

1

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ



ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

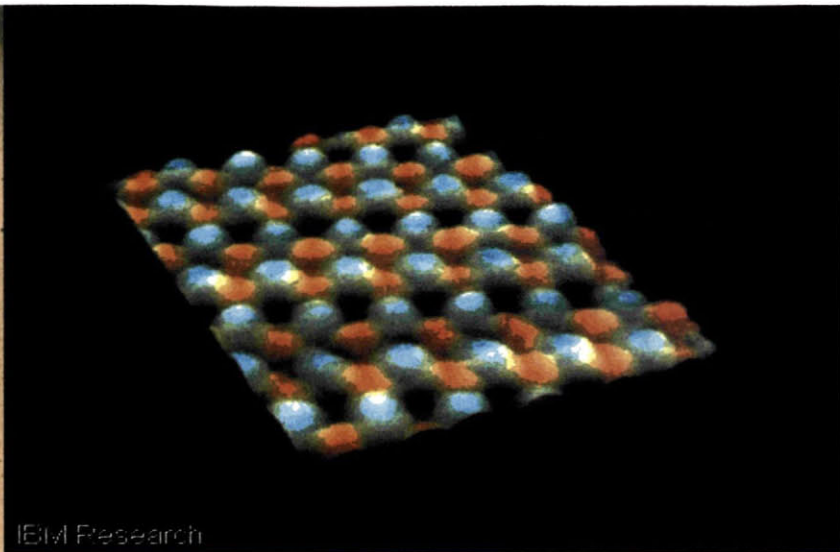
Στο τέλος αυτής της διδακτικής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να αναγνωρίζεις τη χρησιμότητα αλλά και τις παρενέργειες που έχει η χημεία στην καθημερινή μας ζωή.
- Να διακρίνεις τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ύλης, δηλαδή, τη μάζα, τον όγκο και την πυκνότητα.
- Να περιγράφεις τα δομικά σωματίδια της ύλης, δηλαδή, τα άτομα, τα μόρια και τα ιόντα. Να ορίζεις τι είναι ατομικός και μαζικός αριθμός.
- Να εντοπίζεις τα χαρακτηριστικά που έχει η αέρια, η υγρή και η στερεά φάση.
- Να ταξινομείς τα φαινόμενα σε χημικά και φυσικά και να διακρίνεις τις διαφορές τους. Να αναγνωρίζεις, από ένα σύνολο μεταβολών, ποια είναι τα φυσικά και ποια τα χημικά φαινόμενα.
- Να αναφέρεις ποιες είναι οι φυσικές και οι χημικές ιδιότητες μιας ουσίας, δίνοντας χαρακτηριστικά παραδείγματα.
- Να ταξινομείς την ύλη σε κατηγορίες (καθαρή ουσία - μίγμα, ομογενές - ετερογενές μίγμα, ένωση - στοιχείο), να διακρίνεις τις διαφορές αυτών. Να αναγνωρίζεις, σ' ένα σύνολο ουσιών σε ποια κατηγορία ανήκει κάθε ουσία.
- Να εκφράζεις ποσοτικά την περιεκτικότητα ενός διαλύματος και να υπολογίζεις την περιεκτικότητα ενός διαλύματος από την ποσότητα του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας. Να ορίζεις τι είναι διαλυτότητα ενός σώματος και να αναφέρεις τους παράγοντες που την επηρεάζουν.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1.1 Με τι ασχολείται η Χημεία
- Ποια είναι η σημασία της Χημείας στη ζωή μας
 - 1.2 Γνωρίσματα της ύλης (μάζα, όγκος, πυκνότητα)
- Μετρήσεις και μονάδες
 - 1.3 Δομικά σωματίδια της ύλης - Δομή του ατόμου. Ατομικός αριθμός, Μαζικός αριθμός, Ισότοπα
 - 1.4 Καταστάσεις της ύλης - Ιδιότητες της ύλης - Φυσικά και χημικά φαινόμενα
 - 1.5 Ταξινόμηση της ύλης - Διαλύματα - Περιεκτικότητες διαλυμάτων - Διαλυτότητα
- Ερωτήσεις - προβλήματα

Το άτομο αποτελεί τη βασική μονάδα της ύλης. Όλα είναι φτιαγμένα από άτομα. Όμως είναι τόσο δύσκολο να φανταστεί κανείς το μέγεθος ενός ατόμου. Αν πάρουμε ένα κόκκο άμμου από την αχανή έρημο που εικονίζεται στο διπλανό σχήμα, και το συγκρινούμε με ένα άτομο θα το βρούμε περίπου 1 εκατομμύριο φορές πιο μικρό. Σκεφτείτε πόσα άτομα κρύβονται στην έρημο. Μετά, το άτομο είναι «κούφιο». Όλη του η μάζα είναι συγκεντρωμένη στον πυρήνα, που περιέχει πρωτόνια και νετρόνια. Έχει υπολογιστεί ότι ένα κουταλάκι του γλυκού με πρωτόνια και νετρόνια ζυγίζει 50 εκατομμύρια τόνους. Σε πείσμα όλων αυτών, το παράξενο απειροελάχιστο αυτό σωματίδιο μελετήθηκε όσο τίποτα άλλο στον κόσμο της χημείας. Το αποτέλεσμα είναι εκπληκτικό, δείτε την απεικόνιση των ατόμων στην επιφάνεια του κρυστάλλου του στοιχείου Γερμάνιο (Ge), μέσω μιας νέας τεχνικής (Scanning Tunneling Microscopy - STM) που αναπτύχθηκε τα τελευταία 15 χρόνια. Το κοινό βέβαια οπτικό μικροσκόπιο δεν έχει καμία ελπίδα να δει το άτομο, αφού το άτομο είναι εκατοντάδες φορές μικρότερο από το μήκος κύματος του ορατού φωτός. Επίσης να σημειωθεί ότι τα χρώματα που εμφανίζονται είναι ψεύτικα και έχουν προστεθεί από το κομπιούτερ του STM για την καλύτερη απεικόνιση των ατόμων.



1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Εισαγωγή

Όταν κανείς πρωτομπαίνει σε μια χώρα που κάθε άλλο παρά «έρημη» είναι, το λιγότερο που έχει να κάνει είναι να μάθει τα βασικά της «γλώσσας» της, για να μπορεί να συνεννοείται και να καταλαβαίνει. Αυτός είναι και ο κεντρικός στόχος του πρώτου αυτού κεφαλαίου. Προσπαθεί να μεγαλώσει σε πλάτος και βάθος τις λίγες χημικές γνώσεις που έχει ο μαθητής στη φάση αυτή. Γνώσεις γύρω από τις έννοιες, τα σύμβολα, τους αριθμούς, τις εκφράσεις που χρησιμοποιούν οι χημικοί για τη μελέτη του αντικείμενου της επιστήμης τους, που είναι η *ύλη*. Και όπως είναι φυσικό, όταν το αντικείμενο μελέτης είναι τόσο ποικιλόμορφο, το κυριότερο μέλημα είναι η *ταξινόμησή* του. Ταξινόμηση με βάση π.χ. *μακροσκοπικές ιδιότητες*: σε *στερεά, υγρά και αέρια*. Ταξινόμηση με βάση τη *χημική ανάλυση*: σε *στοιχεία* (η «αλφαβήτα» της χημείας), *χημικές ενώσεις και μίγματα*. Ταξινόμηση με βάση τις *δομικές μονάδες*: σε *ατομικές, ιοντικές και μοριακές ουσίες*. Η ύλη λοιπόν, οι *ιδιότητές της (φυσικές και χημικές ιδιότητες)* και οι *μεταβολές της (φυσικά και χημικά φαινόμενα)* είναι από τους βασικούς στόχους του κεφαλαίου αυτού. Μέσα δε από αυτά προβάλλεται μια σπουδαία επιστημονική διαδικασία, όπως είναι η χρήση ενός *προτύπου - μοντέλου*, με τη βοήθεια του οποίου ερμηνεύονται διάφορες *παρατηρήσεις - πειράματα* και προβλέπονται επίσης γεγονότα. Στη φάση αυτή το *ατομικό - μοριακό μοντέλο*, χωρίς «βαθύτερες» αναφορές, απαντά σε πολλές απορίες. Τέλος, η «γλώσσα» της χημείας και οι γενικότεροι συμβολισμοί της σχεδιάστηκαν, εξελίχθηκαν και εξελίσσονται έτσι ώστε να κωδικοποιούν το μέγιστο δυνατό πλήθος πληροφοριών με έναν τρόπο εύληπτο αλλά και πειθαρχημένο.

1.1 Με τι ασχολείται η Χημεία Ποια η σημασία της Χημείας στη ζωή μας

Χημεία: η επιστήμη της ύλης και των μεταμορφώσεων της

- *Η χημεία μελετά τη δομή, τη χημική σύσταση καθώς και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα (φυσικές ιδιότητες) των καθαρών ουσιών και των μιγμάτων. Μελετά τον τρόπο με τον οποίο οι χημικές ουσίες αντιδρούν μεταξύ τους, δηλαδή μετατρέπονται μέσω χημικών φαινομένων σε άλλες ουσίες με διαφορετική σύσταση και ιδιότητες.*

Όλοι επωφελούμαστε από τα επιτεύγματα της χημείας. Κανένας άλλος κλάδος της επιστήμης δεν έχει προσφέρει τόσα πολλά ούτε μπορεί να υποσχεθεί περισσότερα από τη χημεία. Μας χαρίζει όχι μόνο τα ανα-

γκαία αγαθά, αλλά και την πολυτέλεια του περιττού. Καθετί που υπάρχει στην ξηρά, στη θάλασσα και στον αέρα αποτελείται από χημικές ουσίες σε μια αδιάκοπη αλληλουχία αντιδράσεων. Το ανθρώπινο σώμα είναι ένα θαυματουργό εργαστήριο χημείας, που αποτελείται από τρισεκατομμύρια κύτταρα. Το καθένα απ' αυτά αποτελείται από εκατοντάδες χημικές ουσίες, που βρίσκονται σε συνεχή «χημική» εξάρτηση με το φυσικό περιβάλλον. Π.χ. ο άνθρωπος αναπνέει, δηλαδή «καίει» με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας τους υδατάνθρακες που παίρνει από τα φυτά, πίνει νερό, που αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό του σώματός του, και ακόμα τρέφεται με στερεά τροφή, που δεν είναι τίποτα άλλο από χημικές ουσίες.

Τα τρόφιμα, τα φάρμακα, τα καλλυντικά, τα απορρυπαντικά, τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα, τα τεχνολογικά προϊόντα, τα σπίατα, τα προϊόντα ψυχαγωγίας μας και τόσα άλλα, έχουν κατασκευασθεί και βελτιωθεί με τη βοήθεια της χημικής επιστήμης. Ας δούμε μερικά παραδείγματα:

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει ριζικές αλλαγές στη **διατροφή** μας με τις σύγχρονες μεθόδους παρασκευής, συντήρησης και τυποποίησης των τροφίμων. Ακόμα μελετήθηκε η θρεπτική αξία των τροφών και ανακαλύφθηκαν οι βιταμίνες και η χρησιμότητά τους. Μεγάλη πρόοδος έγινε και στην **ενδυμασία** με την ανακάλυψη των συνθετικών υλικών όπως το νάιλον και το συνθετικό μετάξι. Ευρύτατα χρησιμοποιούνται τα τεχνητά δέρματα, οι τεχνητές βαφές και τα συνθετικά νήματα. Για τη **θέρμανση** και τη **μεταφορά** του ο άνθρωπος χρησιμοποιεί τα καύσιμα, στο παρελθόν τον άνθρακα, σήμερα το πετρέλαιο και τις βενζίνες. Αξιοποιεί δηλαδή την ενέργεια που ελευθερώνεται από μια χημική αντίδραση. Στην **ιατρική** νέα φάρμακα και νέες μέθοδοι εργαστηριακών αναλύσεων έχουν βελτιώσει σημαντικά την προφύλαξη, διάγνωση και θεραπεία των ασθενειών. Έτσι έχουν σωθεί αναρίθμητες ζωές. Όλα αυτά που αναφέραμε αποτελούν ένα πολύ μικρό μέρος των θετικών συνεπειών της χημικής επιστήμης.

Δυστυχώς όμως υπάρχουν και οι αρνητικές συνέπειες της ανάπτυξης της χημικής επιστήμης. Ως παράδειγμα φέρνουμε τα χημικά τοξικά αέρια, που χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλη κλίμακα στους τελευταίους παγκόσμιους πολέμους, και τα πυρηνικά οπλοστάσια, που αποτελούν σήμερα τον υπ' αριθμό ένα κίνδυνο για την καταστροφή του πλανήτη μας. Επίσης η μόλυνση του περιβάλλοντος από τα απόβλητα των βιομηχανιών και από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, καθώς και η υπερεκμετάλλευση των αποθεμάτων των φυσικών πόρων, θέτουν σε κίνδυνο την ισορροπία του οικοσυστήματος.

Όμως εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι δεν υπάρχει «καλή» ή «κακή» χημεία. Ο άνθρωπος είναι εκείνος που χρησιμοποιεί θετικά ή αρνητικά τα επιτεύγματα της χημείας και τα καθιστά μοχλό της ανάπτυξης ή της οπισθοδρόμησης και της καταστροφής. Ο άνθρωπος είναι εκείνος που θα ανακαλύψει το φάρμακο για τον ιό του AIDS και ο άνθρωπος είναι εκείνος που θα δώσει την εντολή για το πάτημα ενός κουμπιού του πυρηνικού οπλοστασίου.

«Κορώνα των επιστημών, θαυματουργή χημεία, και μέσα από τα σκύβαλα στολίδια βγάζεις και πετράδια.»

ΚΩΣΤΗΣ ΠΑΛΑΜΑΣ

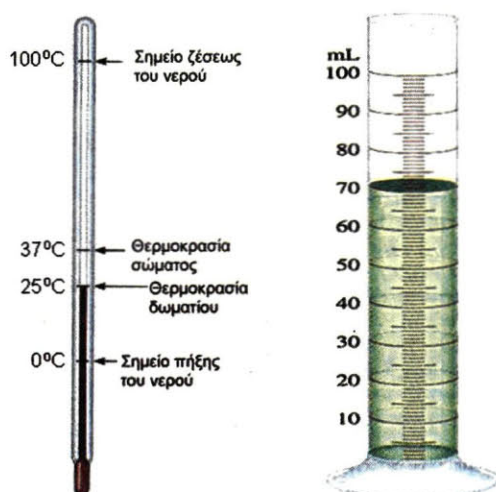
• Η χημεία θεωρείται «βασική επιστήμη», καθώς αποτελεί το υπόβαθρο για τη σπουδή άλλων θετικών επιστημών, όπως είναι η βιολογία, η ιατρική, η γεωλογία, η οικολογία.

1.2. Γνωρίσματα της ύλης (μάζα, όγκος, πυκνότητα) Μετρήσεις και μονάδες

Μετρήσεις - Μονάδες μέτρησης

Πολλά από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ύλης είναι μετρήσιμα. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται με τη βοήθεια ειδικών οργάνων. Έτσι για το μήκος έχουμε το μέτρο, για τη μάζα το ζυγό (ζυγαριά), για τον όγκο τον ογκομετρικό κύλινδρο, για τη θερμοκρασία το θερμόμετρο κλπ.

Η ποσοτική έκφραση ενός μεγέθους γίνεται με τη χρήση ενός αριθμού (αριθμητική τιμή) π.χ. 5 και μιας μονάδας μέτρησης π.χ. kg. Δηλαδή ένα υλικό σώμα έχει μάζα $m = 5 \text{ kg}$.



ΣΧΗΜΑ 1.1 α. Θερμόμετρο β. Ογκομετρικός κύλινδρος, για τη μέτρηση της θερμοκρασίας και του όγκου ενός υγρού, αντίστοιχα.

Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI)

Το **μετρικό σύστημα** καθορίστηκε στη Γαλλία στα τέλη του 18^{ου} αιώνα και χρησιμοποιήθηκε ως σύστημα μέτρησης στις περισσότερες χώρες του κόσμου. Το 1960 καθορίστηκε μετά από διεθνή συμφωνία, το **Διεθνές Σύστημα Μονάδων: SI** (από τα αρχικά των γαλλικών λέξεων *Système International d' Unités*). Το σύστημα SI περιέχει 7 θεμελιώδη μεγέθη με τις χαρακτηριστικές μονάδες τους (ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1). Όλα τα άλλα μεγέθη που χρησιμοποιούνται είναι παράγωγα των θεμελιωδών αυτών μεγεθών. Παρά την προσπάθεια των επιστημόνων για την πλήρη επικράτηση του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σήμερα και άλλες μονάδες, π.χ. η πίεση ενός αερίου εκφράζεται συνήθως σε atm και όχι σε pascal - Pa (N/m^2 , όπου $\text{N} = \text{Kg} \cdot \text{m/s}^2$).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: Θεμελιώδη μεγέθη – Μονάδες

Μέγεθος	Σύμβολο μεγέθους	Ονομασία μονάδας	Σύμβολο μονάδας
μήκος	l	μέτρο	m
μάζα	m	χιλιόγραμμα	kg
χρόνος	t	Δευτερόλεπτο	s
θερμοκρασία	T	κέλβιν	K
ποσότητα ύλης	n	μολ	mol
ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	I	αμπέρ	A
φωτεινή ένταση	I_u	καντέλα	cd

Πολλές φορές χρησιμοποιούμε πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια των θεμελιωδών μονάδων (εύχρηστες μονάδες).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2: Πολλαπλάσια – Υποπολλαπλάσια μονάδων

Πρόθεμα	Σύμβολο	Σχέση με τη βασική μονάδα	Παράδειγμα
μεγα (mega)	M	10^6	1Mm = 10^6 m
χιλιο (kilo)	k	10^3	1 km = 10^3 m
δεκατο (deci)	d	10^{-1}	1dm = 10^{-1} m
εκατοστο (centi)	c	10^{-2}	1 cm = 10^{-2} m
χιλιοστο (milli)	m	10^{-3}	1 mm = 10^{-3} m
μικρο (micro)	μ	10^{-6}	1 μ m = 10^{-6} m
νανο (nano)	n	10^{-9}	1 nm = 10^{-9} m
πικο (pico)	p	10^{-12}	1pm = 10^{-12} m

Οι μετρήσεις που συχνότατα χρησιμοποιούμε στη χημεία περιλαμβάνουν τα μεγέθη μάζα, όγκος, πυκνότητα και θερμοκρασία.

• Μονάδες πίεσης:
 $1\text{Pa} = 1\text{ N/m}^2$ (SI)
 $1\text{atm} = 101325\text{ Pa} = 760\text{ mmHg}$

• Μονάδες θερμοκρασίας:
 $^{\circ}\text{C}$, K (SI)
 $T\text{ (K)} = \theta(^{\circ}\text{C}) + 273$

• Άλλη μονάδα μήκους :
 $1\text{ \AA} = 10^{-8}\text{ cm} = 10^{-10}\text{ m}$,
 χρησιμοποιείται συνήθως για την έκφραση της ατομικής ακτίνας, του μήκους του δεσμού κ.λ.π.

Παράδειγμα 1.1

Το όριο ταχύτητας σ' έναν αυτοκινητόδρομο είναι 110 km/h. Να εκφράσετε την ταχύτητα αυτή σε μονάδες SI.

ΛΥΣΗ

Γνωρίζουμε ότι $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$ και $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$.

Άρα το όριο της ταχύτητας είναι $110 \text{ km/h} = 110 \cdot 10^3 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 30,56 \text{ m s}^{-1}$.

Παράδειγμα 1.2

Η διάμετρος του ατόμου του υδρογόνου (H) είναι 0,212 nm. Να υπολογίσετε τη διάμετρό του ατόμου σε m και σε Å.

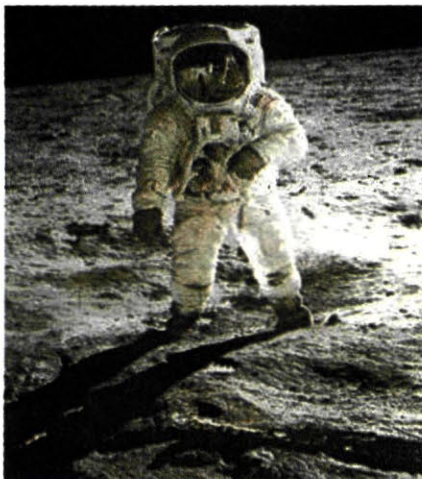
ΛΥΣΗ

Αφού το $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$, η διάμετρος θα είναι $0,212 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, και καθώς $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$, δηλαδή $1 \text{ m} = 10^{10} \text{ Å}$, θα έχουμε $0,212 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 0,212 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{10} \text{ Å}$, δηλαδή $0,212 \cdot 10 \text{ Å} = 2,12 \text{ Å}$.

Γνωρίσματα της ύλης

Μάζα και Βάρος

Τα μεγέθη μάζα και βάρος είναι διαφορετικά. Ένα σώμα έχει την ίδια μάζα σ' όλα τα μέρη της γης, έχει όμως διαφορετικό βάρος από τόπο σε τόπο. Το βάρος είναι συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους και της απόστασης του σώματος από την επιφάνεια της θάλασσας.



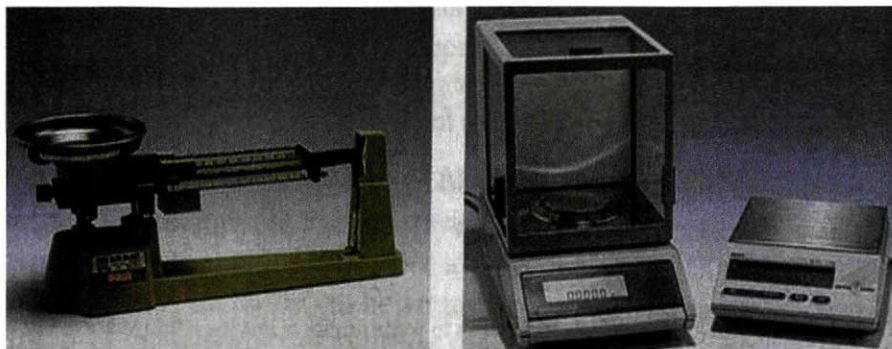
ΣΧΗΜΑ 1.2 Το βάρος του αστροναύτη στη σελήνη είναι το 1/6 αυτού που έχει στη γη, λόγω διαφοράς ανάμεσα στο πεδίο βαρύτητας (g) της σελήνης και γης. Αντίθετα, ο αστροναύτης έχει την ίδια μάζα στη γη και στη σελήνη.

- Βάρος είναι η ελκτική δύναμη που ασκείται στο σώμα από το πεδίο βαρύτητας της γης.

Μάζα (m)

➤ Μάζα είναι το μέτρο της αντίστασης που παρουσιάζει ένα σώμα ως προς τη μεταβολή της ταχύτητάς του και εκφράζει το ποσό της ύλης που περιέχεται σε μία ουσία.

Η μάζα είναι κυρίαρχο μέγεθος στη χημεία και η μέτρησή της γίνεται με τη βοήθεια ζυγών. Παρ' όλο που η μονάδα μέτρησης στο SI είναι το χιλιόγραμμα (Kg), πολύ συχνά χρησιμοποιούνται υποπολλαπλάσιά της όπως το γραμμάριο (g) και χιλιοστόγραμμα (mg).

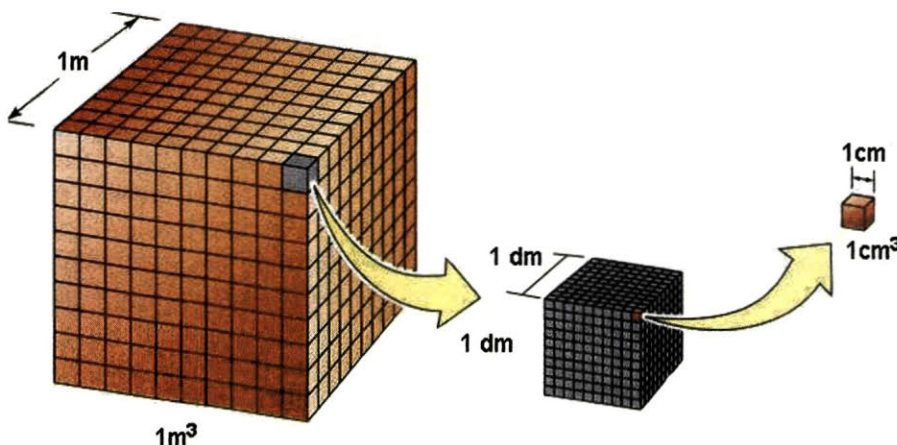


ΣΧΗΜΑ 1.3 Εργαστηριακός ζυγός ενός δίσκου με βερνιέρο και σύγχρονοι ηλεκτρονικοί ζυγοί ακριβείας για τη μέτρηση μάζας.

Όγκος (V)

➤ Όγκος είναι ο χώρος που καταλαμβάνει ένα σώμα.

Στο σύστημα SI θεμελιώδες μέγεθος είναι το μήκος, με μονάδα το μέτρο (m), και παράγωγο αυτού μέγεθος είναι ο όγκος, εκφρασμένος σε κυβικά μέτρα (m^3). Στο χημικό εργαστήριο συνήθως χρησιμοποιούνται μικρότερες μονάδες, όπως είναι το κυβικό δεκατόμετρο (dm^3), που είναι περίπου ίσο με το λίτρο (L), και το κυβικό εκατοστόμετρο (cm^3), που είναι περίπου ίσο με το χιλιοστόλιτρο (mL).



ΣΧΗΜΑ 1.4 Ο ορισμός των μονάδων όγκου m^3 , dm^3 , cm^3 και η μεταξύ τους σχέση.

$$\begin{aligned} \bullet 1 \text{ Kg} &= 10^3 \text{ g} = 1000 \text{ g} \\ 1 \text{ g} &= 10^3 \text{ mg} = 1000 \text{ mg} \end{aligned}$$

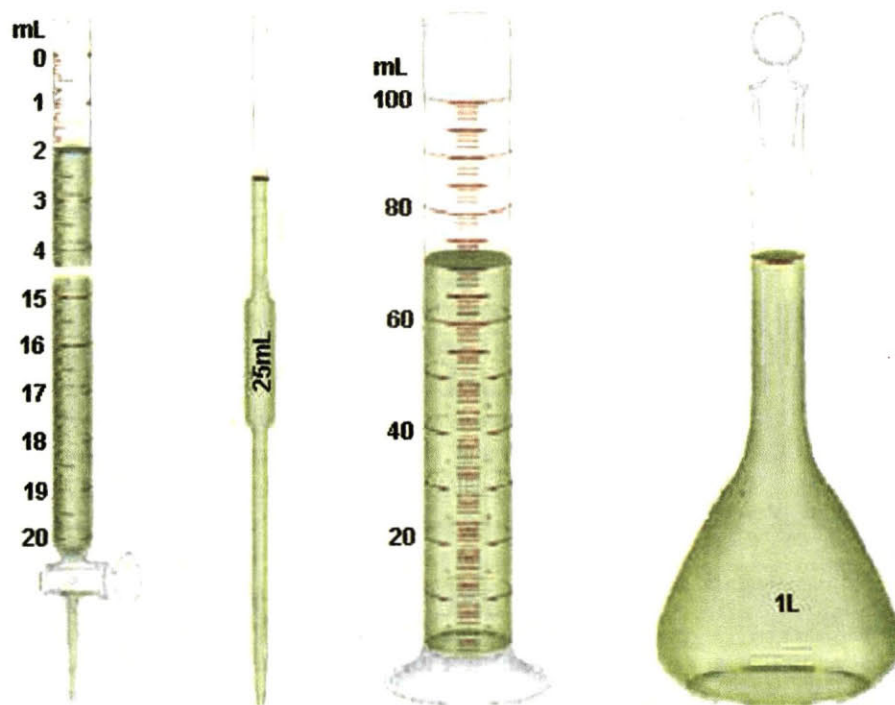


Το δυναμόμετρο είναι όργανο μέτρησης βάρους.

$$\begin{aligned} \bullet 1 \text{ L} &= 1000 \text{ mL} \\ 1 \text{ cm}^3 &= 1 \text{ mL} \\ 1 \text{ L} &= 1 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

• Το λίτρο (L) ορίζεται ως ο όγκος που καταλαμβάνει 1 kg νερού στους 4 °C. Λόγω της μικρής τους διαφοράς το mL και cm^3 μπορούν να χρησιμοποιηθούν αδιάκριτα. Για εκπαιδευτικούς λόγους πολλές φορές προτείνεται το cm^3 να χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των αερίων όγκων και το mL για τους όγκους των υγρών. Με την ίδια λογική μπορούμε να διακρίνουμε το L από το dm^3 .

Η μέτρηση του όγκου στο χημικό εργαστήριο γίνεται με τη βοήθεια ογκομετρικών οργάνων όπως είναι η προχοΐδα, το σιφώνιο (πιπέτα), ο ογκομετρικός κύλινδρος, η ογκομετρική φιάλη κ.λ.π.



ΣΧΗΜΑ 1.5 Από τα πιο συνηθισμένα όργανα για τη μέτρηση του όγκου ενός υγρού είναι: 1.η προχοΐδα : 2. το σιφώνιο εκροής 3.ο ογκομετρικός κύλινδρος και 4. η ογκομετρική φιάλη

Παράδειγμα 1.3

Το «ύψος» της βροχής μιας μέρας ήταν σ' ένα τόπο 10 mm. Να υπολογίσετε τον όγκο του νερού που κάλυψε επιφάνεια 1 km².

ΛΥΣΗ

Ο όγκος του νερού ισούται με το γινόμενο της επιφάνειας επί το ύψος. Δηλαδή $V = s h$.

$$s = 1 \text{ km}^2 = 1 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 10^6 \text{ m}^2$$

$$h = 10 \text{ mm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{Άρα } V = s h = 10^6 \text{ m}^2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \text{ ή } V = 10^4 \text{ m}^3 = 10000 \text{ m}^3$$

Πυκνότητα (ρ)

➤ Η πυκνότητα ορίζεται ως το πηλίκο της μάζας προς τον αντίστοιχο όγκο σε σταθερές συνθήκες πίεσης (όταν πρόκειται για αέριο) και θερμοκρασίας.

$$\rho = m / V$$

Η μονάδα της πυκνότητας (παράγωγο μέγεθος) στο SI είναι το Kg /m³.

• Η πυκνότητα πολλές φορές στην Ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία συμβολίζεται με d . Στο παρόν βιβλίο υιοθετείται η πρόταση της IUPAC και συμβολίζεται με ρ .

Εύχρηστες όμως μονάδες είναι το g/mL (ή g/cm³). Ειδικά στα αέρια, όπου έχουμε μικρές πυκνότητες, συνήθως χρησιμοποιούμε το g/L.

Παράδειγμα 1.4

Το αργίλιο (Al) είναι ένα πολύ εύχρηστο μέταλλο. Ένας κύβος από αργίλιο έχει ακμή 2 cm. Με τη βοήθεια του ζυγού η μάζα του βρέθηκε 21,6 g. Ποια είναι η πυκνότητα του Al;

ΛΥΣΗ

$$V = (2 \text{ cm})^3 \text{ ή } V = 8 \text{ cm}^3$$

$$\rho = m / V = 21,6 \text{ g} / 8 \text{ cm}^3 \text{ ή } \rho = 2,7 \text{ g/cm}^3.$$

Παράδειγμα 1.5

Η πυκνότητα του νερού στη θερμοκρασία δωματίου θεωρείται περίπου ίση με 1 g/mL. Να εκφράσετε την πυκνότητα αυτή σε kg/m³ και σε g/L.

ΛΥΣΗ

$$\text{Είναι } \rho = 1 \text{ g/mL} = 10^{-3} \text{ kg}/10^{-6} \text{ m}^3 = 10^3 \text{ kg/m}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3.$$

Δηλαδή 1m³ νερού ζυγίζει 1 (μετρικό) τόνο.

Επίσης έχουμε $\rho = 1 \text{ g/mL} = 1 \text{ g}/10^{-3} \text{ L} = 1000 \text{ g/L}$.

Δηλαδή 1L νερού ζυγίζει 1 kg.

1.3 Δομικά σωματίδια της ύλης - Δομή ατόμου - Ατομικός αριθμός - Μαζικός αριθμός - Ισότοπα

Δομικά σωματίδια της ύλης

Κάθε σώμα συγκροτείται από απείρως μικρά σωματίδια (σχεδόν αμελητέα), που ονομάζονται δομικά σωματίδια ή δομικές μονάδες της ύλης. Τα σωματίδια αυτά είναι: τα άτομα, τα μόρια και τα ιόντα.

Άτομα - Μόρια - Ιόντα

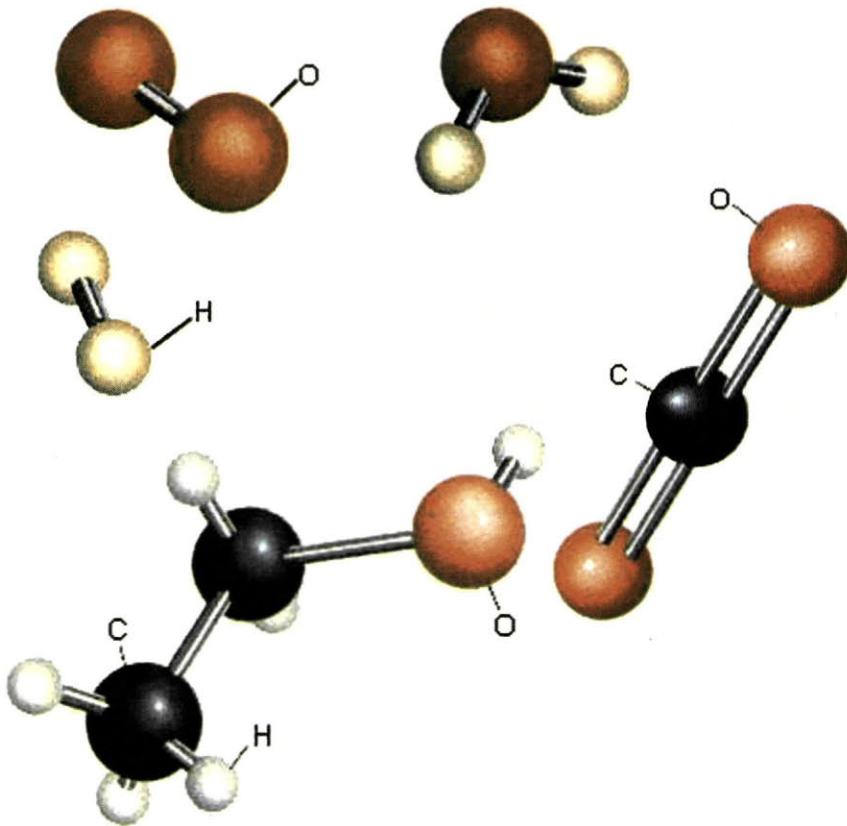
Παίρνουμε μία καθορισμένη ουσία, για παράδειγμα τη ζάχαρη, και τεμαχίζουμε μια ποσότητά της σε όσο το δυνατό μικρότερα κομμάτια. Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε με διάλυση ποσότητας ζάχαρης σε νερό. Η ζάχαρη τότε χωρίζεται σε τόσο μικρά κομμάτια, που δεν μπορούμε πια να τα διακρίνουμε ούτε με μικροσκόπιο. Παρ' όλα αυτά η ζάχαρη εξακολουθεί να κρατά τις ιδιότητές της, π.χ. το διάλυμα είναι γλυκό. Ο διαχωρισμός βέβαια αυτός της ύλης δεν μπορεί να συνεχίζεται επ' άπειρον. Υπάρχει ένα πάρα πολύ μικρό κομμάτι ζάχαρης, πολύ μικρών διαστάσεων και μάζας, το οποίο δεν μπορεί να κοπεί σε μικρότερα κομμάτια, χωρίς να χάσει τις ιδιότητες του. Αυτό είναι το μόριο.

• Ένα μόριο ζάχαρης ζυγίζει $5,7 \cdot 10^{-22}$ g.

- Μόριο είναι το μικρότερο κομμάτι μιας καθορισμένης ουσίας (ένωσης ή στοιχείου) που μπορεί να υπάρξει ελεύθερο, διατηρώντας τις ιδιότητες της ύλης από την οποία προέρχεται.

Τα μόρια στην περίπτωση των χημικών στοιχείων συγκροτούνται από ένα είδος ατόμων, π.χ. O_2 , N_2 , O_3 , P_4 , ενώ στην περίπτωση των χημικών ενώσεων από δύο ή περισσότερα είδη ατόμων, π.χ. H_2O , CH_4 , $C_{12}H_{22}O_{11}$.

- Τα μόρια δηλαδή είναι ομάδες ατόμων με καθορισμένη γεωμετρική διάταξη στο χώρο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



ΣΧΗΜΑ 1.6 Μοριακά μοντέλα των στοιχείων: υδρογόνου (H_2), οξυγόνου (O_2), και των ενώσεων: νερού (H_2O), διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και οινοπνεύματος (C_2H_5OH).

Η έννοια του ατόμου, όπως θα δούμε αμέσως παρακάτω, αποτελεί τη βάση της ατομικής θεωρίας.

- Άτομο είναι το μικρότερο σωματίδιο ενός στοιχείου, που μπορεί να πάρει μέρος στο σχηματισμό χημικών ενώσεων.

Τα μόρια των χημικών στοιχείων δεν αποτελούνται πάντοτε από τον ίδιο αριθμό ατόμων. Έτσι υπάρχουν στοιχεία **μονοατομικά**, όπως είναι τα ευγενή αέρια, π.χ. ήλιο (He), στοιχεία **διατομικά**, όπως είναι το οξυγόνο (O_2), το υδρογόνο (H_2), ή ακόμα και **τριατομικά**, όπως είναι το όζον (O_3).

- Ο αριθμός που δείχνει από πόσα άτομα συγκροτείται το μόριο ενός στοιχείου ονομάζεται **ατομικότητα στοιχείου**.

Η ατομικότητα του στοιχείου αναγράφεται ως δείκτης στο σύμβολο του στοιχείου. Παρακάτω δίνεται πίνακας με τις ατομικότητες των σημαντι-

• Τα ατομικά και μοριακά μοντέλα μάς βοηθούν να κατανοήσουμε καλύτερα την έννοια των ατόμων και μορίων. Τα μοντέλα τύπου σφαιρας-ράβδου, που απεικονίζονται στο διπλανό σχήμα, είναι από τα πλέον διαδεδομένα. Τα άτομα συμβολίζονται με σφαίρες (λόγω της σφαιρικής συμμετρίας που παρουσιάζουν τα άτομα), με διάμετρο ανάλογη του μεγέθους του ατόμου. Η ράβδος ανάμεσα στα άτομα συμβολίζει το χημικό δεσμό που αναπτύσσεται ανάμεσα στα άτομα. Τα χρώματα στις σφαίρες κωδικοποιούνται ως εξής:
 H (λευκή σφαίρα)
 C (μαύρη σφαίρα)
 O (κόκκινη σφαίρα)
 και φυσικά δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα, αφού τα άτομα είναι άχρωμα.

• Το άτομο είναι ένα απειροελάχιστο σωματίδιο, με μέγεθος που ξεπερνά τα όρια της φαντασίας μας. Ωστόσο, νέες τεχνικές στην μικροσκοπία επιτρέπουν την παρατήρηση του και τον προσδιορισμό του μεγέθους του.

κότερων στοιχείων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3: Ατομικότητες στοιχείων

ΜΟΝΟΑΤΟΜΙΚΑ: Ευγενή αέρια: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, και τα μέταλλα σε κατάσταση ατμών.

Επίσης, στις χημικές εξισώσεις γράφονται σαν μονοατομικά τα στοιχεία C, S και P.

ΔΙΑΤΟΜΙΚΑ: H₂, O₂, N₂, F₂, Cl₂, Br₂, I₂.

ΤΡΙΑΤΟΜΙΚΑ: O₃.

ΤΕΤΡΑΤΟΜΙΚΑ: P₄, As₄, Sb₄.

- Το θείο (S) έχει ατομικότητα 2 ή 4 ή 6 ή 8.

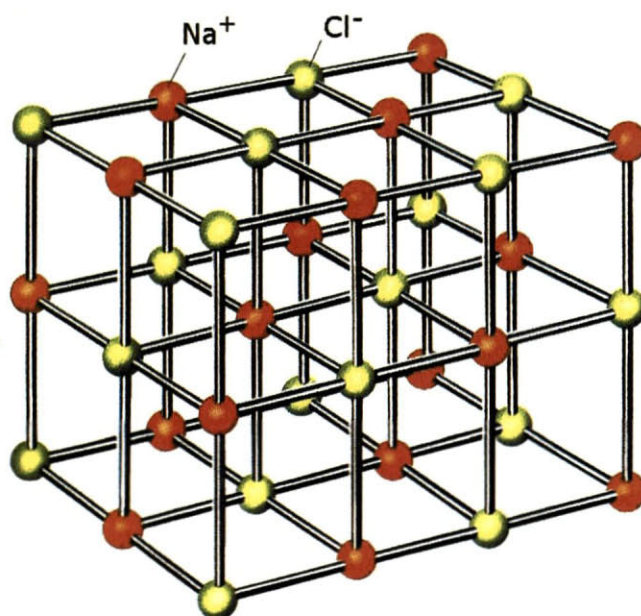
- Στις χημικές εξισώσεις όλα τα στοιχεία εκτός από τα διατομικά γράφονται σαν μονοατομικά.

Ιόντα

Τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, αφού όπως θα δούμε πιο κάτω έχουν ίδιο αριθμό πρωτονίων και ηλεκτρονίων. Τα άτομα όμως μπορούν να μετατραπούν σε ιόντα με αποβολή ή με πρόσληψη ενός ή περισσότερων ηλεκτρονίων.

➤ *Ιόντα είναι είτε φορτισμένα άτομα (μονοατομικά ιόντα), π.χ. Na⁺, Ca²⁺, S²⁻, Cl⁻ είτε φορτισμένα συγκροτήματα ατόμων (πολυατομικά ιόντα), π.χ. NH₄⁺, CO₃²⁻, H₂PO₄⁻.*

Τα ιόντα που έχουν θετικό ηλεκτρικό φορτίο ονομάζονται **κατιόντα**, π.χ. Na⁺, και εκείνα που έχουν αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο ονομάζονται **ανιόντα**, π.χ. Cl⁻. Τα ιόντα αποτελούν τα δομικά σωματίδια των ιοντικών ή ετεροπολικών ενώσεων, που θα εξετάσουμε παρακάτω.



ΣΧΗΜΑ 1.7 Ο κρύσταλλος του NaCl συγκροτείται από ιόντα Na⁺ και Cl⁻.

Δομή του ατόμου

Τον 5^ο π.Χ. αιώνα οι Έλληνες φιλόσοφοι Δημόκριτος και Λεύκιππος, διατύπωσαν την άποψη ότι η ύλη αποτελείται από πολύ μικρά σωματίδια που δεν μπορούν να διαιρεθούν σε άλλα απλούστερα. Τα σωματίδια αυτά ονόμασαν άτομους (**άτομα**). Να σημειωθεί ότι η άποψη αυτή ήταν αντίθετη με τη θεώρηση του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη για τη συνεχή διαίρεση της ύλης.

Ωστόσο, τα άτομα του Δημόκριτου ξεχάστηκαν για τα επόμενα 2000 χρόνια, μέχρις ότου στις αρχές του 19^{ου} αιώνα ο Άγγλος χημικός Dalton διατυπώσει την **ατομική θεωρία**. Σύμφωνα με την ατομική θεωρία, που αποτελεί θεμέλιο λίθο στην ανάπτυξη της χημείας, οι δομικές μονάδες της ύλης είναι τα άτομα και τα μόρια (συγκροτήματα ατόμων). Βέβαια ο Dalton δεν μπόρεσε να ερμηνεύσει τη συνένωση ατόμων ίδιου στοιχείου προς σχηματισμό μορίων. Αυτό ξεκαθαρίστηκε αργότερα (1811) από τον Ιταλό Avogadro. Επίσης, τα άτομα του Dalton ήταν συμπαγή και αδιαίρετα, άποψη που ήρθε σε αντίθεση με την ανακάλυψη των πρωτονίων, ηλεκτρονίων και νετρονίων (υποατομικά σωματίδια).



ΣΧΗΜΑ 1.8 Ο Δημόκριτος ήταν ο πρώτος που εισήγαγε την έννοια της ασυνέχειας της ύλης και του ατόμου.

Με την ανακάλυψη των υποατομικών σωματιδίων άνοιξε ο δρόμος για τη διατύπωση νέων θεωριών. Οι πιο χαρακτηριστικές απ' αυτές, με επιγραμματική παρουσίαση της προσφοράς τους στη διαμόρφωση της γνώσης για τη συγκρότηση του ατόμου, είναι :

1. Rutherford (1911): η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σ' ένα πολύ μικρό χώρο που λέγεται **πυρήνας**.

2. Bohr (1913): τα ηλεκτρόνια κινούνται σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα, που ονομάζονται **στιβάδες**.

3. Sommerfield (1916): τα ηλεκτρόνια διαγράφουν εκτός από κυκλικές τροχιές (στιβάδες), και ελλειπτικές (υποστιβάδες).

4. Σύγχρονες αντιλήψεις για τη δομή των ατόμων: το ηλεκτρόνιο συμπεριφέρεται ως κύμα, συνεπώς δεν μπορούμε με ακρίβεια να γνωρίζουμε την τροχιά που διαγράφει. Εισαγωγή της έννοιας του ατομικού τροχιακού, του χώρου γύρω από τον πυρήνα όπου έχει μεγάλη πιθανότητα να βρεθεί ένα ηλεκτρόνιο.



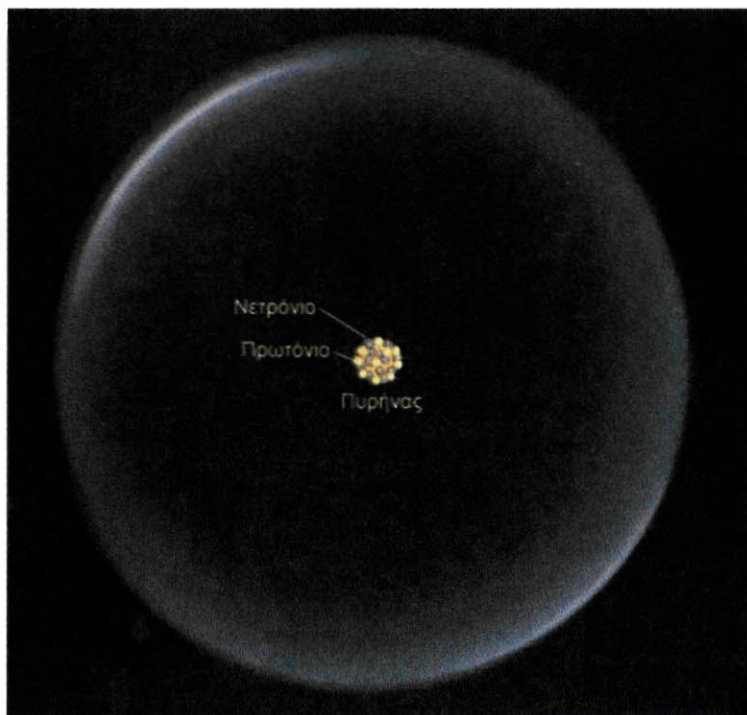
Μερικές από τις πιο λαμπρές προσωπικότητες που διαμόρφωσαν τη γνώση γύρω από το άτομο.

1. Dalton (1808) θεμελίωσε την ατομική θεωρία.
2. Rutherford (1911) ανακάλυψε τον πυρήνα.
3. Bohr (1913) εισήγαγε την έννοια της ηλεκτρονιακής στιβάδας.
4. Sommerfield (1916) εισήγαγε την έννοια της υποστιβάδας.
5. Schrödinger (1926) ανέπτυξε τη θεωρία της κβαντομηχανικής, που αποτελεί τη βάση των σύγχρονων αντιλήψεων για το άτομο.

Σε απλές γραμμές έχει διαμορφωθεί η εξής εικόνα για το άτομο. Η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σ' ένα χώρο που ονομάζεται πυρήνας. Ο πυρήνας συγκροτείται από πρωτόνια (p), που φέρουν θετικό ηλεκτρικό φορτίο, και από ουδέτερα νετρόνια (n). Γύρω από τον πυρήνα και σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις απ' αυτόν, κινούνται τα ηλεκτρόνια (e), που φέρουν αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο και ευθύνονται για τη χημική συμπεριφορά των ατόμων. Τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, καθώς τα πρωτόνια και τα ηλεκτρόνια έχουν αντίθετο στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο και ο αριθμός των πρωτονίων είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4: Μάζα και φορτίο υποατομικών σωματιδίων

Σωματίδιο (σύμβολο)	Θέση	Μάζα /g	Σχετική μάζα	Φορτίο /C	Σχετικό φορτίο
Ηλεκτρόνιο (e)	Γύρω από τον πυρήνα	$9,11 \cdot 10^{-28}$	1/1830	$-1,60 \cdot 10^{-19}$	-1
Πρωτόνιο (p)	Πυρήνας	$1,67 \cdot 10^{-24}$	1	$+1,60 \cdot 10^{-19}$	+1
νετρόνιο (n)	Πυρήνας	$1,67 \cdot 10^{-24}$	1	0	0



ΣΧΗΜΑ 1.9 Τα πρωτόνια και τα νετρόνια είναι συγκεντρωμένα σε ένα εξαιρετικά μικρό χώρο, τον πυρήνα. Τα ηλεκτρόνια είναι υπό μορφή νέφους γύρω από τον πυρήνα.

Ατομικός αριθμός- Μαζικός αριθμός - Ισότοπα.

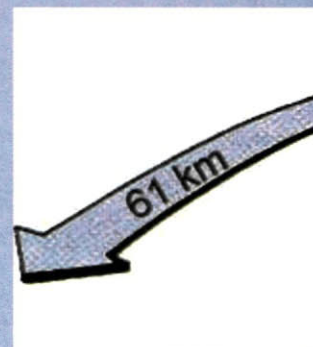
➤ *Ατομικός αριθμός (Z) είναι ο αριθμός των πρωτονίων στον πυρήνα του ατόμου ενός στοιχείου. Ο αριθμός αυτός καθορίζει το είδος του ατόμου, αποτελεί δηλαδή ένα είδος ταυτότητας για αυτό.*

- άτομο (atom): από το α-τέμνω

- Ο πυρήνας καθορίζει τη μάζα του ατόμου, δηλαδή m ατόμου = m πρωτονίων + m νετρονίων

- Ο χώρος που περιβάλλει τον πυρήνα, όπου διευθετούνται τα ηλεκτρόνια, καθορίζει το μέγεθος του ατόμου.

- Τα ηλεκτρόνια καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά των ατόμων, καθώς οι αλληλοεπιδράσεις μεταξύ των ηλεκτρονίων διαφόρων ατόμων οδηγούν στη χημική αντίδραση.



Αν είστε στη θέση του πυρήνα, τότε τα ηλεκτρόνια είναι σκορπισμένα τουλάχιστον 61 km μακριά σας.

Η τιμή του Z δείχνει επίσης τον αριθμό των ηλεκτρονίων. Μην ξεχνάτε ότι στο άτομο ο αριθμός ηλεκτρονίων ισούται με τον αριθμό των πρωτονίων, ώστε το άτομο να είναι ηλεκτρικά ουδέτερο. Για παράδειγμα, όταν λέμε ότι ο ατομικός αριθμός του νατρίου (Na) είναι 11, εννοούμε ότι το άτομο του Na έχει 11p στον πυρήνα του, αλλά και 11e γύρω από τον πυρήνα. Επειδή όμως ο ατομικός αριθμός είναι ο καθοριστικός αριθμός για το είδος του κάθε στοιχείου, μπορούμε να πούμε ότι κάθε άτομο στη φύση που έχει στον πυρήνα του 11p, είναι άτομο νατρίου.

➤ *Μαζικός αριθμός (A) είναι ο αριθμός των πρωτονίων και των νετρονίων στον πυρήνα ενός ατόμου.*

Για παράδειγμα, όταν λέμε ότι ο μαζικός αριθμός του φθορίου (F) είναι 19 και ο ατομικός του αριθμός είναι 9, εννοούμε ότι στον πυρήνα του ατόμου του υπάρχουν 9 πρωτόνια και 19 νουκλεόνια (πρωτόνια και νετρόνια μαζί). Άρα στον πυρήνα του υπάρχουν 10 νετρόνια.

Αν συμβολίσουμε με N τον αριθμό των νετρονίων του ατόμου, τότε προφανώς ισχύει: $A = Z + N$

Το άτομο ενός στοιχείου X συμβολίζεται:



➤ *Ισότοπα ονομάζονται τα άτομα που έχουν τον ίδιο ατομικό αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό.*

Τα ισότοπα είναι, με άλλα λόγια, άτομα του ίδιου είδους (στοιχείου) με διαφορετική μάζα. Για παράδειγμα, ο άνθρακας (C) έχει τέσσερα ισότοπα:

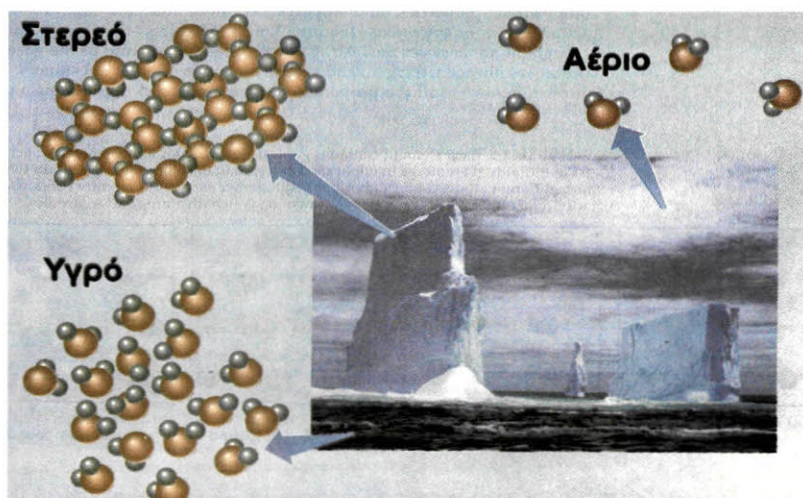


Απ' αυτά το πλέον διαδεδομένο στη φύση είναι ο ${}^{12}_6\text{C}$ που απαντά σε ποσοστό 99%.

1.4 Καταστάσεις της ύλης - Ιδιότητες της ύλης - Φυσικά και Χημικά φαινόμενα

Καταστάσεις της ύλης

Η ύλη, ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, βρίσκεται σε τρεις φυσικές καταστάσεις: τη στερεά (s), της υγρή (l) και την αέρια (g).



- Νουκλεόνια είναι τα σωματίδια του πυρήνα, δηλαδή πρωτόνια και νετρόνια. Από το nuclear που σημαίνει πυρήνας.

- στερεό: (s) solid
- υγρό: (l) liquid
- αέριο: (g) gas

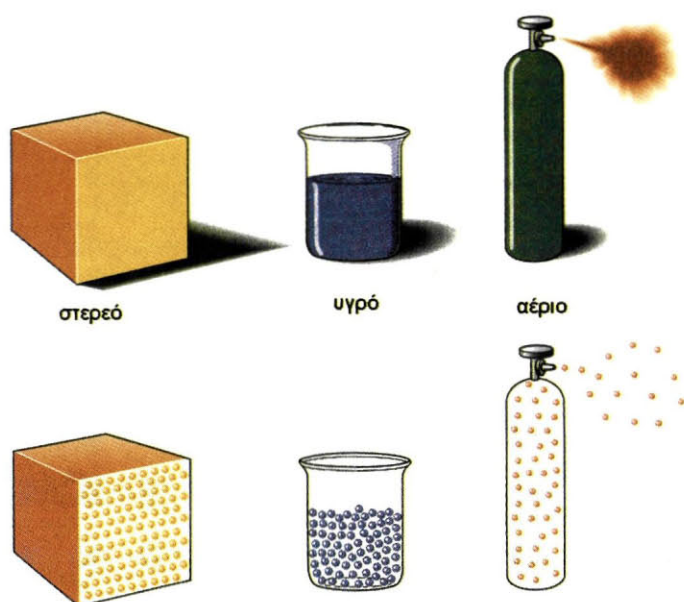
ΣΧΗΜΑ 1.10 Το νερό απαντά συχνά και στις τρεις φυσικές καταστάσεις του: αέρια (υδρατμοί π.χ. στα σύννεφα) υγρή (π.χ. θάλασσα) και στερεή (π.χ. πάγος).

Στη **στερεά κατάσταση** τα δομικά σωματίδια (π.χ. μόρια) βρίσκονται σε μικρές αποστάσεις μεταξύ τους, είναι σχεδόν ακίνητα, οι δε ελκτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους είναι ισχυρές. Έτσι το σχήμα και ο όγκος τους πρακτικά δεν αλλάζει, εφ' όσον οι συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας δε μεταβάλλονται.

Στην **υγρή κατάσταση** τα δομικά σωματίδια βρίσκονται, συγκριτικά με τη στερεά κατάσταση, σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Επίσης οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των σωματιδίων είναι ασθενέστερες, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη κινητικότητα. Έτσι τα υγρά έχουν καθορισμένο όγκο, δεν έχουν όμως καθορισμένο σχήμα και παίρνουν κάθε φορά το σχήμα του δοχείου στο οποίο τοποθετούνται.

Τέλος, στην **αέρια κατάσταση**, τα δομικά σωματίδια κινούνται άτακτα προς όλες τις διευθύνσεις, καθώς οι δυνάμεις συνοχής είναι αμελητέες. Έτσι στα αέρια δεν έχουμε ούτε καθορισμένο σχήμα, ούτε όγκο. Μάλιστα εδώ προκύπτουν σημαντικές μεταβολές των όγκων, όταν μεταβάλλεται η θερμοκρασία ή και η πίεση. Τη σχέση των μεταβολών αυτών μεταξύ του όγκου του αερίου και της θερμοκρασίας ή της πίεσης θα μελετήσουμε αναλυτικά στο 4^ο κεφάλαιο.

Όπως αναφέραμε στην αρχή αυτής της ενότητας, οι διάφορες ουσίες μπορούν να μεταπηδούν από τη μία φυσική κατάσταση στην άλλη. Αυτό μπορεί να γίνει με μεταβολή των συνθηκών πίεσης και θερμοκρασίας. Έτσι π.χ. με αύξηση της θερμοκρασίας περνάμε από το στερεό στο υγρό (τήξη) και από το υγρό στο αέριο (εξάτμιση). Αντίστροφα, με μείωση της θερμοκρασίας έχουμε την αντίθετη πορεία (πήξη και υγροποίηση, αντίστοιχα).



ΣΧΗΜΑ 1.11 Απεικόνιση των τριών καταστάσεων της ύλης.

Ιδιότητες της ύλης

Κάθε υλικό έχει μία σειρά από χαρακτηριστικές ιδιότητες. Για παράδειγμα στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται μερικές από τις χαρακτηρι-

- Πλάσμα θεωρείται μια ειδική κατάσταση της ύλης που συγκροτείται από φορτισμένα (ηλεκτρόνια, ιόντα) και ουδέτερα σωματίδια (άτομα, μόρια). Το πλάσμα είναι η πιο διαδεδομένη κατάσταση της ύλης που απαντά στο σύμπαν.

- Εξάχνωση είναι η μετάβαση απευθείας από τη στερεά στην αέρια φάση. Αυτό συμβαίνει π.χ. στο ιώδιο και στη ναφθαλίνη.

- Τα αέρια δεν έχουν ούτε καθορισμένο σχήμα ούτε όγκο.

- Τα υγρά έχουν καθορισμένο όγκο αλλά όχι σχήμα.

- Τα στερεά έχουν καθορισμένο σχήμα και όγκο.

κές ιδιότητες του νερού, του υδρογόνου και του οξυγόνου, που μας επιτρέπουν να διακρίνουμε το ένα από το άλλο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.5: Χαρακτηριστικές ιδιότητες νερού, υδρογόνου, οξυγόνου

Ουσία	Νερό	Υδρογόνο	Οξυγόνο
φυσική κατάσταση	(l)	(g)	(g)
σημείο βρασμού/ °C	100	-253	-183
πυκνότητα/ g L ⁻¹	1 000	0,084	1,33
καύσιμο	όχι	ναι	όχι

Οι ιδιότητες της ύλης διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τις φυσικές και τις χημικές.

➤ *Οι φυσικές ιδιότητες καθορίζονται από την ουσία αυτή καθ' αυτή, χωρίς να γίνεται αναφορά σε άλλες ουσίες.*

Π.χ., το χρώμα, το σημείο τήξης, το σημείο βρασμού, η πυκνότητα αποτελούν φυσικές ιδιότητες μιας ουσίας. Έτσι, μπορούμε να μετρήσουμε το σημείο τήξης του πάγου, θερμαίνοντας ένα κομμάτι πάγου και μετρώντας τη θερμοκρασία στην οποία ο πάγος μετατρέπεται σε υγρό νερό. Να παρατηρήσουμε ότι νερό και πάγος διαφέρουν μόνο ως προς τη μορφή της ύλης και όχι ως προς τη χημική τους σύσταση. **Ο προσδιορισμός δηλαδή της φυσικής ιδιότητας μιας ουσίας δε μεταβάλλει τη χημική της σύσταση.**

➤ *Οι χημικές ιδιότητες καθορίζουν τη συμπεριφορά μιας ουσίας σε σχέση με μίαν άλλη.*

Όταν για παράδειγμα λέμε ότι το υδρογόνο καίγεται με το οξυγόνο προς σχηματισμό νερού, περιγράφουμε μία χημική ιδιότητα του υδρογόνου. Να παρατηρήσουμε ότι το υδρογόνο και το νερό δεν έχουν την ίδια χημική σύσταση. Δηλαδή, **ο προσδιορισμός μιας χημικής ιδιότητας προκαλεί μεταβολή στη χημική σύσταση της ουσίας.**

Φυσικά και χημικά φαινόμενα

Κατ' αναλογία με τις ιδιότητες των ουσιών, τα φαινόμενα (οι μεταβολές δηλαδή της ύλης) διακρίνονται σε φυσικά και χημικά φαινόμενα.

➤ *Στα φυσικά φαινόμενα αλλάζουν ορισμένες μόνο από τις φυσικές ιδιότητες των ουσιών, ενώ η χημική τους σύσταση διατηρείται.*

Για παράδειγμα η εξαέρωση του νερού είναι φυσικό φαινόμενο, καθώς η μόνη αλλαγή που συμβαίνει είναι η αλλαγή της φυσικής κατάστασης του νερού, που από υγρό γίνεται αέριο.

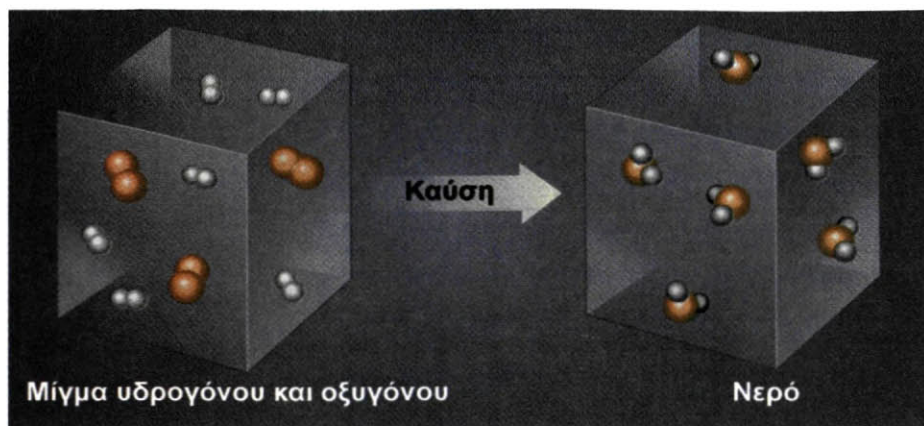
➤ *Στα χημικά φαινόμενα (χημικές αντιδράσεις) έχουμε ριζική αλλαγή στη σύσταση και τις ιδιότητες των ουσιών.*

Για παράδειγμα, όταν το υδρογόνο καίγεται στον αέρα, μετατρέπεται σε νερό, που έχει διαφορετική σύσταση και διαφορετικές ιδιότητες (φυσικές και χημικές) από το υδρογόνο.

• Φυσικές σταθερές είναι το σημείο βρασμού και το σημείο τήξεως (ή πήξεως) μιας ουσίας. Οι σταθερές αυτές μπορούν να χρησιμεύσουν για την ταυτοποίηση (διάκριση) μιας ουσίας και την εξακρίβωση αν η ουσία είναι σε καθαρή μορφή ή όχι.

• Παραδείγματα φυσικών φαινομένων είναι η πήξη του νερού, η διάλυση της ζάχαρης στο νερό, η εξάτμιση του οινοπνεύματος.

• Παραδείγματα χημικών φαινομένων είναι η μετατροπή του μούστου σε κρασί, η καύση του ξύλου, η μετατροπή του χαλκού σε άλας του.

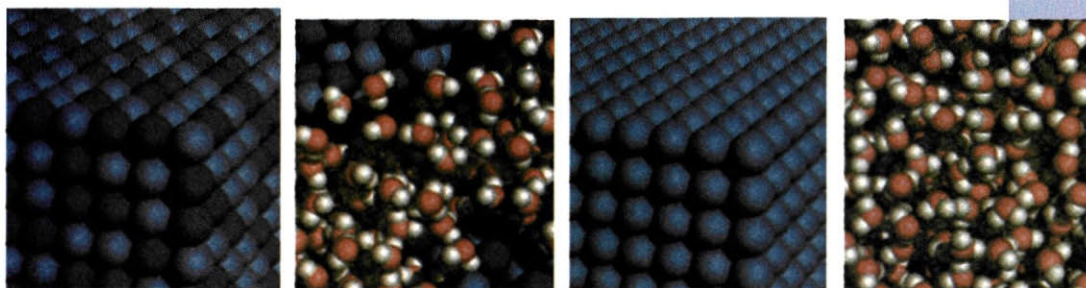
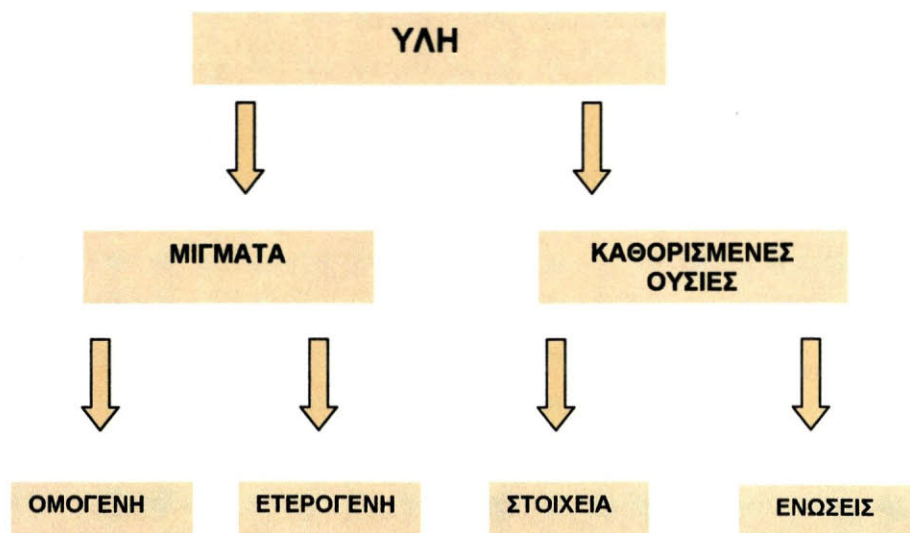


ΣΧΗΜΑ 1.12 Στις χημικές αντιδράσεις (χημικά φαινόμενα) αλλάζει η μοριακή σύσταση, δηλαδή άλλα μόρια έχουμε στα αντιδρώντα και άλλα στα προϊόντα.

1.5 Ταξινόμηση της ύλης - Διαλύματα- Περιεκτικότητα διαλυμάτων - Διαλυτότητα

Ταξινόμηση της ύλης

Η ύλη, τα εκατομμύρια δηλαδή ουσιών που μας περιβάλλουν, μπορεί να ταξινομηθεί με βάση το παρακάτω σχήμα:



Καθαρές ουσίες και μίγματα

Κατ' αρχάς οι ουσίες μπορούν να διακριθούν σε καθαρές ουσίες και μίγματα.

➤ *Καθαρές ή καθορισμένες ουσίες είναι εκείνες που ανεξάρτητα από τον τρόπο παρασκευής τους έχουν καθορισμένη σύσταση και ιδιότητες.*

Το νερό (H_2O), η ζάχαρη ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), το οινόπνευμα ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), το οξυγόνο (O_2), ο σίδηρος (Fe) είναι καθαρές ουσίες. Το νερό για παράδειγμα έχει καθορισμένη σύσταση, δηλαδή αποτελείται από υδρογόνο και οξυγόνο με αναλογία μαζών 1:8.

➤ *Τα μίγματα έχουν μεταβλητή σύσταση ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής και την προέλευσή τους.*

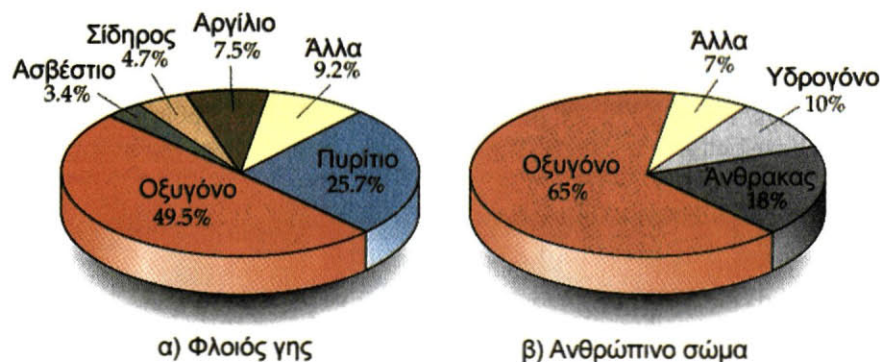
Οι περισσότερες από τις ουσίες που συναντάμε είναι μίγματα, των οποίων η σύσταση ποικίλλει π.χ. το γάλα, το λάδι, το θαλασσινό νερό, ο ατμοσφαιρικός αέρας. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας δεν έχει παντού την ίδια σύσταση, π.χ. ο αέρας της πόλης έχει διαφορετική σύσταση από τον αέρα του βουνού.

Στοιχεία και χημικές ενώσεις

Οι καθαρές ουσίες διακρίνονται στα χημικά στοιχεία και στις χημικές ενώσεις. **Στοιχεία** είναι οι απλές ουσίες, αυτές που δεν μπορούν να διασπαστούν σε απλούστερες. Σήμερα είναι γνωστά 112 στοιχεία. Απ' αυτά τα 88 υπάρχουν στη φύση, ενώ τα υπόλοιπα είναι τεχνητά. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα των στοιχείων είναι ότι τα μόριά τους αποτελούνται από άτομα του ίδιου είδους. Συνοψίζοντας,

➤ *Στοιχείο ή χημικό στοιχείο ονομάζεται η καθαρή ουσία που δε διασπάται σε απλούστερη και αποτελείται από ένα είδος ατόμων (άτομα με τον ίδιο ατομικό αριθμό).*

Πίνακας με τα σύμβολα και την ονομασία των στοιχείων δίνεται στο παράρτημα, στο τέλος του βιβλίου. Να παρατηρήσουμε ότι το μεγαλύτερο μέρος της γης και του ανθρώπινου σώματος αποτελείται από 7 μόνο στοιχεία, όπως χαρακτηριστικά απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα.



ΣΧΗΜΑ 1.13 Κατανομή χημικών στοιχείων στη γη και στον άνθρωπο.

Τα στοιχεία συνδυαζόμενα δίνουν εκατομμύρια χημικές ενώσεις. Π.χ. ο άνθρακας καίγεται με το οξυγόνο και παράγεται διοξείδιο του άνθρακα. Οι χημικές ενώσεις έχουν το χαρακτηριστικό, ότι μπορούν να διασπαστούν σε άλλες απλούστερες. Επίσης, τα μόριά τους αποτελούνται από διαφορετικά είδη ατόμων. Στο παράδειγμα που αναφέραμε, το διοξείδιο του άνθρακα αποτελείται από άτομα C και O. Συνοψίζοντας,

- *Χημικές ενώσεις είναι καθαρές ουσίες που μπορούν να διασπαστούν σε άλλες απλούστερες και αποτελούνται από δύο τουλάχιστον είδη ατόμων (άτομα με διαφορετικό ατομικό αριθμό).*

Ομογενή και ετερογενή μίγματα

- *Τα ομογενή μίγματα (διαλύματα) είναι ομοιόμορφα μίγματα, έχουν δηλαδή την ίδια σύσταση και τις ίδιες ιδιότητες σ' όλη την έκτασή τους.*

Χαρακτηριστικό των ομογενών μιγμάτων είναι πως δεν μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους. Για παράδειγμα, στο νερό της θάλασσας δεν μπορούμε να διακρίνουμε το αλάτι.

- *Τα ετερογενή μίγματα είναι ανομοιόμορφα, δηλαδή δεν έχουν την ίδια σύσταση σ' όλη την έκτασή τους.*

Στα μίγματα αυτά διακρίνουμε αρκετές φορές τα συστατικά τους και τις διαφορετικές τους ιδιότητες, π.χ. λάδι με νερό. Τα ομογενή μέρη ενός μίγματος ονομάζονται **φάσεις**. Στο προηγούμενο παράδειγμα διακρίνουμε τη φάση του λαδιού (που επιπλέει) και τη φάση του νερού (που βρίσκεται κάτω).



Διαχωρισμός ριζισμάτων σιδήρου από χώμα, σε ετερογενές μίγμα, με τη βοήθεια μαγνήτη.

Διαλύματα - Περιεκτικότητες διαλυμάτων

Γενικά για διαλύματα

Όπως ήδη έχουμε ορίσει, **διάλυμα** είναι ένα ομογενές μίγμα δύο ή περισσότερων ουσιών, οι οποίες αποτελούν τα συστατικά του διαλύματος. Από τα συστατικά αυτά, εκείνο που έχει την ίδια φυσική κατάσταση μ' αυτή του διαλύματος και βρίσκεται συνήθως σε περίσσεια, ονομάζεται **διαλύτης**. Τα υπόλοιπα συστατικά του διαλύματος ονομάζονται **διαλυμένες ουσίες**. Τα διαλύματα έχουν μεγάλο πρακτικό ενδιαφέρον, καθώς οι περισσότερες χημικές αντιδράσεις στο εργαστήριο, τη βιομηχανία και τα βιολογικά συστήματα γίνονται σε μορφή διαλυμάτων.

Τα διαλύματα διακρίνονται σε αέρια (π.χ. ατμοσφαιρικός αέρας), υγρά (π.χ. θαλασσινό νερό) και στερεά (π.χ. μεταλλικά νομίσματα). Μπορούν επίσης να ταξινομηθούν σε **μοριακά διαλύματα**, των οποίων η διαλυμένη ουσία είναι σε μορφή μορίων, και σε **ιοντικά ή ηλεκτρολυτικά**, τα οποία περιέχουν τη διαλυμένη ουσία με τη μορφή ιόντων.

Τα πιο συνηθισμένα διαλύματα είναι τα υδατικά, όπου ο διαλύτης είναι νερό. Σ' αυτά η διαλυμένη ουσία μπορεί να είναι αέριο, π.χ. διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) στην coca-cola, ή στερεό, π.χ. χλωριούχο νάτριο (NaCl) στο νερό της θάλασσας, ή υγρό, π.χ. οινόπνευμα ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) στο κρασί. Βέβαια ο διαλύτης μπορεί να είναι και οργανική ουσία, όπως η ακετόνη, το βενζόλιο, ο αιθέρας, η βενζίνη, ο τετραχλωράνθρακας.

- Οι περισσότερες αντιδράσεις γίνονται σε διαλύματα. Μ' αυτό τον τρόπο τα διαλυμένα αντιδρώντα, έχοντας λεπτότατο διαμερισμό (άτομα, μόρια ή ιόντα), έρχονται σε καλύτερη επαφή μεταξύ τους και αντιδρούν πιο εύκολα.

- Το νερό είναι άριστος διαλύτης για τις περισσότερες ουσίες. Σε μεγάλη κλίμακα χρησιμοποιούνται επίσης ως διαλύτες η βενζίνη, ο αιθέρας, το οινόπνευμα, η ακετόνη κλπ.

Περιεκτικότητες Διαλυμάτων

Διαβάζοντας στην ετικέτα ενός εμφιαλωμένου κρασιού την ένδειξη 12° (12 αλκοολικοί βαθμοί), καταλαβαίνουμε σε ποια αναλογία βρίσκεται το οινόπνευμα (C_2H_5OH) στο κρασί. Έχουμε δηλαδή μία ένδειξη της περιεκτικότητας του διαλύματος. **Η περιεκτικότητα δηλαδή εκφράζει την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος.** Πολλές φορές χρησιμοποιούμε και τους ποιοτικούς όρους **πυκνό** και **αραιό** για διαλύματα σχετικά μεγάλης ή σχετικά μικρής περιεκτικότητας, αντίστοιχα. Τέλος, να παρατηρήσουμε ότι, αν το διάλυμα περιέχει περισσότερες από μία διαλυμένες ουσίες, θα έχει τόσες περιεκτικότητες όσες είναι και οι διαλυμένες ουσίες του.

Εκφράσεις περιεκτικότητας

Η περιεκτικότητα ενός διαλύματος εκφράζεται συνήθως με τους εξής τρόπους:

1. Περιεκτικότητα στα εκατό κατά βάρος (% w/w)

Όταν λέμε ότι ένα διάλυμα ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) είναι 8% w/w (ή κ.β), εννοούμε ότι περιέχονται 8 g ζάχαρης στα 100 g διαλύματος. Δηλαδή, η % w/w περιεκτικότητα εκφράζει τη μάζα (σε g) της διαλυμένης ουσίας σε 100 g διαλύματος.

2. Περιεκτικότητα στα εκατό βάρους κατ' όγκον (% w/v)

Όταν λέμε ότι ένα διάλυμα π.χ. χλωριούχου νατρίου ($NaCl$) είναι 10% w/v (ή κ.ο), εννοούμε ότι περιέχονται 10 g $NaCl$ στα 100 mL διαλύματος. Δηλαδή,

➤ Η % w/v περιεκτικότητα εκφράζει τη μάζα (σε g) της διαλυμένης ουσίας σε 100 mL του διαλύματος.

3. Περιεκτικότητα στα εκατό όγκον σε όγκο (% v/v)

Χρησιμοποιείται σε ειδικότερες περιπτώσεις:

α. Για να εκφράσει την περιεκτικότητα υγρού σε υγρό. Δηλαδή, η ένδειξη στη μπίρα 3% v/v ή 3° (αλκοολικοί βαθμοί) υποδηλώνει ότι περιέχονται 3 mL οινόπνευματος στα 100 mL της μπίρας.

β. Για να εκφράσει την περιεκτικότητα ενός αερίου σε αέριο μίγμα. Δηλαδή η έκφραση ότι ο αέρας έχει περιεκτικότητα 20% v/v σε οξυγόνο, υποδηλώνει ότι περιέχονται 20 cm³ οξυγόνου στα 100 cm³ αέρα.

➤ Η % v/v περιεκτικότητα εκφράζει τον όγκο (σε mL) της διαλυμένης ουσίας σε 100 mL του διαλύματος.

Όταν τα διαλύματα είναι πολύ αραιά (π.χ. ρύποι στον αέρα ή στη θάλασσα), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις εξής εκφράσεις περιεκτικότητας:

4. **ppm** το οποίο εκφράζει τα μέρη της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1 εκατομμύριο (10^6) μέρη διαλύματος.

5. **ppb** το οποίο εκφράζει τα μέρη της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1 δισεκατομμύριο (10^9) μέρη διαλύματος.

• w = weight, βάρος παρ' όλο που στη χημεία χρησιμοποιείται η μάζα.

• v = volume, όγκος.

• Η % v/v χρησιμοποιείται συνήθως σε αλκοολούχα ποτά και σε υγρά φαρμακευτικά σκευάσματα.

Διαλυτότητα

Σε 100 g H_2O στους 20 °C μπορούμε να διαλύσουμε το πολύ 35,5 g στερεού χλωριούχου νατρίου ($NaCl$), ενώ μπορούμε να διαλύσουμε το πολύ 0,00016 g στερεού χλωριούχου αργύρου ($AgCl$). Έτσι, λέμε ότι το $NaCl$ είναι μια ευδιάλυτη ουσία με μεγάλη **διαλυτότητα**, ενώ ο $AgCl$ είναι μια δυσδιάλυτη ουσία με πολύ μικρή **διαλυτότητα**.

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

Τα διαλύματα που περιέχουν τη μέγιστη ποσότητα διαλυμένης ουσίας ονομάζονται **κορεσμένα διαλύματα**. Αντίθετα τα διαλύματα που περιέχουν μικρότερη ποσότητα διαλυμένης ουσίας από τη μέγιστη δυνατή ονομάζονται **ακόρεστα**.

Η διαλυτότητα μιας ουσίας επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

α. τη φύση του διαλύτη

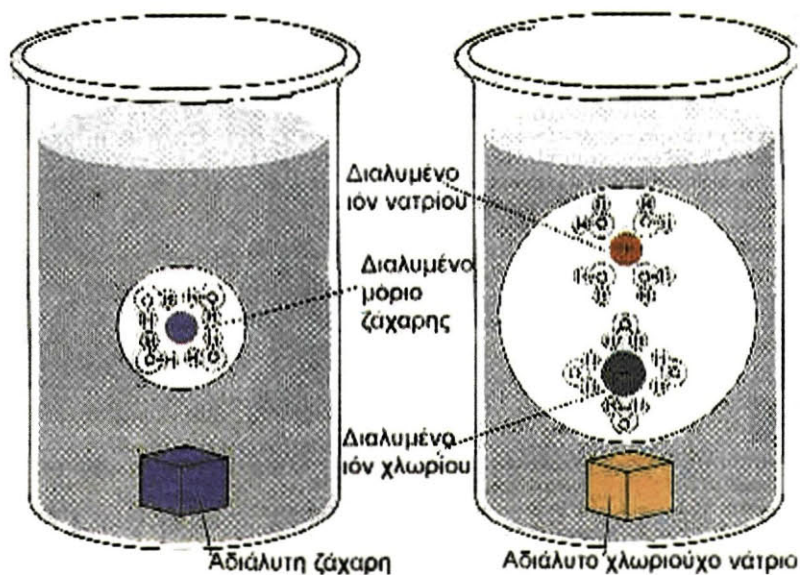
Εδώ ισχύει ο γενικός κανόνας «τα όμοια διαλύουν όμοια». Αυτό σημαίνει ότι διαλύτης και διαλυμένη ουσία θα πρέπει να έχουν παραπλήσια χημική δομή (π.χ. μοριακή ή ιοντική σύσταση).

β. τη θερμοκρασία

Συνήθως η διαλυτότητα των στερεών στο νερό αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ η διαλυτότητα των αερίων στο νερό μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

γ. την πίεση

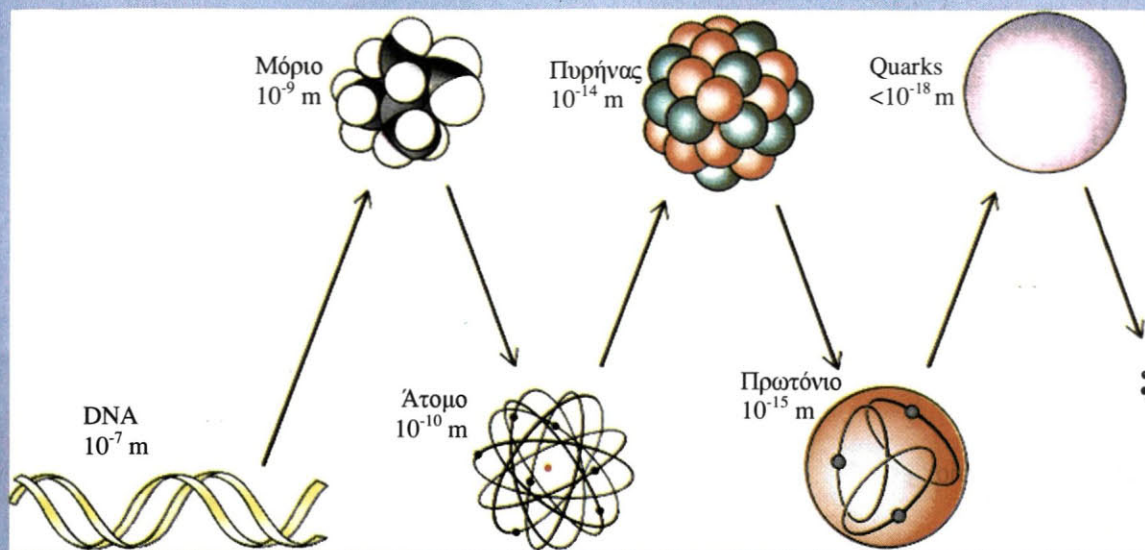
Γενικά, η διαλυτότητα των αερίων στο νερό αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης. Γι' αυτό, μόλις ανοίξουμε μία φιάλη με αεριούχο ποτό (η πίεση ελαττώνεται και γίνεται ίση με την ατμοσφαιρική), η διαλυτότητα του CO_2 στο νερό ελαττώνεται και το ποτό αφρίζει.



• Η διαλυτότητα μπορούμε να πούμε ότι εκφράζει την περιεκτικότητα ενός κορεσμένου διαλύματος.

ΣΧΗΜΑ 1.14 Το νερό είναι άριστος διαλύτης. Έχει την ικανότητα να διαλύει, όπως φαίνεται διαγραμματικά, τόσο τα μόρια (διάλυση ζάχαρης-μοριακή ένωση $C_{12}H_{22}O_{11}$) όσο και τα ιόντα (διάλυση άλατος-ιοντική ένωση- $NaCl$).

Γνωρίζεις ότι.....



Η ύλη: συνεχής ή ασυνεχής;

Από «παλιά» οι φιλόσοφοι είχαν διαφωνήσει πάνω στη διαιρετότητα της ύλης. Είναι δυνατόν ένα κομμάτι ύλης να διχοτομείται συνεχώς σε ολοένα μικρότερα κομμάτια - πράγμα που η αριστοτελική θεωρία ευνοούσε - ή υπάρχει ένα όριο σ' αυτή τη διαδικασία της διαίρεσης, όπως ο Δημόκριτος - γεννημένος το 460 π.Χ. - είχε προτείνει; Ποια άποψη είναι «ορθή» με τα σημερινά δεδομένα; Βέβαια φαίνεται ότι οι «ατομιστές» είναι οι νικητές αυτής της διαμάχης. Άλλωστε ο Dalton το δικό τους κόσμο ανέπτυξε με την ατομική του θεωρία.

Είχαν όμως δίκιο οι Έλληνες «ατομιστές»; Εξαρτάται από το πώς κανείς ορίζει την ασυνέχεια - αδιαιρετότητα αυτή. Βέβαια είναι αποδεκτό ότι τα άτομα είναι θεμελιώδους σημασίας. Αλλά είναι επίσης γνωστό ότι τα άτομα δεν είναι αδιαίρετα, όπως οι Έλληνες «ατομιστές» και ο Dalton πρότειναν. Εξάλλου, ακόμα και ο Dalton προς το τέλος της ζωής του έκανε τη σημαντική «προφητεία» ότι μεγάλη ποσότητα ενέργειας θα εκλύεται, αν το άτομο σπάσει. Δεν υπάρχει πειραματική απόδειξη ότι η ύλη δεν είναι επ' άπειρον διαιρετή. Προφανώς, όσο μικρότερο είναι το υλικό σωματίδιο τόσο μεγαλύτερη είναι η δυσκολία διαίρεσής του. Ο καθοριστικός γι' αυτό παράγοντας είναι η ενέργεια που κάθε φορά θ' απαιτείται για τη διαίρεση αυτή. Καμιά από τις γενικές αυτές αρχές δεν μπορεί «άμεσα» να ελεγχθεί σαν ορθή ή όχι μια και θα πρέπει να εξαντληθούν όλες οι δυνατές περιπτώσεις.

Εξαρτάται δηλαδή η αλήθεια των όσων λει κανείς πάνω στη διαιρετότητα της ύλης από το ενεργειακό πεδίο στο οποίο βρίσκεται η υπό εξέταση ουσία. Παρακάτω, δίνονται τα ενεργειακά όρια κάτω από τα οποία τα αναφερόμενα σωματίδια είναι σταθερά και αντιπροσωπεύουν τα ελαχιστότατα αδιαίρετα κομμάτια ύλης.

Σωματίδιο

Ενεργειακή περιοχή

	eV σωματίδιο ⁻¹	J mol ⁻¹
Μόριο	10 έως 100	9,65·10 ⁵ - 9,65·10 ⁶
Άτομο	100 - 10 ⁶	9,65·10 ⁶ - 9,65·10 ¹⁰
Πυρήνας(p, n)	10 ⁶ - 10 ⁹	9,65·10 ¹⁰ - 9,65·10 ¹³
quarks	> 10 ⁹	> 9,65·10 ¹³

Οι δύο τελευταίες ενεργειακές περιοχές αποτελούν αντικείμενο της φυσικής των υψηλών ενεργειών.

Για σύγκριση αναφέρεται ότι η ενέργεια για τη διάσπαση του δεσμού H-H είναι 4,26·10⁵ J mol⁻¹ και του C≡C 8,37·10⁵ J mol⁻¹. Η ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση όλων των ηλεκτρονίων από το άτομο του οξυγόνου είναι περίπου 10⁸ J mol⁻¹. Η ενέργεια που απαιτείται για τη διάσπαση του πυρήνα του αζώτου στα πρωτόνια και νετρόνια που τον αποτελούν είναι περίπου 10¹³ J mol⁻¹. Τα πρωτόνια ακόμη δεν έχουν διασπασθεί πειραματικά. Δεν μπορεί κανείς να πει με βεβαιότητα ότι θα διασπασθεί το πρωτόνιο αλλά μπορεί με σιγουριά να προβλέψει ότι για αυτή τη διάσπαση θα απαιτούνται πολύ μεγαλύτερα ποσά ενέργειας. Τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια λέγονται θεμελιώδη σωματίδια, θεμελιώδη με την έννοια ότι απαντούν σε κάθε μορφή ύλης στη γη. Δεν μπορούμε όμως να πούμε ότι δε διασπώνται, διότι τότε θα διατρέχουμε τον ίδιο «κίνδυνο» με τον Dalton, που όριζε το άτομο σαν αδιάσπαστο...

Διαίρεση της ύλης.

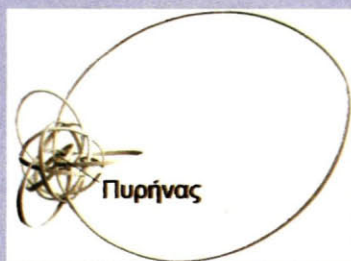
Σχεδόν οποιοδήποτε στερεό σώμα μπορεί με την **άλεση** να μετατραπεί σε **αναφή σκόνη** (φαρίνα). Η ενέργεια που απαιτείται γι' αυτό εξαρτάται από τη σκληρότητα του υλικού. Το μέγεθος των κόκκων της σκόνης αυτής προσδιορίζεται με **κοσκίνισμα** και είναι της τάξεως των 10 μm ($1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$).

Στερεά σωματίδια που αιωρούνται στον αέρα ή το νερό μπορούν να διαχωρίζονται από την αντίστοιχη φάση με φυγοκέντρωση και διήθηση. Το μέγεθός τους είναι της τάξης των 2 μm σε διάμετρο. Υπάρχουν ακόμη μικρότερα σωματίδια που αιωρούνται στον αέρα ή το νερό και διέρχονται και από τα πιο λεπτά διηθητικά φύλλα. Τέτοια αιωρήματα καλούνται κολλοειδή και το μέγεθος των σωματιδίων αυτών είναι περίπου 1 έως 100 nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$). Αν κανείς θέλει να διασπείρει μία ουσία σε σωματίδια μοριακού μεγέθους της τάξεως των 0,1 έως 10 nm δεν έχει παρά να διαλύσει ή να εξαερώσει την ουσία. Ωστόσο, η διάλυση είναι μία συνθετότερη διαδικασία και περιλαμβάνει εκτός από το διαχωρισμό των σωματιδίων και αντίδραση με το διαλύτη.

Η εξαέρωση είναι απλούστερη από άποψη μηχανισμού. Σε αυτήν ένα στερεό ή υγρό σώμα με θέρμανση μεταπίπτει στην αέρια κατάσταση, όπου τα στοιχειώδη σωματίδια, μόρια ή για μερικές περιπτώσεις άτομα (ευγενή αέρια), είναι μεμονωμένα πολύ πιο «ελεύθερα» και καταλαμβάνουν πολύ μεγαλύτερο χώρο, όγκο. Και μάλιστα, όσο μικρότερη είναι η πίεση του αερίου αυτού, τόσο λιγότερα είναι τα μόρια που περιλαμβάνει στη μονάδα όγκου.



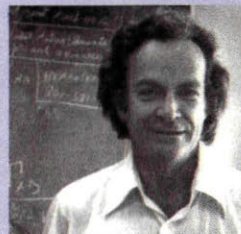
John Dalton 1766-1844



Ένα από τα πρώτα ατομικά μοντέλα (μοντέλο Rutherford)

Γνωρίζεις ότι.....

Έχουν πει για το άτομο



R. Feynman (βραβείο Νόμπελ 1965)

Αν συνέβαινε κάποια βιβλική καταστροφή, ώστε να χαθεί όλη η επιστημονική γνώση και να απομείνει μόνο μία πρόταση για να μεταβιβαστεί στις επερχόμενες γενιές, ποια διατύπωση θα εμπεριείχε τις περισσότερες πληροφορίες με τις λιγότερες λέξεις; Πιστεύω πως θα ήταν η ατομική υπόθεση (ή ατομική πραγματικότητα ή όπως αλλιώς θέλετε να την ονομάσετε), πως όλα τα πράγματα αποτελούνται από άτομα, δηλαδή μικρά σωματίδια που κινούνται αδιάκοπα στο χώρο και τα οποία έλκονται όταν η μεταξύ τους απόσταση είναι μικρή, ενώ απωθούνται, όταν προσπαθούμε να τα φέρουμε πολύ κοντά το ένα στο άλλο. Όπως θα δείτε, σε αυτή την πρόταση και μόνο συγκεντρώνεται τεράστια ποσότητα πληροφορίας σχετικά με τον κόσμο, αρκεί να ενεργοποιήσουμε λίγο τη σκέψη και τη φαντασία μας.

... τα άτομα έχουν ακτίνα 1 ή $2 \cdot 10^{-8}\text{cm}$. Το 10^{-8}cm ονομάζεται Angstrom (πρόκειται απλώς για ένα ακόμη όνομα). Έτσι, λέμε ότι τα άτομα έχουν ακτίνα 1 ή 2 Angstrom. Ένας διαφορετικός τρόπος για να θυμάστε το μέγεθος είναι ο εξής: αν ένα μήλο μεγεθυνθεί στις διαστάσεις της Γης, τότε τα άτομά του θα έχουν κατά προσέγγιση το μέγεθος του αρχικού μήλου.

20. Η διαλυτότητα μιας ουσίας εξαρτάται από τη φύση του διαλύτη, τη θερμοκρασία και την πίεση (για αέρια διαλυμένη ουσία).

Λέξεις Κλειδιά

μάζα	φυσικό φαινόμενο
όγκος	χημικό φαινόμενο
πυκνότητα	καθαρή ουσία
άτομο	ομογενές μίγμα
μόριο	ετερογενές μίγμα
ión	στοιχείο
ατομικότητα	χημική ένωση
ατομικός αριθμός	διάλυμα
μαζικός αριθμός	διαλύτης
ισότοπα	διαλυμένη ουσία
στερεά κατάσταση	περιεκτικότητα διαλύματος
υγρή κατάσταση	διαλυτότητα
αέρια κατάσταση	κορεσμένο διάλυμα
φυσικές ιδιότητες	ευδιάλυτη ουσία
χημικές ιδιότητες	δυσδιάλυτη ουσία

Ερωτήσεις – Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Να ονομάσετε τα βασικά θεμελιώδη μεγέθη που ενδιαφέρουν τη Χημεία. Να δώσετε τις μονάδες στο σύστημα SI για τα παρακάτω μεγέθη: α) μήκος, β) όγκος, γ) μάζα, δ) χρόνος, ε) πυκνότητα, στ) ενέργεια, ζ) θερμοκρασία, η) εμβαδόν επιφάνειας.
2. Να ορίσετε και να συμβολίσετε τα θεμελιώδη υποατομικά σωματίδια, αναφέροντας ότι γνωρίζετε σχετικά με το ηλεκτρικό φορτίο και τη μάζα τους.
3. α) Πώς συμβολίζεται ένα άτομο;
β) Πώς ορίζεται ο ατομικός αριθμός ενός στοιχείου και πώς ο μαζικός αριθμός ενός ατόμου;
4. Ποια στοιχεία λέγονται μονοατομικά; Αναφέρετε μερικά από αυτά.
5. Ποια είναι τα ονόματα και τα σύμβολα των διατομικών στοιχείων;
6. Τι πληροφορίες μάς δίνει το σύμβολο ${}^{14}_6\text{C}$;
7. Σε τι διαφέρει το μόριο ενός στοιχείου από το μόριο μιας χημικής ένωσης;
8. Ποια είναι η συμπεριφορά των σωμάτων στις τρεις φυσικές καταστάσεις και πώς εξηγείται;
9. Πώς ονομάζονται οι μεταβολές της φυσικής κατάστασης των σωμάτων και οι αντίστοιχες θερμοκρασίες στις οποίες πραγματοποιούνται;
10. Πώς ορίζονται τα φυσικά και πώς τα χημικά φαινόμενα; Σε τι διαφέρουν;
11. Να δώσετε ένα παράδειγμα ομογενούς μίγματος και ένα παράδειγμα ετερογενούς μίγματος.
12. Να δώσετε από δύο παραδείγματα στοιχείων και χημικών ενώσεων. Πού διαφέρουν τα στοιχεία από τις χημικές ενώσεις;
13. Να δώσετε τα ονόματα των στοιχείων που παριστάνονται από τα χημικά σύμβολα: Li, K, Cl, P, N, S, Ba, Br, Fe, Al, U, Mg, Si.
14. Να δώσετε τα χημικά σύμβολα των στοιχείων : νάτριο, ρουβίδιο, φθόριο, οξυγόνο, υδρογόνο, ασβέστιο, μαγγάνιο, ήλιο, άνθρακας, μόλυβδος.
15. Τι ονομάζεται διάλυμα και πώς ονομάζονται τα συστατικά του; Να αναφέρετε ένα παράδειγμα υγρού και ένα παράδειγμα αέριου διαλύματος.
16. Τι εννοούμε όταν λέμε ότι ένα διάλυμα είναι:
α. αραιό, β. πυκνό.
17. Τι ονομάζεται διαλύτης; Να αναφέρετε μερικούς υγρούς διαλύτες. Ποιος είναι ο συνηθέστερος από αυτούς;
18. Από τι και πώς εξαρτάται η διαλυτότητα μιας στερεής και μιας αέριας ουσίας στο νερό;



Ασκήσεις - Προβλήματα

Μετρήσεις - Μονάδες - Γνωρίσματα της Ύλης

- 19.** Ποιες μονάδες χρησιμοποιούν συνήθως οι χημικοί για την πυκνότητα των:
α) στερεού, β) υγρού και γ) αερίου σώματος; Να εξηγήσετε τη διαφορά.
- 20.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
α. Η μάζα ενός σώματος είναι.....
β. Ο όγκος ενός σώματος είναι.....
γ. Η πυκνότητα ενός σώματος είναι.....
- 21.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
α. Η μάζα ενός σώματος υπολογίζεται πειραματικά με τη βοήθεια του.....
β. Ο όγκος ενός υγρού υπολογίζεται πειραματικά με τη βοήθεια
I. της, II. του ο..... κ.....
- 22.** Διαθέτετε ζυγό ακριβείας, ογκομετρικό κύλινδρο, νερό, υποδεκάμετρο και ένα μικρό κύβο καθαρού σιδήρου. Να περιγράψετε δύο τρόπους με τους οποίους μπορείτε να υπολογίσετε τον όγκο του σιδερένιου κύβου και κατόπιν την πυκνότητά του. Ποιος από τους δύο τρόπους πιστεύετε ότι είναι πιο ακριβής για τους υπολογισμούς σας;
- 23.** Αν η πυκνότητα ενός σώματος εκφράζεται στο SI σε g/cm^3 με τι πρέπει να πολλαπλασιαστεί η τιμή αυτή, ώστε να μετατραπεί σε kg/m^3 ;
- 24.** Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση:
Για να μετρήσουμε τον όγκο μιας πολύ μικρής ποσότητας ενός υγρού θα χρησιμοποιήσουμε:
α. ηλεκτρονικό ζυγό
β. φαρμακευτικό ζυγό
γ. πυκνόμετρο
δ. σιφόνιο
ε. ποτήρι ζέσεως
στ. ογκομετρικό κύλινδρο.
- 25.** Ποια όργανα θα χρησιμοποιούσατε για να μετρήσετε:
α. το μήκος μιας ράβδου
β. τη μάζα μιας ποσότητας ζάχαρης
γ. τον όγκο του περιεχομένου ενός κουτιού αναψυκτικού
δ. το χρόνο στον οποίο ένας δρομέας διανύει 200 m
ε. την πίεση σ' ένα ελαστικό αυτοκινήτου.

- 26.** Τι είδους ποσότητα (για παράδειγμα, μήκος, πυκνότητα κ.λ.π.), δείχνουν οι πιο κάτω μετρήσεις;
- | | |
|------------------------|-----------------------|
| α. 8 ns | ε. 500 K |
| β. 3,4 kg/L | στ. 3 mm ³ |
| γ. 4,2 nm | ζ. 27 °C |
| δ. 412 km ² | η. 410 mg |

27. Να αντιστοιχίσετε τα σύμβολα με τους σωστούς αριθμούς και μονάδες:

- | | |
|------------|--------------------------|
| α. l | 1. 5 mol |
| β. T | 2. 7,8 g/cm ³ |
| γ. n | 3. 298 K |
| δ. m | 4. 2 m |
| ε. V | 5. 4 L |
| στ. ρ | 6. 10 kg |

28. Ένα υγρό βρέθηκε με τη βοήθεια του ζυγού ότι έχει μάζα 22 g και με τη βοήθεια ογκομετρικού κυλίνδρου ότι έχει όγκο 20 mL. Η πυκνότητά του υγρού είναι:

- α. 4,4 g/mL
β. 1,1 g/mL
γ. 2 g/mL

Διαλέξτε τη σωστή απάντηση δίνοντας κάποια εξήγηση.

29. Το άτομο του υδρογόνου έχει ακτίνα ίση με 0,12 nm. Υποθέτοντας ότι έχει σφαιρικό σχήμα, ο όγκος του σε m³ είναι:

- α. $8,0 \cdot 10^{-10}$
β. $4,5 \cdot 10^{20}$
γ. $7,2 \cdot 10^{-30}$
δ. $0,2 \text{ m}^3$

30. Ποιες από τις πιο κάτω προτάσεις είναι σωστές (Σ) και ποιες είναι λανθασμένες (Λ);

- α. το 1 g έχει όγκο 1 mL
β. το 1 nm είναι 10 Å
γ. η μέτρηση της μάζας γίνεται με την προχοΐδα
δ. το 1 cm³ σιδήρου έχει ίδια μάζα με 1 cm³ αργιλίου
ε. η πυκνότητα του οξυγόνου εξαρτάται από τη θερμοκρασία.

31. Μια σφαίρα από αλουμίνιο έχει μάζα m και όγκο V και στο εσωτερικό της μία κοιλότητα όγκου V' . Η πυκνότητα του αλουμινίου δίνεται από τη σχέση:

$$\alpha. \rho = \frac{m}{V}, \quad \beta. \rho = m \cdot V, \quad \gamma. \rho = \frac{m}{V + V'}, \quad \delta. \rho = \frac{m}{V - V'}$$

*** 32.** Αν η πυκνότητα του ατμοσφαιρικού αέρα σε συνήθη πίεση και στους 25 °C είναι 1,19 g/dm³, πόσο ζυγίζει ο αέρας που γεμίζει ένα δωμάτιο διαστάσεων 8,5 m, 13,5 m και 2,8 m;

$$V_{\text{σφαίρας}} = \frac{4}{3} \pi R^3$$

382,35 kg

- * **33.** Ο υδράργυρος έχει πυκνότητα $\rho = 13,594 \text{ g/mL}$ στους $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Ένας κυλινδρικός σωλήνας διαμέτρου $8,00 \text{ mm}$ γεμίζει με Hg μέχρις ύψους $78,3 \text{ cm}$. Ποια είναι η μάζα του υδραργύρου στο σωλήνα στη θερμοκρασία αυτή;
- 34.** Το «όριο επιφυλακής» για την περιεκτικότητα του αέρα της Αθήνας σε διοξείδιο του αζώτου σύμφωνα με τις ανακοινώσεις του ΠΕΡΠΙΑ είναι $200 \text{ } \mu\text{g/cm}^3$. Να εκφράσετε την περιεκτικότητα αυτή σε g/m^3 , g/dm^3 , mg/dm^3 (ή ppm) και g/cm^3 .
- * **35.** Οι ανάγκες σε νερό των κατοίκων του λεκανοπεδίου της Αττικής είναι περίπου 300 εκατομμύρια m^3 ετησίως (365 ημέρες). Αν οι κάτοικοι του λεκανοπεδίου είναι $4 \cdot 10^6$, πόσα L νερού αντιστοιχούν ανά κάτοικο ημερησίως;
- * **36.** Η μέση ακτίνα της γης είναι 6.340 km και η μάζα της είναι $6,59 \cdot 10^{21}$ τόνοι. Ποια είναι η μέση πυκνότητά της;

$$V_{\text{κυλ}} = \pi \cdot R^2 \cdot h$$

$$534,76 \text{ g}$$

$$200 \text{ g/m}^3 - 0,2 \text{ g/dm}^3 - 200 \text{ mg/dm}^3 - 2 \cdot 10^{-4} \text{ g/cm}^3$$

$$205,5 \text{ L}$$

$$V_{\text{σφαίρας}} = 4/3 \cdot \pi \cdot R^3$$

$$6,16 \text{ g/cm}^3 \text{ ή } 6,16 \text{ ton/m}^3$$

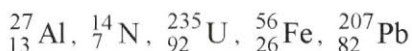
Δομικά σωματίδια ύλης (Άτομα - Μόρια - Ιόντα)

Δομή Ατόμου

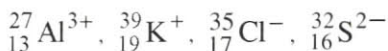
Ατομικός αριθμός - Μαζικός αριθμός - Ισότοπα

- 37.** Με δεδομένο ότι το χλώριο βρίσκεται στη φύση με τη μορφή μίγματος των δύο ισοτόπων ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ και ${}_{17}^{37}\text{Cl}$, ενώ το υδρογόνο με τη μορφή τριών ισοτόπων ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^3_1\text{H}$, να εξετάσετε πόσα είδη μορίων H_2 , πόσα είδη μορίων Cl_2 και πόσα είδη μορίων HCl υπάρχουν.
- 38.** Είναι σωστό να πούμε ότι δομικές μονάδες όλων των χημικών ενώσεων είναι τα μόρια ή όχι και γιατί;
- 39.** Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:
 α. Άτομο είναι.....
 β. Μόριο είναι.....
 γ. Ιόν είναι.....
 δ. Ατομικός αριθμός ενός.....
 ε. Μαζικός αριθμός ενός.....
 στ. Ισότοπα ονομάζονται τα άτομα τα οποία.....
- 40.** Το μικρότερο σωματίδιο ύλης που μπορεί να υπάρχει σε ελεύθερη κατάσταση και να διατηρεί τις ιδιότητες της ουσίας στην οποία ανήκει είναι:
 α. το άτομο
 β. το μόριο
 γ. το ιόν
 δ. το ηλεκτρόνιο
 ε. το πρωτόνιο

- 41.** Να συνδυάσετε τους αριθμούς με τα αντίστοιχα γράμματα:
- | <u>Χημικό στοιχείο</u> | <u>Ατομικότητα</u> |
|------------------------|------------------------|
| 1. υδρογόνο | α. 1 |
| 2. ήλιο | β. 2 |
| 3. όζον | γ. 3 |
| 4. ατμός σιδήρου | δ. 4 |
| 5. φωσφόρος | ε. περισσότερο από μία |
| 6. θείο | |
| 7. χλώριο | |
- 42.** Να χαρακτηρίσετε με Σ τις παρακάτω προτάσεις αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες:
- α. Η ατομικότητα του CO_2 είναι 3.
 - β. Η ατομικότητα του ${}^{35}_{17}\text{C}$ είναι 17.
 - γ. Η ατομικότητα του P είναι 4.
 - δ. Η ατομικότητα του O είναι 8.
- Τι εκφράζει ο αριθμός που δίνεται στο τέλος κάθε λανθασμένης πρότασης;
- 43.** Το ανιόν του χλωρίου περιέχει 18 ηλεκτρόνια και 20 νετρόνια. Ο μαζικός του αριθμός θα είναι:
- α. 20 β. 37 γ. 38 δ. 35
- 44.** Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση στην έκφραση: «Η ταυτότητα ενός ατόμου είναι...»
- α. ο μαζικός του αριθμός
 - β. ο αριθμός των νετρονίων του πυρήνα
 - γ. ο αριθμός των ηλεκτρονίων που έχει
 - δ. ο ατομικός αριθμός
 - ε. η ατομικότητά του.
- 45.** Να διαλέξετε τη σωστή από τις παρακάτω προτάσεις: «Ο ατομικός αριθμός εκφράζει...»
- α. το ηλεκτρικό φορτίο του πυρήνα
 - β. τον αριθμό των νετρονίων του πυρήνα
 - γ. τον αριθμό των ηλεκτρονίων ενός μονοατομικού ιόντος
 - δ. τον αριθμό των πρωτονίων στον πυρήνα κάθε ατόμου ενός στοιχείου
 - ε. τον αριθμό των νουκλεονίων στον πυρήνα ενός ατόμου.
- 46.** Ένα μονοατομικό ιόν με θετικό φορτίο +2 προκύπτει από ένα άτομο όταν...
- α. αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια
 - β. προσλάβει δύο ηλεκτρόνια
 - γ. προσλάβει δύο πρωτόνια
 - δ. αποβάλλει δύο νετρόνια
 - ε. προσλάβει δύο νετρόνια.
- 47.** Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια περιέχει καθένα από τα επόμενα άτομα:



- * 48. Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια περιέχει καθένα από τα επόμενα ιόντα:



49. Ο μαζικός αριθμός στοιχείου X είναι 39. Αν δίνεται ότι ο αριθμός των νετρονίων στον πυρήνα του είναι μεγαλύτερος κατά ένα από τον αριθμό των πρωτονίων, να βρείτε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου.

50. Το ρουβίδιο (Rb) έχει ατομικό αριθμό 37. Να βρείτε τον μαζικό αριθμό εκείνου του ισότοπου του ρουβιδίου, στον πυρήνα του οποίου περιέχονται 9 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια.

51. Ο παρακάτω πίνακας δίνει τους αριθμούς ηλεκτρονίων, πρωτονίων και νετρονίων σε άτομα ή ιόντα ενός αριθμού στοιχείων. Να απαντήσετε στα:

α. Ποια από τα παρακάτω είναι ουδέτερα;

β. Ποια είναι φορτισμένα θετικά;

γ. Ποια είναι φορτισμένα αρνητικά;

Άτομο ή ιόν	A	B	Γ	Δ	E	Z
Αριθμός e	5	10	28	36	5	9
Αριθμός p	5	7	30	35	5	9
Αριθμός n	5	7	36	46	6	10

52. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

Στοιχείο	Σύμβολο	Z	A	e ⁻	p	n
Κάλιο		19	39			
Ιώδιο			127	53		
Υδράργυρος		80				122
Βισμούθιο			209		83	
Ιόν ασβεστίου			40	18		
Ιόν χλωρίου			37	18		
Νέο		10	20			

- * 53. Χρησιμοποιώντας τον πίνακα 1.4 (σελ. 14) για τη μάζα του πρωτονίου και δεχόμενοι ότι η διάμετρος του είναι $1 \cdot 10^{-15}$ m, να υπολογίσετε την πυκνότητα ενός πρωτονίου σε g/cm^3 .

54. Το δευτέριο και το τρίτιο είναι τα ονόματα που δόθηκαν στα ισότοπα του υδρογόνου που έχουν αντιστοίχως ένα και δύο νετρόνια στον πυρήνα τους.

α. Να γράψετε το πλήρες χημικό σύμβολο για το δευτέριο και το τρίτιο.

$$3,2 \cdot 10^{15} \text{ g/cm}^3$$

β. Να περιγράψετε τις ομοιότητες και τις διαφορές μεταξύ ενός ατόμου δευτερίου και ενός ατόμου τριτίου.

Καταστάσεις της Ύλης

Ιδιότητες της Ύλης

Φυσικά και Χημικά Φαινόμενα

- 55.** Να αναφέρετε ένα φυσικό και ένα χημικό φαινόμενο που παρατηρήσατε κατά τη διαδρομή σας από το σπίτι στο σχολείο και να εξηγήσετε γιατί το φαινόμενο αυτό είναι φυσικό ή χημικό.
- 56.** Κατά την πραγματοποίηση ορισμένων χημικών φαινομένων ελαττώνεται η εσωτερική ενέργεια του συστήματος στο οποίο εκδηλώνεται αυτό, με αποτέλεσμα να ελευθερώνεται ενέργεια. Να περιγράψετε δύο περιπτώσεις τέτοιων φαινομένων κατά τις οποίες γίνεται εκμετάλλευση της ενέργειας αυτής.
- 57.** Να δώσετε από μία φυσική ιδιότητα, π.χ. φυσική κατάσταση, σημείο τήξης, πυκνότητα, ηλεκτρική αγωγιμότητα, για κάθεμία από τις παρακάτω ουσίες:
α. νερό, β. ζάχαρη, γ. υδράργυρος, δ. χαλκός, ε. οξυγόνο, στ. χλωριούχο νάτριο, ζ. Χρυσός.
- 58.** Τι μεταβάλλεται κατά την πραγματοποίηση κάθε χημικού φαινομένου;
α.
β.
γ.
- 59.** Να χαρακτηρίσετε τα παρακάτω φαινόμενα ως φυσικά ή χημικά:
α. η καύση του άνθρακα
β. το σάπισμα ενός μήλου
γ. το στέγνωμα της μπογιάς λόγω εξάτμισης του διαλύτη
δ. η εξαέρωση του νερού
ε. η αντίδραση μεταξύ του $^{12}_6\text{C}$ και του $^{16}_8\text{O}$ προς σχηματισμό CO_2 .
- 60.** Ποιο από τα παρακάτω φαινόμενα είναι χημικό;
α. η διάλυση του αλατιού στο νερό
β. η εξάτμιση του οινοπνεύματος
γ. η εξάχνωση του ιωδίου
δ. το ζίνισμα στο γάλα.
- 61.** Κατά την πραγματοποίηση κάθε φυσικού φαινομένου μεταβάλλεται
α. η σύσταση των σωμάτων που συμμετέχουν σ' αυτό
β. η συνολική μάζα του συστήματος
γ. μία τουλάχιστον από τις μορφές ενέργειας του συστήματος
δ. οι ιδιότητες των σωμάτων που μετέχουν σ' αυτό.

- 62.** Να βρείτε τη σωστή απάντηση:
Όταν το οινόπνευμα (C_2H_5OH) εξατμίζεται,
α. δημιουργούνται νέα μόρια
β. διασπώνται τα άτομα του οξυγόνου
γ. τα μόρια παραμένουν αμετάβλητα
δ. τα μόρια κινούνται λιγότερο από πριν
ε. το μόριο διασπάται στα συστατικά του.
- 63.** Να βρείτε τη σωστή απάντηση:
Τα μόρια του νερού κινούνται πιο γρήγορα:
α. στη στερεά κατάσταση (πάγος)
β. στην αέρια κατάσταση (υδρατμοί)
γ. στην υγρή κατάσταση
δ. το ίδιο σ' όλες τις καταστάσεις.
- 64.** Να μετατρέψετε τις πιο κάτω θερμοκρασίες σε K.
α. $113\text{ }^\circ\text{C}$, το σημείο τήξης του θείου
β. $37\text{ }^\circ\text{C}$, η κανονική θερμοκρασία του σώματος του ανθρώπου
γ. $357\text{ }^\circ\text{C}$, το σημείο βρασμού του υδραργύρου
- 65.** Να μετατρέψετε τις πιο κάτω θερμοκρασίες σε βαθμούς Κελσίου:
α. 77 K , το σημείο βρασμού του υγρού αζώτου
β. $4,2\text{ K}$, το σημείο βρασμού του υγρού ηλίου
γ. 601 K , το σημείο τήξης του μολύβδου
- 66.** Στην πορεία της προσπάθειας για το χαρακτηρισμό μιας ουσίας, ένας χημικός κάνει τις ακόλουθες παρατηρήσεις:
- Η ουσία είναι ένα αργυρόλευκο γυαλιστερό μέταλλο.
 - Τήκεται στους $649\text{ }^\circ\text{C}$ και βράζει στους $1105\text{ }^\circ\text{C}$.
 - Η πυκνότητά της στους $20\text{ }^\circ\text{C}$ είναι $1,738\text{ g/cm}^3$.
 - Η ουσία καίγεται στον αέρα παράγοντας ένα έντονο άσπρο φως.
 - Αντιδρά με το χλώριο δίνοντας ένα εύθραυστο άσπρο στερεό.
 - Η ουσία μπορεί να διαμερισθεί σε πολύ λεπτά φύλλα.
 - Είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού.
 - Ποια από τα πιο πάνω χαρακτηριστικά είναι φυσικές και ποια χημικές ιδιότητες;
- 67.** Να διαβάσετε την ακόλουθη περιγραφή του στοιχείου βρωμίου (Br_2) και δείξτε ποιες είναι φυσικές και ποιες χημικές ιδιότητες.
- Το βρώμιο είναι ένα καστανέρυθρο υγρό.
 - Βράζει στους $58,9\text{ }^\circ\text{C}$ και πήζει στους $-7,2\text{ }^\circ\text{C}$.
 - Η πυκνότητα του υγρού στους 20°C είναι $3,12\text{ g/mL}$.
 - Το υγρό βρώμιο εύκολα διαβρώνει τα μέταλλα.
 - Αντιδρά ταχύτατα με το αργίλιο δίνοντας βρωμιούχο αργίλιο.
- 68.** Να συμπληρώσετε σωστά την τελευταία στήλη του πίνακα.

ΟΥΣΙΑ	σ. τ. / °C	σ. β. / °C	Φυσική κατάσταση στους 25 °C
Ασβέστιο	850	1487	
Πυρίτιο	1410	2970	
Ψευδάργυρος	420	907	
Νερό	0	100	
Βενζόλιο	5,5	80,1	
Οξικό οξύ	16,6	118	
Βρώμιο	- 7,2	58,9	

Ταξινόμηση της Ύλης Διαλύματα - Διαλυτότητα

69. Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση:

Το αλατόνερο είναι μίγμα, διότι

- έχει μάζα ίση με το άθροισμα των μαζών των συστατικών του
- μπορεί να διαχωριστεί στα συστατικά του με εξάτμιση του νερού
- έχει πυκνότητα μεγαλύτερη του νερού
- βρίσκεται σε υγρή φυσική κατάσταση, όπως το νερό.

70. Σε ποιες από τις παρακάτω περιπτώσεις δε θα σχηματισθεί μίγμα;

- κατά την προσθήκη ζάχαρης στο νερό
- κατά την προσθήκη νερού σε λάδι
- κατά την ανάμειξη ζεστού με κρύο νερό
- κατά το επιφανειακό σκούριασμα του σιδήρου
- κατά τη νοθεία της βενζίνης με νερό.

71. Ποια από τις παρακάτω ιδιότητες που αναφέρονται στα ομογενή μίγματα δεν ισχύει;

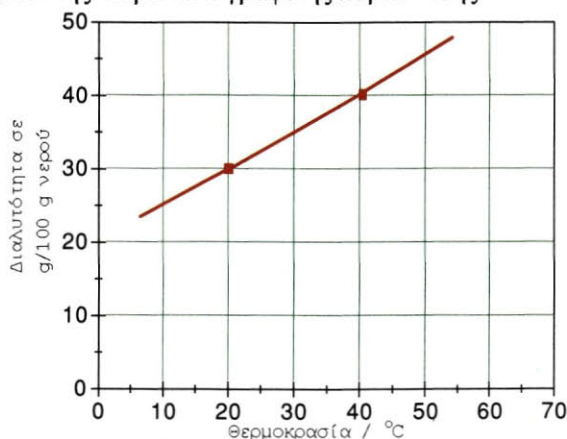
- Έχουν μεταβλητή πυκνότητα, που εξαρτάται από την αναλογία με την οποία αναμίχθηκαν τα συστατικά τους.
- Έχουν ίδια πυκνότητα σε όλα τα σημεία της μάζας τους.
- Η πυκνότητά τους ισούται με το άθροισμα των πυκνοτήτων των συστατικών τους.

72. Να γράψετε ποιες από τις παρακάτω ιδιότητες αναφέρονται στα μίγματα και ποιες στις χημικές ενώσεις:

- Έχουν καθορισμένη σύσταση.
- Διατηρούν τις ιδιότητες των συστατικών τους.
- Μπορεί να αποτελούνται από πολλές φάσεις.
- Μπορούν να διαχωριστούν σε απλούστερα σώματα με φυσικές μεθόδους.

- 73.** Να αναπτύξετε τρεις τουλάχιστον διαφορές μεταξύ μιγμάτων και χημικών ενώσεων.
- 74.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
α. Καθαρή ουσία είναι.....
β. Μίγμα είναι.....
γ. Ομογενές μίγμα είναι.....
δ. Ετερογενές μίγμα είναι.....
ε. Στοιχείο είναι.....
στ. Χημική ένωση είναι.....
- 75.** Να κατατάξετε τα παρακάτω υλικά σε στοιχεία, χημικές ενώσεις και μίγματα:
α. νερό, β. σίδηρος, γ. μπίρα, δ. ζάχαρη, ε. κρασί,
στ. ατσάλι, ζ. θείο, η. γάλα, θ. αέρας, ι. θειικό οξύ.
- 76.** Με τον όρο καθαρή ουσία, εννοούμε:
α. ένα χημικό στοιχείο,
β. μία χημική ένωση,
γ. κάθε ομογενές κομμάτι ύλης που έχει μία καθορισμένη, σταθερή σύσταση και ένα χαρακτηριστικό και αποκλειστικό σύνολο χημικών και φυσικών ιδιοτήτων,
δ. κάθε οργανική ένωση.
Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.
- 77.** Ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι:
α. ένα μίγμα
β. ένα ομογενές μίγμα
γ. ένα διάλυμα
δ. ένα διάλυμα οξυγόνου σε άζωτο
ε. όλα τα παραπάνω
Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.
- 78.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
α. Διαλυτότητα μιας ουσίας ονομάζεται.....
β. Η διαλυτότητα μιας ουσίας εξαρτάται από:
I. τη..... του.....
II. τη.....
III. την.....
IV. Ένα διάλυμα λέγεται ακόρεστο.....
V. Ένα διάλυμα λέγεται κορεσμένο.....
- 79.** Να συμπληρώσετε τις πιο κάτω προτάσεις:
α. Διάλυμα ζάχαρης 10% w/w σημαίνει ότι.....
β. Διάλυμα ιωδιούχου καλίου 4% w/v σημαίνει ότι.....
γ. Κρασί 11° (βαθμών) σημαίνει ότι.....
δ. Ο αέρας περιέχει 20% κατ' όγκο (v/v) οξυγόνο σημαίνει ότι.....

- 80.** Διαθέτουμε κορεσμένο διάλυμα CO_2 (διοξείδιο του άνθρακα) θερμοκρασίας $2\text{ }^\circ\text{C}$. Αν θερμάνουμε το διάλυμα αυτό στους $12\text{ }^\circ\text{C}$ να εξετάσετε:
- αν θα μεταβληθεί η περιεκτικότητα του διαλύματος και με ποιο τρόπο,
 - αν το διάλυμα των $12\text{ }^\circ\text{C}$ θα είναι κορεσμένο ή ακόρεστο.
- 81.** Να διαλέξετε ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή:
 Η διαλυτότητα του AgCl στο νερό είναι ένα μέγεθος που εκφράζει
- την ελάχιστη ποσότητα του νερού που μπορεί να διαλύσει ορισμένη ποσότητα AgCl
 - τη μάζα σε g του AgCl που περιέχονται σε 100 mL διαλύματος
 - την ελάχιστη ποσότητα AgCl που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα νερού
 - τη μέγιστη ποσότητα του AgCl που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα νερού.
- 82.** Σε 180 g διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου περιέχονται 9 g καθαρού υδροξειδίου του νατρίου. Να βρείτε την % w/w περιεκτικότητα του διαλύματος.
- 83.** Σε 400 mL διαλύματος υδροχλωρίου (υδροχλωρικό οξύ) περιέχονται διαλυμένα 12 g υδροχλωρίου. Να βρείτε την % w/v περιεκτικότητα του διαλύματος.
- 84.** Πόσα g καθαρού θειικού οξέος περιέχονται σε 200 g διαλύματος θειικού οξέος περιεκτικότητας 4% w/w;
- 85.** Πόσα g καθαρού νιτρικού οξέος περιέχονται σε 400 mL διαλύματος νιτρικού οξέος περιεκτικότητας 6% w/v;
- * **86.** Δίνεται κορεσμένο διάλυμα ουσίας X στους $40\text{ }^\circ\text{C}$ που έχει μάζα 140 g. Το διάλυμα αυτό ψύχεται στους $30\text{ }^\circ\text{C}$. Από το διάλυμα αυτό θα αποβληθούν :
- 15 g ουσίας
 - 5 g ουσίας
 - καθόλου ουσία
 - όλη η περιεχόμενη ποσότητα.
- Τι συμπεραίνετε για τη φύση της διαλυμένης ουσίας; Να δώσετε εξηγήσεις με τη βοήθεια της παρακάτω γραφικής παράστασης.

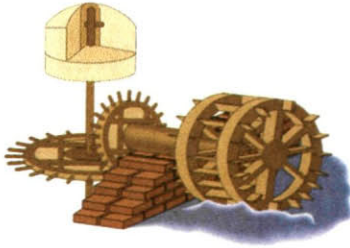


5% w/w

3% w/v

8 g

24 g



Δραστηριότητα

Το ppm και η «κοινή λογική»

Οι συγκεντρώσεις των ρυπαντών στην ορολογία των περιβαλλοντολόγων εκφράζονται συνήθως σε «μέρη στο εκατομμύριο», parts per million, ppm. Έτσι, η συγκέντρωση 1 ppm φανερώνει την παρουσία 1 «μέρους» του ρυπαντή σε 1 000 000 «μέρη» του μέσου. Τα μέρη μπορεί να είναι μέρη βάρους π.χ. g ή μέρη όγκου. Έτσι, π.χ. αναφέρεται ότι 0,2 ppm SO₂ στον αέρα αυξάνει τη θνησιμότητα των ανθρώπων, 1 ppm φαινόλης στο νερό το καθιστά τοξικό σε κάποια είδη ψαριών κλπ.

Καλό θα είναι να έχει κανείς κάποιες αναλογίες στο μυαλό του για το ppm και τις αναλογίες αυτές μπορεί να τις έχει, αν το μεταφέρει σε άλλα πιο καθημερινά μεγέθη.

Στον παρακάτω πίνακα σας ζητείται να βρείτε με τι αντιστοιχεί το ppm σε:

Χρόνος :	1 second	σε ημέρες
Χρήμα:	1 δραχμή	σε.....δραχμές
Απόσταση:	1 cm	σε μέτρα
Τροφή:	1 κουταλιά αλάτι (6 g)	σε Kg σαλάτα
Αγώνες:	1 ελεύθερη βολή στο basket	σε αγώνες (μέσος όρος 150 πόντοι)
Επιφάνεια:	1 m ²	σε στρέμματα
Όγκος:	1 λίτρο πετρέλαιο	σε..... βαρέλια πετρέλαιο

Αν πολλαπλασιάσετε τα αποτελέσματά σας επί χίλια τότε θα έχετε και την εικόνα του μέρους στο δισεκατομμύριο, ppb.

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού λάθους

23. 1000
24. δ
27. (α-4), (β-3), (γ-1), (δ-6), (ε-5), (στ-2)
28. β
29. γ
30. α:Λ, β:Σ, γ:Λ, δ:Λ, ε:Σ
31. δ
38. όχι
40. β
41. (1-β), (2-α), (3-γ), (4-α), (5-δ), (6-ε), (7-β)
42. α:Λ, β:Λ, γ:Σ, δ:Λ
43. β
44. δ
45. δ
46. α
47. Al: 13,14,13
N: 7,7,7
U: 92, 143, 92
Fe: 26, 30, 26
Pb: 82, 125, 82
48. Al^{3+} : 13, 14, 10
 K^+ : 19, 20, 18
Cl: 17, 18, 18
 S^{2-} : 16, 16, 18
49. 19
50. 83
51. ουδέτερα: Α, Ε, Ζ
θετικά: Γ
αρνητικά: Β, Δ
54. Δευτέριο: 2_1H
Τρίτιο: 3_1H
59. Χημικά: α, β, ε
Φυσικά: γ, δ
60. δ
61. γ
62. γ
63. β
64. α: 386K, β: 310K, γ: 630K
65. α: $-196^{\circ}C$, β: $-268,8^{\circ}C$, γ: $328^{\circ}C$
66. κατά σειρά: Φ, Φ, Φ, Χ, Χ, Φ, Φ
67. κατά σειρά: Φ, Φ, Φ, Χ, Χ
68. Τα τρία πρώτα στερεά και τα τέσσερα επόμενα είναι υγρά
69. β
70. γ
71. γ
72. σε χημική ένωση: α
σε μίγμα: β, γ, δ
75. στοιχεία: β, ζ
χημική ένωση: α, δ, ι
μίγμα: γ, ε, στ, η, θ
76. γ
77. ε
81. δ
86. β, στερεό



2

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ - ΔΕΣΜΟΙ



ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος αυτής της διδακτικής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να περιγράφεις ένα μοντέλο (πρότυπο) για το άτομο.
- Να εξιστορείς την εξέλιξη καθώς και την ανάγκη ταξινόμησης των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα.
- Να περιγράφεις το σύγχρονο περιοδικό πίνακα. Να ορίζεις τι είναι ομάδα και τι περίοδος και να απαριθμείς αυτές. Να αναφέρεις παραδείγματα στοιχείων, εντοπίζοντας τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα.
- Να αναγνωρίζεις την αρχή που δομείται το σύγχρονο περιοδικό πίνακα και να τη συνδέεις με τη λογική της ηλεκτρονιακής δόμησης των ατόμων. Κατ' επέκταση να συνδέεις τη χημική συμπεριφορά ενός στοιχείου με τη θέση του στοιχείου στον περιοδικό πίνακα.
- Να ορίζεις τι είναι χημικός δεσμός και να ταξινομείς τους χημικούς δεσμούς σε κατηγορίες. Να διακρίνεις τις διαφορές μεταξύ του ομοιοπολικού και ιοντικού δεσμού και να συνδέεις τις διαφορές αυτές με τις αντίστοιχες ιδιότητες των ομοιοπολικών και ιοντικών ενώσεων.
- Να ορίζεις τι είναι αριθμός οξειδωσης και να υπολογίζεις τον αριθμό οξειδωσης ενός στοιχείου σε μια ένωση.
- Να γράφεις τους ηλεκτρονιακούς τύπους ορισμένων απλών μορίων.
- Να μιλάς και να γράφεις τη γλώσσα της χημείας των ανόργανων ενώσεων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 2.1 Ηλεκτρονική δομή των ατόμων
 - 2.2 Κατάταξη των στοιχείων (Περιοδικός Πίνακας). Χρησιμότητα του Περιοδικού Πίνακα
 - 2.3 Γενικά για το χημικό δεσμό- Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου. Είδη χημικών Δεσμών (Ιοντικός- Ομοιοπολικός)
 - 2.4 Η γλώσσα της χημείας. Αριθμός οξειδωσης. Γραφή χημικών τύπων και εισαγωγή στην ονοματολογία των ενώσεων
- Ερωτήσεις - προβλήματα

« Πάντα είναι πάρα πολύ ενδιαφέρον να βλέπει κανείς να μπαίνει τάξη σε μια μάζα δεδομένων. Το περιοδικό σύστημα ήταν υπέρτατο παράδειγμα τέτοιας τάξης.»

« Κανένας μας δεν μπορεί να καταλάβει τη συμπεριφορά ενός μορίου μέχρις ότου μάθει τη δομή του, δηλαδή το μέγεθος, το σχήμα και τη φύση των δεσμών του.

Τα τελευταία χρόνια εξαιρετες πειραματικές τεχνικές μας έχουν προσφέρει ένα καταπληκτικά μεγάλο αριθμό πληροφοριών ακριβώς πάνω σ' αυτά τα θέματα. Η δουλειά της θεωρίας είναι να κατατάξει και να συστηματοποιήσει όλες αυτές τις πληροφορίες και να εμβαθύνει στις αρχές της μοριακής αρχιτεκτονικής»

C.A. COULSON

Χημικός δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ ατόμων, όταν η σύνδεση των ατόμων συνοδεύεται από έκλυση ενέργειας ή τουλάχιστον δε χρειάζεται πολλή ενέργεια για να γίνει αυτή. Ο σχηματισμός μιας ιοντικής ένωσης, όπως το $\text{NaCl}(s)$ από στερεό $\text{Na}(s)$ και αέριο $\text{Cl}_2(g)$ μπορεί να υποδιαιρεθεί στα εξής επί μέρους στάδια. Πρώτα, πρέπει να σχηματιστούν τα άτομα Na , δηλαδή να σπάσει ο μεταλλικός δεσμός (εδώ χρειάζεται ενέργεια). Μετά, να σχηματιστούν τα άτομα Cl , δηλαδή να σπάσει ο δεσμός $\text{Cl}-\text{Cl}$ (κι εδώ χρειάζεται ενέργεια). Κατόπιν, να φύγει ένα ηλεκτρόνιο από τα άτομα Na και να σχηματιστούν ιόντα Na^+ (χρειάζεται ενέργεια γι' αυτό). Έπειτα, να προσληφθεί ένα ηλεκτρόνιο από τα άτομα Cl και να σχηματιστούν ιόντα Cl^- (ελευθερώνεται λίγη ενέργεια). Τέλος, τα ιόντα Na^+ και Cl^- συνδέονται στον κρύσταλλο τους. Η ενέργεια που ελευθερώνεται στο τελευταίο αυτό βήμα πρέπει να φτάνει να καλύψει όλα τα προηγούμενα ενεργειακά «έξοδα». Διαφορετικά, ο ιοντικός δεσμός είναι αδύνατος. Στην περίπτωση σχηματισμού του $\text{NaCl}(s)$ συνολικά ελευθερώνεται ενέργεια, δηλαδή ο ιοντικός δεσμός οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενεργειακή στάθμη συνεπώς, σε μεγαλύτερη σταθερότητα.

