Κονδύλης Παναγιώτης

Λατζώνης Πολυνίκης

ΧΗΜΕΙΑ

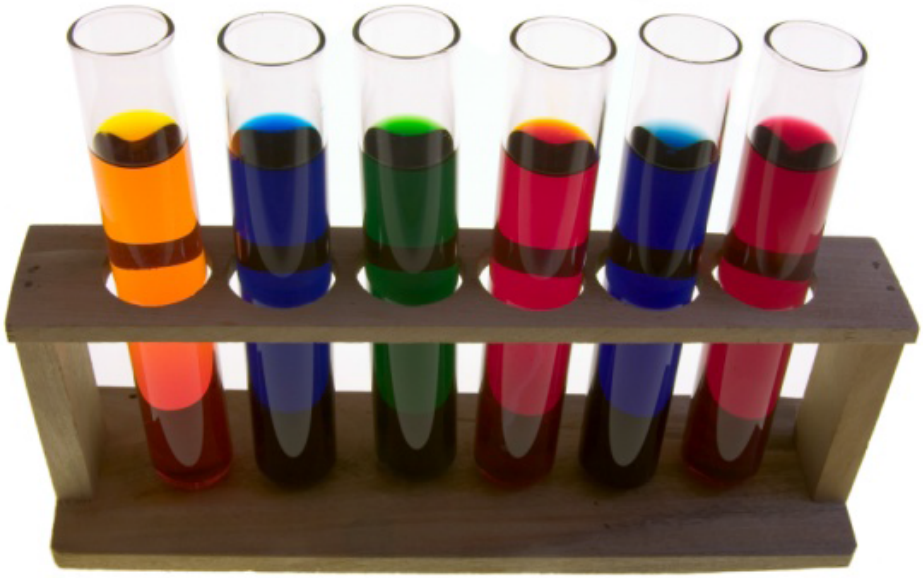
Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

2016 - 2017

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

Παναγιώτης Κονδύλης Πολυνίκης Λατζώνης

Χημεία
Α΄ Λυκείου



Χημεία Α΄Λυκείου

Παναγιώτης Γ. Κονδύλης, Ph.D,
Τηλ. 6945-891908,
e-mail: *pkondylis@hotmail.com*

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

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2016

http://chemistrytopics.96.lt

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 φθάσατε 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

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

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…

Ενότητα 1: Βασικές έννοιες

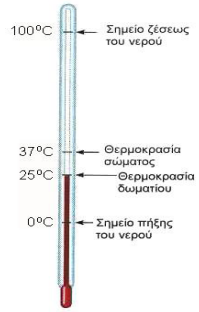
1.1 Με τι ασχολείται η Χημεία

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.

1.2. Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI)

Το διεθνές σύστημα μονάδων αναφέρεται συντομογραφικά ως **SI** από το γαλλικό «*Système International d'unités»* και είναι το σύγχρονο μετρικό σύστημα. Το SI είναι ένα σύστημα μονάδων μέτρησης που καθορίστηκε το 1960, μετά από διεθνή συμφωνία. Βασίστηκε στο παλαιότερο σύστημα μέτρου-χιλιόγραμμου-δευτερόλεπτου και είναι εξελικτικό σύστημα, καθώς οι μονάδες μέτρησης των διαφόρων μεγεθών τροποποιούνται όσο προχωράει η τεχνολογία των μετρήσεων και βελτιώνεται η ακρίβειά τους.

Το SI αποτελείται από ένα σύνολο μονάδων καθώς και από ένα σύνολο προθεμάτων. Οι μονάδες (και τα μεγέθη) διαιρούνται σε δύο κατηγορίες, τις θεμελιώδεις μονάδες και τις παράγωγες μονάδες. Οι θεμελιώδεις μονάδες είναι οκτώ και μετρούν αντίστοιχα φυσικά μεγέθη (ποσότητες), εμφανίζονται δε στον πίνακα που ακολουθεί:



Το όργανο με το οποίο μετράμε τη θερμοκρασία είναι το θερμόμετρο. Αν και στο SI η μονάδα μέτρησης είναι το K (Kelvin), στην καθημερινή ζωή χρησιμοποιούμε τους βαθμούς κελσίου (^{o}C).

Θεμελιώδεις μονάδες στο SI

Όνομα	Σύμβολο	Ονομασία (συμβολισμός) μεγέθους
μέτρο	m	μήκος (ℓ, L, x, r)
χιλιόγραμμο	kg	μάζα (m)
δευτερόλεπτο	s	χρόνος (t)
αμπέρ	A	ένταση ηλεκτρικού ρεύματος (I ή i)
κέλβιν	K	(θερμοδυναμική) θερμοκρασία (T)
καντέλα	cd	φωτεινή ένταση (I_v)
μολ (mole)	mol	ποσότητα ουσίας (n)
rad	rad	επίπεδη γωνία

Όλες οι άλλες μονάδες μέτρησης των λεγόμενων παραγώγων μεγεθών προκύπτουν από τις 8 παραπάνω θεμελιώδεις μονάδες. Έτσι, π.χ. η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι το m/s (ή $m \cdot s^{-1}$), ενώ η μονάδα μέτρησης της πίεσης είναι το 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 το atm, μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι και το $km \cdot h^{-1}$ κτλ.

Για τη μέτρηση πολύ μεγάλων ή πολύ μικρών ποσοτήτων χρησιμοποιούνται πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια, αντίστοιχα, των θεμελιωδών μονάδων με τη χρήση προθεμάτων στη μονάδα μέτρησης, τα βασικά από τα οποία εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πολλαπλάσια, υποπολλαπλάσια των μονάδων

Πρόθεμα	Σύμβολο	Μετατροπή στη βασική μονάδα
mega-	M	$\times 10^6$
kilo-	k	$\times 10^3$
centi-	c	$\times 10^{-2}$
milli-	m	$\times 10^{-3}$
micro-	μ	$\times 10^{-6}$
nano-	n	$\times 10^{-9}$

Έτσι, π.χ. το 1 Km = 10^3 m, το 1 MV = 10^6 V (βολτ), το 1 ms = 10^{-3} s και το 1 μm = 10^{-6} m.

Εφαρμογή

Το Å 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;

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

1.3 Μάζα, βάρος, πυκνότητα

Είδαμε ότι η χημεία ασχολείται με την ύλη. Βασικά μεγέθη που σχετίζονται με την ύλη είναι η μάζα το βάρος και η πυκνότητα.

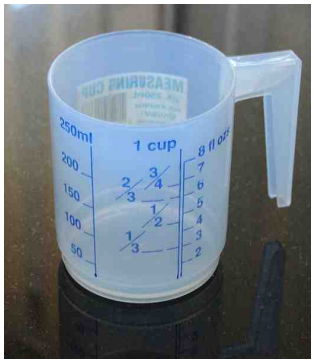
Στη φυσική, ως **μάζα** ενός σώματος μπορεί να οριστεί ως το μέγεθος που αντιστοιχεί στην αντίσταση που προβάλλει το σώμα σε κάθε μεταβολή της ταχύτητάς του. Μπορεί επίσης να οριστεί ως ένα μέγεθος ανάλογο της βαρυντικής δύναμης. Στο SI η μάζα είναι θεμελιώδες μέγεθος και η μονάδα του είναι το 1 kg. Στην χημεία χρησιμοποιείται ως μονάδα το 1 g και ισχύει: 1 g = 10^{-3} Kg.

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. Έτσι, ο όρος **βάρος** σχετίζεται με την δύναμη που ασκεί ένα σώμα που ασκεί ένα σώμα σε ένα άλλο σώμα, λόγω της παγκόσμιας έλξης των σωμάτων (π.χ. η Γη σε μία πέτρα). 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 σχετίζεται αποκλειστικά με την ποσότητα ύλης του σώματος και δεν μεταβάλλεται. Το βάρος (w) ενός σώματος και η μάζα του συνδέονται με τη σχέση $\boldsymbol{w = m \cdot g}$, όπου m η μάζα του σώματος και *g* η επιτάχυνση της βαρύτητας στη Γη ίση περίπου με 10 $m \cdot s^{-2}$.

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.

Ο **όγκος** είναι ένα μέγεθος που σχετίζεται με τον χώρο που περικλείεται από κάποια όρια, π.χ. τον χώρο που καταλαμβάνει ένα υγρό σε κάποιο δοχείο. Πρόκειται για παράγωγο μέγεθος και η μονάδα του στο SI είναι το m^3.
Στη χημεία χρησιμοποιείται ως μονάδα το L (λίτρο) και το υποπολλαπλάσιό του το 1 mL και ισχύει:

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



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.

Το 1 cm^3 είναι ο όγκος που αντιστοιχεί σε κύβο ακμής 1 cm και αντιστοιχεί σε 1 mL.

Η **πυκνότητα** (ρ ή d) ορίζεται ως το πηλίκο της μάζας προς τον αντίστοιχο όγκο σε συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας (ειδικά στα αέρια η πυκνότητα μεταβάλλεται σημαντικά με την πίεση και τη θερμοκρασία):

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

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 g/mL, ενώ η πυκνότητα του νερού είναι ρ = 1 g/mL (για το λόγο αυτό ένα κομμάτι σιδήρου πάντα βυθίζεται στο νερό, όσο μικρή μάζα και να έχει). Η πυκνότητα είναι παράγωγο μέγεθος στο SI και η μονάδα της είναι το Kg /m^3. Συνήθως, όμως,

χρησιμοποιείται ως μονάδα πυκνότητας το g/mL (g/cm^3), ενώ ειδικά στα αέρια χρησιμοποιούμε συνήθως μία μικρότερη μονάδα, το g/L (1 g/L = 10^3 g/mL).

Εφαρμογή

Το αργίλιο (ή αλουμίνιο, Al) είναι μέταλλο με πυκνότητα ρ = 2,7 g/cm^3 και παρουσιάζει πολλές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή. Ποια η μάζα ενός κύβου από αλουμίνιο ακμής α = 5 cm; Ποια θα είναι η μάζα του νερού που γεμίζει πλήρως έναν κύβο ακμής α = 5 cm; Για το νερό ρ = 1 g/cm^3.

Ο όγκος του κύβου ξέρουμε ότι είναι $V = \alpha^3 = 5^3\ cm^3 = 25\ cm^3$.

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V = 2{,}7\ g/cm^3 \cdot 25\ cm^3 = 67{,}5\ g.$$

Η μάζα του νερού που αντιστοιχεί σε όγκο 25 cm^3 θα είναι $m = 1\ g/cm^3 \cdot 25\ cm^3 = 25$ 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).

1.4 Άτομα και μόρια

Η ύλη αποτελείται από τα διάφορα χημικά στοιχεία, που είναι τα διακριτά συστατικά όλων των σωμάτων που βλέπουμε ή και που δεν βλέπουμε. Τα στοιχεία αποτελούνται από άτομα.

Το **άτομο** η απειροελάχιστη μονάδα ύλης από την οποία αποτελείται ένα στοιχείο και που μπορεί να πάρει μέρος στο σχηματισμό χημικών ενώσεων. Έτσι π.χ. το στοιχείο σίδηρος (Fe) αποτελείται από άτομο. Μάλιστα, καθώς τα άτομα είναι μικροσκοπικά σωματίδια (σε μέγεθος nm) ακόμη και ένα μικρό κομμάτι σιδήρου αποτελείται από ένα τεράστιο αριθμό ατόμων σε μία πολύ τακτική διάταξη.

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 Η ενωμένα μεταξύ τους με ένα χημικό δεσμό καθορισμένου μήκους. Για το λόγο αυτό το υδρογόνο αναγράφεται ως H_2. Χαρακτηριστικό των μορίων που σχηματίζουν κάποια στοιχεία είναι το ότι αποτελούνται από το ίδιο είδος ατόμων.

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 το ίδιο είδος ατόμων, 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.

Ο αριθμός που δείχνει από πόσα άτομα συγκροτείται το μόριο ενός στοιχείου ονομάζεται **ατομικότητα** 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: H_2, O_2, N_2, F_2, Cl_2, Br_2, 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 όπως αυτό της φωτογραφίας.

Τα διάφορα στοιχεία αντιδρούν μεταξύ τους και σχηματίζουν **χημικές ενώσεις** που είναι όπως και τα στοιχεία καθορισμένα σώματα, δηλαδή παρουσιάζουν πάντα την ίδια σύσταση ανεξάρτητα από τον τρόπο προέλευσής τους. Βασική δομική μονάδα των χημικών ενώσεων είναι τα μόρια που αποτελούνται από άτομα διαφορετικού είδους με καθορισμένη γεωμετρική διάταξη στο χώρο.

Μόριο είναι το απειροελάχιστο διακριτό σωματίδιο μιας καθορισμένης χημικής ουσίας (ένωσης ή στοιχείου) που μπορεί να υπάρξει ελεύθερο, διατηρώντας τις ιδιότητες της ύλης από την οποία προέρχεται.

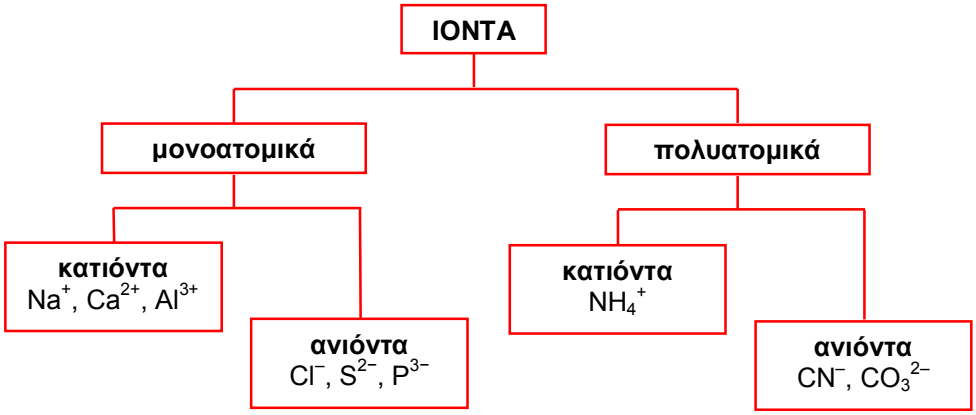
Έτσι, π.χ. το νερό (H_2O) είναι χημική ένωση του υδρογόνου και του οξυγόνου και το δομικό του συστατικό, το μόριό του, αποτελείται από δύο άτομα Η που είναι ενωμένα μεταξύ τους μέσω ενός ατόμου οξυγόνου.

1.5 Ιόντα

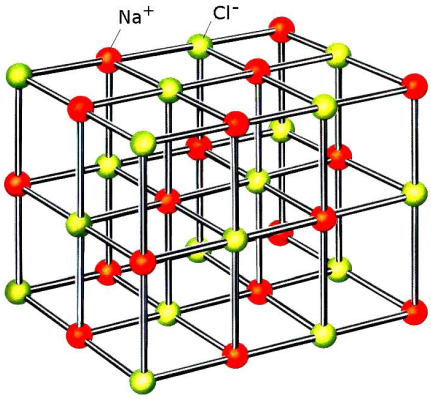
Τα δομικά σωματίδια των στοιχείων και πολλών χημικών ενώσεων, δηλαδή τα άτομα και τα μόρια είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, δηλαδή δεν παρουσιάζουν ηλεκτρικό φορτίο. Κάποιες χημικές ενώσεις, όμως, δεν έχουν τα μόρια ως δομικά τους σωματίδια αλλά δύο ή περισσότερα **ιόντα**.

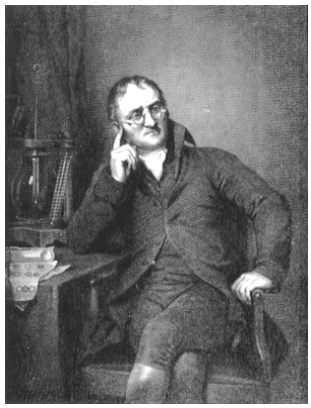
Ιόντα μπορούν να προκύψουν από ένα άτομο με αποβολή ή με πρόσληψη ενός ή περισσοτέρων ηλεκτρονίων. Με τον τρόπο αυτό προκύπτουν φορτισμένα σωματίδια, που διαθέτουν ηλεκτρικό φορτίο είτε αρνητικό είτε θετικό. Τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια προκύπτουν με πρόσληψη ενός ή περισσοτέρων ηλεκτρονίων από ένα άτομο και καλούνται **ανιόντα**. Ανάλογα με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που έχουν προσλάβει, τα ανιόντα χαρακτηρίζονται από φορτίο −1, −2 κτλ. Τα θετικά φορτισμένα σωματίδια προκύπτουν με αποβολή ενός ή περισσοτέρων ηλεκτρονίων από ένα άτομο και καλούνται **κατιόντα**. Ανάλογα με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που έχουν αποβάλλει, τα κατιόντα χαρακτηρίζονται από φορτίο +1, +2 κτλ.

Τα ιόντα διακρίνονται σε μονοατομικά και πολυατομικά. Τα μονοατομικά ιόντα προκύπτουν από ένα άτομο με αποβολή ή πρόσληψη ηλεκτρονίων. Τα πολυατομικά ιόντα είναι φορτισμένα σωματίδια που αποτελούνται από δύο ή περισσότερα άτομα. Στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζεται συνοπτικά ή διάκριση των ιόντων με σχετικά παραδείγματα.



Έτσι, π.χ. η ένωση NaCl δεν αποτελούνται από μόρια αλλά από κατιόντα Na^+ και ανιόντα Cl^- τακτικά διατεταγμένα στο χώρο. Επίσης, η ένωση $MgCl_2$ αποτελείται από κατιόντα Mg^{2+} και ανιόντα Cl^- σε αναλογία 1:2. Οι ενώσεις που αποτελούνται από ιόντα χαρακτηρίζονται ως ιοντικές σε αντίθεση με τις ενώσεις που αποτελούνται από ιόντα που χαρακτηρίζονται ως ομοιοπολικές.





John Dalton (1766 – 1844). Άγγλος φυσικός και χημικός γεννημένος στο Eaglesfield.
Διατύπωσε το νόμο των μερικών πιέσεων το 1802 και οι σχετικές μελέτες του τον βοήθησαν να διατυπώσει ένα χρόνο μετά, την περίφημη ατομική του θεωρία, ότι πιο σημαντικό είχε διατυπωθεί για τα άτομα, μετά το Δημόκριτο. Πέθανε στο Μάντσεστερ το 1844.
Μετά το θάνατό του είχε παραγγείλει να του γίνει αυτοψία στα μάτια για να διαπιστωθεί το αίτιο του δαλτονισμού του (ανικανότητα διάκρισης από το μάτι του του μπλε, του πράσινου ή του κόκκινου χρώματος). Ήταν το τελευταίο και το πιο μακάβριο πείραμα του!

1.6 Δομή του ατόμου

Ο όρος άτομα προέρχεται από τους αρχαίους φιλόσοφους Δημόκριτο και Λεύκιππο που «προφήτεψαν» την ύπαρξή τους 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 (1900) ο Goldstein ανακάλυψε 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.

Το 1932 ο Chadwick ανακάλυψε ένα τρίτο τύπο υποατομικού σωματιδίου, το νετρόνιο που έχει την ίδια περίπου μάζα με το πρωτόνιο αλλά δεν φέρει ηλεκτρικό φορτίο (ηλεκτρικά ουδέτερο).

Η ανακάλυψη των υποατομικών σωματιδίων άνοιξε ο δρόμος για τη διατύπωση νέων επαναστατικών θεωριών για τη δομή του ατόμου. Το 1911 ο **Rutherford** απέδειξε ότι η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σε πολύ μικρό θετικά φορτισμένο τμήμα του, στο κέντρο του, που λέγεται πυρήνας ενώ τα ηλεκτρόνια περιφέρονται γύρω από τον πυρήνα σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις. Το πιο σημαντικό μοντέλο για το άτομο εκείνη την εποχή προτάθηκε το 1913 από το Δανό φυσικό Niels **Bohr**. Σύμφωνα με τον Bohr το άτομο αποτελείται από τον θετικά φορτισμένο πυρήνα του και τα ηλεκτρόνια εκτελούν κυκλικές τροχιές ορισμένων ακτίνων και ενεργειών (που ονομάστηκαν στιβάδες ή φλοιοί). Τρία χρόνια αργότερα (1916) ο Sommerfield εισήγαγε την έννοια της υποστιβάδας.

Τα άτομα είναι πολύ μικρά. Το μικρότερο άτομο που είναι γνωστό, το άτομο του υδρογόνου έχει διάμετρο περίπου $5 \cdot 10^{-8}$ mm. Ο περισσότερος χώρος γύρω από τον πυρήνα του (που αποτελείται μόνο από ένα πρωτόνιο) είναι κενός καθώς το ηλεκτρόνιό του μπορεί να περιφέρεται σε σχετικά πολύ μεγάλες αποστάσεις από τον πυρήνα.

Η **σύγχρονη εικόνα για το άτομο** είναι η εξής: Το άτομο αποτελείται από ένα θετικά φορτισμένο πυρήνα που με τη σειρά του αποτελείται από θετικά φορτισμένα πρωτόνια (p) και τα ουδέτερα νετρόνια (n). Ο αριθμός των πρωτονίων καθορίζει το είδος του ατόμου, ενώ ο αριθμός των νετρονίων είναι μεταβλητός. Γύρω από τον πυρήνα κινούνται τα αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια (e) που είναι ίσα σε αριθμό με τα πρωτόνια και καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο ενώνεται το άτομο ώστε να σχηματιστούν τα μόρια. Τα ηλεκτρόνια κινούνται ακαθόριστα (με τη μορφή νέφους) σε όλο το χώρο γύρω από τον πυρήνα, σε καταστάσεις όμως συγκεκριμένης ενέργειας και πιθανότητας παρουσίας.

Υποατομικά σωματίδια και βασικά χαρακτηριστικά τους

σωματίδιο	Σύμβολο	μάζα (kg)	φορτίο (C)
ηλεκτρόνιο	e	$9{,}11 \cdot 10^{-31}$	$-1{,}6 \cdot 10^{-19}$
πρωτόνιο	p	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$	$+1{,}6 \cdot 10^{-19}$
νετρόνιο	n	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$	0

1.7 Ατομικός αριθμός - Μαζικός αριθμός - Ισότοπα

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 ενός στοιχείου.

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

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

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

Δηλαδή ισχύει: **A = Z + N** (όπου N ο αριθμός των νετρονίων του ατόμου).

Ο αριθμός των νετρονίων σε ένα άτομο προσδιορίζεται έμμεσα με την αφαίρεση του ατομικού αριθμού Z (αριθμός πρωτονίων) από τον αριθμό A (αριθμός πρωτονίων και νετρονίων μαζί): N = A – Z.

Ο πλήρης συμβολισμός για ένα άτομο (X) είναι ο εξής: $^{A}_{Z}X$ (όπου Z ο ατομικός του αριθμός και A ο μαζικός του αριθμός.

Εφαρμογή

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

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 ($_{6}C$) με Z = 6 μπορούν να έχουν αριθμό νετρονίων N = 5, 6, 7 ή 8 ($_{6}C^{11}$, $_{6}C^{12}$, $_{6}C^{13}$, $_{6}C^{14}$) και επομένως έχουν διαφορετική μάζα. Τα άτομα αυτά ονομάζονται **ισότοπα**.

Στην πραγματικότητα ο άνθρακας έχει 16 (!) γνωστά ισότοπα από ^{8}C μέχρι ^{23}C. Δύο μόνο από αυτά (^{12}C και ^{13}C) είναι σταθερά.

Ισότοπα ονομάζονται τα άτομα που έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό (Z) αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό (A).

Τα διάφορα ισότοπα του ίδιου στοιχείου απαντώνται σε διαφορετικές αναλογίες στη φύση. Π.χ. στη φύση ο άνθρακας απαντάται κυρίως (σε ποσοστό περίπου 99%) με το ισότοπο $_{6}C^{12}$.

1.8 Καταστάσεις της ύλης

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

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

Στα **στερεά** σώματα τα δομικά συστατικά (άτομα, μόρια ή ιόντα) αναπτύσσουν ισχυρές αλληλεπιδράσεις και κινούνται ελάχιστα γύρω από τις θέσεις τους με αποτέλεσμα να έχουν καθορισμένο σχήμα και όγκο. Στα **υγρά** σώματα τα δομικά συστατικά κινούνται σε σχετικά μεγαλύτερες αποστάσεις και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις είναι ασθενέστερες. Έτσι τα υγρά έχουν καθορισμένο όγκο, δεν έχουν όμως καθορισμένο σχήμα. Τέλος, στα **αέρια** σώματα (άτομα ή μόρια), τα δομικά συστατικά κινούνται ομοιόμορφα προς όλες τις διευθύνσεις και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις είναι αμελητέες. Τα αέρια δεν έχουν ούτε καθορισμένο σχήμα, ούτε όγκο. Μάλιστα, ο όγκος τους μεταβάλλεται σημαντικά με τις μεταβολές της πίεσης και της θερμοκρασίας.

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° C είναι με τη μορφή στερεού (πάγος). Με την αύξηση της θερμοκρασίας στους 0°C ο πάγος μετατρέπεται σε υγρό (τήξη), ενώ στους 100°C μετατρέπεται σε υδρατμούς (εξάτμιση). 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 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.

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 $H_2O(g)$ σε $H_2O(\ell)$ και η σύσταση των μορίων μένει η ίδια, απλά αλλάζει η φυσική

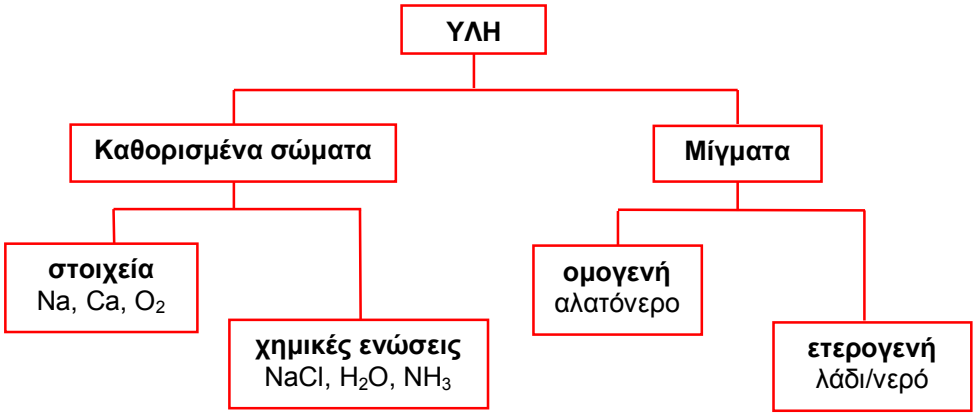
Το σημείο βρασμού ενός σώματος εξαρτάται από την (ατμοσφαιρική) πίεση. Έτσι, π.χ. το νερό (H_2O) βράζει στους 100°C σε πίεση 1 atm. Όταν η πίεση ελαττώνεται (π.χ. στα Ιμαλάια) το σημείο βρασμού μειώνεται.

κατάσταση. Η διάλυση του NaCl (χλωριούχο νάτριο, το κοινό μαγειρικό αλάτι) στο νερό είναι επίσης ένα φυσικό φαινόμενο.

Οι **χημικές ιδιότητες** μας πληροφορούν το πώς 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 ένα μαλακό μέταλλο αντιδρά βίαια με το H_2O παράγοντας NaOH και αέριο H_2.

1.9 Ταξινόμηση της ύλης

Συνοπτικά, τα διάφορα συστατικά της ύλης μπορεί να ταξινομηθούν με βάση το διάγραμμα που ακολουθεί:



Έτσι, η ύλη διακρίνεται σε καθαρές χημικές ουσίες (καθορισμένα σώματα) και σε μίγματα.

Οι καθαρές χημικές ουσίες έχουν πάντα την ίδια σύσταση ανεξάρτητα από τον τρόπο παρασκευής τους και διακρίνονται σε στοιχεία και σε χημικές ενώσεις. 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, ήλιο). Σήμερα, είναι γνωστά πάνω από 110 στοιχεία από τα οποία μόνο τα 88 υπάρχουν στη φύση ενώ τα υπόλοιπα παρασκευάζονται τεχνητά.

Οι **χημικές ενώσεις** αποτελούν συνδυασμό δύο ή περισσοτέρων στοιχείων και είναι καθαρές χημικές ουσίες με καθορισμένη σύσταση. 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 H και 11 άτομα O ενωμένα μεταξύ τους κατά ένα μοναδικό και περίπλοκο τρόπο. Σε αντίθεση με τα στοιχεία, οι χημικές ενώσεις μπορούν να διασπαστούν σε άλλες απλούστερες (τα στοιχεία από τα οποία αποτελούνται) και αποτελούνται από άτομα με διαφορετικούς ατομικούς αριθμούς.

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 ενώσεις, π.χ. αλάτι (NaCl) κτλ. ενώσεις. Το θαλασσινό νερό έχει διαφορετική σύσταση από θάλασσα σε θάλασσα, δηλαδή έχει μεταβλητή περιεκτικότητα στις διαλυμένες ουσίες που περιέχει.

Το αλατόνερο προκύπτει με διάλυση του κοινού μαγειρικού άλατος (NaCl) σε νερό. Στο διάλυμα αυτό το νερό είναι ο διαλύτης και το NaCl η διαλυμένη ουσία.

Τα μίγματα διακρίνονται σε **ομογενή** μίγματα (που λέγονται και 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 συνήθως 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.

Οι περισσότερες χημικές αντιδράσεις γίνονται σε διαλύματα.

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 διαλυμένμη 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^-.

Τι «αναπνέουν» τα ψάρια στο θάλασσα;

Τα πιο συνηθισμένα διαλύματα είναι υγρά διαλύματα καθώς ο διαλύτης είναι ένα υγρό, π.χ. νερό, αλλά υπάρχουν και αέρια διαλύματα και στερεά διαλύματα. Στα υγρά διαλύματα η διαλυμένη ουσία μπορεί να είναι υγρή, στερεή ή αέρια. Στα υγρά διαλύματα, ο διαλύτης μπορεί να είναι και άλλες ουσίες όπως το ασετόν, ο αιθέρας, η βενζίνη, το οινόπνευμα (CH_3CH_2OH) κτλ.

Αέριο διάλυμα είναι 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, άργυρος, χρυσός κτλ. είναι διασπαρμένα με ομογενή τρόπο στο ίδιο νόμισμα.

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.

1.10 Περιεκτικότητα 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 % βάρος 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 (διαλυμένη 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.

Εφαρμογή

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

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

***2.* Περιεκτικότητα % βάρος κατ' όγκο (% w/v).** Εκφράζει τη μάζα της διαλυμένης ουσίας (σε g) ανά 100 mL διαλύματος. Έτσι, ένα διάλυμα NaCl 5% w/v περιέχει 5 g NaCl (διαλυμένη ουσίας) ανά 100 mL διαλύματος. Κατ' αναλογία τα 200 mL του ίδιου διαλύματος περιέχουν 10 g NaCl κτλ.

Εφαρμογή

Δύο υδατικά διαλύματα ζάχαρης (Α και Β) παρασκευάζονται ως εξής.

Διάλυμα Α: Διαλύουμε 10 g NaCl (μαγειρικό αλάτι) σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα όγκου 100 mL.

Διάλυμα Β: Διαλύουμε 25 g NaCl σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα όγκου 250 mL.

Ποιο από τα δύο διαλύματα είναι το πιο αλμυρό;

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

3. Περιεκτικότητα % όγκο κατ' όγκο (% v/v). Χρησιμοποιείται κυρίως για ια 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.

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

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

α) ppm (part per million) που εκφράζει τα μέρη της διαλυμένης ουσίας σε 1 εκατομμύριο (10^6) μέρη διαλύματος. Π.χ. νερό που περιέχει 100 ppm σε Ca^{2+} σημαίνει ότι σε αυτό περιέχονται 100 mg Ca^{2+} ανά Kg (ή L) νερού.

β) ppb (part per billion) που εκφράζει τα μέρη της διαλυμένης ουσίας σε 1 δισεκατομμύριο (10^9) μέρη διαλύματος.

1.11 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.

Η διαλυτότητα εκφράζει τη μέγιστη ποσότητα μιας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

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**.

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

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

Εφαρμογή

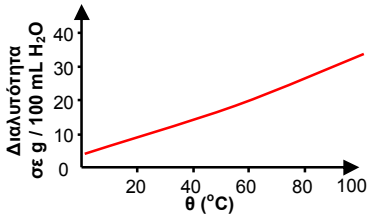
Σε θερμοκρασία 20°C η διαλυτότητα του NaCl στο νερό είναι 35,5 g NaCl / 100 g H_2O. Να εξετάσετε τι θα συμβεί αν σε ένα ποτήρι που περιέχει 200 g H_2O προσθέσουμε 100 g NaCl στους 20°C.

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).

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



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.

Εφαρμογή

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

β) Τι θα συμβεί αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία στους 20° C;

α) 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).

β) 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.

Ερωτήσεις – Ασκήσεις

1. Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν ως σωστές ή λανθασμένες και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.
α) Το ιόν $_{20}Ca^{2+}$ έχει 18 ηλεκτρόνια.
β) Ένα σωματίδιο που περιέχει 19 πρωτόνια, 19 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια, είναι ένα αρνητικό ιόν.
γ) Το $_{19}K^{+}$ έχει τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το $_{17}Cl^{-}$.
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]

α) Σωστή. Το άτομο του Ca διαθέτει 20 πρωτόνια και επομένως 20 ηλεκτρόνια. Με την αποβολή 2 ηλεκτρονίων σχηματίζεται το κατιόν $_{20}Ca^{2+}$ 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 <u>ατομικό</u> αριθμό.
ε) Σωστή. Τα ισότοπα έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό (Z) και επομένως είναι άτομα του ίδιου στοιχείου.

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]

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.

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. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Το άτομο του 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, N = A – Z = 14 – 7 = 7.
Το άτομο του Β έχει 19 ηλεκτρόνια και επομένως 19 πρωτόνια (Z = 19). Επομένως, διαθέτει 39 – 19 = 20 νετρόνια.
Το άτομο του 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.

4. Τα άτομα $_{Z}X$ και $_{17}Cl$ 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]

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.

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

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

6. Το στοιχείο Χ έχει 17 ηλεκτρόνια. Αν στον πυρήνα του περιέχει 3 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια, να υπολογισθούν ο ατομικός και ο μαζικός αριθμός του στοιχείου Χ. [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

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

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

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

8. Η διαλυτότητα του CO_2(g) στο νερό είναι μεγαλύτερη:
α) στους 25 ^{o}C ή στους 37 ^{o}C,
β) σε εξωτερική πίεση CO_2 1 atm ή σε εξωτερική πίεση CO_2 5 atm; [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

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 ^oC και σε εξωτερική πίεση CO_2 5 atm.

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 ^oC, πραγματοποιήσουμε τις εξής μεταβολές:
α) Ελαττώσουμε τη θερμοκρασία.
β) Μειώσουμε την πίεση. **[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]**

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 είναι διαλυμένη η μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα $CO_2(g)$.

Λυμένα προβλήματα διαλυμάτων

1. Ένα πυκνό διάλυμα ενός άλατος έχει μάζα 600 g, όγκο 500 mL και γνωρίζουμε ότι παρασκευάστηκε με διάλυση κάποιας ποσότητας του άλατος σε 450 g νερό. Να υπολογίσετε: α) την πυκνότητα, β) την περιεκτικότητα % w/w και γ) την περιεκτικότητα % w/v του διαλύματος.

Λύση
α) $\rho = \frac{m}{V} = \frac{600\ g}{500\ mL} = 1{,}2\ g/mL$.
β) Το διάλυμα έχει μάζα 500 g από τα οποία 450 g είναι ο διαλύτης (νερό). Επομένως, η διαλυμένη ουσία έχει μάζα 600 – 450 = 150 g.
Στα 600 g διαλύματος περιέχονται 150 g διαλυμένης ουσίας
Στα 100 g $x = \frac{100.150}{600} = 25\ g$
Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος είναι 25% w/w.
γ) Στα 500 mL διαλύματος περιέχονται 150 g διαλυμένης ουσίας
Στα 100 mL $x = \frac{100.150}{500} = 30\ g$
Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος είναι 30% w/v.

2. Διάλυμα θειικού οξέος έχει περιεκτικότητα 12% w/w και μάζα 50 g.
α) Ποια η μάζα του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας στο διάλυμα;
β) Πόση θα γίνει η % w/w περιεκτικότητα του διαλύματος, αν του προσθέσουμε νερό μάζας 150 g;

Λύση
α) Στα 100 g διαλύματος περιέχονται 12 g διαλυμένης ουσίας
Στα 50 g $x = \frac{12.50}{100} = 6\ g$

Επομένως, η μάζα του διαλύτη στο διάλυμα θα είναι 50 − 6 = 44 g.

β) Με την προσθήκη 150 g νερού έχουμε αραίωση και η μάζα του διαλύματος θα γίνει ίση με 200 g, ενώ η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας θα παραμείνει στα 6 g.

Στα 200 g διαλύματος περιέχονται 6 g διαλυμένης ουσίας

Στα 100 g $x = \frac{6.100}{300} = 3\,g$

Επομένως, η περιεκτικότητα του αραιωμένου διαλύματος είναι 3% w/w.

3. Ποσότητα ζάχαρης μάζας 40 g διαλύεται σε 120 g νερό και προκύπτει διάλυμα ($Δ_1$) όγκου 125 mL.

α) Να υπολογιστούν: i. η % w/w περιεκτικότητα, ii. η % w/v περιεκτικότητα και iii. η πυκνότητα του διαλύματος $Δ_1$.

β) Αν αραιώσουμε το διάλυμα $Δ_1$ με 75 mL νερού προκύπτει νέο διάλυμα $Δ_2$ όγκου 200 mL. Να υπολογιστεί η περιεκτικότητα στα εκατό βάρος κατ' όγκο (% w/v) του διαλύματος $Δ_2$.

Λύση

α) i. Η μάζα του διαλύματος $Δ_1$ θα είναι: 40 + 120 = 160 g.

Στα 160 g διαλύματος περιέχονται 40 g διαλυμένης ουσίας

Στα 100 g $x = \frac{100.40}{160} = 25\,g$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος $Δ_1$ είναι 25% w/w.

ii. Στα 125 mL διαλύματος περιέχονται 40 g διαλυμένης ουσίας

Στα 100 mL $x = \frac{100.40}{125} = 32\,g$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος είναι 32% w/v.

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

β) Το αραιωμένο διάλυμα θα έχει όγκο 125 + 75 = 200 mL.

Στα 200 mL διαλύματος περιέχονται 40 g διαλυμένης ουσίας

Στα 100 mL $x = \frac{100.40}{200} = 20\,g$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος $Δ_2$ είναι 20% w/v.

4. Διάλυμα $Δ_1$ προκύπτει με τη διάλυση 20 g ζάχαρης σε 180 g νερό. Ένα άλλο διάλυμα $Δ_2$ προκύπτει με τη διάλυση 60 g ζάχαρης σε 240 g νερό. Τα δύο αυτά διαλύματα αναμιγνύονται και προκύπτει νέο διάλυμα $Δ_3$. Να υπολογιστούν οι % w/w περιεκτικότητες των διαλυμάτων $Δ_1$, $Δ_2$ και $Δ_3$.

Λύση

Η μάζα του διαλύματος $Δ_1$ θα είναι: 20 + 180 = 200 g.

Στα 200 g διαλύματος $Δ_1$ περιέχονται 20 g διαλυμένης ουσίας

Στα 100 g $x = \frac{100.20}{200} = 10\,g$

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος $Δ_1$ είναι 10% w/w.

Η μάζα του διαλύματος $Δ_2$ θα είναι: 60 + 240 = 300 g.

Στα 300 g διαλύματος $Δ_2$ περιέχονται 60 g διαλυμένης ουσίας

Στα 100 g $x = \frac{100.60}{300} = 20$ g

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος $Δ_2$ είναι 20% w/w.

Το διάλυμα $Δ_3$ που προκύπτει με την ανάμιξη των $Δ_1$ και $Δ_2$ έχει μάζα 200 + 300 = 500 g και σε αυτό περιέχονται 20 + 60 = 80 g διαλυμένης ουσίας.

Στα 500 g διαλύματος $Δ_3$ περιέχονται 80 g διαλυμένης ουσίας

Στα 100 g $x = \frac{100.80}{500} = 16$ g

Επομένως, η περιεκτικότητα του διαλύματος $Δ_3$ είναι 16% w/w.

5. Σε δοχείο που περιέχει 500 g νερού θερμοκρασίας 15 °C προσθέτουμε 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 g.

Στα 500 g νερού διαλύονται το πολύ 125 g KNO_3

Στα 100 g νερού $x = \frac{100.125}{500} = 25$ g

Επομένως η διαλυτότητα του KNO_3 είναι 25 g /100 g νερού.

β) Το διάλυμα που σχηματίστηκε έχει μάζα 500 + 125 = 625 g και σε αυτό περιέχονται 125 g διαλυμένης ουσίας.

Στα 625 g διαλύματος $Δ_2$ περιέχονται 125 g διαλυμένης ουσίας

Στα 100 g $x = \frac{100.125}{625} = 20$ g

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

γ) Τα 25 g KNO_3 διαλύονται σε 100 g νερού

Τα 225 $x = \frac{100.225}{25} = 900$ g

Επομένως, για να διαλυθούν και τα 225 g KNO_3 θα πρέπει να προσθέσουμε 900 – 500 = 400 g νερού, επιπλέον.

δ) Στα 100 g νερού διαλύονται το πολύ 35 g KNO_3

Στα 500 g νερού $x = \frac{500.35}{100} = 175$ g

Άρα θα παραμείνουν αδιάλυτα 225 – 175 = 50 g KNO_3.

;

Ερωτήσεις αξιολόγησης διαφόρων μορφών

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 Cb

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

α. 40

β. 38

γ. 20

δ. 18

ε. 36

1.8. Ένα ιόν (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. $^{35}_{17}X^{2+}$

1.9. 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

1.10. Τα σωματίδια: $^{30}_{14}Si$, $^{32}_{16}S$ 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. Ποια η ηλεκτρονιακή δομή ενός ατόμου με μαζικό αριθμό Α = 133 και 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
$^{65}_{30}Zn$			
$^{14}_{7}N^{3-}$			
$^{88}_{38}Sr^{2+}$			

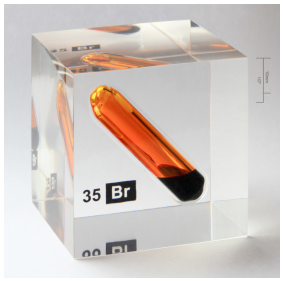
1.21. Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί με τα άτομα ή ιόντα, $^{12}_{6}C$, $^{12}_{6}C^{4-}$, $^{14}_{7}N$, $^{16}_{8}O$, $^{23}_{11}Na$, $^{23}_{11}Na^{+}$, με τέτοιο τρόπο ώστε τα άτομα ή τα ιόντα της ίδιας γραμμής ή της ίδιας στήλης να έχουν διαφορετικό αριθμό ηλεκτρονίων, νετρονίων και πρωτονίων.

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

1.22. 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 άτομα ή ιόντα, $_{12}Mg^{2+}$, $_{11}Na^{+}$, $_{8}O^{2-}$, έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το ιόν Al^{3+};



1.23. Στη συνηθισμένη πίεση, το στοιχείο Br_2 έχει σημείο τήξης −7,2 °C και σημείο βρασμού 58,8 °C. Ποια η φυσική του κατάσταση στους 30 °C; Η πίεση παραμένει σταθερή και ίση με 1 ατμόσφαιρα.

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 500g

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 .....

στ) η πυκνότητα του διαλύματος .....

1.26. Διαθέτουμε 400 mL ενός διαλύματος $Δ_1$ καυστικού νατρίου (NaOH) 40% w/v και πυκνότητας ρ = 1,25g/mL.

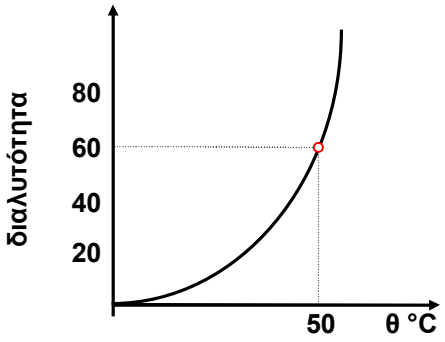
α) Η περιεκτικότητα αυτή σημαίνει ότι στα 100 ..... του διαλύματος περιέχονται ..... NaOH.

β) Το διάλυμα $Δ_1$ 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 $Δ_2$. Υπολογίστε τη μάζα του διαλύματος $Δ_2$, τη μάζα του διαλύτη και τη μάζα της διαλυμένης ουσίας σ' αυτό το διάλυμα.

δ) Βρείτε την %w/w περιεκτικότητα του διαλύματος $Δ_2$.

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 60g KNO_3 σε 100g 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.

β) Αν στο παραπάνω διάλυμα προσθέσουμε 800 g νερού, ποια η περιεκτικότητα του διαλύματος που προκύπτει;

1.29. Σε 360 g νερού διαλύουμε 40 g μιας ουσίας και ο όγκος του διαλύματος που προκύπτει είναι ίσος με 200 mL.

α) Να υπολογίσετε τις % w/w και % w/v.

β) Από το παραπάνω διάλυμα εξατμίζουμε 200 g νερού. Ποια η περιεκτικότητα του διαλύματος που προκύπτει;

1.30. Σε 400 mL διαλύματος NaOH πυκνότητας ρ = 1,2 g/mL ,υπάρχουν διαλυμένα 48 g NaOH. Να προσδιοριστούν: α) η % w/v και β) η % w/w περιεκτικότητα του διαλύματος.

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

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (1): ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Α. Να γράψετε το όνομα των στοιχείων που ακολουθούν:

Na

Mg

N

P

C

Zn

Cu

O

F

He

Li

Β. Να γράψετε το σύμβολο των στοιχείων που ακολουθούν:

υδρογόνο

χλώριο

κάλιο

ασβέστιο

βάριο

σίδηρος

βρώμιο

θείο

ιώδιο

μόλυβδος

άργυρος

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (2): ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ – ΑΤΟΜΙΚΟΤΗΤΑ – ΙΟΝΤΑ

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).

	Σ	**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]

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (3): ΑΤΟΜΙΚΟΣ, ΜΑΖΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ - ΙΣΟΤΟΠΑ

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

	Σ	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 $^{12}_{6}X$ και $^{14}_{6}\Psi$ είναι ισότοπα.		
δ) Το $_{12}Mg^{2+}$ έχει 10 ηλεκτρόνια.		
ε) Το άτομο $^{35}_{17}Cl$ περιέχει 17 νετρόνια.		

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Β. Ο παρακάτω πίνακας δίνει μερικές πληροφορίες για τρία άτομα Χ, Υ και Ζ.

Άτομο	Ατομικός αριθμός	Μαζικός αριθμός	Αριθμός ηλεκτρονίων	Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός νετρονίων
Χ	11	23			1
Υ		37	17		
Ζ	17				18

α) Να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα.

β) Ποια από τα παραπάνω άτομα είναι ισότοπα;

Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

.....

.....

.....

.....

Γ. Δίνονται τα ισότοπα του μαγνησίου $^{24}_{12}Mg$ και $^{25}_{12}Mg$. Ένας συμμαθητής σας ισχυρίζεται ότι οι πυρήνες των δυο ισοτόπων έχουν διαφορετική μάζα. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε;

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (4): ΑΤΟΜΙΚΟΣ, ΜΑΖΙΚΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ - ΙΣΟΤΟΠΑ

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

	Σ	Λ
α) Τα άτομα $^{23}_{11}Na$ και $^{24}_{11}Na$ είναι ισότοπα.		
β) Τα άτομα $^{23}_{11}Na$ και $^{24}_{12}Mg$ έχουν ίδιο αριθμό νετρονίων.		
γ) Το άτομο $^{14}_{6}C$ περιέχει δύο νετρόνια περισσότερα από τα ηλεκτρόνια.		
δ) Τα ισότοπα έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων και νετρονίων.		
ε) Το ιόν του θείου, $_{16}S^{2-}$, έχει 18 ηλεκτρόνια.		

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

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

Στοιχείο	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^{-}.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (5α): ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ - ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ

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.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

……

……

……

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

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

……

……

……

Β. Πως μπορείτε να αυξήσετε τη διαλυτότητα στα παρακάτω υδατικά διαλύματα, που βρίσκονται στους 25 ^{o}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.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

……

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (5β): ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ - ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ

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;

……

……

……

……

……

……

……

……

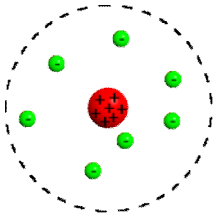
……

Ενότητα 2: Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων

2.1 Το ατομικό πρότυπο του Bohr

Το πρώτο σημαντικό ατομικό πρότυπο που συμφωνεί με τις σημερινές αντιλήψεις προτάθηκε από τον Rutherford το 1911. Σύμφωνα με αυτό το μεγαλύτερο μέρος της μάζας του ατόμου είναι συγκεντρωμένο σε μία πολύ μικρή περιοχή στο κέντρο του που λέγεται πυρήνας που περιέχει τα θετικά φορτισμένα πρωτόνια και τα ουδέτερα νετρόνια. Τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα, καταλαμβάνοντας τον υπόλοιπο χώρο του ατόμου (πλανητικό μοντέλο). Παρά τη σημασία του, το πρότυπο αυτό δεν μπόρεσε να εξηγήσει σημαντικά πειραματικά δεδομένα που σχετίζονται με τα άτομα.

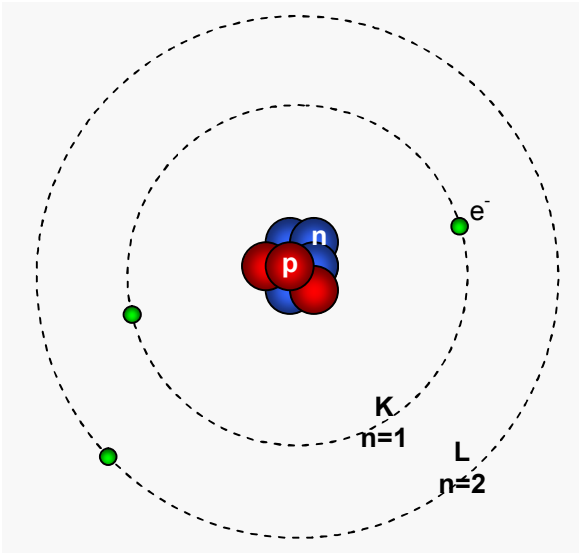
Στις αρχές του 20ού αιώνα (1911) ο Rutherford έδειξε ότι όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σε μία μικρή θετικά φορτισμένη περιοχή στο κέντρο του ατόμου (πυρήνας) ενώ τα ηλεκτρόνια περιστρέφονται στο χώρο γύρω από τον πυρήνα όπως οι πλανήτες κινούνται γύρω απόν ήλιο.



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.

Το 1913 ο Δανός φυσικός Niels Bohr προσπάθησε να διορθώσει κάποιες από τις ατέλειες του ατομικού προτύπου του Rutherford στηριζόμενος στην κλασσική Φυσική και τη νεαρή τότε κβαντική θεωρία. Σύμφωνα με τον Bohr, τα ηλεκτρόνια κινούνται γύρω από τον πυρήνα σε ορισμένες μόνο επιτρεπόμενες κυκλικές τροχιές (στιβάδες) καθορισμένης ενέργειας.

Με την κβαντική θεωρία θα ασχοληθούμε στην Γ΄Λυκείου.



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

Οι διάφορες επιτρεπόμενες κυκλικές τροχιές του ηλεκτρονίου αντιστοιχούν σε έναν ακέραιο αριθμό n που παίρνει τις τιμές n = 1, 2, 3 κτλ. και λέγεται **(κύριος) 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:

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.

$$E_K < E_L < E_M < E_N < E_O \ldots$$

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).

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 K(1) ή K^1, ενώ στο άτομο του ηλίου (He) που διαθέτει δύο ηλεκτρόνια η ηλεκτρονιακή δομή είναι K(2) ή 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 καθεμία από τις 4 πρώτες στιβάδες K, L, M και N δίνεται από τον τύπο $2n^2$, όπου n = 1, 2, 3, 4. Έτσι, η πρώτη στιβάδα (K) διαθέτει το πολύ 2.1^2 = 2e, η δεύτερη στιβάδα (L) διαθέτει το πολύ 2.2^2 = 8e, η τρίτη στιβάδα (M) διαθέτει το πολύ 2.3^2 = 18e, ενώ η τέταρτη στιβάδα (N) συμπληρώνεται με 2.4^2 = 32e.
Αυτό σημαίνει ότι το στοιχείο Ne (Z = 10) έχει 2e στη στιβάδα K και τα υπόλοιπα 8e στη στιβάδα L, επομένως η δομή του είναι η εξής: $K^2\ L^8$.
2) Η εξωτερική στιβάδα ενός ατόμου (αυτή με το μεγαλύτερο κύριο κβαντικό αριθμό) δεν μπορεί να έχει παραπάνω από 8e. Έτσι, π.χ. το στοιχείο K (Z = 19) δεν μπορεί να έχει δομή $K^2\ L^8\ M^9$ (αν και η στιβάδα M μπορεί να έχει μέχρι και 18e σύμφωνα με τον προηγούμενο κανόνα). Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του στοιχείου αυτού είναι: $K^2\ L^8\ M^8\ N^1$.
3) Η προτελευταία στιβάδα ενός ατόμου (η στιβάδα πριν την εξωτερική) δεν μπορεί να έχει παραπάνω από 18e. Έτσι, π.χ. το στοιχείο Sb (αντιμόνιο, Z = 51) δεν μπορεί να έχει δομή $K^2\ L^8\ M^{18}\ N^{23}$ (αν και η στιβάδα N μπορεί να έχει μέχρι και 32e σύμφωνα με τον 1ο κανόνα). Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του στοιχείου αυτού είναι: $K^2\ L^8\ M^{18}\ N^{18}\ O^5$.

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

Εφαρμογή 1

Να γραφούν οι ηλεκτρονιακές δομές των εξής ατόμων: α) $_{20}Ca$, β) $_{31}Ga$, γ) $_{38}Sr$, δ) $_{54}Xe$ και ε) $_{82}Pb$.

α) $_{20}Ca$: $K^2\ L^8\ M^8\ N^2$

β) $_{31}Ga$: $K^2\ L^8\ M^{18}\ N^3$

γ) $_{38}Sr$: $K^2\ L^8\ M^{18}\ N^8\ O^2$

δ) $_{54}Xe$: K^2 L^8 M^{18} N^{18} O^8 (Προσοχή! Η στιβάδα N δεν μπορεί να έχει 32e, απλά γιατί στο άτομο του Xe δεν υπάρχουν τόσα πολλά ηλεκτρόνια, ώστε να συμπληρωθεί η στιβάδα αυτή. Στην περίπτωση αυτή, στη στιβάδα N τοποθετούνται 18e).

ε) $_{82}Pb$: K^2 L^8 M^{18} N^{32} O^{18} P^4 (Προσοχή! Η στιβάδα O δεν μπορεί να έχει 22e, γιατί στην περίπτωση αυτή θα είναι εξωτερική στιβάδα. Στην περίπτωση αυτή, στη στιβάδα O τοποθετούνται 18e και τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια στην επόμενη στιβάδα, την P).

Εφαρμογή 2

Να γραφούν οι ηλεκτρονιακές δομές των εξής ιόντων: α) $_{20}Ca^{2+}$, β) $_{16}S^{2-}$.

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

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

Ερωτήσεις και ασκήσεις με απάντηση

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 $E_K < E_L$.

Λανθασμένες είναι οι προτάσεις β και δ. Στην πρόταση β η στιβάδα L διαθέτει το πολύ 8 ηλεκτρόνια και όχι 10. Στην πρόταση δ η στιβάδα O θεωρητικά διαθέτει 50e, όμως κανένα από τα γνωστά μέχρι σήμερα στοιχεία δεν διαθέτει τον απαραίτητο αριθμό ηλεκτρονίων ώστε να συμπληρώνει τη στιβάδα αυτή.

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 $_9F^-$ διαθέτει 8 ηλεκτρόνια στη στιβάδα L

ε) Το κατιόν $_{12}Mg^{2+}$ διαθέτει 2 ηλεκτρόνια στη στιβάδα M

Λανθασμένες είναι οι προτάσεις β και ε. Η στιβάδα Ν αντιστοιχεί σε n = 3 και το κατιόν $_{12}Mg^{2+}$ διαθέτει 10 ηλεκτρόνια και επομένως η ηλεκτρονιακή του δομή είναι: $K^2 L^8$.

3. Δίνονται τα σωματίδια $^{31}_{19}K$, $^{32}_{16}S$, $^{31}_{15}P$, 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;

α), β) Τα αποτελέσματα οργανώνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

				ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΩΝ			
	p	n	e	K	L	M	N
$^{40}_{19}K$	19	21	19	2	8	8	1
$^{32}_{16}S$	16	16	16	2	8	6	-
$^{31}_{15}P$	15	16	15	2	8	5	-
P^{3-}	15	16	18	2	8	8	-
K^+	19	21	18	2	8	8	-
S^{2-}	16	16	18	2	8	8	-

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;

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

Για τις κύριες ομάδες του Π.Π.:
Αν η στιβάδα Ν διαθέτει 1 ή 2 ηλεκτρόνια, η προηγούμενη στιβάδα (Μ) θα έχει 8 ηλεκτρόνια. Αν όμως η Ν διαθέτει ≥ 3ηλεκτρόνια, η προηγούμενη στιβάδα (Μ) θα έχει 18 ηλεκτρόνια.

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

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: $K^2 L^1$, $K^2 L^2$, $K^2 L^3$, $K^2 L^4$, $K^2 L^5$, $K^2 L^6$ και $K^2 L^7$.

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

Το άτομο του $_{36}Kr$ 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-}).

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

Αν Z ο αριθμός των πρωτονίων και N ο αριθμός των νετρονίων του ατόμου θα ισχύουν: Z + N = A = 40 (1) και Z + 4 = N (2). Από τις εξισώσεις (1) και (2) προκύπτει: N = 22 και Z = 18. Επομένως, η ηλεκτρονική δομή του ατόμου θα είναι: $K^2 L^8 M^8$.

Ερωτήσεις αξιολόγησης διαφόρων μορφών

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

Α) Στο $_{11}Na^+$ και στο $_9F^-$

Β) Στο $_8O$ και στο $_{16}S$

Γ) Στο $_{12}Mg^{2+}$ και στο $_9F$

Δ) Στο $_{13}Al^{3+}$ και στο $_{11}Na$

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 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 σωματίδια της στήλης (Ι) με την κατάλληλη ηλεκτρονιακή δομή της στήλης (ΙΙ).

Α.	$_{13}Al^{3+}$	1.	$K^2 L^8 M^{18} N^3$
Β.	$_{31}Ga$	2.	$K^2 L^8$
Γ.	$_{8}O^{2-}$	3.	$K^2 L^8 M^{18} N^8 O^1$
Δ.	$_{33}As$	4.	$K^2 L^8 M^{18} N^5$
Ε.	$_{37}Rb$		

2.7. Να γραφούν οι ηλεκτρονιακές δομές των εξής ατόμων και ιόντων: $_{13}Al$, $_{20}Ca$, $_{34}Se$, $_{50}Sn$, $_{8}O^{2-}$, $_{17}Cl$, $_{38}Sr^{2+}$ και $_{51}Sb^{3-}$.

2.8. Δίνονται τα σωματίδια $^{23}_{11}Na$, $^{24}_{12}Mg$, $^{127}_{53}I$, Na^+, Mg^{2+} και I^-.

α) Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια διαθέτουν τα σωματίδια αυτά;

β) Ποια η κατανομή των ηλεκτρονίων τους σε στιβάδες;

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

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. Ποια η ηλεκτρονιακή δομή ενός ατόμου με μαζικό αριθμό Α = 133 και στον πυρήνα του οποίου υπάρχουν 23 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια;

2.12. 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]

2.13. Δίνεται για το μαγνήσιο: $^{24}_{12}Mg$. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο αυτό.

			Στιβάδες		
Z	n	e	K	L	M
		12			

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

2.14. 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]

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (6): ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗ

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:

	ΣΤΙΒΑΔΕΣ			
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]

……

……

……

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (7): ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗ

Α. Να χαρακτηρίσετε την παρακάτω πρόταση ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ): «Για τις ενέργειες E_M και E_L των στιβάδων Μ και L αντίστοιχα, ισχύει ότι $E_M < E_L$».

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

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

……

……

……

β) 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;

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

……

……

……

Γ. Να γραφούν οι ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων: $_{11}Na$, $_{19}K$, $_{33}As$, $_{54}Xe$ και $_{82}Pb$.

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

Ενότητα 3: Περιοδικός πίνακας των στοιχείων

3.1 Γενικά

Το 19^{ο} αιώνα ο Ρώσος χημικός Dimitri 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, to Be με το Mg κτλ.

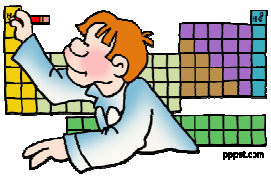
Ο Mendeleev κατασκεύασε το 1869 μία ορθογώνια διάταξη των στοιχείων που μοιάζει αρκετά με τον σύγχρονο περιοδικό πίνακα τοποθετώντας τα στοιχεία με ανάλογες ιδιότητες σε κατακόρυφες στήλες. Μάλιστα, είχε την προνοητικότητα να αφήσει ***κενές θέσεις*** προβλέποντας την ύπαρξη στοιχείων που δεν είχαν ακόμα 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 A) 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 B) και είναι κατά σειρά οι εξής: IIIB, IVB, VB, VIB, VIIB, VIIIB (η ομάδα VIIIA αποτελείται από τριάδες στοιχείων που

αρχικά είχε θεωρηθεί ότι διέθεταν παρόμοιες ιδιότητες), IB και IIB. Σύμφωνα με την νέα αρίθμηση οι ομάδες αριθμούνται από 1-18 με την VIIIB ομάδα να «διασπάται» σε 3 ομάδες: την $8^η$, την $9^η$ και τη $10^η$. Από τις πιο γνωστές ομάδες του Π.Π. ξεχωρίζουμε την $1^η$, *αλκάλια*), τη $2^η$ (*αλκαλικές γαίες*), την $17^η$ (*αλογόνα*) και την $18^η$ (*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 Π.Π. ονομάζονται **περίοδοι**. Η πρώτη περίοδος περιλαμβάνει δύο μόνο στοιχεία (το $_1$H και το $_2$He), οι δύο επόμενες περίοδοι από 8 στοιχεία, η $4^η$ και η $5^η$ από 18 στοιχεία, ενώ η $6^η$ από 32 στοιχεία. Η $7^η$ και τελευταία περίοδος περιλαμβάνει μέχρι και το στοιχείο με Z = 118 (μερικά από αυτά έχει πρόσφατα ανακοινωθεί η ανακάλυψή τους, ενώ άλλα δεν είναι ακόμη γνωστά).

Η σειρά των στοιχείων με Z = 58-71 (μετά το λανθάνιο με Z = 57) έχουν παρόμοιες ιδιότητες με το $_{57}$La και για το λόγο αυτό δεν τοποθετούνται στο κύριο πίνακα, αλλά κάτω από αυτόν σε παράρτημα. Τα στοιχεία αυτά ονομάζονται **λανθανίδες ή σπάνιες γαίες**. Κατ' αναλογία, η σειρά των στοιχείων με Z = 90-103 (***ακτινίδες***) έχουν παρόμοιες ιδιότητες με το $_{89}$Ac και για το λόγο αυτό τοποθετούνται σε μια σειρά κάτω από τις λανθανίδες. Οι λανθανίδες και οι ακτινίδες ονομάζονται από κοινού *εσωμεταβατικά στοιχεία*.

Ας δούμε το διάγραμμα που ακολουθεί και το οποίο αναπαριστάνει τον Π.Π. με κάποια από τα στοιχεία του, καθώς και με την αρίθμηση των ομάδων, τόσο την παλιά, όσο και τη νέα.

	IA 1	IIA 2	Στοιχεία μετάπτωσης										IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	VIIIA 18
1	$_1$H																	$_2$He
2	$_3$Li	$_4$Be	IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VIIB 7	VIIIB 8	VIIIB 9	VIIIB 10	IB 11	IIB 12	$_5$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									$_{30}$Zn						
5																$_{52}$Te	$_{53}$I	
6			$_{57}$La															
7			$_{89}$Ac															

58	Λανθανίδες	71
90	Ακτινίδες	103

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 $2^{ης}$ (IIA) και της $13^{ης}$ (IIIA) του Π.Π.:

$2^{η}$ (IIA) ομάδα	$13^{η}$ (IIIA) ομάδα
$_{4}Be$: $K^2 L^2$	$_{5}B$: $K^2 L^3$
$_{12}Mg$: $K^2 L^8 M^2$	$_{13}Al$: $K^2 L^8 M^3$
$_{20}Ca$: $K^2 L^8 M^8 N^2$	$_{31}Ga$: $K^2 L^8 M^{18} N^3$
$_{38}Sr$: $K^2 L^8 M^{18} N^8 O^2$	$_{49}In$: $K^2 L^8 M^{18} N^{18} O^3$
$_{56}Ba$: $K^2 L^8 M^{18} N^{18} O^8 P^2$	$_{81}Tl$: $K^2 L^8 M^{18} N^{32} O^{18} P^3$
$_{88}Ra$: $K^2 L^8 M^{18} N^{32} O^{18} P^8 Q^2$	

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 $3^{ης}$ περιόδου με δομή: $K^2 L^8 M^8$. Το επόμενο στοιχείο ανήκει στην $4^{η}$ 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 $7^{η}$ περίοδο, ενώ το $_{49}In$ με δομή $K^2 L^8 M^{18} N^{18} O^3$ ανήκει στην $5^{η}$ περίοδο.

Ισπανικό γραμματόσημο με τον Π.Π.

> ☆ *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 $K^2 L^8 M^3$ διαθέτει 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και επομένως ανήκει στην VA ή $15^{η}$ ομάδα (και στην $3^{η}$ περίοδο).

Ερωτήσεις και ασκήσεις με απάντηση

1. Σε ποια περίοδο ανήκει το στοιχείο το άτομο του οποίου έχει ηλεκτρονιακή δομή: $K^2 L^8 M^{18} N^3$;

α) στην $3^η$ **β) στην $5^η$**

γ) στην $4^η$ **δ) στην $6^η$**

Απάντηση

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 $4^η$ περίοδο (σωστή επιλογή η γ).

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

α) στην VA **β) στην IIB**

γ) στην IIIA **δ) στην VIIA**

Απάντηση

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 $13^η$) του Π.Π.

3. Το μαγνήσιο (Mg) βρίσκεται στην $3^η$ 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

Απάντηση

Το Mg αποβάλλοντας 2 ηλεκτρόνια αποκτά τη δομή ευγενούς αερίου της $2^{ης}$ 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).

4. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του στοιχείου που βρίσκεται:

α) στη $2^η$ περίοδο και στην VIA ομάδα

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

Απάντηση

α) Το στοιχείο που ανήκει στην $2^η$ 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: $K^2 L^6$ και άρα Z = 8.

β) Το στοιχείο που ανήκει στην $3^η$ 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: $K^2 L^8 M^7$ και άρα Z = 17.

5. Ποια από τα στοιχεία που ακολουθούν ανήκουν στις ίδιες ομάδες του Π.Π. και ποια στην ίδια περίοδο; $_7$N, $_9$F, $_{11}$Na, $_{15}$P, $_{17}$Cl και $_{19}$K.

Απάντηση

$_7$N: $K^2 L^5$ ($2^η$ περίοδος, VA ή $15^η$ ομάδα)

$_9$F: $K^2 L^7$ ($2^η$ περίοδος, VIIA ή $17^η$ ομάδα)

$_{11}$Na: $K^2 L^8 M^1$ ($3^η$ περίοδος, IA ή $1^η$ ομάδα)

$_{15}$P: $K^2 L^8 M^5$ ($3^η$ περίοδος, VA ή $15^η$ ομάδα)

$_{17}$Cl: $K^2 L^8 M^7$ ($3^η$ περίοδος, VIIA ή $17^η$ ομάδα)

$_{19}$K: $K^2 L^8 M^8 N^1$ ($4^η$ περίοδος, IA ή $1^η$ ομάδα)

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

6. Δίνονται δύο ζεύγη στοιχείων:

α) $_7$N και $_{15}$P και

β) $_4$Be και $_7$N.

Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία ανήκουν στην ίδια περίοδο;

ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ

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:

$_7$N: $K^2 L^5$ (2η περίοδος), $_{15}$P: $K^2 L^8 M^5$ (3η περίοδος), $_4$He: $K^2 L^2$ (2η περίοδος). Επομένως, στην ίδια περίοδο (2η) ανήκουν τα στοιχεία N και Be.

7. 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; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ

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:

$_{18}Ar$: K^2 L^8 M^8 (18η ομάδα), $_{13}Al$: K^2 L^8 M^3 (13η ομάδα), $_2He$: K^2 (18η ομάδα: Το 1ο ευγενές αέριο). Επομένως, ανάλογες χημικές ιδιότητες έχουν τα δύο ευγενή αέρια, το Ar και to He.

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

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: K2 L8 M2 και επομένως Z = 12.

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.

Απάντηση
α) Το τρίτο ευγενές αέριο ανήκει στην VIIIA ($18^η$) ομάδα και στην $3^η$ περίοδο του Π.Π. και επομένως έχει δομή: K^2 L^8 M^8 (Z = 18).
β) Η δεύτερη αλκαλική γαία ανήκει στη ΙΙΑ ($2^η$) ομάδα του Π.Π. και στην $3^η$ περίοδο (στην $1^η$ περίοδο δεν υπάρχει αλκαλική γαία) και επομένως έχει δομή: K^2 L^8 M^2 (Z = 12).
γ) Το τρίτο αλκάλιο ανήκει στη ΙΑ ($1^η$) ομάδα του Π.Π. και στην $4^η$ περίοδο (στην $1^η$ περίοδο και στην $1^η$ ομάδα είναι το Η που <u>δεν</u> ανήκει στα αλκάλια) και επομένως έχει δομή: K^2 L^8 M^8 N^1 (Z = 19).
δ) Το τρίτο αλογόνο ανήκει στην VIIA ($17^η$) ομάδα του Π.Π. και στην $4^η$ περίοδο (στην $1^η$ περίοδο δεν υπάρχει αλογόνο) και επομένως έχει δομή: K^2 L^8 M^{18} N^7 (Z = 35).

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

Απάντηση
Για να έχουν παρόμοιες ιδιότητες θα πρέπει να ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π.
Z = 8: K^2 L^6 (VIA ή $16^η$ ομάδα)
Z = 12: K^2 L^8 M^2 (ΙΙΑ ή $2^η$ ομάδα)
Z = 16: K^2 L^8 M^6 (VIA ή $16^η$ ομάδα)
Z = 20: K^2 L^8 M^8 N^2 (ΙΙΑ ή $2^η$ ομάδα)
Z = 38: K^2 L^8 $M1^8$ N^8 O^2 (ΙΙΑ ή $2^η$ ομάδα)

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

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

Απάντηση
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: $K^2 L^8 M^8 N^2$. 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: $K^2 L^8 M^5$.
β) Από τις ηλεκτρονιακές δομές των Χ και Ψ καταλαβαίνουμε ότι το Χ ανήκει στην ΙΙΑ ($2^η$ ομάδα) και στην $4^η$ περίοδο ενώ το Ψ ανήκει στην VA ομάδα και στην $3^η$ περίοδο).

Ερωτήσεις αξιολόγησης διαφόρων μορφών

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 $2^η$ (ΙΙΑ)
β) η $4^η$ (IVA)
γ) η $8^η$ (VIIIB)
δ) η $14^η$ (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) την ίδια ατομική ακτίνα

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) τον ίδιο ατομικό αριθμό
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 $1^{ης}$ (IA) ομάδας εκτός του Η αναφέρονται ως αλκάλια
δ) Τα στοιχεία της $2^{ης}$ (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 $17^{ης}$ (VIIA) ομάδας είναι όλα αμέταλλα και περιέχουν 7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα.
ε. Όλα τα ευγενή αέρια περιέχουν οχτώ ηλεκτρόνια στη στιβάδα σθένους.
στ. Τα στοιχεία της τρίτης περιόδου του Π.Π. έχουν ατομικούς αριθμούς από 11 μέχρι 18.
ζ. Κάθε στοιχείο της $14^{ης}$ (IVA) ομάδας του Π.Π. έχει μεγαλύτερο ατομικό αριθμό από όλα τα στοιχεία της $13^{ης}$ (IIIA) ομάδας.
η. 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 $17^{η}$ ομάδα.

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

ε) Η $2^{η}$ περίοδος του Π.Π. περιλαμβάνει συνολικά …..... στοιχεία με ατομικούς αριθμούς από ..... μέχρι ..... .

στ) Το τελευταίο στοιχείο της $2^{ης}$ περιόδου έχει ατομικό αριθμό Z = ... και ανήκει στην ..... ομάδα του Π.Π. στην οποία βρίσκονται όλα τα ..... ……

ζ) 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 $5^{η}$ 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 $3^{η}$ περίοδο του περιοδικού πίνακα και στην VA ομάδα;

3.13 Να γράψετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων:

α) της $1^{ης}$ περιόδου του Π.Π.

β) της $1^{ης}$ ομάδας του Π.Π.

γ) της $3^{ης}$ 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 και 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 $4^{η}$ 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: $^{80}_{35}\mathrm{Br}$.

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 (Ζ = 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:

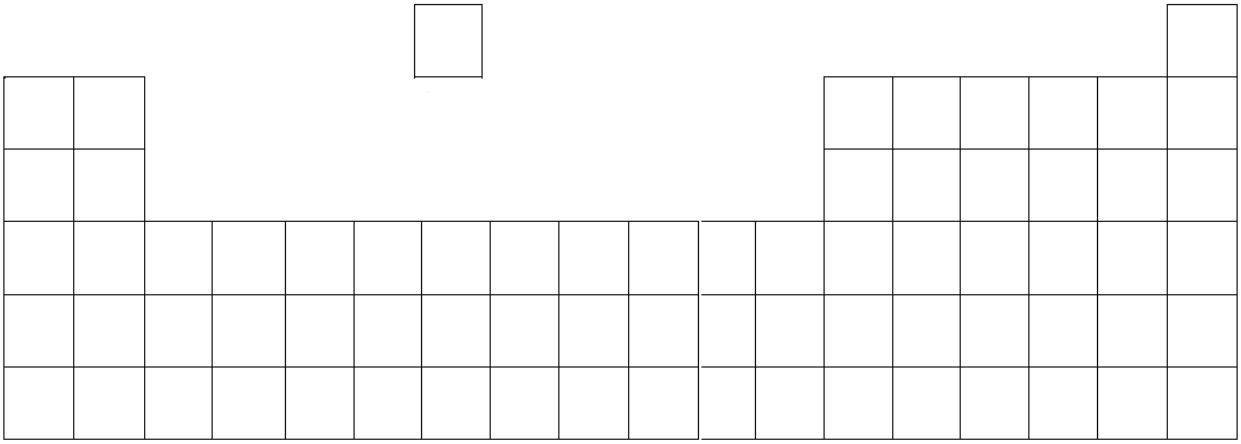
Στοιχείο				Δ		
Ατομικός αριθμός	18	9	17		16	15

3.20 Ένα από τα άγνωστα στοιχεία του οποίου ο Mendeleev προέβλεψε την ύπαρξη 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.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (8): ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ (ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ)

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

	Σ	**Λ**
α) Το στοιχείο νάτριο, $_{11}Na$, βρίσκεται στην 1η (IA) 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 (IIIA) ομάδας έχουν τρεις στιβάδες.		
στ) Τα στοιχεία που έχουν εξωτερική στιβάδα την Ν, ανήκουν στην 4η περίοδο.		
ζ) Το στοιχείο φθόριο, F (Z = 9), βρίσκεται στην 17η (VIIA) ομάδα και την 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 $_{3}Li$ και

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.

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (9): ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ (ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ)

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

	Σ	**Λ**
α) Το στοιχείο οξυγόνο, $_{8}O$, βρίσκεται στην 18η (VIIIA) ομάδα και την 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.		√
β) Το στοιχείο φωσφόρος, $_{15}P$, βρίσκεται στην 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 στην 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.

……

……

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

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (10): ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ (ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ)

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

……

……

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.

……

……

Β. α) 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.

		ΣΤΙΒΑΔΕΣ			
Στοιχείο	Ατομικός αριθμός	K	L	M	N
X	11				
Y	9				
Z	19				

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

……

Γ. Ο παρακάτω πίνακας δίνει μερικές πληροφορίες για τα άτομα δυο στοιχείων.

Στοιχείο	Ατομικός αριθμός	ΣΤΙΒΑΔΕΣ				Περίοδος	Ομάδα
		K	L	M	N		
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.**

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (11): ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ (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 τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και το Ψ βρίσκεται στην 17η (VIIA) ομάδα και στην δεύτερη 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
Χ	K(…..) L(5)		
Υ	K(…..) L(…..)	17η	
Ζ	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.

……

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (12): ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ (ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ)

Α. Ο παρακάτω πίνακας δίνει μερικές πληροφορίες για τα άτομα τριών στοιχείων.

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

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

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

……

……

……

Β. Οι πληροφορίες που ακολουθούν αφορούν στα στοιχεία Χ και Ψ.

Τα 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 $_{12}Mg$.

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.

……

……

……

Μάθημα 4: Χημικοί δεσμοί

4.1 Γενικά

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 αν η στιβάδα αυτή είναι η Κ).

Είδαμε ότι τα ευγενή αέρια ανήκουν στην τελευταία ομάδα του περιοδικού πίνακα (VIIIA ή $18^η$) 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 ηλεκτρονική δομή των ευγενών αερίων, αλλά άλλες λιγότερο σταθερές ηλεκτρονικές δομές.

Τα άτομα μπορούν να αποκτήσουν σταθερή ηλεκτρονική δομή με τρεις διαφορετικούς μηχανισμούς: α) αποβάλλοντας ηλεκτρόνια, β) προσλαμβάνοντας ηλεκτρόνια ή 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 ΙΑ ($1^η$) ομάδα και στην $4^η$ περίοδο είναι ένα πολύ ηλεκτροθετικό στοιχείο. Βασική εξαίρεση είναι το άτομο του Η που έχει δομή K^1 αλλά είναι αμέταλλο, το $_2He$ 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 ($17^η$) ομάδα και στην $3^η$ περίοδο είναι ένα ηλεκτραρνητικό στοιχείο.

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

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

Για το λόγο αυτό, όσο πάμε προς τα κάτω και προς τα αριστερά, το μέγεθος του ατόμου αυξάνεται και η αποβολή των ηλεκτρονίων είναι πιο εύκολη. Αντίθετα, όσο 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 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 $_{17}Cl$.

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 $1^η$) και στην $3^η$ και $4^η$ 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 $17^η$) και στην $2^η$ και $3^η$ 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.

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 πώς ενώνεται, δηλαδή, με άλλα άτομα προς σχηματισμό των διαφόρων χημικών ενώσεων) και επομένως εξηγούν τους χημικούς δεσμούς.

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

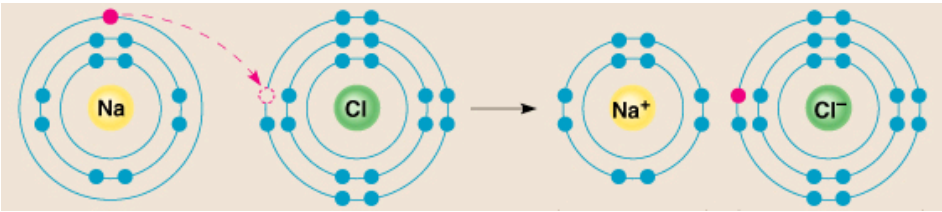
Όταν επιχειρούμε να εξηγήσουμε τους χημικούς δεσμούς συμβολίζουμε τα άτομα με το χημικό τους σύμβολο και τα ηλεκτρόνια σθένους με κουκκίδες. Μάλιστα, μέχρι 4 ηλεκτρόνια σθένους συμβολίζουμε μονήρη, ενώ από 4 και πάνω σχηματίζουν ζεύγη. Έτσι ο συμβολισμός για τα πρώτα 20 στοιχεία του Π.Π. είναι ο εξής:

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
H ·							
Li ·	·Be·	· B̈ ·	· C̈ ·	: N̈ ·	: Ö ·	: F̈ ·	:N̈e:
Na·	·Mg·	· Ä̇l ·	· S̈i ·	: P̈ ·	: S̈ ·	: C̈l ·	:Ä̇r:
K ·	·Ca·						

4.2 Ιοντικός (ετεροπολικός) δεσμός

Ο ιοντικός δεσμός σχηματίζεται όταν ηλεκτροθετικά στοιχεία αντιδρούν με ηλεκτραρνητικά στοιχεία. <u>Στις ενώσεις αυτές το ηλεκτροθετικό στοιχείο (μέταλλο) δίνει ηλεκτρόνιο-α στο ηλεκτραρνητικό στοιχείο (αμέταλλο) ώστε όλα τα άτομα να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου</u>, με 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, ή δύο 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, το οποίο έχει την τάση να δώσει 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 το λόγο το χλώριο χαρακτηρίζεται ως ηλεκτραρνητικό στοιχείο. Όταν τα άτομα Na και Cl αντιδρούν 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^-.



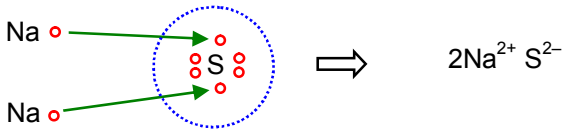
Η ηλεκτροστατική έλξη (δύναμη Coulomb) ανάμεσα στα θετικά και αρνητικά φορτισμένα ιόντα είναι η αιτία που συγκρατεί τα ιόντα αυτά μαζί, έτσι ώστε να σχηματίζουν, σε στερεή κατάσταση ένα τρισδιάστατα επαναλαμβανόμενο πλέγμα κατιόντων και ανιόντων που αναφέρεται ως **κρυσταλλικό πλέγμα**. Στο κρυ-

σταλλικό 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 αυτή η αναλογία είναι 1 : 2).

Εφαρμογή 2

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

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 ηλεκτρόνια, 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.

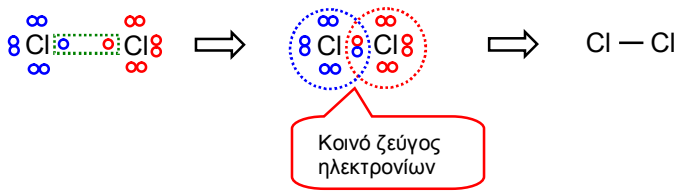
4.3 Ομοιοπολικός δεσμός – Γενικά

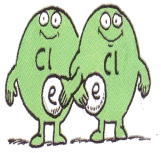
Ο ομοιοπολικός δεσμός σχηματίζεται ανάμεσα σε ηλεκτραρνητικά στοιχεία (αμέταλλα) τα οποία δεν έχουν τάση αποβολής ηλεκτρονίων. Η κλασική θεώρηση για την εξήγηση του ομοιοπολικού δεσμού είναι η θεωρία Lewis με βάση τα ηλεκτρόνια σθένους των ατόμων. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, δεν έχουμε αποβολή ή πρόσληψη ηλεκτρονίων όπως στον ιοντικό δεσμό, αλλά τα άτομα μοιράζονται μεταξύ τους ζεύγη ηλεκτρονίων με σκοπό να αποκτήσουν δομή των ευγενούς αερίου, δηλαδή οκτώ ηλεκτρόνια στη στοιβάδα σθένους (ή δύο προκειμένου για τη στιβάδα K). Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή με τον όρο **κανόνας**

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.

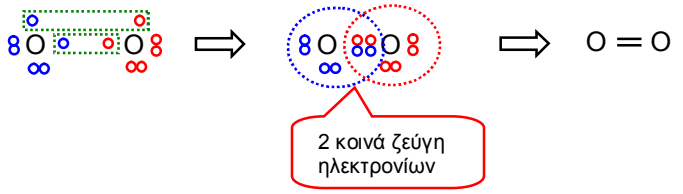
της οκτάδας και αποτελεί τη βασική αρχή της θεωρίας Lewis περί ομοιοπολικού δεσμού. Ο κανόνας της οκτάδας δεν είναι απόλυτος και υπάρχουν εξαιρέσεις από αυτόν. Οι κυριότερες εξαιρέσεις είναι τα άτομα H και Li που έχουν την τάση να συμπληρώσουν τη στιβάδα K με δύο ηλεκτρόνια αντί οκτώ.

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: $K^2\ L^8\ M^7$, 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:



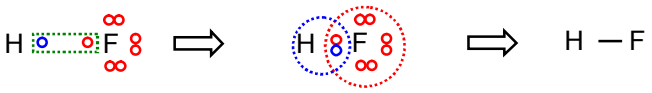


Στην παραπάνω περίπτωση, τα άτομα που συνδέονται διαθέτουν ένα μόνο κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων και ο δεσμός χαρακτηρίζεται ως **απλός** ομοιοπολικός δεσμός. Εκτός από τους απλούς μπορούν να σχηματιστούν και πολλαπλοί δεσμοί, δηλαδή **διπλοί και τριπλοί δεσμοί**. Ο διπλός δεσμός δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά δύο ηλεκτρονίων από κάθε άτομο, με αποτέλεσμα το σχηματισμό δύο κοινών ζευγών ηλεκτρονίων, π.χ. στο μόριο του O_2 (ηλεκτρονική 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 (βλ. λυμένο παράδειγμα 6). Ομοιοπολικοί δεσμοί σχηματίζονται και μεταξύ αμετάλλων στοιχείων σε μία χημική ένωση. Ας θεωρήσουμε, για παράδειγμα το μόριο του HF (ηλεκτρονιακές δομές, $_9F$: $K^2\ L^7$, $_1H$: K^1). Στην ένωση αυτή το H και του F σχηματίζουν ένα κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων ώστε και τα δύο

άτομα να σχηματίσουν δομή ευγενούς αερίου (το H αποκτά την δομή του $_2$He και το F του $_{10}$Ne):

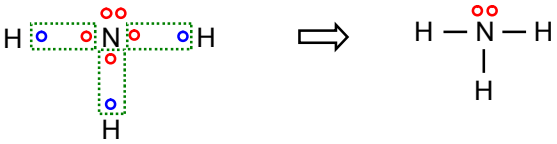


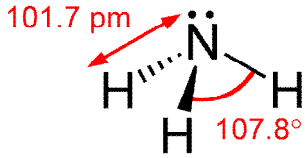
Οι παραπάνω παραστάσεις, που δείχνουν την κατανομή των ηλεκτρονίων σθένους στο μόριο μιας ομοιοπολικής ένωσης χαρακτηρίζονται ως **ηλεκτρονικοί τύποι κατά Lewis**. Έτσι, με βάση τον ηλεκτρονιακό τύπο του HF παρατηρούμε το σχηματισμό ενός δεσμικού ζεύγους ηλεκτρονίων που εξηγεί τον απλό ομοιοπολικό δεσμό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

Εφαρμογή 3

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

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 N και στα τρία άτομα H:

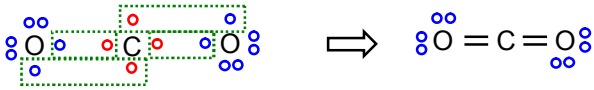




Εφαρμογή 4

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

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:



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

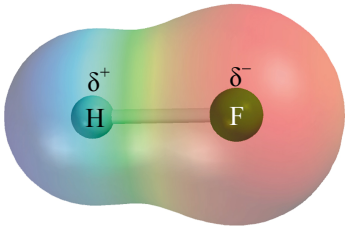
Η οκτάδα ηλεκτρονίων σε όλα τα άτομα προκύπτει με το σχηματισμό δύο κοινών ζευγών ηλεκτρονίων του ατόμου C με καθένα από τα δύο άτομα O.

4.4 Πολικοί και μη ομοιοπολικοί δεσμοί - Ηλεκτραρνητικότητα

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^+):

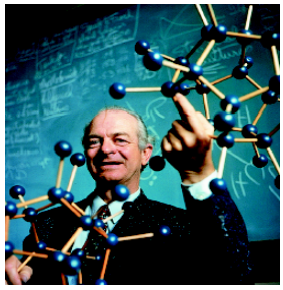
$$H - \overset{\delta^-}{F}$$



Κατανομή ηλεκτρικού φορτίου στο μόριο του HF.

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, <u>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.</u>

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



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

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. <u>Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ δυο συνδεδεμένων ατόμων τόσο πολικότερος είναι ο δεσμός</u>. Στην ακραία περίπτωση που η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας είναι μεγάλη (π.χ. μεταξύ Na και Cl) ο δεσμός είναι ιοντικός.

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.

Ερωτήσεις και ασκήσεις με απάντηση

1. Να συγκρίνετε τις ακτίνες των: α) $_{11}$Na και $_{19}$K και β) $_{9}$F και $_{17}$Cl.

[ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Απάντηση

$_{11}$Na: $K^2 L^8 M^1$, $_{19}$K: $K^2 L^8 M^8 N^1$, β) $_{9}$F: $K^2 L^7$, $_{17}$Cl: $K^2 L^8 M^7$.

α) 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) 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.

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]

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.

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

3. Τι 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.

Απάντηση

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:

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

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.

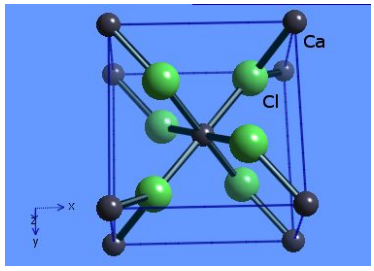
δ) Στα κρυσταλλικά πλέγματά τους υπάρχουν κατιόντα και ανιόντα.

Να εξηγήσετε την απάντησή σας.

Απάντηση

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

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.



Κρυσταλλική δομή $CaCl_2$.

Απάντηση

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.

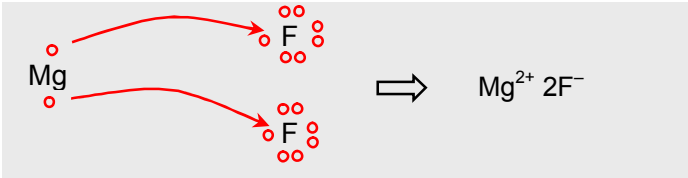
6. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού των ενώσεων μεταξύ:
α) του καλίου ($_{19}K$) και του φθορίου ($_9F$).
β) του μαγνησίου ($_{12}Mg$) και του φθορίου ($_9F$).
γ) του ασβεστίου ($_{20}Ca$) και του υδρογόνου ($_1H$).
Να γράψετε επίσης το χημικό τύπο των ενώσεων στις τρεις περιπτώσεις.

Απάντηση

α) Η ηλεκτρονιακή δομή του $_{19}K$ είναι: $K^2\ L^8\ M^8\ N^1$ (1 ηλεκτρόνιο σθένους) και του $_9F$ είναι: $K^2\ L^7$ (7 ηλεκτρόνια σθένους). Επομένως, τα δύο στοιχεία σχηματίζουν ιοντική (ετεροπολική) ένωση:

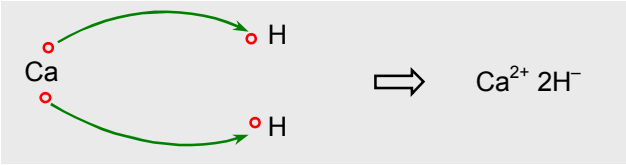
Ο χημικός τύπος της ένωσης είναι προφανώς KF.

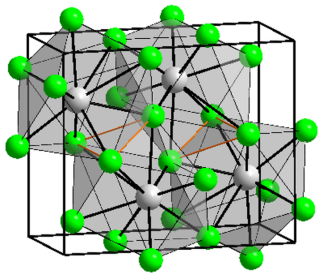
β) Η ηλεκτρονιακή δομή του $_{12}Mg$ είναι: $K^2\ L^8\ M^2$ (μέταλλο, 2 ηλεκτρόνια σθένους) και του $_9F$ είναι: $K^2\ L^7$ (αμέταλλο, 7 ηλεκτρόνια σθένους). Επομένως, τα στοιχεία σχηματίζουν ιοντική (ετεροπολική) ένωση. Στην ένωση αυτή κάθε άτομο Mg αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια, ενώ κάθε άτομο F προσλαμβάνει 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 $_1H$ είναι K^1 (1 ηλεκτρόνιο σθένους, αλλά αμέταλλο). Επομένως, τα στοιχεία σχηματίζουν ιοντική (ετεροπολική) ένωση. Στην ένωση αυτή κάθε άτομο Ca αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια (και αποκτά δομή ευγενούς αερίου), ενώ κάθε άτομο Η προσλαμβάνει 1 ηλεκτρόνιο (αποκτώντας δομή του ευγενούς αερίου $_2He$). Επομένως, στο σχηματισμό του δεσμού θα πρέπει να συμμετέχουν ένα άτομο Ca και δύο άτομα Η:





Κρυσταλλική δομή του υδριδίου του ασβεστίου, CaH_2.

Ο χημικός τύπος της ένωσης είναι CaH_2.

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

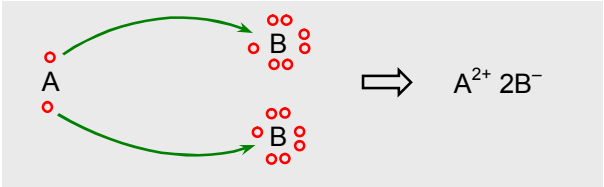
α) Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές των στοιχείων Α και Β.

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;

Απάντηση

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 δύο 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 ηλεκτρόνια σε δύο άτομα του Β ώστε όλα τα άτομα να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου:

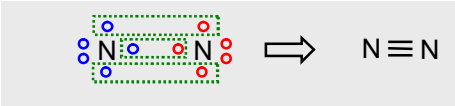


Ο μοριακός τύπος της παραπάνω ένωσης είναι AB_2 και δείχνει όχι το σχηματισμό μορίου αλλά την αναλογία των ιόντων A^{2+} και B^- στο κρυσταλλικό πλέγμα του ιοντικού κρυστάλλου (1 : 2).

8. Να περιγράψετε το δεσμό στο μόριο του N_2. Δίνονται ο ατομικός αριθμός του Ν ίσος με 7.

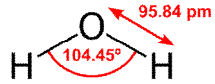
Απάντηση

Το άζωτο διαθέτει την εξής ηλεκτρονιακή δομή: K^2 L^5 και επομένως είναι αμέταλλο στοιχείο με 5 ηλεκτρόνια σθένους. Τα δύο άτομα N ενώνονται ως εξής:



Σχηματίζουν δηλαδή ένα τριπλό δεσμό που αποτελείται από τρία κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων μεταξύ των δύο ατόμων N.

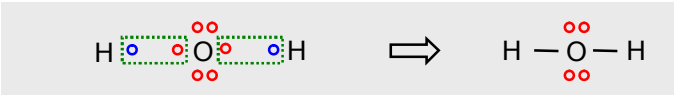
9. Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των ομοιοπολικών ενώσεων: α) νερό, H_2O, β) τριχλωριούχος φωσφόρος, PCl_3, γ) μεθάνιο, CH_4, δ) χλωροφόρμιο, $CHCl_3$. Ατομικοί αριθμοί, P, Cl, C, H, αντίστοιχα: 15, 17, 6, 1.



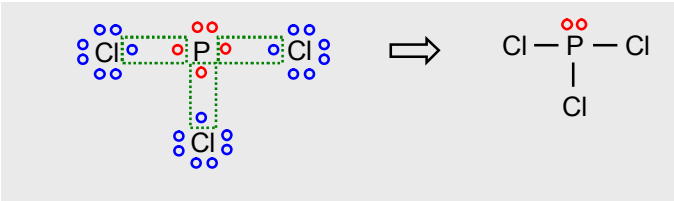
Στην πραγματικότητα, το μόριο του νερού είναι ένα μη γραμμικό μόριο.

Απάντηση

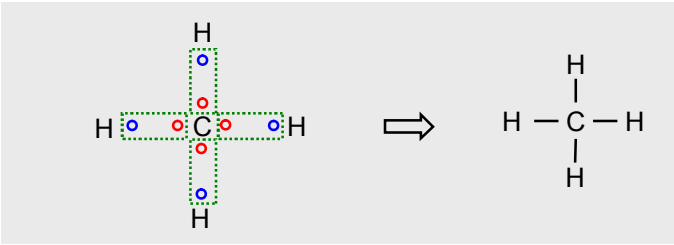
α) Η ηλεκτρονιακή δομή του O είναι: K^2 L^6 (6 ηλεκτρόνια σθένους, αμέταλλο) και του H είναι: K^1 (1 ηλεκτρόνια σθένους, αλλά αμέταλλο). Επομένως, ο δεσμός μεταξύ των δύο αυτών ατόμων είναι ομοιοπολικός:



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:

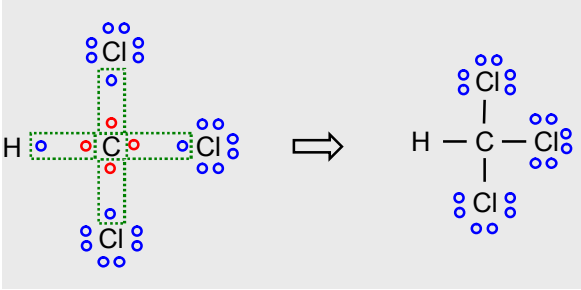


γ) Η ηλεκτρονιακή δομή του C είναι: K^2 L^4 (4 ηλεκτρόνια σθένους, αμέταλλο) και του H είναι: K^1 (1 ηλεκτρόνια σθένους, αλλά αμέταλλο). Επομένως, ο δεσμός μεταξύ των δύο αυτών στοιχείων είναι ομοιοπολικός:



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

δ) Το Cl έχει ηλεκτρονιακή δομή: K^2 L^8 M^7 και επομένως τα τρία στοιχεία που απαρτίζουν την ένωση $CHCl_3$ είναι αμέταλλα και ο δεσμός που σχηματίζουν είναι ομοιοπολικός:



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

Απάντηση

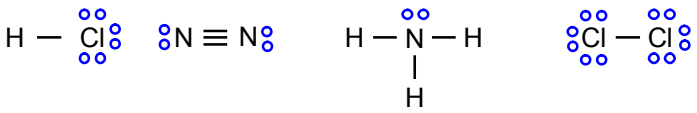
Μεταξύ ατόμων του ίδιου στοιχείου δεν υπάρχει διαφορά ηλεκτραρνητικότητας και επομένως το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων (ή τα κοινά ζεύγη, αν υπάρχει διπλός ή τριπλός δεσμός) είναι εξίσου διαμοιρασμένο ανάμεσα στα δύο άτομα που σχηματίζουν το δεσμό. Στην περίπτωση αυτή ο ομοιοπολικός δεσμός χαρακτηρίζεται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

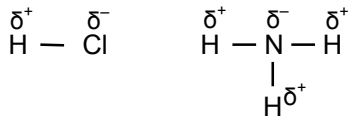
11. Να χαρακτηρίσετε τους δεσμούς στα μόρια που ακολουθούν ως πολικούς ή μη πολικούς: α) HCl, β) N_2, γ) NH_3 και δ) Cl_2. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Απάντηση

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:

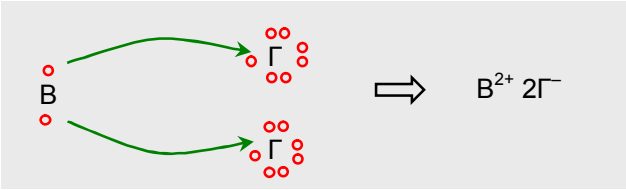


12. Τα στοιχεία Α, Β και Γ έχουν ατομικούς αριθμούς 7, 12 και 17, αντίστοιχα. Να εξηγήσετε τι είδους δεσμό σχηματίζουν: α) Το Β με το Γ, β) το Β με το Α και γ) το Α με το Γ. Ποιοι είναι ο μοριακοί τύποι των 3 ενώσεων;

Απάντηση

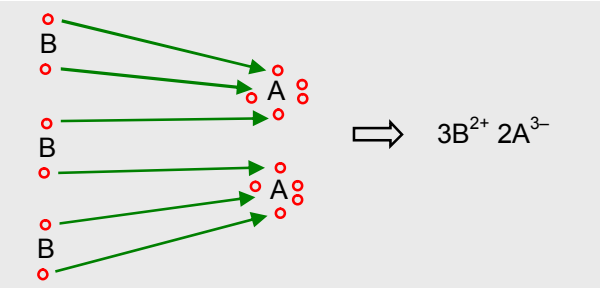
Τα τρία παραπάνω στοιχεία έχουν ηλεκτρονιακές δομές, Α: $K^2 L^5$, Β: $K^2 L^8 M^2$, Γ: $K^2 L^8 M^7$. Από τα στοιχεία αυτά, το Α είναι αμέταλλο στοιχείο με 5 ηλεκτρόνια σθένους, το Β είναι μέταλλο με 2 ηλεκτρόνια σθένους και το Γ είναι αμέταλλο με 7 ηλεκτρόνια σθένους.

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:

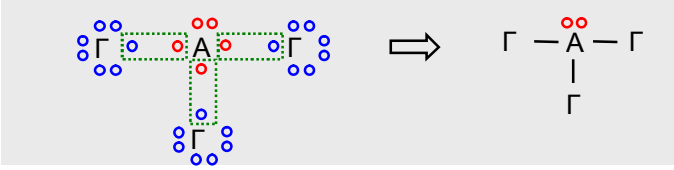


Ο μοριακός τύπος της ένωσης που σχηματίζεται είναι: AB_2.

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:



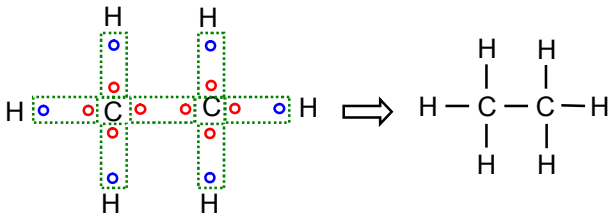
γ) Το Α με το Γ σχηματίζουν ομοιοπολική ένωση στην οποία τρία άτομα του Γ σχηματίζουν κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων με τρία μονήρη ηλεκτρόνια ενός ατόμου Α, ώστε να προκύψει δομή ευγενούς αερίου σε όλα τα άτομα:

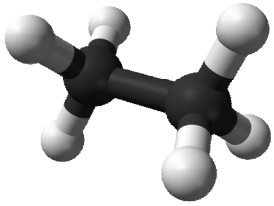


13. Τρεις ομοιοπολικές ενώσεις Α, Β και Γ έχουν μοριακούς τύπους C_2H_x, C_2H_ψ και C_2H_ω, αντίστοιχα. Αν είναι γνωστό ότι η ένωση Α έχει ένα απλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα, η ένωση Β έχει ένα διπλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα και η ένωση Γ έχει ένα τριπλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα, να γράψετε τους ηλεκτρονικούς τύπους των ενώσεων Α, Β και Γ περιγράφοντας τον τρόπο δημιουργίας των δεσμών. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί του C, *Z* = 6 και του Η, *Z* = 1.

Απάντηση

Τα δύο παραπάνω στοιχεία έχουν ηλεκτρονιακές δομές, C: K^2 L^4 (4 ηλεκτρόνια σθένους, αμέταλλο στοιχείο, Η: K^1 (1 ηλεκτρόνιο σθένους, αλλά αμέταλλο στοιχείο). Στην ένωση Α, όπου υπάρχει απλός δεσμός μεταξύ των ατόμων C θα έχουμε:

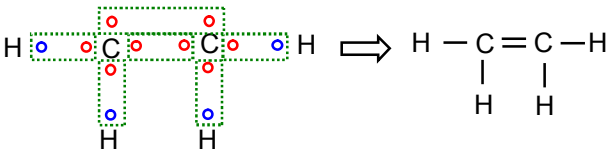




Μοντέλο δομής για την ένωση C_2H_6.

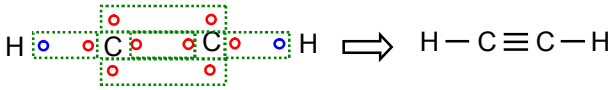
Επομένως, x = 6.

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



Επομένως, ψ = 4.

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



Επομένως, ω = 2.

Ερωτήσεις αξιολόγησης διαφόρων μορφών

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 $_{20}Ca$ 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 σχηματισμός 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 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 Mg^{2+} και O^{2-}

Β) ένωσης του τύπου MgO

Γ) ένωσης του τύπου Mg_2O

Δ) ένωσης του τύπου 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 Al_3O_2

Δ) σχηματίζουν ιοντική ένωση του τύπου 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 O_2 (Z_O = 8) σχηματίζεται:

Α) ιοντικός (ετεροπολικός) δεσμός

Β) πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός

Γ) ένας απλός ομοιοπολικός δεσμός

Δ) διπλός ομοιοπολικός δεσμός

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

α. ομοιοπολική ένωση με χημικό τύπο AB

β. ομοιοπολική ένωση με χημικό τύπο AB_2

γ. ετεροπολική ένωση με χημικό τύπο 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 H_2O:

Α) σχηματίζεται ιοντικός δεσμός ($2H^+ O^{2-}$)

Β) σχηματίζονται δύο μη πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί

Γ) σχηματίζεται ένας διπλός ομοιοπολικός δεσμός

Δ) σχηματίζονται δύο πολικοί ομοιοπολικοί δεσμοί

Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί του H και του O ίσοι με 1 και 8, αντίστοιχα.

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

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

β) Το μόριο H_2 που αποτελείται από ένα άτομο ^1H και ένα άτομο ^2H είναι μη πολικό 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 μία ιοντική ένωση με το στοιχείο Β και μία 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 συνεισφέρει …… 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 ποιο 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 i. το $_{1}H$, ii. το $_{11}Na$, ii. το $_{12}Mg$.

4.16. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού των ιοντικών ενώσεων: α) K_2S, β) CaF_2, γ) AlF_3, δ) CaO, δ) Mg_3N_2, ε) 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) CH_3F, δ) OF_2, ε) CS_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 $1^η$ περίοδο, ενώ το στοιχείο Β ανήκει στην VIIA ομάδα και στη $2^η$ περίοδο του περιοδικού πίνακα. Να εξηγήσετε τι είδους δεσμό μπορούν να σχηματίσουν τα στοιχεία Α και Β. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης που σχηματίζουν; Τι δείχνει ο τύπος αυτός;

4.19. Δίνονται τα στοιχεία Α και Β. Το στοιχείο Α ανήκει στην IVA ομάδα και στην $2^η$ περίοδο, ενώ το στοιχείο Β ανήκει στην VIIA ομάδα και στη $3^η$ 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 και ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης που σχηματίζουν.

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.

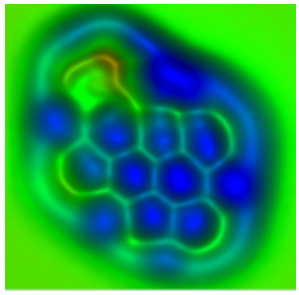
Οι εικόνες, οι οποίες δημοσιεύθηκαν στην επιθεώρηση «Science», δείχνουν για πρώτη φορά τις φυσικές διαφορές που παρουσιάζουν οι δεσμοί των ατόμων ανάλογα με το πόσο ισχυροί είναι. Θεωρείται ότι θα προσφέρουν βαθύτερη κατανόηση των χημικών αντιδράσεων και θα βοηθήσουν σημαντικά τους τομείς της νανοεπιστήμης 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 ως μερών 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 ενεργό θα είναι στις αντιδράσεις.

Οι εικόνες που δόθηκαν στη δημοσιότητα (όπως αυτή ενός μορίου νανογραφενίου, αριστερά) 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.

news.in.gr/science-technology

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (13): ΑΤΟΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΑ (ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ)

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

	Σ	**Λ**
α) Το $_{11}Na$ έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το $_{11}Na^{+}$.		
β) Τα στοιχεία μιας περιόδου έχουν την ίδια ατομική ακτίνα.		

Β. Ποιο 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 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 $_{19}K$.

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (14): ΙΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ (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: 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 Χ ανήκει στη 1η (ΙΙΑ)ομάδα και τη 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

α) Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του Χ.

β) Να περιγράψετε τον τρόπο που σχηματίζεται δεσμός μεταξύ του Χ και του $_{9}$F και να γράψετε το χημικό τύπο της ένωσης που προκύπτει.

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (15): ΙΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ (ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ)

Α. Δίνονται τα στοιχεία $_{11}$A και $_{17}$B.

α) Να κάνετε κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για τα στοιχεία 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: $_{9}$F και $_{19}$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 $_{19}$K είναι μέταλλο ή αμέταλλο; Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

……

……

……

……

……

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

α) Να τοποθετηθούν τα ηλεκτρόνια 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, **i.** ιοντικός ή **ii.** ομοιοπολικός;

……

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (16): ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ (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 (ιοντικό ή ομοιοπολικό) 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: $_{17}Cl$, $_1H$.

α) Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων του χλωρίου (Cl) 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 HCl. Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης αυτής.

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (17): ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ (ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ)

Δίνεται: φθόριο, $_9F$

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.

……

……

……

……

Δίνεται για το άτομο του αζώτου: $_7N$

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.

Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού στο μόριο του αζώτου, N_2.

……

……

……

……

Δίνονται: υδρογόνο, $_1H$, άζωτο, $_7N$.

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.

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (18): ΧΗΜΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ (ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ)

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

	Σ	**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 $_{9}$Y είναι μέταλλο.		
δ) Η ένωση μεταξύ του στοιχείου $_{17}$X και του στοιχείου $_{19}$Ψ είναι ιοντική.		
ε) Η ένωση μεταξύ $_{19}$K και $_{9}$F είναι ιοντική.		
στ) Το νάτριο ($_{11}$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 : $_{12}$X, $_{17}$Ψ, $_{8}$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).

i) Το στοιχείο Χ είναι μέταλλο.

ii) Μεταξύ των στοιχείων Χ και Ψ σχηματίζεται ομοιοπολικός δεσμός.

iii) Μεταξύ των στοιχείων Χ και Ζ σχηματίζεται ιοντικός δεσμός.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (19): ΗΛΕΚΤΡΑΡΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ, ΜΕΤΑΛΛΑ - ΑΜΕΤΑΛΛΑ

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

	Σ	**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 3 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.

……

Δ. Για τα στοιχεία: $_{12}$Mg και $_{8}$O.

α) Να κατανεμηθούν τα ηλεκτρόνιά τους σε στιβάδες.

β) Να βρεθεί σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν.

γ) Να χαρακτηριστούν ως μέταλλα ή αμέταλλα.

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (20): ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ (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 $_9F$ και να γράψετε τον χημικό τύπο της ένωσης. 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.

			ΣΤΙΒΑΔΕΣ			
	Α	**νετρόνια**	***Κ***	***L***	***M***	***N***
Χ		20				

β) Τι είδους δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ του Χ και του χλωρίου, $_9F$, ιοντικός ή ομοιοπολικός; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας περιγράφοντας τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού.

Γ. Δίνονται τα στοιχεία: $_{16}S$ και $_1H$.

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 κρυστάλλου στην περίπτωση του H_2S.

.....

.....

.....

.....

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (21): ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ (ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ)

Α. Για το άτομο του καλίου, Κ δίνεται ότι Ζ = 19 και Α = 39. Να μεταφέρετε στην κόλλα σας συμπληρωμένο τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο του καλίου:

Υποατομικά σωματίδια				Κατανομή στις στιβάδες			
	p	**n**	**e**	***K***	***L***	***M***	***N***
K							

Τι είδους δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ του Κ και του χλωρίου, Cl (Ζ = 17);

α) ιοντικός

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 βρεθεί ο ατομικός αριθμός του κάθε στοιχείου.

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

γ) Τα Χ και Ψ θα αναπτύξουν μεταξύ τους ιοντικό ή ομοιοπολικό δεσμό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (22): ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ (ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ)

Α. Δίνεται ο πίνακας:

Σύμβολο ατόμου	Ηλεκτρονιακή κατανομή	Ομάδα Π.Π.	Περίοδος Π.Π.
Χ	K(2) L(4)		
Ψ	K(2) L(8) M(7)		
Ζ	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 Χ και Ψ;

Β. Δίνονται τα στοιχεία: $_{12}$Mg και $_{9}$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.

……

……

……

Γ. Δίνεται ο πίνακας:

Σύμβολο ατόμου	Ηλεκτρονιακή δομή	Ομάδα Π.Π.	Περίοδος Π.Π.
Χ		17η (VIIA)	3η
Ψ		1η (IA)	3η
Ζ	K(2) L(7)		

α) Να συμπληρώσετε τον πίνακα.

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

γ) Να γράψετε το είδος του δεσμού (ομοιοπολικός ή ιοντικός) και πώς σχηματίζεται ο δεσμός που αναπτύσσεται μεταξύ $_{19}$K και Ζ.

……

……

……

Ενότητα 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 μάθημα 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:

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:

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:

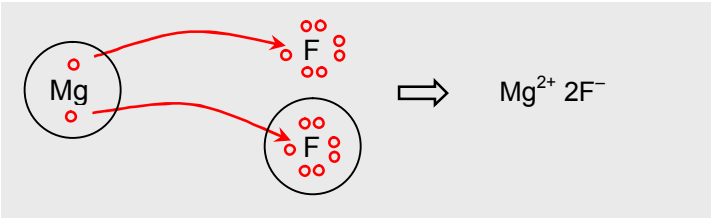
CN^- ιόν κυανίου ή κυανίδιο ιόν	**ClO_4^-** υπερχλωρικό ιόν
MnO_4^- υπερμαγγανικό ιόν	**ClO_3^-** χλωρικό ιόν
$Cr_2O_7^{2-}$ διχρωμικό ιόν	**ClO_2^-** χλωριώδες ιόν
SO_3^{2-} θειώδες ιόν	**ClO^-** υποχλωριώδες ιόν

Κάποια πολυατομικά ιόντα διαθέτουν και άτομο ή άτομα Η και στην ονομασία τους προτάσσεται το πρόθεμα όξινο:

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:

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

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 Η 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.

Οι συνηθέστεροι αριθμοί οξείδωσης των μετάλλων (που διαθέτουν μόνο θετικούς Α.Ο.) σε ενώσεις αναγράφονται στον πίνακα που ακολουθεί:

K, Na, Ag: +1	Fe: +2, +3
Ba, Ca, Mg, Zn: +2	Cu, Hg: +1, +2
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:

- Τα στοιχεία σε ελεύθερη κατάσταση (π.χ. F_2, O_2, Na κτλ.) έχουν Α.Ο. ίσο με το 0.
- Το F είναι το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο και στις ενώσεις του έχει πάντοτε Α.Ο ίσο με –1.
- Το Η 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.
- Το Ο 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 –Ο–Ο–), στο οποίο έχει Α.Ο. ίσο με –1, και την ένωση OF_2 (οξείδιο του φθορίου), στην οποία έχει +2.

- 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.

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.

Εφαρμογή 1

Να υπολογιστεί αλγεβρικά ο Α.Ο. του S στις ενώσεις: α) SO_2, β) H_2S, γ) H_2SO_4.

Το S παρουσιάζει πολλούς Α.Ο., ανάλογα με την ένωση ή το ιόν στο οποίο συμμετέχει.

α) Στην ένωση αυτή το Ο έχει Α.Ο. –2. Έστω x ο Α.Ο. του S. Σχηματίζουμε την εξίσωση: x + 2(–2) = 0, x – 4 = 0, x = +4.

β) Το Η έχει Α.Ο. +1 και το S έχει Α.Ο. έστω x: 2 + x = 0, x = –2.

γ) Το Η έχει Α.Ο. +1, το Ο έχει Α.Ο. –2 και το S έχει Α.Ο. έστω x: 2 + x + 4 (–2) = 0, x = +6.

Εφαρμογή 2

Να υπολογιστεί αλγεβρικά ο Α.Ο. του N, του Cr και του S στα ιόντα: α) NH_4^+, β) MnO_4^-, γ) $S_2O_3^{2-}$, αντίστοιχα.

α) NH_4^+: x + 4(+1) = +1 (φορτίο ιόντος), x = –3.

β) MnO_4^-: x + 4(-2) = –1 (φορτίο ιόντος), x = +7.

γ) $S_2O_3^{2-}$: 2x + 3(–2) = –2 (φορτίο ιόντος), 2x – 6 = –2, x = +4.

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 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 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-}.

α) Fe^{3+} S^{2-} → **Fe_2S_3**

β) Mg^{2+} O^{2-} → Mg_2O_2 (απλοποίηση 2 : 2 = 1) → **MgO**

γ) Ca^{2+} CO_3^{2-} → $Ca_2(CO_3)_2$ (απλοποίηση 2 : 2 = 1) → **$CaCO_3$**

δ) Ca^{2+} PO_4^{3-} → **$Ca_3(PO_4)_2$**

ε) Sn^{4+} S^{2-} → Sn_2S_4 (απλοποίηση 4 : 2 = 2) → **SnS_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 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 (φωσφορικό οξύ), H_2CO_3 (ανθρακικό οξύ) κτλ.

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).

Από τις βάσεις που δεν είναι υδροξείδιο μετάλλου η πιο κοινή είναι η NH_3 που ονομάζεται αμμωνία.

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 νάτριο), $MgSO_4$ (φωσφορικό 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 οξείδιο 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.

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 ως υδρίδιο του νατρίου.

Εφαρμογή 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 μίας ένωσης από κάθε στήλη.

	NO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	S^{2-}	OH^-	ClO^-	O^{2-}
Na^+							
Ca^{2+}							
Cu^{2+}							
Al^{3+}							
Fe^{3+}							
H^+							

	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

$NaNO_3$: νιτρικό νάτριο, $CaCl_2$: χλωριούχο ασβέστιο, $CuSO_4$: θειικός χαλκός (ΙΙ), Al_2S_3: θειούχο αργίλιο, $Fe(OH)_3$: υδροξείδιο του σιδήρου (ΙΙΙ), $HClO$: υποχλωριώδες οξύ, CuO: οξείδιο του χαλκού (ΙΙ).

Ερωτήσεις και ασκήσεις με απάντηση

1. Ο αριθμός οξείδωσης του θείου στο $Al_2(SO_4)_3$ είναι:

α) –2

β) +4

γ) +5

δ) +6

Απάντηση

Η σωστή επιλογή είναι η δ. Ο Α.Ο. του Al είναι +3 και του Ο είναι –2. Έτσι, αν x το Α.Ο. του S θα έχουμε: 2(+3) + 3x + 3.4.(–2) = 0, 6 + 3x – 24 = 0, x = 6.

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.

Απάντηση

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.

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 ……..…

Απάντηση

α) πραγματικό, φορτίο, ατόμου, ομοιοπολική, ένωση.

β) κατάσταση, μηδέν.

γ) αριθμών, οξείδωσης, ατόμων, μηδέν.

δ) αριθμών, οξείδωσης, ιόν, ιόντος.

4. Να γίνει η σωστή αντιστοίχηση των ενώσεων της 1ης στήλης με τις ονομασίες τους στη 2η στήλη.

Α.	**H_2SO_4**	**1.**	**οξείδιο του αργιλίου**
Β.	**$Ba(OH)_2$**	**2.**	**υδροχλώριο**
Γ.	**CO_2**	**3.**	**υδρογονούχο αργίλιο**
Δ.	**AlH_3**	**4.**	**θειικό οξύ**
Ε.	**Al_2O_3**	**5.**	**διοξείδιο του άνθρακα**
Ζ.	**Al_2S_3**	**6.**	**υδροξείδιο του βαρίου**
Η.	**HCl**	**7.**	**θειώδες αργίλιο**
Θ.	**$Al_2(SO_3)_3$**	**8.**	**θειούχο αργίλιο**

Απάντηση: Α-4, Β-6, Γ-5, Δ-3, Ε-1, Ζ-8, Η-2, Θ-7.

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

Απάντηση

α) Διαδοχικά: –3, +1, +2, +3, +5.

β) Διαδοχικά: –4, –2, 0, +2, +4.

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^-

Απάντηση

Καταστρώνοντας τις κατάλληλες αλγεβρικές εξισώσεις υπολογίζουμε: α) +4, β) +5, και γ) +4.

7. Δίνονται οι εξής χημικές ενώσεις: i. χλωριούχο μαγνήσιο, ii. υδροφθόριο, iii. νιτρικό νάτριο, iv. υδρόθειο, v. θειικό ασβέστιο, vi. οξείδιο 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;

Απάντηση
α) i. $MgCl_2$, ii. HF, iii. $NaNO_3$, iv. H_2S, v. $CaSO_4$, vi. K_2O.
β) i. Ιοντική (μέταλλο με αμέταλλο), ii. HF πολωμένη ομοιοπολική, iii. $NaNO_3$ ιοντική (άλας), iv. H_2S πολωμένη ομοιοπολική (αμέταλλα μεταξύ τους), v. $CaSO_4$ ιοντική (άλας), vi. K_2O ιοντική (μέταλλο με αμέταλλο).
γ) Οι (ομοιοπολικές) ενώσεις HF και H_2S.

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. θειϊκό αργίλιο, 9. θειϊκός σίδηρος (ΙΙ), 10. ανθρακικό αργίλιο, 11. οξείδιο του νατρίου, 12. βρωμιούχος ψευδάργυρος, 13. φωσφορικό μαγνήσιο, 14. υδρόθειο, 15. φθοριούχος μόλυβδος (ΙΙ), 16. αζωτούχο αργίλιο, 17. φωσφορικό αμμώνιο, 18. κυανιούχο κάλιο, 19. χλωρικό ασβέστιο, 20. αμμωνία.

Απάντηση
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. $Al_2(CO_3)_2$, 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.

9. Να γράψετε τις ονομασίες των παρακάτω ενώσεων:

1. K_2O	**6. Al_2S_3**	**11.$Ca(NO_3)_2$**	**16. $FePO_4$**
2. $Ba(OH)_2$	**7. $Zn(NO_3)_2$**	**12. $CaCO_3$**	**17. KNO_3**
3. NaI	**8. $FeBr_3$**	**13. NO_2**	**18. H_2S**
4. $CaCl_2$	**9. NH_3**	**14. CuOH**	**19. H_3PO_4**
5. $HClO_3$	**10. MgO**	**15. $(NH_4)_2SO_4$**	**20. HCN**

Απάντηση
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 (ΙΙΙ), 9. αμμωνία, 10. οξείδιο του μαγνησίου, 11. νιτρικό ασβέστιο, 12. ανθρακικό ασβέστιο, 13. διοξείδιο του αζώτου, 14 υδροξείδιο του χαλκού (Ι), 15. θειικό αμμώνιο, 16. φωσφορικός σίδηρος (ΙΙΙ), 17. νιτρικό κάλιο, 18. υδρόθειο, 19. φωσφορικό οξύ, 20. υδροκυάνιο.

Ερωτήσεις και ασκήσεις αξιολόγησης διαφόρων μορφών

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 Το 13° 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. Πως 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 <u>δεν</u> 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, το ιόν 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-}, β. του Mg^{2+} και του NO_3^- καθώς και γ. του H^+ με το NO_3^-.

δ) Να γραφούν οι ονομασίες των παραπάνω ενώσεων.

5.10 Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

	BrO_3^-	CO_3^{2-}	HSO_4^-	SO_4^{2-}	OH^-	I^-	O^{2-}
K^+							
Ba^{2+}							
Cu^+							
Fe^{2+}							
Al^{3+}							
H^+							

α) Να συμπληρώσετε τον πίνακα γράφοντας σε κάθε κενό τον αντίστοιχο μοριακό τύπο.

β) Να αριθμήσετε και να ονομάσετε τις 42 ενώσεις του πίνακα.

5.11 Να γράψετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων: θειούχο αμμώνιο, θειικό αμμώνιο, νιτρικό αμμώνιο, φωσφορικό αμμώνιο.

5.12 Να γράψετε τους μοριακούς τύπους των παρακάτω ενώσεων: οξείδιο του μολύβδου (II), οξείδιο του χρωμίου (VI), υδροξείδιο του νικελίου (II), χλωριούχο μαγνήσιο, υποχλωριώδες ασβέστιο, οξείδιο του κασσιτέρου (IV), ανθρακικός μόλυβδος (II), πεντοξείδιο του φωσφόρου, νιτρικός ψευδάργυρος, διχρωμικό κάλιο, υπερμαγγανικό κάλιο, κυανιούχο μαγνήσιο, θειώδες ασβέστιο.

5.13 Δίνονται οι εξής χημικές ουσίες: I_2, NaF, HCl και $CaCl_2$.
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/ες με ψηλά σημεία τήξης.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (23): ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ [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

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

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^-.

……

……

……

……

……

ΣΤ. Να γράψετε τους υπολογισμούς σας για τον προσδιορισμό του αριθμού οξείδωσης του άνθρακα στις ενώσεις: CO, H_2CO_3.

……

……

……

……

Ζ. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του Cr στο ιόν $Cr_2O_7^{2-}$ και του N στο ιόν NH_4^+.

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (24): ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ [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

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (25): ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ [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.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (26): ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να συμπληρώσετε τα κενά κάθε στήλης με το χημικό τύπο της ένωσης που αντιστοιχεί.

Ονομασία	Χημικός τύπος
Χλωριούχο ασβέστιο	
Υδροξείδιο του σιδήρου (ΙΙ)	
Διοξείδιο του άνθρακα	

Β. Να συμπληρώσετε τα κενά κάθε στήλης με την ονομασία της ένωσης που αντιστοιχεί σε κάθε στήλη.

Ονομασία	Χημικός τύπος
$Mg(OH)_2$	
Na_2S	
K_2SO_4	
CO_2	
HBr	
NH_4Cl	
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): ……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (27): ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Να συμπληρώσετε τα κενά κάθε στήλης με το χημικό τύπο της ένωσης που αντιστοιχεί.

Χημικός τύπος	Ονομασία
	Υδροξείδιο του νατρίου
	Χλωριούχος χαλκός (ΙΙ)
	Υδρόθειο
	Οξείδιο του ασβεστίου
	Χλωριούχο κάλιο
	Υδροξείδιο του χαλκού (ΙΙ)
	Διοξείδιο του άνθρακα
	Υδροξείδιο του καλίου
	Χλωριούχος σίδηρος (ΙΙ)
	υδροβρώμιο
	Μονοξείδιο του άνθρακα
	Υδροξείδιο του μαγνησίου
	Ανθρακικό ασβέστιο
	Διοξείδιο του θείου
	υδροϊώδιο
	Φωσφορικό οξύ
	Βρωμιούχο μαγνήσιο

Β. Να συμπληρώσετε τα κενά στον πίνακα που ακολουθεί.

Χημικός τύπος	Ονομασία
KOH	
Na_2SO_4	
$CaCl_2$	
CO	
HNO_3	
NH_4Br	
$Mg(NO_3)_2$	

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (28): ΟΝΟΜΑΤΟΛΟΓΙΑ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να γράψετε τον αριθμό και δίπλα το χημικό τύπο και το όνομα κάθε χημικής ένωσης που μπορεί να σχηματιστεί, συνδυάζοντας τα δεδομένα των πινάκων που ακολουθούν.

	Cl^-	S^{2-}	NO_3^-
Zn^{2+}	(1)	(2)	(3)

(1): …….

(2): …….

(3): …….

	Br^-	PO_4^{3-}	NO_3^-
Fe^{3+}	(1)	(2)	(3)

(1): …….

(2): …….

(3): …….

	Br^-	CO_3^{2-}	OH^-
Li^+	(1)	(2)	(3)

(1): …….

(2): …….

(3): …….

	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-
Cu^{2+}	(1)	(2)	(3)

(1): …….

(2): …….

(3): …….

	I^-	SO_4^{2-}	OH^-
Ca^{2+}	(1)	(2)	(3)

(1): …….

(2): …….

(3): …….

	Cl^-	PO_4^{3-}	OH^-
Mg^{2+}	(1)	(2)	(3)

(1): …….

(2): …….

(3): …….

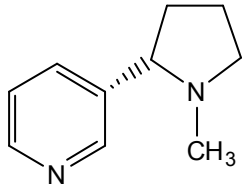
	Cl^-	CO_3^{2-}	OH^-
Al^{3+}	(1)	(2)	(3)

(1): …….

(2): …….

(3): …….

Κριτήριο αξιολόγησης: Ενότητες 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. Τι 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.

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).

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 (Ζ)».

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 $2^η$ περίοδο και στην IVA ($14^η$) ομάδα.

β) Στην $3^η$ περίοδο και στην VIIA ($17^η$) 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) $Cr_2O_7^{2-}$, 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 Χ και Ψ;

β) Σε ποιες ομάδες και σε ποιες περιόδους ανήκουν τα στοιχεία Χ 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 πρώ-
της 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, στ) NH_3.
Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί, K:19, S:16, Mg:12, F:9, Al:13, O:8, Mg:12, N:7, C:6.

Ενότητα 6: Χημικές αντιδράσεις

6.1 Χημικές αντιδράσεις – Χημικές εξισώσεις

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 (→) 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: $\mathbf{2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O}$. 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: $H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$. 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 συντελεστές σε μία χημική εξίσωση που να είναι <u>οι μικρότεροι δυνατοί ακέραιοι αριθμοί</u>.

Σε περιπτώσεις που παίζει ρόλο και η φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και των προϊόντων της αντίδρασης η χημική εξίσωση γράφεται ως εξής:

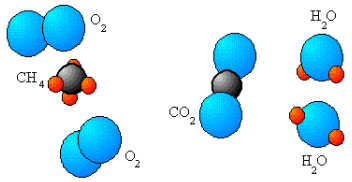
$$\mathbf{2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(\ell)}.$$

s: solid (στερεό σώμα)
ℓ: liquid (υγρό σώμα)
g: gas (αέριο σώμα)
aq: aqueous (υδατικό διάλυμα)

Εφαρμογή 1

Να γίνει ισοστάθμιση μάζας (με την εισαγωγή των κατάλληλων συντελεστών) στη χημική εξίσωση που ακολουθεί (καύση του μεθανίου, CH_4):

$$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$



Αναπαράσταση της καύσης του CH_4 με τη χρήση μοντέλων.

Αρχίζουμε με τα άτομα Η 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 Ο στο 2° μέλος της εξίσωση γίνονται 4, οπότε με εισαγωγή συντελεστή 2 μπροστά από το O_2 επιτυγχάνεται πλήρης ισοστάθμιση μάζας:

$$\mathbf{CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O}$$

Εφαρμογή 2

Να γίνει ισοστάθμιση μάζας (με την εισαγωγή των κατάλληλων συντελεστών) στην εξίσωση που ακολουθεί: $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$.

Αρχίζουμε με την ισοστάθμιση μάζας ως προς Ο, 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 Η:

$$\mathbf{MnO_2 + 4HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O}$$

Εφαρμογή 3

Να γίνει ισοστάθμιση μάζας (με την εισαγωγή των κατάλληλων συντελεστών) στη χημική εξίσωση που ακολουθεί: $Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$.

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 Ρ:

$$3Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$$

Μετρώντας το άτομα Η στο 1° μέλος της εξίσωσης (6 + 6 = 12) καταλαβαίνουμε ότι πρέπει να εισάγουμε συντελεστή 6 στο νερό, ώστε να γίνει ισοστάθμιση μάζας και ως προς το Η:

$$\mathbf{3Ca(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O}$$

Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ισοστάθμιση μάζας και ως προς το Ο (14 άτομα Ο και στα δύο μέλη).

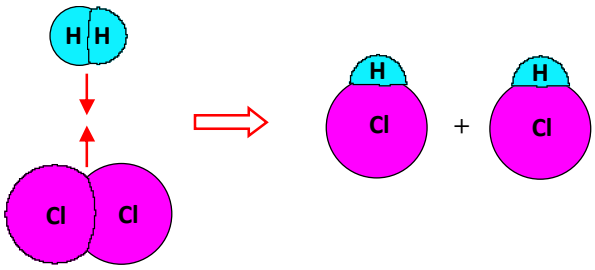
6.2 Χαρακτηριστικά των χημικών αντιδράσεων

Θεωρία των συγκρούσεων. Για να αντιδράσουν δύο μόρια πρέπει να συγκρουστούν μεταξύ τους, ώστε να «σπάσουν» οι παλιοί δεσμοί και να δημιουρ-

γηθούν 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 ($H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$). Ποιος θα ήταν ο σωστός προσανατολισμός για τη σύγκρουση των μορίων H_2 και Cl_2;

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 1s. Στην πραγματικότητα όμως η αντίδραση σε θερμοκρασία δωματίου (25°C) η αντίδραση είναι πολύ αργή καθώς μόνο μία σε κάθε 10^{13} συγκρούσεις οδηγεί στο προϊόν.



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.

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.

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, $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$, «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 δε-

σμών 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:
$Fe_2O_3 + 2Al \rightarrow 2Fe + Al_2O_3$

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:

$$\overset{0}{Zn}(s) + 2\overset{+1}{H}Cl(aq) \rightarrow \overset{+2}{Zn}Cl_2(aq) + \overset{0}{H_2}(g)$$

Επίδειξη της αντίδρασης:
$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2(g)$.
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.

Η αντίδραση σύνθεσης του CaO(s) από Ca(s) και $O_2(g)$ της ατμόσφαιρας.

α) Αντιδράσεις σύνθεσης. Πρόκειται για οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις στις οποίες μία χημική ένωση προκύπτει <u>μόνο</u> από τα συστατικά της στοιχεία. Για παράδειγμα η αντίδραση σύνθεσης της αμμωνίας, NH_3, παριστάνεται από την εξίσωση: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$.

Παραδείγματα

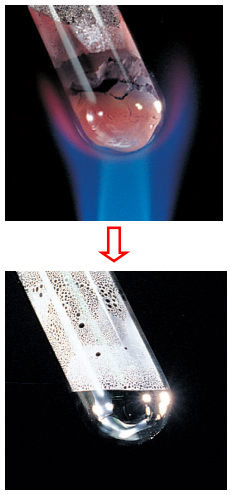
α. $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ β. $C + O_2 \rightarrow CO_2$

γ. $2Al + 3S \rightarrow Al_2S_3$ δ. $2Al + 3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$

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: $HgO(s) \rightarrow Hg(\ell) + O_2(g)$. Επίσης, με θέρμανση του H_2O_2 (υπεροξείδιο του υδρογόνου) προκύπτει η εξής διάσπαση:

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

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: $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$.



Με θέρμανση το οξείδιο του υδραργύρου (ΙΙ), HgO διασπάται παράγοντας Hg(l) και O_2.

Παραδείγματα

α. $2CuO \rightarrow 2Cu + O_2$ β. $2AgBr \rightarrow 2Ag + Br_2$

γ. $PCl_5 \rightarrow PCl_3 + Cl_2$ δ. $2H_3PO_4 \rightarrow P_2O_5 + 3H_2O$

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. Τρείς από τις πιο σημαντικές κατηγορίες αντιδράσεων απλής αντικατάστασης είναι και οι εξής:

Επίδραση πυκνού διαλύματος HNO_3 σε Cu. Παρατηρείται η έκλυση NO_2 (καφέ αέριο). Η αντίδραση αυτή δεν είναι απλής αντικατάστασης, αλλά πολύπλοκης μορφής οξειδοαναγωγική αντίδραση. Γενικά, τα πυκνά διαλύματα H_2SO_4 δίνουν με μέταλλα πολύπλοκες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις (και όχι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης). Το ίδιο ισχύει και για τα διαλύματα πυκνού και αραιού HNO_3.

1. Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης κατά τις οποίες ένα μέταλλο αντικαθιστά ένα άλλο μέταλλο (ή και υδρογόνο) από μία ένωση, σύμφωνα με τη γενική εξίσωση: Α + ΒΓ → ΑΓ + Β. Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι αντιδράσεις της γενικής μορφής:

Παραδείγματα

α) Μέταλλο + άλας → άλας + μέταλλο $Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$ (1)

β) Μέταλλο + οξύ → άλας + H_2 $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$ (2)

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, 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 το $ZnSO_4$ 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).

Το Ni αντιδρά με διάλυμα HBr ελευθερώνοντας αέριο H_2.

Παραδείγματα

α. $Ni + 2HBr \rightarrow NiBr_2 + H_2$

β. $3Na + AlCl_3 \rightarrow 3NaCl + Al$

γ. $6K + 2H_3PO_4 \rightarrow 2K_3PO_4 + 3H_2$

δ. $Al + Fe_2O_3 \rightarrow Fe + Al_2O_3$

ε. $Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$

ζ. $Cu + 2AgNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2Ag$

η. $Ag + HCl \rightarrow$ δεν γίνεται (βλ. σειρά δραστικότητας μετάλλων)

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 <u>αμέταλλο στοιχείο αντικαθιστά ένα άλλο αμέταλλο λιγότερο δραστικό</u>. 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

α. $Cl_2 + KBr \rightarrow KCl + Br_2$

β. $Cu_2S + O_2 \rightarrow 2CuO + S$

γ. $I_2 + KF \rightarrow$ 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

α. $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$

β. $2K + 2H_2O \rightarrow 2KOH + H_2$

γ. $Ba + 2H_2O \rightarrow Ba(OH)_2 + H_2$

δ. $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$

Το κάλιο αντιδρά βίαια με το H_2O με ανάφλεξη ελευθερώνοντας αέριο H_2.

Τα λιγότερο δραστικά από το υδρογόνο με υδρατμούς σε υψηλή θερμοκρασία και παράγουν οξείδιο του μετάλλου και H_2.

Παραδείγματα

α. $Mg + H_2O \rightarrow MgO + H_2$

β. $2Al + 3H_2O \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2$

Μη δραστικά μέταλλα, όπως ο Cu, ο Ag, ο Au κτλ. δεν αντιδρούν με το H_2O:
$Cu + H_2O \rightarrow$ δεν αντιδρά

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 α) σε **αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης** και β) σε **αντιδράσεις εξουδετέρωσης**.

Οι αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης είναι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων μεταξύ ενός άλατος και ενός άλλου άλατος ή βάσης ή οξέος, και είναι τριών τύπων:

α) άλας (1) + άλας (2) → άλας (3) + άλας (4)

β) άλας (1) + οξύ (1) → άλας (2) + οξύ (2)

γ) άλας (1) + βάση (1) → άλας (2) + βάση (2)

Οι αντιδράσεις της μορφής αυτής δεν γίνονται πάντα, καθώς για να γίνουν πρέπει ένα από τα προϊόντα της αντίδρασης:

α) να είναι δυσδιάλυτη ένωση και επομένως να καταβυθίζεται ως ίζημα ή

β) να εκλύεται ως αέριο

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

Για τον εντοπισμό των δυσδιάλυτων ουσιών (ιζημάτων) σε αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης δίνονται οι παρακάτω κανόνες:

α) Τα άλατα με Na^+, K^+ ή NH_4^+ **δεν** καταβυθίζονται ως ιζήματα.

β) Τα νιτρικά άλατα είναι ευδιάλυτες ενώσεις και **δεν** καταβυθίζονται ως ιζήματα.

γ) Τα άλατα AgCl, AgBr, AgI και τα αντίστοιχα άλατα του Pb(II) είναι **ιζήματα**.

δ) Από τα θειικά άλατα **ιζήματα** είναι τα: $BaSO_4$, $CaSO_4$, $PbSO_4$.

ε) Όλα τα ανθρακικά και τα φωσφορικά άλατα είναι **ιζήματα**, εκτός από αυτά της κατηγορίας α.

στ) Όλα τα θειούχα άλατα είναι **ιζήματα**, εκτός από αυτά της κατηγορίας α.

ζ) Όλα τα υδροξείδια των μετάλλων είναι **ιζήματα**, εκτός από τα: KOH, NaOH, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$.

Παραδείγματα

α. $AlCl_3 + 3AgNO_3 \rightarrow 3AgCl\downarrow + Al(NO_3)_3$

β. $Ba(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + 2NaNO_3$

γ. $Pb(NO_3)_2 + KI \rightarrow PbI_2 \downarrow + KNO_3$

δ. $KCl + NaNO_3 \rightarrow$ δεν γίνεται (δεν συνεπάγεται σχηματισμό αερίου ή ιζήματος), καθώς ούτε το KNO_3 ούτε το NaCl είναι ιζήματα.

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), $Pb(NO_3)_2$.

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.

Παραδείγματα

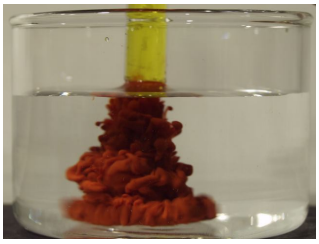
α. $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2 \uparrow + H_2O$

β. $K_2SO_3 + 2HBr \rightarrow 2KBr + SO_2 \uparrow + H_2O$

γ. $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + 2NH_3 \uparrow + 2H_2O$

δ. $(NH_4)_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2NH_3 \uparrow + 2H_2O$

ε. $NaHCO_3 + HI \rightarrow NaI + CO_2 \uparrow + H_2O$



Η φωτογραφία παριστάνει το σχηματισμό ιζήματος χρωμικού αργύρου, Ag_2CrO_4, που προκύπτει όταν σε διάλυμα K_2CrO_4 προσθέσουμε διάλυμα $AgNO_3$.

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, $\mathbf{H^+ + OH^- \rightarrow H_2O}$, 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:

ΟΞΥ + ΒΑΣΗ → ΑΛΑΣ + 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.:
$HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$
$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$
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):
$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$
$Ca(OH)_2 \rightarrow Na^+ + 2OH^-$
Τέλος, τα άλατα βρίσκονται και αυτά με τη μορφή κατιόντων (μετάλλου ή NH_4^+) και ανιόντων (μονοατομικών ή πολυατομικών):
$NaNO_3 \rightarrow Na^+ + NO_3^-$
$CaCl_2 \rightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$
Οι παραπάνω χημικές ενώσεις καλούνται **ηλεκτρολύτες** γιατί τα υδατικά τους διαλύματα έχουν την ικανότητα να άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα, λόγω των ιόντων τους.

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:

$$\mathbf{Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O}$$

Παραδείγματα

$HCl + KOH \rightarrow KCl + H_2O$

$Ca(OH)_2 + 2HBr \rightarrow CaBr_2 + 2H_2O$

$Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + 2H_2O$ $3Fe(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Fe_3(PO_4)_2 + 6H_2O$

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):

$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$ $3NH_3 + H_3PO_4 \rightarrow (NH_4)_3PO_4$

Όξινα οξείδια. Τα οξείδια των αμετάλλων στοιχείων έχουν όξινη συμπεριφορά, καθώς με την επίδραση νερού παράγουν το αντίστοιχο οξύ, π.χ.:

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$

$SO_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_3$ $N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$

$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$

Τα οξείδια αυτά λέγονται και ανυδρίτες οξέων και αντιδρούν με βάσεις παράγοντας το άλας που θα έδινε και το αντίστοιχο οξύ:

$SO_3 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$ $P_2O_5 + 6NaOH \rightarrow 2Na_3PO_4 + 3H_2O$

$CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

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.:

$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ $Na_2O + H_2O \rightarrow 2NaOH$

$Fe_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3$

Τα οξείδια αυτά λέγονται και ανυδρίτες βάσεων και αντιδρούν με οξέα παράγοντας το άλας που θα έδινε και η αντίστοιχη βάση:

$CaO + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O$ $Na_2O + 2H_3PO_4 \rightarrow 2Na_3PO_4 + 3H_2O$

Αντίδραση εξουδετέρωσης δίνει και ένα όξινο με ένα βασικό οξείδιο (δεν προκύπτει νερό):

$CaO + SO_3 \rightarrow CaSO_4 + H_2O$ $P_2O_5 + 3Na_2O \rightarrow 2Na_3PO_4$

Εφαρμογή

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 (ΙΙΙ)

6. πεντοξείδιο του αζώτου + οξείδιο του ασβεστίου

	Παρατηρήσεις
1. $P_2O_5 + 6KOH \rightarrow 2K_3PO_4 + 3H_2O$	Το P_2O_5 είναι ανυδρίτης του H_3PO_4
2. $3SO_3 + 2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$	Το SO_3 είναι ανυδρίτης του H_2SO_4
3. $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$	Το CO_2 είναι ανυδρίτης του H_2CO_3
4. $H_2SO_4 + K_2O \rightarrow K_2SO_4 + H_2O$	Το K_2O είναι ανυδρίτης του KOH

5. $6HNO_3 + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$ Το Fe_2O_3 είναι ανυδρίτης του $Fe(OH)_3$

6. $N_2O_5 + CaO \rightarrow Ca(NO_3)_2$ Το N_2O_5 είναι ανυδρίτης του HNO_3 και το CaO είναι ανυδρίτης του $Ca(OH)_2$

Ερωτήσεις και ασκήσεις με απάντηση

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_2 και O_2 παρουσία του ενζύμου καταλάση.

γ. Το ψυγείο ενός αυτοκινήτου σκουριάζει πιο εύκολα από ότι μία ηλεκτρική συσκευή.

Απάντηση

α. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες οι ταχύτητες των αντιδράσεων που οδηγούν τελικά στην αποσύνθεση (σάπισμα) του μήλου 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 α-ντιδράσεων είναι μεγαλύτερη.

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.

Απάντηση

Σωστή είναι η επιλογή γ. Πρόκειται για αντίδραση διπλής αντικατάστασης με σχηματισμό ιζήματος (AgI): $HI + AgNO_3 \rightarrow AgI \downarrow + HNO_3$.

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.

στ. Για να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης θα πρέπει να παράγεται οπωσδήποτε αέρια ένωση.

ζ. Τα βασικά οξείδια αντιδρούν με βάσεις ενώ τα όξινα οξείδια αντιδρούν με οξέα.

Απάντηση

Σωστές είναι οι προτάσεις β και γ. Τα άλατα μπορεί να περιέχει 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 στ είναι Λ, ενώ τα βασικά οξείδια αντιδρούν με οξέα και τα όξινα με βάσεις (η ζ είναι Λ).

4. Ποιες από τις αντιδράσεις που ακολουθούν είναι οξειδοαναγωγικές;

α. $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

β. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

γ. $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$

δ. $Cu(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O$

Απάντηση

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.

5. Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις που ακολουθούν:

α. $Na_2CO_3 + HCl \rightarrow A + CO_2 + B$

β. $CaS + Γ \rightarrow H_2S + CaCl_2$

γ. $KOH + Δ$ (οξύ) $\rightarrow K_2SO_4 + H_2O$

δ. $Na + H_2O \rightarrow E + Z$

Απάντηση

α. $Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$

β. $CaS + 2HCl \rightarrow H_2S + CaCl_2$

γ. $2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$

δ. $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$

6. Σκόνη Mg κατεργάζεται με αραιό υδατικό διάλυμα HCl. Να γράψετε τη σχετική χημική εξίσωση και να δικαιολογήσετε γιατί γίνεται.

Απάντηση

$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$. Πρόκειται για αντίδραση απλής αντικατάστασης που γίνεται γιατί το Mg είναι πιο δραστικό από το υδρογόνο.

7. Να γράψετε τις εξισώσεις των χημικών αντιδράσεων από τις οποίες προκύπτουν τα άλατα, α. $CaCl_2$, β. K_3PO_4, γ. $Fe(NO_3)_3$ και δ. $Mg_3(PO_4)_2$ από την εξουδετέρωση του κατάλληλου οξέος με την κατάλληλη βάση.

Απάντηση

α. $Ca(OH)_2 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$

β. $3KOH + H_3PO_4 \rightarrow K_3PO_4 + 3H_2O$

γ. $Fe(OH)_3 + 3HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$

δ. $3Mg(OH)_2 + 2H_3PO_4 \rightarrow Mg_3(PO_4)_2 + 6H_2O$

8. Να συμπληρωθούν οι παρακάτω αντιδράσεις σύνθεσης και αποσύνθεσης:

α. $Na + Cl_2 \rightarrow$

β. $Al + Br_2 \rightarrow$

γ. $C + O_2 \rightarrow$

δ. $N_2 + H_2 \rightarrow$

ε. $H_2 + I_2 \rightarrow$

στ. $HgO \rightarrow$

ζ. $HCl \rightarrow$

η. $H_2O_2 \rightarrow$

Απάντηση

α. $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

β. $2Al + 3Br_2 \rightarrow 2AlBr_3$

γ. $C + O_2 \rightarrow CO_2$

δ. $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

ε. $H_2 + I_2 \rightarrow 2HI$

στ. $2HgO \rightarrow 2Hg + O_2$

ζ. $2HCl \rightarrow H_2 + Cl_2$

η. $H_2O_2 \rightarrow H_2 + O_2$

9. Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις απλής αντικατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν:

α. $Na + HCl \rightarrow$

η. $Ag + HCl \rightarrow$

β. $Ba + HI \rightarrow$

θ. $Al + HCl \rightarrow$

γ. $Al + FeBr_2 \rightarrow$

ι. $Ca + AgNO_3 \rightarrow$

δ. $Fe + K_3PO_4 \rightarrow$

κ. $Br_2 + KI \rightarrow$

ε. $Cl_2 + AlI_3 \rightarrow$

λ. $S + KCl \rightarrow$

στ. $Zn + H_2O \rightarrow$

μ. $Mg + H_2O \rightarrow$

ζ. $Ca + H_2O \rightarrow$

ν. $Ba + H_2O \rightarrow$

Απάντηση

α. $2Na + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2$

η. $Ag + HCl \rightarrow$ δεν γίνεται

β. $Ba + 2HI \rightarrow BaI_2 + H_2$

θ. $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

γ. $2Al + 3FeBr_2 \rightarrow 2AlBr_3 + 3Fe$

ι. $Ca + 2AgNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2Ag$

δ. $Fe + K_3PO_4 \rightarrow$ δεν πραγματοποιείται

κ. $Br_2 + 2KI \rightarrow 2KBr + I_2$

ε. $3Cl_2 + 2AlI_3 \rightarrow 2AlCl_3 + 3I_2$

λ. $S + KCl \rightarrow$ δεν πραγματοποιείται

στ. $Zn + H_2O \rightarrow ZnO + H_2$

μ. $Mg + H_2O \rightarrow MgO + H_2$

ζ. $Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2$

ν. $Ba + 2H_2O \rightarrow Ba(OH)_2 + H_2$

10. Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν:

α. $AgNO_3 + BaCl_2 \rightarrow$

β. $NaNO_3 + KCl \rightarrow$

γ. $H_2SO_4 + AlBr_3 \rightarrow$

δ. $ZnCl_2 + NaOH \rightarrow$

ε. $Pb(NO_3)_2 + Na_2S \rightarrow$

στ. $HNO_3 + ZnCl_2 \rightarrow$

η. $Fe(NO_3)_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow$

θ. $KNO_3 + CaBr_2 \rightarrow$

ι. $NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow$

κ. $CaSO_3 + HCl \rightarrow$

λ. $Na_2CO_3 + H_3PO_4 \rightarrow$

μ. $FeBr_3 + Ba(OH)_2 \rightarrow$

Απάντηση

α. $2AgNO_3 + BaCl_2 \rightarrow 2AgCl \downarrow + Ba(NO_3)_2$

β. $NaNO_3 + KCl \rightarrow$ δεν πραγματοποιείται

γ. $3H_2SO_4 + 2AlBr_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 6HBr \uparrow$

δ. $ZnCl_2 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2 \downarrow + 2NaCl$

ε. $Pb(NO_3)_2 + Na_2S \rightarrow PbS \downarrow + 2NaNO_3$

στ. $2HNO_3 + ZnCl_2 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2HCl \uparrow$

η. $2Fe(NO_3)_3 + 3Ca(OH)_2 \rightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow + 3Ca(NO_3)_2$

θ. $KNO_3 + CaBr_2 \rightarrow$ δεν πραγματοποιείται

ι. $2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NH_3 \uparrow + 2H_2O + CaCl_2$

κ. $CaSO_3 + HCl \rightarrow CaCl_2 + SO_2 \uparrow + H_2O$

λ. $3Na_2CO_3 + 2H_3PO_4 \rightarrow 2Na_3PO_4 + 3CO_2 \uparrow + 3H_2O$

μ. $2FeBr_3 + 3Ba(OH)_2 \rightarrow 2Fe(OH)_3 \downarrow + 3BaBr_2$

11. Σε καθένα από τα δοχεία Α, Β και Γ περιέχονται διαλύματα H_2SO_4, HCl και NaCl, 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.

Απάντηση

Στο δοχείο Α που εκλύεται αέριο χωρίς να προκύπτει ίζημα περιέχεται διάλυμα HCl: $Ba + 2HCl \rightarrow BaCl_2 + H_2 \uparrow$. Στο δοχείο Γ που προκύπτει και ίζημα περιέχεται H_2SO_4: $Ba + H_2SO_4 \rightarrow BaSO_4 \downarrow + H_2 \uparrow$. Τέλος, στο δοχείο Β δεν παρατηρούμε καμία αλλαγή, καθώς το NaCl δεν αντιδρά με το Ba (το Na είναι πιο δραστικό από το Ba και δεν γίνεται απλή αντικατάσταση).

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:

1. θειικού σιδήρου (ΙΙ), $FeSO_4$

2. χλωριούχου καλίου, KCl

3. θειικού μαγνησίου, $MgSO_4$

4. νιτρικού ψευδαργύρου, $Zn(NO_3)_2$

5. υδροχλωρικού οξέος, HCl

Σε τι είδους δοχείο πρέπει να αποθηκευτεί το κάθε διάλυμα; Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

Απάντηση

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 και ασκήσεις αξιολόγησης διαφόρων μορφών

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.

στ. Για να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης θα πρέπει να παράγεται οπωσδήποτε ίζημα.

ζ. 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. $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$

β. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

γ. $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

δ. $Ca(OH)_2 + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$

6.5 Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις που ακολουθούν με τα σώματα που συμβολίζονται με γράμματα (A-Z) και τους κατάλληλους συντελεστές:

α. $Na_2CO_3 + HCl \rightarrow A + NH_3 + B$

β. $NH_4Br + Γ \rightarrow KBr + NH_3 + H_2O$

γ. $KOH + Δ$ (οξύ) $\rightarrow K_2SO_4 + H_2O$

δ. $Ca + H_2O \rightarrow E + Z$

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 γράψετε τις εξισώσεις των χημικών αντιδράσεων από τις οποίες προκύπτουν τα άλατα, α. $AlBr_3$, β. K_2SO_4, γ. $Fe(NO_3)_3$ και δ. $Ca_3(PO_4)_2$ από την εξουδετέρωση του κατάλληλου οξέος με την κατάλληλη βάση.

6.8 Να συμπληρωθούν οι παρακάτω αντιδράσεις σύνθεσης και αποσύνθεσης:

α. $K + Cl_2 \rightarrow$

β. $Al + Br_2 \rightarrow$

γ. $Mg + O_2 \rightarrow$

δ. $CH_4 \rightarrow$

ε. $H_2 + Cl_2 \rightarrow$

στ. $Al_2O_3 \rightarrow$

ζ. $NH_3 \rightarrow$

η. $H_2O_2 \rightarrow$

6.9 Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις απλής αντικατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν:

α. $Ca + HBr \rightarrow$

η. $Cu + HCl \rightarrow$

β. $Cl_2 + KI \rightarrow$

θ. $Ba + HCl \rightarrow$

γ. $Al + FeBr_2 \rightarrow$

ι. $Fe + AgNO_3 \rightarrow$

δ. $Fe + HCl \rightarrow$

κ. $Br_2 + KCl \rightarrow$

ε. $Ca + H_2O \rightarrow$

λ. $S + KF \rightarrow$

στ. $Na + H_2O \rightarrow$

μ. $Mg + H_2O \rightarrow$

ζ. $Zn + CuSO_4 \rightarrow$

ν. $Ba + H_2O \rightarrow$

6.10 Να συμπληρώσετε τις παρακάτω αντιδράσεις εξουδετέρωσης:

α. $NaOH + H_2SO_4 \rightarrow$

β. $Zn(OH)_2 + HNO_3 \rightarrow$

γ. $Ca(OH)_2 + H_2CO_3 \rightarrow$

δ. $KOH + H_3PO_4 \rightarrow$

ε. $Fe(OH)_3 + H_3PO_4 \rightarrow$

στ. $Al(OH)_3 + H_2SO_4 \rightarrow$

ζ. $Mg(OH)_2 + H_3PO_4 \rightarrow$

θ. $Zn(OH)_2 + HClO_4 \rightarrow$

ι. $NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow$

6.11 Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν:

α. $AgNO_3 + FeCl_2 \rightarrow$

η. $Pb(NO_3)_2 + HI \rightarrow$

β. $KNO_3 + NaCl \rightarrow$

θ. $FeCl_2 + H_2S \rightarrow$

γ. $Ag_2S + CuCl_2 \rightarrow$

ι. $Ca(NO_3)_2 + Na_2SO_4 \rightarrow$

δ. $ZnCl_2 + KOH \rightarrow$

κ. $K_2SO_3 + HBr \rightarrow$

ε. $Zn(NO_3)_2 + Na_2S \rightarrow$

λ. $K_2CO_3 + H_3PO_4 \rightarrow$

στ. $HNO_3 + ZnCl_2 \rightarrow$ μ. $CaCO_3 + HCl \rightarrow$

6.12 α) Να συμπληρώσετε με τις ενώσεις που λείπουν και τους κατάλληλους συντελεστές τις αντιδράσεις που ακολουθούν:

α. $NH_3 \rightarrow$ ..... + ...

β. Na + ... $\rightarrow$ NaOH + H_2

γ. Ba $(OH)_2$ + (οξύ) $\rightarrow$ $Ba_3(PO_4)_2 + H_2O$

δ. ..... + $NH_4Cl \rightarrow CaCl_2$ + ... + 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 δραστικότητας τους δίνοντας και τις αναγκαίες εξηγήσεις.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (29): ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων απλής αντικατάστασης που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται.

1. $Cl_2(g) + KI(aq) \rightarrow$
2. $Cl_2(g) + KBr(aq) \rightarrow$
3. $Mg(s) + HCl(aq) \rightarrow$
4. $Mg(s) + Cu(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
5. $Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow$
6. $Zn(s) + HCl(aq) \rightarrow$
7. $Zn(s) + CuCl_2(aq) \rightarrow$
8. $F_2(g) + KBr(aq) \rightarrow$
9. $I_2(s) + H_2S(aq) \rightarrow$
10. $HI(aq) + Al(s) \rightarrow$
11. $Al(s) + Fe(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
12. $Cl_2(g) + FeBr_2(aq) \rightarrow$
13. $Cl_2(g) + NaI(aq) \rightarrow$

K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, 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

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (30): ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις των παρακάτω αντιδράσεων απλής αντικατάστασης που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται.

1. $Cl_2(g) + NaBr(aq) \rightarrow$
2. $Cl_2(g) + CaBr_2(aq) \rightarrow$
3. $Cl_2(g) + CaI_2(aq) \rightarrow$
4. $Cl_2(g) + H_2S(aq) \rightarrow$
5. $Mg(s) + HBr(aq) \rightarrow$
6. $Mg(s) + HI(aq) \rightarrow$
7. $Mg(s) + FeCl_2(aq) \rightarrow$
8. $H_2S(aq) + Mg(s) \rightarrow$
9. $Mg(s) + ZnCl_2(aq) \rightarrow$
10. $Mg(s) + Fe(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
11. $Zn(s) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
12. $Zn(s) + HI(aq) \rightarrow$
13. $Zn(s) + AuCl_3(aq) \rightarrow$
14. $Zn(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
15. $Br_2(l) + KI(aq) \rightarrow$
16. $Br_2(l) + Na_2S(aq) \rightarrow$
17. $F_2(g) + KCl\ (aq) \rightarrow$
18. $F_2(g) + NaI(aq) \rightarrow$
19. $Al(s) + HCl(aq) \rightarrow$

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (31): ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων εξουδετέρωσης:

1. $NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow$
2. $HI(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
3. $KOH(aq) + HI\ (aq) \rightarrow$
4. $KOH(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow$
5. $KOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
6. $Ca(OH)_2(aq) + HCl(aq) \rightarrow$
7. $HBr(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
8. $Ba(OH)_2(aq) + HCl(aq) \rightarrow$
9. $Fe(OH)_3(s) + HCl(aq) \rightarrow$
10. $HI(aq) + NH_3(aq) \rightarrow$
11. $NH_3(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow$
12. $Ca(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
13. $Zn(OH)_2(s) + HNO_3(aq) \rightarrow$
14. $Al(OH)_3(s) + HNO_3(aq) \rightarrow$
15. $Fe(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
16. $Fe(OH)_3(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow$

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (32): ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗΣ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

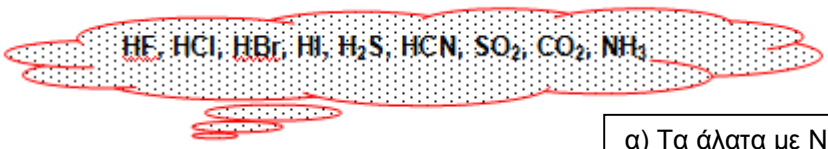
Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων εξουδετέρωσης:

1. $KOH(aq) + HBr(aq) \rightarrow$
2. $KOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow$
3. $NaOH(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow$
4. $NaOH(aq) + H_2S(aq) \rightarrow$
5. $H_2SO_4(aq) + KOH(aq) \rightarrow$
6. $Ca(OH)_2(aq) + H_2S(aq) \rightarrow$
7. $NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
8. $Ba(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
9. $Al(OH)_3(s) + HCl(aq) \rightarrow$
10. $HCl(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
11. $HCl(aq) + NH_3(aq) \rightarrow$
12. $H_2S(aq) + Mg(OH)_2(s) \rightarrow$
13. $Cu(OH)_2(s) + HNO_3(aq) \rightarrow$
14. $Al(OH)_3(aq) + H_2CO_3(aq) \rightarrow$
15. $Al(OH)_3(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow$
16. $Mn(OH)_3(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow$

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (33): ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΔΙΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται.

1. $CaCl_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$
2. $BaCl_2(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
3. $HBr(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$
4. $AgNO_3(aq) + HBr(aq) \rightarrow$
5. $AgNO_3(aq) + KBr(aq) \rightarrow$
6. $Na_2CO_3(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow$
7. $AgNO_3(aq) + HI(aq) \rightarrow$
8. $BaCl_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
9. $AgNO_3(aq) + KI(aq) \rightarrow$
10. $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow$
11. $(NH_4)_2CO_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
12. $K_2SO_4(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow$
13. $Pb(NO_3)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
14. $K_2CO_3(aq) + HBr(aq) \rightarrow$
15. $BaCO_3(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
16. $Zn(NO_3)_2(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
17. $HCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
18. $Ca(NO_3)_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$
19. $NaOH(aq) + Zn(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
20. $K_2SO_3(aq) + HBr(aq) \rightarrow$



α) Τα άλατα με Na^+, K^+ ή NH_4^+ **δεν** είναι ιζήματα.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (34): ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΔΙΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται.

1. $NH_4NO_3(aq) + KOH(aq) \rightarrow$
2. $NaOH(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
3. $BaCl_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
4. $Na_2CO_3(aq) + HBr(aq) \rightarrow$
5. $AgNO_3(aq) + KCl(aq) \rightarrow$
6. $HBr(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$
7. $BaCl_2(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
8. $CaBr_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow$
9. $CaCO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow$
10. $Na_2CO_3(aq) + CaCl_2(aq) \rightarrow$
11. $K_2CO_3(aq) + Ca(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
12. $Na_2CO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
13. $KI(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
14. $K_2CO_3(aq) + HBr(aq) \rightarrow$
15. $HBr(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
16. $HBr(aq) + CaS(aq) \rightarrow$
17. $AgNO_3(aq) + NaBr(aq) \rightarrow$
18. $K_2S(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
19. $NH_4Cl(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
20. $Fe(NO_3)_3(aq) + KOH(aq) \rightarrow$
21. $Fe(NO_3)_2(aq) + H_2S(aq) \rightarrow$
22. $Pb(NO_3)_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow$
23. $Na_2SO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow$
24. $FeS(s) + HCl(aq) \rightarrow$

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (35): ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΔΙΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται.

1. $HCl(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$
2. $(NH_4)_2SO_4(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
3. $CaCO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow$
4. $CaBr_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow$
5. $Na_2CO_3(s) + HCl(aq) \rightarrow$
6. $K_2CO_3(aq) + Ca(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
7. $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
8. $FeCl_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow$
9. $K_2S(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow$
10. $Na_2SO_4(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
11. $CaS(aq) + HBr(aq) \rightarrow$
12. $Na_2S(aq) + HCl(aq) \rightarrow$
13. $FeCl_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow$
14. $Na_2S(aq) + HBr(aq) \rightarrow$
15. $CaCl_2(aq) + K_2CO_3(aq) \rightarrow$
16. $Ca(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
17. $CaBr_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow$
18. $Na_2S(aq) + HCl(aq) \rightarrow$
19. $CaS(aq) + HBr(aq) \rightarrow$
20. $K_2CO_3(aq) + Ca(NO_3)_2(aq) \rightarrow$

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (36): ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ - ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. Δίνεται η παρακάτω ασυμπλήρωτη χημική εξίσωση:

$Ca(OH)_2(aq) + NH_4NO_3(aq) \rightarrow Ca(NO_3)_2(aq) + NH_3(g) + H_2O(l)$

Να βάλετε 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 χρησιμοποιούμε 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;

i. Στο δοχείο από σίδηρο

ii. Στο δοχείο από χαλκό

iii. Σε κανένα από τα δύο

iv. Σε οποιοδήποτε από τα δύο.

Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

……

……

Δ. Ποια από τις επόμενες χημικές αντιδράσεις <u>δεν</u> γίνεται;

α) $HCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$

β) $HCl(aq) + CaS(aq) \rightarrow$

γ) $HCl(aq) + NH_4NO_3(aq) \rightarrow$

δ) $HCl(aq) + Mg(s) \rightarrow$

Ε. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων που γίνονται όλες.

α) $Ba(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

β) $Zn(s) + CuCl_2(aq) \rightarrow$

γ) $Na_2S(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow$

Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται οι αντιδράσεις β και γ.

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (37): ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ - ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ [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) $Na_2CO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow$

β) $Na_2S(s) + HCl(aq) \rightarrow$

γ) $Zn(s) + HCl(aq) \rightarrow$

……

……

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) $Cl_2(g) + H_2S(aq) \rightarrow$

β) $NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

γ) $Pb(NO_3)_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow$

……

……

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) $NH_4Cl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$

β) $FeCl_3(aq) + KOH(aq) \rightarrow$

γ) $Zn(s) + CuCl_2(aq) \rightarrow$

……

……

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) $Ca(OH)_2(s) + HCl(aq) \rightarrow$

β) $AgNO_3(aq) + KBr(aq) \rightarrow$

γ) $Cl_2(g) + NaI(aq) \rightarrow$

……

……

……

Ενότητα 7: Βασικές έννοιες σε στοιχειομετρικούς υπολογισμούς

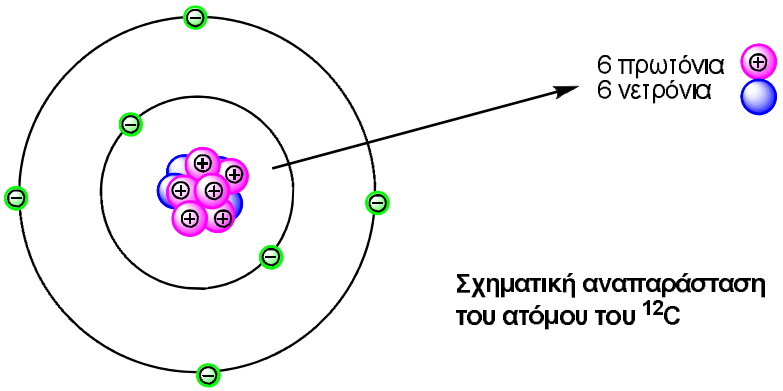
7.1 Ατομική μονάδα μάζας (amu)

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, το μέτρο αυτό ήταν η μάζα του ατόμου του Η και στη συνέχεια η μάζα του ατόμου του Ο. Από το 1961 όμως και μετά ως συγκριτικό μέτρο της μάζας των ατόμων χρησιμοποιείται το 1/12 της μάζας του ισοτόπου του άνθρακα $^{12}_{6}C$, που για το λόγο αυτό αναφέρεται ως ατομική μονάδα μάζας (atomic mass unit, amu). Δηλαδή:

$$1 \text{ amu} = \frac{1}{12} \text{ της μάζας του ατόμου του } ^{12}_{6}C$$

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.

Έχει προσδιοριστεί πλέον ότι 1 amu = $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g.



Σχηματική αναπαράσταση του ατόμου του ^{12}C

Οι λόγοι για τους οποίους διαλέξαμε την παραπάνω ατομική μονάδα μάζας είναι οι εξής:

α) Ο άνθρακας είναι από τα πιο διαδεδομένα στοιχεία στη φύση.

β) Ο πυρήνας του ατόμου του $^{12}_{6}C$ περιέχει 6 πρωτόνια και 6 νετρόνια, σωματίδια που πρακτικά έχουν την ίδια μάζα ($m_p = m_n$) . Άρα το 1/12 της μάζας του ατόμου του $^{12}_{6}C$ συμπίπτει πρακτικά με τη μάζα ενός πρωτονίου ή ενός νετρονίου. Προφανώς τα ηλεκτρόνια δεν έχουν υπολογίσιμη μάζα σε σχέση με τον πυρήνα και δεν λαμβάνονται υπόψη στον προσδιορισμό της μάζας του ατόμου.

Το στοιχείο άνθρακας αποτελείται από τρία βασικά ισότοπα: ^{12}C σε ποσοστό 98,9%, ^{13}C σε ποσοστό 1,1% και ^{14}C (σε μικρό ποσοστό).

7.2 Σχετική ατομική μάζα (A_r) ή ατομικό βάρος (ΑΒ)

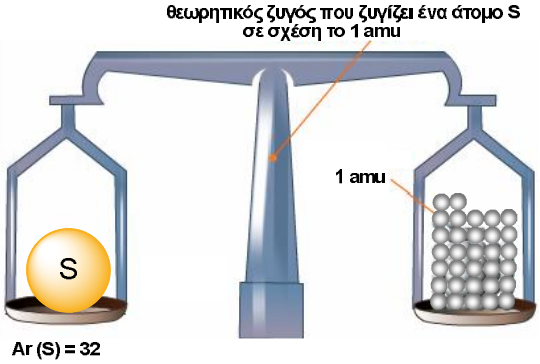
Σχετική ατομική μάζα (A_r) ή ατομικό βάρος (ΑΒ) λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του ατόμου ενός στοιχείου από το 1 amu.

Σήμερα στη βιβλιογραφία χρησιμοποιείται ο όρος σχετική ατομική μάζα (A_r) αν και ο παλαιότερος όρος ατομικό βάρος (ΑΒ χρησιμοποιείται ακόμη.

Δηλαδή:

$$A_r = \frac{\text{μάζα ενός ατόμου στοιχείου}}{1\,\text{amu} = \frac{1}{12}\,m\,^{12}C}$$

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 amu.



Η απόλυτη ατομική μάζα προκύπτει αν πολλαπλασιάσουμε τη σχετική ατομική μάζα με το $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g.

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) = $16m_p + 16m_n$ = (16amu + 16amu) /1amu = 16.

Όμως, συχνά οι σχετικές ατομικές μάζες είναι δεκαδικοί αριθμοί και όχι ακέραιοι. Αυτό οφείλεται στην ύπαρξη των ισοτόπων. Το Cl για παράδειγμα απαντά στη φύση με δύο ισότοπα. 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%, Επίσης το ισότοπο $^{37}_{17}Cl$ έχει A_r = A = 37 και βρίσκεται σε αναλογία 25%. Άρα, η σχετική ατομική μάζα του Cl υπολογίζεται από τη σχέση:

$$A_r(Cl) = \frac{75}{100}.35 + \frac{25}{100}.37 = 35{,}5$$

Προφανώς, η σχετική ατομική μάζα για κάθε στοιχείο δεν χρειάζεται απομνημόνευση και δίνεται σε κάθε περίπτωση.

Εφαρμογή 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;

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:

$$A_r(Cu) = \frac{69}{100}.63 + \frac{31}{100}.65 = 63,5$$

7.2 Σχετική μοριακή μάζα (M_r) ή μοριακό βάρος (ΜΒ)

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 ή μοριακό βάρος (M_r ή ΜΒ) μιας χημικής ουσίας (στοιχείου ή ένωσης) λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του μορίου της χημικής ουσίας από το 1 amu.

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. Δηλαδή:

$$M_r = \frac{\text{μάζα ενός μορίου στοιχείου ή χημικής ένωσης}}{1\,\text{amu} = \frac{1}{12}\,m\,^{12}C}$$

Οι σχετικές ατομικές μάζες όλων των στοιχείων δίνονται σε κάθε περίπτωση και με βάση αυτές μπορούμε να υπολογίσουμε τις σχετικές μοριακές μάζες των μορίων των στοιχείων και των χημικών ενώσεων.

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.

Αν και στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχει η έννοια του μορίου, ο υπολογισμός της σχετικής μοριακής μάζας γίνεται με τον ίδιο τρόπο (τυπική σχετική μοριακή μάζα).

Παραδείγματα

O_2: $M_r = 16.2 = 32$

H_3PO_4: $M_r = 1.3 + 31.1 + 16.4 = 98$

$Ca_3(PO_4)_2$: $M_r = 3.40 + 2.31 + 8.16 = 310$

στοιχείο	A_r
H	1
O	16
P	31
Ca	40

7.3 Τι είναι το mole ατόμων;

Βρέθηκε πως αν διαθέτουμε ποσότητα από κάθε στοιχείο μάζας ίσης με το A_r του στοιχείου (σε g) ο αριθμός των ατόμων που περιέχονται θα είναι πάντα ο ίδιος. Π.χ. οι παρακάτω ποσότητες,

- 12 g C (A_r = 12)
- 16 g O (A_r = 16)
- 32 g S (A_r = 32)
- 23 g Na (A_r = 23)

περιέχουν όλες τον ίδιο αριθμό ατόμων. Ο αριθμός αυτός των ατόμων που περιέχονται σε A_r(g) ονομάζεται **αριθμός του Avogadro (N_A)** και υπολογίσθηκε πειραματικά ότι είναι $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$. 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:

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.

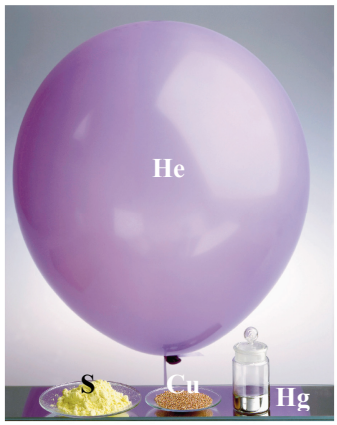
Ο Perrin (βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 1926) προσδιόρισε την τιμή του N_A με πολλές και διαφορετικές μεθόδους. Πάντως, η τιμή του αριθμού του Avogadro προσδιορίστηκε αρχικά από τον Johann Josef Loschmidt.

Το 1 mol ατόμων οποιουδήποτε στοιχείου
- έχει μάζα ίση με A_r(g)
- περιέχει $N_A = 6{,}02.10^{23}$ άτομα του στοιχείου

Παραδείγματα

Το 1 mol ατόμων S (A_r = 32)
- έχει μάζα ίση 32 g
- περιέχει $N_A = 6{,}02.10^{23}$ άτομα S

Το 1 mol ατόμων Ca (A_r = 40)
- έχει μάζα ίση 40 g
- περιέχει $N_A = 6{,}02.10^{23}$ άτομα Ca



1 mol των στοιχείων S, Cu, He και Hg. Όλες αυτές οι ποσότητες περιέχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων ($N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$).

Εφαρμογή 2

Διαθέτουμε ποσότητα C μάζας 60 g. α) Πόσα mol ατόμων C είναι η ποσότητα αυτή και β) από πόσα άτομα C αποτελείται; Για τον C, A_r = 12.

α)

Τα 12 g C αντιστοιχούν σε 1 mol C

Τα 60 g C x

$$x = \frac{60}{12} = 5\,\text{mol C}$$

β)

Το 1 mol C αποτελείται από N_A άτομα C

Τα 5 mol C x

$x = 5 \cdot N_A$ άτομα C ($N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$)

Γενικά, ο αριθμός των mol (n) που αντιστοιχεί στην ποσότητα ενός στοιχείου μάζας m και σχετικής ατομικής μάζας A_r δίνεται από τη σχέση:

$$n = \frac{m}{A_r} \quad (1)$$

Επίσης, ο αριθμός των mol (n) που αντιστοιχεί σε αριθμό ατόμων ίσο με N δίνεται από τη σχέση,

$$n = \frac{N}{N_A} \quad (2)$$

όπου $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ ο αριθμός των ατόμων/mol (αριθμός Avogadro).

Εφαρμογή 3

Διαθέτουμε ποσότητα Ca ίση με 3 mol. α) Ποια η μάζα της ποσότητας αυτής και β) από πόσα άτομα Ca αποτελείται; Για το Ca, A_r = 40.

Σύμφωνα με την παραπάνω σχέση (1) έχουμε: $n = \frac{m}{A_r} \Rightarrow m = n \cdot M_r = 3 \cdot 40 = 120$ g.

Επίσης, με τη σχέση (2) έχουμε:

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n \cdot N_A = 3 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 18{,}06 \cdot 10^{23} \text{ άτομα Ca}$$

7.4 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 g CO_2 (M_r = 44),
- 63 g HNO_3 (M_r = 63),
- 17 g NH_3 (M_r = 17),
- 32 g 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:

Το 1 mol μορίων χημικής ένωσης ή στοιχείου
- έχει μάζα ίση με M_r(g)
- περιέχει $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια

Παράδειγμα

Το 1 mol μορίων CO_2 (M_r = 44)
- έχει μάζα ίση 44 g
- περιέχει $N_A = 6{,}02.10^{23}$ μόρια CO_2

Γενικά, ο αριθμός των mol (n) που αντιστοιχεί σε ποσότητα χημικής ένωσης (ή στοιχείου με τη μορφή μορίων) μάζας m και σχετικής μοριακής μάζας M_r δίνεται από τη σχέση:

$$n = \frac{m}{M_r} \quad (3)$$

Επίσης, ο αριθμός των mol (n) που αντιστοιχεί σε αριθμό μορίων ίσο με N δίνεται από τη σχέση,

$$n = \frac{N}{N_A} \quad (4)$$

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.

Εφαρμογή 4

Διαθέτουμε ποσότητα HNO_3 ίση με 0,2 mol. α) Ποια η μάζα της ποσότητας αυτής και β) από πόσα μόρια HNO_3 αποτελείται; Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, H:1, N:14, O:16.

M_r (HNO_3) = 1 + 14 + 3·16 = 63. Ισχύει: $n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n.M_r = 0{,}2.63 = 12{,}6\,g.$

$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n.N_A = 0{,}2.6{,}02.10^{23} = 1{,}204.10^{23}$ μόρια HNO_3.

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.

Στη Χημεία το mole ή γραμμομόριο (σύμβολο μονάδας: 1 mol) είναι η βασική μονάδα ποσότητας ουσίας στο διεθνές σύστημα S.I. και ορίζεται ως η ποσότητα της ουσίας που περιέχει τον ίδιο αριθμό σωματιδίων με τα άτομα που υπάρχουν σε 12 g του ισοτόπου $^{12}_{6}C$ ($N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$).

Έτσι, έχουμε:

- Το 1 mol ατόμων περιέχει $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα
- Το 1 mol μορίων περιέχει $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια
- Το 1 mol ιόντων περιέχει $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ ιόντα

1 mol e^- = $6{,}02 \cdot 10^{23}$ e^-
1 mol ευρώ = $6{,}02 \cdot 10^{23}$ ευρώ (!)

Για το λόγο αυτό καθορίζουμε τα στοιχειώδη σωματίδια στα οποία αναφέρεται το mole, π.χ. 5 mol μορίων H_2O ή 5 mol ατόμων H ή 5 mol ιόντων H^+. Πάντως, τις περισσότερες φορές τα στοιχειώδη σωμάτια είναι προφανή και αναφέρουμε απλά π.χ. 5 mol H_2O.

Εφαρμογή 5

Να υπολογιστεί η μάζα ενός μορίου της γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$). Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, O:16.

M_r ($C_6H_{12}O_6$) = 6·12 + 12·1 + 6·16 = 180.

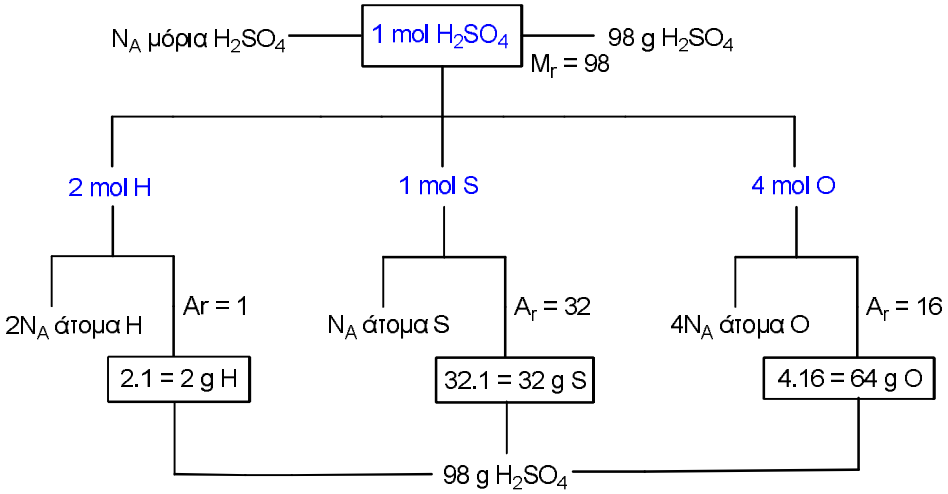
Το 1 mol $C_6H_{12}O_6$ αποτελείται από N_A μόρια και έχει μάζα 180 g

1 μόριο m = ;

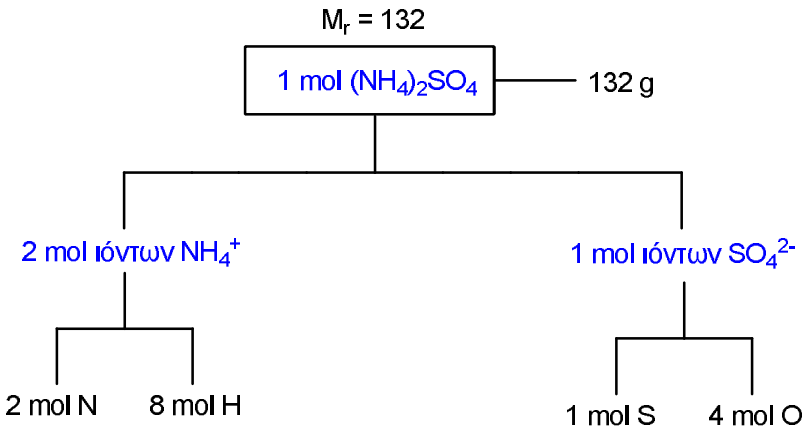
$$m = \frac{180}{N_A} = \frac{180}{6{,}02} \cdot 10^{-23}\ g = 2{,}99.10^{-22}\ g.$$

7.5 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 mol H_2SO_4 αποτελείται από 2 άτομα Η, 1 άτομο S και 4 άτομα Ο. Αναλογικά, τα N_A μόρια H_2SO_4 αποτελούνται από $2 \cdot N_A$ άτομα Η, N_A άτομα S και $4 \cdot N_A$ άτομα Ο. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι το 1 mol H_2SO_4 αποτελείται από 2 mol Η, 1 mol S και 4 mol Ο. Με βάση τα παραπάνω συμπεράσματα μπορούμε να κατασκευάσουμε το επόμενο διάγραμμα:



Ανάλογο διάγραμμα μπορεί να προκύψει και στην περίπτωση ιοντικών ενώσεων:



7.6 Τι είναι ο γραμμομοριακός όγκος;

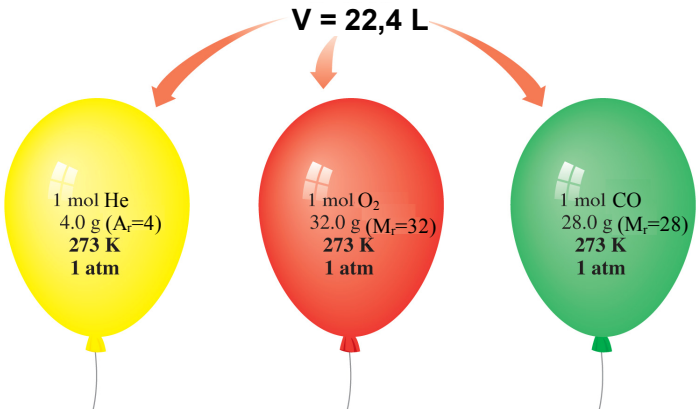
Το 1811 ο Ιταλός φυσικός Avogadro διατύπωσε την υπόθεση (ή την αρχή) ότι: «ίσοι όγκοι αερίων στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων» ή με άλλα λόγια «ίσος αριθμός μορίων αερίων ουσιών στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο».

Standard (πρότυπη)
Temperature and (θερμοκρασία
Pressure (πίεση)

Όταν η πίεση είναι p = 1 atm και η θερμοκρασία θ = 0^oC (ή T = 273 K) οι συνθήκες ονομάζονται **πρότυπες συνθήκες** και συμβολίζονται με STP.

Με T συμβολίζεται η απόλυτη θερμοκρασία (λέγεται έτσι γιατί δεν μπορεί να πάρει αρνητικές τιμές) και έχει ως μονάδα το K (Kelvin). Δίνεται από τη σχέση:
T (K) = θ (^oC) + 273

Γραμμομοριακός όγκος (V_m) αερίου ονομάζεται ο όγκος που καταλαμβάνει το 1 mol του, σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης και σε πρότυπες συνθήκες έχει τιμή V_m = 22,4 L.



Αναλογικά, τα 2 mol οποιουδήποτε αερίου σε STP καταλαμβάνουν όγκο 2·22,4 L, τα 3 mol 3·22,4 L κτλ. Γενικά ποσότητα ενός αερίου ίση με n mol καταλαμβάνει όγκο (V) σε συνθήκες STP που δίνεται από τη σχέση:

$$n = \frac{V}{22,4} \quad (5)$$

Το 1 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 mol οποιουδήποτε αερίου καταλαμβάνει πάλι σταθερό όγκο (V_m) ανεξάρτητα από τη φύση του αερίου, αλλά διαφορετικό από 22,4 L.

Εφαρμογή 6

Να υπολογιστεί ο όγκος σε STP που καταλαμβάνουν 8,8 g CO_2. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16.

Υπολογίζουμε αρχικά τη σχετική μοριακή μάζα του CO_2:

M_r (CO_2) = 12 + 2·16 = 88. Επομένως, $n = \frac{m}{M_r} = \frac{8,8}{44} = 0,2\,mol$.

Με βάση, τώρα, τη σχέση (5) προκύπτει: $n = \frac{V}{V_m} \Rightarrow V = n.V_m = 0,2.22,4 = 4,48\,L$.

Παρατήρηση: Στην περίπτωση αέριου μίγματος που αποτελείται από τα συστατικά Α, Β, Γ…, με συνολικό αριθμό mol, $n_{ολ} = n_A + n_B + n_Γ + …$ με συνολικό όγκο $V_{ολ}$ σε συνθήκες STP, θα ισχύει:

$$\boxed{n_{ολ} = \frac{V_{ολ}}{22,4}}$$

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 $m = n \cdot M_r$ και ο όγκος του (V, σε L) θα δίνεται από τη σχέση: $V = n \cdot 22,4$. Επομένως θα ισχύει:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n.M_r}{n.22,4} = \frac{M_r}{22,4}. \quad \text{Άρα: } \rho = \frac{M_r}{22,4}\,(g/L)$$

Σημείωση: από την παραπάνω μπορεί να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα ενός αερίου αν είναι γνωστή η πυκνότητά του σε STP.

Ερωτήσεις και ασκήσεις με απάντηση

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.

α) Εννοούμε ότι το άτομο του Mg έχει μάζα 24,305 φορές μεγαλύτερη από το 1 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.

2. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α) Το 1 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 mol μορίων σιδήρου ζυγίζει το ίδιο με το 1 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.

στ) Τα $10 \cdot N_A$ μόρια NH_3 αντιστοιχούν σε 10 g NH_3.

ζ) Τα 2,6 mol CO_2 περιέχουν συνολικά $7,8 \cdot N_A$ άτομα C και O.

α) Σωστή. Πρόκειται για στην ουσία για τον ορισμό του 1 mol.

β) Σωστή. Για μία χημική ένωση, ο αριθμός του Avogadro αντιστοιχεί στον αριθμό των μορίων της σε 1 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 mol μορίων είναι το ίδιο με το 1 mol ατόμων.

ε) Σωστή. Όσο μεγαλύτερη είναι η σχετική μοριακή μάζα τόσο μεγαλύτερη η μάζα του μορίου της ένωσης από το 1 amu.

στ) Λανθασμένη. Τα $10 \cdot N_A$ μόρια NH_3 αντιστοιχούν σε 10 mol NH_3 και επομένως σε 170 g NH_3 (M_r = 17).

ζ) Σωστή. Τα 2,6 mol CO_2 αντιστοιχούν σε 2,6 mol CO_2 και επομένως σε $2,6 \cdot N_A$ μόρια CO_2. Επειδή κάθε μόριο CO_2 αποτελείται από ένα άτομο C και δύο άτομα O θα περιέχονται συνολικά $3 \cdot 2,6 \cdot N_A = 7,8 \cdot N_A$ άτομα C και O.

3. Να δείξετε ότι ο λόγος του αριθμού των mol δύο χημικών ουσιών είναι ίσος με το λόγο του αριθμού των μορίων τους.

Έστω δύο χημικές ουσίες X και Y και n_1 και n_2 ο αριθμός των mol τους, αντίστοιχα. Ισχύει:

$n_1 = \frac{N_1}{N_A} \Rightarrow N_1 = n_1.N_A$ και $n_2 = \frac{N_2}{N_A} \Rightarrow N_2 = n_2.N_A$. Επομένως: $\frac{N_1}{N_2} = \frac{n_1.N_A}{n_2.N_A} = \frac{n_1}{n_2}$

4. Ο φωσφόρος είναι ένα αμέταλλο στερεό στοιχείο με A_r = 31 και M_r = 124. Ποια είναι η ατομικότητα του στοιχείου αυτού;

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: $M_r = 31 \cdot x = 124$ και επομένως x = 4 (P_4, τετρατομικό στοιχείο).

5. Δίνονται οι εξής ποσότητες χημικών ουσιών: α) 560 g N_2, β) 3 kg H_2, γ) 68 g H_2S και δ) 8,8 g CO_2. Να υπολογιστούν οι αριθμοί των αντίστοιχων μορίων που περιέχονται στις ποσότητες αυτές. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, N:14, H:1, S:32, C:12, O:16.

Υπολογίζουμε αρχικά τις σχετικές μοριακές μάζες και στη συνέχεια τον αριθμό mol σε κάθε περίπτωση:

$$M_r(N_2) = 2 \cdot 14 = 28,\ \ n_{N_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{560}{28} = 20\,mol$$

$$M_r(H_2) = 2 \cdot 1 = 2,\ \ n_{H_2S} = \frac{m}{M_r} = \frac{2000}{2} = 1000\,mol$$

$$M_r(H_2S) = 2 \cdot 1 + 32 = 34,\ \ n_{H_2S} = \frac{m}{M_r} = \frac{68}{34} = 2\,mol$$

$$M_r(CO_2) = 12 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 44,\ \ n_{CO_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{8,8}{44} = 0,2\,mol$$

Επομένως, οι αριθμοί των μορίων που υπάρχουν στις παραπάνω ποσότητες είναι: α) $20 \cdot N_A$ μόρια N_2, β) $1000 \cdot N_A$ μόρια H_2, γ) $2 \cdot N_A$ μόρια H_2S και δ) $0,2 \cdot N_A$ μόρια CO_2.

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, S:32, N:14.

Τα άτομα Η που βρίσκονται στο μίγμα είναι το άθροισμα των ατόμων Η που είναι στα δύο συστατικά. Καθώς σε κάθε μόριο H_2S υπάρχουν 2 άτομα Η, στα 3 mol H_2S υπάρχουν $3 \cdot 2 = 6$ mol ατόμων Η και επομένως $6 \cdot N_A$ άτομα Η. Αντίστοιχα, σε κάθε μόριο NH_3 υπάρχουν 3 άτομα Η, στα 6 mol NH_3 θα υπάρχουν $3 \cdot 6 = 18$ mol ατόμων Η και επομένως $18 \cdot N_A$ άτομα Η. Επομένως, συνολικά στο μίγμα θα περιέχονται $6 \cdot N_A + 18 \cdot N_A = 24 \cdot N_A$ άτομα Η.

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 mol.

Έστω n ο αριθμός των mol της ουσίας Α και n ο αριθμός των mol της ουσίας Β.

Θα ισχύει: $n = \frac{m_A}{M_r(A)} \Rightarrow m_A = n.M_r(A)\,(1)$ και $n = \frac{m_B}{M_r(B)} \Rightarrow m_B = n.M_r(B)\,(2)$

Επίσης, ισχύει: $m_A = \frac{3}{4} \cdot m_B$ (3). Από τις (1), (2) και (3) προκύπτει: $n.M_r(A) = \frac{3}{4} n.M_r(B) \Rightarrow M_r(B) = \frac{4}{3} M_r(A) = \frac{4}{3} \cdot 21 = 28$.

8. Αν οι ενώσεις C_2H_4 και NH_3 έχουν αντίστοιχα σχετικές μοριακές μάζες 28 και 17, να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα της ένωσης C_2H_7N, χωρίς να χρησιμοποιήσετε τις σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων.

Έστω x η σχετική ατομική μάζα του C, y η σχετική ατομική μάζα του H και z η αντίστοιχη του N. Θα ισχύουν οι σχέσεις: 2x + 4y = 28 (1) και z + 3y = 17 (2). Η σχετική μοριακή μάζα της ένωσης C_2H_7N αποδίδεται από τη σχέση: M_r = 2x + 7y + z. Με πρόσθεση κατά μέλη των (1) και (2) προκύπτει: 2x + 4y + z + 3y = 28 + 17 και επομένως: 2x + 7y + z = M_r (C_2H_7N) = 45.

9. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.
α) Τα 3 mol 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 H_2S σε STP συνθήκες αντιστοιχούν σε 5 mol.
δ) Τα 4,48 L H_2(g) σε STP συνθήκες περιέχουν 0,4·N_A άτομα H.

α) Λανθασμένη. Το 1 mol NH_3(g) σε STP συνθήκες καταλαμβάνει όγκο 22,4 L.
β) Λανθασμένη. Το 1 mol <u>μιας αέριας</u> χημικής ουσίας σε STP συνθήκες καταλαμβάνει όγκο 22,4 L.
γ) Σωστή. Τα 5 mol ενός αερίου σε STP συνθήκες καταλαμβάνουν όγκο 5·22,4 = 112 L.
δ) Σωστή. Τα 4,48 L H_2 σε STP συνθήκες αντιστοιχούν σε $n = \frac{4,48}{22,4} = 0,2\,mol$.
Στην ποσότητα αυτή περιέχονται 0,2·N_A μόρια H_2 και άρα 0,4·N_A άτομα H.

10. Να εξηγήσετε γιατί ο γραμμομοριακός όγκος (V_m) σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης των αερίων έχει σταθερή τιμή.

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 mol οποιουδήποτε αερίου σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης θα περιέχει τον ίδιο αριθμό μορίων και επομένως θα έχει σταθερή τιμή.

11. 34 g ενός αερίου X καταλαμβάνουν όγκο 44,8 L σε STP συνθήκες. Ποια είναι η τιμή της σχετικής μοριακής μάζας του αερίου X;

Για την ποσότητα του αερίου X θα ισχύει:

$$n = \frac{V}{22,4} = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \frac{4,48}{22,4} = \frac{34}{M_r} \Rightarrow M_r = \frac{22,4}{44,8}.34 = 17$$

12. Αέριο με μοριακό τύπο H_2X έχει πυκνότητα 1,52 g/L σε STP συνθήκες. Να υπολογιστεί η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου X, αν η σχετική ατομική μάζα του υδρογόνου είναι 1.

Αν θεωρήσουμε ποσότητα του αερίου που περιέχει n mol σε STP συνθήκες, η μάζα του (m) θα δίνεται από τη σχέση $m = n \cdot M_r$ και ο όγκος του (V, σε L) θα δίνεται από τη σχέση: $V = n \cdot 22,4$. Επομένως:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n.M_r}{n.22,4} = \frac{M_r}{22,4}. \quad \text{Άρα: } \rho = \frac{M_r}{22,4}(g/L) \ (1)$$

Από τη σχέση (1) προκύπτει: $M_r = \rho \cdot 22,4 = 1,52 \cdot 22,4 \approx 34$. Με βάση τη μοριακή μάζα του H_2X και αν θεωρήσουμε ως x τη σχετική ατομική μάζα του στοιχείου X, προκύπτει: 2 + x = 34, x = 32.

13. 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, S:32, O:16, H:1.

Στις περιπτώσεις ασκήσεων με μίγματα ουσιών στα οποίες δεν γνωρίζουμε τις ποσότητες των συστατικών, συμβολίζουμε με n_1, n_2, … κτλ. τον αριθμό των mol καθενός συστατικού. Αν το μίγμα είναι ισομοριακό θα ισχύει: $n_1 = n_2 = \ldots = n$.

α) Έστω x και y ο αριθμός των mol του SO_2 και του H_2S στο μίγμα, αντίστοιχα. Αν m_1 και m_2 οι μάζες των δύο συστατικών θα ισχύουν:

$x = \frac{m_1}{64} \Rightarrow m_1 = 64x$ και $y = \frac{m_2}{34} \Rightarrow m_2 = 34y$ (όπου 64 και 34 οι σχετικές μοριακές μάζες του SO_2 και του H_2S, αντίστοιχα). Επειδή η μάζα του μίγματος είναι 13,2 g, θα έχουμε: 64x + 34y = 13,2 (1). Για τον όγκο του μίγματος θα ισχύει: $n_{ολ} = x + y = \frac{V}{22,4} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3\,mol$ (2). Από τη λύση του συστήματος των εξισώσεων (1) και (2) έχουμε: x = 0,1 mol και y = 0,2 mol.
Επομένως, οι μάζες των δύο συστατικών θα είναι: $m_1 = 64x = 6,4$ g και $m_2 = 34y = 34.0,2 = 6,8$ g.

14. Πόσα λίτρα H_2, μετρημένα σε STP συνθήκες, περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων με αυτόν που περιέχεται σε 8 g O_2;

Για να περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων θα πρέπει οι δύο ποσότητες να αποτελούνται από τον ίδιο αριθμό mol (n). Για τα 8 g O_2 ισχύει: $n = \frac{8}{32} = 0,25\,mol$. Για την ποσότητα του H_2 θα ισχύει: $n = \frac{V}{22,4} = 0,25\,mol, V = 0,25.22,4 = 5,6\,L$.

15. Σε 14,4 g αερίου μίγματος SO_3 και SO_2 περιέχονται $0,5 \cdot N_A$ άτομα υδρογόνου. Ποιος ο όγκος του αερίου μίγματος σε STP και ποια η μάζα του κάθε συστατικού στο μίγμα; Σχετικές ατομικές μάζες, S:32, O:16.

Έστω n_1 mol SO_3 και n_2 mol SO_2 στο μίγμα και m_1, m_2 οι αντίστοιχες μάζες τους. Θα ισχύουν:

$$n_1 = \frac{m_1}{M_r(SO_3)} \Rightarrow m_1 = n_1.80 \, (1) \text{ και } n_2 = \frac{m_2}{M_r(SO_2)} \Rightarrow m_2 = n_2 \cdot 64 \, (2).$$

Επειδή $m_1 + m_2 = m_{ολ} = 14,4 \Rightarrow n_1 \cdot 80 + n_2 \cdot 64 = 14,4$ (3).

Το κάθε 1 mol SO_3 περιέχει 3 mol ατόμων O, και άρα τα n_1 mol SO_3 θα περιέχουν $3 \cdot n_1$ mol O. Αντίστοιχα, επειδή το κάθε 1 mol SO_2 περιέχει 2 mol ατόμων O, τα n_2 mol SO_2 θα περιέχουν $2 \cdot n_2$ mol O. Ο συνολικός αριθμός ατόμων O στο μίγμα θα είναι $(3 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2) \cdot N_A = 0,5 \cdot N_A \Rightarrow 3 \cdot n_1 + 2 \cdot n_2 = 0,5$ (4). Με επίλυση του συστήματος των εξισώσεων (3) και (4) προκύπτει: $n_1 = n_2 = 0,1$ mol ($n_{ολ} = 0,2$ mol).

Ο όγκος που καταλαμβάνει το μίγμα σε STP συνθήκες υπολογίζεται ως εξής:

$$n_{ολ} = \frac{V_{ολ}}{22,4} \Rightarrow V_{ολ} = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ L}.$$

Η μάζα του SO_3 προκύπτει από τη σχέση (1): $m_1 = n_1.80 = 0,1 \cdot 80 = 8$ g και μάζα του SO_2 από τη σχέση (2): $m_2 = n_2.64 = 0,1 \cdot 64 = 6,4$ g.

16. Πόσα λίτρα CO_2(g) μετρημένα σε STP συνθήκες περιέχουν τόσα άτομα O, όσα περιέχονται σε 3,2 g SO_2(g); Σχετικές ατομικές μάζες, S:32, O:16.

Υπολογίζουμε αρχικά τον αριθμό των ατόμων O που περιέχονται σε 3,2 g SO_2:

$$M_r(SO_2) = 32 + 2 \cdot 16 = 64. \; n_{SO_2} = \frac{m}{M_r} \Rightarrow \frac{3,2}{64} = 0,05 \text{ mol}.$$

Σε 1 μόριο SO_2 υπάρχουν 2 άτομα O και άρα σε 1 mol SO_2 υπάρχουν 2 mol ατόμων O. Επομένως σε 0,05 mol SO_2 υπάρχουν $2 \cdot 0,05 = 0,1$ mol ατόμων O ή $0,1 \cdot N_A$ άτομα O. Ο ίδιος αριθμός ατόμων O (και mol ατόμων O) θα πρέπει να υπάρχει και στην ποσότητα του CO_2. Καθώς σε 1 mol CO_2 υπάρχουν 2 mol ατόμων O, τα 0,1 mol ατόμων O θα υπάρχουν σε 0,05 mol CO_2. Ο όγκος σε STP του CO_2 που αντιστοιχεί στα 0,05 mol CO_2 υπολογίζεται ως εξής:

$$n = \frac{V}{22,4} \Rightarrow V = n.22,4 = 0,05.22,4 = 1,12 \text{ L}.$$

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.

	n (σε mol)	m (σε g)	V (L, σε STP)	N (μόρια)
CO	**2**			
CO_2		**8,8**		
NH_3			**6,72**	
O_2				**$5 \cdot N_A$**

Τα 2 mol CO αντιστοιχούν σε μάζα $m = n \cdot M_r = 2.28 = 56$ g και όγκο $V = n \cdot 22,4 = 44,8$ L σε συνθήκες STP, περιέχουν δε αριθμό μορίων $N = n \cdot N_A = 2 \cdot N_A$. Τα 8,8 g CO_2 αντιστοιχούν σε αριθμό mol: $n = \frac{m}{M_r} = \frac{8,8}{44} = 0,2\,mol$ και καταλαμβάνουν όγκο $V = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48$ L (σε STP), περιέχουν δε αριθμό μορίων $N = n \cdot N_A = 0,2 \cdot N_A$. Τα 6,72 L NH_3 αντιστοιχούν σε αριθμό mol: $n = \frac{V}{22,4} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3$ mol και έχουν μάζα $m = 0,3 \cdot 17 = 5,1$ g, περιέχουν δε αριθμό μορίων $N = n \cdot N_A = 0,3 \cdot N_A$. Τέλος, τα $5 \cdot N_A$ μόρια O_2 αντιστοιχούν σε 5 mol O_2, έχουν μάζα 5.32 = 160 g και όγκο $V = 5 \cdot 22,4 = 112$ L (σε STP). Συνοπτικά τα αποτελέσματα συμπληρώνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

	n (σε mol)	m (σε g)	V (L, σε STP)	N (μόρια)
CO	2	56	44,8	$2 \cdot N_A$
CO_2	0,2	8,8	4,48	$0,2 \cdot N_A$
NH_3	0,3	5,1	6,72	$0,3 \cdot N_A$
O_2	5	160	112	$5 \cdot N_A$

Ερωτήσεις, ασκήσεις και 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 λαμβάνεται υπ' όψη και 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 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 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. $4 \cdot N_A$ άτομα H

β. $4 \cdot N_A$ άτομα S

γ. $6{,}8 \cdot N_A$ άτομα H

δ. $68 \cdot N_A$ 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. $3 \cdot N_A$ 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 Α και Β 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 (A_r = 16)

β. 2 g οξυγόνου

γ. 8 g οξυγόνου

δ. 32 g οξυγόνου

7.13. Ποια από τις παρακάτω ποσότητες περιέχουν 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. 46g NO_2

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 Η

δ. Περιέχουν την ίδια μάζα υδρογόνου

Σχετικές ατομικές μάζες, H:1, S:32, N:14.

7.15. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή όχι (Λ).

α. Η σχετική ατομική μάζα του ^{12}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}C, σε μικρότερες αναλογίες.
γ. Σε 1 mol H_2SiO_4 περιέχονται συνολικά από όλα τα στοιχεία $7 \cdot N_A$ άτομα.
δ. Σε 3 mol HNO_3 περιέχονται 9 άτομα οξυγόνου.
ε. Σε 3 mol CO_2 περιέχεται ίσος αριθμός ατόμων οξυγόνου σε σχέση με 2 mol SO_3.
στ. Τα 56 g Fe (A_r = 56) περιέχουν διπλάσιο αριθμό ατόμων από αυτά που περιέχονται σε 28 g Si (A_r = 28).
ζ. Τα 20 L H_2(g) περιέχουν διπλάσιο αριθμό μορίων από τα 20 L He(g) στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης
η. Σε STP συνθήκες η πυκνότητα του H_2S(g) (M_r = 34) είναι διπλάσια σε σχέση με την πυκνότητα της NH_3(g) (M_r = 17).
θ. Σύμφωνα με την υπόθεση Avogadro, ίσοι όγκοι αερίων στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων.
ι. Δεν υπάρχει στοιχείο με σχετική ατομική μάζα $A_r < 1$.
κ. Με εξαίρεση το υδρογόνο, η σχετική ατομική μάζα ενός στοιχείου είναι πάντα μεγαλύτερη από τον ατομικό αριθμό του στοιχείου αυτού.
λ. Αν τα στοιχεία Χ 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 HNO_3. Σχετικές ατομικές μάζες, H:1, N:14, O:16.

7.17. 6,4 g ενός αερίου Χ καταλαμβάνουν όγκο 8,96 L σε STP συνθήκες. Ποια είναι η τιμή της σχετικής μοριακής μάζας του αερίου Χ;

7.18. Να υπολογιστεί η πυκνότητα του C_3H_8(g) σε STP συνθήκες. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1.

7.19. Αέριο Α έχει πυκνότητα 2,5 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 τύπος του; Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, N:14 και O:16.

7.21. Ποια μάζα CO_2 περιέχει τον ίδιο αριθμό ατόμων οξυγόνου με αυτόν που περιέχεται σε 6,72 L αερίου SO_3 σε STP συνθήκες; Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16.

7.22. Ποιος ο αριθμός των ατόμων υδρογόνου που περιέχεται σε 4,6 g ισομοριακού μίγματος CH_4 και C_2H_6; Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1.

7.23. Αέριο μίγμα αποτελείται από 2 mol CO_2 και 4 mol N_2.

α) Ποια η μάζα του μίγματος;

β) Πόσον όγκο καταλαμβάνει το μίγμα σε STP συνθήκες;

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16, N:14.

7.24. Ισομοριακό αέριο μίγμα H_2 και CH_4 καταλαμβάνει όγκο 8,96 L σε STP.

α) Ποια η μάζα του μίγματος;

β) Ποιος ο αριθμός των ατόμων C και H που περιέχεται στο μίγμα;

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1.

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;

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16, N:14.

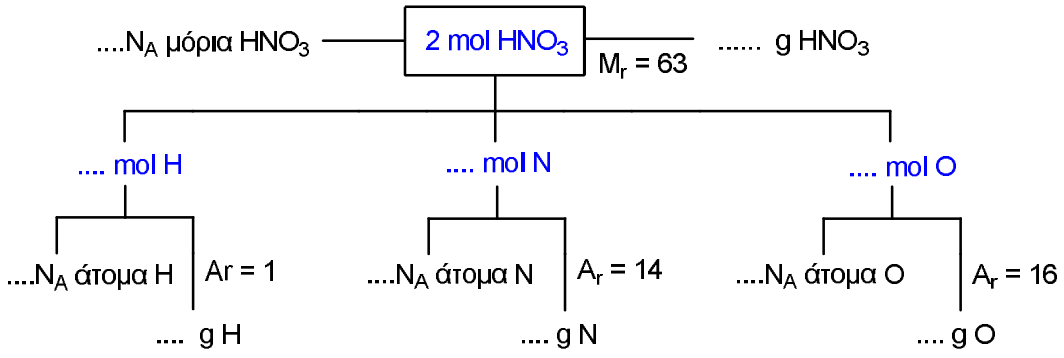
7.26. Διαθέτουμε ποσότητες δύο αερίων A και B με σχετικές μοριακές μάζες 16 και 64, αντίστοιχα. Να υπολογίσετε:

α) το λόγο των αριθμών των mol,

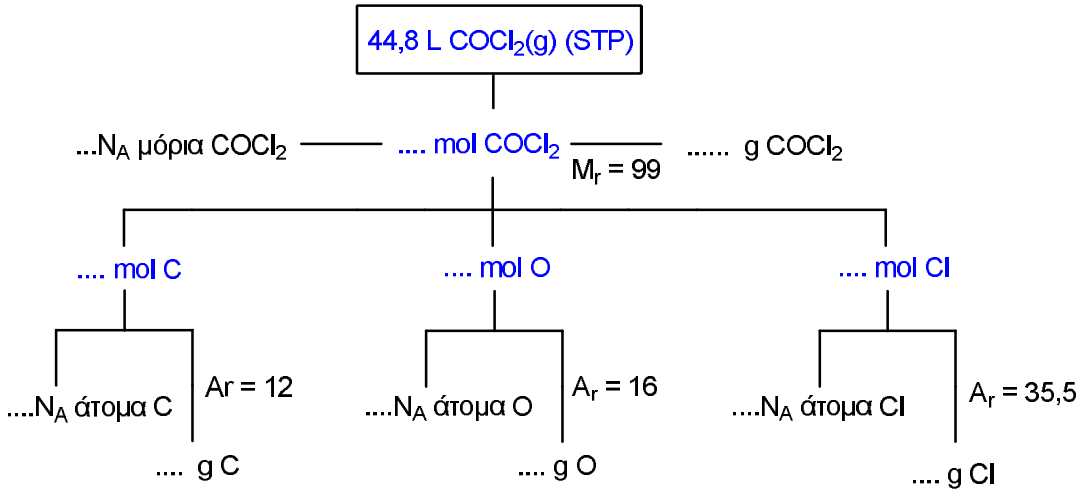
β) το λόγο των όγκων των δύο αερίων στο μίγμα στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας και

γ) τον όγκο που καταλαμβάνει μίγμα των αερίων A και B που έχει μάζα 6,4 g από κάθε συστατικό.

7.27. Να συμπληρωθεί το διάγραμμα που ακολουθεί:



7.28. Να συμπληρωθεί το διάγραμμα που ακολουθεί:



7.29. Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί. Όλα σώματα του πίνακα είναι αέρια. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, N:14, C:12, O:16, S:32, H:1.

	n (σε mol)	m (σε g)	V (L, σε STP)	N (μόρια)
N_2	0,1			
CO		5,6		
SO_3			8,96	
H_2S				$2 \cdot N_A$

7.30. 672 mL μιας αέριας χημικής ένωσης Α που αποτελείται από N και O, σε STP συνθήκες, έχουν μάζα 1,38 g και περιέχουν 0,42 g αζώτου.

α) Ποια η τιμής της σχετικής μοριακής μάζας του αερίου Α;

β) Ποιος αριθμός mol ατόμων N και ο αριθμός mol ατόμων O περιέχονται στα 1,38 g του αερίου Α;

γ) Να προσδιοριστεί ο μοριακός τύπος του αερίου Α.

Σχετικές ατομικές μάζες, N:14, O:16.

7.31. Ένα από τα υλικά με υπεραγώγιμες ιδιότητες στους 90 K που έχουν ανακαλυφθεί τελευταία αναφέρεται ως «123» εξαιτίας του μοριακού του τύπου που είναι $YBa_2Cu_3O_{9-x}$. Ποια είναι η αναλογία μαζών μεταξύ του Ba και του Cu που υπάρχει στο υλικό «123»; Σχετικές ατομικές μάζες, Ba:137, Cu:63,5.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (38): ΣΧΕΤΙΚΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΗ ΜΑΖΑ [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 $^{12}_{6}C$.

β) 23 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας ενός ατόμου $^{12}_{6}C$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

……

……

Β. Το άτομο ενός στοιχείου Χ έχει μάζα 3 φορές μεγαλύτερη από το άτομο $^{12}_{6}C$. Το A_r του Χ είναι: α) 18 ή **β)** 36**. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**

……

……

……

Γ. 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.

……

……

……

Δ. Στοιχείο (Σ) έχει A_r = 31 και M_r = 124. Ποια η ατομικότητα του στοιχείου;

……

……

……

Ε. Να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα του φωσφορικού οξέος. Σχετικές ατομικές μάζες, Η:1, Ρ:31, Ο:16.

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (39): ΣΧΕΤΙΚΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΜΟΡΙΑΚΗ ΜΑΖΑ [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 $^{12}_{6}C$

β) 14 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας ενός ατόμου $^{12}_{6}C$.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

……

……

……

Β. Το άτομο ενός στοιχείου Χ έχει μάζα 2 φορές μεγαλύτερη από το άτομο $^{12}_{6}C$. Το A_r του Χ είναι:

α) 12 **β**) 18 **γ**) 24

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

……

……

……

Γ. Η σχετική μοριακή μάζα (M_r) της χημικής ένωσης N_2O_x είναι 108.
Αν γνωρίζουμε τις σχετικές ατομικές μάζες A_r(N) = 14 και A_r(O) = 16, να προσδιοριστεί το x στο μοριακό τύπο της ένωσης.

……

……

……

……

Δ. Να υπολογιστεί η σχετική μοριακή μάζα του φωσφορικού ασβεστίου. Σχετικές ατομικές μάζες, Ca:40, P:31, O:16.

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (40): MOLE [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. 4 mol μορίων CH_4 περιέχουν:

α) 4 μόρια **β)** $4N_A$ άτομα **γ)** $4N_A$ μόρια.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

……

……

Β. 2 mol μορίων H_2S αποτελούνται συνολικά από:

α) 2 μόρια **β)** $2N_A$ άτομα **γ)** $2N_A$ μόρια.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

……

……

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

	Σ	**Λ**
α) 1 mol μορίων O_2 έχει μάζα 32 g [A_r(O) = 16].		
β) 1 mol H_2 [A_r(H) = 1] έχει μάζα 2 g.		
γ) 1 mol H_2 περιέχει 2 άτομα υδρογόνου.		
δ) Σε 2 mol NH_3 περιέχεται ίσος αριθμός μορίων με αυτών που περιέχονται σε 2 mol NO.		
ε) Σε 4 mol H_2CO_3 περιέχονται συνολικά 12 άτομα οξυγόνου.		
στ) 1 mol μορίων H_2O αποτελείται συνολικά από $3N_A$ άτομα.		
ζ) 1 mol H_2O περιέχει $12{,}04 \cdot 10^{23}$ άτομα υδρογόνου.		
η) 1 mol μορίων SO_2 αποτελείται συνολικά από $3N_A$ άτομα.		

Δ. Δίνονται 4 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;

Σχετικές ατομικές μάζες, S:32, O:16.

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (41): MOLE [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

Α. 1 mol μορίων NH_3 αποτελείται συνολικά από:

α) 4 μόρια **β)** $4N_A$ άτομα **γ)** $4N_A$ μόρια.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

……

……

Β. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ).

	Σ	**Λ**
α) Σε 5 mol H_2O περιέχονται 10 mol ατόμων υδρογόνου.		
β) 1 mol C_2H_6 περιέχει 6 άτομα υδρογόνου.		
γ) 1 mol γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) περιέχει $12N_A$ άτομα υδρογόνου.		
δ) 2 mol CO_2 περιέχουν $2N_A$ μόρια.		
ε) 1 mol μορίων CO_2 περιέχει από3 N_A άτομα οξυγόνου.		
στ) 1 mol NH_3 περιέχει $3N_A$ άτομα υδρογόνου.		
ζ) Σε 2 mol CH_4 περιέχεται ίσος αριθμός μορίων με 1 mol HNO_3.		
η) Στο 1 mol NH_3 περιέχονται 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;

Σχετικές ατομικές μάζες, N:14, H:1.

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (42): ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΑΚΟΣ ΟΓΚΟΣ [ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ]

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

	Σ	**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 σε 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		
στ) Ένα λίτρο αερίου H_2 περιέχει περισσότερα μόρια από ένα λίτρο αέριου HCl σε ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας		
ζ) Ένα λίτρο αερίου CO_2 περιέχει περισσότερα μόρια από ένα λίτρο αέριας NH_3 σε ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.		

.

Β. Δίνονται 6,8 g $H_2S(g)$.

α) Πόσα mol είναι η ποσότητα αυτή;

β) Πόσα μόρια περιέχει;

γ) Πόσον όγκο καταλαμβάνει σε STP συνθήκες;

δ) Πόσα άτομα Η και πόσα άτομα S περιέχει;

Σχετικές ατομικές μάζες, Η:1, S:32.

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (43): ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Α. Δίνονται 4,48 L $NH_3(g)$ σε STP συνθήκες. Να υπολογιστούν:

α) Ο αριθμός των mol της NH_3.

β) Ο αριθμός των μορίων της NH_3.

γ) Η μάζα της NH_3.

δ) Ο αριθμός των ατόμων Η και ο αριθμός των ατόμων Ν.

ε) Η μάζα του Η και η μάζα του Ν.

στ) Ο όγκος του $H_2S(g)$ σε STP που έχει την ίδια μάζα με αυτόν της NH_3.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, N:14, H:1, S:32.

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (44): ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Α. Δίνονται 4,48 L CO_2(g) σε STP συνθήκες. Να υπολογιστούν:

α) Ο αριθμός των mol.

β) Ο αριθμός των μορίων CO_2.

γ) Η μάζα σε g.

δ) Ο αριθμός των ατόμων C και ο αριθμός των ατόμων O.

ε) Η μάζα του C και η μάζα του O.

στ) Η μάζα του SO_3(g) που έχει τον ίδιο όγκο σε STP με αυτόν του CO_2.

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16, S:32.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

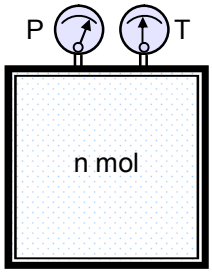
ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (45): ΠΡΟΒΛΗΜΑ

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, C:12, O:16, H:1.

Ενότητα 8: Καταστατική εξίσωση των (ιδανικών) αερίων

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 (= θ + 273) K. Ισχύει η σχέση:



P·V = n·R·T

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 με βάση τη σχέση: T = θ(^{o}C) + 273. Η R είναι μία σταθερά που ονομάζεται παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων και παίρνει την τιμή:

$$R = 0{,}082\,\frac{L.atm}{mol.K}$$

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 υπακούουν στην καταστατική εξίσωση, για οποιαδήποτε τιμή πίεσης και θερμοκρασίας, ονομάζονται **ιδανικά αέρια**. Τα περισσότερα αέρια, κάτω από συνθήκες σχετικά χαμηλής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας υπακούουν με ικανοποιητική ακρίβεια στην καταστατική εξίσωση.

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).

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 atm και σε θερμοκρασία θ = 0^oC = 273 K. Ξέρουμε τότε ότι V_m = 22,4 L. Επομένως:

$$R = \frac{P.V}{n.T} = \frac{1atm.22.4L}{1mol.273K} = 0,082\frac{atm.L}{mol.K}$$

Εφαρμογή

Σε δοχείο όγκου 8,2 L και θερμοκρασίας 527°C, εισάγονται 2 mol O_2. Πόση πίεση ασκεί το οξυγόνο στο δοχείο; R = 0,082 atm·L/mol·K.

Με βάση την καταστατική εξίσωση των αερίων, έχουμε (V = 8,2 L, n = 2 mol, T = 527 + 273 = 800 K):

$$P.V = n.R.T \Rightarrow P = \frac{n.R.T}{V} = \frac{2.0,082.800}{8,2}atm = \frac{2.8,2.8}{8,2}atm = 16\,atm.$$

Πως μπορούμε να υπολογίσουμε την πυκνότητα ενός αερίου (σε g/L) και τη σχετική μοριακή του μάζα με βάση την καταστατική εξίσωση των αερίων;

$$P.V = n.R.T \Rightarrow P.V = \frac{m}{M_r}R.T \Rightarrow P.V.M_r = m.R.T\,(1) \Rightarrow P.M_r = \frac{m}{V}.R.T \Rightarrow P.M_r = \rho.R.T$$

Επομένως: $\boxed{\rho = \frac{P.M_r}{R.T}(g/L)}$

Επίσης, από τη σχέση (1) προκύπτει: $\boxed{M_r = \frac{m.R.T}{P.V} = \frac{\rho.P.T}{P}(g/mol)}$

Καταστατική εξίσωση σε μίγματα (ιδανικών) αερίων. Στην περίπτωση (ιδανικού) μίγματος αερίων η καταστατική εξίσωση έχει ως εξής:

$$\boxed{P \cdot V = n_{o\lambda} \cdot R \cdot T}$$

Όπου: $n_{o\lambda} = n_1 + n_2 + \ldots$ ο συνολικός αριθμός mol του αερίου μίγματος, V ο όγκος που καταλαμβάνει το αέριο μίγμα και P η ολική πίεση των αερίων του μίγματος.

Ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα με απάντηση

1. Ποσότητα αερίου Χ εισάγεται σε δοχείο με έμβολο αρχικού όγκου V_1 σε θερμοκρασία Τ ασκεί πίεση Ρ. 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.

Για την αρχική και την τελική κατάσταση του αερίου ισχύουν, αντίστοιχα: $P.V_1 = n.R.T\,(1)$ και $4P.V_2 = n.R.T\,(2)$. Από τις δύο αυτές εξισώσεις, προκύπτει:

$P.V_1 = 4P.V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{4}$. Σωστή επιλογή, επομένως, είναι η δ.

2. Σε δοχείο όγκου V εισάγονται 0,4 mol O_2. Σε ένα άλλο δοχείο όγκου 2V εισάγονται 0,2 mol N_2. Να υπολογίσετε το λόγο των πιέσεων των αερίων στα δύο δοχεία, αν αυτά βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.

Με βάση την καταστατική εξίσωση στα δύο δοχεία θα, έχουμε: $P_1.V = 0,4.R.T\,(1)$ και $P_2.2V = 0,2.R.T\,(2)$. Με διαίρεση κατά μέλη των εξισώσεων (1) και (2) προκύπτει: $\frac{P_1.V}{P_2.2V} = \frac{0,4}{0,2} = 2 \Rightarrow P_1 = 4P_2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = 4.$

3. Ποσότητα αερίου με τύπο XH_4 διοχετεύεται σε ένα δοχείο όγκου 10 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 αερίου και

β) η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου Χ.

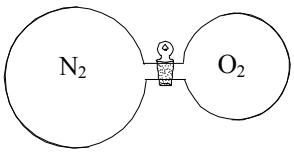
R = 0,082 atm·L/mol·K. Η σχετική ατομική μάζα του Η είναι ίση με 1.

α) Με βάση την καταστατική εξίσωση, έχουμε:

$$P.V = n.R.T \Rightarrow P.V = \frac{m}{M_r}R.T \Rightarrow M_r(XH_4) = \frac{m.R.T}{P.V} = \frac{16.0,082.100}{0,82.10} = 16$$

β) Αν x η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου Χ θα ισχύει: x + 4·1 = 16 $\Rightarrow x = 12.$

4. Στο δοχείο του σχήματος η στρόφιγγα είναι αρχικά κλειστή. Η αριστερή φιάλη έχει όγκο V_1 = 4 L και περιέχει $N_2(g)$ σε πίεση P_1 = 3 atm, ενώ η φιάλη στα δεξιά έχει όγκο V_2 = 2 L περιέχει $O_2(g)$ σε πίεση P_2 = 6 atm. Να υπολογίσετε την ολική πίεση μετά το άνοιγμα της στρόφιγγας.



Γράφουμε τις καταστατικές εξισώσεις για την αριστερή, τη δεξιά φιάλη (πριν το άνοιγμα της στρόφιγγας) και για τη συνολική φιάλη μετά το άνοιγμα της στρόφιγγας:

$P_1 \cdot V_1 = n_1 \cdot R \cdot T\,(1),$

$P_2 \cdot V_2 = n_2 \cdot R \cdot T\,(2),$.

$P_{ολ} \cdot (V_1 + V_2) = (n_1 + n_2) \cdot R \cdot T\,(3)$

Από τις εξισώσεις (1) και (2) προκύπτουν: $n_1 = \dfrac{P_1 \cdot V_1}{R \cdot T}$ και $n_2 = \dfrac{P_2 \cdot V_2}{R \cdot T}$.

Αντικαθιστώντας τις σχέσεις αυτές στη σχέση (3), προκύπτει:

$$P_{ολ} \cdot (V_1 + V_2) = \frac{P_1 \cdot V_1 + P_2 \cdot V_2}{R \cdot T} \cdot R \cdot T = P_1 \cdot V_1 + P_2 \cdot V_2$$

Επομένως: $P_{ολ} = \dfrac{P_1 \cdot V_1 + P_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} = \dfrac{4 \cdot 3 + 6 \cdot 2}{6} = 4\,\text{atm}.$

5. Σε δοχείο θερμοκρασίας 127°C εισάγονται 288 g μίγματος O_2 και N_2, το οποίο περιέχει τα δύο αέρια σε αναλογία mol 1 : 4 αντιστοίχως. Αν το μίγμα αυτό ασκεί πίεση 16,4 atm, να υπολογίσετε:
α) πόσα mol από κάθε αέριο περιέχει το μίγμα και
β) τον όγκο του δοχείου.
R = 0,082 atm·L/mol·K.

α) Έστω x και 4·x ο αριθμός mol του O_2 και του N_2 στο παραπάνω μίγμα. Η μάζα του O_2 θα είναι m_1 = 32·x και η μάζα του N_2 m_2 = 28·4x = 112·x και επομένως θα ισχύει: 32·x + 112·x = 144·x = 288, x = 2 mol. Επομένως, ο συνολικός αριθμός mol των δύο συστατικών είναι: 2 + 4.2 = 10 mol.

β) Από την καταστατική εξίσωση των (ιδανικών) αερίων για το μίγμα θα έχουμε:

$$P \cdot V = 10 \cdot R \cdot T \Rightarrow V = \frac{10 \cdot R \cdot T}{P} = \frac{10 \cdot 0{,}082 \cdot 400}{16{,}4} = \frac{10 \cdot 8{,}2 \cdot 4}{16{,}4} = 20\ \text{L}.$$

Ερωτήσεις, ασκήσεις και 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 mol H_2 επίσης σε STP συνθήκες ισούται με:

α. το λόγο των σχετικών μοριακών μαζών των δύο αερίων

β. τη σταθερά του Avogadro

γ. τον αριθμό mol του CH_4

δ. τον αριθμό mol του H_2

8.4. Ποσότητα αερίου βρίσκεται σε δοχείο με έμβολο αρχικού όγκου V_1 στους 273 K οπότε ασκεί πίεση P_1. Αν με μετακίνηση του εμβόλου η πίεση στο δοχείο γίνει P_2 υπό σταθερή θερμοκρασία, ποιος θα είναι ο νέος όγκος (V_2) του δοχείου;

α. $\frac{P_1 \cdot P_2}{V_1}$ β. $\frac{P_1 \cdot V_1}{P_2}$ γ. $\frac{V_1 \cdot P_2}{P_1}$ δ. $\frac{P_2}{P_1 \cdot V_1}$

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; Δίνονται οι ατομικές μάζες των στοιχείων: C:12, H:1, O:16, N:14.

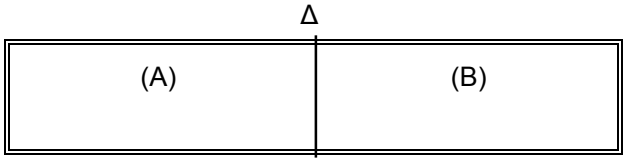
α. CO_2 και CO

β. CH_4 και O_2

γ. N_2 και CO

δ. CO_2 και C_3H_8

8.6. Ο χώρος (Α) όγκου V περιέχει H_2 πίεσης P, πυκνότητας ρ και θερμοκρασίας T, ενώ ο χώρος (Β) 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 2ρ

β. πίεση P/2, θερμοκρασία T και πυκνότητα ρ

γ. πίεση 2P, θερμοκρασία T και πυκνότητα ρ/2

δ. πίεση P/2, θερμοκρασία T και πυκνότητα ρ/2

ε. πίεση P, θερμοκρασία T/2 και πυκνότητα ρ/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 διπλασιαστεί.

ε. Αν διπλασιάσουμε τον όγκο ορισμένης ποσότητας ενός αερίου διατηρώντας τη θερμοκρασία σταθερή, η πίεσή του θα διπλασιαστεί.

στ. 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 ασκούν την ίδια πίεση στην ίδια θερμοκρασία. Να διατάξετε τα δοχεία αυτά κατά σειρά αυξανόμενης μάζας του αερίου που περιέχουν. Σχετικές ατομικές μάζες, O:16, N:14.

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 ασκεί το αέριο που περιέχεται σ' αυτά. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων, 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 K 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.

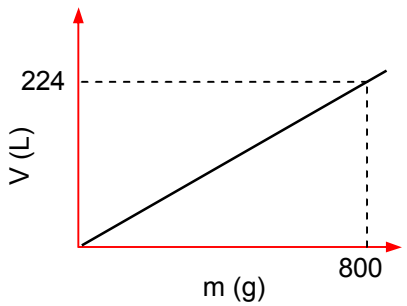
8.11. Δοχείο όγκου 82 L και θερμοκρασίας 127 ^oC περιέχει ποσότητα αερίου Χ (M_r = 40). Αν η πίεση στο δοχείο είναι ίση με 4 atm, να υπολογίσετε τη μάζα του αερίου Χ στο δοχείο. R = 0,082 atm·L/mol·K.

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^oC και σε πίεση 0,82 atm.
Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16, N:14. R = 0,082 atm·L/mol·K.

8.13. Σε ένα δοχείο σταθερού όγκου 16,4 L εισάγονται 16 g οξυγόνου σε θερμοκρασία 27^oC. Να υπολογίσετε:
α) την πίεση στο δοχείο.
β) την μάζα του CO_2 που πρέπει να εισαχθεί επιπλέον στο δοχείο υπό σταθερή θερμοκρασία, ώστε η πίεσή του να διπλασιαστεί.
Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16. R = 0,082 atm·L/mol·K.

8.14. Αέριο μίγμα H_2 και N_2 είναι ισομοριακό και έχει μάζα 12 g.
α) Υπολογίστε τον αριθμό των 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^oC. Πόσος είναι ο όγκος του δοχείου Δ;
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^oC; R = 0,082 atm·L/mol·K.
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; Σχετικές ατομικές μάζες, S:32, O:16.

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.

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16. R = 0,082 atm·L/mol·K.

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 ο αριθμός mol των ατόμων του άνθρακα 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 atm και θερμοκρασία 27°C.

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16. R = 0,082 atm·L/mol·K.

8.18. Η νιντρογλυκερίνη είναι ένα υγρό ευαίσθητο στα κτυπήματα, καθώς εκρήγνυται σύμφωνα με την εξίσωση:

$$4C_3H_5(NO_3)_3(\ell) \rightarrow 6N_2(g) + 10H_2O(\ell) + 12CO_2(g) + O_2(g)$$

Να υπολογίσετε τον όγκο των αερίων που προκύπτουν σε θερμοκρασία 27°C και σε πίεση 2 atm από την έκρηξη 2,27 g νιτρογλυκερίνης.

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, H:1, O:16. R = 0,082 atm·L/mol·K.

8.19. Το νιτρικό αμμώνιο είναι ένα συστατικό των λιπασμάτων που μπορεί να διασπαστεί εκρηκτικά σύμφωνα με την εξίσωση:

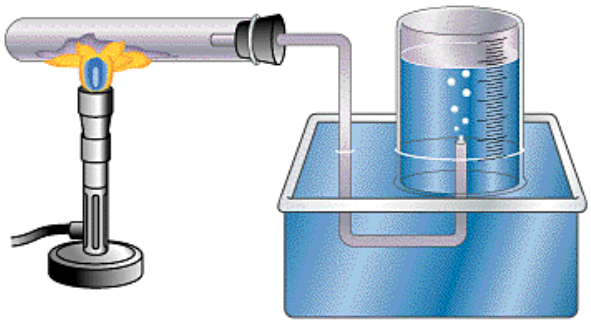
$$NH_4NO_3(s) \rightarrow N_2(g) + O_2(g) + H_2O(g)$$

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°C;

R = 0,082 atm·L/mol·K. Σχετικές ατομικές μάζες, N:14, O:16, H:1.



ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (46): ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ

Α. Για δυο αέρια Α και Β που βρίσκονται σε ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης και έχουν όγκους V_A και V_B και αριθμό mol n_A και n_B αντίστοιχα, ισχύει:

α) $V_A/V_B = n_A/n_B$ **β)** $V_A/V_B = n_B/n_A$ **γ)** $V_A \cdot V_B = n_B \cdot n_A$

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

……

……

……

……

Β. Αν διπλασιάσουμε τον όγκο ορισμένης ποσότητας ενός αερίου με σταθερή τη θερμοκρασία, η πίεσή του θα διπλασιαστεί. Σωστό ή λανθασμένο;

……

……

……

……

Γ. Ποσότητα $CO_2(g)$ βρίσκεται σε δοχείο όγκου 8,2 L υπό πίεση 3 atm στους 27°C.

α) Πόσα mol CO_2 βρίσκονται στο δοχείο;

β) Ποια η μάζα του;

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16. R = 0,082 atm·L/mol·K.

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (47): ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ

Ποσότητα CO_2(g) μάζας 8,8 g βρίσκεται σε κλειστό δοχείο. Η πίεση στο δοχείο είναι 8,2 atm και η θερμοκρασία 27°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 και ii. σε πίεση 4,1 atm και θερμοκρασία 27°C.

Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, O:16. R = 0,082 atm·L/mol·K.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ενότητα 9: Συγκέντρωση διαλυμάτων

9.1 Τι είναι συγκέντρωση διαλύματος

Ως συγκέντρωση (c) ενός διαλύματος ορίζεται η ποσότητα μιας διαλυμένης ουσίας σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος (ή διαλύτη, σε κάποιες περιπτώσεις). Για την έκφραση της συγκέντρωσης ενός διαλύματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν φυσικές μονάδες, όπως αυτές που συναντήσαμε στην 1η ενότητα με τον όρο περιεκτικότητα διαλύματος:

- περιεκτικότητα στα εκατό βάρος κατά βάρος (%w/w).
- περιεκτικότητα στα εκατό βάρος κατ' όγκο (%w/v).
- περιεκτικότητα στα εκατό όγκο κατ' όγκο (%v/v).

Μία συνηθισμένη έκφραση της συγκέντρωσης διαλύματος με χημικές μονάδες είναι η (γραμμομοριακή) συγκέντρωση ή μοριακότητα κατ΄ όγκο (Molarity).

Ως (γραμμομοριακή) συγκέντρωση διαλύματος ή μοριακότητα κατ' όγκο (c ή M) ορίζεται ο αριθμός των mol (n) μιας διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος. Έτσι, η (γραμμομοριακή) συγκέντρωση ενός διαλύματος δίνεται από τη σχέση,

$$c = \frac{n}{V}$$

όπου n ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας και V ο όγκος του διαλύματος σε L. Σύμφωνα με τη σχέση αυτή, η συγκέντρωση ενός διαλύματος έχει ως μονάδα μέτρησης το 1 mol/L ή απλά το 1 M.

Ας δούμε ένα παράδειγμα. Αν διαλύσουμε 1 mol = 342 g ζάχαρης (M_r = 342) σε νερό και αραιώσουμε με νερό μέχρις ότου να παρασκευάσουμε διάλυμα όγκου 1 L θα προκύψει διάλυμα ζάχαρης με c = 1 M. Αν διαλύσουμε 0,5 mol = 171 g ζάχαρης σε νερό και αραιώσουμε με νερό μέχρις ότου να παρασκευάσουμε διάλυμα όγκου 0,5 L θα παρασκευάσουμε διάλυμα ζάχαρης που θα έχει πάλι c = 1 M. Τα δύο διαλύματα μάλιστα θα έχουν την ίδια ακριβώς γλυκύτητα.

Δύο ή περισσότερα διαλύματα ζάχαρης της ίδιας συγκέντρωσης έχουν την ίδια ακριβώς γλυκύτητα και ανεξάρτητα από τον όγκο τους.

Ένα διάλυμα για το οποίο γνωρίζουμε ότι c = 1 M δεν σημαίνει ότι διαθέτουμε από αυτό όγκο 1 L. Σημαίνει, όμως, ότι αν πάρουμε 1 L από το διάλυμα αυτό θα περιέχεται 1 mol διαλυμένης ουσίας.

Με άλλα λόγια, διάλυμα συγκέντρωσης π.χ. c = 2 M σημαίνει ότι:

- Σε 1 L διαλύματος περιέχονται 2 mol της διαλυμένης ουσίας.

- Σε 2 L διαλύματος περιέχονται 4 mol της διαλυμένης ουσίας.
- Σε 500 mL διαλύματος περιέχεται 1 mol της διαλυμένης ουσίας.
- Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 0,2 mol της διαλυμένης ουσίας κτλ.

Εφαρμογή 1

Πόσα γραμμάρια καθαρού HNO_3 απαιτούνται για την παρασκευή 400 mL διαλύματος HNO_3 2 M; Για το HNO_3, M_r = 63.

Από την έκφραση του ορισμού της συγκέντρωσης, προκύπτει: $c = \frac{n}{V} \Rightarrow n = c \cdot V$

$= 2 \cdot 0,4 = 0,8$ mol HNO_3 και άρα: $n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n \cdot M_r = 0,8 \cdot 63 = 50,4$ g HNO_3.

Εφαρμογή 2

Διαλύουμε 2,24 L $NH_3(g)$ μετρημένα σε STP σε νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 500 mL. Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος;

Τα mol της NH_3 δίνονται από τη σχέση: $n = \frac{V}{22,4} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1\,\text{mol}$.

Επομένως: $c = \frac{n}{V} = \frac{0,1\,\text{mol}}{0,5\,\text{L}} = 0,2\,\text{M}$.

Η αμμωνία είναι ένωση του τύπου 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 NH_3 ανήλθε 146,5 εκατομμύρια τόνους (!).

9.2 Αλληλομετατροπές τρόπων έκφρασης συγκέντρωσης διαλυμάτων

Μετατροπή της %w/v περιεκτικότητας διαλύματος σε συγκέντρωση. Έστω, π.χ. 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 τον αριθμό mol σε κάθε 1 L διαλύματος.

Ακολουθούμε την εξής διαδικασία: Υπολογίζουμε αρχικά τη μάζα της διαλυμένης ουσίας σε 1 L (1000 mL) διαλύματος και στη συνέχεια μετατρέπουμε τη μάζα αυτή σε mol:

Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 8 g NaOH	
Σε 1000 mL	x = 80 g NaOH/L διαλύματος

$n = \frac{80}{40} = 2\,\text{mol/L}$. Επομένως, c = 2 M.

Μετατροπή της συγκέντρωσης σε % w/v περιεκτικότητα. Πρόκειται για το αντίστροφο της προηγούμενης περίπτωσης. Έστω, π.χ. ότι διαθέτουμε ποσότητα διαλύματος KOH (M_r = 56) συγκέντρωσης 0,2 M και θέλουμε να προσδιορίσουμε την % w/v περιεκτικότητά του. Υπολογίζουμε αρχικά τον αριθμό mol

της διαλυμένης ουσίας σε 100 mL διαλύματος και στη συνέχεια μετατρέπουμε τα mol αυτά σε μάζα:

Σε 1000 mL διαλύματος περιέχονται 0,2 mol KOH	
Σε 100 mL	x = 0,02 mol KOH/100mL διαλύματος

$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n.M_r = 0{,}02.56 = 1{,}12\,g\,KOH$. Επομένως, το διάλυμα έχει περιεκτικότητα 1,12% w/v.

Μετατροπή της % w/w περιεκτικότητας ενός διαλύματος σε συγκέντρωση (με τη χρήση και της πυκνότητας του διαλύματος ρ). Έστω π.χ. 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 (mL) που υπολογίζεται ως εξής:

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{100\,g}{1{,}07\,\frac{g}{mL}} = \frac{100}{1{,}07}\,mL$. Επομένως:

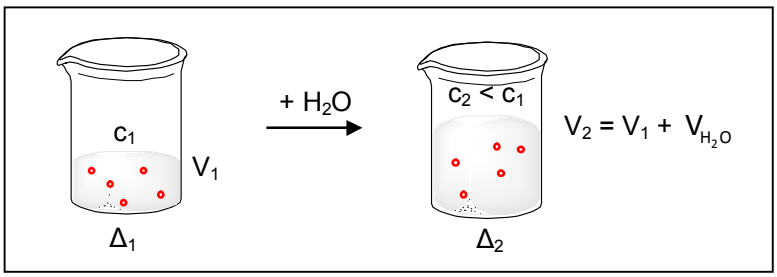
Στα $\frac{100}{1{,}07}$ mL διαλύματος περιέχονται 8 g NaOH	
Στα 1000 mL	$x = \frac{8.1000}{\frac{100}{1{,}07}} = 85{,}6$ g NaOH/L διαλύματος

$n = \frac{85{,}6}{40} = 2{,}14$ mol NaOH και επομένως c = 2,14 M.

9.3 Αραίωση – Συμπύκνωση διαλυμάτων

Αραίωση διαλύματος έχουμε όταν σε ένα διάλυμα προσθέσουμε <u>επιπλέον</u> ποσότητα διαλύτη (νερού). Έστω V_1 ο όγκος ενός διαλύματος ($Δ_1$) που έχει συγκέντρωση c_1. Στο διάλυμα αυτό προστίθεται επιπλέον νερό όγκου V, 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: $\mathbf{c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2}$ (όπου $V_2 = V_1 + V_{H_2O}$)

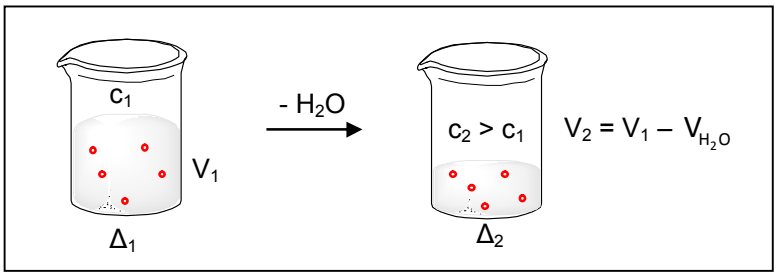
Απόδειξη: Με εφαρμογή του ορισμού της συγκέντρωσης στα διαλύματα Δ_1 και Δ_2, έχουμε: $c_1 = \frac{n_1}{V_1}$ και $c_2 = \frac{n_2}{V_2}$. Από τις σχέσεις αυτές προκύπτουν οι σχέσεις, $n_1 = c_1 \cdot V_1$ και $n_2 = c_2 \cdot V_2$. Επειδή με την αραίωση η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει η ίδια θα έχουμε, $n_1 = n_2$ και επομένως: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$.

Εφαρμογή 3

Πόσα mL νερού πρέπει να προστεθούν σε 50 mL διαλύματος HNO_3 1 M για να προκύψει διάλυμα HNO_3 0,2 M;

Με εφαρμογή της παραπάνω σχέση αραίωσης των διαλυμάτων προκύπτει: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow 1 \cdot 0{,}05 = 0{,}2 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = 250$ mL. Επομένως, ο όγκος του νερού που προστέθηκε είναι: $V_{H_2O} = V_2 - V_1 = 250 - 50 = 200$ mL.

Η συμπύκνωση διαλύματος είναι φαινόμενο αντίστροφο της αραίωσης και πραγματοποιείται όταν από ποσότητα διαλύματος απομακρύνουμε ποσότητα διαλύτη (π.χ. με εξάτμιση ή βρασμό) με αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέ-ντρωσης του διαλύματος:

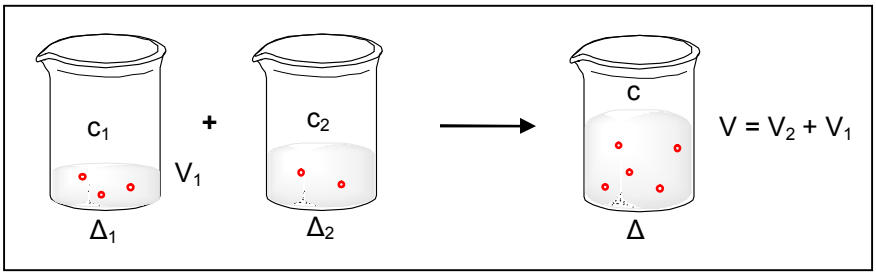


Και κατά τη **συμπύκνωση** ισχύει: $\mathbf{c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2}$ (όπου $V_2 = V_1 - V_{H_2O}$)

9.4 Ανάμιξη διαλυμάτων της ίδιας διαλυμένης ουσίας

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: $\mathbf{n_1 + n_2 = n}$.
- Ο όγκος του τελικού διαλύματος ισούται με το άθροισμα των όγκων των δύο αρχικών διαλυμάτων: $\mathbf{V_1 + V_2 = V}$.
- 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: $\mathbf{c_1 < c < c_2}$.



Κατά την ανάμιξη δύο διαλυμάτων της ίδιας διαλυμένης ουσίας ισχύει η σχέση:

$$\mathbf{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot V} \quad (\text{όπου } V = V_1 + V_2)$$

Απόδειξη: Με εφαρμογή του ορισμού της συγκέντρωσης στα διαλύματα $Δ_1$, $Δ_2$ και Δ έχουμε: $c_1 = \frac{n_1}{V_1}$, $c_2 = \frac{n_2}{V_2}$ και $c = \frac{n}{V}$.

Από τις σχέσεις αυτές προκύπτουν οι σχέσεις, $n_1 = c_1 \cdot V_1$, $n_2 = c_2 \cdot V_2$ και $n = c \cdot V$. Επειδή με την ανάμιξη ισχύει: $n_1 + n_2 = n$, άρα: $c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot V$.

Εφαρμογή 4

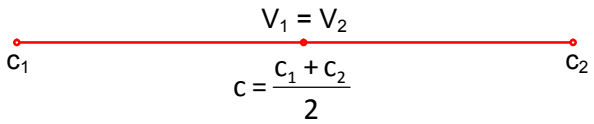
500 mL διαλύματος NaOH περιεκτικότητας 8% w/v αναμιγνύονται με 1,5 L άλλου διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 0,8 M. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος. Για το NaOH, M_r = 40.

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: $c_1 = \frac{80}{40} = 2$ M. Στη συνέχεια εφαρμόζουμε τη σχέση ανάμιξης διαλυμάτων: $c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot V \Rightarrow 2 \cdot 0{,}5 + 0{,}8 \cdot 1{,}5 = c \cdot (0{,}5 + 1{,}5) \Rightarrow 1 + 1{,}2 = c \cdot 2$ $\Rightarrow c = 1{,}1$ 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;):



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 προβλήματα

1. Σε 400 mL διαλύματος KOH περιέχονται 11,2 g KOH. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (c) του διαλύματος. Για το KOH, M_r = 56.

Υπολογίζουμε αρχικά τα mol του KOH: $n = \frac{m}{M_r} = \frac{11{,}2}{56} = 0{,}2\,\text{mol}$

Επομένως: $c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}2\,\text{mol}}{0{,}4\,\text{L}} = 0{,}5$ M.

1. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση διαλύματος NaOH, περιεκτικότητας 0,8% w/v. Για το NaOH, M_r = 40.

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται 0,8 g NaOH	
Στα 1000 mL	x = 8 g NaOH

Επομένως: $c_1 = \frac{8}{40} = 0{,}2$ M.

2. 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.

Υπολογίζουμε αρχικά τα mol του HNO_3:

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{6,3}{63} = 0,1\,mol$$

Υπολογίζουμε στη συνέχεια τον όγκο του διαλύματος που περιέχει τα 0,1 mol:

$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{c} = \frac{0,1}{0,2} = 0,5\,L.$$

Μετατρέπουμε τον παραπάνω όγκο σε μάζα, με βάση την πυκνότητα του διαλύματος:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho \cdot V = 500\ mL \cdot 1,02\ \frac{g}{mL} = 510\ g.$$

3. Σε 400 g νερού διαλύονται 20 g NaOH και προκύπτει διάλυμα πυκνότητας ρ = 1,04 g/mL. Ποια η συγκέντρωση (c) του διαλύματος; Για το NaOH, M_r = 40.

Η ποσότητα του NaOH αντιστοιχεί $n = \frac{m}{M_r} = \frac{20}{40} = 0,5\,mol$. Η μάζα του διαλύματος που προκύπτει είναι 400 + 20 = 420 g. Υπολογίζουμε τον όγκο του διαλύματος αυτού:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{420\,g}{1,04\,\frac{g}{mL}} = 403,85\ g.$$

Στα 403,85 mL διαλύματος περιέχονται 0,5 mol NaOH

Στα 1000 mL $\qquad x = \frac{1000 \cdot 0,5}{403,85} = 1,24\,mol$

Επομένως: c = 1,24 M.

4. Να υπολογίσετε την % κατά βάρος (w/w) περιεκτικότητα διαλύματος H_2SO_4, του οποίου η συγκέντρωση είναι 2 M και η πυκνότητά του είναι 1,1 g/mL. Για το H_2SO_4, M_r = 98.

Στο 1 L του διαλύματος αντιστοιχούν 2 mol διαλυμένης ουσίας, που με τη σειρά τους αντιστοιχούν σε 2·98 = 196 g H_2SO_4. Υπολογίζουμε τη μάζα του διαλύματος που αντιστοιχεί σε όγκο 1 L:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = 1000\ mL \cdot 1,1\,\frac{g}{mL} = 1100\ g\ \text{διαλύματος}.$$

Επομένως:

Στα 1100 g διαλύματος περιέχονται 196 g H_2SO_4

Στα 100 g $x = \frac{100.196}{1100} = 17,8$ g

Άρα, το διάλυμα έχει περιεκτικότητα 17,8% w/w.

5. Σε 200 mL διαλύματος NaOH, 8% w/v προστίθενται 800 mL νερού. Ποια θα είναι η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος; Για το NaOH, M_r = 40.

Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του αρχικού διαλύματος:

Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 8 g NaOH

Σε 1000 mL x = 80 g NaOH ή $\frac{80}{40} = 2\,\text{mol}$

Επομένως: c_1 = 2 M. Το τελικό διάλυμα έχει όγκο V_2 = 200 + 800 = 1000 mL = 1 L. Εφαρμόζοντας τη σχέση της αραίωσης, έχουμε:
$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow 2 \cdot 0,2 = c_2 \cdot 1 \Rightarrow c_2 = 0,4$ M.

6. Θερμαίνουμε 30 mL διαλύματος NaCl 0,4 M, ώσπου να εξατμιστούν 10 mL H_2O. Ποια θα είναι η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος;

Το τελικό διάλυμα έχει όγκο V_2 = 30 – 10 = 20 mL = 0,02 L. Εφαρμόζοντας τη σχέση της συμπύκνωσης, έχουμε: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow 0,4 \cdot 0,03 = c_2 \cdot 0,02 \Rightarrow c_2 = 0,6$ M.

7. Πόσα mL νερού πρέπει να εξατμισθούν 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.

Τα 100 g διαλύματος KOH έχουν όγκο: $V = \frac{m}{\rho} = \frac{100\,\text{g}}{1,05\,\frac{\text{g}}{\text{mL}}} = \frac{100}{1,05}\text{mL} = 95,24\,\text{mL}$

Σε $95,2\,\text{mL}$ διαλύματος περιέχονται 10 g KOH ή $\frac{10}{56}\text{moL} = 0,18\,\text{mol}$

Σε 1000 mL $x = \frac{0,18.1000}{95,24}\text{moL} = 1,875\,\text{mol}.$

Επομένως: c_1 = 1,875 M. Εφαρμόζουμε τη σχέση της συμπύκνωσης:
$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow 1,875 \cdot 0,8 = 2 \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = 0,75$ L ή 750 mL. Επομένως πρέπει να εξατμιστούν 800 – 750 = 50 mL νερού.

8. 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. την % w/v περιεκτικότητα και
β. τη συγκέντρωση c.

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 1ο διάλυμα υπολογίζεται ως εξής:

Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 10 g NaOH
Σε 200 mL x = 20 g NaOH

Ανάλογα υπολογίζεται και η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο 2ο διάλυμα:

Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 2 g NaOH
Σε 300 mL x = 6 g NaOH

Η ποσότητα του NaOH στο τελικό διάλυμα θα είναι: 20 + 6 = 26 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. Τα 26 g NaOH αντιστοιχούν σε $n = \frac{m}{M_r} = \frac{26}{40} = 0{,}65\,\text{mol}$. Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος υπολογίζεται από τη σχέση: $c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}65}{0{,}5} = 1{,}3\,\text{M}$.

9. 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;

Από τη σχέση της ανάμιξης διαλυμάτων, $c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot V$, προκύπτει:
$0{,}1 \cdot V_1 + 0{,}3 \cdot 3 = 0{,}15 \cdot (3+V) \Rightarrow 0{,}1 \cdot V_1 + 0{,}9 = 0{,}45 + 0{,}15 \cdot V \Rightarrow 0{,}05 \cdot V = 0{,}45$
$\Rightarrow V = 9$ L.

10. 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.

Στα 100 mL διαλύματος περιέχονται 9,8 ή $\frac{9,8}{98} = 0,1\,\text{moL}$

Στα 1000 mL διαλύματος x = 1 mol

Επομένως: c_1 = 1 M.

Τα 540 g του 1ου διαλύματος H_2SO_4 έχουν όγκο: $V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{540\,g}{1,08\,\frac{g}{mL}} = 500\,mL$

Από τη σχέση της ανάμιξης διαλυμάτων, $c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot V$, προκύπτει:

$1 \cdot 0,5 + 2 \cdot 4,5 = c \cdot 5 \Rightarrow c = 1,9$ M.

11. Σε 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_r = 36,5.

Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του αρχικού διαλύματος:

Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 3,65 g HCl

Σε 1000 mL x = 36,5 g HCl ή $\frac{36,5}{36,5} = 1\,\text{mol}$

Επομένως: c_1 = 1 M. Από τη σχέση της ανάμιξης διαλυμάτων, έχουμε:

$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot V \Rightarrow 1 \cdot V_1 + 2 \cdot V_2 = 1,4 \cdot (V_1 + V_2) \Rightarrow V_1 + 2 \cdot V_2 = 1,4 \cdot V_1 + 1,4 \cdot V_2 \Rightarrow 0,6 \cdot V_2 = 0,4 \cdot V_1 \Rightarrow 3 \cdot V_2 = 2 \cdot V_1 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{2}$.

Ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα

9.1. Ποσότητα ΚΟΗ (M_r = 56) μάζας 5,6 g διαλύεται σε νερό και σχηματίζει διάλυμα όγκου 200 mL. Το διάλυμα που σχηματίζεται θα έχει συγκέντρωση c =

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. $c_1 < c_2$

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 $c_2 = 2c_1$, 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. $c_1' < 2c_2'$

β. $c_2' = 2c_1'$

γ. $c_1' = 2c_2'$

δ. $c_1' < c_2'$

9.5. Σε διάλυμα ΚΟΗ 2 M όγκου 100 mL προσθέτουμε άλλο διάλυμα ΚΟΗ 0,8 M όγκου επίσης 100 mL. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος που προκύπτει;

α. 1,4 M

β. 2,8 M

γ. 2 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. 0,4 M

β. 0,8 M

γ. καμία από τις παραπάνω

9.7. Διαθέτουμε διάλυμα NaOH ($Δ_1$) και ένα διάλυμα KOH ($Δ_2$) της ίδιας συγκέντρωσης c. 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.

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. $c_3 < c_2 < c_1$

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 τον αριθμό των mol της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται 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.

στ. Με την ανάμιξη δύο διαλυμάτων KOH με συγκεντρώσεις c_1 και c_2, η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος θα είναι $c = c_1 + c_2$.

ζ. Αν αναμείξουμε διάλυμα NaOH συγκέντρωσης c_1 = 0,1 M και όγκου V_1 με άλλο διάλυμα NaOH συγκέντρωσης c_1 = 0,5 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 M και 0,5 M.

9.11. Διάλυμα NaOH έχει περιεκτικότητα 1,2% w/v. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος; Για το NaOH, M_r = 40.

9.12. Διαλύσαμε 11,2 g KOH σε νερό και προέκυψε διάλυμα όγκου 200 mL. Να υπολογιστούν: α. Η % w/v περιεκτικότητα του διαλύματος και β. η συγκέντρωσή του. Για το KOH, M_r = 56.

9.13. Ποσότητα HCl(g) όγκου 1,12 L, σε STP συνθήκες, διαλύεται σε νερό και προκύπτει διάλυμα όγκου 250 mL.
α. Ποια η τιμή της συγκέντρωσης του διαλύματος;
β. Ποια η % w/v περιεκτικότητά του, αν για το HCl M_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 g νερό διαλύουμε 160 g NaOH και προκύπτει διάλυμα ($Δ_1$) πυκνότητας 1,25 g/mL.
α. Να υπολογιστεί η περιεκτικότητα του διαλύματος $Δ_1$.
β. Σε 100 mL του παραπάνω διαλύματος προσθέτουμε 900 mL νερό και προκύπτει νέο διάλυμα $Δ_2$. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος αυτού.

9.15. Κατά την αραίωση 200 mL ενός διαλύματος $Δ_1$ HNO_3 2 M με 300 mL νερού προέκυψαν 500 mL διαλύματος $Δ_2$.
α. Πόσα g HNO_3 περιέχονται στο διάλυμα $Δ_1$;
β. Ποια είναι η % w/v περιεκτικότητα του διαλύματος $Δ_2$;
γ. Με πόσα mL H_2O πρέπει να αραιωθούν 50 mL του διαλύματος $Δ_2$, ώστε να προκύψει διάλυμα $Δ_3$ με συγκέντρωση c = 0,5 M;
Σχετικές ατομικές μάζες, H:1, N:14, O:16.

9.16. 4,48 L αέριας NH_3 (μετρημένα 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 $Δ_1$ και
β. ο όγκος του νερού (σε mL) με τον οποίο αραιώθηκε το διάλυμα $Δ_1$.

9.17. Πόσα g NaOH(s) πρέπει να διαλυθούν επιπλέον σε διάλυμα NaOH όγκου 200 mL συγκέντρωσης 0,2 M ώστε να προκύψει διάλυμα συγκέντρωσης 0,5 M; Να υποτεθεί ότι η διάλυση του επιπλέον NaOH δεν μεταβάλλει αισθητά τον όγκο του διαλύματος. Σχετικές ατομικές μάζες, H:1, Na:23, O:16.

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 mol NaCl (100 mL)

Διάλυμα Β: 0,1 mol NaCl (200 mL)

Διάλυμα Γ: 0,2 mol (500 mL)

Διάλυμα Δ: 0,2 mol (250 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 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 400mL 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) πόσα mL νερού προσθέσαμε στα 100mL του διαλύματος Δ για την παρασκευή του $Δ_1$.

γ) η συγκέντρωση του διαλύματος $Δ_2$.

δ) ο αριθμός των 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.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (48): ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

8 g NaOH διαλύονται σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα όγκου 500 mL.

α) Ποια η %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος;

β) Ποια η συγκέντρωση (c_1) του διαλύματος;

γ) Σε 200 mL του παραπάνω διαλύματος προσθέτουμε 800 mL νερό. Ποια η %w/v περιεκτικότητα και ποια συγκέντρωση (c_2) του διαλύματος που προκύπτει;

Σχετικές ατομικές μάζες, Na:23, O:16, H:1.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (49): ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

8 g NH_4NO_3 διαλύονται σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα όγκου 500 mL.

α) Ποια η %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος;

β) Ποια η συγκέντρωση (c_1) του διαλύματος;

γ) Σε όλη την ποσότητα του παραπάνω διαλύματος προσθέτουμε 1500 mL νερό. Ποια η %w/v περιεκτικότητα και ποια συγκέντρωση (c_2) του διαλύματος που προκύπτει;

Σχετικές ατομικές μάζες, N:14, O:16, H:1.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (50): ΑΝΑΜΙΞΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΙΔΙΑΣ ΔΙΑΛΥΜΕΝΗΣ ΟΥΣΙΑΣ

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 M και ένα άλλο με συγκέντρωση c_2 = 2 M, ώστε το τελικό διάλυμα να έχει συγκέντρωση c = 4 M;

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

Ενότητα 10: Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί σε αντιδράσεις

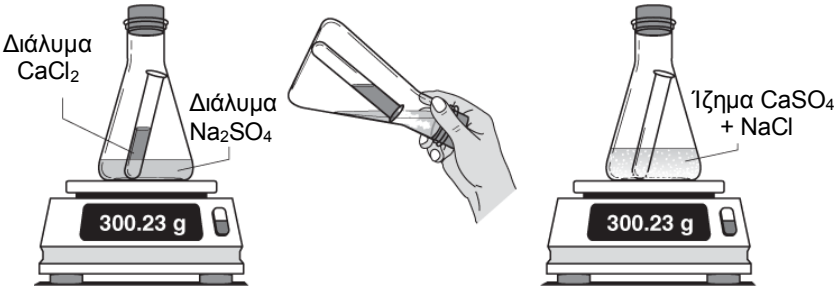
10.1 Γενικά για τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς

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 μάζα, αριθμό mol, όγκο αερίου κτλ.) ενός αντιδρώντος απαιτείται για να αντιδράσει με δεδομένη ποσότητα του 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.

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.



Στην διπλανή φιάλη γίνεται σε διάλυμα η αντίδραση: $CaCl_2 + Na_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2NaCl$. Παρατηρείται ότι η μάζα της φιάλης πριν και μετά την αντίδραση είναι η ίδια.

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: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$. 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 $3 \cdot N_A$ μόρια H_2 και προκύπτουν $2 \cdot N_A$ 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 mol των αντιδρώντων και των προϊόντων στην αντίδραση.

Εφαρμογή 1

Διαθέτουμε 3 mol N_2. Με πόσα mol H_2 θα αντιδράσουν και πόσα mol NH_3 θα παραχθούν;

σε mol	N_2 +	$3H_2$ →	$2NH_3$
αφού…	1	3	2
άρα	3	9	6

x 3

x 2

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 τον αριθμό 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 τον αριθμό mol των αντιδρώντων ή του προϊόντων που ζητούνται.

Βήμα 4: Μετατρέπουμε τον αριθμό mol του αντιδρώντος ή του προϊόντος που ζητείται στο επιθυμητό μέγεθος (μάζα ή όγκο) με βάση τις γνωστές σχέσεις.

Εφαρμογή 2

Ποσότητα SO_2 μάζας 32 g αντιδρά με την απαιτούμενη ποσότητα O_2, σύμφωνα με την εξίσωση: $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$. Να υπολογιστεί ο όγκος της απαιτούμενης ποσότητας O_2 καθώς και ο όγκος του SO_3 που προκύπτει, σε STP συνθήκες. Σχετικές ατομικές μάζες, S:32, O:16.

Βήμα 1: Δεν απαιτείται γιατί η εξίσωση της αντίδρασης είναι δεδομένη.

Βήμα 2: Υπολογίζουμε τη σχετική μοριακή μάζα του SO_2 και στη συνέχεια τον αριθμό mol του SO_2 που αντιστοιχούν στη μάζα των 32 g:

$$M_r(SO_2) = 32 + 2.16 = 64,\ n_{SO_2} = \frac{m}{M_r} = \frac{32}{64} = 0{,}5\,\text{mol}\,SO_2.$$

Βήμα 3: Γράφουμε τη σχέση mol με την οποία αντιδρούν ή παράγονται τα αντιδρώντα και το προϊόν, με βάση τους συντελεστές της αντίδρασης:

σε mol	$2SO_2$	+	O_2	→	$2SO_3$
	2		1		2

Βήμα 4: Με βάση το προηγούμενο βήμα και τη δεδομένη ποσότητα του SO_2 υπολογίζουμε αναλογικά τις ποσότητες του O_2 και του SO_3:

σε mol	$2SO_2$	+	O_2	→	$2SO_3$
αφού…	2		1		2
άρα	0,5		0,25		0,5

: 2

Προσοχή: Ενώ ο αριθμός ατόμων και η μάζα σε μία αντίδραση πάντοτε διατηρούνται αυτό δεν ισχύει απαραίτητα για τους συντελεστές, τον αριθμό 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 5: Υπολογίζουμε το ζητούμενο όγκο του O_2 και του SO_3:

$$n_{O_2} = \frac{V_{O_2}}{22,4} \Rightarrow V_{O_2} = 0,25 \cdot 22,4 = 5,6 \text{ L.}$$

$$n_{SO_2} = \frac{V_{SO_2}}{22,4} \Rightarrow V_{SO_2} = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2 \text{ L.}$$

Εφαρμογή 3

Πόσα γραμμάρια N_2 και πόσα L $H_2(g)$ απαιτούνται για την παρασκευή 89,6 L $NH_3(g)$; Σχετική ατομική μάζα, N:14. Οι όγκοι αναφέρονται σε STP συνθήκες.

Γράφουμε την εξίσωση σχηματισμού της NH_3: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$.

Υπολογίζουμε τον αριθμό mol NH_3 που προκύπτουν από την αντίδραση:

$$n = \frac{V}{22,4} = \frac{89,6}{22,4} = 4 \text{ mol } NH_3$$

Γράφουμε τη σχέση 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:

σε mol	N_2	+	$3H_2$	→	$2NH_3$
αφού…	1		3		2
άρα	2		6		4

x 1,5

: 2

Υπολογίζουμε στη συνέχεια τη μάζα του H_2 και τον όγκο του H_2 (L σε STP):

$$M_r(N_2) = 2 \cdot 14 = 28, \; n_{N_2} = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m_{N_2} = 2 \cdot 28 = 56 \text{ g}$$

$$n_{H_2} = \frac{V_{H_2}}{22,4} \Rightarrow V_{H_2} = 6 \cdot 22,4 = 13,44 \text{ L.}$$

10.3 Στοιχειομετρία σε διαλύματα

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 τον αριθμό mol της διαλυμένης ουσίας, 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.

Η συγκέντρωση ενός διαλύματος, ως γνωστόν, ορίζεται από τη σχέση:

$$c = \frac{n}{V}$$

όπου n ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας και V ο όγκος του διαλύματος σε L.

Εφαρμογή 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 $Ca_3(PO_4)_2$;

Υπολογίζουμε αρχικά τον αριθμό mol του H_3PO_4 που αντιστοιχεί σε 200 mL διαλύματος 0,3 M:

$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow n = c \cdot V = 0{,}2 \cdot 0{,}2 = 0{,}04 \text{ mol.}$$

Γράφουμε την (ισοσταθμισμένη) εξίσωση της εξουδετέρωσης και υπολογίζουμε στοιχειομετρικά τα mol του $Ca(OH)_2$ που αντιδρούν με τα 0,04 mol H_3PO_4:

σε mol	$3Ca(OH)_2$	$+ 2H_3PO_4 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O$
αφού…	3	2
άρα	0,06	0,04

x 1,5

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 $Ca(OH)_2$ που περιέχει αυτή την ποσότητα $Ca(OH)_2$:

$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow V = \frac{n}{c} = \frac{0{,}06}{0{,}5} = 0{,}12 \text{ L ή } 120 \text{ mL.}$$

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 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.

Υπολογίζουμε αρχικά τον αριθμό mol HCl που περιέχονται σε 500 mL διαλύματος HCl 0,2 M:

$$c = \frac{n}{V} \Rightarrow n = c \cdot V = 0{,}2 \cdot 0{,}5 = 0{,}1 \text{ mol.}$$

Με βάση την εξίσωση της αντίδρασης υπολογίζουμε τον αριθμό mol του (καθαρού) Zn και στη συνέχεια τη μάζα του:

σε mol	$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$			
αφού…	1	2		1
άρα	0,05	0,1		0,05

Η ποσότητα του Zn που αντιδρά με 0,1 mol HCl θα είναι, επομένως, 0,05 mol που αντιστοιχεί σε μάζα $m = n \cdot A_r = 0{,}05 \cdot 65 = 3{,}25$ g. Η ποσότητα του δείγματος Zn που περιέχει 3,25 g καθαρού Zn υπολογίζεται ως εξής:

Τα 100 g δείγματος περιέχουν	90 g καθαρού Zn
x = ;	3,25 g

Επομένως: $x = \frac{325}{90} = 3{,}61$ g δείγματος.

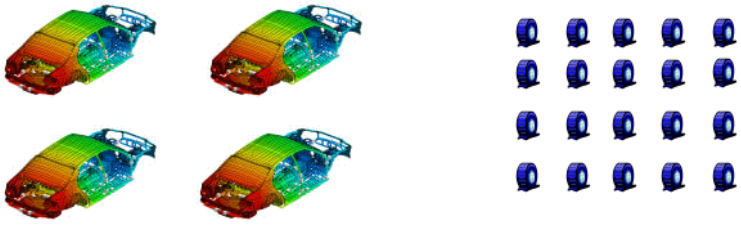
Με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης παράγονται 0,05 mol αερίου H_2, που αντιστοιχεί σε όγκο: $V = n \cdot 22{,}4 = 0{,}05 \cdot 22{,}4 = 1{,}12$ L (σε STP).

10.5 Περίσσεια ενός αντιδρώντος

Στην περίπτωση που η αναλογία mol δύο αντιδρώντων είναι η ίδια με την αναλογία των συντελεστών των δύο αυτών αντιδρώντων στο τέλος της αντίδρασης θα έχουν αντιδράσει πλήρως και τα δύο αντιδρώντα και στο δοχείο της αντίδρασης θα υπάρχουν αποκλειστικά και μόνο το προϊόντα της αντίδρασης. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι οι ποσότητες των δύο αντιδρώντων είναι σε **στοιχειομετρική αναλογία**. Έτσι, για παράδειγμα στην αντίδραση, $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$, οι ποσότητες 1 mol N_2 και 3 mol H_2 είναι σε στοιχειομετρική αναλογία. Επίσης σε στοιχειομετρική αναλογία είναι οι ποσότητες 2 mol N_2 και 6 mol H_2, 3 mol N_2 και 9 mol H_2, 0,2 mol N_2 και 0,6 mol H_2 και γενικά οι ποσότητες x mol N_2 και 3x 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 θέλουμε να βάλουμε τις ρόδες στα αυτοκίνητα θα παρατηρήσουμε ότι θα μας περισσέψουν 20 − 4·4 = 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 του αντιδρώντος Α, ενώ το αντιδρών Β αντιδρά πλήρως.

Παράδειγμα

Το μεθάνιο έχει τύπο CH_4 και αντιδρά (καίγεται) με το O_2, σύμφωνα με την εξίσωση: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$. Έτσι, αν βάλουμε προς αντίδραση 2 mol CH_4 με 7 mol O_2, τα 2 mol CH_4 θα αντιδράσουν με 4 mol O_2 και θα παραχθούν 2 mol CO_2 και 4 mol H_2O, ενώ θα περισσέψουν και 7 − 4 = 3 mol O_2. Τα αποτελέσματα οργανώνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Σε mol	**CH_4**	**+**	**$2O_2$**	**$\rightarrow$**	**CO_2**	**+**	**$2H_2O$**
Αρχικά	2		7				
Αντιδρούν	−2		−4				
Παράγονται					2		4
Τελικά	–		3		2		4

Εφαρμογή 6

Διαθέτουμε 0,1 mol Mg. α. Ποια ποσότητα (σε mol) O_2 απαιτείται για πλήρη αντίδραση, σύμφωνα με την εξίσωση: $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$, και ποια ποσότητα προϊόντος θα παραχθεί; β. Αν βάλουμε προς αντίδραση 0,1 mol Mg με 0,2 mol O_2, ποια ποσότητα προϊόντος θα παραχθεί και ποιο αντιδρών θα είναι σε περίσσεια;

α.

σε mol	**2Mg**	**+ O_2**	**→ 2MgO**
αφού…	2	1	2
άρα	0,1	0,05	0,1

Επομένως, θα απαιτηθούν 0,05 mol O_2 και θα παραχθούν 0,1 mol MgO.

β. Αφού τα 0,1 mol Mg απαιτούν προς αντίδραση 0,05 mol O_2, θα περισσέψουν τα υπόλοιπα 0,2 – 0,05 = 0,15 mol O_2. Η ποσότητα του Mg που θα παραχθεί θα είναι πάλι 0,1 mol. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Σε mol	**2Mg**	**+ O_2**	**→ 2MgO**
Αρχικά	0,1	0,2	
Αντιδρούν	−0,1	−0,05	
Παράγονται			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 7

Ποσότητα $N_2(g)$ μάζας 5,6 g αντιδρά με περίσσεια $H_2(g)$. Ποια μάζα $NH_3(g)$ θα σχηματιστεί; Σχετικές ατομικές μάζες, N:14, H:1.

Υπολογίζουμε τον αριθμό mol του N_2: $n = \frac{m}{M_r} = \frac{5,6}{28} = 0,2\,\text{mol } N_2$.

Γράφουμε την αντίδραση και εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς με βάση το N_2 και την παραγόμενη NH_3 (αδιαφορούμε για το συστατικό που είμαι σε περίσσεια και για το οποίο δεν γνωρίζουμε την ποσότητά του):

σε mol	**N_2**	**+ $3H_2$**	**→ $2NH_3$**
αφού…	1	(περ.)	2
άρα	0,2		0,4

Υπολογίζουμε στη συνέχεια τη μάζα της NH_3:

$$M_r(NH_3) = 17,\ n_{NH_3} = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m_{N_2} = 0,4 \cdot 17 = 6,8\ g$$

10.6. Ειδική μεθοδολογία ασκήσεων στοιχειομετρίας

α) 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 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. Σχετικές ατομικές μάζες, Na:23, Cl:35,5.

Υπολογίζουμε τον αριθμό mol του NaCl:

$$M_r(NaCl) = 58,5,\ n = \frac{m}{M_r} = \frac{5,85}{58,5} = 0,1\,mol.$$

Γράφουμε τις χημικές εξισώσεις των δύο αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης που διεξάγονται και εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς:

σε mol	$2NaCl + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$		
αφού…	2	(περ.)	2
άρα	0,1		0,1

σε mol	$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$		
αφού…	(περ.)	2	1
άρα		0,1	0,05

Επομένως: $n_{CO_2} = \frac{V}{22,4} \Rightarrow V = 0,05 \cdot 22,4 = 1,12\ L.$

Εφαρμογή 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; Σχετικές ατομικές μάζες, Fe:56, Ag:108, Cl:35,5.

Έστω x mol η ποσότητα του Fe. Γράφουμε τις διαδοχικές εξισώσεις των αντιδράσεων που αναφέρονται και εκτελούμε τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς με βάση το x:

σε mol	$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$		
αφού…	1	(περ.)	1
άρα	x		x

σε mol	$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$	
αφού…	1	2
άρα	x	2x

σε mol	$AgNO_3 + HCl \rightarrow HNO_3 + AgCl\downarrow$		
αφού…	1	1	
άρα	2x		2x

$M_r(AgCl) = 108 + 35,5 = 143,5.$ $n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow 2x = \frac{14,35}{143,5} \Rightarrow x = 0,05\,mol.$ Επομένως,

η μάζα του Fe θα είναι: $n = \frac{m}{A_r} \Rightarrow$ $m = 0,05 \cdot 56 = 2,8$ g.

β) 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 τον αριθμό mol κάθε συστατικού 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 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. Σχετικές ατομικές μάζες, Fe:56, S:32.

Έστω ότι το μίγμα αποτελείται από x mol Fe και y mol FeS. Αν m_1 και m_2 οι μάζες των δύο συστατικών θα ισχύουν: $m_1 = x \cdot 56$ και $m_2 = y \cdot 88$ (όπου 88 η σχετική μοριακή μάζα του FeS) και επομένως με βάση τη μάζα του μίγματος:

$$x \cdot 56 + y \cdot 88 = 10 \quad (1).$$

Με την επίδραση HCl στο μίγμα λαμβάνουν χώρα δύο αντιδράσεις, μία αντίδραση απλής αντικατάστασης και μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης:

σε mol	$Fe + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2$		
αφού…	1	(περ.)	1
άρα	x		x

σε mol	$FeS + 2HCl \rightarrow FeCl_2 + H_2S\uparrow$	
αφού…	1	1
άρα	y	y

Το αέριο που εκλύεται αποτελείται από δύο συστατικά, το H_2 (x mol) και το H_2S (y mol). Θα ισχύει:

$$n_{ολ} = \frac{V}{22,4} = \frac{3,36}{22,4} = 0,15 \text{ , } x + y = 0,15 \text{ (2).}$$

Με επίλυση του συστήματος των δύο εξισώσεων (1) και (2), προκύπτει: x = 0,1 και y = 0,05. Άρα, οι μάζες των δύο συστατικών θα είναι:

$m_1 = 0,1 \cdot 56 = 5,6$ g Fe και $m_2 = 0,05 \cdot 88 = 4,4$ g FeS.

Εφαρμογή 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. Σχετικές ατομικές μάζες, Na:23, K:39, Cl:35,5, Ag:108.

Οι σχετικές μοριακές μάζες των δύο συστατικών του μίγματος και του ιζήματος (AgCl) είναι: $M_r(NaCl) = 23 + 35,5 = 58,5$, $M_r(KCl) = 74,5$, $M_r(AgCl) = 143,5$.
Έστω x mol και y mol οι ποσότητες του NaCl και του KCl στο αρχικό μίγμα και m_1 και m_2 οι αντίστοιχες μάζες τους. Θα ισχύει: $m_1 + m_2 = 13,3$ και επομένως:
$x \cdot 58,5 + y \cdot 74,5 = 13,3$ (1).
Με βάση τις εξισώσεις των δύο αντιδράσεων (διπλής αντικατάστασης) που λαμβάνουν χώρα, έχουμε:

σε mol	**$NaCl + AgNO_3 \rightarrow NaNO_3 + AgCl \downarrow$**	
αφού…	1	1
άρα	x	x

σε mol	**$KCl + AgNO_3 \rightarrow KNO_3 + AgCl \downarrow$**	
αφού…	1	1
άρα	y	y

Η συνολική ποσότητα του AgCl είναι (x+y) mol και άρα:

$$(x+y) \cdot 143,5 = 28,7 \text{ (2).}$$

Με επίλυση του συστήματος των δύο εξισώσεων (1) και (2) προκύπτει: x = 0,1 mol και y = 0,1 mol και επομένως: $m_1 = 0,1 \cdot 58,5$ g = 5,85 g NaCl και $m_2 = 0,1 \cdot 74,5$ g = 7,45 g KCl.

Ερωτήσεις και ασκήσεις

10.1. Αν αναμείξουμε 2 mol N_2 και 6 mol H_2, τότε μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης, $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$, 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 αριθμοί 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 από y mol Zn, σύμφωνα με την εξίσωση: $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$, 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: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$. Με βάση την εξίσωση αυτή να συμπληρώσετε τις προτάσεις i-iv που ακολουθούν.

i) 0,2mol N_2 αντιδρούν με ..... mol H_2 και παράγονται ..... mol NH_3

ii) .....L N_2 αντιδρούν με ..... L H_2 και παράγονται 0,2 L NH_3 στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

iii) 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 ..... .

iv) 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 το πλήθος των mol των ουσιών που παράγονται είναι πάντα ίσο με το πλήθος των 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: $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$. 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.

Προβλήματα

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: $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$.

10.8. Για την παρασκευή του πυριτίου (Si) που χρησιμοποιείται στα ηλεκτρονικά συστήματα των υπολογιστών χρησιμοποιούμε την αντίδραση: $SiCl_4 + 2Mg \rightarrow 2MgCl_2 + Si$. Πόσα g Mg απαιτούνται για την παρασκευή 11,2 g Si; Σχετικές ατομικές μάζες, Si:28, Mg:24.

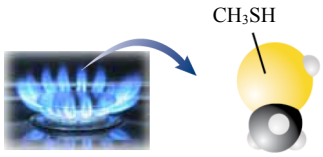
10.9. Το φωσφίδιο του ασβεστίου, Ca_3P_2, αντιδρά με το νερό, σύμφωνα με την εξίσωση: $Ca_3P_2(s) + H_2O(\ell) \rightarrow 2PH_3(g) + 3Ca(OH)_2(aq)$. Ποιες μάζες αντιδρώντων απαιτούνται για την παραγωγή 8,96 L $PH_3(g)$, σε STP συνθήκες;

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 46 g $KClO_3$.

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. Σχετική ατομική μάζα Zn ίση με 65.

10.12. Τα προωθητικά συστήματα των διαστημικών λεωφορείων χρησιμοποιούν την αντίδραση: $3Al + 3NH_4ClO_4 \rightarrow Al_2O_3 + AlCl_3 + 3NO + 6H_2O$. 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; Σχετικές ατομικές μάζες, Al:27, N:14, H:1, Cl:35,5, O:16.

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: $CH_3SH(g) + 3O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(\ell) + SO_2(g)$. Ποιος όγκος SO_2 (σε STP συνθήκες) προκύπτει κατά την καύση 0,48 g CH_3SH; 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: $NH_4NO_3(s) \rightarrow N_2(g) + O_2(g) + H_2O(g)$.

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;

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.

Σχετικές ατομικές μάζες, H:1, O:16, N:14, S:32.

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. τον αριθμό mol του H_2SO_4 που αντιδρούν 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.

Σχετικές ατομικές μάζες, Na:23, S:32, H:1, O:16.

10.17. Σε 500 mL διαλύματος $Ca(OH)_2$ διαβιβάσαμε 1,12 L αέριου HCl σε STP και προέκυψε διάλυμα 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;

Σχετικές ατομικές μάζες, Ca:40, Cl:35,5.

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;

β) Πόσα mol NH_3 πρέπει να εισαχθούν 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 $Δ_1$ HCl, οπότε παράγεται αέριο Α και διάλυμα $Δ_2$. Όλη η ποσότητα του αερίου Α αντιδρά πλήρως με περίσσεια N_2 και παράγεται αέριο Β, το οποίο διαβιβάζεται σε 500 mL διαλύματος $Δ_3$ H_2SO_4 2 M 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 $Δ_4$;

Σχετική ατομική μάζα Zn ίση με 65.

10.20. 4,48 L αέριας NH_3 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. ο αριθμός mol HCl που απαιτούνται 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:

$4NaCl(aq) + 2H_2SO_4(aq) + MnO_2(s) \rightarrow 2Na_2SO_4(aq) + MnCl_2(aq) + 2H_2O(\ell) + Cl_2(g)$.

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;

Σχετικές ατομικές μάζες, Mn:55, O:16.

10.22. Στο σύστημα ασφαλείας παροχής οξυγόνου στα επιβατικά αεροπλάνα, το οξυγόνο παράγεται με θερμική διάσπαση χλωρικού νατρίου, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$2NaClO_3(s) \rightarrow 2NaCl(s) + 3O_2(g)$$

Κατά μέσο όρο ένας άνθρωπος σε κατάσταση στρες καταναλώνει με την αναπνοή 38 L O_2 (μετρημένα σε STP) κάθε 15 λεπτά. Ποια μάζα χλωρικού νατρίου πρέπει να διασπαστεί για την παραγωγή της ποσότητας αυτής O_2;

10.23. Για την παραγωγή του θειικού νατρίου χρησιμοποιείται η εξής αλληλουχία αντιδράσεων:

$S + O_2 \rightarrow SO_2$

$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

$2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$

Ποια μάζα O_2 απαιτείται για την παρασκευή 1 mol Na_2SO_4;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (51): ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Α. Πόσα g H_2 αντιδρούν πλήρως με 5,6 g N_2; Πόσα g NH_3 θα προκύψουν;

Σχετικές ατομικές μάζες, Η:1, Ν:14.

……

……

……

……

……

……

……

……

Β. Διαθέτουμε 6,5 g μεταλλικού ψευδαργύρου.

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;

A_r(Zn) = 65.

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (52): ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

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;

Σχετικές ατομικές μάζες, Ca:40, O:16, H:1, 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;

Σχετικές ατομικές μάζες, Na:23, O:16, H:1.

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

ΘΕΜΑ Β

1. Για δυο αέρια Α και Β που βρίσκονται σε ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης και έχουν όγκους V_A και V_B και αριθμό mol n_A και n_B αντίστοιχα, ισχύει:
α) $V_A/V_B = n_A/n_B$ **β)** $V_A/V_B = n_B/n_A$ **γ)** $V_A \cdot V_B = n_B \cdot n_A$
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

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.

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 στην 18η (VIIIA) ομάδα και την 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, A_r (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 $3N_A$ 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 $_{19}K^+$ έχει τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το $_{17}Cl^-$.
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 $_{19}Ψ$ 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 ΧΨ 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) Το $_{19}K^+$ έχει τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το $_{17}Cl^-$.
40) Σε 5 mol H_2O περιέχονται 10 mol ατόμων υδρογόνου, H.
41) 1 mol H_2 περιέχει 2 άτομα υδρογόνου.
42) Ένα σωματίδιο που περιέχει 20 πρωτόνια, 20 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια, είναι ένα αρνητικό ιόν.
43) 1 mol C_2H_6 περιέχει 6 άτομα υδρογόνου.
44) Τα αλογόνα μπορούν να σχηματίσουν ομοιοπολικούς και ιοντικούς δεσμούς.
45) Το $_{11}Na$ έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το $_{11}Na^+$.
46) Αν ένα άτομο Χ έχει 4 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα η οποία είναι η L, τότε ο ατομικός του αριθμός είναι 4.

47) Το νάτριο ($_{11}Na$), δεν μπορεί να σχηματίσει ομοιοπολικές ενώσεις.
48) Στοιχείο με A_r=31 και M_r=124, έχει στο μόριό του 4 άτομα.
49) 1 L $O_2(g)$ περιέχει περισσότερα μόρια απ' ότι 1 L $N_2(g)$, στις ίδιες συνθήκες P, T.
50) 1 mol γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) περιέχει $12N_A$ άτομα υδρογόνου.
51) Αν διπλασιάσουμε την πίεση ορισμένης ποσότητας ενός αερίου με σταθερό τον όγκο του αερίου τότε η θερμοκρασία του θα διπλασιαστεί.
52) Σε 4 mol NH_3 περιέχεται ίσος αριθμός μορίων με αυτόν που περιέχεται σε 4 mol H_2S.
53) Στο 1 mol NH_3 περιέχονται συνολικά 4 N_A άτομα.
54) Σε 2 mol CH_4 περιέχεται ίσος αριθμός μορίων με 1 mol HNO_3.
55) Σε ορισμένη ποσότητα ζεστού νερού διαλύεται μεγαλύτερη ποσότητα ζάχαρης απ' ότι σε ίδια ποσότητα κρύου νερού.
56) Οι ιοντικές ενώσεις σε στερεή κατάσταση είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.
57) Η ηλεκτραρνητικότητα καθορίζει την τάση των ατόμων να αποβάλλουν ηλεκτρόνια.
59) Το $_{17}Cl$ προσλαμβάνει ηλεκτρόνια ευκολότερα από το $_9F$.

4. Αν υπάρχουν δοχεία κατασκευασμένα από Cu και Al, εξηγήστε σε ποιο δοχείο είναι δυνατόν να αποθηκευτεί διάλυμα $FeSO_4$.

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 αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

6. Να αναφέρετε δυο διαφορές μεταξύ ομοιοπολικών και ιοντικών ενώσεων.

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.

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 ;
i. Στο δοχείο από σίδηρο
ii. Στο δοχείο από χαλκό
iii. Σε κανένα από τα δυο
iv. Σε οποιοδήποτε από τα δυο.
Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

9. Να ονομασθούν οι επόμενες χημικές ενώσεις: **α**) $Mg(OH)_2$, **β**) $BaCl_2$, **γ**) H_3PO_4 , **δ**) NH_4Br

10. Ποιο έχει μεγαλύτερη ακτίνα; α) το $_7N$ ή το $_{15}P$ β) το $_{19}K$ ή το $_{20}Ca$. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

11. Να γράψετε στην κόλλα σας τον πίνακα, συμπληρώνοντας τα κενά κάθε στήλης με το χημικό τύπο της ένωσης που αντιστοιχεί.

Ονομασία	Χημικός τύπος
Υδροξείδιο του νατρίου	
Χλωριούχος χαλκός (ΙΙ)	
Υδρόθειο	
Οξείδιο του ασβεστίου	

12. **α)** Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού της ιοντικής ένωσης μεταξύ του $_{19}K$ και $_{17}Cl$. **β)** Να γράψετε τον χημικό τύπο της ένωσης που προκύπτει. **γ)** Να γράψετε δυο χαρακτηριστικά της ιοντικής ένωσης που προκύπτει.

13. Για τα στοιχεία: $_9Y$ και $_3Li$:
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 $_9Y$ είναι μέταλλο ή αμέταλλο; Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

14. Να ονομάσετε τις χημικές ενώσεις: $Ca(OH)_2$, NH_4NO_3, $Ca(NO_3)_2$, NH_3, HCl **β)** $Mg(OH)_2$ **γ)** CO_2 **δ)** $Ca_3(PO_4)_2$.

15. Να ξαναγράψετε στην κόλλα σας τον πίνακα, συμπληρώνοντας τα κενά κάθε στήλης με το χημικό τύπο της ένωσης που αντιστοιχεί.

Ονομασία	Χημικός τύπος
Χλωριούχο ασβέστιο	
Υδροξείδιο του σιδήρου (ΙΙ)	
Διοξείδιο του άνθρακα	

16. Δίνεται ότι: $^{40}_{20}Ca$. Να μεταφέρετε στην κόλλα σας συμπληρωμένο τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο του ασβεστίου:

		Στιβάδες			
	νετρόνια	***K***	***L***	***M***	***N***
Ca					2

17. 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.

18. 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.

19. Να αναφέρετε δυο διαφορές μεταξύ ομοιοπολικών και ιοντικών ενώσεων.

20. 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.

21. 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.

22. Δίνεται στοιχείο: $^{A}_{19}X$.
α) Να μεταφέρετε στην κόλλα σας συμπληρωμένο τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο του στοιχείου Χ.

			Στιβάδες			
	Α	νετρόνια	***K***	***L***	***M***	***N***
Χ		20				

β) Τι είδους δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ του Χ και του χλωρίου, $_{9}F$, ιοντικός ή ομοιοπολικός;
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας περιγράφοντας τον τρόπο σχηματισμού του δεσμού.

23.

	Cl^-	CO_3^{2-}	OH^-
Al^{3+}	(1):	(2):	(3):

24.

	I^-	SO_4^{2-}	OH^-
Ca^{2+}	(1):	(2):	(3):

25.

Χημικός τύπος	Ονομασία
$Mg(OH)_2$	
Na_2S	
K_2SO_4	
CO_2	
HBr	

NH_4Cl	
KNO_3	

26. Να ονομαστούν οι ενώσεις:
α) HCl **β)** $Mg(OH)_2$ **γ)** CO_2 **δ)** $Ca_3(PO_4)_2$
α) KNO_3 **β)** $Mg(OH)_2$ **γ)** HBr **δ)** K_2S, **ε)** H_2SO_4, **στ)** $BaCl_2$

27. Να ονομασθούν οι παρακάτω ενώσεις: NH_3, HNO_3, HI, $Ca(OH)_2$ $CaCO_3$, HNO_3 , $Ca(NO_3)_2$, CO_2.

28. Εξηγήστε γιατί το $_{12}Mg$ εμφανίζεται στις ενώσεις του ως ιόν με φορτίο 2+.

29. Εξηγήστε γιατί το $_9F$ μπορεί να προσλάβει ηλεκτρόνια ευκολότερα από το $_{17}Cl$.

30. Η διαλυτότητα του $CO_2(g)$ στο νερό είναι μεγαλύτερη: **α)** στους 25^oC ή στους 37^oC, **β)** σε εξωτερική πίεση CO_2 1 atm ή σε εξωτερική πίεση CO_2 5 atm;

31. 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.

32. Εξηγήστε γιατί το $_{11}Na$ αποβάλλει ηλεκτρόνια δυσκολότερα από το $_{19}K$.

33. 4 mol μορίων CH_4 περιέχουν:
α) 4 μόρια **β)** $4N_A$ άτομα **γ)** $4N_A$ μόρια.
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση. Να αιτιολογήσετε την απάντηση σας.

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

35. Δίνονται τα στοιχεία: $_{16}S$, $_1H$.
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 κρυστάλλου στην περίπτωση του H_2S.

36. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων που γίνονται όλες.
α) $Br_2(l) + KI(aq) \rightarrow$
β) $NaOH(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow$
γ) $CaCl_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$
Να χαρακτηρίσετε τις παραπάνω αντιδράσεις ως απλής αντικατάστασης, διπλής αντικατάστασης και εξουδετέρωσης.

37. Ποια από τις επόμενες χημικές αντιδράσεις **δεν** γίνεται;
α) $HCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
β) $HCl(aq) + CaS(aq) \rightarrow$
γ) $HCl(aq) + NH_4NO_3(aq) \rightarrow$
δ) $HCl(aq) + Mg(s) \rightarrow$
Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που γίνονται (προϊόντα και συντελεστές), αναφέροντας και για ποιο λόγο γίνονται.

38. 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.

39. 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.

40. Στο ιόν $^{14}_{7}N^{3-}$ να υπολογίσετε τον αριθμό πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων.

41. Να γραφεί ο χημικός τύπος των παρακάτω ενώσεων:
υδροξείδιο του ασβεστίου, νιτρικό οξύ, ανθρακικό νάτριο, ανθρακικό ασβέστιο, υδροχλώριο, υδροξείδιο του μαγνησίου, οξείδιο του νατρίου.

42. 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 $FeSO_4$.

43. Πως μπορείτε να αυξήσετε τη διαλυτότητα στα παρακάτω υδατικά διαλύματα, που βρίσκονται στους 25^oC, με μεταβολή της θερμοκρασίας.
α) Διάλυμα ζάχαρης.
β) Διάλυμα διοξειδίου του άνθρακα,$CO_2(g)$.
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας σε όλες τις περιπτώσεις.

44. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω αντιδράσεων που γίνονται όλες.
α) $Cl_2(g) + NaBr(aq) \rightarrow$
β) $CaS(aq) + HBr(aq) \rightarrow$
γ) $Ba(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται οι παραπάνω αντιδράσεις **α** και **β**.

45. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων που γίνονται όλες. Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται.
α) $Cl_2(g) + H_2S(aq) \rightarrow$
β) $NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
γ) $Pb(NO_3)_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow$

α) $Zn(s) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
β) $NaOH(aq) + HBr(aq) \rightarrow$
γ) $K_2SO_4(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow$

α) $Cu(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow$
β) $FeCl_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow$
γ) $Cl_2(l) + H_2S(aq) \rightarrow$

α) $HBr(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
β) $HBr(aq) + CaS(aq) \rightarrow$
γ) $H_2SO_4(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$

α) $HI(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
β) $Cl_2(g) + H_2S(aq) \rightarrow$

46. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων που γίνονται.
α) $Ca(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
β) $Zn(s) + AuCl_3(aq) \rightarrow$
γ) $K_2S(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται οι αντιδράσεις **β** και **γ.**

47. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των παρακάτω χημικών αντιδράσεων που γίνονται.
α) $(NH_4)_2SO_4(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
β) $HCl(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$
γ) $H_2SO_4(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow$
Να αναφέρετε το λόγο που γίνονται οι παραπάνω αντιδράσεις **α** και **β**.

ΘΕΜΑ Δ

1. Διαθέτουμε 500 mL υδατικού διαλύματος $CaBr_2$ 0,5 M (διάλυμα Δ1).
α) Πόση μάζα (g) $CaBr_2$ υπάρχει στο διάλυμα Δ1;
β) Πόσο όγκο (mL) νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL του διαλύματος Δ1 για να παρασκευάσουμε διάλυμα $CaBr_2$ 0,1 M;
γ) Πόσα mL διαλύματος Δ1 πρέπει να αντιδράσουν με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα $AgNO_3$ για να σχηματισθούν 18,8 g ιζήματος;
Δίνονται: A_r (Br)= 80, A_r (Ca)=40, A_r (Ag)=108

2. Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα Na_2CO_3 με συγκέντρωση 1,5 M (διάλυμα Δ1).
α) Να υπολογίσετε τη περιεκτικότητα % w/v του διαλύματος Δ1.
β) Σε 25 mL του Δ1 προστίθενται 50 mL διαλύματος Na_2CO_3 με συγκέντρωση 0,75 M, οπότε προκύπτει ένα άλλο διάλυμα Δ2. Πόση είναι η συγκέντρωση (σε M) του Na_2CO_3 στο διάλυμα Δ2;
γ) Να υπολογίσετε πόση μάζα (σε g) ιζήματος παράγεται όταν 50 mL του διαλύματος Δ1, αντιδράσουν πλήρως με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα υδατικού διαλύματος $Ca(OH)_2$.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: A_r (C)=12, A_r (O)=16, A_r (Na)=23, A_r (Ca)=40.

3. Σε νερό διαλύεται ορισμένη ποσότητα NaOH και το διάλυμα που παρασκευάζεται έχει συγκέντρωση 0,8 M (διάλυμα Δ1).
α) Να υπολογίσετε τη μάζα (σε g) του NaOH που περιέχεται σε 20 mL του διαλύματος Δ1.
β) Όγκος 150 mL νερού προστίθεται σε 50 mL διαλύματος Δ1, οπότε παρασκευάζεται διάλυμα Δ2. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση (σε M) του NaOH στο διάλυμα Δ2.
γ) 0,25 L του διαλύματος Δ1, 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: A_r (H)=1, Ar (O)=16, A_r (Na)=23.

4. Το γαστρικό υγρό ασθενούς που πάσχει από έλκος του δωδεκαδακτύλου, έχει συγκέντρωση HCl 0,05M (διάλυμα Δ1).
α) Ποια είναι η % w/v περιεκτικότητα του Δ1.
β) Αν υποτεθεί ότι μέσα στο στομάχι εισέρχονται 3 L γαστρικού υγρού την ημέρα,
1) πόση μάζα (g) $Al(OH)_3$ απαιτείται για την εξουδετέρωση του HCl του γαστρικού υγρού;
2) Πόση μάζα (g) $Mg(OH)_2$ απαιτείται για την εξουδετέρωση του HCl του γαστρικού υγρού;
Δίνονται: A_r (Cl)= 35,5, A_r (Mg)=24, A_r (Al)=27, Ar (H)=1, A_r (O)= 16.

5. Το θαλασσινό νερό έχει συγκέντρωση σε $MgCl_2$ 0,05 M. Να υπολογισθούν:
α) Η μάζα (g) $MgCl_2$ που περιέχεται σε 20 mL θαλασσινού νερού;
β) Ο όγκος (mL) νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL θαλασσινού νερού, για να προκύψει διάλυμα 0,02 M σε $MgCl_2$.
γ) Η μάζα (g) του ιζήματος που θα σχηματιστεί κατά την προσθήκη περίσσειας Na_2CO_3 σε 200 mL θαλασσινού νερού.
Δίνονται: A_r (Cl)= 35,5, A_r (Mg)=24, Ar (C)=12, A_r (O)= 16.

6. Υδατικό διάλυμα KOH έχει περιεκτικότητα 16,8 % w/v (διάλυμα Δ1).
α) Ποια είναι η συγκέντρωση (M) του διαλύματος Δ1;
β) Ποια είναι η % w/v περιεκτικότητα διαλύματος που προκύπτει με προσθήκη 300 mL νερού σε 200 mL του διαλύματος Δ1;
γ) Ποιος όγκος (mL) υδατικού διαλύματος H_2SO_4 0,5 M απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση 50 mL διαλύματος Δ1;
Δίνονται: A_r (H)= 1, A_r (K)=39, A_r (O)=16.

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 0,1M.
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: A_r(H)=1, A_r(Cl)=35,5.

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 Δ1);
β) Όταν σε 200 mL διαλύματος Δ1 προστεθούν 300mL νερού, προκύπτει αραιωμένο διάλυμα. Πόση είναι η συγκέντρωση (σε M) του $Ba(OH)_2$ στο αραιωμένο διάλυμα;

γ) Όγκος 0,2 L διαλύματος Δ1, εξουδετερώνεται πλήρως με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα υδατικού διαλύματος HNO_3 συγκέντρωσης 0,1 M (διάλυμα Δ2).
Να υπολογιστεί πόσος όγκος (σε mL) διαλύματος Δ2 απαιτείται για την εξουδετέρωση;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: A_r (H)=1, A_r (O)=16, A_r (Ba)=137.

9. Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα K_2S με συγκέντρωση 0,8 M (διάλυμα Δ1).
α) Να υπολογίσετε τη περιεκτικότητα % w/v του διαλύματος Δ1.
β) Σε 80 mL του Δ1 προστίθενται 120 mL διαλύματος K_2S συγκέντρωσης 0,4 M, οπότε προκύπτει ένα άλλο διάλυμα Δ2.
Πόση είναι η συγκέντρωση (σε M) του K_2S στο διάλυμα Δ2;
γ) Να υπολογίσετε πόση μάζα (σε g) ιζήματος σχηματίζεται όταν 125 mL του διαλύματος Δ1, αντιδράσουν πλήρως με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα υδατικού διαλύματος $AgNO_3$.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: A_r (S)=32, A_r (K)=39, A_r (Ag)=108.

10. Διαθέτουμε 200 mL υδατικού διαλύματος NH_4NO_3 έχει περιεκτικότητα 20% w/v (διάλυμα Δ1).
α) Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (M) του διαλύματος Δ1.
β) Στο διάλυμα Δ1 προστίθεται 300 mL H_2O. Να βρεθεί η συγκέντρωση (M) 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 Δ1.
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: A_r(N)=14, A_r(H)=1, A_r(O)=16.

11. **α)** Να υπολογίσετε τον όγκο (σε L) αερίου HCl (μετρημένο σε STP), που χρειάζεται για την παρασκευή υδατικού διαλύματος HCl (διάλυμα Δ1) με όγκο 500 mL και συγκέντρωση 0,5 M.
β) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει αν 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 σχετική ατομική μάζα: A_r (Zn) = 65,4.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Β

1. Σωστή είναι η επιλογή α.
$P.V_A = n_A.R.T$, $P.V_B = n_B.R.T$. Με διαίρεση κατά μέλη των (1) και (2) προκύπτει η επιλογή α.

2. Το ζεύγος β. Τα δύο στοιχεία έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα, ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π. και επομένως εμφανίζουν παρόμοιες ιδιότητες.

3. **1) Λ.** Το ιόν του νατρίου, $_{11}Na^+$, προκύπτει όταν το άτομο του Na αποβάλλει ένα ηλεκτρόνιο.
2) Σ. Και στις δύο περιπτώσεις περιέχονται $2N_A$ μόρια.
3) Λ. Ισχύει $E_M > E_L$.
4) Λ. Το στοιχείο οξυγόνο, $_8O$, βρίσκεται στην 16η (VIA) ομάδα και την 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.
5) Σ. $+1 +x +4(-2) = 0$, $x = 7$.
6) Λ. Το $_{11}Na$ ($K^2 L^8 M^1$), βρίσκεται στην 1η (IA) ομάδα και την 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.
7) Σ. 1 mol H_2O περιέχει 2 mol ατόμων Η και επομένως $2N_A = 12,04 \cdot 10^{23}$ άτομα υδρογόνου.
8) Λ. Το 1 mol H_2 ($M_r = 2$) έχει μάζα 2 g.
9) Λ. Το άτομο $^{35}_{17}Cl$ περιέχει $35 - 17 = 18$ νετρόνια.
10) Σ. $x +3(-2) = -1$, $x = +5$.
11) Λ. $K^2 L^8 M^8$. Βρίσκεται στην 18η (VIIIA) ομάδα και την 3η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.
12) Σ. Διαφέρουν στον μαζικό αριθμό, όχι στον ατομικό.
13) Σ. Το κατιόν προκύπτει από το άτομο με αποβολή ηλεκτρονίων.
14) Λ. Σε 4 mol H_2CO_3 περιέχονται συνολικά 12 mol ατόμων οξυγόνου και επομένως $12N_A$ άτομα οξυγόνου.
15) Λ. 1 mol μορίων H_2O αποτελείται από 2 mol ατόμων Η ($2N_A$ άτομα Η) και 1 mol ατόμων Ο (N_A άτομα Ο). Συνολικά από $3N_A$ άτομα.
16) Λ. Περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων.
17) Λ. Είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος σε διαλύματα και σε τήγματα.
18) Σ. Με μέταλλα σχηματίζουν ιοντικές ενώσεις και με αμέταλλα ομοιοπολικές ενώσεις.
19) Σ. Το $_{11}Na$ ($K^2 L^8 M^1$) έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το $_{11}Na^+$ ($K^2 L^8$).
20) Σ. $N = A - Z$.
21) Σ. Και τα δύο σωματίδια έχουν από 18 ηλεκτρόνια.
22) Λ. Χ: $K^2 L^7 M^7$ (17η (VIIA) ομάδα και στην 3η περίοδο)
23) Λ. 1 mol <u>αέριας</u> ουσίας σε πρότυπες συνθήκες (STP) έχει όγκο 22,4 L.
24) Σ. $\Psi^+ X^-$.
25) Λ. Τα ισότοπα έχουν τον ίδιο αριθμό πρωτονίων, αλλά διαφέρουν στον αριθμό νετρονίων.
26) Σ. Το $_{20}Ca^{2+}$ έχει $20 - 2 = 18$ ηλεκτρόνια.
27) Λ. Τα άτομα της χημικής ένωσης ΧΨ έχουν διαφορετικό ατομικό αριθμό (Η ένωση αποτελείται από διαφορετικά στοιχεία).
28) Σ. $2Al + 3CuSO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3Cu$. Επομένως το διάλυμα θα διαβρώσει το δοχείο.
29) Λ.
30) Λ. Τα στοιχεία μιας <u>ομάδας</u> έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα τους.
31) Σ. Έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό.
32) Σ. Το $_{19}K$ είναι μέταλλο και το $_9F$ είναι αμέταλλο.
33) Σ. Ο άργυρος, Ag είναι λιγότερο δραστικός από το Η.
34) Σ. Αντίδραση εξουδετέρωσης ενός οξέος με μία βάση.
35) Λ. $H_2SO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O$.
36) Σ. Το χλώριο είναι αμέταλλο και με άλλα αμέταλλα σχηματίζει ομοιοπολικούς ενώ με μέταλλα σχηματίζει ιοντικούς δεσμούς.
37) Λ. Η ηλεκτραρνητικότητα καθορίζει την τάση των ατόμων να <u>προσλαμβάνουν</u> ηλεκτρόνια.
38) Λ. Το $_{17}Cl$ είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικό από το $_9F$.
39) Σ. Έχουν από 18 ηλεκτρόνια.
40) Σ. Σε 1 mol H_2O περιέχονται 2 mol ατόμων Η και επομένως σε 5 mol H_2O περιέχονται 10 mol ατόμων Η.
41) Λ. Το 1 mol H_2 περιέχει $2N_A$ άτομα υδρογόνου.
42) Λ. Είναι κατιόν.
43) Λ. 1 mol C_2H_6 περιέχει 6 N_A άτομα υδρογόνου.
44) Σ. Τα αλογόνα είναι αμέταλλα και με άλλα αμέταλλα σχηματίζουν ομοιοπολικούς ενώ με μέταλλα σχηματίζουν ιοντικούς δεσμούς.
45) Σ. Το $_{11}Na$ ($K^2 L^8 M^1$) έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το $_{11}Na^+$ ($K^2 L^8$).
46) Λ. $Z = 6$.
47) Σ. Το νάτριο είναι μέταλλο και σχηματίζει ιοντικές ενώσεις.
48) Σ. Αν x η ατομικότητα του στοιχείου, θα ισχύει: $31x = 124$, $x = 4$.

49) **Λ.** Περιέχει τον ίδιο αριθμό μορίων.
50) **Σ.** 1 mol γλυκόζης περιέχει 12 mol ατόμων Η και επομένως $12N_A$ άτομα υδρογόνου.
51) Σ. $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$
52) Σ. Περιέχουν από $4N_A$ μόρια.
53) Σ. Περιέχει N_A άτομα αζώτου και $3N_A$ άτομα υδρογόνου.
54) Λ. Σε 2 mol CH_4 περιέχονται $2N_A$ μόρια, ενώ σε 1 mol HNO_3 περιέχονται N_A μόρια.
55) **Σ.** Συνήθως, η διαλυτότητα ενός στερεού αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.
56) **Λ.** Οι ιοντικές ενώσεις είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος σε διαλύματα και σε τήγματα.
57) **Λ.** Η ηλεκτραρνητικότητα καθορίζει την τάση των ατόμων να προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια.
59) **Λ.** Το $_{17}Cl$ είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικό από το $_9F$.

4. Σε δοχείο από Cu που δεν αντιδρά με το $FeSO_4$.

5. **γ**) 24 (ορισμός A_r).

6. Οι ιοντικές ενώσεις έχουν υψηλά σημεία τήξης και σχηματίζουν διαλύματα που είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.

7. **γ)** Τριατομικό.

8. ii. Σε δοχείο από χαλκό (Cu) που δεν αντιδρά με το HCl.

9. **α**) υδροξείδιο του μαγνησίου , **β**) χλωριούχο βάριο, **γ**) φωσφορικό οξύ, **δ**) βρωμιούχο αμμώνιο.

10. α) $_{15}P$ β) $_{19}K$.

11. NaOH, $CuCl_2$, H_2S, CaO.

12. **α)** K^+Cl^-. **β)** KCl. **γ)** Στερεή, με υψηλό σημείο τήξης, του οποίου τα υδατικά διαλύματα είναι αγωγοί του ηλεκτρισμού.

13. α) $_9Y$: K(2) L(7), $_3Li$: K(2) L(1), γ) αμέταλλο, γιατί ανήκει στα αλογόνα (17η ομάδα).

14. υδροξείδιο του ασβεστίου, νιτρικό αμμώνιο, νιτρικό ασβέστιο , αμμωνία, υδροχλώριο, υδροξείδιο του μαγνησίου, διοξείδιο του άνθρακα, φωσφορικό ασβέστιο.

15. $CaCl_2$, $Fe(OH)_2$, CO_2.

16.		**Στιβάδες**			
	νετρόνια	***K***	***L***	***M***	***N***
Ca	20	2	8	8	2

17. Ιοντικός ή ομοιοπολικός (μέταλλο με αμέταλλο). K^+F^-.

18. **α)** ιοντικός, **β)** Μέταλλο με αμέταλλο, γ) X^+Cl^-.

19. Βλ. θεωρία.

20. A: K(2) L(8) M(1), Z = 11. **β)** A^+F^-, ιοντική.

21. Na_2S, $NaNO_3$, NaOH.

22. α)			**Στιβάδες**			
	A	νετρόνια	***K***	***L***	***M***	***N***
X	39	20	2	8	8	1

β) $X+F^-$. ιοντικός.

23. $AlCl_3$, $Al_2(CO_3)_3$, $Al(OH)_3$.

24. CaI_2, $CaSO_4$, $Ca(OH)_2$.

25. υδροξείδιο του μαγνησίου, θειούχο νάτριο, θειικό κάλιο, διοξείδιο του άνθρακα, υδροβρώμιο, χλωριούχο αμμώνιο, νιτρικό κάλιο.

26. υδροχλώριο, υδροξείδιο του μαγνησίου, διοξείδιο του άνθρακα, φωσφορικό ασβέστιο, νιτρικό κάλιο, υδροξείδιο του μαγνησίου, θειούχο κάλιο θειικό οξύ, χλωριούχο βάριο.

27. Αμμωνία, νιτρικό οξύ, υδροϊώδιο, υδροξείδιο του ασβεστίου, ανθρακικό ασβέστιο, νιτρικό οξύ νιτρικό ασβέστιο, διοξείδιο του άνθρακα.

28. Το ιόν $_{12}Mg^{2+}$ είναι σταθερό καθώς εμφανίζει δομή ευγενούς αερίου (K^2 L^8).

29. Είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το Cl.

30. **α)** Στους 25^oC. 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.

31. $_{12}X$ και $_9\Psi$.

32. Η αποβολή ηλεκτρονίου στο $_{19}K$ γίνεται από τη στιβάδα N που είναι πιο μακριά από τον πυρήνα.

33. 4 mol μορίων CH_4 περιέχουν: **γ)** $4N_A$ μόρια.

34. K(2) L(7).

35. **γ)** Είναι ομοιοπολική και όχι ιοντική ένωση.

36. **α)** $Br_2(l) + 2KI(aq) \rightarrow I_2 + 2KBr$ (απλής αντικατάστασης).
β) $NaOH(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3 + H_2O$ (εξουδετέρωσης).
γ) $CaCl_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow CaCO_3 + 2NaCl$ (διπλής αντικατάστασης).

37. Η **γ**. Δεν δίνει ούτε ίζημα ούτε αέριο.
α) $HCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl + HNO_3$ (AgCl: ίζημα).
β) $2HCl(aq) + CaS(aq) \rightarrow CaCl_2 + H_2S$ (H2S: αέριο).
δ) $2HCl(aq) + Mg(s) \rightarrow MgCl_2 + H_2$ (Mg δραστικότερο του Η).

38. A = 12.

39. X: $K^2 L^8 M^6$ (Z = 16), 3η περίοδος 16η ομάδα.

40. 7 πρωτόνια, 7 νετρόνια, 10 ηλεκτρόνια.

41. $Ca(OH)_2$, HNO_3, Na_2CO_3, $CaCO_3$, HCl, $Mg(OH)_2$, Na_2O.

42. **α)** Θειικός σίδηρος (ΙΙ), φωσφορικό οξύ, χλωριούχο κάλιο, υδροξείδιο του νατρίου, υδροχλώριο, διοξείδιο του άνθρακα.
β) Στο δοχείο από Cu γιατί το Al αντιδρά με το $FeSO_4$.

43. **α)** Διάλυμα ζάχαρης: Με αύξηση της θερμοκρασίας (η διαλυτότητα των στερεών αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας), **β)** Διάλυμα διοξειδίου του άνθρακα,$CO_2(g)$: Με μείωση της θερμοκρασίας (η διαλυτότητα των αερίων αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης).

44. **α)** $Cl_2(g) + 2NaBr(aq) \rightarrow 2NaCl + Br_2$ (το Cl_2 πιο δραστικό από το Br_2)
β) $CaS(aq) + 2HBr(aq) \rightarrow CaBr_2 + H_2S$ (σχηματισμός αερίου H_2S)
γ) $Ba(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow BaSO_4 + 2H_2O$

45. **α**) $Cl_2(g) + H_2S(aq) \rightarrow 2HCl + S$ (το Cl_2 πιο δραστικό από το S)
β) $NaOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$
γ) $Pb(NO_3)_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow PbS + 2KNO_3$ (σχηματισμός ιζήματος PbS)
α) $Zn(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2Ag$ (ο Zn πιο δραστικός από τον Ag)
β) $NaOH(aq) + HBr(aq) \rightarrow NaBr + H_2O$
γ) $K_2SO_4(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow BaSO_4 + 2KOH$ (σχηματισμός ιζήματος $BaSO_4$)
α) $Cu(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow CuS + 2NaNO_3$ (σχηματισμός ιζήματος CuS)
β) $FeCl_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow FeS + 2KCl$ (σχηματισμός ιζήματος FeS)
γ) $Cl_2(l) + H_2S(aq) \rightarrow 2HCl + S$ (το Cl_2 πιο δραστικό από το S)
α) $HBr(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgBr + HNO_3$ (σχηματισμός ιζήματος AgBr)
β) $CaS(aq) + 2HBr(aq) \rightarrow CaBr_2 + H_2S$ (σχηματισμός αερίου H_2S)
γ) $Ca(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$
α) $2HI(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaI_2 + 2H_2O$
β) $Cl_2(g) + H_2S(aq) \rightarrow 2HCl + S$ (το Cl_2 πιο δραστικό από το S)

46. **α**) $Ca(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$
β) $3Zn(s) + 2AuCl_3(aq) \rightarrow 3ZnCl_2 + 2Au$ (ο Zn πιο δραστικός από τον Au)
γ) $Pb(NO_3)_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow PbS + 2KNO_3$ (σχηματισμός ιζήματος PbS)

47. **α**) $(NH_4)_2SO_4(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$ (σχηματισμός αέριας NH_3)
β) $2HCl(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$ (σχηματισμός αερίου CO_2)
γ) $H_2SO_4(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow BaSO_4 + 2 H_2O$

ΘΕΜΑ Δ

1. α) Υπολογίζουμε τα mol του $CaBr_2$: $c = \frac{n}{V}, n = c \cdot V = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25mol$.

$M_r(CaBr_2) = 40 + 2 \cdot 80 = 200$, $n = \frac{m}{M_r}, m = n \cdot M_r = 0,25 \cdot 200 = 50g$.

β) Τύπος αραίωσης: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$, $0,5 \cdot 0,1 = 0,1 \cdot V_2$, $V_2 = 0,5$ L = 500 mL. Επομένως: $V(H_2O) = 500 – 100 = 400$ mL.

γ) $CaBr_2 + 2AgNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2AgBr$
1mol 2mol 1mol 2mol

Το ίζημα είναι το AgBr: $n = \frac{m}{M_r}, m = n \cdot M_r = 0,25 \cdot 200 = 50g$ (η σχετική μοριακή μάζα του AgBr είναι: 108 + 80 = 188).

$CaBr_2 + 2AgNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + 2AgBr$
1mol 2mol 1mol 2mol
0,05mol 0,1mol 0,05mol 0,1mol

Ο όγκος του διαλύματος Δ1 είναι: $c = \frac{n}{V}, V = \frac{n}{c} = \frac{0,05}{0,5} = 0,1L$ ή 100 mL.

2. α) Από τον ορισμό της συγκέντρωσης ενός διαλύματος, έχουμε:
Στα 1000 mL διαλύματος έχουμε 1,5 mol Na_2CO_3
Στα 100 mL x = 0,15 mol
Μετατρέπουμε τα 1,5 mol Na_2CO_3 σε g. $M_r(Na_2CO_3) = 46 + 60 = 106$.

$n = \frac{m}{M_r}, m = 0,15 \cdot 106 = 15,9g$. Άρα το διάλυμα έχει περιεκτικότητα 15,9% w/v.

β) Για την ανάμιξη των 2 διαλυμάτων ισχύει: $c_1.V_1 + c_2.V_2 = c.V$, $1,5 \cdot 0,025 + 0,05 \cdot 0,75 = c \cdot 0,075$, c = 1 M.

γ) Τα 50 mL του Δ1 περιέχονται: $c = \frac{n}{V}, n = c \cdot V = 1,5 \cdot 0,05 = 0,075mol$.

$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2NaOH$
1 mol 1 mol 1 mol 2mol
0,075 mol 0,075 mol
$M_r(CaCO_3) = 40 + 12 + 48 = 100$.

$n = \frac{m}{M_r}, m = 0,075 \cdot 100 = 7,5g$

3. α) $c = \frac{n}{V}, n = 0,8 \cdot 0,02 = 0,016mol$

$n = \frac{m}{M_r}, m = 0,016 \cdot 40 = 0,64g$ (για το NaOH, $M_r = 40$)

β) Ο τελικός όγκος είναι 150 + 50 = 200 mL = 0,2 L.
Τύπος αραίωσης: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$, $0,8 \cdot 0,05 = c_2 \cdot 0,2$, $c_2 = 0,2$ M.

γ) Τα 0,25 L του διαλύματος Δ1 περιέχουν: $c = \frac{n}{V}, n = 0,8 \cdot 0,25 = 0,2mol$ NaOH.

$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow 2NH_3 + 2H_2O + Na_2SO_4$
1 mol 2 mol 2 mol 2 mol 1 mol
0,2 mol 0,2 mol

Ο όγκος της NH_3 σε STP είναι: $n = \frac{V}{22,4}, V = n \cdot 22,4 = 0,2 \cdot 22,4 = 4,48L$

4. α) Στα 1000 mL διαλύματος HCl 0,05 mol
Στα 100 mL x = 0,005 mol HCl.

$M_r(HCl) = 36,5$. $n = \frac{m}{M_r}, m = 0,005 \cdot 36,5 = 0,1825g$. Άρα το διάλυμα έχει περιεκτικότητα 0,1825% w/v.

β) Η ποσότητα του HCl στα 3 L διαλύματος είναι: $c = \frac{n}{V}, n = c \cdot V = 0,05 \cdot 3 = 0,15mol$. Η σχετική μοριακή μάζα του $Al(OH)_3$ είναι: 27 + 51 = 78.

$3HCl + Al(OH)_3 \rightarrow AlCl_3 + 3H_2O$
3 mol 1 mol 1 mol 3mol
0,15 mol 0,05 mol

Η μάζα του $Al(OH)_3$ είναι: $n = \frac{m}{M_r}, m = 0,05 \cdot 78 = 3,9g$

Η σχετική μοριακή μάζα του $Mg(OH)_2$ είναι: 24 + 34 = 58.
$2HCl + Mg(OH)_2 \rightarrow MgCl_2 + 2H_2O$
2 mol 1 mol 1 mol 2mol
0,15 mol 0,075 mol

Η μάζα του $Mg(OH)_2$ είναι: $n = \frac{m}{M_r}, m = 0{,}075 \cdot 58 = 4{,}35g$

5. α) Υπολογίζουμε τα mol του $MgCl_2$: $c = \frac{n}{V}, n = c \cdot V = 0{,}05 \cdot 0{,}02 = 0{,}001mol$.

$M_r(MgCl_2) = 24 + 2 \cdot 35{,}5 = 95$, $n = \frac{m}{M_r}, m = n \cdot M_r = 0{,}001 \cdot 95 = 0{,}095g$

β) Τύπος αραίωσης: $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$, $0{,}05 \cdot 0{,}1 = 0{,}02 \cdot V_2$, $V_2 = 0{,}25$ L = 250 mL. Επομένως: $V(H_2O) = 250 - 100 = 150$ mL.
γ) Στα 200 mL θαλασσινού νερού περιέχονται: $n = c.V = 0{,}05 \cdot 0{,}2 = 0{,}01$ mol $MgCl_2$.
$Na_2CO_3 + MgCl_2 \rightarrow 2NaCl + MgCO_3$
1 mol 1 mol 2 mol 1 mol
0,01 mol 0,01 mol
$M_r(MgCO_3) = 84$. Άρα, $m = 0{,}01 \cdot 84 = 0{,}84$ g $MgCO_3$.

6. α) $M_r(KOH) = 39 + 16 + 1 = 56$.
Στα 100 mL διαλύματος 16,8 g KOH
1000 mL διαλύματος x = 168 g KOH.

Τα 168 g KOH αντιστοιχούν σε: $n = \frac{m}{M_r} = \frac{168}{56} = 3mol$. Επομένως, c = 3 mol/L = 3 M.

β) Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος:
$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$, $3 \cdot 0{,}2 = c_2 \cdot 0{,}5$, $c_2 = 1{,}2$ M. Μετατρέπουμε τη συγκέντρωση αυτή σε %w/v περιεκτικότητα:
Σε 1000 mL διαλύματος 1,2 mol KOH
Σε 100 mL διαλύματος x = 0,12 mol KOH

$n = \frac{m}{M_r}, m = n \cdot M_r = 0{,}12 \cdot 56 = 6{,}72g$ KOH. Επομένως: 6,72% w/v.

γ) Τα 50 mL διαλύματος Δ1 περιέχουν: $c = \frac{n}{V}, n = c \cdot V = 3 \cdot 0{,}05 = 0{,}05mol$ KOH.

$H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$
1 mol 2 mol 1 mol 2 mol
0,025 mol 0,05 mol

$M_r(H_2SO_4) = 2 + 32 + 64 = 98$.

Για το διάλυμα του H_2SO_4: $c = \frac{n}{V}, V = \frac{n}{C} = \frac{0{,}025}{0{,}5} = 0{,}05L = 50mL$.

7. α) Στα 1000 mL διαλύματος υπάρχουν 10 mol HCl
Στα 100 mL x = 1 mol
$M_r(HCl) = 1 + 35{,}5 = 36{,}5$ g. Άρα η περιεκτικότητα είναι 36,5% w/v.
β) $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$, $10 \cdot V_1 = 0{,}1 \cdot 0{,}3$, $V_1 = 0{,}003$ L ή 3 mL.

γ) Στα 0,4 L διαλύματος $Ba(OH)_2$ 0,1 M υπάρχουν: $c = \frac{n}{V}, n = c \cdot V = 0{,}1 \cdot 0{,}4 = 0{,}04mol$ $Ba(OH)_2$.

$2HCl + Ba(OH)_2 \rightarrow BaCl_2 + 2H_2O$
2 mol 1 mol 1 mol 2mol
0,08 mol 0,04 mol

Για τον όγκο του διαλύματος HCl: $c = \frac{n}{V}, V = \frac{n}{c} = \frac{0{,}08}{0{,}1} = 0{,}8L$ ή 800 mL.

8. α) Υπολογίζουμε τα mol του $Ba(OH)_2$: $c = \frac{n}{V}, n = c \cdot V = 0{,}05 \cdot 0{,}4 = 0{,}02mol$.

$M_r(Ba(OH)_2) = 137 + 34 = 171$, $n = \frac{m}{M_r}, m = 0{,}02 \cdot 171 = 3{,}42g$

β) Ο όγκος του αραιωμένου διαλύματος είναι: 200 + 300 = 500 mL = 0,5 L.
$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$, $0{,}05 \cdot 0{,}2 = c_2 \cdot 0{,}5$, $c_2 = 0{,}02$ M.

γ) Τα 0,2 L διαλύματος Δ1 περιέχουν: $c = \frac{n}{V}, n = c \cdot V = 0{,}05 \cdot 0{,}2 = 0{,}02mol$ $Ba(OH)_2$.

$2HNO_3 + Ba(OH)_2 \rightarrow Ba(NO_3)_2 + 2H_2O$

2 mol 1 mol 1 mol 2mol
0,04 mol 0,02 mol

Για τον όγκο του διαλύματος HNO_3: $c = \frac{n}{V}, V = \frac{n}{c} = \frac{0,04}{0,1} = 0,4L$ ή 400 mL.

9. α) $M_r(K_2S) = 2\cdot 39 + 32 = 110$.
Στα 1000 mL διαλύματος υπάρχουν 0,8 mol K_2S
Στα 100 mL x = 0,08 mol

Τα 0,08 mol K_2S αντιστοιχούν σε: $n = \frac{m}{M_r}, m = 0,08 \cdot 110 = 8,8g$. Επομένως, η περιεκτικότητα είναι 8,8% w/v.

β) Για την ανάμιξη των 2 διαλυμάτων ισχύει: $c_1.V_1 + c_2.V_2 = c\cdot V$, $0,8\cdot 0,08 + 0,4\cdot 0,12 = c\cdot 0,2$, c = 0,56 M.

γ) Τα 125 mL του διαλύματος Δ1 περιέχουν: $c = \frac{n}{V}, n = c \cdot V = 0,8 \cdot 0,125 = 0,1mol$ K_2S.

$K_2S + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2S + 2KNO_3$
1 mol 2 mol 1 mol 2 mol
0,1 mol 0,1 mol

$M_r(Ag_2S) = 216 + 32 = 248$. Για τη μάζα του ιζήματος: $n = \frac{m}{M_r}, m = 0,1 \cdot 248 = 24,8g$.

10. α) $M_r(NH_4NO_3) = 80$.
Στα 100 mL διαλύματος 20 g NH_4NO_3
Στα 1000 mL x = 200 g

Τα 200 g NH_4NO_3 αντιστοιχούν σε: $n = \frac{m}{M_r} = \frac{200}{80} = 2,5mol$. Άρα: c = 2,5 M.

β) Ο όγκος του αραιωμένου διαλύματος είναι: 200 + 300 = 500 mL = 0,5 L.
$c_1\cdot V_1 = c_2\cdot V_2$, $2,5\cdot 0,2 = c_2\cdot 0,5$, $c_2 = 1$ M.
γ) Στα 200 mL του διαλύματος Δ1 περιέχονται: $n = c\cdot V = 2,5\cdot 0,2 = 0,5$ mol NH_4NO_3.
$NH_4NO_3 + NaOH \rightarrow NaNO_3 + NH_3 + H_2O$
1 mol 1 mol 1 mol 1 mol 1 mol
0,5 mol 0,5 mol

Ο όγκος της παραγόμενης NH_3 είναι: $n = \frac{V}{22,4}, V = n \cdot 22,4 = 0,5 \cdot 22,4 = 11,2L$.

11. α) Υπολογίζουμε τα mol του HCl που περιέχονται στα 500 mL 0,5 M:
$c = \frac{n}{V}, n = c \cdot V = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25mol$
Υπολογίζουμε τον όγκο του HCl που αντιστοιχεί στα 0,25 mol του:
$n = \frac{V}{22,4}, V = n \cdot 22,4 = 0,25 \cdot 22,4 = 5,6L$
β) Για την ανάμιξη των 2 διαλυμάτων ισχύει:
$c_1.V_1 + c_2.V_2 = c\cdot V$,
$0,5.V_1 + 2\cdot V_2 = 1\cdot (V_1 + V_2)$, $2\cdot V_2 - V_2 = V_1 - 0,5V_1$,
$1,5V_2 = 0,5V_1$, $V_1/V_2 = 3$.
γ) Η ποσότητα του Zn είναι: $n = \frac{m}{A_r} = \frac{6,54}{65,4} = 0,1mol$ Zn.
$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
1mol 2 mol 1 mol 1 mol
0,1 mol 0,2 mol
Για το διάλυμα του HCl:
$c = \frac{n}{V}, V = \frac{n}{C} = \frac{0,2}{0,5} = 0,4L = 400mL.$

1ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

ΘΕΜΑ Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. 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)

Α2. 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)

Α3. 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)

Α4. *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.*
1. Τα στοιχεία της ίδιας περιόδου έχουν «χρησιμοποιήσει» τον ίδιο αριθμό στιβάδων.
2. Η διαλυτότητα ενός αερίου σε υγρό αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης.
3. Η έκφραση «ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει 20%v/v O_2», σημαίνει ότι σε 100 L αέρα περιέχονται 20 L O_2.
4. Στο μόριο του Cl_2 υπάρχει ένας διπλός ομοιοπολικός δεσμός (για το άτομο του Cl, Z = 17).
5. Ένα ηλεκτρόνιο της στιβάδας Κ έχει μεγαλύτερη ενέργεια από ένα ηλεκτρόνιο της στιβάδας Μ.

(μονάδες 5)

Α5. *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).*

	Ι		ΙΙ
Α)	H_2SO_4	1.	υδροξείδιο του νατρίου
Β)	CO_2	2.	αμμωνία
Γ)	$CaCO_3$	3.	θειϊκό οξύ
Δ)	NaOH	4.	ανθρακικό ασβέστιο
Ε)	HBr	5.	διοξείδιο του άνθρακα
		6.	υδροβρώμιο

(μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

Β1. 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)

Β2. Οι παρακάτω αντιδράσεις πραγματοποιούνται όλες. Να τις ξαναγράψετε συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα προϊόντα και τους συντελεστές.

$NaOH + HBr \rightarrow$

$HNO_3 + KOH \rightarrow$

$AgNO_3 + NH_4Cl \rightarrow$

$Cl_2 + NaBr \rightarrow$

(μονάδες 12)

ΘΕΜΑ Γ

Δίνονται 34 g αέριας NH_3. Να υπολογίσετε:

Γ1. Πόσα mol (μορίων) είναι η ποσότητα αυτή;

(μονάδες 6)

Γ2. Πόσα μόρια NH_3 είναι η ίδια ποσότητα;

(μονάδες 4)

Γ3. Πόσο όγκο καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή σε πίεση P = 8,2 atm και θερμοκρασία θ = 27°C;

(μονάδες 6)

Γ4. Η αρχική ποσότητα της NH_3 διαλύεται σε νερό σχηματίζοντας διάλυμα που έχει όγκο 200 mL. Να υπολογίσετε την % w/v περιεκτικότητα του διαλύματος που σχηματίστηκε.

(μονάδες 9)

Δίνεται η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων R = 0,082 L·atm./mol·K καθώς και οι σχετικές ατομικές μάζες, N:14, H:1.

ΘΕΜΑ Δ

Ένα σχολικό εργαστήριο διαθέτει διάλυμα Δ1 HCl 1 M. Να υπολογίσετε:

Δ1. Πόσα moles HCl περιέχονται σε 200 mL διαλύματος Δ1;

(4 μονάδες)

Δ2. Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 10 mL διαλύματος Δ1, για να προκύψει διάλυμα Δ2 συγκέντρωσης 0,1 M;

(8 μονάδες)

Δ3. Πόσα g άλατος παράγονται από την αντίδραση 200 mL από το διάλυμα Δ2 με $Ca(OH)_2$;

(13 μονάδες)

Σχετικές ατομικές μάζες, Ca:40, Cl:35,5.

2ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. 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 του C

δ. 23 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ^{12}C.

(μονάδες 5)

Α2. 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 $3N_A$ άτομα (N_A ο αριθμός του Avogadro)

δ. η ένωση H_3PO_4 δεν είναι καθορισμένο σώμα γιατί αποτελείται από διαφορετικά στοιχεία.

(μονάδες 5

Α3. 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)

Α4. *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.*

1. Τα στοιχεία της 2ης (ΙΙΑ) ομάδας έχουν δύο ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα (στιβάδα σθένους).

2. Συνήθως η διαλυτότητα ενός στερεού σε υγρό αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

3. 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.

4. Στο μόριο του O_2 (Z = 8) υπάρχει ένας διπλός ομοιοπολικός δεσμός.

5. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων στη στιβάδα Μ είναι οκτώ.

(μονάδες 5)

Α5. *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).*

	Ι		ΙΙ
Α)	H_2CO_3	1.	Θειούχος ψευδάργυρος
Β)	NaOH	2.	Ανθρακικό οξύ
Γ)	$MgSO_4$	3.	Οξείδιο του καλίου
Δ)	ZnS	4.	Οξείδιο του ασβεστίου
Ε)	CaO	5.	Θειικό μαγνήσιο
		6.	Υδροξείδιο του νατρίου

(μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

Β1. α) Δίνονται τρία ζεύγη στοιχείων όπου σε κάθε στοιχείο δίνεται ο ατομικός του αριθμός. Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες;

α. $_{16}S$ και $_{8}O$ β. $_{15}P$ και $_{13}Al$ γ. $_{3}Li$ και $_{9}F$ (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.

α. H_2SO_4 β. $Ca(NO_3)_2$

(μονάδες 4)

Β2. Οι παρακάτω αντιδράσεις πραγματοποιούνται όλες. Να τις ξαναγράψετε συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα προϊόντα και τους συντελεστές.

$Zn + HBr \rightarrow$

$H_2SO_4 + KOH \rightarrow$

$NH_4Cl + NaOH \rightarrow$

$HCl + Al(OH)_3 \rightarrow$

(μονάδες 12)

ΘΕΜΑ Γ

Δίνονται 51 g αέριας NH_3. Σας ζητούμε να υπολογίσετε:

Γ1. Πόσα mol (μορίων) είναι η ποσότητα αυτή; Πόσα μόρια NH_3 είναι η ίδια ποσότητα;

(μονάδες 6)

Γ2. Πόσα mol ατόμων υδρογόνου και πόσα mol ατόμων αζώτου περιέχει;

(μονάδες 4)

Γ3. Πόσο όγκο καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή STP συνθήκες;

(μονάδες 6)

Γ4. Πόσο όγκο καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή σε πίεση P = 8,2 atm και θερμοκρασία $\theta = 27^oC$;

(μονάδες 9)

Δίνεται η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων R = 0,082 L·atm./mol·K καθώς και οι σχετικές ατομικές μάζες, N:14, H:1.

ΘΕΜΑ Δ

Διαθέτουμε διάλυμα Δ1 HNO_3 2 M.

Δ1. Πόσα g HNO_3 περιέχονται σε 200 mL διαλύματος Δ1;

(6 μονάδες)

Δ2. Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσει σε 200 mL διαλύματος Δ1, ώστε να προκύψει διάλυμα Δ2 συγκέντρωσης 0,5 M;

(6 μονάδες)

Δ3. Πόσα g άλατος προκύπτουν από την αντίδραση 200 mL από το διάλυμα Δ1 με $Mg(OH)_2$;

(13 μονάδες)

Σχετικές ατομικές μάζες, H:1, N:14, O:16, Mg:24.

3ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. 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)

Α2. 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)

Α3. Το NH_4^+ είναι:
α. μονοατομικό ανιόν
β. πολυατομικό ανιόν
γ. μονοατομικό κατιόν
δ. πολυατομικό κατιόν

(μονάδες 5)

Α4. *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.*
1. Η ένωση μεταξύ ενός στοιχείου της 1ης (ΙΑ) ομάδας και ενός στοιχείου της 17ης ομάδας (VIIA) χαρακτηρίζεται ως ομοιοπολική.
2. Ο αριθμός οξείδωσης του S στο H_2SO_4 είναι ίσος με –6 .
3. Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων καθορίζεται, εκτός από τα ηλεκτρόνια σθένους του και από το μέγεθος του ατόμου, δηλαδή, την ατομική του ακτίνα.
4. Η ένωση HCl είναι ιοντική ένωση του τύπου H^+Cl^-.
5. Η διαλυτότητα εξαρτάται από τη φύση της διαλυμένης ουσίας.

(μονάδες 5)

Α5. *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 χημικών ενώσεων.*

	I		II
Α)	H_2CO_3	1.	οξύ
Β)	NaOH	2.	Βάση
Γ)	$MgSO_4$	3.	Άλας
Δ)	H_2S	4.	Οξείδιο
Ε)	CaO		

(μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

Β1. Δίνονται τα στοιχεία $_{11}Na$, $_{19}K$, $_{16}S$, $_{35}Br$.
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 Na_2S.

(μονάδες 4)

Β2. Δίνεται η ένωση $Ca(NO_3)_2$.

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.

i. ….. + …… → $Ca(NO_3)_2$ + H_2O (αντίδραση εξουδετέρωσης)

ii. $Ca(NO_3)_2$ + Na_2SO_4 → (αντίδραση διπλής αντικατάστασης)

iii. Na + H_2O → (αντίδραση απλής αντικατάστασης)

(μονάδες 6)

ΘΕΜΑ Γ

Δίνονται 68 g $H_2S(g)$. Να υπολογίσετε:

Γ1. Πόσα mol (μορίων) είναι η ποσότητα αυτή;

(μονάδες 6)

Γ2. Πόσα μόρια H_2S περιέχονται; Πόσα g υδρογόνου περιέχονται;

(μονάδες 4)

Γ3. Πόσο όγκο καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή STP συνθήκες;

(μονάδες 6)

Γ4. Τα 68 g του H_2S εισάγονται σε δοχείο όγκου V = 8,2 L σε θερμοκρασία θ = 27^oC. Ποια είναι η πίεση στο δοχείο;

(μονάδες 9)

Δίνεται η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων R = 0,082 L·atm./mol·K καθώς και οι σχετικές ατομικές μάζες, S:32, H:1.

ΘΕΜΑ Δ

Διαλύουμε 20 g NaOH σε νερό και προκύπτει διάλυμα ($Δ_1$) όγκου 500 mL.

Δ1. Ποια η %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος;

(3 μονάδες)

Δ2. Ποια η συγκέντρωση (c) του διαλύματος;

(4 μονάδες)

Δ3. Σε 100 mL από το διάλυμα $Δ_1$ προστίθενται 400 mL H_2O. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος ($Δ_2$) που προκύπτει;

(6 μονάδες)

Δ4. Σε όλη την ποσότητα του $Δ_2$ προσθέτουμε 500 mL άλλου διαλύματος NaOH 0,4 M. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος ($Δ_3$) που προκύπτει;

(6 μονάδες)

Δ5. Πόσα g H_3PO_4 αντιδρούν με την αρχική ποσότητα του διαλύματος $Δ_1$;

(6 μονάδες)

Σχετικές ατομικές μάζες, Na:23, O:16, H:1, P:31.

4ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να μεταφέρετε στο γραπτό σας τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Το στοιχείο οξυγόνο ($_8O$):
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)

Α2. Η αντίδραση $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ χαρακτηρίζεται ως αντίδραση:
α. απλής αντικατάστασης
β. διπλής αντικατάστασης
γ. εξουδετέρωσης
δ. σύνθεσης.

(μονάδες 5)

Α3. Ο αριθμός οξείδωσης του φωσφόρου στο ιόν PO_4^{3-} είναι ίσος με:
α. −3
β. +5
γ. −5
δ. −5.

(μονάδες 5)

Α4. Το 1 mol H_2O περιέχει:
α. $2 \cdot N_A$ άτομα υδρογόνου
β. 2 άτομα υδρογόνου
γ. δύο άτομα οξυγόνου
δ. $3 \cdot N_A$ μόρια νερού

(μονάδες 5)

Α5. *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.*
1. Οι ιοντικές ενώσεις έχουν, γενικά, υψηλά σημεία τήξης.
2. Το 1 mol οποιασδήποτε χημικής ένωσης καταλαμβάνει όγκο 22,4 L σε STP συνθήκες.
3. Στα αέρια η αύξηση της πίεσης αυξάνει και τη διαλυτότητά τους.
4. Στο NaCl δεν υπάρχει η έννοια του μορίου.
5. 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)

ΘΕΜΑ Β

Β1. 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) σε g/L δίνεται από τη σχέση: $\rho = \frac{P \cdot M_r}{R \cdot T}$, όπου M_r η σχετική μοριακή μάζα του αερίου και R η παγκόσμια σταθερά των αερίων. (μονάδες 7)

Β2. 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 I και II. Να αντιγράψετε τις εξισώσεις I και II συμπληρώνοντας με τα σώματα που λείπουν και με τους απαραίτητους ακέραιους συντελεστές.

I. $N_2 + A \rightarrow NH_3$ (A διατομικό στοιχείο, αντίδραση σύνθεσης της NH_3).

II. $NH_4Cl + NaOH \rightarrow B + NH_3 + H_2O$ (B: άλας, αντίδραση διπλής αντικατάστασης) (μονάδες 6)

ΘΕΜΑ Γ

80 g μιας ουσίας X διαλύεται σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα (Δ_1) όγκου 400 mL και μάζας 500 g.

Γ1. Να υπολογίσετε την %w/w και την %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος.

(μονάδες 8)

Γ2. Να υπολογίσετε την πυκνότητα (ρ) του διαλύματος σε g/mL.

(μονάδες 4)

Γ3. 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)

Γ4. Ποιος όγκος νερού πρέπει να προσθέσουμε στο διάλυμα Δ_1, ώστε το αραιωμένο διάλυμα (Δ_2) να έχει συγκέντρωση $c_2 = 2$ M;

(μονάδες 7)

ΘΕΜΑ Δ

Διαθέτουμε ποσότητα CO_2(g) όγκου 4,48 L σε STP συνθήκες.

Δ1. Πόσα mol είναι η ποσότητα αυτή; Πόσα μόρια CO_2 περιέχονται;

(μονάδες 8)

Δ2. Ποια η μάζα (σε g) της παραπάνω ποσότητας CO_2; Από πόσα g άνθρακα και από πόσα g οξυγόνου αποτελείται;

(μονάδες 8)

Δ3. 53 g Na_2CO_3 αντιδρούν με την απαραίτητη ποσότητα HCl σύμφωνα με την εξίσωση (χωρίς συντελεστές):

$$Na_2CO_3 + HCl \rightarrow NaCl + CO_2 + H_2O$$

Να αντιγράψετε την εξίσωση της αντίδρασης με τους κατάλληλους συντελεστές και να υπολογίσετε τον όγκο του CO_2 (σε STP) που εκλύεται καθώς και την παραγόμενη μάζα του NaCl.

(μονάδες 9)

Σχετικές ατομικές μάζες, Na:23, C:12, O:16, Cl:35,5.

5ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΘΕΜΑ Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να μεταφέρετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Ο αριθμός των ηλεκτρονίων που διαθέτει το ιόν $^{40}_{20}Ca^{2+}$ είναι ίσος με:

α. 18
β. 20
γ. 22
δ. 38.

(μονάδες 5)

Α2. 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)

Α3. Τι <u>δεν</u> είναι σωστό για το σωματίδιο του τύπου 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)

Α4. *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.*

1. Η ατομική ακτίνα αυξάνεται όσο πάμε κάτω σε μία ομάδα και όσο πάμε αριστερά σε μία περίοδο.

2. Ο αριθμός που δείχνει από πόσα άτομα συγκροτείται το μόριο ενός στοιχείου ονομάζεται ατομικότητα στοιχείου.

3. Στα αέρια σώματα (άτομα ή μόρια), τα δομικά συστατικά κινούνται ομοιόμορφα προς όλες τις διευθύνσεις και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις είναι αμελητέες.

4. Ο νόμος της περιοδικότητας των στοιχείων του Moseley διατυπώνεται ως εξής: «Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού (Z)».

5. Ο χαλκός απαντά στη φύση με τη μορφή δύο ισοτόπων ^{63}Cu (σε ποσοστό 69%) και ^{65}Cu (σε ποσοστό 31%) και επομένως η σχετική ατομική του μάζα είναι μεταξύ του 63 και του 65.

(μονάδες 5)

Α5. 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).

	Ι		ΙΙ
Α)	H_2SO_4	1.	Θειούχο ασβέστιο
Β)	H_2S	2.	Θειικό ασβέστιο
Γ)	CaS	3.	Υδρόθειο
Δ)	$CaSO_4$	4.	Θειικό οξύ
Ε)	$ZnCl_2$	5.	Χλωρικός ψευδάργυρος
		6.	Χλωριούχος ψευδάργυρος

(μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

Β1. Δίνονται τα στοιχεία $_6C$ και $_8O$.
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 CH_4 και CO_2 (για το Η, Z = 1).

(μονάδες 4)

Β2. Να τις ξαναγράψετε τις αντιδράσεις που ακολουθούν συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα προϊόντα και τους (ακέραιους) συντελεστές.

$Al + HCl \rightarrow$

$H_3PO_4 + Mg(OH)_2 \rightarrow$

$Na_2CO_3 + HCl \rightarrow$

(μονάδες 9)

ΘΕΜΑ Γ

Διαλύουμε 0,6 mol KOH σε νερό και προκύπτει διάλυμα (Δ_1) όγκου 200 mL.
Γ1. Ποια η συγκέντρωση (c_1) του διαλύματος;

(5 μονάδες)

Γ2. Ποια η %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος;

(5 μονάδες)

Γ3. Πόσα L άλλου διαλύματος (Δ_2) KOH με c_2 = 8 M πρέπει να προσθέσουμε σε όλη την ποσότητα του Δ_1, ώστε να προκύψει διάλυμα (Δ_3) με c_3 = 5 M;

(7 μονάδες)

Γ4. Πόσα g H_2SO_4 αντιδρούν με όλη την ποσότητα του διαλύματος Δ_1;

(8 μονάδες)

Σχετικές ατομικές μάζες, K:39, O:16, H:1, S:32.

ΘΕΜΑ Δ

Αέριο μίγμα αποτελείται από 5 mol CO και 5 mol SO_3.
Δ1. Ποιος ο όγκος του μίγματος σε STP σε L;

(5 μονάδες)

Δ2. Ποιος ο όγκος του μίγματος σε πίεση P = 0,82 atm και θερμοκρασία θ = 27^oC;

(7 μονάδες)

Δ3. Ποια η μάζα του μίγματος σε γραμμάρια;

(7 μονάδες)

Δ4. Πόσα g H_2O περιέχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων οξυγόνου με αυτόν που περιέχεται στο παραπάνω μίγμα;

(6 μονάδες)

R = 0,082 L·atm/mol·K. Σχετικές ατομικές μάζες, C:12, S:32, O:16, H:1.

6ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ – ΔΥΣΚΟΛΟ

ΘΕΜΑ Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να μεταφέρετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Διαθέτουμε κορεσμένο διάλυμα χλωριούχου νατρίου σε θερμοκρασία 5^oC. Αν αυξήσουμε τη θερμοκρασία του διαλύματος στους 30^oC:

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)

Α2. 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)

Α3. Διάλυμα $Δ_1$ συγκέντρωσης c_1 και όγκου V_1 αναμιγνύεται με διάλυμα $Δ_2$ συγκέντρωσης c_2 (> c_1) και όγκου V_2, οπότε προκύπτει διάλυμα $Δ_3$. Για τη συγκέντρωση c_3 θα ισχύει:

α. $c_3 = c_1 + c_2$

β. $c_3V_3 = c_1V_1 + c_2V_2$

γ. $c_1V_1 = c_2V_2 = c_3V_3$

δ. $c_3 > c_2$

(μονάδες 5)

Α4. 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)

Α5. Να ταξινομήσετε τα στοιχεία, $_{12}Mg$, $_{15}P$, $_{17}Cl$, $_{19}K$ και $_{37}Rb$ κατά σειρά αυξανόμενης ατομικής ακτίνας.

(μονάδες 5)

ΘΕΜΑ Β

Β1. 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 (ατομικοί αριθμοί, H:1, F:9).

ε) Για ένα ιδανικό αέριο σε STP συνθήκες ισχύει: $\rho = \frac{M_r}{22,4}$ (σε g / L), όπου ρ η πυκνότητα του αερίου και M_r η σχετική μοριακή του μάζα.

(μονάδες 15)

Β2. Να γραφούν σωστά συμπληρωμένες οι εξισώσεις των αντιδράσεων.

1. θειικός σίδηρος (ΙΙΙ) + υδροξείδιο του νατρίου →
2. υδροξείδιο του μαγνησίου + φωσφορικό οξύ →
3. ασβέστιο + νερό →
4. χλώριο + θειούχο κάλιο →
5. άζωτο + υδρογόνο →

(μονάδες 10)

ΘΕΜΑ Γ

Διαλύουμε 80 g NaOH σε 400 g νερού και προκύπτει διάλυμα ($Δ_1$) πυκνότητας ρ = 1,2 g/mL.

Γ1. Να υπολογιστεί ο όγκος του διαλύματος και η %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος ($Δ_1$).

(5 μονάδες)

Γ2. Να υπολογιστεί ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας στο παραπάνω διάλυμα και η συγκέντρωση του διαλύματος (molarity).

(5 μονάδες)

Γ3. Πόσα mL νερού πρέπει να προστεθούν 100 mL από το διάλυμα ($Δ_1$) ώστε η περιεκτικότητα του διαλύματος που θα προκύψει ($Δ_2$) να γίνει 8%w/v;

(7 μονάδες)

Γ4. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθούν το διάλυμα $Δ_1$ με ένα άλλο διάλυμα NaOH συγκέντρωσης c_3 = 1 M ώστε το διάλυμα που θα προκύψει ($Δ_4$) να έχει c_4 = 2 M;

(8 μονάδες)

Σχετικές ατομικές μάζες, Na:23, H:1, O:16.

ΘΕΜΑ Δ

Δίνεται ποσότητα $CaCO_3$ (ανθρακικό ασβέστιο) μάζας 200 g.

Δ1. Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα της ένωσης $CaCO_3$ και τον αριθμό moles που αντιστοιχούν στην παραπάνω ποσότητα.

(6 μονάδες)

Δ2. Να δείξετε ότι σε 200 g $CaCO_3$ περιέχεται ο ίδιος αριθμός ατόμων οξυγόνου με αυτόν που περιέχεται σε 6 mol H_2O.

κα(7 μονάδες)

Δ3. Τα 200 g $CaCO_3$ αντιδρούν με HCl σύμφωνα με την αντίδραση:

$$CaCO_3 + HCl \rightarrow A + CO_2 + H_2O \text{ (χωρίς συντελεστές)}$$

Να αντιγράψετε την αντίδραση με το χημικό τύπο του σώματος Α και τους συντελεστές και να υπολογίσετε: i. τον αριθμό moles του HCl που αντέδρασε και τον όγκο του CO_2 που παράχθηκε σε STP συνθήκες.

Σχετικές ατομικές μάζες, Ca:40, C:12, O:16.

(12 μονάδες)

7ο ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ – ΔΥΣΚΟΛΟ

ΘΕΜΑ Α

Για τις παρακάτω ερωτήσεις Α1-Α3 να μεταφέρετε στο φύλλο απαντήσεων τον αριθμό της ερώτησης και δίπλα μόνο το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

Α1. Τα στοιχεία της 2ης (ΙΙΑ) ομάδας του Περιοδικού Πίνακα ονομάζονται:
α. Αλκάλια
β. Αλκαλικές γαίες
γ. Αλογόνα
δ. Ευγενή αέρια

(μονάδες 5)

Α2. Τι από τα παρακάτω <u>δεν</u> 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)

Α3. 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)

Α4. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα αφού τον μεταφέρετε στην κόλλα των απαντήσεων.

ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ
H_2SO_3	
	υδροξείδιο του ασβεστίου
	νιτρικό νάτριο
KH_2PO_4	
	οξείδιο του σιδήρου (ΙΙΙ)

(μονάδες 5)

Α5. *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)

ΘΕΜΑ Β

Β1. Τα στοιχεία Μ και Α ανήκουν στην 3η περίοδο του Π.Π. και σχηματίζουν ιοντική ένωση με τον εξής ηλεκτρονιακό τύπο: $2M^{x+}\ 3A^{2-}$.
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 13)

Β2. Να γράψετε τις αντιδράσεις που ακολουθούν σωστά συμπληρωμένες. Όλες οι αντιδράσεις είναι εφικτές. Σε όλες τις περιπτώσεις να εξηγήσετε <u>γιατί</u> γίνονται.

ψευδάργυρος + υδροχλώριο →
υδρόθειο + νιτρικός υδράργυρος (ΙΙ) →
χλωριούχο αμμώνιο + υδροξείδιο του ασβεστίου →

(μονάδες 12)

ΘΕΜΑ Γ

Αέριο μίγμα αποτελείται από 4 mol NH_3 και 2 mol N_2.

Γ1. Ποια η μάζα του μίγματος;

(μονάδες 6)

Γ2. Ποιος ο όγκος του σε STP συνθήκες;

(μονάδες 6)

Γ3. Ποιος ο όγκος του σε πίεση 0,6 atm και $\theta = 27^oC$;

(μονάδες 6)

Γ4. Πόσα άτομα υδρογόνου και πόσα άτομα αζώτου περιέχει;

(μονάδες 7)

Σχετικές ατομικές μάζες, N:14, H:1. R = 0,082 L·atm/mol·K.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. 3,7 g $Ca(OH)_2$ διαλύονται σε νερό και σχηματίζεται διάλυμα (Δ) όγκου 500 mL. Να υπολογιστεί η %w/v περιεκτικότητα καθώς και η συγκέντρωση του διαλύματος.

(6 μονάδες)

Το διάλυμα Δ χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη.

Δ2. 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.

(6 μονάδες)

Δ3. 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.

(7 μονάδες)

Δ4. Ποιος όγκος νερού πρέπει να προστεθεί <u>σε όλη την ποσότητα</u> του διαλύματος Δ ώστε η συγκέντρωσή του να υποτετραπλασιαστεί;

(6 μονάδες)

Σχετικές ατομικές μάζες, Ca:40, O:16, H:1, S:32.

Περιοδικός πίνακας των στοιχείων

$_{12}Mg$	$_{6}C$	$_{14}Si$	$_{8}O$	$_{35}Br$
$[Ne]3s^2$	$[He]2s^22p^2$	$[Ne]3s^23p^2$	$[He]2s^22p^4$	$[Ar]3d^{10}4s^24p^5$
μέταλλα	αμέταλλα	μεταλλοειδή	αέρια	υγρά

ΙΑ 1	ΙΙΑ 2	ΙΙΙΒ 3	ΙΥΒ 4	ΥΒ 5	ΥΙΒ 6	ΥΙΙΒ 7	ΥΙΙΙΒ 8	ΥΙΙΙΒ 9	ΥΙΙΙΒ 10	ΙΒ 11	ΙΙΒ 12	ΙΙΙΑ 13	ΙΥΑ 14	ΥΑ 15	ΥΙΑ 16	ΥΙΙΑ 17	ΥΙΙΙΑ 18
$_{1}H$ $1s^1$																	$_{2}He$ $1s^2$
$_{3}Li$ $[He]2s^1$	$_{4}Be$ $[He]2s^2$											$_{5}B$ $[He]2s^22p^1$	$_{6}C$ $[He]2s^22p^2$	$_{7}N$ $[He]2s^22p^3$	$_{8}O$ $[He]2s^22p^4$	$_{9}F$ $[He]2s^22p^5$	$_{10}Ne$ $[He]2s^22p^6$
$_{11}Na$ $[Ne]3s^1$	$_{12}Mg$ $[Ne]3s^2$											$_{13}Al$ $[Ne]3s^23p^1$	$_{14}Si$ $[Ne]3s^23p^2$	$_{15}P$ $[Ne]3s^23p^3$	$_{16}S$ $[Ne]3s^23p^4$	$_{17}Cl$ $[Ne]3s^23p^5$	$_{18}Ar$ $[Ne]3s^23p^6$
$_{19}K$ $[Ar]4s^1$	$_{20}Ca$ $[Ar]4s^2$	$_{21}Sc$ $[Ar]3d^14s^2$	$_{22}Ti$ $[Ar]3d^24s^2$	$_{23}V$ $[Ar]3d^34s^2$	$_{24}Cr$ $[Ar]3d^54s^1$	$_{25}Mn$ $[Ar]3d^54s^2$	$_{26}Fe$ $[Ar]3d^64s^2$	$_{27}Co$ $[Ar]3d^74s^2$	$_{28}Ni$ $[Ar]3d^84s^2$	$_{29}Cu$ $[Ar]3d^{10}4s^1$	$_{30}Zn$ $[Ar]3d^{10}4s^2$	$_{31}Ga$ $[Ar]3d^{10}4s^24p^1$	$_{32}Ge$ $[Ar]3d^{10}4s^24p^2$	$_{33}As$ $[Ar]3d^{10}4s^24p^3$	$_{34}Se$ $[Ar]3d^{10}4s^24p^4$	$_{35}Br$ $[Ar]3d^{10}4s^24p^5$	$_{36}Kr$ $[Ar]3d^{10}4s^24p^6$
$_{37}Rb$ $[Kr]5s^1$	$_{38}Sr$ $[Kr]5s^2$	$_{39}Y$ $[Kr]4d^15s^2$	$_{40}Zr$ $[Kr]4d^25s^2$	$_{41}Nb$ $[Kr]4d^45s^1$	$_{42}Mo$ $[Kr]4d^55s^1$	$_{43}Tc$ $[Kr]4d^65s^1$	$_{44}Ru$ $[Kr]4d^75s^1$	$_{45}Rh$ $[Kr]4d^85s^1$	$_{46}Pd$ $[Kr]4d^{10}$	$_{47}Ag$ $[Kr]4d^{10}5s^1$	$_{48}Cd$ $[Kr]4d^{10}5s^2$	$_{49}In$ $[Kr]4d^{10}5s^25p^1$	$_{50}Sn$ $[Kr]4d^{10}5s^25p^2$	$_{51}Sb$ $[Kr]4d^{10}5s^25p^3$	$_{52}Te$ $[Kr]4d^{10}5s^25p^4$	$_{53}I$ $[Kr]4d^{10}5s^25p^5$	$_{54}Xe$ $[Kr]4d^{10}5s^25p^6$
$_{55}Cs$ $[Xe]6s^1$	$_{56}Ba$ $[Xe]6s^2$	$_{57}La$ $[Xe]5d^16s^2$	$_{72}Hf$ $[Xe]4f^{14}5d^26s^2$	$_{73}Ta$ $[Xe]4f^{14}5d^36s^2$	$_{74}W$ $[Xe]4f^{14}5d^46s^2$	$_{75}Re$ $[Xe]4f^{14}5d^56s^2$	$_{76}Os$ $[Xe]4f^{14}5d^66s^2$	$_{77}Ir$ $[Xe]4f^{14}5d^76s^2$	$_{78}Pt$ $[Xe]4f^{14}5d^96s^1$	$_{79}Au$ $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^1$	$_{80}Hg$ $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2$	$_{81}Tl$ $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^1$	$_{82}Pb$ $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$	$_{83}Bi$ $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^3$	$_{84}Po$ $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^4$	$_{85}At$ $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^5$	$_{86}Rn$ $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^6$
$_{87}Fr$ $[Rn]7s^1$	$_{88}Ra$ $[Rn]7s^2$	$_{89}Ac$ $[Rn]6d^17s^2$	$_{104}Rf$ $[Rn]5f^{14}6d^27s^2$	$_{105}Ha$ $[Rn]5f^{14}6d^37s^2$	$_{106}Sg$ $[Xe]5f^{14}6d^47s^2$	$_{107}Bh$ $[Xe]5f^{14}6d^57s^2$	$_{108}Hs$ $[Rn]5f^{14}6d^67s^2$	$_{109}Mt$ $[Rn]5f^{14}6d^77s^2$	$_{110}Ds$	$_{111}Rg$	$_{112}Cn$		$_{114}Fl$		$_{116}Lv$		

Στοιχεία μετάπτωσης

Λανθανίδες	$_{58}Ce$ $[Xe]4f^26s^2$	$_{59}Pr$ $[Xe]4f^36s^2$	$_{60}Nd$ $[Xe]4f^46s^2$	$_{61}Pm$ $[Xe]4f^56s^2$	$_{62}Sm$ $[Xe]4f^66s^2$	$_{63}Eu$ $[Xe]4f^76s^2$	$_{64}Gd$ $[Xe]4f^75d^16s^2$	$_{65}Tb$ $[Xe]4f^96s^2$	$_{66}Dy$ $[Xe]4f^{10}6s^2$	$_{67}Ho$ $[Xe]4f^{11}6s^2$	$_{68}Er$ $[Xe]4f^{12}6s^2$	$_{69}Tm$ $[Xe]4f^{13}6s^2$	$_{70}Yb$ $[Xe]4f^{14}6s^2$	$_{71}Lu$ $[Xe]4f^{14}5d^16s^2$
Ακτινίδες	$_{90}Th$ $[Rn]6d^27s^2$	$_{91}Pa$ $[Rn]5f^26d^17s^2$	$_{92}U$ $[Rn]5f^36d^17s^2$	$_{93}Np$ $[Rn]5f^46d^17s^2$	$_{94}Pu$ $[Rn]5f^67s^2$	$_{95}Am$ $[Rn]5f^77s^2$	$_{96}Cm$ $[Rn]5f^76d^17s^2$	$_{97}Bk$ $[Rn]5f^76d^17s^2$	$_{98}Cf$ $[Rn]5f^{10}7s^2$	$_{99}Es$ $[Rn]5f^{11}7s^2$	$_{100}Fm$ $[Rn]5f^{12}7s^2$	$_{101}Md$ $[Rn]5f^{13}7s^2$	$_{102}No$ $[Rn]6f^{14}7s^2$	$_{103}Lr$ $[Rn]5f^{14}6d^17s^2$

Σημείωση: Τα σ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΜΑΖΩΝ

Άζωτο	14
Άνθρακας	**12**
Αργίλιο	27
Άργυρος	**108**
Ασβέστιο	40
Βάριο	**137**
Βρώμιο	80
Θείο	**32**
Ιώδιο	127
Κάλιο	**39**
Κασσίτερος	119
Κοβάλτιο	**59**
Μαγγάνιο	55
Μαγνήσιο	**24**
Μόλυβδος	207
Νάτριο	**23**
Νικέλιο	59
Οξυγόνο	**16**
Πυρίτιο	28
Σίδηρος	**56**
Υδράργυρος	200
Υδρογόνο	**1**
Φθόριο	19
Φωσφόρος	**31**
Χαλκός	63,5
Χλώριο	**35,5**
Χρώμιο	52
Ψευδάργυρος	**65**

http://chemistrytopics.96.lt