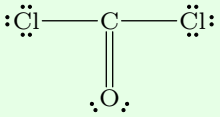
	$_{8}$O	$_{16}$S	$_{17}$Cl
$_{1}$H	O	O	O
$_{11}$Na	E	E	E
$_{12}$Mg	E	E	E
$_{10}$Ne	X	X	X

4.15 **α.** 16 p, 16 n, 16 e, K(2) L(8) M(6)
β. 3η περίοδο, 16η ομάδα (VIA), ηλεκτραρνητικό αμέταλλο
γ. **i.** ομοιοπολικό **ii.** ιοντικό **iii.** ιοντικό

4.16 Οι ηλεκτρονιακές δομές είναι: K (2,8,8,1), S (2,8,6), Ca (2,8,8,2), F (2,7), Al (2,8,3), O (2,6), Mg (2,8,2), N (2,5). Επομένως:

α. Το κάθε άτομο του K αποβάλλει ένα ηλεκτρόνιο και το άτομο του S προσλαμβάνει δύο ηλεκτρόνια.
β. Το άτομο του Al αποβάλλει τρία ηλεκτρόνιο και το κάθε άτομο του F προσλαμβάνει ένα ηλεκτρόνιο.
γ. Το κάθε άτομο Mg αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια και το κάθε άτομο του N προσλαμβάνει τρία ηλεκτρόνια.
δ. Το άτομο Ca αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια και το κάθε άτομο του F προσλαμβάνει ένα ηλεκτρόνιο.
ε. Το άτομο Ca αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια και το άτομο του O προσλαμβάνει δύο ηλεκτρόνια.
ζ. Το κάθε άτομο Al αποβάλλει τρία ηλεκτρόνια και το κάθε άτομο του O προσλαμβάνει δύο ηλεκτρόνια.

4.17 Οι ηλεκτρονιακές δομές είναι: H (1), S (2,8,6), P (2,8,5), Cl (2,8,7), C (2,4), F (2,7), O (2,6). Επομένως:

α. 
β. 
γ. 
δ. 
ε. 
ζ. 

4.18 **α.** Οι ηλεκτρονιακές δομές των στοιχείων είναι: A: K(1) και B: K(2) L(7). Το A για να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου χρειάζεται ένα ηλεκτρόνιο γιατί διαθέτει μια στιβάδα ηλεκτρονίων. Επομένως ο δεσμός είναι ομοιοπολικός.
β. AB
γ. Το είδος των ατόμων που αποτελούν την ένωση και τον ακριβή αριθμό των ατόμων στο μόριό της.

4.19 **α.** A: K(2) L(4) και B: K(2) L(8) M(7).
β. Είναι αμέταλλα άρα ομοιοπολικό.
γ. AB_4

Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας

Κεφάλαιο 4

Φύλλο Εργασίας 4.1

Α. **α.** Σ, **β.** Λ

Β. **α.** ${}_{15}\mathrm{P}$, **β.** ${}_{19}\mathrm{K}$

Γ. **α.** ${}_{17}\mathrm{Cl}$, **β.** ${}_{16}\mathrm{S}$

Δ. ${}_{15}\mathrm{P} > {}_{16}\mathrm{S} > {}_{17}\mathrm{Cl}$

Ε. Μικρότερο μέγεθος (μικρότερη ατομική ακτίνα).

Φύλλο Εργασίας 4.2

Α. **α.** K: K(2) L(8) M(8) N(1), Cl: K(2) L(8) M(7)
β. ιοντικός
γ. **i.** υψηλό, **ii.** άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα

Β. **α.** Na: K(2) L(8) M(1), F: K(2) L(7)
β. ιοντικός

Γ. **α.** $Z = 3$
β. ιοντικός, XF

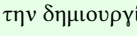
Φύλλο Εργασίας 4.3

Α. **α.** A: K(2) L(8) M(1), B: K(2) L(8) M(7)
β. Αποβολή ενός ηλεκτρονίου από ένα άτομο Α και πρόσληψη ενός ηλεκτρονίου από ένα άτομο Β. ΑΒ. Ιοντική.

Β. **α.** F: K(2) L(7), K: K(2) L(8) M(8) N(1)
β. F: 2η περίοδος, 17η ομάδα (VIIA), K: 4η περίοδος, 1η ομάδα (IA)
γ. Μέταλλο. Αποκτά δομή ευγενούς αερίου με αποβολή ενός ηλεκτρονίου (προφανώς, στον περιοδικό πίνακα, βρίσκεται αριστερά της διαχωριστικής γραμμής που χωρίζει μέταλλα-αμέταλλα στο μέρος δηλαδή των μετάλλων).

Γ. **α.** Mg: K(2) L(8) M(2), S: K(2) L(8) M(6)
β. Για να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου πρέπει το Mg (ηλεκτροθετικό) να αποβάλλει ηλεκτρόνια και το S (ηλεκτραρνητικό) να προσλάβει.
γ. ιοντικός (MgS)

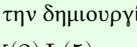
Φύλλο Εργασίας 4.4

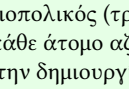
Α. **α.** Cl: K(2) L(8) M(7)
β. Ομοιοπολικό.
γ. Το κάθε άτομο χλωρίου συνεισφέρει από ένα ηλεκτρόνιο για την δημιουργία ενός ομοιοπολικού δεσμού. 

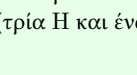
Β. **α.** O: K(2) L(6)
β. Το κάθε Η ενώνεται με έναν ομοιοπολικό δεσμό με το άτομο του Ο.
γ. Το κάθε Η με αμοιβαία συνεισφορά ενός ηλεκτρονίου με το άτομο του Ο ενώνεται με αυτό με έναν απλό ομοιοπολικό δεσμό. 

Γ. **α.** F: K(2) L(7)
β. Ομοιοπολικός. Με αμοιβαία συνεισφορά ενός ηλεκτρονίου αποκτούν και τα δύο δομή ευγενούς αερίου.
γ.

Φύλλο Εργασίας 4.5

Α. **α.** F: K(2) L(7)
β. Ομοιοπολικός.
γ. Το κάθε άτομο φθορίου συνεισφέρει από ένα ηλεκτρόνιο για την δημιουργία ενός ομοιοπολικού δεσμού. 

Β. **α.** N: K(2) L(5)
β. Ομοιοπολικός (τριπλός).
γ. Το κάθε άτομο αζώτου συνεισφέρει από τρία ηλεκτρόνια για την δημιουργία τριών ομοιοπολικών δεσμών. 

Γ. **α.** N: K(2) L(5)
β. Ομοιοπολικοί.
γ. Με αμοιβαία συνεισφορά ενός ηλεκτρονίου ανάμεσα σε κάθε άτομο Η και το άτομο του Ν αποκτούν όλα τα άτομα (τρία Η και ένα Ν) δομή ευγενούς αερίου. 

Φύλλο Εργασίας 4.6

Α. **α.** Λ, **β.** Σ, **γ.** Λ, **δ.** Σ, **ε.** Σ, **ζ.** Σ

Β. **α.** ιοντικός, **β.** ομοιοπολικός

Γ. **1.** Οι ομοιοπολικές ενώσεις αποτελούνται από μόρια ενώ οι ιοντικές ενώσεις δεν αποτελούνται από μόρια.
2. Οι ομοιοπολικές ενώσεις είναι αέρια, υγρά ή στερεά σώματα με χαμηλό σημείο τήξης ενώ οι ιοντικές ενώσεις είναι στερεά κρυσταλλικά σώματα με υψηλό σημείο τήξης.

Δ. **α.** X: K(2) L(8) M(2), Ψ: K(2) L(8) M(7), Z: K(2) L(6)
β. **i.** Σ, **ii.** Λ, **iii.** Σ

Φύλλο Εργασίας 4.7

Α. **α.** Λ, **β.** Λ, **γ.** Σ, **δ.** Σ, **ε.** Λ

Β. **α.** Na: K(2) L(8) M(1), K: K(2) L(8) M(8) N(1)
Το Na και το K βρίσκονται στην ίδια ομάδα (1η). Το Na είναι μικρότερο σε μέγεθος από το K (λιγότερες στιβάδες) άρα το ηλεκτρόνιο της τελευταίας στιβάδας αποβάλλεται δυσκολότερα λόγω μεγαλύτερης έλξης από τον πυρήνα.
β. F: K(2) L(7), Cl: K(2) L(8) M(7)
Το F και το Cl βρίσκονται στην ίδια ομάδα (17η). Το F είναι μικρότερο σε μέγεθος από το Cl (λιγότερες στιβάδες) άρα ένα ηλεκτρόνιο προσλαμβάνεται ευκολότερα από το F σε σχέση με το Cl λόγω μεγαλύτερης έλξης από τον πυρήνα.

Γ. **α.**

A	7	14	7	7	7
B	19	39	19	19	20
Γ	11	23	11	11	12

β. A: K(2) L(5), B: K(2) L(8) M(8) N(1), Γ: K(2) L(8) M(1)
Το A ανήκει στην 15η ομάδα άρα είναι αμέταλλο. Τα B και Γ ανήκουν στην 1η ομάδα (αλλά όχι στην 1η περίοδο) άρα είναι μέταλλα.

Φύλλο Εργασίας 4.8

Α. **α.** Εφόσον το στοιχείο A ανήκει στην 3η περίοδο έχει τρεις στιβάδες ηλεκτρονίων και εφόσον ανήκει στην 1η ομάδα έχει ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα. Επομένως η ηλεκτρονιακή δομή του A είναι: K(2) L(8) M(1). Άρα το άτομο έχει 11 ηλεκτρόνια άρα και 11 πρωτόνια οπότε $Z = 11$.
β. Η ηλεκτρονιακή δομή του φθορίου είναι: K(2) L(7). Επομένως για να αποκτήσουν τα A και F δομή ευγενούς αερίου αρκεί να αποβάλλει ένα ηλεκτρόνιο το άτομο του A και να προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο το άτομο του φθορίου οπότε ο χημικός τύπος είναι AF.
γ. Η ένωση AF επειδή δημιουργήθηκε με αποβολή και πρόσληψη ηλεκτρονίων είναι ιοντική.

Β. **α.**

X	39	20	2	8	8	1

β. Ιοντικός. Η ηλεκτρονιακή δομή του φθορίου είναι: K(2) L(7) άρα ένα άτομο του X αποβάλλει ένα ηλεκτρόνιο και ένα άτομο F προσλαμβάνει ένα ηλεκτρόνιο.

Γ. **α.** S: K(2) L(8) M(6)
H: K(1)
β. S: 16η ομάδα, 3η περίοδος
H: 1η ομάδα, 1η περίοδος
γ. Στο H_2S το κάθε άτομο H ενώνεται με το άτομο του S με έναν απλό ομοιοπολικό δεσμό δημιουργώντας ένα μόριο. Δεν έχουμε σχηματισμό ιόντων επομένως δεν έχουμε δημιουργία κρυσταλλικού πλέγματος.

Φύλλο Εργασίας 4.9

Α. Ο αριθμός των νετρονίων του K είναι: $n = A - Z = 20$. Ο αριθμός των πρωτονίων είναι 19 άρα και ο αριθμός των ηλεκτρονίων είναι 19. Επομένως η ηλεκτρονιακή δομή του K είναι: K(2) L(8) M(8) N(1).

K	19	20	19	2	8	8	1

Η ηλεκτρονιακή δομή του Cl είναι: K(2) L(8) M(7).
α. Ιοντικός. Το άτομο του K αποβάλλει ένα ηλεκτρόνιο και το άτομο του Cl προσλαμβάνει ένα ηλεκτρόνιο ώστε να αποκτήσουν και τα δύο δομή ευγενούς αερίου. Ο χημικός τύπος της ένωσης είναι: KCl.

Β. **α.** Το X έχει τρεις στιβάδες ηλεκτρονίων και στην εξωτερική του στιβάδα έχει ένα ηλεκτρόνιο επομένως η ηλεκτρονιακή του δομή είναι: K(2) L(8) M(1). Το Ψ έχει δύο στιβάδες ηλεκτρονίων και στην εξωτερική του στιβάδα έχει επτά ηλεκτρόνια επομένως η ηλεκτρονιακή του δομή είναι: K(2) L(7).
β. $Z(\text{X}) = 11$ και $Z(\Psi) = 9$
γ. Ιοντικό. Το άτομο του X αποβάλλει ένα ηλεκτρόνιο και το άτομο του Ψ προσλαμβάνει ένα ηλεκτρόνιο ώστε να αποκτήσουν και τα δύο δομή ευγενούς αερίου.

Φύλλο Εργασίας 4.10

Α. **α.**

X	K(2) L(4)	14η (IVA)	2η
Ψ	K(2) L(8) M(7)	17η (VIIA)	3η
Z	K(2) L(7)	17η (VIIA)	2η

β. Τα Ψ και Z γιατί ανήκουν στην ίδια ομάδα.
γ. Ομοιοπολικός.

Β. **α.** Mg: K(2) L(8) M(2), F: K(2) L(7).
β. Mg: 2η ομάδα, 3η περίοδος και F: 17η ομάδα, 2η περίοδος
γ. Mg: Μέταλλο και F: αμέταλλο
δ. Ιοντικός.

Κεφάλαιο 5

Αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.)
Γραφή χημικών τύπων
Ονοματολογία ανόργανων ενώσεων

5.1 Γενικά

Οι διάφορες χημικές ενώσεις συμβολίζονται με χημικούς τύπους οι οποίοι μας δίνουν πληροφορίες για τη σύσταση αλλά και για το είδος των δεσμών που απαντώνται στις αντίστοιχες ενώσεις. Ο συνηθέστερος χημικός τύπος που χρησιμοποιείται είναι ο μοριακός τύπος, που μας δείχνει το είδος των ατόμων που αποτελούν την ένωση, αλλά και τον ακριβή αριθμό των ατόμων στο μόριο της ένωσης (αν είναι ομοιοπολική) ή την αναλογία των ιόντων (αν είναι ιοντική). Για παράδειγμα, στο νερό, H_2O, που είναι ομοιοπολική ένωση ο **μοριακός τύπος** μας δείχνει ότι η ένωση αποτελείται από δύο στοιχεία, το υδρογόνο και το οξυγόνο και ότι το μόριο αποτελείται από δύο άτομα Η και ένα άτομο Ο. Αντίθετα, ο χημικός τύπος του χλωριούχου νατρίου $(NaCl)$ μας δείχνει ότι η αναλογία ιόντων Na^+ και Cl^- στο κρυσταλλικό πλέγμα είναι $1:1$.

Ως ανόργανες ενώσεις θεωρούνται όλες οι ενώσεις, εκτός από τις ενώσεις του C που εξετάζει η οργανική χημεία. Πάντως, υπάρχουν ενώσεις του C που κατά παράδοση εξετάζει η ανόργανη χημεία, όπως το CO_2, το H_2CO_3, τα ανθρακικά άλατα κτλ.

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλύσουμε, κυρίως, δύο θέματα: Πως μπορούμε να γράψουμε το χημικό τύπο μιας ένωσης και πως ονομάζουμε τις ανόργανες ενώσεις. Για το σκοπό αυτό, είναι απαραίτητη η γνώση δύο βασικών «εργαλείων», των πολυατομικών ιόντων και του αριθμού οξείδωσης.

5.2 Συμβολισμός και ονομασίες ιόντων

Έχουμε δει ότι τα ιόντα είναι σωματίδια φορτισμένα, είτε θετικά (κατιόντα), είτε αρνητικά (ανιόντα). Τα ιόντα που αποτελούνται από ένα μόνο άτομο λέγονται μονοατομικά (κατιόντα ή ανιόντα), ενώ αυτά που αποτελούνται από περισσότερα άτομα λέγονται πολυατομικά (ανιόντα ή κατιόντα). Για παράδειγμα το ιόν O^{2-} είναι ένα μονοατομικό ανιόν, ενώ το NH_4^+ είναι ένα πολυατομικό κατιόν.

Τα μονοατομικά κατιόντα δεν έχουν ιδιαίτερη ονομασία, π.χ. το ιόν Mg^{2+} αναφέρεται ως κατιόν μαγνησίου με φορτίο $2+$. Τα μονοατομικά ανιόντα ονομάζονται στα ελληνικά με την κατάληξη -ούχο ιόν, ενώ στην ξένη βιβλιογραφία αναφέρονται με την κατάληξη -ίδιο ιόν. Τα συνηθέστερα μονοατομικά ανιόντα αναφέρονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας μονοατομικών ανιόντων

F^-	φθοριούχο ιόν ή ιόν φθορίδιο	O^{2-}	οξυγονούχο ιόν ή οξείδιο ιόν
Cl^-	χλωριούχο ιόν ή χλωρίδιο ιόν	S^{2-}	θειούχο ιόν ή σουλφίδιο ιόν
Br^-	βρωμιούχο ιόν ή βρωμίδιο ιόν	N^{3-}	αζωτούχο ιόν ή νιτρίδιο ιόν
I^-	ιωδιούχο ιόν ή ιωδίδιο ιόν	H^-	υδρογονούχο ιόν ή υδρίδιο ιόν

Τα βασικά πολυατομικά ιόντα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί και πρέπει να απομνημονευτούν:

Πίνακας πολυατομικών ιόντων Ι

NO_3^-	νιτρικό ιόν	PO_4^{3-}	φωσφορικό ιόν
CO_3^{2-}	ανθρακικό ιόν	OH^-	υδροξείδιο ιόν
SO_4^{2-}	θειικό ιόν	NH_4^+	αμμώνιο

Μερικά άλλα σημαντικά πολυατομικά ιόντα είναι και τα εξής:

Πίνακας πολυατομικών ιόντων ΙΙ

CN^-	ιόν κυανίου ή κυανίδιο ιόν	ClO_4^-	υπερχλωρικό ιόν
MnO_4^-	υπερμαγγανικό ιόν	ClO_3^-	χλωρικό ιόν
$Cr_2O_7^{2-}$	διχρωμικό ιόν	ClO_2^-	χλωριώδες ιόν
SO_3^{2-}	θειώδες ιόν	ClO^-	υποχλωριώδες ιόν

Κάποια πολυατομικά ιόντα διαθέτουν και άτομο ή άτομα Η και στην ονομασία τους προτάσσεται το πρόθεμα όξινο:

Πίνακας όξινων πολυατομικών ιόντων

HCO_3^-	όξινο ανθρακικό ιόν	HPO_4^{2-}	όξινο φωσφορικό ιόν
HSO_4^-	όξινο θειικό ιόν	$H_2PO_4^-$	δισόξινο φωσφορικό ιόν

5.3 Αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.)

Ας θυμηθούμε πως σχηματίζεται μία ιοντική ένωση, π.χ. το MgF_2:



Στην ένωση αυτή το Mg αποβάλλει 2 ηλεκτρόνια και αποκτά θετικό φορτίο $(+2)$, ενώ κάθε άτομο F προσλαμβάνει από ένα ηλεκτρόνιο και αποκτά αρνητικό φορτίο (-1). Λέμε ότι το Mg έχει αριθμό οξείδωσης $+2$ και το F έχει αριθμό οξείδωσης -1. Με άλλα λόγια, ο αριθμός οξείδωσης ενός ατόμου σε μια ιοντική ένωση είναι το **πραγματικό** φορτίο που αποκτά το άτομο όταν μετατραπεί σε ιόν.

Στις ομοιοπολικές ενώσεις όμως δεν υπάρχουν ιόντα, αν και βέβαια στις πολικές ομοιοπολικές ενώσεις υπάρχουν κλάσματα θετικών και αρνητικών φορτίων:

$$\overset{\delta^+}{\mathrm{H}}\!\!-\!\!\!-\overset{\delta^-}{\mathrm{F}}$$

Στις περιπτώσεις των ομοιοπολικών ενώσεων ως αριθμός οξείδωσης ενός ατόμου ορίζεται το **φαινομενικό** φορτίο που θα αποκτήσει το άτομο, αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν αυθαίρετα στο πιο ηλεκτραρνητικό άτομο.

Έτσι, στην ένωση HF αν το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων αποδοθεί στο πιο ηλεκτραρνητικό άτομο, το F θα πάρει ένα επιπλέον ηλεκτρόνιο και θα έχει Α.Ο. -1, ενώ το H θα χάσει ηλεκτρόνιο και θα αποκτήσει Α.Ο. $+1$.

Ο αριθμός οξείδωσης είναι μια έννοια-«εργαλείο» που χρησιμοποιείται σε διάφορες περιπτώσεις, όπως στην αναγραφή των μοριακών τύπων σε ανόργανες ενώσεις, στην κατανόηση και την συμπλήρωση χημικών εξισώσεων σε ειδικού τύπου αντιδράσεις (τις λεγόμενες οξειδοαναγωγικές) κτλ. Τα διάφορα στοιχεία μπορούν να έχουν και περισσότερους Α.Ο. ανάλογα με την ένωση στην οποία συμμετέχουν. Υπάρχουν βέβαια και στοιχεία τα οποία εμφανίζουν έναν μόνο Α.Ο. στις ενώσεις τους καθώς επίσης και κανόνες υπολογισμού του Α.Ο. ενός ατόμου σε μία ένωση.

Αριθμός οξείδωσης ενός ατόμου σε μία ομοιοπολική ένωση ορίζεται 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 ένωση είναι το πραγματικό φορτίο του ιόντος.

Οι συνηθέστεροι αριθμοί οξείδωσης των μετάλλων (που διαθέτουν μόνο θετικούς Α.Ο.) σε ενώσεις αναγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Αριθμοί οξείδωσης μετάλλων

K, Na, Ag	:	$+1$	Cu, Hg	:	$+1, +2$
Ba, Ca, Mg, Zn	:	$+2$	Fe	:	$+2, +3$
Al	:	$+3$	Pb, Sn	:	$+2, +4$

Από τον πίνακα αυτό συνάγεται ότι τα αλκάλια, π.χ. Na, K, αλλά και ο Ag έχουν πάντοτε Α.Ο. $+1$, ενώ οι αλκαλικές γαίες, π.χ. Mg, Ca, Ba, αλλά και ο Zn έχουν πάντοτε Α.Ο. $+2$.

Τα αμέταλλα στοιχεία παρουσιάζουν συνήθως πολλούς Α.Ο. ανάλογα με την ένωση στην οποία συμμετέχουν, οι οποίοι υπολογίζονται συνήθως με βάση τους εξής πρακτικούς κανόνες:

1. Τα στοιχεία σε ελεύθερη κατάσταση (π.χ. F_2, O_2, Na κτλ.) έχουν Α.Ο. ίσο με το 0.
2. Το F είναι το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο και στις ενώσεις του έχει πάντοτε Α.Ο. ίσο με -1.
3. Το H στις ενώσεις του έχει πάντα Α.Ο. ίσο με $+1$, εκτός από τις ενώσεις του με τα μέταλλα (υδρίδια) που έχει -1, π.χ. στο NaH, στο CaH_2 κτλ.

4. Το O έχει στις ενώσεις του Α.Ο. πάντα ίσο με -2, εκτός από το υπεροξείδιο του υδρογόνου, H_2O_2 (και γενικά τις ενώσεις που διαθέτουν την ομάδα (-O-O-), στο οποίο έχει Α.Ο. ίσο με -1, και την ένωση OF_2 (οξείδιο του φθορίου), στην οποία έχει $+2$.
5. Το αλγεβρικό άθροισμα των Α.Ο. όλων των ατόμων σε μία ένωση είναι ίσο με το 0, ενώ το αλγεβρικό άθροισμα των Α.Ο. όλων των ατόμων σε ένα πολυατομικό ιόν είναι ίσο με το φορτίο του ιόντος.

Εφαρμογή 5.1

Να υπολογιστεί αλγεβρικά ο Α.Ο. του S στις ενώσεις:

α. SO_2 **β.** H_2S **γ.** H_2SO_4

Λύση

Το S παρουσιάζει πολλούς Α.Ο., ανάλογα με την ένωση ή το ιόν στο οποίο συμμετέχει.

α. Στην ένωση αυτή το O έχει Α.Ο. -2. Έστω x ο Α.Ο. του S.
Για την εύρεση του x σχηματίζουμε και επιλύουμε την εξίσωση:
$x + 2(-2) = 0 \Leftrightarrow x - 4 = 0 \Leftrightarrow x = +4$.

β. Το H έχει Α.Ο. $(+1)$ και το S έχει Α.Ο. έστω x :
$2 + x = 0 \Leftrightarrow x = -2$.

γ. Το H έχει Α.Ο. $+1$, το O έχει Α.Ο. -2 και το S έχει Α.Ο. έστω x :
$2 + x + 4(-2) = 0 \Leftrightarrow x = +6$.

Εφαρμογή 5.2

Να υπολογιστεί αλγεβρικά ο Α.Ο. του N, του Mn και του S στα ιόντα:

α. NH_4^+ **β.** MnO_4^- **γ.** $S_2O_3^{2-}$

Λύση

α. NH_4^+ : $x + 4(+1) = +1$ *(φορτίο ιόντος)* $\Leftrightarrow x = -3$.

β. MnO_4^- : $x + 4(-2) = -1 \Leftrightarrow x = +7$.

γ. $S_2O_3^{2-}$: $2x + 3(-2) = -2 \Leftrightarrow x = +2$.

5.4 Γραφή μοριακών τύπων ανόργανων χημικών ενώσεων

Μία ανόργανη ένωση μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από ένα θετικό τμήμα και ένα αρνητικό τμήμα που συνδυάζονται μεταξύ τους, ώστε να προκύψει μία ένωση χωρίς φορτίο.

Τα δύο αυτά τμήματα μπορεί να είναι άτομα ή ιόντα, μονοατομικά ή πολυατομικά και ο συνδυασμός τους μπορεί να γίνει με βάση τον αριθμό οξείδωσης, προκειμένου για άτομα ή το φορτίο τους, προκειμένου για ιόντα. Έτσι, αν το πρώτο τμήμα, π.χ. το Α, έχει θετικό αριθμό οξείδωσης $+x$ ενώ το δεύτερο τμήμα Β έχει αρνητικό αριθμό οξείδωσης $-y$ τότε ο μοριακός τύπος της ένωσης είναι

A_yB_x. Κατά το συνδυασμό αυτό ο (τυχόν) δείκτης 1 παραλείπεται, ενώ συνήθως το θετικό τμήμα αναγράφεται συνήθως πρώτο.

Στην περίπτωση πολυατομικού ιόντος ο δείκτης που αντιστοιχεί μπαίνει σε παρένθεση, εκτός αν υπάρχει απλοποίηση και μένει δείκτης 1 που παραλείπεται, οπότε φεύγει και η παρένθεση.

Εφαρμογή 5.3

Να γραφούν οι μοριακοί τύποι των ενώσεων που αποτελούνται από:

α. Fe^{3+} και S^{2-} **β.** Mg^{2+} και O^{2-} **γ.** Ca^{2+} και CO_3^{2-}
δ. Ca^{2+} και PO_4^{3-} **ε.** Sn^{4+} και S^{2-} **ζ.** Al^{3+} και NO_3^-

Λύση

α. $2\,Fe^{3+} + 3\,S^{2-} \longrightarrow Fe_2S_3$
β. $Mg^{2+} + O^{2-} \longrightarrow MgO$ (απλοποίηση $2:2=1$)
γ. $Ca^{2+} + CO_3^{2-} \longrightarrow CaCO_3$ (απλοποίηση $2:2=1$)
δ. $3\,Ca^{2+} + 2\,PO_4^{3-} \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2$
ε. $Sn^{4+} + 2\,S^{2-} \longrightarrow SnS_2$ (απλοποίηση $2:2=1$)
ζ. $Al^{3+} + 3\,NO_3^- \longrightarrow Al(NO_3)_3$

Σε κάποιες περιπτώσεις δεν ισχύει η απλοποίηση, καθώς π.χ. το μόριο του υπεροξειδίου του υδρογόνου αποτελείται από δύο άτομα Η και δύο άτομα Ο και ο μοριακός τύπος είναι H_2O_2.

Όλες οι παραπάνω ενώσεις είναι ιοντικές, αλλά ο τρόπος αυτός γραφής μπορεί να ισχύει και σε ομοιοπολικές ενώσεις. Π.χ. το θειικό οξύ μπορεί να θεωρηθεί ότι προκύπτει από το συνδυασμό των ιόντων H^+ και SO_4^{2-}, οπότε προκύπτει ο τύπος H_2SO_4.

5.5 Ονοματολογία ανόργανων ενώσεων

Στην παράγραφο αυτή θα δούμε τη βασική ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων, δηλαδή τους βασικούς κανόνες με τους οποίους ονομάζονται. Η ονοματολογία στα ελληνικά αποκλίνει σε κάποιο βαθμό από την διεθνή ονοματολογία που καθορίζεται από τη Διεθνή Ένωση Θεωρητικής και Εφηρμοσμένης Χημείας (IUPAC). Έτσι, ενώ στη διεθνή ονοματολογία οι ενώσεις διαβάζονται από τα αριστερά προς τα δεξιά (από το θετικό τμήμα προς το αρνητικό) στα ελληνικά οι ενώσεις διαβάζονται συνήθως αντίθετα. Η βασική ονοματολογία περιλαμβάνει τις ονομασίες των οξέων, των βάσεων, των οξειδίων και των αλάτων.

Ονοματολογία οξέων. Τα οξέα είναι ομοιοπολικές ενώσεις του Η με άλλα άτομα ή πολυατομικά ιόντα και στα οποία το Η αναγράφεται (συνήθως) πρώτο. Αν δεν υπάρχει συμμετοχή οξυγονούχου πολυατομικού σωματιδίου, τότε το οξύ ονομάζεται με το πρόθεμα υδρο- ακολουθούμενο από το όνομα του άλλου τμήματος. Π.χ. HCl (υδροχλώριο), HBr (υδροβρώμιο), H_2S (υδρόθειο), HCN (υδροκυάνιο). Αν στο οξύ συμμετέχει πολυατομικό σωματίδιο, τότε το οξύ ονομάζεται με βάση το σωματίδιο αυτό και την λέξη οξύ. Π.χ. HNO_3 (νιτρικό οξύ), H_3PO_4 (φωσφορικό οξύ), H_2SO_4 (θειικό οξύ), H_2CO_3 (ανθρακικό οξύ) κτλ.

Από τις βάσεις που δεν είναι υδροξείδιο μετάλλου η πιο κοινή είναι η NH_3 που ονομάζεται αμμωνία.

Ονοματολογία βάσεων. Σε πρώτη φάση θα θεωρήσουμε ως βάσεις τα ενώσεις της μορφής $M(OH)_x$, όπου Μ μέταλλο και $+x$ ο Α.Ο. του μετάλλου. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται ως υδροξείδια των μετάλλων. Π.χ. KOH (υδροξείδιο του καλίου), $Ca(OH)_2$ (υδροξείδιο του ασβεστίου) κτλ. Στην περίπτωση που

το μέταλλο έχει περισσότερους Α.Ο. στο τέλος της ονομασίας παρατίθεται σε παρένθεση ο Α.Ο. του μετάλλου με λατινική αρίθμηση, π.χ. η βάση $Fe(OH)_3$ ονομάζεται ως υδροξείδιο του σιδήρου (III).

Ονοματολογία αλάτων. Τα άλατα είναι ιοντικές ενώσεις στις οποία το θετικό τμήμα είναι μέταλλο ή το κατιόν NH_4^+ και το ανιόν αμέταλλο ή πολυατομικό ιόν με αρνητικό φορτίο. Στην περίπτωση που το αρνητικό τμήμα είναι μη οξυγονούχο, το άλας ονομάζεται ως -ούχο. Π.χ. $AgCl$ (χλωριούχος άργυρος), K_2S (θειούχο κάλιο), KCN (κυανιούχο κάλιο), Na_3N (αζωτούχο νάτριο), Ca_3P_2 (φωσφορούχο ασβέστιο), $(NH_4)_2S$ (θειούχο αμμώνιο) κτλ. Αν το μέταλλο έχει περισσότερους Α.Ο. στο τέλος της ονομασίας παρατίθεται σε παρένθεση ο Α.Ο. του μετάλλου με λατινική αρίθμηση ή το πρόθεμα δι-, τρι- κτλ., π.χ. η ένωση $FeCl_3$ ονομάζεται τριχλωριούχος σίδηρος ή χλωριούχος σίδηρος (III), ενώ η ένωση $FeCl_2$ ονομάζεται διχλωριούχος σίδηρος ή χλωριούχος σίδηρος (II). Αν το άλας περιέχει αρνητικό πολυατομικό ιόν, ονομάζεται με βάση την ονομασία του πολυατομικού ιόντος. Π.χ. $NaNO_3$ (νιτρικό νάτριο), K_3PO_4 (φωσφορικό κάλιο), $MgSO_4$ (θειικό μαγνήσιο), $FeCO_3$ (ανθρακικός σίδηρος (II)) κτλ.

Στα αγγλικά το χλωριούχο νάτριο, $NaCl$, ονομάζεται sodium chloride (νάτριο χλωρίδιο ή χλωρίδιο του νατρίου).

Ονοματολογία οξειδίων. Ως οξείδια θεωρούνται ενώσεις ενός στοιχείου με το οξυγόνο, π.χ. CaO, Al_2O_3, FeO, Fe_2O_3. Ονομάζονται ως οξείδιο του στοιχείου. Π.χ. τα δύο πρώτα οξείδια ονομάζονται οξείδιο του ασβεστίου και οξείδιο του αργιλίου, αντίστοιχα. Αν το μέταλλο έχει περισσότερους Α.Ο. στο τέλος της ονομασίας παρατίθεται ο Α.Ο. του στοιχείου σε παρένθεση με λατινική αρίθμηση. Π.χ. το οξείδιο FeO ονομάζεται οξείδιο του σιδήρου (II), ενώ το οξείδιο Fe_2O_3 ονομάζεται οξείδιο του σιδήρου (III). Επίσης, τα οξείδια αυτά ονομάζονται και με το πρόθεμα δι-, τρι- κτλ., ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων οξυγόνου στο μοριακό τους τύπο, π.χ. το οξείδιο Fe_2O_3 ονομάζεται και τριοξείδιο του σιδήρου, το N_2O_5 ονομάζεται πεντοξείδιο του αζώτου, το CO μονοξείδιο του άνθρακα), το CO_2 διοξείδιο του άνθρακα κτλ.

Υπάρχει περίπτωση σε ένα οξείδιο το μέταλλο να βρίσκεται με δύο αριθμούς οξείδωσης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το Fe_3O_4 ($Fe_2O_3 \cdot FeO$) το οποίο ονομάζεται «επιτεταρτοξείδιο του σιδήρου» και χαρακτηρίζεται ως «μικτό οξείδιο».

Επίσης, άλλες ανόργανες ενώσεις που δεν ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες ονομάζονται συχνά με ανάλογο τρόπο, π.χ. η ένωση PCl_5 ονομάζεται πενταχλωριούχος φωσφόρος, η ένωση PCl_3 ονομάζεται τριχλωριούχος φωσφόρος κτλ. Επίσης, οι ενώσεις του υδρογόνου με άλλα στοιχεία ονομάζονται ως υδρίδια του στοιχείου, π.χ. η ένωση NaH ονομάζεται υδρίδιο του νατρίου.

Πίνακας Ονοματολογίας

Οξέα (H^+)

Μη Οξυγονούχα			Οξυγονούχα		
HCl	:	υδροχλώριο	HNO_3	:	νιτρικό οξύ
HBr	:	υδροβρώμιο	H_2SO_4	:	θειικό οξύ
H_2S	:	υδρόθειο	H_3PO_4	:	φωσφορικό οξύ
HCN	:	υδροκυάνιο	H_2CO_3	:	ανθρακικό οξύ

Βάσεις (OH^-)

Υδροξείδια Μετάλλων			Χωρίς Μέταλλο		
$Mg(OH)_2$	:	υδροξείδιο του Mg	NH_3	:	αμμωνία
KOH	:	υδροξείδιο του K	(Διάφορες οργανικές βάσεις όπως π.χ. οι αμίνες RNH_2)		
$Ca(OH)_2$	:	υδροξείδιο του Ca			
$Cu(OH)_2$	:	υδροξείδιο του Cu (II)			

Άλατα (M_yA_x)

Μη Οξυγονούχα			Οξυγονούχα		
$NaCl$	:	χλωριούχο Na	$NaNO_3$	:	νιτρικό Na
Ag_2S	:	θειούχος Ag	K_2CO_3	:	ανθρακικό K
NH_4I	:	ιωδιούχο αμμώνιο	$CaSO_4$	:	θειικό Ca
FeS	:	θειούχος Fe (II)	$Fe(NO_3)_3$	:	νιτρικός Fe (III)
PbI_2	:	ιωδιούχος Pb (II)	$(NH_4)_2SO_4$	:	θειικό αμμώνιο

Οξείδια (Σ_2O_x)

Μετάλλων			Αμετάλλων		
CaO	:	οξείδιο του Ca	CO_2	:	διοξείδιο του C
Al_2O_3	:	οξείδιο του Al	CO	:	μονοξείδιο του C
Fe_2O_3	:	οξείδιο του Fe (III)	N_2O_5	:	πεντοξείδιο του N

Εφαρμογή 5.4

Στον πίνακα που ακολουθεί να γράψετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων που προκύπτουν με τους συνδυασμούς των θετικών τμημάτων της πρώτης στήλης με τα αρνητικά τμήματα της πρώτης γραμμής.
Να σημειώσετε επίσης τις ονομασίες των ενώσεων.

	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	OH^-	ClO^-	O^{2-}
Na^+							
Ca^{2+}							
Cu^{2+}							
Al^{3+}							
Fe^{3+}							
H^+							

Λύση

	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	OH^-	ClO^-	O^{2-}
Na^+	$NaNO_3$	$NaCl$	Na_2SO_4	Na_2S	$NaOH$	$NaClO$	Na_2O
Ca^{2+}	$Ca(NO_3)_2$	$CaCl_2$	$CaSO_4$	CaS	$Ca(OH)_2$	$Ca(ClO)_2$	CaO
Cu^{2+}	$Cu(NO_3)_2$	$CuCl_2$	$CuSO_4$	CuS	$Cu(OH)_2$	$Cu(ClO)_2$	CuO
Al^{3+}	$Al(NO_3)_3$	$AlCl_3$	$Al_2(SO_4)_3$	Al_2S_3	$Al(OH)_3$	$Al(ClO)_3$	Al_2O_3
Fe^{3+}	$Fe(NO_3)_3$	$FeCl_3$	$Fe_2(SO_4)_3$	Fe_2S_3	$Fe(OH)_3$	$Fe(ClO)_3$	Fe_2O_3
H^+	HNO_3	HCl	H_2SO_4	H_2S	H_2O	$HClO$	H_2O

	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	OH^-	ClO^-	O^{2-}
Na^+	νιτρικό νάτριο	χλωριούχο νάτριο	θειικό νάτριο	θειούχο νάτριο	υδροξείδιο του νατρίου	υποχλωριώδες νάτριο	οξείδιο του νατρίου
Ca^{2+}	νιτρικό ασβέστιο	χλωριούχο ασβέστιο	θειικό ασβέστιο	θειούχο ασβέστιο	υδροξείδιο του ασβεστίου	υποχλωριώδες ασβέστιο	οξείδιο του ασβεστίου
Cu^{2+}	νιτρικός χαλκός (II)	χλωριούχος χαλκός (II)	θειικός χαλκός (II)	θειούχος χαλκός (II)	υδροξείδιο του χαλκού (II)	υποχλωριώδης χαλκός (II)	οξείδιο του χαλκού (II)
Al^{3+}	νιτρικό αργίλιο	χλωριούχο αργίλιο	θειικό αργίλιο	θειούχο αργίλιο	υδροξείδιο του αργιλίου	υποχλωριώδες αργίλιο	οξείδιο του αργιλίου
Fe^{3+}	νιτρικός σίδηρος (III)	χλωριούχος σίδηρος (III)	θειικός σίδηρος (III)	θειούχος σίδηρος (III)	υδροξείδιο του σιδήρου (III)	υποχλωριώδης σίδηρος (III)	οξείδιο του σιδήρου (III)
H^+	νιτρικό οξύ	υδροχλώριο	θειικό οξύ	υδρόθειο	νερό	υποχλωριώδες οξύ	νερό

Λυμένα Παραδείγματα

Παράδειγμα 5.1

Ο αριθμός οξείδωσης του θείου στο $Al_2(SO_4)_3$ είναι:

α. -2 **β.** $+4$ **γ.** $+5$ **δ.** $+6$

Λύση

Η σωστή επιλογή είναι η **δ.**
Ο Α.Ο. του Al είναι $+3$ και του O είναι -2.
Έτσι, αν x ο Α.Ο. του S θα έχουμε:
$2(+3) + 3\,(x + 4\,(-2)) = 0 \iff 6 + 3x - 24 = 0 \iff x = +6.$

Παράδειγμα 5.2

Να χαρακτηρίσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ τις προτάσεις που είναι λανθασμένες:

α. Το χλώριο (Cl_2) σε ελεύθερη κατάσταση έχει Α.Ο. -1.
β. Το θείο (S) στο H_2S έχει Α.Ο. -2.
γ. Το χλώριο (Cl) στο ClO_3^- έχει Α.Ο. $+4$.
δ. Το θείο (S) στο $Fe_2(SO_4)_3$ έχει Α.Ο. $+6$.

Λύση

Σωστές είναι οι προτάσεις **β.** και **δ.** Το Cl_2 σε ελεύθερη κατάσταση έχει Α.Ο. ίσο με το 0 και στο ιόν ClO_3^- έχει Α.Ο. $+5$.

Παράδειγμα 5.3

Να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν με τις σωστές λέξεις:

α. Ο αριθμός οξείδωσης είναι ένας αριθμός που δείχνει το . . . . . φορτίο ενός . . . . . ή το φαινομενικό . . . . . ενός . . . . . σε μία . . . . . .
β. Κάθε στοιχείο σε ελεύθερη . . . . . έχει αριθμό οξείδωσης ίσο με . . . . . .
γ. Το αλγεβρικό άθροισμα των . . . . όλων των . . . . . σε μία χημική ένωση είναι ίσο με . . . . . .
δ. Το αλγεβρικό άθροισμα των . . . . όλων των ατόμων σε ένα . . . . είναι ίσο με το φορτίο του . . . . . .

Λύση

α. πραγματικό, φορτίο, ατόμου, ομοιοπολική, ένωση.
β. κατάσταση, μηδέν.
γ. αριθμών, οξείδωσης, ατόμων, μηδέν.
δ. αριθμών, οξείδωσης, ιόν, ιόντος.

Παράδειγμα 5.4

Να γίνει η σωστή αντιστοίχηση των ενώσεων της 1ης στήλης με τις ονομασίες τους στη 2η στήλη.

1.	H_2SO_4	**α.**	οξείδιο του αργιλίου
2.	$Ba(OH)_2$	**β.**	υδροχλώριο
3.	CO_2	**γ.**	υδρογονούχο αργίλιο
4.	AlH_3	**δ.**	θειικό οξύ
5.	Al_2O_3	**ε.**	διοξείδιο του άνθρακα
6.	Al_2S_3	**ζ.**	υδροξείδιο του βαρίου
7.	HCl	**η.**	θειώδες αργίλιο
8.	$Al_2(SO_3)_3$	**θ.**	θειούχο αργίλιο

Λύση

1 – δ
2 – ζ
3 – ε
4 – γ
5 – α
6 – θ
7 – β
8 – η

Παράδειγμα 5.5

Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης των στοιχείων στις παρακάτω ενώσεις:

α. του N στις ενώσεις: NH_3, N_2O, NO, N_2O_3, $Ba(NO_3)_2$
β. του C στις ενώσεις: CH_4, CH_3OH, $HCHO$, $CHCl_3$, CCl_4

Λύση

α. Αντίστοιχα: $-3, +1, +2, +3, +5$.
β. Αντίστοιχα: $-4, -2, 0, +2, +4$.

Παράδειγμα 5.6

Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης των ζητούμενων στοιχείων στα παρακάτω ιόντα:

α. του C στο CO_3^{2-} **β.** του I στο IO_3^- **γ.** του S στο HSO_3^-

Λύση

Καταστρώνοντας τις κατάλληλες αλγεβρικές εξισώσεις υπολογίζουμε:

α. $+4$, **β.** $+5$ και **γ.** $+4$.

Παράδειγμα 5.7

Δίνονται οι εξής χημικές ενώσεις:

1. χλωριούχο μαγνήσιο
2. υδροφθόριο
3. νιτρικό νάτριο
4. υδρόθειο
5. θειικό ασβέστιο
6. οξείδιο του καλίου

α. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των παραπάνω ενώσεων.
β. Να χαρακτηρίσετε τους δεσμούς στις παραπάνω χημικές ενώσεις ως ιοντικούς, πολωμένους ή μη πολωμένους ομοιοπολικούς.
γ. Ποιες από τις παραπάνω χημικές ενώσεις αποτελούνται από μόρια;

Λύση

α. **1.** $MgCl_2$, **2.** HF, **3.** $NaNO_3$, **4.** H_2S, **5.** $CaSO_4$, **6.** K_2O.
β. **1.** Ιοντική (μέταλλο με αμέταλλο), **2.** πολωμένη ομοιοπολική, **3.** ιοντική (άλας), **4.** πολωμένη ομοιοπολική (αμέταλλα μεταξύ τους), **5.** ιοντική (άλας), **6.** ιοντική (μέταλλο με αμέταλλο).
γ. Οι (ομοιοπολικές) ενώσεις HF και H_2S.

Παράδειγμα 5.8

Να γράψετε τους μοριακούς τύπους των ενώσεων:

1. χλωριούχο ασβέστιο
2. ιωδιούχο κάλιο
3. υδροξείδιο του ασβεστίου
4. νιτρικός άργυρος
5. χλωρικό κάλιο
6. θειούχο μαγνήσιο
7. ανθρακικό νάτριο
8. θειικό αργίλιο
9. θειικός σίδηρος (II)
10. ανθρακικό αργίλιο
11. οξείδιο του νατρίου
12. βρωμιούχος ψευδάργυρος
13. φωσφορικό μαγνήσιο
14. υδρόθειο
15. φθοριούχος μόλυβδος (II)
16. αζωτούχο αργίλιο
17. φωσφορικό αμμώνιο
18. κυανιούχο κάλιο
19. χλωρικό ασβέστιο
20. αμμωνία

Λύση

1. $CaCl_2$
2. KI
3. $Ca(OH)_2$
4. $AgNO_3$
5. $KClO_3$
6. MgS
7. Na_2CO_3
8. $Al_2(SO_4)_3$
9. $FeSO_4$
10. $Al_2(CO_3)_3$
11. Na_2O
12. $ZnBr_2$
13. $Mg_3(PO_4)_2$
14. H_2S
15. PbF_2
16. AlN
17. $(NH_4)_3PO_4$
18. KCN
19. $Ca(ClO_3)_2$
20. NH_3

Παράδειγμα 5.9

Να γράψετε τα ονόματα των ενώσεων:

1. K_2O
2. $Ba(OH)_2$
3. NaI
4. $CaCl_2$
5. $HClO_3$
6. Al_2S_3
7. $Zn(NO_3)_2$
8. $FeBr_3$
9. NH_3
10. MgO
11. $Ca(NO_3)_2$
12. $CaCO_3$
13. NO_2
14. $CuOH$
15. $(NH_4)_2SO_4$
16. $FePO_4$
17. KNO_3
18. H_2S
19. H_3PO_4
20. HCN

Λύση

1. οξείδιο του καλίου
2. υδροξείδιο του βαρίου
3. ιωδιούχο νάτριο
4. χλωριούχο ασβέστιο
5. χλωρικό οξύ
6. θειούχο αργίλιο
7. νιτρικός ψευδάργυρος
8. βρωμιούχος σίδηρος (III)
9. αμμωνία
10. οξείδιο του μαγνησίου
11. νιτρικό ασβέστιο
12. ανθρακικό ασβέστιο
13. διοξείδιο του αζώτου
14. υδροξείδιο του χαλκού (I)
15. θειικό αμμώνιο
16. φωσφορικός σίδηρος (II)
17. νιτρικό κάλιο
18. υδρόθειο
19. φωσφορικό οξύ
20. υδροκυάνιο

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

5.1 Για να γράψουμε σωστά το μοριακό τύπο μιας ένωσης που αποτελείται από δύο στοιχεία πρέπει να γνωρίζουμε:

α. τους μαζικούς αριθμούς των στοιχείων
β. τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων
γ. τους αριθμούς οξείδωσης των στοιχείων
δ. τις ατομικότητες των στοιχείων

5.2 Το ιόν NH_4^+ ονομάζεται:

α. αμμώνιο **β.** νιτρικό
γ. ανθρακικό **δ.** θειικό

5.3 Το υδρόθειο είναι ένα δύσοσμο δηλητηριώδες αέριο. Ο χημικός του τύπος είναι:

α. H_2S **β.** SO_2
γ. SO_3 **δ.** H_2SO_4

5.4 Τον 13ο αιώνα ο Μεγάλος Αλβέρτος και ο Ramon Lull παρασκεύασαν και περιέγραψαν ένα υγρό με θέρμανση ενός ορυκτού που περιείχε νιτρικό κάλιο και ένα κεραμικό υλικό και το υγρό αυτό το ονόμασαν «ισχυρό νερό» (aqua fortis). Πολύ αργότερα βρέθηκε ο τύπος του υγρού αυτού που είναι HNO_3. Πώς ονομάζεται στη χημεία το υγρό αυτό;

α. νιτρώδες οξύ **β.** υπονιτρώδες οξύ
γ. υδραζωτικό οξύ **δ.** νιτρικό οξύ

5.5 Η ένωση Na_2SO_4 ονομάζεται:

α. θειούχο νάτριο ή σουλφίδιο του νατρίου
β. θειικό νάτριο
γ. οξείδιο του νατρίου
δ. θειώδες νάτριο

5.6 Ποια από τις ενώσεις που ακολουθούν **δεν** περιέχει Ο στο μόριό της;

α. υδροχλώριο **β.** φωσφορικό οξύ
γ. θειικό οξύ **δ.** νιτρικό οξύ

5.7 Η κοινή χλωρίνη είναι διάλυμα NaClO στο νερό. Η ένωση αυτή ονομάζεται:

α. χλωριούχο νάτριο
β. υδροχλωρικό οξύ
γ. υποχλωριώδες νάτριο
δ. χλωριώδες νάτριο

5.8 Να υπολογίσετε τον (Α.Ο.) των στοιχείων στις παρακάτω ενώσεις:

α. του S στο Na_2SO_4
β. του N στο KNO_3
γ. του P στο H_3PO_4

5.9 Δίνονται τα ιόντα Mg^{2+} με ηλεκτρονιακή δομή $K(2)\,L(8)$, S^{2-} με ηλεκτρονιακή δομή $K(2)\,L(8)\,M(8)$, καθώς και το πολυατομικό ιόν NO_3^-.

α. Να προσδιορίσετε τις θέσεις των στοιχείων Mg και S στον περιοδικό πίνακα.
β. Να ονομάσετε το πολυατομικό ιόν NO_3^-.
γ. Ποιοι οι μοριακοί τύποι των ενώσεων που προκύπτουν με συνδυασμό
  i. του Mg^{2+} και του S^{2-}
  ii. του Mg^{2+} και του NO_3^-
  iii. του H^+ με το NO_3^-
δ. Να γραφούν οι ονομασίες των παραπάνω ενώσεων.

5.10 Δίνονται οι εξής χημικές ουσίες:

i. I_2 **ii.** NaF **iii.** HCl **iv.** $CaCl_2$.

α. Να ονομάσετε τις παραπάνω ουσίες.
β. Να περιγράψετε το είδος του δεσμού σε καθεμιά από τις παραπάνω ουσίες.
γ. Από τις ουσίες αυτές να επιλέξετε εκείνη/ες που είναι στερεή/ές με ψηλά σημεία τήξης.

5.11 Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

	BrO_3^-	CO_3^{2-}	HSO_4^-	SO_4^{2-}	OH^-	I^-	O^{2-}
K^+	1	2	3	4	5	6	7
Ba^{2+}	8	9	10	11	12	13	14
Cu^+	15	16	17	18	19	20	21
Fe^{2+}	22	23	24	25	26	27	28
Al^{3+}	29	30	31	32	33	34	35
H^+	36	37	38	39	40	41	42

α. Να γράψετε για κάθε αριθμό τον αντίστοιχο μοριακό τύπο.
β. Να ονομάσετε τις 42 ενώσεις του πίνακα.

5.12 Να γράψετε τους μοριακούς τύπους των παρακάτω ενώσεων:

1. οξείδιο του μολύβδου (II)
2. οξείδιο του χρωμίου (VI)
3. υδροξείδιο του νικελίου (II)
4. χλωριούχο μαγνήσιο
5. υποχλωριώδες ασβέστιο
6. οξείδιο του κασσιτέρου (IV)
7. ανθρακικός μόλυβδος (II)
8. πεντοξείδιο του φωσφόρου
9. νιτρικός ψευδάργυρος
10. διχρωμικό κάλιο
11. υπερμαγγανικό κάλιο
12. κυανιούχο μαγνήσιο
13. θειώδες ασβέστιο
14. επιτεταρτοξείδιο του σιδήρου

5.13 Να γράψετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων:

1. θειούχο αμμώνιο
2. θειικό αμμώνιο
3. νιτρικό αμμώνιο
4. φωσφορικό αμμώνιο

5.14 Ένα ορυκτό έχει τύπο $Na_2Ca_4X(PO_4)_3$, όπου X ένα αδιευκρίνιστο ιόν. Ποιο από τα παρακάτω μπορεί να είναι το ιόν X;

α. F^- **β.** Ba^{2+} **γ.** Ag^+
δ. SO_4^{2-} **ε.** AsO_4^{3-}

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Φύλλο Εργασίας 5.1

Αριθμός οξείδωσης

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Στις παρακάτω ερωτήσεις **Α** - **Δ** να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

Α. Ο αριθμός οξείδωσης του χλωρίου (Cl), στην ένωση HClO είναι:

α. -1 **β.** 0 **γ.** $+1$

Β. Ο αριθμός οξείδωσης του μαγγανίου (Mn) στο ιόν MnO_4^- είναι:

α. $+2$ **β.** $+7$ **γ.** 0

Γ. Ο αριθμός οξείδωσης του αζώτου (N) στην ένωση HNO_3 είναι:

α. $+5$ **β.** -5 **γ.** 0

Δ. Ο αριθμός οξείδωσης του χρωμίου (Cr) στο CrO_4^{2-} είναι:

α. 0 **β.** $+3$ **γ.** $+6$

Ε. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του (N) στις ενώσεις: NH_3, NO_2, HNO_3 και στο ιόν NO_2^-.

.....

.....

.....

.....

.....

Ζ. Να γράψετε τους υπολογισμούς σας για τον προσδιορισμό του αριθμού οξείδωσης του άνθρακα στις ενώσεις: CO, H_2CO_3.

.....

.....

.....

.....

.....

Η. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του (Cr) στο ιόν $Cr_2O_7^{2-}$ και του (N) στο ιόν NH_4^+.

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 5.2

Ονοματολογία Ι

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να γραφούν οι ονομασίες στις ενώσεις που ακολουθούν:

1. $Ba(OH)_2$

2. $NaOH$

3. NH_3

4. H_2SO_4

5. HBr

6. Na_2S

7. $BaCl_2$

8. $CaCl_2$

9. $NaCl$

10. $Al(OH)_3$

11. KBr

12. NaI

13. $Ca(OH)_2$

14. $ZnCl_2$

15. KI

16. $FeCl_3$

17. HCl

18. HNO_3

19. K_2S

20. CO_2

21. $Mg(OH)_2$

22. $CaSO_4$

23. Na_2CO_3

24. H_3PO_4

25. $CaCO_3$

26. NH_4Cl

27. $AgNO_3$

28. NH_4NO_3

29. HI

30. KOH

31. $Ca(NO_3)_2$

32. $MgCO_3$

33. KNO_3

34. $Ca_3(PO_4)_2$

35. $Zn(NO_3)_2$

36. $(NH_4)_2S$

37. NH_4Br

38. K_2O

Φύλλο Εργασίας 5.3

Ονοματολογία ΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να γραφούν οι χημικοί τύποι των παρακάτω ενώσεων:

1. χλωριούχο αμμώνιο
2. υδροξείδιο του ασβεστίου
3. οξείδιο του νατρίου
4. ανθρακικό οξύ
5. νιτρικό ασβέστιο
6. θειικό οξύ
7. υδροξείδιο του μαγνησίου
8. νιτρικό οξύ
9. ανθρακικό νάτριο
10. διοξείδιο του άνθρακα

Β. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα με τα ονόματα των παρακάτω ενώσεων:

	Χημικός τύπος	Όνομα
α.	H_2SO_4	
β.	$Ca(OH)_2$	
γ.	$AgNO_3$	
δ.	K_2O	

Γ. Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

	S^{2-}	NO_3^-	OH^-
Na^+	(1)	(2)	(3)

Να γράψετε τον αριθμό και δίπλα το χημικό τύπο και το όνομα κάθε χημικής ένωσης που μπορεί να σχηματιστεί, συνδυάζοντας τα δεδομένα του πίνακα.

(1) .....

(2) .....

(3) .....

Φύλλο Εργασίας 5.4

Ονοματολογία ΙΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να συμπληρώσετε τα κενά κάθε στήλης με το χημικό τύπο της ένωσης που αντιστοιχεί.

	Ονομασία	Χημικός τύπος
α.	Χλωριούχο ασβέστιο	
β.	Υδροξείδιο του σιδήρου (ΙΙ)	
γ.	Διοξείδιο του άνθρακα	

Β. Να συμπληρώσετε τα κενά κάθε στήλης με την ονομασία της ένωσης που αντιστοιχεί σε κάθε στήλη.

	Χημικός τύπος	Όνομα
α.	$Mg(OH)_2$	
β.	Na_2S	
γ.	K_2SO_4	
δ.	CO_2	
ε.	HBr	
ζ.	NH_4Cl	
η.	KNO_3	

Γ. Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-
NH_4^+	(1)	(2)	(3)

Να γράψετε τον αριθμό και δίπλα το χημικό τύπο και το όνομα κάθε χημικής ένωσης που μπορεί να σχηματιστεί, συνδυάζοντας τα δεδομένα του πίνακα.

(1) .....

(2) .....

(3) .....

Φύλλο Εργασίας 5.5

Ονοματολογία IV

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να συμπληρώσετε τα κενά κάθε στήλης με το χημικό τύπο της ένωσης που αντιστοιχεί.

	Ονομασία	**Χημικός τύπος**
1.	Υδροξείδιο του νατρίου	
2.	Χλωριούχος χαλκός (II)	
3.	Υδρόθειο	
4.	Οξείδιο του ασβεστίου	
5.	Χλωριούχο κάλιο	
6.	Υδροξείδιο του χαλκού (II)	
7.	Διοξείδιο του άνθρακα	
8.	Υδροξείδιο του καλίου	
9.	Χλωριούχος σίδηρος (II)	
10.	Υδροβρώμιο	
11.	Μονοξείδιο του άνθρακα	
12.	Υδροξείδιο του μαγνησίου	
13.	Ανθρακικό ασβέστιο	
14.	Διοξείδιο του θείου	
15.	Υδροϊώδιο	
16.	Φωσφορικό οξύ	
17.	Βρωμιούχο μαγνήσιο	

Β. Να συμπληρώσετε τα κενά κάθε στήλης με την ονομασία της ένωσης που αντιστοιχεί σε κάθε στήλη.

	Χημικός τύπος	**Ονομασία**
1.	KOH	
2.	Na_2SO_4	
3.	$CaCl_2$	
4.	CO	
5.	HNO_3	
6.	NH_4Br	
7.	$Mg(NO_3)_2$	

Φύλλο Εργασίας 5.6

Ονοματολογία V

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Συνδυάζοντας τα δεδομένα των πινάκων **Α**-**Η** που ακολουθούν να γράψετε δίπλα από τον καθένα τον χημικό τύπο και το όνομα κάθε χημικής ένωσης που μπορεί να σχηματιστεί.

Α	Cl^-	S^{2-}	NO_3^-
Zn^{2+}	(1)	(2)	(3)

(1) .....
(2) .....
(3) .....

Β	Br^-	PO_4^{3-}	NO_3^-
Fe^{3+}	(1)	(2)	(3)

(1) .....
(2) .....
(3) .....

Γ	Br^-	CO_3^{2-}	OH^-
Li^+	(1)	(2)	(3)

(1) .....
(2) .....
(3) .....

Δ	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-
Cu^{2+}	(1)	(2)	(3)

(1) .....
(2) .....
(3) .....

Ε	I^-	SO_4^{2-}	OH^-
Ca^{2+}	(1)	(2)	(3)

(1) .....
(2) .....
(3) .....

Ζ	Cl^-	PO_4^{3-}	OH^-
Mg^{2+}	(1)	(2)	(3)

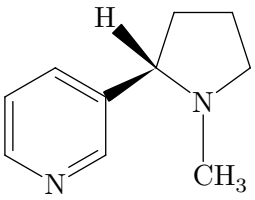
(1) .....
(2) .....
(3) .....

Η	Cl^-	CO_3^{2-}	OH^-
Al^{3+}	(1)	(2)	(3)

(1) .....
(2) .....
(3) .....

Διαγώνισμα 5.1

Κεφάλαια 2 - 5



Αλκαλοειδές που εξάγεται από τα φύλλα πολλών φυτών (π.χ. του καπνού) και η χρήση της σχετίζεται με καρκίνο των πνευμόνων καθώς και βλάβες στην αναπνευστική οδό, τον οισοφάγο, το στομάχι κτλ. των καπνιστών. Η χημική της δομή βρέθηκε το 1895 από τον Adolf Pinner.
Η συστηματική της ονομασία είναι 3-(1-μεθυλο-2-πυρολιδινυλο)πυριδίνη.
Με ποιο όνομα είναι γνωστή η ουσία αυτή;

[ΕΚΤΟΣ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑΤΟΣ]

Θέμα Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής **Α.1-Α.4** γράψτε τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α.1. Σε ποια από τα παρακάτω ζεύγη αντιστοιχεί η ίδια ηλεκτρονιακή δομή;

α. Στο $_{11}Na^{+}$ και στο $_{9}F^{-}$
β. Στο $_{8}O$ και στο $_{16}S$
γ. Στο $_{12}Mg^{2+}$ και στο $_{9}F^{-}$
δ. Στο $_{13}Al^{3+}$ και στο $_{11}Na$

Α.2. Τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα που βρίσκονται κατά μήκος της ίδιας κατακόρυφης στήλης του έχουν:

α. παρόμοιες ιδιότητες.
β. παραπλήσιο ατομικό αριθμό.
γ. τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονιακών στιβάδων.
δ. την ίδια ατομική ακτίνα.

Α.3. Ποιο από τα παρακάτω ισχύει για την ένωση NaCl (χλωριούχο νάτριο);

α. Είναι αέριο σώμα στις συνηθισμένες συνθήκες.
β. Είναι ιοντική ένωση και σχηματίζεται με μεταφορά ηλεκτρονίων από τα άτομα του Cl στα άτομα του Na.
γ. Είναι ιοντική ένωση και σχηματίζεται με μεταφορά ηλεκτρονίων από άτομα Na σε άτομα Cl.
δ. Είναι ομοιοπολική ένωση και επομένως αποτελείται από μόρια.

Οι ατομικοί αριθμοί του Na και του Cl είναι 11 και 17 αντίστοιχα.

Α.4. Πόσα ηλεκτρόνια πρέπει να χάσει ή να πάρει το άτομο του $_{20}Ca$ ώστε να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου;

α. Να χάσει 2.
β. Να πάρει 2.
γ. Να πάρει 6.
δ. Να χάσει 2 ή να πάρει 2.

Α.5. Να αντιστοιχήσετε τα ιόντα της στήλης (Ι) με την ονομασία τους στη στήλη (ΙΙ).

Στήλη (Ι)		**Στήλη (ΙΙ)**	
Α.	NO_3^-	**1.**	υδροξείδιο ιόν
Β.	CO_3^{2-}	**2.**	αμμώνιο
Γ.	SO_4^{2-}	**3.**	φωσφορικό ιόν
Δ.	PO_4^{3-}	**4.**	νιτρικό ιόν
Ε.	OH^-	**5.**	ανθρακικό ιόν
Ζ.	NH_4^+	**6.**	θειικό ιόν

Α.6. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Δεν απαιτείται αιτιολόγηση.

α. Ο νόμος της περιοδικότητας των στοιχείων διατυπώνεται ως εξής: «Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού (Z)».

β. Το χλώριο (Cl_2) σε ελεύθερη κατάσταση έχει Α.Ο. -1.

γ. Οι οριζόντιες σειρές του περιοδικού πίνακα ονομάζονται ομάδες.

δ. Οι ομοιοπολικοί δεσμοί μπορεί να είναι απλοί, διπλοί ή τριπλοί.

ε. Η ηλεκτραρνητικότητα είναι ένα μέτρο της ικανότητας ενός ατόμου να έλκει το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων όταν ενώνεται με άλλο άτομο.

Θέμα Β

Β.1. Το άτομο του θείου (S) έχει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, η οποία έχει $n = 3$. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του S;

Β.2. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του στοιχείου που βρίσκεται:

α. Στη 2η περίοδο και στην IVA (14η) ομάδα.

β. Στην 3η περίοδο και στην VIIA (17η) ομάδα του περιοδικού πίνακα.

Β.3. Να υπολογιστούν αλγεβρικά οι Α.Ο. των στοιχείων S, Mn, Cr και N στις εξής ενώσεις και ιόντα:

α. H_2SO_4 **β.** $KMnO_4$ **γ.** $Cr_2O_4^{2-}$ **δ.** NH_4^+

Β.4. Το κατιόν X^{2+} και το ανιόν Ψ^{3-} έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το ευγενές αέριο ${}_{18}Ar$.

α. Ποιες οι ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων των X και Ψ;

β. Σε ποιες ομάδες και σε ποιες περιόδους ανήκουν τα στοιχεία X και Ψ;

Θέμα Γ

Να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον πίνακα που ακολουθεί αναγράφοντας τους χημικούς τύπους των ενώσεων που προκύπτουν με τους συνδυασμούς των θετικών τμημάτων της πρώτης στήλης με τα αρνητικά τμήματα της πρώτης γραμμής.

	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	OH^-	O^{2-}
Na^+						
Cu^{2+}						
Al^{3+}						
H^+						

Θέμα Δ

Να εξηγήσετε τον τρόπο σχηματισμού των παρακάτω ενώσεων:

α. K_2S **β.** MgF_2 **γ.** Al_2O_3

δ. MgO **ε.** CO_2 **ζ.** NH_3

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί, K:19, S:16, Mg:12, F:9, Al:13, O:8, N:7, C:6.

Απαντήσεις - Λύσεις

Κεφάλαιο 5

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Κεφάλαιο 5

5.1 γ

5.2 α

5.3 α

5.4 δ

5.5 β

5.6 α

5.7 γ

5.8 **α.** +6, **β.** +5, **γ.** +5

5.9 **α.** Mg: K(2) L(8) M(2) άρα 2η ομάδα, 3η περίοδος
S: K(2) L(8) M(6) άρα 16η ομάδα, 3η περίοδος

β. νιτρικό ιόν

γ. **i.** MgS, **ii.** $Mg(NO_3)_2$, **iii.** HNO_3

δ. **i.** θειούχο μαγνήσιο
ii. νιτρικό μαγνήσιο
iii. νιτρικό οξύ

5.10 **α.** **i.** ιώδιο
ii. φθοριούχο νάτριο
iii. υδροχλωρικό οξύ
iv. χλωριούχο ασβέστιο

β. **i.** ομοιοπολικός
ii. ιοντικός
iii. ομοιοπολικός
iv. ιοντικός

γ. NaF και $CaCl_2$

5.11 **α.**

1. $KBrO_3$ **2.** K_2CO_3
3. $KHSO_4$ **4.** K_2SO_4
5. KOH **6.** KI
7. K_2O **8.** $Ba(BrO_3)_2$
9. $BaCO_3$ **10.** $Ba(HSO_4)_2$
11. $BaSO_4$ **12.** $Ba(OH)_2$
13. BaI_2 **14.** BaO
15. $CuBrO_3$ **16.** Cu_2CO_3
17. $CuHSO_4$ **18.** Cu_2SO_4
19. CuOH **20.** CuI
21. Cu_2O **22.** $Fe(BrO_3)_2$
23. $FeCO_3$ **24.** $Fe(HSO_4)_2$
25. $FeSO_4$ **26.** $Fe(OH)_2$
27. FeI_2 **28.** FeO
29. $Al(BrO_3)_3$ **30.** $Al_2(CO_3)_3$
31. $Al(HSO_4)_3$ **32.** $Al_2(SO_4)_3$
33. $Al(OH)_3$ **34.** AlI_3
35. Al_2O_3 **36.** $HBrO_3$
37. H_2CO_3 **38.** H_2SO_4
39. H_2SO_4 **40.** H_2O
41. HI **42.** H_2O

β.

42. βρωμικό κάλιο
42. ανθρακικό κάλιο
42. όξινο θειικό κάλιο
42. θειικό κάλιο
42. υδροξείδιο του καλίου
42. ιωδιούχο κάλιο
42. οξείδιο του καλίου
42. βρωμικό βάριο
42. ανθρακικό βάριο
42. όξινο θειικό βάριο
42. θειικό βάριο
42. υδροξείδιο του βαρίου
42. ιωδιούχο βάριο
42. οξείδιο του βαρίου
42. βρωμικός χαλκός (I)
42. ανθρακικός χαλκός (I)
42. όξινος θειικός χαλκός (I)
42. θειικός χαλκός (I)
42. υδροξείδιο του χαλκού (I)
42. ιωδιούχος χαλκός (I)
42. οξείδιο του χαλκού (I)
42. βρωμικός σίδηρος (II)
42. ανθρακικός σίδηρος (II)
42. όξινος θειικός σίδηρος (II)
42. θειικός σίδηρος (II)
42. υδροξείδιο του σιδήρου (II)
42. ιωδιούχος σίδηρος (II)
42. οξείδιο του σιδήρου (II)
42. βρωμικό αργίλιο
42. ανθρακικό αργίλιο
42. όξινο θειικό αργίλιο
42. θειικό αργίλιο
42. υδροξείδιο του αργιλίου
42. ιωδιούχο αργίλιο
42. οξείδιο του αργιλίου
42. βρωμικό οξύ
42. ανθρακικό οξύ
42. θειικό οξύ
42. θειικό οξύ
42. νερό
42. υδροϊώδιο
42. νερό

5.12

1. PbO **2.** CrO_3
3. $Ni(OH)_2$ **4.** $MgCl_2$
5. $Ca(ClO)_2$ **6.** SnO_2
7. $PbCO_3$ **8.** P_2O_5
9. $Zn(NO_3)_2$ **10.** $K_2Cr_2O_7$
11. $KMnO_4$ **12.** $Mg(CN)_2$
13. $CaSO_3$ **14.** Fe_3O_4

5.13

1. $(NH_4)_2S$ **2.** $(NH_4)_2SO_4$
3. NH_4NO_3 **4.** $(NH_4)_3PO_4$

5.14 **α.** Έστω x το φορτίο του ιόντος X. Θα ισχύει: $2(+2) + 4(+2) + x + 3(-3) = 0 \iff x = -1$.

Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας

Κεφάλαιο 5

Φύλλο Εργασίας 5.1

Α. γ

Β. β

Γ. α

Δ. γ

Ε. $-3, +4, +5, +3$

Ζ. $+2, +4$

Η. $+6, -3$

Φύλλο Εργασίας 5.2

4. υδροξείδιο του βαρίου
4. υδροξείδιο του νατρίου
4. αμμωνία
4. θειικό οξύ
4. υδροβρώμιο
4. θειούχο νάτριο
4. χλωριούχο βάριο
4. χλωριούχο ασβέστιο
4. χλωριούχο νάτριο
4. υδροξείδιο του αργιλίου
4. βρωμιούχο κάλιο
4. ιωδιούχο νάτριο
4. υδροξείδιο του ασβεστίου
4. χλωριούχος ψευδάργυρος
4. ιωδιούχο κάλιο
4. χλωριούχος σίδηρος (III)
4. υδροχλώριο
4. νιτρικό οξύ
4. θειούχο κάλιο
4. διοξείδιο του άνθρακα
4. υδροξείδιο του μαγνησίου
4. θειικό ασβέστιο
4. ανθρακικό νάτριο
4. φωσφορικό οξύ
4. ανθρακικό ασβέστιο
4. χλωριούχο αμμώνιο
4. νιτρικός άργυρος
4. νιτρικό αμμώνιο
4. υδροϊώδιο
4. υδροξείδιο του καλίου
4. νιτρικό ασβέστιο
4. ανθρακικό μαγνήσιο
4. νιτρικό κάλιο
4. φωσφορικό ασβέστιο
4. νιτρικός ψευδάργυρος
4. θειούχο αμμώνιο
4. βρωμιούχο αμμώνιο
4. οξείδιο του καλίου

Φύλλο Εργασίας 5.3

Α.

1.	NH_4Cl	**2.**	$Ca(OH)_2$
3.	NaO	**4.**	H_2CO_3
5.	$Ca(NO_3)_2$	**6.**	H_2SO_4
7.	$Mg(OH)_2$	**8.**	HNO_3
9.	Na_2CO_3	**10.**	CO_2

Β.
α. θειικό οξύ
β. υδροξείδιο του ασβεστίου
γ. νιτρικός άργυρος
δ. οξείδιο του καλίου

Γ.

(1)	Na_2S	θειούχο νάτριο
(2)	$NaNO_3$	νιτρικό νάτριο
(3)	$NaOH$	υδροξείδιο του νατρίου

Φύλλο Εργασίας 5.4

Α.
α. $CaCl_2$
β. $Fe(OH)_2$
γ. CO_2

Β.
α. υδροξείδιο του μαγνησίου
β. θειούχο νάτριο
γ. θειικό κάλιο
δ. διοξείδιο του άνθρακα
ε. υδροβρώμιο
ζ. χλωριούχο αμμώνιο
η. νιτρικό κάλιο

Γ.

(1)	NH_4Cl	χλωριούχο αμμώνιο
(2)	$(NH_4)_2SO_4$	θειικό αμμώνιο
(3)	NH_4NO_3	νιτρικό αμμώνιο

Φύλλο Εργασίας 5.5

Α.

1.	$NaOH$	**2.**	$CuCl_2$
3.	H_2S	**4.**	CaO
5.	KCl	**6.**	$Cu(OH)_2$
7.	CO_2	**8.**	KOH
9.	$FeCl_2$	**10.**	HBr
11.	CO	**12.**	$Mg(OH)_2$
13.	$CaCO_3$	**14.**	SO_2
15.	HI	**16.**	H_3PO_4
17.	$MgBr_2$		

Β.
1. υδροξείδιο του καλίου
2. θειικό νάτριο
3. χλωριούχο ασβέστιο
4. μονοξείδιο του άνθρακα
5. νιτρικό οξύ
6. βρωμιούχο αμμώνιο
7. νιτρικό μαγνήσιο

Φύλλο Εργασίας 5.6

Α. (1) $ZnCl_2$ χλωριούχος ψευδάργυρος
(2) ZnS θειούχος ψευδάργυρος
(3) $Zn(NO_3)_2$ νιτρικός ψευδάργυρος

Β. (1) $FeBr_3$ βρωμιούχος σίδηρος (III)
(2) $FePO_4$ φωσφορικός σίδηρος (III)
(3) $Fe(NO_3)_3$ νιτρικός σίδηρος (III)

Γ. (1) $LiBr$ βρωμιούχο λίθιο
(2) Li_2CO_3 ανθρακικό λίθιο
(3) $LiOH$ υδροξείδιο του λιθίου

Δ. (1) $CuCl_2$ χλωριούχος χαλκός (II)
(2) $CuSO_4$ θειικός χαλκός (II)
(3) $Cu(NO_3)_2$ νιτρικός χαλκός (II)

Ε. (1) CaI_2 ιωδιούχο ασβέστιο
(2) $CaSO_4$ θειικό ασβέστιο
(3) $Ca(OH)_2$ υδροξείδιο του ασβεστίου

Ζ. (1) $MgCl_2$ χλωριούχο μαγνήσιο
(2) $Mg_3(PO_4)_2$ φωσφορικό μαγνήσιο
(3) $Mg(OH)_2$ υδροξείδιο του μαγνησίου

Η. (1) $AlCl_3$ χλωριούχο αργίλιο
(2) $Al_2(CO_3)_3$ ανθρακικό αργίλιο
(3) $Al(OH)_3$ υδροξείδιο του αργιλίου

Απαντήσεις - Λύσεις στα Διαγωνίσματα

Κεφάλαιο 5

Διαγώνισμα 5.1

Θέμα Α

Α.1. α
Α.2. α
Α.3. γ
Α.4. α
Α.5. Α - 4, Β - 5, Γ - 6, Δ - 3, Ε - 1, Ζ - 2
Α.6. α - Σ, β - Λ, γ - Λ, δ - Σ, ε - Σ

Θέμα Β

Β.1. 16
Β.2. **α.** 6
β. 17
Β.3. **α.** $+6$, **β.** $+7$, **γ.** $+3$, **δ.** -3
Β.4. **α.** Χ: K(2) L(8) M(8) N(2)
Ψ: K(2) L(8) M(5)
β. Χ: 2η ομάδα, 4η περίοδος,
Ψ: 15η ομάδα, 3η περίοδος

Θέμα Γ

Βλέπε εφαρμογή 5.4

Θέμα Δ

Τα α., β., γ., και δ. είναι ιοντικές ενώσεις, τα ε. και ζ. είναι ομοιοπολικές.
Βλέπε εφαρμογές 4.2, 4.3, 4.4 και παράδειγμα 4.6

Κεφάλαιο 6

Χημικές αντιδράσεις

6.1 Χημικές αντιδράσεις - Χημικές εξισώσεις



Το σκούριασμα του σιδήρου είναι μια χημική αντίδραση.

Χημικές αντιδράσεις ονομάζονται τα χημικά φαινόμενα κατά τα οποία ορισμένες αρχικές χημικές ενώσεις που ονομάζονται **αντιδρώντα** μετασχηματίζονται τελικά σε νέες χημικές ενώσεις που ονομάζονται **προϊόντα** με διαφορετικές ιδιότητες.

Κάθε χημική αντίδραση συμβολίζεται με μία χημική εξίσωση στην οποία εμφανίζονται τα αντιδρώντα και προϊόντα της αντίδρασης, με ένα βέλος ($\longrightarrow$) ανάμεσά τους. Μία χημική εξίσωση περιλαμβάνει και τους κατάλληλους συντελεστές με τους οποίους επιτυγχάνεται η **ισοστάθμιση μάζας**, η εξίσωση δηλαδή του αριθμού των ατόμων κάθε στοιχείου στα αντιδρώντα και τα προϊόντα. Πρέπει να σημειωθεί ότι το είδος και ο αριθμός των ατόμων στα αντιδρώντα και τα προϊόντα είναι το ίδιο, απλά αλλάζει ο τρόπος με τον οποίο ενώνονται, με αποτέλεσμα την παραγωγή σωμάτων με διαφορετικές ιδιότητες.

Για παράδειγμα αν αντιδράσουν το H_2 με το O_2 θα σχηματιστεί H_2O και το φαινόμενο αυτό συμβολίζεται με τη χημική εξίσωση:

$$2\,H_2 \;+\; O_2 \;\longrightarrow\; 2\,H_2O$$

Η εξίσωση αυτή δείχνει ποια είναι τα αντιδρώντα και το προϊόν της αντίδρασης και στην οποία έχει γίνει και ισοστάθμιση μάζας ώστε ο αριθμός των ατόμων κάθε στοιχείου να είναι ίσος στα αντιδρώντα και τα προϊόντα. Στην προκειμένη περίπτωση θα πρέπει να βάλουμε συντελεστή 2 στο H_2O ώστε να γίνει εξίσωση των ατόμων O και στη συνέχεια συντελεστή 2 στο H_2 ώστε να γίνει εξίσωση και των ατόμων H.

Η παραπάνω εξίσωση από πλευράς ισοστάθμισης μάζας μπορεί να γραφεί και ως εξής:

$$H_2 \;+\; \frac{1}{2}\,O_2 \;\longrightarrow\; H_2O$$

Αυτός ο τρόπος γραφής δεν είναι απόλυτα σωστός, καθώς δεν μπορεί να συμπεριλαμβάνει τη συμμετοχή «μισού» μορίου O_2. Αν και ένας κλασματικός συντελεστής είναι αποδεκτός σε διατομικά (κυρίως) στοιχεία, είναι εντούτοις απαγορευτικός ένας κλασματικός συντελεστής σε χημικές ενώσεις. Γενικά, θα προτιμούμε οι συντελεστές σε μία χημική εξίσωση να είναι **οι μικρότεροι δυνατοί ακέραιοι αριθμοί**.

Σε περιπτώσεις που παίζει ρόλο και η φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και των προϊόντων της αντίδρασης η χημική εξίσωση γράφεται ως εξής:

$$2\,H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2\,H_2O(l)$$

s : solid *(στερεό)*
l : liquid *(υγρό)*
g : gas or vapor *(αέριο ή ατμός)*
aq : aqueous solution *(υδατικό διάλυμα)*

Εφαρμογή 6.1

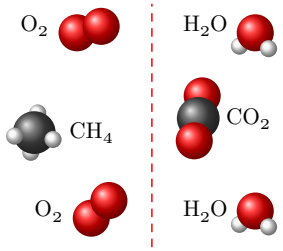
Να γίνει ισοστάθμιση μάζας (με την εισαγωγή των κατάλληλων συντελεστών) στη χημική εξίσωση που ακολουθεί (καύση του μεθανίου, CH_4):

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

Λύση

Αρχίζουμε με τα άτομα H που υπάρχουν μόνο σε μία ένωση στα αντιδρώντα και σε μία ένωση στα προϊόντα με την εισαγωγή συντελεστή 2 στο H_2O. Έτσι, τα άτομα O στο 2ο μέλος της εξίσωση γίνονται 4, οπότε με εισαγωγή συντελεστή 2 μπροστά από το O_2 επιτυγχάνεται πλήρης ισοστάθμιση μάζας:

$$CH_4 + 2\,O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O$$



Αναπαράσταση της καύσης του CH_4 με τη χρήση μοντέλων.

Εφαρμογή 6.2

Να γίνει ισοστάθμιση μάζας (με την εισαγωγή των κατάλληλων συντελεστών) στην εξίσωση που ακολουθεί:

$$MnO_2 + HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$$

Λύση

Αρχίζουμε με την ισοστάθμιση μάζας ως προς O, που βρίσκεται μόνο σε μία ένωση στα προϊόντα και σε μία μόνο ένωση στα αντιδρώντα, με την εισαγωγή συντελεστή 2 στο H_2O. Παρατηρώντας ότι τα άτομα Mn είναι ισοσταθμισμένα, εισάγουμε συντελεστή 4 στο HCl, ώστε να ισοσταθμιστούν και τα άτομα Cl. Παράλληλα βλέπουμε ότι τώρα είναι ισοσταθμισμένα και τα άτομα H:

$$MnO_2 + 4\,HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2\,H_2O$$

Εφαρμογή 6.3

Να γίνει ισοστάθμιση μάζας (με την εισαγωγή των κατάλληλων συντελεστών) στη χημική εξίσωση που ακολουθεί:

$$Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$$

Λύση

Αρχίζουμε με την ισοστάθμιση μάζας ως προς Ca, που βρίσκεται μόνο σε μία ένωση στα προϊόντα και σε μία μόνο ένωση στα αντιδρώντα, με την εισαγωγή συντελεστή 3 στο $Ca(OH)_2$. Παράλληλα, εισάγουμε συντελεστή 2 στο H_3PO_4 ώστε να γίνει ισοστάθμιση μάζας και ως προς τον P:

$$3\,Ca(OH)_2 + 2\,H_3PO_4 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$$

Μετρώντας το άτομα H στο 1ο μέλος της εξίσωσης $(6+6=12)$ καταλαβαίνουμε ότι πρέπει να εισάγουμε συντελεστή 6 στο νερό, ώστε να γίνει ισοστάθμιση μάζας και ως προς το H:

$$3\,Ca(OH)_2 + 2\,H_3PO_4 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6\,H_2O$$

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ισοστάθμιση μάζας και ως προς το O (14 άτομα O και στα δύο μέλη).

Σε ένα μίγμα αερίων H_2 και I_2 σε συνηθισμένη θερμοκρασία παράγονται 10^{10} συγκρούσεις το δευτερόλεπτο. Αν όλες αυτές οι συγκρούσεις οδηγούσαν στο σχηματισμό του προϊόντος (HI), τότε η αντίδραση θα ολοκληρωνόταν σε λιγότερο από 1 s. Στην πραγματικότητα όμως η αντίδραση σε θερμοκρασία δωματίου 25 °C είναι πολύ αργή καθώς μόνο μία σε κάθε 10^{13} συγκρούσεις οδηγεί στο προϊόν.

Η ταχύτητα μιας αντίδρασης μπορεί να μεταβληθεί:

α. με μεταβολή της ποσότητας (συγκέντρωσης) των αντιδρώντων,

β. με μεταβολή της θερμοκρασίας (η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης),

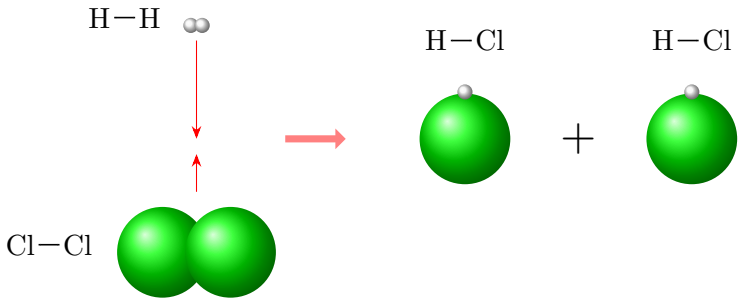
γ. με την παρουσία καταλυτών (ουσιών που αυξάνουν την ταχύτητα της αντίδρασης, χωρίς να υφίστανται οι ίδιοι μεταβολές),

δ. με την αύξηση της επιφάνειας επαφής των στερεών σωμάτων που μετέχουν στην αντίδραση (όσο πιο λεπτόκοκκο είναι ένα στερεό τόσο πιο γρήγορα αντιδρά) κτλ.

6.2 Χαρακτηριστικά των χημικών αντιδράσεων

Θεωρία των συγκρούσεων. Για να αντιδράσουν δύο μόρια πρέπει να συγκρουστούν μεταξύ τους, ώστε να «σπάσουν» οι παλιοί δεσμοί και να δημιουργηθούν οι νέοι δεσμοί που αντιστοιχούν στα προϊόντα. Αυτό είναι η κεντρική ιδέα της θεωρίας των συγκρούσεων, που διατύπωσε το 1888 ο Σουηδός χημικός Svante Arrhenius, σύμφωνα με τον οποίο για να είναι μία σύγκρουση αποτελεσματική (να οδηγήσει, δηλαδή, σε αντίδραση) θα πρέπει τα αντιδρώντα μόρια να έχουν το σωστό προσανατολισμό και την κατάλληλη ταχύτητα.

Ας θεωρήσουμε την αντίδραση μεταξύ ενός μορίου H_2 και ενός μορίου Cl_2 προς σχηματισμό 2 μορίων HCl ($H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$). Ποιος θα ήταν ο σωστός προσανατολισμός για τη σύγκρουση των μορίων H_2 και Cl_2;



«Σωστός προσανατολισμός» των αντιδρώντων στην παραπάνω αντίδραση σημαίνει τα άτομα H να βρεθούν απέναντι από τα άτομα Cl, ώστε κατά τη σύγκρουση να διευκολυνθεί ο σχηματισμός των μορίων HCl.

Τα αντιδρώντα μόρια θα πρέπει επίσης να υπερπηδήσουν και ένα «φράγμα» κινητικής ενέργειας, ώστε η σύγκρουση να οδηγήσει σε αντίδραση.

Ταχύτητα της αντίδρασης. Η καύση του προπανίου, C_3H_8, είναι μια ταχύτατη αντίδραση. Αντίθετα, το σκούριασμα του σιδήρου (μετατροπή του Fe σε Fe_2O_3) είναι μια αργή αντίδραση. Υπάρχουν επίσης και πολύ αργές αντιδράσεις, τόσο

πολύ αργές που πρακτικά «δε γίνονται», όπως η αντίδραση σχηματισμού του νερού από $H_2(g)$ και $O_2(g)$, που γίνεται όμως σχεδόν ακαριαία παρουσία φλόγας ή Pt. Με τέτοιου είδους φαινόμενα ασχολείται ένας ειδικός κλάδος της φυσικοχημείας, η χημική κινητική. Ο κλάδος αυτός μελετά το πόσο γρήγορα ή αργά γίνεται μία αντίδραση, καθώς και τους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας αντίδρασης.

Η ταχύτητα της αντίδρασης εκφράζει το ρυθμό με τον οποία τα αντιδρώντα μετασχηματίζονται στα προϊόντα και ορίζεται ως η μεταβολή της συγκέντρωσης ενός από τα αντιδρώντα ή τα προϊόντα, στη μονάδα του χρόνου.

Ενεργειακές μεταβολές. Σε μία αντίδραση ο μετασχηματισμός των αντιδρώντων στα προϊόντα περιλαμβάνει το «σπάσιμο» των παλιών δεσμών στα αντιδρώντα και τη δημιουργία νέων δεσμών στα προϊόντα.

Για παράδειγμα στην αντίδραση, $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$, «σπάζουν» οι δεσμοί H–H και Cl–Cl και δημιουργούνται δύο νέοι δεσμοί H–Cl. Όμως για να σπάσει ένας δεσμός απαιτείται ενέργεια, ενώ όταν δημιουργείται ένας νέος δεσμός απελευθερώνεται ενέργεια. Το τελικό ισοζύγιο για μία αντίδραση μπορεί να είναι είτε απελευθέρωση ενέργειας (όταν παράγεται περισσότερη ενέργεια για τη δημιουργία των νέων δεσμών από όση απαιτείται για το σπάσιμο των παλιών δεσμών) είτε απορρόφηση ενέργειας (όταν συμβαίνει το αντίθετο).

Έτσι, διακρίνουμε τις αντιδράσεις σε **εξώθερμες** και **ενδόθερμες**. Εξώθερμες ονομάζονται οι αντιδράσεις που ελευθερώνουν θερμότητα στο περιβάλλον, ενώ ενδόθερμες είναι αυτές που για να γίνουν απορροφούν θερμότητα από το περιβάλλον. Εξώθερμες αντιδράσεις είναι π.χ. οι καύσεις.



Μία ισχυρά εξώθερμη αντίδραση: $Fe_2O_3 + 2\,Al \longrightarrow 2\,Fe + Al_2O_3$

Απόδοση αντίδρασης. Σε πολλές χημικές αντιδράσεις (αν όχι στις περισσότερες) ο μετασχηματισμός των αντιδρώντων σωμάτων στα προϊόντα δεν είναι πλήρης, καθώς ένα μόνο μέρος (ποσοστό) των αντιδρώντων σωμάτων μετασχηματίζονται σε προϊόντα. Έτσι, η απόδοση μιας αντίδρασης καθορίζει το ποσοστό μεταξύ της ποσότητας ενός προϊόντος που προκύπτει σε μία αντίδραση σε σχέση με την ποσότητα του ίδιου προϊόντος που θα προέκυπτε αν η αντίδραση ήταν πλήρης. Για το λόγο αυτό οι αντιδράσεις διακρίνονται σε **μονόδρομες** (πλήρεις) αντιδράσεις, στις οποίες λαμβάνεται η αναμενόμενη ποσότητα προϊόντων (σύμφωνα με τις διαθέσιμες ποσότητες αντιδρώντων), και στις **αμφίδρομες**, στις οποίες λαμβάνονται τελικά μικρότερες ποσότητες προϊόντων από τις θεωρητικά αναμενόμενες.

Η απόδοση μιας αντίδρασης εξαρτάται από:

α. τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων ή των προϊόντων,
β. από τη θερμοκρασία και
γ. από την πίεση (στις αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν αέρια σώματα).

6.3 Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

Οι αντιδράσεις γενικά διακρίνονται σε **οξειδοαναγωγικές** και σε **μεταθετικές** αντιδράσεις.

Στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις υπάρχει μεταβολή του Α.Ο. σε δύο τουλάχιστον άτομα που συμμετέχουν στην αντίδραση, ενώ στις μεταθετικές αντιδράσεις οι Α.Ο. όλων των ατόμων που συμμετέχουν είναι οι ίδιοι στα αντιδρώντα και στα προϊόντα. Ας πάρουμε για παράδειγμα την αντίδραση του μεταλλικού ψευδαργύρου, $Zn\,(s)$ με διάλυμα HCl. Η αντίδραση παριστάνεται με την εξίσωση:

$$Zn + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$$



Επίδειξη της αντίδρασης:
$Zn + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2(g)$
Το αέριο H_2 που ελευθερώνεται φουσκώνει το μπαλόνι.

Στην εξίσωση αυτή, ο Zn από Α.Ο. $= 0$ που εμφανίζει στα αντιδρώντα μετατρέπεται σε $+2$ στα προϊόντα (αύξηση του Α.Ο.), ενώ το Η από $+1$ που έχει στα αντιδρώντα μετατρέπεται σε 0 στα προϊόντα (μείωση του Α.Ο.). Για το λόγο αυτό η παραπάνω αντίδραση χαρακτηρίζεται ως οξειδοαναγωγική αντίδραση.

Βασικές κατηγορίες οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων αποτελούν οι αντιδράσεις, α) σύνθεσης, β) αποσύνθεσης και διάσπασης και γ) οι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης.

α. Αντιδράσεις σύνθεσης.

Πρόκειται για οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις στις οποίες μία χημική ένωση προκύπτει μόνο από τα συστατικά της στοιχεία. Για παράδειγμα η αντίδραση σύνθεσης της αμμωνίας, NH_3, παριστάνεται από την εξίσωση:

$$N_2(g) + 3\,H_2(g) \longrightarrow 2\,NH_3(g)$$



Η αντίδραση σύνθεσης του $CaO(s)$ από $Ca(s)$ και $O_2(g)$ της ατμόσφαιρας.

Παραδείγματα:

i. $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$

ii. $C + O_2 \longrightarrow CO_2$

iii. $2\,Al + 3\,S \longrightarrow Al_2S_3$

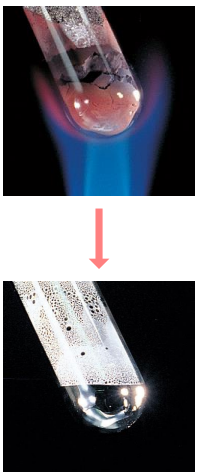
iv. $4\,Al + 3\,O_2 \longrightarrow 2\,Al_2O_3$

β. Αντιδράσεις αποσύνθεσης και διάσπασης.

Πρόκειται για αντιδράσεις κατά τις οποίες μία χημική ένωση διασπάται στα συστατικά της στοιχεία (αντιδράσεις αποσύνθεσης, αντίθετες της σύνθεσης) ή διασπάται σε άλλες απλούστερες ενώσεις (αντιδράσεις διάσπασης).

Για παράδειγμα, με θέρμανση $HgO(s)$ έχουμε την εξής αντίδραση αποσύνθεσης:

$$2\,HgO\,(s) \longrightarrow 2\,Hg\,(l) + O_2\,(g)$$



Με θέρμανση το οξείδιο του υδραργύρου (ΙΙ), HgO, διασπάται παράγοντας $Hg(l)$ και O_2.

Επίσης, με θέρμανση του H_2O_2 (υπεροξείδιο του υδρογόνου) προκύπτει η εξής διάσπαση:

$$2\,H_2O_2 \longrightarrow 2\,H_2O + O_2$$

Πάντως, υπάρχουν αντιδράσεις διάσπασης που δεν είναι οξειδοαναγωγικές, π.χ. η αντίδραση διάσπασης του $CaCO_3$, σε υψηλή θερμοκρασία, στην οποία δεν υπάρχει μεταβολή του Α.Ο. σε κανένα από τα άτομα που συμμετέχουν:

$$CaCO_3\,(s) \longrightarrow CaO\,(s) + CO_2\,(g)$$

Παραδείγματα:

i. $2\,CuO \longrightarrow 2\,Cu + O_2$

ii. $2\,AgBr \longrightarrow 2\,Ag + Br_2$

iii. $PCl_5 \longrightarrow PCl_3 + Cl_2$

iv. $2\,H_3PO_4 \longrightarrow P_2O_5 + 3\,H_2O$

6.4 Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης

Πρόκειται για οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις κατά τις οποίες ένα στοιχείο (σε ελεύθερη κατάσταση) αντικαθιστά ένα άλλο στοιχείο που συμμετέχει σε μία ένωση. Τρεις από τις πιο σημαντικές κατηγορίες αντιδράσεων απλής αντικατάστασης είναι και οι εξής:

1. Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης κατά τις οποίες ένα μέταλλο αντικαθιστά ένα άλλο μέταλλο (ή και υδρογόνο) από μία ένωση, σύμφωνα με τη γενική εξίσωση:

$$\mathrm{A} + \mathrm{B\Gamma} \longrightarrow \mathrm{A\Gamma} + \mathrm{B}$$

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι παρακάτω δύο κατηγορίες αντιδράσεων:

(1) $\begin{cases} \text{Μέταλλο} + \text{Άλας} \longrightarrow \text{Άλας} + \text{Μέταλλο} \\ \mathrm{Fe} + \mathrm{CuSO_4} \longrightarrow \mathrm{FeSO_4} + \mathrm{Cu} \end{cases}$

(2) $\begin{cases} \text{Μέταλλο} + \text{Οξύ} \longrightarrow \text{Άλας} + \text{Υδρογόνο} \\ \mathrm{Zn} + \mathrm{H_2SO_4} \longrightarrow \mathrm{ZnSO_4} + \mathrm{H_2}\uparrow \end{cases}$

Προϋπόθεση για την διεξαγωγή μιας αντίδρασης απλής αντικατάστασης είναι το μέταλλο που βρίσκεται σε στοιχειακή μορφή να είναι πιο «δραστικό» από το μέταλλο (ή το Η) που βρίσκεται στην ένωση.

Ενδεικτικά, η δραστικότητα των μετάλλων ακολουθεί την εξής σειρά:

K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

αύξηση δραστικότητας

Σύμφωνα με τη σειρά αυτή, π.χ. ο Fe είναι πιο δραστικός από τον Cu και μπορεί να τον αντικαταστήσει στις ενώσεις του, με αποτέλεσμα η παραπάνω αντίδραση (1) να είναι εφικτή. Επίσης, μπορεί να διεξαχθεί και η αντίδραση (2) καθώς ο Zn είναι πιο δραστικός από το Η. Αντίθετα, η αντίδραση του Au με τον $\mathrm{ZnSO_4}$ δεν μπορεί να γίνει, καθώς ο Au είναι λιγότερο δραστικός από τον Zn.

Στις αντιδράσεις απλής αντικατάστασης στις οποίες το μέταλλο μπορεί να διαθέτει περισσότερους Α.Ο. εμφανίζεται στα προϊόντα με το μικρότερο Α.Ο. με την εξαίρεση του Cu που φαίνεται να «προτιμάει» τον Α.Ο. +2 (διαθέτει και +1).

Παραδείγματα:

i. $\mathrm{Ni} + 2\,\mathrm{HBr} \longrightarrow \mathrm{NiBr_2} + \mathrm{H_2}$

ii. $3\,\mathrm{Na} + \mathrm{AlI_3} \longrightarrow 3\,\mathrm{NaI} + \mathrm{Al}$

iii. $6\,\mathrm{K} + 2\,\mathrm{H_3PO_4} \longrightarrow 2\,\mathrm{K_3PO_4} + 3\,\mathrm{H_2}$

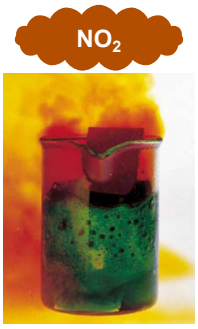
iv. $2\,\mathrm{Al} + \mathrm{Fe_2O_3} \longrightarrow \mathrm{Al_2O_3} + 2\,\mathrm{Fe}$

v. $\mathrm{Fe2\,HCl} \longrightarrow \mathrm{FeCl_2} + \mathrm{H_2}$

vi. $\mathrm{Cu} + 2\,\mathrm{AgNO_3} \longrightarrow \mathrm{Cu(NO_3)_2} + 2\,\mathrm{Ag}$

vii. $\mathrm{Ag} + \mathrm{HCl} \not\longrightarrow$ (δεν γίνεται)

Η αντίδραση **vii.** είναι αδύνατη γιατί ο Ag είναι λιγότερο δραστικός από το Η όπως φαίνεται στον προηγούμενο πίνακα δραστικότητας.



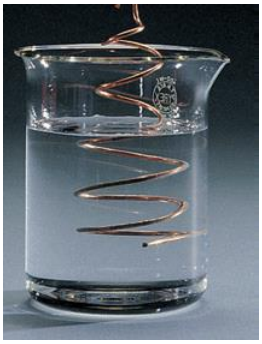
Επίδραση πυκνού διαλύματος $\mathrm{HNO_3}$ σε Cu. Παρατηρείται η έκλυση $\mathrm{NO_2}$ (καφέ αέριο). Η αντίδραση αυτή δεν είναι απλής αντικατάστασης, αλλά πολύπλοκης μορφής οξειδοαναγωγική αντίδραση. Γενικά, τα πυκνά διαλύματα $\mathrm{H_2SO_4}$ δίνουν με μέταλλα πολύπλοκες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις (και όχι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης). Το ίδιο ισχύει και για τα διαλύματα πυκνού και αραιού $\mathrm{HNO_3}$.

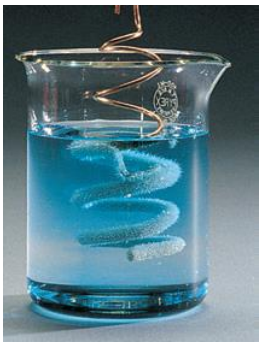


Το Ni αντιδρά με διάλυμα HBr ελευθερώνοντας αέριο $\mathrm{H_2}$.



Το κάλιο αντιδρά βίαια με το H_2O με ανάφλεξη ελευθερώνοντας αέριο H_2.





Το σύρμα Cu αντιδρά με το διάλυμα $AgNO_3$. Το σύρμα Cu επαργυρώνεται, ενώ το διάλυμα παίρνει μπλε χρώμα που οφείλεται στο σχηματισμό $Cu(NO_3)_2$.

2. Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης κατά τις οποίες ένα αμέταλλο στοιχείο αντικαθιστά ένα άλλο αμέταλλο λιγότερο δραστικό. Στις αντιδράσεις του τύπου αυτού η δραστικότητα των αμετάλλων ακολουθεί την εξής σειρά:

$$F_2,\ Cl_2,\ Br_2,\ O_2,\ I_2,\ S$$

αύξηση δραστικότητας

Παραδείγματα:

i. $Cl_2 + 2\,KBr \longrightarrow 2\,KCl + Br_2$

ii. $Cu_2S + O_2 \longrightarrow 2\,CuO + S$

iii. $I_2 + KF \not\longrightarrow$ (δεν γίνεται)

3. Τα πιο δραστικά μέταλλα K, Ba, Ca, Na αντιδρούν με το νερό και δίνουν την αντίστοιχη βάση (υδροξείδιο του μετάλλου) και H_2.

Παραδείγματα:

i. $2\,Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + H_2$

ii. $2\,K + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,KOH + H_2$

iii. $Ba + 2\,H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2 + H_2$

iv. $Ca + 2\,H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$

Τα υπόλοιπα πιο δραστικά από το υδρογόνο μέταλλα αντιδρούν με υδρατμούς σε υψηλή θερμοκρασία και παράγουν οξείδιο του μετάλλου και H_2.

Παραδείγματα:

i. $Mg + H_2O \longrightarrow MgO + H_2$

ii. $2\,Al + 3\,H_2O \longrightarrow Al_2O_3 + 3\,H_2$

Μη δραστικά μέταλλα, όπως ο Cu, ο Ag, ο Au κτλ. δεν αντιδρούν με το H_2O:

Παραδείγματα:

i. $Cu + H_2O \not\longrightarrow$ (δεν γίνεται)

ii. $Ag + H_2O \not\longrightarrow$ (δεν γίνεται)

6.5 Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης

Είδαμε ότι οι αντιδράσεις διακρίνονται σε οξειδοαναγωγικές και σε μεταθετικές αντιδράσεις και ότι στις μεταθετικές αντιδράσεις οι Α.Ο. όλων των ατόμων που συμμετέχουν είναι οι ίδιοι στα αντιδρώντα και στα προϊόντα. Οι μεταθετικές αντιδράσεις διακρίνονται σε **αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης** και σε **αντιδράσεις εξουδετέρωσης**.

Οι αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης είναι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων μεταξύ ενός άλατος και ενός άλλου άλατος ή βάσης ή οξέος, και διακρίνονται ανάλογα με τη μορφή που έχουν σε τρεις περιπτώσεις:

1. Άλας (1) + Άλας (2) $\longrightarrow$ Άλας (3) + Άλας (4)

2. Άλας (1) + Οξύ (1) $\longrightarrow$ Άλας (2) + Οξύ (2)

3. Άλας (1) + Βάση (1) $\longrightarrow$ Άλας (2) + Βάση (2)

Οι αντιδράσεις των τριών παραπάνω μορφών δεν γίνονται πάντα, καθώς για

να γίνουν πρέπει ένα τουλάχιστον από τα προϊόντα της αντίδρασης:

1. να είναι δυσδιάλυτη ένωση και επομένως να καταβυθίζεται ως **ίζημα** ή
2. να εκλύεται ως **αέριο** ή
3. να είναι **ελάχιστα ιοντιζόμενη ένωση**, δηλαδή να διίσταται σε πολύ μικρό ποσοστό.

Μερικά από τα πιο χαρακτηριστικά αέρια που εμφανίζονται συνήθως στις αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης είναι τα εξής:

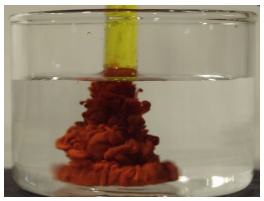
HF, HCl, HBr, HI, H_2S, HCN, SO_2, CO_2, NH_3



Η φωτογραφία παριστάνει το σχηματισμό ιζήματος ιωδιούχου μολύβδου (II), $PbI_2\,(s)$, που προκύπτει όταν σε διάλυμα ιωδιούχου νατρίου, NaI, προσθέσουμε διάλυμα νιτρικού μολύβδου (II), $Pb(NO_3)_2$.

Για τον εντοπισμό των δυσδιάλυτων ουσιών (ιζημάτων) σε αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης δίνονται οι παρακάτω κανόνες:

1. Τα άλατα με Na^+, K^+ ή NH_4^+ **δεν** καταβυθίζονται ως ιζήματα.
2. Τα νιτρικά άλατα είναι ευδιάλυτες ενώσεις και **δεν** καταβυθίζονται ως ιζήματα.
3. Τα άλατα $AgCl$, $AgBr$, AgI και τα αντίστοιχα άλατα του Pb (II) είναι **ιζήματα**.
4. Από τα θειικά άλατα **ιζήματα** είναι τα: $BaSO_4$, $CaSO_4$ και $PbSO_4$.
5. Όλα τα ανθρακικά (CO_3^{2-}), τα θειούχα (S^{2-}) και τα φωσφορικά (PO_4^{3-}) άλατα είναι **ιζήματα**, εκτός από αυτά της κατηγορίας **α**.
6. Όλα τα υδροξείδια των μετάλλων είναι **ιζήματα**, εκτός από τα: KOH, $NaOH$, $Ca(OH)_2$ και $Ba(OH)_2$.



Η φωτογραφία παριστάνει το σχηματισμό ιζήματος χρωμικού αργύρου, Ag_2CrO_4, που προκύπτει όταν σε διάλυμα K_2CrO_4 προσθέσουμε διάλυμα $AgNO_3$.

Παραδείγματα:

i. $AlCl_3 + 3\,AgNO_3 \longrightarrow 3\,AgCl\downarrow + Al(NO_3)_3$

ii. $Ba(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\,NaNO_3$

iii. $Pb(NO_3)_2 + 2\,KI \longrightarrow PbI_2\downarrow + 2\,KNO_3$

iv. $KCl + NaNO_3 \not\longrightarrow$ (δεν γίνεται)

Η αντίδραση **δ.** δεν γίνεται (δεν συνεπάγεται σχηματισμό αερίου ή ιζήματος), καθώς ούτε το KNO_3 ούτε το $NaCl$ είναι ιζήματα.

Ειδικές περιπτώσεις. Το ανθρακικό οξύ (H_2CO_3) είναι ασταθής ένωση και όταν σχηματίζεται σε αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης ως προϊόν, διασπάται σε αέριο CO_2 και H_2O. Επίσης, το θειώδες οξύ (H_2SO_3) είναι ασταθής ένωση και διασπάται σε αέριο $SO_2 + H_2O$. Τέλος, ένωση της μορφής NH_4OH δεν υπάρχει και στη θέση της ως προϊόν γράφουμε $NH_3 + H_2O$. Μάλιστα, καθώς το CO_2, το SO_2 και η NH_3 είναι αέρια σώματα, οι αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης που συμπεριλαμβάνουν τα προϊόντα αυτά είναι πραγματοποιήσιμες.

$H_2CO_3 \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O$

$H_2SO_3 \longrightarrow SO_2\uparrow + H_2O$

$NH_4OH \longrightarrow NH_3\uparrow + H_2O$

Στα υδατικά τους διαλύματα τα οξέα παράγουν υδρογονοκατιόντα, H^+ (στα οποία οφείλεται και ο όξινος χαρακτήρας των οξέων) και ανιόντα (μονοατομικά ή πολυατομικά), π.χ.:

$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$
$HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$

Επίσης, στα υδατικά τους διαλύματα τα υδροξείδια των μετάλλων βρίσκονται με τη μορφή κατιόντων και ανιόντων υδροξειδίου OH^- (στα ανιόντα OH^- οφείλεται ο βασικός χαρακτήρας των βάσεων):

$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$
$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2\,OH^-$

Τέλος, τα άλατα βρίσκονται και αυτά με τη μορφή κατιόντων (μετάλλου ή NH_4^+) και ανιόντων (μονοατομικών ή πολυατομικών):

$NaNO_3 \longrightarrow Na^+ + NO_3^-$
$CaCl_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2\,Cl^-$

Οι παραπάνω χημικές ενώσεις καλούνται ηλεκτρολύτες γιατί τα υδατικά τους διαλύματα έχουν την ικανότητα να άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα, λόγω των ιόντων τους.

Παραδείγματα:

i. $Na_2CO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$
ii. $K_2SO_3 + 2\,HBr \longrightarrow 2\,KBr + SO_2\uparrow + H_2O$
iii. $2\,NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2\,NH_3\uparrow + 2\,H_2O$
iv. $(NH_4)_2SO_4 + 2\,KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,NH_3\uparrow + 2\,H_2O$
v. $NaHCO_3 + HI \longrightarrow NaI + CO_2\uparrow + H_2O$

6.6 Αντιδράσεις εξουδετέρωσης

Εξουδετέρωση ονομάζεται η αντίδραση ενός οξέος με μία βάση. Κατά την εξουδετέρωση τα κατιόντα H^+ που προέρχονται από το οξύ αντιδρούν με τα ανιόντα OH^- της βάσης παράγοντας H_2O σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση,

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

με αποτέλεσμα την εξουδετέρωση τόσο των όξινων ιδιοτήτων του οξέος όσο και των βασικών ιδιοτήτων της βάσης. Παράλληλα, το ανιόν του οξέος και το κατιόν της βάσης σχηματίζουν άλας. Έτσι, η γενική μορφή της αντίδρασης εξουδετέρωσης είναι η εξής:

$$\text{ΟΞΥ} + \text{ΒΑΣΗ} \longrightarrow \text{ΑΛΑΣ} + H_2O$$

Τρόπος γραφής των αντιδράσεων εξουδετέρωσης. Με βάση τα αντιδρώντα της εξουδετέρωσης γράφουμε τα προϊόντα (άλας και νερό). Για το άλας συνδυάζουμε το κατιόν της βάσης (πρώτο ιόν) και το ανιόν του οξέος (δεύτερο ιόν) και σχηματίζοντας την ένωση με τους κατάλληλους δείκτες (χιαστί, όπως είδαμε στον τρόπο γραφής των χημικών ενώσεων). Αν χρειαστεί κάνουμε τις κατάλληλες απλοποιήσεις. Στη συνέχεια βάζουμε τους κατάλληλους συντελεστές, ώστε να γίνει ισοστάθμιση μάζας. Π.χ. κατά την εξουδετέρωση του $Ca(OH)_2$ με H_2SO_4 το άλας που παράγεται είναι το $CaSO_4$ (υπάρχει απλοποίηση των δεικτών). Έτσι, η πλήρης εξίσωση της αντίδρασης είναι η εξής:

$$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2\,H_2O$$

Παραδείγματα:

i. $HCl + KOH \longrightarrow KCl + H_2O$
ii. $Ca(OH)_2 + 2\,HBr \longrightarrow CaBr_2 + 2\,H_2O$
iii. $Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow MgSO_4 + 2\,H_2O$
iv. $3\,Fe(OH)_2 + 2\,H_3PO_4 \longrightarrow Fe_3(PO_4)_2 + 6\,H_2O$

Εξουδετέρωση με αμμωνία (NH_3). Η αμμωνία είναι βάση και δίνει αντίδραση εξουδετέρωσης με οξέα παράγοντας μόνο αμμωνιακά άλατα, δηλαδή άλατα του NH_4^+ (δεν προκύπτει νερό):

α. $NH_3 + HCl \longrightarrow NH_4Cl$
β. $3\,NH_3 + H_3PO_4 \longrightarrow (NH_4)_3PO_4$

Όξινα οξείδια. Τα οξείδια των αμετάλλων στοιχείων έχουν όξινη συμπεριφορά, καθώς με την επίδραση νερού παράγουν το αντίστοιχο οξύ, π.χ.:

α. $SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$
β. $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$
γ. $SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$
δ. $N_2O_5 + H_2O \longrightarrow 2\,HNO_3$
ε. $P_2O_5 + 3\,H_2O \longrightarrow 2\,H_3PO_4$

Τα οξείδια αυτά λέγονται και ανυδρίτες οξέων και αντιδρούν με βάσεις παράγοντας το άλας που θα έδινε και το αντίστοιχο οξύ:

α. $SO_3 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$
β. $P_2O_5 + 6\,NaOH \longrightarrow 2\,Na_3PO_4 + 3\,H_2O$
γ. $CO_2 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

Βασικά οξείδια. Τα οξείδια των μετάλλων στοιχείων έχουν βασική συμπεριφορά, καθώς με την επίδραση νερού παράγουν την αντίστοιχη βάση στην οποία το μέταλλο παρουσιάζει τον ίδιο Α.Ο., π.χ.:

α. $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$
β. $Na_2O + H_2O \longrightarrow 2\,NaOH$
γ. $Fe_2O_3 + 3\,H_2O \longrightarrow 2\,Fe(OH)_3$

Τα οξείδια αυτά λέγονται και ανυδρίτες βάσεων και αντιδρούν με οξέα παράγοντας το άλας που θα έδινε και η αντίστοιχη βάση:

α. $CaO + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2O$
β. $3\,Na_2O + 2\,H_3PO_4 \longrightarrow 2\,Na_3PO_4 + 3\,H_2O$

Αντίδραση εξουδετέρωσης δίνει και ένα όξινο με ένα βασικό οξείδιο (δεν προκύπτει νερό):

α. $CaO + SO_3 \longrightarrow CaSO_4$
β. $P_2O_5 + 3\,Na_2O \longrightarrow 2\,Na_3PO_4$

Εφαρμογή 6.4

Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:

1. πεντοξείδιο του φωσφόρου + υδροξείδιο του καλίου
2. τριοξείδιο του θείου + υδροξείδιο του αργιλίου
3. διοξείδιο του άνθρακα + υδροξείδιο του ασβεστίου
4. θειικό οξύ + οξείδιο του καλίου
5. νιτρικό οξύ + οξείδιο του σιδήρου (III)
6. πεντοξείδιο του αζώτου + οξείδιο του ασβεστίου

Λύση

1. $P_2O_5 + 6\,KOH \longrightarrow 2\,K_3PO_4 + 3\,H_2O$
   Το P_2O_5 είναι ανυδρίτης του H_3PO_4.

2. $3\,SO_3 + 2\,Al(OH)_3 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3\,H_2O$
Το SO_3 είναι ανυδρίτης του H_2SO_4.

3. $CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3 + H_2O$
Το CO_2 είναι ανυδρίτης του H_2CO_3.

4. $H_2SO_4 + K_2O \longrightarrow K_2SO_4 + H_2O$
Το K_2O είναι ανυδρίτης του KOH.

5. $6\,HNO_3 + Fe_2O_3 \longrightarrow 2\,Fe(NO_3)_3 + 3\,H_2O$
Το Fe_2O_3 είναι ανυδρίτης του $Fe(OH)_3$.

6. $N_2O_5 + CaO \longrightarrow Ca(NO_3)_2$
Το N_2O_5 είναι ανυδρίτης του HNO_3 και το CaO είναι ανυδρίτης του $Ca(OH)_2$.

Λυμένα Παραδείγματα

Παράδειγμα 6.1

Να δικαιολογήσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α. Τα τρόφιμα χαλάνε πιο γρήγορα έξω από το ψυγείο.
β. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) διασπάται πολύ πιο εύκολα σε H_2O και O_2 παρουσία του ενζύμου καταλάση.
γ. Το ψυγείο ενός αυτοκινήτου σκουριάζει πιο εύκολα από ότι μία ηλεκτρική συσκευή.

Λύση

α. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες οι ταχύτητες των αντιδράσεων που οδηγούν τελικά στην αποσύνθεση (σάπισμα) των τροφίμων γίνονται πιο γρήγορα.
β. Τα ένζυμα παρουσιάζουν καταλυτική δράση και αυξάνουν τις ταχύτητες των αντιδράσεων τις οποίες καταλύουν.
γ. Στο αυτοκίνητο αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες και η ταχύτητα των αντιδράσεων είναι μεγαλύτερη.

Παράδειγμα 6.2

Κατά την ανάμειξη διαλύματος $AgNO_3$ με διάλυμα HI θα γίνει χημική αντίδραση γιατί:

α. παράγεται αέριο.
β. τα άλατα αντιδρούν πάντοτε με τα οξέα.
γ. καταβυθίζεται ίζημα.
δ. είναι οξειδοαναγωγική αντίδραση.

Να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση αναγράφοντας παράλληλα και τη σχετική χημική εξίσωση.

Λύση

Σωστή είναι η επιλογή **γ**. Πρόκειται για αντίδραση διπλής αντικατάστασης με σχηματισμό ιζήματος (AgI):

$$HI + AgNO_3 \longrightarrow AgI\downarrow + HNO_3$$

Παράδειγμα 6.3

Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή όχι (Λ).

α. Όλα τα άλατα περιέχουν μεταλλικό κατιόν.
β. Το Na αντιδρά με το νερό και δίνει βάση και αέριο H_2.
γ. Το Mg αντιδρά με τους υδρατμούς και δίνει MgO και H_2.
δ. Το υδροχλωρικό οξύ αντιδρά με όλα τα μέταλλα και ελευθερώνεται H_2.
ε. Ο Ag αντιδρά με υδροχλωρικό οξύ και εκλύεται αέριο H_2.

ζ. Για να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης θα πρέπει να παράγεται οπωσδήποτε αέρια ένωση.

η. Τα βασικά οξείδια αντιδρούν με βάσεις ενώ τα όξινα οξείδια αντιδρούν με οξέα.

Λύση

Σωστές είναι οι προτάσεις **β.** και **γ.** Τα άλατα μπορεί να περιέχουν και μη μεταλλικό κατιόν, π.χ. το κατιόν NH_4^+, οπότε η **α.** είναι Λ. Το HCl δεν αντιδρά με τα μη δραστικά μέταλλα, όπως ο Ag οπότε η **δ.** και η **ε.** είναι Λ. Σε μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης μπορεί να προκύπτει και ίζημα, οπότε η **ζ.** είναι Λ, ενώ τα βασικά οξείδια αντιδρούν με οξέα και τα όξινα με βάσεις άρα η **η.** είναι Λ.

Παράδειγμα 6.4

Ποιες από τις αντιδράσεις που ακολουθούν είναι οξειδοαναγωγικές;

α. $Zn + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$

β. $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$

γ. $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$

δ. $Cu(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + 2\,H_2O$

Λύση

Οξειδοαναγωγικές είναι οι αντιδράσεις **α.** (απλής αντικατάστασης) και **γ.** (σύνθεσης). Η αντίδραση **δ.** είναι μεταθετική (εξουδετέρωσης). Η **β.** είναι αντίδραση διάσπασης, αλλά όχι οξειδοαναγωγική, καθώς δεν υπάρχει μεταβολή του Α.Ο. σε κανένα από τα στοιχεία που συμμετέχουν.

Παράδειγμα 6.5

Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις που ακολουθούν με την αντικατάσταση των γραμμάτων με χημικούς τύπους και τους κατάλληλους συντελεστές.

α. $Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow A + CO_2 + B$

β. $CaS + \Gamma \longrightarrow H_2S + CaCl_2$

γ. $KOH + \Delta\,(\text{οξύ}) \longrightarrow K_2SO_4 + H_2O$

δ. $Na + H_2O \longrightarrow E + Z$

Λύση

α. $Na_2CO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + CO_2 + H_2O$

β. $CaS + 2\,HCl \longrightarrow H_2S + CaCl_2$

γ. $2\,KOH + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,H_2O$

δ. $2\,Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + H_2$

Παράδειγμα 6.6

Σκόνη Mg κατεργάζεται με αραιό υδατικό διάλυμα HCl. Να γράψετε τη σχετική χημική εξίσωση και να δικαιολογήσετε γιατί γίνεται.

Λύση

$Mg + 2\,HCl \longrightarrow MgCl_2 + H_2$.
Πρόκειται για αντίδραση απλής αντικατάστασης που γίνεται γιατί το Mg είναι πιο δραστικό από το υδρογόνο.

Παράδειγμα 6.7

Να γράψετε τις εξισώσεις των χημικών αντιδράσεων από τις οποίες προκύπτουν τα άλατα:

α. $CaCl_2$ **β.** K_3PO_4 **γ.** $Fe(NO_3)_3$ **δ.** $Mg_3(PO_4)_2$

από την εξουδετέρωση του κατάλληλου οξέος με την κατάλληλη βάση.

Λύση

α. $Ca(OH)_2 + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2\,H_2O$
β. $3\,KOH + H_3PO_4 \longrightarrow K_3PO_4 + 3\,H_2O$
γ. $Fe(OH)_3 + 3\,HNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + 3\,H_2O$
δ. $3\,Mg(OH)_2 + 2\,H_3PO_4 \longrightarrow Mg_3(PO_4)_2 + 6\,H_2O$

Παράδειγμα 6.8

Να συμπληρωθούν οι παρακάτω αντιδράσεις σύνθεσης και αποσύνθεσης:

α. $Na + Cl_2 \longrightarrow$
β. $Al + Br_2 \longrightarrow$
γ. $C + O_2 \longrightarrow$
δ. $N_2 + H_2 \longrightarrow$
ε. $H_2 + I_2 \longrightarrow$
ζ. $HgO \longrightarrow$
η. $HCl \longrightarrow$
θ. $H_2O_2 \longrightarrow$

Λύση

α. $2\,Na + Cl_2 \longrightarrow 2\,NaCl$
β. $2\,Al + 3\,Br_2 \longrightarrow 2\,AlBr_3$
γ. $C + O_2 \longrightarrow CO_2$
δ. $N_2 + 3\,H_2 \longrightarrow 2\,NH_3$
ε. $H_2 + I_2 \longrightarrow 2\,HI$
ζ. $2\,HgO \longrightarrow 2\,Hg + O_2$
η. $2\,HCl \longrightarrow H_2 + Cl_2$
θ. $H_2O_2 \longrightarrow H_2 + O_2$

Παράδειγμα 6.9

Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις απλής αντικατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν:

α. $Na + HCl \longrightarrow$
β. $Ba + HI \longrightarrow$
γ. $Al + FeBr_2 \longrightarrow$
δ. $Fe + K_3PO_4 \longrightarrow$

ε. $Cl_2 + AlI_3 \longrightarrow$
η. $Ca + H_2O \longrightarrow$
ι. $Al + HCl \longrightarrow$
λ. $Br_2 + KI \longrightarrow$
ν. $Mg + H_2O \longrightarrow$
ζ. $Zn + H_2O \longrightarrow$
θ. $Ag + HCl \longrightarrow$
κ. $Ca + AgNO_3 \longrightarrow$
μ. $S + KCl \longrightarrow$
ξ. $Ba + H_2O \longrightarrow$

Λύση

α. $2\,Na + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + H_2$
β. $Ba + 2\,HI \longrightarrow BaI_2 + H_2$
γ. $2\,Al + 3\,FeBr_2 \longrightarrow 2\,AlBr_3 + 3\,Fe$
δ. $Fe + K_3PO_4 \not\longrightarrow$
(ο Fe είναι λιγότερο δραστικός από το K)
ε. $3\,Cl_2 + 2\,AlI_3 \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,I_2$
ζ. $Zn + H_2O \longrightarrow ZnO + H_2$
η. $Ca + 2\,H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$
θ. $Ag + HCl \not\longrightarrow$
(ο Ag είναι λιγότερο δραστικός από το H)
ι. $2\,Al + 6\,HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,H_2$
κ. $Ca + 2\,AgNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + 2\,Ag$
λ. $Br_2 + 2\,KI \longrightarrow 2\,KBr + I_2$
μ. $S + KCl \not\longrightarrow$
(το S είναι λιγότερο δραστικό από το Cl)
ν. $Mg + H_2O \longrightarrow MgO + H_2$
ξ. $Ba + 2\,H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2 + H_2$

Παράδειγμα 6.10

Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν:

α. $AgNO_3 + BaCl_2 \longrightarrow$
β. $NaNO_3 + KCl \longrightarrow$
γ. $H_2SO_4 + AlBr_3 \longrightarrow$
δ. $ZnCl_2 + NaOH \longrightarrow$
ε. $Pb(NO_3)_2 + Na_2S \longrightarrow$
ζ. $HNO_3 + ZnCl_2 \longrightarrow$
η. $Fe(NO_3)_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow$
θ. $KNO_3 + CaBr_2 \longrightarrow$
ι. $NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow$
κ. $CaSO_3 + HCl \longrightarrow$
λ. $Na_2CO_3 + H_3PO_4 \longrightarrow$
μ. $FeBr_3 + Ba(OH)_2 \longrightarrow$

Λύση

α. $2\,AgNO_3 + BaCl_2 \longrightarrow 2\,AgCl\downarrow + Ba(NO_3)_2$
β. $NaNO_3 + KCl \not\longrightarrow$
γ. $3\,H_2SO_4 + 2\,AlBr_3 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 6\,HBr\uparrow$
δ. $ZnCl_2 + 2\,NaOH \longrightarrow Zn(OH)_2\downarrow + 2\,NaCl$
ε. $Pb(NO_3)_2 + Na_2S \longrightarrow PbS\downarrow + 2\,NaNO_3$
ζ. $2\,HNO_3 + ZnCl_2 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + 2\,HCl\uparrow$
η. $2\,Fe(NO_3)_3 + 3\,Ca(OH)_2 \longrightarrow 2\,Fe(OH)_3\downarrow + 3\,Ca(NO_3)_2$
θ. $KNO_3 + CaBr_2 \not\longrightarrow$
ι. $2\,NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2\,NH_3\uparrow + 2\,H_2O$

κ. $CaSO_3 + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + SO_2\uparrow + H_2O$
λ. $3\,Na_2CO_3 + 2\,H_3PO_4 \longrightarrow 2\,Na_3PO_4 + 3\,CO_2\uparrow + 3\,H_2O$
μ. $2\,FeBr_3 + 3\,Ba(OH)_2 \longrightarrow 2\,Fe(OH)_3\downarrow + 3\,BaBr_2$

Παράδειγμα 6.11

Σε καθένα από τα δοχεία Α, Β και Γ περιέχονται διαλύματα H_2SO_4, HCl και KCl, χωρίς να γνωρίζουμε ποια χημική ένωση περιέχεται στο κάθε δοχείο. Σε κάθε δοχείο προσθέτουμε μικρή ποσότητα μεταλλικού βαρίου. Παρατηρούμε ότι στο δοχείο Α εκλύεται αέριο, στο δοχείο Β δεν παρατηρούμε καμία αλλαγή, ενώ στο δοχείο Γ καταβυθίζεται ίζημα και ταυτόχρονα εκλύεται αέριο. Να εξηγήσετε, ποιο ήταν το συγκεκριμένο περιεχόμενο του κάθε δοχείου πριν από την προσθήκη του βαρίου, δίνοντας παράλληλα τις χημικές εξισώσεις των φαινομένων.

Λύση

Στο δοχείο Α που εκλύεται αέριο χωρίς να προκύπτει ίζημα περιέχεται διάλυμα HCl:

$$Ba + 2\,HCl \longrightarrow BaCl_2 + H_2\uparrow$$

Στο δοχείο Γ που προκύπτει ίζημα και αέριο περιέχεται H_2SO_4:

$$Ba + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + H_2\uparrow$$

Τέλος, στο δοχείο Β δεν παρατηρούμε καμία αλλαγή, καθώς το KCl δεν αντιδρά με το Ba (το K είναι πιο δραστικό από το Ba και δεν γίνεται απλή αντικατάσταση).

$$Ba + KCl \not\longrightarrow$$

Παράδειγμα 6.12

Σε χημικό εργαστήριο υπάρχουν τρία δοχεία κατασκευασμένα από Cu και δύο δοχεία κατασκευασμένα από Al. Στα δοχεία αυτά θέλουμε να αποθηκεύσουμε, χωρίς να αλλοιωθούν, τα παρακάτω διαλύματα:

α. θειικού σιδήρου (II), $FeSO_4$
β. χλωριούχου καλίου, KCl
γ. θειικού μαγνησίου, $MgSO_4$
δ. νιτρικού ψευδαργύρου, $Zn(NO_3)_2$
ε. υδροχλωρικού οξέος, HCl

Λύση

Θα πρέπει να αποθηκεύσουμε το κάθε διάλυμα σε κατάλληλο δοχείο ώστε να μην πραγματοποιείται αντίδραση μεταξύ του υλικού του δοχείου και του περιεχομένου διαλύματος. Έτσι μπορούμε να αποθηκεύσουμε το διάλυμα $MgSO_4$ σε δοχείο αργιλίου (το Al είναι λιγότερο δραστικό από το Mg), το διάλυμα KCl σε δοχείο Al (το Al είναι λιγότερο δραστικό και από το K) και τα άλλα τρία διαλύματα σε δοχείο από Cu που είναι λιγότερο δραστικός και από τον Fe και από τον Zn και από το υδρογόνο.

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

6.1 Το H_2SO_4 αντιδρά με $Ca(OH)_2$ και η αντίδραση αυτή χαρακτηρίζεται ως:

α. αντίδραση εξουδετέρωσης.
β. αντίδραση διπλής αντικατάστασης κατά την οποία προκύπτει αέριο.
γ. οξειδοαναγωγική αντίδραση.
δ. αντίδραση σύνθεσης.

6.2 Ο Zn αντιδρά με διάλυμα HCl γιατί:

α. είναι αντίδραση εξουδετέρωσης.
β. είναι αντίδραση διπλής αντικατάστασης κατά την οποία προκύπτει αέριο.
γ. ο Zn είναι πιο δραστικός από το υδρογόνο.
δ. είναι αντίδραση σύνθεσης.

6.3 Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή όχι (Λ).

α. Όλα τα άλατα περιέχουν κατιόν NH_4^+.
β. Το Ca αντιδρά με το νερό και δίνει βάση και αέριο H_2.
γ. Ο ψευδάργυρος αντιδρά με τους υδρατμούς και δίνει ZnO και H_2.
δ. Το Al αντιδρά με τα άλατα των μετάλλων που είναι περισσότερο δραστικά από αυτό.
ε. Ο Zn αντιδρά με υδροχλωρικό οξύ και εκλύεται αέριο H_2.
ζ. Για να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης θα πρέπει να παράγεται οπωσδήποτε ίζημα.
η. Τα βασικά οξείδια αντιδρούν με οξέα, ενώ τα όξινα αντιδρούν με βάσεις.

6.4 Ποιες από τις αντιδράσεις που ακολουθούν είναι οξειδοαναγωγικές και ποιες μεταθετικές;

α. $2\,Al + 6\,HCl \longrightarrow 2\,AlCl_3 + 3\,H_2$
β. $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$
γ. $N_2 + 3\,H_2 \longrightarrow 2\,NH_3$
δ. $Ca(OH)_2 + 2\,HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + 2\,H_2O$

6.5 Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις που ακολουθούν με τα σώματα που συμβολίζονται με γράμματα (Α-Ζ) και τους κατάλληλους συντελεστές:

α. $Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow A + CO_2 + B$
β. $NH_4Br + \Gamma \longrightarrow KBr + NH_3 + H_2O$
γ. $KOH + \Delta\,(\text{οξύ}) \longrightarrow K_2SO_4 + H_2O$
δ. $Ca + H_2O \longrightarrow E + Z$

6.6 Σκόνη Fe κατεργάζεται με αραιό υδατικό διάλυμα H_2SO_4. Να γράψετε τη σχετική χημική εξίσωση και να δικαιολογήσετε γιατί γίνεται.

6.7 Να συμπληρωθούν οι παρακάτω αντιδράσεις σύνθεσης και αποσύνθεσης:

α. $K + Cl_2 \longrightarrow$
β. $Al + Br_2 \longrightarrow$
γ. $Mg + O_2 \longrightarrow$
δ. $CH_4 \longrightarrow$
ε. $H_2 + Cl_2 \longrightarrow$
ζ. $Al_2O_3 \longrightarrow$
η. $NH_3 \longrightarrow$
θ. $H_2O_2 \longrightarrow$

6.8 Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις απλής αντικατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν:

α. $Ca + HBr \longrightarrow$
β. $Cl_2 + KI \longrightarrow$
γ. $Al + FeBr_2 \longrightarrow$
δ. $Fe + HCl \longrightarrow$
ε. $Ca + H_2O \longrightarrow$
ζ. $Na + H_2O \longrightarrow$
η. $Zn + CuSO_4 \longrightarrow$
θ. $Cu + HCl \longrightarrow$
ι. $Ba + HCl \longrightarrow$
κ. $Fe + AgNO_3 \longrightarrow$
λ. $Br_2 + KCl \longrightarrow$
μ. $S + KF \longrightarrow$
ν. $Mg + H_2O \longrightarrow$
ξ. $Ba + H_2O \longrightarrow$

6.9 Να γράψετε τις εξισώσεις των χημικών αντιδράσεων από τις οποίες προκύπτουν τα άλατα:

α. $AlBr_3$
β. K_2SO_4
γ. $Fe(NO_3)_3$
δ. $Ca_3(PO_4)_2$

από την εξουδετέρωση του κατάλληλου οξέος με την κατάλληλη βάση.

6.10 Να συμπληρώσετε τις παρακάτω αντιδράσεις εξουδετέρωσης:

α. $NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow$
β. $Zn(OH)_2 + HNO_3 \longrightarrow$
γ. $Ca(OH)_2 + H_2CO_3 \longrightarrow$
δ. $KOH + H_3PO_4 \longrightarrow$
ε. $Fe(OH)_3 + H_3PO_4 \longrightarrow$
ζ. $Al(OH)_3 + H_2SO_4 \longrightarrow$
η. $Mg(OH)_2 + H_3PO_4 \longrightarrow$
θ. $NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow$
ι. $Zn(OH)_2 + HClO_4 \longrightarrow$
κ. $NH_3 + H_3PO_4 \longrightarrow$

6.11 Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης μπορούν να

πραγματοποιηθούν:

α. $AgNO_3 + FeCl_2 \longrightarrow$
β. $KNO_3 + NaCl \longrightarrow$
γ. $Ag_2S + CuCl_2 \longrightarrow$
δ. $ZnCl_2 + KOH \longrightarrow$
ε. $Zn(NO_3)_2 + Na_2S \longrightarrow$
ζ. $HNO_3 + ZnCl_2 \longrightarrow$
η. $Pb(NO_3)_2 + HI \longrightarrow$
θ. $FeCl_2 + H_2S \longrightarrow$
ι. $Ca(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow$
κ. $K_2SO_3 + HBr \longrightarrow$
λ. $K_2CO_3 + H_3PO_4 \longrightarrow$
μ. $CaCO_3 + HCl \longrightarrow$

6.12 Να συμπληρώσετε με τις ενώσεις που λείπουν και τους κατάλληλους συντελεστές τις αντιδράσεις που ακολουθούν:

α. $NH_3 \longrightarrow$ .... + ...
β. $Na +$ ..... $\longrightarrow NaOH + H_2$
γ. $Ba(OH)_2 +$ (οξύ) $\longrightarrow Ba_3(PO_4)_2 + H_2O$
δ. .... $+ NH_4Cl \longrightarrow CaCl_2 +$ .... $+ H_2O$

Να αποδώσετε έναν από τους χαρακτηρισμούς αποσύνθεση, απλή αντικατάσταση, εξουδετέρωση ή διπλή αντικατάσταση στις παραπάνω αντιδράσεις.

6.13 Καθηγητής χημείας έδωσε σε μαθητή δείγματα από 4 μέταλλα με τους κωδικούς Α, Β, Γ, Δ και διαλύματα αλάτων τους, με σκοπό τη σύγκριση της δραστικότητάς τους. Ο μαθητής έκανε 5 πειράματα χρησιμοποιώντας τα παραπάνω μέταλλα και τα διαλύματα των αλάτων τους. Σε κάποια πειράματα ο μαθητής παρατήρησε αλλαγές τόσο στο διάλυμα όσο και στο μέταλλο, γεγονός που έδειχνε την πραγματοποίηση αντίδρασης, σε κάποια όμως πειράματα δεν παρατήρησε καμιά αλλαγή. Στον πίνακα που ακολουθεί σημείωσε με ✓ όπου έγινε αντίδραση και με × όπου δεν πραγματοποιήθηκε καμιά αντίδραση.

Πείραμα	Υδατικό διάλυμα άλατος	Μέταλλο	Πραγματοποίηση αντίδρασης
1	Άλας μετάλλου Β	Α	×
2	Άλας μετάλλου Γ	Β	×
3	Άλας μετάλλου Δ	Γ	✓
4	Άλας μετάλλου Α	Δ	✓
5	Άλας μετάλλου Β	Δ	×

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των πειραμάτων 1-5 που φαίνονται στον πιο πάνω πίνακα, να κατατάξετε τα 4 μέταλλα Α-Δ σε σειρά αύξησης της δραστικότητάς τους δίνοντας και τις αναγκαίες εξηγήσεις.

Φύλλο Εργασίας 6.1

Αντιδράσεις Απλής Αντικατάστασης I

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων **απλής αντικατάστασης** που γίνονται όλες. Να αναφέρετε τον λόγο που γίνονται.

1. $Cl_2(g) + KI(aq) \longrightarrow$
2. $Cl_2(g) + KBr(aq) \longrightarrow$
3. $Mg(s) + HCl(aq) \longrightarrow$
4. $Mg(s) + Cu(NO_3)_2(aq) \longrightarrow$
5. $Zn(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow$
6. $Zn(s) + HCl(aq) \longrightarrow$
7. $Zn(s) + CuCl_2(aq) \longrightarrow$
8. $F_2(g) + KBr(aq) \longrightarrow$
9. $I_2(s) + H_2S(aq) \longrightarrow$
10. $HI(aq) + Al(s) \longrightarrow$
11. $Al(s) + Fe(NO_3)_2(aq) \longrightarrow$
12. $Cl_2(g) + FeBr_2(aq) \longrightarrow$
13. $Cl_2(g) + NaI(aq) \longrightarrow$

K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

αύξηση δραστικότητας

F_2, Cl_2, Br_2, O_2, I_2, S

αύξηση δραστικότητας

Φύλλο Εργασίας 6.2

Αντιδράσεις Απλής Αντικατάστασης II

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων **απλής αντικατάστασης** που γίνονται όλες. Να αναφέρετε τον λόγο που γίνονται.

1. $Cl_2(g) + KBr(aq) \longrightarrow$
2. $Cl_2(g) + CaBr_2(aq) \longrightarrow$
3. $Cl_2(g) + CaI_2(aq) \longrightarrow$
4. $Cl_2(g) + H_2S(aq) \longrightarrow$
5. $Mg(s) + HBr(aq) \longrightarrow$
6. $Mg(s) + HI(aq) \longrightarrow$
7. $Mg(s) + FeCl_2(aq) \longrightarrow$
8. $H_2S(aq) + Mg(s) \longrightarrow$
9. $Mg(s) + ZnCl_2(aq) \longrightarrow$
10. $Mg(s) + Fe(NO_3)_2(aq) \longrightarrow$
11. $Zn(s) + AgNO_3(aq) \longrightarrow$
12. $Zn(s) + HI(aq) \longrightarrow$
13. $Zn(s) + AuCl_3(aq) \longrightarrow$
14. $Zn(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow$
15. $Br_2(l) + KI(aq) \longrightarrow$
16. $Br_2(l) + Na_2S(aq) \longrightarrow$
17. $F_2(g) + KCl(aq) \longrightarrow$
18. $F_2(g) + NaI(aq) \longrightarrow$
19. $Al(s) + HCl(aq) \longrightarrow$

K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

αύξηση δραστικότητας

F_2, Cl_2, Br_2, O_2, I_2, S

αύξηση δραστικότητας

Φύλλο Εργασίας 6.3

Αντιδράσεις Εξουδετέρωσης I

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων εξουδετέρωσης:

1. $\mathrm{NaOH(aq)} + \mathrm{HCl(aq)} \longrightarrow$
2. $\mathrm{HI(aq)} + \mathrm{NaOH(aq)} \longrightarrow$
3. $\mathrm{KOH(aq)} + \mathrm{HI(aq)} \longrightarrow$
4. $\mathrm{KOH(aq)} + \mathrm{HNO_3(aq)} \longrightarrow$
5. $\mathrm{KOH(aq)} + \mathrm{H_2SO_4(aq)} \longrightarrow$
6. $\mathrm{Ca(OH)_2(aq)} + \mathrm{HCl(aq)} \longrightarrow$
7. $\mathrm{HBr(aq)} + \mathrm{Ca(OH)_2(aq)} \longrightarrow$
8. $\mathrm{Ba(OH)_2(aq)} + \mathrm{HCl(aq)} \longrightarrow$
9. $\mathrm{Fe(OH)_3(s)} + \mathrm{HCl(aq)} \longrightarrow$
10. $\mathrm{HI(aq)} + \mathrm{NH_3(aq)} \longrightarrow$
11. $\mathrm{NH_3(aq)} + \mathrm{HNO_3(aq)} \longrightarrow$
12. $\mathrm{Ca(OH)_2(aq)} + \mathrm{H_2SO_4(aq)} \longrightarrow$
13. $\mathrm{Zn(OH)_2(s)} + \mathrm{HNO_3(aq)} \longrightarrow$
14. $\mathrm{Al(OH)_3(s)} + \mathrm{HNO_3(aq)} \longrightarrow$
15. $\mathrm{Fe(OH)_2(aq)} + \mathrm{H_2SO_4(aq)} \longrightarrow$
16. $\mathrm{Fe(OH)_3(aq)} + \mathrm{H_3PO_4(aq)} \longrightarrow$

Φύλλο Εργασίας 6.4

Αντιδράσεις Εξουδετέρωσης ΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων εξουδετέρωσης:

1. $KOH\,(aq) + HBr\,(aq) \longrightarrow$
2. $KOH\,(aq) + HCl\,(aq) \longrightarrow$
3. $NaOH\,(aq) + HNO_3\,(aq) \longrightarrow$
4. $NaOH\,(aq) + H_2S\,(aq) \longrightarrow$
5. $H_2SO_4\,(aq) + KOH\,(aq) \longrightarrow$
6. $Ca(OH)_2\,(aq) + H_2S\,(aq) \longrightarrow$
7. $NaOH\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow$
8. $Ba(OH)_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow$
9. $Al(OH)_3\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow$
10. $HCl\,(aq) + Ca(OH)_2\,(aq) \longrightarrow$
11. $HCl\,(aq) + NH_3\,(aq) \longrightarrow$
12. $H_2S\,(aq) + Mg(OH)_2\,(s) \longrightarrow$
13. $Cu(OH)_2\,(s) + HNO_3\,(aq) \longrightarrow$
14. $Al(OH)_3\,(aq) + H_2CO_3\,(aq) \longrightarrow$
15. $Al(OH)_3\,(aq) + H_3PO_4\,(aq) \longrightarrow$
16. $Mn(OH)_2\,(aq) + H_3PO_4\,(aq) \longrightarrow$

Φύλλο Εργασίας 6.5

Αντιδράσεις Διπλής Αντικατάστασης I

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης που γίνονται όλες. Να αναφέρετε τον λόγο που γίνονται.

1. $CaCl_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \longrightarrow$
2. $BaCl_2(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow$
3. $HBr(aq) + Na_2CO_3(aq) \longrightarrow$
4. $AgNO_3(aq) + HBr(aq) \longrightarrow$
5. $AgNO_3(aq) + KBr(aq) \longrightarrow$
6. $Na_2CO_3(aq) + HNO_3(aq) \longrightarrow$
7. $AgNO_3(aq) + HI(aq) \longrightarrow$
8. $BaCl_2(aq) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow$
9. $AgNO_3(aq) + KI(aq) \longrightarrow$
10. $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow$
11. $(NH_4)_2CO_3(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow$
12. $K_2SO_4(aq) + Ba(OH)_2(aq) \longrightarrow$
13. $Pb(NO_3)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow$
14. $K_2CO_3(aq) + HBr(aq) \longrightarrow$
15. $BaCO_3(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow$
16. $Zn(NO_3)_2(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow$
17. $HCl(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow$
18. $Ca(NO_3)_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \longrightarrow$
19. $NaOH(aq) + Zn(NO_3)_2(aq) \longrightarrow$
20. $K_2SO_3(aq) + HBr(aq) \longrightarrow$

Δίνονται οι παρακάτω πληροφορίες:

Αέρια:

HF, HCl, HBr, HI, H_2S, HCN, SO_2, CO_2, NH_3

Ιζήματα:

1. Τα άλατα με Na^+, K^+ ή NH_4^+ **δεν** καταβυθίζονται ως ιζήματα.
2. Τα νιτρικά άλατα είναι ευδιάλυτες ενώσεις και **δεν** καταβυθίζονται ως ιζήματα.
3. Τα άλατα AgCl, AgBr, AgI και τα αντίστοιχα άλατα του Pb(II) είναι **ιζήματα**.
4. Από τα θειικά άλατα **ιζήματα** είναι τα: $BaSO_4$, $CaSO_4$ και $PbSO_4$.
5. Όλα τα ανθρακικά (CO_3^{2-}), τα θειούχα (S^{2-}) και τα φωσφορικά (PO_4^{3-}) άλατα είναι **ιζήματα**, εκτός από αυτά της κατηγορίας **α**.
6. Όλα τα υδροξείδια των μετάλλων είναι **ιζήματα**, εκτός από τα: KOH, NaOH, $Ca(OH)_2$ και $Ba(OH)_2$.

Ειδικές περιπτώσεις:

$$\begin{cases} H_2CO_3 \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O \\ H_2SO_3 \longrightarrow SO_2\uparrow + H_2O \\ NH_4OH \longrightarrow NH_3\uparrow + H_2O \end{cases}$$

Φύλλο Εργασίας 6.6

Αντιδράσεις Διπλής Αντικατάστασης ΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης που γίνονται όλες. Να αναφέρετε τον λόγο που γίνονται.

1. $NH_4NO_3\,(aq) + KOH\,(aq) \longrightarrow$
2. $NaOH\,(aq) + Pb(NO_3)_2\,(aq) \longrightarrow$
3. $BaCl_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow$
4. $Na_2CO_3\,(aq) + HBr\,(aq) \longrightarrow$
5. $AgNO_3\,(aq) + KCl\,(aq) \longrightarrow$
6. $HBr\,(aq) + Na_2CO_3\,(aq) \longrightarrow$
7. $BaCl_2\,(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow$
8. $CaBr_2\,(aq) + K_2S\,(aq) \longrightarrow$
9. $CaCO_3\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow$
10. $Na_2CO_3\,(aq) + CaCl_2\,(aq) \longrightarrow$
11. $K_2CO_3\,(aq) + Ca(NO_3)_2\,(aq) \longrightarrow$
12. $Na_2CO_3\,(aq) + Ca(OH)_2\,(aq) \longrightarrow$
13. $KI\,(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow$
14. $K_2CO_3\,(aq) + HBr\,(aq) \longrightarrow$
15. $HBr\,(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow$
16. $HBr\,(aq) + CaS\,(aq) \longrightarrow$
17. $AgNO_3\,(aq) + NaBr\,(aq) \longrightarrow$
18. $K_2S\,(aq) + Pb(NO_3)_2\,(aq) \longrightarrow$
19. $NH_4Cl\,(aq) + Ca(OH)_2\,(aq) \longrightarrow$
20. $Fe(NO_3)_3\,(aq) + KOH\,(aq) \longrightarrow$
21. $Fe(NO_3)_2\,(aq) + H_2S\,(aq) \longrightarrow$
22. $Pb(NO_3)_2\,(aq) + K_2S\,(aq) \longrightarrow$
23. $Na_2SO_3\,(aq) + HCl\,(aq) \longrightarrow$
24. $FeS\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow$

Δίνονται οι παρακάτω πληροφορίες:

Αέρια:

HF, HCl, HBr, HI, H_2S, HCN, SO_2, CO_2, NH_3

Ιζήματα:

1. Τα άλατα με Na^+, K^+ ή NH_4^+ **δεν** καταβυθίζονται ως ιζήματα.
2. Τα νιτρικά άλατα είναι ευδιάλυτες ενώσεις και **δεν** καταβυθίζονται ως ιζήματα.
3. Τα άλατα $AgCl$, $AgBr$, AgI και τα αντίστοιχα άλατα του $Pb(II)$ είναι **ιζήματα**.
4. Από τα θειικά άλατα **ιζήματα** είναι τα: $BaSO_4$, $CaSO_4$ και $PbSO_4$.
5. Όλα τα ανθρακικά (CO_3^{2-}), τα θειούχα (S^{2-}) και τα φωσφορικά (PO_4^{3-}) άλατα είναι **ιζήματα**, εκτός από αυτά της κατηγορίας **α**.
6. Όλα τα υδροξείδια των μετάλλων είναι **ιζήματα**, εκτός από τα: KOH, $NaOH$, $Ca(OH)_2$ και $Ba(OH)_2$.

Ειδικές περιπτώσεις:

$$\begin{cases} H_2CO_3 \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O \\ H_2SO_3 \longrightarrow SO_2\uparrow + H_2O \\ NH_4OH \longrightarrow NH_3\uparrow + H_2O \end{cases}$$

Φύλλο Εργασίας 6.7

Αντιδράσεις Διπλής Αντικατάστασης ΙΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης που γίνονται όλες. Να αναφέρετε τον λόγο που γίνονται.

1. $HCl\,(aq) + Na_2CO_3\,(aq) \longrightarrow$

2. $(NH_4)_2SO_4\,(aq) + NaOH\,(aq) \longrightarrow$

3. $CaCO_3\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow$

4. $CaBr_2\,(aq) + K_2S\,(aq) \longrightarrow$

5. $Na_2CO_3\,(s) + HCl\,(aq) \longrightarrow$

6. $K_2CO_3\,(aq) + Ca(NO_3)_2\,(aq) \longrightarrow$

7. $NaCl\,(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow$

8. $FeCl_2\,(aq) + K_2S\,(aq) \longrightarrow$

9. $K_2S\,(aq) + HNO_3\,(aq) \longrightarrow$

10. $Na_2SO_4\,(aq) + Ca(OH)_2\,(aq) \longrightarrow$

11. $CaS\,(s) + HBr\,(aq) \longrightarrow$

12. $Na_2S\,(aq) + HCl\,(aq) \longrightarrow$

13. $FeCl_2\,(aq) + K_2S\,(aq) \longrightarrow$

14. $Na_2S\,(aq) + HBr\,(aq) \longrightarrow$

15. $CaCl_2\,(aq) + K_2CO_3\,(aq) \longrightarrow$

16. $Ca(OH)_2\,(aq) + Na_2SO_4\,(aq) \longrightarrow$

17. $CaBr_2\,(aq) + K_2S\,(aq) \longrightarrow$

18. $Na_2S\,(aq) + HCl\,(aq) \longrightarrow$

19. $CaS\,(aq) + HI\,(aq) \longrightarrow$

20. $K_2CO_3\,(aq) + Ca(NO_3)_2\,(aq) \longrightarrow$

Δίνονται οι παρακάτω πληροφορίες:

Αέρια:

HF, HCl, HBr, HI, H_2S, HCN, SO_2, CO_2, NH_3

Ιζήματα:

1. Τα άλατα με Na^+, K^+ ή NH_4^+ **δεν** καταβυθίζονται ως ιζήματα.
2. Τα νιτρικά άλατα είναι ευδιάλυτες ενώσεις και **δεν** καταβυθίζονται ως ιζήματα.
3. Τα άλατα $AgCl$, $AgBr$, AgI και τα αντίστοιχα άλατα του $Pb(II)$ είναι **ιζήματα**.
4. Από τα θειικά άλατα **ιζήματα** είναι τα: $BaSO_4$, $CaSO_4$ και $PbSO_4$.
5. Όλα τα ανθρακικά (CO_3^{2-}), τα θειούχα (S^{2-}) και τα φωσφορικά (PO_4^{3-}) άλατα είναι **ιζήματα**, εκτός από αυτά της κατηγορίας **α**.
6. Όλα τα υδροξείδια των μετάλλων είναι **ιζήματα**, εκτός από τα: KOH, $NaOH$, $Ca(OH)_2$ και $Ba(OH)_2$.

Ειδικές περιπτώσεις:

$$\begin{cases} H_2CO_3 \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O \\ H_2SO_3 \longrightarrow SO_2\uparrow + H_2O \\ NH_4OH \longrightarrow NH_3\uparrow + H_2O \end{cases}$$

Φύλλο Εργασίας 6.8

Χημικές Αντιδράσεις - Επανάληψη Ι

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Δίνεται η παρακάτω ασυμπλήρωτη χημική εξίσωση:

$$Ca(OH)_2\,(aq) \;+\; NH_4NO_3\,(aq) \;\longrightarrow\; Ca(NO_3)_2\,(aq) \;+\; NH_3\,(g) \;+\; H_2O\,(l)$$

Να συμπληρώσετε τη χημική εξίσωση με τους κατάλληλους συντελεστές.

Β. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. Ο άργυρος, Ag, δεν αντιδρά με το υδροχλωρικό οξύ, $HCl\,(aq)$.

β. Για να εξουδετερώσουμε το HCl που περιέχεται στο γαστρικό υγρό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε γάλα μαγνησίας $(Mg(OH)_2)$.

γ. Το H_2SO_4 όταν αντιδράσει με το Na_2CO_3 παράγεται αέριο υδρογόνο.

Γ. Στο εργαστήριο διαθέτουμε ένα υδατικό διάλυμα $HCl\,(aq)$ και δυο δοχεία αποθήκευσης, το ένα από σίδηρο (Fe) και το άλλο από χαλκό (Cu). Σε ποιο δοχείο πρέπει να αποθηκεύσουμε το διάλυμα HCl;

α. Στο δοχείο από σίδηρο.

β. Στο δοχείο από χαλκό.

γ. Σε κανένα από τα δύο.

δ. Σε οποιοδήποτε από τα δύο.

Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

Δ. Ποια από τις επόμενες χημικές αντιδράσεις δεν γίνεται;

α. $HCl\,(aq) \;+\; AgNO_3\,(aq) \;\longrightarrow$

β. $HCl\,(aq) \;+\; CaS\,(aq) \;\longrightarrow$

γ. $HCl\,(aq) \;+\; NH_4NO_3\,(aq) \;\longrightarrow$

δ. $HCl\,(aq) \;+\; Mg\,(s) \;\longrightarrow$

Ε. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων, που γίνονται όλες.

α. $Ba(OH)_2\,(aq) \;+\; H_2SO_4\,(aq) \;\longrightarrow$

β. $Zn\,(s) \;+\; CuCl_2\,(aq) \;\longrightarrow$

γ. $Na_2S\,(aq) \;+\; Pb(NO_3)_2\,(aq) \;\longrightarrow$

Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται οι αντιδράσεις **β.** και **γ.**

Φύλλο Εργασίας 6.9

Χημικές Αντιδράσεις - Επανάληψη ΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται οι αντιδράσεις.

α. $Na_2CO_3\,(aq) \;+\; HCl\,(aq) \longrightarrow$
β. $Na_2S\,(s) \;+\; HCl\,(aq) \longrightarrow$
γ. $Zn\,(s) \;+\; HCl\,(aq) \longrightarrow$

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Β. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται οι αντιδράσεις **α.** και **γ.**

α. $Cl_2\,(g) \;+\; H_2S\,(aq) \longrightarrow$
β. $NaOH\,(aq) \;+\; H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow$
γ. $Pb(NO_3)_2\,(aq) \;+\; K_2S\,(aq) \longrightarrow$

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Γ. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται οι αντιδράσεις.

α. $NH_4Cl\,(aq) \;+\; NaOH\,(aq) \longrightarrow$
β. $FeCl_3\,(aq) \;+\; KOH\,(aq) \longrightarrow$
γ. $Zn\,(s) \;+\; CuCl_2\,(aq) \longrightarrow$

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Δ. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται οι αντιδράσεις **β.** και **γ.**

α. $Ca(OH)_2\,(s) \;+\; HCl\,(aq) \longrightarrow$
β. $AgNO_3\,(aq) \;+\; KBr\,(aq) \longrightarrow$
γ. $Cl_2\,(g) \;+\; NaI\,(aq) \longrightarrow$

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

Απαντήσεις - Λύσεις

Κεφάλαιο 6

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Κεφάλαιο 6

6.1 α

6.2 γ

6.3 **α.** Λ, **β.** Σ, **γ.** Σ, **δ.** Σ, **ε.** Σ, **ζ.** Λ, **η.** Σ.

6.4 Οξειδοαναγωγικές : **α.** και **γ.**
Μεταθετικές : **β.** και **δ.**

6.5 **α.** $Na_2CO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + CO_2 + H_2O$
β. $NH_4Br + KOH \longrightarrow KBr + NH_3 + H_2O$
γ. $2\,KOH + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,H_2O$
δ. $Ca + 2\,H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$

6.6 $Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2\uparrow$
Ο Fe είναι δραστικότερος του υδρογόνου.

6.7 **α.** $2\,K + Cl_2 \longrightarrow 2\,KCl$
β. $2\,Al + 3\,Br_2 \longrightarrow 2\,AlBr_3$
γ. $2\,Mg + O_2 \longrightarrow 2\,MgO$
δ. $CH_4 \longrightarrow C + 2\,H_2$
ε. $H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$
ζ. $2\,Al_2O_3 \longrightarrow 4\,Al + 3\,O_2$
η. $2\,NH_3 \longrightarrow N_2 + 3\,H_2$
θ. $H_2O_2 \longrightarrow H_2 + O_2$

6.8 **α.** $Ca + 2\,HBr \longrightarrow CaBr_2 + H_2$
β. $Cl_2 + 2\,KI \longrightarrow 2\,KCl + I_2$
γ. $2\,Al + 3\,FeBr_2 \longrightarrow 2\,AlBr_3 + 3\,Fe$
δ. $Fe + 2\,HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2$
ε. $Ca + 2\,H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + H_2$
ζ. $2\,Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + H_2$
η. $Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$
θ. $Cu + HCl \not\longrightarrow$
ι. $Ba + 2\,HCl \longrightarrow BaCl_2 + H_2$
κ. $Fe + 2\,AgNO_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_2 + 2\,Ag$
λ. $Br_2 + KCl \not\longrightarrow$
μ. $S + KF \not\longrightarrow$
ν. $Mg + H_2O \longrightarrow MgO + H_2$
ξ. $Ba + 2\,H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2 + H_2$

6.9 **α.** $3\,HBr + Al(OH)_3 \longrightarrow AlBr_3 + 3\,H_2O$
β. $H_2SO_4 + 2\,KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,H_2O$
γ. $3\,HNO_3 + Fe(OH)_3 \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + 3\,H_2O$
δ. $2\,H_3PO_4 + 3\,Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6\,H_2O$

6.10 **α.** $2\,NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O$
β. $Zn(OH)_2 + 2\,HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + 2\,H_2O$
γ. $Ca(OH)_2 + H_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3 + 2\,H_2O$
δ. $3\,KOH + H_3PO_4 \longrightarrow K_3PO_4 + 3\,H_2O$
ε. $Fe(OH)_3 + H_3PO_4 \longrightarrow FePO_4 + 3\,H_2O$
ζ. $2\,Al(OH)_3 + 3\,H_2SO_4 \longrightarrow Al_2(SO_4)_3 + 6\,H_2O$
η. $3\,Mg(OH)_2 + 2\,H_3PO_4 \longrightarrow Mg_3(PO_4)_2 + 6\,H_2O$
θ. $2\,NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$
ι. $Zn(OH)_2 + 2\,HClO_4 \longrightarrow Zn(ClO_4)_2 + 2\,H_2O$
κ. $3\,NH_3 + H_3PO_4 \longrightarrow (NH_4)_3PO_4$

6.11 **α.** $2\,AgNO_3 + FeCl_2 \longrightarrow 2\,AgCl\downarrow + Fe(NO_3)_2$
β. $KNO_3 + NaCl \not\longrightarrow$
γ. $Ag_2S + CuCl_2 \longrightarrow 2\,AgCl\downarrow + CuS\downarrow$
δ. $ZnCl_2 + 2\,KOH \longrightarrow Zn(OH)_2\downarrow + 2\,KCl$
ε. $Zn(NO_3)_2 + Na_2S \longrightarrow ZnS\downarrow + 2\,NaNO_3$
ζ. $2\,HNO_3 + ZnCl_2 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + 2\,HCl\uparrow$
η. $Pb(NO_3)_2 + 2\,HI \longrightarrow PbI_2\downarrow + 2\,HNO_3$
θ. $FeCl_2 + H_2S \longrightarrow FeS\downarrow + 2\,HCl\uparrow$
ι. $Ca(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4\downarrow + 2\,NaNO_3$
κ. $K_2SO_3 + 2\,HBr \longrightarrow 2\,KBr + SO_2\uparrow + H_2O$
λ. $3\,K_2CO_3 + 2\,H_3PO_4 \longrightarrow 2\,K_3PO_4 + 3\,CO_2\uparrow + 3\,H_2O$
μ. $CaCO_3 + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$

6.12 **α.** $2\,NH_3 \longrightarrow N_2 + 3\,H_2$
β. $2\,Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + H_2$
γ. $3\,Ba(OH)_2 + 2\,H_3PO_4 \longrightarrow Ba_3(PO_4)_2 + 6\,H_2O$
δ. $Ca(OH)_2 + 2\,NH_4Cl \longrightarrow CaCl_2 + 2\,NH_3\uparrow + 2\,H_2O$
α. αποσύνθεση
β. απλή αντικατάσταση
γ. εξουδετέρωση
δ. διπλή αντικατάσταση

6.13 Α < Δ < Β < Γ

Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας

Κεφάλαιο 6

Φύλλο Εργασίας 6.1

1. $Cl_2\,(g) + 2\,KI\,(aq) \longrightarrow 2\,KCl\,(aq) + I_2\,(s)$
2. $Cl_2\,(g) + 2\,KBr\,(aq) \longrightarrow 2\,KBr\,(aq) + Br_2\,(l)$
3. $Mg\,(s) + 2\,HCl\,(aq) \longrightarrow MgCl_2\,(aq) + H_2\,(g)$
4. $Mg\,(s) + Cu(NO_3)_2\,(aq) \longrightarrow Mg(NO_3)_2\,(aq) + Cu\,(s)$
5. $Zn\,(s) + CuSO_4\,(aq) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + Cu\,(s)$
6. $Zn\,(s) + 2\,HCl\,(aq) \longrightarrow ZnCl_2\,(aq) + H_2\,(g)$
7. $Zn\,(s) + CuCl_2\,(aq) \longrightarrow ZnCl_2\,(aq) + Cu\,(s)$
8. $F_2\,(g) + 2\,KBr\,(aq) \longrightarrow 2\,KF\,(aq) + Br_2\,(l)$
9. $I_2\,(s) + H_2S\,(aq) \longrightarrow 2\,HI\,(aq) + S\,(s)$
10. $6\,HI\,(aq) + 2\,Al\,(s) \longrightarrow 2\,AlI_3\,(aq) + 3\,H_2\,(g)$
11. $2\,Al\,(s) + 3\,Fe(NO_3)_2\,(aq) \longrightarrow 2\,Al(NO_3)_3\,(aq) + 3\,Fe\,(s)$
12. $Cl_2\,(g) + FeBr_2\,(aq) \longrightarrow FeCl_2\,(aq) + Br_2\,(l)$
13. $Cl_2\,(g) + 2\,NaI\,(aq) \longrightarrow 2\,NaCl\,(aq) + I_2\,(s)$

Οι παραπάνω αντιδράσεις απλής αντικατάστασης πραγματοποιούνται γιατί σε κάθε μια το στοιχείο που αντιδρά με την ένωση είναι πιο δραστικό από το αντίστοιχο στοιχείο της ένωσης.

Φύλλο Εργασίας 6.2

1. $Cl_2\,(g) + 2\,KBr\,(aq) \longrightarrow 2\,KCl\,(aq) + Br_2\,(l)$
2. $Cl_2\,(g) + CaBr_2\,(aq) \longrightarrow CaCl_2\,(aq) + Br_2\,(l)$
3. $Cl_2\,(g) + CaI_2\,(aq) \longrightarrow CaCl_2\,(aq) + I_2\,(s)$
4. $Cl_2\,(g) + H_2S\,(aq) \longrightarrow 2\,HCl\,(aq) + S\,(s)$
5. $Mg\,(s) + 2\,HBr\,(aq) \longrightarrow MgBr_2\,(aq) + H_2\,(g)$
6. $Mg\,(s) + 2\,HI\,(aq) \longrightarrow MgI_2\,(aq) + H_2\,(g)$
7. $Mg\,(s) + FeCl_2\,(aq) \longrightarrow MgCl_2\,(aq) + Fe\,(s)$
8. $H_2S\,(aq) + Mg\,(s) \longrightarrow MgS\,(s) + H_2\,(g)$
9. $Mg\,(s) + ZnCl_2\,(aq) \longrightarrow MgCl_2\,(aq) + Zn\,(s)$
10. $Mg\,(s) + Fe(NO_3)_2\,(aq) \longrightarrow Mg(NO_3)_2\,(aq) + Fe\,(s)$
11. $Zn\,(s) + 2\,AgNO_3\,(aq) \longrightarrow Zn(NO_3)_2\,(aq) + 2\,Ag\,(s)$
12. $Zn\,(s) + 2\,HI\,(aq) \longrightarrow ZnI_2\,(aq) + H_2\,(g)$
13. $3\,Zn\,(s) + 2\,AuCl_3\,(aq) \longrightarrow 3\,ZnCl_2\,(aq) + 2\,Au\,(s)$
14. $Zn\,(s) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + H_2\,(g)$
15. $Br_2\,(l) + 2\,KI\,(aq) \longrightarrow 2\,KBr\,(aq) + I_2\,(s)$
16. $Br_2\,(l) + Na_2S\,(aq) \longrightarrow 2\,NaBr\,(aq) + S\,(s)$
17. $F_2\,(g) + 2\,KCl\,(aq) \longrightarrow 2\,KF\,(aq) + Cl_2\,(g)$
18. $F_2\,(g) + 2\,NaI\,(aq) \longrightarrow 2\,NaF\,(aq) + I_2\,(s)$
19. $2\,Al\,(s) + 6\,HCl\,(aq) \longrightarrow 2\,AlCl_3\,(aq) + 3\,H_2\,(g)$

Οι παραπάνω αντιδράσεις απλής αντικατάστασης πραγματοποιούνται γιατί σε κάθε μια το στοιχείο που αντιδρά με την ένωση είναι πιο δραστικό από το αντίστοιχο στοιχείο της ένωσης.

Φύλλο Εργασίας 6.3

1. $NaOH\,(aq) + HCl\,(aq) \longrightarrow NaCl\,(aq) + H_2O\,(l)$
2. $HI\,(aq) + NaOH\,(aq) \longrightarrow NaI\,(aq) + H_2O\,(l)$
3. $KOH\,(aq) + HI\,(aq) \longrightarrow KI\,(aq) + H_2O\,(l)$
4. $KOH\,(aq) + HNO_3\,(aq) \longrightarrow KNO_3\,(aq) + H_2O\,(l)$
5. $2\,KOH\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow K_2SO_4\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
6. $Ca(OH)_2\,(aq) + 2\,HCl\,(aq) \longrightarrow CaCl_2\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
7. $2\,HBr\,(aq) + Ca(OH)_2\,(aq) \longrightarrow CaBr_2\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
8. $Ba(OH)_2\,(aq) + 2\,HCl\,(aq) \longrightarrow BaCl_2\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
9. $Fe(OH)_3\,(s) + 3\,HCl\,(aq) \longrightarrow FeCl_3\,(aq) + 3\,H_2O\,(l)$
10. $HI\,(aq) + NH_3\,(aq) \longrightarrow NH_4I\,(aq)$
11. $NH_3\,(aq) + HNO_3\,(aq) \longrightarrow NH_4NO_3\,(aq)$
12. $Ca(OH)_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow CaSO_4\,(s) + 2\,H_2O\,(l)$
13. $Zn(OH)_2\,(s) + 2\,HNO_3\,(aq) \longrightarrow Zn(NO_3)_2\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
14. $Al(OH)_3\,(s) + 3\,HNO_3\,(aq) \longrightarrow Al(NO_3)_3\,(aq) + 3\,H_2O\,(l)$
15. $Fe(OH)_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow FeSO_4\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
16. $Fe(OH)_3\,(aq) + H_3PO_4\,(aq) \longrightarrow FePO_4\,(aq) + 3\,H_2O\,(l)$

Φύλλο Εργασίας 6.4

1. $KOH\,(aq) + HBr\,(aq) \longrightarrow KBr\,(aq) + H_2O\,(l)$
2. $KOH\,(aq) + HCl\,(aq) \longrightarrow KCl\,(aq) + H_2O\,(l)$
3. $NaOH\,(aq) + HNO_3\,(aq) \longrightarrow NaNO_3\,(aq) + H_2O\,(l)$
4. $2\,NaOH\,(aq) + H_2S\,(aq) \longrightarrow Na_2S\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
5. $H_2SO_4\,(aq) + 2\,KOH\,(aq) \longrightarrow K_2SO_4\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
6. $Ca(OH)_2\,(aq) + H_2S\,(aq) \longrightarrow CaS\,(s) + 2\,H_2O\,(l)$
7. $2\,NaOH\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow Na_2SO_4\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
8. $Ba(OH)_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow BaSO_4\,(s) + 2\,H_2O\,(l)$

9. $Al(OH)_3\,(s) + 3\,HCl\,(aq) \longrightarrow AlCl_3\,(aq) + 3\,H_2O\,(l)$
10. $2\,HCl\,(aq) + Ca(OH)_2\,(aq) \longrightarrow CaCl_2\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
11. $HCl\,(aq) + NH_3\,(aq) \longrightarrow NH_4Cl\,(aq)$
12. $H_2S\,(aq) + Mg(OH)_2\,(s) \longrightarrow MgS\,(s) + 2\,H_2O\,(l)$
13. $Cu(OH)_2\,(s) + 2\,HNO_3\,(aq) \longrightarrow Cu(NO_3)_2\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
14. $2\,Al(OH)_3\,(aq) + 3\,H_2CO_3\,(aq) \longrightarrow Al_2(CO_3)_3\,(aq) + 6\,H_2O\,(l)$
15. $Al(OH)_3\,(aq) + H_3PO_4\,(aq) \longrightarrow AlPO_4\,(aq) + 3\,H_2O\,(l)$
16. $3\,Mn(OH)_2\,(aq) + 2\,H_3PO_4\,(aq) \longrightarrow Mn_3(PO_4)_2\,(aq) + 6\,H_2O\,(l)$

Φύλλο Εργασίας 6.5

1. $CaCl_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2\,NaCl$
2. $BaCl_2 + 2\,AgNO_3 \longrightarrow 2\,AgCl\downarrow + Ba(NO_3)_2$
3. $2\,HBr + Na_2CO_3 \longrightarrow 2\,NaBr + CO_2\uparrow + H_2O$
4. $AgNO_3 + HBr \longrightarrow AgBr\downarrow + HNO_3$
5. $AgNO_3 + KBr \longrightarrow AgBr\downarrow + KNO_3$
6. $Na_2CO_3 + 2\,HNO_3 \longrightarrow 2\,NaNO_3 + CO_2\uparrow + H_2O$
7. $AgNO_3 + HI \longrightarrow AgI\downarrow + HNO_3$
8. $BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\,HCl$
9. $AgNO_3 + KI \longrightarrow AgI\downarrow + KNO_3$
10. $AgNO_3 + NaCl \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$
11. $(NH_4)_2CO_3 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + 2\,NH_3\uparrow + 2\,H_2O$
12. $K_2SO_4 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\,KOH$
13. $Pb(NO_3)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow PbSO_4\downarrow + 2\,HNO_3$
14. $K_2CO_3 + 2\,HBr \longrightarrow 2\,KBr + CO_2\uparrow + H_2O$
15. $BaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$
16. $Zn(NO_3)_2 + 2\,NaOH \longrightarrow Zn(OH)_2\downarrow + 2\,NaNO_3$
17. $HCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + HNO_3$
18. $Ca(NO_3)_2 + Na_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2\,NaNO_3$
19. $2\,KOH + Zn(NO_3)_2 \longrightarrow Zn(OH)_2\downarrow + 2\,KNO_3$
20. $K_2SO_3 + 2\,HBr \longrightarrow 2\,KBr + SO_2\uparrow + H_2O$

Φύλλο Εργασίας 6.6

1. $NH_4NO_3 + KOH \longrightarrow KNO_3 + NH_3\uparrow + H_2O$
2. $2\,NaOH + Pb(NO_3)_2 \longrightarrow Pb(OH)_2\downarrow + 2\,NaNO_3$
3. $BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\,HCl$
4. $Na_2CO_3 + 2\,HBr \longrightarrow 2\,NaBr + CO_2\uparrow + H_2O$
5. $AgNO_3 + KCl \longrightarrow AgCl\downarrow + KNO_3$
6. $2\,HBr + Na_2CO_3 \longrightarrow 2\,NaBr + CO_2\uparrow + H_2O$
7. $BaCl_2 + 2\,AgNO_3 \longrightarrow 2\,AgCl\downarrow + Ba(NO_3)_2$
8. $CaBr_2 + K_2S \longrightarrow CaS\downarrow + 2\,KBr$
9. $CaCO_3 + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$
10. $Na_2CO_3\,(aq) + CaCl_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2\,NaCl$
11. $K_2CO_3 + Ca(NO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2\,KNO_3$
12. $Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2\,NaOH$
13. $KI + AgNO_3 \longrightarrow AgI\downarrow + KNO_3$
14. $K_2CO_3 + 2\,HBr \longrightarrow 2\,KBr + CO_2\uparrow + H_2O$
15. $HBr + AgNO_3 \longrightarrow AgBr\downarrow + HNO_3$
16. $2\,HBr + CaS \longrightarrow CaBr_2 + H_2S\uparrow$
17. $AgNO_3 + NaBr \longrightarrow AgBr\downarrow + NaNO_3$
18. $K_2S + Pb(NO_3)_2 \longrightarrow PbS\downarrow + 2\,KNO_3$
19. $2\,NH_4Cl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + 2\,NH_3\uparrow + 2\,H_2O$
20. $Fe(NO_3)_3 + 3\,KOH \longrightarrow Fe(OH)_3\uparrow + 3\,KNO_3$
21. $Fe(NO_3)_2 + H_2S \longrightarrow FeS\downarrow + 2\,HNO_3$
22. $Pb(NO_3)_2 + K_2S \longrightarrow PbS\downarrow + 2\,KNO_3$
23. $Na_2SO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + SO_2\uparrow + H_2O$
24. $FeS + 2\,HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2S\uparrow$

Φύλλο Εργασίας 6.7

1. $2\,HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow 2\,NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$
2. $(NH_4)_2SO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,NH_3\uparrow + 2\,H_2O$
3. $CaCO_3 + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$
4. $CaBr_2 + K_2S \longrightarrow CaS\downarrow + 2\,KBr$
5. $Na_2CO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$
6. $K_2CO_3 + Ca(NO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2\,KNO_3$
7. $NaCl + AgNO_3 \longrightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3$
8. $FeCl_2 + K_2S \longrightarrow FeS\downarrow + 2\,KCl$
9. $K_2S + 2\,HNO_3 \longrightarrow 2\,KNO_3 + H_2S\uparrow$
10. $Na_2SO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSO_4\downarrow + 2\,NaOH$
11. $CaS + 2\,HBr \longrightarrow CaBr_2 + H_2S\uparrow$
12. $Na_2S + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + H_2S\uparrow$
13. $FeCl_2 + K_2S \longrightarrow FeS\downarrow + 2\,KCl$
14. $Na_2S + 2\,HBr \longrightarrow 2\,NaBr + H_2S\uparrow$
15. $CaCl_2 + K_2CO_3 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2\,KCl$
16. $Ca(OH)_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4\downarrow + 2\,NaOH$
17. $CaBr_2 + K_2S \longrightarrow CaS\downarrow + 2\,KBr$
18. $Na_2S + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + H_2S\uparrow$
19. $CaS + 2\,HI \longrightarrow CaI_2 + H_2S\uparrow$
20. $K_2CO_3 + Ca(NO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + 2\,KNO_3$

Φύλλο Εργασίας 6.8

Α. $Ca(OH)_2 + 2\,NH_4NO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + 2\,NH_3 + 2\,H_2O$

Β. **α.** Σ, **β.** Σ, **γ.** Λ.

Γ. Στο **β.** Ο Cu δεν αντιδρά με το HCl ενώ ο Fe αντιδρά.

Δ. Η **γ.**

Ε. **α.** $Ba(OH)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4\downarrow + 2\,H_2O$
β. $Zn + CuCl_2 \longrightarrow ZnCl_2 + Cu$
γ. $Na_2S + Pb(NO_3)_2 \longrightarrow PbS\downarrow + 2\,NaNO_3$

Η **β.** είναι αντίδραση απλής αντικατάστασης και ο Zn είναι πιο δραστικός από τον Cu. Η **γ.** είναι αντίδραση διπλής αντικατάστασης και παράγεται ίζημα (PbS).

Φύλλο Εργασίας 6.9

Α. **α.** $Na_2CO_3 + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$
β. $Na_2S + 2\,HCl \longrightarrow 2\,NaCl + H_2S\uparrow$
γ. $Zn + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$

Β. **α.** $Cl_2 + H_2S \longrightarrow 2\,HCl + S$
β. $2\,NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O$
γ. $Pb(NO_3)_2 + K_2S \longrightarrow PbS\downarrow + 2\,KNO_3$

Γ. **α.** $NH_4Cl + NaOH \longrightarrow NaCl + NH_3\uparrow + H_2O$
β. $FeCl_3 + 3\,KOH \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3\,KCl$
γ. $Zn + CuCl_2 \longrightarrow ZnCl_2 + Cu$

Δ. **α.** $Ca(OH)_2 + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + 2\,H_2O$
β. $AgNO_3 + KBr \longrightarrow AgBr\downarrow + KNO_3$
γ. $Cl_2 + 2\,NaI \longrightarrow 2\,NaCl + I_2$

Κεφάλαιο 7

Βασικές έννοιες σε στοιχειομετρικούς υπολογισμούς

7.1 Ατομική μονάδα μάζας (amu)

Το 1808 ο Άγγλος χημικός John Dalton επαναφέρει στο προσκήνιο την ατομική θεωρία του Δημόκριτου διατυπώνοντας τη θεωρία ότι η ύλη αποτελείται από τεράστιο αριθμό μικροσκοπικών και αδιαίρετων σωματιδίων που τα ονόμασε άτομα. Αν και η θεωρία του εξηγούσε ικανοποιητικά τα διάφορα χημικά φαινόμενα, η περιγραφή που έκανε ο Dalton για τα άτομα είναι πολύ διαφορετική από την εικόνα που έχουμε σήμερα για αυτά.

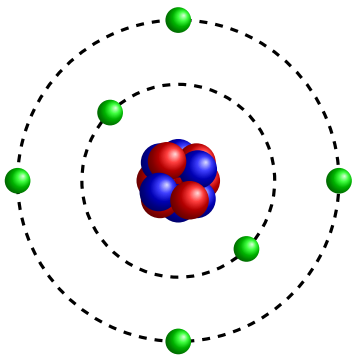
Καθώς τα άτομα είναι πολύ μικρά σωματίδια, η μέτρηση της μάζας τους ήταν ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα. Πειραματικά ήταν πιο εύκολο να μετρηθεί η μάζα τους συγκριτικά με τη μάζα κάποιου συγκεκριμένου ατόμου που χρησιμεύει ως μέτρο. Στην αρχή (19ος αιώνας), το μέτρο αυτό ήταν η μάζα του ατόμου του υδρογόνου (H) και στη συνέχεια, (1904), το 1/16 της μάζας του ατόμου του οξυγόνου (O). Από το 1961 όμως και μετά ως συγκριτικό μέτρο της μάζας των ατόμων χρησιμοποιείται το 1/12 της μάζας του ισοτόπου του άνθρακα ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$, που για το λόγο αυτό αναφέρεται ως ατομική μονάδα μάζας (atomic mass unit, amu). Δηλαδή:

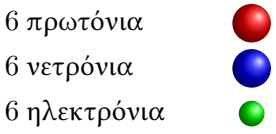
$$1\,\mathrm{amu} = \frac{1}{12}\, m_{\mathrm{a}}({}^{12}_{6}\mathrm{C}) \tag{7.1}$$

Έχει προσδιοριστεί πλέον ότι $1\,\mathrm{amu} = 1{,}66 \cdot 10^{-24}\,\mathrm{g}$ και η επίσημη ονομασία της μονάδος είναι «ενιαία μονάδα ατομικής μάζας» (unified atomic mass unit)

Το σύμβολο m_{a} στον παραπάνω τύπο εκφράζει τη μάζα του ατόμου του στοιχείου. Ο λόγος για τον οποίο διαλέξαμε την παραπάνω ατομική μονάδα μάζας ήταν ότι οι διαφορετικοί τρόποι υπολογισμού είχαν αποκλίσεις με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν προβλήματα και η καλύτερη, ενιαία αποδεκτή, συμβιβαστική λύση ήταν μέσω του άνθρακα που εκτός των άλλων (π.χ. 6 πρωτόνια, 6 νετρόνια και 6 ηλεκτρόνια) είχε και ενδιάμεση τιμή.

Το στοιχείο άνθρακας αποτελείται από τρία βασικά ισότοπα: ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$ σε ποσοστό 98,9 %, ${}^{13}_{6}\mathrm{C}$ σε ποσοστό 1,1 % και ${}^{14}_{6}\mathrm{C}$ (σε μικρό ποσοστό).





Σχηματική αναπαράσταση του ατόμου του ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$

7.2 Σχετική ατομική μάζα (A_r)

Σχετική ατομική μάζα (A_r) λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του ατόμου του στοιχείου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα-12.

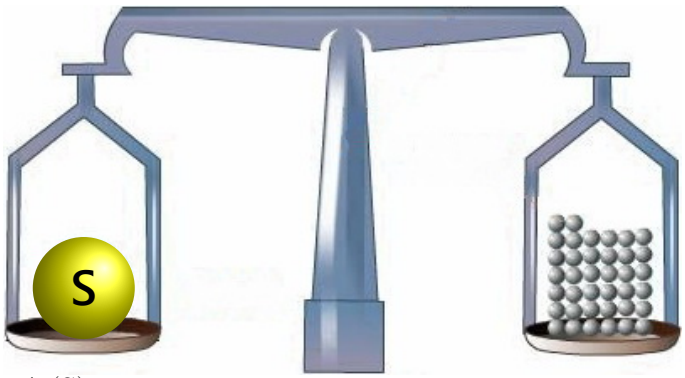
Για ιστορικούς λόγους βρίσκονται σε χρήση ακόμη και σήμερα οι όροι «ατομικό βάρος (AB)» και «μοριακό βάρος (MB)» αντί των όρων «σχετική ατομική μάζα» και «σχετική μοριακή μάζα» αντίστοιχα.

$$A_r = \frac{m_a}{\frac{1}{12}\, m_a(^{12}_{6}C)} \qquad (7.2)$$

Έτσι, όταν λέμε ότι το A_r του θείου (S) είναι 32, εννοούμε ότι η μάζα του ατόμου του S είναι 32 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα-12 (1 amu).

Η απόλυτη ατομική μάζα προκύπτει αν πολλαπλασιάσουμε τη σχετική ατομική μάζα με το 1 amu δηλαδή με το $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g.

Θεωρητικός ζυγός που ζυγίζει ένα άτομο S σε σχέση με το 1 amu.



$A_r(S) = 32$ 32 amu

Είναι προφανές πως επειδή η μάζα του ατόμου οποιουδήποτε στοιχείου είναι πρακτικά ίση με το άθροισμα των μαζών των πρωτονίων και των νετρονίων, η σχετική ατομική μάζα θα έπρεπε να συμπίπτει με τον μαζικό αριθμό του ατόμου. Π.χ. η σχετική ατομική μάζα του ατόμου του S με $Z = 16$ και $A = 32$ θα είναι:

$$A_r(S) = \frac{m_a}{\frac{1}{12}\, m_a(^{12}_{6}C)} = \frac{16\, m_p + 16\, m_n}{1\,\text{amu}} = \frac{16\,\text{amu} + 16\,\text{amu}}{1\,\text{amu}} = 32$$

Όμως, συχνά οι σχετικές ατομικές μάζες είναι δεκαδικοί αριθμοί και όχι ακέραιοι. Αυτό οφείλεται διάφορους παράγοντες και κυρίως στην ύπαρξη των ισοτόπων. Το Cl για παράδειγμα απαντά στη φύση με δύο ισότοπα $^{35}_{17}$Cl και $^{37}_{17}$Cl. Το ισότοπο $^{35}_{17}$Cl έχει μαζικό αριθμό $A = 35$ και επομένως η σχετική ατομική του μάζα είναι $A_r = 35$, βρίσκεται δε σε αναλογία 75 %. Το ισότοπο $^{37}_{17}$Cl έχει $A = 37$ και βρίσκεται σε αναλογία 25 %. Άρα, η σχετική ατομική μάζα του Cl υπολογίζεται από τη σχέση:

Προφανώς, η σχετική ατομική μάζα για κάθε στοιχείο δεν χρειάζεται απομνημόνευση και δίνεται σε κάθε περίπτωση.

$$A_r(Cl) = \frac{75}{100} \cdot 35 + \frac{25}{100} \cdot 37 = 35{,}5$$

Εφαρμογή 7.1

Ο χαλκός απαντά στη φύση με τη μορφή δύο ισοτόπων ^{63}Cu (σε ποσοστό 69 %) και ^{65}Cu (σε ποσοστό 31 %). Με βάση τα δεδομένα αυτά, ποια η σχετική ατομική μάζα του φυσικού Cu;

Λύση

Οι σχετικές ατομικές μάζες των ισοτόπων ^{63}Cu και ^{65}Cu είναι αντίστοιχα ίσες με 63 και 65. Επομένως, η σχετική ατομική μάζα του φυσικού Cu υπολογίζεται ως εξής:

$$A_r(\text{Cu}) = \frac{69}{100} \cdot 63 + \frac{31}{100} \cdot 65 = 63{,}5$$

7.3 Σχετική μοριακή μάζα (M_r)

Το 1 amu αποτελεί μια καλή μονάδα μέτρησης της μάζας για όλα τα σωματίδια που έχουν μέγεθος ανάλογο με αυτό των ατόμων. Άρα, θα μπορούσαμε να τη χρησιμοποιήσουμε με ανάλογο τρόπο και για τα μόρια. Έτσι:

Σχετική μοριακή μάζα (M_r) μιας χημικής ουσίας λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του μορίου του στοιχείου ή της χημικής ένωσης από το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα-12.

$$M_r = \frac{m_f}{\frac{1}{12}\, m_a(^{12}_{6}\text{C})} \tag{7.3}$$

Αν και στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχει η έννοια του μορίου, ο υπολογισμός της σχετικής μοριακής μάζας επεκτείνεται και σ' αυτές μέσω του m_f.

Το σύμβολο m_f στον παραπάνω τύπο εκφράζει τη μάζα του μορίου αν πρόκειται για μοριακή χημική ουσία ενώ αν πρόκειται για ιοντική ουσία εκφράζει τη μάζα που αντιστοιχεί στον χημικό της τύπο (formula unit).

Η έννοια της σχετικής μοριακής μάζας (M_r) επεκτείνεται και σε μη μοριακές χημικές ουσίες και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στην περίπτωση των ατόμων αντί της A_r. Φυσικά για τα άτομα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και την A_r π.χ.
$M_r(\text{Na}) = A_r(\text{Na}) = 23$

Όταν λέμε ότι το M_r του H_2O είναι 18, εννοούμε ότι η μάζα του μορίου του νερού είναι 18 φορές μεγαλύτερη από το 1 amu.

Οι σχετικές ατομικές μάζες όλων των στοιχείων δίνονται σε κάθε περίπτωση και με βάση αυτές μπορούμε να υπολογίσουμε τις σχετικές μοριακές μάζες των χημικών ουσιών.

Για να υπολογίσουμε το M_r μιας χημικής ουσίας (στοιχείου ή ένωσης):

- ✓ Γράφουμε το χημικό τύπο του στοιχείου ή της ένωσης.
- ✓ Πολλαπλασιάζουμε το A_r του κάθε ατόμου που υπάρχει στην χημική ουσία με το αντίστοιχο δείκτη.
- ✓ Προσθέτουμε τα γινόμενα.
- ✓ Στην περίπτωση πολυατομικού ιόντος σε παρένθεση με δείκτη, πολλαπλασιάζουμε το δείκτη σε κάθε άτομο του πολυατομικού ιόντος με το δείκτη έξω από την παρένθεση.

Παραδείγματα

$M_r(O_2) = 2 \cdot A_r(O) = 2 \cdot 16 = 32$

$M_r(H_3PO_4) = 3 \cdot 1 + 1 \cdot 31 + 4 \cdot 16 = 98$

$M_r(Ca_3(PO_4)_2) = 3 \cdot 40 + 2 \cdot (1 \cdot 31 + 4 \cdot 16) = 310$

7.4 Τι είναι το mole ατόμων;

Θα αποδείξουμε ότι ποσότητα από κάθε στοιχείο μάζας ίσης με το A_r του στοιχείου σε g αποτελείται από τον ίδιο αριθμό ατόμων που περιέχονται σε ποσότητα $12\,g$ ^{12}C δηλαδή σε τόσα g όσο είναι το A_r του ^{12}C.

Έστω ότι ποσότητα του στοιχείου X ίση με $A_r(X)$ g αποτελείται από N_X άτομα και ότι ποσότητα άνθρακα-12 ίση με $A_r(^{12}C)\,g = 12\,g$ αποτελείται από N_C άτομα. Ισχύει:

$$\frac{N_X}{N_C} = \frac{\dfrac{m(X)}{m_a(X)}}{\dfrac{m(^{12}C)}{m_a(^{12}C)}} = \frac{\dfrac{A_r(X)\,g}{A_r(X) \cdot \frac{1}{12}\, m_a(^{12}C)}}{\dfrac{A_r(^{12}C)\ g}{A_r(^{12}C) \cdot \frac{1}{12}\, m_a(^{12}C)}} = 1$$

Επομένως

$$N_X = N_C$$

Οι παρακάτω ποσότητες,

- $12\,g$ C $\quad (A_r = 12)$
- $16\,g$ O $\quad (A_r = 16)$
- $32\,g$ S $\quad (A_r = 32)$
- $23\,g$ Na $\quad (A_r = 23)$

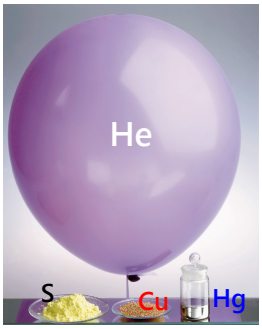
περιέχουν όλες τον ίδιο αριθμό ατόμων. Ο αριθμός αυτός των ατόμων που περιέχονται σε ποσότητα του στοιχείου ίση με A_r g ονομάζεται αριθμός του Avogadro (N_A) και υπολογίσθηκε πειραματικά ότι $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$. Με άλλα λόγια ο αριθμός Avogadro εκφράζει τον αριθμό των ατόμων οποιουδήποτε στοιχείου που περιέχονται σε μάζα τόσων γραμμαρίων όσο είναι η σχετική ατομική του μάζα. Η ποσότητα αυτή από ένα στοιχείο που περιέχει N_A άτομα του στοιχείου ορίζεται ως 1 mol ατόμων του στοιχείου. Δηλαδή:

1 mol ατόμων οποιουδήποτε στοιχείου → έχει μάζα ίση με A_r g

1 mol ατόμων οποιουδήποτε στοιχείου → περιέχει $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα του στοιχείου



Ο αριθμός Avogadro ονομάστηκε έτσι από τον Γάλλο φυσικό Jean Perrin το 1909 προς τιμή του Ιταλού επιστήμονα Amedeo Avogadro (1776 – 1856), ο οποίος πρώτος το 1811 πρότεινε ότι ο όγκος ενός αερίου σε δεδομένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας είναι ανάλογος του αριθμού των ατόμων ή των μορίων και ανεξάρτητα από τη φύση του αερίου. Ο Perrin (βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 1926) προσδιόρισε την τιμή του N_A με πολλές και διαφορετικές μεθόδους. Πάντως, η τιμή του αριθμού του Avogadro προσδιορίστηκε αρχικά από τον Johann Josef Loschmidt.



1 mol των στοιχείων S, Cu, He και Hg. Όλες αυτές οι ποσότητες περιέχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων ($N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$).

Το **Mole**, σύμβολο mol, είναι μονάδα μέτρησης ποσότητας ύλης στο διεθνές σύστημα μονάδων (SI).

Ορίζεται ως η ποσότητα μιας χημικής ουσίας που περιέχει ακριβώς $6{,}02214076 \times 10^{23}$ στοιχειώδεις οντότητες.

Όταν χρησιμοποιείται το mole οι στοιχειώδεις οντότητες πρέπει να καθορίζονται αυστηρά και μπορεί να είναι άτομα, μόρια, ιόντα, ηλεκτρόνια άλλα σωματίδια ή συγκεκριμένες ομάδες αυτών των σωματιδίων).

Σταθερά Avogadro (N_A) είναι θεμελιώδης φυσική σταθερά που αντιπροσωπεύει τον αριθμό των στοιχειωδών οντοτήτων που περιέχονται σε ένα mole.

$N_A = 6{,}02214076 \times 10^{23}\,\text{mol}^{-1}$

Η αριθμητική τιμή της σταθεράς, $6{,}02214076 \times 10^{23}$, ονομάζεται αριθμός Avogadro, συμβολίζεται με (N_A) (ίδιο σύμβολο με τη σταθερά) και είναι αδιάστατο μέγεθος.

Παραδείγματα

1 mol ατόμων S ($A_r = 32$) → έχει μάζα ίση με 32 g
1 mol ατόμων S ($A_r = 32$) → περιέχει $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα S

1 mol ατόμων Ca ($A_r = 40$) → έχει μάζα ίση με 40 g
1 mol ατόμων Ca ($A_r = 40$) → περιέχει $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα Ca

Εφαρμογή 7.2

Διαθέτουμε ποσότητα C μάζας 60 g.

α. Πόσα mol ατόμων C είναι η ποσότητα αυτή;

β. Από πόσα άτομα C αποτελείται;

Δίνεται: $A_r(\text{C}) = 12$

Λύση

α. 12 g C αντιστοιχούν σε 1 mol C
60 g C σε x

$$x = \frac{60}{12} = 5\,\text{mol C}$$

β. 1 mol C αποτελείται από N_A άτομα C
5 mol C σε y

$$y = 5 \cdot N_A \text{ άτομα C}$$

Γενικά για να υπολογίσουμε την ποσότητα ενός στοιχείου σε mol αν μας δίνεται η μάζα m και η σχετική ατομική μάζα A_r μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σχέση:

$$n = \frac{m}{A_r \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \tag{7.4}$$

Επίσης, για να υπολογίσουμε την ποσότητα ενός στοιχείου σε mol αν μας δίνεται ο αριθμός ατόμων ίσος με N μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη σχέση:

$$n = \frac{N}{N_A} \tag{7.5}$$

όπου $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ ο αριθμός των ατόμων/mol (αριθμός Avogadro).

Εφαρμογή 7.3

Διαθέτουμε ποσότητα Ca ίση με 3 mol.

α. Ποια η μάζα της ποσότητας αυτής;

β. Από πόσα άτομα Ca αποτελείται;

Δίνεται: $A_r(\text{Ca}) = 40$

Λύση

α. Σύμφωνα με την παραπάνω σχέση (7.4) έχουμε:

$$n = \frac{m}{A_r \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$m = n \cdot A_r \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3\,\text{mol} \cdot 40 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 120\,\text{g}$$

β. Επίσης, από τη σχέση (7.5) έχουμε:

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$N = n \cdot N_A = 3\,\text{mol} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \frac{\text{άτομα}}{\text{mol}} = 1{,}806 \cdot 10^{24}\ \text{άτομα Ca}$$

Στα σχολικά δρώμενα το σύμβολο N_A χρησιμοποιείται και για τη σταθερά Avogadro, π.χ. στη σχέση (7.5) όπου έχει μονάδες άτομα/mol κ.λπ., αλλά και για τον αριθμό Avogadro π.χ. όταν δηλώνουμε $3\,N_A$ άτομα Ca όπου είναι αδιάστατο μέγεθος.

7.5 Τι είναι το mole μορίων;

Αν διαθέτουμε ποσότητα από μία οποιαδήποτε χημική ένωση (ή και στοιχείου με τη μορφή μορίων) μάζας ίσης με τη σχετική μοριακή μάζα της χημικής ένωσης (σε g) ο αριθμός των μορίων που περιέχονται σε αυτή θα είναι πάντα ο ίδιος και ίσος με N_A. Π.χ. οι παρακάτω ποσότητες,

- $44\,\text{g}\ \text{CO}_2$ $(M_r = 44)$
- $63\,\text{g}\ \text{HNO}_3$ $(M_r = 63)$
- $17\,\text{g}\ \text{NH}_3$ $(M_r = 17)$
- $32\,\text{g}\ \text{O}_2$ $(M_r = 32)$

περιέχουν όλες $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια από την αντίστοιχη χημική ουσία. Η ποσότητα αυτή από τη χημική ένωση (ή το στοιχείο με τη μορφή μορίων) που περιέχει N_A μόρια ορίζεται ως 1 mol μορίων. Δηλαδή:

1 mol μορίων χημικής ένωσης ή στοιχείου → έχει μάζα ίση με M_r g

1 mol μορίων χημικής ένωσης ή στοιχείου → περιέχει $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια

$1\,\text{mol}\ e^- = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ e^-$
$1\,\text{mol}\ € = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ ευρώ (!)

Ποσότητα μιας ουσίας ίση με 1 mol ονομάζεται μοριακή μάζα (molar mass) και συμβολίζεται με M. Η μονάδα της στο SI είναι kg/mol αλλά συνήθως χρησιμοποιούμε g/mol.
Ο επίσημος ορισμός της είναι μέσω της σχέσης:

$$M = \frac{m}{n}$$

που είναι πρακτικά η σχέση (7.6).
Δεν αναφέρεται στη σχολική ύλη της χημείας αλλά αναφέρεται στην ύλη της φυσικής (φυσική κατεύθυνσης Β΄ λυκείου).

Παράδειγμα

1 mol μορίων CO_2 ($M_r = 44$) →
- έχει μάζα ίση με 44 g
- περιέχει $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια CO_2

Γενικά, η ποσότητα χημικής ένωσης (ή στοιχείου με τη μορφή μορίων) (n) σε mol που αντιστοιχεί σε μάζας m και έχει σχετική μοριακή μάζα M_r δίνεται από τη σχέση:

$$n = \frac{m}{M_r \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \tag{7.6}$$

Επίσης, η ποσότητα (σε mol) που αντιστοιχεί σε αριθμό μορίων ίσο με N δίνεται από τη σχέση:

$$n = \frac{N}{N_A} \tag{7.7}$$

όπου $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ ο αριθμός των μορίων/mol (αριθμός Avogadro).



Ποσότητα θείου (S) μάζας 32 g. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε 1 mol S και περιέχει N_A άτομα S.
$A_r(S) = 32$.



Ποσότητα NaCl μάζας 58,5 g. Η ποσότητα αυτή αντιστοιχεί σε 1 mol NaCl και περιέχει N_A ιόντα Na^+ και N_A ιόντα Cl^-.
$M_r(NaCl) = 58{,}5$

Εφαρμογή 7.4

Διαθέτουμε ποσότητα HNO_3 ίση με 0,2 mol.

α. Ποια η μάζα της ποσότητας αυτής;

β. Από πόσα μόρια HNO_3 αποτελείται;

Δίνεται: $A_r(H) = 1$, $A_r(N) = 14$, $A_r(O) = 16$.

Λύση

α. $M_r(HNO_3) = 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 63$

Σύμφωνα με την παραπάνω σχέση (7.6) έχουμε:

$$n = \frac{m}{M_r \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$$

$$m = n \cdot M_r \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0{,}2\,\text{mol} \cdot 63 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 12{,}6\,\text{g}$$

β. Επίσης, από τη σχέση (7.7) έχουμε:

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$N = n \cdot N_A = 0{,}2\,\text{mol} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \frac{\text{μόρια}}{\text{mol}} = 1{,}204 \cdot 10^{23}\ \text{μόρια } HNO_3$$

Στη Χημεία το mole (σύμβολο μονάδας: $1\,\text{mol}$) είναι η βασική μονάδα ποσότητας ουσίας στο διεθνές σύστημα SI και ορίζεται ως η ποσότητα της ουσίας που περιέχει τον ίδιο αριθμό σωματιδίων με τα άτομα που υπάρχουν σε $12\,\text{g}$ του ισοτόπου ^{12}C $(N_\text{A} = 6{,}02 \cdot 10^{23})$.

Έτσι, έχουμε:

- Το $1\,\text{mol}$ ατόμων περιέχει $N_\text{A} = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα.
- Το $1\,\text{mol}$ μορίων περιέχει $N_\text{A} = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια.
- Το $1\,\text{mol}$ ιόντων περιέχει $N_\text{A} = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ ιόντα.

Το είδος των σωματιδίων καθορίζεται από τον συμβολισμό τους και έτσι μπορεί να παραληφθεί, π.χ. ο συμβολισμός «$5\,\text{mol H}$» είναι προφανές ότι αντιστοιχεί σε $5\,\text{mol}$ **ατόμων** H και ο συμβολισμός «$5\,\text{mol H}_2$ και $5\,\text{mol H}_2\text{O}$» αντιστοιχεί σε $5\,\text{mol}$ **μορίων** H_2 και $5\,\text{mol}$ **μορίων** H_2O.

Εφαρμογή 7.5

Να υπολογιστεί η μάζα ενός μορίου της γλυκόζης ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).

Δίνεται: $A_\text{r}(\text{H}) = 1,\ A_\text{r}(\text{C}) = 12,\ A_\text{r}(\text{O}) = 16.$

Λύση

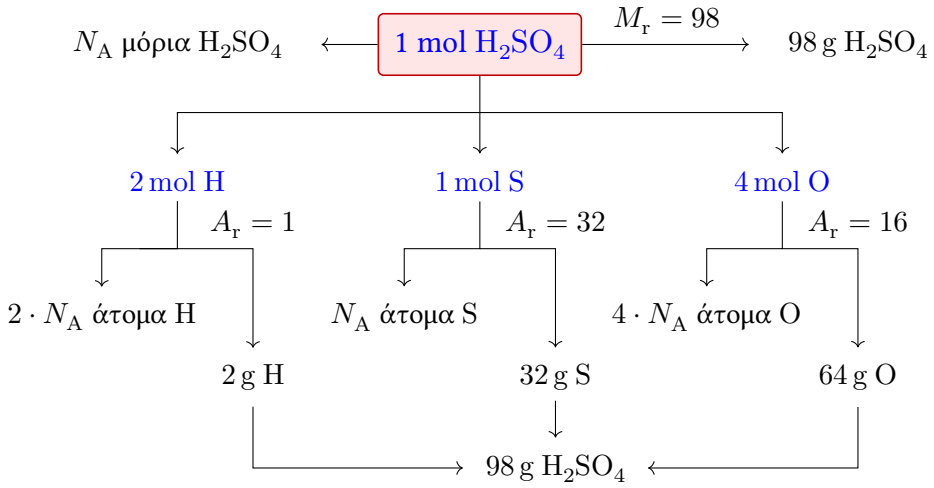
$$M_\text{r}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 \cdot 16 = 180$$

$$\begin{array}{lrr} 1\,\text{mol}\ \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6: & N_\text{A} = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ \text{μόρια} & 180\,\text{g} \\ & 1\ \text{μόριο} & m = ; \end{array}$$

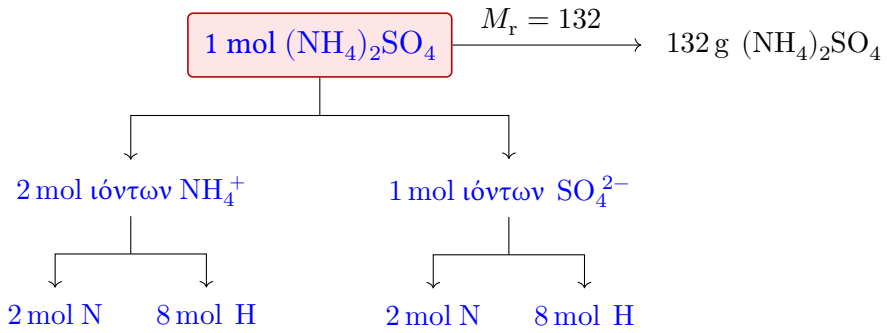
$$m = \frac{180}{6{,}02 \cdot 10^{23}}\,\text{g} = 2{,}99 \cdot 10^{-22}\,\text{g}$$

7.6 Πως μπορούμε να υπολογίσουμε τις ποσότητες των στοιχείων από τις οποίες αποτελείται μία χημική ένωση.

Ένας χημικός τύπος μας δίνει ένα σημαντικό αριθμό πληροφοριών. Έτσι, π.χ. ο τύπος του θειικού οξέος (H_2SO_4) μας πληροφορεί ότι το $1\,\text{mol}$ H_2SO_4 αποτελείται από 2 άτομα H, 1 άτομο S και 4 άτομα O. Αναλογικά, τα N_A μόρια H_2SO_4 αποτελούνται από $2 \cdot N_\text{A}$ άτομα H, N_A άτομα S και $4 \cdot N_\text{A}$ άτομα O. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι το $1\,\text{mol}$ H_2SO_4 αποτελείται από $2\,\text{mol}$ H, $1\,\text{mol}$ S και $4\,\text{mol}$ O. Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα μπορούμε να κατασκευάσουμε το επόμενο διάγραμμα:



Ανάλογο διάγραμμα μπορεί να προκύψει και στην περίπτωση ιοντικών ενώσεων:



7.7 Τι είναι ο γραμμομοριακός όγκος;

STP: Standard Temperature and Pressure

Πρότυπη θερμοκρασία και πίεση

Το 1811 ο Ιταλός φυσικός Avogadro διατύπωσε την υπόθεση (ή την αρχή) ότι:

«ίσοι όγκοι αερίων στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων»

ή με άλλα λόγια

«ίσος αριθμός μορίων αερίων ουσιών στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο».

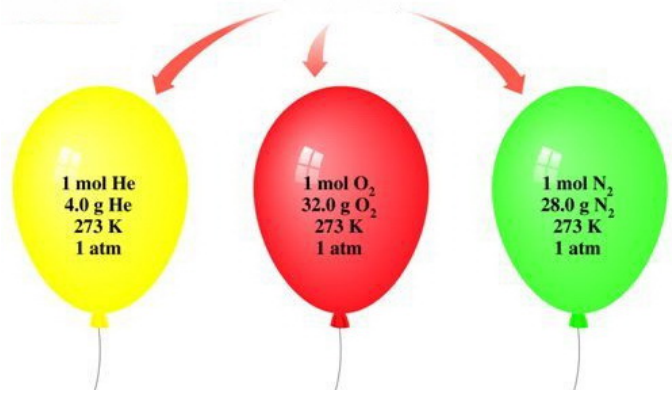
Με T συμβολίζεται η απόλυτη θερμοκρασία και έχει ως μονάδα το K (Kelvin).

Δίνεται από τη σχέση:
$T(\mathrm{K}) = \theta\,(^\circ\mathrm{C}) + 273$

Όταν η πίεση είναι $p = 1\,\mathrm{atm}$ και η θερμοκρασία $\theta = 0\,^\circ\mathrm{C}$ (ή $T = 273\,\mathrm{K}$) οι συνθήκες ονομάζονται πρότυπες συνθήκες και συμβολίζονται με STP.

Γραμμομοριακός όγκος (V_m) αερίου ονομάζεται ο όγκος που καταλαμβάνει το 1 mol του αερίου, σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Σε πρότυπες συνθήκες ο γραμμομοριακός όγκος για όλα τα αέρια έχει τιμή $V_m = 22{,}4\,\mathrm{L}$.

$$V = 22{,}4\,\mathrm{L}$$



Αναλογικά, τα $2\,\mathrm{mol}$ οποιουδήποτε αερίου σε STP καταλαμβάνουν όγκο $2 \cdot 22{,}4\,\mathrm{L}$, τα $3\,\mathrm{mol}$ $3 \cdot 22{,}4\,\mathrm{L}$ κτλ. Γενικά ποσότητα ενός αερίου ίση με $n\,\mathrm{mol}$ καταλαμβάνει όγκο (V) σε συνθήκες STP και ισχύει η σχέση:

$$n = \frac{V}{22{,}4\,\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{mol}}} \tag{7.8}$$

Το $1\,\mathrm{mol}$ και των τριών αερίων καταλαμβάνει τον ίδιο όγκο σε STP συνθήκες, αλλά η μάζα του κάθε αερίου είναι διαφορετική καθώς έχουν διαφορετικές σχετικές μοριακές μάζες.

Σε συνθήκες διαφορετικές από τις STP το $1\,\mathrm{mol}$ οποιουδήποτε αερίου καταλαμβάνει πάλι σταθερό όγκο (V_m) που καθορίζεται από τις συνθήκες, ανεξάρτητα από τη φύση του αερίου και ισχύει η γενική σχέση.

$$n = \frac{V}{V_\mathrm{m}} \tag{7.9}$$

Είναι προφανές ότι η γενική σχέση (7.9) συμπεριλαμβάνει και την (7.8).

Εφαρμογή 7.6

Να υπολογιστεί ο όγκος σε STP που καταλαμβάνουν $8{,}8\,\mathrm{g}$ CO_2.
Δίνεται: $A_\mathrm{r}(\mathrm{C}) = 12$, $A_\mathrm{r}(\mathrm{O}) = 16$.

Λύση

Υπολογίζουμε αρχικά τη σχετική μοριακή μάζα του CO_2:

$M_\mathrm{r}(CO_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$

Από τη σχέση (7.6) υπολογίζουμε την ποσότητα του CO_2 σε mol:

$$n(CO_2) = \frac{m}{M_\mathrm{r}\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}} = \frac{8{,}8\,\mathrm{g}}{44\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}} = 0{,}2\,\mathrm{mol}$$

και από τη σχέση (7.8) υπολογίζουμε τον όγκο του CO_2:

$$n = \frac{V}{22{,}4\ \frac{\text{L}}{\text{mol}}}$$

$$V = n \cdot 22{,}4\ \frac{\text{L}}{\text{mol}} = 0{,}2\,\text{mol} \cdot 22{,}4\ \frac{\text{L}}{\text{mol}} = 4{,}48\,\text{L}$$

Παρατήρηση: Στην περίπτωση αέριου μίγματος που αποτελείται από τα συστατικά Α, Β, Γ, ... με συνολική ποσότητα σε mol, $n_{\text{ολ}} = n_{\text{A}} + n_{\text{B}} + n_{\Gamma} + \ldots$ και συνολικό όγκο $V_{\text{ολ}}$ οι σχέσεις (7.8) και (7.9) γίνονται αντίστοιχα:

$$n_{\text{ολ}} = \frac{V_{\text{ολ}}}{22{,}4\ \frac{\text{L}}{\text{mol}}} \tag{7.10}$$

$$n_{\text{ολ}} = \frac{V_{\text{ολ}}}{V_{\text{m}}} \tag{7.11}$$

7.8 Πως μπορούμε να υπολογίσουμε την πυκνότητα ενός αερίου σε STP.

Ξέρουμε ότι η πυκνότητα (ρ) ενός σώματος δίνεται από τη σχέση:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

όπου m η μάζα του σώματος και V ο όγκος του (ειδικά στα αέρια που έχουν μικρές πυκνότητες χρησιμοποιείται συνήθως η μονάδα g/L). Αν θεωρήσουμε ποσότητα ενός αερίου που περιέχει n mol σε STP συνθήκες, η μάζα του (m) θα δίνεται από τη σχέση $m = n \cdot M_{\text{r}}\ \text{g/mol}$ και ο όγκος του $(V, \text{σε L})$ θα δίνεται από τη σχέση: $V = n \cdot 22{,}4\,\text{L/mol}$. Επομένως θα ισχύει:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot M_{\text{r}}\ \text{g/mol}}{n \cdot 22{,}4\,\text{L/mol}} = \frac{M_{\text{r}}}{22{,}4}\ \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Σημείωση: Από την παραπάνω σχέση μπορεί να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα ενός αερίου αν είναι γνωστή η πυκνότητά του σε STP.

Λυμένα Παραδείγματα

Παράδειγμα 7.1

Η ακριβής σχετική ατομική μάζα του Mg είναι $A_r = 24{,}305$.

α. Τι εννοούμε με τον αριθμό αυτό που αντιστοιχεί στη σχετική ατομική μάζα του Mg;

β. Να εξηγήσετε γιατί η σχετική ατομική μάζα του Mg είναι δεκαδικός αριθμός.

Λύση

α. Εννοούμε ότι το άτομο του Mg έχει μάζα 24,305 φορές μεγαλύτερη από το $1\,\text{amu}$, δηλαδή από το $1/12$ της μάζας του ισοτόπου ^{12}C.

β. Τα στοιχεία τις περισσότερες φορές αποτελούνται από διάφορα ισότοπα τα οποία διαφέρουν στον αριθμό των νετρονίων στον πυρήνα και επομένως έχουν διαφορετική σχετική μοριακή μάζα. Στη σχετική ατομική μάζα συνυπολογίζεται η σχετική αναλογία των ισοτόπων του στοιχείου που απαντάται στη φύση καθώς και η % αναλογία τους σε αυτό.

Παράδειγμα 7.2

Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Το $1\,\text{mol}$ είναι η ποσότητα μιας ουσίας που περιέχει N_A σωματίδια της ουσίας.

β. Για μία χημική ένωση ο αριθμός N_A εκφράζει τον αριθμό των μορίων που έχουν μάζα σε g όσο είναι η σχετική μοριακή μάζα της ένωσης.

γ. Η σχετική μοριακή μάζα των χημικών ουσιών μετριέται σε g.

δ. Το $1\,\text{mol}$ μορίων σιδήρου ζυγίζει το ίδιο με το $1\,\text{mol}$ ατόμων σιδήρου.

ε. Όσο μεγαλύτερη είναι η σχετική μοριακή μάζα (M_r) μιας χημικής ένωσης, τόσο μεγαλύτερη είναι και η μάζα του μορίου της.

ζ. Τα $10 \cdot N_A$ μόρια NH_3 αντιστοιχούν σε $10\,\text{g}$ NH_3.

η. Τα $2{,}6\,\text{mol}$ CO_2 περιέχουν συνολικά $7{,}8 \cdot N_A$ άτομα C και O.

Λύση

α. Σωστή. Πρόκειται στην ουσία για τον ορισμό του mole.

β. Σωστή. Για μία χημική ένωση, ο αριθμός του Avogadro αντιστοιχεί στον αριθμό των μορίων της σε $1\,\text{mol}$ της, που έχει μάζα ίση με τη σχετική της μοριακή μάζα σε g.

γ. Λανθασμένη. Η σχετική μοριακή μάζα είναι καθαρός αριθμός.

δ. Σωστή. Για ένα στοιχείο όπως ο σίδηρος (Fe) το $1\,\text{mol}$ μορίων είναι το ίδιο με το $1\,\text{mol}$ ατόμων.

ε. Σωστή. Όσο μεγαλύτερη είναι η σχετική μοριακή μάζα τόσο μεγαλύτερη η μάζα του μορίου της ένωσης από το $1\,\text{amu}$.

ζ. Λανθασμένη. Τα $10 \cdot N_\mathrm{A}$ μόρια $\mathrm{NH_3}$ αντιστοιχούν σε $10\,\mathrm{mol\ NH_3}$ και επομένως σε $170\,\mathrm{g\ NH_3}$ ($M_\mathrm{r} = 17$).

η. Σωστή. Τα $2{,}6\,\mathrm{mol\ CO_2}$ αντιστοιχούν σε $2{,}6 \cdot N_\mathrm{A}$ μόρια $\mathrm{CO_2}$. Επειδή κάθε μόριο $\mathrm{CO_2}$ αποτελείται από ένα άτομο C και δύο άτομα O θα περιέχονται συνολικά $3 \cdot 2{,}6 \cdot N_\mathrm{A} = 7{,}8 \cdot N_\mathrm{A}$ άτομα C και O.

Παράδειγμα 7.3

Να δείξετε ότι ο λόγος των ποσοτήτων σε mol δύο χημικών ουσιών είναι ίσος με το λόγο των αριθμών των μορίων τους.

Λύση

Έστω $n_1\,\mathrm{mol\ X}$ και $n_2\,\mathrm{mol\ \Upsilon}$, οι ποσότητες δύο χημικών ουσιών αντίστοιχα. Με χρήση της σχέσης (7.7) προκύπτει:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{N_1}{N_\mathrm{A}}}{\frac{N_2}{N_\mathrm{A}}} = \frac{N_1}{N_2}$$

Παράδειγμα 7.4

Ο φωσφόρος είναι ένα αμέταλλο στερεό στοιχείο με $A_\mathrm{r} = 31$ και $M_\mathrm{r} = 124$. Ποια είναι η ατομικότητα του στοιχείου αυτού;

Λύση

Έστω P_x το μόριο του φωσφόρου, όπου x η ατομικότητά του, δηλαδή ο αριθμός των ατόμων από τα οποία αποτελείται το μόριο. Η σχετική του μοριακή μάζα θα δίνεται από τη σχέση: $M_\mathrm{r} = 31x = 124$ και επομένως $x = 4$ ($\mathrm{P_4}$, τετρατομικό στοιχείο).

Παράδειγμα 7.5

Δίνονται οι εξής ποσότητες χημικών ουσιών:

α. $560\,\mathrm{g\ N_2}$ **β.** $3\,\mathrm{kg\ H_2}$ **γ.** $68\,\mathrm{g\ H_2S}$ **δ.** $8{,}8\,\mathrm{g\ CO_2}$

Να υπολογιστούν οι αριθμοί των αντίστοιχων μορίων που περιέχονται στις ποσότητες αυτές.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H:1}$, $\mathrm{C:12}$, $\mathrm{N:14}$, $\mathrm{O:16}$, $\mathrm{S:32}$.

Λύση

Υπολογίζουμε αρχικά τις σχετικές μοριακές μάζες, στη συνέχεια τις ποσότητες (σε mol) και κατόπιν τον αριθμό των μορίων σε κάθε περίπτωση:

α. $M_r(N_2) = 2 \cdot 14 = 28$

$$n(N_2) = \frac{m}{M_r \frac{g}{mol}} = \frac{560\,g}{28 \frac{g}{mol}} = 20\,mol$$

$N(N_2) = n \cdot N_A = 20\,N_A$ μόρια N_2

β. $M_r(H_2) = 2 \cdot 1 = 2$

$$n(H_2) = \frac{m}{M_r \frac{g}{mol}} = \frac{3000\,g}{2 \frac{g}{mol}} = 1500\,mol$$

$N(H_2) = n \cdot N_A = 1500\,N_A$ μόρια H_2

γ. $M_r(H_2S) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 = 34$

$$n(H_2S) = \frac{m}{M_r \frac{g}{mol}} = \frac{68\,g}{34 \frac{g}{mol}} = 2\,mol$$

$N(H_2S) = n \cdot N_A = 2\,N_A$ μόρια H_2S

δ. $M_r(CO_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$

$$n(CO_2) = \frac{m}{M_r \frac{g}{mol}} = \frac{8{,}8\,g}{44 \frac{g}{mol}} = 0{,}2\,mol$$

$N(CO_2) = n \cdot N_A = 0{,}2\,N_A$ μόρια CO_2

Παράδειγμα 7.6

Αέριο μίγμα αποτελείται από $3\,mol$ H_2S και $6\,mol$ NH_3. Πόσα άτομα και πόσα γραμμάρια υδρογόνου περιέχει το μίγμα;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $H:1$, $N:14$, $S:32$.

Λύση

Τα άτομα Η που βρίσκονται στο μίγμα είναι το άθροισμα των ατόμων Η που είναι στα δύο συστατικά.

Σε κάθε μόριο H_2S υπάρχουν 2 άτομα Η επομένως στα $3\,mol$ H_2S υπάρχουν $3 \cdot 2 = 6\,mol$ ατόμων Η και άρα $6\,N_A$ άτομα Η.

Αντίστοιχα, σε κάθε μόριο NH_3 υπάρχουν 3 άτομα Η επομένως στα $6\,mol$ NH_3 θα υπάρχουν $3 \cdot 6 = 18\,mol$ ατόμων Η και επομένως $18\,N_A$ άτομα Η.

Επομένως, συνολικά στο μίγμα θα περιέχονται $6 + 18 = 24\,mol$ ατόμων Η άρα $6\,N_A + 18\,N_A = 24\,N_A$ άτομα Η και άρα $24 \cdot 1 = 24\,g$ Η.

Παράδειγμα 7.7

Δίνεται ισομοριακό μίγμα δύο χημικών ενώσεων Α και Β. Αν η μάζα του Α στο μίγμα είναι τα τρία τέταρτα της μάζας του Β και η σχετική μοριακή μάζα του Α είναι 21, να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα του Β.

Ισομοριακό είναι ένα μίγμα του οποίου τα συστατικά αποτελούνται από τον ίδιο αριθμό μορίων άρα και τον ίδιο αριθμό mol.

Λύση

Έστω n η ποσότητα της ουσίας A (σε mol) και n η ποσότητα της ουσίας B (σε mol).

$$\left.\begin{aligned} n(\mathrm{A}) &= \frac{m(\mathrm{A})}{M_\mathrm{r}(\mathrm{A})\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}} \\ n(\mathrm{B}) &= \frac{m(\mathrm{B})}{M_\mathrm{r}(\mathrm{B})\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}} \\ n(\mathrm{A}) &= n(\mathrm{B}) = n \end{aligned}\right\} \quad \text{άρα} \quad \left\{\begin{aligned} \frac{m(\mathrm{A})}{M_\mathrm{r}(\mathrm{A})} &= \frac{m(\mathrm{B})}{M_\mathrm{r}(\mathrm{B})} \\ M_\mathrm{r}(\mathrm{B}) &= \frac{m(\mathrm{B})}{m(\mathrm{A})} \cdot M_\mathrm{r}(\mathrm{A}) \end{aligned}\right.$$

Από την άσκηση έχουμε: $m(\mathrm{A}) = \frac{3}{4} \cdot m(\mathrm{B})$ επομένως:

$$M_\mathrm{r}(\mathrm{B}) = \frac{4}{3} \cdot M_\mathrm{r}(\mathrm{A}) = \frac{4}{3} \cdot 21 = 28$$

Παράδειγμα 7.8

Αν οι ενώσεις $\mathrm{C_2H_4}$ και $\mathrm{NH_3}$ έχουν αντίστοιχα σχετικές μοριακές μάζες 28 και 17, να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα της ένωσης $\mathrm{C_2H_7N}$, χωρίς να χρησιμοποιήσετε τις σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων.

Λύση

Έστω ότι οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων H, C, και N είναι x, y και z αντίστοιχα.

$$M_\mathrm{r}(\mathrm{C_2H_4}) = 2y + 4x$$
$$2y + 4x = 28 \qquad (1)$$

$$M_\mathrm{r}(\mathrm{NH_3}) = z + 3x$$
$$z + 3x = 17 \qquad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) υπολογίζουμε τη σχετική μοριακή μάζα της ένωσης $\mathrm{C_2H_7N}$.

$$M_\mathrm{r}(\mathrm{C_2H_7N}) = 2y + 7x + z = (2y + 4x) + (z + 3x) = 28 + 17 = 45$$

Παράδειγμα 7.9

Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Τα 3 mol $\mathrm{NH_3\,(g)}$ σε STP συνθήκες καταλαμβάνουν όγκο 22,4 L.

β. Το 1 mol οποιασδήποτε χημικής ουσίας σε STP συνθήκες καταλαμβάνει όγκο 22,4 L.

γ. Τα 112 L αερίου $\mathrm{H_2S}$ σε STP συνθήκες αντιστοιχούν σε 5 mol.

δ. Τα $4{,}48\,\mathrm{L}\ \mathrm{H_2(g)}$ σε STP συνθήκες περιέχουν $0{,}4\,N_\mathrm{A}$ άτομα H.

Λύση

α. Λανθασμένη. Το $1\,\mathrm{mol}\ \mathrm{NH_3(g)}$ σε STP συνθήκες καταλαμβάνει όγκο $22{,}4\,\mathrm{L}$.

β. Λανθασμένη. Το $1\,\mathrm{mol}$ μιας αέριας χημικής ουσίας σε STP συνθήκες καταλαμβάνει όγκο $22{,}4\,\mathrm{L}$.

γ. Σωστή. Τα $5\,\mathrm{mol}$ ενός αερίου σε STP συνθήκες καταλαμβάνουν όγκο $5 \cdot 22{,}4 = 112\,\mathrm{L}$.

δ. Σωστή. Τα $4{,}48\,\mathrm{L}\ \mathrm{H_2}$ σε STP συνθήκες αντιστοιχούν σε $n = \frac{4{,}48}{22{,}4} = 0{,}2\,\mathrm{mol}$. Στην ποσότητα αυτή περιέχονται $0{,}2 \cdot N_\mathrm{A}$ μόρια $\mathrm{H_2}$ και άρα $0{,}4 \cdot N_\mathrm{A}$ άτομα H.

Παράδειγμα 7.10

Να εξηγήσετε γιατί ο γραμμομοριακός όγκος (V_m) σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης των αερίων έχει σταθερή τιμή.

Λύση

Σύμφωνα με την υπόθεση Avogadro ίσος αριθμός μορίων αερίων ουσιών στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο. Καθώς ο γραμμομοριακός όγκος αντιστοιχεί στον όγκο που καταλαμβάνει το $1\,\mathrm{mol}$ οποιουδήποτε αερίου σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης θα περιέχει τον ίδιο αριθμό μορίων και επομένως θα έχει σταθερή τιμή.

Παράδειγμα 7.11

$34\,\mathrm{g}$ ενός αερίου X καταλαμβάνουν όγκο $44{,}8\,\mathrm{L}$ σε STP συνθήκες. Ποια είναι η τιμή της σχετικής μοριακής μάζας του αερίου X;

Λύση

Για την ποσότητα του αερίου X σε STP συνθήκες ισχύει:

$$n = \frac{V}{V_\mathrm{m}} = \frac{V}{22{,}4\ \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{mol}}} = \frac{44{,}8}{22{,}4}\,\mathrm{mol} = 2\,\mathrm{mol}$$

$$n = \frac{m}{M_\mathrm{r}\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}}$$

$$M_\mathrm{r} = \frac{m}{n\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}} = \frac{34}{2} = 17$$

Παράδειγμα 7.12

Αέριο με μοριακό τύπο $\mathrm{H_2X}$ έχει πυκνότητα $1{,}52\,\mathrm{g/L}$ σε STP συνθήκες. Να υπολογιστεί η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου X, αν η σχετική ατομική μάζα του υδρογόνου είναι 1.

Λύση

Αν θεωρήσουμε ποσότητα του αερίου που περιέχει n mol σε STP συνθήκες, η μάζα του (m) θα δίνεται από τη σχέση $m = n \cdot M_{\text{r}} \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ και ο όγκος του (V) θα δίνεται από τη σχέση: $V = n \cdot 22{,}4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$. Επομένως:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot M_{\text{r}} \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{n \cdot 22{,}4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}}$$

$$M_{\text{r}} = 22{,}4 \cdot \rho \frac{\text{L}}{\text{g}} = 22{,}4 \cdot 1{,}52 \approx 34$$

Με βάση τη μοριακή μάζα του H_2X και αν θεωρήσουμε ως x τη σχετική ατομική μάζα του στοιχείου X, προκύπτει: $2 + x = 34$ άρα $x = 32$.

Παράδειγμα 7.13

Στις περιπτώσεις ασκήσεων με μίγματα ουσιών στις οποίες δεν γνωρίζουμε τις ποσότητες των συστατικών, συμβολίζουμε με n_1, n_2, ... κτλ. τις ποσότητες σε mol καθενός συστατικού. Αν το μίγμα είναι ισομοριακό θα ισχύει: $n_1 = n_2 = ... = n$.

Αέριο μίγμα αποτελείται από διοξείδιο του θείου και υδρόθειο. Το μίγμα έχει μάζα 13,2 g και καταλαμβάνει όγκο 6,72 L σε STP.

α. Πόσα mol από κάθε αέριο περιέχονται στο μίγμα;

β. Ποια είναι η μάζα του κάθε συστατικού του μίγματος;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\text{H} : 1$, $\text{O} : 16$, $\text{S} : 32$.

Λύση

α. Έστω ότι το μίγμα αποτελείται από x mol SO_2 και y mol H_2S.

$$n_{\text{ολ}} = \frac{V}{V_{\text{m}}} = \frac{6{,}72\,\text{L}}{22{,}4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}} = 0{,}3\,\text{mol}$$

$$x + y = 0{,}3 \qquad (1)$$

Αν m_1 και m_2 οι μάζες των δύο συστατικών αντίστοιχα, θα ισχύουν:

$$m_1 = n_1 \cdot M_{\text{r}} \frac{\text{g}}{\text{mol}} = x\,\text{mol} \cdot 64 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 64\,x\,\text{g}$$
$$m_2 = n_2 \cdot M_{\text{r}} \frac{\text{g}}{\text{mol}} = y\,\text{mol} \cdot 34 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 34\,y\,\text{g}$$

όπου 64 και 34 οι σχετικές μοριακές μάζες του SO_2 και του H_2S, αντίστοιχα.

$$m_1 + m_2 = m_{\text{μιγ}}$$
$$64\,x + 34\,y = 13{,}2 \qquad (2)$$

Από τη λύση του συστήματος των εξισώσεων (1) και (2) προκύπτει:

$$x = 0{,}1$$
$$y = 0{,}2$$

Επομένως στο μίγμα περιέχονται $0{,}1$ mol SO_2 και $0{,}2$ mol H_2S.

β. Οι μάζες των δύο συστατικών θα είναι:

$$m_1 = 64\,x\,\text{g} = 6{,}4\,\text{g}\ \text{SO}_2$$
$$m_2 = 34\,y\,\text{g} = 6{,}8\,\text{g}\ \text{H}_2\text{S}$$

Παράδειγμα 7.14

Πόσα λίτρα H_2, μετρημένα σε STP συνθήκες, περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων με αυτόν που περιέχεται σε $8\,\text{g}\ \text{O}_2$;

Λύση

$$\left.\begin{aligned} N(\text{H}_2) &= n(\text{H}_2)\cdot N_\text{A} \\ N(\text{O}_2) &= n(\text{O}_2)\cdot N_\text{A} \\ N(\text{H}_2) &= N(\text{O}_2) \end{aligned}\right\} \quad \text{άρα} \quad \left\{\begin{aligned} n\,(\text{H}_2) = n\,(\text{O}_2) &= \frac{m}{M_\text{r}\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}} \\ &= \frac{8\,\text{g}}{32\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0{,}25\,\text{mol} \end{aligned}\right.$$

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2)\cdot V_\text{m} = 0{,}25\,\text{mol}\cdot 22{,}4\,\tfrac{\text{L}}{\text{mol}} = 5{,}6\,\text{L}$$

Παράδειγμα 7.15

Σε $14{,}4\,\text{g}$ αερίου μίγματος SO_3 και SO_2 περιέχονται $0{,}5\cdot N_\text{A}$ άτομα οξυγόνου. Ποιος ο όγκος του αερίου μίγματος σε STP και ποια η μάζα του κάθε συστατικού στο μίγμα;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\text{O}:16,\ \text{S}:32$.

Λύση

Έστω ότι το μίγμα αποτελείται από $x\,\text{mol}\ \text{SO}_3$ και $y\,\text{mol}\ \text{SO}_2$.

$$\left.\begin{aligned} m(\text{SO}_3) + m(\text{SO}_2) &= m_{\mu\iota\gamma} \\ \boxed{80\,x + 64\,y = 14{,}4} & \\ N(\text{O}) &= 0{,}5\cdot N_\text{A} \\ 3\,x\cdot N_\text{A} + 2\,y\cdot N_\text{A} &= 0{,}5\cdot N_\text{A} \\ \boxed{3\,x + 2\,y = 0{,}5} & \end{aligned}\right\} \quad \text{άρα} \quad \left\{\begin{aligned} x &= 0{,}1 \\ y &= 0{,}1 \end{aligned}\right.$$

$$V_{\mu\iota\gamma} = n_{\mu\iota\gamma}\cdot V_\text{m} = (x+y)\,\text{mol}\cdot 22{,}4\,\tfrac{\text{L}}{\text{mol}} = (0{,}1+0{,}1)\cdot 22{,}4\,\text{L} = 4{,}48\,\text{L}$$

$$m(\text{SO}_3) = 80\,x\,\text{g} = 8\,\text{g}$$
$$m\,(\text{SO}_2) = 64\,y\,\text{g} = 6{,}4\,\text{g}$$

Παράδειγμα 7.16

Πόσα λίτρα $\mathrm{CO_2(g)}$ μετρημένα σε STP συνθήκες περιέχουν τόσα άτομα O, όσα περιέχονται σε $3{,}2\,\mathrm{g}$ $\mathrm{SO_2(g)}$;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{O:16,\ S:32}$.

Λύση

Υπολογίζουμε την ποσότητα του $\mathrm{SO_2}$ σε mol:

$$M_{\mathrm{r}}(\mathrm{SO_2}) = 32 + 2 \cdot 16 = 64$$

$$n(\mathrm{SO_2}) = \frac{m}{M_{\mathrm{r}}\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}} = \frac{3{,}2}{64} = 0{,}05\,\mathrm{mol}$$

Από τον ορισμό του mole γνωρίζουμε ότι ποσότητα $\mathrm{SO_2}$ ίση με $1\,\mathrm{mol}$ αποτελείται από N_{A} μόρια $\mathrm{SO_2}$ (όπου N_{A} ο αριθμός του Avogadro). Επομένως για τον αριθμό των μορίων του $\mathrm{SO_2}$ έχουμε:

$$N(\mathrm{SO_2}) = n(\mathrm{SO_2}) \cdot N_{\mathrm{A}}\ \text{μόρια}\ \mathrm{SO_2}$$

Σε 1 μόριο $\mathrm{SO_2}$ υπάρχουν 2 άτομα O επομένως ο αριθμός ατόμων O στην ποσότητα του $\mathrm{SO_2}$ είναι διπλάσιος από τον αριθμό των μορίων σ' αυτήν την ποσότητα.

$$N_{\mathrm{O}}(\mathrm{SO_2}) = 2 \cdot n(\mathrm{SO_2}) \cdot N_{\mathrm{A}}$$

Από την άσκηση έχουμε ότι:

$$N_{\mathrm{O}}(\mathrm{CO_2}) = N_{\mathrm{O}}(\mathrm{SO_2})$$

Υπολογίζουμε την ποσότητα του $\mathrm{CO_2}$ σε mol:

$$N_{\mathrm{O}}(\mathrm{CO_2}) = 2 \cdot n(\mathrm{CO_2}) \cdot N_{\mathrm{A}}$$

$$n(\mathrm{CO_2}) = \frac{N_{\mathrm{O}}(\mathrm{CO_2})}{2 \cdot N_{\mathrm{A}}} = \frac{N_{\mathrm{O}}(\mathrm{SO_2})}{2 \cdot N_{\mathrm{A}}} = \frac{2 \cdot n(\mathrm{SO_2}) \cdot N_{\mathrm{A}}}{2 \cdot N_{\mathrm{A}}} = n(\mathrm{SO_2}) = 0{,}05\,\mathrm{mol}$$

Τελικά υπολογίζουμε τον όγκο του $\mathrm{CO_2}$ σε STP συνθήκες:

$$V = n \cdot V_{\mathrm{m}} = 0{,}05\,\mathrm{mol} \cdot 22{,}4\,\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{mol}} = 1{,}12\,\mathrm{L}$$

Παράδειγμα 7.17

Να συμπληρώσετε τον επόμενο πίνακα. Δίνονται οι σχετικές μοριακές μάζες CO, του CO_2, της NH_3 και του O_2, αντίστοιχα ίσες με 28, 44, 17 και 32. Όλα σώματα του πίνακα είναι αέρια.

Χημική ουσία	n (σε mol)	m (σε g)	V (σε L, STP)	N (μόρια)
CO	2			
CO_2		8,8		
NH_3			6,72	
O_2				$5 \cdot N_A$

Λύση

2 mol CO έχουν μάζα:

$$m = n \cdot M_r \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 2\,\text{mol} \cdot 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 56\,\text{g}$$

σε συνθήκες STP καταλαμβάνουν όγκο:

$$V = n \cdot V_m = 2\,\text{mol} \cdot 22{,}4 \frac{\text{L}}{\text{mol}} = 44{,}8\,\text{L}$$

και αποτελούνται από αριθμό μορίων:

$$N = n \cdot N_A = 2\,N_A \text{ μόρια}$$

8,8 g CO_2 είναι ποσότητα (σε mol) ίση με:

$$n = \frac{m}{M_r \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{8{,}8\,\text{g}}{44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0{,}2\,\text{mol}$$

σε συνθήκες STP καταλαμβάνουν όγκο:

$$V = n \cdot V_m = 0{,}2\,\text{mol} \cdot 22{,}4 \frac{\text{L}}{\text{mol}} = 4{,}48\,\text{L}$$

και αποτελούνται από αριθμό μορίων:

$$N = n \cdot N_A = 0{,}2\,N_A \text{ μόρια}$$

6,72 L NH_3 σε συνθήκες STP είναι ποσότητα (σε mol) ίση με:

$$n = \frac{V}{V_m} = \frac{6{,}72\,\text{L}}{22{,}4 \frac{\text{L}}{\text{mol}}} = 0{,}3\,\text{mol}$$

έχουν μάζα:

$$m = n \cdot M_r \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0{,}3\,\text{mol} \cdot 17 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5{,}1\,\text{g}$$

και αποτελούνται από αριθμό μορίων:

$$N = n \cdot N_{\mathrm{A}} = 0{,}3\, N_{\mathrm{A}} \text{ μόρια}$$

$5 \cdot N_{\mathrm{A}}$ μόρια $\mathrm{O_2}$ είναι ποσότητα (σε mol) ίση με:

$$n = \frac{N}{N_{\mathrm{A}}} = \frac{5 \cdot N_{\mathrm{A}}}{N_{\mathrm{A}}} = 5\,\mathrm{mol}$$

έχουν μάζα:

$$m = n \cdot M_{\mathrm{r}}\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}} = 5\,\mathrm{mol} \cdot 32\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}} = 160\,\mathrm{g}$$

σε συνθήκες STP καταλαμβάνουν όγκο:

$$V = n \cdot V_{\mathrm{m}} = 5\,\mathrm{mol} \cdot 22{,}4\,\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{mol}} = 112\,\mathrm{L}$$

Συνοπτικά τα αποτελέσματα συμπληρώνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Χημική ουσία	n (σε mol)	m (σε g)	V (σε L, STP)	N (μόρια)
CO	2	56	44,8	$2 \cdot N_{\mathrm{A}}$
$\mathrm{CO_2}$	0,2	8,8	4,48	$0{,}2 \cdot N_{\mathrm{A}}$
$\mathrm{NH_3}$	0,3	5,1	6,72	$0{,}3 \cdot N_{\mathrm{A}}$
$\mathrm{O_2}$	5	160	112	$5 \cdot N_{\mathrm{A}}$

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

7.1 Το 1 amu έχει μάζα ίση με:

α. τη μάζα του ισοτόπου του ^{12}C
β. το 1/12 της μάζας του ισοτόπου του ^{12}C
γ. 12 g
δ. 1/12 g

7.2 Η σχετική ατομική μάζα του Ca είναι ίση με 40. Αυτό σημαίνει ότι το άτομο του Ca έχει μάζα:

α. ίση με 40 g
β. ίση με τη μάζα του ισοτόπου του ^{12}C
γ. 40 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα ενός ατόμου ${}_6C$
δ. 40 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ^{12}C

7.3 Η σχετική μοριακή μάζα του H_2O είναι ίση με 18. Αυτό σημαίνει ότι το μόριο του H_2O έχει μάζα:

α. 18 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ^{12}C
β. ίση με τη μάζα του ισοτόπου του ^{12}C
γ. ίση με $18/12 = 1{,}5$ g
δ. ίση με 18 g

7.4 Η σχετική ατομική μάζα του Cl προσδιορίστηκε με μεγάλη ακρίβεια και βρέθηκε ίση με 35,453. Ο λόγος για τον οποίο η σχετική ατομική μάζα του Cl δεν είναι ακέραιος αριθμός είναι το ότι:

α. όλα τα άτομα του χλωρίου δεν έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό.
β. κατά τον προσδιορισμό της σχετικής ατομικής μάζας δεν λαμβάνεται υπ' όψη ο αριθμός των ηλεκτρονίων.
γ. το φυσικό χλώριο είναι μίγμα ισοτόπων.
δ. για κάποιο διαφορετικό λόγο από τους παραπάνω.

7.5 Αν για το O_2 $M_r = 32$, η μάζα ενός μορίου O_2 θα είναι ίση με:

α. $6{,}02 \cdot 10^{23}$ g
β. $32 \cdot 10^{-23}$ g
γ. $5{,}31 \cdot 10^{-23}$ g
δ. 0,000064 g

7.6 Το 1 mol Cl_2:

α. περιέχει $2 \cdot N_A$ μόρια χλωρίου.
β. περιέχει $2 \cdot N_A$ άτομα χλωρίου.
γ. έχει μάζα 35,5 g.
δ. έχει μάζα 71 g.

Η σχετική ατομική μάζα του Cl είναι ίση με 35,5.

7.7 Σε 90 g νερού $(M_r = 18)$:

α. περιέχονται 18 g υδρογόνου $(A_r = 1)$.
β. αντιστοιχούν N_A μόρια H_2O.
γ. περιέχονται 60 g οξυγόνου $(A_r = 16)$.
δ. αντιστοιχούν 5 mol H_2O.

7.8 Σε 68 g H_2S $(M_r = 34)$ περιέχονται:

α. $4\,N_A$ άτομα H.
β. $4\,N_A$ άτομα S.
γ. $6{,}8\,N_A$ άτομα H.
δ. $68\,N_A$ μόρια H_2S.

7.9 3 g υδρογόνου $(A_r = 1)$ περιέχονται σε:

α. 17 g NH_3 $(M_r = 17)$.
β. 51 g NH_3.
γ. $3\,N_A$ μόρια NH_3.
δ. 3 mol NH_3.

7.10 Το άτομο ενός στοιχείου Α έχει μάζα 2 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα ενός ατόμου ^{12}C. Αυτό σημαίνει ότι η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου Α είναι ίση με:

α. 2 **β.** 12 **γ.** 24 **δ.** 14

7.11 Αν τα διατομικά στοιχεία A_2 και B_2 έχουν σχετικές μοριακές μάζες 2 και 28 αντίστοιχα, η σχετική μοριακή μάζα της BA_3 θα είναι ίση με:

α. 17 **β.** 30 **γ.** 15 **δ.** 86

7.12 Σε 22,4 L CO_2 που μετρήθηκαν σε STP περιέχονται:

α. 8 g οξυγόνου
β. 2 g οξυγόνου
γ. 16 g οξυγόνου
δ. 32 g οξυγόνου

Δίνεται: $(A_r(O) = 16)$

7.13 Ποια από τις παρακάτω ποσότητες περιέχει τον μεγαλύτερο αριθμό μορίων;

α. 0,5 mol O_2
β. 5,6 L NH_3 σε STP συνθήκες
γ. 4 g H_2
δ. 46 g NO_2

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, N : 14, O : 16.

7.14 Σε STP συνθήκες, τι κοινό έχουν 22,4 L H_2S (g) και 44,8 L NH_3 (g);

α. Έχουν την ίδια μάζα.

β. Περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων.

γ. Περιέχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων H.

δ. Περιέχουν την ίδια μάζα υδρογόνου.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1$, $\mathrm{N}:14$, $\mathrm{S}:32$.

7.15 Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή όχι (Λ).

α. Η σχετική ατομική μάζα του $^{12}\mathrm{C}$ είναι ακριβώς 12.

β. Η σχετική ατομική μάζα του φυσικού άνθρακα είναι ίση με 12,011, καθώς αποτελείται και από άλλα ισότοπα, εκτός του $^{12}\mathrm{C}$, σε μικρότερες αναλογίες.

γ. Σε $1\,\mathrm{mol}$ $\mathrm{H_2SiO_4}$ περιέχονται συνολικά από όλα τα στοιχεία $7\,N_\mathrm{A}$ άτομα.

δ. Σε $3\,\mathrm{mol}$ $\mathrm{HNO_3}$ περιέχονται 9 άτομα οξυγόνου.

ε. Σε $3\,\mathrm{mol}$ $\mathrm{CO_2}$ περιέχεται ίσος αριθμός ατόμων οξυγόνου σε σχέση με $2\,\mathrm{mol}$ $\mathrm{SO_3}$.

ζ. Τα $56\,\mathrm{g}$ Fe $(A_\mathrm{r} = 56)$ περιέχουν διπλάσιο αριθμό ατόμων από αυτά που περιέχονται σε $28\,\mathrm{g}$ Si $(A_\mathrm{r} = 28)$.

η. Τα $20\,\mathrm{L}$ $\mathrm{H_2(g)}$ $(M_\mathrm{r} = 2)$ περιέχουν διπλάσιο αριθμό μορίων από τα $20\,\mathrm{L}$ $\mathrm{He(g)}$ $(M_\mathrm{r} = 4)$ στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

θ. Σε STP συνθήκες η πυκνότητα του $\mathrm{H_2S(g)}$ $(M_\mathrm{r} = 34)$ είναι διπλάσια σε σχέση με την πυκνότητα της $\mathrm{NH_3(g)}$ $(A_\mathrm{r} = 17)$.

ι. Σύμφωνα με την υπόθεση Avogadro, ίσοι όγκοι αερίων στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων.

κ. Δεν υπάρχει στοιχείο με σχετική ατομική μάζα $A_\mathrm{r} < 1$.

λ. Με εξαίρεση το υδρογόνο, η σχετική ατομική μάζα ενός στοιχείου είναι πάντα μεγαλύτερη από τον ατομικό αριθμό του στοιχείου αυτού.

μ. Αν τα στοιχεία X και Υ έχουν αντίστοιχα ατομικές μάζες 12 και 16, τότε η μοριακή μάζα κάθε ένωσης μεταξύ των δύο αυτών στοιχείων είναι μεγαλύτερη ή ίση με 28.

7.16 Να υπολογιστεί η μάζα ενός ατόμου αζώτου, καθώς και η μάζα ενός μορίου $\mathrm{HNO_3}$.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1$, $\mathrm{N}:14$, $\mathrm{O}:16$.

7.17 $6{,}4\,\mathrm{g}$ ενός αερίου X καταλαμβάνουν όγκο $8{,}96\,\mathrm{L}$ σε STP συνθήκες. Ποια είναι η τιμή της σχετικής μοριακής μάζας του αερίου X;

7.18 Να υπολογιστεί η πυκνότητα του $\mathrm{C_3H_8(g)}$ σε STP συνθήκες.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1$, $\mathrm{C}:12$.

7.19 Αέριο A έχει πυκνότητα $2{,}5\,\mathrm{g/L}$ σε πρότυπες συνθήκες. Να υπολογιστεί η σχετική μοριακή του μάζα.

7.20 Το μόριο ενός οξειδίου του αζώτου αποτελείται από N και O με αναλογία ατόμων $1:2$. Αν η σχετική μοριακή μάζα του οξειδίου είναι ίση με 92, ποιος ο μοριακός του τύπος;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{N}:14$, $\mathrm{O}:16$.

7.21 Ποια μάζα $\mathrm{CO_2}$ περιέχει τον ίδιο αριθμό ατόμων οξυγόνου με αυτόν που περιέχεται σε $6{,}72\,\mathrm{L}$ αερίου $\mathrm{SO_3}$ σε STP συνθήκες;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{C}:12$, $\mathrm{O}:16$.

7.22 Ποιος ο αριθμός των ατόμων υδρογόνου που περιέχεται σε $4{,}6\,\mathrm{g}$ ισομοριακού μίγματος $\mathrm{CH_4}$ και $\mathrm{C_2H_6}$;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1$, $\mathrm{C}:12$.

7.23 Αέριο μίγμα αποτελείται από $2\,\mathrm{mol}$ $\mathrm{CO_2}$ και $4\,\mathrm{mol}$ $\mathrm{N_2}$.

α. Ποια η μάζα του μίγματος;

β. Πόσον όγκο καταλαμβάνει το μίγμα σε STP συνθήκες;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{C}:12$, $\mathrm{N}:14$, $\mathrm{O}:16$.

7.24 Ισομοριακό αέριο μίγμα $\mathrm{H_2}$ και $\mathrm{CH_4}$ καταλαμβάνει όγκο $8{,}96\,\mathrm{L}$ σε STP.

α. Ποια η μάζα του μίγματος;

β. Ποιος ο αριθμός των ατόμων C και H που περιέχεται στο μίγμα;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1$, $\mathrm{C}:12$.

7.25 Αέριο μίγμα αποτελείται από CO_2 και N_2. Το μίγμα έχει μάζα ίση με 10 g και καταλαμβάνει όγκο 6,72 L σε STP συνθήκες.

α. Ποια η μάζα κάθε συστατικού του μίγματος;

β. Στο παραπάνω μίγμα προστίθεται μία επιπλέον ποσότητα N_2, οπότε ο όγκος του μίγματος γίνεται ίσος με 8,96 L σε STP. Ποια η μάζα της επιπλέον ποσότητας του N_2 που προστέθηκε;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, C : 12, N : 14, O : 16.

7.26 Διαθέτουμε ποσότητες ίσων μαζών δύο αερίων A και B με σχετικές μοριακές μάζες 16 και 64, αντίστοιχα. Να υπολογίσετε:

α. τον λόγο των αριθμών των mol,

β. τον λόγο των όγκων των δύο αερίων στο μίγμα στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας και

γ. τον όγκο, σε STP συνθήκες, που καταλαμβάνει μίγμα των αερίων A και B που έχει μάζα 6,4 g από κάθε συστατικό.

7.27 Μια ποσότητα αέριας χημικής ένωσης A που αποτελείται από N και O, μετρήθηκε σε STP συνθήκες και βρέθηκε ότι έχει μάζα 1,38 g, όγκο 672 mL και περιέχει 0,42 g αζώτου.

α. Ποια η τιμής της σχετικής μοριακής μάζας του αερίου A;

β. Ποιες οι ποσότητες (σε mol ατόμων) του N και του O που περιέχονται στα 1,38 g του αερίου A;

γ. Να προσδιοριστεί ο μοριακός τύπος του αερίου A.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, N : 14, O : 16.

7.28 Ένα από τα υλικά με υπεραγώγιμες ιδιότητες στους 90 K που έχουν ανακαλυφθεί τελευταία αναφέρεται ως «123» εξαιτίας του μοριακού του τύπου που είναι $\Upsilon Ba_2Cu_3O_{9-x}$. Ποια είναι η αναλογία μαζών μεταξύ του Ba και του Cu που υπάρχει στο υλικό «123»;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, Cu : 63,5, Ba : 137.

7.29 Σε μία σχετικά μεγάλη αγέλη ελεφάντων υπάρχουν $8{,}3 \cdot 10^{-23}$ mol ελέφαντες. Αν κάθε ελέφαντας έχει μάζα κατά μέσο όρο 9000 kg, ποια είναι κατά προσέγγιση η συνολική μάζα της αγέλης;

α. $4{,}5 \cdot 10^5$ kg **β.** 90000 kg

γ. 45000 kg **δ.** $4{,}5 \cdot 10^7$ g

7.30 Ποια από τις ουσίες που ακολουθούν έχει τα περισσότερα mol ανά γραμμάριο;

α. NO_2 **β.** H_2 **γ.** H_2O **δ.** NH_3

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

7.31 Η μέση κατανάλωση $O_2\,(g)$ σε ένα άτομο κατά την αναπνοή είναι 16 mol/ημέρα.

α. Ποιος ο όγκος της ποσότητας αυτής σε STP συνθήκες;

β. Σε ποιον όγκο αέρα αντιστοιχεί η ποσότητα αυτή του $O_2\,(g)$; Να θεωρήσετε ότι ο αέρας περιέχει 20 % v/v O_2.

7.32 Πόσα μόρια νερού περιέχονται σε μία σταγόνα νερού;

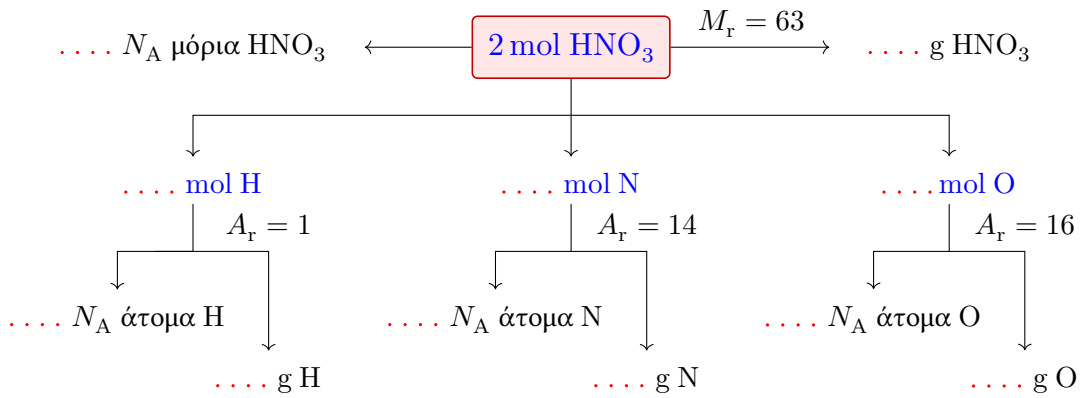
α. $1{,}67 \cdot 10^{21}$ **β.** $3{,}34 \cdot 10^{21}$

γ. $8{,}36 \cdot 10^{20}$ **δ.** $4{,}22 \cdot 10^{22}$

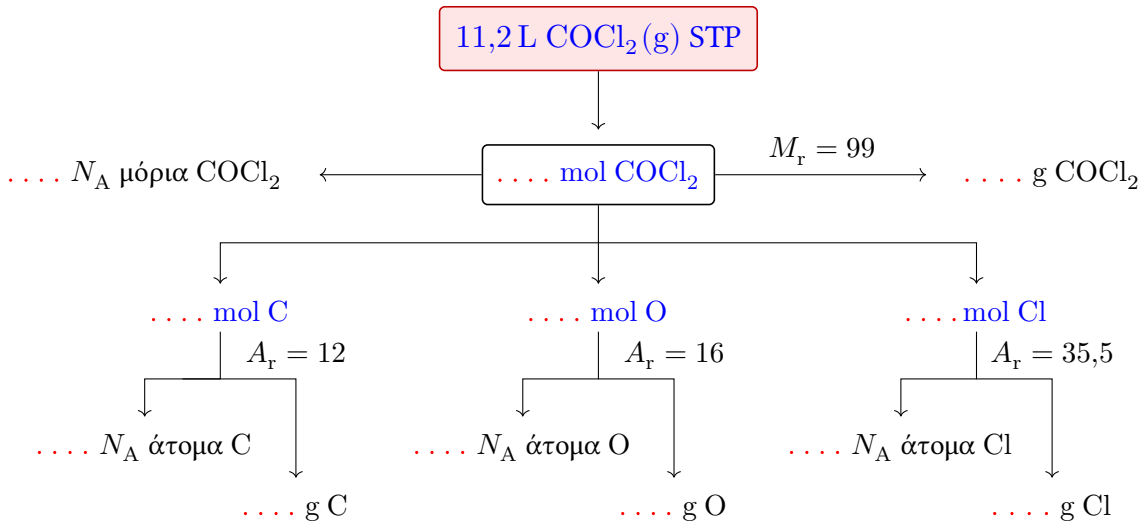
Δίνονται:

- Οι 20 σταγόνες νερού έχουν όγκο 1 mL.
- Η πυκνότητα του νερού είναι $\rho = 1$ g/mL.

7.33 Να συμπληρωθεί το διάγραμμα που ακολουθεί:



7.34 Να συμπληρωθεί το διάγραμμα που ακολουθεί:



7.35 Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί. Όλα σώματα του πίνακα είναι αέρια. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, C : 12, N : 14, O : 16, S : 32.

Χημική ουσία	n (σε mol)	m (σε g)	V (σε L, STP)	N (μόρια)
N_2	0,1			
CO		5,6		
SO_3			8,96	
H_2S				$2\,N_A$

Φύλλο Εργασίας 7.1

Σχετική ατομική και μοριακή μάζα Ι

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Η σχετική ατομική μάζα του Na είναι 23. Αυτό σημαίνει ότι η μάζα ενός ατόμου Na είναι:

α. 23 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα ενός ατόμου ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$.

β. 23 φορές μεγαλύτερη από το $1/12$ της μάζας ενός ατόμου ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

Β. Το άτομο ενός στοιχείου Χ έχει μάζα 3 φορές μεγαλύτερη από το άτομο ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$. Το A_{r} του Χ είναι:

α. 18

β. 36

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

Γ. Ένα στοιχείο έχει σχετική ατομική μάζα $A_{\mathrm{r}} = 16$ και σχετική μοριακή μάζα $M_{\mathrm{r}} = 48$. Το στοιχείο αυτό είναι:

α. μονοατομικό

β. διατομικό

γ. τριατομικό

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

Δ. Στοιχείο (Σ) έχει $A_{\mathrm{r}} = 31$ και $M_{\mathrm{r}} = 124$. Ποια η ατομικότητα του στοιχείου;

.....

.....

.....

Ε. Να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα του φωσφορικού οξέος.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{O}:16,\ \mathrm{P}:31$.

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 7.2

Σχετική ατομική και μοριακή μάζα II

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Η σχετική ατομική μάζα του αζώτου (N) είναι 14. Αυτό σημαίνει ότι η μάζα ενός ατόμου αζώτου είναι:

α. 14 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα ενός ατόμου $^{12}_{6}\mathrm{C}$.

β. 14 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας ενός ατόμου $^{12}_{6}\mathrm{C}$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

.....

Β. Το άτομο ενός στοιχείου X έχει μάζα 2 φορές μεγαλύτερη από το άτομο $^{12}_{6}\mathrm{C}$. Το A_{r} του X είναι:

α. 12

β. 18

γ. 24

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

.....

Γ. Η σχετική μοριακή μάζα (M_{r}) της χημικής ένωσης $\mathrm{N_2O}_x$ είναι 108. Αν γνωρίζουμε τις σχετικές ατομικές μάζες $A_{\mathrm{r}}(\mathrm{N}) = 14$ και $A_{\mathrm{r}}(\mathrm{O}) = 16$, να προσδιοριστεί το x στο μοριακό τύπο της ένωσης.

.....

.....

.....

.....

Δ. Να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα του φωσφορικού ασβεστίου.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{O}:16$, $\mathrm{P}:31$, $\mathrm{Ca}:40$.

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 7.3

Mole I

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. $4\,\text{mol}$ μορίων CH_4 περιέχουν:

α. 4 μόρια **β.** $4\,N_A$ άτομα **γ.** $4\,N_A$ μόρια

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

Β. $2\,\text{mol}$ μορίων H_2S αποτελούνται συνολικά από:

α. 2 μόρια **β.** $2\,N_A$ άτομα **γ.** $2\,N_A$ μόρια

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

Γ. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. $1\,\text{mol}$ μορίων O_2 έχει μάζα $32\,\text{g}$ $[A_r(O) = 16]$. ..... ☐

β. $1\,\text{mol}$ H_2 έχει μάζα $2\,\text{g}$ $[A_r(H) = 1]$. ..... ☐

γ. $1\,\text{mol}$ H_2 περιέχει 2 άτομα υδρογόνου. ..... ☐

δ. $2\,\text{mol}$ NH_3 περιέχουν ίσο αριθμό μορίων με αυτόν που περιέχεται σε $2\,\text{mol}$ NO. ..... ☐

ε. $4\,\text{mol}$ H_2CO_3 περιέχουν συνολικά 12 άτομα οξυγόνου. ..... ☐

ζ. $1\,\text{mol}$ μορίων H_2O αποτελείται συνολικά από $3\,N_A$ άτομα. ..... ☐

η. $1\,\text{mol}$ H_2O περιέχει $12{,}04 \cdot 10^{23}$ άτομα υδρογόνου. ..... ☐

θ. $1\,\text{mol}$ μορίων SO_2 αποτελείται συνολικά από $3\,N_A$ άτομα. ..... ☐

Δ. Δίνονται $4\,\text{mol}$ SO_3.

α. Ποια η μάζα της ποσότητας αυτής;

β. Πόσα μόρια SO_3 περιέχει;

γ. Πόσα άτομα S και πόσα άτομα O περιέχει;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $O : 16$, $S : 32$.

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 7.4

Mole II

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. 1 mol μορίων NH_3 αποτελείται συνολικά από:

α. 4 μόρια **β.** $4\,N_A$ άτομα **γ.** $4\,N_A$ μόρια

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Β. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. 5 mol H_2O περιέχουν 10 mol ατόμων υδρογόνου. ..... ☐

β. 1 mol C_2H_6 περιέχει 6 άτομα υδρογόνου. ..... ☐

γ. 1 mol γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) περιέχει $12\,N_A$ άτομα υδρογόνου. ..... ☐

δ. 2 mol CO_2 περιέχουν $2\,N_A$ μόρια. ..... ☐

ε. 1 mol μορίων CO_2 περιέχει $3\,N_A$ άτομα οξυγόνου. ..... ☐

ζ. 1 mol NH_3 περιέχει $3\,N_A$ άτομα υδρογόνου. ..... ☐

η. 2 mol CH_4 περιέχουν ίσο αριθμός μορίων με 1 mol HNO_3. ..... ☐

θ. 1 mol NH_3 περιέχει συνολικά $4\,N_A$ άτομα. ..... ☐

Γ. Δίνονται 68 g NH_3.

α. Σε πόσα mol NH_3 αντιστοιχεί η ποσότητα αυτή;

β. Πόσα μόρια NH_3 περιέχει;

γ. Πόσα άτομα N και πόσα άτομα H περιέχει;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, N : 14.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 7.5

Γραμμομοριακός όγκος

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

α. 1 mol οποιασδήποτε χημικής ουσίας σε πρότυπες συνθήκες (STP) έχει όγκο 22,4 L. ☐

β. 5 L αερίου N_2 περιέχουν ίσα μόρια με 5 L αέριας NH_3 σε ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. ☐

γ. 2 L αερίου O_2 περιέχουν περισσότερα μόρια από 2 L αέριας NH_3 στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. ☐

δ. 1 L $O_2\,(g)$ περιέχει περισσότερα μόρια απ' ότι 1 L $N_2\,(g)$, στις ίδιες συνθήκες P, T. ☐

ε. 2 mol οποιουδήποτε αερίου σε STP, καταλαμβάνουν όγκο 2 L. ☐

ζ. 1 L αερίου H_2 περιέχει περισσότερα μόρια από 1 L αερίου HCl σε ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. ☐

η. 1 L αερίου CO_2 περιέχει περισσότερα μόρια από 1 L αέριας NH_3 σε ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. ☐

Β. Δίνονται 6,8 g $H_2S\,(g)$.

α. Σε πόσα mol αντιστοιχεί η ποσότητα αυτή;
β. Πόσα μόρια H_2S περιέχει;
γ. Πόσον όγκο καταλαμβάνει σε STP συνθήκες;
δ. Πόσα άτομα H και πόσα άτομα S περιέχει;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, S : 32.

Φύλλο Εργασίας 7.6

Mole: πρόβλημα I

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Δίνονται $4{,}48\,\mathrm{L}$ $\mathrm{NH_3\,(g)}$ σε STP συνθήκες. Να υπολογιστούν:

α. Η ποσότητα της $\mathrm{NH_3}$ (σε mol).
β. Ο αριθμός των μορίων της $\mathrm{NH_3}$.
γ. Η μάζα της $\mathrm{NH_3}$.
δ. Ο αριθμός των ατόμων H και ο αριθμός των ατόμων N.
ε. Η μάζα του H και η μάζα του N.
ζ. Ο όγκος του $\mathrm{H_2S\,(g)}$ σε STP που έχει την ίδια μάζα με αυτόν της $\mathrm{NH_3}$.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{N}:14,\ \mathrm{S}:32$.

Φύλλο Εργασίας 7.7

Mole: πρόβλημα II

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Δίνονται $4{,}48\,\mathrm{L}$ $CO_2\,(g)$ σε STP συνθήκες. Να υπολογιστούν:

α. Η ποσότητα του CO_2 (σε mol).
β. Ο αριθμός των μορίων του CO_2.
γ. Η μάζα του CO_2.
δ. Ο αριθμός των ατόμων C και ο αριθμός των ατόμων O.
ε. Η μάζα του C και η μάζα του O.
ζ. Η μάζα του $SO_3\,(g)$ σε STP που έχει τον ίδιο όγκο με αυτόν του CO_2.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{C}:12,\ \mathrm{O}:16,\ \mathrm{S}:32$.

Φύλλο Εργασίας 7.8

Mole: πρόβλημα III

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Αέριο μίγμα αποτελείται από $CO_2\,(g)$ και $CH_4\,(g)$. Το μίγμα έχει μάζα $6\,g$ και καταλαμβάνει όγκο $4{,}48\,L$, σε STP συνθήκες. Ποια η μάζα κάθε συστατικού στο μίγμα;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $H : 1,\ C : 12,\ O : 16$.

Απαντήσεις - Λύσεις

Κεφάλαιο 7

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Κεφάλαιο 7

7.1 β

7.2 δ

7.3 α

7.4 γ

7.5 γ

7.6 γ

7.7 δ

7.8 α

7.9 α

7.10 γ

7.11 α

7.12 δ

7.13 γ

7.14 α

7.15 **α.** Σ, **β.** Σ, **γ.** Σ, **δ.** Λ, **ε.** Σ, **ζ.** Λ, **η.** Λ, **θ.** Σ, **ι.** Σ, **κ.** Σ, **λ.** Σ, **μ.** Σ

7.16 $m_{\alpha}(\mathrm{N}) = 10^{-23}\,\mathrm{g}$ και $m_{\mu}(\mathrm{HNO_3}) = 1{,}05 \cdot 10^{-22}\,\mathrm{g}$ βλέπε εφαρμογή 7.5.

7.17 $n = 8{,}96/22{,}4 = 0{,}4\,\mathrm{mol}$ άρα
$M_{\mathrm{r}}(\mathrm{X}) = 6{,}4/0{,}4 = 16$

7.18 $M_{\mathrm{r}}(\mathrm{C_3H_8}) = 44$ άρα $\rho = 44/22{,}4 = 1{,}96\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{L}}$

7.19 $M_{\mathrm{r}}(\mathrm{A}) = 2{,}5 \cdot 22{,}4 = 56$ βλέπε ενότητα 7.8.

7.20 $\mathrm{N}_x\mathrm{O}_{2x}$ $(x = 2)$ άρα $\mathrm{N_2O_4}$.

7.21 $m(\mathrm{CO_2}) = 19{,}8\,\mathrm{g}$

7.22 $N(\mathrm{H}) = N_{\mathrm{A}}$ άτομα

7.23 **α.** $m = 200\,\mathrm{g}$, **β.** $V = 134{,}4\,\mathrm{L}$

7.24 **α.** $m = 36\,\mathrm{g}$
β. $N(\mathrm{C}) = 0{,}2\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα και $N(\mathrm{H}) = 1{,}2\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα

7.25 **α.** $m(\mathrm{CO_2}) = 4{,}4\,\mathrm{g}$ και $m(\mathrm{N_2}) = 5{,}6\,\mathrm{g}$
β. $m(\mathrm{N_2}) = 2{,}8\,\mathrm{g}$

7.26 **α.** $n_{\mathrm{A}}/n_{\mathrm{B}} = 4$
β. $V_{\mathrm{A}}/V_{\mathrm{B}} = 4$
γ. $V = 11{,}2\,\mathrm{L}$

7.27 **α.** $M_{\mathrm{r}}(\mathrm{A}) = 46$
β. 0,3 και 0,6
γ. $\mathrm{NO_2}$

7.28 548 : 381

7.29 α

7.30 **β.** Θα πρέπει η ουσία να έχει το μικρότερο M_{r}.

7.31 **α.** 358,4 L, **β.** 1792 L

7.32 α

7.33 $2\,N_{\mathrm{A}}$ μόρια $\mathrm{HNO_3}$, $128\,\mathrm{g}$ $\mathrm{HNO_3}$
$2\,\mathrm{mol}$ H, $2\,\mathrm{mol}$ N, $6\,\mathrm{mol}$ O
$2\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα H, $2\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα N, $6\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα O
$2\,\mathrm{g}$ H, $28\,\mathrm{g}$ N, $96\,\mathrm{g}$ O

7.34 $0{,}5\,N_{\mathrm{A}}$ μόρια $\mathrm{COCl_2}$, $0{,}5\,\mathrm{mol}$ $\mathrm{COCl_2}$, $49{,}5\,\mathrm{g}$ $\mathrm{COCl_2}$
$0{,}5\,\mathrm{mol}$ C, $0{,}5\,\mathrm{mol}$ O, $1\,\mathrm{mol}$ Cl
$0{,}5\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα C, $0{,}5\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα O, N_{A} άτομα Cl
$6\,\mathrm{g}$ C, $8\,\mathrm{g}$ O, $35{,}5\,\mathrm{g}$ Cl

7.35

0,1	2,8	2,24	$0{,}1\,N_{\mathrm{A}}$
0,2	5,6	4,48	$0{,}2\,N_{\mathrm{A}}$
0,4	32	8,96	$0{,}4\,N_{\mathrm{A}}$
2	68	44,8	$2\,N_{\mathrm{A}}$

Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας

Κεφάλαιο 7

Φύλλο Εργασίας 7.1

Α. Βλέπε σχέση (7.2)

Β. Εφαρμόζουμε τη σχέση (7.2)

Γ. γ. $M_{\mathrm{r}} = x \cdot A_{\mathrm{r}}$

Δ. 4

Ε. 98

Φύλλο Εργασίας 7.2

Α. β. Βλέπε σχέση (7.2)

Β. γ. Εφαρμόζουμε τη σχέση (7.2)

Γ. 5

Δ. 310

Φύλλο Εργασίας 7.3

Α. γ. Προκύπτει από τον ορισμό του mole.

Β. γ. Προκύπτει από τον ορισμό του mole.

Γ. **α.** Σ, **β.** Σ, **γ.** Λ, **δ.** Σ, **ε.** Λ, **ζ.** Σ, **η.** Σ, **θ.** Σ.

Δ. **α.** 320 g
β. $4\,N_{\mathrm{A}}$
γ. $4\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα S και $12\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα O

Φύλλο Εργασίας 7.4

Δ. β. Το ένα μόριο έχει 4 άτομα συνολικά.

Δ. **α.** Σ, **β.** Λ, **γ.** Σ, **δ.** Σ, **ε.** Λ, **ζ.** Σ, **η.** Λ, **θ.** Σ.

Δ. **α.** 4
β. $4\,N_{\mathrm{A}}$
γ. $4\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα N και $12\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα H

Φύλλο Εργασίας 7.5

Δ. **α.** Λ, **β.** Σ, **γ.** Λ, **δ.** Λ, **ε.** Λ, **ζ.** Λ, **η.** Λ, **θ.** Λ.

Δ. **α.** 0,2
β. $0{,}2\,N_{\mathrm{A}}$
γ. 4,48 L
δ. $0{,}4\,N_{\mathrm{A}}$

Φύλλο Εργασίας 7.6

Α. 0,2

Β. $0{,}2\,N_{\mathrm{A}}$

Γ. 3,4 g

Δ. $0{,}6\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα H και $0{,}2\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα N

Ε. 0,6 g H και 2,8 g N

Ζ. 2,24 L

Φύλλο Εργασίας 7.7

Α. 0,2

Β. $0{,}2\,N_{\mathrm{A}}$

Γ. 8,8 g

Δ. $0{,}2\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα C και $0{,}4\,N_{\mathrm{A}}$ άτομα O

Ε. 2,4 g C και 6,4 g O

Ζ. 16 g

Φύλλο Εργασίας 7.8

4,4 g CO_2 και 1,6 g CH_4

Κεφάλαιο 8

Καταστατική εξίσωση των (ιδανικών) αερίων

8.1 Καταστατική εξίσωση: Γενικά

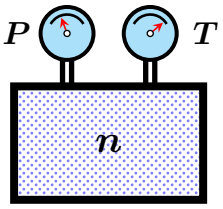
Ο νόμος Boyle: Για μία συγκεκριμένη ποσότητα n mol ενός αερίου που βρίσκεται σε σταθερή θερμοκρασία, ο όγκος (V) που καταλαμβάνει είναι αντιστρόφως ανάλογος της πίεσης (P) που έχει.

Ο νόμος Charles: Για μία συγκεκριμένη ποσότητα n mol ενός αερίου που βρίσκεται υπό σταθερή πίεση, ο όγκος (V) που καταλαμβάνει είναι ανάλογος της απόλυτης θερμοκρασίας του (T).

Ο νόμος Gay-Lussac: Για μία συγκεκριμένη ποσότητα n mol ενός αερίου που βρίσκεται σε δοχείο σταθερού όγκου η πίεση (P) που ασκεί ένα αέριο είναι ανάλογη της απόλυτης θερμοκρασίας (T).

Είδαμε στο προηγούμενο μάθημα πως μπορούμε να υπολογίσουμε τον όγκο ενός αερίου (ή και αερίου μίγματος που βρίσκεται σε STP συνθήκες. Και αν οι συνθήκες δεν είναι STP;

Θεωρούμε ποσότητα αερίου που βρίσκεται σε δοχείο όγκου V υπό πίεση P και σε (απόλυτη) θερμοκρασία $T = (\theta + 273)$ K (όπου θ η θερμοκρασία σε βαθμούς Κελσίου). Ισχύει η σχέση:



$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \tag{8.1}$$

Στην εξίσωση αυτή η πίεση μετράται σε atm, ό όγκος σε L και η απόλυτη θερμοκρασία (T) σε K (Kelvin). Η απόλυτη θερμοκρασία προκύπτει από τη συνηθισμένη θερμοκρασία (σε βαθμούς Κελσίου) με βάση τη σχέση: $T = (\theta + 273)$K. Η R είναι μία σταθερά που ονομάζεται παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων και παίρνει την τιμή:

$$R = 0{,}082 \, \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Η καταστατική εξίσωση περιγράφει πλήρως μια δεδομένη κατάσταση ενός αερίου και για το λόγο αυτό αναφέρεται ως καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων, συμπυκνώνει δε τρεις προηγούμενους νόμους της Φυσικής (το νόμο του Boyle, το νόμο του Charles και το νόμο Gay-Lussac) καθώς και την υπόθεση του Avogadro.

Η καταστατική εξίσωση ισχύει επακριβώς για τα λεγόμενα ιδανικά αέρια που στην πραγματικότητα είναι ένα θεωρητικό μοντέλο αερίων και όχι για πραγματικό αέριο. Τα αέρια που υπακούν στην καταστατική εξίσωση, για οποιαδήποτε τιμή πίεσης και θερμοκρασίας, ονομάζονται ιδανικά αέρια. Τα περισσότερα αέρια, κάτω από συνθήκες σχετικά χαμηλής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας

υπακούν με ικανοποιητική ακρίβεια στην καταστατική εξίσωση. Στην περίπτωση όμως που το αέριο ευρίσκεται κοντά στις συνθήκες υγροποίησής του (χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές πιέσεις) παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις τόσο από την καταστατική εξίσωση όσο και από τους νόμους των αερίων.

Η σταθερά R μπορεί να υπολογιστεί ως εξής: Θεωρούμε 1 mol ενός (ιδανικού αερίου) σε πρότυπες συνθήκες, δηλαδή σε πίεση $P = 1\,\text{atm}$ και σε θερμοκρασία $\theta = 0\,^\circ\text{C} = 273\,\text{K}$. Ξέρουμε τότε ότι $V_\text{m} = 22{,}4\,\text{L}$. Επομένως:

$$R = \frac{p \cdot V}{n \cdot T} = \frac{1\,\text{atm} \cdot 22{,}4\,\text{L}}{1\,\text{mol} \cdot 273\,\text{K}} = \frac{22{,}4}{273}\,\frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 0{,}082\,\frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Εφαρμογή 8.1

Σε δοχείο όγκου 8,2 L και θερμοκρασίας 527 °C, εισάγονται 2 mol O_2. Πόση πίεση ασκεί το οξυγόνο στο δοχείο;

Δίνεται: $R = 0{,}082\,\frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Λύση

Με βάση την καταστατική εξίσωση των αερίων, έχουμε:
$(V = 8{,}2\,\text{L}, n = 2\,\text{mol}, T = 527 + 273 = 800\,\text{K})$:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{2\,\text{mol} \cdot 0{,}082\,\frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 800\,\text{K}}{8{,}2\,\text{L}} = 16\,\text{atm}$$

8.2 Υπολογισμός πυκνότητας ενός αερίου.

Μπορούμε να υπολογίσουμε την πυκνότητα ενός αερίου με βάση την καταστατική εξίσωση των αερίων:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M_\text{r}\,\text{g/mol}} \cdot R \cdot T$$

$$p = \frac{m}{V} \cdot \frac{R \cdot T}{M_\text{r}\,\text{g/mol}}$$

$$p = \rho \cdot \frac{R \cdot T}{M_\text{r}\,\text{g/mol}}$$

$$\rho = \frac{p \cdot M_\text{r}\,\text{g/mol}}{R \cdot T} \tag{8.2}$$

8.3 Υπολογισμός της σχετικής μοριακής μάζας ενός αερίου.

Μπορούμε να υπολογίσουμε την σχετική μοριακή μάζα (M_{r}) ενός αερίου με βάση την καταστατική εξίσωση των αερίων:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M_{\mathrm{r}}\,\mathrm{g/mol}} \cdot R \cdot T$$

$$M_{\mathrm{r}} = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V \mathrm{g/mol}} \tag{8.3}$$

$$M_{\mathrm{r}} = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p\,\mathrm{g/mol}} \tag{8.4}$$

8.4 Καταστατική εξίσωση σε μίγματα αερίων.

Στην περίπτωση (ιδανικού) μίγματος αερίων η καταστατική εξίσωση έχει ως εξής:

$$p \cdot V = n_{\mathrm{ολ}} \cdot R \cdot T \tag{8.5}$$

Όπου: $n_{\mathrm{ολ}} = n_1 + n_2 + ...$ η συνολική ποσότητα (σε mol) του αερίου μίγματος, V ο όγκος που καταλαμβάνει το αέριο μίγμα και P η ολική πίεση των αερίων του μίγματος.

Λυμένα Παραδείγματα

Παράδειγμα 8.1

Ποσότητα αερίου Χ εισάγεται σε δοχείο με έμβολο αρχικού όγκου V_1 σε θερμοκρασία T ασκεί πίεση P. Μέσω του εμβόλου 4πλασιάζουμε την πίεση του αερίου υπό σταθερή θερμοκρασία. Ο νέος όγκος θα είναι ίσος με:

α. $V_2 = V_1$ **β.** $V_2 = 4 \cdot V_1$
γ. $V_2 = 2 \cdot V_1$ **δ.** $V_2 = 0{,}25 \cdot V_1$

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Λύση

Για την αρχική και την τελική κατάσταση του αερίου ισχύουν, αντίστοιχα:

$$\left.\begin{aligned} p_1 \cdot V_1 &= n \cdot R \cdot T \\ p_2 \cdot V_2 &= n \cdot R \cdot T \end{aligned}\right\}$$ Από τις δύο αυτές εξισώσεις, προκύπτει:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2} = \frac{p_1 \cdot V_1}{4 \cdot p_1} = \frac{V_1}{4}$$

Σωστή επιλογή, επομένως, είναι η **δ**.

Παράδειγμα 8.2

Σε δοχείο όγκου V εισάγονται $0{,}4\,\text{mol}$ O_2. Σε ένα άλλο δοχείο όγκου $2\,V$ εισάγονται $0{,}2\,\text{mol}$ N_2. Να υπολογίσετε το λόγο των πιέσεων των αερίων στα δύο δοχεία, αν αυτά βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.

Λύση

Εφαρμόζουμε την καταστατική εξίσωση σε κάθε δοχείο:

$$\left.\begin{aligned} p_1 \cdot V &= n_1 \cdot R \cdot T \\ p_2 \cdot 2 \cdot V &= n_2 \cdot R \cdot T \end{aligned}\right\}$$ Με διαίρεση κατά μέλη των εξισώσεων προκύπτει:

$$\frac{p_1}{2\,p_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{2 \cdot 0{,}4}{0{,}2} = 4$$

Παράδειγμα 8.3

Ποσότητα αερίου με τύπο XH_4 διοχετεύεται σε ένα δοχείο όγκου 30 L και προκαλεί αύξηση της μάζας του δοχείου κατά 16 g στους 27 °C και σε πίεση 0,82 atm. Να υπολογιστούν:

α. η σχετική μοριακή μάζα του στοιχείου X.

β. η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου X.

Δίνονται: $R = 0{,}082\ \dfrac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ και $A_\text{r}(\text{H}) = 1$

Λύση

α. Εφαρμόζουμε την καταστατική εξίσωση για το αέριο XH_4:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$p \cdot V = \frac{m}{M_\text{r}\ \text{g/mol}} \cdot R \cdot T$$

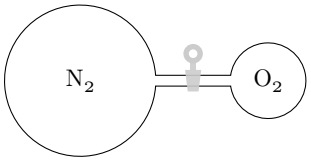
$$M_\text{r} = \frac{m \cdot R \cdot T}{p \cdot V\ \text{g/mol}} = \frac{16 \cdot 0{,}082 \cdot (273 + 27)}{0{,}82 \cdot 30} = 16$$

β. Έστω $A_\text{r}(\text{X}) = x$. Ισχύει:

$$M_\text{r}(XH_4) = 1 \cdot x + 4 \cdot 1 = 16$$

$$x = 12$$

Παράδειγμα 8.4



Στο δοχείο του διπλανού σχήματος η στρόφιγγα είναι αρχικά κλειστή. Η αριστερή φιάλη έχει όγκο $V_1 = 16\,\text{L}$ και περιέχει $N_2\,(g)$ σε πίεση $p_1 = 2\,\text{atm}$, ενώ η φιάλη στα δεξιά έχει όγκο $V_2 = 2\,\text{L}$ και περιέχει $O_2\,(g)$ σε πίεση $p_2 = 11\,\text{atm}$. Να υπολογίσετε την τελική πίεση μετά το άνοιγμα της στρόφιγγας. Η θερμοκρασία στις δύο φιάλες είναι ίδια και ο όγκος του σωλήνα που τις συνδέει θεωρείται αμελητέος.

Λύση

Γράφουμε τις καταστατικές εξισώσεις για την αριστερή, τη δεξιά φιάλη (πριν το άνοιγμα της στρόφιγγας) και για το δοχείο μετά το άνοιγμα της στρόφιγγας:

$$p_1 \cdot V_1 = n_1 \cdot R \cdot T \tag{1}$$

$$p_2 \cdot V_2 = n_2 \cdot R \cdot T \tag{2}$$

$$p_{\tau\varepsilon\lambda} \cdot (V_1 + V_2) = (n_1 + n_2) \cdot R \cdot T \tag{3}$$

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

$$n_1 = \frac{p_1 \cdot V_1}{R \cdot T} \quad (4)$$

$$n_2 = \frac{p_2 \cdot V_2}{R \cdot T} \quad (5)$$

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις (4) και (5) στη σχέση (3), προκύπτει:

$$p_{\tau\varepsilon\lambda} \cdot (V_1 + V_2) = \left(\frac{p_1 \cdot V_1}{R \cdot T} + \frac{p_2 \cdot V_2}{R \cdot T}\right) \cdot R \cdot T = p_1 \cdot V_1 + p_2 \cdot V_2$$

$$p_{\tau\varepsilon\lambda} = \frac{p_1 \cdot V_1 + p_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} = \frac{2 \cdot 16 + 11 \cdot 2}{16 + 2}\,\text{atm} = 3\,\text{atm}$$

Παράδειγμα 8.5

Σε δοχείο θερμοκρασίας $127\,^{\circ}\text{C}$ εισάγονται $288\,\text{g}$ μίγματος O_2 και N_2, το οποίο περιέχει τα δύο αέρια σε αναλογία mol $1:4$ αντιστοίχως. Αν η πίεση του μίγματος των αερίων είναι $16{,}4\,\text{atm}$, να υπολογίσετε:

α. πόσα mol από κάθε αέριο περιέχει το μίγμα και

β. τον όγκο του δοχείου.

Δίνονται: $R = 0{,}082\,\dfrac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ και $A_{\text{r}}(\text{N}) = 14, A_{\text{r}}(\text{O}) = 16$.

Λύση

α. Έστω ότι το μίγμα αποτελείται από x mol O_2 και $4\,x$ mol N_2.

$$m(O_2) + m(N_2) = m_{\mu\iota\gamma}$$

$$32 \cdot x + 28 \cdot 4 \cdot x = 288$$

$$x = 2$$

Άρα το μίγμα αποτελείται από $2\,\text{mol}\ O_2$ και $8\,\text{mol}\ N_2$.

β. Από την καταστατική εξίσωση των (ιδανικών) αερίων για το αέριο μίγμα προκύπτει:

$$p \cdot V = n_{\text{ολ}} \cdot R \cdot T$$

$$V = \frac{n_{\text{ολ}} \cdot R \cdot T}{p} = \frac{(2+8) \cdot 0{,}082 \cdot (127 + 273)}{16{,}4}\,\text{L} = 20\,\text{L}$$

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

8.1 Η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των ιδανικών αερίων (R) εξαρτάται:

α. από τη φύση των αερίων.
β. από τη θερμοκρασία των αερίων.
γ. από την πίεση των αερίων.
δ. από την πίεση και τη θερμοκρασία των αερίων.
ε. δεν εξαρτάται από κανένα παράγοντα.

8.2 Αν θερμάνουμε ποσότητα αερίου υπό σταθερή πίεση, η πυκνότητα του αερίου:

α. θα αυξηθεί
β. θα ελαττωθεί
γ. δε θα μεταβληθεί
δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

8.3 Ο λόγος του όγκου μιας ποσότητας CH_4 σε STP συνθήκες προς τον όγκο $1\,\text{mol}$ H_2 επίσης σε STP συνθήκες ισούται με:

α. τον λόγο των σχετικών μοριακών μαζών των δύο αερίων.
β. τη σταθερά του Avogadro.
γ. τον αριθμό που εκφράζει την ποσότητα (σε mol) του CH_4.
δ. τον αριθμό που εκφράζει την ποσότητα (σε mol) του H_2.

8.4 Ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο με έμβολο αρχικού όγκου V_1 στους $273\,\text{K}$ οπότε η πίεση του αερίου είναι P_1. Αν με μετακίνηση του εμβόλου η πίεση του αερίου γίνει P_2 υπό σταθερή θερμοκρασία, ποιος θα είναι ο νέος όγκος (V_2) του δοχείου;

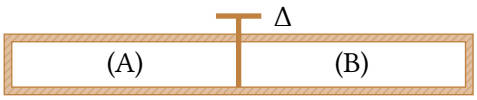
α. $\dfrac{P_1 \cdot P_2}{V_1}$ **β.** $\dfrac{P_1 \cdot V_1}{P_2}$
γ. $\dfrac{V_1 \cdot P_2}{P_1}$ **δ.** $\dfrac{V_1}{P_1 \cdot P_2}$

8.5 Ποια από τα παρακάτω ζεύγη αερίων είναι δυνατό να έχουν συγχρόνως την ίδια μάζα, την ίδια πίεση, τον ίδιο όγκο και την ίδια θερμοκρασία;

α. CO_2 και CO **β.** CH_4 και O_2
γ. N_2 και CO **δ.** CO_2 και C_3H_8

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $H:1$, $C:12$, $N:14$, $O:16$.

8.6 Ο χώρος (Α) όγκου V περιέχει H_2 πίεσης P, πυκνότητας ρ και θερμοκρασίας T, ενώ ο χώρος (Β), επίσης όγκου V, είναι κενός. Το σύστημα είναι θερμικά μονωμένο.



Αν τραβήξουμε το διάφραγμα Δ, το H_2 τελικά θα αποκτήσει:

α. πίεση $P/2$, θερμοκρασία T και πυκνότητα $2\,\rho$
β. πίεση $P/2$, θερμοκρασία T και πυκνότητα ρ
γ. πίεση $2\,P$, θερμοκρασία T και πυκνότητα $\rho/2$
δ. πίεση $P/2$, θερμοκρασία T και πυκνότητα $\rho/2$
ε. πίεση P, θερμοκρασία $T/2$ και πυκνότητα $\rho/2$

8.7 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή όχι.

α. Αν αυξήσουμε τον όγκο ορισμένης ποσότητας αερίου διατηρώντας τη θερμοκρασία του σταθερή, η πίεσή του θα αυξηθεί.
β. Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία T ορισμένης ποσότητας αερίου διατηρώντας σταθερό τον όγκο του, η πίεσή του θα αυξηθεί.
γ. Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία T ορισμένης ποσότητας αερίου διατηρώντας σταθερή την πίεσή του, ο όγκος του θα μειωθεί.
δ. Αν διπλασιάσουμε τον όγκο ορισμένης ποσότητας ενός αερίου με σταθερή τη θερμοκρασία, η πίεσή του θα υποδιπλασιαστεί.
ε. Αν διπλασιάσουμε τον όγκο ορισμένης ποσότητας ενός αερίου διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή, η πίεσή του θα διπλασιαστεί.
ζ. Με την προσθήκη ποσότητας αερίου CO_2 σε δοχείο σταθερού όγκου που περιέχει αέριο CO υπό σταθερή θερμοκρασία, αυξάνεται η πίεση που ασκείται στα τοιχώματα του δοχείου.

8.8 Σε 4 όμοια δοχεία Α, Β, Γ και Δ περιέχονται αντίστοιχα τα αέρια NO, O_2, NO_2 και N_2O_4 και έχουν την ίδια πίεση στην ίδια θερμοκρασία. Να διατάξετε τα δοχεία αυτά κατά σειρά αυξανόμενης μάζας του αερίου που περιέχουν.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $N:14$, $O:16$.

8.9 Σε 4 όμοια δοχεία Α, Β, Γ και Δ περιέχονται αντίστοιχα 4 g NO, 4 g N_2, 4 g O_2 και 4 g NO_2 στην ίδια θερμοκρασία. Να διατάξετε τα 4 αυτά δοχεία κατά σειρά αυξανόμενης πίεσης που έχει το αέριο που περιέχεται σ' αυτά.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, N : 14, O : 16.

8.10 Σε πίεση 1 atm και θερμοκρασία 227 °C η πυκνότητα του CH_4 είναι ρ_1 ενώ σε πίεση 2 atm και θερμοκρασία 273 °C είναι ρ_2. Αν ρ είναι η πυκνότητα του CH_4 σε STP, να κατατάξετε τις πυκνότητες ρ, ρ_1 και ρ_2 κατά αύξουσα τιμή.

8.11 Δοχείο όγκου 82 L και θερμοκρασίας 127 °C περιέχει ποσότητα αερίου Χ ($M_r = 40$). Αν η πίεση στο δοχείο είναι ίση με 4 atm, να υπολογίσετε τη μάζα του αερίου Χ στο δοχείο.
Δίνεται: $R = 0{,}082\ \frac{\text{atm·L}}{\text{mol·K}}$

8.12 Ισομοριακό αέριο μίγμα CO_2 και N_2 έχει μάζα 36 g.

α. Να υπολογίσετε τη μάζα καθενός συστατικού του μίγματος.

β. Να υπολογίσετε τον όγκο του μίγματος στους 27 °C και σε πίεση 0,82 atm.

Δίνονται: $R = 0{,}082\ \frac{\text{atm·L}}{\text{mol·K}}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες, C : 12, N : 14, O : 16.

8.13 Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου 16,4 L εισάγονται 16 g οξυγόνου σε θερμοκρασία 27 °C. Να υπολογίσετε:

α. την πίεση στο δοχείο.

β. τη μάζα του CO_2 που πρέπει να εισαχθεί επιπλέον στο δοχείο υπό σταθερή θερμοκρασία, ώστε η πίεσή του να διπλασιαστεί.

Δίνονται: $R = 0{,}082\ \frac{\text{atm·L}}{\text{mol·K}}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες, C : 12, O : 16.

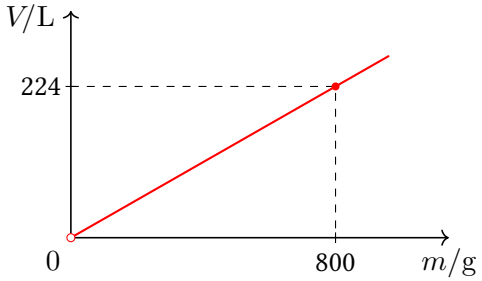
8.14 Αέριο μίγμα H_2 και N_2 είναι ισομοριακό και έχει μάζα 12 g.

α. Υπολογίστε την ποσότητα(σε mol) και τη μάζα του κάθε συστατικού του αερίου αυτού μίγματος.

β. Το μίγμα αυτό εισάγεται σε ένα δοχείο Δ και ασκεί πίεση 0,82 atm σε θερμοκρασία 47 °C. Πόσος είναι ο όγκος του δοχείου Δ;

Δίνονται: οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, N : 14.

8.15 Στο παρακάτω σχήμα δίνεται η γραφική παράσταση του όγκου ενός αερίου Α, σε STP συνθήκες, σε συνάρτηση με τη μάζα του.



α. Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα του αερίου Α.

β. Ποιος θα ήταν ο όγκος ποσότητας του ίδιου αερίου μάζας 800 g σε πίεση 1,64 atm και θερμοκρασία 27 °C;

γ. Αν είναι επίσης γνωστό ότι το μόριο του αερίου αποτελείται από ένα άτομο S και άγνωστο αριθμό ατόμων O, ποιος είναι ο μοριακός του τύπος;

Δίνονται: $R = 0{,}082\ \frac{\text{atm·L}}{\text{mol·K}}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες, O : 16, S : 32.

8.16 Να υπολογίσετε:

α. τον όγκο που καταλαμβάνουν 5,6 g CO:

i. σε STP συνθήκες,
ii. σε θερμοκρασία 227 °C και πίεση 380 mmHg (1 atm = 760 mmHg).

β. την πυκνότητα του CO:

i. σε STP συνθήκες,
ii. σε θερμοκρασία 227 °C και πίεση 380 mmHg

γ. τον αριθμό μορίων που περιέχονται σε 4,1 L CO μετρημένα σε θερμοκρασία 227 °C και πίεση 380 mmHg.

Δίνονται: $R = 0{,}082\ \frac{\text{atm·L}}{\text{mol·K}}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες, C : 12, O : 16.

8.17 Ορισμένη ποσότητα CO_2(g) έχει όγκο 600 mL σε πίεση 4,1 atm και θερμοκρασία 27 °C. Να υπολογισθούν:

α. Η μάζα του CO_2 και η ποσότητα του άνθρακα (σε mol) που περιέχεται στην ποσότητα αυτή του CO_2,

β. Ο όγκος που καταλαμβάνει η παραπάνω ποσότητα του CO_2 σε STP συνθήκες και

γ. Η πυκνότητα του CO_2

i. σε STP συνθήκες και
ii. σε πίεση $4{,}1\,\text{atm}$ και θερμοκρασία $27\,^\circ\text{C}$.

Δίνονται: $R = 0{,}082\ \frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες, $\text{C} : 12,\ \text{O} : 16$.

8.18 Το ελαστικό ενός αυτοκινήτου γεμάτο με αέρα έχει πίεση $2{,}2\,\text{atm}$ σε θερμοκρασία $13\,^\circ\text{C}$. Υποθέτοντας ότι ο όγκος του ελαστικού δεν μεταβάλλεται, πως θα μεταβληθεί η πίεση του ελαστικού με τη θέρμανσή του λόγω της κίνησης του αυτοκινήτου;

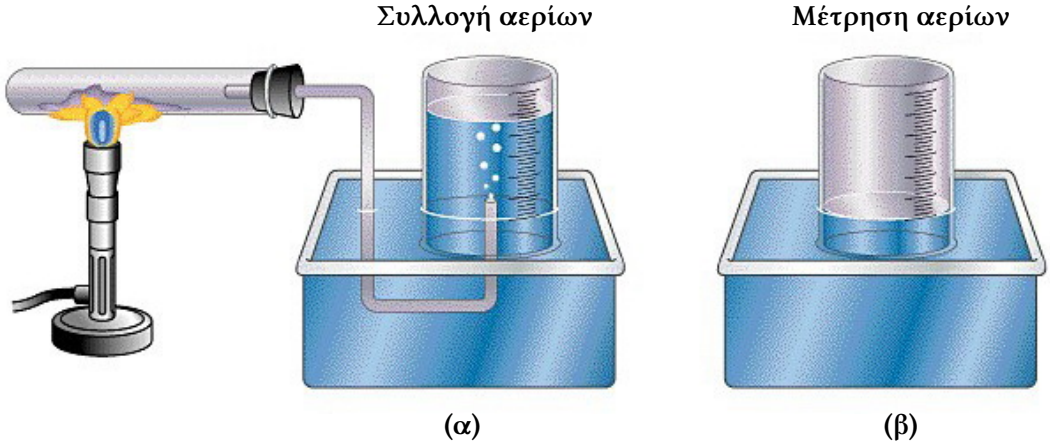
α. Θα αυξηθεί.
β. Θα μειωθεί.
γ. Θα παραμείνει η ίδια.
δ. Δεν μπορούμε να ξέρουμε αν θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει η ίδια.

8.19 Κάποτε στο μέλλον! Κατά τη διάρκεια μιας επανδρωμένης αποστολής στον Άρη οι αστροναύτες έχουν μαζί τους μία φιάλη όγκου $1\,\text{L}$ γεμάτη με το ευγενές αέριο ήλιο, $\text{He}\,(\text{g})$. Η φιάλη αυτή πληρώθηκε στην Καλιφόρνια σε θερμοκρασία $27\,^\circ\text{C}$ οπότε η πίεση στο δοχείο βρέθηκε ίση με $24{,}6\,\text{atm}$. Στην επιφάνεια του Άρη όπου η ατμοσφαιρική πίεση είναι $6 \cdot 10^{-3}\,\text{atm}$ και η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ημέρας $-12\,^\circ\text{C}$ όλη η ποσότητα του $\text{He}\,(\text{g})$ της φιάλης χρησιμοποιήθηκε για το φούσκωμα ενός μετεωρολογικού μπαλονιού.



α. Να προσδιορίσετε τη θερμοκρασία στην επιφάνεια του Άρη κατά τη διάρκεια της νύκτας, γνωρίζοντας ότι ο όγκος του μπαλονιού κατά τη διάρκεια της νύκτας είναι ίσος με $2{,}46\,\text{m}^3$ $(2460\,\text{L})$.
β. Ποιος ήταν ο όγκος του μπαλονιού στον Άρη κατά τη διάρκεια της ημέρας στους $-12\,^\circ\text{C}$;

Η πίεση στην επιφάνεια του πλανήτη Άρη να θεωρηθεί σταθερή.



Φύλλο Εργασίας 8.1

Καταστατική εξίσωση I

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Οι ποσότητες (σε mol) και οι όγκοι δύο αερίων Α και Β είναι n_{A}, n_{B} και V_{A}, V_{B} αντίστοιχα. Ποια από τις παρακάτω σχέσεις συνδέει σωστά τα παραπάνω μεγέθη;
Οι όγκοι μετρήθηκαν στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

α. $\dfrac{V_{\mathrm{A}}}{V_{\mathrm{B}}} = \dfrac{n_{\mathrm{A}}}{n_{\mathrm{B}}}$ **β.** $\dfrac{V_{\mathrm{A}}}{V_{\mathrm{B}}} = \dfrac{n_{\mathrm{B}}}{n_{\mathrm{A}}}$ **γ.** $V_{\mathrm{A}} \cdot V_{\mathrm{B}} = n_{\mathrm{A}} \cdot n_{\mathrm{B}}$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση και να την αιτιολογήσετε.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Β. Αν διπλασιάσουμε τον όγκο ορισμένης ποσότητας ενός αερίου με σταθερή τη θερμοκρασία, η πίεσή του θα διπλασιαστεί. Σωστό ή λανθασμένο; Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Γ. Ποσότητα $\mathrm{CO_2\,(g)}$ βρίσκεται σε δοχείο όγκου $8{,}2\,\mathrm{L}$ υπό πίεση $3\,\mathrm{atm}$ στους $27\,^{\circ}\mathrm{C}$.

α. Ποια η ποσότητα (σε mol) του $\mathrm{CO_2}$;

β. Ποια η μάζα του;

Δίνονται: $R = 0{,}082\ \frac{\mathrm{atm\cdot L}}{\mathrm{mol\cdot K}}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{C:12},\ \mathrm{O:16}$.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Φύλλο Εργασίας 8.2

Καταστατική εξίσωση ΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Ποσότητα $CO_2\,(g)$ μάζας $8{,}8\,g$ βρίσκεται σε κλειστό δοχείο. Η πίεση στο δοχείο είναι $8{,}2\,atm$ και η θερμοκρασία $27\,^\circ C$. Να υπολογισθούν:

α. Ο όγκος του δοχείου.

β. Η πίεση στο δοχείο αν σε αυτό εισαχθούν επιπλέον $17{,}6\,g$ $CO_2\,(g)$ υπό σταθερή θερμοκρασία.

γ. Η πυκνότητα του CO_2:

i. σε STP συνθήκες.

ii. σε πίεση $4{,}1\,atm$ και θερμοκρασία $27\,^\circ C$.

Δίνονται: $R = 0{,}082\ \frac{atm\cdot L}{mol\cdot K}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες, $C : 12,\ O : 16$.

Απαντήσεις - Λύσεις

Κεφάλαιο 8

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Κεφάλαιο 8

8.1 ε

8.2 β

8.3 γ

8.4 γ

8.5 γ, δ

8.6 δ

8.7 **α.** Λ, **β.** Σ, **γ.** Λ, **δ.** Σ, **ε.** Λ, **ζ.** Σ

8.8 Α, Β, Γ, Δ

8.9 Δ, Γ, Α, Β

8.10 $\rho_1, \rho_2 = \rho$

8.11 400 g

8.12 **α.** 22 g CO_2 και 14 g N_2
β. 30 L

8.13 **α.** 0,75 atm
β. 22 g

8.14 **α.** 0,4 mol H_2, 0,8 g H_2 0,4 mol N_2, 11,2 g N_2
β. 25,6 L

8.15 **α.** 80
β. 150 L
γ. SO_3

8.16 **α.** **i.** 4,48 L, **ii.** 16,4 L
β. **i.** 1,25 g/L, **ii.** 0,34 g/L
γ. 0,05 N_A

8.17 **α.** 4,4 g, 0,1 mol
β. 2,24 L
γ. **i.** 1,96 g/L, **ii.** 7,33 g/L

8.18 α

8.19 **α.** −93 °C
β. 3567 L

Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας

Κεφάλαιο 8

Φύλλο Εργασίας 8.1

Α. α

Β. Λάθος

Γ. **α.** 1 mol, **β.** 44 g.

Φύλλο Εργασίας 8.2

Α. 0,6 L

Β. 24,6 atm

Γ. **α.** 1,96 g/L, **β.** 7,33 g/L.

Κεφάλαιο 9

Συγκέντρωση διαλυμάτων

9.1 Τι είναι συγκέντρωση διαλύματος;

Όπως αναφέραμε στο 1° κεφάλαιο, υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να εκφράσουμε την περιεκτικότητα ενός διαλύματος, δηλαδή την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος ή διαλύτη. Οι πιο συνηθισμένοι είναι:

- περιεκτικότητα στα εκατό κατά βάρος ($\%\,\mathrm{w/w}$).
- περιεκτικότητα στα εκατό βάρους κατ' όγκον ($\%\,\mathrm{w/v}$).
- περιεκτικότητα στα εκατό όγκου σε όγκο ($\%\,\mathrm{v/v}$).

Οι παραπάνω περιεκτικότητες αναφέρονται σε μάζες και όγκους. Με τον ορισμό όμως της θεμελιώδους μονάδας "mol" δημιουργήθηκε ένας πολύ σημαντικός καινούργιος τρόπος έκφρασης της περιεκτικότητας που χρησιμοποιεί την καινούργια μονάδα, και ονομάζεται συγκέντρωση.

Συγκέντρωση (c) ενός διαλύματος ονομάζεται η περιεκτικότητα που εκφράζει την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας (σε mol) που περιέχεται σε $1\,\mathrm{L}$ διαλύματος. Δηλαδή

$$c = \frac{n}{V} \tag{9.1}$$

όπου c : η συγκέντρωση του διαλύματος σε $\mathrm{mol/L}$
n : η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας (σε mol)
V : ο όγκος του διαλύματος σε λίτρα (L)

Η συγκέντρωση ονομάζεται και μοριακότητα κατ' όγκο ή Molarity. Η μονάδα της συγκέντρωσης $\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$ συμβολίζεται και με M επομένως οι επόμενοι δύο συμβολισμοί είναι ισοδύναμοι: $\mathrm{HCl}\ 2\,\mathrm{mol \cdot L^{-1}}$ ή $\mathrm{HCl}\ 2\,\mathrm{M}$.

Δύο ή περισσότερα διαλύματα ζάχαρης της ίδιας συγκέντρωσης έχουν την ίδια ακριβώς «γλυκύτητα» και ανεξάρτητα από τον όγκο τους.

Ας δούμε ένα παράδειγμα. Αν διαλύσουμε $1\,\mathrm{mol}$ ζάχαρης $= 342\,\mathrm{g}$ ζάχαρης ($M_\mathrm{r} = 342$) σε νερό και αραιώσουμε με νερό μέχρις ότου να παρασκευάσουμε διάλυμα όγκου $1\,\mathrm{L}$ θα προκύψει διάλυμα ζάχαρης με $c = 1\,\mathrm{M}$. Αν διαλύσουμε $0{,}5\,\mathrm{mol} = 171\,\mathrm{g}$ ζάχαρης σε νερό και αραιώσουμε με νερό μέχρις ότου να παρασκευάσουμε διάλυμα όγκου $0{,}5\,\mathrm{L}$ θα παρασκευάσουμε διάλυμα ζάχαρης που θα

έχει πάλι $c = 1\,\mathrm{M}$. Τα δύο διαλύματα μάλιστα θα έχουν την ίδια ακριβώς «γλυκύτητα».

Με άλλα λόγια, διάλυμα συγκέντρωσης π.χ. $c = 2\,\mathrm{M}$ σημαίνει ότι:

- Σε $1\,\mathrm{L}$ διαλύματος περιέχονται $2\,\mathrm{mol}$ της διαλυμένης ουσίας.
- Σε $2\,\mathrm{L}$ διαλύματος περιέχονται $4\,\mathrm{mol}$ της διαλυμένης ουσίας.
- Σε $500\,\mathrm{mL}$ διαλύματος περιέχεται $1\,\mathrm{mol}$ της διαλυμένης ουσίας.
- Σε $100\,\mathrm{mL}$ διαλύματος περιέχονται $0{,}2\,\mathrm{mol}$ της διαλυμένης ουσίας κτλ.

Ένα διάλυμα για το οποίο γνωρίζουμε ότι $c = 1\,\mathrm{M}$ δεν σημαίνει ότι διαθέτουμε από αυτό όγκο $1\,\mathrm{L}$. Σημαίνει, όμως, ότι αν πάρουμε $1\,\mathrm{L}$ από το διάλυμα αυτό θα περιέχεται $1\,\mathrm{mol}$ διαλυμένης ουσίας.

Εφαρμογή 9.1

Πόσα γραμμάρια καθαρού $\mathrm{HNO_3}$ απαιτούνται για την παρασκευή $400\,\mathrm{mL}$ διαλύματος $\mathrm{HNO_3}$ $2\,\mathrm{M}$;
Δίνεται: $M_\mathrm{r}(\mathrm{HNO_3}) = 63$.

Λύση

Από τη σχέση ορισμού της συγκέντρωσης (σχέση 9.1) υπολογίζουμε την ποσότητα του $\mathrm{HNO_3}$ σε mol.

$$c = \frac{n}{V}$$

$$n = c \cdot V = 2\,\frac{\mathrm{mol}}{\mathrm{L}} \cdot 0{,}4\,\mathrm{L} = 0{,}8\,\mathrm{mol}$$

και επομένως για τη μάζα του $\mathrm{HNO_3}$ έχουμε:

$$n = \frac{m}{M_\mathrm{r}\,\mathrm{g/mol}}$$

$$m = n \cdot M_\mathrm{r}\,\mathrm{g/mol} = 0{,}8\,\mathrm{mol} \cdot 63\,\mathrm{g/mol} = 50{,}4\,\mathrm{g}$$



Η αμμωνία είναι ένωση του τύπου $\mathrm{NH_3}$. Πρόκειται για άχρωμο αέριο αποπνικτικής οσμής που διαλύεται εύκολα στο νερό και χρησιμοποιείται για την παρασκευή λιπασμάτων, στη σύνθεση πολλών φαρμακευτικών ουσιών, σε προϊόντα καθαρισμού κτλ. Τα διαλύματά της στο νερό είναι καυστικά και επικίνδυνα. Το 2006, η παγκόσμια παραγωγή $\mathrm{NH_3}$ ανήλθε 146,5 εκατομμύρια τόνους (!).

Εφαρμογή 9.2

Διαλύουμε $2{,}24\,\mathrm{L}$ $\mathrm{NH_3\,(g)}$ μετρημένα σε STP σε νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου $500\,\mathrm{mL}$. Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος;

Λύση

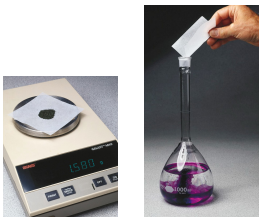
Η ποσότητα της $\mathrm{NH_3}$ (σε mol) μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση:

$$n = \frac{V}{V_\mathrm{m}} = \frac{2{,}24\,\mathrm{L}}{22{,}4\,\mathrm{L/mol}} = 0{,}1\,\mathrm{mol}$$

και επομένως για τη συγκέντρωσή της έχουμε:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}1\,\mathrm{mol}}{0{,}5\,\mathrm{L}} = 0{,}2\,\mathrm{M}$$

9.2 Μετατροπές συγκεντρώσεων.





Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης.

Μετατροπή της περιεκτικότητας στα εκατό βάρους κατ' όγκον (% w/v) ενός διαλύματος σε συγκέντρωση (c).

Έστω ότι διαθέτουμε ποσότητα διαλύματος NaOH ($M_r = 40$) περιεκτικότητας 8 % w/v και θέλουμε να προσδιορίσουμε την συγκέντρωσή του c. Με άλλα λόγια ξέρουμε τη μάζα του NaOH σε κάθε 100 mL διαλύματος και θέλουμε να βρούμε την ποσότητα (σε mol) σε κάθε 1 L διαλύματος.

Ακολουθούμε την εξής διαδικασία: Υπολογίζουμε αρχικά τη μάζα (σε g) της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε 1 L (1000 mL) διαλύματος και στη συνέχεια υπολογίζουμε την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε mol:

Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται	8 g NaOH
Σε 1000 mL	$x = 80$ g NaOH

$$n = \frac{m}{M_r \text{ g/mol}} = \frac{80 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol}$$

Επομένως, $c = 2$ M.

Μετατροπή της συγκέντρωσης ενός διαλύματος (c) σε περιεκτικότητα στα εκατό βάρους κατ' όγκον (% w/v).

Πρόκειται για το αντίστροφο της προηγούμενης περίπτωσης. Έστω ότι διαθέτουμε ποσότητα διαλύματος KOH ($M_r = 56$) συγκέντρωσης 0,2 M και θέλουμε να προσδιορίσουμε την (% w/v) περιεκτικότητά του. Υπολογίζουμε αρχικά την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας (σε mol) σε 100 mL διαλύματος και στη συνέχεια υπολογίζουμε τη μάζα αυτής της ποσότητας σε g:

Σε 1000 mL διαλύματος περιέχονται	0,2 mol KOH
Σε 100 mL	$x = 0{,}02$ mol KOH

$$m = n \cdot M_r \text{ g/mol} = 0{,}02 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 1{,}12 \text{ g}$$

Επομένως, το διάλυμα έχει περιεκτικότητα 1,12 % w/v.

Μετατροπή της περιεκτικότητας στα εκατό κατά βάρος (% w/w) ενός διαλύματος σε συγκέντρωση (c).

Έστω διάλυμα NaOH ($M_r = 40$) περιεκτικότητας 8 % w/w και πυκνότητας 1,07 g/mL του οποίου θέλουμε να υπολογίσουμε την συγκέντρωση (c). Ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

Τα 100 g διαλύματος περιέχουν 8 g NaOH και αντιστοιχούν σε όγκο V που υπολογίζεται ως εξής:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{100 \text{ g}}{1{,}07 \text{ g/mL}} = \frac{100}{1{,}07} \text{ mL}$$

Στα $\dfrac{100}{1{,}07}$ mL διαλύματος περιέχονται $8\,\text{g NaOH}$

Στα $1000\,\text{mL}$ $x = \dfrac{8\,\text{g} \cdot 1000\,\text{mL}}{\dfrac{100}{1{,}07}\,\text{mL}} = 85{,}6\,\text{g NaOH}$

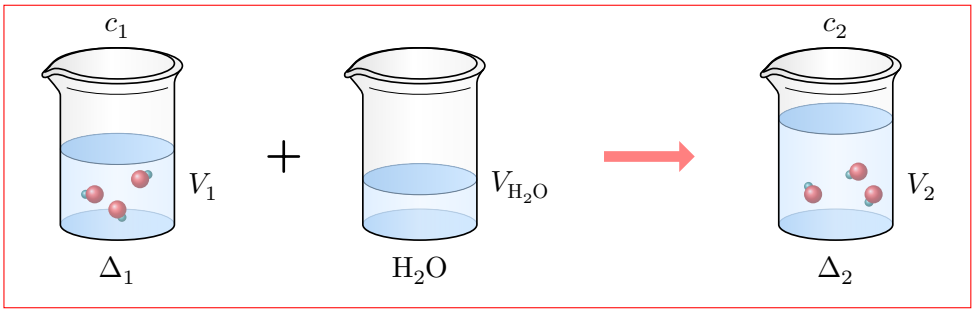
$$n = \frac{m}{M_r\,\text{g/mol}} = \frac{85{,}6\,\text{g}}{40\,\text{g/mol}} = 2{,}14\,\text{mol NaOH}$$

Επομένως, $c = 2{,}14\,\text{M}$.

9.3 Αραίωση – Συμπύκνωση διαλυμάτων.

Αραίωση διαλύματος ονομάζεται η προσθήκη σε αυτό επιπλέον ποσότητας διαλύτη (νερού). Έστω V_1 ο όγκος ενός διαλύματος (Δ_1) που έχει συγκέντρωση c_1. Στο διάλυμα αυτό προστίθεται επιπλέον νερό όγκου V_{H_2O}, οπότε προκύπτει νέο διάλυμα (Δ_2) όγκου V_2 και συγκέντρωσης c_2. Με την αραίωση του διαλύματος ισχύουν:

- Η ποσότητα (σε g ή σε mol) της διαλυμένης ουσίας παραμένει η ίδια $n_1 = n_2$, $m_1 = m_2$.
- Ο όγκος του διαλύματος αυξάνεται καθώς προστίθεται και ο όγκος της επιπλέον ποσότητας διαλύτη.
- Η συγκέντρωση του διαλύματος μειώνεται, καθώς η ίδια ποσότητα της διαλυμένης ουσίας είναι σε μεγαλύτερο όγκο διαλύματος $(c_1 > c_2)$.



Κατά την αραίωση ισχύει:

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \tag{9.2}$$

όπου: $V_2 = V_1 + V_{H_2O}$

Απόδειξη: Με εφαρμογή του ορισμού της συγκέντρωσης στα διαλύματα Δ_1 και Δ_2, έχουμε:

$$\left.\begin{aligned} c_1 &= \frac{n_1}{V_1} \\ c_2 &= \frac{n_2}{V_2} \end{aligned}\right\} \quad \text{άρα} \quad \left\{\begin{aligned} n_1 &= c_1 \cdot V_1 \\ n_2 &= c_2 \cdot V_2 \end{aligned}\right.$$

Επειδή με την αραίωση η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει η ίδια θα έχουμε:

$$n_1 = n_2$$
$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

Εφαρμογή 9.3

Πόσα mL νερού πρέπει να προστεθούν σε 50 mL διαλύματος HNO_3 1 M για να προκύψει διάλυμα HNO_3 0,2 M;

Λύση

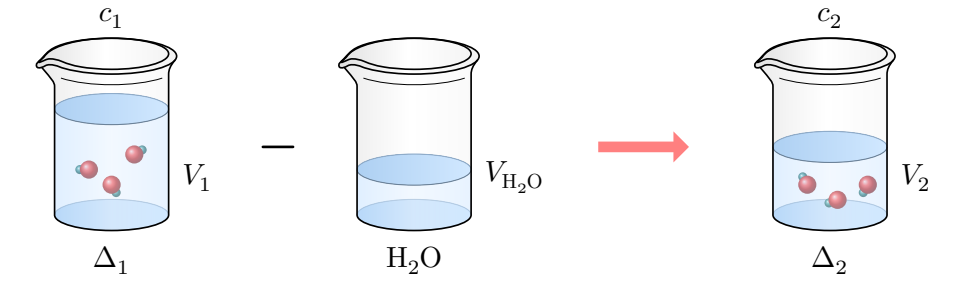
Με εφαρμογή της παραπάνω σχέσης (9.2) για την αραίωση των διαλυμάτων προκύπτει:

$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$
$$V_2 = \frac{c_1 \cdot V_1}{c_2} = \frac{1\,\text{mol/L} \cdot 50\,\text{mL}}{0{,}2\,\text{mol/L}} = 250\,\text{mL}$$

Επομένως, ο όγκος του νερού που προστέθηκε είναι:

$$V_{H_2O} = V_2 - V_1 = 250\,\text{mL} - 50\,\text{mL} = 200\,\text{mL}$$

Συμπύκνωση διαλύματος ονομάζεται η απομάκρυνση από αυτό ποσότητας διαλύτη (π.χ. με εξάτμιση ή με βρασμό). Η συμπύκνωση είναι το αντίστροφο φαινόμενο της αραίωσης και έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης του διαλύματος.



Κατά την συμπύκνωση ισχύει η ίδια σχέση με την αραίωση:

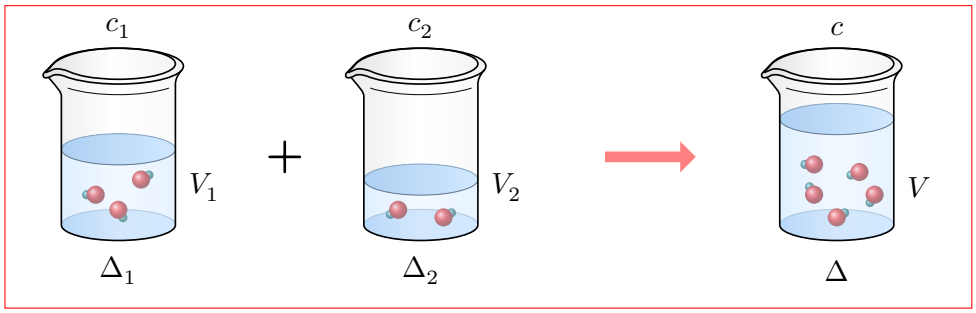
$$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \qquad (9.2)$$

όπου: $V_2 = V_1 - V_{H_2O}$

9.4 Ανάμιξη διαλυμάτων.

Όταν σε ένα διάλυμα μιας διαλυμένης ουσίας προσθέσουμε ένα άλλο διάλυμα της ίδιας διαλυμένης ουσίας λέμε ότι έχουμε ανάμιξη διαλυμάτων. Έστω V_1 ο όγκος ενός διαλύματος (Δ_1) που έχει συγκέντρωση c_1. Στο διάλυμα αυτό προστίθεται ένα άλλο διάλυμα (Δ_2) όγκου V_2 και συγκέντρωσης c_2 και προκύπτει ένα τελικό διάλυμα (Δ) όγκου V και συγκέντρωσης c. Κατά την ανάμιξη των δύο διαλυμάτων ισχύουν:

- Η ποσότητα (σε g ή σε mol) της διαλυμένης ουσίας που υπάρχει στο πρώτο διάλυμα συν την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που υπάρχει στο δεύτερο διάλυμα ισούται με την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο τελικό διάλυμα: $n_1 + n_2 = n$.
- Ο όγκος του τελικού διαλύματος ισούται με το άθροισμα των όγκων των δύο αρχικών διαλυμάτων: $V_1 + V_2 = V$.
- Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι ανάμεσα στις συγκεντρώσεις των δύο αρχικών διαλυμάτων. Έτσι, αν $c_1 < c_2$ για την τελική συγκέντρωση (c) θα ισχύει: $c_1 < c < c_2$.



Κατά την ανάμιξη ισχύει:

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot V \tag{9.3}$$

όπου: $V = V_1 + V_2$

Απόδειξη: Με εφαρμογή του ορισμού της συγκέντρωσης στα διαλύματα Δ_1, Δ_2 και Δ, έχουμε:

$$c_1 = \frac{n_1}{V_1} \qquad c_2 = \frac{n_2}{V_2} \qquad c = \frac{n}{V}$$
$$n_1 = c_1 \cdot V_1 \qquad n_2 = c_2 \cdot V_2 \qquad n = c \cdot V$$

Επειδή με την ανάμιξη η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο τελικό διάλυμα είναι το άθροισμα των ποσοτήτων της διαλυμένης ουσίας στα δύο αρχικά διαλύματα θα έχουμε:

$$n_1 + n_2 = n$$
$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot V$$

Εφαρμογή 9.4

500 mL διαλύματος NaOH περιεκτικότητας 8 % w/v αναμιγνύονται με 1,5 L άλλου διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 0,8 M. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος.
Δίνεται: $M_r(\text{NaOH}) = 40$.

Λύση

Υπολογίζουμε, αρχικά, τη συγκέντρωση του διαλύματος NaOH περιεκτικότητας 8 % w/v:

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται	8 g NaOH
Στα 1000 mL	$x = 80$ g NaOH

Επομένως

$$c_1 = \frac{n_1}{V_1} = \frac{\frac{m_1}{M_r \text{ g/mol}}}{V_1} = \frac{\frac{80 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}}}{1 \text{ L}} = 2 \text{ M}$$

Στη συνέχεια εφαρμόζουμε τη σχέση ανάμιξης διαλυμάτων:

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot V$$

$$c = \frac{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2}{V} = \frac{2 \cdot 0{,}5 + 0{,}8 \cdot 1{,}5}{0{,}5 + 1{,}5} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1{,}1 \text{ M}$$

Είπαμε ότι με την ανάμιξη δύο διαλυμάτων της ίδιας διαλυμένης ουσίας η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος θα είναι ανάμεσα στις αρχικές συγκεντρώσεις. Μάλιστα, όταν οι όγκοι των διαλυμάτων που αναμιγνύονται είναι ίσοι, η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος θα είναι ακριβώς στη μέση μεταξύ των δύο αρχικών συγκεντρώσεων.

Έτσι, αν $c_1 < c_2$ θα ισχύει: $c = \frac{c_1 + c_2}{2}$ (γιατί;):

$$V_1 = V_2$$

c_1 ——— c_2

$$c = \frac{c_1 + c_2}{2}$$

Για παράδειγμα, αν αναμίξουμε δύο διαλύματα HNO_3 ίσων όγκων, το ένα με συγκέντρωση 2 M και το άλλο με συγκέντρωση 8 M το τελικό διάλυμα θα έχει συγκέντρωση 5 M.

Λυμένα Παραδείγματα

Παράδειγμα 9.1

Σε 400 mL διαλύματος KOH περιέχονται 11,2 g KOH. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (c) του διαλύματος. Για το KOH, $M_r = 56$.

Λύση

Υπολογίζουμε αρχικά την ποσότητα του KOH (σε mol):

$$n = \frac{m}{M_r \text{ g/mol}} = \frac{11{,}2 \text{ g}}{56 \text{ g/mol}} = 0{,}2 \text{ mol}$$

Επομένως για τη συγκέντρωση έχουμε:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}2 \text{ mol}}{0{,}4 \text{ L}} = 0{,}5 \text{ M}$$

Παράδειγμα 9.2

Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση διαλύματος NaOH, περιεκτικότητας 0,8 % w/v. Για το NaOH, $M_r = 40$.

Λύση

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται	0,8 g NaOH
Στα 1000 mL	$x = 8$ g NaOH

$$n = \frac{m}{M_r \text{ g/mol}} = \frac{8}{40} = 0{,}2 \text{ mol}$$

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}2 \text{ mol}}{1 \text{ L}} = 0{,}2 \text{ M}$$

Παράδειγμα 9.3

Σε πόσα g διαλύματος HNO_3, πυκνότητας 1,02 g/mL και συγκέντρωσης 0,2 M, περιέχονται 6,3 g HNO_3; Για το HNO_3, $M_r = 63$.

Λύση

Υπολογίζουμε την ποσότητα (σε mol) του HNO_3:

$$n = \frac{m}{M_r \text{ g/mol}} = \frac{6{,}3 \text{ g}}{63 \text{ g/mol}} = 0{,}1 \text{ mol}$$

Υπολογίζουμε στη συνέχεια τον όγκο του διαλύματος που περιέχει αυτήν την ποσότητα (0,1 mol):

$$c = \frac{n}{V}$$

$$V = \frac{n}{c} = \frac{0{,}1\,\text{mol}}{0{,}2\,\text{mol/L}} = 0{,}5\,\text{L} = 500\,\text{mL}$$

Από τον όγκο και την πυκνότητα του διαλύματος υπολογίζουμε τη μάζα του:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \cdot V = 1{,}02\,\text{g/mL} \cdot 500\,\text{mL} = 510\,\text{g}$$

Παράδειγμα 9.4

Σε 400 g νερού διαλύονται 20 g NaOH και προκύπτει διάλυμα πυκνότητας $\rho = 1{,}05\,\text{g/mL}$. Ποια η συγκέντρωση ($c$) του διαλύματος; Για το NaOH, $M_\text{r} = 40$.

Λύση

Υπολογίζουμε την ποσότητα (σε mol) του NaOH:

$$n = \frac{m}{M_\text{r}\,\text{g/mol}} = \frac{20\,\text{g}}{40\,\text{g/mol}} = 0{,}5\,\text{mol}$$

στη συνέχεια υπολογίζουμε τον όγκο του διαλύματος:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{420\,\text{g}}{1{,}05\,\text{g/mL}} = 400\,\text{mL} = 0{,}4\,\text{L}$$

και στη συνέχεια υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του διαλύματος:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}5\,\text{mol}}{0{,}4\,\text{L}} = 1{,}25\,\text{M}$$

Παράδειγμα 9.5

Να υπολογίσετε την % κατά βάρος (w/w) περιεκτικότητα διαλύματος H_2SO_4, του οποίου η συγκέντρωση είναι 2 M και η πυκνότητά του είναι 1,12 g/mL. Για το H_2SO_4, $M_\text{r} = 98$.

Λύση

Υπολογίζουμε την ποσότητα (σε mol) του H_2SO_4 που περιέχεται σε 1 L διαλύματος:

$$c = \frac{n}{V}$$

$$n = c \cdot V = 2\,\text{mol/L} \cdot 1\,\text{L} = 2\,\text{mol}\ H_2SO_4$$

και κατόπιν υπολογίζουμε τη μάζα αυτής της ποσότητας:

$$n = \frac{m(\mathrm{H_2SO_4})}{M_\mathrm{r}\ \mathrm{g/mol}}$$

$$m(\mathrm{H_2SO_4}) = n \cdot M_\mathrm{r}\ \mathrm{g/mol} = 2\,\mathrm{mol} \cdot 98\,\mathrm{g/mol} = 196\,\mathrm{g\ H_2SO_4}.$$

Υπολογίζουμε τη μάζα του διαλύματος που αντιστοιχεί στον όγκο 1 L:

$$\rho = \frac{m(\text{διαλ})}{V}$$

$$m(\text{διαλ}) = \rho \cdot V = 1{,}12\,\mathrm{g/mL} \cdot 1000\,\mathrm{mL} = 1120\,\mathrm{g}\ \text{διαλύματος}.$$

Επομένως:

Στα 1120 g διαλύματος περιέχονται	196 g $\mathrm{H_2SO_4}$
Στα 100 g	$x = 17{,}5$ g $\mathrm{H_2SO_4}$

Άρα, το διάλυμα έχει περιεκτικότητα 17,5 % w/w.

Παράδειγμα 9.6

Σε 200 mL διαλύματος NaOH, 8 % w/v προστίθενται 800 mL νερού. Ποια θα είναι η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος; Για το NaOH, $M_\mathrm{r} = 40$.

Λύση

Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του αρχικού διαλύματος. Πρώτα υπολογίζουμε τη μάζα του NaOH σε 1 L διαλύματος:

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται	8 g NaOH
Στα 1000 mL	$x = 80$ g NaOH

και μετά υπολογίζουμε την ποσότητα αυτή σε mol.

$$n = \frac{m(\mathrm{NaOH})}{M_\mathrm{r}\ \mathrm{g/mol}} = \frac{80\,\mathrm{g}}{40\,\mathrm{g/mol}} = 2\,\mathrm{mol}$$

Επομένως $c_{\alpha\rho\chi} = 2\,\mathrm{M}$.

Το τελικό διάλυμα έχει όγκο:

$$V_{\tau\epsilon\lambda} = V_{\alpha\rho\chi} + V_{\mathrm{H_2O}} = 200\,\mathrm{mL} + 800\,\mathrm{mL} = 1000\,\mathrm{mL}$$

Εφαρμόζοντας τη σχέση της αραίωσης, έχουμε:

$$c_{\alpha\rho\chi} \cdot V_{\alpha\rho\chi} = c_{\tau\epsilon\lambda} \cdot V_{\tau\epsilon\lambda}$$

$$c_{\tau\epsilon\lambda} = \frac{c_{\alpha\rho\chi} \cdot V_{\alpha\rho\chi}}{V_{\tau\epsilon\lambda}} = \frac{2\,\mathrm{mol/L} \cdot 200\,\mathrm{mL}}{1000\,\mathrm{mL}} = 0{,}4\,\mathrm{M}$$

Παράδειγμα 9.7

Θερμαίνουμε 30 mL διαλύματος NaCl 0,4 M, ώσπου να εξατμιστούν 10 mL H_2O. Ποια θα είναι η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος;

Λύση

Το τελικό διάλυμα έχει όγκο:

$$V_{\tau\varepsilon\lambda} = V_{\alpha\rho\chi} - V_{H_2O} = 30\,\text{mL} - 10\,\text{mL} = 20\,\text{mL}$$

Εφαρμόζοντας τη σχέση της αραίωσης η οποία ισχύει και στη συμπύκνωση, έχουμε:

$$c_{\alpha\rho\chi} \cdot V_{\alpha\rho\chi} = c_{\tau\varepsilon\lambda} \cdot V_{\tau\varepsilon\lambda}$$

$$c_{\tau\varepsilon\lambda} = \frac{c_{\alpha\rho\chi} \cdot V_{\alpha\rho\chi}}{V_{\tau\varepsilon\lambda}} = \frac{0{,}4\,\text{mol/L} \cdot 30\,\text{mL}}{20\,\text{mL}} = 0{,}6\,\text{M}$$

Παράδειγμα 9.8

Πόσα mL νερού πρέπει να εξατμιστούν από 800 mL διαλύματος KOH 10 % w/w πυκνότητας 1,05 g/mL, για να προκύψει διάλυμα με συγκέντρωση 2 M; Για το KOH, $M_r = 56$.

Λύση

Πρώτα υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του αρχικού διαλύματος. Επειδή η συγκέντρωση δεν εξαρτάται από την ποσότητα του διαλύματος, ας θεωρήσουμε ότι έχουμε μια ποσότητα διαλύματος ίση με 100 g.

$$\text{Στα } 100\,\text{g διαλύματος περιέχονται} \quad 10\,\text{g KOH}$$

Υπολογίζουμε τον όγκο (σε L) της παραπάνω ποσότητας του διαλύματος των 100 g:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{100\,\text{g}}{1{,}05\,\text{g/mL}} = \frac{100}{1{,}05}\,\text{mL} = \frac{100}{1{,}05} \cdot 10^{-3}\,\text{L} = \frac{100}{1050}\,\text{L}$$

Υπολογίζουμε την ποσότητα των 10 g KOH σε mol:

$$n = \frac{m}{M_r\,\text{g/mol}} = \frac{10\,\text{g}}{56\,\text{g/mol}} = \frac{10}{56}\,\text{mol}$$

επομένως η συγκέντρωση του αρχικού διαλύματος είναι:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{\frac{10}{56}\,\text{mol}}{\frac{100}{1050}\,\text{L}} = \frac{105}{56}\,\frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1{,}875\,\text{M}$$

Εφαρμόζουμε τη σχέση της συμπύκνωσης και υπολογίζουμε τον τελικό όγκο του διαλύματος:

$$c_{\alpha\rho\chi} \cdot V_{\alpha\rho\chi} = c_{\tau\epsilon\lambda} \cdot V_{\tau\epsilon\lambda}$$

$$V_{\tau\epsilon\lambda} = \frac{c_{\alpha\rho\chi} \cdot V_{\alpha\rho\chi}}{c_{\tau\epsilon\lambda}} = \frac{1{,}875\,\text{mol/L} \cdot 800\,\text{mL}}{2\,\text{mol/L}} = 750\,\text{mL}$$

Επομένως ο όγκος του νερού που εξατμίστηκε είναι:

$$V_{H_2O} = V_{\alpha\rho\chi} - V_{\tau\epsilon\lambda} = 800\,\text{mL} - 750\,\text{mL} = 50\,\text{mL}$$

Παράδειγμα 9.9

Αναμιγνύονται 200 mL διαλύματος NaOH περιεκτικότητας 10 % w/v με 300 mL άλλου διαλύματος NaOH περιεκτικότητας 2 % w/v. Για το τελικό διάλυμα που προέκυψε να υπολογιστούν:

α. η % w/v περιεκτικότητα και

β. η συγκέντρωση c.

Λύση

α. Το τελικό διάλυμα έχει όγκο 500 mL και σε αυτό η διαλυμένη ουσία είναι όση περιέχεται στο πρώτο και στο δεύτερο διάλυμα, συνολικά. Η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο 1° διάλυμα υπολογίζεται ως εξής:

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται	10 g NaOH
Στα 200 mL	$x = 20$ g NaOH

Ανάλογα υπολογίζεται και η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο 2° διάλυμα:

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται	2 g NaOH
Στα 300 mL	$x = 6$ g NaOH

Η ποσότητα του NaOH στο τελικό διάλυμα θα είναι: $20\,\text{g} + 6\,\text{g} = 26\,\text{g}$.

Η % w/v περιεκτικότητα του τελικού διαλύματος υπολογίζεται ως εξής:

Στα 500 mL διαλύματος περιέχονται	26 g NaOH
Στα 100 mL	$x = 5{,}2$ g NaOH

Επομένως η % w/v περιεκτικότητα του τελικού διαλύματος θα είναι 5,2 % w/v.

β. Υπολογίζουμε την ποσότητα των 26 g NaOH σε mol:

$$n = \frac{m}{M_r \text{ g/mol}} = \frac{26 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0{,}65 \text{ mol}$$

Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}65 \text{ mol}}{0{,}5 \text{ L}} = 1{,}3 \text{ M}$$

Παράδειγμα 9.10

Πόσα L διαλύματος HCl 0,1 M πρέπει να αναμιχθούν με 3 L διαλύματος HCl 0,3 M για να προκύψει διάλυμα HCl 0,15 M;

Λύση

Εφαρμόζουμε τη σχέση της ανάμιξης των διαλυμάτων και έχουμε:

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}$$

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{\text{τελ}} \cdot (V_1 + V_2)$$

$$V_1 = \frac{c_{\text{τελ}} - c_2}{c_1 - c_{\text{τελ}}} \cdot V_2 = \frac{0{,}15 - 0{,}3}{0{,}1 - 0{,}15} \cdot 3 \text{ L} = 9 \text{ L}$$

Παράδειγμα 9.11

Σε 540 g διαλύματος H_2SO_4 9,8 % w/v και πυκνότητας 1,08 g/mL, προστίθενται 4,5 L άλλου διαλύματος H_2SO_4 2 M. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος. Για το H_2SO_4, $M_r = 98$.

Λύση

Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του πρώτου διαλύματος:

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται	9,8 g H_2SO_4
Στα 1000 mL	$x = 98$ g H_2SO_4

$$n = \frac{m}{M_r \text{ g/mol}} = \frac{98 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} = 1 \text{ mol}$$

Επομένως η συγκέντρωση του πρώτου διαλύματος είναι: $c_1 = 1$ M

Υπολογίζουμε τον όγκο του πρώτου διαλύματος:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{540 \text{ g}}{1{,}08 \text{ g/mL}} = \frac{540}{1{,}08} \text{ mL} = 500 \text{ mL} = 0{,}5 \text{ L}$$

Εφαρμόζουμε τη σχέση της ανάμιξης των διαλυμάτων και έχουμε:

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{\tau\varepsilon\lambda} \cdot V_{\tau\varepsilon\lambda}$$

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{\tau\varepsilon\lambda} \cdot (V_1 + V_2)$$

$$c_{\tau\varepsilon\lambda} = \frac{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} = \frac{1\,\frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0{,}5\,\text{L} + 2\,\frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 4{,}5\,\text{L}}{0{,}5\,\text{L} + 4{,}5\,\text{L}} = 1{,}9\,\text{M}$$

Παράδειγμα 9.12

Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθούν δύο διαλύματα HCl, το ένα συγκέντρωσης 2 M και το άλλο περιεκτικότητας 3,65 % w/v, για να προκύψει διάλυμα HCl συγκέντρωσης 1,4 M; Για το HCl, $M_\text{r} = 36{,}5$.

Λύση

Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του δεύτερου διαλύματος:

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται	3,65 g HCl
Στα 1000 mL	$x = 36{,}5$ g HCl

$$n = \frac{m}{M_\text{r}\,\text{g/mol}} = \frac{36{,}5\,\text{g}}{36{,}5\,\text{g/mol}} = 1\,\text{mol}$$

Επομένως η συγκέντρωση του δεύτερου διαλύματος είναι: $c_2 = 1\,\text{M}$.

Εφαρμόζουμε τη σχέση της ανάμιξης των διαλυμάτων και έχουμε:

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{\tau\varepsilon\lambda} \cdot V_{\tau\varepsilon\lambda}$$

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot (V_1 + V_2)$$

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot V_1 + c \cdot V_2$$

$$c_1 \cdot V_1 - c \cdot V_1 = c \cdot V_2 - c_2 \cdot V_2$$

$$(c_1 - c) \cdot V_1 = (c - c_2) \cdot V_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{c - c_2}{c_1 - c} = \frac{1{,}4 - 1}{2 - 1{,}4} = \frac{0{,}4}{0{,}6} = \frac{2}{3}$$

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

9.1 Ποσότητα KOH ($M_r = 56$) μάζας 5,6 g διαλύεται σε νερό και σχηματίζει διάλυμα όγκου 200 mL. Το διάλυμα που σχηματίζεται θα έχει συγκέντρωση:

α. 0,5 M **β.** 0,1 M
γ. $5 \cdot 10^{-3}$ M **δ.** 2,8 M

9.2 Δύο διαλύματα περιέχουν NaCl. Το πρώτο έχει όγκο 400 mL και περιέχει 0,1 mol NaCl. Το δεύτερο έχει όγκο 1 L και περιέχει 0,25 mol NaOH. Για τις συγκεντρώσεις c_1 και c_2 των δύο παραπάνω διαλυμάτων θα ισχύει:

α. $c_1 = c_2$
β. $c_1 > c_2$
γ. $c_1 < c_2$
δ. δεν μπορούμε να αποφανθούμε

9.3 Σε διάλυμα HNO_3 2 M όγκου 100 mL προσθέτουμε νερό όγκου 400 mL. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος που προκύπτει;

α. 0,4 M **β.** 0,5 M **γ.** 2 M **δ.** 8 M

9.4 Δύο διαλύματα HCl Δ_1 και Δ_2 έχουν συγκεντρώσεις c_1 και $c_2 = 2\,c_1$, αντίστοιχα. Αν αραιώσουμε τα δύο αυτά διαλύματα μέχρι να διπλασιαστεί ο όγκος τους, για τις συγκεντρώσεις c_1' και c_2' αντίστοιχα των αραιωμένων διαλυμάτων θα ισχύει:

α. $c_1' > 2\,c_2'$ **β.** $c_1' = 2\,c_2'$
γ. $c_2' = 2\,c_1'$ **δ.** $c_1' > c_2'$

9.5 Σε διάλυμα KOH 2 M όγκου 100 mL προσθέτουμε άλλο διάλυμα KOH 0,8 M όγκου επίσης 100 mL. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος που προκύπτει;

α. 1 M **β.** 1,4 M
γ. 2 M **δ.** 2,8 M

9.6 Αναμιγνύονται δύο διαλύματα HCl, ένα όγκου 100 mL και συγκέντρωσης 0,4 M με ένα άλλο όγκου 300 mL και συγκέντρωσης επίσης 0,4 M. Το διάλυμα που προκύπτει έχει συγκέντρωση:

α. 0,2 M
β. 0,4 M
γ. 0,8 M
δ. καμία από τις παραπάνω

9.7 Δύο διαλύματα Δ_1 και Δ_2 της ίδιας συγκέντρωσης c περιέχουν αντίστοιχα ως διαλυμένα σώματα NaOH και KOH. Για τις % w/v περιεκτικότητες των δύο αυτών διαλυμάτων ισχύει ότι:

α. είναι ίσες
β. είναι μεγαλύτερη του Δ_1
γ. είναι μεγαλύτερη του Δ_2
δ. δεν μπορούμε να τις συγκρίνουμε, διότι δεν είναι επαρκή τα δεδομένα.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, O : 16, Na : 23, K : 39.

9.8 Τρία διαλύματα Δ_1, Δ_2 και Δ_3 περιέχουν αντίστοιχα τα παρακάτω διαλυμένα σώματα: NaCl, KCl και $CaCl_2$. Τα τρία αυτά διαλύματα έχουν την ίδια % w/v περιεκτικότητα. Για τις συγκεντρώσεις c_1, c_2 και c_3 αντίστοιχα των τριών αυτών διαλυμάτων θα ισχύει:

α. $c_1 = c_2 = c_3$ **β.** $c_1 < c_2 < c_3$
γ. $c_2 < c_1 < c_3$ **δ.** $c_3 < c_2 < c_1$

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, Na : 23, Cl : 35,5, K : 39, Ca : 40.

9.9 Αναμιγνύονται δύο διαλύματα KCl, ένα όγκου V_1 και συγκέντρωσης 0,5 M με ένα άλλο όγκου V_2 και συγκέντρωσης 0,1 M. Το διάλυμα που προκύπτει έχει συγκέντρωση $c = 0{,}2$ M. Για τους όγκους των δύο διαλυμάτων ισχύει η σχέση:

α. $V_1 > V_2$
β. $V_1 < V_2$
γ. $V_1 = V_2$
δ. καμία από τις παραπάνω

9.10 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.

α. Η συγκέντρωση ενός διαλύματος δείχνει την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας (σε mol) που περιέχεται σε 100 mL διαλύματος.
β. Διάλυμα 2 M σημαίνει ότι σε κάθε 1 L διαλύματος περιέχονται 2 mol διαλυμένης ουσίας.
γ. Με την προσθήκη ή αφαίρεση νερού από διάλυμα, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει σταθερή.

δ. Με την αραίωση ενός διαλύματος η τελική συγκέντρωση θα είναι μεγαλύτερη από την αρχική.

ε. Με την εξάτμιση ενός διαλύματος η τελική συγκέντρωση θα είναι μεγαλύτερη από την αρχική.

ζ. Με την ανάμιξη δύο διαλυμάτων KOH με συγκεντρώσεις c_1 και c_2, η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος θα είναι $c = c_1 + c_2$.

η. Αν αναμείξουμε διάλυμα NaOH συγκέντρωσης $c_1 = 0{,}1\,\text{M}$ και όγκου V_1 με άλλο διάλυμα NaOH συγκέντρωσης $c_2 = 0{,}5\,\text{M}$ και όγκου V_2, της ίδιας θερμοκρασίας, το διάλυμα που προκύπτει θα έχει όγκο $V = V_1 + V_2$ και συγκέντρωση c η οποία θα είναι μεταξύ των τιμών $0{,}1\,\text{M}$ και $0{,}5\,\text{M}$.

9.11 Διάλυμα NaOH έχει περιεκτικότητα $1{,}2\,\%\,\text{w/v}$. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος; Για το NaOH, $M_\text{r} = 40$.

9.12 Διαλύσαμε $11{,}2\,\text{g}$ KOH σε νερό και προέκυψε διάλυμα όγκου $200\,\text{mL}$. Να υπολογιστούν:

α. Η $\%\,\text{w/v}$ περιεκτικότητα του διαλύματος και

β. η συγκέντρωσή του (c).

Για το KOH, $M_\text{r} = 56$.

9.13 Ποσότητα $\text{HCl}\,(\text{g})$ όγκου $1{,}12\,\text{L}$, σε STP συνθήκες, διαλύεται σε νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου $250\,\text{mL}$.

α. Ποια η τιμή της συγκέντρωσης του διαλύματος;

β. Ποια η $\%\,\text{w/v}$ περιεκτικότητά του, αν για το HCl $M_\text{r} = 36{,}5$;

γ. Ποιον όγκο νερού πρέπει να προσθέσουμε σε όλη την ποσότητα του παραπάνω διαλύματος, ώστε η συγκέντρωσή του να υποτετραπλασιαστεί;

9.14 Σε $640\,\text{g}$ νερό διαλύουμε $160\,\text{g}$ NaOH και προκύπτει διάλυμα Δ_1 πυκνότητας $1{,}25\,\text{g/mL}$.

α. Να υπολογιστεί η $\%\,\text{w/v}$ περιεκτικότητα του διαλύματος Δ_1.

β. Σε $100\,\text{mL}$ του παραπάνω διαλύματος προσθέτουμε $900\,\text{mL}$ νερό και προκύπτει νέο διάλυμα Δ_2. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος αυτού.

9.15 Κατά την αραίωση $200\,\text{mL}$ ενός διαλύματος Δ_1 HNO_3 $2\,\text{M}$ με $300\,\text{mL}$ νερού προέκυψαν $500\,\text{mL}$ διαλύματος Δ_2.

α. Πόσα g HNO_3 περιέχονται στο διάλυμα Δ_1;

β. Ποια είναι η $\%\,\text{w/v}$ περιεκτικότητα του διαλύματος Δ_2;

γ. Με πόσα mL H_2O πρέπει να αραιωθούν $50\,\text{mL}$ του διαλύματος Δ_2, ώστε να προκύψει διάλυμα Δ_3 με συγκέντρωση $c = 0{,}5\,\text{M}$;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\text{H} : 1$, $\text{N} : 14$, $\text{O} : 16$.

9.16 $4{,}48\,\text{L}$ αέριας NH_3 (μετρημένα σε STP) διαλύονται σε νερό και προκύπτει διάλυμα Δ_1 όγκου $200\,\text{mL}$. $50\,\text{mL}$ από το διάλυμα Δ_1 αραιώνονται με προσθήκη νερού και προκύπτει διάλυμα Δ_2 συγκέντρωσης $0{,}2\,\text{M}$. Να υπολογιστούν:

α. η συγκέντρωση του διαλύματος Δ_1 και

β. ο όγκος του νερού (σε mL) με τον οποίο αραιώθηκε το διάλυμα Δ_1.

9.17 Πόσα g $\text{NaOH}\,(\text{s})$ πρέπει να διαλυθούν επιπλέον σε διάλυμα NaOH όγκου $200\,\text{mL}$ συγκέντρωσης $0{,}2\,\text{M}$ ώστε να προκύψει διάλυμα συγκέντρωσης $0{,}5\,\text{M}$; Να υποτεθεί ότι η διάλυση του επιπλέον NaOH δεν μεταβάλλει αισθητά τον όγκο του διαλύματος.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\text{H} : 1$, $\text{O} : 16$, $\text{Na} : 23$.

9.18 Παρασκευάζουμε μία σειρά 4 διαλυμάτων Α, Β, Γ και Δ με διάλυση ποσοτήτων NaCl σε νερό, ως εξής (σε παρένθεση ο όγκος του κάθε διαλύματος):

Διάλυμα Α	:	$0{,}1\,\text{mol}$ NaCl ($100\,\text{mL}$)
Διάλυμα Β	:	$0{,}1\,\text{mol}$ NaCl ($200\,\text{mL}$)
Διάλυμα Γ	:	$0{,}32\,\text{mol}$ NaCl ($800\,\text{mL}$)
Διάλυμα Δ	:	$0{,}2\,\text{mol}$ NaCl ($250\,\text{mL}$)

α. Να ταξινομηθούν τα παραπάνω διαλύματα κατά σειρά αύξουσας συγκέντρωσης.

β. Πόσα mL νερό πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα μεγαλύτερης συγκέντρωσης, ώστε να αποκτήσει την ίδια συγκέντρωση με αυτή του διαλύματος της μικρότερης συγκέντρωσης;

γ. Πόσα mL από το διάλυμα Γ πρέπει να προστεθούν σε όλη την ποσότητα του διαλύματος Δ, ώστε η τελική συγκέντρωση του διαλύματος που θα προκύψει να είναι ίση με $0{,}5\,\text{M}$;

9.19 Διαλύσαμε 5,6 L $HCl\,(g)$ μετρημένα σε STP συνθήκες σε νερό και παρασκευάσαμε 500 mL διαλύματος Δ. Σε 100 mL του διαλύματος Δ προσθέσαμε νερό και πήραμε διάλυμα Δ_1 με συγκέντρωση 0,2 M. Άλλα 100 mL του διαλύματος Δ τα αναμείξαμε με 400 mL διαλύματος HCl 1 M και προέκυψε διάλυμα Δ_2. Στα υπόλοιπα 300 mL του διαλύματος Δ διαλύσαμε ακόμα μια ποσότητα HCl και παρασκευάσαμε διάλυμα Δ_3 όγκου 300 mL και συγκέντρωση 0,9 M. Να υπολογιστούν:

α. η συγκέντρωση του διαλύματος Δ.

β. ο όγκος του νερού που προσθέσαμε στα 100 mL του διαλύματος Δ για την παρασκευή του Δ_1.

γ. η συγκέντρωση του διαλύματος Δ_2.

δ. η ποσότητα (σε mol) του HCl που προστέθηκε στα 300 mL του διαλύματος Δ για την παρασκευή του διαλύματος Δ_3.

9.20 Με ποια αναλογία όγκων (V_1/V_2) πρέπει να αναμίξουμε δύο διαλύματα KOH ένα με συγκέντρωση 0,2 M και ένα άλλο περιεκτικότητας 5,6 % w/v ώστε το τελικό διάλυμα να έχει συγκέντρωση 0,5 M; Για το KOH, $M_r = 56$.

Φύλλο Εργασίας 9.1

Διαλύματα Ι

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

$8\,\mathrm{g}$ NaOH διαλύονται σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα όγκου $500\,\mathrm{mL}$.

α. Ποια η $\%\,\mathrm{w/v}$ περιεκτικότητα του διαλύματος;

β. Ποια η συγκέντρωση (c_1) του διαλύματος;

γ. Σε $200\,\mathrm{mL}$ του παραπάνω διαλύματος προσθέτουμε $800\,\mathrm{mL}$ νερό. Ποια η $\%\,\mathrm{w/v}$ περιεκτικότητα και ποια συγκέντρωση (c_2) του διαλύματος που προκύπτει;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{O}:16,\ \mathrm{Na}:23$.

Φύλλο Εργασίας 9.2

Διαλύματα ΙΙ

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

$8\,\mathrm{g}$ NH_4NO_3 διαλύονται σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα όγκου $500\,\mathrm{mL}$.

α. Ποια η $\%\,\mathrm{w/v}$ περιεκτικότητα του διαλύματος;

β. Ποια η συγκέντρωση (c_1) του διαλύματος;

γ. Σε όλη την ποσότητα του παραπάνω διαλύματος προσθέτουμε $1500\,\mathrm{mL}$ νερό. Ποια η $\%\,\mathrm{w/v}$ περιεκτικότητα και ποια συγκέντρωση (c_2) του διαλύματος που προκύπτει;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{N}:14,\ \mathrm{O}:16$.

Φύλλο Εργασίας 9.3

Ανάμιξη διαλυμάτων I

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Αναμιγνύουμε 200 mL διαλύματος NaOH 2 M με 300 mL διαλύματος NaOH 5 M. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος που προκύπτει;

Β. Με ποια αναλογία όγκων (V_1/V_2) πρέπει να αναμίξουμε δύο διαλύματα KOH, ένα με συγκέντρωση $c_1 = 8\,\mathrm{M}$ και ένα άλλο με συγκέντρωση $c_2 = 2\,\mathrm{M}$, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει συγκέντρωση $c = 4\,\mathrm{M}$;

Απαντήσεις - Λύσεις

Κεφάλαιο 9

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Κεφάλαιο 9

9.1 α

9.2 α

9.3 α

9.4 γ

9.5 β

9.6 β

9.7 γ

9.8 δ

9.9 β

9.10 **α.** Λ, **β.** Σ, **γ.** Σ, **δ.** Λ, **ε.** Σ, **ζ.** Λ, **η.** Σ

9.11 0,3 M

9.12 **α.** 5,6 % w/v, **β.** 1 M

9.13 **α.** 0,2 M, **β.** 0,73 % w/v, **γ.** 750 mL

9.14 **α.** 25 % w/v, **β.** 0,625 M

9.15 **α.** 14,6 g, **β.** 5,84 % w/v, **γ.** 30 mL

9.16 **α.** 1 M, **β.** 200 mL

9.17 2,4 g

9.18 **α.** $\Gamma < B < \Delta < A$, **β.** 150 mL, **γ.** 750 mL

9.19 **α.** 0,5 M, **β.** 150 mL, **γ.** 0,9 M, **δ.** 0,12 mol

9.20 5/3

Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας

Κεφάλαιο 9

Φύλλο Εργασίας 9.1

α. 1,6 % w/v
β. 0,4 M
γ. 0,32 % w/v, 0,08 M.

Φύλλο Εργασίας 9.2

α. 1,6 % w/v
β. 0,2 M
γ. 0,4 % w/v, 0,05 M.

Φύλλο Εργασίας 9.3

Α. 3,8 M
Β. 1/2

Κεφάλαιο 10

Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί

10.1 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί: Γενικά



Ο νόμος διατήρησης της μάζας σε μία χημική αντίδραση σημαίνει ότι σε ένα κλειστό δοχείο στο οποίο διεξάγεται μία χημική αντίδραση η μάζα των αντιδρώντων ισούται με τη μάζα των προϊόντων. Με άλλα λόγια, κατά τη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης η μάζα δεν μπορεί να δημιουργηθεί ούτε να καταστραφεί, απλά κατανέμεται διαφορετικά στα διάφορα προϊόντα της. Ιστορικά, ο νόμος αυτός ανακαλύφθηκε από τον Antoine Lavoisier στα τέλη του 18ου αιώνα.

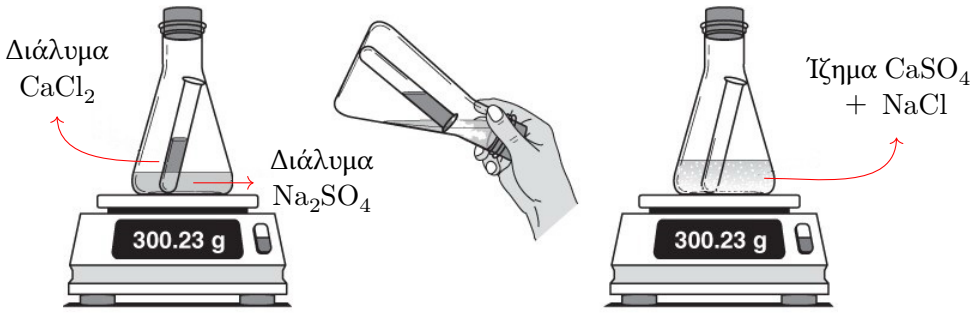
Η χημική εξίσωση αποτελεί το συμβολισμό μιας χημικής αντίδρασης, με τη χρήση των χημικών τύπων των ενώσεων που σχετίζονται με αυτή. Παράλληλα, μία χημική εξίσωση παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις ποσότητες των αντιδρώντων και των προϊόντων της. Συγκεκριμένα, απαντά σε ερωτήσεις του τύπου:

- Ποια ποσότητα (σε mol, σε μάζα, σε όγκο αερίου κτλ.) ενός αντιδρώντος απαιτείται για να αντιδράσει με δεδομένη ποσότητα ενός άλλου αντιδρώντος;
- Ποιες ποσότητες προϊόντων προκύπτουν από την αντίδραση δεδομένων ποσοτήτων αντιδρώντων;

Τη μεθοδολογία για τους ποσοτικούς υπολογισμούς (υπολογισμούς ποσοτήτων) που σχετίζονται με τις ερωτήσεις αυτές παρέχει ένας ειδικός κλάδος της χημείας, η στοιχειομετρία, που στηρίζεται στο νόμο διατήρησης της μάζας σε μία χημική αντίδραση.

Στην παρακάτω φιάλη γίνεται σε διάλυμα η αντίδραση:

$$CaCl_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2\,NaCl$$



Οι πληροφορίες για τις ποσότητες των αντιδρώντων και των προϊόντων μιας αντίδρασης παρέχονται από την εξίσωση της αντίδρασης και βασικά από τους συντελεστές της, που για το λόγο αυτό αναφέρονται και ως στοιχειομετρικοί συντελεστές.

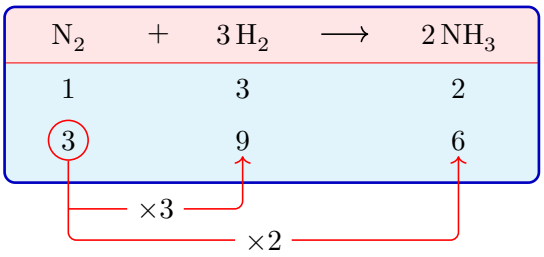
Έστω πχ. η αντίδραση σύνθεσης της NH_3 από N_2 και H_2, που παριστάνεται με την εξίσωση: $N_2 + 3\,H_2 \longrightarrow 2\,NH_3$. Σύμφωνα με την εξίσωση αυτή το 1 μόριο N_2 αντιδρά με 3 μόρια H_2 και προκύπτουν 2 μόρια NH_3. Κατ' αναλογία, τα N_A μόρια N_2 αντιδρούν με $3\,N_A$ μόρια H_2 και προκύπτουν $2\,N_A$ μόρια NH_3 και άρα το 1 mol N_2 αντιδρά με 3 mol H_2 και προκύπτουν 2 mol NH_3. Επίσης, τα 2 mol N_2 αντιδρούν με 6 mol H_2 και παράγουν 4 mol NH_3 κτλ. Με άλλα λόγια, οι στοιχειομετρικοί συντελεστές σε μία χημική εξίσωση καθορίζουν την αναλογία των ποσοτήτων (σε mol) των αντιδρώντων και των προϊόντων στην αντίδραση.

Εφαρμογή 10.1

Διαθέτουμε 3 mol N_2. Με πόσα mol H_2 θα αντιδράσουν και πόσα mol NH_3 θα παραχθούν;

Λύση

Γενικά στη στοιχειομετρία οι υπολογισμοί των ποσοτήτων γίνονται σε mol και οι ποσότητες για ευκολία τοποθετούνται σε πίνακα κάτω από τη χημική εξίσωση της αντίδρασης.



Έτσι, αφού 1 mol N_2 αντιδρά με 3 mol H_2 και προκύπτουν 2 mol NH_3, κατ' αναλογία, τα 3 mol N_2 αντιδρούν με 9 mol H_2 και προκύπτουν 6 mol NH_3.

10.2 Μεθοδολογία στοιχειομετρικών προβλημάτων.

Στα στοιχειομετρικά προβλήματα ακολουθούμε συνήθως την εξής διαδικασία:

Βήμα 1: Γράφουμε την εξίσωση της αντίδρασης με τους κατάλληλους συντελεστές.

Βήμα 2: Υπολογίζουμε την ποσότητα σε mol ενός αντιδρώντος ή προϊόντος με βάση τη δεδομένη μάζα ή τον όγκο του (σε STP ή όχι). Το βήμα αυτό παραλείπεται αν μας δίνουν την ποσότητα απευθείας σε mol.

Βήμα 3: Με βάση την ποσότητα σε mol του αντιδρώντος ή του προϊόντος που βρήκαμε στο βήμα 2 και την αναλογία των στοιχειομετρικών συντελεστών υπολογίζουμε την ποσότητα σε mol των αντιδρώντων ή των προϊόντων που ζητούνται.

Βήμα 4: Υπολογίζουμε το επιθυμητό μέγεθος, (συνήθως μάζα ή όγκο), του αντιδρώντος ή του προϊόντος που ζητείται, από την ποσότητά του σε mol που βρήκαμε στο βήμα 3 χρησιμοποιώντας τις γνωστές σχέσεις.

Εφαρμογή 10.2

Ποσότητα SO_2 μάζας 32 g αντιδρά με την απαιτούμενη ποσότητα O_2, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$2\,SO_2\,(g) \;+\; O_2\,(g) \;\longrightarrow\; 2\,SO_3\,(g)$$

Να υπολογιστεί ο όγκος της απαιτούμενης ποσότητας O_2 καθώς και ο όγκος του SO_3 που προκύπτει, σε STP συνθήκες.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $O:16,\ S:32$.

Λύση

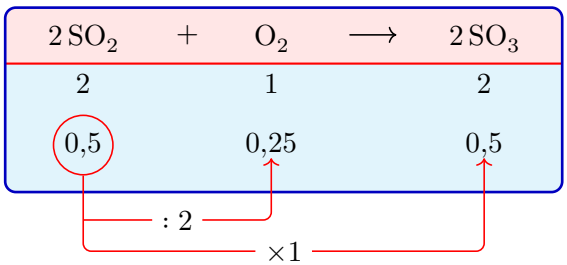
Βήμα 1: Δεν απαιτείται γιατί η εξίσωση της αντίδρασης είναι δεδομένη.

Βήμα 2: Υπολογίζουμε τη σχετική μοριακή μάζα του SO_2 και στη συνέχεια την ποσότητά του σε mol:

$$M_r = 32 + 2\cdot 16 = 64$$
$$n = \frac{m}{M_r\,\text{g/mol}} = \frac{32\,\text{g}}{64\,\text{g/mol}} = 0{,}5\,\text{mol}$$

Βήμα 3: Γράφουμε τη σχέση των ποσοτήτων σε mol με την οποία αντιδρούν ή παράγονται τα αντιδρώντα και το προϊόν, και με βάση τους συντελεστές της αντίδρασης και τη δεδομένη ποσότητα του SO_2 υπολογίζουμε αναλογικά τις ποσότητες του O_2 και του SO_3:

Προσοχή: Ενώ ο αριθμός ατόμων και η μάζα σε μια αντίδραση πάντοτε διατηρούνται αυτό δεν ισχύει απαραίτητα για τους συντελεστές, τις ποσότητες των ουσιών σε mol και τους όγκους!



Αφού τα 2 mol SO_2 αντιδρούν με 1 mol O_2 και παράγουν 2 mol SO_3, κατ' αναλογία τα 0,5 mol SO_2 αντιδρούν με 0,25 mol O_2 και παράγουν 0,5 mol SO_3.

Βήμα 4: Υπολογίζουμε τον ζητούμενο όγκο του O_2 και του SO_3:

$$n(O_2) = \frac{V}{V_m}$$
$$V(O_2) = n\cdot V_m = 0{,}25\,\text{mol}\cdot 22{,}4\,\text{L/mol} = 5{,}6\,\text{L}$$
$$n(SO_3) = \frac{V}{V_m}$$
$$V(SO_3) = n\cdot V_m = 0{,}5\,\text{mol}\cdot 22{,}4\,\text{L/mol} = 11{,}2\,\text{L}$$

Εφαρμογή 10.3

Πόσα γραμμάρια $N_2\,(g)$ και πόσα L $H_2\,(g)$ απαιτούνται για την παρασκευή 89,6 L $NH_3\,(g)$; Οι όγκοι αναφέρονται σε STP συνθήκες.
Δίνεται η σχετική ατομική μάζα, N : 14.

Λύση

Γράφουμε την εξίσωση σχηματισμού της NH_3:

$$N_2\,(g) \;+\; 3\,H_2\,(g) \;\longrightarrow\; 2\,NH_3\,(g)$$

Υπολογίζουμε ποσότητα σε mol της NH_3 που προκύπτει από την αντίδραση:

$$n(NH_3) = \frac{V}{V_m} = \frac{89{,}6\,\text{L}}{22{,}4\,\text{L/mol}} = 4\,\text{mol}$$

Γράφουμε τη σχέση των ποσοτήτων (σε mol) με την οποία αντιδρούν ή παράγονται τα αντιδρώντα και το προϊόν, με βάση τους συντελεστές της αντίδρασης και στη συνέχεια υπολογίζουμε αναλογικά τις ποσότητες (σε mol) του N_2 και του H_2 που απαιτούνται για την παραγωγή της παραπάνω ποσότητας NH_3:

N_2	+	$3\,H_2$	$\longrightarrow$	$2\,NH_3$
1		3		2
2		6		4

$\times 3/2$

$: 2$

Υπολογίζουμε στη συνέχεια τη μάζα του N_2 και τον όγκο του H_2 (L σε STP):

$$M_r(N_2) = 2 \cdot 14 = 28$$

$$n(N_2) = \frac{m}{M_r\,\text{g/mol}}$$

$$m(N_2) = n \cdot M_r = 2 \cdot 28\,\text{g} = 56\,\text{g}$$

$$n(H_2) = \frac{V}{V_m}$$

$$V(H_2) = n \cdot V_m = 6\,\text{mol} \cdot 22{,}4\,\text{L/mol} = 134{,}4\,\text{L}$$

10.3 Στοιχειομετρία σε διαλύματα.

Η συγκέντρωση (c) ενός διαλύματος, ως γνωστόν, ορίζεται από τη σχέση:

$$c = \frac{n}{V}$$

όπου n η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε mol και V ο όγκος του διαλύματος σε L.

Ανάλογους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς εκτελούμε και σε αντιδράσεις που γίνονται σε διάλυμα. Απλά, αν μας δίνουν την συγκέντρωση και τον όγκο ενός διαλύματος στον οποίο ευρίσκεται ένα αντιδρών ή ένα προϊόν υπολογίζουμε την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε mol, με βάση τον ορισμό της συγκέντρωσης, και στη συνέχεια εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς στην εξίσωση της αντίδρασης. Επίσης, αν υπολογίσουμε την ποσότητα (σε mol) ενός αντιδρώντος που απαιτείται για την πλήρη αντίδραση (με δεδομένη ποσότητα άλλου αντιδρώντος) μπορούμε να υπολογίσουμε και τον όγκο του διαλύματος στον οποίο αντιστοιχεί η ποσότητα αυτή.

Εφαρμογή 10.4

Πόσα mL διαλύματος $Ca(OH)_2$ 0,5 M απαιτούνται για πλήρη αντίδραση με 200 mL H_3PO_4 0,2 M προς σχηματισμό $Ca_3(PO_4)_2$;

Λύση

Υπολογίζουμε αρχικά την ποσότητα σε mol του H_3PO_4 που περιέχεται σε 200 mL διαλύματος 0,2 M:

$$c = \frac{n}{V}$$

$$n = c \cdot V = 0{,}2\,\text{mol/L} \cdot 0{,}2\,\text{L} = 0{,}04\,\text{mol}$$

Γράφουμε την (ισοσταθμισμένη) εξίσωση της εξουδετέρωσης και υπολογίζουμε στοιχειομετρικά την ποσότητα σε mol του $Ca(OH)_2$ που αντιδρά με τα 0,04 mol H_3PO_4:

$3\,Ca(OH)_2$	+	$2\,H_3PO_4$	⟶	$Ca_3(PO_4)_2$	+	$6\,H_2O$
3		2		1		6
0,06		0,04				

×3/2

Έτσι, αφού τα 2 mol H_3PO_4 αντιδρούν πλήρως με 3 mol $Ca(OH)_2$, αναλογικά, τα 0,04 mol H_3PO_4 αντιδρούν πλήρως με 0,06 mol $Ca(OH)_2$.

Τέλος, υπολογίζουμε τον όγκο του διαλύματος του $Ca(OH)_2$ σε mL που περιέχει αυτήν την ποσότητα $Ca(OH)_2$:

$$c = \frac{n}{V}$$

$$V = \frac{n}{c} = \frac{0{,}06\,\text{mol}}{0{,}5\,\text{mol/L}} = 0{,}12\,\text{L} = 120\,\text{mL}$$

10.4 Ένα αντιδρών περιέχει και αδρανείς προσμίξεις.

Σε κάποιες περιπτώσεις μία ουσία που χρησιμοποιείται ως αντιδρών δεν είναι καθαρή, αλλά περιέχει και άλλες (αδρανείς) ύλες που δεν συμμετέχουν στην αντίδραση. Έτσι, για παράδειγμα ένα δείγμα Fe καθαρότητας 90 % w/w οι σημαίνει ότι στα 100 g του δείγματος περιέχονται 90 g Fe και 10 g (αδρανών) υλών. Στην περίπτωση ασκήσεων που γνωρίζουμε την καθαρότητα του δείγματος και τη μάζα του υπολογίζουμε αναλογικά την ποσότητα της καθαρής ουσίας και με βάση αυτή εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς στην εξίσωση της αντίδρασης.

Εφαρμογή 10.5

Ποια η μάζα δείγματος Zn καθαρότητας 80 % w/w (και 20 % w/w αδρανείς προσμίξεις) που αντιδρά πλήρως με 500 mL διαλύματος HCl 0,2 M; Ποιος όγκος αερίου (σε STP) προκύπτει από την αντίδραση αυτή; Η σχετική ατομική μάζα του Zn είναι ίση με 65.

Λύση

Υπολογίζουμε αρχικά την ποσότητα σε mol του HCl που περιέχεται σε 500 mL διαλύματος HCl 0,2 M:

$$c = \frac{n}{V}$$

$$n = c \cdot V = 0{,}2\,\text{mol/L} \cdot 0{,}5\,\text{L} = 0{,}1\,\text{mol}$$

Με βάση την εξίσωση της αντίδρασης υπολογίζουμε την ποσότητα σε mol του (καθαρού) Zn και στη συνέχεια τη μάζα του:

Zn	+	2 HCl	⟶	$ZnCl_2$	+	H_2
1		2		1		1
0,05		0,1				0,05

Η ποσότητα του Zn που αντιδρά με 0,1 mol HCl θα είναι, επομένως, 0,05 mol και η μάζα της θα είναι:

$$m = n \cdot A_r\,\text{g/mol} = 0{,}05\,\text{mol} \cdot 65\,\text{g/mol} = 3{,}25\,\text{g}$$

Η ποσότητα του δείγματος Zn που περιέχει 3,25 g καθαρού Zn υπολογίζεται ως εξής:

Τα 100 g δείγματος περιέχουν	80 g καθαρού Zn
x =;	3,25 g

Επομένως:

$$x = \frac{325}{80}\,\text{g} \approx 4{,}06\,\text{g}$$

Με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης παράγονται $0{,}05\,\text{mol}$ αερίου H_2, που σε STP συνθήκες καταλαμβάνουν όγκο:

$$V = n \cdot V_\text{m} = 0{,}05\,\text{mol} \cdot 22{,}4\,\text{L/mol} = 1{,}12\,\text{L}$$

10.5 Περίσσεια ενός αντιδρώντος.

Στην περίπτωση που η αναλογία των ποσοτήτων σε mol των αντιδρώντων είναι η ίδια με την αναλογία των συντελεστών τους στη χημική εξίσωση της αντίδρασης, στο τέλος της αντίδρασης θα έχουν αντιδράσει πλήρως τα αντιδρώντα και στο δοχείο της αντίδρασης θα υπάρχουν αποκλειστικά και μόνο τα προϊόντα της αντίδρασης. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι οι ποσότητες των αντιδρώντων είναι σε στοιχειομετρική αναλογία. Φυσικά αν υπάρχει μόνο ένα αντιδρών δεν έχουμε περίπτωση περίσσειας.

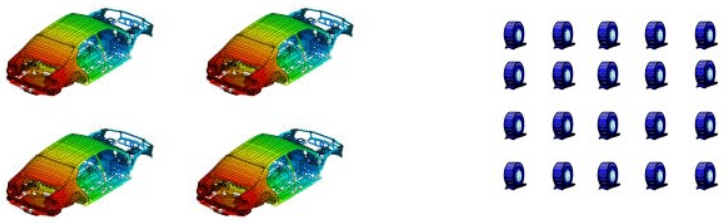
Έτσι, για παράδειγμα στην αντίδραση:

$$N_2 + 3\,H_2 \longrightarrow 2\,NH_3$$

οι ποσότητες $1\,\text{mol}$ N_2 και $3\,\text{mol}$ H_2 είναι σε στοιχειομετρική αναλογία. Επίσης σε στοιχειομετρική αναλογία είναι οι ποσότητες $2\,\text{mol}$ N_2 και $6\,\text{mol}$ H_2, $3\,\text{mol}$ N_2 και $9\,\text{mol}$ H_2, $0{,}2\,\text{mol}$ N_2 και $0{,}6\,\text{mol}$ H_2 και γενικά οι ποσότητες $x\,\text{mol}$ N_2 και $3x\,\text{mol}$ H_2.

Τι θα γίνει όμως αν ο αρχικές ποσότητες των αντιδρώντων είναι σε τυχαία αναλογία και όχι σε στοιχειομετρική; Ας δούμε αρχικά ένα παράδειγμα.

Έστω ότι διαθέτουμε 4 αυτοκίνητα και 20 ρόδες. Αν βάλουμε ρόδες και στα 4 αυτοκίνητα θα παρατηρήσουμε ότι θα μας περισσέψουν $20 - 4 \cdot 4 = 4$ ρόδες. Και αυτό γιατί η αναλογία αυτοκινήτων με τις ρόδες τους είναι $1 : 4$.



Με άλλα λόγια έχουμε «περίσσεια» από ρόδες. Αν είχαμε 6 αυτοκίνητα (και 20 ρόδες) τότε θα είχαμε περίσσεια 1 αυτοκινήτου καθώς δεν θα υπήρχαν ρόδες να του βάλουμε. Τέλος, αν είχαμε 5 αυτοκίνητα (και 20 πάντοτε ρόδες) τότε θα είχαμε ακριβώς την αναλογία $1 : 4$ και επομένως δεν θα περίσσευαν ούτε αυτοκίνητα ούτε ρόδες.

Στην περίπτωση των χημικών αντιδράσεων τα πράγματα είναι ανάλογα, καθώς τα αντιδρώντα σώματα αντιδρούν πλήρως με την αναλογία mol που καθορίζεται από τους συντελεστές (στοιχειομετρική αναλογία). Έτσι, για δεδομένη ποσότητα ενός αντιδρώντος υπάρχει μια συγκεκριμένη ποσότητα του άλλου

αντιδρώντος με την οποία αντιδρά πλήρως. Αν όμως η ποσότητα ενός αντιδρώντος Α είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα που απαιτείται για πλήρη αντίδραση με δεδομένη ποσότητα του άλλου αντιδρώντος Β λέμε ότι έχουμε περίσσεια του αντιδρώντος Α, ενώ το αντιδρών Β αντιδρά πλήρως (περιοριστικό αντιδρών).
Περιοριστικό αντιδρών ονομάζεται το αντιδρών που θεωρητικά μπορεί να αντιδράσει πλήρως.

Παράδειγμα

Το μεθάνιο έχει τύπο CH_4 και αντιδρά (καίγεται) με το O_2, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$CH_4 + 2\,O_2 \longrightarrow CO_2 + 2\,H_2O$$

Έτσι, αν βάλουμε προς αντίδραση $2\,\text{mol}$ CH_4 με $7\,\text{mol}$ O_2, τα $2\,\text{mol}$ CH_4 θα αντιδράσουν με $4\,\text{mol}$ O_2 και θα παραχθούν $2\,\text{mol}$ CO_2 και $4\,\text{mol}$ H_2O, ενώ θα περισσέψουν και $7 - 4 = 3\,\text{mol}$ O_2. Τα αποτελέσματα οργανώνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Ποσότητες (σε mol)	CH_4	$+\ 2\,O_2$	$\longrightarrow$ CO_2	$+\ 2\,H_2O$
Αρχικά	2	7	–	–
Μεταβολές	−2	−4	2	4
Τελικά	–	3	2	4

Εφαρμογή 10.6

Διαθέτουμε $0{,}1\,\text{mol}$ Mg.

α. Ποια ποσότητα (σε mol) O_2 απαιτείται για πλήρη αντίδραση, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$2\,Mg + O_2 \longrightarrow 2\,MgO$$

και ποια ποσότητα προϊόντος θα παραχθεί;

β. Αν βάλουμε προς αντίδραση $0{,}1\,\text{mol}$ Mg με $0{,}2\,\text{mol}$ O_2, ποια ποσότητα προϊόντος θα παραχθεί, ποιο αντιδρών θα αντιδράσει πλήρως (περιοριστικό αντιδρών) και ποιο αντιδρών θα είναι σε περίσσεια;

Λύση

α. Εφόσον οι ποσότητες (σε mol) των σωμάτων που αντιδρούν και παράγονται είναι ανάλογες των συντελεστών της χημικής εξίσωσης μπορούμε εύκολα να γράψουμε το παρακάτω πινακάκι στο οποίο όλες οι ποσότητες αναφέρονται σε mol.

$2\,Mg$	$+\ O_2$	$\longrightarrow$ $2\,MgO$
2	1	2
0,1	0,05	0,1

Επομένως, θα απαιτηθούν $0{,}05\,\text{mol}$ O_2 και θα παραχθούν $0{,}1\,\text{mol}$ MgO.

β. Αφού $0{,}1\,\text{mol}$ Mg απαιτούν προς αντίδραση $0{,}05\,\text{mol}$ O_2 ενώ διαθέτουμε $0{,}2\,\text{mol}$ O_2, το Mg μπορεί να αντιδράσει πλήρως (περιοριστικό αντιδρών) και θα περισσέψει ποσότητα O_2 ίση με $0{,}2 - 0{,}05 = 0{,}15\,\text{mol}$. Η ποσότητα του MgO που θα παραχθεί θα είναι $0{,}1\,\text{mol}$. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Ποσότητες (σε mol)	$2\,Mg$	$+$	O_2	$\longrightarrow$	$2\,MgO$
Αρχικά	0,1		0,2		–
Μεταβολές	−0,1		−0,05		0,1
Τελικά	–		0,15		0,1

Υπάρχουν περιπτώσεις ασκήσεων στις οποίες αναφέρεται ότι δεδομένη ποσότητα ενός αντιδρώντος Α αντιδρά με περίσσεια του άλλου αντιδρώντος Β (χωρίς να αναφέρεται η ποσότητά του). Στις περιπτώσεις αυτές αντιδρά όλη η ποσότητα του Α και οι υπολογισμοί γίνονται με βάση την ποσότητα αυτή (δεν είναι απαραίτητη η χρήση πίνακα).

Εφαρμογή 10.7

Ποσότητα $N_2\,(g)$ μάζας $5{,}6\,g$ αντιδρά με περίσσεια $H_2\,(g)$. Ποια μάζα $NH_3\,(g)$ θα σχηματιστεί;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $H:1$, $N:14$.

Λύση

Υπολογίζουμε την ποσότητα σε mol του N_2:

$$M_r(N_2) = 2 \cdot 14 = 28$$

$$n(N_2) = \frac{m}{M_r\,g/mol} = \frac{5{,}6}{28} = 0{,}2\,\text{mol}$$

Γράφουμε την αντίδραση και εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς με βάση το N_2 (περιοριστικό αντιδρών) και την παραγόμενη NH_3 (αδιαφορούμε για το συστατικό που είναι σε περίσσεια και για το οποίο δεν γνωρίζουμε την ποσότητά του):

N_2	$+$	$3\,H_2$	$\longrightarrow$	$2\,NH_3$
1		(περ.)		2
0,2				0,4

Υπολογίζουμε στη συνέχεια τη μάζα της NH_3:

$$M_r(NH_3) = 14 + 3 \cdot 1 = 17$$

$$n(NH_3) = \frac{m}{M_r\,g/mol}$$

$$m(NH_3) = n \cdot M_r\,g/mol = 0{,}4\,\text{mol} \cdot 17\,g/mol = 6{,}8\,g$$

10.6 Ειδική μεθοδολογία ασκήσεων στοιχειομετρίας.

10.6.1 Υπολογισμοί σε διαδοχικές αντιδράσεις.

Υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες η ποσότητα ενός προϊόντος μιας αντίδρασης συμμετέχει ως αντιδρών μιας επόμενης αντίδρασης, το προϊόν της οποίας συμμετέχει σε μία τρίτη αντίδραση κτλ. Η σειρά αυτή των αντιδράσεων αναφέρονται ως **διαδοχικές αντιδράσεις**. Στις περιπτώσεις αυτές μας δίνουν (ή μας ζητάνε) την ποσότητα ενός αντιδρώντος της πρώτης αντίδρασης και μας ζητάνε (ή μας δίνουν) την ποσότητα ενός προϊόντος της τελευταίας αντίδρασης της σειράς.

Εφαρμογή 10.8

5,85 g NaCl αντιδρούν με περίσσεια H_2SO_4 και το αέριο προϊόν διαβιβάζεται σε περίσσεια διαλύματος Na_2CO_3. Να υπολογιστεί ο όγκος σε STP του αερίου που θα παραχθεί στη δεύτερη αντίδραση.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{Na}:23,\ \mathrm{Cl}:35{,}5$.

Λύση

Υπολογίζουμε αρχικά την ποσότητα (σε mol) του NaCl:

$$M_r(\mathrm{NaCl}) = 23 + 35{,}5 = 58{,}5$$

$$n(\mathrm{NaCl}) = \frac{m}{M_r\ \mathrm{g/mol}} = \frac{5{,}85\ \mathrm{g}}{58{,}5\ \mathrm{g/mol}} = 0{,}1\ \mathrm{mol}$$

Γράφουμε τις χημικές εξισώσεις των δύο αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης που διεξάγονται και εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς:

$2\,\mathrm{NaCl}$	$+$	$\mathrm{H_2SO_4}$	$\longrightarrow$	$\mathrm{Na_2SO_4}$	$+$	$2\,\mathrm{HCl}\uparrow$
2		(περ.)				2
0,1						0,1

$\mathrm{Na_2CO_3}$	$+$	$2\,\mathrm{HCl}$	$\longrightarrow$	$2\,\mathrm{NaCl}$	$+$	$\mathrm{CO_2}\uparrow$	$+$	$2\,\mathrm{H_2O}$
(περ.)		2				1		
		0,1				0,05		

Να παρατηρήσετε ότι η μεταφορά της (κοινής) ποσότητας HCl από τη μία αντίδραση στην άλλη δεν έχει σχέση με τους συντελεστές του HCl στις δύο αντιδράσεις.

Υπολογίζουμε στη συνέχεια τον όγκο του CO_2 σε STP συνθήκες:

$$n(\mathrm{CO_2}) = \frac{V}{V_m}$$

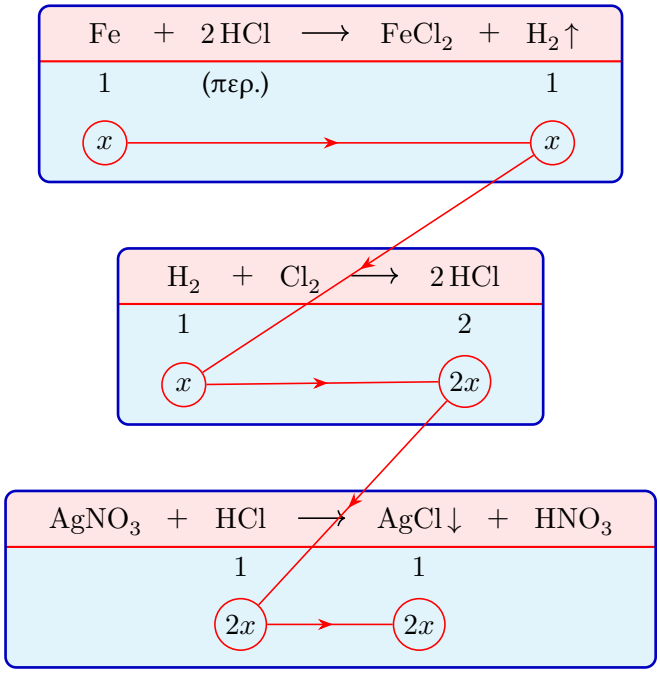
$$V(\mathrm{CO_2}) = n \cdot V_m = 0{,}05\ \mathrm{mol} \cdot 22{,}4\ \mathrm{L/mol} = 1{,}12\ \mathrm{L}$$

Εφαρμογή 10.9

Ποσότητα Fe αντιδρά με περίσσεια διαλύματος HCl και δίνει αέριο το οποίο αντιδρά πλήρως με Cl_2, και παίρνουμε νέο αέριο το οποίο αντιδρά με περίσσεια διαλύματος $AgNO_3$ δίνοντας 14,35 g λευκού ιζήματος. Ποια είναι η μάζα της αρχικής ποσότητας του Fe;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $Cl : 35{,}5$, $Fe : 56$, $Ag : 108$.

Λύση

Έστω x mol η ποσότητα του Fe. Γράφουμε τις διαδοχικές εξισώσεις των αντιδράσεων που αναφέρονται και εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς με βάση το x:



Υπολογίζουμε στη συνέχεια την ποσότητα του AgCl σε mol:

$$M_r(\text{AgCl}) = 108 + 35{,}5 = 143{,}5$$

$$n(\text{AgCl}) = \frac{m}{M_r \text{ g/mol}} = \frac{14{,}35 \text{ g}}{143{,}5 \text{ g/mol}} = 0{,}1 \text{ mol}$$

$$2x = 0{,}1$$
$$x = 0{,}05$$

και κατόπιν υπολογίζουμε τη μάζα του Fe:

$$n(\text{Fe}) = \frac{m}{A_r \text{ g/mol}}$$

$$m(Fe) = n \cdot A_r \text{ g/mol} = 0{,}05 \text{ mol} \cdot 56 \text{ g/mol} = 2{,}8 \text{ g}$$

10.6.2 Εύρεση της σύστασης μίγματος δύο ουσιών.

Σε κάποια προβλήματα ζητείται η σύσταση ενός μίγματος δύο ουσιών με βάση κάποιες αντιδράσεις στις οποίες υποβάλλεται το μίγμα και στις οποίες μπορεί να αντιδρά μόνο το ένα ή και τα δύο συστατικά του μίγματος. Στις ασκήσεις αυτές συμβολίζουμε αρχικά με x και y την ποσότητα κάθε συστατικού σε mol και εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς στις αντιδράσεις που αναφέρουμε. Συνήθως σχηματίζουμε σύστημα δύο εξισώσεων με δύο αγνώστους η επίλυση του οποίου δίνει τα x και y.

Εφαρμογή 10.10

10 g μίγματος Fe και FeS αντιδρούν πλήρως με περίσσεια διαλύματος HCl και από τις δύο αντιδράσεις που γίνονται εκλύονται 3,36 L αέριου μίγματος σε STP. Να υπολογιστεί η μάζα κάθε συστατικού του αρχικού μίγματος.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{S}:32,\ \mathrm{Fe}:56$.

Λύση

Έστω ότι το μίγμα αποτελείται από x mol Fe και y mol FeS. Αν m_1 η μάζα του Fe και m_2 η μάζα του FeS θα ισχύουν:

$$m_1 = 56\,x\,\mathrm{g} \tag{1}$$
$$m_2 = 88\,y\,\mathrm{g} \tag{2}$$

(όπου 88 η σχετική μοριακή μάζα του FeS) και επομένως με βάση τη μάζα του μίγματος:

$$m_1 + m_2 = m_{\mu\iota\gamma}$$
$$56\,x + 88\,y = 10 \tag{3}$$

Με την επίδραση HCl στο μίγμα λαμβάνουν χώρα δύο αντιδράσεις, μία αντίδραση απλής αντικατάστασης και μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης:

Fe	$+$	$2\,\mathrm{HCl}$	$\longrightarrow$	$\mathrm{FeCl_2}$	$+$	$\mathrm{H_2}\uparrow$
1		(περ.)				1
x						x

FeS	$+$	$2\,\mathrm{HCl}$	$\longrightarrow$	FeS	$+$	$\mathrm{H_2S}\uparrow$
1		(περ.)				1
y						y

Το αέριο που εκλύεται αποτελείται από δύο συστατικά, το $\mathrm{H_2}$ (x mol) και το $\mathrm{H_2S}$ (y mol). Θα ισχύει:

$$n_{\text{ολ}} = \frac{V}{V_{\text{m}}} = \frac{3{,}36\,\mathrm{L}}{22{,}4\,\mathrm{L/mol}} = 0{,}15\,\mathrm{mol}$$
$$x + y = 0{,}15 \tag{4}$$

Με επίλυση του συστήματος των δύο εξισώσεων (3) και (4), προκύπτει:

$$x = 0{,}1$$
$$y = 0{,}05$$

Άρα, οι μάζες των δύο συστατικών σύμφωνα με τις σχέσεις (1) και (2) θα είναι:

$$m_1 = 56x\,\text{g} = 56 \cdot 0{,}1\,\text{g} = 5{,}6\,\text{g Fe}$$
$$m_2 = 88y\,\text{g} = 88 \cdot 0{,}05\,\text{g} = 4{,}4\,\text{g FeS}$$

Εφαρμογή 10.11

13,3 g μίγματος NaCl και KCl αντιδρούν πλήρως με διάλυμα $AgNO_3$. Αν μετά από τις αντιδράσεις έχουν καταβυθιστεί 28,7 g AgCl (s), να προσδιοριστούν οι μάζες των δύο συστατικών του αρχικού μίγματος.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, Na : 23, Cl : 35,5, K : 39, Ag : 108.

Λύση

Οι σχετικές μοριακές μάζες των δύο συστατικών του μίγματος και του ιζήματος (AgCl) είναι:

$$M_r(\text{NaCl}) = 23 + 35{,}5 = 58{,}5$$
$$M_r(\text{KCl}) = 39 + 35{,}5 = 74{,}5$$
$$M_r(\text{AgCl}) = 108 + 35{,}5 = 143{,}5$$

Έστω ότι το μίγμα αποτελείται από x mol NaCl και y mol KCl. Αν m_1 η μάζα του NaCl και m_2 η μάζα του KCl θα ισχύουν:

$$m_1 = 58{,}5\,x\,\text{g} \quad (1)$$
$$m_2 = 74{,}5\,y\,\text{g} \quad (2)$$

και επομένως με βάση τη μάζα του μίγματος:

$$m_1 + m_2 = m_{\mu\iota\gamma}$$
$$58{,}5\,x + 74{,}5\,y = 13{,}3 \quad (3)$$

Με βάση τις εξισώσεις των δύο αντιδράσεων (διπλής αντικατάστασης) που λαμβάνουν χώρα, έχουμε:

$NaCl$	$+$	$AgNO_3$	$\longrightarrow$	$AgCl\downarrow$	$+$	$NaNO_3$
1				1		
x				x		

KCl	$+$	$AgNO_3$	$\longrightarrow$	$KCl\downarrow$	$+$	$NaNO_3$
1				1		
y				y		

Η συνολική ποσότητα του AgCl είναι $(x + y)\,\text{mol}$ άρα:

$$n(\text{AgCl}) = \frac{m}{M_\text{r}\,\text{g/mol}} = \frac{28{,}7\,\text{g}}{143{,}5\,\text{g/mol}} = 0{,}2\,\text{mol}$$

$$x + y = 0{,}2 \tag{4}$$

Με επίλυση του συστήματος των δύο εξισώσεων (3) και (4), προκύπτει:

$$x = 0{,}1$$
$$y = 0{,}1$$

Άρα, οι μάζες των δύο συστατικών σύμφωνα με τις σχέσεις (1) και (2) θα είναι:

$$m_1 = 58{,}5\,x\,\text{g} = 58{,}5 \cdot 0{,}1\,\text{g} = 5{,}85\,\text{g NaCl}$$
$$m_2 = 74{,}5\,y\,\text{g} = 74{,}5 \cdot 0{,}1\,\text{g} = 7{,}45\,\text{g KCl}$$

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

10.1 Αν αναμείξουμε 2 mol N_2 και 6 mol H_2, τότε μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης:

$$N_2 + 3\,H_2 \longrightarrow 2\,NH_3$$

στα προϊόντα θα υπάρχουν:

α. 2 mol NH_3 **β.** 4 mol NH_3
γ. 6 mol NH_3 **δ.** 8 mol NH_3

10.2 Ένα διάλυμα HCl εξουδετερώνεται πλήρως από ένα διάλυμα $Ca(OH)_2$ αν:

α. οι όγκοι των δύο διαλυμάτων που αναμειγνύονται είναι ίσοι.
β. οι ποσότητες σε mol του οξέος και της βάσης είναι ίσοι.
γ. οι μάζες του οξέος και της βάσης είναι ίσες.
δ. το τελικό διάλυμα περιέχει μόνο $CaCl_2$ ως διαλυμένη ουσία.

10.3 Αν x mol HCl αντιδρούν πλήρως με y mol Zn, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$Zn + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

τότε για τους αριθμούς x, y ισχύει:

α. $x > y$ **β.** $x < y$
γ. $x = 2y$ **δ.** $y = 2x$

10.4 Το N_2 και το H_2 αντιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες σύμφωνα με την εξίσωση:

$$N_2 + 3\,H_2 \longrightarrow 2\,NH_3$$

Με βάση την εξίσωση αυτή να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν.

α. 0,2 mol N_2 αντιδρούν με .... mol H_2 και παράγονται .... mol NH_3.
β. .... L N_2 αντιδρούν με .... L H_2 και παράγονται 0,2 L NH_3 στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.
γ. Αν αναμείξουμε 0,4 mol N_2 με 1,2 mol H_2 θα αντιδράσουν πλήρως και θα παραχθούν .... mol NH_3. Στην περίπτωση αυτή οι αρχικές ποσότητες που αναμείξαμε ονομάζονται .....
δ. Αν αναμείξουμε 0,4 mol N_2 με 0,6 mol H_2 θα αντιδράσουν πλήρως .... mol .... με .... mol .... και θα παραχθούν .... mol NH_3, ενώ θα περισσέψουν .... mol .....

10.5 Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας αναφέροντας κατάλληλα παραδείγματα.

α. Σε κάθε χημική αντίδραση οι ποσότητες σε mol των ουσιών που παράγονται είναι πάντα ίσες με τις ποσότητες σε mol των ουσιών που αντέδρασαν.
β. Σε μία αντίδραση που διεξάγεται σε κλειστό δοχείο η μάζα των αντιδρώντων είναι ίση με τη μάζα των προϊόντων.
γ. Σε μία αντίδραση στην οποία συμμετέχουν μόνο αέρια, ο συνολικός όγκος των αντιδρώντων είναι ίσος με το συνολικό όγκο των προϊόντων (στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας).

10.6 Ένα ποτήρι με διάλυμα HCl έχει μάζα m_1. Στο ποτήρι προσθέτουμε ρινίσματα Zn μάζας m_2 και διεξάγεται η αντίδραση:

$$Zn\,(s) + 2\,HCl\,(aq) \longrightarrow ZnCl_2\,(aq) + H_2\,(g)$$

Αν m_3 η μάζα του ποτηριού μετά την αντίδραση, θα ισχύει:

$$m_1 + m_2 = m_3$$

Σωστό ή όχι; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

10.7 Να υπολογιστεί ο όγκος του CO_2 (σε STP) που προκύπτει από τη θερμική διάσπαση 20 g $CaCO_3$, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, C : 12, O : 16, Ca : 40.

10.8 Για την παρασκευή του πυριτίου (Si) που χρησιμοποιείται στα ηλεκτρονικά συστήματα των υπολογιστών χρησιμοποιούμε την αντίδραση:

$$SiCl_4 + 2\,Mg \longrightarrow 2\,MgCl_2 + Si$$

Πόσα g Mg απαιτούνται για την παρασκευή 11,2 g Si;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, Mg : 24, Si : 28.

10.9 Το φωσφίδιο του ασβεστίου, Ca_3P_2, αντιδρά με το νερό, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$Ca_3P_2\,(s) \;+\; H_2O\,(l) \longrightarrow 2\,PH_3\,(g) \;+\; 3\,Ca(OH)_2\,(aq)$$

Ποιες μάζες αντιδρώντων απαιτούνται για την παραγωγή 8,96 L $PH_3\,(g)$, σε STP συνθήκες;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, O : 16, P : 31, Ca : 40.

10.10 Μία κοινή εργαστηριακή μέθοδος παρασκευής O_2 χρησιμοποιεί τη θερμική διάσπαση του $KClO_3$, οπότε προκύπτουν KCl και O_2.

α. Να γραφεί η εξίσωση της αντίδρασης.
β. Με τη θεώρηση ότι η αντίδραση είναι πλήρης, να υπολογιστεί ο όγκος του O_2 (σε STP συνθήκες) που προκύπτει από τη θερμική διάσπαση 49 g $KClO_3$.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, O : 16, Cl : 35,5, K : 39.

10.11 Δείγμα Zn διαλύεται πλήρως σε περίσσεια διαλύματος HCl και προκύπτουν 4,48 L H_2 μετρημένα σε STP συνθήκες. Να υπολογιστεί η μάζα του δείγματος Zn.
Δίνεται η σχετική ατομική μάζα, Zn : 65.

10.12 Τα προωθητικά συστήματα των διαστημικών λεωφορείων χρησιμοποιούν την αντίδραση:

$$3\,Al \;+\; 3\,NH_4ClO_4 \longrightarrow Al_2O_3 \;+\; AlCl_3 \;+\; 3\,NO \;+\; 6\,H_2O$$

Ποια μάζα Al πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την πλήρη αντίδραση με 235 g NH_4ClO_4; Ποια μάζα νερού παράγεται κατά την αντίδραση; Ποιος ο όγκος του NO (g) που προκύπτει σε STP;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, N : 14, O : 16, Al : 27, Cl : 35,5.

10.13 Η μεθανοθειόλη, CH_3SH, είναι ένα δύσοσμο αέριο που χρησιμοποιείται σε πολύ μικρές ποσότητες για την άμεση ανίχνευση διαρροών σε εγκαταστάσεις φυσικού αερίου. Κατά την καύση του φυσικού αερίου η ένωση αυτή καίγεται σύμφωνα με την εξίσωση:

$$CH_3SH\,(g) \;+\; 3\,O_2\,(g) \longrightarrow CO_2\,(g) \;+\; 2\,H_2O\,(l) \;+\; SO_2\,(g)$$

Ποιος όγκος SO_2 (σε STP συνθήκες) προκύπτει κατά την καύση 0,48 g CH_3SH;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, C : 12, S : 32. Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, S:32.

10.14 Το νιτρικό αμμώνιο, NH_4NO_3, μπορεί να διασπαστεί με έκρηξη σύμφωνα με την εξίσωση:

$$2\,NH_4NO_3\,(s) \longrightarrow 2\,N_2\,(g) \;+\; O_2\,(g) \;+\; 4\,H_2O\,(g)$$

α. Ποια η μάζα κάθε προϊόντος που προκύπτει με τη διάσπαση 160 g NH_4NO_3;
β. Ποια ποσότητα NH_4NO_3 πρέπει να διασπαστεί για να προκύψουν 3,6 g H_2O;
γ. Ποιος όγκος αερίων (σε STP) προκύπτει από τη διάσπαση 0,1 mol NH_4NO_3;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, N : 14, O : 16.

10.15 Να γράψετε την εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται κατά τη διαβίβαση περίσσειας $NH_3\,(g)$ σε διάλυμα HCl και να υπολογίσετε:

α. τον όγκο του διαλύματος HCl συγκέντρωσης 0,2 M που αντιδρά πλήρως με 8,96 L $NH_3\,(g)$ σε STP συνθήκες και
β. τον όγκο σε STP της αέριας NH_3 που πρέπει να διαβιβασθεί σε 500 mL διαλύματος HCl 0,2 M για να το εξουδετερώσει, καθώς και τη μάζα του άλατος που θα παραχθεί από την εξουδετέρωση αυτή.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, N : 14, Cl : 35,5.

10.16 Να γράψετε τη χημική εξίσωση που περιγράφει την εξουδετέρωση του H_2SO_4 από το NaOH και με βάση την εξίσωση αυτή να υπολογίσετε:

α. την ποσότητα σε mol του H_2SO_4 που αντιδρά πλήρως με 0,3 mol NaOH.
β. τη μάζα του NaOH που αντιδρά πλήρως με 0,2 mol H_2SO_4.
γ. τη μάζα του άλατος που προκύπτει από την εξουδετέρωση 8 g NaOH με την απαιτούμενη ποσότητα του οξέος.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, O : 16, Na : 23, S : 32.

10.17 Σε 500 mL διαλύματος $Ca(OH)_2$ διαβιβάσαμε 1,12 L αέριου HCl σε STP και προέκυψε διάλυ-

μα Δ όγκου 500 mL που περιέχει μία μόνο διαλυμένη ουσία.

α. Ποια ήταν η συγκέντρωση του αρχικού διαλύματος $Ca(OH)_2$;

β. Ποια είναι η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος;

10.18 Ένα δοχείο σταθερού όγκου περιέχει 0,4 mol $HCl\,(g)$ σε πίεση 0,8 atm. Στο δοχείο αυτό εισάγουμε αέρια αμμωνία υπό σταθερή θερμοκρασία.

α. Πόση θα γίνει η πίεση του συστήματος, όταν εισαχθούν στο δοχείο 0,1 mol NH_3; Θεωρείστε ότι δεν λαμβάνει χώρα αντίδραση.

β. Ποια ποσότητα (σemol) NH_3 πρέπει να εισαχθεί στο δοχείο, ώστε η πίεση του συστήματος να γίνει 0,2 atm; Να εξετάσετε δύο περιπτώσεις. Το NH_4Cl είναι στερεό σώμα.

10.19 19,5 g Zn αντιδρούν πλήρως με 500 mL διαλύματος HCl (διάλυμα Δ_1), οπότε παράγεται αέριο A και διάλυμα Δ_2. Όλη η ποσότητα του αερίου A αντιδρά πλήρως με περίσσεια N_2 και παράγεται αέριο B, το οποίο διαβιβάζεται σε 500 mL διαλύματος H_2SO_4 2 M (διάλυμα Δ_3) και προκύπτουν 500 mL διαλύματος Δ_4.

α. Να γράψετε τις εξισώσεις που περιγράφουν τα παραπάνω χημικά φαινόμενα.

β. Να βρείτε τη συγκέντρωση του διαλύματος Δ_1.

γ. Ποιες οι συγκεντρώσεις των ουσιών που περιέχονται στο διάλυμα Δ_4;

Δίνεται η σχετική ατομική μάζα, Zn : 65.

10.20 4,48 L αέριας NH_3 σε STP διαλύονται σε νερό και προκύπτει διάλυμα Δ_1 όγκου 200 mL. 50 mL από το διάλυμα Δ_1 αραιώνονται με προσθήκη νερού και προκύπτει διάλυμα Δ_2 συγκέντρωσης 0,2 M. Να υπολογιστούν:

α. η συγκέντρωση του διαλύματος Δ_1,

β. ο όγκος του νερού (σε mL) με τον οποίο αραιώθηκε το διάλυμα Δ_1 και

γ. η ποσότητα σε mol του HCl που απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση 50 mL του διαλύματος Δ_1.

10.21 Το 1774, ο Σουηδός χημικός Carl Wilhelm Scheele παρήγαγε $Cl_2\,(g)$ με την αντίδραση που περιγράφεται από την εξίσωση:

$$4\,NaCl\,(aq) + 2\,H_2SO_4\,(aq) + MnO_2\,(s) \longrightarrow 2\,Na_2SO_4\,(aq) + MnCl_2\,(aq) + 2\,H_2O\,(l) + Cl_2\,(g)$$

Ποιος όγκος $Cl_2\,(g)$, μετρημένος σε STP, παράγεται με την ανάμιξη 50 mL διαλύματος NaCl 2 M με 25 mL διαλύματος H_2SO_4 6 M και 4,35 g MnO_2;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, O : 16, Mn : 55.

10.22 Στο σύστημα ασφαλείας παροχής οξυγόνου στα επιβατικά αεροπλάνα, το οξυγόνο παράγεται με θερμική διάσπαση χλωρικού νατρίου, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$2\,NaClO_3\,(s) \longrightarrow 2\,NaCl\,(s) + 3\,O_2\,(g)$$

Κατά μέσο όρο ένας άνθρωπος σε κατάσταση στρες καταναλώνει με την αναπνοή 39,2 L O_2 (μετρημένα σε STP) κάθε 15 λεπτά. Ποια μάζα χλωρικού νατρίου πρέπει να διασπαστεί για την παραγωγή της ποσότητας αυτής O_2;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, O : 16, Na : 23, Cl : 35,5.

10.23 Για την παραγωγή του θειικού νατρίου χρησιμοποιείται η εξής αλληλουχία αντιδράσεων:

$$\begin{aligned} S + O_2 &\longrightarrow SO_2 \\ 2\,SO_2 + O_2 &\longrightarrow 2\,SO_3 \\ SO_3 + H_2O &\longrightarrow H_2SO_4 \\ 2\,NaOH + H_2SO_4 &\longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O \end{aligned}$$

Ποια μάζα O_2 απαιτείται για την παρασκευή 1 mol Na_2SO_4;
Δίνεται η σχετική ατομική μάζα, O : 16.

10.24 Η νιτρογλυκερίνη είναι ένα υγρό ευαίσθητο στα κτυπήματα, καθώς εκρήγνυται σύμφωνα με την εξίσωση:

$$4\,C_3H_5(NO_3)_3\,(l) \longrightarrow 6\,N_2\,(g) + 12\,CO_2\,(g) + O_2\,(g) + 10\,H_2O\,(g)$$

Να υπολογίσετε τον όγκο των αερίων που προκύπτουν σε θερμοκρασία 27 °C και σε πίεση 2 atm από την έκρηξη 2,27 g νιτρογλυκερίνης.
Δίνονται: $R = 0{,}082\ \frac{\text{atm·L}}{\text{mol·K}}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, C : 12, O : 16.

10.25 Το νιτρικό αμμώνιο είναι ένα συστατικό των λιπασμάτων που μπορεί να διασπαστεί εκρηκτικά σύμφωνα με την εξίσωση:

$$2\,NH_4NO_3\,(s) \longrightarrow 2\,N_2\,(g) + O_2\,(g) + 4\,H_2O\,(g)$$

α. Ποια μάζα από καθένα από τα προϊόντα θα σχηματιστεί από τη διάσπαση $160\,g\ NH_4NO_3$;

β. Ποια μάζα NH_4NO_3 πρέπει να διασπαστεί ώστε να σχηματιστούν $36\,g\ H_2O$;

γ. Ποιος ο όγκος όλων των προϊόντων σε πίεση $1\,atm$ και θερμοκρασία $127\,^\circ C$;

Δίνονται: $R = 0{,}082\ \frac{atm \cdot L}{mol \cdot K}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες, $H : 1,\ N : 14,\ O : 16$.

Φύλλο Εργασίας 10.1

Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί I

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Πόσα g H_2 αντιδρούν πλήρως με 5,6 g N_2; Πόσα g NH_3 θα προκύψουν;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $H : 1$, $N : 14$.

Β. Διαθέτουμε 6,5 g μεταλλικού ψευδαργύρου (Zn).

α. Ποιος όγκος διαλύματος HCl 0,1 M αντιδρά πλήρως με την ποσότητα αυτή του Zn;

β. Ποιος όγκος αερίου H_2 θα προκύψει μετρημένος σε STP;

Δίνεται η σχετική ατομική μάζα, $Zn : 65$.

Φύλλο Εργασίας 10.2

Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί II

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Διαθέτουμε 500 mL διαλύματος HBr 0,2 M.

α. Πόσα g $Ca(OH)_2$ απαιτούνται για την εξουδετέρωση του διαλύματος;

β. Πόσα g άλατος θα προκύψουν;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, Ca : 40, Br : 80.

Β. 4,6 g Na αντιδρούν πλήρως με H_2O.

α. Πόσα g NaOH θα παραχθούν;

β. Πόσα L αερίου H_2 θα παραχθούν μετρημένα σε STP;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, O : 16, Na : 23.

Απαντήσεις - Λύσεις

Κεφάλαιο 10

Απαντήσεις - Λύσεις στις Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Κεφάλαιο 10

10.1 β

10.2 δ

10.3 γ

10.4 **α.** 0,6, 0,4
β. 0,1, 0,3
γ. 0,8, στοιχειομετρικές
δ. 0,2, N_2, 0,6, H_2, 0,4, 0,2, N_2

10.5 **α.** Λ, **β.** Σ, **γ.** Λ.

10.6 Λάθος. Εκλύεται ποσότητα αερίου H_2.

10.7 4,48 L

10.8 19,2 g

10.9 36,4 g, 3,6 g

10.10 **α.** $2\,KClO_3 \longrightarrow 2\,KCl + 3\,O_2$
β. 13,44 L

10.11 13 g

10.12 54 g, 72 g, 44,8 L

10.13 0,224 L

10.14 **α.** 56 g N_2, 32 g O_2, 72 g H_2O
β. 8 g
γ. 7,84 L

10.15 **α.** 2 L
β. 2,24 L, 5,35 g

10.16 $H_2SO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\,H_2O$
β. 0,15 mol
γ. 16 g
δ. 14,2 g

10.17 **α.** 0,05 M
β. 0,05 M

10.18 **α.** 1 atm
β. 0,3 mol NH_3 ή 0,5 mol NH_3

10.19 **α.** $Zn + 2\,HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$
$N_2 + 3\,H_2 \longrightarrow 2\,NH_3$
$H_2SO_4 + 2\,NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$
β. 1,2 M
γ. $(NH_4)_2SO_4$ 0,2 M, H_2SO_4 1,8 M

10.20 **α.** 1 M
β. 0,2 L
γ. 0,05 mol

10.21 0,56 L

10.22 68,25 g

10.23 48 g

10.24 0,584 L

10.25 **α.** 56 g N_2, 32 g O_2, 72 g H_2O
β. 80 g
γ. 172,2 L

Απαντήσεις - Λύσεις στα Φύλλα Εργασίας

Κεφάλαιο 10

Φύλλο Εργασίας 10.1

Α. 1,2 g, 6,8 g

Β. **α.** 2 L, **β.** 2,24 L

Φύλλο Εργασίας 10.2

Α. **α.** 3,7 g, **β.** 10 g

Β. **α.** 8 g, **β.** 2,24 L

Παραρτήματα

Παράρτημα Α

Τράπεζα Θεμάτων

Α.1 Β΄ Θέματα

Β.1 Δύο αέρια Α και Β βρίσκονται στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης και έχουν όγκους V_A και V_B αντίστοιχα. Αν οι ποσότητές τους (σε mol) είναι n_A και n_B αντίστοιχα, τότε ισχύει:

α. $\frac{V_A}{V_B} = \frac{n_A}{n_B}$ **β.** $\frac{V_A}{V_B} = \frac{n_B}{n_A}$

γ. $V_A \cdot V_B = n_A \cdot n_B$

Β.2 Δίνονται δύο ζεύγη στοιχείων:

α. ${}_{16}S$ και ${}_{17}Cl$ **β.** ${}_{17}Cl$ και ${}_{9}F$

Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία έχουν παρόμοιες (ανάλογες) χημικές ιδιότητες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Β.3 Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

1. Το ιόν του νατρίου, ${}_{11}Na^+$, προκύπτει όταν το άτομο του Na προσλαμβάνει ένα ηλεκτρόνιο.
2. Σε 2 mol NH_3 περιέχεται ίσος αριθμός μορίων με αυτών που περιέχονται σε 2 mol NO.
3. Για τις ενέργειες E_M και E_L των στιβάδων M και L αντίστοιχα, ισχύει ότι: $E_M < E_L$.
4. Το στοιχείο οξυγόνο, ${}_8O$, βρίσκεται στη 18η (VIIIA) ομάδα και τη 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.
5. Ο αριθμός οξείδωσης του Cl, στη χημική ένωση $HClO_4$, είναι +7.
6. Το στοιχείο νάτριο, ${}_{11}Na$, βρίσκεται στην 1η (IA) ομάδα και την 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.
7. 1 mol H_2O περιέχει $12{,}04 \cdot 10^{23}$ άτομα υδρογόνου.
8. Ένα μόριο H_2 ($A_r(H) = 1$) έχει μάζα 2 g.
9. Το άτομο ${}^{35}_{17}Cl$ περιέχει 17 νετρόνια.
10. Ο αριθμός οξείδωσης του αζώτου (N), στο νιτρικό ιόν, (NO_3^-), είναι +5.
11. Το στοιχείο αργό, Ar ($Z = 18$), βρίσκεται στην 18η (VIIIA) ομάδα και την 4η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.
12. Τα ισότοπα είναι άτομα που ανήκουν στο ίδιο στοιχείο.
13. Το ιόν του σιδήρου, ${}_{26}Fe^{3+}$ έχει προκύψει με απώλεια 3 ηλεκτρονίων από το άτομο του σιδήρου.
14. Σε 4 mol H_2CO_3 περιέχονται συνολικά 12 άτομα οξυγόνου.
15. 1 mol μορίων H_2O αποτελείται συνολικά από $3 \cdot N_A$ άτομα.
16. 3 L αερίου O_2 περιέχουν περισσότερα μόρια από 3 L αέριας NH_3 σε ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.
17. Οι ιοντικές ενώσεις σε στερεή κατάσταση είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.
18. Τα αλογόνα μπορούν να σχηματίσουν ομοιοπολικούς και ιοντικούς δεσμούς.
19. Το ${}_{11}Na$ έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το ${}_{11}Na^+$.
20. Η διαφορά του ατομικού αριθμού από το μαζικό αριθμό ισούται με τον αριθμό νετρονίων του ατόμου.
21. Το ${}_{19}K^+$ και το ${}_{17}Cl^-$ έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων.

22. Το στοιχείο Χ που βρίσκεται στη 17η (VIIA) ομάδα και στην 2η περίοδο του περιοδικού πίνακα, έχει ατομικό αριθμό 17.

23. 1 mol οποιασδήποτε χημικής ουσίας σε πρότυπες συνθήκες (STP) έχει όγκο 22,4 L.

24. Η ένωση μεταξύ του στοιχείου $_{17}$X και του στοιχείου $_{19}\Psi$ είναι ιοντική.

25. Τα ισότοπα έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων και νετρονίων.

26. Το $_{20}Ca^{2+}$ έχει 18 ηλεκτρόνια.

27. Τα άτομα της χημικής ένωσης $X\Psi$ πρέπει να έχουν διαφορετικό μαζικό αριθμό.

28. Ένα διάλυμα $CuSO_4\,(aq)$ δε μπορούμε να το φυλάξουμε σε δοχείο από αλουμίνιο (Al).

29. Το άτομο περιέχει δύο νετρόνια περισσότερα από τα ηλεκτρόνια.

30. Τα στοιχεία μιας περιόδου έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα τους.

31. Τα άτομα $^{14}_{6}X$ και $^{12}_{6}Y$ είναι ισότοπα.

32. Η ένωση μεταξύ $_{19}$K και $_{9}$F είναι ιοντική.

33. Ο άργυρος, Ag, δεν αντιδρά με το υδροχλωρικό οξύ, $HCl\,(aq)$.

34. Για να εξουδετερώσουμε το HCl που περιέχεται στο γαστρικό υγρό χρησιμοποιούμε γάλα μαγνησίας ($Mg(OH)_2$).

35. Το H_2SO_4 όταν αντιδράσει με το Na_2CO_3 παράγεται αέριο υδρογόνο.

36. Το χλώριο ($_{17}$Cl), μπορεί να σχηματίσει ομοιοπολικούς και ιοντικούς δεσμούς.

37. Η ηλεκτραρνητικότητα καθορίζει την τάση των ατόμων να αποβάλλουν ηλεκτρόνια.

38. Το $_{17}$Cl προσλαμβάνει ηλεκτρόνια ευκολότερα από το $_{9}$F.

39. Σε 5 mol H_2O περιέχονται 10 mol ατόμων υδρογόνου, H.

40. 1 mol H_2 περιέχει 2 άτομα υδρογόνου.

41. Ένα σωμάτιο που περιέχει 20 πρωτόνια, 20 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια, είναι ένα αρνητικό ιόν.

42. 1 mol C_2H_6 περιέχει 6 άτομα υδρογόνου.

43. Τα αλογόνα μπορούν να σχηματίσουν ομοιοπολικούς και ιοντικούς δεσμούς.

44. Αν ένα άτομο Χ έχει 4 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα η οποία είναι η L, τότε ο ατομικός του αριθμός είναι 4.

45. Το νάτριο $_{11}$Na, δεν μπορεί να σχηματίσει ομοιοπολικές ενώσεις.

46. Στοιχείο με $A_r = 31$ και $M_r = 124$, έχει στο μόριό του 4 άτομα.

47. 1 L $O_2\,(g)$ περιέχει περισσότερα μόρια απ' ότι 1 L $N_2\,(g)$, στις ίδιες συνθήκες P, T.

48. 1 mol γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) περιέχει $12 \cdot N_A$ άτομα υδρογόνου.

49. Αν διπλασιάσουμε την πίεση ορισμένης ποσότητας ενός αερίου με σταθερό τον όγκο του αερίου τότε η θερμοκρασία του θα διπλασιαστεί.

50. Σε 4 mol NH_3 περιέχεται ίσος αριθμός μορίων με αυτόν που περιέχεται σε 4 mol H_2S.

51. Στο 1 mol NH_3 περιέχονται συνολικά $4 \cdot N_A$ άτομα.

52. Σε 2 mol CH_4 περιέχεται ίσος αριθμός μορίων με 1 mol HNO_3.

53. Σε ορισμένη ποσότητα ζεστού νερού διαλύεται μεγαλύτερη ποσότητα ζάχαρης απ' ότι σε ίδια ποσότητα κρύου νερού.

Β.4 Αν υπάρχουν δοχεία κατασκευασμένα από Cu και Al, εξηγήστε σε ποιο δοχείο είναι δυνατόν να αποθηκευτεί διάλυμα $FeSO_4$.

Β.5 Το άτομο ενός στοιχείου Χ έχει μάζα 2 φορές μεγαλύτερη από το άτομο $_{12}$C. Το A_r του Χ είναι:

α. 12 **β.** 18 **γ.** 24

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

Β.6 Να αναφέρετε δυο διαφορές μεταξύ ομοιοπολικών και ιοντικών ενώσεων.

Β.7 Ένα στοιχείο έχει σχετική ατομική μάζα $A_r = 16$ και σχετική μοριακή μάζα $M_r = 48$. Το στοιχείο αυτό είναι:

α. μονοατομικό.

β. διατομικό.

γ. τριατομικό.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

Β.8 Στο εργαστήριο διαθέτουμε ένα υδατικό διάλυμα HCl και δυο δοχεία αποθήκευσης, το ένα από σίδηρο (Fe) και το άλλο από χαλκό (Cu). Σε ποιο δοχείο πρέπει να αποθηκεύσουμε το διάλυμα HCl;

α. Στο δοχείο από σίδηρο.
β. Στο δοχείο από χαλκό.
γ. Σε κανένα από τα δύο.
δ. Σε οποιοδήποτε από τα δύο.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

Β.9 Να ονομασθούν οι επόμενες χημικές ενώσεις:

α. $Mg(OH)_2$ **β.** $BaCl_2$
γ. H_3PO_4 **δ.** NH_4Br

Β.10 Ποιο έχει μεγαλύτερη ακτίνα;

α. το ${}_{7}N$ ή το ${}_{15}P$.
β. το ${}_{19}K$ ή το ${}_{20}Ca$.

Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

Β.11 Να γράψετε στην κόλλα σας τον πίνακα, συμπληρώνοντας τα κενά κάθε στήλης με το χημικό τύπο της ένωσης που αντιστοιχεί.

	Ονομασία	Χημικός τύπος
α.	Υδροξείδιο του νατρίου	
β.	Χλωριούχος χαλκός (II)	
γ.	Υδρόθειο	
δ.	Οξείδιο του ασβεστίου	

Β.12 Τα στοιχεία ${}_{19}K$ και ${}_{17}Cl$ αντιδρούν μεταξύ τους και σχηματίζουν μια χημική ένωση. Για την ένωση που προκύπτει:

α. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού της.
β. Να γράψετε τον χημικό της τύπο.
γ. Να γράψετε δύο χαρακτηριστικά της.

Β.13 Για τα στοιχεία: ${}_{9}Y$ και ${}_{3}Li$:

α. Να γραφεί για το καθένα από αυτά η κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες στα αντίστοιχα άτομα.
β. Με βάση την ηλεκτρονιακή δομή να προσδιοριστεί η θέση για καθένα από αυτά τα χημικά στοιχεία στον Περιοδικό Πίνακα.
γ. Το στοιχείο ${}_{9}Y$ είναι μέταλλο ή αμέταλλο; Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

Β.14 Να ονομάσετε τις χημικές ενώσεις:

α. $Ca(OH)_2$ **β.** NH_4NO_3
γ. $Ca(NO_3)_2$ **δ.** NH_3
ε. HCl **ζ.** $Mg(OH)_2$
η. CO_2 **θ.** $Ca_3(PO_4)_2$

Β.15 Να γράψετε στην κόλλα σας τον πίνακα, συμπληρώνοντας τα κενά κάθε στήλης με το χημικό τύπο της ένωσης που αντιστοιχεί.

	Ονομασία	Χημικός τύπος
α.	Χλωριούχο ασβέστιο	
β.	Υδροξείδιο του σιδήρου (II)	
γ.	Διοξείδιο του άνθρακα	

Β.16 Τι είδους δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ του ${}_{19}K$ και του φθορίου, ${}_{9}F$, ιοντικός ή ομοιοπολικός; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας περιγράφοντας τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού.

Β.17 Δίνονται τα στοιχεία ${}_{17}Cl$ και ${}_{3}X$.

α. Με τι είδους χημικό δεσμό θα ενωθούν μεταξύ τους: ιοντικό ή ομοιοπολικό; Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.
β. Να γράψετε το χημικό τύπο της ένωσης που θα σχηματιστεί.

Β.18 Ένα στοιχείο Α, ανήκει στην 1η (ΙΑ) ομάδα και στην 3η περίοδο.

α. Να δείξετε ότι ο ατομικός αριθμός του είναι 11.
β. Να εξηγήσετε τον τρόπο σχηματισμού της ένωσης μεταξύ των στοιχείων Α και του ${}_{9}F$ και να γράψετε τον χημικό τύπο της ένωσης. Να χαρακτηρίσετε την ένωση ως ομοιοπολική ή ιοντική.

Β.19 Να ονομάσετε τις χημικές ενώσεις:

α. HCl **β.** $Mg(OH)_2$
γ. CO_2 **δ.** $Ca_3(PO_4)_2$
ε. KNO_3 **ζ.** $Ca(OH)_2$
η. HBr **θ.** K_2S
ι. H_2SO_4 **κ.** $BaCl_2$

Β.20 Εξηγήστε γιατί το ${}_{12}Mg$ εμφανίζεται στις ενώσεις του ως ιόν με φορτίο $2+$.

Β.21 Εξηγήστε γιατί το ${}_{9}F$ μπορεί να προσλάβει ηλεκτρόνια ευκολότερα από το ${}_{17}Cl$.

Β.22 Να ονομάσετε τις χημικές ενώσεις:

α. NH_3 **β.** HNO_3
γ. HI **δ.** $Ca(OH)_2$
ε. $CaCO_3$ **ζ.** H_2SO_4
η. $Ca(NO_3)_2$ **θ.** CO_2

Β.23 Να γράψετε στην κόλλα σας τον πίνακα, συμπληρώνοντας τα κενά κάθε στήλης με την ονομασία της ένωσης που αντιστοιχεί.

	Χημικός τύπος	Ονομασία
α.	$Mg(OH)_2$	
β.	Na_2S	
γ.	K_2SO_4	
δ.	CO_2	
ε.	HBr	
ζ.	NH_4Cl	
η.	KNO_3	

Β.24 Η διαλυτότητα του $CO_2\,(g)$ στο νερό είναι μεγαλύτερη:

α. στους 25 °C ή στους 37 °C,
β. σε εξωτερική πίεση CO_2 1 atm ή σε εξωτερική πίεση CO_2 5 atm;

Β.25 Οι πληροφορίες που ακολουθούν αφορούν στα στοιχεία Χ και Ψ. Το ιόν X^{2+} έχει 10 ηλεκτρόνια. Το στοιχείο Ψ βρίσκεται στην 2η περίοδο και στην 17η (VIIA) ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Να υπολογίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων Χ και Ψ.

Β.26 Εξηγήστε γιατί το ${}_{11}Na$ αποβάλλει ηλεκτρόνια δυσκολότερα από το ${}_{19}K$.

Β.27 4 mol μορίων CH_4 περιέχουν:

α. 4 μόρια
β. $4\,N_A$ άτομα
γ. $4\,N_A$ μόρια

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

Β.28 Να βρείτε τον ατομικό αριθμό του 2ου μέλους της ομάδας των αλογόνων και να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του.

Β.29 Δίνονται τα στοιχεία: ${}_{16}S$, ${}_{1}H$.

α. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων του θείου και του υδρογόνου σε στιβάδες.
β. Να βρείτε σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα παραπάνω στοιχεία.
γ. Να εξηγήσετε γιατί δεν πρέπει να χρησιμοποιείται η έννοια του ιοντικού κρυστάλλου στην περίπτωση του H_2S.

Β.30 Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων που γίνονται όλες.

α. $Br_2\,(l) + KI\,(aq) \longrightarrow$
β. $NaOH\,(aq) + HNO_3\,(aq) \longrightarrow$
γ. $CaCl_2\,(aq) + Na_2CO_3\,(aq) \longrightarrow$

Να χαρακτηρίσετε τις παραπάνω αντιδράσεις ως απλής αντικατάστασης, διπλής αντικατάστασης και εξουδετέρωσης.

Β.31 Ποια από τις επόμενες χημικές αντιδράσεις δεν γίνεται;

α. $HCl\,(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow$
β. $HCl\,(aq) + CaS\,(aq) \longrightarrow$
γ. $HCl\,(aq) + NH_4NO_3\,(aq) \longrightarrow$
δ. $HCl\,(aq) + Mg\,(s) \longrightarrow$

Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που γίνονται (προϊόντα και συντελεστές), αναφέροντας και για ποιο λόγο γίνονται.

Β.32 Ο άνθρακας (C) έχει ατομικό αριθμό 6. Αν γνωρίζετε ότι σε ένα ισότοπο του άνθρακα ο αριθμός των πρωτονίων του είναι ίσος με τον αριθμό των νετρονίων του, να βρείτε τον μαζικό αριθμό του ισοτόπου αυτού καθώς και τον αριθμό των πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων που αυτό περιέχει.

Β.33 Στο ιόν ${}^{14}_{7}N^{3-}$ να προσδιορίσετε τον αριθμό πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων.

Β.34 Να γραφεί ο χημικός τύπος των παρακάτω ενώσεων:

α. υδροξείδιο του ασβεστίου
β. νιτρικό οξύ
γ. ανθρακικό νάτριο
δ. ανθρακικό ασβέστιο
ε. υδροχλώριο
ζ. υδροξείδιο του μαγνησίου
η. οξείδιο του νατρίου

Β.35 Το στοιχείο Χ έχει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα που είναι η στιβάδα (Μ).

α. Να υπολογιστεί ο ατομικός αριθμός του Χ.
β. Να εξηγήσετε σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το Χ.

Β.36 Στο εργαστήριο υπάρχουν διαλύματα των ενώσεων: $FeSO_4$, H_3PO_4, KCl, NaOH, HCl, CO_2.

α. Πώς ονομάζονται οι ενώσεις αυτές;
β. Αν υπάρχουν δοχεία κατασκευασμένα από Cu και Al, εξηγήστε σε ποιο δοχείο μπορεί να αποθηκευτεί διάλυμα $FeSO_4$.

Β.37 Πώς μπορείτε να αυξήσετε τη διαλυτότητα στα παρακάτω υδατικά διαλύματα, που βρίσκονται στους 25 °C, με μεταβολή της θερμοκρασίας;

α. Διάλυμα ζάχαρης.
β. Διάλυμα διοξειδίου του άνθρακα, $CO_2\,(g)$.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας σε όλες τις περιπτώσεις.

Β.38 Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων και να αναφέρετε τον λόγο για τον οποίο γίνονται.

α. $Cl_2\,(g) + NaBr\,(aq) \longrightarrow$
β. $CaS\,(aq) + HBr\,(aq) \longrightarrow$
γ. $Ba(OH)_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow$

Β.39 Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων και να αναφέρετε τον λόγο για τον οποίο γίνονται.

α. $Ca(OH)_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow$
β. $Zn\,(s) + AuCl_3\,(aq) \longrightarrow$
γ. $K_2S\,(aq) + Pb(NO_3)_2\,(aq) \longrightarrow$

Β.40 Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων και να αναφέρετε τον λόγο για τον οποίο γίνονται.

α. $(NH_4)_2SO_4\,(aq) + NaOH\,(aq) \longrightarrow$
β. $HCl\,(aq) + Na_2CO_3\,(aq) \longrightarrow$
γ. $H_2SO_4\,(aq) + Ba(OH)_2\,(aq) \longrightarrow$

Β.41 Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται.

α. $Cl_2\,(g) + H_2S\,(aq) \longrightarrow$
β. $NaOH\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow$
γ. $Pb(NO_3)_2\,(aq) + K_2S\,(aq) \longrightarrow$
δ. $Zn\,(s) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow$
ε. $NaOH\,(aq) + HBr\,(aq) \longrightarrow$
ζ. $K_2SO_4\,(aq) + Ba(OH)_2\,(aq) \longrightarrow$
η. $Cu(NO_3)_2\,(aq) + Na_2S\,(aq) \longrightarrow$
θ. $FeCl_2\,(aq) + K_2S\,(aq) \longrightarrow$
ι. $Br_2\,(l) + H_2S\,(aq) \longrightarrow$
κ. $HBr\,(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow$
λ. $HBr\,(aq) + CaS\,(aq) \longrightarrow$
μ. $H_2SO_4\,(aq) + Ca(OH)_2\,(aq) \longrightarrow$
ν. $HI\,(aq) + Ca(OH)_2\,(aq) \longrightarrow$
ξ. $Cl_2\,(g) + HBr\,(aq) \longrightarrow$

Β.42 Δίνεται το άτομο του ασβεστίου: ${}^{40}_{20}Ca$. Να μεταφέρετε στην κόλλα σας συμπληρωμένο τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο του ασβεστίου:

		Στιβάδες			
	νετρόνια	K	L	M	N
Ca					2

Β.43 Δίνεται το στοιχείο: ${}^{A}_{19}\mathrm{X}$

α. Να μεταφέρετε στην κόλλα σας συμπληρωμένο τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο του στοιχείου Χ.

			Στιβάδες			
	A	νετρόνια	K	L	M	N
X		20				

β. Τι είδους δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ του Χ και του φθορίου, ${}_{9}\mathrm{F}$, ιοντικός ή ομοιοπολικός; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας περιγράφοντας τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού.

Β.44 Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

	S^{2-}	NO_3^-	OH^-
Na^+	(1)	(2)	(3)

Να γράψετε στην κόλλα σας τον αριθμό και δίπλα το χημικό τύπο και το όνομα κάθε χημικής ένωσης που μπορεί να σχηματιστεί, συνδυάζοντας τα δεδομένα του πίνακα.

Β.45 Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

	Cl^-	CO_3^{2-}	OH^-
Al^{3+}	(1)	(2)	(3)

Να γράψετε στην κόλλα σας τον αριθμό και δίπλα το χημικό τύπο και το όνομα κάθε χημικής ένωσης που μπορεί να σχηματιστεί, συνδυάζοντας τα δεδομένα του πίνακα.

Β.46 Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

	I^-	SO_4^{2-}	OH^-
Ca^{2+}	(1)	(2)	(3)

Να γράψετε στην κόλλα σας τον αριθμό και δίπλα το χημικό τύπο και το όνομα κάθε χημικής ένωσης που μπορεί να σχηματιστεί, συνδυάζοντας τα δεδομένα του πίνακα.

Α.2 Δ΄ Θέματα

Δ.1 Διαθέτουμε 500 mL υδατικού διαλύματος $CaBr_2$ 0,5 M (διάλυμα Δ_1).

α. Πόση μάζα (σε g) $CaBr_2$ υπάρχει στο διάλυμα Δ_1;

β. Πόσο όγκο (σε mL) νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL του διαλύματος Δ_1 για να παρασκευάσουμε διάλυμα $CaBr_2$ 0,1 M;

γ. Πόσος όγκος (σε mL) διαλύματος Δ_1 πρέπει να αντιδράσει με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα $AgNO_3$ για να σχηματισθούν 18,8 g ιζήματος;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, Ca : 40, Br : 80, Ag : 108.

Δ.2 Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα Na_2CO_3 με συγκέντρωση 1,5 M (διάλυμα Δ_1).

α. Να υπολογίσετε τη περιεκτικότητα % w/v του διαλύματος Δ_1.

β. Σε 25 mL του Δ_1 προστίθενται 50 mL διαλύματος Na_2CO_3 με συγκέντρωση 0,75 M, οπότε προκύπτει ένα άλλο διάλυμα Δ_2. Πόση είναι η συγκέντρωση (σε mol/L) του Na_2CO_3 στο διάλυμα Δ_2;

γ. Να υπολογίσετε πόση μάζα (σε g) ιζήματος παράγεται όταν 50 mL του διαλύματος Δ_1, αντιδράσουν πλήρως με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα υδατικού διαλύματος $Ca(OH)_2$.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, C : 12, O : 16, Na : 23, Ca : 40.

Δ.3 Ορισμένη ποσότητα NaOH διαλύεται σε νερό και το διάλυμα που παρασκευάζεται έχει συγκέντρωση 0,8 M (διάλυμα Δ_1).

α. Να υπολογίσετε τη μάζα (σε g) του NaOH που περιέχεται σε 20 mL του διαλύματος Δ_1.

β. Όγκος 150 mL νερού προστίθεται σε 50 mL διαλύματος Δ_1, οπότε παρασκευάζεται διάλυμα Δ_2. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του NaOH στο διάλυμα Δ_2.

γ. 0,25 L του διαλύματος Δ_1, NaOH, αντιδρούν πλήρως με περίσσεια υδατικού διαλύματος $(NH_4)_2SO_4$. Να υπολογίσετε πόσος είναι ο όγκος (σε L) του παραγόμενου αερίου, σε STP;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, O : 16, Na : 23.

Δ.4 Το γαστρικό υγρό ασθενούς που πάσχει από έλκος του δωδεκαδακτύλου, έχει συγκέντρωση HCl 0,05 M (διάλυμα Δ_1).

α. Ποια είναι η % w/v περιεκτικότητα του Δ_1.

β. Αν υποτεθεί ότι μέσα στο στομάχι εισέρχονται 3 L γαστρικού υγρού την ημέρα,

i. πόση μάζα (σε g) $Al(OH)_3$ απαιτείται για την εξουδετέρωση του HCl του γαστρικού υγρού;

ii. Πόση μάζα (σε g) $Mg(OH)_2$ απαιτείται για την εξουδετέρωση του HCl του γαστρικού υγρού;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, O : 16, Mg : 24, Al : 27, Cl : 35,5.

Δ.5 Το θαλασσινό νερό έχει συγκέντρωση σε $MgCl_2$ 0,05 M. Να υπολογισθούν:

α. Η μάζα (σε g) του $MgCl_2$ που περιέχεται σε 20 mL θαλασσινού νερού;

β. Ο όγκος (σε mL) του νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL θαλασσινού νερού, για να προκύψει διάλυμα 0,02 M σε $MgCl_2$.

γ. Η μάζα (σε g) του ιζήματος που θα σχηματιστεί κατά την προσθήκη περίσσειας Na_2CO_3 σε 200 mL θαλασσινού νερού.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, C : 12, O : 16, Mg : 24, Cl : 35,5.

Δ.6 Υδατικό διάλυμα KOH έχει περιεκτικότητα 16,8 % w/v (διάλυμα Δ_1).

α. Ποια είναι η συγκέντρωση (σε mol/L) του διαλύματος Δ_1;

β. Ποια είναι η % w/v περιεκτικότητα διαλύματος που προκύπτει με προσθήκη 300 mL νερού σε 200 mL του διαλύματος Δ_1;

γ. Ποιος όγκος (σε mL) υδατικού διαλύματος H_2SO_4 0,5 M απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση 50 mL διαλύματος Δ_1;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, O : 16, K : 39.

Δ.7 Σε ένα εργαστήριο παρασκευάζεται υδατικό διάλυμα HCl 0,1 M με αραίωση πυκνού διαλύματος HCl 10 M (διάλυμα Δ) που υπάρχει στο εμπόριο. Να υπολογιστούν:

α. η περιεκτικότητα % w/v του διαλύματος Δ.

β. ο όγκος (σε mL) του διαλύματος Δ που πρέπει να αραιωθεί με νερό έτσι, ώστε να παρασκευαστούν 300 mL διαλύματος HCl 0,1 M.

γ. ο όγκος (σε mL) του διαλύματος HCl 0,1 M που απαιτείται για πλήρη εξουδετέρωση 0,4 L υδατικού διαλύματος $Ba(OH)_2$ 0,1 M.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, Cl : 35,5.

Δ.8 Τα ακόλουθα ερωτήματα προέκυψαν όταν ομάδα μαθητών πειραματίστηκε σε σχολικό εργαστήριο με τις ουσίες $Ba(OH)_2$ και HNO_3.

α. Πόση μάζα (σε g) στερεού $Ba(OH)_2$ πρέπει να διαλυθεί σε νερό ώστε να παρασκευαστούν 400 mL διαλύματος $Ba(OH)_2$ με συγκέντρωση 0,05 M (διάλυμα Δ_1);

β. Όταν σε 200 mL διαλύματος Δ_1 προστεθούν 300 mL νερού, προκύπτει αραιωμένο διάλυμα. Πόση είναι η συγκέντρωση (σε mol/L) του $Ba(OH)_2$ στο αραιωμένο διάλυμα;

γ. Όγκος 0,2 L διαλύματος Δ_1, εξουδετερώνεται πλήρως με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα υδατικού διαλύματος HNO_3 συγκέντρωσης 0,1 M (διάλυμα Δ_2). Να υπολογιστεί πόσος όγκος (σε mL) διαλύματος Δ_2 απαιτείται για την εξουδετέρωση.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, O : 16, Ba : 137.

Δ.9 Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα K_2S με συγκέντρωση 0,8 M (διάλυμα Δ_1).

α. Να υπολογίσετε την περιεκτικότητα % w/v του διαλύματος Δ_1).

β. Σε 80 mL του Δ_1 προστίθενται 120 mL διαλύματος K_2S συγκέντρωσης 0,4 M, οπότε προκύπτει ένα άλλο διάλυμα Δ_2. Πόση είναι η συγκέντρωση (σε M) του K_2S στο διάλυμα Δ_2;

γ. Να υπολογίσετε πόση μάζα (σε g) ιζήματος σχηματίζεται όταν 125 mL του διαλύματος Δ_1, αντιδράσουν πλήρως με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα υδατικού διαλύματος $AgNO_3$.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, S : 32, K : 39, Ag : 108.

Δ.10 Διαθέτουμε 200 mL υδατικού διαλύματος NH_4NO_3 έχει περιεκτικότητα 20 % w/v (διάλυμα Δ_1).

α. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (σε mol/L) του διαλύματος Δ_1).

β. Στο διάλυμα Δ_1 προστίθεται 300 mL H_2O. Να βρεθεί η συγκέντρωση (σε mol/L) του αραιωμένου διαλύματος.

γ. Να υπολογιστεί ο όγκος του αερίου (σε L) που παράγεται σε STP κατά την αντίδραση της απαιτούμενης ποσότητας NaOH με το διάλυμα Δ_1.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H : 1, N : 14, O : 16.

Δ.11

α. Να υπολογίσετε τον όγκο (σε L) αερίου HCl (μετρημένο σε STP), που χρειάζεται για την παρασκευή υδατικού διαλύματος HCl (διάλυμα Δ_1) με όγκο 500 mL και συγκέντρωση 0,5 M.

β. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε διάλυμα HCl 0,5 M με διάλυμα HCl 2 M, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει συγκέντρωση 1 M.

γ. Σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος HCl προσθέτουμε 6,54 g Zn. Να υπολογίσετε τον όγκο του διαλύματος HCl 0,5 M που αντιδρά με την παραπάνω ποσότητα ψευδαργύρου.

Δίνεται η σχετική ατομική μάζα, Zn : 65,4.

Απαντήσεις - Λύσεις

Τράπεζα Θεμάτων

Απαντήσεις - Λύσεις στα Β΄ θέματα

Τράπεζα Θεμάτων

Β.1 α, διαίρεση κατά μέλη καταστατικών εξισώσεων.

Β.2 β, ίδια ομάδα.

Β.3 1 - Λ, 2 - Σ, 3 - Λ, 4 - Λ, 5 - Σ, 6 - Λ, 7 - Σ, 8 - Λ, 9 - Λ, 10 - Σ, 11 - Λ, 12 - Σ, 13 - Σ, 14 - Λ, 15 - Σ, 16 - Λ, 17 - Λ, 18 - Σ, 19 - Σ, 20 - Σ, 21 - Σ, 22 - Λ, 23 - Λ, 24 - Σ, 25 - Λ, 26 - Σ, 27 - Λ, 28 - Σ, 29 - Λ, 30 - Λ, 31 - Σ, 32 - Σ, 33 - Σ, 34 - Σ, 35 - Λ, 36 - Σ, 37 - Λ, 38 - Λ, 39 - Σ, 40 - Λ, 41 - Λ, 42 - Λ, 43 - Σ, 44 - Λ, 45 - Σ, 46 - Σ, 47 - Λ, 48 - Σ, 49 - Σ, 50 - Σ, 51 - Σ, 52 - Λ, 53 - Σ

Β.4 Στο δοχείο του Cu γιατί δεν αντιδρά.

Β.5 γ.

Β.6 **1.** Οι ιοντικές ενώσεις έχουν υψηλά σημεία τήξης.

2. Οι ιοντικές ενώσεις σχηματίζουν διαλύματα που είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.

Β.7 γ.

Β.8 Στο δοχείο από Cu γιατί δεν αντιδρά.

Β.9 **α.** υδροξείδιο του μαγνησίου
β. χλωριούχο βάριο
γ. φωσφορικό οξύ
δ. βρωμιούχο αμμώνιο

Β.10 **α.** P (ίδια ομάδα, μεγαλύτερη περίοδος)
β. K (ίδια περίοδος, μικρότερος ατομικός αριθμός)

Β.11 **α.** $NaOH$
β. $CuCl_2$
γ. H_2S
δ. CaO

Β.12 **α.** K^+Cl^-
β. KCl
γ. Στερεή, με υψηλό σημείο τήξης, της οποίας τα υδατικά διαλύματα είναι αγωγοί του ηλεκτρισμού.

Β.13 **α.** ${}_9Y$: K(2) L(7),
${}_3Li$: K(2) L(1)
β. ${}_9Y$: 2η περίοδος, 17η ομάδα,
${}_3Li$: 2η περίοδος, 1η ομάδα
γ. αμέταλλο, γιατί ανήκει στα αλογόνα (17η ομάδα).

Β.14 **α.** υδροξείδιο του ασβεστίου
β. νιτρικό αμμώνιο
γ. νιτρικό ασβέστιο
δ. αμμωνία
ε. υδροχλωρικό οξύ
ζ. υδροξείδιο του μαγνησίου
η. διοξείδιο του άνθρακα
θ. φωσφορικό ασβέστιο

Β.15 **α.** $CaCl_2$
β. $Fe(OH)_2$
γ. CO_2

Β.16 Ιοντικός (μέταλλο με αμέταλλο). K^+F^-.

Β.17 **α.** ιοντικός, μέταλλο με αμέταλλο, X^+Cl^-
β. XCl

Β.18 **α.** K(2) L(8) M(1), $Z = 11$.
β. $A^+ F^-$ άρα AF, ιοντική.

Β.19 **α.** υδροχλωρικό οξύ
β. υδροξείδιο του μαγνησίου
γ. διοξείδιο του άνθρακα
δ. φωσφορικό ασβέστιο
ε. νιτρικό κάλιο
ζ. υδροξείδιο του ασβεστίου
η. υδροβρωμικό οξύ
θ. θειούχο κάλιο
ι. θειικό οξύ
κ. χλωριούχο βάριο

Β.20 Το ιόν ${}_{12}Mg^{2+}$ είναι σταθερό καθώς εμφανίζει δομή ευγενούς αερίου K(2) L(8).

Β.21 Είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το Cl.

Β.22 **α.** αμμωνία

β. νιτρικό οξύ

γ. υδροϊώδιο

δ. υδροξείδιο του ασβεστίου

ε. ανθρακικό ασβέστιο

ζ. θειικό οξύ

η. νιτρικό ασβέστιο

θ. διοξείδιο του άνθρακα

Β.23 **α.** υδροξείδιο του μαγνησίου

β. θειούχο νάτριο

γ. θειικό κάλιο

δ. διοξείδιο του άνθρακα

ε. υδροβρωμικό οξύ

ζ. χλωριούχο αμμώνιο

η. νιτρικό κάλιο

Β.24 **α.** Στους 25 °C. Η διαλυτότητα των αερίων μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

β. Σε εξωτερική πίεση CO_2 5 atm. Η διαλυτότητα των αερίων αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης.

Β.25 $Z(\mathrm{X}) = 12$ και $Z(\Psi) = 9$

Β.26 Η αποβολή ηλεκτρονίου στο ${}_{19}\mathrm{K}$ γίνεται από τη στιβάδα N που είναι πιο μακριά από τον πυρήνα.

Β.27 γ.

Β.28 $Z = 17$, K(2) L(8) M(7)

Β.29 **α.** S: K(2) L(8) M(6), H: K(1)

β. S: 3η περίοδος, 16η ομάδα, H: 1η περίοδος, 1η ομάδα

γ. Είναι ομοιοπολική και όχι ιοντική ένωση.

Β.30 **α.** $\mathrm{Br_2\,(l) + 2\,KI\,(aq) \longrightarrow 2\,KBr\,(aq) + I_2\,(aq)}$
απλής αντικατάστασης

β. $\mathrm{NaOH\,(aq) + HNO_3\,(aq) \longrightarrow NaNO_3\,(aq) + H_2O\,(l)}$
εξουδετέρωσης

γ. $\mathrm{CaCl_2\,(aq) + Na_2CO_3\,(aq) \longrightarrow CaCO_3\,(s) + 2\,NaCl\,(aq)}$
διπλής αντικατάστασης

Β.31 Η γ. Δεν δίνει ούτε ίζημα ούτε αέριο.

α. $\mathrm{HCl\,(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow AgCl\,(s) + HNO_3\,(aq)}$
Δημιουργία ιζήματος.

β. $\mathrm{2\,HCl\,(aq) + CaS\,(aq) \longrightarrow CaCl_2\,(aq) + H_2S\,(g)}$
Δημιουργία αερίου.

δ. $\mathrm{2\,HCl\,(aq) + Mg\,(s) \longrightarrow MgCl_2\,(aq) + H_2\,(g)}$
Το Mg είναι δραστικότερο του H.

Β.32 $Z = 12$, 6 πρωτόνια, 6 νετρόνια και 6 ηλεκτρόνια.

Β.33 7 πρωτόνια, 7 νετρόνια, 10 ηλεκτρόνια.

Β.34 **α.** $\mathrm{Ca(OH)_2}$

β. $\mathrm{HNO_3}$

γ. $\mathrm{Na_2CO_3}$

δ. $\mathrm{CaCO_3}$

ε. HCl

ζ. $\mathrm{Mg(OH)_2}$

η. $\mathrm{Na_2O}$

Β.35 **α.** $Z(\mathrm{X}) = 16$

β. 3η περίοδος 16η ομάδα.

Β.36 **α.** Θειικός σίδηρος (II), φωσφορικό οξύ, χλωριούχο κάλιο, υδροξείδιο του νατρίου, υδροχλώριο, διοξείδιο του άνθρακα.

β. Στο δοχείο από Cu γιατί το Al αντιδρά με τον $\mathrm{FeSO_4}$.

Β.37 **α.** Διάλυμα ζάχαρης: Με αύξηση της θερμοκρασίας (η διαλυτότητα των στερεών αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας).

β. Διάλυμα διοξειδίου του άνθρακα, $\mathrm{CO_2\,(g)}$: Με μείωση της θερμοκρασίας (η διαλυτότητα των αερίων αυξάνεται με την μείωση της θερμοκρασίας).

Β.38 **α.** $\mathrm{Cl_2\,(g) + 2\,NaBr\,(aq) \longrightarrow 2\,NaCl\,(aq) + Br_2\,(aq)}$
Το $\mathrm{Cl_2}$ είναι δραστικότερο του $\mathrm{Br_2}$.

β. $\mathrm{CaS\,(aq) + 2\,HBr\,(aq) \longrightarrow CaBr_2\,(aq) + H_2S\,(g)}$
δημιουργία αερίου $\mathrm{H_2S}$

γ. $\mathrm{Ba(OH)_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow BaSO_4\,(s) + 2\,H_2O\,(l)}$
εξουδετέρωση

Β.39 **α.** $\mathrm{Ca(OH)_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow CaSO_4\,(s) + 2\,H_2O\,(l)}$
Εξουδετέρωση.

β. $\mathrm{3\,Zn\,(s) + 2\,AuCl_3\,(aq) \longrightarrow 3\,ZnCl_2\,(aq) + 2\,Au\,(s)}$
Ο Zn είναι δραστικότερος του Au. $\mathrm{H_2S}$

γ. $\mathrm{K_2S\,(aq) + Pb(NO_3)_2\,(aq) \longrightarrow PbS\,(s) + 2\,KNO_3\,(aq)}$
Δημιουργία ιζήματος PbS.

Β.40 **α.** $(NH_4)_2SO_4\,(aq) + 2\,NaOH\,(aq) \longrightarrow Na_2SO_4\,(aq) + 2\,NH_3\,(g) + 2\,H_2O\,(l)$
Δημιουργία αερίου, (NH_3).

β. $2\,HCl\,(aq) + Na_2CO_3\,(aq) \longrightarrow 2\,NaCl\,(aq) + CO_2\,(g) + H_2O\,(l)$
Δημιουργία αερίου, (CO_2).

γ. $H_2SO_4\,(aq) + Ba(OH)_2\,(aq) \longrightarrow BaSO_4\,(s) + 2\,H_2O\,(l)$
Δημιουργία ιζήματος, $(BaSO_4)$.

Β.41 **α.** $Cl_2\,(g) + H_2S\,(aq) \longrightarrow 2\,HCl\,(aq) + H_2\,(g)$
Το Cl_2 είναι δραστικότερο του S.

β. $2\,NaOH\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow NaSO_4\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
Εξουδετέρωση.

γ. $Pb(NO_3)_2\,(aq) + K_2S\,(aq) \longrightarrow PbS\,(s) + 2\,KNO_3\,(aq)$
Δημιουργία ιζήματος PbS.

δ. $Zn\,(s) + 2\,AgNO_3\,(aq) \longrightarrow Zn(NO_3)_2\,(aq) + 2\,Ag\,(s)$
Ο Zn είναι δραστικότερος του Ag.

ε. $NaOH\,(aq) + HBr\,(aq) \longrightarrow NaBr\,(aq) + H_2O\,(l)$
Εξουδετέρωση.

ζ. $K_2SO_4\,(aq) + Ba(OH)_2\,(aq) \longrightarrow BaSO_4\,(s) + 2\,KOH\,(aq)$
Δημιουργία ιζήματος $BaSO_4$.

η. $Cu(NO_3)_2\,(aq) + Na_2S\,(aq) \longrightarrow CuS\,(s) + 2\,NaNO_3\,(aq)$
Δημιουργία ιζήματος CuS.

θ. $FeCl_2\,(aq) + K_2S\,(aq) \longrightarrow FeS\,(s) + 2\,KCl\,(aq)$
Δημιουργία ιζήματος FeS.

ι. $Br_2\,(l) + H_2S\,(aq) \longrightarrow 2\,HBr\,(aq) + S\,(s)$
Το Br_2 είναι δραστικότερο του S.

κ. $HBr\,(aq) + AgNO_3\,(aq) \longrightarrow AgBr\,(s) + HNO_3\,(aq)$
Δημιουργία ιζήματος AgBr.

λ. $2\,HBr\,(aq) + CaS\,(aq) \longrightarrow CaBr_2\,(aq) + H_2S\,(g)$
Δημιουργία αερίου, (H_2S).

μ. $H_2SO_4\,(aq) + Ca(OH)_2\,(aq) \longrightarrow CaSO_4\,(s) + 2\,H_2O\,(l)$
Εξουδετέρωση.

ν. $2\,HI\,(aq) + Ca(OH)_2\,(aq) \longrightarrow CaI_2\,(aq) + 2\,H_2O\,(l)$
Εξουδετέρωση.

ξ. $Cl_2\,(g) + 2\,HBr\,(aq) \longrightarrow 2\,HCl\,(aq) + Br_2\,(aq)$
Το Cl_2 είναι δραστικότερο του Br_2.

Β.42 Ca - 20 - 2 - 8 - 8 - 2

Β.43 **α.** X - 39 - 20 - 2 - 8 - 8 - 1

β. X^+F^-, ιοντικός.

Β.44

(1)	Na_2S	θειούχο νάτριο
(2)	$NaNO_3$	νιτρικό νάτριο
(3)	NaOH	υδροξείδιο του νατρίου

Β.45

(1)	$AlCl_3$	χλωριούχο αργίλιο
(2)	$Al(NO_3)_3$	νιτρικό αργίλιο
(3)	$Al(OH)_3$	υδροξείδιο του αργιλίου

Β.46

(1)	CaI_2	ιωδιούχο ασβέστιο
(2)	$CaSO_4$	θειικό ασβέστιο
(3)	$Ca(OH)_2$	υδροξείδιο του ασβεστίου

Απαντήσεις - Λύσεις στα Δ΄ θέματα

Τράπεζα Θεμάτων

Δ.1 **α.** 50 g
β. 400 mL
γ. 100 mL

Δ.2 **α.** 15,9 % w/v
β. 1 M
γ. 7,5 g

Δ.3 **α.** 0,64 g
β. 0,2 M
γ. 4,48 L

Δ.4 **α.** 0,1825 % w/v
β. **i.** 3,9 g **ii.** 4,35 g

Δ.5 **α.** 0,095 g
β. 150 mL
γ. 0,84 g

Δ.6 **α.** 3 M
β. 6,72 % w/v
γ. 150 mL

Δ.7 **αα.** 36,5 % w/v
ββ. 3 mL
γγ. 800 mL

Δ.8 **α.** 3,42 g
β. 0,02 M
γ. 400 mL

Δ.9 **α.** 8,8 % w/v
β. 0,56 M
γ. 24,8 g

Δ.10 **α.** 2,5 M
β. 1 M
γ. 11,2 L

Δ.11 **α.** 6,6 L
β. 3 : 1
γ. 400 mL

Παράρτημα Β

Γενικά Επαναληπτικά Διαγωνίσματα

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 1

Θέμα Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις **Α.1-Α.3** να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α.1 Η σχετική ατομική μάζα (A_r) του Al είναι 27. Αυτό σημαίνει ότι η μάζα ενός ατόμου Al είναι:

α. 27 g.
β. 27 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα του ατόμου του ^{12}C .
γ. 27 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου C.
δ. 27 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ^{12}C.

Μονάδες 5

Α.2 Ο ατομικός αριθμός εκφράζει:

α. το ηλεκτρικό φορτίο του πυρήνα μετρημένο σε C.
β. τον αριθμό των ηλεκτρονίων ενός μονοατομικού ιόντος.
γ. τον αριθμό των πρωτονίων στον πυρήνα κάθε ατόμου ενός στοιχείου.
δ. τον αριθμό των πρωτονίων και νετρονίων στον πυρήνα ενός ατόμου.

Μονάδες 5

Α.3 Μόνο κατιόντα υπάρχουν στην ομάδα:

α. SO_4^{2-}, Cl^-, Mg^{2+}, NH_4^+
β. Ba^{2+}, Na^+, H^+, NH_4^+
γ. Ca^{2+}, OH^-, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}
δ. NH_4^+, OH^-, SO_4^{2-}

Μονάδες 5

Α.4 Να μεταφέρετε στην κόλλα απαντήσεων το γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση και δίπλα να σημειώσετε το γράμμα Σ αν η πρόταση είναι σωστή ή το γράμμα Λ αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Τα στοιχεία της ίδιας περιόδου έχουν «χρησιμοποιήσει» τον ίδιο αριθμό στιβάδων.
β. Η διαλυτότητα ενός αερίου σε υγρό αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης.
γ. Η έκφραση «ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει 20 % v/v O_2», σημαίνει ότι σε 100 L αέρα περιέχονται 20 L O_2.
δ. Στο μόριο του Cl_2 υπάρχει ένας διπλός ομοιοπολικός δεσμός (για το άτομο του Cl, $Z = 17$).
ε. Ένα ηλεκτρόνιο της στιβάδας K έχει μεγαλύτερη ενέργεια από ένα ηλεκτρόνιο της στιβάδας M.

Μονάδες 5

Α.5 Να γράψετε στο τετράδιό σας τα γράμματα της Στήλης Ι και, δίπλα σε κάθε γράμμα, έναν από τους αριθμούς της Στήλης ΙΙ, ώστε να προκύπτει η σωστή αντιστοίχιση χημικού τύπου και ονομασίας. (Ένα στοιχείο της Στήλης ΙΙ περισσεύει).

Στήλη Ι		**Στήλη ΙΙ**	
Α.	H_2SO_4	**1.**	υδροξείδιο του νατρίου
Β.	CO_2	**2.**	αμμωνία
Γ.	$CaCO_3$	**3.**	θειικό οξύ
Δ.	NaOH	**4.**	ανθρακικό ασβέστιο
Ε.	HBr	**5.**	διοξείδιο του άνθρακα
		6.	υδροβρώμιο

Μονάδες 5

Θέμα Β

Β.1 **α.** Να γράψετε τους υπολογισμούς σας για τον προσδιορισμό των αριθμών οξείδωσης του άνθρακα και του φωσφόρου στα σωματίδια που ακολουθούν.

α. CO_3^{2-} **β.** H_3PO_4

Μονάδες 4

β. Δίνονται τρία ζεύγη στοιχείων όπου σε κάθε στοιχείο δίνεται ο ατομικός του αριθμός. Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες;

α. $_{11}$Na και $_{7}$N **β.** $_{15}$P και $_{7}$N **γ.** $_{8}$O και $_{15}$P

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

Β.2 Οι παρακάτω αντιδράσεις πραγματοποιούνται όλες. Να τις ξαναγράψετε συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα προϊόντα και τους συντελεστές.

$$NaOH + HBr \longrightarrow \quad \{R.1\}$$
$$HNO_3 + KOH \longrightarrow \quad \{R.2\}$$
$$AgNO_3 + NH_4Cl \longrightarrow \quad \{R.3\}$$
$$Cl_2 + NaBr \longrightarrow \quad \{R.4\}$$

Μονάδες 12

Θέμα Γ

Δίνονται $34\,\mathrm{g}$ αέριας $\mathrm{NH_3}$. Να υπολογίσετε:

Γ.1 Πόσα mol (μορίων) είναι η ποσότητα αυτή;

Μονάδες 6

Γ.2 Πόσα μόρια $\mathrm{NH_3}$ είναι η ίδια ποσότητα;

Μονάδες 4

Γ.3 Πόσο όγκο καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή σε πίεση $P = 8{,}2\,\mathrm{atm}$ και θερμοκρασία $\theta = 27\,^\circ\mathrm{C}$;

Μονάδες 6

Γ.4 Η αρχική ποσότητα της $\mathrm{NH_3}$ διαλύεται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα που έχει όγκο $200\,\mathrm{mL}$. Να υπολογίσετε την $\%\,\mathrm{w/v}$ περιεκτικότητα του διαλύματος που σχηματίστηκε.

Μονάδες 9

Δίνονται: $R = 0{,}082\ \frac{\mathrm{atm\cdot L}}{\mathrm{mol\cdot K}}$ και οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{N}:14$.

Θέμα Δ

Ένα σχολικό εργαστήριο διαθέτει διάλυμα HCl 1 M (διάλυμα Δ_1). Να υπολογίσετε:

Δ.1 Ποια ποσότητα (σε mol) HCl περιέχεται σε $200\,\mathrm{mL}$ διαλύματος Δ_1;

Μονάδες 4

Δ.2 Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε σε $10\,\mathrm{mL}$ διαλύματος Δ_1, για να προκύψει διάλυμα Δ_2 συγκέντρωσης $0{,}1\,\mathrm{M}$;

Μονάδες 8

Δ.3 Πόσα g άλατος παράγονται από την αντίδραση $200\,\mathrm{mL}$ από το διάλυμα Δ_2 με $\mathrm{Ca(OH)_2}$;

Μονάδες 13

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{Cl}:35{,}5,\ \mathrm{Ca}:40$.

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 2

Θέμα Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις **Α.1-Α.3** να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α.1 Η σχετική ατομική μάζα (A_r) του νατρίου είναι 23. Αυτό σημαίνει ότι η μάζα ενός ατόμου νατρίου είναι:

α. 23 g.
β. 23 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα του ατόμου του ^{12}C .
γ. 23 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου C.
δ. 23 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ^{12}C.

Μονάδες 5

Α.2 Δίνεται ο χημικός τύπος H_3PO_4. Από το χημικό αυτό τύπο συμπεραίνουμε ότι:

α. η ατομικότητα του οξυγόνου είναι ίση με 4.
β. η ένωση αποτελείται από υδρογόνο, φωσφόρο και οξυγόνο.
γ. στο 1 μόριο H_3PO_4 αντιστοιχούν συνολικά 3 N_A άτομα (N_A ο αριθμός του Avogadro).
δ. η ένωση H_3PO_4 δεν είναι καθορισμένο σώμα γιατί αποτελείται από διαφορετικά στοιχεία.

Μονάδες 5

Α.3 Μόνο ανιόντα υπάρχουν στην ομάδα:

α. SO_4^{2-}, Cl^-, O^{2-}, CO_3^{2-}
β. Ba^{2+}, Na^+, H^+, NH_4^+
γ. Ca^{2+}, OH^-, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}
δ. NH_4^+, OH^-, SO_4^{2-}

Μονάδες 5

Α.4 Να μεταφέρετε στην κόλλα απαντήσεων το γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση και δίπλα να σημειώσετε το γράμμα Σ αν η πρόταση είναι σωστή ή το γράμμα Λ αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Τα στοιχεία της 2ης (ΙΑ) ομάδας έχουν δύο ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα (στιβάδα σθένους).
β. Συνήθως η διαλυτότητα ενός στερεού σε υγρό αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.
γ. Η έκφραση «ένα υδατικό διάλυμα NaCl έχει περιεκτικότητα 20 % w/v» σημαίνει ότι σε κάθε 100 mL διαλύματος περιέχονται 20 g NaCl και 80 g H_2O.
δ. Στο μόριο του O_2 ($Z = 8$) υπάρχει ένας διπλός ομοιοπολικός δεσμός.
ε. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων στη στιβάδα Μ είναι οκτώ.

Μονάδες 5

Α.5 Να γράψετε στο τετράδιό σας τα γράμματα της Στήλης Ι και, δίπλα σε κάθε γράμμα, έναν από τους αριθμούς της Στήλης ΙΙ, ώστε να προκύπτει η σωστή αντιστοίχιση χημικού τύπου και ονομασίας. (Ένα στοιχείο της Στήλης ΙΙ περισσεύει).

Στήλη Ι		**Στήλη ΙΙ**	
Α.	H_2CO_3	**1.**	Θειούχος ψευδάργυρος
Β.	NaOH	**2.**	Οξείδιο του καλίου
Γ.	$MgSO_4$	**3.**	Οξείδιο του ασβεστίου
Δ.	ZnS	**4.**	Θειικό μαγνήσιο
Ε.	CaO	**5.**	Ανθρακικό οξύ
		6.	Υδροξείδιο του νατρίου

Μονάδες 5

Θέμα Β

Β.1 **α.** Δίνονται τρία ζεύγη στοιχείων όπου σε κάθε στοιχείο δίνεται ο ατομικός του αριθμός. Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες;

i. ${}_{16}\mathrm{S}$ και ${}_{8}\mathrm{O}$ **ii.** ${}_{15}\mathrm{P}$ και ${}_{13}\mathrm{Al}$ **iii.** ${}_{3}\mathrm{Li}$ και ${}_{9}\mathrm{F}$

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Μονάδες 7

β. Να γράψετε τους υπολογισμούς σας για τον προσδιορισμό των αριθμών οξείδωσης του θείου και του αζώτου στις παρακάτω χημικές ενώσεις.

i. $\mathrm{H_2SO_4}$ **ii.** $\mathrm{Ca(NO_3)_2}$

Μονάδες 4

Β.2 Οι παρακάτω αντιδράσεις πραγματοποιούνται όλες. Να τις ξαναγράψετε συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα προϊόντα και τους συντελεστές.

$$\mathrm{Zn} + \mathrm{HBr} \longrightarrow \quad \{\mathrm{R}.1\}$$
$$\mathrm{H_2SO_4} + \mathrm{KOH} \longrightarrow \quad \{\mathrm{R}.2\}$$
$$\mathrm{NH_4Cl} + \mathrm{NaOH} \longrightarrow \quad \{\mathrm{R}.3\}$$
$$\mathrm{HCl} + \mathrm{Al(OH)_3} \longrightarrow \quad \{\mathrm{R}.4\}$$

Μονάδες 12

Θέμα Γ

Δίνονται 51 g αέριας $\mathrm{NH_3}$. Να υπολογίσετε:

Γ.1 Πόσα mol (μορίων) είναι η ποσότητα αυτή; Πόσα μόρια $\mathrm{NH_3}$ είναι η ίδια ποσότητα;

Μονάδες 6

Γ.2 Πόσα mol ατόμων υδρογόνου και πόσα mol ατόμων αζώτου περιέχει;

Μονάδες 4

Γ.3 Πόσο όγκο καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή STP συνθήκες;

Μονάδες 6

Γ.4 Πόσο όγκο καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή σε πίεση $P = 8{,}2\,\mathrm{atm}$ και θερμοκρασία $\theta = 27\,^{\circ}\mathrm{C}$;

Μονάδες 9

Δίνεται η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων: $R = 0{,}082\ \frac{\mathrm{atm\cdot L}}{\mathrm{mol\cdot K}}$ καθώς και οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{N}:14$.

Θέμα Δ

Διαθέτουμε διάλυμα Δ_1 $\mathrm{HNO_3}$ 2 M.

Δ.1 Πόσα g $\mathrm{HNO_3}$ περιέχονται σε 200 mL διαλύματος Δ_1;

Μονάδες 6

Δ.2 Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσει σε 200 mL διαλύματος Δ_1, ώστε να προκύψει διάλυμα Δ_2 συγκέντρωσης 0,5 M;

Μονάδες 6

Δ.3 Πόσα g άλατος προκύπτουν από την αντίδραση 200 mL από το διάλυμα Δ_1 με $\mathrm{Mg(OH)_2}$;

Μονάδες 13

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{N}:14,\ \mathrm{O}:16,\ \mathrm{Mg}:24$.

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 3

Θέμα Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις **Α.1-Α.3** να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α.1 Η ατομικότητα ενός στοιχείου εκφράζει:

α. τον αριθμό των ατόμων του στοιχείου στο μόριο του στοιχείου.
β. τον αριθμό των πρωτονίων στον πυρήνα του.
γ. τον αριθμό των ατόμων του στοιχείου στο μόριο μιας χημικής ένωσης.
δ. τίποτα από τα παραπάνω.

Μονάδες 5

Α.2 Η αντίδραση μεταξύ του NaOH και του HCl χαρακτηρίζεται ως αντίδραση:

α. απλής αντικατάστασης.
β. διπλής αντικατάστασης.
γ. εξουδετέρωσης.
δ. σύνθεσης του NaCl.

Μονάδες 5

Α.3 Το NH_4^+ είναι:

α. μονοατομικό ανιόν.
β. πολυατομικό ανιόν.
γ. μονοατομικό κατιόν.
δ. πολυατομικό κατιόν.

Μονάδες 5

Α.4 Να μεταφέρετε στην κόλλα απαντήσεων το γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση και δίπλα να σημειώσετε το γράμμα Σ αν η πρόταση είναι σωστή ή το γράμμα Λ αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Η ένωση μεταξύ ενός στοιχείου της 1ης (IA) ομάδας και ενός στοιχείου της 17ης ομάδας (VIIA) χαρακτηρίζεται ως ομοιοπολική.
β. Ο αριθμός οξείδωσης του S στο H_2SO_4 είναι ίσος με -6 .
γ. Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων καθορίζεται, εκτός από τα ηλεκτρόνια σθένους του και από το μέγεθος του ατόμου, δηλαδή, την ατομική του ακτίνα.
δ. Η ένωση HCl είναι ιοντική ένωση του τύπου H^+Cl^-.
ε. Η διαλυτότητα εξαρτάται από τη φύση της διαλυμένης ουσίας.

Μονάδες 5

Α.5 Να γράψετε στο τετράδιό σας τα γράμματα της Στήλης Ι και, δίπλα σε κάθε γράμμα, έναν από τους αριθμούς της Στήλης ΙΙ, ώστε να προκύπτει η σωστή αντιστοίχιση χημικού τύπου και κατηγορίας χημικής ένωσης.

Στήλη Ι		**Στήλη ΙΙ**	
Α.	H_2CO_3	**1.**	Οξύ
Β.	NaOH	**2.**	Βάση
Γ.	$MgSO_4$	**3.**	Άλας
Δ.	H_2S	**4.**	Οξείδιο
Ε.	CaO		

Μονάδες 5

Θέμα Β

Β.1 Δίνονται τα στοιχεία ${}_{11}\mathrm{Na}$, ${}_{19}\mathrm{K}$, ${}_{16}\mathrm{S}$, ${}_{35}\mathrm{Br}$.

α. Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές όλων των στοιχείων σε στιβάδες.

Μονάδες 4

β. Να γράψετε την ομάδα και την περίοδο στην οποία ανήκει καθένα από τα στοιχεία αυτά. Ποιο από τα στοιχεία ανήκει στα αλογόνα;

Μονάδες 5

γ. Να εξηγήσετε το σχηματισμό του χημικού δεσμού στην ένωση $\mathrm{Na_2S}$.

Μονάδες 4

Β.2 Δίνεται η ένωση $\mathrm{Ca(NO_3)_2}$.

α. Ποια η ονομασία της ένωσης;

Μονάδες 2

β. Να γράψετε τους υπολογισμούς σας για τον προσδιορισμό του αριθμού οξείδωσης του αζώτου στην ένωση αυτή.

Μονάδες 4

γ. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις με τα σώματα που λείπουν και τους κατάλληλους (ακέραιους) συντελεστές.

$$\ldots\ldots\ldots + \ldots\ldots\ldots \longrightarrow \mathrm{Ca(NO_3)_2} + \mathrm{H_2O} \quad \text{(αντίδραση εξουδετέρωσης)} \qquad \{\mathrm{R.1}\}$$

$$\mathrm{Ca(NO_3)_2} + \mathrm{Na_2SO_4} \longrightarrow \text{(αντίδραση διπλής αντικατάστασης)} \qquad \{\mathrm{R.2}\}$$

$$\mathrm{Na} + \mathrm{H_2O} \longrightarrow \text{(αντίδραση απλής αντικατάστασης)} \qquad \{\mathrm{R.3}\}$$

Μονάδες 6

Θέμα Γ

Δίνονται $68\,\mathrm{g}$ $\mathrm{H_2S\,(g)}$. Να υπολογίσετε:

Γ.1 Πόσα mol (μορίων) είναι η ποσότητα αυτή;

Μονάδες 6

Γ.2 Πόσα μόρια $\mathrm{H_2S}$ περιέχονται; Πόσα g υδρογόνου περιέχονται;

Μονάδες 4

Γ.3 Πόσο όγκο καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή STP συνθήκες;

Μονάδες 6

Γ.4 Τα $68\,\mathrm{g}$ του $\mathrm{H_2S}$ εισάγονται σε δοχείο όγκου $V = 8{,}2\,\mathrm{L}$ σε θερμοκρασία $\theta = 27\,^\circ\mathrm{C}$. Ποια είναι η πίεση στο δοχείο;

Μονάδες 9

Δίνεται η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων: $R = 0{,}082\ \frac{\mathrm{atm\cdot L}}{\mathrm{mol\cdot K}}$ καθώς και οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{S}:32$.

Θέμα Δ

Διαλύουμε $20\,\mathrm{g}$ NaOH σε νερό και προκύπτει διάλυμα (Δ_1) όγκου $500\,\mathrm{mL}$.

Δ.1 Ποια η $\%\,\mathrm{w/v}$ περιεκτικότητα του διαλύματος;

Μονάδες 3

Δ.2 Ποια η συγκέντρωση (c) του διαλύματος;

Μονάδες 4

Δ.3 Σε $100\,\mathrm{mL}$ από το διάλυμα Δ_1 προστίθενται $400\,\mathrm{mL}$ $\mathrm{H_2O}$. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος (Δ_2) που προκύπτει;

Μονάδες 6

Δ.4 Σε όλη την ποσότητα του Δ_2 προσθέτουμε $500\,\mathrm{mL}$ άλλου διαλύματος NaOH $0{,}4\,\mathrm{M}$. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος (Δ_3) που προκύπτει;

Μονάδες 6

Δ.5 Πόσα g $\mathrm{H_3PO_4}$ αντιδρούν με την αρχική ποσότητα του διαλύματος Δ_1;

Μονάδες 6

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{O}:16,\ \mathrm{Na}:23,\ \mathrm{P}:31$.

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 4

Θέμα Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις **Α.1-Α.4** να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α.1 Το στοιχείο οξυγόνο ($_8$O):

α. είναι διατομικό στοιχείο.
β. έχει σχετική ατομική μάζα ίση με 8.
γ. είναι μέταλλο.
δ. έχει στο άτομό του 8 ηλεκτρόνια στην στιβάδα L.

Μονάδες 5

Α.2 Η χημική εξίσωση:

$$\mathrm{Zn} + 2\,\mathrm{HCl} \longrightarrow \mathrm{ZnCl_2} + \mathrm{H_2} \qquad \{\mathrm{R.1}\}$$

χαρακτηρίζεται ως αντίδραση:

α. απλής αντικατάστασης.
β. διπλής αντικατάστασης.
γ. εξουδετέρωσης.
δ. σύνθεσης.

Μονάδες 5

Α.3 Ο αριθμός οξείδωσης του φωσφόρου στο ιόν $\mathrm{PO_4^{3-}}$ είναι ίσος με:

α. -3 **β.** $+3$ **γ.** -5 **δ.** $+5$

Μονάδες 5

Α.4 1 mol $\mathrm{H_2O}$ περιέχει:

α. $2\,N_\mathrm{A}$ άτομα υδρογόνου.
β. 2 άτομα υδρογόνου.
γ. δύο άτομα οξυγόνου.
δ. $3\,N_\mathrm{A}$ μόρια νερού.

Μονάδες 5

Α.5 Να μεταφέρετε στην κόλλα απαντήσεων το γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση και δίπλα να σημειώσετε το γράμμα Σ αν η πρόταση είναι σωστή ή το γράμμα Λ αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Οι ιοντικές ενώσεις έχουν, γενικά, υψηλά σημεία τήξης.
β. Το 1 mol οποιασδήποτε χημικής ένωσης καταλαμβάνει όγκο 22,4 L σε STP συνθήκες.
γ. Στα αέρια η αύξηση της πίεσης αυξάνει και τη διαλυτότητά τους.
δ. Στο NaCl δεν υπάρχει η έννοια του μορίου.
ε. Οι καθαρές χημικές ουσίες έχουν πάντα την ίδια σύσταση ανεξάρτητα από τον τρόπο παρασκευής τους και διακρίνονται σε στοιχεία και σε χημικές ενώσεις.

Μονάδες 5

Θέμα Β

Β.1 **α.** Να γράψετε την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων σημειώνοντας τις συνηθέστερες μονάδες των μεγεθών που εμφανίζονται στην εξίσωση αυτή.

Μονάδες 6

β. Για ένα ιδανικό αέριο που βρίσκεται υπό πίεση p και θερμοκρασία T, να αποδειχθεί ότι η πυκνότητά του ρ δίνεται από τη σχέση:

$$\rho = \frac{p \cdot M_\mathrm{r}\ \mathrm{g/mol}}{R \cdot T}$$

όπου M_r η σχετική μοριακή μάζα του αερίου και R η παγκόσμια σταθερά των αερίων.

Μονάδες 7

Β.2 Δίνεται η ένωση NH_3.

α. Ποια η ονομασία της ένωσης;

Μονάδες 2

β. Να εξηγηθεί ο σχηματισμός των δεσμών στο παραπάνω μόριο. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί για τα στοιχεία άζωτο $(Z = 7)$ και υδρογόνο $(Z = 1)$.

Μονάδες 4

γ. Η NH_3 συμμετέχει στις παρακάτω δύο χημικές εξισώσεις {R.2} και {R.3}. Να αντιγράψετε τις εξισώσεις {R.2} και {R.3} συμπληρώνοντας με τα σώματα που λείπουν και με τους απαραίτητους ακέραιους συντελεστές.

$$N_2 + A \longrightarrow NH_3 \qquad \{R.2\}$$

(A: διατομικό στοιχείο, αντίδραση σύνθεσης της NH_3)

$$NH_4Cl + NaOH \longrightarrow B + NH_3 + H_2O \qquad \{R.3\}$$

(B: άλας, αντίδραση διπλής αντικατάστασης)

Μονάδες 6

Θέμα Γ

$80\,g$ μιας ουσίας X διαλύεται σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα (Δ_1) όγκου $400\,mL$ και μάζας $500\,g$.

Γ.1 Να υπολογίσετε την $\%\,w/w$ και την $\%\,w/v$ περιεκτικότητα του διαλύματος.

Μονάδες 8

Γ.2 Να υπολογίσετε την πυκνότητα (ρ) του διαλύματος σε g/mL.

Μονάδες 4

Γ.3 Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (c) του διαλύματος, αν είναι επιπλέον γνωστό ότι η σχετική μοριακή μάζα της ουσίας X είναι ίση με 40.

Μονάδες 6

Γ.4 Ποιος όγκος νερού πρέπει να προστεθεί στο διάλυμα Δ_1, ώστε το αραιωμένο διάλυμα (Δ_2) να έχει συγκέντρωση $c_2 = 2\,M$;

Μονάδες 7

Θέμα Δ

Διαθέτουμε ποσότητα $CO_2\,(g)$ όγκου $4{,}48\,L$ σε STP συνθήκες.

Δ.1 Να υπολογίσετε αυτήν την ποσότητα σε mol; Από πόσα μόρια CO_2 αποτελείται;

Μονάδες $4 + 4 = 8$

Δ.2 Ποια η μάζα (σε g) της παραπάνω ποσότητας CO_2; Από πόσα g άνθρακα και από πόσα g οξυγόνου αποτελείται;

Μονάδες $4 + 2 + 2 = 8$

Δ.3 $53\,g\,Na_2CO_3$ αντιδρούν με την απαραίτητη ποσότητα HCl σύμφωνα με την εξίσωση (χωρίς συντελεστές):

$$Na_2CO_3 + HCl \longrightarrow NaCl + CO_2 + H_2O \qquad \{R.4\}$$

Να αντιγράψετε την εξίσωση της αντίδρασης {R.4} με τους κατάλληλους συντελεστές και να υπολογίσετε τον όγκο του CO_2 (σε STP) που εκλύεται καθώς και την παραγόμενη μάζα του NaCl.

Μονάδες $3 + 3 + 3 = 9$

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $C : 12$, $O : 16$, $Na : 23$, $Cl : 35{,}5$.

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 5

Θέμα Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις **Α.1-Α.3** να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α.1 Ο αριθμός των ηλεκτρονίων που διαθέτει το ιόν $^{40}_{20}\mathrm{Ca}^{2+}$ είναι ίσος με:

α. 18 **β.** 20 **γ.** 22 **δ.** 38

Μονάδες 5

Α.2 Ποιος από τους παράγοντες που ακολουθούν δεν επηρεάζει τη διαλυτότητα ενός αερίου στο νερό;

α. Η πίεση.
β. Η ποσότητα του νερού.
γ. Η θερμοκρασία.
δ. Η φύση της διαλυμένης ουσίας.

Μονάδες 5

Α.3 Τι δεν είναι σωστό για το σωματίδιο του τύπου $\mathrm{NH_4^+}$;

α. Πρόκειται για πολυατομικό κατιόν.
β. Ονομάζεται αμμώνιο.
γ. Στο ιόν αυτό το άτομο του αζώτου έχει αριθμό οξείδωσης -4.
δ. Το σωματίδιο αυτό σχηματίζει άλατα με ανιόντα (πολυατομικά ή μονοατομικά).

Μονάδες 5

Α.4 Να γράψετε στο τετράδιό σας τα γράμματα της Στήλης Ι και, δίπλα σε κάθε γράμμα, έναν από τους αριθμούς της Στήλης ΙΙ, ώστε να προκύπτει η σωστή αντιστοίχιση χημικού τύπου ονομασίας. (Ένα στοιχείο της Στήλης ΙΙ περισσεύει).

Στήλη Ι		**Στήλη ΙΙ**	
Α.	$\mathrm{H_2SO_4}$	**1.**	Θειούχο ασβέστιο
Β.	$\mathrm{H_2S}$	**2.**	Θειικό ασβέστιο
Γ.	CaS	**3.**	Υδρόθειο
Δ.	$\mathrm{ZnCl_2}$	**4.**	Θειικό οξύ
Ε.	$\mathrm{CaSO_4}$	**5.**	Χλωρικός ψευδάργυρος
		6.	Χλωριούχος ψευδάργυρος

Μονάδες 5

Α.5 Να μεταφέρετε στην κόλλα απαντήσεων το γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση και δίπλα να σημειώσετε το γράμμα Σ αν η πρόταση είναι σωστή ή το γράμμα Λ αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Η ατομική ακτίνα αυξάνεται όσο πάμε κάτω σε μία ομάδα και όσο πάμε αριστερά σε μία περίοδο.
β. Ο αριθμός που δείχνει από πόσα άτομα συγκροτείται το μόριο ενός στοιχείου ονομάζεται ατομικότητα στοιχείου.
γ. Στα αέρια σώματα (άτομα ή μόρια), τα δομικά συστατικά κινούνται ομοιόμορφα προς όλες τις διευθύνσεις και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις είναι αμελητέες.
δ. Ο νόμος της περιοδικότητας των στοιχείων του Moseley διατυπώνεται ως εξής: «Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού (Z)».
ε. Ο χαλκός απαντά στη φύση με τη μορφή δύο ισοτόπων $_{63}\mathrm{Cu}$ (σε ποσοστό $69\,\%$) και $_{65}\mathrm{Cu}$ (σε ποσοστό $31\,\%$) και επομένως η σχετική ατομική του μάζα είναι μεταξύ του 63 και του 65.

Μονάδες 5

Θέμα Β

Β.1 Δίνονται τα στοιχεία ${}_6\mathrm{C}$ και ${}_8\mathrm{O}$.

α. Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή των δύο στοιχείων.

Μονάδες 4

β. Ποια η θέση των δύο στοιχείων στον περιοδικό πίνακα (ομάδα και περίοδος);

Μονάδες 4

γ. Ποιο από τα παραπάνω στοιχεία έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα και ποιο τη μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα; Να αιτιολογήσετε τις επιλογές σας.

Μονάδες 4

δ. Να εξηγήσετε τους χημικούς δεσμούς στις ενώσεις $\mathrm{CH_4}$ και $\mathrm{CO_2}$ (για το H, $Z = 1$).

Μονάδες 4

Β.2 Να τις ξαναγράψετε τις αντιδράσεις που ακολουθούν συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα προϊόντα και τους (ακέραιους) συντελεστές.

$$\mathrm{Al} + \mathrm{HCl} \longrightarrow \quad \{\mathrm{R}.1\}$$

$$\mathrm{H_3PO_4} + \mathrm{Mg(OH)_2} \longrightarrow \quad \{\mathrm{R}.2\}$$

$$\mathrm{Na_2CO_3} + \mathrm{HCl} \longrightarrow \quad \{\mathrm{R}.3\}$$

Μονάδες 9

Θέμα Γ

Διαλύουμε $0{,}6\,\mathrm{mol}$ KOH σε νερό και προκύπτει διάλυμα (Δ_1) όγκου $200\,\mathrm{mL}$.

Γ.1 Ποια η συγκέντρωση (c_1) του διαλύματος;

Μονάδες 5

Γ.2 Ποια η % w/v περιεκτικότητα του διαλύματος;

Μονάδες 5

Γ.3 Πόσα L άλλου διαλύματος (Δ_2) KOH με $c_2 = 8\,\mathrm{M}$ πρέπει να προσθέσουμε σε όλη την ποσότητα του Δ_1, ώστε να προκύψει διάλυμα (Δ_3) με $c_3 = 6\,\mathrm{M}$;

Μονάδες 7

Γ.4 Πόσα g $\mathrm{H_2SO_4}$ αντιδρούν με όλη την ποσότητα του διαλύματος Δ_1;

Μονάδες 8

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{O}:16,\ \mathrm{S}:32,\ \mathrm{K}:39$.

Θέμα Δ

Αέριο μίγμα αποτελείται από $5\,\mathrm{mol}$ CO και $5\,\mathrm{mol}$ $\mathrm{SO_3}$.

Δ.1 Ποιος ο όγκος του μίγματος σε STP σε L;

Μονάδες 5

Δ.2 Ποιος ο όγκος του μίγματος σε πίεση $p = 0{,}82\,\mathrm{atm}$ και θερμοκρασία $\theta = 27\,^\circ\mathrm{C}$;

Μονάδες 7

Δ.3 Ποια η μάζα του μίγματος σε γραμμάρια;

Μονάδες 7

Δ.4 Πόσα g $\mathrm{H_2O}$ περιέχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων οξυγόνου με αυτόν που περιέχεται στο παραπάνω μίγμα;

Μονάδες 6

Δίνεται η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων: $R = 0{,}082\ \frac{\mathrm{atm\cdot L}}{\mathrm{mol\cdot K}}$ καθώς και οι σχετικές ατομικές μάζες, $\mathrm{H}:1,\ \mathrm{C}:12,\ \mathrm{O}:16,\ \mathrm{S}:32$.

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 6

Θέμα Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις **Α.1-Α.4** να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α.1 Διαθέτουμε κορεσμένο διάλυμα χλωριούχου νατρίου σε θερμοκρασία 5 °C. Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία του διαλύματος στους 30 °C:

α. Το διάλυμα γίνεται ακόρεστο.
β. Το διάλυμα θα παραμείνει κορεσμένο.
γ. Η περιεκτικότητα του διαλύματος θα αυξηθεί.
δ. Η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας θα αυξηθεί.

Μονάδες 5

Α.2 Το χλώριο που απαντάται στη φύση είναι μίγμα δύο ισοτόπων, του ^{37}Cl (σε ποσοστό 25 %) και του ^{35}Cl σε ποσοστό 75 %. Η σχετική ατομική μάζα του χλωρίου θα είναι:

α. 36 **β.** 35,5 **γ.** 72 **δ.** μεγαλύτερη από 37

Μονάδες 5

Α.3 Διάλυμα Δ_1 συγκέντρωσης c_1 και όγκου V_1 αναμιγνύεται με διάλυμα Δ_2 της ίδιας διαλυμένης ουσίας συγκέντρωσης $c_2 (> c_1)$ και όγκου V_2, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ_3 συγκέντρωσης c_3 και όγκου V_3. Για τη συγκέντρωση c_3 θα ισχύει:

α. $c_3 = c_1 + c_2$
β. $c_3 V_3 = c_1 V_1 + c_2 V_2$
γ. $c_1 V_1 = c_2 V_2 = c_3 V_3$
δ. $c_3 > c_2$

Μονάδες 5

Α.4 Το στοιχείο $_{15}$P ανήκει:

α. στην 3η περίοδο και στην 15η ομάδα του περιοδικού πίνακα.
β. στην 3η περίοδο και στην 5η ομάδα του περιοδικού πίνακα.
γ. στην 5η περίοδο και στην 3η ομάδα του περιοδικού πίνακα.
δ. στην 3η περίοδο και στην 13η ομάδα του περιοδικού πίνακα.

Μονάδες 5

Α.5 Να ταξινομήσετε τα στοιχεία, $_{12}$Mg, $_{15}$P, $_{17}$Cl, $_{19}$K και $_{37}$Rb κατά σειρά αυξανόμενης ατομικής ακτίνας.

Μονάδες 5

Θέμα Β

Β.1 Να αιτιολογήσετε την ισχύ των προτάσεων που ακολουθούν.

α. Το $_{19}$K έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το $_{36}$Kr.
β. Ο αριθμός οξείδωσης του αζώτου στην ένωση $Al(NO_3)_3$ είναι +5.
γ. Τα άτομα $^{12}_{6}$C και $^{13}_{6}$C χαρακτηρίζονται ως ισότοπα.
δ. Η ένωση HF (υδροφθόριο) διαθέτει έναν απλό πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί: H : 1, F : 9.
ε. Για ένα ιδανικό αέριο σε STP συνθήκες ισχύει:

$$\rho = \frac{M_r}{22{,}4\,\mathrm{L/g}}$$

όπου ρ η πυκνότητα του αερίου και M_r η σχετική μοριακή του μάζα.

Μονάδες 15

Β.2 Να γραφούν σωστά συμπληρωμένες οι εξισώσεις των αντιδράσεων:

$$\text{θειικός σίδηρος (III)} + \text{υδροξείδιο του νατρίου} \longrightarrow \quad \{\text{R.1}\}$$

$$\text{υδροξείδιο του μαγνησίου} + \text{φωσφορικό οξύ} \longrightarrow \quad \{\text{R.2}\}$$

$$\text{ασβέστιο} + \text{νερό} \longrightarrow \quad \{\text{R.3}\}$$

$$\text{χλώριο} + \text{θειούχο κάλιο} \longrightarrow \quad \{\text{R.4}\}$$

$$\text{άζωτο} + \text{υδρογόνο} \longrightarrow \quad \{\text{R.5}\}$$

Μονάδες 10

Θέμα Γ

Διαλύουμε $80\,\text{g}$ NaOH σε $400\,\text{g}$ νερού και προκύπτει διάλυμα (Δ_1) πυκνότητας $1{,}2\,\text{g/mL}$.

Γ.1 Να υπολογιστεί ο όγκος του διαλύματος και η $\%\,\text{w/v}$ περιεκτικότητα του διαλύματος (Δ_1).

Μονάδες 5

Γ.2 Να υπολογιστεί η ποσότητα σε mol της διαλυμένης ουσίας στο παραπάνω διάλυμα και η συγκέντρωση του διαλύματος (molarity).

Μονάδες 5

Γ.3 Πόσα mL νερού πρέπει να προστεθούν $100\,\text{mL}$ από το διάλυμα (Δ_1) ώστε η περιεκτικότητα του διαλύματος που θα προκύψει (Δ_2) να γίνει $8\,\%\,\text{w/v}$;

Μονάδες 7

Γ.4 Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθούν το διάλυμα Δ_1 με ένα άλλο διάλυμα NaOH συγκέντρωσης $c_3 = 1\,\text{M}$ ώστε το διάλυμα που θα προκύψει (Δ_4) να έχει συγκέντρωση $c_4 = 2\,\text{M}$;

Μονάδες 8

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, $\text{H}:1,\ \text{O}:16,\ \text{Na}:23$.

Θέμα Δ

Δίνεται ποσότητα CaCO_3 (ανθρακικό ασβέστιο) μάζας $200\,\text{g}$.

Δ.1 Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα της ένωσης CaCO_3 και την δοθείσα ποσότητα του ανθρακικού ασβεστίου σε moles.

Μονάδες 6

Δ.2 Να δείξετε ότι σε $200\,\text{g}$ CaCO_3 περιέχεται ο ίδιος αριθμός ατόμων οξυγόνου με αυτόν που περιέχεται σε $6\,\text{mol}$ H_2O.

Μονάδες 7

Δ.3 Τα $200\,\text{g}$ CaCO_3 αντιδρούν με HCl σύμφωνα με την αντίδραση (χωρίς συντελεστές):

$$\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{A} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \quad \{\text{R.6}\}$$

i. Να αντιγράψετε την αντίδραση με το χημικό τύπο του σώματος A και τους αντίστοιχους συντελεστές.

Μονάδες 4

ii. Να υπολογίσετε την ποσότητα (σε mol) του HCl που αντέδρασε.

Μονάδες 4

iii. Να υπολογίσετε τον όγκο του CO_2 που παράχθηκε σε STP συνθήκες.

Μονάδες 4

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $\text{C}:12,\ \text{O}:16,\ \text{Ca}:40$.

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 7

Θέμα Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις **Α.1-Α.3** να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α.1 Τα στοιχεία της 2ης (ΙΙΑ) ομάδας του Περιοδικού Πίνακα ονομάζονται:

α. Αλκάλια. **β.** Αλκαλικές γαίες. **γ.** Αλογόνα. **δ.** Ευγενή αέρια.

Μονάδες 5

Α.2 Ποιο από τα παρακάτω δεν ισχύει για το ιόν SO_4^{2-};

α. Είναι πολυατομικό ανιόν και ονομάζεται θειικό ιόν.
β. Στο ιόν αυτό το S έχει αριθμό οξείδωσης $+6$.
γ. Σχηματίζει με το κάλιο ένωση του τύπου K_2SO_4.
δ. Σχηματίζει με το σίδηρο ένωση του τύπου Fe_2SO_4.

Μονάδες 5

Α.3 Το κατιόν του καλίου (K^+) έχει 18 ηλεκτρόνια και 20 νετρόνια. Ο μαζικός του αριθμός θα είναι:

α. 20 **β.** 38 **γ.** 39 **δ.** 37

Μονάδες 5

Α.4 Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα αφού τον μεταφέρετε στην κόλλα των απαντήσεων.

Χημικός τύπος	Ονομασία
H_2SO_3	
	υδροξείδιο του ασβεστίου
	νιτρικό νάτριο
	KH_2PO_4
	οξείδιο του σιδήρου (ΙΙΙ)

Μονάδες 5

Α.5 Να μεταφέρετε στην κόλλα απαντήσεων το γράμμα που αντιστοιχεί σε κάθε πρόταση και δίπλα να σημειώσετε το γράμμα Σ αν η πρόταση είναι σωστή ή το γράμμα Λ αν η πρόταση είναι λανθασμένη.

α. Στην ένωση $FeSO_4$ ο αριθμός οξείδωσης του Fe είναι $+2$.
β. Το στοιχείο ${}_2He$ είναι ευγενές αέριο.
γ. Η τρίτη περίοδος του περιοδικού πίνακα περιλαμβάνει 8 στοιχεία.
δ. Όλα τα ευγενή αέρια διαθέτουν 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα.
ε. Το 1 mol μιας οποιασδήποτε αέριας ένωσης καταλαμβάνει όγκο 22,4 L.

Μονάδες 5

Θέμα Β

Β.1 Τα στοιχεία Μ και Α ανήκουν στην 3η περίοδο του Π.Π. και σχηματίζουν ιοντική ένωση με τον εξής ηλεκτρονιακό τύπο: $2\,M^{x+}\,3\,A^{2-}$.

α. Ποια η τιμή του x;

β. Να προσδιοριστούν οι ατομικοί αριθμοί των Μ και Α.

γ. Σε ποιες ομάδες του Π.Π. ανήκουν τα στοιχεία Μ και Α;

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Μονάδες $5+4+4=13$

Β.2 Να γράψετε τις αντιδράσεις που ακολουθούν σωστά συμπληρωμένες. Όλες οι αντιδράσεις είναι εφικτές. Σε όλες τις περιπτώσεις να εξηγήσετε τον λόγο που γίνονται.

$$\text{ψευδάργυρος} + \text{υδροχλώριο} \longrightarrow \quad \{\text{R.1}\}$$
$$\text{υδρόθειο} + \text{νιτρικός υδράργυρος (II)} \longrightarrow \quad \{\text{R.2}\}$$
$$\text{χλωριούχο αμμώνιο} + \text{υδροξείδιο του ασβεστίου} \longrightarrow \quad \{\text{R.3}\}$$

Μονάδες 12

Θέμα Γ

Αέριο μίγμα αποτελείται από $4\,\text{mol}\ \text{NH}_3$ και $2\,\text{mol}\ \text{N}_2$.

Γ.1 Ποια η μάζα του μίγματος;

Μονάδες 6

Γ.2 Ποιος ο όγκος του σε STP συνθήκες;

Μονάδες 6

Γ.3 Ποιος ο όγκος του σε πίεση $0{,}6\,\text{atm}$ και θερμοκρασία $\theta = 27\,^\circ\text{C}$;

Μονάδες 6

Γ.4 Πόσα άτομα υδρογόνου και πόσα άτομα αζώτου περιέχει;

Μονάδες 7

Δίνεται η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων: $R = 0{,}082\ \frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ καθώς και οι σχετικές ατομικές μάζες, $\text{H}:1,\ \text{N}:14$.

Θέμα Δ

Δ.1 $3{,}7\,\text{g}\ \text{Ca(OH)}_2$ διαλύονται σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα (Δ) όγκου $500\,\text{mL}$. Να υπολογιστεί η $\%\,\text{w/v}$ περιεκτικότητα καθώς και η συγκέντρωση του διαλύματος.

Μονάδες 6

Το διάλυμα (Δ) χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη.

Δ.2 Το πρώτο μέρος εξουδετερώνεται με την απαιτούμενη ποσότητα H_2SO_4. Να γραφεί η χημική εξίσωση της αντίδρασης και να υπολογιστεί η μάζα του ιζήματος που σχηματίζεται.

Μονάδες 6

Δ.3 Στο δεύτερο μέρος προστίθεται η απαιτούμενη ποσότητα στερεού NH_4Cl. Να γραφεί η χημική εξίσωση της αντίδρασης και να υπολογιστεί η μάζα του άλατος και η μάζα του αερίου που σχηματίζονται.

Μονάδες 7

Δ.4 Ποιος όγκος νερού πρέπει να προστεθεί σε όλη την ποσότητα του διαλύματος Δ ώστε η συγκέντρωσή του να υποτετραπλασιαστεί;

Μονάδες 6

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $\text{C}:12,\ \text{O}:16,\ \text{Ca}:40$.

Απαντήσεις - Λύσεις

Γενικά Επαναληπτικά Διαγωνίσματα

Απαντήσεις - Λύσεις στα Γενικά Επαναληπτικά Διαγωνίσματα

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 1

Θέμα Α

Α.1 δ
Α.2 γ
Α.3 β
Α.4 α.-Σ , β.-Λ , γ.-Σ , δ.-Λ , ε.-Λ
Α.5 Α-3, Β-5, Γ-4, Δ-1, Ε-6.

Θέμα Β

Β.1 **α.** **i.** +4, **ii.** +5
β. **ii.**
Β.2

$$\mathrm{NaOH + HBr \longrightarrow NaBr + H_2O} \quad \{\text{R.1}\}$$
$$\mathrm{HNO_3 + KOH \longrightarrow KNO_3 + H_2O} \quad \{\text{R.2}\}$$
$$\mathrm{AgNO_3 + NH_4Cl \longrightarrow AgCl + NH_4NO_3} \quad \{\text{R.3}\}$$
$$\mathrm{Cl_2 + 2\,NaBr \longrightarrow 2\,NaCl + Br_2} \quad \{\text{R.4}\}$$

Θέμα Γ

Γ.1 2 mol
Γ.2 2 N_A μόρια
Γ.3 6 L
Γ.4 17 % w/v

Θέμα Δ

Δ.1 0,2 mol
Δ.2 90 mL
Δ.3 1,11 g

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 2

Θέμα Α

Α.1 δ
Α.2 β
Α.3 α
Α.4 α.-Σ , β.-Σ , γ.-Λ , δ.-Σ , ε.-Λ
Α.5 Α-5, Β-6, Γ-4, Δ-1, Ε-3.

Θέμα Β

Β.1 **α.** **i.** ίδια ομάδα, **ii.** +5
β. **i.** +6, **β.** **ii.** +5
Β.2

$$\mathrm{Zn + 2\,HBr \longrightarrow ZnBr_2 + H_2} \quad \{\text{R.1}\}$$
$$\mathrm{H_2SO_4 + 2\,KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2\,H_2O} \quad \{\text{R.2}\}$$
$$\mathrm{NH_4Cl + NaOH \longrightarrow NaCl + NH_3 + H_2O} \quad \{\text{R.3}\}$$
$$\mathrm{3\,HCl + Al(OH)_3 \longrightarrow AlCl_3 + 3\,H_2O} \quad \{\text{R.4}\}$$

Θέμα Γ

Γ.1 3 mol, 3 N_A μόρια
Γ.2 9 N_A άτομα Η και 3 N_A άτομα Ν
Γ.3 67,2 L
Γ.4 9 L

Θέμα Δ

Δ.1 25,2 g
Δ.2 600 mL
Δ.3 29,6 g

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 3

Θέμα Α

Α.1 α
Α.2 γ
Α.3 δ
Α.4 α.-Λ , β.-Λ , γ.-Σ , δ.-Λ , ε.-Σ.
Α.5 Α-1, Β-2, Γ-3, Δ-1, Ε-4.

Θέμα Β

Β.1 **α.** Na : K(2) L(8) M(1)
K : K(2) L(8) M(8) N(1)
S : K(2) L(8) M(6)
Br : K(2) L(8) M(18) N(7)

β. Na : 1η ομάδα, 3η περίοδος
K : 1η ομάδα, 4η περίοδος
S : 16η ομάδα, 3η περίοδος
Br : 17η ομάδα, 4η περίοδος (αλογόνο)

γ. Ιοντικός δεσμός: $2\,Na^+\ S^{2-}$

Β.2 **α.** νιτρικό ασβέστιο

β. $2 + 2[x + 3(-2)] = 0 \Rightarrow x = +5$

γ. $\mathrm{2\,HNO_3 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + 2\,H_2O}$
$\mathrm{Ca(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + 2\,NaNO_3}$
$\mathrm{2\,Na + 2\,H_2O \longrightarrow 2\,NaOH + H_2}$

Θέμα Γ

Γ.1 2 mol
Γ.2 2 N_A μόρια, 4 g H_2
Γ.3 44,8 L
Γ.4 6 atm

Θέμα Δ

Δ.1 4 % w/v
Δ.2 1 M
Δ.3 0,2 M
Δ.4 0,3 M
Δ.5 16,3 g

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 4

Θέμα Α

Α.1 α
Α.2 α
Α.3 δ
Α.4 α
Α.5 α.-Σ , β.-Λ , γ.-Σ , δ.-Σ , ε.-Σ.

Θέμα Β

Β.1 **α.** $pV = nRT$, p: atm, V: L, n: mol, R: $\frac{\text{atm}\cdot\text{L}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$, T: K

β.

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$
$$p \cdot V = \frac{m}{\text{M}_r\,\text{g/mol}} \cdot R \cdot T$$
$$p = \frac{m}{V} \cdot \frac{R \cdot T}{\text{M}_r\,\text{g/mol}}$$
$$p = \rho \cdot \frac{R \cdot T}{\text{M}_r\,\text{g/mol}}$$
$$\rho = \frac{p \cdot \text{M}_r\,\text{g/mol}}{R \cdot T}$$

Β.2 **α.** αμμωνία

β. βλέπε εφαρμογή 4.3 σελίδα 74

γ. $\text{N}_2 + 3\,\text{H}_2 \longrightarrow 2\,\text{NH}_3$
$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Θέμα Γ

Γ.1 16 % w/w, 20 % w/v
Γ.2 1,25 g/mL
Γ.3 5 M
Γ.4 600 mL

Θέμα Δ

Δ.1 0,2 mol, $0{,}2N_\text{A}$ μόρια
Δ.2 8,8 g, $0{,}2N_\text{A}$ άτομα C και $0{,}4N_\text{A}$ άτομα O.
Δ.3

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\,\text{HCl} \longrightarrow 2\,\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \quad \{\text{R.4}\}$$

Από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης προκύπτει:

$$V(\text{CO}_2) = n \cdot V_\text{m} = 0{,}5\,\text{mol} \cdot 22{,}4\,\text{L/mol} = 11{,}2\,\text{L}$$

$$m(\text{NaCl}) = n \cdot M_\text{r}\,\text{g/mol} = 1\,\text{mol} \cdot 58{,}5\,\text{g/mol} = 58{,}5\,\text{g}$$

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 5

Θέμα Α

Α.1 α
Α.2 β
Α.3 γ
Α.4 Α-4, Β-3, Γ-1, Δ-6, Ε-2.
Α.5 α.-Σ , β.-Σ , γ.-Σ , δ.-Σ , ε.-Σ.

Θέμα Β

Β.1 **α.** C : K(2) L(4)
O : K(2) L(6)

β. C : 14η ομάδα, 2η περίοδος
O : 16η ομάδα, 2η περίοδος

γ. Μεγαλύτερη ατομική ακτίνα ο C (ίδια περίοδος, μικρότερος ατομικός αριθμός), μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα το O (ίδια περίοδος, μεγαλύτερος ατομικός αριθμός).

δ. CH_4: βλέπε παράδειγμα 4.8 σελίδα 79
CO_2: βλέπε εφαρμογή 4.4 σελίδα 74

Β.2

$$2\,\text{Al} + 6\,\text{HCl} \longrightarrow 2\,\text{AlCl}_3 + 3\,\text{H}_2 \quad \{\text{R.1}\}$$
$$2\,\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\,\text{Mg(OH)}_2 \longrightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\,\text{H}_2\text{O} \quad \{\text{R.2}\}$$
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\,\text{HCl} \longrightarrow 2\,\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \quad \{\text{R.3}\}$$

Θέμα Γ

Γ.1 3 M
Γ.2 16,8 % w/v
Γ.3 0,3 L
Γ.4 29,4 g

Θέμα Δ

Δ.1 224 L
Δ.2 300 L
Δ.3 540 g
Δ.4 360 g

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 6

Θέμα Α

Α.1 α
Α.2 β
Α.3 β
Α.4 α
Α.5 $_{17}\mathrm{Cl} < {}_{15}\mathrm{P} < {}_{12}\mathrm{Mg} < {}_{19}\mathrm{K} < {}_{37}\mathrm{Rb}$

Θέμα Β

Β.1 **α.** ίδια περίοδος, μικρότερος ατομικός αριθμός
β. $+3 + 3[x + 3(-2)] = 0 \Rightarrow x = +5$
γ. ίδιος ατομικός αριθμός και διαφορετικός μαζικός αριθμός
δ. αμέταλλα στοιχεία με διαφορά στην ηλεκτραρνητικότητα
ε.

$$pV = nRT$$
$$pV = \frac{m}{M_\mathrm{r}\,\mathrm{g/mol}}RT$$
$$p = \frac{m}{V}\frac{RT}{M_\mathrm{r}\,\mathrm{g/mol}}$$
$$p = \rho\frac{RT}{M_\mathrm{r}\,\mathrm{g/mol}}$$
$$\rho = \frac{pM_\mathrm{r}\,\mathrm{g/mol}}{RT}$$
$$\rho = \frac{1\,\mathrm{atm}\cdot M_\mathrm{r}\,\mathrm{g/mol}}{0{,}082\,\frac{\mathrm{atm\cdot L}}{\mathrm{mol\cdot K}}\cdot 273\,\mathrm{K}}$$
$$\rho = \frac{M_\mathrm{r}}{22{,}4\,\mathrm{L/g}}$$

Β.2

$$\mathrm{Fe_2(SO_4)_3} + 6\,\mathrm{NaOH} \longrightarrow 2\,\mathrm{Fe(OH)_3} + 3\,\mathrm{Na_2SO_4} \quad \{\mathrm{R.1}\}$$

$$3\,\mathrm{Mg(OH)_2} + 2\,\mathrm{H_3PO_4} \longrightarrow \mathrm{Mg_3(PO_4)_2} + 6\,\mathrm{H_2O} \quad \{\mathrm{R.2}\}$$

$$\mathrm{Ca} + 2\,\mathrm{H_2O} \longrightarrow \mathrm{Ca(OH)_2} + \mathrm{H_2} \quad \{\mathrm{R.3}\}$$

$$\mathrm{Cl_2} + \mathrm{K_2S} \longrightarrow 2\,\mathrm{KCl} + \mathrm{S} \quad \{\mathrm{R.4}\}$$

$$\mathrm{N_2} + 3\,\mathrm{H_2} \longrightarrow 2\,\mathrm{NH_3} \quad \{\mathrm{R.5}\}$$

Θέμα Γ

Γ.1 400 mL, 20 % w/v
Γ.2 2 mol, 5 M
Γ.3 150 mL
Γ.4 1 : 3

Θέμα Δ

Δ.1 $M_\mathrm{r}(\mathrm{CaCO_3}) = 100$, 2 mol
Δ.2 $6\,N_\mathrm{A}$ άτομα O
Δ.3 **i.** $\mathrm{CaCO_3} + 2\,\mathrm{HCl} \longrightarrow \mathrm{CaCl_2} + \mathrm{CO_2} + \mathrm{H_2O}$
ii. 4 mol
iii. 44,8 L

Γενικό Επαναληπτικό Διαγώνισμα 7

Θέμα Α

Α.1 β
Α.2 δ
Α.3 γ
Α.4

Χημικός τύπος	Ονομασία
$\mathrm{H_2SO_3}$	θειώδες οξύ
$\mathrm{Ca(OH)_2}$	υδροξείδιο του ασβεστίου
$\mathrm{KNO_3}$	νιτρικό νάτριο
$\mathrm{KH_2PO_4}$	δισόξινο φωσφορικό κάλιο
$\mathrm{Fe_2O_3}$	οξείδιο του σιδήρου (ΙΙΙ)

Α.5 α.-Σ, β.-Σ, γ.-Σ, δ.-Λ, ε.-Λ.

Θέμα Β

Β.1 **α.** 3
β. 13, 16
γ. M : K(2) L(8) M(3) 3η περίοδος 13η ομάδα
A : K(2) L(8) M(6) 3η περίοδος 16η ομάδα

Β.2

$$\mathrm{Zn} + 2\,\mathrm{HCl} \longrightarrow \mathrm{ZnCl_2} + \mathrm{H_2}\uparrow \quad \{\mathrm{R.1}\}$$

$$\mathrm{H_2S} + \mathrm{Hg(NO_3)_2} \longrightarrow \mathrm{HgS}\downarrow + 2\,\mathrm{HNO_3} \quad \{\mathrm{R.2}\}$$

$$2\,\mathrm{NH_4Cl} + \mathrm{Ca(OH)_2} \longrightarrow \mathrm{CaCl_2} + \mathrm{NH_3}\uparrow + \mathrm{H_2O} \quad \{\mathrm{R.3}\}$$

Θέμα Γ

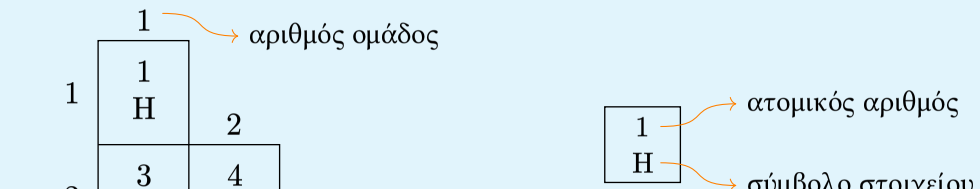
Γ.1 124 g
Γ.2 134,4 L
Γ.3 246 L
Γ.4 $12\,N_\mathrm{A}$ άτομα H και $8\,N_\mathrm{A}$ άτομα N

Θέμα Δ

Δ.1 0,74 % w/v, 0,1 M
Δ.2 $\mathrm{Ca(OH)_2} + \mathrm{H_2SO_4} \longrightarrow \mathrm{CaSO_4}\downarrow + 2\,\mathrm{H_2O}$
3,4 g
Δ.3 $\mathrm{Ca(OH)_2} + 2\,\mathrm{NH_4Cl} \longrightarrow \mathrm{CaCl_2} + 2\,\mathrm{NH_3}\uparrow + 2\,\mathrm{H_2O}$
2,875 g, 0,85 g
Δ.4 1500 mL

Περιοδικός Πίνακας των Στοιχείων

Περίοδοι	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
Λανθανίδες			58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
Ακτινίδες			90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		



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

Z	Όνομα	Σύμβολο	A_r
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



http://chemistrytopics.xyz/