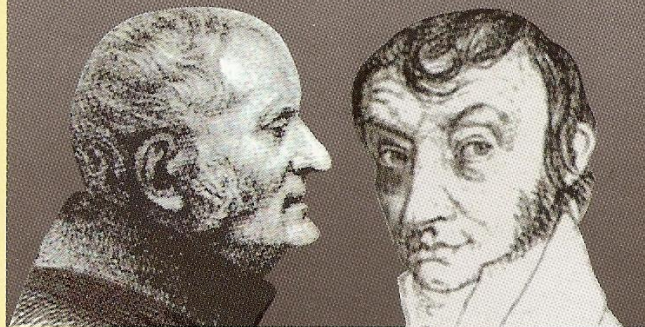
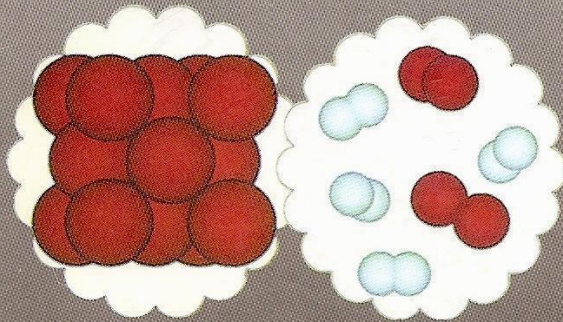


ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Χημεία

Α΄ Λυκείου



Τόμος 1ος



**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

**Στέλιος Λιοδάκης
Δημήτρης Γάκης
Δημήτρης Θεοδωρόπουλος
Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος
Αναστάσιος Κάλλης**

Χημεία

για το γενικό λύκειο

Τόμος 1ος

Επιστημονικός υπεύθυνος –
Διεύθυνση ομάδων εργασίας:
Στέλιος Λιοδάκης

Ομάδα συγγραφής

Στέλιος Λιοδάκης, Δρ. Χημικός, Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ

Δημήτρης Γάκης, Δρ. Χημικός,

Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ

Δημήτρης Θεοδωρόπουλος,

Χημικός Μηχανικός Δ/θμιας Εκπ/σης

Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος,

Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης

Αναστάσιος Κάλλης, Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης

Ομάδα Τεχνικής Υποστήριξης:

Στάθης Σιάνος, Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ

Ηρακλής Αγιοβλασίτης, φοιτητής στη σχολή Χημικών

Μηχανικών ΕΜΠ

Άννα Γάκη, φοιτήτρια στη σχολή Χημικών Μηχανικών

ΕΜΠ

Βλάσσης Παπανικολάου, φοιτητής στη σχολή Ηλεκτρ.

Μηχανικών ΕΜΠ

Γλωσσική Επιμέλεια: Χριστίνα Βασιλάκη

Τεχνική Επιμέλεια: Στέλιος Λιοδάκης

Υπεύθυνος στο Πλαίσιο του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου:

Αντώνιος Σ. Μπομπέτσης, Χημικός, M.ed, Ph.D,

Σύμβουλος Π.Ι.

Βασιλική Ν. Περάκη, Δρ. Βιολογίας,

Μόνιμη Πάρεδρος του Π.Ι.

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ

ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ

**Ομάδα Εργασίας Υπουργείου Παιδείας, Δια Βίου
Μάθησης και Θρησκευμάτων**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με το βιβλίο αυτό αρχίζει μια νέα προσπάθεια για την ανανέωση και τον εκσυγχρονισμό των συγγραμμάτων του Λυκείου. Ανανέωση τόσο στο περιεχόμενο όσο και στο ύφος, ώστε να μην είναι το σχολικό βιβλίο μια ξερή μόνο παράθεση μέρους των γνώσεων που συσσωρεύονται από τους επιστήμονες αιώνες τώρα.

Με ένα πολύ απλό ύφος γίνεται προσπάθεια να δοθούν οι θεμελιώδεις αρχές της Χημείας και μέσα από παραδείγματα της καθημερινής ζωής, ώστε και πιο κατανοητές να γίνουν και επιπλέον να βοηθήσουν τον αναγνώστη – μαθητή να αναπτύξει ένα κριτικό βλέμμα για ότι συμβαίνει γύρω και μέσα του.

Η βασική αρχή που ακολουθήθηκε τόσο στην παράθεση της θεωρίας όσο και στην εκλογή των ασκήσεων και των προβλημάτων είναι ότι ο μαθητής, από το δίδυμο δάσκαλος – βιβλίο, πρέπει να μπορεί να μαθαίνει και όχι μόνο να διδάσκεται, να μπορεί να βρίσκει και όχι μόνο να του λένε.

Όσον αφορά τη θεωρία αυτού του βιβλίου έγινε προσπάθεια να είναι προσαρμοσμένη στις νοητικές, δυνατότητες των μαθητών που προορίζεται, εξασφαλίζοντας στο μέγιστο δυνατό βαθμό τη μετάπλαση της επιστημονικής γνώσης σε διδάξιμη ύλη.

Προσπαθήσαμε κατά το δυνατόν να ακολουθήσουμε τις σύγχρονες τάσεις συγγραφής διδακτικών βιβλίων, μέσα στα πλαίσια βέβαια του δεδομένου αναλυτικού προγράμματος.

Για να το πετύχουμε αυτό στηριχτήκαμε:

- σε σύγχρονη βιβλιογραφία η οποία περιλαμβάνει και εκπαιδευτικά περιοδικά.
- σε ελκυστικό φωτογραφικό υλικό το οποίο σε κάποιο

ποσοστό ικανοποιεί τον όρο πειραματική χημεία.

- σε ιστορικές αναφορές με σκοπό να καταλάβει ο μαθητής – αναγνώστης ότι το θαυμάσιο αυτό οικοδόμημα της Χημείας στήθηκε από ανθρώπους αφοσιωμένους αλλά «ανθρώπινους», μέσα από λάθη, αντιγνώμεις, απογοητεύσεις αλλά και θριάμβους.

- σε μεγάλο αριθμό των « γνωρίζεις ότι ... » όπου αναφέρονται σύγχρονα θέματα τα οποία ενδιαφέρουν κάθε σκεπτόμενο άνθρωπο. Σε αυτά η χημεία είναι «εν δράσει» και αναδεικνύεται σαν η επιστήμη της «κάθε ημέρας». Χωρίς αυτά να είναι «εξεταστέα ύλη» ελπίζουμε να είναι «ύλη – πρόκληση» για περαιτέρω βιβλιογραφική έρευνα σε βιβλιοθήκες και υπολογιστές

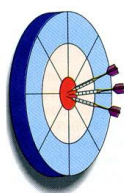
Η επιλογή των ασκήσεων και των προβλημάτων έγινε κατά τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει συμφωνία με τις δυνατότητες των μαθητών και ο βαθμός δυσκολίας να είναι τέτοιος, ώστε να είναι δυνατή η εξαγωγή της απάντησης μέσα από τη θεωρία του βιβλίου αυτού.

Ο ικανοποιητικός αριθμός των ασκήσεων και των προβλημάτων έχει στόχο, όχι την επίλυση όλων αυτών μέσα στην τάξη, αλλά την πλήρη παροχή ενός υλικού, ώστε μέσα από την δημιουργική συνεργασία δασκάλου – μαθητή να επιτυγχάνεται η πλήρης αφομοίωση και εμπέδωση της ύλης που θα διδαχθεί. Ο πλούτος των προβλημάτων καθώς και των λυμένων εφαρμογών κάνει, για τον μέσο μαθητή, περιττό κάθε άλλο βοήθημα.

Η συγγραφική ομάδα

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

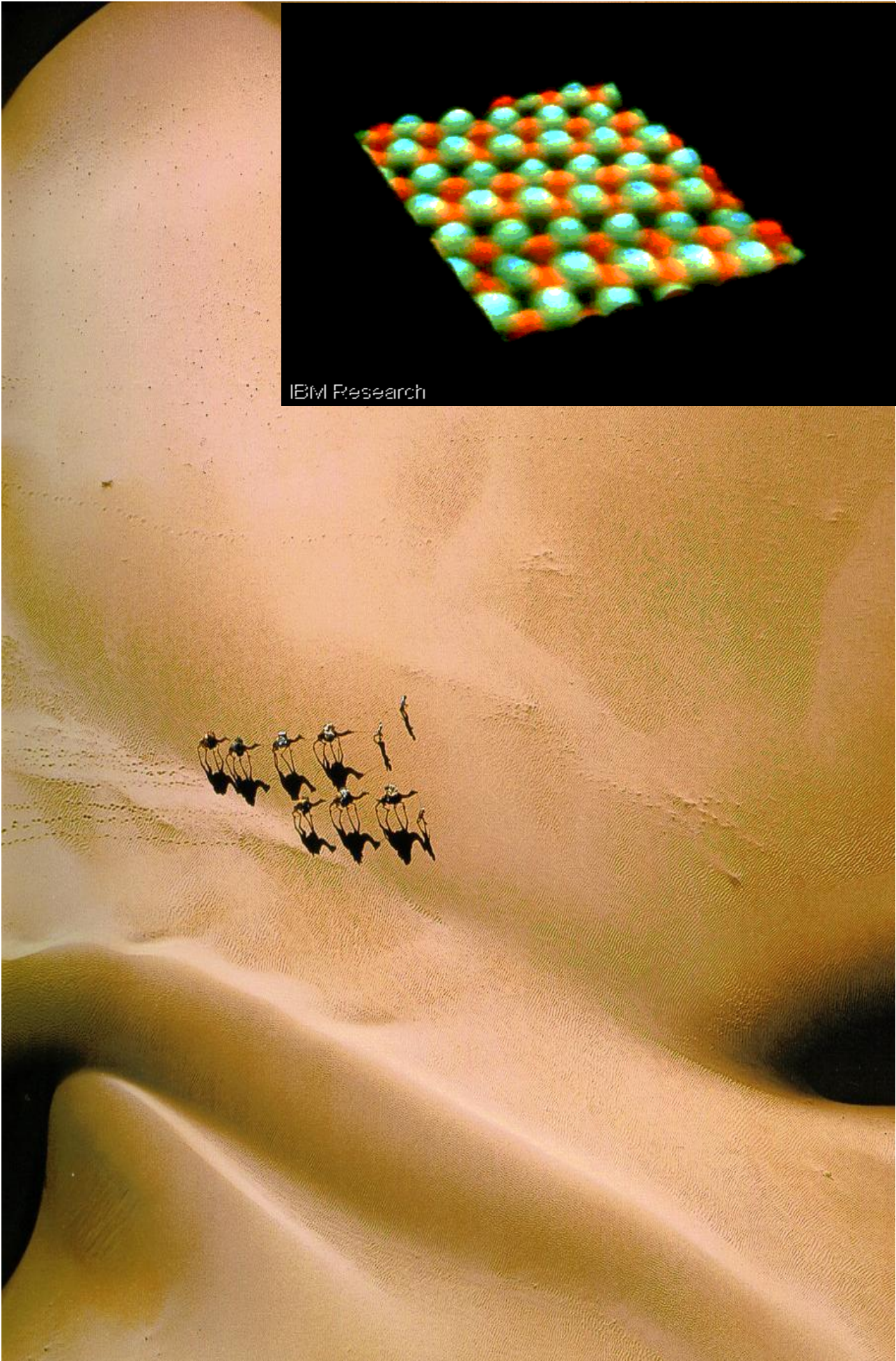
1.2 Γνωρίσματα της ύλης (μάζα, όγκος, πυκνότητα) – Μετρήσεις και μονάδες

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



IBM Research

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 σχήμα της προηγούμενης σελίδας , και το συγκρίνουμε 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 (Scannig 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 αντικειμένου 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 μεταμορφώσεών 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 αναγκαία 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.

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

Τα τρόφιμα, τα φάρμακα, τα καλλυντικά, τα απορρυπαντικά, τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα, τα τεχνολογικά προϊόντα, τα σπítια, 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.

• 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.

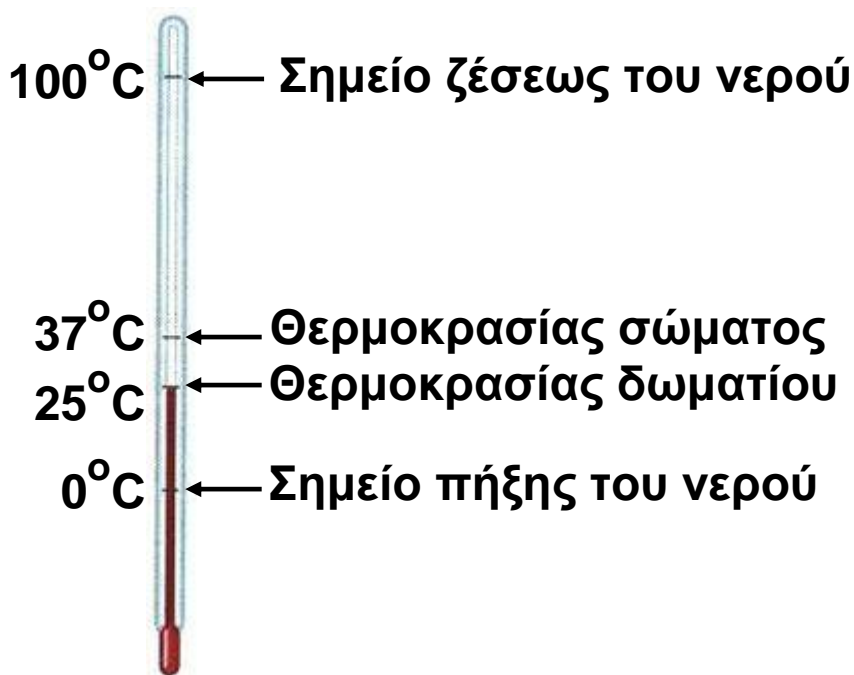
Δυστυχώς όμως υπάρχουν και οι αρνητικές συνέπειες της ανάπτυξης της χημικής επιστήμης. Ως παράδειγμα φέρνουμε τα χημικά τοξικά αέρια, που χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλη κλίμακα στους τελευταίους παγκόσμιους πολέμους, και τα πυρηνικά οπλοστάσια, που αποτελούν σήμερα τον υπ' αριθμό ένα κίνδυνο για την καταστροφή 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.

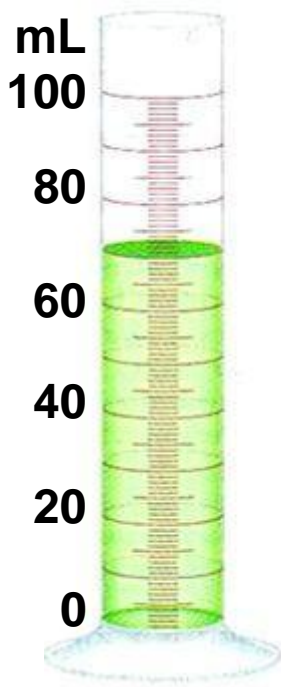
1.2. Γνωρίσματα της ύλης (μάζα, όγκος, πυκνότητα) Μετρήσεις και μονάδες

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 $m = 5 \text{ kg}$.



Σχήμα 1.1 α



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

Σχήμα 1.1β

Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI)

Το μετρικό σύστημα καθορίστηκε στη Γαλλία στα τέλη του 18ου 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 $\text{N} = \text{Kg} \cdot \text{m/s}^2$).

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

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

- 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.

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	$1\text{Mm} = 10^6\text{ m}$
χιλιο (kilo)	k	10^3	$1\text{ km} = 10^3\text{ m}$
δεκατο (deci)	d	10^{-1}	$1\text{dm} = 10^{-1}\text{ m}$
εκατοστο (centi)	c	10^{-2}	$1\text{ cm} = 10^{-2}\text{ m}$
χιλιοστο (milli)	m	10^{-3}	$1\text{ mm} = 10^{-3}\text{ m}$
μικρο (micro)	μ	10^{-6}	$1\text{ }\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}$
νανο (nano)	n	10^{-9}	$1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$
πικο (pico)	p	10^{-12}	$1\text{pm} = 10^{-12}\text{ m}$

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

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 $1\text{ \AA} = 10^{-10}\text{ m}$, δηλαδή $1\text{ m} = 10^{10}\text{ \AA}$, θα έχουμε $0,212 \cdot 10^{-9}\text{ m} = 0,212 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{10}\text{ \AA}$, δηλαδή $0,212 \cdot 10\text{ \AA} = 2,12\text{ \AA}$.

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.

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



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

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).

$$\bullet 1 \text{ Kg} = 10^3 \text{ g} = 1000 \text{ g}$$
$$1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg} = 1000 \text{ mg}$$

Το δυναμόμετρο είναι όργανο μέτρησης βάρους →



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).

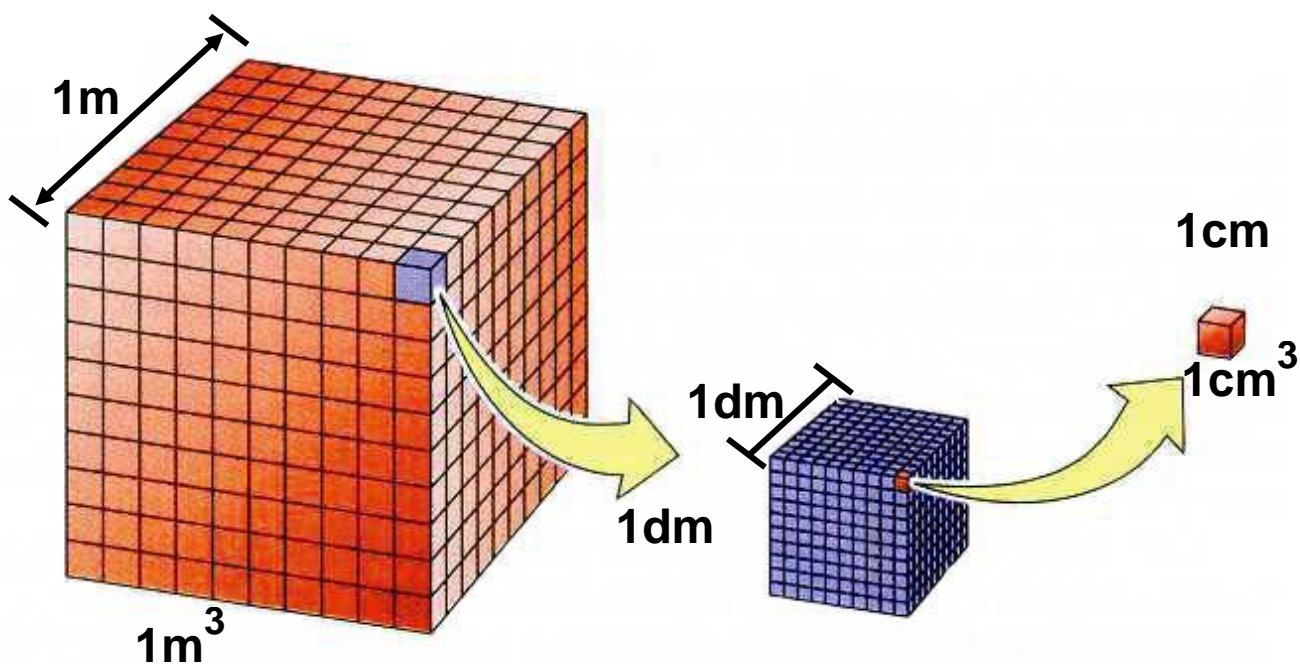
- $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$

- $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ mL}$

- $1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$

- 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 .

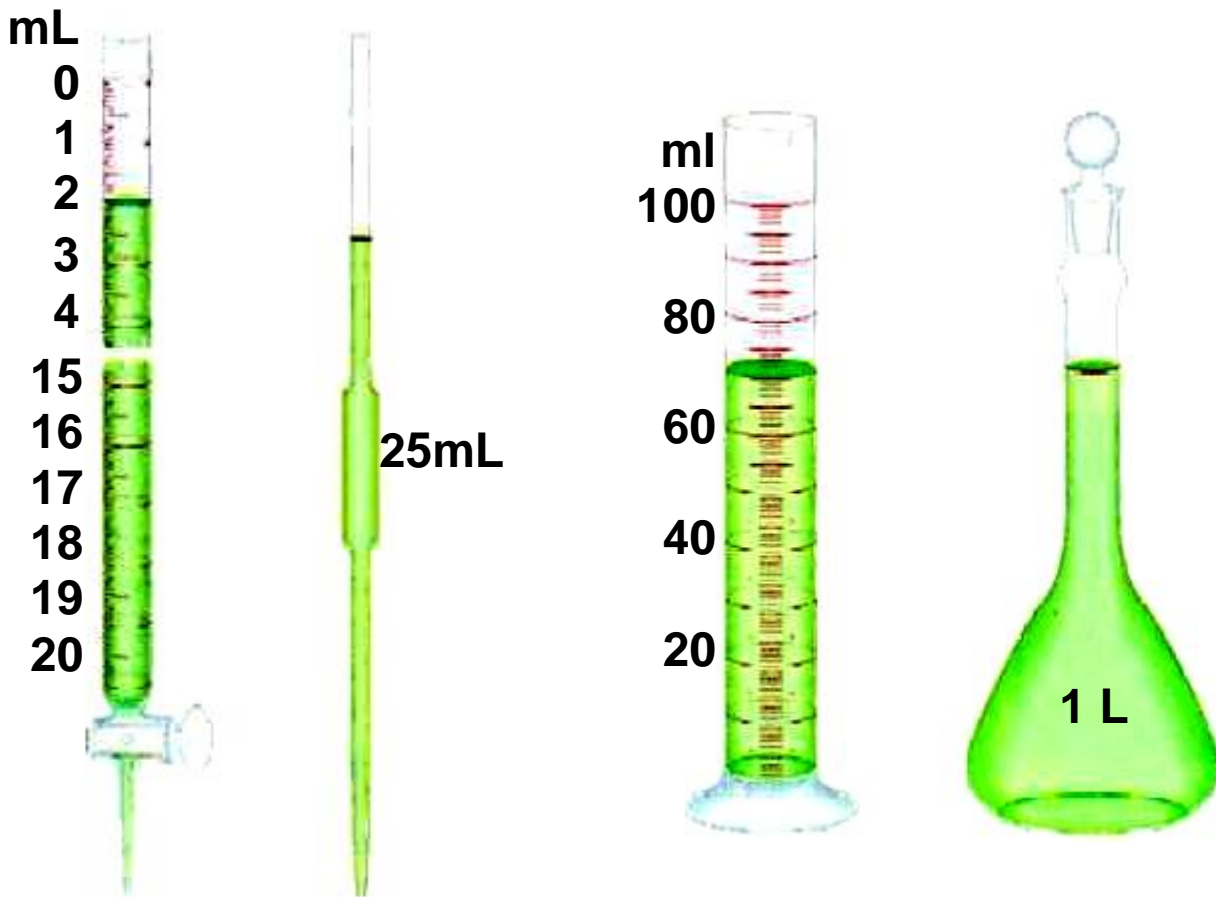


ΣΧΗΜΑ 1.4 Ο ορισμός των μονάδων όγκου m^3 , dm^3 , cm^3 και η μεταξύ τους σχέση.

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.

(στην επόμενη σελίδα)

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 km^2 .

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

Η μονάδα της πυκνότητας (παράγωγο μέγεθος) στο SI είναι το Kg / m^3 . Εύχρηστες όμως μονάδες είναι το g/mL (ή g/cm^3). 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

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

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

Παράδειγμα 1.5

Η πυκνότητα του νερού στη θερμοκρασία δωματίου θεωρείται περίπου ίση με 1 g/mL . Να εκφράσετε την πυκνότητα αυτή σε kg/m^3 και σε g/L .

ΛΥΣΗ

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 1 m^3 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 ιδιότητές του. Αυτό είναι το μόριο.

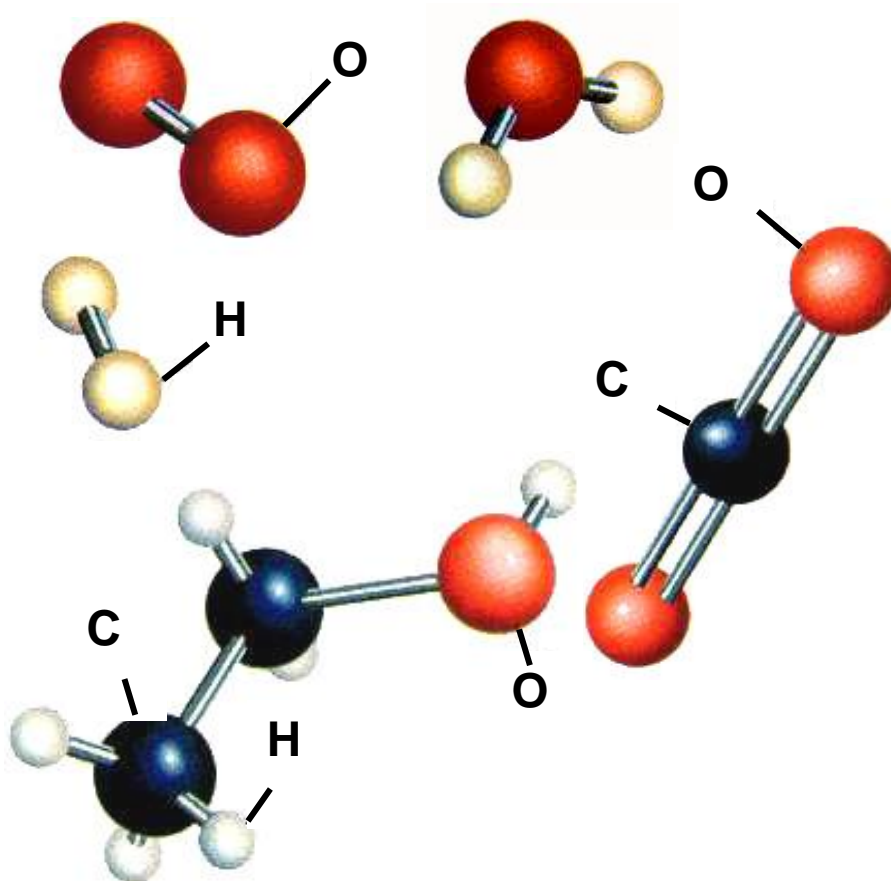
- Ένα μόριο ζάχαρης ζυγίζει $5,7 \cdot 10^{-22}$ g.

➤ 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 της επόμενης σελίδας:

• Τα ατομικά και μοριακά μοντέλα μάς βοηθούν να κατανοήσουμε καλύτερα την έννοια των ατόμων και μορίων. Τα μοντέλα τύπου σφαίρας-ράβδου, που απεικονίζονται στο παρακάτω 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.



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 οινόπνεύματος (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

(O₂), το υδρογόνο (H₂), ή ακόμα και τριατομικά, όπως είναι το όζον (O₃).

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

➤ 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 σημαντικότερων 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.

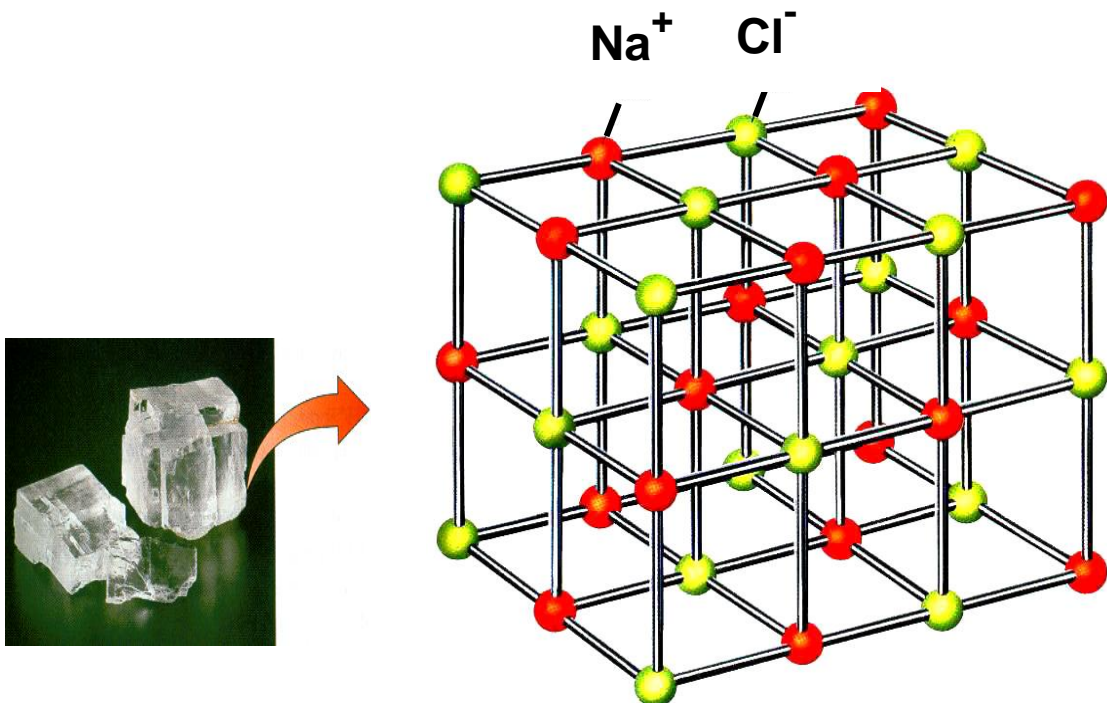
- Το θείο (S) έχει ατομικότητα 2 ή 4 ή 6 ή 8.
- Στις χημικές εξισώσεις όλα τα στοιχεία εκτός από τα διατομικά γράφονται σαν μονοατομικά.

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 περισσοτέρων ηλεκτρονίων.

➤ Ιόντα είναι είτε φορτισμένα άτομα (μονοατομικά ιόντα), π.χ. Na^+ , Ca^{2+} , S^{2-} , Cl^- είτε φορτισμένα συγκροτήματα ατόμων (πολυατομικά ιόντα), π.χ. NH_4^+ , CO_3^{2-} , H_2PO_4^- .

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^- .

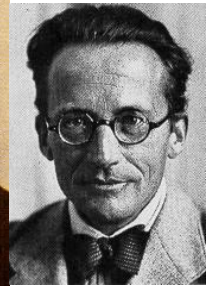
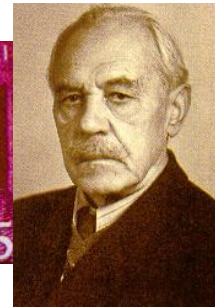
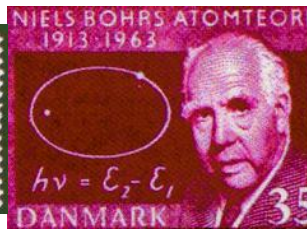
Δομή του ατόμου

Τον 5ο 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 19ου 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.



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.

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.

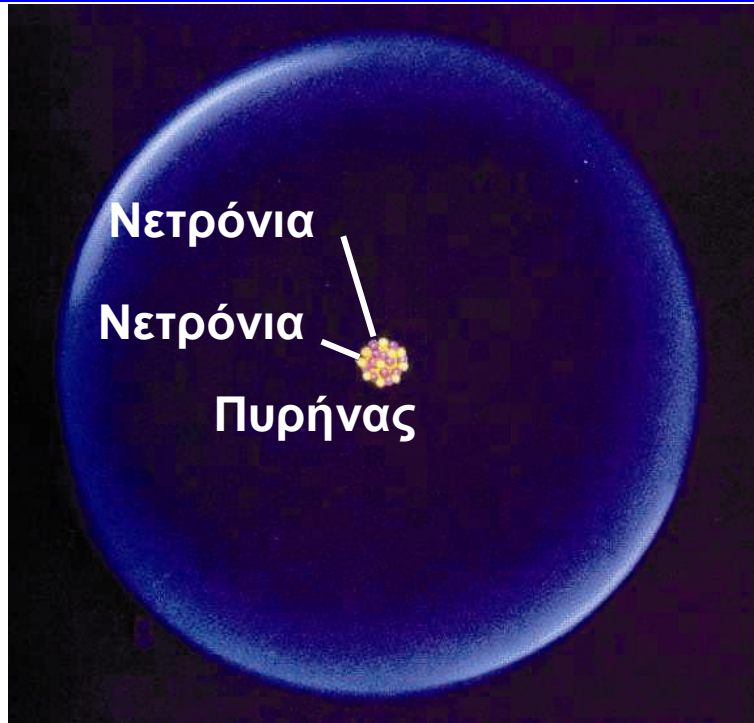
Σε απλές γραμμές έχει διαμορφωθεί η εξής εικόνα για το άτομο. Η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σ' ένα χώρο που ονομάζεται πυρήνας. Ο πυρήνας συγκροτείται από πρωτόνια (p), που φέρουν θετικό ηλεκτρικό φορτίο, και από ουδέτερα νετρόνια (n). Γύρω από τον πυρήνα και σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις απ' 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)	Ηλεκτρόνιο (e)	Πρωτόνιο (p)	Νετρόνιο (n)
Θέση	Γύρω από τον πυρήνα	Πυρήνας	Πυρήνας
Μάζα /g	$9,11 \cdot 10^{-28}$	$1,67 \cdot 10^{-24}$	$1,67 \cdot 10^{-24}$
Σχετική μάζα	1/1830	1	1
Φορτίο /C	$-1,60 \cdot 10^{-19}$	$+1,60 \cdot 10^{-19}$	0
Σχετικό φορτίο	-1	+1	0

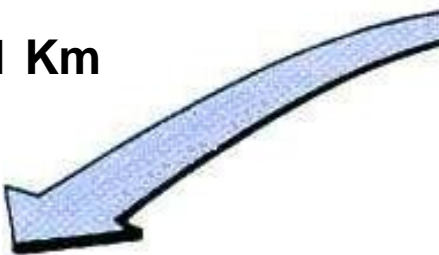
- άτομο (atom): από το α-τέμνω
- Ο πυρήνας καθορίζει τη μάζα του ατόμου, δηλαδή m ατόμου = m πρωτονίων + m νετρονίων
- Ο χώρος που περιβάλλει τον πυρήνα, όπου διευθετούνται τα ηλεκτρόνια, καθορίζει το μέγεθος του ατόμου.

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



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.

61 Km



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

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 τόμου, αποτελεί δηλαδή ένα είδος ταυτότητας για αυτό.

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.

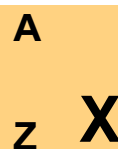
- Μαζικός αριθμός (A) είναι ο αριθμός των πρωτονίων και των νετρονίων στον πυρήνα ενός ατόμου.

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:

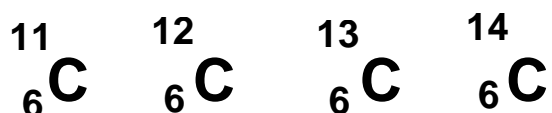
$$A = Z + N$$

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 ${}_{6}^{12}\text{C}$ που απαντά σε ποσοστό 99%.

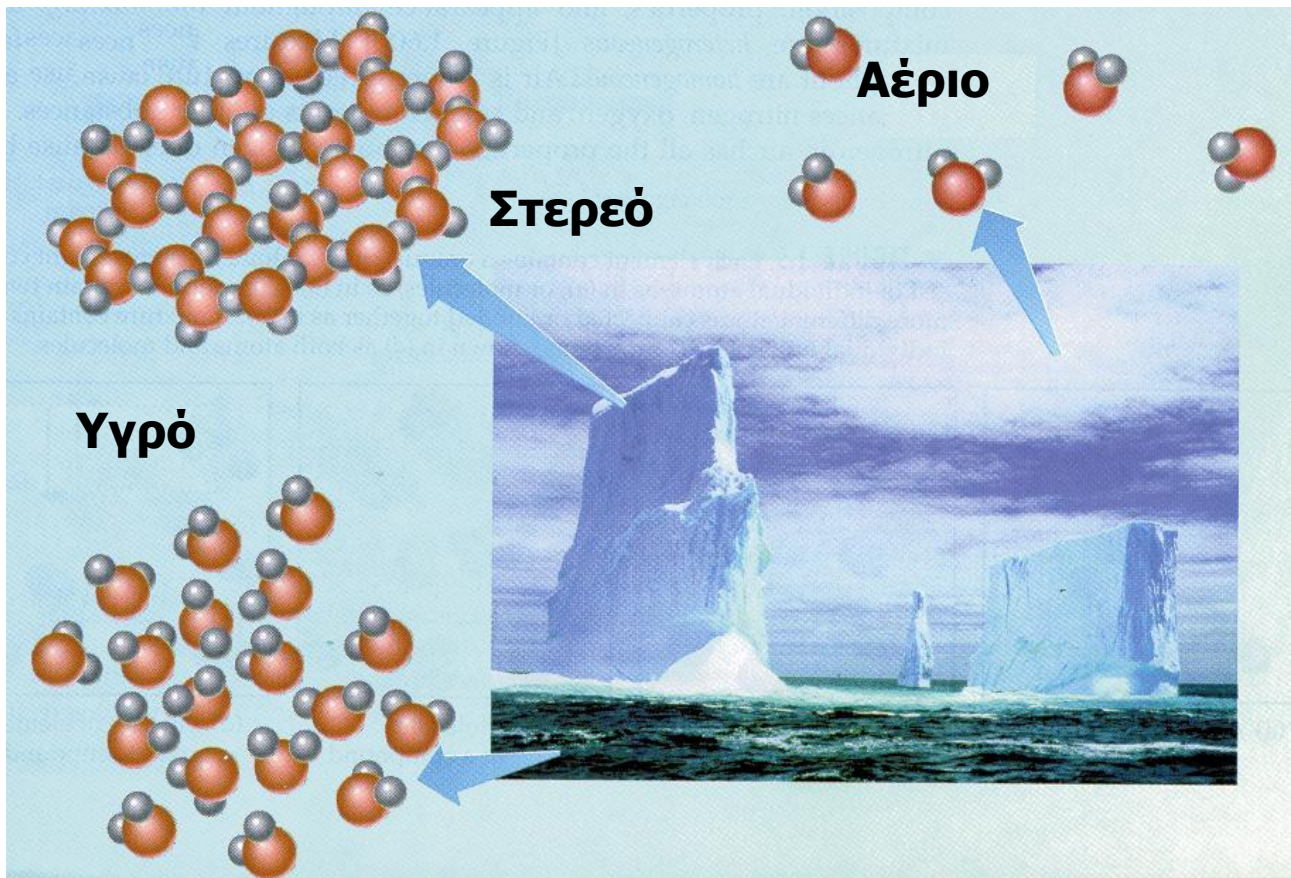
• Νουκλεόνια είναι τα σωματίδια του πυρήνα, δηλαδή πρωτόνια και νετρόνια. Από το nuclear που σημαίνει πυρήνας.

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).

- 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 4ο κεφάλαιο.

- 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.

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).

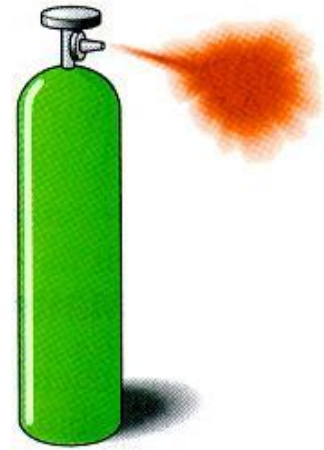
- Τα αέρια δεν έχουν ούτε καθορισμένο σχήμα ούτε όγκο.
- Τα υγρά έχουν καθορισμένο όγκο αλλά όχι σχήμα.
- Τα στερεά έχουν καθορισμένο σχήμα και όγκο.



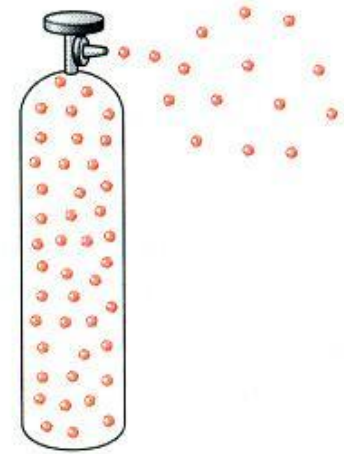
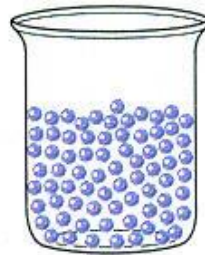
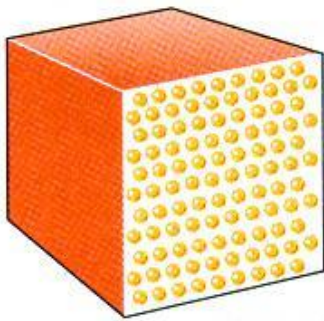
στερεό



υγρό



αέριο



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

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.

- 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.

- 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.

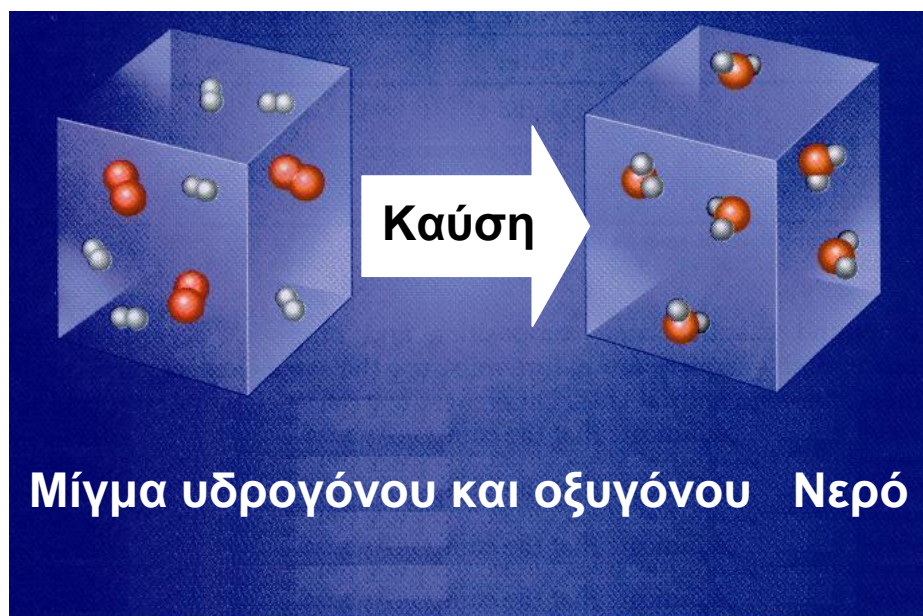
Για παράδειγμα η εξαέρωση του νερού είναι φυσικό φαινόμενο, καθώς η μόνη αλλαγή που συμβαίνει είναι η αλλαγή της φυσικής κατάστασης του νερού, που από υγρό γίνεται αέριο.

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

- 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.

- 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 – Περιεκτικότητες διαλυμάτων – Διαλυτότητα

Ταξινόμηση της ύλης

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

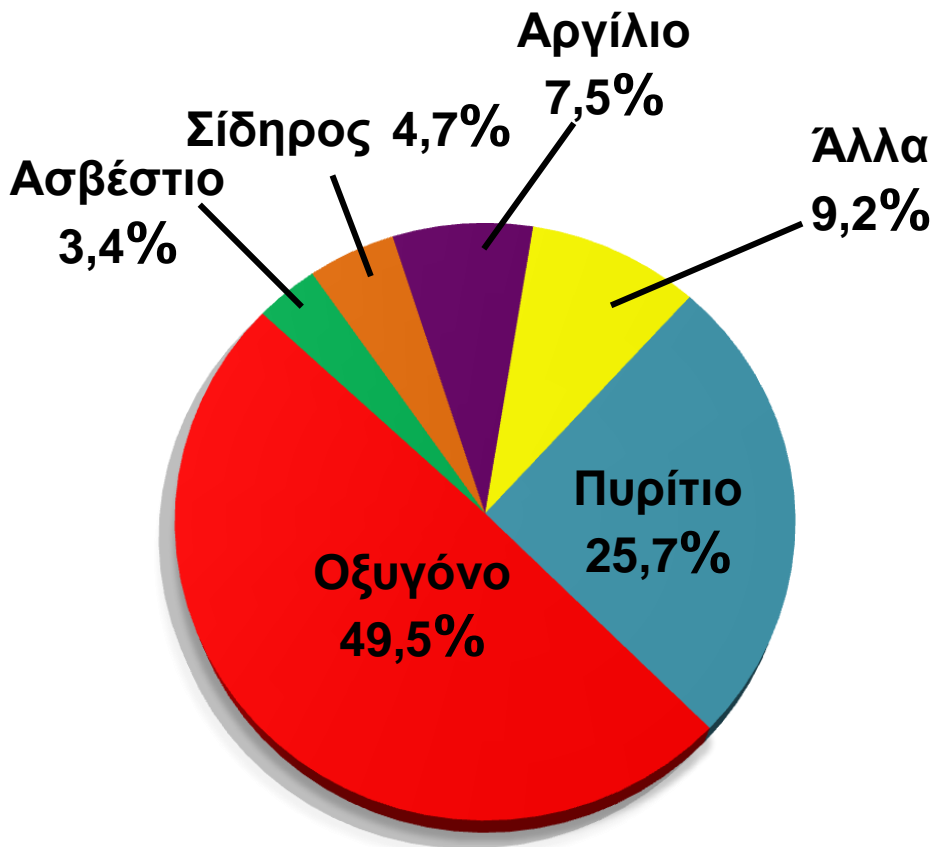
Οι περισσότερες από τις ουσίες που συναντάμε είναι μίγματα, των οποίων η σύσταση ποικίλλει π.χ. το γάλα, το λάδι, το θαλασσινό νερό, ο ατμοσφαιρικός αέρας. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας δεν έχει παντού την ίδια σύσταση, π.χ. ο αέρας της πόλης έχει διαφορετική σύσταση από τον αέρα του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

Στοιχεία και χημικές ενώσεις

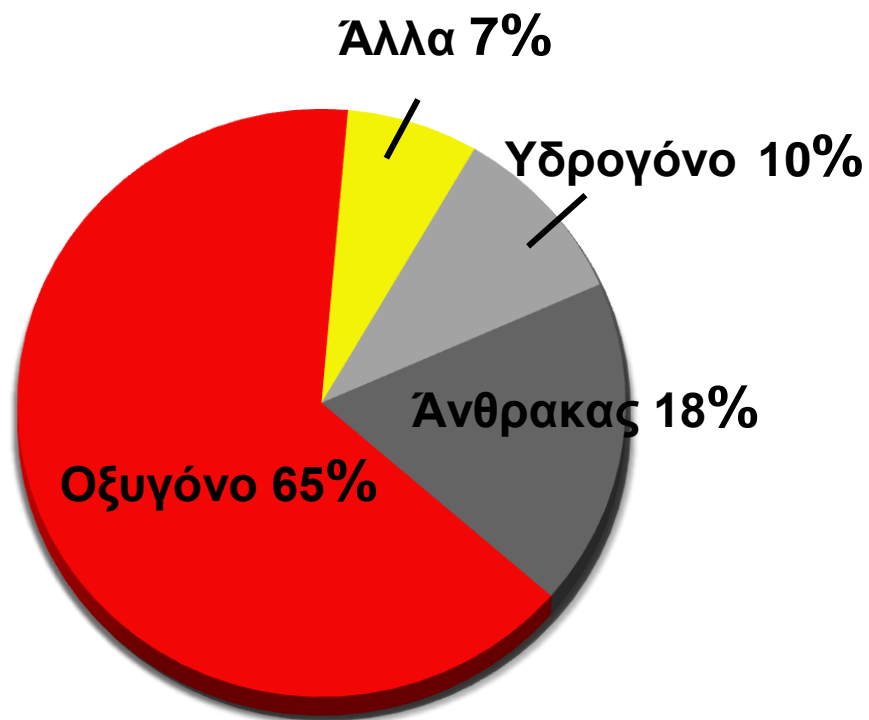
Οι καθαρές ουσίες διακρίνονται στα χημικά στοιχεία και στις χημικές ενώσεις. Στοιχεία είναι οι απλές ουσίες, αυτές που δεν μπορούν να διασπαστούν σε απλούστερες. Σήμερα είναι γνωστά 112 στοιχεία. Απ' αυτά τα 88 υπάρχουν στη φύση, ενώ τα υπόλοιπα είναι τεχνητά. Το χαρακτηριστικό γνώρισμα των στοιχείων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



α) Φλοιός γης



β) Ανθρώπινο σώμα

Σχήμα 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 ρινισμάτων 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 περισσοτέρων 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

(C₂H₅OH) 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 (C₂H₅OH) 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.

- w = weight, βάρος παρ' όλο που στη χημεία χρησιμοποιείται η μάζα.
- v = volume, όγκος.

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 όγκου 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 οινοπνεύματος 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.

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

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.

Διαλυτότητα

Σε 100 g H_2O στους $20^\circ C$ 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).

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

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

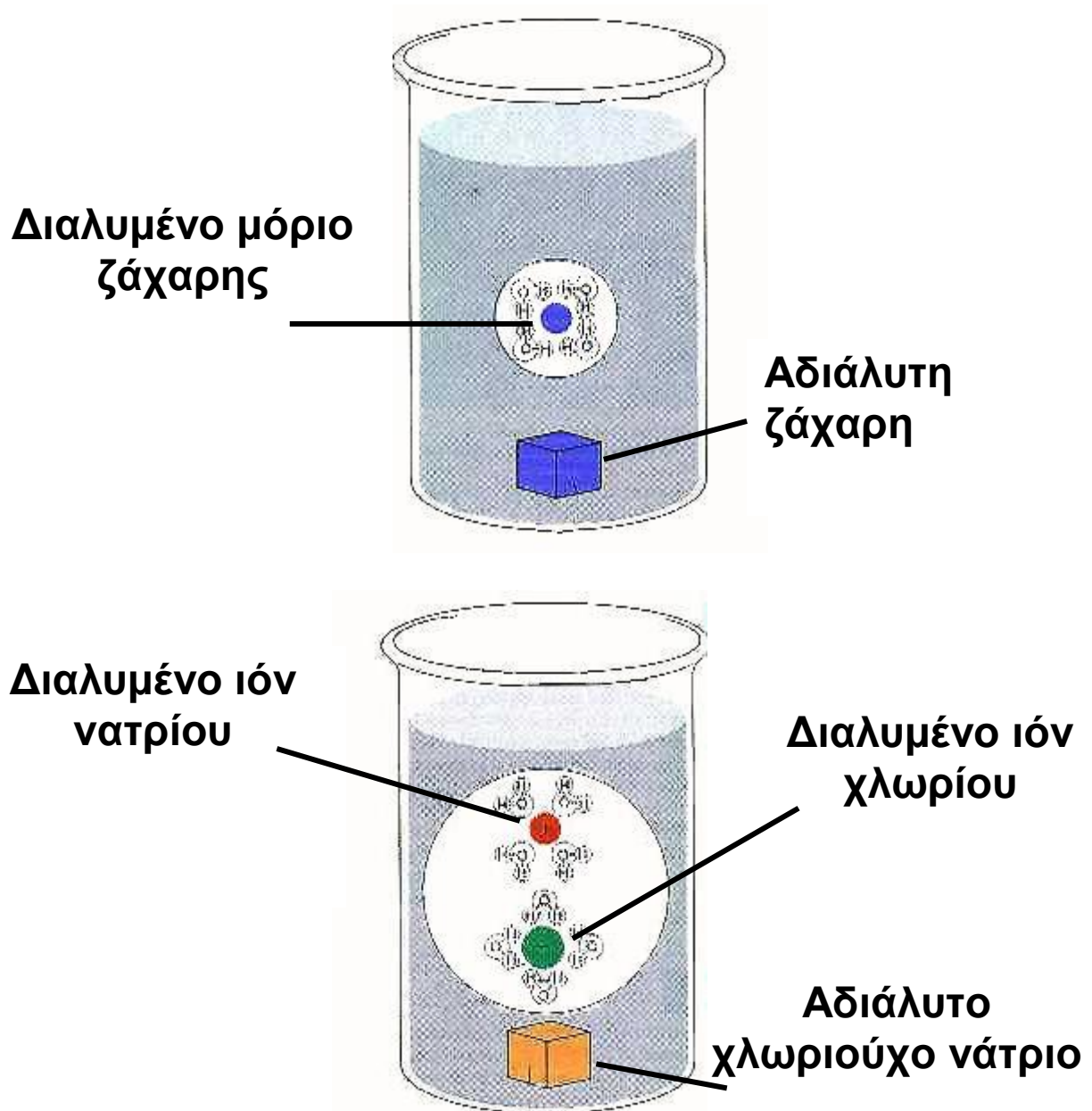
Εδώ ισχύει ο γενικός κανόνας «τα όμοια διαλύουν όμοια». Αυτό σημαίνει ότι διαλύτης και διαλυμένη ουσία θα πρέπει να έχουν παραπλήσια χημική δομή (π.χ. μοριακή ή ιοντική σύσταση).

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.

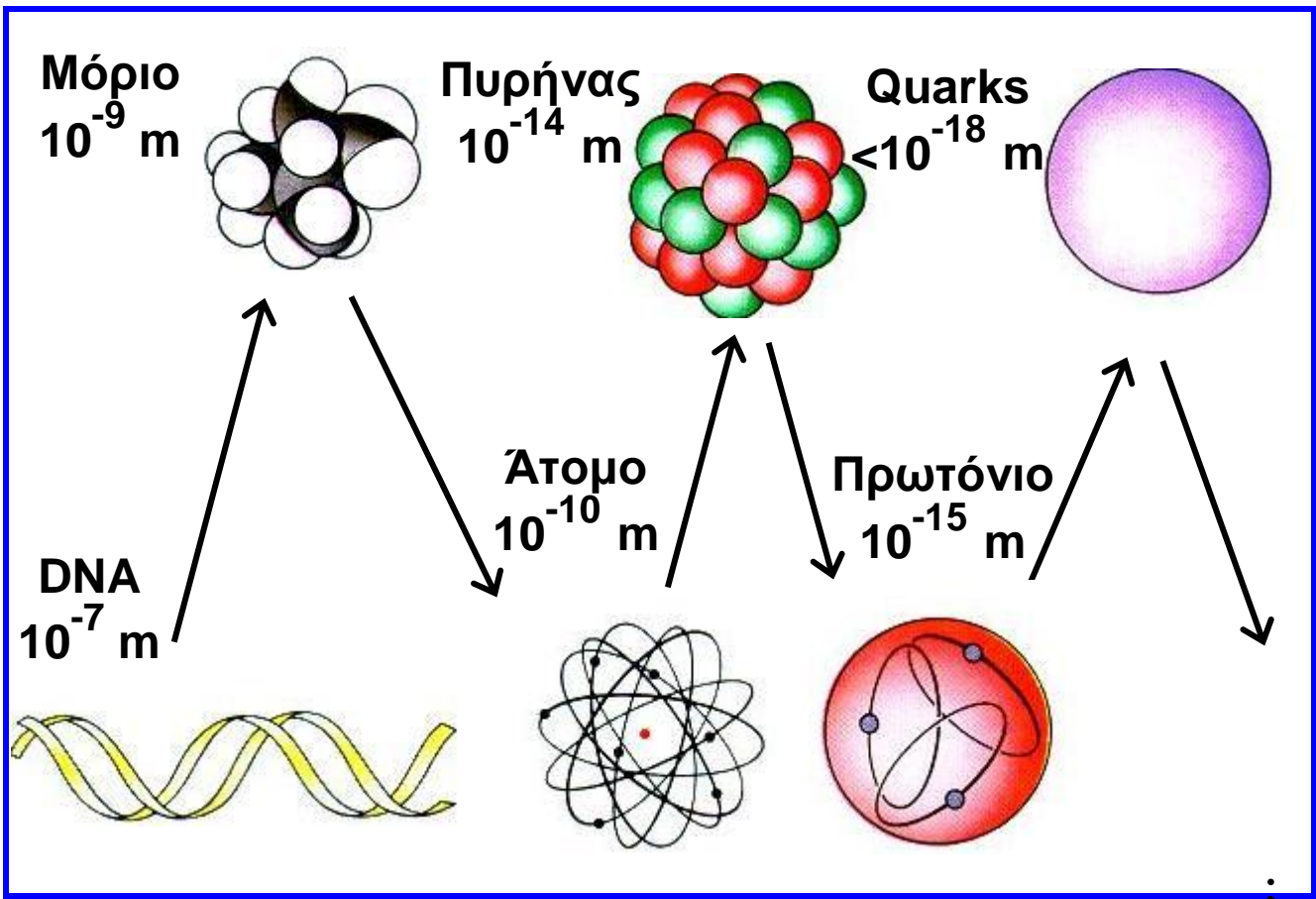
γ. την πίεση

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 CO₂ στο νερό ελαττώνεται και το ποτό αφρίζει.



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 λέει 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 $4,26 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$ και του C≡C $8,37 \cdot 10^5 \text{ J mol}^{-1}$. 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 $10^{13} \text{ J mol}^{-1}$. 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 $10 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$).

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 $2 \mu\text{m}$ 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.

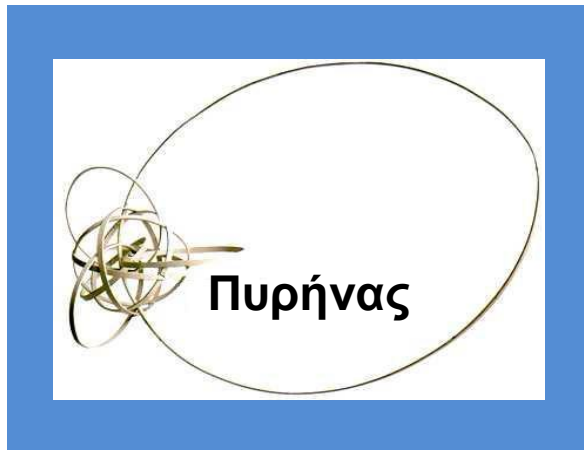
Η εξαέρωση είναι απλούστερη από άποψη μηχανισμού. Σε αυτήν ένα στερεό ή υγρό σώμα με θέρμανση μεταπίπτει στην αέρια κατάσταση, όπου τα στοιχειώδη σωματίδια, μόρια ή για μερικές περιπτώσεις άτομα (ευγενή αέρια), είναι μεμονωμένα πολύ πιο «ελεύθερα» και καταλαμβάνουν πολύ μεγαλύτερο χώρο, όγκο. Και μάλιστα,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



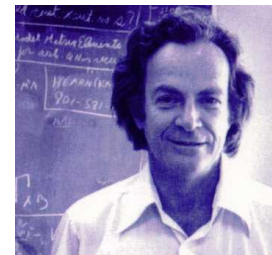
John Dalton 1766-1844

Γνωρίζεις ότι.....

Έχουν πει για το άτομο



Ένα από τα πρώτα ατομικά μοντέλα
(μοντέλο Rutherford)



R. Feynman

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 $1 \text{ ή } 2 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$. Το 10^{-8} cm ονομάζεται Angstrom (πρόκειται απλώς για ένα ακόμη όνομα). Έτσι, λέμε ότι τα άτομα έχουν ακτίνα $1 \text{ ή } 2 \text{ Angstrom}$. 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.

Kerner

Δεν υπάρχει τέτοιο πράγμα, ένα ηλεκτρόνιο με καθορισμένη θέση και ορμή. Προσδιορίζεις τη μία, χάνεις την άλλη και όλα αυτά συμβαίνουν χωρίς κόλπα (...) Όταν τα πράγματα γίνονται πραγματικά μικρά, γίνονται τρελά (...). Σφίξτε λοιπόν τώρα τη γροθιά σας, και αν η γροθιά σας έχει το μέγεθος του πυρήνα ενός ατόμου, τότε το άτομο είναι μεγάλο σαν τον καθεδρικό ναό του Αγίου Παύλου, και αν τυχαίνει να είναι το άτομο του υδρογόνου, τότε έχει ένα μοναδικό ηλεκτρόνιο, που πετάει εδώ και εκεί σαν πεταλούδιτσα στον άδειο ναό, τη μια στον τρούλο και την άλλη κοντά στην Αγία Τράπεζα (...). Κάθε άτομο είναι ένας καθεδρικός ναός (...). Ένα ηλεκτρόνιο δε διαγράφει μια τροχιά, όπως ένας πλανήτης. Μοιάζει με πεταλούδιτσα που ήταν εδώ πριν από μια στιγμή, κερδίζει ή χάνει ένα κβάντα ενέργειας και πηδάει, και τη στιγμή του κβαντικού πηδήματος μοιάζει με δύο πεταλούδες, μια που είναι εκεί και μια που παύει να είναι εκεί. Ένα ηλεκτρόνιο είναι σαν δίδυμο, το καθένα μοναδικό, ένα μοναδικό δίδυμο.



P. Atkins (καθηγητής στο πανεπιστήμιο της Οξφόρδης)

Αν «σηκώσετε» ένα άτομο, θα εκπλαγείτε από το βάρος του. Θα μείνετε άναυδοι, όταν διαπιστώσετε ότι η ύπαρξή του είναι σχεδόν ανύπαρκτη, σαν ιστός αράχνης. Στην πραγματικότητα ένα άτομο, φαινομενικά, είναι σχεδόν τίποτε. Μόνο ένα υπεράνθρωπα οξύ και διαπεραστικό βλέμμα θα μπορούσε να δει τη μικροσκοπική κουκίδα στο κέντρο του ιστού- μια κουκίδα στην οποία, παρά το ασήμαντο μέγεθός της, περιλαμβάνεται σχεδόν ολόκληρη η μάζα του ατόμου. Τούτη η συμπαγής αλλά μικροσκοπική κουκίδα αποτελεί τον πυρήνα του ατόμου. Αυτό που μας ενδιαφέρει είναι ότι οι πυρήνες συνίστανται από δύο τύπους στοιχειωδών σωματιδίων, τα πρωτόνια και τα νετρόνια, που συνδέονται ισχυρά μεταξύ τους (εξαίρεση αποτελεί το υδρογόνο, ο πυρήνας του οποίου συνίσταται από ένα μόνο πρωτόνιο). Οι πυρήνες επιβιώνουν, επειδή τα πρωτόνια και τα νετρόνιά τους συγκολλώνται υπό την επίδραση μιας ειδικής δύναμης που ασκούν το ένα στο άλλο. Εναντία σ' αυτή τη δύναμη δρα η άπωση μεταξύ των ομωνύμων φορτίων, χαρακτηριστική των θετικά φορτισμένων πρωτονίων που συνωθούνται μέσα στον πυρήνα. Ένας πυρήνας μπορεί να επιβιώσει μόνο αν υπάρχουν αρκετά νετρόνια – ηλεκτρικά ουδέτερα σωματίδια – που συγκρατούνται σταθερά με τα πρωτόνια, σαν ναυαγοί επιζώντες πάνω σε μια εύθραυστη σχεδία που κλυδωνίζεται σ' ένα τρικυμισμένο ωκεανό. Έξω από τον πυρήνα κατοικούν τα ηλεκτρόνια. Εδώ συντελείται η χημική δράση, και εδώ βρίσκονται οι αιτίες των διαφόρων ομοιοτήτων μεταξύ των στοιχείων.



**Γ. Κον και Τ. Ποπλ (Βραβείο
Νόμπελ Χημείας 1998)**

Ο Κον διατύπωσε μια νέα θεωρία για τη συμπεριφορά των ηλεκτρονίων, μελετώντας πόσα ηλεκτρόνια κατά μέσο όρο βρίσκονται σε κάθε σημείο του χώρου. Έδειξε ότι δεν είναι απαραίτητο να περιγράψουμε με εξισώσεις την κίνηση των ηλεκτρονίων και έτσι, απλοποιώντας τα πράγματα βοήθησε τους ερευνητές να κόψουν πολύ δρόμο ως τον τελικό στόχο της διερεύνησης της συμπεριφοράς των ατόμων. Ο Ποπλ αξιοποίησε τις δυνατότητες των υπολογιστικών μηχανών, καταρτίζοντας ένα πρόγραμμα που βοηθά να διεισδύσουμε ακόμη περισσότερο στη συμπεριφορά των απειροελάχιστων σωματιδίων της ύλης.

Ανακεφαλαίωση

1. Η Χημεία είναι η επιστήμη της ύλης και των μεταμορφώσεών της.
2. Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI) περιέχει 7 θεμελιώδη μεγέθη με τις χαρακτηριστικές τους μονάδες.
3. Μάζα είναι το ποσό της ύλης που περιέχεται σε ένα σώμα.
4. Όγκος είναι ο χώρος που καταλαμβάνει ένα σώμα.
5. Ως πυκνότητα ορίζεται το πηλίκο της μάζας προς τον αντίστοιχο όγκο σε σταθερές συνθήκες πίεσης (για τα αέρια) και θερμοκρασίας.
6. Άτομο είναι το μικρότερο σωματίδιο ενός στοιχείου που μπορεί να πάρει μέρος στο σχηματισμό χημικών ενώσεων.
7. Μόριο είναι το μικρότερο κομμάτι μιας καθορισμένης ουσίας που μπορεί να υπάρχει ελεύθερο και να διατηρεί τις ιδιότητες του σώματος από το οποίο προέρχεται.
8. Τα ιόντα είναι τα φορτισμένα άτομα (μονοατομικά ιόντα) ή τα φορτισμένα συγκροτήματα ατόμων (πολυατομικά ιόντα).
9. Ατομικότητα στοιχείου ονομάζεται ο αριθμός που δείχνει από πόσα άτομα αποτελείται το μόριο ενός στοιχείου.
10. Ατομικός αριθμός (Z) είναι ο αριθμός των πρωτονίων στον πυρήνα του ατόμου ενός στοιχείου.
11. Μαζικός αριθμός (A) είναι ο αριθμός των πρωτονίων και των νετρονίων στον πυρήνα ενός ατόμου.
12. Ισότοπα ονομάζονται τα άτομα που έχουν τον ίδιο ατομικό αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό.
13. Η ύλη, ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, βρίσκεται σε τρεις φυσικές καταστάσεις, τη στερεά, την υγρή και την αέρια.

14. Ιδιότητες είναι τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των διαφόρων ουσιών και διακρίνονται σε φυσικές και χημικές.

15. Φαινόμενα ονομάζονται οι μεταβολές που υφίστανται τα σώματα και διακρίνονται σε φυσικά και χημικά.

16. Όλα τα σώματα που μας περιβάλλουν διακρίνονται σε καθαρές ουσίες και σε μίγματα. Οι καθαρές ουσίες ή καθορισμένα σώματα διακρίνονται σε στοιχεία και χημικές ενώσεις, και τα μίγματα διακρίνονται σε ομογενή και ετερογενή.

17. Στοιχείο ονομάζεται η ουσία που αποτελείται από ένα είδος ατόμων, δηλαδή από άτομα που έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό.

18. Διάλυμα είναι το ομογενές μίγμα δύο ή περισσότερων συστατικών. Το διάλυμα αποτελείται από το διαλύτη και τη διαλυμένη ουσία (μπορεί να είναι περισσότερες από μία).

19. Διαλυτότητα είναι η περιεκτικότητα ενός κορεσμένου διαλύματος. Κορεσμένο είναι το διάλυμα το οποίο περιέχει τη μέγιστη ποσότητα της ουσίας που μπορεί να διαλυθεί στο συγκεκριμένο διαλύτη και σε σταθερές συνθήκες.

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

Λέξεις Κλειδιά

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

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. σιφώνιο
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	δ. 412 km ²	ζ. 27 °C
β. 3,4 kg/L	ε. 500 K	η. 410 mg
γ. 4,2 nm	στ. 3 mm ³	

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 πυκνότητα 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 m^3 είναι:

α. $8,0 \cdot 10^{-10}$

β. $4,5 \cdot 10^{20}$

γ. $7,2 \cdot 10^{-30}$

δ. $0,2 m^3$

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

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 προχοϊδα

δ. το 1 cm^3 σιδήρου έχει ίδια μάζα με 1 cm^3 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:

α. $\rho = \frac{m}{V}$, β. $\rho = m \cdot V$, γ. $\rho = \frac{m}{V+V'}$ δ. $\rho = \frac{m}{V-V'}$

***32.** Αν η πυκνότητα του ατμοσφαιρικού αέρα σε συνήθη πίεση και στους 25 °C είναι 1,19 g/dm^3 , πόσο ζυγίζει ο αέρας που γεμίζει ένα δωμάτιο διαστάσεων 8,5 m, 13,5 m και 2,8 m;

$$382,35 \text{ kg}$$

33. Ο υδράργυρος έχει πυκνότητα $\rho = 13,594 \text{ g/mL}$ στους 25 °C. Ένας κυλινδρικός σωλήνας διαμέτρου 8,00 mm γεμίζει με Hg μέχρις ύψους 78,3 cm. Ποια είναι η

μάζα του υδραργύρου στο σωλήνα στη θερμοκρασία αυτή;

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

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

34. Το «όριο επιφυλακής» για την περιεκτικότητα του αέρα της Αθήνας σε διοξείδιο του αζώτου σύμφωνα με τις ανακοινώσεις του ΠΕΡΠΑ είναι $200 \text{ } \mu\text{g}/\text{cm}^3$. Να εκφράσετε την περιεκτικότητα αυτή σε g/m^3 , g/dm^3 , mg/dm^3 (ή ppm) και g/cm^3 .

$$200 \text{ g}/\text{m}^3 - 0,2 \text{ g}/\text{dm}^3 -$$

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

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;

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

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;

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

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

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 ${}_{1}^1\text{H}$, ${}_{1}^2\text{H}$, ${}_{1}^3\text{H}$, 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:

Χημικό στοιχείο

Ατομικότητα

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 ${}_{35}\text{C}\text{O}_2$ είναι 3.

β. Η ατομικότητα του ${}_{17}\text{C}$ 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 νευτρονίων στον πυρήνα ενός ατόμου.

46. Ένα μονοατομικό ιόν με θετικό φορτίο +2 προκύπτει από ένα άτομο όταν...

α. αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια

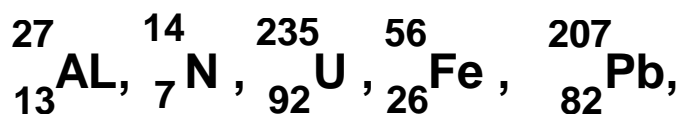
β. προσλάβει δύο ηλεκτρόνια

γ. προσλάβει δύο πρωτόνια

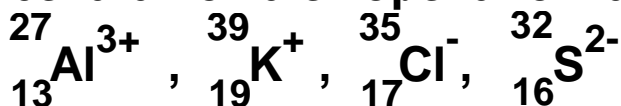
δ. αποβάλλει δύο νετρόνια

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 ισοτόπου 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 αβεστίου			40	18		
Ιόν χλωρίου			37	18		
Νέο		10	20			

***53.** Χρησιμοποιώντας τον πίνακα 1.4 (σελ. 32/14) για τη μάζα του πρωτονίου και δεχόμενοι ότι η διάμετρός του είναι $1 \cdot 10^{-15}$ m, να υπολογίσετε την πυκνότητα ενός πρωτονίου σε g/cm³.

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

- 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.
- 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 κάθε μία 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 $^{16}_8\text{O}$

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 ξίνισμα 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 Κ.
α. $113^{\circ}C$, το σημείο τήξης του θείου
β. $37^{\circ}C$, η κανονική θερμοκρασία του σώματος του ανθρώπου
γ. $357^{\circ}C$, 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 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°C και βράζει στους 1105°C .
- Η πυκνότητά της στους 20°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 $58,9^{\circ}\text{C}$ και πήζει στους $-7,2^{\circ}\text{C}$.
- 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

α. έχει μάζα ίση με το άθροισμα των μαζών των συστατικών του

β. μπορεί να διαχωριστεί στα συστατικά του με εξάτμιση του νερού

γ. έχει πυκνότητα μεγαλύτερη του νερού

δ. βρίσκεται σε υγρή φυσική κατάσταση, όπως το νερό.

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

α. κατά την προσθήκη ζάχαρης στο νερό

β. κατά την προσθήκη νερού σε λάδι

γ. κατά την ανάμειξη ζεστού με κρύο νερό

δ. κατά το επιφανειακό σκούριασμα του σιδήρου

ε. κατά τη νοθεία της βενζίνης με νερό.

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

α. Έχουν μεταβλητή πυκνότητα, που εξαρτάται από την αναλογία με την οποία αναμίχθηκαν τα συστατικά τους.

β. Έχουν ίδια πυκνότητα σε όλα τα σημεία της μάζας τους.

γ. 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:

α. Έχουν καθορισμένη σύσταση.

β. Διατηρούν τις ιδιότητες των συστατικών τους.

γ. Μπορεί να αποτελούνται από πολλές φάσεις.

δ. 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^ο (βαθμών) σημαίνει ότι.....

δ. Ο αέρας περιέχει 20% κατ' όγκο (v/v) οξυγόνο σημαίνει ότι.....

80. Διαθέτουμε κορεσμένο διάλυμα CO₂ (διοξείδιο του άνθρακα) θερμοκρασίας 2^οC. Αν θερμάνουμε το διάλυμα αυτό στους 12^οC να εξετάσετε:

α. αν θα μεταβληθεί η περιεκτικότητα του διαλύματος και με ποιο τρόπο,

β. αν το διάλυμα των 12 °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

α. την ελάχιστη ποσότητα του νερού που μπορεί να διαλύσει ορισμένη ποσότητα AgCl

β. τη μάζα σε g του AgCl που περιέχονται σε 100 mL διαλύματος

γ. την ελάχιστη ποσότητα AgCl που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα νερού

δ. 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.

5% w/w

83. Σε 400 mL διαλύματος υδροχλωρίου (υδροχλωρικό οξύ) περιέχονται διαλυμένα 12 g υδροχλωρίου. Να βρείτε την % w/v περιεκτικότητα του διαλύματος.

3% w/v

84. Πόσα g καθαρού θειικού οξέος περιέχονται σε 200 g διαλύματος θειικού οξέος περιεκτικότητας 4% w/w;

8 g

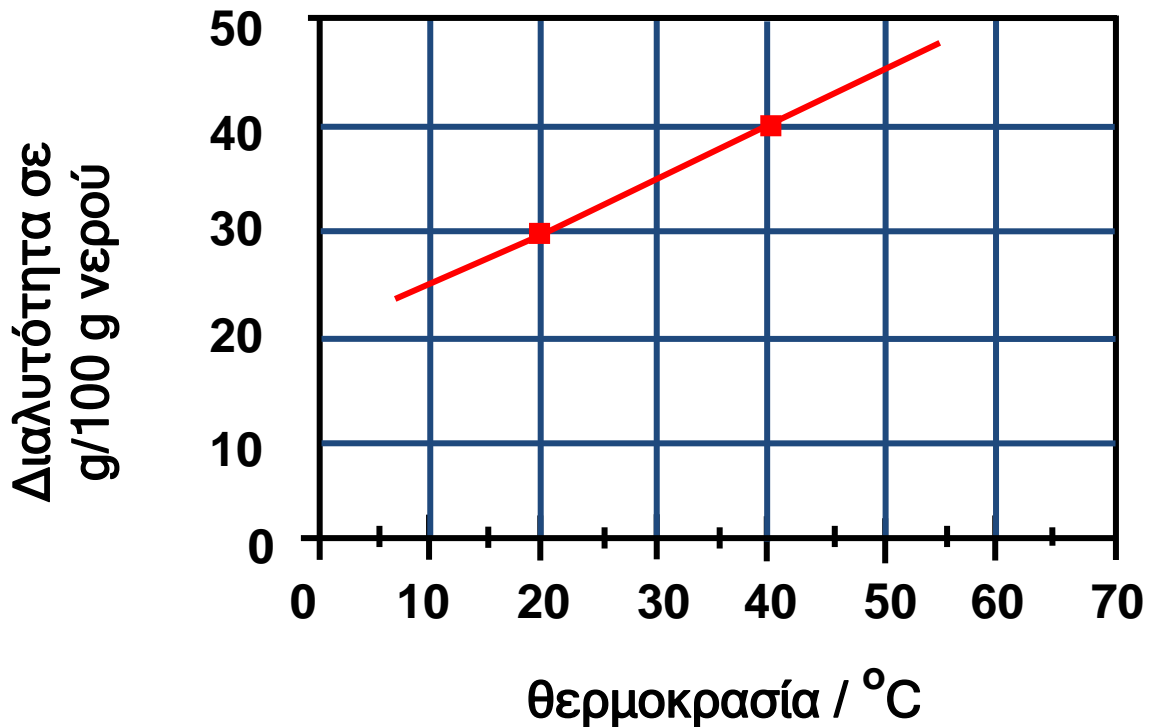
85. Πόσα g καθαρού νιτρικού οξέος περιέχονται σε 400 mL διαλύματος νιτρικού οξέος περιεκτικότητας 6% w/v;

24 g

***86.** Δίνεται κορεσμένο διάλυμα ουσίας Χ 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 :

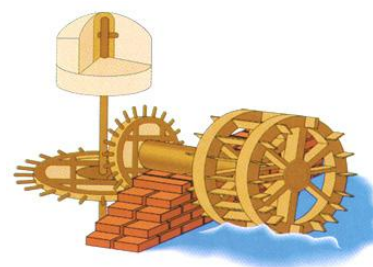
- α. 15 g ουσίας
- β. 5 g ουσίας
- γ. καθόλου ουσία
- δ. όλη η περιεχόμενη ποσότητα.

Τι συμπεραίνετε για τη φύση της διαλυμένης ουσίας; Να δώσετε εξηγήσεις με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης στην επόμενη σελίδα.



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 m²	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, ρρb.

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού λάθους

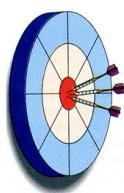
23. 1000
24. δ
27. (α-4), (β-3), (γ-1), (δ-6), (ε-5), (στ-2)
28. β
29. γ
30. α:Λ, β:Σ, γ:Λ, δ:Λ, ε:Σ
31. δ
38. όχι
40. β
41. (1-β), (2-α), (3-γ), (4-α), (5-δ), (6-ε), (7-β)
42. α:Λ, β:Λ, γ:Σ, δ:Λ
43. β
44. δ
45. δ
46. α
47. Al: 13,14,13
N: 7,7,7
U: 92, 143, 92
Fe: 26, 30, 26
Pb: 82, 125, 82
48. Al³⁺: 13, 14, 10
K⁺: 19, 20, 18
Cl⁻: 17, 18, 18
S²⁻: 16, 16, 18
49. 19
50. 83
51. ουδέτερα: Α, Ε, Ζ
θετικά: Γ
αρνητικά: Β, Δ

54. Δευτέριο: ${}^2_1\text{H}$
Τρίτιο: ${}^3_1\text{H}$
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 °C, β: -268,8 °C, γ: 328 °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 οξείδωσης και να υπολογίζεις τον αριθμό οξείδωσης 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 Ηλεκτρονιακή 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)

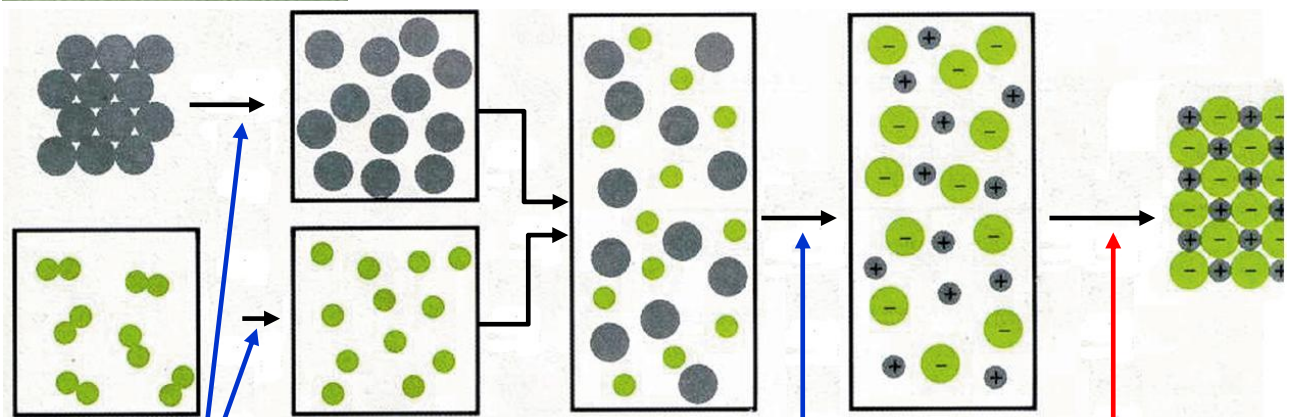
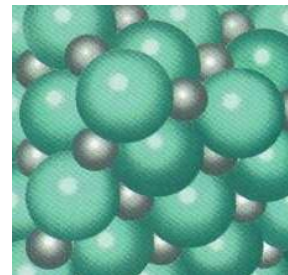
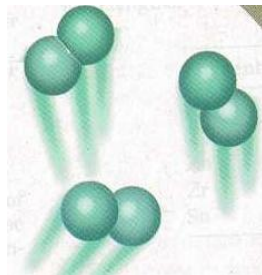
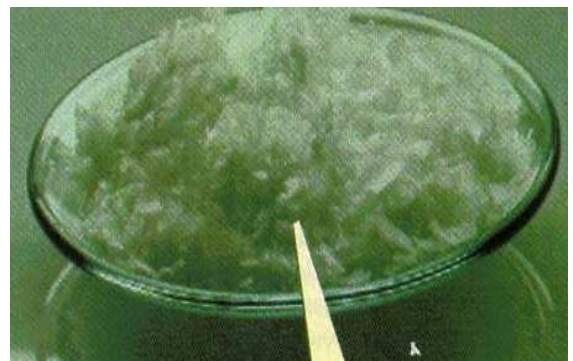
2.4 Η γλώσσα της χημείας. Αριθμός οξείδωσης. Γραφή χημικών τύπων και εισαγωγή στην ονοματολογία των ενώσεων

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 εξαιρετικές 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



Απαιτείται
ενέργεια

Απαιτείται
ενέργεια

Ελευθερώνεται
ενέργεια

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 NaCl(s) από στερεό Na(s) και αέριο $\text{Cl}_2(\text{g})$ 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 Cl-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 φτάσει να καλύψει όλα τα προηγούμενα ενεργειακά «έξοδα». Διαφορετικά, ο ιοντικός δεσμός είναι αδύνατος. Στην περίπτωση σχηματισμού του NaCl(s) συνολικά ελευθερώνεται ενέργεια, δηλαδή ο ιοντικός δεσμός οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενεργειακή στάθμη συνεπώς, σε μεγαλύτερη σταθερότητα.

2 ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΣΜΟΙ

Εισαγωγή

Στο πρώτο κεφάλαιο γνωρίσαμε την ύλη σαν «δάσος», από μακριά, μακροσκοπικά. Τώρα είναι ώρα να διακρίνουμε το «δέντρο», τη βασική δηλαδή μονάδα του «δάσους–ύλης». Και αυτό δεν είναι άλλο από το άτομο και το σταθερό σύμπλεγμα των ατόμων που είναι το μόριο. Θα έλεγε κανείς ότι το περιεχόμενο του κεφαλαίου που ακολουθεί συνοψίζεται στις λέξεις η δομή της ύλης.

Ξεκινά λοιπόν κανείς από τη δομή του ατόμου δίνοντας την πρώτη κατά Bohr - Rutherford προσέγγιση του πλανητικού προτύπου με τις ηλεκτρονιακές στιβάδες και τις κατανομές ηλεκτρονίων σ' αυτές. Μην ξεχνάμε ότι πριν από την ανάπτυξη της κυματομηχανικής πολλά φαινόμενα μπόρεσαν να ερμηνευθούν με τις ηλεκτρονιακές κατανομές κατά Bohr και τα ηλεκτρόνια της εξώτατης στιβάδας.

Στη συνέχεια αναφέρεται η σπουδαιότερη ίσως έμμεση απόδειξη της ηλεκτρονιακής δομής των ατόμων – στοιχείων, που είναι ο περιοδικός πίνακας. Το ιστορικό της ανακάλυψης, της συμπλήρωσης (που είναι ίσως ακόμη «ανοικτή») και της ερμηνείας του αποτελούν βασικές γνώσεις για τη διαμόρφωση της χημικής σκέψης.

Ακολουθεί το κεντρικότερο θέμα στη μελέτη της χημείας, που είναι η απάντηση στο θεμελιακό ερώτημα: γιατί και πώς ενώνονται τα στοιχεία; Η απάντηση δίνεται στους χημικούς δεσμούς. Η θεωρία των «οκτώ» δίνει

μία πρώτη προσέγγιση στο γιατί, και οι ηλεκτρικής φύσης δυνάμεις απαντά στο πώς. Δυνάμεις που οδηγούν στη δημιουργία ενός σταθερού και μικρής ενέργειας συγκροτήματος (π.χ. μόριο). Τα είδη των δεσμών και οι ιδιότητες που το είδος του δεσμού επιβάλλει στις ενώσεις, πρέπει να είναι ένα από τα κεντρικά σημεία της συζήτησης. Σημαντικό επίσης είναι να μπορεί κανείς να προβλέψει το είδος του χημικού δεσμού που θα προκύψει με βάση κάποια χαρακτηριστικά των συνδεδεμένων ατόμων.

Το κεφάλαιο κλείνει με μία εφαρμογή θα έλεγε κανείς της ηλεκτρονιακής θεωρίας, που είναι η γραφή των χημικών τύπων. Η ηλεκτρονιακή θεωρία προβλέπει π.χ. αν ένα άτομο νατρίου ενώνεται με ένα άτομο χλωρίου. Πώς όμως αυτό μεταφράζεται στη γραφή του τύπου του χλωριούχου νατρίου (NaCl); Γιατί γράφουμε H_2O και όχι HO_2 ; Πώς αυτή η ενωτική ικανότητα των στοιχείων – κατά παλαιότερη έκφραση – εκφράζεται και βοηθά στην αναγραφή των χημικών τύπων των ενώσεων, χωρίς την ανάγκη αναφοράς ηλεκτρονικών δομών; Έτσι, με τους αριθμούς οξειδωσης η γλώσσα της χημείας αποκτά την «ορθογραφία» της ...

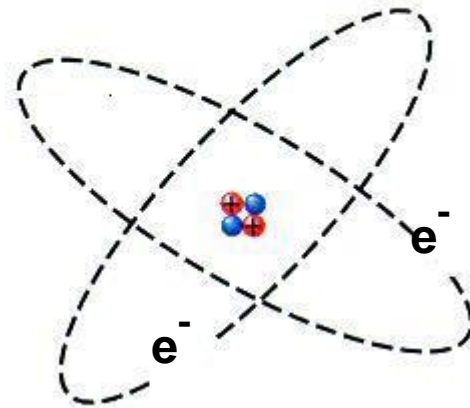
2.1 Ηλεκτρονική δομή των ατόμων

Ένα απλό μοντέλο για το άτομο

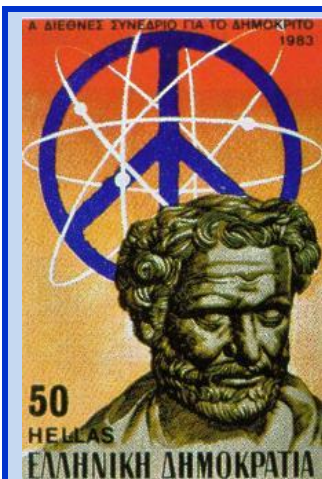
Μην ξεχνάμε ότι τα πάντα αποτελούνται από άτομα. Ένα κομμάτι μέταλλο ή ένας κόκκος αλατιού ή μία σταγόνα νερού δεν είναι παρά στοιβαγμένα άτομα διαταγμένα με τέτοιο τρόπο, ώστε να προδιαγράφουν με ένα μοναδικό τρόπο τις ιδιότητες του κάθε σώματος. Γι' αυτό και το ενδιαφέρον για τη διερεύνηση του ατόμου έχει μείνει αμείωτο εδώ και χιλιάδες χρόνια, από την εποχή του Δημόκριτου μέχρι σήμερα. Τα βραβεία Νόμπελ χημείας 1998, αφορούσαν για μία ακόμα φορά τη μελέτη της ατομικής δομής. Οι σύγχρονες αντιλήψεις γύρω από το άτομο είναι βασισμένες στις αρχές της κβαντομηχανικής, μιας μηχανικής φτιαγμένης στα μέτρα του απειροελάχιστου κόσμου των ατόμων. Όμως, οι αντιλήψεις αυτές έχουν μία πολυπλοκότητα που δύσκολα καμιά φορά μπορεί να παρακολουθήσει ακόμα και ο ειδικός.

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

βρίσκονται στην ίδια στιβάδα ή φλοιό ή ενεργειακή στάθμη.



ΣΧΗΜΑ 2.1 Το πλανητικό ατομικό μοντέλο



Ο Δημόκριτος (460-370 π.Χ) διετύπωσε την άποψη ότι η ύλη αποτελείται από πολύ μικρά σωματίδια που δεν μπορούν να διαιρεθούν σε άλλα απλούστερα. Τα σωματίδια αυτά ονόμασε ατόμους (άτομα).



N. Bohr (1885-1965).

Δανός φυσικός διετέλεσε διευθυντής στο ινστιτούτο θεωρητικής φυσικής στην Κοπεγχάγη. Τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ φυσικής το 1922 για την θεωρία του περί κβαντισμένων (καθορισμένων) ηλεκτρονικών τροχιών.

Είχε πει για τον 20ο αιώνα:

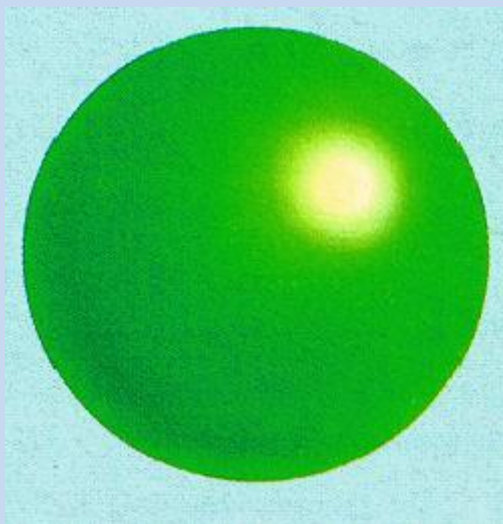
«Σε όλη την ιστορία των επιστημών δεν υπάρχει άλλη περίοδος αντίστοιχη του αιώνα μας, όπου η εξερεύνηση του κόσμου των ατόμων ήταν η απαρχή τεράστιων εξελίξεων. Ωστόσο, κάθε αύξηση των γνώσεών μας και της δύναμής μας αυξάνει αυτομάτως την ευθύνη μας».

Όταν τα άτομα δεν είναι σε διέγερση, τα ηλεκτρόνια τους κατανέμονται σε επτά το πολύ στιβάδες, τις K, L, M, N, O, P, και Q. Κάθε στιβάδα χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό που συμβολίζεται με n και ονομάζεται κύριος κβαντικός αριθμός.

Για $n = 1$ έχουμε την πλησιέστερη προς τον πυρήνα στιβάδα, την K, για $n = 2$ έχουμε τη στιβάδα L, κλπ. Όσο απομακρυνόμαστε από τον πυρήνα, τόσο αυξάνεται η ενεργειακή στάθμη της στιβάδας. Δηλαδή,

$$E_K < E_L < E_M < \dots$$

Το ερώτημα που πολλές φορές τίθεται είναι ποιο ατομικό πρότυπο θα πρέπει να ακολουθήσουμε; Η απάντηση στο ερώτημα αυτό είναι ότι εξαρτάται... Εξαρτάται από τη χρήση που κάνουμε. Για παράδειγμα, στα πλαίσια της ύλης της Α΄ Λυκείου το μοντέλο του Bohr φτάνει. Εξάλλου η ατομική θεωρία του Dalton, παρά την απλότητά της, κατέχει κυρίαρχη θέση, καθώς αποτελεί τη βάση των διαφόρων χημικών υπολογισμών (προσδιορισμοί σχετικών ατομικών, μοριακών μαζών, στοιχειομετρικοί υπολογισμοί, κλπ.) που θίγονται στο κεφάλαιο 4. Στη θεωρία αυτή (ατομική θεωρία του Dalton) εστιάστηκαν οι χημικοί του 19ου αιώνα για να οικοδομήσουν τη χημική επιστήμη.



Τα βασικά σημεία της ατομικής θεωρίας του Dalton είναι:

- Οι καθαρές ουσίες (στοιχεία ή χημικές ενώσεις) αποτελούνται από μικροσκοπικά, αόρατα και αδιαίρετα σωματίδια, τα άτομα.
- Τα άτομα του ίδιου στοιχείου είναι όμοια. Άτομα διαφορετικών στοιχείων διαφέρουν ως προς το βάρος τους.
- Τα άτομα των στοιχείων συνδυάζονται μεταξύ τους με απλές αναλογίες (π.χ. 1:1, 1:2, 1:3), ώστε να σχηματίσουν χημικές ενώσεις (στοιχειομετρία χημικών ενώσεων).

Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες

Για τη διάταξη των ηλεκτρονίων σε στιβάδες (ηλεκτρονιακή δομή) ακολουθούμε τους εξής κανόνες:

1. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να πάρει κάθε μία από τις τέσσερις πρώτες στιβάδες δίνεται από τον τύπο $2n^2$, όπου n ο κύριος κβαντικός αριθμός, δηλαδή ο αριθμός της στιβάδας. Έτσι η K μπορεί να πάρει έως 2 ηλεκτρόνια, η L έως 8 ηλεκτρόνια, η M έως 18 ηλεκτρόνια και η N έως 32 ηλεκτρόνια.

2. Η τελευταία στιβάδα οποιουδήποτε ατόμου δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια. Εκτός αν είναι η K που συμπληρώνεται με 2 ηλεκτρόνια.

3. Η προτελευταία στιβάδα δεν μπορεί να περιέχει περισσότερα από 18 ηλεκτρόνια, αλλά ούτε και λιγότερα από 8. Εκτός αν είναι η K που έχει το πολύ 2.

Με βάση τους παραπάνω κανόνες, μπορούμε να βρούμε την κατανομή των ηλεκτρονίων στα 20 πρώτα στοιχεία. (ατομικός αριθμός 1-20), όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.1.

Παράδειγμα 2.1

Να κατανομηθούν τα 19 ηλεκτρόνια του ατόμου του καλίου (K) σε στιβάδες.

Λύση

Πρώτα συμπληρώνεται η στιβάδα K με 2 ηλεκτρόνια και στη συνέχεια η στιβάδα L με 8 ηλεκτρόνια. Απομένουν 9 ηλεκτρόνια. Η κατανομή όμως 2,8,9 δεν υπακούει στον κανόνα «η εξωτερική στιβάδα δε μπορεί να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια». Έτσι, η ηλεκτρονιακή δομή του καλίου γίνεται (2,8,8,1).

Εφαρμογή

Να βρεθεί και να ερμηνευθεί η ηλεκτρονιακή δομή του ${}_{17}\text{Cl}$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες, στα στοιχεία με ατομικό αριθμό $Z = 1-20$ (ο πίνακας στην επόμενη σελίδα)

Z	στοιχεία		K	L	M	N
1	H	υδρογόνο	1			
2	He	ήλιο	2			
3	Li	λίθιο	2	1		
4	Be	βηρύλλιο	2	2		
5	B	βόριο	2	3		
6	C	άνθρακας	2	4		
7	N	άζωτο	2	5		
8	O	οξυγόνο	2	6		
9	F	φθόριο	2	7		
10	Ne	νέο	2	8		
11	Na	νάτριο	2	8	1	
12	Mg	μαγνήσιο	2	8	2	
13	Al	αργίλιο	2	8	3	
14	Si	πυρίτιο	2	8	4	
15	P	φώσφορος	2	8	5	
16	S	θείο	2	8	6	
17	Cl	χλώριο	2	8	7	
18	Ar	αργό	2	8	8	
19	K	κάλιο	2	8	8	1
20	Ca	ασβέστιο	2	8	8	2



Li



Be



B



C



N



O



F



Ne



Na



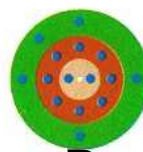
Mg



Al



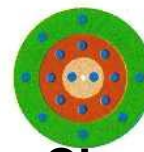
Si



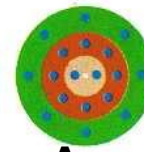
P



S

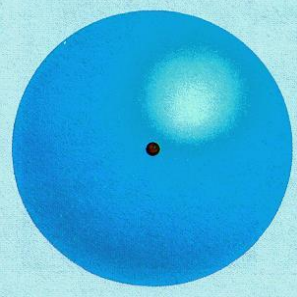


Cl

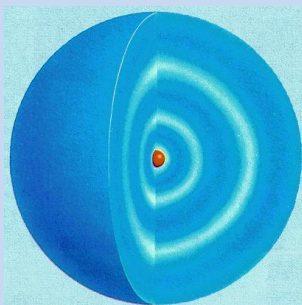


Ar

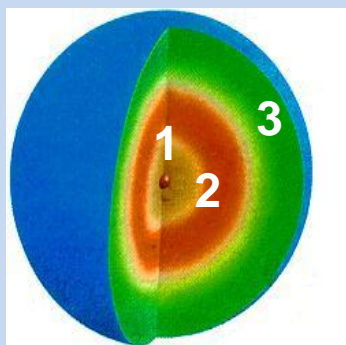
ΣΧΗΜΑ 2.2 Διαγραμματική απεικόνιση της κατανομής των ηλεκτρονίων σε στιβάδες (φλοιούς). Η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων, όπως φαίνεται στο σχήμα, εμφανίζει μια περιοδικότητα η οποία τελικά εκφράζεται στον περιοδικό πίνακα.



Το ατομικό πρότυπο του Rutherford : η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σε ένα πολύ μικρό χώρο, τον πυρήνα. Τα ηλεκτρόνια διευθετούνται γύρω από τον πυρήνα με ακαθόριστο τρόπο.



Το ατομικό πρότυπο του Bohr: Σ' αντίθεση με το ασταθές πρότυπο του Rutherford, τα ηλεκτρόνια κινούνται σε καθορισμένες (επιτρεπτές) τροχιές. Η ιδέα της επιτρεπτής τροχιάς και κατ' επέκταση της ηλεκτρονιακής στιβάδας (ή φλοιού) βασίζεται στις αντιλήψεις του Bohr.



Εικονική παρουσίαση των ηλεκτρονιακών στιβάδων ή φλοιών.

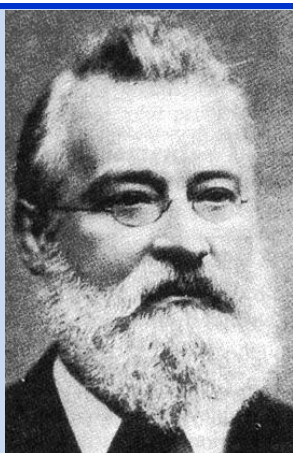
2.2 Κατάταξη των στοιχείων (Περιοδικός Πίνακας)

Χρησιμότητα του Περιοδικού Πίνακα

Περιοδικός Πίνακας των στοιχείων

Ο περιοδικός πίνακας είναι αναμφισβήτητα μία από τις σπουδαιότερες έννοιες της χημείας. Αποτελεί απόδειξη ότι τα χημικά στοιχεία δεν είναι ένα συνονθύλευμα ουσιών, αλλά αντίθετα τα στοιχεία εκδηλώνουν γενικές τάσεις και συγκροτούν οικογένειες με παραπλήσιες ιδιότητες. Η γνώση του περιοδικού πίνακα είναι απαραίτητη σ' εκείνον που θέλει να κατανοήσει τον κόσμο,

να δει τον τρόπο με τον οποίο έχει κατασκευαστεί από τους θεμελιώδεις δομικούς λίθους της χημείας, τα χημικά στοιχεία.



Ο Newlands αντιμετώπισε πολλές φορές το χλευασμό των συναδέλφων του «Πώς μπορούν τα θεμέλια της φύσης να συσχετίζονται με την αρμονία της φύσης; Διέκρινε ο Μότσαρτ χημικούς συνδυασμούς όταν συνέθετε; ή ο Χάυντ παρασκεύαζε ελιξίρια για να γαληνεύει τα αυτιά; Γιατί δεν προσπαθεί ο κύριος Newlands να ταξινομήσει τα στοιχεία, ας πούμε, με αλφαβητική σειρά;»

Ο σημερινός περιοδικός πίνακας είναι αποτέλεσμα πολλών προσπαθειών. Αξίζει να αναφερθούμε στην προσπάθεια του Άγγλου χημικού Newlands, ο οποίος το 1864 πρότεινε να ταξινομηθούν τα στοιχεία κατά οκτάβες. Η βάση για την ταξινόμησή του ήταν η παρατήρηση ότι, αν τα στοιχεία καταταχθούν κατά αυξανόμενη σχετική ατομική μάζα (ατομικό βάρος), κάθε όγδοο στοιχείο παρουσιάζει ανάλογες ιδιότητες με το πρώτο. Κάθε όγδοο στοιχείο δηλαδή παρουσιάζει μίαν αρμονία, κάνοντας έτσι έναν ατυχή παραλληλισμό με τη μουσική κλίμακα (αρμονικές σχέσεις παρουσιάζονται κάθε οκτώ βήματα). Τον ίδιο χρόνο, το 1864, ο Γερμανός Meyer έδειξε ότι υπάρχει μία περιοδική σχέση μεταξύ των ιδιοτήτων των στοιχείων π.χ. του ατομικού όγκου και της σχετικής ατομικής μάζας.

Πολύ πιο μακριά, στην Αγία Πετρούπολη, την ίδια εποχή ο Ρώσος χημικός Mendeleev επικέντρωσε την προσοχή του στο θέμα της συγκρότησης του περιοδικού πίνακα, αγνοώντας όσα είχε επιτύχει ο Meyer. Ο Mendeleev κατατάσσοντας τα στοιχεία κατ'

αυξανόμενη σχετική ατομική μάζα και έχοντας τη διορατικότητα να αφήνει κενές θέσεις (για τα στοιχεία που δεν είχαν ακόμα ανακαλυφθεί), και κάνοντας κάποιες διορθώσεις όσον αφορά στη σειρά ταξινόμησης (γνωστό ως μειονέκτημα των αναστροφών ή πρωθύστερων), έφτασε το 1869 σε μια ορθογώνια διάταξη, που μοιάζει με το σύγχρονο περιοδικό πίνακα. Έτσι δημιουργήθηκε από τον Mendeleev ο πρώτος πίνακας ταξινόμησης των 63 γνωστών για την εποχή εκείνη στοιχείων.



Ο Γερμανός χημικός **Lothar Meyer** (1830-1895) ανακάλυψε ότι, αν παραστήσει κανείς γραφικά τον ατομικό όγκο σε σχέση με τη σχετική ατομική μάζα, αναδύεται ένας ρυθμός. Έτσι, αποκάλυψε μία περιοδικότητα στις ιδιότητες των στοιχείων. Στην έννοια του σχετική ατομική μάζα θα αναφερθούμε στο 4ο κεφάλαιο.

Ο σύγχρονος περιοδικός πίνακας έχει απαλλαγεί από την «τυραννία» του ατομικού βάρους. Τα στοιχεία δεν κατατάσσονται πια σε σχέση με τη μάζα αλλά με βάση τον ατομικό αριθμό (Z). Ο ατομικός αριθμός εκφράζει και τον αριθμό των ηλεκτρονίων του ατόμου και συνεπώς καθορίζει την ηλεκτρονιακή δομή, η οποία με τη σειρά της διαμορφώνει (όπως θα δούμε στην ενότητα των «χημικών δεσμών») τη χημική συμπεριφορά του στοιχείου. Έτσι, η περιοδικότητα στην ηλεκτρονιακή δομή (βλέπε σχήμα 2.2) αντανακλάται στην περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων. Όμως δεν πρέπει να μας ξεφεύγει ότι ο σημερινός περιοδικός πίνακας είναι προϊόν των «μουσικών» οκτάβων του Newlands, των ρυθμών του Meyer και της διορατικότητας του Mendeleev.

Το 1913 ο Moseley έδωσε το σημερινό τρόπο ταξινόμησης των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα κατά σειρά αυξανόμενου ατομικού αριθμού (Z). Ο Moseley έγραψε: «Υπάρχει στο άτομο μία θεμελιώδης ποσότητα που αυξάνεται κανονικά από στοιχείο σε στοιχείο. Η ποσότητα αυτή είναι το θετικό ηλεκτρικό φορτίο. Ο αριθμός των θετικών φορτίων του πυρήνα είναι ίδιος με τον αύξοντα αριθμό που έχει το στοιχείο στον περιοδικό πίνακα.» Έτσι διαμορφώθηκε ο σύγχρονος περιοδικός νόμος:

➤ Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδικές συναρτήσεις του ατομικού αριθμού.



Ο Mendeleev (1834-1907) έμοιαζε λίγο με τον παράφρονα μοναχό Ρασπούτιν (συνήθιζε, λένε, να πηγαίνει μια ορισμένη μόνο μέρα του χρόνου για κούρεμα).

Λέγεται ότι σχεδιάζοντας τον περιοδικό πίνακα τον πήρε ο ύπνος. Το όνειρο που είδε εκείνη τη νύκτα τον οδήγησε στη μεγαλοφυή του σκέψη να αφήσει τις κενές θέσεις και να δημιουργήσει τον πασίγνωστο περιοδικό πίνακα.

Ο Mendeleev δεν επαναπαύθηκε στη δόξα που του προσπόρισε ο περιοδικός πίνακας, συνέχισε να μελετά με το ίδιο πείσμα, κυρίως τεχνολογικά θέματα για την ανάπτυξη της ρωσικής βιομηχανίας. Δε δίστασε όμως να παραιτηθεί από το πανεπιστήμιο της Πετρούπολης,

όπου επί πολλά χρόνια ήταν καθηγητής, όταν ο υπουργός παιδείας αρνήθηκε να δεχτεί τα δίκαια αιτήματα των φοιτητών του.

Οι ομάδες, οι περίοδοι και τα κοινά χαρακτηριστικά τους

Μία σύγχρονη μορφή περιοδικού πίνακα (βλέπε σελίδα 112/53) δομείται από οριζόντιες σειρές (περίοδοι) και κατακόρυφες στήλες (ομάδες).

- Κάθε οριζόντια σειρά καταλαμβάνεται από στοιχεία που τα άτομά τους έχουν «χρησιμοποιήσει» τον ίδιο αριθμό στιβάδων για την κατανομή των ηλεκτρονίων τους. Οι οριζόντιες αυτές σειρές του πίνακα ονομάζονται περίοδοι. Ο αριθμός μάλιστα της περιόδου στην οποία ανήκει το στοιχείο, δείχνει τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες έχουν κατανεμηθεί τα ηλεκτρόνια του.

Όπως φαίνεται στον περιοδικό πίνακα (σελίδα 112/53), συνολικά υπάρχουν επτά περίοδοι. Η πρώτη περίοδος περιλαμβάνει δύο μόνο στοιχεία, των οποίων τα άτομα έχουν ηλεκτρόνια μόνο στη στιβάδα K. Η δεύτερη και τρίτη περίοδος περιλαμβάνουν οκτώ στοιχεία η καθεμιά, τα άτομα των οποίων έχουν εξωτερική στιβάδα την L και M, αντίστοιχα. Η τέταρτη και πέμπτη περίοδος έχουν από δεκαοκτώ στοιχεία και τα άτομά τους έχουν εξωτερική στιβάδα την N και O, αντίστοιχα. Η έκτη περιλαμβάνει τριανταδύο στοιχεία με ηλεκτρόνια σθένους (ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας) στην P στιβάδα. Η έβδομη περίοδος περιλαμβάνει προς το παρόν εικοσιέξι στοιχεία, (με την ανακάλυψη νέων τεχνητών στοιχείων ο αριθμός αυτός συνεχώς αυξάνεται) με ηλεκτρόνια σθένους στην Q στιβάδα.

Κατά μήκος μιας περιόδου υπάρχει συνήθως βαθμιαία μεταβολή ιδιοτήτων π.χ. κάθε περίοδος (εξαιρείται η πρώτη) αρχίζει με ένα δραστικό μέταλλο (αλκάλιο) και τελειώνει με ένα αδρανές αέριο (ευγενές αέριο), έχοντας στην προτελευταία θέση ένα πολύ δραστικό αμέταλλο (αλογόνο). Δηλαδή, με αλλά λόγια κατά μήκος μιας περιόδου έχουμε ελάττωση του μεταλλικού χαρακτήρα και αύξηση του χαρακτήρα αμετάλλου. Γι' αυτό τα αμέταλλα βρίσκονται στο δεξιό άκρο του περιοδικού πίνακα και διαχωρίζονται από τα υπόλοιπα στοιχεία, που είναι τα μέταλλα, με τεθλασμένη γραμμή. Τα στοιχεία που βρίσκονται κοντά στη διαχωριστική αυτή γραμμή χαρακτηρίζονται μεταλλοειδή, καθ' όσον εμφανίζουν ιδιότητες τόσο μετάλλων όσο και αμετάλλων (βλέπε περιοδικό πίνακα)

*** Για Περιοδικό Πίνακα βλέπε αρχείο `periodikos_rinakas_A3`).**

- Οι λανθανίδες ονομάζονται και σπάνιες γαίες επειδή απαντούν στη φύση σε πολύ μικρές ποσότητες.
- Οι ακτινίδες είναι ραδιενεργά στοιχεία.

Οι λανθανίδες και ακτινίδες, που ανήκουν στην έκτη και έβδομη περίοδο αντίστοιχα, θα έπρεπε κανονικά να τοποθετηθούν στην ίδια θέση του περιοδικού πίνακα (εκεί που είναι το λανθάνιο (La) και ακτίνιο (Ac) αντίστοιχα). Όμως, για να αποφύγουμε το «συνωστισμό» τοποθετούνται έξω από το κυρίως «σώμα» του περιοδικού πίνακα, σε δύο σειρές στο κάτω μέρος του πίνακα.

- Οι κατακόρυφες στήλες του περιοδικού πίνακα αποτελούν τις ομάδες και καταλαμβάνονται από στοιχεία με ανάλογες ιδιότητες.

Οι ομάδες χαρακτηρίζονται με τους λατινικούς αριθμούς I έως VIII. Διακρίνονται στις κύριες με το χαρακτηρισμό A και στις δευτερεύουσες με το χαρακτηρισμό B.

➤ Στοιχεία που ανήκουν στην ίδια κύρια ομάδα έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα, ο οποίος ταυτίζεται με τον αύξοντα αριθμό της ομάδας.

Γι' αυτό το λόγο εμφανίζουν έντονες ομοιότητες. Έτσι αν γνωρίζουμε τις ιδιότητες ενός μέλους της ομάδας, μπορούμε να προβλέψουμε τις ιδιότητες των υπολοίπων μελών της ομάδας.

Σύμφωνα με πρόταση της IUPAC (1985) η αρίθμηση των ομάδων γίνεται με ρωμαϊκούς αριθμούς από 1 έως 18 (βλέπε περιοδικό πίνακα). Τα μέταλλα της IA ομάδας ονομάζονται αλκάλια, της IIA ομάδας αλκαλικές γαίες και της IIIA γαίες. Τα στοιχεία που ανήκουν σε δευτερεύουσες ομάδες ονομάζονται μεταβατικά στοιχεία ή στοιχεία μετάπτωσης. Τα στοιχεία της VIIA ομάδας ονομάζονται αλογόνα και της VIIIA ευγενή αέρια.

• **IUPAC:**

(International Union Pure and Applied Chemistry)
Διεθνής Ένωση Θεωρητικής και Εφαρμοσμένης Χημείας.



Li



Na



K

Στην ομάδα των αλκαλίων (IA) περιλαμβάνονται από αριστερά προς τα δεξιά τα δραστικά μέταλλα: Li, Na, K.

Η δραστικότητα των μετάλλων αυξάνει με την ίδια σειρά.

Γι' αυτό το K φυλάσσεται σε πετρέλαιο, ώστε να αποφύγουμε την αυτοανάφλεξη του κατά την αντίδρασή του με την υγρασία του αέρα. Επίσης είναι μαλακά μέταλλα, όπως βλέπετε το Na κόβεται με το μαχαίρι. Ως μέταλλα που είναι, χαρακτηρίζονται (μεταλλικός χαρακτήρας) :

- με μεταλλική λάμψη
- είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας και του ηλεκτρισμού
- είναι ελατά και όλκιμα

Παρακάτω βλέπουμε τα είκοσι πρώτα στοιχεία του περιοδικού πίνακα, που αποτελούν τη βάση στην επίλυση των ασκήσεων που ακολουθούν:

IA							VIIIA
₁ H	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	₂ He
₃ Li	₄ Be	₅ B	₆ C	₇ N	₈ O	₉ F	₁₀ Ne
₁₁ Na	₁₂ Mg	₁₃ Al	₁₄ Si	₁₅ P	₁₆ S	₁₇ Cl	₁₈ Ar
₁₉ K	₂₀ Ca						

Παράδειγμα 2.2

Σε ποια περίοδο και ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκει στοιχείο X με ατομικό αριθμό $Z = 9$; Να μη γίνει χρήση του περιοδικού πίνακα.

Απάντηση

Κάνουμε πρώτα την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για το ₉X. $X(2,7)$ Το άτομο του X έχει ηλεκτρόνια στις δύο πρώτες στιβάδες. Το X ανήκει λοιπόν στη δεύτερη περίοδο του περιοδικού πίνακα. Επίσης το

άτομο του X έχει στην εξωτερική του στιβάδα επτά ηλεκτρόνια. Άρα το X βρίσκεται στην έβδομη ομάδα (VIIA), δηλαδή την ομάδα των αλογόνων.

Εφαρμογή

Να βρεθεί χωρίς να γίνει χρήση του περιοδικού πίνακα, σε ποια περίοδο και σε ποια ομάδα ανήκει το στοιχείο Ψ με ατομικό αριθμό $Z = 18$.

Παράδειγμα 2.3

Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του στοιχείου που βρίσκεται στην 3η περίοδο του περιοδικού πίνακα και στην VA ομάδα; Να μη γίνει χρήση του περιοδικού πίνακα.

Απάντηση

Εφόσον βρίσκεται στην 3η περίοδο του πίνακα, έχει ηλεκτρόνια μόνο στις τρεις πρώτες στιβάδες. Εφόσον βρίσκεται στην VA ομάδα, έχει πέντε ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, που είναι η τρίτη. Είναι φανερό ότι το στοιχείο αυτό έχει δύο ηλεκτρόνια στη στιβάδα K, οκτώ ηλεκτρόνια στη στιβάδα L, και πέντε ηλεκτρόνια στη στιβάδα M. Έχει δηλαδή ηλεκτρονιακή δομή (2,8,5). Επομένως ο ατομικός αριθμός του στοιχείου αυτού είναι $Z = 15$.

Εφαρμογή

Χωρίς να γίνει χρήση του πίνακα, να βρεθεί ο ατομικός αριθμός του στοιχείου που βρίσκεται στην 3^η περίοδο και την VIIA ομάδα του περιοδικού πίνακα.

Η χρησιμότητα του περιοδικού πίνακα

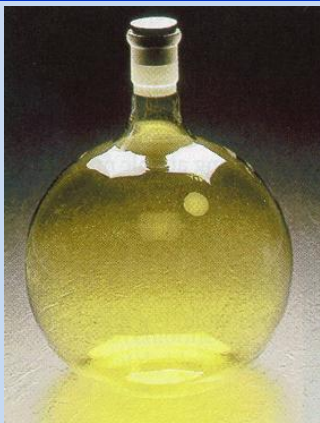
Η ανακάλυψη του περιοδικού νόμου, δηλαδή ότι οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού, καθώς και η δημιουργία του σύγχρονου περιοδικού πίνακα, αποτέλεσαν σταθμό

στην εξέλιξη της χημικής επιστήμης. Η χρησιμότητα του περιοδικού πίνακα είναι αναμφισβήτητη, για τους εξής λόγους:

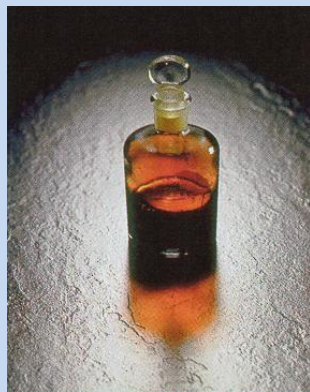
1. Για την ανακάλυψη νέων στοιχείων. Είναι γνωστό ότι ο περιοδικός πίνακας Mendeleev αποτέλεσε τη βάση για την ανακάλυψη πολλών νέων στοιχείων. Η αναζήτηση αυτών υπαγορεύτηκε από τις κενές θέσεις. Να σημειώσουμε ότι ο Mendeleev προσδιόρισε τις ακριβείς ιδιότητες πολλών στοιχείων που δεν είχαν ανακαλυφθεί στην εποχή του. Γνωρίζοντας απλά και μόνο τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα προέβλεψε την ύπαρξή τους. Ακόμα και σήμερα ο περιοδικός πίνακας αποτελεί χρήσιμο βοήθημα για την ανακάλυψη νέων τεχνητών στοιχείων.

2. Γιατί διευκολύνει τη μελέτη των ιδιοτήτων (φυσικών και χημικών) και των μεθόδων παρασκευής των στοιχείων, καθώς αυτά εξετάζονται κατά ομάδες αντί το καθένα χωριστά. Έτσι, μπορούμε να μιλάμε για τις γενικές ιδιότητες αλογόνων και όχι μόνο για το Cl, που είναι ένα αλογόνο. Ακόμα, μπορούμε να αναφερόμαστε στις γενικές μεθόδους παρασκευής των αλκαλίων και όχι ειδικά στις παρασκευές του Na.

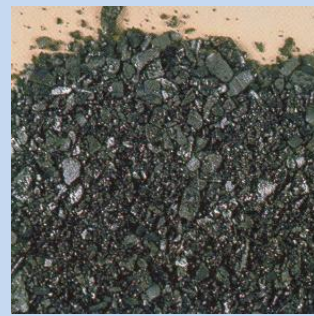
3. Γιατί δίνει τη δυνατότητα πρόβλεψης της συμπεριφοράς ενός στοιχείου, για το είδος του δεσμού που μπορεί να δημιουργήσει, καθώς και για τη συμπεριφορά των ενώσεών του, με βάση τη συμπεριφορά των γειτονικών του στοιχείων. Π.χ. τα αλκάλια και οι αλκαλικές γαίες έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά.



Cl_2



Br_2



I_2

Στην ομάδα των αλογόνων (VIIA) το Cl_2 είναι αέριο κιτρινοπράσινο, το Br_2 υγρό καστανοκόκκινο και το I_2 στερεό καστανόμαυρο. Χαρακτηρίζονται από την έντονη διαβρωτική τους δράση.

Ως αμέταλλα που είναι:

- δεν έχουν μεταλλική λάμψη
- δεν είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας και του ηλεκτρισμού
- δεν είναι ελατά ή όλκιμα.

• Τα μεταλλοειδή έχουν ενδιάμεσες ιδιότητες μεταξύ μετάλλων και αμετάλλων, (π.χ. το Si έχει εξωτερική εμφάνιση μετάλλου και συμπεριφορά αμετάλλου). Αυτό τα καθιστά υλικά μοντέρνας τεχνολογίας π.χ. για την κατασκευή transistors, chips κλπ.

* Για Περιοδικό Πίνακα βλέπε αρχείο [periodikos_rinakas_A3](#).

2.3 Γενικά για το χημικό δεσμό - Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου. Είδη χημικών δεσμών (ιοντικός - ομοιοπολικός)

Τι είναι ο χημικός δεσμός; Πότε και γιατί δημιουργείται;

Το μεγαλύτερο μέρος, αν όχι ολόκληρο, του πλούτου του κόσμου που μας περιβάλλει πηγάζει από τις ενώσεις που σχηματίζονται με τη συνένωση των στοιχείων του περιοδικού πίνακα. Από τα εκατό περίπου στοιχεία προκύπτουν εκατομμύρια διαφορετικοί συνδυασμοί (χημικές ενώσεις), όπως από τους λίγους φθόγγους μιας γλώσσας παράγονται άπειρες λέξεις. Οι διασυνδέσεις αυτές των ατόμων προς σχηματισμό ενώσεων γίνονται μέσω των χημικών δεσμών. Ο χημικός δεσμός δηλαδή, με απλά λόγια, είναι η «κόλλα» που δένει τα άτομα (ή άλλες δομικές μονάδες της ύλης, π.χ. ιόντα) προς σχηματισμό ενώσεων ή ακόμα άλλων ομάδων ατόμων, όπως είναι τα πολυατομικά στοιχεία π.χ. S₈.

- Περίπου 600 000 χιλιάδες ενώσεις παρασκευάζονται κάθε χρόνο.

- Χημικός δεσμός είναι η δύναμη που συγκρατεί τα άτομα (ή άλλες δομικές μονάδες της ύλης, π.χ. ιόντα) ενωμένα μεταξύ τους.

➤ Χημικός δεσμός δημιουργείται, όταν οι δομικές μονάδες της ύλης (άτομα, μόρια ή ιόντα) πλησιάσουν αρκετά, ώστε οι ελκτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ τους (π.χ. μεταξύ του πυρήνα του ενός ατόμου και των ηλεκτρονίων του άλλου) να υπερβούν

τις απωστικές δυνάμεις που αναπτύσσονται (π.χ. μεταξύ των πυρήνων ή μεταξύ των ηλεκτρονίων τους). Οι διασυνδέσεις αυτές των ατόμων γίνονται μέσω των ηλεκτρονίων σθένους, δηλαδή των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Μην ξεχνάτε ότι η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων εμφανίζει μία περιοδικότητα, η οποία εκφράζεται στη διάταξη των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα. Η δομή αυτή αντανακλάται στο είδος και την ισχύ των δεσμών που αναπτύσσονται μεταξύ των στοιχείων. Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί ότι η δημιουργία του χημικού δεσμού οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενέργεια, το κάνει δηλαδή σταθερότερο.

• Ηλεκτρόνια σθένους, τα «δυνατά» ηλεκτρόνια. Αυτά που έχουν το σθένος να κάνουν χημικούς δεσμούς.

Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά των ατόμων

Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων καθορίζεται κατά κύριο λόγο από δύο παραμέτρους. Αυτές είναι:

1. τα ηλεκτρόνια σθένους
2. το μέγεθος του ατόμου (ατομική ακτίνα)

Τα θεμελιώδη αυτά χαρακτηριστικά του ατόμου θα εξεταστούν χωριστά και θα συσχετιστούν με τη χημική συμπεριφορά και κατ' επέκταση με το είδος του χημικού δεσμού που προκαλούν.

Ηλεκτρόνια σθένους

Είναι γνωστό ότι η ηλεκτρονιακή δομή και κυρίως τα εξωτερικά ηλεκτρόνια (ηλεκτρόνια σθένους) ευθύνονται για τη χημική συμπεριφορά του ατόμου. Στοιχεία που έχουν συμπληρωμένη την εξωτερική στιβάδα του ατόμου τους με οκτώ ηλεκτρόνια (εκτός από τη στιβάδα K που συμπληρώνεται με δύο), δεν έχουν την τάση να σχηματίζουν χημικές ενώσεις. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ευγενή αέρια. Τα άτομα αυτών των στοιχείων βρίσκονται σε μία πολύ σταθερή ενεργειακή κατάσταση και η σταθερότητα αυτή αποδίδεται στην πληρότητα της εξωτερικής τους στιβάδας.

- Από τα μέσα της δεκαετίας του 60 παρασκευάστηκαν στο εργαστήριο, κάτω από ειδικές συνθήκες, ορισμένες ενώσεις ευγενών αερίων, όπως π.χ. XeF_2 , XeO_4 .

Άτομα άλλων στοιχείων που δε βρίσκονται στην ίδια μοίρα, που δεν έχουν δηλαδή στην εξωτερική τους στιβάδα οκτάδα ηλεκτρονίων (ή δυάδα αν πρόκειται για τη στιβάδα K), τείνουν να αποκτήσουν αυτή τη δομή, δηλαδή να «μοιάσουν» με τα ευγενή αέρια. Έτσι συνδέονται χημικά μεταξύ τους, αποβάλλοντας ή προσλαμβάνοντας ή συνεισφέροντας ηλεκτρόνια, ώστε να αποκτήσουν τη σταθερή ηλεκτρονική δομή των ευγενών αερίων (κανόνας των οκτώ).

- **Κανόνας των οκτώ** : τα άτομα έχουν την τάση να συμπληρώσουν τη στιβάδα σθένους τους με οκτώ ηλεκτρόνια (εκτός αν είναι η στιβάδα K που συμπληρώνεται με δύο), ώστε να αποκτήσουν τη δομή ευγενούς αερίου.

Παρακάτω δίνεται πίνακας με τα ηλεκτρόνια σθένους χαρακτηριστικών στοιχείων. Να σημειωθεί ότι τα ηλεκτρόνια μέχρι 4 είναι μονήρη (μοναχικά), ενώ από 5 και πάνω αρχίζουν τα ζευγάρια. Με βάση αυτό τον πίνακα μπορούμε να προσδιορίζουμε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των ενώσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2 Ηλεκτρόνια σθένους στοιχείων που ανήκουν σε κύριες ομάδες του περιοδικού πίνακα

IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	Ευγενή αέρια
H·							H:
Li·	·Be·	·B· ·	·C· ·	·N· ·	·O· ·	·F· ·	·Ne: ·
Na·	·Mg·	·Al· ·	·Si· ·	·P· ·	·S· ·	·Cl· ·	·Ar: ·
K·	·Ca·				·Se· ·	·Br· ·	·Kr: ·
Rb·	·Sr·				·Te· ·	·I· ·	·Xe: ·
Cs·	·Ba·						

Ένα στοιχείο της ομάδας IA των αλκαλίων, προφανώς έχει ένα μόνο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα, το οποίο επιδιώκει να αποβάλλει, ώστε να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου. Κατ' αυτό τον τρόπο φορτίζεται θετικά (ηλεκτροθετικό στοιχείο). Με ανάλογο σκεπτικό, ένα στοιχείο της VIIA ομάδας του περιοδικού πίνακα, που έχει στην εξωτερική του στιβάδα επτά ηλεκτρόνια, τείνει να προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο, ώστε να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου, οπότε και φορτίζεται αρνητικά

(ηλεκτραρνητικό στοιχείο). Έτσι μπορούμε να συμπεράνουμε ότι στοιχεία που έχουν «λίγα» ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα έχουν την τάση να δίνουν ηλεκτρόνια, και αυτό συμβαίνει συνήθως με τα στοιχεία των IA, IIA, και IIIA ομάδων του περιοδικού πίνακα. Αντίθετα, στοιχεία που έχουν «πολλά» ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα έχουν τάση να παίρνουν ηλεκτρόνια, και αυτό συμβαίνει συνήθως με τα στοιχεία των VA, VIA και VIIA ομάδων του περιοδικού πίνακα.

Ατομική ακτίνα (το μέγεθος του ατόμου)

Το μέγεθος ενός ατόμου καθορίζει τη δύναμη με την οποία τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας συγκρατούνται από τον πυρήνα, αφού μεταξύ του θετικά φορτισμένου πυρήνα και των αρνητικά φορτισμένων ηλεκτρονίων ασκούνται δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης (Coulomb). Συνεπώς, όσο πιο μικρό είναι ένα άτομο, τόσο πιο δύσκολα χάνει ηλεκτρόνια ή τόσο πιο εύκολα παίρνει ηλεκτρόνια (μεγάλη έλξη από τον πυρήνα). Αντίθετα, όσο πιο μεγάλο είναι ένα άτομο, τόσο πιο εύκολα χάνει ηλεκτρόνια ή τόσο πιο δύσκολα παίρνει ηλεκτρόνια. (μικρή έλξη από τον πυρήνα). Το μέγεθος ενός ατόμου είναι μία από τις πιο ομαλά μεταβαλλόμενες ιδιότητες στον περιοδικό πίνακα.

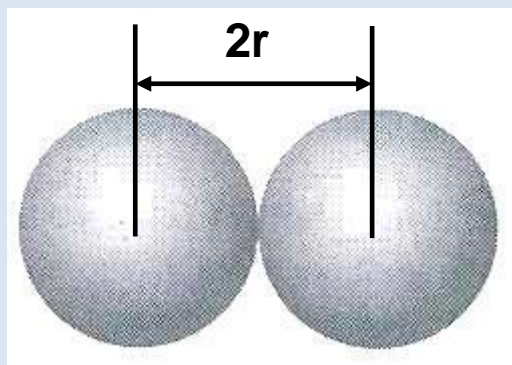
➤ Κατά μήκος μιας περιόδου η ατομική ακτίνα ελαττώνεται από τα αριστερά προς τα δεξιά.

Αυτό συμβαίνει, γιατί όσο πηγαίνουμε προς τα δεξιά αυξάνει ο ατομικός αριθμός, κατά συνέπεια αυξάνει το θετικό φορτίο του πυρήνα, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ακτίνα, λόγω μεγαλύτερης έλξης των ηλεκτρονίων από τον πυρήνα. Επίσης,

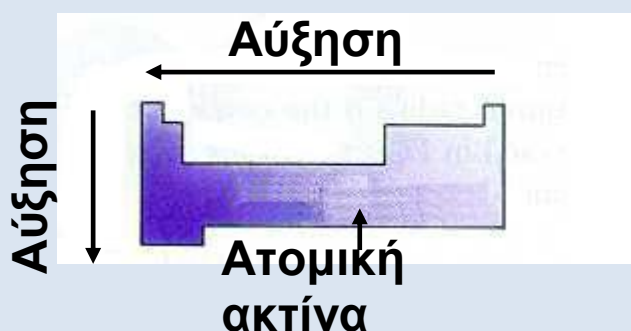
➤ Σε μία ομάδα η ατομική ακτίνα αυξάνεται από πάνω προς τα κάτω.

Όσο πηγαίνουμε προς τα κάτω προστίθενται στιβάδες στο άτομο, οπότε μεγαλώνει η απόσταση ηλεκτρονίων σθένους από τον πυρήνα, η έλξη μειώνεται, συνεπώς η ατομική ακτίνα αυξάνεται.

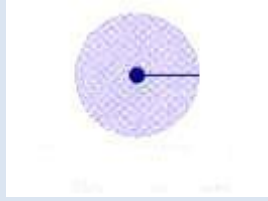
Μετά απ' αυτά φαίνεται ότι το καίσιο (Cs) χάνει πιο εύκολα ένα ηλεκτρόνιο απ' ότι το νάτριο (Na). Ομοίως, το χλώριο (Cl) παίρνει πιο εύκολα ένα ηλεκτρόνιο απ' ότι το ιώδιο (I).



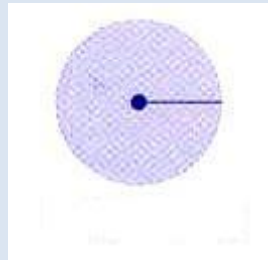
Η ατομική ακτίνα ορίζεται ως το μισό της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο γειτονικών ατόμων στοιχείου, που βρίσκονται σε στερεή κρυσταλλική κατάσταση.



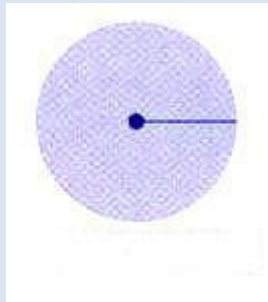
Η ατομική ακτίνα των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά και από πάνω προς τα κάτω.



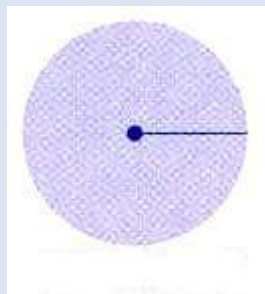
F (72 pm)



Cl (99 pm)



Br (114 pm)



I (133 pm)

Οι ατομικές ακτίνες των αλογόνων.

Είδη χημικών δεσμών

Υπάρχουν δύο βασικά είδη χημικών δεσμών, ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός και ο 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) κλπ.

Ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός

➤ Ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός, όπως υποδηλώνει το όνομά του, αναπτύσσεται μεταξύ ετεροατόμων, συνήθως μεταξύ ενός μετάλλου (στοιχείου δηλαδή που έχει την τάση να αποβάλλει ηλεκτρόνια) και ενός αμετάλλου (στοιχείου δηλαδή που έχει την τάση να προσλαμβάνει ηλεκτρόνια). Ο δεσμός αυτός απορρέει από την έλξη αντίθετα φορτισμένων ιόντων, κατιόντων (που είναι θετικά φορτισμένα) και ανιόντων (που είναι αρνητικά φορτισμένα). Τα ιόντα αυτά σχηματίζονται με μεταφορά ηλεκτρονίων, π.χ. από το μέταλλο στο αμέταλλο.

Με άλλα λόγια, κατά το σχηματισμό ιοντικού δεσμού μεταξύ δύο ατόμων, το ένα άτομο αποβάλλει 1 έως 3 ηλεκτρόνια, παίρνοντας έτσι τη μορφή κατιόντος (θετικό ιόν). Αντίθετα, το άλλο άτομο προσλαμβάνει 1 έως 3 ηλεκτρόνια, παίρνοντας έτσι τη μορφή ανιόντος (αρνητικό ιόν). Τα ιόντα που σχηματίζονται έλκονται μεταξύ τους με ηλεκτροστατικές δυνάμεις Coulomb και διατάσσονται στο χώρο σε κανονικά γεωμετρικά σχήματα, τους ιοντικούς κρυστάλλους.

• Όσο μεγαλώνει η ατομική ακτίνα και μικραίνει ο αριθμός ηλεκτρονίων σθένους, τόσο αυξάνεται η ευκολία του ατόμου για αποβολή ηλεκτρονίων. Δηλαδή,

αυξάνεται ο ηλεκτροθετικός (μεταλλικός) χαρακτήρας του στοιχείου.

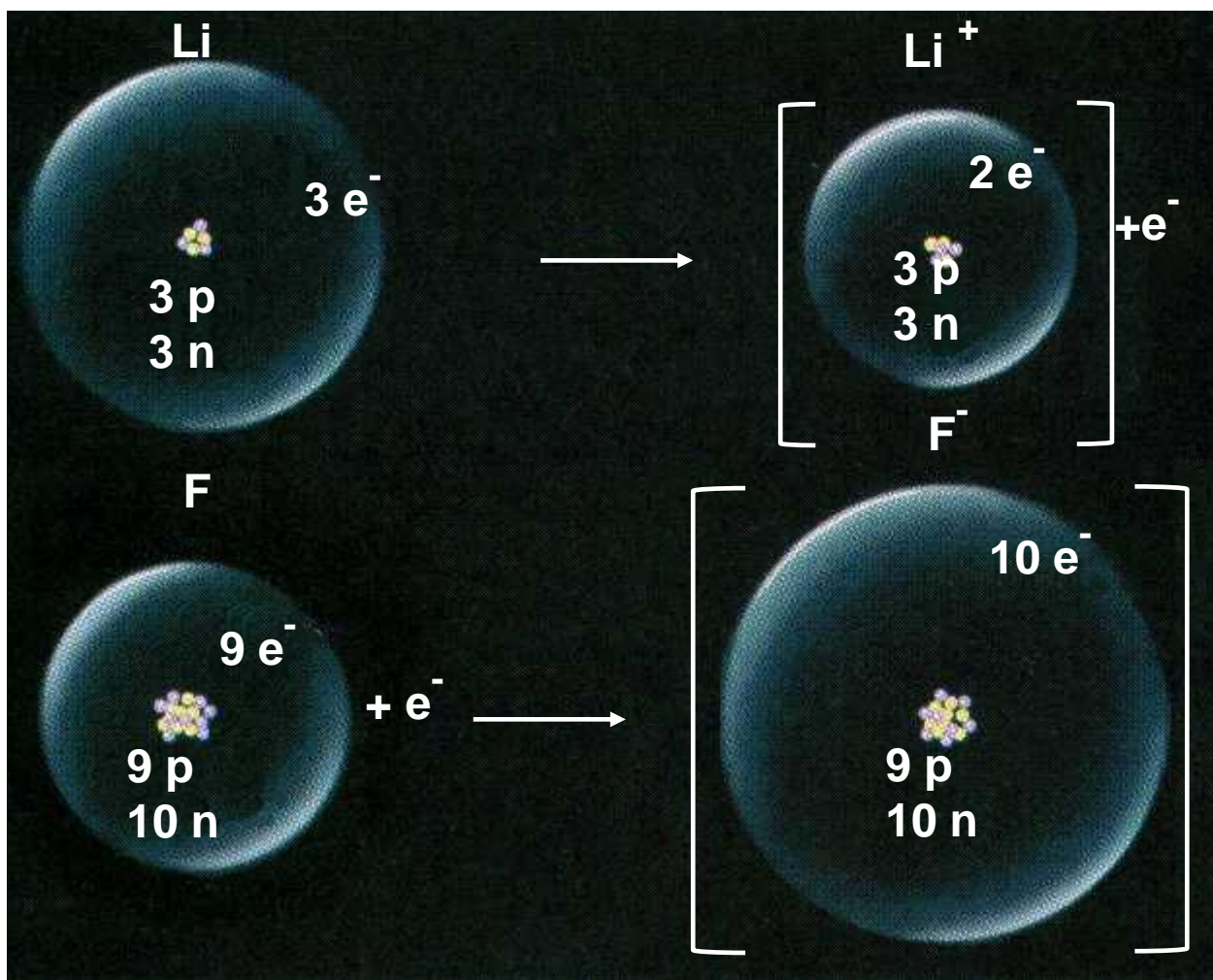
- Αντίθετα, όσο ελαττώνεται η ατομική ακτίνα και αυξάνεται ο αριθμός ηλεκτρονίων σθένους, τόσο μεγαλώνει η ευκολία πρόσληψης ηλεκτρονίων από ένα άτομο. Δηλαδή, αυξάνεται ο ηλεκτραρνητικός (μη μεταλλικός) χαρακτήρας του στοιχείου.

Ας δούμε όμως, πώς σχηματίζεται η ιοντική ένωση LiF από το μέταλλο λίθιο (${}_3\text{Li}$) και το αμέταλλο φθόριο (${}_9\text{F}$). Η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων είναι: ${}_3\text{Li}$ (2,1) και ${}_9\text{F}$ (2,7)

Όταν τα δύο άτομα πλησιάσουν κοντά το ένα στο άλλο, μεταφέρεται ένα ηλεκτρόνιο από το άτομο του Li στο άτομο του F και κατ' αυτό τον τρόπο αποκτούν δομή ευγενούς αερίου, μεταπίπτοντας σε αντίθετα φορτισμένα ιόντα, δηλαδή έχουμε: Li^+ (2) και F^- (2,8), όπως φαίνεται σχηματικά παρακάτω:

- Ετεροπολικός δεσμός είναι οι δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης που συγκρατούν τα κατιόντα και ανιόντα στις ιοντικές ενώσεις

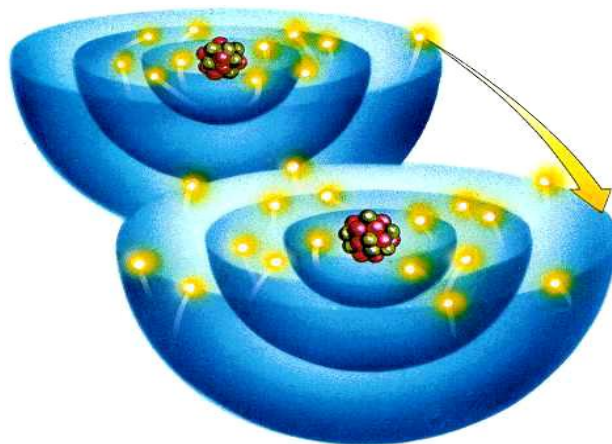
ΣΧΗΜΑ 2.3 Διαγραμματική απεικόνιση σχηματισμού της ιοντικής ένωσης LiF από Li και F.
(στην επόμενη σελίδα)



Παρατηρήστε στο παραπάνω σχήμα ότι η αποβολή ενός ηλεκτρονίου από ένα άτομο Li οδηγεί σε μείωση της ατομικής του ακτίνας. Γι' αυτό και τα κατιόντα έχουν πάντοτε μικρότερο μέγεθος από τα αντίστοιχα ουδέτερα άτομα. Αντίθετα, η πρόσληψη ηλεκτρονίου από ένα ουδέτερο άτομο οδηγεί σε αύξηση της ατομικής του ακτίνας, γι' αυτό και τα ανιόντα έχουν πάντοτε μεγαλύτερο μέγεθος από τα αντίστοιχα ουδέτερα άτομα.

Με ανάλογο τρόπο σχηματίζεται η ιοντική ένωση NaCl, από το νάτριο (${}_{11}\text{Na}$) και χλώριο (${}_{17}\text{Cl}$). Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του νατρίου είναι: ${}_{11}\text{Na}$ (2,8,1). Με αποβολή του ηλεκτρονίου σθένους, το άτομο του Na αποκτά τη δομή (2,8), δηλαδή τη δομή ευγενούς αερίου (του νέου). Έτσι προκύπτει το κατιόν του νατρίου: $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + e^-$.

Η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του χλωρίου είναι: $_{17}\text{Cl}$ (2,8,7). Με πρόσληψη του ενός ηλεκτρονίου που απέβαλε το Na, το άτομο του Cl αποκτά δομή (2,8,8), δηλαδή δομή ευγενούς αερίου (του αργού). Έτσι προκύπτει το ανιόν του χλωρίου: $\text{Cl} + e^- \rightarrow \text{Cl}^-$.



ΣΧΗΜΑ 2.4 Εικονική παρουσίαση του σχηματισμού της ιοντικής ένωσης NaCl από Na και Cl με μεταφορά ηλεκτρονίων.

- Δεν είναι απαραίτητο να συμπίπτει ο αριθμός των ηλεκτρονίων που αποβάλλει το ένα άτομο με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που προσλαμβάνει το άλλο άτομο.

- Κανόνας των οκτώ: τα άτομα έχουν την τάση να συμπληρώσουν τη στιβάδα σθένους των με οκτώ ηλεκτρόνια (εκτός αν είναι η στιβάδα K που συμπληρώνεται με δύο), ώστε να αποκτήσουν τη δομή ευγενούς αερίου.

Τέλος, τα ιόντα που σχηματίζονται συγκρατούνται με ισχυρές ηλεκτροστατικές δυνάμεις σε ορισμένες θέσεις στον κρύσταλλο του NaCl. Στον κρύσταλλο αυτό οι δυνάμεις Coulomb ασκούνται προς όλες τις διευθύνσεις. Έτσι, τα ιόντα συσσωρεύονται, ώστε το κάθε

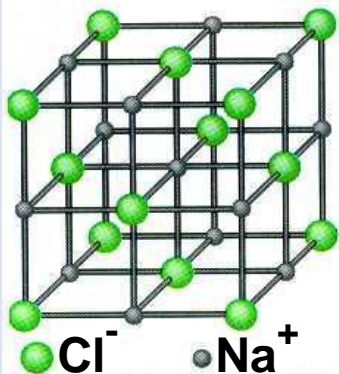
κατιόν να περιβάλλεται από έξι ανιόντα και κάθε ανιόν να περιβάλλεται από έξι κατιόντα. Αυτή η «συσσωρευμένη» κατάσταση εξασφαλίζει την ελάχιστη ενέργεια στο σύστημα, δηλαδή τη μέγιστη σταθερότητα.

Επομένως, στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχει η έννοια του μορίου. Ο δε χημικός τύπος, πχ. NaCl , δείχνει την απλούστερη ακέραια αναλογία κατιόντων και ανιόντων στον κρύσταλλο.

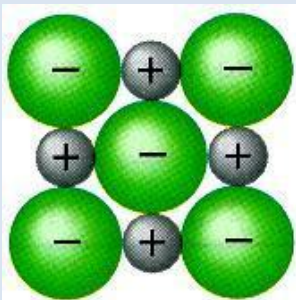
- Επειδή στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχει η έννοια του μορίου, γι' αυτό ορισμένες φορές χρησιμοποιείται ο όρος τυπική μάζα αντί της σχετικής μοριακής μάζας ή τυπικό βάρος αντί του μοριακού βάρους.



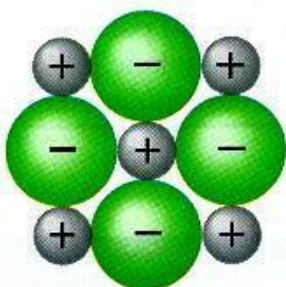
ΣΧΗΜΑ 2.5 Εικονική παρουσίαση του σχηματισμού στερεού χλωριούχου νατρίου (κοινό επιτραπέζιο αλάτι) από στερεό νάτριο και αέριο χλώριο.



Απεικόνιση του κρυσταλλικού πλέγματος NaCl (αναπτυγμένη μορφή).



Κάθετος διατομή του κρυστάλλου
(πρώτο στρώμα).

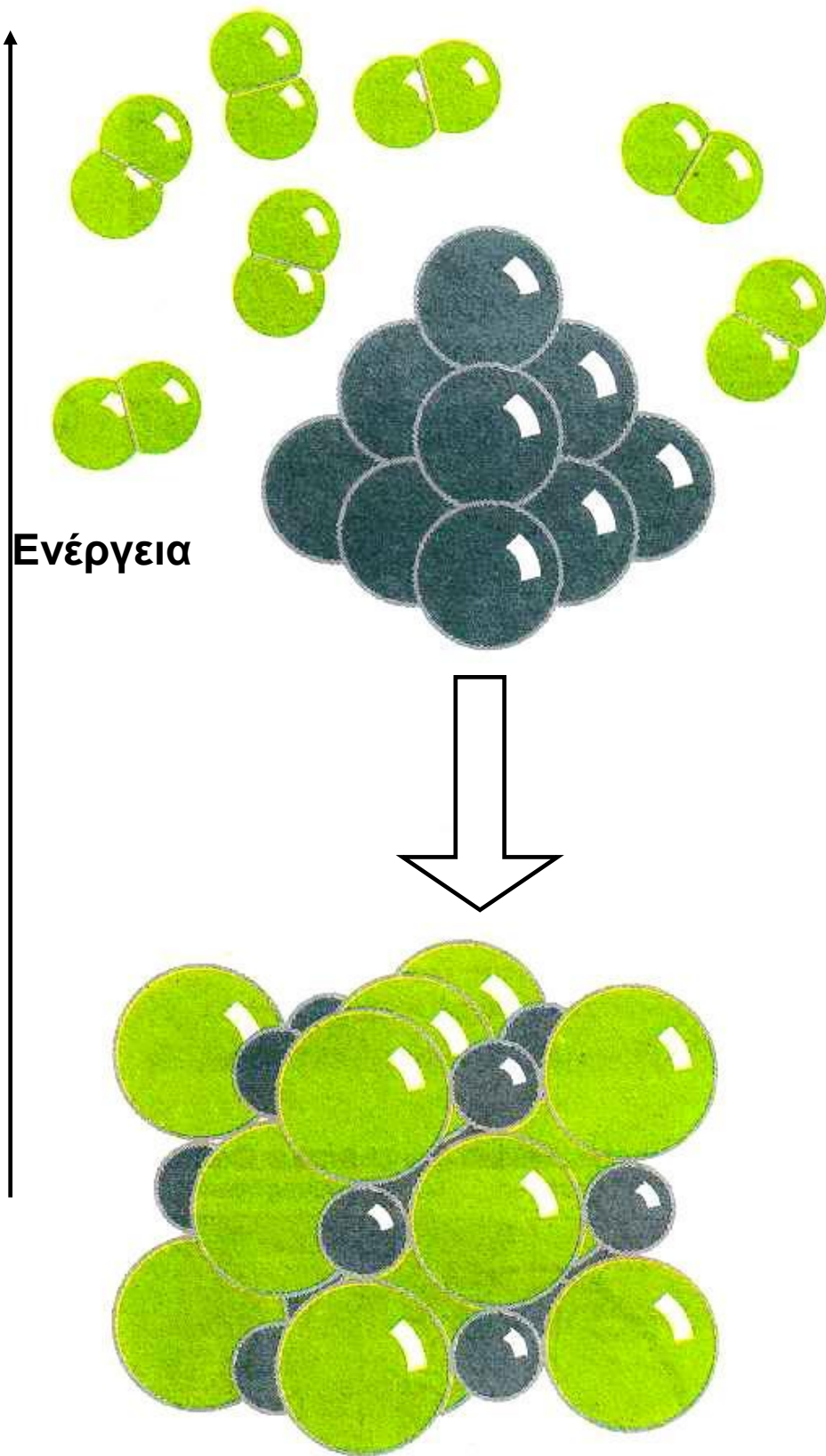


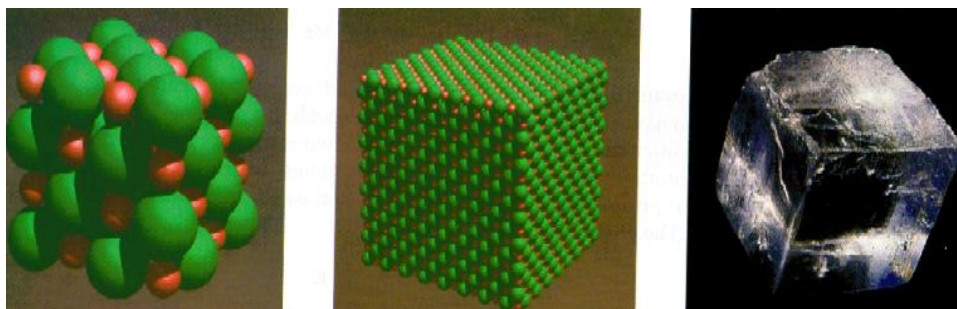
Κάθετος διατομή του κρυστάλλου
(δεύτερο στρώμα).

ΣΧΗΜΑ 2.6 Σχηματισμός κρυστάλλου NaCl από Na(s) και Cl₂(g). Παρατηρήστε ότι τα ιόντα Na⁺, που προκύπτουν με αποβολή ηλεκτρονίων, έχουν μικρότερο μέγεθος από τα άτομα Na (αργυρόχρωμες σφαίρες), ενώ τα ανιόντα Cl⁻ που προκύπτουν με πρόσληψη ηλεκτρονίων έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από τα άτομα Cl (κιτρινοπράσινες σφαίρες). Επίσης μη ξεχνάτε ότι ο ιοντικός δεσμός οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενέργεια, όπως παραστατικά παρουσιάζεται στο σχήμα.

(στην επόμενη σελίδα)





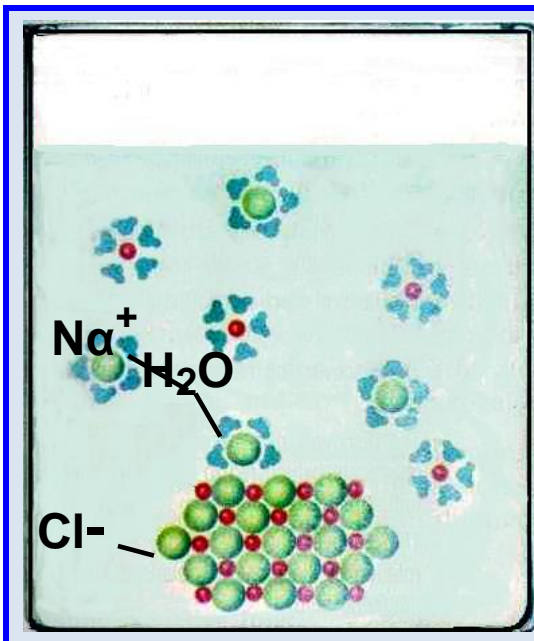


ΣΧΗΜΑ 2.7 Απεικόνιση του κρυστάλλου NaCl (συμπαγή μορφή). Το τελευταίο σχήμα δίνει τη φωτογραφική εικόνα του NaCl, όπως εμφανίζεται στον μακρόκοσμο.

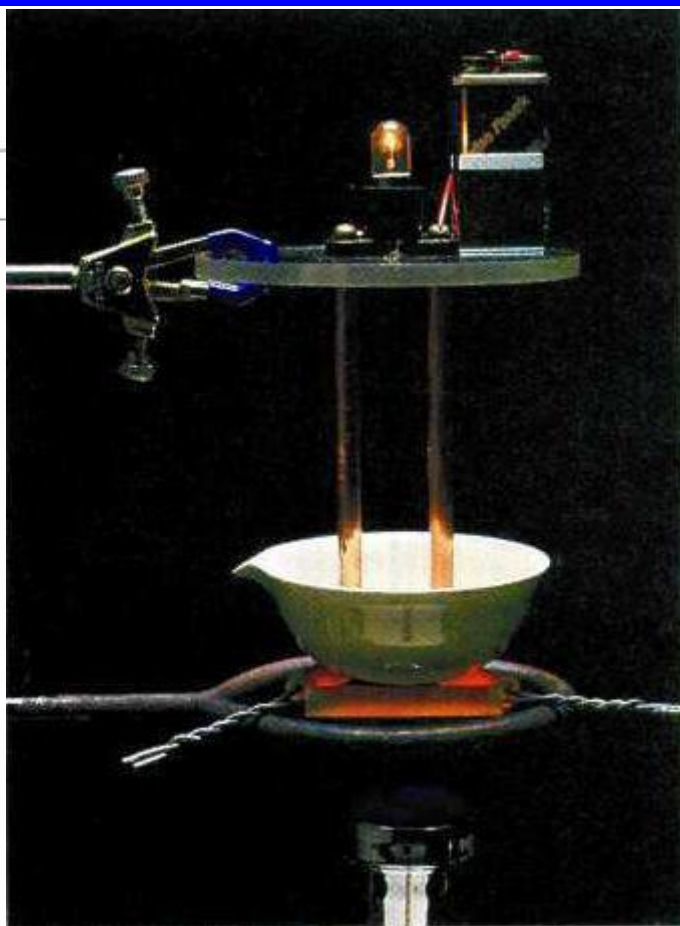
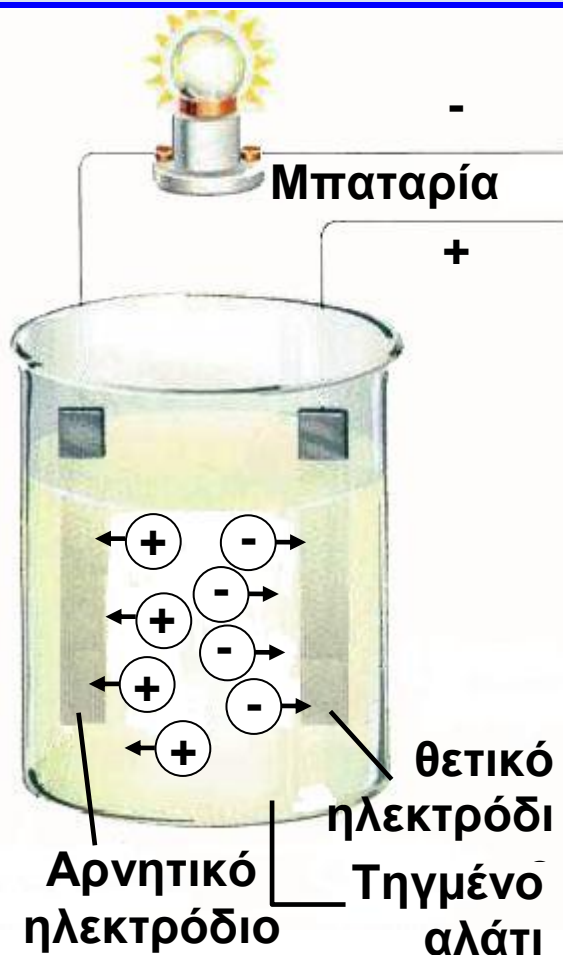
Χαρακτηριστικά ιοντικών ή ετεροπολικών ενώσεων

Τα βασικά χαρακτηριστικά των ιοντικών ενώσεων είναι:

1. Ιοντικές ενώσεις είναι κατά πλειονότητα τα οξειδία των μετάλλων, τα υδροξείδια των μετάλλων και τα άλατα.
2. Στις ιοντικές ή ετεροπολικές ενώσεις δεν υπάρχουν μόρια. Σχηματίζεται κρύσταλλος του οποίου οι δομικές μονάδες είναι τα ιόντα (ιοντικός κρύσταλλος).
3. Οι ιοντικές ενώσεις έχουν υψηλά σημεία τήξεως λόγω των ισχυρών δυνάμεων Coulomb, που συγκρατούν τα ιόντα τους στον κρύσταλλο. Π.χ. το κοινό αλάτι (χλωριούχο νάτριο) τήκεται περίπου στους $800\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. Οι κρύσταλλοί τους είναι σκληροί και εύθραυστοι και όχι ελατοί και όλκιμοι, όπως είναι οι κρύσταλλοι των μετάλλων.
5. Σε αντίθεση με τους κρυστάλλους των μετάλλων (μεταλλικά κρυσταλλικά πλέγματα), οι ιοντικές ενώσεις σε στερεά κατάσταση είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Όμως, τα τήγματα και τα υδατικά τους διαλύματα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα (βλέπε σχήματα δίπλα και κάτω).
6. Πολλές ιοντικές ενώσεις είναι ευδιάλυτες στο νερό.



Η διάλυση του $\text{NaCl}(s)$ στο νερό προκαλεί διάσπαση στον κρύσταλλο, οπότε τα ιόντα κινούνται ελεύθερα (καλός αγωγός του ηλεκτρισμού).



ΣΧΗΜΑ 2.8 Με τήξη ο κρύσταλλος NaCl «σπάζει», οπότε τα ιόντα κινούνται ελεύθερα (καλός αγωγός του ηλεκτρισμού).

Ομοιοπολικός δεσμός

Ας παρακολουθήσουμε τώρα πώς σχηματίζεται ο ομοιοπολικός δεσμός. Όταν η χημική ένωση δεν περιλαμβάνει μεταλλικό στοιχείο, το απαιτούμενο ποσό ενέργειας για την εξαγωγή ηλεκτρονίων είναι πολύ μεγάλο, και επομένως ο σχηματισμός ιοντικής ένωσης είναι μάλλον αδύνατος. Το καλύτερο που μπορεί να συμβεί στις περιπτώσεις αυτές είναι τα άτομα να διατηρήσουν ουσιαστικά τα ηλεκτρόνιά τους και να συνάψουν ταυτόχρονα μία συμφωνία «συνιδιοκτησίας» μεταξύ τους, να σχηματίσουν δηλαδή κοινά ζευγάρια ηλεκτρονίων.

• Ημιπολικό δεσμό (ή δοτικό ομοιοπολικό) έχουμε όταν το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων προσφερθεί από το ένα μόνο άτομο.

➤ Όταν δύο γειτονικά άτομα κατέχουν από κοινού ένα ζευγάρι ηλεκτρονίων, λέμε ότι συνδέονται μέσω ενός ομοιοπολικού δεσμού.

Το κοινό αυτό ζευγάρι ηλεκτρονίων δεν περιορίζεται σε ένα άτομο, αλλά απλώνεται σαν δίκτυ, περιβάλλοντας και τα δύο άτομα. Είναι δυνατόν επίσης τα άτομα να μοιράζονται περισσότερα από δύο ηλεκτρόνια. Κατά συνέπεια, τα άτομα είναι δυνατό να συνδέονται με απλό δεσμό (ένα κοινό ζευγάρι ηλεκτρονίων) ή με διπλό δεσμό (δύο κοινά ζευγάρια ηλεκτρονίων) ή με τριπλό δεσμό (τρία κοινά ζευγάρια ηλεκτρονίων).

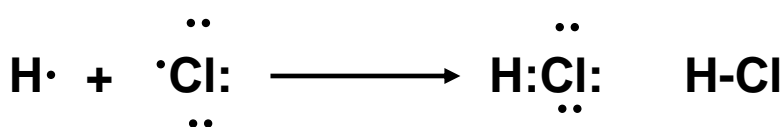
➤ Με ομοιοπολικό δεσμό, όπως υποδηλώνει και το όνομά του, μπορούν να συνδεθούν άτομα του ίδιου στοιχείου (αμέταλλα) ή διαφορετικών στοιχείων (συνήθως αμέταλλα).

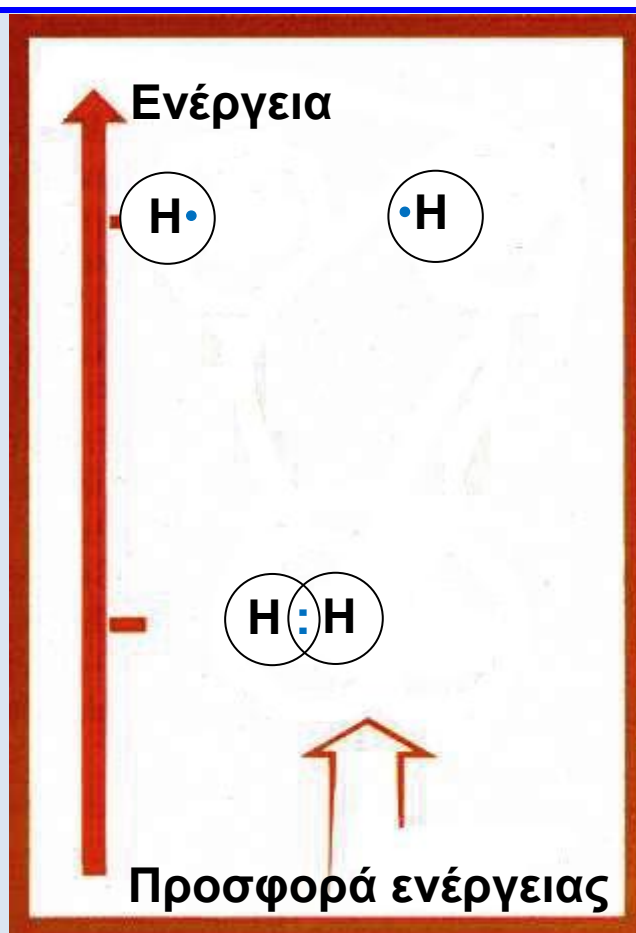
Μη ξεχνάμε ότι, όπως στην περίπτωση ιοντικών ενώσεων, ομοιοπολικοί δεσμοί σχηματίζονται μόνο όταν το σύστημα οδηγείται σε χαμηλότερη ενεργειακή στάθμη, οπότε έχουμε σταθερότερη δομή.

Ας δούμε τώρα πώς μπορούν να συνδεθούν δύο άτομα υδρογόνου, για να σχηματίσουν το μόριο του υδρογόνου. Κάθε άτομο υδρογόνου αμοιβαία συνεισφέρει το μοναδικό μονήρες ηλεκτρόνιο που διαθέτει, με αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων, δηλαδή ενός ζεύγους που να ανήκει και στα δύο άτομα. Κατ' αυτό τον τρόπο τα δύο άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.



Με ανάλογο τρόπο μπορούμε να μελετήσουμε το σχηματισμό του μορίου του υδροχλωρίου (HCl) από ένα άτομο ${}^1\text{H}$ και ένα άτομο ${}^{17}\text{Cl}$. Τα δύο άτομα αμοιβαία συνεισφέρουν τα μονήρη (μοναχικά) ηλεκτρόνιά τους προς σχηματισμό ενός ομοιοπολικού δεσμού. Κατ' αυτό τον τρόπο τα δύο άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.





Ο σχηματισμός ομοιοπολικού δεσμού οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενέργεια, όπως φαίνεται σχηματικά στην περίπτωση του σχηματισμού του μορίου του υδρογόνου. Αντίθετα, για να διασπαστεί ένας δεσμός απαιτείται ενέργεια (ενέργεια δεσμού). Όσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια αυτή, τόσο πιο ισχυρός είναι ο δεσμός.

- Γενικώς τα άτομα αμετάλλων ενώνονται με ομοιοπολικό δεσμό.

- Οι ηλεκτρονικοί τύποι των μορίων μάς δείχνουν ό,τι και οι μοριακοί τύποι (από ποια άτομα και με ποια αναλογία συγκροτείται το μόριο), και επιπλέον την κατανομή των ηλεκτρονίων σθένους των ατόμων.

- Ηλεκτραρνητικότητα ενός ατόμου είναι η δύναμη (τάση) με την οποία το άτομο έλκει ηλεκτρόνια μέσα στο μόριο των ενώσεων με άλλα άτομα. Να σημειωθεί ότι, όσο η ατομική ακτίνα μειώνεται και ο αριθμός των ηλεκτρονίων σθένους αυξάνεται, τόσο η τιμή της ηλεκτραρνητικότητας αυξάνει.

Οι παραπάνω παραστάσεις, που δείχνουν την κατανομή των ηλεκτρονίων σθένους στο μόριο, καθώς και το σχηματισμό των ομοιοπολικών δεσμών, ονομάζονται **ηλεκτρονιακοί τύποι**. Με βάση τον ηλεκτρονιακό τύπο παρατηρούμε ότι στο μόριο του HCl έχουμε τρία μη δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων (ηλεκτρόνια που δε συμμετέχουν στο σχηματισμό δεσμών) και ένα δεσμικό, τον ομοιοπολικό δεσμό. Ο ομοιοπολικός αυτός δεσμός μπορεί να παρασταθεί και με μία παύλα.

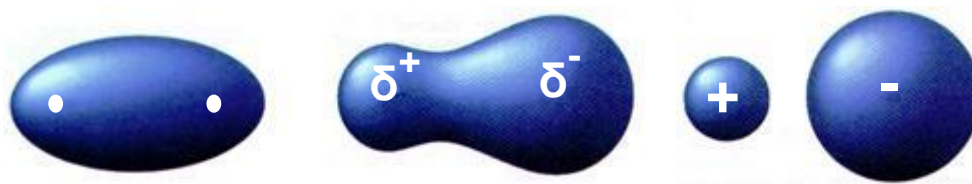
Στο σημείο αυτό καλό είναι να κάνουμε μία σύντομη αναφορά στην έννοια της ηλεκτραρνητικότητας.

Ηλεκτραρνητικότητα στοιχείου ονομάζεται η τάση του ατόμου στοιχείου να έλκει ηλεκτρόνια, όταν αυτό συμμετέχει στο σχηματισμό πολυατομικών συγκροτημάτων.

Αν τα άτομα που σχηματίζουν τον ομοιοπολικό δεσμό είναι όμοια μεταξύ τους, όπως π.χ. στο μόριο του H₂, τότε το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων του ομοιοπολικού δεσμού έλκεται εξ ίσου από τους πυρήνες των δύο ατόμων, οπότε έχουμε ομοιόμορφη κατανομή του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων μεταξύ των δύο ατόμων. Στην περίπτωση αυτή έχουμε ένα μη πολικό (μη πολωμένο) ομοιοπολικό δεσμό.

Δε συμβαίνει όμως το ίδιο, όταν τα άτομα του μορίου είναι διαφορετικά, π.χ. στο μόριο του HCl. Στην περίπτωση αυτή το κοινό ζεύγος των ηλεκτρονίων έλκεται περισσότερο από το ηλεκτραρνητικότερο

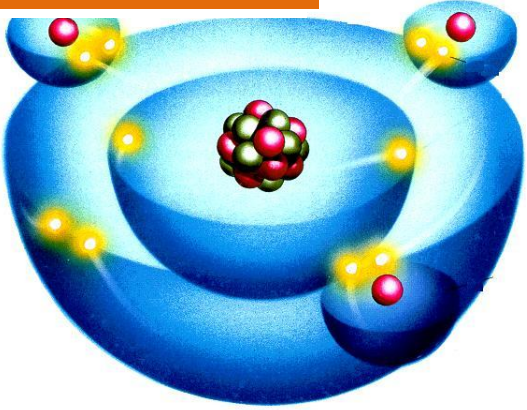
άτομο, π.χ. Cl. Έτσι, έχουμε ανομοιόμορφη κατανομή του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων, με μεγαλύτερο ποσοστό προς την πλευρά του ηλεκτραρνητικότερου (π.χ. Cl). Στην περίπτωση αυτή ο δεσμός ονομάζεται **πολικός (πολωμένος) ομοιοπολικός δεσμός**. Είναι μάλιστα προφανές πως όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων, τόσο πιο πολωμένος είναι ο ομοιοπολικός δεσμός.

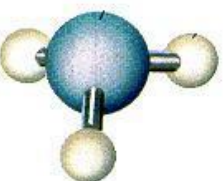


ΣΧΗΜΑ 2.9 Ο πολικός ομοιοπολικός δεσμός (μέσο) αποτελεί μία ενδιάμεση κατάσταση μεταξύ του μη πολικού (αριστερά) και του ιοντικού δεσμού (δεξιά).

- Οι καθαρά ομοιοπολικοί και καθαρά ιοντικοί δεσμοί είναι ακραίες περιπτώσεις. Οι περισσότεροι δεσμοί είναι ενδιάμεσου χαρακτήρα.
- Η πόλωση ενός ομοιοπολικού δεσμού υποδηλώνει την ύπαρξη ιοντικού χαρακτήρα στον ομοιοπολικό δεσμό.

Παρακάτω δίνονται οι ηλεκτρονικοί τύποι των πολυατομικών μορίων, νερού (H_2O) και αμμωνίας (NH_3), καθώς και των μορίων με πολλαπλούς ομοιοπολικούς δεσμούς, διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και αζώτου (N_2). Να παρατηρήσουμε ότι σε όλες τις περιπτώσεις, πλην της τελευταίας, οι δεσμοί είναι ομοιοπολικοί πολικοί. Επίσης να σημειώσουμε ότι ο διπλός και τριπλός δεσμός συγκροτείται από δύο ή τρία κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων, αντίστοιχα.



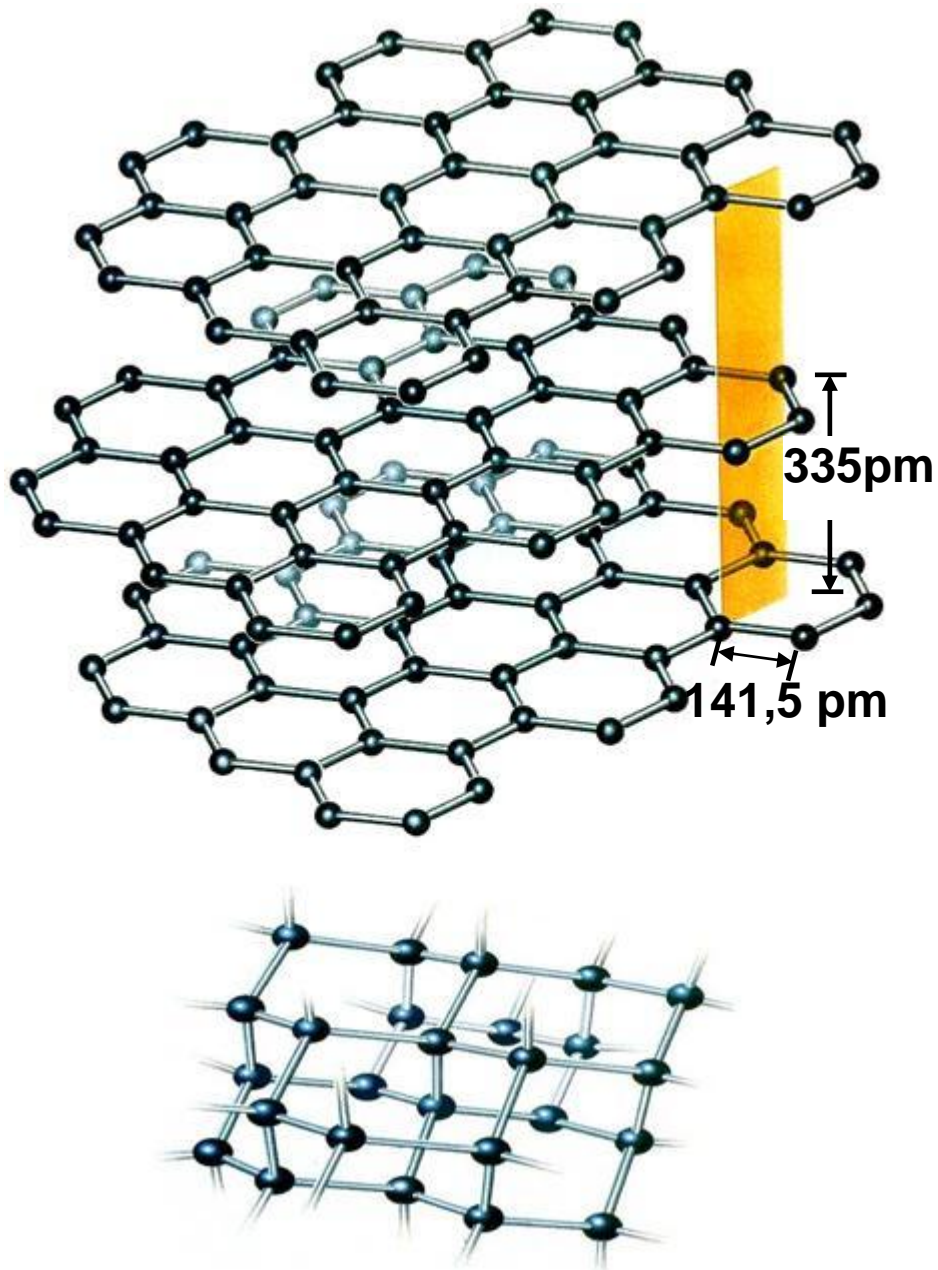
Μοριακά μοντέλα ομοιοπολικών ενώσεων	
	<p>μόριο HCl</p>
	<p>μόριο NH₃</p>
	<p>μόριο CO₂</p>
<p>ΣΧΗΜΑ 2.10 Σχηματική απεικόνιση της ομοιοπολικής ένωσης NH₃.</p>	

Χαρακτηριστικά ομοιοπολικών ή μοριακών ενώσεων

1. Οι μοριακές ενώσεις διαφέρουν εντυπωσιακά από τις ιοντικές, είναι δηλαδή διακριτά συμπλέγματα ατόμων (μόρια) και όχι εκτενή συσσωματώματα (κρύσταλλοι). Επιπλέον, οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων είναι ασθενείς σε σχέση με αυτές μεταξύ των ιόντων στο κρυσταλλικό πλέγμα. Γι' αυτό οι μοριακές ενώσεις σχηματίζουν μαλακά στερεά με χαμηλά σημεία τήξεως, ή υγρά με χαμηλά σημεία βρασμού, ή αέρια σώματα. Υπάρχουν βέβαια περιπτώσεις στις οποίες τα άτομα συνδέονται μεταξύ τους και σχηματίζουν μεγαλομόρια, όπως είναι το διαμάντι ή ο γραφίτης, τα οποία χαρακτηρίζονται από εξαιρετική σκληρότητα και πολύ υψηλά σημεία τήξεως.

2. Ομοιοπολικές ενώσεις είναι κατά το πλείστον οι ενώσεις μεταξύ αμετάλλων, π.χ. οξέα, οξειδία αμετάλλων κλπ.

3. Σε καθαρή κατάσταση είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, ενώ τα υδατικά διαλύματα ορισμένων ομοιοπολικών ενώσεων (π.χ. οξέων) άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.



ΣΧΗΜΑ 2.11 Ο γραφίτης (πάνω) και το διαμάντι (κάτω) αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα κρυσταλλικών στερεών των οποίων τα άτομα συνδέονται με ομοιοπολικούς δεσμούς (ομοιοπολικοί κρύσταλλοι).

2.4 Η γλώσσα της χημείας – Αριθμός οξειδωσης – Γραφή χημικών τύπων και εισαγωγή στην ονοματολογία των ενώσεων

Εισαγωγή

Η γλώσσα της χημείας είναι η πλουσιότερη γλώσσα. Έχει να κάνει με τουλάχιστον δέκα εκατομμύρια γνωστές ενώσεις και ο αριθμός αυτός αυξάνεται ραγδαία. Περίπου 600 000 νέες ενώσεις παρασκευάζονται κάθε χρόνο. Σκεφθείτε για σύγκριση ότι η αγγλική γλώσσα δεν ξεπερνά τις 500 000 λέξεις.

Στην αρχή τα ονόματα δίνονταν κατά το πλείστον με βάση την προέλευση ή τις ιδιότητες της ένωσης, π.χ. το χρώμα. Μερικά απ' αυτά «αντέχουν» μέχρι σήμερα, πχ. οινόπνευμα ή άκουα φόρτε (δυνατό νερό, το νιτρικό οξύ). Λίγο αργότερα, με την αύξηση του αριθμού των ενώσεων, επικράτησε πλήρης σύγχυση, μέχρις ότου στις αρχές του 19ου αιώνα ο σπουδαίος χημικός Berzelius έδωσε τους συμβολισμούς των χημικών στοιχείων και άνοιξε το δρόμο για τη συστηματική μελέτη της ονοματολογίας.

Στις ημέρες μας η Διεθνής Ένωση Θεωρητικής και Εφαρμοσμένης Χημείας (IUPAC) έχει επιφορτιστεί με το έργο της εναρμόνισης της διεθνούς αυτής «γλώσσας», με θέσπιση από καιρό σε καιρό νέων συμπληρωματικών κανόνων που να καλύπτουν τις νέες εξελίξεις και έχουν παγκόσμια ισχύ.



Berzelius (1779-1848) Σουηδός γιατρός. Η αγάπη του για τις φυσικές επιστήμες τον έστρεψε προς την ιατρική, το μόνο κατάλληλο πεδίο εκείνη την εποχή για όποιον ενδιαφερόταν να σπουδάσει χημεία. Γιγαντιαίο ήταν το ερευνητικό του έργο. Σε μια εποχή όπου οι δημοσιεύσεις ήταν λιγοστές, αυτός δημοσίευσε 250 περίπου πρωτότυπα άρθρα, εκτός από βιβλία. Ανακάλυψε νέα στοιχεία και προσδιόρισε με σχολαστικότητα τις σχετικές ατομικές μάζες όλων των τότε γνωστών στοιχείων (43). Εφηύρε τη «χημική αλφάβητο», εισάγοντας τις συντομογραφίες των στοιχείων, που έκτοτε χρησιμοποιούνται στη διεθνή γλώσσα της χημείας.

Χημικά σύμβολα, το αλφαβητάρι της χημείας

Τα χημικά σύμβολα είναι συντομογραφίες των ονομάτων των 112 στοιχείων. Τα σύμβολα αυτά προέρχονται συνήθως από το πρώτο ή τα δύο πρώτα γράμματα του αγγλικού ή του λατινικού ονόματος του στοιχείου. Τα σύμβολα και τα ονόματα των στοιχείων δίνονται στο παράρτημα, στον πίνακα των σχετικών ατομικών μαζών (ατομικών βαρών).

Χημικοί τύποι ενώσεων, το λεξιλόγιο της χημείας

Οι χημικοί τύποι αποτελούν τα σύμβολα των χημικών ενώσεων. Οι χημικοί τύποι διακρίνονται σε διάφορα είδη ανάλογα με τις πληροφορίες που δίνουν για τις ενώσεις τις οποίες συμβολίζουν. Οι μοριακοί τύποι, που χρησιμοποιούνται συνήθως στην ανόργανη χημεία, μας δείχνουν:

1. από ποια στοιχεία αποτελείται η ένωση

2. τον ακριβή αριθμό των ατόμων στο μόριο της ένωσης.

Να σημειωθεί ότι η οργανική χημεία περιλαμβάνει τις ενώσεις του άνθρακα πλην του CO, CO₂, H₂CO₃ και ανθρακικών αλάτων.

Για τη γραφή και την ονομασία των μοριακών τύπων είναι απαραίτητη η γνώση των κυριότερων ιόντων καθώς και η εκμάθηση των συνηθέστερων αριθμών οξείδωσης των στοιχείων στις ενώσεις τους. Αυτά εκτίθενται αμέσως παρακάτω:

Οι τύποι των ιόντων και οι ονομασίες τους

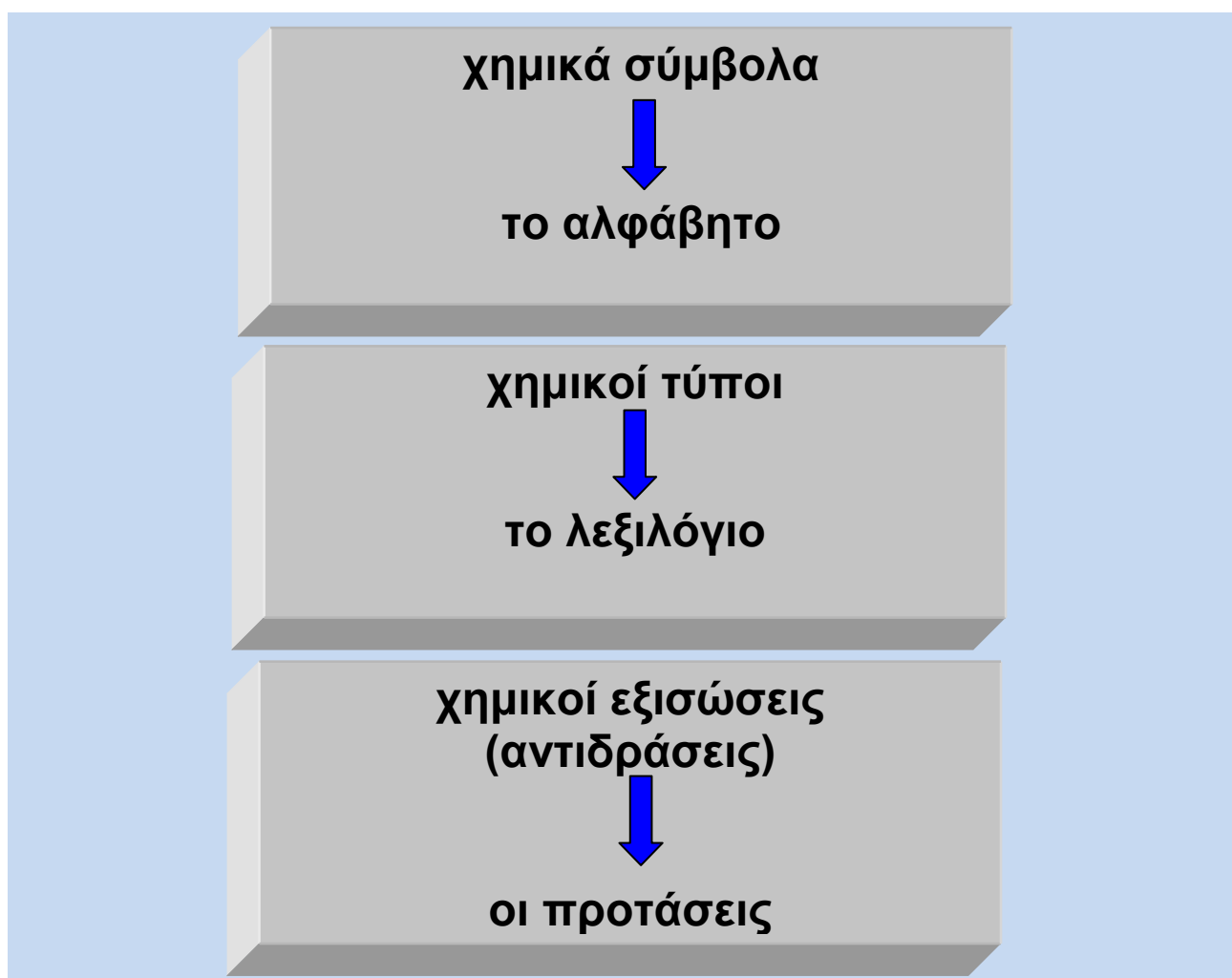
Τα ιόντα ως γνωστό είναι φορτισμένα άτομα, π.χ. Na⁺, S²⁻, ή φορτισμένα συγκροτήματα ατόμων, π.χ. NH₄⁺, SO₄²⁻. Αυτά που έχουν θετικό φορτίο λέγονται κατιόντα, ενώ αυτά που έχουν αρνητικό φορτίο λέγονται ανιόντα. Οι ονομασίες και οι συμβολισμοί των κυριότερων μονοατομικών και πολυατομικών ιόντων δίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 2.3 Ονοματολογία των κυριότερων μονοατομικών ιόντων

Cl ⁻ χλωριούχο ή χλωρίδιο	O ²⁻ οξυγονούχο ή οξειδίο
Br ⁻ βρωμιούχο ή βρωμίδιο	S ²⁻ θειούχο ή σουλφίδιο
I ⁻ ιωδιούχο ή ιωδίδιο	N ³⁻ αζωτούχο ή νιτρίδιο
F ⁻ φθοριούχο ή φθορίδιο	P ³⁻ φωσφορούχο ή φωσφίδιο
H ⁻ υδρογονούχο ή υδρίδιο	

Πίνακας 2.4 Ονοματολογία των κυριότερων πολυατομικών ιόντων

NO_3^- νιτρικό	CN^- κυάνιο (κυανίδιο)	HCO_3^- όξινο ανθρακικό
CO_3^{2-} ανθρακικό	ClO_4^- υπερχλωρικό	HPO_4^{2-} όξινο φωσφορικό
SO_4^{2-} θειικό	ClO_3^- χλωρικό	H_2PO_4^- δισόξινο φωσφορικό
PO_4^{3-} φωσφορικό	ClO_2^- χλωριώδες	MnO_4^- υπερμαγγανικό
OH^- υδροξείδιο	ClO^- υποχλωριώδες	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ διχρωμικό
NH_4^+ αμμώνιο	HSO_4^- όξινο θειικό	CrO_4^{2-} χρωμικό



- Ανάλογα πολυατομικά ιόντα με αυτά του Cl σχηματίζουν το Br, και το I, π.χ. BrO_3^- βρωμικό ιόν.

Αριθμός οξείδωσης

Ο αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.) είναι μία συμβατική έννοια που επινοήθηκε για να διευκολύνει, μεταξύ άλλων, τη γραφή των χημικών τύπων.

- Αριθμός οξείδωσης ενός ατόμου σε μία ομοιοπολική ένωση ορίζεται το φαινομενικό φορτίο που θα αποκτήσει το άτομο, αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο. Αντίστοιχα, αριθμός οξείδωσης ενός ιόντος σε μια ιοντική ένωση είναι το πραγματικό φορτίο του ιόντος.

Οι συνηθέστεροι αριθμοί οξείδωσης στοιχείων σε ενώσεις είναι αυτοί που αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2.5 Συνήθεις τιμές Α.Ο. στοιχείων σε ενώσεις τους

Μέταλλα		Αμέταλλα	
K, Na, Ag	+1	F	-1
Ba, Ca, Mg, Zn	+2	H	+1 (-1)
Al	+3	O	-2 (-1, +2)
Cu, Hg	+1, +2	Cl, Br, I	-1(+1, +3, +5, +7)
Fe, Ni	+2, +3	S	-2 (+4, +6)
Pb, Sn	+2, +4	N, P	-3 (+3, +5)
Mn	+2, +4, +7	C, Si	-4, +4
Cr	+3, +6		

Για τον υπολογισμό των αριθμών οξείδωσης στοιχείων σε ενώσεις ακολουθούμε τους παρακάτω πρακτικούς κανόνες:

1. Κάθε στοιχείο σε ελεύθερη κατάσταση έχει Α.Ο. ίσο με το μηδέν.
2. Το Η στις ενώσεις του έχει Α.Ο. ίσο με +1, εκτός από τις ενώσεις του με τα μέταλλα (υδρίδια) που έχει -1.
3. Το F στις ενώσεις του έχει πάντοτε Α.Ο. ίσο με -1.
4. Το O στις ενώσεις του έχει Α.Ο. ίσο με -2, εκτός από τα υπεροξείδια (που έχουν την ομάδα -O-O-), στα οποία έχει -1, και την ένωση OF₂ (οξειδίο του φθορίου), στην οποία έχει +2.
5. Τα αλκάλια, π.χ. Na, K, έχουν πάντοτε Α.Ο. +1, και οι αλκαλικές γαίες, π.χ. Ba, Ca, έχουν πάντοτε Α.Ο. +2 .
6. Το αλγεβρικό άθροισμα των Α.Ο. όλων των ατόμων σε μία ένωση είναι ίσο με το μηδέν.
7. Το αλγεβρικό άθροισμα των Α.Ο. όλων των ατόμων σε ένα πολυατομικό ιόν είναι ίσο με το φορτίο του ιόντος.

Παράδειγμα 2.4

Να υπολογισθούν οι αριθμοί οξείδωσης:

α) του S στο θειικό οξύ (H₂SO₄)

β) του P στο φωσφορικό ιόν (PO₄³⁻).

Απάντηση

α) Οι αριθμοί οξείδωσης για το Η είναι +1 και για το O είναι -2, άρα έχουμε:

$$2(+1) + x + 4(-2) = 0 \Rightarrow x = +6$$

β) Για το O ο αριθμός οξείδωσης είναι -2, άρα έχουμε:

$$x + 4(-2) = -3 \Rightarrow x = +5$$

δηλαδή, ο Α.Ο. του P στο φωσφορικό ιόν είναι +5.

Εφαρμογή

Να υπολογίσετε τους αριθμούς οξείδωσης:

α) του χρωμίου (Cr) στο διχρωμικό κάλιο (K₂Cr₂O₇) και

β) του άνθρακα (C) στο ανθρακικό ιόν (CO₃²⁻).

Γραφή μοριακών τύπων ανόργανων χημικών ενώσεων

Κατ' αρχάς δεχόμαστε ότι η ανόργανη ένωση αποτελείται από δύο μέρη, που μπορεί να είναι άτομα ή ιόντα. Αν το πρώτο μέρος, π.χ. Α, έχει θετικό αριθμό οξείδωσης +χ, ενώ το δεύτερο τμήμα Β έχει αριθμό οξείδωσης -ψ, τότε ο μοριακός τύπος της ένωσης είναι $A_{\psi}B_{\chi}$.

Να παρατηρήσουμε ότι:

α. αν κάποιος δείκτης είναι 1, τότε αυτός παραλείπεται.

β. αν ο λόγος $\psi::\chi$ απλοποιείται, τότε προηγείται απλοποίηση πριν από τη γραφή του μοριακού τύπου.

Παράδειγμα 2.5

Να γραφούν οι μοριακοί τύποι των ενώσεων που αποτελούνται από:

α) Al^{+3} και SO_4^{2-}

β) Sn^{4+} και O^{2-} .

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) $Al_2(SO_4)_3$

β) $Sn_2O_4 \rightarrow SnO_2$.

Εφαρμογή

Να γραφούν οι μοριακοί τύποι των ενώσεων που αποτελούνται από:

α) Ca^{2+} και CO_3^{2-}

β) Fe^{3+} και S^{2-} .

Ονοματολογία ανόργανων χημικών ενώσεων

Η χημική γλώσσα, τέλος, ολοκληρώνεται με την ονοματολογία των ενώσεων. Σε γενικές γραμμές η ονοματολογία των ενώσεων αποτελεί συνδυασμό των ονομάτων των δύο τμημάτων (Α, Β) της ένωσης. Να παρατηρήσουμε ότι στην Ελλάδα, σε αντίθεση με τις οδηγίες της IUPAC, οι ενώσεις διαβάζονται αντίθετα από ότι γράφονται. Δηλαδή, το δεύτερο τμήμα της ένωσης διαβάζεται πρώτο και το πρώτο τμήμα αυτής δεύτερο. Οι κανόνες που παρατίθενται παρακάτω αφορούν την ονομασία ανόργανων ενώσεων, με την προϋπόθεση ότι γνωρίζουμε το μοριακό τύπο αυτών.

• Σύμφωνα με τις οδηγίες της IUPAC, στην ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων προτάσσεται η ονομασία του πρώτου τμήματος και ακολουθεί η ονομασία του δεύτερου τμήματος, π.χ. SO_3 θείο τριοξειδίο.

α. Οι ενώσεις των μετάλλων (ή του ιόντος NH_4^+) με πολυατομικό ανιόν ονομάζονται με το όνομα του ανιόντος πρώτο και το όνομα του μετάλλου(ή NH_4^+) μετά. Επίσης, οι ενώσεις του υδρογόνου με πολυατομικά ανιόντα ονομάζονται με το όνομα του ανιόντος πρώτο και τη λέξη «οξύ» μετά. Π.χ.

K_2CO_3 ανθρακικό κάλιο

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ φωσφορικό ασβέστιο

NH_4ClO_3 χλωρικό αμμώνιο

H_2SO_4 θειικό οξύ

H_3PO_4 φωσφορικό οξύ

• Εξαιρέσεις

HF υδροφθόριο

HBr υδροβρώμιο

H₂S υδρόθειο

HCl υδροχλώριο

HI υδροϊώδιο

HCN υδροκυάνιο.

β. Η ονομασία ένωσης μετάλλου (ή NH₄⁺) με αμέταλλο προκύπτει από το όνομα του αμετάλλου με την κατάληξη -ούχο ή -ίδιο και ακολουθεί το όνομα του μετάλλου (ή NH₄⁺). Να παρατηρήσουμε ότι, αν το μέταλλο έχει περισσότερους από έναν αριθμούς οξείδωσης, τότε μέσα σε παρένθεση αναγράφεται με λατινικό αριθμό ο αριθμός οξείδωσης στον οποίο αναφερόμαστε. π.χ.

MgBr₂ βρωμιούχο μαγνήσιο

FeS θειούχος σίδηρος (II)

Fe₂O₃ οξείδιο σιδήρου (III)

γ. Η ένωση ενός μετάλλου με το υδροξείδιο ονομάζεται υδροξείδιο του μετάλλου. π.χ.

KOH υδροξείδιο του καλίου,

Al(OH)₃ υδροξείδιο του αργιλίου

δ. Μερικές φορές δύο στοιχεία σχηματίζουν περισσότερες από μία ενώσεις. Για τη διάκριση αυτών, στις περιπτώσεις αυτές, χρησιμοποιούμε αριθμητικά προθέματα, που δείχνουν τον αριθμό ατόμων του δεύτερου στοιχείου. Π.χ.

CO μονοξείδιο του άνθρακα

CO₂ διοξείδιο του άνθρακα

N₂O₅ πεντοξείδιο του αζώτου

PCl₅ πενταχλωριούχος φωσφόρος

Εφαρμογή

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

	NO_3^-	ClO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	S^{2-}	OH^-	Cl^-	O^{2-}
Na^+								
Ca^{2+}								
Cu^{2+}								
Al^{3+}			$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$					
Fe^{3+}								
NH_4^+								
H^+								

α. Να συμπληρώσετε τον πίνακα γράφοντας σε κάθε κενό τον αντίστοιχο μοριακό τύπο, όπως δείχνει το παράδειγμα.

β. Να αριθμήσετε και να ονομάσετε τις 63 ενώσεις του πίνακα.

γ. Δίπλα από κάθε όνομα και χωρίς να βλέπετε τον πίνακα να γράψετε τον αντίστοιχο τύπο και στη συνέχεια να ελέγξετε τους τύπους με τους αντίστοιχους τύπους του πίνακα.



Γνωρίζεις ότι...

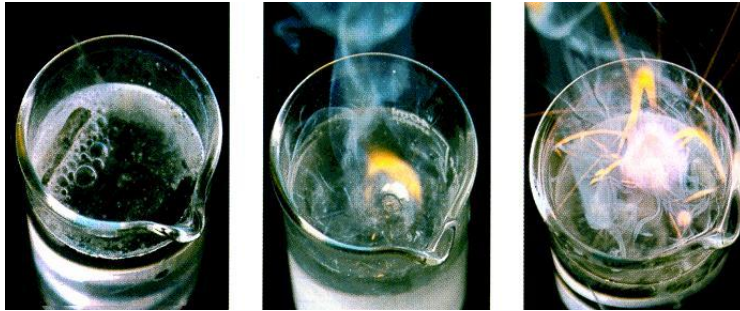
Μια περιοδεία στον περιοδικό πίνακα.....

(εμπνευσμένο από το περιοδικό βασίλειο του Atkins)

Καλώς ορίσατε στο περιοδικό βασίλειο. Τούτος ο τόπος είναι πραγματικός, όσο φανταστικός και αν φαίνεται. Είναι το βασίλειο των χημικών στοιχείων. Απ' τα στοιχεία αυτά φτιάχνονται οι πλανήτες, οι βράχοι, τα φυτά, τα ζώα, καθετί που μας περιβάλλει. Και εμείς οι ίδιοι στοιχεία είμαστε, οι εγκέφαλοί μας συντίθενται από στοιχεία, ακόμη και οι απόψεις μας, με κάποια έννοια, είναι ιδιότητες των στοιχείων. Είμαστε λοιπόν κάτοικοι στο ίδιο βασίλειο, στο περιοδικό βασίλειο.

Αριστερά μας, στη χώρα της δύσης, απλώνεται ο ορθογώνιος τομέας των στοιχείων s. Εδώ βασιλεύουν τα δραστικά μέταλλα. Αυτά που δε συναντάμε ποτέ ελεύθερα στη φύση, λόγω της εξαιρετικής τους δραστηκότητας και όσο προχωράμε προς τα νότια, τόσο η δράση αυξάνει. Να πάρουμε για παράδειγμα την αντίδρασή τους με το νερό στην αρχή, στη βόρεια δυτική περιοχή του λίθιου (Li), το αποτέλεσμα της βροχής φαίνεται ασήμαντο. Η αντίδραση με το νερό είναι ήσυχη. Το έδαφος σιγοβράζει, και αναδίδει φυσαλίδες υδρογόνου. Ακριβώς παρακάτω, στο νάτριο (Na), το τοπίο αλλάζει. Εδώ η βροχή παλεύει με τον τόπο. Το έδαφος κοχλάζει και βράζει όποτε το κτυπά μία σταγόνα νερού. Στο κάλιο (K) τα πράγματα χειροτερεύουν. Εδώ το έδαφος όχι μόνο φουσκώνει και βράζει, αλλά πιάνει φωτιά και καίγεται το υδρογόνο που ελευθερώνει η αντίδραση. Ακόμα πιο νότια, στις περιοχές ρουβίδιου (Rb) και καΐσιου (Cs) τα πράγματα

γίνονται εκρηκτικά .Εδώ, κάθε σταγόνα νερού είναι και μια βόμβα που σκάει μόλις προσκρούσει στο έδαφος. Τούτη η περιοχή δεν είναι κατοικήσιμη, όταν βρέχει.



ΣΧΗΜΑ : Η δράση του νερού διαδοχικά, από αριστερά προς τα δεξιά στο Λίθιο (Li), Νάτριο (Na) και Κάλιο (K).

Όμως, η δραστηριότητα αυτή των αλκαλίων δε σημαίνει ότι είναι άχρηστα. Το νάτριο για παράδειγμα, που βρίσκεται σε αφθονία στη φύση υπό μορφή άλατος, είναι ουσιώδες συστατικό του νευρικού συστήματος και του εγκεφάλου μας, χωρίς αυτό θα ήμαστε άχρηστες μηχανές.

Δίπλα στα αλκάλια και στον ίδιο ορθογώνιο τομέα βρίσκονται οι αλκαλικές γαίες. Εδώ ανήκει το ασβέστιο (Ca), χωρίς αυτό δεν θα υπήρχαν σταθερά οικοδομήματα στις σύγχρονες κοινωνίες, αφού αποτελεί βασικό συστατικό της οικοδομικής, π.χ. μάρμαρα. Ούτε τα μέλη του ζωικού βασιλείου θα είχαν ποτέ αναπτύξει τα επιθετικά τους όπλα χωρίς αυτό (δόντια, χαυλιόδοντες κλπ.). Ακριβώς πάνω του είναι το μαγνήσιο (Mg), που αποτελεί το βασικό συστατικό της χλωροφύλλης, χωρίς αυτήν ο κόσμος θα είχε μian αποπνικτική ξέρα αντί του πράσινου παράδεισου της ζωής που γνωρίζουμε.

Αν διασχίσουμε προς τα αριστερά τη γέφυρα μετάβασης (μετάπτωσης), φτάνουμε στη χώρα της ανατολής, το δεξιό ορθογώνιο τμήμα των στοιχείων p. Εδώ βρίσκεται η πιο εύφορη περιοχή του περιοδικού βασιλείου, που είναι αυτή του άνθρακα. Ο C διακρίνεται

από τη μετριοπάθειά του, είναι καλόβολος στις σχέσεις του, δεν είναι ψηλομύτης, όπως ας πούμε το φθόριο. Στη χημεία, όπως πολλές φορές και στη ζωή, αυτό ανταμείβεται. Ο C με τη μετριοφροσύνη του επέβαλε τον εαυτό του ως βασιλιά του περιοδικού πίνακα. Μην ξεχνάτε ότι ο άνθρακας αποτελεί το βασικό συστατικό των 10 περίπου εκατομμυρίων οργανικών ενώσεων. Εδώ στην ανατολική χώρα τα μέταλλα είναι πολύ πιο ήρεμα. Για παράδειγμα, ο κασσίτερος (Sn) για χρόνια χρησιμοποιούνταν σαν προστατευτική επικάλυψη των χαλύβδινων σωλήνων στη κονσερβοποιία, προτού ο κοντινός βόρειος γείτονάς του, το αργίλιο (Al), αντικαταστήσει τόσο το σκελετό (σίδηρο) όσο και την επιδερμίδα (κασσίτερο) σχεδόν όλων των συσκευασιών ποτών, ακόμη κι εκείνων που είναι τόσο διαβρωτικά όσο τα ανθρακούχα αναψυκτικά.. Ο μόλυβδος (Pb), ο βόρειος γείτονας του κασσιτέρου, διήνυσε ακόμη μεγαλύτερη διαδρομή μέσα στην ιστορία χάρη στη χημική του αδράνεια. Από την εποχή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας μέχρι σήμερα χρησιμοποιείται για τη μεταγωγή του νερού, που είναι εξαιρετικά διαβρωτικό υγρό. Βέβαια ο μόλυβδος δεν είναι απολύτως αδρανής, κι έτσι, όταν μικρές ποσότητες αυτού εισέλθουν στον ανθρώπινο εγκέφαλο, προκαλούν διανοητική εξασθένηση.

Διασχίζοντας τη γραμμή των μεταλλοειδών φτάνουμε στην καρδιά της ανατολικής χώρας στο βασίλειο των αμετάλλων. Εδώ βρίσκουμε ορισμένες γνώριμες αόρατες αέριες περιοχές, όπως το άζωτο και το οξυγόνο. Το οξυγόνο είναι ζωτικής σημασίας. Το ίδιο απαραίτητο για τη ζωή είναι το άζωτο, γιατί οι πρωτεΐνες δομούνται από αυτό. Χάρη σ' αυτό μεταβιβάζεται η κληρονομικότητα, μέσω του DNA. Πιο κάτω διακρίνουμε το φώσφορο (P), που αποτελεί συστατικό των οστών. Ο P πέρα απ' αυτό έχει μία έντονη προσωπικότητα, που

τον καθιστά ιδιαίτερο κατάλληλο να αποθηκεύει ενέργεια στους οργανισμούς, υπό μορφή ATP. Ένα σπουδαίο χαρακτηριστικό της ζωής είναι ότι δεν τελειώνει αστραπιαία, αλλά απαιτεί αργή εκτύλιξη και προσεκτική διάθεση ενέργειας. Μία μικρή ποσότητα ενέργειας εδώ, άλλη μία εκεί, όχι ένας αιφνίδιος κατακλυσμός. Ένα βήμα πιο δεξιά συναντάμε το θείο, ένα κίτρινο στερεό, που αποτελεί τη βάση για την παραγωγή του θειικού οξέος. Η παραγωγή του θειικού οξέος, που εμπλέκεται ισχυρά στη βιομηχανία λιπασμάτων, έχει χρησιμοποιηθεί ως δείκτης της απόδοσης της οικονομίας μιας χώρας. Να λοιπόν μία περίεργη συμμαχία: οι οργανισμοί με κύριο συστατικό τον C, χρησιμοποιούν οξέα, με κύριο συστατικό το S, ώστε να παράγουν λιπάσματα, με κύριο συστατικό το P, για να παράσχουν ενέργεια σε πρωτεΐνες, των οποίων το κύριο συστατικό είναι το N.

Ακριβώς πιο κάτω η περιοχή είναι δηλητηριασμένη με το αρσενικό (As). Η δραστηριότητα του As ως δηλητηρίου προκύπτει από τη στενή ομοιότητά του με το φωσφόρο, η οποία του παρέχει τη δυνατότητα να διεισδύει σε αντιδράσεις που μετέχει ο P ενώ οι λεπτές διαφορές του συνωμοτούν στην απορύθμιση του μεταβολισμού του κυττάρου. Το As χρησιμοποιείται για να σκοτώνει καλοπροαίρετα, σε συγκεκριμένα φάρμακα που καταπολεμούν τις λοιμώξεις, και κακόβουλα, στα χημικά αέρια που προσβάλλουν τα νεύρα.

Πιο ανατολικά βρίσκονται τα αλογόνα. Το φθόριο ξεχωρίζει, είναι πολύ δραστικό αέριο, που πολύ δύσκολα αποθηκεύεται εξ' αιτίας της ευκολίας που μετατρέπει τα δοχεία σε κόσκινα. Ευτυχές πάντως γεγονός είναι η χρήση του φθορίου ως παράγοντα σκλήρυνσης του σμάλτου των δοντιών και συμβάλλει σημαντικά στη συνολική βελτίωση της οδοντικής υγείας των εθνών.

Το χλώριο, ακριβώς νότια, βρίσκεται σε μεγάλη αφθονία στο θαλασσίνο νερό. Εκεί, αγκαλιά με το νάτριο, αποτελούν το επιτραπέζιο αλάτι. Το χλώριο υπάρχει άφθονο και στο σώμα μας, ο ρόλος του , όπως και στις θάλασσες, είναι κάπως παθητικός. Αποτελεί την ερωτική σύντροφο του νατρίου, και ο ρόλος του περιορίζεται σ' αυτό. Ωστόσο, σε αέρια μορφή το χλώριο παρουσιάζει έντονες ομοιότητες με το φθόριο, μπορεί να θανατώσει τόσο μικρόβια όσο και ανθρώπους. Αλλά μπορεί να ευθύνεται και για τη θανάτωση πληθυσμών με περισσότερο ανεπαίσθητους τρόπους: οι χλωράνθρακες και οι χλωροφθοράνθρακες, που χρησιμεύουν σαν ψυκτικά υγρά ή στα αεροζόλ , προκαλούν την τρύπα του όζοντος.

Στο τέλος του κόσμου, στην Άπω Ανατολή, βρίσκονται τα ευγενή αέρια, που αρνούνται έντονα τη χημική δράση. Αυτή η έλλειψη δραστηριότητας τα καθιστά χρήσιμα, γιατί μπορούν να δημιουργήσουν αδρανή ατμόσφαιρα όπου χρειαστεί.

Ανάμεσα στην ανατολική και στη δυτική χώρα εκτείνεται η γέφυρα μετάβασης (μετάπτωσης) με τα στοιχεία d . Εδώ φαίνεται η περιοχή εξερευνήθηκε από ανατολές προς δυσμάς. Ο χαλκός βοήθησε την ανθρωπότητα να φύγει από την εποχή του λίθου και να οδηγηθεί στην εποχή του μετάλλου. Ο χαλκός αντέχει στη διάβρωση γι' αυτό και έχει ακόμα και σήμερα δύο βασικές χρήσεις: στην κατασκευή υδροσωλήνων και στη νομισματοκοπία. (Την ίδια φιλοσοφία ακολουθούν ο άργυρος και ο χρυσός, που χρησιμοποιούνται πολύ καιρό τώρα ως μέταλλα του εμπορίου, της διακόσμησης και της νομισματοκοπίας, λόγω κυρίως της ελκυστικής τους εμφάνισης, της σπανιότητάς τους και της ανθεκτικότητάς τους στη διάβρωση). Ακολούθησε η εποχή του σιδήρου που οδήγησε τον κόσμο στη

βιομηχανική επανάσταση. Τέλος, έχουμε το τιτάνιο με τις ιδιότητες ακριβώς που χρειάζεται μία κοινωνία η οποία επιδίδεται στην υψηλή τεχνολογία, ώστε να κατακτήσει τους ουρανοί (κατασκευή διαστημοπλοίων). Είναι ένα μέταλλο σκληρό και ανθεκτικό στη διάβρωση, ωστόσο ελαφρό...

Καιρός όμως είναι να δούμε και τη νησιώτικη χώρα του περιοδικού πίνακα. Στα βόρεια της ηπειρωτικής χώρας, όπως περίπου η Ισλανδία στα βόρεια της Ευρώπης, βρίσκεται μια μοναχική, απομονωμένη περιοχή, το υδρογόνο (H). Το υδρογόνο παρά την απλότητά του έχει μία πληθωρική χημική συμπεριφορά και επιπλέον είναι το πιο άφθονο στοιχείο στο σύμπαν, το καύσιμο των άστρων.

Η στενή Νότια Νήσος, στα ανοικτά, αποτελεί το παράρτημα του πίνακα, εδώ κατοικούν τα στοιχεία f, οι λανθανίδες στη βόρεια λωρίδα και οι ακτινίδες στη νότια. Εδώ η περιοχή είναι αναξιοποίητη. Υπάρχουν λίγες περιοχές του βασιλείου οι οποίες μέχρι στιγμής δε χρησιμεύουν σε τίποτε (δεν έχουν αξιοποιηθεί ούτε από τη φύση ούτε από τη βιομηχανία). Υπάρχουν δύο βασικοί λόγοι γι' αυτό. Ο ένας είναι ότι το στοιχείο υπάρχει στον πλανήτη μας σε πολύ μικρές ποσότητες. Για παράδειγμα φέρνουμε το φράγκιο (Fr). Έχει εκτιμηθεί ότι οποιαδήποτε στιγμή σε ολόκληρη τη γη υπάρχουν μόνο δεκαεπτά περίπου άτομα Fr. Το ίδιο σπάνια είναι όλα τα υπερουράνια στοιχεία. Ο δεύτερος λόγος είναι η ραδιενέργεια. Όλα τα στοιχεία πέρα απ' το βισμούθιο είναι ραδιενεργά. Καθ' όλο το μήκος των νότιων ακτών υπάρχουν νεκροκεφαλές με σταυρωτά κόκαλα. Εδώ ακόμη και το ενδιαφέρον των χημικών αρχίζει να κάμπτεται και η επιφυλακτικότητα καταστέλλει την περιέργεια.

Ανακεφαλαίωση

- 1.** Σύμφωνα με τον Bohr το άτομο αποτελείται από τον πυρήνα (θετικά πρωτόνια και ουδέτερα νετρόνια) και γύρω από τον πυρήνα σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές περιστρέφονται τα ηλεκτρόνια (πλανητικό ατομικό μοντέλο).
- 2.** Τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου κατανέμονται σε στιβάδες. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να πάρει καθεμία από τις τέσσερις πρώτες στιβάδες είναι $2n^2$, όπου n ο κύριος κβαντικός αριθμός.
- 3.** Στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα τα στοιχεία κατατάσσονται με βάση τον ατομικό τους αριθμό. Σύμφωνα με το σύγχρονο περιοδικό νόμο οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού.
- 4.** Οι οριζόντιες σειρές του πίνακα ονομάζονται περίοδοι και κατά μήκος αυτών υπάρχει βαθμιαία μεταβολή των ιδιοτήτων των στοιχείων. Οι κατακόρυφες στήλες του πίνακα ονομάζονται ομάδες και καταλαμβάνονται από στοιχεία με ανάλογες ιδιότητες.
- 5.** Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων καθορίζεται από την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων τους (ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας) και την ατομική ακτίνα.
- 6.** Τα δύο κυριότερα είδη χημικών δεσμών είναι ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός, που δημιουργείται με αποβολή και πρόσληψη ηλεκτρονίων, και ο ομοιοπολικός δεσμός, που δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων.
- 7.** Ο ομοιοπολικός δεσμός που αναπτύσσεται μεταξύ ατόμων με διαφορετική ηλεκτραρνητικότητα, ονομάζεται πολικός ομοιοπολικός δεσμός.

8. Για τη γραφή και την ονομασία των χημικών ενώσεων θα πρέπει να γνωρίζουμε τους συμβολισμούς, τις ονομασίες και τα φορτία των ιόντων.

9. Ως αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.) ενός ατόμου σε μία ομοιοπολική ένωση ορίζεται το φαινομενικό φορτίο που θα αποκτήσει το άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο. Αντίστοιχα, Α.Ο. ενός ιόντος, σε μια ιοντική ένωση είναι το πραγματικό φορτίο του ιόντος.

Λέξεις Κλειδιά

άτομο	χημικός δεσμός
πυρήνας	ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας
πρωτόνιο	ατομική ακτίνα
νετρόνιο	ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός
ηλεκτρόνιο	ιοντικός κρύσταλλος
στιβάδα	ομοιοπολικός δεσμός
κύριος κβαντικός αριθμός	ηλεκτρονιακός τύπος
περιοδικός πίνακας	ηλεκτραρνητικότητα
ατομικός αριθμός	πολικός ομοιοπολικός δεσμός
περίοδος	αριθμός οξείδωσης (Α.Ο)
ομάδα	
εξωτερική στοιβάδα	

Ερωτήσεις – Ασκήσεις – Προβλήματα



Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Τι ονομάζεται ηλεκτρονιακή στιβάδα; Πώς μεταβάλλεται η ενέργεια των ηλεκτρονιακών στιβάδων;
2. Πώς συμβολίζονται οι ηλεκτρονιακές στιβάδες και σε ποια τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού (n) αντιστοιχεί η καθεμία από αυτές;
3. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε κάθε ηλεκτρονιακή στιβάδα; Ποιος τύπος προσδιορίζει τον αριθμό αυτό;
4. Τι ισχύει για τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας και τι για τον αριθμό των ηλεκτρονίων της πλησιέστερης προς την εξωτερική στιβάδα;
5. Να διατυπώσετε το σύγχρονο περιοδικό νόμο.
6. Τι είναι η περίοδος στον περιοδικό πίνακα; Πόσες περιόδους έχουμε στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα;
7. Για το στοιχείο κάλιο (K), που βρίσκεται στην 4η περίοδο του περιοδικού πίνακα, τι πληροφορία έχουμε;
8. Τι είναι η ομάδα στον περιοδικό πίνακα; Πόσες ομάδες έχουμε στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα;
9. Για ποιο λόγο τα στοιχεία ενώνονται μεταξύ τους;
10. Πότε ένα στοιχείο μπορεί να σχηματίσει ιοντικό δεσμό;
11. Να περιγράψετε τρία διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ των ιοντικών και των ομοιοπολικών ενώσεων.

12. Τι ονομάζεται ηλεκτραρνητικότητα ενός στοιχείου;
13. Να δώσετε μερικούς κανόνες με τους οποίους μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό οξείδωσης ενός στοιχείου σε μία χημική ένωση.

Ασκήσεις – Προβλήματα

Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων Ένα απλό μοντέλο για το άτομο

14. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι λάθος;
- α) 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.
15. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
- α) Το άτομο αποτελείται από τον πυρήνα, που περιέχει τα θετικά και τα νετρόνια.
 - β) Γύρω από τον κινούνται σε τροχιές τα
16. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι λάθος;
- 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) Για τις στιβάδες K και L ισχύει $E_K < E_L$.

17. Να συμπληρώσετε τον πίνακα:

ΣΤΙΒΑΔΕΣ							
	p	n	e	K	L	M	N
$^{24}_{12}\text{Mg}$							
$^{39}_{19}\text{Cl}$							
$^{35}_{17}\text{Cl}$							
Mg^{2+}							
K^+							
Cl^-							

18. Το άτομο του φωσφόρου έχει 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, η οποία είναι η M. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του φωσφόρου;

Περιοδικός Πίνακας

19. Για το στοιχείο (Al), που βρίσκεται στην IIIA ομάδα του περιοδικού πίνακα, τι πληροφορία έχουμε;

20. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
 α) Ένα στοιχείο που βρίσκεται στην 5η περίοδο έχει τα ηλεκτρόνια του κατανεμημένα σε
 β) Ένα στοιχείο που βρίσκεται στην VIIA ομάδα περιέχει στην στιβάδα.

21. Για το άτομο του νατρίου (Na) δίνεται ο ατομικός του αριθμός:
 $Z = 11$.

Σε τι μοιάζει και σε τι διαφέρει το ιόν του νατρίου από το άτομο του προηγούμενού του ευγενούς αερίου και από

το ιόν του επόμενου του στοιχείου στον περιοδικό πίνακα;

Σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του περιοδικού πίνακα ανήκει το καθένα από τα παραπάνω τρία στοιχεία;

22. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α) Στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα τα στοιχεία είναι τοποθετημένα κατά αύξοντα

β) Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι του αριθμού τους.

γ) Το χλώριο (Cl) και το βρώμιο (Br) έχουν παρόμοιες μεθόδους παρασκευής και παρόμοιες χημικές ιδιότητες και ανήκουν στην..... του περιοδικού πίνακα.

δ) Το νάτριο (Na) και το αργίλιο (Al) έχουν τα ηλεκτρόνια τους κατανομημένα στον ίδιο αριθμό στιβάδων και ανήκουν στην του περιοδικού πίνακα.

23. Έχουμε αναφέρει ότι στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα παρουσιάζουν ανάλογες φυσικές ιδιότητες.

Η VIA ομάδα του περιοδικού πίνακα περιέχει κατά σειρά τα στοιχεία: O(Z=8), S(Z=16), Se(Z=34), Te(Z=52) και Po (Z=84). Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

πυκνότητα /g cm ⁻³ στοιχείο	ατομική ακτίνα/Å στοιχείο
2,07	1,04
6,25	1,43
1,43 10 ⁻³	0,73 O
9,4 Po	1,17
4,81	1,67

24. Έχουμε αναφέρει ότι στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα παρουσιάζουν ανάλογες φυσικές ιδιότητες.

Η ομάδα των ευγενών αερίων περιέχει κατά σειρά τα στοιχεία:

He (Z=2), Ne (Z=10), Ar (Z=18), Kr (Z=36), Xe (Z=54), Rn (Z=86).

Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

σημείο βρασμού/ K στοιχείο	πυκνότητα / g L ⁻¹
120	0,90
27,1	1,78
4,2	0,18 He
87,3	5,90
211 Rn	9,73
165	3,75

25. Να συμπληρώσετε τον πίνακα:

Στοιχείο	Ηλεκτρονιακή Δομή σε Στιβάδες					Ομάδα	Περίοδος
	K	L	M	N	O		
H	1	-	-	-	-		
Ca	2	8	8	2	-		
Br	2	8	18		-	VIIA	
O	2		-	-	-	VIA	2
Na	2	8		-	-	IA	

26. Να δώσετε δύο παραδείγματα στοιχείων για καθεμία από τις παρακάτω ομάδες του περιοδικού πίνακα:

α) αλκάλια β) αλκαλικές γαίες γ) αλογόνα δ) ευγενή αέρια.

***27.** Να ταξινομήσετε τα παρακάτω στοιχεία σε ομάδες, όπου τα στοιχεία θα παρουσιάζουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες K (Z=19), F (Z=9), P (Z=15), Na (Z=11), Cl (Z=17) και N (Z=7).

28. Να συμπληρώσετε την πρόταση:

Τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα που βρίσκονται κατά μήκος μιας οριζόντιας σειράς του αποτελούν μία αυτού και 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
- Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

29. Να συμπληρώσετε την πρόταση:

Τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα που βρίσκονται κατά μήκος της ίδιας κατακόρυφης στήλης του αποτελούν μία αυτού και έχουν:

- α) παρόμοιες ιδιότητες
 - β) παραπλήσιο ατομικό αριθμό
 - γ) τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονιακών στιβάδων
 - δ) την ίδια ατομική ακτίνα
- Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

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

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

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

i) να βρείτε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων A και B.

ii) τα στοιχεία A και B βρίσκονται:

α) στην ίδια περίοδο και σε διαφορετική ομάδα

β) στην ίδια ομάδα και σε διαφορετική περίοδο

γ) σε διαφορετική ομάδα και σε διαφορετική περίοδο

δ) στην ίδια ομάδα και στην ίδια περίοδο

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

***33.** Να γράψετε το σύμβολο του κατιόντος X^{2+} και του ανιόντος Ψ^- που να έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το ευγενές αέριο Ne ($Z=10$). Δίνονται τα σύμβολα των 18 πρώτων στοιχείων κατά σειρά αυξανόμενου ατομικού αριθμού: H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar.

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

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

α) στην 2η περίοδο και στην VIA ομάδα

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

36. Τα στοιχεία που έχουν εξωτερική στιβάδα την N σε ποια περίοδο ανήκουν;

α) στην 5η

β) στην 2η

γ) στην 4η

δ) στην 7η

37. 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

Χημικοί Δεσμοί

38. 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 χλώριο (Cl), που είναι στοιχείο της VIIA ομάδας του περιοδικού πίνακα, έχει στην εξωτερική του ηλεκτρόνια και ή συνεισφέρει ώστε να αποκτήσει δομή αερίου.

γ) Το νάτριο (Na), που είναι στοιχείο της IA ομάδας του περιοδικού πίνακα, με δομή ηλεκτρονίων (2,8,1), για να αποκτήσει δομή αερίου, ένα ηλεκτρόνιο.

δ) Η ατομική ακτίνα καθορίζει το του

39. Να εξηγήσετε γιατί δεν πρέπει να χρησιμοποιείται η έννοια του μορίου στην περίπτωση του CaCl_2 (χλωριούχο ασβέστιο). Τι ακριβώς μας δείχνει ο χημικός τύπος στις ιοντικές ενώσεις;

40. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ του ομοιοπολικού δεσμού που σχηματίζεται μεταξύ ατόμων του ίδιου στοιχείου και μεταξύ ατόμων διαφορετικών στοιχείων; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

***41.** Δίνονται τα στοιχεία A και B. Το στοιχείο A ανήκει στην IIA ομάδα και στην 4η περίοδο, ενώ το στοιχείο B ανήκει στην VIIA ομάδα και στην 3η περίοδο του περιοδικού πίνακα. Να εξηγήσετε τι είδους δεσμό μπορούν να σχηματίσουν τα παραπάνω στοιχεία.

Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης που θα σχηματίσουν; Τι δείχνει ο τύπος αυτός;

***42.** Δίνονται τα στοιχεία Γ και Δ. Το στοιχείο Γ ανήκει στην ΙΑ ομάδα και στην 1η περίοδο, ενώ το στοιχείο Δ ανήκει στην VIIA ομάδα και στη 2η περίοδο του περιοδικού πίνακα. Να εξηγήσετε τι είδους δεσμό μπορούν να σχηματίσουν τα παραπάνω στοιχεία. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης που θα σχηματίσουν; Τι δείχνει ο τύπος αυτός;

***43.** Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού των ιοντικών ενώσεων μεταξύ:

α) του καλίου (${}_{19}\text{K}$) και του φθορίου (${}_{9}\text{F}$).

β) του μαγνησίου (${}_{12}\text{Mg}$) και του θείου (${}_{16}\text{S}$).

γ) του ασβεστίου (${}_{20}\text{Ca}$) και του υδρογόνου (${}_{1}\text{H}$).

***44.** Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των ομοιοπολικών ενώσεων: α) τριχλωριούχος φωσφόρος: PCl_3 , β) μεθάνιο: CH_4 , γ) χλωροφόρμιο: CHCl_3 . Οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων P, Cl, C, H είναι αντίστοιχα: 15, 17, 6, 1.

45. Η ένωση NaCl (χλωριούχο νάτριο) είναι ένωση ομοιοπολική ή ετεροπολική;

Είναι γιατί:

α) βρίσκεται σε συνηθισμένες συνθήκες σε στερεά κατάσταση

β) σχηματίζεται με μεταφορά ηλεκτρονίων από τα άτομα του χλωρίου στα άτομα του νατρίου

γ) αποτελείται από μόρια που το καθένα έχει δύο ανόμοιους πόλους

δ) Αποτελείται από μόρια που το καθένα έχει δύο όμοιους πόλους

ε) σχηματίζεται με μεταφορά ηλεκτρονίων από τα άτομα του νατρίου στα άτομα του χλωρίου.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

***46.** 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.

	${}_{17}\text{Cl}$	${}_{16}\text{S}$	${}_{20}\text{Ca}$
${}_{1}\text{H}$			
${}_{11}\text{Na}$			
${}_{6}\text{C}$			
${}_{10}\text{Ne}$			

Να γράψετε επίσης στο κάθε κενό τον τύπο της χημικής ένωσης που σχηματίζεται.

***47.** Να περιγράψετε τους δεσμούς (δίνοντας και τον ηλεκτρονιακό τύπο) στο μόριο του αιθανίου, που έχει χημικό τύπο C_2H_6 . Δίνεται ότι τα άτομα του άνθρακα στο μόριο αυτό ενώνονται μεταξύ τους με έναν απλό ομοιοπολικό δεσμό. Πόσα είδη ομοιοπολικών δεσμών διακρίνετε στο μόριο του C_2H_6 ; Να τεκμηριώσετε την απάντησή σας. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί: Για τον άνθρακα $Z = 6$ και για το υδρογόνο $Z = 1$.

***48.** Να χαρακτηρίσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ αυτές που είναι λανθασμένες, και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α) Το Na με δομή (2,8,1) αποβάλλει πιο εύκολα ηλεκτρόνια από ότι το K με δομή (2,8,8,1).

β) Το F με δομή (2,7) προσλαμβάνει πιο εύκολα ηλεκτρόνια από ότι το Cl με δομή (2,8,7).

γ) Το Ca με δομή (2,8,8,2) δημιουργεί το ίδιο εύκολα χημικές ενώσεις όπως και το Kr (2,8,18,8) με ένα τρίτο στοιχείο π.χ. το Cl που έχει δομή (2,8,7).

δ) Το Na με δομή (2,8,1) έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Al με δομή (2,8,3).

ε) Το Ca με δομή (2,8,8,2) έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από το Mg με δομή (2,8,2).

***49.** Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί του άνθρακα (C): $Z=6$ και του υδρογόνου (H): $Z=1$.

Τα δύο αυτά στοιχεία σχηματίζουν τρεις ομοιοπολικές ενώσεις, την Α με τύπο C_2H_x , τη Β με τύπο C_2H_ψ και τη Γ με τύπο C_2H_ω . 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 δώσετε τους ηλεκτρονικούς τύπους των ενώσεων Α, Β και Γ περιγράφοντας τον τρόπο δημιουργίας των δεσμών.

Πόσα και ποια είδη δεσμών υπάρχουν στις ενώσεις Α, Β και Γ;

50. Να εξηγήσετε για μία ιοντική ένωση ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή:

α) Η έννοια του μορίου εκφράζει την ένωση αυτή.

β) Ασκούνται μεταξύ των ατόμων δυνάμεις ηλεκτρομαγνητικής φύσης.

γ) Όλες οι ιοντικές ενώσεις είναι αέρια σώματα.

δ) Στα κρυσταλλικά πλέγματά τους υπάρχουν ιόντα αντίθετα φορτισμένα.

***51.** Να κατατάξετε τα παρακάτω μόρια σε ομοιοπολικά πολικά και ομοιοπολικά μη πολικά: α) HCl β) N₂ γ)

NH₃ δ) Cl₂

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

52. Ποιοι από τους παρακάτω δεσμούς βρίσκονται στο μόριο του οξυγόνου; Για το οξυγόνο: $Z=8$.

- α) διπλός ομοιοπολικός δεσμός
- β) τριπλός ομοιοπολικός δεσμός μη πολικός
- γ) διπλός ομοιοπολικός μη πολικός δεσμός
- δ) ιοντικός
- ε) δεν σχηματίζεται δεσμός, γιατί είναι μονοατομικό στοιχείο.

Αριθμός Οξειδωσης - Γραφή Χημικών Τύπων - Ονοματολογία

53. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

- α) Ο αριθμός οξειδωσης είναι ένας αριθμός που δείχνει το..... φορτίο ενός ή το φαινομενικόενόςσε μία
- β) Κάθε στοιχείο σε ελεύθερη έχει αριθμό οξειδωσης 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

54. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξειδωσης 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

55. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης των στοιχείων στα παρακάτω ιόντα:

α) του C στο CO_3^{2-}

β) του I στο IO_3^-

γ) του S στο HSO_3^- .

56. 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 αριθμό οξείδωσης -1.

β) Το θείο (S) στο H_2S έχει αριθμό οξείδωσης -2.

γ) Το χλώριο (Cl) στο ClO_3^- έχει αριθμό οξείδωσης +4.

δ) Το θείο (S) στο $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ έχει αριθμό οξείδωσης +6.

57. Ο αριθμός οξείδωσης του θείου στο $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ είναι:

α) -2 β) +4 γ) +5 δ) +6.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

• Δίνονται οι αριθμοί οξείδωσης των στοιχείων:
 $\text{H} = +1$, $\text{O} = -2$, $\text{Ba} = +2$, $\text{Cl} = -1$.

58. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης των στοιχείων στις παρακάτω ενώσεις:

α) του N στις ενώσεις: NH_3 , N_2O , NO , N_2O_3 , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$.

β) του C στις ενώσεις: CH_4 , CH_3OH , HCHO , CHCl_3 , CCl_4 .

59. Να συνδυάσετε τα γράμματα με τους αντίστοιχους αριθμούς:

α) Στοιχείο: P	αριθμός οξείδωσης
1. PH_3	α. +3
2. P_2O_3	β. -3
3. AlPO_4	γ. 0
4. P_4	δ. +5

β) Στοιχείο: Cl	αριθμός οξείδωσης
1. HCl	α. +7
2. ClO ₃ ⁻	β. +5
3. HClO ₄	γ. +3
4. Cl ₂	δ. -1
5. ClO ₂ ⁻	ε. 0

60. 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
- ε) τα σύμβολα των στοιχείων

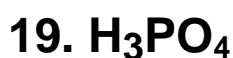
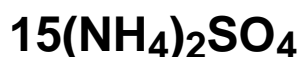
Ποια ή ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;

61. Να γράψετε τους μοριακούς τύπους των ενώσεων:

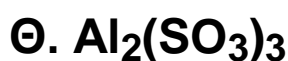
1. χλωριούχο ασβέστιο, 2. ιωδιούχο κάλιο, 3. υδροξείδιο του ασβεστίου, 4. νιτρικός άργυρος, 5. χλωρικό κάλιο, 6. θειούχο μαγνήσιο, 7. ανθρακικό νάτριο, 8. θειϊκό αργίλιο, 9. θειϊκός σίδηρος (II), 10. ανθρακικό αργίλιο, 11. οξείδιο του νατρίου, 12. βρωμιούχος ψευδάργυρος, 13. φωσφορικό μαγνήσιο, 14. υδρόθειο, 15. φθοριούχος μόλυβδος (II), 16. αζωτούχο αργίλιο, 17. φωσφορικό αμμώνιο, 18. κυανιούχο κάλιο, 19. χλωρικό ασβέστιο, 20. αμμωνία.

62. Να ονομάσετε τις παρακάτω ενώσεις:

- | | |
|------------------------|--------------------------------------|
| 1. K ₂ O | 6. Al ₂ S ₃ |
| 2. Ba(OH) ₂ | 7. Zn(NO ₃) ₂ |
| 3. NaI | 8. FeBr ₃ |
| 4. CaCl ₂ | 9. NH ₃ |
| 5. HClO ₃ | 10. MgO |



63. Να αντιστοιχίσετε τα γράμματα με τους σωστούς αριθμούς



1. οξείδιο του αργιλίου

2. υδροχλώριο

3. υδρογονούχο αργίλιο

4. θειικό οξύ

5. διοξείδιο του άνθρακα

6. υδροξείδιο του βαρίου

7. θειώδες αργίλιο

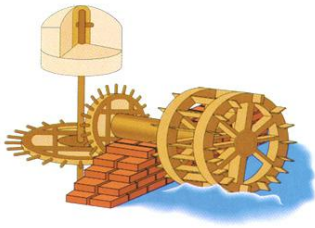
8. θειούχο αργίλιο

64. Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

	BrO_3^-	CO_3^{2-}	HSO_4^-	SO_4^{2-}	OH^-	I^-	O^{2-}
K^+							
Ba^{2+}						* BaI_2	
Cu^+							
Fe^{2+}							
Al^{3+}							
H^+							

α) Να συμπληρώσετε τον πίνακα γράφοντας σε κάθε κενό τον αντίστοιχο μοριακό τύπο, όπως δείχνει το παράδειγμα *.

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



Δραστηριότητα

Ατομικά πρότυπα - ερευνητές - χρονολογική εξέλιξη

Παρακάτω δίνονται:

1. Ονόματα φιλοσόφων, επιστημόνων και ερευνητών που συνέβαλαν στην εξέλιξη των αντιλήψεων γύρω από το «άτομο», χωρίς χρονολογική, ή πολύ περισσότερο, αξιολογική σειρά.

2. Τα κυριότερα «ατομικά πρότυπα».

Προσπαθήστε να τα τοποθετήσετε σε μία χρονολογική σειρά και ταυτόχρονα να τα αντιστοιχίσετε με τους ερευνητές που τα πρότειναν.

Φιλόσοφοι – Ερευνητές

Αλχημιστές, Albert Einstein, Αριστοτέλης, Geiger, Becquerel, Robert Millikan, Neils Bohr, Pauli, Sommerfield, Chadwick, Lavoisier, Coulomb, Max Planck, Crookes, Ernest Rutherford, Οι Curies, Erwin Schrödinger, John Dalton, J.J.Thomson, Δημόκριτος, Glen T. Seaborg, Otto Hahn, Lise Meitner, W.K. Röntgen

Ατομικά πρότυπα

Αδιαίρετο, μία μικρή στερεή σφαίρα, το πρότυπο του ηλεκτρονιακού νέφους, πλανητικό πρότυπο, το πρότυπο του «σταφιδόψωμου».

Στην αναφορά αυτή, όπου είναι δυνατόν, να δώσετε και εικόνες των προτύπων, καθώς, και τα πειράματα που υποστηρίζουν κάθε φορά το πρότυπο.

Πληροφορίες σχετικά με το θέμα μπορείτε να αντλήσετε από το Internet.

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής ή σωστού λάθους

14. β, δ
16. β
18. 15
27. (Κ, Να), (F, Cl), (P, N)
28. γ
29. α
30. (Α-Γ) και (Β, Δ, Ε)
31. δ
32. i) το Α έχει $Z=19$
και το Β έχει $Z=15$ ii) γ
33. το Χ είναι το Mg
και το Ψ είναι το F
34. 15
35. α) 8 και β) 17
36. γ
37. γ
45. είναι ετεροπολική, το ε
48. Λ είναι τα α, γ
Σ είναι τα β, δ, ε
50. δ
52. α και γ
54. α) +6, β) +5, γ) +5
55. α) +4, β) +5, γ) +4
56. Λ είναι τα α, γ
Σ είναι τα β, δ
57. δ
58. α) -3, +1, +2, +3, +5
β) -4, -2, 0, +2, +4
59. P: (1-β), (2-α),
(3-δ), (4-γ)
Cl: (1-δ), (2-β),
(3-α), (4-ε), (5-γ)
60. γ και ε
63. (Α-4), (Β-6), (Γ-5), (Δ-3),
(Ε-1), (Ζ-8), (Η-2), (Θ-7)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 1ου ΤΟΜΟΥ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1 Με τι ασχολείται η Χημεία 10

1.2 Γνωρίσματα της ύλης (μάζα, όγκος, πυκνότητα) –
Μετρήσεις
και μονάδες 13

1.3 Δομικά σωματίδια της ύλης – Δομή του ατόμου –
Ατομικός αριθμός – Μαζικός αριθμός, Ισότοπα 23

1.4 Καταστάσεις της ύλης – Ιδιότητες της ύλης –
Φυσικά και χημικά φαινόμενα 33

1.5 Ταξινόμηση της ύλης–
Διαλύματα – Περιεκτικότητες διαλυμάτων –
Διαλυτότητα 39

Γνωρίζεις ότι : «Η ύλη:
συνεχής ή ασυνεχής 50

Γνωρίζεις ότι : «έχουν πει
για το άτομο» 54

Ανακεφαλαίωση – Λέξεις κλειδιά
– Ερωτήσεις – Ασκήσεις –
Προβλήματα 58

2. ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ – ΔΕΣΜΟΙ

2.1 Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων 90

2.2 Κατάταξη των στοιχείων (Περιοδικός Πίνακας).
Χρησιμότητα του περιοδικού πίνακα 96

2.3 Γενικά για το χημικό δεσμό – Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου. Είδη χημικών δεσμών (ιοντικός – ομοιοπολικός)	107
2.4 Η γλώσσα της χημείας – Αριθμός οξείδωσης – Γραφή χημικών τύπων και εισαγωγή στην ονοματολογία των ενώσεων	131
Γνωρίζεις ότι : «Μια περιοδεία στον Περιοδικό Πίνακα »	141
Ανακεφαλαίωση – Λέξεις κλειδιά – Ερωτήσεις –Ασκήσεις – Προβλήματα.....	147

Με απόφαση της Ελληνικής Κυβέρνησης τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου και του Λυκείου τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν βιβλιόσημο προς απόδειξη της γνησιότητάς τους. Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δε φέρει βιβλιόσημο, θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7, του Νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946, 108, Α΄).



Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.