ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Αικατερίνη Πασχαλίδου, Κωνσταντίνος Χαρίτος

ΧΗΜΕΙΑ

Α' ΛΥΚΕΙΟΥ



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ
«ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Επιστημονική Επιτροπή Αξιολόγησης	
Συντονιστής / Αξιολογητής	**Σταματάτος Θεοχάρης** Εν ενεργεία μέλος Διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού Πανεπιστημίου
Αξιολογήτρια	**Μοσχοχωρίτου Ρουμπίνη** Εν ενεργεία Εκπαιδευτικός
Αξιολογητής	**Βαζαίος Άγγελος** Εν ενεργεία Εκπαιδευτικός
Τεχνικός Εμπειρογνώμονας	**Μανιαδάκης Δημήτριος** Πτυχιούχος Πληροφορικής
Επικουρική Εμπειρογνώμονας	**Καμβίσιου Σταματία** Διπλωματούχος Τεχνολογίας Γραφικών Τεχνών
Υπεύθυνη του μαθήματος/γνωστικού αντικειμένου στο πλαίσιο της Πράξης	**Ειρήνη Γεωργάκη,** Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ, Μέλος της Επιστημονικής Ομάδας Έργου (ΕΟΕ) της Πράξης

Πράξη με τίτλο: «Συγγραφή, Αξιολόγηση και Ένταξη διδακτικών βιβλίων στο Μητρώο Διδακτικών Βιβλίων και στην Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Διδακτικών Βιβλίων» με κωδικό ΟΠΣ 6010165 στο Πρόγραμμα «Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή» 2021-2027

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
Σπυρίδων Δουκάκης
Πρόεδρος του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Υπεύθυνη Πράξης
Πολυξένη Μπίλλα
Σύμβουλος Α΄ του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής
Προϊσταμένη Τμήματος Β΄ Προγραμμάτων Σπουδών και Εκπαιδευτικού Υλικού

Αναπληρώτρια Υπεύθυνη Πράξης
Άννα-Αικατερίνη Λυκούρη
Σύμβουλος Α΄ του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

«Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης»
και το Πρόγραμμα «Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή»

Μητρώο Διδακτικών Βιβλίων
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού
ΙΕΠ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης
ΕΣΠΑ 2021-2027
Πρόγραμμα Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Αικατερίνη Πασχαλίδου, Κωνσταντίνος Χαρίτος

Χημεία
Α΄ Λυκείου

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΑΜΒΟΣ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ "ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ"

Ομάδα συγγραφής:
Αικατερίνη Πασχαλίδου, Κωνσταντίνος Χαρίτος

Γλωσσική επιμέλεια:
Εκδόσεις Ίαμβος

Τεχνική επιμέλεια:
Εκδόσεις Ίαμβος
http://iambos .gr
http://www.z-design.gr

1. Περιεχόμενα

1. Περιεχόμενα 5
2. Ταυτότητα του βιβλίου 6
3. Πρόλογος 9
4. Γνωριμία με το σχολικό εργαστήριο 10
Κεφάλαιο 1: Η Χημεία στην καθημερινή ζωή και την κοινωνία 17
1.1 Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της 19
1.2 Η μεθοδολογία της Χημείας 31
1.2.1 Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου 32
1.2.2 Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία 37
Κεφάλαιο 2: Η Δομή του ατόμου - Ο Περιοδικός Πίνακας 48
2.1 Η δομή του ατόμου 50
2.1.1 Το μοντέλο του Bohr 51
2.1.2 Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα – Σχετική και Ατομική Μάζα 54
2.1.3 Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων 62
2.2 Ο Περιοδικός Πίνακας 76
2.2.1 Η ταξινόμηση των στοιχείων 77
2.2.2 Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα 82
Κεφάλαιο 3: Ο χημικός δεσμός 98
3.1 Ο χημικός δεσμός 100
3.1.1 Εισαγωγή στον χημικό δεσμό 101
3.1.2 Ο ιοντικός δεσμός 105
3.1.3 Ο ομοιοπολικός δεσμός 111
3.2 Οι διαμοριακές δυνάμεις 127
3.2.1 Διπολική ροπή 128
3.2.2 Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων 131
3.2.3 Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών 135
Κεφάλαιο 4: Η γλώσσα της Ανόργανης Χημείας 144
4.1 Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα 146
4.2 Ο αριθμός οξείδωσης 153
4.3 Ο συμβολισμός και η γραφή των ανόργανων ενώσεων 161
4.4 Η ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων 171
Κεφάλαιο 5 Εισαγωγή στις χημικές αντιδράσεις 181
5.1 Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Οι χημικές εξισώσεις 183
5.2 Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων 194
5.3 Οι μεταθετικές αντιδράσεις 204
5.3.1 Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων 205
5.3.2 Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης 218
5.4 Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις 229
5.5 Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή 246
Κεφάλαιο 6: Στοιχειομετρία 251
6.1 Η έννοια του mole 253
6.2 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί I 268
6.3 Συγκέντρωση διαλύματος 280
6.3.1 Η συγκέντρωση διαλύματος ***c*** (σε mol/L) 281
6.3.2 Αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμιξη διαλυμάτων 288
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 307

2. Ταυτότητα του βιβλίου

Το βιβλίο αυτό είναι αναπτυγμένο με τρόπο κατάλληλο για να καλύψει τις ανάγκες του/της εκπαιδευτικού, των μαθητών και των μαθητριών. Το κείμενο είναι ευανάγνωστο και συνοπτικό και η εικονογράφηση εστιασμένη και ελκυστική.

Κεντρικός άξονας ανάπτυξης του βιβλίου είναι η ενεργός συμμετοχή των μαθητών και των μαθητριών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Γνωρίζοντας ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες αποκτούν γνώσεις και δεξιότητες μόνο όταν ενεργούν οι ίδιοι, σε κάθε ενότητα υπάρχουν δραστηριότητες που εξυπηρετούν τη ροή της διδασκαλίας. Αυτές προτείνεται να πραγματοποιούνται κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν στη διαμορφωτική αξιολόγηση ή ως εργασίες για το σπίτι, ανάλογα με τον χρόνο που διαθέτει ο/η εκπαιδευτικός. Θα είναι χρήσιμες στον μαθητή και στη μαθήτρια, όταν διαβάζει το μάθημα της ημέρας ή κάνει επανάληψη ή ακόμα και όταν απουσιάζει, επειδή θα τον βοηθήσουν να ακολουθήσει τα βήματα που οδηγούν στην εμπέδωση της νέας γνώσης.

Στα πλαίσια της διερευνητικής μεθόδου, που προτείνεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών, οι ενότητες εισάγονται με κάποιο ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί. Π.χ. στον χημικό δεσμό το ερώτημα αφορά τα μέτρα προστασίας από την ηλεκτροπληξία.

Τα θέματα παρουσιάζονται με επαγωγικό τρόπο, εκκινώντας από ένα παράδειγμα και γενικεύοντας στη συνέχεια. Π.χ. στην ονοματολογία των οξέων η παράγραφος ξεκινά με το θειικό οξύ (βιτριόλι), ακολουθεί ένας πίνακας οξέων και στο τέλος παρουσιάζονται οι κανόνες ονοματολογίας.

Δόθηκε ιδιαίτερη σημασία ώστε το βιβλίο να πραγματεύεται θέματα από την καθημερινότητα των μαθητών και των μαθητριών, καθώς η Χημεία της Α' τάξης Γενικού Λυκείου απευθύνεται σε όλους τους μαθητές και τις μαθήτριες, ανεξαρτήτως του προσανατολισμού που θα επιλέξουν στις επόμενες τάξεις. Για παράδειγμα, το κεφάλαιο των χημικών αντιδράσεων πραγματεύεται τον τρόπο με τον οποίο η Χημεία εξασφαλίζει ότι το νερό που πίνουμε είναι ασφαλές.

Είναι πολύ σημαντικό να αντιλαμβάνονται όλοι τη σχέση της Χημείας με το περιβάλλον και έναν βιώσιμο τρόπο ζωής καθώς και την υπεύθυνη στάση που καλούνται να έχουν ως αυριανοί ενήλικοι πολίτες. Το κείμενο συνδέεται σε κάθε ευκαιρία με θέματα από την καθημερινότητα, προάγοντας ταυτόχρονα ιδέες αειφόρου ανάπτυξης π.χ. ανακύκλωση.

Ο ρόλος του εργαστηρίου αποδεικνύεται κεντρικός για την κατανόηση χημικών πρακτικών αλλά και για την εισαγωγή των μαθητών και των μαθητριών στις έννοιες που καλούνται να εξετάσουν. Τα πειράματα τα οποία θα κάνουν οι μαθητές και οι μαθήτριες σχεδιάστηκαν ώστε να χρησιμοποιούν, όταν είναι εφικτό, υλικά ακίνδυνα όπως η ζάχαρη, ενώ σε κάποιες δραστηριότητες, όπως π.χ. η δημιουργία της σειράς δραστικότητας των μετάλλων (κεφ.5), οι αντιδράσεις πραγματοποιούνται σε μικροκλίμακα.

Εργαστηριακός οδηγός εκπαιδευτικού

Στόχος είναι το σχολικό εργαστήριο να συμβαδίζει με τις ιδέες της αειφόρου ανάπτυξης. Ένα σχολικό εργαστήριο όπου οι μαθητές και οι μαθήτριες πειραματίζονται με ουσίες τοξικές είναι επικίνδυνο για τους ίδιους αλλά και για το περιβάλλον, καθώς η διαχείριση

αποβλήτων είναι ένα πολύ σοβαρό ζήτημα και αρκετά δύσκολο να πραγματοποιηθεί από τους/τις συναδέλφους της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Για τις αντιδράσεις που θεωρήθηκαν ενδιαφέρουσες για παρουσίαση στους μαθητές και τις μαθήτριες, έχουν προστεθεί φωτογραφίες ή στιγμιότυπα και το βιβλίο έχει συνδεθεί με τους αντίστοιχους ψηφιακούς πόρους.

Δεν αγνοήθηκε και η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης, η οποία έχει αρχίσει να επηρεάζει άμεσα την εκπαίδευση. Για αυτόν τον λόγο, οι μαθητές και οι μαθήτριες θα συναντήσουν ασκήσεις που έχουν απαντηθεί μέσω τεχνητής νοημοσύνης, ώστε να αναγνωρίσουν τις δυνατότητες και τους περιορισμούς αυτού του μέσου αλλά και για να εξετάσουν κριτικά τη χρήση του.

Στο θέμα της ονοματολογίας διατηρήσαμε τους καθιερωμένους κανόνες για την ελληνική γλώσσα όπως έχουν αποδοθεί από την Ένωση Ελλήνων Χημικών με τη σύμφωνη γνώμη των τμημάτων Χημείας όλων των πανεπιστημίων της χώρας.

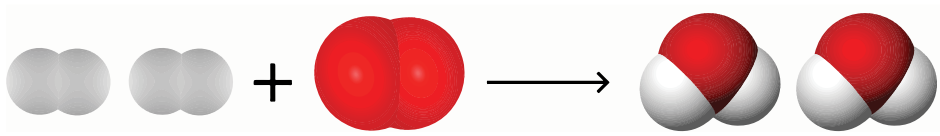
Σύνδεση των τριών οπτικών της Χημείας

Η Χημεία ασχολείται με παρατηρήσιμες μεταβολές (μακροσκοπική οπτική) που ερμηνεύονται από μη παρατηρήσιμες οντότητες της σωματιδιακής οπτικής. Ένας από τους στόχους του βιβλίου είναι να βοηθήσει τους μαθητές και τις μαθήτριες να οπτικοποιήσουν τις χημικές μεταβολές στο σωματιδιακό επίπεδο. Για τον σκοπό αυτό, οι έννοιες εισάγονται πρώτα στη μακροσκοπική οπτική και στη συνέχεια χρησιμοποιούμε αναπαραστάσεις σωματιδιακού επιπέδου δίπλα στα αντίστοιχα κείμενα. Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της Χημείας αποτελεί η **«γλώσσα της»** η οποία συνιστά τη συμβολική οπτική. Τα κεφάλαια 4 και 5 αναφέρονται λεπτομερώς σε αυτή τη μοναδική γλώσσα, αλλά και στο υπόλοιπο βιβλίο αυτή συνδέεται με τη μακροσκοπική και σωματιδιακή οπτική.

Για παράδειγμα, στο κεφάλαιο 6 στο κείμενο αναφέρεται αρχικά η μακροσκοπική οπτική: «Για τη σύνθεση της χημικής ουσίας H_2O χρησιμοποιούμε τα συστατικά της, δηλαδή υδρογόνο και οξυγόνο».

Στη συνέχεια, δίνεται η συμβολική οπτική: «Η ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση για την αντίδραση σύνθεσης του H_2O είναι: $2H_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2H_2O(\ell)$».

Και ακολουθεί η σωματιδιακή οπτική: «Και η σωματιδιακή αναπαράστασή της είναι:»



Επίλυση ασκήσεων και προβλημάτων

Τα παραδείγματα επίλυσης ασκήσεων και προβλημάτων ενθαρρύνουν τους μαθητές και τις μαθήτριες να **σχεδιάσουν** μια λογική προσέγγιση (Πρώτη σκέψη) σε ένα πρόβλημα και μετά να προχωρήσουν στην **επίλυσή** του. Χρησιμοποιείται με συνέπεια σε όλο το κείμενο κάτω από την επισήμανση «Μελετώ». Το παράδειγμα συνήθως συνοδεύεται από μία ανάλογη προτεινόμενη εφαρμογή. Ακολουθεί παράδειγμα επίλυσης από το κεφάλαιο 3.

Να προτείνετε έναν τρόπο, ώστε το άτομο του Li, να αποκτήσει στιβάδα σθένους, όπως αυτή του ατόμου του πλησιέστερου ευγενούς αερίου με πρόσληψη ή αποβολή ηλεκτρονίων.

Πρώτη σκέψη: Πρέπει να αναγνωρίσω πόσα ηλεκτρόνια σθένους έχει το πλησιέστερο ευγενές αέριο.

(i) Li

Βήματα:

1ο Βρίσκουμε το πλησιέστερο ευγενές αέριο που είναι το He, με ηλεκτρονιακή δομή K(2).

2ο Γράφουμε την ηλεκτρονιακή δομή του Li: K (2) L(1) και συγκρίνω τα ηλεκτρόνια σθένους των δύο ατόμων: Το άτομο του Li έχει ένα περισσότερο από αυτό του He.

3ο Αναγνωρίζουμε τον τρόπο με τον οποίο το άτομο του λιθίου θα αποκτήσει δομή K(2). Με την αποβολή ενός ηλεκτρονίου από το άτομο του λιθίου Li θα σχηματισθεί το ιόν Li^+ με δομή K(2).

Εφαρμογή

Μελετήστε τον πίνακα 3.1 και προτείνετε έναν τρόπο ώστε τα άτομα των στοιχείων Mg, Aℓ, O, F να αποκτήσουν στιβάδα σθένους, όπως αυτή του πλησιέστερου ευγενούς αερίου με πρόσληψη ή αποβολή ηλεκτρονίων.

Οι **Βασικές Σχέσεις** διευκολύνουν τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναγνωρίσουν σημαντικά σημεία της ενότητας ειδικά όταν κάνουν επανάληψη για ένα τεστ ή τις εξετάσεις.

Χημικές συνδέσεις

Καθώς η Χημεία θεωρείται ως «κεντρική» επιστήμη, το βιβλίο αναδεικνύει τα επιστημονικά πεδία, νέα και παλιά, που σχετίζονται με τη Χημεία, όπως Ιατρική, Περιβάλλον, Αστρονομία κ. α. Τα κείμενα στην πλαϊνή στήλη συχνά επισημαίνουν τη συνάφεια των χημικών εννοιών με τέτοια επιστημονικά πεδία και περιλαμβάνουν θέματα που σχετίζονται άμεσα με το περιεχόμενο της κύριας σελίδας.

Λεξικό

Στο βιβλίο, αλλά και στο συμπληρωματικό ψηφιακό υλικό, υπάρχει η μετάφραση πλήθους χημικών όρων σε άλλες γλώσσες. Θεωρούμε ότι αυτό θα εξυπηρετήσει πολλαπλά τη διδασκαλία του μαθήματος καθώς:

α) θα προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών και των μαθητριών που τους αρέσουν μαθήματα που έχουν σχέση με τη γλώσσα.

β) θα αναδείξει το πλήθος των λέξεων που χρησιμοποιούνται διεθνώς, και έχουν ελληνική προέλευση, τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει ο/η εκπαιδευτικός ως αφορμή για την εισαγωγή των αντίστοιχων εννοιών.

γ) θα διευκολύνει την αναζήτηση στο διαδίκτυο για τους μαθητές και τις μαθήτριες που έχουν αυξημένο ενδιαφέρον για το μάθημα ή για τις εργασίες που τυχόν τους ανατίθενται.

Συμπληρωματικό Ψηφιακό Υλικό

Αξιοποιείται η διασύνδεση του βιβλίου με ψηφιακό υλικό το οποίο δρα συμπληρωματικά ενισχύοντας την αυτόνομη μάθηση. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη μικροσκοπική οπτική, στο εργαστήριο, στις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και των μαθητριών και στην ορολογία της Χημείας.

3. Πρόλογος

Αγαπητέ μαθητή, αγαπητή μαθήτρια,

το βιβλίο Χημείας που κρατάτε στα χέρια θα σας βοηθήσει να αποκαλύψετε τη Χημεία στον κόσμο γύρω σας. Η μάθηση της Χημείας θα είναι περισσότερο αποτελεσματική με την ενεργό συμμετοχή σας στις προτεινόμενες δραστηριότητες. Όσο περισσότερο συμμετέχετε, τόσο βαθύτερη θα είναι η κατανόησή σας. Μετά από κάθε προτεινόμενη δραστηριότητα ακολουθούν παραδείγματα ασκήσεων και εφαρμογές. Στο τέλος κάθε ενότητας θα βρείτε ασκήσεις για την υποενότητα που μελετήσατε στο σχολείο, τις οποίες μπορείτε να λύσετε στο σπίτι. Οι ασκήσεις αυτές θα σας βοηθήσουν να κατανοήσετε και να θυμηθείτε ό,τι μάθατε στην τάξη. Προσπαθήσαμε αυτό το βιβλίο να είναι ευανάγνωστο και ελπίζουμε ειλικρινά ότι θα κάνει τη μελέτη της Χημείας ευχάριστη για εσάς.

Αναλυτική δομή του βιβλίου

Η πρώτη σελίδα κάθε κεφαλαίου περιέχει μια εικόνα και ένα μικρό κείμενο που σας δίνουν μια «πρώτη γεύση» του θέματος που θα μελετήσουμε.

Στην επόμενη σελίδα αναφέρονται τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα της ενότητας και οι λέξεις κλειδιά με έντονα γράμματα. Θα βρείτε τους ορισμούς τους στο τέλος της ενότητας.

Η ενότητα ή η υποενότητα, ανάλογα πως ορίζει το Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος της Χημείας της Α' τάξης Γενικού Λυκείου, ξεκινά με μία εικόνα και ένα μικρό κείμενο που συνδέει την καθημερινή ζωή με το υπό μελέτη περιεχόμενο.

Το περιεχόμενο αναπτύσσεται τμηματικά κάτω από τις επισημάνσεις:

Σκέφτομαι: που σας προετοιμάζει για τα θέματα με τα οποία θα ασχοληθείτε και πώς αυτά σχετίζονται με τη ζωή μας. Αφιερώστε λίγο χρόνο για να σκεφτείτε την ερώτηση του μαθήματος και το περίγραμμα του θέματος, πριν διαβάσετε το μάθημα.

Διερευνώ: που σας επιτρέπει να αποκαλύψετε το θέμα και να πληροφορηθείτε σχετικά.

Μελετώ: που έχει παραδείγματα για τον τρόπο επίλυσης παρόμοιων ασκήσεων και προβλημάτων βήμα προς βήμα.

Η χημεία στην καθημερινή ζωή: περιέχει εφαρμογές που συναντά κανείς στην καθημερινή ζωή του και σχετίζονται με το περιεχόμενο της ενότητας.

Ανακεφαλαιώνω: περιλαμβάνει **Σύνοψη** και **Εννοιολογικό χάρτη** που ανακεφαλαιώνουν τις κύριες ιδέες της ενότητας.

Ελέγχω: περιλαμβάνει αποτιμητή για να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα και **Γλωσσάρι** που περιέχει τους ορισμούς όλων των νέων λέξεων κλειδιών της ενότητας.

Εφαρμόζω: περιέχει ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα, χωρισμένα σε δύο ομάδες (Α΄ και Β΄), στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο: θα βρείτε προτεινόμενα θέματα για τα οποία μπορείτε να αναζητήσετε πληροφορίες, να παρακολουθήσετε βίντεο και να χρησιμοποιήσετε προσομοιώσεις που σχετίζονται με το περιεχόμενο της ενότητας, ώστε να απαντήσετε στις ερωτήσεις που σας έχουν τεθεί.

Απαντήσεις-υποδείξεις: σας δίνονται σύντομες απαντήσεις στις ερωτήσεις, ασκήσεις και τα προβλήματα των ομάδων Α΄ και Β΄.

4. Γνωριμία με το σχολικό εργαστήριο



Εικόνα 1 *Στιγμιότυπα από σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Λυκείου*

Πυρίμαχο κεραμικό πλέγμα

Λαβίδα

Διήθηση

Ζύγιση στερεού

Σκέφτομαι

Ένας σεφ, για να δημιουργήσει νόστιμα γεύματα, χρειάζεται μια μεγάλη ποικιλία μικροσυσκευών και μαγειρικών σκευών -από σύρμα και μίξερ μέχρι φούρνους και κατσαρόλες- δηλαδή τον εξοπλισμό της κουζίνας. Ένας μηχανικός αυτοκινήτων χρειάζεται μια εργαλειοθήκη με κλειδιά, συσκευές για τη μέτρηση και τη ρύθμιση των καυσαερίων, κ.α. Σε κάθε επάγγελμα, είναι σημαντικό να έχεις τα κατάλληλα εργαλεία για τη συγκεκριμένη εργασία. Οι χημικοί έχουν τον δικό τους εξοπλισμό, ειδικά σκεύη και όργανα, που τους επιτρέπουν να μελετούν τον κόσμο γύρω τους.

Τι πρέπει να γνωρίζουμε όταν εργαζόμαστε στο εργαστήριο Χημείας;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Κυριότερα όργανα και σκεύη στο χημικό εργαστήριο**
- **Οδηγίες πρώτων βοηθειών για συνήθη ατυχήματα στο εργαστήριο Χημείας**

Διερευνώ

- **Κυριότερα όργανα και σκεύη στο χημικό εργαστήριο**

Στο άκουσμα της λέξης Χημεία συχνά μας έρχεται στο μυαλό ένα εργαστήριο γεμάτο με ασυνήθιστα γυάλινα σκεύη και ποτήρια με φυσαλίδες. Οι χημικοί χρειάζονται μια ποικιλία από σκεύη και όργανα για τις έρευνές τους. Ειδικότερα, χρειάζονται σκεύη και όργανα που τους επιτρέπουν να μετρούν τη μάζα και τον όγκο των χημικών ουσιών, να τις αναμιγνύουν, να τις θερμαίνουν και να τις ψύχουν, να τις παρατηρούν και να τις διαχωρίζουν. Ας αφιερώσουμε λίγο χρόνο για να γνωρίσουμε μερικά από τα σκεύη και όργανα που χρησιμοποιούμε στο εργαστήριο Χημείας.

Προχοΐδα

Λαβίδα δοκιμαστικού σωλήνα

Κωνική φιάλη

Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων

Όργανα μέτρησης μάζας

Για να μετρήσουμε τη μάζα κάποιου αντικειμένου, το ζυγίζουμε. Στην καθημερινή ζωή, συνήθως ζυγίζουμε διάφορα αντικείμενα σε κιλά (kg). Για παράδειγμα, στο φούρνο ή στο σούπερ μάρκετ, μπορούμε να αγοράσουμε μισό κιλό ψωμί ή ένα κιλό αλεύρι αντίστοιχα. Οι χημικοί επίσης μετρούν τη μάζα σε κιλά (kg), αλλά στο εργαστήριο όπου μετράμε μικρές ποσότητες χρησιμοποιούμε συνήθως τα γραμμάρια (g) (1 kg = 1000 g).

Στο χημικό εργαστήριο, για τη μέτρηση της μάζας σήμερα χρησιμοποιούμε τον ηλεκτρονικό ζυγό (εικόνα 2). Η μέτρηση 1,8 g σημαίνει ότι η μάζα κυμαίνεται μεταξύ 1,7 και 1,9 g.



Εικόνα 2 *Αυτός ο ηλεκτρονικός ζυγός μετρά τη μάζα με ακρίβεια δέκατου του γραμμαρίου*

Σκεύη μέτρησης όγκου υγρών

Οι χημικοί συνήθως μετρούν τον όγκο των υγρών σε λίτρα (L) και χιλιοστόλιτρα (mL) (1L = 1000 mL) και χρησιμοποιούν για τον σκοπό αυτόν μια ποικιλία ειδικών δοχείων/οργάνων. Για κατά προσέγγιση μετρήσεις χρησιμοποιούν ποτήρια ζέσεως, κωνικές φιάλες και ογκομετρικούς κυλίνδρους (εικόνα 3α, 3β, 3γ). Για πιο ακριβείς μετρήσεις χρησιμοποιούν σιφώνια (εικόνα 3δ), ογκομετρικές φιάλες (εικόνα 3ε) και προχοΐδες (εικόνα 3στ).



(α) (β) (γ) (δ) (ε) (στ)

Εικόνα 3 *Όργανα μέτρησης όγκου: (α) ποτήρι ζέσεως, (β) κωνική φιάλη, (γ) ογκομετρικός κύλινδρος, (δ) σιφώνια και πουάρ, (ε)ογκομετρική φιάλη, (στ) προχοΐδα*

Σκεύη παρατήρησης μεταβολών

Στο χημικό εργαστήριο δεν καταγράφουμε μόνο μετρήσεις. Πολλές φορές μας ενδιαφέρει να καταγράψουμε και παρατηρήσεις κάποιων μεταβολών, όπως αλλαγή χρώματος, έκλυση αερίου, ή σχηματισμό ιζήματος, δηλαδή καταβύθιση μιας στερεάς δυσδιάλυτης ένωσης στο διάλυμα. Για τις παρατηρήσεις χρησιμοποιούμε γυάλινους δοκιμαστικούς σωλήνες που τους κρατούμε με λαβίδες ξύλινες (εικόνα 4α) ή μεταλλικές και τους στηρίζουμε σε ειδικές βάσεις στήριξης δοκιμαστικών σωλήνων (εικόνα 4β). Για να καθαρίζουμε τους δοκιμαστικούς σωλήνες χρησιμοποιούμε ειδικές λεπτές βούρτσες που ονομάζονται ψήκτρες (εικόνα 4γ).



(α) (β) (γ)

Εικόνα 4 *Όργανα παρατήρησης μεταβολών: (α) δοκιμαστικός σωλήνας με ξύλινη λαβίδα, (β) δοκιμαστικοί σωλήνες σε βάση στήριξης, (γ) βούρτσα (ψήκτρα) καθαρισμού δοκιμαστικών σωλήνων*

Λαβίδα στηρίγματος

Σκεύη για τον διαχωρισμό στερεού-υγρού

Πολλές φορές, στις χημικές αντιδράσεις μεταξύ διαλυμάτων χημικών ουσιών σχηματίζονται στερεά αδιάλυτα στο νερό τα οποία καταβυθίζονται (ιζήματα). Για να διαχωρίσουμε το στερεό από το υπόλοιπο διάλυμα χρειαζόμαστε: έναν ηθμό/φίλτρο (σαν αυτό του καφέ) στον οποίο θα συλλέξουμε το στερεό, ένα χωνί που τοποθετούμε τον ηθμό, μία βάση στήριξης για το χωνί, μία υάλινη ράβδο και ένα ποτήρι ζέσεως, στο οποίο θα συλλέξουμε το υγρό (εικόνα 5).

Δακτύλιος



Εικόνα 5 *Όργανα/σκεύη και βοηθητικά εργαλεία για τον διαχωρισμό στερεού-υγρού*

Στήριγμα (ορθοστάτης)

Εξοπλισμός ασφάλειας

Στο εργαστήριο χημείας μαζί με τα κατάλληλα σκεύη και όργανα για τις μετρήσεις, παρατηρήσεις και άλλες εργαστηριακές διαδικασίες υπάρχει και εξοπλισμός ασφάλειας. Για παράδειγμα η απαγωγός εστία (εικόνα 6), στην οποία εργαζόμαστε όταν οι χημικές ουσίες είναι πτητικές και οι ατμοί τους επικίνδυνοι.

Ηθμός



Εικόνα 6 *Απαγωγός εστία*

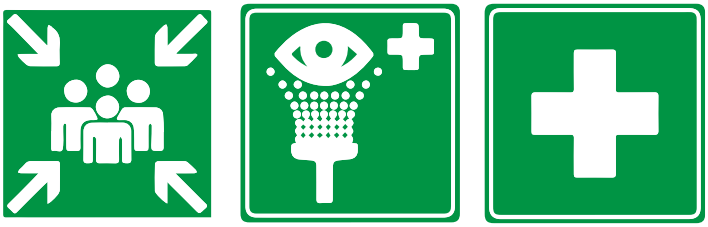
Στον εξοπλισμό ασφάλειας περιλαμβάνονται απαραίτητα οι πυροσβεστήρες (εικόνα 7α) και οι αντιπυρικές κουβέρτες (εικόνα 7β). Σε περίπτωση φωτιάς στο εργαστήριο ΔΕΝ πρέπει να επιχειρήσουμε να τη σβήσουμε με νερό, διότι ενδέχεται να υπάρχουν χημικές ουσίες που αντιδρούν βίαια με το νερό.



Εικόνα 7 *(α) Πυροσβεστήρας και (β) αντιπυρική κουβέρτα*

Σύμβολα ασφάλειας

Σε ένα εργαστήριο υπάρχει σήμανση (σύμβολα ασφάλειας) για να αναγνωρίζουμε τις εξόδους κινδύνου και τα σημεία συγκέντρωσης, όταν υπάρχει έκτακτη ανάγκη (εικόνα 8α), τον υπόλοιπο εξοπλισμό ασφάλειας στο εργαστήριό μας, όπως η συσκευή πλύσης ματιών (εικόνα 8β), το κουτί πρώτων βοηθειών (εικόνα 8γ), οι πυροσβεστήρες (εικόνα 9α) και η αντιπυρική κουβέρτα (εικόνα 9β) για να μάθουμε τη θέση τους.



(α) (β) (γ)

Εικόνα 8 *Σύμβολα ασφάλειας για (α) το σημείο συγκέντρωσης έκτακτης ανάγκης, (β) τη συσκευή πλύσης ματιών και (γ) το κουτί πρώτων βοηθειών*

Το κουτί πρώτων βοηθειών χρησιμεύει σε περίπτωση ατυχήματος. Οι πυροσβεστήρες και η αντιπυρική κουβέρτα χρησιμεύουν για την κατάσβεση πυρκαγιάς.



(α) (β)

Εικόνα 9 *Σύμβολα ασφάλειας για (α) τον πυροσβεστήρα και (β) την αντιπυρική κουβέρτα*

Μερικές φορές, ευτυχώς όχι πολύ συχνά, τόσο στα χημικά εργαστήρια όσο και στη χημική βιομηχανία συμβαίνουν ατυχήματα, από την εκδήλωση μιας μικρής πυρκαγιάς έως το σοβαρότερο βιομηχανικό ατύχημα που συνέβη στις 10 Ιουλίου 1976 σε ένα μικρό εργοστάσιο παραγωγής χημικών στο Seveso, μια μικρή πόλη περίπου 20 χιλιόμετρα βόρεια του Μιλάνου στην περιοχή της Λομβαρδίας της Ιταλίας (εικόνα 10). Το ατύχημα είχε ως αποτέλεσμα την υψηλότερη γνωστή έκθεση πολιτών σε μία διοξίνη που είναι τοξική ουσία.



Εικόνα 10 *Ένας καραμπινιέρος (Ιταλός αστυνόμος) με στολή κινδύνου τοποθετεί πινακίδες που προειδοποιούν για την παρουσία τοξικών χημικών ουσιών*

▶ Οδηγίες πρώτων βοηθειών για συνήθη ατυχήματα στο εργαστήριο Χημείας

Εάν συμβεί ένα ατύχημα στον χώρο του εργαστηρίου θα πρέπει να αναφέρετε αμέσως το ατύχημα, όσο μικρό κι αν είναι, στον/στην εκπαιδευτικό σας.

Οδηγίες αντιμετώπισης μικρών δερματικών εγκαυμάτων

Θερμικά εγκαύματα προκαλούνται, όταν το σώμα έλθει σε απευθείας επαφή με θερμαντική πηγή θερμοκρασίας μεγαλύτερης από 45 °C. Οι πιο συχνές πηγές θερμότητας, που προκαλούν θερμικά εγκαύματα, είναι η φλόγα, τα υγρά σε βρασμό, ο ατμός και τα πυρακτωμένα μέταλλα, π.χ. το «μάτι» της κουζίνας.

Όταν έχουμε ατυχήματα που δημιουργούν μικρά επιφανειακά και μερικού πάχους θερμικά εγκαύματα:

- πλένουμε την περιοχή με άφθονο τρεχούμενο δροσερό νερό 10 με 15 λεπτά.
- απομακρύνουμε τυχόν υπολείμματα όπως καμένα ρούχα, όταν απομακρύνονται εύκολα.
- απλώνουμε καταπραϋντικό gel (υδρογέλη).
- δεν σπάμε τις φουσκάλες.
- εάν σπάσουν οι φουσκάλες απλώνουμε αντισηπτική αλοιφή και καλύπτουμε με γάζες.
- εάν υπάρχει έντονος πόνος δίνουμε ένα παυσίπονο.
- εάν τα επιφανειακά και μερικού πάχους εγκαύματα αφορούν το πρόσωπο, πρέπει να αναζητήσουμε ιατρική βοήθεια.

Χημικά εγκαύματα είναι οι βλάβες του δέρματος από ισχυρές χημικές διαβρωτικές ουσίες. Συνηθέστερες ουσίες υπεύθυνες για την πρόκληση εγκαυμάτων είναι: (α) τα οξέα, π.χ. θειϊκό, υδροχλωρικό, νιτρικό οξύ, και (β) οι βάσεις, π.χ. υδροξείδιο του νατρίου, υδροξείδιο του καλίου.

Όμοια με τα εγκαύματα από φλόγα, εάν έρθουμε σε επαφή με χημικά (π.χ. οξέα, βάσεις):

- ξεπλένουμε την περιοχή επαφής με δροσερό νερό.

Πρέπει να θυμόμαστε ότι τα χημικά εγκαύματα χρειάζονται περισσότερη ώρα ξέπλυμα με νερό από τα θερμικά.

Σε περίπτωση που οι χημικές ουσίες (π.χ. οξέα, βάσεις) έρθουν σε επαφή με το πρόσωπό μας,

- πλένουμε με άφθονο νερό, πριν αφαιρέσουμε τα γυαλιά ασφαλείας μας.

Σε περίπτωση που οι χημικές ουσίες (π.χ. οξέα, βάσεις) έρθουν σε επαφή με τα μάτια μας,

- πλένουμε τα μάτια με νερό για τουλάχιστον 15 λεπτά.

Οπωσδήποτε, όταν έχουμε έγκαυμα ματιού θα πρέπει να αναζητήσουμε ιατρική βοήθεια.

Δεν επιχειρούμε να εξουδετερώσουμε τη χημική ουσία, καθώς μια πιθανή εξώθερμη αντίδραση (αντίδραση που εκλύει θερμότητα) μπορεί να προκαλέσει σοβαρότερο έγκαυμα.

Ενδεικτική Δοκιμασία Αξιολόγησης

1. Σε περίπτωση φωτιάς στο εργαστήριο τι από τα παρακάτω **δεν** επιτρέπεται να κάνεις;

α) Να χρησιμοποιήσεις πυροσβεστήρα

β) Να κλείσεις αμέσως τους λύχνους

γ) Να τη σβήσεις με νερό

δ) Να ενημερώσεις άμεσα τον/την εκπαιδευτικό

2. Σε περίπτωση που σπάσεις ένα γυάλινο σκεύος (έναν δοκιμαστικό σωλήνα, ένα ποτήρι ζέσεως κ.ά.) τι από τα παρακάτω οφείλεις να κάνεις;

α) Να μαζέψεις τα γυαλιά με προσοχή και να τα πετάξεις στον κάδο απορριμμάτων.

β) Να ενημερώσεις τον/την εκπαιδευτικό και με τη βοήθεια του να απορρίψετε τα σπασμένα γυαλικά στον ειδικό κάδο.

γ) Να ενημερώσεις τους συμμαθητές και τις συμμαθήτριες σου να προσέχουν για να μην κοπούν και να συνεχίσεις κανονικά.

δ) Δεν οφείλω να κάνω τίποτα, θα φροντίσει ο υπάλληλος καθαριότητας μετά τη λήξη του σχολικού ωραρίου.

3. Σε περίπτωση που, επειδή **δεν** φορούσες προστατευτικά γυαλιά, σου έπεσε χημική ουσία στο μάτι, τι πρέπει να κάνεις;

α) Να το ξεπλύνεις με νερό, χωρίς να πεις τίποτα στον/στην εκπαιδευτικό.

β) Υπομονή μέχρι να τελειώσει η ώρα για να αποφύγεις την τιμωρία, επειδή δεν τήρησες τους κανόνες ασφαλείας.

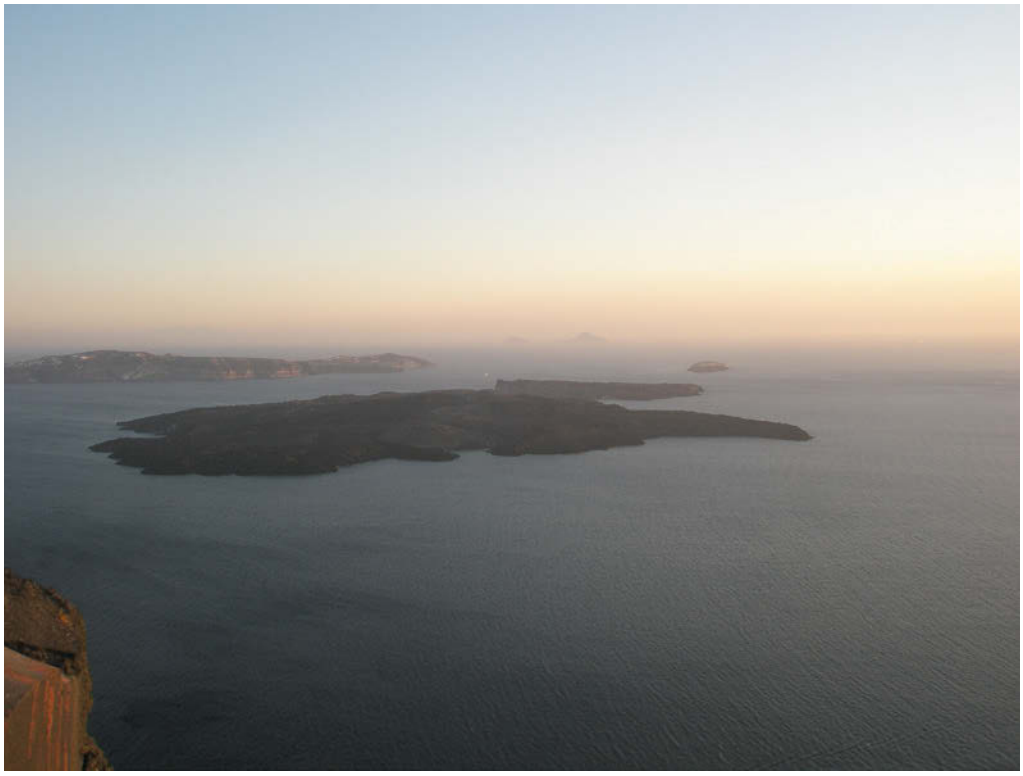
γ) Να ενημερώσεις τον καθηγητή, να ξεπλύνεις σωστά το μάτι και να δεχτείς ιατρική βοήθεια, αν ο καθηγητής το κρίνει απαραίτητο.

δ) Να ζητήσεις από τον συμμαθητή ή την συμμαθήτρια σου να κρίνει αν είναι σοβαρό το ατύχημα.

4. Αντιστοιχίστε τις περιγραφές της στήλης Ι με την ονομασία του σκεύους/συσκευής της στήλης ΙΙ.

	ΣΤΗΛΗ Ι		ΣΤΗΛΗ ΙΙ
(α)	Γυάλινο σκεύος με επίπεδο πάτο και κυλινδρικό σχήμα που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά, ανάμιξη και θέρμανση υγρών	(1)	Ζυγός
(β)	Όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της μάζας	(2)	Ογκομετρικός κύλινδρος
(γ)	Γυάλινη φιάλη με μακρύ λαιμό συγκεκριμένου όγκου	(3)	Ποτήρι ζέσεως
(δ)	Κυλινδρικό γυάλινο σκεύος βαθμονομημένο που χρησιμοποιείται συχνά για τη μέτρηση όγκου υγρών	(4)	Σιφώνιο
(ε)	Βαθμονομημένο γυάλινο σκεύος για μέτρηση όγκου υγρών με ακρίβεια που συνδυάζεται με πουάρ	(5)	Ογκομετρική φιάλη
(στ)	Γυάλινο σκεύος που χρησιμοποιείται στη διήθηση και συνδυάζεται με χάρτινο φίλτρο (ηθμό)	(6)	Χωνί διήθησης

Κεφάλαιο 1: Η Χημεία στην καθημερινή ζωή και την κοινωνία



Εικόνα 1.1 *Η καλδέρα του ηφαιστείου της Σαντορίνης*

Από μέρος άγνωστο φώσφορο έχυσε
«Για να βλέπεις» είπε «από μέσα
στο κορμί σου
φλέβες κάλιο, μαγγάνιο
και τ' αποτιτανωμένα
παλαιά κατάλοιπα του έρωτα»

Οδυσσέας Ελύτης, Η ΓΕΝΝΕΣΙΣ, στίχοι 300-307, ΑΞΙΟΝ ΕΣΤΙ (1959)

Τα ηφαίστεια δεν είναι μόνο πηγή καταστροφών, αλλά και "εργοστάσια" παραγωγής χημικών ουσιών που αποτέλεσαν τη βάση ανάπτυξης μοναδικών πολιτισμών. Οι χημικοί, παρατηρώντας τη φύση, "έστησαν" τα δικά τους εργαστήρια παραγωγής νέων υλικών. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα μάθουμε πώς οι ανακαλύψεις τους επηρεάζουν τη ζωή μας.

Στο τέλος της ενότητας **«Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της»** θα μπορείς να:

- αναγνωρίζεις τον καθοριστικό ρόλο της Χημείας στην ατομική και κοινωνική ευημερία μέσα από αναφορές που συνδέονται με:

  α) τα καθημερινά υλικά,

  β) τα φάρμακα,

  γ) την αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας των τροφίμων,

  δ) την ανάλυση της σύστασης των υλικών,

  ε) την παραγωγή νέων υλικών,

  στ) την παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας,

  ζ) την προστασία του περιβάλλοντος,

  η) την αειφόρο ανάπτυξη και την κυκλική οικονομία κ.ά.

- αναδεικνύεις τη σύνδεση της επιστήμης της Χημείας με άλλες επιστήμες, όπως Φυσική, Βιολογία, Φαρμακευτική, Γεωλογία, Γεωπονία, Ιατρική κ.ά.

Λέξεις κλειδιά

Πράσινη Χημεία

Τεχνητά υλικά

Τεχνολογία

Φυσικές Επιστήμες

Φυσικά υλικά

Χημεία

1.1 Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της

Οι σύγχρονες ρακέτες του τένις (εικόνα 1.2) έχουν πολλά πλεονεκτήματα: υψηλή ακαμψία, υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό, υψηλή αναλογία αντοχής προς βάρος, μεγάλη χημική αντοχή και χαμηλή θερμική διαστολή. Οι πολύ χρήσιμες αυτές ιδιότητες οφείλονται στην ενίσχυση του πλαισίου της ρακέτας από ίνες άνθρακα. Αυτές οι ιδιότητες τις έχουν κάνει πολύ δημοφιλείς στην αεροδιαστημική, τη μηχανική, τον στρατό, τα μηχανοκίνητα και άλλα αγωνιστικά αθλήματα. Οι ίνες άνθρακα είναι προϊόν της επιστημονικής έρευνας και της τεχνολογίας.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ.... ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ

Το 1597, ο Γερμανός Αλχημιστής Andreas Libau (επίσης γνωστός ως Libavius) έγραψε ένα εγχειρίδιο Χημείας με τον τίτλο «Αλχημεία», όπου συγκέντρωνε όλες τις μέχρι τότε ανακαλύψεις των Αλχημιστών.


D. O. M. A.
ALCHEMIA
ANDREAE LI
BAVII MED. D. POET
PHYSICI ROTEMBVRG.

Εγχειρίδιο Χημείας «Αλχημεία»



Εικόνα 1.2 *Ρακέτα και μπαλάκια του τένις*

Σκέφτομαι

Η επιστήμη και η τεχνολογία συχνά συγχέονται μεταξύ τους. Η **τεχνολογία** είναι η εφαρμογή της γνώσης για πρακτικούς σκοπούς. Η τεχνολογία εμφανίστηκε στους προϊστορικούς χρόνους, πολύ πριν από την **επιστήμη**. Η φωτιά χρησιμοποιήθηκε για το μαγείρεμα, το ψήσιμο αγγείων και την τήξη μεταλλευμάτων για την παραγωγή μετάλλων. Η ανακάλυψη της ζύμωσης οδήγησε στην παραγωγή μπύρας και οίνου. Τέτοιες διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν χωρίς κατανόηση των σχετικών επιστημονικών αρχών.

Πριν από περίπου 2500 χρόνια, Έλληνες φιλόσοφοι διατύπωσαν ορθολογικές εξηγήσεις για τη συμπεριφορά της ύλης. Οι φιλόσοφοι δεν έλεγχαν τις θεωρίες τους με πειραματισμούς. Παρ' όλα αυτά, οι απόψεις τους για τη φύση, που αποδίδονται κυρίως στον Αριστοτέλη, κυριάρχησαν στη δυτική σκέψη για τους επόμενους 20 αιώνες.

Οι ρίζες της Χημείας βρίσκονται στην Αλχημεία, που άκμασε περίπου από το 100 έως το 1600 μ.Χ. Η αλχημεία συνδυάζει τη φιλοσοφική θεώρηση και συγκεκριμένες τεχνικές με τελικό στόχο την κατάκτηση της αθανασίας. Οι αλχημιστές αναζήτησαν μια «φιλοσοφική λίθο» που θα μετέτρεπε φθηνότερα μέταλλα σε χρυσό και ένα ελιξίριο που θα έφερνε αιώνια ζωή. Αν και ποτέ δεν πέτυχαν αυτούς τους στόχους, ανακάλυψαν πολλές νέες χημικές ουσίες, φάρμακα και τελειοποίησαν τεχνικές, όπως η απόσταξη (εικόνα 1.3) και η εκχύλιση που χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα.



Εικόνα 1.3 *Απόσταξη σε εργαστήριο αλχημιστών*

Η Χημεία ως επιστήμη θεμελιώθηκε τον 18ο αιώνα και έκτοτε ακολούθησε μια έκρηξη γνώσης, καθώς περισσότεροι επιστήμονες μελέτησαν τη συμπεριφορά των υλικών σε εύρος και βάθος. Η εκρηκτική ανάπτυξη της Χημείας επηρεάζει το κοινωνικό σύνολο, καθώς φάρμακα, λιπάσματα, πλαστικά και κράματα που αναπτύσσονται στο χημικό εργαστήριο γίνονται προϊόντα της χημικής βιομηχανίας και ενσωματώνονται στην καθημερινή μας ζωή.

Σήμερα, η Χημεία είναι μια από τις Φυσικές Επιστήμες οι οποίες μελετούν τον φυσικό κόσμο μέσω της παρατήρησης και των πειραμάτων. Η Χημεία μελετά τις ιδιότητες των χημικών ουσιών, καθώς και τη σύνθεση νέων χημικών ουσιών με επιθυμητές ιδιότητες.

Πώς αναπτύσσονται τα νέα υλικά;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Φυσικά και Τεχνητά Υλικά**
- **Εφαρμογές της Χημείας στη ζωή μας**
- **Σύνδεση της Χημείας με άλλες επιστήμες**

Διερευνώ

Φυσικά και τεχνητά υλικά

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν πολλά υλικά που βρίσκονται στη φύση, τα φυσικά υλικά. Πολλά από τα φυσικά υλικά τα χρησιμοποιούμε και ως πρώτες ύλες για να παράγουμε νέα υλικά, τα τεχνητά υλικά.

Δραστηριότητα 1

α) Να καταγράψετε 3 φυσικά υλικά και 3 τεχνητά υλικά που γνωρίζετε.

Φυσικά υλικά:

……

……

……

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ....
ΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

Τα κράματα μνήμης είναι υλικά που μπορούν να «θυμούνται» το αρχικό τους σχήμα και μετά από παραμόρφωση να επιστρέφουν σε αυτό υπό ορισμένες συνθήκες. Τέτοια κράματα κατασκευασμένα από νικέλιο και τιτάνιο χρησιμοποιούνται ευρέως στην Ιατρική καθώς η θερμοκρασία επαναφοράς τους (περίπου 36°C) είναι αυτή του ανθρωπίνου σώματος. Χρησιμοποιούνται για την κατασκευή υλικών οστεοσύνθεσης και για τα καρδιαγγειακά στεντ.

Τεχνητά υλικά:

.....

.....

.....

Στα προϊόντα καθημερινής χρήσης περιέχονται χημικές ουσίες οι οποίες αναγράφονται υποχρεωτικά στις ετικέτες τους. Οι χημικές αυτές ουσίες είναι αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής μας, ερχόμαστε καθημερινά σε επαφή με αυτές και γι' αυτό οφείλουμε να τις γνωρίζουμε και να τις μελετάμε.

Δραστηριότητα 2

α) Να καταγράψετε 3 χημικές ουσίες που γνωρίζετε:

Χημικές ουσίες:

.....

.....

.....

β) Να ταξινομήσετε 3 χημικές ουσίες που χρησιμοποιείτε στην καθημερινότητά σας με βάση τη συχνότητα που τις χρησιμοποιείτε:

1. Χρησιμοποιώ καθημερινά .....

2. Χρησιμοποιώ μερικές φορές .....

3. Χρησιμοποιώ σπάνια .....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

Η κοινή γνώμη αντιλαμβάνεται πως «χημικό» είναι οτιδήποτε φτιάχνεται στα εργαστήρια ή δεν είναι φυσικό, αλλά αυτό δεν είναι σωστό.

Ο κόσμος γύρω μας είναι φτιαγμένος από χημικές ουσίες: ο αέρας που αναπνέουμε, τα αρώματα που μυρίζουμε, το φαγητό που τρώμε, τα ρούχα που φοράμε, τα κτίρια που κατοικούμε, τα οχήματα που οδηγούμε και τα φάρμακα που μας βοηθούν να διατηρούμε την υγεία μας.

Αν και υπάρχουν αμέτρητες χημικές ουσίες γύρω μας, όλες αποτελούνται από διάφορους συνδυασμούς περίπου 90 χημικών στοιχείων. Η Χημεία έχει καθοριστικό ρόλο στη μετατροπή των φυσικών υλικών σε νέα χρήσιμα τεχνητά υλικά. Επιπλέον, μελετά τις ιδιότητές τους και προβλέπει τους τομείς που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν.

▶ Εφαρμογές της Χημείας στη ζωή μας

Καθημερινά υλικά

Η έρευνα στη Χημεία με τη βοήθεια της τεχνολογίας έχει πετύχει την μετατροπή υλικών σε νέα χρήσιμα προϊόντα που βελτιώνουν τη ζωή μας. Μεγάλη είναι η συμβολή της Χημείας στην ανάπτυξη των σύγχρονων φαρμάκων που μας παρέχουν πιο αποτελεσματικές και εξατομικευμένες θεραπείες. Εξίσου σημαντικό ρόλο παίζει η Χημεία στην αύξηση της παραγωγής των τροφίμων με την ανάπτυξη σύγχρονων λιπασμάτων, συμβάλλοντας στην επίτευξη του 2ου στόχου (μηδενική πείνα) Βιώσιμης/Αειφόρου Ανάπτυξης (εικόνα 1.4) που έθεσαν τα Ηνωμένα Έθνη το 2015.



Εικόνα 1.4 *Στόχοι Βιώσιμης/Αειφόρου Ανάπτυξης που έθεσαν τα Ηνωμένα Έθνη το 2015*

Η Χημεία χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία τροφίμων (εικόνα 1.5). Η διασφάλιση της **ποιότητας των τροφίμων** επιτυγχάνεται με τη χρήση χημικών ουσιών, όπως τα πρόσθετα των τροφίμων που συμβάλλουν στη συντήρηση και στην σταθεροποίησή τους. Τα πρόσθετα τροφίμων χρησιμοποιούνται και για τον επιθυμητό χρωματισμό των προϊόντων ή τη μεταβολή της γεύσης τους, ώστε να γίνουν πιο ελκυστικά.

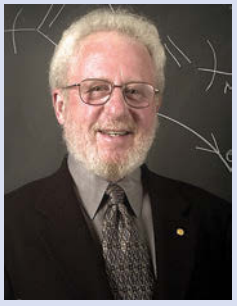


Εικόνα 1.5 *Κρασί, τυριά και φρούτα -John F. Francis – 1857*

Τα **νέα υλικά** που παράγει η Χημεία άλλαξαν θεαματικά τη ζωή της ανθρωπότητας τον 20ο και 21ο αιώνα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τα αγώγιμα πολυμερή (Νόμπελ Χημείας 2000 στους A. J. Heeger, A. G. MacDiarmid και H. Shirakawa) που χρησιμοποιούνται σε επίπεδες εύκαμπτες οθόνες τηλεόρασης, κινητών τηλεφώνων και φωτοβολταϊκών, καθώς επίσης και σε επικαλύψεις που απορροφούν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα των ραντάρ (αεροσκάφη stealth, εικόνα 1.6).



Alan G. MacDiarmid



Alan J. Heeger



Hideki Shirakawa

Βραβευθέντες με το Νόμπελ Χημείας, το 2000, για την ανακάλυψη και ανάπτυξη των αγώγιμων πολυμερών.



John B. Goodenough



Michael Stanley Whittingham



Akira Yoshino

Βραβευθέντες με το Νόμπελ Χημείας, το 2019, για την ανάπτυξη των μπαταριών ιόντων λιθίου.



Εικόνα 1.6 *Ένα αεροσκάφος F-117A Nighthawk Stealth Fighter της Πολεμικής Αεροπορίας των ΗΠΑ*

Μαζί με την ανάπτυξη των νέων υλικών είναι απαραίτητος ο έλεγχος της τήρησης των προϋποθέσεων που θέτει η πολιτεία και οι κανονισμοί ποιότητας και καταλληλότητας. Έτσι, στα στάδια παραγωγής τους, γίνεται **ανάλυση της σύστασης των υλικών,** η οποία δίνει πληροφορίες για το είδος των χημικών στοιχείων ή ενώσεων αλλά και για τις ποσότητες των συστατικών αυτών. Οι αναλύσεις διεξάγονται κυρίως με χρήση σύγχρονων οργάνων, όπως στοιχειακοί αναλυτές, φασματοφωτόμετρα, χρωματογράφοι, κ.ά.

Τεράστια είναι η συμβολή της Χημείας στην **παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας**. Η ανάπτυξη των επαναφορτιζόμενων μπαταριών ιόντων λιθίου (εικόνα 1.7) από τους J. B. Goodenough, M. Stanley Whittingham και A. Yoshino (Νόμπελ Χημείας, 2019) άλλαξε τη ζωή μας. Χάρη στις μπαταρίες λιθίου αναπτύχθηκαν τα κινητά τηλέφωνα, οι φορητοί υπολογιστές, τα τάμπλετ αλλά και τα ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα, καθώς επίσης έγινε πιο εύκολη η αποθήκευση ενέργειας που παράγουν τα φωτοβολταϊκά και οι ανεμογεννήτριες, από τον ήλιο και τον αέρα αντίστοιχα.

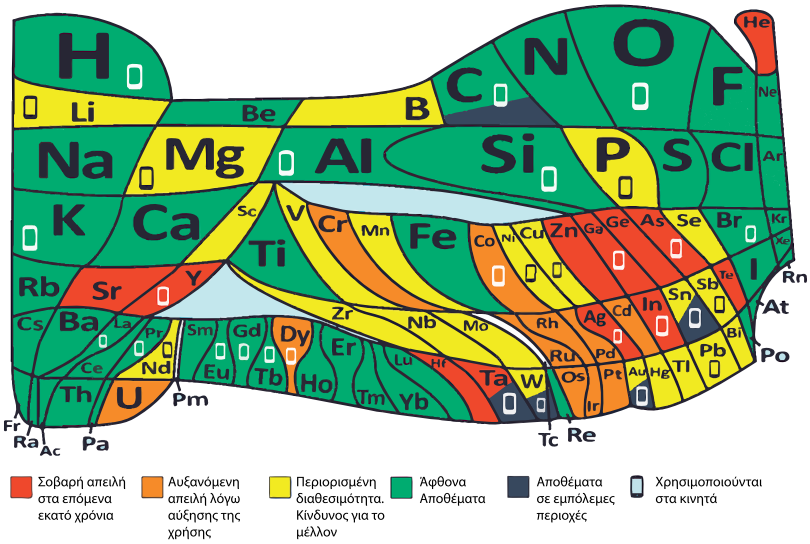


Εικόνα 1.7 *Μπαταρία ιόντων λιθίου ενός φορητού υπολογιστή*

Καθώς τα αποθέματα λιθίου στον πλανήτη καταναλώνονται ραγδαία υπάρχει ανάγκη να βρεθούν νέου τύπου επαναφορτιζόμενες μπαταρίες που να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και να είναι πιο οικολογικές, επειδή θα χρησιμοποιούν λιγότερο ακριβά και φιλικά προς το περιβάλλον υλικά.

Ο καταναλωτισμός που χαρακτηρίζει τον σύγχρονο τρόπο ζωής, συνδέεται με την υπερεκμετάλευση των πόρων της Γης και την παραγωγή αποβλήτων που επιβαρύνουν το περιβάλλον. Απάντηση για την **προστασία του περιβάλλοντος** δίνει ο κλάδος της **Πράσινης Χημείας**, που προτείνει μεταξύ άλλων (α) την αποφυγή της δημιουργίας αποβλήτων αντί για την επεξεργασία τους και (β) τη χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πρώτων υλών. Η προσέγγιση της Πράσινης Χημείας επεκτάθηκε περαιτέρω την πρώτη δεκαετία του 21ου αιώνα για να συμπεριλάβει την ιδέα της βιωσιμότητας/αειφορίας δηλαδή του σχεδιασμού που αποκρίνεται στις ανάγκες της παρούσας γενιάς, χωρίς να διακυβεύονται οι ανάγκες των μελλοντικών γενεών.

Η κυκλική οικονομία αφορά τους κύκλους υλικών – πώς χρησιμοποιούμε, επαναχρησιμοποιούμε και απορρίπτουμε τα υλικά, πώς ελαχιστοποιούμε τα απόβλητα και πώς αξιοποιούμε στο έπακρο τους πόρους σε αυτή τη διαδικασία.



Εικόνα 1.8 *Τα 90 φυσικά χημικά στοιχεία που απαντώνται στη φύση και πληροφορίες για τη διαθεσιμότητά τους. Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε κινητά τηλέφωνα έχουν το αντίστοιχο σήμα. (έκδοση 2023 από European Chemistry Society/EuChemS)*

Όσο πιο βιώσιμη γίνεται η κοινωνία μας και όσο πλησιάζουμε προς μια κυκλική οικονομία, τόσο περισσότερο θα είναι διαθέσιμα προς χρήση τα χημικά στοιχεία που τα αποθέματα τους σήμερα κινδυνεύουν να εξαντληθούν (εικόνα 1.8).

▶ Σύνδεση της Χημείας με άλλες επιστήμες



Εικόνα 1.9 *Μηχανισμός των Αντικυθήρων*

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ.... ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ

Ο μηχανισμός των Αντικυθήρων ανασύρθηκε από ψαράδες κοντά στα Αντικύθηρα το 1901.
Από τότε μέχρι και σήμερα αποτελεί αντικείμενο μελέτης επιστημόνων διαφόρων ειδικοτήτων οι οποίοι συνεργάζονται για την αποσαφήνιση της λειτουργίας του.



Ανακατασκευή του μηχανισμού των Αντικυθήρων (Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Αθηνών).

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗΝ ΕΓΚΛΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ

Οι εγκληματολόγοι ψεκάζουν με ένα σπρέι λουμινόλης το δωμάτιο που ελέγχουν ενώ υπάρχει συσκότιση. Αν υπάρχουν κηλίδες αίματος, μέσω αντίδρασης χημειοφωταύγειας της λουμινόλης, παράγεται χαρακτηριστικό φως χρώματος μπλε.



Χημειοφωταύγεια Λουμινόλης

Δραστηριότητα 1

Δίνονται μερικοί από τους τομείς, στους οποίους συνεργάζονται χημικοί με άλλους επιστήμονες. Στον πίνακα που ακολουθεί να συμπληρώσετε έναν επιστήμονα που θα εργαστεί κάθε φορά μαζί με τον χημικό.

Τομέας συνεργασίας	Συνεργάτης επιστήμονας
Πυρηνική ενέργεια	
Ανάπτυξη φαρμάκων	
Ανάπτυξη υλικών	
Χρονολόγηση αντικειμένων	
Εξιχνίαση εγκλημάτων	

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

Η Χημεία συνδέεται με πολλές άλλες επιστήμες, όπως η Φυσική, η Βιολογία, η Φαρμακευτική, η Γεωλογία, η Γεωπονία και η Ιατρική και αυτό της δίνει έναν ξεχωριστό κεντρικό ρόλο. Χημικοί και φυσικοί συνεργάζονται για τη διερεύνηση της δομής της ύλης και των ενεργειακών μεταβολών (π.χ. πυρηνική ενέργεια). Οι χημικοί καθημερινά σχεδιάζουν και συνθέτουν πλήθος χημικών ενώσεων. Οι ενώσεις αυτές αρχικά εξετάζονται και αξιολογούνται από τους φαρμακοποιούς για τη φαρμακευτική τους δράση, ώστε να αποτελέσουν τη δραστική ουσία φαρμάκων. Βιολόγοι συνεργάζονται με χημικούς για τη διερεύνηση βιοχημικών και μεταβολικών διεργασιών. Οι γεωλόγοι χρησιμοποιούν αναλυτικές μεθόδους που αναπτύχθηκαν από χημικούς για την ανάλυση των ορυκτών και την ταξινόμησή τους. Οι αρχαιολόγοι καθορίζουν την ηλικία και την προέλευση των ευρημάτων τους (εικόνα 1.9) με χρήση χημικών μεθόδων, όπως η ραδιοχρονολόγηση.

Πολλές από τις χημικές ουσίες που παρασκευάζουν οι χημικοί αξιοποιούνται από τους γεωπόνους για την καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών ή για χρήση ως λιπάσματα για την ανάπτυξή τους. Οι μηχανικοί βασίζονται στη χημική γνώση σχετικά με τις ιδιότητες διαφόρων υλικών, για να αποφασίσουν σχετικά με την καταλληλόλητά τους για συγκεκριμένες κατασκευές. Η Εγκληματολογία χρησιμοποιεί χημικές αναλύσεις βιολογικών δειγμάτων, τροφίμων, υφασμάτων κ.ά. για την εξιχνίαση εγκλημάτων. Οι ιατροί με τη βοήθεια χημικών και βιολόγων διερευνούν την επίδραση διάφορων ουσιών που μπορεί να έχουν φαρμακευτική δράση σε βιολογικά συστήματα, ώστε να περάσουν στη βιομηχανική τους παραγωγή ως φάρμακα.

Η χημεία στην καθημερινή ζωή

«Η Χημεία στη μαγειρική: Μαγειρική σόδα ή Baking powder;»

Στη ζαχαροπλαστική χρησιμοποιούνται ως διογκωτικοί παράγοντες άλλοτε μαγειρική σόδα και άλλοτε το baking powder, καθώς και τα δύο παράγουν διοξείδιο του άνθρακα που έχει ως αποτέλεσμα να «φουσκώνουν» τα γλυκά. Ποια είναι όμως η διαφορά τους;

Η μαγειρική σόδα είναι το υδρογοανθρακικό νάτριο ($NaHCO_3$) το οποίο, όταν αντιδρά με ένα οξύ, ελευθερώνει CO_2. Για να δράσει λοιπόν η μαγειρική σόδα ως διογκωτικό είναι απαραίτητο να προστεθεί στη συνταγή κάποιο συστατικό που να περιέχει οξύ, όπως χυμός λεμονιού ή πορτοκαλιού (κιτρικό οξύ), μέλι (γλυκονικό οξύ), βούτυρο γάλακτος (γαλακτικό οξύ). Η αντίδραση γίνεται αμέσως, αλλά κάποιες φορές αυτό δεν είναι επιθυμητό, καθώς θέλουμε η διαδικασία του «φουσκώματος» να διαρκεί.

Το baking powder είναι μίγμα υδρογονοανθρακικού νατρίου με κάποιο οξύ. Όσο το μίγμα είναι σε ξηρά μορφή δεν γίνεται αντίδραση και γι' αυτό ένα από τα συστατικά του baking powder είναι το άμυλο, που βοηθά στο να παραμένει το μίγμα ξηρό. Όταν όμως προσθέσουμε κάποιο υγρό (που περιέχει νερό), το οξύ με τη βάση αντιδρούν και παράγεται CO_2.

Σε κάποια baking powder περιέχεται οξύ που αντιδρά γρήγορα, όπως το υδρογονοτρυγικό κάλιο, σε άλλα περιέχεται οξύ όπως το διυδρογονοπυροφωσφορικό νάτριο που για να αντιδράσει απαιτείται εκτός από τη διαβροχή και θέρμανση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η διαδικασία του «φουσκώματος» να γίνεται και κατά τη θέρμανση στον φούρνο. Σε κάποιες συσκευασίες baking powder περιέχονται δύο οξέα, ένα που αντιδρά γρήγορα και ένα που απαιτεί θέρμανση.

Στην Ελλάδα τα περισσότερα baking powders περιέχουν μόνο διυδρογονοπυροφωσφορικό νάτριο, το οποίο όπως είπαμε απαιτεί και θέρμανση. Έτσι, ειδικά όταν θέλουμε να φτιάξουμε ένα γλυκό που απαιτείται να "φουσκώσει" αρκετά, όπως το κέικ, συνδυάζουμε μαγειρική σόδα με κάποιο οξύ και baking powder.

Ανακεφαλαιώνω

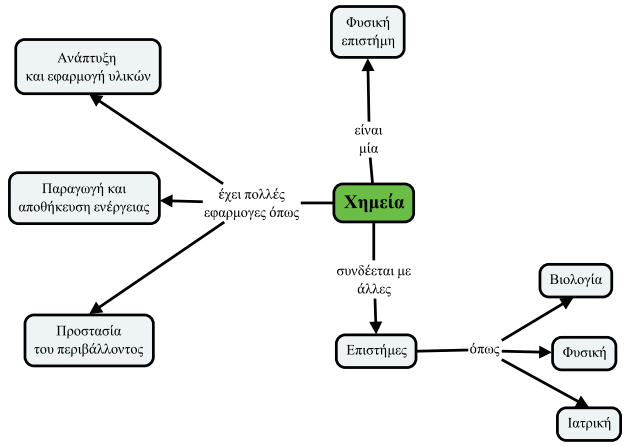
Σύνοψη

Η Χημεία είναι η Φυσική Επιστήμη που μελετά τις ιδιότητες των υλικών και τη μετατροπή τους σε νέα υλικά. Είναι παντού γύρω μας, και όσο καλύτερα μελετάμε/μαθαίνουμε Χημεία, τόσο καλύτερα γνωρίζουμε τον κόσμο γύρω μας. Η ανάπτυξη της Χημείας επηρεάζει σημαντικά τη ζωή μας, καθώς φάρμακα, απορρυπαντικά, πλαστικά, λιπάσματα, βελτιωτικά τροφίμων και νέα υλικά που αναπτύχθηκαν στο χημικό εργαστήριο, έγιναν προϊόντα της χημικής βιομηχανίας που καταναλώνουμε καθημερινά.

Η Χημεία συνδέεται με άλλες επιστήμες και διαμορφώνει τον πολιτισμό μας. Οι εξελίξεις στη Φαρμακευτική και την Ιατρική στηρίζονται στη Χημεία. Η εκπληκτική ανάπτυξη στη βιοτεχνολογία, τα νέα φάρμακα, οι βελτιώσεις στη διατροφή, η αποτελεσματικότητα της εγκληματολογικής έρευνας έχουν χημική βάση.

Εννοιολογικός χάρτης για τη Χημεία και την καθημερινή ζωή

Εννοιολογικός Χάρτης



Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Αναγνωρίζω τον καθοριστικό ρόλο της Χημείας στην ατομική και κοινωνική ευημερία μέσα από αναφορές που συνδέονται με:			
α) τα καθημερινά υλικά			
β) τα φάρμακα			
γ) την αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας των τροφίμων			
δ) την ανάλυση της σύστασης των υλικών			
ε) την παραγωγή νέων υλικών			
στ) την παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας			
ζ) την προστασία του περιβάλλοντος			
η) την αειφόρο ανάπτυξη και την κυκλική οικονομία			
θ) τη σύνδεση της επιστήμης της Χημείας με άλλες επιστήμες, όπως Φυσική, Βιολογία, Φαρμακευτική, Γεωλογία, Γεωπονία, Ιατρική κ.ά.			

Γλωσσάρι

Πράσινη Χημεία είναι ο κλάδος της Χημείας, που αφορά στην εφεύρεση, το σχεδιασμό και την εφαρμογή χημικών προϊόντων και διεργασιών για τη μείωση ή την εξάλειψη της χρήσης και παραγωγής επικίνδυνων χημικών ουσιών.

Τεχνητά υλικά ονομάζονται τα νέα υλικά που παράγουμε από τα φυσικά υλικά.

Τεχνολογία ονομάζεται η εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης για πρακτικούς σκοπούς (π.χ. παραγωγή αγαθών).

Φυσικές Επιστήμες είναι οι επιστήμες που μελετούν τον φυσικό κόσμο και τους νόμους που τον διέπουν μέσω παρατήρησης και πειραμάτων.

Φυσικά υλικά ονομάζονται τα υλικά που βρίσκουμε στη φύση.

Χημεία είναι η Φυσική Επιστήμη που μελετά τις ιδιότητες των υλικών, καθώς και τη μετατροπή τους σε νέα υλικά.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

1. Να δώσετε μερικά παραδείγματα χημικών ουσιών από την καθημερινή ζωή.

2. Να δώσετε έναν ορισμό για τη Χημεία.

3. Πώς συνδέεται η Χημεία με την καθημερινότητα;

4. Ποιο από τα παρακάτω δεν είναι μια τεχνολογική πρόοδος που στηρίχθηκε στην κατανόηση της Χημείας;

α) Η μετατροπή του μολύβδου ή άλλων μετάλλων σε χρυσό.

β) Εναλλακτικές πηγές καυσίμου, για να μειώσουμε την εξάρτησή μας από το πετρέλαιο.

γ) Επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των ανθρώπων που χρησιμοποιούν φάρμακα.

δ) Μαγειρικά τηγάνια επικαλυμμένα με αντικολλητική επιφάνεια όπως το Teflon®.

5. Αλχημεία είναι:

α) μια αποκλειστικά φιλοσοφική θεώρηση για τη φύση.

β) οι απαρχές της σύγχρονης Χημείας.

γ) η Χημεία που ασχολείται με περιβαλλοντικά ζητήματα.

δ) η εφαρμογή της γνώσης για πρακτικούς σκοπούς.

6. Ένας στόχος της Πράσινης Χημείας είναι να:

α) παράγει φτηνές πράσινες βαφές.

β) παρέχει μεγάλο πλούτο στις εταιρείες.

γ) μειώσει τη ρύπανση.

δ) μετατρέψει τις ερήμους σε δάση και λιβάδια.

Β' Ομάδα

1. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι το καλύτερο παράδειγμα Βιώσιμης/Αειφόρου Χημείας;

α) Χρήση του τολουολίου που προκύπτει κατά την επεξεργασία του γαιάνθρακα (ορυκτού) για την παραγωγή του γνωστού εκρηκτικού TNT.

β) Παρασκευή χαρτιού στη Σκανδιναβία από τον φλοιό του έλατου.

γ) Ορυκτά που εξορύσσονται στη Νότια Αμερική χρησιμοποιούνται στην Κίνα για την κατασκευή οθονών LCD.

δ) Η συγκέντρωση των υπολειμμάτων τροφών του σπιτιού μας στους ειδικούς καφέ κάδους κομποστοποίησης και χρήση του παραγόμενου κομπόστ ως φυσικό λίπασμα.

2. Η Χημεία χρησιμοποιείται σε πολλές επιστήμες και η βασική κατανόησή της έχει μεγάλη σημασία σε πολλά επαγγέλματα. Προτείνετε δύο τρόπους με τους οποίους καθένας από τους παρακάτω επαγγελματίες μπορεί να χρησιμοποιήσει τη Χημεία στην εργασία του.

α) γιατρός

β) φαρμακοποιός

γ) ζωγράφος

δ) αγρότης

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Να κάνετε μία σύντομη έρευνα στο διαδίκτυο για να απαντήσετε στις ερωτήσεις:

1) Πώς συνδέεται η Χημεία με την εγκληματολογία;

2) Πώς συμβάλει η Χημεία στην προστασία του περιβάλλοντος;

Απαντήσεις – υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	**1.** δ
2. Σύμφωνα με τη θεωρία	**2.** Σύμφωνα με τη θεωρία
3. Σύμφωνα με τη θεωρία	
4. α	
5. β	
6. γ	

Στο τέλος της ενότητας **«Η μεθοδολογία της Χημείας»** θα μπορείς να:

- αναγνωρίζεις βασικούς εργαστηριακούς κινδύνους
- εφαρμόζεις τα απαραίτητα μέτρα προφύλαξης, όταν εργάζεσαι στο εργαστήριο Χημείας
- αναγνωρίζεις και αξιοποιείς τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας μέσα από κατάλληλο εργαστηριακό παράδειγμα
- εξηγείς τη σπουδαιότητα του ρόλου του εργαστηρίου στην επιστήμη της Χημείας, χρησιμοποιώντας παραδείγματα, όπως στην ανάλυση της σύστασης των υλικών.

Λέξεις κλειδιά

Βασική έρευνα

Εικονογράμματα κινδύνου

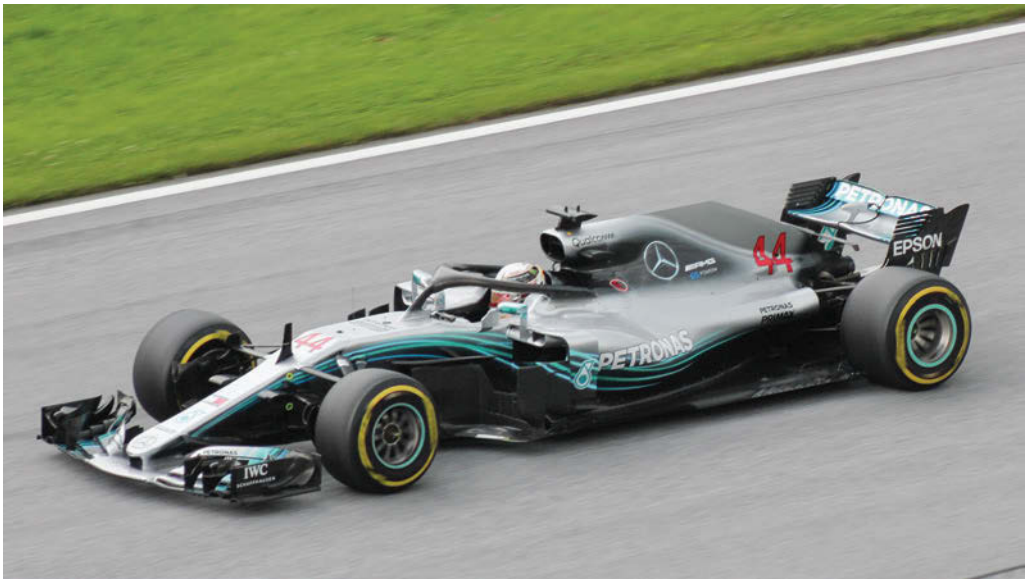
Επιστημονική μεθοδολογία

Εφαρμοσμένη έρευνα

1.2 Η μεθοδολογία της Χημείας

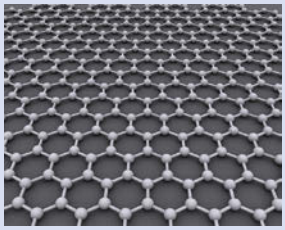
Οι πρώτοι άνθρωποι που ασχολήθηκαν με τη Χημεία αναζητούσαν απαντήσεις για τον κόσμο γύρω τους. Κάποιες ανακαλύψεις, ιδιαίτερα των προηγούμενων αιώνων, βασίστηκαν στην παρατήρηση ενός τυχαίου γεγονότος, όπως π.χ. αυτή της πενικιλίνης από τον Αλεξάντερ Φλέμινγκ. Ο σύγχρονος χημικός συνεργάζεται με άλλους επιστήμονες, πειραματίζεται σε χημικά εργαστήρια με ασφάλεια και αξιοποιεί τις αρχές της επιστημονικής μεθοδολογίας.

Ένα παράδειγμα σύγχρονης ανακάλυψης είναι το γραφένιο, το οποίο, λόγω των εξαιρετικών ιδιοτήτων του, μπορεί να αξιοποιηθεί στην κατασκευή αγωνιστικών αυτοκινήτων (εικόνα 1.10).



Εικόνα 1.10 *Αγωνιστικό αυτοκίνητο. Το γραφένιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή του, ώστε να γίνει γρηγορότερο και ασφαλέστερο*

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...
ΤΟΝ ΜΙΚΡΟΚΟΣΜΟ
Αναπαράσταση της κυψελωτής δισδιάστατης διάταξης του κρυσταλλικού πλέγματος ατόμων άνθρακα στο γραφένιο.



1.2.1 Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου

Η Χημεία είναι μια επιστήμη που στηρίζεται βασικά στην εργαστηριακή εργασία. Αυτή την εμπειρία είναι σημαντικό να βιώσετε στο μάθημα της Χημείας. Θα εξερευνήσετε χημικά φαινόμενα, θα δείτε μεταβολές υλικών και θα αποκτήσετε επιστημονικές δεξιότητες σε μια ατμόσφαιρα που μιμείται ένα επαγγελματικό επιστημονικό περιβάλλον.

Εικονόγραμμα «Αέριο υπό πίεση»

Σκέφτομαι

Σε κάθε χώρο εργασίας που χρησιμοποιεί εξειδικευμένο εξοπλισμό, η ασφάλεια είναι πάντα σημαντική. Υπάρχουν πολλές καταστάσεις σε ένα εργαστήριο που μπορεί να γίνουν επικίνδυνες. Πριν συμμετάσχετε σε οποιαδήποτε δραστηριότητα Χημείας, θα πρέπει να εξοικειωθείτε με τον εργαστηριακό εξοπλισμό και τον εξοπλισμό ασφαλείας του εργαστηρίου σας.

Πώς εργάζομαι με ασφάλεια στο εργαστήριο;

Εικονόγραμμα «Εκρηκτικό»

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Βασικοί εργαστηριακοί κίνδυνοι**
- **Τρόποι επισήμανσης χημικού κινδύνου των ουσιών**
- **Μέτρα προφύλαξης στο εργαστήριο Χημείας**
- **Ανάλυση της σύστασης υλικών: η συμβολή του εργαστηρίου στην επιστήμη της Χημείας**

Εικονόγραμμα «Οξειδωτικό»

Διερευνώ

Βασικοί Εργαστηριακοί Κίνδυνοι

Οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζουμε σε ένα εργαστήριο Χημείας (εικόνα 1.11) προέρχονται είτε από τη φύση κάποιων χημικών ουσιών είτε από ατυχήματα. Κάποιες από τις χημικές ουσίες που χρησιμοποιούμε στο εργαστήριο Χημείας είναι επικίνδυνες για το περιβάλλον, άλλες για την υγεία του ανθρώπου και άλλες μπορούν να προκαλέσουν εκρήξεις και πυρκαγιές. Πολλές ουσίες είναι επικίνδυνες για περισσότερους από έναν λόγους. Οι κίνδυνοι είναι ίδιοι και για τα προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά. Για να αναγνωρίζουν τους κινδύνους από τις χημικές ουσίες και τα προϊόντα που τις περιέχουν, οι χημικοί έχουν αναπτύξει συστήματα επισήμανσης.

Τρόποι επισήμανσης χημικού κινδύνου των ουσιών

Πριν χρησιμοποιήσουμε κάποια χημική ουσία είτε στο σπίτι μας είτε στο εργαστήριο πρέπει να διαβάσουμε προσεκτικά την ετικέτα. Εκεί βρίσκονται κωδικοποιημένες όλες οι απαραίτητες πληροφορίες. Θα αναφερθούμε αναλυτικά στο σύστημα επισήμανσης κινδύνου των χημικών προϊόντων.

Εικονόγραμμα «Εύφλεκτο»

Εικονόγραμμα «Σοβαρός κίνδυνος για την υγεία»

Εικονόγραμμα «Διαβρωτικό»

Εικονόγραμμα «Επικίνδυνο για το περιβάλλον»



Εικόνα 1.11 *Εκπαιδευτικό χημικό εργαστήριο*

Εικονογράμματα χημικού κινδύνου παγκοσμίου εναρμονισμένου συστήματος ταξινόμησης και επισήμανσης χημικών προϊόντων.

Ο κανονισμός της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ταξινόμηση, την επισήμανση και τη συσκευασία (Classification, Labeling and Packaging, CLP) των χημικών προϊόντων περιλαμβάνει τα προειδοποιητικά εικονογράμματα χημικού κινδύνου CLP (πίνακας 1.1). Τα εικονογράμματα CLP επισημαίνουν τη φύση των κινδύνων που σχετίζονται με τη χρήση ενός επικίνδυνου προϊόντος και υποδεικνύουν το σχετικό επίπεδο σοβαρότητας των κινδύνων με τις λέξεις: κίνδυνος (για σοβαρότερη κατηγορία κινδύνου) και προειδοποίηση (για λιγότερο σοβαρή κατηγορία κινδύνου).

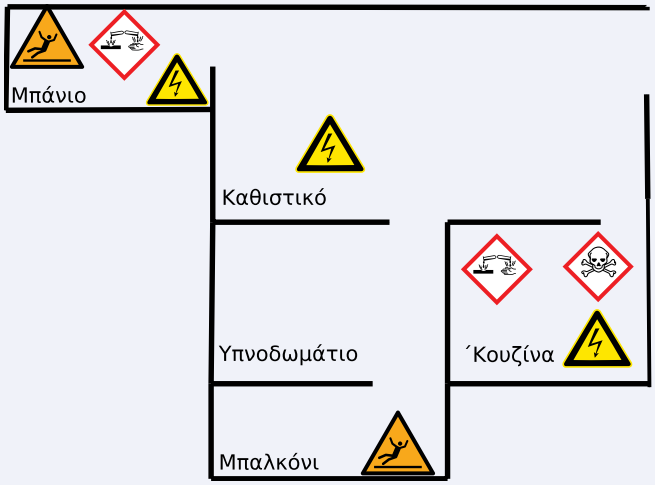
Πίνακας 1.1: *Εικονογράμματα χημικού κινδύνου CLP*

Φυσικοί κίνδυνοι	Κίνδυνοι για την υγεία	Κίνδυνοι για το περιβάλλον
Εκρηκτικό	**Οξεία τοξικότητα**	**Επικίνδυνο για το περιβάλλον**
		
Οξειδωτικό	**Κίνδυνος για την υγεία - Ερεθιστικό**	
		
Εύφλεκτο	**Διαβρωτικό**	
		
Αέριο υπό πίεση	**Σοβαρός κίνδυνος για την υγεία**	
		

Δραστηριότητα 1

Αναγνωρίζουμε χημικούς κινδύνους στο σπίτι μας

Το Ελληνικό Ινστιτούτο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας στην έκδοσή του «Υγεία και Ασφάλεια στο Σπίτι» περιγράφει τους κινδύνους στους χώρους ενός διαμερίσματος οι οποίοι απεικονίζονται με εικονογράμματα στο παρακάτω σχεδιάγραμμα.



Στο παράρτημα του βιβλίου σας θα βρείτε 9 κάρτες με τα εικονογράμματα χημικού κινδύνου CLP.
Να μελετήσετε τις πληροφορίες της κάθε κάρτας και να γράψετε:
α) Ποιους χημικούς κινδύνους αναγνωρίζετε στο σχεδιάγραμμα;

……

……

……

β) Ποια προϊόντα που χρησιμοποιούμε σε αυτούς τους χώρους αιτιολογούν τους κινδύνους αυτούς; Αναφέρατε για κάθε χώρο ένα ή περισσότερα προϊόντα.

……

……

……

γ) Ποιοι άλλοι χημικοί κίνδυνοι από προϊόντα που χρησιμοποιούμε στο σπίτι υπάρχουν; Με τον κάθε κίνδυνο αναφέρατε και τα προϊόντα που τον αιτιολογούν.

……

……

……

δ) Τι προφυλάξεις πρέπει να πάρουμε, όταν χρησιμοποιούμε τα προϊόντα των (β) και (γ) ερωτήσεων;

……

……

……

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

Μέτρα προφύλαξης στο εργαστήριο Χημείας

Για να εργαζόμαστε με ασφάλεια σε ένα εργαστήριο χημείας πρέπει να ακολουθούμε ορισμένους κανόνες, δηλαδή μερικά πράγματα που πρέπει και δεν πρέπει να κάνουμε. Τους κανόνες ασφάλειας τους ταξινομούμε σε τρεις ομάδες: πριν την εργαστηριακή άσκηση, κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής άσκησης και μετά από την εργαστηριακή άσκηση.

Σιφώνια και πουάρ

Πριν την εργαστηριακή άσκηση

- Διαβάζουμε και εξοικειωνόμαστε με ολόκληρη τη διαδικασία, πριν ξεκινήσουμε.
- Όταν έχουμε αμφιβολίες, ρωτάμε τον/την εκπαιδευτικό.

Κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής άσκησης

- Φοράμε πάντα προστατευτικά γυαλιά ασφαλείας (εικόνα 1.12) και γάντια μιας χρήσης, όταν εργαζόμαστε στο εργαστήριο.



Εικόνα 1.12 *Προστατευτικά γυαλιά ασφαλείας*

Δοκιμαστικός σωλήνας

- Αποφεύγουμε τα ογκώδη, φαρδιά ρούχα. Σηκώνουμε τα μακριά μανίκια και δένουμε πίσω τα μακριά μαλλιά. Είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται εργαστηριακές ποδιές. Προστατεύουν τον ρουχισμό και το σώμα μας σε τυχόν ατυχήματα από επικίνδυνες χημικές ουσίες.
- Φοράμε μακριά παντελόνια και παπούτσια που καλύπτουν όλο το πόδι (όχι πέδιλα), ώστε τα πόδια μας να προστατεύονται από χημικά που μπορεί να χυθούν ή από γυάλινα σκεύη που μπορεί να σπάσουν.

Δοκιμαστικοί σωλήνες, στήριγμα και λαβίδα

- Απομακρύνουμε από τον πάγκο όλα τα περιττά αντικείμενα, όπως βιβλία και μπουφάν, πριν ξεκινήσουμε την άσκηση.
- Δεν καταναλώνουμε τρόφιμα ή ροφήματα στο εργαστήριο.
- Δεν χρησιμοποιούμε σπασμένα ή ραγισμένα γυάλινα σκεύη.
- Χειριζόμαστε με προσοχή τα ζεστά γυάλινα σκεύη.
- Δεν στρέφουμε το ανοιχτό άκρο ενός δοκιμαστικού σωλήνα προς τον εαυτό μας ή προς οποιονδήποτε άλλον.
- Δεν γεμίζουμε ποτέ σιφώνιο, χρησιμοποιώντας αναρρόφηση με το στόμα. Χρησιμοποιούμε πάντα πουάρ.
- Έχουμε τα ηλεκτρικά σκεύη μακριά από νεροχύτες και βρύσες για να ελαχιστοποιήσουμε τον κίνδυνο ηλεκτροπληξίας.
- Δεν δοκιμάζουμε ποτέ ουσίες στο εργαστήριο.
- Αποφεύγουμε να αγγίζουμε χημικές ουσίες.
- Δεν ρίχνουμε υλικά στην αποχέτευση, εκτός εάν μας έχει δώσει τέτοια οδηγία ο/η εκπαιδευτικός.
- Προσθέτουμε πάντα πυκνά οξέα και βάσεις στο νερό. Δεν προσθέτουμε ποτέ νερό σε πυκνό διάλυμα οξέος ή βάσεως, γιατί αυτό μπορεί να προκαλέσει επικίνδυνο πιτσίλισμα.

Πολλές από τις ουσίες που χρησιμοποιούνται στο σχολικό εργαστήριο είναι συχνά είδη οικιακής χρήσης. Ωστόσο, από τη στιγμή που μεταφερθούν στο περιβάλλον διδασκαλίας θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως χημικές ουσίες εργαστηρίου και δεν πρέπει ποτέ να δοκιμάζονται ή να καταναλώνονται.

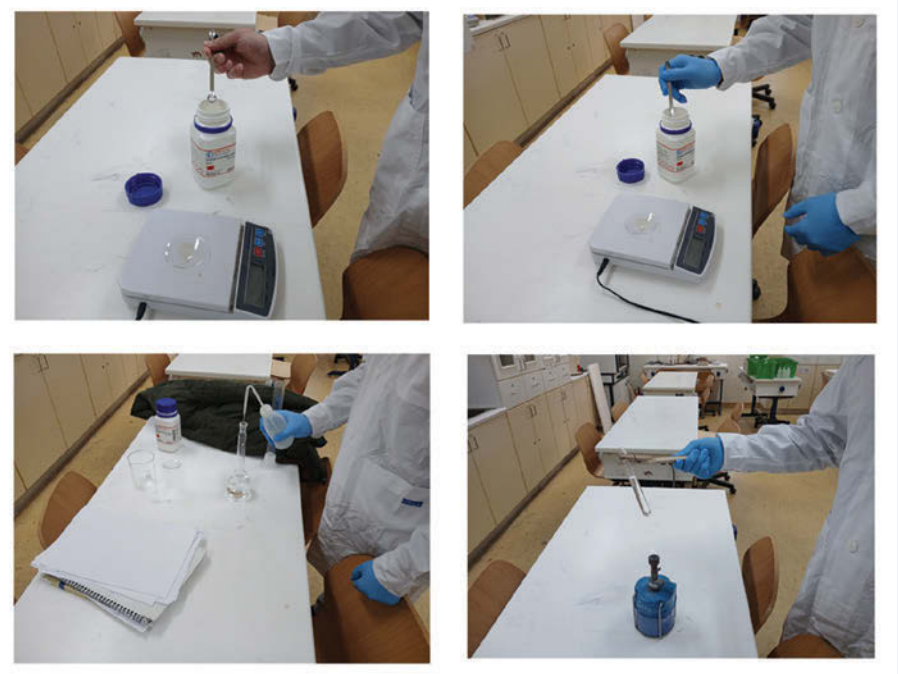
Μετά από την εργαστηριακή άσκηση

- Καθαρίζουμε τον εργαστηριακό μας πάγκο και επιστρέφουμε τον εξοπλισμό στη θέση του.
- Δεν επιστρέφουμε χημική ουσία που περίσσεψε στο αρχικό δοχείο.
- Απορρίπτουμε τις χρησιμοποιημένες χημικές ουσίες και αυτές που περίσσεψαν σύμφωνα με τις οδηγίες του/της εκπαιδευτικού.

Δραστηριότητα 2

Ασφαλής εργασία στα εργαστήριο

Στην παρακάτω εικόνα να εντοπίσετε 2 ασφαλείς και 2 μη ασφαλείς πρακτικές που ακολουθούν οι μαθητές, όταν εργάζονται στο εργαστήριο.



Ασφαλείς πρακτικές:

……

……

……

Μη ασφαλείς πρακτικές:

……

……

……

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

1.2.2 Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία

Διάλυση της ζάχαρης (εναλλακτικές ιδέες)



Εικόνα 1.13 *Τέσσερις επιστήμονες που έχουν βραβευθεί με Nobel Χημείας*

Σκέφτομαι

Οι χημικοί διαχωρίζουν, ανιχνεύουν και ταυτοποιούν χημικές ουσίες στον κόσμο γύρω μας. Σχεδιάζουν και μοντελοποιούν μόρια που ρυθμίζουν τις βιολογικές διεργασίες. Δημιουργούν υλικά για την αποθήκευση ενέργειας, τη χορήγηση φαρμάκων κ.α. Αναπτύσσουν μοντέλα και θεωρίες, για να ερμηνεύουν φαινόμενα και πειραματικά δεδομένα. Κατανοούν τη συμβολή της γεωμετρικής και ηλεκτρονιακής δομής των χημικών ουσιών στη λειτουργία τους. Αναζητούν τρόπους και πρακτικές για τη βελτίωση της διδασκαλίας της Χημείας.

Ποια είναι τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Επιστημονικές δραστηριότητες**
- **Η συμβολή του εργαστηρίου Χημείας στην ανάλυση της σύστασης των υλικών**

Διερευνώ

- **Επιστημονικές δραστηριότητες**

Όλη η σύγχρονη έρευνα στη Χημεία γίνεται ακολουθώντας την επιστημονική μεθοδολογία. Ο όρος επιστημονική μεθοδολογία αναφέρεται σε συγκεκριμένες δραστηριότητες στις οποίες συμμετέχουν οι ερευνητές, συχνά περισσότερες από μία φορά, κατά την ανάπτυξη και τη διεξαγωγή μιας επιστημονικής έρευνας.

Στην εργαστηριακή άσκηση που ακολουθεί θα συμμετέχετε και εσείς σε κάποιες από τις δραστηριότητες αυτές.

ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: "Ας γίνουμε επιστήμονες"

Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα διάλυσης της ζάχαρης στο νερό.

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να συμμετέχετε σε επιστημονικές δραστηριότητες, για να αναγνωρίζετε βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας.

2. ΥΛΙΚΑ (για οκτώ ομάδες)

- 20 g ζάχαρη
- 2 υάλινες ράβδοι ανάδευσης ή μηχανικοί αναδευτήρες
- 16 χρονόμετρα
- 8 ογκομετρικοί κύλινδροι 100 mL
- 16 ποτήρια ζέσεως των 250 mL
- θερμόμετρο
- λύχνος
- 2 γουδιά και 2 γουδοχέρια
- ζυγός

3. ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Επειδή θα χρησιμοποιήσετε χημικά και λύχνο, θα ακολουθήσετε προσεχτικά τις οδηγίες ασφάλειας.

- Φοράτε γυαλιά ασφαλείας.
- Μαζέψτε τα μακριά μαλλιά και αφαιρέστε κοσμήματα που κρέμονται.
- Γυρίστε τα μακριά μανίκια και φροντίστε ώστε τα ρούχα σας να μην πλησιάζουν τη φλόγα του λύχνου.

1η διδακτική ώρα

4. ΠΡΙΝ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Ερώτηση 1: Νομίζετε ότι υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που επιδρούν στο πόσο γρήγορα διαλύεται μια χημική ουσία; Να αναφέρετε τρεις τουλάχιστον.

……

……

Ερώτηση 2: Για ποιους από τους παραπάνω παράγοντες νομίζετε ότι μπορείτε να ελέγξετε στο εργαστήριο την επίδρασή τους στην ταχύτητα διάλυσης;

……

……

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ: Ποιος παράγοντας έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στην ταχύτητα διάλυσης μιας ουσίας;

ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΠΡΟΣΔΟΚΙΑΣ: Να σημειώσετε τι περιμένετε από το εργαστήριο; Ποιος παράγοντας νομίζετε ότι θα επηρεάσει περισσότερο την ταχύτητα διάλυσης της ζάχαρης; Αιτιολογήστε τη σκέψη σας.

……

……

5. ΠΕΙΡΑΜΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η κάθε ομάδα θα μελετήσει την επίδραση ενός παράγοντα που μπορεί να επηρεάζει την ταχύτητα διάλυσης μιας ουσίας, όπως φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.



Ογκομετρικός κύλινδρος



Θερμόμετρο



Ποτήρι ζέσεως



Λύχνος,τρίποδας και κεραμικό πλέγμα



Ράβδος ανάδευσης



Ύαλος ωρολογίου

Έλεγχος ΟΛΕΣ ΟΙ ΟΜΑΔΕΣ	Κονιοποίηση ΟΜΑΔΕΣ 1 & 5	Ανάδευση ΟΜΑΔΕΣ 2 & 6	Ποσότητα Διαλύτη ΟΜΑΔΕΣ 3 & 7	Θερμοκρασία ΟΜΑΔΕΣ 4 & 8
1. Να ζυγίσετε 1 g κρυστάλλων ζάχαρης.	1. Να ζυγίσετε 1 g κρυστάλλων και να τους κονιοποιήσετε, χρησιμοποιώντας το γουδί.	1. Να ζυγίσετε 1 g κρυστάλλων.	1. Να ζυγίσετε 1 g κρυστάλλων.	1. Να ζυγίσετε 1 g κρυστάλλων.
2. Να προσθέσετε τους κρυστάλλους σε 100 mL νερού και να σημειώσετε το χρόνο που χρειάζεται για να διαλυθούν πλήρως.	2. Να προσθέσετε τους κρυστάλλους σε 100 mL νερού και να σημειώσετε το χρόνο που χρειάζεται για να διαλυθούν πλήρως.	2. Να προσθέσετε τους κρυστάλλους σε 100 mL νερού. Να αναδεύετε συνεχώς και να σημειώστε το χρόνο που χρειάζεται για να διαλυθούν πλήρως.	2. Να προσθέσετε τους κρυστάλλους σε 200 mL νερού και να σημειώσετε το χρόνο που χρειάζεται για να διαλυθούν πλήρως.	2. Να προσθέσετε τους κρυστάλλους σε 100 mL νερού θερμοκρασίας 60 ^{0}C που θα σας δώσει ο/η καθηγητής/τρια σας και να σημειώσετε το χρόνο που χρειάζεται για να διαλυθούν πλήρως.
ΔΕΝ ΑΝΑΔΕΥΕΤΕ	**ΔΕΝ ΑΝΑΔΕΥΕΤΕ**		**ΔΕΝ ΑΝΑΔΕΥΕΤΕ**	**ΔΕΝ ΑΝΑΔΕΥΕΤΕ**

Να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας, χρόνος διάλυσης σε sec στον πίνακα παρατηρήσεων.

Πίνακας Παρατηρήσεων

ΟΜΑΔΑ	Έλεγχος	Κονιοποίηση	Ανάδευση	Ποσότητα διαλύτη	Θερμοκρασία
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
Μέσοι όροι					

2η διδακτική ώρα

6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Να υπολογίσετε το μέσο όρο των χρόνων σε sec που χρειάστηκε για να διαλυθεί η ζάχαρη σε κάθε ομάδα και να συμπληρώσετε τις τιμές στον πίνακα παρατηρήσεων.

……

……

7. ΣΚΕΨΗ ΓΙΑ ΤΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Να προσδιορίσετε:

(α) τον παράγοντα την επίδραση του οποίου ελέγξατε **(ανεξάρτητη μεταβλητή).**

……

(β) τη μεταβλητή που επηρεάστηκε **(εξαρτημένη μεταβλητή).**

……

(γ) τουλάχιστον τρεις μεταβλητές που διατηρείτε σταθερές **(ελεγχόμενες μεταβλητές).**

……

……

Να γράψετε ένα συμπέρασμα που εξάγετε από τα δεδομένα των πειραμάτων όλων των ομάδων και απαντά στο ερευνητικό ερώτημα.

……

……

Στην εργαστηριακή άσκηση πραγματοποιήσατε διάφορες δραστηριότητες, όπως διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος και μιας προσδοκίας, προσδιορισμό μεταβλητών (ανεξάρτητη, εξαρτημένη και ελεγχόμενες), καταγραφή παρατηρήσεων, ανάλυση δεδομένων και εξαγωγή συμπερασμάτων, τις οποίες πραγματοποιούν και οι επιστήμονες κατά τη διεξαγωγή μιας έρευνας. Οι δραστηριότητες αυτές είναι μέρος της επιστημονικής μεθοδολογίας.

Η έρευνα που πραγματοποιήσατε ανήκει στη **βασική έρευνα**, η οποία έχει ως στόχο την αναζήτηση της γνώσης. Χημικοί που ασχολούνται με αυτό το είδος έρευνας εργάζονται σε θέματα ατομικής και μοριακής δομής, συνθέτουν νέες ενώσεις και προσδιορίζουν τις ιδιότητές τους και αναπτύσσουν μεθόδους ανάλυσης και σύνθεσης. Η βασική έρευνα διεξάγεται κυρίως σε πανεπιστήμια και ερευνητικά ιδρύματα και χαρακτηρίζεται από την απουσία οποιουδήποτε στόχου για ένα εμπορεύσιμο προϊόν. Η περισσότερη υποστήριξη για αυτή την έρευνα προέρχεται από κυβερνήσεις και ιδρύματα, αν και ορισμένες μεγάλες βιομηχανίες την υποστηρίζουν επίσης. Η έλλειψη εμπορεύσιμου στόχου δεν σημαίνει ότι τα ευρήματα από τη βασική έρευνα δεν μπορούν να βρουν εφαρμογές αργότερα. Στην πραγματικότητα, το μεγαλύτερο μέρος της σύγχρονης τεχνολογίας μας βασίζεται σε αποτελέσματα που λαμβάνονται από τη βασική έρευνα.

Όταν η έρευνα είναι προσανατολισμένη στην επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος σε έναν κλάδο ή στο περιβάλλον ονομάζεται **εφαρμοσμένη έρευνα**. Για παράδειγμα, χημικοί συνθέτουν νέες ουσίες για να χρησιμοποιηθούν ως φάρμακα ή φυτοφάρμακα ή πλαστικά για νέες εφαρμογές. Άλλοι αναλύουν τρόφιμα, καύσιμα, καλλυντικά, απορρυπαντικά και φάρμακα. Κάποιοι ελέγχουν τη ρύπανση του εδάφους, του αέρα και του νερού.

Η εφαρμοσμένη έρευνα διεξάγεται κυρίως από βιομηχανίες που επιδιώκουν να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα αναπτύσσοντας ένα νέο, καλύτερο ή πιο εμπορεύσιμο προϊόν. Και τα δύο είδη έρευνας είναι εξίσου σημαντικά για τη δημιουργία νέων προϊόντων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τα αυτοκίνητα της φόρμουλα 1. Το πλαίσιο των αυτοκινήτων είναι εφαρμογή της βασικής έρευνας με την οποία αναπτύχθηκε το γραφένιο. Αντίθετα, για τα ελαστικά του οχήματος πραγματοποιήθηκε κυρίως εφαρμοσμένη έρευνα για τη δοκιμή νέων τεχνολογιών, με τελικό στόχο την άμεση χρησιμοποίησή τους σε οχήματα μαζικής παραγωγής.

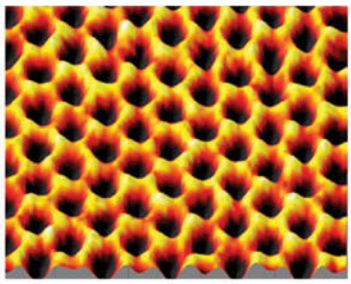
▶ Ανάλυση της σύστασης υλικών: η συμβολή του εργαστηρίου στην επιστήμη της Χημείας

Οι επιστήμονες σήμερα τόσο στα πλαίσια της βασικής όσο και της εφαρμοσμένης έρευνας αναπτύσσουν πολλά σύγχρονα προηγμένα υλικά, όπως τα νανοϋλικά (π.χ. φουλερένια) και τα βιοϋλικά. Στην πορεία αυτή, σπουδαίο ρόλο παίζει η μελέτη της δομής των υλικών και η σχέση της με τις ιδιότητές τους. Καθοριστική παράμετρος για τη δομή ενός υλικού και κατά συνέπεια για τις ιδιότητές του είναι τα χημικά συστατικά του. Η μεθοδολογία με την οποία οι επιστήμονες μελετούν τη δομή ενός υλικού ονομάζεται χαρακτηρισμός. Ανάμεσα σε άλλες τεχνικές, περιλαμβάνει διάφορες μορφές φασματοσκοπίας και χημικής ανάλυσης, όπως η κρυσταλλογραφία με ακτίνες Χ, η χρωματογραφία και η ηλεκτρονική μικροσκοπία. Οι τεχνικές αυτές πραγματοποιούνται στα σύγχρονα εργαστήρια Χημείας σε Πανεπιστήμια, Ερευνητικά Κέντρα και βιομηχανίες. Η χρωματογραφία είναι χημική τεχνική ανάλυσης-διαχωρισμού ουσιών από μίγμα τους. Χρησιμοποιούνται σύγχρονα όργανα, όπως η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης (High Performance Liquid Chromatography - HPLC) της εικόνας 1.14.



Εικόνα 1.14 *Συσκευή HPLC*

Το μικροσκόπιο σάρωσης σήραγγας (scanning tunneling microscope, STM) είναι όργανο για την απεικόνιση επιφανειών σε ατομικό επίπεδο (εικόνα 1.15). Χρησιμοποιείται για την απεικόνιση αλλά και την εναπόθεση μεμονωμένων ατόμων και μορίων στις επιφάνειες υλικών.



Εικόνα 1.15 *Μικρογραφία μικροσκοπίας σάρωσης σήραγγας της επιφάνειας γραφενίου*

Με τις τεχνικές χαρακτηρισμού είναι εφικτό να αποκαλυφθούν ιδιότητες ή δεδομένα που σχετίζονται με τη χημική σύσταση των υλικών. Τα σύγχρονα όργανα των εργαστηρίων Χημείας απέφεραν δραστικές αλλαγές και μεγάλη εξέλιξη στο πεδίο της ανάλυσης υλικών, επιτρέποντας την απεικόνιση και την ανάλυση δομών και συνθέσεων σε πολύ μικρότερες κλίμακες από ό,τι ήταν δυνατόν στο παρελθόν.

Η χημεία στην καθημερινή ζωή

«Κάθε εμπόδιο για καλό»



Εικόνα 1.16 *Δημιουργία «μωσαϊκού» με post-it*

Ο Χημικός Spencer Silver εργαζόταν στην εταιρεία 3M και προσπαθούσε να φτιάξει ιδιαιτέρως ισχυρές και ανθεκτικές κόλλες. Κατά την προσπάθειά του έφτιαξε το εντελώς αντίθετο, δηλαδή ένα υλικό που κολλούσε ελαφρά στις επιφάνειες και ταυτόχρονα δεν έδενε σφιχτά με αυτές. Ο Silver είχε ανακαλύψει τα «μικροσφαιρίδια» τα οποία έχουν την ιδιότητα να συνδέουν δύο επιφάνειες αλλά και να επιτρέπουν στις δύο επιφάνειες να αποκολλώνται εύκολα. Ο Silver προσπαθούσε μάταια για χρόνια να βρει μια εφαρμογή στην ανακάλυψή του.

Εν τω μεταξύ, ένας άλλος επιστήμονας της 3M, ο Arthur Fryo οποίος τραγουδούσε στη χορωδία της εκκλησίας του, συνήθιζε να σημειώνει με μικρά κομμάτια χαρτιού τους ύμνους που επρόκειτο να τραγουδήσει. Τα χαρτάκια, όμως, έπεφταν από το υμνολόγιο. Σκεπτόμενος ότι αυτό που χρειάζεται είναι κάτι σαν σελιδοδείκτη θυμήθηκε ένα σεμινάριο του Silver για τα μικροσφαιρίδια και κάπως έτσι γεννήθηκε η ιδέα των post-it. Μάλιστα, επικοινωνούσαν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας αυτά τα «χαρτάκια» και γρήγορα αντιλήφθηκαν, όπως είπε ο Fry, ότι ήταν κάτι περισσότερο από σελιδοδείκτες, ήταν μια νέα μορφή επικοινωνίας.

Ακόμα και το χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα προέκυψε τυχαία, καθώς ήταν το μόνο διαθέσιμο χαρτί στο εργαστήριο.

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

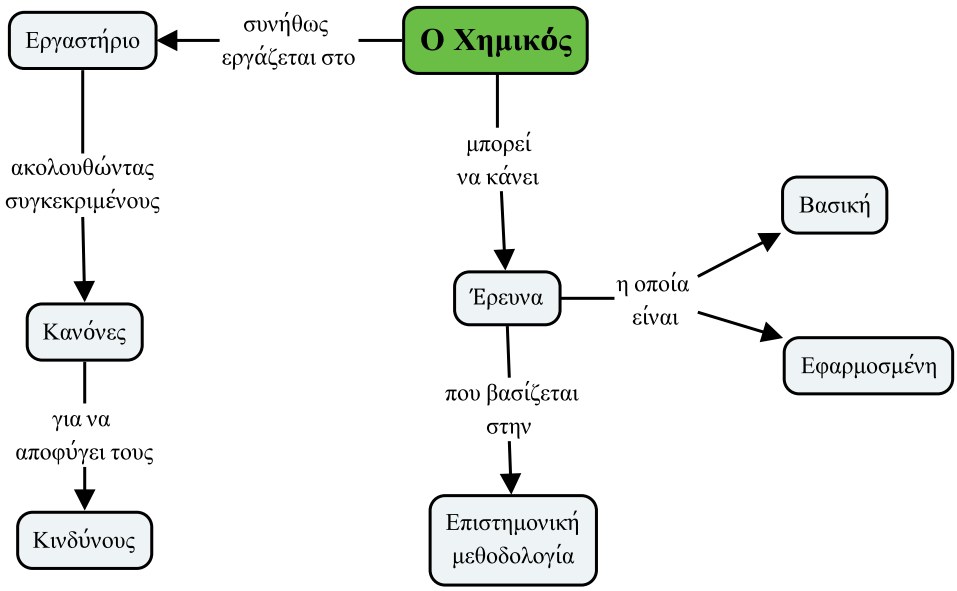
Η Χημεία στηρίζεται βασικά στην εργαστηριακή εργασία. Στο χημικό εργαστήριο χρησιμοποιείται εξειδικευμένος εξοπλισμός και τηρούνται οι απαραίτητοι κανόνες ασφαλείας. Οι κίνδυνοι από τη χρήση χημικών ουσιών αλλά και προϊόντων καθημερινής χρήσης επισημαίνονται/απεικονίζονται με τα εικονογράμματα. Όταν εργαζόμαστε στο εργαστήριο (ακόμα και στο σχολικό) ακολουθούμε τα απαραίτητα μέτρα προφύλαξης.

Η έρευνα που διεξάγεται στα χημικά εργαστήρια ακολουθεί ένα σύνολο δραστηριοτήτων που αποτελούν την επιστημονική μεθοδολογία.

Το εργαστήριο αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της επιστήμης της χημείας και η έρευνα που διεξάγεται σε αυτό χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των τροφίμων και των υλικών, τη βελτίωση της παραγωγής, τη δημιουργία νέων υλικών με ευρείες εφαρμογές κ.ά. Τα τελευταία χρόνια πραγματοποιείται ευρεία έρευνα για να δοθούν λύσεις στα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουμε.

Εννοιολογικός χάρτης
Η μεθοδολογία της Χημείας

Εννοιολογικός Χάρτης



Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων, μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Αναγνωρίζω βασικούς εργαστηριακούς κινδύνους			
Εφαρμόζω τα απαραίτητα μέτρα προφύλαξης, όταν εργάζομαι στο εργαστήριο Χημείας			
Αναγνωρίζω τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας μέσα από κατάλληλο εργαστηριακό παράδειγμα			
Αξιοποιώ τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας μέσα από κατάλληλο εργαστηριακό παράδειγμα			
Εξηγώ τη σπουδαιότητα του ρόλου του εργαστηρίου στην επιστήμη της Χημείας, χρησιμοποιώντας παραδείγματα όπως την ανάλυση της σύστασης των υλικών			

Γλωσσάρι

Βασική έρευνα είναι πειραματική ή θεωρητική εργασία που γίνεται με κύριο σκοπό την απόκτηση νέων γνώσεων σχετικά με τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά φαινομένων και παρατηρήσιμων γεγονότων, χωρίς να αποβλέπει σε συγκεκριμένη εφαρμογή ή χρήση.

Εικονογράμματα κινδύνου είναι σχήματα που προειδοποιούν για πιθανή έκθεση σε κίνδυνο από τη χρήση ορισμένων προϊόντων, αντικειμένων, οργάνων, κλπ. καθώς και για τα μέτρα ασφαλείας που λαμβάνουμε, όταν εργαζόμαστε σε έναν χώρο.

Επιστημονική μεθοδολογία είναι οι πρακτικές που ακολουθούν οι επιστήμονες κατά την εργασία τους.

Εφαρμοσμένη έρευνα είναι έρευνα προσανατολισμένη στην επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος σε έναν κλάδο ή στο περιβάλλον.

Διαδραστικό γλωσσάρι για την επιστήμη της Χημείας

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Διαδραστικό λεξικό για την επιστήμη της Χημείας

Α' Ομάδα

1.2.1. Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου.

1. Το παρακάτω σύμβολο που υπάρχει στη συσκευασία μιας χημικής ουσίας δηλώνει ότι:



α) είναι επικίνδυνο για τα ψάρια και τα δέντρα.

β) είναι επικίνδυνο μόνο για τους ανθρώπους και τα ζώα.

γ) είναι επικίνδυνο αλλά δεν βλάπτει τους ζωντανούς οργανισμούς.

δ) είναι επικίνδυνο για το περιβάλλον.

Εικονόγραμμα «Κίνδυνος για την υγεία»

2. Το TNT (2,4,6 - τρινιτροτολουόλιο) είναι ένα ισχυρό εκρηκτικό. Ποια από τις παρακάτω επισημάνσεις θα πρέπει να φέρει η συσκευασία του, ώστε να δηλώνεται αυτός ο κίνδυνος;

(α)	(β)	(γ)	(δ)
			

Εικονόγραμμα «Οξεία τοξικότητα»

3. Ο διαιθυλαιθέρας είναι ένας οργανικός διαλύτης ιδιαίτερα εύφλεκτος. Ποιο από τα παρακάτω εικονογράμματα κινδύνου αναμένεται να φέρει η συσκευασία του;

(α)	(β)	(γ)	(δ)
			

4. Τι είδους παπούτσια πρέπει να φοράμε στο εργαστήριο;
α) Δεν απαιτείται κάποιο συγκεκριμένο είδος.
β) Πέδιλα.
γ) Κλειστά παπούτσια.
δ) Κάτι με χαμηλό τακούνι, ώστε να μπορούμε να τρέξουμε σε περίπτωση που πρέπει να εκκενώσουμε τον χώρο γρήγορα.

5. Φοράμε προστατευτικά γυαλιά στο εργαστήριο
α) γιατί είναι μέρος της στολής των χημικών.
β) γιατί προστατεύουν τα μάτια μας από ερεθιστικούς ατμούς και τυχόν ατυχήματα.
γ) για να έχουμε ομοιόμορφη εμφάνιση.
δ) για να αισθανόμαστε επιστήμονες.

6. Δεν επιτρέπεται η κατανάλωση ροφήματος ή φαγητού στο εργαστήριο γιατί
α) δείχνει έλλειψη σεβασμού.
β) μπορεί να λερώσουμε το εργαστήριο.
γ) προκαλεί ενόχληση των μαθητών και του εκπαιδευτικού.
δ) μπορεί να προκαλέσει κατάποση βλαβερών ουσιών.

7. Οι καλές πρακτικές εργασίας στο εργαστήριο Χημείας περιλαμβάνουν:
α) να μυρίζουμε και να δοκιμάζουμε χημικά.
β) να μην πλένουμε τα χέρια πριν και μετά το εργαστήριο.
γ) να μαζεύουμε τα μακριά μαλλιά.
δ) να χρησιμοποιούμε σπασμένα γυάλινα σκεύη.

8. Οι χημικές ουσίες αποθηκεύονται σε
α) δοχεία με ετικέτα.
β) γυάλινα δοχεία.
γ) πλαστικά δοχεία.
δ) μεγάλα δοχεία.

9. Για να μεταφέρουμε ένα στερεό χημικό από το αρχικό του σκεύος στο δοχείο επιλογής μας
α) το ρίχνουμε απευθείας στο δοχείο μας.
β) χρησιμοποιούμε τη σπάτουλα.
γ) το ρίχνουμε πρώτα στην παλάμη των χεριών μας.
δ) το παίρνουμε με το χέρι μας.

10. Μια αχρησιμοποίητη ποσότητα χημικής ουσίας θα πρέπει να την:
α) επιστρέψουμε «αμέσως» στο αρχικό της δοχείο.
β) βγάλουμε έξω από το εργαστήριο και να την πετάξουμε στο χώμα.
γ) πάρουμε στο σπίτι μας για αναμνηστικό.
δ) απορρίψουμε σε καθορισμένο δοχείο.

1.2.2. Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία

11. Ποια πρόταση περιγράφει μια παρατήρηση;

α) Σε μια χημική αντίδραση, η μάζα διατηρείται.
β) Όλα τα υλικά αποτελούνται από άτομα.
γ) Όταν μια συγκεκριμένη ποσότητα αιθανόλης καίγεται σε κλειστό δοχείο, η μάζα του δοχείου και του περιεχόμενού του δεν αλλάζει.
δ) Τα άτομα συνδέονται μεταξύ τους με κοινά ηλεκτρόνια.

12. Να ταξινομήσετε καθένα από τα ακόλουθα ως βασική ή εφαρμοσμένη έρευνα.

α) Ένας χημικός αναπτύσσει ένα αναλγητικό μεγαλύτερης διάρκειας.
β) Ένας ερευνητής διερευνά τη συμπεριφορά ενός φυτού σε συνθήκες ξηρασίας.
γ) Ένας επιστήμονας επιδιώκει να εξάγει βιολογικά ενεργές ενώσεις από θαλάσσια σφουγγάρια.
δ) Οι επιστήμονες δημιουργούν την ανασυνδυασμένη σωματοτροπίνη των βοοειδών (rBST) για να βελτιώσουν την παραγωγή γάλακτος στις αγελάδες.

Β' Ομάδα

1. Να αντιστοιχίσετε τα εικονογράμματα (Στήλη Ι) με τους κινδύνους που συμβολίζουν (Στήλη ΙΙ)

Στήλη Ι		Στήλη ΙΙ	
(α)		(1)	Επικίνδυνο για το περιβάλλον
(β)		(2)	Εύφλεκτο
(γ)		(3)	Οξειδωτικό
(δ)		(4)	Διαβρωτικό
(ε)		(5)	Ιδιαίτερα τοξικό για την υγεία

2. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις περιγράφουν παρατηρήσεις, πειράματα ή συμπεράσματα:
α) Όταν πίνω τσάι το βράδυ δεν μπορώ να κοιμηθώ.
β) Θα δοκιμάσω να πίνω τσάι μόνο το πρωί.
γ) Όταν πίνω τσάι χωρίς καφεΐνη, κοιμάμαι καλύτερα το βράδυ.
δ) Θα δοκιμάσω να πίνω μόνο τσάι χωρίς καφεΐνη.
ε) Κοιμάμαι καλύτερα το βράδυ, γιατί σταμάτησα να πίνω ποτά με καφεΐνη.

3. 1ο μέρος: Για ένα πείραμα σχετικό με την καύση του ξύλου να χαρακτηρίσετε την καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως ερευνητικό ερώτημα, παρατήρηση ή συμπέρασμα.
α) Πώς επηρεάζεται η ταχύτητα καύσης του ξύλου από το μέγεθος των κομματιών του;
β) Ένα μεγάλο κούτσουρο ξύλου μάζας 1 kg στη φωτιά δεν καίγεται καλά.
γ) Τα μικρά κομμάτια ίδιου ξύλου μάζας 1 kg καίγονται πιο έντονα.
δ) Τα μικρά κομμάτια ξύλου καίγονται γρηγορότερα από το μεγάλο κούτσουρο.
2ο μέρος: Να περιγράψετε στο πείραμα του 1ου μέρους.
α) Ποια είναι η εξαρτημένη μεταβλητή του πειράματος;
β) Ποια είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή του πειράματος;
γ) Ποιες είναι οι ελεγχόμενες μεταβλητές του πειράματος;

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

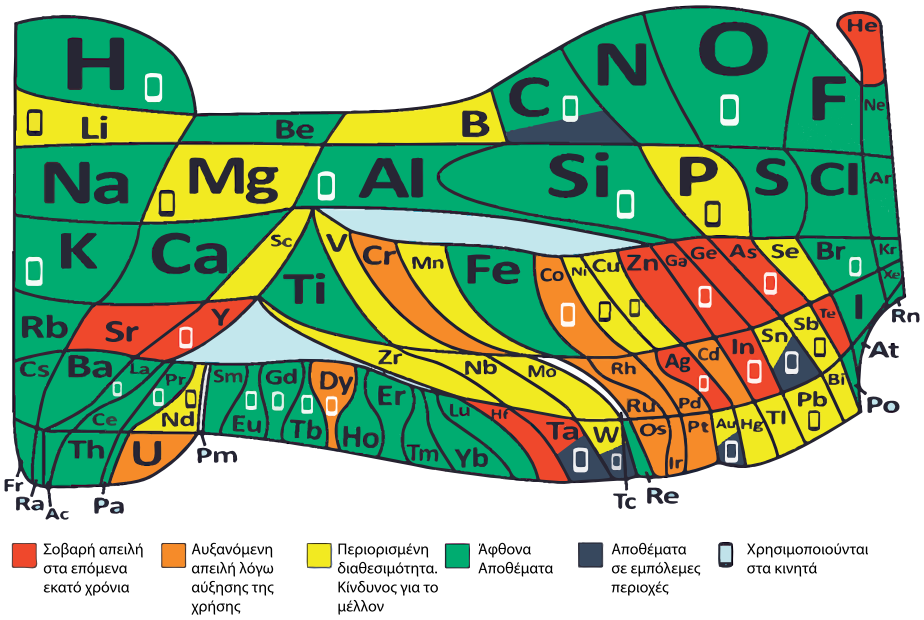
Να κάνετε μία σύντομη έρευνα στο διαδίκτυο για να βρείτε ετικέτες: (α) απορρυπαντικών πλυντηρίου, (β) προϊόντων που ξεβάφουμε τα νύχια, (γ) προϊόντων που ξεβουλώνουμε τον νεροχύτη, και (δ) προϊόντων που γυαλίζουμε τα παπούτσια, για να απαντήσετε στις ερωτήσεις:

1) Ποια εικονογράμματα χημικού κινδύνου CLP υπάρχουν σε κάθε κατηγορία προϊόντων;

2) Ποιες οδηγίες προφύλαξης πρέπει να παίρνουμε όταν χρησιμοποιούμε την κάθε κατηγορία προϊόντων;

Απαντήσεις – Υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. δ	**1.** (α-3), (β-5), (γ-4),(δ-1), (ε-2)
2. γ	**2.** α) παρατήρηση, β) πείραμα, γ) παρατήρηση, δ) πείραμα, ε) συμπέρασμα
3. α	**3. 1ο μέρος** α) ερευνητικό ερώτημα, β) παρατήρηση, γ) παρατήρηση, δ) συμπέρασμα **2ο μέρος** α) η ταχύτητα καύσης, β) το μέγεθος των κομματιών ξύλου, γ) η μάζα του ξύλου, το είδος του ξύλου
4. γ	
5. β	
6. δ	
7. γ	
8. α	
9. β	
10. δ	
11. γ	
12.α) εφαρμοσμένη, β) βασική, γ) βασική, δ) εφαρμοσμένη	



Εικόνα 2.1 *Ο πίνακας των χημικών στοιχείων ανάλογα με τη διαθεσιμότητά τους. Με πράσινο συμβολίζονται τα στοιχεία για τα οποία υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα, ενώ με κόκκινο αυτά για τα οποία υπάρχει ανησυχία σχετικά με τα αποθέματά τους, λαμβάνοντας υπόψη τη ζήτηση (τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε κινητά τηλέφωνα έχουν το αντίστοιχο σήμα)*

Η τίγρη, το πάντα, η χελώνα καρέτα είναι κάποια από τα απειλούμενα είδη. Υπάρχουν οργανισμοί που προσπαθούν να τα προστατεύσουν, πραγματοποιώντας παγκόσμιες καμπάνιες, για να ευαισθητοποιήσουν τους πολίτες. Η ίδια ανησυχία υπάρχει ανάμεσα στους χημικούς για τα χημικά στοιχεία. Μερικά από αυτά είναι ήδη σε έλλειψη, ενώ άλλα πρόκειται να μας λείψουν σύντομα.

Όπως φαίνεται στην εικόνα 2.1 κάποια από αυτά τα στοιχεία χρησιμοποιούνται ευρέως και στην κατασκευή των κινητών τηλεφώνων. Η ανακύκλωση των ηλεκτρικών συσκευών, όπως των κινητών, θα ήταν ένα σημαντικό βήμα προς τη «διάσωση» αυτών των χημικών στοιχείων.

Στο τέλος της ενότητας **«Η δομή του ατόμου»** θα μπορείς να:

- περιγράφεις τα βασικά χαρακτηριστικά του μοντέλου του Bohr.
- περιγράφεις τη δομή ενός ατόμου αν γνωρίζεις τον ατομικό και τον μαζικό του αριθμό.
- υπολογίζεις τον ατομικό και μαζικό αριθμό αν γνωρίζεις τη δομή ενός ατόμου.
- διατυπώνεις τον ορισμό των ισοτόπων.
- αναγνωρίζεις ότι τα ισότοπα αποτελούν άτομα που ανήκουν στο ίδιο στοιχείο.
- ορίζεις την ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u).
- ορίζεις τη σχετική ατομική (A_r), σχετική μοριακή (M_r) και σχετική τυπική μάζα (F_r).
- αξιοποιείς πίνακες των A_r για να κάνεις υπολογισμούς των M_r απλών ενώσεων.
- εφαρμόζεις τους κανόνες της ηλεκτρονιακής δόμησης των στιβάδων.
- κατανέμεις σε στιβάδες τα ηλεκτρόνια των ατόμων που έχουν ατομικό αριθμό 1-20 και 31-38.
- εξηγείς τον σχηματισμό ιόντων από άτομα.
- προσδιορίζεις τη δομή ενός ιόντος αν γνωρίζεις τον ατομικό αριθμό, τον μαζικό αριθμό και το φορτίο του.
- προσδιορίζεις τον ατομικό αριθμό, τον μαζικό αριθμό και το φορτίο ενός ιόντος αν γνωρίζεις τη δομή του.

Λέξεις κλειδιά

Ανιόν

Ατομικός αριθμός

Ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας

Ισότοπα

Κατιόν

Μαζικός αριθμός

Πυρήνας

Στιβάδα

Σχετική ατομική μάζα

Σχετική μοριακή μάζα

Σχετική τυπική μάζα

2.1 Η δομή του ατόμου

Ο χρυσός κοστίζει πολύ περισσότερο από τον χαλκό. Αν μπορούσαμε να μετατρέψουμε τον χαλκό σε χρυσό θα λύναμε μια σειρά προβλημάτων, αν και πιθανόν να δημιουργούσαμε άλλα. Οι αλχημιστές θεωρούνται οι πρώτοι χημικοί. Μία από τις μεγαλύτερες φιλοδοξίες τους ήταν η μετατροπή των μετάλλων σε χρυσό. Σήμερα, γνωρίζουμε ότι αυτή η μετατροπή είναι εξαιρετικά δύσκολη και έχει τεράστιο κόστος. Οι αλχημιστές επέμεναν στον στόχο τους, παρά τις αποτυχημένες προσπάθειες, γιατί δεν γνώριζαν το άτομο.

Στην εικόνα 2.2 παρουσιάζεται η περιοχή όπου βρίσκεται το CERN, μία εγκατάσταση όπου πραγματοποιούνται πειράματα που μας δίνουν πληροφορίες για το άτομο και τη δομή του.



Εικόνα 2.2 *Χάρτης του Μεγάλου Επιταχυντή Αδρονίων στο CERN. Σε αυτή την εγκατάσταση χιλιάδες επιστήμονες πραγματοποιούν πειράματα που παράγουν καινούρια δεδομένα για το άτομο και τη δομή του*

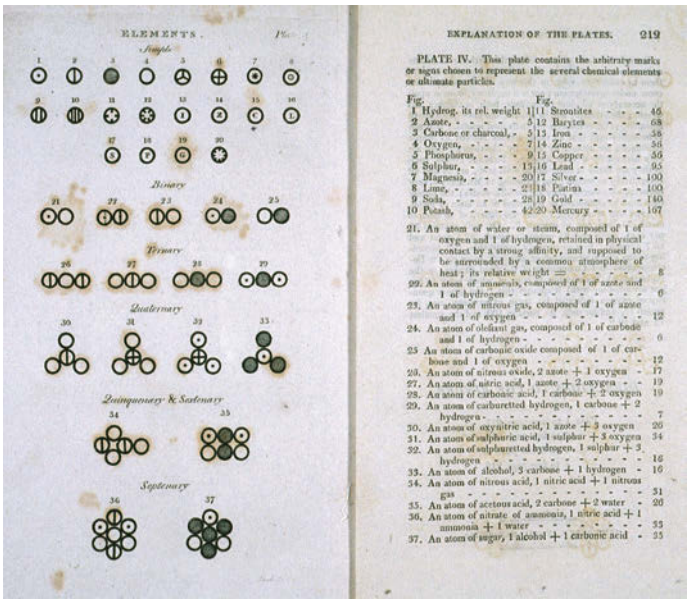
2.1.1 Το μοντέλο του Bohr

Ας διαβάσουμε τα λόγια του Richard Feynman ενός από τους κορυφαίους σύγχρονους φυσικούς:

«Αν, σε κάποιον κατακλυσμό, όλη η επιστημονική γνώση επρόκειτο να χαθεί 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 ....)».



Richard Feynman
Βραβείο Νόμπελ Φυσικής, το 1965, για τη συνεισφορά του στη θεμελίωση της κβαντικής ηλεκτροδυναμικής.


ELEMENTS.

Simple.

Binary.

Ternary.

Quaternary.

Quinquenary & Sedenary.

Septenary.

EXPLANATION OF THE PLATES. 219

PLATE IV. This plate contains the arbitrary marks or signs chosen to represent the several chemical elements or ultimate particles.

Fig.		Fig.		
1	Hydrog. its rel. weight	1	11 Strontites	46
2	Azote,	5	12 Barytes	68
3	Carbone or charcoal,	5	13 Iron	38
4	Oxygen,	7	14 Zinc	56
5	Phosphorus,	9	15 Copper	56
6	Sulphur,	13	16 Lead	95
7	Magnesia,	20	17 Silver	100
8	Lime,	23	18 Platina	100
9	Soda,	28	19 Gold	140
10	Potash,	42	20 Mercury	167

21. An atom of water or steam, composed of 1 of oxygen and 1 of hydrogen, retained in physical contact by a strong affinity, and supposed to be surrounded by a common atmosphere of heat; its relative weight = 8
22. An atom of ammonia, composed of 1 of azote and 1 of hydrogen - 6
23. An atom of nitrous gas, composed of 1 of azote and 1 of oxygen - 12
24. An atom of olefiant gas, composed of 1 of carbone and 1 of hydrogen - 6
25. An atom of carbonic oxide composed of 1 of carbone and 1 of oxygen - 12
26. An atom of nitrous oxide, 2 azote + 1 oxygen - 17
27. An atom of nitric acid, 1 azote + 2 oxygen - 19
28. An atom of carbonic acid, 1 carbone + 2 oxygen 19
29. An atom of carburetted hydrogen, 1 carbone + 2 hydrogen - 7
30. An atom of oxynitric acid, 1 azote + 2 oxygen 26
31. An atom of sulphuric acid, 1 sulphur + 3 oxygen 34
32. An atom of sulphuretted hydrogen, 1 sulphur + 3 hydrogen - 16
33. An atom of alcohol, 3 carbone + 1 hydrogen - 10
34. An atom of nitrous acid, 1 nitric acid + 1 nitrous gas - 31
35. An atom of acetous acid, 2 carbone + 2 water - 20
36. An atom of nitrate of ammonia, 1 nitric acid + 1 ammonia + 1 water - 33
37. An atom of sugar, 1 alcohol + 1 carbonic acid - 35

Εικόνα 2.3 *Άτομα όπως απεικονίζονται στο βιβλίο του John Dalton με τίτλο: "A New System of Chemical Philosophy του John Dalton"*

Δραστηριότητα 1

Να συμπληρώσετε την τελευταία πρόταση του Feynman με τη δική σας άποψη για το τι είναι το άτομο.

.....

.....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

Σκέφτομαι

Όποια άποψη και να έχουμε για τα άτομα, όλοι συμφωνούμε ότι πρόκειται για πολύ μικρά σωματίδια από τα οποία αποτελούνται τα υλικά. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας, οι επιστήμονες κατόρθωσαν να αποκτήσουν μια λεπτομερή εικόνα για αυτά τα σωματίδια.

Ποια είναι η «εικόνα» ενός ατόμου;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Μοντέλα για το άτομο**
- **Το μοντέλο του Bohr**

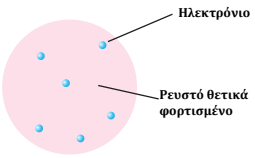
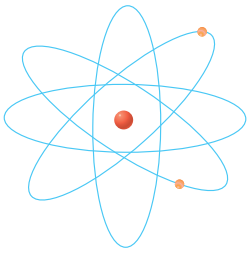
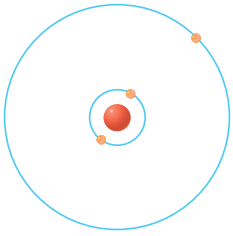
Διερευνώ

▶ Μοντέλα για το άτομο

Το άτομο και η δομή του αποτελούσαν πάντα μια πρόκληση για τους επιστήμονες. Ξεκινώντας από τον Δημόκριτο που εισήγαγε την έννοια του ατόμου, μια σειρά από μοντέλα προτάθηκαν κατά περιόδους για να ερμηνεύσουν τις εργαστηριακές παρατηρήσεις.

Στον πίνακα 2.1 που ακολουθεί δίνονται οι ερμηνείες και τα μοντέλα που προτάθηκαν μέχρι το 1913.

Πίνακας 2.1 *Τα ατομικά μοντέλα από το 1803 μέχρι το 1913*

Ημερομηνία	Επιστήμονας Πειραματικά Δεδομένα	Μοντέλο
1803	Ο J. Dalton πρότεινε το **αδιαίρετο άτομο,** για να ερμηνεύσει την αναλογία των στοιχείων στις χημικές ενώσεις και ότι η ύλη δεν δημιουργείται ούτε καταστρέφεται με τις χημικές αντιδράσεις	
1897	Ο J.J. Thomson πρότεινε το μοντέλο **του σταφιδόψωμου**, για να ερμηνεύσει πειράματα στα οποία κατέγραψαν ηλεκτρόνια να διαφεύγουν από άτομα	
1911	Ο E. Rutherford πρότεινε **το μοντέλο του ατόμου με πυρήνα (πλανητικό μοντέλο),** για να ερμηνεύσει ότι κάποια σωματίδια με τα οποία «βομβαρδίζονταν» φύλλα χρυσού εκτρέπονταν σε μεγάλες γωνίες	
1913	Ο N. Bohr πρότεινε **το μοντέλο του ατόμου με τροχιές (στιβάδες),** για να ερμηνεύσει, μεταξύ άλλων, το διαφορετικό χρώμα που εμφανιζόταν, όταν τα άτομα κάποιων στοιχείων εκτίθονταν σε φλόγα ή σε ηλεκτρικό πεδίο	

Τα μοντέλα του ατόμου δεν σταματούν στο 1913. Ακολουθούν νέες ανακαλύψεις και η καθιέρωση του «ηλεκτρονιακού νέφους».

Εμείς, όμως, θα κάνουμε μια στάση στο μοντέλο του Bohr, αφού είναι αυτό που θα χρησιμοποιήσουμε σε αυτή την τάξη για την ερμηνεία των ιδιοτήτων των ατόμων και της έννοιας του χημικού δεσμού.



Ernest Rutherford
Βραβείο Νόμπελ Χημείας, το 1908, για το έργο του σχετικά με τη ραδιενέργεια.

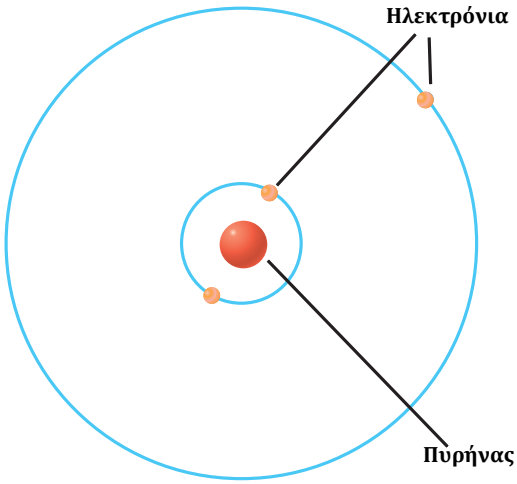
Άτομο
(εναλλακτικές ιδέες)

▶ Το μοντέλο του Bohr

Ας δούμε μια εικόνα ενός ατόμου που σχεδιάστηκε κυρίως με βάση το μοντέλο του Bohr.



Niels Bohr
Βραβείο Νόμπελ Φυσικής, το 1922, για τη συνεισφορά του στην κατανόηση της ατομικής δομής και τη θεμελίωση της κβαντικής θεωρίας.



Εικόνα 2.4 *Μοντέλο του ατόμου του λιθίου*
(Το μέγεθος των σφαιρών δεν αντικατοπτρίζει την πραγματική τους αναλογία)

Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, τα ηλεκτρόνια κινούνται σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές γύρω από τον πυρήνα. Στο συγκεκριμένο άτομο, τα ηλεκτρόνια κινούνται σε δύο κυκλικές τροχιές αλλά υπάρχουν και άλλες που δεν απεικονίζονται.

Οι τροχιές είναι το καινούριο χαρακτηριστικό του μοντέλου του Bohr σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα. Ο Bohr υποστήριξε ότι τα ηλεκτρόνια κινούνται σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές που ονομάζουμε **στιβάδες**. Τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να κινηθούν στον χώρο ανάμεσα στις στιβάδες.

Η επιστήμη συνηθίζει να «χτίζει» πάνω σε αρχικές ιδέες τις οποίες «εμπλουτίζει» με βάση και τα εκάστοτε πειραματικά δεδομένα. Το μοντέλο του ατόμου του Bohr είναι μία τέτοια χαρακτηριστική περίπτωση.

Δραστηριότητα 1

Να εντοπίσετε από ποιο επιστημονικό μοντέλο του πίνακα 2.1 προέρχονται οι ακόλουθες έννοιες του μοντέλου του Bohr:

α. Άτομο β. Ηλεκτρόνια γ. Πυρήνας

.....

.....

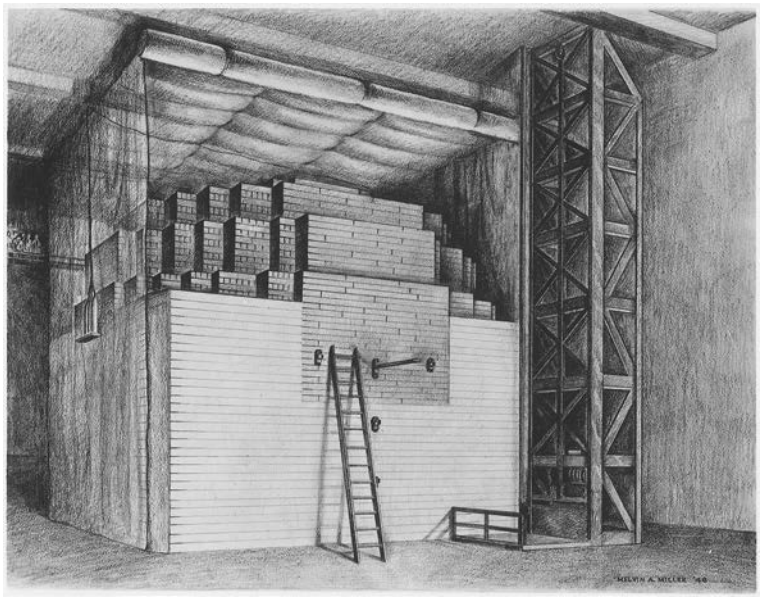
.....

.....

.....

2.1.2 Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα – Σχετική και Ατομική Μάζα

Ας μεταφερθούμε νοερά στο Σικάγο, το 1942, στις εγκαταστάσεις όπου μια «συμμαχία» επιστημόνων προσπαθεί να κατασκευάσει τον πρώτο πυρηνικό αντιδραστήρα (εικόνα 2.5). Η κούρσα για τη δημιουργία της ατομικής βόμβας έχει ξεκινήσει.



Εικόνα 2.5 *Ο πρώτος πυρηνικός αντιδραστήρας, ChicagoPile-1(CP-1)*

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...
ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Τα απόβλητα που προκύπτουν από την εξόρυξη και την επεξεργασία του ουρανίου περιέχουν ραδιενεργά υλικά τα οποία πρέπει να αποθηκεύονται με ασφάλεια για μεγάλα χρονικά διαστήματα, προκειμένου να αποφευχθεί η διαρροή.



Ορυχείο ουρανίου

Σκέφτομαι

Ένα από τα προβλήματα που αντιμετώπισαν οι επιστήμονες, το 1942, ήταν η απομόνωση του απαραίτητου ουρανίου από τα μίγματά του. Οι τρόποι διαχωρισμού που χρησιμοποίησαν, στηρίχθηκαν σε μεγάλο βαθμό στη διαφορετική μάζα των ατόμων του ουρανίου.

Πόσο ζυγίζει ένα άτομο;

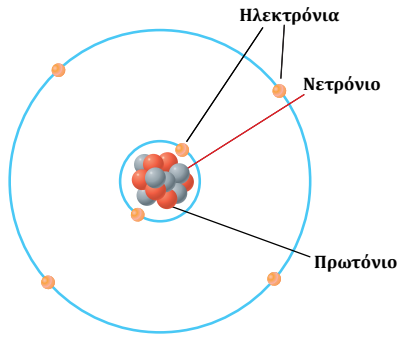
Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Ατομικός και μαζικός αριθμός**
- **Ισότοπα**
- **Σχετική ατομική μάζα**
- **Σχετική μοριακή μάζα**
- **Σχετική τυπική μάζα**

Διερευνώ

- **Ατομικός και μαζικός αριθμός**

Το άτομο (ά-τμητο) οφείλει το όνομά του σε μια βασική του ιδιότητα: διασπάται πολύ δύσκολα και σίγουρα όχι με όσα κάνουμε στην καθημερινή μας ζωή. Ας επανέλθουμε για λίγο στο μοντέλο του ατόμου, για να μελετήσουμε τα ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία του, και να δούμε τι είναι αυτό που το κάνει τόσο σταθερό.



Εικόνα 2.6 *Μοντέλο του ατόμου του άνθρακα, όπου διακρίνονται τα υποατομικά σωματίδια*

Δραστηριότητα 1

Να παρατηρήσετε το άτομο του άνθρακα (Εικόνα 2.6) και στη συνέχεια να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα:

Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός νετρονίων	Αριθμός νουκλεονίων (πρωτόνια και νετρόνια)	Αριθμός ηλεκτρονίων

Παρατηρούμε ότι το άτομο συνίσταται από τρία **υποατομικά σωματίδια**: τα **πρωτόνια** και τα **νετρόνια**, τα οποία συγκροτούν τον πυρήνα του, και τα **ηλεκτρόνια** τα οποία είναι τα πιο μικροσκοπικά.

Σήμερα ξέρουμε ότι ο πυρήνας είναι πολύ δύσκολο να διασπαστεί και σε αυτόν οφείλεται η σταθερότητα του ατόμου.

Η «ταυτότητα» του ατόμου είναι τα πρωτόνια του πυρήνα. Έτσι, αν ένα άτομο έχει ένα πρωτόνιο είναι το άτομο του υδρογόνου, αν έχει δύο είναι το άτομο του ηλίου, αν έχει έξι είναι το άτομο του άνθρακα κ.ο.κ. Ο αριθμός των πρωτονίων του πυρήνα, επειδή καθορίζει το άτομο, λέγεται **ατομικός αριθμός** και συμβολίζεται με ***Z***.

Ο συνολικός αριθμός των πρωτονίων και των νετρονίων του πυρήνα λέγεται **μαζικός αριθμός**, επειδή καθορίζει τη μάζα του ατόμου, και συμβολίζεται με ***A***. Τα ηλεκτρόνια έχουν πολύ μικρότερη μάζα (περίπου 1836 φορές) και γι' αυτό δεν παίζουν σημαντικό ρόλο για τον προσδιορισμό αυτού του μεγέθους.

Αν συμβολίσουμε με ***N*** τον αριθμό των νετρονίων, η σχέση μαζικού και ατομικού αριθμού δίνεται από τον τύπο: ***A=Z+N***.

Στο παράδειγμα που ακολουθεί θα μελετήσουμε πώς χρησιμοποιούμε αυτόν τον τύπο για να υπολογίζουμε τον ατομικό και μαζικό αριθμό, όταν γνωρίζουμε τη δομή ενός ατόμου.

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Πυρήνας
GB: Nucleus
FR: Noyau
DE: Kern

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: A=Z+N

Μελετώ

1. Ένα άτομο άνθρακα περιέχει 6 πρωτόνια, 6 νετρόνια και 6 ηλεκτρόνια. Να υπολογίσετε τον ατομικό και τον μαζικό του αριθμό.

Πρώτη σκέψη: Θα χρησιμοποιήσω τον τύπο A=Z+N

Βήματα:

1ο Αναγνωρίζουμε τις τιμές των Z και N: Z=6 (πρωτόνια) και N=6 (νετρόνια)

2ο Χρησιμοποιούμε τον τύπο: A=Z+N: A=6+6=12

Εφαρμογή

Ένα άτομο νατρίου περιέχει 11 πρωτόνια και 12 νετρόνια. Να υπολογίσετε τον ατομικό και τον μαζικό του αριθμό.

Τα ηλεκτρόνια είναι αρνητικά φορτισμένα με φορτίο ίσο με $-1{,}60 \cdot 10^{-19}$C, το οποίο είναι το στοιχειώδες φορτίο που απαντάται ελεύθερο στη φύση. Για λόγους απλότητας στη Χημεία συνηθίζουμε να χρησιμοποιούμε τον συμβολισμό -1 για το φορτίο του ηλεκτρονίου και το +1 για το φορτίο του πρωτονίου. Έτσι, το σύμβολο του ηλεκτρονίου είναι το e^- και το σύμβολο του πρωτονίου είναι το p^+.

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Ένα άτομο έχει ίσο αριθμό πρωτονίων και ηλεκτρονίων και γι' αυτό έχει συνολικό φορτίο ίσο με μηδέν, δηλαδή είναι ηλεκτρικά ουδέτερο

Αν ξέρουμε τον ατομικό και τον μαζικό αριθμό μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για τη δομή του ατόμου, όπως στο παράδειγμα που ακολουθεί.

Μελετώ

1. Ένα άτομο φθορίου έχει ατομικό αριθμό *Z*=9 και μαζικό αριθμό *A*=19. Να υπολογίσετε πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια έχει το άτομο του φθορίου.

Πρώτη σκέψη: Θα χρησιμοποιήσω τον τύπο *A=Z+N*

Βήματα:

1ο Αναγνωρίζουμε τον αριθμό των πρωτονίων: *Z*=9. Άρα το άτομο έχει 9 πρωτόνια.

2ο Χρησιμοποιούμε τον τύπο: *A=Z+N*, για να υπολογίσουμε τα νετρόνια: 19=9+*N*, άρα *N*=10 και το άτομο έχει 10 νετρόνια.

3ο Βρίσκουμε τον αριθμό των ηλεκτρονίων: Το άτομο, ως ηλεκτρικά ουδέτερο, έχει πάντα τόσα ηλεκτρόνια όσα και πρωτόνια. Άρα το άτομο έχει 9 ηλεκτρόνια.

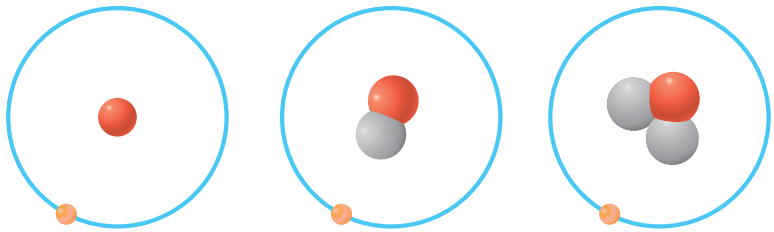
Εφαρμογή

Ένα άτομο ασβεστίου έχει ατομικό αριθμό *Z*=20 και μαζικό αριθμό *A*=40. Να υπολογίσετε πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια έχει το άτομο του ασβεστίου.

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι γνωρίζοντας πόσα νετρόνια και πρωτόνια έχει ένα άτομο, (καθώς και τη μάζα αυτών), ξέρουμε και πόσο περίπου ζυγίζει. Αυτό θα ήταν σωστό αν δεν υπήρχαν τα ισότοπα τα οποία θα μελετήσουμε στην επόμενη παράγραφο.

▶ Ισότοπα

Στο Σικάγο, το 1942, στην προσπάθεια να κατασκευαστεί ο πρώτος πυρηνικός αντιδραστήρας χρησιμοποιήθηκαν διάφορες μέθοδοι. Μία από αυτές ήταν η κατασκευή ενός αντιδραστήρα βαρέως ύδατος, δηλαδή νερού που στα μόρια του περιείχε δευτέριο. Ας μελετήσουμε τις τρεις εικόνες των ατόμων του υδρογόνου για να καταλάβουμε τι είναι το δευτέριο και τι το «βαρύ ύδωρ».



Εικόνα 2.7 *Τα τρία είδη του ατόμου του υδρογόνου: Πρώτιο, Δευτέριο και Τρίτιο (από αριστερά προς τα δεξιά)*

Για ευκολία στην αναγραφή των ατόμων ακολουθείται ο συμβολισμός ${}^{A}_{Z}X$. Έτσι όταν γράφουμε ${}^{2}_{1}H$ εννοούμε ότι αναφερόμαστε στο άτομο του υδρογόνου που έχει 1 πρωτόνιο, 2-1=1 νετρόνιο και 1 ηλεκτρόνιο.

Στη φύση συναντάμε κυρίως το ${}^{1}_{1}H$ (πρώτιο), αλλά σε πολύ μικρή ποσότητα υπάρχει και δευτέριο (${}^{2}_{1}H$ ή D) και τρίτιο(${}^{3}_{1}H$ ή T). Αν και έχουν διαφορετική μάζα, εμφανίζουν σχεδόν ίδιες χημικές ιδιότητες.

Τα άτομα που έχουν στον πυρήνα τους τον ίδιο αριθμό πρωτονίων (δηλαδή ανήκουν στο ίδιο στοιχείο) αλλά έχουν διαφορετικό αριθμό νετρονίων ονομάζονται **ισότοπα**.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Το βαρύ ύδωρ χρησιμοποιείται στη βιομηχανία και διατίθεται σε διαφορετικούς βαθμούς καθαρότητας.



Ποσότητα βαρέως ύδατος

ΛΕΞΙΚΟ

GR: Ισότοπο
GB: Isotope
FR: Isotope
DE: Isotop

Δραστηριότητα 1

α) Να γράψετε τον συμβολισμό των τριών ατόμων υδρογόνου:

Πρώτιο:..... Δευτέριο:..... Τρίτιο:.....

β) Σε τι διαφέρουν μεταξύ τους αυτά τα τρία άτομα σε ό,τι αφορά τα υποατομικά σωματίδια;

.....

.....

.....

γ) Σε τι διαφέρει ένα άτομο ουρανίου ${}^{235}_{96}U$ από ένα άτομο ουρανίου ${}^{238}_{96}U$;

.....

.....

.....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

Δραστηριότητα 2

Το D_2O λέγεται βαρύ ύδωρ (συγκριτικά με το H_2O). Μπορείτε να γράψετε κάποιο λόγο για αυτή την ονομασία;

.....

.....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις.

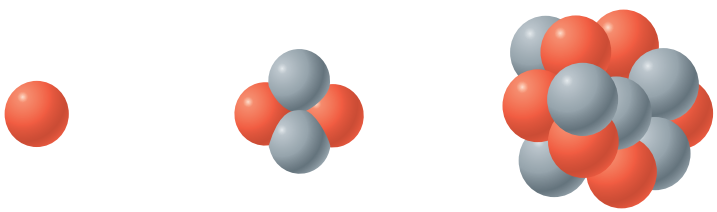
Τώρα που γνωρίσαμε τα ισότοπα μπορούμε να απαντήσουμε στο ερώτημα πόσο ζυγίζει ένα άτομο.

▶ Σχετική ατομική μάζα

Όπως μάθαμε η μάζα του ατόμου καθορίζεται από τον πυρήνα του. Φυσικά, δεν υπάρχουν ζυγαριές που να μπορούν να ζυγίσουν τόσο μικρές ποσότητες όπως ένας πυρήνας, αλλά πλέον γνωρίζουμε άλλους τρόπους με τους οποίους υπολογίσαμε ότι ένα πρωτόνιο ζυγίζει $1{,}67 \cdot 10^{-24}$ g. Το ίδιο περίπου ζυγίζει και ένα νετρόνιο.

Για να μην χρησιμοποιούν τόσο μικρά νούμερα, οι επιστήμονες εισήγαγαν μια νέα μονάδα μέτρησης, την **ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας**, που συμβολίζεται με **u** και αντιστοιχεί σε ποσότητα μάζας ίση με $\mathbf{1{,}66 \cdot 10^{-24}}$ **g**, δηλαδή περίπου όσο η μάζα ενός πρωτονίου ή ενός νετρονίου.

Ας προσπαθήσουμε τώρα να εκτιμήσουμε τη μάζα μερικών ατόμων, χρησιμοποιώντας ως μονάδα μέτρησης το **1u**. Στην εικόνα 2.8 δίνεται μία αναπαράσταση των πυρήνων τους οι οποίοι καθορίζουν τη μάζα τους.



(α) **(β)** **(γ)**

Εικόνα 2.8 *Αναπαράσταση των πυρήνων τριών ατόμων: α) Υδρογόνου (^1H), β) ήλιου (^4He) και γ) άνθρακα (^{12}C)*

Το άτομο του υδρογόνου με το ένα πρωτόνιο θα ζυγίζει περίπου **1 u** ($1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g).

Το άτομο του ηλίου με 2 πρωτόνια και 2 νετρόνια θα ζυγίζει περίπου **4 u** ($6{,}64 \cdot 10^{-24}$ g).

Το άτομο του άνθρακα με 6 πρωτόνια και 6 νετρόνια θα ζυγίζει περίπου **12 u** ($19{,}92 \cdot 10^{-24}$ g).

Όπως φαίνεται, πρακτικά η μάζα ενός ατόμου μετρημένη σε u ταυτίζεται με τον μαζικό αριθμό.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...
ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Ο χαλκός είναι ένα από τα λίγα μέταλλα που μπορούμε να εξορύξουμε σε σχεδόν καθαρή μορφή.



Ορυκτός χαλκός

Δραστηριότητα 1

α) Να εκτιμήσετε πόσα **u** και πόσα **g** ζυγίζει ένα άτομο οξυγόνου (^{16}O).

.....

.....

β) Να εκτιμήσετε πόσα **u** ζυγίζει ένα άτομο ^{235}U και πόσα ένα άτομο ^{238}U.

.....

Ιστορικά ως συγκριτική μονάδα μέτρησης της μάζας των ατόμων έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες ποσότητες που προσέγγιζαν το 1 u. Ο J. Dalton πρότεινε το άτομο του υδρογόνου, ενώ χρησιμοποιήθηκε και το 1/16 του ατόμου του οξυγόνου.

Μετά την ανακάλυψη των ισοτόπων οι επιστήμονες κατέληξαν στην ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας, το **1 u**, που είναι ίση με το 1/12 της μάζας του ατόμου του ^{12}C. Με βάση αυτή τη μονάδα όρισαν τη σχετική ατομική μάζα (A_r) των ατόμων.

Σχετική ατομική μάζα (A_r) ενός ατόμου είναι ο αριθμός που δείχνει πόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του ατόμου από το 1 u.

Έτσι, όταν λέμε ότι το άτομο του οξυγόνου έχει σχετική ατομική μάζα ίση με 16 καταλαβαίνουμε ότι το άτομο του οξυγόνου ζυγίζει 16 u.

Είδαμε ότι, αν ένα άτομο έχει μόνο ένα ισότοπο, μπορούμε να εκτιμήσουμε τη σχετική ατομική του μάζα από τον μαζικό αριθμό. Αν, όμως, ένα άτομο έχει περισσότερα ισότοπα τότε η σχετική ατομική μάζα πρέπει να υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη την αναλογία τους στη φύση. Στο επόμενο παράδειγμα θα δούμε με ποιο τρόπο γίνεται αυτό.

Μελετώ

1. Ο χαλκός απαντά στη φύση με τη μορφή δύο ισοτόπων: ^{63}Cu (σε ποσοστό περίπου 70%) και ^{65}Cu (σε ποσοστό περίπου 30%). Να υπολογιστεί η σχετική ατομική μάζα του χαλκού.

Πρώτη σκέψη: Αφού το στοιχείο είναι μίγμα ισοτόπων, πρέπει να υπολογίσω τον μέσο όρο των μαζών τους.

Βήματα:

1ο Γράφουμε την εξίσωση που μας δίνει τη σχετική ατομική μάζα για μίγματα ισοτόπων:

$$Ar(Cu) = \frac{70}{100} Ar(^{63}Cu) + \frac{30}{100} Ar(^{65}Cu)$$

2ο Πραγματοποιούμε τους υπολογισμούς: $Ar(Cu) = \frac{70}{100} \times 63 + \frac{30}{100} \times 65 = 63,5$

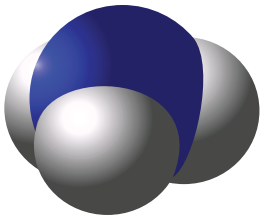
3ο Γράφουμε τη σχετική ατομική μάζα: Η A_r του χαλκού είναι 63,5

Τα περισσότερα στοιχεία είναι μίγματα ισοτόπων. Έτσι, στην πραγματικότητα η σχετική ατομική μάζα δεν αντιπροσωπεύει τη μάζα ενός συγκεκριμένου ατόμου αλλά τη **μέση μάζα** των ισοτόπων του ατόμου. Πολλές φορές ένα από τα ισότοπα είναι σε πολύ μεγάλη αναλογία και καθορίζει την ατομική μάζα, όπως π.χ. συμβαίνει στο υδρογόνο. Στο τέλος του βιβλίου θα βρείτε έναν πίνακα με τις τιμές των A_r των χημικών στοιχείων.

Η χρήση της μονάδας **u** για την ατομική μάζα αποδείχθηκε τόσο χρήσιμη, ώστε επεκτάθηκε στον υπολογισμό των μαζών και άλλων μικροσκοπικών σωματιδίων, όπως τα μόρια και τα ιόντα.

▶ Σχετική μοριακή μάζα

Ας παρατηρήσουμε την αναπαράσταση του μορίου της αμμωνίας (NH_3) στην εικόνα 2.9. Το μόριο αποτελείται από τρία άτομα υδρογόνου και ένα άτομο αζώτου. Επομένως, μπορούμε να υπολογίσουμε και πόσο ζυγίζει.



Εικόνα 2.9 *Αναπαράσταση του μορίου της αμμωνίας.*
Με μπλε απεικονίζεται το άτομο του αζώτου και με άσπρο το άτομο του υδρογόνου

Ένα άτομο αζώτου ζυγίζει 14 u και ένα άτομο υδρογόνου ζυγίζει 1 u. Επομένως, η μάζα ενός μορίου αμμωνίας θα δίνεται από τη σχέση: **$m(NH_3)$ = 14 u + 3 u= 17 u**

Δραστηριότητα 1

Να υπολογίσετε τη μάζα ενός μορίου αμμωνίας (NH_3) σε g.

……

……

……

……

Επειδή πολλές ουσίες, όπως και η αμμωνία, αποτελούνται από μόρια, ορίστηκε η έννοια της σχετικής μοριακής μάζας (ή μοριακό βάρος) σε αναλογία με τη σχετική ατομική μάζα.

Σχετική μοριακή μάζα (M_r) ενός μορίου είναι ο αριθμός που δείχνει πόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του μορίου από το 1 u.

Για τον υπολογισμό των M_r χρησιμοποιούμε τις ήδη γνωστές τιμές A_r, όπως στο ακόλουθο παράδειγμα.

Μελετώ

2. Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα του νερού (H_2O).

Πρώτη σκέψη: Θα χρειαστώ τη σχετική ατομική μάζα κάθε στοιχείου.

Βήματα:

1ο Βρίσκουμε τη σχετική ατομική μάζα των στοιχείων που αποτελούν τη χημική ένωση από τον σχετικό πίνακα: A_r: H=1, O=16

2ο Προσθέτουμε τις ατομικές μάζες, πολλαπλασιάζοντας με τον συντελεστή κάθε στοιχείου στη χημική ένωση (1 για το O, 2 για το H).

$M_r(H_2O)=16+2\cdot1=18$

▶ Σχετική τυπική μάζα

Υπάρχουν ουσίες, όπως το αλάτι (NaCℓ), που δεν αποτελούνται ούτε από άτομα ούτε από μόρια. Π.χ. το NaCℓ αποτελείται από κατιόντα νατρίου (Na^+) και ανιόντα χλωρίου ($Cℓ^-$).

Παρ' όλα αυτά, θα θέλαμε να γνωρίζουμε πόσο ζυγίζει μία τυπική μονάδα του αλατιού (δηλ. ένα ιόν Na^+ και ένα ιόν $Cℓ^-$). Η προφανής απάντηση είναι ότι μια τέτοια τυπική μονάδα θα ζυγίζει 23 u+35,5 u = 58,5 u (με βάση τις τιμές των A_r του νατρίου και του χλωρίου).

Εφαρμογή:

Να υπολογίσετε τη μάζα μιας τυπικής μονάδας ιωδιδίου του καλίου (KI) σε u.

Για να γενικεύσουμε την έννοια της σχετικής μάζας και στις ενώσεις που αποτελούνται από ιόντα, έχουμε ορίσει τη σχετική τυπική μάζα.

Σχετική τυπική μάζα (F_r) μιας τυπικής μονάδας ουσίας είναι ο αριθμός που δείχνει πόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα της τυπικής μονάδας της ουσίας από το 1 u.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Η νεκρά θάλασσα είναι γνωστή για την υψηλή περιεκτικότητα σε αλάτι στο οποίο οφείλεται και η αδυναμία ανάπτυξης ενός πλήρους οικοσυστήματος.



Απόθεση αλατιού στη νεκρά θάλασσα

2.1.3 Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων

Πάσχα. Ανάσταση. Πολύχρωμα βεγγαλικά φωτίζουν τον ουρανό. Κάθε χρώμα που αναδύεται συνδέεται με μια χημική ένωση. Για παράδειγμα, το κίτρινο πιθανώς να οφείλεται σε μια ένωση του νατρίου και το κόκκινο σε μια ένωση του στροντίου.



Εικόνα 2.10 *Πυροτεχνήματα σε εορτασμό*

Σκέφτομαι

Γιατί το χρώμα να είναι διαφορετικό για κάθε χημικό στοιχείο; Ο λόγος για αυτό το φαντασμαγορικό θέαμα είναι η διαφορετική ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων.

Πώς διευθετούνται τα ηλεκτρόνια στον χώρο του ατόμου;

Για να απαντήσετε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσετε τα θέματα:

- **Το άτομο του υδρογόνου**
- **Κανόνες ηλεκτρονιακής δόμησης**
- **Τα ιόντα**
- **Δομή των ιόντων**

Διερευνώ

- **Το άτομο του υδρογόνου**

Ας θυμηθούμε ξανά το μοντέλο του Bohr αλλά, αυτή τη φορά, θα δώσουμε έμφαση στην ενέργεια του ηλεκτρονίου. Θυμηθείτε ότι στο μοντέλο αυτό τα ηλεκτρόνια κινούνται μόνο στις στιβάδες και όχι στον ενδιάμεσο χώρο.

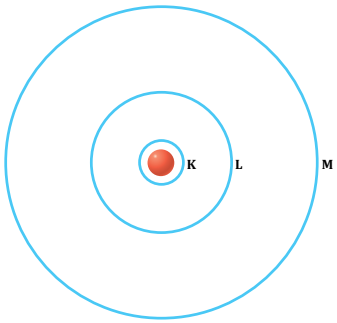
Πυροχημική ανίχνευση νατρίου

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...
ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
Στην πυροχημική ανίχνευση αξιοποιούμε το χρώμα της φλόγας κατά την καύση των αλάτων για να εξάγουμε συμπεράσματα σχετικά με το ιόν του μετάλλου που περιέχουν.



Πυροχημική ανίχνευση

Πυροχημική ανίχνευση στροντίου



Εικόνα 2.11 *Απεικόνιση του ατομικού μοντέλου του Bohr, όπου εμφανίζονται μόνο τρεις στιβάδες*

Όταν ο Bohr δημιούργησε αυτό το μοντέλο, υπολόγισε την ενέργεια που είχε το ηλεκτρόνιο όταν κινούταν σε κάθε στιβάδα. Στον πίνακα 2.2 μπορείτε να δείτε μια ταξινόμηση των στιβάδων σύμφωνα με την ενέργεια του ηλεκτρονίου.

Ο αριθμός **n** λέγεται κύριος κβαντικός αριθμός. Προσέξτε ότι, εκτός από αριθμούς, οι στιβάδες συμβολίζονται και με γράμματα του λατινικού αλφαβήτου τα οποία ξεκινούν από το Κ.

Πίνακας 2.2 *Ταξινόμηση των στιβάδων του ατόμου του υδρογόνου σύμφωνα με την ενέργεια του ηλεκτρονίου, όταν κινείται σε αυτές.*

Αριθμός στιβάδας (n)	1	2	3	4	.....
Όνομα στιβάδας	K	L	M	N	.....
Αύξηση ενέργειας	→				

Δραστηριότητα 1

α) Σε ποια στιβάδα το ηλεκτρόνιο έχει την ελάχιστη ενέργεια σύμφωνα με τον πίνακα 2.2;

.....

β) Τι συμπέρασμα εξάγετε για τη μεταβολή της ενέργειας του ηλεκτρονίου, καθώς αυξάνεται ο κύριος κβαντικός αριθμός, **n**, που χαρακτηρίζει τις στιβάδες;

.....

.....

.....

Αυτή η ταξινόμηση των στιβάδων ισχύει για όλα τα στοιχεία. Αυτό που κυρίως μας ενδιαφέρει είναι ο τρόπος που κατανέμονται τα ηλεκτρόνια σε αυτές τις στιβάδες, αφού αυτός καθορίζει διάφορα φαινόμενα που παρατηρούμε, όπως π.χ. το χρώμα που βλέπουμε στα πυροτεχνήματα.

Για την κατανομή αυτή ακολουθούμε κάποιους κανόνες, τους οποίους θα δούμε παρακάτω.

▶ Κανόνες ηλεκτρονιακής δόμησης

Μία από τις βασικές αρχές των φυσικών επιστημών είναι ότι τα συστήματα εξελίσσονται προς τη μικρότερη ενέργεια. Αυτή είναι και η σταθερότερη κατάσταση για ένα άτομο ή, αλλιώς, η κατάσταση ελαχίστης ενέργειας.

Δραστηριότητα 1

Δείτε τους ακόλουθους τρόπους που προτείνονται για να την ηλεκτρονιακή δόμηση (δηλ. την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες) του ατόμου του υδρογόνου.

α) K(1) **β)** L(1) **γ)** M(1)

Να εξηγήσετε ποιος από τους τρεις τρόπους θεωρείτε ότι απεικονίζει ορθότερα την ηλεκτρονιακή δομή στο άτομο του υδρογόνου. (Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την αρχή ελαχίστης ενέργειας ή τις ελκτικές δυνάμεις πρωτονίου και ηλεκτρονίου). Αν θέλετε, με ένα μολύβι, προσθέστε το ηλεκτρόνιο στο σχήμα 2.6.

……

……

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη την απάντησή σας.

Δραστηριότητα 2

Να σχεδιάσετε ένα σχήμα με τα δύο ηλεκτρόνια στο άτομο του ηλίου.

Στο άτομο του υδρογόνου και στο άτομο του ηλίου τα ηλεκτρόνια κινούνται στη στιβάδα Κ, όπου έχουν και τη μικρότερη ενέργεια. Αν για κάποιο λόγο βρεθούν στις άλλες στιβάδες, τότε πολύ σύντομα επανέρχονται στην Κ εκπέμποντας φως. Έτσι, εξηγείται και το χρώμα στα πυροτεχνήματα. Ας εξετάσουμε τώρα ένα άτομο με περισσότερα ηλεκτρόνια, όπως αυτό του άνθρακα.

Δραστηριότητα 3

Να δείτε τους ακόλουθους τρόπους που προτείνονται για την ηλεκτρονιακή δόμηση (δηλ. την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες) του ατόμου του άνθρακα.

α) K(6) **β)** K(2) L(4) **γ)** K(2) L(2) M(2)

Να εξηγήσετε ποιος από τους τρεις τρόπους θεωρείτε ότι απεικονίζει την ηλεκτρονιακή δόμηση στο άτομο του άνθρακα;

……

……

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη την απάντησή σας.

Με βάση αυτά που μάθαμε, θα θεωρούσαμε πιθανότερο όλα τα ηλεκτρόνια να βρίσκονται στη στιβάδα Κ, όπου θα έχουν την ελάχιστη ενέργεια. Όμως, υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί στο πόσα ηλεκτρόνια χωράει η κάθε στιβάδα. Και ευτυχώς που υπάρχουν, γιατί αλλιώς δεν θα βλέπαμε ποτέ χρώματα και πυροτεχνήματα.

Ένας περιορισμός είναι ότι κάθε στιβάδα χωράει συγκεκριμένο αριθμό ηλεκτρονίων. Ο αριθμός αυτός δίνεται από τον τύπο $2n^2$.

Έτσι, η Κ (n=1) στιβάδα χωράει 2 ηλεκτρόνια, η L (n=2) χωράει 8 ηλεκτρόνια, η Μ (n=3) χωράει 18 κ.ο.κ.

Επομένως, η σωστή ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του άνθρακα δίνεται από την επιλογή Κ(2) L(4).

Πυροχημική ανίχνευση ασβεστίου

Εφαρμογή:

Να κατανείμετε σε στιβάδες τα 13 ηλεκτρόνια στο άτομο του αργιλίου ($_{13}$Al).

Ας εξετάσουμε τώρα ένα πιο πολύπλοκο άτομο όπως αυτό του ασβεστίου ($_{20}$Ca). Δείτε τις παρακάτω επιλογές, όπου προτείνονται κάποιοι τρόποι, για να τοποθετήσουμε τα ηλεκτρόνια στο άτομο του ασβεστίου.

α) Κ(20) β) Κ(2) L(8) Μ(10) γ) Κ(2) L(8) Μ(8) Ν(2)

Με βάση αυτά που μάθαμε η πρώτη επιλογή είναι λανθασμένη, αφού όλα τα ηλεκτρόνια είναι στη στιβάδα Κ η οποία, όμως, χωράει μόνο δύο.

Η δεύτερη επιλογή φαίνεται σωστή, αφού η Κ και η L στιβάδα χωράνε τον μέγιστο αριθμό ηλεκτρονίων και η Μ έχει τη δυνατότητα να χωρέσει 10 ηλεκτρόνια (μέγιστο 18).

Όμως, εδώ συναντάμε τον δεύτερο περιορισμό των ατόμων. **Η εξωτερική στιβάδα**, δηλαδή αυτή στην οποία κατανέμουμε το τελευταίο ηλεκτρόνιο, δεν χωράει πάνω από οκτώ ηλεκτρόνια.

Επομένως, η σωστή ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του ασβεστίου δίνεται από την επιλογή (γ). Δηλαδή η Μ στιβάδα χωράει οχτώ ηλεκτρόνια (σαν να ήταν εξωτερική) και τα υπόλοιπα 2 κατανέμονται στη Ν.

Εφαρμογή:

Να κατανείμετε σε στιβάδες τα ηλεκτρόνια στο άτομο του καλίου ($_{19}$Κ).

ΛΕΞΙΚΟ

GR: Κάλιο
GB: Potassium
FR: Potassium
DE: Kalium

Ας συνοψίσουμε αυτούς τους περιορισμούς των ηλεκτρονίων του ατόμου, με μερικούς απλούς κανόνες που θα μας βοηθήσουν να γράφουμε την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων.

1. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που χωράει κάθε μία από τις στιβάδες δίνεται από τον τύπο $2n^2$, όπου **n** ο κύριος κβαντικός αριθμός.

2. Τα ηλεκτρόνια κατανέμονται πρώτα στη στιβάδα όπου έχουν τη μικρότερη ενέργεια και μόνο, όταν αυτή συμπληρωθεί, κατανέμονται στην επόμενη.

3. Η εξωτερική στιβάδα οποιουδήποτε ατόμου δεν χωράει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια.

Ας δούμε, τώρα, πώς εφαρμόζονται αυτοί οι τρεις κανόνες με ένα παράδειγμα.

Μελετώ

1. Δίνεται το άτομο του Ρουβιδίου ($_{37}$Rb). Να γίνει η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες.

Πρώτη σκέψη: Πρέπει να βρω πόσα ηλεκτρόνια έχει το άτομο.

Βήματα:

1ο Βρίσκουμε τα ηλεκτρόνια του ατόμου που είναι ίσα με τον ατομικό του αριθμό, δηλ. 37.

2ο Κατανέμουμε τα ηλεκτρόνια σε στιβάδες, τηρώντας τους τρεις κανόνες. Προσέχουμε δηλαδή να μη βάλουμε περισσότερα ηλεκτρόνια από όσα μπορεί να χωρέσει κάθε στιβάδα και η τελευταία στιβάδα στην οποία κατανέμουμε ηλεκτρόνια (εξωτερική), να μην έχει πάνω από 8.

Έτσι, η ηλεκτρονιακή δομή του Rb είναι: K(2) L(8) M(18) N(8) O(1).

Εκτός από τα άτομα, συχνά στη Χημεία θα συναντήσετε και ένα άλλο είδος σωματιδίων, τα ιόντα, για τα οποία θα μιλήσουμε στην επόμενη παράγραφο.

▶ Τα ιόντα

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται μέρος της χημικής ανάλυσης ενός δείγματος νερού.

Πίνακας 2.3 *Μέρος της χημικής ανάλυσης δείγματος νερού*

Κατιόντα	**Περιεκτικότητα (mg/L)**
Na^+	74
K^+	4,6
Mg^{2+}	1,7
Ca^{2+}	0,6
$A\ell^{3+}$	0,1
Ανιόντα	
$C\ell^-$	4,1
F^-	1,1

Δραστηριότητα 1

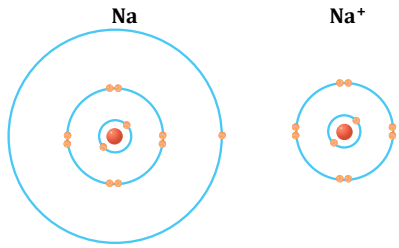
α) Σε τι διαφέρουν τα σύμβολα των κατιόντων και ανιόντων από αυτά των χημικών στοιχείων;

.....

β) Τι κοινό έχουν τα σύμβολα των κατιόντων που περιέχει το νερό; .....

γ) Τι κοινό έχουν τα σύμβολα των ανιόντων που περιέχει το νερό; .....

Τα ιόντα είναι ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια και σχηματίζονται όταν ένα άτομο αποβάλει ή προσλάβει ηλεκτρόνια. Για παράδειγμα, το **κατιόν** νατρίου ($_{11}Na^{+}$), έχει ένα λιγότερο ηλεκτρόνιο από το άτομο του νατρίου και επομένως φορτίο +1, ενώ το **ανιόν** χλωρίου ($_{17}C\ell^{-}$), έχει ένα περισσότερο ηλεκτρόνιο από το άτομο του χλωρίου και επομένως φορτίο -1. Στην επόμενη εικόνα δίνεται μία αναπαράσταση του ατόμου και του ιόντος του νατρίου.



Εικόνα 2.12 *Αναπαράσταση του ατόμου και του ιόντος του νατρίου*

Όπως είναι προφανές, ο πυρήνας του ατόμου δεν έχει αλλάξει. Στο κατιόν του νατρίου ο πυρήνας εξακολουθεί να έχει 11 πρωτόνια. Αυτό που αλλάζει είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων που είναι 10.

Εφαρμογή:

Να σχεδιάσετε ένα σχήμα σαν το 2.7 για το άτομο και το ανιόν του χλωρίου.

Να εξηγήσετε σε τι διαφέρουν τα ακόλουθα ιόντα: $A\ell^{3+}$, O^{2-} από τα αντίστοιχα άτομα.

Στην υποενότητα 2.1.2 είδαμε τη σχέση του ατομικού και μαζικού αριθμού με τη δομή ενός ατόμου. Η ίδια σχέση ισχύει και στην περίπτωση των ιόντων, όπως θα δούμε στα επόμενα παραδείγματα.

Μελετώ

1. Το πόσιμο νερό περιέχει το ιόν $^{40}_{20}Ca^{2+}$. Να υπολογίσετε πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια έχει το συγκεκριμένο ιόν.

Πρώτη σκέψη: Θα χρησιμοποιήσω τον τύπο $A=Z+N$, αλλά πρέπει να προσέξω στον υπολογισμό των ηλεκτρονίων, γιατί δεν θα είναι όσα τα πρωτόνια.

Βήματα:

1ο Αναγνωρίζουμε τον ατομικό (Z) και τον μαζικό (A) αριθμό στον συμβολισμό: $Z=20$, άρα το ιόν έχει 20 πρωτόνια και $A=40$, άρα το ιόν έχει 40 νουκλεόνια.

2ο Χρησιμοποιούμε τον τύπο: $A=Z+N$, για να υπολογίσουμε τα νετρόνια: $40=20+N$, άρα $N=20$ και το άτομο έχει 20 νετρόνια.

3ο Αξιοποιούμε τον συμβολισμό όπου φαίνεται το φορτίο. Το ιόν έχει φορτίο +2, άρα έχει δύο ηλεκτρόνια λιγότερα από το ουδέτερο άτομο. Το ουδέτερο άτομο έχει 20 ηλεκτρόνια (όσα και τα πρωτόνια), άρα το ιόν έχει 18 ηλεκτρόνια.

2. Ένα ιόν του οξυγόνου (O) αποτελείται από 8 πρωτόνια, 8 νετρόνια και 10 ηλεκτρόνια. Να υπολογίσετε τον ατομικό και τον μαζικό του αριθμό και στη συνέχεια να γράψετε το σύμβολό του.

Πρώτη σκέψη: Θα χρησιμοποιήσω τον τύπο $A=Z+N$, αλλά θα πρέπει να προσέξω στον υπολογισμό των ηλεκτρονίων, γιατί δεν θα είναι όσα τα πρωτόνια.

Βήματα:

1ο Αναγνωρίζουμε τις τιμές των Z και N. Z=8 (πρωτόνια) και N=8 (νετρόνια).

2ο Χρησιμοποιούμε τον τύπο: $A=Z+N$: A=8+8=16.

3ο Αξιοποιούμε την πληροφορία για τα ηλεκτρόνια: Το ιόν έχει δέκα ηλεκτρόνια. Το ουδέτερο άτομο είχε 8 ηλεκτρόνια (όσο το Z). Άρα το ιόν έχει αρνητικό φορτίο -2 (10-8=2 ηλεκτρόνια επιπλέον).

Το σύμβολό του θα είναι: $^{16}_{8}O^{2-}$.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης σήραγγας (STM) μας επιτρέπει να δούμε τη δομή των υλικών σε ατομικό επίπεδο.



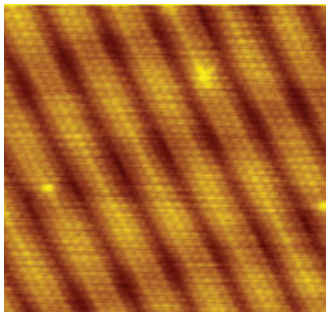
Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης σήραγγας

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή

«Βλέποντας τα άτομα»

Τα άτομα είναι πολύ μικρά για να τα δούμε με οπτικό μικροσκόπιο. Μπορούμε να συμπεράνουμε την ύπαρξή τους από τις ιδιότητες της ύλης, αλλά μόνο πρόσφατα καταφέραμε να «αποσπάσουμε» μια εικόνα τους από το βασίλειο του μικρόκοσμου των σωματιδίων.

Με την πρόοδο της τεχνολογίας έγινε εφικτό να δημιουργήσουμε εικόνες των ατόμων. Ένας τρόπος είναι να χρησιμοποιήσουμε το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης σήραγγας (STM). Αυτό το όργανο δεν μεγεθύνει ένα δείγμα ύλης, όπως το παραδοσιακό μικροσκόπιο. Αντίθετα, έχει ένα μικροσκοπικό άκρο που σαρώνει την επιφάνεια του δείγματος και δημιουργεί έναν «τοπογραφικό» χάρτη, όπου διακρίνουμε τα άτομα, όπως στην εικόνα που παραθέτουμε.



Εικόνα 2.13 *Εικόνα «ατόμων» χρυσού από μικροσκόπιο STM*

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Μία από τις βασικές δομικές μονάδες των υλικών είναι το άτομο. Το άτομο περιγράφεται με μοντέλα. Στο μοντέλο του Bohr το άτομο αποτελείται από τον πυρήνα και τα ηλεκτρόνια. Ο πυρήνας του ατόμου περιέχει τα πρωτόνια με θετικό φορτίο +1 και τα νετρόνια που είναι ηλεκτρικά ουδέτερα.

Ο αριθμός των πρωτονίων δίνεται από τον ατομικό αριθμό, ***Z***, και ο συνολικός αριθμός πρωτονίων και νετρονίων δίνεται από τον μαζικό αριθμό, ***A***. Το άτομο κάθε χημικού στοιχείου είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, γιατί ο αριθμός των πρωτονίων είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που έχουν αρνητικό φορτίο -1.

Η μονάδα μέτρηση μάζας που χρησιμοποιούμε σε ατομικό επίπεδο είναι το: 1 u=1,66·10^{-24} g, το οποίο είναι ίσο με το 1/12 της μάζας ενός ατόμου ^{12}C.

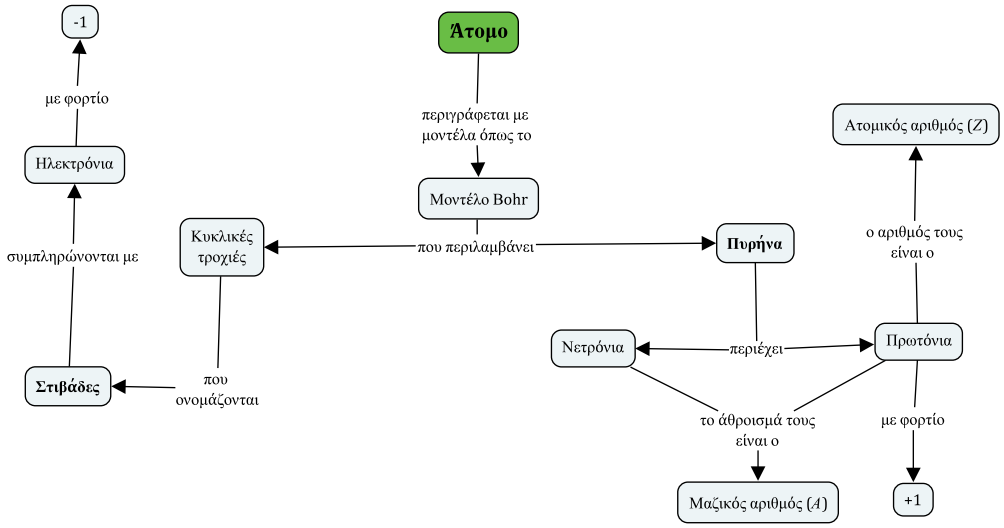
Συγκρίνουμε τη μάζα ενός ατόμου με το 1u χρησιμοποιώντας τη σχετική ατομική μάζα **(A_r)**. Αντίστοιχα, για τα μόρια χρησιμοποιούμε τη σχετική μοριακή μάζα **(M_r)** και για να συμπεριλάβουμε και τις ενώσεις που περιέχουν ιόντα χρησιμοποιούμε τη σχετική τυπική μάζα **(F_r)**.

Για τον υπολογισμό της A_r πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ισότοπα ενός στοιχείου, δηλαδή τα άτομα που έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό, αλλά διαφορετικό μαζικό.

Τα ηλεκτρόνια στο άτομο κινούνται σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές, που ονομάζονται στιβάδες. Η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες ακολουθεί συγκεκριμένους κανόνες και βασίζεται στην αρχή της ελαχίστης ενέργειας. Όταν ένα άτομο αποβάλλει ή προσλάβει ηλεκτρόνια, δημιουργούνται ιόντα.

Εννοιολογικός χάρτης για τη δομή του ατόμου

Εννοιολογικός Χάρτης



Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Περιγράφω τα βασικά χαρακτηριστικά του μοντέλου του Bohr			
Περιγράφω τη δομή ενός ατόμου, αν γνωρίζω τον ατομικό και τον μαζικό του αριθμό			
Υπολογίζω τον ατομικό και μαζικό αριθμό αν γνωρίζω τη δομή ενός ατόμου			
Διατυπώνω τον ορισμό των ισοτόπων			
Αναγνωρίζω ότι τα ισότοπα αποτελούν άτομα που ανήκουν στο ίδιο στοιχείο			

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Ορίζω την ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u)			
Ορίζω τη σχετική ατομική (A_r), σχετική μοριακή (M_r) και σχετική τυπική μάζα (F_r)			
Αξιοποιώ πίνακες των A_r για να κάνω υπολογισμούς των M_r απλών ενώσεων			
Εφαρμόζω τους κανόνες της ηλεκτρονιακής δόμησης των στιβάδων			
Κατανέμω σε στιβάδες τα ηλεκτρόνια των ατόμων που έχουν ατομικό αριθμό 1-20 και 31-38			
Εξηγώ τον σχηματισμό ιόντων από άτομα			
Προσδιορίζω τη δομή ενός ιόντος αν γνωρίζω τον ατομικό αριθμό, τον μαζικό αριθμό και το φορτίο του			
Προσδιορίζω τον ατομικό αριθμό, τον μαζικό αριθμό και το φορτίο ενός ιόντος αν γνωρίζω τη δομή του			

Γλωσσάρι

Ανιόν ονομάζεται ένα άτομο ή μία ομάδα ατόμων που φέρει αρνητικό φορτίο.

Ατομικός αριθμός (Z) ονομάζεται ο αριθμός των πρωτονίων του πυρήνα.

Ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u) ονομάζεται ποσότητα ίση με το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα -12 (^{12}C).

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

Κατιόν ονομάζεται ένα άτομο ή μία ομάδα ατόμων που φέρει θετικό φορτίο.

Μαζικός αριθμός (*A*) ονομάζεται ο αριθμός των πρωτονίων και των νετρονίων του πυρήνα.

Πυρήνας ονομάζεται το μέρος του ατόμου που είναι θετικά φορτισμένο και βρίσκεται στο κέντρο του.

Στιβάδα ονομάζεται μια περιοχή κίνησης των ηλεκτρονίων ενός ατόμου.

Σχετική ατομική μάζα (A_r) ενός ατόμου ονομάζεται ο αριθμός που δείχνει πόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του ατόμου από το 1 u.

Σχετική μοριακή μάζα (M_r) ενός μορίου είναι ο αριθμός που δείχνει πόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του μορίου από το 1 u.

Σχετική τυπική μάζα (F_r) μιας τυπικής μονάδας ουσίας είναι ο αριθμός που δείχνει πόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα της τυπικής μονάδας από το 1 u.



John Dalton
Εισήγαγε την ατομική θεωρία στις φυσικές επιστήμες.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

2.1.1 Το μοντέλο του Bohr

1. Στο ατομικό μοντέλο του Dalton το άτομο του υδρογόνου ($_1$H) παρουσιάζεται ως μία συμπαγής σφαίρα. Να περιγράψετε το άτομο του υδρογόνου σύμφωνα με το ατομικό μοντέλο του Bohr.

2.1.2 Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα – Σχετική και Ατομική Μάζα

2. Δίνονται τα άτομα του λιθίου $^{7}_{3}\text{Li}$ και του χλωρίου $^{35}_{17}\text{Cl}$

α) Να εξηγήσετε από ποια και πόσα υποατομικά σωματίδια αποτελείται ο πυρήνας κάθε ατόμου.

β) Να υπολογίσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων κάθε ατόμου.

3. Δίνεται ότι πυρήνας του ατόμου Ω συνίσταται από 35 υποατομικά σωματίδια και ότι το άτομο **Ω** έχει 17 ηλεκτρόνια. Να υπολογίσετε τον ατομικό και τον μαζικό του αριθμό.

4. Δίνονται τα ακόλουθα ισότοπα: $^{35}_{17}\text{A}$, $^{36}_{19}\text{B}$, $^{36}_{17}\Gamma$, $^{35}_{16}\Delta$. Να εξηγήσετε ποια από αυτά ανήκουν στο ίδιο στοιχείο.

5.Ένα ισότοπο του οξυγόνου έχει 8 πρωτόνια και 10 νετρόνια. Ποια είναι κατά προσέγγιση η σχετική ατομική μάζα αυτού του ισοτόπου; Ποιο θα ήταν το σύμβολο για αυτό το ισότοπο;

6. Να συμπληρώσετε τα κενά:

(i) Ισότοπα είναι δύο άτομα που έχουν ίδιο …… αριθμό αλλά διαφορετικό ……

αριθμό. Τα ισότοπα είναι άτομα που ανήκουν …… …… στοιχείο.

(ii) Το 1 u αντιστοιχεί στο …… της μάζας του ατόμου του……

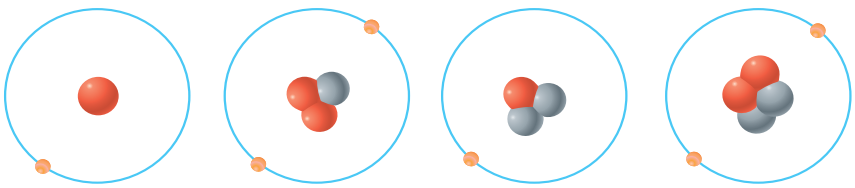
(iii) Σχετική ατομική μάζα (A_r) ενός ατόμου είναι ο αριθμός που δείχνει πόσο ……

είναι η μάζα του ατόμου από το 1……

(iv) Η Σχετική Μοριακή μάζα (……) και η Σχετική Τυπική μάζα (……), χρησιμοποιούνται,

όταν αναφερόμαστε στη μάζα ενός …… και στη μάζα μιας τ…… μ…… αντίστοιχα.

7. Τα παρακάτω σχήματα αναπαριστούν κάποια άτομα. Να γράψετε τον συμβολισμό τους και να εξηγήσετε ποια είναι ισότοπα του ίδιου στοιχείου.



Εικόνα 2.14 *Αναπαράσταση ατόμων χημικών στοιχείων*

8. Να υπολογίσετε την τιμή των M_r των ενώσεων: H_2O, NH_3, $HC\ell$, H_2SO_4

2.1.3 Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων

9. Να σχεδιάσετε τις στιβάδες που έχουν ηλεκτρόνια στο άτομο του μαγνησίου ($_{12}$Mg).

10. Να συμπληρώσετε τα κενά του πίνακα με την κατανομή των ηλεκτρονίων στις αντίστοιχες στιβάδες.

	Στιβάδες			
Στοιχείο	K	L	M	N
$_{11}$Na				
$_{17}$Cℓ				
$_{20}$Ca				
$_{36}$Kr				

11. Το χλωρίδιο του ασβεστίου ($CaC\ell_2$) είναι ένα πρόσθετο τροφίμων με κωδικό E509, και αποτελείται από τα ιόντα Ca^{2+}, και $C\ell^-$. Να περιγράψετε σύντομα πώς προέκυψαν τα ιόντα αυτά από τα αντίστοιχα άτομα.

12. Στο πόσιμο νερό περιέχονται τα ιόντα $^{24}_{12}Mg^{2+}$ και $^{35}_{17}Cl^-$.

Να υπολογίσετε πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια έχει κάθε ιόν.

13. Ένα ιόν του θείου (S) αποτελείται από 16 πρωτόνια, 16 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια. Να υπολογίσετε τον ατομικό και τον μαζικό του αριθμό και στη συνέχεια να γράψετε το σύμβολό του.

14. α) Να αναφέρετε μία ομοιότητα και μία διαφορά των Cℓ και $C\ell^-$.

β) Να αναφέρετε μία ομοιότητα και μία διαφορά των Mg και Mg^{2+}.

Β' Ομάδα

1. Να συμπληρώσετε τα δεδομένα που λείπουν από τον πίνακα:

Χημικό στοιχείο	Ατομικός αριθμός (*Z*)	Μαζικός αριθμός (*A*)	Αριθμός πρωτονίων (p^+)	Αριθμός νετρονίων (*N*)	Αριθμός ηλεκτρονίων (e^-)
^{19}F	9				
K	19	39			
O			8	16	
^{40}Ca				20	
$^{18}_{10}$Ne					
N	7			7	

2. Να εξηγήσετε τη διαφορά μεταξύ της σχετικής ατομικής μάζας και της μάζας ενός ατόμου σε g, χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα.

3. Το χλώριο απαντά στη φύση με τη μορφή δύο ισοτόπων $^{35}C\ell$ (σε ποσοστό περίπου 75%) και $^{37}C\ell$ (σε ποσοστό περίπου 25%). Να υπολογίσετε τη σχετική ατομική μάζα του χλωρίου.

4. Κατασκευάζοντας τον πρώτο ατομικό αντιδραστήρα: Το ουράνιο στη φύση βρίσκεται ως μίγμα ισοτόπων, όπως τα ^{235}U και ^{238}U. Από αυτά τα ισότοπα, μόνο το ^{235}U μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία ενός πυρηνικού αντιδραστήρα. Ας υποθέσουμε ότι εργαζόσασταν ως επιστήμονας στο Σικάγο, το 1942, στις εγκαταστάσεις κατασκευής του πρώτου πυρηνικού αντιδραστήρα και σας πρότειναν τις ακόλουθες δύο μεθόδους διαχωρισμού ενός μίγματος των δύο ισοτόπων του ουρανίου:

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η φυγοκέντρηση είναι μία από τις μεθόδους διαχωρισμού των ατόμων με διαφορετική μάζα.



Διάταξη φυγοκέντρησης ισοτόπων ουρανίου

α) Την αξιοποίηση των χημικών ιδιοτήτων του ουρανίου, π.χ. με τη δημιουργία ενώσεων του ουρανίου με το χλώριο όπως το $UC\ell_4$.

β) Την αξιοποίηση φυσικών ιδιοτήτων του ουρανίου, π.χ. με τη φυγοκέντρηση, μία διαδικασία στην οποία τα σωματίδια επιταχύνονται μέσω περιστροφής και αποκτούν διαφορετική ταχύτητα ανάλογα με τη μάζα τους.

Να εξηγήσετε ποια από τις δύο μεθόδους θα επιλέγατε.

5. Στα χνάρια του Bohr: Όταν ο N. Bohr πρότεινε το μοντέλο του ατόμου δεν γνώριζε τους κανόνες ηλεκτρονιακής δόμησης. Αυτοί οι κανόνες διαμορφώθηκαν αργότερα, με τη συμβολή και του ίδιου. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι προτεινόμενες ηλεκτρονιακές κατανομές για τα πρώτα 16 στοιχεία, σύμφωνα με την πρόταση του Bohr, το 1913.

Στοιχείο	Κατανομή
1	K(1)
2	K(2)
3	K(2) L(1)
4	K(2) L(2)
5	K(2) L(3)
6	K(2) L(4)
7	K(4) L(3)
8	K(4) L(2) M(2)

Στοιχείο	Κατανομή
9	K(4) L(4) M(1)
10	K(8) L(2)
11	K(8) L(2) M(1)
12	K(8) L(2) M(2)
13	K(8) L(2) M(3)
14	K(8) L(2) M(4)
15	K(8) L(4) M(3)
16	K(8) L(4) M(2) N(2)

Να εξηγήσετε, αν στην κατανομή των ηλεκτρονίων εφαρμόστηκαν:

α) Ο 1ος κανόνας της ηλεκτρονιακής δόμησης ($2n^2$ για τα ηλεκτρόνια κάθε στιβάδας) στα στοιχεία 3 και 7.

β) Ο 2ος κανόνας (συμπληρώνεται πρώτα η στιβάδα όπου τα ηλεκτρόνια έχουν μικρότερη ενέργεια) στα στοιχεία 1 και 8.

γ) Ο 3ος κανόνας (η εξωτερική στιβάδα δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια) στα στοιχεία 9 και 16.

6. Να γράψετε το σύμβολο του ιόντος του στοιχείου Χ που αποτελείται από 20 πρωτόνια, 20 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια.

7. Τα άτομα είναι πάντα ουδέτερα. Να εξηγήσετε γιατί.

8. Να συμπληρώσετε τα κενά (τελείες) στα σύμβολα ${}_{\dots}A^{\cdots}$, ${}_{\dots}B^{\cdots}$ (ανιόντα) και ${}_{\dots}\Gamma^{\cdots}$, ${}_{\dots}\Delta^{\cdots}$ (κατιόντα) έτσι ώστε να έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το ${}_{10}Ne$.

9. Το ανιόν του χλωρίου (με φορτίο -1), έχει την ηλεκτρονιακή διάταξη που έχει και το άτομο του αργού (Ar). Να εξηγήσετε γιατί το ιόν $C\ell^-$ δεν είναι ίδιο με το άτομο του Ar;

10. Χρησιμοποιήσαμε ένα πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης, για να απαντήσουμε στο ερώτημα 1, της Α΄ ομάδας. Παρακάτω δίνεται η απάντησή του.

«Σύμφωνα με το ατομικό μοντέλο του Bohr, το άτομο του υδρογόνου περιγράφεται ως ένα σύστημα με έναν πυρήνα (πρωτόνιο) στο κέντρο και ένα ηλεκτρόνιο που κινείται κυκλικά γύρω από τον πυρήνα σε διακριτικές τροχιές.

Συγκεκριμένα, στο άτομο του υδρογόνου σύμφωνα με το μοντέλο του Bohr:

1. ***Πυρήνας:*** *Στο κέντρο βρίσκεται ο πυρήνας που αποτελείται από ένα πρωτόνιο. Το πρωτόνιο έχει θετικό φορτίο, και το άτομο είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου συγκεντρωμένο στον πυρήνα.*

2. ***Τροχιά του Ηλεκτρονίου:*** *Το ηλεκτρόνιο κινείται σε σταθερή τροχιά γύρω από τον πυρήνα (κυκλική τροχιά)».*

α) Να διορθώσετε την απάντηση ώστε να είναι σωστή σύμφωνα με αυτά που έχετε μάθει, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στις υπογραμμισμένες προτάσεις.

β) Να συγκρίνετε την απάντηση αυτή με τη δική σας απάντηση. Να εντοπίσετε μία (ή περισσότερες) ομοιότητες και μία (ή περισσότερες) διαφορές.

γ) Να αναφέρετε έναν (ή περισσότερους) λόγους για τους οποίους θα χρησιμοποιούσατε αυτό το πρόγραμμα για να απαντήσετε στο ερώτημα 1 και έναν (ή περισσότερους) λόγους για τους οποίους θα αποφεύγατε τη χρήση του.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

1. Στην προσπάθεια για την κατασκευή του πρώτου πυρηνικού αντιδραστήρα, χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι τρόποι διαχωρισμού των ισοτόπων που βασίζονταν στη διαφορετική τους μάζα.

Να αναζητήσετε στο διαδίκτυο πληροφορίες για αυτούς τους τρόπους διαχωρισμού. Πώς ακριβώς αξιοποιείται η διαφορά στη μάζα για το διαχωρισμό; Ποιος τρόπος χρησιμοποιήθηκε τελικά και ποιος έχει επικρατήσει σήμερα;

Πυροχημική ανίχνευση χαλκού

2. Τα πυροτεχνήματα έχουν διαφορετικό χρώμα γιατί περιέχουν ενώσεις διαφορετικών στοιχείων. Για παράδειγμα, οι ενώσεις του νατρίου όταν καίγονται δίνουν συνήθως κίτρινο χρώμα.

Να αναζητήσετε στο διαδίκτυο πληροφορίες για την κατασκευή των πυροτεχνημάτων και τις διαφορετικές ουσίες που περιέχουν. Εντοπίστε τα χημικά στοιχεία των οποίων οι ενώσεις δίνουν κόκκινο, πράσινο ή κάποιο άλλο χρώμα, όταν καίγονται. Πού οφείλονται τα διαφορετικά χρώματα;

Πυροχημική ανίχνευση καλίου

Α' Ομάδα	Β' ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	**1.** Σύμφωνα με τη θεωρία
2. Li: 3 πρωτόνια, 4 νετρόνια, 3 ηλεκτρόνια Cℓ:17 πρωτόνια, 18 νετρόνια, 17 ηλεκτρόνια	**2.** Σύμφωνα με τη θεωρία
3. Z=17, A=35	**3.** A_r=18, $^{18}_{8}O$
4. Τα Α και Γ	**4.** A_r=35,5
5. Το 1u είναι περίπου ίσο με τη μάζα ενός πρωτονίου ή ενός νετρονίου	**5.** Εξετάστε ποια είναι η βασική διαφορά δύο ισοτόπων
6. Σύμφωνα με τη θεωρία	**6.** α) όχι β) όχι γ) ναι
7. $^{1}_{1}H : ^{2}_{1}H : ^{4}_{2}He : ^{3}_{2}He$ Ισότοπα είναι τα Α και Β, όπως και τα Γ και Δ	**7.** Σύμφωνα με τη θεωρία
8. H_2O:18, NH_3:17, HCℓ:36,5, H_2SO_4:98	**8.** Σύμφωνα με τη θεωρία
9. Όπως το σχήμα της θεωρίας	**9.** Σύμφωνα με τη θεωρία
10. Σύμφωνα με τη θεωρία.	**10.** Συγκρίνετε τον αριθμό πρωτονίων
11. Σύμφωνα με τη θεωρία	**11.** Σύμφωνα με τη θεωρία και την προσωπική σας άποψη
12. Κατιόν Mg: 12 πρωτόνια, 12 νετρόνια, 10 ηλεκτρόνια Ανιόν Cℓ: 17 πρωτόνια, 35 νετρόνια, 18 ηλεκτρόνια	
13. Z=16, A=32, $^{32}_{16}S^{2-}$	
14. Εξετάστε τον πυρήνα και τον αριθμό ηλεκτρονίων	

Στο τέλος της ενότητας **«Ο Περιοδικός Πίνακας»** θα μπορείς να:

- εξηγείς τη χρησιμότητα της ταξινόμησης των χημικών στοιχείων.
- αναγνωρίζεις την περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων ως τη βασική αρχή δόμησης του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα.
- αναφέρεις τι ονομάζεται ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.
- συσχετίζεις τις ιδιότητες των στοιχείων των κύριων ομάδων με τις ηλεκτρονιακές τους δομές.
- ορίζεις την ατομική ακτίνα.
- περιγράφεις τον τρόπο που μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα σε μία ομάδα.
- εξηγείς γιατί τα στοιχεία της ίδιας ομάδας έχουν ανάλογες ιδιότητες με κριτήρια
  α) το πλήθος των ηλεκτρονίων που έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα,
  β) το μέγεθος της ατομικής τους ακτίνας.
- αναφέρεις τι ονομάζεται περίοδος του Περιοδικού Πίνακα.
- εξηγείς τον τρόπο μεταβολής της ατομικής ακτίνας σε μία περίοδο, με βάση το φορτίο του πυρήνα και τα εσωτερικά ηλεκτρόνια.
- αναφέρεις τη σταδιακή μεταβολή των ιδιοτήτων των στοιχείων κατά μήκος μίας περιόδου.
- διακρίνεις στοιχεία σε μέταλλα και αμέταλλα με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα.
- προσδιορίζεις τη θέση ενός στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα από τον ατομικό του αριθμό.

Λέξεις κλειδιά

Εσωτερικά ηλεκτρόνια

Εξωτερικά ηλεκτρόνια

Ομάδα

Περίοδος

Περιοδικός νόμος

Περιοδικός Πίνακας

2.2 Ο Περιοδικός Πίνακας



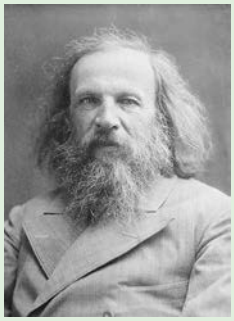
Εικόνα 2.14 *Τα τέσσερα "κλασικά"στοιχεία του Εμπεδοκλή και του Αριστοτέλη: Νερό, φωτιά, γη και αέρας*

Οι στολές της πυροσβεστικής πρέπει να είναι πυρίμαχες και τα τζάμια διαφανή. Χρειαζόμαστε σκληρούς δίσκους με μεγάλη χωρητικότητα και ελαφριές μπαταρίες. Αν γνωρίζουμε ποια είναι τα συστατικά των υλικών, μπορούμε να φτιάξουμε νέα υλικά με τις επιθυμητές ιδιότητες.

Σε παλαιότερους πολιτισμούς θεωρούσαν ότι ο κόσμος αποτελείται από μόνο τέσσερα στοιχεία: τον αέρα, το νερό, τη γη και τη φωτιά. Με τη βοήθεια της επιστήμης, τώρα πια γνωρίζουμε ότι τα βασικά συστατικά των υλικών είναι τα χημικά στοιχεία. Όταν τα μελετήσουμε, παρατηρούμε ότι υπάρχει μια τάξη και μπορούμε να τα οργανώσουμε με διάφορους τρόπους, ώστε να είναι πιο εύκολο να τα αξιοποιήσουμε.

2.2.1 Η ταξινόμηση των στοιχείων

Βρισκόμαστε στη δεκαετία του 1860, στην Αγία Πετρούπολη. Ο D. Mendeleev, χημικός και εκπαιδευτικός, γράφει ένα βιβλίο χημείας. Αναζητεί έναν τρόπο οργάνωσης των στοιχείων, ώστε να είναι ευκολότερο στους αναγνώστες να τα θυμούνται και να καταλαβαίνουν τη χημική τους συμπεριφορά. Θα τα καταφέρει;



Dmitri Mendeleev
Θεμελιωτής του Περιοδικού Πίνακα των χημικών στοιχείων.



Εικόνα 2.15 *Γλυπτό προς τιμήν του Mendeleev στη Σλοβακία*

Σκέφτομαι

Η ταξινόμηση των παρατηρήσεων και η αναγνώριση «κανονικοτήτων» που προκύπτουν μέσα από αυτή είναι μία από τις διαδικασίες της επιστήμης που συχνά έχει οδηγήσει σε σημαντικές ανακαλύψεις.

Πώς «ομαδοποιούνται» τα χημικά στοιχεία;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Ιδιότητες των χημικών στοιχείων**
- **Η ταξινόμηση του Mendeleev**
- **Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας**

Διερευνώ

- **Ιδιότητες των χημικών στοιχείων**

Την εποχή του Mendeleev ήταν γνωστά περίπου εξήντα χημικά στοιχεία και κάποιες από τις ιδιότητές τους. Γνώριζαν για παράδειγμα φυσικές τους ιδιότητες, όπως την πυκνότητα και το σημείο ζέσεως.

Επίσης, γνώριζαν τη σχετική ατομική τους μάζα, όχι με την ακρίβεια που τη γνωρίζουμε σήμερα, αλλά σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται ενδεικτικά κάποια στοιχεία και η σχετική ατομική τους μάζα την εποχή του Mendeleev.

Πίνακας 2.4 *Μερικά από τα στοιχεία που γνώριζε ο Mendeleev και η σχετική ατομική τους μάζα*

Στοιχείο	Σύμβολο	Σχετική ατομική μάζα
Λίθιο	Li	7
Ασβέστιο	Ca	40
Κάλιο	K	39
Νάτριο	Na	23
Μαγνήσιο	Mg	24
Αργίλιο	Aℓ	27
Άνθρακας	C	12

Πριν τον Mendeleev, είχαν γίνει κάποιες προσπάθειες ταξινόμησης των χημικών στοιχείων. Για παράδειγμα, ο Dalton είχε ταξινομήσει τα χημικά στοιχεία με βάση τη μάζα τους.

Φυσικά ο Mendeleev, ως χημικός, ενδιαφερόταν και για τις χημικές ιδιότητές τους, δηλαδή με ποιον τρόπο αλληλεπιδρούν τα στοιχεία. Εκείνη την εποχή, οι πιο γνωστές ενώσεις των χημικών στοιχείων ήταν αυτές με το χλώριο και το οξυγόνο. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνεται ένα παράδειγμα αυτών των ενώσεων.

Πίνακας 2.5 *Ενώσεις των χημικών στοιχείων του πίνακα 2.4 με το χλώριο*

Στοιχείο	Li	Ca	K	Na	Mg	Aℓ	C
Ένωση με το χλώριο	$LiC\ell$	$CaC\ell_2$	$KC\ell$	$NaC\ell$	$MgC\ell_2$	$A\ell C\ell_3$	$CC\ell_4$

Ίσως τώρα μπορείτε να διακρίνετε αυτό που παρατήρησε και ο Mendeleev. Κάποια χημικά στοιχεία φαίνεται να έχουν ομοιότητες ως προς τον τρόπο που σχηματίζουν τη χημική τους ένωση με το χλώριο.

Δραστηριότητα 1

Να αναγνωρίσετε ποια χημικά στοιχεία φαίνεται ότι αντιδρούν με παρόμοιο τρόπο με το χλώριο, με βάση τον χημικό τύπο του χλωριδίου τους.

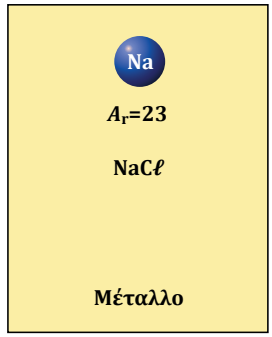
……

……

Αυτό οδήγησε τον Mendeleev στην οργάνωση των χημικών στοιχείων σε έναν πίνακα, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

▶ Η ταξινόμηση του Mendeleev

Φημολογείται ότι ο Mendeleev είχε καταγράψει τα στοιχεία και τις ιδιότητές τους σε κάρτες και τις μελετούσε στα ταξίδια του με το τρένο, προσπαθώντας να βρει έναν κατάλληλο τρόπο ταξινόμησης. Στο παράρτημα θα βρείτε επτά κάρτες για τα χημικά στοιχεία που μελετήσαμε προηγουμένως, όμοιες με αυτή που ακολουθεί και, αφού τις κόψετε, θα τις χρησιμοποιήσετε στην επόμενη δραστηριότητα.



Στην αρχή κάθε κάρτας μπορείτε να διαβάσετε τις πληροφορίες που περιέχουν οι πίνακες 2.4 και 2.5 σχετικά με τη σχετική ατομική τους μάζα και την ένωση που σχηματίζουν με το χλώριο.

Ας δούμε τώρα πώς θεωρούμε ότι εργάστηκε ο Mendeleev, προσπαθώντας να αναπαράγουμε την εργασία του σε πολύ μικρότερη κλίμακα.

Δραστηριότητα 1

α) Αρχικά, προσπαθήστε να φτιάξετε ομάδες στοιχείων που να έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες. Αυτό σημαίνει ότι αντιδρούν με το χλώριο με παρόμοιο τρόπο και παράγουν ενώσεις με παρόμοιο χημικό τύπο.

β) Στη συνέχεια, να ταξινομήσετε στο θρανίο σας σε μια στήλη κάθε ομάδα που φτιάξατε ανάλογα με την ατομική μάζα από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη, εφόσον η ομάδα έχει περισσότερα από ένα χημικά στοιχεία.

γ) Τέλος, προσπαθήστε να τοποθετήσετε τα χημικά στοιχεία στο πλέγμα που ακολουθεί με βάση την ταξινόμηση που κάνατε στο βήμα (β). Προφανώς θα υπάρξουν κενές θέσεις.

Li			

δ) Τι σημαίνουν οι κενές θέσεις για εσάς και τι μπορεί να σήμαιναν την εποχή του Mendeleev;

……

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε τις απαντήσεις σας στην τάξη.

Ίσως, τώρα, να φαίνεται πιο απλό αλλά για την εποχή του Mendeleev αυτή η ταξινόμηση ήταν ένα τεράστιο βήμα, επειδή δημιούργησε έναν Περιοδικό Πίνακα. Μία αρχική εικόνα αυτού του πίνακα δίνεται παρακάτω (Εικόνα 2.16). Παρατηρήστε τις ομάδες που έχουν τοποθετηθεί τα επτά στοιχεία που χρησιμοποιήσατε εσείς.

Reihen	Gruppe I. — R^2O	Gruppe II. — RO	Gruppe III. — R^2O^3	Gruppe IV. RH^4 RO^2	Gruppe V. RH^3 R^2O^5	Gruppe VI. RH^2 RO^3	Gruppe VII. RH R^2O^7	Gruppe VIII. — RO^4
1	H=1							
2	Li=7	Be=9. 4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27. 3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35. 5	
4	K=39	Ca=40	—=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59, Ni=59, Cu=63.
5	(Cu=63)	Zn=65	—=68	—=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—=100	Ru=104, Rh=104, Pd=106, Ag=108.
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195, Ir=197, Pt=198, Au=199.
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — — —

Εικόνα 2.16 *Ο Περιοδικός Πίνακας του Mendeleev (1871)*

Ο πίνακας του Mendeleyev βελτιώθηκε και εξελίχθηκε με τα χρόνια. Στην επόμενη ενότητα θα δούμε τον Περιοδικό Πίνακα που χρησιμοποιούμε σήμερα.

▶ Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας

Μετά την ανακάλυψη της δομής του ατόμου και των πρωτονίων, αρκετοί επιστήμονες εργάστηκαν για να κατασκευαστεί ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας.

Η ομαδοποίηση των στοιχείων εξακολουθεί να γίνεται με βάση τις χημικές τους ιδιότητες, αλλά πλέον το επόμενο κριτήριο είναι ο ατομικός τους αριθμός και όχι η ατομική τους μάζα.

Στην επόμενη σελίδα βλέπουμε τον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα τον οποίο θα μελετήσουμε αναλυτικά στη συνέχεια.

Η βασική αρχή πάνω στην οποία στηρίζεται η κατασκευή τόσο του Περιοδικού Πίνακα του Mendeleev όσο και του σύγχρονου είναι ότι οι ιδιότητες των στοιχείων μεταβάλλονται σταδιακά κατά μήκος μιας σειράς, αλλά επαναλαμβάνονται μέσα σε μια στήλη, δηλαδή εμφανίζουν **περιοδικότητα.**

Δραστηριότητα 2

Να μελετήσετε τον δικό σας πίνακα με τις επτά κάρτες.

α) Να παρατηρήσετε τη **σταδιακή μεταβολή** των ατόμων του χλωρίου (δείκτης χλωρίου) στις ενώσεις που δημιουργούν τα χημικά στοιχεία κατά μήκος της δεύτερης **σειράς**. Από ποια τιμή ξεκινά και πώς μεταβάλλεται;

.....

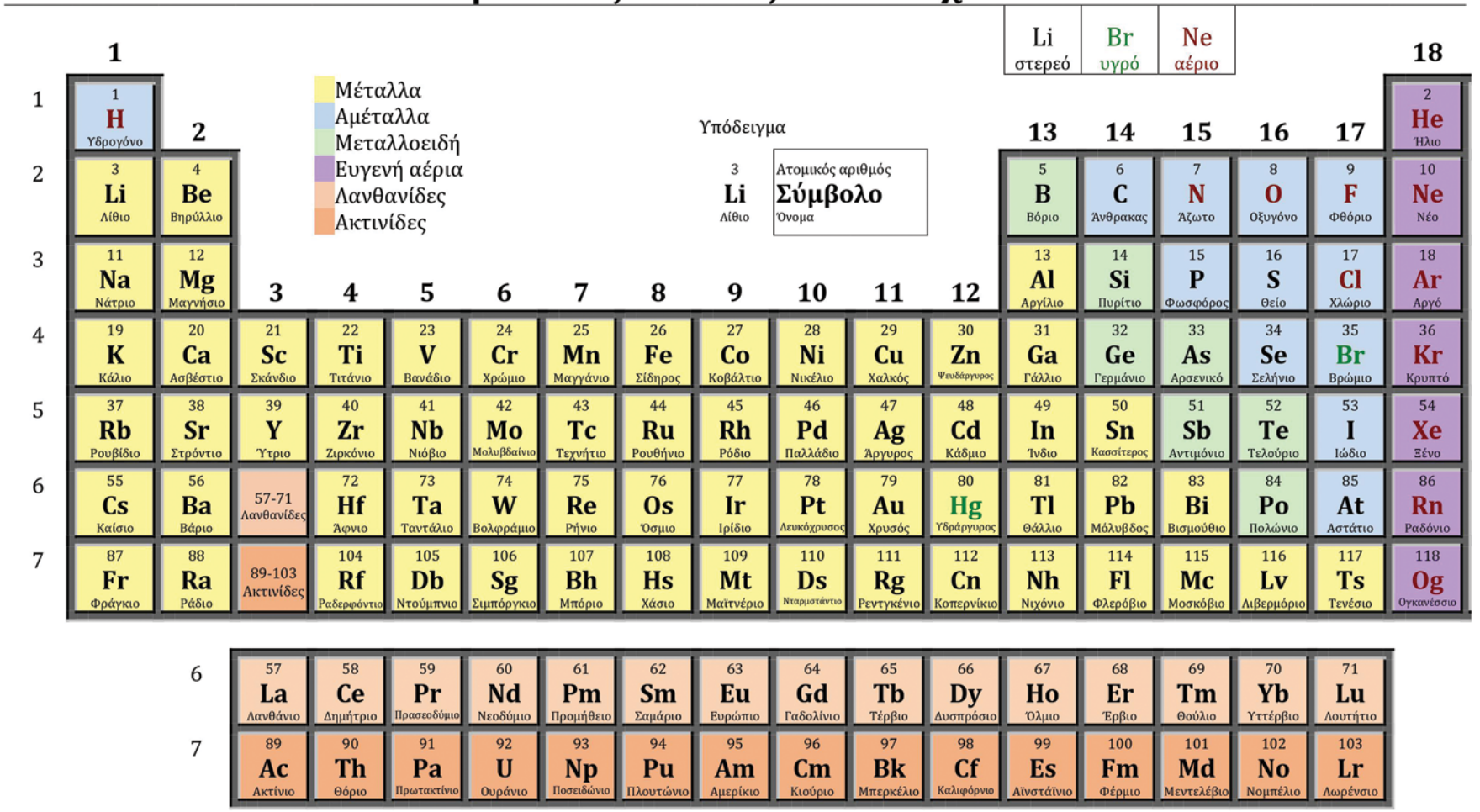
β) Να παρατηρήσετε την **επανάληψη** των ατόμων του χλωρίου (δείκτης χλωρίου) στις ενώσεις που δημιουργούν τα χημικά στοιχεία της ίδιας **στήλης**. Ποια τιμή έχει για τις ενώσεις της πρώτης στήλης και ποια για αυτές της δεύτερης;

.....

Η χρησιμότητα του Περιοδικού Πίνακα είναι ανεκτίμητη για τους χημικούς, αφού τους επιτρέπει να μελετούν ευκολότερα τα χημικά στοιχεία και να προβλέπουν τις ιδιότητες τόσο αυτών που έχουν ανακαλυφθεί όσο και αυτών που πρόκειται να ανακαλυφθούν.

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Περιοδικός Πίνακας
GB: Periodic table
FR: Tableau périodique
DE: Periodensystem

Περιοδικός Πίνακας των Στοιχείων



2.2.2 Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα

Τα ευγενή αέρια (Εικόνα 2.17), είναι ενώσεις αδρανείς, άοσμες, με πολύ χαμηλά σημεία τήξεως και ζέσεως. Αυτός είναι και ο λόγος που άργησε η ανακάλυψή τους. Μία χρήση αυτών των στοιχείων είναι στις διαφημιστικές πινακίδες λόγω του ιδιαίτερου χρώματος που παράγουν όταν θερμανθούν.



Εικόνα 2.17 *Ευγενή αέρια που χρησιμοποιούνται σε διαφημιστικές πινακίδες λόγω των ιδιοτήτων που έχουν*

Σκέφτομαι

Αν μελετήσουμε τον Περιοδικό Πίνακα θα διαπιστώσουμε ότι το ήλιο, το νέο, το αργό και τα άλλα ευγενή αέρια βρίσκονται στην ίδια στήλη.

Πώς σχετίζονται οι ιδιότητες των ατόμων με τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Οι ομάδες του Περιοδικού Πίνακα**
- **Οι περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα**
- **Οι εξαιρέσεις του υδρογόνου και του ηλίου**
- **Εντοπισμός ενός χημικού στοιχείου**
- **Τάσεις στον Περιοδικό Πίνακα**
- **Η ατομική ακτίνα και η μεταβολή της**

Διερευνώ

- **Οι ομάδες του Περιοδικού Πίνακα**

Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας έχει 18 στήλες τις οποίες ονομάζουμε ομάδες. Σε αυτή την τάξη θα ασχοληθούμε με τις **κύριες ομάδες** του Περιοδικού Πίνακα, δηλαδή τις δύο πρώτες και τις έξι τελευταίες. Όποια συμπεράσματα βγάλουμε θα ισχύουν για αυτές.

Ας μελετήσουμε την ηλεκτρονιακή δομή τριών στοιχείων της πρώτης κύριας ομάδας, τα αλκάλια όπως αποκαλούνται, τα οποία περιέχονται στον πίνακα 2.6. Όπως είδαμε στην προηγούμενη υποενότητα, τα αλκάλια έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες.

Νάτριο με νερό (πείραμα)

Κάλιο με νερό (πείραμα)

Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για το κάλιο

Πίνακας 2.6 *Οι ηλεκτρονιακές δομές των τριών πρώτων αλκαλίων*

Στοιχείο	Ηλεκτρονιακή δομή
Λίθιο	K(2) L(1)
Νάτριο	K(2) L(8) M(1)
Κάλιο	K(2) L(8) M(8) N(1)

Δραστηριότητα 1

α) Να καταγράψετε τις εξωτερικές στιβάδες των στοιχείων του πίνακα 2.6 και πόσα ηλεκτρόνια έχει καθεμία.

.....

Αν γράψουμε την ηλεκτρονιακή δομή και για τα υπόλοιπα στοιχεία της 1ης ομάδας θα διαπιστώσουμε ότι και αυτά έχουν ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στιβάδα.

Δραστηριότητα 2

Προσπαθήστε να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή για τα δύο πρώτα στοιχεία της 17ης ομάδας:

.....

.....

Στη συνέχεια, να προσδιορίσετε τον κοινό αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα.

.....

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Τα άτομα των στοιχείων που ανήκουν στην ίδια κύρια ομάδα, έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα και παρόμοιες χημικές ιδιότητες.

Ένας εύκολος τρόπος για να αναγνωρίζουμε αμέσως τον αριθμό των εξωτερικών ηλεκτρονίων ενός ατόμου, όταν γνωρίζουμε την ομάδα του στοιχείου, είναι να παρατηρήσουμε ότι για τις δύο πρώτες ομάδες ταυτίζεται με τον αριθμό της ομάδας, ενώ για τις έξι τελευταίες ταυτίζεται με το τελευταίο ψηφίο του αριθμού της ομάδας.

Ο λόγος για αυτό είναι ότι ανάμεσα στις δύο πρώτες και τις έξι τελευταίες ομάδες παρεμβάλλονται δέκα ομάδες, οι δευτερεύουσες όπως τις ονομάζουμε, με τις οποίες δεν θα ασχοληθούμε σε αυτή την τάξη. Ο ακόλουθος πίνακας συνοψίζει τη σχέση κύριας ομάδας και εξωτερικών ηλεκτρονίων.

Πίνακας 2.7 *Σχέση αριθμού ομάδας και εξωτερικών ηλεκτρονίων ατόμου*

Ομάδα	1	2	13	14	15	16	17	18
Εξωτερικά ηλεκτρόνια	1	2	3	4	5	6	7	8

Κάποιες ομάδες έπαιξαν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της επιστήμης της Χημείας και έτσι έχουν τα δικά τους εμπειρικά ονόματα. Η 1η ομάδα είναι αυτή των αλκαλίων, η 2η είναι οι αλκαλικές γαίες, η 17η ομάδα είναι τα αλογόνα ενώ η 18η περιλαμβάνει τα ευγενή αέρια.

Σε αυτή την κανονικότητα που παρουσιάζουν ο αριθμός των εξωτερικών ηλεκτρονίων, η ομάδα και οι ιδιότητες των στοιχείων υπάρχουν δύο εξαιρέσεις που θα δούμε στην επόμενη παράγραφο.

▶ Οι εξαιρέσεις του υδρογόνου και του ηλίου

Τα δύο πρώτα στοιχεία του περιοδικού πίνακα, το υδρογόνο και το ήλιο παρουσιάζουν κάποιες ιδιαιτερότητες.

Ξεκινώντας από το υδρογόνο παρατηρούμε ότι έχει ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα και λογικά θα έπρεπε να έχει τις ιδιότητες των στοιχείων της πρώτης ομάδας. Αυτό, όμως, δεν συμβαίνει και έτσι το υδρογόνο συχνά τοποθετείται εκτός της πρώτης ομάδας στον περιοδικό πίνακα, καθώς δεν ανήκει στα αλκάλια.

Ομοίως το ήλιο, με εξωτερική στιβάδα Κ(2), δεν έχει τις ιδιότητες της 2ης αλλά της 18ης ομάδας (ευγενή αέρια) και τοποθετείται σε αυτήν. Άλλωστε, το βασικό κριτήριο για τη συγκρότηση των ομάδων είναι οι χημικές ιδιότητες. Η αιτία αυτών των εξαιρέσεων είναι ο περιορισμός της Κ στιβάδας η οποία χωράει το πολύ δύο ηλεκτρόνια.

Στην επόμενη παράγραφο θα μελετήσουμε τις σειρές του Περιοδικού Πίνακα.

▶ Οι περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα

Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας έχει επτά σειρές τις οποίες ονομάζουμε περιόδους. Σε αυτή την τάξη θα ασχοληθούμε κυρίως με τις τέσσερις πρώτες περιόδους. Ας μελετήσουμε την ηλεκτρονιακή δομή των τριών πρώτων στοιχείων της δεύτερης περιόδου.

Πίνακας 2.8 *Οι ηλεκτρονιακές δομές των τριών πρώτων στοιχείων της δεύτερης περιόδου*

Στοιχείο	Ηλεκτρονιακή δομή
Λίθιο	Κ(2) L(1)
Βηρύλλιο	Κ(2) L(2)
Βόριο	Κ(2) L(3)

Δραστηριότητα 1

Να καταγράψετε ποια είναι η εξωτερική στιβάδα αυτών των τριών χημικών στοιχείων, καθώς και την τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού, n, για αυτή.

……

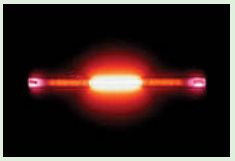
Ποια η σχέση περιόδου και κύριου κβαντικού αριθμού της εξωτερικής στιβάδας;

……

Αν γράψουμε την ηλεκτρονιακή δομή και για τα υπόλοιπα στοιχεία της 2ης περιόδου θα διαπιστώσουμε ότι και αυτά έχουν την ίδια εξωτερική στιβάδα.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Το ήλιο εντοπίστηκε για πρώτη φορά ως μια κίτρινη γραμμή στο φάσμα του φωτός του ήλιου κατά τη διάρκεια μιας ηλιακής έκλειψης, το 1868.



Αέριο ήλιο ακτινοβολεί υπό την επίδραση υψηλής τάσης

Δραστηριότητα 2

Προσπαθήστε να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή για τα τρία πρώτα στοιχεία της 3ης περιόδου.

.....

.....

.....

Στη συνέχεια, προσδιορίστε την κοινή εξωτερική στιβάδα καθώς και την τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού, n, για αυτήν.

.....

.....

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο έχουν κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια τους στον ίδιο αριθμό στιβάδων και ο κύριος κβαντικός αριθμός της εξωτερικής στιβάδας ταυτίζεται με τον αριθμό της περιόδου.

▶ Εντοπισμός ενός χημικού στοιχείου

Τώρα, που μάθαμε για τις ομάδες και τις περιόδους, μπορούμε να εκτιμήσουμε περισσότερο την αξία του Περιοδικού Πίνακα.

Αρχικά, γνωρίζοντας τον ατομικό αριθμό ενός στοιχείου μπορούμε να εντοπίσουμε τη θέση του στον Περιοδικό Πίνακα, δηλαδή την ομάδα και την περίοδο στις οποίες ανήκει, όπως στο παράδειγμα που ακολουθεί.

Μελετώ

1. Δίνεται το στοιχείο ρουβίδιο ($_{37}$Rb) (εικόνα 2.18). Να προσδιορίσετε την ομάδα και την περίοδο που ανήκει. Με ποια στοιχεία περιμένετε να έχει παρόμοιες ιδιότητες;

Πρώτη σκέψη: Θα χρειαστώ την ηλεκτρονιακή δομή.

Βήματα:

1ο Γράφουμε την ηλεκτρονιακή δομή του ρουβιδίου. Rb: K(2) L(8) M(18) N(8) O(1).

2ο Αναγνωρίζουμε την εξωτερική στιβάδα του Rb, η οποία είναι η 5η (O).

Επομένως το στοιχείο βρίσκεται στην 5η περίοδο.

3ο Αναγνωρίζουμε τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας.

Η εξωτερική στιβάδα περιέχει ένα ηλεκτρόνιο και επομένως το στοιχείο ανήκει στην 1η ομάδα.

Για αυτόν τον λόγο θα έχει τις ιδιότητες της 1ης ομάδας, δηλαδή αυτές των αλκαλίων (εφόσον δεν είναι το υδρογόνο).



Εικόνα 2.18 *Τα μεταλλικά στοιχεία ρουβίδιο (ασημί) και καίσιο (χρυσαφί)*

Η ίδια διαδικασία μπορεί να γίνει και αντίστροφα. Δηλαδή, γνωρίζοντας τη θέση ενός στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα να υπολογίσουμε τον ατομικό του αριθμό, όπως στο ακόλουθο παράδειγμα.

Μελετώ

2. Έστω Ω, στοιχείο της 3ης περιόδου που ανήκει στην 17η ομάδα. Να προσδιορίσετε τον ατομικό του αριθμό.

Πρώτη σκέψη: Θα χρειαστώ την ηλεκτρονιακή δομή.

Βήματα:

1ο Αξιοποιούμε την πληροφορία για την περίοδο που ανήκει το στοιχείο.

Το στοιχείο ανήκει στην 3η περίοδο, άρα έχει χρησιμοποιήσει τρεις στιβάδες για την κατανομή των ηλεκτρονίων (3η περίοδος). Επομένως η εξωτερική του στιβάδα είναι η Μ.

2ο Αξιοποιούμε την πληροφορία για την ομάδα που ανήκει το στοιχείο.

Το στοιχείο ανήκει στην 17η ομάδα. Άρα η Μ στιβάδα περιέχει 7 ηλεκτρόνια.

3ο Γράφουμε την ηλεκτρονιακή δομή.

Όλες οι εσωτερικές στιβάδες θεωρούνται συμπληρωμένες και επομένως η ηλεκτρονιακή δομή είναι: K(2) L(8) M(7)

4ο Βρίσκουμε τον ατομικό αριθμό. Στο ουδέτερο άτομο ο αριθμός ηλεκτρονίων είναι ίδιος με τον αριθμό πρωτονίων, άρα και με τον ατομικό αριθμό. Επομένως: Z=17

Η βασική χρησιμότητα του Περιοδικού Πίνακα είναι ότι μας βοηθά να αναγνωρίσουμε κάποιες ιδιότητες των στοιχείων, ανάλογα με τη θέση τους σε αυτόν. Γι' αυτό το θέμα θα μιλήσουμε στην επόμενη παράγραφο.

▶ Τάσεις στον περιοδικό πίνακα

Αν ανοίξουμε ένα καλώδιο ρεύματος θα βρούμε μέσα χαλκό, επειδή είναι αγωγός του ηλεκτρισμού. Οι κατσαρόλες κατασκευάζονται με κράματα του σιδήρου ή του αλουμινίου, επειδή είναι αγωγοί της θερμότητας. Τα περισσότερα από τα χημικά στοιχεία έχουν αυτές τις ιδιότητες επειδή ανήκουν στα μέταλλα.

Ως **μέταλλα** χαρακτηρίζονται τα χημικά στοιχεία που συνήθως είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας και του ηλεκτρισμού, έχουν μεταλλική λάμψη, είναι ελατά και όλκιμα και τείνουν να σχηματίσουν κατιόντα. Τα χημικά στοιχεία που δεν έχουν αυτές τις ιδιότητες και τείνουν να σχηματίσουν ανιόντα, χαρακτηρίζονται ως **αμέταλλα**.





Εικόνα 2.19 *Αριστερά, ένα μέταλλο (νάτριο). Δεξιά, ένα αμέταλλο (άνθρακας)*

Μελετήστε τον πίνακα 2.9 των επτά στοιχειών που χρησιμοποιήσατε στην ενότητα 2.2.1. (Αν θέλετε μπορείτε να τοποθετήσετε και τις κάρτες μπροστά σας).

Θα διαπιστώσετε ότι εμφανίζεται μια τάση κατά μήκος μιας περιόδου όπως και κατά μήκος μιας ομάδας. Αν μελετήσετε και τον Περιοδικό Πίνακα του βιβλίου σας (σελίδα 81), θα γίνει πιο εμφανής αυτή η τάση.

Πίνακας 2.9 *Απόσπασμα του Περιοδικού Πίνακα*

Ομάδα	1η	2η
	Li (μέταλλο)	
	Na (μέταλλο)	Mg(μέταλλο)
	K (μέταλλο)	Ca (μέταλλο)

13η	14η
	C (αμέταλλο)
Aℓ(μέταλλο)	

Δραστηριότητα 1

α) Τι περιμένετε να είναι ένα στοιχείο που βρίσκεται αριστερά και κάτω στον Περιοδικό Πίνακα; Μέταλλο ή αμέταλλο;

……

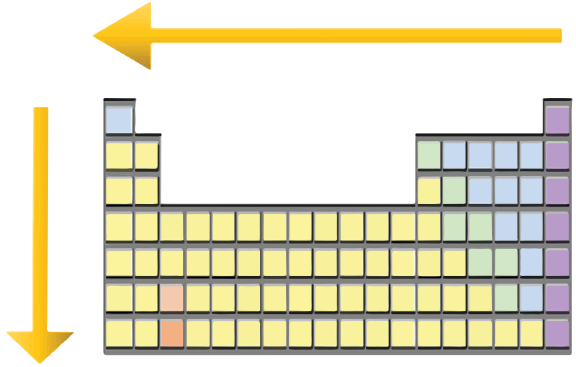
β) Τι περιμένετε να είναι ένα στοιχείο που βρίσκεται δεξιά και πάνω στον Περιοδικό Πίνακα; Μέταλλο ή αμέταλλο;

……

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Ο μεταλλικός χαρακτήρας των χημικών στοιχείων αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά σε μια περίοδο και από πάνω προς τα κάτω σε μια ομάδα.

Αυτή η βασική σχέση απεικονίζεται στην εικόνα 2.20.

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Νάτριο
GB: Sodium
FR: Sodium
DE: Natrium



Εικόνα 2.20 *Απεικόνιση της μεταβολής (αύξησης) του μεταλλικού χαρακτήρα των χημικών στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα*

Δραστηριότητα 2

α) Να εξηγήσετε ποιο στοιχείο θα έχει ισχυρότερο μεταλλικό χαρακτήρα με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα. Το μαγνήσιο ή το αργίλιο;

……

……

β) Να δείτε τον πλήρη Περιοδικό Πίνακα του βιβλίου σας με τα μέταλλα και τα αμέταλλα. Τι ποσοστό (κατά προσέγγιση) των χημικών στοιχείων είναι μέταλλα: 25%, 50% ή 75%;

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε τις απαντήσεις σας στην τάξη.

Ένα άλλο μέγεθος που μεταβάλλεται με ανάλογο τρόπο είναι η ακτίνα του ατόμου, για την οποία θα μιλήσουμε στη συνέχεια.

▶ Ατομική ακτίνα

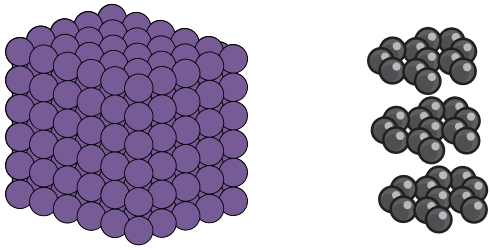
Οι περισσότεροι άνθρωποι θεωρούν τα άτομα ως μικροσκοπικές σφαίρες, όπως στο μοντέλο του Dalton. Αν το άτομο του νατρίου ήταν σφαίρα, η ακτίνα του θα ήταν περίπου 240 pm (0,00000000024m).

Τι εννοούμε, όμως, όταν αναφερόμαστε στην ατομική ακτίνα; Πρακτικά είναι μια ιδιότητα που μας βοηθάει να εκτιμήσουμε το μέγεθος ενός ατόμου.

Κάποιος θα μπορούσε να σκεφτεί ότι είναι η απόσταση του πυρήνα από τα εξωτερικά ηλεκτρόνια. Λόγω, όμως, της ιδιαίτερης φύσης του ατόμου, το μέγεθός του δεν είναι σαφές και η ακτίνα του έχει ένα εύρος τιμών ανάλογα με τον ορισμό και τη μέθοδο υπολογισμού της.

Ένας χρήσιμος ορισμός της αναφέρεται στην ακτίνα του ατόμου ενός στοιχείου όταν το στοιχείο είναι στη στερεή κατάσταση και τα άτομα έχουν πλησιάσει όσο περισσότερο είναι δυνατόν. Πρακτικά, μπορεί να υπολογιστεί από το μισό της απόστασης των πυρήνων δύο «γειτονικών» ατόμων.

Με τη βοήθεια της εικόνας 2.21 μπορείτε να σχηματίσετε μια εικόνα των «γειτονικών» ατόμων και της έννοιας της ατομικής ακτίνας.

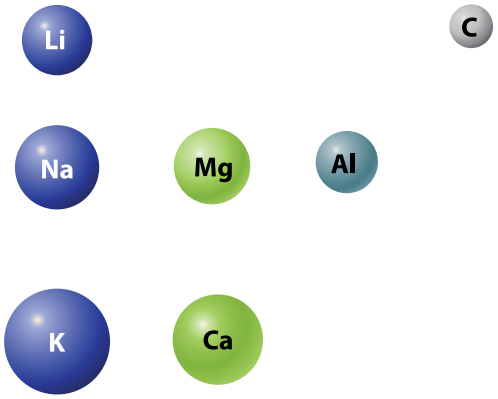


Εικόνα 2.21 *Αναπαράσταση γειτονικών ατόμων νατρίου (μωβ) στο μεταλλικό νάτριο και άνθρακα (γκρι) στον γραφίτη*

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Αμέταλλο
GB: Non-metal
FR: Non-métal
DE: Nichtmetall

Μελετήστε την εικόνα 2.22 με την αναπαράσταση των ατόμων των επτά στοιχείων που χρησιμοποιήσατε στην ενότητα 2.2.1. (Αν θέλετε μπορείτε να τοποθετήσετε τις κάρτες μπροστά σας).

Θα διαπιστώσετε ότι και σε αυτήν την περίπτωση έχουμε μια τάση τόσο κατά μήκος μιας περιόδου όσο και μιας ομάδας.

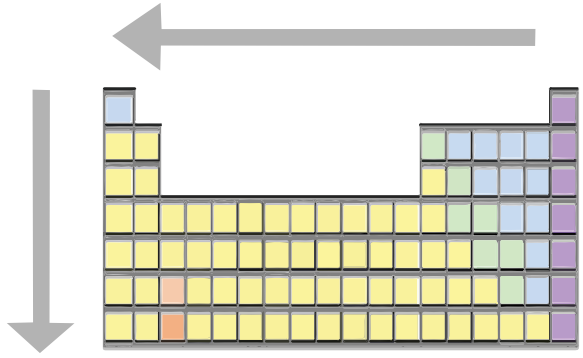


Εικόνα 2.22 *Αναπαράσταση επτά στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα, με βάση την ατομική τους ακτίνα*

Δραστηριότητα 1

Πώς αυξάνεται η ατομική ακτίνα στον Περιοδικό Πίνακα; Αριστερά και κάτω ή δεξιά και πάνω;

.....



Εικόνα 2.23 *Απεικόνιση της μεταβολής (αύξησης) της ακτίνας των χημικών στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα*

Ας μελετήσουμε δύο στοιχεία της εικόνας 2.22 που ανήκουν στην ίδια ομάδα, π.χ. το νάτριο (Na) και το κάλιο (K) και ας προσπαθήσουμε να ερμηνεύσουμε γιατί το άτομο του καλίου έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το άτομο του νατρίου.

Δραστηριότητα 2

α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του $_{11}$Na και του $_{19}$K.

.....

β) Σε πόσες στιβάδες κατανέμονται τα ηλεκτρόνια του ατόμου του νατρίου και σε πόσες αυτά του καλίου;

.....

Ο παράγοντας που παίζει ρόλο για τη διαφορά στο μέγεθος των ατόμων του νατρίου και του καλίου είναι ότι στο άτομο του καλίου τα ηλεκτρόνια κατανέμονται σε μια επιπλέον στιβάδα με αποτέλεσμα το άτομό του να είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό του νατρίου.

Ας συγκρίνουμε, τώρα, την ακτίνα των ατόμων δύο στοιχείων της εικόνας 2.22 που ανήκουν **στην ίδια περίοδο**, δηλ. του $_{11}$Na με αυτή του $_{12}$Mg. Αυτά τα δύο άτομα έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων.

Για να εξηγήσουμε τη διαφορά που εμφανίζεται στο μέγεθός τους χωρίζουμε τα ηλεκτρόνια σε **εξωτερικά** (δηλ. της εξωτερικής στιβάδας) και **εσωτερικά** (δηλ. όλα τα υπόλοιπα), και εξετάζουμε πώς αλληλεπιδρούν με το **φορτίο του πυρήνα**.

Δραστηριότητα 3

α) Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του $_{11}$Na και του $_{12}$Mg.

……

……

β) Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί:

Στοιχείο	φορτίο πυρήνα (πρωτόνια)	Εξωτερικά ηλεκτρόνια	Εσωτερικά ηλεκτρόνια
Na	10	1	10
Mg			

Λόγω των ηλεκτροστατικών δυνάμεων, τα εξωτερικά ηλεκτρόνια έλκονται από τον πυρήνα και απωθούνται από τα εσωτερικά ηλεκτρόνια. Συγκεκριμένα, το εξωτερικό ηλεκτρόνιο του ατόμου νατρίου έλκεται από 11 πρωτόνια και απωθείται από 10 ηλεκτρόνια, ενώ τα δύο εξωτερικά ηλεκτρόνια του ατόμου του μαγνησίου έλκονται από 12 πρωτόνια και απωθούνται από 10.

Επομένως, η συνολική έλξη των εξωτερικών ηλεκτρονίων είναι ισχυρότερη στο άτομο του μαγνησίου και για αυτόν τον λόγο έχει μικρότερη ατομική ακτίνα.

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Η ατομική ακτίνα ενός χημικού στοιχείου αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά σε μια περίοδο και από πάνω προς τα κάτω σε μια ομάδα.

Ας συνοψίσουμε όσα μάθαμε για την ατομική ακτίνα, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα παραδείγματα.

Μελετώ

1. Να συγκρίνετε τα στοιχεία $_{3}$Li και $_{11}$Na ως προς την ατομική τους ακτίνα με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα.

Πρώτη σκέψη: Θα χρειαστώ την ηλεκτρονιακή δομή.

Βήματα:

1ο Γράφουμε τις ηλεκτρονιακές κατανομές για τα δύο στοιχεία.

Li: K(2) L(1) και Na: K(2) L(8) M(1).

2ο Βρίσκουμε την περίοδο και την ομάδα που ανήκουν:. Li: 2η περίοδος και 1η ομάδα και Na: 3η περίοδος και 1η ομάδα

3ο Τοποθετούμε «πρόχειρα» τα στοιχεία στον Περιοδικό Πίνακα.

Li
Na

4ο Συγκρίνουμε με βάση τη θέση: Το Na είναι στην ίδια ομάδα, αλλά πιο κάτω και επομένως το άτομό του έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα (δείτε και την εικόνα 2.23).

2. Να συγκρίνετε τα στοιχεία $_{3}$Li και $_{9}$F ως προς την ατομική τους ακτίνα με βάση τους παράγοντες που την επηρεάζουν.

Πρώτη σκέψη: Θα χρειαστώ το φορτίο του πυρήνα, τα εσωτερικά ηλεκτρόνια και τον αριθμό στιβάδων για κάθε στοιχείο.

Βήματα:

1ο Γράφουμε τις ηλεκτρονιακές κατανομές για τα δύο στοιχεία.

Li: K(2) L(1) και F: K(2) L(7)

2ο Καταγράφουμε για κάθε στοιχείο τους παράγοντες που επηρεάζουν την ακτίνα.

Στοιχείο	Φορτίο πυρήνα	Εσωτερικά ηλεκτρόνια	Στιβάδες
Li	+3	2	2
F	+9	2	2

3ο Συγκρίνουμε τον αριθμό των στιβάδων. Είναι ο ίδιος και επομένως αυτός ο παράγοντας δεν θα παίξει ρόλο.

4ο Κρίνουμε με βάση τους υπόλοιπους παράγοντες: Τα εξωτερικά ηλεκτρόνια του ατόμου του φθορίου έλκονται ισχυρότερα από αυτά του ατόμου του λιθίου (έχουν τον ίδιο αριθμό εσωτερικών ηλεκτρονίων και το φθόριο έχει μεγαλύτερο φορτίο στον πυρήνα). Εφόσον τα άτομα έχουν την ίδια εξωτερική στιβάδα, το άτομο του λιθίου θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα.

Με βάση τις εικόνες 2.20 και 2.23 διαπιστώνουμε ότι τα στοιχεία που τα άτομά τους έχουν μεγαλύτερη ατομική ακτίνα έχουν και ισχυρότερο μεταλλικό χαρακτήρα. Η αιτία για αυτό είναι ότι τα εξωτερικά ηλεκτρόνια είναι πιο εύκολο να απομακρυνθούν, καθώς βρίσκονται πιο μακριά από τον θετικά φορτισμένο πυρήνα.

Αυτές οι τάσεις αντανακλούν τον **περιοδικό νόμο** που εκφράζει την κατανομή των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα και είναι η βασική αρχή της κατασκευής του. Δηλαδή, ότι οι ιδιότητες των χημικών στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού.

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή

«Τα χημικά στοιχεία στο σώμα μας»

Πόσες φορές έχουμε ακούσει ότι η ζωή στη Γη είναι βασισμένη στον άνθρακα, μια σωστή άποψη αν σκεφτούμε ότι οι οργανικές ενώσεις παίζουν ζωτικό ρόλο για τη λειτουργία των οργανισμών. Παρόλα αυτά, ο άνθρακας είναι το δεύτερο σε αναλογία χημικό στοιχείο του σώματός μας, με ποσοστό 18%, με πρώτο το οξυγόνο (65%) και τρίτο το υδρογόνο (10%).

Στο σώμα μας μπορούμε να βρούμε αρκετά ακόμα στοιχεία, όπως το άζωτο, το ασβέστιο, τον φωσφόρο και το μαγνήσιο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχουν τα ιχνοστοιχεία, δηλαδή χημικά στοιχεία που περιέχονται σε πάρα πολύ μικρό ποσοστό στο σώμα μας, τα οποία είναι απαραίτητα για την υγεία μας. Για παράδειγμα, αν δεν έχουμε επαρκή ποσότητα ιωδίου κινδυνεύουμε να αναπτύξουμε βρογχοκήλη, δηλαδή να πρηστούμε στην περιοχή του λαιμού.

Αν μελετήσουμε τις εξετάσεις αίματος, θα διαπιστώσουμε ότι συχνά στοχεύουν και στον υπολογισμό της περιεκτικότητας των ιόντων κάποιων χημικών στοιχείων, όπως το κάλιο ή το νάτριο, ώστε ο γιατρός να διαπιστώσει αν έχει διαταραχθεί η επιθυμητή αναλογία τους στο αίμα μας.

Τρανσαμινάση AST (SGOT)....:	24.0 U/L
Τρανσαμινάση ALT (SGPT)....:	30.0 U/L
γ-Γλουταμυλοτρανσφεράση (γ-GT)....:	22.0 U/L
Φερριτίνη (Ferritin)....:	118.12 ng/mL
Κρεατινοφωσφοκινάση (CPK)....:	68 U/L
Ασβέστιο (Ca)....:	9.70 mg/dL
Κάλιο Ορού (K)....:	4.2 mEq/L
Νάτριο Ορού (Na)....:	142.0 mEq/L

Εικόνα 2.24 *Εξέταση αίματος*

Ανακεφαλαιώνω

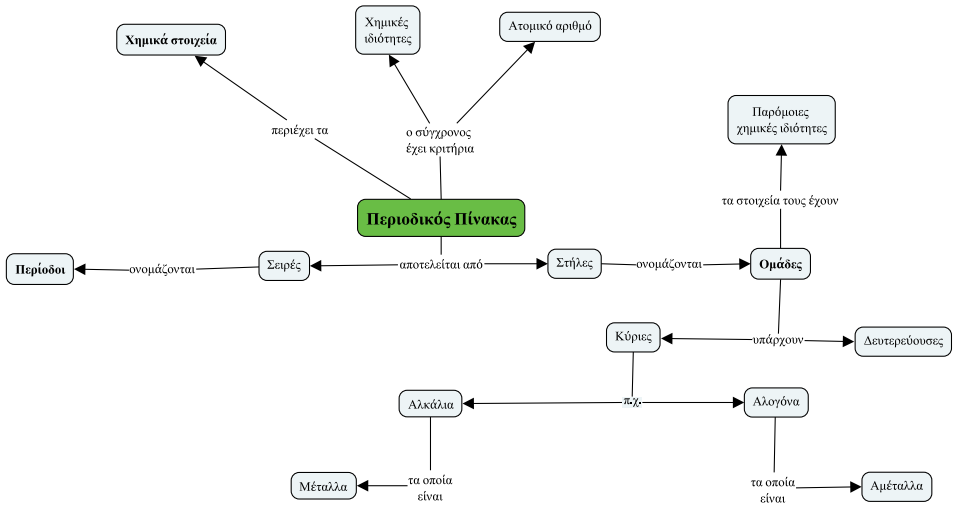
Σύνοψη

Στην κατασκευή του Περιοδικού Πίνακα των στοιχείων, ήταν σημαντική η συνεισφορά του D. Mendeleev, ο οποίος ταξινόμησε τα στοιχεία σε ομάδες ανάλογα με τις χημικές τους ιδιότητες και την ατομική τους μάζα. Στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα τα χημικά στοιχεία κατατάσσονται κατά αύξοντα ατομικό αριθμό. Ο Περιοδικός Πίνακας αποτελείται από επτά (7) οριζόντιες γραμμές, οι οποίες ονομάζονται περίοδοι, και δεκαοκτώ (18) κατακόρυφες στήλες, οι οποίες ονομάζονται ομάδες.

Ο αριθμός των στιβάδων στον οποίο κατανέμονται ηλεκτρόνια δίνεται από τον αριθμό της περιόδου στην οποία ανήκει το στοιχείο. Οι χημικές ιδιότητες ενός στοιχείου καθορίζονται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Έτσι, τα χημικά στοιχεία τα οποία ανήκουν στην ίδια κύρια ομάδα έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες.

Ο περιοδικός νόμος αναφέρει ότι οι ιδιότητες των χημικών στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού. Στον Περιοδικό Πίνακα η ατομική ακτίνα αυξάνεται προς τα αριστερά και κάτω, όπως και ο μεταλλικός χαρακτήρας. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ακτίνα ενός ατόμου είναι τα πρωτόνια, τα εσωτερικά ηλεκτρόνια και ο αριθμός των στιβάδων.

Εννοιολογικός Χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για τον Περιοδικό Πίνακα

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Εξηγώ τη χρησιμότητα της ταξινόμησης των χημικών στοιχείων			
Αναγνωρίζω την περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων ως τη βασική αρχή δόμησης του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα			
Αναφέρω τι ονομάζεται ομάδα του Περιοδικού Πίνακα			
Συσχετίζω τις ιδιότητες των στοιχείων των κύριων ομάδων με τις ηλεκτρονιακές τους δομές			
Αναφέρω τι ονομάζεται περίοδος του Περιοδικού Πίνακα			
Προσδιορίζω τη θέση ενός στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα από τον ατομικό του αριθμό			
Ορίζω την ατομική ακτίνα			

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Περιγράφω τον τρόπο που μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα σε μία ομάδα			
Εξηγώ τον τρόπο μεταβολής της ατομικής ακτίνας σε μία περίοδο, με βάση το φορτίο του πυρήνα και τα εσωτερικά ηλεκτρόνια			
Εξηγώ γιατί τα στοιχεία της ίδιας ομάδας έχουν ανάλογες ιδιότητες με κριτήρια: α) το πλήθος των ηλεκτρονίων που έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα β) το μέγεθος της ατομικής τους ακτίνας			
Διακρίνω στοιχεία σε μέταλλα και αμέταλλα με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα			
Αναφέρω τη σταδιακή μεταβολή των ιδιοτήτων των στοιχείων κατά μήκος μίας περιόδου			

Διαδραστικό γλωσσάρι για τη δομή του ατόμου και τον Περιοδικό Πίνακα

Διαδραστικό λεξικό για τη δομή του ατόμου και τον Περιοδικό Πίνακα

Γλωσσάρι

Εξωτερικά ηλεκτρόνια ενός ατόμου ονομάζονται τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας.

Εσωτερικά ηλεκτρόνια ονομάζονται όλα τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου πλην των εξωτερικών.

Ομάδα ονομάζεται μια στήλη του Περιοδικού Πίνακα.

Περίοδος ονομάζεται μια σειρά του Περιοδικού Πίνακα.

Περιοδικός νόμος ονομάζεται η διαπίστωση ότι οι ιδιότητες των χημικών στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού.

Περιοδικός Πίνακας είναι ο πίνακας που περιέχει τα χημικά στοιχεία ταξινομημένα σε σειρές και στήλες με βάση τον ατομικό τους αριθμό και την επανάληψη των ιδιοτήτων τους.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα, στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

2.2.1 Η ταξινόμηση των στοιχείων

1. Να αναφέρετε τρία κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν ιστορικά για την ταξινόμηση των χημικών στοιχείων.

2. Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους είναι χρήσιμη η ταξινόμηση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα.

3. Να διατυπώσετε τη βασική αρχή στην οποία στηρίζεται η δόμηση του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα.

4. Να συμπληρώσετε τα κενά:

(i) Περίοδοι ονομάζονται οι …… του Περιοδικού Πίνακα. Τα στοιχεία της ίδιας περιόδου έχουν χρησιμοποιήσει τον ίδιο …….. για την κατανομή των ηλεκτρονίων.

(ii) Ομάδες ονομάζονται οι …… του Περιοδικού Πίνακα. Τα στοιχεία της ίδιας ομάδας έχουν τον ίδιο αριθμό …….. ηλεκτρονίων και για αυτόν τον λόγο έχουν παρόμοιες ……..

5. Να γράψετε δύο στοιχεία που έχουν ιδιότητες παρόμοιες με αυτές του ασβεστίου (Ca) αλλά έχουν μεγαλύτερη ατομική μάζα.

6. Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί:

Χημικό στοιχείο	Ατομικός αριθμός	Ηλεκτρονιακή δομή	Περίοδος	Ομάδα	Όνομα ομάδας
He	2				
Na	11				
Ar	18				Ευγενή αέρια
Cℓ			$3^{η}$	$17^{η}$	
Ca			$4^{η}$	$2^{η}$	

7. Το $_{16}S$ είναι γνωστό και ως θειάφι. Χρησιμοποιείται συχνά για την προστασία καλλιεργειών από ασθένειες ή έντομα. Να προσδιορίσετε την περίοδο και την ομάδα στην οποία ανήκει το S.

8. Έστω **Ω**, στοιχείο της $3^{ης}$ περιόδου που ανήκει στην $15^{η}$ ομάδα. Να προσδιορίσετε τον ατομικό του αριθμό.

9. Να συμπληρώσετε τα κενά:

(i) Η ατομική ακτίνα μας βοηθά να εκτιμήσουμε το …….. του ατόμου.

(ii) Η ατομική ακτίνα ενός ατόμου εξαρτάται από τον αριθμό των πρωτονίων, τον αριθμό των …….. ηλεκτρονίων και τον αριθμό των …….. ……..

(iii) Σε μια ομάδα η ατομική ακτίνα …….. από πάνω προς τα κάτω.

(iv) Σε μια περίοδο η ατομική ακτίνα…….. από αριστερά προς τα δεξιά.

10. Δίνονται τα άτομα $_{12}Mg$ και $_{20}Ca$. Να αναφέρετε ποιο θα έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας: α) με βάση τη θέση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα και β) με βάση τους παράγοντες που επηρεάζουν την ατομική ακτίνα.

11. Δίνονται τα άτομα $_{12}Mg$ και $_{9}F$. Να αναφέρετε ποιο θα έχει μεγαλύτερη ακτίνα. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας: α) με βάση τη θέση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα και β) με βάση τους παράγοντες που επηρεάζουν την ατομική ακτίνα.

12. Δίνονται τα ζεύγη (Li,K) και (Li,O). Να αναφέρετε ποιο στοιχείο από κάθε ζεύγος θα έχει ισχυρότερο μεταλλικό χαρακτήρα. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας με βάση τη θέση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα.

Β' ομάδα

1. Κόβοντας και κολλώντας μέταλλα: Σε διεργασίες όπως η κοπή και η συγκόλληση μεταλλικών επιφανειών, συχνά χρησιμοποιείται ήλιο (He). Το αέριο αυτό διοχετεύεται στην επιφάνεια του μετάλλου την ώρα των εργασιών και δημιουργείται ένα αδρανές περιβάλλον που προστατεύει το μέταλλο από ανεπιθύμητες χημικές αντιδράσεις.

Να εξηγήσετε ποια άλλα χημικά στοιχεία θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει η βιομηχανία σε τέτοιου είδους διεργασίες.

2. Έστω το χημικό στοιχείο, με ατομικό αριθμό 15. Να δώσετε τις πληροφορίες που ζητούνται για αυτό. Για κάθε πληροφορία, να εξηγήσετε πώς τη γνωρίζετε (π.χ. το γράφει ο Περιοδικός Πίνακας).

α) Το όνομα, το σύμβολο και τον αριθμό της ομάδας του στοιχείου.

β) Τον αριθμό των πρωτονίων στον πυρήνα του στοιχείου.

γ) Τον αριθμό των ηλεκτρονίων σε ένα άτομο του στοιχείου.

δ) Τον αριθμό εξωτερικών ηλεκτρονίων στο άτομο του στοιχείου.

ε) Τον αριθμό των εσωτερικών ηλεκτρονίων στο άτομο του στοιχείου.

στ) Τα ονόματα τριών άλλων στοιχείων με τον ίδιο αριθμό εξωτερικών ηλεκτρονίων.

3. Να εντοπίσετε, με τη βοήθεια του Περιοδικού Πίνακα, τα χημικά στοιχεία που ταιριάζουν στις πιο κάτω περιγραφές.

α) Το χημικό στοιχείο με τον μικρότερο ατομικό αριθμό.

β) Το αλκάλιο με τον μικρότερο ατομικό αριθμό.

γ) Το χημικό στοιχείο, που έχει ένα (1) ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα και ανήκει στην $3^{η}$ περίοδο.

δ) Το χημικό στοιχείο, το οποίο έχει εξωτερική στιβάδα την Μ και ανήκει στη $14^{η}$ ομάδα του περιοδικού πίνακα.

ε) Το αλογόνο το οποίο βρίσκεται στην $3^{η}$ περίοδο.

4. Δίνονται τα στοιχεία Να, Κ, F. Να τα ταξινομήσετε από αυτό με τη μικρότερη ατομική ακτίνα προς αυτό με τη μεγαλύτερη. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας: α) με βάση τη θέση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα και β) με βάση τους παράγοντες που επηρεάζουν την ατομική ακτίνα.

5. Να κάνετε μία σύντομη έρευνα στο διαδίκτυο και να απαντήσετε στα ακόλουθα ερωτήματα:

α) Ποιο μέταλλο χρησιμοποιείται συχνότερα στις μπαταρίες των κινητών τηλεφώνων;

β) Ποια είναι τα δύο χημικά στοιχεία που βρίσκονται σε μεγαλύτερη αφθονία στο σύμπαν;

γ) Ποια είναι τα τρία χημικά στοιχεία που βρίσκονται σε μεγαλύτερη αφθονία στη Γη;

δ) Ποια χημικά στοιχεία έχουν το όνομα ηπείρων;

ε) Ποιο χημικό στοιχείο είναι απαραίτητο για τη λειτουργία του θυρεοειδούς αδένα;

6. Η διορατικότητα του Mendeleev... Κατά την κατασκευή του δικού του Περιοδικού Πίνακα, ο Mendeleev είχε αφήσει κενές τις θέσεις που έχουν το γάλλιο (Ga) και το γερμάνιο (Ge) στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα. Αφού εντοπίσετε στον Περιοδικό Πίνακα αυτά τα δύο χημικά στοιχεία, να απαντήσετε στα ερωτήματα:

α) Τι διαφορά έχει το άτομο του γερμανίου από το άτομο του γαλλίου;
(i) ένα ηλεκτρόνιο περισσότερο.
(ii) ένα πρωτόνιο περισσότερο.
(iii) ένα ηλεκτρόνιο και ένα πρωτόνιο περισσότερο.
β) Γιατί θεωρείτε ότι ο Mendeleev είχε αφήσει κενές αυτές τις δύο θέσεις;

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

1. Στην αρχή του κεφαλαίου είδαμε ότι υπάρχουν χημικά στοιχεία των οποίων τα διαθέσιμα αποθέματα μειώνονται δραματικά.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για αυτά τα χημικά στοιχεία. Ποια είναι τα σημαντικότερα; Περιέχονται κάποια από αυτά στον ορυκτό πλούτο της Ελλάδας; Με ποιους τρόπους ανακύκλωσης μπορούμε να τα «προστατεύσουμε»;

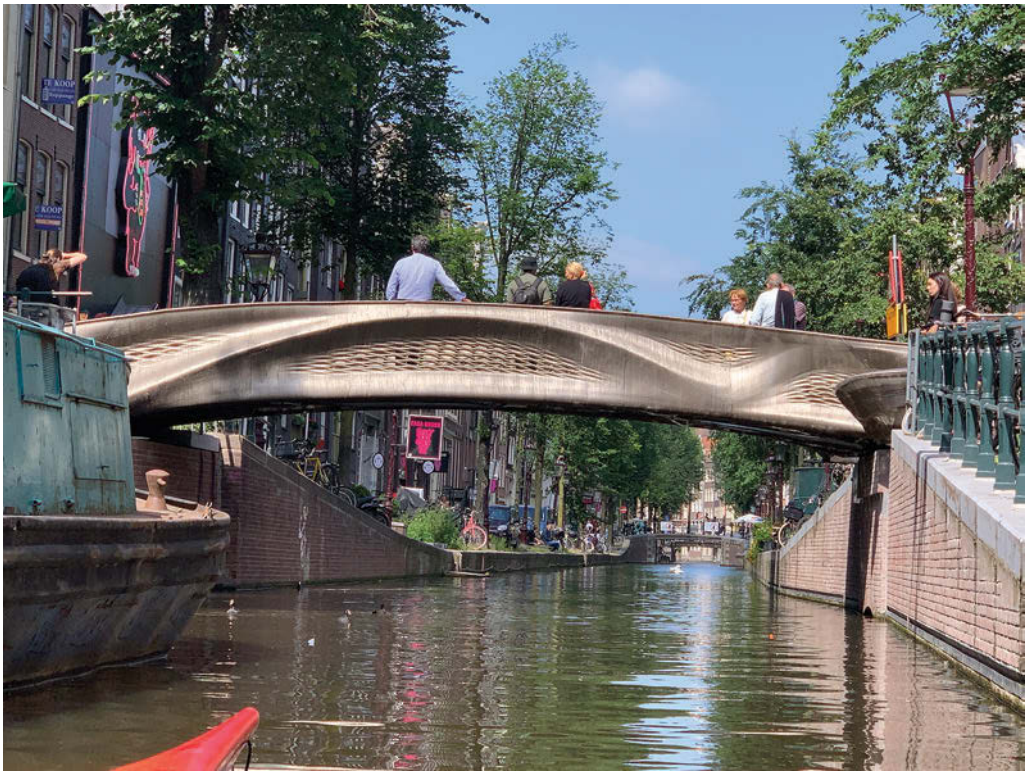
2. Κάποια από τα χημικά στοιχεία, όπως το ουράνιο, είναι ραδιενεργά.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για τη ραδιενέργεια και τα ραδιενεργά στοιχεία. Πότε ανακαλύφθηκε το πρώτο ραδιενεργό στοιχείο και ποιο ήταν; Πού βρίσκουν εφαρμογή; Ποιοι κίνδυνοι συνοδεύουν τη χρήση τους;

Απαντήσεις - Υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	**1.** Εξετάστε τα στοιχεία της ίδιας ομάδας
2. Σύμφωνα με τη θεωρία	**2.** Σύμφωνα με τη θεωρία
3. Σύμφωνα με τη θεωρία	**3.** Σύμφωνα με τη θεωρία
4. Σύμφωνα με τη θεωρία	**4.** F<Na<K
5. Να εξετάσετε τα στοιχεία της ίδιας ομάδας	**5.** Ελέγξτε τις απαντήσεις σας, χρησιμοποιώντας τουλάχιστον δύο πηγές
6. Σύμφωνα με τη θεωρία	**6.** α) Λάβετε υπόψη ότι τα άτομα είναι ουδέτερα. β) Ελέγξτε πότε ανακαλύφθηκαν αυτά τα στοιχεία.
7. 3η περίοδος, 16η ομάδα	
8. Z=15	
9. Σύμφωνα με τη θεωρία	
10. Το Ca	
11.Το Mg	
12. Στο πρώτο ζεύγος το K, στο δεύτερο ζεύγος το Li	

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Ραδιενέργεια
GB: Radioactivity
FR: Radioactivité
DE: Radioaktivität



Εικόνα 3.1 *Η Stoofbrug στο Άμστερνταμ, η πρώτη 3D-εκτυπωμένη μεταλλική γέφυρα στον κόσμο*

Μία από τις βασικές στοχεύσεις της Χημείας είναι η παραγωγή νέων προϊόντων με επιθυμητές ιδιότητες. Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται με ραγδαίους ρυθμούς η τριδιάστατη εκτύπωση (εικόνα 3.1) και μαζί της νέες χημικές ενώσεις που την υποστηρίζουν. Για το σωστό σχεδιασμό και τη σύνθεση αυτών των ενώσεων είναι κρίσιμη η γνώση των δομικών μονάδων τους και του τρόπου που αλληλεπιδρούν.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετήσουμε τις δομικές μονάδες των υλικών και των δεσμών που αναπτύσσουν μεταξύ τους.

Στο τέλος της ενότητας **«Ο χημικός δεσμός»** θα μπορείς να:

- αναφέρεις τι είναι ο χημικός δεσμός.
- εξηγείς τον λόγο για τον οποίο τα άτομα σχηματίζουν χημικούς δεσμούς.
- αναφέρεις ποια ηλεκτρονιακή δομή έχει αυξημένη σταθερότητα.
- προσδιορίζεις τα ηλεκτρόνια που συμμετέχουν στον σχηματισμό των χημικών δεσμών (ηλεκτρόνια σθένους).
- περιγράφεις τον τρόπο δημιουργίας του ιοντικού δεσμού.
- αναφέρεις ορισμένες κοινές ιδιότητες που παρουσιάζουν οι ιοντικές ενώσεις.
- προσδιορίζεις τους ηλεκτρονιακούς και χημικούς τύπους ορισμένων απλών ιοντικών ενώσεων, όταν δίνεται ο ατομικός αριθμός των στοιχείων που σχηματίζουν τον δεσμό.
- περιγράφεις τον τρόπο δημιουργίας του απλού, του διπλού και του τριπλού ομοιοπολικού δεσμού.
- ορίζεις την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας.
- αναφέρεις πώς μεταβάλλεται η ηλεκτραρνητικότητα σε μια ομάδα και σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.
- διακρίνεις τον ομοιοπολικό δεσμό σε πολικό και μη πολικό με κριτήριο τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας των δύο ατόμων.
- αναγνωρίζεις τον δοτικό ομοιοπολικό δεσμό (δεσμό συναρμογής), ως ειδική περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού.
- αναφέρεις ορισμένες κοινές ιδιότητες που έχουν οι ομοιοπολικές ενώσεις.
- προσδιορίζεις τους ηλεκτρονιακούς, συντακτικούς και μοριακούς τύπους ορισμένων απλών ομοιοπολικών ενώσεων και ιόντων με δεδομένο τον ατομικό αριθμό των στοιχείων που σχηματίζουν τον δεσμό.
- αναφέρεις διαφορές μεταξύ του ομοιοπολικού και του ιοντικού δεσμού.
- συσχετίζεις τις διαφορές μεταξύ του ομοιοπολικού και του ιοντικού δεσμού με τις αντίστοιχες ιδιότητες των ομοιοπολικών και των ιοντικών ενώσεων.

Λέξεις κλειδιά

Δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων

Δοτικός ομοιοπολικός δεσμός (δεσμός συναρμογής)

Ηλεκτραρνητικότητα

Ιοντικός δεσμός

Μη Δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων

Μονήρη ηλεκτρόνια

Μόριο

Ομοιοπολικός δεσμός

Πολικός δεσμός

Χημικός δεσμός

3.1 Ο χημικός δεσμός



Εικόνα 3.2 *Το σήμα που προειδοποιεί για τον κίνδυνο ηλεκτροπληξίας.*

Ας διαβάσουμε κάποιες από τις οδηγίες σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας:

«Απομάκρυνση του παθόντα από το ηλεκτροφόρο αντικείμενο. Το άτομο που θα επιχειρήσει την απομάκρυνση δεν πρέπει να αγγίξει το θύμα με γυμνά χέρια. Πρέπει να χρησιμοποιήσει ένα **ξηρό ξύλο** ή **πλαστικό** για να τον σπρώξει ή να τον τραβήξει από τα ρούχα του (εάν είναι στεγνά) ή διαφορετικά να χρησιμοποιήσει λαστιχένια γάντια χωρίς τρύπες και κοψίματα».

Αν συμβεί ένα τέτοιο ατύχημα κοντά μας, πρέπει να ακολουθήσουμε αυτές τις οδηγίες αν θέλουμε να σώσουμε τον φίλο ή τη φίλη μας χωρίς να κινδυνεύσουμε κι εμείς.

Γιατί όμως κάποια υλικά έχουν μεγαλύτερη αγωγιμότητα από κάποια άλλα; Τι είναι αυτό που κάνει το πλαστικό ασφαλές και γιατί τα ρούχα πρέπει να είναι στεγνά;

Για να απαντήσουμε σε αυτά τα ερωτήματα είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τον τρόπο που συνδέονται τα άτομα στις χημικές ενώσεις, δηλαδή τον **χημικό τους δεσμό.**

3.1.1 Εισαγωγή στον χημικό δεσμό

Αν και τα χημικά στοιχεία είναι λίγα (118 μαζί με τα τεχνητά) υπάρχουν εκατομμύρια χημικές ενώσεις. Τρεις από αυτές είναι το νερό, το αλάτι και η σόδα (εικόνα 3.3).





Εικόνα 3.3 *Νερό, αλάτι και σόδα*

Οι χημικοί συνθέτουν κάθε μέρα καινούριες χημικές ενώσεις με μια ποικιλία εφαρμογών, όπως φάρμακα, χρώματα, πλαστικά κ.α.

Σκέφτομαι

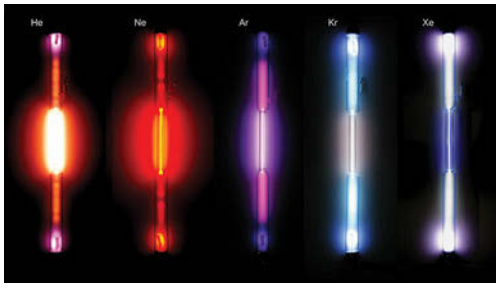
Γιατί τα άτομα σχηματίζουν χημικές ενώσεις;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Στοιχεία και χημικές ενώσεις**
- **Ηλεκτρόνια σθένους**
- **Ηλεκτρονιακές δομές και σταθερότητα**
- **Ο χημικός δεσμός**

Διερευνώ

- **Στοιχεία και χημικές ενώσεις**



Εικόνα 3.4 *Σωλήνες σε υψηλή τάση που περιέχουν ευγενή αέρια.*

Ελάχιστα χημικά στοιχεία βρίσκονται ελεύθερα ως μεμονωμένα άτομα στη φύση. Τα πιο γνωστά είναι τα: ήλιο, νέο, αργό. Τα περισσότερα από τα υπόλοιπα στοιχεία υπάρχουν μόνο σε χημικές ενώσεις και για να τα απομονώσουμε πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ειδικές εργαστηριακές τεχνικές.

Δραστηριότητα 1

Να μελετήσετε τον περιοδικό πίνακα και να εντοπίσετε την κύρια ομάδα που περιλαμβάνει τα στοιχεία He, Ne και Ar, δηλαδή τα στοιχεία που δεν σχηματίζουν εύκολα χημικές ενώσεις.

.....

.....

Για να μπορέσουμε να εξηγήσουμε τη «σταθερότητα» των στοιχείων της ομάδας των ευγενών αερίων θα πρέπει να μελετήσουμε περισσότερο την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων τους και ειδικότερα τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας.

▶ Ηλεκτρόνια σθένους

«Ἀχαιοῖσιν δὲ μέγα σθένος ἔμβαλ᾽ ἑκάστῳ καρδίῃ» ΟΜΗΡΟΥ ΙΛΙΑΣ, -Ξ- ,στίχος 152

Μην ανησυχείτε. Δεν θα χρειαστεί να μεταφράσουμε από τα αρχαία στο μάθημα της Χημείας, αν και η λέξη «σθένος» διατηρεί τη σημασία της μέχρι σήμερα. Στο συγκεκριμένο απόσπασμα είναι η δύναμη που εμπνέει ο Αγαμέμνονας στους πολεμιστές του.

Τα στοιχεία, όταν έρθουν σε επαφή μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους και να προκύψουν χημικές ενώσεις. Οι χημικοί για να εξηγήσουν αυτή τη συμπεριφορά ανέπτυξαν θεωρίες σχετικά με τον χημικό δεσμό. Μία από αυτές είναι η θεωρία στιβάδας σθένους. Σε αυτή σημαντικό ρόλο έχουν τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας που συμμετέχουν στους δεσμούς των ατόμων και είναι η «χημική δύναμη» του στοιχείου. Δεν είναι περίεργο, λοιπόν, που τα ηλεκτρόνια αυτά ονομάζονται **ηλεκτρόνια σθένους** και η εξωτερική στιβάδα αποκαλείται **στιβάδα σθένους**.

Ένας τρόπος για να μελετήσουμε πώς αυτή η θεωρία εξηγεί τον τρόπο που «συνδυάζονται» τα ηλεκτρόνια σθένους στις χημικές ενώσεις είναι να δούμε τις ενώσεις που σχηματίζουν μεταξύ τους τα χημικά στοιχεία, όπως π.χ. αυτές που παρατίθενται στον πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1 *Τα στοιχεία της 3η περιόδου, η ηλεκτρονιακή δομή τους και οι ενώσεις τους με το υδρογόνο.*

Στοιχείο	**Na**	**Mg**	**Aℓ**	**Si**	**P**	**S**	**Cℓ**	**Ar**
Ηλεκτρονιακή κατανομή	K(2) L(8) M(1)	K(2) L(8) M(2)	K(2) L(8) M(3)	K(2) L(8) M(4)	K(2) L(8) M(5)	K(2) L(8) M(6)	K(2) L(8) M(7)	K(2) L(8) M(8)
Ηλεκτρόνια σθένους	1	2	3	4	5	6	7	8
Ένωση με υδρογόνο	NaH	MgH_2	$A\ell H_3$	SiH_4	PH_3	H_2S	$HC\ell$	-----

Δραστηριότητα 2

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα 3.1:

α) Να αναφέρετε αν όλα τα άτομα των στοιχείων έχουν συνδυαστεί με τον ίδιο αριθμό ατόμων υδρογόνου.

……

β)Να αναφέρετε σε ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκει το στοιχείο που δεν σχηματίζει ένωση με το υδρογόνο……

Για να εξηγήσουμε τον διαφορετικό αριθμό ατόμων υδρογόνου με τα οποία σχηματίζει ένωση κάθε στοιχείο καθώς και το ότι δεν υπάρχει ένωση του ευγενούς αερίου (Ar), θα μελετήσουμε στην επόμενη παράγραφο τη σχέση των ηλεκτρονίων σθένους και της χημικής σταθερότητας.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ… ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Η βιομηχανία φωτοβολταϊκών καταναλώνει μεγάλες ποσότητες της ένωσης SiH_4 (σιλάνιο).



Φωτοβολταϊκά σε κατοικίες

▶ Ηλεκτρονιακές δομές και σταθερότητα

Το αργό (Ar), το ευγενές αέριο της 3ης περιόδου, δεν σχηματίζει εύκολα χημικές ενώσεις ούτε με το υδρογόνο, ούτε με άλλα στοιχεία. Θεωρούμε ότι αυτή η χημική του «αδράνεια», όπως και των υπόλοιπων ευγενών αερίων, συνδέεται με τη σταθερή ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων τους. Αυτός είναι και ο λόγος που τα βρίσκουμε ως μεμονωμένα άτομα στη φύση. Στον πίνακα 3.2 παρατίθενται οι εξωτερικές στιβάδες των ατόμων των ευγενών αερίων.

Πίνακας 3.2 *Τα πέντε πρώτα ευγενή αέρια και οι εξωτερικές στιβάδες των ατόμων τους.*

Στοιχείο	He	Ne	Ar	Kr	Xe
Εξωτερική στιβάδα	K(2)	L(8)	M(8)	N(8)	O(8)

Δραστηριότητα 3

Μελετήστε τον πίνακα 3.2 με τις στιβάδες σθένους των ατόμων των ευγενών αεριών.

α) Να αναφέρετε πόσα ηλεκτρόνια σθένους έχουν οι σταθερές δομές των ατόμων των ευγενών αερίων και ποιο ευγενές αέριο αποτελεί εξαίρεση.

.....

.....

β) Να αναφέρετε με ποιον κανόνα ηλεκτρονιακής δόμησης συνδέεται η σταθερή δομή των ευγενών αερίων και τα ηλεκτρόνια σθένους τους.

.....

Τα υπόλοιπα άτομα δεν είναι τόσο σταθερά όσο αυτά των ευγενών αερίων και γι' αυτό τον λόγο κατά κανόνα δεν τα βρίσκουμε μεμονωμένα, αλλά κυρίως σε χημικές ενώσεις. Θεωρούμε ότι τα άτομα των στοιχείων των κυρίων ομάδων σχηματίζουν χημικές ενώσεις, αλληλεπιδρώντας με τρόπο που να οδηγούνται σε μια σταθερότερη κατάσταση, όπως αυτή των ευγενών αερίων.

Μελετώ

Να προτείνετε έναν τρόπο ώστε τα άτομα των παρακάτω στοιχείων να αποκτήσουν στιβάδα σθένους όπως αυτή του ατόμου του πλησιέστερου ευγενούς αερίου με πρόσληψη ή αποβολή ηλεκτρονίων: (i) Li, (ii) S.

Πρώτη σκέψη: Πρέπει να αναγνωρίσουμε πόσα ηλεκτρόνια σθένους έχει το πλησιέστερο ευγενές αέριο.

(i) Li

Βήματα:

1ο Βρίσκουμε το πλησιέστερο ευγενές αέριο που είναι το He, με ηλεκτρονιακή δομή K(2).

2ο Γράφουμε την ηλεκτρονιακή δομή του Li: K(2) L(1) και συγκρίνουμε τα ηλεκτρόνια σθένους των δύο ατόμων : Το άτομο του Li έχει ένα περισσότερο από αυτό του He.

3ο Αναγνωρίζουμε τον τρόπο με τον οποίο το άτομο του λιθίου θα αποκτήσει δομή K(2). Με την αποβολή ενός ηλεκτρονίου από το άτομο του λιθίου θα σχηματισθεί το θετικό ιόν (κατιόν) με δομή K(2).

(ii) S

Βήματα:

1ο Βρίσκουμε το πλησιέστερο ευγενές αέριο που είναι το Ar, με ηλεκτρονιακή δομή K(2) L(8) M(8).

2ο Γράφουμε την ηλεκτρονιακή δομή του S: K(2) L(8) M(6) και συγκρίνουμε τα ηλεκτρόνια σθένους των δύο ατόμων: Το άτομο του S έχει δύο λιγότερα ηλεκτρόνια από αυτό του Ar.

3ο Αναγνωρίζουμε τον τρόπο με τον οποίο το άτομο του θείου θα αποκτήσει τη δομή του ατόμου του Ar. Με την πρόσληψη δύο ηλεκτρονίων από το άτομο του θείου θα σχηματισθεί το αρνητικό ιόν (ανιόν) με δομή K(2) L(8) M(8).

Εφαρμογή

Μελετήστε τους πίνακες 3.1 και 3.2 και προτείνετε έναν τρόπο ώστε τα άτομα των στοιχείων Mg, Al, O, F να αποκτήσουν στιβάδα σθένους όπως αυτή του πλησιέστερου ευγενούς αερίου με πρόσληψη ή αποβολή ηλεκτρονίων.

Χημικός δεσμός (εναλλακτικές ιδέες)

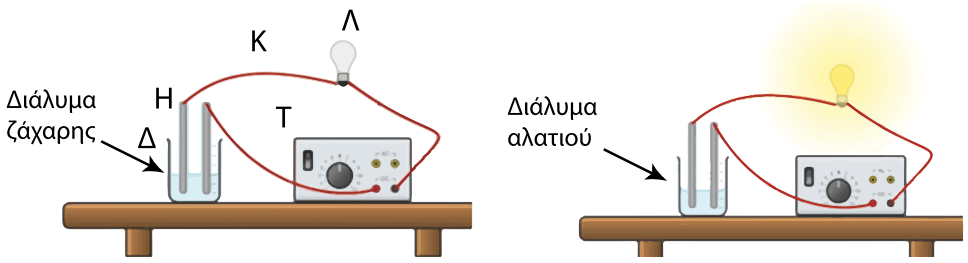
▶ Ο χημικός δεσμός

Σωματίδια όπως τα άτομα και τα ιόντα αποτελούνται από θετικά φορτισμένο πυρήνα και αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόνια. Έτσι, μεταξύ των σωματιδίων ασκούνται ηλεκτροστατικές δυνάμεις. Όταν οι δυνάμεις αυτές οδηγούν στη δημιουργία μιας σταθερής δομής (π.χ. μόριο) τότε θεωρούμε ότι σχηματίστηκε ένας **χημικός δεσμός**.

Πείραμα αγωγιμότητας διαλύματος ζάχαρης

Η ποικιλία των ιδιοτήτων των χημικών ενώσεων χρειάζεται διαφορετικούς χημικούς δεσμούς για να εξηγηθεί. Για παράδειγμα, η ζάχαρη και το αλάτι είναι δύο χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούμε πολύ συχνά στην καθημερινή μας ζωή. Στην εικόνα 3.5 αναπαρίστανται τα αποτελέσματα ενός πειράματος όπου μελετήσαμε την ηλεκτρική αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων αυτών των ουσιών. Η πειραματική διάταξη αποτελείται από ένα τροφοδοτικό – πηγή ρεύματος (Τ), καλώδια (Κ), ηλεκτρόδια (Η), ποτήρι με διάλυμα ουσίας (Δ) και έναν λαμπτήρα (Λ). Τα ηλεκτρόδια είναι αγωγοί οι οποίοι χρησιμοποιούνται ώστε να έρθει σε επαφή το διάλυμα με την πηγή ρεύματος.

Πείραμα αγωγιμότητας διαλύματος αλατιού



Εικόνα 3.5 *Αναπαράσταση πειράματος ηλεκτρικής αγωγιμότητας υδατικού διαλύματος (α) αλατιού και (β) ζάχαρης*

Δραστηριότητα 1

Με βάση την εικόνα 3.5 να αναφέρετε σε τι διαφέρουν τα αποτελέσματα των δύο πειραμάτων σε ότι αφορά την ηλεκτρική αγωγιμότητα, δηλαδή την ευκολία διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος.

.....

.....

Για να εξηγήσουν τέτοιες παρατηρήσεις, οι επιστήμονες χρειάστηκε να διατυπώσουν θεωρητικά μοντέλα για διάφορα είδη χημικών δεσμών.

3.1.2 Ο ιοντικός δεσμός

Ιοντικός δεσμός (εναλλακτικές ιδέες)

Οι οδηγίες σε περίπτωση ηλεκτροπληξίας συνιστούν να τραβήξουμε τον άνθρωπο που έχει πάθει ηλεκτροπληξία από τα ρούχα, μόνο αν αυτά είναι στεγνά. Ο λόγος για αυτή την οδηγία είναι ότι το νερό περιέχει άλατα.



(α)



(β)

Εικόνα 3.6 *Δύο γνωστά άλατα της καθημερινής μας ζωής: (α) αλάτι και (β) σόδα*

Σκέφτομαι

Το πιο γνωστό άλας είναι το αλάτι που νοστιμίζει το φαγητό μας. Τα άλατα είναι μία από τις κατηγορίες των ιοντικών ενώσεων που θα μελετήσουμε σε αυτή την υποενότητα.

Πώς σχηματίζονται οι ιοντικές ενώσεις, όπως τα άλατα, και γιατί τα υδατικά τους διαλύματα είναι αγώγιμα;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα

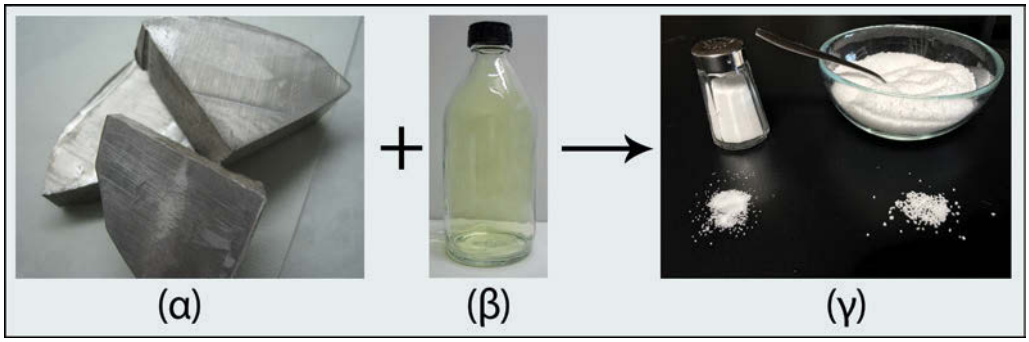
- **Ιοντικός δεσμός**
- **Ηλεκτρονιακοί και χημικοί τύποι των ιοντικών ενώσεων**
- **Ιδιότητες ιοντικών ενώσεων**

Διερευνώ

Ιοντικός δεσμός

Στην παράγραφο «χημικός δεσμός» είδαμε ότι το διάλυμα του αλατιού είναι αγώγιμο. Η αιτία για αυτό είναι ότι τα διαλύματα των ενώσεων που έχουν παρόμοια δομή με το αλάτι περιέχουν ιόντα. Πώς, όμως, σχηματίστηκαν αυτά τα ιόντα; Για να εξηγήσουμε τον σχηματισμό τους πρέπει να δούμε με ποιον τρόπο σχηματίστηκε αυτή η χημική ένωση.

Το αλάτι ($NaC\ell$) παραλαμβάνεται από αλατωρυχεία και αλυκές. Αν θέλουμε να το παρασκευάσουμε από τα χημικά του στοιχεία (νάτριο και χλώριο) στο εργαστήριο θα πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί. Το νάτριο είναι ένα διαβρωτικό μέταλλο και το χλώριο είναι ένα πολύ τοξικό κιτρινοπράσινο αμέταλλο. Αν τα αναμίξουμε με ασφαλές τρόπο, θα παρατηρήσουμε την έκλυση μεγάλου ποσού θερμότητας και τον σχηματισμό αλατιού (εικόνα 3.7).



Εικόνα 3.7 *Αναπαράσταση της αντίδρασης (α) νατρίου* (Na) *και (β) χλωρίου*($C\ell_2$) *προς το σχηματισμό (γ) αλατιού* (NaCℓ)

Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για το νάτριο

Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για το χλώριο

Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για το χλωρίδιο του νατρίου (αλάτι)

Κρύσταλλος χλωριδίου του νατρίου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Δραστηριότητα 1

Χρησιμοποιώντας τη θεωρία της στιβάδας σθένους να προτείνετε έναν τρόπο αλληλεπίδρασης των ατόμων νατρίου ($_{11}$Na) και χλωρίου ($_{17}$Cℓ) για τον σχηματισμό του χλωριδίου του νατρίου (NaCℓ).

.....

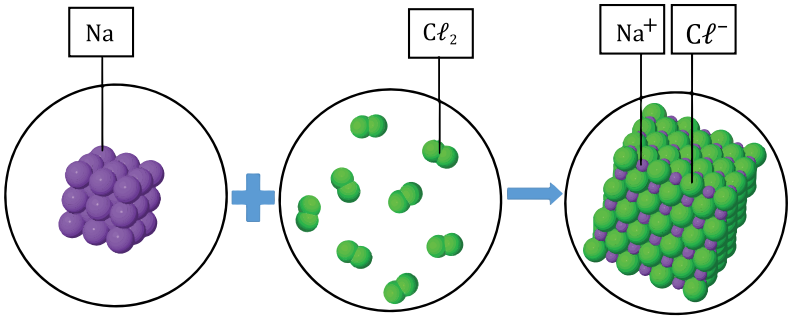
.....

.....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε τις απαντήσεις σας στην τάξη

Με βάση τη θεωρία της στιβάδας σθένους τα άτομα του νατρίου αποβάλλουν το ηλεκτρόνιο σθένους τους και τα άτομα του χλωρίου προσλαμβάνουν ένα ηλεκτρόνιο στη στιβάδα σθένους τους, ώστε να αποκτήσουν τη δομή του πλησιέστερου ευγενούς αερίου στον περιοδικό πίνακα, το οποίο και στις δύο περιπτώσεις έχει στιβάδα σθένους με οχτώ ηλεκτρόνια (Ne και Ar, αντίστοιχα).

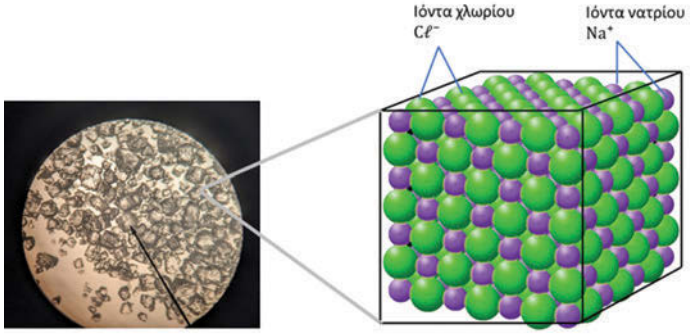
Η αποβολή ηλεκτρονίων από τα άτομα του νατρίου θα οδηγήσει στον σχηματισμό κατιόντων νατρίου (Na^+), ενώ η πρόσληψη ηλεκτρονίων από τα άτομα του χλωρίου θα οδηγήσει στον σχηματισμό ανιόντων χλωρίου ($C\ell^-$). Στην εικόνα 3.8 αναπαρίσταται ο σχηματισμός του χλωριδίου του νατρίου.



Εικόνα 3.8 *Αναπαράσταση της αντίδρασης μεταξύ νατρίου και χλωρίου και ο σχηματισμός ιοντικού κρυσταλλικού πλέγματος χλωριδίου του νατρίου*

Βλέπουμε ότι τα ιόντα στοιβάζονται στον χώρο σχηματίζοντας μια δομή που λέγεται **ιοντικό κρυσταλλικό πλέγμα**. Το όνομα της δομής οφείλεται στο «πακετάρισμα» των ιόντων με συγκεκριμένο και επαναλαμβανόμενο τρόπο. Αν παρατηρήσουμε την ουσία με μικροσκόπιο θα διαπιστώσουμε ότι εμφανίζονται κρύσταλλοι, όπως στην εικόνα 3.9.

Κρύσταλλος χλωριδίου του καλίου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)



Εικόνα 3.9 *Αλάτι στο μικροσκόπιο και αναπαράσταση του κρυσταλλικού πλέγματος των ιόντων στο αλάτι*

Όταν οι ελκτικές δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ ανιόντων και κατιόντων οδηγούν στον σχηματισμό κρυστάλλου δηλαδή ιόντων στοιβαγμένων σε κρυσταλλικό πλέγμα, τότε θεωρούμε ότι σχηματίστηκε **ιοντικός δεσμός**.

Οι ενώσεις που δημιουργούνται ονομάζονται ιοντικές.

Ο χημικός τύπος των ιοντικών ενώσεων δείχνει την αναλογία κατιόντων και ανιόντων στο κρυσταλλικό πλέγμα. Για παράδειγμα, στο $NaC\ell$ η αναλογία Na^+ και $C\ell^-$ είναι 1:1.

Μελετώ

Βρείτε την αναλογία με την οποία συνδέονται στο κρυσταλλικό πλέγμα των ιοντικών ενώσεών τους τα:

α) $_{12}$**Mg και** $_{16}$**S και β)** $_{20}$**Ca και** $_{17}C\ell$

Πρώτη σκέψη: Πρέπει να βρω πόσα ηλεκτρόνια σθένους έχει κάθε στοιχείο.

α) Mg και S

Βήματα:

1ο Από την ηλεκτρονιακή δομή του μαγνησίου και του θείου διαπιστώνουμε ότι το άτομο του μαγνησίου έχει δύο ηλεκτρόνια σθένους και το άτομο του θείου έχει έξι.

2ο Βρίσκουμε τον απλούστερο συνδυασμό που θα ικανοποιεί τη θεωρία στιβάδας σθένους, δηλαδή τα άτομα των στοιχείων που θα συνδυαστούν για να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου. Παρατηρούμε ότι: **(α)** αν ένα άτομο μαγνησίου αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια, θα σχηματιστεί το κατιόν Mg^{2+} με δομή K(2) L(8) και **(β)** αν ένα άτομο θείου προσλάβει δύο ηλεκτρόνια, θα σχηματιστεί το ανιόν S^{2-}, με δομή K(2) L(8) M(8).

3ο Συμπεραίνουμε ότι θα συνδεθούν με αναλογία **1:1**.

β) Ca και $C\ell$

Βήματα:

1ο Το άτομο του ασβεστίου έχει δύο ηλεκτρόνια σθένους και το άτομο του χλωρίου έχει επτά.

2ο Ο απλούστερος συνδυασμός είναι **ένα** άτομο ασβεστίου να αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια και να σχηματισθεί το κατιόν Ca^{2+} και **δύο** άτομα χλωρίου να προσλάβουν από ένα ηλεκτρόνιο (συνολικά δύο ηλεκτρόνια).

3ο Συμπεραίνουμε ότι θα συνδεθούν με αναλογία **1:2**.

Εφαρμογή

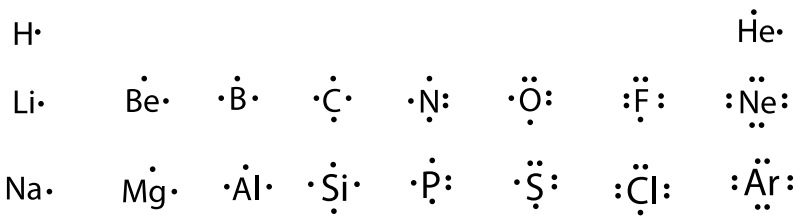
Να βρείτε με ποια αναλογία ιόντων θα σχηματισθούν οι ιοντικές ενώσεις των στοιχείων: **i.** Ca και S και **ii.** Na και O

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Οι ιοντικές ενώσεις σχηματίζονται με μετακίνηση ηλεκτρονίων σθένους από άτομα μετάλλου σε άτομα αμετάλλου

▶ Ηλεκτρονιακοί και χημικοί τύποι

Στη Χημεία χρειαζόμαστε πιο εύκολους τρόπους παρουσίασης της δομής των ιοντικών ενώσεων από τα γνωστά μοριακά μοντέλα. Δύο τρόποι που χρησιμοποιούμε συχνά είναι οι ηλεκτρονιακοί και οι χημικοί τύποι. Κάθε τύπος έχει κάποια πλεονεκτήματα.

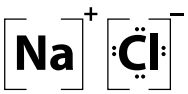
Για τη γραφή των ηλεκτρονιακών τύπων χρησιμοποιούνται οι ηλεκτρονιακές δομές του Lewis, που απεικονίζουν τα ηλεκτρόνια της **στιβάδας σθένους** κάθε στοιχείου. Οι δομές αυτές δίνονται στην εικόνα 3.10.



Εικόνα 3.10 *Δομές Lewis για τα πρώτα 18 χημικά στοιχεία*

Παρατηρούμε ότι τα πρώτα τέσσερα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας είναι μεμονωμένα (μονήρη ηλεκτρόνια) ενώ στη συνέχεια σχηματίζονται ζεύγη ηλεκτρονίων.

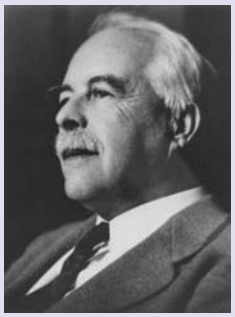
Με τη βοήθεια των δομών Lewis, η ιοντική ένωση που σχηματίζουν τα χημικά στοιχεία του νατρίου και του χλωρίου μπορεί να αναπαρασταθεί σύμφωνα με την εικόνα 3.11.



Εικόνα 3.11 *Ο ηλεκτρονιακός τύπος του χλωριδίου του νατρίου*

Αυτός ο τρόπος παρουσίασης της δομής του χλωριδίου του νατρίου ονομάζεται **ηλεκτρονιακός τύπος**. Σημειώνουμε ότι στην εικόνα 3.11 απεικονίζονται τα ηλεκτρόνια της στιβάδας σθένους μόνο του ανιόντος.

Η αναπαράσταση αυτή μας επιτρέπει να αναγνωρίζουμε άμεσα τα στοιχεία που συμμετέχουν στον δεσμό, το φορτίο των ιόντων τους, την αναλογία τους στο κρυσταλλικό πλέγμα, καθώς και το είδος του δεσμού με τον οποίο σχηματίστηκε η ένωση.



Gilbert Lewis
Διάσημος φυσικοχημικός. Συνεισέφερε σημαντικά στην κατανόηση του χημικού δεσμού και ιδιαίτερα του ομοιοπολικού.

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Ιοντικός δεσμός
GB: Ionic bond
FR: Liaison ionique
DE: Ionische Bindung

Ένας πιο απλός τρόπος αναπαράστασης της δομής του χλωριδίου του νατρίου είναι ο χημικός του τύπος: NaCℓ. Αυτός ο συμβολισμός είναι εύχρηστος, συνοπτικός και είναι αυτός που συναντάμε συχνότερα στα βιβλία Χημείας.

Όταν χρησιμοποιούμε τον ηλεκτρονιακό ή τον χημικό τύπο, πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι αναφερόμαστε σε έναν τεράστιο αριθμό ιόντων στο κρυσταλλικό πλέγμα.

Ας συνοψίσουμε όσα μάθαμε για τις ιοντικές ενώσεις με το επόμενο παράδειγμα.

Μελετώ

Το χλωρίδιο του ασβεστίου είναι μία ιοντική ένωση του $_{20}$Ca και του $_{17}$Cℓ που χρησιμοποιείται ως πρόσθετο τροφίμων. Περιγράψτε τον τρόπο σχηματισμού του χλωριδίου του ασβεστίου και γράψτε τον χημικό και τον ηλεκτρονιακό του τύπο.

Πρώτη σκέψη: Θα χρειαστούμε τις ηλεκτρονιακές δομές των δύο στοιχείων για να γνωρίζουμε τον αριθμό ηλεκτρονίων σθένους.

Βήματα:

1ο Γράφουμε την ηλεκτρονιακή δομή των δύο στοιχείων.

Ca: K(2) L(8) M(8) N(2) Cℓ: K(2) L(8) M(7)

2ο Με βάση τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους βρίσκουμε την ομάδα που ανήκει κάθε στοιχείο. Στη συνέχεια χαρακτηρίζουμε τα στοιχεία ως μέταλλα και αμέταλλα.

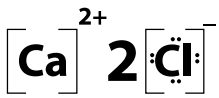
Ca:2 (μέταλλο), 2η ομάδα Cℓ: 7(αμέταλλο), 17η ομάδα

3ο Βρίσκουμε τον συνδυασμό των ατόμων που θα σχηματίσει ιόντα με δομή ευγενούς αερίου, ξεκινώντας από το μέταλλο.

Το ασβέστιο θα αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια για να αποκτήσει δομή K(2) L(8) M(8) και επομένως θα σχηματισθεί το ιόν Ca^{2+}.

Για κάθε άτομο Ca, είναι απαραίτητο να έχουμε δύο άτομα χλωρίου, για να προσλάβουν τα ηλεκτρόνια που θα αποβάλλει το κάθε άτομο ασβεστίου και να αποκτήσουν δομή K(2)L(8) M(8) και επομένως θα σχηματισθούν δύο ιόντα $Cℓ^-$. Στη συνέχεια τα ιόντα θα στοιβαχθούν στο κρυσταλλικό πλέγμα με αναλογία 1 προς 2.

4ο Γράφουμε τον ηλεκτρονιακό τύπο:



και τον χημικό τύπο: **CaCℓ$_2$**

Σημείωση: Τα αλκάλια (1η ομάδα) και οι αλκαλικές γαίες (2η ομάδα) είναι μέταλλα. Τα αλογόνα (17η ομάδα) είναι αμέταλλα.

Σημείωση: Ένα μέταλλο και ένα αμέταλλο συνήθως σχηματίζουν ιοντικό δεσμό.

Εφαρμογή

Το θειούχο μαγνήσιο είναι μία ιοντική ένωση του $_{12}$Mg και του $_{16}$S. Να γράψετε τον χημικό και τον ηλεκτρονιακό του τύπο.

▶ Ιδιότητες ιοντικών ενώσεων

Αν και κάθε χημική ένωση έχει τις δικές της χαρακτηριστικές ιδιότητες, υπάρχουν κάποιες ιδιότητες κοινές για τις ιοντικές ενώσεις τις οποίες εξηγούμε με βάση τον ιοντικό δεσμό.

Οι ιοντικές ενώσεις έχουν μεγάλα σημεία τήξεως και βρασμού (συγκριτικά με αυτά των ενώσεων που δεν είναι ιοντικές) και οι περισσότερες είναι στερεές σε θερμοκρασία 25 °C και πίεση P=1 atm, λόγω των ισχυρών ηλεκτροστατικών δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ των ιόντων. Δεν είναι ηλεκτρικά αγώγιμες στη στερεά κατάσταση, ενώ τα υδατικά τους διαλύματα καθώς και τα τήγματά τους άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

Τώρα, ίσως, είμαστε πια σε θέση να ερμηνεύσουμε ένα μέρος των οδηγιών για την περίπτωση ηλεκτροπληξίας που συναντήσαμε στην αρχή του κεφαλαίου.



Πείραμα αγωγιμότητας διαλύματος σόδας

Δραστηριότητα 1

Γιατί οι οδηγίες ασφαλείας επιβάλλουν να πιάνουμε τον παθόντα ή την παθούσα από τα ρούχα μόνο αν είναι στεγνά; Ποιο υλικό άγει τον ηλεκτρισμό σε αυτή την περίπτωση;

α) το νερό β) τα άλατα γ) το υδατικό διάλυμα αλάτων

.....

.....

.....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε τις απαντήσεις σας στην τάξη.

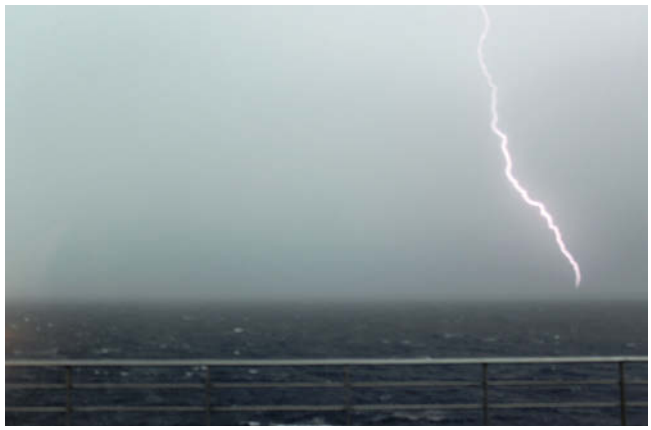


Τήξη
(εναλλακτικές ιδέες)

3.1.3 Ο ομοιοπολικός δεσμός

Στην εισαγωγή του χημικού δεσμού είδαμε ότι μπορούμε να σώσουμε έναν άνθρωπο που έχει πάθει ηλεκτροπληξία αν τον τραβήξουμε με ένα κομμάτι ξύλο ή πλαστικό, ενώ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και λαστιχένια γάντια. Ο λόγος για αυτό είναι ότι αυτά τα υλικά αποτελούνται από ομοιοπολικές ενώσεις.

Ομοιοπολικός δεσμός (εναλλακτικές ιδέες)



Εικόνα 3.12 *Κάποια υδατικά διαλύματα, όπως το νερό που πίνουμε και το θαλασσινό νερό, είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού*

Μόριο υδρογόνου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Σκέφτομαι

Η πιο γνωστή ομοιοπολική ένωση είναι το νερό, το οποίο δεν άγει το ηλεκτρικό ρεύμα, αν και κάποια από τα υδατικά του διαλύματα είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού (εικόνα 3.12). Γενικά, οι ομοιοπολικές ενώσεις είναι μη αγώγιμες και μερικές από αυτές χρησιμοποιούνται ως μονωτές.

Πώς σχηματίζονται οι ομοιοπολικές ενώσεις και γιατί δεν είναι αγώγιμες;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα

- **Απλός ομοιοπολικός δεσμός**
- **Ηλεκτρονιακοί, συντακτικοί και μοριακοί τύποι ομοιοπολικών ενώσεων**
- **Διπλός και τριπλός ομοιοπολικός δεσμός**
- **Ηλεκτραρνητικότητα και πόλωση**
- **Δοτικός ομοιοπολικός δεσμός (δεσμός συναρμογής)**
- **Ιδιότητες ομοιοπολικών ενώσεων**

Διερευνώ

- **Απλός ομοιοπολικός δεσμός**

Το στοιχείο υδρογόνο στον πλανήτη μας βρίσκεται κυρίως ενωμένο με το στοιχείο οξυγόνο στη χημική ένωση νερό. Στις μέρες μας γίνεται μεγάλη έρευνα για τη χρήση του ως καύσιμο. Το υδρογόνο δεν είναι μονοατομικό στοιχείο, αλλά διατομικό (H_2).

Εφόσον το υδρογόνο είναι αμέταλλο και έχει την τάση να προσλαμβάνει ηλεκτρόνια, η δομή του μοριακού υδρογόνου (H_2) δεν μπορεί να εξηγηθεί με τον σχηματισμό ιόντων.

Το 1916 ο G. N. Lewis, για να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα, πρότεινε τον σχηματισμό ενός δεσμού στον οποίον συμμετέχουν άτομα τα οποία συνεισφέρουν αμοιβαία κάποια από τα ηλεκτρόνια σθένους και σχηματίζουν μόρια.

Όταν οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των πυρήνων δύο ατόμων και των κοινών τους ηλεκτρονίων οδηγούν στον σχηματισμό μορίου, τότε θεωρούμε ότι σχηματίστηκε **ομοιοπολικός δεσμός**.

Στην περίπτωση του υδρογόνου (H_2), H: K(1), τα άτομα «συνεισφέρουν» από ένα ηλεκτρόνιο το καθένα. Τα κοινά ηλεκτρόνια ανήκουν και στα δύο άτομα με αποτέλεσμα η στιβάδα σθένους καθενός ατόμου υδρογόνου να έχει δύο ηλεκτρόνια, όπως η δομή του πλησιέστερου ευγενούς αερίου He: K(2).

Γενικότερα, όταν η συνεισφορά ηλεκτρονίων μεταξύ δύο αμετάλλων οδηγεί σε δομή ευγενούς αερίου για κάθε άτομο που συμμετέχει, τότε το μόριο που προκύπτει είναι ενεργειακά σταθερότερο από τα μεμονωμένα άτομα.

Οι ενώσεις που δημιουργούνται με ομοιοπολικό δεσμό αποτελούνται από μόρια και ονομάζονται **ομοιοπολικές** ή μοριακές. Οι περισσότερες χημικές ενώσεις της καθημερινής μας ζωής είναι ομοιοπολικές.

Μόριο
(Εναλλακτικές ιδέες)

Μελετώ

Δύο γνωστές ομοιοπολικές ενώσεις είναι το υδροχλώριο και το νερό. Να εξηγήσετε ποιος συνδυασμός των στοιχείων (i) H και Cℓ, (ii) H και O σχηματίζει ομοιοπολική ένωση με σταθερή δομή:

Πρώτη σκέψη: Θα χρειαστούμε τις ηλεκτρονιακές δομές των δύο στοιχείων, για να γνωρίζουμε τον αριθμό ηλεκτρονίων σθένους.

Βήματα:

(i) H και Cℓ

1ο Γράφουμε την ηλεκτρονιακή δομή των δύο στοιχείων

H: K(1) Cℓ: K(2) L(8) M(7)

Διαπιστώνουμε ότι το άτομο του υδρογόνου έχει ένα ηλεκτρόνιο σθένους και το άτομο του χλωρίου έχει επτά.

2ο Βρίσκουμε τον απλούστερο συνδυασμό που θα ικανοποιεί τη θεωρία στιβάδας σθένους, δηλαδή τα άτομα των στοιχείων που θα συνδυαστούν για να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου. Παρατηρούμε ότι, αν ένα άτομο υδρογόνου συνδυαστεί με ένα άτομο χλωρίου, θα σχηματιστεί ένα μόριο, όπου το υδρογόνο θα έχει δύο ηλεκτρόνια στη στιβάδα σθένους (δομή He) και το χλώριο οχτώ (δομή Ar).

3ο Αναγνωρίζουμε ότι χρειάζεται **ένα** άτομο από κάθε στοιχείο, για να σχηματιστεί σταθερή ομοιοπολική ένωση.

i) H και O

1ο Γράφουμε την ηλεκτρονιακή κατανομή των δύο στοιχείων

H:K(1) O: K(2) L(6)

Διαπιστώνουμε ότι το άτομο του υδρογόνου έχει ένα ηλεκτρόνιο σθένους και το άτομο του οξυγόνου έχει έξι.

2ο Βρίσκουμε τον απλούστερο συνδυασμό που θα ικανοποιεί τη θεωρία στιβάδας σθένους, δηλ. τα άτομα των στοιχείων που θα συνδυαστούν, για να αποκτήσουν δομή ευγενούς αερίου.

Ξεκινάμε από το άτομο του οξυγόνου που χρειάζεται περισσότερα ηλεκτρόνια, για να συμπληρώσει τη στιβάδα σθένους (2 έναντι ενός του ατόμου του Η).

Παρατηρούμε ότι αν **ένα** άτομο οξυγόνου συνδυαστεί με **δύο** άτομα υδρογόνου θα σχηματιστεί ένα μόριο, όπου το υδρογόνο θα έχει δύο ηλεκτρόνια στη στιβάδα σθένους (δομή He) και το οξυγόνο οχτώ (δομή Ne).

3ο Αναγνωρίζουμε ότι χρειάζεται **ένα** άτομο υδρογόνου και **δύο** άτομα οξυγόνου, για να σχηματιστεί σταθερή ομοιοπολική ένωση.

Εφαρμογή

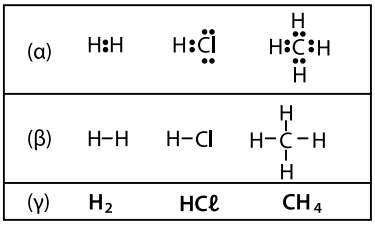
Να εξηγήσετε ποιος συνδυασμός των στοιχείων $_{1}H$ και $_{16}S$ θα σχημάτιζε ομοιοπολική ένωση.

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Οι ομοιοπολικές (μοριακές) ενώσεις σχηματίζονται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων μεταξύ ατόμων αμετάλλων

▶ Ηλεκτρονιακοί, συντακτικοί και μοριακοί τύποι ομοιοπολικών ενώσεων

Όπως στις ιοντικές ενώσεις έτσι και στις ομοιοπολικές εκτός από τα μοριακά μοντέλα, μπορούμε να παρουσιάσουμε με άλλους τρόπους τη δομή τους ανάλογα με τις πληροφορίες που θέλουμε να δώσουμε.

Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι παρουσίασης της δομής των μοριακών ενώσεων είναι ο ηλεκτρονιακός, ο συντακτικός και ο μοριακός τύπος. Ας χρησιμοποιήσουμε αυτούς τους τύπους σε τρεις ομοιοπολικές ενώσεις (εικόνα 3.13).



Εικόνα 3.13 *Παραδείγματα (α) ηλεκτρονιακών, (β) συντακτικών και (γ) μοριακών τύπων ομοιοπολικών ενώσεων*

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Ομοιοπολικός δεσμός
GB: Covalent bond
FR: Liaison covalente
DE: Kovalente bindung

Ο ηλεκτρονιακός τύπος δίνει τις περισσότερες πληροφορίες και συγκεκριμένα ποια και πόσα άτομα αποτελούν το μόριο και πόσα είναι τα ηλεκτρόνια των εξωτερικών στιβάδων. Το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων **(δεσμικό ζεύγος)** εμφανίζεται ανάμεσα στα δύο άτομα, ενώ τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια είναι σε ζεύγη που ανήκουν σε συγκεκριμένο άτομο **(μη δεσμικά ζεύγη).**

Ο συντακτικός τύπος προκύπτει από τον ηλεκτρονιακό με αντικατάσταση του κάθε ενός κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων με παύλα. Δεν απεικονίζονται τα υπόλοιπα ηλεκτρόνια. Τέλος, ο μοριακός τύπος δείχνει τον αριθμό των ατόμων στο μόριο.

Ας συνοψίσουμε όσα μάθαμε για τις ομοιοπολικές ενώσεις στο επόμενο παράδειγμα:

Μελετώ

Η αμμωνία, μία ομοιοπολική ένωση του υδρογόνου ($_1$H) με το άζωτο ($_7$N), είναι βασική πρώτη ύλη στη βιομηχανία λιπασμάτων και, ως εκ τούτου, σημαντική για την επάρκεια τροφής. Περιγράψτε τον τρόπο σχηματισμού της αμμωνίας και γράψτε τον ηλεκτρονιακό, συντακτικό και μοριακό της τύπο.

Πρώτη σκέψη: Θα χρειαστούμε τις ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων Η και Ν για να γνωρίζουμε τον αριθμό ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας.

Βήματα

1ο Γράφουμε την ηλεκτρονιακή δομή των δύο ατόμων.

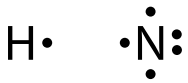
H:K(1) N: K(2) L(5)

2ο Αναγνωρίζουμε τον αριθμό των ηλεκτρονίων σθένους κάθε ατόμου και τα χαρακτηρίζουμε ως:

H: 1 (αμέταλλο) N:5 (αμέταλλο)

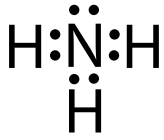
Δύο αμέταλλα θα σχηματίζουν ομοιοπολικό δεσμό.

3ο Γράφουμε τους τύπους Lewis των ατόμων του Η και του Ν.

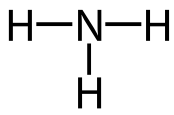


4ο Βρίσκουμε τον απλούστερο συνδυασμό των ατόμων που θα σχηματίσει μόριο αποτελούμενο από άτομα με συμπληρωμένες στιβάδες σθένους. Παρατηρούμε ότι το άτομο του Ν χρειάζεται 3 ηλεκτρόνια για να έχει 8 στη στιβάδα σθένους L(8) και το άτομο του Η χρειάζεται 1, για να έχει στιβάδα σθένους K(2). Επομένως ο κατάλληλος συνδυασμός είναι ένα άτομο αζώτου με τρία άτομα υδρογόνου.

5ο Γράφουμε τον ηλεκτρονιακό τύπο.



6ο Γράφουμε τον συντακτικό τύπο με παύλες στη θέση των ομοιοπολικών δεσμών. Δεν γράφουμε τα μη δεσμικά ηλεκτρόνια.



7ο Με βάση τον συντακτικό τύπο, γράφουμε τον μοριακό τύπο: **NH_3**

Σημείωση: Τα Ν,Η,Ο,C και όλα τα αλογόνα (17η ομάδα) είναι αμέταλλα.

Σημείωση: Δύο (ή περισσότερα) αμέταλλα θα σχηματίσουν ομοιοπολικό δεσμό.

Παρατηρούμε ότι για το σχηματισμό του ομοιοπολικού δεσμού χρησιμοποιούνται τα μονήρη ηλεκτρόνια και όχι τα ζεύγη ηλεκτρονίων των ατόμων.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...
ΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Η βιομηχανία παραγωγής λιπασμάτων καταναλώνει κάθε έτος 150-170 τόνους αμμωνίας.



Εργοστάσιο λιπασμάτων

ΛΕΞΙΚΟ

GR: Άζωτο
GB: Nitrogen
FR: Azote
DE: Stickstoff

▶ Διπλός και τριπλός ομοιοπολικός δεσμός

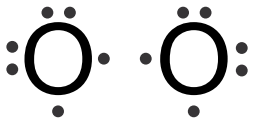
Μόριο οξυγόνου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)



Εικόνα 3.14 *Υγρό μοριακό οξυγόνο*

Αναμφίβολα το πολυτιμότερο στοιχείο για τη ζωή είναι το οξυγόνο. Γνωρίζουμε ότι το μοριακό οξυγόνο (O_2) είναι διατομικό μόριο. Αφού το οξυγόνο είναι αμέταλλο, τα δύο άτομα θα σχηματίσουν διατομικό μόριο με ομοιοπολικό δεσμό.

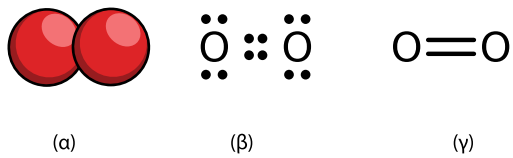
Μόριο αζώτου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)



Εικόνα 3.15 *Δομές Lewis 2 ατόμων οξυγόνου*

Με βάση τις δομές Lewis (εικόνα 3.15) θα αναπαραστήσουμε ένα μόριο οξυγόνου (O_2). Καθώς το κάθε άτομο οξυγόνου έχει 6 ηλεκτρόνια σθένους χρειάζεται επιπλέον 2 για να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου. Τα δύο άτομα οξυγόνου (δομή K(2) L(6)) χρειάζεται να συνεισφέρουν αμοιβαία 4 ηλεκτρόνια, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.16 (β).

Ο δεσμός αυτός, στον οποίο τα άτομα συνεισφέρουν αμοιβαία δύο ζεύγη ηλεκτρονίων λέγεται **διπλός ομοιοπολικός δεσμός**. Ο ηλεκτρονιακός και ο συντακτικός τύπος του μοριακού οξυγόνου στην εικόνα 3.15 είναι αναπαραστάσεις αυτού του δεσμού.



Εικόνα 3.16 *(α) Μοριακό μοντέλο, (β) ηλεκτρονιακός τύπος και (γ) συντακτικός τύπος του μοριακού οξυγόνου (O_2)*

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Μόριο
GB: Molecule
FR: Molécule
DE: Molekül

Ένα άλλο ενδιαφέρον μόριο είναι αυτό του αζώτου. Το μοριακό άζωτο (N_2), αποτελεί το 80% περίπου της ατμόσφαιρας και είναι απολύτως απαραίτητο για την ανάπτυξη των φυτών. Η στιβάδα σθένους του ατόμου του αζώτου διαθέτει πέντε ηλεκτρόνια. Για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου το μόριο του αζώτου (N_2), θα πρέπει τα δύο άτομα να συνεισφέρουν αμοιβαία τρία ζεύγη ηλεκτρονίων, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.17(β).

Ο δεσμός αυτός, στον οποίο τα άτομα συνεισφέρουν αμοιβαία τρία ζεύγη ηλεκτρονίων, λέγεται **τριπλός ομοιοπολικός δεσμός.** Στην εικόνα 3.17 απεικονίζονται τρεις διαφορετικές αναπαραστάσεις του μορίου του αζώτου (N_2).



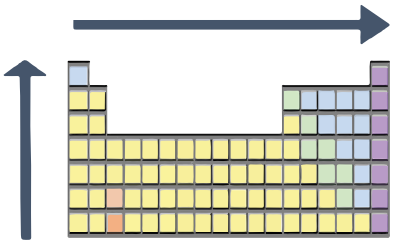
Εικόνα 3.17 *(α) Μοριακό μοντέλο, (β) ηλεκτρονιακός τύπος και (γ) συντακτικός τύπος του μοριακού αζώτου (N_2)*

▶ Ηλεκτραρνητικότητα και πόλωση

Ας εξετάσουμε το υδροχλώριο (HCℓ), μία ένωση αμετάλλων, τα μόρια της οποίας αποτελούνται από διαφορετικά άτομα. Τα άτομα του υδρογόνου και του χλωρίου σχηματίζουν έναν ομοιοπολικό δεσμό, όπου μοιράζονται ένα ζεύγος ηλεκτρονίων. Όμως, τα δύο άτομα δεν έλκουν εξίσου το κοινό ζεύγος και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα τα ηλεκτρόνια να βρίσκονται πιο κοντά στο άτομο του χλωρίου. Η πιθανότητα αυτή συνδέεται με την **ηλεκτραρνητικότητα**.

Η ηλεκτραρνητικότητα (σύμφωνα με τον Pauling) είναι ένα μέτρο της ικανότητας ενός ατόμου μιας χημικής ουσίας (στοιχείου ή χημικής ένωσης) να έλκει τα ηλεκτρόνια προς το μέρος του. Σε έναν ομοιοπολικό δεσμό όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της ηλεκτραρνητικότητας του ατόμου τόσο πιο ισχυρά έλκει το άτομο αυτό το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων.

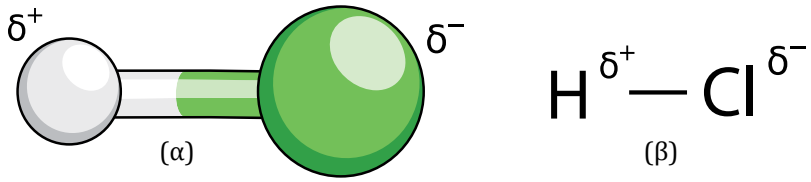
Η μεταβολή της ηλεκτραρνητικότητας των χημικών στοιχείων του Περιοδικού Πίνακα παρουσιάζεται στην εικόνα 3.18.



Εικόνα 3.18 *Απεικόνιση της μεταβολής της ηλεκτραρνητικότητας των χημικών στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα*

Γενικά, μπορούμε να πούμε ότι κατά μήκος μιας ομάδας η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνεται από κάτω προς τα πάνω και κατά μήκος μιας περιόδου αυξάνεται από αριστερά προς τα δεξιά (εικόνα 3.18).

Στην εικόνα 3.19 απεικονίζεται το μόριο του υδροχλωρίου και η πόλωση του δεσμού.

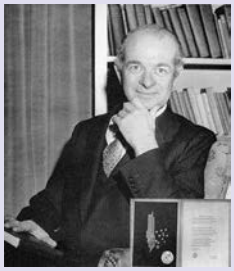


Εικόνα 3.19 *Αναπαράσταση της πόλωσης του μορίου του υδροχλωρίου (HCℓ), με (α) μοριακό μοντέλο και (β) συντακτικό τύπο*

Με δ^+ και δ^- συμβολίζουμε το μερικό ηλεκτρικό φορτίο των ατόμων που προκύπτει από τη διαφορά στην ηλεκτραρνητικότητα τους.

Το άτομο του χλωρίου, που είναι πιο ηλεκτραρνητικό, θεωρούμε ότι έχει μερικό αρνητικό φορτίο δ^- ενώ το άτομο του υδρογόνου που είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικό έχει μερικό θετικό φορτίο δ^+.

Ο ομοιοπολικός δεσμός μεταξύ δύο ατόμων διαφορετικής ηλεκτραρνητικότητας ονομάζεται **πολικός ομοιοπολικός**, και το μόριό τους ονομάζεται επίσης **πολικό**.



L. Pauling
Νομπελίστας επιστήμονας. Μεταξύ άλλων, είναι γνωστός για τη θεωρία του υβριδισμού και τον ορισμό της ηλεκτραρνητικότητας.

Μόριο υδροχλωρίου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Εφαρμογή

Απεικονίστε την πόλωση του ομοιοπολικού δεσμού στο μόριο του HF.

Ας εξετάσουμε το μόριο του υδρογόνου, στο οποίο ο ομοιοπολικός δεσμός είναι μεταξύ ίδιων ατόμων, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.20. Λόγω της ίδιας ηλεκτραρνητικότητας των δύο ατόμων, τα ηλεκτρόνια έλκονται εξίσου από τα δύο άτομα. Αυτός ο ομοιοπολικός δεσμός ονομάζεται **μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός**.



Εικόνα 3.20 *Αναπαράσταση του μορίου του υδρογόνου (H_2) με (α) μοριακό μοντέλο και (β) συντακτικό τύπο*

Μόριο Χλωρίου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Ο ομοιοπολικός δεσμός μεταξύ ίδιων ατόμων ονομάζεται **μη πολικός ομοιοπολικός** και το μόριο τους ονομάζεται επίσης **μη πολικό**.

Μελετώ

Να χαρακτηρίσετε τα μόρια O_2 και HF ως πολικά και μη πολικά.

Πρώτη σκέψη: Να εξετάσουμε αν ο δεσμός σχηματίζεται μεταξύ όμοιων ή διαφορετικών ατόμων.

(i) O_2

Εξετάζουμε το μόριο. Αποτελείται από άτομα οξυγόνου και επομένως ίδιας ηλεκτραρνητικότητας. Άρα, το μόριο O_2 είναι μη πολικό.

i) HF

Εξετάζουμε το μόριο. Αποτελείται από άτομα υδρογόνου και φθορίου και επομένως διαφορετικής ηλεκτραρνητικότητας. Άρα το μόριο HF είναι πολικό.

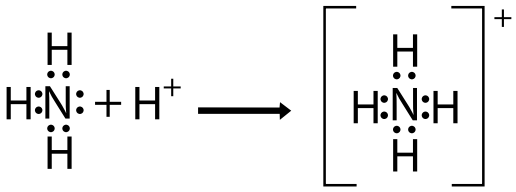
Εφαρμογή

Να κατατάξετε τα ακόλουθα μόρια σε πολικά και μη πολικά: Cl_2, N_2, HI

▶ Δοτικός ομοιοπολικός δεσμός (δεσμός συναρμογής)

Η αμμωνία (NH_3) είναι μοριακή (ομοιοπολική) ένωση και θα περιμέναμε το υδατικό της διάλυμα να μην άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Τα πειραματικά δεδομένα, όμως, είναι αντίθετα από τα αναμενόμενα. Το διάλυμα της αμμωνίας είναι αγώγιμο. Θεωρούμε ότι στο διάλυμα περιέχονται κατιόντα αμμωνίου (NH_4^+) που σχηματίζονται από την αντίδραση της NH_3 με το H_2O, κατά την οποία η NH_3 συνδέεται με ένα H^+.

Ας παρατηρήσουμε τις αναπαραστάσεις του μορίου της αμμωνίας και του κατιόντος του υδρογόνου (H^+) (εικόνα 3.21), για να δούμε με ποιον τρόπο σχηματίζεται δεσμός μεταξύ τους.



Εικόνα 3.21 *Αναπαράσταση σχηματισμού δοτικού δεσμού (συναρμογής)*

Παρατηρούμε ότι το άτομο του αζώτου στο μόριο της αμμωνίας έχει ένα ζεύγος ηλεκτρονίων που δεν συμμετέχει σε δεσμό, ενώ το κατιόν του υδρογόνου (H^+) δεν έχει κανένα ηλεκτρόνιο και επομένως δεν μπορεί να συνεισφέρει στον σχηματισμό δεσμού.

Σε αυτή την περίπτωση, το άτομο του αζώτου συνεισφέρει και τα δύο ηλεκτρόνια του κοινού ζεύγους. Γι' αυτό, ο συγκεκριμένος δεσμός ονομάζεται **δοτικός** ομοιοπολικός δεσμός ή **δεσμός συναρμογής**.

Να σημειώσουμε ότι, μετά τον σχηματισμό του, αυτός ο δεσμός δεν διαφέρει σε τίποτε από τους άλλους ομοιοπολικούς δεσμούς. Δηλαδή, στην περίπτωση του NH_4^+ δεν υπάρχει τρόπος να διακρίνουμε ποιος από τους τέσσερις δεσμούς N-H σχηματίστηκε με αυτόν τον τρόπο.

▶ Ιδιότητες ομοιοπολικών ενώσεων

Οι ομοιοπολικές ενώσεις, όπως και οι ιοντικές, εμφανίζουν κάποιες κοινές ιδιότητες.

Οι ομοιοπολικές ενώσεις έχουν χαμηλά σημεία τήξεως και βρασμού. Γι' αυτό είναι συνήθως υγρές ή αέριες σε θερμοκρασία 25 °C. Οι ομοιοπολικές ενώσεις εμφανίζουν συνήθως σχεδόν μηδενικές τιμές αγωγιμότητας.

Σε αντίθεση με την υψηλή αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων των ιοντικών ενώσεων, η αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων των ομοιοπολικών ενώσεων ποικίλει.

Οι κοινές ιδιότητες των ομοιοπολικών ενώσεων ερμηνεύονται από τον ομοιοπολικό δεσμό, όπως οι κοινές ιδιότητες των ιοντικών ενώσεων από τον ιοντικό δεσμό. Επομένως, οι διαφορές τους (για παράδειγμα φυσική κατάσταση, σημεία τήξης, αγωγιμότητα) οφείλονται στις διαφορές των δομικών μονάδων τους. Οι δομικές μονάδες των ιοντικών ενώσεων είναι τα ιόντα, ενώ των ομοιοπολικών ενώσεων είναι τα μόρια.

Τώρα που είδαμε τις ιδιότητες των ομοιοπολικών ενώσεων, ίσως είμαστε σε θέση να ερμηνεύσουμε ένα άλλο μέρος των οδηγιών που διαβάσαμε για την περίπτωση ηλεκτροπληξίας στην αρχή του κεφαλαίου. Σημειώνουμε ότι το πλαστικό και το λάστιχο αποτελούνται από ομοιοπολικές ενώσεις.

Δραστηριότητα 1

Γιατί οι οδηγίες ασφαλείας συνιστούν να χρησιμοποιούμε πλαστικό ή λαστιχένια γάντια για να απομακρύνουμε έναν παθόντα ή μια παθούσα από την πηγή του ηλεκτρικού ρεύματος;

.....

.....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε τις απαντήσεις σας στην τάξη.

Η χημεία στην καθημερινή ζωή

«Απιονισμένο νερό»

Στο εμπόριο μπορεί κάποιος να βρει απιονισμένο νερό, δηλαδή νερό από το οποίο έχουν αφαιρεθεί τα ιόντα (π.χ. κατιόντα νατρίου, ασβεστίου κτλ.). Το απιονισμένο νερό χρησιμοποιείται συχνά σε επιστημονικά εργαστήρια και βιομηχανικά περιβάλλοντα. Επίσης, προτιμάται για τα ψυγεία των αυτοκινήτων και τα ατμοσίδερα, αφού δεν δημιουργεί προβλήματα όπως η συσσώρευση αλάτων.

Ίσως κάποιος να θεωρήσει ότι το απιονισμένο νερό είναι καλύτερο από το νερό της βρύσης, αφού έχει απαλλαγεί από τα ιόντα του. Ωστόσο, ακριβώς γι' αυτόν τον λόγο δεν είναι ασφαλές για κατανάλωση. Τα ιόντα που περιέχει το νερό της βρύσης είναι απαραίτητα για την καλή λειτουργία ενός οργανισμού.

Η συστηματική πόση απιονισμένου νερού μπορεί να οδηγήσει σε ανισορροπίες ηλεκτρολυτών που μπορούν να επιφέρουν ακόμα και τον θάνατο. Έτσι, ενώ το απιονισμένο νερό είναι προτιμότερο για κάποιες χρήσεις, είναι σημαντικό να θυμάστε ότι δεν είναι κατάλληλο για κατανάλωση.



Εικόνα 3.22 *Εγκαταστάσεις απιονισμού του νερού για χρήση του στη θέρμανση*

Ανακεφαλαιώνω

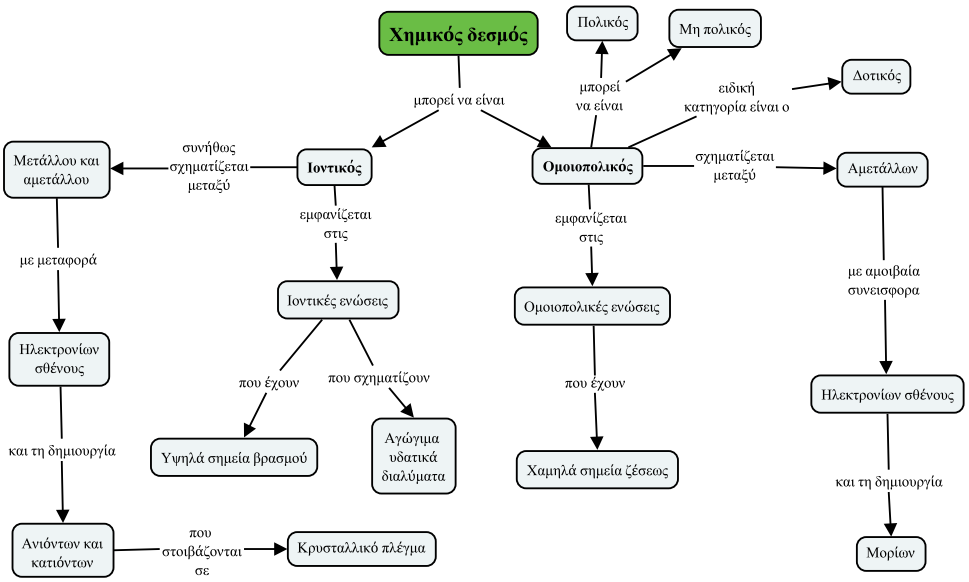
Σύνοψη

Οι ιδιότητες των χημικών ενώσεων εξηγούνται από τις δομικές τους μονάδες, οι οποίες συνήθως είναι ιόντα ή μόρια. Ο βασικός παράγοντας για τον σχηματισμό αυτών των δομικών μονάδων είναι τα ηλεκτρόνια σθένους των ατόμων μέσω των οποίων σχηματίζονται χημικοί δεσμοί. Ο χημικός δεσμός σχηματίζεται όταν οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ σωματιδίων, όπως τα άτομα και τα ιόντα, οδηγούν στον σχηματισμό μιας σταθερής δομής.

Στον ιοντικό δεσμό, οι ελκτικές δυνάμεις των κατιόντων και των ανιόντων οδηγούν στον σχηματισμό ιοντικού κρυσταλλικού πλέγματος. Στον ομοιοπολικό δεσμό οι ελκτικές δυνάμεις των πυρήνων των ατόμων και των κοινών τους ηλεκτρονίων οδηγούν στον σχηματισμό μορίου.

Ο ομοιοπολικός δεσμός μπορεί να είναι απλός, διπλός και τριπλός.

Εννοιολογικός Χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για τον χημικό δεσμό

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων, μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Αναφέρω ποια ηλεκτρονιακή δομή έχει αυξημένη σταθερότητα			
Προσδιορίζω τα ηλεκτρόνια που συμμετέχουν στον σχηματισμό των χημικών δεσμών (ηλεκτρόνια σθένους)			
Εξηγώ τον λόγο για τον οποίο τα άτομα σχηματίζουν χημικούς δεσμούς			
Αναφέρω τι είναι ο χημικός δεσμός			
Περιγράφω τον τρόπο δημιουργίας του ιοντικού δεσμού			
Προσδιορίζω τους ηλεκτρονιακούς και χημικούς τύπους ορισμένων απλών ιοντικών ενώσεων, όταν δίνεται ο ατομικός αριθμός των στοιχείων που σχηματίζουν τον δεσμό			
Αναφέρω ορισμένες κοινές ιδιότητες που παρουσιάζουν οι ιοντικές ενώσεις			
Περιγράφω τον τρόπο δημιουργίας του απλού, του διπλού και του τριπλού ομοιοπολικού δεσμού			

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Αναφέρω πώς μεταβάλλεται η ηλεκτραρνητικότητα σε μια ομάδα και σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα			
Διακρίνω τον ομοιοπολικό δεσμό σε πολικό και μη πολικό με κριτήριο τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας των δύο ατόμων			
Αναγνωρίζω τον δοτικό ομοιοπολικό δεσμό (δεσμό συναρμογής), ως ειδική περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού			
Προσδιορίζω τους ηλεκτρονιακούς, συντακτικούς και μοριακούς τύπους ορισμένων απλών ομοιοπολικών ενώσεων και ιόντων με δεδομένο τον ατομικό αριθμό των στοιχείων που σχηματίζουν τον δεσμό			
Αναφέρω ορισμένες κοινές ιδιότητες που έχουν οι ομοιοπολικές ενώσεις			
Αναφέρω διαφορές μεταξύ του ομοιοπολικού και του ιοντικού δεσμού			
Συσχετίζω τις διαφορές μεταξύ του ομοιοπολικού και του ιοντικού δεσμού με τις αντίστοιχες ιδιότητες των ομοιοπολικών και των ιοντικών ενώσεων			

Γλωσσάρι

Δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων ονομάζεται το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων που συμμετέχει στον σχηματισμό ενός ομοιοπολικού δεσμού.

Δομή ευγενούς αερίου είναι η δομή ενός ατόμου ή ιόντος στην οποία η στιβάδα σθένους έχει οχτώ ηλεκτρόνια (εκτός αν είναι η Κ που συμπληρώνεται με δύο).

Δοτικός ομοιοπολικός δεσμός (δεσμός συναρμογής) ονομάζεται ο ομοιοπολικός δεσμός στον οποίο το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων προέρχεται από το ένα άτομο.

Η ηλεκτραρνητικότητα (σύμφωνα με τον Pauling) είναι ένα μέτρο της ικανότητας ενός ατόμου μιας χημικής ουσίας (στοιχείου ή χημικής ένωσης) να έλκει τα ηλεκτρόνια προς το μέρος του.

Ηλεκτρόνια σθένους ενός ατόμου ονομάζονται τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής του στιβάδας (στιβάδα σθένους).

Ιοντικός δεσμός είναι ο χημικός δεσμός που σχηματίζεται όταν οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ κατιόντων και ανιόντων οδηγούν στον σχηματισμό κρυστάλλου, δηλ. ιόντων στοιβαγμένων σε κρυσταλλικό πλέγμα.

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Ευγενές αέριο
GB: Noble gas
FR: Gaz noble
DE: Edelgas

Μη Δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων ονομάζεται το ζεύγος ηλεκτρονίων που δεν συμμετέχει στον σχηματισμό ομοιοπολικού δεσμού.

Μονήρη ηλεκτρόνια είναι τα ηλεκτρόνια του ατόμου που δεν συμμετέχουν σε ζεύγος ηλεκτρονίων.

Μόριο είναι η δομική μονάδα των ομοιοπολικών ενώσεων που αποτελείται από δύο ή περισσότερα άτομα.

Ομοιοπολικός δεσμός είναι ο χημικός δεσμός που σχηματίζεται όταν οι ελκτικές δυνάμεις των πυρήνων δύο ατόμων και των κοινών τους ηλεκτρονίων οδηγούν στον σχηματισμό μορίου.

Πολικός δεσμός ονομάζεται ο ομοιοπολικός δεσμός μεταξύ ατόμων διαφορετικής ηλεκτραρνητικότητας στον οποίο τα άτομα εμφανίζουν μερικά φορτία.

Χημικός δεσμός θεωρούμε ότι σχηματίζεται όταν οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ σωματιδίων, όπως τα ιόντα και τα άτομα, οδηγούν στον σχηματισμό μιας σταθερής δομής.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

3.1.1 Εισαγωγή στον χημικό δεσμό

1. Να συμπληρώσετε τα κενά:

Η στ..... ε..... κατάσταση που επιτυγχάνεται, όταν τα άτομα αλληλεπιδρούν μέσω των ηλεκτρονίων σ..... είναι και ο λόγος που τα στοιχεία σχηματίζουν χ..... ε.....

2. α) Να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα.

Χημικό στοιχείο	Ηλεκτρονιακή δομή	Αριθμός ηλεκτρονίων σθένους	Τάση (να αποβάλλει ηλεκτρόνια/ να προσλάβει ηλεκτρόνια/ τίποτε από τα δύο)
$_{3}$Li			
$_{8}$O			
$_{9}$F			
$_{10}$Ne			

β) Να εξηγήσετε ποιο από τα τέσσερα άτομα έχει τη σταθερότερη ενεργειακή κατάσταση.

3.1.2 Ο ιοντικός δεσμός

3. Το βρωμίδιο του καλίου (KBr) είναι μία χημική ένωση που χρησιμοποιείται στην κτηνιατρική ως αναισθητικό.

α) Να περιγράψετε τον σχηματισμό της ένωσης αυτής από άτομα καλίου ($_{19}$K) και βρωμίου ($_{35}$Br).

β) Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό της τύπο.

4. α) Να περιγράψετε τον σχηματισμό της ένωσης βρωμίδιο του ασβεστίου ($CaBr_2$) από άτομα ασβεστίου ($_{20}Ca$) και βρωμίου ($_{35}Br$).

β) Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό της τύπο.

5. α) Να αναφέρετε τουλάχιστον τρεις κοινές ιδιότητες που αναμένετε να έχουν οι ενώσεις βρωμίδιο του καλίου (KBr) και βρωμίδιο του ασβεστίου ($CaBr_2$).

β) Να εξηγήσετε αν τα υδατικά διάλυματα αυτών των ενώσεων θα είναι αγώγιμα.

3.1.3 Ο ομοιοπολικός δεσμός

6. Το άτομο του βρωμίου (Br) έχει 7 ηλεκτρόνια στη στιβάδα σθένους. Να περιγράψετε σύντομα με ποιον τρόπο σχηματίζεται το μόριο Br_2.

7. Το υδρογόνο ($_1H$) μπορεί να σχηματίσει ομοιοπολικές ενώσεις με το φθόριο ($_9F$), το οξυγόνο ($_8O$) και το άζωτο ($_7N$) αντίστοιχα.

Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό, τον συντακτικό και τον μοριακό τύπο των τριών αυτών ενώσεων.

8. Τα άτομα των στοιχείων O και N έχουν στη στιβάδα σθένους 6 και 5 ηλεκτρόνια αντίστοιχα. Να περιγράψετε σύντομα με ποιον τρόπο είναι δυνατό να σχηματιστούν τα μόρια O_2 και N_2, κάνοντας αναφορά στον διπλό και στον τριπλό δεσμό.

9. Κάποια χημικά στοιχεία, όπως το χλώριο ($_{17}C\ell$,), το οξυγόνο ($_8O$) και το άζωτο ($_7N$), απαντώνται στη φύση με τη μορφή διατομικών μορίων.

Να περιγράψετε τον σχηματισμό των μορίων του χλωρίου, του οξυγόνου και του αζώτου γράφοντας και τους τρεις τύπους (μοριακό, ηλεκτρονιακό και συντακτικό).

10. Να αναφέρετε τι είναι η ηλεκτραρνητικότητα και πώς μεταβάλλεται στον περιοδικό πίνακα.

11. Δίνονται τα μόρια: O_2, HI, Br_2, $BrC\ell$.

α) Να εξηγήσετε σε ποια από αυτά ο ομοιοπολικός δεσμός είναι πολικός και σε ποια μη πολικός.

β) Στη συνέχεια, για τους πολικούς δεσμούς να αναφέρετε ποιο άτομο έχει το μερικό θετικό φορτίο (δ^+) και να εξηγήσετε πώς το εντοπίσατε.

12. Να εξηγήσετε ποια είναι η διαφορά μεταξύ ενός πολικού ομοιοπολικού δεσμού και ενός μη πολικού ομοιοπολικού δεσμού.

13. Να αναφέρετε τουλάχιστον δύο κοινές ιδιότητες που έχουν οι ομοιοπολικές ενώσεις.

14. α) Να εξηγήσετε πώς σχηματίζεται ένας ιοντικός και πώς ένας ομοιοπολικός δεσμός.

β) Να αναφέρετε δύο διαφορές μεταξύ ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού.

15. Ο τετραχλωράνθρακας ($CC\ell_4$) είναι μια ουσία που χρησιμοποιήθηκε ως καθαριστικό, αλλά η χρήση της περιορίστηκε όταν διαπιστώθηκε ότι είναι ύποπτη για καρκινογενέσεις. Ο τετραχλωράνθρακας είναι μια ομοιοπολική ένωση που σχηματίζεται από τον άνθρακα ($_6C$) και το χλώριο($_{17}C\ell$).

α) Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό και τον συντακτικό του τετραχλωράνθρακα.

β) Να εξηγήσετε αν το σημείο τήξεως και βρασμού του τετραχλωράνθρακα αναμένεται να είναι μικρότερο ή μεγαλύτερο από του αλατιού;

Β' Ομάδα

1. Να εντοπίσετε τρία μέταλλα που τα άτομά τους μπορούν να συνδυαστούν με άτομα χλωρίου, για να σχηματίσουν ιοντική ένωση με αναλογία 1:1.

ΛΕΞΙΚΟ

GR: Οξυγόνο
GB: Oxygen
FR: Oxygène
DE: Sauerstoff

2. Να εντοπίσετε τρία αμέταλλα (Χ) που τα άτομά τους μπορούν να συνδυαστούν με άτομα χλωρίου για να σχηματίσουν ομοιοπολική ένωση με τύπο Χ-Cℓ.

3. Να εξηγήσετε ποια είναι η διαφορά μεταξύ ενός πολικού ομοιοπολικού δεσμού και ενός ιοντικού δεσμού.

4. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου: Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το μεθάνιο (CH_4) είναι αέρια που συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Δίνονται τα $_1$H, $_6$C, $_8$O. Να περιγράψετε τον σχηματισμό των μορίων των ενώσεων διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου, γράφοντας και τους τρεις τύπους (μοριακό, ηλεκτρονιακό και συντακτικό).

5. Να γραφούν οι ηλεκτρονιακοί τύποι των ομοιοπολικών ενώσεων H_2S, PCl_3, CS_2. Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί, H:1, S:16, P:15, Cℓ:17, C:6.

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

α) Πόσα ηλεκτρόνια σθένους έχει το καθένα;

β) Ποιο από αυτά τα στοιχεία, όταν αντιδρά, έχει την τάση να προσλαμβάνει ηλεκτρόνια και ποιο έχει την τάση να αποβάλλει ηλεκτρόνια; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

γ) Τι είδους δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ των ατόμων Mg και S; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

δ) Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης.

7. Δίνονται τα χημικά στοιχεία: $_9$F και $_{19}$K.

α) Να γράψετε για τα άτομα του κάθε στοιχείου την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.

β) Πόσα ηλεκτρόνια σθένους έχει το καθένα;

γ) Με βάση την ηλεκτρονιακή τους δομή να προσδιοριστεί η θέση για καθένα από αυτά τα χημικά στοιχεία στον Περιοδικό Πίνακα.

δ) Χαρακτηρίστε τα στοιχεία ως μέταλλα ή αμέταλλα και αιτιολογήστε.

ε) Τι είδους δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ των ατόμων F και K;

στ) Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης αυτής.

8. Δίνονται τα στοιχεία: $_{35}$Br και $_1$H.

α) Να γράψετε για τα άτομα του κάθε στοιχείου την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.

β) Πόσα ηλεκτρόνια σθένους έχει το καθένα;

γ) Χαρακτηρίστε τα στοιχεία ως μέταλλα ή αμέταλλα και αιτιολογήστε.

δ) Να εξηγήσετε το είδος του δεσμού που αναπτύσσεται μεταξύ των ατόμων τους.

ε) Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης αυτής.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Η γνώση των δομικών μονάδων της ύλης μας επιτρέπει να φτιάξουμε νέα υλικά με ξεχωριστές ιδιότητες Ένα από τα πολλά «θαύματα» της Χημείας είναι η παρασκευή ηλεκτρικά αγώγιμων πλαστικών.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για τα πλαστικά και για τα ηλεκτρικά αγώγιμα πλαστικά. Πώς είναι η δομή τους και ποιες εφαρμογές μπορούν να βρουν;

Απαντήσεις-υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	1. Χρησιμοποιήστε την έννοια του δεσμού
2. Σύμφωνα με τη θεωρία. Σταθερότερες καταστάσεις έχουν τα ευγενή αέρια	2. Γράψτε την ηλεκτρονιακή κατανομή του χλωρίου και δείτε πώς μπορεί να συνδυαστεί με άλλα στοιχεία με βάση τα ηλεκτρόνια της στιβάδας σθένους
3. Περιγράψτε τον σχηματισμό ενός ιοντικού δεσμού	3. Σύμφωνα με τη θεωρία
4. Περιγράψτε τον σχηματισμό ενός ιοντικού δεσμού	4. Γράψτε την ηλεκτρονιακή κατανομή του άνθρακα και δείτε πώς μπορεί να συνδυαστεί με άλλα στοιχεία με βάση τα ηλεκτρόνια της στιβάδας σθένους
5. Σύμφωνα με τη θεωρία για τις ιδιότητες των ιοντικών ενώσεων	5. Μελετήστε πώς μπορούν να συνδυαστούν τα ηλεκτρόνια της στιβάδας σθένους
6. Περιγράψτε τον σχηματισμό ενός απλού ομοιοπολικού δεσμού	6. Γράψτε τις ηλεκτρονιακές κατανομές και βασιστείτε στη θεωρία
7. Οι ενώσεις που σχηματίζονται είναι HF, H_2O, NH_3	7. Σύμφωνα με τη θεωρία
8. Περιγράψτε τον σχηματισμό ενός διπλού ομοιοπολικού δεσμού και ενός τριπλού ομοιοπολικού δεσμού	8. Σύμφωνα με τη θεωρία
9. Περιγράψτε τον σχηματισμό των μορίων $C\ell_2$, O_2 και N_2	
10.Σύμφωνα με τη θεωρία	
11.Στα διατομικά μόρια που αποτελούνται από ανόμοια άτομα, ο δεσμός είναι πολικός	
12. Σύμφωνα με τη θεωρία, με αναφορά στα μερικά φορτία	
13. Σύμφωνα με τη θεωρία για τις ιδιότητες των ομοιοπολικών ενώσεων	
14. Σύμφωνα με τη θεωρία	
15. Σύμφωνα με τη θεωρία	

Στο τέλος της ενότητας **«Οι διαμοριακές δυνάμεις»** θα μπορείς να:

- ορίζεις τη διπολική ροπή.
- χρησιμοποιείς τη διπολική ροπή για να περιγράφεις την πολικότητα ενός δεσμού.
- αναγνωρίζεις ότι η γεωμετρία ενός μορίου επηρεάζει τη συνολική διπολική ροπή του, με παραδείγματα το H_2O, την NH_3, το CH_4, και το CO_2.
- περιγράφεις τα ακόλουθα είδη των διαμοριακών δυνάμεων:

  α) μεταξύ διπόλων μορίων.

  β) μεταξύ ιόντος και διπόλου.

  γ) δεσμού υδρογόνου.

  δ) διασποράς ή London.
- συσχετίζεις χαρακτηριστικές ιδιότητες ουσιών με τις διαμοριακές δυνάμεις:

  α) το σημείο βρασμού.

  β) τη διαλυτότητα ουσιών στο νερό και σε οργανικούς διαλύτες.

Λέξεις κλειδιά:

Δεσμός υδρογόνου

Διπολική ροπή

Διαμοριακές δυνάμεις

Δυνάμεις διπόλου-ιόντος

Δυνάμεις διπόλου-διπόλου

Δυνάμεις διασποράς

Πολικό μόριο

3.2 Οι διαμοριακές δυνάμεις



Εικόνα 3.23 *Εργασίες καθαρισμού των ακτών της θάλασσας, μετά τη διαρροή πετρελαίου από το Exxon Valdez*

24 Μαρτίου 1989. Το πετρελαιοφόρο Exxon Valdez προσκρούει σε ύφαλο και από το ρήγμα διαρρέουν στη θάλασσα 37.000 τόνοι πετρελαίου.

Η εικόνα είναι αποκαρδιωτική, μία τεράστια μαύρη κηλίδα παραμένει αδιάλυτη στην επιφάνεια του νερού. Για να αποφευχθεί μια τεράστια οικολογική καταστροφή πρέπει να παρθούν άμεσα μέτρα (εικόνα 3.23).

Για την επιλογή των κατάλληλων τεχνικών καθαρισμού οι χημικοί λαμβάνουν υπόψη πολλούς παράγοντες, ένας από τους οποίους είναι οι διαμοριακές δυνάμεις, δηλαδή οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων.

3.2.1 Διπολική ροπή

Η ένωση διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) είναι ένα άοσμο αέριο. Αυτό μερικές φορές μπορεί να είναι επικίνδυνο αφού αν μπούμε σε ένα υπόγειο με μεγάλη περιεκτικότητα σε CO_2, π.χ. σε χώρο ζύμωσης μούστου, κινδυνεύουμε να λιποθυμήσουμε ή και να πεθάνουμε.



Εικόνα 3.24 *Ζύμωση μούστου*

Σκέφτομαι

Τις ενώσεις που τα μόρια τους αποτελούνται από δύο άτομα τις χαρακτηρίζουμε ως πολικές, αν τα άτομα είναι διαφορετικά (π.χ. υδροχλώριο H-Cℓ) και ως μη πολικές, αν τα άτομά τους είναι ίδια (π.χ. υδρογόνο H-H) μόνο με βάση τις διαφορές στην ηλεκτραρνητικότητα των ατόμων. Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) που αποτελείται από τρία άτομα είναι πολικό ή μη πολικό;

Πώς διαφέρουν ως προς την πολικότητα τα πολυατομικά μόρια;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Η γεωμετρία των μορίων**
- **Διπολική ροπή**

Διερευνώ

- **Η γεωμετρία των μορίων**

Οι διάφορες μορφές τύπων (ηλεκτρονιακός, συντακτικός και μοριακός) που γνωρίσαμε στην προηγούμενη ενότητα δεν μας δίνουν πληροφορίες για τη δομή των ενώσεων στον χώρο. Στον πίνακα 3.2 παρουσιάζονται 4 απλές μορφές στον χώρο (μοντέλα) που απεικονίζουν ενώσεις με 3, 4 και 5 άτομα στο μόριό τους.

Μόριο νερού (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Μόριο αμμωνίας (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Μόριο διοξειδίου του άνθρακα (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Πίνακας 3.2 *Γεωμετρικά μοντέλα μοριακών ενώσεων*

Ένωση	Διοξείδιο του άνθρακα	Νερό	Αμμωνία	Μεθάνιο
Μοριακός τύπος	CO_2	H_2O	NH_3	CH_4
Γεωμετρία	Γραμμική	Κεκαμένη	Τριγωνική πυραμιδική	Τετραεδρική
Μοριακό μοντέλο				

Πώς όμως συνδέεται το σχήμα, δηλαδή η γεωμετρία του μορίου, με την πολικότητά του; Η έννοια κλειδί είναι αυτή της διπολικής ροπής.

▶ Διπολική ροπή

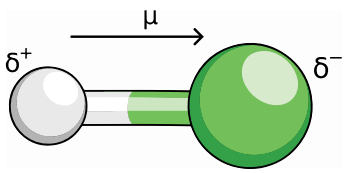
Ας πάρουμε το παράδειγμα του διατομικού πολικού μορίου του υδροχλωρίου ($HC\ell$). Το μόριο του $HC\ell$ είναι πολικό επειδή τα άτομα του υδρογόνου (H) και του χλωρίου ($C\ell$) διαφέρουν ως προς την ηλεκτραρνητικότητά τους. Το πολικό μόριο του $HC\ell$ απεικονίζεται στην εικόνα 3.25, όπου με $\boldsymbol{\mu}$ συμβολίζεται το μέγεθος που ονομάζεται **διπολική ροπή** και χαρακτηρίζει την πολικότητα ενός δεσμού. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της διπολικής ροπής τόσο πιο πολικός είναι ο δεσμός. Η διπολική ροπή δίνεται από τον τύπο:

$$\boldsymbol{\mu = q \cdot r}$$

όπου $\boldsymbol{q}$ είναι το σύμβολο του μερικού φορτίου που εμφανίζεται σε κάθε άτομο (δ^- στο άτομο του χλώριο και δ^+ στο άτομο του υδρογόνου) και $\boldsymbol{r}$ είναι το σύμβολο της απόστασης μεταξύ των μερικών φορτίων. Μόρια με διπολική ροπή χαρακτηρίζονται ως **δίπολα**.

Η μονάδα μέτρησης της διπολικής ροπής στο σύστημα SI είναι το C·m, αλλά συνήθως χρησιμοποιείται το Debye (D). Ισχύει ότι $1\ D = 3{,}34 \cdot 10^{-30}$ C·m.

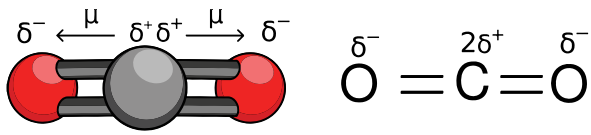
Η διπολική ροπή είναι ένα διανυσματικό μέγεθος όπως π.χ. η δύναμη που συναντάμε στο μάθημα της Φυσικής. Έτσι, μπορούμε να προσθέσουμε τις διπολικές ροπές όπως ακριβώς προσθέτουμε τις δυνάμεις. Η φορά της διπολικής ροπής είναι πάντα από το μερικό θετικό φορτίο (δ^+) προς το μερικό αρνητικό φορτίο (δ^-).



Εικόνα 3.25 *Απεικόνιση της διπολικής ροπής στο μόριο του $HC\ell$*

Η διπολική ροπή μας βοηθά να αναγνωρίσουμε αν ένα πολυατομικό μόριο είναι πολικό.

Ας μελετήσουμε την απεικόνιση του μορίου του CO_2 στην εικόνα 3.26. Οι δεσμοί μεταξύ άνθρακα και οξυγόνου στο μόριο αυτό είναι πολικοί. Όμως, αν προσθέσουμε ως διανύσματα τις δύο, ίσες κατά μέτρο, διπολικές ροπές, το αποτέλεσμα είναι μηδέν. Δηλαδή, η συνολική διπολική ροπή είναι μηδέν.



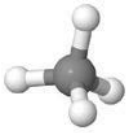
(α) (β)

Εικόνα 3.26 *Απεικόνιση του μορίου του CO_2 και της διπολικής του ροπής*

Συνεπώς, για να χαρακτηρίσουμε ένα πολυατομικό μόριο ως πολικό ή μη, εξετάζουμε την πόλωση του κάθε δεσμού και τη γεωμετρία του μορίου (πίνακας 3.2).

Το μόριο του νερού έχει κεκαμένη γεωμετρία και το διανυσματικό άθροισμα των διπολικών ροπών των δεσμών μεταξύ των ατόμων υδρογόνου και οξυγόνου είναι διάφορο του μηδενός (Σμ≠0). Άρα το μόριο του νερού είναι πολικό, όπως φαίνεται στον πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3 *Μοριακά μοντέλα και διπολικές ροπές των H_2O, NH_3, και CH_4*

Διπολική ροπή	Σμ ≠ 0 ↑	Σμ ≠ 0 ↑	Σμ = 0
Μοριακά μοντέλα			
Μοριακός τύπος	H_2O	NH_3	CH_4



Μόριο μεθανίου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)



Μόριο σιλανίου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Το μόριο της αμμωνίας έχει γεωμετρία τριγωνική πυραμιδική και το διανυσματικό άθροισμα των διπολικών ροπών των δεσμών μεταξύ των ατόμων υδρογόνου και αζώτου είναι επίσης διάφορο του μηδενός (Σμ≠0). Αντίθετα, το άθροισμα των διπολικών ροπών των δεσμών μεταξύ των ατόμων υδρογόνου και άνθρακα στο μόριο του μεθανίου είναι μηδέν (Σμ=0), λόγω της γεωμετρίας (τετραεδρική). Γενικά, σε όλες τις ενώσεις του άνθρακα με τέσσερα ίδια άτομα η διπολική ροπή του μορίου είναι μηδέν. Συνεπώς, το νερό και η αμμωνία είναι πολικά μόρια, ενώ το μεθάνιο όχι.

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Ένα μόριο μπορεί να έχει πολικούς δεσμούς, αλλά η συνολική διπολική του ροπή να είναι μηδέν.

Εφαρμογή

Δίνονται τα μοριακά μοντέλα (α) H_2S, (β) PH_3 και (γ) SiH_4.



(α) (β) (γ)

Να εξηγήσετε αν τα μόρια είναι πολικά ή όχι.

.....

.....

Η πολικότητα των μορίων είναι σημαντική για το είδος των αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσουν με άλλα μόρια ή ιόντα, δηλαδή τις **διαμοριακές δυνάμεις**.

3.2.2 Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων

Διαμοριακές δυνάμεις (εναλλακτικές ιδέες)

Πολλές φορές σχηματίζονται πετρελαιοκηλίδες σε ποτάμια (εικόνα 3.27) και λίμνες από τις δραστηριότητες των ανθρώπων, επειδή το πετρέλαιο είναι αδιάλυτο στο νερό. Κάποιοι ισχυρίζονται πως για να καθαρίσουμε τις πετρελαιοκηλίδες πρέπει να απομακρύνουμε τη μεγαλύτερη ποσότητα πετρελαίου μηχανικά και να αφήσουμε το υπόλοιπο να εξατμιστεί, ενώ άλλοι προτείνουν τη χρήση ειδικών διαλυτών.



Εικόνα 3.27 *Πετρελαιοκηλίδα σε ποταμό*

Σκέφτομαι

Στην καθημερινότητά μας, συναντάμε πολλές ουσίες οι οποίες συμπεριφέρονται διαφορετικά είτε όταν είναι μόνες τους είτε όταν αλληλεπιδρούν με άλλες. Το οξυγόνο είναι αέριο, το νερό όμως είναι υγρό. Το πετρέλαιο δεν διαλύεται στο νερό, ενώ το αλάτι διαλύεται.

Πώς μπορούμε να εξηγήσουμε αυτές τις διαφορές στη φυσική κατάσταση και στη διαλυτότητα;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Δυνάμεις διπόλου – διπόλου**
- **Δεσμός υδρογόνου**
- **Δυνάμεις διασποράς**
- **Δυνάμεις διπόλου – ιόντος**

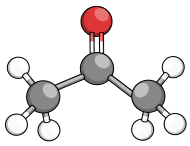
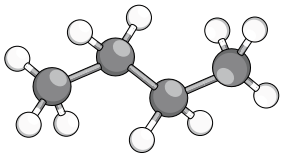
Διερευνώ

- **Δυνάμεις διπόλου – διπόλου**

Ας εξετάσουμε δύο γνωστές μας ενώσεις. Την ακετόνη (ασετόν) που χρησιμοποιούμε για να ξεβάφουμε τα νύχια και το βουτάνιο που περιέχεται στα γκαζάκια.

Η ακετόνη είναι υγρή ουσία, ενώ το βουτάνιο αέρια. Στον πίνακα 3.4 παρατηρούμε ότι οι δύο ουσίες έχουν το ίδιο M_r, διαφέρουν όμως ως προς την πολικότητα του μορίου και τα σημεία βρασμού.

Πίνακας 3.4 *Χαρακτηριστικά της ακετόνης και του βουτανίου*

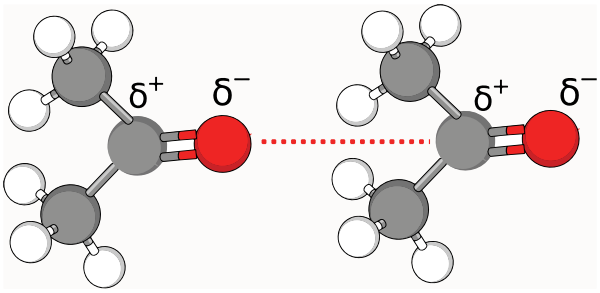
Όνομα ένωσης	Ακετόνη	Βουτάνιο
Χημικός τύπος	CH_3COCH_3	$CH_3CH_2CH_2CH_3$
Μοριακό μοντέλο		
Mr	58	58
Σημείο βρασμού (P=1atm)	56 °C	-0,5 °C
Είδος μορίου	Πολικό	Μη πολικό

Μόριο βουτανίου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Μόριο ακετόνης (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Για να μεταβεί μία ουσία από την υγρή στην αέρια κατάσταση θα πρέπει να τη θερμάνουμε. Χημικές ουσίες με ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων τους χρειάζονται ισχυρότερη θέρμανση για να περάσουν στην αέρια κατάσταση, επειδή η κινητική ενέργεια που θα αποκτήσουν τα μόρια τους πρέπει να είναι επαρκής, ώστε να υπερνικηθούν οι ισχυρές έλξεις από τα υπόλοιπα μόρια.. Η ακετόνη έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού από το βουτάνιο και επομένως θεωρούμε ότι τα μόρια της ακετόνης έλκονται μεταξύ τους με ισχυρότερες δυνάμεις σε σύγκριση με αυτές μεταξύ των μορίων του βουτανίου.

Ας εξετάσουμε αν η πολικότητα του μορίου της ακετόνης μπορεί να εξηγήσει αυτή τη διαφορετική συμπεριφορά, με τη βοήθεια της εικόνας 3.28.



Εικόνα 3.28 *Αναπαράσταση δυνάμεων διπόλου-διπόλου μεταξύ μορίων ακετόνης*

Επειδή τα μόρια της ακετόνης είναι πολικά, μεταξύ του ατόμου του άνθρακα ενός μορίου που φέρει μερικό θετικό φορτίο (δ^+) και του ατόμου του οξυγόνου ενός άλλου μορίου που φέρει μερικό αρνητικό φορτίο (δ^-) μπορούν να αναπτυχθούν ελκτικές δυνάμεις. Τις δυνάμεις αυτές τις ονομάζουμε **δυνάμεις διπόλου-διπόλου**. Μεταξύ των μορίων του βουτανίου και όλων των μη πολικών μορίων δεν μπορούν να αναπτυχθούν αυτές οι δυνάμεις.

Εφαρμογή

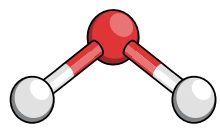
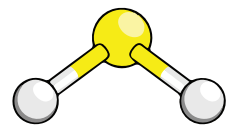
Δίνονται οι χημικές ενώσεις (i) $HC\ell$, (ii) H_2O, (iii) H_2 και (iv) CO_2. Σε ποιες από αυτές τις ενώσεις, τα μόριά τους συνδέονται με δυνάμεις διπόλου-διπόλου;

▶ Δεσμός υδρογόνου

Εκτός από την ικανότητά του να διαλύει πολλές χημικές ουσίες, το νερό έχει και άλλες ιδιότητες που το κάνουν τόσο σημαντική χημική ουσία για τη ζωή, ώστε οι επιστήμονες, που ψάχνουν ζωή σε άλλους πλανήτες, αναζητούν πρώτα νερό. Στον πλανήτη μας βρίσκεται και στις τρεις φυσικές καταστάσεις. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μορίων του νερού είναι αρκετά ισχυρές και επηρεάζουν τη φυσική κατάστασή του και τις συνθήκες με τις οποίες συμβαίνουν οι αλλαγές φυσικής κατάστασης (π.χ. βρασμός). Ας συγκρίνουμε το νερό (H_2O) με το υδρόθειο (H_2S), ένα αέριο που εκλύεται από ηφαίστεια και ιαματικές πηγές. Είναι και τα δύο πολικά μόρια με ίδια γεωμετρία.

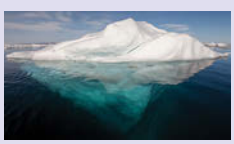
Δεσμός υδρογόνου (εναλλακτικές ιδέες)

Πίνακας 3.5 *Χαρακτηριστικά του νερού και του υδροθείου*

Όνομα ένωσης	Νερό	Υδρόθειο
Μοριακός τύπος	H_2O	H_2S
Μοριακό μοντέλο		
Mr	18	34
Σημείο βρασμού (P=1atm)	100 °C	-60 °C
Είδος μορίου	Πολικό	Πολικό

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

Τα παγόβουνα επιπλέουν επειδή ο πάγος έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό λόγω των δεσμών υδρογόνου.



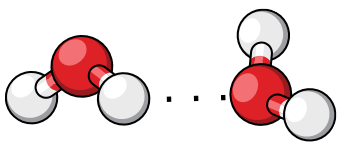
Παγόβουνο

Παρατηρούμε στον πίνακα 3.5 ότι το σημείο βρασμού του νερού είναι πολύ μεγαλύτερο από αυτό του υδρόθειου. Αυτό οφείλεται στις διαμοριακές δυνάμεις οι οποίες είναι πολύ ισχυρότερες μεταξύ των μορίων νερού σε σχέση με αυτές μεταξύ των μορίων υδρόθειου. Η εξήγηση είναι ότι το άτομο του υδρογόνου σε ένα μόριο νερού έχει μεγάλο μερικό θετικό φορτίο, λόγω της μεγάλης διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας σε σχέση με το άτομο του οξυγόνου με το οποίο έχει σχηματίσει ομοιοπολικό δεσμό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έλκεται ισχυρά από άτομα οξυγόνου άλλων μορίων, τα οποία έχουν μεγάλο μερικό αρνητικό φορτίο.

Ανάλογες ισχυρές δυνάμεις διπόλου-διπόλου αναπτύσσονται μεταξύ μορίων που έχουν δεσμούς O-H, H-N και H-F, δηλαδή, όταν το **υδρογόνο** ενώνεται με ένα πολύ μικρό ηλεκτραρνητικό άτομο και για τον λόγο αυτό τις ονομάζουμε **δεσμούς υδρογόνου**.

Μόριο υδρόθειου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Τον δεσμό υδρογόνου τον συμβολίζουμε με 3 τελείες μεταξύ του H του ενός μορίου και του O, N ή F, ενός άλλου μορίου (εικόνα 3.29).



Εικόνα 3.29 *Αναπαράσταση του δεσμού υδρογόνου μεταξύ των μορίων του H_2O*

Εφαρμογή

Δίνονται οι χημικές ενώσεις (i) HF, (ii) HCℓ, (iii) NH_3 και (iv) PH_3. Σε ποιες από αυτές τις ενώσεις, τα μόριά τους συνδέονται με δεσμούς υδρογόνου;

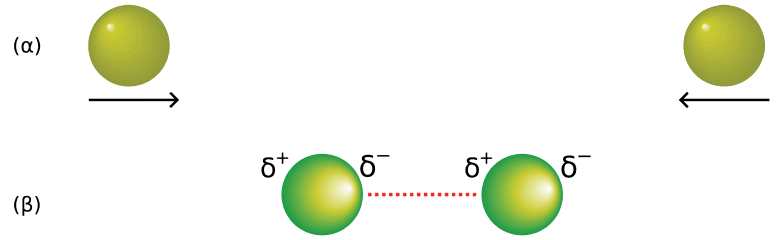
▶ Δυνάμεις διασποράς

Το βουτάνιο που περιέχεται στα γκαζάκια είναι αέριο, ενώ μέσα στη φιάλη είναι υγροποιημένο. Οι δύτες χρησιμοποιούν ένα μείγμα αερίων οξυγόνου (O_2) και ηλίου (He) σε υγροποιημένη μορφή. Το ήλιο, το οξυγόνο και το βουτάνιο είναι μη πολικές ουσίες που μπορούν να υγροποιηθούν σε χαμηλή θερμοκρασία. Π.χ. το οξυγόνο (O_2) υγροποιείται στους -183 °C.

Ο F. London το 1930 για να εξηγήσει το φαινόμενο της υγροποίησης μη πολικών αερίων πρότεινε την ύπαρξη ασθενών αλληλεπιδράσεων που ονόμασε **δυνάμεις διασποράς** και προς τιμήν του τις ονομάζουμε και **δυνάμεις London**.

Η υπόθεσή του βασίστηκε στην ιδέα ότι όταν τα άτομα (εικόνα 3.30 α) ή τα μόρια πλησιάζουν το ένα το άλλο αλληλεπιδρούν. Η αιτία της αλληλεπίδρασης είναι τα παροδικά δίπολα (εικόνα 3.30 β) τα οποία σχηματίζονται εξ αιτίας της τυχαίας κίνησης των ηλεκτρονίων του ατόμου.

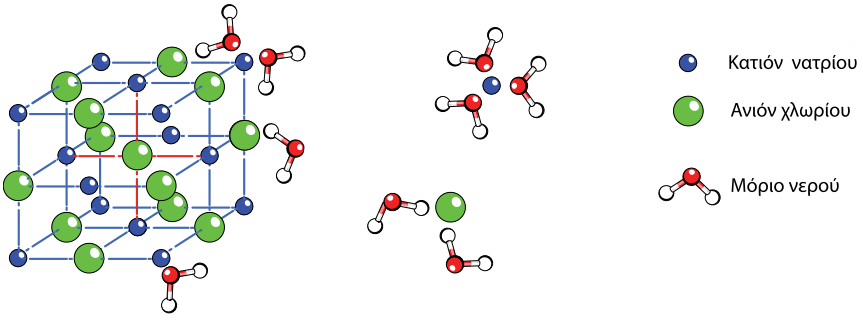
Αυτή η ασθενής έλξη μεταξύ παροδικών διπόλων αναπαρίσταται με τις κόκκινες διακεκομμένες γραμμές στην εικόνα 3.30. Οι δυνάμεις διασποράς είναι ισχυρότερες όταν αυξάνεται η πιθανότητα να σχηματιστούν παροδικά δίπολα. Αυτό συμβαίνει όσο αυξάνεται ο αριθμός των ηλεκτρονίων στα άτομα και τα μόρια. Επομένως, όσο μεγαλύτερη είναι η σχετική μοριακή μάζα μίας ένωσης τόσο μεγαλύτερες περιμένουμε να είναι και οι δυνάμεις διασποράς που ασκούνται μεταξύ των μορίων της. Αυτές οι δυνάμεις εμφανίζονται και στα πολικά μόρια.



Εικόνα 3.30 *(α) Δύο άτομα με συμμετρική κατανομή ηλεκτρονίων πλησιάζουν το ένα το άλλο. (β) Παροδικά δίπολα αλληλεπιδρούν*

▶ Δυνάμεις διπόλου-ιόντος

Ένας παράγοντας που προτείνουν οι επιστήμονες στην εξήγηση της διάλυσης του αλατιού στο νερό, είναι η πολικότητα του νερού. Συγκεκριμένα, το αλάτι (NaCℓ) είναι διαλυτό στο νερό επειδή τα κατιόντα νατρίου (Na^+) και τα ανιόντα χλωρίου ($Cℓ^-$) αλληλεπιδρούν με τα πολικά μόρια του νερού. Ένα μοντέλο που αναπαριστά την αλληλεπίδραση αυτών των δομικών μονάδων παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3.31 *Αναπαράσταση της διάλυσης του κρυστάλλου του NaCℓ (αλατιού) στο νερό*

Παρατηρούμε στην εικόνα 3.31 ότι αναπτύσσονται ελκτικές δυνάμεις μεταξύ ιόντων νατρίου (θετικά φορτισμένα) και των μορίων του νερού (το οξυγόνο έχει μερικό αρνητικό φορτίο). Αντίστοιχα, αναπτύσσονται ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των ιόντων του χλωρίου (αρνητικά φορτισμένα) και των μορίων του νερού (το υδρογόνο έχει μερικό θετικό φορτίο). Αυτές οι δυνάμεις μεταξύ ιόντων και διπόλων μορίων, ονομάζονται δυνάμεις **ιόντος- διπόλου.**

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

Οι μπουκάλες κατάδυσης μπορεί να περιέχουν και συμπιεσμένο ήλιο για να προστατεύεται ο δύτης.



Μπουκάλα κατάδυσης

3.2.3 Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών

Αέρια
(εναλλακτικές ιδέες)

Βρασμός
(εναλλακτικές ιδέες)

Ας σκεφτούμε έναν κόσμο όπου το νερό είναι αέριο και δεν μπορεί να διαλύσει παρά ελάχιστες χημικές ενώσεις. Όσο και να προσπαθούμε, είναι δύσκολο να φανταστούμε πώς θα μπορούσε κάποιος άνθρωπος να επιβιώσει σε αυτό το μέρος.



Εικόνα 3.32 *Νερό, βασικό συστατικό της ζωής αλλά και ο παγκόσμιος διαλύτης*

Σκέφτομαι

Η φυσική κατάσταση των ουσιών είναι κρίσιμη για τη ζωή μας. Ξεδιψάμε με υγρό νερό και αναπνέουμε αέριο οξυγόνο. Το 70% του σώματός μας αποτελείται από νερό και μέσα σε αυτό διαλύονται οι θρεπτικές ουσίες.

Γιατί το νερό είναι υγρό και ένας από τους καλύτερους διαλύτες;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Διαμοριακές δυνάμεις και σημείο βρασμού**
- **Διαμοριακές δυνάμεις και διαλυτότητα**

Διερευνώ

- **Διαμοριακές δυνάμεις και σημείο βρασμού**

Ας εξετάσουμε πώς μπορούμε να ερμηνεύσουμε τις διαφορές στα σημεία βρασμού των ενώσεων με βάση τις διαμοριακές δυνάμεις.

Δραστηριότητα 1

Δίνονται τα σημεία βρασμού για τα αλογόνα: $C\ell_2$ (-35 °C), Br_2 (59°C), I_2 (184°C).

α) Κατατάξτε τα αλογόνα κατά αυξανόμενο σημείο βρασμού.

.....

.....

β) Τι είδους διαμοριακές δυνάμεις αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του κάθε στοιχείου;

……

……

γ) Να αιτιολογήσετε σε ποιο στοιχείο αναπτύσσονται μεγαλύτερες και σε ποιο μικρότερες διαμοριακές δυνάμεις.

……

……

δ) Να υπολογίσετε τις σχετικές μοριακές μάζες των αλογόνων. Μπορείτε να εξάγετε κάποιο συμπέρασμα για τη σχέση των δυνάμεων διασποράς και της σχετικής μοριακής μάζας μιας ουσίας.

……

……

Όταν θερμαίνουμε ένα υγρό τότε προσφέρουμε ενέργεια στα σωματίδιά του. Η ευκολία με την οποία θα μεταβούν τα σωματίδια στην αέρια φάση εξαρτάται από την ισχύ των διαμοριακών τους δυνάμεων, οι οποίες εμποδίζουν αυτή την μετάβαση. Αν μεταξύ των σωματιδίων ασκούνται ισχυρές δυνάμεις, τότε περιμένουμε να εμφανιστεί και υψηλό σημείο βρασμού.

Γνωρίζουμε ότι οι δυνάμεις διασποράς είναι ισχυρότερες όταν αυξάνει η πιθανότητα να σχηματιστούν παροδικά δίπολα. Αυτό συμβαίνει όσο αυξάνεται ο αριθμός των ηλεκτρονίων στα άτομα και τα μόρια και συνεπώς όσο αυξάνει το M_r μιας ουσίας. Συνεπώς, ουσίες με μεγάλα M_r αναμένεται να έχουν υψηλότερα σημεία βρασμού.

Δραστηριότητα 2

Δίνονται οι ουσίες και τα σημεία βρασμού τους: H_2O (100 °C), N_2 (-196 °C) και CH_3COCH_3 (56 °C)

Να αιτιολογήσετε σε ποια χημική ουσία οι διαμοριακές δυνάμεις είναι ισχυρότερες και σε ποια ασθενέστερες.

……

……

Μελετώ

Το σημείο βρασμού του ευγενούς αερίου He (A_r =4) είναι -269°C και το σημείο βρασμού του Kr (A_r = 84) είναι -157°C.

Ερμηνεύστε αυτές τις διαφορές στηριζόμενοι στις διαμοριακές δυνάμεις.

Πρώτη σκέψη: Τα ευγενή αέρια έχουν ως δομικές μονάδες τα άτομα.

Μεταξύ των ατόμων των ευγενών αερίων αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς.

Το Kr έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού, συνεπώς οι διαμοριακές του δυνάμεις (δυνάμεις διασποράς) θα είναι ισχυρότερες από του He. Αυτό εξηγείται από το μεγαλύτερο A_r του Kr.

Υγροποίηση (εναλλακτικές ιδέες)

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ

Στα πανεπιστήμια και στα ερευνητικά εργαστήρια χρησιμοποιείται συχνά υγρό άζωτο ως ψυκτικό μέσο.



Υγρό άζωτο

Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για τον τετραχλωράνθρακα

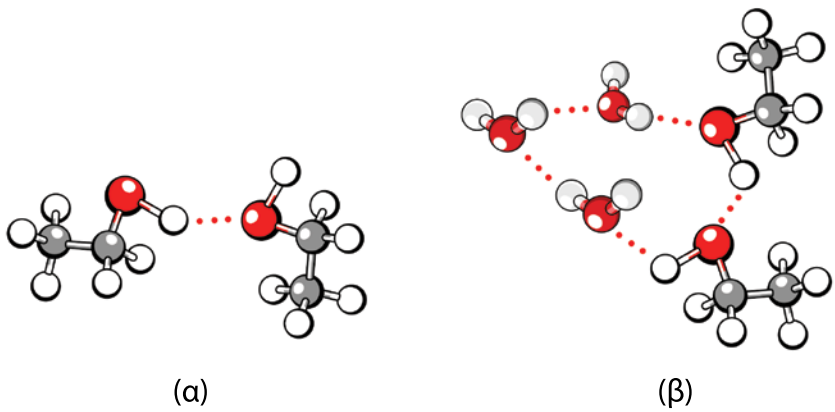
Πείραμα διαλυτότητας χρωστικών

▶ Διαμοριακές δυνάμεις και διαλυτότητα

Είδαμε, προηγουμένως, ότι το νερό μπορεί να διαλύει άλατα, όπως το χλωρίδιο του νατρίου.

Η εξήγηση της διαλυτότητας των χημικών ενώσεων σε διαλύτες μπορεί να γίνει μερικώς, χρησιμοποιώντας την ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων. Π.χ. στην περίπτωση του χλωριδίου του νατρίου, οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του νερού και των ιόντων νατρίου και χλωρίου (δυνάμεις διπόλου-ιόντος) υπερισχύουν των ελκτικών δυνάμεων μεταξύ των ιόντων στο κρυσταλλικό πλέγμα και το αλάτι διαλύεται στο νερό. Το νερό, όμως έχει την ικανότητα να διαλύει και πολικές ενώσεις.

Για παράδειγμα, τα απολυμαντικά διαλύματα περιέχουν αιθανόλη (οινόπνευμα) και νερό. Ας εξετάσουμε πώς η αιθανόλη (μια πολική ένωση) διαλύεται στο νερό. Οι ισχυρότερες δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων της αιθανόλης είναι οι δεσμοί υδρογόνου (εικόνα 3.33 α). Το ίδιο ισχύει και για τα μόρια του νερού. Όταν αναμίξουμε αιθανόλη και νερό, τότε μεταξύ των μορίων τους δημιουργούνται δεσμοί υδρογόνου (εικόνα 3.33 β). Αυτό έχει ως συνέπεια η έλξη ενός μορίου νερού και ενός μορίου αιθανόλης να είναι εξίσου ισχυρή με την έλξη μεταξύ δύο μορίων νερού ή δύο μορίων αιθανόλης. Έτσι, δεν υπάρχουν έλξεις που να υπερισχύουν και οι δύο ουσίες αναμιγνύονται πλήρως. Αντίθετα, αν δοκιμάσουμε να διαλύσουμε μια μη πολική ένωση, π.χ. το βουτάνιο, σε νερό, επειδή οι δεσμοί υδρογόνου των μορίων του νερού είναι πολύ ισχυρότεροι από τις δυνάμεις διασποράς μεταξύ των μορίων του βουτανίου, αυτές οι δύο ουσίες δεν δημιουργούν διάλυμα.



Εικόνα 3.33 *Αναπαράσταση διαμοριακών δυνάμεων (α) δεσμών υδρογόνου μεταξύ μορίων αιθανόλης και (β) δεσμών υδρογόνου μεταξύ μορίων νερού και αιθανόλης*

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Διαλυτότητα
GB: Solubility
FR: Solubilité
DE: Löslichkeit

Γενικά, οι διαλύτες διακρίνονται σε πολικούς, όπως το νερό και η αιθανόλη, και σε μη πολικούς, όπως ο τετραχλωράνθρακας, η βενζίνη και το πετρέλαιο (τα δύο τελευταία είναι μίγματα μη πολικών ενώσεων). Ένας λεκές που δεν καθαρίζει με νερό πιθανότατα θα καθαρίσει με χρήση βενζίνης.

Από πειραματικά δεδομένα, το νερό είναι πολύ καλός διαλύτης για τις ιοντικές ενώσεις, τις ενώσεις που μπορούν να σχηματίσουν δεσμούς υδρογόνου και τις πολικές ενώσεις. Επίσης, μπορεί να διαλύει σε μικρό βαθμό και μη πολικά μόρια, όπως το οξυγόνο. Γι' αυτό και το αποκαλούν «παγκόσμιο διαλύτη».

Τους μη πολικούς διαλύτες τους χρησιμοποιούμε συνήθως για μη πολικές ενώσεις αδιάλυτες στο νερό.

Μελετώ

Το βουτάνιο που περιέχει το γκαζάκι στο σπίτι μας είναι μια μη πολική ένωση. Να εξηγήσετε γιατί διαλύεται καλύτερα στον τετραχλωράνθρακα ($CC\ell_4$) με διπολική ροπή μηδέν και όχι στο νερό (H_2O) με διπολική ροπή 1,85 D.

Πρώτη σκέψη: Θα ελέγξουμε τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων που αναπτύσσονται.

Μεταξύ των μορίων του βουτανίου αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς όπως και μεταξύ των μορίων του τετραχλωράνθρακα. Αφού το βουτάνιο διαλύεται στον τετραχλωράνθρακα οι δυνάμεις που μπορούν να αναπτυχθούν μεταξύ των μορίων βουτανίου-τετραχλωράνθρακα είναι παρόμοιας ισχύος και έτσι επέρχεται διάλυση.

Αντίθετα, οι δυνάμεις μεταξύ των πολικών μορίων του νερού και των μη πολικών μορίων του βουτανίου δεν είναι τόσο ισχυρές, ώστε να επέλθει διάλυση.

Μόριο τετραχλωράνθρακα (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

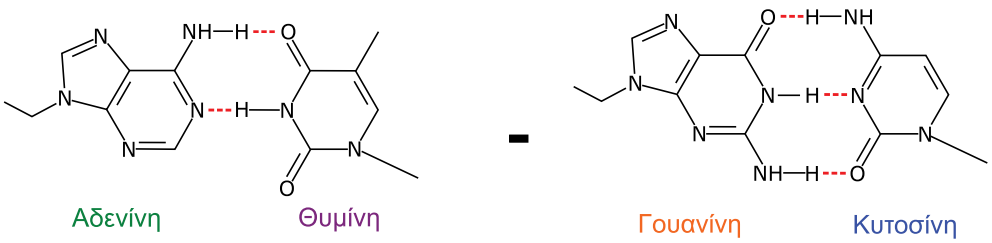
Η χημεία στην καθημερινή ζωή

«DNA, το μόριο της ζωής»

Το θεμελιώδες μόριο για τη ζωή των οργανισμών είναι το DNA, ένα μακρομόριο με δομή διπλής έλικας, το οποίο μπορεί να «ξετυλίγεται» και να «τυλίγεται» κατά τη διαδικασία της αντιγραφής του και της μεταγραφής του.

Η ιδιότητα αυτή του DNA, δηλαδή η δυνατότητα να ξετυλίγεται μέρος ή και ολόκληρη η διπλή έλικα, οφείλεται στους δεσμούς υδρογόνου.

Πιο συγκεκριμένα, ανάμεσα στις δύο έλικες αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου οι οποίοι είναι τόσο ισχυροί ώστε να διατηρούν σταθερή τη δομή του DNA αλλά ταυτόχρονα να επιτρέπουν την προσωρινή διάσπασή τους, όταν αυτό είναι απαραίτητο. Οι δεσμοί υδρογόνου στο DNA οφείλονται στις αζωτούχες βάσεις του μορίου του, στις οποίες υπάρχουν άτομα υδρογόνου συνδεδεμένα με άζωτο ή οξυγόνο.



Εικόνα 3.34 *Δεσμοί υδρογόνου (κόκκινες διακεκομένες γραμμές) που αναπτύσσονται ανάμεσα στις αζωτούχες βάσεις του DNA*

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

Η δρεπανοκυτταρική αναιμία οφείλεται στη διαφορά της διαλυτότητας στο νερό της δρεπανοκυτταρικής αιμοσφαιρίνης σε σχέση με την κανονική αιμοσφαιρίνη.



Κανονικά και δρεπανοειδή αιμοσφαίρια. Τα δρεπανοειδή αιμοσφαίρια διακρίνονται από το σχήμα τους

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

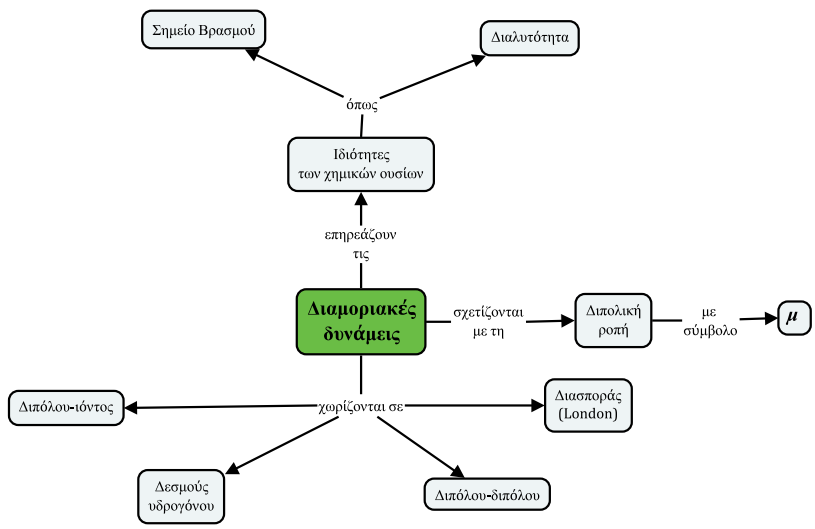
Αρκετές ιδιότητες των ουσιών εξηγούνται από τον τρόπο που αλληλεπιδρούν οι δομικές τους μονάδες (άτομα, μόρια ή ιόντα) είτε μεταξύ τους είτε με αυτές άλλων ουσιών. Αυτοί οι τρόποι αλληλεπίδρασης ονομάζονται διαμοριακές δυνάμεις. Σημαντικό ρόλο στο ποιο είδος δυνάμεων αναπτύσσεται παίζει η πόλωση των μορίων, μέτρο της οποίας είναι η διπολική ροπή. Οι διαμοριακές δυνάμεις διακρίνονται σε δυνάμεις διασποράς, δυνάμεις ιόντος-διπόλου, δυνάμεις διπόλου-διπόλου και δεσμούς υδρογόνου.

Οι δυνάμεις διασποράς, που οφείλονται σε παροδικά δίπολα, ασκούνται μεταξύ όλων των μορίων. Οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου, που οφείλονται σε μόνιμα δίπολα, ασκούνται μόνο μεταξύ πολικών μορίων, ενώ οι δεσμοί υδρογόνου σχηματίζονται όταν το μόριο περιέχει υδρογόνο συνδεδεμένο με ένα ηλεκτραρνητικό άτομο (π.χ. F, O, N). Οι δεσμοί υδρογόνου είναι οι διαμοριακές δυνάμεις με τη μεγαλύτερη ισχύ. Οι δυνάμεις διπόλου-ιόντος ασκούνται μεταξύ ιόντων και πολικών μορίων.

Μέσω των διαμοριακών δυνάμεων, εξηγούνται οι διαφορές στα σημεία βρασμού των χημικών ενώσεων. Όσο μεγαλύτερη ισχύ έχουν οι διαμοριακές δυνάμεις τόσο μεγαλύτερο είναι το σημείο βρασμού μίας ένωσης, καθώς απαιτείται περισσότερη ενέργεια για να υπερνικηθούν οι δυνάμεις μεταξύ των μορίων για να περάσουν από την υγρή στην αέρια φάση. Μία άλλη ιδιότητα που εξηγείται μερικώς από τις διαμοριακές δυνάμεις είναι η διαλυτότητα. Δύο ουσίες που έχουν παρόμοιας ισχύος διαμοριακές δυνάμεις τείνουν να διαλύονται η μία στην άλλη. Έτσι, οι διαλύτες διακρίνονται σε πολικούς και μη πολικούς.

Εννοιολογικός Χάρτης

Εννοιολογικός χάρτης για τις διαμοριακές δυνάμεις



Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Ορίζω τη διπολική ροπή			
Αναγνωρίζω ότι η γεωμετρία ενός μορίου επηρεάζει τη συνολική διπολική ροπή του, με παραδείγματα το H_2O, την NH_3, το CH_4, και το CO_2			
Περιγράφω τις διαμοριακές δυνάμεις διπόλου-ιόντος			
Περιγράφω τις διαμοριακές δυνάμεις διπόλου-διπόλου			
Περιγράφω τον δεσμό υδρογόνου			
Περιγράφω τις διαμοριακές δυνάμεις διασποράς (London)			
Συσχετίζω το σημείο βρασμού με τις διαμοριακές δυνάμεις			
Συσχετίζω τη διαλυτότητα με τις διαμοριακές δυνάμεις			

Διαδραστικό γλωσσάρι για τον χημικό δεσμό και τις διαμοριακές δυνάμεις

Διαδραστικό λεξικό για τον χημικό δεσμό και τις διαμοριακές δυνάμεις

Γλωσσάρι

Δεσμοί υδρογόνου ονομάζονται οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ ενός ηλεκτραρνητικού ατόμου (π.χ. F, O, N) και ενός ατόμου υδρογόνου που συνδέεται με ένα δεύτερο ηλεκτραρνητικό άτομο (π.χ. F, O, N).

Διαμοριακές δυνάμεις ονομάζουμε τις δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων ή μεταξύ των μορίων και των ιόντων.

Διπολική ροπή *(μ)* ονομάζεται το διανυσματικό μέγεθος που δίνεται από τον τύπο $\boldsymbol{\mu = q \cdot r}$ όπου το $\boldsymbol{q}$ είναι το σύμβολο του μερικού φορτίου που εμφανίζεται μεταξύ δύο ατόμων ενός δεσμού και $\boldsymbol{r}$ είναι το σύμβολο της απόστασης μεταξύ των μερικών φορτίων.

Δυνάμεις διασποράς ονομάζονται οι διαμοριακές δυνάμεις που οφείλονται στην αλληλεπίδραση παροδικών διπόλων.

Δυνάμεις διπόλου-διπόλου ονομάζονται οι διαμοριακές δυνάμεις που οφείλονται στην αλληλεπίδραση μόνιμων διπόλων.

Δυνάμεις διπόλου-ιόντος ονομάζονται οι διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ διπόλων μορίων και ιόντων.

Πολικό μόριο ονομάζεται το μόριο που έχει διπολική ροπή διάφορη του μηδενός.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα, στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

3.2.1. Διπολική ροπή

1. Να συμπληρώσετε τα κενά:

Η διπολική ροπή συμβολίζεται με ***μ*** και είναι ένα μέτρο της π..... ενός μορίου. Όσο ..... είναι η τιμή της τόσο πιο πολικό είναι το μόριο. Η διπολική ροπή είναι το γινόμενο του μερικού φ..... **(*q*)** που εμφανίζεται σε κάθε άτομο και της μεταξύ τους α.....**(*r*)**.

2. Να εξηγήσετε πώς διακρίνουμε εάν ένα διατομικό μόριο είναι πολικό, χαρακτηρίζοντας τα ακόλουθα μόρια ως πολικά ή μη πολικά: $HC\ell$, CO, N_2.

3. Να εξηγήσετε για καθένα από μόρια της εικόνας 3.35 αν είναι πολικό ή μη πολικό.



(α) (β) (γ)

Εικόνα 3.35 *Τα μόρια (α) του νερού (H_2O), (β) της αμμωνίας (NH_3) και (γ) του μεθανίου (CH_4)*

3.2.2. Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων

4. Όταν διαλύουμε $KC\ell$ σε νερό, στο διάλυμα συνυπάρχουν κατιόντα καλίου (K^+), ανιόντα χλωρίου ($C\ell^-$) και μόρια νερού.

α) Να αναφέρετε τι είδους διαμοριακές δυνάμεις θεωρείτε ότι θα αναπτυχθούν μεταξύ των μορίων του νερού και των ιόντων του καλίου και του χλωρίου.

β) Να περιγράψετε τις δυνάμεις αυτές, με αναφορά στην πολικότητα του μορίου του νερού.

5. Δίνονται οι χημικές ενώσεις: HBr, N_2, H_2O, NH_3, CH_4. Σε ποιες από αυτές τις ενώσεις τα μόριά τους συνδέονται με δυνάμεις διπόλου-διπόλου;

6. Το υδροχλώριο ($HC\ell$) είναι ένα αέριο που έχει σημαντική βιομηχανική χρήση. Μεταξύ των μορίων του αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου. Να περιγράψετε αυτές τις διαμοριακές δυνάμεις, χρησιμοποιώντας ένα σχήμα όπου θα σημειώσετε και τα μερικά φορτία.

7. Δίνονται οι ουσίες: HBr, N_2, H_2O, HF, CH_4. Σε ποιες από αυτές τις ενώσεις αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων τους;

8. Η αμμωνία (NH_3) είναι μία ένωση που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή λιπασμάτων. Μεταξύ των μορίων της αμμωνίας αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου. Να περιγράψετε αυτές τις διαμοριακές δυνάμεις, χρησιμοποιώντας ένα σχήμα όπου θα σημειώσετε και τα μερικά φορτία.

9. Το ιώδιο (I_2) είναι ένα αλογόνο που χρησιμοποιείται μεταξύ άλλων ως απολυμαντικό μέσο.

α) Να αναφέρετε τι είδους διαμοριακές δυνάμεις θεωρείτε ότι αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του ιωδίου.

β) Να περιγράψετε αυτές τις δυνάμεις, χρησιμοποιώντας και ένα σχήμα.

3.2.3. Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών

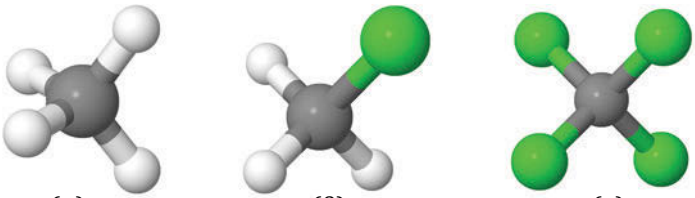
10. Δίνονται τα σημεία βρασμού (σε °C) των υδραλογόνων: $HC\ell$ (-85.1), HBr (-66.8), HI (-35.1). Να εξηγήσετε ποιο είδος διαμοριακών δυνάμεων παίζει ρόλο για την αύξηση του σημείου βρασμού με την αύξηση του M*r*.

11. Το λυκοπένιο ($C_{40}H_{56}$) είναι μια κόκκινη αντιοξειδωτική μη πολική χημική ουσία που συναντάται στη τομάτα. Θέλουμε να παραλάβουμε το λυκοπένιο από τις τομάτες. Να εξηγήσετε αν, για τη διάλυση του λυκοπενίου, θα ήταν καλύτερος διαλύτης το νερό (μ=1,85 D) ή το εξάνιο (μ=0,09 D).

Β' Ομάδα

1. Να εξηγήσετε γιατί το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) είναι μη πολικό μόριο, παρόλο που οι δεσμοί του είναι πολωμένοι με βάση τη γεωμετρία του μορίου του.

2. Να εξηγήσετε τις τιμές της διπολικής ροπής που δίνονται για τις ακόλουθες ενώσεις (εικόνα 3.36): $\mu(CH_4)$=0 D, $\mu(CH_3C\ell)$=1,94 D, $\mu(CC\ell_4)$=0 D



(α) (β) (γ)

Εικόνα 3.36 *Αναπαραστάσεις των μορίων του (α) μεθανίου (CH_4), (β) χλωρομεθανίου ($CH_3C\ell$), (γ) τετραχλωράνθρακα ($CC\ell_4$)*

Μόριο χλωρομεθανίου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

3. Να τοποθετήσετε τις ακόλουθες χημικές ενώσεις κατά σειρά αυξανόμενων δυνάμεων London αιτιολογώντας την απάντησή σας:(i) NH_3, (ii) PH_3,(iii) AsH_3.

4. Για καθεμία από τις ακόλουθες χημικές ενώσεις (ή στοιχεία), να αναφέρετε τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων που περιμένετε να αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων τους (ή των ατόμων τους): (i) HF, (ii) Ne, (iii) CO.

5. Να αιτιολογήσετε σε ποια από τις ακόλουθες χημικές ενώσεις αναπτύσσονται μόνο δυνάμεις διασποράς: (i) HBr, (ii) CO_2, (iii) NH_3.

6. Για τα ακόλουθα ζεύγη, να επιλέξετε τη χημική ένωση (ή το χημικό στοιχείο) που περιμένετε να έχει μικρότερο σημείο βρασμού αιτιολογώντας την απάντησή σας: (i) Br_2, I_2 και (ii) CH_4, $CC\ell_4$

7. Να τοποθετήσετε τις ακόλουθες χημικές ενώσεις κατά σειρά αυξανόμενου σημείου βρασμού αιτιολογώντας την απάντησή σας (i) CF_4, (ii) CI_4, (iii) CBr_4.

8. Να αναφέρετε ποιες διαμοριακές δυνάμεις πρέπει να υπερνικηθούν για να περάσουν από την υγρή στην αέρια φάση τα μόρια των ακόλουθων χημικών ενώσεων (ή στοιχείων), αιτιολογώντας την απάντησή σας: (i) O_2, (ii) H_2O, (iii) HBr.

9. Να αιτιολογήσετε ποια από τις ακόλουθες ουσίες περιμένετε να διαλύεται στον τετραχλωράνθρακα($CC\ell_4$): (i) H_2O ή (ii) Br_2.

10. Να αιτιολογήσετε ποια από τις ακόλουθες ουσίες περιμένετε να διαλύεται στο νερό: (i) ακετόνη (C_2H_6O) με διπολική ροπή μ = 2,91D ή (ii) προπάνιο (C_3H_8) με σχεδόν μηδενική διπολική ροπή.

11. Το πετρέλαιο είναι ένα μείγμα μη πολικών χημικών ενώσεων. Να αιτιολογήσετε γιατί το πετρέλαιο διαλύεται στο εξάνιο (με διπολική ροπή περίπου ίση με μηδέν) και όχι στο νερό.

12. Δίνονται τα σημεία βρασμού (σε °C) των ενώσεων του υδρογόνου με δύο στοιχεία της 15ης ομάδας: NH_3 (-33.34) , PH_3 (-87.7). Να εξηγήσετε ποιο είδος διαμοριακών δυνάμεων είναι καθοριστικό για το υψηλό σημείο βρασμού της αμμωνίας (NH_3) σε σχέση με την ένωση PH_3.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο



Μόριο φωσφίνης (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

1. Στην ευρύτερη περιοχή της Ελλάδας έχουν βρεθεί αρκετά μεγάλα κοιτάσματα πετρελαίου και φυσικού αερίου.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για την εκμετάλλευση τέτοιων κοιτασμάτων. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα αυτής; Τι θα συνέβαινε στην περίπτωση ατυχήματος και διαρροής στη θάλασσα; Εσείς τι θα προτείνατε αν στην περιοχή σας ανακαλυπτόταν ένα τέτοιο κοίτασμα;

2. Οι σαύρες μπορούν και ανεβαίνουν σε τοίχους αξιοποιώντας τις διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στα τριχίδια των ποδιών τους και την επιφάνεια που κινούνται.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για αυτήν την ικανότητα των σαυρών. Με ποιο τρόπο οι επιστήμονες προσπαθούν να τη «μιμηθούν» παράγοντας ειδικές κόλλες; Πώς θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την κατασκευή ρομπότ με τις ικανότητες βάδισης των σαυρών;

Απαντήσεις-υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	**1.** Σχεδιάστε τα διανύσματα της διπολικής ροπής.
2. Σύμφωνα με τη θεωρία	**2.** Σύμφωνα με τη θεωρία
3. Σχεδιάστε τα διανύσματα των διπολικών ροπών	**3.** Υπολογίστε το M*r*
4. Περιγράψτε τις δυνάμεις διπόλου - ιόντος	**4.** Σύμφωνα με τη θεωρία
5. Αναγνωρίστε ποια μόρια είναι πολικά και ποια όχι	**5.** Ελέγξτε αν έχουν διπολική ροπή
6. Περιγράψτε τις δυνάμεις διπόλου - διπόλου	**6.** Υπολογίστε το M*r*
7. Αναγνωρίστε με ποιο στοιχείο έχει δεσμό το υδρογόνο	**7.** Υπολογίστε το M*r*
8. Περιγράψτε τους δεσμούς υδρογόνου	**8.** Σύμφωνα με τη θεωρία
9. Περιγράψτε τις δυνάμεις διασποράς	**9.** Ελέγξτε την πολικότητα
10. Εξετάστε με ποιο στοιχείο συνδέεται το υδρογόνο	**10.** Σύμφωνα με τη θεωρία
11. Εξετάστε την ομοιότητα των ενώσεων σε ότι αφορά την πολικότητά τους	**11.** Σύμφωνα με τη θεωρία
	12. Αναγνωρίστε τον δεσμό υδρογόνου



Εικόνα 4.1 *Εμφιαλωμένο νερό*

Σίγουρα, όλοι κάποιες φορές ξεδιψάσαμε με εμφιαλωμένο νερό. Αν διαβάσουμε την ετικέτα, θα διαπιστώσουμε ότι αναγράφονται πολλές πληροφορίες και, ανάμεσα σε αυτές, τα ιόντα που περιέχει. Τα ίδια ιόντα περιέχονται και στο νερό της βρύσης.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μάθουμε να αναγνωρίζουμε, να ονομάζουμε και να γράφουμε ιόντα και χημικές ενώσεις που περιέχονται σε προϊόντα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.

Στο τέλος της ενότητας **«Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα»** θα μπορείς να:

- αναφέρεις τους τύπους, τα ονόματα, καθώς και το φορτίο ορισμένων μονοατομικών ιόντων (F^- $C\ell^-$, Br^-, I^-, S^{2-}, O^{2-},N^{3-}, H^+, Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Al^{3+}, Ag^+, Zn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cu^+, Cu^{2+}) και πολυατομικών ιόντων (NO_3^-, CO_3^{2-}, SO_4^{2-} , OH^-, PO_4^{3-}, NH_4^+ , CN^-, HCO_3^-)

Λέξεις κλειδιά

Μονοατομικό ιόν

Πολυατομικό ιόν

4.1 Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα

Αν μελετήσουμε μια ετικέτα εμφιαλωμένου νερού (εικόνα 4.2), θα παρατηρήσουμε ότι αναγράφει τα ανιόντα και τα κατιόντα που περιέχει το νερό, όπως και την περιεκτικότητά του σε αυτά.

	Επιτρεπτά όρια	Δείγμα
pH	6,5-9,5	7,61
Αγωγιμότητα	<2500	430 μS/cm
Σκληρότητα	---	203 mg/lt
Κατιόντα		
Ca^{2+}	---	74 mg/lt
Mg^{2+}	---	4,4 mg/lt
Na^{+}	---	1,8 mg/lt
K^{+}		0,6 mg/lt
NH_4^{+}	<0,50	---
Ανιόντα		
HCO_3^{-}	---	228 mg/lt
$C\ell^{-}$	---	4,2 mg/lt
SO_4^{2-}	---	10 mg/lt
NO_3^{-}	<50	1,1 mg/lt
NO_2^{-}	<0.1	---

Εικόνα 4.2 *Ετικέτα εμφιαλωμένου νερού*

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ....ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

Η σκληρότητα του νερού είναι μια παράμετρος ποιότητάς του. Το σκληρό νερό έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε κατιόντα ασβεστίου και μαγνησίου και είναι υπεύθυνο για τη συσσώρευση αλάτων στις σωληνώσεις και στις οικιακές συσκευές.



Στόμιο βρύσης με συσσωρευμένα άλατα

Σκέφτομαι

Τα ιόντα που περιέχει το νερό σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του. Π.χ. κάποια νερά χαρακτηρίζονται ανθρακούχα, ενώ άλλα έχουν μεγάλη σκληρότητα η οποία επηρεάζει τις οικιακές συσκευές. Η ονομασία των ιόντων, όπως και όλων των χημικών ειδών, βασίζεται σε κανόνες που θεσπίζει ο Διεθνής Οργανισμός IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry). Οι κανόνες αυτοί αποδίδονται στα ελληνικά με ευθύνη της Ένωσης Ελλήνων Χημικών και των Τμημάτων Χημείας των Πανεπιστημίων, λαμβάνοντας υπόψη και τις ιδιαιτερότητες της ελληνικής γλώσσας.

Ποια είναι και πώς ονομάζονται τα ανιόντα και τα κατιόντα που εμπεριέχονται στο νερό και στα τρόφιμα;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Μονοατομικά ιόντα**
- **Πολυατομικά ιόντα**

Διερευνώ

- **Μονοατομικά ιόντα**

Αν και υπάρχουν πάρα πολλά ιόντα, κάποια από αυτά περιέχονται συχνότερα στις χημικές ενώσεις που χρησιμοποιούμε στο εργαστήριο αλλά και στα προϊόντα που αγοράζουμε. Για παράδειγμα, στην ετικέτα του νερού της εικόνας 4.2, αναγράφεται η περιεκτικότητα των κατιόντων νατρίου (Na^{+}) η οποία σχετίζεται με την πίεση των ανθρώπων.

Επίσης, σημειώνεται η περιεκτικότητα σε κατιόντα ασβεστίου (Ca^{2+}) και μαγνησίου (Mg^{2+}). Αυτά τα ιόντα σχετίζονται με την σκληρότητα του νερού. Επειδή τα ιόντα αυτά σχηματίζονται από ένα και μόνο άτομο λέγονται **μονοατομικά**. Ο πίνακας 4.1 περιέχει τα σημαντικότερα μονοατομικά ιόντα.

Πίνακας 4.1 *Τα σημαντικότερα μονοατομικά ιόντα και η ονομασία τους*

Κατιόν	Ονομασία
Na^+	Κατιόν του νατρίου
K^+	Κατιόν του καλίου
Mg^{2+}	Κατιόν του μαγνησίου
Ca^{2+}	Κατιόν του ασβεστίου
Zn^{2+}	Κατιόν του ψευδαργύρου
Cu^+	Κατιόν του χαλκού(I)
Cu^{2+}	Κατιόν του χαλκού(II)
Fe^{2+}	Κατιόν του σιδήρου(II)
Fe^{3+}	Κατιόν του σιδήρου(III)
Al^{3+}	Κατιόν του αργιλίου
Ag^+	Κατιόν του αργύρου
H^+	Κατιόν του υδρογόνου

Ανιόν	Ονομασία
F^-	Φθορίδιο
$C\ell^-$	Χλωρίδιο
Br^-	Βρωμίδιο
I^-	Ιωδίδιο
O^{2-}	Οξείδιο
S^{2-}	Σουλφίδιο
N^{3-}	Νιτρίδιο

Δραστηριότητα 2

Μελετήστε τον πίνακα 4.1 και στη συνέχεια προσπαθήστε να συμπληρώσετε τις προτάσεις που ακολουθούν σχετικά με τους κανόνες ονομασίας των μονοατομικών ιόντων.

α) Ένα μονοατομικό κατιόν παίρνει το όνομά του από το χ..... σ..... από το

οποίο προέρχεται. Π.χ. το Mg^{2+}ονομάζεται κατιόν του .....

β) Το όνομα ενός ανιόντος συνήθως προκύπτει από το όνομα του ατόμου και την κατάληξη -.....

Π.χ. το ..... ονομάζεται χλωρίδιο.

γ) Αν ένα κατιόν έχει δύο πιθανά φορτία, τότε δίπλα στο όνομα του μπαίνει ένας λατινικός αριθμός που μας υποδεικνύει το φ..... του. Π.χ. ο χαλκός(II) υποδεικνύει το κατιόν .....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

Γενικά μονοατομικό χαρακτηρίζεται ένα ιόν που αποτελείται από ένα μόνο άτομο το οποίο έχει προσλάβει ή αποβάλλει ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια. Για τα μονοατομικά ανιόντα αρχικά χρησιμοποιήθηκε η κατάληξη "-ούχο", π.χ. χλωριούχο. Θεωρήθηκε, όμως, ότι η κατάληξη αυτή παραπέμπει σε προϊόντα, όπως π.χ. λιπάσματα, και δίνεται η εντύπωση ότι η ένωση περιέχει μεν χλώριο, αλλά όχι αναγκαστικά το ανιόν του χλωρίου. Έτσι επιλέχθηκε η κατάληξη "-ίδιο", η οποία αντιστοιχεί στην κατάληξη "-ide" που έχουν αυτά τα ιόντα στα αγγλικά.

Τα περισσότερα στοιχεία στον πίνακα 4.1 σχηματίζουν ένα μόνο σταθερό κατιόν, π.χ. το νάτριο σχηματίζει το Na^+. Κάποια στοιχεία, όμως, σχηματίζουν περισσότερα από ένα σταθερά κατιόντα (π.χ. ο σίδηρος σχηματίζει τα Fe^{2+} και Fe^{3+}) και αυτό δηλώνεται με έναν λατινικό αριθμό στην ονομασία τους. Στην επόμενη ενότητα θα μελετήσουμε τον αριθμό οξείδωσης, ο οποίος συνδέεται άμεσα με αυτόν τον λατινικό αριθμό.

▶ Πολυατομικά ιόντα

Στην ετικέτα ενός εμφιαλωμένου νερού αναφέρεται, μεταξύ άλλων, η περιεκτικότητα σε νιτρικά ιόντα (NO_3^-). Είναι εξαιρετικά σημαντικό η τιμή της να είναι μικρότερη από 50 mg/L, ειδάλλως το νερό είναι ακατάλληλο προς κατανάλωση. Το νιτρικό ανιόν (NO_3^-) επειδή αποτελείται από περισσότερα από ένα άτομα, χαρακτηρίζεται ως **πολυατομικό ιόν**. Ο πίνακας 4.2 περιέχει τα σημαντικότερα πολυατομικά ιόντα.

Πίνακας 4.2 *Τα σημαντικότερα πολυατομικά ιόντα και η ονομασία τους*

Ιόν	Ονομασία
NH_4^+	Αμμώνιο
CN^-	Κυανίδιο
OH^-	Υδροξείδιο

Ιόν	Ονομασία
CO_3^{2-}	Ανθρακικό
SO_4^{2-}	Θειικό
PO_4^{3-}	Φωσφορικό
NO_3^-	Νιτρικό
HCO_3^-	Υδρογονοανθρακικό

Γενικά, ένα ιόν χαρακτηρίζεται πολυατομικό αν αποτελείται από δύο ή περισσότερα άτομα.

Στον πίνακα 4.2 υπάρχει ένα πολυατομικό κατιόν, το NH_4^+, που ονομάζεται αμμώνιο.

Τα πολυατομικά ανιόντα του πίνακα 4.2 που περιέχουν ένα χημικό στοιχείο ενωμένο με άτομα οξυγόνου (οξυγονούχα πολυατομικά ανιόντα) ονομάζονται με το όνομα του χημικού στοιχείου και την κατάληξη **-ικό**. Π.χ. το ανιόν CO_3^{2-} ονομάζεται ανθρακικό.

Ειδικά το ανιόν HCO_3^-, που περιέχει και ένα άτομο υδρογόνου, ονομάζεται υδρογονοανθρακικό. Μία ιδιαίτερη περίπτωση αποτελεί το ιόν OH^- που ονομάζεται υδροξείδιο.

Δραστηριότητα 1

α) Να εξηγήσετε ποια πολυατομικά ιόντα θεωρείτε ότι περιέχει το ανθρακούχο νερό (δες εικόνα 4.2).

.....

β) Αν γνωρίζετε ότι η δειγματοληψία για το νερό μιας πηγής έδειξε περιεκτικότητα 70 mg/L σε νιτρικά ιόντα, να εξηγήσετε αν θα ήταν πόσιμο.

.....

.....

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή

«Πόσο νερό πρέπει να πίνουμε κάθε μέρα;»

Το νερό είναι απαραίτητο για τη ζωή μας. Οι γιατροί συνιστούν να καταναλώνουμε περίπου 3,5 λίτρα νερό την ημέρα οι άντρες και 2,5 λίτρα οι γυναίκες, αν και η ποσότητα εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως το βάρος μας, αν αθλούμαστε κτλ. Αυτό δεν σημαίνει ότι πρέπει να πίνουμε οπωσδήποτε αυτή την ποσότητα νερού, αφού ένα μέρος της λαμβάνεται μέσω τροφών, ροφημάτων κ.α. Ένας εύκολος μνημονικός κανόνας είναι να πίνουμε 8 ποτήρια νερό την ημέρα.

Ας μην ξεχνάμε ότι το πόσιμο νερό περιέχει πολύτιμα ιόντα και μπορεί να συμβάλει στην κάλυψη των διατροφικών μας αναγκών σε αυτά. Για παράδειγμα, αν πίνουμε 2 λίτρα νερό την ημέρα, τότε καλύπτουμε μέχρι 16% των αναγκών μας σε κατιόντα ασβεστίου και μέχρι 30% των αναγκών μας σε κατιόντα μαγνησίου, ανάλογα με τη σύσταση του νερού στην περιοχή που μένουμε.



Εικόνα 4.3 *Ένα κορίτσι συλλέγει πόσιμο νερό από μια παροχή στο σπίτι της, κοντά στο Kawempe στην Ουγκάντα*

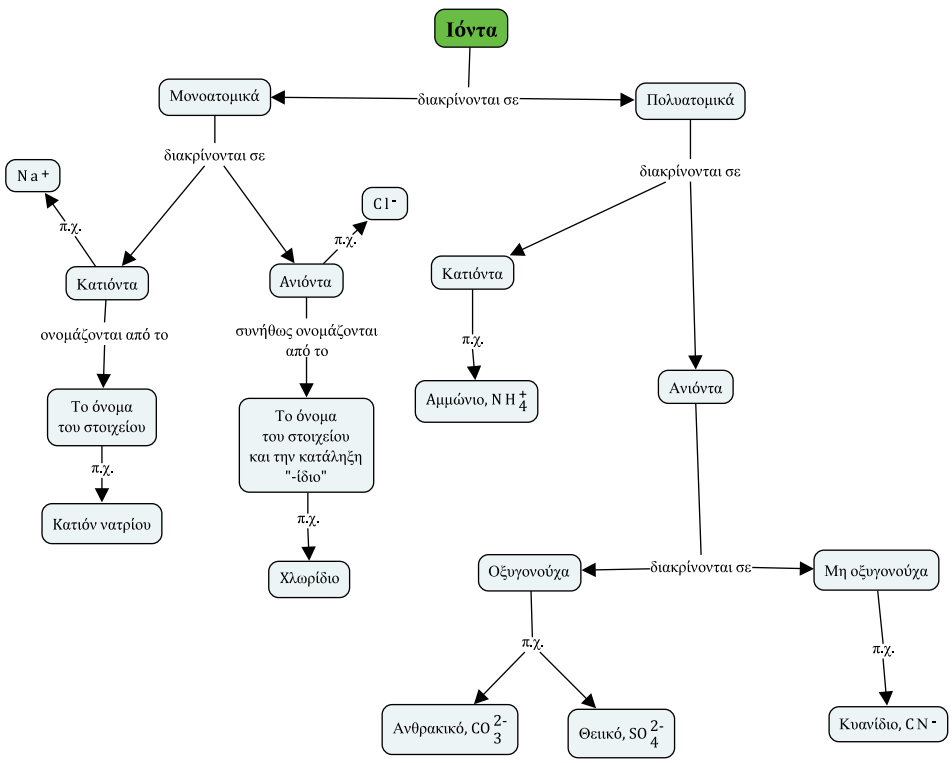
Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Τα ιόντα τα χωρίζουμε σε δύο κατηγορίες: μονοατομικά και πολυατομικά. Το όνομά τους σχετίζεται με το όνομα των ατόμων από τα οποία προέρχονται. Σε κάποια από αυτά ακολουθούνται συγκεκριμένοι κανόνες για την ονομασία τους, ενώ σε άλλα έχουν επικρατήσει εμπειρικές ονομασίες.

Εννοιολογικός Χάρτης

Εννοιολογικός χάρτης για τα ιόντα



Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων, μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Αναφέρω τους τύπους, τα ονόματα, καθώς και το φορτίο ορισμένων μονοατομικών κατιόντων			
Αναφέρω τους τύπους, τα ονόματα, καθώς και το φορτίο ορισμένων μονοατομικών ανιόντων			
Αναφέρω τους τύπους, τα ονόματα, καθώς και το φορτίο ορισμένων πολυατομικών ιόντων			

Γλωσσάρι

Μονοατομικό ιόν ονομάζεται το ιόν που προκύπτει από ένα και μόνο άτομο.

Πολυατομικό ιόν ονομάζεται το ιόν που αποτελείται από δύο ή περισσότερα άτομα.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

1. Τα ιόντα των αλκαλίων, των αλκαλικών γαιών και των αλογόνων συναντώνται πολύ συχνά στις χημικές ενώσεις. Παρακάτω, δίνεται ένας πίνακας με στοιχεία από αυτές τις τρεις ομάδες.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ....
ΤΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Τα χρώματα των ορυκτών και των πολύτιμων λίθων οφείλονται και στην παρουσία ιόντων μετάλλων. Η ακουαμαρίνα είναι παραλλαγή του ορυκτού Βήρυλλος. Η ακουαμαρίνα έχει γαλάζιο χρώμα λόγω των ιόντων Fe^{2+}.



Ακουαμαρίνα

Το Ηλιόδωρο είναι μια άλλη παραλλαγή του ίδιου ορυκτού το οποίο όμως περιέχει ιόντα Fe^{3+} τα οποία προσδίδουν στο ορυκτό κίτρινο χρώμα.



Ηλιόδωρο

Να γράψετε το αντίστοιχο ιόν για κάθε στοιχείο, καθώς και την ονομασία του, όπως στο παράδειγμα:

Στοιχείο	Ιόν	Ονομασία
K	K^+	κατιόν καλίου
Na		
Mg		
Ca		
F	F^-	φθορίδιο
Cℓ		
Br		
I		

2. Να ονομάσετε τα ιόντα Zn^{2+}, Al^{3+}, O^{2-}, S^{2-}, N^{3-}.

3. Αρκετά φαγητά περιέχουν ιόντα του σιδήρου και του χαλκού. Να ονομάσετε τα κατιόντα του χαλκού και του σιδήρου: Cu^+, Cu^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}.

4. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των πολυατομικών ιόντων: φωσφορικό, νιτρικό, ανθρακικό, θειικό, όξινο ανθρακικό, αμμώνιο, υδροξείδιο.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Τα ιόντα παίζουν σημαντικό ρόλο και στην υγεία μας, γι' αυτό σε αρκετές εξετάσεις μετράται η περιεκτικότητα αυτών των ιόντων στο αίμα.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για τις εξετάσεις αίματος. Ποια κατιόντα μετράμε συνήθως σε αυτές; Τι προβλήματα θα αντιμετωπίσουμε, αν έχουμε έλλειψη σε κατιόντα νατρίου ή σε κατιόντα καλίου; Ποιο κατιόν συνδέεται με την υγεία των οστών;

Απαντήσεις-υποδείξεις

Α' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία
2. Σύμφωνα με τη θεωρία
3. Σύμφωνα με τη θεωρία. Προσέξτε να προσθέσετε την ένδειξη για το φορτίο, όταν απαιτείται
4. Σύμφωνα με τη θεωρία

Στο τέλος της ενότητας **«Ο αριθμός οξείδωσης»** θα μπορείς να:

- διατυπώνεις τον ορισμό του αριθμού οξείδωσης (Α.Ο.).
- εφαρμόζεις τους κανόνες υπολογισμού του Α.Ο. ενός ατόμου σε μια χημική ουσία.

Λέξεις κλειδιά

Αριθμός οξείδωσης

4.2 Ο αριθμός οξείδωσης

Το μαγγάνιο σχηματίζει διαφορετικά πολυατομικά ιόντα που προσδίδουν διαφορετικά χρώματα στα διαλύματά που τα περιέχουν. Όταν σε ιώδες διάλυμα της ένωσης $KMnO_4$ βάλουμε ένα γλειφιτζούρι (ζάχαρη) παρουσία NaOH παρατηρούμε σταδιακή αλλαγή στο χρώμα του διαλύματος (εικόνα 4.4) λόγω μιας χημικής αντίδρασης. Το ιώδες χρώμα οφείλεται στο ιόν MnO_4^- (εικόνα 4.4α) και το πράσινο στο ιόν MnO_4^{2-} (εικόνα 4.4β).

Πείραμα «Χημικός Χαμαιλέοντας»

	
MnO_4^-	MnO_4^{2-}
(α)	(β)

Εικόνα 4.4 *Διαλύματα πολυατομικών ιόντων του μαγγανίου*

Σκέφτομαι

Τα δύο πολυατομικά ιόντα αποτελούνται από ένα άτομο μαγγανίου και τέσσερα άτομα οξυγόνου, αλλά έχουν διαφορετικό φορτίο.

Τι μεταβάλλει το φορτίο ενός ιόντος;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Αριθμός οξείδωσης**
- **Κανόνες υπολογισμού του αριθμού οξείδωσης.**

Διερευνώ

Ας εξετάσουμε τους ηλεκτρονιακούς τύπους του μοριακού υδρογόνου και του υδροχλωρίου (εικόνα 4.5). Στο μοριακό υδρογόνο το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων ανήκει εξίσου και στα δύο άτομα. Στο υδροχλώριο, όμως, λόγω της διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων είναι μετατοπισμένο προς το άτομο του χλωρίου.



Εικόνα 4.5 *Ηλεκτρονιακοί τύποι του H_2 και του $HCℓ$*

Για να υποδείξουμε τη μετατόπιση των ηλεκτρονίων σε έναν δεσμό χρησιμοποιούμε την έννοια του αριθμού οξείδωσης (Α.Ο.) αποδίδοντας τα κοινά ηλεκτρόνια ενός ομοιοπολικού δεσμού στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο. Έτσι, στο μόριο του υδροχλωρίου αποδίδουμε το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων στο χλώριο, οπότε ο αριθμός οξείδωσης του χλωρίου είναι -1 και του υδρογόνου +1. Στο μοριακό υδρογόνο, το κάθε υδρογόνο είναι ισοδύναμο και έτσι έχει Α.Ο. = 0.

Πρακτικά αντιμετωπίζουμε όλους τους ομοιοπολικούς δεσμούς σαν να είναι ιοντικοί (με βάση τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας) και υπολογίζουμε το φορτίο του κάθε ατόμου.

Πρέπει να σημειώσουμε ότι ο Α.Ο. δεν ταυτίζεται με την έννοια του φορτίου. Το συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουμε συγκρίνοντας τους δύο Α.Ο. του υδρογόνου στα παραπάνω παραδείγματα είναι ότι το άτομο του υδρογόνου στο μόριο του υδροχλωρίου βρίσκεται σε μία κατάσταση λιγότερο «πλούσια» σε ηλεκτρόνια σε σχέση με το άτομο του υδρογόνου στο μοριακό υδρογόνο.

Ας εξετάσουμε το μόριο του νερού, H-O-H. Επειδή το οξυγόνο είναι το ηλεκτραρνητικότερο άτομο, σε κάθε έναν από τους δύο ομοιοπολικούς δεσμούς το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων αποδίδεται στο οξυγόνο. Έτσι, το οξυγόνο έχει Α.Ο. -2, ενώ το υδρογόνο έχει Α.Ο. +1.

Δραστηριότητα 1

Το φθόριο είναι το ηλεκτραρνητικότερο χημικό στοιχείο.

α) Να εξηγήσετε ποιος είναι ο Α.Ο. του ατόμου του φθορίου στο μόριο F_2;

.....

β) Να εξηγήσετε ποιος είναι ο Α.Ο. του ατόμου του φθορίου σε μία ένωσή του με οποιοδήποτε άλλο άτομο Χ μιας ένωσης της μορφής X-F.

.....

γ) Να υπολογίσετε τον Α.Ο. του ατόμου του οξυγόνου στην ένωση F-O-F.

.....

Συνοψίζοντας, **αριθμός οξείδωσης** του ατόμου ενός στοιχείου σε μία χημική ένωση είναι το φορτίο που θα είχε το άτομο, αν οι ομοιοπολικοί δεσμοί αντιμετωπιστούν ως ιοντικοί. Για τα μονοατομικά ιόντα που συναντάμε συχνά στις ιοντικές ενώσεις (π.χ Na^+) ο αριθμός οξείδωσης του ατόμου είναι ίσος με το φορτίο.

Η έννοια του Α.Ο. είναι πολύ χρήσιμη, καθώς μας βοηθάει να γράφουμε τους χημικούς τύπους των ενώσεων και τις χημικές εξισώσεις αντιδράσεων. Επιπλέον, ο υπολογισμός του είναι εύκολος καθώς έχουν καθιερωθεί συγκεκριμένοι κανόνες σύμφωνα με τους οποίους μπορούμε να υπολογίσουμε τον Α.Ο. οποιουδήποτε ατόμου σε μια ένωση χωρίς τη χρήση της διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας.

▶ Κανόνες υπολογισμού του αριθμού οξείδωσης.

Τα διαφορετικά φορτία των ιόντων MnO_4^- και MnO_4^{2-} σχετίζονται με τους διαφορετικούς αριθμούς οξείδωσης του ατόμου του μαγγανίου. Για να υπολογίζουμε εύκολα τους Α.Ο. έχουμε θεσπίσει τους ακόλουθούς κανόνες:

1. Κάθε άτομο ενός στοιχείου σε ελεύθερη κατάσταση έχει Α.Ο. μηδέν Π.χ. στο N_2, ο Α.Ο. του ατόμου του αζώτου (N) είναι μηδέν.

2. Το άτομο του Η στις ενώσεις του με αμέταλλα έχει Α.Ο. ίσο με +1, ενώ στις ενώσεις του με μέταλλα έχει Α.Ο. ίσο με -1.

π.χ. ο Α.Ο. του Η στο NaH είναι -1 ενώ στο HCℓ είναι +1.

3. Το άτομο του F στις ενώσεις του έχει πάντα Α.Ο. ίσο με -1.

4. Το άτομο του O στις ενώσεις του έχει Α.Ο. ίσο με -2, εκτός από την ένωση OF_2 που έχει Α.Ο. ίσο με +2, επειδή το F είναι ηλεκτραρνητικότερο. Μία άλλη περίπτωση αποτελεί το H_2O_2 στο οποίο ο Α.Ο. του οξυγόνου είναι ίσος με -1.

5. Τα άτομα των αλκαλίων (K, Na κτλ.) στις ενώσεις τους έχουν πάντα Α.Ο. ίσο με +1 και αυτά των αλκαλικών γαιών (Ca, Mg κτλ.) έχουν πάντα Α.Ο. ίσο με +2.

6. Το αλγεβρικό άθροισμα των Α.Ο. όλων των ατόμων σε μία χημική ένωση είναι ίσο με μηδέν.

7. Το αλγεβρικό άθροισμα των Α.Ο. όλων των ατόμων σε ένα πολυατομικό ιόν είναι ίσο με το φορτίο του ιόντος.

Ακολουθεί ένα παράδειγμα σχετικό με τη χρήση των κανόνων για τον υπολογισμό του αριθμού οξείδωσης ενός ατόμου σε μία χημική ένωση ή σε ένα ιόν.

Μελετώ

1. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του θείου στην ένωση $Na_2S_2O_4$.

Πρώτη σκέψη: θα χρησιμοποιήσουμε τους κανόνες για τον υπολογισμό του αριθμού οξείδωσης. Επειδή είναι χημική ένωση θα εφαρμόσουμε τον 6ο κανόνα.

Βήματα

1ο Οι αριθμοί οξείδωσης των ατόμων Na και O σύμφωνα με τους κανόνες 5 και 4 είναι +1 και -2 αντίστοιχα.

2ο Συμβολίζουμε με x τον Α.Ο. του S και εφαρμόζουμε τον 6ο κανόνα.

$2\cdot(+1)+2x+4\cdot(-2) = 0$. Άρα x = +3 και επομένως ο αριθμός οξείδωσης του ατόμου του S στην ένωση είναι +3.

2. Να υπολογίστε τον αριθμό οξείδωσης του ατόμου του φωσφόρου στο ιόν PO_4^{3-}.

Πρώτη σκέψη: θα χρησιμοποιήσουμε τους κανόνες για τον υπολογισμό του Α.Ο. Επειδή είναι πολυατομικό ιόν θα εφαρμόσουμε τον 7ο κανόνα.

Βήματα

1ο Ο αριθμός οξείδωσης του ατόμου του O σύμφωνα με τον κανόνα 5 είναι -2.

2ο Συμβολίζουμε με x τον Α.Ο. του P και εφαρμόζουμε τον 7ο κανόνα.

$x+4\cdot(-2) = -3$. Άρα x = +5 και επομένως ο αριθμός οξείδωσης του ατόμου P στην ένωση είναι +5.

Δραστηριότητα 1

(α) Με βάση τους αντίστοιχους κανόνες να υπολογίσετε τον Α.Ο. του ατόμου του μαγγανίου (Mn) στις ακόλουθες ενώσεις: **$KMnO_4$, K_2MnO_4.**

……

……

(β) Με βάση τους αντίστοιχους κανόνες να υπολογίσετε τους Α.Ο. του ατόμου του μαγγανίου (Mn) στα ιόντα MnO_4^- και MnO_4^{2-}.

……

Μπορείτε τώρα να εκτιμήσετε γιατί τα δύο διαλύματα στην εικόνα 4.4 στην αρχή της ενότητας έχουν διαφορετικά χρώματα;

Στον πίνακα 4.3 περιέχονται οι συνηθέστεροι Α.Ο. των χημικών στοιχείων που συνήθως συναντάμε σε αυτή την τάξη.

Πίνακας 4.3 *Οι συνηθέστεροι αριθμοί οξείδωσης ορισμένων μετάλλων και αμετάλλων του Περιοδικού Πίνακα.*

Μέταλλα	Αριθμοί οξείδωσης
K, Na, Ag	+1
Ca, Mg, Zn	+2
Aℓ	+3
Cu	+1, +2
Fe	+2, +3

Αμέταλλα	Αριθμοί Οξείδωσης
F, Cℓ, Br, I	-1
O, S	-2
N, P	-3

Το άτομο του υδρογόνου, αν και αμέταλλο, λόγω της μικρής ηλεκτραρνητικότητας του έχει συνήθως αριθμό οξείδωσης +1.

Αρκετά στοιχεία έχουν περισσότερους από έναν αριθμούς οξείδωσης στις χημικές τους ενώσεις. Π.χ. S (-2, +4, +6), N και P (-3, +3, +5), Cℓ, Br και I (-1, +1, +3, +5, +7).

Κρύσταλλος διχρωμικού καλίου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ....ΤΟΝ ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΟ

Η ταινία «Έριν Μπρόκοβιτς» βασίζεται σε πραγματικά γεγονότα που σχετίζονται με τη δικαστική διαμάχη κατοίκων του Χίνκλεϊ, στη Νότια Καλιφόρνια εναντίον εταιρείας. Η εταιρεία κατηγορήθηκε ότι ρύπαινε το πόσιμο νερό με εξασθενές χρώμιο και ήταν υπεύθυνη για τα σοβαρότατα προβλήματα υγείας των κατοίκων.



Χρωμικό κάλιο που περιέχει εξασθενές χρώμιο

Χημεία και καθημερινή Ζωή

«Εξασθενές χρώμιο και περιβάλλον»

Το χρώμιο, όπως και το μαγγάνιο, μπορεί να βρίσκεται σε ιοντικές ενώσεις με διαφορετικούς αριθμούς οξείδωσης, όπως +6 (εξασθενές χρώμιο) στο διχρωμικό κάλιο (εικόνα 4.6) και +3 (τρισθενές χρώμιο). Το εξασθενές χρώμιο είναι πολύ επικίνδυνο για τους οργανισμούς.



Εικόνα 4.6 *Κρύσταλλοι διχρωμικού καλίου*

Ιδιαίτερο κίνδυνο διατρέχουν οι εργαζόμενοι σε χώρους που παράγουν εξασθενές χρώμιο, όπως χυτήρια, βιομηχανίες χρωμάτων, τσιμέντου κ.α. Επίσης, κίνδυνο έκθεσης σε εξασθενές χρώμιο διατρέχουν οι κάτοικοι των περιοχών στις οποίες εναποτίθενται απόβλητα που το περιέχουν.

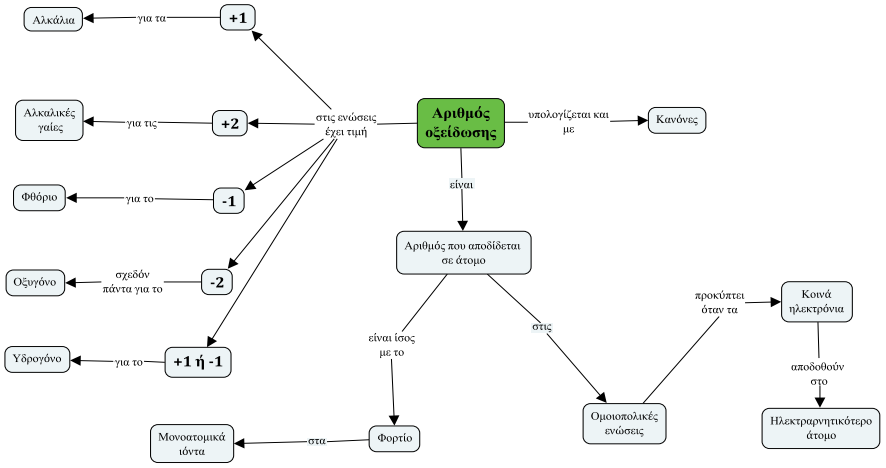
Εταιρείες που μόλυναν το περιβάλλον με εξασθενές χρώμιο, μετά από δικαστικές διαμάχες, πλήρωσαν μεγάλες αποζημιώσεις σε κατοίκους των γύρω περιοχών που αντιμετώπισαν σοβαρά προβλήματα υγείας.

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Ο αριθμός οξείδωσης ενός ατόμου σε μια ομοιοπολική ένωση βασίζεται στη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας των ατόμων. Με βάση αυτήν, αποδίδουμε τα ηλεκτρόνια του ομοιοπολικού δεσμού στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο. Για τον γρήγορο υπολογισμό του αριθμού οξείδωσης ενός ατόμου υπάρχουν συγκριμένοι κανόνες.

Εννοιολογικός Χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για τον αριθμό οξείδωσης

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Διατυπώνω τον ορισμό του αριθμού οξείδωσης (Α.Ο)			
Εφαρμόζω τους κανόνες υπολογισμού του Α.Ο. ενός ατόμου σε μια χημική ένωση ή σε ένα πολυατομικό ιόν			

Γλωσσάρι

Αριθμός οξείδωσης του ατόμου ενός στοιχείου σε μια χημική ένωση είναι το φορτίο που θα είχε το άτομο, αν οι ομοιοπολικοί δεσμοί αντιμετωπιστούν ως ιοντικοί. Στα μονοατομικά ιόντα ο αριθμός οξείδωσης του ατόμου είναι ίσος με το φορτίο.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

1. Να συμπληρώσετε τα κενά:

Αριθμός οξείδωσης του ατόμου ενός στοιχείου σε χημική ένωση είναι το ..... που θα είχε το άτομο, αν οι ομοιοπολικοί δεσμοί αντιμετωπιστούν ως ιοντικοί. Αν πρόκειται για μονοατομικό ιόν, τότε ισούται με το .....του.

2. Να υπολογίσετε τον Α.Ο. των ατόμων υδρογόνου και ιωδίου στην ένωση H-I, γνωρίζοντας ότι το ιώδιο είναι ηλεκτραρνητικότερο του υδρογόνου.

3. Να υπολογίσετε τον Α.Ο. του ατόμου του υδρογόνου στις ακόλουθες χημικές ενώσεις.

(i) H_2O (ii) CaH_2 (iii) HNO_3 (iv) $NH_4C\ell$ (v) NaH.

4. Να υπολογίσετε τον Α.Ο. του ατόμου του άνθρακα στις ακόλουθες ενώσεις και ιόντα.

(i) CO (ii) CO_2 (iii) Na_2CO_3 (iv) CO_3^{2-} (v) HCO_3^-

5. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του ατόμου του βρωμίου στις ακόλουθες περιπτώσεις: (i) Br_2, (ii) NaBr, (iii) HBr, (iv) $HBrO_3$.

6. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του ατόμου του ιωδίου στις ακόλουθες περιπτώσεις: (i) I_2, (ii) IO^-, (iii) HIO, (iv) I^-,(iv) CaI_2.

Β' Ομάδα

1. Να υπολογίσετε τον Α.Ο. του ατόμου του στοιχείου με κόκκινη γραφή στις ακόλουθες χημικές ενώσεις και ιόντα.

(i) NH_3 (ii) CH_4 (iii) CH_3OH (iv) $K_2Cr_2O_7$ (v) HSO_4^-

2. Προστατεύοντας τον οργανισμό μας: Τα αντιοξειδωτικά είναι ενώσεις που μας προστατεύουν από οξειδωτικές ουσίες που παράγει ο μεταβολισμός μας. Μία οξειδωτική ουσία είναι το H_2O_2 με συντακτικό τύπο H-O-O-H.

α) Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του ατόμου του υδρογόνου και του ατόμου του οξυγόνου στην ένωση αυτή, αποδίδοντας τα ηλεκτρόνια των δεσμών στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο.

β) Για ποιο λόγο νομίζετε ότι το άτομο του οξυγόνου δεν έχει τον συνήθη αριθμό οξείδωσης, -2, σε αυτή την ένωση;

3. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του ατόμου του χλωρίου στις ακόλουθες περιπτώσεις: (i) $C\ell_2$, (ii) $HC\ell$, (iii) $C\ell^-$,(iv) $FC\ell$, (v) $HC\ell O$.

4. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του ατόμου του αζώτουστις περιπτώσεις (i) έως (iv). Στη συνέχεια να τις ταξινομήσετε από τον μικρότερο Α.Ο. προς τον μεγαλύτερο Α.Ο.: (i) N_2, (ii) NH_4^+, (iii) NO_2, (iv) HNO_2.

5. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του ατόμου του θείουστις περιπτώσεις (i) έως (iv). Στη συνέχεια να τις ταξινομήσετε από τον μικρότερο Α.Ο. προς τον μεγαλύτερο Α.Ο: (i) S_6, (ii) SO_4^{2-}, (iii) K_2S, (iv) H_2SO_3.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Τα εξασθενές χρώμιο έχει συνδεθεί με σοβαρά προβλήματα υγείας. Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για το εξασθενές χρώμιο. Ποιες δραστηριότητες συνδέονται με την παραγωγή του; Πώς επηρεάζει την υγεία των ζώων και των ανθρώπων; Πώς θα αντιμετωπίζατε την πιθανότητα να λειτουργήσει στην περιοχή σας μία βιομηχανία, της οποίας τα απόβλητα θα περιείχαν εξασθενές χρώμιο;

Απαντήσεις-υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	1. Χρησιμοποιήστε τους κανόνες υπολογισμού του αριθμού οξείδωσης
2. Σύμφωνα με τη θεωρία	2. α) Σύμφωνα με τη θεωρία β) Εξετάστε τους δεσμούς κάθε ατόμου οξυγόνου
3. Σύμφωνα με τους κανόνες	3. Σύμφωνα με τους κανόνες
4. Σύμφωνα με τους κανόνες	4. Σύμφωνα με τους κανόνες
5. Σύμφωνα με τους κανόνες	5. Σύμφωνα με τους κανόνες
6. Σύμφωνα με τους κανόνες	

Στο τέλος της ενότητας **«Ο συμβολισμός και η γραφή των ανόργανων ενώσεων»** θα μπορείς να:

- γράφεις τους χημικούς τύπους διαφόρων ανόργανων ενώσεων, εφόσον είναι γνωστός είτε ο Α.Ο. είτε το φορτίο του θετικού και αρνητικού τμήματός τους.
- αναγνωρίζεις την κατηγορία στην οποία ανήκουν διάφορες ανόργανες ενώσεις, οξέα και βάσεις (κατά Arrhenius), άλατα και οξείδια, εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος τους.

Λέξεις κλειδιά:

Βάση (κατά Arrhenius)

Οξείδιο

Οξύ (κατά Arrhenius)

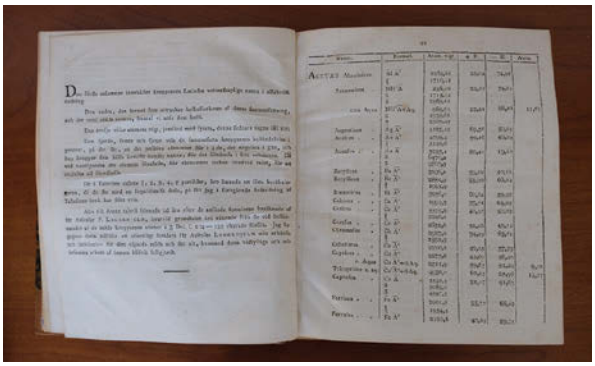
Χημικός τύπος

4.3 Ο συμβολισμός και η γραφή των ανόργανων ενώσεων

DNA, COVID, VIP. Στην επιστήμη αλλά και στην καθημερινή ζωή, συχνά χρησιμοποιούμε συντομογραφίες για να πούμε γρήγορα και περιεκτικά αυτό που θέλουμε. Στο παρελθόν, οι χημικοί είχαν το δικό τους λεξιλόγιο για να επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα ονόματα των χημικών ενώσεων βασίζονταν στην προέλευση ή στις ιδιότητες τους, πχ. οινόπνευμα (το πνεύμα του οίνου). Καθώς αυξανόταν ο αριθμός των χημικών ενώσεων εμφανίστηκε η ανάγκη για μια συστηματικότερη ταξινόμηση και γραφή τους (εικόνα 4.7).



Jöns Jacob Berzelius
Ένας από τους θεμελιωτές της σύγχρονης χημείας και του συστήματος γραφής των χημικών ενώσεων.



Εικόνα 4.7 *Βιβλίο του 1818 από τον J.Berzelius, ενός από τους θεμελιωτές της γραφής των χημικών ενώσεων*

Σκέφτομαι

Τα σύμβολα H_2O, CO_2, $NaC\ell$ κ.α., που βλέπουμε συχνά σε ετικέτες τροφίμων ή σε άρθρα για την επιστήμη, δεν είναι παρά ο τρόπος των χημικών να δώσουν πολλές πληροφορίες σύντομα. Αυτός ο τρόπος επικοινωνίας αποτελεί τη «γλώσσα της Χημείας», μια διεθνή γλώσσα που ακολουθεί συγκεκριμένους κανόνες οι οποίοι έχουν θεμελιωθεί εδώ και αιώνες.

Πώς γράφουμε μια χημική ένωση;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Συμβολισμός και γραφή ανόργανων ενώσεων**
- **Κατηγορίες ανόργανων ενώσεων**

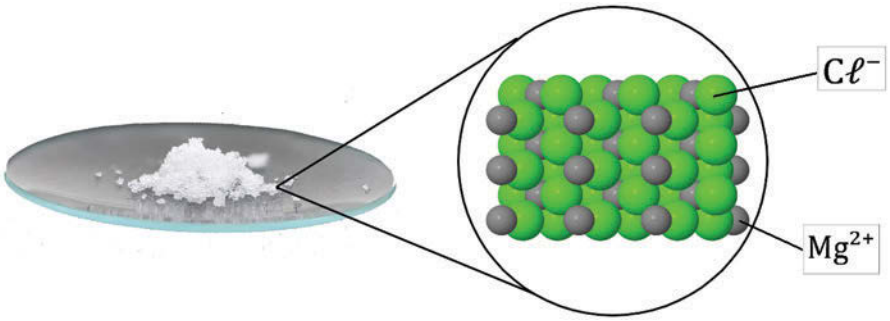
Διερευνώ

- **Συμβολισμός και γραφή ανόργανων ενώσεων**

Η «γλώσσα της Χημείας», κατ' αναλογία με όλες τις γλώσσες, έχει το δικό της αλφάβητο που αποτελείται από τα σύμβολα των χημικών στοιχείων. Τα σύμβολα αυτά είναι συνήθως το πρώτο ή τα δύο πρώτα γράμματα του αγγλικού ή του λατινικού ονόματος του στοιχείου. Το αλφάβητο αυτό, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες γλώσσες, εμπλουτίζεται συνεχώς καθώς συνθέτονται νέα στοιχεία.

Τα σύμβολα αυτά μπορούν να συνδυαστούν και να σχηματίσουν τους χημικούς τύπους των ενώσεων. Αυτοί οι συνδυασμοί των συμβόλων ακολουθούν ένα σύνολο κανόνων, συγκρίσιμους με τους κανόνες ορθογραφίας.

Ας μελετήσουμε πρώτα τον χημικό τύπο του $MgC\ell_2$ (εικόνα 4.8) για να αντιληφθούμε με ποιον τρόπο έχουμε επιλέξει τη συγκεκριμένη μορφή γραφής.



Εικόνα 4.8 *Η ένωση $MgCl_2$ και αναπαράσταση του κρυσταλλικού της πλέγματος*

Καταρχάς, ο χημικός τύπος περιέχει δύο τμήματα. Το πρώτο είναι το κατιόν του μαγνησίου (Mg^{2+}) που ονομάζεται θετικό τμήμα **(Θ)** και γράφεται πρώτο. Το δεύτερο είναι το ανιόν του χλωρίου ($C\ell^-$) που ονομάζεται αρνητικό τμήμα **(Α)** και γράφεται δεύτερο.

Ο δείκτης 2 που έχει το $C\ell$ στον χημικό τύπο, είναι ο αριθμός οξείδωσης του κατιόντος Mg^{2+}. Το Mg δεν έχει δείκτη, γιατί το ανιόν του χλωρίου έχει αριθμό οξείδωσης ίσο με -1 και στη Χημεία αποφεύγουμε να γράφουμε μονάδες. Δηλαδή, αρχικά ο τύπος ήταν $Mg_1C\ell_2$ (στη γραφή χρησιμοποιούμε χωρίς πρόσημο τον Α.Ο.).

Το συμπέρασμα είναι ότι, στους χημικούς τύπους, οι αριθμοί οξείδωσης (χωρίς πρόσημο) γράφονται χιαστί ως δείκτες στα δύο χημικά στοιχεία, όπως στο υπόδειγμα της εικόνας 4.9. Αν κάποιος δείκτης είναι 1, τότε αυτός παραλείπεται.

Γράφουμε τα σύμβολα	**Mg**	**Cl**
Γράφουμε τους Α.Ο. χωρίς πρόσημο	**2**	**1**
Οι Α.Ο. τοποθετούνται ως δείκτες χιαστί	**$MgC\ell_2$**	

Εικόνα 4.9 *Υπόδειγμα γραφής χημικού τύπου*

Δραστηριότητα 1

Δίνεται η ένωση Na_2O. Να εξηγήσετε:

α) Ποιο είναι το θετικό και ποιο το αρνητικό τμήμα της ένωσης;

β) Γιατί το Na έχει δείκτη 2;

γ) Ποιον δείκτη εννοείται ότι έχει το οξυγόνο;

……

……

Ο συμβολισμός και η γραφή των ανόργανων ενώσεων, είτε αυτές είναι ιοντικές είτε είναι ομοιοπολικές, γενικεύεται με τους ακόλουθους κοινούς κανόνες:

1) Κάθε χημικός τύπος ανόργανης ένωσης αποτελείται από δύο τμήματα. Το θετικό **(Θ)** και το αρνητικό **(Α).**

2) Το θετικό τμήμα έχει θετικό Α.Ο. **+x** και το αρνητικό τμήμα έχει αρνητικό Α.Ο. **–y** (αν είναι πολυατομικά ιόντα τότε έχουν θετικό και αρνητικό φορτίο αντίστοιχα).

3) Γράφουμε πρώτα το θετικό τμήμα και ακολουθεί το αρνητικό τμήμα **(ΘΑ)**. Τοποθετούμε τον Α.Ο. του Θ χωρίς πρόσημο **(x)** ως δείκτη στο Α και τον Α.Ο του Α χωρίς πρόσημο **(y)** ως δείκτη στο Θ: $\mathbf{Θ_yA_x}$.

4) Αν οι Α.Ο. **x** και **y** μπορούν να απλοποιηθούν, τότε κάνουμε απλοποίηση. Π.χ. αν x=2 και y=2, απλοποιούμε (με διαίρεση) και έχουμε x=1 και y=1.

5) Ο δείκτης 1 παραλείπεται.

Ας συνοψίσουμε τώρα με παραδείγματα τους κανόνες γραφής του χημικού τύπου μιας χημικής ένωσης:

Μελετώ

1. Να γράψετε τον χημικό τύπο των ενώσεων με θετικό τμήμα το Ca^{2+} και αρνητικό τμήμα (i) το $Cℓ^-$ και (ii) το O^{2-}.

(i) Κατιόν ασβεστίου και ανιόν χλωρίου (χλωρίδιο).

Πρώτη σκέψη: Το θετικό τμήμα γράφεται πρώτο.

Βήματα

1ο Γράφουμε πρώτα το θετικό τμήμα και μετά το αρνητικό τμήμα με τους αριθμούς οξείδωσης (φορτίο): $\mathbf{Ca^{2+}Cℓ^-}$.

2ο Τοποθετούμε τον Α.Ο. του **Ca** (χωρίς πρόσημο) δείκτη στο **Cℓ** και τον Α.Ο του **Cℓ** (χωρίς πρόσημο) δείκτη στο **Ca:** $\mathbf{Ca_1Cℓ_2}$.

3ο Το 1 παραλείπεται ως δείκτης: $\mathbf{CaCℓ_2}$.

(ii) Κατιόν ασβεστίου και ανιόν οξυγόνου (οξείδιο).

1ο Γράφουμε πρώτα το κατιόν ασβεστίου και μετά το ανιόν οξυγόνου: $\mathbf{Ca^{2+}O^{2-}}$.

2ο Τοποθετούμε τον Α.Ο. του **Ca** (χωρίς πρόσημο) δείκτη στο **O** και τον Α.Ο του **O** (χωρίς πρόσημο) δείκτη στο **Ca:** $\mathbf{Ca_2O_2}$.

3ο Οι δείκτες απλοποιούνται και γίνονται 1 και 1: $\mathbf{Ca_1O_1}$

4ο Το 1 παραλείπεται ως δείκτης: **CaO**

2. Να γράψετε τον χημικό τύπο των ενώσεων με θετικό τμήμα το H (με Α.Ο.=+1) και αρνητικό τμήμα (i) το Br (με Α.Ο.=-1) και (ii) το CO_3^{2-}

Πρώτη σκέψη: Το θετικό τμήμα γράφεται πρώτο.

Βήματα

(i) Υδρογόνο και Βρώμιο

1ο Γράφουμε πρώτα το θετικό τμήμα, δηλ. το υδρογόνο: $\mathbf{H^+Br^-}$.

2ο Τοποθετούμε τον Α.Ο. του **H** (χωρίς πρόσημο) δείκτη στο **Br** και τον Α.Ο του **Br** (χωρίς πρόσημο) δείκτη στο **H:** $\mathbf{H_1Br_1}$.

3ο Το 1 παραλείπεται ως δείκτης : **HBr.**

(ii)Υδρογόνο και ανθρακικό ανιόν

Βήματα

1ο Γράφουμε πρώτα το θετικό τμήμα, δηλ. το υδρογόνο: $\mathbf{H^+}$ CO_3^{2-}.

2ο Τοποθετούμε τον Α.Ο. του **H** (χωρίς πρόσημο) δείκτη στο $\mathbf{CO_3}$ και το φορτίο του $\mathbf{CO_3}$ (χωρίς πρόσημο) δείκτη στο **H:** $\mathbf{H_2(CO_3)_1}$.

3ο Το 1 παραλείπεται ως δείκτης : $\mathbf{H_2CO_3}$.

Τώρα που μάθαμε πώς γράφουμε χημικούς τύπους, μπορούμε να αρχίσουμε να ταξινομούμε τις ενώσεις σε κατηγορίες.

▶ Κατηγορίες ανόργανων ενώσεων

Λόγω του μεγάλου αριθμού των χημικών ενώσεων και των κοινών ιδιοτήτων που παρουσιάζουν κάποιες από αυτές, τις ταξινομούμε σε κατηγορίες. Δύο μεγάλες κατηγορίες είναι οι ανόργανες χημικές ενώσεις και οι οργανικές χημικές ενώσεις (δηλαδή οι ενώσεις που περιέχουν άνθρακα με λίγες εξαιρέσεις). Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται μόνο στις ανόργανες ενώσεις. Μια άλλη ταξινόμηση είναι αυτή που παρουσιάζεται στον πίνακα 4.4 και αφορά κυρίως τις ανόργανες ενώσεις. Οι ταξινομήσεις γενικά βοηθούν τη μελέτη των ενώσεων που περιλαμβάνουν.

Πίνακας 4.4 *Ταξινόμηση ανόργανων ενώσεων*

Κατηγορία	Οξέα	Βάσεις	Άλατα	Οξείδια
Χημική Ένωση	$HC\ell$	NaOH	$NaC\ell$	MgO
	HBr	$Mg(OH)_2$	$CaCO_3$	CO_2
	HNO_3	$Ca(OH)_2$	$MgC\ell_2$	NO_2
	H_3PO_4	$Ba(OH)_2$	$CuSO_4$	Fe_2O_3

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Οξύ
GB: Acid
FR: Acide
DE: Säure

Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για την αμμωνία

Αμμωνία
Το πρώτο αέριο που υγροποιήθηκε

Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για το υδροξείδιο του νατρίου

Οξέα
(εναλλακτικές ιδέες)

Δραστηριότητα 1

Μελετήστε τον πίνακα 4.4 και στη συνέχεια απαντήστε στα ερωτήματα:

α) Σε ποια κατηγορία ανήκουν οι ενώσεις που το θετικό τμήμα του χημικού τους τύπου είναι το υδρογόνο (H);

……

β) Σε ποια κατηγορία ανήκουν οι ενώσεις που το αρνητικό τμήμα του χημικού τους τύπου είναι το ανιόν υδροξειδίου (OH^-);

……

γ) Σε ποια κατηγορία ανήκουν οι ενώσεις που αποτελούνται από δύο μόνο στοιχεία και το αρνητικό τους τμήμα είναι το οξυγόνο;

……

δ) Σε ποια κατηγορία ανήκουν οι ενώσεις που το θετικό τμήμα του χημικού τους τύπου είναι κατιόν και το αρνητικό τμήμα είναι ανιόν πλην του οξυγόνου και του υδροξειδίου;

……

ε) Να ταξινομήσετε τις ακόλουθες ενώσεις στη σωστή κατηγορία: HI, KOH, CO, KBr, H_2SO_4.

……

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

Η παραπάνω ταξινόμηση των οξέων και βάσεων στηρίζεται στη θεωρία του Arrhenius. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, οξύ είναι μία χημική ένωση που σε υδατικό διάλυμα παράγει κατιόντα υδρογόνου (H^+), ενώ βάση είναι μία χημική ένωση που σε υδατικό διάλυμα παράγει ανιόντα υδροξειδίου (OH^-).

Να σημειώσουμε ότι μία ουσία που ανήκει στις βάσεις, αλλά δεν περιέχει ανιόν υδροξειδίου, είναι η αμμωνία (NH_3). Όμως σε υδατικό διάλυμα αντιδρά με το νερό και παράγει ιόντα υδροξειδίου.

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή

«Τα πολλά πρόσωπα του NaOH»

Το NaOH είναι μία βάση που έχεις πολλές εφαρμογές στη βιομηχανία και στην καθημερινή ζωή. Το υγρό με το οποίο καθαρίζουμε τον φούρνο μας είναι πολύ πιθανόν να περιέχει NaOH. Σε ένα ντουλάπι συνήθως υπάρχουν πολλά προϊόντα με NaOH αφού χρησιμοποιείται σε λοσιόν, μαλακτικά μαλλιών, υγρά και στερεά σαπούνια, αποτριχωτικές κρέμες, βερνίκια νυχιών και προϊόντα περιποίησης δέρματος.

Τα γερμανικά πρέτζελ αλλά και τα κινέζικα νουντλς συχνά έχουν υποστεί επεξεργασία με διαλύματα NaOH πριν τη διάθεσή τους στην κατανάλωση.

Το 25% της παραγωγής NaOH χρησιμοποιείται στη βιομηχανία χαρτιού, ενώ και η παρασκευή του παραδοσιακού πράσινου σαπουνιού κάνει χρήση αυτής της βάσης.

Το NaOH μπορεί να προκαλέσει σοβαρές δερματικές και οφθαλμικές βλάβες, αλλά στη βιομηχανία συχνά χρησιμοποιούνται αραιά διαλύματα αυτού που δεν είναι επικίνδυνα. Παρόλα αυτά, πριν χρησιμοποιήσουμε κάποιο προϊόν που περιέχει NaOH, πρέπει να ελέγξουμε τα εικονογράμματα χημικού κινδύνου που φέρει η συσκευασία (εικόνα 4.10).





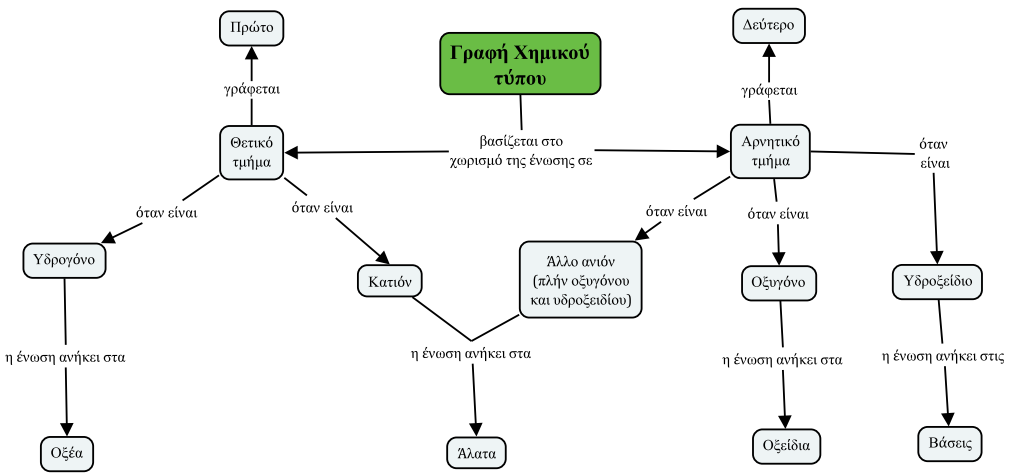
Εικόνα 4.10 *Στερεό NaOH και το εικονόγραμμα χημικού κινδύνου της συσκευασίας του*

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Η γραφή του χημικού τύπου των ενώσεων γίνεται με συστηματικό τρόπο και δίνει πληροφορίες για τη σύστασή τους. Βασίζεται στη γραφή δύο τμημάτων της ένωσης, πρώτα του θετικού και μετά του αρνητικού. Ο χημικός τύπος μιας χημικής ένωσης μας επιτρέπει να διακρίνουμε σε ποια κατηγορία ανήκει. Οι ανόργανες ενώσεις χωρίζονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες (οξέα, βάσεις, άλατα και οξείδια).

Εννοιολογικός Χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για τη γραφή χημικού τύπου

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Γράφω τους χημικούς τύπους διαφόρων ανόργανων ενώσεων, εφόσον είναι γνωστός ο Α.Ο. ή το φορτίο του θετικού και αρνητικού τμήματός τους			
Αναγνωρίζω την κατηγορία στην οποία ανήκουν διάφορες ανόργανες ενώσεις, οξέα και βάσεις (κατά Arrhenius), άλατα και οξείδια, εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος τους			

Γλωσσάρι

Βάση κατά Arrhenius είναι μία χημική ένωση που σε υδατικό διάλυμα παράγει ανιόντα υδροξειδίου (OH^-).

Οξείδιο είναι μία χημική ένωση του οξυγόνου με μέταλλο ή αμέταλλο.

Οξύ κατά Arrhenius είναι μία χημική ένωση που σε υδατικό διάλυμα παράγει κατιόντα υδρογόνου (H^+).

Χημικός τύπος είναι ένας από τους τρόπους συμβολισμού των χημικών ουσιών.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

1. Στον πίνακα δίνονται μερικά μονοατομικά ιόντα καθώς και κάποια πολυατομικά ιόντα με το φορτίο τους. Να συμπληρώσετε τα κενά κελιά με τον αντίστοιχο χημικό τύπο, όπως στο παράδειγμα.

	$C\ell^-$	O^{2-}	OH^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}
K^+						K_3PO_4
Ca^{2+}						
$A\ell^{3+}$						
NH_4^+		X				

2. Δίνονται ζεύγη στοιχείων με τους αριθμούς οξείδωσης εντός των παρενθέσεων. Να γράψετε τον χημικό τύπο της ένωσης που σχηματίζουν.

(i) H(+1) και Cℓ(-1) (ii) H(+1) και O(-2) (iii) C(+4) και Cℓ(-1)

(iv) C(+4) και O(-2)

3. Το υδρογόνο είναι ένα χημικό στοιχείο που απαντάται σε πολλές ομοιοπολικές ενώσεις. Στον πίνακα, δίνονται μερικά χημικά στοιχεία με τον αριθμό οξείδωσης καθώς και κάποια πολυατομικά ιόντα με το φορτίο τους. Να συμπληρώσετε τα κενά κελιά με τον αντίστοιχο χημικό τύπο, όπως στο παράδειγμα.

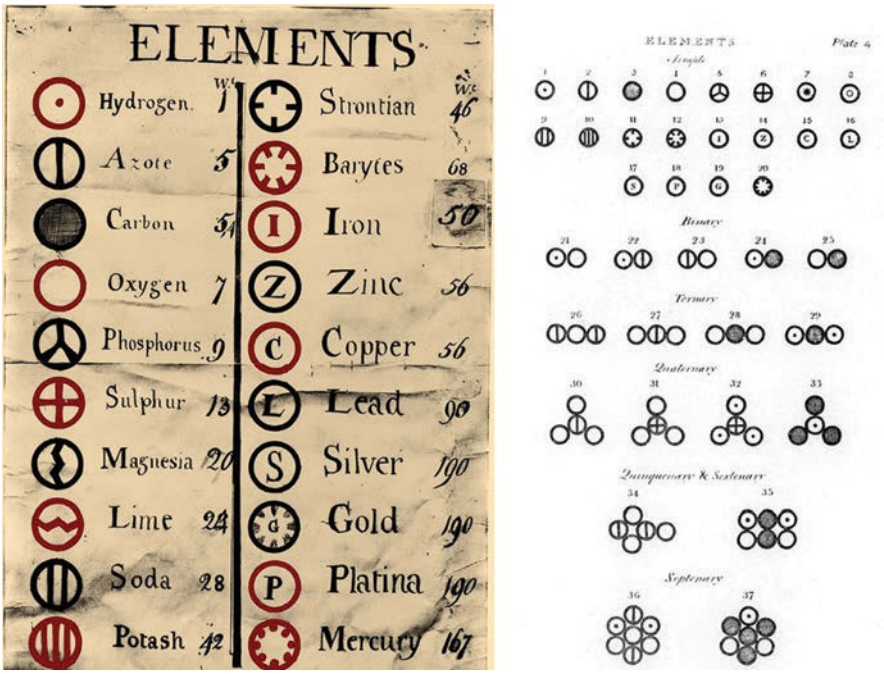
	F^-	S^{2-}	NO_3^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}
H^+	HF					

4. Δίνονται οι χημικοί τύποι των ενώσεων: CaO, HNO_3, $Ba(OH)_2$, CuI_2, NO_2, NaOH, K_2CO_3

Να τις ταξινομήσετε σε οξέα, βάσεις, οξείδια και άλατα.

Β' Ομάδα

1. Γράφοντας όπως ο Dalton: Στην εικόνα 4.11 δίνεται η γραφή των χημικών στοιχείων και ενώσεων που χρησιμοποιούσε ο Dalton.



Εικόνα 4.11 *Σύμβολα στοιχείων και χημικών ενώσεων όπως τα έγραφε ο Dalton*

α) Να εντοπίσετε στην πρώτη στήλη των χημικών στοιχείων, τα σύμβολα για τα χημικά στοιχεία υδρογόνο (Hydrogen), άζωτο (Azote), οξυγόνο (Oxygen).

β) Στη δεξιά στήλη, να αναγνωρίσετε τις ενώσεις CO, NO. Στη συνέχεια, να τις αντιγράψετε στο τετράδιό σας.

γ) Δίνονται οι ονομασίες κάποιων χημικών στοιχείων της εποχής του Dalton.

Άνθρακας (Carbon), Θείο (Sulphur), Κάλιο (Potash), Νάτριο (Soda).

Να γράψετε τις χημικές ενώσεις CO_2, HNO_3, H_2SO_4, KOH, Na_2O χρησιμοποιώντας το σύστημα γραφής του Dalton.

δ) Να αναφέρετε δύο λόγους για τους οποίους θεωρείτε ότι επικράτησε το σύγχρονο σύστημα γραφής και όχι αυτό του Dalton.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Το H_2SO_4 είναι ένα οξύ σημαντικό για τη βιομηχανία. Η παραγωγή H_2SO_4 μιας χώρας αποτελεί έναν καλό δείκτη της βιομηχανικής της ανάπτυξης.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για το H_2SO_4. Ποια χώρα παράγει τη μεγαλύτερη ποσότητα παγκοσμίως; Ποια είναι η θέση της Ελλάδας; Σε ποιες βιομηχανίες χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη; Ποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις έχει η ανάπτυξη μιας βιομηχανίας που παράγει ή χρησιμοποιεί το H_2SO_4;

Απαντήσεις-υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	**1.** β) και γ) Προσέξτε τους δείκτες των ενώσεων δ) Εξετάστε ποιο σύστημα δίνει περισσότερες πληροφορίες και πιο συνοπτικά.
2. Σύμφωνα με τη θεωρία	
3. Σύμφωνα με τη θεωρία	
4. Σύμφωνα με τη θεωρία	

Στο τέλος της ενότητας **«Η ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων»** θα μπορείς να:

- ονομάζεις κατά IUPAC διάφορες ενώσεις (οξέα, βάσεις, άλατα, οξείδια), εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος τους και αντίστροφα

Λέξεις κλειδιά:

Άλας

Βάση

Οξείδιο

Οξύ

4.4 Η ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων

Ασβέστης, αλάτι, βιτριόλι, άκουα φόρτε είναι μερικές εμπειρικές ονομασίες χημικών ενώσεων που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή ή ακούμε στις ειδήσεις. Οι χημικοί χρησιμοποιούν ονομασίες, όπως οξείδιο του ασβεστίου, χλωρίδιο του νατρίου κ.α.



Εικόνα 4.12 *Η σκουριά είναι μίγμα ενώσεων μεταξύ των οποίων και το οξείδιο του σιδήρου(III)*

Σκέφτομαι

Γενικά, στη Χημεία χρησιμοποιούνται συχνά εμπειρικές ονομασίες είτε για πολύπλοκες ενώσεις, είτε για ενώσεις που για κάποιο λόγο η εμπειρική τους ονομασία έχει καθιερωθεί. Το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα είναι το νερό (H_2O).

Η Χημεία έχει έναν συστηματικό τρόπο για να ονομάζει τις ενώσεις, ώστε να είναι εύκολο κάθε φορά να αντιστοιχούμε το όνομα της ένωσης με τον χημικό της τύπο.

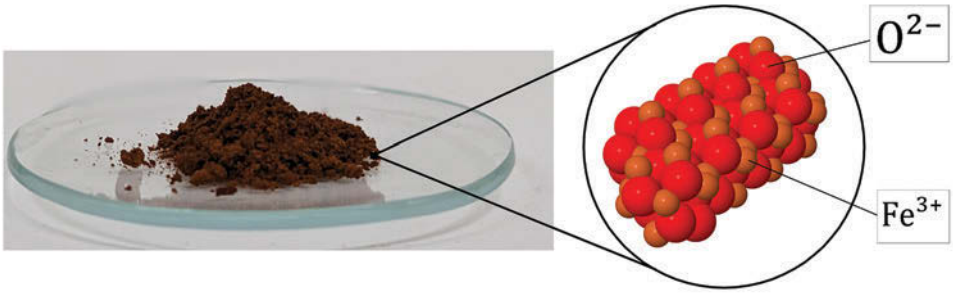
Πώς ονομάζουμε μια χημική ένωση;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Ονοματολογία οξειδίων**
- **Ονοματολογία βάσεων**
- **Ονοματολογία οξέων**
- **Ονοματολογία αλάτων**

Διερευνώ

▶ Ονοματολογία οξειδίων



Εικόνα 4.13 *Οξείδιο του σιδήρου(III) (Fe_2O_3) και αναπαράσταση του κρυσταλλικού του πλέγματος*

Η σκουριά περιέχει το οξείδιο του σιδήρου(III) (Fe_2O_3), ενώ το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) είναι ένας ατμοσφαιρικός ρύπος (εικόνα 4.14). Και οι δύο ενώσεις ανήκουν στην κατηγορία των οξειδίων. Στον πίνακα 4.5 δίνονται οι χημικοί τύποι και οι ονομασίες κάποιων οξειδίων που σχηματίζουν τα μέταλλα και κάποιων που σχηματίζουν τα αμέταλλα.

Πίνακας 4.5 *Χημικοί τύποι και ονομασία οξειδίων*

Οξείδια Μετάλλων	Ονομασία
Na_2O	Οξείδιο του νατρίου
CaO	Οξείδιο του ασβεστίου
FeO	Οξείδιο του σιδήρου(II)
Fe_2O_3	Οξείδιο του σιδήρου(III)

Οξείδια αμετάλλων	Ονομασία
CO	Μονοξείδιο του άνθρακα
NO_2	Διοξείδιο του αζώτου
SO_3	Τριοξείδιο του θείου
N_2O_5	Πεντοξείδιο του αζώτου



(α)



(β)

Εικόνα 4.14 *(α) Φιάλη που περιέχει NO_2, (β) αναπαράσταση του μορίου του NO_2.*

Μόριο διοξειδίου του αζώτου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Μόριο τριοξειδίου του θείου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Οξείδιο
GB: Oxide
FR: Oxyde
DE: Oxid

Μόριο διοξειδίου του θείου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Δραστηριότητα 1

Μελετήστε τον πίνακα 4.5 και στη συνέχεια:

α) να αναγνωρίσετε αν το οξυγόνο αναφέρεται πρώτο ή δεύτερο στην ονομασία ενός οξειδίου. Ταιριάζει με τη σειρά που γράφεται στον χημικό τύπο;

β) να αναγνωρίσετε με ποιον τρόπο δηλώνεται στην ονομασία ενός οξειδίου ο αριθμός οξείδωσης ενός μετάλλου, όταν το μέταλλο έχει παραπάνω από έναν σταθερό αριθμό οξείδωσης.

γ) να αναγνωρίσετε με ποιον τρόπο δηλώνεται στην ονομασία ο αριθμός των οξυγόνων του οξειδίου, στα οξείδια των αμετάλλων.

δ) να ονομάσετε τα οξείδια: K_2O, CuO, Cu_2O, SO_2.

ε) να γράψετε τους χημικούς τύπους των οξειδίων: Οξείδιο του μαγνησίου, Οξείδιο του χαλκού(I), διοξείδιο του άνθρακα.

α) .....

β) .....

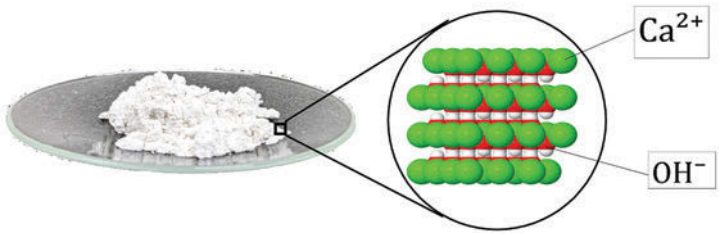
γ) .....

δ) .....

ε) .....

Στη συνέχεια μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

▶ Ονοματολογία βάσεων



Εικόνα 4.15 *Υδροξείδιο του ασβεστίου ($Ca(OH)_2$) και αναπαράσταση του κρυσταλλικού του πλέγματος*

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Βάση
GB: Base
FR: Base
DE: Base

Το μείγμα ασβέστη και νερού που χρησιμοποιείται στις οικοδομές περιέχει μία βάση, το $Ca(OH)_2$. Στον πίνακα 4.6 δίνονται οι ονομασίες κάποιων βάσεων και τα ιόντα του κρυσταλλικού τους πλέγματος.

Πίνακας 4.6 *Χημικοί τύποι και ονομασία βάσεων, με τα αντίστοιχα ιόντα*

Υδροξείδια	Ονομασία	Κατιόν	Ανιόν
NaOH	Υδροξείδιο του νατρίου	Na^+	OH^-
$Ca(OH)_2$	Υδροξείδιο του ασβεστίου	Ca^{2+}	OH^-
$Fe(OH)_2$	Υδροξείδιο του σιδήρου(II)	Fe^{2+}	OH^-
$Fe(OH)_3$	Υδροξείδιο του σιδήρου(III)	Fe^{3+}	OH^-

Βάσεις είναι ιοντικές ενώσεις που αποτελούνται από κατιόν μετάλλου και ανιόν υδροξειδίου και ονομάζονται με το όνομα **υδροξείδιο** ακολουθούμενο από το όνομα **του μετάλλου** (εξαίρεση αποτελεί η αμμωνία, NH_3).

Π.χ. $Ca(OH)_2$: υδροξείδιο του ασβεστίου.

Για τα μέταλλα που έχουν παραπάνω από έναν σταθερό αριθμό οξείδωσης, αυτός δηλώνεται με λατινικό αριθμό. Π.χ.$Fe(OH)_2$: υδροξείδιο του σιδήρου(II).

Αυτός είναι ένας γενικός κανόνας που ισχύει στα οξείδια, τις βάσεις και τα άλατα.

Δραστηριότητα 1

α) Να ονομάσετε τις βάσεις: KOH, $Cu(OH)_2$.

.....

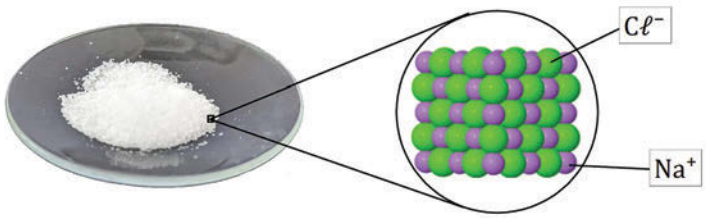
.....

β) Να γράψετε τους χημικούς τύπους των βάσεων: Υδροξείδιο του μαγνησίου, Υδροξείδιο του χαλκού(I).

.....

.....

Ονοματολογία αλάτων



Εικόνα 4.16 *Χλωρίδιο του νατρίου (NaCℓ) και αναπαράσταση του κρυσταλλικού του πλέγματος*

Το αλάτι που νοστιμίζει τα φαγητά και έχει δώσει την ονομασία σε μια ολόκληρη κατηγορία χημικών ενώσεων, τα άλατα, περιέχει NaCℓ. Στον πίνακα 4.7 δίνονται οι ονομασίες κάποιων αλάτων και τα ιόντα του κρυσταλλικού τους πλέγματος.

Πίνακας 4.7 *Χημικοί τύποι και ονομασία αλάτων με τα αντίστοιχα ιόντα*

Άλατα	Ονομασία	Κατιόν	Ανιόν
NaCℓ	Χλωρίδιο του νατρίου	Na^+	$Cℓ^-$
$CaBr_2$	Βρωμιδίο του ασβεστίου	Ca^{2+}	Br^-
Na_2CO_3	Ανθρακικό νάτριο	Na^+	CO_3^{2-}
$Fe(NO_3)_2$	Νιτρικός σίδηρος(II)	Fe^{2+}	NO_3^-

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Άλας
GB: Salt
FR: Sel
DE: Salz

Τα άλατα είναι ιοντικές ενώσεις που το θετικό τους τμήμα είναι ιόν μετάλλου ή του αμμωνίου (NH_4^+) και το αρνητικό τους τμήμα είναι ιόν αμέταλλου ή πολυατομικό ιόν με αρνητικό φορτίο.

Τα άλατα ονομάζονται από το όνομα του αρνητικού τμήματος (με την κατάλληλη κατάληξη), ακολουθούμενο από το όνομα του κατιόντος.

Π.χ. NaCℓ: χλωρίδιο του νατρίου, $(NH_4)_2CO_3$: ανθρακικό αμμώνιο, $Fe(NO_3)_2$: νιτρικός σίδηρος(II).

Κρύσταλλος θειικού χαλκού(II) (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Μόριο θειϊκού οξέος (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Μόριο ανθρακικού οξέος (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)

Δραστηριότητα 1

α) Να ονομάσετε τα άλατα: KCℓ, CuBr, $MgSO_4$.

.....

.....

β) Να γράψετε τους χημικούς τύπους των αλάτων: Βρωμίδιο του μαγνησίου, Θειικός χαλκός(II).

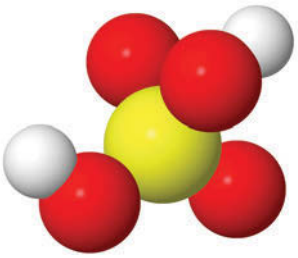
.....

.....

Ονοματολογία οξέων



(α)



(β)

Εικόνα 4.17 *(α)Πυκνό διάλυμα H_2SO_4, (β) αναπαράσταση του μορίου του H_2SO_4.*

Το βιτριόλι, ένα πολύ επικίνδυνο διάλυμα, έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε ένα οξύ, το H_2SO_4. Στον πίνακα 4.8 δίνονται οι χημικοί τύποι και οι ονομασίες κάποιων οξέων.

Πίνακας 4.8 *Χημικοί τύποι και ονομασία οξέων*

Μη οξυγονούχο οξύ	Ονομασία	Οξυγονούχο οξύ	Ονομασία
HCℓ	Υδροχλώριο	HNO_3	Νιτρικό οξύ
HBr	Υδροβρώμιο	H_2SO_4	Θειικό οξύ
HCN	Υδροκυάνιο	H_2CO_3	Ανθρακικό οξύ

Τα ανόργανα οξέα είναι ομοιοπολικές ενώσεις που το θετικό τους τμήμα είναι το υδρογόνο.

Τα οξέα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τα **οξυγονούχα οξέα** και τα **μη οξυγονούχα οξέα** ανάλογα αν στο μόριό τους περιέχεται οξυγόνο ή όχι.

Α. Τα μη οξυγονούχα οξέα ονομάζονται από το πρόθεμα "υδρο-" ακολουθούμενο από το όνομα του αρνητικού τμήματος του χημικού τύπου.

Π.χ. $HC\ell$: υδροχλώριο, HCN: υδροκυάνιο.

Β. Τα οξυγονούχα οξέα ονομάζονται από το όνομα του αρνητικού τμήματος του χημικού τύπου, ακολουθούμενο από τη λέξη οξύ.

Π.χ., H_2SO_4: θειικό οξύ.



Μόριο φωσφορικού οξέος (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)



Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για το υδροχλώριο

Δραστηριότητα 1

α) Να ονομάσετε τα οξέα: HF, H_3PO_4.

.....

β) Να γράψετε τους χημικούς τύπους των οξέων: υδρόθειο, ανθρακικό οξύ.

.....

Ας συνοψίσουμε με δύο παραδείγματα όσα μάθαμε στο κεφάλαιο για την ονοματολογία των ανόργανων χημικών ενώσεων.

Μελετώ

1. Να ονομάσετε τις ακόλουθες ενώσεις: (i) K_2O και (ii) HF.

Πρώτη σκέψη: Πρέπει να αναγνωρίσουμε σε ποια κατηγορία ανήκει η ένωση.

Βήματα

(i) K_2O

1ο Το K_2O ανήκει στα οξείδια.

2ο Περιέχει κάλιο, άρα ονομάζεται οξείδιο του καλίου.

(ii) HF

1ο Το HF ανήκει στα μη οξυγονούχα οξέα.

2ο Περιέχει φθόριο, άρα ονομάζεται υδροφθόριο.

2. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων (i) Βρωμίδιο του νατρίου (ii) υδροξείδιο του ασβεστίου και (iii) θειικό οξύ.

Πρώτη σκέψη: Πρέπει να αναγνωρίσουμε το θετικό και το αρνητικό τμήμα της ένωσης.

Βήματα

(i) Βρωμίδιο του νατρίου

1ο Το θετικό τμήμα της χημικής ένωσης υποδεικνύεται από το "νάτριο" και το αρνητικό από το "βρωμίδιο".

2ο Βρίσκουμε τους αριθμούς οξείδωσης (ή το φορτίο) (πίνακες 4.2 και 4.3): Na:+1, Br:-1.

3ο Το θετικό τμήμα της ένωσης είναι το Na(+1) και το αρνητικό τμήμα της το Br(-1).

4ο Γράφουμε τον χημικό τύπο: NaBr.

(ii)Υδροξείδιο του ασβεστίου

1ο Το θετικό τμήμα της χημικής ένωσης υποδεικνύεται από το "ασβέστιο" και το αρνητικό από το "υδροξείδιο".

2ο Βρίσκουμε τους αριθμούς οξείδωσης (ή το φορτίο) (πίνακες 4.2 και 4.3): Ca:+2, OH:-1.

3ο Το θετικό τμήμα της ένωσης είναι το Ca(+2) και το αρνητικό τμήμα της το OH(-1).

4ο Γράφουμε τον χημικό τύπο: $Ca(OH)_2$.

iii)Θειικό οξύ

1ο Το θετικό τμήμα της χημικής ένωσης υποδεικνύεται από το "οξύ" και το αρνητικό από το "θειικό".

2ο Βρίσκουμε τους αριθμούς οξείδωσης (ή το φορτίο) (πίνακες 4.2 και 4.3): H:+1, SO_4:-2

3ο Το θετικό τμήμα της ένωσης είναι το H(+1) και το αρνητικό τμήμα της το SO_4(-2).

4ο Γράφουμε τον χημικό τύπο: H_2SO_4.

Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για το ανθρακικό νάτριο

Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για το υδρογονοανθρακικό νάτριο

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή

«Μία σόδα, δύο σόδες, πολλές σόδες»

Υδρογονοανθρακικό νάτριο, ανθρακικό νάτριο, υδροξείδιο του νατρίου. Αυτές οι ενώσεις χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή και πολύ συχνά ακούμε να τις αποκαλούν αδιακρίτως «σόδα». Η αιτία για αυτό είναι το νάτριο, που περιέχουν όλες οι ενώσεις, το οποίο στα αγγλικά ονομάζεται «sodium».

Έτσι, στο εμπόριο υπάρχει η μαγειρική ή χωνευτική σόδα ($NaHCO_3$), η σόδα πλύσης ή τέφρας (Na_2CO_3) και η καυστική σόδα (NaOH). Όπως καταλαβαίνετε από τις εμπειρικές τους ονομασίες, δεν είναι όλες οι σόδες κατάλληλες για πόση, ούτε χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό.

Ευτυχώς, οι χημικοί στα εργοστάσια που παρασκευάζουν τα αντίστοιχα προϊόντα γνωρίζουν πολύ καλά σε ποια ένωση αναφέρεται κάθε ονομασία, τις ιδιότητές της και τη χρήση της. Έτσι, μπορείτε να απολαύσετε ένα ποτήρι με «σόδα» μετά από ένα βαρύ γεύμα και να είστε σίγουροι ότι περιέχει το χωνευτικό $NaHCO_3$ και όχι το καυστικό NaOH.



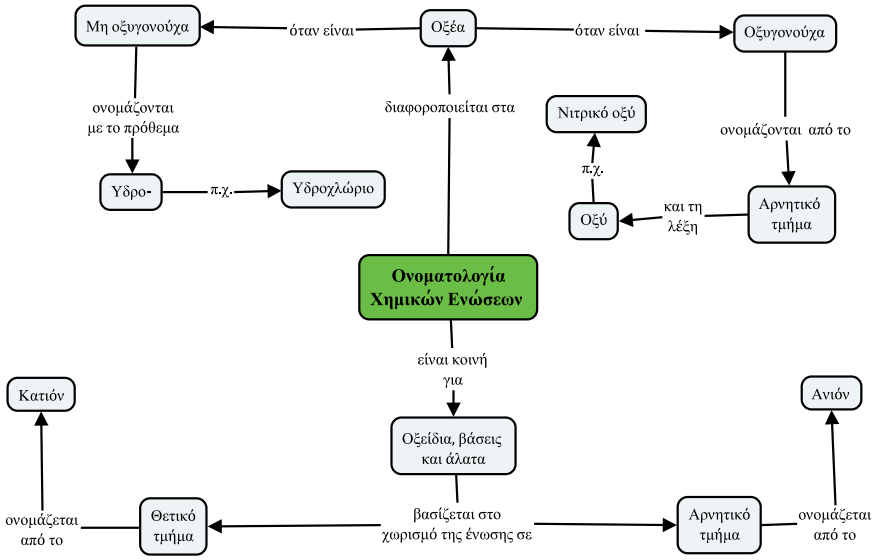
Εικόνα 4.18 *Στερεό $NaHCO_3$ που χρησιμοποιείται στη μαγειρική σόδα*

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Η ονοματολογία των χημικών ενώσεων βασίζεται σε συγκεκριμένους κανόνες και συνδέει τον χημικό τύπο με το όνομα της ένωσης.

Εννοιολογικός Χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για την ονοματολογία

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Ονομάζω οξέα, αν δίνεται ο χημικός τύπος τους			
Ονομάζω βάσεις, αν δίνεται ο χημικός τύπος τους			
Ονομάζω άλατα, αν δίνεται ο χημικός τύπος τους			
Ονομάζω οξείδια, αν δίνεται ο χημικός τύπος τους			
Γράφω τον χημικό τύπο οξέων, εφόσον δίνεται η ονομασία τους			
Γράφω τον χημικό τύπο βάσεων, εφόσον δίνεται η ονομασία τους			
Γράφω τον χημικό τύπο αλάτων, εφόσον δίνεται η ονομασία τους			
Γράφω τον χημικό τύπο οξειδίων, εφόσον δίνεται η ονομασία τους			

Γλωσσάρι

Άλατα είναι οι ιοντικές ενώσεις που το θετικό τους τμήμα είναι ιόν μετάλλου ή του αμμωνίου (NH_4^+) και το αρνητικό τους τμήμα είναι ιόν αμέταλλου ή πολυατομικό ανιόν.

Βάση κατά Arrhenius είναι μία χημική ένωση που σε υδατικό διάλυμα παράγει ανιόντα υδροξειδίου (OH^-).

Οξείδιο είναι μία χημική ένωση του οξυγόνου με μέταλλο ή αμέταλλο.

Οξύ κατά Arrhenius είναι μία χημική ένωση που σε υδατικό διάλυμα παράγει κατιόντα υδρογόνου (H^+).

Διαδραστικό λεξικό για την ονοματολογία της Χημείας

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

1. α) Να ονομάσετε τις ενώσεις: Na_2O, CO, NO_2, CuO.

β) Να γράψετε τον χημικό τύπο των ενώσεων: οξείδιο του μαγνησίου, διοξείδιο του άνθρακα, τριοξείδιο του θείου, οξείδιο του σιδήρου(III).

2. α) Να ονομάσετε τις ενώσεις: NaBr, $CaCO_3$, MgF_2, $A\ell PO_4$.

β) Να γράψετε τον χημικό τύπο των ενώσεων: θειικό ασβέστιο, χλωρίδιο του χαλκού(II), νιτρικός άργυρος, σουλφίδιο του μαγνησίου.

3. α) Να ονομάσετε τις ενώσεις: NaOH, $Cu(OH)_2$, $Zn(OH)_2$, $Fe(OH)_3$.

β) Να γράψετε τον χημικό τύπο των ενώσεων: υδροξείδιο του καλίου, υδροξείδιο του σιδηρού(II), υδροξείδιο του ασβεστίου, σουλφίδιο του μαγνησίου.

4. α) Να ονομάσετε τις ενώσεις: HBr, HNO_3, H_2S, H_2SO_4.

β) Να γράψετε τον χημικό τύπο των ενώσεων: υδροχλώριο, φωσφορικό οξύ, ανθρακικό οξύ, υδροκυάνιο.

5. α) Να ονομάσετε τις ενώσεις: K_2O, NO_2, $CaC\ell_2$, $Mg(NO_3)_2$, CuOH, HF, H_3PO_4

β) Να γράψετε τον χημικό τύπο των ενώσεων: οξείδιο του σιδήρου(III), μονοξείδιο του αζώτου, θειικό οξύ, φωσφορικό ασβέστιο, υδροξείδιο του χαλκού (II), υδροιώδιο

Β' Ομάδα

1. Χρησιμοποιήσαμε ένα πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) για να απαντήσουμε στο ερώτημα «Να αναγνωρίσετε την κατηγορία που ανήκουν οι ενώσεις: HBr, HNO_3, H_2S, H_2SO_4 και στη συνέχεια να τις ονομάσετε». Παρακάτω, δίνεται η απάντησή του:

Οι ενώσεις που δίνετε ανήκουν σε διάφορες κατηγορίες. Ας τις αναγνωρίσουμε και στη συνέχεια να τις ονομάσουμε:

HBr - Υδροβρομικό οξύ: Ανήκει στην κατηγορία των υδροξυκυανούχων οξέων.

HNO_3 - Νιτρικό οξύ: Ανήκει στην κατηγορία των οξέων.

H_2S: Υδροθειώδες άετι. Ανήκει στην κατηγορία των θειούχων οξέων.

H_2SO_4: Θειικό οξύ: Ανήκει επίσης στην κατηγορία των θειούχων οξέων.

α) Να εντοπίσετε τυχόν λάθη που υπάρχουν στην ονοματολογία των τεσσάρων ενώσεων.

β) Να σχολιάσετε τις υπογραμμισμένες προτάσεις ως προς την ορθότητά τους.

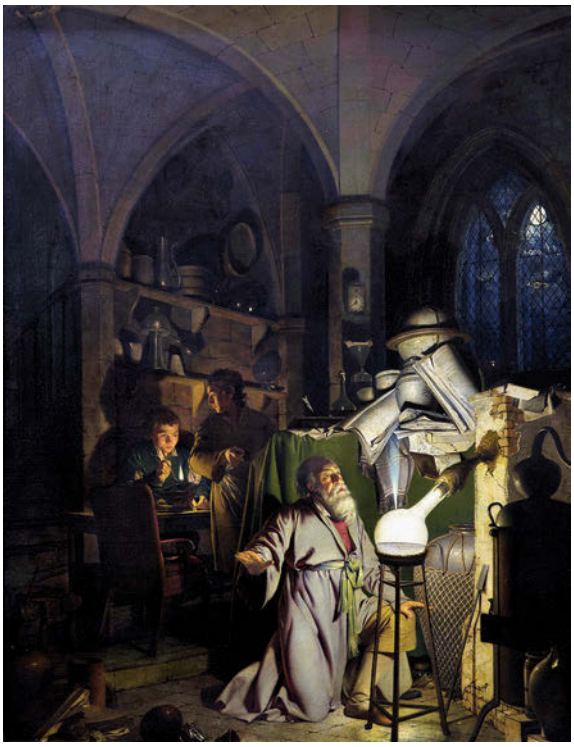
γ) Θεωρείτε ότι η χρήση ΤΝ για να απαντάτε στα ερωτήματα των μαθημάτων του Λυκείου θα σας βοηθήσει να αναπτύξετε τις γνωστικές σας δεξιότητες ή όχι; Εξηγήστε σύντομα, παραθέτοντας ένα ή δύο επιχειρήματα.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Κάποιοι από τους ατμοσφαιρικούς ρύπους είναι οξείδια του αζώτου και του θείου. Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για τους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Ποιες δραστηριότητες παράγουν οξείδια του αζώτου και του θείου; Ποιες επιπτώσεις έχει στην υγεία μας η έκθεση σε αυτές τις ουσίες; Ποια οξείδια είναι υπεύθυνα για την όξινη βροχή;

Απαντήσεις-υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία. Εφαρμόστε τους κανόνες της απλοποίησης και της χιαστί γραφής των αριθμών οξείδωσης	1. Σύμφωνα με τη θεωρία και την προσωπική σας άποψη
2. Σύμφωνα με τη θεωρία. Εφαρμόστε τους κανόνες γραφής με βάση τους αριθμούς οξείδωσης	
3. Σύμφωνα με τη θεωρία.	
4. Σύμφωνα με τη θεωρία	
5. Σύμφωνα με τη θεωρία. Προσέξτε την ιδιαίτερη ονοματολογία των οξέων	



Εικόνα 5.1 *Ο Αλχημιστής ανακαλύπτει τον φωσφόρο, έργο του Joseph Wright of Derby*

Κεντρική έννοια της μετατροπής των υλικών είναι η χημική αντίδραση. Ξεκινώντας από τους αλχημιστές, που προσπαθούσαν να μετατρέψουν τα μέταλλα σε χρυσό, η Χημεία εξελίχθηκε και τώρα πια μπορεί να κάνει πράγματα που πριν λίγους αιώνες έμοιαζαν ακατόρθωτα.

Μέσω των χημικών αντιδράσεων η επιστήμη της Χημείας μάς «σώζει» τη ζωή, φουσκώνοντας ταχύτατα έναν αερόσακο ή δίνοντάς μας πολύτιμο οξυγόνο, αν αποσυμπιεστεί η καμπίνα ενός αεροπλάνου.

Και αυτό είναι μόνο ένα μικρό δείγμα αυτών που μας προσφέρει. Μας επιτρέπει να ελέγχουμε την ποιότητα του νερού και των τροφίμων, εξουδετερώνει τα απόβλητα των εργοστασίων και συνεισφέρει στη μαγειρική και τη ζαχαροπλαστική.

Στο τέλος της ενότητας **«Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Οι χημικές εξισώσεις»** θα μπορείς να:

- αναγνωρίζεις την ανάγκη συμβολικής αναπαράστασης των χημικών φαινομένων.
- συμπεραίνεις από πίνακα δεδομένων ότι στις χημικές αντιδράσεις η μάζα διατηρείται.
- συσχετίζεις τη διατήρηση της μάζας στις χημικές αντιδράσεις με τη διατήρηση του είδους και του πλήθους των ατόμων που συμμετέχουν σε αυτήν.
- αναγνωρίζεις την ανάγκη οι χημικές εξισώσεις να περιγράφουν με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια το χημικό φαινόμενο.
- ισοσταθμίζεις απλές χημικές εξισώσεις.

Λέξεις κλειδιά:

Αντιδρώντα

Ισοστάθμιση της χημικής εξίσωσης

Προϊόντα

Χημική εξίσωση

5.1 Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Οι χημικές εξισώσεις

Στη ζαχαροπλαστική χρησιμοποιείται συχνά η μαγειρική σόδα ή το μπέικιν πάουντερ (baking powder), δηλαδή ένα μίγμα μαγειρικής σόδας και οξέος. Η χρήση τους γίνεται κυρίως για να «φουσκώσουν» τα γλυκά, έτσι ώστε να είναι ωραιότερη η εμφάνιση και η υφή τους. Η αντίδραση στην οποία βασίζεται το φούσκωμα είναι αυτή της μαγειρικής σόδας με κάποιο οξύ που περιέχεται στο υπόλοιπο μίγμα και η παραγωγή ενός αερίου που φουσκώνει τη ζύμη (εικόνα 5.2).



Εικόνα 5.2 *Κέικ μετά το ψήσιμο με τη χρήση μπέικιν πάουντερ*

Σκέφτομαι

Η μαγειρική βασίζεται στις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα μεταξύ των συστατικών των τροφίμων. Οι χημικοί που ασχολούνται με την ασφάλεια των τροφίμων εξετάζουν τις χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται κατά το μαγείρεμα. Η μελέτη αυτών των αντιδράσεων οδηγεί σε νέες πρακτικές και προϊόντα, με στόχο τη βελτίωση της καθημερινής μας ζωής. Για να περιγράφουν τις χημικές αντιδράσεις με ακρίβεια, οι χημικοί έχουν αναπτύξει τον δικό τους συμβολισμό.

Πώς καταγράφουν και «παρακολουθούν» οι χημικοί τις αλλαγές στα υλικά;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα :

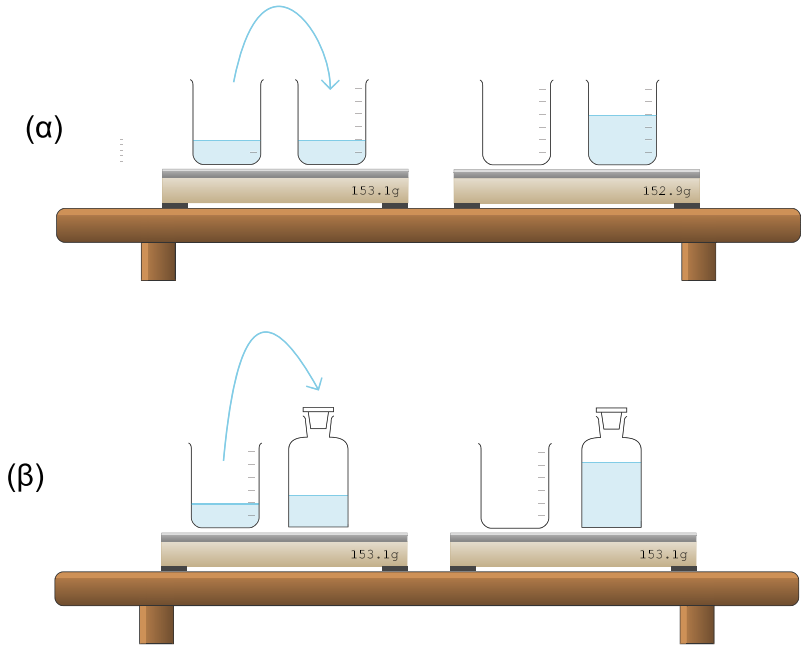
- **Η διατήρηση της μάζας**
- **Η χημική εξίσωση**
- **Ισοστάθμιση χημικών εξισώσεων**

Διερευνώ

- **Η διατήρηση της μάζας**

Το μπέικιν πάουντερ περιέχει την ένωση υδρογονοανθρακικό νάτριο, $NaHCO_3$, και ένα οξύ (π.χ. τρυγικό οξύ) τα οποία αντιδρώντας παράγουν αέριο διοξείδιο του άνθρακα, CO_2. Αν και στη μαγειρική χρησιμοποιούνται οργανικά οξέα, για λόγους απλότητας θα μελετήσουμε την αντίδραση του $NaHCO_3$ με ένα απλούστερο οξύ, το υδροχλωρικό οξύ, $HC\ell(aq)$.

Στο εικόνα 5.3 παρουσιάζονται δύο πειράματα, στα οποία αναμιγνύουμε διάλυμα υδρογονοανθρακικού νατρίου και διάλυμα (υδροχλωρικό οξύ) σε ένα ανοιχτό ποτήρι ζέσεως (α) και σε μία κλειστή φιάλη (β).



Εικονα 5.3 *Αναπαράσταση πειράματος με την αντίδραση υδατικού διαλύματος υδρογονοανθρακικού νατρίου και υδροχλωρικού οξέος (α) σε ανοιχτό και (β) σε κλειστό δοχείο*

Διατήρηση της μάζας (εναλλακτικές ιδέες)

Δραστηριότητα 1

Παρατηρήστε τις ενδείξεις του ζυγού στα δύο πειράματα. Μπορείτε να δώσετε μία εξήγηση για τη διαφορά που εμφανίζουν στην τιμή της μάζας;

.....

.....

.....

Όταν σε ένα πείραμα που διεξάγεται σε ανοιχτό δοχείο παράγεται κάποιο αέριο, τότε αυτό διαφεύγει από το δοχείο και αλλάζει η ένδειξη της μάζας στον ζυγό (περίπτωση α). Όταν, όμως, διεξάγεται σε κλειστό δοχείο (περίπτωση β), τότε οι αέριες ουσίες που βρίσκονται μέσα στη φιάλη δεν μπορούν να διαφύγουν στο περιβάλλον και επομένως η ένδειξη του ζυγού είναι ίση με το σύνολο της μάζας των ουσιών.

Τα αποτελέσματα του πειράματος επιβεβαιώνουν την **αρχή διατήρησης της μάζας**, η οποία αποτελεί θεμελιώδη αρχή της Χημείας.

Σύμφωνα με αυτήν, σε ένα **κλειστό** σύστημα, δηλαδή ένα σύστημα που δεν ανταλλάσσει μάζα με το περιβάλλον, η μάζα παραμένει σταθερή.

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Σε μια χημική αντίδραση, η συνολική μάζα διατηρείται.

Ας δούμε, με ένα παράδειγμα, πώς εφαρμόζεται αυτή η αρχή στις χημικές αντιδράσεις.

Μελετώ

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

Η αρχή διατήρησης της μάζας συνδέεται άμεσα με την ανακύκλωση. Για κάθε κατηγορία πλαστικού, χρησιμοποιείται συγκεκριμένος κωδικός στις συσκευασίες. Έτσι, είναι εύκολος ο διαχωρισμός των πλαστικών πριν την ανακύκλωσή τους.



Κωδικοί πλαστικών συσκευασιών

Η διάσπαση του ασβεστόλιθου ($CaCO_3$) είναι μια διαδεδομένη αντίδραση στη χημική βιομηχανία, η οποία εκτός από το επιθυμητό οξείδιο του ασβεστίου (CaO) παράγει αέριο CO_2 το οποίο συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Αν χρησιμοποιήσουμε 1 τόνο $CaCO_3$ για να παράγουμε 560 κιλά CaO, τότε πόσα κιλά CO_2 εκλύονται ταυτόχρονα στο περιβάλλον;

Πρώτη σκέψη: Η συνολική μάζα των αρχικών ουσιών πρέπει να είναι ίση με τη συνολική μάζα των τελικών ουσιών.

Βήματα:

1ο Διακρίνουμε τις μάζες των ουσιών πριν και μετά την αντίδραση.

Αρχικές ουσίες: $CaCO_3$ με μάζα 1000 kg (1 τόνος)

Τελικές ουσίες: CaO, με μάζα 560 kg και CO_2, με άγνωστη μάζα

2ο Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της μάζας:

$m(\text{αρχικών ουσιών}) = m(\text{τελικών ουσιών})$

$m(CaCO_3) = m(CaO) + m(CO_2)$

$1000\ \text{kg} = 560\ \text{kg} + m(CO_2)$

$m(CO_2) = 440\ \text{kg}$

Υπόδειξη: Οι μονάδες μέτρησης πρέπει να είναι ίδιες για όλες τις ποσότητες.

Η χημική εξίσωση

Στην εικόνα 5.4 παρουσιάζονται στιγμιότυπα από την αντίδραση διαλύματος $HC\ell$ με στερεό $NaHCO_3$. Αρχικά, στον αριστερό δοκιμαστικό σωλήνα έχουμε προσθέσει στερεό $NaHCO_3$ και στον δεξιό δοκιμαστικό σωλήνα υδατικό διάλυμα HCl (εικόνα 5.4 α). Στη συνέχεια, προσθέτουμε το διάλυμα του $HC\ell$ στο $NaHCO_3$ (εικόνα 5.4 β). Παρατηρούμε έντονο αφρισμό, ο οποίος οφείλεται στο σχηματιζόμενο αέριο CO_2 (εικόνα 5.4 γ).



(α) (β) (γ)

Εικόνα 5.4 *Χημική αντίδραση υδρογονοανθρακικού νατρίου με υδατικό διάλυμα υδροχλωρίου (υδροχλωρικό οξύ)*

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να περιγράψουμε τη συγκεκριμένη χημική αντίδραση. Παρακάτω δίνεται ένας πίνακας με τους πιθανούς τρόπους περιγραφής.

Πίνακας 5.1 *Τρόποι περιγραφής μιας χημικής αντίδρασης*

	Περιγραφή
1	Η μαγειρική σόδα αντιδρά με το οξύ και παράγεται κάποιο αέριο
2	Το όξινο ανθρακικό νάτριο αντιδρά με το υδροχλωρικό οξύ και παράγεται διοξείδιο του άνθρακα
3	$NaHCO_3 + HC\ell \rightarrow H_2O + CO_2 + NaC\ell$
4	$NaHCO_3(s) + HC\ell(aq) \rightarrow H_2O(\ell) + CO_2(g) + NaC\ell(aq)$



Χημική εξίσωση (εναλλακτικές ιδέες)

Δραστηριότητα 1

α) Να χρησιμοποιήσετε έναν τρόπο περιγραφής, για να εξηγήσετε στη μητέρα σας, γιατί φουσκώνει το κέικ.

……

……

β) Ποια περιγραφή νομίζετε ότι περιέχει τις περισσότερες πληροφορίες;……

Στη συνέχεια μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

(s): στερεό
(ℓ): υγρό
(g): αέριο
(aq): υδατικό διάλυμα

Παρατηρούμε ότι υπάρχει μια σταδιακή κλιμάκωση των πληροφοριών που περιέχει κάθε τρόπος περιγραφής. Ένας χημικός θα προτιμήσει την τελευταία περιγραφή, η οποία ονομάζεται **χημική εξίσωση**. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται η αντιστοίχιση κάθε συμβόλου με την πληροφορία που δίνει.

Οι ουσίες πριν το βέλος ονομάζονται **αντιδρώντα** και οι ουσίες μετά το βέλος ονομάζονται **προϊόντα**.

Πίνακας 5.2 *Πληροφορίες που παίρνουμε από μία χημική εξίσωση*

Συμβολισμός	**Πληροφορία**	**Συμβολισμός**	**Πληροφορία**
$NaHCO_3$	υδρογονοανθρακικό νάτριο	H_2O	νερό
(s)	στερεό	(ℓ)	υγρό
+	και	CO_2	διοξείδιο του άνθρακα
$HC\ell$	υδροχλώριο	(g)	αέριο
(aq)	υδατικό διάλυμα	$NaC\ell$	χλωρίδιο του νατρίου
→	αντιδρούν και παράγονται		

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Χημική εξίσωση
GB: Chemical equation
FR: Équation chimique
DE: Chemische Gleichung

Χημική αντίδραση
(εναλλακτικές ιδέες)

Δραστηριότητα 2

α) Να αναγνωρίσετε τα αντιδρώντα και τα προϊόντα της διάσπασης του ανθρακικού ασβεστίου, που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση.

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

Αντιδρώντα……Προϊόντα……

……

β) Να αναφέρετε σε ποια φυσική κατάσταση βρίσκεται κάθε προϊόν της χημικής αντίδρασης.

……

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Η χημική εξίσωση περιγράφει με σύμβολα τη χημική αντίδραση.

▶ Ισοσταθμίζοντας χημικές εξισώσεις



Εικόνα 5.5 *Εργοστάσιο παραγωγής αμμωνίας*

Η αμμωνία είναι η πρώτη ύλη για την παρασκευή των λιπασμάτων που χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες. Στη βιομηχανία (εικόνα 5.5) η σύνθεση της αέριας αμμωνίας (NH_3) βασίζεται στην αντίδραση μεταξύ αερίου αζώτου (N_2) και αερίου υδρογόνου (H_2).

Δραστηριότητα 1

α) Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης σύνθεσης της αμμωνίας.

……

β) Να μελετήσετε τα αντιδρώντα και τα προϊόντα στη χημική εξίσωση. Παρατηρείτε έλλειμα ή περίσσευμα από κάποιο είδος ατόμων;

……

……

Σε μια χημική αντίδραση δεν καταστρέφονται ούτε παράγονται καινούρια άτομα. Απλά, συνδυάζονται και δημιουργούν δεσμούς με διαφορετικό τρόπο. Επομένως, τα αντιδρώντα και τα προϊόντα μιας αντίδρασης πρέπει να αποτελούνται από το ίδιο είδος και τον ίδιο αριθμό ατόμων. Μία πιθανή χημική εξίσωση για τη σύνθεση της αμμωνίας είναι η ακόλουθη:

$$N_2(g) + H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$$

Σε αυτή τη χημική εξίσωση παρατηρούμε ότι έχουμε δύο άτομα αζώτου (δείκτης 2 στο μοριακό άζωτο) στα αντιδρώντα, ενώ μόνο ένα στα προϊόντα (δείκτης 1 στο άτομο του αζώτου του μορίου της αμμωνίας). Αντίστοιχα, έχουμε δύο άτομα υδρογόνου στα αντιδρώντα (δείκτης 2 στο μοριακό υδρογόνο), ενώ εμφανίζονται τρία στα προϊόντα (δείκτης 3 στο άτομο του υδρογόνου του μορίου της αμμωνίας). Συνεπώς, πρέπει να διορθώσουμε τη χημική εξίσωση, βάζοντας κατάλληλους αριθμούς μπροστά από τους χημικούς τύπους. Αυτοί οι αριθμοί ονομάζονται **συντελεστές**.

Ένας συντελεστής πολλαπλασιάζει των αριθμό ατόμων κάθε στοιχείου στον χημικό τύπο που ακολουθεί.

Για παράδειγμα, ο τύπος $\mathbf{NH_3}$ αναπαριστά το μόριο της αμμωνίας, δηλαδή 3 άτομα υδρογόνου και 1 άτομο αζώτου. Το $\mathbf{2NH_3}$ αναπαριστά 2 μόρια αμμωνίας, δηλαδή συνολικά 6 άτομα υδρογόνου και 2 άτομα αζώτου.

Πρακτικά, αν πολλαπλασιάσουμε τον συντελεστή με τον δείκτη κάθε ατόμου, μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό ατόμων που συμμετέχουν στην εξίσωση. Θα πρέπει, για κάθε είδος ατόμου, ο αριθμός των ατόμων να είναι ίδιος στα δύο μέρη της χημικής εξίσωσης της αντίδρασης (πριν και μετά το βέλος).

Αυτή η διαδικασία ονομάζεται **«ισοστάθμιση της χημικής εξίσωσης»** και στο επόμενο παράδειγμα θα μελετήσουμε τα βήματά της.

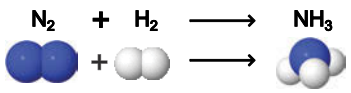
Μελετώ

Να ισοσταθμίσετε τη χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση παραγωγής της αμμωνίας:$\mathbf{N_2(g) + H_2(g) \rightarrow NH_3(g)}$

Πρώτη σκέψη: Ο αριθμός των ατόμων αζώτου πρέπει να είναι ίδιος και στα δύο μέλη της χημικής εξίσωσης. Το ίδιο ισχύει και για τον αριθμό ατόμων υδρογόνου.

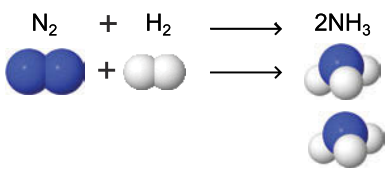
Βήματα:

1ο Μετράμε τον αριθμό ατόμων κάθε στοιχείου στα αντιδρώντα και στα προϊόντα.

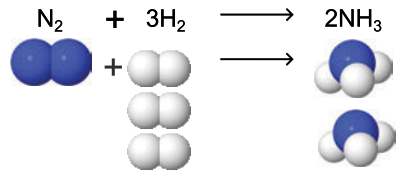


Στο συγκεκριμένο παράδειγμα στα προϊόντα λείπει ένα άτομο αζώτου (1 έναντι 2 στα αντιδρώντα) και περισσεύει ένα άτομο υδρογόνου (3 έναντι 2 στα αντιδρώντα). Προσέχουμε να μετράμε μεμονωμένα άτομα και όχι μόρια.

2ο Προσθέτουμε τα άτομα που λείπουν, με τη χρήση συντελεστών. Βάζουμε συντελεστή 2 στην αμμωνία και διορθώνουμε τα άτομα αζώτου.



Τώρα, παρατηρούμε ότι έχουμε περίσσευμα τεσσάρων ατόμων υδρογόνου στα προϊόντα (6 έναντι 2 στα αντιδρώντα). Για να ισοσταθμίσουμε τα άτομα του υδρογόνου βάζουμε συντελεστή 3 στο υδρογόνο.



3ο Κάνουμε έναν τελευταίο έλεγχο.

Στο τέλος της ισοστάθμισης, σιγουρευόμαστε ότι όλα τα άτομα είναι ίδια σε είδος και σε αριθμό πριν και μετά από το βέλος της εξίσωσης.

Εφαρμογή

Μια ένωση που μπορεί να συναντήσετε στην καθημερινή ζωή είναι το ανθρακικό νάτριο, (Na_2CO_3), που αποκαλείται και σόδα πλυσίματος. Προσπαθήστε να συμπληρώσετε τους συντελεστές στην αντίδραση του Na_2CO_3 με το $HC\ell$, γράφοντας τα βήματα που ακολουθήσατε.

$$Na_2CO_3(s) + HC\ell(aq) \rightarrow H_2O(\ell) + CO_2(g) + NaC\ell(aq)$$

Αν δεν υπάρχει συντελεστής μπροστά από έναν χημικό τύπο εννοείται ότι είναι η μονάδα (1). Οι συντελεστές δείχνουν στην πραγματικότητα την αναλογία μορίων των αντιδρώντων και των προϊόντων.

Η διατήρηση του είδους και του αριθμού των ατόμων σε μια χημική εξίσωση σχετίζεται άμεσα με την αρχή διατήρησης της μάζας.

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή

«Αρχή διατήρησης της μάζας και ανακύκλωση»

Επειδή η μάζα ούτε καταστρέφεται, ούτε δημιουργείται, είναι ζωτικής σημασίας η ανακύκλωση των απορριμμάτων, με σκοπό τη βέλτιστη αξιοποίησή τους. Η ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων από τα σκουπίδια, καθώς και η αποφυγή δημιουργίας χωματερών είναι μόνο δύο από τις πτυχές της ανακύκλωσης.

Η Ε.Ε. έχει θέσει κάποιους στόχους για τα ποσοστά ανακύκλωσης που πρέπει να πετύχουν τα μέλη της. Για τα αστικά απόβλητα ο στόχος είναι η ανακύκλωσή τους ή η προετοιμασία προς ανακύκλωση για το 55% αυτών. Για την ανακύκλωση συσκευασιών ο στόχος είναι το 65%.



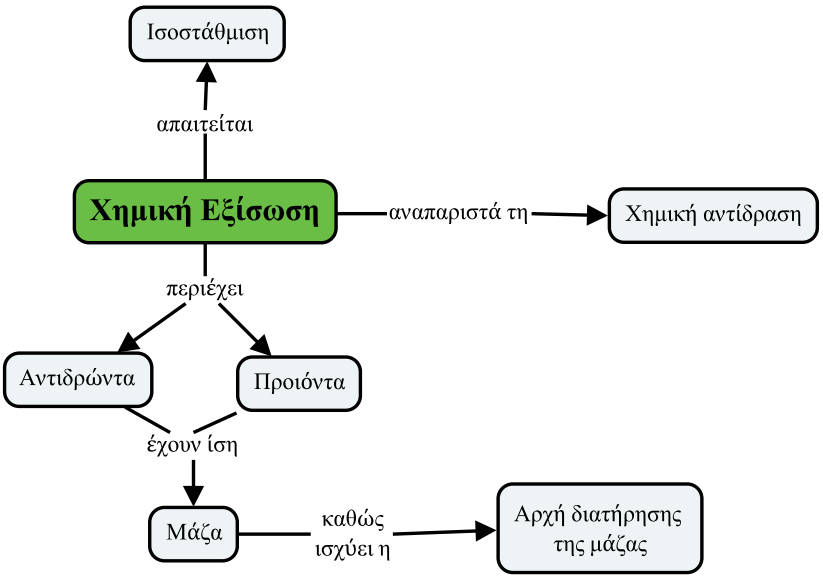
Εικόνα 5.6 *Κάδος για την ανακύκλωση πλαστικών πιρουνιών, με σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για τριδιάστατη εκτύπωση*

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Στις χημικές αντιδράσεις η μάζα των αντιδρώντων σωμάτων (αρχικές ουσίες) είναι ίση με τη μάζα των προϊόντων (τελικές ουσίες). Η διατύπωση αυτή αποτελεί την αρχή διατήρησης της μάζας. Οι χημικές αντιδράσεις αναπαρίστανται με τις χημικές εξισώσεις, οι οποίες περιγράφουν τις μετατροπές αντιδρώντων σε προϊόντα. Στη γραφή μιας χημικής εξίσωσης τα αντιδρώντα διαχωρίζονται από τα προϊόντα με ένα βέλος. Επειδή σε μια χημική εξίσωση το είδος και ο αριθμός των ατόμων των στοιχείων είναι ίδιος στα αντιδρώντα και στα προϊόντα, χρησιμοποιούμε τους συντελεστές. Η διαδικασία αυτή λέγεται ισοστάθμιση.

Εννοιολογικός Χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για τη χημική εξίσωση

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Αναγνωρίζω την ανάγκη συμβολικής αναπαράστασης των χημικών φαινομένων			
Συμπεραίνω από πίνακα δεδομένων ότι στις χημικές αντιδράσεις η μάζα διατηρείται			
Συσχετίζω τη διατήρηση της μάζας στις χημικές αντιδράσεις με τη διατήρηση του είδους και του πλήθους των ατόμων που συμμετέχουν σε αυτήν			
Αναγνωρίζω την ανάγκη οι χημικές εξισώσεις να περιγράφουν με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια το χημικό φαινόμενο			
Ισοσταθμίζω απλές χημικές εξισώσεις			

Γλωσσάρι

Αντιδρώντα ονομάζονται οι αρχικές ουσίες μιας χημικής αντίδρασης.

Ισοστάθμιση της χημικής εξίσωσης ονομάζεται η διαδικασία, με την οποία εξασφαλίζεται η διατήρηση του αριθμού των ατόμων σε μια χημική εξίσωση.

Προϊόντα ονομάζονται οι τελικές ουσίες μιας χημικής αντίδρασης.

Χημική εξίσωση ονομάζεται η αναπαράσταση μιας χημικής αντίδρασης με συγκεκριμένο συμβολισμό, χρησιμοποιώντας τους χημικούς τύπους των ενώσεων που συμμετέχουν στην αντίδραση.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα, στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

1. 4,2 g $MgCO_3(s)$ διασπώνται πλήρως σε $CO_2(g)$ και $MgO(s)$, όταν θερμανθούν. Αν η ποσότητα του $MgO(s)$ ζυγίστηκε και βρέθηκε ίση με 2 g, να υπολογίσετε τη μάζα του $CO_2(g)$ που απελευθερώθηκε στο περιβάλλον.

2. Όταν το νάτριο αντιδρά με το χλώριο, παράγεται χλωρίδιο του νατρίου (αλάτι). Να εξηγήσετε ποια από τις ακόλουθες αναπαραστάσεις μας δίνει περισσότερες πληροφορίες, συμπληρώνοντας τον πίνακα σχετικά με το τι απεικονίζεται σε κάθε αναπαράσταση.

	Σύμβολα χημικών στοιχείων και ενώσεων	**Φυσική κατάσταση αντιδρώντων/προϊόντων**	**Συντελεστές**
Νάτριο + χλώριο → χλωρίδιο του νατρίου			
$2Na + C\ell_2 \rightarrow 2NaC\ell$			
$2Na(s) + C\ell_2(g) \rightarrow 2NaC\ell(s)$			

3. Να εξηγήσετε γιατί πρέπει όλες οι χημικές εξισώσεις να ισοσταθμίζονται.

4. Δίνεται μια σειρά χημικών εξισώσεων:

(i) $N_2(g) + H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$

(ii) $K(s) + C\ell_2(g) \rightarrow KC\ell(s)$

(iii) $Ca(OH)_2(aq) + 2HC\ell(aq) \rightarrow CaC\ell_2(aq) + H_2O(\ell)$

α) Να εντοπίσετε ποιο είδος ατόμων δεν διατηρείται σε αυτές

β) Για κάθε μη ισοσταθμισμένη αντίδραση να εξηγήσετε αν η συνολική μάζα θα αυξανόταν ή θα μειωνόταν, εφόσον ίσχυαν αυτές οι χημικές εξισώσεις.

5. Να ισοσταθμίσετε τις ακόλουθες χημικές εξισώσεις:

α) $H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(\ell)$

β) $KC\ell O_3(s) \rightarrow KC\ell(s) + O_2(g)$

γ) $HBr(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaBr_2(aq) + H_2O(\ell)$

δ) $Zn(s) + FeC\ell_3(aq) \rightarrow ZnC\ell_2(aq) + Fe(s)$

Β' Ομάδα

1. Να εξηγήσετε την αρχή διατήρησης της μάζας με δικά σας λόγια.

2. Να ισοσταθμίσετε τις ακόλουθες χημικές εξισώσεις:

α) $Na_2S(aq) + CuC\ell_2(aq) \rightarrow CuS(aq) + NaC\ell(aq)$

β) $Na_2CO_3(s) + HC\ell(aq) \rightarrow NaC\ell(aq) + CO_2(g) + H_2O(\ell)$

γ)$NH_4C\ell\ (aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaC\ell_2\ (aq) + NH_3(g) + H_2O(\ell)$

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Η ανακύκλωση είναι μια δραστηριότητα που συνδέει την αρχή διατήρησης της μάζας με την καθημερινή μας ζωή.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για την ανακύκλωση, τη σημασία της και τους τρόπους με τους οποίους εφαρμόζεται στη χώρα μας, αλλά και στη γειτονιά σας. Πώς θα μπορούσατε εσείς να εφαρμόσετε την ανακύκλωση στην καθημερινότητά σας;

Απαντήσεις-υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. 2,2 g CO_2. Χρησιμοποιήστε την αρχή διατήρησης της μάζας	**1.** Σύμφωνα με τη θεωρία και την προσωπική σας άποψη
2. Σύμφωνα με τη θεωρία	**2.** Χρησιμοποιήστε τη μεθοδολογία, κάνοντας έναν έλεγχο στο τέλος
3. Εξηγήστε με βάση την αρχή διατήρησης της μάζας	
4. Μετρήστε τα άτομα κάθε στοιχείου, προσέχοντας τους δείκτες	
5. α) Χρησιμοποιήστε τη μεθοδολογία, κάνοντας έναν έλεγχο στο τέλος. β) Ελέγξτε το είδος και τον αριθμό των ατόμων	

Στο τέλος της ενότητας **«Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων»** θα μπορείς να:

- διακρίνεις τις ουσίες που διαλύονται στο νερό σε ηλεκτρολύτες και μη ηλεκτρολύτες.
- διακρίνεις τους ηλεκτρολύτες σε ισχυρούς και ασθενείς, ανάλογα με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, σε αραιά διαλύματά τους.
- περιγράφεις τη διάσταση στο νερό:

  α)ορισμένων ιοντικών βάσεων, όπως NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$.

  β) ορισμένων αλάτων, όπως NaCℓ και $CaCℓ_2$.
- περιγράφεις τον ιοντισμό στο νερό ορισμένων ισχυρών οξέων, όπως HCℓ και HNO_3.
- χαρακτηρίζεις το CH_3COOH και την NH_3 ως ασθενείς ηλεκτρολύτες, επειδή διαπιστώνεις πειραματικά ότι ιοντίζονται μερικώς.
- περιγράφεις τη συμπεριφορά στο νερό των οξειδίων:

  α) Na_2O και CaO.

  β) CO_2 και SO_3.

Λέξεις κλειδιά:

Διάσταση

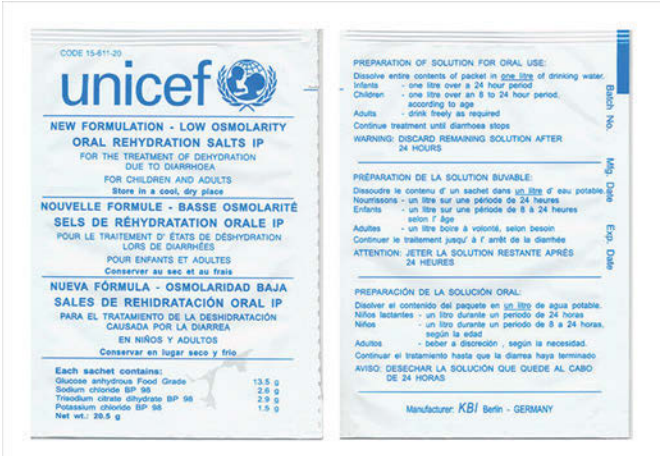
Ηλεκτρολύτης

Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Ιοντισμός

5.2 Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων

Τα ροφήματα που πίνουν οι αθλητές, μεταξύ άλλων, τους βοηθούν να αναπληρώσουν τους ηλεκτρολύτες που χάνουν λόγω της εφίδρωσης. Σε χώρες με έλλειψη νερού, είναι αναγκαία η συνδρομή διεθνών οργανισμών για την παροχή πακέτων αναπλήρωσης ηλεκτρολυτών στους κατοίκους τους (εικόνα 5.7).



Εικόνα 5.7 *Πακέτο της UNISEF με ηλεκτρολύτες για την αντιμετώπιση της αφυδάτωσης*



Svante Arrhenius
Βραβείο Νόμπελ Χημείας, το 1903, για τη θεωρία της διάστασης των ηλεκτρολυτών σε υδατικά διαλύματα.

Σκέφτομαι

Οι ηλεκτρολύτες είναι ουσίες απαραίτητες για τον οργανισμό μας και η έλλειψη αυτών μπορεί να οδηγήσει σε μικρά ή και μεγάλα προβλήματα υγείας.

Ποιες ουσίες είναι οι ηλεκτρολύτες;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Ένα πείραμα για τους ηλεκτρολύτες**
- **Υδατικά διαλύματα ιοντικών ενώσεων**
- **Υδατικά διαλύματα ομοιοπολικών ενώσεων**
- **Αντιδράσεις οξειδίων με το νερό**

Διερευνώ

Ένα πείραμα για τους ηλεκτρολύτες

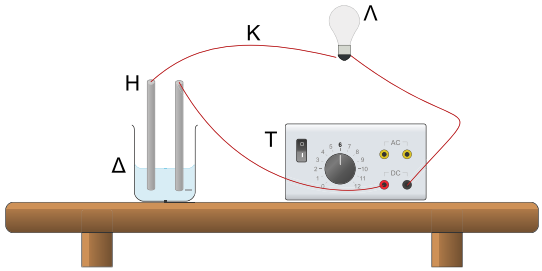
Ηλεκτρολύτες λέγονται οι χημικές ενώσεις που τα υδατικά τους διαλύματα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

Για να ελέγξουμε αν το υδατικό διάλυμα μιας ένωσης είναι αγωγός του ηλεκτρισμού, μπορούμε να πραγματοποιήσουμε ένα απλό πείραμα. Η διάταξη του πειράματος απεικονίζεται στην εικόνα 5.8. Η διάταξη αυτή αποτελείται από ένα τροφοδοτικό ρεύματος (Τ), καλώδια (Κ), ηλεκτρόδια (Η), ποτήρι με διάλυμα ουσίας (Δ) και έναν λαμπτήρα (Λ). Τα ηλεκτρόδια είναι αγωγοί οι οποίοι χρησιμοποιούνται, ώστε να έρθει σε επαφή το διάλυμα με το τροφοδοτικό.

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Ηλεκτρολύτης
GB: Electrolyte
FR: Électrolyte
DE: Elektrolyt

Πείραμα αγωγιμότητας νερού

Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για τη ζάχαρη



Εικόνα 5.8 *Αναπαράσταση της διάταξης για τον έλεγχο της αγωγιμότητας του νερού και των υδατικών διαλυμάτων.*

Δραστηριότητα 1

α) Να διατυπώσετε μία πρόβλεψη για την αγωγιμότητα του νερού και των υδατικών διαλυμάτων που δίνονται παρακάτω, σημειώνοντας "Α" δίπλα από αυτά που αναμένετε να είναι αγώγιμα:

i. Νερό απιονισμένο .....

ii. Υδατικό διάλυμα ζάχαρης .....

iii. Υδατικό διάλυμα αλατιού .....

β) Ποια κριτήρια χρησιμοποιήσατε για τις προβλέψεις σας;

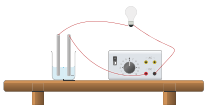
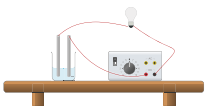
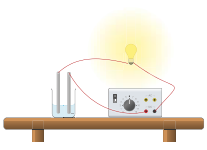
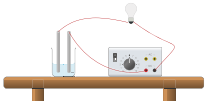
.....

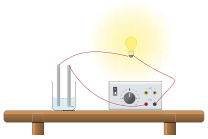
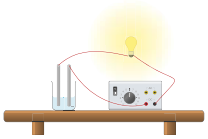
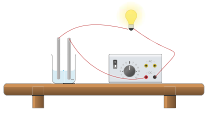
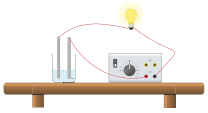
.....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας

Ο πίνακας 5.3 περιλαμβάνει δεδομένα και συμπεράσματα από πειράματα αγωγιμότητας με νερό και υδατικά διαλύματα. Στον πίνακα παρουσιάζεται το οπτικό αποτέλεσμα του πειράματος και η ερμηνεία του.

Πίνακας 5.3 *Δεδομένα και συμπεράσματα από πειράματα αγωγιμότητας*

Υδατικό διάλυμα (ή νερό)	Διαλυμένη ουσία	Παρατήρηση	Αγωγιμότητα
Νερό (απιονισμένο)			**Ελάχιστη έως μηδενική**
Διάλυμα ζάχαρης	$C_{12}H_{22}O_{11}$		**Ελάχιστη έως μηδενική**
Διάλυμα αλατιού	$NaC\ell$		**Μεγάλη**
Διάλυμα οινοπνεύματος	C_2H_6O		**Ελάχιστη έως μηδενική**

Διάλυμα υδροχλωρίου	$HC\ell$		**Μεγάλη**
Διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου	NaOH		**Μεγάλη**
Διάλυμα αμμωνίας	NH_3		**Μικρή**
Διάλυμα αιθανικού οξέος (ξίδι)	$C_2H_4O_2$		**Μικρή**

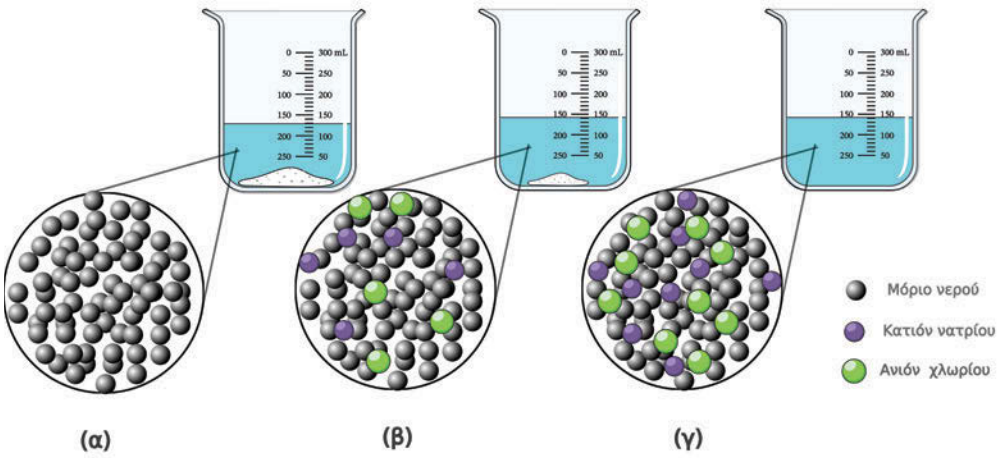
Διαμάντι επικινδυνότητας (NFPA 704) για το αιθανικό οξύ

Πείραμα αγωγιμότητας διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου

▶ Υδατικά διαλύματα ιοντικών ενώσεων

Στα δεδομένα του πίνακα 5.3 περιέχονται δύο διαλύματα ιοντικών ενώσεων, της ένωσης χλωρίδιο του νατρίου ($NaC\ell$) και της ένωσης υδροξείδιο του νατρίου (NaOH). Όπως διαπιστώνουμε τα διαλύματα αυτών των ενώσεων έχουν μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Η αγωγιμότητα των διαλυμάτων των ιοντικών ενώσεων οφείλεται στην αποικοδόμηση του κρυσταλλικού πλέγματος και στην κίνηση των ιόντων στο διάλυμα, όπως απεικονίζεται στην εικόνα 5.9.



Εικόνα 5.9 *Σχηματική αναπαράσταση της διάλυσης του χλωριδίου του νατρίου ($NaC\ell$) σε υδατικό του διάλυμα: (α) αρχή διάλυσης (β) ενδιάμεση κατάσταση και (γ) ολοκλήρωση διάλυσης*

Η διαδικασία της αποικοδόμησης του κρυσταλλικού πλέγματος των ιοντικών ενώσεων λόγω της επαφής του με το νερό ονομάζεται **διάσταση**. Στις χημικές εξισώσεις που ακολουθούν περιγράφεται η διάσταση του άλατος NaCℓ και της ιοντικής βάσης ΝαΟΗ.

$$NaC\ell(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + C\ell^-(aq)$$

$$NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

Επειδή στα υδατικά διαλύματα ιοντικών ενώσεων, όπως NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$, NaCℓ, και $CaC\ell_2$, το λαμπάκι φωτοβολεί έντονα, οι ενώσεις αυτές χαρακτηρίζονται ως **ισχυροί ηλεκτρολύτες**.



Πείραμα αγωγιμότητας διαλύματος αιθανόλης (οινόπνευμα)



Πείραμα αγωγιμότητας διαλύματος υδροχλωρίου



Πείραμα αγωγιμότητας διαλύματος αιθανικού οξέος (ξίδι)



Πείραμα αγωγιμότητας διαλύματος αμμωνίας

Δραστηριότητα 2

Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των διαστάσεων των ενώσεων $CaC\ell_2$ και $Ca(OH)_2$ στα υδατικά τους διαλύματα.

.....

.....

▶ Υδατικά διαλύματα ομοιοπολικών ενώσεων

Στα δεδομένα του πίνακα 5.3 περιέχονται πέντε διαλύματα ομοιοπολικών ενώσεων: της ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$), του οινοπνεύματος (C_2H_6O), του υδροχλωρίου (HCℓ), του αιθανικού οξέος ($C_2H_4O_2$) και της αμμωνίας (NH_3).

Τα διαλύματα της ζάχαρης και του οινοπνεύματος είναι μη αγώγιμα, αφού το λαμπάκι δεν φωτοβολεί. Τα διαλύματα αυτά περιέχουν τις διαλυμένες ουσίες σε μορφή μορίων και επομένως δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα, αφού δεν περιέχουν φορτισμένα σωματίδια που να μπορούν να κινηθούν προσανατολισμένα.

Αντιθέτως, το διάλυμα του υδροχλωρίου παρουσιάζει μεγάλη αγωγιμότητα, ενώ τα διαλύματα του αιθανικού οξέος και της αμμωνίας παρουσιάζουν μικρή αγωγιμότητα, όπως φαίνεται από τη διαφορετική ένταση με την οποία φωτοβολεί το λαμπάκι. Η αγωγιμότητα αυτών των υδατικών διαλυμάτων οφείλεται σε χημική αντίδραση μεταξύ της διαλυμένης ουσίας και του νερού, η οποία οδηγεί στην παραγωγή ιόντων.

Αυτή η αντίδραση ονομάζεται **ιοντισμός** των ομοιοπολικών ενώσεων. Η χημική εξίσωση που ακολουθεί περιγράφει αυτή την αντίδραση στην περίπτωση του HCℓ.

$$HC\ell(aq) + H_2O(\ell) \rightarrow H_3O^+(aq) + C\ell^-(aq)$$

Το ιόν H_3O^+ ονομάζεται **οξώνιο.**

Δραστηριότητα 2

Να γράψετε τη χημική εξίσωση του ιοντισμού του νιτρικού οξέος (HNO_3).

.....

Επειδή στα διαλύματα των ομοιοπολικών ενώσεων HCℓ και HNO_3 ο ιοντισμός είναι πλήρης, το λαμπάκι φωτοβολεί έντονα και οι ενώσεις χαρακτηρίζονται ως **ισχυροί ηλεκτρολύτες.** Αντίθετα, στα διαλύματα της NH_3 και του CH_3COOH, ο ιοντισμός είναι μερικός, το λαμπάκι φωτοβολεί ασθενέστερα και οι ενώσεις χαρακτηρίζονται ως **ασθενείς** ηλεκτρολύτες. (Περισσότερες πληροφορίες για τον πλήρη και τον μερικό ιοντισμό θα δοθούν σε επόμενη τάξη).

▶ Αντιδράσεις οξειδίων με το νερό

Οξείδια μετάλλων, όπως το οξείδιο του νατρίου (Na_2O) και του ασβεστίου (CaO) αντιδρούν με το νερό και σχηματίζουν τις αντίστοιχες βάσεις $NaOH$ και $Ca(OH)_2$ οι οποίες είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες. Η χημική εξίσωση για την περίπτωση του Na_2O είναι:

$$Na_2O(s) + H_2O(\ell) \rightarrow 2NaOH(aq)$$

Οξείδια αμετάλλων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το τριοξείδιο του θείου (SO_3) αντιδρούν με το νερό και δημιουργούν τα αντίστοιχα οξέα H_2CO_3 και H_2SO_4. Η χημική εξίσωση για την περίπτωση του CO_2 είναι:

$$CO_2(g) + H_2O(\ell) \rightarrow H_2CO_3(aq)$$

Δραστηριότητα 1

Να συμπληρώσετε τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων των (i) CaO και (ii) SO_3 με το νερό.

(i) $CaO(s) + H_2O(\ell) \rightarrow$ ..... (aq)

(ii) $SO_3(g) + H_2O(\ell) \rightarrow$ .....(aq)

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή

«Ενεργειακά ποτά»

Τα ενεργειακά ποτά περιλαμβάνουν μια μεγάλη γκάμα προϊόντων και προωθούνται κυρίως σε νέους και νέες ως «ενισχυτές» της διανοητικής και φυσικής κατάστασης. Πριν τα χρησιμοποιήσουμε, είναι καλό να διαβάσουμε τι περιέχουν. Κάποια από αυτά έχουν διεγερτικές ουσίες, όπως η καφεΐνη, και η κατάχρησή τους μπορεί να έχει σοβαρές παρενέργειες. Μία υποκατηγορία των ενεργειακών ποτών είναι τα ροφήματα για αθλητές που περιέχουν ηλεκτρολύτες και υδατάνθρακες, όπως η γλυκόζη. Στην πραγματικότητα, δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι αυτά τα ποτά όντως προσφέρουν αυτό που διαφημίζουν. Συνήθως, μια ισορροπημένη διατροφή αρκεί για την κάλυψη των αναγκών μας.



Εικόνα 5.10 *Ενεργειακό ποτό*

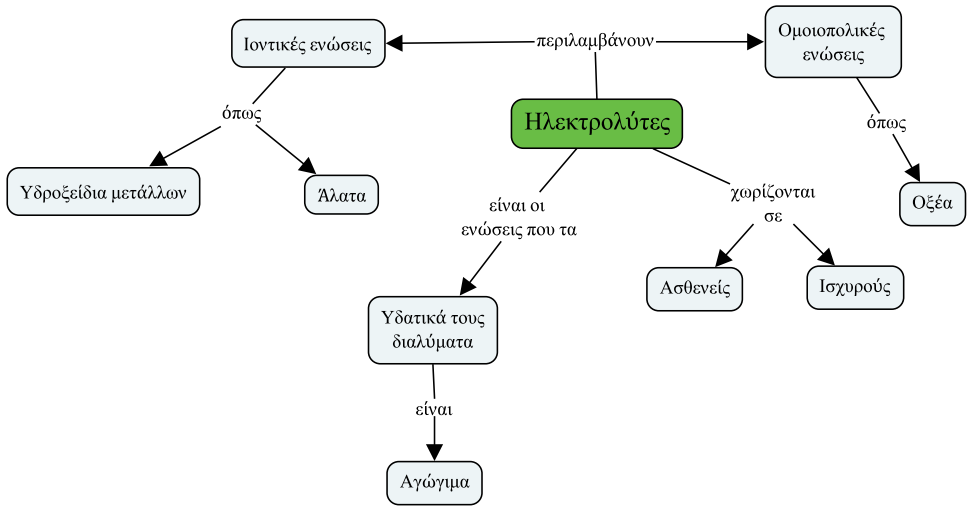
Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Ηλεκτρολύτες ονομάζονται οι ενώσεις που τα υδατικά τους διαλύματα είναι ηλεκτρικά αγώγιμα. Οι ιοντικές ενώσεις, όπως τα άλατα και κάποιες βάσεις (υδροξείδια μετάλλων) είναι ηλεκτρολύτες, γιατί κατά τη διάστασή τους αποικοδομείται το κρυσταλλικό πλέγμα. Οι ομοιοπολικές (μοριακές) ενώσεις γενικά δεν είναι ηλεκτρολύτες εκτός από κάποιες ενώσεις, όπως τα οξέα και η NH_3, που κατά τη διάλυσή τους αντιδρούν με το νερό (ιοντισμός). Οι ηλεκτρολύτες χωρίζονται σε ασθενείς και ισχυρούς, ανάλογα με την αγωγιμότητα των υδατικών τους διαλυμάτων (αν είναι μικρή ή μεγάλη). Κάποια οξείδια αντιδρούν με το νερό και παράγουν ηλεκτρολύτες (οξέα ή βάσεις).

Εννοιολογικός χάρτης για τους ηλεκτρολύτες

Εννοιολογικός Χάρτης



Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Διακρίνω τις ουσίες που διαλύονται στο νερό σε ηλεκτρολύτες και μη ηλεκτρολύτες			
Διακρίνω τους ηλεκτρολύτες σε ισχυρούς και ασθενείς, με βάση την αγωγιμότητα των διαλυμάτων τους (μικρή ή μεγάλη)			
Περιγράφω τη διάσταση στο νερό ορισμένων ιοντικών βάσεων, όπως NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$			
Περιγράφω τη διάσταση στο νερό ορισμένων αλάτων, όπως $NaC\ell$ και $CaC\ell_2$.			

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Περιγράφω τον ιοντισμό στο νερό ορισμένων ισχυρών οξέων, όπως $HC\ell$ και HNO_3			
Χαρακτηρίζω το CH_3COOH και την NH_3 ως ασθενείς ηλεκτρολύτες, επειδή διαπιστώνεται πειραματικά ότι ιοντίζονται μερικώς			
Περιγράφω τη συμπεριφορά στο νερό των οξειδίων: Na_2O και CaO			
Περιγράφω τη συμπεριφορά στο νερό των οξειδίων: CO_2 και SO_3			

Αγωγιμότητα (εναλλακτικές ιδέες)

Γλωσσάρι

Διάσταση είναι η αποικοδόμηση του κρυσταλλικού πλέγματος μίας ιοντικής ένωσης στο νερό και η απελευθέρωση των ιόντων.

Ηλεκτρολύτης είναι η ουσία της οποίας το υδατικό διάλυμα είναι αγώγιμο.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα διαλύματος είναι ένα μέγεθος που αντιπροσωπεύει την ικανότητα ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.

Ιοντισμός είναι η αντίδραση μιας ομοιοπολικής ένωσης με το νερό και ο σχηματισμός ιόντων.

Εφαρμόζω

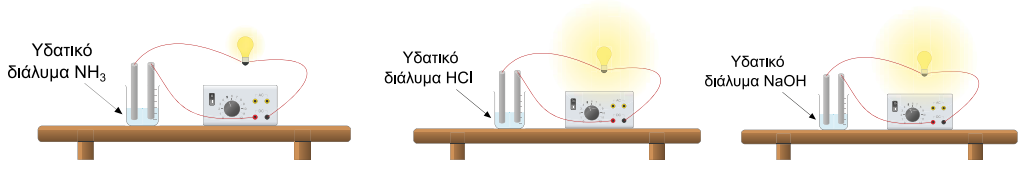
Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα, στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

1. Ποιες από τις ακόλουθες ουσίες θα χαρακτηρίζατε ως ηλεκτρολύτες;

Ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$), Αλάτι ($NaC\ell$), Σόδα (Na_2CO_3), Οινόπνευμα (C_2H_6O), Καθαριστικό αποχετεύσεων ($NaOH$), Υδροχλωρικό οξύ ($HC\ell$).

2. α) Να παρατηρήσετε στην εικόνα 5.11 πόσο έντονα φωτοβολούν οι λαμπτήρες και να χαρακτηρίσετε τις ουσίες NH_3, $HC\ell$ και $NaOH$, ως ισχυρούς ή ασθενείς ηλεκτρολύτες.



Εικόνα 5.11 *Αναπαράσταση του πειράματος ελέγχου αγωγιμότητας*

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...
ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Τα καυσαέρια περιέχουν οξείδια του αζώτου και του θείου που αντιδρούν με το νερό με αποτέλεσμα τη δημιουργία της όξινης βροχής.



Εργοστάσιο που ρυπαίνει με καυσαέρια

β) Ποια αναπαράσταση από τις παραπάνω μοιάζει με εκείνη ενός πειράματος αγωγιμότητας (i) υδατικού διαλύματος CH_3COOH (ασθενής ηλεκτρολύτης) και (ii) υδατικού διαλύματος HNO_3 (ισχυρός ηλεκτρολύτης);

3. Να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

α) Όλα τα διαλύματα είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού.

β) Τα υγρά είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού.

γ) Τα διαλύματα των ιοντικών ενώσεων είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού.

δ) Το καθαρό νερό άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.

ε) Υπάρχουν ασθενείς και ισχυροί ηλεκτρολύτες.

4. Κατά τον καθαρισμό των αποχετεύσεων χρησιμοποιείται στερεό NaOH το οποίο διαλύεται σε ζεστό ή κρύο νερό. Να περιγράψετε τη διάσταση του NaOH στο νερό, γράφοντας την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

5. Μία μέθοδος προστασίας από παρενέργειες των ιώσεων είναι οι γαργάρες με αλατόνερο (υδατικό διάλυμα $NaC\ell$). Να περιγράψετε τη διάσταση του αλατιού στο νερό, γράφοντας την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

6. Το υδροχλωρικό οξύ, που χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό των αλάτων, είναι διάλυμα υδροχλωρίου σε νερό. Να περιγράψετε τον ιοντισμό του υδροχλωρίου στο νερό, γράφοντας την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

7. α) Να περιγράψετε την αντίδραση του οξειδίου του νατρίου (Na_2O) με το νερό, γράφοντας την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

β) Να εξηγήσετε, αν το διάλυμα είναι αγώγιμο.

8. Το pH της βροχής είναι περίπου 5,5 (όξινο διάλυμα). Αυτό οφείλεται στην παρουσία διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στην ατμόσφαιρα.

Να περιγράψετε την αντίδραση του CO_2 με το νερό, γράφοντας την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

Β' Ομάδα

1. Αναμιγνύουμε ένα διάλυμα αλατιού και ένα διάλυμα ζάχαρης. Να εξηγήσετε αν το διάλυμα που προκύπτει θα άγει το ηλεκτρικό ρεύμα.

2. Ασφαλής χρήση ηλεκτρικών συσκευών: Σε μια συζήτηση ακούγεται η άποψη ότι μπορείτε να χρησιμοποιείτε ηλεκτρικές συσκευές στο μπάνιο, αφού το νερό δεν είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού. Να διατυπώσετε επιχειρήματα που να αιτιολογούν τη **μη** χρήση ηλεκτρικών συσκευών στο μπάνιο.

3. Η όξινη βροχή οφείλεται εν μέρει και στην παρουσία τριοξειδίου του θείου (SO_3) στην ατμόσφαιρα. Να περιγράψετε την αντίδραση του SO_3 με το νερό, γράφοντας την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

4. Ένας αθλητής θέλει να αναπληρώσει τους ηλεκτρολύτες που έχασε κατά την άσκησή του. Τι θα του προτείνατε να πιει; Ένα ποτό που περιέχει $NaC\ell$ ή ένα με ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$); Να εξηγήσετε την απάντησή σας, γράφοντας την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Οι ηλεκτρολύτες είναι απαραίτητοι για τον οργανισμό μας, αλλά ταυτόχρονα κάνουν το σώμα μας αγώγιμο.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο ποιοι είναι οι σημαντικότεροι ηλεκτρολύτες για τον οργανισμό μας. Σε ποιες λειτουργίες είναι απαραίτητοι; Πώς επηρεάζεται η λειτουργία των οργάνων μας, όταν παθαίνουμε ηλεκτροπληξία;

Απαντήσεις-υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Αναγνωρίστε τις ιοντικές και τις ομοιοπολικές ενώσεις, καθώς και τα οξέα. Χρησιμοποιήστε και τα αποτελέσματα του πειράματος	**1.** Εξετάστε αν θα υπάρχουν ελεύθερα φορτισμένα σωματίδια στο διάλυμα
2. Παρατηρήστε την ένταση του ρεύματος	**2.** Συγκρίνετε το καθαρό νερό με τα διαλύματά του
3. Σύμφωνα με τη θεωρία και το σχετικό πείραμα	**3.** Σύμφωνα με τη θεωρία
4. Σύμφωνα με τη θεωρία	**4.** Αναγνωρίστε αν η ζάχαρη είναι ηλεκτρολύτης ή όχι
5. Σύμφωνα με τη θεωρία	
6. Σύμφωνα με τη θεωρία	
7. Σύμφωνα με τη θεωρία	
8. Σύμφωνα με τη θεωρία	

Στο τέλος την ενότητας **«Οι μεταθετικές αντιδράσεις»** θα μπορείς να:

- αναγνωρίζεις ότι μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων λαμβάνει χώρα εφόσον σχηματίζεται προϊόν που εκφεύγει από το αντιδρών σύστημα, δηλαδή:

  - είναι δυσδιάλυτο και καταβυθίζεται ως ίζημα.

  - είναι αέριο και διαφεύγει στην ατμόσφαιρα.
- εκτελείς κατάλληλη σειρά αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων.
- συμπεραίνεις μετά από επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων ποιο είναι το δυσδιάλυτο προϊόν ή το παραγόμενο αέριο στις παραπάνω αντιδράσεις.
- συμπληρώνεις χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων στη «μοριακή» (τυπική) τους μορφή.
- συμπληρώνεις χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων στην ιοντική τους μορφή.
- προβλέπεις αν λαμβάνει χώρα μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων, εφόσον δίνεται πίνακας με ιζήματα ή αέρια.
- διερευνάς και προτείνεις λύσεις σε προβλήματα ρύπανσης, τα οποία συνδέονται με την τοπική ή ευρύτερη κοινωνία, μέσα από την ποιοτική ανάλυση ιόντων.
- συμπληρώνεις χημικές εξισώσεις εξουδετέρωσης στη μοριακή και στην ιοντική τους μορφή.
- εκτιμάς αν έχει πραγματοποιηθεί πλήρης εξουδετέρωση, κατά την προσθήκη ισχυρού οξέος σε διάλυμα ισχυρής βάσης, με τη χρήση κατάλληλου μέσου.

Λέξεις κλειδιά

Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

Αντιδράσεις εξουδετέρωσης

Ίζημα

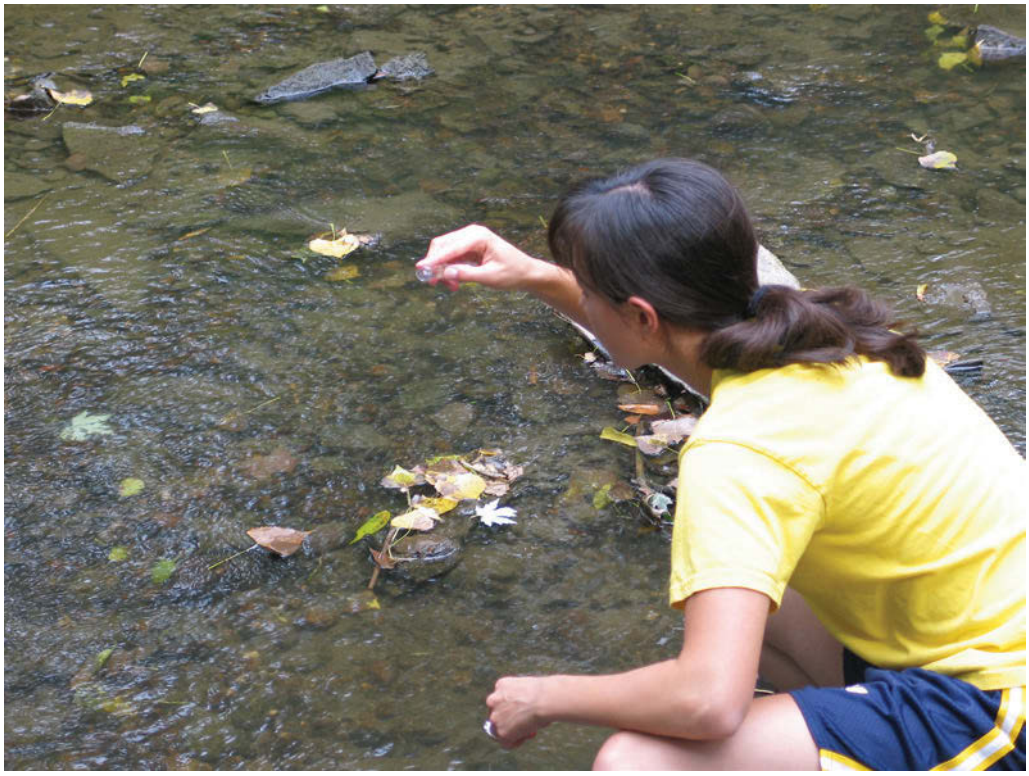
Ιοντική μορφή χημικής εξίσωσης

Μεταθετικές αντιδράσεις

Μοριακή (τυπική) μορφή χημικής εξίσωσης

Ποιοτική ανάλυση

5.3 Οι μεταθετικές αντιδράσεις



Εικόνα 5.12 *Μια φοιτήτρια λαμβάνει δείγμα νερού για ένα περιβαλλοντικό πρόγραμμα*

Το πόσιμο νερό είναι ένας πολύτιμος φυσικός πόρος που γίνεται όλο και πιο σπάνιος. Οι αγροτικές και βιομηχανικές δραστηριότητες χρησιμοποιούν τεράστιες ποσότητες πόσιμου νερού, ενώ ταυτόχρονα ρυπαίνουν τον υδροφόρο ορίζοντα με τοξικές ουσίες και βαρέα μέταλλα. Η επιστήμη της Χημείας είναι απαραίτητη στον έλεγχο της ποιότητας του νερού αλλά και στην επεξεργασία των αποβλήτων των εργοστασίων, ώστε οι επικίνδυνες ουσίες να μην φτάνουν μέχρι το ποτήρι μας.

5.3.1 Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

Η περιοχή της Αττικής υδρεύεται κυρίως από τέσσερις ταμιευτήρες. Την τεχνητή λίμνη Μαραθώνα, τη φυσική λίμνη Υλίκη, τον ποταμό Μόρνο και τον ποταμό Εύηνο. Σε μερικές περιοχές, σε αυτό το νερό προστίθενται ποσότητες από γεωτρήσεις.



Εικόνα 5.13 *Το φράγμα στον ποταμό Μόρνο που αξιοποιείται για την ύδρευση της Αττικής*

Σκέφτομαι

Στο υδραγωγείο οι υπεύθυνοι χημικοί έχουν φροντίσει το νερό να είναι απαλλαγμένο από οτιδήποτε θα μπορούσε να μας βλάψει.

Πώς ελέγχουν οι χημικοί αν το νερό περιέχει επικίνδυνες ουσίες;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Μεταθετικές αντιδράσεις**
- **Ποιοτική ανάλυση ιόντων**

Διερευνώ

- **Μεταθετικές αντιδράσεις**

Οι μεταθετικές αντιδράσεις είναι μια μεγάλη κατηγορία χημικών αντιδράσεων κατά τις οποίες οι αριθμοί οξείδωσης των στοιχείων που μετέχουν παραμένουν αμετάβλητοι.

Στις μεταθετικές αντιδράσεις ανήκουν οι :

- **Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων**
- **Αντιδράσεις εξουδετέρωσης**

Στις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων φαίνεται πως οι ιοντικές ενώσεις που αντιδρούν ανταλλάσσουν τα ιόντα τους και σχηματίζουν νέες ενώσεις.

Ας εξετάσουμε την ανάμιξη υδατικού διαλύματος χλωριδίου του καλίου με υδατικό διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου.

Δραστηριότητα 1

Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις διάστασης του ενώσεων $KC\ell$ και NaOH όταν βρίσκονται σε υδατικό διάλυμα.

.....

.....

Αν θεωρήσουμε ότι θα υπήρχε αντίδραση, τότε η ανταλλαγή των ιόντων θα οδηγούσε στην παραγωγή χλωριούχου νατρίου και υδροξειδίου του καλίου, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$KC\ell + NaOH \rightarrow NaC\ell + KOH$$

Επειδή και οι τέσσερις ουσίες είναι ευδιάλυτες ενώσεις και ισχυροί ηλεκτρολύτες, βρίσκονται στο διάλυμα με τη μορφή ιόντων:

$$K^+ + C\ell^- + Na^+ + OH^- \rightarrow Na^+ + C\ell^- + K^+ + OH^-$$

Από τη χημική εξίσωση βλέπουμε ότι δεν δημιουργείται καμία νέα ένωση, όπως θα διαπιστώναμε, αν πραγματοποιούσαμε το αντίστοιχο πείραμα.

Επομένως, χρειάζεται κάποια συνθήκη, ώστε να πραγματοποιείται μία αντίδραση ανταλλαγής ιόντων.

Η συνθήκη είναι ότι η ανταλλαγή ιόντων θα πρέπει να οδηγεί στην παραγωγή μιας ουσίας που θα εκφεύγει από το αντιδρών σύστημα είτε ως **δυσδιάλυτο στερεό (ίζημα)** είτε ως **αέριο**.

Σχηματισμός ιζήματος

Μία από τις μεθόδους ελέγχου της ποιότητας του νερού αξιοποιεί τη δημιουργία δυσδιάλυτων ιοντικών ενώσεων που καταβυθίζονται ως ιζήματα.

Είναι δύσκολο να προβλέψουμε πότε μία ιοντική ένωση είναι ευδιάλυτη και πότε δυσδιάλυτη. Από την καθημερινή μας ζωή γνωρίζουμε ότι το αλάτι είναι ευδιάλυτο σε αντίθεση με την κιμωλία.

Στην εικόνα 5.14 φαίνεται η αντίδραση που πραγματοποιείται όταν αναμίξουμε ένα υδατικό διάλυμα $CuC\ell_2$ (μπλε χρώμα) με ένα υδατικό διάλυμα NaOH (άχρωμο). Παρατηρούμε ότι σχηματίζεται μπλε στερεό.



Εικόνα 5.14 *Ανάμιξη υδατικών διαλυμάτων $CuC\ell_2$ και NaOH*

Σχηματισμός ιζήματος υδροξειδίου του χαλκού(II) σε μικροκλίμακα

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Θειικός χαλκός(II)
GB: Copper sulfate(II)
FR: Sulfate de cuivre(II)
DE: Kupfersulfat(II)

Επειδή και τα δύο αντιδρώντα είναι ιοντικές, ευδιάλυτες ενώσεις, διίστανται στο νερό σύμφωνα με τις χημικές εξισώσεις:

$$CuC\ell_2(s) \xrightarrow{H_2O} Cu^{2+}(aq) + 2C\ell^-(aq)$$

$$NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

Επομένως, μέσα στο διάλυμα συνυπάρχουν και κινούνται τα ιόντα Cu^{2+}, $C\ell^-$, Na^+ και OH^-. Τα ιόντα Cu^{2+} και OH^- συνδυάζονται και σχηματίζεται η δυσδιάλυτη ένωση $Cu(OH)_2$ (ίζημα), όπως περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$CuC\ell_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Cu(OH)_2(s) + 2NaC\ell(aq)$$

Αυτή η μορφή της εξίσωσης ονομάζεται **«μοριακή» (τυπική)**, γιατί όλες οι ουσίες συμβολίζονται σαν να είναι μοριακές και όχι ιοντικές. Ας αντικαταστήσουμε σε αυτή την εξίσωση τις ευδιάλυτες ενώσεις με ιόντα:

$$Cu^{2+}(aq) + 2\,C\ell^-(aq) + 2Na^+(aq) + 2OH^-(aq) \rightarrow Cu(OH)_2(s) + 2\,C\ell^-(aq) + 2Na^+(aq)$$

Παρατηρούμε ότι τα ιόντα Na^+ και $C\ell^-$ βρίσκονται και στα δύο μέλη της εξίσωσης με τους ίδιους συντελεστές και επομένως μπορούν να διαγραφούν. Έτσι, προκύπτει η εξίσωση:

$$Cu^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \rightarrow Cu(OH)_2(s)$$

Αυτή η μορφή της εξίσωσης ονομάζεται **ιοντική**.

Δραστηριότητα 1

Για να ανιχνεύσουν αν ένα δείγμα νερού περιέχει το τοξικό κατιόν Ba^{2+}, οι χημικοί προσθέτουν στο διάλυμα ενώσεις που περιέχουν το ανιόν SO_4^{2-}. Η αντίδραση που πραγματοποιείται έχει ως συνέπεια την παραγωγή του λευκού δυσδιάλυτου άλατος $BaSO_4$.

Να γράψετε την ιοντική μορφή της χημικής εξίσωσης παρασκευής του δυσδιάλυτου άλατος $BaSO_4$.

.....

.....

Ένας άλλος τρόπος συμβολισμού της χημικής αντίδρασης προκύπτει από τη μοριακή εξίσωση χωρίς την αναγραφή των συμβόλων των φυσικών καταστάσεων:

$$\mathbf{Cu}C\ell_2 + 2\mathbf{Na}OH \rightarrow 2\mathbf{Na}C\ell + \mathbf{Cu}(OH)_2\downarrow$$

Σε αυτή τη χημική εξίσωση οι χημικές ενώσεις (αντιδρώντα) φαίνεται να ανταλλάσσουν ιόντα και γι' αυτό η χημική αντίδραση που συμβολίζουν ονομάζεται **ανταλλαγής ιόντων**. Το ίζημα συμβολίζεται με ένα βέλος προς τα κάτω **(↓).**

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων μπορεί να πραγματοποιηθεί όταν σχηματίζεται ίζημα.

ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: «Βυθίστε τα ιόντα».

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να κατασκευάσετε έναν πίνακα χημικών ενώσεων που είναι δυσδιάλυτες στο νερό.

Σενάριο εργαστηρίου:

Εργάζεστε σε ένα χημικό εργαστήριο που ασχολείται με την ποιότητα του νερού. Σας έχει ζητηθεί να κατασκευάσετε έναν πίνακα δυσδιάλυτων ενώσεων, ώστε να μπορείτε να τον χρησιμοποιείτε κάθε φορά που θέλετε να απομακρύνετε με καταβύθιση κάποια ιόντα που περιέχει το νερό.

2. ΥΛΙΚΑ (για οκτώ ομάδες)

- Οκτώ διαφανείς θήκες σημειώσεων που περιέχουν χαρτί με εκτυπωμένο πίνακα (Παράρτημα)
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα $NaC\ell$
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα NaOH
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα Na_2CO_3
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα Na_3PO_4
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα $CuC\ell_2$
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα $CaC\ell_2$
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα $FeC\ell_3$
- Χαρτί κουζίνας για τον καθαρισμό των θηκών σημειώσεων

3. ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Θα πρέπει να:

- Απομακρύνετε από τον πάγκο όλα τα περιττά αντικείμενα, όπως βιβλία και μπουφάν, πριν ξεκινήσετε την άσκηση.
- Μην καταναλώνετε τρόφιμα ή ροφήματα στο εργαστήριο.
- Μην δοκιμάζετε ποτέ ουσίες στο εργαστήριο.
- Αποφεύγετε να αγγίζετε χημικές ουσίες.

1η διδακτική ώρα

4. ΠΡΙΝ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Ερώτηση: Πώς θα αντιληφθείτε οπτικά ότι μία ένωση είναι δυσδιάλυτη;

……

……

Ο στόχος του πειράματος: Η κατασκευή ενός πίνακα με «κανόνες» που να μου επιτρέπουν να προβλέπω αν μία ουσία είναι δυσδιάλυτη ή ευδιάλυτη.

5. ΠΕΙΡΑΜΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.

Ανάλογα με τις οδηγίες *του/της* εκπαιδευτικού σας εκτελέστε όλες οι ομάδες το σύνολο του πειράματος ή εργαστείτε ανά ομάδες, όπως υποδεικνύει ο πίνακας που ακολουθεί.

Κάθε ομάδα θα μελετήσει τον σχηματισμό δυσδιάλυτων ενώσεων κατά την ανάμιξη δύο υδατικών διαλυμάτων.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Σε κάθε κελί της διαφανούς θήκης σημειώσεων πρέπει να ρίχνετε τις σταγόνες του 2ου διαλύματος πάνω στις σταγόνες του 1ου διαλύματος.

Πείραμα κατασκευής πίνακα δυσδιάλυτων ενώσεων σε μικροκλίμακα

Αντίδραση με $NaC\ell$ ΟΛΕΣ ΟΙ ΟΜΑΔΕΣ	Αντίδραση με NaOH ΟΜΑΔΕΣ 1, 4 και 7	Αντίδραση με Na_2CO_3 ΟΜΑΔΕΣ 2, 5 και 8	Αντίδραση με Na_3PO_4 ΟΜΑΔΕΣ 3 και 6
1.Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες δ/τος $NaC\ell$ στα κελιά της **1ης στήλης**	1. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες δ/τος NaOH στα κελιά της **2ης στήλης**	1. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες δ/τος Na_2CO_3 στα κελιά της **3ης στήλης**	1. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες δ/τος Na_3PO_4 στα κελιά της **4ης στήλης**
2. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $CuC\ell_2$ στο κελί της **1ης σειράς** με το διάλυμα $NaC\ell$	2. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $CuC\ell_2$ στο κελί της **1ης σειράς** με το διάλυμα NaOH	2. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $CuC\ell_2$ στο κελί της **1ης σειράς** με το διάλυμα Na_2CO_3	2. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $CuC\ell_2$ στο κελί της **1ης σειράς** με το διάλυμα Na_3PO_4
3. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $CaC\ell_2$ στο κελί της **2ης σειράς** με το διάλυμα $NaC\ell$	3. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $CaC\ell_2$ στο κελί της **2ης σειράς** με το διάλυμα NaOH	3. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $CaC\ell_2$ στο κελί της **2ης σειράς** με το διάλυμα Na_2CO_3	3. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $CaC\ell_2$ στο κελί της **2ης σειράς** με το διάλυμα Na_3PO_4
4. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $FeC\ell_3$ στο κελί της **3ης σειράς** με το διάλυμα $NaC\ell$	4. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $FeC\ell_3$ στο κελί της **3ης σειράς** με το διάλυμα NaOH	4. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $FeC\ell_3$ στο κελί της **3ης σειράς** με το διάλυμα Na_2CO_3	4. Προσθέστε δύο-τρεις σταγόνες $FeC\ell_3$ στο κελί της **3ης σειράς** με το διάλυμα Na_3PO_4

Καταγράψτε τις παρατηρήσεις στον **Πίνακα Παρατηρήσεων**. Χρησιμοποιήστε μια παύλα, αν δεν παρατηρήσατε τίποτα και τη λέξη «ίζημα», αν παρατηρήσατε το σχηματισμό ιζήματος, όπως στο παράδειγμα. Σημειώστε και το χρώμα αυτού.

Μοιραστείτε τα ευρήματά σας με τις υπόλοιπες ομάδες στην τάξη.

Πίνακας Παρατηρήσεων

	$NaC\ell$	NaOH	Na_2CO_3	Na_3PO_4
$CuC\ell_2$		-	Ίζημα (γαλαζωπό)	
$CaC\ell_2$				
$FeC\ell_3$				

2η διδακτική ώρα

6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Οι ενώσεις στα φιαλίδια του πειράματος είναι προφανώς ευδιάλυτες στο νερό.

α) Να καταγράψετε τις ευδιάλυτες ενώσεις (τα διαλύματα των οποίων χρησιμοποιήσατε):

$NaC\ell$, ...

.....

β) Αναγνωρίζετε κάποιο μέταλλο, το ιόν του οποίου εμφανίζεται συχνότερα στις ευδιάλυτες ενώσεις; (π.χ. Na^+, Cu^+, Ca^{2+}, Fe^{3+})

.....

γ) Αναγνωρίζετε κάποια κατηγορία ενώσεων που φαίνεται να είναι πιο ευδιάλυτες (π.χ. άλατα χλωριδίων, υδροξείδια μετάλλων, ανθρακικά άλατα, φωσφορικά άλατα).

.....

.....

Συζητήστε στην ομάδα και στην τάξη τις παρατηρήσεις σας.

δ) Στον **Πίνακα Ανάλυσης Πειραματικών Ευρημάτων** και στα αντίστοιχα κελιά που διαπιστώσατε ίζημα να γράψετε τους χημικούς τύπους των δυσδιάλυτων ενώσεων που προκύπτουν από την αντίδραση ανταλλαγής ιόντων σύμφωνα με το παράδειγμα:

$$\mathbf{Cu}C\ell_2 + \mathbf{2Na}OH \rightarrow \mathbf{2Na}C\ell + \mathbf{Cu}(OH)_2\downarrow$$

Το NaCl είναι ευδιάλυτο, άρα το γαλάζιο ίζημα είναι το $Cu(OH)_2$.

Πίνακας Ανάλυσης Πειραματικών Ευρημάτων

	$NaC\ell$	NaOH	Na_2CO_3	Na_3PO_4
$CuC\ell_2$		$Cu(OH)_2$ (ίζημα)		
$CaC\ell_2$				
$FeC\ell_3$				

Με βάση τις παρατηρήσεις σας και την ανάλυση των δεδομένων να χαρακτηρίσετε ως σωστές ή λανθασμένες τις ακόλουθες προτάσεις.

Οι ενώσεις που περιέχουν το κατιόν Na^+ είναι ευδιάλυτες.

Οι ενώσεις που περιέχουν το ανιόν $C\ell^-$ συνήθως είναι ευδιάλυτες.

Οι ενώσεις που περιέχουν το ανιόν CO_3^{2-} είναι δυσδιάλυτες.

Οι ενώσεις που περιέχουν το ανιόν PO_4^{3-} είναι δυσδιάλυτες.

Με μια σειρά πειραμάτων για τον έλεγχο της διαλυτότητας των ιοντικών ενώσεων κατασκευάσαμε τον παρακάτω πίνακα. Στον πίνακα συμβολίζουμε με **Ε** τις ευδιάλυτες ιοντικές ενώσεις και με **Δ** τις δυσδιάλυτες. Οι ενώσεις προκύπτουν από το συνδυασμό των κατιόντων που αναγράφονται στην αντίστοιχη σειρά του πίνακα και των ανιόντων που αναγράφονται στην αντίστοιχη στήλη του πίνακα. (Οι ενώσεις CaS, $Ca(OH)_2$ και BaS είναι ελαφρώς διαλυτές).

Πίνακας 5.4 *Ευδιάλυτες και δυσδιάλυτες ενώσεις*

Κατιόντα / Ανιόντα	Li^+, Na^+, K^+, NH_4^+	Mg^{2+}	Fe^{2+}, Fe^{3+} Cu^{2+}, Zn^{2+}	Ca^{2+}	Ba^{2+}	Ag^+ Pb^{2+}
NO_3^-	Ε	Ε	Ε	Ε	Ε	Ε
$C\ell^-$,Br^-, I^-	Ε	Ε	Ε	Ε	Ε	Δ
SO_4^{2-}	Ε	Ε	Ε	Δ	Δ	Δ
OH^-	Ε	Δ	Δ	Ε	Δ	Δ
CO_3^{2-}	Ε	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
PO_4^{3-}	Ε	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
S^{2-}	Ε	Δ	Δ	Ε	Ε	Δ

Σχηματισμός ιζήματος χρωμικού αργύρου σε μικροκλίμακα

Σχηματισμός ιζήματος διχρωμικού αργύρου σε μικροκλίμακα

Σημειώνουμε ότι όλες οι ενώσεις που περιέχουν τα ιόντα Li^+, Na^+, K^+, NH_4^+ και NO_3^- είναι ευδιάλυτες.

Μελετώ

1. Να προβλέψετε αν θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση $CuC\ell_2(aq)$ με $NaOH(aq)$, γράφοντας την τυπική και ιοντική μορφή σε περίπτωση που θα πραγματοποιηθεί.

Πρώτη σκέψη: Πρέπει να γνωρίζω τα πιθανά προϊόντα της αντίδρασης, για να διακρίνω αν κάποιο είναι δυσδιάλυτο και θα καταβυθιστεί ως ίζημα.

Βήματα:

1ο Γράφουμε τη χημική εξίσωση στην τυπική της μορφή (χωρίς συντελεστές), κάνοντας την ανταλλαγή των ιόντων, για να αναγνωρίσουμε τα πιθανά προϊόντα.

$$CuC\ell_2 + NaOH \rightarrow Cu(OH)_2 + NaC\ell$$

2ο Ελέγχουμε στον πίνακα ιζημάτων, αν ένα από τα προϊόντα είναι δυσδιάλυτο. Το $NaC\ell$ δεν είναι δυσδιάλυτο, αλλά το $Cu(OH)_2$ είναι. Αυτό σημαίνει ότι η αντίδραση πραγματοποιείται και μπορούμε να προχωρήσουμε στο επόμενο βήμα.

3ο Γράφουμε την τυπική χημική εξίσωση της αντίδρασης, συμπληρώνοντας τους συντελεστές.

Τυπική μορφή: $CuC\ell_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Cu(OH)_2(s) + 2NaC\ell(aq)$

4ο Διακρίνουμε τα ιόντα από τα οποία αποτελείται το ίζημα.

Τα ιόντα από τα οποία αποτελείται η ένωση που καταβυθίζεται είναι τα **Cu^{2+}** και **OH^-**.

5ο Γράφουμε την ιοντική μορφή, χρησιμοποιώντας τους αντίστοιχους συντελεστές από την τυπική μορφή για κάθε ιόν. Η ιοντική μορφή της χημικής εξίσωσης είναι:

Ιοντική μορφή: $Cu^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow$

ή $Cu^{2+}(aq) + 2OH^-(aq) \rightarrow Cu(OH)_2(s)$

Υπόδειξη: Θυμηθείτε ότι οι ενώσεις που περιέχουν Li^+, Na^+, K^+, NH_4^+ και NO_3^- είναι πάντα ευδιάλυτες.

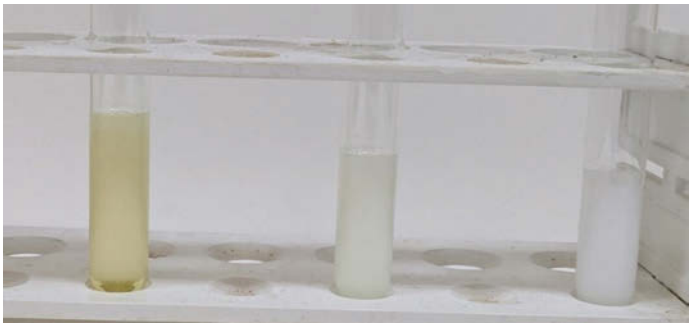
Εφαρμογή

Να προβλέψετε αν θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση μεταξύ των ενώσεων $AgNO_3$ και $NaC\ell$, και στη συνέχεια να γράψετε την τυπική και την ιοντική μορφή της χημικής εξίσωσης, χρησιμοποιώντας τα βήματα του παραδείγματος.

▶ Ποιοτική ανάλυση ιόντων

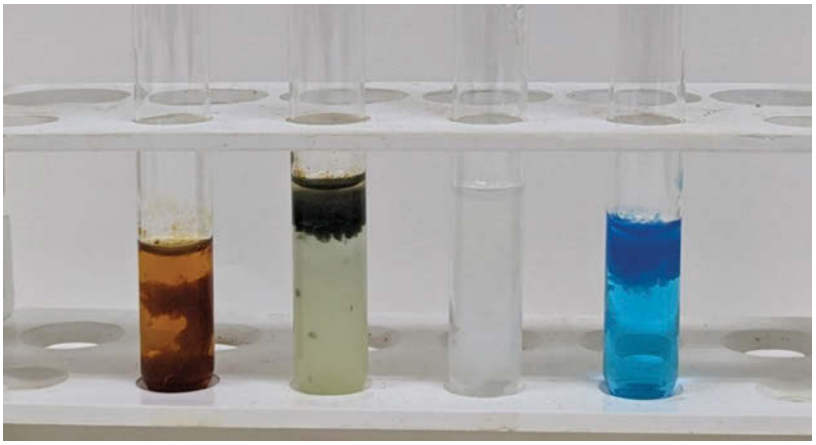
Η διαφορά που παρουσιάζουν οι ουσίες στη διαλυτότητα αξιοποιείται και στην ποιοτική ανάλυση διαλυμάτων, δηλαδή στο να διακρίνουμε ποια ανιόντα ή κατιόντα περιέχει ένα διάλυμα. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να αξιοποιηθεί και το χρώμα του ιζήματος.

Για παράδειγμα, αν γνωρίζουμε ότι κάποιο διάλυμα περιέχει ένα από τα ιόντα των αλογόνων, I^-, Br^- ή $C\ell^-$ αλλά δεν γνωρίζουμε ποιο, μπορούμε να προσθέσουμε στο διάλυμα νιτρικό άργυρο ($AgNO_3$). Σε όλες τις περιπτώσεις, θα δημιουργηθεί ένα δυσδιάλυτο άλας, με διαφορετικό χρώμα για κάθε αλογόνο (εικόνα 5.15). Το ιωδιδίο του αργύρου (AgI) έχει κίτρινο χρώμα, το ιωδίδιο του αργύρου (AgBr) υποκίτρινο, ενώ το χλωρίδιο του αργύρου ($AgC\ell$) έχει λευκό χρώμα.



Εικόνα 5.15 *Τα τρία δυσδιάλυτα άλατα του αργύρου με τα αλογόνα*

Όταν θέλουμε να αναλύσουμε ένα δείγμα που γνωρίζουμε ότι μπορεί να περιέχει ένα από τα κατιόντα Fe^{3+}, Fe^{2+}, Zn^{2+} ή Cu^{2+} μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH), οπότε από το χρώμα του ιζήματος μπορούμε να συμπεράνουμε ποιο μεταλλικό κατιόν υπήρχε στο διάλυμα (εικόνα 5.16). Συγκεκριμένα, το $Fe(OH)_3$ έχει καφέ χρώμα, το $Fe(OH)_2$ πράσινο, το $Zn(OH)_2$ λευκό, ενώ το $Cu(OH)_2$ μπλε.



Εικόνα 5.16 *Τα δυσδιάλυτα υδροξείδια μερικών μετάλλων καθώς καταβυθίζονται*

Σχηματισμός ιζήματος ιωδιδίου του μολύβδου σε μικροκλίμακα

Σχηματισμός ιζήματος χλωριδίου του αργύρου σε μικροκλίμακα



Ποιοτική ανάλυση ιόντων

Δραστηριότητα 1

Στο εργαστήριο έχουμε δείγματα από τα απόβλητα ενός εργοστασίου τα οποία μπορεί να περιέχουν ιόντα Zn^{2+}, Cu^{2+}, I^- ή $C\ell^-$. Στο ένα δείγμα προσθέσαμε $AgNO_3$ και προέκυψε ένα λευκό ίζημα. Στο άλλο δείγμα προσθέσαμε NaOH και προέκυψε ένα γαλάζιο ίζημα. Προσπαθήστε να συμπεράνετε ποιο ανιόν και ποιο κατιόν ανιχνεύσαμε αντίστοιχα.

.....

.....

.....

ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: «Τι περιέχει το νερό;»

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να αναγνωρίσετε ποιο κατιόν ή ανιόν περιέχει ένα δείγμα νερού.

Σενάριο εργαστηρίου:

Εργάζεστε σε ένα χημικό εργαστήριο και σας έχουν δοθεί δείγματα νερού από δύο δεξαμενές (Α και Β). Σας έχει ζητηθεί να διαπιστώσετε αν το νερό των δεξαμενών περιέχει κάποιο από τα ακόλουθα κατιόντα **(Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, Zn^{2+})** ή/και κάποιο από τα ακόλουθα ανιόντα **($C\ell^-$, Br^-, I^-)**.

2. ΥΛΙΚΑ (για οκτώ ομάδες)

- Οχτώ διαφανείς θήκες σημειώσεων που περιέχουν χαρτί με εκτυπωμένο πίνακα (Παράρτημα).
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με νερό από τη δεξαμενή Α.
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με νερό από τη δεξαμενή Β.
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με υδατικό διάλυμα NaOH.
- Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με υδατικό διάλυμα $AgNO_3$.
- Οδοντογλυφίδες.
- Χαρτί κουζίνας για τον καθαρισμό των θηκών σημειώσεων.

3. ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Θα πρέπει να:

- Απομακρύνετε από τον πάγκο όλα τα περιττά αντικείμενα, όπως βιβλία και μπουφάν, πριν ξεκινήσετε την άσκηση.
- Μην καταναλώνετε τρόφιμα ή ροφήματα στο εργαστήριο.
- Μην δοκιμάζετε ποτέ ουσίες στο εργαστήριο.
- Αποφεύγετε να αγγίζετε χημικές ουσίες.

4. ΠΡΙΝ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Ερώτηση: Πώς θα εργαστείτε; Σχεδιάστε μια πειραματική πορεία για την εύρεση του κατιόντος *ή/και* μια πειραματική πορεία για την εύρεση του ανιόντος. Όταν τελειώσετε, ζητήστε από *τον/την* εκπαιδευτικό τη διαφάνεια με τον εκτυπωμένο πίνακα.

……

……

……

5. ΠΕΙΡΑΜΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Εκτελέστε το πείραμα και καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας στον **Πίνακα Παρατηρήσεων**. Σημειώστε (**+**) για θετικό αποτέλεσμα (ίζημα) ή (**-**) για αρνητικό.

Πίνακας Παρατηρήσεων

	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Cu^{2+}	Zn^{2+}	$C\ell^-$	Br^-	I^-
NaOH							
$AgNO_3$							

6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Καταγράψτε τα ευρήματά σας με βάση τον Πίνακα Παρατηρήσεων. Συνοψίστε τα συμπεράσματα σας στον ακόλουθο **Πίνακα Συμπερασμάτων**.

Πίνακας Συμπερασμάτων

	Κατιόντα	Ανιόντα
Δεξαμενή Α		
Δεξαμενή Β		

7. ΣΚΕΨΗ ΓΙΑ ΤΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Γράψτε ένα συμπέρασμα που εξάγετε από τα δεδομένα των πειραμάτων όλων των ομάδων σχετικά με τα ιόντα που περιέχει το νερό κάθε δεξαμενής.

.....

.....

.....

.....

Παραγωγή αερίου



Εικόνα 5.17 *Η ωραία υφή των μάφιν (muffin) οφείλεται σε μία αντίδραση παραγωγής αερίου*

Ας επιστρέψουμε στην αντίδραση της σόδας με οξέα που μας επιτρέπει να απολαμβάνουμε αφράτα κέικ. Η αντίδραση του υδροχλωρικού οξέος με σόδα περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$NaHCO_3(aq) + HC\ell(aq) \rightarrow H_2CO_3(aq) + NaC\ell(aq)$$

Αυτή τη φορά θα τη μελετήσουμε κάτω από το πρίσμα όσων μάθαμε για τις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων.

Για λόγους απλότητας, προτιμήσαμε τη γραφή της τυπικής μορφής της εξίσωσης.

Το H_2CO_3 είναι ασταθής ένωση και διασπάται μέσα στα υδατικά διαλύματα προς άλλες σταθερότερες ενώσεις σύμφωνα με την ακόλουθη χημική εξίσωση:

$$H_2CO_3(aq) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(\ell)$$

Έτσι, παράγεται το αέριο CO_2, το οποίο εγκλωβίζεται από τη μάζα του γλυκού και προκαλεί το φούσκωμά του. Ο συνδυασμός των δύο παραπάνω αντιδράσεων δίνει τη συνολική εξίσωση που ακολουθεί και περιγράφει πλήρως την αντίδραση της σόδας με το οξύ.

$$NaHCO_3(aq) + HC\ell(aq) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(\ell) + NaC\ell(aq)$$

Σε αυτή την περίπτωση, το αποτέλεσμα της πραγματοποίησης της αντίδρασης ανταλλαγής ιόντων είναι το αέριο προϊόν που απομακρύνεται από το σύστημα.

Δραστηριότητα 1

Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης της μαγειρικής σόδας με νιτρικό οξύ, μέσα σε υδατικό διάλυμα νιτρικού οξέος.

.....

.....

.....

.....

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων μπορεί να πραγματοποιηθεί όταν σχηματίζεται αέριο.

Ανάλογες περιπτώσεις δημιουργίας αερίων από τη διάσπαση προϊόντων έχουμε κατά τη δημιουργία του SO_2 (από τη διάσπαση του H_2SO_3) και τη δημιουργία της NH_3 (από τη διάσπαση του NH_4OH).

Στον ακόλουθο πίνακα περιέχονται οι αέριες χημικές ενώσεις, που είναι πιθανόν να παραχθούν κατά τις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων.

Πίνακας 5.5 *Αέρια προϊόντα που μπορεί να δημιουργηθούν κατά τις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων*

Αέριες ουσίες
HF, HCℓ, HBr, HI, H_2S, HCN
CO_2 [$H_2CO_3(aq) \rightarrow CO_2(g) + H_2O\ (\ell)$]
SO_2 [$H_2SO_3\ (aq) \rightarrow SO_2(g) + H_2O\ (\ell)$]
NH_3 [$NH_4OH(aq) \rightarrow NH_3(g) + H_2O\ (\ell)$]

Ας δούμε ένα παράδειγμα για το πώς συμπληρώνουμε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων.

Μελετώ

1. Να προβλέψετε αν θα πραγματοποιηθούν οι ακόλουθες αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων. Στη συνέχεια, να γράψετε τις χημικές εξισώσεις στην τυπική τους μορφή και, όπου είναι δυνατό, στην ιοντική τους.

(i) $FeC\ell_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$

(ii) $Na_2CO_3(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow$

(iii) $FeC\ell_3(aq) + NaNO_3(aq) \rightarrow$

Πρώτη σκέψη: Πρέπει να γνωρίζουμε τα πιθανά προϊόντα της αντίδρασης, για να διακρίνω αν κάποιο είναι δυσδιάλυτο (θα καταβυθιστεί ως ίζημα) ή αν είναι αέριο.

(i) Αντίδραση $FeC\ell_3(aq)$ και $NaOH(aq)$

Βήματα:

1ο Γράφουμε τη χημική εξίσωση στην τυπική μορφή κάνοντας την ανταλλαγή των ιόντων, για να αναγνωρίσουμε τα πιθανά προϊόντα. **Οι αριθμοί οξείδωσης διατηρούνται**.

$$FeC\ell_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + NaC\ell(aq)$$

2ο Ελέγχουμε στους πίνακες 5.4 και 5.5 αν ένα από τα προϊόντα είναι δυσδιάλυτο ή αέριο. Το $Fe(OH)_3$ είναι δυσδιάλυτο. Αυτό σημαίνει ότι η αντίδραση πραγματοποιείται.

Στη συνέχεια, γράφουμε την τυπική και ιοντική χημική εξίσωση της αντίδρασης, σύμφωνα με το παράδειγμα της σελίδας 211.

Τυπική μορφή: $FeC\ell_3(aq) + 3NaOH(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s) + 3NaC\ell(aq)$

Ιοντική μορφή: $Fe^{3+}(aq) + 3OH^-(aq) \rightarrow Fe(OH)_3(s)$

(ii) $Na_2CO_3(aq)$ και $HNO_3(aq)$

Βήματα:

1ο Γράφουμε τη χημική εξίσωση στην τυπική μορφή, κάνοντας την ανταλλαγή των ιόντων. **Οι αριθμοί οξείδωσης διατηρούνται**.

$$Na_2CO_3(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + H_2CO_3(aq)$$

2ο Ελέγχουμε στους πίνακες 5.4 και 5.5 αν ένα από τα προϊόντα είναι δυσδιάλυτο ή αέριο. Το H_2CO_3 θα διασπαστεί προς H_2O και CO_2, το οποίο είναι αέριο. Αυτό σημαίνει ότι η αντίδραση πραγματοποιείται και μπορούμε να προχωρήσουμε στο επόμενο βήμα.

3ο Συμπληρώνουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης στην τυπική της μορφή.

Τυπική μορφή: $Na_2CO_3(aq) + 2HNO_3(aq) \rightarrow 2NaNO_3(aq) + H_2O(\ell) + CO_2(g)$

(iii) $FeC\ell_3(aq)$ και $NaNO_3(aq)$

Βήματα:

1ο Γράφουμε τη χημική εξίσωση στην τυπική μορφή, κάνοντας την ανταλλαγή των ιόντων. Οι αριθμοί οξείδωσης διατηρούνται.

$$FeC\ell_3(aq) + NaNO_3(aq) \rightarrow Fe(NO_3)_3(aq) + NaC\ell(aq)$$

2ο Ελέγχουμε στους πίνακες 5.4 και 5.5 αν ένα από τα προϊόντα είναι δυσδιάλυτο ή αέριο. Κανένα από τα προϊόντα δεν ανήκει σε αυτή την κατηγορία. Αυτό σημαίνει ότι η αντίδραση δεν πραγματοποιείται.

5.3.2 Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης

Τα απόβλητα που παράγονται σχεδόν από όλους τους τύπους εργοστασιών περιέχουν οξέα ή βάσεις και μερικές φορές απορρίπτονται σε κοντινά ποτάμια.



Εικόνα 5.18 *Εργοστάσιο επεξεργασίας υγρών αποβλήτων*

Σκέφτομαι

Για να ελαχιστοποιηθούν οι φθορές που προκαλούνται λόγω της όξινης ή της αλκαλικής φύσης των αποβλήτων, αυτά πρέπει να υποβληθούν σε επεξεργασία πριν από την απόρριψή τους. Ένας τρόπος επεξεργασίας τους βασίζεται στην αντίδραση **εξουδετέρωσης**. Στην ιδανική περίπτωση, η αντίδραση εξουδετέρωσης των αποβλήτων θα είναι πλήρης.

Πώς πραγματοποιείται μία αντίδραση εξουδετέρωσης και πότε είναι πλήρης;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Αντίδραση εξουδετέρωσης**
- **Πλήρης εξουδετέρωση ισχυρού οξέος και ισχυρής βάσης**

Διερευνώ

- **Αντίδραση εξουδετέρωσης**

Γνωρίζουμε ότι τα βιομηχανικά απόβλητα περιέχουν συχνά οξέα, όπως το $HC\ell$, τα οποία δεν επιτρέπεται να διοχετευτούν στο περιβάλλον. Για να απομακρυνθεί το $HC\ell$ από τα απόβλητα, κατά την επεξεργασία τους προστίθεται μία βάση (π.χ. NaOH), ώστε να αντιδράσει με το $HC\ell$ σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση (τυπική μορφή):

$$NaOH(aq) + HC\ell(aq) \rightarrow NaC\ell(aq) + H_2O(\ell)$$

Το προϊόν της αντίδρασης είναι το $NaC\ell$, το οποίο είναι ακίνδυνο και μπορεί να διοχετευτεί στις αποχετεύσεις.

Αυτή η αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και μίας βάσης, ονομάζεται **αντίδραση εξουδετέρωσης.** Παρατηρούμε ότι στα προϊόντα υπάρχει ένα άλας και το νερό, το οποίο σχηματίζεται σε όλες τις περιπτώσεις εξουδετέρωσης στις οποίες συμμετέχει ως βάση ένα υδροξείδιο μετάλλου.

Δραστηριότητα 1

Να γράψετε την αντίστοιχη τυπική εξίσωση για την περίπτωση που τα όξινα απόβλητα περιέχουν H_2SO_4 και για την εξουδετέρωση χρησιμοποιήσουμε KOH.

.....

Σε υδατικά διαλύματα, τα υδροξείδια μετάλλων (βάσεις) διίστανται και παράγονται ιόντα υδροξειδίου (OH^-) ενώ τα οξέα ιοντίζονται και παράγονται οξώνια (H_3O^+).

Επομένως, η ιοντική μορφή της χημικής εξίσωσης μίας αντίδρασης εξουδετέρωσης είναι η:

$$H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(\ell)$$

Να σημειώσουμε ότι ενώ στις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων, τα ιόντα απομακρύνονταν από το σύστημα (υδατικό διάλυμα) μέσω καταβύθισης ιζήματος ή παραγωγής αερίου, στην εξουδετέρωση απομακρύνονται μέσω του σχηματισμού νερού.

Δραστηριότητα 2

Να γράψετε την αντίστοιχη ιοντική χημική εξίσωση για την περίπτωση που τα όξινα απόβλητα περιέχουν H_2SO_4 και για την εξουδετέρωση χρησιμοποιήσουμε KOH.

.....

Η ειδική περίπτωση της αμμωνίας



(α) (β)

Εικόνα 5.19 *(α) Μέλισσα και (β) σφήκα*

Για το τσίμπημα της μέλισσας (εικόνα 5.19α) χρησιμοποιούμε διάλυμα αμμωνίας, ενώ για το τσίμπημα της σφήκας (εικόνα 5.19β) ξίδι. Και στις δύο περιπτώσεις αυτό που συμβαίνει είναι μία αντίδραση εξουδετέρωσης.

Ο λόγος για τη χρήση διαφορετικών ουσιών είναι η διαφορά στην οξύτητα των δηλητηρίων. Στην περίπτωση της σφήκας το δηλητήριο είναι βασικό και γι' αυτό χρησιμοποιείται ξύδι για την εξουδετέρωσή του, ενώ στην περίπτωση της μέλισσας το δηλητήριο είναι όξινο και χρειάζεται μία βάση, όπως η αμμωνία (NH_3), για να εξουδετερωθεί.

Η τυπική μορφή της χημικής εξίσωσης της αντίδρασης της αμμωνίας με οξέα, π.χ. με $HC\ell$, σε υδατικά διαλύματα είναι:

$$NH_3(aq) + HC\ell(aq) \rightarrow NH_4C\ell(aq)$$

Παρατηρούμε ότι αυτή η αντίδραση διαφέρει από αυτές των υδροξειδίων των μετάλλων, επειδή δεν παράγεται νερό αλλά μόνο το άλας του αμμωνίου.

Δραστηριότητα 1

Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης υδατικού διαλύματος αμμωνίας με το H_2SO_4.

.....

Ας δούμε, με ένα παράδειγμα, πώς αναγνωρίζουμε μια αντίδραση εξουδετέρωσης και πώς γράφουμε τη χημική της εξίσωση.

Μελετώ

1. Να προβλέψετε, αν θα πραγματοποιηθούν οι αντιδράσεις που δίνονται. Στη συνέχεια, να γράψετε τις χημικές εξισώσεις στην τυπική τους μορφή και, όπου είναι δυνατό, στην ιοντική τους.

(i) $HNO_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$

(ii) $HNO_3(aq) + NH_3(aq) \rightarrow$

(iii) $HNO_3(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$

Πρώτη σκέψη: Αρχικά, πρέπει να αναγνωρίσουμε αν τα αντιδρώντα είναι οξέα, βάσεις ή άλατα.

(i) $HNO_3(aq)$ και $NaOH(aq)$

Βήματα:

1ο Τα αντιδρώντα είναι ένα οξύ και μια βάση. Πρόκειται για αντίδραση εξουδετέρωσης.

2ο Γράφουμε τη χημική εξίσωση στην τυπική της μορφή προς παραγωγή άλατος και νερού.

$$HNO_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + H_2O(\ell)$$

3ο Γράφουμε την ιοντική μορφή της χημικής εξίσωσης.

$$H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(\ell)$$

(ii) $HNO_3(aq)$ και $NH_3(aq)$

Βήματα:

1ο Τα αντιδρώντα είναι ένα οξύ και μια βάση. Πρόκειται για αντίδραση εξουδετέρωσης.

2ο Γράφουμε τη χημική εξίσωση στην τυπική της μορφή προς παραγωγή άλατος. (Επειδή συμμετέχει η NH_3 θα γράφουμε μόνο την τυπική μορφή).

$$HNO_3(aq) + NH_3(aq) \rightarrow NH_4NO_3(aq)$$

(iii) $HNO_3(aq)$ και $Na_2CO_3(aq)$

Βήματα:

1ο Τα αντιδρώντα είναι ένα οξύ και ένα άλας.

2ο Ελέγχουμε αν παράγεται ίζημα ή αέριο, οπότε η αντίδραση είναι ανταλλαγής ιόντων.

Διαπιστώνουμε ότι παράγεται H_2CO_3, το οποίο θα διασπαστεί σε H_2O και CO_2 που είναι αέριο. Επομένως, η αντίδραση ανταλλαγής ιόντων πραγματοποιείται και γράφουμε τη χημική εξίσωση στην τυπική της μορφή:

$$HNO_3(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow 2NaNO_3(aq) + H_2O(\ell) + CO_2(g)$$

pH-μετρικό χαρτί

▶ Πλήρης εξουδετέρωση ισχυρού οξέος και ισχυρής βάσης

Ένα πρόβλημα που υπάρχει κατά την αντίδραση εξουδετέρωσης είναι να αναγνωρίσουμε πότε αυτή είναι πλήρης, π.χ. αν εξουδετερώσαμε όλη την ποσότητα του $HC\ell$ στα λύματα που παράγει ένα εργοστάσιο. Αυτή η διαδικασία, αξιοποιεί το διαφορετικό pH των διαλυμάτων οξέων και βάσεων.

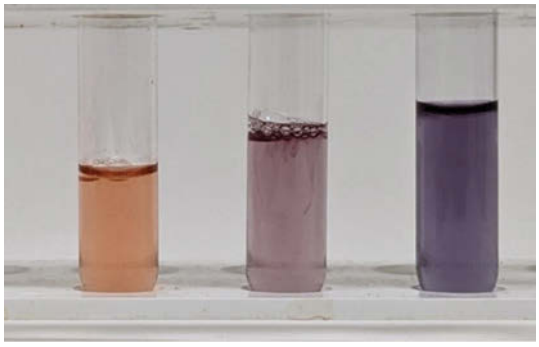
Παρατηρήστε την εικόνα 5.20 όπου έχουμε χρησιμοποιήσει διαφορετικές ποσότητες βάσεως και οξέος σε μια αντίδραση εξουδετέρωσης. Η μεταβολή του pH παρακολουθείται μέσω ενός δείκτη που είναι το βάμμα του ηλιοτροπίου. Αυτός ο δείκτης έχει ιώδες χρώμα σε ουδέτερο διάλυμα, γίνεται ελαφρώς κόκκινος σε όξινο και παίρνει μπλε απόχρωση σε βασικό. Γενικά για την παρακολούθηση της εξουδετέρωσης χρησιμοποιούνται ως δείκτες ασθενή οξέα ή βάσεις που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το pH του διαλύματος στο οποίο προστίθενται.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Ο ζωμός από κόκκινο λάχανο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης σε πειράματα προσδιορισμού του pH.



Χρήση υδατικού διαλύματος από κόκκινο λάχανο ως δείκτη



Εικόνα 5.20 *Το χρώμα του δείκτη (βάμμα του ηλιοτροπίου) σε (α) όξινο, (β) ουδέτερο και (γ) βασικό διάλυμα*

Παρατηρούμε ότι με τη βοήθεια του δείκτη μπορούμε να αναγνωρίσουμε οπτικά το σημείο στο οποίο έχει γίνει πλήρης εξουδετέρωση μιας ισχυρής βάσης με ένα ισχυρό οξύ, αφού το διάλυμα που προκύπτει σε αυτή την περίπτωση είναι ουδέτερο. Αν έχει περισσέψει οξύ, το διάλυμα θα είναι όξινο, ενώ αν έχει περισσέψει βάση, βασικό. Αντί για δείκτη μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πεχαμετρικό χαρτί ή ένα πεχάμετρο, για να είναι πιο ακριβής η μέτρησή μας.

Με βάση την ιοντική μορφή της αντίδρασης εξουδετέρωσης:

$$H_3O^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow 2H_2O(\ell)$$

μπορούμε, να συμπεράνουμε ότι για να έχουμε πλήρη εξουδετέρωση πρέπει η ποσότητα ιόντων H_3O^+ από το οξύ να είναι ίση με την ποσότητα ιόντων OH^- της βάσης.

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή

«Σταλακτίτες και σταλαγμίτες»

Οι σταλακτίτες και οι σταλαγμίτες είναι σχηματισμοί ορυκτών σε σπηλιές. Ο σταλακτίτης έχει σχήμα κρυστάλλου που κρέμεται από την οροφή και σχηματίζεται μέσω αντιδράσεων καταβύθισης ανθρακικού ασβεστίου, σύμφωνα π.χ. με την ακόλουθη χημική εξίσωση.

$$Ca^{2+}(aq) + 2HCO_3^-(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(\ell)$$

Ένας σταλακτίτης αυξάνεται κατά μέσο όρο περίπου ένα εκατοστό τον χρόνο. Ο σταλαγμίτης είναι ένας σχηματισμός τύπου βράχου που υψώνεται από το δάπεδο μιας σπηλιάς και δημιουργείται με τη συσσώρευση υλικού που εναποτίθεται στο δάπεδο από τις σταλαγματιές της οροφής. Εάν οι σταλακτίτες, που σχηματίζονται στην οροφή, μεγαλώσουν αρκετά ώστε να συνδεθούν με σταλαγμίτες στο έδαφος, σχηματίζουν μία στήλη.



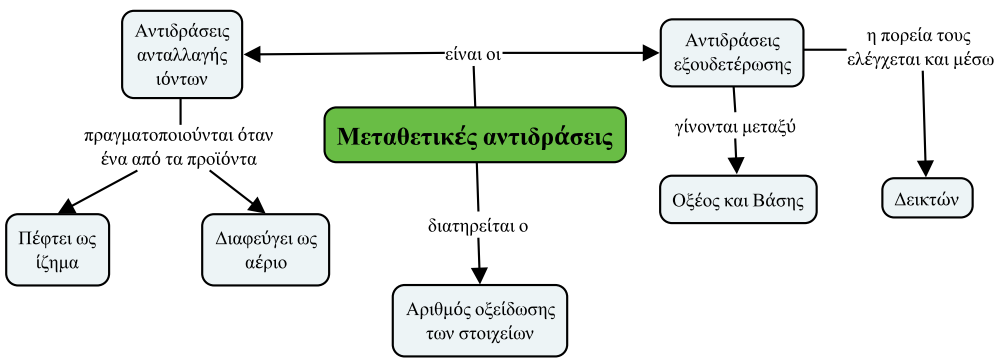
Εικόνα 5.21 *Το σπήλαιο Αγγίτη, στη Δράμα.*

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Μια μεγάλη κατηγορία χημικών αντιδράσεων είναι οι μεταθετικές αντιδράσεις στις οποίες ανήκουν οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων και οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων πραγματοποιούνται όταν κάποιο προϊόν διαφεύγει από το σύστημα, είτε ως ίζημα είτε ως αέριο. Μπορούμε να προβλέψουμε αν θα πραγματοποιηθούν με τη βοήθεια του πίνακα ιζημάτων και του πίνακα αερίων. Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης πραγματοποιούνται όταν αντιδρά ένα οξύ με μία βάση. Όταν ένα ισχυρό οξύ εξουδετερώνεται πλήρως από μια ισχυρή βάση προκύπτει ουδέτερο διάλυμα. Μπορούμε να κάνουμε έλεγχο της πλήρους εξουδετέρωσης με χρήση δεικτών.

Εννοιολογικός Χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για τις μεταθετικές αντιδράσεις

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Αναγνωρίζω ότι μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων λαμβάνει χώρα εφόσον σχηματίζεται προϊόν που εκφεύγει από το αντιδρών σύστημα, δηλαδή είτε είναι δυσδιάλυτο και καταβυθίζεται ως ίζημα είτε είναι αέριο και διαφεύγει στην ατμόσφαιρα			
Εκτελώ κατάλληλη σειρά αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων			
Συμπεραίνω μετά από επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων ποιο είναι το δυσδιάλυτο προϊόν ή το παραγόμενο αέριο			
Συμπληρώνω χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων στην τυπική τους μορφή			
Συμπληρώνω χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων στην ιοντική τους μορφή			
Προβλέπω αν λαμβάνει χώρα μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων, εφόσον δίνεται πίνακας με ιζήματα ή αέρια			
Διερευνώ και προτείνω λύσεις σε προβλήματα ρύπανσης, τα οποία συνδέονται με την τοπική ή ευρύτερη κοινωνία, μέσα από την ποιοτική ανάλυση ιόντων			
Συμπληρώνω χημικές εξισώσεις εξουδετέρωσης στην τυπική και στην ιοντική τους μορφή			
Εκτιμώ αν έχει πραγματοποιηθεί πλήρης εξουδετέρωση, κατά την προσθήκη ισχυρού οξέος σε διάλυμα ισχυρής βάσης, με τη χρήση κατάλληλου μέσου			

Γλωσσάρι

Αντίδραση ανταλλαγής ιόντων είναι η αντίδραση που μπορεί να ερμηνευτεί με την ανταλλαγή ιόντων μεταξύ των ουσιών που συμμετέχουν σε αυτήν.

Αντίδραση εξουδετέρωσης είναι η αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και μίας βάσης που οδηγεί στην παραγωγή ιοντικής ένωσης και πιθανώς νερού, (Αντί για οξύ στην αντίδραση μπορεί να συμμετέχει όξινο οξείδιο και αντί για βάση να συμμετέχει βασικό οξείδιο).

Ίζημα είναι μια στερεή δυσδιάλυτη ένωση που καταβυθίζεται σε διαλύματα.

Ιοντική μορφή χημικής εξίσωσης είναι η μορφή που απεικονίζει τα ιόντα που συμμετέχουν στην αντίδραση.

Μεταθετικές αντιδράσεις είναι οι αντιδράσεις στις οποίες οι αριθμοί οξείδωσης των στοιχείων παραμένουν αμετάβλητοι.

Μοριακή (τυπική) μορφή χημικής εξίσωσης είναι η μορφή που απεικονίζει τόσο τα αντιδρώντα όσο και τα προϊόντα με τον μοριακό (τυπικό) τους τύπο.

Ποιοτική ανάλυση είναι η ανάλυση ενός δείγματος που μας δείχνει ποιες ουσίες περιέχει το δείγμα.

Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (εναλλακτικές ιδέες)

Αντιδράσεις εξουδετέρωσης (εναλλακτικές ιδέες)

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας. Στις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων να αξιοποιήσετε τον πίνακα 5.4 (σελ. 211).

Α' Ομάδα

5.3.1 Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

1. Να επιλέξετε ποιες από τις παρακάτω χημικές εξισώσεις συμβολίζουν μεταθετικές αντιδράσεις με κριτήριο αν διατηρείται ο αριθμός οξείδωσης των στοιχείων που συμμετέχουν:

α) $Ca(OH)_2 + 2HC\ell \rightarrow CaC\ell_2 + 2H_2O$

β) $H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr$

γ) $2HNO_3 + ZnC\ell_2 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2HC\ell$

δ) $FeC\ell_3 + 3NaOH \rightarrow Fe(OH)_3 + 3NaC\ell$

2. Να συμπληρώσετε τα κενά και να ισοσταθμίσετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων:

α) $NaC\ell + AgNO_3 \rightarrow$ .....+ $AgC\ell\downarrow$

β) $CaC\ell_2 + K_3PO_4 \rightarrow$ .....+ $Ca_3(PO_4)_2\downarrow$

γ) $Fe_2(SO_4)_3 + Na_2CO_3 \rightarrow$ ..... + $Fe_2(CO_3)_3\downarrow$

3. Να συμπληρώσετε τα κενά και να ισοσταθμίσετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων :

α) $CuC\ell_2 + NaOH \rightarrow NaC\ell +$ ..... $\downarrow$

β) $CaC\ell_2 + Na_3PO_4 \rightarrow$ .....+ $Ca_3(PO_4)_2\downarrow$

γ) $Fe_2(SO_4)_3 + Na_2CO_3 \rightarrow Na_2SO_4 +$ .....$\downarrow$

4. Με τη βοήθεια του πίνακα 5.4 να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες ενώσεις ως ευδιάλυτες ή δυσδιάλυτες στο νερό: $AgNO_3$, AgI, $Fe_2(SO_4)_3$, $Fe(OH)_3$, $BaC\ell_2(aq)$, $BaSO_4$.

5. Δίνονται οι ακόλουθες χημικές εξισώσεις μεταθετικών αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων.

$Cu(NO_3)_2(aq) + KOH(aq) \rightarrow$

$Fe_2(SO_4)_3(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$

$CaC\ell_2(aq) + K_3PO_4(aq) \rightarrow$

α) Να εξηγήσετε ποιες θα πραγματοποιηθούν, γράφοντας την τυπική μορφή κάθε χημικής εξίσωσης και επισημαίνοντας το ίζημα.

β) Να γράψετε την ιοντική μορφή κάθε χημικής εξίσωσης.

6. Δίνονται οι ακόλουθες χημικές εξισώσεις μεταθετικών αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων.

$Ba(NO_3)_2(aq) + K_2SO_4(aq) \rightarrow$

$NaC\ell(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$

α) Να εξηγήσετε ποιες θα πραγματοποιηθούν, γράφοντας την τυπική μορφή κάθε χημικής εξίσωσης και επισημαίνοντας το ίζημα.

β) Να γράψετε την ιοντική μορφή κάθε χημικής εξίσωσης.

7. Σε μια ομάδα μαθητών και μαθητριών δόθηκε νερό από ένα ποτάμι, για να διαπιστώσουν αν σε αυτό περιέχεται κάποιο από τα ακόλουθα ανιόντα: $C\ell^-$, Br^-, I^-. Επίσης, δόθηκαν υδατικά διαλύματα των χημικών ενώσεων $NaC\ell$, $AgNO_3$, NaOH και KNO_3.

α) Να εξηγήσετε ποιο διάλυμα θα χρησιμοποιήσει η ομάδα για την ταυτοποίηση των ανιόντων.

β) Να περιγράψετε σύντομα τι θα κάνει η ομάδα στο εργαστήριο, αναφέροντας και πιθανές παρατηρήσεις που θα βοηθήσουν στην ταυτοποίηση.

8. Σε μια ομάδα μαθητών και μαθητριών δόθηκε νερό από μία λίμνη, για να διαπιστώσουν αν σε αυτό περιέχεται κάποιο από τα ακόλουθα κατιόντα: Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}. Επίσης, δόθηκαν υδατικά διαλύματα των $NaC\ell$, $AgNO_3$, NaOH και KNO_3.

α) Να εξηγήσετε ποιο διάλυμα θα χρησιμοποιήσει η ομάδα για την ταυτοποίηση των κατιόντων.

β) Περιγράψτε σύντομα τι θα κάνει η ομάδα στο εργαστήριο, αναφέροντας και πιθανές παρατηρήσεις που θα βοηθήσουν στην ταυτοποίηση.

9. Δίνονται οι ακόλουθες χημικές εξισώσεις αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων.

$Na_2CO_3(aq) + HC\ell(aq) \rightarrow$

$K_2S(aq) + HNO_3(aq) \rightarrow$

$NaC\ell(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

$NaOH(aq) + NH_4C\ell(aq) \rightarrow$

Να εξηγήσετε ποιες θα πραγματοποιηθούν, γράφοντας την τυπική μορφή κάθε χημικής εξίσωσης και επισημαίνοντας το αέριο.

10. Χαρακτηρίστε τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες.

α) Μία αντίδραση ανταλλαγής ιόντων πραγματοποιείται πάντα.

β) Μία αντίδραση ανταλλαγής ιόντων πραγματοποιείται όταν από το σύστημα απομακρύνεται κάποια ουσία ως ίζημα ή αέριο.

γ) Οι ενώσεις που περιέχουν κατιόντα Na^+, K^+ και NH_4^+ είναι ευδιάλυτες στο νερό.

δ) Οι ενώσεις που περιέχουν ανιόντα NO_3^- είναι δυσδιάλυτες στο νερό.

ε) Στις μεταθετικές αντιδράσεις αλλάζει ο αριθμός οξείδωσης κάποιου στοιχείου.

ΛΕΞΙΚΟ

GR: Ιωδίδιο του αργύρου
GB: Silver iodide
FR: Iodure d'argent
DE: Silberiodid

5.3.2 Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης

11. Δίνονται οι ακόλουθες χημικές εξισώσεις αντιδράσεων εξουδετέρωσης.

$HC\ell(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$

$H_2SO_4(aq) + KOH(aq) \rightarrow$

$HBr(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$

α) Να γράψετε την τυπική μορφή των χημικών εξισώσεων, συμπληρώνοντας τα προϊόντα και τους κατάλληλους στοιχειομετρικούς συντελεστές.

β) Να γράψετε την ιοντική μορφή κάθε χημικής εξίσωσης.

12. Ο δείκτης βάμμα του ηλιοτροπίου έχει κόκκινο χρώμα σε όξινο περιβάλλον, μπλε σε βασικό (αλκαλικό) και ιώδες σε ουδέτερο.

Πραγματοποιήσαμε ένα πείραμα, για να μελετήσουμε την εξουδετέρωση ενός διαλύματος $HC\ell$ από ένα διάλυμα NaOH. Στο διάλυμα του $HC\ell$ προσθέσαμε λίγες σταγόνες δείκτη, για να παρακολουθήσουμε την πορεία της αντίδρασης εξουδετέρωσης και τα αποτελέσματα δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Ποσότητα (σε mL) διαλύματος NaOH που προσθέσαμε	0	1	2	3	5	6
Χρώμα διαλύματος	Έντονο κόκκινο	Απαλό κόκκινο	Ιώδες	Απαλό μπλε	Έντονο μπλε	Έντονο μπλε

Με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος:

α) Να εξηγήσετε, αν το διάλυμα $HC\ell$ είναι όξινο, βασικό (αλκαλικό) ή ουδέτερο.

β) Να γράψετε την αντίδραση εξουδετέρωσης και να εξηγήσετε με ποια ποσότητα διαλύματος NaOH έχουμε πλήρη εξουδετέρωση.

Β' Ομάδα

1. Δίνονται οι ακόλουθες δυσδιάλυτες ενώσεις:

(i) $CaSO_4$ (ii) $Fe(OH)_3$ (iii) $AgC\ell$ (iv) $CuCO_3$

Να γράψετε για κάθε περίπτωση δύο ευδιάλυτες ουσίες που, όταν διαλυθούν σε νερό, θα μας δώσουν ως ίζημα μία από αυτές τις ενώσεις, παραθέτοντας και την αντίστοιχη χημική εξίσωση (τυπική και ιοντική μορφή).

2. Ελέγχοντας την ποιότητα του νερού: Δίνονται τα ακόλουθα αποτελέσματα από ένα πείραμα με το οποίο ελέγχθηκαν πέντε δείγματα νερού.

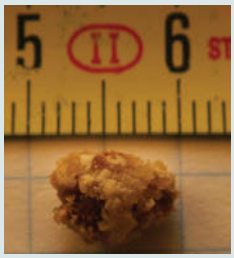
α) Να εξηγήσετε ποιο ή ποια από τα κατιόντα **Cu^{2+} και Ba^{2+}** και ποιο ή ποια από τα ανιόντα **$C\ell^-$, Br^-, I^-** περιέχονται σε υπολογίσιμη ποσότητα στα δείγματα 1-5.

	$NaOH$	**Na_2SO_4**	**$AgNO_3$**
Δείγμα 1	Ίζημα (γαλαζωπό)	----------	Ίζημα (λευκό)
Δείγμα 2	----------	Ίζημα (λευκό)	----------
Δείγμα 3	----------	Ίζημα (λευκό)	Ίζημα (λευκό)
Δείγμα 4	Ίζημα (γαλαζωπό)	----------	Ίζημα (κίτρινο)
Δείγμα 5	----------	----------	----------

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Δείκτης
GB: Indicator
FR: Indicateur
DE: Indikator

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

Οι πέτρες στα νεφρά δημιουργούνται από αντιδράσεις σχηματισμού δυσδιάλυτων ενώσεων.



Πέτρα που σχηματίστηκε στα νεφρά

3. Δίνονται τα ακόλουθα άλατα:

(i) $KC\ell$ (ii) $CaSO_4$ (iii) $FeBr_3$

Να γράψετε για κάθε περίπτωση δύο υδατικά διαλύματα που, όταν αναμιχθούν, θα πραγματοποιηθεί αντίδραση εξουδετέρωσης με προϊόν μία από αυτές τις ενώσεις, παραθέτοντας και την αντίστοιχη χημική εξίσωση (στην τυπική και ιοντική μορφή).

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

1. Πολλές από τις πέτρες που σχηματίζονται στα νεφρά, οι οποίες απασχολούν έναν μεγάλο αριθμό ανθρώπων, είναι κυρίως δυσδιάλυτες ενώσεις του ασβεστίου, όπως το φωσφορικό ασβέστιο ($Ca_3(PO_4)_2$), που δημιουργούνται από αντιδράσεις καταβύθισης.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες σχετικά με τη δημιουργία πετρών στα νεφρά. Ποιες ουσίες τις αποτελούν; Τι πρέπει να προσέχω στη διατροφή μου, για να αποφύγω τη δημιουργία πετρών στον οργανισμό μου;

2. Αν και αρκετοί καταναλωτές επιλέγουν να πίνουν εμφιαλωμένο νερό αντί για το τρεχούμενο νερό της βρύσης, δεν έχει αποδειχτεί ότι είναι καλύτερο.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες σχετικά με το εμφιαλωμένο νερό και το νερό της βρύσης. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα του νερού της βρύσης; Πώς τα μπουκάλια του εμφιαλωμένου νερού επιβαρύνουν το περιβάλλον; Ποιο θα ήταν το ετήσιο κόστος για την οικογένειά σας, αν κατανάλωνε μόνο εμφιαλωμένο πόσιμο νερό (Θεωρήστε 10 L πόσιμου νερού ως μέση ημερήσια κατανάλωση για τετραμελή οικογένεια).

Απαντήσεις-υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	**1.** Αναγνωρίστε τα ιόντα από τα οποία αποτελείται κάθε ένωση
2. Σύμφωνα με τη θεωρία. Εξετάστε την ανταλλαγή ιόντων	**2.** Καταγράψτε το χρώμα που έχει κάθε ίζημα όπως αναφέρονται στη θεωρία του βιβλίου σας
3. Σύμφωνα με τη θεωρία. Εξετάστε την ανταλλαγή ιόντων	**3.** Αναγνωρίστε τα ιόντα από τα οποία αποτελείται κάθε ένωση, ώστε να γράψετε τις αντίστοιχες βάσεις ή οξέα
4. Σύμφωνα με τη θεωρία	
5. Σύμφωνα με τη θεωρία	
6. Σύμφωνα με τη θεωρία	
7. Σύμφωνα με τη θεωρία	
8. Σύμφωνα με τη θεωρία	
9. Σύμφωνα με τη θεωρία	
10. Σύμφωνα με τη θεωρία	
11. Σύμφωνα με τη θεωρία	
12. Πρώτα, εντοπίστε με ποια ποσότητα προκύπτει ουδέτερο διάλυμα	

Στο τέλος την ενότητας **«Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις»** θα μπορείς να:

- διακρίνεις τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις από τις μεταθετικές, με κριτήριο τη μεταβολή του ΑΟ ενός στοιχείου.
- ορίζεις:

  α) την οξείδωση ως την αύξηση του ΑΟ ενός στοιχείου.

  β) την αναγωγή ως τη μείωση του ΑΟ ενός στοιχείου.
- διακρίνεις σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση απλής αντικατάστασης την ουσία που υφίσταται την οξείδωση από την ουσία που υφίσταται την αναγωγή.
- συμπληρώνεις απλές χημικές εξισώσεις οξειδοαναγωγής στη μοριακή τους μορφή:

  α) Σύνθεσης, αποσύνθεσης και διάσπασης.

  β) Απλής αντικατάστασης, όταν δίνονται οι σχετικές σειρές δραστικότητας.
- σχεδιάζεις και πραγματοποιείς πειράματα, προκειμένου να επαληθεύσεις τη σειρά δραστικότητας συγκεκριμένων μετάλλων μεταξύ τους ή σε σχέση με το υδρογόνο, αξιοποιώντας οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις απλής αντικατάστασης.

Λέξεις κλειδιά:

Αναγωγή

Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης

Αντιδράσεις αποσύνθεσης

Αντιδράσεις διάσπασης

Αντιδράσεις σύνθεσης

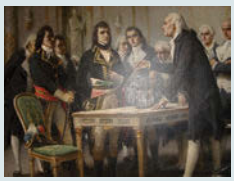
Οξειδοαναγωγική αντίδραση

Οξείδωση

Σειρά δραστικότητας

5.4 Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

Φώτα, υπολογιστές, κινητά, αυτοκίνητα, εργοστάσια, όλα απαιτούν ενέργεια για να λειτουργήσουν. Η ζωή μας θα ήταν πολύ δυσκολότερη, αν δεν υπήρχε τρόπος να παράγουμε και να αποθηκεύσουμε την ενέργεια που χρειαζόμαστε καθημερινά.



Ο **Alessandro Volta** εξηγεί στον Ναπολέοντα τη λειτουργία της ηλεκτρικής στήλης. (Πίνακας ζωγραφικής του Giuseppe Bertini)



Εικόνα 5.22 *Μπαταρίες που χρησιμοποιούμε καθημερινά*

Σκέφτομαι

Ας σκεφτούμε πόσες συσκευές χρησιμοποιούμε που λειτουργούν χάρις σε μια μπαταρία, της οποίας η λειτουργία βασίζεται σε μια κατηγορία αντιδράσεων που ονομάζονται οξειδοαναγωγικές.

Σε τι διαφέρουν οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις από τις μεταθετικές και πόσο σημαντικές είναι;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα :

- **Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις**
- **Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης**
- **Αντιδράσεις σύνθεσης**
- **Αντιδράσεις αποσύνθεσης και διάσπασης**

Διερευνώ

- **Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις**

Ο A. Volta ήταν ο εφευρέτης της πρώτης ηλεκτρικής μπαταρίας. Η αρχή λειτουργίας της βασίζεται στην αντίδραση μεταξύ ψευδαργύρου και θειικού χαλκού(II) που περιγράφεται από την εξίσωση:

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq)$$

Ας εξετάσουμε τους αριθμούς οξείδωσης των δύο μετάλλων που συμμετέχουν σε αυτήν.

$$\overset{0}{Zn}(s) + \overset{+2}{Cu}\,SO_4(aq) \rightarrow \overset{+2}{Zn}\,SO_4(aq) + \overset{0}{Cu}(s)$$

Στη Χημεία, όταν αυξάνεται ο αριθμός οξείδωσης ενός στοιχείου λέμε ότι το στοιχείο οξειδώνεται και η διαδικασία ονομάζεται **οξείδωση**. Έτσι, στη συγκεκριμένη αντίδραση, ο ψευδάργυρος οξειδώνεται.

Αντίστοιχα, όταν μειώνεται ο αριθμός οξείδωσης ενός στοιχείου λέμε ότι το στοιχείο ανάγεται και η διαδικασία ονομάζεται **αναγωγή**. Στη συγκεκριμένη αντίδραση ο χαλκός(II) ανάγεται.

Αυτή είναι και η μεγάλη διαφορά από τις αντιδράσεις που μελετήσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο (μεταθετικές) κατά τις οποίες δεν μεταβάλλονται οι αριθμοί οξείδωσης των στοιχείων που συμμετέχουν σε αυτές.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

Οι χάλκινοι σωλήνες έχουν αντικαταστήσει αυτούς από χυτοσίδηρο γιατί είναι πιο ανθεκτικοί στη διάβρωση.



Χάλκινοι σωλήνες νερού

Δραστηριότητα 2

Μια αντίδραση που προκαλεί διάβρωση των σωλήνων από χυτοσίδηρο περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$Fe(s) + 2HC\ell(aq) \rightarrow H_2(g) + FeC\ell_2(aq)$$

Να αναγνωρίσετε ποιο στοιχείο οξειδώνεται και ποιο ανάγεται, γράφοντας τους αντίστοιχους αριθμούς οξείδωσης.

.....

.....

Υπενθύμιση: Τα ελεύθερα χημικά στοιχεία έχουν πάντα αριθμό οξείδωσης ίσο με μηδέν.

Επειδή είναι αδύνατο να υπάρξει μία οξείδωση χωρίς αναγωγή, οι αντιδράσεις αυτές χαρακτηρίζονται ως **οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.**

Η διάβρωση των σωλήνων, η παραγωγή λιπασμάτων, η λειτουργία του αερόσακου, η παραγωγή μετάλλων και πολλές άλλες χρήσιμες ή, μερικές φορές, ανεπιθύμητες χημικές αντιδράσεις συνδέονται με τη μεταβολή του αριθμού οξείδωσης κάποιων στοιχείων που συμμετέχουν σε αυτές.

▶ Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης



Εικόνα 5.23 *Επιμεταλλωμένο ελληνικό σκεύος του 1ου-2ου αιώνα π.Χ.*

ΛΕΞΙΚΟ

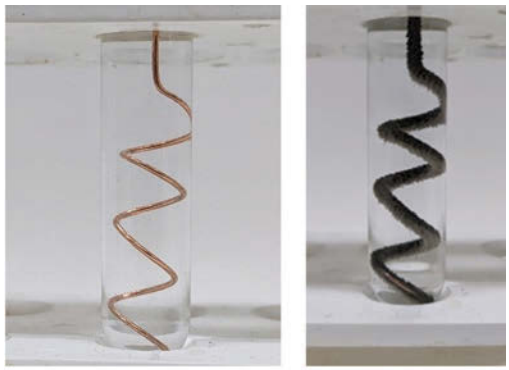
GR: Αναγωγή
GB: Reduction
FR: Réduction
DE: Reduktion

Μια τεχνική που χρησιμοποιείται από τα αρχαία χρόνια είναι η επιμετάλλωση, δηλ. η κάλυψη ενός μετάλλου από ένα άλλο μέταλλο με μικρότερη **δραστικότητα,** για την οποία θα συζητήσουμε σε αυτή την παράγραφο (εικόνα 5.23). Η γνώση της δραστικότητας των μετάλλων είναι σημαντική σε πολλές εφαρμογές, όπως στην προστασία των μετάλλων από τη διάβρωση, στην κατασκευή μπαταριών κ.α.

Πείραμα: Αντίδραση στερεού χαλκού με διάλυμα νιτρικού αργύρου

Στην εικόνα 5.24 παρουσιάζονται στιγμιότυπα ενός πειράματος που εκτελέσαμε, για να προσδιορίσουμε το δραστικότερο στοιχείο ανάμεσα στον χαλκό (Cu) και στον άργυρο (Ag). Στο πείραμα τοποθετήσαμε σύρμα από χαλκό (Cu) σε διάλυμα μίας ένωσης του αργύρου ($AgNO_3$) (εικόνα 5.24α). Μετά από λίγο, το σύρμα αποκτά γκρι χρώμα, το οποίο οφείλεται στην εναπόθεση μεταλλικού αργύρου στο σύρμα (εικόνα 5.24β).

Πείραμα για τη σειρά δραστικότητας των μετάλλων.



(α) (β)

Εικόνα 5.24 *Αντίδραση χάλκινου σύρματος (Cu) με διάλυμα νιτρικού αργύρου ($AgNO_3$)*

Από το πείραμα συμπεραίνουμε ότι ο Cu είναι δραστικότερο μέταλλο από τον Ag και η αντίδραση που λαμβάνει χώρα συμβολίζεται με τη χημική εξίσωση:

$$Cu(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow 2Ag(s) + Cu(NO_3)_2(aq)$$

Αυτές οι αντιδράσεις ονομάζονται αντιδράσεις απλής αντικατάστασης, επειδή το ένα χημικό στοιχείο αντικαθιστά το άλλο στην ένωσή του.

Οι χημικοί έχουν κάνει μία σειρά πειραμάτων με την οποία μπόρεσαν να ταξινομήσουν τα στοιχεία από το περισσότερο δραστικό προς το λιγότερο δραστικό. Μια τέτοια σειρά πειραμάτων θα πραγματοποιήσετε στην επόμενη εργαστηριακή άσκηση.

ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: «Προστατέψτε τον σίδηρο»

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να κατασκευάσετε μια σειρά δραστικότητας για τρία (ή περισσότερα) μέταλλα και το υδρογόνο.

Σενάριο εργαστηρίου:

Εργάζεστε σε ένα εργαστήριο επιμετάλλωσης και πρέπει να επιλέξετε ένα αδρανές μέταλλο, για να επικαλύψετε ένα σιδερένιο αντικείμενο. Επίσης, θέλετε το μέταλλο να αντέχει στη διάβρωση από οξέα, όπως το υδροχλωρικό, $HC\ell\ (aq)$. Για να φέρετε σε πέρας την εργασία σας, θα πρέπει να κατασκευάσετε μια σειρά δραστικότητας που να σας επιτρέπει να προβλέπετε αν ένα μέταλλο μπορεί να «αντικαταστήσει» ένα άλλο (ή το υδρογόνο) σε μία ένωση.

2. ΥΛΙΚΑ (για οκτώ ομάδες)

• Οκτώ διαφανείς θήκες σημειώσεων που περιέχουν χαρτί με εκτυπωμένο πίνακα (παράρτημα).

• Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα $CuC\ell_2$

• Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα $ZnC\ell_2$

• Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα $FeC\ell_3$

• Οκτώ σταγονομετρικά φιαλίδια με διάλυμα $HC\ell$

• Zn σε σκόνη ή ρινίσματα ή σε ταινία.

• Cu σε σκόνη ή ρινίσματα ή σε ταινία.

• Fe σε σκόνη ή ρινίσματα ή σε ταινία.

• Χαρτί κουζίνας για τον καθαρισμό των θηκών σημειώσεων.

3. ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Θα πρέπει να:

• Απομακρύνετε από τον πάγκο όλα τα περιττά αντικείμενα, όπως βιβλία και μπουφάν, πριν ξεκινήσετε την άσκηση.

• Μην καταναλώνετε τρόφιμα ή ροφήματα στο εργαστήριο.

• Μην δοκιμάζετε ποτέ ουσίες στο εργαστήριο.

• Αποφεύγετε να αγγίζετε χημικές ουσίες.

4. ΠΡΙΝ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Στόχος του πειράματος: Η κατασκευή μιας σειράς δραστικότητας που να επιτρέπει να προβλέπουμε αν ένα μέταλλο θα «αντικαταστήσει» ένα άλλο (ή το υδρογόνο) σε μία ένωση.

5. ΠΕΙΡΑΜΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Ανάλογα με τις οδηγίες *του/της* εκπαιδευτικού σας, εκτελέστε όλες οι ομάδες το σύνολο του πειράματος ή εργαστείτε όπως υποδεικνύει ο πίνακας που ακολουθεί

Η κάθε ομάδα θα μελετήσει την αντίδραση ενός (ή περισσοτέρων) μετάλλων με κάποιες χημικές ενώσεις (άλατα και υδροχλωρικό οξύ). Κριτήριο δραστικότητας θα είναι η πραγματοποίηση αντίδρασης απλής αντικατάστασης, στην οποία αντικαθίσταται ένα μέταλλο ή το υδρογόνο μιας χημικής ένωσης από ένα δραστικότερο ελεύθερο μέταλλο.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Σε κάθε κελί της διαφανούς θήκης σημειώσεων πρέπει να ρίχνετε τις σταγόνες του διαλύματος **πάνω** στο στερεό.

Αντιδράσεις του Fe Ομάδες (1,4,6)	Αντιδράσεις του Zn Ομάδες (2,5,7)	Αντιδράσεις του Cu Ομάδες (3,8)
1. Προσθέστε ρινίσματα ή ταινία σιδήρου (Fe) στα κελιά της 1ης σειράς	1. Προσθέστε ρινίσματα ή ταινία ψευδαργύρου (Zn) στα κελιά της 2ης σειράς	1. Προσθέστε ρινίσματα ή ταινία χαλκού (Cu) στα κελιά της 3ης σειράς
2. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $CuC\ell_2$ στα ρινίσματα Fe	2. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $CuC\ell_2$ στα ρινίσματά Zn	2. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $CuC\ell_2$ στα ρινίσματα Cu
3. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $ZnC\ell_2$ στα ρινίσματα Fe	3. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $ZnC\ell_2$ στα ρινίσματά Zn	4. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $ZnC\ell_2$ στα ρινίσματα Cu
4. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $FeC\ell_3$ στα ρινίσματα Fe	4. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $FeC\ell_3$ στα ρινίσματα Zn	4. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $FeC\ell_3$ στα ρινίσματα Cu
5. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $HC\ell$ στα ρινίσματα Fe	5. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $HC\ell$ στα ρινίσματα Zn	5. Προσθέστε δύο τρεις σταγόνες $HC\ell$ στα ρινίσματα Cu

α) Καταγράψτε τις παρατηρήσεις σας στον **Πίνακα Παρατηρήσεων**. Χρησιμοποιήστε μια παύλα, αν δεν παρατηρήσατε, τίποτα και τη λέξη αντίδραση, αν παρατηρήσατε αλλαγή χρώματος ή έκλυση αερίου. Σημειώστε και το χρώμα που παρατηρείτε.

β) Μοιραστείτε τα ευρήματά σας με τις υπόλοιπες ομάδες στην τάξη.

Πίνακας Παρατηρήσεων

	Διάλυμα $CuC\ell_2$	Διάλυμα $ZnC\ell_2$	Διάλυμα $FeC\ell_3$	Διάλυμα $HC\ell$
Fe				
Zn				
Cu				

6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Συζητήστε με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας σας και κατατάξτε τα μέταλλα ψευδάργυρο (Zn), χαλκό (Cu), σίδηρο (Fe) και το υδρογόνο (H) από το πιο δραστικό προς το λιγότερο δραστικό.

…….>…….>……..>……

Ως κριτήριο χρησιμοποιήστε το γεγονός ότι το πιο δραστικό στοιχείο αντιδρά με τις χημικές ενώσεις του λιγότερο δραστικού και το αντικαθιστά.

Ποιο μέταλλο θα ήταν καταλληλότερο για την επικάλυψη του σιδερένιου αντικειμένου;

7. ΣΚΕΨΗ ΓΙΑ ΤΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Με βάση το πείραμα που εκτελέσατε, σχεδιάστε ένα πείραμα για να διαπιστώσετε, αν το Mg (ή κάποιο άλλο μέταλλο που σας επισήμανε ο/η εκπαιδευτικός σας) είναι δραστικότερο:

α) του Cu και β) του υδρογόνου

……

……

……

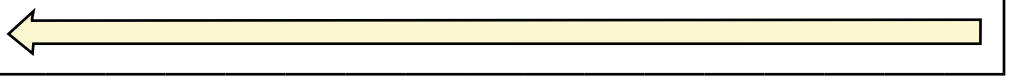
Ποιες ουσίες θα χρειαστείτε για το πείραμα, εκτός από αυτές που ήδη έχετε;

Σχεδιάστε πώς θα τις τοποθετήσετε σε μια διαφανή θήκη σημειώσεων που περιέχει χαρτί με πίνακα παρόμοιο με αυτόν που είχατε στον πίνακα που εκτελέσατε.

Αν *ο/η* εκπαιδευτικός σας παρέχει τις ουσίες, μπορείτε να εκτελέσετε το πείραμα και να διαπιστώσετε αν το έχετε σχεδιάσει σωστά.

Πειραματικά έγινε δυνατή η αναγνώριση της σειράς δραστικότητας των μετάλλων, μέρος της οποίας δίδεται παρακάτω:

Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Aℓ	Zn	Cr	Fe	Pb	H_2	Cu	Ag	Hg	Pt	Au



Εικόνα 5.25 *Η σειρά δραστικότητας των μετάλλων*

Να παρατηρήσουμε ότι στη σειρά δραστικότητας των μετάλλων περιλαμβάνεται και το αμέταλλο H_2. Αυτό γίνεται για να συμπεριλάβει την αντίδραση μετάλλων με οξέα που λαμβάνει χώρα πολύ συχνά και σε πολλές δραστηριότητες της καθημερινής μας ζωής. Είναι λοιπόν απαραίτητο να γνωρίζουμε ποια μέταλλα διαβρώνονται από τα οξέα και ποια όχι.

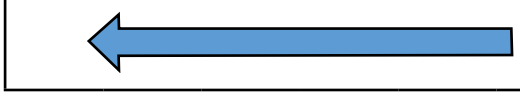
Δραστηριότητα 1

Να εντοπίσετε το πιο δραστικό και το λιγότερο δραστικό μέταλλο.

……

Μία παρόμοια σειρά δραστικότητας υπάρχει και για τα αμέταλλα, μέρος της οποίας δίνεται παρακάτω.

F_2	$Cℓ_2$	Br_2	O_2	I_2	S



Εικόνα 5.26 *Η σειρά δραστικότητας των αμετάλλων*

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ…
ΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ

Το αλουμίνιο είναι ένα από τα μέταλλα που παράγονται μέσω ηλεκτρόλυσης, μία μέθοδος που σχετίζεται με τη διαφορά δραστικότητας των μετάλλων.



Εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου στη Βοιωτία

Πείραμα: Αντίδραση στερεού σιδήρου με διάλυμα θειικού χαλκού(ΙΙ)

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Αν βυθίσουμε σύρμα κουζίνας σε διάλυμα θειικού χαλκού(ΙΙ) θα παρατηρήσουμε μία αντίδραση απλής αντικατάστασης.



Σύρμα κουζίνας σε διάλυμα θειικού χαλκού(ΙΙ)

Πότε πραγματοποιείται μία αντίδραση απλής αντικατάστασης

Με τη βοήθεια της σειράς δραστικότητας μπορούμε να προβλέψουμε πότε θα πραγματοποιηθεί μία αντίδραση απλής αντικατάστασης μεταξύ ενός μετάλλου (ή αμετάλλου) και ενός άλατος.

Μελετώ

Να προβλέψετε, αν θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση στερεού Zn με υδατικό διάλυμα $CuSO_4$. Να γράψετε τη «μοριακή» (τυπική) μορφή της χημικής εξίσωσης σε περίπτωση που θα πραγματοποιηθεί.

Πρώτη σκέψη: Πρέπει να γνωρίζουμε, αν το ελεύθερο στοιχείο είναι πιο δραστικό από το αντίστοιχο στη χημική ένωση.

Βήματα:

1ο Ελέγχουμε αν πρόκειται για αντίδραση απλής αντικατάστασης.

Η αντίδραση είναι απλής αντικατάστασης αφού στα αντιδρώντα υπάρχει ένα ελεύθερο στοιχείο, ο Zn, και μία χημική ένωση, ο $CuSO_4$.

2ο Ελέγχουμε αν το ελεύθερο στοιχείο είναι μέταλλο ή αμέταλλο.

Το ελεύθερο στοιχείο, δηλαδή ο ψευδάργυρος, είναι μέταλλο.

3ο Συγκρίνουμε τη δραστικότητα του ελεύθερου στοιχείου με το αντίστοιχο μέταλλο με τη βοήθεια της σχετικής σειράς δραστικότητας.

Από τη σειρά δραστικότητας των μετάλλων διαπιστώνουμε ότι ο Zn είναι δραστικότερος του Cu. Επομένως, η αντίδραση πραγματοποιείται.

4ο Γράφουμε τη χημική εξίσωση, κάνοντας την αντικατάσταση των στοιχείων. Προσέχουμε να συμπληρώσουμε σωστά τους δείκτες και τους συντελεστές, εφόσον χρειάζεται.

Η αντίστοιχη χημική εξίσωση είναι: $Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq)$

Υπόδειξη: Για να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση απλής αντικατάστασης πρέπει το δραστικότερο στοιχείο να είναι σε ελεύθερη κατάσταση και το λιγότερο δραστικό σε μια χημική ένωση.

Υπόδειξη: Τα μέταλλα, ως ελεύθερα στοιχεία, αναγράφονται πάντα ως μονοατομικά.

Εφαρμογή

Με τη βοήθεια της σειράς δραστικότητας προσπαθήστε να αναγνωρίσετε ποια από τις ακόλουθες αντιδράσεις θα πραγματοποιηθεί και μετά να συμπληρώσετε τη χημική εξίσωση με τους κατάλληλους συντελεστές:

$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow$

$Cu(s) + FeSO_4(aq) \rightarrow$

$Fe(s) + HC\ell(aq) \rightarrow$

Υπόδειξη: Στις αντιδράσεις απλής αντικατάστασης, όπου μετέχουν ο χαλκός και ο σίδηρος, στα προϊόντα θα έχουν αριθμό οξείδωσης +2.

Με ανάλογο τρόπο, μελετώντας τη σειρά δραστικότητας των αμετάλλων, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι, επειδή το φθόριο είναι δραστικότερο του χλωρίου, θα πραγματοποιηθεί η αντίδραση:

$$F_2(g) + 2NaC\ell(aq) \rightarrow C\ell_2(g) + 2NaF(aq)$$

ενώ, επειδή το χλώριο είναι λιγότερο δραστικό από το φθόριο, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί η αντίδραση:

$$C\ell_2(g) + NaF(aq) \not\rightarrow$$

Δραστηριότητα 2

Με τη βοήθεια της σειράς δραστικότητας να αναγνωρίσετε ποια από τις δύο ακόλουθες αντιδράσεις θα πραγματοποιηθεί και μετά συμπληρώστε τη χημική εξίσωση:

$C\ell_2(g) + NaI(aq) \rightarrow$

$I_2(s) + NaC\ell(aq) \rightarrow$

Υπόδειξη: Τα αμέταλλα που ελευθερώνονται είναι διατομικά στοιχεία, εκτός του θείου που κατά σύμβαση αναγράφεται ως μονοατομικό.

▶ Αντιδράσεις σύνθεσης



Εικόνα 5.27 *Εφαρμογή λιπάσματος σε καλλιεργήσιμη περιοχή*

Λόγω της χρήσης των λιπασμάτων τρέφονται σχεδόν οι μισοί άνθρωποι του πλανήτη. Η χημική αντίδραση στην οποία στηρίζεται η παραγωγή τους είναι μία **οξειδοαναγωγική** αντίδραση με την οποία παράγεται αμμωνία.

Η μέθοδος παρασκευής της αμμωνίας γίνεται μέσω της απευθείας σύνθεσής της από τα χημικά στοιχεία που την αποτελούν. Βασίζεται στην αντίδραση που περιγράφεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

Αυτές οι αντιδράσεις, στις οποίες μία χημική ένωση παρασκευάζεται απευθείας από τα στοιχεία που την αποτελούν, ονομάζονται **αντιδράσεις σύνθεσης.**

Δραστηριότητα 1

Να αναγνωρίσετε ποιες από τις ακόλουθες χημικές εξισώσεις συμβολίζουν αντιδράσεις σύνθεσης. Στη συνέχεια, να συμπληρώσετε τους συντελεστές.

$H_2(g) + I_2(g) \rightarrow HI(g)$

$CO(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

$Hg(\ell) + O_2(g) \rightarrow HgO(s)$

Υπόδειξη: Στις αντιδράσεις σύνθεσης, στα αντιδρώντα υπάρχουν μόνο ελεύθερα στοιχεία.

▶ Αντιδράσεις αποσύνθεσης και διάσπασης

Χάρις στους αερόσακους (εικόνα 5.28 α) έχουν σωθεί χιλιάδες ανθρώπινες ζωές, ενώ έχουν αποφευχθεί και πολλαπλάσιοι σοβαροί τραυματισμοί.

Κρύσταλλος χλωρικού καλίου (τριδιάστατες αναπαραστάσεις)



(α)



(β)

Εικόνα 5.28 *(α) Αερόσακοι αυτοκινήτου και (β) στερεό* NaN_3 *στο οποίο βασίζεται η λειτουργία τους*

Ο αερόσακος περιέχει μία μικρή ποσότητα του στερεού αζιδίου του νατρίου NaN_3 (εικόνα 5.28β). Όταν ενεργοποιηθεί ο μηχανισμός λειτουργίας του, τότε, με τη βοήθεια ενός καταλύτη, το NaN_3 διασπάται σύμφωνα με τη χημική αντίδραση που αντιστοιχεί στην ακόλουθη χημική εξίσωση:

$$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$$

Αυτή η αντίδραση παράγει πολύ γρήγορα ικανή ποσότητα αερίου αζώτου, ώστε να φουσκώσει ο αερόσακος και να προστατεύσει τον επιβάτη του αυτοκινήτου.

Αυτές οι αντιδράσεις, στις οποίες μία χημική ένωση διασπάται στα χημικά στοιχεία που την αποτελούν, ονομάζονται **αντιδράσεις αποσύνθεσης.**



(α)



(β)

Εικόνα 5.29 *(α) Μάσκα οξυγόνου αεροπλάνου και (β) στερεό* $KC\ell O_3$ *στο οποίο βασίζεται η λειτουργία της*

Οι μάσκες οξυγόνου (εικόνα 5.29α) των αεροπλάνων βασίζουν τη λειτουργία τους σε μία αντίδραση που είναι παρόμοια με αυτή που χρησιμοποιούν οι αερόσακοι των αυτοκινήτων. Συγκεκριμένα, το σύστημα παροχής οξυγόνου περιέχει μία μικρή ποσότητα στερεού χλωρικού καλίου ($KC\ell O_3$) (εικόνα 5.29β). Όταν ενεργοποιηθεί ο μηχανισμός λειτουργίας του, το $KC\ell O_3$ διασπάται σύμφωνα με τη χημική αντίδραση που αντιστοιχεί στην ακόλουθη χημική εξίσωση.

$$2KC\ell O_3(s) \rightarrow 2KC\ell(s) + 3O_2(g)$$

Έτσι, εκλύεται οξυγόνο το οποίο επαρκεί για την αναπνοή του επιβάτη μέχρι το αεροπλάνο να κατέβει σε ύψος που η αναλογία οξυγόνου στον αέρα να είναι επαρκής.

Αυτές οι αντιδράσεις, στις οποίες μία ένωση διασπάται είτε σε άλλες χημικές ενώσεις είτε σε χημικές ενώσεις και ελεύθερα στοιχεία, ονομάζονται **αντιδράσεις διάσπασης**.

Δραστηριότητα 1

Να αναγνωρίσετε ποιες από τις ακόλουθες χημικές εξισώσεις περιγράφουν αντιδράσεις αποσύνθεσης και ποιες διάσπασης. Στη συνέχεια, να συμπληρώσετε τους συντελεστές.

(i) $HI(g) \rightarrow H_2(g) + I_2(g)$

(ii) $CO_2(g) \rightarrow CO(g) + O_2(g)$

(iii) $HgO(s) \rightarrow Hg(\ell) + O_2(g)$

(iv) $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

Υπόδειξη: Στις αντιδράσεις διάσπασης και αποσύνθεσης, στα αντιδρώντα υπάρχει μόνο μία χημική ένωση.

Υπόδειξη: Στις αντιδράσεις διάσπασης, στα προϊόντα υπάρχουν και χημικές ενώσεις.

Οι αντιδράσεις σύνθεσης και αποσύνθεσης είναι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, ενώ από τις αντιδράσεις διάσπασης κάποιες είναι και κάποιες όχι.

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή

«Ηλεκτρικά αυτοκίνητα»

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούν μπαταρίες με μεγάλη χωρητικότητα και ισχύ. Οι περισσότερες περιέχουν λίθιο, το οποίο μπορεί να χαρακτηριστεί ως το ηλεκτροχημικά δραστικότερο από όλα τα μέταλλα. Σε συνδυασμό με το μικρό του ατομικό βάρος, είναι το ιδανικό χημικό στοιχείο για την κατασκευή μπαταριών. Μια οξειδοαναγωγική αντίδραση που πραγματοποιείται στην μπαταρία του αυτοκινήτου είναι αυτή που παρέχει την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για να το κινήσει.



Εικόνα 5.30 *Μπαταρία λιθίου σε ηλεκτρικό αυτοκίνητο*

Ανακεφαλαιώνω

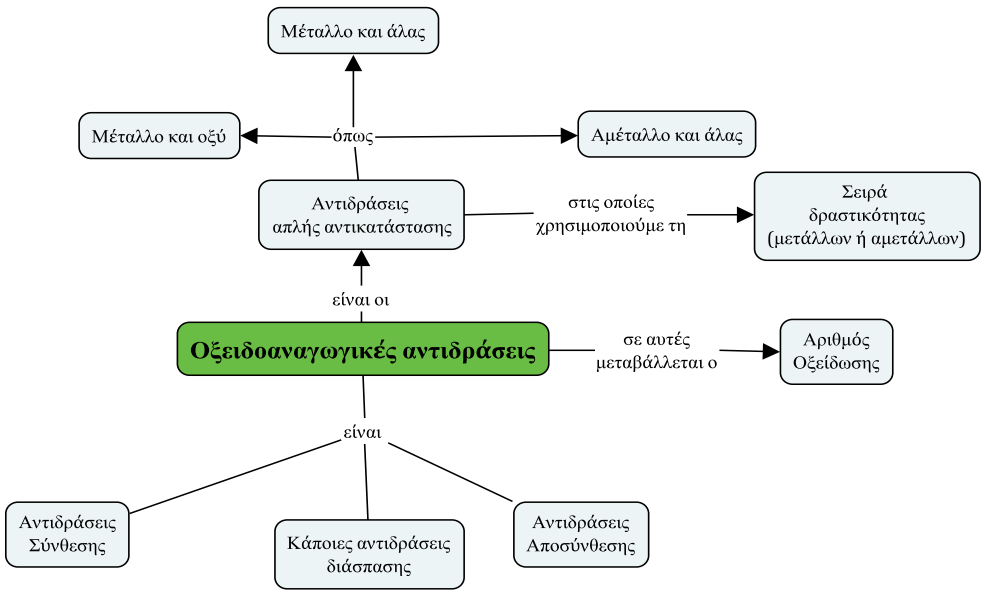
Εννοιολογικός χάρτης για τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

Σύνοψη

Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις ονομάζονται αυτές στις οποίες μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης κάποιων στοιχείων. Πιο συγκεκριμένα, κάποιο στοιχείο υφίσταται οξείδωση (αυξάνεται ο αριθμός οξείδωσης) και κάποιο στοιχείο υφίσταται αναγωγή (μειώνεται ο αριθμός οξείδωσης). Αυτές οι αντιδράσεις βρίσκουν πολλές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή και τη χημική βιομηχανία, όπως στους αερόσακους, στην παρασκευή των λιπασμάτων κ.α.

Κατηγορίες οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων είναι οι αντιδράσεις σύνθεσης, αποσύνθεσης, κάποιες αντιδράσεις διάσπασης και οι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης. Με τη βοήθεια της σειράς δραστικότητας μπορούμε να προβλέψουμε αν οι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν.

Εννοιολογικός Χάρτης



Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων, μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Ορίζω την οξείδωση ως την αύξηση του ΑΟ ενός στοιχείου			
Ορίζω την αναγωγή ως τη μείωση του ΑΟ ενός στοιχείου			
Διακρίνω σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση απλής αντικατάστασης την ουσία που υφίσταται την οξείδωση από την ουσία που υφίσταται την αναγωγή			
Σχεδιάζω και πραγματοποιώ πειράματα προκειμένου να επαληθεύσω τη σειρά δραστικότητας συγκεκριμένων μετάλλων μεταξύ τους ή σε σχέση με το υδρογόνο, αξιοποιώντας οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις απλής αντικατάστασης			
Συμπληρώνω απλές χημικές εξισώσεις απλής αντικατάστασης στη «μοριακή» (τυπική) τους μορφή			
Διακρίνω τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις από τις μεταθετικές, με κριτήριο τη μεταβολή του ΑΟ ενός στοιχείου			
Συμπληρώνω απλές χημικές εξισώσεις σύνθεσης στη «μοριακή» (τυπική) τους μορφή			
Συμπληρώνω απλές χημικές εξισώσεις αποσύνθεσης και διάσπασης στη «μοριακή» (τυπική) τους μορφή			

Σκούριασμα (εναλλακτικές ιδέες)

Γλωσσάρι

Αναγωγή είναι η μείωση του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου.

Αντίδραση απλής αντικατάστασης είναι η αντίδραση στην οποία ένα στοιχείο αντικαθιστά ένα άλλο σε μια χημική του ένωση.

Αντίδραση αποσύνθεσης είναι η αντίδραση στην οποία μία χημική ένωση διασπάται στα χημικά στοιχεία που την αποτελούν.

Αντίδραση σύνθεσης είναι η αντίδραση στην οποία μία χημική ένωση συντίθεται από τα χημικά στοιχεία που την αποτελούν.

Αντίδραση διάσπασης είναι η αντίδραση στην οποία μία χημική ένωση διασπάται σε άλλες χημικές ενώσεις ή χημικά στοιχεία.

Οξειδοαναγωγική αντίδραση είναι η αντίδραση στην οποία μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης κάποιου στοιχείου.

Οξείδωση είναι η αύξηση του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου.

Σειρά δραστικότητας είναι η σειρά που μας δείχνει ποιο χημικό στοιχείο είναι δραστικότερο από ένα άλλο στις αντιδράσεις απλής αντικατάστασης.

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Οξειδοαναγωγή
GB: Redox
FR: Rédox
DE: Redox

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

1. Να συμπληρώσετε τα κενά.

α) Ως οξείδωση ορίζεται η ..... του .... ενός στοιχείου.

β) Ως ..... ορίζεται η μείωση του .... ενός στοιχείου.

γ) Δεν μπορεί να υπάρξει οξείδωση ενός χημικού στοιχείου χωρίς ταυτόχρονα να συμβεί

..... ενός χημικού στοιχείου. Γι' αυτό οι αντιδράσεις που συμπεριλαμβάνουν

αυτά τα δύο φαινόμενα ονομάζονται ....

2. Δίνονται οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων:

(i) $Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow Cu(s) + FeSO_4(aq)$

(ii) $Mg(s) + 2HC\ell(aq) \rightarrow H_2(g) + MgC\ell_2(aq)$

(iii) $Cu(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow 2Ag(s) + Cu(NO_3)_2(aq)$

(iv) $F_2(g) + 2NaC\ell(aq) \rightarrow C\ell_2(g) + 2NaF(aq)$

Να προσδιορίσετε σε κάθε περίπτωση το στοιχείο που οξειδώνεται και το στοιχείο που ανάγεται, με βάση τον αριθμό οξείδωσής τους.

3. Μια ομάδα μαθητών και μαθητριών έλεγξε τη δραστικότητα του μαγνησίου, πραγματοποιώντας μία σειρά πειραμάτων, όπου πρόσθεσαν μαγνήσιο σε υδατικά διαλύματα αλάτων. Παρακάτω, δίνονται τα αποτελέσματα όπου έχουν σημειώσει αν πραγματοποιήθηκε αντίδραση ή όχι σε κάθε περίπτωση.

	Αντιδραστήριο			
	$CuC\ell_2(aq)$	$NaC\ell(aq)$	$CaC\ell_2(aq)$	$FeC\ell_3(aq)$
$Mg(s)$	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι

Να εξηγήσετε από ποια μέταλλα είναι δραστικότερο το μαγνήσιο και από ποια είναι λιγότερο δραστικό.

4. Σε μια εργαστηριακή άσκηση σας δόθηκε σκόνη από ένα άγνωστο μέταλλο **X** και σας ζητήθηκε να συγκρίνετε τη δραστικότητά του ως προς τον χαλκό και το υδρογόνο. Στο εργαστήριο διαθέτετε υδατικά διαλύματα των ενώσεων: $FeC\ell_3$, $MgC\ell_2$, $CuC\ell_2$, $HC\ell$.

α) Να αναφέρετε ποια διαλύματα θα χρειαστείτε για να κάνετε τη σύγκριση.

β) Να περιγράψετε τη μεθοδολογία με την οποία θα διαπιστώσετε, αν το **X** είναι δραστικότερο από τον χαλκό και το υδρογόνο.

5. Δίνονται οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων απλής αντικατάστασης:

(i) $Cu(s) + AgNO_3(aq) \rightarrow$

(ii) $Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow$

(iii) $Cu(s) + ZnC\ell_2(aq) \rightarrow$

(iv) $C\ell_2(g) + KI(aq) \rightarrow$

(v) $I_2(s) + NaBr(aq) \rightarrow$

Να εξηγήσετε ποιες αντιδράσεις θα πραγματοποιηθούν, συμπληρώνοντας και την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

6. Δίνονται οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων απλής αντικατάστασης:

(i) $Fe(s) + HC\ell(aq) \rightarrow$

(ii) $Mg(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

(iii) $Cu(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

Να εξηγήσετε ποιες αντιδράσεις θα πραγματοποιηθούν, συμπληρώνοντας και την αντίστοιχη χημική εξίσωση.

7. Δίνονται οι μη ισοσταθμισμένες χημικές εξισώσεις:

(i) $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow HI(g)$

(ii) $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO(g)$

(iii) $Na(s) + O_2(g) \rightarrow Na_2O(s)$

α) Να τις συμπληρώσετε με τους κατάλληλους συντελεστές κάθε χημικής εξίσωσης.

β) Να αναγνωρίσετε σε ποια κατηγορία χημικών αντιδράσεων αντιστοιχούν.

8. Δίνονται οι χημικές εξισώσεις:

(i) $HI(g) \rightarrow$..... + ... (αποσύνθεση)

(ii) $F_2O_3(s) \rightarrow$..... + $O_2(g)$ (αποσύνθεση)

(iii) $NaC\ell O_3(s) \rightarrow O_2(g)$ + ...(s) (διάσπαση)

(iv) $H_2O_2(aq) \rightarrow H_2O(\ell)$ + ...(g) (διάσπαση)

Να συμπληρώσετε τα προϊόντα καθώς και τους κατάλληλους συντελεστές κάθε χημικής εξίσωσης.

9. Δίνονται οι χημικές εξισώσεις.

(i) $Cu(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow 2Ag(s) + 2Cu(NO_3)_2(aq)$

(ii) $CuC\ell_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow 2NaC\ell(aq) + Cu(OH)_2(s)$

(iii) $Fe(s) + 2HC\ell(aq) \rightarrow FeC\ell_2(aq) + H_2(g)$

(iv) $HC\ell(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaC\ell(aq) + H_2O(\ell)$

Να ταξινομήσετε τις αντιδράσεις σε μεταθετικές και οξειδοαναγωγικές, με κριτήριο τη μεταβολή του αριθμού οξείδωσης των στοιχείων.

Β' Ομάδα

1. Σας δίνεται σκόνη από ένα άγνωστο μέταλλο **X** και υδατικά διαλύματα των ενώσεων $FeC\ell_3$, $MgC\ell_2$, $CuC\ell_2$ και $HC\ell$. Να περιγράψετε τη μεθοδολογία με την οποία θα διαπιστώσετε, αν το **X** είναι δραστικότερο από τα Fe, Mg, Cu και H_2.

2. Δίνονται οι χημικές εξισώσεις:

(i) $Fe(s) + AgNO_3(aq) \rightarrow$

(ii) $C\ell_2(g) + KBr(aq) \rightarrow$

(iii) $Mg(s) + HC\ell(aq) \rightarrow$

(iv) $Ag(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow$

(v) $Cu(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

(vi) $I_2(s) + NaC\ell(aq) \rightarrow$

α) Να εξηγήσετε ποιες από τις παραπάνω αντιδράσεις θα πραγματοποιηθούν, συμπληρώνοντας τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις.

β) Να προσδιορίσετε σε κάθε περίπτωση το στοιχείο που υφίσταται οξείδωση και το στοιχείο που υφίσταται αναγωγή, με βάση τη μεταβολή του αριθμού οξείδωσής τους.

3. Δίνονται οι χημικές εξισώσεις:

(i) $2Ag(s) + Zn(NO_3)_2(aq) \rightarrow Zn(s) + 2AgNO_3(aq)$

(ii) $Na_2CO_3(aq) + 2HC\ell(aq) \rightarrow 2NaC\ell(aq) + CO_2(g) + H_2O(\ell)$

(iii) $CuC\ell_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow 2NaC\ell(aq) + Cu(OH)_2(s)$

(iv) $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

(v) $NH_3(aq) + HC\ell(aq) \rightarrow NH_4C\ell(aq)$

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

Να ταξινομήσετε τις αντιδράσεις σε μεταθετικές και οξειδοαναγωγικές με κριτήριο τη μεταβολή του αριθμού οξείδωσης των στοιχείων.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

1. Αρκετά προϊόντα αναφέρουν ότι περιέχουν αντιοξειδωτικά και συχνά πωλούνται στα φαρμακεία.

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για τα αντιοξειδωτικά. Ποιες ουσίες είναι; Ποιες περιέχονται στα προϊόντα που μπορείτε να αγοράσετε; Εξετάστε αν μία ισορροπημένη διατροφή μπορεί να καλύψει τις ανάγκες σας σε αυτά, χωρίς τη χρήση συμπληρωματικών προϊόντων.

2. Η **καθοδική προστασία** είναι μία μέθοδος που προστατεύει μεταλλικές κατασκευές από τη διάβρωση με τη βοήθεια ενός άλλου μετάλλου που ονομάζεται «θυσιαστική άνοδος».

Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για τη μέθοδο αυτή. Ποιες εφαρμογές βρίσκει; Ποια είναι τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται συνήθως ως «θυσιαστική άνοδος»; Γιατί αποκαλούνται έτσι; Με ποια κριτήρια έχουν επιλεγεί;

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	**1.** Σύμφωνα με το πείραμα του βιβλίου
2. Τα ελεύθερα στοιχεία έχουν Α.Ο. ίσο με μηδέν	**2.** Χρησιμοποιήστε τη σειρά δραστικότητας
3. Είναι δραστικότερο από τον Fe και τον Cu	**3.** Σύμφωνα με τη θεωρία
4. Σύμφωνα με το πείραμα του βιβλίου	
5. Χρησιμοποιήστε τη σειρά δραστικότητας	
6. Χρησιμοποιήστε τη σειρά δραστικότητας	
7. Σύμφωνα με τη θεωρία	
8. Σύμφωνα με τη θεωρία	
9. Ελέγξτε τη μεταβολή των Α.Ο.	

Στο τέλος της ενότητας **«χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή»** θα μπορείς να:

- περιγράφεις φαινόμενα καθημερινής ζωής, με τις γνώσεις που απέκτησες για τις χημικές αντιδράσεις, όπως:

  α) η φωτοσύνθεση

  β) η αναπνοή

  γ) το τρίγωνο της φωτιάς

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Αναπνοή
GB: Respiration
FR: Respiration
DE: Atmung

Λέξεις κλειδιά:

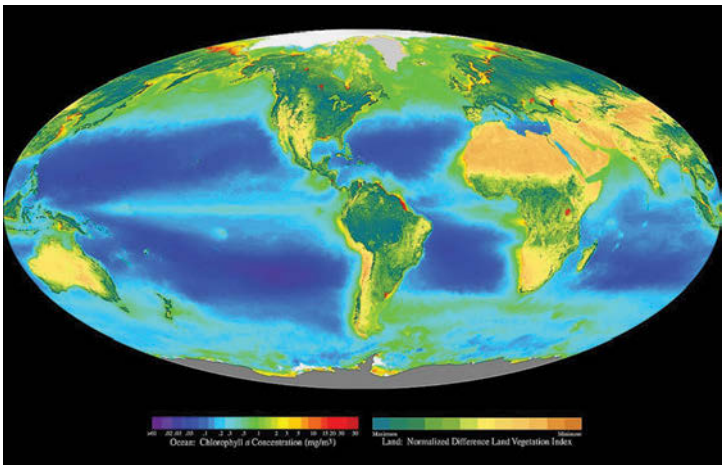
Αναπνοή

Τρίγωνο της φωτιάς

Φωτοσύνθεση

5.5 Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή

Πόσο μπορείτε να κρατήσετε την αναπνοή σας; Αν δοκιμάσουμε να κάνουμε μακροβούτι στη θάλασσα ή σε μια πισίνα, θα διαπιστώσουμε ότι μόνο για μικρό χρονικό διάστημα μπορούμε να αντέξουμε χωρίς το οξυγόνο του αέρα.



Εικόνα 5.31 *Η παγκόσμια κατανομή της φωτοσύνθεσης. Το σκούρο πράσινο υποδηλώνει περιοχές υψηλής φωτοσυνθετικής δραστηριότητας στην ξηρά*

Σκέφτομαι

Το οξυγόνο είναι ένα πολύτιμο αέριο, το οποίο παράγεται κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης (εικόνα 5.31).

Ποιες χημικές αντιδράσεις είναι σημαντικές στην καθημερινή μας ζωή;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Η φωτοσύνθεση**
- **Η αναπνοή**
- **Το τρίγωνο της φωτιάς**

Διερευνώ

- **Η φωτοσύνθεση**

Τα φυτά στη βιολογία λέγονται και παραγωγοί, επειδή μπορούν και παράγουν μόνα τους τη γλυκόζη ($C_6H_{12}O_6$), δηλαδή την τροφή που καταναλώνουν. Αυτό το επιτυγχάνουν μέσω της φωτοσύνθεσης, μίας διαδικασίας που βασίζεται στη χημική αντίδραση που περιγράφεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση.

$$\text{διοξείδιο του άνθρακα + νερό} \xrightarrow{\text{φως}} \text{γλυκόζη + οξυγόνο}$$

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{φως}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Δραστηριότητα 1

Να περιγράψετε τη φωτοσύνθεση, χρησιμοποιώντας τις λέξεις «χημική αντίδραση», «αντιδρούν» και «παράγονται».

.....

Η γλυκόζη είναι η κύρια πηγή ενέργειας των φυτών και μέσω της τροφής μπορούν να την προσλάβουν άλλοι οργανισμοί, όπως ο άνθρωπος. Ένα σημαντικό προϊόν της φωτοσύνθεσης είναι το μοριακό οξυγόνο.

▶ Η αναπνοή

Το μοριακό οξυγόνο της ατμόσφαιρας είναι απολύτως απαραίτητο στους ζωντανούς οργανισμούς, γιατί συμμετέχει στη διαδικασία αξιοποίησης της γλυκόζης ως πηγή ενέργειας με τη διαδικασία της αναπνοής. Η συνολική χημική αντίδραση στην οποία στηρίζεται, περιγράφεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O, \text{ έκλυση ενέργειας}$$

Δραστηριότητα 1

Να εξηγήσετε για ποιον λόγο η έλλειψη μοριακού οξυγόνου δημιουργεί προβλήματα στους ζωντανούς οργανισμούς.

.....

▶ Το τρίγωνο της φωτιάς

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αντίδρασης της καθημερινής μας ζωής είναι η καύση, μια χημική αντίδραση με αντιδρών το μοριακό οξυγόνο. Η καύση, π.χ. του μεθανίου (κύριο συστατικό του φυσικού αερίου) περιγράφεται από την ακόλουθη χημική εξίσωση.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

Η καύση συνοδεύεται από φλόγα η οποία συντηρείται λόγω της μεγάλης θερμότητας που ελευθερώνεται κατά την πραγματοποίηση της αντίδρασης.

Επομένως, στην περίπτωση που ξεσπάσει μια φωτιά, αν μπορέσουμε να αφαιρέσουμε το μοριακό οξυγόνο από τον χώρο της αντίδρασης, τότε η φωτιά θα σταματήσει. Αυτό μπορεί να γίνει π.χ. μέσω ενός πυροσβεστήρα διοξειδίου του άνθρακα.

Δραστηριότητα 1

Να εξηγήσετε ποιος από τους ακόλουθους τρόπους θα περιόριζε το μοριακό οξυγόνο σε μια φωτιά: Αντιπυρική κουβέρτα, άνοιγμα παραθύρου ή πόρτας, φύσημα με το στόμα;

.....

Η φωτιά μπορεί να σταματήσει, αν επέμβουμε σε έναν από τους τρεις παράγοντες που εικονίζονται στο τρίγωνο της φωτιάς (εικόνα 5.32).

Με μια κουβέρτα ή με τον αφρό ενός πυροσβεστήρα εμποδίζουμε την επαφή και την αντίδραση του οξυγόνου με το καύσιμο. Με τη ρίψη νερού, στις περισσότερες καύσιμες ουσίες, απορροφάται θερμότητα για την εξάτμισή του και έτσι η φωτιά μπορεί να σταματήσει. Τέλος, όταν τελειώσει ή απομακρυνθεί η ουσία που συμμετέχει στην αντίδραση καύσης (καύσιμο) η φωτιά θα σταματήσει.



Εικόνα 5.32 *Το τρίγωνο της φωτιάς*

Η γνώση της αντίδρασης που γίνεται κατά την καύση είναι πολύ σημαντική. Υπάρχουν περιπτώσεις που η ρίψη νερού μπορεί να επιδεινώσει την κατάσταση. Στις οικιακές φωτιές θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι όταν οφείλονται σε φωτιές από τηγάνισμα λαδιού ή σε ηλεκτρολογικό βραχυκύκλωμα απαγορεύεται η ρίψη νερού.

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή «Οι κυψέλες καυσίμου»

Η κυψέλη καυσίμου είναι μια διάταξη που αξιοποιεί τη χημική ενέργεια ενός καυσίμου. Με τη βοήθεια μιας σειράς οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων μετατρέπει τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική. Τα αυτοκίνητα υδρογόνου λειτουργούν με κυψέλες καυσίμου. Οι κυψέλες καυσίμου διαφέρουν από τις περισσότερες μπαταρίες, καθώς απαιτούν μια συνεχή παροχή καυσίμου (συνήθως υδρογόνου), ενώ σε μια μπαταρία η χημική ενέργεια συνήθως προέρχεται από ουσίες που υπάρχουν ήδη σε αυτήν.



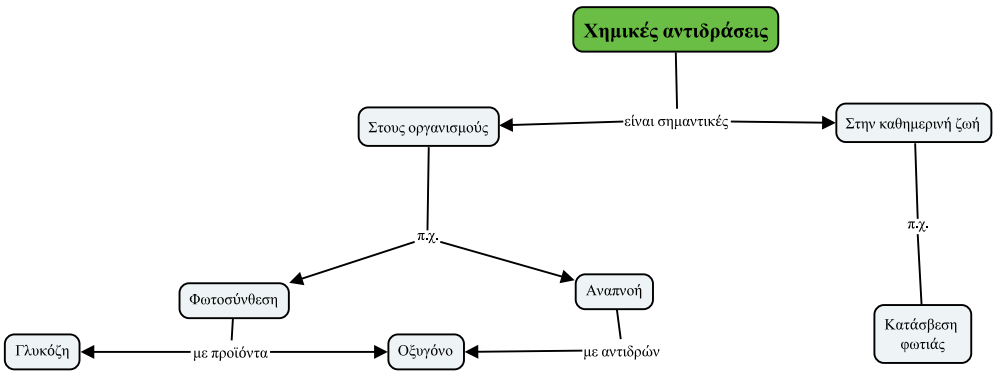
Εικόνα 5.33 *Αυτοκίνητο υδρογόνου*

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Οι χημικές αντιδράσεις παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην καθημερινή μας ζωή. Η ίδια η ζωή μας εξαρτάται από χημικές αντιδράσεις, όπως π.χ. η φωτοσύνθεση και η αναπνοή. Η καλή γνώση μιας χημικής αντίδρασης μας επιτρέπει να επεμβαίνουμε όταν χρειάζεται, οδηγώντας την προς την επιθυμητή κατεύθυνση, όπως στην περίπτωση της καύσης όπου ο περιορισμός του αντιδρώντος οξυγόνου είναι ικανός να «σβήσει» μια φωτιά.

Εννοιολογικός Χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για τις χημικές αντιδράσεις στην καθημερινή ζωή

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.



Διαδραστικό γλωσσάρι για τις χημικές αντιδράσεις

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Περιγράφω τη φωτοσύνθεση			
Περιγράφω την αναπνοή			
Εξηγώ πώς περιορίζω μια φωτιά με βάση το αντιδρών οξυγόνο			



Διαδραστικό λεξικό για τις χημικές αντιδράσεις

Γλωσσάρι

Αναπνοή είναι η διαδικασία με την οποία οι οργανισμοί καταναλώνουν γλυκόζη και οξυγόνο και παράγουν διοξείδιο του άνθρακα και νερό, με ταυτόχρονη έκλυση ενέργειας.

Τρίγωνο της φωτιάς είναι οι τρεις παράγοντες που επηρεάζουν την εξέλιξη μιας φωτιάς.

Φωτοσύνθεση είναι η διαδικασία με την οποία τα φυτά, με τη «βοήθεια» του ηλιακού φωτός, μετατρέπουν το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα σε οξυγόνο και γλυκόζη.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

1. Να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα που αφορά τη φωτοσύνθεση και την αναπνοή.

	Αντιδρώντα	Προϊόντα	Αριθμός (ή αριθμοί) οξείδωσης οξυγόνου στα αντιδρώντα	Αριθμός (ή αριθμοί) οξείδωσης οξυγόνου στα προϊόντα
Φωτοσύνθεση				
Αναπνοή				

2. Σε ένα σπίτι κατά τη χρήση μιας συσκευής με αέριο (γκαζάκι) πήρε φωτιά το ντουλάπι της κουζίνας. Με βάση το τρίγωνο της φωτιάς, εξηγήστε σε ποιο μέρος του τριγώνου παρεμβαίνει κυρίως καθεμία από τις ακόλουθες ενέργειες.

(i) Χρήση αντιπυρικής κουβέρτας.

(ii) Ρίψη νερού πάνω στη φωτιά.

(iii) Κλείσιμο της στρόφιγγας που έχει το γκαζάκι.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Η Ελλάδα, ως μεσογειακή χώρα, ταλαιπωρείται από δασικές πυρκαγιές ειδικά τους θερμότερους μήνες του χρόνου.

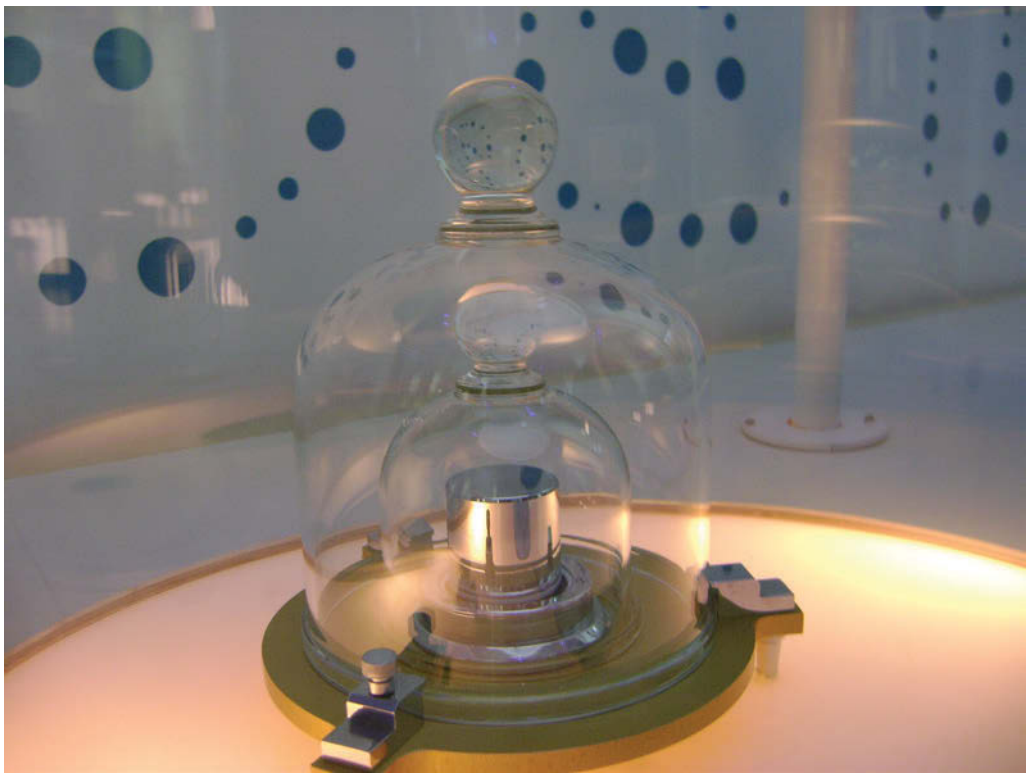
Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για τις πυρκαγιές και τους τρόπους πρόληψης. Ποια μέτρα προστασίας πρέπει να πάρουμε σε περίπτωση που βρεθούμε σε μια δασική πυρκαγιά; Πώς επηρεάζει η κλιματική κρίση αυτό το φαινόμενο;

Απαντήσεις-υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	
2. Κάθε ενέργεια παρεμβαίνει σε έναν παράγοντα	

Χάλκινος Ζυγός

Μολύβδινα σταθμά



Εικόνα 6.1 *Αντίγραφο του πρωτότυπου κιλού που εκτίθεται στο Cité des Scienceset de l'Industrie στο Παρίσι, με τον προστατευτικό διπλό γυάλινο κώδωνα*

Στη ζωή μας, έχουμε συνηθίσει να μετράμε σχεδόν τα πάντα. Μετράμε το ύψος μας, το βάρος μας, την ηλικία μας. Μετράμε τα likes και τους followers, μετράμε και τους πραγματικούς μας φίλους… Στο κεφάλαιο αυτό θα αντιμετωπίσουμε μια πρόκληση… να μετρήσουμε 602.000.000.000.000.000.000.000 σωματίδια που δεν βλέπουμε.

Στο τέλος της ενότητας **"Η έννοια του mole"** θα μπορείς να:

- αναγνωρίζεις τη χρησιμότητα της εισαγωγής της έννοιας του mole.
- διατυπώνεις τον ορισμό του mole και να τον συσχετίζεις με τον αριθμό του Avogadro N_A και με την ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u).
- διατυπώνεις τον ορισμό της μολαρικής μάζας (M).
- μετατρέπεις τα mol μιας ουσίας σε μάζα ή/και αριθμό μορίων/σωματιδίων/ιόντων και αντίστροφα.

Λέξεις κλειδιά

Αριθμός Avogadro

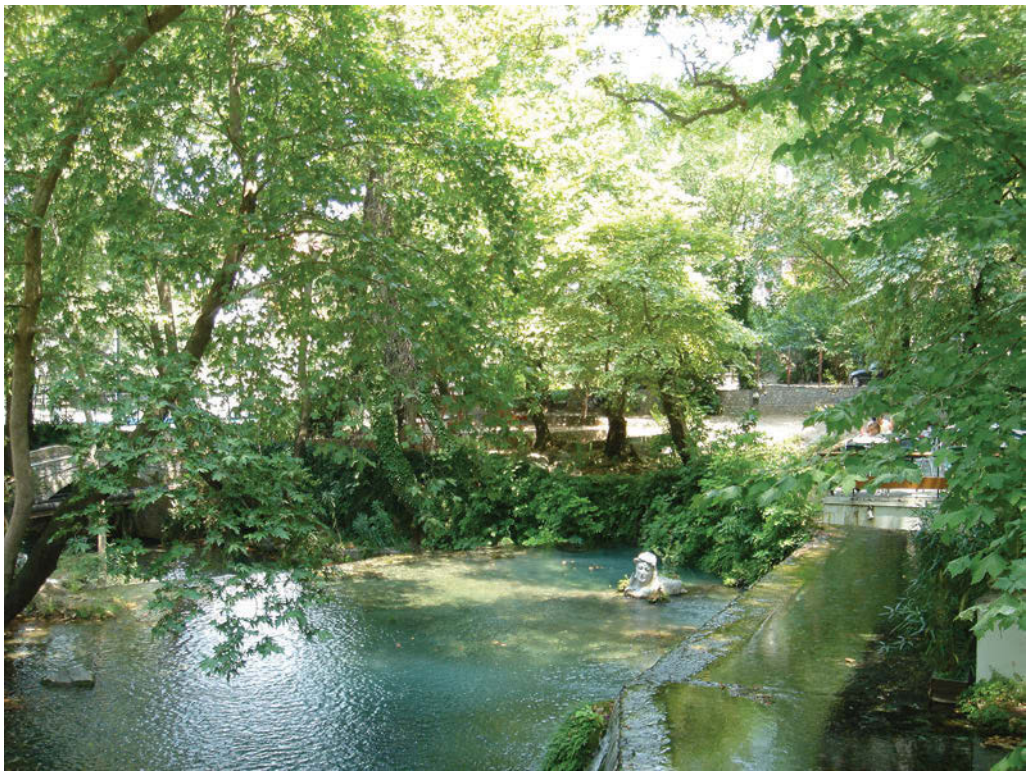
Mole

Μολαρική μάζα

Ποσότητα ουσίας

6.1 Η έννοια του mole

Το πόσιμο νερό περιέχει χημικές ουσίες, όπως το χλώριο. Μικρές ποσότητες χλωρίου ωφελούν, γιατί σκοτώνουν τα βακτήρια και απολυμαίνουν το νερό. Ωστόσο, σε μεγάλες ποσότητες το χλώριο γίνεται τοξική ουσία.



Εικόνα 6.2 *Ο ποταμός Έρκυνα που διαρρέει την πόλη της Λειβαδιάς στη Βοιωτία με το άγαλμα της νύμφης Έρκυνα από την οποία πήρε το όνομά του*

Σκέφτομαι

Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ακριβώς πόση τοξική ουσία υπάρχει σε ένα τρόφιμο. Οι χημικοί, για να προσδιορίσουν την ποσότητα μιας τοξικής ουσίας, χρειάζονται έναν τρόπο απαρίθμησης των ατόμων ή των μορίων. Ωστόσο, τα άτομα είναι τόσο μικρά που δεν μπορούμε να τα δούμε, πόσο μάλλον να τα μετρήσουμε. Ευτυχώς, υπάρχουν και άλλοι τρόποι για να υπολογίσουμε τον αριθμό των ατόμων σε ένα δείγμα εκτός από το να τα απαριθμήσουμε ένα προς ένα.

Πώς μπορούμε να μετρήσουμε άτομα και μόρια;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Πώς μετράμε ζυγίζοντας;**
- **Η ποσότητα ουσίας και το mole**
- **Ο αριθμός Avogadro και η μολαρική μάζα (*M*) των χημικών ουσιών**
- **Σύγκριση ενός mol διαφόρων χημικών ουσιών**
- **Η σημασία της έννοιας του mole**

Διερευνώ

▶ Πώς μετράμε ζυγίζοντας;

Σας δίνονται τρία βάζα με καραμέλες, πολύχρωμες τρούφες και νερό (εικόνα 6.3)



Εικόνα 6.3 *Βάζα με (α) καραμέλες, (β) πολύχρωμες τρούφες και (γ) νερό**

** Το νερό (H_2O) είναι χημική ένωση η οποία αποτελείται από μόρια τα οποία θέλουμε να μετρήσουμε.*

Πόσες καραμέλες, πόσες πολύχρωμες τρούφες και πόσα μόρια νερού περιέχει το κάθε βάζο;

Δραστηριότητα 1

Οι καραμέλες ή οι τρούφες νομίζετε ότι θα είναι πιο εύκολο να μετρηθούν; Να εξηγήσετε το σκεπτικό σας.

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 2

Να περιγράψετε τη μέθοδο που θα χρησιμοποιήσετε για να μετρήσετε τον αριθμό των καραμελών και των πολύχρωμων τρουφών.

.....

.....

.....

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

Πολλά μηχανήματα καταμέτρησης χρημάτων βασίζονται στη μέτρηση μέσω ζύγισης. Πρωτοεμφανίστηκαν το 1979 και βρήκαν μεγάλη εφαρμογή στις τράπεζες χάρη στην ακρίβεια της μέτρησης.

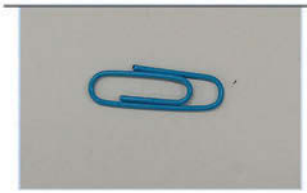
Είναι δύσκολο να μετρήσουμε με ακρίβεια τη μάζα ενός αντικειμένου, εάν είναι κάτω από το όριο μέτρησης της ζυγαριάς. Οι ηλεκτρονικές ζυγαριές των σχολικών εργαστηρίων έχουν ως χαμηλότερο όριο μέτρησης μάζας ίσο με 0,1 g (εικόνα 6.4). Πολλά μικρά αντικείμενα έχουν μάζα μικρότερη από 0,1 g και επομένως δεν μπορούμε να τα ζυγίσουμε. Επιπλέον, όσο πιο μικρή είναι η μάζα τόσο λιγότερη ακρίβεια έχουμε στη μέτρηση.



Εικόνα 6.4 *Ηλεκτρονική ζυγαριά με χαμηλότερο όριο μέτρησης μάζας 0,1 g*

Ένας τρόπος να αντιμετωπίσουμε αυτή τη δυσκολία είναι να μετρήσουμε ένα σύνολο πανομοιότυπων (ή σχεδόν πανομοιότυπων) αντικειμένων και να το ζυγίσουμε. Στη συνέχεια, μπορούμε να βρούμε τη μάζα ενός αντικειμένου, διαιρώντας τη μάζα του συνόλου των αντικειμένων με τον αριθμό τους.

Το αποτέλεσμα είναι η **μέση μάζα** ενός αντικειμένου. Η μέση μάζα είναι πιο αντιπροσωπευτική, επειδή παρόμοια αντικείμενα ενδέχεται να μην έχουν ακριβώς το ίδιο μέγεθος, άρα και την ίδια μάζα. Για παράδειγμα, αν επιθυμούμε να μετρήσουμε τον αριθμό των συνδετήρων σε ένα μεγάλο δείγμα τους, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη μέση μάζα τους (εικόνα 6.5).

		
Ο ένας συνδετήρας ζυγίζει 0,4 g	Οι δέκα συνδετήρες ζυγίζουν 3,8 g	Το δείγμα ζυγίζει 30,4 g
	Μέση μάζα του ενός συνδετήρα: $\frac{3,8}{10} = 0,38$ g	Άρα, το δείγμα περιέχει $\frac{30,4}{0,38} = 80$ συνδετήρες

Εικόνα 6.5 *«Μετράμε» συνδετήρες με τη χρήση της μέσης μάζας*

Δραστηριότητα 3

Με βάση το παράδειγμα των συνδετήρων, να προτείνετε έναν τρόπο για να μετρήσουμε τα μόρια του νερού στο δοχείο της εικόνας 6.3.

.....

.....

.....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

Για να προσδιορίσουμε τον αριθμό των μορίων σε ένα δείγμα μιας μοριακής ένωσης, θα πρέπει να γνωρίζουμε τη μέση μάζα του μορίου της ένωσης (σχετική μοριακή μάζα M_r), όπως ακριβώς στο παράδειγμα με τους συνδετήρες. Η μέση μάζα του μορίου της ένωσης (σχετική μοριακή μάζα, M_r) είναι ίση με το άθροισμα των μέσων μαζών των ατόμων (σχετικών ατομικών μαζών, A_r) στο μόριο της ένωσης που δίνεται από τον μοριακό της τύπο. Αυτός ο αριθμός αποτελεί μέση μάζα, διότι κάποια άτομα του ίδιου στοιχείου είναι ισότοπα με διαφορετικές μάζες.



Amedeo Avogadro
Διατύπωσε την υπόθεση ότι ίσοι όγκοι αερίων στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης περιέχουν ίσο αριθμό μορίων.

Μελετώ

1. Πόσα μόρια H_2O υπάρχουν σε 18 g H_2O;

Πρώτη σκέψη: Πρέπει να γνωρίζουμε πόσο ζυγίζει ένα μόριο νερού.

Βήματα:

1ο Από τον σχετικό πίνακα βρίσκουμε τη σχετική ατομική μάζα (A_r) του υδρογόνου (H)=1 και του οξυγόνου (O)=16

Επομένως, η μέση μάζα ενός ατόμου H είναι 1 u και η μέση μάζα ενός ατόμου O είναι 16 u. Άρα, η μέση μάζα ενός μορίου H_2O είναι 18 u

2ο Κάθε μονάδα ατομικής μάζας (u) είναι ίση με $1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g

Άρα, η μέση μάζα ενός μορίου H_2O (M_r του H_2O) σε g είναι $18 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g

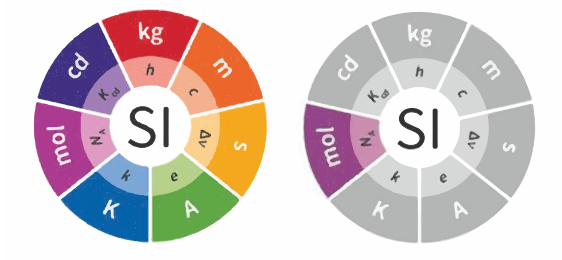
$$\frac{\text{Μάζα μορίων } H_2O \text{ σε g}}{\text{Μέση μάζα ενός μορίου } H_2O \text{ σε g}} = \frac{18\,\text{g}}{18 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-24}\,\text{g}} = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{ μόρια}$$

▶ Η ποσότητα ουσίας και το mole

Γνωρίζουμε ότι μπορούμε να μετρήσουμε στο εργαστήριο εύκολα τη μάζα και τον όγκο μιας χημικής ουσίας (π.χ. του νερού, H_2O). Πολλές φορές στους χημικούς υπολογισμούς χρειάζεται να γνωρίζουμε τον αριθμό των σωματιδίων που περιέχονται σε μια ποσότητα χημικής ουσίας και όπως είδαμε στο παραπάνω παράδειγμα είναι ένας τεράστιος αριθμός (σε 18 g H_2O περιέχονται $6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια H_2O).

Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI) περιλαμβάνει ανάμεσα στα 7 θεμελιώδη μεγέθη του, το μέγεθος **ποσότητα της ουσίας**, με **σύμβολο το *n***, που εκφράζει τον αριθμό των στοιχειωδών οντοτήτων. Μια στοιχειώδης οντότητα μπορεί να είναι ένα άτομο, ένα μόριο, ένα ιόν, ένα ηλεκτρόνιο, οποιοδήποτε άλλο σωματίδιο ή καθορισμένη ομάδα σωματιδίων.

Μονάδα μέτρησης της **ποσότητας ουσίας** στο SI ορίστηκε το **mole**, με **σύμβολο το mol** (εικόνα 6.6). Ένα mole περιέχει **6,02 · 10²³** στοιχειώδεις οντότητες.



Εικόνα 6.6 *Το mol, μία από τις επτά θεμελιώδεις μονάδες του Διεθνούς Συστήματος*

▶ Ο αριθμός Avogadro και η μολαρική μάζα (*M*) των χημικών ουσιών

Ο αριθμός **6,02·10²³** ονομάζεται **αριθμός Avogadro** (προς τιμήν του A. Avogadro), και είναι η αριθμητική τιμή της **σταθεράς Avogadro** (συμβολίζεται με N_A). Η σταθερά Avogadro, με **μονάδα** το **mol^{-1}**, είναι μια σταθερά αναλογίας μεταξύ της ποσότητας της ουσίας (*n*, με μονάδα το mol) και του αριθμού οντοτήτων (*N*), $\boldsymbol{N=n\cdot N_A}$

Η **μολαρική μάζα**, με σύμβολο ***M***, είναι η μάζα (m) διαιρεμένη με την ποσότητα mol (n) ουσίας:

$$M = \frac{m}{n} \ (\frac{g}{mol})$$

Αριθμός Avogadro

Από τη σχέση αυτή, προκύπτει ότι μολαρική μάζα ονομάζεται η μάζα του ενός mol. Άρα, η μάζα ενός mol ατόμων ενός στοιχείου ονομάζεται μολαρική μάζα των ατόμων του στοιχείου.

Μελετήστε τον πίνακα 6.1 που συνδέει τη σχετική ατομική μάζα, A_r, τη μέση μάζα ενός ατόμου, και τη μάζα σε g ενός mol ατόμων, δηλαδή τη μολαρική μάζα για εννέα στοιχεία.

Πίνακας 6.1 *Σχετική ατομική μάζα και μολαρική μάζα*

Στοιχείο	Σύμβολο	Σχετική ατομική μάζα, A_r	Μέση μάζα ενός ατόμου	Μολαρική μάζα
Υδρογόνο	H	1	1 u	1 g/mol
Άνθρακας	C	12	12 u	12 g/mol
Οξυγόνο	O	16	16 u	16 g/mol
Θείο	S	32	32 u	32 g/mol
Χλώριο	Cℓ	35,5	35,5 u	35,5 g/mol
Σίδηρος	Fe	56	56 u	56 g/mol
Χαλκός	Cu	63,5	63,5 u	63,5 g/mol
Χρυσός	Au	197	197 u	197 g/mol

Δραστηριότητα 1

Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε για τη σχέση της σχετικής ατομικής μάζας και της μάζας ενός mol ατόμων (μολαρική μάζα);

.....

.....

.....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

Παρατηρούμε ότι η αριθμητική τιμή των δύο μεγεθών είναι ίδια. Αυτό που είναι διαφορετικό στις δύο μετρήσεις είναι οι μονάδες. Π.χ. η μέση μάζα ενός ατόμου/σχετική ατομική μάζα (A_r) χαλκού είναι 63,5 και η μάζα ενός mol ατόμων χαλκού είναι 63,5 g.

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Η μολαρική μάζα σε g/mol ενός στοιχείου είναι αριθμητικά ίση με τη σχετική ατομική μάζα (A_r) του ίδιου στοιχείου.

Μελετώ

1. Ποια ποσότητα έχει μεγαλύτερη μάζα, 1 mol ατόμων σιδήρου (Fe) ή 1 mol ατόμων χρυσού (Au);

Πρώτη σκέψη: Θα χρειαστώ τις μολαρικές μάζες.

Βήματα:

1ο Από τον σχετικό πίνακα βρίσκουμε τη σχετική ατομική μάζα (A_r) του σιδήρου (Fe) ίση με 56 και του χρυσού (Au) ίση με 197.

2ο Άρα, η μάζα 1 mol ατόμων σιδήρου (Fe) είναι ίση με 56 g και η μάζα 1 mol ατόμων χρυσού (Au) είναι ίση με 197 g.

3ο Επομένως, 1 mol ατόμων χρυσού (Au) έχει μεγαλύτερη μάζα.

2. Ποια ποσότητα είναι πιο τοξική, 1 mol ή 100 g μολύβδου, Pb;

Πρώτη σκέψη: Θα πρέπει να συγκρίνω τις δύο ποσότητες στην ίδια μονάδα (είτε σε mol είτε σε g).

Βήματα:

1ο Από τον σχετικό πίνακα βρίσκουμε τη σχετική ατομική μάζα (A_r) του μολύβδου (Pb) ίση με 207.

2ο Άρα, η μάζα 1 mol ατόμων μολύβδου (Pb) είναι ίση με 207g.

3ο Επομένως, 1 mol ατόμων μολύβδου (Pb) έχει μάζα μεγαλύτερη από 100 g μολύβδου (Pb) και είναι πιο τοξικό.

▶ Σύγκριση ενός mol διαφόρων χημικών ουσιών

Αν γνωρίζετε ότι έχετε τα ίδια mol από δύο ουσίες, τότε οι ποσότητες των δύο ουσιών έχουν ομοιότητες αλλά και διαφορές. Για να τις εντοπίσετε, μελετήστε τον πίνακα. 6.2 που συνδέει τη σχετική μοριακή μάζα, (M_r) ή σχετική τυπική μάζα (F_r) και των αριθμό των στοιχειωδών οντοτήτων για ποσότητα 1 mol πέντε χημικών ουσιών.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Τα παλαιότερα χρόνια οι σωλήνες νερού περιείχαν μόλυβδο, καθώς είναι φτηνό υλικό, αντέχει στη σκουριά και συγκολλείται εύκολα. Λόγω της τοξικότητάς του όμως, πλέον δεν χρησιμοποιείται.



Σωλήνας μολύβδου (άθικτος) ενωμένος με χαλύβδινο σωλήνα (σκουριασμένος)

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...
ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

Η εκθετική ή τυποποιημένη μορφή χρησιμοποιείται συχνά στις φυσικές επιστήμες για τη μέτρηση μικρών ή μεγάλων αριθμών. Τα άστρα του Γαλαξία μας υπολογίζονται από 200 μέχρι 400 δισεκατομμύρια, δηλαδή $2 \cdot 10^{11}$-$4 \cdot 10^{11}$ άστρα.



Τμήμα του Γαλαξία μας από την έρημο της Νεβάδας

Πίνακας 6.2 *Χαρακτηριστικά 1 mol διαφόρων χημικών ουσιών*

Χαρακτηριστικά	Χημικές ουσίες				
	Νερό	Μαγειρικό αλάτι	Μαγειρική σόδα	Φρουκτόζη	Ζάχαρη
Χημικός Τύπος	H_2O	$NaC\ell$	$NaHCO_3$	$C_6H_{12}O_6$	$C_{12}H_{22}O_{11}$
Σχετική μοριακή μάζας (M_r) ή τυπική μάζα (F_r)	18	58,5	84	180	342
Μολαρική μάζα	18 g/mol	58,5 g/mol	84 g/mol	180 g/mol	342 g/mol
Είδος σωματιδίων	Μόρια H_2O	Τυπικές μονάδες $NaC\ell$	Τυπικές μονάδες $NaHCO_3$	Μόρια $C_6H_{12}O_6$	Μόρια $C_{12}H_{22}O_{11}$
Αριθμός σωματιδίων	$6,02 \cdot 10^{23}$ μόρια H_2O	$6,02 \cdot 10^{23}$ τυπικές μονάδες $NaC\ell$	$6,02 \cdot 10^{23}$ τυπικές μονάδες $NaHCO_3$	$6,02 \cdot 10^{23}$ μόρια $C_6H_{12}O_6$	$6,02 \cdot 10^{23}$ μόρια $C_{12}H_{22}O_{11}$
Ισοδύναμη ποσότητα	18 mL νερό	1/4 φλυτζάνι αλάτι	1/2 φλυτζάνι μαγειρικής σόδα	Σχεδόν 1 πακέτο φρουκτόζης των 200 g	1/3 πακέτο ζάχαρης του κιλού
Ποσότητα σε ποτήρι ζέσεως					

Δραστηριότητα 3

Να αναφέρετε τουλάχιστον μία ομοιότητα και μία διαφορά που έχουν οι ποσότητες που περιέχει ο πίνακας 6.2.

.....

.....

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

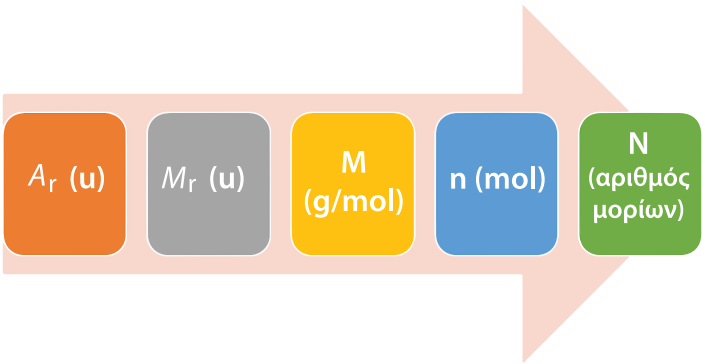
Ένα (1) mol από τις χημικές ουσίες του πίνακα 6.2 περιέχει τον ίδιο αριθμό σωματιδίων ($6,02 \cdot 10^{23}$), αλλά τα σωματίδια είναι διαφορετικά. Άλλες ουσίες αποτελούνται από μόρια και άλλες από ιόντα.

Παρατηρούμε ότι, για όλες τις χημικές ουσίες, η μολαρική μάζα μιας ουσίας είναι αριθμητικά ίση με τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) μιας μοριακής χημικής ένωσης ή τη σχετική τυπική μάζα (F_r) μιας ιοντικής.

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: $\text{Ποσότητα ουσίας (mol)} = \dfrac{\text{Μάζα της ουσίας (g)}}{\text{Μοριακή μάζα της ουσίας } \left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)}$

$$n(\text{mol}) = \frac{m(\text{g})}{M\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right)}$$

Μπορούμε να βρούμε την ποσότητα ουσίας σε mol και τον αριθμό των μορίων οποιασδήποτε χημικής ένωσης, αν γνωρίζουμε τη μάζα της ένωσης σε (g), χρησιμοποιώντας τη σχετική μοριακή μάζα (M_r), όπως φαίνεται στο σχήμα 6.1.



Εικόνα 6.7 *Από τη σχετική ατομική μάζα (A_r) στον αριθμό μορίων (N)*

Μελετώ

1. Πόσα mol και ποιος αριθμός μορίων αντιστοιχούν σε 360 g νερού (H_2O) και σε 342 g ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$);

Πρώτη σκέψη: Θα χρειαστώ τις σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων για να υπολογίσω τις σχετικές μοριακές μάζες των ενώσεων.

Βήματα:

1ο Από τον σχετικό πίνακα βρίσκουμε τη σχετική ατομική μάζα (A_r) του υδρογόνου (H) ίση με 1, του οξυγόνου (O) ίση με 1 και του άνθρακα (C) ίση με 12.

2ο Υπολογίζουμε τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) του νερού (H_2O) ίση με 18, και της ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ίση με 342.

3ο Η μολαρική μάζα του νερού $M(H_2O)$=18 g/mol και της ζάχαρης $M(C_{12}H_{22}O_{11})$=342 g/mol.

4ο $n = \dfrac{m}{M} = \dfrac{360\ \text{g}}{18\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 20\ \text{mol}(H_2O)$ και $n = \dfrac{m}{M} = \dfrac{342\ \text{g}}{342\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1\ \text{mol}\ (C_{12}H_{22}O_{11})$

5ο Υπολογίζουμε τον αριθμό των μορίων της κάθε ένωσης με πολλαπλασιασμό της ποσότητας ουσίας σε mol επί τη σταθερά Avogadro, N_A = 6,02·10^{23} μόρια/mol.

$N = n \cdot N_A = 20\,\text{mol} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}\ \frac{\text{μόρια}}{\text{mol}} =$ **120,4 · 10^{23} μόρια (H_2O)** και

$N = n \cdot N_A = 1\,\text{mol} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}\ \frac{\text{μόρια}}{\text{mol}} =$ **6,02 · 10^{23} μόρια ($C_{12}H_{22}O_{11}$)**

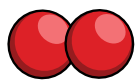
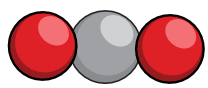
Από το παραπάνω παράδειγμα παρατηρούμε ότι:

- περίπου ίση μάζα νερού (H_2O) με αυτή της ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) περιέχει 20πλάσιο αριθμό μορίων από αυτόν που περιέχεται στη ζάχαρη
- για τις μάζες που ζυγίζουμε, ισχύει $\frac{n_1(H_2O)}{n_2(C_{12}H_{22}O_{11})} = \frac{\text{αριθμός μορίων } H_2O}{\text{αριθμός μορίων } C_{12}H_{22}O_{11}}$

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Η αναλογία των mol δύο χημικών ουσιών είναι ίση με την αναλογία των αριθμών μορίων τους.

Η σημασία της έννοιας του mole

Ο στερεός άνθρακας αντιδρά με το αέριο οξυγόνο και παράγεται διοξείδιο του άνθρακα. Η αντίδραση αυτή μπορεί να αναπαρασταθεί με πολλούς τρόπους (εικόνα 6.8). Παρατηρώντας την εικόνα διαπιστώνουμε ότι οι αναπαραστάσεις αφορούν τρεις οπτικές: (α) των συμβόλων, (β) των σωματιδίων και (γ) των μετρήσεων και παρατηρήσεων (μακροσκοπική οπτική).

Συμβολική οπτική	$C(s)$	+ $O_2(g)$	→ $CO_2(g)$
Σωματιδιακή οπτική	1 άτομο C	1 μόριο O_2	1 μόριο CO_2
			
	$6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα C	$6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια O_2	$6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια CO_2
Το mole	**1 mol C**	**1 mol O_2**	**1 mol CO_2**
Μακροσκοπική οπτική	12g $C(s)$	32 g $O_2(g)$	44 g $CO_2(g)$

Εικόνα 6.8 *Σημασία της έννοιας του mole*

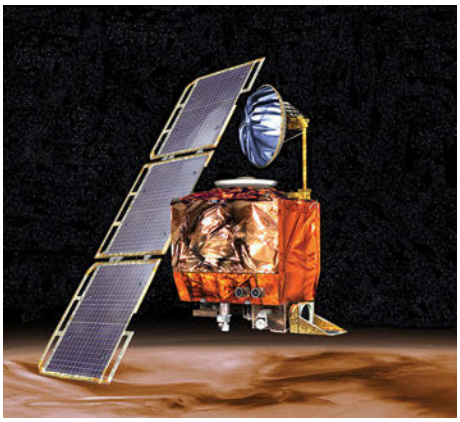
Το mole μας βοηθά να κινηθούμε με ευκολία από τον "αόρατο" κόσμο των σωματιδίων στον "καθημερινό" κόσμο των μετρήσεων μάζας και όγκου, όπως φαίνεται με το παράδειγμα της αντίδρασης καύσης του άνθρακα (εικόνα 6.8).

Η χημεία στην καθημερινή ζωή

«Πόσο σημαντικές είναι τελικά οι μονάδες μέτρησης;»

Το Πρόγραμμα Mars Surveyor της NASA περιλάμβανε την εκτόξευση ανιχνευτών στον Άρη με στόχο τη μελέτη της ατμόσφαιρας, του κλίματος και της επιφάνειας του πλανήτη. Ο δεύτερος ρομποτικός ανιχνευτής με την ονομασία Mars Climate Orbiter (MCO) (εικόνα 6.8) εκτοξεύτηκε από τη NASA στις 11 Οκτωβρίου του 1998. Η άφιξη σε τροχιά είχε οριστεί για τις 23 Σεπτεμβρίου 1999. Πράγματι, εκείνη την ημερομηνία το σκάφος ξεκίνησε να εισέρχεται σε τροχιά γύρω από τον Άρη και η επικοινωνία διακόπηκε προσωρινά, ενώ αναμενόταν να αποκατασταθεί όταν θα πέρναγε πίσω από τον πλανήτη. Δυστυχώς, όμως, αυτό δεν συνέβη ποτέ.

Η έρευνα έδειξε ότι ένα σφάλμα στην πλοήγηση προκάλεσε την απώλεια της προβλεπόμενης τροχιάς και την πτώση του σκάφους.



Εικόνα 6.9 *Καλλιτεχνική απόδοση του MCO*

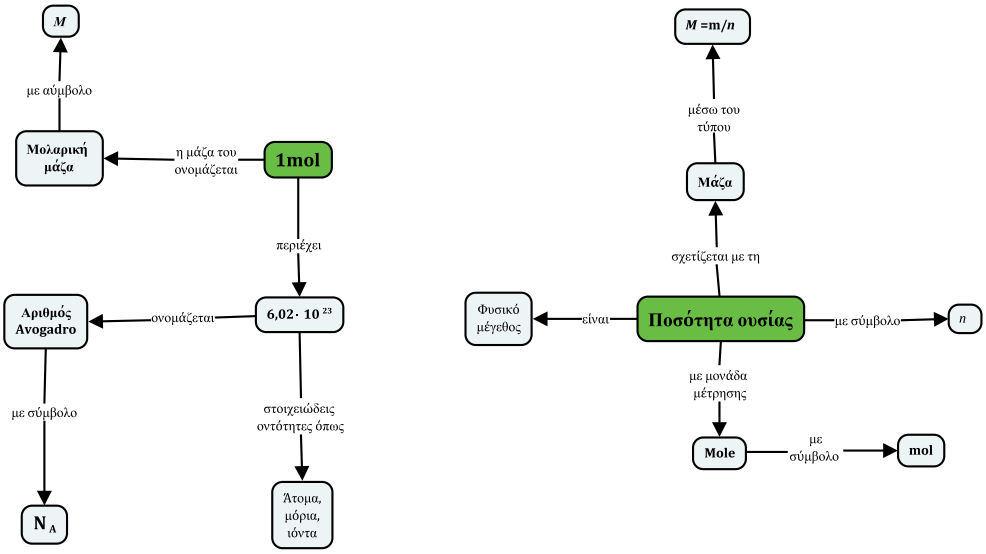
Το εν λόγω σφάλμα προέκυψε από ασυμβατότητα στη χρήση μονάδων! Η κατασκευαστική εταιρεία χρησιμοποιούσε το αγγλικό σύστημα (pounds για τη μάζα και seconds για το χρόνο) ενώ η NASA το διεθνές. Οι εντολές δόθηκαν με βάση το αγγλικό σύστημα, χωρίς να γίνουν οι απαιτούμενες μετατροπές τους στο διεθνές σύστημα.

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Οι χημικοί συγκρίνουν ποσότητες ουσιών (n) σε mol και όχι μάζες χημικών ουσιών (m) σε g επειδή η ποσότητα ουσιών σε mol είναι ένας τρόπος μέτρησης ατόμων, μορίων ή τυπικών μονάδων σε μια χημική ένωση. Ο αριθμός $\mathbf{6{,}02 \cdot 10^{23}}$ ονομάζεται **αριθμός Avogadro** και είναι η αριθμητική τιμή της **σταθεράς Avogadro** (συμβολίζεται με $\boldsymbol{N_A}$ **και έχει μονάδα το** $\mathbf{mol^{-1}}$). Η σταθερά αυτή είναι μια σταθερά αναλογίας μεταξύ της ποσότητας της ουσίας σε mol και του αριθμού των στοιχειωδών οντοτήτων N που αυτή περιέχει ($\boldsymbol{N = n \cdot N_A}$). Η μολαρική μάζα ($M$) μιας ουσίας είναι η μάζα ενός mol της ουσίας. Η μολαρική μάζα μιας ουσίας σε g/mol μας επιτρέπει να υπολογίζουμε την ποσότητα ουσίας σε mol αν γνωρίζουμε τη μάζα της ουσίας σε g και αντίστροφα να υπολογίζουμε τη μάζα της ουσίας σε g αν γνωρίζουμε την ποσότητα ουσίας σε mol.

Εννοιολογικός Χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για την ποσότητα ουσίας και το mol

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Αναγνωρίζω τη χρησιμότητα της εισαγωγής της έννοιας του mole			
Διατυπώνω τον ορισμό του mole			
Συσχετίζω το mole με τον αριθμό του Avogadro N_A			
Συσχετίζω το mole με την ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u)			
Διατυπώνω τον ορισμό της μολαρικής μάζας (M)			
Μετατρέπω τα mol μιας ουσίας σε μάζα			
Μετατρέπω τη μάζα μιας ουσίας σε mol			
Μετατρέπω τα mol μιας ουσίας σε αριθμό μορίων/ σωματιδίων/ ιόντων			
Μετατρέπω αριθμό μορίων/ σωματιδίων/ ιόντων μιας ουσίας σε mol			

Γλωσσάρι

Αριθμός Avogadro ονομάζεται ο αριθμός $6{,}02214076 \cdot 10^{23}$ που αποτελεί τη σταθερή αριθμητική τιμή της σταθεράς Avogadro, N_A, όταν εκφράζεται στη μονάδα mol^{-1}.

Mole, με σύμβολο το **mol**, ονομάζουμε τη μονάδα της ποσότητας ουσίας στο SI και περιέχει ακριβώς N_A στοιχειώδεις οντότητες.

Μολαρική μάζα, με σύμβολο ***M***, είναι η μάζα διαιρεμένη με την ποσότητα mol της ουσίας: $M=m/n$.

Ποσότητα ουσίας, με σύμβολο το ***n***, είναι ένα μέτρο του αριθμού καθορισμένων στοιχειωδών οντοτήτων. Μια στοιχειώδης οντότητα μπορεί να είναι ένα άτομο, ένα μόριο, ένα ιόν, ένα ηλεκτρόνιο, οποιοδήποτε άλλο σωματίδιο ή καθορισμένη ομάδα σωματιδίων.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων (Ar) δίνονται στο Παράρτημα 1.

Α' Ομάδα

1. Τι θα κάνετε για να βρείτε τον αριθμό των χαρτονομισμάτων που περιέχει ένα τσουβάλι με χαρτονομίσματα των 5€;

2. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ), αιτιολογώντας τους χαρακτηρισμούς σας:
α) Η μάζα 1 mol μιας ουσίας ονομάζεται μοναρική μάζα *M*.
β) Για τον Fe η μάζα ενός mol ατόμων του είναι 56 g και η σχετική ατομική του μάζα (A_r) είναι 56. Από αυτό το δεδομένο συμπεραίνουμε ότι η σχετική ατομική μάζα ενός στοιχείου είναι ακριβώς το ίδιο με τη μάζα ενός mol ατόμων του.
γ) Ποσότητα NH_3 ίση με 2 mol περιέχει ίσο αριθμό μορίων με ποσότητα 2 mol H_2O.

3. Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί:

	Ποσότητα ουσίας	**Σχετική Μοριακή μάζα**	**Μολαρική μάζα**
Σύμβολο			
Μονάδα			
Τι μετράει			

4. Η μολαρική μάζα της γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) είναι:
α) 180 g/mol
β) 180 u
γ) 29 g
δ) 29 u

5. Διαθέτουμε ποσότητα HNO_3 ίση με 12,6 g. Να υπολογίσετε για αυτή την ποσότητα:
α) Σε πόσα mol HNO_3 αντιστοιχεί;
β) Πόσα μόρια HNO_3 περιέχει;

6. Διαθέτουμε $3{,}011 \cdot 10^{23}$ μόρια αιθανικού οξέος (CH_3COOH). Να υπολογίσετε:
α) Σε πόσα mol αντιστοιχεί αυτός ο αριθμός μορίων;
β) Ποια η μάζα της ένωσης σε γραμμάρια (g);

7. Η ζάχαρη έχει μοριακό τύπο $C_{12}H_{22}O_{11}$. Η ζάχαρη που λαμβάνουμε με 1 κουταλάκι ζυγίζει περίπου 4 g. Υπολογίστε περίπου πόσα mol ζάχαρης και πόσα μόρια ζάχαρης καταναλώνετε, αν προσθέσετε σε ένα ρόφημα 2 κουταλάκια ζάχαρης.

8. Διαθέτουμε ποσότητα H_2SO_4 ίση με 49 g. Να υπολογίσετε για αυτή την ποσότητα:
α) Σε πόσα mol H_2SO_4 αντιστοιχεί;
β) Πόσα μόρια H_2SO_4 περιέχει;

9. Διαθέτουμε ποσότητα NH_3 ίση με 3 mol. Υπολογίστε γι' αυτή την ποσότητα:
α) Ποια η μάζα της NH_3 σε g;
β) Πόσα μόρια NH_3 περιέχει;

Β' Ομάδα

1. Ποια από τις παρακάτω ουσίες έχει τα περισσότερα mol ανά γραμμάριο (g) ουσίας;
α) H_2O
β) CO_2
γ) NH_3
δ) CO

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...
ΤΗΝ ΤΕΧΝΗ

Ο Richard Buckminster Fuller ήταν Αμερικανός αρχιτέκτονας και σχεδιαστής. Είναι διάσημος για την κατασκευή του Γεωδαιτικού Θόλου.



Η Βιόσφαιρα του Μόντρεαλ, έργο του Buckminster το 1967

2. Ποια ποσότητα αντιστοιχεί σε περισσότερα άτομα;
α) 23 g καλίου (K) ή 23 g νατρίου (Na)
β) 12 g άνθρακα (C) ή 12 g θείου (S)
γ) 56 g άνθρακα (C) ή 56 g σιδήρου(Fe)
δ) 27 g αργιλίου (Aℓ) ή 27 g αργύρου (Ag)

3. Να συμπληρώσετε τον πίνακα που ακολουθεί, κάνοντας τους κατάλληλους υπολογισμούς:

Χημική Ένωση	Μάζα (g)	Ποσότητα (mol)	Αριθμός μορίων
H_2O	3,6		
NH_3	5,1		
H_2S	17		
H_3PO_4	4,9		
CO_2	88		

4. Η αρχιτεκτονική ...της Χημείας: Το διαμάντι και ο γραφίτης είναι γνωστές μορφές του άνθρακα. Το 1985 ανακαλύφθηκαν από τους Harold Kroto, Rick Smalley και Robert Curl (Βραβείο Νόμπελ Χημείας 1996) τα φουλερένια που είναι επίσης μορφές καθαρού άνθρακα που σχηματίζουν κοίλα κλειστά δίκτυα σε σχήμα σφαιρικό ή μαξιλαριού. Το πιο γνωστό φουλερένιο είναι το «μπακμινστερφουλερένιο» (C_{60}) που μοιάζει με μπάλα ποδοσφαίρου (εικόνα 6.10). Με το 60 δηλώνονται τα άτομα άνθρακα στο μόριο.



Εικόνα 6.10 *Δομή του «μπακμινστερφουλερένιου»*

(i) Να υπολογίσετε τον αριθμό μορίων που περιέχονται:
α) σε 72 g φουλερένιου C_{60}
β) σε 0,09 mol φουλερένιου C_{70}
(ii) Ποια από τις δύο ποσότητες φουλερενίων, 72 g φουλερένιου C_{60} ή 0,09 mol φουλερένιου C_{70} περιέχει περισσότερα άτομα;

5. Το Orlov (ή Orloff) είναι ένα μεγάλο διαμάντι (εικόνα 6.11), μέρος της συλλογής των διαμαντιών του Κρεμλίνου, ζυγίζει περίπου 190 καράτια (38 γραμμάρια). Τα διαμάντια είναι μια μορφή άνθρακα.



Εικόνα 6.11 *Το διαμάντι Orlov από τη συλλογή των διαμαντιών του Κρεμλίνου*

α) Πόσα mol άνθρακα υπάρχουν σε ένα διαμάντι 45 καρατίων;
β) Πόσα άτομα άνθρακα υπάρχουνσε ένα διαμάντι 45 καρατίων;

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Το φθόριο προστατεύει τα δόντια από την τερηδόνα. Πολλές οδοντόκρεμες είναι εμπλουτισμένες με φθόριο, ενώ σε αρκετές χώρες το νερό ύδρευσης εμπλουτίζεται με φθόριο. Σε άλλες χώρες η φθορίωση του νερού σταμάτησε λόγω φόβων για την υπερβολική κατανάλωση. Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες σχετικά με τα επιτρεπτά επίπεδα φθορίου στο νερό. Κατόπιν, μπορείτε να ελέγξετε τις ετικέτες εμφιαλωμένου νερού και να διαπιστώσετε αν υπάρχει φόβος για την ποσότητα φθορίου που μπορεί να καταναλώνει ένας άνθρωπος μέσω του πόσιμου νερού.

Απαντήσεις – υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	**1.** Χρησιμοποιήστε τη σχέση $n=m/M$
2. Σύμφωνα με τη θεωρία	**2.** α) Na β) C γ) C δ) $A\ell$
3. Σύμφωνα με τη θεωρία	**3.** 0,2 mol, 0,3 mol, 0,5 mol, 0,05 mol, 2 mol και 0,2 N_A, 0,3 N_A, 0,5 N_A, 0,05 N_A, 2 N_A
4. Σύμφωνα με τη θεωρία	**4.** α) $6{,}02\cdot10^{22}$ β) $5{,}418\cdot10^{22}$ γ) C_{70}
5. α) 0,2 mol β) 0,2 N_A ή $1{,}204\cdot10^{23}$ μόρια	**5.** α) 0,75 mol β) $4{,}5\cdot10^{23}$
6. α) 0,5 mol β) 30 g	
7. α) 0,2 mol β) 0,2 N_A ή $1{,}204\cdot10^{23}$ μόρια	
8. α) 0,5 mol β) 0,5 N_A ή $3{,}01\cdot10^{23}$ μόρια	
9. α) 51 g β) 3 N_A ή $18{,}06\cdot10^{23}$ μόρια	

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...ΤΟΝ ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΟ

Η ταινία «Σκοτεινά νερά» του 2019 βασίζεται στην αληθινή ιστορία της διαμάχης μεταξύ αγροτών και εταιρείας που προκάλεσε περιβαλλοντική καταστροφή εξαιτίας ουσιών που χρησιμοποιούσε και περιείχαν φθόριο.

Στο τέλος της ενότητας **"Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί Ι"** θα μπορείς να υπολογίζεις:

- την ποσότητα που απαιτείται από ένα αντιδρών για να αντιδράσει με συγκεκριμένη ποσότητα άλλου αντιδρώντος.
- την ποσότητα που απαιτείται από ένα αντιδρών για να παραχθεί συγκεκριμένη ποσότητα προϊόντος και αντίστροφα.

Λέξεις κλειδιά

Στοιχειομετρία

Στοιχειομετρική αναλογία

6.2 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί I

Με το σύνθημα «Μην σπαταλάς το νερό σήμερα, για να μην το στερηθείς αύριο» καθιερώθηκε από τον ΟΗΕ η 22η Μαρτίου ως Παγκόσμια Ημέρα Νερού. Σύμφωνα με μελέτη του έτους 2022 από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας και την Unicef, υπολογίστηκε ότι 2,2 δισεκατομμύρια άνθρωποι στερούνται το καθαρό και ασφαλές πόσιμο νερό με το μεγαλύτερο ποσοστό να συγκεντρώνεται στην Αφρικανική Ήπειρο (εικόνα 6.12). Λόγω της κλιματικής αλλαγής αναμένεται η κατάσταση να επιδεινωθεί ακόμα περισσότερο. Αν και το 75% της επιφάνειας της Γης είναι καλυμμένο με νερό, μόνο το 0,02% αυτού είναι διαθέσιμο και πόσιμο.



Εικόνα 6.12 *Οικογένειες που συλλέγουν νερό από πηγάδι νερού στον Νίγηρα*

Σκέφτομαι

Το πόσιμο νερό περιέχει άλατα διαλυμένα σε νερό (H_2O). Πρέπει να είναι απαλλαγμένο από οποιουσδήποτε μικροοργανισμούς και παράσιτα, καθώς και από ουσίες, που συνιστούν, σε συγκεκριμένες ποσότητες, δυνητικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.

Το καθαρό νερό (H_2O) **δεν** θεωρείται πόσιμο, επειδή **δεν** περιέχει διαλυμένες ουσίες, αλλά είναι καθαρή χημική ουσία. Στο χημικό εργαστήριο μπορούμε να παρασκευάσουμε νερό, χρησιμοποιώντας αέριο υδρογόνο και οξυγόνο. Πώς μπορούμε όμως να κάνουμε τους κατάλληλους υπολογισμούς, για να παρασκευάσουμε συγκεκριμένη ποσότητα νερού; Πόσο υδρογόνο και πόσο οξυγόνο θα χρειαστούμε;

Πώς μπορούμε να υπολογίσουμε τις ποσότητες των χημικών ουσιών που χρειαζόμαστε για να πραγματοποιηθεί μια αντίδραση;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Η στοιχειομετρία**
- **Το γενικό σχήμα στοιχειομετρίας**

Διερευνώ

▶ Η στοιχειομετρία

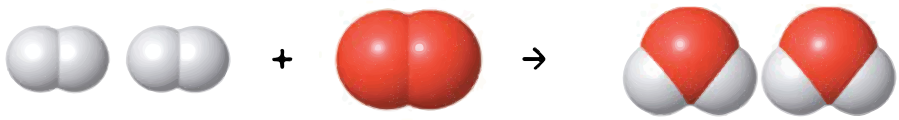
Για τη σύνθεση της χημικής ένωσης H_2O χρησιμοποιούμε τα συστατικά της, δηλαδή υδρογόνο και οξυγόνο.

Γνωρίζουμε ήδη ότι μια χημική αντίδραση περιγράφεται με μια χημική εξίσωση. Οι συντελεστές στην εξίσωση υποδεικνύουν πόσα μόρια από τα σώματα θα αντιδράσουν μεταξύ τους (αντιδρώντα) και πόσα μόρια από τα προϊόντα θα παραχθούν.

Η ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση για την αντίδραση σύνθεσης του H_2O είναι:

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

Και η σωματιδιακή αναπαράστασή της είναι:



Συνεπώς, για την αντίδραση σύνθεσης του νερού:

Αντιδρούν **2** μόρια H_2 με **1** μόριο O_2 και παράγονται **2** μόρια H_2O

Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε **100 φορές μεγαλύτερες ποσότητες** και τότε θα είχαμε:

Αντιδρούν **200** μόρια H_2 με **100** μόρια O_2 και παράγονται **200** μόρια H_2O

Ομοίως, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε **$6{,}02 \cdot 10^{23}$ μεγαλύτερες ποσότητες**, οπότε:

Αντιδρούν **$12{,}04 \cdot 10^{23}$** μόρια H_2 με **$6{,}02 \cdot 10^{23}$** μόρια O_2 και παράγονται **$12{,}04 \cdot 10^{23}$** μόρια H_2O

Δηλαδή:

Αντιδρούν **2 mol H_2** με **1 mol O_2** και παράγονται **2 mol H_2O**

Συνεπώς, οι συντελεστές στην εξίσωση υποδεικνύουν πόσα mol από τα σώματα θα αντιδράσουν μεταξύ τους (αντιδρώντα) και πόσα mol από τα προϊόντα θα παραχθούν. Αυτοί οι υπολογισμοί, που περιλαμβάνουν ποσότητες αντιδρώντων και προϊόντων, ονομάζονται **στοιχειομετρικοί υπολογισμοί** ή **απλά στοιχειομετρία**. Η λέξη στοιχειομετρία προέρχεται από τις λέξεις στοιχείο και μετρώ.

Για να κάνουμε στοιχειομετρικούς υπολογισμούς με τα αντιδρώντα ή/και με τα προϊόντα μιας αντίδρασης χρησιμοποιούμε τη χημική εξίσωση και τα mol τους (μονάδα ποσότητας ουσίας).

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗ ΓΛΩΣΣΑ

Η ονομασία «υδρογόνο» προέκυψε από τις λέξεις «ύδωρ» και «γεννώ» εξαιτίας του σχηματισμού νερού όταν αντιδρά με οξυγόνο.

Η ονομασία «οξυγόνο» προέκυψε από τις λέξεις «οξύ» και «γεννώ» επειδή λανθασμένα πίστευαν εκείνη την εποχή ότι μόνο παρουσία οξυγόνου τα οξέα παρουσιάζουν τη διαβρωτική τους δράση

ΛΕΞΙΚΟ

GR: Στοιχειομετρία
GB: Stoichiometry
FR: Stoechiométrie
DE: Säure

▶ Το γενικό σχήμα στοιχειομετρίας

Όπως είπαμε, οι συντελεστές στη χημική εξίσωση μας δίνουν την αναλογία mol αντιδρώντων και προϊόντων της χημικής αντίδρασης. Η αναλογία αυτή ονομάζεται στοιχειομετρική αναλογία και ικανοποιεί τη **διατήρηση των ατόμων και της μάζας**.

Εξίσωση	$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(\ell)$
Στοιχειομετρική Αναλογία	2 1 2
Διατήρηση ατόμων	4 άτομα H + 2 άτομα O → 4 άτομα H και 2 άτομα O
Διατήρηση μάζας	(2·2 + 1·32) g = 36 g →2·18 = 36 g

Στο εργαστήριο, μετράμε τα στερεά αντιδρώντα σε γραμμάρια (μάζα). Τις υγρές και τις αέριες ουσίες μπορούμε να τις μετρήσουμε είτε σε γραμμάρια είτε σε mL (όγκος). Όταν χρησιμοποιούμε ουσίες διαλυμένες σε νερό, τότε συνήθως μετράμε τον όγκο του διαλύματος σε mL.

Δραστηριότητα 1

Να εξηγήσετε πώς μετατρέπουμε τα γραμμάρια (g) στερεάς, υγρής ή αέριας χημικής ουσίας σε mol.

.....

.....

.....

Με τα mol της δεδομένης ουσίας και τη στοιχειομετρική αναλογία βρίσκουμε τα mol της χημικής ουσίας που χρειαζόμαστε.

Δραστηριότητα 2

Να γράψετε την αναλογία mol αντιδρώντων και προϊόντων της χημικής αντίδρασης που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση: $4KO_2(s) + 2CO_2(g) \rightarrow 2K_2CO_3(s) + 3O_2(g)$

.....

.....

.....

Τέλος, μετατρέπουμε τα mol της χημικής ουσίας που χρειαζόμαστε σε μάζα στερεάς, υγρής ή αέριας ουσίας ή σε όγκο διαλύματος, ανάλογα με το ζητούμενο. Στα παραδείγματα που ακολουθούν, συνοψίζουμε τους υπολογισμούς που απαιτούνται στα συνηθέστερα προβλήματα στοιχειομετρίας.

Μελετώ

1. Έχουμε 10 mol $MgC\ell_2$ σε διάλυμα τα οποία αντιδρούν πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα NaOH. Πόσα mol $Mg(OH)_2$ και $NaC\ell$ μπορούμε να παρασκευάσουμε σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$MgC\ell_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s) + 2NaC\ell(aq)$$

Πρώτη σκέψη: Η δοθείσα ποσότητα είναι σε mol, άρα θα ξεκινήσουμε με τη στοιχειομετρική αναλογία.

Βήματα:

1ο Βρίσκουμε τη στοιχειομετρική αναλογία από τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης:

$$\frac{n(MgCl_2)}{n(Mg(OH)_2)} = \frac{1}{1} \text{ και } \frac{n(MgCl_2)}{n(NaCl)} = \frac{1}{2}$$

2ο Χρησιμοποιούμε τη στοιχειομετρική αναλογία για να υπολογίσουμε τη ζητούμενη ποσότητα.

Άρα, όταν αντιδρούν 10 mol $MgC\ell_2$ σχηματίζονται **10 mol $Mg(OH)_2$** και **20 mol $NaC\ell$**.

3ο Χρησιμοποιούμε τις μοριακές μάζες του $Mg(OH)_2$ και του $NaC\ell$ για να μετατρέψουμε αυτές τις ποσότητες σε γραμμάρια, σύμφωνα με τον τύπο:

$n = \frac{m}{M}$ που ισοδυναμεί με $m = n \cdot M$

Για το $Mg(OH)_2$: $m = 10 \text{ mol} \cdot 58 \frac{g}{mol} = 580 \text{ g}$

για το $NaC\ell$: $m = 20 \text{ mol} \cdot 58{,}5 \frac{g}{mol} = 1170 \text{ g}$

2. Έχουμε 475 g $MgC\ell_2$ σε διάλυμα τα οποία αντιδρούν πλήρως με την απαιτούμενη ποσότητα NaOH. Πόσα γραμμάρια από κάθε προϊόν μπορούμε να παρασκευάσουμε σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$MgC\ell_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s) + 2NaC\ell(aq)$$

Πρώτη σκέψη: Η δοθείσα ποσότητα είναι σε g, άρα ως πρώτο βήμα θα κάνουμε τη μετατροπή της σε mol και στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσουμε τη στοιχειομετρική αναλογία.

Βήματα:

1ο Χρησιμοποιούμε τη μοριακή μάζα του $MgC\ell_2$ για να μετατρέψουμε τα γραμμάρια σε mol. $n = \frac{m}{M} = \frac{475 \text{ g}}{95 \frac{g}{mol}} = 5 \text{ mol } MgCl_2$

2ο Χρησιμοποιούμε τη στοιχειομετρική αναλογία για να υπολογίσουμε τη ζητούμενη ποσότητα.

$$\frac{n(MgCl_2)}{n(Mg(OH)_2)} = \frac{1}{1} \text{ και } \frac{n(MgCl_2)}{n(NaCl)} = \frac{1}{2}$$

Άρα, όταν αντιδρούν 5 mol $MgC\ell_2$ σχηματίζονται **5 mol $Mg(OH)_2$** και **10 mol $NaC\ell$**.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...ΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

Το $MgC\ell_2$ έχει πολλές εφαρμογές. Μία από αυτές είναι ως αντιπηκτικό σε χαμηλές θερμοκρασίες. Το όχημα της φωτογραφίας ρίχνει στο δρόμο χλωρίδιο του μαγνησίου για να μειώσει το σημείο τήξης του νερού και να αποτραπεί ο σχηματισμός πάγου.



Φορτηγό που ρίχνει στο δρόμο χλωρίδιο του μαγνησίου ως αντιπηκτικό

3ο Χρησιμοποιούμε τις μολαρικές μάζες του $Mg(OH)_2$ και του $NaC\ell$ για να μετατρέψουμε αυτές τις ποσότητες σε γραμμάρια.

$n=\frac{m}{M}$ που ισοδυναμεί με $m=n\cdot M$

Για το $Mg(OH)_2$: $m=5\text{ mol}\cdot 58\frac{\text{g}}{\text{mol}}=290\text{ g}$ και

για το $NaC\ell$: $m=10\text{ mol}\cdot 58{,}5\frac{\text{g}}{\text{mol}}=585\text{ g}$

3. Θέλουμε να παρασκευάσουμε 580 g $Mg(OH)_2$ σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$MgC\ell_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(s) + 2NaC\ell(aq)$$

Πόσα γραμμάρια $MgC\ell_2$ και NaOH απαιτούνται;

Πρώτη σκέψη: Η δοθείσα ποσότητα είναι σε g, άρα ως πρώτο βήμα θα κάνουμε την μετατροπή της σε mol και στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσουμε τη στοιχειομετρική αναλογία.

Βήματα:

1ο Χρησιμοποιούμε τη μολαρική μάζα του $Mg(OH)_2$ για να μετατρέψουμε τα γραμμάρια

σε mol: $n=\frac{m}{M}=\frac{580\text{g}}{58\frac{\text{g}}{\text{mol}}}=10\text{ mol}$ $Mg(OH)_2$

2ο Χρησιμοποιούμε τη στοιχειομετρική αναλογία για να υπολογίσουμε τη ζητούμενη ποσότητα.

$\frac{\text{n}\left(MgCl_2\right)}{\text{n}\left(Mg(OH)_2\right)}=\frac{1}{1}$ και $\frac{n(NaOH)}{n\left(Mg(OH)_2\right)}=\frac{2}{1}$

Άρα, όταν παράγονται 10 mol $Mg(OH)_2$ αντιδρούν **10 mol $MgC\ell_2$** με **20 mol NaOH.**

3ο Χρησιμοποιούμε τις μολαρικές μάζες του $MgC\ell_2$ και του NaOH για να μετατρέψουμε αυτές τις ποσότητες σε γραμμάρια.

$n=\frac{m}{M}$ που ισοδυναμεί με $m=n\cdot M$

Για το $MgC\ell_2$: $m=10\text{ mol}\cdot 95\frac{\text{g}}{\text{mol}}=950\text{ g}$ και

για το NaOH: $m=20\text{ mol}\cdot 40\frac{\text{g}}{\text{mol}}=800\text{ g}$

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ... ΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ

Το $Mg(OH)_2$ είναι γνωστό και ως **γάλα μαγνησίας**, διότι όταν προστεθεί σε νερό, δεν διαλύεται καλά και μοιάζει με γάλα. Χρησιμοποιείται ως αντιόξινο φάρμακο γιατί εξουδετερώνει τα οξέα του στομάχου.

Η χημεία στην καθημερινή ζωή

«Η Πράσινη Χημεία»

Η Πράσινη Χημεία είναι ο κλάδος της Χημείας που εστιάζει στον σχεδιασμό χημικών προϊόντων και διαδικασιών που ελαχιστοποιούν τη χρήση επικίνδυνων για το περιβάλλον ουσιών και την παραγωγή αποβλήτων. Μία από τις δώδεκα αρχές της Πράσινης Χημείας είναι η οικονομία ατόμων, με μέτρηση της ποσότητας των πρώτων υλών που καταλήγουν σε χρήσιμα υλικά. Η στοιχειομετρία παίζει μεγάλο ρόλο στη σύνθεση ενός τελικού προϊόντος που περιέχει τη μέγιστη ποσότητα των πρώτων υλών. Ένα μέτρο μέτρησης της οικονομίας ατόμων είναι το ποσοστό της μάζας του τελικού προϊόντος μιας σύνθεσης σε σχέση με τις μάζες όλων των αντιδρώντων που χρησιμοποιούνται:

Οικονομία ατόμων = μάζα του επιθυμητού προϊόντος/μάζα όλων των αντιδρώντων



Εικόνα 6.13 *Ράβδος κρυσταλλικού τιτανίου, υψηλής καθαρότητας 99.995 %*

Για παράδειγμα το τιτάνιο (εικόνα 6.13) μπορεί να εξαχθεί από το μετάλλευμά του (TiO_2) με δύο διαφορετικές μεθόδους:

(α) με μια αντίδραση απλής αντικατάστασης από ένα πιο δραστικό μέταλλο (Mg):

$TiO_2 + 2\ Mg \rightarrow Ti + 2\ MgO$ με οικονομία ατόμων: $\frac{A_r(Ti)}{F_r(TiO_2)+2A_r(Mg)} = \frac{48}{128} = 37{,}5\%$

(β) με ηλεκτρόλυση του μεταλλεύματος (TiO_2): $TiO_2 \rightarrow Ti + O_2$ με οικονομία ατόμων:

$\frac{A_r(Ti)}{F_r(TiO_2)} = \frac{48}{80} = 60\%$

Επομένως, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι η πιο «πράσινη» μέθοδος, όσον αφορά στην οικονομία ατόμων, είναι η ηλεκτρόλυση του μεταλλεύματος (TiO_2). Βέβαια, για να αποφασίσουμε πόσο «πράσινη» είναι μια μέθοδος παραγωγής θα πρέπει να συνυπολογίσουμε και άλλες αρχές της Πράσινης Χημείας, όπως η ελαχιστοποίηση των ενεργειακών απαιτήσεων στην οποία μειονεκτεί η ηλεκτρόλυση.

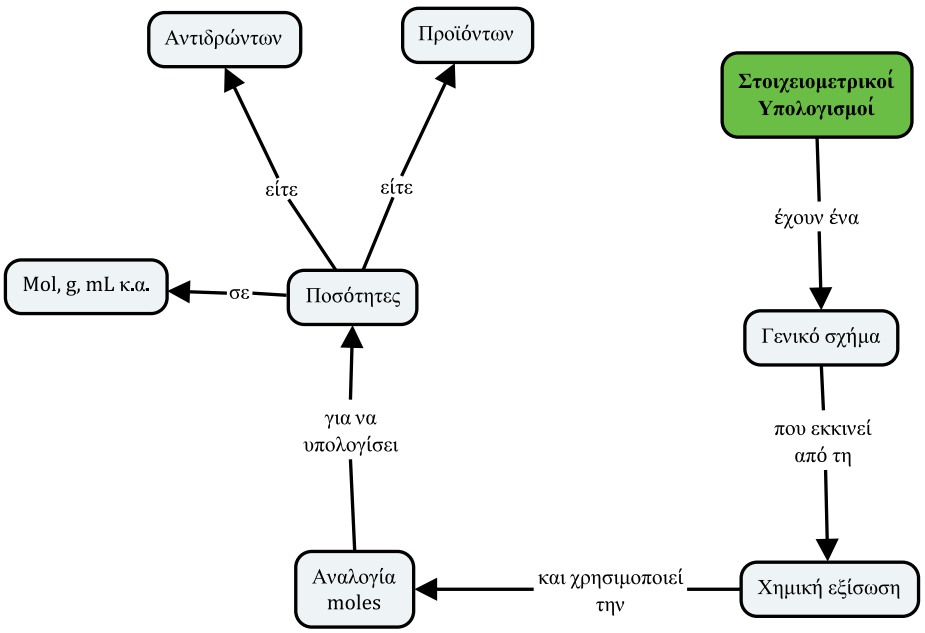
Η οικονομία ατόμων είναι σημαντική στη βιομηχανία καθώς μας δείχνει την ποσότητα των αντιδρώντων μιας αντίδρασης που «χάνονται» μέσω της παραγωγής. Μπορούμε επίσης να υπολογίσουμε την ποσότητα του «επιθυμητού προϊόντος» μας. Η υψηλή οικονομία ατόμων συνδέεται με τη βιωσιμότητα. Οι βιομηχανίες θέλουν πάντα μια υψηλή ατομική οικονομία. Αυτό σημαίνει ότι η αξία και η βιωσιμότητα ενός συγκεκριμένου προϊόντος θα είναι επίσης υψηλή.

Ανακεφαλαιώνω

Σύνοψη

Για να προσδιοριστεί η μάζα του προϊόντος που παράγεται από μια ορισμένη μάζα αντιδρώντος (και αντίστροφα), είναι απαραίτητο να μετατραπούν τα g (μάζα) σε mol (ποσότητα ουσίας) και στη συνέχεια πάλι σε μάζα. Αυτό συμβαίνει, επειδή η ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση εκφράζει αναλογία σε mol (στοιχειομετρική αναλογία). Συνήθως, όταν εκτελούμε χημικές αντιδράσεις, γνωρίζουμε τα γραμμάρια των αντιδρώντων που διαθέτουμε ή τα γραμμάρια προϊόντος που θέλουμε να παρασκευάσουμε. Οι υπολογισμοί που αφορούν αναλογίες mol και μάζας αντιδρώντων και προϊόντων αναφέρονται ως στοιχειομετρικοί υπολογισμοί.

Εννοιολογικός χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για τους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Υπολογίζω την ποσότητα (σε mol) που απαιτείται από ένα αντιδρών, για να αντιδράσει με συγκεκριμένη ποσότητα (σε mol) άλλου αντιδρώντος			
Υπολογίζω την ποσότητα (σε g) που απαιτείται από ένα αντιδρών, για να αντιδράσει με συγκεκριμένη ποσότητα (σε mol) άλλου αντιδρώντος			
Υπολογίζω την ποσότητα (σε g) που απαιτείται από ένα αντιδρών, για να αντιδράσει με συγκεκριμένη ποσότητα (σε g) άλλου αντιδρώντος			

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Υπολογίζω την ποσότητα (σε mol) που απαιτείται από ένα αντιδρών, για να παραχθεί συγκεκριμένη ποσότητα (σε mol) προϊόντος			
Υπολογίζω την ποσότητα (σε g) που απαιτείται από ένα αντιδρών, για να παραχθεί συγκεκριμένη ποσότητα (σε mol) προϊόντος			
Υπολογίζω την ποσότητα (σε g) που απαιτείται από ένα αντιδρών, για να παραχθεί συγκεκριμένη ποσότητα (σε g) προϊόντος			
Υπολογίζω την ποσότητα (σε mol) ενός προϊόντος που θα παραχθεί, όταν αντιδράσει συγκεκριμένη ποσότητα (σε mol) ενός αντιδρώντος			
Υπολογίζω την ποσότητα (σε g) ενός προϊόντος που θα παραχθεί όταν αντιδράσει συγκεκριμένη ποσότητα (σε mol) ενός αντιδρώντος			
Υπολογίζω την ποσότητα (σε g) ενός προϊόντος που θα παραχθεί, όταν αντιδράσει συγκεκριμένη ποσότητα (σε g) ενός αντιδρώντος			

Γλωσσάρι

Στοιχειομετρία είναι οι υπολογισμοί των σχέσεων γραμμαρίων-mol-αριθμού οντοτήτων σε χημικούς τύπους και χημικές αντιδράσεις, που ονομάζονται και στοιχειομετρικοί υπολογισμοί.

Στοιχειομετρική αναλογία είναι η αναλογία των συντελεστών αντιδρώντων και προϊόντων στην ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση μιας χημικής αντίδρασης.

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

1. Η χημική εξίσωση της εξουδετέρωσης μεταξύ H_2SO_4 και NaOH είναι:

$$H_2SO_4(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(\ell)$$

Να υπολογίσετε:

α) πόσα mol NaOH απαιτούνται για να αντιδράσουν πλήρως με 0,3 mol H_2SO_4.

β) πόσα mol Na_2SO_4 θα παραχθούν, αν αντιδράσουν πλήρως 0,3 mol H_2SO_4.

2. Η χημική εξίσωση της σύνθεσης της αμμωνίας είναι:

$$3H_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

Πόσα mol H_2 πρέπει να αντιδράσουν πλήρως με N_2 ώστε να παραχθούν 0,8 mol NH_3;

3. Σε δοχείο που περιέχει υδροχλωρικό οξύ προστίθενται 6,5 g Zn οπότε πραγματοποιείται η οξειδοαναγωγική αντίδραση που περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$Zn(s) + 2\ HC\ell\ (aq) \rightarrow ZnC\ell_2(aq) + H_2(g)$$

α) Να υπολογίσετε:
i) πόσα mol $HC\ell$ απαιτούνται ώστε να αντιδράσει όλη η ποσότητα του Zn.
ii) πόσα mol $ZnC\ell_2$ παράγονται.
iii) πόσα g H_2 παράγονται.

β) Αν η αντίδραση πραγματοποιείται σε ανοιχτό δοχείο, να εξηγήσετε, αν η μάζα του περιεχόμενου του δοχείου, πριν και μετά την αντίδραση, παραμένει σταθερή ή όχι.

4. Η χημική εξίσωση της αντίδρασης διάσπασης του υπεροξειδίου του υδρογόνου είναι:

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

Να υπολογίσετε:
α) πόσα mol οξυγόνου παράγονται κατά τη διάσπαση 10,2 g H_2O_2.
β) πόσα mol H_2O_2 πρέπει να διασπαστούν προκειμένου να παραχθούν 64 g O_2.

5. Δίνεται η χημική εξίσωση της αντίδρασης σύνθεσης του HI:

$$H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$$

Να υπολογίσετε πόσα g H_2 και πόσα g I_2 πρέπει να καταναλωθούν προκειμένου να παραχθούν 25,6 g HI.

6. Δίνεται η χημική εξίσωση της οξειδοαναγωγικής αντίδρασης:

$$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow Cu(s) + ZnSO_4(aq)$$

Να υπολογίσετε:

α) πόσα g Zn απαιτούνται για να αντιδράσουν πλήρως με ένα υδατικό διάλυμα $CuSO_4$ στο οποίο περιέχονται διαλυμένα 63,8 g $CuSO_4$.
β) πόσα g Cu θα παραχθούν.
γ) πόσα g $ZnSO_4$ θα παραχθούν.

Β' Ομάδα

1. Αυτόνομες αναπνευστικές συσκευές:



Εικόνα 6.14 *Πυροσβέστης που φορά αυτόνομη αναπνευστική συσκευή*

Στις αυτόνομες αναπνευστικές συσκευές (εικόνα 6.14) που χρησιμοποιούνται από τους πυροσβέστες, το σουπεροξείδιο του καλίου, KO_2, αντιδρά με το εκπνεόμενο διοξείδιο του άνθρακα και παράγεται ανθρακικό κάλιο και οξυγόνο σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$4KO_2(s) + 2CO_2(g) \rightarrow 2K_2CO_3(s) + 3O_2(g)$$

Πόσα g O_2 μπορούν να παραχθούν από 85,2 g KO_2;

2. Δέσμευση CO_2: Το διοξείδιο του άνθρακα μπορεί να αφαιρεθεί από τον αέρα με την αντίδρασή του με ανθρακικό κάλιο παρουσία νερού σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$CO_2(g) + K_2CO_3(s) + H_2O(\ell) \rightarrow 2KHCO_3(s)$$

Εάν ένας άνθρωπος σε κατάσταση ηρεμίας εκπνέει 0,0352 g CO_2 με μια αναπνοή, πόσα g ανθρακικό κάλιο θα χρειάζονταν για να δεσμεύσει αυτήν την ποσότητα;

3. Κολοσσιαία... παραγωγή: Μία από τις πιο σημαντικές αντιδράσεις στη βιομηχανία είναι η σύνθεση αέριας αμμωνίας από τα αέρια υδρογόνο και άζωτο παρουσία καταλυτών και σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης.

Η μη ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση της αντίδρασης είναι:

$$....H_2(g) + ...N_2(g) \rightarrow .....NH_3(g)$$

α) Να ισοσταθμίσετε τη χημική εξίσωση.

β) Το 2022 η Κίνα, η χώρα με τη μεγαλύτερη παραγωγή αμμωνίας ετησίως, παρήγαγε 42,5 εκατομμύρια τόνους ($4{,}25 \cdot 10^{13}$ g) αμμωνίας. Υπολογίστε τη μάζα σε γραμμάρια υδρογόνου που αντέδρασαν, για να παραχθεί αυτή η ποσότητα αμμωνίας.

4. Δουλεύοντας στη... NASA: Ένα από τα θέματα που πρέπει να αντιμετωπίσουν οι αστροναύτες κατά τη διάρκεια ενός διαστημικού ταξιδιού είναι η ποσότητα του CO_2 που εκπνέουν και η οποία είναι απαραίτητο να δεσμευτεί. Για τον λόγο αυτόν, χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές-φίλτρα που περιέχουν LiOH. Η χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται είναι:

$$2LiOH(s) + CO_2(g) \rightarrow Li_2CO_3(s) + H_2O(g)$$

Ας υποθέσουμε ότι εργάζεστε στη NASA και σας ζητούν να υπολογίσετε πόσα φίλτρα απαιτούνται, για ένα διαστημικό ταξίδι 20 ημερών με πενταμελές πλήρωμα. Λάβετε υπόψιν σας ότι κάθε φίλτρο περιέχει 750 g LiOH και ο μέσος άνθρωπος εκπνέει 42 g CO_2 ανά ώρα.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...ΤΟΝ ΚΙΝΗΜΑΤΟΓΡΑΦΟ

Η ταινία «Απόλλων 13» του 1995 βασίζεται στην αληθινή ιστορία μιας αποστολής της NASA. Λόγω βλαβών, ένα από τα προβλήματα που έπρεπε να αντιμετωπίσουν οι αστροναύτες ήταν η μη δέσμευση του CO_2 που εξέπνεαν. Επέζησαν, καθώς κατάφεραν να κατασκευάσουν μια αυτοσχέδια συσκευή LiOH.



Η αυτοσχέδια κατασκευή φίλτρου διοξειδίου του άνθρακα

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Να αναζητήσετε στο διαδίκτυο πληροφορίες για τη λειτουργία των αερόσακων. Να εξετάσετε τις αντιδράσεις που πραγματοποιούνται για να φουσκώσει άμεσα ο αερόσακος σε περίπτωση ατυχήματος. Να αιτιολογήσετε πώς η στοιχειομετρία παίζει σημαντικό ρόλο για την αποφυγή τραυματισμών.

Απαντήσεις – Υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. α) 0,6 mol NaOH και β) 0,3 mol Na_2SO_4	**1.** 28,8 g O_2
2. 1,2 mol H_2	**2.** $110{,}4 \cdot 10^{-3}$ g K_2CO_3
3. α) i) 0,2 mol $HC\ell$ ii) 0,1 mol $ZnC\ell_2$ και iii) 0,2 g H_2 β) όχι	**3.** α) $3H_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ β) $7{,}5 \cdot 10^{12}$ g ή 7,5 εκατομμύρια τόνους H_2
4. α) 0,15 mol O_2 β) 4 mol H_2O_2	**4.** 147 φίλτρα
5. 0,2 g H_2 - 25,4 g I_2	
6. α) 26 g Zn β) 25,4 g Cu γ) 64,4 g $ZnSO_4$	

Στο τέλος της ενότητας **"Συγκέντρωση διαλύματος"** θα μπορείς να:

- διατυπώνεις τον ορισμό της συγκέντρωσης διαλύματος c (σε mol/L).
- υπολογίζεις τη συγκέντρωση διαλύματος από κατάλληλα δεδομένα και αντίστροφα.
- υπολογίζεις τη συγκέντρωση διαλύματος μετά από αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας ή μετά από ανάμειξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας και αντίστροφα.
- παρασκευάζεις με ακρίβεια διάλυμα συγκεκριμένης συγκέντρωσης.
- πραγματοποιείς κατάλληλη αραίωση σε δεδομένο διάλυμα.

Λέξεις κλειδιά

Αραίωση

Διάλυμα

Διαλυμένη ουσία

Διαλύτης

Ετερογενές μίγμα

Κορεσμένο διάλυμα

Ομογενές μίγμα

Συγκέντρωση διαλύματος

Συμπύκνωση

6.3 Συγκέντρωση διαλύματος

Το Αιγαίο Πέλαγος έπαιξε και εξακολουθεί να παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της ιστορίας, καθώς βρέχει τις ακτές της Ευρώπης και της Ασίας και έχει πολυάριθμα νησιά που διευκόλυναν την επαφή μεταξύ των ανθρώπων της περιοχής από την αρχαιότητα. Στην περιοχή του αναπτύχθηκαν πολιτισμοί, με σημαντική τεχνολογία στους τομείς που δραστηριοποιούνταν οι κάτοικοί του, όπως π.χ. στην αλιεία και στο εμπόριο.



Εικόνα 6.15 *Καρθαία, μια από τις τέσσερις αρχαίες πόλεις της νήσου Κέας και ένα από τα σημαντικότερα λιμάνια των Κυκλάδων*

6.3.1 Η συγκέντρωση διαλύματος *c* (σε mol/L)

Μια από τις δραστηριότητες των κατοίκων του Αιγαίου, από την αρχαιότητα, είναι το ψάρεμα (εικόνα 6.16). Όμως, πολλές σύγχρονες δραστηριότητες έχουν επιβαρύνει το Αιγαίο με θαλάσσιους ρύπους.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ...
ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Τη δεκαετία του 1950 στην Ιαπωνική πόλη Μιναμάτα ξεκίνησαν να εμφανίζονται κρούσματα δηλητηρίασης από υδράργυρο. Δεκάδες χιλιάδες άνθρωποι δηλητηριάστηκαν τρώγοντας θαλασσινά εξαιτίας των αποβλήτων ενός τοπικού εργοστασίου. Το εργοστάσιο έκλεισε τελικά το 1968. Το 2013 υπογράφηκε η Σύμβαση της Μιναμάτα με στόχο τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος από υδράργυρο.



Εικόνα 6.16 *Έργο Θεόφιλου Γ. Χ. Μιχαήλ, 1928*

Σκέφτομαι

Μια δραστηριότητα των κατοίκων των παράλιων περιοχών της Τουρκίας, τα διαλυτήρια πλοίων, ενοχοποιούνται από επιστημονικές και περιβαλλοντικές οργανώσεις για τη ρύπανση της ευρύτερης θαλάσσιας περιοχής με βαρέα μέταλλα (υδράργυρος, μόλυβδος, χρώμιο, χαλκός, μαγγάνιο και νικέλιο). Τα μέταλλα αυτά αποτελούν τοξικές ουσίες για τα ψάρια αλλά και τον άνθρωπο.

Πώς μπορούμε να προσδιορίζουμε τις ποσότητες των θαλάσσιων ρύπων;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Πόση ουσία μπορώ να διαλύσω σε έναν διαλύτη**
- **Συγκέντρωση διαλύματος**

ΛΕΞΙΚΟ
GR: Διάλυμα
GB: Solution
FR: Solution
DE: Lösung

Διερευνώ

▶ Πόση ουσία μπορώ να διαλύσω σε έναν διαλύτη



Εικόνα 6.17 *(α) Διάλυμα, (β) ετερογενές μίγμα*

Ένα διάλυμα (εικόνα 6.17 α) είναι ένα ομογενές μίγμα δύο ή περισσότερων χημικών ουσιών. Στα ομογενή μίγματα η σύστασή τους είναι ίδια σε όλη τη μάζα τους σε μοριακό, ιοντικό ή ατομικό επίπεδο. Τα μίγματα που δεν έχουν την ίδια σύσταση σε όλη τη μάζα τους ονομάζονται ετερογενή (εικόνα 6.17 β).

Το θαλασσινό νερό, ένα αναψυκτικό, ένα υγρό απορρυπαντικό, ένα καθαριστικό τζαμιών, ακόμη και το πλάσμα αίματος είναι παραδείγματα διαλυμάτων. Κάθε διάλυμα από αυτά αποτελείται από μία ή περισσότερες χημικές ουσίες διαλυμένες σε νερό, το οποίο είναι **ο διαλύτης.**

Μια ουσία που είναι διαλυμένη στο νερό ονομάζεται **διαλυμένη ουσία**. Οι διαλυμένες ουσίες μπορεί να είναι αέρια, υγρά ή στερεά. Σε ένα διάλυμα ζάχαρης, η ζάχαρη είναι η διαλυμένη ουσία και το νερό είναι ο διαλύτης. Σε ένα ανθρακούχο αναψυκτικό, το αέριο διοξείδιο του άνθρακα είναι μια από τις διαλυμένες ουσίες.

Δραστηριότητα 1

α) Πόσα γραμμάρια ζάχαρης (10 g, 30 g, 100 g, ή 200 g) θεωρείτε ότι μπορείτε να διαλύσετε σε 100 mL νερό; (1 κουταλάκι του γλυκού ≈ 4 g)

……

β) Πόσα γραμμάρια αλατιού (10 g, 30 g, 100 g, ή 200 g) θεωρείτε ότι μπορείτε να διαλύσετε σε 100 mL νερό; (1 κουταλάκι του γλυκού ≈ 4 g)

……

Δραστηριότητα 2

Με βάση πειραματικά δεδομένα 100 mL νερού μπορούν να διαλύσουν σε θερμοκρασία δωματίου 200 γραμμάρια ζάχαρης και 36 γραμμάρια αλατιού. Τι νομίζετε ότι θα συμβεί, αν σε 100 mL νερού προσθέσουμε 40 γραμμάρια αλατιού;

……

……

Στη συνέχεια, μπορείτε να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας.

Αν παρασκευάσουμε ένα διάλυμα αλατιού που περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα διαλυμένης ουσίας (αλάτι) σε έναν ορισμένο όγκο διαλύτη (νερού) και σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία, το διάλυμα αυτό ονομάζεται **κορεσμένο** διάλυμα αλατιού.

▶ Συγκέντρωση διαλύματος

Η **συγκέντρωση** (c) ενός διαλύματος ορίζεται ως η ποσότητα ενός συστατικού (διαλυμένης ουσίας) διαιρεμένη με τον όγκο του διαλύματος. Η μονάδα της συγκέντρωσης είναι mol ανά κυβικό δεκατόμετρο ($mol \cdot dm^{-3}$) ή mol ανά λίτρο ($mol \cdot L^{-1}$) που συμβολίζεται με M.

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: $c = \frac{n}{V}$ $\left(M = mol \cdot L^{-1}\right)$

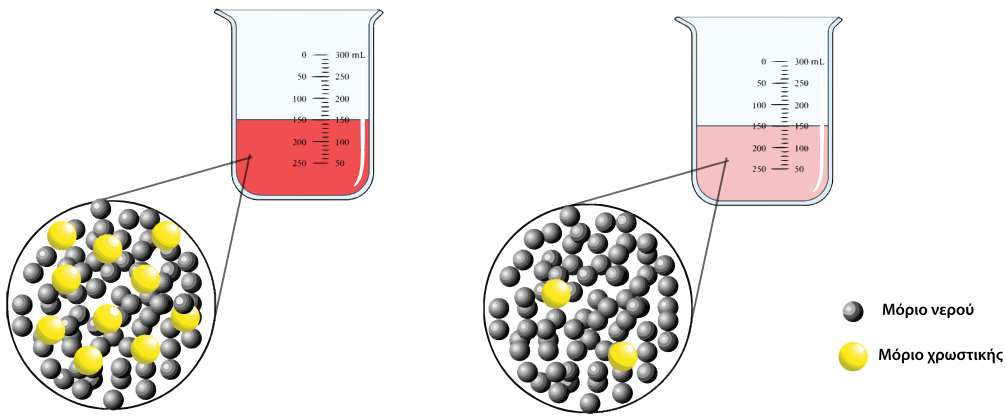
Αν στο ποτήρι ζέσεως της εικόνας 6.18 προσθέσουμε σταγόνες χρωστικής ζαχαροπλαστικής, θα παρατηρήσουμε ότι όσες περισσότερες σταγόνες χρωστικής βάλουμε τόσο πιο σκούρο θα γίνει το χρώμα του διαλύματος. Αν, αντί χρωστικής, προσθέταμε ζάχαρη θα γινόταν πιο γλυκό.



Νερό | Προσθήκη χρωστικής | Νερό με 2 στγ χρωστική και ανάδευση | Ίσος όγκος νερού με 10 στγ χρωστική και ανάδεση

Εικόνα 6.18 *Προσθήκη χρωστικής στο νερό*

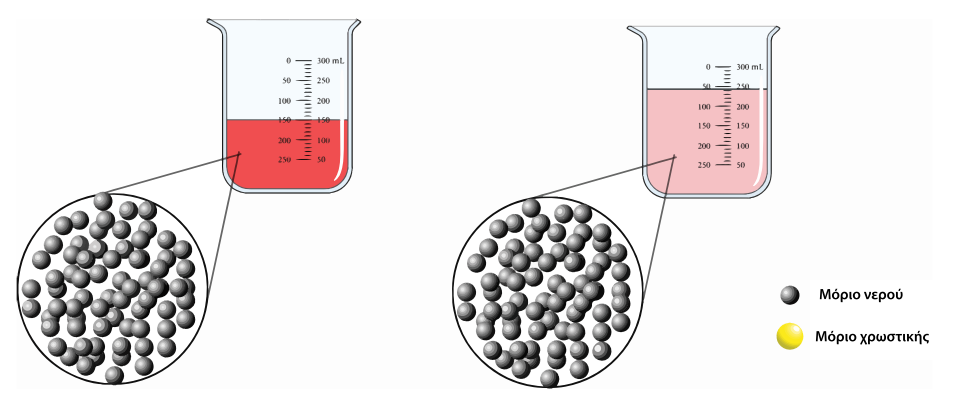
Ας αναπαραστήσουμε οπτικά (εικόνα 6.19) τα μόρια της χρωστικής που υπάρχουν σε μια απειροελάχιστη ποσότητα του διαλύματος κάθε ενός από τα δύο τελευταία ποτήρια. Στο πυκνότερο διάλυμα θα έχουμε 5πλάσιο αριθμό σωματιδίων, αφού προσθέσαμε 5πλάσιες σταγόνες χρωστικής.



Εικόνα 6.19 *Υδατικά διαλύματα χρωστικής*

Δραστηριότητα 1

Εξετάστε τα δύο ποτήρια ζέσεως (Α και Β) στα οποία έχει διαλυθεί ποσότητα χρωστικής.



α) Ποιο από τα δύο δοχεία έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση;

……

……

β) Σχεδιάστε τις οπτικές αναπαραστάσεις των μορίων της χρωστικής στα πλαίσια.

Μελετώ

1. Ποια είναι η συγκέντρωση των διαλυμάτων που περιέχουν:

α. 0,1 mol $C_{12}H_{22}O_{11}$ σε 1 L διαλύματος

β. 0,5 mol $C_{12}H_{22}O_{11}$ σε 1 L διαλύματος

γ. 0,1 mol $C_{12}H_{22}O_{11}$ σε 0,5 L διαλύματος

δ. 0,1 mol $C_{12}H_{22}O_{11}$ σε 250 mL διαλύματος

Πρώτη σκέψη: Θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση της συγκέντρωσης, άρα θα χρειαστούμε τα mol της διαλυμένης ουσίας και τα λίτρα του διαλύματος.

Βήματα:

1ο Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση με διαίρεση του αριθμού των mol της διαλυμένης ουσίας με τον όγκο του διαλύματος (σε L).

$$c=\frac{n}{V}\left(\mathrm{mol}/\mathrm{L}\right)$$

α. c = 0,1 mol/1 L = 0,1 mol/L

β. c = 0,5 mol/1 L = 0,5 mol/L

γ. c = 0,1 mol/0,5 L = 0,2 mol/L

δ. c = 0,1 mol/0,25 L = 0,4 mol/L

2. Ποια είναι η συγκέντρωση σε mol/L ενός διαλύματος 250 mL που περιέχει 36 g διαλυμένης ζάχαρης, $C_{12}H_{22}O_{11}$;

Πρώτη σκέψη: Θα χρησιμοποιήσουμε τη σχέση της συγκέντρωσης, άρα θα χρειαστούμε τα mol της διαλυμένης ουσίας και τον όγκο του διαλύματος (σε L).

Βήματα:

1ο Υπολογίζουμε τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) της ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$)= 342 και επομένως η μολαρική μάζα της ζάχαρης είναι $M(C_{12}H_{22}O_{11})$= 342 g/mol.

2ο Υπολογίζουμε $n=\frac{m}{M}=\frac{36\ \mathrm{g}}{342\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}}=0{,}11\ \mathrm{mol}\left(C_{12}H_{22}O_{11}\right)$

3ο Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση $c=\frac{n}{V}=\frac{0{,}11\ \mathrm{mol}}{0{,}25\ \mathrm{L}}=\ 0{,}44\ \frac{\mathrm{mol}}{\mathrm{L}}$

3. Το κάδμιο (Cd) είναι ένα στοιχείο που βρίσκεται στο έδαφος. Από τη διάβρωση του εδάφους μικρές ποσότητες καδμίου μπορούν να βρεθούν στο πόσιμο νερό. Ο Οργανισμός Προστασίας του Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency) των ΗΠΑ έχει θέσει ως ανώτατο επιτρεπτό επίπεδο για το κάδμιο στο πόσιμο νερό τα $5 \cdot 10^{-6}$ g/L. Είναι ασφαλές να πιούμε νερό με συγκέντρωση σε κάδμιο $5 \cdot 10^{-6}$ mol/L;

Πρώτη σκέψη: Θα μετατρέψουμε τη συγκέντρωση από mol/L σε g/L, άρα θα χρειαστούμε τη μολαρική μάζα του καδμίου (Cd).

Βήματα:

1ο Χρησιμοποιούμε τη μολαρική μάζα του Cd για να μετατρέψουμε τα mol σε g.

$n = \frac{m}{M}$ που ισοδυναμεί με $m = n \cdot M$

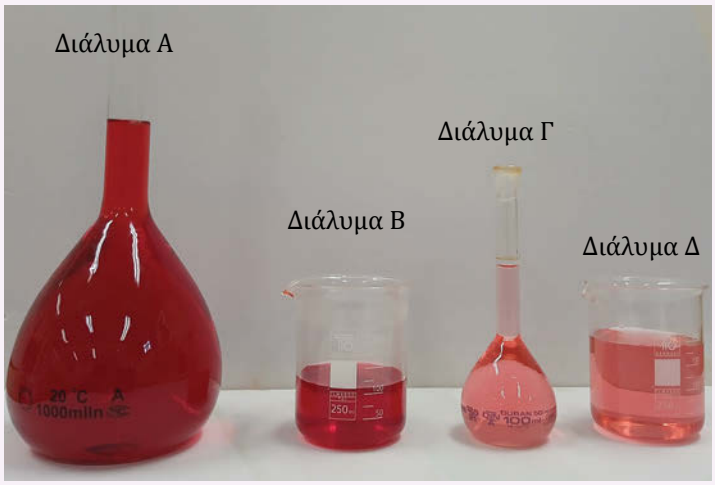
Για το Cd, $m = 5 \cdot 10^{-6}\ \text{mol} \cdot 112{,}4 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5{,}62 \cdot 10^{-4}\ \text{g}$ άρα έχουμε

$5{,}62 \cdot 10^{-4}$ g/L

2ο Συγκρίνουμε τις δύο ποσότητες $5{,}62 \cdot 10^{-4}$ g/L> $5 \cdot 10^{-6}$ g/L. Επειδή το επίπεδο του καδμίου στο πόσιμο νερό ($5{,}62 \cdot 10^{-4}$ g/L) είναι μεγαλύτερο από το ανώτατο επιτρεπτό επίπεδο για το κάδμιο στο πόσιμο νερό ($5 \cdot 10^{-6}$ g/L), το νερό με αυτή τη συγκέντρωση δεν είναι ασφαλές.

Δραστηριότητα 2

Εξετάστε τα παρακάτω διαλύματα. Τα δύο πρώτα περιέχουν ένα πυκνό διάλυμα μιας έγχρωμης ουσίας. Το τρίτο και το τέταρτο περιέχουν ένα πιο αραιό διάλυμα της ίδιας έγχρωμης ουσίας.



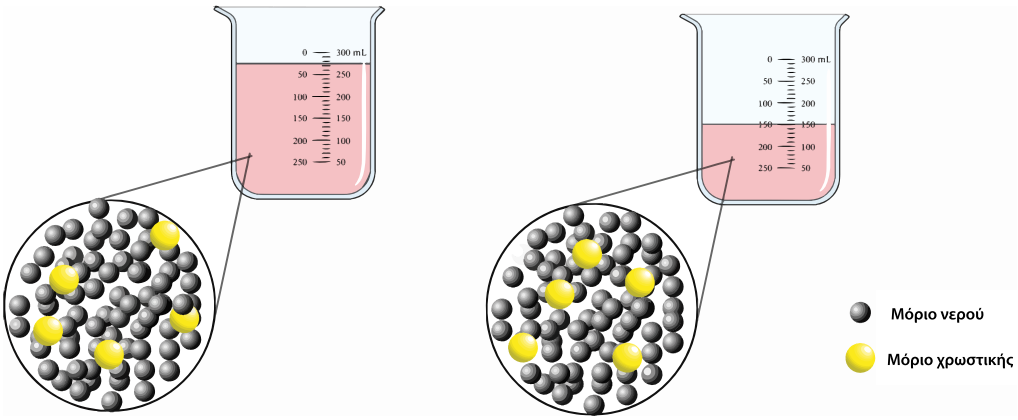
1000 mL	100 mL	100 mL	200 mL
6 mol/L	6 mol/L	2 mol/L	2 mol/L

Να ταξινομήσετε τα διαλύματα, ξεκινώντας από αυτό με τα περισσότερα mol προς αυτό με τα λιγότερα mol της έγχρωμης ουσίας.

Στη δραστηριότητα υπολογίσατε πως nΑ>nΒ>nΔ>nΓ . Διαπιστώσατε ότι παρόλο που ο όγκος του διαλύματος Β είναι μικρότερος από τον όγκο του διαλύματος Δ, υπάρχουν περισσότερα mol έγχρωμης ουσίας διαλυμένα στο διάλυμα Β. Αυτό συμβαίνει, επειδή το διάλυμα Β είναι πιο πυκνό από το διάλυμα Δ.

Επομένως, μια σταγόνα νερού μιας πηγής με μεγάλη συγκέντρωση σε μια τοξική ουσία (πυκνό διάλυμα) μπορεί να είναι πιο επικίνδυνη για την υγεία μας από ένα ποτήρι νερού με μικρή συγκέντρωση στην ίδια τοξική ουσία (αραιό διάλυμα).

Αν συγκρίνουμε τα διαλύματα Α και Β μεταξύ τους (καθώς και τα Γ και Δ) παρατηρούμε ότι, αν και έχουν διαφορετικό όγκο, έχουν την ίδια συγκέντρωση. Αντίστοιχα, αν πιούμε ένα αναψυκτικό από το μπουκάλι ή βάλουμε μια μικρότερη ποσότητα σε ένα ποτήρι, η γεύση του είναι ίδια. Αυτό συμβαίνει, γιατί οποιαδήποτε ποσότητα ενός διαλύματος έχει την ίδια συγκέντρωση (εικόνα 6.20).



Εικόνα 6.20 *Διαλύματα της ίδιας συγκέντρωσης*

6.3.2 Αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμιξη διαλυμάτων

Το κρασί πήρε το όνομά του από την αρχαία λέξη **κρᾶσις** που σημαίνει **ανάμιξη** του οίνου με το νερό, δηλαδή αραίωση του οίνου. Ο οίνος συνδέθηκε στη μυθολογία με τη λατρεία του θεού Διονύσου (εικόνα 6.21). Στην αρχαιότητα αραίωναν το κρασί με το νερό, γιατί είχε μεγάλη περιεκτικότητα σε αλκοόλη.



Εικόνα 6.21 *Ο Διόνυσος ταξιδεύει πάνω σε πλοίο που το κατάρτι του έχει γίνει κλήμα. Αττική μελανόμορφη κύλικα, 540-535 π.Χ. (Μόναχο, Staatliche Antiken sammlungen)*

Σκέφτομαι

Πολλές φορές, όταν φτιάχνουμε ένα ρόφημα δεν τα καταφέρνουμε να το κάνουμε όπως μας αρέσει. Άλλοτε το τσάι μας δεν είναι όσο γλυκό το θέλουμε, άλλοτε η λεμονάδα μας είναι πιο ξινή απ' ότι την προτιμάμε.

Πώς μπορώ να βελτιώσω τη γεύση που έχει το ρόφημά μου;

Για να απαντήσουμε σε αυτό το ερώτημα, θα διερευνήσουμε τα θέματα:

- **Αραίωση διαλύματος**
- **Συμπύκνωση διαλύματος (μέσω προσθήκης διαλυμένης ουσίας)**
- **Συμπύκνωση διαλύματος (μέσω εξάτμισης διαλύτη)**
- **Ανάμιξη διαλυμάτων**
- **Παρασκευή και αραίωση διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης**

Διερευνώ

▶ Αραίωση διαλύματος

Διαβάστε τη συνταγή για την παρασκευή σπιτικής λεμονάδας.

Σπιτική λεμονάδα:

- Βάζουμε σε ένα δοχείο 4 ποτήρια χυμό από λεμόνια και 4 ποτήρια ζάχαρη και ανακατεύουμε ελαφρώς, μέχρι να διαλυθεί η ζάχαρη.
- Σκεπάζουμε το δοχείο και το αφήνουμε σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ώρες.
- Βάζουμε τη λεμονάδα σε καθαρά μπουκάλια και μπορούμε να τη διατηρήσουμε στο ψυγείο για 4 – 5 μέρες.
- Όταν την σερβίρουμε, γεμίζουμε τα ποτήρια κατά το 1/3 με λεμονάδα και το υπόλοιπο με κρύο νερό.

Δραστηριότητα 1

Ας υποθέσουμε ότι σας σέρβιραν σπιτική λεμονάδα, αλλά σας φάνηκε πολύ ξινή. Να προτείνετε έναν τρόπο για να κάνετε τη λεμονάδα που σας σερβίρισαν λιγότερο ξινή.

.....

.....

.....

.....

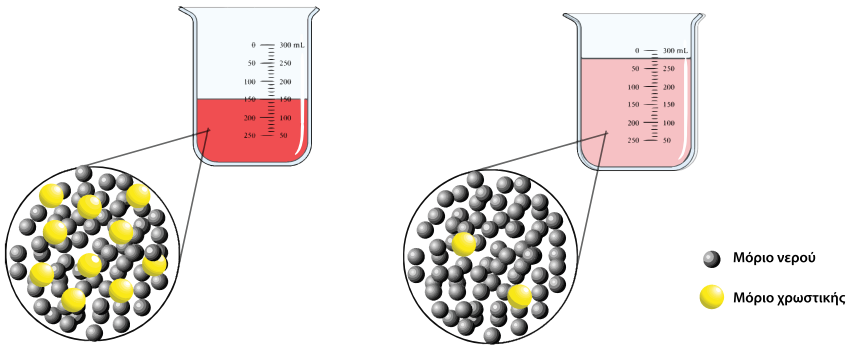
Ίσως μια πρόταση θα ήταν να αραιώσουμε τη λεμονάδα με προσθήκη νερού. Αυτή η πρακτική είναι πολύ συχνή στο εργαστήριο χημείας, όταν έχουμε ένα πυκνό διάλυμα και χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε ένα αραιότερο.

Αραίωση ονομάζεται η διαδικασία προσθήκης διαλύτη (νερού) σε ένα διάλυμα, οπότε και το διάλυμα γίνεται πιο αραιό. Με την αραίωση ελαττώνεται η συγκέντρωση των σωματιδίων της διαλυμένης ουσίας στο διάλυμα.

Το αποτέλεσμα της αραίωσης ενός πυκνού διαλύματος είναι ορατό αν, αντί για λεμονάδα, χρησιμοποιήσουμε διάλυμα χρωστικής ουσίας (εικόνα 6.22). Το χρώμα του διαλύματος γίνεται όλο και πιο ανοιχτό, καθώς προσθέτουμε περισσότερο νερό. Ανάλογα, όσο πιο αραιός γίνεται ο χυμός λεμονάδας τόσο πιο αδύναμη γίνεται και η ξινή γεύση του.



Εικόνα 6.22 *Υδατικά διαλύματα χρωστικής ουσίας διαφορετικής συγκέντρωσης*



Εικόνα 6.23 *Αραίωση σε διαλύματα χρωστικής ουσίας*

Όταν κάνουμε αραίωση διαλύματος χρωστικής ουσίας (εικόνα 6.23) ισχύουν οι σχέσεις:

για τον όγκο των διαλυμάτων: ο όγκος (V_2) του αραιού διαλύματος (β) είναι ίσος με το άθροισμα του όγκου (V_1) του πυκνού διαλύματος (α) και του όγκου του νερού που προστέθηκε (V_{H_2O}):

$$V_2 = V_1 + V_{H_2O} \quad (6.1)$$

για τη χρωστική ουσία: η ποσότητα της χρωστικής ουσίας είναι η ίδια στο πυκνό (n_1) και στο αραιό διάλυμα (n_2):

$$n_1 = n_2 \quad (6.2)$$

Από τη γενική σχέση $c = \frac{n}{V}$ έχουμε $n = c \cdot V$

Αντικαθιστούμε στην (6.2) και έχουμε $\mathbf{c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2}$.

Σε συνδυασμό με τη σχέση (6.1) το αραιωμένο διάλυμα έχει συγκέντρωση $c_2 = \frac{c_1 \cdot V_1}{V_1 + V_{H_2O}}$

Μελετώ

1. Αγοράσατε ένα ενεργειακό ποτό όγκου 0,7 L που περιέχει διάλυμα συγκέντρωσης 0,32 mol/L. Το βρίσκετε πολύ γλυκό και αραιώνετε 0,25 L από το ενεργειακό ποτό με νερό μέχρι ο τελικός όγκος να γίνει 0,5 L. Ποια είναι η συγκέντρωση σε ζάχαρη του αραιωμένου διαλύματος;

Πρώτη σκέψη: Αφού αραιώνουμε δεν αλλάζει η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας.

Βήματα:

1ο Για τη ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$): η ποσότητα της διαλυμένης ζάχαρης είναι η ίδια στο πυκνό (n_1) και στο αραιό διάλυμα (n_2): $n_1 = n_2$

2ο Από τον ορισμό της συγκέντρωσης $c = n/V$ έχουμε $n = c \cdot V$

Επομένως $n_1 = n_2$ ισοδυναμεί με $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$

3ο Το αραιωμένο διάλυμα έχει συγκέντρωση $c_2 = \frac{c_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{0{,}32 \ \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0{,}25 \ \text{L}}{0{,}5 \ \text{L}} = 0{,}16 \ \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

Εφαρμογή

Αγοράσατε ένα ρόφημα ζεστής σοκολάτας, όγκου 0,25 L που περιέχει διάλυμα ζάχαρης συγκεντρώσεως 0,28 mol/L. Το βρίσκετε πολύ γλυκό και το αραιώνετε με προσθήκη νερού μέχρι ο τελικός όγκος να γίνει 0,35 L. Ποια είναι η συγκέντρωση σε ζάχαρη του αραιωμένου διαλύματος;

▶ Συμπύκνωση διαλύματος (μέσω προσθήκης διαλυμένης ουσίας)

Αντί να προσθέσετε νερό, μπορεί να αποφασίσατε να προσθέσετε επιπλέον ζάχαρη για να μειώσετε την ξινή γεύση της λεμονάδας που σας σερβίρισαν. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται συμπύκνωση και το διάλυμα γίνεται πιο πυκνό σε περιεκτικότητα ζάχαρης.

Με τη συμπύκνωση αυξάνεται η συγκέντρωση των σωματιδίων της διαλυμένης ουσίας (ζάχαρη) στο διάλυμα. Το αποτέλεσμα της συμπύκνωσης ενός αραιού διαλύματος είναι ορατό αν, αντί για προσθήκης ζάχαρης στη λεμονάδα, χρησιμοποιήσουμε προσθήκη έγχρωμης ουσίας σε ένα διάλυμά της (εικόνα 6.24).



Εικόνα 6.24 *Υδατικά διαλύματα χρωστικής αυξανόμενης συγκεντρώσεως*

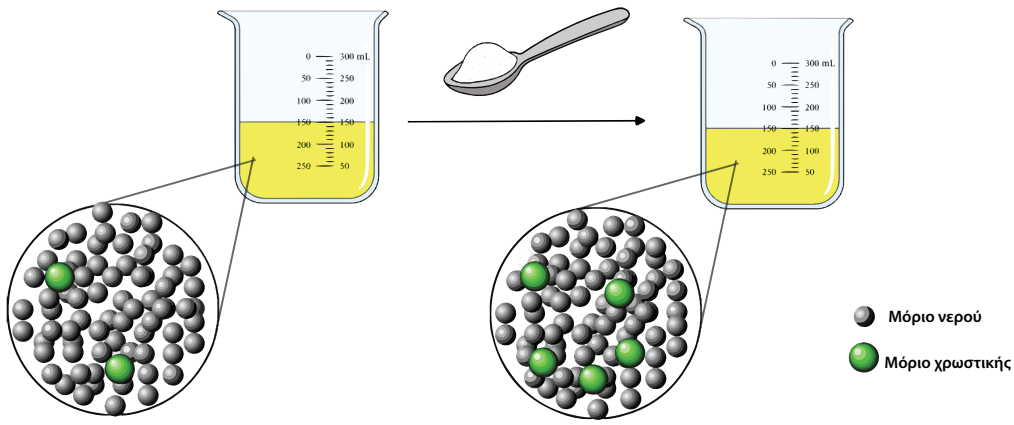
Όταν κάνουμε συμπύκνωση με την προσθήκη διαλυμένης ουσίας, ζάχαρης, (εικόνα 6.25) ισχύουν οι σχέσεις:

για τον όγκο των διαλυμάτων: εφόσον η ποσότητας ζάχαρης που προσθέτουμε είναι μικρή, ο όγκος (V_2) του πυκνού διαλύματος (β) είναι πρακτικά ίσος με τον όγκο (V_1) του αραιού διαλύματος (α):

$$V_1 = V_2 = V \quad \textbf{(6.3)}$$

για τη ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$): η ποσότητα της διαλυμένης ζάχαρης (n_2) στο πυκνό διάλυμα (β) είναι ίση με το άθροισμα της ποσότητας της διαλυμένης ζάχαρης (n_1) του αραιού διαλύματος (α) και της ποσότητας της ζάχαρης που προσθέσαμε ($n_{προσθ.}$):

$$n_2 = n_1 + n_{προσθ.} \quad \textbf{(6.4)}$$



Εικόνα 6.25 *Συμπύκνωση με προσθήκη διαλυμένης ουσίας (ζάχαρη) σε χυμό*

Από τη γενική σχέση $c = n/V$ έχουμε $n = c \cdot V$.

Αντικαθιστούμε στη σχέση (6.4) και έχουμε $\boldsymbol{c_2 \cdot V_2 = c_1 \cdot V_1 + n_{προσθ.}}$.

Σε συνδυασμό με τη σχέση (6.3) το συμπυκνωμένο διάλυμα έχει συγκέντρωση

$c_2 \cdot V = c_1 \cdot V + n_{προσθ.}$ και λύνοντας ως προς $\mathbf{c_2}$ έχουμε $c_2 = c_1 + \dfrac{n_{προσθ}}{V}$

ΒΑΣΙΚΗ ΣΧΕΣΗ: Δεν μπορούμε να προσθέτουμε σε ένα διάλυμα διαλυμένη ουσία απεριόριστα. Μπορούμε να προσθέσουμε τόση ποσότητα διαλυμένης ουσίας, μέχρι το διάλυμα να γίνει κορεσμένο.

Μελετώ

1. Αγοράσατε έναν χυμό πορτοκαλιού όγκου 1 L που περιέχει διάλυμα ζάχαρης συγκεντρώσεως 0,32 mol/L. Τον βρίσκετε πολύ ξινό και προσθέτετε σε 0,25 L του χυμού 15 g ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Ο τελικός όγκος του χυμού είναι 0,25 L. Ποια είναι η συγκέντρωση σε ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$) του τελικού διαλύματος;

Πρώτη σκέψη: Αφού προσθέτουμε ζάχαρη (διαλυμένη ουσία), τελικά θα έχουμε την αρχική ποσότητα ζάχαρης και επιπλέον αυτή που προσθέσαμε.

Βήματα:

1ο Το τελικό διάλυμα είναι πιο πυκνό σε ζάχαρη, διότι προσθέσαμε ζάχαρη αλλά ο όγκος παρέμεινε σταθερός $V_2 = V_1 = V$. Στον ίδιο όγκο έχουμε μεγαλύτερη ποσότητα διαλυμένης ουσίας.

2ο Για τη ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$):

$n_2 = n_1 + n_{προσθ.}$ και $n_{προσθ.} = \dfrac{m}{M} = \dfrac{15\ \text{g}}{342\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0{,}044\ \text{mol}\ (C_{12}H_{22}O_{11})$

3ο Από τον ορισμό της συγκέντρωσης $c = n/V$ που ισοδυναμεί με $n = c \cdot V$

$$c_2 = c_1 + \frac{n_{προσθ}}{V} = 0{,}32\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} + \frac{0{,}044\ \text{mol}}{0{,}25\ \text{L}} = 0{,}32\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} + 0{,}18\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0{,}5\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Εφαρμογή

Αγοράσατε ένα ρόφημα σοκολάτας όγκου 0,25 L που περιέχει διάλυμα ζάχαρης συγκεντρώσεως 0,1 mol/L. Το βρίσκετε πολύ πικρό και προσθέτετε 10 g ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Ο τελικός όγκος είναι 0,25 L. Ποια είναι η συγκέντρωση σε ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$) του τελικού διαλύματος;

▶ Συμπύκνωση διαλύματος (μέσω εξάτμισης διαλύτη)

Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να αυξήσουμε τη γλυκύτητα ενός ροφήματος (τσάι), αλλά δεν έχουμε ζάχαρη. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να ζεστάνουμε το ρόφημά μας για να **εξατμιστεί** μια ποσότητα **νερού**. Το ρόφημα γίνεται πιο **πυκνό** σε ζάχαρη. Με την εξάτμιση του νερού γίνεται **συμπύκνωση** του διαλύματος.

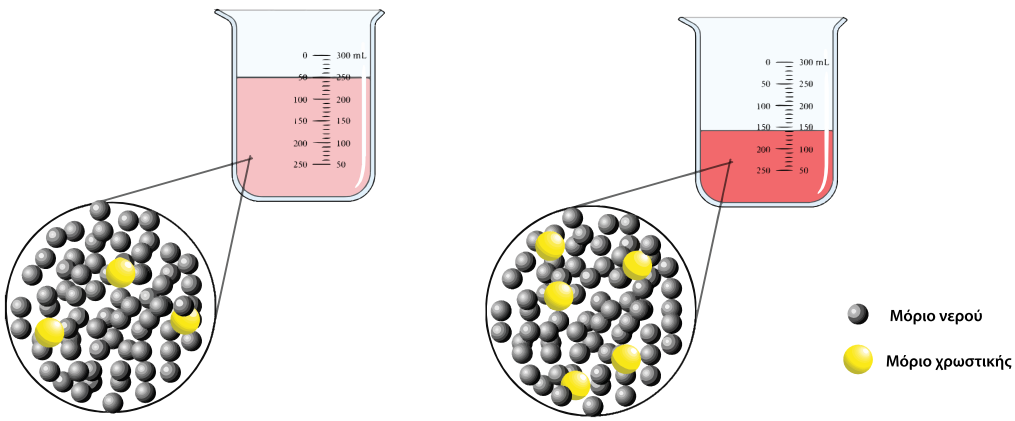
Όταν κάνουμε συμπύκνωση με την εξάτμιση διαλύτη σε διάλυμα χρωστικής ουσίας (εικόνα 6.26) ισχύουν οι σχέσεις:

για τον όγκο των διαλυμάτων: ο όγκος (V_2) του πυκνού διαλύματος (β) είναι ίσος με τον όγκο (V_1) του αραιού διαλύματος (α) ελαττωμένο κατά τον όγκο του νερού που εξατμίστηκε (V_{H_2O}):

$$V_2 = V_1 - V_{H_2O} \quad \textbf{(6.5)}$$

για τη χρωστική: η ποσότητα της χρωστικής ουσίας είναι η ίδια στο αραιό (n_1) και στο πυκνό διάλυμα (n_2):

$$n_1 = n_2 \quad \textbf{(6.6)}$$



Εικόνα 6.26 *Συμπύκνωση υδατικού διαλύματος χρωστικής με εξάτμιση διαλύτη*

Από τη σχέση $c = n/V$ έχουμε $n = c \cdot V$.

Αντικαθιστούμε στη σχέση (6.6) και έχουμε $c_2 \cdot V_2 = c_1 \cdot V_1$

Σε συνδυασμό με τη σχέση (6.5) το

συμπυκνωμένο διάλυμα έχει συγκέντρωση $c_2 = \dfrac{c_1 \cdot V_1}{V_1 - V_{H_2O}}$

ΠΡΟΣΟΧΗ: Δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τη διαδικασία της εξάτμισης για τη συμπύκνωση διαλύματος πτητικής διαλυμένης ουσίας, όπως η αμμωνία (NH_3). Σε αυτή την περίπτωση με αύξηση της θερμοκρασίας πρώτα εξατμίζεται η αμμωνία (NH_3) και το διάλυμα γίνεται αραιότερο.

Μελετώ

1. Φτιάξαμε σιρόπι ζάχαρης για ένα γλυκό. Αρχικά, διαλύσαμε μια ποσότητα ζάχαρης σε ζεστό νερό και παρασκευάσαμε 800 mL διάλυμα συγκέντρωσης 0,6 mol/L. Καθώς όμως συνεχίσαμε να το θερμαίνουμε εξατμίστηκαν 200 mL νερού. Να υπολογίσετε την συγκέντρωση του τελικού διαλύματος σε ζάχαρη.

Πρώτη σκέψη: Αφού εξατμίζεται διαλύτης, η ποσότητα της ζάχαρης δεν θα αλλάξει. Θα μειωθεί, όμως, ο όγκος του διαλύματος και θα αυξηθεί η συγκέντρωση.

Βήματα:

1ο Για τη ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$): η ποσότητα της διαλυμένης ζάχαρης είναι η ίδια στο πυκνό (n_1) και στο αραιό διάλυμα (n_2): $n_1 = n_2$

2ο Από τον ορισμό της συγκέντρωσης $c = n/V$ έχουμε $n = c \cdot V$

Επομένως $n_1 = n_2$ ισοδυναμεί με $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$ και συνεπώς $c_2 = \frac{c_1 \cdot V_1}{V_2} = \frac{c_1 \cdot V_1}{V_1 - V_{H_2O\,(\text{εξατμ})}} =$

$$\frac{0,6\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,8\ \text{L}}{0,8\ \text{L} - 0,2\ \text{L}} = 0,8\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Εφαρμογή

Φτιάξαμε 500 mL σάλτσα ντομάτας συγκέντρωσης 0,2mol/L σε αλάτι. Καθώς τη ζεσταίναμε εξατμίστηκαν 100 mL νερού. Να υπολογίσετε την τελική συγκέντρωση της σάλτσας ντομάτας σε αλάτι.

▶ Ανάμιξη διαλυμάτων

Έχουμε παραγγείλει σε μια καφετέρια δύο χυμούς βυσσινάδας. Δοκιμάζουμε και βρίσκουμε τον έναν πολύ γλυκό και τον άλλο πολύ άγλυκο (αραιό). Πώς θα φτιάξουμε έναν χυμό με ενδιάμεση γλυκύτητα;

Η πιο εύκολη λύση είναι να **αναμίξουμε** τα δύο διαλύματα. Το διάλυμα που θα προκύψει θα έχει συγκέντρωση σε ζάχαρη ενδιάμεση των συγκεντρώσεων των δύο αρχικών διαλυμάτων.

Όταν κάνουμε ανάμιξη διαλυμάτων χρωστικής ουσίας (εικόνα 6.27) προκύπτει διάλυμα όγκου V_T που περιέχει n_T mol χρωστικής και ισχύουν οι σχέσεις:

για τον όγκο των διαλυμάτων:

$$V_T = V_1 + V_2 \quad (6.7)$$

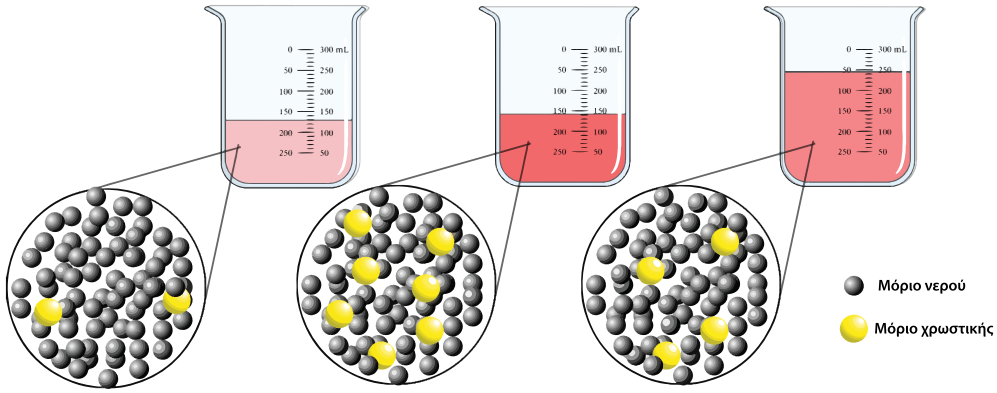
για τη χρωστική ουσία:

$$n_T = n_1 + n_2 \quad (6.8)$$

Συνεπώς $c_T \cdot V_T = c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2$. Σε συνδυασμό με τη σχέση (6.7) το τελικό διάλυμα έχει συγκέντρωση:

$$c_T = \frac{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

Συνοψίζοντας, για να κάνουμε ένα διάλυμα πιο πυκνό, μπορούμε να προσθέσουμε διαλυμένη ουσία ή ένα πυκνότερο διάλυμα της ίδιας ουσίας ή να εξατμίσουμε ποσότητα διαλύτη. Αντίθετα, για να κάνουμε ένα διάλυμα πιο αραιό μπορούμε να προσθέσουμε διαλύτη ή ένα αραιότερο διάλυμα της ίδιας ουσίας.



Εικόνα 6.27 *Ανάμιξη διαλυμάτων χρωστικής ουσίας διαφορετικών συγκεντρώσεων*

Μελετώ

1. Αναμίξαμε 150 mL πορτοκαλάδας που έχει συγκέντρωση σε ζάχαρη 0,34 mol/L με 250 mL πορτοκαλάδας που έχει συγκέντρωση σε ζάχαρη 0,30 mol/L. Ποια είναι η συγκέντρωση σε ζάχαρη της πορτοκαλάδας που φτιάξαμε με την ανάμιξη;

Πρώτη σκέψη: Αφού αναμιγνύουμε δύο διαλύματα, χρειαζόμαστε τη συνολική ποσότητα ζάχαρης και το συνολικό όγκο των διαλυμάτων.

Βήματα:

1ο Για τη ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$): η ποσότητα της διαλυμένης ζάχαρης είναι: $n_T = n_1 + n_2$

2ο Από τον ορισμό της συγκέντρωσης $c = n/V$ *έχουμε* $n = c \cdot V$

Επομένως $n_T = n_1 + n_2$ ισοδυναμεί με $c_T \cdot V_T = c_2 \cdot V_2 + c_1 \cdot V_1$

3ο Για τον όγκο του διαλύματος $V_T = V_1 + V_2$

4ο $$c_T = \frac{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} = \frac{0{,}34\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0{,}15\ \text{L} + 0{,}30\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0{,}25\ \text{L}}{0{,}15\ \text{L} + 0{,}25\ \text{L}} =$$

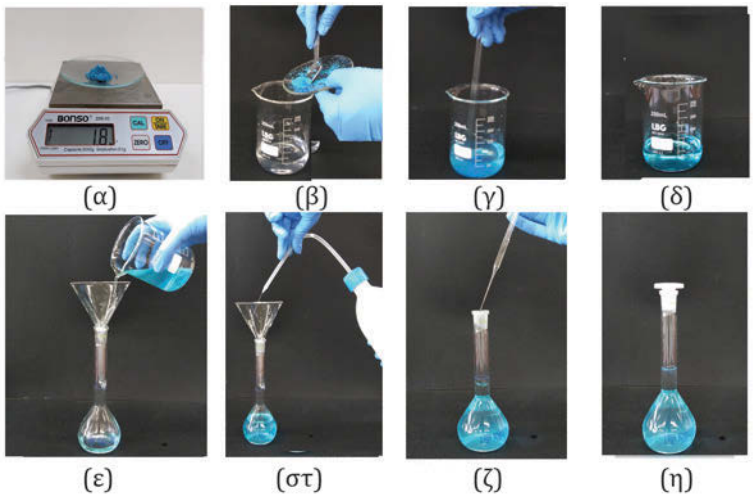
$$\frac{0{,}051\ \text{mol} + 0{,}075\ \text{mol}}{0{,}4\ \text{L}} = 0{,}315\ \text{mol/L}$$

Εφαρμογή

Αναμίξαμε 250 mL λεμονάδας που έχει συγκέντρωση σε ζάχαρη 0,2 mol/L με 150 mL λεμονάδας που έχει συγκέντρωση σε ζάχαρη 0,1 mol/L. Ποια είναι η συγκέντρωση σε ζάχαρη του χυμού λεμονάδας που φτιάξαμε με την ανάμιξη;

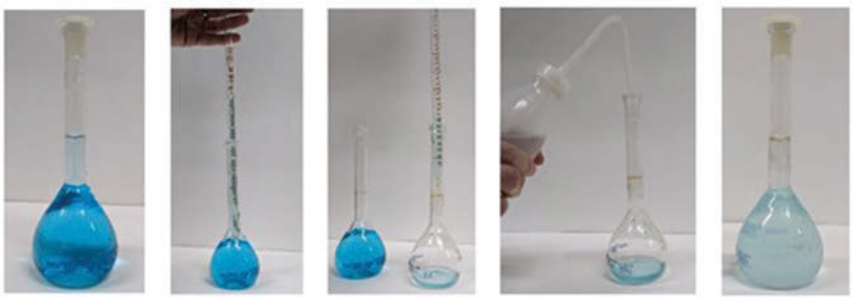
▶ Παρασκευή και αραίωση διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης

Στο εργαστήριο χημείας, πολύ συχνά χρειάζεται να φτιάξουμε διαλύματα ορισμένης συγκέντρωσης. Η διαδικασία παρασκευής παρουσιάζεται στην εικόνα 6.28.



Εικόνα 6.28 *Παρασκευή υδατικού διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης:*
(α) ζυγίζουμε την απαιτούμενη ποσότητα διαλυμένης ουσίας
(β) τη μεταφέρουμε σε ποτήρι ζέσεως με την ανάλογη ποσότητα νερού
(γ), (δ) αναδεύουμε μέχρι την πλήρη διάλυση του στερεού
(ε), (στ) μεταφέρουμε το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη και εκπλένουμε το χωνί χρησιμοποιώντας υδροβολέα ώστε να μην υπάρχουν απώλειες
(ζ) και (η) συμπληρώνουμε με νερό, χρησιμοποιώντας υδροβολέα και σταγονόμετρο, μέχρι τη χαραγή της φιάλης

Για να αραιώσουμε ένα διάλυμα συγκέντρωσης c_1 και να παρασκευάσουμε διάλυμα συγκέντρωσης c_2 ακολουθούμε τη διαδικασία που παρουσιάζεται στην εικόνα 6.29.



Εικόνα 6.29 *Αραίωση υδατικού διαλύματος:*
(α), (β) από το διάλυμα συγκέντρωσης c_1 παίρνουμε με σιφώνιο τον κατάλληλο όγκο V_1
(γ) μεταφέρουμε τον όγκο V_1 σε ογκομετρική φιάλη
(δ) και (ε) συμπληρώνουμε με νερό, χρησιμοποιώντας υδροβολέα και σταγονόμετρο, μέχρι τη χαραγή της φιάλης (όγκος V_2)

Στην επόμενη εργαστηριακή άσκηση, θα εξασκηθείτε στην παρασκευή και την αραίωση διαλυμάτων.

Αραίωση (Πείραμα)

Παρασκευή διαλύματος (Πείραμα)

Διάλυση (εναλλακτικές ιδέες)



Ζυγός



Ογκομετρική φιάλη



Χωνί



Διάλυση στερεού (πείραμα)

ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: "Παρασκευή και αραίωση διαλύματος γαλαζόπετρας"

1. ΣΚΟΠΟΣ

Να παρασκευάσετε ένα διάλυμα γαλαζόπετρας (πενταένυδρος θειικός χαλκός(II) που έχει F_r=249,69) συγκέντρωσης 0,2 mol/L και να το αραιώσετε σε τελική συγκέντρωση 0,02 mol/L

2. ΥΛΙΚΑ (για οκτώ ομάδες):

- 50 g πενταένυδρος θειικός χαλκός(II)
- 8 ράβδοι ανάδευσης
- 16 ογκομετρικές φιάλες 100 mL
- 8 ογκομετρικοί κύλινδροι 100 mL
- 8 ποτήρια ζέσεως 250 mL
- 8 γυάλινα χωνιά
- 8 σιφώνια 10 mL
- απιονισμένο νερό
- ζυγός

3. ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Ισχύουν οι γενικοί κανόνες ασφαλείας του εργαστηρίου

4. ΠΡΙΝ ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ

Ερώτηση 1: Τι σημαίνει συγκέντρωση διαλύματος πενταένυδρου θειικού χαλκού(II) 0,2 mol/L;

……

……

Ερώτηση 2: Πώς θα εργαστείτε για να παρασκευάσετε ένα διάλυμα πενταένυδρου θειικού χαλκού(II) 0,2 mol/L; (Θεωρήστε F_r=250 για διευκόλυνση των υπολογισμών).

……

……

……

……

……

Ερώτηση 3: Πώς θα εργαστείτε για να αραιώσετε ένα διάλυμα 0,2 mol/L ώστε η τελική συγκέντρωση να γίνει 0,02 mol/L;

……

……

……

……

……

5. ΠΕΙΡΑΜΑ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Παρασκευή διαλύματος πενταένυδρου θειικού χαλκού(ΙΙ) (διάλυμα Α):

Πρώτα να κάνετε τους αναγκαίους υπολογισμούς και μετά ακολουθήστε τα βήματα που περιγράφονται στην εικόνα 6.28 για να παρασκευάσετε το διάλυμα Α. Καταγράφετε τα δεδομένα σας στον πίνακα που ακολουθεί.

Αραίωση διαλύματος πενταένυδρου θειικού χαλκού(ΙΙ) (διάλυμα Β):

Να κάνετε τους αναγκαίους υπολογισμούς και μετά ακολουθήστε τα βήματα που περιγράφονται στην εικόνα 6.29 για να αραιώσετε το διάλυμα Α. Καταγράφετε τα δεδομένα σας στον πίνακα που ακολουθεί.

Υδροβολέας

Σπάτουλα

Ψήκτρα

ΟΜΑΔΕΣ	Παρασκευή διαλύματος πενταένυδρου θειικού χαλκού(ΙΙ) (Διάλυμα Α)				Παρασκευή διαλύματος πενταένυδρου θειικού χαλκού(ΙΙ) (Διάλυμα Β)		
	Ποσότητα πενταένυδρου θειικού χαλκού(ΙΙ) (g)	Ποσότητα πενταένυδρου θειικού χαλκού(ΙΙ) (mol)	Όγκος διαλύματος Α (L)	Συγκέντρωση διαλύματος Α (mol/L)	Ποσότητα διαλύματος Α (L)	Όγκος διαλύματος Β (L)	Συγκέντρωση διαλύματος Β (mol/L)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Να μοιραστείτε τα ευρήματά σας με τις υπόλοιπες ομάδες στην τάξη σας.

Να υπολογίσετε το μέσο όρο των ποσοτήτων που χρησιμοποιήσατε όλες οι ομάδες, καθώς και των συγκεντρώσεων που υπολογίσατε.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. ΣΚΕΨΗ ΓΙΑ ΤΑ ΕΥΡΗΜΑΤΑ

Να γράψετε ένα συμπέρασμα, που εξάγετε από τα δεδομένα των πειραμάτων όλων των ομάδων.

.....

.....

.....

.....

.....

Η χημεία στην καθημερινή ζωή

«Αλυκές»



Εικόνα 6.30 *Φυσική αλυκή στην περιοχή Salta της Αργεντινής*

Οι φυσικές αλυκές (Εικόνα 6.30) είναι επίπεδες εκτάσεις εδάφους καλυμμένες με αλάτι που σχηματίζονται μέσω γεωλογικών διεργασιών. Βρίσκονται σε ερήμους, όπου ο ρυθμός εξάτμισης του νερού υπερβαίνει τον ρυθμό βροχόπτωσης, και είναι φυσικοί σχηματισμοί.



Εικόνα 6.31 *Λίμνες εξάτμισης των αλυκών Guérande στη Γαλλία*

Μια τεχνητή αλυκή ή λίμνη εξάτμισης αλατιού (εικόνα 6.31) έχει σχεδιαστεί για να εξάγουμε άλατα από το θαλασσινό νερό. Συνήθως, το έδαφος των αλυκών δεν είναι υδατοπερατό και συγκρατεί το νερό. Οι αλυκές αποτελούνται από αβαθείς δεξαμενές που διαιρούνται σε επιμέρους διαμερίσματα και μέσα σε αυτές κυκλοφορεί θαλασσινό νερό το οποίο, μετά την εξάτμισή του, αφήνει το αλάτι που περιείχε. Το αλάτι που λαμβάνεται από τις αλυκές, πριν έρθει στην κατανάλωση, υφίσταται κατάλληλη κατεργασία για να καθαριστεί.

Ανακεφαλαιώνω

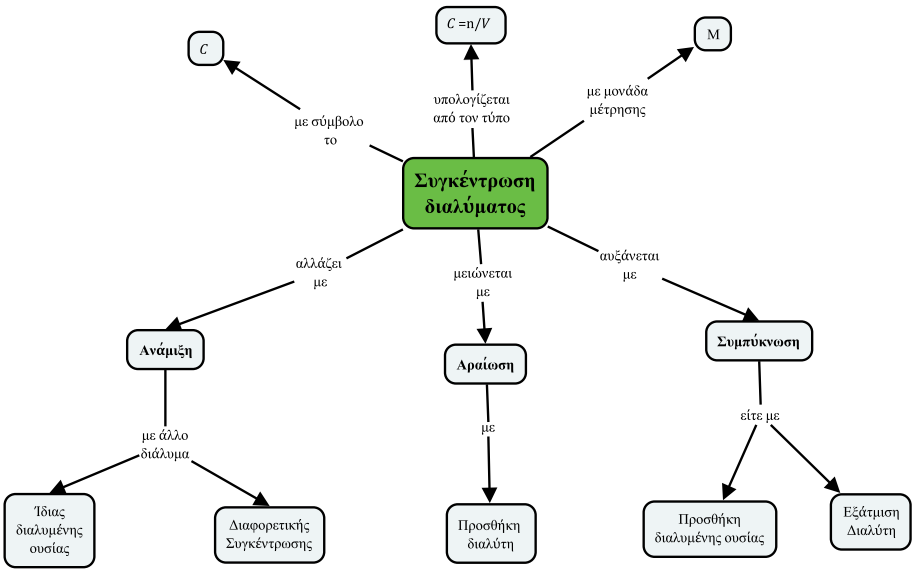
Σύνοψη

Πολλές χημικές ουσίες διαλύονται εύκολα στο νερό. Για να προσδιορίσουν τις ποσότητες διαφορετικών διαλυμένων ουσιών στα διαλύματα, οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τη συγκέντρωση του διαλύματος σε mol διαλυμένης ουσίας ανά λίτρο διαλύματος (mol/L). Εάν γνωρίζουμε τη συγκέντρωση ενός διαλύματος και τον όγκο του, μπορούμε να προσδιορίσουμε την ακριβή ποσότητα διαλυμένης ουσίας σε g, σε mol ή ακόμα και σε μόρια ή ιόντα στο δείγμα νερού.

Αν η συγκέντρωση στο πόσιμο νερό κάποιων ουσιών ξεπερνά ένα συγκεκριμένο όριο, τότε είναι τοξικές. Οι επιστήμονες προσδιορίζουν τις συγκεντρώσεις αυτών των ουσιών σε δείγματα πόσιμου νερού για να ελέγχουν αν υπερβαίνουν το όριο αυτό.

Μπορούμε να μεταβάλλουμε τη συγκέντρωση ενός διαλύματος με αραίωση (προσθήκη νερού), συμπύκνωση (προσθήκη διαλυμένης ουσίας ή εξάτμιση του διαλύτη) ή ανάμιξη διαλυμάτων.

Εννοιολογικός Χάρτης



Εννοιολογικός χάρτης για τη συγκέντρωση

Ελέγχω

Πριν προχωρήσετε στη λύση των ασκήσεων και των προβλημάτων μπορείτε να ελέγξετε σε ποιον βαθμό γνωρίζετε κάποιο θέμα, συμπληρώνοντας τον ακόλουθο αποτιμητή.

Θέμα	Το γνωρίζω καλά	Νομίζω ότι το γνωρίζω	Χρειάζεται να το μελετήσω
Διατυπώνω τον ορισμό της συγκέντρωσης διαλύματος c (σε mol/L)			
Υπολογίζω τη συγκέντρωση διαλύματος από την ποσότητα (σε mol) της διαλυμένης ουσίας και τον όγκο (σε L) διαλύματος			
Υπολογίζω τη συγκέντρωση διαλύματος από την ποσότητα (σε mol) της διαλυμένης ουσίας και τον όγκο (σε mL) διαλύματος			
Υπολογίζω τη συγκέντρωση διαλύματος από την ποσότητα (σε g) της διαλυμένης ουσίας και τον όγκο (σε mL) διαλύματος			
Υπολογίζω την ποσότητα (σε mol) της διαλυμένης ουσίας από τη συγκέντρωση διαλύματος (σε mol/L) και από τον όγκο (σε L) διαλύματος			
Υπολογίζω την ποσότητα (σε mol) της διαλυμένης ουσίας από τη συγκέντρωση διαλύματος (σε mol/L) και από τον όγκο (σε mL) διαλύματος			
Υπολογίζω τη συγκέντρωση διαλύματος μετά από αραίωση			
Υπολογίζω τη συγκέντρωση διαλύματος μετά από συμπύκνωση με προσθήκη διαλυμένης ουσίας			
Υπολογίζω τη συγκέντρωση διαλύματος μετά από συμπύκνωση με εξάτμιση διαλύτη			
Υπολογίζω τον όγκο του διαλύτη που εξατμίζω από ένα αραιό διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης, για να φτιάξω πυκνό διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης.			
Υπολογίζω τη συγκέντρωση διαλύματος μετά από ανάμιξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας			
Παρασκευάζω με ακρίβεια διάλυμα συγκεκριμένης συγκέντρωσης			
Πραγματοποιώ κατάλληλη αραίωση σε δεδομένο διάλυμα			

Γλωσσάρι

Αραίωση ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία προστίθεται διαλύτης (νερό) σε ένα διάλυμα, για να αυξηθεί ο όγκος και να μειωθεί η συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας και το διάλυμα να γίνει πιο **αραιό**.

Διάλυμα είναι ένα ομοιογενές μίγμα δύο ή περισσότερων ουσιών.

Διαλυμένη ουσία ονομάζεται κάθε συστατικό του διαλύματος εκτός του διαλύτη.

Διαλύτης ονομάζεται το συστατικό του διαλύματος, το οποίο έχει την ίδια φυσική κατάσταση με το διάλυμα και συνήθως βρίσκεται στη μεγαλύτερη αναλογία.

Ετερογενές μίγμα είναι το μίγμα του οποίου η σύσταση δεν είναι ίδια (ομοιόμορφη) σε όλη τη μάζα του.

Κορεσμένο ονομάζεται ένα διάλυμα που περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα διαλυμένης ουσίας σε έναν ορισμένο όγκο διαλύτη σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία.

Ομογενές μίγμα είναι το μίγμα του οποίου η σύσταση είναι ίδια (ομοιόμορφη) σε όλη τη μάζα του.

Συγκέντρωση διαλύματος ονομάζεται η ποσότητα ενός συστατικού (διαλυμένης ουσίας) διαιρεμένη με τον όγκο του διαλύματος.

Συμπύκνωση ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία απομακρύνεται διαλύτης (π.χ. νερό) από ένα διάλυμα ή προστίθεται διαλυμένη ουσία, για να αυξηθεί η συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας και το διάλυμα να γίνει πιο **πυκνό**.

Διαδραστικό γλωσσάρι για τη στοιχειομετρία και τα διαλύματα

Εφαρμόζω

Σε αυτή την ενότητα θα βρείτε ερωτήσεις, ασκήσεις και προβλήματα, στα οποία θα εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας.

Α' Ομάδα

6.3.1. Η συγκέντρωση διαλύματος *c* (σε mol/L)

1. Στη συσκευασία των χυμών φρούτων αναγράφεται η ένδειξη «Ανακινήστε καλά, πριν τη χρήση». Να αιτιολογήσετε αν ο χυμός φρούτων είναι διάλυμα ή ετερογενές μίγμα.

2. Στη συσκευασία του φρέσκου γάλακτος αναγράφεται η ένδειξη «ομογενοποιημένο». Το γάλα που βρίσκεται σε αυτή τη συσκευασία είναι διάλυμα; Πώς θα ορίζατε την ένδειξη «ομογενοποιημένο»;

3. Να αιτιολογήσετε αν η πρόταση «η συγκέντρωση διαλύματος χρησιμοποιείται μόνο για ομογενή μίγματα» είναι σωστή.

4. Να υπολογίσετε τις συγκεντρώσεις των διαλυμάτων που προκύπτουν από τη διάλυση:
α) 0,2 mol HNO_3 σε νερό και ο τελικός όγκος του διαλύματος που προκύπτει είναι 200 ml
β) 0,1 mol KOH σε νερό και ο τελικός όγκος του διαλύματος που προκύπτει είναι 100 mL
γ) 4 g NaOH (M=40 g/mol) σε νερό και ο τελικός όγκος του διαλύματος που προκύπτει είναι 500 mL
δ) 49 g H_2SO_4 (M=98 g/mol) σε νερό και ο τελικός όγκος του διαλύματος που προκύπτει είναι 2L

5. Παρασκευάσαμε τρία διαλύματα ζαχαρόνερου τα οποία περιέχουν:
α) 0,01 mol ζάχαρης σε 1 L διαλύματος
β) 0,02 mol ζάχαρης σε 2 L διαλύματος
γ) 0,02 mol ζάχαρης σε 1 L διαλύματος

Ποιο από τα τρία διαλύματα έχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση σε ζάχαρη;

6. Δίνεται υδατικό διάλυμα NH_3 συγκέντρωσης 0,5 mol/L. Να υπολογίσετε πόσα mol NH_3 περιέχονται σε 200 mL διαλύματος.

7. Να υπολογίσετε πόσα g KBr περιέχονται σε 300 mL υδατικού διαλύματος συγκέντρωσης 0,1 mol/L.

6.3.2. Αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμιξη διαλυμάτων

8. Μπορούμε να αυξήσουμε τη συγκέντρωση ενός διαλύματος με προσθήκη:

α) ποσότητας ίδιου διαλύματος

β) διαλύτη

γ) διαλυμένης ουσίας

δ) προσθήκη διαλύματος μικρότερης συγκέντρωσης στην ίδια ουσία

9. Μπορούμε να μειώσουμε τη συγκέντρωση ενός διαλύματος με:

α) αφαίρεση ποσότητας διαλύματος

β) προσθήκη διαλύτη

γ) εξάτμιση διαλύτη

δ) προσθήκη διαλύματος μεγαλύτερης συγκέντρωσης στην ίδια ουσία

10. Αναμίξαμε σε κάποια αναλογία όγκων ένα διάλυμα ζαχαρόνερου 0,1 mol/L και ένα διάλυμα ζαχαρόνερου 0,3 mol/L. Το διάλυμα που προέκυψε είναι δυνατόν να έχει συγκέντρωση:

α) 0,1 mol/L

β) 0,4 mol/L

γ) 0,05 mol/L

δ) 0,25 mol/L

11. Έχουμε στη διάθεσή μας διάλυμα 5 L αλατόνερου με συγκέντρωση 0,5 mol/L. Μεταφέρουμε 2 L διαλύματος σε δοχείο Α και 3 L διαλύματος σε δοχείο Β. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;

α) Το Δοχείο Α περιέχει αλατόνερο συγκέντρωσης 0,2 mol/L

β) Το δοχείο Α περιέχει αλατόνερο συγκέντρωσης 0,5 mol/L

γ) Το δοχείο Β περιέχει αλατόνερο συγκέντρωσης 0,3 mol/L

δ) Δεν αρκούν τα δεδομένα για να υπολογίσω τις συγκεντρώσεις των δοχείων Α και Β

12. Να εξηγήσετε σύντομα αν καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή ή λανθασμένη.

α) Με την αραίωση ενός διαλύματος η συγκέντρωση αυξάνεται.

β) Κατά την αραίωση ή συμπύκνωση ενός διαλύματος τα mol της διαλυμένης ουσίας δεν μεταβάλλονται.

γ) Με την ανάμιξη δύο διαλυμάτων της ίδιας ουσίας συγκεντρώσεων c_1 και c_2, προκύπτει διάλυμα με συγκέντρωση $c = c_1 + c_2$.

δ) Αν ένα υδατικό διάλυμα ζάχαρης αφεθεί σε ανοιχτό δοχείο με την πάροδο του χρόνου η συγκέντρωσή του θα αυξάνεται.

13. Πόσα L νερού πρέπει να προστεθούν σε 500 mL διαλύματος καλαμοσάκχαρου ($C_{12}H_{22}O_{11}$) συγκέντρωσης 0,2 mol/L ώστε η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος να είναι 0,1 mol/L;

14. Σε υδατικό διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 0,2 mol/L και όγκου 300 mL προσθέτουμε 700 mL νερό.

α) Να εκτιμήσετε αν η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος θα είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με την αρχική συγκέντρωση.

β) Να υπολογίσετε:

- πόσα mol NaOH περιέχονται στο αρχικό διάλυμα.
- πόσα mol NaOH περιέχονται στο τελικό διάλυμα.
- τον όγκο του τελικού διαλύματος.
- τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος.

15. Ένα υδατικό διάλυμα γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) όγκου 0,5 L και συγκέντρωσης 0,2 mol/L αφήνεται σε ανοιχτό δοχείο. Μετά από μέρες ο όγκος του έχει γίνει 0,4 L.

α) Να κάνετε μια εκτίμηση για το αν η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος θα είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με την αρχική συγκέντρωση.

β) Να υπολογίσετε:
- πόσα mol γλυκόζης περιέχονταν στο αρχικό διάλυμα.
- πόσα mol γλυκόζης περιέχονται στο τελικό διάλυμα.
- τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος.

γ) Να εξηγήσετε αν το τελικό διάλυμα θα είναι περισσότερο ή λιγότερο γλυκό από το αρχικό.

16. Σε 500 mL υδατικού διαλύματος KOH συγκέντρωσης 0,1 mol/L προστίθενται 5,6 g στερεού KOH χωρίς πρακτικά να μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος.

α) Να εκτιμήσετε αν η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος θα είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με την αρχική συγκέντρωση.

β) Να υπολογίσετε:
- πόσα mol KOH περιείχε αρχικά το διάλυμα.
- πόσα mol KOH προστέθηκαν.
- πόσα mol KOH περιέχονται στο τελικό διάλυμα (μετά την προσθήκη).
- τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος.

γ) Συμφωνεί η τιμή της συγκέντρωσης που υπολογίσατε με την αρχική σας εκτίμηση;

17. Αναμιγνύονται 200 mL υδατικού διαλύματος H_2SO_4 συγκέντρωσης 0,4 mol/L (Διάλυμα Α) με 200 mL υδατικού διαλύματος H_2SO_4 συγκέντρωσης 0,2 mol/L (Διάλυμα Β) και προκύπτει διάλυμα Γ.

α) Να εκτιμήσετε την περιοχή τιμών που μπορεί να λάβει η συγκέντρωση του διαλύματος Γ.

β) Να υπολογίσετε:
- πόσα mol H_2SO_4 περιέχονται στο διάλυμα Α.
- πόσα mol H_2SO_4 περιέχονται στο διάλυμα Β.
- πόσα mol H_2SO_4 περιέχονται στο διάλυμα Γ.
- τον όγκο του διαλύματος Γ.
- τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος Γ.

γ) Συμφωνεί η τιμή της συγκέντρωσης που υπολογίσατε με την αρχική σας εκτίμηση;

18. Αναμιγνύονται 400 mL υδατικού διαλύματος H_3PO_4 συγκέντρωσης 0,2 mol/L (Διάλυμα Α) με 200 mL υδατικού διαλύματος H_3PO_4 συγκέντρωσης 0,2 mol/L (Διάλυμα Β) και προκύπτει διάλυμα Γ.

α) Να εκτιμήσετε αν η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος θα είναι μεγαλύτερη, μικρότερη ή ίση με την αρχική συγκέντρωση.

β) Να υπολογίσετε:
- πόσα mol H_3PO_4 περιέχονται στο διάλυμα Α.
- πόσα mol H_3PO_4 περιέχονται στο διάλυμα Β.
- πόσα mol H_3PO_4 περιέχονται στο διάλυμα Γ.
- τον όγκο του διαλύματος Γ.
- τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος Γ.

γ) Συμφωνεί η τιμή της συγκέντρωσης που υπολογίσατε με την αρχική σας εκτίμηση;

Β' Ομάδα

1. Ποιο από τα παρακάτω διαλύματα έχει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση;

Διάλυμα Α όγκου 300 mL στο οποίο περιέχονται διαλυμένα 0,6 mol $NaC\ell$.

Διάλυμα Β όγκου 2 L στο οποίο περιέχονται διαλυμένα 117 g $NaC\ell$.

2. Διαθέτουμε δύο διαλύματα φρουκτόζης Α και Β με συγκεντρώσεις 0,4 mol/L και 0,8 mol/L αντίστοιχα. Να υπολογίσετε την αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμίξουμε τα διαλύματα, ώστε να προκύψει διάλυμα με συγκέντρωση 0,5 mol/L.

3. Να υπολογίσετε πόσα g στερεού NaOH πρέπει να προστεθούν σε 400 mL υδατικού διαλύματος NaOH συγκέντρωσης 0,2 mol/L ώστε η συγκέντρωσή του να διπλασιαστεί.

4. Αναμιγνύουμε δύο διαλύματα NaOH συγκέντρωσης 0,2 mol/L και 0,6 mol/L με αναλογία όγκων 1/3 αντίστοιχα. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος.

5. Χρυσός στον ωκεανό: Περίπου $6 \cdot 10^9$ g χρυσού θεωρείται ότι διαλύονται στους ωκεανούς του κόσμου. Αν ο συνολικός όγκος των ωκεανών είναι $1,5 \cdot 10^{21}$ L, ποια είναι η μέση συγκέντρωση του χρυσού στο θαλασσινό νερό;

6. Αιμοσφαιρίνη στο αίμα: Ένας τυπικός ενήλικας περιέχει 6,0 L αίματος στο σώμα του. Η περιεκτικότητα του αίματος σε αιμοσφαιρίνη είναι περίπου 15,5 g/100 mL. Η κατά προσέγγιση μοριακή μάζα της αιμοσφαιρίνης είναι 64.500 g/mol. Να υπολογίσετε πόσα mol αιμοσφαιρίνης υπάρχουν στο σώμα ενός τυπικού ενήλικα.

7. Σε ένα φλυτζάνι (200 mL) ζεστό τσάι προσθέσαμε 2 κουταλάκια του γλυκού ζάχαρη (8 g). Σε ένα φλυτζάνι (200 mL) τσάι συνηθίζουμε να βάζουμε 3 κουταλάκια του γλυκού ζάχαρη (12 g), αλλά δεν είχαμε αυτήν την ποσότητα. Σκεφτήκαμε να ζεστάνουμε το τσάι για να εξατμίσουμε το νερό και να έχουμε την επιθυμητή συγκέντρωση σε ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Πόσα mL νερού θα πρέπει να εξατμιστούν;

8. Στο... αναλυτικό εργαστήριο: Η παρασκευή υδατικών διαλυμάτων στα χημικά εργαστήρια γίνεται με χρήση απιονισμένου νερού. Το απιονισμένο νερό δεν περιέχει ιόντα και ο απιονισμός του πόσιμου νερού γίνεται με χρήση ειδικά κατασκευασμένων ιοντοανταλλακτικών ρητίνων οι οποίες χρειάζονται συχνά αντικατάσταση.

Ας υποθέσουμε ότι εργάζεστε σε ένα αναλυτικό εργαστήριο και για μια επείγουσα ανάλυση χρειάζεστε ένα διάλυμα NaOH συγκέντρωσης 0,2 mol/L. Όταν όμως πάτε να πάρετε νερό, διαπιστώνετε ότι η συσκευή δεν λειτουργεί σωστά. Συνεπώς, θα πρέπει να φτιάξετε το διάλυμα με ανάμιξη των ήδη υπαρχόντων διαλυμάτων.

Τα διαλύματα που έχετε στη διάθεσή σας είναι:

Διάλυμα Α: NaOH 0,05 mol/L όγκου 400 mL

Διάλυμα Β: NaOH 0,4 mol/L όγκου 600 mL

Να υπολογίσετε:

α) την αναλογία όγκων με την οποία θα πρέπει να αναμίξετε τα διαλύματα

β) τον μέγιστο όγκο διαλύματος συγκέντρωσης 0,2 mol/L που μπορεί να παρασκευαστεί.

Διερεύνηση στο διαδίκτυο

Να αναζητήσετε στο διαδίκτυο πληροφορίες για 3 βαρέα τοξικά μέταλλα που ρυπαίνουν τη θάλασσα και απαντήστε στις ερωτήσεις:

α) Ποιες είναι οι κυριότερες πηγές ρύπανσης;

β) Πώς εισέρχονται στη διατροφική αλυσίδα;

γ) Ποια τα επιτρεπτά όρια;

δ) Στις περιπτώσεις που υπερβαίνουν τα επιτρεπτά όρια τι μέτρα προτείνετε;

Απαντήσεις - Υποδείξεις

Α' Ομάδα	Β' Ομάδα
1. Σύμφωνα με τη θεωρία	**1.** Α
2. Σύμφωνα με τη θεωρία	**2.** $V_1/V_2=3$
3. Σύμφωνα με τη θεωρία	**3.** 3,2 g
4. α) 1mol/L, β) 1 mol/L, γ) 0,2 mol/L δ) 0,25 mol/L	**4.** 0,5 mol/L
5. γ	**5.** $2\cdot10^{-14}$ mol/L
6. 0,1 mol	**6.** 0,014 mol
7. 3,57 g	**7.** 67 mL
8. γ	**8.** $V_A/V_B=4/3$ – 0,7 L
9. β	
10. δ	
11. β	
12. Λ-Σ-Λ-Σ	
13. 0,5 L	
14. 0,06 mol-0,06 mol-1L-0,06 mol/L	
15. 0,1 mol-0,1 mol-0,4 L-0,25 mol/L	
16. 0,05 mol-0,1 mol-0,15 mol-0,3 mol/L	
17. 0,08 mol-0.04 mol-0,12 mol-0,4 L-0,3 mol/L	
18. 0,08 mol-0.04 mol-0,12 mol-0,6 L-0,2 mol/L	

Λύσεις των ασκήσεων του βιβλίου

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. Σχετικές ατομικές μάζες (για υπολογισμούς)

Όνομα	Σύμβολο	A_r
Άζωτο	N	14
Άνθρακας	C	12
Αργίλιο	Al	27
Άργυρος	Ag	108
Ασβέστιο	Ca	40
Βάριο	Ba	137
Βρώμιο	Br	80
Θείο	S	32
Ιώδιο	I	127
Κάλιο	K	39
Κασσίτερος	Sn	119
Μαγγάνιο	Mn	55
Μαγνήσιο	Mg	24
Μόλυβδος	Pb	207
Νάτριο	Na	23
Οξυγόνο	O	16
Πυρίτιο	Si	28
Σίδηρος	Fe	56
Υδράργυρος	Hg	201
Υδρογόνο	H	1
Φθόριο	F	19
Φωσφόρος	P	31
Χαλκός	Cu	63,5
Χλώριο	Cl	35,5
Ψευδάργυρος	Zn	65

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. Θεμελιώδη μεγέθη και μονάδες στο SI

Θεμελιώδες μέγεθος		Θεμελιώδης μονάδα	
Όνομα	Σύμβολο	Όνομα	Σύμβολο
Χρόνος	t	Δευτερόλεπτο	s
Μήκος	l, x, r, κ.α.	Μέτρο	m
Μάζα	m	Κιλό	kg
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	I, i	Αμπέρ	A
Θερμοκρασία	T	Κέλβιν	K
Ποσότητα ουσίας	n	Μολ	mol
Φωτεινή Ένταση (φωτοβολία)	I_V	Καντέλα (κηρίο)	cd

IUPAC Periodic Table of the Elements

1																	18
1 H hydrogen 1.0080 ± 0.0002	2		Key: atomic number Symbol name abridged standard atomic weight									13	14	15	16	17	2 He helium 4.0026 ± 0.0001
3 Li lithium 6.94 ± 0.06	4 Be beryllium 9.0122 ± 0.0001											5 B boron 10.81 ± 0.02	6 C carbon 12.011 ± 0.002	7 N nitrogen 14.007 ± 0.001	8 O oxygen 15.999 ± 0.001	9 F fluorine 18.998 ± 0.001	10 Ne neon 20.180 ± 0.001
11 Na sodium 22.990 ± 0.001	12 Mg magnesium 24.305 ± 0.002	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al aluminium 26.982 ± 0.001	14 Si silicon 28.085 ± 0.001	15 P phosphorus 30.974 ± 0.001	16 S sulfur 32.06 ± 0.02	17 Cl chlorine 35.45 ± 0.01	18 Ar argon 39.95 ± 0.16
19 K potassium 39.098 ± 0.001	20 Ca calcium 40.078 ± 0.004	21 Sc scandium 44.956 ± 0.001	22 Ti titanium 47.867 ± 0.001	23 V vanadium 50.942 ± 0.001	24 Cr chromium 51.996 ± 0.001	25 Mn manganese 54.938 ± 0.001	26 Fe iron 55.845 ± 0.002	27 Co cobalt 58.933 ± 0.001	28 Ni nickel 58.693 ± 0.001	29 Cu copper 63.546 ± 0.003	30 Zn zinc 65.38 ± 0.02	31 Ga gallium 69.723 ± 0.001	32 Ge germanium 72.630 ± 0.008	33 As arsenic 74.922 ± 0.001	34 Se selenium 78.971 ± 0.008	35 Br bromine 79.904 ± 0.003	36 Kr krypton 83.798 ± 0.002
37 Rb rubidium 85.468 ± 0.001	38 Sr strontium 87.62 ± 0.01	39 Y yttrium 88.906 ± 0.001	40 Zr zirconium 91.224 ± 0.002	41 Nb niobium 92.906 ± 0.001	42 Mo molybdenum 95.95 ± 0.01	43 Tc technetium [97]	44 Ru ruthenium 101.07 ± 0.02	45 Rh rhodium 102.91 ± 0.01	46 Pd palladium 106.42 ± 0.01	47 Ag silver 107.87 ± 0.01	48 Cd cadmium 112.41 ± 0.01	49 In indium 114.82 ± 0.01	50 Sn tin 118.71 ± 0.01	51 Sb antimony 121.76 ± 0.01	52 Te tellurium 127.60 ± 0.03	53 I iodine 126.90 ± 0.01	54 Xe xenon 131.29 ± 0.01
55 Cs caesium 132.91 ± 0.01	56 Ba barium 137.33 ± 0.01	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49 ± 0.01	73 Ta tantalum 180.95 ± 0.01	74 W tungsten 183.84 ± 0.01	75 Re rhenium 186.21 ± 0.01	76 Os osmium 190.23 ± 0.03	77 Ir iridium 192.22 ± 0.01	78 Pt platinum 195.08 ± 0.02	79 Au gold 196.97 ± 0.01	80 Hg mercury 200.59 ± 0.01	81 Tl thallium 204.38 ± 0.01	82 Pb lead 207.2 ± 1.1	83 Bi bismuth 208.98 ± 0.01	84 Po polonium [209]	85 At astatine [210]	86 Rn radon [222]
87 Fr francium [223]	88 Ra radium [226]	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium [267]	105 Db dubnium [268]	106 Sg seaborgium [269]	107 Bh bohrium [270]	108 Hs hassium [269]	109 Mt meitnerium [277]	110 Ds darmstadtium [281]	111 Rg roentgenium [282]	112 Cn copernicium [285]	113 Nh nihonium [286]	114 Fl flerovium [290]	115 Mc moscovium [290]	116 Lv livermorium [293]	117 Ts tennessine [294]	118 Og oganesson [294]

57 La lanthanum 138.91 ± 0.01	58 Ce cerium 140.12 ± 0.01	59 Pr praseodymium 140.91 ± 0.01	60 Nd neodymium 144.24 ± 0.01	61 Pm promethium [145]	62 Sm samarium 150.36 ± 0.02	63 Eu europium 151.96 ± 0.01	64 Gd gadolinium 157.25 ± 0.03	65 Tb terbium 158.93 ± 0.01	66 Dy dysprosium 162.50 ± 0.01	67 Ho holmium 164.93 ± 0.01	68 Er erbium 167.26 ± 0.01	69 Tm thulium 168.93 ± 0.01	70 Yb ytterbium 173.05 ± 0.02	71 Lu lutetium 174.97 ± 0.01
89 Ac actinium [227]	90 Th thorium 232.04 ± 0.01	91 Pa protactinium 231.04 ± 0.01	92 U uranium 238.03 ± 0.01	93 Np neptunium [237]	94 Pu plutonium [244]	95 Am americium [243]	96 Cm curium [247]	97 Bk berkelium [247]	98 Cf californium [251]	99 Es einsteinium [252]	100 Fm fermium [257]	101 Md mendelevium [258]	102 No nobelium [259]	103 Lr lawrencium [262]

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 4 May 2022.

Copyright © 2022 IUP AC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4. Εικονογράμματα κινδύνου (CLP)

Εκρηκτικό 	Φυσικός Κίνδυνος ***Τι σημαίνει;*** Ασταθές εκρηκτικό. Κίνδυνος μεγάλης έκρηξης. ***Τι πρέπει να κάνω;*** ▶Να παραμένουμε σε απόσταση. ▶Να φοράμε προστατευτικά γυαλιά. ▶Να μην πλησιάζουμε το προϊόν σε σπινθήρες, φλόγα ή θερμές επιφάνειες. ***Στις ετικέτες ποιων προϊόντων το συναντάμε;*** Πυροτεχνήματα, πυρομαχικά.
Οξειδωτικό 	Φυσικός Κίνδυνος ***Τι σημαίνει;*** Μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιά (ή να την αναζωπυρώσει). ***Τι πρέπει να κάνω;*** ▶Μη θερμαίνετε. ▶Να φοράτε προστατευτικά ενδύματα. ▶Σε περίπτωση επαφής με τα ρούχα και το δέρμα, ξεπλύνετε με νερό. ***Στις ετικέτες ποιων προϊόντων το συναντάμε;*** Χλωρίνη, οξυγόνο.
Εύφλεκτο 	Φυσικός Κίνδυνος ***Τι σημαίνει;*** Πολύ ή εξαιρετικά εύφλεκτο αέριο, αερόλυμα, υγρό και ατμοί. ***Τι πρέπει να κάνω;*** ▶Μην θερμαίνετε ή ψεκάζετε κοντά σε γυμνή φλόγα. ▶Να χρησιμοποιούνται εργαλεία που δεν παράγουν σπινθήρες. ▶Να διατηρείται το δοχείο ερμητικά κλειστό. ***Στις ετικέτες ποιων προϊόντων το συναντάμε;*** Φωτιστικό έλαιο, βενζίνη, υγρό αποχρωματισμού νυχιών, κόλλα.
Αέριο υπό πίεση 	Φυσικός Κίνδυνος ***Τι σημαίνει;*** Εάν θερμανθεί, μπορεί να εκραγεί, να προκαλέσει εγκαύματα ή τραυματισμούς. ***Τι πρέπει να κάνω;*** ▶Να προστατεύεται από ηλιακές ακτίνες. ▶Να φοράτε προστατευτικά γάντια, ενδύματα, μέσα ατομικής προστασίας για τα μάτια και το πρόσωπο. ***Στις ετικέτες ποιων προϊόντων το συναντάμε;*** Δοχεία ή φιάλες με αέριο.
Επικίνδυνο για το περιβάλλον 	Περιβαλλοντικός Κίνδυνος ***Τι σημαίνει;*** Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς. ***Τι πρέπει να κάνω;*** ▶Να αποφεύγεται η απόρριψη στο περιβάλλον. ▶Σε περίπτωση που χυθεί κάποια ποσότητα, μαζέψτε την. ***Στις ετικέτες ποιων προϊόντων το συναντάμε;*** Ζιζανιοκτόνα, τερεβινθέλαιο, πετρέλαιο, βερνίκι.

Οξεία τοξικότητα 	Κίνδυνος για την Υγεία ***Τι σημαίνει;*** Μπορεί να προκαλέσει βλάβη ή θάνατο σε περίπτωση κατάποσης, εισπνοής ή επαφής με το δέρμα. ***Τι πρέπει να κάνω;*** ▶Απαιτείται προσοχή κατά τον χειρισμό. ▶Μην τρώτε, μην πίνετε, μην καπνίζετε κατά τη χρήση. ▶Χρησιμοποιείτε μέσα ατομικής προστασίας. ▶Αποφύγετε την επαφή με το δέρμα και τα μάτια. ▶Φυλάσσεται κλειδωμένο. ***Στις ετικέτες ποιων προϊόντων το συναντάμε;*** Εντομοκτόνα, ανταλλακτικά υγρά νικοτίνης για ηλεκτρονικά τσιγάρα.
Κίνδυνος για την υγεία 	Κίνδυνος για την Υγεία ***Τι σημαίνει;*** Μπορεί να προκαλέσει αλλεργική δερματική αντίδραση ή σοβαρό οφθαλμικό ερεθισμό, βλάβη σε περίπτωση κατάποσης ή εισπνοής, βλάβη στο περιβάλλον. ***Τι πρέπει να κάνω;*** ▶Αποφύγετε την επαφή με το δέρμα ή τα μάτια. ▶Να αποφεύγεται η απόρριψη στο περιβάλλον. ***Στις ετικέτες ποιων προϊόντων το συναντάμε;*** Απορρυπαντικά, καθαριστικό τουαλέτας, αντιψυκτικό, υγρό καθαρισμού τζαμιών, σιλικόνη, κόλλα τύπου super glue, βερνίκι.
Διαβρωτικό 	Κίνδυνος για την Υγεία ***Τι σημαίνει;*** Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα, να προκαλέσει σοβαρά δερματικές και οφθαλμικές βλάβες. ***Τι πρέπει να κάνω;*** ▶Να διατηρείται στο αρχικό δοχείο. ▶Να φοράτε προστατευτικά γάντια και ενδύματα, μέσα ατομικής προστασίας για τα μάτια και το πρόσωπο. ***Στις ετικέτες ποιων προϊόντων το συναντάμε;*** Καθαριστικά αποχέτευσης, οξέα, βάσεις, αμμωνία, καθαριστικό ψησταριάς.
Σοβαρός κίνδυνος για την υγεία 	Κίνδυνος για την Υγεία ***Τι σημαίνει;*** Μπορεί να βλάψει τη γονιμότητα ή το έμβρυο, να προκαλέσει καρκίνο, αλλεργίες ή συμπτώματα άσθματος, να προκαλέσει βλάβες στα όργανα. ***Τι πρέπει να κάνω;*** ▶Διαβάστε τις οδηγίες προφύλαξης πριν τη χρήση. ▶Αποφύγετε να αναπνέετε σκόνη ή αναθυμιάσεις. ▶Φυλάσσεται κλειδωμένο. ▶Εάν παρουσιάζονται αναπνευστικά συμπτώματα, καλέστε το κέντρο δηλητηριάσεων. ***Στις ετικέτες ποιων προϊόντων το συναντάμε;*** Τερεβινθέλαιο, πετρέλαιο ή φωτιστικό πετρέλαιο.

	Δείγμα αντιδραστηρίου	(1η στήλη) $NaC\ell(aq)$	(2η στήλη) $NaOH(aq)$	(3η στήλη) $Na_2CO_3(aq)$	(4η στήλη) $Na_3PO_4(aq)$
		x	x	x	x
$CuC\ell_2(aq)$ (1η σειρά)	x	x	x	x	x
$CaC\ell_2(aq)$ (2η σειρά)	x	x	x	x	x
$FeC\ell_3(aq)$ (3η σειρά)	x	x	x	x	x

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6. Διαφάνεια για το πείραμα « Τι περιέχει το νερό;»

	Δείγμα αντιδραστηρίου	Δείγμα αντιδραστηρίου	NaOH(*aq*) (1η σταγόνα)	$AgNO_3$(*aq*) (2η σταγόνα)
Δείγμα Α (1η σταγόνα)	X		X	X
Δείγμα Β (2η σταγόνα)	X	X	X	X

	Δείγμα αντιδραστηρίου	(1η στήλη) $CuC\ell_2(aq)$	(2η στήλη) $ZnC\ell_2(aq)$	(3η στήλη) $FeC\ell_3(aq)$	(4η στήλη) $HC\ell(aq)$
Δείγμα αντιδραστηρίου		x	x	x	x
Fe(s) (1η σειρά)	x	x	x	x	x
Zn(s) (2η σειρά)	x	x	x	x	x
Cu(s) (3η σειρά)	x	x	x	x	x

Εικόνες

Οι εικόνες 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 1.1, 1.11, 1.12, 2.3, 3.6, 3.35, 3.36, 4.4, 4.6, 4.8, 4.10, 4.13, 4.15, 4.16, 5.4, 5.14, 5.15, 5.16, 5.20, 5.24, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5, 6.15, 6.17, 6.18, 6.21, 6.22, 6.24, 6.28, 6.29 και οι πλευρικές των σελ. 62, 77, 108, 235, 256 ανήκουν στο προσωπικό αρχείο των συγγραφέων ή είναι ελεύθερες δικαιωμάτων.

10: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SEVESO-1976.jpg

1.2 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tennis_Racket_and_Balls.jpg, Vladsinger at English Wikipedia, CC BY-SA 3.0

1.3 https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Woodcut%3B_an_alchemist_stoking_a_furnace%3B_by_C._Maurer._Wellcome_L0004310.jpg

1.4 https://unric.org/el/#

1.5 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%27Still_Life_with_Bottles,_Wine,_and_Cheese%27_by_John_F._Francis,_1857,_High_Museum.JPG

1.6 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A_U.S._Air_Force_F-117_Nighthawk_lands_during_Northern_Edge_23-1_at_Joint_Base_Elmendorf-Richardson,_Alaska,_May_10,_2023.jpg

1.7 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Li_ion_laptop_battery.jpg

1.8 https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/

1.9 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thunderstorm_on_sea.jpg

1.10 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FIA_F1_Austria_2018_Nr._44_Hamilton.jpg

1.13 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arrhenius2.jpg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marie_Curie_c._1920s.jpg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Portret_van_Professor_Fritz_Haber,_een_chemicus_uit_Duitsland_(foto_1918-_1934),_SFA002023057.jpg

1.14 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linus_Pauling_1962.jpg

1.15 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/53/Graphene_SPM.jpg, U.S. Army Materiel Command, CC BY 2.0

1.16 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Agilent1200HPLC.jpg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Postitmosiac.jpg

2.1 https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/

2.2 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CERN_Aerial_View.jpg,

2.5 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stagg_Field_reactor.jpg, Melvin A. Miller of the Argonne National Laboratory

2.10 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Australia_Day_2013_Perth_39.jpg, Kaoz69, CC BY-SA 3.0

2.13 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Atomic_resolution_Au100.JPG, Maximilien Brice (CERN), CC BY-SA 3.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>, via Wikimedia Commons

2.14 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Populaire_wetenschap.PNG
Originals by Lars Lentz, MarcusObal, Jorgebarrios & Omniii, CC BY-SA 3.0

2.15 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Periodic_table_monument.jpg,

2.16 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mendelejevs_periodiska_system_1871.png

2.17 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HeTube.jpg,
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ArTube.jpg
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NeTube.jpg,
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KrTube.jpg., Pslawinski, CC BY-SA 2.5

2.18 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rb%26Cs_crystals.jpg, ErpingWu,CC BY-SA 4.0

2.19 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Na_(Sodium).jpg, The original uploader was Dnn87 at English Wikipedia, CC BY-SA 3.0

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Graphite-and-diamond-with-scale.jpg, Robert M. Lavinsky,CC BY-SA 3.0
3.1 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stoofbrug-JUL2021-3Dbridge.jpg, Milliped, CC BY-SA 4.0
3.2 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electrical_Hazard.tif, Amityadav8 - Own work, CC BY-SA 3.0
3.3.a https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Water_drop_001.jpg, Lexlex - Own work, CC BY-SA 4.0 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Comparison_of_Table_Salt_with_Kitchen_Salt.png, Ondřej Mangl - Own work
3.4 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edelgase_in_Entladungsroehren.jpg, Alchemist-hp www.pse-mendelejew.de - Own work, CC BY-SA 2.0
3.5 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sodium_chloride_2.JPG, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Na_(Sodium).jpg, Dnn87 at English Wikipedia., CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorine_in_bottle.jpg, W. OelenCC BY-SA 3.0
3.7 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/49/Chlorine_in_bottle.jpg, W. Oelen, CC BY-SA 3.0
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/07/Comparison_of_Table_Salt_with_Kitchen_Salt.png, Lexlex, CC BY-SA 4.0

3.9 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NaCl_bonds.svg, Goran tek-en, CC BY-SA 4.0
3.12 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thunderstorm_on_sea.jpg , Tulumnes, CC BY-SA 4.0
3.14 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Liquid_oxygen_in_a_beaker_4.jpg, U.S. Air Force/Staff Sgt. Jim Araos
3.22 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cation_anion_ion_exchange.jpg, Z22, CC BY-SA 4.0
3.23 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Exxon_Valdez_Cleanup.jpg
3.24 https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=645551
3.27 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spilt_oil_in_Sundarban.jpg, Kallol Mustafa - Own work, CC BY-SA 4.0
3.32 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2006-02-13_Drop_before_impact.jpg
4.1 https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Bottled_water.jpg, H.W.A.C. 101, CC BY-SA 4.0
4.3 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Africa_Watsan_7_(10665637964).jpg, Kate Holt/AusAID, CC BY 2.0
4.7 https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Berzelius-4.jpg
4.11 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dalton%27s_Element_List.jpg
4.12 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Love_by_SillyPuttyEnemies.jpg. Sillyputtyenemies - Own work, CC BY-SA 3.0
4.14 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nitrogen_dioxide.jpg, Izmaelt, CC BY-SA 3.0
4.17 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sulphuric_acid_96_percent_extra_pure.jpg, W. Oelen - CC BY-SA 3.0
5.1 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joseph_Wright_of_Derby_The_Alchemist.jpg.
5.2 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Teekuchen,_Miltenberg,_Germany.JPG. Schnäggli, CC BY-SA 3.0.
5.5 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ammonia_production_installations_-_panoramio.jpg,Tseno Tanev (цено та..., CC BY-SA 3.0.
5.6 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Spoon_recycling_3d_printing.jpg, victorgrigas, CC BY-SA 3.0.
5.7 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:UNICEF-ORS.jpg, Olle Gustavsson, CC BY-SA 4.0
5.10 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Power_Horse_Energy_Drink336.jpg, GoodGod13, CC BY-SA 3.0

5.12 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Field_Trip-_water_sampling.jpg, The Iowa State Department of Agronomy, CC BY-SA 3.0
5.13 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mornou_Lake.jpg, anjči from London, UK, CC BY 2.0
5.17 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:BlueberryMuffin.jpg, Renee Comet (photographer)
5.18 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moscow_Kuryanovo_wastewater_plant_asv2018-08.jpg, A.Savin, FAL
5.19 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bee_Collecting_Pollen_2004-08-14.jpg Jon Sullivan, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hornet-vespa.jpg, PiccoloNamek, CC BY-SA 3.0
5.21 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aggitis_river_cave_(Maaras).jpg, Kladema, CC BY-SA 4.0
5.22 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:6_most_common_battery_types-1.jpg, Lead holder, CC BY-SA 3.0
5.23 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Silver-gilt_bowl_MET_DP105813.jpg, Metropolitan Museum of Art, CC0
5.27 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Farm_fertilizer.jpg
5.28 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Suzuki_alto_body2_-_AIMS.JPG, Pineapple fez, CC BY-SA 3.0 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sodium_azide_01.JPG, Daniel Grohmann, CC BY-SA 3.0
5.29 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Passenger_oxygen_mask_dsc06035.jpg, David Monniaux, CC BY-SA 3.0
5.30 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nissan_Leaf_012.JPG, Tennen-Gas, CC BY-SA 3.0
5.31 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seawifs_global_biosphere.jpg, Provided by the SeaWiFS Project, Goddard Space Flight Center and ORBIMAGE, Public domain
5.32 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fire_triangle_EL.svg, Gustavb + Geraki, CC BY-SA 3.0
5.33 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Hydrogen_refueling.jpg, Ogidya, CC BY-SA 4.0
6.1 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Prototype_kilogram_replica.JPG
6.6 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SI_Illustration_Base_Units_and_Constants_Colour_Full.svg
6.9 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mars_Climate_Orbiter_2.jpg
6.10 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Buckminsterfullerene.svg
6.11 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orlow_(Diamant).jpg
6.12 https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Niger,_Margou_(13),_water_well_with_tree.jpg
6.13 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Titan-crystal_bar.JPG
6.14 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:TFS_SCBA_gear.jpg
6.16 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Exekias_Dionysos_Staatliche_Antikensammlungen_2044_n2.jpg
6.30 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cono_de_Arita_en_el_Salar_de_Arizaro.jpg
6.31 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Marais_salants.jpg, User Gwen4435 on fr.wikipedia, CC BY 1.0

Πλευρική στήλη

σελ. 19 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ALCHEMIA._ANDREAE_LIBAVII.png
σελ. 22(1) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heeger,_Alan_J._(1936).jpg, Vogler,

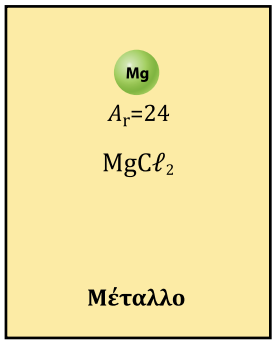
CC BY-SA 3.0
σελ. 22(2) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alan_MacDiarmid_2005.017.004e_crop.tif, Science History Institute, CC BY-SA 3.0
σελ. 22(3) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hideki_Shirakawa.jpg, CC BY 4.0
σελ. 23(1) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nobel_9_Dec_2019_029_copy_(49204051647)_(cropped).jpg, US Embassy Sweden, CC BY 2.0
σελ. 23(2) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stanley_Whittingham_2020.jpg, Stanford Energy, CC BY 3.0
σελ. 23(3) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Akira_Yoshino_cropped_2_Akira_Yoshino_201911.jpg, CC BY 4.0
σελ. 24 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NAMA_Machine_d%27Anticyth%C3%A8re_6.jpg, No machine-readable author provided. Marsyas assumed (based on copyright claims)., CC BY-SA 3.0
σελ. 25 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Luminol2006.jpg, David Muelheims (David Mülheims, Germany), CC BY-SA 2.5
σελ. 31 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Graphen.jpg, AlexanderAlUS, CC BY-SA 3.0
σελ. 51 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:RichardFeynman-PaineMansionWoods1984_copyrightTamikoThiel_bw.jpg, Tamiko Thiel 1984, CC BY-SA 3.0
σελ. 52 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ernest_Rutherford_LOC.jpg
σελ. 53 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Niels_Bohr.jpg, AB Lagrelius & Westphal
σελ. 54 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ranger_3_open_pit.jpg, Geomartin - Own work, CC BY-SA 3.0,
σελ. 57 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Deuterium_oxide_Norsk.jpg, Alchemist-hp (talk)
σελ. 59 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NatCopper.jpg, Native_Copper_Macro_Digon3.jpg: “Jonathan Zander (Digon3)"derivative work: Materialscientist, CC BY-SA 2.5
σελ. 61 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DeadSeaIsrael5.jpg, By xta11 - Own work, CC BY-SA 4.0,
σελ. 68 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:STM_at_the_London_Centre_for_Nanotechnology.jpg, O. Usher (UCL MAPS) - http://www.ucl.ac.uk/maps-faculty/potw/potw/potw1401, CC BY 3.0.
σελ. 71 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:John_Dalton_by_Thomas_Phillips,_1835.jpg
σελ. 72 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gas_centrifuge_cascade.jpg, U.S. Department of Energy, Public domain.
σελ. 84 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Helium_discharge_tube.jpg, Alchemist-hp (talk) (www.pse-mendelejew.de) - Own work, GFDL 1.2.
σελ. 102 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SoSie%2BSoSchiff_Ansicht.jpg, Andrewglaser at English Wikipedia, CC BY-SA 3.0
σελ. 114 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Severnside_fertilizer_works_-_geograph.org.uk_-_189990.jpg, By Sharon Loxton, CC BY-SA 2.0
σελ. 116 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linus_Pauling_1955a.jpg
σελ. 133 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iceberg_in_the_Arctic_with_its_underside_exposed.jpg, AWeith - Own work, CC BY-SA 4.0
σελ. 134 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gas_blending_oxygen_and_helium_analyser.JPG, By Mark.murphy at en.wikipedia
σελ. 136 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Liquidnitrogen.jpg,
Cory Doctorow aka gruntzoki on Flickr - CC BY-SA 2.0,
σελ. 138 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1911_Sickle_Cells.jpg, OpenStax College - CC BY 3.0

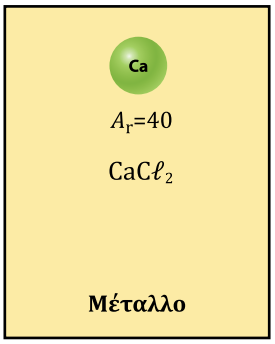
σελ.146 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hard_Water_Calcification.jpg, Bbypnda, CC BY-SA 3.0
σελ. 151(1) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aquamarine_P1000141.JPG, Gunnar Ries Amphibol, CC BY-SA 2.5
σελ. 151(2) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Beryl-70892.jpg, Rob Lavinsky, iRocks.com – CC-BY-SA-3.0, CC BY-SA 3.0
σελ. 157 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Potassium-chromate-sample.jpg, Benjah-bmm27
σελ. 161 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:J%C3%B6ns_Jacob_Berzelius_x_Johan_Way.jpg, Johan Way
σελ. 185 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Recycling_codes_on_products.jpg, Z22 - Own work, CC BY-SA 3.0
σελ. 194 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arrhenius2.jpg, Photogravure Meisenbach Riffarth & Co. Leipzig
σελ. 201 https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f0/Gavin_Power_Plant.jpg, The original uploader was Analogue Kid, CC BY 2.5
σελ. 221 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Extract_of_red_cabbage_in_the_beacker_(pH_indicator).jpg, Alessandro e Damiano - Own work, CC BY 4.0,
σελ. 227 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nefrolit.jpg, Robert R. Wal
σελ. 229 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Painting_of_Volta_by_Bertini_(photo).jpeg
σελ. 230 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Waterpipes.jpeg, Hephaestos at en.wikipedia, CC BY-SA 3.0
σελ. 234 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aluminium_de_Grece_1.jpg, Sogal - CC BY-SA 3.0
σελ. 258 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lead_Gooseneck_-_cropped.jpg
σελ. 259 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Milky_Way_Night_Sky_Black_Rock_Desert_Nevada.jpg, Steve Jurvetson, CC BY 2.0
σελ. 265 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biosph%C3%A8re_Montr%C3%A9al.jpg, Cédric THÉVENET, CC BY-SA 3.0
σελ. 271 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Snow-removal-cleveland-1.jpg, Snow Removal Cleveland, GFDL 1.3
σελ. 277 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hydroxid_ho%C5%99e%C4%8Dnat%C3%BD.PNG
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apollo_13_%E2%80%93_Lithium_hydroxide_device.jpg#file

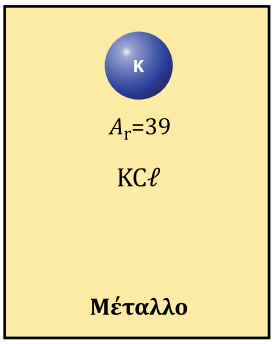
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

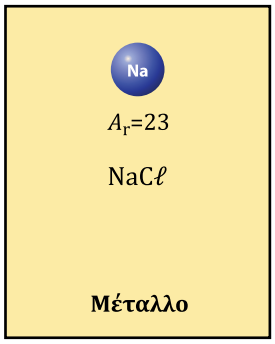
1. P. Atkins, L. Jones and L. Laverman, Chemical Principles, the Quest for insight, 7th edition, W. H. Freeman, 2016.
2. D.D Ebbing, S. D. Gammon, General Chemistry, 11th edition, Brooks/Cole, 2016. (Μετάφραση στα ελληνικά, Ν. Κλούρας, Τραυλός, 2023).
3. T. R. Gilbert, R. V. Kirss, S. L. Bretz and N. Foster, Chemistry An Atoms-Focused Approach, 3rd edition, W. W. Norton & Company, 2020.
4. R. Lawrie, AQA GCSE Chemistry Student Book, 3rd Edition, OUP Oxford, 2016
5. M. Silberberg, P. Amateis, Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change, 8th edition, McGraw Hill, 2017
6. A. M. Stacy, Living by Chemistry, Second Edition, W. H. Freeman, 2015
7. K. S. Taber, Chemical Misconceptions – Prevention, Diagnosis and Cure Vol I: Theoretical background, Royal Society of Chemistry, 2012
8. K. Timberlake, Chemistry: An Introduction to General, Organic, and Biological Chemistry, 13th edition, Pearson, 2019

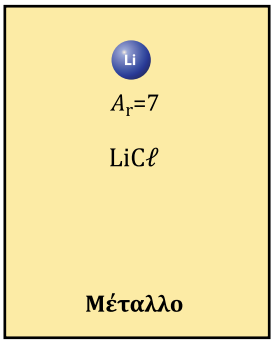
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9. Κάρτες για τις δραστηριότητες σχετικά με τον Περιοδικό Πίνακα

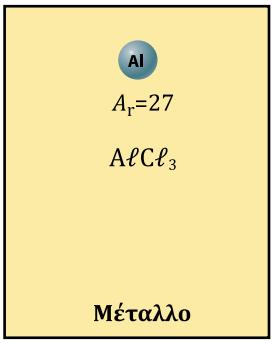


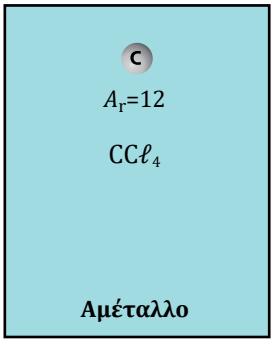













ITYE
ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ