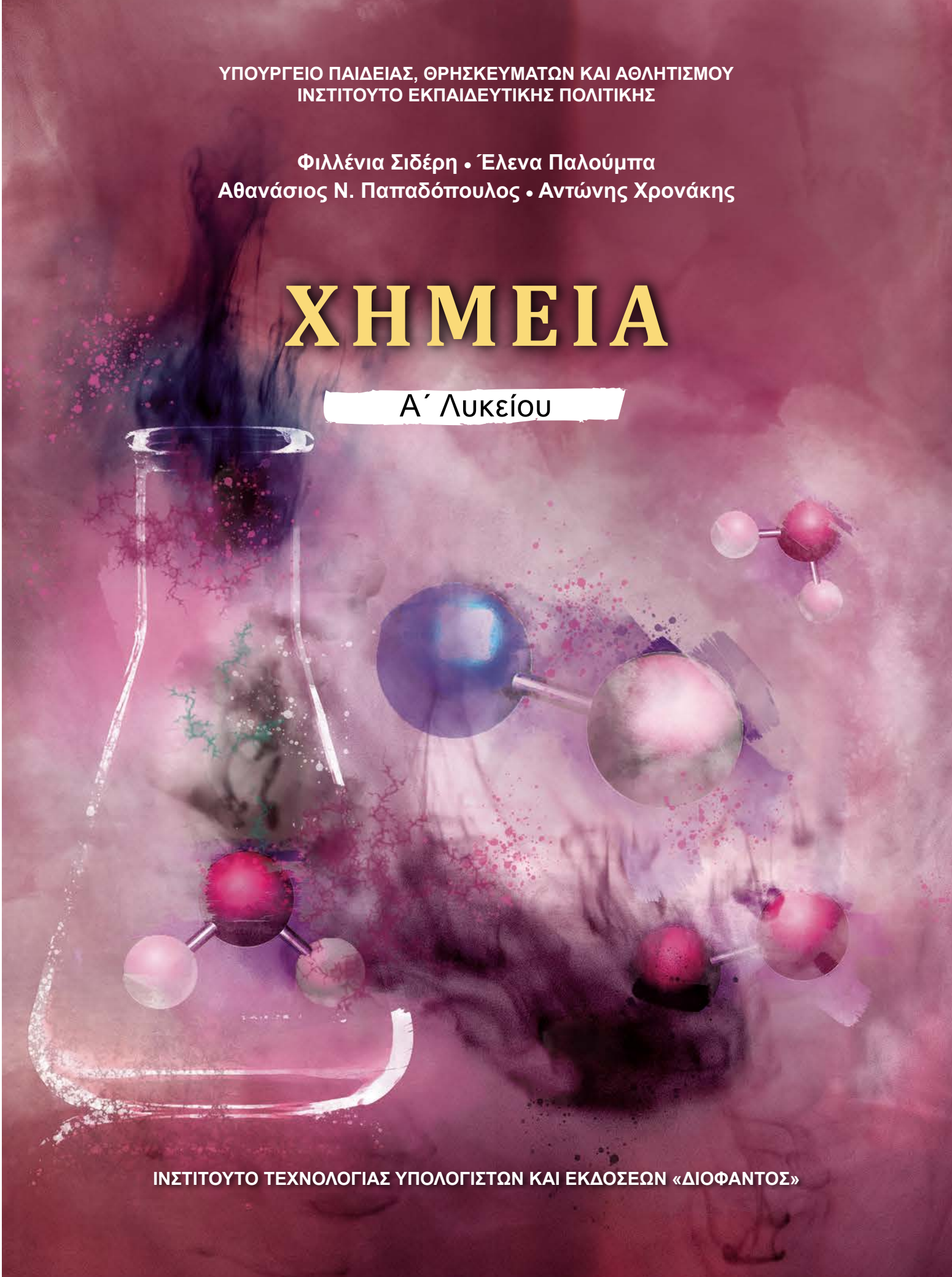
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Φιλλένια Σιδέρη • Έλενα Παλούμπα
Αθανάσιος Ν. Παπαδόπουλος • Αντώνης Χρονάκης

ΧΗΜΕΙΑ

Α΄ Λυκείου



ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΧΗΜΕΙΑ

Α΄ Λυκείου

Επιστημονική Επιτροπή Αξιολόγησης	
Συντονιστής / Αξιολογητής	**Χριστόφορος Κόκοτος** Εν ενεργεία μέλος Δ.Ε.Π.
Αξιολογητής	**Δημήτριος Παπαδόπουλος** Εν ενεργεία εκπαιδευτικός
Αξιολογητής	**Σπύρος Καούρης** Εν ενεργεία εκπαιδευτικός
Τεχνικός Εμπειρογνώμονας	**Ευγενία Παπαδάκη** Πτυχιούχος Πληροφορικής
Επικουρικός Εμπειρογνώμονας	**Παρασκευή Καλογεροπούλου** Πτυχιούχος Γραφιστικής
Υπεύθυνη Διδακτικού Πακέτου για το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής	**Ειρήνη Γεωργάκη** Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ

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

Υπεύθυνος Πράξης
Διονύσιος Μουρελάτος
Σύμβουλος Α΄ του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Αναπληρωτής Υπεύθυνος Πράξης
Στυλιανός Μαυρατζάς
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

Φιλλένια Σιδέρη • Έλενα Παλούμπα
Αθανάσιος Ν. Παπαδόπουλος • Αντώνης Χρονάκης

ΧΗΜΕΙΑ

Α΄ Λυκείου

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ
πεδίο

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε
υπό την αιγίδα του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ

ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΟΜΑΔΑ	**Φιλλένια Σιδέρη**, Χημικός Ιδιωτικής Εκπαίδευσης **Έλενα Παλούμπα**, MSc Χημικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Υπεύθυνη ΕΚΦΕ Λακωνίας **Αθανάσιος Ν. Παπαδόπουλος**, Καθηγητής, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας **Αντώνης Χρονάκης**, Υποψήφιος Δρ, Χημικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης
ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ – ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ	**Σίνος Γκιώκας**, Φυσικός
ΓΛΩΣΣΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ	**Τέτη Παλαιοθοδώρου**, Φιλόλογος
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΤΥΠΟΥ	**Εκδόσεις Πεδίο**
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΟΠΟΙΗΣΗ	**Εκδόσεις Πεδίο**
ΜΑΚΕΤΑ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ	**Στέλλα Κατεργιαννάκη,** Γραφίστρια
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ	
ΣΥΛΛΗΨΗ	**Συγγραφική ομάδα**
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ – ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ	**Φιλλένια Σιδέρη**
ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ	**Αναστάσιος Πάλλας, Connexion3 ΙΚΕ**

Οι εικόνες-φωτογραφίες στις οποίες δεν αναφέρονται πηγές ανήκουν ή έχουν δημιουργηθεί από τους συγγραφείς

Ψηφιακός πόρος για τον καθηγητή

Παράρτημα – Χρήσιμοι πίνακες

Αναλυτικές απαντήσεις-λύσεις

ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΒΙΒΛΙΟΥ

Η Χημεία είναι η κεντρική επιστήμη – Παράθυρο στη ζωή και στον κόσμο

Η Χημεία αναγνωρίζεται διεθνώς ως κεντρική επιστήμη και χαρακτηρίζεται από το δικό της πλαίσιο μεθόδων, θεωριών και νόμων και το δικό της ερευνητικό πεδίο. Η αλματώδης πρόοδος της Χημείας επηρεάζει όλες σχεδόν τις πτυχές της καθημερινής, οικονομικής και κοινωνικής ζωής και συμβάλλει στη συνεχή βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου, μέσα από τις εφαρμογές της, οι οποίες άπτονται όλων των πτυχών της καθημερινότητας, επηρεάζουν και επηρεάζονται από την τεχνολογική ανάπτυξη, αποτελούν τον κύριο μοχλό ανάπτυξης της οικονομίας και της παγκόσμιας ευημερίας, συνδέονται με την προστασία του περιβάλλοντος και την αειφόρο ανάπτυξη. Σημαντική είναι η συνεισφορά της Χημείας και στις επιστήμες της Βιολογίας, της Φαρμακευτικής, της Γεωπονίας, της Γεωλογίας, της Ιατρικής, της Επιστήμης Περιβάλλοντος, της Επιστήμης Υλικών, της Αρχαιολογίας και της Μηχανικής.

Ίσως όμως ακόμη πιο σημαντική είναι η συμβολή της επιστήμης της Χημείας στην εξήγηση του κόσμου που μας περιβάλλει, στην ερμηνεία του φαινομένου της ζωής και στην προστασία της ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος. Ως κεντρική επιστήμη **έχει ισχυρή επιστημονική διάσταση**, υιοθετεί τον ορθό λόγο, απαιτεί και αξιοποιεί τη μαθηματική σκέψη, ενισχύει την κριτική ικανότητα, τη φαντασία και τη δημιουργικότητα. Η δυνατότητα της ερμηνείας του φαινομένου της ζωής μέσω της Χημείας παρέχει τα εννοιολογικά και μεθοδολογικά εργαλεία για την καταπολέμηση των προκαταλήψεων, των αντιεπιστημονικών θεωριών συνωμοσίας, των μηχανισμών χειραγώγησης και ως εκ τούτου **ενισχύει τη δημοκρατία**. Είναι προφανές ότι το πλήθος των εφαρμογών της Χημείας εγείρει και προβληματισμούς και ανησυχίες για τις περιβαλλοντικές, τις κοινωνικές και τις ηθικές επιπτώσεις από την ανεξέλεγκτη χρήση των χημικών και την υπερκατανάλωση φυσικών πόρων, για τη διαχείριση των οποίων απαιτείται ένα συνεκτικό σώμα γνώσεων Χημείας.

Κύριος σκοπός αυτού του βιβλίου, *στο πλαίσιο που ορίζει το ΑΠΣΧ,* είναι η πρώτη προσέγγιση των επιστημονικών θεωριών της Χημείας, ώστε αφενός να αναπτυχθεί ένα κρίσιμο επιστημονικό υπόβαθρο, απαραίτητο για κάθε πολίτη, και αφετέρου να καλλιεργηθούν ο επιστημονικός τρόπος σκέψης, η κριτική ικανότητα, η ικανότητα διερεύνησης σύγχρονων θεμάτων και προκλήσεων, ο σεβασμός στην τήρηση κανόνων ασφαλείας, η ανάπτυξη θετικών στάσεων των μαθητών και μαθητριών απέναντι στο περιβάλλον, η στάση υπεύθυνου και ενημερωμένου πολίτη απέναντι στις υγειονομικές, διατροφικές κρίσεις και στη διαχείριση των φυσικών πόρων, αλλά και των νέων και παλιότερων υλικών. Σημαντικός στόχος του βιβλίου είναι η ανάπτυξη των προϋποθέσεων για τη διά βίου αυτόνομη εκπαίδευση, ώστε οι μαθητές-αυριανοί πολίτες να είναι σε θέση να διαχειρίζονται τις νέες προκλήσεις και τα ηθικά διλήμματα που θα προκύψουν και το ραγδαία μεταβαλλόμενο κοινωνικό και εργασιακό περιβάλλον.

Για την επίτευξη του σκοπού και των γενικών στόχων του βιβλίου επιδιώκεται η σύνδεση του μαθήματος με την κοινωνία, η διδακτική αξιοποίηση του σχολικού εργαστηρίου και καταβάλλεται προσπάθεια αξιοποίησης της μεθοδολογίας της διερευνητικής-βιωματικής μάθησης, όπου αυτό είναι εφικτό.

Τα θεματικά πεδία της Χημείας είναι τα ίδια σε όλο το φάσμα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αλλά διευρύνεται η έκταση και το βάθος τους ανά βαθμίδα εκπαίδευσης, και είναι τα ακόλουθα:

1. Μελετώντας τα υλικά και το φυσικό περιβάλλον.
2. Από τον μακρόκοσμο στον μικρόκοσμο, στο άτομο και στη δομή του.
3. Η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων.
4. Οι δυνάμεις μεταξύ των δομικών σωματιδίων των υλικών.
5. Μεταβολές ύλης και ενέργειας: Οι χημικές αντιδράσεις.
6. Η σημασία της Χημείας στην επιστημονική έρευνα, στην τεχνολογία και στην κοινωνία.

ΓΕΝΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΧΗΜΕΙΑΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ
Οι μαθητές και οι μαθήτριες

ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ

Να κατακτήσουν ένα συνεκτικό σώμα γνώσεων Χημείας που θα τους επιτρέπει να κατανοούν:

- τους τρόπους με τους οποίους η Χημεία περιγράφει και μοντελοποιεί τη συμπεριφορά και τις ιδιότητες της ύλης
- τη σχέση μεταξύ της δομής και των ιδιοτήτων των χημικών ειδών
- τις θεμελιώδεις αρχές και τις σύγχρονες πρακτικές της Χημείας, καθώς και τις εφαρμογές της στην καθημερινή ζωή, στην οικονομία και στην κοινωνία
- τις σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ της Χημείας και άλλων επιστημών, καθώς και της συνεισφοράς της Χημείας σε άλλους τομείς της γνώσης
- τα βασικά χαρακτηριστικά της επιστημονικής μεθόδου, με έμφαση στον πειραματικό και διερευνητικό της χαρακτήρα
- την κοινωνικο-πολιτισμική διάσταση της Χημείας και τη σημασία της στη σύγχρονη κοινωνία
- τη χημική διάσταση των μεγάλων προβλημάτων που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα, όπως η κλιματική αλλαγή, η ρύπανση, οι ασθένειες, η ενέργεια, η διατροφή
- τις πιθανές λύσεις που μπορεί να προσφέρει η Χημεία.

ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

Να αναπτύξουν:

- την ικανότητα να χρησιμοποιούν τις θεμελιώδεις αρχές και τις σύγχρονες πρακτικές της Χημείας για να διερευνούν, να εξηγούν και να προβλέπουν φαινόμενα
- την ικανότητα να αναλύουν, να αξιολογούν και να συνθέτουν επιστημονικές πληροφορίες
- πειραματικές και ερευνητικές δεξιότητες στη Χημεία, συμπεριλαμβανόμενης της χρήσης των σύγχρονων χημικών τεχνολογιών
- επίγνωση της ανάγκης και της αξίας της συνεργασίας και της επικοινωνίας τόσο στις επιστημονικές δραστηριότητες όσο και γενικότερα
- την ικανότητα να εντοπίζουν σημαντικά προβλήματα στα οποία η Χημεία είναι σε θέση να προτείνει λύσεις
- δημιουργικότητα και δυνατότητες να συμβάλλουν οι ίδιοι/ες σε καινοτόμες λύσεις
- επίγνωση, ως πολίτες του κόσμου, των ηθικών διαστάσεων των εφαρμογών της Χημείας και της χημικής τεχνολογίας
- πολύπλευρα το δυναμικό τους σε συνδυασμό με τα ενδιαφέροντά τους
- ικανότητες αναστοχασμού, μεταγνωστικές και διά βίου μάθησης.

ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΣΤΑΣΕΩΝ

- να αναπτύξουν θετική στάση για τη Χημεία, τις Φυσικές Επιστήμες, την υπεύθυνη επιστημονική έρευνα και τεχνολογική ανάπτυξη και την αειφορική διαχείριση του περιβάλλοντος
- να υιοθετήσουν σύγχρονες θεωρήσεις του κόσμου, ορθολογική ανάλυση των ζητημάτων και λειτουργικές γνώσεις για θέματα που άπτονται της σύγχρονης ζωής σε ατομικό, τοπικό, εθνικό και ευρύτερο επίπεδο
- να αποκτήσουν ικανότητες αυτόνομης και διά βίου μάθησης
- να καλλιεργήσουν στάσεις και συμπεριφορές που διακρίνουν τον ενεργό και δημοκρατικό πολίτη.

Να προετοιμαστούν, να επιβιώσουν και να ευημερήσουν στο σύγχρονο περιβάλλον της οικονομικής και πολιτισμικής παγκοσμιοποίησης, το οποίο χαρακτηρίζεται από τη ραγδαία ανάπτυξη των επιστημών και της τεχνολογίας, αλλά και από πολυπλοκότητα και αβεβαιότητα, καθώς και σημαντικές αλλαγές στη δομή της απασχόλησης.

Να κατακτήσουν πολύπλευρη γνωστική, συναισθηματική και πνευματική ανάπτυξη, ώστε, ανεξάρτητα από φύλο και καταγωγή, να έχουν τη δυνατότητα να εξελιχθούν σε ολοκληρωμένες προσωπικότητες, οι οποίες θα υπερασπίζονται τις αξίες της ελευθερίας, της δημοκρατίας, της συλλογικότητας και της αλληλεγγύης.

Το υποστηρικτικό υλικό για τον καθηγητή με γενικές οδηγίες και φόρμες για την εξυπηρέτηση των στόχων του μαθήματος και οδηγίες για την εκτέλεση των εργαστηριακών ασκήσεων βρίσκεται συγκεντρωμένο στον κωδικό QR, στη σελίδα 4 του βιβλίου.

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Η συνάντηση δύο ανθρώπων είναι σαν την επαφή δύο χημικών ουσιών. Αν υπάρξει αντίδραση, τότε μεταμορφώνονται και οι δύο.

Carl Jung

Για τον μαθητή/τη μαθήτρια

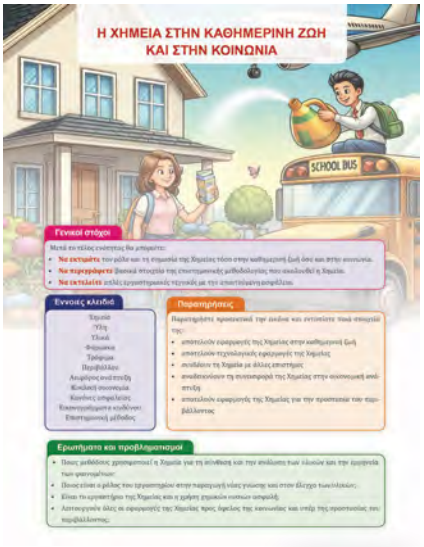
Δεν είναι τυχαία η αναλογία χημικών ουσιών – ανθρώπων που κάνει ο μεγάλος ψυχίατρος και πατέρας της ψυχανάλυσης Carl Jung. Έχει κατανοήσει ότι το φαινόμενο της ζωής σε όλες του τις εκφράσεις είναι θέμα… Χημείας.

Οι στόχοι μας είναι, χρησιμοποιώντας αυτό το βιβλίο, να αποκτήσεις ένα συνεκτικό σώμα γνώσεων Χημείας που θα σου επιτρέψει να κατανοήσεις και εσύ ότι ο κόσμος που σε περιβάλλει και η ίδια η ύπαρξή σου είναι θέμα… Χημείας, να αποκτήσεις έναν επιστημονικό τρόπο να σκέφτεσαι που θα σε προστατέψει από τις προκαταλήψεις και τις θεωρίες συνωμοσίας, να καλλιεργήσεις συνείδηση υπεύθυνου πολίτη και για όλα αυτά να αγαπήσεις τη Χημεία.

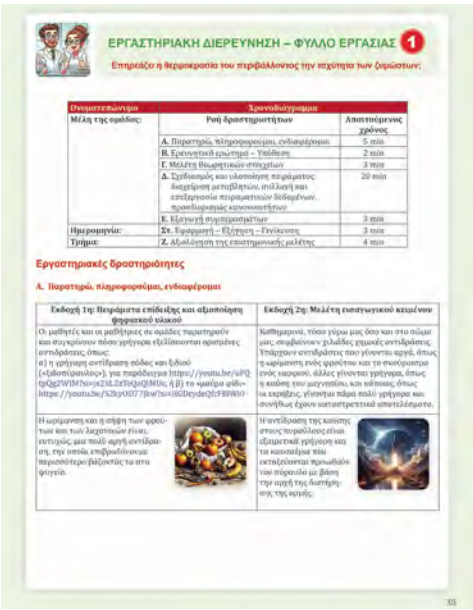
Για να πετύχουμε τους στόχους αυτούς, επιλέξαμε τη δομή και το περιεχόμενο του βιβλίου που σου παρουσιάζουμε.

Η δομή του βιβλίου

Το βιβλίο αποτελείται από έξι ενότητες και κάθε ενότητα χωρίζεται σε παραγράφους. Κάθε ενότητα εισάγεται με μια εικόνα που πρέπει να παρατηρήσεις και να σκεφτείς τα θεμελιώδη ερωτήματα που προκύπτουν, ώστε να κατανοήσεις γιατί αξίζει να τα μάθεις όλα αυτά.



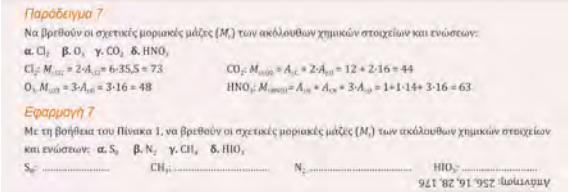
Στο βιβλίο σου είναι ενσωματωμένες **οι εργαστηριακές δραστηριότητες και τα φύλλα εργασίας και αξιολόγησης** που πρέπει να συμπληρώσεις και γι' αυτό θα πρέπει να το έχεις πάντα μαζί σου. Όλα τα πειράματα είναι και βιντεοσκοπημένα και μπορείς να τα δεις σε διαδραστικό βίντεο, αν δεν μπορείς να τα εκτελέσεις, το οποίο έχει ενσωματωμένες ερωτήσεις για τη διαδικασία.



Σε κάθε παράγραφο:

- Παρατίθενται τα **βασικά στοιχεία της θεωρίας,** σε πολλά σημεία της οποίας δίνονται υπερκείμενα με συμπληρωματικές πληροφορίες, φωτογραφίες ή σκίτσα τα οποία αναπαριστούν ή περιγράφουν τα φαινόμενα που εξετάζονται, ή αναπαραστάσεις πειραμάτων, ώστε να έχεις άμεση εποπτεία

και να κατανοείς καλύτερα τη θεωρία. Κάθε λυμένο παράδειγμα συνοδεύεται από μια παρόμοια εφαρμογή, την οποία μπορείς να λύσεις επάνω στο βιβλίο, ώστε να ελέγξεις άμεσα αν κατανόησες καλά το παράδειγμα.


Παράδειγμα 7
Να βρεθούν οι σχετικές μοριακές μάζες (M_r) των ακόλουθων χημικών στοιχείων και ενώσεων:
α. Cl_2 β. O_3 γ. CO_2 δ. HNO_3
Cl_2: $M_{r(Cl_2)} = 2 \cdot A_{r(Cl)} = 2 \cdot 35,5 = 71$
CO_2: $M_{r(CO_2)} = A_{r(C)} + 2 \cdot A_{r(O)} = 12 + 2 \cdot 16 = 44$
O_3: $M_{r(O_3)} = 3 \cdot A_{r(O)} = 3 \cdot 16 = 48$
HNO_3: $M_{r(HNO_3)} = A_{r(H)} + A_{r(N)} + 3 \cdot A_{r(O)} = 1 + 1 \cdot 14 + 3 \cdot 16 = 63$
Εφαρμογή 7
Με τη βοήθεια του Πίνακα 1, να βρεθούν οι σχετικές μοριακές μάζες (M_r) των ακόλουθων χημικών στοιχείων και ενώσεων: α. S_8 β. N_2 γ. CH_4 δ. HIO_3
S_8: ..... CH_4: ..... N_2: ..... HIO_3: .....
Απάντηση: 256, 16, 28, 176

- Σε ορισμένες ενότητες υπάρχουν βιντεοσκοπημένα απλά ή διαδραστικά βιντεομαθήματα, τα οποία μπορείς να παρακολουθήσεις οποιαδήποτε στιγμή.
- Υπάρχει μεγάλος αριθμός υποδειγματικά λυμένων ασκήσεων οι οποίες επίσης συνοδεύονται από εφαρμογές για τον άμεσο έλεγχο της κατανόησης.
- Η διδασκαλία της ενότητας ολοκληρώνεται με **«Το κεφάλαιο σε τίτλους»** που περιλαμβάνει τα βασικά στοιχεία της ενότητας.

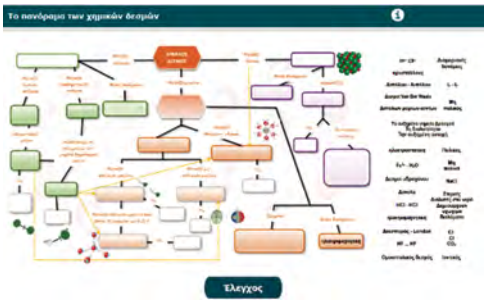
- *Για τον έλεγχο των γνώσεών σου:*

Στο τέλος κάθε μαθήματος υπάρχουν ερωτήσεις και ασκήσεις, για να ελέγξεις τις γνώσεις σου και να εξασκηθείς.

- Τις αναλυτικές απαντήσεις στις ερωτήσεις και στις ασκήσεις του βιβλίου, **μπορείς να τις βρεις σκανάροντας τον διπλανό κωδικό QR.**

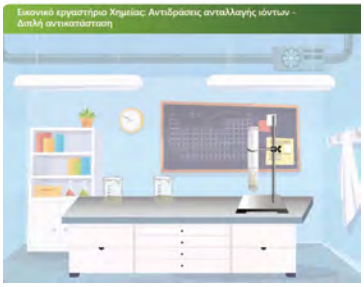
Απαντήσεις – Λύσεις

- Ταυτόχρονα, ένας σημαντικός αριθμός επαναληπτικών ερωτήσεων ανοικτού και κλειστού τύπου με τις απαντήσεις τους, αλλά και ακροστιχίδες, σταυρόλεξα, διαδραστικοί εννοιολογικοί χάρτες, κουίζ είναι διαθέσιμα ηλεκτρονικά **ως ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα.**




ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ Α2-1
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: 45 min
Στις ερωτήσεις 1.1-1.5 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση
Θέμα 2

- Σε πολλές ενότητες υπάρχει ένα τουλάχιστον ηλεκτρονικό επαναληπτικό φύλλο αξιολόγησης με τις απαντήσεις του.
- Για τη σύνθεση των γνώσεων που απέκτησες και τον έλεγχο της κατανόησης των βασικών εννοιών προτείνονται πολλά διαδραστικά εννοιολογικά σχήματα που θα σε βοηθήσουν να αξιολογήσεις την προσπάθειά σου και να διορθώσεις τα λάθη που θα εντοπίσεις.
- Στον διαδραστικό Περιοδικό Πίνακα μπορείς να βρεις αναλυτικές πληροφορίες για τα 36 πρώτα στοιχεία.



Επίσης υπάρχουν προσομοιώσεις εργαστηριακών ασκήσεων με τις οποίες μπορεί να εκτελέσεις απλά πειράματα, ώστε να εξοικειωθείς με τις διαδικασίες της Χημείας.

Επειδή, ξέρουμε πως αγαπάμε ό,τι καταλαβαίνουμε, ελπίζουμε το βιβλίο να σε βοηθήσει να κατανοήσεις τη Χημεία σου, να ξυπνήσει την όρεξή σου να μάθεις και άλλα πράγματα, και επομένως και να την αγαπήσεις.

ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Η αξία του εργαστηρίου

«Πειράματα κάνομεν εξεπίτηδες, διά να μάθωμεν ακριβέστερον την φύσιν των αντικειμένων και διά να αποκαλύψωμεν τους εις τους οποίους υπόκεινται κανόνες»

Κ. Μ. Κούμας, Μεγάλος Διδάσκαλος του Γένους (1777-1836)

Το Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών είναι ένας χώρος βιωματικής μάθησης όπου φαινόμενα, έννοιες και νόμοι μπορούν να διερευνηθούν, να αισθητοποιηθούν και να κατανοηθούν σε σημαντικό βαθμό. Στον χώρο αυτό οι μαθητές/ήτριες έχουν τη δυνατότητα της ενεργού - «hands-on» συμμετοχής, της δοκιμής και λάθους, της συνεργατικής μάθησης, της ανταλλαγής υποθέσεων, της συναπόφασης, της διατύπωσης τεκμηριωμένων συμπερασμάτων κ.ά. Έτσι, καθώς η θεωρία συνδέεται με την πρακτική εφαρμογή της, η σχολική γνώση αποκωδικοποιεί φαινόμενα της καθημερινής ζωής και αναπλαισιώνεται σε επιστημονική γνώση με τρόπο ομαλό, ευχάριστο και μαθησιακά χρήσιμο. Παράλληλα, ήπιες δεξιότητες, όπως η επικοινωνία, η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα και ο αλληλοσεβασμός, καλλιεργούνται και ενδυναμώνονται ισχυρά. Το Σχολικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, τέλος, είναι ίσως ο μόνος σχολικός χώρος όπου οι σύγχρονες προσεγγίσεις της διερευνητικής και ανακαλυπτικής μάθησης, καθώς και ολιστικές προσεγγίσεις (STEAM, Tinkering) μπορούν να υλοποιηθούν αποτελεσματικά.

Η συνεισφορά της εργαστηριακής διδασκαλίας στο διδακτικό αντικείμενο της Χημείας είναι ουσιώδης, αφού, μέσω των πειραμάτων, έχετε την ευκαιρία:

- να εξοικειωθείτε με την επιστημονική μέθοδο
- να βελτιώσετε την παρατηρητικότητά σας σε συνδυασμό με τη μελέτη χημικών φαινομένων
- να αναπτύξετε δεξιότητες στη χρήση εργαστηριακών σκευών και επιστημονικών οργάνων
- να επιλύσετε πραγματικά προβλήματα και να αναπτύξετε την κριτική σας σκέψη
- να κατανοήσετε την αξία της τήρησης κανόνων ασφαλείας και της ορθολογικής διαχείρισης –ενδεχομένως επικίνδυνων– χημικών ουσιών.
- να εξερευνήσετε τη χημική συμπεριφορά της ύλης με βιωματικό τρόπο και να επιλύσετε πραγματικά προβλήματα με συνεργασία και συναπόφαση.

Η υλικοτεχνική υποδομή του εργαστηρίου

Για τη διεξαγωγή των πειραμάτων, στο εργαστήριο Χημείας τα παιδιά έρχονται σε επαφή με σκεύη και όργανα που αρχικά δεν τους είναι οικεία. Μερικά από τα πιο σημαντικά είναι:

Σκεύη και όργανα στο σχολικό εργαστήριο

- **Δοκιμαστικοί σωλήνες**: Χρησιμοποιούνται για την ανάμειξη μικρών ποσοτήτων χημικών ουσιών και την παρατήρηση χημικών αντιδράσεων.

- **Ποτήρια ζέσεως, ογκομετρικές και κωνικές φιάλες**: Χρησιμοποιούνται για την παρασκευή διαλυμάτων και τη διεξαγωγή χημικών αντιδράσεων.
- **Ογκομετρικοί κύλινδροι**: Αξιοποιούνται στη μέτρηση του όγκου υγρών, με σχετική ακρίβεια.
- **Σιφώνια και προχοΐδες**: Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και τη μέτρηση υγρών με ακρίβεια.
- **Ηλεκτρονικός ζυγός**: Επιτρέπει τη μέτρηση μαζών με ακρίβεια που εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του.
- **Λύχνος υγραερίου**: Αποτελεί τη συνήθη πηγή θερμότητας για θέρμανση διαφόρων υλικών.

Ο εξοπλισμός θα πρέπει να συντηρείται σωστά και να χρησιμοποιείται με τον ενδεδειγμένο κατά περίπτωση τρόπο.

ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ	
Σκεύος	**Χρησιμότητα**
Αναρροφητήρας (πουάρ)	Μεταφορά και μετάγγιση υγρών με αναρρόφηση.
Γουδί με γουδοχέρι	Λειοτρίβηση και κονιορτοποίηση στερεών.
Γυάλινη ράβδος	Ανάδευση υλικών.
Γυάλινο χωνί	Μετάγγιση υγρών και διήθηση με διηθητικό χαρτί.
Διηθητικό χαρτί	Διαχωρισμός δυσδιάλυτου στερεού από υγρό.
Δοκιμαστικοί σωλήνες	Πραγματοποίηση χημικών δοκιμών.
Εργαστηριακός λύχνος (καμινέτο)	Θέρμανση με υγραέριο.
Ηλεκτρονικός ζυγός	Μέτρηση μάζας αντικειμένων.
Θερμόμετρο	Μέτρηση θερμοκρασίας.
Κωνική φιάλη	Ανάμειξη, αποθήκευση διαλυμάτων, εκτίμηση όγκου.
Λαβίδα ξύλινη	Μεταφορά μικρών αντικειμένων.
Λαβίδα για πυρωμένα αντικείμενα	Μεταφορά θερμών αντικειμένων.
Μεταλλικός δακτύλιος	Στήριξη χωνιών ή φιαλών σε ορθοστάτη.
Μεταλλικός ορθοστάτης	Στήριξη εργαστηριακών σκευών και εξαρτημάτων.
Ογκομετρικός κύλινδρος	Μέτρηση όγκου υγρών.
Ογκομετρική φιάλη	Ακριβής μέτρηση όγκου και παρασκευή διαλυμάτων.
Πεχαμετρικό χαρτί	Προσδιορισμός pH διαλύματος.
Πεχάμετρο	Ακριβής μέτρηση pH διαλύματος.
Ποτήρι ζέσεως	Ανάμειξη, αποθήκευση διαλυμάτων, εκτίμηση όγκου.
Προχοΐδα	Ακριβής μέτρηση όγκου για ποσοτικούς προσδιορισμούς.
Πυρίμαχο πλέγμα	Στήριξη σκευών κατά τη θέρμανση.
Σιφώνιο μετρήσεως	Ακριβής λήψη και μετάγγιση υγρών (μέτρηση εκροής).
Σιφώνιο πληρώσεως	Ακριβής λήψη και μετάγγιση υγρών (μέτρηση περιεχομένου).
Σκεύη τύπου quickfit	Συναρμολόγηση πειραματικών διατάξεων. Συνδέονται μεταξύ τους π.χ. για τη διάταξη της απόσταξης.
Σπάτουλα – Κουτάλι	Λήψη και μεταφορά ουσιών.
Σταγονόμετρο	Προσθήκη μικροποσοτήτων υγρών.
Στήριγμα δοκιμαστικών σωλήνων	Στήριξη, αποθήκευση και στέγνωμα σωλήνων.
Σύριγγα	Ακριβής μέτρηση και μεταφορά υγρών.
Σφαιρική φιάλη	Ανάμειξη και αποθήκευση υγρών.
Σφαιρική φιάλη με εσμυρισμένο στόμιο (κλασματήρας)	Χρήση σε αποστάξεις με ψυκτήρα.
Τρίποδας	Στήριξη αντικειμένων για θέρμανση.
Ύαλος ωρολογίου	Μεταφορά και ζύγιση ουσιών.
Υδροβολέας	Μετάγγιση υγρών, κυρίως νερού.
Ψήκτρα καθαρισμού δοκιμαστικών σωλήνων	Καθαρισμός σωλήνων και φιαλών.
Ψυκτήρας	Συμπύκνωση ατμών κατά την απόσταξη.

Η εργαστηριακή μικροκλίμακα

Η υλοποίηση εργαστηριακών ασκήσεων σε μικροκλίμακα παρέχει αξιόπιστη ακρίβεια στο πλαίσιο των σχολικών εργαστηριακών ασκήσεων και διευκολύνει την υλοποίηση πειραμάτων με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα. Επιπλέον, παρέχει αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα έναντι των κλασικών εργαστηριακών μεθόδων, όπως:

- **Ο περιορισμός της χρήσης επικίνδυνων χημικών ουσιών** και η συνακόλουθη ελαχιστοποίηση του κινδύνου για τους/τις μαθητές/ήτριες.
- **Η οικονομία**, λόγω των μικρότερων απαιτούμενων προμηθειών σε υλικά και αντιδραστήρια.
- **Η περιβαλλοντικά ορθή διαχείριση των ουσιών**, καθώς παράγονται λιγότερα χημικά απόβλητα, αλλά και αξιοποιούνται υλικά ανακύκλωσης.
- **Η ευκολία της υλοποίησης των ασκήσεων**, καθώς απαιτείται σημαντικά λιγότερος και μικρότερου μεγέθους εξοπλισμός και υλικά καθημερινής χρήσης.

Η ασφάλεια στο εργαστήριο

Η ασφάλεια είναι πρωταρχικής σημασίας για την ομαλή λειτουργία του εργαστηρίου, ειδικά κατά την υλοποίηση πειραμάτων Χημείας. Ο/Η εκπαιδευτικός και οι μαθητές/ήτριες οφείλουν να ακολουθούν αυστηρά τους κανόνες ασφαλείας, για να αποτραπούν ατυχήματα και να διασφαλιστεί ένα ασφαλές περιβάλλον εργασίας. Μεταξύ των κανόνων αυτών, ως σπουδαιότεροι αξίζει να αναφερθούν:

- **Η χρήση προστατευτικού εξοπλισμού**: Εργαστηριακή ποδιά, προστατευτικά γυαλιά και γάντια είναι απαραίτητα τις περισσότερες φορές στο εργαστήριο Χημείας. Τα μακριά μαλλιά πρέπει να είναι δεμένα και τα φαρδιά ρούχα ή κοσμήματα να αποφεύγονται.
- **Η καθαριότητα και η οργάνωση**: Οι πάγκοι εργασίας πρέπει να είναι καθαροί και τακτοποιημένοι, χωρίς περιττά αντικείμενα. Στο τέλος κάθε πειράματος, οι πάγκοι εργασίας πρέπει να καθαρίζονται και ο εξοπλισμός να επανατοποθετείται στη θέση του. Πλένουμε τα χέρια μας μετά το πείραμα.
- **Ο προσεκτικός χειρισμός των χημικών ουσιών**: Τα χημικά αντιδραστήρια πρέπει να χρησιμοποιούνται με βάση τις οδηγίες που αναγράφονται στις ετικέτες τους.
- **Η αντιμετώπιση πιθανών ατυχημάτων**: Σε περίπτωση οποιουδήποτε ατυχήματος ή τραυματισμού, πρέπει να ενημερωθεί αμέσως ο/η υπεύθυνος/η εκπαιδευτικός. Στο εργαστήριο πρέπει να υπάρχει φαρμακείο πρώτων βοηθειών, πυροσβεστήρας και βασικός εξοπλισμός για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Τι πρέπει να κάνουμε

- Φοράμε προστατευτικά γυαλιά και ποδιά εργαστηρίου.
- Διαβάζουμε προσεκτικά τις οδηγίες πριν ξεκινήσουμε το πείραμα. Χειριζόμαστε προσεκτικά τα χημικά και τα σκεύη.
- Χρησιμοποιούμε τις συσκευές θέρμανσης με προσοχή.
- Διατηρούμε το εργαστήριο καθαρό και τακτοποιημένο.
- Γνωρίζουμε τη θέση των μέσων ασφαλείας (πυροσβεστήρας, νιπτήρας έκτακτης ανάγκης, φαρμακείο).
- Πλένουμε τα χέρια μας μετά το πείραμα.
- (Συν-)Εργαζόμαστε με ηρεμία και προσοχή.
- Ενημερώνουμε τον/την εκπαιδευτικό **αμέσως** σε περίπτωση ατυχήματος.

Τι δεν πρέπει να κάνουμε

Δεν μυρίζουμε, δεν δοκιμάζουμε, δεν αγγίζουμε χημικές ουσίες.

Δεν αναμειγνύουμε χημικές ουσίες χωρίς οδηγίες.

Τα σύμβολα επικινδυνότητας

Στο σχολικό εργαστήριο, όπως και στην καθημερινή ζωή, χειριζόμαστε υλικά που μπορεί να παρουσιάζουν κινδύνους. Οι κίνδυνοι που παρουσιάζουν τα υλικά επισημαίνονται με μια διεθνή κωδικοποίηση, τα σύμβολα επικινδυνότητας ή εικονογράμματα κινδύνου. Η αναγνώριση και η αποκωδικοποίηση των συμβόλων επικινδυνότητας ή εικονογραμμάτων κινδύνου είναι απαραίτητες για την ασφαλή και αποτελεσματική εργασία στο εργαστήριο.

Σύμβολα επικινδυνότητας ή Εικονογράμματα κινδύνου					
	Επιβλαβές για το περιβάλλον		Τοξικό		Εύφλεκτο
	Εκρηκτικό		Σοβαρός κίνδυνος για την υγεία		Διαβρωτικό
	Αέριο υπό πίεση		Οξειδωτικό		Επικίνδυνο για την υγεία

Σε περίπτωση ατυχήματος...

Στο Εργαστήριο Χημείας προσπαθούμε να προλάβουμε και να αποτρέψουμε τα ατυχήματα, αλλά, αν τυχόν συμβεί κάποιο, οφείλουμε να γνωρίζουμε ποιες πρέπει να είναι οι άμεσες ενέργειές μας. Συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα, αναγράφονται ενδεικτικά ορισμένα ατυχήματα και οι τρόποι αντιμετώπισής τους.

ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ	
Ατύχημα στο εργαστήριο	**Αντιμετώπιση**
Χημική ουσία στο δέρμα	Ξεπλένουμε αμέσως με άφθονο νερό και ενημερώνουμε τον/την εκπαιδευτικό.
Χημική ουσία στα μάτια	Πλένουμε τα μάτια με άφθονο νερό για αρκετά λεπτά και ζητάμε βοήθεια.
Φωτιά	Χρησιμοποιούμε πυροσβεστήρα ή καλύπτουμε τη φωτιά με πυρίμαχο ύφασμα, ενημερώνουμε άμεσα τον/την εκπαιδευτικό.
Θραύση γυάλινου σκεύους	Ενημερώνουμε τον/την καθηγητή/ήτρια και απομακρύνουμε προσεκτικά τα θραύσματα με σκουπάκι.
Εισπνοή επικίνδυνων ατμών	Μεταφερόμαστε αμέσως σε καλά αεριζόμενο χώρο και ενημερώνουμε τον/την εκπαιδευτικό.
Χημική ουσία στον πάγκο ή στο πάτωμα	Σταματάμε το πείραμα, ενημερώνουμε τον/την εκπαιδευτικό και καθαρίζουμε σύμφωνα με τις οδηγίες του.
Έγκαυμα	Ξεπλένουμε την περιοχή με κρύο νερό και ειδοποιούμε τον/την καθηγητή/ήτρια.
Αδιαθεσία	Τον/Την απομακρύνουμε σε καθαρό αέρα και ενημερώνουμε τον/την εκπαιδευτικό.
Κατά λάθος ανάμειξη χημικών ουσιών	Σταματάμε κάθε ενέργεια, απομακρυνόμαστε αν υπάρχει κίνδυνος και ειδοποιούμε τον/την καθηγητή/ήτρια.
Ηλεκτροπληξία	Δεν αγγίζουμε το άτομο με γυμνά χέρια, διακόπτουμε την παροχή ρεύματος και καλούμε βοήθεια.

Η ακρίβεια των εργαστηριακών πρακτικών

Η έμφαση στη λεπτομέρεια και η προσεκτική τήρηση των εργαστηριακών οδηγιών και πρωτοκόλλων εγγυώνται την ακρίβεια, την ασφάλεια και την επιστημονική ορθότητα των πειραμάτων στο σχολικό –και όχι μόνο– εργαστήριο. Γι' αυτό θα πρέπει να επιλέγονται προσεκτικά τα κατάλληλα σκεύη και όργανα για την κάθε μέτρηση, να ακολουθούνται τα βήματα των φύλλων εργασίας, να καταγράφονται ορθά οι μετρήσεις, να πραγματοποιούνται οι σχετικοί υπολογισμοί και να αναλύονται τα δεδομένα. Έτσι, οι μαθητές/ήτριες κατανοούν την αξία της επιστημονικής μεθοδολογίας και μαθαίνουν να την τηρούν, αναπτύσσοντας παράλληλα δεξιότητες γνωστικές και κιναισθητικές για την πραγματοποίηση των σχολικών εργαστηριακών δοκιμών, αλλά και για τη ζωή τους.

Ο δεκάλογος κανόνων ασφαλείας στο εργαστήριο

Ο ΔΕΚΑΛΟΓΟΣ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

1. Τοποθετούμε τις τσάντες και τα ρούχα στις κρεμάστρες.
2. Διατηρούμε το εργαστήριο καθαρό και τακτοποιημένο.
3. Πριν αρχίσουμε την εκτέλεση του πειράματος, μελετάμε προσεκτικά το φύλλο εργασίας του πειράματος. Χρησιμοποιούμε τις σωστές ουσίες διαβάζοντας συγκεντρωμένοι τις ετικέτες τους.
4. Κινούμαστε προσεκτικά στο εργαστήριο και μόνο όταν είναι απαραίτητο. Οι κινήσεις μας είναι προσεκτικές, ήρεμες και αρμονικές.
5. Είμαστε πολύ προσεκτικοί αν χρειαστεί να εργαστούμε με φλόγα, με εύφλεκτα υλικά και με πυρωμένο γυαλί, το οποίο δημιουργεί σοβαρότατα εγκαύματα.
6. Οι ασκήσεις με πυκνά οξέα ή αυτές στις οποίες εκλύονται επικίνδυνα αέρια πραγματοποιούνται στον ειδικό χώρο (απαγωγός) και με ανοιχτά παράθυρα.
7. Αναφέρουμε στον καθηγητή μας οποιοδήποτε θέμα προκύψει, ακόμα και αν το θεωρούμε ασήμαντο.
8. Πλένουμε σχολαστικά τα χέρια μας ύστερα από κάθε εργαστηριακή άσκηση.
9. Φοράμε πάντα προστατευτικά εργαστηριακά γυαλιά, μαζεύουμε προς τα πίσω τα μαλλιά μας και, αν υπάρχουν, φοράμε εργαστηριακές μπλούζες. Δεν τρώμε και δεν πίνουμε ΤΙ-ΠΟ-ΤΑ!
10. Πριν φύγουμε από το εργαστήριο, σιγουρευόμαστε ότι οι βρύσες είναι κλειστές, οι λύχνοι υγραερίου κλειστοί και τα παράθυρα ανοιχτά.

Ο πιο σημαντικός κανόνας βέβαια είναι:

Γνωρίζουμε και τηρούμε με ευλάβεια τους κανόνες ασφαλείας!

Και τώρα η σειρά σου

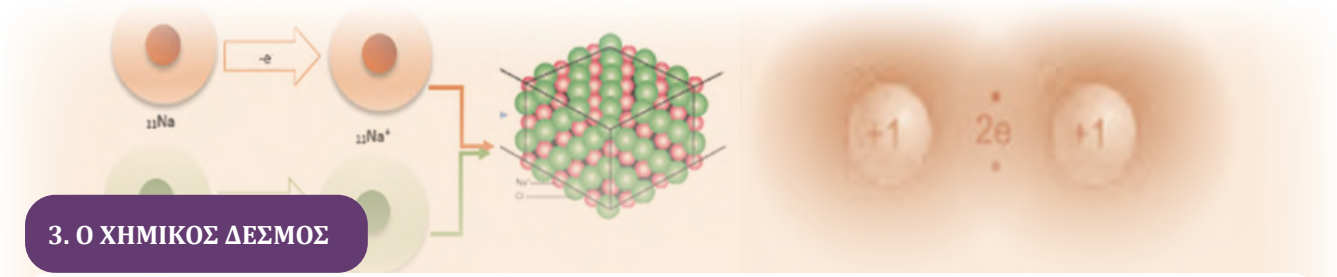
Να επιλέξεις τη σωστή απάντηση σε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις.

1. **Ποιο από τα παρακάτω εργαστηριακά σκεύη θα χρησιμοποιούσες οπωσδήποτε για τη θέρμανση ουσιών;**
   α) Δοκιμαστικός σωλήνας β) Κωνική φιάλη
   γ) Εργαστηριακός λύχνος δ) Χωνί
2. **Ποια είναι η κύρια χρήση της γυάλινης ράβδου στο εργαστήριο;**
   α) Διήθηση διαλυμάτων β) Ανάδευση υλικών
   γ) Μέτρηση θερμοκρασίας δ) Μεταφορά υγρών
3. **Τι πρέπει να κάνουμε αμέσως αν πέσει χημική ουσία στα μάτια μας;**
   α) Κλείνουμε τα μάτια σφιχτά. β) Πλένουμε τα μάτια με άφθονο νερό και ζητάμε βοήθεια.
   γ) Τρίβουμε τα μάτια με ένα χαρτί. δ) Σκουπίζουμε τα μάτια με καθαρό ύφασμα.
4. **Ποιο από τα παρακάτω σύμβολα επικινδυνότητας δείχνει ότι μια ουσία είναι εύφλεκτη;**
   α) Νεκρό ψάρι και δέντρο β) Φλόγα
   γ) Νεκροκεφαλή δ) Χέρι που καίγεται από υγρό
5. **Γιατί είναι σημαντικό να φοράμε προστατευτικά γυαλιά στο εργαστήριο;**
   α) Για να φαίνεται ότι συμμετέχουμε στο πείραμα.
   β) Για να προστατεύσουμε τα μάτια μας από διάφορα επιβλαβή υλικά.
   γ) Για να αποφύγουμε τη σκόνη.
   δ) Για να βελτιώσουμε την όρασή μας.
6. **Τι πρέπει να κάνουμε σε περίπτωση θραύσης γυάλινου σκεύους;**
   α) Μαζεύουμε τα κομμάτια με γυμνά χέρια.
   β) Φυσάμε τα θραύσματα για να τα απομακρύνουμε.
   γ) Ενημερώνουμε τον/την εκπαιδευτικό και χρησιμοποιούμε σκουπάκι για την απομάκρυνση των θραυσμάτων.
   δ) Συνεχίζουμε το πείραμα χωρίς να δώσουμε σημασία.
7. **Ποιο από τα παρακάτω εργαστηριακά σκεύη είναι κατάλληλο για να μετρήσουμε με μεγαλύτερη ακρίβεια τον όγκο ενός υγρού;**
   α) Κωνική φιάλη β) Ποτήρι ζέσεως
   γ) Ογκομετρικός κύλινδρος δ) Σιφώνιο μετρήσεως

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Η ΧΗΜΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ

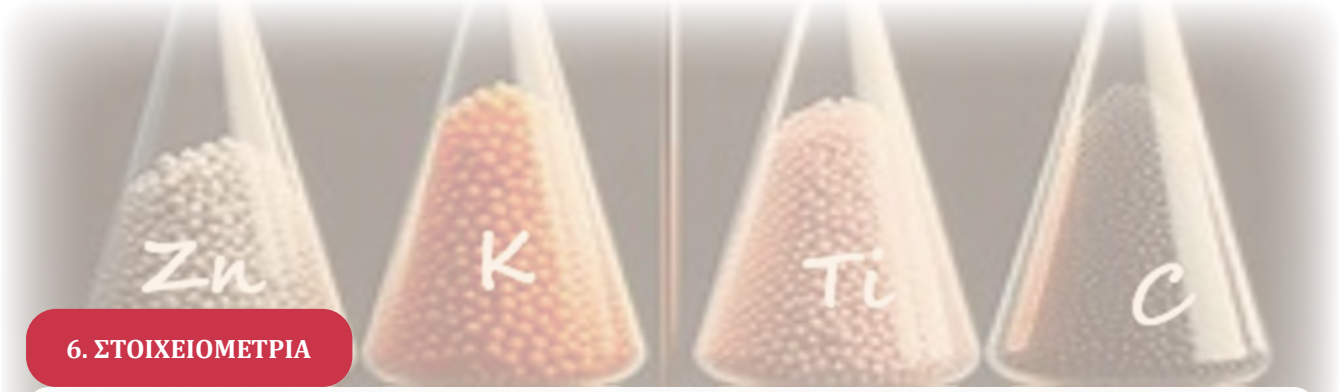
2. Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ – Ο ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ



3. Ο ΧΗΜΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ

4. Η ΓΛΩΣΣΑ ΤΗΣ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

5. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



6. ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ

Η ΧΗΜΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ

Γενικοί στόχοι

Μετά το τέλος ενότητας θα μπορείτε:

- **Να εκτιμάτε** τον ρόλο και τη σημασία της Χημείας τόσο στην καθημερινή ζωή όσο και στην κοινωνία.
- **Να περιγράφετε** βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας που ακολουθεί η Χημεία.
- **Να εκτελείτε** απλές εργαστηριακές τεχνικές με την απαιτούμενη ασφάλεια.

Έννοιες κλειδιά

Χημεία
Ύλη
Υλικά
Φάρμακα
Τρόφιμα
Περιβάλλον
Αειφόρος ανάπτυξη
Κυκλική οικονομία
Κανόνες ασφαλείας
Εικονογράμματα κινδύνου
Επιστημονική μέθοδος

Παρατηρήσεις

Παρατηρήστε προσεκτικά την εικόνα και εντοπίστε ποια στοιχεία της:

- αποτελούν εφαρμογές της Χημείας στην καθημερινή ζωή
- αποτελούν τεχνολογικές εφαρμογές της Χημείας
- συνδέουν τη Χημεία με άλλες επιστήμες
- αναδεικνύουν τη συνεισφορά της Χημείας στην οικονομική ανάπτυξη
- αποτελούν εφαρμογές της Χημείας για την προστασία του περιβάλλοντος

Ερωτήματα και προβληματισμοί

- Ποιες μεθόδους χρησιμοποιεί η Χημεία για τη σύνθεση και την ανάλυση των υλικών και την ερμηνεία των φαινομένων;
- Ποιος είναι ο ρόλος του εργαστηρίου στην παραγωγή νέας γνώσης και στον έλεγχο των υλικών;
- Είναι το εργαστήριο της Χημείας και η χρήση χημικών ουσιών ασφαλή;
- Λειτουργούν όλες οι εφαρμογές της Χημείας προς όφελος της κοινωνίας και υπέρ της προστασίας του περιβάλλοντος;

1.1 Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της

Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να αναγνωρίζετε** τον καθοριστικό ρόλο της Χημείας στην ατομική και κοινωνική ευημερία.
- **Να αναδεικνύετε** τη σύνδεση της επιστήμης της Χημείας με άλλες επιστήμες, όπως Φυσική, Βιολογία, Φαρμακευτική, Γεωλογία, Γεωπονία, Ιατρική κ.ά.

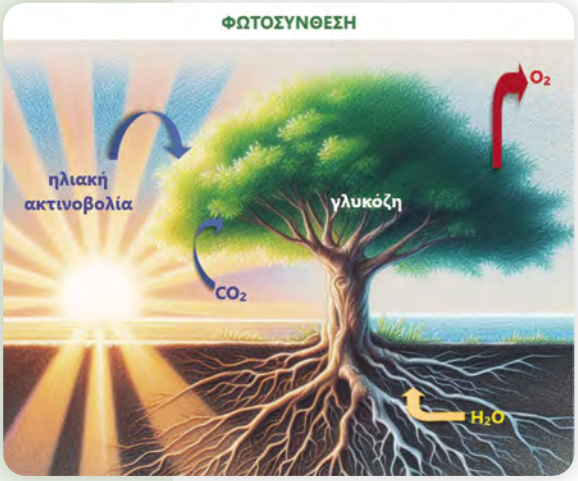
Είναι βέβαιο ότι, αν σας ζητήσουν να φτιάξετε μια εικόνα στο μυαλό σας ακούγοντας τη λέξη «Χημεία», θα σκεφτείτε ανθρώπους με άσπρες ποδιές που κρατούν εργαστηριακά όργανα μέσα σε εργαστήρια γεμάτα πολύπλοκα μηχανήματα. Αν πιστεύετε ότι με τη Χημεία ασχολούνται μόνο οι χημικοί, τότε καλώς ήρθατε στην ομάδα, καθώς εσείς οι ίδιοι κάθε μέρα και κάθε ώρα εκτελείτε πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις, οι οποίες είναι τόσο βαθιά ριζωμένες στην καθημερινότητά σας που δυσκολεύεστε να τις αναγνωρίσετε.

Αναρωτηθήκατε ποτέ γιατί τα διαφορετικά τρόφιμα χρειάζονται διαφορετικό χρόνο για να μαγειρευτούν, γιατί όταν προσθέτουμε μπέικιν πάουντερ στη ζύμη του κέικ ή του ψωμιού αυτό γίνεται αφράτο και μαλακό, πώς βγήκε η λαδιά από το αγαπημένο σας τζιν, πώς τα αντιηλιακά προστατεύουν το δέρμα σας, γιατί το αγαπημένο σας άρωμα μυρίζει διαφορετικά πάνω στο δικό σας δέρμα και πώς το σώμα σας «χωνεύει» το βαρύ σουβλάκι με τις πατάτες που φάγατε ή γιατί η υπάρχει ζωή στη Γη, αλλά είναι μάλλον απίθανο να υπάρχει στον Άρη ή στην Αφροδίτη;

Μάλλον όχι! Είναι μέρος της καθημερινότητάς σας και τα θεωρείτε φυσικό να συμβαίνουν, αλλά στην πραγματικότητα είναι **ΘΕΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ!**

Η ύλη και χαρακτηριστικά της γνωρίσματα

Αλλά ας πάρουμε τα πράγματα από την αρχή…



Χημεία και η σύνθεση των υλικών σωμάτων

Ο κόσμος που μας περιβάλλει, άβιος και έμβιος, αποτελείται από χημικές ουσίες. Ο απαραίτητος για την επιβίωσή μας αέρας είναι ένα μείγμα αζώτου (N_2), οξυγόνου (O_2) και μικρών ποσοτήτων άλλων αερίων, τα πετρώματα και το χώμα αποτελούνται από άλατα και οξείδια, η θάλασσα είναι ένα υδατικό διάλυμα, όπως και το πόσιμο νερό.

Η Χημεία είναι ένα σημαντικό μέρος τόσο της χλωρίδας όσο και της πανίδας, όχι μόνο σε ό,τι αφορά τη σύνθεσή τους, αλλά και τις διεργασίες αποθήκευσης και απελευθέρωσης ενέργειας με τη βοήθεια χημικών αντιδράσεων.

Για παράδειγμα, η **φωτοσύνθεση** είναι μια πολύπλοκη χημική αντίδραση με την οποία τα φυτά παράγουν με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας γλυκόζη, ενώ ταυτόχρονα ελευθερώνουν οξυγόνο και αποθηκεύουν ενέργεια. Την ενέργεια αυτή αξιοποιούν τα ζώα, μεταξύ των οποίων και ο άνθρωπος, καταναλώνοντας τα φυτά ως τρόφιμα με άλλες πολύπλοκες αντιδράσεις που αποτελούν τον **μεταβολισμό**.

Το σώμα σας είναι ένα συναρπαστικό μέρος, ίσως η πιο πολύπλοκη χημική βιομηχανία που γνωρίζουμε. Αποτελείται από χημικές ενώσεις στις οποίες κυριαρχούν τα στοιχεία άνθρακας, οξυγόνο, υδρογόνο, άζωτο και ασβέστιο, ενώ πολλά άλλα στοιχεία, όπως ο φωσφόρος, το νάτριο, το κάλιο, το θείο και πολλά μέταλλα, ρυθμίζουν τις λεπτές λειτουργίες του. Από τη στιγμή που ξυπνάτε έως και την ώρα που κοιμάστε, στην προσωπική σας χημική βιομηχανία πραγματοποιούνται άπειρες χημικές διεργασίες σε κάθε κύτταρο του σώματός σας, διεργασίες που σας τροφοδοτούν με ενέργεια για να αντεπεξέλθετε στις καθημερινές σας ανάγκες, αναπληρώνουν τα κύτταρα του οργανισμού σας, ενεργοποιούν το ανοσοποιητικό σας σύστημα, καθορίζουν τη λειτουργία του εγκεφάλου σας, σας κάνουν να νιώθετε...

Είναι θέμα Χημείας 2

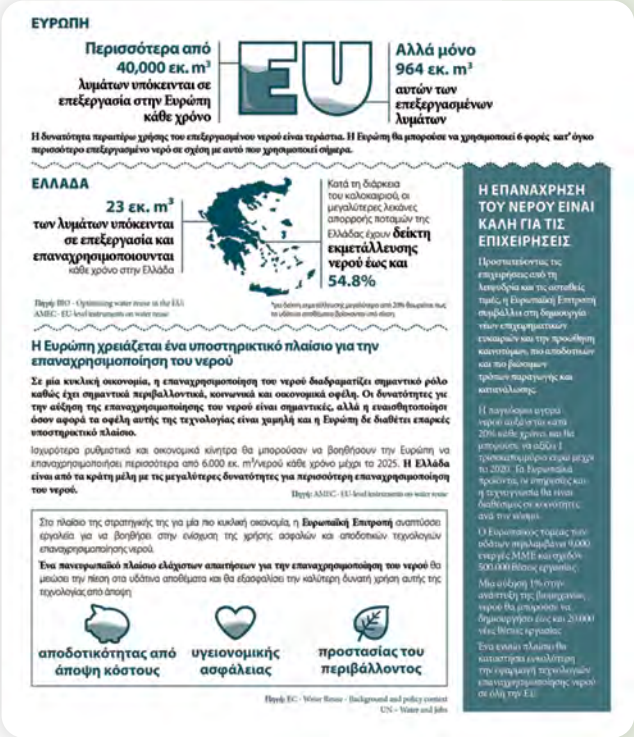
Η Χημεία των συναισθημάτων

Κάθε φορά που αισθάνεστε χαρά, λύπη, άγχος, ζήλια ή νιώθετε ερωτευμένοι ή ευτυχισμένοι ή την καρδιά σας να ραγίζει στο σώμα σας, πραγματοποιούνται πολλές χημικές αντιδράσεις που απελευθερώνουν στον εγκέφαλο χημικές ουσίες-αγγελιαφόρους, όπως οι ενδορφίνες και η ωκυτοκίνη, οι οποίες ονομάζονται νευροδιαβιβαστές και προκαλούν αυτή την έκρηξη συναισθημάτων.

Η Χημεία και οι εφαρμογές της στην καθημερινή ζωή, μια λίστα χωρίς τέλος...

Στο νερό

Το πόσιμο, αλλά και τα εμφιαλωμένα νερά υφίστανται ποιοτικούς ελέγχους και επεξεργασία για την απομάκρυνση των παθογόνων μικροοργανισμών και την πιστοποίηση της καταλληλότητάς τους. Απολύμανση με χλώριο ή με όζον υφίσταται και το νερό των κολυμβητικών δεξαμενών, ώστε να μην περιέχει παθογόνους μικροοργανισμούς σε ποσότητες που να μπορούν να προκαλέσουν λοίμωξη.



Η αύξηση των αναγκών σε νερό με την ταυτόχρονη μείωση των αποθεμάτων του γλυκού νερού, εξαιτίας της υπερκατανάλωσης και της κλιματικής αλλαγής, έχει κάνει επιτακτική την ανάγκη της επαναχρησιμοποίησης του νερού για τη γεωργία και άλλες χρήσεις, και η Χημεία αναπτύσσει τεχνικές καθαρισμού, επεξεργασίας και ελέγχου των λυμάτων που καθιστούν την επαναχρησιμοποίησή του εφικτή.

Επιδημία ισπανικής γρίπης
1918-1919

Δραστηριότητα

Να καταγράψετε τις μεγάλες επιδημίες που έπληξαν την Ευρώπη από τον Μεσαίωνα μέχρι σήμερα και να διερευνήσετε:

1. τις κοινωνικές, δημογραφικές και οικονομικές τους επιπτώσεις
2. τις διαφορές στην αντιμετώπιση και στον αντίκτυπό τους
3. τη συνεισφορά της επιστήμης στην αντιμετώπιση των υγειονομικών κρίσεων
4. τη σημασία του επιστημονικού αλφαβητισμού των πολιτών στη διαχείριση αυτών των κρίσεων.

Στην υγεία

Έχετε σκεφτεί ποτέ πόσο τυχεροί είμαστε στον σύγχρονο κόσμο που η Χημεία είναι τόσο ανεπτυγμένη; Έχετε σκεφτεί τι θα συνέβαινε αν η πρόσφατη πανδημία του COVID-19 (2020-2022) είχε συμβεί τον Μεσαίωνα;

Από τον 14ο έως και τον 18ο αιώνα επιδημίες, όπως η πρόσφατη του COVID-19, μείωναν τον πληθυσμό της Ευρώπης σχεδόν στα 2/3 και οι οικονομικές και κοινωνικές συνέπειές τους ήταν τραγικές και διαρκούσαν εκατονταετίες.

Στην πρόσφατη πανδημία του 2020, η χρήση προστατευτικών μέσων, αντισηπτικών και ειδών προσωπικής υγιεινής και κυρίως η ταχύτητα ανάπτυξης του εμβολίου περιόρισαν τις τραγικές συνέπειες σημαντικά και η ζωή επανήλθε σχετικά γρήγορα στον φυσιολογικό της ρυθμό.

Ποια είναι η σχέση της Χημείας με όλα αυτά;

Είναι εφαρμογές της Χημείας:

- **τα αντισηπτικά** και **τα απολυμαντικά** για την πρόληψη της ανάπτυξης μικροοργανισμών στο δέρμα και τις επιφάνειες
- **τα αναλγητικά** για την ανακούφιση από τον πόνο
- **τα αντιπυρετικά** για τη μείωση της θερμοκρασίας του σώματος
- **τα ηρεμιστικά** και **τα αντικαταθλιπτικά** για την αντιμετώπιση ψυχικών ασθενειών
- **τα αντιβιοτικά** τα οποία παράγονται από ορισμένους μικροοργανισμούς που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να σκοτώσουν βακτήρια που προκαλούν λοιμώξεις
- **τα αντιόξινα** που χρησιμοποιούνται για την «εξουδετέρωση» του υπερβολικού οξέος στο στομάχι
- **τα χημειοθεραπευτικά** που αναστέλλουν την ανάπτυξη των καρκινικών κυττάρων και
- **τα αναισθητικά** που έκαναν τις χειρουργικές επεμβάσεις εφικτές και ασφαλείς, σώζοντας εκατομμύρια ζωές.

Τα φάρμακα παρεμβαίνουν στις χημικές διεργασίες που συμβαίνουν στο σώμα μας και γι' αυτό είναι αποτελεσματικά. Για παράδειγμα, στα αναλγητικά οι δραστικές ουσίες συνδέονται με τους υποδοχείς του σώματός μας, αλλάζοντας την αντίληψή μας για τον πόνο.

Η σχέση της Χημείας με την υγεία δεν περιορίζεται όμως στα φάρμακα. Για τη συντήρηση του οργανισμού και τη βελτίωση της υγείας παράγονται βιταμίνες, αμινοξέα, προβιοτικά και πολλά άλλα παραφαρμακευτικά προϊόντα.

Πολλές κλινικές εργαστηριακές τεχνικές και αναλύσεις είναι χημικές διεργασίες, τα προσθετικά υλικά, όπως τα τεχνητά μέλη, είναι προϊόντα της συνεργασίας της Χημείας με τη Μηχανική, τα υλι-

κά που χρησιμοποιούνται στα χειρουργεία, όπως τα νήματα, τα ράμματα, τα νυστέρια, είναι χημικές εφαρμογές και πολλές διαγνωστικές τεχνικές, όπως η μαγνητική τομογραφία, στηρίζονται στην ερμηνεία της δομής του ατόμου.

Πρόσθετα τροφίμων

Στα τρόφιμα

Πώς θα σας φαινόταν αν το κέικ σας, αντί για αφράτο και μαλακό, ήταν επίπεδο και σκληρό; Αν αγοράζατε μια μαρμελάδα και τη δεύτερη μέρα μούχλιαζε; Αν το να φάτε ένα λουκάνικο ή μια φέτα ζαμπόν ήταν επικίνδυνη αποστολή με πιθανή κατάληξη το νοσοκομείο; Έχετε ποτέ σκεφτεί γιατί ο άνθρωπος από όλα τα ζώα έχει τον πιο ανεπτυγμένο εγκέφαλο σε βάρος του πεπτικού του συστήματος; Μήπως γιατί αγάπησε τη Χημεία πολύ νωρίς, παίζοντας με τη φωτιά και μαγειρεύοντας την τροφή του;

Τα χημικά στοιχεία και οι χημικές ενώσεις είναι τα βασικά δομικά στοιχεία των πάντων. Όλα τα τρόφιμα αποτελούνται από χημικά μόρια, όπως οι υδατάνθρακες, οι πρωτεΐνες, τα λίπη, οι βιταμίνες και τα ιχνοστοιχεία, επομένως από μόνα τους τα τρόφιμα είναι Χημεία. Η παραγωγή, η συντήρηση, η βελτίωση των ιδιοτήτων, η κατάλληλη συσκευασία και ο έλεγχος της καταλληλότητάς τους είναι επίσης θέμα Χημείας.

Στα συσκευασμένα τρόφιμα προστίθενται χημικές ουσίες, οι οποίες ονομάζονται **πρόσθετα τροφίμων**, που διέπονται από νομοθεσία την οποία ελέγχει και εναρμονίζει με τα ευρωπαϊκά πρότυπα το Γενικό Χημείο του Κράτους και αναγράφονται υποχρεωτικά στην ετικέτα του τροφίμου.

Δραστηριότητα

Να διερευνήσετε τη Χημεία πίσω από:

1. το φούσκωμα της ζύμης και του κέικ
2. τη συντήρηση των συσκευασμένων τροφίμων
3. το μαγείρεμα της τροφής.

Πρόσθετα τροφίμων χαρακτηρίζονται ουσίες που προστίθενται σε τροφές, ποτά και αναψυκτικά, με σκοπό να βελτιώσουν τις ιδιότητές τους, όπως το χρώμα, τη γεύση, την υφή, ή να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής τους. Διακρίνονται σε **χρωστικές** με κωδικούς **Ε100-Ε199, συντηρητικά** με κωδικούς **Ε200-Ε299, αντιοξειδωτικά-ρυθμιστές οξύτητας** με κωδικούς **Ε300-Ε399, γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές, πηκτικούς παράγοντες** με κωδικούς **Ε400-Ε499**, **ρυθμιστές οξύτητας** με κωδικούς Ε500-Ε599 και **βελτιωτικά γεύσης** με κωδικούς **Ε600-Ε699**.

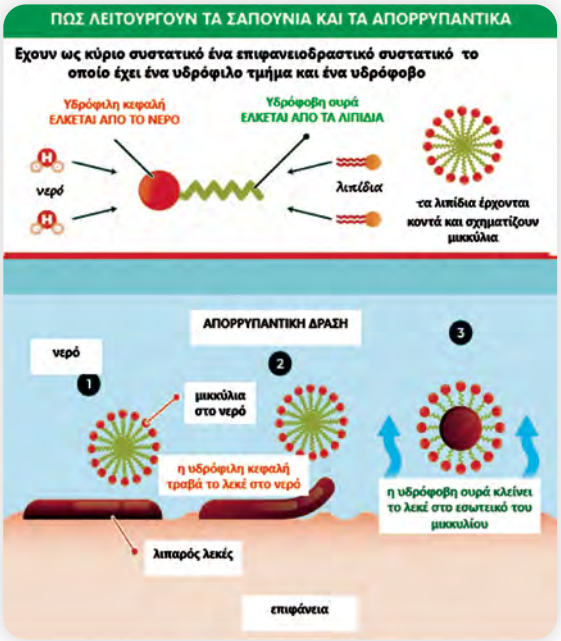
Επιπρόσθετα, οι χημικοί διεξάγουν εφαρμοσμένη έρευνα και αναπτύσσουν νέα καινοτόμα τρόφιμα και ελέγχουν την ποιότητα και την ασφάλεια όχι μόνο των τροφίμων, αλλά και των υλικών συσκευασίας τους.

Πρόσθετα τροφίμων		
Χρωστικές με κωδικούς Ε100-Ε199	**Συντηρητικά με κωδικούς Ε200-Ε299**	**Αντιοξειδωτικά-ρυθμιστές οξύτητας με κωδικούς Ε300-Ε399**
Ε170 ανθρακικό ασβέστιο Ε171 οξείδιο του τιτανίου (IV) Ε172 οξείδια του σιδήρου	Ε 211 βενζοϊκό νάτριο Ε221 νιτρώδες νάτριο Ε260 οξικό οξύ	Ε300 L-ασκορβικό οξύ Ε327 γαλακτικό ασβέστιο Ε 330 κιτρικό οξύ
Γαλακτωματοποιητές, σταθεροποιητές, πηκτικοί παράγοντες με κωδικούς Ε400-Ε499	**Ρυθμιστές οξύτητας με κωδικούς Ε500-Ε599**	**Βελτιωτικά γεύσης με κωδικούς Ε600-Ε699**
Ε400 αλγινικό οξύ	Ε500 ανθρακικό νάτριο	Ε620 γλουταμινικό οξύ
Ε401 αλγινικό νάτριο	Ε501 ανθρακικό κάλιο	Ε621 γλουταμινικό μονο-νάτριο
Ε451 τριφωσφορικά άλατα	Ε502 ανθρακικό αμμώνιο	Ε622 γλουταμινικό ασβέστιο

Σαπούνια, καθαριστικά και απορρυπαντικά

Στα είδη προσωπικής υγιεινής και περιποίησης

Κάθε μέρα χρησιμοποιούμε σαπούνι, οδοντόκρεμα, σαμπουάν, αφρόλουτρα, αλλά και αρώματα, μαλακτικές κρέμες και μια ποικιλία καλλυντικών, την ύπαρξη και την αποτελεσματικότητα των οποίων θεωρούμε δεδομένη. Τι είναι όμως όλα αυτά και πώς έγιναν κατάλληλα για χρήση;



Όλα αυτά τα προϊόντα αναπτύχθηκαν σε χημικά εργαστήρια έπειτα από έρευνα και ελέγχους ασφάλειας και καταλληλότητας χρησιμοποιώντας ουσίες που είτε έχουν καθαριστική δράση είτε μαλακτικό ή αισθητικό αποτέλεσμα. Η ανάπτυξη των προϊόντων προσωπικής υγιεινής έχει μειώσει σημαντικά τις λοιμώξεις από παθογόνους μικροοργανισμούς και είναι ένας από τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης του ΟΗΕ. Για την ανάπτυξη αυτών των προϊόντων λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως το pH (οξύτητα) και οι ανάγκες του δέρματος σε υγρασία και άλλες ουσίες όπως το κολλαγόνο.

Είναι θέμα Χημείας 3

Στα καύσιμα και στην ενέργεια

Το αργό πετρέλαιο υφίσταται επεξεργασία στα διυλιστήρια, όπου διαχωρίζεται σε μείγματα των συστατικών του με κλασματική απόσταξη. Ένα μέρος αυτών των κλασμάτων αξιοποιείται ως καύσιμο και ένα άλλο μέρος στην πετροχημική βιομηχανία για την παραγωγή πλαστικών, ελαστικών, φαρμάκων, απορρυπαντικών…

Η παραγωγή καυσίμων πιο φιλικών προς το περιβάλλον, όπως το βιοντίζελ, αλλά και η έρευνα για νέα ανανεώσιμα και φιλικά προς το περιβάλλον καύσιμα, όπως το υδρογόνο, αποτελούν πεδίο εφαρμογής της Χημείας.

Στα υλικά

Τα **δομικά υλικά**, όπως τα τούβλα, το τσιμέντο, ο χάλυβας, οι αγωγοί νερού, τα χρώματα, τα πλακάκια, τα μονωτικά τοίχων και οροφής είναι όλα προϊόντα της χημικής βιομηχανίας και παίζουν ουσιαστικό ρόλο στην ποιότητα της κατασκευής. Τα υλικά αυτά συντίθενται ώστε να ικανοποιούν συγκεκριμένες ανάγκες, όπως αντοχή στις καταπονήσεις, θερμομόνωση ή ηχομόνωση, ηλεκτρική μόνωση κ.ά. Για παράδειγμα, όλοι οι σωλήνες και οι διακόπτες αποτελούνται από πολυμερή, τα οποία είναι ανθεκτικά στη θερμότητα και στις καταπονήσεις.

Τα **υλικά κατασκευών**, όπως τα ελαφρά κράματα αλουμινίου, δίνουν τη δυνατότητα κατασκευής κουφωμάτων αλλά και αεροπλάνων. Οι **υφάνσιμες ύλες**, φυσικές, όπως το μαλλί, το μετάξι, η γιούτα, το βαμβάκι, το λινάρι, και τεχνητές, όπως οι ίνες γυαλιού, ο πολυεστέρας, το ακρυλικό, το νάιλον, είτε υφίστανται χημική επεξεργασία είτε παράγονται εξαρχής στη χημική βιομηχανία και

χρησιμοποιούνται στην κλωστοϋφαντουργία για τη δημιουργία χρηστικών αντικειμένων όπως ρούχα, τσάντες, χαλιά, έπιπλα, πετσέτες κ.λπ.

Παλιά και νέα υλικά, όπως η άργιλος για τα κεραμικά και το γυαλί, αλλά και οι οπτικές ίνες, τα νανοϋλικά με τις άπειρες νέες δυνατότητες, η νέα γενιά αποδοτικότερων ημιαγωγών εμποτισμένων σε φιλμ είναι μια ελάχιστη αναφορά στις εφαρμογές της χημικής έρευνας προς όφελος της καθημερινότητας.

Σήμερα, ως αποτέλεσμα της έρευνας για την παραγωγή καινοτόμων υλικών, παράγονται έξυπνα υλικά, όπως αυτοκαθαριζόμενα χρώματα, υφάσματα ειδικά για άθληση που αντιλαμβάνονται τη θερμοκρασία του σώματος, αποδοτικότερα και φθηνότερα φωτοβολταϊκά συστήματα και ασφαλέστερες και αισθητικά πιο όμορφες κατασκευές.

Έδαφος και γεωργία

Στη γεωργία

Ο έλεγχος της οξύτητας (pH) του εδάφους για την επιλογή των κατάλληλων καλλιεργειών και τη βελτιστοποίηση της παραγωγής, η παραγωγή συνθετικών **λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων** δίνουν τη δυνατότητα αυξημένης παραγωγής υγιεινών, θρεπτικών καλλιεργειών φρούτων, λαχανικών και δημητριακών, ώστε να αντιμετωπιστούν οι μεγάλες ανάγκες σε τρόφιμα που οφείλονται στην αύξηση του πληθυσμού της Γης.

Στην ενέργεια

Οι **μπαταρίες** είναι φορητές συσκευές αποθήκευσης χημικής ενέργειας την οποία ελευθερώνουν και τροφοδοτούν τα αυτοκίνητά μας, ηλεκτρονικές συσκευές όπως ρολόγια, φορητούς υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και μια ποικιλία άλλων εφαρμογών που απαιτούν ενέργεια.

Εκτός από τις μπαταρίες, η Χημεία κάνει έρευνες για την παραγωγή νέων καυσίμων φιλικότερων προς το περιβάλλον, για την παραγωγή υλικών που θα καταστήσουν πιο αποδοτική τη μετατροπή της ηλιακής σε ηλεκτρική ενέργεια και για τεχνικές που θα καταστήσουν το καύσιμο υδρογόνο αποδοτική πηγή ενέργειας.

Για τις μπαταρίες ιόντων λιθίου το Νόμπελ Χημείας
ΕΥΡΩΠΗ 09, 10.19
efsyn.gr

Στην ανακοίνωση του Νόμπελ Χημείας 2019 προχώρησε σήμερα η Σουηδική Ακαδημία. Το Νόμπελ απονεμήθηκε στον Αμερικανό Τζον Γκούντιναφ, τον Βρετανό Στάνλεϊ Γουίτινγχαμ και τον Γιαπωνέζο Ακίρα Γιοσίν, για τη δημιουργία και ανάπτυξη των μπαταριών ιόντων λιθίου. Αιτιολογώντας την απόφασή της, η Επιτροπή Νόμπελ αναφέρει: «**Η μπαταρία ιόντων λιθίου, αυτή η ελαφριά, επαναφορτιζόμενη και ισχυρή μπαταρία, έφερε την επανάσταση στις ζωές μας και χρησιμοποιείται παντού, από τα κινητά τηλέφωνα μέχρι τους φορητούς υπολογιστές και τα ηλεκτροκίνητα οχήματα. Επίσης, μπορεί να αποθηκεύσει σημαντικές ποσότητες ηλιακής και αιολικής ενέργειας. Μέσα από τη δουλειά τους, οι φετινοί νομπελίστες θέτουν τα θεμέλια μιας ασύρματης κοινωνίας, χωρίς ορυκτά καύσιμα.**

Η Χημεία ως πυρήνας και συνδετικό υλικό των επιστημών

Η Χημεία συχνά αναφέρεται ως «πυρήνας επιστήμης», καθώς παρέχει το θεμελιώδες πλαίσιο για την κατανόηση της δομής της ύλης και επομένως για την κατανόηση τόσο των βασικών όσο και των εφαρμοσμένων επιστημονικών κλάδων.

Έτσι, σε ό,τι αφορά τις βασικές επιστήμες, συνεργάζεται στενά και συμπληρωματικά με τη **Φυσική** σε ό,τι σχετίζεται με την εξήγηση της δομής της ύλης, αλλά και σε επίπεδο εφαρμογής στη μελέτη και τη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων των υλικών και τον μετασχηματισμό, την αποθήκευση και τη μεταφορά ενέργειας.

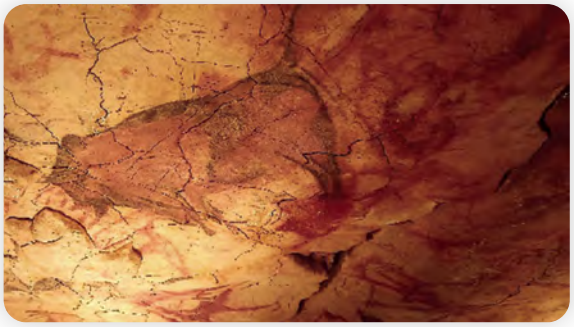
Αποτελεί τη βάση για τη μελέτη της **Βιολογίας**, με την οποία μοιράζεται σε κοινό πεδίο εφαρμογής τη **Βιοχημεία** και τη **Γενετική Μηχανική**.

Έχει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και την εξέλιξη της **Φαρμακευτικής** και της **Ιατρικής**, καθώς η έρευνα για την ανακάλυψη και την παραγωγή φαρμάκων, αλλά και η εφεύρεση και παραγωγή χειρουργικών και ορθοπεδικών υλικών και υλικών απολύμανσης, καθώς και οι κλινικές εργαστηριακές δοκιμές είναι θέμα… Χημείας.

Η Χημεία αποτελεί πυρηνική γνώση αρχικά και πεδίο εφαρμογής στη συνέχεια για τη **Γεωλογία**, τη **Γεωπονία**, την **Τεχνολογία Τροφίμων**, την **Επιστήμη των Υλικών** και τη **Μηχανική**, καθώς στα χημικά εργαστήρια μελετώνται και αναπτύσσονται οι αναλυτικές τεχνικές για τη μελέτη των ορυκτών και των πετρωμάτων, και τον έλεγχο της ποιότητας φαρμάκων και τροφίμων, οι τεχνικές της μεταλλουργίας, τα λιπάσματα και τα παρασιτοκτόνα, τα πρόσθετα των τροφίμων, οι τεχνικές επεξεργασίας των υφάνσιμων υλών, τα νέα υλικά για κάθε χρήση και τα παλιά και τα καινοτόμα δομικά υλικά.

Παιχνίδι με εκτυπώσιμες κάρτες

Η επίδραση των εφαρμογών της Χημείας στην κοινωνία



Στην αυγή του πολιτισμού
Αναπαράσταση κυνηγιού 13.500 π.Χ. στο σπήλαιο Αλταμίρα, στη Βόρεια Ισπανία

Μπορεί να φαίνεται περίεργο, αλλά οι πρώτες μορφές **κοινωνικής οργάνωσης** κατά τους προϊστορικούς χρόνους συνδέονται άμεσα με τη χρήση των υλικών, δηλαδή με τις πρώτες εφαρμογές της Χημείας.

Η Εποχή του Χαλκού και στη συνέχεια του Σιδήρου σηματοδότησαν **την αρχή του ανθρώπινου πολιτισμού** και από τότε και μέχρι σήμερα η κοινωνική εξέλιξη συνδέεται με την εξέλιξη της Χημείας, επειδή επηρεάζει τις βασικές μας ανάγκες για τροφή, ρούχα, στέγη, υγεία, νερό, καθαρό αέρα και ενέργεια, μεταξύ πολλών άλλων.

Θα ήταν μεγάλη παράλειψη να μην αναφερθούμε στη συνεισφορά της Χημείας στην **επικοινωνία**, στις **εικαστικές τέχνες** και την **αρχιτεκτονική.** Η χρήση της φωτιάς κατά τους προϊστορικούς χρόνους και η κεραμευτική και μεταλλουργία που ακολούθησαν έκαναν δυνατή την αναπαράσταση πάνω σε υλικά και έδωσαν στον άνθρωπο τη δυνατότητα να αφήσει το διαχρονικό του αποτύπωμα στη Γη. Η ανακάλυψη της τεχνολογίας παραγωγής χαρτιού και μελανιών, οι τεχνικές της λεύκανσης του χαρτιού και η ανακάλυψη της τυπογραφίας από τον Γουτεμβέργιο τον 15ο αιώνα οδήγησαν στη δεύτερη επανάσταση στην ανθρώπινη επικοινωνία με τη μαζική παραγωγή βιβλίων και τη διάδοση της γνώσης. Η παραγωγή συνθετικών χρωμάτων και καινοτόμων υλικών οδήγησε σε έκρηξη τη ζωγραφική και την αρχιτεκτονική, με νέες φόρμες στα κτίρια και το χρώμα να κυριαρχεί στη ζωή μας.

Βιώσιμη ανάπτυξη

Με στοιχεία του 2019 η χημική βιομηχανία άγγιζε σχεδόν κάθε παραγωγικό τομέα και συνεισέφερε συνολικά 5,9 τρισεκατομμύρια δολάρια, δηλαδή το 7% του παγκόσμιου ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος, ενώ υποστήριζε 120 εκατομμύρια θέσεις εργασίας σε όλο τον κόσμο.

Χημεία, ευημερία και βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη

Το 2011 ανακηρύχθηκε από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) ως Διεθνές Έτος Χημείας (ΔΕΧ), με γενικό τίτλο «**Χημεία – Η ζωή μας, το μέλλον μας**». Ο εορτασμός αποφασίστηκε για να αναγνωριστεί η συνεισφορά της Χημείας στην ικανοποίηση των αναγκών και στην ευημερία της ανθρωπότητας, και να γίνουν γνωστές οι προοπτικές του δημιουργικού μέλλοντος της Χημείας στην υπηρεσία της ανθρωπότητας.

Γιατί όμως ο ΟΗΕ θεώρησε αναγκαία αυτή την αναγνώριση;

Η χημική βιομηχανία και τα προϊόντα της, πέρα από το ότι βελτιώνουν τη ζωή του ανθρώπου σε όλο τον κόσμο, είναι κρίσιμος παράγοντας οικονομικής ανάπτυξης και πηγή ευκαιριών απασχόλησης για εκατομμύρια εξειδικευμένους ανθρώπους, και βασικός παράγοντας προόδου σε περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές πτυχές της βιώσιμης ανάπτυξης, όπως αντικατοπτρίζεται στους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης των Ηνωμένων Εθνών.

Η επιστήμη της Χημείας και ο τομέας εφαρμογής της, η χημική βιομηχανία, καλούνται να αντιμετωπίσουν τρεις προκλήσεις στο άμεσο μέλλον.

α. **Τη βιωσιμότητα**, ώστε να περιοριστεί η κλιματική αλλαγή εξαιτίας της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Αυτό σημαίνει μεταβολή του παραγωγικού μοντέλου από αυτό της γραμμικής σε αυτό της **κυκλικής οικονομίας**, περιορισμό των ενεργοβόρων χημικών διεργασιών, ώστε να περιοριστούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και κυρίως CO_2 και ενδεχομένως μεταβολή των παραγόμενων προϊόντων σε νέα φιλικότερα προς το περιβάλλον.

β. **Την τεχνολογία και την τεχνητή νοημοσύνη**, οι οποίες αφενός αυξάνουν τη ροή πληροφορίας και κάνουν εφικτή την παραγωγή νέων προϊόντων σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, όπως συνέβη με τα εμβόλια για την αντιμετώπιση του COVID-19, αλλά αφετέρου εγκυμονούν κινδύνους για την απώλεια θέσεων εργασίας και τον μη ασφαλή σχεδιασμό προϊόντων. Η επιστήμη της Χημείας θα πρέπει να ενσωματώσει τις νέες τεχνολογίες στις ερευνητικές και παραγωγικές της διεργασίες, υιοθετώντας ταυτόχρονα σε παγκόσμιο επίπεδο ένα σύστημα αυστηρών αρχών και ελέγχων που θα διασφαλίζουν την ασφάλεια και την ηθική νομιμοποίησή τους.

Η εκτεταμένη χρήση ορυκτών καυσίμων για θέρμανση, κίνηση και βιομηχανική παραγωγή έχει αυξήσει την ποσότητα του CO_2 στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη, η οποία προκαλεί κλιματική αλλαγή. Ταυτόχρονα άλλοι ρύποι, όπως τα οξείδια θείου και αζώτου, προκαλούν την όξινη βροχή και τα λιπάσματα και τα απορρυπαντικά υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού.

Χημεία και περιβάλλον

Η βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου έχει και τις σκοτεινές της πλευρές. Υπερκατανάλωση φυσικών πόρων, ρύπανση του εδάφους, του αέρα και των υδάτινων αποδεκτών, υπερκατανάλωση, επομένως μεγάλες ποσότητες απορριμμάτων, υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος, κλιματική αλλαγή με ακραία καιρικά φαινόμενα, φόβοι για την εξάντληση των φυσικών πόρων, και ιδίως του πόσιμου νερού, είναι μερικές πτυχές του τιμήματος που καλούμαστε να πληρώσουμε εξαιτίας της άναρχης ανάπτυξης.

Ο πλανήτης εκπέμπει SOS και η Χημεία αναπτύσσει τεχνικές για την καταγραφή, παρακολούθηση, αξιολόγηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία, αντιμετώπιση των προβλημάτων της περιβαλλοντικής ρύπανσης και την ορθολογική διαχείριση της ανάπτυξης, ώστε να διασφαλιστεί η αειφορία χωρίς να υποβαθμιστεί η ποιότητα ζωής. Η ανακύκλωση, η ανάπτυξη τεχνολογιών αντιρύπανσης, η μεταβολή του παραγωγικού μοντέλου από τη γραμμική στην κυκλική οικονομία και η υιοθέτηση των αρχών της πράσινης Χημείας είναι μερικές από τις τεχνικές που προτείνει και εφαρμόζει η σύγχρονη Χημεία για την προστασία της οικολογικής ισορροπίας και της ανθρώπινης υγείας.

Είναι θέμα Χημείας 1

Διαδραστικό βιντεομάθημα 1: Από τι είμαστε φτιαγμένοι

Διαδραστικό βιντεομάθημα 2: Χημεία βιομηχανική ανάπτυξη

Διαδραστικό βιντεομάθημα 3: Χημεία και περιβάλλον

Συμπερασματικά

Η επιστήμη της Χημείας:

α. **μελετά τη δομή και τις ιδιότητες** της ύλης

β. **μελετά τις μεταβολές** της ύλης και τις ενεργειακές μεταβολές που τις συνοδεύουν

γ. **ερευνά και παράγει καινοτόμα προϊόντα** για κάθε τομέα της καθημερινής ζωής, όπως τα φάρμακα, τα είδη προσωπικής υγιεινής και τα καλλυντικά, τα τρόφιμα, τα καύσιμα, τα δομικά υλικά, τα χρώματα, οι μπαταρίες, τα λιπάσματα και τα παρασιτοκτόνα, τα πλαστικά, οι τεχνητές υφάνσιμες ύλες κ.ά.

δ. **ελέγχει την ποιότητα** του περιβάλλοντος και την ποιότητα και την ασφάλεια των διαφόρων προϊόντων, όπως το νερό, τα τρόφιμα, τα καύσιμα και τα φάρμακα.

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή και στην κοινωνία

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1.1 Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της

1. Να συμπληρώσετε τα κενά στις προτάσεις με την κατάλληλη λέξη, ώστε να είναι επιστημονικά ορθές.

Η Χημεία είναι βασική επιστήμη η οποία μελετά τη ..... και τις ..... της ύλης, τις ..... της ύλης και τις ..... μεταβολές που τις συνοδεύουν. Σε επίπεδο εφαρμογής η Χημεία ερευνά και ..... καινοτόμα ..... για κάθε τομέα της καθημερινής ζωής, όπως τα ..... για την αντιμετώπιση των ασθενειών, τα..... για την ατομική υγιεινή και τα ..... για τον καθαρισμό ρούχων όπως τα ..... . Για τη συντήρηση του οργανισμού για την ικανοποίηση των ενεργειακών μας αναγκών και τα ....., τα ..... υλικά και τα ..... για τις κατασκευές, οι ..... για την αποθήκευση χημικής ενέργειας, τα ..... για την ανάπτυξη των φυτών κ.ά. είναι θέμα Χημείας. Ακόμη, ασχολείται με τον έλεγχο της ..... και της ..... του ....., των ..... και των ..... και με την προστασία του ..... Η Χημεία αποτελεί τη βάση πολλών επιστημών, όπως η ....., η ....., η ..... και άλλες, και συνεργάζεται με τις άλλες επιστήμες για την ..... των ανθρώπων και την ..... οικονομική ανάπτυξη.

2. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

α. Συχνά αναφέρεται ότι η Χημεία στηρίζει πολλούς τομείς στη ζωή μας. ☐

β. Η ανάπτυξη της Χημείας ανέβασε σημαντικά το προσδόκιμο της ζωής. ☐

γ. Οι εφαρμογές της Χημείας έχουν μόνο θετικές επιπτώσεις στην καθημερινή ζωή και στο περιβάλλον. ☐

δ. Η χρήση των χημικών ουσιών στα τρόφιμα υποβαθμίζει την ποιότητά τους. ☐

ε. Είναι αναγκαία η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ της οικονομικής ανάπτυξης και της προστασίας του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. ☐

στ. Το καταναλωτικό μοντέλο που προβλέπει την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των πρώτων υλών επιβαρύνει σημαντικά το περιβάλλον. ☐

3. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση στις παρακάτω προτάσεις.

α. Από τις ακόλουθες δραστηριότητες *δεν* είναι προϊόν της χημικής βιομηχανίας:

i. τα φάρμακα **ii.** οι μπαταρίες **iii.** η φωτοσύνθεση **iv.** τα χρώματα

β. Για την ανακούφιση από τον πόνο χρησιμοποιούνται:

i. αντιπυρετικά **ii.** αναλγητικά **iii.** αντικαταθλιπτικά **iv.** αντιόξινα

γ. Αρνητικές συνέπειες από τη χρήση των εφαρμογών της Χημείας είναι:

i. η πολυφαρμακία **ii.** η ρύπανση της ατμόσφαιρας

iii. η εξάντληση των φυσικών πόρων **iv.** όλα τα προηγούμενα

δ. Η Χημεία συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής τροφίμων παράγοντας:

i. συντηρητικά **ii.** λιπάσματα **iii.** αντιοξειδωτικά **iv.** αντιόξινα

4. Να αντιστοιχίσετε τα υλικά της πρώτης στήλης με το προϊόν ή τα προϊόντα και τις δραστηριότητες στις οποίες αξιοποιούνται στη δεύτερη στήλη.

Υλικό	Προϊόν - Δραστηριότητα	Απαντήσεις
1. χρώματα	**1.** κινητό τηλέφωνο	Α1→Β...
2. νάιλον	**2.** καλλιέργειες	Α2→Β...
3. τσιμέντο	**3.** υλικά συσκευασίας	Α3→Β...
4. αντικαταθλιπτικά	**4.** ζωγραφική	Α4→Β...
5. παρασιτοκτόνα	**5.** κατασκευές	Α5→Β...
6. κράματα αλουμινίου	**6.** ψυχικές διαταραχές	Α6→Β...
7. βιταμίνες	**7.** ρούχα και σχοινιά	Α7→Β...
8. οδοντόκρεμα	**8.** αθλητικά παπούτσια	Α8→Β...
9. πλαστικά	**9.** αεροπλάνα	Α9→Β...
10. μπαταρίες	**10.** κουφώματα	Α10→Β...
	11. προσωπική υγιεινή	
	12. ενίσχυση του οργανισμού	

5. Το 2011 ανακηρύχθηκε από τον Οργανισμό Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) ως Διεθνές Έτος Χημείας (ΔΕΧ), με γενικό τίτλο «**Χημεία – Η ζωή μας, το μέλλον μας**».
Να διατυπώσετε την άποψή σας για τους λόγους για τους οποίους ο ΟΗΕ θεώρησε αναγκαίο να αφιερώσει έναν χρόνο για τον εορτασμό της Χημείας.

6. Να διαβάσετε προσεκτικά το infographic της υπηρεσίας ερευνών του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και στη συνέχεια να απαντήσετε στα διερευνητικά ερωτήματα.

α. Να διατυπώσετε μια υπόθεση για τις αιτίες της ρύπανσης των θαλασσών και των ωκεανών από τα πλαστικά απόβλητα.

β. Να προβλέψετε τις επιπτώσεις της ρύπανσης στο περιβάλλον, στο θαλάσσιο οικοσύστημα, στη δημόσια υγεία και στην οικονομία.

γ. Να προτείνετε λύσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης.

δ. Να ανατρέξετε στην επίσημη ιστοσελίδα της ΕΕ και να ελέγξετε αν η υπόθεση, οι προβλέψεις και οι προτάσεις σας είναι σύμφωνες με αυτές της ΕΕ.
https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20181005STO15110/plastika-stous-okeanous-stoicheia-epiptoseis-kai-neoi-kanones

1.2 Η μεθοδολογία της Χημείας

Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να αναγνωρίζετε** βασικούς εργαστηριακούς κινδύνους.
- **Να εφαρμόζετε** τα απαραίτητα μέτρα προφύλαξης στο εργαστήριο Χημείας.
- **Να αναγνωρίζετε και να αξιοποιείτε** τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας μέσα από κατάλληλο εργαστηριακό παράδειγμα.
- **Να εξηγείτε** τη σπουδαιότητα του ρόλου του εργαστηρίου στην επιστήμη της Χημείας.

1.2.1 Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου

Το εργαστήριο είναι ο ζωτικός χώρος της Χημείας, καθώς είναι ο χώρος στον οποίο επιβεβαιώνονται ή διαψεύδονται οι υποθέσεις που διατυπώνουν οι επιστήμονες για να εξηγήσουν τα φαινόμενα ή τα πειραματικά δεδομένα που παρατηρούν, είναι ο χώρος στον οποίο γίνεται η έρευνα για την παραγωγή καινοτόμων προϊόντων και ο χώρος στον οποίο γίνεται η ανάλυση και ο έλεγχος της ασφάλειας των καταναλωτικών προϊόντων.

Το εργαστήριο της Χημείας όμως ενέχει από τη φύση του κινδύνους και η ασφαλής χρήση του απαιτεί γνώση των πιθανών κινδύνων, υπευθυνότητα και αυστηρή τήρηση των κανόνων ασφαλείας.

Για τη σωστή και ασφαλή εκτέλεση των εργαστηριακών ασκήσεων πρέπει:

1. Να γνωρίζετε τον βασικό εξοπλισμό του εργαστηρίου Χημείας, ώστε να μπορείτε να τον χρησιμοποιείτε σωστά.
2. Να γνωρίζετε τους κινδύνους που κρύβει το εργαστήριο Χημείας.
3. Να τηρείτε με αυστηρότητα τους κανόνες ασφαλείας.
4. Να ακολουθείτε με ακρίβεια τις οδηγίες εκτέλεσης των πειραμάτων.

Βασικοί κανόνες ασφαλείας

1. Δεν εργάζεστε ποτέ στο εργαστήριο χωρίς την επίβλεψη ενός καταρτισμένου και έμπειρου καθηγητή που να μπορεί να αντιμετωπίσει επείγοντα περιστατικά.
2. Η μετακίνηση στον χώρο του εργαστηρίου πρέπει να είναι ελεύθερη και ασφαλής. Τα προσωπικά αντικείμενα δεν πρέπει να τοποθετούνται στους πάγκους εργασίας.
3. Οι πάγκοι εργασίας πρέπει να είναι καθαροί και τακτοποιημένοι, και να υπάρχουν μόνο τα όργανα και τα αντιδραστήρια που χρειάζονται στο πείραμα που εκτελείτε.

Στο τέλος των εργασιών ο χώρος εργασίας πρέπει να καθαρίζεται και να τακτοποιείται και οι φιάλες των αντιδραστηρίων να είναι κλειστές.

4. Πρέπει να φοράτε πάντα:
   - Προστατευτικά γυαλιά, ώστε να προστατεύονται τα μάτια από την εκτίναξη σταγόνων υγρού αντιδραστηρίου.
   - Γάντια για την προστασία των χεριών από την επαφή με αντιδραστήρια.
   - Εργαστηριακή ποδιά, ώστε να προστατεύονται το δέρμα και τα ρούχα από θερμά, καυστικά ή εύφλεκτα υλικά.
5. Δεν επιτρέπεται η κατανάλωση ποτού ή φαγητού στο εργαστήριο.
6. Δεν επιτρέπεται η εισπνοή αερίων ή ατμών που χρησιμοποιούνται ή παράγονται στο εργαστήριο.
7. Η θέρμανση ή η ανάμειξη χημικών αντιδραστηρίων πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή και με βάση τις οδηγίες της εργαστηριακής άσκησης.
8. Η χρήση γυάλινου εξοπλισμού πρέπει να γίνεται με προσοχή και ο λύχνος να σβήνει αμέσως μετά τη χρήση του.
9. Για την αναρρόφηση υγρών πρέπει να χρησιμοποιείται σιφώνιο και κατάλληλη αντλία, π.χ. ο αναρροφητήρας (πουάρ τριών σημείων) και ποτέ το στόμα.
10. Η αποθήκευση των αντιδραστηρίων πρέπει να γίνεται σε κατάλληλη φιάλη και να επισημαίνεται το αντιδραστήριο με ετικέτα που θα αναγράφει το όνομα της ουσίας, την ημερομηνία παρασκευής και την περιεκτικότητα αν πρόκειται για διάλυμα.
11. Μετά την εκτέλεση των πειραμάτων τα χέρια πρέπει να πλένονται σχολαστικά.
12. Δεν επιτρέπεται η εκτέλεση μη εγκεκριμένων και προγραμματισμένων σε συνεργασία με τον υπεύθυνο καθηγητή πειραμάτων.
13. Τα υγρά και στερεά απόβλητα μετά το τέλος των πειραμάτων τοποθετούνται σε κατάλληλα δοχεία, σύμφωνα με τις υποδείξεις του καθηγητή.
14. Οι συσκευές επείγουσας ανάγκης, όπως τα υλικά κατάσβεσης και οι πυροσβεστήρες, πρέπει να είναι σε εμφανή θέση και να γνωρίζετε τον τρόπο χρήσης τους.

Ενέργειες σε περίπτωση ατυχήματος

Σε περίπτωση ατυχήματος θα πρέπει:

1. Να διατηρήσετε την ψυχραιμία σας και να αντιδράσετε γρήγορα και προσεκτικά με βάση τα πρωτόκολλα ασφαλείας.
2. Να ενημερώσετε τον υπεύθυνο καθηγητή.

Επικίνδυνα χημικά – Εικονογράμματα κινδύνου

Εικονογράμματα κινδύνου - Εκπαιδευτικό παιχνίδι

Εικονογράμματα κινδύνου

Για τον ασφαλή χειρισμό των χημικών ουσιών πρέπει να αναγνωρίζετε το είδος του κινδύνου που μπορεί να περιέχουν. Η αναγνώριση του κινδύνου γίνεται μέσω των εικονογραμμάτων κινδύνου, τα οποία είναι εικόνες πάνω σε ετικέτα στη συσκευασία του υλικού. Η εικόνα φέρει ένα σύμβολο προειδοποίησης και συγκεκριμένα χρώματα τα οποία αποσκοπούν στο να ενημερώνουν για τη βλάβη που μπορεί να προκαλέσει μια ουσία ή ένα μείγμα στην υγεία του ανθρώπου ή στο περιβάλλον.

Τα εικονογράμματα που χρησιμοποιούνται στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχουν ευθυγραμμιστεί με το Παγκοσμίως Εναρμονισμένο Σύστημα των Ηνωμένων Εθνών.

Τα σημαντικότερα προειδοποιητικά σήματα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι τα εξής:

Εικονογράμματα κινδύνου του «Παγκόσμιου Εναρμονισμένου Συστήματος Ταξινόμησης και Επισήμανσης Χημικών Προϊόντων» (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS) **Πηγή: https://echa.europa.eu/el/regulations/clp/clp-pictograms**		
		
ΑΕΡΙΟ ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ Περιέχει αέριο υπό πίεση, εάν θερμανθεί μπορεί να εκραγεί. Περιέχει αέριο υπό ψύξη· μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα ψύχους ή τραυματισμό.	**ΕΚΡΗΚΤΙΚΟ** Ασταθή εκρηκτικά. Εκρηκτικά, κίνδυνος μαζικής έκρηξης. Εκρηκτικά, σοβαρός κίνδυνος εκτόξευσης. Εκρηκτικά, κίνδυνος πυρκαγιάς, έκρηξης, εκτόξευσης. Σε περίπτωση πυρκαγιάς ενδέχεται να προκύψει μαζική έκρηξη.	**ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ** Μπορεί να προκαλέσει ή να αναζωπυρώσει πυρκαγιά· οξειδωτικό. Μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιά ή έκρηξη· ισχυρό οξειδωτικό.
ΣΥΝΑΝΤΑΤΑΙ Περιέκτες αερίου.	**ΣΥΝΑΝΤΑΤΑΙ** Πυροτεχνήματα, πυρομαχικά.	**ΣΥΝΑΝΤΑΤΑΙ** Λευκαντικό, οξυγόνο για ιατρικούς σκοπούς.
ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ Να προστατεύεται από τις ηλιακές ακτίνες. Φοράτε μονωτικά γάντια προστασίας από το ψύχος/ προστατευτική μάσκα/ προστατευτικά γυαλιά. Συμβουλευτείτε/επισκεφθείτε αμέσως γιατρό.	**ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ** Εφοδιαστείτε με τις ειδικές οδηγίες πριν από τη χρήση. Μην το χρησιμοποιήσετε πριν διαβάσετε και κατανοήσετε τις οδηγίες προφύλαξης. Μακριά από θερμότητα/σπινθήρες/φλόγες/ θερμές επιφάνειες – Μην καπνίζετε. Να φοράτε προστατευτικά γάντια/ προστατευτικά ενδύματα/μέσα ατομικής προστασίας για μάτια/πρόσωπο. Χρησιμοποιείτε μέσα ατομικής προστασίας όταν απαιτείται. Κίνδυνος έκρηξης σε περίπτωση πυρκαγιάς.	**ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ** Μακριά από θερμότητα/σπινθήρες/ φλόγες/θερμές επιφάνειες – Μην καπνίζετε. Να φοράτε προστατευτικά γάντια/ προστατευτικά ενδύματα/μέσα ατομικής προστασίας για μάτια/ πρόσωπο. Ξεπλύνετε αμέσως τα μολυσμένα ρούχα και την επιδερμίδα με άφθονο νερό πριν αφαιρέσετε τα ρούχα.
		
ΕΥΦΛΕΚΤΟ Εξαιρετικά εύφλεκτο αέριο. Εύφλεκτο αέριο. Εξαιρετικά εύφλεκτο αερόλυμα. Εύφλεκτο αερόλυμα. Υγρό και ατμοί πολύ εύφλεκτα. Υγρό και ατμοί εύφλεκτα. Εύφλεκτο στερεό.	**ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟ** Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα. Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.	**ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ** Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις. Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις.
ΣΥΝΑΝΤΑΤΑΙ Έλαιο για λυχνίες, βενζίνη, ασετόν για τα νύχια.	**ΣΥΝΑΝΤΑΤΑΙ** Καθαριστικά αποχέτευσης, οξικό οξύ, υδροχλωρικό οξύ, αμμώνιο.	**ΣΥΝΑΝΤΑΤΑΙ** Φυτοφάρμακα, βιοκτόνα, βενζίνη, τερεβινθέλαιο.

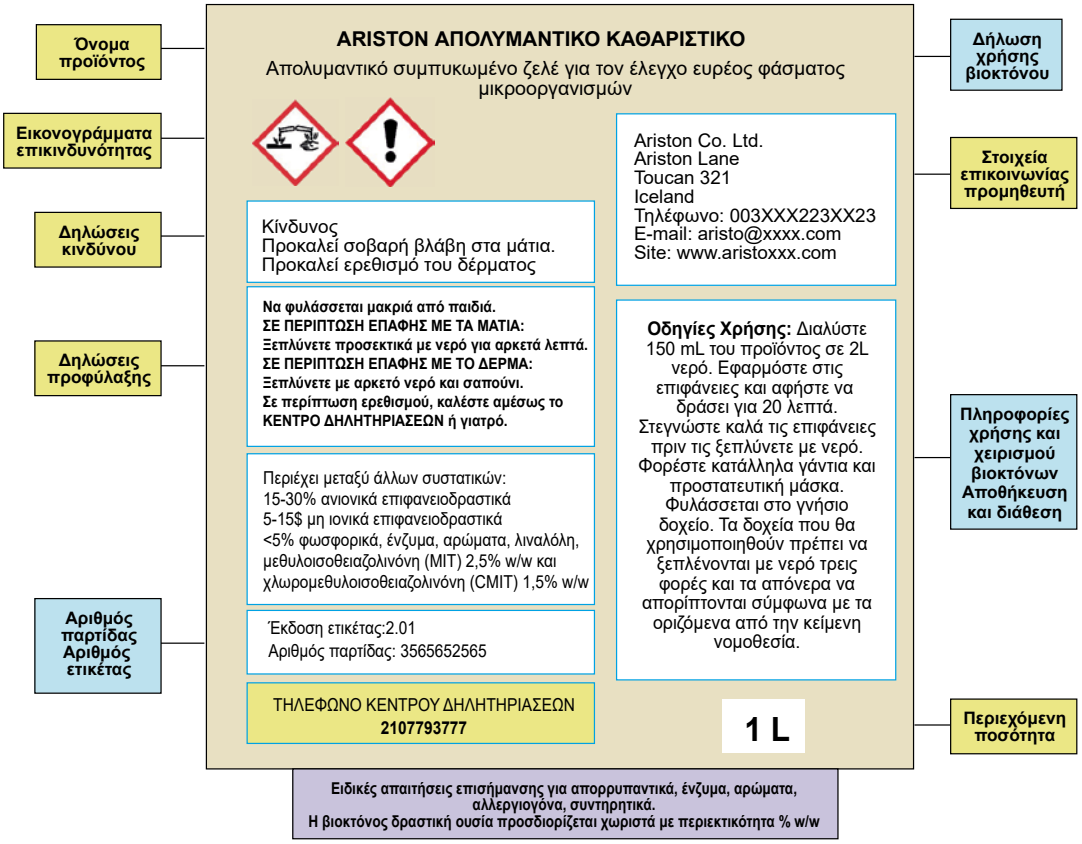
ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ Μην ψεκάζετε κοντά σε φλόγα ή άλλη πηγή ανάφλεξης. Μακριά από θερμότητα/σπινθήρες/φλόγες/θερμές επιφάνειες – Μην καπνίζετε. Να διατηρείται ο περιέκτης ερμητικά κλειστός. Να διατηρείται δροσερό. Να προστατεύεται από τις ηλιακές ακτίνες.	**ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ** Μην αναπνέετε σκόνη/αναθυμιάσεις/αέρια/σταγονίδια/ατμούς/εκνεφώματα. Πλύνετε... σχολαστικά μετά τον χειρισμό. Να φοράτε προστατευτικά γάντια/προστατευτικά ενδύματα/μέσα ατομικής προστασίας για μάτια/πρόσωπο. Φυλάσσεται κλειδωμένο. Να διατηρείται μόνο στον αρχικό περιέκτη.	**ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ** Να αποφεύγεται η ελευθέρωση στο περιβάλλον. Μαζέψτε τη χυμένη ποσότητα.
		
ΟΞΕΙΑ ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ Θανατηφόρο σε περίπτωση κατάποσης. Θανατηφόρο σε επαφή με το δέρμα. Θανατηφόρο σε περίπτωση εισπνοής. Τοξικό σε περίπτωση κατάποσης. Τοξικό σε επαφή με το δέρμα. Τοξικό σε περίπτωση εισπνοής.	**ΣΟΒΑΡΟΣ ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ** Μπορεί να προκαλέσει θάνατο σε περίπτωση κατάποσης και διείσδυσης στις αναπνευστικές οδούς. Προκαλεί βλάβες στα όργανα. Μπορεί να προκαλέσει βλάβες στα όργανα. Μπορεί να βλάψει τη γονιμότητα ή το έμβρυο. Ύποπτο για πρόκληση βλάβης στη γονιμότητα ή στο έμβρυο. Μπορεί να προκαλέσει καρκίνο. Ύποπτο για πρόκληση καρκίνου. Μπορεί να προκαλέσει γενετικά ελαττώματα. Ύποπτο για πρόκληση γενετικών ελαττωμάτων. Μπορεί να προκαλέσει αλλεργία ή συμπτώματα άσθματος ή δύσπνοια σε περίπτωση εισπνοής.	**ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ** Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της αναπνευστικής οδού. Μπορεί να προκαλέσει υπνηλία ή ζάλη. Μπορεί να προκαλέσει αλλεργική δερματική αντίδραση. Προκαλεί σοβαρό οφθαλμικό ερεθισμό. Προκαλεί ερεθισμό του δέρματος. Επιβλαβές σε περίπτωση κατάποσης. Επιβλαβές σε επαφή με το δέρμα. Επιβλαβές σε περίπτωση εισπνοής. Βλάπτει τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον καταστρέφοντας το όζον στην ανώτερη ατμόσφαιρα.
ΣΥΝΑΝΤΑΤΑΙ Φυτοφάρμακα, βιοκτόνα, μεθανόλη.	**ΣΥΝΑΝΤΑΤΑΙ** Τερεβινθέλαιο, βενζίνη, έλαιο για λυχνίες.	**ΣΥΝΑΝΤΑΤΑΙ** Απορρυπαντικά καθαρισμού, καθαριστικά τουαλέτας, ψυκτικό υγρό.
ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ Πλύνετε... σχολαστικά μετά τον χειρισμό. Μην τρώτε, πίνετε ή καπνίζετε, όταν χρησιμοποιείτε αυτό το προϊόν. Σε περίπτωση κατάποσης: καλέστε αμέσως το Κέντρο Δηλητηριάσεων ή γιατρό. Ξεπλύνετε το στόμα. Φυλάσσεται σε κλειστό περιέκτη. Να μην έρθει σε επαφή με τα μάτια, με το δέρμα ή με τα ρούχα. Να φοράτε προστατευτικά γάντια/προστατευτικά ενδύματα/μέσα ατομικής προστασίας για μάτια/πρόσωπο.	**ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ** Σε περίπτωση κατάποσης: καλέστε αμέσως το Κέντρο Δηλητηριάσεων ή γιατρό. ΜΗΝ προκαλέσετε εμετό. Φυλάσσεται κλειδωμένο. Μην αναπνέετε σκόνη/αναθυμιάσεις/αέρια/σταγονίδια/ατμούς/εκνεφώματα. Πλύνετε σχολαστικά μετά τον χειρισμό. Μην τρώτε, πίνετε ή καπνίζετε όταν χρησιμοποιείτε αυτό το προϊόν. Συμβουλευθείτε/επισκεφθείτε γιατρό εάν αισθανθείτε αδιαθεσία. Σε περίπτωση έκθεσης: καλέστε το Κέντρο Δηλητηριάσεων ή γιατρό.	**ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ** Αποφεύγετε να αναπνέετε σκόνη/αναθυμιάσεις/αέρια/σταγονίδια/ατμούς/εκνεφώματα. Να χρησιμοποιείται μόνο σε ανοικτό ή καλά αεριζόμενο χώρο. Σε περίπτωση εισπνοής: μεταφέρετε τον παθόντα στον καθαρό αέρα και αφήστε τον να ξεκουραστεί σε στάση που διευκολύνει την αναπνοή. Σε περίπτωση κατάποσης: καλέστε αμέσως το Κέντρο Δηλητηριάσεων ή γιατρό εάν αισθανθείτε αδιαθεσία.

Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα: Πλύνετε απαλά με άφθονο νερό. Αφαιρέστε/Βγάλτε αμέσως όλα τα μολυσμένα ρούχα. Πλύνετε τα μολυσμένα ενδύματα πριν τα ξαναχρησιμοποιήσετε. Μην αναπνέετε σκόνη/αναθυμιάσεις/αέρια/σταγονίδια/ατμούς/εκνεφώματα. Να χρησιμοποιείται μόνο σε ανοικτό ή καλά αεριζόμενο χώρο. Φοράτε μέσα προστασίας της αναπνοής. Σε περίπτωση εισπνοής: μεταφέρετε τον παθόντα στον καθαρό αέρα και αφήστε τον να ξεκουραστεί σε στάση που διευκολύνει την αναπνοή. Φυλάσσεται κλειδωμένο.	Εφοδιαστείτε με τις ειδικές οδηγίες πριν από τη χρήση. Μην το χρησιμοποιήσετε πριν διαβάσετε και κατανοήσετε τις οδηγίες προφύλαξης. Χρησιμοποιείτε μέσα ατομικής προστασίας όταν απαιτείται. Σε περίπτωση έκθεσης ή πιθανής έκθεσης: συμβουλευθείτε/επισκεφθείτε γιατρό. Αποφεύγετε να αναπνέετε σκόνη/αναθυμιάσεις/αέρια/σταγονίδια/ατμούς/εκνεφώματα. Σε περίπτωση ανεπαρκούς αερισμού, να φοράτε μέσα ατομικής προστασίας της αναπνοής. Σε περίπτωση εισπνοής: εάν ο παθών έχει δύσπνοια, μεταφέρετέ τον στον καθαρό αέρα και αφήστε τον να ξεκουραστεί σε στάση που διευκολύνει την αναπνοή.	Να φοράτε προστατευτικά γάντια/προστατευτικά ενδύματα/μέσα ατομικής προστασίας για μάτια/πρόσωπο. Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα: πλύνετε με άφθονο νερό. Σε περίπτωση επαφής με τα μάτια: ξεπλύνετε προσεκτικά με νερό για αρκετά λεπτά. Εάν υπάρχουν φακοί επαφής, αφαιρέστε τους, εφόσον είναι εύκολο. Συνεχίστε να ξεπλένετε. Μην τρώτε, πίνετε ή καπνίζετε όταν χρησιμοποιείτε αυτό το προϊόν.

Διαβάζοντας τις ετικέτες

Κουίζ για τα εικονογράμματα κινδύνου

Οι συσκευασίες προϊόντων περιέχουν σημαντικές πληροφορίες για τους κινδύνους, την ασφαλή χρήση του προϊόντος και την αντιμετώπιση προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν από τη χρήση του. Μια ενδεικτική εικονική ετικέτα είναι αυτή που ακολουθεί.

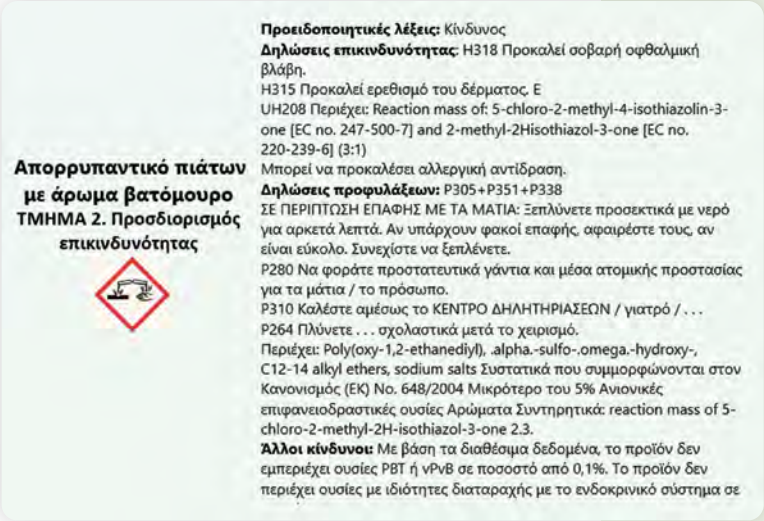


ΔΔΑ – SDS

Δελτίο Δεδομένων Ασφαλείας (ΔΔΑ – SDS)
https://echa.europa.eu/el/safety-data-sheets

Είναι ένα σημαντικό συνοδευτικό έγγραφο για τη χρήση χημικών ουσιών στους χώρους εργασίας, που αποσκοπεί στην παροχή στους εργαζόμενους, και όχι στο γενικό κοινό, πληροφοριών για τους κινδύνους από τη χρήση τους, και τον ασφαλή χειρισμό με στόχο την προστασία της υγείας των προσώπων και την προστασία του περιβάλλοντος. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ενσωματώσει τις οδηγίες για τη μορφή των ΔΔΑ (SDS) στον κανονισμό REACH. Κάθε ΔΔΑ (SDS) περιέχει 16 καθορισμένα τμήματα που περιλαμβάνουν πληροφορίες για τον παραγωγό, τους ενδεχόμενους κινδύνους, τη σύνθεση και πληροφορίες για τα συστατικά, μέτρα πρώτων βοηθειών, ατομικής προστασίας και αντιμετώπισης διαρροών και πυρκαγιών, οδηγίες χειρισμού και αποθήκευσης, φυσικές και χημικές ιδιότητες, τοξικότητα, επιπτώσεις στην υγεία και στο περιβάλλον, κ.ά. Οι πληροφορίες του ΔΔΑ (SDS) μπορεί να περιλαμβάνουν οδηγίες για την ασφαλή χρήση και τους δυνητικούς κινδύνους που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο υλικό ή προϊόν. Επίσης, το ΔΔΑ (SDS) απαιτείται για να δηλώσει την επικινδυνότητα της χημικής ουσίας για το περιβάλλον.

Η χρήση ενός ΔΔΑ (SDS) είναι σημαντική, γιατί το ίδιο προϊόν μπορεί να έχει διαφορετική σύνθεση σε διάφορες χώρες ή από διαφορετικούς κατασκευαστές.



Απορρυπαντικό πιάτων με άρωμα βατόμουρο
ΤΜΗΜΑ 2. Προσδιορισμός επικινδυνότητας

Προειδοποιητικές λέξεις: Κίνδυνος
Δηλώσεις επικινδυνότητας: H318 Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη.
H315 Προκαλεί ερεθισμό του δέρματος. E
UH208 Περιέχει: Reaction mass of: 5-chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one [EC no. 247-500-7] and 2-methyl-2Hisothiazol-3-one [EC no. 220-239-6] (3:1)
Μπορεί να προκαλέσει αλλεργική αντίδραση.
Δηλώσεις προφυλάξεων: P305+P351+P338
ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΑ ΜΑΤΙΑ: Ξεπλύνετε προσεκτικά με νερό για αρκετά λεπτά. Αν υπάρχουν φακοί επαφής, αφαιρέστε τους, αν είναι εύκολο. Συνεχίστε να ξεπλένετε.
P280 Να φοράτε προστατευτικά γάντια και μέσα ατομικής προστασίας για τα μάτια / το πρόσωπο.
P310 Καλέστε αμέσως το ΚΕΝΤΡΟ ΔΗΛΗΤΗΡΙΑΣΕΩΝ / γιατρό / . . .
P264 Πλύνετε . . . σχολαστικά μετά το χειρισμό.
Περιέχει: Poly(oxy-1,2-ethanediyl), .alpha.-sulfo-.omega.-hydroxy-, C12-14 alkyl ethers, sodium salts Συστατικά που συμμορφώνονται στον Κανονισμός (ΕΚ) No. 648/2004 Μικρότερο του 5% Ανιονικές επιφανειοδραστικές ουσίες Αρώματα Συντηρητικά: reaction mass of 5-chloro-2-methyl-2H-isothiazol-3-one 2.3.
Άλλοι κίνδυνοι: Με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα, το προϊόν δεν εμπεριέχει ουσίες PBT ή vPvB σε ποσοστό από 0,1%. Το προϊόν δεν περιέχει ουσίες με ιδιότητες διαταραχής με το ενδοκρινικό σύστημα σε

Προσδιορισμός επικινδυνότητας ενός ΔΔΑ (SDS).

1.2.2 Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία

Οι περισσότεροι άνθρωποι πιστεύουν ότι η επιστήμη είναι μόνο γνώση, και μάλιστα εξειδικευμένη, έτσι που εύκολα να μπορούν να θεωρήσουν ότι είναι έξω από τα ενδιαφέροντά τους. Η επιστήμη όμως δεν είναι μόνο γνώση. Είναι επίσης μια μέθοδος απόκτησης της γνώσης, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους τους τομείς της ζωής, να δημιουργήσει έναν οργανωμένο, ορθολογικό και συστηματικό τρόπο σκέψης, ο οποίος να στηρίζεται σε δεδομένα και να οδηγεί σε λογικά και τεκμηριωμένα συμπεράσματα. Η υιοθέτηση της επιστημονικής μεθοδολογίας σε όλους τους τομείς της ζωής μας προστατεύει από τις θεωρίες συνωμο-

Alhazen
Ḥasan Ibn al-Haytham
ابن الهيثم
965-1040

Επομένως, ο αναζητητής της αλήθειας δεν είναι αυτός που μελετά τα γραπτά των αρχαίων και, ακολουθώντας τη φυσική του διάθεση, τα εμπιστεύεται, αλλά μάλλον εκείνος που υποψιάζεται την πίστη του σε αυτά και τα αμφισβητεί, που υποτάσσεται στην επιχειρηματολογία και το πείραμα, και όχι στα λόγια ενός ανθρώπου που η φύση του είναι γεμάτη από ατέλειες και ελλείψεις. Το καθήκον του ανθρώπου που ερευνά τα γραπτά των επιστημόνων, αν ο στόχος του είναι να μάθει την αλήθεια, είναι να κάνει τον εαυτό του εχθρό όλων όσα διαβάζει και να τους... επιτεθεί από κάθε πλευρά. Θα πρέπει επίσης να υποψιάζεται τον εαυτό του καθώς κάνει την κριτική του εξέταση, ώστε να αποφύγει να υποπέσει είτε σε προκατάληψη είτε σε επιείκεια.

σίας, τις ψευδοεπιστημονικές θεωρίες, ελαττώνει τον φόβο μας απέναντι στις αλλαγές και ενισχύει τη δημοκρατία, και γι' αυτό αποτελεί θεμελιώδη κατάκτηση.

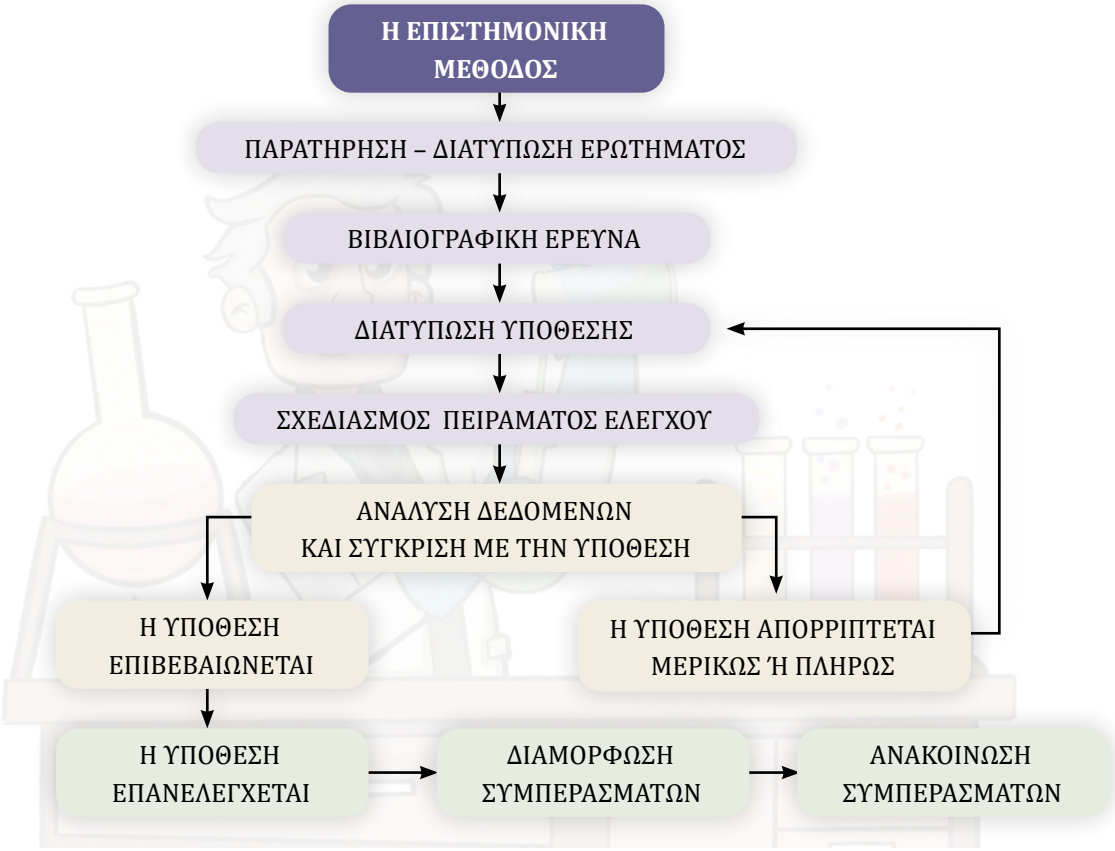
Σε μια πρώτη προσπάθεια κατάκτησης της επιστημονικής μεθοδολογίας θα εφαρμόσουμε μια απλουστευμένη εκδοχή της επιστημονικής μεθόδου στη Χημεία.

Στην πράξη η επιστημονική μέθοδος παρέχει μια συστηματική και ορθολογική προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων σε μια μεγάλη και ευρεία γκάμα πεδίων. Θα πρέπει να είναι όμως σαφές ότι η επιστημονική μέθοδος δεν είναι μία συνταγή, δεν είναι άκαμπτη, υφίσταται τροποποιήσεις, ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει την πολυπλοκότητα των επιστημονικών θεμάτων και κυρίως να επιτρέψει στους δημιουργικούς ανθρώπους να παραγάγουν καινοτόμες θεωρίες. Τα βήματα που παρουσιάζονται αντιπροσωπεύουν ένα σύνολο γενικών αρχών ή κατευθυντήριων γραμμών, χωρίς να είναι απαραίτητο να ακολουθούνται με σταθερό και καθορισμένο τρόπο.

Αυτή όμως η απλουστευμένη εκδοχή που παρουσιάζεται στο ακόλουθο σχήμα κάνει ένα πράγμα σωστά. Αποτυπώνει τη βασική λογική της επιστήμης.

Εννοιολογικός χάρτης: Δείτε αναλυτικά τα στάδια της επιστημονικής μεθόδου

Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία με μια ματιά



Οι ιδέες οφείλουν να δοκιμάζονται και να επαληθεύονται με πραγματικά και μετρήσιμα στοιχεία.

Και επειδή τίποτε δεν είναι καλύτερο από την πράξη, θα δοκιμάσουμε να εφαρμόσουμε την επιστημονική μέθοδο σε ένα πραγματικό φαινόμενο.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Επηρεάζει η θερμοκρασία του περιβάλλοντος την ταχύτητα των ζυμώσεων;

Ονοματεπώνυμο	Χρονοδιάγραμμα	
Μέλη της ομάδας:	**Ροή δραστηριοτήτων**	**Απαιτούμενος χρόνος**
	Α. Παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι	5 min
	Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση	2 min
	Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων	3 min
	Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος: διαχείριση μεταβλητών, συλλογή και επεξεργασία πειραματικών δεδομένων, προσδιορισμός κανονικοτήτων	20 min
	Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων	3 min
Ημερομηνία:	**Στ.** Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση	3 min
Τμήμα:	**Ζ.** Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης	4 min

Εργαστηριακές δραστηριότητες

Α. Παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι

Εκδοχή 1η: Πειράματα επίδειξης και αξιοποίηση ψηφιακού υλικού	**Εκδοχή 2η: Μελέτη εισαγωγικού κειμένου**
Οι μαθητές και οι μαθήτριες σε ομάδες παρατηρούν και συγκρίνουν πόσο γρήγορα εξελίσσονται ορισμένες αντιδράσεις, όπως: α) η γρήγορη αντίδραση σόδας και ξιδιού («ξιδοπύραυλος»), για παράδειγμα https://youtu.be/uFQtpQg2WIM?si=jx2kL2zTeQaQlMUc, ή β) το «μαύρο φίδι» https://youtu.be/S2kyOD77jkw?si=HGDcydeQfcFBlWi0	Καθημερινά, τόσο γύρω μας όσο και στο σώμα μας, συμβαίνουν χιλιάδες χημικές αντιδράσεις. Υπάρχουν αντιδράσεις που γίνονται αργά, όπως η ωρίμανση ενός φρούτου και το σκούριασμα ενός καρφιού, άλλες γίνονται γρήγορα, όπως η καύση του μαγνησίου, και κάποιες, όπως οι εκρήξεις, γίνονται πάρα πολύ γρήγορα και συνήθως έχουν καταστρεπτικά αποτελέσματα.
Η ωρίμανση και η σήψη των φρούτων και των λαχανικών είναι, ευτυχώς, μια πολύ αργή αντίδραση, την οποία επιβραδύνουμε περισσότερο βάζοντάς τα στο ψυγείο. 	Η αντίδραση της καύσης στους πυραύλους είναι εξαιρετικά γρήγορη και τα καυσαέρια που εκτοξεύονται προωθούν τον πύραυλο με βάση την αρχή της διατήρησης της ορμής. 

Να σκεφτείτε, να συζητήσετε και να απαντήσετε στα ακόλουθα ερωτήματα.

1. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε αν μια χημική αντίδραση γίνεται αργά ή γρήγορα;

   ……

   ……

2. Είναι σημαντικό να μπορούμε να επιταχύνουμε ή να επιβραδύνουμε μια αντίδραση; Να δώσετε από ένα παράδειγμα. ……

   ……

Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση

Ερευνητικό ερώτημα: Πώς επιδρά η θερμοκρασία στην ταχύτητα με την οποία μετατρέπονται τα σάκχαρα του μούστου (του γλεύκους) σε αιθανόλη και CO_2; Να γράψετε τις υποθέσεις σας.

……

……

Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων

Πολλά συνηθισμένα τρόφιμα και ποτά περιέχουν οργανικές ουσίες που παράγονται με μια κατηγορία αντιδράσεων που ονομάζονται **ζυμώσεις**. Το ξίδι περιέχει *οξικό οξύ*, που παράγεται από την οξική ζύμωση της αιθυλικής αλκοόλης που περιέχεται στο κρασί. Το γιαούρτι περιέχει *γαλακτικό οξύ* που παράγεται από τη γαλακτική ζύμωση σακχάρων τα οποία περιέχονται στο γάλα και το κρασί περιέχει οινόπνευμα, η χημική ονομασία του οποίου είναι *αιθανόλη* ή *αιθυλική αλκοόλη*, που παράγεται συνήθως από την αλκοολική ζύμωση της γλυκόζης, ενός σακχάρου που περιέχεται στον μούστο. Ποιες είναι όμως οι αντιδράσεις που ονομάζονται ζυμώσεις;

Ζυμώσεις ονομάζονται οι αντιδράσεις μετατροπής οργανικών ουσιών σε άλλες απλούστερες με τη βοήθεια ειδικών οργανικών ουσιών, οι οποίες ονομάζονται ένζυμα ή βιοκαταλύτες. Τα **ένζυμα** είναι οι οργανικές ενώσεις, πρωτεϊνικής προέλευσης, η παρουσία των οποίων αυξάνει την ταχύτητα χημικών αντιδράσεων, οι οποίες πραγματοποιούνται στα βιολογικά συστήματα.

Η αλκοολική ζύμωση, που μελετήσαμε στην Γ΄ Γυμνασίου, πραγματοποιείται με ένα μείγμα ενζύμων που παράγουν οι ζυμομύκητες του είδους Saccharomyces cerevisiae. Τους μύκητες αυτούς τους βρίσκουμε στη μαγιά ζαχαροπλαστικής.

Η αλκοολική ζύμωση πραγματοποιείται σύμφωνα με την παρακάτω αντίδραση κατά την οποία παράγεται αιθανόλη και CO_2:

$$\textbf{Γλυκόζη} \xrightarrow{\text{ζυμάση}} \textbf{Αιθανόλη} + CO_2$$

$$C_6H_{12}O_6\,(aq) \xrightarrow{\text{ζυμάση}} 2C_2H_5OH\,(aq) + 2CO_2\,(g)$$

Η ταχύτητα της ζύμωσης καθώς και η ποιότητα του προϊόντος (κρασιού) εξαρτώνται από την περιεκτικότητα και το είδος των σακχάρων που ζυμώνονται, από τον πληθυσμό και το είδος των ζυμομυκήτων και από τη θερμοκρασία.

Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος – Διαχείριση μεταβλητών

ΜΕΡΟΣ 1ο: Διαχείριση μεταβλητών

Σημαντικοί παράγοντες-μεταβλητές που επηρεάζουν την ταχύτητα της ζύμωσης είναι:

1. **Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος.** Η ταχύτητα της ζύμωσης γενικά αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι ένα βέλτιστο εύρος, πέρα από το οποίο μειώνεται λόγω της μετουσίωσης (απενεργοποίησης) του ενζύμου.
2. **Η τιμή του pH** μπορεί να επηρεάσει τη δραστικότητα των ενζύμων, αλλά και την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.
3. **Η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ζάχαρη.** Η αύξηση της περιεκτικότητας του διαλύματος σε σάκχαρα μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα της ζύμωσης, αλλά υπερβολικά υψηλά επίπεδα σακχάρων μπορούν να αναστείλουν τη ζύμωση.
4. **Ουσίες-αναστολείς.** Ουσίες όπως η αιθανόλη αναστέλλουν τη δραστηριότητα των ζυμομυκήτων και μπορούν να επιβραδύνουν και να διακόψουν τη διαδικασία της ζύμωσης.

Ερώτηση 1: Με βάση το ερευνητικό ερώτημα, ποια μεταβλητή επιλέγετε να μεταβάλετε για να διαπιστώσετε αν επηρεάζει την ταχύτητα της αλκοολικής ζύμωσης (ανεξάρτητη μεταβλητή); ……

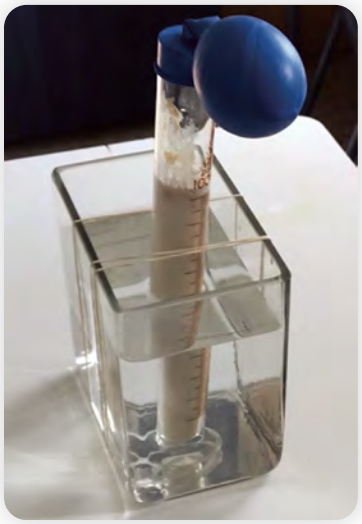
……

Ερώτηση 2: Ποια μεταβλητή προτείνετε να μετρήσετε για να προσδιορίσετε αν και πώς επηρεάστηκε η ταχύτητα της αλκοολικής ζύμωσης (εξαρτημένη μεταβλητή); ……

……

Ερώτηση 3: Ποιες μεταβλητές θα κρατήσετε σταθερές ώστε να διευκολυνθείτε να εξαγάγετε σωστό συμπέρασμα; ……

……



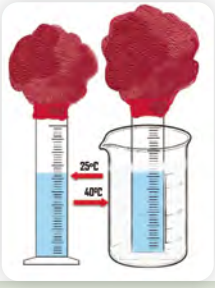
ΜΕΡΟΣ 2ο: Υλοποίηση του πειράματος

Αναλώσιμα, σκεύη και όργανα

Σκεύη, όργανα και αναλώσιμα υλικά	
• 2 ογκομετρικοί κύλινδροι των 100 mL	• Απιοντισμένο νερό
• Χρονόμετρο	• Νερό βρύσης
• Γυάλινος αναδευτήρας	• Ζάχαρη
• Ποτήρι ζέσεως 400 mL	• Οινόπνευμα
• Πλαστικό κουταλάκι	• Υαλογραφικός μαρκαδόρος
• Ποτήρι ζέσεως 200 mL	• 2 μπαλόνια
• Ηλεκτρονικό θερμόμετρο	• Χωνί
• Λύχνος Bunsen, τρίποδο, πλέγμα, αναπτήρας ή βραστήρας	

Πειραματική διαδικασία

1. Να μετρήσετε τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, να την καταγράψετε στον Πίνακα 1 και να ζεστάνετε νερό βρύσης σε θερμοκρασία περίπου 40 °C.
2. Να προσθέσετε 100 mL απιοντισμένο νερό και 12 g ζάχαρη στο ποτήρι ζέσεως των 200 mL. Να ανακατέψετε το μείγμα μέχρι να γίνει ομογενές.



3. Να μοιράσετε 50 mL από το διάλυμα που παρασκευάσατε σε καθέναν από τους 2 ογκομετρικούς κυλίνδρους και με τον υαλογραφικό μαρκαδόρο να τους σημειώσετε ως Α και Β.

Ογκομετρικός κύλινδρος Α	Ογκομετρικός κύλινδρος Β
4. Να προσθέσετε ένα φακελάκι μαγιάς (8 g) με τη βοήθεια του χωνιού, ώστε να μην κολλήσει στα τοιχώματα, και να ανακατέψετε καλά με τη ράβδο ώστε να δημιουργηθεί ένας χυλός.	**4.** Να προσθέσετε ένα φακελάκι μαγιάς (8 g) με τη βοήθεια του χωνιού, ώστε να μην κολλήσει στα τοιχώματα, και να ανακατέψετε καλά με τη ράβδο ώστε να δημιουργηθεί ένας χυλός.
5. Να εφαρμόσετε το μπαλόνι στο στόμιο του ογκομετρικού κυλίνδρου	**5.** Να εφαρμόσετε το μπαλόνι στο στόμιο του ογκομετρικού κυλίνδρου.
6. Στο ποτήρι ζέσεως των 400 mL να προσθέσετε το νερό βρύσης που έχετε ζεστάνει, να μετρήσετε τη θερμοκρασία του νερού και να την καταγράψετε στον πίνακα.	**6.** Να καταγράψετε στον πίνακα 1 τις ενδείξεις της στάθμης του αφρού στον ογκομετρικό κύλινδρο ανά 1 min αρχικά και μετά ανά 30 s, όπως φαίνεται στον πίνακα, χωρίς να σταματάτε το χρονόμετρο. Να σταματήσετε την καταγραφή όταν παρατηρήσετε κατάρρευση του αφρού ή όταν η στάθμη ξεπεράσει τα 100 mL.
7. Να τοποθετήσετε τον κύλινδρο «Α» στο υδατόλουτρο και να ξεκινήσετε τη χρονομέτρηση.	
8. Να καταγράψετε στον πίνακα 1 τις ενδείξεις της στάθμης του αφρού στον ογκομετρικό κύλινδρο ανά 1 min αρχικά και μετά ανά 30 s, όπως φαίνεται στον πίνακα, χωρίς να σταματάτε το χρονόμετρο. Να σταματήσετε την καταγραφή όταν παρατηρήσετε κατάρρευση του αφρού ή όταν η στάθμη ξεπεράσει τα 100 mL.	**7.** Να περιστρέψετε τον λαιμό του μπαλονιού ώστε να παγιδευτεί το αέριο που εμπεριέχεται σε αυτό και να το αφαιρέσετε από τον κύλινδρο. Να δέσετε σφιχτά το μπαλόνι. 
9. Να περιστρέψετε τον λαιμό του μπαλονιού ώστε να παγιδευτεί το αέριο που εμπεριέχεται σε αυτό και να το αφαιρέσετε από τον κύλινδρο. Να δέσετε σφιχτά το μπαλόνι.	

Εφόσον ο χρόνος το επιτρέπει και οι ομάδες συνεργάζονται αρμονικά, μπορείτε να επαναλάβετε τη διαδικασία με τον έναν κύλινδρο σε καυτό νερό και τον άλλον σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, αλλά με επιπλέον περίπου 60 mL οινόπνευμα στο εσωτερικό του.

ΜΕΡΟΣ 3ο: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Να καταγράψετε τα πειραματικά σας αποτελέσματα στον πίνακα που ακολουθεί.

	Κύλινδρος Α, στο ποτήρι ζέσεως		**Κύλινδρος Β, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος**	
	Θερμοκρασία υδατόλουτρου .....^{0}C		**Θερμοκρασία περιβάλλοντος .....^{0}C**	
t (min)	**Στάθμη αφρού V (mL)**	**Μεταβολή όγκου αφρού (mL) $V-V_0$**	**Στάθμη αφρού (mL)**	**Μεταβολή όγκου αφρού (mL) $V-V_0$**
0	V_0 =	0	V_0 =	0
1				

2				
3				
3,5				
4				
4,5				
5				
5,5				
6				
6,5				
7				
7,5				
8				
8,5				
9				
9,5				
10				

Με τα δεδομένα του πίνακα να κατασκευάσετε, στο ίδιο διάγραμμα, τη γραφική παράσταση της μεταβολής του όγκου ($V-V_0$) του αφρού σε συνάρτηση με τον χρόνο και για τα δύο διαλύματα Α και Β. Τι επιπλέον πληροφορίες μάς δίνει το διάγραμμα σε σχέση με τα δεδομένα του πίνακα;

.....

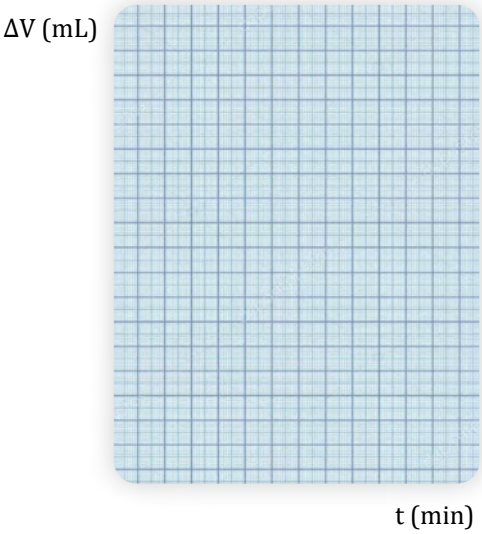
.....

.....

.....

.....

.....



Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων

1. Ποια τεκμηριωμένη πληροφορία μπορούμε να αντλήσουμε από τη μορφή των γραφικών παραστάσεων; Ποιος είναι ο παράγοντας που διαφοροποιεί τη μορφή τους;

.....

.....

2. Επιβεβαιώθηκαν ή διαψεύσθηκαν οι υποθέσεις σας;

.....

.....

3. Ποιο είναι το αέριο που εγκλωβίσατε στα μπαλόνια και πώς παράχθηκε;

.....

.....

4. Έχετε ίσες ποσότητες αερίου στα δύο μπαλόνια;

.....

.....

5. Σε ποιον κύλινδρο παρατηρήσατε μεγαλύτερο ρυθμό ανόδου της στάθμης του αφρού; Αποτυπώνεται αυτή η πληροφορία στις γραφικές παραστάσεις που προέκυψαν; Ο Μύκης Ζαχαρόπουλος γνωρίζει καλά τα δεδομένα του πειράματος και είναι άριστος μαθητής στη Βιολογία, αλλά δεν ευτύχησε –όσο εσείς– να υλοποιήσει αυτό το διδακτικό πείραμα. Βλέποντας το διάγραμμά σας θα μπορούσε να καταλάβει ποια γραφική παράσταση αντιστοιχεί σε κάθε σωλήνα;

.....

.....

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

ΣΤ. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση

Να προσπαθήσετε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

1. Γιατί η συνταγή για τσουρέκι γράφει «να διαλύσετε σε περίπου 100 mL νερό μια κουταλιά της σούπας ζάχαρη κι ένα φακελάκι μαγιά»;

.....

.....

2. Στα δύο μπαλόνια συλλέξατε την ίδια ποσότητα αερίου; Να δώσετε μία εξήγηση.

.....

.....

3. Ένα απορρυπαντικό που υποστηρίζει ότι καθαρίζει «χάρη στα ένζυμα» που περιέχει, γράφει στις οδηγίες «Να μη χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 50 ^{o}C». Να δώσετε μία εξήγηση.

.....

.....

4. Για να περάσουν στο νερό σε σύντομο χρόνο τα επιθυμητά συστατικά από τα φύλλα του τσαγιού, δηλαδή για να φτιάξουμε ένα τσάι, είναι καλύτερα να χρησιμοποιήσουμε κρύο, ζεστό ή καυτό νερό;

.....

.....

Ζ. Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης

1. Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στο ερευνητικό ερώτημα; .....

.....

2. Ποια σημεία της έρευνας σας δυσκόλεψαν; .....

.....

3. Η διερεύνηση που κάνατε κάλυψε πλήρως το θέμα των παραγόντων που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας ζύμωσης;

.....

.....

.....

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 1

Επηρεάζει η θερμοκρασία του περιβάλλοντος την ταχύτητα της ζύμωσης;

(Ενδεικτικός χρόνος συμπλήρωσης του φύλλου, περίπου 15 min)

1. Να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

α. Γιατί «η μαγιά πρέπει να διαλυθεί σε χλιαρό νερό» σύμφωνα με τη συνταγή παρασκευής ψωμιού;

……

β. Τι θα παρατηρήσουμε αν η μαγιά διαλυθεί σε νερό παγωμένο από το ψυγείο;

……

γ. Τι θα παρατηρήσουμε αν η μαγιά διαλυθεί σε βραστό νερό;

……

2. Να γράψετε τα βασικά στάδια της επιστημονικής μεθοδολογίας τα οποία υλοποιήσατε.

……

……

3. Οι επιστήμονες δημοσιεύουν τα ευρήματα των ερευνών τους σε επιστημονικά περιοδικά με κριτές. Επίσης, τα ευρήματά τους μπορεί να αξιοποιηθούν από άλλους ερευνητές οι οποίοι θα επιβεβαιώσουν την ακρίβειά τους ή όχι και θα το αναφέρουν στις δικές τους δημοσιεύσεις. Σε ποιο στοιχείο της επιστημονικής μεθοδολογίας εντάσσεται η διαδικασία αυτή;

……

……

4. Θέλουμε να μελετήσουμε πώς επηρεάζεται η ταχύτητα αποχρωματισμού ενός υδατικού διαλύματος που περιέχει χρωστική ζαχαροπλαστικής από την ποσότητα λευκαντικού (χλωρίνης) που θα προσθέσουμε. Οι βασικοί παράγοντες-μεταβλητές που επηρεάζουν την ταχύτητα αποχρωματισμού του διαλύματος που περιέχει χρωστική ζαχαροπλαστικής είναι:

α. Το είδος της χρωστικής ζαχαροπλαστικής.

β. Η ποσότητα της χρωστικής ζαχαροπλαστικής.

γ. Η ποσότητα του νερού στην οποία θα διαλυθεί η χρωστική.

δ. Η θερμοκρασία του διαλύματος.

ε. Το είδος της χλωρίνης.

στ. Η ποσότητα της χλωρίνης.

ζ. Ο ρυθμός ανάδευσης του διαλύματος.

η. Ο χρόνος ολοκλήρωσης του αποχρωματισμού.

Να εξηγήσετε:

i. Ποια είναι η ανεξάρτητη μεταβλητή που θα μεταβάλετε σκόπιμα; ……

……

ii. Ποιες είναι οι (ανεξάρτητες) μεταβλητές που θα κρατήσετε σταθερές; ……

……

iii. Ποια είναι η εξαρτημένη μεταβλητή και πώς θα τη μετρήσετε; ……

……

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΕ ΤΙΤΛΟΥΣ

1.1 Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της

Η Χημεία είναι η επιστήμη, η οποία:

α. **Μελετά τη δομή και τις ιδιότητες** της ύλης.

β. **Μελετά τις μεταβολές** της ύλης και τις ενεργειακές μεταβολές που τις συνοδεύουν.

γ. **Ερευνά και παράγει καινοτόμα προϊόντα** για κάθε τομέα της καθημερινής ζωής, όπως τα φάρμακα, τα είδη προσωπικής υγιεινής και τα καλλυντικά, τα τρόφιμα, τα καύσιμα, τα δομικά υλικά, τα χρώματα, οι μπαταρίες, τα λιπάσματα και τα παρασιτοκτόνα, τα πλαστικά, οι τεχνητές υφάνσιμες ύλες κ.ά.

δ. **Ελέγχει την ποιότητα** του περιβάλλοντος και την ποιότητα και την ασφάλεια των διαφόρων προϊόντων, όπως το νερό, τα τρόφιμα, τα καύσιμα και τα φάρμακα.

ε. **Αποτελεί τη βάση** για τη μελέτη της Βιολογίας, της Γεωλογίας, της Φαρμακευτικής, της Γεωπονίας και συνεργάζεται στενά με αυτές, αλλά και με την Ιατρική, τη Φυσική, την Κοσμολογία και άλλες επιστήμες με στόχο τη βελτίωση της ζωής του ανθρώπου.

Οι εφαρμογές της Χημείας εκτείνονται σε όλες τις εκφράσεις της ζωής, έχουν βελτιώσει σημαντικά την υγεία, το προσδόκιμο ζωής, το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων και συμβάλλουν στην κοινωνική και οικονομική ευημερία, στη βιώσιμη ανάπτυξη και στην προστασία του περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων.

1.2 Η μεθοδολογία της Χημείας

1.2.1 Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου

Το εργαστήριο είναι ο ζωτικός χώρος της επιστήμης της Χημείας, στον οποίο ελέγχονται οι επιστημονικές θεωρίες, παράγεται νέα γνώση και ανακαλύπτονται καινοτόμα προϊόντα. Το εργαστήριο όμως περικλείει κινδύνους που σχετίζονται με την ασφαλή χρήση των χημικών ουσιών και τις μεταβολές τους, και απαιτεί γνώση και τήρηση των κανόνων ασφαλείας που διέπουν τη λειτουργία του. Η επιστήμη της Χημείας, με στόχο να προστατέψει τόσο τον γενικό πληθυσμό όσο και όσους έχουν επαγγελματική ενασχόληση με τις χημικές ουσίες, έχει δημιουργήσει ένα διεθνές σύστημα σήμανσης των επικίνδυνων χημικών ουσιών με εικονογράμματα και ένα αναλυτικό σύστημα περιγραφής τους, το οποίο ονομάζεται Δελτίο Δεδομένων Ασφαλείας (ΔΔΑ) (SDS). Τα εικονογράμματα κινδύνου αναγράφονται υποχρεωτικά στις ετικέτες της συσκευασίας προϊόντων, τις οποίες θα πρέπει να διαβάζουμε προσεκτικά πριν από τη χρήση του προϊόντος.

1.2.2 Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία

Η επιστήμη της Χημείας χρησιμοποιεί μια μέθοδο ερμηνείας των φαινομένων και επαλήθευσης των υποθέσεων και των προβλέψεων που αναπτύσσονται, η οποία ονομάζεται επιστημονική μέθοδος. Παρότι η επιστημονική μέθοδος δεν είναι γραμμική και τροποποιείται ανάλογα με τις ανάγκες και τα δεδομένα, ένα απλουστευμένο μοντέλο της θα μπορούσαμε να πούμε ότι στηρίζεται στα στάδια:

Παρατήρηση - Διατύπωση υπόθεσης και πρόβλεψης - Σχεδιασμός πειράματος επαλήθευσης - Ανάλυση δεδομένων και σύγκριση με την υπόθεση – Αν επαληθεύεται, ανακοίνωση αποτελεσμάτων, αν όχι, διατύπωση νέας υπόθεσης και επανάληψη της διαδικασίας.

Για να είναι αξιόπιστο ένα πείραμα, θα πρέπει κατά την επανάληψή του να δίνει παρόμοια αποτελέσματα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1.2.1 Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου

1. Να παρατηρήσετε προσεκτικά τα εικονογράμματα κινδύνου της διπλανής εικόνας και να απαντήσετε στις ακόλουθες ερωτήσεις.

α. Να σκεφτείτε και να αναφέρετε δύο ουσίες που μπορεί στην ετικέτα τους να έχουν το εικονόγραμμα Α.

β. Να σκεφτείτε και να αναφέρετε δύο ουσίες που μπορεί στην ετικέτα τους να έχουν το εικονόγραμμα Θ.

γ. Να προτείνετε τρόπους για την ελάττωση των επιπτώσεων που έχει η χρήση προϊόντων τα οποία μπορεί στην ετικέτα τους να έχουν το εικονόγραμμα Θ.

δ. Ένα απορρυπαντικό που χρησιμοποιείτε στο σπίτι έχει τα εικονογράμματα Γ και Ε στην ετικέτα του. Να προτείνετε οδηγίες για την ασφαλή χρήση του.

2. Να παρατηρήσετε τη διπλανή εικόνα και να εντοπίσετε και να καταγράψετε τέσσερα τουλάχιστον σφάλματα που μπορεί να προκαλέσουν κίνδυνο στο εργαστήριο.

Στις ερωτήσεις 3-11 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

3. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης στο εργαστήριο πρέπει να φωνάξετε:

α. τον επιβλέποντα καθηγητή **β.** κανέναν

γ. έναν φίλο **δ.** όποιον είναι κοντά

4. Το κάπνισμα απαγορεύεται αυστηρά στο εργαστήριο γιατί:

α. δεν υπάρχουν τασάκια. **β.** είναι ανθυγιεινό.

γ. δεν είναι βολικό. **δ.** μπορεί να προκληθεί πυρκαγιά στο εργαστήριο.

5. Για να ελαττώσετε τον κίνδυνο να μπουν στο μάτι σας σταγόνες μιας χημικής ουσίας πρέπει να φοράτε:

α. μάσκα **β.** φακούς επαφής **γ.** γυαλιά ηλίου **δ.** γυαλιά προστασίας

6. Πώς μπορείτε να σβήσετε γρήγορα μια μικρή φωτιά πάνω στον εργαστηριακό πάγκο;

α. Χρησιμοποιώντας πυροσβεστήρα. **β.** Πετώντας νερό.

γ. Καλύπτοντας τη φλόγα με ένα μικρό δοχείο. **δ.** Όλα τα προηγούμενα.

7. Το ποτό και το φαγητό απαγορεύονται στο εργαστήριο, γιατί:

α. λερώνεται το εργαστήριο.

β. δεν υπάρχει αρκετός χρόνος.

γ. τα παιδιά που δεν έχουν ποτό και φαγητό νιώθουν μειονεκτικά.

δ. μπορεί να δηλητηριαστείτε.

8. Απαγορεύεται στο εργαστήριο να γίνονται πειράματα που δεν είναι εγκεκριμένα γιατί:

α. οι μαθητές δεν έχουν την απαιτούμενη εμπειρία και υπάρχει κίνδυνος για την ασφάλειά τους.

β. δεν υπάρχουν τα απαιτούμενα αντιδραστήρια.

γ. οι καθηγητές θέλουν τα πειράματα που έχουν διαλέξει.

δ. δεν επαρκεί ο διαθέσιμος χρόνος.

9. Μετά την ολοκλήρωση του πειράματος και πριν να φύγετε από το εργαστήριο πρέπει οπωσδήποτε:

α. να σβήσετε όλες τις εστίες φωτιάς.

β. να τακτοποιήσετε και να καθαρίσετε τον πάγκο.

γ. να πλύνετε τα χέρια σας.

δ. να κάνετε όλα τα παραπάνω.

10. Αν ένα δοχείο χωρίς ετικέτα περιέχει ένα άγνωστο υγρό, πρέπει:

α. να το δοκιμάσετε, ώστε να καταλάβετε τι είναι.

β. να το μυρίσετε, ώστε να το αναγνωρίσετε.

γ. να θεωρήσετε ότι είναι πιθανώς επικίνδυνο και να ενημερώσετε τον υπεύθυνο.

δ. καλύτερα να ζητήσετε από έναν συμμαθητή σας να το αναγνωρίσει.

11. Ο λόγος για τον οποίο το εργαστήριο πρέπει να είναι καθαρό και τακτοποιημένο είναι ότι:

α. ο καθηγητής είναι ψυχαναγκαστικός.

β. το εργαστήριο φαίνεται όμορφο.

γ. για να βρίσκουμε τα αντιδραστήρια.

δ. βοηθάει στο να αποφεύγονται τα ατυχήματα.

12. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

α. Τα περισσότερα απορρυπαντικά πλυντηρίου φέρουν στην ετικέτα τους το διπλανό εικονόγραμμα κινδύνου και γι' αυτό πρέπει να βάζουμε πλυντήριο μόνο όταν είναι γεμάτο. ☐

β. Στο εργαστήριο όσες και όσοι έχουν μακριά μαλλιά πρέπει να τα κρατούν δεμένα. ☐

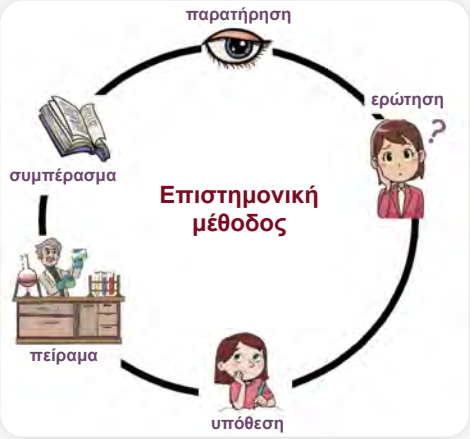
γ. Είναι ευκαιρία κατά τη διάρκεια μιας εργαστηριακής άσκησης να γνωρίσουμε και άλλα αντιδραστήρια, εκτός από αυτά που προβλέπονται. ☐

δ. Αν κατά λάθος σπάσουμε έναν δοκιμαστικό σωλήνα και το αντιδραστήριο χυθεί στον πάγκο ή στο πάτωμα, πρέπει να το μαζέψουμε γρήγορα γρήγορα με ό,τι βρούμε και να το πετάξουμε στον πιο κοντινό κάδο για να μη μας καταλάβει κανείς. ☐

ε. Δεν μπορούμε να τρώμε, αλλά μπορούμε να μασάμε τσίχλα κατά τη διάρκεια μιας εργαστηριακής άσκησης. ☐

1.2.2 Η επιστημονική μέθοδος

13. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.



α. Η επιστημονική μέθοδος συνίσταται στη συλλογή δεδομένων.

β. Η μοναδική μορφή που αναγνωρίζεται ως επιστημονική μέθοδος ακολουθεί τη σειρά:
παρατήρηση ⟶ ερώτηση ⟶ υπόθεση ⟶ πείραμα ⟶ συμπέρασμα.

γ. Μόνο ο πειραματισμός είναι ορθή πρακτική για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

δ. Η χρήση των χημικών ουσιών στα τρόφιμα υποβαθμίζει την ποιότητά τους.

ε. Τα αποτελέσματα μίας έρευνας πάντοτε επιβεβαιώνουν την υπόθεση που έχει διατυπώσει ο ερευνητής.

στ. Η υπόθεση και η πρόβλεψη που διατυπώνει ένας ερευνητής πρέπει να είναι μετρήσιμες.

ζ. Όταν από την πειραματική διαδικασία προκύπτουν δεδομένα τα οποία δεν συμφωνούν με την αρχική υπόθεση, τα απορρίπτουμε.

Στις ερωτήσεις 14-21 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

14. Από τα ακόλουθα βήματα δεν είναι βήμα της επιστημονικής μεθόδου:

α. η παρατήρηση και καταγραφή των δεδομένων.

β. η διατύπωση υπόθεσης.

γ. η διαμόρφωση ενός μοντέλου με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα.

δ. η απόρριψη των δεδομένων που δεν συμφωνούν με την υπόθεση.

15. Ποια από τις ακόλουθες παρατηρήσεις είναι ποσοτική;

α. Μεταβάλλεται το χρώμα του διαλύματος που περιέχει τον δείκτη φαινολοφθαλεΐνη από ροζ σε άχρωμο.

β. Η γεύση του διαλύματος είναι όξινη.

γ. Το διάλυμα διαβρώνει τα μέταλλα.

δ. Το διάλυμα βράζει σε θερμοκρασία 78 °C.

16. Ποια από τις ακόλουθες παρατηρήσεις είναι ποιοτική;

α. Μεταβάλλεται το χρώμα του διαλύματος που περιέχει τον δείκτη φαινολοφθαλεΐνη από ροζ σε άχρωμο.

β. Η αντίδραση ολοκληρώνεται σε 25 s.

γ. Καταβυθίζονται 2 g ενός πράσινου ιζήματος.

δ. Το διάλυμα βράζει σε θερμοκρασία 78 °C.

17. Μια δήλωση που επιβεβαιώνεται από πειραματικά δεδομένα και εξηγεί ένα φαινόμενο ονομάζεται:

α. υπόθεση **β.** ερώτηση **γ.** θεωρία **δ.** γενίκευση

18. Οι μεταβλητές σε ένα πείραμα οι οποίες δεν μεταβάλλονται ονομάζονται:

α. σταθερές **β.** εξαρτημένες μεταβλητές

γ. ανεξάρτητες μεταβλητές **δ.** μεταβλητές ελέγχου

19. Η μεταβλητή ενός πειράματος την οποία μεταβάλλει ο ερευνητής ονομάζεται:

α. σταθερά **β.** εξαρτημένη μεταβλητή

γ. ανεξάρτητη μεταβλητή **δ.** μεταβλητή ελέγχου

20. Ένα μοντέλο ή μια ποσοτική σχέση που στηρίζεται σε έναν μεγάλο αριθμό πειραματικών δεδομένων είναι:

α. μία υπόθεση **β.** ένας νόμος **γ.** μία πρόβλεψη **δ.** μία θεωρία

21. Η σωστή σειρά των σταδίων της απλουστευμένης επιστημονικής μεθόδου είναι:

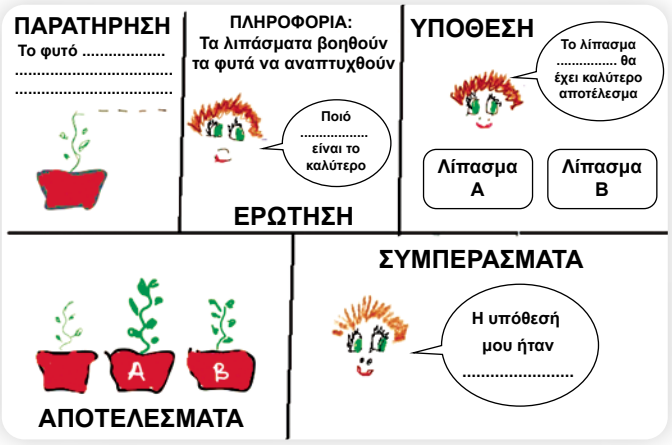
α. υπόθεση - παρατήρηση - έλεγχος της υπόθεσης - διατύπωση ερώτησης - ανάλυση δεδομένων - διαμόρφωση συμπερασμάτων - ανακοίνωση των αποτελεσμάτων

β. παρατήρηση - διατύπωση ερώτησης - υπόθεση - έλεγχος της υπόθεσης - ανάλυση δεδομένων - διαμόρφωση συμπερασμάτων - ανακοίνωση των αποτελεσμάτων

γ. παρατήρηση - υπόθεση - έλεγχος της υπόθεσης - διατύπωση ερώτησης - ανάλυση δεδομένων - διαμόρφωση συμπερασμάτων - ανακοίνωση των αποτελεσμάτων

δ. παρατήρηση - διατύπωση ερώτησης - υπόθεση - έλεγχος της υπόθεσης - διαμόρφωση συμπερασμάτων - ανάλυση δεδομένων - ανακοίνωση των αποτελεσμάτων

22. Να παρατηρήσετε την εικόνα και να περιγράψετε την εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου, επισημαίνοντας την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή.



23. Να συμπληρώσετε την ακροστιχίδα.

Η λέξη στην ακροστιχίδα δηλώνει τη μέθοδο επαλήθευσης των υποθέσεων και ερμηνείας των φαινομένων που χρησιμοποιεί η επιστήμη της Χημείας.

1. Πρέπει να διατυπωθεί μετά την παρατήρηση του φαινομένου που εξετάζουμε.
2. Σχεδιάζεται για την επιβεβαίωση ή την απόρριψη μιας υπόθεσης.
3. Εναλλακτική λέξη για την υπόθεση.
4. Η επεξεργασία των δεδομένων της πειραματικής διαδικασίας οδηγεί σε αυτό.
5. Εναλλακτική λέξη για τη δοκιμασία (ξεν.).

1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

6. Ανάποδα γραμμένη η λέξη που χαρακτηρίζει τη μεταβλητή, τις τιμές της οποίας μετράμε σε ένα πείραμα.
7. Οι παράμετροι που επηρεάζουν ένα φαινόμενο.
8. Αυτός ο τρόπος σκέψης καλλιεργείται με την επιστημονική μέθοδο.
9. Εναλλακτική λέξη για το μυαλό.
10. Για να είναι ορθή μία πειραματική διαδικασία, θα πρέπει να διασφαλίζεται ότι οι τιμές όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν το φαινόμενο, εκτός από την ανεξάρτητη μεταβλητή, είναι...
11. Το τελευταίο στάδιο της επιστημονικής μεθόδου για τα αποτελέσματα της διαδικασίας.
12. Ανάποδα γραμμένη η λέξη που χαρακτηρίζει τη μεταβλητή, τις τιμές της οποίας μεταβάλλουμε σκόπιμα σε ένα πείραμα.

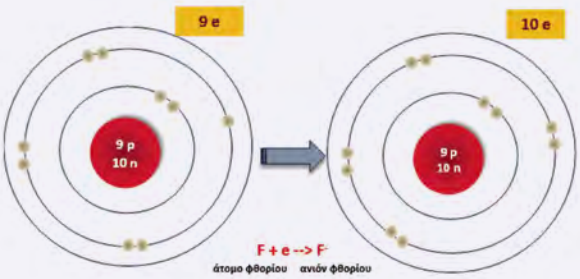
ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ ...

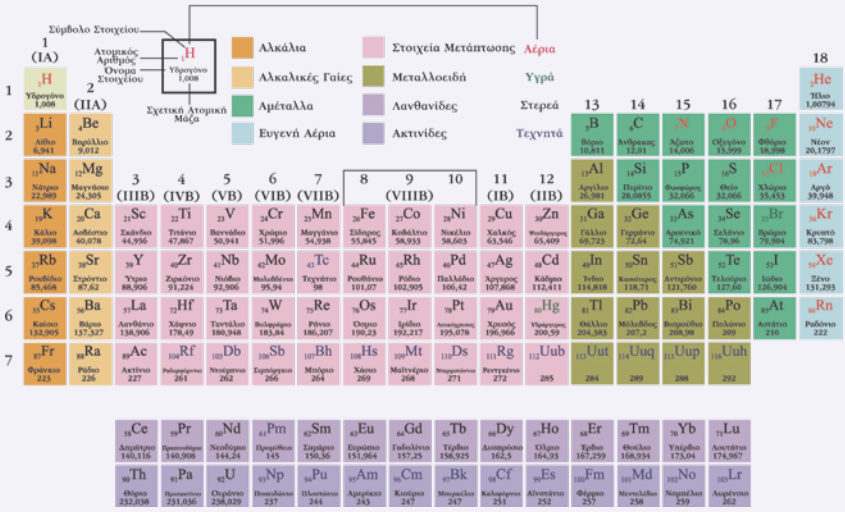
ΒΡΕΙΤΕ ΤΟΝ ΜΗΛΟΚΛΕΦΤΗ
ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΣΤΑΥΡΟΛΕΞΟ
ΑΚΡΟΣΤΙΧΙΔΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ
ΚΟΥΙΖ: ΤΕΛΙΚΑ Η ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΕΙΤΑΙ;
ΔΕΙΤΕ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΑ ΒΙΝΤΕΟ: https://www.youtube.com/watch?v=yi0hwFDQTSQ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Χωριστείτε σε τρεις ομάδες. Η κάθε ομάδα να επιλέξει ένα από τα Δελτία Δεδομένων Ασφαλείας (ΔΔΑ – SDS) που προτείνονται στον ψηφιακό πόρο ή ένα άλλο της επιλογής της και αφού μελετήσει και καταγράψει τις βασικές του πληροφορίες, να παρουσιάσει τους κινδύνους που παρουσιάζει η χρήση του προϊόντος και τους κανόνες ασφαλείας που πρέπει να τηρούνται. Τέλος, να συγκρίνετε τις πληροφορίες των ΔΔΑ για τα διαφορετικά προϊόντα και να καταγράψετε τις ομοιότητες στη δομή τους.

Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ – Ο ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ





Γενικοί στόχοι

Μετά το τέλος ενότητας θα μπορείτε:

- **Να περιγράφετε** τη δομή του ατόμου και την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες με βάση το πρότυπο Bohr.
- **Να αξιοποιείτε** τις πληροφορίες που δίνει η θέση ενός στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα.

Έννοιες κλειδιά

Άτομο

Πρωτόνιο

Νετρόνιο

Ηλεκτρόνιο

Ατομικός αριθμός

Μαζικός αριθμός

Ισότοπα

Ατομική μονάδα μάζας (u)

Σχετική ατομική μάζα (A_r)

Σχετική μοριακή μάζα (M_r)

Σχετική τυπική μάζα (F_r)

Περιοδικός Πίνακας

Ομάδα - Περίοδος

Παρατηρήσεις

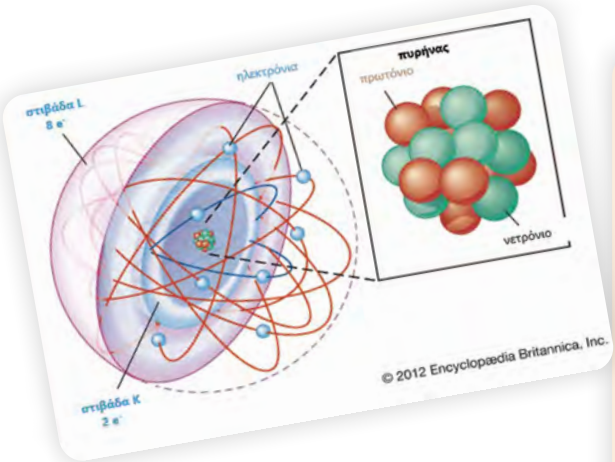
Παρατηρήστε προσεκτικά την εικόνα και εντοπίστε:

- Από τι αποτελείται το άτομο.
- Πώς είναι δομημένο το άτομο του φθορίου.
- Τι συμβαίνει όταν το άτομο του φθορίου προσλαμβάνει 1 e.
- Πόσες κατακόρυφες στήλες και πόσες οριζόντιες γραμμές έχει ο Περιοδικός Πίνακας.
- Πόσα στοιχεία υπάρχουν στην 1η, 2η, 3η, 4η περίοδο.

Ερωτήματα και προβληματισμοί

- Ποιο είναι το δακτυλικό αποτύπωμα κάθε στοιχείου;
- Πώς τοποθετούνται τα ηλεκτρόνια γύρω από τον πυρήνα;
- Το άτομο έχει ηλεκτρικό φορτίο;
- Πώς προσδιορίζεται η σχετική μάζα ενός ατόμου και ενός μορίου;
- Γιατί τόση φασαρία για τον Περιοδικό Πίνακα;
- Πώς τοποθετούνται τα στοιχεία στον Περιοδικό Πίνακα;

2.1 Η δομή του ατόμου



Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να περιγράφετε** τα βασικά χαρακτηριστικά του μοντέλου του **Bohr**.
- **Να περιγράφετε** τη δομή ενός ατόμου αν γνωρίζετε τον ατομικό και τον μαζικό του αριθμό, και αντίστροφα.
- **Να διατυπώνετε** τον ορισμό των ισοτόπων και να **αναγνωρίζετε** ότι τα ισότοπα αποτελούν άτομα που ανήκουν στο ίδιο στοιχείο.
- **Να ορίζετε** την ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u).
- **Να ορίζετε** τη σχετική ατομική (A_r), σχετική μοριακή (M_r) και σχετική τυπική μάζα (F_r).
- **Να αξιοποιείτε** πίνακες των A_r για να υπολογίζετε την M_r απλών ενώσεων.
- **Να κατανέμετε** σε στιβάδες τα ηλεκτρόνια των ατόμων που έχουν ατομικό αριθμό 1-20 και 31-38.
- **Να εξηγείτε** τον σχηματισμό ιόντων από άτομα.
- **Να προσδιορίζετε** τη δομή ενός ιόντος αν γνωρίζετε τον ατομικό αριθμό, τον μαζικό αριθμό και το φορτίο του, και αντίστροφα.

Άτομα
Πολύ μικρά για να είναι σημαντικά;

Τα άτομα είναι μικροσκοπικά και αόρατα, αλλά για πάνω από 25 αιώνες οι επιστήμονες, και όχι μόνο αυτοί, ασχολούνται με το αν υπάρχουν ή δεν υπάρχουν, με το αν από αυτά είμαστε φτιαγμένοι, από τι αποτελούνται και με το πώς είναι δομημένα.

Αναρωτηθήκατε ποτέ γιατί ασχολούμαστε με κάτι τόσο μικρό και... ασήμαντο;

Η απάντηση είναι απλή. Αυτά τα μικροσκοπικά σωματίδια είναι τα δομικά σωματίδια που φτιάχνουν όλο τον κόσμο και ό,τι βρίσκεται μέσα σε αυτόν, ακόμη και εσάς τους ίδιους.

Όλα τα άτομα δεν είναι ίδια. Κάθε στοιχείο αποτελείται από άτομα ενός συγκεκριμένου είδους. Σήμερα γνωρίζουμε 118 στοιχεία, από τα οποία 92 περίπου υπάρχουν στη φύση και τα υπόλοιπα έχουν συντεθεί από τους επιστήμονες στα εργαστήρια. Ο 20ός αιώνας χαρακτηρίστηκε, όχι αδικαιολόγητα, η Ατομική Εποχή.

Στο πρώτο μισό του διατυπώθηκαν τόσες θεωρίες για τη δομή του ατόμου όσες δεν είχαν διατυπωθεί τους προηγούμενους 24 αιώνες.

Γιατί όμως ενδιαφερόμαστε για την εσωτερική δομή αυτών των μικροσκοπικών σωματιδίων;

Μήπως γιατί η δομή τους καθορίζει τις ιδιότητες των διαφορετικών ειδών των υλικών σωμάτων;

Μήπως γιατί η αποκάλυψη των μυστικών τους μας δίνει τις απαντήσεις για το πώς συνδυάζονται για να φτιάξουν τα διαφορετικά υλικά του πολύχρωμου και πολυποίκιλου κόσμου μας και μας εφοδιάζει με τη γνώση για να τα συνδυάσουμε και να φτιάξουμε νέα υλικά που θα βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής μας;

Στο δεύτερο μισό του 20ού αιώνα νέα γνώση για το άτομο εισέβαλε στη ζωή μας. Ορισμένα άτομα μπορούν να διασπαστούν ελευθερώνοντας τεράστιες ποσότητες ενέργειας. Νέες λέξεις και επιστημονικοί όροι, όπως «ατομική ενέργεια» και «ατομική βόμβα», μπήκαν στο καθημερινό μας λεξιλόγιο, και νέες προκλήσεις άνοιξαν για την επιστήμη.

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ ΜΕ ΜΙΑ ΜΑΤΙΑ...

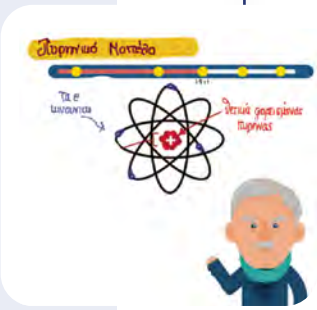
Η ιστορία του ατόμου με μια ματιά

5ος π.Χ. αιώνας
ΛΕΥΚΙΠΠΟΣ και ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ
«Η ύλη αποτελείται από πολύ μικρά σωματίδια, τα οποία δεν τέμνονται» και γι' αυτό τα ονόμασαν ΑΤΟΜΑ.

4ος π.Χ. αιώνας
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΗΣ, ΠΛΑΤΩΝ και ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ
Ο Αριστοτέλης και ο Πλάτων απορρίπτουν την ιδέα των ατόμων και παρά τις φιλότιμες προσπάθειες του Επίκουρου να υποστηρίξει την ύπαρξή τους, νικητής για 20 αιώνες ανακηρύσσεται ο Αριστοτέλης.

1808 μ.Χ.
JOHN DALTON
Διατυπώνει την ατομική θεωρία και εξηγεί με αυτήν τα αποτελέσματα των πειραμάτων του.

1807 μ.Χ.
JOSEPH JOHN THOMSON
Ανακαλύπτει το ηλεκτρόνιο, το οποίο έχει αρνητικό φορτίο, και επειδή γνωρίζει ότι το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, προτείνει το μοντέλο του σταφιδόψωμου!



1908 μ.Χ.
ERNEST RUTHEROFORD
Με βάση το διάσημο πείραμά του διατυπώνει το πρώτο πλανητικό μοντέλο του ατόμου, σύμφωνα με το οποίο στο κέντρο του ατόμου βρίσκεται ο πυρήνας.

NIELS BOHR
Διατυπώνει δύο βασικές συνθήκες για τη δομή του ατόμου και την ενέργεια του ηλεκτρονίου, και ερμηνεύει πειραματικά δεδομένα.

Διαδραστική χρονογραμμή

1923-1926 μ.Χ.
Louis de Broglie - Erwin Schrodinger - Werner Heisenberg
Καταρρίπτονται τα πλανητικά πρότυπα και διατυπώνονται οι μαθηματικές σχέσεις που θεμελιώνουν τη σύγχρονη ατομική θεωρία με βάση τις αρχές της κβαντομηχανικής.

2.1.1 Το μοντέλο του Bohr

Το άτομο του Η με βάση το πρότυπο Bohr

Τα δομικά σωματίδια της ύλης

Τα υλικά σώματα συγκροτούνται από σωματίδια εξαιρετικά μικρού μεγέθους, τα οποία ονομάζονται **δομικά σωματίδια ή δομικές μονάδες** της ύλης. Τα σωματίδια αυτά είναι τα **άτομα**, τα **μόρια** και τα **ιόντα**.

Πόσο μικρό είναι το άτομο;
Ένα άτομο σιδήρου έχει μάζα
$9,3 \cdot 10^{-23}$g!
Μια τελίτσα από μολύβι είναι φτιαγμένη από περίπου 2 εκατομμύρια άτομα άνθρακα!

Τα άτομα

Άτομο είναι το μικρότερο ηλεκτρικά ουδέτερο σωματίδιο ενός στοιχείου το οποίο μπορεί να πάρει μέρος στον σχηματισμό μορίων στοιχείων ή χημικών ενώσεων. Τα άτομα αποτελούνται από μικρότερα σωματίδια τα οποία ονομάζονται **υποατομικά σωματίδια.**

Στοιχειώδη σωμάτια

Τα υποατομικά σωματίδια που συγκροτούν τα άτομα

Τα υποατομικά σωματίδια από τα οποία συγκροτούνται τα άτομα είναι τα **πρωτόνια (p),** τα **νετρόνια (n)** και τα **ηλεκτρόνια (e).**

Τα **ηλεκτρόνια** είναι **αρνητικά** φορτισμένα σωματίδια με το στοιχειώδες αρνητικό φορτίο $-1,6 \cdot 10^{-19}$ C και τα **πρωτόνια** είναι **θετικά** φορτισμένα σωματίδια με το στοιχειώδες θετικό φορτίο $+1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Τα **νετρόνια** είναι **ουδέτερα** σωματίδια με μάζα παραπλήσια με τη μάζα των πρωτονίων. Η μάζα των ηλεκτρονίων είναι περίπου 1.836 φορές μικρότερη από τη μάζα των πρωτονίων.

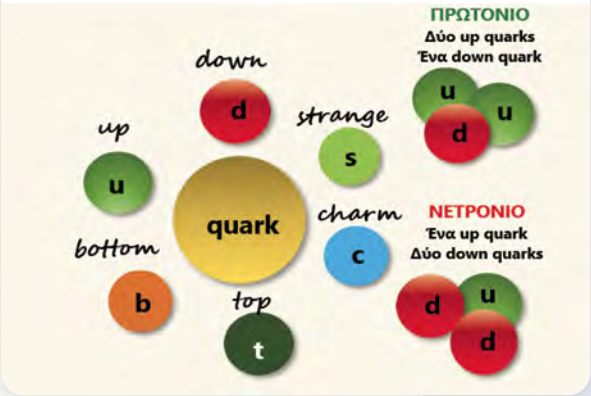
Τα πρωτόνια και τα νετρόνια συγκροτούν τον πυρήνα του ατόμου και γι' αυτό ονομάζονται **νουκλεόνια**. Στον πυρήνα του ατόμου, ο οποίος καταλαμβάνει πολύ μικρό χώρο του ατόμου, είναι συγκεντρωμένη πρακτικά όλη η μάζα του.

Τα **ηλεκτρόνια** περιφέρονται σε καθορισμένες περιοχές του χώρου σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις γύρω από τον πυρήνα.

Τα στοιχειώδη σωμάτια
Στις δεκαετίες 1960 και 1970 διατυπώθηκε η υπόθεση, η οποία στη συνέχεια επιβεβαιώθηκε πειραματικά σε επιταχυντές σωματιδίων, ότι τα πρωτόνια και τα νετρόνια δεν είναι στοιχειώδη σωμάτια, αλλά αποτελούνται από μικρότερα σωματίδια που ονομάστηκαν κουάρκ (quark). Στο σύμπαν κυριαρχούν δύο τύποι κουάρκ: το **άνω (up)** κουάρκ και το **κάτω (down)** κουάρκ.

Τα είδη των κουάρκ (quark)

QUARK			
	u up	c charm	t top
φορτίο	2/3	2/3	2/3
	d down	s strange	b bottom
φορτίο	-1/3	-1/3	-1/3



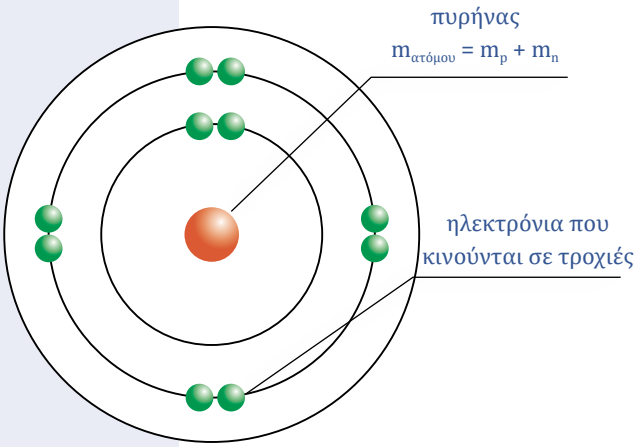
Υποατομικό σωματίδιο	Σύμβολο	Μάζα σε g	Φορτίο	Σχετικό φορτίο
Πρωτόνιο	**p**	$1,67 \cdot 10^{-24}$	$+1,6 \times 10^{-19}$ C	+1
Νετρόνιο	**n**	$1,67 \cdot 10^{-24}$	----------	0
Ηλεκτρόνιο	**e**	$9,11 \cdot 10^{-28}$	$-1,6 \times 10^{-19}$ C	-1

Νετρίνο

Τα είδη των κουάρκ

Η ηλεκτρική ουδετερότητα των ατόμων

Τα πρωτόνια και τα ηλεκτρόνια έχουν ίσο και αντίθετο ηλεκτρικό φορτίο. Τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα, γιατί έχουν ίδιο αριθμό πρωτονίων και ηλεκτρονίων, οπότε το συνολικό φορτίο είναι ίσο με μηδέν.



Το απλό αυτό μοντέλο για το άτομο αναπαράγει το πλανητικό μοντέλο.

Η μάζα του ατόμου

Η μάζα του ατόμου καθορίζεται από τα νουκλεόνια, γιατί τα ηλεκτρόνια θεωρούνται αμελητέας μάζας. Έτσι η μάζα του ατόμου πρακτικά είναι ίση με το άθροισμα των μαζών πρωτονίων και νετρονίων.

Γιατί χρησιμοποιούνται μοντέλα για την περιγραφή της δομής του ατόμου;

Τα άτομα και τα μόρια έχουν πολύ μικρό μέγεθος. Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε τα άτομα των στοιχείων, χρησιμοποιούμε μοντέλα, με στόχο να κατανοήσουμε τον τρόπο που σχηματίζονται.

Ένα τέτοιο απλό μοντέλο που αναπαριστά το άτομο αποτελείται από τον πυρήνα, ο οποίος περιέχει τα πρωτόνια και τα νετρόνια, και τα ηλεκτρόνια, τα οποία κινούνται γύρω από τον πυρήνα σε κυκλικές τροχιές.

Το ατομικό πρότυπο Bohr

Το 1913 ο Δανός φυσικός Niels Bohr πρότεινε ένα ατομικό μοντέλο που είναι γνωστό ως ατομικό πρότυπο Bohr και στηρίζεται σε δύο συνθήκες, οι οποίες ονομάζονται συνθήκες Bohr.

1η συνθήκη Bohr ή μηχανική συνθήκη	Τα ηλεκτρόνια κινούνται γύρω από τον πυρήνα σε καθορισμένες (επιτρεπόμενες) κυκλικές τροχιές, οι οποίες ονομάζονται **στιβάδες ή φλοιοί**, ανάλογα με την ενέργεια που έχει κάθε ηλεκτρόνιο. Η ενέργεια του ηλεκτρονίου σε κάθε επιτρεπτή τροχιά είναι πολλαπλάσια μιας ελάχιστης ποσότητας ενέργειας που ονομάζεται **κβάντο (quantum)**, δηλαδή **πακέτο** ενέργειας, και γι' αυτό λέμε ότι είναι **κβαντισμένη.**
2η συνθήκη Bohr ή οπτική συνθήκη	Κάθε ηλεκτρόνιο που κινείται σε επιτρεπτή τροχιά (στιβάδα) έχει καθορισμένη ενέργεια. Για να μεταβεί ένα ηλεκτρόνιο από τη στιβάδα στην οποία βρίσκεται σε στιβάδα υψηλότερης ενέργειας, πρέπει να απορροφήσει ενέργεια ίση με τη διαφορά ενέργειας των στιβάδων. Για να μεταβεί ένα ηλεκτρόνιο από στιβάδα υψηλότερης σε στιβάδα χαμηλότερης ενέργειας, αποβάλλει ενέργεια ίση με τη διαφορά ενέργειας των στιβάδων.

- Η τιμή της ενέργειας του ηλεκτρονίου σε κάθε στιβάδα ή φλοιό καθορίζεται από έναν ακέραιο αριθμό, ο οποίος ονομάζεται **κύριος κβαντικός αριθμός (n)**.
  Ο κύριος κβαντικός αριθμός (n) ταυτίζεται αριθμητικά με τον αριθμό της στιβάδας στην οποία βρίσκεται το ηλεκτρόνιο, ξεκινώντας από τη στιβάδα η οποία έχει τη χαμηλότερη ενέργεια, δηλαδή βρίσκεται πιο κοντά στον πυρήνα. Οι στιβάδες συμβολίζονται με τα κεφαλαία γράμματα του λατινικού αλφαβήτου: K, L, M, N, O, P, Q. Τη χαμηλότερη ενέργεια έχει η στιβάδα με τον μικρότερο κύριο κβαντικό αριθμό, η οποία βρίσκεται πιο κοντά στον πυρήνα, δηλαδή η στιβάδα K.

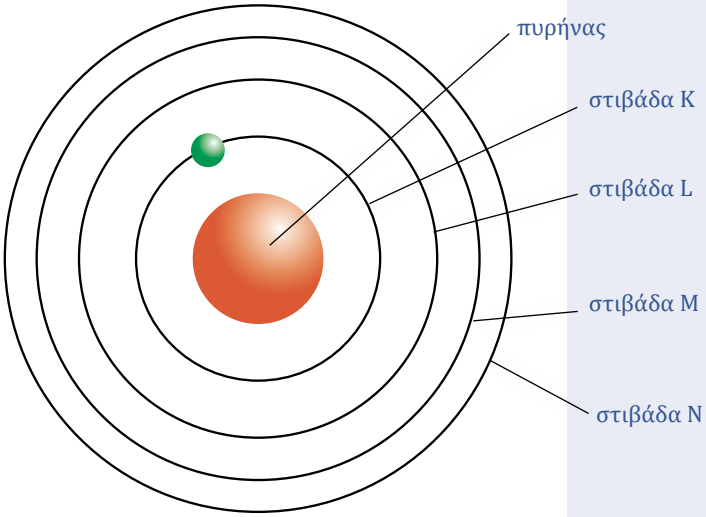
Η ευτυχής συγκυρία στην επιστήμη

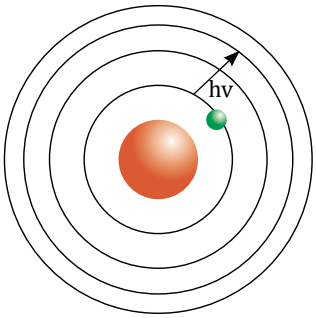
Κύριος κβαντικός αριθμός (n)	1	2	3	4	5	6	7
Στιβάδα ή φλοιός	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**

Η διάταξη των στιβάδων κατά αυξανόμενη τιμή ενέργειας είναι:

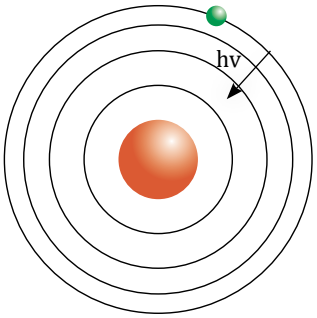
$$E_K < E_L < E_M < E_N < E_O < E_P < E_Q$$

- Τα ηλεκτρόνια που κινούνται σε ίδια περίπου απόσταση από τον πυρήνα και έχουν παραπλήσια ενέργεια ανήκουν στην ίδια ηλεκτρονιακή στιβάδα.
- Οι ηλεκτρονιακές στιβάδες είναι ενεργειακές καταστάσεις και υπάρχουν σε όλα τα άτομα, είτε έχουν ηλεκτρόνια είτε όχι.
- Όταν τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου έχουν την ελάχιστη δυνατή ενέργεια, το άτομο βρίσκεται σε **θεμελιώδη κατάσταση**. Κατά τη μετάβαση ενός ηλεκτρονίου από τη θεμελιώδη κατάσταση σε στιβάδα υψηλότερης ενέργειας το άτομο καταλήγει σε **διεγερμένη κατάσταση**, η οποία είναι ασταθής. Το ηλεκτρόνιο επιστρέφει στη θεμελιώδη κατάσταση εκλύοντας ενέργεια σε μορφή ακτινοβολίας.





Διέγερση ηλεκτρονίου



Αποδιέγερση ηλεκτρονίου

Για να μεταβεί ένα ηλεκτρόνιο από στιβάδα χαμηλότερης σε στιβάδα υψηλότερης ενέργειας, δηλαδή να μεταβεί από τη θεμελιώδη στη διεγερμένη κατάσταση, απορροφά καθορισμένη ποσότητα ενέργειας. Για να επιστρέψει από τη διεγερμένη στη θεμελιώδη κατάσταση εκπέμπει καθορισμένη ποσότητα ενέργειας, συνήθως σε μορφή ακτινοβολίας.

Ψάχνοντας τα άτομα στα αστέρια

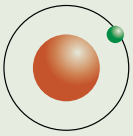
Ο Bohr κατάφερε να υπολογίσει με ακρίβεια την ενέργεια κάθε στιβάδας για το άτομο του υδρογόνου και να εξηγήσει ένα ανεξήγητο μέχρι εκείνη τη στιγμή φαινόμενο, το γραμμικό φάσμα εκπομπής του υδρογόνου. Δεν κατάφερε όμως να εξηγήσει πολυπλοκότερα στοιχεία και τα γραμμικά τους φάσματα και σήμερα το πρότυπο Bohr έχει αντικατασταθεί από σύγχρονες αντιλήψεις οι οποίες είναι βασισμένες στις αρχές της κβαντομηχανικής. Η βασική όμως ιδέα του μοντέλου Bohr, ότι υπάρχουν μόνο ορισμένες ενεργειακές στάθμες στις οποίες μπορούν να βρεθούν τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου, υπήρξε η βάση και για τα νεότερα πρότυπα.

Και κάτι παραπάνω…

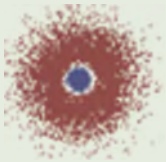
Νεότερες αντιλήψεις για τη δομή του ατόμου

Με βάση το κβαντομηχανικό μοντέλο, το ηλεκτρόνιο συμπεριφέρεται ταυτόχρονα ως σωματίδιο και ως ηλεκτρονιακό νέφος, δηλαδή ως νέφος φορτίου.

Το ηλεκτρόνιο υπάρχει πιθανότητα να βρεθεί σε περιοχές του χώρου καθορισμένης ενέργειας γύρω από τον πυρήνα.



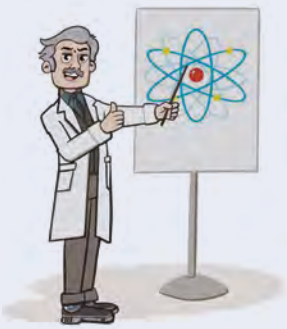
Το άτομο του Η σύμφωνα με το μοντέλο Bohr



Το άτομο του Η σύμφωνα με το κβαντομηχανικό μοντέλο

2.1.2 Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα – Σχετική ατομική και σχετική μοριακή μάζα

Ας θυμηθούμε…



Χημικό στοιχείο

Οι χημικές ουσίες που δεν μπορούν να διασπαστούν σε άλλες απλούστερες ονομάζονται **χημικά στοιχεία**.

Τα μόρια των χημικών στοιχείων αποτελούνται από άτομα ίδιου είδους.

Τι σημαίνει όμως άτομα ίδιου είδους;

Τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια σε όλα τα άτομα είναι ίδια, αλλά το άτομο κάθε στοιχείου είναι διαφορετικό.

Αποδείχθηκε ότι τα καθοριστικά σωματίδια για τη συμπεριφορά των στοιχείων είναι ο αριθμός των πρωτονίων και κατ' επέκταση ο αριθμός των ηλεκτρονίων των ατόμων. Έτσι, για να προσδιοριστεί η «ταυτότητα» κάθε στοιχείου, ορίστηκε η έννοια του ατομικού αριθμού.

Ατομικός αριθμός στοιχείου (Z) είναι ο αριθμός των πρωτονίων στον πυρήνα του ατόμου ενός στοιχείου. Ο αριθμός αυτός καθορίζει το είδος του ατόμου, δηλαδή αποτελεί την ταυτότητα του στοιχείου.

Το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, με αποτέλεσμα ο ατομικός αριθμός να εκφράζει και **τον αριθμό των ηλεκτρονίων** του ατόμου του στοιχείου.

Παράδειγμα 1

Ο ατομικός αριθμός του σιδήρου (Fe) είναι 26. Επομένως, κάθε άτομο σιδήρου έχει 26 p στον πυρήνα του και 26 e γύρω από τον πυρήνα.

Ο ατομικός αριθμός είναι μοναδικός για κάθε άτομο στοιχείου, με αποτέλεσμα, αν τον γνωρίζουμε, να μπορούμε βρούμε το στοιχείο.

Εφαρμογή 1

Ο ατομικός αριθμός του ψευδαργύρου (Zn) είναι 30. Επομένως, κάθε άτομο Zn έχει … p στον πυρήνα του και … e γύρω από τον πυρήνα.

Επειδή ο μαζικός αριθμός εκφράζει τον αριθμό των νουκλεονίων, τα οποία πρακτικά συγκεντρώνουν όλη τη μάζα του ατόμου, ο μαζικός αριθμός είναι μέτρο της μάζας του ατόμου.

Μαζικός αριθμός (A) είναι ο αριθμός που εκφράζει το άθροισμα του αριθμού των πρωτονίων και νετρονίων του πυρήνα ενός ατόμου.

Αν συμβολίσουμε με N τον αριθμό των νετρονίων του πυρήνα ενός ατόμου θα ισχύει:

$$A = Z + N$$

Παραδείγματα

Το άτομο του οξυγόνου συμβολίζεται:

$^{16}_{8}O$

Επομένως, ο πυρήνας του οξυγόνου αποτελείται από 8 πρωτόνια και 16 – 8 = 8 νετρόνια και γύρω από τον πυρήνα υπάρχουν 8 ηλεκτρόνια.

Ο συμβολισμός των στοιχείων με τη βοήθεια του ατομικού και του μαζικού αριθμού.

Ο ατομικός αριθμός σημειώνεται στο κάτω αριστερό μέρος του συμβόλου του στοιχείου και ο μαζικός αριθμός σημειώνεται στο πάνω αριστερό μέρος του συμβόλου του στοιχείου.

Ένα στοιχείο X με ατομικό αριθμό Z και μαζικό αριθμό A συμβολίζεται:

μαζικός αριθμός
ατομικός αριθμός $^{A}_{Z}X$ σύμβολο χημικού στοιχείου

Παράδειγμα 2

Ο ατομικός αριθμός του σιδήρου (Fe) είναι 26 και ο μαζικός αριθμός του είναι 56. Επομένως, κάθε άτομο σιδήρου έχει 26 πρωτόνια (p) στον πυρήνα του και 26 ηλεκτρόνια (e). Επειδή ο Z του σιδήρου είναι 26, ο αριθμός των νετρονίων θα είναι A – Z = 56 – 26 = 30.

Εφαρμογή 2

Ο ατομικός αριθμός του ψευδαργύρου (Zn) είναι 30 και ο μαζικός αριθμός του είναι 65. Επομένως, κάθε άτομο ψευδαργύρου έχει … πρωτόνια (p) στον πυρήνα του και … ηλεκτρόνια (e) . Επειδή ο Z του ψευδαργύρου είναι 30, ο αριθμός των νετρονίων θα είναι A – Z = ... – ..... = ...

Συμπλήρωσε τον εννοιολογικό χάρτη: «Άτομο»

Ισότοπα

Σε κάθε στοιχείο ο αριθμός των πρωτονίων και των ηλεκτρονίων είναι σταθερός, αλλά ισχύει το ίδιο για τον αριθμό των νετρονίων;

Έχει αποδειχθεί ότι στη φύση τα άτομα του ίδιου στοιχείου μπορούν να έχουν διαφορετικούς αριθμούς νετρονίων, οπότε εμφανίζουν διαφορετικούς μαζικούς αριθμούς και επομένως τα άτομά τους έχουν και διαφορετικές μάζες.

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

Τα ισότοπα είναι άτομα του ίδιου στοιχείου, επειδή έχουν ίδιο αριθμό πρωτονίων, αλλά διαφορετικό αριθμό νετρονίων. Επειδή ο μαζικός αριθμός είναι μέτρο της μάζας του ατόμου, τα ισότοπα άτομα έχουν διαφορετική μάζα.

Ισότοπα και ισοβαρή στοιχεία

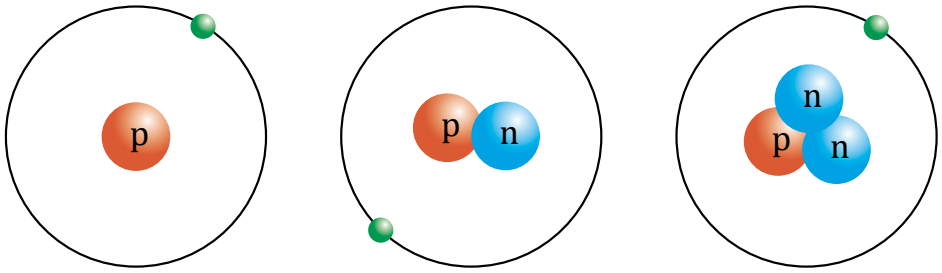
Πίνακας ισοτόπων διαφόρων στοιχείων

	Υδρογόνου			Χλωρίου		Ουρανίου	
Ισότοπα	$^{1}_{1}H$ πρώτιο	$^{2}_{1}H$ δευτέριο	$^{3}_{1}H$ τρίτιο	$^{35}_{17}Cl$	$^{37}_{17}Cl$	$^{235}_{92}U$	$^{238}_{92}U$
Αρ. p	1	1	1	17	17	92	92
Αρ. n	**0**	**1**	**2**	**18**	**20**	**143**	**146**
Αρ. e	1	1	1	17	17	92	92

Τα ισότοπα έχουν ίδιες χημικές ιδιότητες, γιατί έχουν ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων, αλλά διαφέρουν ως προς τη σταθερότητά τους και σε ορισμένες φυσικές ιδιότητες οι οποίες εξαρτώνται από τη μάζα του ατόμου.

Το βαρύ νερό

Τα ισότοπα του υδρογόνου



$^{1}_{1}H$ πρώτιο $^{2}_{1}H$ δευτέριο $^{3}_{1}H$ τρίτιο

Φασματογράφος μάζας

Ας επανέλθουμε όμως σε ένα από τα αρχικά μας ερωτήματα:

Πόσο μικρό είναι το άτομο;

Ένα άτομο σιδήρου έχει μάζα $9,3 \cdot 10^{-23}$ g!

Μια τελίτσα από μολύβι είναι φτιαγμένη από περίπου 2 εκατομμύρια άτομα άνθρακα!

Και αφού το άτομο είναι τόσο μικρό πώς βρήκαμε τη μάζα του;

Είναι βέβαιο ότι ζυγαριά που να ζυγίζει τέτοιες μάζες δεν υπάρχει, επομένως ο υπολογισμός της μάζας των ατόμων μάλλον δεν θα γίνει με μια κλασική ζύγιση, αλλά έμμεσα, δηλαδή με σύγκριση με μια πολύ μικρή μονάδα για πολύ μικρά σωματίδια.

Ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (atomic mass unit:u)

Όπως ήδη είπαμε, η μάζα του ατόμου βρίσκεται συγκεντρωμένη στον πυρήνα του και πρακτικά είναι ίση με το άθροισμα των μαζών των πρωτονίων και των νετρονίων του, γιατί τα ηλεκτρόνια είναι σωματίδια αμελητέας μάζας. Η μάζα του πρωτονίου και του νετρονίου είναι περίπου ίσες, και με δεδομένο ότι οι πυρήνες όλων των ατόμων περιέχουν ακέραιους αριθμούς πρωτονίων και νετρονίων, θα ήταν μια καλή ιδέα η μάζα του πρωτονίου να αποτελέσει το μέτρο σύγκρισης, δηλαδή τη μονάδα μέτρησης της μάζας των ατόμων.

Με δεδομένο ότι το άτομο του στοιχείου $^{12}_{6}C$ έχει στον πυρήνα του 6 πρωτόνια και 6 νετρόνια, οπότε το 1/12 της μάζας του ατόμου του είναι ίσο με τη μάζα του πρωτονίου ή του νετρονίου, επιλέχθηκε ως μονάδα μέτρησης της μάζας των ατόμων και ονομάστηκε ατομική μονάδα μάζας με σύμβολο το u.

Για παράδειγμα, το άτομο του στοιχείου $^{12}_{6}C$ έχει στον πυρήνα του 6 πρωτόνια και 6 νετρόνια, οπότε το 1/12 της μάζας του ατόμου του είναι ίσο με τη μάζα του πρωτονίου ή του νετρονίου και θα μπορούσε να είναι η μονάδα ατομικής μάζας.

Ατομική μονάδα μάζας (atomic mass unit:u) είναι μάζα ίση με το 1/12 της μάζας του ατόμου του στοιχείου $^{12}_{6}C$.

Σήμερα γνωρίζουμε ότι η μάζα του πρωτονίου είναι ίση με **$1{,}66 \cdot 10^{-24}$ g,** και επομένως:

$$\mathbf{1u = 1{,}66 \cdot 10^{-24}\ g}$$

Σχετική ατομική μάζα (A_r)

Οι μάζες των ατόμων των στοιχείων συγκρίνονται με το u, δηλαδή με το 1/12 της μάζας του ατόμου $^{12}_{6}C$, και προκύπτουν ακέραια πολλαπλάσιά του, τα οποία είναι καθαροί αριθμοί και ονομάζονται σχετικές ατομικές μάζες.

Στην παλαιότερη βιβλιογραφία χρησιμοποιήθηκε ο όρος **ΑΤΟΜΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (AB),** ο οποίος δεν πρέπει να χρησιμοποιείται διότι το βάρος είναι δύναμη και δεν αποδίδει τη σχετική μάζα, η οποία είναι καθαρός αριθμός.

Σχετική ατομική μάζα (A_r) ενός στοιχείου είναι ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η μάζα του ατόμου του στοιχείου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του $^{12}_{6}C$, δηλαδή του u.

Παράδειγμα 3

Η μάζα του ατόμου του υδρογόνου ($^{1}_{1}H$) είναι ίση με το 1/12 της μάζας του ατόμου του $^{12}_{6}C$, δηλαδή 1u. Επομένως, η σχετική ατομική μάζα του υδρογόνου είναι 1. $A_{r,H} = 1$.

Η μάζα του ατόμου του οξυγόνου ($^{16}_{8}O$) είναι 16 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου του $^{12}_{6}C$, δηλαδή 16 u. Επομένως, η σχετική ατομική μάζα του οξυγόνου είναι 16. $A_{r,O} = 16$.

Πίνακας 2.1.2 Οι σχετικές ατομικές μάζες των κυριότερων χημικών στοιχείων

Όνομα	Σύμβολο	A_r	Όνομα	Σύμβολο	A_r
Άζωτο	$_{7}N$	14	Μόλυβδος	$_{82}Pb$	207
Άνθρακας	$_{6}C$	12	Νάτριο	$_{11}Na$	23
Αργίλιο	$_{13}Al$	27	Νέον	$_{10}Ne$	20
Άργυρος	$_{47}Ag$	108	Νικέλιο	$_{28}Ni$	59

Ασβέστιο	$_{20}Ca$	40	Οξυγόνο	$_{8}O$	16
Βάριο	$_{56}Ba$	137	Πυρίτιο	$_{14}Si$	28
Βρώμιο	$_{35}Br$	80	Σίδηρος	$_{26}Fe$	56
Θείο	$_{16}S$	32	Υδράργυρος	$_{80}Hg$	200,5
Ιώδιο	$_{53}I$	127	Υδρογόνο	$_{1}H$	1
Κάλιο	$_{19}K$	39	Φθόριο	$_{9}F$	19
Κασσίτερος	$_{50}Sn$	119	Φωσφόρος	$_{15}P$	31
Κοβάλτιο	$_{27}Co$	59	Χαλκός	$_{29}Cu$	63,5
Μαγγάνιο	$_{25}Mn$	55	Χλώριο	$_{17}Cl$	35,5
Μαγνήσιο	$_{12}Mg$	24	Χρώμιο	$_{24}Cr$	52
			Ψευδάργυρος	$_{30}Zn$	65,4

Για τα άτομα ενός ισοτόπου ενός στοιχείου η σχετική ατομική μάζα ταυτίζεται με τον μαζικό αριθμό του στοιχείου.

Παράδειγμα 4

Η σχετική ατομική μάζα του ισοτόπου οξυγόνου ($^{16}_{8}O$) είναι $A_{r,O} = 16$, η σχετική ατομική μάζα του ισοτόπου άνθρακα ($^{12}_{6}C$) είναι $A_{r,C} = 12$, ενώ η σχετική ατομική μάζα του ισοτόπου άνθρακα ($^{14}_{6}C$) είναι $A_{r,C} = 14$.

Εφαρμογή 3

Να συμπληρώσετε τον πίνακα με τις A_r των ισοτόπων.

Όνομα	Σύμβολο	A_r	Όνομα	Σύμβολο	A_r
Σκάνδιο	$^{45}_{21}Sc$		Ουράνιο	$^{238}_{92}U$	
Βηρύλλιο	$^{9}_{4}Be$		Ουράνιο	$^{235}_{92}U$	
Βανάδιο	$^{51}_{23}V$		Κρυπτό	$^{84}_{36}Kr$	
Γερμάνιο	$^{72}_{32}Ge$		Κρυπτό	$^{82}_{36}Kr$	

Να παρατηρήσετε προσεκτικά την εφαρμογή που συμπληρώσατε και να απαντήσετε στην ερώτηση:

Μπορούμε να απαντήσουμε ποια είναι η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου ουράνιο ή του στοιχείου κρυπτό;

.....

Να παρατηρήσετε προσεκτικά τον Πίνακα 2.1.2 και να απαντήσετε στην ερώτηση:

Είναι λογικό η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου χλώριο, του στοιχείου χαλκός και του στοιχείου ψευδάργυρος να μην είναι ακέραιος αριθμός;

.....

.....

Γιατί οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων δεν είναι ακέραιοι αριθμοί;

Τα στοιχεία στη φύση υπάρχουν ως μείγματα διαφορετικών ισοτόπων τους. Τα ισότοπα μετέχουν στη σύσταση του φυσικού στοιχείου με καθορισμένη αναλογία και συνεισφέρουν όλα στον υπολογισμό της σχετικής ατομικής μάζας του φυσικού στοιχείου. Η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου είναι ο μέσος όρος των σχετικών ατομικών μαζών όλων των στοιχείων.

Παράδειγμα 5

Ο χαλκός, ένα μέταλλο γνωστό από τους αρχαίους χρόνους, χρησιμοποιείται στα ηλεκτρικά καλώδια, στα νομίσματα κ.λπ. Με δεδομένο ότι ο χαλκός απαντά στη φύση με τη μορφή δύο ισοτόπων ^{63}Cu σε ποσοστό 69,09% και ^{65}Cu σε ποσοστό 30,91% να υπολογιστεί η σχετική ατομική μάζα του φυσικού χαλκού.

Η A_r του φυσικού χαλκού θα είναι ο μέσος όρος των A_r των δύο ισοτόπων που ταυτίζονται με τους μαζικούς τους αριθμούς, δηλαδή είναι 63 και 65 αντίστοιχα.

$$A_{r,\text{φυσικού χαλκού}} = \frac{\%\ \text{αναλογία}\ ^{63}\text{Cu}}{100} \cdot A_{r,\,^{63}\text{Cu}} + \frac{\%\ \text{αναλογία}\ ^{65}\text{Cu}}{100} \cdot A_{r,\,^{65}\text{Cu}}$$

$$A_{r,\text{φυσικού χαλκού}} = \frac{69{,}09}{100} \cdot 63 + \frac{30{,}91}{100} \cdot 65 = 63{,}55$$

Επομένως, η A_r του φυσικού χαλκού είναι 63,55.

Εφαρμογή 4

Το ουράνιο στη φύση βρίσκεται κυρίως στη μορφή δύο ισοτόπων, του $^{235}_{92}U$ και του $^{238}_{92}U$. Το ουράνιο -235 είναι το μόνο φυσικό σχάσιμο ισότοπο το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως σε πυρηνικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και σε πυρηνικά όπλα. Στη φύση το ουράνιο-238 υπάρχει σε ποσοστό 99,3% και το ουράνιο-235 υπάρχει σε ποσοστό 0,7%. Να υπολογιστεί η σχετική ατομική μάζα του φυσικού ουρανίου.

Απάντηση: A_r = 237,98

Εφαρμογή 5

Το χλώριο στη φύση βρίσκεται στη μορφή δύο ισοτόπων, του ^{35}Cl και του ^{37}Cl. Αν η $A_{r,Cl}$ = 35,5, να βρεθεί το ποσοστό κάθε ισοτόπου στη φύση.

Απάντηση: 75% $^{35}_{17}Cl$

Σχετική μοριακή μάζα (M_r)

Η ατομική μονάδα μάζας (u) χρησιμοποιείται και για τον προσδιορισμό της σχετικής μοριακής μάζας των μορίων, καθώς και για το μέγεθος των μορίων, γιατί παρότι είναι μεγαλύτερο από το μέγεθος των ατόμων που τα αποτελούν, εξακολουθεί να είναι εξαιρετικά μικρό. Η σχετική μοριακή μάζα (M_r) είναι καθαρός αριθμός και εκφράζεται σε u.

Σχετική μοριακή μάζα (M_r) ονομάζεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η μάζα του μορίου ενός στοιχείου ή μίας χημικής ένωσης από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ισοτόπου $^{12}_{6}C$.

Στην παλαιότερη βιβλιογραφία χρησιμοποιήθηκε ο όρος **ΜΟΡΙΑΚΟ ΒΑΡΟΣ (MB)**, ο οποίος δεν πρέπει να χρησιμοποιείται διότι το βάρος είναι δύναμη και δεν αποδίδει τη σχετική μοριακή μάζα, η οποία είναι καθαρός αριθμός.

Παράδειγμα 6

Η σχετική μοριακή μάζα του οξυγόνου (O_2) είναι 32, δηλαδή η μάζα ενός μορίου οξυγόνου είναι 32 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ισοτόπου $^{12}_{6}C$.

Εφαρμογή 6

Η σχετική μοριακή μάζα του αζώτου (N_2) είναι 28, δηλαδή η μάζα ενός μορίου αζώτου είναι ..... φορές μεγαλύτερη από το ..... της ..... του ..... του ισοτόπου ..... .

Απάντηση: 28 – 1/12 – μάζας – ατόμου – $^{12}_{6}C$

Ο υπολογισμός της σχετικής μοριακής μάζας (M_r) από τον μοριακό τύπο του στοιχείου ή της χημικής ένωσης

Ατομικότητα
Είναι ο αριθμός των ατόμων ενός στοιχείου στο μόριο.
Για παράδειγμα, η ατομικότητα του στοιχείου χλώριο (Cl_2) είναι 2, ενώ του στοιχείου φωσφόρος (P_4) είναι 4.

Η σχετική μοριακή μάζα (M_r) στοιχείου ή χημικής ένωσης είναι ίση με το άθροισμα των σχετικών ατομικών μαζών (A_r) όλων των ατόμων που αποτελούν το μόριο του στοιχείου ή της χημικής ένωσης.

Για χημικά στοιχεία: Η M_r στοιχείου είναι ίση με το γινόμενο της A_r του στοιχείου επί την ατομικότητα.

Για παράδειγμα: Η $M_{r,Na}$ το οποίο είναι μονοατομικό στοιχείο είναι ίση με τη $A_{r,Na}$, ενώ η $M_{r,O2}$ το οποίο είναι διατομικό στοιχείο είναι ίση με τη $2 \cdot A_{r,O2}$.

Για χημικές ενώσεις: Η M_r χημικής ένωσης είναι ίση με το άθροισμα των A_r όλων των ατόμων που αποτελούν το μόριο.

Για παράδειγμα: Η M_r της γλυκόζης που έχει μοριακό τύπο: $C_6H_{12}O_6$ υπολογίζεται ως εξής:

$M_{r,\text{γλυκόζης}} = 6 \cdot A_{r,C} + 12 \cdot A_{r,H} + 6 \cdot A_{r,O} = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180$

Παράδειγμα 7

Να βρεθούν οι σχετικές μοριακές μάζες (M_r) των ακόλουθων χημικών στοιχείων και ενώσεων:

α. Cl_2 **β.** O_3 **γ.** CO_2 **δ.** HNO_3

Cl_2: $M_{r,Cl_2} = 2 \cdot A_{r,Cl} = 2 \cdot 35{,}5 = 71$

O_3: $M_{r,O_3} = 3 \cdot A_{r,O} = 3 \cdot 16 = 48$

CO_2: $M_{r,CO_2} = A_{r,C} + 2 \cdot A_{r,O} = 12 + 2 \cdot 16 = 44$

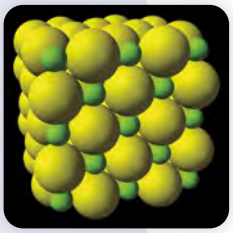
HNO_3: $M_{r,HNO_3} = A_{r,H} + A_{r,N} + 3 \cdot A_{r,O} = 1 + 1 \cdot 14 + 3 \cdot 16 = 63$

Εφαρμογή 7

Με τη βοήθεια του Πίνακα 2.1.2, να βρεθούν οι σχετικές μοριακές μάζες (M_r) των ακόλουθων χημικών στοιχείων και ενώσεων: **α.** S_8 **β.** CH_4 **γ.** N_2 **δ.** HIO_3

S_8: ..... CH_4: ..... N_2: ..... HIO_3: .....

Απάντηση: 256, 16, 28, 176



Στον κρύσταλλο του MgS η τυπική μονάδα είναι

Σχετική τυπική μάζα (F_r)

Έχουμε ήδη δει στην Γ΄ Γυμνασίου ότι όλες οι χημικές ενώσεις δεν αποτελούνται από μόρια. Στις **ιοντικές ενώσεις**, όπως τα άλατα, δεν έχουμε μόρια, αλλά ιόντα τα οποία σχηματίζουν κρυστάλλους. Ο χημικός τύπος των ιοντικών ενώσεων δείχνει την αναλογία των ιόντων στον κρύσταλλο, δηλαδή μια «τυπική μονάδα», η οποία επαναλαμβάνεται και σχηματίζει τον κρύσταλλο.

Έτσι, για τις ιοντικές ενώσεις η σχετική μάζα αυτής της «τυπικής μονάδας» ονομάζεται **σχετική τυπική μάζα (F_r)**.

Σχετική τυπική μάζα (F_r) ονομάζεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η μάζα της τυπικής μονάδας μιας ιοντικής χημικής ένωσης από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ισοτόπου $^{12}_{6}C$.

Η σχετική τυπική μάζα υπολογίζεται και πάλι από τον χημικό τύπο της ένωσης και εκφράζει την αναλογία των μαζών στον κρύσταλλο της ένωσης.

Κουίζ για τη σχετική ατομική και τη σχετική μοριακή μάζα

Παράδειγμα 8

Να βρεθούν οι σχετικές τυπικές μάζες (F_r) των **α.** NaCl **β.** $Ca_3(PO_4)_2$

NaCl: Η F_r του NaCl υπολογίζεται ως εξής:

$F_{r,NaCl} = A_{r,Na} + A_{r,Cl} = 23 + 35,5 = 58,5$

Παρατηρήστε πως, παρότι το NaCl αποτελείται από ιόντα, χρησιμοποιούμε τις σχετικές ατομικές μάζες, γιατί τα ηλεκτρόνια είναι αμελητέας μάζας και η σχετική ιοντική μάζα είναι πρακτικά ίση με τη σχετική ατομική μάζα.

$Ca_3(PO_4)_2$: $F_{r,Ca_3(PO_4)_2} = 3\cdot A_{r,Ca} + 2\cdot A_{r,P} + 8\cdot A_{r,O} = 3\cdot 40 + 2\cdot 31 + 8\cdot 16 = 310$

Εφαρμογή 8

Με τη βοήθεια του Πίνακα 2.1.2, να βρεθούν οι σχετικές τυπικές μάζες (F_r) των **α.** K_2S **β.** $Mg_3(PO_4)_2$

K_2S: .....

$Mg_3(PO_4)_2$: .....

Απάντηση: 110, 262

2.1.3 Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων

Κύριος κβαντικός αριθμός και στιβάδες

Στιβάδα ή φλοιός ονομάζεται η περιοχή του χώρου στην οποία είναι δυνατό να κινούνται τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου που έχουν:

α. περίπου την ίδια απόσταση από τον πυρήνα

β. περίπου την ίδια ενέργεια.

Κάθε στιβάδα χαρακτηρίζεται από έναν ακέραιο αριθμό που συμβολίζεται με το λατινικό γράμμα n και ονομάζεται κύριος κβαντικός αριθμός.

Οι στιβάδες συμβολίζονται με τα γράμματα του λατινικού αλφαβήτου K, L, M, N, O, P και Q.

Για n = 1 έχουμε την πλησιέστερη στιβάδα στον πυρήνα την K, η οποία έχει και την ελάχιστη ενέργεια. Όσο απομακρυνόμαστε από τον πυρήνα, η ενεργειακή στάθμη της στιβάδας αυξάνεται.

Κύριος κβαντικός αριθμός	n = 1	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	n = 7
Στιβάδα	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**	**Q**

Τα ηλεκτρόνια τα οποία κινούνται στην ίδια περίπου απόσταση από τον πυρήνα έχουν ίδια ενέργεια και λέμε ότι βρίσκονται στην ίδια στιβάδα. Ο μέγιστος αριθμός των ηλεκτρονίων τα οποία μπορούν να βρίσκονται σε μία στιβάδα είναι ίσος με $\mathbf{2n^2}$, όπου n είναι ο κύριος κβαντικός αριθμός που χαρακτηρίζει τη στιβάδα.

Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε μία στιβάδα είναι ίσος με $2n^2$ για τις στιβάδες K, L, M, N.

Η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες

Η κατανομή των ηλεκτρονίων σε διάφορα ενεργειακά επίπεδα ενός ατόμου ονομάζεται ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου.

Για την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για **τα πρώτα 20 στοιχεία** ακολουθούμε τους κανόνες Bohr-Bury:

1. **Αρχή της ελάχιστης ενέργειας:** Τα ηλεκτρόνια τείνουν να καταλάβουν τις στιβάδες με τη μικρότερη ενέργεια, δηλαδή η ηλεκτρονιακή δόμηση ξεκινά από τη στιβάδα Κ, η οποία έχει τη μικρότερη ενέργεια. Μόλις συμπληρωθεί η Κ, αρχίζει να συμπληρώνεται η L, στη συνέχεια η Μ κ.λπ.
2. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων των τεσσάρων πρώτων στιβάδων υπολογίζεται από τον τύπο: $\mathbf{2n^2}$, όπου n είναι ο κύριος κβαντικός αριθμός που χαρακτηρίζει τη στιβάδα.

Κύριος κβαντικός αριθμός	n = 1	n = 2	n = 3	n = 4
Στιβάδα	**K**	**L**	**M**	**N**
Μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων	**2**	**8**	**18**	**32**

Άτομο Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης

3. Η τελευταία (εξωτερική) στιβάδα οποιουδήποτε ατόμου δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια, εκτός από τη στιβάδα Κ, η οποία συμπληρώνεται με 2 ηλεκτρόνια.
4. Η προηγούμενη στιβάδα από την εξωτερική στιβάδα δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 18 ηλεκτρόνια ή λιγότερα από 8 ηλεκτρόνια, εκτός από τη στιβάδα Κ, η οποία συμπληρώνεται με 2 ηλεκτρόνια.

Παράδειγμα 9

Να γίνει η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες των ατόμων του καλίου ($_{19}$K) και του βρωμίου ($_{35}$Br) στη θεμελιώδη κατάσταση, και να βρεθεί η εξωτερική στιβάδα κάθε ατόμου και ο αριθμός ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα. Το άτομο του καλίου έχει συνολικά 19 ηλεκτρόνια, τα οποία με βάση τους κανόνες δόμησης κατανέμονται ως εξής: $_{19}$**K: K(2) – L(8) – M(8) – N(1)**

Η στιβάδα Μ θα μπορούσε να έχει έως 18 e, αλλά αν βάζαμε και τα 9 e στη στιβάδα Μ, τότε η εξωτερική στιβάδα θα είχε περισσότερα από 8 e. Εξωτερική στιβάδα είναι η Ν και υπάρχει 1 e στην εξωτερική στιβάδα. Το άτομο του βρωμίου έχει συνολικά 35 ηλεκτρόνια, τα οποία με βάση τους κανόνες δόμησης κατανέμονται ως εξής: $_{35}$**Br: K(2) – L(8) – M(18) – N(7)**

Εξωτερική στιβάδα είναι η Ν και υπάρχουν 7 e στην εξωτερική στιβάδα.

Εφαρμογή 9

Να γίνει η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες των ατόμων του νατρίου ($_{11}$Na) και του φωσφόρου ($_{15}$P) στη θεμελιώδη κατάσταση, και να βρεθεί η εξωτερική στιβάδα κάθε ατόμου και ο αριθμός ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα.

Το άτομο του …… έχει συνολικά …… τα οποία με βάση τους κανόνες δόμησης κατανέμονται ως εξής:

$_{11}$Na: K(…) – L(…) – M(…) – N(…)

Εξωτερική στιβάδα είναι η …… και υπάρχει …… στην εξωτερική στιβάδα.

Το άτομο του …… έχει συνολικά …… τα οποία με βάση τους κανόνες δόμησης κατανέμονται ως εξής:

$_{15}$P: K(…) – L(…) – M(…) – N(…)

Εξωτερική στιβάδα είναι η …… και υπάρχουν …… στην εξωτερική στιβάδα.

Απάντηση: $_{11}$Na, 11e, 2, 8, 1, M, 1e, – $_{15}$P, 15e, 2, 8, 5, M, 5e

Τα ιόντα

Τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα γιατί έχουν ίδιο αριθμό πρωτονίων και ηλεκτρονίων. Όταν ένα άτομο ή ένα συγκρότημα ατόμων αποβάλλει ηλεκτρόνια, φορτίζεται θετικά, γιατί ο αριθμός των πρωτονίων είναι μεγαλύτερος. Το θετικό φορτίο που αποκτά είναι ίσο με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που αποβλήθηκαν. Όταν ένα άτομο ή ένα συγκρότημα ατόμων προσλαμβάνει ηλεκτρόνια, φορτίζεται αρνητικά, γιατί ο αριθμός των ηλεκτρονίων είναι μεγαλύτερος.

Ιόντα είναι τα ηλεκτρικά φορτισμένα άτομα ή συγκροτήματα ατόμων.
Τα θετικά φορτισμένα ιόντα που σχηματίζονται με **αποβολή** ηλεκτρονίων ονομάζονται **κατιόντα.** Τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα που σχηματίζονται με **πρόσληψη** ηλεκτρονίων ονομάζονται **ανιόντα.** Τα **ιόντα** είναι τα δομικά σωματίδια των **ιοντικών ενώσεων**.

Είδος ιόντος	Κατιόν	Ανιόν
Τρόπος σχηματισμού	Αποβολή ηλεκτρονίων	Πρόσληψη ηλεκτρονίων
Χαρακτηριστικά	Θετικά φορτισμένο σωματίδιο με φορτίο ίσο με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που αποβλήθηκαν	Αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο με φορτίο ίσο με τον αριθμό των ηλεκτρονίων που προσλήφθηκαν

Για ποιον λόγο τα άτομα προσλαμβάνουν ή αποβάλλουν ηλεκτρόνια και μετατρέπονται σε ιόντα;
Στη φύση όλα τα σώματα προσπαθούν να αποκτήσουν τη μεγαλύτερη δυνατή σταθερότητα, δηλαδή την ελάχιστη δυνατή ενέργεια. Έχει βρεθεί ότι τη μέγιστη σταθερότητα την έχουν τα άτομα των στοιχείων που έχουν συμπληρωμένη την εξωτερική τους στιβάδα με 8 e ή 2 e, αν εξωτερική στιβάδα είναι η K.
Έτσι, τα στοιχεία που έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα 1 έως 3 e προτιμούν να τα αποβάλλουν και να μείνουν με συμπληρωμένη την προηγούμενη στιβάδα.
Τα στοιχεία που έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα 5, 6 ή 7 e προτιμούν να προσλάβουν 3, 2, 1 e αντίστοιχα και να συμπληρώσουν την εξωτερική τους στιβάδα.

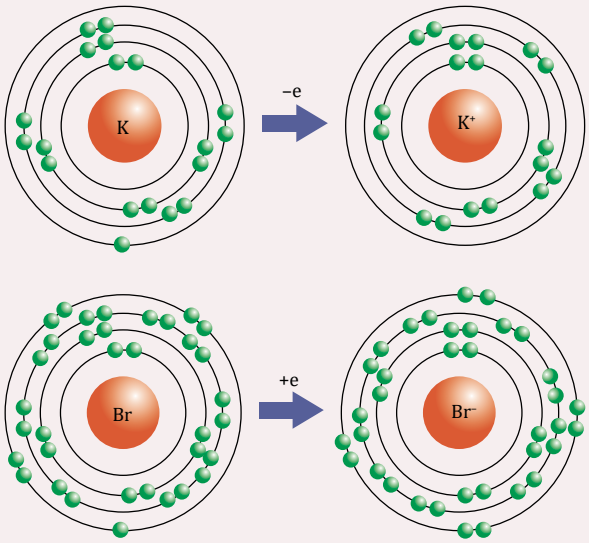
Παράδειγμα 10

Να βρεθεί η ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος που σχηματίζει το κάλιο ($_{19}K$) και το βρώμιο ($_{35}Br$).
Είδαμε ότι η ηλεκτρονιακή δομή του καλίου είναι:
$_{19}$K: K(2) – L(8) – M(8) – N(1)
Το άτομο του K έχει 1 e στην εξωτερική στιβάδα, το οποίο αποβάλλει και μετατρέπεται σε κατιόν καλίου με φορτίο +1.

$_{19}$K: K(2) – L(8) – M(8) – N(1) ⟶
$_{19}K^+$: K(2) – L(8) – M(8) + e

Είδαμε ότι η ηλεκτρονιακή δομή του βρωμίου είναι: **$_{35}$Br: K(2) – L(8) – M(18) – N(7)**
Το άτομο του Br έχει 7e στην εξωτερική στιβάδα προσλαμβάνει 1e και μετατρέπεται σε ανιόν βρωμίου με φορτίο -1.

$_{35}$Br: K(2) – L(8) – M(18) – N(7) + e ⟶
$_{35}Br^-$: K(2) – L(8) – M(18) – N(8)



Η δομή της ύλης

Εφαρμογή 10

Να βρεθεί η ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος που σχηματίζει το νάτριο ($_{11}Na$) και ο φωσφόρος ($_{15}P$), και να συμπληρωθούν τα ηλεκτρόνια και τα κενά στο μοντέλο.

Είδαμε ότι η ηλεκτρονιακή δομή του $_{11}Na$ είναι:

.....: K(...) – L(...) – M(...) – N(...)

Το άτομο του $_{11}Na$ έχει ..... στην εξωτερική στιβάδα, το οποίο .....και μετατρέπεται σε .... με φορτίο .....

.....: K(...) – L(...) – M(...) – N(...) ⟶ .....: K(...) – L(...) – M(...) + ...

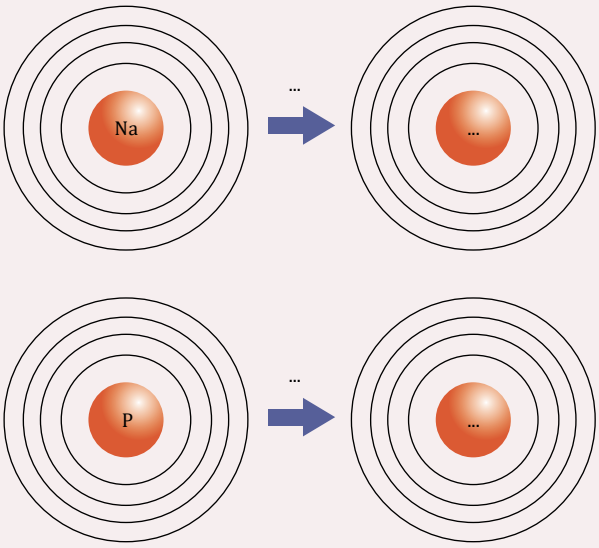
Είδαμε ότι η ηλεκτρονιακή δομή του $_{15}P$ είναι:

.....: K(...) – L(...) – M(...) – N(...)

Το άτομο του $_{15}P$ έχει .... στην εξωτερική στιβάδα, προσλαμβάνει ..... και μετατρέπεται σε .... με φορτίο .....

.....: K(...) – L(...) – M(...) – N(...) + ... ⟶

.....: K(...) – L(...) – M(...)



Απάντηση: K(2) – L(8) – M(1), 1e, αποβάλλει, θετικό, ιόν, +1.

.....: K(2) – L(8) – M(1) ⟶ K(2) – L(8) + e

.....: K(2) – L(8) – M(5), 5e, 3e, αρνητικό, ιόν, -3

.....: K(2)-L(8)-M(5) +3e ⟶ .. : K(2) – L(8) – M(8)

Μονοατομικό ιόν είναι το ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο που προκύπτει από την αποβολή ή πρόσληψη ηλεκτρονίων από **ένα άτομο**.

Παραδείγματα: ιόν νατρίου: Na^+, ιόν ασβεστίου: Ca^{2+}, ιόν χλωριδίου: Cl^-.

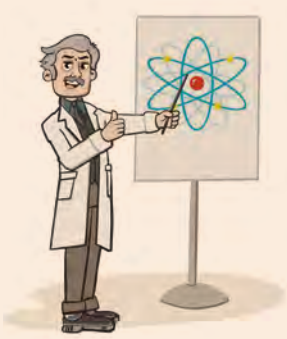
Πολυατομικό ιόν είναι το ηλεκτρικά φορτισμένο συγκρότημα ατόμων.

Παραδείγματα: ιόν αμμωνίου: NH_4^+, ανθρακικό ιόν: CO_3^{2-}, νιτρικό ιόν: NO_3^-

Τα θετικά φορτισμένα ιόντα, όπως τα Na^+, NH_4^+, ονομάζονται **κατιόντα.**

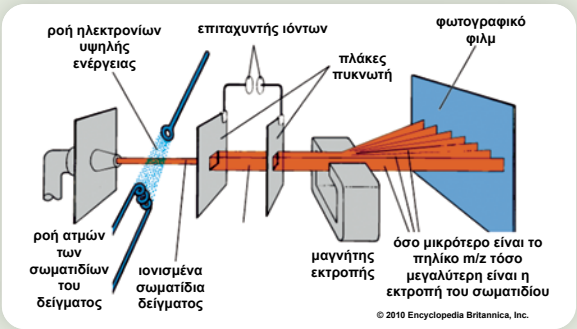
Τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα, όπως τα S^{2-}, CO_3^{2-}, ονομάζονται **ανιόντα.**

Και κάτι παραπάνω…



Ακριβής πειραματικός προσδιορισμός της A_r, της M_r

ΦΑΣΜΑΤΟΓΡΑΦΟΣ ΜΑΖΑΣ



Η φασματομετρία μάζας είναι μία αναλυτική τεχνική στην οποία τα άτομα ή τα μόρια ιοντίζονται και στη συνέχεια διαχωρίζονται με βάση τους λόγους μάζας προς φορτίο (m/z) τους στον άξονα x. Τα δεδομένα χρησιμοποιούνται και για τον υπολογισμό των ακριβών μαζών των ατόμων ή των μορίων στο δείγμα.

Παράδειγμα 11

α. Σε ποιες αρχές στηρίζεται η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες;

β. Να βρεθεί η κατανομή σε στιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση των στοιχείων του ακόλουθου πίνακα.

α. Για την κατανομή των ηλεκτρονίων γνωρίζουμε ότι:

- Η κατανομή ξεκινά από τη στιβάδα Κ με βάση την αρχή της ελάχιστης ενέργειας.
- Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων για τις 4 πρώτες στιβάδες είναι $2n^2$, όπου n είναι ο κύριος κβαντικός αριθμός, δηλαδή ο αριθμός της στιβάδας.
- Η εξωτερική στιβάδα δεν μπορεί να έχει πάνω από 8 ηλεκτρόνια, εκτός από την Κ που συμπληρώνεται με 2 ηλεκτρόνια.
- Η προηγούμενη από την εξωτερική στιβάδα δεν μπορεί να έχει πάνω από 18 ηλεκτρόνια.

β. Με εφαρμογή των κανόνων για τα στοιχεία του πίνακα έχουμε:

Στοιχείο	K	L	M	N	Στοιχείο	K	L	M	N	Στοιχείο	K	L	M	N
$_{1}H$	1				$_{11}Na$	2	8	1		$_{30}Zn$	2	8	18	2
$_{3}Li$	2	1			$_{13}Al$	2	8	3		$_{32}Ge$	2	8	18	4
$_{5}B$	2	3			$_{15}P$	2	8	5		$_{34}Se$	2	8	18	6
$_{7}N$	2	5			$_{17}Cl$	2	8	7		$_{36}Kr$	2	8	18	8
$_{9}F$	2	7			$_{19}K$	2	8	8	1					

Εφαρμογή 11

α. Να συμπληρώσετε τα κενά, ώστε οι ακόλουθες προτάσεις να περιγράφουν σωστά τους κανόνες για την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.

β. Να βρεθεί η κατανομή σε στιβάδες των στοιχείων του ακόλουθου πίνακα.

α. Για την κατανομή των e γνωρίζουμε ότι:

- Η κατανομή ξεκινά από τη στιβάδα …… με βάση την …… της …… …… .
- Ο μέγιστος αριθμός e σε μία στιβάδα είναι ……, όπου n είναι ο …… …… αριθμός, δηλαδή ο αριθμός της …… .
- Η εξωτερική στιβάδα δεν μπορεί να έχει πάνω από …… e, εκτός από την …… που συμπληρώνεται με …… e.
- Η προηγούμενη από την εξωτερική στιβάδα δεν μπορεί να έχει πάνω από …… ηλεκτρόνια.

β. Με εφαρμογή των κανόνων έχουμε:

Στοιχείο	K	L	M	N	Στοιχείο	K	L	M	N	Στοιχείο	K	L	M	N
$_{2}He$					$_{12}Mg$					$_{31}Ga$				
$_{4}Be$					$_{14}Si$					$_{33}As$				
$_{6}C$					$_{16}S$					$_{35}Br$				
$_{8}O$					$_{18}Ar$									
$_{10}Ne$					$_{20}Ca$									

Απάντηση: He: (2), Be: (2-2), C:(2-4), O(2-6), Ne:(2-8), Mg:(2-8-2), Si:(2-8-4), S:(2-8-6), Ar:(2-8-8), Ca:(2-8-8-2), Ga:(2-8-18-3), As:(2-8-18-5), Br:(2-8-18-7)

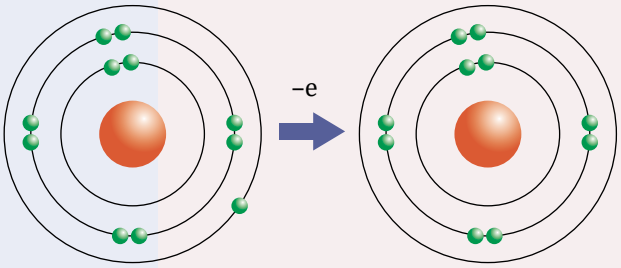
Παράδειγμα 12

Δίνονται τα άτομα: $^{23}_{11}Na$, $^{35}_{17}Cl$.

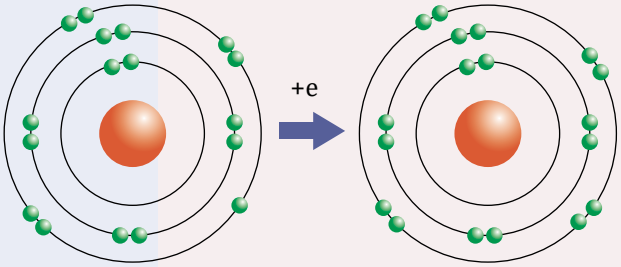
α. Ποια είναι η σύσταση του πυρήνα τους;

β. Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των στοιχείων Na και Cl;

γ. Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των ιόντων Na^+ και Cl^- στη θεμελιώδη κατάσταση; Τι είναι τα μονοατομικά ιόντα και πώς σχηματίζονται;



Το ιόν νατρίου προκύπτει με αποβολή 1 ηλεκτρονίου από την εξωτερική στιβάδα.



Το ιόν χλωρίου προκύπτει με πρόσληψη 1 ηλεκτρονίου στην εξωτερική στιβάδα.

α. Ο πυρήνας του Na με ατομικό αριθμό 11 και μαζικό 23 αποτελείται από 11 πρωτόνια και (23-11) = 12 νετρόνια.
Ο πυρήνας του Cl με ατομικό αριθμό 17 και μαζικό 35 αποτελείται από 17 πρωτόνια και (35-17) = 18 νετρόνια.

β. $_{11}$**Na:** K(2)-L(8)-M(1).

$_{17}$**Cl:** K(2)-L(8)-M(7).

γ. Το ιόν νατρίου έχει φορτίο +1, επομένως έχει αποβάλει 1 ηλεκτρόνιο και θα έχει δομή: $_{11}$**Na$^+$:** K(2)-L(8).

Το ιόν χλωρίου έχει φορτίο -1, επομένως έχει προσλάβει 1 ηλεκτρόνιο και θα έχει δομή:

$_{17}$**Cl$^-$:** K(2)-L(8)-M(8).

Μονοατομικά ιόντα είναι τα φορτισμένα σωματίδια τα οποία προκύπτουν με αποβολή ή πρόσληψη ηλεκτρονίων από τα άτομα. Τα θετικά ιόντα ονομάζονται κατιόντα και προκύπτουν με αποβολή ηλεκτρονίων από τα άτομα, οπότε έχουν περισσότερα πρωτόνια στον πυρήνα από τα ηλεκτρόνιά τους. Τα αρνητικά ιόντα ονομάζονται ανιόντα και προκύπτουν με πρόσληψη ηλεκτρονίων από τα άτομα, οπότε έχουν περισσότερα ηλεκτρόνια από πρωτόνια.

Εφαρμογή 12

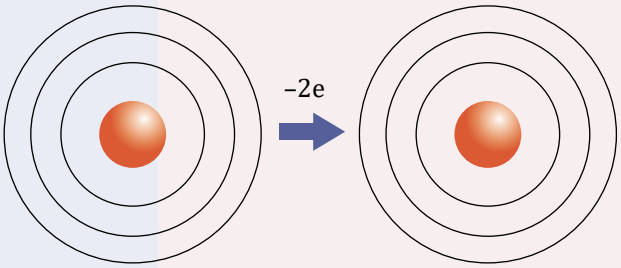
Δίνονται τα άτομα: $^{24}_{12}Mg$, $^{32}_{16}S$.

α. Ποια είναι η σύσταση του πυρήνα τους;

β. Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των στοιχείων Mg και S στη θεμελιώδη κατάσταση;

γ. Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των ιόντων Mg^{2+} και S^{2-}; Τι είναι τα πολυατομικά ιόντα;

δ. Να συμπληρώσετε τα κενά στο σχήμα.



Το ιόν μαγνησίου προκύπτει με .... από την εξωτερική στιβάδα.

α. Ο πυρήνας του Mg με ατομικό αριθμό ..... και μαζικό ..... αποτελείται από ..... πρωτόνια και ..... νετρόνια.
Ο πυρήνας του S με ατομικό αριθμό ..... και μαζικό ..... αποτελείται από ..... πρωτόνια και ..... νετρόνια.

β. $_{12}$**Mg:** K(.....)-L(...)-M(...).

$_{16}$**S:** K(...)-L(...)-M(...).

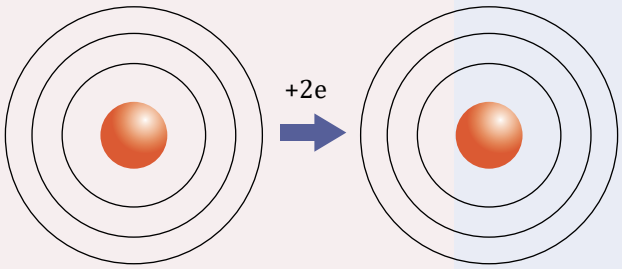
γ. Το ιόν μαγνησίου έχει φορτίο ....., επομένως έχει ..... και θα έχει δομή:

$_{12}$**Mg^{2+}:** K(...)-L(...)-M(...)

Το ιόν θείου έχει φορτίο ....., επομένως έχει ..... και θα έχει δομή:

$_{16}$**S^{2-}:** K(...)-L(...)-M(...).

Πολυατομικά ιόντα είναι τα ..... συγκροτήματα ατόμων. Τα θετικά ιόντα ονομάζονται ..... και τα αρνητικά ιόντα ονομάζονται .....



Το ιόν θείου προκύπτει με .... στην εξωτερική στιβάδα.

Απάντηση: α. 12, 24, 12, 12, 16, 32, 16, 16, β. Mg:(2-8-2), S:(2-8-6), γ. +2, αποβάλλει, 2e, K(2)-L(8), -2 προσλάβει, 2 e, K(2)-L(8)- M(8), φορτισμένα, κατιόντα, ανιόντα

Παράδειγμα 13

Ένα στοιχείο Χ έχει μαζικό αριθμό 40 και στον πυρήνα του υπάρχουν 4 περισσότερα νετρόνια από πρωτόνια. Να βρεθούν:

α. Ο αριθμός πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων του ατόμου του στοιχείου Χ.

β. Να γίνει η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες. Πόσα ηλεκτρόνια έχει στην εξωτερική στιβάδα στη θεμελιώδη κατάσταση;

α. Επειδή τα νετρόνια είναι 4 περισσότερα από τα πρωτόνια ισχύει ότι: **n = p + 4**. Επίσης, ο μαζικός αριθμός είναι το άθροισμα του αριθμού πρωτονίων και νετρονίων:

$$\mathbf{A = n + p = 2p + 4 = 40.}$$

Επομένως, το στοιχείο έχει 18 πρωτόνια, 18 ηλεκτρόνια και 22 νετρόνια.

β. Θα ξεκινήσουμε την κατανομή από τη στιβάδα Κ με 2 ηλεκτρόνια και θα συμπληρώσουμε όσες στιβάδες είναι δυνατόν, ώστε να συμπληρωθεί ο αριθμός των ηλεκτρονίων του ατόμου. Η εξωτερική στιβάδα δεν είναι δυνατόν να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια και η προηγούμενη από την εξωτερική περισσότερα από 18 ηλεκτρόνια.

Στοιχείο	K	L	M	N
$_{18}$X	2	8	8	-

Η εξωτερική στιβάδα είναι η Μ με 8 ηλεκτρόνια (συμπληρωμένη).

Εφαρμογή 13

Ένα στοιχείο Χ έχει μαζικό αριθμό 75 και στον πυρήνα του υπάρχουν 9 περισσότερα νετρόνια από πρωτόνια. Να βρεθούν:

α. Ο αριθμός πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων του ατόμου του στοιχείου Χ.

β. Να γίνει η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες. Πόσα ηλεκτρόνια έχει στην εξωτερική στιβάδα;

α. .....

Επομένως, το στοιχείο έχει ..... πρωτόνια, ... ηλεκτρόνια και ..... νετρόνια.

Στοιχείο	K	L	M	N
X				

β. Η εξωτερική στιβάδα είναι η ..... με .....

Απάντηση: 33 p, 33 e, 42 n, K(2)-L(8)- M(18) – N(5), N, 5 e

Παράδειγμα 14

α. Ένα σωματίδιο Χ έχει 16 πρωτόνια, 16 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια. Τι είδους σωματίδιο είναι αυτό, άτομο, μόριο, ανιόν ή κατιόν; Να γραφεί η ηλεκτρονιακή δομή του, καθώς και η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του.

β. Ένα άλλο σωματίδιο Ψ έχει 16 πρωτόνια, 18 νετρόνια και 16 ηλεκτρόνια. Ποια η σχέση του σωματιδίου αυτού με το άτομο του ερωτήματος α;

γ. Μπορείτε να προβλέψετε την σχετική ατομική μάζα του Ψ;

δ. Είναι σωστό ή λάθος ότι η σχετική ατομική μάζα του φυσικού στοιχείου με Z=16 θα είναι οπωσδήποτε ακέραιος αριθμός;

α. Το σωματίδιο έχει 2 ηλεκτρόνια περισσότερα από τα πρωτόνιά του, επομένως είναι ανιόν με φορτίο -2. Η ηλεκτρονιακή δομή του ιόντος είναι: K(2)-L(8)-M(8).
Το άτομο θα έχει 16 ηλεκτρόνια, επομένως η δομή του θα είναι: K(2)-L(8)-M(6).

β. Έχουν ίδιο ατομικό αριθμό και διαφορετικό μαζικό αριθμό, επομένως είναι ισότοπα.

γ. Η σχετική ατομική μάζα ενός ισοτόπου είναι ίση με τον μαζικό του αριθμό, επομένως $A_{r,\Psi} = 34$.

δ. Είναι λάθος, διότι για το φυσικό στοιχείο η τιμή της σχετικής ατομικής μάζας προκύπτει ως μέσος όρος των σχετικών ατομικών μαζών όλων των ισοτόπων του στοιχείου.

Εφαρμογή 14

Ένα σωματίδιο Χ έχει 19 πρωτόνια, 20 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια.

α. Τι είδους σωματίδιο είναι αυτό, άτομο, μόριο, ανιόν ή κατιόν; Να γραφεί η ηλεκτρονιακή δομή του, καθώς και η ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του.

β. Ένα άλλο σωματίδιο Ψ έχει 19 πρωτόνια, 18 νετρόνια και 19 ηλεκτρόνια. Ποια η σχέση του σωματιδίου αυτού με το άτομο του ερωτήματος α;

γ. Μπορείτε να προβλέψετε τη σχετική ατομική μάζα του Ψ;

δ. Είναι σωστό ή λάθος ότι η σχετική ατομική μάζα του φυσικού στοιχείου με Z=19 θα είναι οπωσδήποτε ακέραιος αριθμός;

α. .....
.....

β. .....
.....

γ. .....
.....

δ. .....
.....

Απαντήσεις: α. κατιόν, K(2)-L(8)- M(8), K(2)-L(8)- M(8) – N(1) β. ισότοπα, γ. 37, δ. λάθος

Παράδειγμα 15

Με δεδομένο ότι το χλώριο βρίσκεται στη φύση στη μορφή μείγματος δύο ισοτόπων: $^{35}_{17}Cl$, $^{37}_{17}Cl$ και το υδρογόνο με τη μορφή τριών ισοτόπων: $^{1}_{1}H$ $^{2}_{1}H$ $^{3}_{1}H$ να εξετάσετε πόσα είδη μορίων H_2, πόσα Cl_2 και πόσα HCl υπάρχουν.

Προκύπτουν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί.

Για το υδρογόνο: $^{1}_{1}H^{1}_{1}H$, $^{1}_{1}H^{2}_{1}H$, $^{1}_{1}H^{3}_{1}H$, $^{2}_{1}H^{2}_{1}H$, $^{2}_{1}H^{3}_{1}H$, $^{3}_{1}H^{3}_{1}H$, δηλαδή συνολικά 6 είδη μορίων.

Για το χλώριο: ${}^{35}_{17}Cl\,{}^{35}_{17}Cl$, ${}^{35}_{17}Cl\,{}^{37}_{17}Cl$, ${}^{37}_{17}Cl\,{}^{37}_{17}Cl$, δηλαδή συνολικά 3 είδη μορίων.

Για το υδροχλώριο: ${}^{1}_{1}H\,{}^{35}_{17}Cl$, ${}^{1}_{1}H\,{}^{37}_{17}Cl$, ${}^{2}_{1}H\,{}^{35}_{17}Cl$, ${}^{2}_{1}H\,{}^{37}_{17}Cl$, ${}^{3}_{1}H\,{}^{35}_{17}Cl$, ${}^{3}_{1}H\,{}^{37}_{17}Cl$, δηλαδή συνολικά 6 είδη μορίων.

Εφαρμογή 15

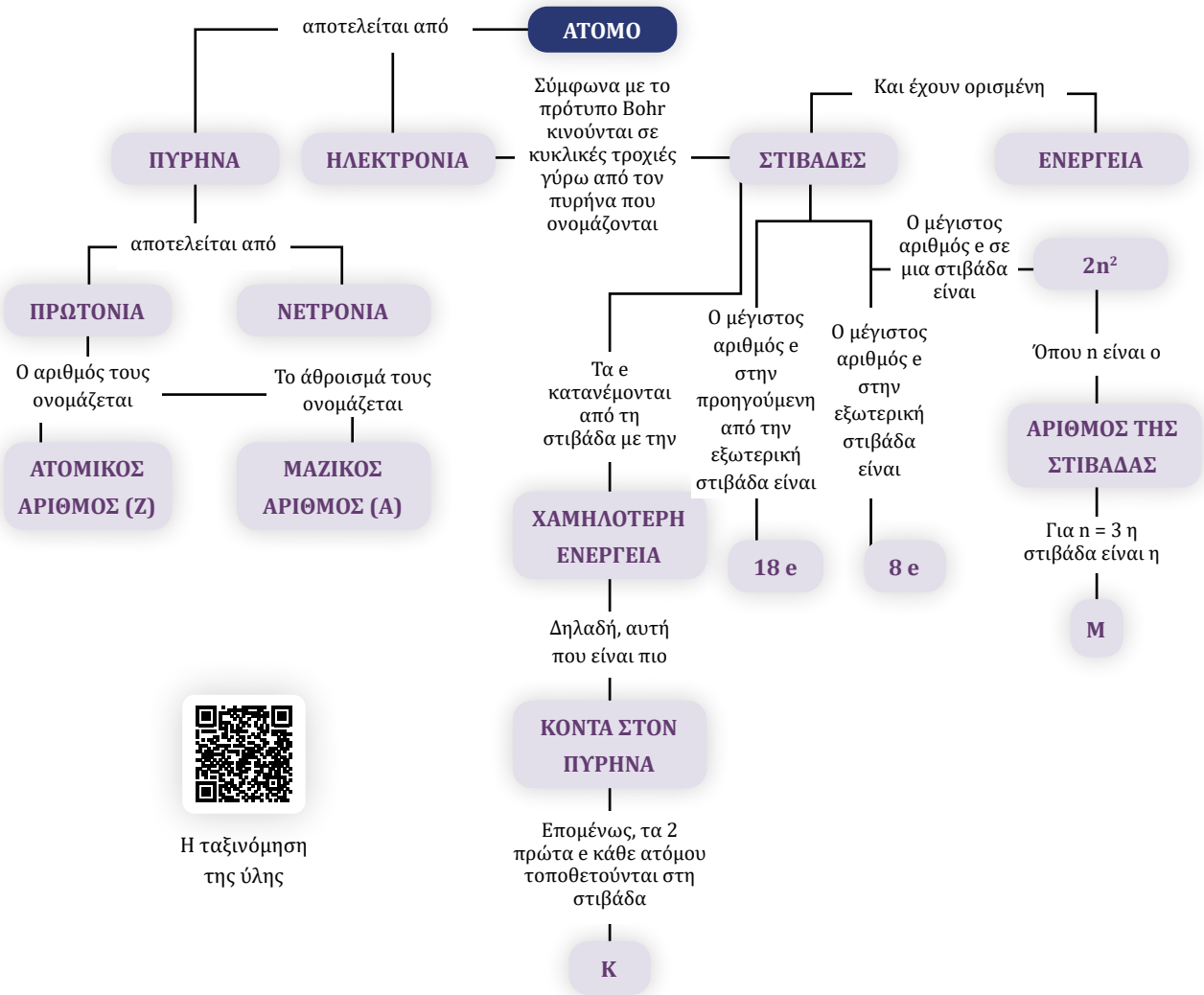
Με δεδομένο ότι το βρώμιο βρίσκεται στη φύση στη μορφή μείγματος δύο ισοτόπων: ${}^{79}_{35}Br$, ${}^{81}_{35}Br$ και το υδρογόνο με τη μορφή τριών ισοτόπων: ${}^{1}_{1}H$, ${}^{2}_{1}H$, ${}^{3}_{1}H$ να εξετάσετε πόσα είδη μορίων Br_2 και πόσα HBr υπάρχουν.

Για το βρώμιο:.....

Για το υδροβρώμιο:.....

Απάντηση: 3 είδη Br_2, 6 είδη HBr

ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ ...



Η ταξινόμηση της ύλης

Ακροστιχίδα

Κουίζ Συγκρίνοντας πολύ, πολύ, πολύ μικρά σωματίδια

Σταυρόλεξο Δομή του ατόμου

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

2.1.1 Το μοντέλο του Bohr

1. Το άτομο αποτελείται από ……, τα οποία είναι θετικά …… σωματίδια, …… τα οποία είναι ηλεκτρικά ουδέτερα και …… τα οποία είναι …… φορτισμένα σωματίδια. Το άτομο είναι ηλεκτρικά …… γιατί οι αριθμοί …… και …… είναι …… . Τα πρωτόνια και τα νετρόνια συγκροτούν τον …… και γι' αυτό ονομάζονται ……, ενώ τα ηλεκτρόνια …… γύρω από τον πυρήνα.

2. Η μάζα του ατόμου βρίσκεται συγκεντρωμένη στον …… του, γιατί τα …… θεωρούνται αμελητέας μάζας.

3. Με βάση το ατομικό πρότυπο Bohr τα …… κινούνται γύρω από τον …… σε …… καθορισμένης …… και …… από τον πυρήνα οι οποίες ονομάζονται …… Ο κύριος κβαντικός αριθμός …… χαρακτηρίζει τη στιβάδα.

Κύριος κβαντικός αριθμός	n = 1	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	n = 7
Στιβάδα							

4. Όταν τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου είναι τοποθετημένα στις στιβάδες με τη μικρότερη ενέργεια, το άτομο βρίσκεται σε …… κατάσταση. Για να μετακινηθεί ένα ηλεκτρόνιο από τη στιβάδα στην οποία βρίσκεται σε στιβάδα υψηλότερης ενέργειας, δηλαδή να ……, το άτομο πρέπει να απορροφήσει …… που να έχει ενέργεια …… με τη διαφορά ενέργειας των …… . Κατά την …… του ηλεκτρονίου, δηλαδή την επιστροφή του στη θεμελιώδη κατάσταση, το άτομο …… ακτινοβολία που έχει ενέργεια …… με τη διαφορά ενέργειας των …… .

5. **α.** Ποια είναι τα υποατομικά σωματίδια τα οποία συγκροτούν το άτομο;
β. Γιατί τα άτομα είναι ηλεκτρικά ουδέτερα σωματίδια;
γ. Τι προβλέπει το ατομικό πρότυπο Bohr για το άτομο;
δ. Σε ποιους κανόνες στηρίζεται η κατανομή των ηλεκτρονίων ενός ατόμου σε στιβάδες;

6. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.
α. Η στιβάδα με n = 3 είναι η N.
β. Το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο γιατί ο αριθμός πρωτονίων του πυρήνα είναι πάντα ίσος με τον αριθμό νετρονίων.
γ. Η στιβάδα M έχει υψηλότερη ενέργεια από τη στιβάδα N.
δ. Όταν το μοναδικό ηλεκτρόνιο στο άτομο του υδρογόνου βρίσκεται στη στιβάδα L, το άτομο είναι σε διεγερμένη κατάσταση.

2.1.2 Ατομικός και μαζικός αριθμός – Ισότοπα – Σχετική ατομική και σχετική μοριακή μάζα

7. Να συμπληρώσετε τους ορισμούς, ώστε να είναι ορθοί.

α. Ατομικός αριθμός είναι .....

β. Μαζικός αριθμός είναι .....

γ. Ισότοπα είναι τα άτομα τα οποία ....

δ. Σχετική ατομική μάζα (...) είναι .....

ε. Σχετική μοριακή μάζα (...) είναι .....

8. α. Τα ισότοπα άτομα ενός στοιχείου διαφέρουν μόνο στον αριθμό των ....., δηλαδή έχουν ίδιο ..... αριθμό, αλλά διαφορετικό ..... αριθμό. Τα ισότοπα άτομα έχουν διαφορετική ..... και διαφορές σε ορισμένες από τις ..... τους ιδιότητες.

β. Τα δύο βασικά ισότοπα του ουρανίου είναι το ραδιενεργό ουράνιο ^{235}U και το ^{238}U. Ο μαζικός αριθμός του ραδιενεργού ουρανίου είναι 235 και ο αριθμός των πρωτονίων είναι μικρότερος από τον αριθμό των νετρονίων κατά 51.

i. Να βρεθεί ο ατομικός αριθμός του ισοτόπου του ουρανίου.

ii. Σε ένα άλλο ισότοπο του ουρανίου ο αριθμός των νετρονίων είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των ηλεκτρονίων κατά 54. Να βρεθεί ο μαζικός αριθμός αυτού του ισοτόπου.

iii. Να αναφέρετε τρεις διαφορές που έχουν τα δύο αυτά ισότοπα άτομα ουρανίου.

iv. Να εξηγήσετε αν είναι σωστό ή λάθος ότι η σχετική ατομική μάζα του φυσικού στοιχείου ουράνιο είναι 235.

v. Αν η σχετική ατομική μάζα του φυσικού στοιχείου ουράνιο έχει μετρηθεί πειραματικά 237,7, ποιο από τα δύο ισότοπα βρίσκεται σε μεγαλύτερη αναλογία στη φύση;

Θυμηθείτε: $^{A}_{Z}X$
- Z: αριθμός p, αλλά και e.
- A = Z+N

9. Να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα.

	$^{80}_{35}Br$	$^{55}_{25}Mn$	$^{31}_{15}P$	$^{39}_{19}K$	$^{2}_{1}H$	$^{56}_{26}Fe^{3+}$	$^{32}_{16}S^{2-}$	$^{19}_{9}F^{-}$	$^{23}_{11}Na^{+}$
Όνομα στοιχείου / ιόντος									
Αριθμός p									
Αριθμός n									
Αριθμός e									

10. Να μελετήσετε τον αριθμό πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων των Χ, Ψ, Ζ, Ω και να χαρακτηρίσετε το καθένα στην τελευταία στήλη του πίνακα ουδέτερο, αν η ουσία είναι άτομο, κατιόν, αν είναι θετικά φορτισμένο ιόν, και ανιόν, αν είναι αρνητικά φορτισμένο ιόν.

Θυμηθείτε:
Τα κατιόντα έχουν φορτίο ίσο με τον αριθμό e που απέβαλαν και τα ανιόντα με τον αριθμό e που προσέλαβαν.

	Αριθμός p	**Αριθμός n**	**Αριθμός e**	**Χαρακτηρισμός**
Χ	13	14	10	
Ψ	16	16	18	
Ζ	19	20	19	
Ω	56	81	54	

11. Ο ακόλουθος πίνακας δίνει τους αριθμούς ηλεκτρονίων, πρωτονίων και νετρονίων σε άτομα ή ιόντα ενός αριθμού στοιχείων. Να συμπληρώσετε στην τελευταία γραμμή για το κάθε σωματίδιο αν είναι άτομο, κατιόν ή ανιόν και στη συνέχεια να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Θυμηθείτε:
Αρ. e = Αρ. p: ουδέτερο άτομο
Αρ. e > Αρ. p: αρνητικό ιόν
Αρ. e < Αρ. p: θετικό ιόν

Άτομο ή ιόν	**Α**	**Β**	**Γ**	**Δ**	**Ε**	**Ζ**
Αριθμός e	5	10	28	36	5	9
Αριθμός p	5	7	30	35	5	9
Αριθμός n	5	7	36	46	6	10
Απάντηση						

12. **α.** Είναι σωστό ή λάθος να πούμε ότι οι δομικές μονάδες όλων των χημικών ενώσεων είναι τα μόρια; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

β. Τι είναι η σχετική τυπική μάζα και σε ποιες ουσίες χρησιμοποιείται;

γ. Να υπολογίσετε τη σχετική τυπική μάζα της ιοντικής χημικής ένωσης με τύπο: Al_2S_3, αξιοποιώντας τον Πίνακα 2.2.1 του κεφαλαίου.

Στις ερωτήσεις 13-22 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

13. «Η ταυτότητα ενός στοιχείου είναι...»

α. ο μαζικός του αριθμός
β. αριθμός των νετρονίων του πυρήνα
γ. ο αριθμός των ηλεκτρονίων που έχει
δ. ο ατομικός αριθμός
ε. η ατομικότητά του

14. «Ο ατομικός αριθμός εκφράζει...»

α. τον αριθμό των νετρονίων του πυρήνα
β. τον αριθμό των ηλεκτρονίων ενός μονοατομικού ιόντος
γ. τον αριθμό των πρωτονίων στον πυρήνα κάθε ατόμου ενός στοιχείου
δ. τον αριθμό των νουκλεονίων στον πυρήνα ενός ατόμου

15. Ένα μονοατομικό ιόν με φορτίο +2 προκύπτει από ένα άτομο όταν:

α. αποβάλει δύο ηλεκτρόνια
β. προσλάβει δύο ηλεκτρόνια
γ. προσλάβει δύο πρωτόνια
δ. αποβάλει δύο νετρόνια
ε. προσλάβει δύο νετρόνια

16. Ο μαζικός αριθμός στοιχείου Χ είναι 39. Αν δίνεται ότι ο αριθμός των νετρονίων στον πυρήνα του είναι μεγαλύτερος κατά 1 από τον αριθμό των πρωτονίων, ο ατομικός του αριθμός είναι:

α. 19 **β.** 20 **γ.** 21 **δ.** 39

17. Το ρουβίδιο (Rb) έχει ατομικό αριθμό 37. Ο μαζικός αριθμός του ισοτόπου του ρουβιδίου, στον πυρήνα του οποίου περιέχονται 9 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια, είναι:

α. 37 **β.** 65 **γ.** 74 **δ.** 83

18. Το κατιόν $^{55}_{25}Mn^{2+}$ περιέχει:

α. 25 p -25 n- 25 e **β.** 25 p -30 n- 25 e

γ. 25 p -55 n- 25 e **δ.** 25 p -30 n- 23 e

19. Το ανιόν X^{3-} του στοιχείου X έχει 36 ηλεκτρόνια και 45 νετρόνια. Ο μαζικός αριθμός του X είναι:

α. 45 **β.** 78 **γ.** 81 **δ.** 90

20. Από τους ακόλουθους πυρήνες εκπροσωπούν άτομα του ίδιου στοιχείου:

X: 4p-5n Ψ: 3p-5n Z: 4p-6n Ω: 5p-5n

α. X, Ψ **β.** X, Z **γ.** Ψ, Z **δ.** X, Ω

21. Τα ισότοπα του ίδιου στοιχείου έχουν:

α. ίδια μάζα **β.** ίδιο αριθμό νουκλεονίων

γ. ίδιο αριθμό πρωτονίων **δ.** ίδια μάζα και ίδιο αριθμό πρωτονίων

22. Ποιο από τα ακόλουθα ζεύγη περιέχει ισότοπα;

α. $^{12}_{6}C - ^{12}_{6}C$ **β.** $^{12}_{6}C - ^{14}_{6}C$ **γ.** $^{12}_{6}C - ^{12}_{7}C$ **δ.** $^{12}_{6}C - ^{14}_{7}C$

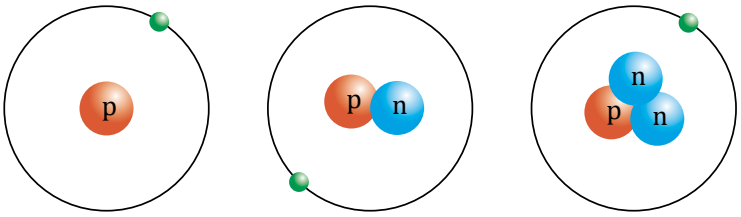
23. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες (A_r) του H: 1, F: 19, N: 14, O: 16, S:32, C:12.

Να υπολογιστούν οι σχετικές μοριακές ή οι σχετικές τυπικές μάζες των ακόλουθων χημικών ενώσεων και ιόντων.

Χημικός τύπος	M_r / F_r	**Χημικός τύπος**	M_r / F_r
H_2SO_4		S_8	
NO_2		NH_3	
N_2		O_3	
SO_3		SO_4^{2-}	
H^+		NH_4^+	

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

Τα ισότοπα του υδρογόνου



α. Να γράψετε το πλήρες χημικό σύμβολο για τα τρία ισότοπα του υδρογόνου.

β. Να περιγράψετε τις ομοιότητες και τις διαφορές των ατόμων πρώτιου, δευτέριου και τριτίου.

γ. Είναι σωστό ή λάθος ότι μεταξύ των τριών ισοτόπων του υδρογόνου τη μεγαλύτερη μάζα την έχει το τρίτιο; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

25. Να διατάξετε τα ακόλουθα άτομα κατά αυξανόμενη μάζα $^{40}_{20}Ca$, $^{127}_{53}I$, $^{126}_{52}Te$, $^{55}_{25}Mn$, $^{39}_{19}K$.

26. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα.

Στοιχείο / ιόν	Σύμβολο	Z	A	e	p	n
Κάλιο	**K**		39	19		20
Ιώδιο	**I**	53				74
Υδράργυρος	**Hg**		202	80		
Βισμούθιο	**Bi**				83	126
Ιόν ασβεστίου	**Ca^{2+}**	20				20
Ιόν χλωρίου	**Cl^{-}**	17	37			
Νέο	**Ne**	10	20			

27. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

α. Το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, γιατί ο αριθμός πρωτονίων του πυρήνα είναι πάντα ίσος με τον αριθμό νετρονίων. ☐

β. Ο ατομικός αριθμός εκφράζει τον αριθμό των νουκλεονίων ενός ατόμου. ☐

γ. Το ιόν του $^{32}_{16}S^{2-}$ έχει 18 ηλεκτρόνια. ☐

δ. Όλα τα καθορισμένα σώματα αποτελούνται από μόρια. ☐

ε. Το $^{35}_{17}X$ και το $^{37}_{17}\Psi$ είναι ισότοπα άτομα. ☐

στ. Τα κατιόντα έχουν θετικό φορτίο, γιατί παράγονται με πρόσληψη πρωτονίων. ☐

ζ. Ένα σωματίδιο που προκύπτει με πρόσληψη 2 e από το άτομο ενός στοιχείου έχει φορτίο +2. ☐

28. α. Να εξηγήσετε πόσα ηλεκτρόνια απέβαλε ή προσέλαβε το κάθε άτομο για να προκύψουν τα ακόλουθα ιόντα: i. $_{38}Sr^{2+}$ ii. $_{53}I^{-}$ iii. $_{35}Br^{-}$ iv. $_{13}Al^{3+}$

β. Να επισημάνετε ποια από τα παραπάνω ιόντα είναι ισοηλεκτρονικά.

29. Να συμπληρώσετε την ακροστιχίδα.

Η λέξη στην ακροστιχίδα είναι το όνομα του αριθμού – ταυτότητα κάθε χημικού στοιχείου.

1. Όταν ένα άτομο προσλαμβάνει e μετατρέπεται σε αυτό.
2. Το βαρύτερο ισότοπο του υδρογόνου: ^{3}H
3. Το ανιόν του στοιχείου $^{14}_{7}N$ που έχει φορτίο –1 έχει τόσα ηλεκτρόνια.
4. Ο αριθμός που εκφράζει το άθροισμα των πρωτονίων και νετρονίων ενός ατόμου.
5. Έχουν ίδιο ατομικό, αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό.
6. Όταν ένα άτομο αποβάλλει e μετατρέπεται σε αυτό.
7. Η σχετική ατομική μάζα του ισοτόπου ^{80}X είναι …
8. Το όνομα της περιοχής του χώρου που κινείται ένα ηλεκτρόνιο σύμφωνα με το πρότυπο Bohr.

1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							

2.1.3 Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων

30. Τα ηλεκτρόνια τοποθετούνται σε στιβάδες, ξεκινώντας από τη στιβάδα ..... προς τις στιβάδες ..... ενέργειας. Η στιβάδα χαμηλότερης ενέργειας για όλα τα άτομα είναι αυτή που βρίσκεται πιο …… στον πυρήνα, δηλαδή η …… . Οι στιβάδες συμπληρώνονται με έναν αριθμό ηλεκτρονίων που δίνεται από τον τύπο ....., όπου ..... είναι ο αριθμός της στιβάδας.

Κύριος κβαντικός αριθμός	n = 1	n = 2	n = 3	n = 4
Στιβάδα				
Μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων				

Η τελευταία στιβάδα στην οποία τοποθετούνται ηλεκτρόνια σε ένα άτομο ονομάζεται ..... στιβάδα και δεν μπορεί να έχει περισσότερα από ..... ηλεκτρόνια, εκτός αν είναι η Κ, η οποία συμπληρώνεται με ..... ηλεκτρόνια. Επίσης, σε ένα άτομο η προηγούμενη από την εξωτερική στιβάδα δεν μπορεί να έχει περισσότερα από ..... ηλεκτρόνια.

31. Το άτομο του χλωρίου έχει ατομικό αριθμό 17 και μαζικό 35, επομένως στον πυρήνα έχει ..... και ..... και γύρω από τον πυρήνα σε ....., με βάση το πρότυπο Bohr, κινούνται .... Η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες είναι ..... . Το χλώριο ..... ένα ηλεκτρόνιο και σχηματίζει το ..... Cl^- που έχει κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες: ..... .

32. Να αντιστοιχίσετε τις στιβάδες της στήλης Α με τον μέγιστο αριθμό ηλεκτρονίων που μπορούν να περιέχουν θεωρητικά στη στήλη Β.

Α: Στιβάδα	**Β: Μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων**	**Απαντήσεις**
1. K	**1.** 18	A1→B…
2. L	**2.** 32	A2→B…
3. M	**3.** 2	A3→B…
4. N	**4.** 8	A4→B…

33. Να αντιστοιχίσετε τα άτομα και τα ιόντα της στήλης Α με την ηλεκτρονιακή δομή τους στη θεμελιώδη κατάσταση, στη στήλη Β.

Α: Στοιχεία	**Β: Ηλεκτρονιακή δομή**	**Απαντήσεις**
1. $_{12}Mg$	**1.** (K:2)-(L:8)-(M:8)	A1→B…
2. $_{15}P$	**2.** (K:2)-(L:8)-(M:3)	A2→B…
3. $_{20}Ca^{2+}$	**3.** (K:2)-(L:8)-(M:4)	A3→B…
4. $_{16}S^{2-}$	**4.** (K:2)-(L:8)	A4→B…
5. $_{13}Al$	**5.** (K:2)-(L:8)-(M:5)	A5→B…
6. $_{14}Si$	**6.** (K:2)-(L:8)-(M:2)	A6→B…
7. $_{9}F^-$		A7→B…

34. Να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα.

	$^{80}_{35}Br$	$^{79}_{34}Se$	$^{31}_{15}P$	$^{39}_{19}K$	$^{2}_{1}H$
Όνομα στοιχείου					
Αριθμός p					
Αριθμός n					
Αριθμός e					
Ατομικός αριθμός					
Μαζικός αριθμός					
Σχετική ατομική μάζα ισοτόπου					
Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες					

35. Να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα.

	$^{24}_{12}Mg^{2+}$	$^{32}_{16}S^{2-}$	$^{19}_{9}F^{-}$	$^{23}_{11}Na^{+}$
Αριθμός p				
Αριθμός n				
Αριθμός e				
Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες				

Στις ερωτήσεις 36-42 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

36. Η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες γίνεται από τη στιβάδα K προς τις στιβάδες L, M…, γιατί:

α. η K μπορεί να έχει μόνο 2 ηλεκτρόνια.

β. η K είναι η κοντινότερη στον πυρήνα και έχει τη μικρότερη ενέργεια.

γ. η K είναι η κοντινότερη στον πυρήνα και έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια.

δ. η K δεν μπορεί να είναι εξωτερική στιβάδα.

37. Εξωτερική στιβάδα ενός στοιχείου είναι:

α. αυτή που έχει τα λιγότερα ηλεκτρόνια.

β. η στιβάδα Q.

γ. η στιβάδα με τον υψηλότερο n που έχει ηλεκτρόνια.

δ. η στιβάδα K.

38. Όταν ένα ηλεκτρόνιο μεταπηδήσει από στιβάδα υψηλότερης σε στιβάδα χαμηλότερης ενέργειας:

α. εκπέμπει ακτινοβολία ορισμένης ενέργειας.

β. απορροφά ακτινοβολία ορισμένης ενέργειας.

γ. διεγείρεται.

δ. το άτομο μετατρέπεται σε ιόν.

39. Το άτομο του στοιχείου $^{40}_{18}X$ έχει στην εξωτερική στιβάδα:

α. 2 ηλεκτρόνια **β.** 8 ηλεκτρόνια **γ.** 6 ηλεκτρόνια **δ.** 9 ηλεκτρόνια

40. Ο ατομικός αριθμός ενός στοιχείου που στη θεμελιώδη κατάσταση έχει εξωτερική στιβάδα την M με 6 ηλεκτρόνια είναι:

α. 6 **β.** 8 **γ.** 16 **δ.** 18

41. Στο ιόν του αργιλίου (Al^{3+}) τα 8 ηλεκτρόνια υψηλότερης ενέργειας βρίσκονται στη στιβάδα L. Ο ατομικός αριθμός του αργιλίου είναι:

α. 3 **β.** 7 **γ.** 10 **δ.** 13

42. Όταν το άτομο του $_{20}Ca$ σχηματίζει το σταθερό του ιόν, αυτό έχει την ίδια ηλεκτρονιακή δομή με το άτομο:

α. $_{17}Cl$ **β.** $_{19}K$ **γ.** $_{18}Ar$ **δ.** $_{21}Sc$

43. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

α. Ο ατομικός αριθμός εκφράζει τον αριθμό των νουκλεονίων ενός ατόμου. ☐

β. Τα ισότοπα έχουν ίδια κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες. ☐

γ. Το ιόν του $^{32}_{16}S^{2-}$ έχει 8 ηλεκτρόνια στη στιβάδα Μ. ☐

δ. Η εξωτερική στιβάδα οποιουδήποτε στοιχείου συμπληρώνεται με 8 ηλεκτρόνια. ☐

ε. Τα πρώτα ηλεκτρόνια ενός ατόμου τοποθετούνται στη στιβάδα Κ, γιατί έχει τη χαμηλότερη ενέργεια. ☐

στ. Η στιβάδα με n = 3 μπορεί να έχει πάντοτε έως 18 ηλεκτρόνια. ☐

ζ. Η κατανομή ηλεκτρονίων του στοιχείου $_{16}S$ είναι: K(2)-L(7)-M(6). ☐

η. Η κατανομή ηλεκτρονίων του στοιχείου $_{33}As$ είναι: K(2)-L(8)-M(18)-N(5). ☐

θ. Η κατανομή ηλεκτρονίων του στοιχείου $_{31}Ga$ είναι: K(2)-L(18)-M(10)-N(1). ☐

ι. Το $^{35}_{17}X$ και το $^{37}_{17}Ψ$ έχουν ίδια κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες. ☐

ια. Το ιόν $_{8}O^{2-}$ και $_{11}Na^{+}$ έχουν ίδια κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες. ☐

ιβ. Ο αριθμός των ηλεκτρονίων που περιέχονται σε κάθε στιβάδα στη θεμελιώδη κατάσταση είναι ίσος με $2n^2$. ☐

ιγ. Η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες γίνεται έτσι ώστε τα ηλεκτρόνια να καταλαμβάνουν στιβάδες με όσο το δυνατόν υψηλότερη ενέργεια. ☐

44. Ένα στοιχείο Χ έχει μαζικό αριθμό 14 και στον πυρήνα του ατόμου του έχει 2 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνιά του.

α. Να βρεθεί ο αριθμός πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων του ατόμου του στοιχείου Χ.

β. Να γίνει η κατανομή των ηλεκτρονίων του ατόμου του στοιχείου Χ σε στιβάδες.

γ. Ένα άλλο άτομο έχει 6 πρωτόνια και 6 νετρόνια. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε πλήρως την απάντησή σας.

i. Τα δύο άτομα έχουν ίδιο μαζικό αριθμό.

ii. Το άτομο αυτό είναι ισότοπο του Χ.

iii. Το άτομο αυτό έχει διαφορετική μάζα από το άτομο που έχει μαζικό αριθμό 14.

iv. Τα δύο άτομα έχουν διαφορετική ηλεκτρονιακή δομή.

45. Δίνονται τα άτομα: $^{39}_{19}K$ και $^{19}_{9}F$. Να βρεθούν:

α. Η σύσταση του πυρήνα τους.

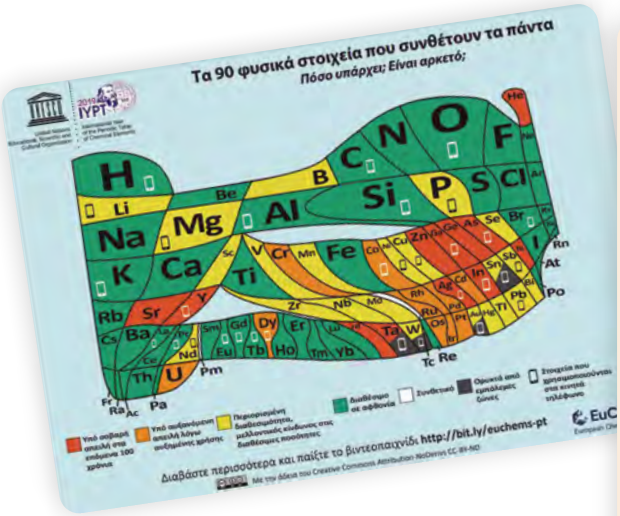
β. Η κατανομή των ηλεκτρονίων των ατόμων των δύο στοιχείων σε στιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση.

γ. Η κατανομή των ηλεκτρονίων των ιόντων K^+ και F^- σε στιβάδες.

Να αιτιολογήσετε πλήρως τις απαντήσεις σας.

46. Ένα σωματίδιο έχει 20 πρωτόνια, 20 νετρόνια και 18 ηλεκτρόνια. Τι είδους σωματίδιο είναι αυτό, άτομο, ανιόν ή κατιόν; Να γραφεί η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες. Να αιτιολογήσετε πλήρως τις απαντήσεις σας.

2.2 Ο Περιοδικός Πίνακας



Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να εξηγείτε** τη χρησιμότητα της ταξινόμησης των χημικών στοιχείων.
- **Να αναγνωρίζετε** την περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων ως τη βασική αρχή δόμησης του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα (Π.Π.).
- **Να αναφέρετε** τι ονομάζεται ομάδα και τι περίοδος του Περιοδικού Πίνακα.
- **Να συσχετίζετε** τις ιδιότητες των στοιχείων των κύριων ομάδων με τις ηλεκτρονιακές τους δομές.
- **Να ορίζετε** την ατομική ακτίνα και να περιγράφετε τον τρόπο που μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα σε μία ομάδα.
- **Να εξηγείτε** γιατί τα στοιχεία της ίδιας ομάδας έχουν ανάλογες ιδιότητες.
- **Να αναφέρετε** τη σταδιακή μεταβολή των ιδιοτήτων των στοιχείων κατά μήκος μίας περιόδου.
- **Να διακρίνετε** τα στοιχεία σε μέταλλα και αμέταλλα με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα.
- **Να προσδιορίζετε** τη θέση ενός στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα από τον ατομικό του αριθμό.

Τα «εξωτικά» στοιχεία του Π.Π.

2.2.1 Η ταξινόμηση των χημικών στοιχείων

Γιατί ήταν αναγκαία η ταξινόμηση των χημικών στοιχείων;

Μια προφανής απάντηση θα προέκυπτε αν θέταμε την ερώτηση που θέσαμε για τον κόσμο των χημικών στοιχείων, για τον καθημερινό μας κόσμο.

«Πότε είναι πιο εύκολο να βρω την αγαπημένη μου μπλούζα, το βιβλίο που ψάχνω ή το αγαπημένο μου αναψυκτικό, αν είναι τακτοποιημένα στην ντουλάπα μου, στα ράφια του βιβλιοπωλείου ή του σουπερμάρκετ κατά είδος, ή αν είναι πλίνθοι και κέραμοι ατάκτως ερριμμένοι;»

Την απάντηση σε αυτή την ερώτηση αφήνουμε να τη δώσετε μόνοι και μόνες σας, αφού φέρετε στο μυαλό σας πώς είναι τοποθετημένα τα βιβλία στα ράφια του βιβλιοπωλείου, τα προϊόντα στα ράφια του σουπερμάρκετ, τα ρούχα στο κατάστημα των ρούχων που ψωνίζετε…

Στις επιστήμες τα πράγματα είναι λίγο πιο πολύπλοκα, αν και η ταξινόμηση των στοιχείων θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι σαν να οργανώνετε την ντουλάπα σας, αλλά ακολουθώντας την επιστημονική μέθοδο! Είναι σαν, αντί να συμμαζεύετε το χάος στο δωμάτιό σας, να συμμαζεύετε το ατομικό χάος και να βάζετε τα άτομα σε τάξη.

Μέχρι το **1700 μ.Χ.** είχαν ανακαλυφθεί μόνο **15** στοιχεία και δεν υπήρχε καμία ανάγκη να ταξινομηθούν, επειδή ακριβώς ήταν πολύ λίγα, αλλά το **1789** ο Lavoisier είχε καταρτίσει έναν πίνακα **33** απλών σωμάτων, δηλαδή 33 στοιχείων, και μέσα **σε λιγότερο από 100 χρόνια** τα γνωστά στοι-

χεία έγιναν **60.** Η μελέτη της Χημείας έγινε μία περίπλοκη υπόθεση και η ανάγκη ταξινόμησης των στοιχείων έγινε επιτακτική. Οι επιστήμονες της εποχής σήκωσαν το γάντι και η έρευνα για την ταξινόμηση των στοιχείων ξεκίνησε τον 19ο αιώνα.

Η σύγχρονη επιστήμη έχει προκαλέσει τεράστια πρόοδο και ανακαλύψεις που άλλαξαν τον τρόπο κατανόησης του κόσμου και της ζωής, και μέσα σε αυτές περίοπτη θέση έχει η ανακάλυψη **118(!)** χημικών στοιχείων, κάποια από τα οποία δεν υπάρχουν ελεύθερα στη φύση, αλλά έχουν ανιχνευθεί στο εργαστήριο για κλάσματα του δευτερολέπτου.

Η ταξινόμηση των χημικών στοιχείων είναι θεμελιώδης για την επιστήμη, γιατί:

- Μας επιτρέπει να οργανώσουμε, να μελετήσουμε και να κατανοήσουμε τα χημικά στοιχεία με βάση τις φυσικές και χημικές ιδιότητές τους.
- Μας επιτρέπει να προσδιορίζουμε μοτίβα και τάσεις στη συμπεριφορά τους.
- Μπορούμε να προβλέψουμε τις ιδιότητες στοιχείων και να αξιοποιήσουμε τις προβλέψεις για την ανάπτυξη νέων υλικών.
- Μας βοηθά να κατανοήσουμε τη δομή της ύλης.
- Μας βοηθά να κατανοήσουμε τις χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται όχι μόνο στο εργαστήριο, αλλά και στη φύση, καθώς μπορούμε να προβλέψουμε ποια στοιχεία είναι πιο δραστικά.

Διαδραστική χρονογραμμή

Η ταξινόμηση των χημικών στοιχείων στον **Περιοδικό Πίνακα**, αρχικά από τον Dimitri Mendeleev με βάση τα ατομικά βάρη, όπως ονομάζονταν οι σχετικές ατομικές μάζες (A_r), και στη συνέχεια με βάση τον νόμο της περιοδικότητας του Moseley, υπήρξε μια από τις μεγαλύτερες ανακαλύψεις στον κόσμο της Χημείας, που οδήγησε στη ραγδαία εξέλιξή της.

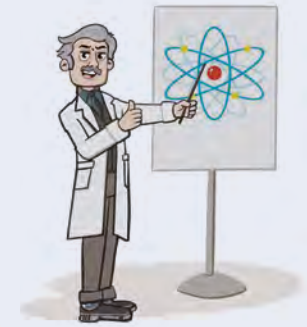
Ο Περιοδικός Πίνακας του Dimitri Mendeleev

Ο πρώτος ολοκληρωμένος Περιοδικός Πίνακας των στοιχείων παρουσιάστηκε στις 6 Μαρτίου **1869** από τον Ρώσο χημικό **D. Mendeleev**. Στον πίνακά του τα 60 χημικά στοιχεία κατατάχθηκαν κατά αυξανόμενη σχετική ατομική μάζα. Οι οριζόντιες γραμμές του πίνακα ονομάστηκαν **περίοδοι** και οι κατακόρυφες στήλες ονομάστηκαν **ομάδες**. Τα στοιχεία με παρόμοιες ιδιότητες τοποθετήθηκαν στην ίδια ομάδα.

Ο Mendeleev άφησε στον πίνακά του κενές θέσεις για στοιχεία που δεν είχαν ακόμη ανακαλυφθεί και για πολλά από αυτά περιέγραψε ικανοποιητικά και τις ιδιότητες των στοιχείων που «έλειπαν».

Reihen	Gruppo I. — R^2O	Gruppo II. — RO	Gruppo III. — R^2O^3	Gruppo IV. RH^4 RO^2	Gruppo V. RH^3 R^2O^5	Gruppo VI. RH^2 RO^3	Gruppo VII. RH R^2O^7	Gruppo 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	—	— — — —

Ας θυμηθούμε...



Dimitri Mendeleev (1834–1907)
ΠΗΓΗ: en.wikipedia.org/wiki/Dmitri_Mendeleev

2019 – Διεθνές Έτος του Περιοδικού Πίνακα (IYPT 2019)

Ο Περιοδικός Πίνακας χημικών στοιχείων είναι ένα από τα πιο σημαντικά επιτεύγματα στην επιστήμη, που συλλαμβάνει την ουσία όχι μόνο της Χημείας, αλλά και της Φυσικής και της Βιολογίας.

Είναι ένα μοναδικό εργαλείο, που δίνει τη δυνατότητα στον επιστήμονα να προβλέψει την εμφάνιση και τις ιδιότητες της ύλης στη Γη και στο υπόλοιπο σύμπαν.

Το 2019 θα είναι η 150ή επέτειος από τότε που ο Dimitri Mendeleev ανακάλυψε το περιοδικό σύστημα και έχει ανακηρυχθεί «Διεθνές Έτος του Περιοδικού Πίνακα Χημικών Στοιχείων» (IYPT 2019).

Η πρωτοβουλία για το IYPT 2019 υποστηρίζεται από την IUPAC σε συνεργασία με την IUPAP, την Ευρωπαϊκή Ένωση για τη Χημική και Μοριακή Επιστήμη (EuCheMS), το Διεθνές Συμβούλιο για την Επιστήμη (ICSU), τη Διεθνή Αστρονομική Ένωση (IAU) και τη Διεθνής Ένωση Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης και της Τεχνολογίας (IUHPS).

https://iypt2019.org/about-iypt2019/

Η βασική αρχή δόμησης του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα

Ο **Περιοδικός Πίνακας** είναι ένας πίνακας συστηματικής κατάταξης των στοιχείων κατά αύξοντα ατομικό αριθμό, έτσι ώστε στοιχεία με όμοιες ιδιότητες να βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη στήλη.

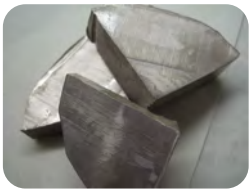
Ινφογκράφικ Ιδιότητες αλκαλίων

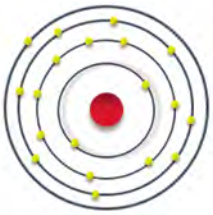
Πώς καταλήξαμε στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα

Το **1913** ο Άγγλος φυσικός **Henry Moseley** (1887-1915) μελέτησε τις ιδιότητες 12 στοιχείων και κατέληξε στον νόμο της περιοδικότητας.

Ας προσπαθήσουμε να ακολουθήσουμε τη σκέψη του, παρατηρώντας τις ιδιότητες τριών αλκαλίων.

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΛΚΑΛΙΩΝ

	ΛΙΘΙΟ ($_{3}$Li)	ΝΑΤΡΙΟ ($_{11}$Na)	ΚΑΛΙΟ ($_{19}$K)
ΕΜΦΑΝΙΣΗ	 Μαλακό αργυρόλευκο μέταλλο με ρ = 0,53 g/mL	 Μαλακό αργυρόλευκο μέταλλο με ρ = 0,97 g/mL	 Μαλακό αργυρόλευκο μέταλλο με ρ = 0,89 g/mL
ΦΥΣΙΚΗ ΑΦΘΟΝΙΑ	Δεν υπάρχουν ως αυτοφυή στη φύση, παρά μόνο στη μορφή των χημικών τους ενώσεων, κυρίως αλάτων, γιατί είναι πολύ δραστικά.		
ΜΕ ΑΕΡΑ	Οξειδώνονται αμέσως από τον αέρα και αποκτούν ένα σκούρο γκρι χρώμα, και γι' αυτό φυλάσσονται σε δοχεία με πετρέλαιο.		

ΜΕ ΝΕΡΟ	 Το Li αντιδρά με το νερό. Το αέριο υδρογόνο που ελευθερώνεται αναφλέγεται, αν πλησιάσει μία φλόγα.	 Το Na αντιδρά με το νερό με μια ισχυρά εξώθερμη αντίδραση. Το αέριο υδρογόνο που ελευθερώνεται μπορεί να αναφλεγεί με μια κίτρινη απόχρωση που οφείλεται στην καύση των ατμών του νατρίου. Το διάλυμα που παράγεται είναι ισχυρά αλκαλικό, γιατί περιέχει NaOH.	 Το K αντιδρά βίαια με το νερό. Το αέριο υδρογόνο που ελευθερώνεται αναφλέγεται με μια μοβ απόχρωση που οφείλεται στην καύση των ατμών του καλίου. Το διάλυμα που παράγεται είναι ισχυρά αλκαλικό, γιατί περιέχει KOH.
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗ			

Η μελέτη του πίνακα οδηγεί σε κάποια προφανή συμπεράσματα, όπως ότι είναι όλα μαλακά μέταλλα με χαμηλές πυκνότητες, ότι είναι όλα πολύ δραστικά, ότι οξειδώνονται όλα από τον αέρα και αντιδρούν με το νερό εκλύοντας αέριο υδρογόνο, δηλαδή ότι έχουν παρόμοιες φυσικές και χημικές ιδιότητες, ενώ οδηγούν και σε κάποια λιγότερο προφανή, όπως οι πιθανές εξηγήσεις για αυτή τους τη συμπεριφορά.

Ας πάμε τώρα στον Περιοδικό Πίνακα να βρούμε τα στοιχεία. Βλέπουμε ότι βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη στήλη.

Παρατηρώντας την ηλεκτρονιακή δομή των τριών αυτών στοιχείων, ανακαλύπτουμε ένα μοτίβο που θα μπορούσε να εξηγήσει την κοινή τους συμπεριφορά. Το κοινό χαρακτηριστικό των τριών αυτών στοιχείων είναι ότι έχουν 1 μόνο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στιβάδα.

Αν μελετήσουμε τα στοιχεία της επόμενης κατακόρυφης στήλης (Be, Mg, Ca) ή και της 14ης, 15ης, 16ης, 17ης ή 18ης στήλης, θα παρατηρήσουμε και πάλι ότι τα στοιχεία καθεμίας στήλης έχουν παρόμοιες ιδιότητες και ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα.

Ο νόμος της περιοδικότητας (Moseley, 1913)

Είχε παρατηρηθεί ότι οι ιδιότητες των στοιχείων εμφάνιζαν μία περιοδικότητα, δηλαδή μια επαναληψιμότητα, έπειτα από έναν ορισμένο αριθμό στοιχείων, και με βάση αυτή την παρατήρηση έγιναν όλες οι προσπάθειες για την ταξινόμησή τους.

Στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα τα στοιχεία **έχουν ταξινομηθεί κατά αύξοντα ατομικό αριθμό (Z)**, έτσι ώστε **τα στοιχεία με τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα να βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη στήλη.**

Βάση για την ταξινόμηση των στοιχείων είναι ο νόμος της περιοδικότητας (Moseley, 1913):

Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού αριθμού τους.

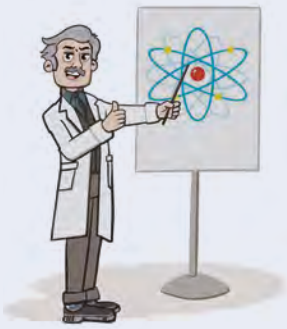
Περιοδικός Πίνακας των στοιχείων

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

Λανθανίδες *	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ακτινίδες*	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	80	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103

2.2.2 Ομάδες και περίοδοι του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα

Γιατί κατά κανόνα;



Υπάρχει ένα στοιχείο, το ήλιο ($_2$He), το οποίο, παρότι έχει μόνο 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, βρίσκεται στη 18η ομάδα, στην οποία τα υπόλοιπα στοιχεία έχουν 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα, γιατί οι ιδιότητές του είναι παρόμοιες με των στοιχείων της 18ης ομάδας.

Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα

Ομάδα ονομάζεται η κατακόρυφη στήλη του Περιοδικού Πίνακα η οποία περιέχει στοιχεία με παρόμοιες ιδιότητες, γιατί κατά κανόνα όλα τα στοιχεία μίας ομάδας έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα.

Στη σημερινή μορφή του Περιοδικού Πίνακα διακρίνουμε δύο ειδών ομάδες:

- τις κύριες ομάδες, που είναι οι ομάδες 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 και 18
- τις δευτερεύουσες ομάδες, που είναι οι ομάδες 3 έως και 12.

Για τις κύριες ομάδες ο αριθμός ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας ταυτίζεται με τον αριθμό της ομάδας για τις ομάδες 1 και 2 και με τον αριθμό της ομάδας μείον 10 για τις ομάδες 13 έως και 18.

Η **1η ομάδα** περιλαμβάνει τα στοιχεία που έχουν **1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα**, δηλαδή τα πολύ δραστικά μέταλλα **αλκάλια**, και **το υδρογόνο** που, αν και δεν είναι μέταλλο, έχει επίσης 1 ηλεκτρόνιο στη στιβάδα Κ.

Η **2η ομάδα** περιλαμβάνει τα στοιχεία που έχουν **2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα**, δηλαδή τα δραστικά μέταλλα **αλκαλικές γαίες**.
Η **17η ομάδα** περιλαμβάνει τα στοιχεία που έχουν **7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική** στιβάδα, δηλαδή τα πολύ δραστικά αμέταλλα **αλογόνα**.
Η **18η ομάδα** περιλαμβάνει τα στοιχεία που έχουν **8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα** και κατ' εξαίρεση το ήλιο (He), το οποίο έχει 2 ηλεκτρόνια και συμπληρωμένη τη στιβάδα K, δηλαδή τα **αδρανή ευγενή αέρια.**

Διαδραστικός Περιοδικός Πίνακας

Ομάδα των αλκαλίων 1	Ομάδα των αλκαλικών γαιών 2	Ομάδα των αλογόνων 17	Ομάδα των ευγενών αερίων 18
$_{1}$**H:**K:**1**			$_{2}$**He:** K:2
$_{3}$**Li:** K:2-L:1	$_{4}$**Be:** K:2 -L:2	$_{9}$**F:** K:2-L:7	$_{10}$**Ne:** K:2 –L:8
$_{11}$**Na:** K:2-L:8-M:1	$_{12}$**Mg:** K:2-L:8-M:2	$_{17}$**Cl:** K:2-L:8-M:7	$_{18}$**Ar:** K:2-L:8-M:8
$_{19}$**K:** K:2-L:8-M:8-N:1	$_{20}$**Ca:** K:2-L:8-M:8-N:2	$_{35}$**Br:** K:2-L:8-M:18-N:7	$_{36}$**Kr:** K:2-L:8-M:18-N:8
$_{37}$**Rb:** K:2-L:8-M:18- N:8 –O:1	$_{38}$**Sr:** K:2-L:8-M:18- N:8 –O:2	$_{53}$**I:** K:2-L:8-M:18- N:18 –O:7	$_{54}$**Xe:** K:2-L:8-M:18- N:18 –O:8

Τα στοιχεία των ομάδων 3 έως και 12 (δευτερεύουσες ομάδες) ονομάζονται στοιχεία μετάπτωσης ή μεταβατικά στοιχεία και δεν θα ασχοληθούμε με αυτά στην Α΄ Λυκείου.

Ο Π.Π. στο κινητό σας τηλέφωνο

Περίοδος ονομάζεται η οριζόντια σειρά του Περιοδικού Πίνακα η οποία περιέχει στοιχεία κατά αυξανόμενο ατομικό αριθμό που έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων, ο οποίος είναι ίσος με τον αριθμό της περιόδου του στοιχείου. Ο Περιοδικός Πίνακας περιλαμβάνει 7 περιόδους.

Περίοδος	Αριθμός στοιχείων που περιλαμβάνει	Αριθμός στιβάδων
1η	2	K
2η	8	K, L
3η	8	K, L, M
4η	18	K, L, M, N
5η	18	K, L, M, N, O
6η	32	K, L, M, N, O, P
7η	32	K, L, M, N, O, P, Q

Κατά μήκος μίας περιόδου του Περιοδικού Πίνακα υπάρχει μία βαθμιαία μεταβολή των ιδιοτήτων των στοιχείων.
Για παράδειγμα, **σε μία περίοδο από την 1η προς τη 18η ομάδα** παρατηρείται μία βαθμιαία **ελάττωση του μεταλλικού χαρακτήρα** και **αύξηση του αμεταλλικού χαρακτήρα.**
Έτσι, στον Περιοδικό Πίνακα τα **μέταλλα** τα οποία καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα του βρίσκονται στο αριστερό τμήμα του και τα **αμέταλλα** στο δεξί, και χωρίζονται από τα μέταλλα με μία τεθλασμένη γραμμή στην οποία βρίσκεται μία ομάδα στοιχείων που χαρακτηρίζονται μεταλλοειδή, γιατί έχουν φυσικές ιδιότητες μετάλλων και χημικές ιδιότητες αμετάλλων.

Περιγραφή του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα

Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας αποτελείται από 118 στοιχεία ταξινομημένα σε:

1. Δεκαοκτώ κατακόρυφες στήλες οι οποίες ονομάζονται **ομάδες**. Κάθε ομάδα καταλαμβάνεται από στοιχεία τα οποία έχουν ανάλογες ιδιότητες.
   Παλαιότερα οι ομάδες χαρακτηρίζονταν με τους λατινικούς αριθμούς I έως και VIII, και διακρίνονταν στις κύριες με τον χαρακτηρισμό A και στις δευτερεύουσες με τον χαρακτηρισμό B.
   Από το 1985 με πρόταση της IUPAC (Διεθνής Ένωση Απλής και Εφαρμοσμένης Χημείας) οι ομάδες αριθμούνται από το 1 έως το 18.
   Η αντιστοίχιση παλαιάς και νέας αρίθμησης είναι:

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

   Τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα έχουν παρόμοιες ιδιότητες. Για τις κύριες ομάδες του Περιοδικού Πίνακα τα στοιχεία μίας ομάδας έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα.
   Για παράδειγμα, όλα τα στοιχεία της ομάδας 2 του ΠΠ έχουν 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, ενώ όλα τα στοιχεία της ομάδας 16 του ΠΠ έχουν (16 – 10) = 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα.

2. Επτά οριζόντιες σειρές οι οποίες ονομάζονται **περίοδοι**. Κάθε περίοδος καταλαμβάνεται από στοιχεία τοποθετημένα κατά αύξοντα ατομικό αριθμό, που τα άτομά τους έχουν την ίδια εξωτερική στιβάδα. Ο αριθμός της περιόδου δείχνει τον αριθμό της εξωτερικής στιβάδας.
   Για παράδειγμα, όλα τα στοιχεία της 3ης περιόδου του ΠΠ έχουν εξωτερική στιβάδα, τη στιβάδα με n = 3, δηλαδή τη M.
   Η πρώτη περίοδος έχει μόνο δύο στοιχεία, το υδρογόνο και το ήλιο.
   Η δεύτερη και η τρίτη περίοδος έχουν από οκτώ στοιχεία.
   Οι περίοδοι 4, 5 έχουν από 18 στοιχεία, ενώ οι περίοδοι 6 και 7 έχουν 32 στοιχεία.

3. Σε παράρτημα, εκτός του κύριου σώματος του Περιοδικού Πίνακα, βρίσκονται δύο σειρές στοιχείων με 14 στοιχεία σε κάθε σειρά, οι **λανθανίδες** και οι **ακτινίδες**. Οι λανθανίδες και οι ακτινίδες έπρεπε να βρίσκονται στην 6η και την 7η περίοδο αντίστοιχα, αλλά τοποθετήθηκαν σε παράρτημα για λόγους ευκολίας.

Μέταλλα και αμέταλλα στον Περιοδικό Πίνακα

Τα στοιχεία που βρίσκονται **αριστερά** στον Περιοδικό Πίνακα, στις ομάδες 1 έως και 12, εκτός από το υδρογόνο και ορισμένα στοιχεία της 13ης, 14ης, 15ης ομάδας χαρακτηρίζονται **μέταλλα**.
Τα μέταλλα έχουν ένα σύνολο κοινών χαρακτηριστικών, όπως ότι είναι όλα στερεά, εκτός από τον υδράργυρο (Hg) που είναι υγρός, έχουν μεταλλική λάμψη, είναι αγωγοί της θερμότητας και του ηλεκτρισμού, είναι ελατά, δηλαδή μετατρέπονται σε λεπτά φύλλα (ελάσματα), όλκιμα, δηλαδή μετατρέπονται σε σύρματα, και έχουν όλα την τάση να αποβάλλουν ηλεκτρόνια.
Τα στοιχεία που βρίσκονται **δεξιά** στον Περιοδικό Πίνακα χαρακτηρίζονται **αμέταλλα**, είναι στερεά ή αέρια και το βρώμιο είναι υγρό, και έχουν την τάση να προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια.

Περιοδικός Πίνακας των στοιχείων

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

Λανθανίδες*	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ακτινίδες*	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	80	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103

Ινφογκράφικ Αλκάλια και αλογόνα

Τα κοινά χαρακτηριστικά των στοιχείων που ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα

Τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα, με αποτέλεσμα να έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες και παρασκευές. Για τις ομάδες 1, 2 και 13 που περιέχουν κυρίως μέταλλα, η τάση τους να αποβάλλουν ηλεκτρόνια και να μετατραπούν σε κατιόντα αυξάνεται από την 1η προς την 7η περίοδο, δηλαδή όσο αυξάνεται ο ατομικός αριθμός, γιατί αυξάνεται η απόσταση των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα και επομένως ελαττώνεται η έλξη του πυρήνα σε αυτά. Για τις ομάδες 15, 16 και 17 η τάση τους να προσλάβουν ηλεκτρόνια και να μετατραπούν σε ανιόντα ελαττώνεται από την 1η προς την 7η περίοδο, δηλαδή όσο

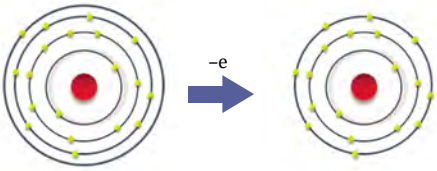
Τα χημικά στοιχεία **Li, Na, K** βρίσκονται στην **1η ομάδα** του ΠΠ, ονομάζονται **αλκάλια** και έχουν παρόμοιες ιδιότητες.

3
Li

11
Na

19
K

Αποβάλλουν όλα 1 e από την εξωτερική τους στιβάδα και μετατρέπονται σε κατιόντα με φορτίο +1. Πιο εύκολα αποβάλλεται το e από το άτομο του K, γιατί βρίσκεται πιο μακριά από τον πυρήνα.



$K \rightarrow K^{+} + e$

9
F

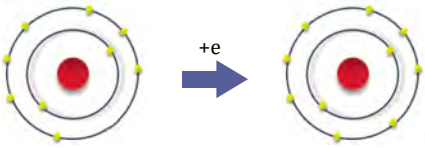
17
Cl

35
Br

53
I

Τα χημικά στοιχεία F, Cl, Br, I βρίσκονται στη 17η ομάδα του ΠΠ, ονομάζονται αλογόνα και έχουν παρόμοιες ιδιότητες.

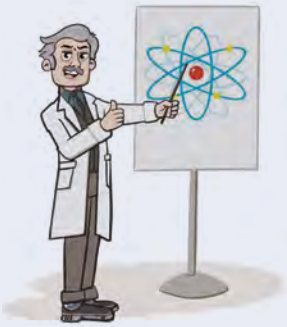
Προσλαμβάνουν όλα 1e στην εξωτερική τους στιβάδα και μετατρέπονται σε ανιόντα με φορτίο -1. Πιο εύκολα προσλαμβάνει το e το άτομο του F, γιατί η εξωτερική στιβάδα βρίσκεται πιο κοντά στον πυρήνα.



$F + e \rightarrow F^{-}$

αυξάνεται ο ατομικός αριθμός, γιατί αυξάνεται η απόσταση των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα και επομένως ελαττώνεται η έλξη του πυρήνα σε αυτά.

Γιατί κατά κανόνα…;



Υπάρχουν ορισμένα στοιχεία, όπως το ιώδιο ($_{53}$I) και το τελλούριο ($_{52}$Te), των οποίων οι A_r δεν αυξάνονται διαδοχικά, γιατί ένα από αυτά έχει περισσότερα νετρόνια. Το Te έχει A_r = 127,6, ενώ το I έχει A_r = 126,9, παρότι έχει μεγαλύτερο Z. Αντίστοιχες αντιστροφές παρατηρούνται και στην πυκνότητα.

Τα κοινά χαρακτηριστικά των στοιχείων που ανήκουν στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα

Τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων που έχουν e και την ίδια εξωτερική στιβάδα. Κάθε περίοδος εκτός από την 1η ξεκινά με ένα δραστικό μέταλλο και καταλήγει σε ένα ευγενές αέριο, έχοντας στην προτελευταία θέση ένα πολύ δραστικό αμέταλλο. Κατά μήκος μίας περιόδου παρατηρείται βαθμιαία μεταβολή από τον ισχυρό μεταλλικό χαρακτήρα των αλκαλίων στον ισχυρό αμεταλλικό χαρακτήρα των αλογόνων.

Επίσης σε μία περίοδο, *κατά κανόνα,* παρατηρείται αύξηση της σχετικής ατομικής μάζας (A_r), γιατί αυξάνεται ο αριθμός των νουκλεονίων του στοιχείου και αύξηση της πυκνότητας του στοιχείου.

Η ατομική ακτίνα στον Περιοδικό Πίνακα

Το μέγεθος μιας σφαίρας υπολογίζεται εύκολα με τη βοήθεια της ακτίνας της, αλλά στο άτομο τα πράγματα είναι λίγο πιο πολύπλοκα γιατί η απόσταση του πιο απομακρυσμένου ηλεκτρονίου από τον πυρήνα δεν είναι τόσο σαφής. Έτσι, για να αποκτήσουμε μια εικόνα για το μέγεθος του κάθε ατόμου, ορίσαμε ένα νέο μέγεθος το οποίο ονομάζεται **ατομική ακτίνα.**

Η **ατομική ακτίνα** είναι το μέτρο του μεγέθους του ατόμου. Σε κάθε ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η ατομική ακτίνα των στοιχείων αυξάνεται από την 1η προς την 7η περίοδο, γιατί αυξάνεται ο αριθμός των στιβάδων του ατόμου.

Για τις κύριες ομάδες, σε κάθε περίοδο του Περιοδικού Πίνακα η ατομική ακτίνα των στοιχείων ελαττώνεται από την 1η προς τη 18η ομάδα, γιατί αυξάνεται ο αριθμός των πρωτονίων του πυρήνα, με αποτέλεσμα να ασκείται μεγαλύτερη ελκτική δύναμη στα ηλεκτρόνια της ίδιας εξωτερικής στιβάδας.

Μεταβολή της ατομικής ακτίνας

Περιοδικός Πίνακας Διαδραστικό κουίζ - παζλ

Εύρεση της θέσης ενός στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα από τον ατομικό του αριθμό

- Βρίσκουμε την κατανομή των ηλεκτρονίων του στοιχείου σε στιβάδες.
- Ο αριθμός της εξωτερικής στιβάδας καθορίζει την περίοδο του Περιοδικού Πίνακα στην οποία βρίσκεται το στοιχείο, και συγκεκριμένα είναι ίδιος με τον αριθμό της περιόδου.
- Ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας καθορίζει την ομάδα του Περιοδικού Πί-

νακα στην οποία βρίσκεται το στοιχείο, για τα στοιχεία των κύριων ομάδων. Συγκεκριμένα, αν το στοιχείο έχει στην εξωτερική στιβάδα 1 ή 2 ηλεκτρόνια, βρίσκεται στις ομάδες 1 και 2 αντίστοιχα. Αν έχει από 3-8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, προσθέτουμε 10 και βρίσκεται στις ομάδες 13-18.

Μιλώντας για το νάτριο και το κάλιο

Παράδειγμα 16

Να βρεθεί η ακριβής θέση (ομάδα και περίοδος) του στοιχείου Χ με ατομικό αριθμό 19 και του στοιχείου Ψ με ατομικό αριθμό 36.

- Θα βρούμε την κατανομή των ηλεκτρονίων κάθε στοιχείου σε στιβάδες:
  $_{19}$X:K(2)-L(8)-M(8)-N(1)
  $_{36}$Ψ:K(2)-L(8)-M(18)-N(8)
- Ο αριθμός της περιόδου είναι ίδιος με τον αριθμό των στιβάδων και ο αριθμός της ομάδας είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων αν έχει 1 ή 2 e ή με τον αριθμό των ηλεκτρονίων +10 αν έχει από 3 έως 8 ηλεκτρόνια. Επομένως:
  Το στοιχείο Χ που έχει 4 στιβάδες και 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα βρίσκεται στην 4η περίοδο και στην 1η ομάδα.
  Το στοιχείο Ψ που έχει 4 στιβάδες και 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα βρίσκεται στην 4η περίοδο και στην (8 + 10) = 18η ομάδα.

Εφαρμογή 16

Να βρεθεί η ακριβής θέση (ομάδα και περίοδος) του στοιχείου Χ με ατομικό αριθμό 12 και του στοιχείου Ψ με ατομικό αριθμό 35.

.....

.....

Απάντηση: Χ: 3η περίοδος 2η ομάδα, Ψ: 4η περίοδος 17η ομάδα

Εύρεση του ατομικού αριθμού ενός στοιχείου από τη θέση του στον Περιοδικό Πίνακα

Παράδειγμα 17

Το στοιχείο Χ βρίσκεται στην 3η περίοδο και τη 15η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Να βρεθεί ο ατομικός του αριθμός και να γίνει η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες στη θεμελιώδη κατάσταση.

Επειδή το Χ βρίσκεται στην 3η περίοδο έχει 3 στιβάδες. Επειδή βρίσκεται στη 15η ομάδα έχει 15 – 10 = 5 e στην εξωτερική στιβάδα που είναι η 3η (M).

Επομένως, η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες είναι:

X: K(2)-L(8)-M(5)

Ο ατομικός αριθμός Z είναι ίσος με το άθροισμα των ηλεκτρονίων όλων των στιβάδων, δηλαδή 2 + 8 + 5 = 15.

Εφαρμογή 17

Το στοιχείο Χ βρίσκεται στην 4η περίοδο και τη 17η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. Να βρεθεί ο ατομικός του αριθμός και να γίνει η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες.

.....

.....

Απάντηση: Z = 35

Παράδειγμα 18

Το στοιχείο Χ βρίσκεται στη 2η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία της ομάδας του. Να βρεθεί ο ατομικός του αριθμός και να γίνει η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες.

Επειδή το Χ βρίσκεται στη 2η ομάδα, έχει 2 e στην εξωτερική στιβάδα. Επειδή έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία της ομάδας του, βρίσκεται στη 2η περίοδο, γιατί η ατομική ακτίνα σε μία ομάδα αυξάνεται από την 1η προς την 7η περίοδο και η 2η ομάδα δεν έχει στοιχείο στην 1η περίοδο. Επομένως, η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες είναι: X:K(2)-L(2). Ο ατομικός αριθμός Z είναι ίσος με το άθροισμα των ηλεκτρονίων όλων των στιβάδων, δηλαδή 2 + 2 = 4.

Εφαρμογή 18

Το στοιχείο Χ βρίσκεται στην 4η περίοδο του ΠΠ και έχει τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία της περιόδου του. Να βρεθεί ο ατομικός του αριθμός και να γίνει η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες.

.....

.....

.....

Απάντηση: Z = 19

Η χρησιμότητα του Περιοδικού Πίνακα

Ο Περιοδικός Πίνακας αποτελεί έναν από τους σπουδαιότερους και πιο χρήσιμους σταθμούς στην εξέλιξη της επιστήμης της Χημείας επειδή:

1. **Βοήθησε στην ανακάλυψη νέων στοιχείων:** Οι κενές θέσεις στον πίνακα του Mendeleev οδήγησαν στην ανακάλυψη πολλών νέων στοιχείων, τις ιδιότητες ορισμένων από τα οποία είχε προβλέψει ο Mendeleev. Μέχρι πρόσφατα βοηθούσε στην ανακάλυψη νέων τεχνητών στοιχείων, με βάση τις κενές θέσεις.
2. **Διευκολύνει τη μελέτη των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων και των μεθόδων παρασκευής των στοιχείων:** Η εξέταση των στοιχείων γίνεται κατά ομάδες και όχι μεμονωμένα. *Για παράδειγμα, μελετούμε τις χημικές ιδιότητες και τις παρασκευές των αλογόνων και όχι του χλωρίου, βρωμίου, ιωδίου ξεχωριστά.*
3. **Δίνει τη δυνατότητα να προβλεφθεί η χημική συμπεριφορά ενός στοιχείου:** Με βάση το είδος των δεσμών και των χημικών ενώσεων που δημιουργεί ένα στοιχείο, μπορεί να προβλεφθεί η συμπεριφορά των γειτονικών του στοιχείων.

ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ ...

1. **ΚΡΥΠΤΟΛΕΞΟ**
2. **ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ**
3. **ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ**
4. **ΚΟΥΙΖ-ΠΑΖΛ**
5. **ΣΤΑΥΡΟΛΕΞΟ**
6. **ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

2.2.1 Η ταξινόμηση των χημικών στοιχείων

1. **α.** Τι είναι ο Περιοδικός Πίνακας;

β. Σε ποιον νόμο στηρίζεται η ταξινόμηση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα;

γ. Να εξηγήσετε για ποιους λόγους είναι απαραίτητη η ταξινόμηση των χημικών στοιχείων.

2. Ο ΟΗΕ σε συνεργασία με την IUPAC (Διεθνή Ένωση Καθαρής και Εφαρμοσμένης Χημείας) όρισαν το 2019 ως Διεθνές Έτος για τον Περιοδικό Πίνακα αναδεικνύοντας την εξαιρετική σημασία του για την επιστήμη και τη ζωή. Να διατυπώσετε τις σκέψεις σας για την αξία του Περιοδικού Πίνακα.

Στις ερωτήσεις 3-4 να συμπληρώσετε τα κενά με την κατάλληλη λέξη ή αριθμό.

3. Τα στοιχεία στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα είναι τοποθετημένα κατά αύξοντα ..... αριθμό με βάση τον νόμο της περιοδικότητας που προβλέπει ότι οι ..... των στοιχείων είναι ..... συνάρτηση του ..... τους αριθμού.

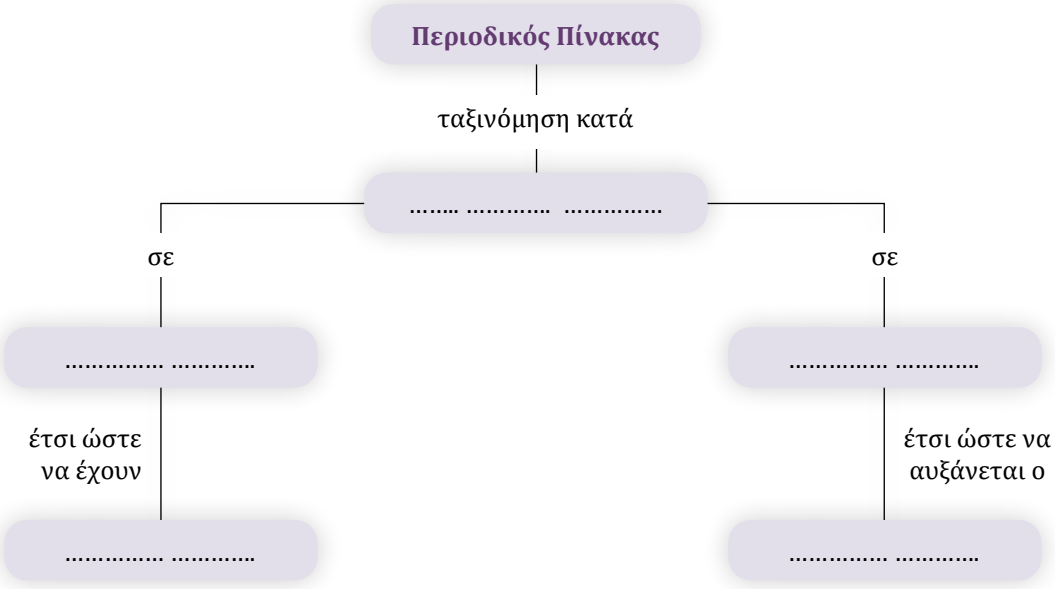
4. Ο Περιοδικός Πίνακας είναι ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο γιατί βοηθά:

α. .....

β. .....

γ. .....

5. Να συμπληρώσετε το ακόλουθο σχήμα.



Στις ερωτήσεις 6-8 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

6. Στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα τα στοιχεία έχουν ταξινομηθεί:

α. κατά αύξουσα σχετική ατομική μάζα.

β. κατά αύξοντα αριθμό ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας.

γ. κατά αύξοντα ατομικό αριθμό.

δ. κατά αύξουσα πυκνότητα.

7. Στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα σε μία ομάδα βρίσκονται στοιχεία:

α. με ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων.

β. με ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας.

γ. με διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς.

δ. με ίδιο μαζικό αριθμό.

8. Στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα τα στοιχεία που έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες βρίσκονται:

α. στην ίδια κατακόρυφη στήλη.

β. στην 1η και την 7η κατακόρυφη στήλη.

γ. το ένα δίπλα στο άλλο.

δ. στην ίδια οριζόντια γραμμή.

9. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

α. Στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα τα στοιχεία μιας κατακόρυφης στήλης έχουν διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς. ☐

β. Η ταξινόμηση των στοιχείων στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα στηρίζεται στην αύξηση της σχετικής ατομικής τους μάζας. ☐

γ. Σύμφωνα με τον νόμο της περιοδικότητας, οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση της σχετικής ατομικής τους μάζας. ☐

δ. Αν ένα χημικό στοιχείο Χ σχηματίζει το οξείδιο X_2O_3, το χημικό στοιχείο Ψ που βρίσκεται κάτω από αυτό στον Περιοδικό Πίνακα θα σχηματίζει το οξείδιο $Ψ_2O_3$. ☐

2.2.2 Η περιγραφή του σύγχρονου Περιοδικού Πίνακα

10. **α.** Τι ονομάζεται ομάδα και τι περίοδος στον Περιοδικό Πίνακα;

β. Να περιγράψετε με συντομία τη σύγχρονη μορφή του Περιοδικού Πίνακα.

γ. Τι σημαίνει η έκφραση: *Υπάρχει περιοδικότητα στις χημικές ιδιότητες των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα;* Να εξηγήσετε πού οφείλεται αυτή η περιοδικότητα.

11. Ποια είναι τα κοινά χαρακτηριστικά των στοιχείων που ανήκουν

α. στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα;

β. στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα;

12. Ο Περιοδικός Πίνακας αποτελείται από ..... σειρές οι οποίες ονομάζονται ..... και ..... στήλες οι οποίες ονομάζονται ..... και δύο παραρτήματα τα οποία περιέχουν από ..... στοιχεία το καθένα που ονομάζονται ..... και ..... . Στην 1η περίοδο υπάρχουν ..... στοιχεία, στη 2η και την 3η υπάρχουν ..... στοιχεία στην καθεμία, στην 4η και την 5η υπάρχουν ..... στοιχεία στην καθεμία και στην 6η και την 7η περίοδο υπάρχουν ..... στοιχεία.

13. Τα στοιχεία στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα είναι τοποθετημένα κατά αύξοντα ..... αριθμό με βάση τον νόμο της περιοδικότητας που προβλέπει ότι οι ..... των στοιχείων είναι ..... συνάρτηση του ..... τους αριθμού.

14. Όλα τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα έχουν τον ίδιο αριθμό ..... που έχουν e και την ίδια .... Σε μία περίοδο ξεκινώντας από αριστερά τα στοιχεία είναι δραστικά ..... και καθώς κινούμαστε από την 1η προς τη 18η ομάδα ο ..... χαρακτήρας ελαττώνεται και αυξάνεται ο χαρακτήρας ..... . Όλα τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα έχουν παρόμοιες ...., γιατί έχουν τον ίδιο αριθμό ..... στην ....

15. **α.** Τα στοιχεία $_{11}Na$ και $_{17}Cl$ βρίσκονται στην ίδια ..... του Περιοδικού Πίνακα και έχουν ίδιο .... που διαθέτουν ηλεκτρόνια.

β. Τα στοιχεία $_{12}Mg$ και $_{38}Sr$ βρίσκονται στην ίδια ..... του Περιοδικού Πίνακα και έχουν παρόμοιες .... και ανήκουν στην ομάδα των ....

16. **α.** Να συμπληρώσετε τον πίνακα.

	$^{2}_{1}H$	$^{39}_{19}K$	$^{19}_{9}F$	$^{23}_{11}Na$	$^{40}_{20}Ca$	$^{24}_{12}Mg$	$^{4}_{2}He$	$^{75}_{33}As$	$^{80}_{35}Br$	$^{40}_{18}Ar$
Όνομα στοιχείου										
Αριθμός p										
Αριθμός n										
Αριθμός e										
Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες										
Ομάδα στον ΠΠ										
Περίοδος στον ΠΠ										

β. Στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα βρίσκονται τα στοιχεία: .....

γ. Στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα βρίσκονται τα στοιχεία: .....

δ. Αλκάλια είναι τα στοιχεία: .....

ε. Αλκαλικές γαίες είναι τα στοιχεία: .....

στ. Αλογόνα είναι τα στοιχεία: .....

ζ. Ευγενή αέρια είναι τα στοιχεία: .....

17. **α.** Να βρεθεί η ακριβής θέση, δηλαδή η ομάδα και η περίοδος του Περιοδικού Πίνακα στην οποία ανήκουν τα στοιχεία με ατομικούς αριθμούς:

i. Z = 15 **ii.** Z = 7 **iii.** Z = 11 **iv.** Z = 19 **v.** Z = 17 **vi.** Z = 35

vii. Z = 9 **viii.** Z = 10 **ix.** Z = 16 **x.** Z = 20 **xi.** Z = 12 **xii.** Z = 18

β. Ποια από τα στοιχεία αυτά θα παρουσιάζουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες;
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

γ. Ποια από τα στοιχεία αυτά είναι: **i.** αλογόνα, **ii.** ευγενή αέρια, **iii.** αλκάλια, **iv.** αλκαλικές γαίες;

18. **α.** Να βρεθεί η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες και ο ατομικός αριθμός των στοιχείων:

i. του Χ που βρίσκεται στην 4η περίοδο και τη 2η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

ii. του Ψ που βρίσκεται στην 3η περίοδο και τη 16η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

iii. του Ω που βρίσκεται στην 3η περίοδο και τη 15η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

iv. του Κ που βρίσκεται στην 4η περίοδο και τη 15η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

v. του Λ που βρίσκεται στην 3η περίοδο και τη 18η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

vi. του Μ που είναι το τρίτο μέλος της ομάδας των αλκαλίων.

vii. του Ν που είναι το τρίτο μέλος της ομάδας των αλογόνων.

β. Ποια από αυτά τα στοιχεία έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες;

γ. Ποιο στοιχείο εμφανίζει τον ισχυρότερο μεταλλικό χαρακτήρα;

Να αιτιολογήσετε όλες τις απαντήσεις σας.

19. Το στοιχείο $_{12}Mg$ σχηματίζει ιόν με αποβολή 2 ηλεκτρονίων και το στοιχείο $_{8}O$ με πρόσληψη 2 ηλεκτρονίων.

α. Να βρεθεί η θέση των στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα και να γραφούν οι τύποι των ιόντων τους.

β. Σε τι μοιάζουν και σε τι διαφέρουν τα ιόντα μαγνησίου και οξυγόνου με το ευγενές αέριο της 2ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα;

20. Αν τα ιόντα X^{2+} και $Ψ^{-}$ έχουν την ίδια ηλεκτρονιακή δομή στη θεμελιώδη κατάσταση με το ευγενές αέριο $_{18}Ar$:

α. Να βρεθεί η κατανομή σε στιβάδες των ηλεκτρονίων των στοιχείων Χ και Ψ.

β. Να βρεθεί η ακριβής θέση κάθε στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα.

γ. Πόσα ηλεκτρόνια έχει κάθε στοιχείο στην εξωτερική του στιβάδα;

δ. Ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις που αφορούν τα Χ και Ψ είναι σωστές (Σ) και ποιες λανθασμένες (Λ);

i. Τα Χ και Ψ βρίσκονται στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. ☐

ii. Τα Χ και Ψ βρίσκονται σε διαδοχικές περιόδους του Περιοδικού Πίνακα. ☐

iii. Το Χ έχει συνολικά 3 πρωτόνια περισσότερα από το Ψ στον πυρήνα του. ☐

iv. Το Χ είναι μέταλλο. ☐

v. Το Ψ είναι αλογόνο. ☐

21. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

α. Τα στοιχεία της 4ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα έχουν 4 στιβάδες. ☐

β. Όλα τα στοιχεία της ίδιας ομάδας του Περιοδικού Πίνακα έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων. ☐

γ. Όλα τα στοιχεία της ίδιας κύριας ομάδας του Περιοδικού Πίνακα έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα. ☐

δ. Τα στοιχεία της 5ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα έχουν 5 στιβάδες που έχουν e. ☐

ε. Όλα τα στοιχεία της 18ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα έχουν 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα. ☐

στ. Όλα τα στοιχεία της 1ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα είναι μέταλλα. ☐

ζ. Όλα τα στοιχεία της 16ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα έχουν 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα. ☐

η. Τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα έχουν παρόμοιες ιδιότητες. ☐

θ. Το στοιχείο Χ που έχει ατομικό αριθμό 14 βρίσκεται στην 3η περίοδο και τη 14η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα. ☐

ι. Το στοιχείο Ψ που βρίσκεται στην 4η περίοδο και τη 2η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα έχει ατομικό αριθμό 20. ☐

ια. Το στοιχείο Ω που βρίσκεται στην 4η περίοδο και τη 17η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα έχει ατομικό αριθμό 25. ☐

ιβ. Τα στοιχεία που έχουν εξωτερική στιβάδα τη Ν βρίσκονται στην 4η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. ☐

ιγ. Τα αλκάλια έχουν 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική τους στιβάδα και τα αλογόνα έχουν 7 ηλεκτρόνια. ☐

22. Τα στοιχεία γάλλιο (Ga) και γερμάνιο (Ge) δεν είχαν ανακαλυφθεί όταν ο Mendeleev κατάρτισε τον περιοδικό του πίνακα, αλλά κατάφερε να προβλέψει τις ιδιότητές τους με βάση τα στοιχεία τα οποία βρίσκονταν στην ίδια κατακόρυφη στήλη και στην ίδια οριζόντια γραμμή.

Ακολουθώντας την ίδια λογική να επιλέξετε από την 4η στήλη του ακόλουθου πίνακα τις σωστές απαντήσεις για το στοιχείο Χ.

	Al		**Πιθανές απαντήσεις**
	A_r: 27		A_r:
	Πυκνότητα (g/cm^3): 2,70		30, 38, 70, 75
	Σημείο βρασμού (°C): 2519		Πυκνότητα (g/cm^3):
	Χρώμα: ασημόλευκο		1,40 - 5,91- 8,70 – 9,20
	Τύπος χλωριδίου: $AlCl_3$		**Σημείο βρασμού (°C)**
Ca	**X**	**Ge**	1250-2400-2850-3100
A_r: 40	A_r: ……..	A_r: 72,6	Χρώμα:
Πυκνότητα (g/cm^3): 1,54	Πυκνότητα (g/cm^3): …….	Πυκνότητα (g/cm^3): 5,32	λευκό, ασημόλευκο, γκρι
Σημείο βρασμού (°C): 1484	Σημείο βρασμού (°C): ……	Σημείο βρασμού (°C): 2833	
Χρώμα: ασημόλευκο	Χρώμα: ……	Χρώμα: ασημόλευκο	Τύπος χλωριδίου:
Τύπος χλωριδίου: $CaCl_2$	Τύπος χλωριδίου: XCl.	Τύπος χλωριδίου: $GeCl_4$	XCl, XCl_2, XCl_3, XCl_4

23. Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία της στήλης Α με τον χαρακτηρισμό τους στη στήλη Β.

Α Στοιχεία	**Β**	**Απαντήσεις**
1. $_9F$	**1.** Αλογόνα	Α1→Β…
2. $_3Li$	**2.** Ευγενή αέρια	Α2→Β…
3. $_{12}Mg$	**3.** Αλκάλια	Α3→Β…
4. $_{19}K$	**4.** Αλκαλικές γαίες	Α4→Β…
5. $_{10}Ne$		Α5→Β…
6. $_{36}Kr$		Α6→Β…
7. $_{20}Ca$		Α7→Β…

24. Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία της στήλης Α με τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα στη στήλη Β.

Α Στοιχεία	**Β Θέση στον Περιοδικό Πίνακα**	**Απαντήσεις**
1. $_{12}Mg$	**1.** 4η περίοδος – 2η ομάδα	Α1→Β...
2. $_{15}P$	**2.** 2η περίοδος – 17η ομάδα	Α2→Β...
3. $_{20}Ca$	**3.** 3η περίοδος – 2η ομάδα	Α3→Β...
4. $_{16}S$	**4.** 3η περίοδος – 15η ομάδα	Α4→Β...
5. $_{13}Al$	**5.** 3η περίοδος – 14η ομάδα	Α5→Β...
6. $_{14}Si$	**6.** 3η περίοδος – 16η ομάδα	Α6→Β...
7. $_{9}F$	**7.** 3η περίοδος – 13η ομάδα	Α7→Β...

25. **α.** Τι είναι η ατομική ακτίνα και ποια είναι η φυσική της σημασία;

β. Πώς μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και γιατί;

γ. Πώς μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα και γιατί;

Α Στοιχεία	**Β Ατομική ακτίνα σε Å (10^{-10}m)**	**Απαντήσεις**
1. $_{12}Mg$	**1.** 2,00 Å	Α1→Β...
2. $_{15}P$	**2.** 1,40 Å	Α2→Β...
3. $_{20}Ca$	**3.** 1,04 Å	Α3→Β...
4. $_{16}S$	**4.** 1,74 Å	Α4→Β...
5. $_{19}K$	**5.** 1,09 Å	Α5→Β...

δ. Στον διπλανό πίνακα δίνονται 5 στοιχεία και οι τιμές των ατομικών τους ακτίνων. Να αντιστοιχίσετε τα στοιχεία στην ατομική τους ακτίνα και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Στις ερωτήσεις 26-37 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

26. Η 1η και η 3η περίοδος του Περιοδικού Πίνακα περιλαμβάνουν αντίστοιχα:

α. 2 και 18 στοιχεία **β.** 8 και 18 στοιχεία **γ.** 2 και 8 στοιχεία **δ.** 18 και 18 στοιχεία

27. Τα στοιχεία μίας οριζόντιας σειράς του Περιοδικού Πίνακα:

α. ανήκουν στην ίδια περίοδο και έχουν ίδιο μαζικό αριθμό.

β. ανήκουν στην ίδια περίοδο και έχουν ίδιο ατομικό αριθμό.

γ. ανήκουν στην ίδια περίοδο, έχουν ίδιο αριθμό στιβάδων και διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς.

δ. ανήκουν στην ίδια περίοδο και έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες.

28. Τα στοιχεία μίας στήλης του Περιοδικού Πίνακα:

α. ανήκουν στην ίδια ομάδα και έχουν ίδιο μαζικό αριθμό.

β. ανήκουν στην ίδια ομάδα, έχουν ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας και παρόμοιες χημικές ιδιότητες.

γ. ανήκουν στην ίδια ομάδα και έχουν ίδιο ατομικό αριθμό.

δ. ανήκουν στην ίδια περίοδο και έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες.

29. Από τα επόμενα στοιχεία θα έχει παρόμοιες χημικές ιδιότητες με το στοιχείο $_{17}Cl$:

α. $_{15}P$ **β.** $_{16}S$ **γ.** $_{18}Ar$ **δ.** $_{9}F$

30. Το στοιχείο με ηλεκτρονιακή δομή: Κ(2)-L(8)-M(6) βρίσκεται στον Περιοδικό Πίνακα:

α. στην 3η περίοδο και 6η ομάδα. **β.** στην 4η περίοδο και 16η ομάδα.

γ. στην 3η περίοδο και 16η ομάδα. **δ.** στην 3η περίοδο και 18η ομάδα.

31. Ο ατομικός αριθμός στοιχείου που βρίσκεται στην 3η περίοδο και τη 17η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα είναι:
α. 16 **β.** 18 **γ.** 9 **δ.** 17

32. Από τις ακόλουθες ηλεκτρονιακές δομές αντιστοιχεί σε άτομο αλογόνου η:
α. K(2)-L(8)-M(8)-N(6) **β.** K(2)-L(8)-M(8)-N(2)
γ. K(2)-L(8)-M(8)-N(8) **δ.** K(2)-L(8)-M(7)

33. Η 18η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ονομάζεται ομάδα των:
α. αλκαλίων **β.** αλκαλικών γαιών **γ.** αλογόνων **δ.** ευγενών αερίων

34. Μεταξύ του στοιχείου $_{11}Na$ και του στοιχείου $_{16}S$ το στοιχείο $_{11}Na$:
α. έχει περισσότερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα.
β. έχει ισχυρότερο μεταλλικό χαρακτήρα.
γ. βρίσκεται σε προηγούμενη περίοδο του ΠΠ.
δ. έχει ισχυρότερο χαρακτήρα αμετάλλου.

35. Τα στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα τα οποία βρίσκονται στην ίδια περίοδο έχουν:
α. παρόμοιες χημικές ιδιότητες. **β.** ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα.
γ. ίδιο αριθμό στιβάδων. **δ.** ίδιο ατομικό αριθμό.

36. Τα στοιχεία που έχουν εξωτερική στιβάδα την Ο βρίσκονται στον Περιοδικό Πίνακα στην:
α. 3η περίοδο **β.** 5η περίοδο **γ.** 5η ομάδα **δ.** 4η περίοδο

37. Τα στοιχεία που έχουν στην εξωτερική στιβάδα 4 ηλεκτρόνια βρίσκονται στον Περιοδικό Πίνακα στην:
α. 4η περίοδο **β.** 14η ομάδα **γ.** 4η ομάδα **δ.** 12η ομάδα

38. Το ιόν του Ca^{2+} έχει την ηλεκτρονιακή δομή του ευγενούς αερίου της 3ης περιόδου. Επομένως, το ασβέστιο:
α. έχει ατομικό αριθμό 20 και είναι αλκαλική γαία.
β. έχει ατομικό αριθμό 20 και είναι αλκάλιο.
γ. έχει ατομικό αριθμό 18 και βρίσκεται στη 2η ομάδα του ΠΠ.
δ. έχει ατομικό αριθμό 16 και βρίσκεται στη 16η ομάδα του ΠΠ.

39. Τα στοιχεία τα οποία βρίσκονται στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα παρουσιάζουν ανάλογες φυσικές ιδιότητες οι οποίες μεταβάλλονται με την αύξηση της μάζας του ατόμου. Η ομάδα των ευγενών αερίων περιέχει κατά σειρά τα στοιχεία: $_{2}He$, $_{10}Ne$, $_{18}Ar$, $_{36}Kr$, $_{54}Xe$, $_{86}Rn$.
α. Να διατάξετε τα ευγενή αέρια κατά αυξανόμενο μέγεθος του ατόμου τους, αν γνωρίζετε ότι τη μεγαλύτερη ατομική ακτίνα την έχει το ραδόνιο ($_{86}Rn$).
β. Να διατάξετε τα ευγενή αέρια κατά αύξουσα πυκνότητα στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, αν γνωρίζετε ότι τη μικρότερη πυκνότητα την έχει το ήλιο ($_{2}He$).
γ. Να διατάξετε τα ευγενή αέρια κατά αύξουσα τιμή του σημείου βρασμού τους, αν γνωρίζετε ότι το κρυπτό έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από το αργό και χαμηλότερο από το ξένο.

40. Τα στοιχεία Χ, Ψ, Ζ και Ω βρίσκονται αντίστοιχα στην 3η περίοδο και 17η ομάδα, στην 3η περίοδο και 15η ομάδα, στην 4η περίοδο και 1η ομάδα, στην 3η περίοδο και 2η ομάδα.

α. Να διατάξετε τα στοιχεία κατά αυξανόμενη τιμή ατομικού αριθμού.

β. Να διατάξετε τα στοιχεία κατά αυξανόμενο αριθμό ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας.

41. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

α. Όλα τα στοιχεία της 4ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα έχουν 4 στιβάδες. ☐

β. Όλα τα αλκάλια έχουν 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα. ☐

γ. Το στοιχείο $_{2}$Χ έχει παρόμοιες ιδιότητες με το στοιχείο $_{18}$Ψ. ☐

δ. Όλα τα στοιχεία με ατομικούς αριθμούς 11 έως και 18 έχουν εξωτερική στιβάδα τη Μ. ☐

ε. Οι ακτινίδες είναι μία ομάδα 14 στοιχείων που βρίσκονται στον Περιοδικό Πίνακα στη 2η σειρά του παραρτήματος και έχουν παρόμοιες ιδιότητες με το ακτίνιο. ☐

στ. Τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα έχουν ίδιο πυρηνικό φορτίο. ☐

ζ. Όλα τα ευγενή αέρια έχουν 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα. ☐

η. Τα μέταλλα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο τμήμα του Περιοδικού Πίνακα. ☐

θ. Τα αλογόνα είναι αμέταλλα. ☐

ι. Το μέτρο του μεγέθους ενός ατόμου είναι η ατομική του ακτίνα. ☐

ια. Όλες οι περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα έχουν 18 ομάδες. ☐

ιβ. Όλα τα στοιχεία της 18ης ομάδας του ΠΠ έχουν 8 e στην εξωτερική τους στιβάδα. ☐

42. Τα στοιχεία Φ, Χ, Ψ, Ζ, Θ, Ω, Κ, Λ, Μ, Ξ, Π, Ρ έχουν αντίστοιχα ατομικούς αριθμούς 18, 11, 2, 1, 14, 15, 6, 8, 12, 35, 17, 20.

α. Να τα τοποθετήσετε στο ακόλουθο τμήμα του Περιοδικού Πίνακα.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

β. Να εξηγήσετε ποια από τα στοιχεία θα έχουν παρόμοιες ιδιότητες.

γ. Να εξηγήσετε ποια από τα στοιχεία είναι μέταλλα.

δ. Να εξηγήσετε ποιο στοιχείο θα έχει τη μεγαλύτερη και ποιο τη μικρότερη ατομική ακτίνα.

ε. Το στοιχείο Δ έχει παρόμοιες ιδιότητες με το στοιχείο Κ, αλλά έχει μεγαλύτερη ατομική ακτίνα. Να βρείτε τον ατομικό του αριθμό και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

στ. Το στοιχείο Ε έχει την ίδια εξωτερική στιβάδα με το στοιχείο Κ, αλλά έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία της περιόδου του. Να βρείτε τον ατομικό του αριθμό και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΕ ΤΙΤΛΟΥΣ

2.1 Η δομή του ατόμου

Η ηλεκτρονιακή δόμηση των ατόμων με βάση το πρότυπο Bohr στηρίζεται σε δύο συνθήκες:

1η συνθήκη Bohr ή μηχανική συνθήκη: Τα ηλεκτρόνια κινούνται γύρω από τον πυρήνα σε καθορισμένες (επιτρεπόμενες) κυκλικές τροχιές, οι οποίες ονομάζονται **στιβάδες ή φλοιοί**, ανάλογα με την ενέργεια που έχει κάθε ηλεκτρόνιο. Η ενέργεια του ηλεκτρονίου σε κάθε επιτρεπτή τροχιά είναι πολλαπλάσια μιας ελάχιστης ποσότητας ενέργειας που ονομάζεται **κβάντο (quantum)**, δηλαδή **πακέτο** ενέργειας, και γι' αυτό λέμε ότι είναι **κβαντισμένη.**

2η συνθήκη Bohr ή οπτική συνθήκη: Κάθε ηλεκτρόνιο που κινείται σε επιτρεπτή τροχιά (στιβάδα) έχει καθορισμένη ενέργεια. Για να μεταβεί ένα ηλεκτρόνιο από τη στιβάδα στην οποία βρίσκεται σε στιβάδα υψηλότερης ενέργειας, πρέπει να απορροφήσει ενέργεια ίση με τη διαφορά ενέργειας των στιβάδων.

Για να μεταβεί ένα ηλεκτρόνιο από στιβάδα υψηλότερης σε στιβάδα χαμηλότερης ενέργειας, αποβάλλεται ενέργεια ίση με τη διαφορά ενέργειας των στιβάδων.

Ατομικός αριθμός στοιχείου (Z) είναι ο αριθμός των πρωτονίων στον πυρήνα του ατόμου ενός στοιχείου. Ο αριθμός αυτός καθορίζει το είδος του ατόμου, δηλαδή αποτελεί την ταυτότητα του στοιχείου.

Το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, με αποτέλεσμα ο ατομικός αριθμός να εκφράζει και **τον αριθμό των ηλεκτρονίων** του ατόμου του στοιχείου.

Μαζικός αριθμός (A) είναι ο αριθμός που εκφράζει το άθροισμα του αριθμού των πρωτονίων και νετρονίων του πυρήνα ενός ατόμου.

Αν συμβολίσουμε με N τον αριθμό των νετρονίων του πυρήνα ενός ατόμου θα ισχύει: $A = Z + N$

Ένα στοιχείο X με ατομικό αριθμό Z και μαζικό αριθμό A συμβολίζεται:

μαζικός αριθμός, ατομικός αριθμός $^{A}_{Z}X$ σύμβολο χημικού στοιχείου

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

Τα ισότοπα είναι άτομα του ίδιου στοιχείου, επειδή έχουν ίδιο αριθμό πρωτονίων, αλλά διαφορετικό αριθμό νετρονίων. Επειδή ο μαζικός αριθμός είναι μέτρο της μάζας του ατόμου, τα ισότοπα άτομα έχουν διαφορετική μάζα.

Ατομική μονάδα μάζας (atomic mass unit:u) είναι μάζα ίση με το 1/12 της μάζας του ατόμου του στοιχείου $^{12}_{6}C$.

Σχετική ατομική μάζα (A_r) ενός στοιχείου είναι ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η μάζα του ατόμου του στοιχείου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του $^{12}_{6}C$, δηλαδή του u.

Σχετική μοριακή μάζα (M_r) ονομάζεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η μάζα του μορίου ενός στοιχείου ή μίας χημικής ένωσης από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ισοτόπου $^{12}_{6}C$.

Η σχετική μοριακή μάζα **(M_r)** στοιχείου ή χημικής ένωσης είναι ίση με το άθροισμα των σχετικών ατομικών μαζών (A_r) όλων των ατόμων που αποτελούν το μόριο του στοιχείου ή της χημικής ένωσης.

Η κατανομή των ηλεκτρονίων ενός ατόμου **σε στιβάδες** ονομάζεται ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου.

Για την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για τα **πρώτα 20 στοιχεία** ακολουθούμε τους κανόνες Bohr-Bury:

1. **Αρχή της ελάχιστης ενέργειας:** Τα ηλεκτρόνια τείνουν να καταλάβουν τις στιβάδες με τη μικρότερη ενέργεια, δηλαδή η ηλεκτρονιακή δόμηση ξεκινά από τη στιβάδα K, η οποία έχει τη μικρότερη ενέργεια.

2. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων για τις στιβάδες K, L, M, N δίνεται από τον τύπο: $\mathbf{2n^2}$, όπου n είναι ο κύριος κβαντικός αριθμός που χαρακτηρίζει τη στιβάδα.
3. Η τελευταία (εξωτερική) στιβάδα οποιουδήποτε ατόμου δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια, εκτός από τη στιβάδα K, η οποία συμπληρώνεται με 2 ηλεκτρόνια.
4. Η προηγούμενη στιβάδα από την εξωτερική στιβάδα δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 18 ηλεκτρόνια ή λιγότερα από 8 ηλεκτρόνια.

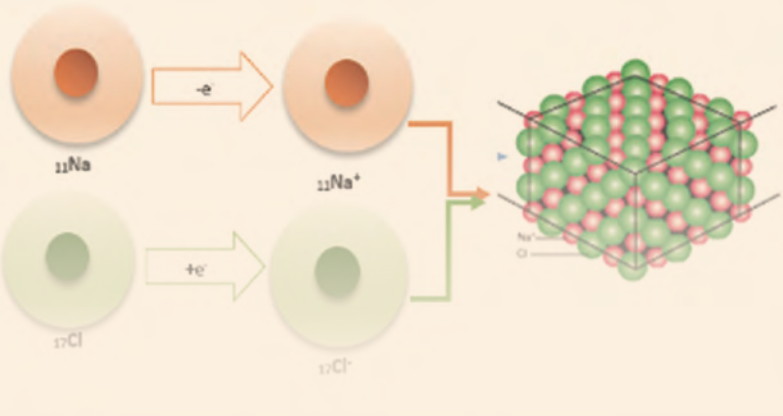
Ιόντα είναι τα ηλεκτρικά φορτισμένα άτομα ή συγκροτήματα ατόμων, τα οποία σχηματίζονται με πρόσληψη ή με αποβολή ηλεκτρονίων από τα άτομα των στοιχείων με σκοπό να αποκτήσουν τη μεγαλύτερη δυνατή σταθερότητα, δηλαδή την ελάχιστη δυνατή ενέργεια, δηλαδή να έχουν συμπληρωμένη την εξωτερική τους στιβάδα με 8 e ή 2 e, αν εξωτερική στιβάδα είναι η K.
Τα θετικά φορτισμένα ιόντα που σχηματίζονται με **αποβολή** ηλεκτρονίων ονομάζονται **κατιόντα**, ενώ τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα που σχηματίζονται με **πρόσληψη** ηλεκτρονίων ονομάζονται **ανιόντα**. Τα **ιόντα** είναι τα δομικά σωματίδια των **ιοντικών ενώσεων**.

2.2 Ο Περιοδικός Πίνακας

Ο **Περιοδικός Πίνακας** είναι ένας πίνακας συστηματικής κατάταξης των στοιχείων κατά αύξοντα ατομικό αριθμό, έτσι ώστε στοιχεία με όμοιες ιδιότητες να βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη στήλη.
Βάση για την ταξινόμηση των στοιχείων είναι ο νόμος της περιοδικότητας, ο οποίος αναφέρει ότι:
Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού αριθμού τους.
Στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα τα στοιχεία **έχουν ταξινομηθεί κατά αύξοντα ατομικό αριθμό (Z)**, έτσι ώστε **τα στοιχεία με τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα να βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφη στήλη**, η οποία ονομάζεται **ομάδα.**
Ο σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας έχει επτά οριζόντιες σειρές οι οποίες ονομάζονται **περίοδοι** και 18 κατακόρυφες στήλες που ονομάζονται **ομάδες**. Ο αριθμός της περιόδου δείχνει τον αριθμό της εξωτερικής στιβάδας.
Στον Περιοδικό Πίνακα κατά μήκος μίας περιόδου από την 1η προς τη 18η ομάδα παρατηρείται:

- βαθμιαία μεταβολή από τον ισχυρό μεταλλικό χαρακτήρα των αλκαλίων στον ισχυρό αμεταλλικό χαρακτήρα των αλογόνων.
- *κατά κανόνα*, αύξηση της σχετικής ατομικής μάζας (A_r), γιατί αυξάνεται ο αριθμός των νουκλεονίων του στοιχείου, και αύξηση της πυκνότητας του στοιχείου.
- ελάττωση της **ατομικής ακτίνας των στοιχείων** η οποία είναι το μέτρο του μεγέθους του ατόμου.
- Στον Περιοδικό Πίνακα κατά μήκος μιας ομάδας η ατομική ακτίνα αυξάνεται από την 1η προς την 7η περίοδο, γιατί αυξάνεται ο αριθμός των στιβάδων του ατόμου, δηλαδή η απόσταση πυρήνα-ηλεκτρονίου.

Ο ΧΗΜΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ



Γενικοί στόχοι

Μετά το τέλος ενότητας θα μπορείτε:

- **Να περιγράφετε** τα είδη των ενδομοριακών και διαμοριακών δυνάμεων.
- **Να συσχετίζετε** τις ιδιότητες των ουσιών με τις ενδομοριακές και διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται.

Έννοιες κλειδιά

Χημικός δεσμός

Ιοντικός δεσμός

Ομοιοπολικός δεσμός

Πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός

Διαμοριακές δυνάμεις

Διπολική ροπή

Δεσμοί Van der Waals

Δεσμοί διπόλου-διπόλου

Δεσμοί υδρογόνου

Δεσμοί ιόντος-διπόλου

Δυνάμεις διασποράς ή London

Παρατηρήσεις

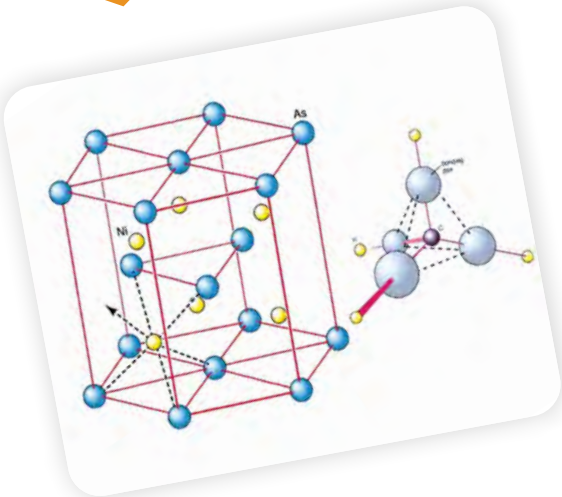
Παρατηρήστε προσεκτικά την εικόνα και εντοπίστε:

- Πώς σχηματίζεται το χλωρίδιο του νατρίου (NaCl);
- Ποια είναι τα δομικά συστατικά του NaCl και τι είδους σωματίδιο σχηματίζουν;
- Πώς σχηματίζεται το μόριο του υδρογόνου (H_2);
- Ποια είναι τα δομικά συστατικά του H_2;

Ερωτήματα και προβληματισμοί

- Πώς δημιουργούνται τα χημικά στοιχεία και οι χημικές ενώσεις;
- Γιατί σχηματίζονται μόρια χημικών στοιχείων και χημικές ενώσεις;
- Σχηματίζονται όλες οι χημικές ενώσεις με τον ίδιο τρόπο;
- Πώς εξηγείται ότι άλλες χημικές ουσίες διαλύονται στο νερό και άλλες στη βενζίνη ή στο νέφτι;
- Γιατί υπάρχουν τόσο μεγάλες διαφορές στα σημεία βρασμού των χημικών ουσιών; Γιατί επιπλέουν τα παγόβουνα;

3.1 Ο χημικός δεσμός



Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να αναφέρετε** τι είναι ο χημικός δεσμός και να εξηγείτε τον λόγο για τον οποίο τα άτομα σχηματίζουν χημικούς δεσμούς.
- **Να αναφέρετε** ποια ηλεκτρονιακή δομή έχει αυξημένη σταθερότητα και να προσδιορίζετε τα ηλεκτρόνια που συμμετέχουν στον σχηματισμό των χημικών δεσμών.
- **Να περιγράφετε** τον τρόπο δημιουργίας του ιοντικού δεσμού, να αναφέρετε κοινές ιδιότητες που παρουσιάζουν οι ιοντικές ενώσεις και να προσδιορίζετε τους ηλεκτρονιακούς και χημικούς τύπους απλών ιοντικών ενώσεων.
- **Να περιγράφετε** τον τρόπο δημιουργίας του απλού, του διπλού και του τριπλού ομοιοπολικού δεσμού.
- **Να ορίζετε** την έννοια της ηλεκτραρνητικότητας και να αναφέρετε πώς μεταβάλλεται στον Περιοδικό Πίνακα.
- **Να διακρίνετε** τον ομοιοπολικό δεσμό σε πολικό και μη πολικό με κριτήριο τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας των δύο ατόμων και να αναφέρετε ορισμένες κοινές ιδιότητες που έχουν οι ομοιοπολικές ενώσεις.
- **Να αναγνωρίζετε** τον δοτικό ομοιοπολικό δεσμό (δεσμό συναρμογής) ως ειδική περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού.
- **Να προσδιορίζετε** τους ηλεκτρονιακούς, συντακτικούς και μοριακούς τύπους απλών ομοιοπολικών ενώσεων και να αναφέρετε διαφορές μεταξύ του ομοιοπολικού και του ιοντικού δεσμού.
- **Να συσχετίζετε** τις διαφορές μεταξύ του ομοιοπολικού και του ιοντικού δεσμού με τις αντίστοιχες ιδιότητες των ομοιοπολικών και των ιοντικών ενώσεων.

TEFLON:
Η ισχύς εν τη ενώσει...

3.1.1 Εισαγωγή στον χημικό δεσμό

Από τα 118 είδη ατόμων που γνωρίζουμε σήμερα γύρω στα 90 συνδυάζονται μεταξύ τους και δημιουργούν πάνω από 15 εκατομμύρια(!) σταθερές χημικές ενώσεις και στοιχεία, δηλαδή τον έμβιο και άβιο κόσμο που μας περιβάλλει.

Τα ερωτήματα που προκύπτουν όμως είναι πολλά.

Γιατί τα άτομα συνδυάζονται για να δημιουργήσουν νέες ουσίες;

Πώς συνδυάζονται; Τι είναι αυτό που κάνει τους συνδυασμούς τους σταθερούς; Γιατί κάποια άτομα δεν σχηματίζουν χημικές ενώσεις ή σχηματίζουν ελάχιστες;

Γιατί οι χημικές ενώσεις που παράγονται από τον συνδυασμό των ατόμων των στοιχείων έχουν διαφορετικές ιδιότητες;

Αυτά τα ερωτήματα θα προσπαθήσουμε να απαντήσουμε σε αυτή την ενότητα, προσπαθώντας να αποκαλύψουμε τα μυστικά της φύσης.

Ο χημικός δεσμός

Χημικός δεσμός ονομάζεται το σύνολο των ελκτικών δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ των δομικών συστατικών ενός σώματος, ώστε να συγκρατούνται σε καθορισμένες αποστάσεις, και οδηγούν στον σχηματισμό ενός σταθερού και καθορισμένου σώματος.

Τα δομικά συστατικά του σώματος μπορεί να είναι άτομα, μόρια ή ιόντα.

Η απόσταση στην οποία συγκρατούνται τα δομικά συστατικά ενός σώματος ονομάζεται **μήκος δεσμού**. Όσο πιο μικρό είναι το μήκος ενός δεσμού τόσο πιο ισχυρός είναι ο δεσμός.

Το φαΐ και η ζωή θέλουν αλάτι για να νοστιμίσουν
Πολίτικη κουζίνα
Τ. Μπουλμέτης, 2003

Το νάτριο ($_{11}$Na) είναι ένα πολύ δραστικό μέταλλο, το οποίο, όταν έρχεται σε επαφή με το νερό, αντιδρά εκρηκτικά.
Το χλώριο ($_{17}$Cl) είναι ένα πολύ τοξικό αέριο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο ως πολεμικό όπλο, προκαλώντας δεκάδες χιλιάδες νεκρούς και τραυματίες.
Η χημική τους ένωση NaCl είναι το γνωστό σε όλους μας μαγειρικό αλάτι...

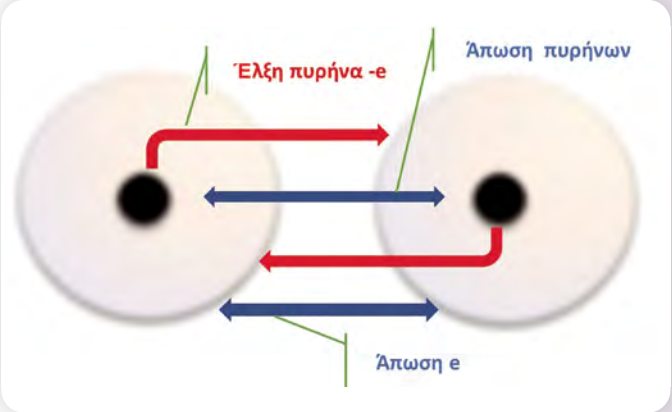
Προϋποθέσεις για τη δημιουργία χημικού δεσμού

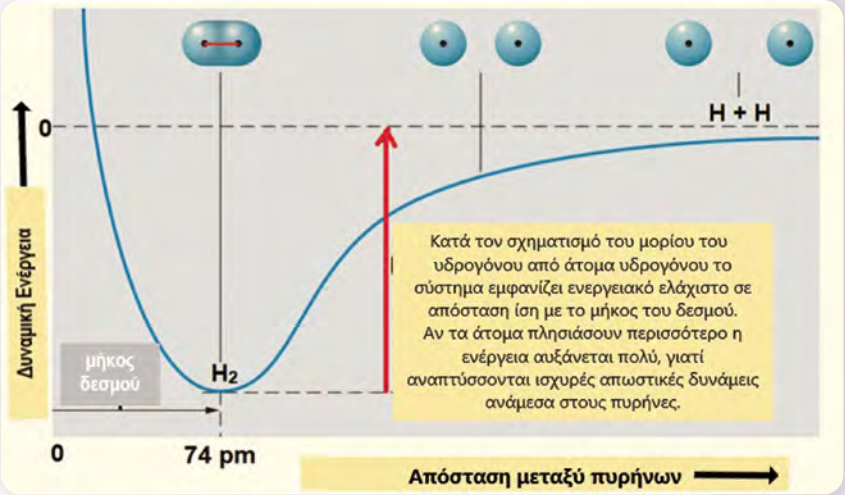
Όταν τα άτομα πλησιάζουν για να σχηματίσουν χημικό δεσμό, αναπτύσσονται απωστικές δυνάμεις μεταξύ των πυρήνων τους, απωστικές δυνάμεις μεταξύ των ηλεκτρονίων τους και ελκτικές δυνάμεις μεταξύ του πυρήνα του ενός και των ηλεκτρονίων του άλλου.

Επίσης, στη φύση ευνοείται ο σχηματισμός των σταθερότερων σωμάτων, δηλαδή των συστημάτων που έχουν χαμηλότερη ενέργεια (αρχή της ελάχιστης ενέργειας).

Απαραίτητες προϋποθέσεις για τη δημιουργία χημικού δεσμού είναι:

1. Τα σωματίδια (άτομα μόρια ή ιόντα) να πλησιάσουν τόσο ώστε οι ελκτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ του πυρήνα κάθε ατόμου και των ηλεκτρονίων του άλλου ατόμου να είναι ισχυρότερες από τις απωστικές πυρήνα – πυρήνα και ηλεκτρονίων – ηλεκτρονίων.
2. Η δημιουργία του χημικού δεσμού να οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενέργεια, δηλαδή να το κάνει σταθερότερο.





Τα χαρακτηριστικά του ατόμου που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά των ατόμων

Η χημική συμπεριφορά των ατόμων, δηλαδή το είδος, ο αριθμός και η σταθερότητα των δεσμών που σχηματίζουν και η φυσικοχημική συμπεριφορά τους καθορίζονται από δύο παραμέτρους:

1. τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας (ηλεκτρόνια σθένους)

2. το μέγεθος του ατόμου, μέτρο του οποίου είναι η ατομική ακτίνα.

Ο ρόλος των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας στον σχηματισμό χημικών δεσμών

Τι παρατηρήσαμε;

Τα ευγενή αέρια σχηματίζουν κάτω από ορισμένες συνθήκες δεσμούς και μικρό αριθμό χημικών ενώσεων.
Π.χ. XeF_2 XeO_4

Τα άτομα των στοιχείων της 18ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα είναι αδρανή, δηλαδή δεν έχουν την τάση να συνδεθούν με άτομα άλλων στοιχείων, σε αντίθεση με τα άτομα της πλειοψηφίας των υπόλοιπων στοιχείων. Τα στοιχεία της 18ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα ονομάστηκαν, ακριβώς επειδή είναι αδρανή, ευγενή αέρια.

Gilbert N. Lewis
Γεννήθηκε στις 23 ή 25 Οκτωβρίου 1875, Γουέιμουθ, Μασαχουσέτη, ΗΠΑ.
Πέθανε στις 23 Μαρτίου 1946 (70 ετών), Μπέρκλεϊ, Καλιφόρνια, ΗΠΑ.
Πηγή: en.wikipedia.org

Τι είχαν όμως τα ευγενή αέρια που δεν είχαν τα υπόλοιπα στοιχεία;

Το κοινό χαρακτηριστικό τους ήταν ότι έχουν όλα συμπληρωμένη την εξωτερική τους στιβάδα με 8 ηλεκτρόνια, εκτός από το ήλιο που συμπληρώνει την εξωτερική του στιβάδα με 2 ηλεκτρόνια. Όλα τα υπόλοιπα στοιχεία δεν είχαν συμπληρωμένη εξωτερική στιβάδα και για να την αποκτήσουν σχηματίζουν χημικούς δεσμούς.

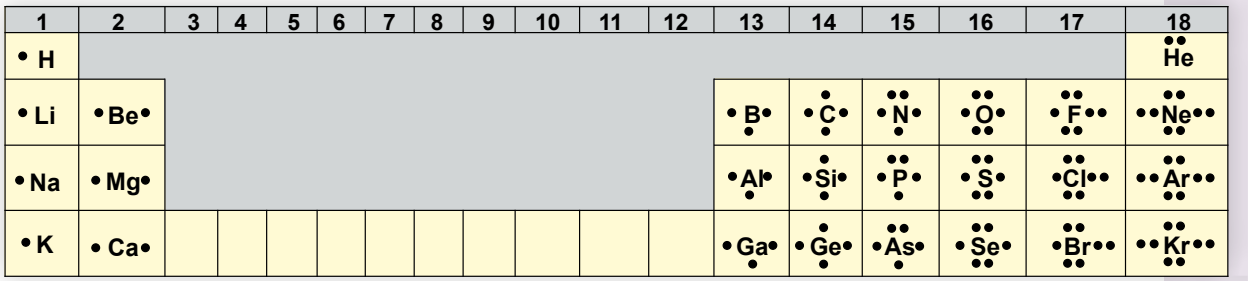
Πώς το ερμηνεύσαμε;

- Η χημική συμπεριφορά των ατόμων καθορίζεται κυρίως από τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας, τα οποία ονομάζονται και ηλεκτρόνια σθένους, και η στιβάδα ονομάζεται στιβάδα σθένους.
- Η εξωτερική στιβάδα είναι συμπληρωμένη, δηλαδή έχει σταθερή ηλεκτρονιακή δομή, όταν έχει 8 ηλεκτρόνια, εκτός από τη στιβάδα Κ, η οποία είναι συμπληρωμένη με 2 ηλεκτρόνια. Τη σταθερή αυτή δομή την εμφανίζουν τα άτομα των ευγενών αερίων, τα οποία γι' αυτό είναι εξαιρετικά αδρανή.
- Τα άτομα όλων των στοιχείων, εκτός από των ευγενών αερίων, τείνουν να αποκτήσουν σταθερή δομή ευγενούς αερίου με 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα (ή με 2 ηλεκτρόνια αν η εξωτερική στιβάδα είναι η Κ) και γι' αυτό σχηματίζουν χημικούς δεσμούς (κανόνας της οκτάδας).
- Τη δομή του ευγενούς αερίου ένα άτομο μπορεί να την αποκτήσει:

- Με αποβολή 1-3 ηλεκτρονίων: Συνήθως αποβάλλουν ηλεκτρόνια τα στοιχεία που έχουν 1-3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, δηλαδή τα μέταλλα που βρίσκονται στις ομάδες 1, 2, 13 του Περιοδικού Πίνακα, και αποκτούν τη δομή του ευγενούς αερίου της προηγούμενης στιβάδας.
- Με πρόσληψη 1-3 ηλεκτρονίων: Συνήθως προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια τα στοιχεία που έχουν 5-7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, δηλαδή τα αμέταλλα που βρίσκονται στις ομάδες 15, 16, 17 του Περιοδικού Πίνακα, και αποκτούν τη δομή του ευγενούς αερίου της ίδιας στιβάδας.
- Με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων: Με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων κατά κανόνα συμπληρώνουν την εξωτερική τους στιβάδα τα αμέταλλα των ομάδων 14, 15, 16, 17 του Περιοδικού Πίνακα και το υδρογόνο (H_2).

• Όταν ένα άτομο που πρόκειται να σχηματίσει δεσμό έχει στην εξωτερική του στιβάδα:
- 1 έως 4 ηλεκτρόνια: είναι όλα μονήρη, δηλαδή κινούνται ανεξάρτητα.
- 5 ηλεκτρόνια: 1 ζεύγος ηλεκτρονίων και 3 μονήρη ηλεκτρόνια.
- 6 ηλεκτρόνια: 2 ζεύγη ηλεκτρονίων και 2 μονήρη ηλεκτρόνια.
- 7 ηλεκτρόνια: 3 ζεύγη ηλεκτρονίων και 1 μονήρες ηλεκτρόνιο.
- 8 ηλεκτρόνια: 4 ζεύγη ηλεκτρονίων.

G. N. Lewis

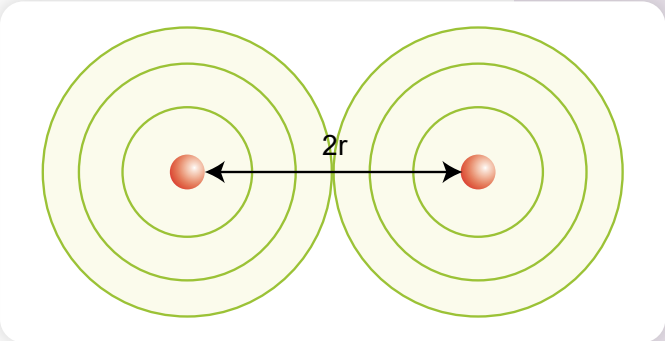


Τα σύμβολα Lewis. Ο Lewis πρότεινε να παριστάνουμε τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας ενός ατόμου με «τελείες» που περιβάλλουν το σύμβολο του ατόμου. Όταν στην εξωτερική στιβάδα υπάρχουν 1-4 e, αυτά τοποθετούνται ως μονήρη, ενώ από το 5ο και μετά σχηματίζουν ζεύγη.

Ο ρόλος της ατομικής ακτίνας στον σχηματισμό χημικών δεσμών

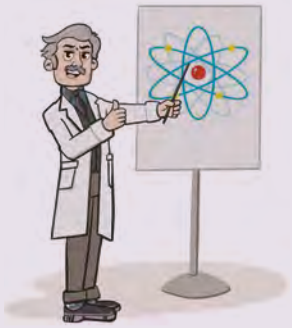
Το μέγεθος του ατόμου καθορίζει το μέγεθος της δύναμης με την οποία το θετικό φορτίο του πυρήνα έλκει τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας και καθορίζει τη χημική συμπεριφορά του στοιχείου. Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος του ατόμου τόσο πιο δύσκολα χάνει ηλεκτρόνια, γιατί η δύναμη με την οποία τα έλκει ο πυρήνας είναι μεγάλη, και τόσο πιο εύκολα προσλαμβάνει ηλεκτρόνια.

Το μέτρο του μεγέθους του ατόμου είναι η ατομική ακτίνα.

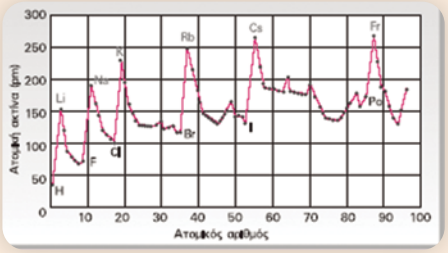


Η ατομική ακτίνα ορίζεται ως το μισό της μέσης τιμής της απόστασης των πυρήνων δύο γειτονικών ατόμων στοιχείου, που βρίσκονται σε στερεή κρυσταλλική κατάσταση.

Ας θυμηθούμε…



Η μεταβολή της ατομικής ακτίνας στον Περιοδικό Πίνακα



Σε μία ομάδα η ατομική ακτίνα αυξάνεται με την αύξηση του ατομικού αριθμού (δηλαδή από πάνω προς τα κάτω), γιατί αυξάνεται ο αριθμός των στιβάδων και επομένως και η απόσταση από τον πυρήνα.

Σε μία περίοδο η ατομική ακτίνα κατά κανόνα ελαττώνεται με την αύξηση του ατομικού αριθμού (δηλαδή από αριστερά προς τα δεξιά), γιατί αυξάνεται το φορτίο του πυρήνα, με αποτέλεσμα να έλκει τα ηλεκτρόνια ισχυρότερα.

Και κάτι παραπάνω…

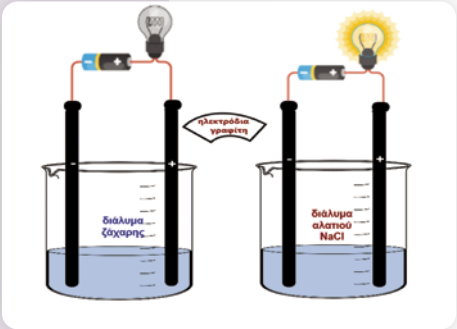
Δεν επιδρά όλο το φορτίο του πυρήνα στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας, γιατί προασπίζονται από τα ηλεκτρόνια των εσωτερικών στιβάδων. Το πραγματικό φορτίο του πυρήνα που ασκείται στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας ονομάζεται δραστικό πυρηνικό φορτίο.

Τα κυριότερα είδη των χημικών δεσμών

Είναι όμως όλοι οι χημικοί δεσμοί ίδιοι;

Δημιουργούν όλοι χημικές ενώσεις με παρόμοιες ιδιότητες;

Ας εξετάσουμε τις ηλεκτρικές ιδιότητες δύο διαλυμάτων διαφορετικών ουσιών, ενός υδατικού διαλύματος ζάχαρης και ενός υδατικού διαλύματος χλωριδίου του νατρίου, δηλαδή μαγειρικού αλατιού.



Αν βυθίσουμε και τα δύο ηλεκτρόδια από γραφίτη, τα συνδέσουμε με αγώγιμο σύρμα και παρεμβάλλουμε μία μπαταρία και ένα μικρό λαμπτήρα, όπως στο διπλανό σχήμα, θα παρατηρήσουμε τον λαμπτήρα του διαλύματος του αλατιού να ανάβει, ενώ της ζάχαρης όχι.

Είναι λοιπόν προφανές ότι το υδατικό διάλυμα της ζάχαρης δεν περιέχει φορτισμένα σωματίδια, ενώ του αλατιού περιέχει ιόντα και γι' αυτό είναι αγώγιμο. Πού μπορεί να οφείλεται αυτή η διαφορά, αν όχι στη μικροσκοπική δομή των χημικών ενώσεων, δηλαδή στο είδος των χημικών δεσμών;

Τα βασικά είδη χημικού δεσμού είναι:

- Ο ιοντικός (ή ετεροπολικός) δεσμός, ο οποίος οφείλεται σε δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης.
- Ο ομοιοπολικός δεσμός, ο οποίος οφείλεται κυρίως σε δυνάμεις ηλεκτρομαγνητικής φύσης και διακρίνεται σε μη πολικό, πολικό ή πολωμένο και ημιπολικό ή δοτικό ομοιοπολικό δεσμό ή δεσμό συναρμογής.

Χημικοί δεσμοί αναπτύσσονται και ανάμεσα σε μόρια και ονομάζονται διαμοριακές δυνάμεις. Σε αυτούς ανήκουν οι δεσμοί Van der Waals, υδρογόνου και δίπολων μορίων-ιόντων.

Και κάτι παραπάνω…

Υπάρχουν και άλλοι τύποι δεσμών, όπως ο μεταλλικός δεσμός που εμφανίζεται στο μεταλλικό πλέγμα των μετάλλων και των κραμάτων.

Μεταλλικός δεσμός

Για την πλήρη περιγραφή ενός χημικού δεσμού θα πρέπει να απαντήσουμε στα ερωτήματα:

1. Ποια είναι η φύση των ελκτικών δυνάμεων, πώς δημιουργείται και ποια είναι η δομική του μονάδα;
2. Ποια στοιχεία τον δίνουν και ποιες ενώσεις σχηματίζουν;
3. Πώς επηρεάζει τις ιδιότητες των ενώσεων;

3.1.2 Ο ιοντικός δεσμός

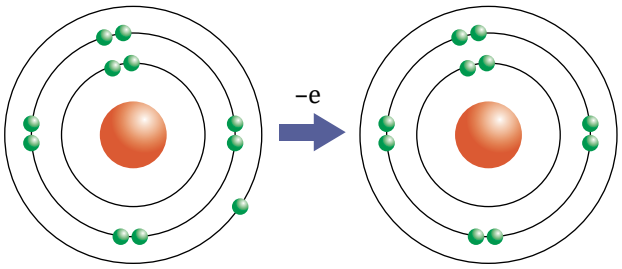
Οφείλεται σε δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης (Coulomb) οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ αντίθετα φορτισμένων ιόντων.

Σχηματίζεται με μεταφορά ηλεκτρονίων από τα άτομα ενός μετάλλου, το οποίο έχει την τάση να αποβάλλει ηλεκτρόνια και επομένως μετατρέπεται σε κατιόν, στα άτομα ενός αμέταλλου το οποίο έχει την τάση να προσλάβει ηλεκτρόνια και επομένως μετατρέπεται σε ανιόν.

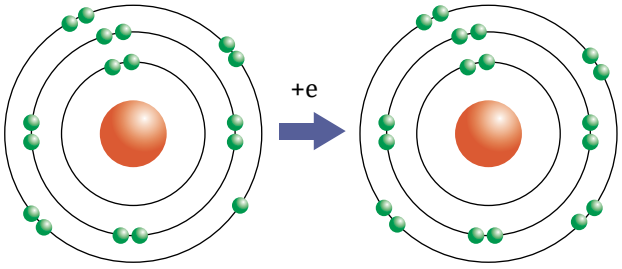
Το άτομο που έχει 1-3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα τα αποβάλλει και αποκτά ως εξωτερική στιβάδα την προηγούμενη, η οποία είναι συμπληρωμένη.

Το άτομο που έχει 5-7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα προσλαμβάνει 3, 2, 1 ηλεκτρόνια αντίστοιχα και συμπληρώνει την εξωτερική του στιβάδα.

Τα θετικά και αρνητικά ιόντα που σχηματίζονται έλκονται με δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης προς όλες τις κατευθύνσεις και διατάσσονται στον χώρο σε κανονικά γεωμετρικά σχήματα, δηλαδή σχηματίζουν ιοντικούς κρυστάλλους.



Το ιόν νατρίου προκύπτει με αποβολή 1 ηλεκτρονίου από την εξωτερική στιβάδα και έχει μικρότερο μέγεθος από το άτομο.



Το ιόν χλωρίου προκύπτει με πρόσληψη 1 ηλεκτρονίου στην εξωτερική στιβάδα και έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το άτομο.

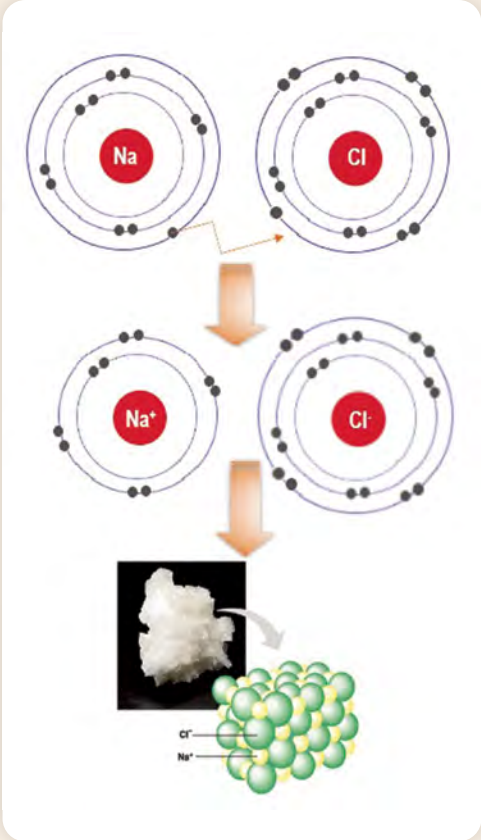
- Στις ιοντικές ενώσεις κάθε κατιόν έλκει γύρω του ανιόντα και κάθε ανιόν έλκει γύρω του κατιόντα, με αποτέλεσμα μεγάλος αριθμός κατιόντων και ανιόντων να διατάσσονται σε κανονικά γεωμετρικά σχήματα σχηματίζοντας κρυσταλλικά πλέγματα. Στις ιοντικές ενώσεις **δεν υφίσταται η έννοια του μορίου** και ο χημικός τύπος της ιοντικής ένωσης δηλώνει την αναλογία των ιόντων στον κρύσταλλο.
- Επίσης, το μέγεθος του κατιόντος που σχηματίζεται είναι πάντοτε μικρότερο από το μέγεθος του ατόμου από το οποίο προέρχεται, ενώ το μέγεθος του ανιόντος είναι πάντοτε μεγαλύτερο.

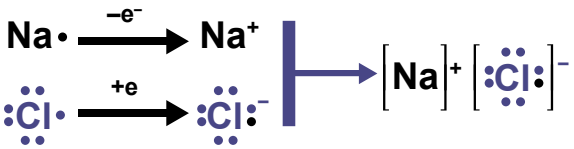
Παράδειγμα 1

Να περιγράψετε τον σχηματισμό του κρυστάλλου του NaCl.

- Το $_{11}$Na έχει ηλεκτρονιακή δομή K(2)-L(8)-M(1) και έχει 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα. Αποβάλλει το 1 ηλεκτρόνιο της εξωτερικής στιβάδας και αποκτά φορτίο +1 και τη σταθερή δομή του ευγενούς αερίου της προηγούμενης στιβάδας (Ne) με 8 ηλεκτρόνια στη στιβάδα L.

- Το $_{17}Cl$ έχει ηλεκτρονιακή δομή K(2)-L(8)-M(7) και 7 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα. Το άτομο του χλωρίου προσλαμβάνει 1 ηλεκτρόνιο και αποκτά φορτίο –1 και τη σταθερή δομή του ευγενούς αερίου της ίδιας στιβάδας (Ar) με 8 ηλεκτρόνια στη στιβάδα M.
- Τα αντίθετα φορτισμένα ιόντα Na^+ και Cl^- έλκονται με ισχυρές δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης, που ονομάζονται ιοντικός δεσμός, και σχηματίζουν τον κρύσταλλο της ιοντικής ένωσης NaCl.
- Ο χημικός τύπος NaCl δηλώνει ότι στον κρύσταλλο του χλωριδίου του νατρίου τα ιόντα Na^+ και Cl^- μετέχουν σε αναλογία 1/1.





Το άτομο του νατρίου αποβάλλει 1e και μετατρέπεται σε κατιόν Na^+.
Το άτομο του χλωρίου προσλαμβάνει 1e και μετατρέπεται σε ανιόν Cl^-.
Τα κατιόντα Na^+ και τα ανιόντα Cl^- έλκονται
με δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης σε αναλογία 1/1 και
σχηματίζουν τον κρύσταλλο του NaCl.

Εφαρμογή 1

Να περιγράψετε τον σχηματισμό του κρυστάλλου του KF ($_{19}K$, $_9F$).

.....

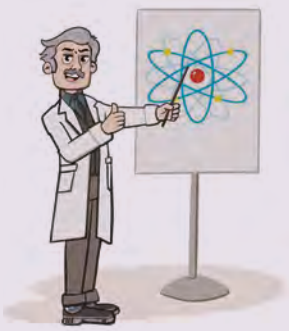
.....

.....

.....

Απάντηση: Το K αποβάλλει 1e → K^+. Το F $\xrightarrow{+e}$ F^-. Έλκονται σε αναλογία 1/1 → κρύσταλλο KF.

Ας θυμηθούμε...



Σχετική τυπική μάζα (F_r)

Η δομή των ιοντικών ενώσεων εξηγεί γιατί για αυτές χρησιμοποιείται η σχετική τυπική και όχι η σχετική μοριακή μάζα, όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Μεταξύ ποιων στοιχείων σχηματίζονται ιοντικοί δεσμοί

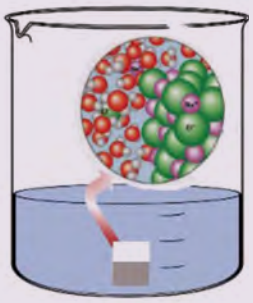
Ιοντικοί δεσμοί σχηματίζονται μεταξύ μετάλλων που έχουν 1, 2, 3 ηλεκτρόνια, τα οποία έχουν την τάση να αποβάλλουν ηλεκτρόνια, και αμετάλλων που έχουν 5, 6, 7 ηλεκτρόνια, τα οποία έχουν την τάση να προσλαμβάνουν ηλεκτρόνια. Επίσης, ιοντικοί δεσμοί σχηματίζονται μεταξύ των κατιόντων των μετάλλων ή του NH_4^+ και των αρνητικών πολυατομικών ιόντων.

Η δομή και οι ιδιότητες των ιοντικών ενώσεων

Επειδή στις ιοντικές ενώσεις οι ηλεκτροστατικές δυνάμεις αναπτύσσονται προς όλες τις κατευθύνσεις, κάθε ιόν περιβάλλεται από περισσότερα από ένα φορτισμένα ιόντα. Τα αντίθετα φορτισμένα ιόντα διατάσσονται στον χώρο σε διάφορα γεωμετρικά σχήματα δημιουργώντας το κρυσταλλικό πλέγμα του, δηλαδή τον κρύσταλλο της ιοντικής ένωσης. Στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχουν μόρια, αλλά ένα σύνολο αντίθετα φορτισμένων ιόντων σε καθορισμένη αναλογία. Ο χημικός τύπος της ένωσης δεν αναπαριστά το μόριο, αλλά συμβολίζει την απλούστερη αναλογία με την οποία τα ιόντα δημιουργούν το κρυσταλλικό πλέγμα.

Για παράδειγμα, ο τύπος του NaCl συμβολίζει ότι στον κρύσταλλό του τα ιόντα Na^+ και Cl^- μετέχουν σε αναλογία 1/1. Αντίστοιχα, ο τύπος $Mg(OH)_2$ συμβολίζει ότι στον κρύσταλλό του τα ιόντα Mg^{2+} και OH^- μετέχουν σε αναλογία 1/2 αντίστοιχα.

Αυτή η δομή των ιοντικών ενώσεων εξηγεί γιατί για αυτές χρησιμοποιείται η σχετική τυπική και όχι η σχετική μοριακή μάζα, όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο.



Η διάλυση του NaCl στο νερό
Κατά τη διάλυση του NaCl στο νερό το κρυσταλλικό του πλέγμα καταστρέφεται και τα ιόντα απελευθερώνονται στο διάλυμα, με αποτέλεσμα το διάλυμα να είναι καλός αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος.

Συνοψίζοντας, οι ιοντικές ενώσεις έχουν μια σειρά από χαρακτηριστικές ιδιότητες:

- Είναι στερεές, κρυσταλλικές με υψηλό σημείο τήξης.
- Στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχουν μόρια.
- Οι περισσότερες διαλύονται στο νερό, με καταστροφή του κρυσταλλικού πλέγματός τους και απελευθέρωση των ιόντων από τα οποία αποτελείται, δηλαδή είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες.
- Σε στερεή κατάσταση δεν είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, όμως τα υδατικά τους διαλύματα, και τα τήγματά τους είναι αγωγοί.

Ηλεκτρονιακή θεωρία Lewis

3.1.3 Ο ομοιοπολικός δεσμός

Ο ιοντικός δεσμός εξηγεί ικανοποιητικά τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ των κατιόντων των μετάλλων και των μονοατομικών ή πολυατομικών ανιόντων, αλλά δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να εξηγήσει τον τρόπο σχηματισμού των μορίων των χημικών στοιχείων, τα οποία αποτελούνται από όμοια άτομα. Επίσης, ενώ εξηγεί την αγωγιμότητα που παρατηρήσαμε στο διάλυμα του αλατιού, δεν εξηγεί την έλλειψη αγωγιμότητας στο διάλυμα της ζάχαρης. Η ανάγκη υιοθέτησης ενός διαφορετικού μοντέλου είναι αδιαμφισβήτητη.

Ομοιοπολικός δεσμός

Ο ομοιοπολικός δεσμός κατά κανόνα σχηματίζεται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων μεταξύ όμοιων ή διαφορετικών ατόμων αμέταλλων στοιχείων, έτσι ώστε να σχηματίσουν κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων.

Ο ομοιοπολικός δεσμός είναι εντοπισμένος μεταξύ των ατόμων που συνεισφέρουν τα ηλεκτρόνια.

Ομοιοπολικούς δεσμούς σχηματίζουν τα άτομα αμέταλλων στοιχείων τα οποία διαθέτουν μονήρη ηλεκτρόνια.

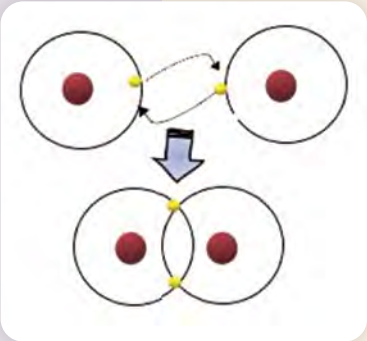
Μεταξύ δύο ατόμων σε μία ομοιοπολική ένωση μπορεί να υπάρχουν:

- **1** κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων, δηλαδή ένας απλός ομοιοπολικός δεσμός: **X:X ή X–X**
- **2** κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων, δηλαδή ένας διπλός ομοιοπολικός δεσμός: **X::X ή X=X**
- **3** κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων, δηλαδή ένας τριπλός ομοιοπολικός δεσμός: **X:::X ή X≡X**

Οι ομοιοπολικοί δεσμοί μπορούν να σχηματιστούν μεταξύ ατόμων όμοιων στοιχείων, όπως στα μόρια των στοιχείων (H_2, N_2, O_2, O_3), ή διαφορετικών στοιχείων, όπως στα μόρια των χημικών ενώσεων (HF, HCl, NO_2, CH_4, CO_2, NH_3).

Ο σχηματισμός των μορίων των χημικών στοιχείων

Κατά τον σχηματισμό των μορίων των χημικών στοιχείων τα ηλεκτρόνια συνεισφέρονται μεταξύ όμοιων ατόμων, με αποτέλεσμα το κοινό ή τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων να ανήκουν εξίσου και στα δύο άτομα του χημικού δεσμού. Ο ομοιοπολικός δεσμός στον οποίο τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων ανήκουν εξίσου στα άτομα του δεσμού ονομάζεται **μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός.**



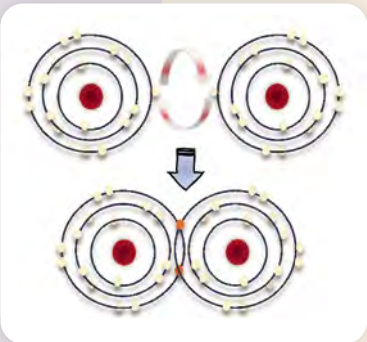
Σχηματική αναπαράσταση του σχηματισμού απλού ομοιοπολικού δεσμού στο μόριο του υδρογόνου (H_2)

Παράδειγμα 2

Ο σχηματισμός του μορίου του υδρογόνου (H_2)

- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_1$H: K(1).
- Κάθε άτομο υδρογόνου έχει στην εξωτερική στιβάδα 1 μονήρες ηλεκτρόνιο και χρειάζεται 1 ηλεκτρόνιο για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.
- Τα δύο άτομα υδρογόνου συνεισφέρουν αμοιβαία από 1 μονήρες ηλεκτρόνιο και σχηματίζουν ένα κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων, το οποίο έλκεται ταυτόχρονα και από τους δύο πυρήνες. Το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων μπορεί να αναπαρασταθεί με μία παύλα.

$$\mathbf{H\bullet + \bullet H \longrightarrow H{:}H\ ,\ H{-}H}$$



Σχηματική αναπαράσταση του σχηματισμού απλού ομοιοπολικού δεσμού στο μόριο του χλωρίου (Cl_2)

Ο σχηματισμός του μορίου του χλωρίου (Cl_2)

- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_{17}$Cl: K(2), L(8), M(7).
- Κάθε άτομο χλωρίου έχει στην εξωτερική στιβάδα 7 ηλεκτρόνια, δηλαδή 3 ζεύγη και 1 μονήρες, και χρειάζεται 1 ηλεκτρόνιο ακόμα για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.
- Τα δύο άτομα χλωρίου συνεισφέρουν αμοιβαία από 1 μονήρες ηλεκτρόνιο και σχηματίζουν ένα κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων, το οποίο έλκεται ταυτόχρονα και από τους δύο πυρήνες. Ο απλός ομοιοπολικός δεσμός που σχηματίζεται μπορεί να αναπαρασταθεί με μία παύλα.

Σχηματική αναπαράσταση του σχηματισμού διπλού ομοιοπολικού δεσμού στο μόριο του οξυγόνου (O_2)

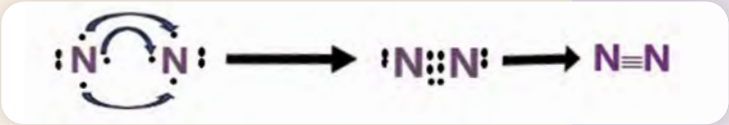
Ο σχηματισμός του μορίου του οξυγόνου (O_2)

- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_8$O: K(2), L(6)
- Κάθε άτομο οξυγόνου έχει στην εξωτερική στιβάδα 6 ηλεκτρόνια, δηλαδή 2 ζεύγη και 2 μονήρη, και χρειάζεται 2 ηλεκτρόνια ακόμα για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.

- Τα δύο άτομα οξυγόνου συνεισφέρουν αμοιβαία από 2 μονήρη ηλεκτρόνια και σχηματίζουν 2 κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων, τα οποία ανήκουν ταυτόχρονα και στα δύο άτομα, δηλαδή σχηματίζουν έναν διπλό ομοιοπολικό δεσμό. Ο διπλός ομοιοπολικός δεσμός που σχηματίζεται μπορεί να αναπαρασταθεί με δύο παράλληλες παύλες.

Ο σχηματισμός του μορίου του αζώτου (N_2)

- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_7N$: K(2), L(5).
- Κάθε άτομο αζώτου έχει στην εξωτερική στιβάδα 5 ηλεκτρόνια, δηλαδή 1 ζεύγος και 3 μονήρη, και χρειάζεται 3 ηλεκτρόνια ακόμα για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.



Σχηματική αναπαράσταση του σχηματισμού τριπλού ομοιοπολικού δεσμού στο μόριο του αζώτου (N_2)

- Τα δύο άτομα αζώτου συνεισφέρουν αμοιβαία από 3 μονήρη ηλεκτρόνια και σχηματίζουν τρία κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων, τα οποία ανήκουν ταυτόχρονα και στα δύο άτομα, δηλαδή σχηματίζουν έναν τριπλό ομοιοπολικό δεσμό.
  Ο τριπλός ομοιοπολικός δεσμός που σχηματίζεται μπορεί να αναπαρασταθεί με τρεις παράλληλες παύλες.

Εφαρμογή 2

Να περιγράψετε και να αναπαραστήσετε τον σχηματισμό του μορίου του F_2 ($_9F$), Br_2 ($_{35}Br$).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Απάντηση: :F̈:F̈:, :B̈r:B̈r:

L. Pauling

Ο σχηματισμός των μορίων των χημικών ενώσεων

Είδαμε ότι στα **χημικά στοιχεία**, το μόριο των οποίων αποτελείται από **όμοια άτομα**, τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων ανήκουν εξίσου στα άτομα του δεσμού και ο δεσμός ονομάζεται **μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός.**

Τι γίνεται όμως κατά τον σχηματισμό των μορίων των χημικών ενώσεων στις οποίες τα ηλεκτρόνια συνεισφέρονται από διαφορετικά άτομα;

Κατά τον σχηματισμό των μορίων των χημικών ενώσεων δημιουργούνται κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων, αλλά αυτά δεν έλκονται εξίσου από όλα τα άτομα του χημικού δεσμού. Κάθε στοιχείο έχει διαφορετική τάση να έλκει τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων και αυτή του η τάση είναι μια μετρήσιμη ιδιότητα η οποία ονομάζεται ηλεκτραρνητικότητα.

Linus Pauling
28 Φεβρουαρίου 1901, Πόρτλαντ, Όρεγκον, ΗΠΑ - 19 Αυγούστου 1994 Μπιγκ Σερ, Καλιφόρνια ΗΠΑ

Ινφογκράφικ: Η μεταβολή της ηλεκτραρνητικότητας στον Περιοδικό Πίνακα

Ηλεκτραρνητικότητα ενός στοιχείου ονομάζεται το μέγεθος που δείχνει την τάση των στοιχείων να έλκουν και να συγκρατούν προς το μέρος τους το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων ενός ομοιοπολικού δεσμού.

Η μεταβολή της ηλεκτραρνητικότητας στον Περιοδικό Πίνακα

Στον Περιοδικό Πίνακα η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνεται:

- σε μία περίοδο από τα αριστερά προς τα δεξιά, δηλαδή από την 1η προς τη 17η ομάδα, γιατί ελαττώνεται η ατομική ακτίνα και επομένως αυξάνεται η δύναμη με την οποία ο πυρήνας έλκει τα ηλεκτρόνια
- σε μία ομάδα από κάτω προς τα πάνω, δηλαδή από την 7η προς την 1η περίοδο, γιατί ελαττώνεται η ατομική ακτίνα και επομένως αυξάνεται η δύναμη με την οποία ο πυρήνας έλκει τα ηλεκτρόνια.

Παράδειγμα 3

Να καθορίσετε τη σειρά ηλεκτραρνητικότητας με βάση τη θέση στον Περιοδικό Πίνακα, των στοιχείων **α.** F. Cl, Br, I **β.** O, S **γ.** N, C, O, F και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Για τα αλογόνα που βρίσκονται στη 17η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η σειρά ηλεκτραρνητικότητας θα είναι: F > Cl > Br > I, γιατί το F βρίσκεται στη 2η και το I στην 5η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα.

Αντίστοιχα για τη 16η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα η σειρά ηλεκτραρνητικότητας θα είναι: O > S.

Στη 2η περίοδο του Περιοδικού Πίνακα η σειρά ηλεκτραρνητικότητας θα είναι: F > O > N > C, γιατί το F έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα και ο C τη μεγαλύτερη.

Εφαρμογή 3

Να διατάξετε τα στοιχεία N, P, As, Sb και τα στοιχεία Cl, S, P, Sb κατά αυξανόμενη τιμή ηλεκτραρνητικότητας και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

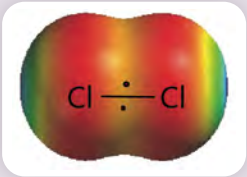
.....

.....

Απάντηση: Sb < As < P < N και Sb < P < S < Cl

Ο σχηματισμός ομοιοπολικών δεσμών μεταξύ ατόμων διαφορετικών στοιχείων

Μη πολικός ή μη πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός είναι ο ομοιοπολικός δεσμός που σχηματίζεται μεταξύ ατόμων με ίδια τιμή ηλεκτραρνητικότητας, δηλαδή όμοιων ατόμων μεταξύ των οποίων υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή του κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων. Για παράδειγμα, στο μόριο του χλωρίου το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων μοιράζεται ομοιόμορφα μεταξύ των ατόμων του χλωρίου.

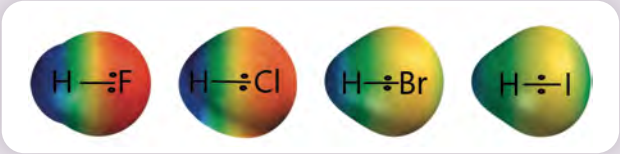


Στον χάρτη ηλεκτροστατικού δυναμικού του χλωρίου είναι εμφανής η συμμετρική κατανομή του φορτίου μεταξύ των ατόμων.

Ο ομοιοπολικός δεσμός που σχηματίζεται μεταξύ διαφορετικών ατόμων δεν έχει ομοιόμορφη κατανομή του κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων, γιατί το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο έλκει περισσότερο προς το μέρος του το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων. Το αποτέλεσμα είναι το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο να εμφανίζει μια μικρή περίσσεια αρνητικού φορτίου δ– και το λιγότερο ηλεκτραρνητικό άτομο να εμφανίζει μια μικρή περίσσεια θετικού φορτίου δ+. Ο δεσμός μεταξύ τους ονομάζεται πολικός ή πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός.

Πολικός ή πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός είναι ο ομοιοπολικός δεσμός που σχηματίζεται μεταξύ ατόμων με διαφορετική τιμή ηλεκτραρνητικότητας, δηλαδή διαφορετικών ατόμων, στον οποίο το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο έλκει περισσότερο προς το μέρος του τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων, με αποτέλεσμα να υπάρχει ανομοιόμορφη κατανομή του κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων μεταξύ των ατόμων. Το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο, το οποίο έλκει περισσότερο το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων, εμφανίζει μια μικρή περίσσεια αρνητικού φορτίου που συμβολίζεται με δ– και το λιγότερο ηλεκτραρνητικό άτομο μια μικρή περίσσεια θετικού φορτίου που συμβολίζεται με δ+. Για παράδειγμα, στο μόριο του HCl το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων έλκεται περισσότερο από το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο χλωρίου και ο δεσμός είναι πολικός.

$^{\delta+}H\text{-}Cl^{\delta-}$



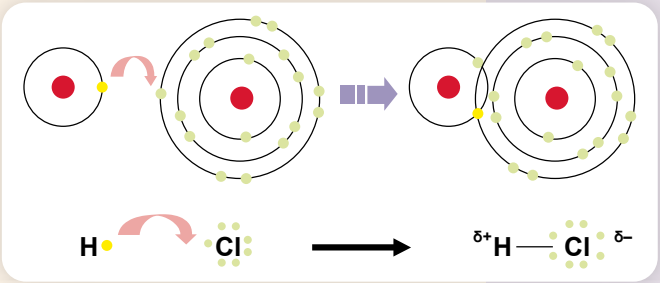
Στους χάρτες ηλεκτροστατικού δυναμικού των υδραλογόνων παρατηρείται μεγάλη διαφορά στην κατανομή των ηλεκτρονίων στον δεσμό H-F, όπως υποδηλώνεται από το έντονο κόκκινο χρώμα στο F (δ-) και το έντονο μπλε χρώμα στο H (δ+). Η ανισοκατανομή του κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων ελαττώνεται προς τον δεσμό H-I, γιατί μειώνεται η ηλεκτραρνητικότητα των αλογόνων.

Χάρτης ηλεκτροστατικού δυναμικού

Παράδειγμα 4

Ο σχηματισμός του μορίου του HCl

- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_{1}H$: K(1).
- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_{17}Cl$: K(2), L(8), M(7).
- Το άτομο υδρογόνου έχει στην εξωτερική στιβάδα 1 μονήρες ηλεκτρόνιο και χρειάζεται 1 ακόμα ηλεκτρόνιο για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου He.
- Το άτομο του χλωρίου έχει στην εξωτερική στιβάδα 7 ηλεκτρόνια, δηλαδή 3 ζεύγη και 1 μονήρες, και χρειάζεται 1 ακόμα ηλεκτρόνιο για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.
- Ένα άτομο υδρογόνου και ένα άτομο χλωρίου συνεισφέρουν αμοιβαία από 1 μονήρες ηλεκτρόνιο και σχηματί-



Σχηματική αναπαράσταση του απλού ομοιοπολικού δεσμού στο μόριο του υδροχλωρίου (HCl)

ζουν ένα κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων, το οποίο έλκεται ταυτόχρονα και από τους δύο πυρήνες, δηλαδή έναν πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό. Το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων ανήκει και στα δύο άτομα του δεσμού, με αποτέλεσμα να αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.

Εφαρμογή 4

Να περιγράψετε και να απεικονίσετε τον δεσμό στο μόριο του HBr ($_1H$, $_{35}Br$)

.....

.....

.....

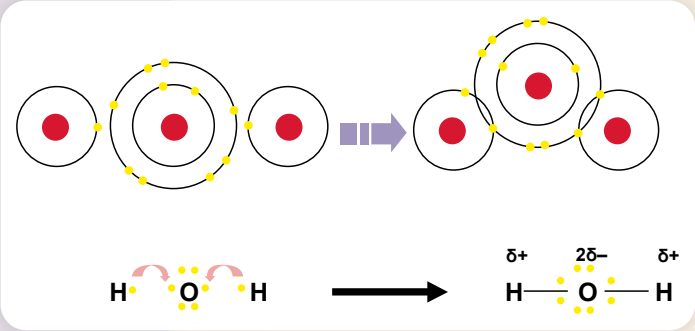
.....

Απάντηση: H : Br̤̤ :

Παράδειγμα 5

Ο σχηματισμός του μορίου του νερού (H_2O)

- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_1H$: K(1).
- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_8O$: K(2), L(6).



Σχηματική αναπαράσταση του σχηματισμού του μορίου του νερού (H_2O)

- Το κάθε άτομο οξυγόνου έχει στην εξωτερική στιβάδα 2 μονήρη ηλεκτρόνια και χρειάζεται 2 ακόμα ηλεκτρόνια για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.
- Το κάθε άτομο υδρογόνου έχει στην εξωτερική στιβάδα 1 μονήρες ηλεκτρόνιο και χρειάζεται 1 ακόμα ηλεκτρόνιο για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.
- Ένα άτομο οξυγόνου και δύο άτομα υδρογόνου συνεισφέρουν αμοιβαία από 1 μονήρες ηλεκτρόνιο και σχηματίζουν από ένα κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων, δηλαδή από έναν απλό πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό. Τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων ανήκουν και στα δύο άτομα του δεσμού, με αποτέλεσμα να αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.

Εφαρμογή 5

Να περιγράψετε τον σχηματισμό του μορίου του H_2S ($_1H$, $_{16}S$).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

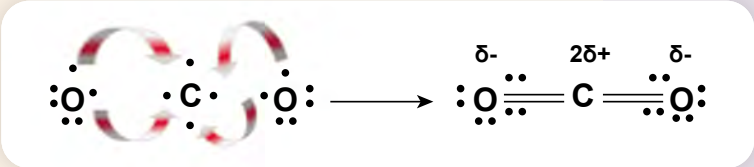
.....

Απάντηση: H : S̤̤ : H

Παράδειγμα 6

Ο σχηματισμός του μορίου του CO_2

- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_6C$: K(2), L(4).
- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_8O$: K(2), L(6).
- Το κάθε άτομο οξυγόνου έχει στην εξωτερική στιβάδα 2 μονήρη ηλεκτρόνια και χρειάζεται 2 ακόμα ηλεκτρόνια για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.
- Το κάθε άτομο άνθρακα έχει στην εξωτερική στιβάδα 4 μονήρη ηλεκτρόνια και χρειάζεται 4 ακόμα ηλεκτρόνια για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.
- 1 άτομο άνθρακα και 2 άτομα οξυγόνου συνεισφέρουν αμοιβαία από 2 μονήρη ηλεκτρόνια και σχηματίζουν από δύο κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων, δηλαδή από ένα διπλό πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό. Τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων ανήκουν και στα δύο άτομα του δεσμού, με αποτέλεσμα να αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.



Σχηματική αναπαράσταση του σχηματισμού του μορίου του CO_2

Εφαρμογή 6

Να περιγράψετε τον σχηματισμό του μορίου του CS_2 ($_6C$, $_{16}S$).

.....

.....

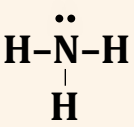
.....

.....

Απάντηση: :S=C=S:

Παράδειγμα 7

Ο σχηματισμός του μορίου της NH_3



- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_1H$: K(1).
- Ηλεκτρονιακή δομή ατόμου $_7N$: K(2), L(5).
- Το κάθε άτομο αζώτου έχει στην εξωτερική στιβάδα 3 μονήρη ηλεκτρόνια και χρειάζεται 3 ακόμα ηλεκτρόνια για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.
- Το κάθε άτομο υδρογόνου έχει στην εξωτερική στιβάδα 1 μονήρες ηλεκτρόνιο και χρειάζεται 1 ηλεκτρόνιο για να αποκτήσει σταθερή δομή ευγενούς αερίου.
- Ένα άτομο αζώτου και τρία άτομα υδρογόνου συνεισφέρουν αμοιβαία από 1 μονήρες ηλεκτρόνιο και σχηματίζουν από ένα κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων, δηλαδή από έναν απλό πολωμένο ομοιοπολικό δεσμό. Τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων ανήκουν και στα δύο άτομα του δεσμού, με αποτέλεσμα να αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.

Εφαρμογή 7

Να περιγράψετε τον σχηματισμό του μορίου της PH_3 ($_1H$, $_{15}P$).

.....

.....

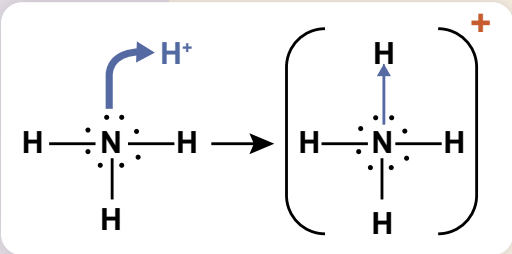
Απάντηση: $H^{\delta+}$ $H^{\delta+}-P^{3\delta-}-H^{\delta+}$

Δοτικοί ομοιοπολικοί ή ημιπολικοί δεσμοί ή δεσμοί συναρμογής

Σε ορισμένες περιπτώσεις τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων μεταξύ των ατόμων δεν σχηματίζονται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων, αλλά με μονομερή προσφορά ενός ζεύγους ηλεκτρονίων από ένα άτομο που έχει διαθέσιμο ζεύγος ηλεκτρονίων και ονομάζεται **δότης** προς ένα άτομο που θέλει ζεύγος ηλεκτρονίων και ονομάζεται **δέκτης**.

Ο δεσμός που σχηματίζεται με μονομερή προσφορά ζεύγους ηλεκτρονίων ονομάζεται **δοτικός ομοιοπολικός ή ημιπολικός ή δεσμός συναρμογής** και από τη στιγμή της δημιουργίας του δεν διαφέρει σε τίποτε από τον ομοιοπολικό, εκτός από την προέλευση του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων.

Συμβολίζεται με ένα βέλος από το άτομο-δότη προς τον δέκτη.



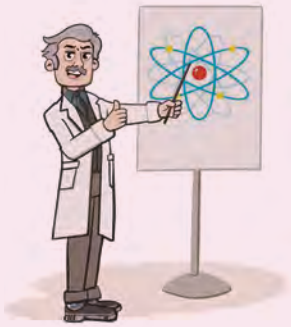
Σχηματική αναπαράσταση του σχηματισμού του ιόντος του αμμωνίου

Παράδειγμα 8

Ο σχηματισμός του ιόντος του αμμωνίου (NH_4^+)

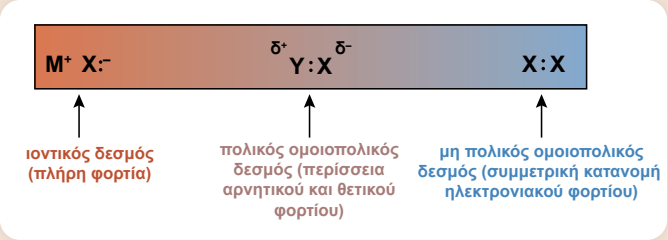
Χαρακτηριστικό παράδειγμα δεσμού συναρμογής υπάρχει στο κατιόν του αμμωνίου (NH_4^+). Στην αμμωνία, όπως είδαμε, το N έχει σχηματίσει τρεις πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς με τρία άτομα H, με αμοιβαία συνεισφορά ενός ηλεκτρονίου. Το N έχει και ένα μη δεσμικό, δηλαδή διαθέσιμο ζεύγος ηλεκτρονίων. Μπορεί να προσφέρει μονομερώς αυτό το ζεύγος σε ένα άτομο ή σε ένα ιόν που χρειάζεται ζεύγος ηλεκτρονίων για να συμπληρώσει την εξωτερική του στιβάδα και να δημιουργήσει έναν ημιπολικό ή δεσμό συναρμογής. Με μονομερή προσφορά του μη δεσμικού του ζεύγους ηλεκτρονίων σε ένα κατιόν υδρογόνου σχηματίζεται το κατιόν του αμμωνίου (NH_4^+).

Και κάτι παραπάνω…



Παρατηρήσεις

- Οι καθαρά ιοντικοί και οι καθαρά ομοιοπολικοί δεσμοί αποτελούν ακραίες περιπτώσεις δεσμών. Οι περισσότεροι δεσμοί είναι ενδιάμεσου χαρακτήρα. Οι πολωμένοι ομοιοπολικοί δεσμοί έχουν ένα ποσοστό ιοντικού χαρακτήρα το οποίο είναι τόσο μεγαλύτερο όσο πιο πολωμένος είναι ο δεσμός, δηλαδή όσο πιο μεγάλη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων του δεσμού.



- Η ύπαρξη πολωμένων ομοιοπολικών δεσμών στο μόριο μιας χημικής ένωσης δεν διασφαλίζει ότι και η ένωση είναι πολική και προσανατολίζεται μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο, διότι η πολικότητα εξαρτάται και από τη γεωμετρία του μορίου, δηλαδή τη διάταξη των δεσμών στον χώρο.

Χημικός δεσμός 1

Οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των ομοιοπολικών ενώσεων

- Είναι αέριες ή υγρές με σχετικά χαμηλό σημείο βρασμού ή στερεές με χαμηλό σημείο τήξης.
- Δομική μονάδα των ομοιοπολικών ενώσεων είναι τα μόρια.
- Οι περισσότερες δεν διαλύονται στο νερό, αλλά διαλύονται σε μη πολικούς διαλύτες, όπως η βενζίνη, το ασετόν, το νέφτι...
- Κατά κανόνα δεν είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, με εξαίρεση τα υδατικά διαλύματα ορισμένων ομοιοπολικών ενώσεων, όπως τα οξέα, η αμμωνία και οι αμίνες, τα οποία είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.

Χημικός δεσμός 2

Οι κυριότερες διαφορές ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού

	Ιοντικοί δεσμοί	Ομοιοπολικοί δεσμοί
Σχηματίζονται μεταξύ	μετάλλων και αμετάλλων.	αμετάλλων (κατά κανόνα).
Σχηματίζονται με	μετακίνηση ηλεκτρονίων από το άτομο του μετάλλου, το οποίο μετατρέπεται σε κατιόν, στο άτομο του αμετάλλου, το οποίο μετατρέπεται σε ανιόν.	αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων μεταξύ των ατόμων, τα οποία αποκτούν κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων.
Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται είναι	ηλεκτροστατικής φύσης.	ηλεκτρομαγνητικής φύσης.
Δομική τους μονάδα	δεν υφίσταται έννοια μορίου και δομική μονάδα είναι το ιόν, γιατί οι έλξεις μεταξύ των ιόντων δεν είναι εντοπισμένες, οπότε δημιουργείται ένας κρύσταλλος.	είναι το μόριο, διότι τα ηλεκτρόνια εντοπίζονται μεταξύ των ατόμων που τα συνεισφέρουν.
Οι χημικές ενώσεις	είναι στερεά, κρυσταλλικά σώματα με υψηλά σημεία τήξης.	είναι αέρια ή υγρά με χαμηλά σημεία ζέσης ή στερεά με χαμηλά σημεία τήξης (κατά κανόνα).
Διαλυτότητα	κατά κανόνα διαλύονται στο νερό.	κατά κανόνα δεν διαλύονται στο νερό και διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες.
Ηλεκτρική αγωγιμότητα των διαλυμάτων	τα τήγματα και τα υδατικά διαλύματα των ιοντικών ενώσεων είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.	κατά κανόνα οι ομοιοπολικές ενώσεις δεν σχηματίζουν αγώγιμα διαλύματα (εκτός από τα υδατικά διαλύματα των οξέων της NH_3 και των αμινών).

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

3.1.1 Εισαγωγή στον χημικό δεσμό

1. Να συμπληρώσετε τα κενά στις ακόλουθες προτάσεις με την κατάλληλη λέξη, σύμβολο ή τύπο.

α. Χημικός δεσμός είναι το σύνολο των .....που ασκούνται μεταξύ των δομικών συστατικών μίας ουσίας, που μπορεί να είναι ..... ή ..... ή ..... και οδηγούν στον σχηματισμό ..... και ..... σώματος.

β. Για να σχηματιστεί ένας χημικός δεσμός, το σύστημα που παράγεται θα πρέπει να έχει ..... ενέργεια από το ..... .

2. **α.** Τι είναι ο χημικός δεσμός και ποια είναι η αιτία που οδηγεί τα άτομα των στοιχείων στη δημιουργία χημικών δεσμών;

β. Ποια είναι τα βασικά είδη των χημικών δεσμών;

γ. Ποιες είναι οι απαραίτητες προϋποθέσεις για τη δημιουργία οποιουδήποτε χημικού δεσμού;

δ. Από ποιες παραμέτρους καθορίζεται η χημική συμπεριφορά ενός στοιχείου;

3. **α.** Ποιος είναι ο ρόλος των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας στη δημιουργία χημικών δεσμών;

β. Τι προβλέπει ο κανόνας της οκτάδας;

γ. Με ποιους τρόπους μπορεί να αποκτήσει σταθερή ηλεκτρονιακή δομή ένα άτομο στοιχείου που βρίσκεται στις ομάδες 1, 2, 13 του Περιοδικού Πίνακα;

δ. Με ποιους τρόπους μπορεί να αποκτήσει σταθερή ηλεκτρονιακή δομή ένα άτομο στοιχείου που βρίσκεται στις ομάδες 15, 16, 17 του Περιοδικού Πίνακα;

ε. Με ποιους τρόπους μπορεί να αποκτήσει σταθερή ηλεκτρονιακή δομή ένα άτομο στοιχείου που βρίσκεται στην ομάδα 14 του Περιοδικού Πίνακα;

4. **α.** Πώς επηρεάζει η ατομική ακτίνα την ικανότητα ενός ατόμου να σχηματίζει δεσμούς;

β. Πώς μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα σε μία ομάδα και πώς σε μία περίοδο στον Περιοδικό Πίνακα;

5. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

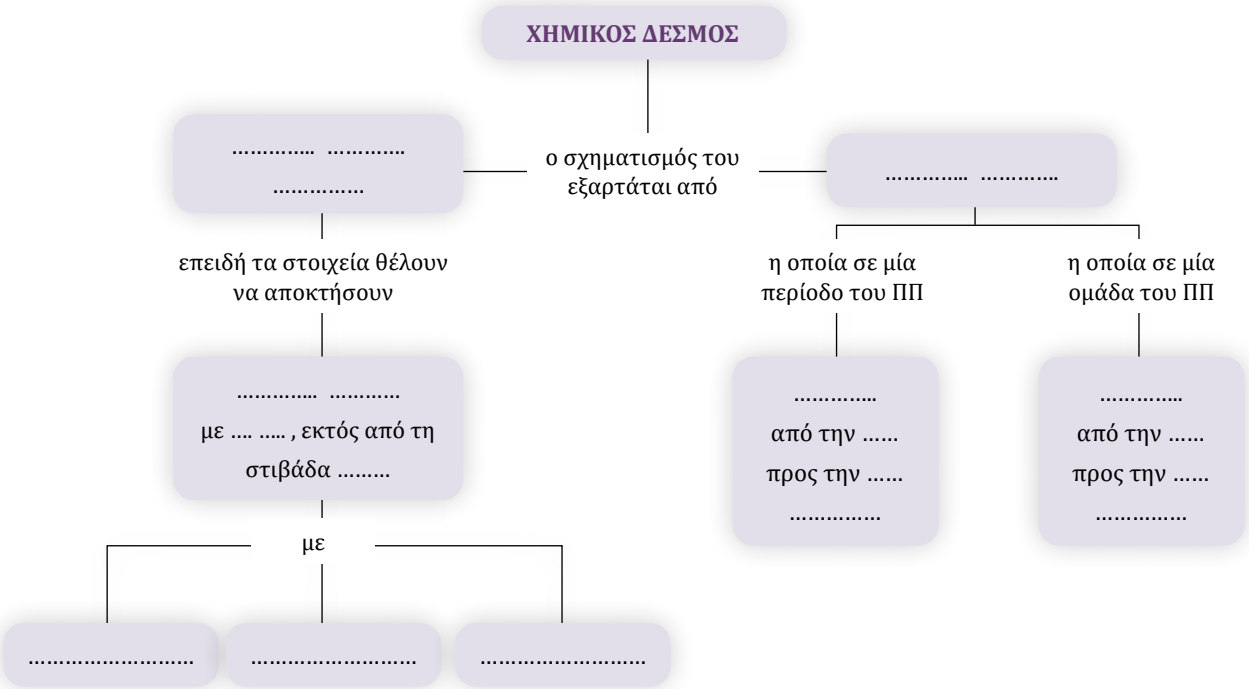
α. Όλα τα στοιχεία αποκτούν σταθερή δομή όταν έχουν 8 e στην εξωτερική στιβάδα. ☐

β. Τα στοιχεία μίας περιόδου έχουν την ίδια ατομική ακτίνα. ☐

γ. Όσο μικρότερο είναι το μέγεθος ενός ατόμου τόσο πιο εύκολα προσλαμβάνει ηλεκτρόνια. ☐

δ. Τα ευγενή αέρια είναι κατά κανόνα αδρανή. ☐

6. Να συμπληρώσετε το ακόλουθο εννοιολογικό σχήμα.



3.1.2 Ο ιοντικός δεσμός

7. Να συμπληρώσετε τα κενά στο ακόλουθο κείμενο με την κατάλληλη λέξη, σύμβολο ή τύπο.

Ο ιοντικός δεσμός σχηματίζεται με αποβολή ..... από το άτομο ενός ..... που φορτίζεται ..... και αποκτά τη σταθερή δομή του ..... αερίου της ..... περιόδου του Περιοδικού Πίνακα, και την ..... ηλεκτρονίων από το ..... ενός αμετάλλου το οποίο φορτίζεται ..... και αποκτά τη σταθερή δομή του ..... αερίου της ..... περιόδου του Περιοδικού Πίνακα. Τα αντίθετα .... έλκονται με δυνάμεις ..... προς όλες τις κατευθύνσεις και σχηματίζουν ..... της ιοντικής ένωσης. Στις ιοντικές ενώσεις δεν υφίσταται η έννοια του ..... και ο χημικός τύπος της ένωσης δείχνει την ..... των ..... στον ..... . Για παράδειγμα, το στοιχείο $_{20}$X για να αποκτήσει .... ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα .... ηλεκτρόνια και μετατρέπεται στο ιόν: ..... . Το στοιχείο $_{9}$Ψ για να αποκτήσει .... ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα ..... ηλεκτρόνια και μετατρέπεται στο ιόν: ..... . Τα δύο ιόντα έλκονται σε αναλογία ..... και σχηματίζουν τον κρύσταλλο του ..... .

8. **α.** Να περιγράψετε τις απαραίτητες προϋποθέσεις και τον τρόπο του σχηματισμού ενός ιοντικού δεσμού.

β. Μεταξύ των ατόμων των στοιχείων $_{11}$Na και $_{19}$K ποιο μπορεί να αποβάλει πιο εύκολα ένα ηλεκτρόνιο;

γ. Μεταξύ των ατόμων των στοιχείων $_{11}$Na και $_{17}$Cl ποιο μπορεί να προσλάβει πιο εύκολα ένα ηλεκτρόνιο;

δ. Μεταξύ των ατόμων των στοιχείων $_{9}$F και $_{17}$Cl ποιο μπορεί να προσλάβει πιο εύκολα ένα ηλεκτρόνιο;

ε. Να περιγράψετε τον σχηματισμό του ιοντικού δεσμού μεταξύ του στοιχείου που αποβάλλει και του στοιχείου που προσλαμβάνει πιο εύκολα ηλεκτρόνιο από τα στοιχεία των προηγούμενων ερωτήσεων.

9. **α.** Να περιγράψετε τις απαραίτητες προϋποθέσεις και τον τρόπο του σχηματισμού ενός ιοντικού δεσμού.

β. Από τα ακόλουθα στοιχεία $_{16}$S, $_{6}$C, $_{12}$Mg, $_{9}$F μεταξύ ποιων μπορεί να σχηματιστεί ιοντικός δεσμός;

γ. Να περιγράψετε τον σχηματισμό της ιοντικής ένωσης που σχηματίζει το μαγνήσιο ($_{12}$Mg) με το οξυγόνο ($_{8}$O).

δ. Να περιγράψετε τον σχηματισμό της ιοντικής ένωσης που σχηματίζει το μαγνήσιο ($_{12}$Mg) με το χλώριο ($_{17}$Cl).

10. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις οι οποίες αφορούν τη χημική ένωση K_2S ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Ο χημικός της τύπος δείχνει την αναλογία των ιόντων και όχι τον ακριβή αριθμό. ☐

β. Σε συνθήκες περιβάλλοντος είναι αέρια. ☐

γ. Σε στερεή κατάσταση είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. ☐

δ. Τα υδατικά της διαλύματα είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος. ☐

ε. Έχει χαμηλό σημείο βρασμού. ☐

στ. Είναι κρυσταλλική. ☐

11. Δίνονται τα χημικά στοιχεία $_{11}$A και $_{9}$B.

α. Να βρεθεί η θέση των A και B στον Περιοδικό Πίνακα.

β. Να προβλέψετε το είδος του χημικού δεσμού που αναπτύσσεται μεταξύ των A και B και τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης που σχηματίζεται.

γ. Να εξηγήσετε πώς εφαρμόστηκε ο κανόνας της οκτάδας σε αυτή την περίπτωση.

12. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

α. Το $_{3}Li$ έχει μικρότερη ατομική ακτίνα από το $_{19}K$ και γι' αυτό αποβάλλει πιο δύσκολα το ηλεκτρόνιο της εξωτερικής του στιβάδας. ☐

β. Το $_{9}F$ είναι το στοιχείο του Περιοδικού Πίνακα που προσλαμβάνει πιο εύκολα ηλεκτρόνιο. ☐

γ. Μεταξύ $_{17}Cl$ και $_{16}S$ είναι αδύνατο να σχηματιστεί ιοντικός δεσμός. ☐

δ. Το μέγεθος του ιόντος Mg^{2+} είναι μικρότερο από το μέγεθος του ατόμου Mg. ☐

ε. Το μέγεθος του ιόντος Cl^{-} είναι μικρότερο από το μέγεθος του ατόμου Cl. ☐

στ. Ο χημικός τύπος της ένωσης που σχηματίζεται μεταξύ του $_{11}Na$ και του $_{8}O$ είναι: Na_2O. ☐

ζ. Τα άλατα, όπως το NaCl, αποτελούνται από μόρια. ☐

η. Οι ιοντικές ενώσεις κατά κανόνα διαλύονται στο νερό και σχηματίζουν διαλύματα που άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα. ☐

Στις ερωτήσεις 13-15 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

13. Από τα επόμενα άτομα σχηματίζει σταθερό ιόν με την ίδια ηλεκτρονιακή δομή με το $_{20}Ca^{2+}$ το:

α. $_{17}Cl$ **β.** $_{12}Mg$ **γ.** $_{11}Na$ **δ.** $_{35}Br$

14. Τι από τα παρακάτω ισχύει για τη σχέση του μεγέθους των ιόντων με τα άτομα των στοιχείων $_{19}K$ και $_{17}Cl$;

α. $r_{K+}<r_K$ & $r_{Cl-}>r_{Cl}$ **β.** $r_{K+}<r_K$ & $r_{Cl-}<r_{Cl}$

γ. $r_{K+}>r_K$ & $r_{Cl-}>r_{Cl}$ **δ.** $r_{K+}>r_K$ & $r_{Cl-}<r_{Cl}$

15. Στο διπλανό σχήμα δίνεται ένα ενδεικτικό δείγμα του κρυστάλλου της ιοντικής ένωσης μεταξύ των στοιχείων Α και Β. Ο χημικός τύπος της ένωσης είναι:

α. AB **β.** A_2B **γ.** AB_2 **δ.** A_3B

3.1.3 Ο ομοιοπολικός δεσμός

16. Να συμπληρώσετε τα κενά στο ακόλουθο κείμενο με την κατάλληλη λέξη, σύμβολο ή τύπο.

Ο ομοιοπολικός δεσμός σχηματίζεται με .... ηλεκτρονίων μεταξύ ατόμων ..... ή ..... στοιχείων με στόχο να δημιουργηθούν ..... ηλεκτρονίων που ανήκουν και στα ..... άτομα του δεσμού. Στις ομοιοπολικές ενώσεις δομική μονάδα είναι το ..... και ο χημικός τύπος της ένωσης δείχνει τον ..... των ..... στο ..... . Για παράδειγμα, το στοιχείο $_{8}X$ για να αποκτήσει .... ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα ..... ηλεκτρόνια με ένα όμοιο άτομο $_{8}X$ και σχηματίζει το μόριο του .... στο οποίο υπάρχει ένας ..... ομοιοπολικός δεσμός. Ο δεσμός αυτός δεν είναι ..... γιατί τα άτομα του δεσμού είναι ..... και επομένως έχουν ίδια τιμή ηλεκτραρνητικότητας. Το στοιχείο $_{8}X$ σχηματίζει επίσης ομοιοπολική ένωση με ..... άτομα $_{1}H$ με .... 1 ηλεκτρονίου και σχηματίζεται η ομοιοπολική ένωση με τύπο ..... στην οποία υπάρχουν ..... απλοί ..... ομοιοπολικοί δεσμοί. Οι δεσμοί αυτοί είναι ..... γιατί το Χ είναι πιο ..... από το Η, με αποτέλεσμα να υπάρχει ..... κατανομή του κοινού ..... ηλεκτρονίων μεταξύ των ατόμων.

17. **α.** Να περιγράψετε τις απαραίτητες προϋποθέσεις και τον τρόπο του σχηματισμού ενός ομοιοπολικού δεσμού.

β. Μεταξύ ποιων από τα στοιχεία $_{16}S$, $_{6}C$, $_{12}Mg$, $_{1}H$, $_{8}O$ μπορεί να σχηματιστεί ομοιοπολικός δεσμός;

γ. Να περιγράψετε τον σχηματισμό της ομοιοπολικής ένωσης που σχηματίζει ο άνθρακας ($_{6}C$) με το οξυγόνο ($_{8}O$).

18. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις οι οποίες αφορούν το χημικό στοιχείο I_2 ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Ο χημικός του τύπος δείχνει τον ακριβή αριθμό ατόμων στο μόριο. ☐

β. Ο δεσμός στο μόριο του ιωδίου είναι ιοντικός. ☐

γ. Ο δεσμός στο μόριο του ιωδίου είναι πολικός ομοιοπολικός. ☐

δ. Τα υδατικά του διαλύματα είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος. ☐

ε. Το μόριο του ιωδίου έχει χαμηλότερη ενέργεια από 2 άτομα ιωδίου. ☐

19. Τρία στοιχεία Α, Β και Γ έχουν ατομικούς αριθμούς ν, ν+2 και ν+3 αντίστοιχα και το στοιχείο Β είναι το ευγενές αέριο της 3ης περιόδου του Περιοδικού Πίνακα.

α. Σε ποια περίοδο και σε ποια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα ανήκει το κάθε στοιχείο;

β. Να περιγράψετε το είδος του δεσμού που σχηματίζεται μεταξύ των στοιχείων Α και Γ, και να γράψετε τον τύπο της χημικής ένωσης που σχηματίζεται.

20. **α.** Τι ονομάζεται ηλεκτραρνητικότητα και πώς μεταβάλλεται σε μία ομάδα και σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα;

β. Να ταξινομήσετε τα στοιχεία κατά αυξανόμενη ηλεκτραρνητικότητα:

i. $_{17}Cl$, $_{35}Br$, $_{9}F$ **ii.** $_{9}F$, $_{7}N$, $_{8}O$

γ. Ο $_{6}C$ σχηματίζει με το $_{17}Cl$ και το $_{1}H$ τις χημικές ενώσεις CCl_4, $CHCl_3$, CH_3Cl. Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των ενώσεων και να εξηγήσετε αν οι δεσμοί στο μόριο των χημικών ενώσεων είναι πολικοί ή μη πολικοί. Αν είναι πολικοί, να επισημάνετε την περίσσεια και το έλλειμμα ηλεκτρονίων.

21. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

α. Τα άτομα, για να αποκτήσουν σταθερή εξωτερική δομή, έχουν δύο δυνατότητες, να προσλάβουν 1-3 e ή να αποβάλουν 1-3 e. ☐

β. Μεταξύ του $_{16}S$ και του $_{8}O$, το S είναι πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο. ☐

γ. Στο μόριο του N_2 ($_{7}N$) υπάρχει ένας τριπλός πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός. ☐

δ. Στο μόριο του H_2O ($_{1}H$, $_{8}O$) υπάρχουν 2 απλοί πολωμένοι ομοιοπολικοί δεσμοί Η-Ο. ☐

ε. Τα αλογόνα μπορούν να σχηματίσουν και ιοντικούς και ομοιοπολικούς δεσμούς. ☐

22. Να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα.

	Ιοντικός δεσμός	**Ομοιοπολικός δεσμός**
Φύση δυνάμεων		
Σχηματίζεται μεταξύ		
Τρόπος σχηματισμού		
Δομική μονάδα		
Φυσικές ιδιότητες ενώσεων		

23. Να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα.

	Χημικός τύπος	**Ηλεκτρονιακός τύπος**	**Είδος δεσμού**
$_{11}Na$ – $_{17}Cl$			

$_{11}Na$ – $_{16}S$			
$_{12}Mg$ – $_{9}F$			
$_{1}H$ – $_{9}F$			
$_{1}H$ - $_{7}N$			
$_{6}C$ – $_{8}O$			
$_{6}C$ – $_{1}H$			
$_{6}C$ – $_{17}Cl$			

24. Να αντιστοιχίσετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων της στήλης Α με το είδος του δεσμού τους στη στήλη Β.

Α	Β	Απαντήσεις
1. Br_2	**1.** Ιοντικός	Α1→Β...
2. $HClO_2$	**2.** Μη πολικός ομοιοπολικός	Α2→Β...
3. $CaBr_2$		Α3→Β...
4. K_2O	**3.** Πολικός ομοιοπολικός	Α4→Β...
5. HCl		Α5→Β...
6. N_2		Α6→Β...
7. $Mg(OH)_2$		Α7→Β...

Στις ερωτήσεις 25-29 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

25. Πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός σχηματίζεται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων:

α. μεταξύ ενός μετάλλου και ενός αμετάλλου.

β. μεταξύ των ατόμων ενός αμέταλλου στοιχείου.

γ. μεταξύ των ατόμων δύο διαφορετικών αμετάλλων.

δ. μεταξύ ενός αμετάλλου και ενός ευγενούς αερίου.

26. Ποια από τις ακόλουθες διατάξεις τοποθετεί τα άτομα των στοιχείων $_{17}Cl$, $_{53}I$, $_{35}Br$, $_{9}F$ κατά αυξανόμενη ηλεκτραρνητικότητα;

α. F<Cl<Br<I **β.** I<Br<Cl<F **γ.** I<F<Cl<Br **δ.** I<Br< F<Cl

27. Μεταξύ των ατόμων των στοιχείων $_{9}X$ και $_{12}Ψ$ σχηματίζεται η:

α. ιοντική ένωση ΧΨ **β.** ομοιοπολική ένωση ΧΨ

γ. ιοντική ένωση $ΨX_2$ **δ.** ομοιοπολική ένωση $ΨX_2$

28. Ποια από τις ακόλουθες προτάσεις που αφορά τη χημική ένωση KNO_3 είναι σωστή;

α. Μπορεί να είναι στερεή, υγρή ή αέρια σε συνθήκες περιβάλλοντος.

β. Δεν διαλύεται στο νερό, αλλά διαλύεται στους οργανικούς διαλύτες.

γ. Έχει χαμηλό σημείο τήξης.

δ. Σχηματίζει υδατικά διαλύματα που άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

29. Το στοιχείο $_{6}X$ έχει στην εξωτερική του στιβάδα:

α. 2 ζεύγη e και 2 μονήρη e **β.** 4 μονήρη e

γ. 4 μονήρη e και ένα ζεύγος e **δ.** 2 ζεύγη e

30. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

α. Το μέγεθος του ιόντος του $_{17}Cl$ είναι μεγαλύτερο από το μέγεθος του ατόμου. ☐

β. Το μέγεθος του ιόντος του $_{19}K$ είναι μεγαλύτερο από το μέγεθος του ατόμου. ☐

γ. Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων καθορίζεται από τα ηλεκτρόνια υψηλότερης ενέργειάς τους και από το μέγεθος του ατόμου τους. ☐

δ. Για να σχηματιστεί ένας ομοιοπολικός δεσμός θα πρέπει τα άτομα να απομακρυνθούν τόσο ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι απωστικές δυνάμεις πυρήνα-πυρήνα και ηλεκτρονίων-ηλεκτρονίων. ☐

ε. Το βρώμιο ($_{35}Br$) μπορεί να σχηματίσει χημικούς δεσμούς με αποβολή ή αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων. ☐

στ. Το νάτριο ($_{11}Na$) μπορεί να σχηματίσει χημικούς δεσμούς με αποβολή ή αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων. ☐

ζ. Η χημική ένωση CaO μπορεί να είναι στερεή, υγρή ή αέρια. ☐

η. Στο μόριο της χημικής ένωσης HCN υπάρχει ένας τριπλός ομοιοπολικός δεσμός μεταξύ αζώτου και άνθρακα ($_1H$, $_6C$, $_7N$). ☐

θ. Το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο βρίσκεται στο δεξί κάτω μέρος του Περιοδικού Πίνακα. ☐

31. Τα στοιχεία Χ και Ω βρίσκονται στην τρίτη περίοδο του Περιοδικού Πίνακα. Ποιες από τις ακόλουθες προτάσεις που αφορούν την ένωση η οποία θα σχηματιστεί μεταξύ του ατόμου Χ με 2 ζεύγη και 2 μονήρη ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και του ατόμου Ψ με 3 ζεύγη και 1 μονήρες ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα είναι σωστές (Σ) και ποιες λανθασμένες (Λ);

α. Σχηματίζουν την ομοιοπολική ένωση με μοριακό τύπο $X_2Ψ$. ☐

β. Σχηματίζουν την ομοιοπολική ένωση με μοριακό τύπο $Ψ_2X$. ☐

γ. Σχηματίζουν την ομοιοπολική ένωση με μοριακό τύπο $XΨ_2$. ☐

δ. Σχηματίζουν την ιοντική ένωση με μοριακό τύπο $XΨ_2$. ☐

ε. Ο δεσμός Χ-Ψ είναι πολωμένος και το Χ έχει περίσσεια αρνητικού φορτίου $δ^-$. ☐

στ. Ο δεσμός Χ-Ψ είναι πολωμένος και το Ψ έχει περίσσεια αρνητικού φορτίου $δ^-$. ☐

ζ. Ο δεσμός Χ-Ψ είναι μη πολικός. ☐

η. Το Ψ μπορεί να σχηματίσει και ιόντα με φορτίο –1. ☐

ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ …

ΚΟΥΙΖ: Κράτα με κοντά σου 1 – Ο χημικός δεσμός

ΣΤΑΥΡΟΛΕΞΟ

ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ

ΠΑΙΧΝΙΔΙ ΜΕ ΕΚΤΥΠΩΣΙΜΕΣ ΚΑΡΤΕΣ

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

3.2 Οι διαμοριακές δυνάμεις

Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

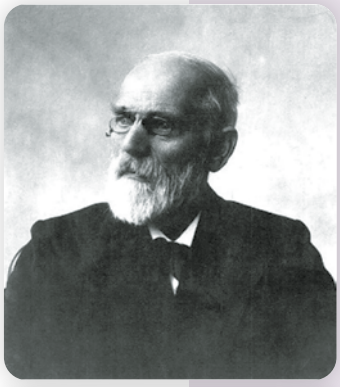
- **Να ορίζετε** τι είναι η διπολική ροπή.
- **Να χρησιμοποιείτε** τη διπολική ροπή για να περιγράφετε την πολικότητα ενός δεσμού.
- **Να αναγνωρίζετε** ότι η γεωμετρία ενός μορίου επηρεάζει τη συνολική διπολική ροπή του, με παραδείγματα το H_2O, τη NH_3, το CH_4 και το CO_2.
- **Να περιγράφετε** τις διαμοριακές δυνάμεις
  1. μεταξύ δίπολων μορίων
  2. μεταξύ ιόντος και διπόλου
  3. τους δεσμούς υδρογόνου
  4. διασποράς ή London.
- **Να συσχετίζετε** χαρακτηριστικές ιδιότητες ουσιών, όπως το σημείο βρασμού και τη διαλυτότητα ουσιών στο νερό και σε οργανικούς διαλύτες με τις διαμοριακές δυνάμεις.

Είδαμε ότι ο σχηματισμός χημικών στοιχείων και ενώσεων, είτε αυτές είναι μοριακές, δηλαδή ομοιοπολικές, είτε ιοντικές, είναι αποτέλεσμα των δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ των δομικών σωματιδίων των ουσιών και ονομάζονται ενδομοριακές δυνάμεις. Οι δυνάμεις αυτές είναι ισχυρές και σχηματίζουν σταθερά και καθορισμένα σώματα, των οποίων οι ιδιότητες καθορίζονται από το είδος των δεσμών.

Διαδραστικό βιντεοπείραμα: Επίδραση ηλεκτρικού πεδίου σε μόρια

Όταν μια πλαστική χτένα ή ένας πλαστικός χάρακας που έχει φορτιστεί με τριβή πλησιάσει μια φλέβα νερού, το νερό έλκεται από το φορτισμένο αντικείμενο και εκτρέπεται από την κατακόρυφη πορεία του. Επομένως, κάποιου είδους περίσσεια φορτίου θα έχει το ουδέτερο(!) μόριο του νερού.

Έτσι είδαμε ότι οι ιοντικές ενώσεις είναι στερεές και κρυσταλλικές, και σχηματίζουν διαλύματα που είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, γιατί περιέχουν ιόντα.
Το περίεργο είναι ότι και ορισμένες ομοιοπολικές ενώσεις σχηματίζουν διαλύματα που είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, όπως και το ότι μερικά μικρά μόρια, όπως το μόριο του νερού, έχουν πολύ ψηλότερα σημεία βρασμού από αυτά που θα περιμέναμε, ότι μια φλέβα νερού έλκεται και εκτρέπεται από την κατακόρυφη πορεία της υπό την επίδραση ενός μικρού ηλεκτρικού πεδίου και ότι ο πάγος επιπλέει(!), δηλαδή έχει μικρότερη πυκνότητα από το υγρό νερό. Επίσης, μεγάλο ενδιαφέρον έχει η μελέτη της φυσικής κατάστασης των ομοιοπολικών ενώσεων. Βλέπουμε ότι ουσίες όπως το νερό είναι σε συνθήκες περιβάλλοντος υγρά, παρότι αποτελούνται από μικρά μόρια, ενώ ουσίες με ανάλογο τύπο και μεγαλύτερα μόρια, όπως το H_2S, είναι αέρια, δηλαδή οι δυνάμεις ανάμεσα στα μόρια τους είναι αμελητέες.
Η παρατήρηση αυτών των φαινομένων μάς οδήγησε στο συμπέρασμα ότι δεν είχαμε ξεμπερδέψει με τους χημικούς δεσμούς, γιατί μπορεί να εξηγήσαμε τι συμβαίνει μέσα στο μόριο, αλλά δεν εξετάσαμε τι συμβαίνει ανάμεσα στα μόρια.
Για να αρχίσουμε να ξεμπερδεύουμε τα πράγματα, θα πρέπει να ασχοληθούμε με την πολικότητα των δεσμών αρχικά και των ομοιοπολικών ενώσεων στη συνέχεια, και πρώτα από όλα να ορίσουμε ένα μέτρο για την πολικότητα.



Johannes Diderik van der Waals, 1837-1923

Ολλανδός φυσικός ο οποίος το 1873 υπέθεσε για πρώτη φορά την ύπαρξη διαμοριακών δυνάμεων αναπτύσσοντας μια θεωρία που θα εξηγούσε τις ιδιότητες των πραγματικών αερίων. Τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 1910.

3.2.1 Η διπολική ροπή

Όλοι οι πολωμένοι δεσμοί δεν εμφανίζουν την ίδια περίσσεια αρνητικού ή θετικού φορτίου, διότι το πόσο πολύ έλκει το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων ένα άτομο προς το μέρος του εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας που έχουν τα άτομα του χημικού δεσμού. Το μέτρο της πολικότητας ενός δεσμού είναι ένα διανυσματικό μέγεθος που ονομάζεται **διπολική ροπή**.
Διπολική ροπή υπάρχει σε οποιοδήποτε σύστημα στο οποίο υπάρχει διαχωρισμός φορτίου. Μπορεί, επομένως, να υπάρχει τόσο σε ιοντικούς δεσμούς όσο και σε ομοιοπολικούς δεσμούς, διότι αναπτύσσεται λόγω της διαφοράς στην ηλεκτραρνητικότητα μεταξύ δύο χημικά συνδεδεμένων ατόμων.

Διαδραστικό βίντεο

Η **διπολική ροπή (μ)** είναι το μέτρο της πολικότητας ενός δεσμού ή ενός συστήματος. Είναι ένα διανυσματικό μέγεθος το οποίο έχει φορά από το θετικό προς το αρνητικό τμήμα του μορίου και το μέτρο της δίνεται από τον τύπο $\mu = q \cdot r$, όπου q είναι το φορτίο και r είναι η απόσταση μεταξύ των φορτίων.
Οι μονάδες μέτρησης είναι C·m (Coulomb επί μέτρο) και ονομάζονται Debye (D).
Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων ενός ομοιοπολικού δεσμού τόσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της διπολικής ροπής.

Παράδειγμα 9

Η τιμή της διπολικής ροπής του δεσμού H-Br είναι 0,827 D, ενώ του H-I είναι 0,448 D, γιατί το Br βρίσκεται στην 4η περίοδο και τη 17η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το I που βρίσκεται στην 5η περίοδο και τη 17η ομάδα του Περιοδικού Πίνακα.

Η διπολική ροπή στο μόριο του υδροχλωρίου. Τα σύμβολα δ+ και δ− αντιπροσωπεύουν τα δύο ηλεκτρικά φορτία σε έναν ομοιοπολικό δεσμό, τα οποία είναι ίσα σε μέγεθος, αλλά έχουν αντίθετα πρόσημα και οφείλονται στη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων του δεσμού. Η φορά του βέλους δείχνει την κίνηση των ηλεκτρονίων προς το πιο ηλεκτραρνητικό από τα άτομα του δεσμού.

Εφαρμογή 8

Να αντιστοιχίσετε την τιμή της διπολικής ροπής του δεσμού H-F και του δεσμού H-Cl στις τιμές 1,093 D, 0,543 D 1,827 D, αιτιολογώντας την απάντησή σας. Να λάβετε υπόψη σας και τις τιμές του παραδείγματος.

.....

.....

Απάντηση: H−F: 1,827 D, H−Cl: 1,093 D

Είναι προφανές ότι όλοι οι δεσμοί μεταξύ διαφορετικών στοιχείων, δηλαδή οι πολικοί δεσμοί, έχουν διπολική ροπή. Στη Χημεία, η διπολική ροπή συμβολίζεται με σταυρό στο θετικό κέντρο και αιχμή βέλους στο αρνητικό κέντρο. Αυτό το βέλος συμβολίζει τη μετατόπιση της πυκνότητας ηλεκτρονίων στο μόριο.

Το ερώτημα είναι αν όλα τα μόρια που έχουν πολικούς δεσμούς είναι και αυτά πολικά.

Η διπολική ροπή ενός δεσμού σε ένα πολυατομικό μόριο είναι γνωστή ως **διπολική ροπή δεσμού**, έχει μέγεθος και συγκεκριμένη κατεύθυνση, και είναι διαφορετική από τη διπολική ροπή του μορίου συνολικά, η οποία είναι το διανυσματικό άθροισμα των διπολικών ροπών όλων των δεσμών του μορίου.

Δίπολα μόρια είναι τα μόρια τα οποία εμφανίζουν διπολική ροπή και προσανατολίζονται στο ηλεκτρικό πεδίο. Η διπολική ροπή ενός μορίου οφείλεται στους πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς του και είναι το διανυσματικό άθροισμα των επιμέρους διπολικών ροπών.

Όλα τα μόρια που έχουν πολωμένους δεσμούς είναι δίπολα;

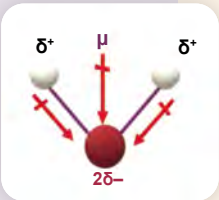
Η πολικότητα των μορίων εξαρτάται από:

1. την πολικότητα των δεσμών, η οποία εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων του δεσμού, και
2. τη γεωμετρία του μορίου.

Όλα τα μόρια των χημικών ενώσεων που έχουν έναν δεσμό, όπως το μόριο του HCl, είναι δίπολα.

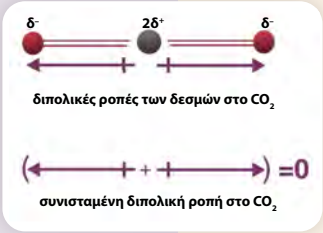
Στα υπόλοιπα μόρια η πολικότητα εξαρτάται από τη γεωμετρία του μορίου.

Παράδειγμα 10



Στο μόριο του νερού (H_2O) υπάρχουν δύο πολωμένοι απλοί ομοιοπολικοί δεσμοί O-H με περίσσεια αρνητικού φορτίου 2δ− στο άτομο O και περίσσεια δ+ στο κάθε άτομο H. Στο μόριο του H_2O οι δεσμοί βρίσκονται υπό γωνία (περίπου 109°), με αποτέλεσμα να μην αλληλοεξουδετερώνονται οι διπολικές ροπές, και μάλιστα η συνισταμένη ροπή να είναι μεγαλύτερη των επιμέρους.

Επομένως, το μόριο του νερού, εξαιτίας της γεωμετρίας του, είναι ισχυρό δίπολο.

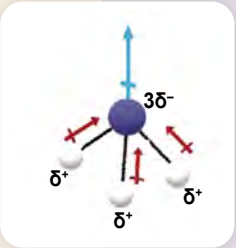


Παράδειγμα 11

Στο μόριο του CO_2 υπάρχουν δύο διπλοί πολωμένοι ομοιοπολικοί δεσμοί C=O με περίσσεια αρνητικού φορτίου δ− στο κάθε O και περίσσεια 2δ+ στον C. Το μόριο του CO_2 είναι γραμμικό, με αποτέλεσμα οι διπολικές ροπές να αλληλοεξουδετερώνονται και το μόριο να μην είναι πολικό.

Παράδειγμα 12

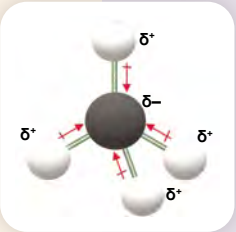
Στο μόριο της αμμωνίας (NH_3) υπάρχουν τρεις απλοί πολωμένοι ομοιοπολικοί δεσμοί N-H με περίσσεια αρνητικού φορτίου 3δ– στο N και περίσσεια δ+ στο κάθε H. Το μόριο της NH_3 έχει σχήμα τριγωνικής πυραμίδας, με αποτέλεσμα οι διπολικές ροπές να μην αλληλοεξουδετερώνονται και το μόριο να είναι πολικό.



Παράδειγμα 13

Στο μόριο του μεθανίου (CH_4) υπάρχουν τέσσερις απλοί πολωμένοι ομοιοπολικοί δεσμοί C-H με περίσσεια αρνητικού φορτίου δ+ στο κάθε H και περίσσεια 4δ– στον C.

Το μόριο του CH_4 έχει σχήμα τετραεδρικό, με αποτέλεσμα οι διπολικές ροπές να αλληλοεξουδετερώνονται και το μόριο να μην είναι πολικό.



Εφαρμογή 9

Να εξηγήσετε ποια από τα ακόλουθα μόρια είναι πολικά και ποια όχι, αιτιολογώντας την απάντησή σας, με βάση τα μόρια που έχουμε μελετήσει: AsH_3, SiF_4, H_2S, CCl_4, $_9F$, CS_2. ($_6C$, $_{33}As$, $_{16}S$, $_{14}Si$).

.....

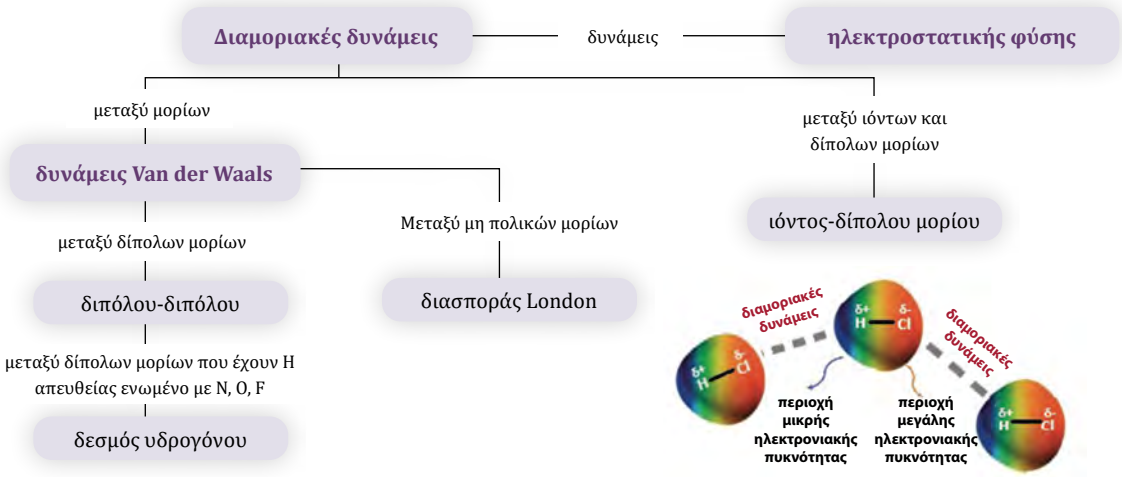
.....

Απάντηση: Πολικά: AsH_3, H_2S

3.2.2 Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων

Οι διαμοριακές δυνάμεις είναι δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης, οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ μορίων ή μορίων και ιόντων, και εξηγούν τις διαφορές στις φυσικές ιδιότητες των σωμάτων, τη φυσική κατάσταση ή τη διαλυτότητα στο νερό. Στην αέρια κατάσταση οι διαμοριακές δυνάμεις είναι εξαιρετικά ασθενείς. Οι διαμοριακές δυνάμεις είναι αξιοσημείωτες στην υγρή κατάσταση και ισχυρότερες στη στερεή κατάσταση.

Οι διαμοριακές δυνάμεις οφείλονται στη διπολική ροπή που εμφανίζουν τα μόρια των ομοιοπολικών ενώσεων. Όσο μεγαλύτερη τιμή διπολικής ροπής εμφανίζει ένα μόριο τόσο ισχυρότερες είναι οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του. Η διπολική ροπή ενός μορίου είναι ίση με το το **διανυσματικό άθροισμα των διπολικών ροπών** των επιμέρους δεσμών.



Δεσμοί Van der Waals

Στη γενική αυτή κατηγορία εντάσσονται οι ασθενείς δεσμοί ηλεκτροστατικής φύσης μεταξύ δίπολων μορίων ή διπόλου-παροδικού διπόλου ή παροδικών διπόλων (δυνάμεις διασποράς ή London).

Α. Δυνάμεις διπόλου-διπόλου

Τα δίπολα μόρια έλκονται με δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ των ετερώνυμα φορτισμένων πόλων του μορίου, διότι έτσι αποκτούν χαμηλότερη ενέργεια και μεγαλύτερη σταθερότητα.

- Όσο μεγαλύτερη είναι η διπολική ροπή των μορίων τόσο ισχυρότεροι είναι οι δεσμοί διπόλου-διπόλου.
- Η ύπαρξη δεσμών διπόλου-διπόλου μεταξύ των μορίων έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση του σημείου τήξης, του σημείου βρασμού και της διαλυτότητας του σώματος στο νερό.
- Όσο ισχυρότερες είναι οι δυνάμεις μεταξύ των δίπολων μορίων τόσο υψηλότερο είναι το σημείο βρασμού και επομένως τόσο πιο εύκολα υγροποιείται ένα αέριο σώμα ή πιο δύσκολα εξαερώνεται ένα υγρό.

Παράδειγμα 14

Στο μόριο του HCl το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων έλκεται περισσότερο από το πιο ηλεκτραρνητικό Cl, με αποτέλεσμα να αποκτά περίσσεια αρνητικού φορτίου δ–, ενώ το Η αποκτά περίσσεια θετικού φορτίου δ+. Το μόριο του HCl συμπεριφέρεται σαν ηλεκτρικό δίπολο. Τα δίπολα μόρια του υδροχλωρίου προσανατολίζονται ώστε τα ετερώνυμα φορτισμένα άκρα να έλκονται με δυνάμεις διπόλου-διπόλου.

Εφαρμογή 10

Να περιγράψετε τις δυνάμεις διπόλου-διπόλου στο μόριο του HBr.

.....

.....

Β. Δυνάμεις διασποράς ή London

Είναι σχετικά ασθενείς δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης, οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ μη πολικών μορίων ή πολικών μορίων τα οποία σε κάποια χρονική στιγμή έχουν μετατραπεί σε στιγμιαία ή παροδικά ή επαγόμενα δίπολα.

Υπάρχει περίπτωση ένα μη πολικό μόριο, στο οποίο η κατανομή των ηλεκτρονίων είναι σφαιρική, σε κάποια χρονική στιγμή να εμφανίσει μετατόπιση του ηλεκτρονιακού φορτίου, με αποτέλεσμα να μετατραπεί σε στιγμιαίο ή παροδικό δίπολο. Μεταξύ των μορίων των στιγμιαίων διπόλων αναπτύσσονται δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης, οι οποίες ονομάζονται **London ή διασποράς**.

Η διαταραχή του ηλεκτρονιακού φορτίου ενός μορίου μπορεί να είναι αποτέλεσμα της επίδρασης ενός κοντινού πολικού μορίου, οπότε σχηματίζεται **ένα επαγόμενο δίπολο**.

Η ισχύς των δυνάμεων London εξαρτάται από την πολωσιμότητα, δηλαδή την ευκολία με την οποία το ηλεκτρονιακό νέφος μπορεί να διαταραχθεί.

Όσο περισσότερα ηλεκτρόνια περιέχει ένα μόριο τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητά του να γίνεται πολικό. Η πολωσιμότητα στον Περιοδικό Πίνακα αυξάνεται από την 1η προς την 7η περίοδο μιας ομάδας και από τη 18η προς την 1η ομάδα μιας περιόδου. Αυτό συμβαίνει γιατί όσο μεγαλύτερη είναι η σχετική μοριακή μάζα τόσο περισσότερα ηλεκτρόνια έχει ένα άτομο. Όσο περισσότερα ηλεκτρόνια υπάρχουν τόσο πιο εύκολα μετατοπίζονται τα εξωτερικά ηλεκτρόνια, επειδή τα εσωτερικά ηλεκτρόνια τα «προστατεύουν» από το θετικό φορτίο του πυρήνα.

Η πολωσιμότητα εξαρτάται από:

1. **Τη σχετική μοριακή μάζα της ουσίας:** Όσο μεγαλύτερη είναι η σχετική μοριακή μάζα μιας ουσίας, δηλαδή στην πράξη όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων τόσο πιο εύκολη είναι η πόλωση του μορίου και επομένως τόσο ισχυρότερες οι δυνάμεις London.

Στοιχείο	Σημείο βρασμού
Cl_2	-34 °C
I_2	184 °C

Παράδειγμα 15

Τα μόρια των αλογόνων αποτελούνται από όμοια άτομα και δεν είναι πολικά, οπότε μεταξύ των μορίων τους αναπτύσσονται δυνάμεις διασποράς. Αν κρίνουμε από τα σημεία βρασμού, ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του I_2 με M_r = 254, γιατί πολώνεται πολύ πιο εύκολα από το μόριο του Cl_2 με M_r = 71.

Εφαρμογή 11

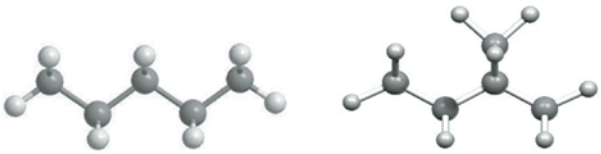
Να εξηγήσετε ποιο από τα στοιχεία Br_2 ή Cl_2 έχει το υψηλότερο σημείο βρασμού.

.....

.....

Απάντηση: Το Br_2 γιατί έχει μεγαλύτερη M_r.

2. **Τη γεωμετρία των μορίων:** Τα ευθύγραμμα μη πολωμένα μόρια εμφανίζουν ισχυρότερους δεσμούς London από τα διακλαδισμένα με ίδια σχετική μοριακή μάζα, γιατί είναι πολύ πιο εύκολη η αλληλεπίδραση μεταξύ των μορίων.



$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ — ΣΗΜΕΙΟ ΒΡΑΣΜΟΥ: 36,1 °C

$CH_3CH(CH_3)CH_2CH_3$ — ΣΗΜΕΙΟ ΒΡΑΣΜΟΥ: 27,8 °C

Παράδειγμα 16

Έτσι, το πεντάνιο ($CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$), που είναι ευθύγραμμο, εμφανίζει ισχυρότερες δυνάμεις London μεταξύ των μορίων του από το διακλαδισμένο ισομερές του μεθυλοβουτάνιο $(CH_3)_2CHCH_2CH_3$.

Εφαρμογή 12

Να εξηγήσετε ποια από τις ενώσεις $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$ ή $CH_3CH_2CH_2CH_3$ έχει το υψηλότερο σημείο βρασμού.

.....

Απάντηση: $CH_3CH_2CH_2CH_3$

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι διαταραχή του ηλεκτρονιακού φορτίου **δεν εμφανίζεται μόνο μεταξύ μη πολικών μορίων, αλλά και μεταξύ πολικών μορίων**, με αποτέλεσμα την περαιτέρω ενίσχυση των διαμοριακών δυνάμεων που εμφανίζουν.

Έτσι, μεταξύ των δίπολων μορίων HCl, HBr, HI η πολικότητα του δεσμού Η-αλογόνου ελαττώνεται από το HCl προς το HI και θα ήταν αναμενόμενο το HCl να έχει το υψηλότερο σημείο βρασμού. Τα πειραματικά δεδομένα όμως αναδεικνύουν ότι το σημείο βρασμού του HCl (-85 °C) είναι < του σημείου βρασμού του HBr (-67 °C) < το σημείο βρασμού του HI (-35 °C). Είναι λοιπόν προφανές ότι οι δυνάμεις London, οι οποίες εξαρτώνται από τη σχετική μοριακή μάζα της ουσίας, επηρεάζουν το σημείο βρασμού περισσότερο από τις δυνάμεις διπόλου-διπόλου.

Όταν τα μόρια γίνονται πολικά, τα σημεία τήξης και βρασμού αυξάνονται επειδή απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας για να σπάσουν αυτοί οι δεσμοί.

Πίνακας 3.2.1

Συσχέτιση της ισχύος των διαμοριακών δυνάμεων στα μόρια με το σημείο βρασμού

Μόριο	Συντακτικός τύπος	M_r	μ (D)	Σημείο βρασμού (0°C)
πεντάνιο	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$	72	**0,0**	36,1 °C
μεθυλοβουτάνιο	$(CH_3)_2CHCH_2CH_3$	72	**0,29**	27,8 °C
βουτάνιο	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	58	**0.00**	1 °C
αιθυλομεθυλοαιθέρας	$CH_3OCH_2CH_3$	60	**1,22**	11 °C
προπανάλη	CH_3CH_2CHO	58	**2,72**	49 °C
1-προπανόλη	$CH_3CH_2CH_2OH$	60	**1,65**	97 °C
2-προπανόλη	$CH_3CH(OH)CH_3$	60	**1,66**	82 °C

KEVLAR: Ένας πρωταθλητής αντοχής χάρη στους δεσμούς υδρογόνου...

Δεσμοί υδρογόνου

Είναι μία ειδική περίπτωση δεσμών διπόλου-διπόλου. Είναι σχετικά ισχυροί δεσμοί ηλεκτροστατικής φύσης οι οποίοι αναπτύσσονται μεταξύ δίπολων μορίων, τα οποία έχουν **Η** απευθείας ενωμένο με ένα από τα πολύ ηλεκτραρνητικά στοιχεία **N, O** ή **F**, με αποτέλεσμα ο δεσμός να είναι ισχυρά πολωμένος. Η μεγάλη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας του Η με τα τρία αυτά στοιχεία έχει ως αποτέλεσμα η διπολική ροπή του δεσμού να είναι πολύ μεγάλη και οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων ισχυρές. Μεταξύ των μορίων που έχουν Η απευθείας ενωμένο με Ν, Ο ή F αναπτύσσονται σχετικά ισχυρές ελκτικές δυνάμεις και το Η λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ του μορίου του και του πολύ ηλεκτραρνητικού στοιχείου του επόμενου μορίου.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι δεσμοί υδρογόνου αναπτύσσονται προς όλες τις κατευθύνσεις στον χώρο. Οι δεσμοί υδρογόνου συμβολίζονται με τρεις τελείες και αναπτύσσονται μεταξύ όμοιων ή και διαφορετικών μορίων.

Παράδειγμα 17

Οι δεσμοί υδρογόνου στα μόρια του HF, του H_2O και της NH_3, μπορούν να αναπαρασταθούν:

Για το HF: H-F···H-F···H-F···

Για το H_2O:

```
H–O···H-O···H–O···
  |     |     |
  H     H     H
```

Για το NH_3:

```
   H     H     H
   |     |     |
H–N···H–N···H–N···
   |     |     |
   H     H     H
```

Εφαρμογή 13

Να αναπαραστήσετε τους δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των μορίων της CH_3OH και της CH_3NH_2.

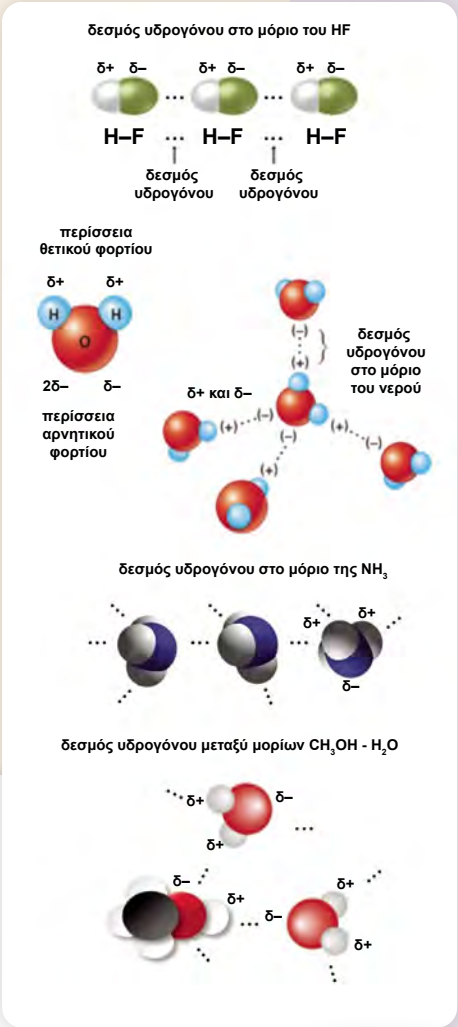
.....

.....

.....

.....

.....



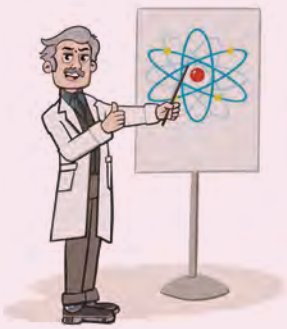
Δεσμοί υδρογόνου εμφανίζονται σε πολλά βιολογικά μόρια, όπως οι πρωτεΐνες και το DNA. Η ύπαρξη δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων μίας ένωσης επιδρά στη δομή και στις φυσικές ιδιότητες των ενώσεων. Για παράδειγμα, η ύπαρξη δεσμών υδρογόνου αυξάνει το σημείο βρασμού, αυξάνει τη διαλυτότητα στο νερό και εξηγεί τη δομή πολύπλοκων οργανικών μορίων.

Χημικοί δεσμοί και η διπλή έλικα του DNA

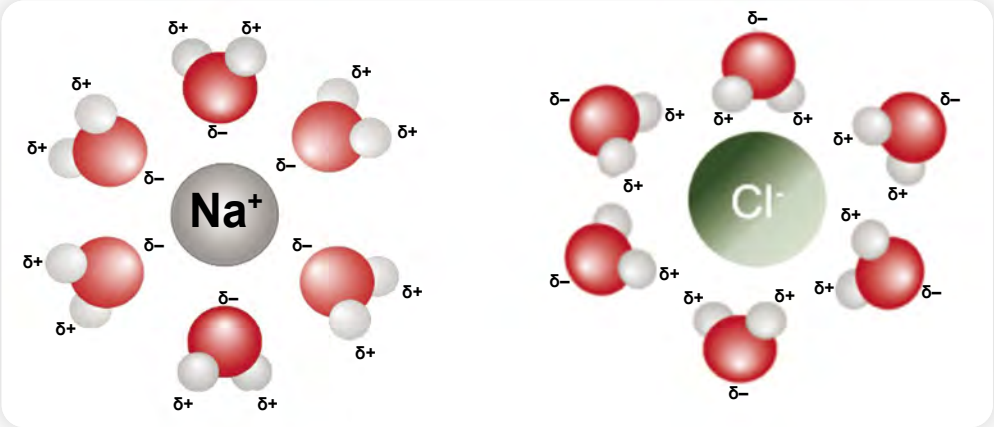
Δεσμοί διπόλων μορίων-ιόντων

Είναι σχετικά ισχυροί δεσμοί ηλεκτροστατικής φύσης, οι οποίοι αναπτύσσονται μεταξύ δίπολων μορίων ή επαγόμενων διπόλων και ιόντων συνήθως σε ιοντικά διαλύματα. Τα δίπολα μόρια προσανατολίζονται στο ηλεκτρικό πεδίο του ιόντος. Η ισχύς των δεσμών μορίων-ιόντων εξαρτάται από το φορτίο και το μέγεθος του ιόντος και τη διπολική ροπή του μορίου. Ένα θετικό ιόν έλκει το τμήμα του δίπολου μορίου που έχει περίσσεια αρνητικού φορτίου και ένα αρνητικό ιόν έλκει το τμήμα του δίπολου μορίου που έχει περίσσεια θετικού φορτίου.

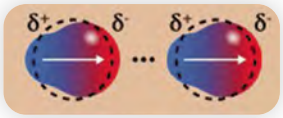
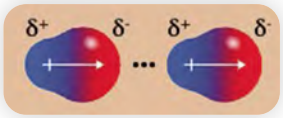
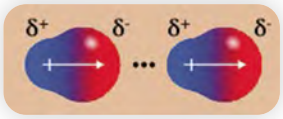
Και κάτι παραπάνω…



Απαραίτητη προϋπόθεση για τον σχηματισμό **δεσμών υδρογόνου είναι** το ηλεκτραρνητικό στοιχείο να διαθέτει ασύζευκτο ζεύγος ηλεκτρονίων.



Τα δίπολα μόρια του νερού προσανατολίζονται με το Η που έχει περίσσεια θετικού φορτίου στο ηλεκτρικό πεδίο του ανιόντος του χλωρίου. Τα δίπολα μόρια του νερού προσανατολίζονται με το Ο που έχει περίσσεια αρνητικού φορτίου στο ηλεκτρικό πεδίο του κατιόντος του νατρίου.

Είδη διαμοριακών δυνάμεων	Υπάρχουν	Αναπαράσταση
διασποράς ή London	όλα τα άτομα και τα μόρια	
διπόλου-διπόλου	πολικά μόρια	
δεσμός υδρογόνου	μόρια που έχουν Η απευθείας ενωμένο με Ν, Ο, F	
ιόντος-δίπολου μορίου	πολικά μόρια και ιόντα	

Παράδειγμα 18

Να εξηγήσετε το είδος των διαμοριακών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων των ακόλουθων χημικών ουσιών.

Ουσία	Είδος δεσμού
HCl	Το μόριο του HCl είναι πολικό, γιατί έχει έναν πολωμένο δεσμό $H^{\delta+}$-$Cl^{\delta-}$, επομένως μεταξύ των μορίων αναπτύσσονται **δεσμοί διπόλου-διπόλου** και **δυνάμεις London**.
HF	Το μόριο του HF είναι πολικό, γιατί έχει έναν πολωμένο δεσμό $H^{\delta+}$-$\mathbf{F}^{\delta-}$, επομένως μεταξύ των μορίων αναπτύσσονται ισχυροί δεσμοί **υδρογόνου** (σε υγρή κατάσταση) και **δυνάμεις London**.

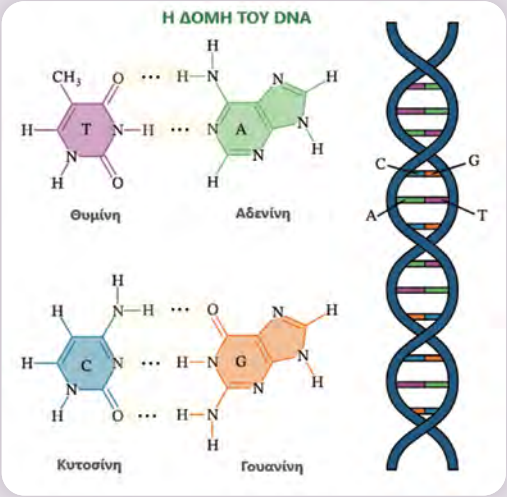
NO	Το μόριο του NO είναι πολικό, γιατί έχει έναν πολωμένο δεσμό $N^{\delta+}$-$O^{\delta-}$, επομένως μεταξύ των μορίων αναπτύσσονται **δεσμοί διπόλου-διπόλου** και **δυνάμεις London**.
CO_2	Το μόριο του CO_2 δεν είναι πολικό, γιατί, αν και έχει δύο πολωμένους δεσμούς $C^{\delta+}$-$O^{\delta-}$, είναι γραμμικό, με αποτέλεσμα οι διπολικές ροπές να αλληλοεξουδετερώνονται, επομένως μεταξύ των μορίων αναπτύσσονται δεσμοί **London** (παροδικών ή επαγόμενων διπόλων).
H_2S	Το μόριο του H_2S είναι πολικό, γιατί έχει δύο πολωμένους δεσμούς $H^{\delta+}$-$S^{\delta-}$, επομένως μεταξύ των μορίων αναπτύσσονται **δεσμοί διπόλου-διπόλου** και **δυνάμεις London**.
Na^+-H_2O	Το μόριο του νερού είναι δίπολο, επομένως έχουμε δεσμούς **ιόντος-δίπολου μορίου**.
Cl^--H_2O	Το μόριο του νερού είναι δίπολο, επομένως έχουμε δεσμούς **ιόντος-δίπολου μορίου**.

3.2.3 Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών

Η ανάπτυξη των διαμοριακών δυνάμεων επηρεάζει τις φυσικές ιδιότητες και τη στερεοχημική δομή των ουσιών. Το μέτρο της ισχύος ενός δεσμού είναι η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για τη διάσπασή τους. Όσο πιο ισχυρές είναι οι διαμοριακές δυνάμεις τόσο μεγαλύτερη είναι η επίδρασή τους, καθώς απαιτούν μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας για να διασπαστούν.

Πίνακας 3.2.2
Η σύγκριση της ισχύος των δεσμών με βάση την ενέργεια διάσπασης ενός δεσμού

	Είδος δεσμού	Ενέργεια διάσπασης (kJ/mol)
Χημικός δεσμός	ιοντικός	100-1000
	ομοιοπολικός	100-1000
Διαμοριακές δυνάμεις	διπόλου-διπόλου	0,1-10
	διασποράς	0,1-10
	υδρογόνου	10-40



Η διπλή έλικα του DNA συγκρατείται από δύο τύπους δεσμών, τους ομοιοπολικούς και τους δεσμούς υδρογόνου. Οι ομοιοπολικοί δεσμοί εμφανίζονται μέσα σε κάθε γραμμικό κλώνο και συνδέουν ισχυρά βάσεις, σάκχαρα και φωσφορικές ομάδες. Οι δεσμοί υδρογόνου εμφανίζονται μεταξύ των δύο κλώνων και συνδέουν δύο βάσεις, μία από κάθε κλώνο. Οι μεμονωμένοι δεσμοί υδρογόνου είναι αδύναμοι, αλλά στο σύνολό τους είναι αρκετά ισχυροί.

Η επίδραση των διαμοριακών δυνάμεων στη δομή πολύπλοκων οργανικών μορίων

- **Η δευτεροταγής και τριτοταγής δομή των πρωτεϊνών και η διπλή έλικα του DNA:** Η αναδίπλωση των τεράστιων μορίων των πρωτεϊνών, ώστε να αποκτήσουν δευτεροταγή και τριτοταγή δομή, κατά βάση οφείλεται σε δεσμούς υδρογόνου οι οποίοι αναπτύσσονται μεταξύ διαφορετικών σημείων του μορίου τους. Επίσης, η σύνδεση των αλυσίδων του DNA, η οποία οδηγεί στον σχηματισμό της διπλής έλικας, γίνεται με δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των αζωτούχων βάσεων.

- **Η αυξημένη μηχανική αντοχή** ορισμένων ενώσεων, όπως το νάιλον ή το Kevlar, οφείλεται στο εκτεταμένο δίκτυο δεσμών υδρογόνου, διότι απαιτείται μεγάλη ποσότητα ενέργειας για τη διάσπασή τους.

Η επίδραση των διαμοριακών δυνάμεων στις φυσικές ιδιότητες των ουσιών

1. Αύξηση του σημείου βρασμού

Η ανάπτυξη δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του σημείου βρασμού των ουσιών, διότι απαιτείται ενέργεια αρχικά για τη διάσπασή τους και στη συνέχεια για να αποκτήσουν τα μόρια την απαραίτητη κινητική ενέργεια, ώστε να περάσουν στην αέρια κατάσταση.

Teflon

Παράδειγμα 19

Να συγκριθεί το σημείο βρασμού του νερού (H_2O) με το σημείο βρασμού H_2S και του H_2Se, τα οποία έχουν όλα γωνιακό σχήμα (στην ίδια πίεση).

Το οξυγόνο (O), το θείο (S) και το σελήνιο (Se) βρίσκονται στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Πίνακα, με το οξυγόνο να έχει τον μικρότερο ατομικό αριθμό, δηλαδή τη μικρότερη A_r, και το σελήνιο να έχει τον μεγαλύτερο ατομικό αριθμό, δηλαδή τη μεγαλύτερη A_r. Γνωρίζουμε ότι η ηλεκτραρνητικότητα στον Περιοδικό Πίνακα ελαττώνεται από την 1η προς την 7η περίοδο, επομένως το O είναι το πιο ηλεκτραρνητικό στοιχείο και το Se το λιγότερο ηλεκτραρνητικό. Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις ο δεσμός H-O είναι ο πιο πολωμένος και το H_2O εμφανίζει σχετικά ισχυρούς δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των μορίων του, γιατί έχει H απευθείας ενωμένο με οξυγόνο, με αποτέλεσμα να έχει το υψηλότερο σημείο βρασμού. **Για το H_2O:**

$$\begin{array}{ccccc} \mathbf{H}\text{-}\mathbf{O}\cdots & \mathbf{H}\text{-}\mathbf{O}\cdots & \mathbf{H}\text{-}\mathbf{O}\cdots \\ | & | & | \\ \mathbf{H} & \mathbf{H} & \mathbf{H} \end{array}$$

Μεταξύ H_2S και H_2Se, το S είναι πιο ηλεκτραρνητικό, επομένως οι δυνάμεις διπόλου-διπόλου είναι ισχυρότερες, αλλά το H_2Se έχει υψηλότερη M_r, οπότε εμφανίζει ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς London, οι οποίες επηρεάζουν περισσότερο το σημείο βρασμού, με αποτέλεσμα το σημείο βρασμού του H_2Se να είναι υψηλότερο.

Επομένως: $\mathbf{σ.β_{H_2S} < σ.β_{H_2Se} < σ.β_{H_2O}}$

Εφαρμογή 14

Να συγκριθεί το σημείο βρασμού HF με το σημείο βρασμού του HCl και του HI.

.....

.....

Απάντηση: σβHCl < σβHI < σβHF

2. Αύξηση της διαλυτότητας στο νερό

Η διάλυση μιας ουσίας σε κάποιον διαλύτη υπακούει στον γενικό κανόνα: **«Τα όμοια διαλύουν τα όμοια».**

Για να μπορεί να διαλυθεί μία ουσία Α σε έναν διαλύτη Δ, θα πρέπει οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων της διαλυμένης ουσίας Α και των μορίων του διαλύτη να είναι ισχυρότερες τόσο από τις δυνάμεις μεταξύ των μορίων της Α όσο και μεταξύ των μορίων του διαλύτη Δ. Αυτό επιτυγχάνεται μεταξύ ουσιών **όμοιων ως προς την πολικότητα**. Έτσι, οι πολικοί διαλύτες, όπως το νερό και η αμμωνία, διαλύουν πολικές ουσίες ή ιοντικές ενώσεις και οι μη

πολικοί διαλύτες, όπως ο τετραχλωράνθρακας, η βενζίνη, το εξάνιο και το βενζόλιο, διαλύουν μη πολικές ουσίες, όπως οι περισσότερες οργανικές ενώσεις.

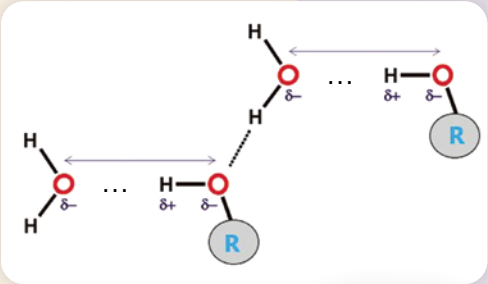
Η ανάπτυξη δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων μιας ουσίας και των μορίων του νερού έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της διαλυτότητας της ουσίας στο νερό, διότι η ισχύς των δεσμών υδρογόνου είναι μεγαλύτερη από την ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων μεταξύ των μορίων διαλύτη-διαλύτη και διαλυμένης ουσίας-διαλυμένης ουσίας.

Διαδραστικό βίντεο: Διαμοριακές δυνάμεις

Παράδειγμα 20

Να εξηγήσετε γιατί οι οργανικές αλκοόλες με τύπο ROH διαλύονται στο νερό, ενώ οι αιθέρες με τους οποίους έχουν ίδιες σχετικές μοριακές μάζες δεν διαλύονται.

Οι οργανικές αλκοόλες διαλύονται στο νερό, σε αντίθεση με τους ισομερείς τους αιθέρες με τους οποίους έχουν ίδιες σχετικές μοριακές μάζες, γιατί οι αλκοόλες (RO-H) έχουν Η απευθείας ενωμένο με Ο και σχηματίζουν δεσμούς υδρογόνου με το νερό, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Εφαρμογή 15

Να εξηγήσετε γιατί η αιθανόλη (CH_3CH_2OH) διαλύεται στο νερό, ενώ ο CH_3-O-CH_3, με τον οποίο έχει ίδια σχετική μοριακή μάζα, δεν διαλύεται.

.....

.....

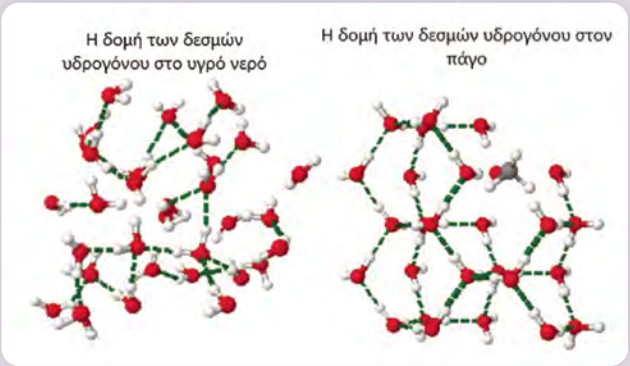
Απάντηση: δεσμοί υδρογόνου $CH_3CH_2OH-H_2O$

Διαδραστικό βίντεο: Τα όμοια διαλύουν τα όμοια

3. Η ανώμαλη διαστολή του νερού

Ο σχηματισμός δεσμών υδρογόνου στο νερό είναι ζωτικής σημασίας για τη ζωή όπως τη γνωρίζουμε. Στα περισσότερα υγρά η πήξη τους, όταν ψύχονται, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της κινητικής ενέργειας των μορίων και επομένως τη μείωση των αποστάσεών τους, με αποτέλεσμα το στερεό να έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το υγρό.

Ο πάγος όμως έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό, με αποτέλεσμα, όταν η θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή και παγώνουν τα ανώτερα τμήματα των ποταμών και των λιμνών, ο πάγος να επιπλέει και να προστατεύονται τα κατώτερα στρώματα νερού. Το φαινόμενο έχει τεράστια βιολογική σημασία, γιατί προστατεύει την υδρόβια ζωή, η οποία δεν θα διέθετε το απαιτούμενο οξυγόνο για την επιβίωσή της αν οι λίμνες και τα ποτάμια πάγωναν εξ ολοκλήρου. Η ανώμαλη διαστολή του νερού εξηγείται με βάση τη μορφή των δεσμών υδρογόνου που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του νερού στις δύο φυσικές καταστάσεις. Στην υγρή κατάσταση οι δεσμοί



Το υγρό νερό αποτελείται από μόρια που συνδέονται με βραχύβιους δεσμούς υδρογόνου, επειδή το νερό είναι ρευστό και κατά την κίνηση των μορίων οι δεσμοί υδρογόνου διασπώνται και ξαναδημιουργούνται.
Στον πάγο οι δεσμοί υδρογόνου είναι μόνιμοι, με αποτέλεσμα ένα διασυνδεδεμένο πλαίσιο μορίων με εξάγωνο σχήμα.
Ο πάγος είναι λιγότερο πυκνός από το υγρό νερό και έτσι επιπλέει.
https://www.worldofmolecules.com/3D/hydrogen-bonds-in-water-and-ice.html

υδρογόνου διατάσσονται γραμμικά, με αποτέλεσμα οι αποστάσεις μεταξύ τους να είναι μικρότερες και ο όγκος που καταλαμβάνει ορισμένη μάζα νερού να είναι μικρότερος απ' ό,τι στη στερεή κατάσταση που η διάταξή τους είναι εξαγωνική.

Παράδειγμα 21

Na_2CO_3
CCl_4
HCl
NH_3
C_8H_{18}

Να αιτιολογήσετε ποιες από τις ενώσεις του διπλανού πίνακα περιμένετε να διαλύονται πιο εύκολα (α) στον μη πολικό διαλύτη εξάνιο (C_6H_{14}), (β) στο νερό.

Γνωρίζουμε ότι τα όμοια διαλύουν τα όμοια, επομένως:

α. στον μη πολικό διαλύτη εξάνιο θα διαλύονται μη πολικές ομοιοπολικές ενώσεις, δηλαδή ο CCl_4 και το C_8H_{18}.

β. στον πολικό διαλύτη νερό θα διαλύονται πολικές ομοιοπολικές και ιοντικές ενώσεις, επομένως το Na_2CO_3, το οποίο είναι ιοντική ένωση, η NH_3 και το HCl που είναι πολικές ομοιοπολικές ενώσεις.

Εφαρμογή 16

CH_4
HF
CH_3OH
KCl

Να αιτιολογήσετε ποιες από τις ενώσεις του διπλανού πίνακα περιμένετε να διαλύονται πιο εύκολα (α) στον μη πολικό διαλύτη τετραχλωράνθρακα (CCl_4), (β) στο νερό.

.....

.....

.....

Απάντηση: Στο H_2O διαλύονται HF, CH_3OH, KCl

Παράδειγμα 22

Να διατάξετε τις ουσίες H_2O, CH_4, KBr, H_2 κατά σειρά αυξανόμενου σημείου βρασμού και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Όσο ισχυρότεροι είναι οι δεσμοί τόσο υψηλότερο είναι το σημείο βρασμού της ουσίας, γιατί απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας για τη διάσπασή τους. Υψηλότερο σημείο βρασμού έχουν οι ιοντικές ενώσεις, όπως το **KBr**, γιατί οι έλξεις μεταξύ των αντίθετα φορτισμένων ιόντων είναι πολύ ισχυρές και προς όλες τις κατευθύνσεις, και γι' αυτό είναι στερεές και κρυσταλλικές σε συνήθεις συνθήκες. Όσο ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων των ομοιοπολικών ενώσεων, τόσο υψηλότερο σημείο βρασμού έχουν. Έτσι, το H_2O έχει το υψηλότερο σημείο βρασμού από τις ομοιοπολικές ενώσεις γιατί μεταξύ των μορίων του αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου. Το H_2 και το CH_4 είναι μη πολικές ουσίες, αλλά το CH_4 έχει υψηλότερη σχετική μοριακή μάζα, δηλαδή ισχυρότερες δυνάμεις διασποράς, επομένως και υψηλότερο σημείο βρασμού.

Επομένως, η διάταξη των ουσιών κατά αυξανόμενο σημείο βρασμού είναι: $\boldsymbol{σβ_{H_2} < σβ_{CH_4} < σβ_{H_2O} < σβ_{KBr}}$

Το πανόραμα των χημικών δεσμών

Εφαρμογή 17

Να διατάξετε τις ουσίες Cl_2, NaI, F_2, NH_3 κατά σειρά αυξανόμενου σημείου βρασμού και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

Απάντηση: $F_2 < Cl_2 < NH_3 < NaI$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

3.2.1 Η διπολική ροπή

1. **α.** Να δώσετε έναν ορισμό για τον χημικό δεσμό.

β. Ποιοι χημικοί δεσμοί ονομάζονται ομοιοπολικοί και ποια είναι η δομική τους μονάδα;

γ. Πότε ένας ομοιοπολικός δεσμός χαρακτηρίζεται πολωμένος και πότε μη πολωμένος;

δ. Να χαρακτηρίσετε τους ομοιοπολικούς δεσμούς που συνδέουν τα άτομα στα ακόλουθα μόρια ως πολικούς ή μη πολικούς και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

1. H -Br	2. I- I	3. O = O	4. O = C = O

Στις ερωτήσεις 2-4 να συμπληρώσετε τα κενά με την κατάλληλη λέξη, αριθμό ή σύμβολο.

2. Οι ομοιοπολικοί δεσμοί σχηματίζονται μεταξύ ..... ή ..... ατόμων με αμοιβαία ..... ηλεκτρονίων, έτσι ώστε να σχηματίζονται ..... τα οποία ανήκουν από κοινού στα ..... του δεσμού. Όταν σχηματίζονται μεταξύ όμοιων ατόμων, το κοινό ζεύγος ..... κατανέμεται ..... μεταξύ των ατόμων και ο δεσμός είναι ....., ενώ, όταν σχηματίζονται μεταξύ διαφορετικών....., το πιο ..... από άτομα του δεσμού ..... περισσότερο προς το μέρος του το κοινό ζεύγος, με αποτέλεσμα να εμφανίζει μια μικρή περίσσεια ..... φορτίου, η οποία συμβολίζεται με ....., ενώ το δεύτερο άτομο εμφανίζει μια μικρή περίσσεια ..... φορτίου, η οποία συμβολίζεται με ..... .

Για παράδειγμα, στο μόριο του H-I το ..... έλκει περισσότερο το κοινό ζεύγος, με αποτέλεσμα το μόριο να συμπεριφέρεται ως ηλεκτρικό ..... και να προσανατολίζεται στο ....

3. Μέτρο της πολικότητας ενός μορίου είναι η ...., η οποία δίνεται από τον τύπο:..... . Στην περίπτωση που στο μόριο υπάρχουν περισσότεροι από ένας πολωμένοι ομοιοπολικοί δεσμοί, η διπολική ροπή είναι το διανυσματικό άθροισμα των διπολικών ροπών όλων των δεσμών, με αποτέλεσμα καθοριστικό ρόλο για την πολικότητα του μορίου να παίζει η ..... του. Έτσι, το μόριο του νερού (H_2O), το οποίο έχει .... δεσμούς μεταξύ ..... και ....., είναι ....., γιατί το μόριο είναι ....., ενώ το μόριο του CO_2 είναι ....., γιατί το μόριο είναι ..... και οι διπολικές ροπές ..... .

4. **α.** Τι συνέπειες έχει η ύπαρξη ενός πολωμένου ομοιοπολικού δεσμού σε ένα διατομικό μόριο της μορφής H – X;

β. Τι είναι η πολικότητα ενός μορίου, ποιο είναι το μέτρο της και από τι εξαρτάται;

γ. Είναι όλα τα μόρια τα οποία έχουν πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς πολικά; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

δ. Να χαρακτηρίσετε τα ακόλουθα μόρια ως πολικά ή μη και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

i. HBr **ii.** CO_2 **iii.** H_2O

5. Από τις ακόλουθες ενώσεις εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή διπολικής ροπής η:
α. HF **β.** HCl **γ.** HBr **δ.** HI

6. Το μεθάνιο (CH_4) είναι ένα **μη** πολικό μόριο και αυτό οφείλεται:
α. στο ότι οι χημικοί δεσμοί C-H δεν είναι πολωμένοι.
β. στη γεωμετρία του μορίου (συμμετρικό τετραεδρικό μόριο).
γ. στο ότι το μόριο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.
δ. στο γεγονός ότι η διπολική ροπή κάθε δεσμού C-H είναι ίση με το 0.

3.2.2 Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων

7. **α.** Ποιοι δεσμοί χαρακτηρίζονται ενδομοριακοί και ποιοι διαμοριακοί;
β. Πότε αναπτύσσονται διαμοριακές δυνάμεις ή δεσμοί μεταξύ μορίων;
γ. Σε ποιες βασικές κατηγορίες ταξινομούνται οι διαμοριακές δυνάμεις;

Στις ερωτήσεις 8-10 να συμπληρώσετε τα κενά με την κατάλληλη λέξη, αριθμό ή σύμβολο.

8. Διαμοριακές δυνάμεις ονομάζονται οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ …… εξαιτίας της μόνιμης ή παροδικής …… που εμφανίζουν. Η ανάπτυξη διαμοριακών δυνάμεων επηρεάζει τις …… …… των ουσιών. Για παράδειγμα, οι ουσίες που εμφανίζουν ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις έχουν υψηλότερα …… …… και αυξημένη …… στο νερό.

9. Ο δεσμός διπόλου-διπόλου αναπτύσσεται μεταξύ …… μορίων, οι δυνάμεις London μεταξύ …… ή …… δίπολων μορίων και ο δεσμός υδρογόνου μεταξύ …… μορίων που έχουν …… απευθείας ενωμένο με ένα από τα πολύ …… στοιχεία …, … ή … . Η μεγάλη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας του υδρογόνου με αυτά τα στοιχεία έχει ως αποτέλεσμα ο δεσμός να είναι ισχυρά …… και οι διαμοριακές δυνάμεις να είναι …… . Έτσι οι ουσίες που εμφανίζουν δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των μορίων τους, όπως το ……, έχουν …… σημεία βρασμού από τα αναμενόμενα.

10. Μεταξύ μη πολικών μορίων εμφανίζονται …… δυνάμεις, οι οποίες ονομάζονται …… ή ……, όταν το μόριο …… παροδικά και τα μόρια μετατρέπονται σε στιγμιαία …… Η ισχύς των δυνάμεων αυτών εξαρτάται από τη …… …… …… και το …… του μορίου. Έτσι, η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων μεταξύ των μορίων του $CH_3CH_2CH_2CH_3$ είναι …… από την ισχύ τους μεταξύ των μορίων του $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$, γιατί το …… έχει μεγαλύτερη M_r. Αντίστοιχα, η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων μεταξύ των μορίων του $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3$ είναι …… από την ισχύ τους μεταξύ των μορίων του $(CH_3)_3C\ CH_3$, γιατί στα …… μη πολωμένα μόρια υπάρχει καλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ των μορίων.

11. **α.** Μεταξύ ποιων μορίων αναπτύσσονται δεσμοί Van der Waals και σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται;
β. Να περιγράψετε τους δεσμούς μεταξύ των μορίων του HI.
γ. Να περιγράψετε τους δεσμούς μεταξύ των ατόμων του He.

12. **α.** Μεταξύ ποιων μορίων αναπτύσσονται δεσμοί London;
β. Να περιγράψετε τους δεσμούς London στο μόριο του I_2.

13. **α.** Μεταξύ ποιων μορίων αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου;

β. Να περιγράψετε τους δεσμούς υδρογόνου στο μόριο του HF.

14. Να συμπληρώσετε τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων και ιόντων της πρώτης στήλης.
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Χημική ένωση	Διαμοριακές δυνάμεις
α. H_2S-H_2S	
β. HF-H_2O	
γ. CO_2- CO_2	
δ. $CHCl_3$- $CHCl_3$	
ε. Ag^+-NH_3	
στ. ROR – ROR	
ζ. CH_3COOH- CH_3COOH	

15. Το διπλανό στιγμιότυπο είναι από ένα υδατικό διάλυμα ιωδιδίου του νατρίου (NaI).
Να αναγνωρίσετε το ιόν Χ, αιτιολογώντας την απάντησή σας.
Να αναφέρετε τα είδη των ενδομοριακών και διαμοριακών δεσμών που διακρίνετε.

16. Να αντιστοιχίσετε τις χημικές ουσίες της στήλης Α με τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων τους στη στήλη Β.

Α Χημικός τύπος	Β Είδος δύναμης	
α. HCl	**1.** Δεσμός Υδρογόνου	α...
β. NH_3	**2.** Δεσμοί London	β...
γ. CO_2	**3.** Δεσμοί διπόλου-διπόλου	γ...
δ. I_2		δ...
ε. H_2O		ε...
στ. CH_3OH		στ...

17. Να αντιστοιχίσετε τα ζεύγη των χημικών ενώσεων της στήλης Α με τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων που αναπτύσσουν στη στήλη Β.

Α Χημικός τύπος	Β Είδος δύναμης	
α. HCl - HBr	**1.** Δεσμός Υδρογόνου	α...
β. NH_3-H_2O	**2.** Δεσμοί London	β...
γ. CO_2 –CO_2	**3.** Δεσμοί διπόλου-διπόλου	γ...
δ. Fe^{2+}-H_2O	**4.** Δεσμοί διπόλων-μορίων-ιόντων	δ...
ε. HF -HF		ε...
στ. CH_3OH- H_2O		στ...

18. Να εξηγήσετε μεταξύ ποιων από τα ακόλουθα ζεύγη μορίων αναπτύσσονται οι ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις:

α. μορίων υδρογόνου η μορίων ιωδίου

β. μορίων $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$ ή μορίων $CH_3\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$

Στις ερωτήσεις 19-21 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

19. Από τις ακόλουθες ενώσεις έχει δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των μορίων της η:

α. HCl **β.** HI **γ.** NH_3 **δ.** H_2S

20. Μεταξύ HCl και HBr, το HBr έχει υψηλότερο σημείο βρασμού γιατί:

α. ο δεσμός H-Cl είναι περισσότερο πολωμένος από το δεσμό H–Br.

β. μεταξύ των μορίων του HBr αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου.

γ. η σχετική μοριακή μάζα του HBr είναι μεγαλύτερη από τη σχετική μοριακή μάζα του HCl.

δ. μεταξύ των μορίων του HBr αναπτύσσονται δεσμοί Van der Waals, ενώ μεταξύ των μορίων του HCl δεσμοί London.

21. Από τις ακόλουθες ενώσεις δεν μπορεί να σχηματιστεί δεσμός υδρογόνου μεταξύ των μορίων της ένωσης:

α. CH_3COOH **β.** CH_3CH_2OH **γ.** $CH_3CH_2NH_2$ **δ.** $(CH_3)_3N$

3.2.3 Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών

22. Να εξηγήσετε γιατί οι χημικές ενώσεις που έχουν δεσμούς υδρογόνου μεταξύ των μορίων τους έχουν αυξημένο σημείο βρασμού.

23. Στον διπλανό πίνακα δίνονται τα σημεία βρασμού μιας σειράς χημικών ουσιών.

Να εξηγήσετε τις διαφορές στα σημεία βρασμού:

α. HCl–HF

β. HF–NaF

γ. CH_4–CCl_4

δ. CH_4–CH_3OH

ε. $CH_3CH_2CH_2CH_3 - CH_3\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H-CH_3$

Τύπος	Σημείο βρασμού
HCl	188 K
HF	293 K
NaF	1970 K
CH_4	111 K
CCl_4	350 K
CH_3OH	338 K
$CH_3CH_2CH_2CH_3$	273 K
$CH_3CH(CH_3)_2$	261 K

24. Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων των ομοιοπολικών ενώσεων δεν επηρεάζουν:

α. τη σχετική μοριακή μάζα των ουσιών **β.** τη φυσική κατάσταση των ουσιών

γ. το σημείο βρασμού των ουσιών **δ.** τη διαλυτότητα των ουσιών στο νερό

25. Να αιτιολογήσετε τις ακόλουθες προτάσεις:

α. Το στοιχείο Cl_2 έχει σημείο βρασμού –34 °C, ενώ το HCl έχει σημείο βρασμού –85 °C, παρότι έχει πολωμένο δεσμό.

β. Το HBr έχει σημείο βρασμού –67 °C και διπολική ροπή 0,827 D, ενώ το HI έχει σημείο βρασμού –35 °C και διπολική ροπή 0,448 D.

γ. Παρότι ο δεσμός H-F είναι περισσότερο πολωμένος από τον δεσμό H-O, το νερό έχει πολύ υψηλότερο σημείο βρασμού από το υδροφθόριο.

δ. Παρότι η αμμωνία έχει μικρότερη σχετική μοριακή μάζα, έχει πολύ υψηλότερο σημείο βρασμού από το υδρόθειο.

ε. Κάτω από ορισμένες συνθήκες τα μονοατομικά μόρια των ευγενών αερίων μπορούν να υγροποιηθούν.

26. Να αντιστοιχίσετε την κάθε χημική ένωση της στήλης Α με το σημείο βρασμού της που αναφέρεται στη στήλη Β.

Α	Β	
α. NaCl	**1.** −67 °C	α...
β. HCl	**2.** 19 °C	β...
γ. H_2O	**3.** 1.465 °C	γ...
δ. HF	**4.** −85 °C	δ...
ε. HI	**5.** 100 °C	ε...
στ. HBr	**6.** −35 °C	στ...

27. Να αιτιολογήσετε τις ακόλουθες προτάσεις οι οποίες είναι και οι δύο σωστές.

α. Το σημείο βρασμού του υδροβρωμίου είναι χαμηλότερο από το σημείο βρασμού του υδροϊωδίου.

β. Μεταξύ της NH_3 και της PH_3 πιο εύκολα υγροποιείται η αμμωνία, ενώ μεταξύ της φωσφίνης (PH_3) και της αρσίνης (AsH_3) πιο εύκολα υγροποιείται η αρσίνη. Δίνονται οι M_r: NH_3: 17/PH_3: 34/AsH_3: 78

Στις ερωτήσεις 28-32 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

28. Η σωστή διάταξη των σημείων βρασμού των ουσιών:

Α: $CH_3CH_2CH_2CH_3$, Β: $CH_3CH_2CH_3$, Γ: CH_3CH_2OH, Δ: $(CH_3)_2CHCH_3$ είναι:

α. Σ.β(Α)<Σ.β.(Β)<Σ.Β.(Γ)<Σ.Β.(Δ) **β.** Σ.β(Β)<Σ.β.(Δ)<Σ.Β.(Α)<Σ.Β.(Γ)

γ. Σ.β(Δ)<Σ.β.(Β)<Σ.Β.(Α)<Σ.Β.(Γ) **δ.** Σ.β(Β)<Σ.β.(Α)<Σ.Β.(Δ)<Σ.Β.(Γ)

29. Ο τετραχλωράνθρακας (CCl_4) είναι εξαιρετικός διαλύτης για:

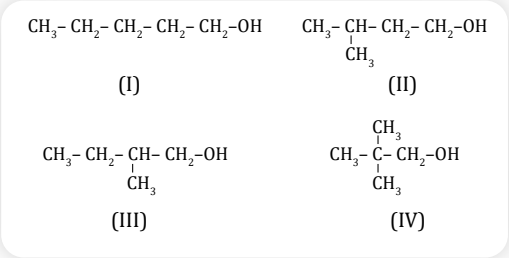
α. το HCl **β.** το NaCl **γ.** το C_6H_{14} **δ.** το H_2S

30. Δίνονται οι αλκοόλες στον διπλανό πίνακα.

Ποια από τις ενώσεις αναμένεται να έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού (στην ίδια πίεση);

α. Η (Ι) **β.** Η (ΙΙ)

γ. Η (ΙΙΙ) **δ.** Η (ΙΥ)



31. Από τα παρακάτω το μικρότερο σημείο βρασμού έχει:

α. το H_2 **β.** το NaCl **γ.** η CH_3CH_2OH **δ.** το HCl

32. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις που αναφέρονται στις αλληλεπιδράσεις μορίων είναι σωστή;

α. Οι διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων H_2 είναι δεσμοί υδρογόνου, επειδή δημιουργούνται στιγμιαία δίπολα.

β. Οι διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων H_2 είναι δεσμοί υδρογόνου, επειδή υπάρχουν μόνιμα δίπολα.

γ. Οι διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων Br_2 ανήκουν στην κατηγορία Van der Waals, επειδή δημιουργούνται στιγμιαία δίπολα.

δ. Οι διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων φωσφίνης (PH_3) είναι ισχυρότερες από τις διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων αμμωνίας (NH_3), επειδή τα μόρια της φωσφίνης έχουν μεγαλύτερη μάζα.

33. Να διατάξετε τις ακόλουθες ουσίες κατά σειρά αυξανόμενου σημείου βρασμού:

α. H_2O **β.** H_2 **γ.** NaF **δ.** CH_3CH_3 **ε.** CH_3OCH_3

34. Στις παρακάτω ερωτήσεις να συμπληρώσετε (Σ) δίπλα σε κάθε σωστή πρόταση και (Λ) δίπλα σε κάθε λανθασμένη.

α. Διαμοριακές δυνάμεις αναπτύσσονται μόνο μεταξύ δίπολων μορίων ή δίπολων μορίων και ιόντων. ☐

β. Η φυσική κατάσταση των ουσιών εξαρτάται από την ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων τους. ☐

γ. Τα άλατα είναι στερεά σε συνήθεις συνθήκες, γιατί μεταξύ των μορίων τους αναπτύσσονται ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις. ☐

δ. Οι διαμοριακές δυνάμεις είναι δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης. ☐

ε. Ο τετραχλωράνθρακας (CCl_4) είναι εξαιρετικός μη πολικός διαλύτης. ☐

στ. Το νερό διαλύει πολύ εύκολα το μεθάνιο (CH_4). ☐

35. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε πλήρως την επιλογή σας.

α. Όταν το υγρό νερό μετατρέπεται σε υδρατμούς οι διαμοριακές δυνάμεις εξασθενούν. ☐

β. Μεταξύ των μορίων του υδροϊωδίου και του ιωδίου αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου. ☐

γ. Όταν ένα μόριο χημικής ένωσης έχει πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς, τότε μεταξύ των μορίων του αναπτύσσονται δυνάμεις διπόλου-διπόλου. ☐

δ. Όσο περισσότερο ηλεκτροαρνητικό είναι ένα στοιχείο Χ τόσο πιο πολωμένος είναι ο δεσμός Η-Χ. ☐

ε. Δυνάμεις διασποράς ή London αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων όλων των στοιχείων και των χημικών ενώσεων. ☐

στ. Το εξάνιο διαλύεται στον τετραχλωράνθρακα, αλλά δεν διαλύεται στο νερό. ☐

ζ. Κάθε μόριο με πολωμένους δεσμούς είναι δίπολο. ☐

η. Από τις ουσίες HCl, NH_3, CH_4 στο βενζόλιο (C_6H_6) διαλύεται μόνο το CH_4. ☐

θ. Το H_2O είναι μία πολική ουσία, επομένως μπορεί να διαλύσει μόνο μη πολικές ουσίες. ☐

ι. Δεσμοί υδρογόνου αναπτύσσονται μόνο μεταξύ μορίων ουσιών που βρίσκονται σε υγρή κατάσταση. ☐

ια. Τα μόρια των χημικών στοιχείων, αν και δεν είναι πολικά, αναπτύσσουν μεταξύ τους διαμοριακές δυνάμεις. ☐

ιβ. Η ισχύς των δυνάμεων διπόλου-διπόλου που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων μιας ένωσης της μορφής Η-Χ αυξάνεται όταν αυξάνεται η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας Η και Χ. ☐

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ
ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 3
ΑΚΡΟΣΤΙΧΙΔΑ

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΕ ΤΙΤΛΟΥΣ

3.1 Ο χημικός δεσμός

Χημικός δεσμός ονομάζεται το σύνολο των ελκτικών δυνάμεων που ασκούνται μεταξύ των δομικών συστατικών ενός σώματος, ώστε να συγκρατούνται σε καθορισμένες αποστάσεις, και οδηγούν στον σχηματισμό ενός σταθερού και καθορισμένου σώματος.

Τα στοιχεία σχηματίζουν χημικούς δεσμούς με αποβολή, πρόσληψη ή αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων, με σκοπό να αποκτήσουν τη μέγιστη σταθερότητα, δηλαδή συμπληρωμένη την εξωτερική τους στιβάδα με 8 ηλεκτρόνια ή 2 αν είναι η στιβάδα Κ **(κανόνας της οκτάδας)**. Καθοριστικό ρόλο στη δημιουργία χημικών δεσμών έχει η **ατομική ακτίνα**, η οποία είναι το μέτρο του μεγέθους του ατόμου ή του ιόντος.

Τα βασικά είδη χημικού δεσμού είναι:

- Ο **ιοντικός (ή ετεροπολικός) δεσμός**, ο οποίος οφείλεται σε δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης και δημιουργείται με αποβολή ηλεκτρονίων από τα άτομα ενός στοιχείου και πρόσληψη των ηλεκτρονίων από τα άτομα ενός άλλου στοιχείου. Τα κατιόντα και ανιόντα που σχηματίζονται έλκονται με δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης προς όλες τις κατευθύνσεις και σχηματίζουν κρυστάλλους. Οι ιοντικές ενώσεις είναι στερεές, κρυσταλλικές, με υψηλά σημεία βρασμού και κατά κανόνα διαλύονται στο νερό και στους πολικούς διαλύτες.
- Ο **ομοιοπολικός δεσμός**, ο οποίος οφείλεται κυρίως σε δυνάμεις ηλεκτρομαγνητικής φύσης, δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων μεταξύ όμοιων ή διαφορετικών ατόμων και διακρίνεται σε μη πολικό και πολικό ή πολωμένο.
- Ο **μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός** δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων μεταξύ όμοιων ατόμων, με αποτέλεσμα το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων να κατανέμεται εξίσου μεταξύ των ατόμων του δεσμού. Ο **πολικός ομοιοπολικός δεσμός** δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων μεταξύ διαφορετικών ατόμων, με αποτέλεσμα το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων να έλκεται περισσότερο από το πιο ηλεκτραρνητικό από τα άτομα του δεσμού, το οποίο αποκτά μια περίσσεια αρνητικού φορτίου δ-, ενώ το λιγότερο ηλεκτραρνητικό αποκτά μια περίσσεια θετικού φορτίου δ+.
- Ειδική περίπτωση είναι ο **ημιπολικός ή δοτικός ομοιοπολικός δεσμός ή δεσμός συναρμογής** που σχηματίζεται με μονομερή προσφορά ζεύγους ηλεκτρονίων από ένα άτομο το οποίο διαθέτει μη δεσμικό ζεύγος προς ένα άτομο που θέλει ζεύγος. Μετά τον σχηματισμό του δεν διαφέρει από τον ομοιοπολικό δεσμό.

3.2 Οι διαμοριακές δυνάμεις

Η **διπολική ροπή** είναι το διανυσματικό μέγεθος με μέτρο $\mu = q \cdot r$, το οποίο είναι το μέτρο της πολικότητας ενός δεσμού ή ενός συστήματος. Έχει μονάδες C·m=Debye (D), όπου C είναι Coulomb και το m σημαίνει ένα μέτρο.

Δίπολα μόρια είναι τα μόρια τα οποία εμφανίζουν διπολική ροπή και προσανατολίζονται στο ηλεκτρικό πεδίο. Η διπολική ροπή ενός μορίου οφείλεται στους πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς του και είναι το διανυσματικό άθροισμα των επιμέρους διπολικών ροπών. Η πολικότητα των μορίων εξαρτάται από:

- την πολικότητα των δεσμών, η οποία εξαρτάται από τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων του δεσμού, και
- τη γεωμετρία του μορίου.

Οι **διαμοριακές δυνάμεις** είναι δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ μορίων ή μορίων και ιόντων, και εξηγούν τις διαφορές στις φυσικές ιδιότητες των σωμάτων, τη φυσική κατάσταση ή τη διαλυτότητα στο νερό σε σχέση με τις αναμενόμενες σύμφωνα με τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) τους.

Διακρίνονται σε **δεσμούς Van der Waals**, στους οποίους ανήκουν οι δεσμοί μεταξύ δίπολων μορίων ή διπόλου-παροδικού διπόλου ή παροδικών διπόλων (δυνάμεις διασποράς ή London) σε **δεσμούς υδρογόνου**, και σε **δεσμούς μορίων – ιόντων.**

Στις **δυνάμεις διπόλου-διπόλου** τα δίπολα μόρια έλκονται από δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ των ετερώνυμα φορτισμένων πόλων του μορίου, διότι έτσι αποκτούν χαμηλότερη ενέργεια και μεγαλύτερη σταθερότητα.

Οι **δυνάμεις διασποράς ή London** είναι σχετικά ασθενείς δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης, οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ μη πολικών μορίων, τα οποία σε κάποια χρονική στιγμή έχουν μετατραπεί σε στιγμιαία ή παροδικά ή επαγόμενα δίπολα. Η ισχύς τους εξαρτάται από τη **σχετική μοριακή μάζα της ουσίας** και τη **γεωμετρία των μορίων.**

Οι **δεσμοί υδρογόνου** είναι σχετικά ισχυροί δεσμοί, που αναπτύσσονται μεταξύ δίπολων μορίων, τα οποία έχουν Η απευθείας ενωμένο με ένα από τα πολύ ηλεκτραρνητικά στοιχεία Ν, Ο ή F, με αποτέλεσμα ο δεσμός να είναι ισχυρά πολωμένος.

Οι **δεσμοί μορίων-ιόντων** είναι σχετικά ισχυροί δεσμοί ηλεκτροστατικής φύσης οι οποίοι αναπτύσσονται μεταξύ δίπολων μορίων ή επαγόμενων διπόλων και ιόντων συνήθως σε ιοντικά διαλύματα.

Οι διαμοριακές δυνάμεις επηρεάζουν το σημείο βρασμού, τη διαλυτότητα και την αντοχή των ουσιών.

ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ …

1. **ΣΤΑΥΡΟΛΕΞΟ**
2. **ΚΡΥΠΤΟΛΕΞΟ**
3. **ΚΡΑΤΑ ΜΕ ΚΟΝΤΑ ΣΟΥ – 2**
4. **ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ**
5. **ΤΟ ΠΑΝΟΡΑΜΑ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΕΣΜΩΝ**

Η ΓΛΩΣΣΑ ΤΗΣ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Γενικοί στόχοι

Μετά το τέλος ενότητας θα μπορείτε:

- **Να προσδιορίζετε** τον αριθμό οξείδωσης ατόμων σε χημικές ουσίες.
- **Να εφαρμόζετε** τους κανόνες γραφής χημικών τύπων και ονοματολογίας των ανόργανων χημικών ενώσεων.

Έννοιες κλειδιά

Μονοατομικά ιόντα

Πολυατομικά ιόντα

Αριθμός οξείδωσης

Χημικός τύπος

Οξέα

Βάσεις

Άλατα

Οξείδια

Κανόνες ονοματολογίας

Παρατηρήσεις

Παρατηρήστε προσεκτικά την εικόνα και εντοπίστε τις διαφορές και τις ομοιότητες.

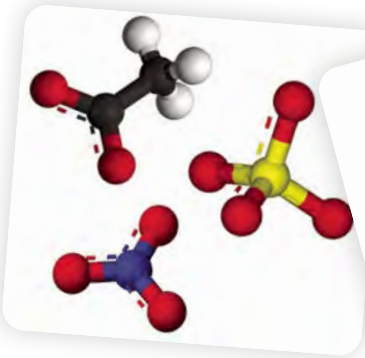
Σκεφτείτε:

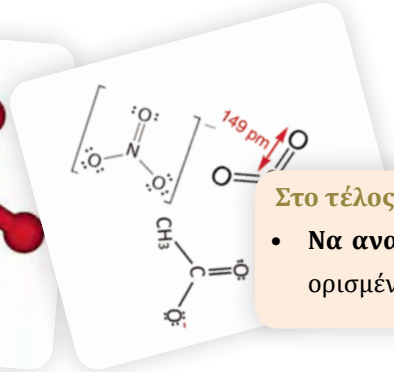
- τη σημασία της επικοινωνίας μεταξύ των επιστημόνων
- την ανάγκη ύπαρξης κοινού κώδικα επικοινωνίας
- την αξία της χρήσης κοινών συμβόλων και συμβολικής γλώσσας.

Ερωτήματα και προβληματισμοί

- Για ποιον λόγο ορίστηκε η έννοια του αριθμού οξείδωσης;
- Γιατί είναι απαραίτητο να υπάρχουν ενιαίοι κανόνες για τη γραφή και την ονοματολογία των χημικών ενώσεων;

4.1 Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα





Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να αναφέρετε** τα ονόματα, το φορτίο και τον τύπο ορισμένων μονοατομικών και πολυατομικών ιόντων.

Τύποι και ονοματολογία των κυριότερων μονοατομικών ιόντων

Τα μονοατομικά ιόντα είναι φορτισμένα σωματίδια τα οποία προκύπτουν από τα άτομα με αποβολή ή πρόσληψη ηλεκτρονίων. Τα θετικά φορτισμένα ιόντα, τα οποία προκύπτουν με αποβολή ηλεκτρονίων από τα άτομα, ονομάζονται **κατιόντα**. Τα αρνητικά φορτισμένα ιόντα, τα οποία προκύπτουν με πρόσληψη ηλεκτρονίων από τα άτομα, ονομάζονται **ανιόντα**.

Στους ακόλουθους πίνακες παρουσιάζονται ορισμένα συνήθη μονοατομικά ιόντα.

Πίνακας 4.1.1 Μονοατομικά αρνητικά ιόντα (ανιόντα)

Τύπος ιόντος	Όνομα	Φορτίο ιόντος	Τύπος ιόντος	Όνομα	Φορτίο ιόντος	Τύπος ιόντος	Όνομα	Φορτίο ιόντος
Cl^-	χλωρίδιο	-1	O^{2-}	οξείδιο	-2	P^{3-}	φωσφίδιο	-3
Br^-	βρωμίδιο	-1	S^{2-}	σουλφίδιο	-2	N^{3-}	νιτρίδιο	-3
I^-	ιωδίδιο	-1						
F^-	φθορίδιο	-1						
H^-	υδρίδιο	-1						

Το όνομα των μονοατομικών ανιόντων προκύπτει από το όνομα του χημικού στοιχείου με την κατάληξη **-ίδιο.** Για παράδειγμα, το όνομα του ιόντος του χλωρίου είναι **χλωρίδιο**, του ιόντος του θείου είναι **σουλφίδιο** και του ιόντος του οξυγόνου είναι **οξείδιο**. Στην περίπτωση των ιόντων θείου και αζώτου χρησιμοποιείται η ρίζα του λατινικού ονόματος, sulfur και nitrogen, αντίστοιχα.

Πίνακας 4.1.2 Μονοατομικά θετικά ιόντα (κατιόντα)

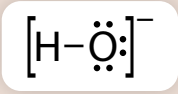
Τύπος ιόντος	Όνομα	Φορτίο ιόντος	Τύπος ιόντος	Όνομα	Φορτίο ιόντος	Τύπος ιόντος	Όνομα	Φορτίο ιόντος
H^+	υδρογόνο	+1	Mg^{2+}	μαγνήσιο	+2	Al^{3+}	αργίλιο	+3
Na^+	νάτριο	+1	Fe^{2+}	σίδηρος (II)	+2	Fe^{3+}	σίδηρος (III)	+3
K^+	κάλιο	+1	Ca^{2+}	ασβέστιο	+2			
Ag^+	άργυρος	+1	Ba^{2+}	βάριο	+2			
Cu^+	χαλκός (I)	+1	Cu^{2+}	χαλκός (II)	+2			
			Zn^{2+}	ψευδάργυρος	+2			

Το όνομα των μονοατομικών κατιόντων είναι ίδιο με το όνομα του αντίστοιχου στοιχείου.

Για παράδειγμα, το Ag^+ ονομάζεται ιόν αργύρου. Στην περίπτωση των στοιχείων που μπορούν να σχηματίσουν ιόντα με περισσότερα από ένα φορτία, όπως ο σίδηρος και ο χαλκός, αμέσως μετά το όνομα του ιόντος δηλώνεται το φορτίο με έναν λατινικό αριθμό σε παρένθεση.

Για παράδειγμα, στην περίπτωση του σιδήρου, το ιόν Fe^{2+} ονομάζεται σίδηρος (II) και το ιόν Fe^{3+} ονομάζεται σίδηρος (III).

Τύποι και ονοματολογία των κυριότερων πολυατομικών ιόντων



Τα πολυατομικά ιόντα είναι φορτισμένα συγκροτήματα που αποτελούνται από περισσότερα από ένα διαφορετικά στοιχεία. Είναι φορτισμένα, γιατί ο συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων του συγκροτήματος είναι διαφορετικός από τον συνολικό αριθμό πρωτονίων του, αλλά το φορτίο δεν ανήκει σε ένα συγκεκριμένο άτομο, αλλά στο συγκρότημα.

Ας μελετήσουμε το ιόν του υδροξειδίου. Το Η και το Ο συνδέονται με έναν απλό ομοιοπολικό δεσμό, δηλαδή μοιράζονται ένα ζεύγος ηλεκτρονίων. Το οξυγόνο έχει ακόμη 3 μη δεσμικά ζεύγη. Όμως το $_1H$ είχε 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα και το $_8O$ είχε 6 ηλεκτρόνια στη δική του εξωτερική στιβάδα, δηλαδή συνολικά 7 ηλεκτρόνια. Επομένως, στο ιόν του υδροξειδίου υπάρχει 1 επιπλέον ηλεκτρόνιο και γι' αυτό έχει αρνητικό φορτίο -1.

Τροφή για σκέψη: Πόσα συνολικά πρωτόνια (p) και πόσα συνολικά ηλεκτρόνια (e) υπάρχουν σε ένα ανιόν υδροξειδίου;

Απάντηση: Υπάρχουν συνολικά 9 πρωτόνια (1+8), αλλά 10 ηλεκτρόνια.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένα πολυατομικά ιόντα.
Προσέξτε ότι υπάρχει μόνο ένα πολυατομικό κατιόν, το ιόν του αμμωνίου.

Πίνακας 4.1.3 Πολυατομικά ιόντα

Τύπος ιόντος	Όνομα	Φορτίο ιόντος	Τύπος ιόντος	Όνομα	Φορτίο ιόντος
NH_4^+	αμμώνιο	+1	CO_3^{2-}	ανθρακικό	-2
OH^-	υδροξείδιο	-1	SO_4^{2-}	θειικό	-2
CN^-	κυανίδιο	-1	$Cr_2O_7^{2-}$	διχρωμικό	-2
NO_3^-	νιτρικό	-1	PO_4^{3-}	φωσφορικό	-3
NO_2^-	νιτρώδες	-1			
HCO_3^-	υδρογονοανθρακικό *	-1			
HSO_4^-	υδρογονοθειικό *	-1			
MnO_4^-	υπερμαγγανικό	-1			

* Τα αρνητικά πολυατομικά ιόντα που περιέχουν Η χαρακτηρίζονται όξινα ιόντα. Θεωρητικά, τα όξινα ιόντα θα μπορούσαν να προκύψουν από τα πολυατομικά ιόντα με φορτίο -2, -3… με προσθήκη ιόντος H^+. Για κάθε H^+ που προστίθεται το αρνητικό φορτίο του πολυατομικού ιόντος ελαττώνεται κατά 1.

Για παράδειγμα, το ανθρακικό ιόν (CO_3^{2-}) έχει φορτίο -2, ενώ το υδρογονοανθρακικό ιόν (HCO_3^-) έχει φορτίο -1, γιατί έχει ένα H^+ επιπλέον.

4.2 Ο αριθμός οξείδωσης

Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να διατυπώνετε** τον ορισμό του **αριθμού οξείδωσης (ΑΟ)**.
- **Να εφαρμόζετε** τους κανόνες υπολογισμού του ΑΟ ενός ατόμου σε μια χημική ουσία.

Αριθμός οξείδωσης και κανόνες για τον υπολογισμό του

Παρατήρηση: Ο αριθμός οξείδωσης είναι μία έννοια η οποία χρησιμοποιείται για τη γραφή των χημικών τύπων και την ταξινόμηση των χημικών αντιδράσεων. Υπάρχουν πολλά χημικά στοιχεία τα οποία εμφανίζουν περισσότερους από έναν αριθμούς οξείδωσης.

Ο αριθμός οξείδωσης είναι μία έννοια που ορίστηκε για να διευκολύνει τη γραφή των χημικών τύπων και την εξήγηση των φαινομένων της οξείδωσης και της αναγωγής. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο αριθμός οξείδωσης είναι ο συνολικός αριθμός ηλεκτρονίων που ένα άτομο είτε κερδίζει είτε χάνει προκειμένου να σχηματίσει χημικό δεσμό με ένα άλλο άτομο. Με δεδομένο όμως ότι τα στοιχεία δεν σχηματίζουν χημικούς δεσμούς μόνο με αποβολή και πρόσληψη ηλεκτρονίων, αλλά και με αμοιβαία συνεισφορά, ο ορισμός του αριθμού οξείδωσης θα πρέπει να εξειδικευτεί.

Αριθμός οξείδωσης:

α. **για τις ιοντικές ενώσεις** ονομάζεται το πραγματικό ηλεκτρικό φορτίο του ιόντος στην ένωση

β. **για τις ομοιοπολικές ενώσεις** ονομάζεται το φαινομενικό ηλεκτρικό φορτίο που θα αποκτούσε το κάθε άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων είχαν καταχωριστεί εξ ολοκλήρου στο πιο ηλεκτραρνητικό από τα άτομα του δεσμού.

Παράδειγμα 1

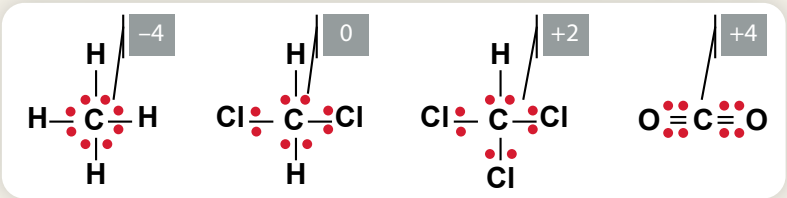
Η ιοντική ένωση NaCl σχηματίζεται όταν τα άτομα του Na αποβάλλουν το ηλεκτρόνιο της εξωτερικής στιβάδας και μετατρέπονται σε κατιόντα Na^+ με φορτίο +1 και τα άτομα του Cl προσλαμβάνουν ένα ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα και μετατρέπονται σε ανιόντα Cl^- με φορτίο -1. Τα ιόντα Na^+και Cl^- έλκονται σε αναλογία 1/1 και σχηματίζουν τον κρύσταλλο του NaCl, στον οποίο ο αριθμός οξείδωσης του ιόντος Na^+ είναι +1 και του ιόντος Cl^- είναι -1, δηλαδή ίσος με το πραγματικό φορτίο του κάθε ιόντος.

Παράδειγμα 2

Η ομοιοπολική ένωση HCl σχηματίζεται με αμοιβαία συνεισφορά 1 ηλεκτρονίου από κάθε άτομο. Το χλώριο είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το υδρογόνο και αν θεωρηθεί ότι το κοινό ζεύγος του ανήκει θα έχει 1 ηλεκτρόνιο περισσότερο από τα πρωτόνιά του, οπότε ο αριθμός οξείδωσης του H είναι +1 και του Cl είναι -1.

Παράδειγμα 3

ΑΡΙΘΜΟΙ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ



Αριθμοί οξείδωσης του άνθρακα σε διάφορες ενώσεις

Ο C έχει δομή K(2)-L(4), δηλαδή έχει 4 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, τα οποία συνεσφέρει για τον σχηματισμό ομοιοπολικών δεσμών.
Μεταξύ C και H, ο C είναι πιο ηλεκτραρνητικός και τα κοινά ζεύγη θεωρητικά καταχωρίζονται σε αυτόν, οπότε στην ένωση CH_4 ο αριθμός οξείδωσης του άνθρακα είναι -4, γιατί φαίνεται να έχει 4 επιπλέον ηλεκτρόνια και ο αριθμός οξείδωσης κάθε υδρογόνου είναι +1, γιατί φαίνεται να έχει χάσει το ηλεκτρόνιο της εξωτερικής του στιβάδας.

Μεταξύ C και CI, το CI είναι πιο ηλεκτραρνητικό και τα κοινά ζεύγη θεωρητικά καταχωρίζονται σε αυτό, οπότε στην ένωση CH_2CI_2 ο αριθμός οξείδωσης του άνθρακα είναι 0, γιατί φαίνεται να έχει 4 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα, ο αριθμός οξείδωσης κάθε υδρογόνου είναι +1, γιατί φαίνεται να έχει χάσει το ηλεκτρόνιο της εξωτερικής του στιβάδας, και ο αριθμός οξείδωσης του κάθε CI είναι -1, γιατί φαίνεται να έχει πάρει ένα επιπλέον ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα. Στην ένωση χλωροφόρμιο ($CHCl_3$), ο αριθμός οξείδωσης του άνθρακα είναι +2, γιατί φαίνεται να έχει χάσει 2 ηλεκτρόνια.

Μεταξύ C και O, το O είναι πιο ηλεκτραρνητικό και τα κοινά ζεύγη θεωρητικά καταχωρίζονται σε αυτό, οπότε στην ένωση CO_2 ο αριθμός οξείδωσης του άνθρακα είναι +4, γιατί φαίνεται να έχει αποβάλει 4 ηλεκτρόνια από την εξωτερική στιβάδα και ο αριθμός οξείδωσης κάθε οξυγόνου είναι -2, γιατί φαίνεται να έχει προσλάβει 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα.

Εφαρμογή 1

Δίνονται τα στοιχεία $_{6}C$, $_{1}H$, $_{8}O$, $_{17}Cl$, $_{12}Mg$.

Να βρείτε τον αριθμό οξείδωσης κάθε στοιχείου στις επόμενες χημικές ενώσεις:

Στην ιοντική ένωση $MgCl_2$: .....

.....

Στην ομοιοπολική ένωση CH_3Cl: .....

.....

.....

Ανάστροφη

Για το $MgCl_2$: Το Mg έχει δομή K(2)-L(8)-M(2) και αποβάλλει 2 e και αποκτά φορτίο +2. Επομένως, έχει Α.Ο. +2. Το Cl έχει δομή K(2)-L(8)-M(7), προσλαμβάνει 1 e και αποκτά φορτίο -1. Επομένως, έχει Α.Ο. -1.

Για το CH_3Cl: Ο C έχει δομή K(2)-L(4) και το Cl έχει δομή K(2)-L(8)-M(7). Μεταξύ C, H ο C είναι πιο ηλεκτραρνητικός και τα κοινά ζεύγη καταχωρίζονται σε αυτόν, ενώ μεταξύ C και Cl καταχωρίζονται στο Cl. Επομένως, ο C φαίνεται να έχει 6 e στην εξωτερική στιβάδα, δηλαδή 2 περισσότερα από τα e της εξωτερικής στιβάδας του, και επομένως έχει φαινομενικό φορτίο -2, το H έχει χάσει το e της εξωτερικής στιβάδας και επομένως έχει φαινομενικό φορτίο +1 και το Cl φαίνεται να έχει 8 e στην εξωτερική στιβάδα, δηλαδή 1 περισσότερο από τα e της εξωτερικής στιβάδας του, και επομένως έχει φαινομενικό φορτίο -1.

Κανόνες για τον υπολογισμό του αριθμού οξείδωσης

1. Ο αριθμός οξείδωσης των στοιχείων σε ελεύθερη κατάσταση είναι μηδέν.
2. Το αλγεβρικό άθροισμα των αριθμών οξείδωσης όλων των ατόμων ή ιόντων που αποτελούν κάθε χημική ένωση είναι ίσο με το μηδέν.
3. Το αλγεβρικό άθροισμα των αριθμών οξείδωσης όλων των ατόμων που αποτελούν κάθε πολυατομικό ιόν είναι ίσο με το φορτίο του ιόντος.
4. Ο αριθμός οξείδωσης:

α. του υδρογόνου (H)	Είναι +1, εκτός από τα υδρίδια, δηλαδή τις ενώσεις του με μέταλλα στα οποία είναι -1.
β. του οξυγόνου (O)	Είναι -2, εκτός από τα υπεροξείδια (έχουν την υπεροξειδική ομάδα O-O) που είναι -1 και την ένωσή του με F (OF_2) που είναι +2.
γ. του φθορίου (F)	Είναι -1.
δ. των αλκαλίων (Li, Na, K...) και του αργύρου Ag	Είναι +1.
ε. των αλκαλικών γαιών (Mg, Ca, Sr, Ba...) και του ψευδαργύρου Zn	Είναι +2.
στ. του αργιλίου ή αλουμινίου Al	Είναι +3.
ζ. των αλογόνων Cl, Br, I	Είναι -1, και στις ομοιοπολικές ενώσεις παίρνει και τιμές +1, +3, +5, +7.

Παράδειγμα 4

Για την εύρεση του αριθμού οξείδωσης (ΑΟ) σε μία χημική ένωση ή ένα ιόν ενός στοιχείου που έχει περισσότερους από έναν αριθμούς οξείδωσης εφαρμόζουμε τους κανόνες υπολογισμού:

α. Για τον υπολογισμό του αριθμού οξείδωσης του χρωμίου (Cr) στο διχρωμικό κάλιο ($K_2Cr_2O_7$):
Κάθε K, το οποίο είναι αλκάλιο έχει Α.Ο. +1, και κάθε O έχει Α.Ο. -2.

$K_2Cr_2O_7$
2(+1)+2χ+7(-2)=0
Επομένως: χ=+6

β. Για τον υπολογισμό του αριθμού οξείδωσης του αζώτου (N) στο νιτρικό ιόν (NO_3^-):

NO_3^-
x+3(-2)=-1
Επομένως: χ=+5

Εφαρμογή 2

Να υπολογιστεί ο αριθμός οξείδωσης του θείου (S) στις ακόλουθες ενώσεις και ιόντα: CaS, S, H_2S, SO_2, H_2SO_4, $S_2O_3^{2-}$.

Για το CaS: ..... Για το S: .....

Για το H_2S: ..... Για το SO_2: .....

Για το H_2SO_4: ..... Για το $S_2O_3^{2-}$: .....

Απάντηση

Για το CaS: 1(+2)+x=0 και x=-2

Για το S: Το στοιχείο σε ελεύθερη κατάσταση έχει αριθμό οξείδωσης 0

Για το H_2S: 2(+1)+ψ=0 και ψ=-2

Για το SO_2: ζ+2(-2)=0 και ζ=+4

Για το H_2SO_4: 2(+1)+ω+4(-2)=0 και ω=+6

Για το $S_2O_3^{2-}$: 2κ+3(-2)=-2 και κ=+2

Παρατηρούμε ότι το θείο μπορεί να εμφανίσει σε διαφορετικά συγκροτήματα διαφορετικούς αριθμούς οξείδωσης από το -2 έως και το +6.

4.2.1. Αριθμοί οξείδωσης ορισμένων στοιχείων			
Μέταλλα	**Αριθμός οξείδωσης**	**Αμέταλλα**	**Αριθμός οξείδωσης**
Na, K, Ag	+1	H	+1 (εκτός από τα υδρίδια: -1)
Mg, Ca, Ba, Zn	+2	F	-1
Al, Au	+3	Cl, Br, I	-1 (+1,+3,+5,+7)
Cu, Hg	+2, +1	O	-2 (εκτός από τα υπεροξείδια: -1 και την OF_2: +2)
Fe, Co, Ni	+2, +3	S	-2 (+4, +6)
Cr	+3, +6	N, P	-3 (+3, +5)
Pb, Sn, Pt	+2, +4	C, Si	-4 έως και +4
Mn	+2, +4,+7		

* Σε παρένθεση είναι οι Α.Ο. σε ομοιοπολικές ενώσεις.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

4.1.-4.2. Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα – Ο αριθμός οξείδωσης

1. Να συμπληρώσετε τα κενά στον ακόλουθο πίνακα ιόντων.

Μονοατομικά αρνητικά ιόντα					
Τύπος ιόντος	**Ονοματολογία**	**Φορτίο ιόντος**	**Τύπος ιόντος**	**Ονοματολογία**	**Φορτίο ιόντος**
	χλωρίδιο	**-1**	**O^{2-}**		
Br^-				σουλφίδιο	**-2**
	ιωδίδιο	**-1**	**N^{3-}**		
F^-			**P^{3-}**		**-3**
	υδρίδιο	**-1**			
Μονοατομικά θετικά ιόντα					
	υδρογόνο	**+1**	**Al^{3+}**		
Ca^{2+}				σίδηρος (ΙΙ)	
	κάλιο	**+1**	**Fe^{3+}**		**+3**

Zn^{2+}				χαλκός (I)	
	μαγνήσιο	**+2**	**Cu^{2+}**		
Πολυατομικά ιόντα					
Τύπος ιόντος	**Ονοματολογία**	**Φορτίο ιόντος**	**Τύπος ιόντος**	**Ονοματολογία**	**Φορτίο ιόντος**
NH_4^+			**CO_3^{2-}**		
	υδροξείδιο	**-1**		υδρογονοανθρακικό	**-1**
CN^-			**SO_4^{2-}**		
	νιτρικό	**-1**		φωσφορικό	**-3**

2. Να αντιστοιχίσετε τα ιόντα της στήλης Α με τις ονομασίες της στήλης Β.

Α: τύπος	**Β: όνομα**	**Α: τύπος**	**Β: όνομα**	**Απαντήσεις**	
1. NO_3^-	**1.** νιτρώδες	**5.** O^{2-}	**5.** βρωμίδιο	Α1→Β...	Α5→Β...
2. NO_2^-	**2.** σουλφίδιο	**6.** Br^-	**6.** φωσφορικό	Α2→Β...	Α6→Β...
3. CO_3^{2-}	**3.** θειικό	**7.** SO_4^{2-}	**7.** οξείδιο	Α3→Β...	Α7→Β...
4. PO_4^{3-}	**4.** νιτρικό	**8.** S^{2-}	**8.** ανθρακικό	Α4→Β...	Α8→Β...

3. Να συμπληρώσετε τα κενά στο ακόλουθο κείμενο με την κατάλληλη λέξη, αριθμό ή τύπο.

Ο αριθμός οξείδωσης στις ιοντικές ενώσεις είναι το .... του ..... στη χημική ένωση. Ο αριθμός οξείδωσης στις ομοιοπολικές ενώσεις είναι το .... που θα αποκτούσε το στοιχείο αν τα ..... ζεύγη ..... καταχωριστούν στο πιο ..... από τα άτομα του ..... . Ορισμένα στοιχεία έχουν σταθερό αριθμό οξείδωσης, όπως τα αλκάλια που έχουν αριθμό οξείδωσης ..... και το οξυγόνο που κατά κανόνα έχει αριθμό οξείδωσης ..... . Για τον υπολογισμό του αριθμού οξείδωσης των στοιχείων που έχουν πολλούς αριθμούς οξείδωσης εφαρμόζουμε κανόνες. Το άθροισμα των αριθμών οξείδωσης όλων των στοιχείων που αποτελούν το μόριο της ένωσης είναι ίσο με ..... . Για παράδειγμα, ο αριθμός οξείδωσης του ιωδίου στο HIO_3 είναι ίσος με ..... .

4. **α.** Τι είναι ο αριθμός οξείδωσης και ποιος είναι ο βασικός λόγος για την υιοθέτησή του από την επιστημονική κοινότητα;

β. Ποιος είναι ο ρόλος του αριθμού οξείδωσης για τη σωστή γραφή του χημικού τύπου μίας χημικής ένωσης;

γ. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του ιωδίου (I) στις ακόλουθες ενώσεις και ιόντα:

HIO_4, I_2, HI, $NaIO_3$, IO_2^-, KI

δ. Να υπολογίσετε τον αριθμό οξείδωσης του άνθρακα (C) στα ακόλουθα μόρια και ιόντα:

CO, CO_3^{2-}, HCHO, HCOOH, CH_3OH, CH_4, $CHCl_3$

5. Να αντιστοιχίσετε καθεμία από τις ενώσεις της στήλης Α με τους αριθμούς οξείδωσης του αζώτου στη στήλη Β.

Α: τύπος	**Β: Α.Ο. του Ν**	**Απαντήσεις**
1. HNO_3	**1.** -3	Α1→Β...
2. NO_2	**2.** +2	Α2→Β...
3. NH_3	**3.** +5	Α3→Β...
4. N_2O_5	**4.** +4	Α4→Β...

6. Σε καθεμία από τις ακόλουθες ερωτήσεις να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

α. Ο αριθμός οξείδωσης του θείου (S) στο S_8 είναι:

i. -2 **ii.** 0 **iii.** +4 **iv.** +8

β. Στην ένωση Na_2HPO_4 το στοιχείο που έχει αρνητικό αριθμό οξείδωσης είναι το:

i. Na **ii.** H **iii.** P **iv.** O

γ. Από τις ακόλουθες χημικές ενώσεις το βρώμιο έχει τον υψηλότερο αριθμό οξείδωσης στην:

i. $NaBrO_3$ **ii.** HBr **iii.** NaBrO **iv.** $NaBrO_2$

δ. Στην ένωση $Ca(XO_4)_2$ το στοιχείο X έχει αριθμό οξείδωσης:

i. +1 **ii.** +3 **iii.** +5 **iv.** +7

ε. Ο αριθμός οξείδωσης του υδρογόνου (H) στο CaH_2 είναι:

i. -2 **ii.** -1 **iii.** +1 **iv.** +2

στ. Από τις ακόλουθες ενώσεις το χλώριο έχει τον υψηλότερο αριθμό οξείδωσης στην:

i. $NaClO_2$ **ii.** NaCl **iii.** $NaClO_4$ **iv.** NaClO

7. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε σύντομα την απάντησή σας.

α. Ο αριθμός οξείδωσης του φθορίου στο μόριο του F_2 είναι -1. ☐

β. Το $_{17}Cl$ δεν έχει θετικούς αριθμούς οξείδωσης. ☐

γ. Ο αριθμός οξείδωσης του μαγγανίου (Mn) στο MnO_4^- είναι +8. ☐

δ. Οι αριθμοί οξείδωσης του άνθρακα στις ενώσεις CH_4 και CCl_4 είναι αντίστοιχα -4 και +4. ☐

ε. Ο αριθμός οξείδωσης του υδρογόνου στο CaH_2 είναι -1. ☐

στ. Κάθε χημικό στοιχείο έχει ένα και μοναδικό αριθμό οξείδωσης. ☐

ζ. Ο αριθμός οξείδωσης του θείου στο ιόν HSO_3^- είναι +6. ☐

η. Ο αριθμός οξείδωσης του θείου στο Al_2S_3 είναι +6. ☐

θ. Ο αριθμός οξείδωσης του θείου στο θειικό οξύ (H_2SO_4) είναι +6. ☐

ι. Ο αριθμός οξείδωσης του θείου σε ελεύθερη κατάσταση (S_6) είναι +6. ☐

ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ …

ΚΟΥΙΖ: Βρίσκοντας τους αριθμούς οξείδωσης

4.3 Ο συμβολισμός και η γραφή των ανόργανων ενώσεων

Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να γράφετε** τους χημικούς τύπους διαφόρων ανόργανων ενώσεων, εφόσον είναι γνωστός είτε ο Α.Ο. είτε το φορτίο του θετικού και αρνητικού τμήματός τους.
- **Να αναγνωρίζετε** την κατηγορία στην οποία ανήκουν διάφορες ανόργανες ενώσεις, οξέα και βάσεις (κατά Arrhenius), άλατα και οξείδια, εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος τους.

Τα σύμβολα και η γλώσσα της Χημείας

Ο πύργος της Βαβέλ και η Χημεία

Σύμφωνα με την Παλαιά Διαθήκη, οι απόγονοι του Νώε μιλούσαν όλοι την ίδια γλώσσα και χρησιμοποιούσαν τις ίδιες λέξεις. Κάποια στιγμή αποφάσισαν να χτίσουν έναν πύργο τόσο ψηλό που η κορυφή του να φτάσει στον ουρανό. Την αλαζονεία τους ο Θεός την τιμώρησε επιφέροντας σύγχυση στη γλώσσα τους, ώστε κανένας να μην καταλαβαίνει τον άλλον. Το έργο σταμάτησε και οι άνθρωποι διασκορπίστηκαν στη Γη και χωρίστηκαν σε έθνη μιλώντας διαφορετικές γλώσσες.

Ο πύργος της Βαβέλ
Από τον ζωγράφο Peter Bruegel τον πρεσβύτερο (1526/1530-1569), 1563, Μουσείο Ιστορίας της Τέχνης, Αυστρία.
Πηγή: ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ

Φαντάζεστε τι θα γινόταν αν ο χημικός κάθε χώρας συμβόλιζε τις χημικές ενώσεις με άλλον τρόπο; Αν ονόμαζε διαφορετικά τις εκατομμύρια χημικές ενώσεις; Πώς θα μπορούσαν να συνεννοηθούν οι επιστήμονες και να αξιοποιήσουν την επιστημονική πρόοδο;

Η χρήση κοινών συμβόλων και κανόνων για την ονομασία των χημικών ενώσεων έδωσε τεράστια ώθηση στην επιστήμη της Χημείας και οδήγησε στη ραγδαία εξέλιξή της. Η γλώσσα της Χημείας είναι η πιο διαδεδομένη γλώσσα στον κόσμο, καθώς είναι κοινή σε όλους τους λαούς και σε όλα τα μέρη.

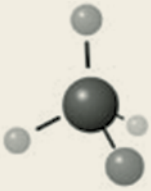
Ο συμβολισμός των χημικών ενώσεων

Τα χημικά στοιχεία συμβολίζονται διεθνώς με το πρώτο ή τα δύο πρώτα γράμματα του ονόματός τους.

Οι χημικές ενώσεις συμβολίζονται με τους χημικούς τύπους.

Υπάρχουν διάφορα είδη χημικών τύπων, καθένας από τους οποίους δίνει διαφορετικές πληροφορίες, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 4.3.1 ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

Χημικός τύπος	Περιγραφή	Παράδειγμα
Μοριακός	Ο μοριακός τύπος δείχνει από ποια και από πόσα άτομα αποτελείται το μόριο της ένωσης.	Ο μοριακός τύπος του CO_2 δείχνει ότι το μόριό του αποτελείται από 1 άτομο C και 2 άτομα O.
Για τις ιοντικές ενώσεις στις οποίες δεν υπάρχουν μόρια, ο χημικός τύπος δείχνει την αναλογία των ιόντων στον κρύσταλλο.		
Ηλεκτρονιακός	Ο ηλεκτρονιακός τύπος δείχνει: • από ποια και από πόσα άτομα αποτελείται το μόριο της ένωσης • τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων στο μόριο • την κατανομή των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας των ατόμων που αποτελούν το μόριο	Ο ηλεκτρονιακός τύπος του CO_2 δείχνει επιπλέον ότι ο άνθρακας σχηματίζει έναν διπλό ομοιοπολικό δεσμό με κάθε οξυγόνο με αμοιβαία συνεισφορά 2 ηλεκτρονίων με κάθε οξυγόνο: **:Ο̤̤:C̤̤:Ο̤̤:**
Συντακτικός	Ο συντακτικός τύπος προκύπτει αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αντικατασταθούν από παύλες και δείχνει τη διάταξη των ατόμων στο επίπεδο.	**O=C=O**
Στερεοχημικός	Ο στερεοχημικός τύπος δείχνει επιπλέον τη διάταξη των ατόμων στον χώρο.	 Ο στερεοχημικός τύπος του μεθανίου δείχνει ότι το μόριο έχει δομή τετραεδρική και τα 4 άτομα H βρίσκονται στις κορυφές ενός κανονικού τετραέδρου.

Η γραφή του χημικού τύπου των ανόργανων ενώσεων

Οι ανόργανες ενώσεις αποτελούνται κατά κανόνα από δύο τμήματα, ένα θετικό (Θ) με αριθμό οξείδωσης +χ και ένα αρνητικό (Α) με αριθμό οξείδωσης –ψ.

Για τη γραφή του χημικού τύπου της ένωσης:

1. Γράφουμε πρώτα το Θ και στη συνέχεια το Α:

ΘΑ

   - Στις δυαδικές ενώσεις μεταξύ αμετάλλων, δηλαδή αυτές που αποτελούνται από δύο είδη ατόμων, μπαίνει πρώτο το στοιχείο που προηγείται στη σειρά: B, Si, C, P, N, H, S, I, Br, Cl, O, F.

2. Η χημική ένωση είναι ηλεκτρικά ουδέτερη. Επομένως, ο συνολικός αριθμός θετικών φορτίων στον μοριακό τύπο πρέπει να είναι ίδιος με τον συνολικό αριθμό αρνητικών φορτίων. Για να πετύχουμε την ηλεκτρική ουδετερότητα, τοποθετούμε τον αριθμό οξείδωσης του τμήματος Α ως δείκτη στο τμήμα Θ και τον αριθμό οξείδωσης του τμήματος Θ ως δείκτη στο τμήμα Α: $\mathbf{\Theta_{\psi}A_{\chi}}$.

Ανόργανες ενώσεις: οι ενώσεις που δεν περιέχουν άνθρακα, εκτός από το CO, το CO_2 και το H_2CO_3, καθώς και όλα τα ανθρακικά άλατα και τα άλατα με CN^-. Οι υπόλοιπες ενώσεις του άνθρακα ονομάζονται οργανικές ενώσεις.

- Οι αριθμοί οξείδωσης τοποθετούνται ως δείκτες χωρίς το πρόσημο.
- Αν κάποιος δείκτης είναι το 1, παραλείπεται.
- Αν ο δείκτης πρέπει να τοποθετηθεί σε πολυατομικό ιόν, βάζουμε το ιόν σε παρένθεση και έξω από την παρένθεση τον δείκτη.

Παράδειγμα 5

Η χημική ένωση μεταξύ K^+ και O^{2-} γράφεται: K_2O.

Η χημική ένωση μεταξύ N^{3-} και H^+ γράφεται: NH_3.

Παράδειγμα 6

Η χημική ένωση μεταξύ Ca^{2+} και PO_4^{3-} γράφεται: $Ca_3(PO_4)_2$.

3. Αν οι δείκτες χ και ψ έχουν κοινό διαιρέτη, τους απλοποιούμε διαιρώντας με τον μέγιστο κοινό διαιρέτη.

Στα υπεροξείδια, όπως το H_2O_2, οι δείκτες δεν απλοποιούνται, γιατί υπάρχει δεσμός –O–O–

Παράδειγμα 7

Η χημική ένωση Ca^{2+} και S^{2-} γράφεται: Ca_2S_2 και οι δείκτες απλοποιούνται: CaS.

Κατηγορίες απλών ανόργανων χημικών ενώσεων

Ο μεγάλος αριθμός των χημικών ενώσεων έκανε απαραίτητη την ταξινόμησή τους σε κατηγορίες με κοινά χαρακτηριστικά, ώστε να μπορεί η μελέτη των ιδιοτήτων, των εφαρμογών, αλλά και του συμβολισμού και της ονοματολογίας τους να γίνεται ομαδικά. Όπως ήδη έχετε δει και στο γυμνάσιο, οι πιο σημαντικές κατηγορίες ανόργανων χημικών ενώσεων είναι τα οξέα, οι βάσεις, τα οξείδια και τα άλατα.

Πίνακας 4.3.2 ΟΞΕΑ	
Ορισμός με βάση τη θεωρία Arrhenius	**Οξέα** είναι οι ενώσεις που όταν διαλύονται στο νερό δίνουν **κατιόντα υδρογόνου ή πρωτόνια (H^+).**
Συμβολισμός 	Τα οξέα συμβολίζονται με τον γενικό τύπο: $H_\chi A$ όπου το αρνητικό τμήμα του τύπου, δηλαδή το **A** μπορεί να είναι: μονοατομικό (F^-, Cl^-, Br^-, I^-, S^{2-}) ή πολυατομικό (CN^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}...) και **χ:** είναι ο αριθμός οξείδωσης του A.

Παρατηρήσεις Ινφογκράφικ	Κατά τη διάλυσή τους στο H_2O δίνουν κατιόντα H^+ και ανιόντα A^- κατά το σχήμα: $$H_xA \longrightarrow xH^+ + A^{x-}$$ Επειδή όλα τα οξέα κατά τη διάλυσή τους στο νερό δίνουν H^+, τα διαλύματά τους εμφανίζουν ένα σύνολο κοινών ιδιοτήτων το οποίο ονομάζεται **όξινος χαρακτήρας**. Για παράδειγμα, τα υδατικά τους διαλύματα σε θερμοκρασία 25 °C έχουν pH < 7.
Παραδείγματα	Το οξύ που έχει ως αρνητικό τμήμα το Cl^-:HCl. Το οξύ που έχει ως αρνητικό τμήμα το Br^-:HBr. Το οξύ που έχει ως αρνητικό τμήμα το CN^-:HCN. Το οξύ που έχει ως αρνητικό τμήμα το NO_3^-:HNO_3. Το οξύ που έχει ως αρνητικό τμήμα το SO_4^{2-}:H_2SO_4.
Εφαρμογή	Ποιος θα είναι ο μοριακός τύπος του οξέος που έχει ως αρνητικό τμήμα το PO_4^{3-}; $^{\text{τ}}Od^{\varepsilon}H$
Πίνακας 4.3.3 ΒΑΣΕΙΣ	
Ορισμός με βάση τη θεωρία Arrhenius	**Βάσεις** είναι οι ενώσεις που όταν διαλύονται στο νερό δίνουν **ανιόντα υδροξειδίου (OH^-).**
Συμβολισμός Ινφογκράφικ	Οι βάσεις, όταν είναι υδροξείδια μετάλλων, συμβολίζονται με τον γενικό τύπο: $$M(OH)_x$$ όπου **x:** είναι ο αριθμός οξείδωσης του Μ. Υπάρχουν και βάσεις που στα υδατικά τους διαλύματα δίνουν OH^-, αλλά δεν ανταποκρίνονται στον γενικό τύπο, όπως η NH_3.
Παρατηρήσεις  	Κατά τη διάλυσή τους στο H_2O δίνουν κατιόντα M^{x+} και ανιόντα OH^- κατά το σχήμα: $$M(OH)_x \longrightarrow M^{x+} + xOH^-$$ Επειδή οι βάσεις κατά τη διάλυσή τους στο νερό δίνουν OH^-, τα διαλύματά τους εμφανίζουν ένα σύνολο κοινών ιδιοτήτων το οποίο ονομάζεται **βασικός χαρακτήρας**. Για παράδειγμα, τα υδατικά τους διαλύματα σε θερμοκρασία 25 °C έχουν pH > 7.
Παραδείγματα γραφής τύπων	Η βάση που έχει ως θετικό τμήμα το Na^+: $NaOH$. Η βάση που έχει ως θετικό τμήμα το Ca^{2+}: $Ca(OH)_2$.
Εφαρμογή	Ποιος θα είναι ο χημικός τύπος της βάσης που έχει ως θετικό τμήμα το Al^{3+}; $^{\varepsilon}(HO)IA$
Πίνακας 4.3.4 ΟΞΕΙΔΙΑ	
Ορισμός	**Οξείδια** είναι οι δυαδικές ενώσεις των μετάλλων και αμέταλλων στοιχείων με οξυγόνο.
Συμβολισμός Ινφογκράφικ	Τα οξείδια συμβολίζονται με τον γενικό τύπο: Σ_2O_x (με ενδεχόμενη απλοποίηση δεικτών) όπου Σ είναι ένα μέταλλο ή αμέταλλο στοιχείο, 2 είναι ο αριθμός οξείδωσης του Ο και **χ**: είναι ο αριθμός οξείδωσης του Σ.
Παραδείγματα	Το οξείδιο που έχει ως θετικό τμήμα το Na^+: Na_2O. Το οξείδιο που έχει ως θετικό τμήμα το Ca^{2+}: $Ca_2O_2 \rightarrow CaO$. Το οξείδιο που έχει ως θετικό τμήμα τον C^{2+} ή C^{4+} αντίστοιχα: $C_2O_2 \rightarrow CO$ ή $C_2O_4 \rightarrow CO_2$.

Εφαρμογή	Ποιος θα είναι ο χημικός τύπος του οξειδίου που έχει ως θετικό τμήμα το Al^{3+}; Al_2O_3
Πίνακας 4.3.5 ΑΛΑΤΑ	
Ορισμός	**Άλατα** είναι οι ιοντικές ενώσεις του γενικού τύπου: $M_\chi A_\psi$.
 **Συμβολισμός**	Τα άλατα συμβολίζονται με τον γενικό τύπο: $M_\chi A_\psi$ όπου το θετικό τμήμα του τύπου, δηλαδή το **M**, μπορεί να είναι το κατιόν ενός μετάλλου ή το κατιόν αμμωνίου (NH_4^+), το αρνητικό τμήμα του τύπου, δηλαδή το **A** μπορεί να είναι: μονοατομικό ιόν (F^-, Cl^-, Br^-, I^-, S^{2-}) ή πολυατομικό ιόν (CN^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}...), **χ:** είναι ο αριθμός οξείδωσης του Α και **ψ:** είναι ο αριθμός οξείδωσης του Μ.
Παραδείγματα γραφής τύπων Ινφογκράφικ	Το άλας που έχει ως θετικό τμήμα το Na^+ και αρνητικό τμήμα το Cl^-: NaCl. Το άλας που έχει ως θετικό τμήμα το Ca^{2+} και ως αρνητικό τμήμα το Br^-: $CaBr_2$. Το άλας που έχει ως θετικό τμήμα το NH_4^+ και ως αρνητικό τμήμα το CN^-: NH_4CN. Το άλας που έχει ως θετικό τμήμα το Mg^{2+} και ως αρνητικό τμήμα το NO_3^-:$Mg(NO_3)_2$. Το άλας που έχει ως θετικό τμήμα το Ca^{2+} και ως αρνητικό τμήμα το PO_4^{3-}:$Ca_3(PO_4)_2$.
Εφαρμογή	Ποιος θα είναι ο χημικός τύπος του άλατος που έχει ως θετικό τμήμα το Na^+ και ως αρνητικό τμήμα το PO_4^{3-}; Na_3PO_4 Ποιος θα είναι ο χημικός τύπος του άλατος που έχει ως θετικό τμήμα το Al^{3+} και ως αρνητικό τμήμα το CN^-; $Al(CN)_3$

4.4 Η ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων

Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να ονομάζετε** διάφορες ενώσεις (οξέα, βάσεις, άλατα, οξείδια), εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος τους και αντίστροφα.

Η χημική ονοματολογία μπορεί να θεωρηθεί γλώσσα. Ως εκ τούτου, αποτελείται από λέξεις και θα πρέπει να υπακούει στους κανόνες της σύνταξης. Στη γλώσσα της χημικής ονοματολογίας, τα απλά ονόματα των ατόμων είναι τα γράμματα. Όπως τα γράμματα σχηματίζουν λέξεις, έτσι και τα ονόματα των ατόμων συνδυάζονται για να σχηματίσουν τα ονόματα των χημικών ενώσεων.

1. Η ονομασία των ανόργανων ενώσεων

Όπως ήδη έχουμε πει, ο χημικός τύπος μιας απλής ανόργανης ένωσης είναι της μορφής:

Η ονομασία των ενώσεων είναι κατά κανόνα συνδυασμός των ονομάτων των δύο τμημάτων Θ και Α της ένωσης.

1. Στη συστηματική ονομασία της απλής ανόργανης ένωσης $Θ_ψA_χ$ προτάσσεται το όνομα του δεύτερου τμήματος (Α) της ένωσης και ακολουθεί το όνομα του πρώτου τμήματος (Θ).
   Για παράδειγμα, η χημική ένωση ***$CaSO_4$*** *ονομάζεται* ***θειικό ασβέστιο****.*

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)

Η Διεθνής Ένωση Καθαρής και Εφαρμοσμένης Χημείας είναι ο παγκόσμιος οργανισμός που παρέχει αντικειμενική επιστημονική τεχνογνωσία και αναπτύσσει τα βασικά εργαλεία για την εφαρμογή και την επικοινωνία της χημικής γνώσης προς όφελος της ανθρωπότητας και του κόσμου.
Η IUPAC προάγει τη βιώσιμη ανάπτυξη, παρέχοντας μια κοινή γλώσσα για τη Χημεία και υποστηρίζοντας την ελεύθερη ανταλλαγή επιστημονικών πληροφοριών, και συμβάλλει αποτελεσματικά στην παγκόσμια κατανόηση και εφαρμογή των χημικών επιστημών προς όφελος της ανθρωπότητας.

*Για παράδειγμα, η χημική ένωση **$CaCl_2$** ονομάζεται **χλωρίδιο του ασβεστίου.***

*Η χημική ένωση **K_2O** ονομάζεται οξείδιο του καλίου.*

*Η χημική ένωση **Al_2S_3** ονομάζεται σουλφίδιο του αργιλίου (ή αλουμινίου).*

2. Αν το τμήμα Θ της ένωσης είναι μέταλλο με περισσότερους από έναν αριθμούς οξείδωσης, τότε ο αριθμός οξείδωσης στη συγκεκριμένη ένωση δηλώνεται με έναν λατινικό αριθμό σε παρένθεση στο τέλος του ονόματος της ένωσης.
3. Αν το Α είναι αμέταλλο, το πλήθος του στην ένωση δηλώνεται στο όνομα της ένωσης με αριθμητικό πρόθεμα.

   *Για παράδειγμα, η χημική ένωση **Fe_2O_3** ονομάζεται **οξείδιο του σιδήρου (ΙΙΙ),**,* ενώ το PCl_3 ονομάζεται ***τριχλωρίδιο του φωσφόρου***.

   Ας δούμε όμως αναλυτικά την ονοματολογία καθεμιάς κατηγορίας ανόργανων ενώσεων.

ΟΞΕΑ: H_xA	
Τα οξέα, στα οποία το αρνητικό τμήμα (Α) είναι μονοατομικό ιόν ή -CN, ονομάζονται υδρογόνο Α, όπου η κατάληξη είναι το όνομα του Α και στα υδατικά τους διαλύματα ονομάζονται υδροΑικό οξύ. Για παράδειγμα:	
HCl υδροχλώριο και σε διάλυμα, υδροχλωρικό οξύ	**H_2S** υδρόθειο και σε διάλυμα, υδροθειικό οξύ
Τα οξέα στα οποία το αρνητικό τμήμα (Α) είναι πολυατομικό ιόν ονομάζονται από το όνομα του Α οξύ.	
HNO_2 νιτρώδες οξύ	**H_2SO_3** θειώδες οξύ
Παραδείγματα Το οξύ με χημικό τύπο: **H_3PO_4** ονομάζεται: **φωσφορικό οξύ.** Το οξύ με χημικό τύπο: **HNO_3** ονομάζεται: **νιτρικό οξύ.** Το οξύ με χημικό τύπο: **H_2SO_4** ονομάζεται: **θειικό οξύ.**	
Εφαρμογή Πώς ονομάζονται τα ακόλουθα οξέα; H_3PO_4: ..... HCN:	φωσφορικό οξύ υδροκυάνιο ή υδροκυανικό οξύ
ΒΑΣΕΙΣ: $M(OH)_x$	
Οι βάσεις του γενικού τύπου $M(OH)_x$ ονομάζονται **υδροξείδιο του μετάλλου.**	
Παραδείγματα Η βάση με χημικό τύπο: **KOH** ονομάζεται: **υδροξείδιο του καλίου.** Η βάση με χημικό τύπο: **$Ca(OH)_2$** ονομάζεται: **υδροξείδιο του ασβεστίου.** Η βάση με χημικό τύπο: **$Al(OH)_3$** ονομάζεται: **υδροξείδιο του αργιλίου.**	
Εφαρμογή Πώς ονομάζονται οι ακόλουθες βάσεις; NaOH: ..... $Ba(OH)_2$:	υδροξείδιο του νατρίου υδροξείδιο του βαρίου
ΟΞΕΙΔΙΑ: $Σ_2O_x$	
Τα οξείδια ονομάζονται οξείδιο το οποίο ακολουθείται από το όνομα του στοιχείου Σ. Αν το Σ είναι μέταλλο, το οποίο έχει πολλαπλούς αριθμούς οξείδωσης, στο τέλος του ονόματος μπαίνει σε παρένθεση ένας λατινικός αριθμός που δηλώνει τον αριθμό οξείδωσης του μετάλλου. Αν το Σ είναι αμέταλλο με πολλαπλούς αριθμούς οξείδωσης, το όνομα έχει ως πρόθεμα το κατάλληλο αριθμητικό. **$Σ_2O_x$** **οξείδιο του Σ**	

Al_2O_3 οξείδιο του αργιλίου	Σε πολλές περιπτώσεις οι δείκτες απλοποιούνται: $N_2O_2 \longrightarrow NO$ μονοξείδιο του αζώτου

Παραδείγματα

Το οξείδιο με χημικό τύπο: **ZnO** ονομάζεται: **οξείδιο του ψευδαργύρου**.
Το οξείδιο με χημικό τύπο: **MnO_2** ονομάζεται: **οξείδιο του μαγγανίου (IV)**.
Το οξείδιο με χημικό τύπο: **CO_2** ονομάζεται: **διοξείδιο του άνθρακα**.
Το οξείδιο με χημικό τύπο: **CO** ονομάζεται: **μονοξείδιο του άνθρακα**.

Εφαρμογή

Πώς ονομάζονται τα ακόλουθα οξείδια;

Na_2O: .....

SO_3: .....

οξείδιο του νατρίου
τριοξείδιο του θείου

ΑΛΑΤΑ $M_\chi A_\psi$

Τα άλατα ονομάζονται από το όνομα του ανιόντος, το οποίο ακολουθείται από το όνομα του κατιόντος.

$M_\chi A_\psi$
όνομα Α όνομα Μ

Αν το Α είναι μονοατομικό ιόν ή CN^-, η κατάληξη του Α είναι -ίδιο.
Για παράδειγμα:

MgI_2 ιωδίδιο του μαγνησίου	Al_2S_3 σουλφίδιο του αργιλίου

Αν το Α είναι πολυατομικό ιόν, ονομάζεται από το όνομα του Α και ακολουθεί το όνομα του Μ
Για παράδειγμα:

$Mg(NO_3)_2$ νιτρικό μαγνήσιο	$CaSO_4$ θειικό ασβέστιο	$NaHCO_3$ υδρογονοανθρακικό νάτριο

Παραδείγματα

Το άλας με χημικό τύπο: NaCl ονομάζεται: χλωρίδιο του νατρίου.
Το άλας με χημικό τύπο: $CaBr_2$, ονομάζεται: βρωμίδιο του ασβεστίου.
Το άλας με χημικό τύπο: NH_4CN, ονομάζεται: κυανίδιο του αμμωνίου.
Το άλας με χημικό τύπο: $Mg(NO_3)_2$ ονομάζεται: νιτρικό μαγνήσιο.
Το άλας με χημικό τύπο: $Ca_3(PO_4)_2$ ονομάζεται: φωσφορικό ασβέστιο.
Το άλας με χημικό τύπο: **Na_2CO_3** ονομάζεται: **ανθρακικό νάτριο.**
Το άλας με χημικό τύπο: **$(NH_4)_3PO_4$** ονομάζεται: **φωσφορικό αμμώνιο.**
Το άλας με χημικό τύπο: **Ag_2SO_4** ονομάζεται: **θειικός άργυρος.**

Εφαρμογή

Πώς ονομάζονται τα ακόλουθα άλατα;

Na_3PO_4: .....

$Al(CN)_3$: .....

CaF_2: .....

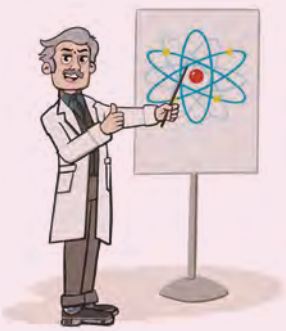
$Fe_2(SO_4)_3$: .....

$FeCl_2$: .....

AgI: .....

φωσφορικό νάτριο,
κυανίδιο του αργιλίου
φθορίδιο του ασβεστίου
θειικός σίδηρος (III)
χλωρίδιο του σιδήρου (II)
ιωδίδιο του αργύρου

Και κάτι παραπάνω…



Οξέα, βάσεις, άλατα και καθημερινή ζωή

Τα οξέα, οι βάσεις και τα άλατα όχι μόνο υπάρχουν σε πολλά προϊόντα καθημερινής χρήσης, αλλά παίζουν καθοριστικό ρόλο στη ρύθμιση των λειτουργιών του οργανισμού. Από τα ανόργανα οξέα, το υδροχλωρικό οξύ (HCl) υπάρχει στο γαστρικό υγρό και σε ισχυρά καθαριστικά για την απομάκρυνση της πέτρας από τα πλακάκια και τα είδη υγιεινής.

Το θειικό οξύ, γνωστό ως βιτριόλι (H_2SO_4), είναι ισχυρά διαβρωτικό και υπάρχει στα υγρά των μπαταριών. Το ανθρακικό οξύ (CO_2+H_2O) υπάρχει στα αεριούχα αναψυκτικά και στα αφρώδη κρασιά.

Από τις βάσεις της Ανόργανης Χημείας το υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) είναι ισχυρό καθαριστικό των λιπών και χρησιμοποιείται σε προϊόντα για τον καθαρισμό των σωληνώσεων, ενώ η αμμωνία (NH_3) χρησιμοποιείται στα καθαριστικά τζαμιών και το υδροξείδιο του μαγνησίου στα αντιόξινα χάπια.

Το χλωρίδιο του νατρίου (NaCl) χρησιμοποιείται ως άρτυμα και ως συντηρητικό στα τρόφιμα, αλλά και για την τήξη των πάγων στους δρόμους. Ο ρόλος των ιόντων Na^+ και K^+ στον ανθρώπινο οργανισμό είναι εξαιρετικά σημαντικός, καθώς ρυθμίζουν την ισορροπία της κυτταρικής μεμβράνης και τη μετάδοση των ερεθισμάτων, μέσω της αντλίας καλίου-νατρίου. Πολλά άλατα χρησιμοποιούνται ως συντηρητικά ή πρόσθετα τροφίμων.

Τα άλατα και τα οξείδια των μετάλλων συγκροτούν τον στερεό φλοιό της Γης και χρησιμοποιούνται ευρέως ως οικοδομικά υλικά. Για παράδειγμα, τα ασβεστολιθικά πετρώματα, τα μάρμαρα, αλλά και το τσόφλι των αβγών και ο ανθρώπινος σκελετός αποτελούνται κυρίως από ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$), ο βωξίτης, από τον οποίο παράγεται το εξαιρετικά χρήσιμο αλουμίνιο, από οξείδιο του αργιλίου (Al_2O_3) και η καθαρή άμμος, από την οποία παράγεται το γυαλί και το καθαρό πυρίτιο για τα ηλεκτρονικά κυκλώματα, από διοξείδιο του πυριτίου (SiO_2).

Τα σύμβολα και η γλώσσα της Χημείας

Χημεία και ιστορικές εξελίξεις

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

4.3-4.4. Ο συμβολισμός, η γραφή και η ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων

1. **α.** Πώς συμβολίζονται οι χημικές ενώσεις;

β. Ποια είδη χημικών τύπων γνωρίζετε και τι πληροφορίες δίνει για τη χημική ένωση ο καθένας από αυτούς;

γ. Τι είδους χημικός τύπος είναι ο καθένας από τους ακόλουθους και τι πληροφορίες δίνει;

i. H_3PO_4 **ii.** H–O–Cl–O **iii.** :C≡O: **iv.** $Ca(CN)_2$ **v.** H–C≡N:

2. Να συμπληρώσετε τα κενά στο ακόλουθο κείμενο με την κατάλληλη λέξη, αριθμό ή τύπο.

Για να γραφεί σωστά ο χημικός τύπος μίας χημικής ένωσης, κατά κανόνα γράφουμε ως πρώτο τμήμα το τμήμα που έχει ..... αριθμό ..... και ως δεύτερο τμήμα το τμήμα που έχει ..... αριθμό οξεί-

δωσης. Στη συνέχεια ως δείκτη στο πρώτο τμήμα του τύπου βάζουμε τον .... του δεύτερου τμήματος και ως δείκτη στο δεύτερο τμήμα του τύπου βάζουμε τον .... του πρώτου τμήματος. Αν οι δείκτες έχουν κοινό διαιρέτη τους ....., ώστε να προκύψει η ελάχιστη δυνατή ακέραιη αναλογία. Για παράδειγμα, ο τύπος της χημικής ένωσης σουλφίδιο του ασβεστίου είναι ..... και της χημικής ένωσης του θείου με αριθμό οξείδωσης +6 με το οξυγόνο είναι …… .

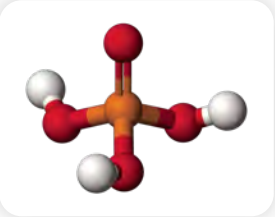
3. **α.** Πώς μπορούμε να αναγνωρίσουμε αν μια χημική ένωση είναι οξείδιο από τον χημικό της τύπο;

β. Πώς μπορούμε να αναγνωρίσουμε αν μια χημική ένωση είναι βάση από τον χημικό της τύπο;

γ. Πώς μπορούμε να αναγνωρίσουμε αν μια χημική ένωση είναι οξύ από τον μοριακό της τύπο;

δ. Να αντιστοιχίσετε τις χημικές ενώσεις της στήλης Α με την κατηγορία στην οποία ανήκουν στη στήλη Β.

Α: Τύπος	**Β: Κατηγορία ένωσης**	**Απαντήσεις**
1. HI	**1.** οξύ	Α1→Β...
2. Fe_2O_3	**2.** βάση	Α2→Β...
3. NH_3	**3.** άλας	Α3→Β...
4. $CaSO_4$	**4.** οξείδιο	Α4→Β...
5. HIO_4		Α5→Β...
6. $Cu(OH)_2$		Α6→Β...
7. HNO_3		Α7→Β...
8. $Al_2(CO_3)_3$		Α8→Β...



Προσομοίωμα του μορίου του φωσφορικού οξέος
Πηγή: Wikipedia

4. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

α. Ο μοριακός τύπος μίας χημικής ένωσης μας πληροφορεί από ποια άτομα αποτελείται το μόριο της ένωσης και με ποια αναλογία, αλλά όχι για τον ακριβή αριθμό τους. ☐

β. Για να γραφεί σωστά ο μοριακός τύπος μίας δυαδικής ένωσης (που αποτελείται από 2 στοιχεία), πρέπει να γνωρίζουμε τα σύμβολα των στοιχείων και τους αριθμούς οξείδωσής τους. ☐

γ. Ο χημικός τύπος της ένωσης που αποτελείται από ιόντα Ca^{2+} και O^{2-} είναι: Ca_2O_2. ☐

δ. Ο χημικός τύπος της ένωσης που αποτελείται από ιόντα Ca^{2+} και PO_4^{3-} είναι: $Ca_2(PO_4)_3$. ☐

ε. Ο μοριακός τύπος της ένωσης που αποτελείται από άτομα θείου με αριθμό οξείδωσης +6 και άτομα οξυγόνου με αριθμό οξείδωσης -2 είναι: O_3S. ☐

5. Δίνεται ο ακόλουθος πίνακας.

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

	NO_3^-	ClO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	S^{2-}	OH^-	Cl^-	O^{2-}
Na^+								
Ca^{2+}								
Cu^{2+}								
Al^{3+}			$Al_2(SO_4)_3$					
Fe^{3+}								
NH_4^+								
H^+								

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

6. Να ονομάσετε τις ενώσεις του ακόλουθου πίνακα.

Τύπος	Ονομασία	Τύπος	Ονομασία
1. Na_2S		**12.** CO	
2. K_2CO_3		**13.** NO_2	
3. CaO		**14.** N_2O_5	
4. $Mg(OH)_2$		**15.** NH_3	
5. KBr		**16.** $KHCO_3$	
6. $ZnCl_2$		**17.** $(NH_4)_3PO_4$	
7. $HClO_4$		**18.** $Al_2(SO_4)_3$	
8. $Al_2(SO_4)_3$		**19.** H_2SO_4	
9. $Ca(NO_3)_2$		**20.** HCN	
10. $CuBr_2$		**21.** H_2S	
11. CO_2			

7. Να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα με τον χημικό τύπο που αντιστοιχεί σε καθεμία από τις ενώσεις της πρώτης στήλης.

Ονομασία	Τύπος	Ονομασία	Τύπος
1. βρωμίδιο του σιδήρου (III)		**11.** διοξείδιο του αζώτου	
2. νιτρικό νάτριο		**12.** υδροϊώδιο	
3. υδροξείδιο του βαρίου		**13.** νιτρικό οξύ	
4. νιτρικός ψευδάργυρος		**14.** θειικό αμμώνιο	
5. οξείδιο του μαγγανίου (IV)		**15.** υδρογονοανθρακικό νάτριο	
6. ανθρακικός σίδηρος (II)		**16.** αμμωνία	
7. σουλφίδιο του αργιλίου		**17.** σουλφίδιο του αργύρου	
8. οξείδιο του σιδήρου (III)		**18.** τριοξείδιο του θείου	
9. κυανίδιο του μολύβδου		**19.** υδροξείδιο του καλίου	
10. οξείδιο του καλίου		**20.** ιωδίδιο του ασβεστίου	

8. Να αντιστοιχίσετε τους τύπους της στήλης Α με τις ονομασίες τους στη στήλη Β.

Προσομοίωμα του μορίου του νιτρικού οξέος
Πηγή: Wikipedia

Α: Τύπος	Β: ΑΟ του Ν	Απαντήσεις
1. HCN	**1.** αμμωνία	Α1→Β...
2. HNO_2	**2.** νιτρικό οξύ	Α2→Β...
3. NH_3	**3.** ανθρακικό αργίλιο	Α3→Β...
4. FeO	**4.** υδροξείδιο του χαλκού (II)	Α4→Β...
5. HIO_4	**5.** οξείδιο του σιδήρου (III)	Α5→Β...
6. CaS	**6.** οξείδιο του σιδήρου (II)	Α6→Β...
7. $Cu(OH)_2$	**7.** υδροκυάνιο	Α7→Β...
8. HNO_3	**8.** νιτρώδες οξύ	Α8→Β...
9. $Al_2(CO_3)_3$	**9.** υπεριωδικό οξύ	Α9→Β...
10. Fe_2O_3	**10.** σουλφίδιο του ασβεστίου	Α10→Β...

Στις ερωτήσεις 9-14 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

9. Η ονομασία της ένωσης $Fe(NO_3)_2$, είναι:

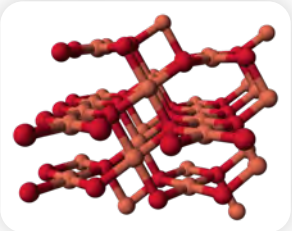
α. σίδηρος νιτρικός (III) **β.** νιτρικός σίδηρος (II) **γ.** νιτρώδης σίδηρος **δ.** νιτρικός σίδηρος (III)

10. Η ονομασία της ένωσης MnO είναι:

α. οξυγονούχο μαγγάνιο **β.** οξείδιο του μαγγανίου
γ. οξείδιο του μαγνησίου **δ.** οξείδιο του μαγγανίου (II)

11. Το οξείδιο του χαλκού (II) χρησιμοποιείται στα πυροτεχνήματα για να δώσει μπλε χρώμα και στα συντηρητικά ξύλου. Ο χημικός τύπος της ένωσης είναι:

α. CuO **β.** OCu **γ.** Ca_2O **δ.** Cu_2O



Προσομοίωμα του κρυστάλλου οξειδίου του χαλκού
Πηγή: Wikipedia

12. Το νιτρικό οξύ είναι γνωστό από τον Μεσαίωνα με την ονομασία ακουαφόρτε και είναι ισχυρά διαβρωτικό και τοξικό οξύ, το οποίο σε επαφή με την επιδερμίδα προκαλεί σοβαρά εγκαύματα. Ο χημικός τύπος της ένωσης νιτρικό οξύ είναι:

α. HNO_3 **β.** HNO_2 **γ.** H_3NO_3 **δ.** $H(NO_3)_2$

13. Το θειικό μαγνήσιο χρησιμοποιείται σε παραφαρμακευτικά και φαρμακευτικά προϊόντα, όπως σε άλατα μπάνιου, και για τη θεραπεία της κατάθλιψης. Ο χημικός του τύπος είναι:

α. SO_4Mg **β.** MgS **γ.** $MgSO_4$ **δ.** Mg_2SO_4

14. Όταν η ουσία Χ διαλύεται στο νερό, το μοναδικό αρνητικό ιόν που υπάρχει στο διάλυμα είναι το OH^-. Η ουσία Χ μπορεί να είναι:

α. H_2SO_4 **β.** MgS **γ.** CO_2 **δ.** $Ba(OH)_2$

ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ …

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΟ ΣΤΑΥΡΟΛΕΞΟ: Η γλώσσα της Χημείας
ΟΝΟΜΑΖΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ...
ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ
ΠΑΖΛ-ΚΟΥΙΖ: Η γλώσσα της Χημείας
ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Το όνομα των μονοατομικών ανιόντων προκύπτει από το όνομα του χημικού στοιχείου με την κατάληξη **-ίδιο.** Για παράδειγμα, το όνομα του ιόντος του χλωρίου είναι **χλωρίδιο**, του ιόντος του θείου είναι σουλφίδιο, στη διεθνή ορολογία, και του ιόντος του οξυγόνου είναι **οξείδιο**.

Τα πολυατομικά ιόντα είναι φορτισμένα συγκροτήματα που αποτελούνται από περισσότερα από ένα διαφορετικά στοιχεία.

Ο αριθμός οξείδωσης είναι μία έννοια που ορίστηκε για να διευκολύνει τη γραφή των χημικών τύπων και την εξήγηση των φαινομένων της οξείδωσης και της αναγωγής.

Αριθμός οξείδωσης:

α. **για τις ιοντικές ενώσεις** ονομάζεται το πραγματικό ηλεκτρικό φορτίο του ιόντος στην ένωση

β. **για τις ομοιοπολικές ενώσεις** ονομάζεται το φαινομενικό ηλεκτρικό φορτίο που θα αποκτούσε το κάθε άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων είχαν καταχωριστεί εξ ολοκλήρου στο πιο ηλεκτραρνητικό από τα άτομα του δεσμού.

Οι ανόργανες ενώσεις αποτελούνται κατά κανόνα από δύο τμήματα, ένα θετικό (Θ) με αριθμό οξείδωσης +χ και ένα αρνητικό (Α) με αριθμό οξείδωσης –ψ.

Για τη γραφή του χημικού τύπου της διπλανής ένωσης:

γράφουμε πρώτα το Θ και στη συνέχεια το Α.

Επειδή η χημική ένωση είναι ηλεκτρικά ουδέτερη, ο συνολικός αριθμός θετικών φορτίων στον χημικό τύπο πρέπει να είναι ίδιος με τον συνολικό αριθμό αρνητικών φορτίων. Για να πετύχουμε την ηλεκτρική ουδετερότητα, τοποθετούμε τον αριθμό οξείδωσης του τμήματος Α ως δείκτη στο τμήμα Θ και τον αριθμό οξείδωσης του τμήματος Θ ως δείκτη στο τμήμα Α:

$$\Theta_{\psi}A_{\chi}$$

Στη συστηματική ονομασία της απλής ανόργανης ένωσης $\Theta_{\psi}A_{\chi}$ προτάσσεται το όνομα του δεύτερου τμήματος (Α) της ένωσης και ακολουθεί το όνομα του πρώτου τμήματος (Θ).

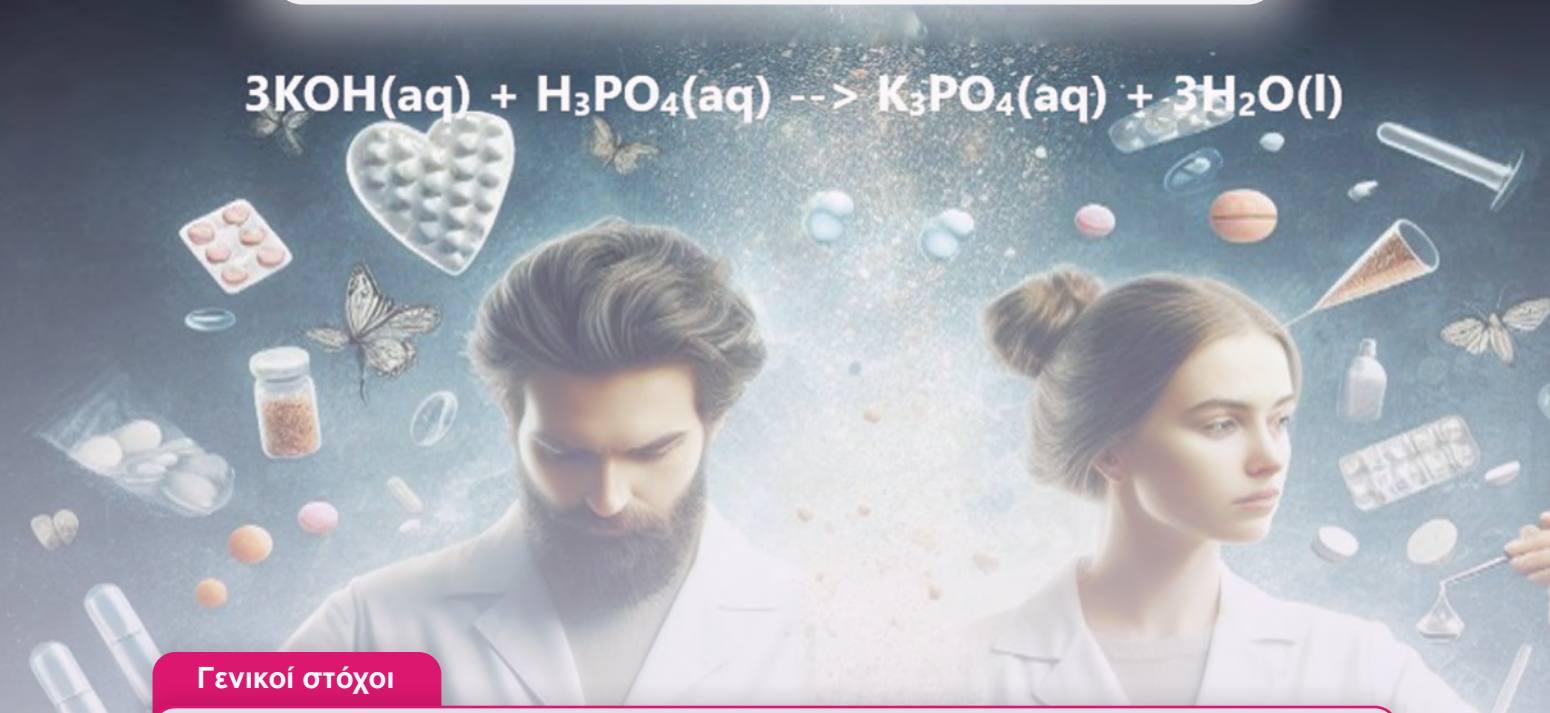
Αν το τμήμα Θ της ένωσης έχει περισσότερους από έναν αριθμούς οξείδωσης, τότε ο αριθμός οξείδωσης στη συγκεκριμένη ένωση δηλώνεται με έναν λατινικό αριθμό σε παρένθεση στο τέλος του ονόματος της ένωσης. Αν το Α είναι αμέταλλο, το πλήθος του στην ένωση δηλώνεται στο όνομα της ένωσης με αριθμητικό πρόθεμα.

Τα ανόργανα οξέα έχουν γενικό τύπο H_xA, δηλαδή έχουν ως θετικό τμήμα πάντα το Η, και ονομάζονται υδροΑ, αν το Α είναι αμέταλλο, ή $-CN^-$, π.χ. το HCl ονομάζεται υδροχλώριο και σε διάλυμα υδροχλωρικό οξύ και Α οξύ, αν το Α είναι οξυγονούχο πολυατομικό ιόν, π.χ. το HNO_3, ονομάζεται νιτρικό οξύ.

Οι ανόργανες βάσεις κατά κανόνα έχουν γενικό τύπο $M(OH)_x$, δηλαδή έχουν ως αρνητικό τμήμα πάντα το OH^- και ονομάζονται υδροξείδιο του Μ, π.χ. το $Ca(OH)_2$ ονομάζεται υδροξείδιο του ασβεστίου. Τα οξείδια έχουν τύπο Σ_2O_x, δηλαδή έχουν ως αρνητικό τμήμα πάντα το O^{2-} και ονομάζονται οξείδιο του Σ, π.χ. το CaO ονομάζεται οξείδιο του ασβεστίου.

Τέλος, τα άλατα έχουν τύπο $M_xA\psi$, όπου το Α είναι μονοατομικό ή πολυατομικό ιόν και ονομάζονται Α-ίδιο του Μ, αν το Α είναι αμέταλλο ή –CN ή από το όνομα του Α και στη συνέχεια Μ, αν το Α είναι πολυατομικό ιόν, π.χ. το KNO_3 ονομάζεται νιτρικό κάλιο, ενώ ο $ZnCl_2$ ονομάζεται χλωρίδιο του ψευδαργύρου.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ



Γενικοί στόχοι

Μετά το τέλος ενότητας θα μπορείτε:

- **Να ταξινομείτε** τις χημικές αντιδράσεις σε κατηγορίες.
- **Να διερευνάτε πειραματικά** αν πραγματοποιείται μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων και απλής αντικατάστασης.
- **Να συμπληρώνετε** χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων, εξουδετέρωσης και απλής αντικατάστασης.

Έννοιες κλειδιά

Χημική αντίδραση

Χημική εξίσωση

Αντιδρώντα

Προϊόντα

Ηλεκτρολύτης

Διάσταση

Ιοντισμός

Όξινα και βασικά οξείδια

Αντιδράσεις

Αρχή διατήρησης μάζας

Αρχή διατήρησης φορτίου

Απλή αντικατάσταση

Εξουδετέρωση

Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

Παρατηρήσεις

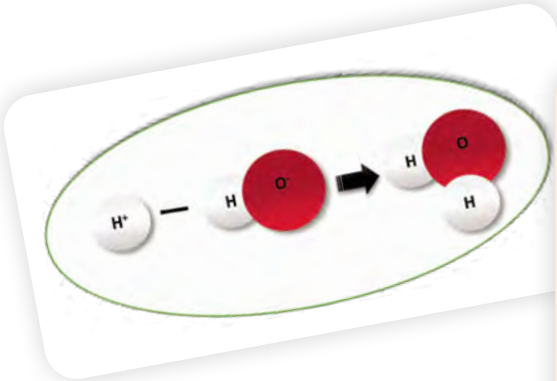
Παρατηρήστε προσεκτικά την εικόνα και σκεφτείτε:

- Τι είναι μια χημική αντίδραση;
- Πώς ονομάζονται οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται και πώς τα σώματα που παράγονται;
- Ποιες είναι οι βασικές αρχές που ισχύουν σε μια χημική αντίδραση και επομένως και στη χημική εξίσωση που την αναπαριστά;

Ερωτήματα και προβληματισμοί

- Για ποιον λόγο γίνονται οι χημικές αντιδράσεις;
- Είναι όλες οι χημικές αντιδράσεις ίδιες;
- Γιατί είναι αναγκαία η συμβολική αναπαράσταση των χημικών φαινομένων;
- Πώς μπορούμε να αναπαραστήσουμε μια χημική αντίδραση;
- Όλες οι χημικές ουσίες μπορούν να συνδυαστούν και να αντιδράσουν δίνοντας προϊόντα;
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι χημικές αντιδράσεις για την αντιμετώπιση περιβαλλοντικών προβλημάτων;

5.1 Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Οι χημικές εξισώσεις



Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να αναγνωρίζετε** την ανάγκη συμβολικής αναπαράστασης των χημικών φαινομένων.
- **Να συμπεραίνετε** από πίνακα δεδομένων ότι στις χημικές αντιδράσεις η μάζα διατηρείται.
- **Να συσχετίζετε** τη διατήρηση της μάζας στις χημικές αντιδράσεις με τη διατήρηση του είδους και του πλήθους των ατόμων που συμμετέχουν σε αυτήν.
- **Να αναγνωρίζετε** την ανάγκη οι χημικές εξισώσεις να περιγράφουν με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια το χημικό φαινόμενο.
- **Να ισοσταθμίσετε** απλές χημικές εξισώσεις.

Η χημική αντίδραση

Πολλοί άνθρωποι πιστεύουν ότι τα χημικά φαινόμενα συμβαίνουν σε έναν κόσμο για επιστήμονες με άσπρες ποδιές, μακριά από την καθημερινή ζωή, αλλά η πραγματικότητα είναι πολύ διαφορετική. Αν έχεις παρατηρήσει τα φύλλα των δέντρων να κιτρινίζουν το φθινόπωρο, το μαύρισμα της μπανάνας, τις αλλαγές στο μαγειρεμένο κρέας, τη διόγκωση της ζύμης και την καύση του ξύλου ή του πετρελαίου, ίσως έχεις αρχίσει να καταλαβαίνεις ότι οι χημικές αντιδράσεις πραγματοποιούνται παντού γύρω μας, αλλά και μέσα μας, με ή χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, αφού ήδη έχεις δει να αλλάζει μορφές και σύσταση η ύλη.

Χημικές αντιδράσεις στην καθημερινή ζωή

Εντυπωσιακά πειράματα

Κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού που το φυτό φωτοσυνθέτει παράγονται μεγάλες ποσότητες χλωροφύλλης και το πράσινο χρώμα της υπερισχύει του κίτρινου και του πορτοκαλί των καροτενοειδών. Η μείωση της παραγόμενης ποσότητας χλωροφύλλης το φθινόπωρο επιτρέπει στα καροτενοειδή να επικρατήσουν.

Τι είναι όμως ένα χημικό φαινόμενο, δηλαδή μια χημική αντίδραση, και ποιοι κανόνες το διέπουν;
Χημική αντίδραση ονομάζεται κάθε μεταβολή των αρχικών σωμάτων, τα οποία ονομάζονται αντιδρώντα, που έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό νέων σωμάτων με διαφορετική ποιοτική και ποσοτική σύσταση και διαφορετικές ιδιότητες από τα αρχικά, τα οποία ονομάζονται προϊόντα.
Στις χημικές αντιδράσεις ο αριθμός και το είδος των ατόμων που μετέχουν στα αντιδρώντα και τα προϊόντα δεν μεταβάλλεται.

Συμβολισμός ατόμων με προσομοιώματα

Χημικές αντιδράσεις 1 – Έκρηξη στη Βηρυτό

Η συμβολική αναπαράσταση των χημικών φαινομένων

Η γλώσσα της Χημείας

Η ανάγκη να μπορούν να συνεννοηθούν επιστήμονες αλλά και απλοί άνθρωποι που μιλούν διαφορετικές γλώσσες οδήγησε στη χρήση διεθνών συμβόλων για την αναπαράσταση των ατόμων των χημικών στοιχείων και των μορίων των χημικών στοιχείων και ενώσεων.
Αυτή η ανάγκη συνεννόησης σε κοινή γλώσσα οδήγησε και στην ανάγκη της αναπαράστασης των χημικών φαινομένων με συμβολικό τρόπο.
Η γλώσσα της Χημείας είναι η περισσότερο διαδεδομένη γλώσσα στον κόσμο, γιατί όλοι οι λαοί χρησιμοποιούν τα ίδια σύμβολα για την αναπαράσταση των ατόμων και των μορίων.

Μία χημική αντίδραση μπορεί να αναπαρασταθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

α. **περιγραφή με λέξεις**
β. **με προσομοιώματα**
γ. **με συμβολικό τρόπο με την αξιοποίηση των χημικών τύπων, δηλαδή με μία χημική εξίσωση.**

Παράδειγμα 1

♦ Η καύση του άνθρακα με οξυγόνο, από την οποία παράγεται CO_2, συμβολίζεται:

α. άνθρακας + οξυγόνο → διοξείδιο του άνθρακα

β. 

γ. $C + O_2 \rightarrow CO_2$

Εφαρμογή 1

Να αναπαραστήσετε με προσομοιώματα και χημική εξίσωση την αντίδραση της καύσης του S με O_2 που παράγει SO_2.

Απάντηση: $S + O_2 \rightarrow SO_2$ 

Πότε είναι σωστή μια χημική εξίσωση;

Σε μία χημική εξίσωση γράφουμε:

- Στο αριστερό μέλος της εξίσωσης τα αντιδρώντα, δηλαδή τις αρχικές ουσίες.
- Στο δεξί μέλος τα προϊόντα, δηλαδή τις χημικές ουσίες που παράγονται.
- Συνδέουμε τα δύο μέλη με ένα βέλος.

Πίνακας συμβόλων

Φυσική κατάσταση	Σύμβολο
στερεό	**(s)**
υγρό	**(l)**
αέριο	**(g) ή ↑**
υδατικό διάλυμα	**(aq)**
ίζημα	**(s) ή ↓**

Για να είναι σωστή και πλήρης μία χημική εξίσωση πρέπει:

- Να αναπαριστά ένα πραγματικό χημικό φαινόμενο. Δεν είναι απαραίτητο η χημική εξίσωση να μας πληροφορεί για τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η μεταβολή, αλλά πρέπει να περιγράφει με ακρίβεια τις αρχικές και τις τελικές ουσίες.
- Να ισχύει **η αρχή διατήρησης των ατόμων στις χημικές αντιδράσεις.**

Σε μία χημική αντίδραση τα άτομα των στοιχείων που μετέχουν στην αντίδραση δεν καταστρέφονται, ούτε δημιουργούνται νέα άτομα, απλώς συνδυάζονται με διαφορετικό τρόπο και σχηματίζουν νέα σώματα που είναι τα προϊόντα της αντίδρασης, επομένως ο αριθμός ατόμων κάθε στοιχείου στο πρώτο μέλος της εξίσωσης πρέπει να είναι ίσος με τον αριθμό των ατόμων του στο δεύτερο μέλος της εξίσωσης. Για να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιούνται κατάλληλοι **συντελεστές**, δηλαδή αριθμοί που τοποθετούνται μπροστά από τους χημικούς τύπους των ουσιών στο πρώτο και στο δεύτερο μέλος της εξίσωσης.

- Για την πιο ακριβή περιγραφή της χημικής αντίδρασης θα πρέπει να δηλώνεται και η φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και των προϊόντων της αντίδρασης με ένα σύμβολο που αναγράφεται μέσα σε παρένθεση, μετά τον χημικό τύπο της ουσίας.

Σύνθεση HI από H_2 και I_2

Παράδειγμα 2

Το υδρογόνο (H_2) και το ιώδιο (I_2) αντιδρούν και παράγουν HI.

Η χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση είναι:

$\mathbf{H_2 + I_2 \rightarrow HI}$

Η χημική εξίσωση δεν είναι σωστή, γιατί στο πρώτο μέλος υπάρχουν 2 άτομα υδρογόνου και 2 άτομα ιωδίου, ενώ στο δεύτερο μέλος 1 από το καθένα.

Επομένως, πρέπει να βάλουμε συντελεστή 2 στο δεύτερο μέλος στο HI: $\mathbf{H_2 + I_2 \rightarrow 2HI}$.

Για την πληρέστερη περιγραφή της αντίδρασης μπορούμε να προσθέσουμε σε κάθε ουσία το σύμβολο που δηλώνει τη φυσική της κατάσταση. $\mathbf{H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)}$ στις συνθήκες που πραγματοποιείται η αντίδραση.

Εφαρμογή 2

Το αέριο υδρογόνο (H_2) και το αέριο άζωτο (N_2) αντιδρούν και παράγουν αέρια αμμωνία (NH_3). Να γράψετε σωστά ισοσταθμισμένη τη χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση.

Απάντηση: $N_2(g) + 3H_2(g) \leftarrow 2NH_3(g)$

Παράδειγμα 3

Το H_3PO_4 και το $Ca(OH)_2$ αντιδρούν σε υδατικό διάλυμα και παράγουν στερεό $Ca_3(PO_4)_2$ και νερό.

Η χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση είναι: $\mathbf{H_3PO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O}$.

Η χημική εξίσωση δεν είναι σωστή, γιατί στο πρώτο μέλος υπάρχουν 5 άτομα υδρογόνου και 6 άτομα οξυγόνου, ενώ στο δεύτερο μέλος 2 και 9 αντίστοιχα από το καθένα. Επίσης, στο πρώτο μέλος υπάρχουν 1 ιόν ασβεστίου και 1 φωσφορικό ιόν, ενώ στο δεύτερο μέλος 3 και 2, αντίστοιχα, από το καθένα. Επομένως, πρέπει να βάλουμε συντελεστή 2 στο H_3PO_4 και συντελεστή 3 στο $Ca(OH)_2$ στο πρώτο μέλος της χημικής εξίσωσης:

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

Τώρα στο πρώτο μέλος υπάρχουν 12 άτομα υδρογόνου και 14 άτομα οξυγόνου, οπότε πρέπει να βάλουμε συντελεστή 6 στο νερό στο δεύτερο μέλος.

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

Για την πληρέστερη περιγραφή της αντίδρασης μπορούμε να προσθέσουμε σε κάθε ουσία το σύμβολο που δηλώνει τη φυσική της κατάσταση.

$$2H_3PO_4(aq) + 3Ca(OH)_2(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s) + 6H_2O(l)$$

Εφαρμογή 3

Το H_2SO_4 και το KOH αντιδρούν σε υδατικό διάλυμα και παράγουν K_2SO_4 και νερό. Να γράψετε σωστά ισοσταθμισμένη τη χημική εξίσωση που περιγράφει την αντίδραση.

Απάντηση: $H_2SO_4(aq) + 2KOH(aq) \rightarrow K_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$

Ο νόμος διατήρησης της μάζας

Η πρώτη διατύπωση του νόμου διατήρησης της μάζας έγινε το 1748 από τον Ρώσο επιστήμονα Mikhail Lomonosov, αλλά ο πρώτος που τον απέδειξε πειραματικά το 1789 ήταν ο Γάλλος επιστήμονας Antoine Lavoisier.

Ο Lavoisier θέρμανε HgO σε κλειστό και μονωμένο δοχείο και παρατήρησε ότι η μάζα του δοχείου ήταν ίδια πριν και μετά την αντίδραση, ενώ σε ανοικτό δοχείο η μάζα του δοχείου ελαττωνόταν. Συμπέρανε ότι η μείωση της μάζας της χημικής ουσίας ήταν ίση με τη μάζα του αέριου οξυγόνου που απελευθερώθηκε στη χημική αντίδραση. Επανέλαβε τα πειράματά του με πολλές χημικές ουσίες και κατέληξε να διατυπώσει την πρόταση που σήμερα ονομάζεται **νόμος της διατήρησης της μάζας.**

Η τσαρίνα Αικατερίνη Β΄ της Ρωσίας επισκέπτεται τον M. Lomonosov το 1764.
Πηγή: commons.wikimedia.org/wiki/File:Ekaterina_II_and_Lomonosov.jpg

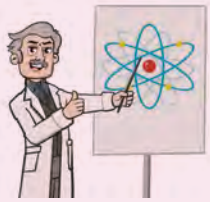
Ο νόμος διατήρησης της μάζας Lavoisier (1775)-Lomonosov (1748) διατυπώνεται ως εξής:

Σε μία συνηθισμένη χημική αντίδραση η μάζα των αντιδρώντων είναι ίση με τη μάζα των προϊόντων της αντίδρασης.

Θα μπορούσαμε ακόμη να διατυπώσουμε την αρχή διατήρησης της μάζας στις χημικές αντιδράσεις ως εξής:

Σε μία συνηθισμένη χημική αντίδραση η συνολική μάζα των αντιδρώντων και προϊόντων είναι σταθερή.

Και κάτι παραπάνω…



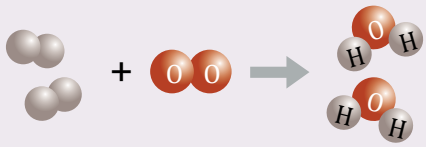
Στις **πυρηνικές αντιδράσεις** αλλάζει η σύσταση του πυρήνα και επομένως και το είδος των ατόμων.

Οι πυρηνικές αντιδράσεις συνοδεύονται από μετατροπή της μάζας σε ενέργεια.

Στις **πυρηνικές αντιδράσεις** ο νόμος έχει αντικατασταθεί από την αρχή διατήρησης της υλοενέργειας.

Παράδειγμα 4

Η σύνθεση του νερού



$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$$

Όταν αντιδρούν 32 g οξυγόνου και 4 g υδρογόνου, παράγονται 36 g νερού.

Εφαρμογή 4

Όταν αντιδρούν ..... g οξυγόνου και 10 g υδρογόνου, παράγονται 90 g νερού.

Απάντηση: 80 g

Παράδειγμα 5

Η αντίδραση του σιδήρου με το οξυγόνο

$$4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$$

Όταν αντιδρούν 112 g σιδήρου με 48 g οξυγόνου παράγονται 160 g Fe_2O_3.

Εφαρμογή 5

Όταν αντιδρούν 56 g σιδήρου με 24 g οξυγόνου παράγονται ..... g Fe_2O_3.

Απάντηση: 80 g

Ακροστιχίδα: Η χημική εξίσωση

Και μερικά αναπάντητα ερωτήματα για διερεύνηση...

Πώς πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση;

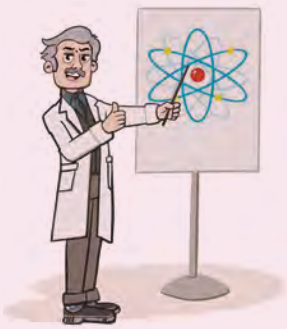
Όλες οι πιθανές χημικές αντιδράσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν;

Πόσο γρήγορα ολοκληρώνεται μια χημική αντίδραση;

Μπορούμε να επηρεάσουμε την ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης;

Γιατί μερικές χημικές αντιδράσεις θερμαίνουν το περιβάλλον και άλλες το ψύχουν;

Και κάτι παραπάνω...



Προϋποθέσεις για την πραγματοποίηση μιας χημικής αντίδρασης, σύμφωνα με τη θεωρία των συγκρούσεων

Για να πραγματοποιηθεί μία χημική αντίδραση πρέπει:

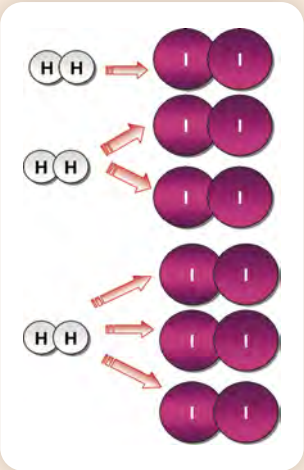
- Τα δομικά σωματίδια των αντιδρώντων, τα οποία μπορεί να είναι άτομα, μόρια ή ιόντα, να συγκρουστούν.
- Κατά τη σύγκρουσή τους να έχουν τον κατάλληλο προσανατολισμό.
- Κατά τη σύγκρουση τα αντιδρώντα να έχουν μια ελάχιστη ποσότητα ενέργειας η οποία απαιτείται για να διασπαστούν οι αρχικοί δεσμοί και η οποία ονομάζεται ενέργεια **ενεργοποίησης της αντίδρασης.**

Αν οι προϋποθέσεις αυτές υπάρχουν, τότε η σύγκρουση είναι **ενεργή** ή **αποτελεσματική** και οδηγεί σε σχηματισμό νέων δεσμών με αναδιάταξη των δομικών σωματιδίων, δηλαδή στην παραγωγή προϊόντων.

Η ταχύτητα της χημικής αντίδρασης

Στη φύση υπάρχουν αντιδράσεις οι οποίες γίνονται τόσο γρήγορα που δεν προλαβαίνουμε να τις παρατηρήσουμε παρά μόνο από τα αποτελέσματά τους, όπως, για παράδειγμα, οι εκρήξεις και αντιδράσεις οι οποίες γίνονται τόσο αργά που δεν επαρκεί ο χρόνος μίας ανθρώπινης ζωής για να ολοκληρωθούν. Υπάρχουν όμως και αντιδράσεις οι οποίες πραγματοποιούνται με τέτοιον ρυθμό που να μπορούμε να τις μελετήσουμε και να κάνουμε μετρήσεις.

Οι μετρήσεις που συνήθως κάνουμε σχετίζονται με τις ποσότητες των αντιδρώντων που αντιδρούν ή των προϊόντων της αντίδρασης που παράγονται, και ο χρόνος μέσα στον οποίο πραγματοποιείται η χημική αντίδραση και το μέγεθος που εκφράζει τον ρυθμό της μεταβολής της ποσότητάς τους είναι ενδεικτικός της **ταχύτητας της αντίδρασης**.



Οι συγκρούσεις του H_2 με το I_2 διπλασιάζονται και τριπλασιάζονται αντίστοιχα όταν διπλασιάζεται ή τριπλασιάζεται η συγκέντρωση του I_2.

Η ταχύτητα μιας αντίδρασης επηρεάζεται από:

α. **Τη συγκέντρωση των αντιδρώντων:** Όσο περισσότερα σωματίδια αντιδρώντων υπάρχουν σε ορισμένο χώρο τόσο αυξάνεται ο αριθμός των συγκρούσεών τους και επομένως και η ταχύτητα.

β. **Τη θερμοκρασία:** Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας της αντίδρασης, γιατί αυξάνεται η κινητική ενέργεια των μορίων των αντιδρώντων.

γ. **Τους καταλύτες:** Οι καταλύτες είναι ουσίες οι οποίες επιταχύνουν τις αντιδράσεις χωρίς οι ίδιοι να μεταβάλλονται ποιοτικά και ποσοτικά. Στους ζωντανούς οργανισμούς οι αντιδράσεις καταλύονται από ειδικές πρωτεΐνες που ονομάζονται **ένζυμα ή βιοκαταλύτες.**

δ. **Την επιφάνεια επαφής, αν μεταξύ των αντιδρώντων υπάρχουν στερεά:** Οι στερεές ουσίες αντιδρούν μόνο στην επιφάνειά τους. Όταν μεταξύ των αντιδρώντων υπάρχουν στερεά, η ταχύτητα αυξάνεται όσο αυξάνεται ο βαθμός κατάτμησης (κομματιάσματος) του στερεού, γιατί έτσι αυξάνεται η επιφάνεια επαφής του στερεού.

Οι ενεργειακές μεταβολές που συνοδεύουν τις χημικές αντιδράσεις

Σε μία χημική αντίδραση απαιτείται ενέργεια για να διασπαστούν οι δεσμοί των αντιδρώντων και εκλύεται ενέργεια όταν δημιουργούνται οι νέοι δεσμοί των προϊόντων, με αποτέλεσμα κάθε χημική αντίδραση να συνοδεύεται από ενεργειακές μεταβολές που οφείλονται στη διαφορά ενέργειας που περικλείουν τα προϊόντα και τα αντιδρώντα. Αν τα αντιδρώντα έχουν υψηλότερη ενέργεια από τα προϊόντα, η ενέργεια που περισσεύει εκλύεται στο περιβάλλον ως θερμότητα και η αντίδραση χαρακτηρίζεται εξώθερμη.

Αν τα προϊόντα έχουν υψηλότερη ενέργεια από τα αντιδρώντα, τότε απορροφάται ενέργεια από το περιβάλλον και η αντίδραση χαρακτηρίζεται ενδόθερμη.

Παραδείγματα: Η καύση του ξύλου, του κάρβουνου και του πετρελαίου είναι εξώθερμες αντιδράσεις, ενώ η διάσπαση του ασβεστόλιθου είναι ενδόθερμη αντίδραση και γίνεται σε καμίνια, τα οποία ονομάζονται ασβεστοκάμινα.

Κατά την καύση τεράστιες ποσότητες ενέργειας εκλύονται στο περιβάλλον, ως θερμότητα και ως ακτινοβολία.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

5.1 Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Η χημική εξίσωση

1. **α.** Πότε ένα φαινόμενο χαρακτηρίζεται χημική αντίδραση και πώς συμβολίζεται;

β. Να χαρακτηριστούν οι χημικές ουσίες της ακόλουθης χημικής εξίσωσης ως αντιδρώντα ή προϊόντα:

$HBr + KOH \rightarrow KBr + H_2O$

γ. Πότε είναι «σωστή» μία χημική εξίσωση;

δ. Πολλές χημικές αντιδράσεις γίνονται στη φύση ή στον οργανισμό μας αυθόρμητα. Να αναφέρετε τουλάχιστον τρία παραδείγματα τέτοιων αντιδράσεων.

Το μαγνήσιο καίγεται με το οξυγόνο με εκτυφλωτική λάμψη. Παλιότερα η αντίδραση χρησιμοποιήθηκε στα φλας των φωτογραφικών μηχανών.

2. Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στις ακόλουθες χημικές εξισώσεις.

α. $H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$

β. $Zn(s) + HCl\,(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

γ. $NaOH(aq) + CuSO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + Cu(OH)_2(s)$

δ. $Cl_2(g) + HI(g) \rightarrow I_2(s) + HCl(g)$

ε. $CaS(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow Ca(NO_3)_2(aq) + Ag_2S(s)$

στ. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow HCl(g)$

ζ. $Ca(OH)_2(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(aq) + H_2O(l)$

η. $Pb(NO_3)_2(aq) + H_2S(aq) \rightarrow HNO_3(aq) + PbS(s)$

θ. $Ba(s) + NaNO_2(aq) \rightarrow Ba(NO_2)_2(aq) + Na(s)$

ι. $KOH(aq) + SO_3(aq) \rightarrow K_2SO_4\,(aq) + H_2O(l)$

3. Να συμπληρώσετε τα κενά στον ακόλουθο πίνακα.

Χημική αντίδραση:	Το μαγνήσιο αντιδρά με το οξυγόνο και παράγει το οξείδιο του μαγνησίου
Χημική εξίσωση:	…… + ……→……
Χημική αντίδραση:	Το μεθάνιο (CH_4) αντιδρά με το οξυγόνο και παράγει διοξείδιο του άνθρακα και νερό
Χημική εξίσωση:	…… +……→…… + ……
Χημική αντίδραση:	Ο σίδηρος αντιδρά με το οξυγόνο και παράγει οξείδιο του σιδήρου (ΙΙ)
Χημική εξίσωση:	…… + ……→……

4. Να συμπληρώσετε τις ακόλουθες εξισώσεις, ώστε να είναι σωστές.

α. $H_2 + \ldots \rightarrow H_2S$

β. $Ca + Al(NO_3)_3 \rightarrow \ldots\ldots + Al$

γ. $C_2H_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

δ. $Cl_2 + HI \rightarrow I_2 + HCl$

ε. $C_2H_2 + H_2 \rightarrow C_2H_6$

στ. $C_2H_6O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

ζ. $2N_2(g) + 5O_2(g) \rightarrow 2N\ldots O\ldots(g)$

η. $C..H_{\ldots}(g) + \ldots O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$

θ. $C..H_{\ldots}(g) + \ldots O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 4H_2O(g)$

ι. $C..H_{\ldots}(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + \ldots H_2O(g)$

5. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση σε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις.

α. Σε μία χημική εξίσωση στο πρώτο και το δεύτερο μέλος:

i. το άθροισμα του αριθμού μορίων των αντιδρώντων είναι ίσο με το άθροισμα του αριθμού μορίων των προϊόντων.

ii. το άθροισμα του αριθμού των ατόμων όλων των στοιχείων είναι ίσο.

iii. το άθροισμα του αριθμού των μορίων των αντιδρώντων είναι ίσο με το άθροισμα του αριθμού των μορίων των προϊόντων.

iv. το άθροισμα του αριθμού των μορίων των αντιδρώντων είναι ίσο με το άθροισμα του αριθμού των ατόμων των προϊόντων.

β. Στη χημική εξίσωση: **$\alpha KClO_3 \rightarrow \beta KCl + \gamma O_2$,** οι συντελεστές α, β, γ είναι αντίστοιχα:

i. 1, 1, 3 **ii.** 2, 2, 3 **iii.** 1, 1, 2 **iv.** 2, 2, 2

γ. Όταν καίγονται 6 g μαγνησίου (Mg) με 8 g οξυγόνου(O_2), παράγονται α g MgO.

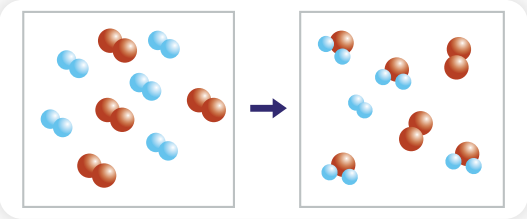
i. α = 6 g **ii.** α = 8 g **iii.** α = 14 g **iv.** α = 16 g

δ. Μία χημική αντίδραση αναπαρίσταται συμβολικά με τη μεγαλύτερη ακρίβεια:

i. με λόγια **ii.** με προσομοιώματα

iii. με χημική εξίσωση **iv.** με όλα τα προηγούμενα

ε. Η χημική εξίσωση που περιγράφει τη χημική αντίδραση που αναπαρίσταται με προσομοιώματα στο διπλανό σχήμα μπορεί να είναι:



i. $A_2 + B \rightarrow BA_2$ **ii.** $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$

iii. $A_2 + 2B_2 \rightarrow 2AB_2$ **iv.** $A + B \rightarrow AB$

6. Να αντιστοιχίσετε καθεμία από τις ουσίες της στήλης Α στα αντιδρώντα από τα οποία μπορεί να παραχθεί στη στήλη Β.

Α	**Β**	**Απαντήσεις**
1. FeO	**1.** $H_2 + F_2$	Α1→Β...
2. SO_3	**2.** $P + O_2$	Α2→Β...
3. P_2O_5	**3.** $Fe + O_2$	Α3→Β...
4. Kl	**4.** $K + I_2$	Α4→Β...
5. HF	**5.** $S + O_2$	Α5→Β...

7. Να ισοσταθμίσετε την ακόλουθη χημική εξίσωση:

$... HCl(aq) + ... Na_2CO_3(aq) \rightarrow ...NaCl(aq) + ...CO_2(g) + ...H_2O(l)$

και στη συνέχεια:

α. Να χαρακτηρίσετε όλες τις χημικές ουσίες ως αντιδρώντα ή προϊόντα.

β. Να την περιγράψετε με λόγια.

γ. Να εξηγήσετε γιατί μπροστά από ορισμένα σύμβολα μορίων υπάρχουν αριθμοί και τι σημαίνουν αυτοί.

δ. Να εξηγήσετε τα σύμβολα που βρίσκονται δεξιά από κάθε μοριακό τύπο.

ε. Να συμπληρώσετε τα κενά στην ακόλουθη πρόταση:

Όταν αντιδρούν 73 g HCl με ..... g Na_2CO_3 παράγονται 117 g NaCl, 44 g CO_2 και 18 g H_2O, γιατί σε μία χημική αντίδραση το άθροισμα των ..... των ..... είναι ίσο με το άθροισμα των μαζών των ..... .

8. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

α. Οι χημικές εξισώσεις περιγράφουν τα στάδια στα οποία πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση. ☐

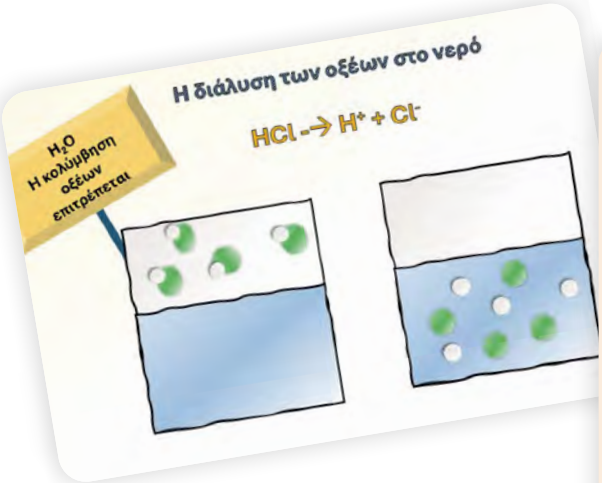
β. Σε μια χημική εξίσωση όσα άτομα κάθε στοιχείου υπάρχουν στο πρώτο μέλος υπάρχουν και στο δεύτερο μέλος. ☐

γ. Όταν αντιδρούν πλήρως 4 g H_2 με 32 g O_2 παράγονται 36 g H_2O. ☐

δ. Σε μια χημική εξίσωση πρέπει να διατηρείται ο αριθμός των μορίων στο πρώτο και δεύτερο μέλος. ☐

ε. Σε μια χημική αντίδραση τα άτομα των χημικών στοιχείων αναδιατάσσονται, αλλά ο αριθμός των ατόμων κάθε στοιχείου μένει σταθερός. ☐

5.2 Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων



Θα ξεκινήσουμε τη μελέτη της αγωγιμότητας των υδατικών διαλυμάτων παρακολουθώντας ένα πολύ ενδιαφέρον πείραμα, από το οποίο θα προσπαθήσουμε να ταξινομήσουμε τις χημικές ενώσεις σε σχέση με την αγωγιμότητα που παρουσιάζουν τα διαλύματά τους και να τη συνδέσουμε με τη δομή τους.

Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να διακρίνετε** τις ουσίες που διαλύονται στο νερό σε ηλεκτρολύτες και μη ηλεκτρολύτες.
- **Να διακρίνετε** τους ηλεκτρολύτες σε ισχυρούς και ασθενείς, ανάλογα με την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα, σε αραιά διαλύματά τους.
- **Να περιγράφετε** τη διάσταση στο νερό
  α. ορισμένων ιοντικών βάσεων, όπως NaOH, KOH, $Ca(OH)_2$
  β. ορισμένων αλάτων, όπως NaCl και $CaCl_2$.
- **Να περιγράφετε** τον ιοντισμό στο νερό ορισμένων ισχυρών οξέων, όπως HCl και HNO_3.
- **Να χαρακτηρίζετε** το CH_3COOH και τη NH_3 ως ασθενείς ηλεκτρολύτες, επειδή διαπιστώνεται πειραματικά ότι ιοντίζονται μερικώς.
- **Να περιγράφετε** τη συμπεριφορά στο νερό των οξειδίων: α. Na_2O και CaO, β. CO_2 και SO_3.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Ηλεκτρική αγωγιμότητα των διαλυμάτων

Διαδραστικό βιντεοπείραμα

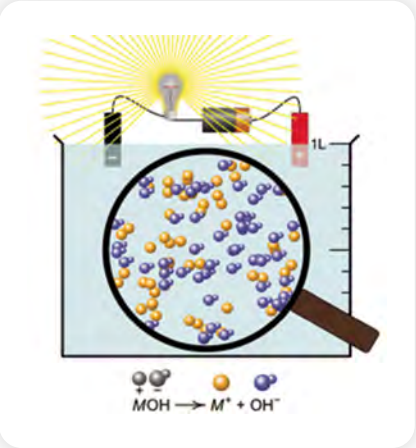
Διαδραστικό βιντεοπείραμα

Ονοματεπώνυμο:	**Χρονοδιάγραμμα**	
Μέλη της ομάδας:	**Ροή δραστηριοτήτων**	**Απαιτούμενος χρόνος**
	Α. Παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι	5 min
	Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση	2 min
	Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων	3 min
	Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος: Έλεγχος αγωγιμότητας νερού και υδατικών διαλυμάτων με τη χρήση πολυμέτρου, ταξινόμηση διαλυμάτων και ουσιών βάσει της αγωγιμότητάς τους, συλλογή και επεξεργασία πειραματικών δεδομένων	20 min
	Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων	3 min
Ημερομηνία:	**Στ.** Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση	3 min
Τμήμα:	**Ζ.** Αξιολόγηση της εργαστηριακής διαδικασίας	4 min

Εργαστηριακές δραστηριότητες

Α. Παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι

Το ξέρατε ότι η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι θεμελιώδης ιδιότητα των υλικών και σχετίζεται με την ικανότητά τους να επιτρέπουν στο ηλεκτρικό ρεύμα να διέρχεται από τη μάζα τους. Στους μεταλλικούς αγωγούς (π.χ. σύρμα χαλκού) φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια. Σε ορισμένα διαλύματα που ονομάζονται «ιοντικά», φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος είναι τα ιόντα που περιέχονται στο διάλυμα, τα οποία προέρχονται από τις διαλυμένες σε αυτό χημικές ενώσεις.



Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του μελιού σε διάλυμα σχετίζεται με την ποιότητά του και αποτελεί ιδιότητα και κριτήριο ταξινόμησής του.

Οι χημικές ουσίες δεν συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο κατά τη διάλυσή τους στο νερό, με αποτέλεσμα να κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την ηλεκτρική αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων τους.

Να σκεφτείτε, να συζητήσετε και να απαντήσετε στα ακόλουθα ερωτήματα.

1. Θα μπορούσε να διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα μέσα από υδατικό διάλυμα Δ1 μαγειρικού αλατιού (NaCl); .....
.....
.....
2. Θα μπορούσε να διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα μέσα από υδατικό διάλυμα Δ2 ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$); .....
.....
.....
Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση

Πώς συμπεριφέρονται τα σωματίδια των ουσιών κατά τη διάλυσή τους στο νερό;

Ποιες παρατηρήσεις μπορούμε να κάνουμε σχετικά με την αγωγιμότητα στο νερό (ευκολία διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος); Τα δομικά σωματίδια όλων των ουσιών που διαλύσαμε στα διαλύματα Δ1 και Δ2 είναι ίδια; Να γράψετε τις υποθέσεις σας. .....
.....

Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων

Οι ουσίες που επιτρέπουν τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζονται «αγωγοί», ενώ αυτές που δεν επιτρέπουν τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος χαρακτηρίζονται ως «μονωτές». Το καθαρό νερό (H_2O) εμφανίζει πάρα πολύ μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα, ενώ η αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων ορισμενων ουσιών είναι μεγαλύτερη σε σχέση με αυτήν του καθαρού νερού, λόγω της παρουσίας ιόντων.

Το φυσικό μέγεθος που είναι το μέτρο της ευκολίας με την οποία οι φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος (ηλεκτρόνια ή ιόντα) κινούνται μέσα σε ένα υλικό ονομάζεται **αγωγιμότητα.**

Καθώς η αντίσταση ενός αγωγού αντιπροσωπεύει τη δυσκολία της διέλευσης των φορέων του ηλεκτρικού ρεύματος, είναι φανερό ότι η αγωγιμότητα και η αντίσταση είναι έννοιες αντίστροφες και αυτό αποτυπώνεται και στη μαθηματική σχέση

$$\text{Ηλεκτρική αγωγιμότητα (G)} = \frac{1}{\text{Αντίσταση}} = \frac{1}{R} = \frac{I}{V}$$

Η μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής αγωγιμότητας στο SI ονομάζεται 1 Siemens (S) και είναι αντίστροφη του 1 Ω, δηλαδή

$$\frac{1}{\Omega} = 1S$$

Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος – Διαχείριση μεταβλητών

ΜΕΡΟΣ 1ο: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Θα μελετήσουμε την ηλεκτρική αγωγιμότητα του καθαρού νερού και υδατικών διαλυμάτων. Θα δημιουργήσουμε απλό κύκλωμα που αποτελείται από ηλεκτρική συσκευή παροχής ρεύματος, καλώδια, αμπερόμετρο και βολτόμετρο (προσαρμοσμένα πολύμετρα) και δοχείο για το νερό ή το υδατικό διάλυμα.

Τα ηλεκτρόδια του κυκλώματός μας βυθίζονται στο καθαρό νερό ή στο υδατικό διάλυμα. Τότε σημειώνουμε τις ενδείξεις των οργάνων στον παρακάτω πίνακα.

1. Με βάση το ερευνητικό ερώτημα τι θα μεταβάλλατε για να εξαγάγετε συμπεράσματα σχετικά με τη φύση των διαλυμένων σωματιδίων; ……

   ……

2. Ποια μεταβλητή προτείνετε να μετρήσετε για να προσδιορίσετε το είδος των δομικών μονάδων;

   ……

3. Συγκρίνοντας δύο μετρήσεις ηλεκτρικής αγωγιμότητας, ποια δεδομένα θα διατηρούσατε σταθερά ώστε να διευκολυνθείτε να εξαγάγετε σωστό συμπέρασμα; ……

   ……

ΜΕΡΟΣ 2ο: ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Να παρακολουθήσετε τα πειράματα επίδειξης που θα υλοποιηθούν από τον/την εκπαιδευτικό της τάξης σας, να καταγράψετε τις μετρήσεις σας στον πίνακα που ακολουθεί και να υπολογίσετε την αγωγιμότητα. Στη συνέχεια να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας στο φύλλο εργασίας.

Διαδραστικά βιντεοπειράματα

Υδατικό διάλυμα ή νερό	Διαφορά δυναμικού στα ηλεκτρόδια (V)	Ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα (mA)	Αγωγιμότητα ($m\Omega^{-1}$ ή S)
Α. Νερό απιοντισμένο			
Β. Διάλυμα ζάχαρης 5% μάζα προς όγκο			
Γ. Διάλυμα αιθανόλης 5% μάζα προς όγκο			
Δ. Διάλυμα NaCl 5% μάζα προς όγκο			

Ε. Διάλυμα NaOH 5% μάζα προς όγκο			
ΣΤ. Διάλυμα NH_3 5% μάζα προς όγκο			
Ζ. Διάλυμα HCl 5 % μάζα προς όγκο			
Η. Διάλυμα CH_3COOH 5% μάζα προς όγκο			
Θ. Νερό πόσιμο			

ΜΕΡΟΣ 3ο: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Να καταγράψετε τα πειραματικά σας δεδομένα στον πίνακα που ακολουθεί.

Όνομα υγρού	Τι παρατηρήσαμε
Α. Νερό απιοντισμένο	
Β. Διάλυμα ζάχαρης 5% μάζα προς όγκο	
Γ. Διάλυμα αιθανόλης 5% μάζα προς όγκο	
Δ. Διάλυμα NaCl 5% μάζα προς όγκο	
Ε. Διάλυμα NaOH 5% μάζα προς όγκο	
ΣΤ. Διάλυμα NH_3 5% μάζα προς όγκο	
Ζ. Διάλυμα HCl 5% μάζα προς όγκο	
Η. Διάλυμα CH_3COOH 5% μάζα προς όγκο	
Θ. Νερό πόσιμο	

Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων

1. Ποια πληροφορία μπορούμε να αντλήσουμε από τις παρατηρήσεις μας; Τι συμπεράσματα εξάγονται από τη συμπεριφορά των παραπάνω υγρών; ……
……

2. Επιβεβαιώθηκαν ή διαψεύσθηκαν οι υποθέσεις σας; ……
……

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

ΣΤ. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση

Να προσπαθήσετε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

α. Γιατί είναι επικίνδυνο να πλένεται κάποιο άτομο με αναμμένο θερμοσίφωνο;
……
……

β. Πώς εξηγείτε την αμελητέα διαφορά στην ηλεκτρική αγωγιμότητα του απιοντισμένου νερού και του ζαχαρόνερου; .....
.....

γ. Γιατί το αλατόνερο και το ζαχαρόνερο, εκτός από τη μεγάλη διαφορά στη γεύση, εμφανίζουν και αξιοσημείωτη διαφορά στην ηλεκτρική αγωγιμότητα; .....
.....

δ. Να διατυπώσετε ένα κοινό κριτήριο βάσει του οποίου μπορείτε να διαπιστώσετε αν το διάλυμα μιας ουσίας περιέχει μόρια ή ιόντα. .....
.....

ε. Ο συμμαθητής σας ΧΨ επιμένει: «Αδύνατον! Κάποιο όργανο είναι χαλασμένο! Αποκλείεται το πόσιμο νερό και το απιοντισμένο νερό να έχουν διαφορετική αγωγιμότητα». Με ποιο επιχείρημα θα μπορέσετε να τον μεταπείσετε; .....
.....

Ζ. Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης

1. Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στο ερευνητικό ερώτημα; .....
.....
.....

2. Ποια σημεία της έρευνας σας δυσκόλεψαν; .....
.....
.....

3. Η διερεύνηση που κάνατε κάλυψε πλήρως το θέμα της αγωγιμότητας του νερού και των διαλυμάτων;
.....
.....

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 2

Κουίζ

Ηλεκτρική αγωγιμότητα «Καλοί και καλύτεροι αγωγοί;»

(Ενδεικτικός χρόνος συμπλήρωσης του φύλλου, περίπου 15 min)

Ονοματεπώνυμο: **Ημερομηνία:** **Τμήμα:**

1. Να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

α. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα είναι ιδιότητα όλων των διαλυμάτων;
.....

β. Το υδατικό διάλυμα μαγειρικού αλατιού (άλμη), το υδατικό διάλυμα HCl (καθαριστικό αλάτων) και το υδατικό διάλυμα NaOH (καθαριστικό λιπών) έχουν κάτι κοινό:

i. Είναι και τα τρία ηλεκτρικά αγώγιμα.

ii. Κανένα από τα τρία δεν περιέχει ιόντα.

iii. Είναι και τα τρία όξινα.

γ. Στο θρίλερ **«Το τελευταίο αφρόλουτρο»** ο μισητός πρωταγωνιστής χάνει τη ζωή του όταν το ηλεκτρικό του ραδιόφωνο πέφτει στην μπανιέρα όπου «χαλάρωνε» σχεδιάζοντας χαιρέκακα και μετά μουσικής νέες δολοφονίες. Θα μπορούσε να έχει πραγματοποιήσει τα αποτρόπαια σχέδιά του αν:

i. πλενόταν μόνο με απιοντισμένο νερό;

ii. δεν χρησιμοποιούσε άλατα μπάνιου;

iii. και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις.

δ. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

i. Τα δομικά (διαλυμένα) σωματίδια της ζάχαρης είναι ιόντα. ☐

ii. Τα δομικά (διαλυμένα) σωματίδια του μαγειρικού αλατιού είναι μόρια. ☐

iii. Ένα άχρωμο διάλυμα είναι πάντα αγώγιμο. ☐

iv. Τα οξέα, οι βάσεις και τα άλατα ονομάζονται «ηλεκτρολύτες» διότι τα υδατικά τους διαλύματα (και τα τήγματά τους») επιτρέπουν τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. ☐

ε. Να σχεδιάσετε ένα πείραμα για να πείσετε μια φίλη σας να μη λούζεται με αναμμένο θερμοσίφωνο.

.....

.....

.....

στ. Να γράψετε τα βασικά στάδια της επιστημονικής μεθοδολογίας τα οποία υλοποιήσαμε.

.....

.....

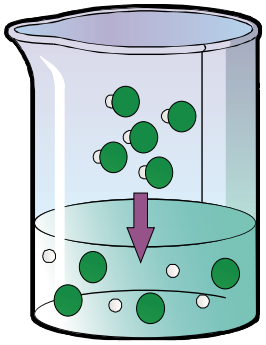
.....

Θεωρία ηλεκτρολυτικής διάστασης

Όπως διαπιστώσαμε πειραματικά, υπάρχουν ουσίες, όπως το NaCl, που όταν διαλύονται στο νερό σχηματίζουν διαλύματα τα οποία άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και ουσίες, όπως η ζάχαρη και το απιοντισμένο νερό, που σχηματίζουν **μοριακά διαλύματα**, τα οποία δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα. Τα **οξέα**, οι **βάσεις** και τα **άλατα** που διαλύονται στο νερό σχηματίζουν υδατικά διαλύματα τα οποία άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και γι' αυτό χαρακτηρίζονται **ηλεκτρολύτες**.

Ηλεκτρολύτες ονομάζονται οι ουσίες που όταν διαλύονται στο νερό σχηματίζουν διαλύματα που άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

Για να ερμηνευθεί η ηλεκτρική αγωγιμότητα των ηλεκτρολυτικών διαλυμάτων διατυπώθηκε η θεωρία της ηλεκτρολυτικής διάστασης (Arrhenius, 1887).



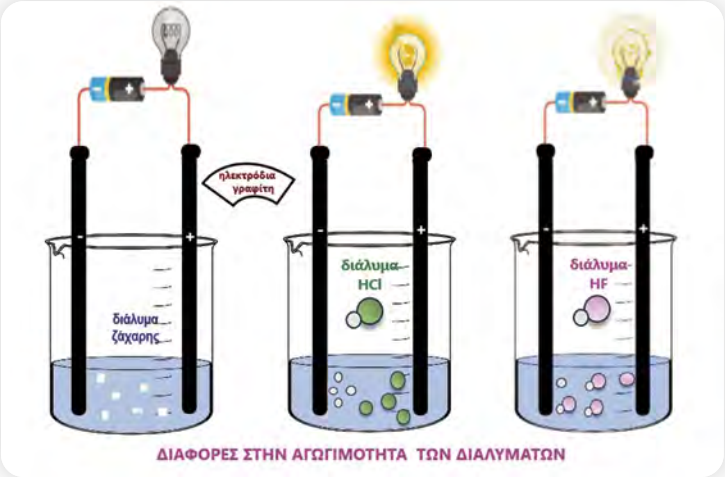
Κατά τη διάλυση HCl στο νερό, όλα τα μόριά του μετατρέπονται σε κατιόντα H^+ και ανιόντα Cl^-.

1. Όταν ένας ηλεκτρολύτης διαλυθεί στο νερό, διίσταται, αν η ένωση είναι ιοντική, ή ιοντίζεται, αν η ένωση είναι ομοιοπολική, σε θετικά και αρνητικά ιόντα (κατιόντα και ανιόντα αντίστοιχα).
2. Η διάσταση των ιοντικών ενώσεων είναι πλήρης, δηλαδή διίσταται όλη η ποσότητα του ηλεκτρολύτη. Ο ιοντισμός των ομοιοπολικών ενώσεων μπορεί να είναι πλήρης ή μερικός, αν ιοντίζεται ένα μέρος της ποσότητας του ηλεκτρολύτη.
3. Η διάσταση ή ο ιοντισμός του ηλεκτρολύτη **είναι ανεξάρτητη από την ύπαρξη ηλεκτρικού πεδίου**. Αν στο διάλυμα εφαρμοστεί διαφορά δυναμικού, τα **θετικά ιόντα** θα κινηθούν προς το αρνητικό ηλεκτρόδιο που ονομάζεται κάθοδος και γι' αυτό ονομάζονται **κατιόντα**, και τα **αρνητικά ιόντα** προς το θετικό ηλεκτρόδιο, που ονομάζεται άνοδος, και γι' αυτό ονομάζονται **ανιόντα.**
4. Το διάλυμα του ηλεκτρολύτη είναι **ηλεκτρικά ουδέτερο**, γιατί το συνολικό φορτίο των θετικών ιόντων είναι ίσο με το συνολικό φορτίο των αρνητικών ιόντων.

Σήμανση επικινδυνότητας ισχυρών οξέων

Ισχυροί και ασθενείς ηλεκτρολύτες

Όλοι οι ηλεκτρολύτες δεν σχηματίζουν διαλύματα με την ίδια τιμή αγωγιμότητας, ακόμη και αν έχουμε διαλύσει ίδιες ποσότητες από κάθε ηλεκτρολύτη, στην ίδια ποσότητα διαλύτη, γιατί σε κάποιες περιπτώσεις η διάσταση ή ο ιοντισμός ήταν πλήρης και σε κάποιες άλλες μερικός.



Σήμανση επικινδυνότητας ισχυρών βάσεων

Οι **ιοντικές ενώσεις**, δηλαδή **τα άλατα** και τα **υδροξείδια των μετάλλων**, είναι όλα **ισχυροί ηλεκτρολύτες**, γιατί το κρυσταλλικό τους πλέγμα καταστρέφεται κατά τη διάλυση στο νερό και τα ιόντα που προϋπήρχαν στον κρύσταλλο ελευθερώνονται στο διάλυμα.

Τα υδροξείδια των μετάλλων της μορφής MOH και $M(OH)_2$ είναι ισχυρές βάσεις.

Η διάλυση του κρυστάλλου του NaCl στο νερό

Παράδειγμα 6

Διάσταση NaCl: $\mathbf{NaCl(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)}$

Διάσταση $CaCl_2$: $\mathbf{CaCl_2(s) \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)}$

Διάσταση NaOH: $\mathbf{NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + OH^-(aq)}$

Διάσταση KOH: $\mathbf{KOH(s) \xrightarrow{H_2O} K^+(aq) + OH^-(aq)}$

Διάσταση $Ca(OH)_2$: $\mathbf{Ca(OH)(s) \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)}$

Εφαρμογή 6

Να συμπληρώσετε τις εξισώσεις διάστασης των ακόλουθων αλάτων και βάσεων.

Διάσταση KI: …… $\xrightarrow{H_2O}$ …… + ……

Διάσταση $MgCl_2$: …… $\xrightarrow{H_2O}$ …… + ……

Διάσταση LiOH: …… $\xrightarrow{H_2O}$ …… + ……

Διάσταση $Ba(OH)_2$: …… $\xrightarrow{H_2O}$ …… + ……

Απάντηση: $KI \rightarrow K^+ + I^-$, $MgCl_2 \rightarrow Mg^{2+} + 2Cl^-$

$LiOH \rightarrow Li^+ + OH^-$, $Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$

Οι ομοιοπολικές ενώσεις, όπως τα οξέα και ορισμένες βάσεις, διακρίνονται σε ισχυρούς και ασθενείς ηλεκτρολύτες.

Τα μόρια των οξέων και των ομοιοπολικών βάσεων αντιδρούν με το νερό και σχηματίζουν ιόντα και το φαινόμενο ονομάζεται **ιοντισμός**.

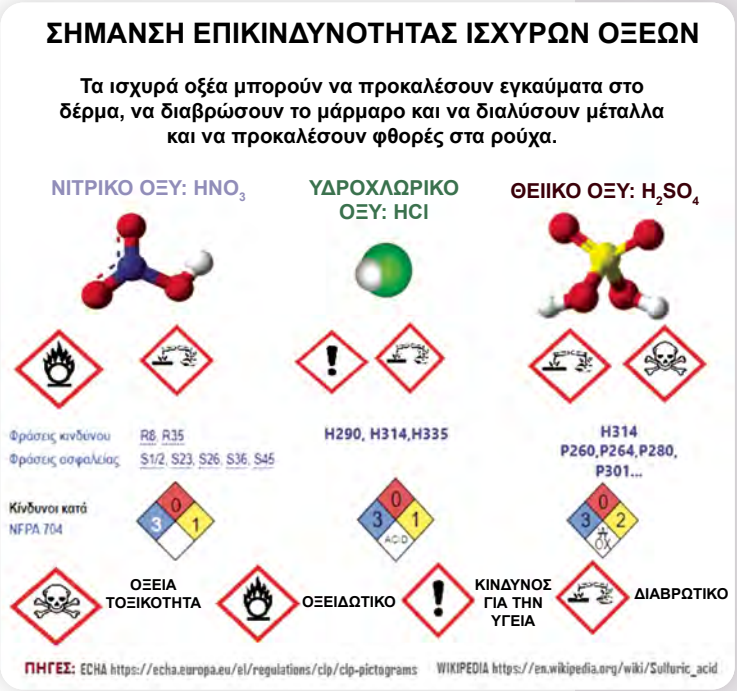
Τα οξέα διακρίνονται σε ισχυρά και ασθενή.

Ισχυρά είναι τα οξέα τα οποία, όταν διαλύονται στο νερό, μετατρέπονται πλήρως σε ιόντα (ιοντίζονται πλήρως) σύμφωνα με την εξίσωση:

$$HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$$

την οποία για λόγους απλότητας σε αυτή την τάξη θα τη γράφουμε παραλείποντας τα μόρια του νερού:

$$HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$$



Ισχυρά οξέα θεωρούνται το HCl, το HBr, το HI, το HNO_3, $HClO_4$ και το H_2SO_4.

Η αγωγιμότητα των διαλυμάτων των ισχυρών οξέων είναι μεγαλύτερη από των διαλυμάτων ασθενών οξέων ίσης συγκέντρωσης, γιατί στο διάλυμα υπάρχουν περισσότερα ιόντα.

Ασθενή είναι τα οξέα τα οποία, όταν διαλύονται στο νερό, μετατρέπονται κατά ένα μέρος σε ιόντα (ιοντίζονται εν μέρει) και στο διάλυμα συνυπάρχουν ιόντα και μόρια του οξέος σύμφωνα με την εξίσωση:

$$HF(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows H_3O^+(aq) + F^-(aq)$$

την οποία για λόγους απλότητας σε αυτή την τάξη θα τη γράφουμε παραλείποντας τα μόρια του νερού:

$$HF(aq) \rightleftarrows H^+(aq) + F^-(aq)$$

Ασθενή οξέα είναι το HCN, το CH_3COOH, το HF, το H_3PO_4, το H_2CO_3, το κιτρικό που βρίσκεται στον χυμό των εσπεριδοειδών, το τρυγικό που βρίσκεται στο κρασί κ.ά.

Παράδειγμα 7

Ιοντισμός HCl: $HCl(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Cl^-(aq)$

Ιοντισμός CH_3COOH: $CH_3COOH(aq) \xrightleftharpoons{H_2O} CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$

Ιοντισμός HNO_3: $HNO_3(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + NO_3^-(aq)$

Εφαρμογή 7

Να συμπληρώσετε τις εξισώσεις ιοντισμού των ακόλουθων οξέων.

Ιοντισμός HCN: ..... $\xrightleftharpoons{H_2O}$ ..... + ...

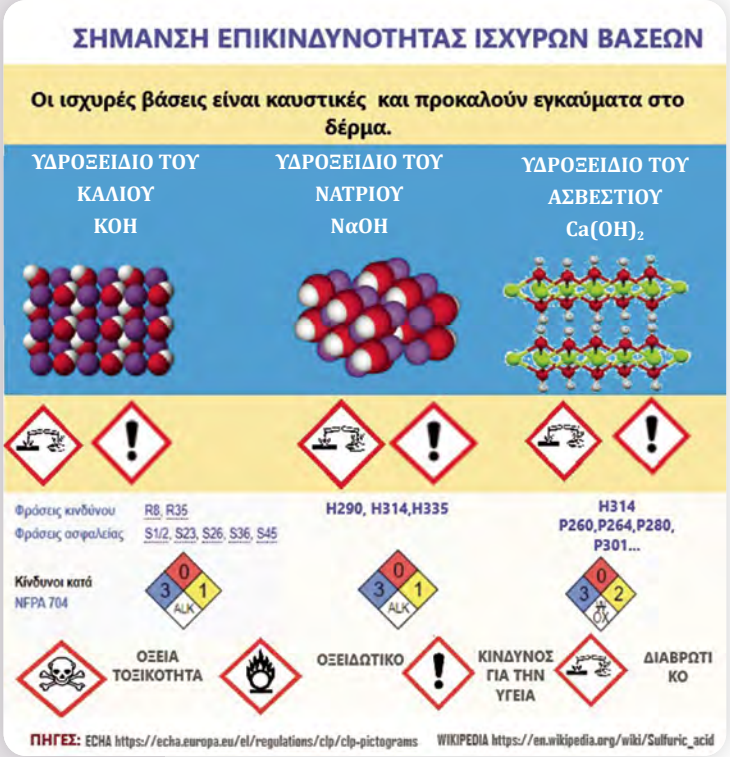
Ιοντισμός HCOOH: ..... $\xrightleftharpoons{H_2O}$ ..... + ...

Ιοντισμός HNO_2: ..... $\xrightleftharpoons{H_2O}$ ..... + ...

Απάντηση: $HCN \rightleftarrows H^+ + CN^-$

$HCOOH \rightleftarrows HCOO^- + H^+$

$HNO_2 \rightleftarrows H^+ + NO_2^-$



Από τις βάσεις τα υδροξείδια των μετάλλων της μορφής MOH και $M(OH)_2$ είναι ισχυρές βάσεις, ενώ οι ομοιοπολικές βάσεις είναι ασθενείς, αντιδρούν με το νερό και σχηματίζουν ιόντα κατά ένα μέρος.

Η αγωγιμότητα των διαλυμάτων των ισχυρών βάσεων είναι μεγαλύτερη από των διαλυμάτων ασθενών βάσεων ίσης συγκέντρωσης, γιατί στο διάλυμα υπάρχουν περισσότερα ιόντα.

Ασθενείς είναι **οι βάσεις** οι οποίες, όταν διαλύονται στο νερό, μετατρέπονται κατά ένα μέρος σε ιόντα (ιοντίζονται εν μέρει) και στο διάλυμα συνυπάρχουν ιόντα και μόρια της βάσης.

Η πιο γνωστή ασθενής βάση είναι η αμμωνία:

$$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftarrows NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$$

Τα υδατικά διαλύματα των οξειδίων των μετάλλων και των αμέταλλων στοιχείων

Οξείδια ονομάζονται οι ενώσεις των μετάλλων και αμέταλλων στοιχείων με το οξυγόνο.

Τα οξείδια συμβολίζονται με τον γενικό τύπο: $\mathbf{\Sigma_2O_x}$.

Ορισμένα οξείδια έχουν καθοριστικό ρόλο στην καθημερινή μας ζωή. Το SO_2 και τα NO_x είναι ατμοσφαιρικοί ρύποι υπεύθυνοι και για την όξινη βροχή, το CO είναι τοξικό για τον άνθρωπο, το CaO είναι ο ασβέστης, ενώ το Fe_2O_3 είναι η γνωστή μας σκουριά, αλλά και το κύριο συστατικό του ορυκτού αιματίτης. Αναμφίβολα το γνωστότερο οξείδιο είναι το CO_2, το οποίο χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση, είναι το τελικό προϊόν της καύσης του άνθρακα και των οργανικών ενώσεων, και γι' αυτό είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, και το τελικό προϊόν του μεταβολισμού των ζώων.

Πολλά από αυτά τα οξείδια, όπως το CO_2, όταν διαλύονται στο νερό σχηματίζουν όξινα διαλύματα και άλλα, όπως το CaO, σχηματίζουν αλκαλικά, οπότε προκύπτει το ερώτημα πώς εξηγείται η συμπεριφορά αυτών των οξειδίων στο νερό.

Προσέξτε ότι από το μόριο του HNO_3, του HNO_2 και του H_3PO_4 δεν μπορεί να αφαιρεθεί ακέραιος αριθμός μορίων νερού, γιατί ο αριθμός υδρογόνων είναι περιττός και γι' αυτό χρησιμοποιούνται 2 μόρια οξέος.

Αντίστοιχα, χρησιμοποιούνται δύο τυπικές μονάδες KOH και NaOH, για την παραγωγή των ανυδριτών της βάσης.

Όξινα οξείδια ή ανυδρίτες οξέων ονομάζονται τα οξείδια, συνήθως των αμετάλλων, τα οποία προκύπτουν από τα οξυγονούχα οξέα με αφαίρεση όλων των υδρογόνων του οξέος με μορφή νερού.

$H_2SO_4 \xrightarrow{-H_2O} SO_3$

$H_2SO_3 \xrightarrow{-H_2O} SO_2$

$2HNO_3 \xrightarrow{-H_2O} N_2O_5$

$2HNO_2 \xrightarrow{-H_2O} N_2O_3$

$2H_3PO_4 \xrightarrow{-3H_2O} P_2O_5$

Το CO_2 είναι ο ανυδρίτης του H_2CO_3 το οποίο είναι ασταθές και διασπάται αμέσως: $H_2CO_3(aq) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$

Τα όξινα οξείδια σχηματίζουν όξινα διαλύματα γιατί αντιδρούν με το νερό και παράγουν το οξύ από το οποίο προέρχονται:

$$\mathbf{SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)}$$
$$\mathbf{CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2CO_3(aq)}$$

Βασικά οξείδια ή ανυδρίτες βάσεων ονομάζονται τα οξείδια, συνήθως των μετάλλων, τα οποία προκύπτουν από τις βάσεις με αφαίρεση όλων των υδρογόνων της βάσης με μορφή νερού.

$2NaOH \xrightarrow{-H_2O} Na_2O$

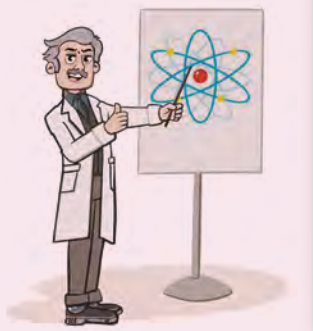
$2KOH \xrightarrow{-H_2O} K_2O$

$Ca(OH)_2 \xrightarrow{-H_2O} CaO$

Τα βασικά οξείδια αντιδρούν με το νερό και παράγουν τη βάση από την οποία προέρχονται:

$$\mathbf{Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq)}$$
$$\mathbf{CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)}$$

Και κάτι παραπάνω…



Ορισμένα οξείδια μετάλλων, όπως το Al_2O_3, ZnO, SnO, άλλοτε συμπεριφέρονται ως όξινα και άλλοτε ως βασικά οξείδια. Τα οξείδια αυτά ονομάζονται **επαμφοτερίζοντα οξείδια.**

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

5.2 Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων

1. Να συμπληρώσετε τα ακόλουθα κείμενα με την κατάλληλη λέξη, αριθμό ή τύπο.

α. Το φυσικό μέγεθος που εκφράζει την ευκολία με την οποία οι φορείς του ηλεκτρικού ρεύματος (ηλεκτρόνια ή ιόντα) διαπερνούν ένα υλικό ονομάζεται ……

Καθώς η αντίσταση ενός αγωγού αντιπροσωπεύει τη δυσκολία της διέλευσης των φορέων του ηλεκτρικού ρεύματος, η αγωγιμότητα είναι αντίστροφη της …… . Η αγωγιμότητα ενός διαλύματος εξαρτάται από το …… των …… που περιέχονται σε ορισμένο όγκο του. Όσο …… ιόντα υπάρχουν σε ορισμένο όγκο του διαλύματος τόσο μεγαλύτερη είναι η …… του.

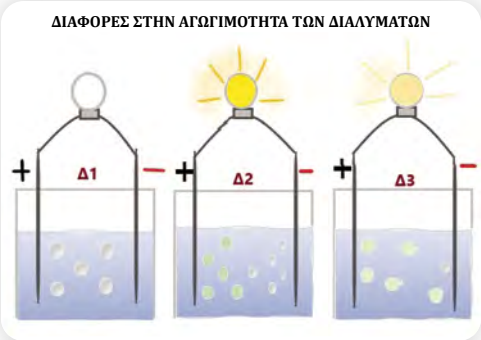
β. Ηλεκτρολύτες ονομάζονται οι ουσίες των οποίων τα ..... διαλύματα ..... το ηλεκτρικό ρεύμα. Ηλεκτρολυτικά είναι τα διαλύματα των ....., των ..... και των ..... . Οι ηλεκτρολύτες διακρίνονται σε ..... και ..... . Στα διαλύματα των ισχυρών ηλεκτρολυτών υπάρχουν μόνο ..... του ηλεκτρολύτη, ενώ στα διαλύματα των ασθενών υπάρχουν ..... και ..... του ηλεκτρολύτη. Ισχυροί ηλεκτρολύτες είναι όλα τα ....., όλα τα ..... των μετάλλων και από τα οξέα: ....., ..., ..., ..., ..., ... Ασθενείς ηλεκτρολύτες είναι όλα τα υπόλοιπα ..... και η ..... .

2. Σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες που περιέχουν 100 mL H_2O διαλύονται ίσοι αριθμοί μορίων HCN, H_2SO_4 και HCl και σχηματίζονται τα διαλύματα Δ1, Δ2, Δ3 αντίστοιχα.

α. Να διατάξετε τα διαλύματα από αυτό με τη μικρότερη προς αυτό με τη μεγαλύτερη τιμή pH, αν λάβετε υπόψη σας ότι όσο περισσότερα H^+ υπάρχουν σε ορισμένο όγκο διαλύματος τόσο μικρότερη είναι η τιμή pH του διαλύματος.

β. Να γράψετε τις απλοποιημένες χημικές εξισώσεις του ιοντισμού των τριών ενώσεων.

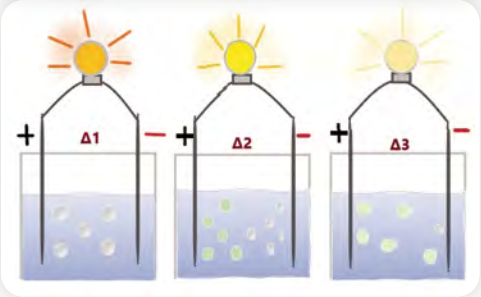
3. Τα διαλύματα Δ1, Δ2, Δ3 έχουν ίδιο όγκο και παράγονται με διάλυση ίδιου αριθμού μορίων CH_3COOH, ζάχαρης και HNO_3. Να παρατηρήσετε το διπλανό σχήμα και να εξηγήσετε τι περιέχει το κάθε διάλυμα.



4. Τα διαλύματα του διπλανού σχήματος έχουν ίδια αρχική περιεκτικότητα σε KOH, $Ca(OH)_2$ και $Al(NO_3)_3$ αντίστοιχα.

α. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις της διάστασης των τριών ουσιών.

β. Να εξηγήσετε ποια ουσία περιέχεται σε καθένα διάλυμα.



5. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

α. Όσο πιο πολλά ανιόντα OH^- έχει στον χημικό της τύπο μια βάση τόσο πιο ισχυρή είναι. ☐

β. Οι ιοντικές ενώσεις είναι όλες ισχυροί ηλεκτρολύτες. ☐

γ. Δεν υπάρχουν ασθενείς βάσεις, γιατί είναι ιοντικές ενώσεις. ☐

δ. Τα διαλύματα των οξέων δεν περιέχουν ποτέ μόρια του οξέος. ☐

ε. Το νερό της βρύσης έχει αγωγιμότητα και γι' αυτό δεν πρέπει να αγγίζουμε ποτέ πρίζες και ηλεκτρικές συσκευές σε λειτουργία με βρεγμένα χέρια. ☐

στ. Το νερό έχει πάντοτε την ίδια αγωγιμότητα, ανεξάρτητα αν είναι πόσιμο ή απιοντισμένο. ☐

ζ. Δύο υδατικά διαλύματα ίδιου όγκου στα οποία έχουμε διαλύσει ίδιο αριθμό μορίων HNO_3 και HCN έχουν ίδια αγωγιμότητα. ☐

η. Δύο υδατικά διαλύματα ίδιου όγκου στα οποία έχουμε διαλύσει ίδιο αριθμό μορίων HNO_3 και H_2SO_4 έχουν ίδια αγωγιμότητα. ☐

6. Στις ακόλουθες ερωτήσεις να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

α. Από τις ακόλουθες ενώσεις είναι οπωσδήποτε ισχυρός ηλεκτρολύτης:

i. HNO_2 **ii.** NH_3 **iii.** $Mg(NO_3)_2$ **iv.** CH_3COOH

β. Από τα ακόλουθα είδη νερού μεγαλύτερη αγωγιμότητα θα εμφανίζει το:

i. θαλασσινό νερό **ii.** απιοντισμένο νερό **iii.** πόσιμο νερό **iv.** ανθρακούχο νερό

γ. Η τιμή της αγωγιμότητας ενός υδατικού διαλύματος εξαρτάται από:

i. το είδος των μορίων της διαλυμένης ουσίας.

ii. το πλήθος των κατιόντων και των ανιόντων που περιέχει σε ορισμένο όγκο διαλύματος.

iii. το πλήθος των μορίων της διαλυμένης ουσίας σε ορισμένο όγκο διαλύματος.

iv. το πλήθος των σωματιδίων (μορίων και ιόντων) της διαλυμένης ουσίας σε ορισμένο όγκο διαλύματος.

7. Να παρατηρήσετε με προσοχή τη διπλανή εικόνα και να εξηγήσετε γιατί ο ναυαγοσώστης φωνάζει στον κολυμβητή να βγει από τη θάλασσα.

8. Τα όξινα οξείδια ή ..... οξέων είναι κατά κανόνα οξείδια ..... και παράγονται από τα ..... οξέα με απόσπαση όλων των ..... τους σε μορφή ..... . Για παράδειγμα, το CO_2 προέρχεται από το ..... [.....], ενώ το ..... από το θειικό οξύ [.....]

9 Τα βασικά οξείδια ή ..... βάσεων είναι κατά κανόνα οξείδια ..... και παράγονται από τις ..... με απόσπαση όλων των ..... τους σε μορφή ..... . Για παράδειγμα, το CaO προέρχεται από το ....., ενώ το ..... από το KOH.

10. **α.** Ποιες χημικές ενώσεις ονομάζονται οξείδια και πώς συμβολίζονται;

β. Υπάρχουν οξείδια τα οποία, όταν διαλύονται στο νερό, σχηματίζουν διαλύματα με pH < 7 στους 25 °C; Αν ναι, να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει αυτό και να γράψετε δύο παραδείγματα.

γ. Υπάρχουν οξείδια τα οποία, όταν διαλύονται στο νερό, σχηματίζουν διαλύματα με pH > 7 στους 25 °C; Αν ναι, να εξηγήσετε γιατί συμβαίνει αυτό και να γράψετε δύο παραδείγματα.

δ. Να συμπληρώσετε στον ακόλουθο πίνακα το όνομα του οξειδίου όπου δίνεται ο τύπος και τον τύπο όπου δίνεται το όνομα και στη συνέχεια στην τρίτη στήλη να γράψετε τον τύπο του οξέος ή της βάσης από την οποία μπορούν να παραχθούν με αφυδάτωση.

Όνομα	**Τύπος**	**Οξύ ή βάση από την οποία μπορούν να παραχθούν με αφυδάτωση**
τριοξείδιο του θείου		
διοξείδιο του θείου		
οξείδιο του νατρίου		
οξείδιο του βαρίου		
	CaO	
	CO_2	
	K_2O	

11. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

βάμμα του ηλιοτροπίου		
pH< 7		**pH> 7**

α. Τα οξείδια έχουν ως ανιόν ένα ανιόν O^{2-}. ☐

β. Με παρατεταμένη θέρμανση του H_2SO_4 παρασκευάζεται ο ανυδρίτης του που είναι το SO_2. ☐

γ. Αν σε νερό που περιέχει σταγόνες του δείκτη βάμμα του ηλιοτροπίου διαλυθεί SO_3, στους 25^oC, το διάλυμα θα αποκτήσει κόκκινο χρώμα. ☐

δ. Όλα τα οξείδια των μετάλλων σχηματίζουν βασικά υδατικά διαλύματα. ☐

ε. Κατά τη διάλυση CaO στο νερό παρασκευάζεται διάλυμα με pH > 7 στους 25^oC. ☐

στ. Τα υδατικά διαλύματα των οξειδίων είναι πάντοτε ουδέτερα. ☐

ζ. Τα υδατικά διαλύματα των οξειδίων των μετάλλων δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα, γιατί τα οξείδια δεν είναι ηλεκτρολύτες. ☐

η. Τα όξινα και τα βασικά οξείδια ονομάζονται ανυδρίτες, γιατί παράγονται από τα οξέα και τις βάσεις αντίστοιχα με απόσπαση όλων των υδρογόνων σε μορφή H_2O. ☐

12. Να συμπληρώσετε στον ακόλουθο πίνακα τον τύπο του ανυδρίτη όπου δίνεται ο τύπος του οξέος ή της βάσης και τον τύπο του οξέος ή της βάσης όπου δίνεται ο τύπος του ανυδρίτη.

οξύ ή βάση	H_2SO_3	KOH		H_3PO_4		$Ca(OH)_2$	HNO_2
ανυδρίτης			N_2O_5		CO_2		

13. Να αντιστοιχίσετε τα οξείδια της στήλης Α με τα ονόματα στη στήλη Β και τα οξέα ή τις βάσεις από τις οποίες παράγονται με αφυδάτωση στη στήλη Γ.

Α: τύπος	**Β: όνομα**	**Γ: οξύ ή βάση**	**Απαντήσεις**
1. P_2O_5	**1.** διοξείδιο του άνθρακα	**1.** θειικό οξύ	Α1→Β...→Γ...
2. Na_2O	**2.** πεντοξείδιο του αζώτου	**2.** νιτρικό οξύ	Α2→Β...→Γ...
3. CaO	**3.** οξείδιο του καλίου	**3.** υδροξείδιο του νατρίου	Α3→Β...→Γ...
4. CO_2	**4.** τριοξείδιο του θείου	**4.** φωσφορικό οξύ	Α4→Β...→Γ...
5. SO_3	**5.** οξείδιο του ασβεστίου	**5.** υδροξείδιο του ασβεστίου	Α5→Β...→Γ...
6. K_2O	**6.** οξείδιο νατρίου	**6.** ανθρακικό οξύ	Α6→Β...→Γ...
7. N_2O_5	**7.** πεντοξείδιο του φωσφόρου	**7.** υδροξείδιο του καλίου	Α7→Β...→Γ...

14. Στις ακόλουθες ερωτήσεις να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

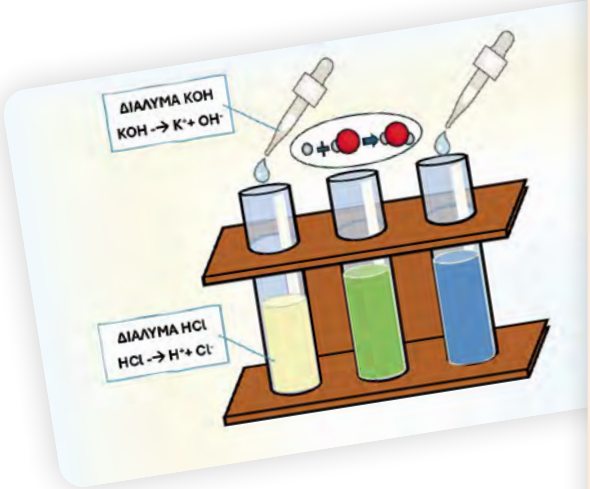
α. Κατά τη διάλυση της ουσίας Α στο νερό σχηματίζεται ένα διάλυμα με pH < 7 στους 25 ^oC. Η Α μπορεί να είναι:

i. SO_3 **ii.** $Ca(OH)_2$ **iii.** CaO **iv.** NaI

β. Κατά τη διάλυση της ουσίας Α στο νερό σχηματίζεται ένα διάλυμα που απαιτεί για την εξουδετέρωσή του HCl. Η Α μπορεί να είναι:

i. HI **ii.** HCN **iii.** CaO **iv.** NaCl

5.3 Οι μεταθετικές αντιδράσεις



Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να αναγνωρίζετε** ότι μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων λαμβάνει χώρα εφόσον σχηματίζεται προϊόν που απομακρύνεται από το αντιδρών σύστημα, δηλαδή
  - είναι δυσδιάλυτο και καταβυθίζεται ως ίζημα
  - είναι αέριο και διαφεύγει στην ατμόσφαιρα.
- **Να εκτελείτε** κατάλληλη σειρά αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων.
- **Να συμπεραίνετε** έπειτα από επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων ποιο είναι το δυσδιάλυτο προϊόν ή το παραγόμενο αέριο στις παραπάνω αντιδράσεις.
- **Να συμπληρώνετε** χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων στη «μοριακή» (τυπική) και στην ιοντική τους μορφή.
- **Να προβλέπετε** αν λαμβάνει χώρα μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων, εφόσον δίνεται πίνακας με ιζήματα ή αέρια.
- **Να διερευνάτε** και να προτείνετε λύσεις σε προβλήματα ρύπανσης, τα οποία συνδέονται με την τοπική ή ευρύτερη κοινωνία, μέσα από την ποιοτική ανάλυση ιόντων.
- **Να συμπληρώνετε** χημικές εξισώσεις εξουδετέρωσης στη «μοριακή» και στην ιοντική τους μορφή.
- **Να εκτιμάτε** αν έχει πραγματοποιηθεί πλήρης εξουδετέρωση, κατά την προσθήκη ισχυρού οξέος σε διάλυμα ισχυρής βάσης, με τη χρήση κατάλληλου μέσου.

Ταξινόμηση των χημικών αντιδράσεων με κριτήριο τον αριθμό οξείδωσης

Οι χημικές αντιδράσεις της Ανόργανης Χημείας διακρίνονται με κριτήριο τον αριθμό οξείδωσης (ΑΟ) σε μεταθετικές και οξειδοαναγωγικές.

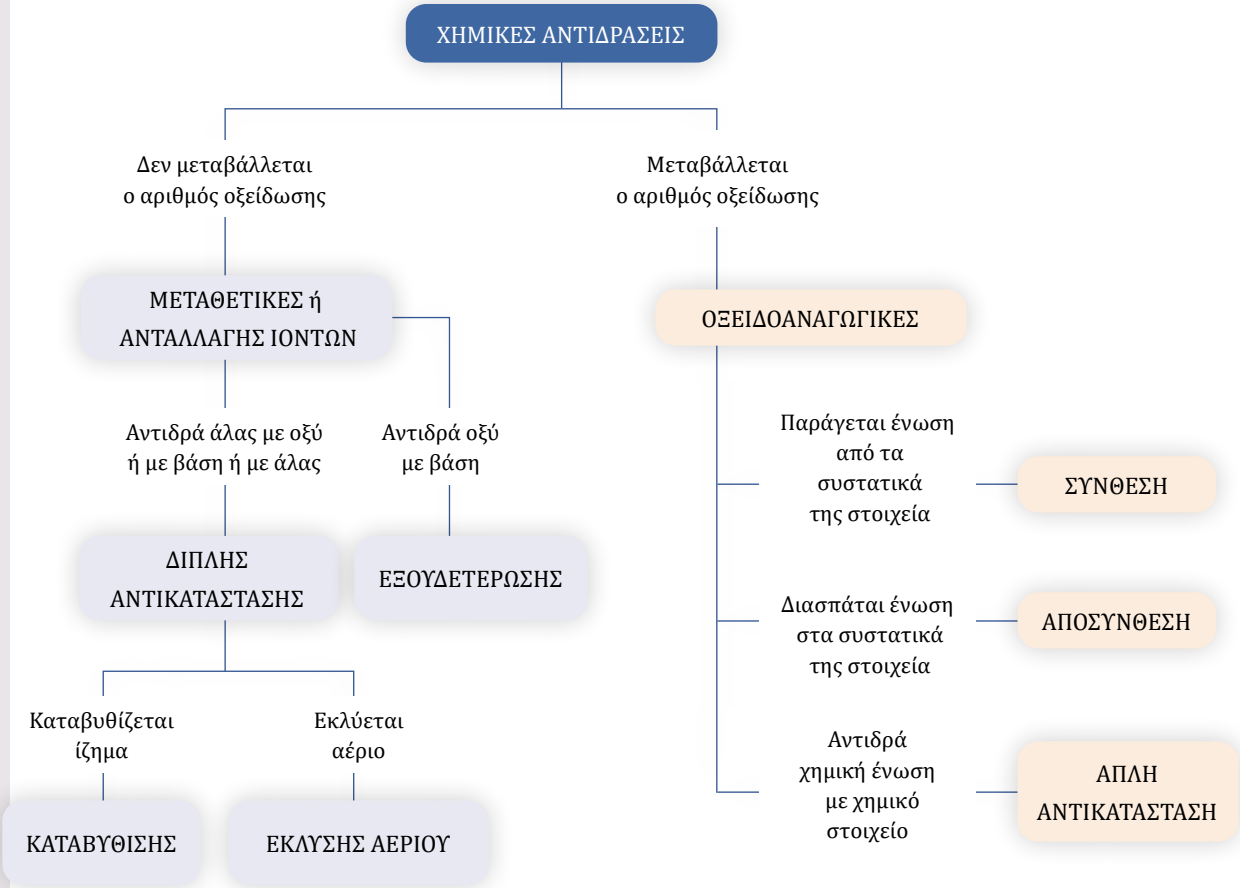
Μεταθετικές αντιδράσεις είναι οι αντιδράσεις στις οποίες δεν μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης σε κανένα από τα στοιχεία τα οποία μετέχουν στην αντίδραση.

Στις μεταθετικές αντιδράσεις ανήκουν **οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων,** δηλαδή οι αντιδράσεις **διπλής αντικατάστασης** και **εξουδετέρωσης.**

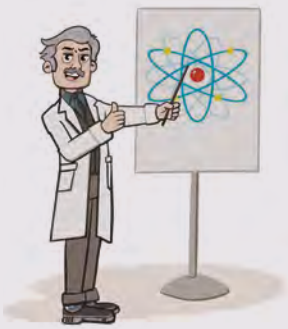
Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις είναι οι αντιδράσεις στις οποίες μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης σε ορισμένα από τα στοιχεία τα οποία μετέχουν στην αντίδραση.

Στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις ανήκουν οι αντιδράσεις **σύνθεσης, αποσύνθεσης, απλής αντικατάστασης** και **πολύπλοκης μορφής.**

Ας δούμε τον χάρτη των χημικών αντιδράσεων που θα μελετήσουμε:



Ας θυμηθούμε…



Διαλυτότητα (S)

Είναι η μέγιστη ποσότητα διαλυμένης ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη, σε ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

Ένα διάλυμα που περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα διαλυμένης ουσίας χαρακτηρίζεται **κορεσμένο**. Αν σε ένα κορεσμένο διάλυμα προστεθεί επιπλέον στερεή διαλυμένη ουσία, θα καταβυθιστεί ως ίζημα.

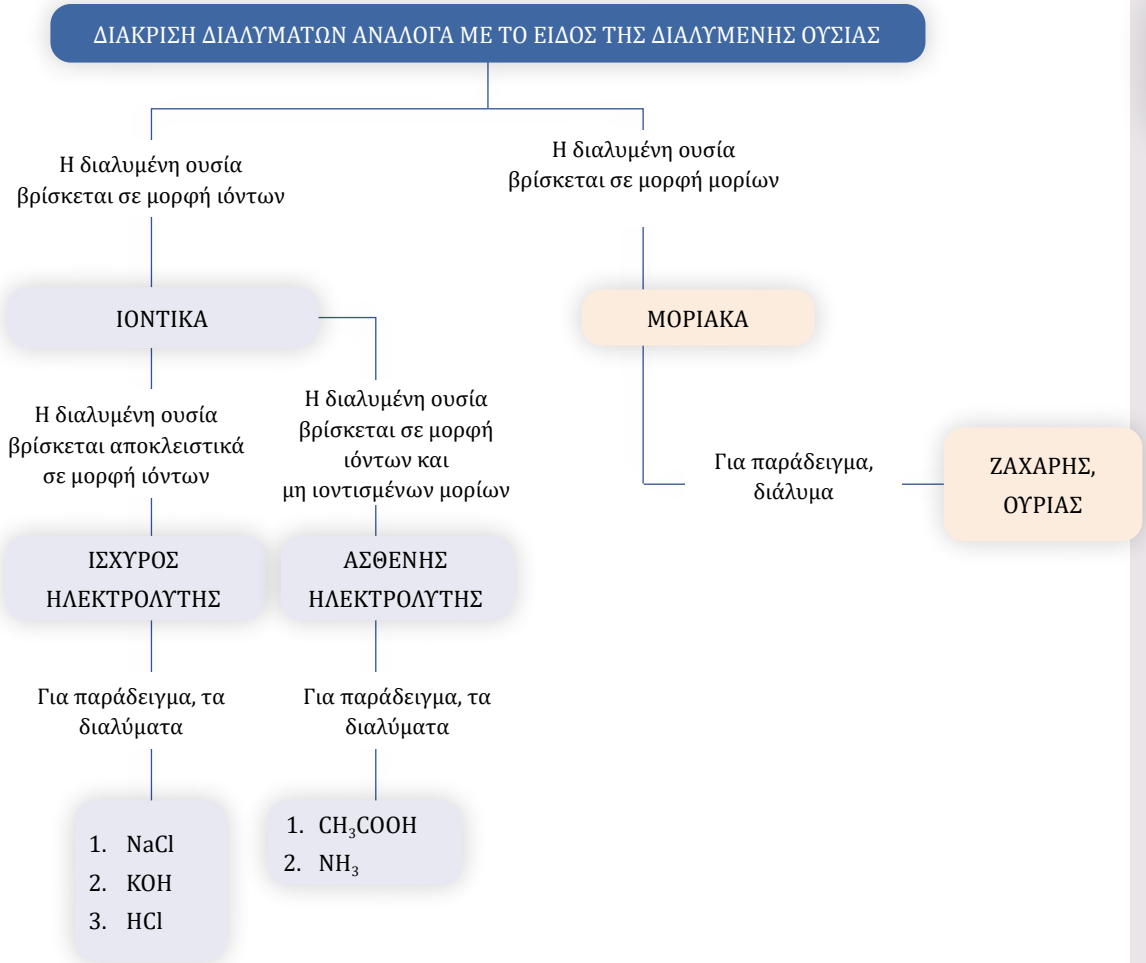
5.3.1. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων πραγματοποιούνται στα υδατικά διαλύματα. Όλες οι χημικές ενώσεις δεν διαλύονται το ίδιο στο νερό. Ορισμένες ιοντικές, όπως το NaCl, και ορισμένες ομοιοπολικές ενώσεις, όπως το HCl, έχουν μεγάλη διαλυτότητα στο νερό και ονομάζονται **ευδιάλυτες.** Άλλες διαλύονται λίγο στο νερό, δηλαδή έχουν μικρή διαλυτότητα, όπως ο AgCl, και ονομάζονται **δυσδιάλυτες.** Ανάλογα με το είδος των διαλυμένων σωματιδίων, τα διαλύματα διακρίνονται σε:

α. **μοριακά**, στα οποία η διαλυμένη ουσία βρίσκεται αποκλειστικά με τη μορφή μορίων. Τα διαλύματα ζάχαρης, γλυκόζης, ουρίας ανήκουν στην κατηγορία αυτή

β. **ιοντικά**, στα οποία η διαλυμένη ουσία βρίσκεται είτε αποκλειστικά με τη μορφή ιόντων, αν ο ηλεκτρολύτης είναι ισχυρός, είτε με τη μορφή ιόντων και μορίων, αν είναι ασθενής.

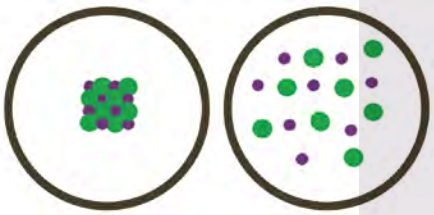
Μικρό βίντεο για τη διαλυτότητα



Όταν μια ιοντική ένωση διαλύεται στο νερό, το κρυσταλλικό της πλέγμα καταστρέφεται εντελώς και τα ιόντα ελευθερώνονται στο διάλυμα. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ηλεκτρολυτική διάσταση**.

Π.χ. διάλυμα NaCl:

$$\mathbf{NaCl(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)}$$



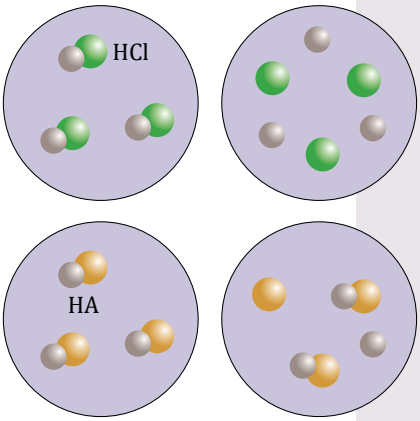
Όταν διαλυθεί μία ομοιοπολική ένωση στο νερό, μπορεί να δημιουργήσει μοριακό διάλυμα, δηλαδή να παραμείνουν τα σωματίδιά της διαλυμένα με μορφή μορίων, όπως, για παράδειγμα, στο διάλυμα ζάχαρης, ($C_{12}H_{22}O_{11}$), μπορεί όμως τα μόριά της:

- είτε να αντιδράσουν **πλήρως** με τα μόρια του νερού και να προκύψουν έτσι μόνο ιόντα (πλήρης ιοντισμός), όπως, για παράδειγμα, τα μόρια του HCl:

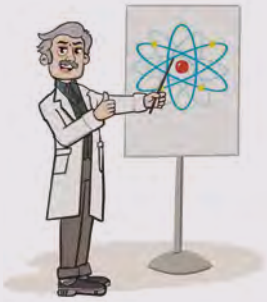
$$\mathbf{HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)}$$

- είτε να αντιδράσουν **κατά ένα μέρος** με τα μόρια του νερού και να συνυπάρχουν τελικά στο διάλυμα μόρια και ιόντα (μερικός ιοντισμός), όπως, για παράδειγμα, τα μόρια του αιθανικού οξέος στο ξίδι:

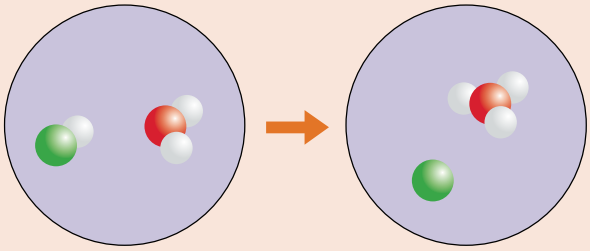
$$\mathbf{CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)}$$



Και κάτι παραπάνω…

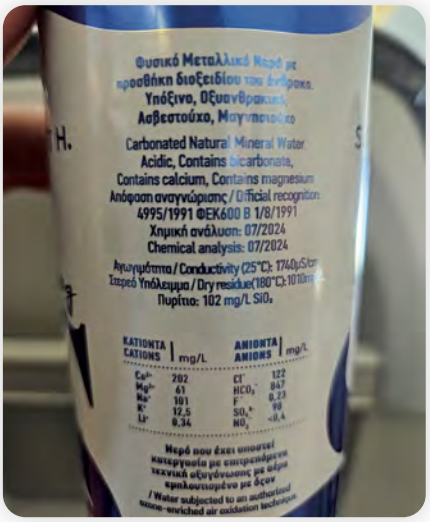


1. Κατά τη διάλυση μίας ομοιοπολικής ένωσης, όπως το HCl, στο νερό τα μόρια της ένωσης αντιδρούν με τα δίπολα μόρια του νερού και σχηματίζουν ιόντα. Έτσι, όταν τα δίπολα μόρια του νερού αποσπούν από τα μόρια του HCl, τα κατιόντα υδρογόνου H^+ του οξέος προκύπτουν στο διάλυμα **ιόντα οξωνίου H_3O^+**, τα οποία είναι εφυδατωμένα H^+, σύμφωνα με την εξίσωση: $\mathbf{HCl + H_2O \rightarrow Cl^- + H_3O^+}$.
Για λόγους απλότητας όμως, θα παραλείπουμε τα μόρια του νερού και θα θεωρούμε ότι κατά τον ιοντισμό των οξέων παράγονται H^+.



Τα δίπολα μόρια του νερού έλκουν το $H^{\delta+}$ του μορίου του HCl και το αποσπούν, αφήνοντας τα e του δεσμού H-Cl στο Cl, το οποίο φορτίζεται αρνητικά. Το εφυδατωμένο H^+ ονομάζεται ιόν οξωνίου ($\mathbf{H_3O^+}$).

2. Το πόσιμο νερό περιέχει διαλυμένα άλατα, που είναι ιοντικές ενώσεις. Εξαιτίας της ηλεκτρολυτικής διάστασης, τα άλατα αυτά βρίσκονται με μορφή ιόντων, όπως φαίνεται στην ετικέτα του εμφιαλωμένου νερού.



Να σκεφτείτε, να συζητήσετε και να απαντήσετε στα ακόλουθα ερωτήματα:

1. Όταν αναμειγνύουμε μια στερεή ουσία (π.χ. μαγειρικό αλάτι ή ζάχαρη) με το νερό, μπορούμε να δούμε με τα μάτια μας τις μεταβολές που πραγματοποιούνται στο διάλυμα;

   ……

   ……

2. Μπορούμε να διαπιστώσουμε αν αντιδρούν μεταξύ τους δύο ουσίες που διαλύονται στην ίδια ποσότητα νερού; ……

   ……

   Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

(Διαδραστική προσομοίωση: Διπλή αντικατάσταση https://javalab.org/en/precipitation_reaction_en/)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

Πώς γίνονται οι αντιδράσεις μεταξύ ιόντων στα διαλύματα;

Διαδραστικό βιντεοπείραμα

Διάλυση και ανάμειξη διαφορετικών αλάτων στα διαλύματα. Αντιδρούν ή δεν αντιδρούν;

Ονοματεπώνυμο	Χρονοδιάγραμμα	
Μέλη της ομάδας:	**Ροή δραστηριοτήτων**	**Απαιτούμενος χρόνος**
	Α. Παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι	5 min
	Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση	2 min
	Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων	3 min
	Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος: Ανάμειξη ουσιών και παρατήρηση της διάλυσης και διάχυσης, συλλογή και επεξεργασία πειραματικών δεδομένων, συζήτηση για τις εμφανείς οπτικές παρατηρήσεις ορισμένων αντιδράσεων και τις μη εμφανείς παρατηρήσεις για την πραγματοποίηση άλλων.	20 min
	Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων	3 min
Ημερομηνία:	**ΣΤ.** Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση	3 min
Τμήμα:	**Ζ.** Αξιολόγηση της εργαστηριακής διαδικασίας	4 min
	Η. Καθαρισμός και τακτοποίηση του πάγκου εργασίας, με βάση τους κανόνες ασφαλείας εργαστηρίου.	5 min

Α. Ανάκληση γνώσεων – Γνωριμία με τα υλικά – Εισαγωγή εννοιών και φαινομένων

Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση

Τι συμβαίνει κατά τη διάλυση και τη διάχυση ουσιών σε επίπεδο «μικρόκοσμου»;

Πώς συμπεριφέρονται τα ιόντα σε ένα διάλυμα; Υπάρχει χημικός συμβολισμός που να μπορεί να αναπαραστήσει αυτά τα φαινόμενα; .....

.....

.....

Γ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος – Διαχείριση μεταβλητών

Θα εξετάσουμε με τη μέθοδο της μικροκλίμακας τη δυνατότητα πραγματοποίησης χημικών αντιδράσεων κατά τη διάλυση ιοντικών ενώσεων στο νερό.

Θα αναμείξουμε ανά δύο τα αντιδραστήρια, τα οποία είναι ιοντικές ενώσεις, στα προσημειωμένα κελιά του πλαστικοποιημένου φύλλου ποιοτικού ελέγχου και θα σημειώσουμε τις παρατηρήσεις μας.

Τι περιμένετε να παρατηρήσετε για να προσδιορίσετε αν πραγματοποιείται ή δεν πραγματοποιείται χημική αντίδραση μεταξύ δύο ουσιών που διαλύονται σε μία ποσότητα νερού;

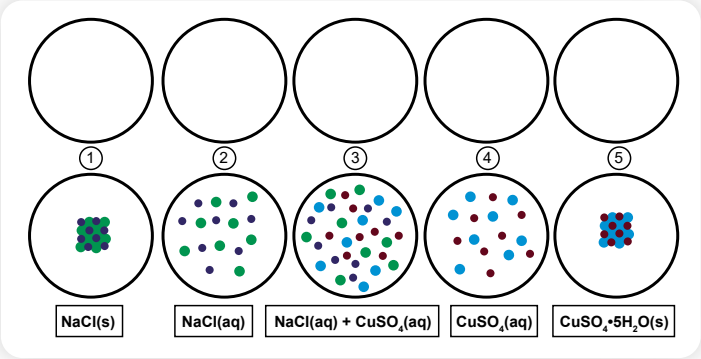
.....

Διαδραστικό βιντεοπείραμα

Πειραματική διαδικασία		
Σκεύη – Όργανα – Υλικά	- Πλαστικοποιημένο φύλλο πειραμάτων (ή φύλλο σε διαφανή θήκη) - Στερεό NaCl - Στερεός $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ - Διάλυμα $AgNO_3$ 1,7 % μάζα προς όγκο	- Διάλυμα KI ≈1,7 % μάζα προς όγκο - Απιοντισμένο νερό - Οδοντογλυφίδες - Απορροφητικό χαρτί
Οδηγίες	**Εργαστηριακή άσκηση 1α: Διάλυση και ανάμειξη NaCl και $CuSO_4 \cdot 5H_2O$** Να ακολουθήσετε τα βήματα που περιγράφονται στο «Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την εισαγωγή στις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων» – Παράρτημα Ι και να σημειώσετε τις παρατηρήσεις σας. Όταν ολοκληρώσετε τη διάλυση και ανάμειξη των NaCl και $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, όπως περιγράφεται στο φύλλο, να απαντήσετε στις ερωτήσεις 1, 2 και 3. Αφού αναμείξετε και τα δύο παραπάνω διαλύματα αλάτων στον ίδιο κύκλο, να απαντήσετε στην ερώτηση 4.	

Φύλλο εργαστηριακής άσκησης

Διάλυση και ανάμειξη NaCl και $CuSO_4$



1. Στον κύκλο 1 να προσθέσετε μερικούς κόκκους NaCl.
2. Στον κύκλο 2 να προσθέσετε 8 σταγόνες απιοντισμένο νερό. Υγραίνοντας ελαφρά τη μύτη της οδοντογλυφίδας, να πάρετε μερικούς κόκκους από τον κύκλο 1 και να τους διαλύσετε στο νερό αυτό.
3. Στον κύκλο 5 να προσθέσετε μερικούς κόκκους $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.
4. Στον κύκλο 4 να προσθέσετε 8 σταγόνες απιοντισμένο νερό και, όπως προηγουμένως, να διαλύσετε σε αυτό μερικούς κόκκους $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, με καθαρή μύτη οδοντογλυφίδας.
5. Να παρατηρήσετε τα υλικά των κύκλων 1, 2, 4 και 5 και να απαντήσετε στις ερωτήσεις 1, 2 και 3.
6. Τέλος, στον κύκλο 3 να αναμείξετε, σπρώχνοντάς τα ταυτόχρονα με δύο οδοντογλυφίδες, τα διαλύματα των κύκλων 2 και 4.
7. Να παρατηρήσετε τυχόν μεταβολές στον κύκλο και να απαντήσετε στην ερώτηση 4.

Σημείωση: Κάτω από κάθε κύκλο παριστάνονται ενδεικτικά τα αντίστοιχα ιόντα.

Ερώτηση 1.

Τι συμβαίνει στους κρυστάλλους των αλάτων μετά την προσθήκη τους στο νερό, στους κύκλους 2 και 4;

.....

.....

Ερώτηση 2.

Ποια σωματίδια αναμένετε να υπάρχουν σε αυτές στις δύο περιπτώσεις; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

Ερώτηση 3.

Το αποτέλεσμα της προσθήκης των στερεών αλάτων στο νερό στους κύκλους 2 και 4 είναι δυνατόν να εξηγηθεί με τη φράση: «Τα άλατα λιώνουν γρήγορα στο νερό»; .....

.....

Ερώτηση 4.

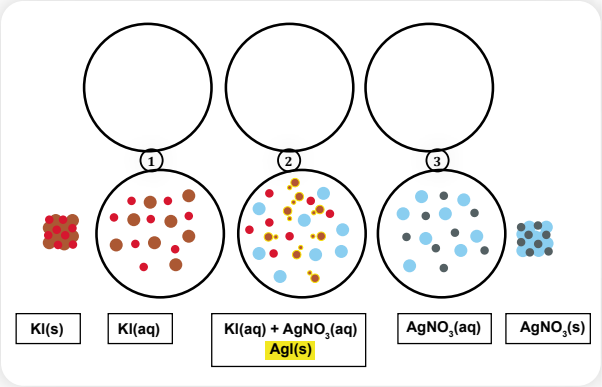
Τι συνέβη μετά την ανάμειξη των δύο διαλυμένων αλάτων στον ίδιο κύκλο 3 σε επίπεδο μικρόκοσμου; Παρατηρήσατε κάτι σε επίπεδο μακρόκοσμου; .....

.....

Οδηγίες	**Εργαστηριακή άσκηση 1β: Διάλυση και ανάμειξη Kl και $AgNO_3$** Να ακολουθήσετε τα βήματα που περιγράφονται στο «Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την εισαγωγή στις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων» – Παράρτημα ΙΙ και να σημειώσετε τις παρατηρήσεις σας. Αφού αναμείξετε και τα δύο παραπάνω διαλύματα αλάτων στον ίδιο κύκλο, να απαντήσετε στην ερώτηση 5.

Φύλλο εργαστηριακής άσκησης

1. Στον κύκλο 1 να προσθέσετε 8 σταγόνες διαλύματος Kl.
2. Στον κύκλο 3 να προσθέσετε 8 σταγόνες διαλύματος $AgNO_3$.
3. Να παρατηρήσετε τα διαλύματα των κύκλων 1 και 3.
4. Τέλος, στον κύκλο 2 να αναμείξετε, σπρώχνοντάς τα ταυτόχρονα με δύο οδοντογλυφίδες, τα διαλύματα των κύκλων 1 και 3.
5. Να παρατηρήσετε τυχόν μεταβολές στον κύκλο και να απαντήσετε στην ερώτηση 5.



Ερώτηση 5.

Τι παρατηρήσατε ότι συνέβη μετά την ανάμειξη των δύο διαλυμένων αλάτων (Kl και $AgNO_3$);

.....

.....

Δ. Εξαγωγή συμπερασμάτων

6. Ποια πληροφορία μπορούμε να αντλήσουμε από τις παρατηρήσεις μας; Τι συμπεράσματα εξάγονται από τη συμπεριφορά των παραπάνω διαλυμάτων; .....

.....

7. Επιβεβαιώθηκαν ή διαψεύσθηκαν οι υποθέσεις σας; .....

.....

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Ε. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση

Να προσπαθήσετε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

8. Όταν διαλύουμε μαγειρικό αλάτι στο νερό, αυτό διατηρεί την αρχική κρυσταλλική του δομή;

.....

9. Όταν διαλύουμε δύο (ή περισσότερες) ουσίες, μπορούμε να διαπιστώσουμε πάντα αν αντιδρούν ή δεν αντιδρούν μεταξύ τους; .....

.....

10. Να περιγράψετε με χημικά σύμβολα (π.χ. $A_xB_y \rightarrow xA^{+y} + yB^{-x}$ ή $xA^{+y} + yB^{-x} \rightarrow A_xB_y$) τις χημικές μεταβολές που συνέβησαν σε κάθε κύκλο του φύλλου εργαστηριακής άσκησης.

NaCl	....
$CuSO_4$	....
KI, $AgNO_3$	....

ΣΤ. Αξιολόγηση της εργαστηριακής διαδικασίας

11. Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στο ερευνητικό ερώτημα; .....

.....

12. Ποια σημεία της έρευνας σας δυσκόλεψαν; .....

.....

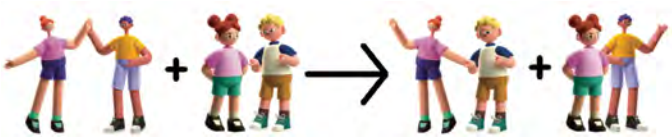
13. Η διερεύνηση που κάνατε κάλυψε πλήρως το θέμα της διάλυσης στερεών ουσιών στο νερό και της ενδεχόμενης αντίδρασης μεταξύ τους; .....

.....

Πότε και πώς πραγματοποιείται μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης

Στο προηγούμενο πείραμα είδαμε ότι, όταν αναμείξαμε σε υδατικό διάλυμα NaCl και $CuSO_4$, διαστάθηκαν σε ιόντα, αλλά δεν είχαμε καμία ένδειξη ότι σχηματίστηκε κάποια νέα χημική ουσία. Αντίθετα, όταν αναμείξαμε σε υδατικό διάλυμα Kl και $AgNO_3$, διαστάθηκαν σε ιόντα, αλλά αδιαμφισβήτητα σχηματίστηκε μια νέα χημική ένωση, η οποία καταβυθίστηκε ως κίτρινο ίζημα. Είναι προφανές λοιπόν ότι κατά την ανάμειξη δύο διαφορετικών χημικών ουσών σε υδατικό διάλυμα δεν είναι βέβαιο ότι θα αντιδράσουν, παρά μόνο αν κάποιο προϊόν απομακρυνθεί από το διάλυμα, είτε αν καταβυθιστεί **ως ίζημα** είτε **αν εκλυθεί ως αέριο.**

Στην αντίδραση που πραγματοποιήθηκε συμβαίνει ανταλλαγή ιόντων ανάμεσα στα αντιδρώντα, δηλαδή τα ιόντα αντιμετατίθενται κατά το σχήμα:



$$\Theta^{+}A^{-} + \Theta'^{+}A'^{-} \rightarrow \Theta^{+}A'^{-} + \Theta'^{+}A^{-}$$

Επίδραση διαλύματος NaOH σε διάλυμα $FeCl_3$ (Διαδραστικό βιντεοπείραμα)

Η χημική εξίσωση που περιγράφει τη συγκεκριμένη αντίδραση ανταλλαγής ιόντων στην τυπική της μορφή μπορεί να γραφεί:

$$KI(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + AgI(s)$$

Στην πραγματικότητα, όμως, στο διάλυμα τα αντιδρώντα έχουν διασταθεί σε ιόντα, οπότε η χημική εξίσωση μπορεί να γραφεί:

$$\cancel{K^{+}(aq)} + I^{-}(aq) + Ag^{+}(aq) + \cancel{NO_3^{-}(aq)} \rightarrow \cancel{K^{+}(aq)} + \cancel{NO_3^{-}(aq)} + AgI(s)$$

Τα ιόντα K^{+} και NO_3^{-} μετέχουν και στα δύο μέλη της αντίδρασης (ιόντα παρατηρητές) και μπορούν να παραλειφθούν, οπότε θα προκύψει η **ιοντική χημική εξίσωση:**

$$Ag^{+}(aq) + I^{-}(aq) \rightarrow AgI(s)$$

Το δυσδιάλυτο άλας του PbI_2 σχηματίζεται κατά την αντίδραση του KI με τον $Pb(NO_3)_2$ και έχει χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα. Ο σχηματισμός του είναι εντυπωσιακός, αφού αναμειγνύονται δύο άχρωμα διαλύματα και προκύπτει ένα έντονο κίτρινο μείγμα. Όταν το μείγμα αφεθεί να ηρεμήσει, καθιζάνει ως κίτρινο στερεό ο PbI_2.

Εκτός από τον **σχηματισμό ιζήματος**, μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων μπορεί να πραγματοποιηθεί αν ένα τουλάχιστον προϊόν απομακρυνθεί ως **αέριο.**

Μία αντίδραση ανταλλαγής ιόντων (π.χ. υδροχλωρικό οξύ και μαγειρική σόδα), στην οποία παράγεται αέριο που διαφεύγει από το αντιδρών σύστημα, μπορεί επίσης να περιγραφεί με δύο συμβολισμούς:

Αν η ίδια αντίδραση πραγματοποιηθεί με το ισχυρό οξύ HCl, οι χημικές εξισώσεις που θα αναπαριστούν το φαινόμενο θα είναι:

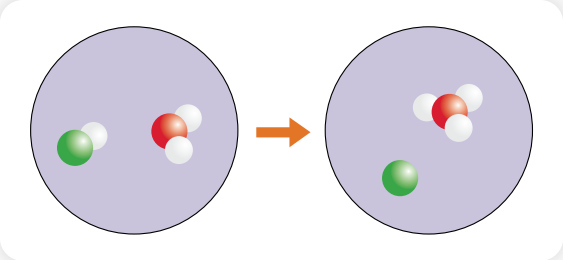
Τυπική μορφή: $HCl(aq) + NaHCO_3(aq) \rightarrow NaCl(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

Στην πραγματικότητα όμως στο διάλυμα οι ισχυροί ηλεκτρολύτες έχουν διασταθεί σε ιόντα, οπότε η χημική εξίσωση μπορεί να γραφεί:

$$H^+ + Cl^-(aq) + Na^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow Cl^-(aq) + Na^+(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

Τα ιόντα παρατηρητές που μετέχουν και στα δύο μέλη της αντίδρασης μπορούν να παραλειφθούν, οπότε θα προκύψει η **ιοντική χημική εξίσωση:**

$$H^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$$



Τα δίπολα μόρια του νερού έλκουν το $H^{\delta+}$ του μορίου του HCl και το αποσπούν, αφήνοντας τα e του δεσμού H-Cl στο Cl, το οποίο φορτίζεται αρνητικά. Το εφυδατωμένο H^+ ονομάζεται ιόν οξωνίου (H_3O^+).

Παρατηρήσεις

1. Αν και το HCl είναι ομοιοπολική ένωση, **ιοντίζεται πλήρως** στο υδατικό διάλυμά του, γιατί είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης. Έτσι, προκύπτουν στο διάλυμα **ιόντα οξωνίου H_3O^+**, όταν τα μόρια του νερού αποσπούν από τα μόρια του HCl τα κατιόντα υδρογόνου H^+ του οξέος:

$$H^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+.$$

Η ιοντική μορφή της προηγούμενης χημικής εξίσωσης θα είναι:

$$H_3O^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow 2H_2O(l) + CO_2\uparrow$$

Για λόγους απλότητας, θα παραλείπουμε τα μόρια του νερού και θα θεωρούμε ότι κατά τον ιοντισμό των οξέων παράγονται H^+, οπότε:

$$H^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g) \text{ (αέριο).}$$

2. Η παραπάνω αντίδραση του HCl με το $NaHCO_3$, όπως και η ακόλουθη, με το Na_2CO_3, μπορούν να ταξινομηθούν στις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων:

$$Na_2CO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l) + 2\,NaCl(aq)$$

Το CO_2 που παράγεται κατά την αντίδραση της μαγειρικής σόδας με το ξίδι φουσκώνει τα μπαλόνια της φωτογραφίας.

Οι παραπάνω δύο χημικές αντιδράσεις, όπως και γενικότερα οι χημικές αντιδράσεις των οξέων με τα ανθρακικά άλατα, πραγματοποιούνται, διότι το H_2CO_3 που δημιουργείται, διασπάται άμεσα σε CO_2 και H_2O. Το αέριο CO_2 απομακρύνεται από το αντιδρών σύστημα με τη μορφή φυσαλίδων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο σχηματισμός CO_2 από την αντίδραση ξιδιού, δηλαδή διαλύματος CH_3COOH με μαγειρική σόδα, δηλαδή $NaHCO_3$.

Η χημική εξίσωση που περιγράφει τη συγκεκριμένη αντίδραση ανταλλαγής ιόντων στην τυπική της μορφή μπορεί να γραφεί:

$$CH_3COOH(aq) + NaHCO_3(aq) \rightarrow CH_3COONa(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

Στην πραγματικότητα, όμως, στο διάλυμα οι ισχυροί ηλεκτρολύτες έχουν διασταθεί σε ιόντα, οπότε η χημική εξίσωση μπορεί να γραφεί:

$$CH_3COOH(aq) + Na^+(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + Na^+(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

Τα ιόντα Na^+ μετέχουν και στα δύο μέλη της αντίδρασης και μπορούν να παραλειφθούν, οπότε θα προκύψει η **ιοντική χημική εξίσωση:**

$$CH_3COOH(aq) + HCO_3^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

Στην αντίδραση αυτή το CH_3COOH, που είναι ασθενής ηλεκτρολύτης, δεν βρίσκεται σε πλήρη ιοντισμό και γι' αυτό μετέχει στην ιοντική αντίδραση.

Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης ονομάζονται οι χημικές αντιδράσεις μεταξύ δύο ηλεκτρολυτών στα υδατικά τους διαλύματα, κατά τις οποίες οι ηλεκτρολύτες **ανταλλάσσουν τα ιόντα τους**, εφόσον ένα από τα προϊόντα απομακρύνεται ως ίζημα ή αέριο, σύμφωνα με το σχήμα:

$$\Theta^{+}A^{-} + \Theta'^{+}A'^{-} \rightarrow \Theta^{+}A'^{-} + \Theta'^{+}A^{-}$$

Στις αντιδράσεις αυτές ο ένας από τους ηλεκτρολύτες είναι οπωσδήποτε άλας.

Να σκεφτείτε, να συζητήσετε και να απαντήσετε στα ακόλουθα ερωτήματα.

1. Τι θα μπορούσαμε να περιμένουμε να συμβεί κατά την ανάμειξη δύο υδατικών διαλυμάτων διαφορετικών ουσιών; .....
   .....
2. Όταν αναμειγνύουμε δύο υδατικά διαλύματα, υπάρχει τρόπος να βεβαιωθούμε για το εάν συνέβη ή όχι αντίδραση μεταξύ των διαλυμένων ουσιών; .....
   .....
3. Μπορούμε να παραλάβουμε το προϊόν που θα έδιναν τα ιόντα παρατηρητές από το τελικό διάλυμα;
   .....
   .....

Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

(Διαδραστική προσομοίωση: Διπλή αντικατάσταση - https://javalab.org/en/precipitation_reaction_en/)

Προϋποθέσεις για την πραγματοποίηση μιας αντίδρασης ανταλλαγής ιόντων

Η αντίδραση ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης πραγματοποιείται όταν ένα άλας αναμειγνύεται με ένα άλλο άλας ή με ένα οξύ ή με μία βάση σε υδατικό διάλυμα και μόνο αν κάποιο από τα προϊόντα της αντίδρασης πέφτει ως **ίζημα** ή απομακρύνεται ως **αέριο** ή είναι **ασθενής ηλεκτρολύτης**.

Για να ελέγξουμε αν μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης πραγματοποιείται, θα πρέπει να αξιοποιούμε τον ακόλουθο πίνακα.

Προσομοίωση εργαστηρίου

Δυσδιάλυτες ενώσεις
Αέριες ενώσεις

Πίνακας 5.3.1 Δυσδιάλυτες ενώσεις και αέριες ενώσεις	
Ιζήματα (στερεά δυσδιάλυτα στο νερό)	**Αέρια** (σε συνθήκες περιβάλλοντος P=1atm, θ=25°C)
1. Όλα τα άλατα Ag και Pb εκτός από τα νιτρικά(NO_3^-) 2. Όλα τα ανθρακικά (CO_3^{2-}) άλατα εκτός από από K^+, Na^+ και NH_4^+ 3. Όλα τα φωσφορικά (PO_4^{3-}) άλατα εκτός από από K^+, Na^+ και NH_4^+ 4. Όλα τα θειούχα (S^{2-}) άλατα, εκτός από K^+, Na^+ και NH_4^+ 5. Όλα τα υδροξείδια των μετάλλων, εκτός από K^+, Na^+, Ca^{2+}, Ba^{2+} 6. Από τα αλογονούχα (X: Cl^-, Br^-, I^-) άλατα, τα άλατα Ag^+, Pb^{2+} και Cu^+ 7. Από τα (SO_4^{2-}) άλατα, τα άλατα Pb^{2+}, Ca^{2+} και Ba^{2+}	HCl, HBr, HI, H_2S, HCN, CO_2, SO_2, NH_3 **Παρατήρηση 1:** Το ανθρακικό οξύ (H_2CO_3), το θειώδες οξύ (H_2SO_3) και το υδροξείδιο του αμμωνίου (NH_4OH) είναι ασταθείς ενώσεις και όταν είναι προϊόντα μιας αντίδρασης διπλής αντικατάστασης γράφουμε τα προϊόντα της διάσπασής τους: $H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$ $H_2SO_3 \rightarrow SO_2 + H_2O$ $NH_4OH \rightarrow NH_3 + H_2O$ **Παρατήρηση 2:** Όλα τα άλατα K, Na, NH_4^+ και όλα τα νιτρικά άλατα (NO_3^-) είναι ευδιάλυτα. **Παρατήρηση 3:** Το BaS, το CaS, και η βάση $Ca(OH)_2$ εμφανίζουν μικρή διαλυτότητα.
Τα κυριότερα έγχρωμα ιζήματα του πίνακα είναι τα εξής: **AgCl** (λευκό), **AgBr** (υποκίτρινο), **AgI** (κίτρινο), **Ag_2S** (μαύρο), **PbS** (μαύρο), **Ag_3PO_4** (μαύρο), **Ag_2SO_4** (κίτρινο), **$PbCl_2$** (λευκό), **$CuCO_3$** (γαλάζιο), **$FeCO_3$** (καστανόμαυρο), **$PbCO_3$** (λευκό), **$Fe(OH)_2$** (μαύρο), **$Pb(OH)_2$** (λευκό), **$Cu(OH)_2$** (μπλε), **$Fe(OH)_3$** (καστανόχρωμο).	

Παράδειγμα 8

Περιπτώσεις και παραδείγματα διπλής αντικατάστασης	
Α. άλας + οξύ	
Τυπική μορφή	$K_2S(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2KCl + \mathbf{H_2S(g)}$
Ιοντική μορφή	$S^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow \mathbf{H_2S(g)}$
Τυπική μορφή	$BaCO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow BaCl_2 + \mathbf{CO_2(g)} + H_2O(l)$
Ιοντική μορφή	$CO_3^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow \mathbf{CO_2(g)} + H_2O(l)$
Τυπική μορφή	$ZnSO_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + \mathbf{SO_2(g)} + H_2O(l)$
Ιοντική μορφή	$SO_3^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \rightarrow \mathbf{SO_2(g)} + H_2O(l)$
Τυπική μορφή	$NaHCO_3(aq) + HI(aq) \rightarrow NaI(aq) + \mathbf{CO_2(g)} + H_2O(l)$
Ιοντική μορφή	$HCO_3^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow \mathbf{CO_2(g)} + H_2O(l)$
Β. άλας + βάση	
Τυπική μορφή	$Na_2CO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow \mathbf{CaCO_3(s)} + 2NaOH(aq)$
Ιοντική μορφή	$CO_3^{2-}(aq) + Ca^{2+}(aq) \rightarrow \mathbf{CaCO_3(s)}$
Τυπική μορφή	$2NH_4Cl(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow BaCl_2(aq) + \mathbf{2NH_3(g)} + 2H_2O(l)$
Ιοντική μορφή	$2NH_4^+(aq) + 2OH^-(aq) \rightarrow \mathbf{2NH_3(g)} + 2H_2O(l)$

Τυπική μορφή	$(NH_4)_2SO_4(aq) + 2KOH(aq) \rightarrow K_2SO_4(aq) + \mathbf{2NH_3(g)} + 2H_2O(l)$
Ιοντική μορφή	$2NH_4^+(aq) + 2OH^-(aq) \rightarrow \mathbf{2NH_3(g)} + 2H_2O(l)$
Γ. άλας$_1$ + άλας$_2$	
Τυπική μορφή	$AlCl_3(aq) + 3AgNO_3(aq) \rightarrow Al(NO_3)_3(aq) + \mathbf{3AgCl(s)}$
Ιοντική μορφή	$Cl^-(aq) + Ag^+(aq) \rightarrow \mathbf{AgCl(s)}$
Τυπική μορφή	$Ba(NO_3)_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow \mathbf{BaSO_4} + 2NaNO_3(aq)$
Ιοντική μορφή	$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow \mathbf{BaSO_4(s)}$
Τυπική μορφή	$Pb(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow \mathbf{PbS(s)} + 2NaNO_3(aq)$
Ιοντική μορφή	$Pb^{2+}(aq) + S^{2-}(aq) \rightarrow \mathbf{PbS(s)}$

Παρατηρήστε ότι οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων μεταξύ αλάτων πραγματοποιούνται **μόνο** εφόσον καταβυθίζεται ίζημα **(αντιδράσεις καταβύθισης)**

Εφαρμογή 8

Να συμπληρώσετε τους συντελεστές στις παρακάτω χημικές εξισώσεις αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων, να τις χαρακτηρίσετε ως καταβύθισης (Κ) ή έκλυσης αερίου (Α) και να μετατρέψετε την τυπική μορφή σε ιοντική.

Α. άλας + οξύ → νέο άλας + νέο οξύ	
Τυπική μορφή	$...K_2S(aq) + ...HBr(aq) \rightarrow ...KBr ...\mathbf{H_2S(g)}$
Ιοντική μορφή	
Τυπική μορφή	$...CaCO_3(aq) + ...Hl(aq) \rightarrow ...Cal_2(aq) + ...\mathbf{CO_2(g)} + ...H_2O(l)$
Ιοντική μορφή	
Τυπική μορφή	$...CaSO_3(aq) + ...H_2SO_4(aq) \rightarrow ..CaSO_4(s) + ..\mathbf{SO_2(g)} + ...H_2O(l)$
Ιοντική μορφή	
Τυπική μορφή	$...KHCO_3(aq) + ...HBr(aq) \rightarrow ...KBr\ (aq) + ...\mathbf{CO_2(g)} + ...H_2O(l)$
Ιοντική μορφή	
Β. άλας + βάση → νέο άλας + νέα βάση	
Τυπική μορφή	$...K_2CO_3(aq) + ...Ba(OH)_2(aq) \rightarrow ...B\mathbf{aCO_3(s)} + ...KOH(aq)$
Ιοντική μορφή	
Τυπική μορφή	$...NH_4l(aq) + ...Ba(OH)_2(aq) \rightarrow ...Bal_2\ (aq) + \mathbf{...NH_3(g)} + ...H_2O(l)$
Ιοντική μορφή	
Τυπική μορφή	$...(NH_4)_2CO_3(aq) + ...NaOH(aq) \rightarrow ...Na_2CO_3 + \mathbf{...NH_3(g)} + ...H_2O(l)$
Ιοντική μορφή	
Γ. άλας$_1$ + άλας$_2$ → άλας$_3$ + άλας$_4$	
Τυπική μορφή	$...KBr\ (aq) + ...AgNO_3(aq) \rightarrow ...\mathbf{AgBr(s)} + ...KNO_3(aq)$
Ιοντική μορφή	

Τυπική μορφή	...KI (aq) + ...$Pb(NO_3)_2$(aq) → ...**PbI_2(s)** + ...KNO_3(aq)
Ιοντική μορφή	
Τυπική μορφή	...$Ca(NO_3)_2$(aq)+...Na_2SO_4(aq)→...**$CaSO_4$(s)**+...$NaNO_3$(aq)
Ιοντική μορφή	
Τυπική μορφή	...$Pb(NO_3)_2$(aq) + ...K_2CrO_4(aq) → ...**$PbCrO_4$(s)** + ...KNO_3(aq)
Ιοντική μορφή	
Τυπική μορφή	...$CaCl_2$(aq) + ...Na_3PO_4(aq) → ...**$Ca_3(PO_4)_2$(s)** + ...NaCl(aq)
Ιοντική μορφή	

Παράδειγμα 9: Διαχωρισμός κατιόντων

Σε ένα υδατικό διάλυμα περιέχονται $AgNO_3$, $Pb(NO_3)_2$, $CuSO_4$, $Fe(NO_3)_2$ και $Ca(NO_3)_2$.

α. Να αναφέρετε τα κατιόντα των μετάλλων που περιέχονται στο διάλυμα.

β. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε διάλυμα HBr και σχηματίζεται ίζημα Α. Το ίζημα διαχωρίζεται με διήθηση και στο διάλυμα διαβιβάζεται H_2S, οπότε σχηματίζεται ίζημα Β.
Μετά τη νέα διήθηση στο διάλυμα προστίθεται $(NH_4)_2CO_3$, οπότε σχηματίζεται νέο ίζημα Γ.
Να συμβουλευτείτε τον Πίνακα 1 και να βρείτε την ποιοτική σύσταση των ιζημάτων Α, Β και Γ.

α. Όλα τα άλατα είναι ευδιάλυτα.
Στο διάλυμα υπάρχουν τα κατιόντα: Ag^+, Pb^{2+},Cu^{2+} Fe^{2+},Ca^{2+}.

β. Με προσθήκη HBr πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις:
$Ag^+(aq) + HBr(aq) \rightarrow AgBr(s) + H^+$
$Pb^{2+}(aq) + 2HBr(aq) \rightarrow PbBr_2(s) + 2H^+$
Στο διάλυμα έχουν απομείνει τα ιόντα Cu^{2+}, Fe^{2+}, Ca^{2+}.
Με προσθήκη H_2S πραγματοποιούνται οι αντιδράσεις:
$Fe^{2+}(aq) + H_2S(aq) \rightarrow FeS(s) + 2H^+$
$Cu^{2+}(aq) + H_2S(aq) \rightarrow CuS(s) + 2H^+$
Τώρα στο διάλυμα έχουν απομείνει μόνο τα ιόντα Ca^{2+}.
Με προσθήκη $(NH_4)_2CO_3$ πραγματοποιείται η αντίδραση:
$Ca^{2+}(aq)+ (NH_4)_2CO_3(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + 2NH_4^+$

Το ίζημα Α αποτελείται από AgBr και $PbBr_2$

Το ίζημα Β αποτελείται από FeS και CuS

Το ίζημα Γ αποτελείται από $CaCO_3$

Εφαρμογή 9

Σε ένα διάλυμα υδατικό διάλυμα περιέχονται $AgNO_3$, $Zn(NO_3)_2$, $Fe(NO_3)_2$ και $Ba(NO_3)_2$.

α. Να γράψετε τις εξισώσεις διάστασης των αλάτων και να αναφέρετε τα κατιόντα των μετάλλων που περιέχονται στο διάλυμα.

β. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε διάλυμα HBr και σχηματίζεται ίζημα Α. Το ίζημα διαχωρίζεται με διήθηση και στο διάλυμα διαβιβάζεται KOH, οπότε σχηματίζεται ίζημα Β.
Μετά τη νέα διήθηση στο διάλυμα προστίθεται K_2CO_3, οπότε σχηματίζεται νέο ίζημα Γ.
Να συμβουλευτείτε τον Πίνακα 1 και να βρείτε την ποιοτική σύσταση των ιζημάτων Α, Β και Γ.

ΙΖΗΜΑ Α: AgBr, ΙΖΗΜΑ Β: $Zn(OH)_2$, $Fe(OH)_2$, ΙΖΗΜΑ Γ: $BaCO_3$

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4

Πώς διαπιστώνεται η πραγματοποίηση μιας αντίδρασης;

Διαδραστικό βιντεοπείραμα

Εξαγωγή κανόνων πραγματοποίησης μιας αντίδρασης ανταλλαγής ιόντων

Ονοματεπώνυμο:	Χρονοδιάγραμμα	
Μέλη της ομάδας:	**Ροή δραστηριοτήτων**	**Απαιτούμενος χρόνος**
	Α. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση	2 min
	Β. Διαχείριση μεταβλητών	4 min
	Γ. Καταγραφή και επεξεργασία δεδομένων. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος: μέσω των αναμείξεων υδατικών διαλυμάτων ιοντικών ενώσεων, εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με τη συμπεριφορά ευδιάλυτων και δυσδιάλυτων ενώσεων. Δημιουργία πίνακα ευδιάλυτων και δυσδιάλυτων ενώσεων, συζήτηση και γενίκευση.	20 min
	Δ. Εξαγωγή συμπερασμάτων	3 min
Ημερομηνία:	**Ε.** Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση	3 min
Τμήμα:	**ΣΤ.** Αξιολόγηση της εργαστηριακής διαδικασίας	4 min
	Ζ. Καθαρισμός και τακτοποίηση του πάγκου εργασίας, με βάση τους κανόνες ασφαλείας του εργαστηρίου.	4 min

Α. Ερευνητικά ερωτήματα – Υπόθεση

Τι συμβαίνει κατά την ανάμειξη δύο υδατικών διαλυμάτων διαφορετικών χημικών ενώσεων, εκ των οποίων η μία είναι οπωσδήποτε άλας; Είναι βέβαιο ότι θα αντιδράσουν; Αν όχι, πώς θα το διαπιστώσουμε; Αν ναι, με ποιον μηχανισμό προκύπτουν τα προϊόντα; .....

.....

.....

Β. Διαχείριση μεταβλητών

Θα πειραματιστούμε με αναμείξεις δύο υδατικών διαλυμάτων διαφορετικών χημικών ενώσεων, εκ των οποίων η μία είναι οπωσδήποτε άλας, με στόχο να διερευνήσουμε πότε πραγματοποιείται μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων.

Ερώτηση: Τι περιμένετε να παρατηρήσετε κατά την ανάμειξη δύο υδατικών διαλυμάτων διαφορετικών χημικών ενώσεων, εκ των οποίων η μία είναι οπωσδήποτε άλας; Η αναμενόμενη παρατήρησή σας αυτή έχει γενική ισχύ ή ποικίλλει; Αν πιστεύετε ότι εξαρτάται από κάποιες παραμέτρους, να τις αναφέρετε εδώ.

.....

.....

Πειραματική διαδικασία	
Σκεύη – Όργανα – Υλικά	Ενδεικτικά απαιτούνται τα ακόλουθα αντιδραστήρια/υλικά: - Πλαστικοποιημένο φύλλο πειραμάτων (ή φύλλο σε διαφανή θήκη) - Υδατικά διαλύματα: NaCl , Na_2CO_3 , NaOH, $FeCl_3$, $Pb(NO_3)_2$, $CuSO_4$, KBr, KI, HCl - Απιοντισμένο νερό - Οδοντογλυφίδες - Απορροφητικό χαρτί - Προστατευτικά γυαλιά, υποχρεωτικά Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται κατά τη χρήση του υδατικού διαλύματος HCl. Αν το υδροχλωρικό οξύ πέσει στο δέρμα ή στα ρούχα, πρέπει να ξεπλυθεί με άφθονο νερό και να ενημερωθεί οπωσδήποτε ο/η υπεύθυνος/η εκπαιδευτικός.
Οδηγίες	Να ακολουθήσετε τα βήματα που περιγράφονται στο «Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για τις προϋποθέσεις πραγματοποίησης μιας αντίδρασης ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης» – Παράρτημα ΙΙ, να σημειώσετε τις παρατηρήσεις σας στους πίνακες που ακολουθούν και να απαντήσετε στις ερωτήσεις.

Γ. Καταγραφή και επεξεργασία δεδομένων

Ερώτηση 1. Ποια παρατήρηση αποτελεί κριτήριο επιβεβαίωσης για την πραγματοποίηση ή μη μιας χημικής αντίδρασης μεταξύ δύο ουσιών που διαλύονται σε μία ποσότητα νερού;

……

……

	$Pb(NO_3)_2$	$CuSO_4$	$FeCl_3$	HCl
Na_2CO_3				
NaCl				
NaOH				

Ερώτηση 2. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις για την επίδραση του υδροχλωρικού οξέος στο διάλυμα, Na_2CO_3:

$Na_2CO_3(aq)$ + ... HCl (aq) → ……(g) + …… (l) + 2 …… (aq)

$H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$ → …… (l) + ...(g) ή,

$H_3O^+(aq) + HCO_3^-(aq)$ → 2……(l) + ……(g)

Προσομοίωση εργαστηρίου

Οδηγίες	Στον **Πίνακα 1**, αν δεν παρατηρήσουμε μεταβολή, σημειώνουμε μια παύλα. Αν παρατηρήσουμε τον σχηματισμό ιζήματος, σημειώνουμε το χρώμα του. Στον **Πίνακα 2**, κάθε γραμμή του Πίνακα 1 χωρίζεται σε δύο γραμμές. Σε κάθε κελί της πρώτης γραμμής του κάθε άλατος, να σημειώσετε όλα τα κατιόντα και τα ανιόντα που υπάρχουν στο αντίστοιχο διάλυμα (3-4 ιόντα ανά κελί), που προκύπτουν από το άλας της γραμμής και από το άλας της αντίστοιχης στήλης. Στο αντίστοιχο κελί της δεύτερης γραμμής να γράψετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων που είναι πιθανόν να προκύψουν κατά την ανάμειξη των δύο διαλυμάτων σε μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων (δύο χημικές ενώσεις ανά κελί).

Πίνακας 1. Αποτελέσματα ανάμειξης				
	$Pb(NO_3)_2$	$CuSO_4$	$FeCl_3$	HCl
Na_2CO_3				
NaCl				
NaOH				

Πίνακας 2. Ανάλυση των ευρημάτων				
	$Pb(NO_3)_2$	$CuSO_4$	$FeCl_3$	HCl
Na_2CO_3				
NaCl				
NaOH				

Οδηγίες	Να συζητήσετε με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας σας και να αποφασίσετε ποιες από τις πιθανές ενώσεις του Πίνακα 2 είναι ευδιάλυτες στο νερό και ποιες είναι δυσδιάλυτες. Συμπερασματικά, να κυκλώσετε τις δυσδιάλυτες. Να απαντήσετε στις δύο παρακάτω ερωτήσεις και να λύσετε την άσκηση. Αν ο χρόνος δεν επαρκεί, η άσκηση μπορεί να ολοκληρωθεί στο σπίτι.

	$Pb(NO_3)_2$	$CuSO_4$	$FeCl_3$	HCl
Na_2CO_3				
NaCl				
NaOH				

Ερώτηση 1. Ποιο κατιόν δεν εντοπίζεται σε κανένα ίζημα;

.....

.....

Ερώτηση 2. Ποιο ανιόν δεν εντοπίζεται σε κανένα ίζημα;

.....

.....

Ερώτηση 3. Ποια ανιόντα σχηματίζουν σε όλα τα πειράματα ιζήματα; .....

.....

Ερώτηση 4. Σε ποια περίπτωση παράχθηκε αέριο; .....

.....

Άσκηση 1. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις όλων των αντιδράσεων που πραγματοποιήθηκαν στις αναμείξεις που πραγματοποιήσατε, στην τυπική και στην ιοντική τους μορφή.

.....

.....

.....

.....

Δ. Εξαγωγή συμπερασμάτων

1. Ποια πληροφορία μπορείτε να αντλήσετε από τις παρατηρήσεις σας; Ποια είναι η εργαστηριακή χρησιμότητα των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων που διαπιστώσατε; .....

   .....

   .....

2. Επιβεβαιώθηκαν ή διαψεύσθηκαν οι υποθέσεις σας; .....

.....

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Ε. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση

Να προσπαθήσετε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

1. Όταν διαλύουμε δύο (ή περισσότερες) ουσίες, μπορούμε να διαπιστώσουμε πάντα αν αντιδρούν ή δεν αντιδρούν μεταξύ τους; .....

.....

2. Πώς αντιλαμβανόμαστε ότι πραγματοποιήθηκε μία αντίδραση; .....

.....

3. Το NaCl αντέδρασε με τον $FeCl_3$; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. .....

.....

4. Το NaCl αντέδρασε με τον $CuSO_4$; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. .....

.....

5. Να αναφέρετε δύο τρόπους με τους οποίους αντιλαμβανόμαστε άμεσα ότι πραγματοποιήθηκε μία αντίδραση. .....

.....

6. Μπορούμε να διακρίνουμε αν το άχρωμο και άοσμο υγρό που βρήκατε στο σχολικό εργαστήριο είναι απιοντισμένο νερό ή διάλυμα μαγειρικής σόδας (διάλυμα $NaHCO_3$); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας, αξιοποιώντας και τις γνώσεις σας για τις τεχνικές της μικροκλίμακας.

	....$+NaHCO_3 \rightarrow$ ..... + ... + ...

Σημείωση: Τα συμπεράσματά σας μπορούν να γενικευθούν, είναι βέβαιο όμως ότι υπάρχουν και εξαιρέσεις. Πίνακες όπως ο Πίνακας 5.3.1 στη σελίδα 198 προκύπτουν με εργασία αντίστοιχη με αυτήν που ολοκληρώσατε. Ο Πίνακας 5.3.1 μπορεί να αξιοποιηθεί, όπου απαιτηθεί, για την επίλυση σχετικών προβλημάτων και ασκήσεων.

ΣΤ. Αξιολόγηση της εργαστηριακής διαδικασίας

1. Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στο ερευνητικό ερώτημα; .....

.....

2. Ποια σημεία της έρευνας σας δυσκόλεψαν; .....

.....

3. Η διερεύνηση που κάνατε κάλυψε πλήρως το θέμα της διάλυσης στερεών ουσιών στο νερό και της ενδεχόμενης αντίδρασης μεταξύ τους; .....

.....

Ποια η χρησιμότητα της μελέτης των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης;

Τα υδατικά διαλύματα είναι αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητας του ανθρώπου και ζωτικός χώρος για την επιβίωση όλων των ζωικών και φυτικών οργανισμών. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η θάλασσα, οι λίμνες, τα ποτάμια και το πόσιμο νερό περιέχουν διαλυμένα άλατα, αλλά και άλλες ουσίες από τις οποίες εξαρτάται η ποιότητα και η ασφάλεια στην κατανάλωσή τους. Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων παρέχουν τα εργαλεία ποιοτικής ανάλυσης και ελέγχου της παρουσίας επικίνδυνων ιόντων, καθώς και μεθόδους για την απομάκρυνσή τους.

Προσομοίωση εργαστηρίου

Το κίτρινο του χρωμίου

Επιλύοντας πραγματικά προβλήματα με τη βοήθεια των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων

Θα αξιοποιήσουμε τις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων σε πειραματικές διαδικασίες ποιοτικής ανίχνευσης ιόντων και θα γνωρίσουμε την αξία τους για το χημικό εργαστήριο αλλά και για την καθημερινή ζωή. Θα επιχειρηθεί η επίλυση δύο πραγματικών προβλημάτων, ενός προβλήματος διάκρισης ιόντων αλογόνων και ενός περιβαλλοντικού προβλήματος ρύπανσης μιας λίμνης.

Θεωρητικό πλαίσιο: Τα ιόντα των αλογόνων με επίδραση διαλύματος $AgNO_3$ σχηματίζουν δυσδιάλυτα άλατα χαρακτηριστικού χρώματος με αντίδραση ανταλλαγής ιόντων.

Για παράδειγμα, με ανάμειξη διαλύματος NaCl με διάλυμα $AgNO_3$ πραγματοποιείται η αντίδραση που περιγράφεται από τις εξισώσεις:

Τυπική μορφή: $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$

Στην πραγματικότητα, όμως, στο διάλυμα οι ισχυροί ηλεκτρολύτες έχουν διασταθεί σε ιόντα, οπότε η χημική εξίσωση μπορεί να γραφεί:

$\cancel{Na^+} + Cl^-(aq) + Ag^+(aq) + \cancel{NO_3^-(aq)} \rightarrow AgCl(s) + \cancel{Na^+(aq)} + \cancel{NO_3^-(aq)}$

Τα ιόντα παρατηρητές που μετέχουν και στα δύο μέλη της αντίδρασης μπορούν να παραλειφθούν, οπότε θα προκύψει η **ιοντική χημική εξίσωση:**

$$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$$

Διαδραστικό βιντεομάθημα

Δραστηριότητα: Να παρακολουθήσετε το διαδραστικό βίντεο: «Ανίχνευση ιόντων αλογόνων» και να απαντήσετε στις ερωτήσεις που θέτει.

Να σκεφτείτε, να συζητήσετε και να απαντήσετε στα ακόλουθα ερωτήματα.

1. Πώς θα μπορούσαμε να διαπιστώσουμε εάν το νερό του δικτύου ύδρευσης ενός οικισμού είναι χλωριωμένο;

   .....

   .....

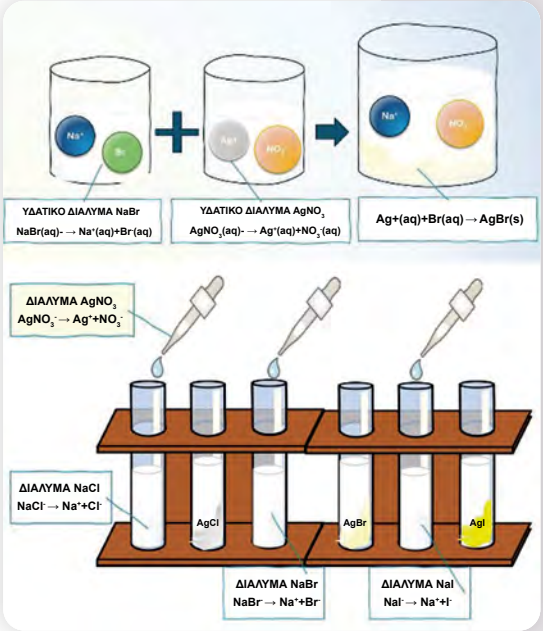
2. Γιατί «αναβράζει» ένα «αναβράζον» δισκίο; .....

   .....

   .....

   .....

   Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5

Επιλύοντας πραγματικά προβλήματα

Διάκριση και ταυτοποίηση ιόντων αλογόνων

Διαδραστικό βιντεοπείραμα

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1. Στο εργαστήριο υπάρχει ένα λευκό κρυσταλλικό στερεό, το οποίο είναι KCl ή KBr ή KI. Με ποια δοκιμασία μπορεί να διαπιστωθεί για ποια από τις τρεις χημικές ενώσεις πρόκειται;

Ονοματεπώνυμο	Χρονοδιάγραμμα	
Μέλη της ομάδας:	**Ροή δραστηριοτήτων**	**Απαιτούμενος χρόνος**
	Α. Παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι	5 min
	Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση	2 min
	Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων	3 min
	Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος: Αναζητείται η λύση ενός υπαρκτό περιβαλλοντικό πρόβλημα	20 min
	Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων	3 min
Ημερομηνία:	**ΣΤ.** Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση	3 min
Τμήμα:	**Ζ.** Αξιολόγηση της εργαστηριακής διαδικασίας	4 min
	Η. Καθαρισμός και τακτοποίηση του πάγκου εργασίας, με βάση τους κανόνες ασφαλείας του εργαστηρίου	5 min

Α. Ερευνητικά ερωτήματα – Υποθέσεις

Μπορούν οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων να μας φανούν χρήσιμες στην ταυτοποίηση και στη διάκριση ουσιών; Αν δύο ουσίες αντιδράσουν και δεν παραχθεί ίζημα, υπάρχει άλλος τρόπος να αντιληφθούμε ότι αντέδρασαν; .....

.....

Οδηγίες	Να ακολουθήσετε τις οδηγίες του φύλλου ΙΙΙ εργαστηριακής άσκησης για τη διάκριση των ιόντων και στη συνέχεια να απαντήσετε στις ερωτήσεις 1, 2.

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

	$AgNO_3$	Χημικές εξισώσεις – Περιγραφή
KCl		$KCl\ (aq) + AgNO_3\ (aq) \rightarrow AgCl(s) + KNO_3\ (aq)$ $Ag^+\ (aq) + Cl^-\ (aq) \rightarrow AgCl\ (s)$ Λευκό ίζημα
KBr		$KBr\ (aq) + AgNO_3\ (aq) \rightarrow AgBr(s) + KNO_3\ (aq)$ $Ag^+\ (aq) + Br^-\ (aq) \rightarrow AgBr\ (s)$ Υποκίτρινο ίζημα
KI		$KI\ (aq) + AgNO_3\ (aq) \rightarrow AgI(s) + KNO_3\ (aq)$ $Ag^+\ (aq) + I^-\ (aq) \rightarrow AgI(s)$ Κίτρινο ίζημα

Ερώτηση 1. Διαθέτετε ένα φιαλίδιο με λευκό κρυσταλλικό στερεό που μπορεί να είναι KCl, KBr ή KI. Να σχεδιάσετε μια πειραματική διαδικασία με την οποία μπορείτε να ταυτοποιήσετε το περιεχόμενο του φιαλιδίου.

.....

.....

Ερώτηση 2. Διαθέτετε ένα δοχείο που περιέχει ένα υδατικό διάλυμα άλας του καλίου ή του βαρίου με χλώριο, δηλαδή περιέχει KCl ή $BaCl_2$. Με ποια διαδικασία θα μπορούσατε να διακρίνετε ποιο από τα δύο άλατα περιέχεται στο δοχείο; Μπορείτε να συμβουλευθείτε τον Πίνακα 5.3.1 στη σελίδα 198.

.....

.....

Β. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση

1. Να περιγράψετε τη διαδικασία ταυτοποίησης μιας άγνωστης ουσίας σε ένα χημικό εργαστήριο, με αξιοποίηση των γνώσεών σας για τις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων. .....

   .....

   .....

2. Μπορούμε να διακρίνουμε αν το άχρωμο και άοσμο υγρό που βρήκατε στο σχολικό εργαστήριο είναι απιοντισμένο νερό ή αλατόνερο (διάλυμα NaCl); Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας, αξιοποιώντας και τις γνώσεις σας για τις τεχνικές της μικροκλίμακας.

○	.... **NaCl + ...** → ..... + ...

Γ. Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης

1. Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στα ερευνητικά σας ερωτήματα; .....

   .....

2. Ποια σημεία της έρευνας σας δυσκόλεψαν; .....

   .....

3. Η διερεύνηση που κάνατε κάλυψε πλήρως το θέμα της ταυτοποίησης και διάκρισης άγνωστων ουσιών και της παραγωγής αερίων προϊόντων και ιζημάτων σε αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων;

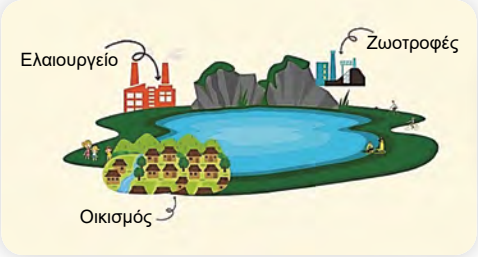
   .....

Ποιος σκότωσε τον Μέγα Ναπολέοντα;

Διαδραστικό βιντεοπείραμα

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2. Έλεγχος της ποιότητας των υδάτων της λίμνης «Νερομάνα»

Α. Θεωρητικό πλαίσιο



Γεωργικά απόβλητα που περιέχουν φυτοφάρμακα και λιπάσματα, βιομηχανικά απόβλητα με τοξικά χημικά και βαρέα μέταλλα, αστικά λύματα που περιέχουν απορρυπαντικά και φαρμακευτικά προϊόντα είναι μερικές μόνο αιτίες

για τη ρύπανση και τη μόλυνση μιας λίμνης. Οι ξένες χημικές ουσίες που εισέρχονται στο οικοσύστημα διαταράσσουν την ισορροπία των υδρόβιων οικοσυστημάτων, υποβαθμίζοντας την ποιότητά τους και σε ορισμένες περιπτώσεις προκαλούν την καταστροφή τους.

Ο σχηματισμός ιζήματος και η παραγωγή αερίου που παρατηρούνται στις αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων αποτελούν τεκμήρια πραγματοποίησης της χημικής αντίδρασης και επομένως της παρουσίας των ιόντων που ελέγχονται.

Δραστηριότητα

Να παρακολουθήσετε το διαδραστικό βιντεομάθημα το οποίο αναφέρεται στις αιτίες και στις συνέπειες της ρύπανσης των υδάτων, «Η ρύπανση των υδάτινων πόρων».

Να σκεφτείτε, να συζητήσετε και να απαντήσετε στα ακόλουθα ερωτήματα.

1. Πού και με ποιον τρόπο θα μπορούσαν να μας φανούν χρήσιμες οι χημικές αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων που διδαχθήκαμε; .....

   .....

2. Μπορεί η τιμή του pH να αποκαλύψει χρήσιμες πληροφορίες για την ποιότητα του νερού μιας λίμνης;

   .....

   .....

Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

Παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι

Οι κάτοικοι του χωριού Δροσό ζητούν τη βοήθεια των ειδικών για τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν με το άλλοτε κρυστάλλινο νερό της λίμνης Νερομάνας, αυτής που έδινε πάντα ζωή στον τόπο τους και γαλήνη στην ψυχή τους. Δείγματα νερού από ***έξι*** *σημεία της λίμνης μεταφέρονται με ασφάλεια και προσοχή στο χημικό εργαστήριο για ενδελεχή χημική ανάλυση. Υπεύθυνοι ειδήμονες (εσείς!) αναλαμβάνουν την ποιοτική ανάλυση με την οποία θα απαντηθούν φλέγοντα ερωτήματα.*

Β. Ερευνητικά ερωτήματα – Υπόθεση

Πώς θα διερευνήσουμε το πρόβλημα της υποβάθμισης της ποιότητας των υδάτων μιας λίμνης; Ποιες πληροφορίες είναι απαραίτητες; Πώς θα αξιοποιηθούν τα ευρήματα των ερευνών μας;

.....

.....

Γ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος – Διαχείριση μεταβλητών

1. Συμπεριλαμβάνονται οξέα και βάσεις στους ρυπαντές της λίμνης;

   Η σχετικά μεγάλη έκταση της λίμνης και οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται γύρω από αυτήν ενδέχεται να διαφοροποιούν το pH του νερού της από περιοχή σε περιοχή:

   - Τοπική μονάδα παραγωγής ζωοτροφών συζητείται ότι ελευθερώνει υγρά λύματα υψηλής περιεκτικότητας σε αμμωνία (NH_3) (pH > 8).

- Ελαιουργική βιομηχανία φημολογείται ότι απορρίπτει υπόλοιπα οξέων και «κατσίγαρο» στη λίμνη, βλάπτοντας σοβαρά την υδρόβια ζωή (pH < 6,5).
- Οικισμός ψαράδων του χωριού «Δροσό», με χώρους άσκησης, άθλησης και αναψυχής, συγκεντρώνει σημαντικό αριθμό επισκεπτών, αρκετές ημέρες του χρόνου (6,5 < pH < 8).

2. Σε ποιο οξύ οφείλεται η οξύτητα του νερού της λίμνης;
   Αν τυχόν διαπιστωθεί η ύπαρξη οξέος σε δείγμα του νερού της λίμνης (pH < 6,5), πρέπει αυτό να ταυτοποιηθεί. Το HCl, το HI και το H_2SO_4 είναι τα οξέα στα οποία θα εστιάσουν οι ειδικοί (εσείς!) προκειμένου να εξαγάγουν επιπλέον πληροφορίες.
3. Περιέχονται μεταλλικά ιόντα στο νερό της λίμνης; Αν ναι, ποια είναι αυτά;
   Για την εκτίμηση του προβλήματος και την αναζήτηση λύσης, θα πρέπει να διαπιστωθεί αν το νερό της λίμνης περιέχει ιόντα όπως τα Ag^+, Cu^{2+} και Fe^{3+}.

Υλοποίηση των πειραμάτων

Πειραματική διαδικασία	
Σκεύη – Όργανα – Υλικά	Ενδεικτικά απαιτούνται τα ακόλουθα αντιδραστήρια/υλικά: - Πλαστικοποιημένο φύλλο πειραμάτων (ή φύλλο σε διαφανή θήκη). - Υδατικά διαλύματα: KI, $AgNO_3$, KBr, $FeCl_3$, $BaCl_2$, Na_2SO_4, Na_2CO_3, NaOH, HCl. - Απιοντισμένο νερό - Οδοντογλυφίδες - Απορροφητικό χαρτί Ως δείκτες προτείνονται οι: μπλε της βρωμοθυμόλης, εκχύλισμα κόκκινου λάχανου και φαινολοφθαλεΐνη. Συμπληρωματικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί πεχαμετρικό χαρτί. - «Δείγμα του νερού της λίμνης». - Προστατευτικά γυαλιά, υποχρεωτικά. Αν πέσει κάποιο αντιδραστήριο στο δέρμα ή στα ρούχα, ξεπλύνετε με άφθονο νερό και ειδοποιήστε τον/την υπεύθυνο/η καθηγητή/ήτρια.
Οδηγίες	Οδηγίες για την υλοποίηση του πειράματος δίνονται και στο «Φύλλο εργαστηριακής άσκησης για την επίλυση του περιβαλλοντικού προβλήματος στη λίμνη Νερομάνα». Στον πάγκο σας έχετε συνολικά έξι δείγματα νερού από τη λίμνη. Αυτά έχουν υποστεί ειδική προεργασία για τις ανάγκες της εργαστηριακής άσκησης: Κάθε φιαλίδιο περιέχει μία μόνο διαλυμένη ουσία. Τρία φιαλίδια (Δείγμα Α, Δείγμα Β, Δείγμα Γ) θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του pH (ίσως σε κάποιο ή κάποια από αυτά απαιτηθεί και ταυτοποίηση οξέος). Τρία φιαλίδια (Δείγμα 1, Δείγμα 2, Δείγμα 3) θα χρησιμοποιηθούν για την ταυτοποίηση των μεταλλικών ιόντων Ag^+, Cu^{2+} και Fe^{3+}. Στην πρώτη φάση της διαδικασίας, χρησιμοποιώντας τα τρία φιαλίδια των δειγμάτων και τρία διαλύματα γνωστών δεικτών να αποφανθείτε για το pH του δείγματος της λίμνης και την πιθανή προέλευση του δείγματος.

Ερώτηση 1. Ποιο είναι περίπου το pH του κάθε δείγματος; Βρίσκεται εντός των προβλεπόμενων ορίων (6,5 < pH < 8);

.....

.....

.....

	Δείγμα Α	Δείγμα Β	Δείγμα Γ	
Μπλε της βρωμοθυμόλης				
Φαινολοφθαλεΐνη				
Εκχύλισμα κόκκινου λάχανου				

Ερώτηση 2. Η τιμή του pH που υπολογίσατε δηλώνει τη γεωγραφική προέλευση του δείγματος σε σχέση με τη βιομηχανική δραστηριότητα που αναπτύσσεται κοντά στη λίμνη; Αν ναι, να κάνετε τη σχετική αντιστοίχιση (ελαιουργείο, ζωοτροφές). .....

.....

Εργασία 1. Να καταγράψετε την πορεία που ακολουθήσατε προκειμένου να προσδιορίσετε την οξύτητα (pH) των τριών δειγμάτων και να φτάσετε σε χρήσιμα και τεκμηριωμένα συμπεράσματα.

.....

.....

Οδηγίες	Όταν ολοκληρώσετε τις δοκιμασίες του προσδιορισμού του pH, θα πρέπει να προχωρήσετε στην **ποιοτική ανάλυση των επόμενων τριών δειγμάτων** (Δείγμα 1, Δείγμα 2, Δείγμα 3), σύμφωνα με το φύλλο ποιοτικού ελέγχου (IV). **Θα σχεδιάσετε μια σειρά πειραματικών βημάτων** με την οποία θα μπορείτε να αποφανθείτε: **α.** Για την ταυτότητα του μεταλλικού ιόντος που ανιχνεύεται σε καθένα από τα δείγματα «Δείγμα 1, Δείγμα 2, Δείγμα 3», θα αξιοποιήσετε τις δεξιότητες που έχετε αποκτήσει στην τεχνική της μικροκλίμακας στο αντίστοιχο φύλλο ποιοτικού ελέγχου. Πιθανά ιόντα είναι ιόντα Ag^+, Cu^{2+} και Fe^{3+}. **β.** Για την ταυτότητα του οξέος που ενδεχομένως περιέχεται σε κάποιο από τα δείγματα «Δείγμα Α, Δείγμα Β, Δείγμα Γ». Στη διάθεσή σας έχετε αρκετά αντιδραστήρια. Ιδιαίτερα χρήσιμα θα σας φανούν τα διαλύματα $AgNO_3$ και $BaCl_2$. Σε κάθε φιαλίδιο δείγματος περιέχεται **μόνο μία διαλυμένη ουσία**, έπειτα από ειδική προεργασία. Για τις δοκιμές σας, αξίζει να συμβουλευτείτε τον Πίνακα 5.3.1, στη σελίδα 198, με τις ευδιάλυτες και δυσδιάλυτες ουσίες. Μετά τις πειραματικές δοκιμές, να απαντήσετε στην ερώτηση 3 (και στην ερώτηση 4 αν ανιχνεύσατε οξύ) και να καταγράψετε τα δεδομένα σας στην εργασία 2. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τον Πίνακα 5.3.1 στη σελίδα 198.

Ερώτηση 3. Παρατηρήστε τα φιαλίδια των δειγμάτων. Έχουν κάποιο χαρακτηριστικό χρώμα που ίσως μαρτυρά την παρουσία συγκεκριμένου μεταλλικού ιόντος;

....

Ερώτηση 4. Διαπιστώσατε την ύπαρξη οξέος σε κάποιο από τα δείγματα «Δείγμα Α, Δείγμα Β, Δείγμα Γ»; Αν ναι, να περιγράψετε σύντομα τη διαδικασία που ακολουθήσατε, τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματά σας.

	Δείγμα Α	Δείγμα Β	Δείγμα Γ	
....	◒	◒	◒	◒
....	◒	◒	◒	◒
....	◒	◒	◒	◒

....

Εργασία 2. Να σημειώσετε αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήσατε για την ποιοτική ανάλυση των μεταλλοϊόντων στα τρία δείγματα (Δείγμα 1, Δείγμα 2 και Δείγμα 3) και να καταγράψετε τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξατε για το περιεχόμενό τους. Πώς θα προτείνατε να αναβαθμιστεί και να διασωθεί το περιβάλλον στην όμορφη λίμνη Νερομάνα; ....

....

Δ. Εξαγωγή συμπερασμάτων

1. Ποια πληροφορία μπορείτε να αντλήσετε από τις παρατηρήσεις σας; Τι συμπεράσματα εξάγονται από τη συμπεριφορά του δείγματος; ....

   ....

2. Επιβεβαιώθηκαν ή διαψεύσθηκαν οι υποθέσεις σας; ....

   ....

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Ε. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση

Να προσπαθήσετε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

1. Είναι βέβαιο ότι εντοπίσατε μία χρησιμότητα των αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων. Να την περιγράψετε εν συντομία. ....

   ....

2. Είναι χρήσιμη η διαδικασία της ποιοτικής ανάλυσης; ....

   ....

ΣΤ. Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης

1. Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στο ερευνητικό ερώτημα; ....

   ....

2. Ποια σημεία της έρευνας σας δυσκόλεψαν; ....

   ....

3. Η διερεύνηση που κάνατε κάλυψε πλήρως το θέμα της διάλυσης στερεών ουσιών στο νερό και της ενδεχόμενης αντίδρασης μεταξύ τους; ....

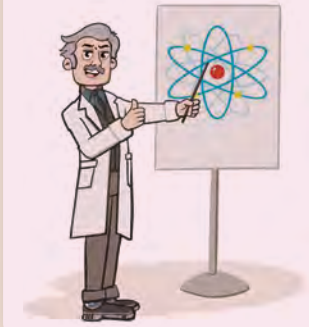
   ....

5.3.2 Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης

Οξέα: Χημικές ενώσεις που απελευθερώνουν κατιόντα υδρογόνου (H^+) όταν διαλύονται στο νερό (Arrhenius). Έχουν ξινή γεύση, αντιδρούν με βάσεις και παράγουν άλατα, αντιδρούν με μέταλλα πιο δραστικά από το υδρογόνο, διασπούν τα ανθρακικά άλατα, αλλάζουν το χρώμα των δεικτών. Τα ανόργανα οξέα έχουν τύπο της μορφής: H_xA.

Βάσεις: Χημικές ενώσεις που απελευθερώνουν ανιόντα υδροξειδίου (OH^-) όταν διαλύονται στο νερό (Arrhenius). Έχουν γεύση σαπωνοειδή, αντιδρούν με οξέα και δίνουν άλατα, και μπορούν να αλλάζουν το χρώμα των δεικτών. Πολλές βάσεις είναι υδροξείδια μετάλλων και έχουν τύπο της μορφής: $M(OH)_x$.

Ας θυμηθούμε...



Όξινα, βασικά και ουδέτερα διαλύματα

Το απιοντισμένο νερό ιοντίζεται σε πολύ μικρό ποσοστό σύμφωνα με την εξίσωση: $H_2O(aq) \rightarrow H^+(aq) + OH^-(aq)$, οπότε

το **πλήθος H^+ = πλήθος OH^-.**

Κάθε διάλυμα στο οποίο ισχύει ότι **πλήθος H^+ = πλήθος OH^-** χαρακτηρίζεται **ουδέτερο.**

Κάθε διάλυμα στο οποίο ισχύει ότι **πλήθος H^+ > πλήθος OH^-** χαρακτηρίζεται **όξινο.**

Κάθε διάλυμα στο οποίο ισχύει ότι **πλήθος H^+ < πλήθος OH^-** χαρακτηρίζεται **βασικό ή αλκαλικό.**

Το **μπλε της βρωμοθυμόλης** είναι ένας δείκτης ο οποίος, αν προστεθεί:
- σε **όξινο** διάλυμα, αυτό αποκτά **κίτρινο** χρώμα
- σε **ουδέτερο** διάλυμα, αυτό αποκτά **πράσινο** χρώμα, και
- σε **βασικό** διάλυμα, αυτό αποκτά **μπλε** χρώμα.

Κλίμακα pH: Είναι μια κλίμακα η οποία είναι το μέτρο της οξύτητας ενός διαλύματος. Στους 25°C το pH παίρνει τιμές:

- **στα όξινα διαλύματα**, μικρότερο του 7
- **στα ουδέτερα διαλύματα**, ίσο με 7
- **στα βασικά ή αλκαλικά διαλύματα**, μεγαλύτερο του 7.

Όσο πιο μικρή είναι η τιμή pH ενός διαλύματος τόσο πιο όξινο είναι το διάλυμα, ενώ όσο πιο μεγάλη είναι η τιμή pH ενός διαλύματος τόσο πιο βασικό ή αλκαλικό είναι το διάλυμα.

Δείκτες οξέων - βάσεων: Χημικές ενώσεις που το χρώμα τους μεταβάλλεται ανάλογα με το pH του διαλύματος στο οποίο βρίσκονται. Το μπλε της βρωμοθυμόλης, η φαινολοφθαλεΐνη και το εκχύλισμα κόκκινου λάχανου είναι δείκτες που χρησιμοποιούνται συχνά.

Διαδραστικό βιντεομάθημα

Η εξουδετέρωση είναι μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων, η οποία πραγματοποιείται πάντοτε κατά το σχήμα:

$$H^+A^- + M^+OH^- \rightarrow H^+OH^- + M^+A^-$$

Η χημική εξίσωση που περιγράφει τη συγκεκριμένη αντίδραση ανταλλαγής ιόντων στην τυπική της μορφή μπορεί να γραφεί:

$$HI(aq) + KOH(aq) \rightarrow KI(aq) + H_2O(l)$$

Στην πραγματικότητα, όμως, στο διάλυμα τα αντιδρώντα έχουν διασταθεί σε ιόντα, γιατί είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες, οπότε η χημική εξίσωση μπορεί να γραφεί:

$$H^+(aq) + \cancel{I^-(aq) + K^+(aq)} + OH^-(aq) \rightarrow \cancel{I^-(aq) + K^+(aq)} + H_2O(l)$$

Τα ιόντα K^+ και I^- μετέχουν και στα δύο μέλη της αντίδρασης (ιόντα παρατηρητές) και μπορούν να παραλειφθούν, οπότε θα προκύψει η **ιοντική χημική εξίσωση:**

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

Εξουδετέρωση ονομάζεται η αντίδραση ενός οξέος με μια βάση ή ακριβέστερα η αντίδραση των κατιόντων υδρογόνου (H^+) που προέρχονται από ένα οξύ με τα ανιόντα υδροξειδίου (OH^-) που προέρχονται από μία βάση:

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

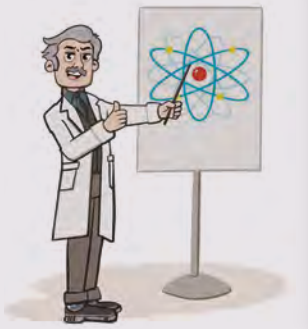
Κατά την αντίδραση της εξουδετέρωσης το κατιόν της βάσης και το ανιόν του οξέος σχηματίζουν ένα άλας, το οποίο, αν είναι δυσδιάλυτο, καταβυθίζεται ως ίζημα, ενώ, αν είναι ευδιάλυτο, για να παραληφθεί, πρέπει να θερμανθεί, ώστε να εξατμιστεί όλο το νερό.

Στα ακόλουθα παραδείγματα θα μελετήσουμε τις χημικές εξισώσεις που περιγράφουν τις αντιδράσεις εξουδετέρωσης. Για τους ισχυρούς ηλεκτρολύτες οι εξισώσεις θα γραφούν στην τυπική και στην ιοντική τους μορφή, ενώ για τους ασθενείς ηλεκτρολύτες και τα όξινα και βασικά οξείδια μόνο στην τυπική μορφή.

Παραδείγματα εξουδετέρωσης	
Α. οξύ + βάση	$NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$
	$Na^+(aq) + OH^-(aq) + H^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l)$
	$Ca(OH)_2(aq) + 2\,HNO_3(aq) \rightarrow Ca(NO_3)_2(aq) + 2H_2O(l)$
	$Ca^{2+}(aq) + 2(OH)^-(aq) + 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2NO_3^-(aq) + 2H_2O(l)$
	Παρατήρηση: Η αμμωνία (NH_3), όταν αντιδρά με οξέα, παράγει άλατα του αμμωνίου και από την αντίδραση δεν παράγεται νερό.
	$NH_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow NH_4Cl(aq)$
	$2NH_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow (NH_4)_2SO_4(aq)$

Τα όξινα και τα βασικά οξείδια στα υδατικά τους διαλύματα συμπεριφέρονται ως τα αντίστοιχα οξέα και βάσεις, διότι αντιδρούν με το νερό. $P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$ $K_2O + H_2O \rightarrow 2KOH$ Οι αντιδράσεις των όξινων οξειδίων με βάσεις και βασικά οξείδια παράγουν το ίδιο άλας που θα έδιναν τα αντίστοιχα οξέα.	
Β. όξινο οξείδιο + βάση	$P_2O_5 + 6KOH \rightarrow 2K_3PO_4 + 3H_2O$ [H_3PO_4]
	$3SO_3 + 2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ [H_2SO_4]
	$CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O$ [H_2CO_3]
Γ. οξύ + βασικό οξείδιο	Οι αντιδράσεις των βασικών οξειδίων με οξέα και όξινα οξείδια παράγουν το ίδιο άλας που θα έδιναν οι αντίστοιχες βάσεις.
	$H_2SO_4 + K_2O \rightarrow K_2SO_4 + H_2O$ [KOH]
	$6HNO_3 + Fe_2O_3 \rightarrow 2Fe(NO_3)_3 + 3H_2O$ [$Fe(OH)_3$]
Δ. όξινο οξείδιο + βασικό οξείδιο	**Παρατήρηση:** Για να βρείτε το άλας που σχηματίζεται από την αντίδραση των ανυδριτών μπορείτε να τους αντικαταστήσετε από τα αντίστοιχα οξέα και βάσεις.
	$P_2O_5 + 3CaO \rightarrow Ca_3(PO_4)_2$ [H_3PO_4] [$Ca(OH)_2$]
	$N_2O_5 + K_2O \rightarrow 2KNO_3$ [HNO_3] [KOH]

Και κάτι παραπάνω…



Οι αντιδράσεις αυτές είναι αντιδράσεις πλήρους εξουδετέρωσης από τις οποίες παράγονται κανονικά ή ουδέτερα άλατα.

Υπάρχουν περιπτώσεις μερικής εξουδετέρωσης πολυπρωτικών οξέων από μονοπρωτικές βάσεις οι οποίες παράγουν όξινα άλατα:

$$\mathbf{H_2SO_4 + KOH \rightarrow KHSO_4 + H_2O}$$

και περιπτώσεις μερικής εξουδετέρωσης πολυπρωτικών βάσεων από μονοπρωτικά οξέα οι οποίες παράγουν βασικά άλατα:

$$\mathbf{HCl + Ca(OH)_2 \rightarrow Ca(OH)Cl + H_2O}$$

Ο όρος «εξουδετέρωση» προκύπτει από το γεγονός ότι με την ανάμειξη «εξουδετερώνονται», δηλαδή «εξαφανίζονται», οι ιδιότητες του οξέος (που οφείλονται στα H^+) καθώς και οι ιδιότητες της βάσης (που οφείλονται στα OH^-).

Προκύπτει όμως ένα φλέγον ερώτημα:

Κατά την ανάμειξη ενός διαλύματος οξέος με ένα διάλυμα βάσης προκύπτει πάντοτε ένα ουδέτερο διάλυμα;

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 6

Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης

Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο

Α. Να σκεφτείτε, να συζητήσετε και να απαντήσετε στα ακόλουθα ερωτήματα.

1. Ο δείκτης μπλε της βρωμοθυμόλης έχει το ίδιο χρώμα σε ένα διάλυμα οξέος, σε ένα διάλυμα βάσης και στο καθαρό νερό; ……

……

2. Αν αναμείξουμε ένα διάλυμα οξέος και ένα διάλυμα βάσης, γνωρίζουμε ποιο χρώμα θα έχει ο δείκτης μπλε της βρωμοθυμόλης; ……

……

Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

Διαδραστικές προσομοιώσεις:

α. https://users.sch.gr/lefgeo/ion2021/ion03052021.html (εξουδετέρωση, μπλε της βρωμοθυμόλης)

β. https://phet.colorado.edu/el/simulations/acid-base-solutions (διαλύματα οξέων - βάσεων)

γ. https://phet.colorado.edu/sims/html/ph-scale/latest/ph-scale_el.html (κλίμακα pH)

Β. Να παρακολουθήσετε το πείραμα που εκτελεί ο καθηγητής σας ή το διαδραστικό βιντεομάθημα και στη συνέχεια να συμπληρώσετε το φύλλο εργασίας που ακολουθεί, αρχικά καταγράφοντας τα πειραματικά σας δεδομένα στους πίνακες που ακολουθούν και στη συνέχεια απαντώντας στις ερωτήσεις που ακολουθούν.

Πίνακας 1. Προσθήκη διαλύματος βάσης (NaOH) σε διάλυμα οξέος (HCl)

Όγκος προστιθέμενου διαλύματος (mL) NaOH	pH	Χρώμα διαλύματος (μπλε βρωμοθυμόλης)	Χρώμα διαλύματος (κόκκινο λάχανο)	Χρώμα διαλύματος (φαινολοφθαλεΐνη)
0				
2				
4				
6				
8				
10				

Πίνακας 2. Προσθήκη διαλύματος οξέος (HCl) σε διάλυμα βάσης (NaOH)

Όγκος προστιθέμενου διαλύματος (mL) HCl	pH	Χρώμα διαλύματος (μπλε βρωμοθυμόλης)	Χρώμα διαλύματος (κόκκινο λάχανο)	Χρώμα διαλύματος (φαινολοφθαλεΐνη)
0				
2				

4				
6				
8				
10				

Ερώτηση 1. Χημική εξίσωση εξουδετέρωσης

Να συμπληρώσετε την παρακάτω χημική εξίσωση για την αντίδραση εξουδετέρωσης μεταξύ HCl και NaOH στη «μοριακή» και στην ιοντική της μορφή.

$HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$ .....

$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow$ .....

Προσομοίωση εργαστηρίου

Γ. Εξαγωγή συμπερασμάτων

1. Ποια πληροφορία μπορούμε να αντλήσουμε από τις παρατηρήσεις μας; Τι συμπεράσματα εξάγονται από τη συμπεριφορά των παραπάνω διαλυμάτων; .....
.....
2. Επιβεβαιώθηκαν ή διαψεύσθηκαν οι υποθέσεις σας; .....
.....

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Δ. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση

Να προσπαθήσετε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

1. Το δηλητήριο της σφήκας περιέχει βάση, ενώ της μέλισσας περιέχει οξύ. Γιατί όταν μας τσιμπήσει σφήκα πρέπει να βάλουμε ξίδι που περιέχει αιθανικό οξύ και όταν μας τσιμπήσει μέλισσα πρέπει να βάλουμε αμμωνία (βάση); .....
.....
.....
2. Το γαστρικό υγρό περιέχει HCl, το οποίο είναι απαραίτητο για τη διάσπαση και την πέψη των τροφών. Γιατί, για να αντιμετωπισθεί το αίσθημα «καύσου» ή οι «καούρες» στο στομάχι, που οφείλονται σε υπερέκκριση γαστρικού υγρού, πρέπει να χορηγηθεί «γάλα μαγνησίας» (διάλυμα $Mg(OH)_2$); .....
.....
.....
3. Τι περιμένετε να προκαλέσει στην τιμή του pH ενός αλκαλικού εδάφους η όξινη βροχή; .....
.....
4. Να γράψετε σε κάθε σύννεφο τα ιόντα που περιέχει το αντίστοιχο διάλυμα.

Ε. Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης

1. Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στο ερευνητικό ερώτημα;
.....
.....

2. Ποια σημεία της έρευνας σας δυσκόλεψαν; .....

.....

3. Η διερεύνηση που κάνατε κάλυψε πλήρως το θέμα της χημικής αντίδρασης εξουδετέρωσης μεταξύ οξέων και βάσεων; .....

.....

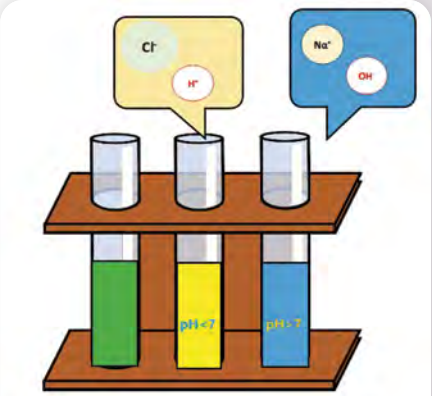
Η εξουδετέρωση
Διαδραστικό βιντεομάθημα

Τι συμβαίνει τελικά κατά την ανάμειξη ενός διαλύματος οξέος με ένα διάλυμα βάσης;

Αν προσθέσουμε σταγόνες του δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης

- σε απιοντισμένο νερό, το οποίο έχει pH = 7, θα αποκτήσει πράσινο χρώμα
- σε διάλυμα HCl, το οποίο έχει pH < 7, θα αποκτήσει κίτρινο χρώμα
- σε διάλυμα NaOH το οποίο έχει pH > 7, θα αποκτήσει μπλε χρώμα.

Με προσθήκη σταγόνα σταγόνα διαλύματος NaOH στο διάλυμα του HCl, το οποίο έχει κίτρινο χρώμα, θα παρατηρήσουμε ότι κάποια στιγμή το διάλυμα θα αποκτήσει πράσινο χρώμα, ένδειξη ότι όλη η ποσότητα του οξέος έχει εξουδετερωθεί και το διάλυμα είναι ουδέτερο. Με έλεγχο του pH του διαλύματος με πεχάμετρο ή με πεχαμετρικό χαρτί, επιβεβαιώνουμε ότι είναι ουδέτερο με pH = 7, στους 25 °C. Αν όμως συνεχίσουμε να προσθέτουμε διάλυμα NaOH, το διάλυμα αποκτά μπλε χρώμα, ένδειξη ότι είναι βασικό, το οποίο επιβεβαιώνεται με μέτρηση του pH.



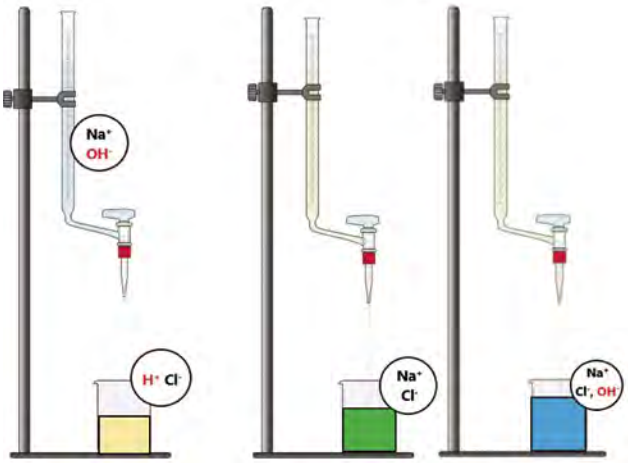
απιοντισμένο νερό, στο οποίο έχουν προστεθεί σταγόνες του δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης | διάλυμα HCl, στο οποίο έχουν προστεθεί σταγόνες του δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης | διάλυμα NaOH, στο οποίο έχουν προστεθεί σταγόνες του δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Κατά την ανάμειξη ενός διαλύματος οξέος με ένα διάλυμα βάσης, πραγματοποιείται η αντίδραση της εξουδετέρωσης, η οποία περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

Το διάλυμα που θα προκύψει θα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο, **ανάλογα με τις ποσότητες των H^+ και των OH^-**, δηλαδή τις ποσότητες του οξέος και της βάσης που θα αναμειχθούν.



διάλυμα HCl | έχει προστεθεί η ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα NaOH, ώστε να αντιδράσουν πλήρως | έχει προστεθεί περίσσεια NaOH, και το διάλυμα είναι αλκαλικό

1. Αν στο τελικό διάλυμα **το πλήθος $H^+(aq)$ = πλήθος $OH^-(aq)$**, δηλαδή **αν το οξύ αντιδράσει πλήρως με τη βάση**, θα έχουμε πλήρη εξουδετέρωση και το τελικό διάλυμα θα χαρακτηρίζεται **ουδέτερο**.
2. Αν στο τελικό διάλυμα το **πλήθος $H^+(aq)$ < πλήθος $OH^-(aq)$**, δηλαδή **αν περισσέψει ποσότητα βάσης**, θα έχουμε μερική εξουδετέρωση της βάσης από το οξύ και το τελικό διάλυμα θα χαρακτηρίζεται «**βασικό**».
3. Αν στο τελικό διάλυμα το πλήθος **$H^+(aq)$ > πλήθος $OH^-(aq)$**, δηλαδή **αν περισσεύει οξύ**, θα έχουμε μερική εξουδετέρωση του οξέος από τη βάση και το τελικό διάλυμα θα χαρακτηρίζεται «**όξινο**».

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

5.3 Οι μεταθετικές αντιδράσεις

1. α. Ποιες αντιδράσεις ονομάζονται αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης και κάτω από ποιες προϋποθέσεις πραγματοποιούνται;

β. Να συμβουλευτείτε τον Πίνακα 5.3.1 και να γράψετε τις χημικές εξισώσεις όσων αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης από τις ακόλουθες μπορούν να πραγματοποιηθούν, στην τυπική και στην ιοντική τους μορφή, επισημαίνοντας με το κατάλληλο σύμβολο το προϊόν που απομακρύνεται από το διάλυμα.

1. $AlCl_3(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$ .....+ .....
2. $BaCO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow$ .....+ .....
3. $ZnSO_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$ .....+ .....
4. $Ba(NO_3)_2(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow$ .....+ .....
5. $NH_4Cl(aq) + Mg(OH)_2(aq) \rightarrow$ .....+ .....
6. $NaHCO_3(aq) + HI(aq) \rightarrow$ .....+ .....
7. $(NH_4)_2SO_4(aq) + KOH(aq) \rightarrow$ .....+ .....
8. $Pb(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow$ .....+ .....

1. Γράφουμε στο πρώτο μέλος της εξίσωσης τα σύμβολα των αντιδρώντων και στο δεύτερο μέλος τους τύπους των προϊόντων (σωστά).
2. Ελέγχουμε αν στα προϊόντα υπάρχει ίζημα ή αέριο ή ασθενής ηλεκτρολύτης.
3. Αν υπάρχει, οπότε η αντίδραση γίνεται, υπολογίζουμε τα άτομα κάθε στοιχείου στο δεύτερο μέλος και βάζουμε συντελεστές.
4. **Προσοχή**, τα H_2CO_3, H_2SO_3, NH_4Cl είναι ασταθή και αντί αυτών γράφουμε CO_2+H_2O, SO_2+H_2O και NH_3+H_2O αντίστοιχα.

2. Να συμβουλευτείτε τον Πίνακα 5.3.1 και να γράψετε τις χημικές εξισώσεις όσων αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης από τις ακόλουθες μπορούν να πραγματοποιηθούν, στην τυπική τους μορφή, επισημαίνοντας με το κατάλληλο σύμβολο το προϊόν που απομακρύνεται από το διάλυμα.

1. $Ca(OH)_2 + MgCl_2 \rightarrow$
2. $AgNO_3 + H_3PO_4 \rightarrow$
3. $CaS + SnCl_2 \rightarrow$
4. $Pb(NO_3)_2 + K_2CO_3 \rightarrow$
5. $H_2SO_4 + BaCl_2 \rightarrow$
6. $CaS + FeCl_3 \rightarrow$
7. $(NH_4)_2CO_3 + HI \rightarrow$
8. $CaCO_3 + HNO_3 \rightarrow$
9. $Ca(OH)_2 + (NH_4)_2CO_3 \rightarrow$
10. $NH_4I + KOH \rightarrow$

3. α. Να συμβουλευτείτε τον Πίνακα 5.3.1 και να γράψετε τις χημικές εξισώσεις όσων αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης από τις ακόλουθες μπορούν να πραγματοποιηθούν, στην τυπική και στην ιοντική τους μορφή, επισημαίνοντας με το κατάλληλο σύμβολο το προϊόν που απομακρύνεται από το διάλυμα.

1. $Cu_2SO_4(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow$
2. $NaOH(aq) + (NH_4)_2S \rightarrow$
3. $AgNO_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
4. $Na_2SO_4(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
5. $ZnCl_2(aq) + H_2S(aq) \rightarrow$
6. $Ba(OH)_2(aq) + NH_4Cl(aq) \rightarrow$
7. $Na_2CO_3(aq) + HI(aq) \rightarrow$
8. $K_2S(aq) + ZnCl_2(aq) \rightarrow$
9. $KOH(aq) + Al(NO_3)_3(aq) \rightarrow$
10. $FeCl_3(aq) + Cu(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
11. $Ca(OH)_2(aq) + FeCl_3(aq) \rightarrow$
12. $(NH_4)_2CO_3(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$

β. Τα διαλύματα των οξέων, όπως το υδροχλωρικό οξύ, διαβρώνουν το μάρμαρο, το οποίο αποτελείται κυρίως από ανθρακικό ασβέστιο. Να εξηγήσετε το φαινόμενο, γράφοντας και τη σχετική χημική εξίσωση.

γ. Να εξηγήσετε γιατί το KNO_3 δεν αντιδρά με το διάλυμα του θειικού οξέος.

δ. Να εξηγήσετε γιατί ο $CuNO_3$ αντιδρά με το HCl, ενώ ο $Cu(NO_3)_2$ δεν αντιδρά.

4. Σε ένα υδατικό διάλυμα Δ1 περιέχονται τα άλατα $AgNO_3$, $Ba(NO_3)_2$, $CuSO_4$, $Pb(NO_3)_2$.

α. Να γραφούν οι εξισώσεις διάστασης των αλάτων και να επισημανθούν τα κατιόντα που υπάρχουν στο διάλυμα.

β. Στο διάλυμα Δ1 αυτό προσθέτουμε υδροχλωρικό οξύ και σχηματίζεται ίζημα Α.
Το ίζημα διαχωρίζεται με διήθηση και στο διάλυμα διαβιβάζεται H_2SO_4, οπότε σχηματίζεται ίζημα Β. Μετά τη νέα διήθηση στο διάλυμα προστίθεται $(NH_4)_2CO_3$, οπότε σχηματίζεται νέο ίζημα Γ. Να βρεθεί η ποιοτική σύσταση των ιζημάτων Α, Β και Γ.

5. α. Ποιες αντιδράσεις ονομάζονται αντιδράσεις εξουδετέρωσης;

β. Να συμπληρώσετε τις ακόλουθες χημικές εξισώσεις εξουδετέρωσης.

1. $H_2SO_4 + NaOH \rightarrow$ ..... + ...

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

3. $NH_3 + HBr \rightarrow$ .....

4. $P_2O_5 + KOH \rightarrow$ ..... + ...
[H_3PO_4]

5. $SO_3 + Al(OH)_3 \rightarrow$ ..... + ...
[H_2SO_4]

6. $CO_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow$ ..... + ...
[H_2CO_3]

7. $H_2SO_4 + K_2O \rightarrow$ ..... + ...
[KOH]

8. $P_2O_5 + CaO \rightarrow$ .....
[H_3PO_4] [$Ca(OH)_2$]

1. Γράφουμε στο πρώτο μέλος της εξίσωσης τα σύμβολα των αντιδρώντων και στο δεύτερο μέλος τους τύπους των προϊόντων (σωστά).
2. Υπολογίζουμε τα άτομα κάθε στοιχείου στο δεύτερο μέλος και βάζουμε συντελεστές.
3. **Προσοχή**, η NH_3 όταν αντιδρά με οξέα δίνει άλατα του αμμωνίου (NH_4^+) και δεν παράγεται H_2O.
4. Όταν υπάρχουν στην αντίδραση ανυδρίτες, για να βρούμε το άλας που παράγεται, τους αντικαθιστούμε σε πρόχειρη αντίδραση από το οξύ ή τη βάση από την οποία προέρχονται.

6. α. Να συμπληρώσετε τις ακόλουθες εξισώσεις εξουδετέρωσης στην τυπική τους μορφή.

1. $HNO_3 + NaOH \rightarrow$
2. $HClO_4 + CaO \rightarrow$
3. $N_2O_5 + K_2O \rightarrow$
4. $HClO + NH_3 \rightarrow$
5. $P_2O_5 + Ba(OH)_2 \rightarrow$
6. $CO_2 + Na_2O \rightarrow$
7. $HI + Ca(OH)_2 \rightarrow$
8. $H_3PO_4 + Al_2O_3 \rightarrow$
9. $SO_2 + Ba(OH)_2 \rightarrow$
10. $H_2SO_4 + KOH \rightarrow$

β. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της εξουδετέρωσης του ισχυρού KOH από το ισχυρό H_2SO_4 στην τυπική και στην ιοντική της μορφή, και να επισημάνετε τα ιόντα παρατηρητές.

7. α. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των ακόλουθων αντιδράσεων εξουδετέρωσης στην τυπική τους μορφή.

1. υδροξείδιο του καλίου + φωσφορικό οξύ
2. οξείδιο του ασβεστίου + υδροχλωρικό οξύ
3. υδροξείδιο του ασβεστίου + υδροβρωμικό οξύ
4. οξείδιο του καλίου + υπερχλωρικό οξύ
5. υδροξείδιο του νατρίου + υδρόθειο
6. οξείδιο του μαγνησίου + τριοξείδιο του θείου

7. αμμωνία + θειικό οξύ **8.** υδροξείδιο του ασβεστίου + διοξείδιο του άνθρακα
9. διοξείδιο του θείου + υδροξείδιο του νατρίου **10.** αμμωνία + υδροϊώδιο
11. πεντοξείδιο του φωσφόρου + υδροξείδιο του βαρίου
12. πεντοξείδιο του αζώτου + οξείδιο του ασβεστίου

β. Σε μία κωνική φιάλη, η οποία περιέχει κομματάκια μάρμαρο, διαβιβάζουμε διάλυμα HCl και το αέριο που εκλύεται διαβιβάζεται σε διάλυμα $Ca(OH)_2$. Παρατηρούμε ότι το διάλυμα του $Ca(OH)_2$ θολώνει. Να εξηγήσετε το φαινόμενο και να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα.

8. Να συμβουλευτείτε τον Πίνακα 5.3.1 και να σχεδιάσετε ένα πείραμα με το οποίο μπορείτε να διαπιστώσετε αν ένα στερεό είναι:

α. **$Ca(NO_3)_2$ ή KNO_3** **β.** **NaCl ή $NaNO_3$**
γ. **NaCl ή $Nα_2SO_4$** **δ.** **KCl ή Na_2CO_3**
ε. **NaCl ή AgCl** **στ.** **$CaCl_2$ ή $FeCl_2$**

Η διαφορετική διαλυτότητα των χημικών ενώσεων, καθώς και το χαρακτηριστικό χρώμα των ιζημάτων που σχηματίζουν χρησιμοποιούνται πολλές φορές για την ταυτοποίηση και τον διαχωρισμό τους. Για παράδειγμα, για να ταυτοποιήσουμε μία άγνωστη ένωση, δοκιμάζουμε αν διαλύεται στο νερό και με ποια αντιδραστήρια δίνει θετική αντίδραση.

9. Ένα αέριο μείγμα N_2O_5 και CO_2 διαβιβάζεται σε διάλυμα $Ca(OH)_2$ και καταβυθίζεται λευκό ίζημα Α. Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις όλων των αντιδράσεων και να βρεθεί η σύσταση του ιζήματος.

10. Στις ακόλουθες ερωτήσεις να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

α. Για να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση ανταλλαγής ιόντων - διπλής αντικατάστασης πρέπει ένα από τα προϊόντα να είναι:
i. οξύ **ii.** βάση **iii.** ίζημα ή αέριο **iv.** ηλεκτρολύτης

β. Μπορούμε να παρασκευάσουμε PbS με ανάμειξη διαλύματος:
i. H_2SO_4 με διάλυμα $Pb(NO_3)_2$ **ii.** H_2S με διάλυμα $Pb(NO_3)_2$
iii. H_2SO_4 με διάλυμα PbO **iv.** H_2S με διάλυμα $Mo(NO_3)_2$

γ. Κατά την ανάμειξη διαλύματος HCl στο οποίο έχουν προστεθεί σταγόνες του δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης, με διάλυμα NaOH το χρώμα του διαλύματος μετατρέπεται από:
i. μπλε σε κίτρινο **ii.** κίτρινο σε πράσινο
iii. κίτρινο σε πράσινο ή μπλε, ανάλογα με τη ποσότητα του NaOH
iv. πράσινο σε μπλε

Μπλε της βρωμοθυμόλης		
Όξινο διάλυμα	Ουδέτερο διάλυμα	Βασικό διάλυμα

δ. Για να διακρίνουμε αν ένα διάλυμα περιέχει KI, πρέπει να προσθέσουμε σταγόνες από ένα διάλυμα:
i. HCl **ii.** NaOH **iii.** $AgNO_3$ **iv.** $CaCl_2$

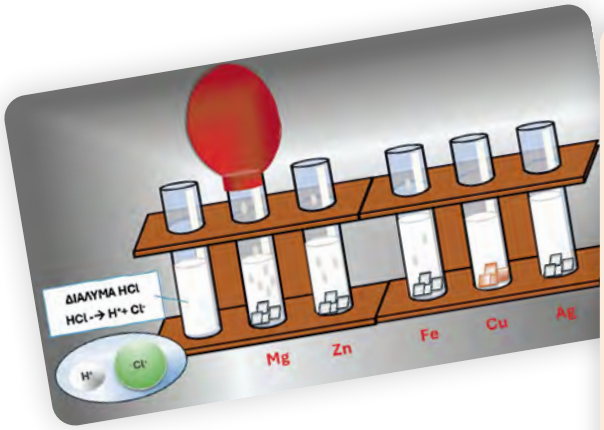
11. Να χαρακτηρίσετε την ακόλουθη πρόταση ως σωστή ή λανθασμένη και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
«Κατά την ανάμειξη ενός διαλύματος HCl με ένα διάλυμα NaOH προκύπτει πάντοτε ουδέτερο διάλυμα».

ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ …

ΚΟΥΙΖ: Τελικά η αντίδραση πραγματοποιείται; (1)
ΚΟΥΙΖ: Χημικές αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (2)
ΚΟΥΙΖ: Σκηνή εγκλήματος: ΚΛΟΠΗ ΣΤΟ ΜΟΥΣΕΙΟ (3)

(1) (2) (3)

5.4 Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις



Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να διακρίνετε** τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις από τις μεταθετικές, με κριτήριο τη μεταβολή του ΑΟ ενός στοιχείου.
- **Να ορίζετε:**
  α. την οξείδωση ως την αύξηση του ΑΟ ενός στοιχείου
  β. την αναγωγή ως τη μείωση του ΑΟ ενός στοιχείου.
- **Να διακρίνετε** σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση απλής αντικατάστασης την ουσία που υφίσταται την οξείδωση από την ουσία που υφίσταται την αναγωγή.
- **Να συμπληρώνετε** απλές χημικές εξισώσεις οξειδοαναγωγής στη μοριακή τους μορφή.
- **Να σχεδιάζετε και να πραγματοποιείτε** πειράματα, προκειμένου να επαληθεύσετε τη σειρά δραστικότητας συγκεκριμένων μετάλλων μεταξύ τους ή σε σχέση με το υδρογόνο, αξιοποιώντας οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις απλής αντικατάστασης.

Οξείδωση και αναγωγή

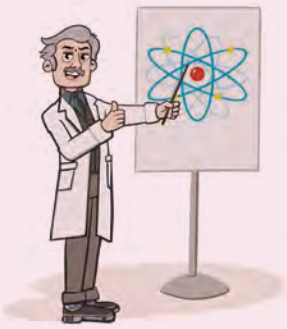
Η οξείδωση και η αναγωγή είναι φαινόμενα άρρηκτα συνδεδεμένα με την καθημερινή ζωή, καθώς η καύση και το σκούριασμα των μετάλλων είναι φαινόμενα που συμβαίνουν συνεχώς γύρω μας, ενώ η λέξη αντιοξειδωτικά είναι στο καθημερινό μας λεξιλόγιο, κι ας μην κατανοούμε τι ακριβώς σημαίνει αυτό για τον οργανισμό.

Οξείδωση είναι η αύξηση του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου σε μια χημική αντίδραση.

Αναγωγή είναι η ελάττωση του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου σε μια χημική αντίδραση.

Η οξείδωση και η αναγωγή είναι φαινόμενα τα οποία πραγματοποιούνται ταυτόχρονα, καθώς για να οξειδωθεί ένα στοιχείο θα πρέπει να αναχθεί ένα άλλο.

Ας θυμηθούμε...



Αριθμός οξείδωσης:

α. **για τις ιοντικές ενώσεις** ονομάζεται το πραγματικό ηλεκτρικό φορτίο του ιόντος στην ένωση

β. **για τις ομοιοπολικές ενώσεις** ονομάζεται το φαινομενικό ηλεκτρικό φορτίο που θα αποκτούσε το κάθε άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων είχαν καταχωριστεί εξ ολοκλήρου στο πιο ηλεκτραρνητικό από τα άτομα του δεσμού.

ΚΑΥΣΗ

Είναι η πολύ γρήγορη οξειδοαναγωγική αντίδραση με οξυγόνο η οποία συνοδεύεται από έκλυση θερμότητας και φωτός. Κατά την τέλεια καύση του άνθρακα και των οργανικών ενώσεων, ο άνθρακας οξειδώνεται σε CO_2 και το οξυγόνο ανάγεται.

Για παράδειγμα, κατά την καύση του αιθανίου

$$2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$$

−3 0 +4 −2

ο αριθμός οξείδωσης του άνθρακα αυξάνεται από −3 σε +4 και ο αριθμός οξείδωσης του οξυγόνου ελαττώνεται από 0 σε −2.

Το σώμα που οξειδώνεται σε μία οξειδοαναγωγική αντίδραση και προκαλεί αναγωγή ονομάζεται αναγωγικό (C_2H_6).

Το σώμα που ανάγεται σε μία οξειδοαναγωγική αντίδραση και προκαλεί οξείδωση ονομάζεται οξειδωτικό (O_2).

Σκουριάζοντας

Οξειδωτικό και αναγωγικό σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση

Οξειδωτικό σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση είναι το στοιχείο ή η χημική ένωση που προκαλεί οξείδωση, ενώ το ίδιο ανάγεται, δηλαδή ελαττώνει τον αριθμό οξείδωσής του.

Απαραίτητη προϋπόθεση για να μπορεί ένα στοιχείο ή η χημική ένωση που το περιέχει να λειτουργήσει ως οξειδωτικό είναι να έχει και χαμηλότερο αριθμό οξείδωσης από αυτόν τον οποίο εμφανίζει.

Αναγωγικό σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση είναι το στοιχείο ή η χημική ένωση που προκαλεί αναγωγή, ενώ το ίδιο οξειδώνεται, δηλαδή αυξάνει τον αριθμό οξείδωσής του.

Απαραίτητη προϋπόθεση για να μπορεί ένα στοιχείο ή η χημική ένωση που το περιέχει να λειτουργήσει ως αναγωγικό είναι να έχει και υψηλότερο αριθμό οξείδωσης από αυτόν τον οποίο εμφανίζει.

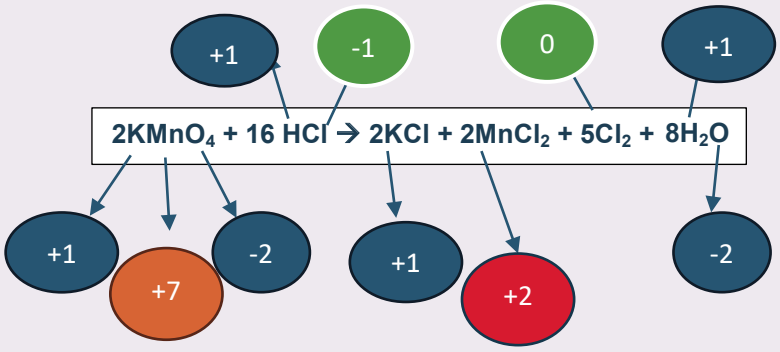
Παράδειγμα 10

Να αναγνωρίσετε το οξειδωτικό και το αναγωγικό στην ακόλουθη χημική εξίσωση και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

$$2KMnO_4(aq) + 16\,HCl(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + 2MnCl_2(aq) + 5Cl_2(g) + 8H_2O(l)$$

1. Θα υπολογίσουμε τους αριθμούς οξείδωσης όλων των στοιχείων στο πρώτο και στο δεύτερο μέλος της χημικής εξίσωσης. Για τα στοιχεία που έχουν πολλαπλούς αριθμούς οξείδωσης, θα τους υπολογίσουμε αλγεβρικά με βάση τους κανόνες.
2. Θα ελέγξουμε ποια στοιχεία μεταβάλλουν τον αριθμό οξείδωσής τους.
3. Το στοιχείο, και επομένως και η ένωση η οποία το περιέχει που αυξάνει τον αριθμό οξείδωσής

του, είναι το αναγωγικό, ενώ το στοιχείο, και επομένως και η ένωση η οποία το περιέχει που ελαττώνει τον αριθμό οξείδωσής του, είναι το οξειδωτικό.



Παρατηρούμε ότι ο αριθμός οξείδωσης του Mn ελαττώνεται από το +7 στο +2, επομένως το **Mn ανάγεται** και το **$KMnO_4$ είναι το οξειδωτικό.**

Παρατηρούμε ότι ο αριθμός οξείδωσης του Cl αυξάνεται από το -1 στο 0, επομένως το **Cl οξειδώνεται** και το **HCl είναι το αναγωγικό.**

Εφαρμογή 10

Να αναγνωρίσετε το οξειδωτικό και το αναγωγικό στην ακόλουθη χημική εξίσωση και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

$$K_2Cr_2O_7(aq) + 14\ HCl(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + 2CrCl_3(aq) + 3Cl_2(g) + 7H_2O(l)$$

Απάντηση: Το $K_2Cr_2O_7$ είναι το οξειδωτικό, γιατί το Cr ανάγεται από +6 σε +3 και το HCl είναι το αναγωγικό, γιατί το Cl οξειδώνεται από -1 σε 0.

Παράδειγμα 11

Από τις ενώσεις του χλωρίου: HClO, $HClO_4$, HCl, $HClO_3$ να εξηγήσετε ποια μπορεί να λειτουργήσει μόνο ως οξειδωτικό και ποια μόνο ως αναγωγικό.

Το στοιχείο χλώριο έχει αριθμούς οξείδωσης: -1, 0, +1, +3, +5, +7. Όταν εμφανίζει τον χαμηλότερο αριθμό οξείδωσης -1, μπορεί μόνο να οξειδωθεί, δηλαδή να λειτουργήσει ως αναγωγικό, ενώ, όταν εμφανίζει τον υψηλότερο αριθμό οξείδωσης +7, μπορεί μόνο να αναχθεί, δηλαδή να λειτουργήσει ως οξειδωτικό.

Θα βρούμε τους αριθμούς οξείδωσης του χλωρίου σε όλες τις ενώσεις αλγεβρικά.

HClO: $+1+\chi_1+(-2)=0 \rightarrow \chi_1=+1$

$HClO_4$: $+1+\chi_2+4(-2)=0 \rightarrow \chi_2=+7$

HCl: $+1+\chi_3=0 \rightarrow \chi_3=-1$

$HClO_3$: $+1+\chi_4+3(-2)=0 \rightarrow \chi_1=+5$

επομένως το $HClO_4$ λειτουργεί αποκλειστικά ως οξειδωτικό και το HCl αποκλειστικά ως αναγωγικό

Εφαρμογή 11

Από τις ενώσεις του αζώτου: NH_3, NO_2, NO, HNO_3 να εξηγήσετε ποια μπορεί να λειτουργήσει μόνο ως οξειδωτικό και ποια μόνο ως αναγωγικό, αν ξέρετε ότι το N εμφανίζει αριθμούς οξείδωσης: -3, 0, +1,+2, +3, +5.

Απάντηση: Το HNO_3 ως οξειδωτικό και η NH_3 ως αναγωγικό.

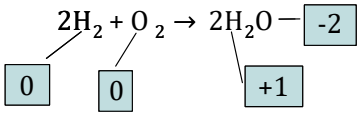
Υπάρχουν και οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις πολύπλοκης μορφής με τις οποίες δεν θα ασχοληθούμε σε αυτό το βιβλίο.

Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις είναι οι αντιδράσεις στις οποίες ορισμένα από τα στοιχεία που μετέχουν στην αντίδραση μεταβάλλουν τον αριθμό οξείδωσής τους.

Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις είναι οι αντιδράσεις σύνθεσης, αποσύνθεσης, απλής αντικατάστασης κ.ά.

Παράδειγμα: Η αντίδραση H_2 και O_2 προς σχηματισμό νερού είναι οξειδοαναγωγική.



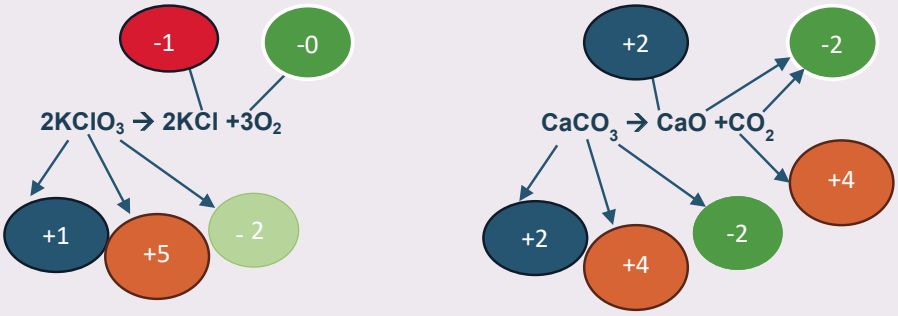
Παράδειγμα 12

Να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες αντιδράσεις ως μεταθετικές ή οξειδοαναγωγικές και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

$$2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$$
$$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$$

Για να κρίνουμε αν μια χημική αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική:

1. Θα υπολογίσουμε τους αριθμούς οξείδωσης όλων των στοιχείων στο πρώτο και στο δεύτερο μέλος της χημικής εξίσωσης. Για τα στοιχεία που έχουν πολλαπλούς αριθμούς οξείδωσης, θα τους υπολογίσουμε αλγεβρικά με βάση τους κανόνες.
2. Θα ελέγξουμε αν υπάρχουν στοιχεία τα οποία μεταβάλλουν τον αριθμό οξείδωσής τους.
3. Αν υπάρχουν, η αντίδραση είναι οξειδοαναγωγική, αν όχι είναι μεταθετική.



Η διάσπαση του $KClO_3$ είναι οξειδοαναγωγική, γιατί ο αριθμός οξείδωσης του Cl ελαττώνεται από +5 σε -1 και ο ο αριθμός οξείδωσης του O αυξάνεται από -2 σε 0.

Η διάσπαση του $CaCO_3$ είναι μεταθετική, γιατί κανένας αριθμός οξείδωσης δεν μεταβάλλεται.

Εφαρμογή 12

Να χαρακτηρίσετε τις ακόλουθες αντιδράσεις ως μεταθετικές ή οξειδοαναγωγικές και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

$$\alpha.\ NH_4HS(s) \rightarrow NH_3(g) + H_2S(g)$$
$$\beta.\ 2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$$

Απάντηση: α. μεταθετική, β. οξειδοαναγωγική

Αντιδράσεις σύνθεσης - αποσύνθεσης - διάσπασης

Αντιδράσεις σύνθεσης ονομάζονται οι αντιδράσεις στις οποίες δύο ή περισσότερες χημικές ουσίες αντιδρούν για να σχηματίσουν μία νέα χημική ουσία. Τα αντιδρώντα μπορούν να είναι χημικά στοιχεία ή στοιχείο και χημική ένωση ή απλούστερες από την τελική χημικές ενώσεις.

Πίνακας 5.4.1 Παραδείγματα συνθέσεων	
Α. μέταλλο + αμέταλλο → άλας	$2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow \mathbf{2NaCl(s)}$
	$Fe(s) + S(s) \rightarrow \mathbf{FeS(s)}$
Β. στοιχείο + οξυγόνο → οξείδιο	$C(s) + O_2(g) \rightarrow \mathbf{CO_2(g)}$
	$2Fe(s) + O_2(g) \rightarrow \mathbf{2FeO(s)}$
	$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow \mathbf{2H_2O(g)}$
Γ. αμέταλλο + υδρογόνο → υδρογονούχα ένωση	$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow \mathbf{2HCl(g)}$
	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow \mathbf{2NH_3(g)}$
Δ. χημική ένωση + στοιχείο → νέα χημική ένωση	$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow \mathbf{2SO_3(g)}$

Εφαρμογή 13

Να συμπληρωθούν οι ακόλουθες χημικές εξισώσεις, ώστε να είναι σωστές.

...$H_2(g)$ + ... $l_2(g)$ → .....

...$S(s)$ + ...$O_2(g)$ → .....

...$K(s)$ + $Cl_2(g)$ → .....

...$CO(g)$ + $O_2(g)$ → ...$\mathbf{CO_2(g)}$

Προσομοίωση εργαστηρίου

Αντιδράσεις αποσύνθεσης ονομάζονται οι αντιδράσεις στις οποίες μία χημική ένωση διασπάται στα στοιχεία από τα οποία αποτελείται και **αντιδράσεις διάσπασης** όταν μια χημική ένωση διασπάται σε απλούστερες χημικές ενώσεις ή χημική ένωση και στοιχείο.

Έκρηξη στη Βηρυτό

Πίνακας 5.4.2 Παραδείγματα αποσυνθέσεων και διασπάσεων	
Α. χημική ένωση → στοιχείο + στοιχείο	$2HI(g) \xrightarrow{\text{θέρμανση}} H_2(g) + I_2(g)$
	$2\,HgO(s) \xrightarrow{\text{θέρμανση}} 2Hg(l) + O_2(g)$
Β. χημική ένωση → ένωση + στοιχείο	$2KClO_3(s) \xrightarrow{\text{θέρμανση}} 2KCl(s) + 3\mathbf{O_2(g)}$
Γ. χημική ένωση → ένωση + ένωση	$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{θέρμανση}} CaO(s) + \mathbf{CO_2(g)}$

Εφαρμογή 14

Να συμπληρωθούν οι ακόλουθες χημικές εξισώσεις, ώστε να είναι σωστές.

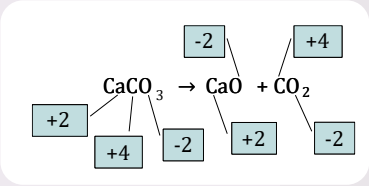
...$NH_3(g) \xrightarrow{\text{θέρμανση}}$ ..... + ...

...$NaClO_3(s) \xrightarrow{\text{θέρμανση}}$ ...$NaCl(s)$ + ...

...$NH_4HS(s)$ → ... +...$H_2S(g)$

Παρατήρηση 1: Υπάρχουν διασπάσεις οι οποίες δεν είναι οξειδοαναγωγικές, όπως η διάσπαση του ασβεστόλιθου.

Παρατήρηση 2: Προσέξτε ότι οι αποσυνθέσεις και οι διασπάσεις κατά κανόνα απαιτούν θέρμανση για να πραγματοποιηθούν.



Όταν σε γαλάζιο διάλυμα $CuSO_4$ βυθίσουμε ένα σιδερένιο καρφί, πολύ σύντομα θα παρατηρήσουμε το χρώμα του διαλύματος να γίνεται πράσινο και το καρφί να αποκτά χάλκινο χρώμα στο τμήμα που είναι βυθισμένο στο διάλυμα. Ποια μεταβολή πραγματοποιήθηκε;

Διαδραστικό βιντεομάθημα

Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης

Χημικές αντιδράσεις 3: Γιατί τα σκεύη μαγειρικής είναι φτιαγμένα από χαλκό, αλουμίνιο ή σίδηρο;

Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης

Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης ονομάζονται οι αντιδράσεις στις οποίες ένα στοιχείο που βρίσκεται σε ελεύθερη κατάσταση αντικαθιστά το ομόλογό του στοιχείο που βρίσκεται σε ένωσή του, κατά το σχήμα:

$$ΘA + Θ' \rightarrow Θ'A + Θ$$

$$ΘA + A' \rightarrow ΘA' + A$$

Προϋποθέσεις για την πραγματοποίηση μιας αντίδρασης απλής αντικατάστασης:

1. Ένα μέταλλο ή το υδρογόνο μπορεί να αντικαταστήσει μόνο ένα άλλο μέταλλο ή το υδρογόνο και μόνο αν είναι πιο δραστικό από αυτό κατά το γενικό σχήμα:

$$MA + M' \rightarrow MA' + M$$

2. Ένα αμέταλλο μπορεί να αντικαταστήσει μόνο ένα άλλο αμέταλλο και μόνο αν είναι πιο δραστικό από αυτό κατά το γενικό σχήμα:

$$MA + A' \rightarrow MA' + A$$

Σειρά δραστικότητας μετάλλων: **K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Ni, Sn, Pb, H_2, Cu, Hg, Ag, Pt, Au**

Ελάττωση δραστικότητας

Σειρά δραστικότητας αμετάλλων: **F_2, Cl_2, Br_2, O_2, I_2, S**

3. Είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε τη σειρά δραστικότητας ορισμένων μετάλλων και αμετάλλων. Κάθε στοιχείο μπορεί να αντικαταστήσει όσα είναι λιγότερο δραστικά από αυτό, δηλαδή όσα βρίσκονται δεξιά του στη σειρά δραστικότητας, η οποία ονομάζεται και **ηλεκτροχημική σειρά**.

Πίνακας 5.4.3 Παραδείγματα απλής αντικατάστασης	
A. Αντικατάσταση του μετάλλου μιας χημικής ένωσης από ένα δραστικότερο μέταλλο: **μέταλλο + άλας → μέταλλο + άλας**	$Zn(s)+CuSO_4(aq) \rightarrow$ **$Cu(s)+ ZnSO_4(aq)$**
	$Fe(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow$ **$2Ag(s)+Fe(NO_3)_2(aq)$**
	$3Na(s) +AlCl_3(aq) \rightarrow$ **$Al(s)+3NaCl(aq)$**
	$Cu(s) +2AgNO_3(aq) \rightarrow$ **$2Ag(s)+Cu(NO_3)_2(aq)$**
B. Αντικατάσταση του υδρογόνου ενός οξέος από ένα δραστικότερο από το υδρογόνο μέταλλο: **μέταλλο + οξύ → άλας + H_2**	$Zn(s) + 2HBr(aq) \rightarrow$ **$ZnBr_2(aq) + H_2(g)$**
	$Fe(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$ **$FeSO_4(aq) + H_2(g)$**
	$Ag(s) + HCl(aq) \rightarrow$ **δεν πραγματοποιείται**
	$6K(s) + 2H_3PO_4(aq) \rightarrow$ **$2K_3PO_4(aq) + 3H_2(g)$**

Παρατηρήσεις

1. Τα μέταλλα τα οποία έχουν μεταβλητό αριθμό οξείδωσης, όταν αντιδρούν με απλή αντικατάσταση, κατά κανόνα δίνουν άλατα και οξείδια με τον χαμηλότερο αριθμό οξείδωσης, για παράδειγμα, ο **Fe →Fe^{2+}**, εκτός από τον Cu που δίνει Cu^{2+}.

2. Το HNO_3 και το πυκνό H_2SO_4 δεν δίνουν αντιδράσεις απλής αντικατάστασης, αλλά πιο πολύπλοκες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.

Γ. Αντικατάσταση του υδρογόνου του νερού από ένα πολύ δραστικό μέταλλο: **μέταλλο +νερό → υδροξείδιο του μετάλλου + H_2** ή **μέταλλο + νερό → οξείδιο του μετάλλου + H_2**	Τα τέσσερα πιο δραστικά μέταλλα: K, Ca, Ba, Na αντιδρούν με το νερό και παράγουν την αντίστοιχη βάση (υδροξείδιο του μετάλλου) + H_2
	$2Na(s) + 2H_2O(g) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$
	$Ca(s) + 2H_2O(g) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$
	Τα υπόλοιπα μέταλλα, που είναι δραστικότερα του H, αντιδρούν με υδρατμούς σε πολύ υψηλή θερμοκρασία και δίνουν οξείδιο του μετάλλου + H_2
	$Zn(s) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{θέρμανση}} ZnO(aq) + H_2(g)$
Δ. Αντικατάσταση του αμετάλλου μιας δυαδικής ένωσης από ένα δραστικότερο αμέταλλο:	$Cl_2(g) + 2HI(aq) \rightarrow I_2(g) + 2HCl(aq)$
	$Br_2(g) + CaS(aq) \rightarrow S + CaBr_2(aq)$
	$Cl_2(g) + HF \rightarrow$ δεν πραγματοποιείται

Εφαρμογή 15

Να συμπληρωθούν οι ακόλουθες χημικές εξισώσεις, ώστε να είναι σωστές.

...Cu(s)+ ...Ag_2SO_4(aq) → …… + ……

...Mg(s) + ...HCl(aq) → ….. + …..

...K(s) + ...H_2O(g) → …. + ….

...Br_2(g) + ...H_2S(aq) → … + …

...Fe(s) + ...$CuSO_4$(aq) → ……. + ……..

...Al(s) +... H_2SO_4(aq) → …. + …..

...Ba(s) + ...H_2O(g) → …. + ….

...Cl_2(g) + ...AgI(aq) → …. + ……..

Προσομοίωση εργαστηρίου

Παρατήρηση

Οι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης οι οποίες πραγματοποιούνται στα διαλύματα είναι ιοντικές αντιδράσεις, δηλαδή πραγματοποιούνται μεταξύ ιόντων. Για παράδειγμα, η αντίδραση του Zn με το H_2SO_4 στη μοριακή της μορφή γράφεται:

$$Zn(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$$

Το H_2SO_4 στο διάλυμα βρίσκεται σε μορφή ιόντων, οπότε η εξίσωση μπορεί να γραφεί:

$$Zn(s) + 2H^+(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) + H_2(g)$$

και επειδή τα θειικά ιόντα (SO_4^{2-}) μετέχουν και στα δύο μέλη της εξίσωσης, μπορούν να θεωρηθούν ιόντα παρατηρητές και να παραλειφθούν:

$$Zn(s) + 2H^+(aq) \rightarrow \mathbf{Zn^{2+}(aq) + H_2(g)}$$

Αντίστοιχα η αντίδραση του Fe με το $CuSO_4$ μπορεί να γραφεί:

$$Fe(s)+CuSO_4(aq) \rightarrow \mathbf{Cu(s)+ FeSO_4(aq)}$$

$$Fe(s) + Cu^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow \mathbf{Fe^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) + Cu(s)}$$

$$Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow \mathbf{Fe^{2+}(aq) + Cu(s)}$$

Ηχητικό αρχείο «Μιλώντας για το Na και το K»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 7

Τελικά οξειδώνεται;

Διαδραστικό βιντεοπείραμα

Η σημασία των οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων στη ζωή και στην τεχνολογία είναι θεμελιώδης: πολλές αντιδράσεις που γίνονται στους ζωντανούς οργανισμούς, όπως οι αντιδράσεις της κυτταρικής αναπνοής και της **φωτοσύνθεσης**, αλλά και οι **μεταλλουργικές κατεργασίες** χάρη στις οποίες παραλαμβάνονται χρησιμότατα μέταλλα (Al, Cr, Na, Ag κ.ά.), είναι οξειδοαναγωγικές.

Μπορείτε να παρακολουθήσετε τα ακόλουθα βίντεο:

(α) Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής: http://youtu.be/f7ahvW2a2pY

(β) Σύγκριση δραστικότητας δύο αμετάλλων: https://www.youtube.com/watch?v=0vAP4CiKPE0

(γ) Ένας εντυπωσιακός αποχρωματισμός: https://www.youtube.com/watch?v=BIPb6eUAf80

Ονοματεπώνυμο	Χρονοδιάγραμμα	
Μέλη της ομάδας:	**Ροή δραστηριοτήτων**	**Απαιτούμενος χρόνος**
	Α. Παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι	5 min
	Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση	2 min
	Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων	3 min
	Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος: Πραγματοποίηση οξειδοαναγωγικών χημικών αντιδράσεων, γραφή των χημικών εξισώσεων των αντιδράσεων. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος με αντιδράσεις απλής αντικατάστασης για την πειραματική μελέτη της σειράς δραστικότητας των μετάλλων.	20 min
	Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων	3 min
Ημερομηνία:	**ΣΤ.** Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση	3 min
Τμήμα:	**Ζ.** Αξιολόγηση της εργαστηριακής διαδικασίας	4 min
	Η. Καθαρισμός και τακτοποίηση του πάγκου εργασίας, με βάση τους κανόνες ασφαλείας εργαστηρίου.	5 min

Εργαστηριακές δραστηριότητες

Α. Να σκεφτείτε και να απαντήσετε τις ερωτήσεις που ακολουθούν.

1. Η διάσημη εικόνα του καραβιού στο Γύθειο Λακωνίας είναι αποτέλεσμα οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων. Θα χαρακτηρίζατε την οξειδοαναγωγή σε αυτή την περίπτωση επιθυμητή ή ανεπιθύμητη;

.....

2. Οι Γερμανοί χημικοί Fritz Haber και Carl Bosch ανέπτυξαν το 1909 τη μέθοδο σύνθεσης αμμωνίας με μια οξειδοαναγωγική αντίδραση από άζωτο και υδρογόνο: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$. Η μέθοδος Haber-Bosch αξιοποιείται στη βιομηχανία των λιπασμάτων αλλά και των εκρηκτικών, αφού με οξείδωση της αμμωνίας παράγεται το νιτρικό οξύ (HNO_3). Ο Haber τιμήθηκε με το Νόμπελ Χημείας το 1918 και ο Bosch το 1931. Πώς θα χαρακτηρίζατε την οξειδοαναγωγή σε αυτή την περίπτωση;

.....

.....

Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.

Διαδραστικές προσομοιώσεις:
α. https://chemcollective.org/vlab/106 (οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις)
β. https://www.learner.org/series/chemistry-challenges-and-solutions/control-a-haber-bosch-ammonia-plant/

Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση

Ποιες παρατηρήσεις μπορούμε να κάνουμε σχετικά με την ανάμειξη ενός μετάλλου (M) και ενός διαλύματος ιόντων άλλου μετάλλου (B^{x+}); Τι θα μπορούσε να συμβεί με την ανάμειξη ενός μεταλλικού αντικειμένου, π.χ. ενός σιδερένιου καρφιού κι ενός οξέος, π.χ. HCl; Όλα τα μέταλλα αντιδρούν με την ίδια ευκολία ή μήπως υπάρχει μία σειρά «δραστικότητας»; Να γράψετε τις υποθέσεις σας.

.....

.....

Γ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος – Διαχείριση μεταβλητών

ΜΕΡΟΣ 1ο: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Θα μελετήσουμε ορισμένες χαρακτηριστικές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις και θα καταγράψουμε τις παρατηρήσεις μας. Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να διαπιστώσουμε πειραματικά τη σχετική δραστικότητα των μετάλλων Mg, Zn, Fe, Cu, εξετάζοντας τον τρόπο με τον οποίο αυτά αντιδρούν με επιλεγμένα αντιδραστήρια.

Ερώτηση 1: Με βάση το ερευνητικό ερώτημα, ποιες μεταβλητές θα αλλάζατε για να εξαγάγετε συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση μετάλλων σε διαλύματα οξέων ή σε διαλύματα ιόντων άλλων μετάλλων;

.....

Ερώτηση 2: Ποια μεταβλητή προτείνετε να μετρήσετε για να προσδιορίσετε τον τρόπο αλληλεπίδρασης;

.....

Ερώτηση 3: Συγκρίνοντας χημικές αντιδράσεις, ποια δεδομένα θα διατηρούσατε σταθερά ώστε να διευκολυνθείτε να εξαγάγετε σωστό συμπέρασμα; .....

.....

Με τον καθορισμό των μεταβλητών και την ορθή διαχείρισή τους, μπορούμε να διεξαγάγουμε πειράματα προσαυξάνοντας την ακρίβεια και κατανοώντας πληρέστερα το επιστημονικό υπόβαθρο των οξειδοαναγωγικών χημικών αντιδράσεων.

ΜΕΡΟΣ 2ο: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Να παρακολουθήσετε τα πειράματα επίδειξης που θα υλοποιηθούν από τον/την εκπαιδευτικό της τάξης σας ή το βιντεοεργαστήριο, σημειώνοντας τις παρατηρήσεις σας στο φύλλο εργασίας, ή να εκτελέσετε την προσομοίωση του εργαστηρίου.

Εικονικό εργαστήριο

ΜΕΡΟΣ 3ο: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

1. Χαρακτηριστικές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

Παρατηρώντας τις μεταβολές στις χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιεί ο/η εκπαιδευτικός, να συμπληρώσετε τον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικές οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

Πειραματιζόμαστε...	Παρατηρούμε ότι...	Χημική εξίσωση
Καύση σύρματος Mg	…… ……	
Προσθήκη ελάσματος ή ταινίας Mg σε διάλυμα HCl	…… ……	
Προσθήκη ελάσματος Zn σε διάλυμα HCl	…… ……	
Προσθήκη ρινισμάτων Fe σε διάλυμα HCl	…… ……	
Προσθήκη ελάσματος Cu σε διάλυμα HCl	…… ……	
Προσθήκη σιδερένιας βίδας (Fe) σε διάλυμα $CuSO_4$	…… ……	
Προσθήκη αλουμινόχαρτου (AI) σε διάλυμα $CuSO_4$ στο οποίο έχει προστεθεί NaCl	…… ……	
Προσθήκη ελάσματος Cu σε διάλυμα $AgNO_3$	…… ……	

2. Σειρά δραστικότητας μετάλλων

Παρατηρώντας τις μεταβολές που συμβαίνουν (ή, ίσως, δεν συμβαίνουν) στο πλαίσιο της μικροκλίμακας, να σημειώσετε τα πειραματικά σας δεδομένα στον Πίνακα 2. Σημειώνετε «ΝΑΙ» αν έγινε χημική αντίδραση και «ΟΧΙ» αν δεν έγινε αντίδραση, μεταξύ των ουσιών που αναμείχθηκαν.

Πίνακας 2. Σειρά δραστικότητας μετάλλων

	$FeSO_4$(aq)	**$ZnSO_4$**(aq)	**$CuSO_4$**(aq)	**$MgSO_4$**(aq)	**HCl**(aq)
Fe(s)					
Zn(s)					
Cu(s)					
Mg(s)					

Βάσει των δοκιμασιών που πραγματοποιήθηκαν με τα μέταλλα και των σχετικών παρατηρήσεων, αυτά μπορούν να τοποθετηθούν από το περισσότερο δραστικό (αριστερά) προς το λιγότερο δραστικό (δεξιά) δημιουργώντας τη σχετική σειρά δραστικότητας: **..... > ..... > ..... > .....**

Δ. Εξαγωγή συμπερασμάτων

1. Ποια πληροφορία μπορούμε να αντλήσουμε από τις παρατηρήσεις μας; Τι συμπεράσματα εξάγονται από τη συμπεριφορά των παραπάνω μετάλλων; .....
.....
2. Επιβεβαιώθηκαν ή διαψεύσθηκαν οι υποθέσεις σας; .....
.....

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

Ε. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση

Να προσπαθήσετε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

1. Γιατί δεν μπορούμε να αποθηκεύσουμε υδροχλωρικό οξύ σε τσίγκινο (Zn) δοχείο; .....
.....

ΣΤ. Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης

1. Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στο ερευνητικό ερώτημα; .....
.....
2. Ποια σημεία της έρευνας σας δυσκόλεψαν; .....
.....
3. Η διερεύνηση που κάνατε κάλυψε πλήρως το θέμα των οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων και της δραστικότητας των μετάλλων; .....
.....

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Κουίζ

5.4 Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

1. Να συμπληρώσετε τα ακόλουθα κείμενα με την κατάλληλη λέξη ή αριθμό ώστε να είναι σωστά.
Οξειδοαναγωγικές ονομάζονται οι αντιδράσεις στις οποίες παρατηρείται ..... του αριθμού ..... σε ορισμένα ..... που μετέχουν στην αντίδραση. Οξείδωση ονομάζεται η ..... του

Γράφουμε στο πρώτο μέλος της εξίσωσης τα σύμβολα των αντιδρώντων και στο δεύτερο τους τύπους των προϊόντων (σωστά). Στη συνέχεια υπολογίζουμε τα άτομα κάθε στοιχείου στο δεύτερο μέλος και βάζουμε συντελεστές.
Προσοχή, στα διατομικά στοιχεία (H_2, O_2, Cl_2, Br_2, I_2, F_2, N_2) γράφουμε το σύμβολο του μορίου του στοιχείου.

αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου και αναγωγή ονομάζεται η …….. του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου. Οξειδωτικό ονομάζεται το σώμα που προκαλεί ……., ενώ το ίδιο …….. . Αναγωγικό ονομάζεται το σώμα που προκαλεί ……., ενώ το ίδιο …….. . Στη χημική εξίσωση: … **Mg + …HCl** → **…$MgCl_2$ + …H_2**, αναγωγικό είναι το …., γιατί ο αριθμός οξείδωσής του …… από …. σε …. και οξειδωτικό είναι το ……, γιατί ο αριθμός οξείδωσης του …….. ελαττώνεται από ….. σε ….. . Στη χημική εξίσωση: **SO_2 + Cl_2 +2H_2O** → **H_2SO_4 + 2HCl,** οξειδωτικό είναι το ….., γιατί ο αριθμός οξείδωσής του ελαττώνεται από …. σε …. και αναγωγικό είναι το ….., γιατί ο αριθμός οξείδωσης του …. αυξάνεται από …. σε ….. .

2. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις των επόμενων αντιδράσεων, εφόσον πραγματοποιούνται.

Σύνθεσης

α. $Al + S \rightarrow Al_2S_3$

β. $Al + O_2 \rightarrow Al_2O_3$

γ. $Fe + Cl_2 \rightarrow FeCl_3$

δ. $Sn + O_2 \rightarrow SnO_2$

Αποσύνθεσης

ε. CuO → …….. + …….

στ. AgBr → …….. + …….

Απλής αντικατάστασης

ζ. …Zn +… HBr → …….. + …….

η. …I_2 + …NaF → …….. + …….

θ. …Na + …$AlCl_3$ → …….. + …….

ι. …Cu + …$AgNO_3$ → …….. + …….

ια. …Ag + …HCl → …….. + …….

ιβ. …K + …H_3PO_4 → …….. + …….

ιγ. …Ba + …H_2O → …….. + …….

ιδ. …Zn + …H_2O → …….. + …….

- Γράφουμε στο πρώτο μέλος της εξίσωσης τα σύμβολα των αντιδρώντων και ελέγχουμε αν το ελεύθερο στοιχείο είναι μέταλλο, οπότε τείνει να αντικαταστήσει το μέταλλο ή το υδρογόνο της ένωσης, ή αμέταλλο, οπότε τείνει να αντικαταστήσει το αμέταλλο της ένωσης.
- Ελέγχουμε αν το ελεύθερο στοιχείο είναι πιο δραστικό από αυτό που τείνει να αντικαταστήσει και, αν είναι, γράφουμε στο δεύτερο μέλος τους τύπους των προϊόντων (σωστά).
- Στη συνέχεια υπολογίζουμε τα άτομα κάθε στοιχείου στο δεύτερο μέλος και βάζουμε συντελεστές.
- Προσοχή, στα διατομικά στοιχεία (H_2, O_2, Cl_2, Br_2, I_2, F_2, N_2) γράφουμε το σύμβολο του μορίου του στοιχείου.
- Τα μέταλλα κατά κανόνα στην απλή αντικατάσταση δίνουν ιόντα με το χαμηλότερο ΑΟ, εκτός του Cu που δίνει Cu^{2+}.
- Από τα δραστικά μέταλλα μόνο τα K, Ba, Ca και Na δίνουν με το H_2O υδροξείδιο του μετάλλου και H_2.

3. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των ακόλουθων αντιδράσεων και να τις χαρακτηρίσετε ως συνθέσεις, αποσυνθέσεις ή διασπάσεις.

α. …….. $H_2 + Cl_2$ → ……..

β. …….. NH_3 → …….. + …….

γ. …….. HI → …….. + …….

δ. …….. $KClO_3$ → KCl + O_2

ε. $(NH_4)_2CO_3$ → ……..NH_3 + …….CO_2 + H_2O

στ. …….. Fe +…….S → ……

ζ. …….. C +…….O_2 → …… CO

η. …….. C +…….O_2 → …… CO_2

θ. …….. S +…….O_2 → …… SO_2

ι. …….. Cu +…….O_2 → …… CuO

4. **α.** Ποιες αντιδράσεις ονομάζονται αντιδράσεις απλής αντικατάστασης και κάτω από ποιες προϋποθέσεις πραγματοποιούνται;

β. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις όσων αντιδράσεων απλής αντικατάστασης από τις ακόλουθες μπορούν να πραγματοποιηθούν.

1. $Ca + H_2SO_4 \rightarrow$
2. $Ca + Al(NO_3)_3 \rightarrow$
3. $Mg + AlCl_3 \rightarrow$
4. $Cl_2 + HF \rightarrow$
5. $O_2 + Fe_2S_3 \rightarrow$
6. $Na + KCl \rightarrow$
7. $Fe + HCl \rightarrow$
8. $AgNO_3 + Zn \rightarrow$
9. $Al + H_2SO_4 \rightarrow$
10. $Br_2 + CaS \rightarrow$

5. **α.** Να συμπληρώσετε τις εξισώσεις όσων αντιδράσεων απλής αντικατάστασης μπορούν να πραγματοποιηθούν.

1. ψευδάργυρος + φωσφορικό οξύ
2. άργυρος + θειικός χαλκός (ΙΙ)
3. χαλκός + θειικός άργυρος
4. φθόριο + σουλφίδιο του αργιλίου
5. βάριο + σουλφίδιο του αργιλίου
6. βάριο + νερό
7. μαγνήσιο + νερό (υψηλή θερμοκρασία)
8. χαλκός + νερό (υψηλή θερμοκρασία)
9. βρώμιο + χλωρίδιο του νατρίου
10. σίδηρος + θειικός χαλκός
11. σίδηρος + υδροϊωδικό οξύ
12. αργίλιο + θειικός σίδηρος (ΙΙ)

β. Σε έναν δοκιμαστικό σωλήνα ο οποίος περιέχει HCl ρίχνουμε ρινίσματα σιδήρου και σκεπάζουμε το στόμιο του σωλήνα με ένα μπαλόνι. Παρατηρούμε ότι το μπαλόνι φουσκώνει. Να εξηγήσετε το φαινόμενο.

γ. Σε ορισμένη ποσότητα νερού ρίχνουμε μικρή ποσότητα στερεού ασβεστίου. Τι τιμή θα έχει το pH του διαλύματος που παράγεται σε θερμοκρασία 25 °C και τι χρώμα θα έχει αν του ρίξουμε μερικές σταγόνες του δείκτη μπλε της βρωμοθυμόλης;

δ. Να εξηγήσετε γιατί ο σίδηρος διαλύεται σε αραιό διάλυμα H_2SO_4, ενώ ο Cu δεν διαλύεται.

6. Διαθέτουμε τέσσερα διαλύματα: Δ1: KNO_3, Δ2: αραιό διάλυμα H_2SO_4, Δ3: $AgNO_3$, Δ4: $ZnSO_4$ και τέσσερις φιάλες: Φ1: από χαλκό, Φ2: από σίδηρο, Φ3: από αλουμίνιο και Φ4: από γυαλί. Να επιλέξετε το κατάλληλο δοχείο για την αποθήκευση κάθε διαλύματος και να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

7. Να διατάξετε τα στοιχεία Α, Β, Γ και Δ κατά σειρά αυξανόμενης δραστικότητας αν γνωρίζετε ότι:

- Το Α και το Γ αντιδρούν με αραιό διάλυμα θειικού οξέος με ταυτόχρονη παραγωγή αέριου H_2, αλλά το Γ αντιδρά με το H_2O και σχηματίζει βάσεις, ενώ το Α όχι.
- Το Β δεν διαλύεται σε διάλυμα υδροχλωρίου.
- Το Δ αντιδρά με αμέταλλα και σχηματίζει μη οξυγονούχα οξέα.

8. Να αιτιολογήσετε τις ακόλουθες προτάσεις που είναι όλες σωστές.

α. Ο μόλυβδος και ο χαλκός δεν αντιδρούν με υδροχλωρικό οξύ.

β. Όταν σε άχρωμο διάλυμα CaI_2 διαβιβαστεί Cl_2, το διάλυμα γίνεται ιώδες.

γ. Όταν σε H_2O στο οποίο έχουν προστεθεί σταγόνες του δείκτη φαινολοφθαλεΐνη διαλυθεί μικρή ποσότητα από ένα μέταλλο της πρώτης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα, το διάλυμα αποκτά κόκκινο χρώμα.

9. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

α. Με διάλυση ενός μικρού κομματιού νατρίου σε νερό παράγονται φυσαλίδες αερίου. ☐

β. Ο ψευδάργυρος δεν διαλύεται στο υδροχλωρικό οξύ. ☐

γ. Ένα έλασμα κατασκευασμένο από χαλκό και ψευδάργυρο αντιδρά πλήρως με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος. ☐

δ. Όλες οι αντιδράσεις διάσπασης είναι οξειδοαναγωγικές. ☐

10. Στις ακόλουθες προτάσεις να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

α. Από τα ακόλουθα μέταλλα αντιδρά με αραιό διάλυμα H_2SO_4:

i. Ag **ii.** Pt **iii.** Fe **iv.** Au

β. Η αντίδραση που αναπαρίσταται από τη χημική εξίσωση: $\mathbf{BaCO_3(s) \rightarrow BaO(s) + CO_2(g)}$ είναι:

i. οξειδοαναγωγική **ii.** μεταθετική

iii. ανταλλαγής ιόντων **iv.** απλή αντικατάσταση

γ. Στην αντίδραση που αναπαρίσταται από τη χημική εξίσωση:

$\mathbf{Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)}$, το HCl είναι:

i. οξειδωτικό **ii.** αναγωγικό **iii.** πιο δραστικό από τον Zn **iv.** όξινο

δ. Από τις ακόλουθες χημικές εξισώσεις αναπαριστά μια μεταθετική αντίδραση η:

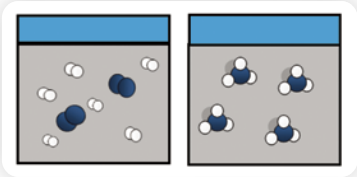
i. $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$, **ii.** $(NH_4)_2CO_3(s) \rightarrow 2NH_3(g) + CO_2(g) + H_2O(l)$

iii. $2HCl(g) \rightarrow H_2(g) + Cl_2(g)$ **iv.** $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$

ε. Στη χημική εξίσωση $\mathbf{2KMnO_4 + 10FeSO_4 + 8H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O}$ οξειδωτικό είναι:

i. $KMnO_4$ **ii.** $FeSO_4$ **iii.** H_2SO_4 **iv.** $Fe_2(SO_4)_3$

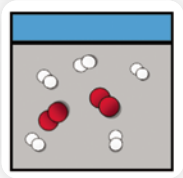
στ. Το διπλανό σχήμα αναπαριστά στο πρώτο δοχείο τα αντιδρώντα μιας χημικής αντίδρασης και στο δεύτερο τα προϊόντα της. Η χημική εξίσωση αυτής της αντίδρασης είναι:



i. $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ **ii.** $2HI \rightarrow H_2 + I_2$

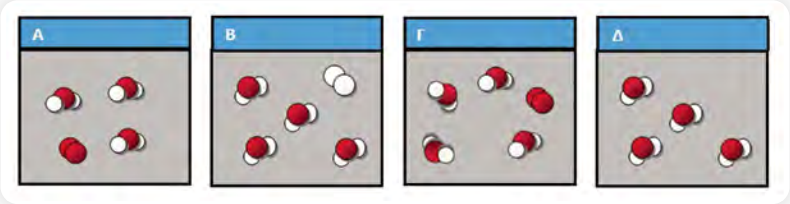
iii. $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ **iv.** $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2$

ζ. Στο δοχείο περιέχονται H_2 και O_2, τα οποία αντιδρούν με βάση τη χημική εξίσωση:



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

Το δοχείο που αναπαριστά το μείγμα μετά την ολοκλήρωση της αντίδρασης είναι:



5.5 Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή

Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να περιγράφετε** δύο-τρία φαινόμενα καθημερινής ζωής με τις γνώσεις που αποκτήσατε για τις χημικές αντιδράσεις.

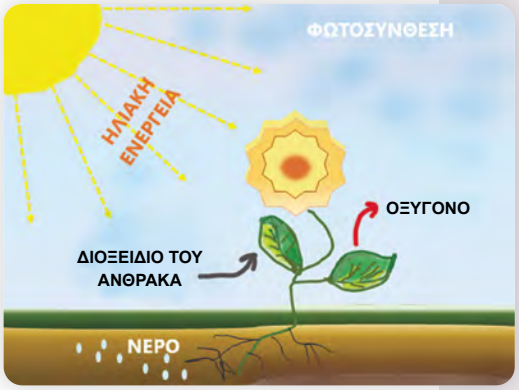
Οι χημικές αντιδράσεις δεν είναι απλώς μέρος της καθημερινής ζωής, αλλά είναι η ίδια η ζωή, καθώς χάρη σε αυτές αναπνέουμε, κινούμαστε, ερωτευόμαστε, πονάμε, αλλά και νιώθουμε χαρούμενοι. Σε αυτές οφείλεται η κίνηση των αυτοκινήτων, των πλοίων, των αεροπλάνων και των διαστημόπλοιων, το μαγείρεμα των τροφών, η φωτιά που μας ζεσταίνει, η ηλεκτρική ενέργεια που μας φωτίζει και μας φορτίζει, τα προβλήματα με το περιβάλλον, αλλά και η λύση τους, και πολλά άλλα... Στο ερώτημα ποιες είναι οι δέκα πιο σημαντικές χημικές αντιδράσεις, οι γνώμες διίστανται, αλλά σίγουρα κανείς δεν θα αμφισβητήσει την πρωτιά... γιατί χωρίς αυτή δεν θα ήμασταν σήμερα εδώ.

Οξέα στο στομάχι μας;

Οξέα και στο στόμα μας;

Η φωτοσύνθεση είναι θέμα Χημείας...

Η φωτοσύνθεση είναι μια εξαιρετικά πολύπλοκη βιοχημική διεργασία κατά την οποία τα πράσινα φυτά και ορισμένοι άλλοι οργανισμοί μετασχηματίζουν την ηλιακή, δηλαδή τη φωτεινή ενέργεια σε χημική και την αποθηκεύουν στο σώμα τους στη μορφή του απλούστερου υδατάνθρακα της γλυκόζης. Η αντίδραση που πραγματοποιείται είναι ενδόθερμη και απαιτεί ενέργεια, η οποία παρέχεται από την ηλιακή ακτινοβολία η οποία δεσμεύεται από μία φωτοδεσμευτική ουσία, συνήθως τη **χλωροφύλλη**.



Κατά τη φωτοσύνθεση οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί δεσμεύουν CO_2 από την ατμόσφαιρα με τα φύλλα τους και νερό από το έδαφος με τις ρίζες τους και χρησιμοποιούν την ενέργεια της φωτεινής ακτινοβολίας για να συνθέσουν την τροφή τους, δηλαδή πολύπλοκες οργανικές ουσίες, όπως η γλυκόζη, ελευθερώνοντας ταυτόχρονα O_2 στην ατμόσφαιρα, το οποίο έκανε δυνατή την ύπαρξη της ζωής στη Γη. Η φωτοσύνθεση έχει έναν πολύπλοκο μηχανισμό πολλών σταδίων και οι αντιδράσεις πραγματοποιούνται στους χλωροπλάστες των φύλλων των φυτών.

Η απλουστευμένη χημική αντίδραση που αναπαριστά τη φωτοσύνθεση είναι:

$$6CO_2(g) + 6H_2O(l) \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$$

Και άλλες χημικές αντιδράσεις στην καθημερινή ζωή

Η γλυκόζη που παράγεται πολυμερίζεται σε άμυλο και αποθηκεύεται στο σώμα του φυτού.
Η φωτοσύνθεση παρέχει τροφή και επομένως ενέργεια, όχι μόνο στα φυτά, αλλά και στα ζώα και στους ανθρώπους που τα καταναλώνουν, και παρέχει στην ατμόσφαιρα το O_2 που είναι απαραίτητο για την ανάπτυξη, την ύπαρξη και τη συντήρηση της ζωής όπως τη γνωρίζουμε σήμερα.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Να διερευνήσετε τις επιστημονικές θεωρίες που επιχειρούν να εξηγήσουν την ανάπτυξη της ζωής στη Γη και τη σχέση τους με τη φωτοσύνθεση.

ΒΙΟΛΟΓΙΑ Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ - ΘΕΤΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΚΑΙ ΣΠΟΥΔΩΝ ΥΓΕΙΑΣ, Α. ΚΑΨΑΛΗΣ, Ι.Ε. ΜΠΟΥΡΜΠΟΥΧΑΚΗΣ, Β. ΠΕΡΑΚΗ, Σ. ΣΑΛΑΜΑΣΤΡΑΚΗΣ: http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/html/8547/2668/Biologia_B-Lykeiou_html-empl/index3_3.html
Φωτοσύνθεση: http://users.uoa.gr/~mpatrin/olotexno/lab/plant/con0/con0002.htm
Διαδραστικό διάγραμμα φωτοσύνθεσης:
https://www.gstatic.com/culturalinstitute/searchar/assets/photosynthesis/desktop_light.mp4

Κυτταρική αναπνοή

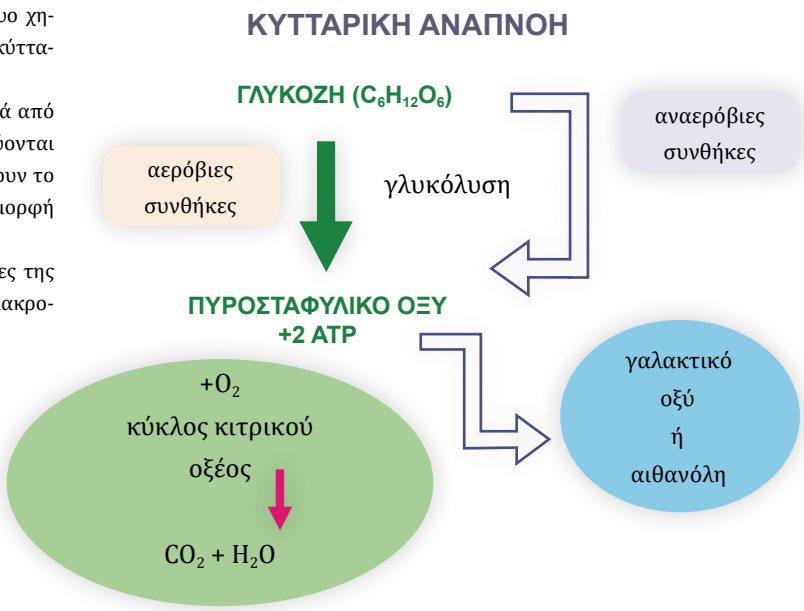
Και η αναπνοή είναι θέμα Χημείας…

Η αναπνοή είναι μια σύνθετη κυτταρική διεργασία στην οποία η γλυκόζη αντιδρά στα κύτταρα με το οξυγόνο και ελευθερώνει CO_2, H_2O και ενέργεια με έναν μηχανισμό πολλών σταδίων, ο οποίος ονομάζεται μεταβολισμός της γλυκόζης και σχηματικά θα μπορούσε να περιγραφεί από τη χημική εξίσωση:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{ΕΝΕΡΓΕΙΑ}$$

Μεταβολισμός: Ολοκληρωμένο δίκτυο χημικών αντιδράσεων με τις οποίες τα κύτταρα:

1. αντλούν ενέργεια και δομικά υλικά από τα τροφικά μόρια που προμηθεύονται από το περιβάλλον και προμηθεύουν το κύτταρο με χημική ενέργεια στη μορφή του ATP
2. χρησιμοποιούν τις δομικές μονάδες της τροφής για τη βιοσύνθεση των μακρομορίων τους.



Ας δούμε και μερικά ακόμη παραδείγματα αντιδράσεων που άλλαξαν τον κόσμο μας σε αυτό που ξέρουμε σήμερα…

6 χημικές αντιδράσεις που άλλαξαν την ιστορία: https://www.youtube.com/watch?v=jb4CMnT2-ao
Τυχαίες ανακαλύψεις που άλλαξαν τον κόσμο: https://www.youtube.com/watch?v=Xowen_a787Y

15 τυχαίες ανακαλύψεις χωρίς τις οποίες δεν μπορείτε να φανταστείτε τη ζωή σας: https://www.youtube.com/watch?v=qO1brxn1rNs

Η καύση

Η καύση και το τρίγωνο της φωτιάς είναι θέμα Χημείας…

Η φωτιά, δηλαδή η αντίδραση της καύσης, ήταν η πρώτη επαφή του ανθρώπου με τη Χημεία, για το καλύτερο και το χειρότερο ταυτόχρονα. Το καλύτερο ήταν ότι μαγειρέψαμε την τροφή μας, είτε αυτή ήταν κρέας είτε λαχανικά, και έτσι με πολύ λιγότερο κόπο και ταλαιπωρία πήραμε όλα τα θρεπτικά συστατικά που ήταν απαραίτητα για τη σωματική, αλλά και την πνευματική μας ανάπτυξη. Το μαγείρεμα της τροφής, δηλαδή η πραγματοποίηση όλων αυτών των χημικών αντιδράσεων που κάνουν τις πρωτεΐνες, τους υδατάνθρακες και τα λίπη πιο εύπεπτα και πιο… νόστιμα, είναι το καλύτερο σενάριο και οι καταστροφικές πυρκαγιές το χειρότερο για την πολύτιμη καύση, αλλά μεταξύ τους υπάρχουν η θέρμανση, η επεξεργασία των μετάλλων, η κίνηση των μεταφορικών μέσων και άλλα πολλά…

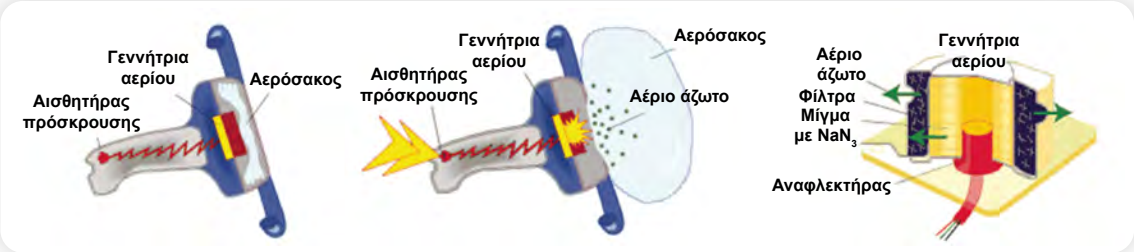
Τα **τρίγωνα της φωτιάς** ή **τρίγωνα ανάφλεξης** είναι απλά μοντέλα για την κατανόηση των απαραίτητων στοιχείων που χρειάζεται μια φωτιά για να ανάψει και να συντηρηθεί: **θερμότητα**, **καύσιμο** και έναν **οξειδωτικό παράγοντα**, ο οποίος είναι συνήθως το **οξυγόνο του αέρα**. Μια πυρκαγιά συνήθως συμβαίνει όταν και τα τρία στοιχεία είναι παρόντα και συνδυασμένα σε σωστό μείγμα. Μια πυρκαγιά μπορεί να προληφθεί ή να σβήσει με την αφαίρεση οποιουδήποτε από τα στοιχεία στο τρίγωνο της φωτιάς. Για παράδειγμα, η κάλυψη μιας φωτιάς με **αντιπυρική κουβέρτα** αφαιρεί το οξυγόνο από το τρίγωνο και μπορεί να σβήσει τη φωτιά, όπως και η ρίψη κρύου νερού, το οποίο απορροφά θερμότητα για να εξατμιστεί. Η δημιουργία αντιπυρικών ζωνών με αποψίλωση τμημάτων τους δάσους, αντίστοιχα, στοχεύει στην έλλειψη καύσιμης ύλης.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

- Να διερευνήσετε την ιστορία και τους μύθους που συνδέονται με τη χρήση της φωτιάς από τον προϊστορικό άνθρωπο.
- Να εξηγήσετε πώς η χρήση της φωτιάς επηρέασε την εξέλιξη του ανθρώπου και τον πολιτισμό.
- Να δώσετε έναν ορισμό για το φαινόμενο της καύσης και να γράψετε τις χημικές εξισώσεις που περιγράφουν την καύση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων, ανατρέχοντας στο σχολικό σας βιβλίο της Γ΄ Γυμνασίου.
- Να αναφέρετε τα κυριότερα καύσιμα υλικά και να περιγράψετε τα σύγχρονα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με την καύση.
- Η χώρα μας, αλλά και οι υπόλοιπες χώρες του ευρωπαϊκού Νότου, μαστίζονται από τις πυρκαγιές κατά τη διάρκεια των θερμών μηνών της άνοιξης και του καλοκαιριού. Να εξηγήσετε τους λόγους, αξιοποιώντας το τρίγωνο της φωτιάς, και να διατυπώσετε τις προτάσεις σας για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Η ασφάλεια είναι θέμα Χημείας... Ο αερόσακος του αυτοκινήτου με λίγα λόγια

Ο **αερόσακος** (*airbag*) είναι ένα σύστημα παθητικής ασφάλειας των σύγχρονων αυτοκινήτων, το οποίο περιλαμβάνει έναν ή περισσότερους σάκους, σχεδιασμένους κατάλληλα, έτσι ώστε κατά τη διάρκεια μιας πρόσκρουσης να φουσκώνουν μπροστά ή στο πλάι του οδηγού και των επιβατών, και να τους προστατεύουν από βίαια χτυπήματα στο τιμόνι και στις εσωτερικές επιφάνειες του αυτοκινήτου.



Το καθοριστικό χαρακτηριστικό στην ικανότητα του αερόσακου να σώσει μια ζωή σε μια μετωπική σύγκρουση, κατά την οποία το κεφάλι κατευθύνεται με μεγάλη ταχύτητα προς το ταμπλό του οχήματος, είναι ο συγχρονισμός.

ΦΑΣΗ 1. Βασικό στοιχείο του συστήματος αερόσακων είναι **ένας αισθητήρας** που μπορεί να ανιχνεύσει τη μετωπική σύγκρουση και να ενεργοποιήσει αμέσως την ανάπτυξη του αερόσακου. Όταν το αυτοκίνητο επιβραδύνει πολύ έντονα, όπως σε μια μετωπική σύγκρουση, ο αισθητήρας ενεργοποιείται και παράγει σπινθήρα, ο οποίος σηματοδοτεί την έναρξη **μιας ταχύτατης αντίδρασης**, από την οποία παράγεται το απαραίτητο αέριο για το φούσκωμα του αερόσακου.

Πρόκειται για την αντίδραση: $\mathbf{2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)}$.

Το αδρανές αέριο άζωτο (N_2) γεμίζει τον αερόσακο με ταχύτητα 240 έως 400 κυβικά μέτρα ανά ώρα, με αποτέλεσμα ο αερόσακος να φουσκώνει σε περίπου 40 χιλιοστά του δευτερολέπτου.

Το 1968, ο John Pietz, χημικός της Talley Defense Systems, πρωτοστάτησε σε ένα στερεό προωθητικό χρησιμοποιώντας νιτρίδιο του νατρίου (NaN_3) και ένα μεταλλικό οξείδιο. Αυτό ήταν το πρώτο στερεό προωθητικό που παράγει άζωτο και σύντομα αντικατέστησε τα παλαιότερα, πιο ογκώδη συστήματα. Το νιτρίδιο του νατρίου στη στερεά του κατάσταση είναι τοξικό, αλλά σε εφαρμογές αυτοκινήτων σφραγίζεται σε ένα δοχείο από χάλυβα ή αλουμίνιο εντός του συστήματος αερόσακου.

ΦΑΣΗ 2. Ο αερόσακος, μόλις φουσκώσει, θα πρέπει να αρχίσει αμέσως να ξεφουσκώνει, ώστε η πρόσκρουση του κεφαλιού και του σώματος σε αυτόν να γίνει ήπια και γι' αυτό το υλικό κατασκευής του είναι ύφασμα από **νάιλον ή πολυαμίδιο**, πασπαλισμένο με **τάλκη ή άμυλο**, για να αποφευχθεί η συγκόλληση των τοιχωμάτων του κατά τη μακρά παραμονή του και να βοηθηθεί έτσι η ταχεία ανάπτυξή του. Το ύφασμα διαθέτει μικρές τρύπες, ώστε αμέσως μετά το φούσκωμα ο αερόσακος να αρχίσει να ξεφουσκώνει. Στην ιδανική περίπτωση, το σώμα του οδηγού (ή του επιβάτη) πρέπει να πέσει στον αερόσακο αμέσως μετά το πλήρες φούσκωμα του αερόσακου, δηλαδή μόλις ο αερόσακος αρχίζει να ξεφουσκώνει, γιατί η εσωτερική πίεση που ασκεί το αέριο είναι πολύ μεγάλη και η πρόσκρουση του σώματος στον αερόσακο θα ήταν εξαιρετικά επικίνδυνη. Η χρήση της ζώνης ασφαλείας επιβάλλεται, διότι συμβάλλει στη μείωση του κινδύνου τραυματισμού, καθώς επιβραδύνει την κίνηση του σώματος προς τον αερόσακο.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Το Na που παράγεται κατά την αντίδραση είναι δραστικό και τοξικό και γι' αυτό χρησιμοποιείται μείγμα NaN_3 - KNO_3 - SiO_2, ώστε το νάτριο να μετατραπεί σε ακίνδυνο και σταθερό πυριτικό γυαλί. Οι χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν κατά το άνοιγμα του αερόσακου είναι:

$$2NaN_3 \rightarrow 2Na + 3N_2$$

$$10Na + 2KNO_3 \rightarrow K_2O + 5Na_2O + N_2$$

$$K_2O + Na_2O + SiO_2 \rightarrow Na_2K_2SiO_4$$

Σήμερα έχει πραγματοποιηθεί έρευνα από τις εταιρείες αυτοκινήτων για την αντικατάσταση του NaN_3 στην παραγωγή αερίου από ασφαλέστερη αντίδραση, αλλά οι ακριβείς συνθέσεις των νέων συστημάτων είναι βιομηχανικά μυστικά.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

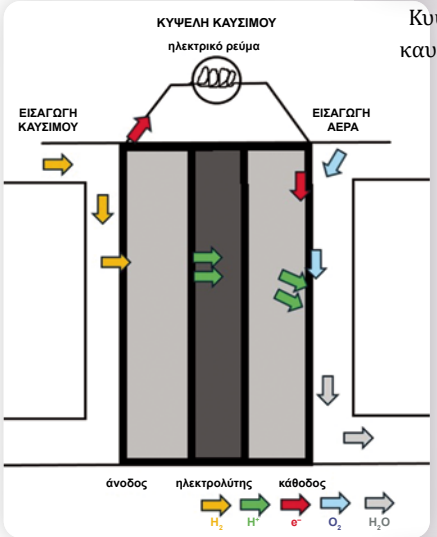
Να διερευνήσετε:

- την ιστορία της εφεύρεσης του αερόσακου
- τη Χημεία πίσω από τη χρήση του
- να εξηγήσετε γιατί έχει διατυπωθεί η άποψη ότι η χρήση του αερόσακων επιβαρύνει το περιβάλλον και να προτείνετε λύσεις για την επίλυση του προβλήματος.

https://gomechanic.in/blog/history-of-airbags/
https://www.mcgill.ca/oss/article/technology/fascinating-chemistry-airbags#:~:text=The%20answer%20would%20be%20found,can%20instantly%20inflate%20an%20airbag.
https://www.ferrarichat.com/forum/threads/history-of-airbags.333338/

Κυψέλη καυσίμου

Οι κυψέλες καυσίμου είναι θέμα Χημείας…



Οι κυψέλες καυσίμου μπορούν να χαρακτηριστούν ως κέντρα ενός συστήματος το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο το υδρογόνο. Μετατρέπουν απευθείας το καύσιμο σε ηλεκτρική ενέργεια, χωρίς να παρεμβάλλεται η μετατροπή σε θερμότητα. Η πρώτη κυψέλη φτιάχτηκε από τον Sir William Grove, το 1839. Ωστόσο, η συστηματική έρευνα πάνω σε αυτές άρχισε μόλις τη δεκαετία του 1960, όταν η NASA χρησιμοποίησε κυψέλες καυσίμου στα διαστημικά σκάφη των προγραμμάτων Τζέμινι και Απόλλων ως φθηνότερη λύση από την ηλιακή ενέργεια. Στη λειτουργία μιας κυψέλης καυσίμου η κατάλυση, η οποία επιταχύνει τις αντιδράσεις, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο.

Από τι αποτελείται μια κυψέλη καυσίμου: Η κυψέλη καυσίμου αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια, μία άνοδο και μία κάθοδο, τα οποία διαχωρίζονται από μία μεμβράνη, η οποία έχει τον ρόλο του ηλεκτρολύτη. Μεταξύ αυτής της μεμβράνης και των ηλεκτροδίων υπάρχει ένα στρώμα καταλύτη. Οι κυψέλες καυσίμου είναι συσκευές οι οποίες μέσω ηλεκτροχημικών αντιδράσεων μετατρέπουν απευθείας την εσωτερική ενέργεια ενός καυσίμου σε ηλεκτρική χωρίς να απαιτείται καύση ούτε κίνηση κάποιων μηχανικών μερών.

Κυψέλες καυσίμου

$$\textbf{καύσιμο} + O_2 \xrightarrow{\text{καταλύτης}} \textbf{ηλεκτρική ενέργεια + θερμότητα + νερό}$$

Πίνακας 5.5.1 Κυψέλες καυσίμου	
Πλεονεκτήματα κυψελών καυσίμου	**Μειονεκτήματα κυψελών καυσίμου**
Υψηλή απόδοση > 60%	Σχετικά υψηλό κόστος αγοράς
Πολύ αποδοτικές για τη μετατροπή των καυσίμων σε ηλεκτρική ενέργεια	Υψηλό κόστος συντήρησης (π.χ. αλλαγή του καταλύτη)
Χαμηλές εκπομπές (ανάλογα με την πηγή καυσίμων)	Η μεταρρύθμιση καυσίμων προσθέτει στην πολυπλοκότητα και το κόστος
Με τον μεταρρυθμιστή καυσίμου μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά καύσιμα	Δεν είναι γνωστός ο πραγματικός χρόνος ζωής
Είναι αξιόπιστες, γιατί δεν έχουν κανένα περιστρεφόμενο μέρος	Χαμηλή διαθεσιμότητα και λίγοι προμηθευτές
Χαμηλός θόρυβος	Προβληματική η προμήθεια - επάρκεια υδρογόνου
Άμεση μετατροπή της χημικής σε ηλεκτρική ενέργεια	

Εφαρμογές

Μπορούν να τροφοδοτήσουν με ενέργεια οτιδήποτε λειτουργεί με ηλεκτρική ενέργεια.

1. Μεταφορές: διαστημόπλοια, υποβρύχια, τρένα, λεωφορεία.
2. Φορητές συσκευές ισχύος: φορητά τηλέφωνα, laptop, κάμερες και φορητές συσκευές ήχου.
3. Χρησιμοποίηση της κυψέλης καυσίμου για συμπαραγωγή ενέργειας (παραγωγή θερμότητας και ενέργειας για ξενοδοχεία, νοσοκομεία και σπίτια).

Το ψωμί και το κέικ είναι θέμα Χημείας...

Αλεύρι, νερό, μαγιά, ζάχαρη και αλάτι παντρεύονται σε ένα κοινό μείγμα, το γνωστό ζυμάρι. Καλώς ήρθατε στη χημεία του ψησίματος. Ας ξεκινήσουμε από το **αλεύρι** που είναι το κύριο συστατικό στο ψωμί, στο κέικ, σε όλες τις νόστιμες πίτες. Η γλουτένη στο αλεύρι αποτελείται από ένα μείγμα πρωτεϊνών, τις γλιαδίνες και τις γλουτενίνες. Τα άτομα του θείου που περιέχουν γειτονικές γλουτενίνες αντιδρούν για να σχηματίσουν πολύπλοκες δομές με δισουλφιδικούς δεσμούς και χαρίζουν στη ζύμη ελαστικότητα.

Νερό παντού και πάντα! Διαλύει πολλές από τις άλλες χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στο ψήσιμο, ώστε να αντιδράσουν, αλλά ελέγχει και τη δομή της ζύμης γιατί σχηματίζει με τις γλουτενίνες **δεσμούς υδρογόνου**. Το νερό ακόμη ενεργοποιεί στο αλεύρι το ένζυμο αμυλάση που διασπά το άμυλο σε γλυκόζη, προετοιμάζοντας το επόμενο στάδιο, τη διόγκωση.

Μαγιά η αναντικατάστατη. Το ζυμάρι διογκώνεται όταν η μαγιά αρχίζει να καταναλώνει σάκχαρα παράγοντας CO_2 και αλκοόλη. Το αέριο CO_2 συγκρατείται στο πλέγμα της γλουτένης κι έτσι η ζύμη φουσκώνει! Η αλκοολική ζύμωση συνεχίζεται μέχρι τους 50 °C, ενώ παράλληλα εξατμίζεται νερό και αιθανόλη συμβάλλοντας περισσότερο στη διόγκωση του ζυμαριού.

$$\mathbf{C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH_2OH + 2CO_2}$$

Στα κέικ, **η μαγειρική σόδα ($NaHCO_3$)** χρησιμοποιείται συχνά ως υποκατάστατο της μαγιάς για να επιταχύνει το φούσκωμα της ζύμης του κέικ. Η μαγειρική σόδα λειτουργεί παρόμοια όταν θερμαίνεται, προκαλώντας διαστολή εξαιτίας της παραγωγής CO_2:

$$\mathbf{2NaHCO_3 \rightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O}$$

Για να «εξουδετερωθεί» η δυσάρεστη γεύση του $\mathbf{Na_2CO_3}$ που παράγεται, η συνταγή περιέχει πάντοτε χυμό λεμονιού ή πορτοκαλιού, δηλαδή **κιτρικό οξύ**, ή ξίδι, δηλαδή **οξικό οξύ**. Όταν αργότερα το ζυμάρι μπει στον φούρνο και η θερμοκρασία του ξεπεράσει τους 60-70 °C, αρχίζει να γίνεται συμπαγές γιατί **μετουσιώνεται η γλουτένη** και **ζελατινοποιείται το άμυλο**. Στις συνθήκες αυτές, μια χημική αντίδραση με ονοματεπώνυμο, **η αντίδραση Maillard**, έρχεται να ροδίσει και να σχηματίσει εκατοντάδες γευστικές ενώσεις που καθορίζουν το χρώμα, το άρωμα και τη γεύση του ψωμιού, του κέικ, αλλά και των μπισκότων, της μπριζόλας και πολλών άλλων τροφίμων. Η αντίδραση αυτή που κάνει τα φαγητά και τα γλυκά ακαταμάχητα είναι μια χημική αντίδραση ανάμεσα στα αμινοξέα και τα αναγωγικά σάκχαρα της πρώτης ύλης. **Ζάχαρη**, όχι μόνο για τη γλυκιά γεύση, αλλά και για να δώσει την ενέργεια που απαιτείται για να πραγματοποιηθεί η ζύμωση, πράγμα που δεν επιτυγχάνουν τα γλυκαντικά.

Και η όξινη βροχή είναι θέμα Χημείας...

Η «καθαρή» βροχή έχει τιμή pH περίπου ίσο με 5,6, δηλαδή είναι ελαφρά όξινη, γιατί ένα μικρό μέρος του CO_2 της ατμόσφαιρας διαλύεται στο νερό της βροχής και δίνει ανθρακικό οξύ. Στις περιοχές στις οποίες υπάρχει ατμοσφαιρική ρύπανση η βροχή έχει μικρότερο pH από αυτό της «καθαρής» βροχής και χαρακτηρίζεται όξινη βροχή.

Όξινη βροχή ονομάζεται η βροχή που έχει pH μικρότερο από το pH της «καθαρής» βροχής (pH < 5,6).

Όξινη βροχή

Ένα μέρος του SO_2 που ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από την καύση ορυκτών καυσίμων και κυρίως κάρβουνου οξειδώνεται σε SO_3

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$$

Το SO_3 διαλύεται κατά ένα μέρος στο νερό της βροχής και μετατρέπεται σε H_2SO_4

$$SO_3(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4\ (aq)$$

Πού οφείλεται η επιπλέον οξύτητα της όξινης βροχής;

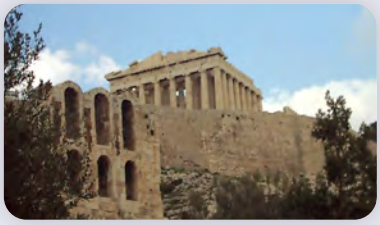
Τα ορυκτά καύσιμα, και κυρίως ο λιγνίτης, περιέχουν ποσότητες θειούχων και αζωτούχων ενώσεων. Το θείο κατά την καύση του καυσίμου μετατρέπεται σε SO_2, ενώ το άζωτο μετατρέπεται σε NO_X. Οι κύριες πηγές αυτών των ρύπων είναι για το NO_2 κυρίως τα αυτοκίνητα και για το SO_2 κυρίως η βιομηχανία και ιδιαίτερα τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια, παρότι SO_2 εκλύεται στην ατμόσφαιρα και κατά τις εκρήξεις των ηφαιστείων και NO_X από τις αστραπές.

Το NO_2 και το SO_2 είναι ατμοσφαιρικοί ρύποι που με διάφορες φυσικοχημικές διεργασίες μετατρέπονται σε ισχυρό HNO_3 και ισχυρό H_2SO_4 αντίστοιχα. Η επιπλέον οξύτητα της όξινης βροχής οφείλεται κυρίως στην παρουσία των δύο αυτών οξέων.

Οι επιπτώσεις της όξινης βροχής

Η όξινη βροχή επηρεάζει την υγεία του ανθρώπου, τα οικοσυστήματα, το έδαφος και τα υλικά πολλών έργων υποδομής, όπως θα δούμε συνοπτικά στον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 5.5.2 Επιπτώσεις της όξινης βροχής	
Υγεία του ανθρώπου	Οι αέριοι ρύποι SO_2 και NO_2 προκαλούν ερεθισμό του αναπνευστικού συστήματος, προβλήματα στο δέρμα και ερεθισμό των ματιών.
Έδαφος 	Το έδαφος απορροφά τα οξέα της όξινης βροχής και γίνεται πιο όξινο, με αποτέλεσμα να καταστρέφονται πολλές καλλιέργειες που δεν ευδοκιμούν σε όξινο περιβάλλον. Επίσης, διαλύονται πολλά βαρέα μέταλλα και αργίλιο από τα πετρώματα και γίνονται ιόντα τα οποία είναι τοξικά για τους ζωντανούς οργανισμούς. Τα ιόντα αυτά στη συνέχεια καταλήγουν στις λίμνες, στα ποτάμια και στη θάλασσα, και από κει στην τροφική αλυσίδα.
Φυτά 	Τα φύλλα των φυτών κιτρινίζουν και πέφτουν και τα φυτά δεν τρέφονται καλά από τις ρίζες τους, με αποτέλεσμα να εξασθενίζουν και στη συνέχεια να ξεραίνονται.
Λίμνες 	Οι λίμνες γίνονται πιο όξινες και ρυπαίνονται με τοξικά ιόντα βαρέων μετάλλων που έχουν διαλυθεί από τα πετρώματα. Ελαττώνονται και σε ορισμένες περιπτώσεις εξαφανίζονται τα ψάρια και τα υδρόβια φυτά. Μέσω της κατανάλωσης των ψαριών που ζουν σε τέτοιες λίμνες τα ιόντα των βαρέων μετάλλων εισέρχονται στην τροφική αλυσίδα, δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα και στους άλλους οργανισμούς.

Υλικά  **Η γυψοποίηση των μαρμάρων** $CaCO_3(s)+H_2SO_4(aq) \rightarrow CaSO_4(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$	**α. Τα μέταλλα και τα κράματα:** Τα μέταλλα διαβρώνονται από την όξινη βροχή, με αποτέλεσμα να καταστρέφονται πολλά έργα υποδομής, όπως μεταλλικές γέφυρες και σιδηροδρομικές γραμμές, και να φθείρονται άλλες, όπως τα αμαξώματα των αυτοκινήτων. **β. Τα οικοδομικά υλικά:** Τα οικοδομικά υλικά, τα οποία αποτελούνται από $CaCO_3$, όπως το μάρμαρο, ο γρανίτης και ο πωρόλιθος, διαβρώνονται από την όξινη βροχή. Ιδιαίτερα τα μάρμαρα ($CaCO_3$) μετατρέπονται με την επίδραση του θειικού οξέος σε γύψο ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) που είναι εύθρυπτος, πορώδης και περισσότερο ευδιάλυτος στο νερό, με αποτέλεσμα να απομακρύνεται εύκολα από την επιφάνεια με το νερό της βροχής και ταυτόχρονα να προκαλεί διόγκωση και θρυμματισμό του μαρμάρου. Η γυψοποίηση των μαρμάρων προκαλεί διάβρωση και καταστροφή σε κτίρια και μνημεία ανεκτίμητης ιστορικής σημασίας, όπως ο Παρθενώνας και η Ακρόπολη στην Ελλάδα, αλλά και σε όλο τον κόσμο.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος

Η αντιμετώπιση του προβλήματος της όξινης βροχής είναι εξαιρετικά πολύπλοκο θέμα, γιατί αφορά τόσο τις βιομηχανικές και οικονομικές δραστηριότητες όσο και τον απλό πολίτη.

Η πιο δραστική λύση για τον περιορισμό των εκπομπών SO_2 είναι ο περιορισμός της χρήσης των ορυκτών καυσίμων (ιδίως γαιανθράκων και πετρελαίου) για τη μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια και για τον περιορισμό των εκπομπών NO_2 είναι ο περιορισμός της κίνησης με ιδιωτικά αυτοκίνητα στα μεγάλα αστικά κέντρα και η χρήση των μαζικών μέσων μεταφοράς.

Βοηθητικά στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων μπορεί να λειτουργήσει η χρήση κατάλληλων φίλτρων και αντιρρυπαντικής τεχνολογίας από τις βιομηχανίες και η βελτίωση της ποιότητας των καυσίμων με αποθείωση.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

5.5 Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή

1. α. Ποιο είναι κατά προσέγγιση το pH της βροχής;

β. Πότε η βροχή χαρακτηρίζεται όξινη;

γ. Πώς δικαιολογείται η επιπλέον οξύτητα της όξινης βροχής; Ποιες περιοχές της Ελλάδας εκτιμάτε ότι είναι πιθανόν να αντιμετωπίζουν πρόβλημα όξινης βροχής και γιατί;

δ. Ποιες είναι οι επιπτώσεις της όξινης βροχής στην υγεία, στο έδαφος, στα επιφανειακά ύδατα των λιμνών και των ποταμών και στα υλικά;

ε. Έχει διατυπωθεί η άποψη: «Η όξινη βροχή δεν είναι απλώς ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα, απειλεί την ιστορική μνήμη και τον παγκόσμιο πολιτισμό». Να δικαιολογήσετε αυτή την άποψη.

στ. Να προτείνετε δύο μέτρα που πρέπει να λάβουν οι κυβερνήσεις και δύο ενέργειες που πρέπει να κάνει ο πολίτης για τον περιορισμό του φαινομένου της όξινης βροχής.

2. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

α. Η αντικατάσταση των θερμοηλεκτρικών εργοστασίων ενέργειας από ήπιες και ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, όπως η αιολική ή η ηλιακή, θα συνέβαλλε στον περιορισμό του φαινομένου της όξινης βροχής. ☐

β. Οι πολίτες μπορούν να συμβάλλουν στον περιορισμό του φαινομένου της όξινης βροχής περιορίζοντας τις ενεργειακές τους ανάγκες και χρησιμοποιώντας τα μέσα μαζικής μεταφοράς για τις μετακινήσεις τους. ☐

γ. Τα οξέα φυλάσσονται κατά κανόνα σε μεταλλικά δοχεία. ☐

δ. Τα μεταλλικά δοχεία δεν είναι ενδεδειγμένα για τη φύλαξη και διατήρηση του χυμού του λεμονιού. ☐

ε. Η ελαστικότητα της ζύμης οφείλεται σε δισουλφιδικούς δεσμούς. ☐

στ. Η διόγκωση μιας ζύμης οφείλεται στη δέσμευση αέριου H_2 στη μάζα της. ☐

ζ. Οι κυψέλες καυσίμου χρησιμοποιούν ως καύσιμο το H_2. ☐

η. Η βροχή ελαττώνει το pH του εδάφους. ☐

θ. Οι αερόσακοι των αυτοκινήτων φουσκώνουν με αέριο N_2. ☐

ι. Κατά την κυτταρική αναπνοή οι τροφές μεταβολίζονται σε γλυκόζη και H_2O απελευθερώνοντας ενέργεια στον οργανισμό. ☐

3. **α.** Ποιες είναι οι προϋποθέσεις για την έναρξη μιας φωτιάς;

β. Ποια είναι τα τελικά προϊόντα της καύσης μιας ένωσης που περιέχει άνθρακα;

γ. Να προτείνετε τρόπους με τους οποίους μπορεί να αντιμετωπιστεί μια πυρκαγιά.

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΕ ΤΙΤΛΟΥΣ

Χημική αντίδραση ονομάζεται κάθε μεταβολή των αρχικών σωμάτων, τα οποία ονομάζονται αντιδρώντα, που έχει ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό νέων σωμάτων με διαφορετική ποιοτική και ποσοτική σύσταση και διαφορετικές ιδιότητες από τα αρχικά, τα οποία ονομάζονται προϊόντα.

Κάθε χημική αντίδραση αναπαρίσταται με σύμβολα με τη **χημική εξίσωση** στην οποία πριν από το σύμβολο κάθε αντιδρώντος και προϊόντος τοποθετούνται συντελεστές, ώστε να ισχύει **η αρχή διατήρησης των ατόμων**.

Ορισμένα υδατικά διαλύματα δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και ονομάζονται μοριακά, ενώ άλλα το άγουν και ονομάζονται ηλεκτρολυτικά.

Ηλεκτρολύτες ονομάζονται **οι ουσίες που όταν διαλύονται στο νερό σχηματίζουν διαλύματα τα οποία άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.**

Ισχυροί ηλεκτρολύτες ονομάζονται οι ουσίες που όταν διαλύονται στο νερό **διίστανται ή ιοντίζονται πλήρως** και **ασθενείς** αυτές που **ιοντίζονται εν μέρει. Ισχυροί ηλεκτρολύτες** είναι οι ιοντικές ενώσεις, δηλαδή τα άλατα και τα υδροξείδια των μετάλλων και ορισμένα οξέα**.**

Οι χημικές αντιδράσεις διακρίνονται σε **μεταθετικές**, στις οποίες ο αριθμός οξείδωσης όλων των στοιχείων μένει σταθερός, και στις **οξειδοαναγωγικές**, στις οποίες **ο αριθμός οξείδωσης των αναγωγικών στοιχείων αυξάνεται**, γιατί **οξειδώνονται και ο αριθμός οξείδωσης των οξειδωτικών στοιχείων ελαττώνεται, γιατί ανάγονται.**

Μεταθετικές είναι οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων, δηλαδή η διπλή αντικατάσταση και η εξουδετέρωση.

Στη **διπλή αντικατάσταση** οι αρχικές ενώσεις, εκ των οποίων η μία είναι οπωσδήποτε άλας, ανταλλάσσουν τα θετικά και αρνητικά ιόντα τους στα διαλύματα κατά το σχήμα:

$$\Theta A + \Theta' A' \rightarrow \Theta A' + \Theta' A$$

και παράγουν προϊόντα, εφόσον ένα προϊόν απομακρύνεται από το διάλυμα, ως ίζημα, ως αέριο ή παράγεται ασθενής ηλεκτρολύτης.

Η χημική εξίσωση της αντίδρασης μπορεί να γραφεί με την τυπική της μορφή:

$$2\ AgNO_3\ (aq) + CaCl_2(aq) \rightarrow 2\ AgCl(s) + Ca(NO_3)_2(aq)$$

ή με την ιοντική της μορφή

$$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$$

στην οποία τα ιόντα Ca^{2+}, NO_3^- παραλείπονται και ονομάζονται ιόντα παρατηρητές.

Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων στην οποία καταβυθίζεται ίζημα ονομάζονται αντιδράσεις καθίζησης.

Στην **εξουδετέρωση** υπάρχει επίσης ανταλλαγή ιόντων μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης στο υδατικό τους διάλυμα και η αντίδραση πραγματοποιείται πάντοτε, καθώς κατά κανόνα παράγεται νερό σύμφωνα με την ιοντική εξίσωση της εξουδετέρωσης:

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

Η τυπική εξίσωση της εξουδετέρωσης είναι της μορφής:

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

Από τις **οξειδοαναγωγικές** μελετήσαμε τις αντιδράσεις **σύνθεσης**, κατά τις οποίες μια χημική ένωση παρασκευάζεται από τα χημικά της στοιχεία, ή απλούστερες ενώσεις, τις αντιδράσεις **αποσύνθεσης ή διάσπασης**, κατά τις οποίες μια χημική ένωση διασπάται στα χημικά της στοιχεία, ή σε απλούστερες ενώσεις και τις αντιδράσεις **απλής αντικατάστασης.**

Στην **απλή αντικατάσταση** ένα χημικό στοιχείο αντικαθιστά το ομόλογό του στοιχείο σε μια χημική ένωση, εφόσον είναι πιο δραστικό από αυτό κατά το σχήμα:

$$\Theta A + \Theta' \rightarrow \Theta + \Theta' A$$

$$\Theta A + A' \rightarrow \Theta A' + A$$

Η δραστικότητα των στοιχείων δίνεται σε μια σειρά κατάταξης των στοιχείων κατά αυξανόμενη δραστικότητα, η οποία ονομάζεται **ηλεκτροχημική σειρά** των στοιχείων.

Για παράδειγμα, ο Fe είναι πιο δραστικός και από το H_2 και από το Cu και τα αντικαθιστά στις χημικές τους ενώσεις. Τα δραστικά μέταλλα K, Na, Ca, Ba αντιδρούν με H_2O και αντικαθιστούν το υδρογόνο παράγοντας υδροξείδια μετάλλων:

$$Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$$

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$$

$$Ba(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ba(OH)_2(aq) + H_2(g)$$

Σχεδόν κάθε έκφραση της καθημερινής ζωής και κάθε εφαρμογή είναι αποτέλεσμα πολύπλοκων χημικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στη φύση, στους οργανισμούς ή στα χημικά εργαστήρια και στις βιομηχανίες. Φαινόμενα όπως η τρύπα του όζοντος, η όξινη βροχή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η φωτοσύνθεση και η αναπνοή των ζώων και των φυτών, αλλά και η αλκοολική ζύμωση, η λειτουργία των αερόσακων των αυτοκινήτων, το μαγείρεμα των τροφών, η λειτουργία των μπαταριών και των κινητών τηλεφώνων, η κίνηση των αεροπλάνων και των πλοίων, το σκούριασμα των μετάλλων οφείλονται στις χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται.

ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ …

Κουίζ

Φύλλα Αξιολόγησης (9)

Επαναληπτικές ερωτήσεις (1)

Το μυστήριο του νομισματοκοπείου

Επαναληπτικό Φύλλο Αξιολόγησης στα κεφάλαια 1-5

Η απλή αντικατάσταση, Διαδραστικό βιντεομάθημα

ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ

$6{,}02 \cdot 10^{23}$ οντότητες

Γενικοί στόχοι

Μετά το τέλος ενότητας θα μπορείτε:

- **Να συνδέετε** τις μακροσκοπικές με τις υπομικροσκοπικές ποσότητες της ύλης μέσω της έννοιας του mole.
- **Να εκτελείτε** απλούς στοιχειομετρικούς υπολογισμούς.
- **Να πραγματοποιείτε** εργαστηριακά διαδικασίες παρασκευής, αραίωσης και ανάμειξης διαλυμάτων αξιοποιώντας την έννοια της συγκέντρωσης.

Έννοιες κλειδιά

Mole
Αριθμός Avogadro
Ατομική μονάδα μάζας (u)
Στοιχειομετρία
Στοιχειομετρικές ποσότητες
% μάζα προς μάζα
% μάζα προς όγκο
Συγκέντρωση διαλύματος (c)
Αραίωση διαλύματος
Συμπύκνωση διαλύματος
Ανάμειξη διαλυμάτων

Παρατηρήσεις

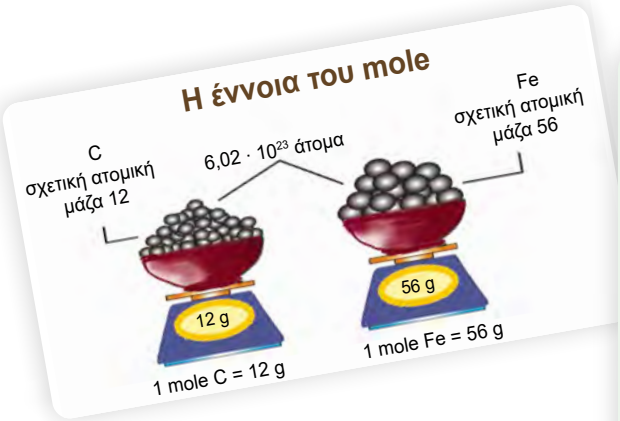
Παρατηρήστε προσεκτικά την εικόνα και σκεφτείτε:

- Τι κοινό χαρακτηριστικό έχουν τα τέσσερα δοχεία;
- Ίσα σωματίδια από διαφορετικές ουσίες έχουν ίδιες μάζες;

Ερωτήματα και προβληματισμοί

- Γιατί χρειάζεται να πακετάρουμε τόσο μεγάλο αριθμό σωματιδίων στη Χημεία;
- Είναι σταθερή η μάζα που έχουν τα $6{,}02 \cdot 10^{23}$ σωματίδια κάθε είδους στοιχείου, και αν ναι, με τι είναι ίση;
- Πώς βρέθηκε αυτός ο αριθμός;

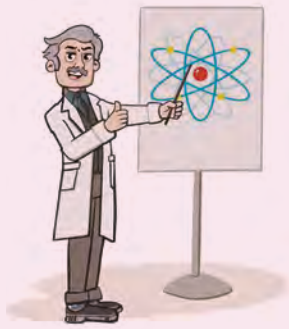
6.1 Η έννοια του mole



Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να αναγνωρίζετε** τη χρησιμότητα της εισαγωγής της έννοιας του mole.
- **Να διατυπώνετε** τον ορισμό του mole και να τον συσχετίζετε με τον αριθμό του Avogadro N_A και με την ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u).
- **Να διατυπώνετε** τον ορισμό της μολαρικής μάζας (M).
- **Να μετατρέπετε** τον αριθμό mol μιας ουσίας σε μάζα ή/και αριθμό μορίων/σωματιδίων/ιόντων, και αντίστροφα.

Ας θυμηθούμε...



Ατομική μονάδα μάζας (u) είναι μάζα ίση με το 1/12 της μάζας του ατόμου του ισοτόπου $^{12}_{6}C$.

Σχετική ατομική μάζα (A_r) ονομάζεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η μάζα του ατόμου του στοιχείου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ισοτόπου $^{12}_{6}C$.

Η σχετική ατομική μάζα του $^{12}_{6}C$ είναι 12, η σχετική ατομική μάζα του $^{1}_{1}H$ είναι 1 και η σχετική ατομική μάζα του $^{56}_{26}Fe$ είναι 56.

Σχετική μοριακή μάζα (M_r) ονομάζεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η μάζα του μορίου ενός στοιχείου ή μίας χημικής ένωσης από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ισοτόπου $^{12}_{6}C$.

Η σχετική μοριακή μάζα του οξυγόνου (O_2) είναι 32, δηλαδή η μάζα ενός μορίου οξυγόνου είναι 32 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ισοτόπου $^{12}_{6}C$.

Η σχετική μοριακή μάζα (M_r) στοιχείου ή χημικής ένωσης είναι το αλγεβρικό άθροισμα των A_r όλων των στοιχείων που αποτελούν το μόριο.

Για παράδειγμα, η $M_{r,Na}$ που είναι μονοατομικό στοιχείο, είναι ίση με τη $A_{r,Na} = 23$, ενώ η $M_{r,O2}$, που είναι διατομικό στοιχείο, είναι ίση με τη $2 \cdot A_{r,O} = 2 \cdot 16 = 32$.

Για τις **ιοντικές ενώσεις**, όπου δεν υφίσταται η έννοια του μορίου, η σχετική τυπική μάζα υπολογίζεται και πάλι από τον χημικό τύπο της ένωσης και εκφράζει την αναλογία των μαζών στον κρύσταλλο της ένωσης.

Για παράδειγμα, η F_r του NaCl, υπολογίζεται ως εξής:

$$F_{r,NaCl} = A_{r,Na} + A_{r,Cl} = 23 + 35,5 = 58,5.$$

Παρατηρήστε πως, παρότι το NaCl αποτελείται από ιόντα, χρησιμοποιούμε τις σχετικές ατομικές μάζες, γιατί τα ηλεκτρόνια είναι αμελητέας μάζας και η σχετική ιοντική μάζα είναι ίση με τη σχετική ατομική μάζα.

Τι είναι το mole και γιατί έπρεπε να επινοηθεί;

Το mole είναι απλώς μια μονάδα μέτρησης του Διεθνούς Συστήματος Μονάδων (SI). Οι επιστήμονες, όταν οι μονάδες που υπάρχουν δεν είναι εύχρηστες, επινοούν νέες μονάδες για να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες.

Οι χημικές αντιδράσεις πολύ συχνά γίνονται σε κλίμακα που το να χρησιμοποιήσουμε γραμμάρια δεν θα είχε νόημα, ενώ το να χρησιμοποιήσουμε ακριβείς αριθμούς ατόμων ή μορίων θα δημιουργούσε τεράστια σύγχυση και μεγάλη δυσκολία στις πράξεις. Το mole ήρθε να γεφυρώσει την τεράστια απόσταση ανάμεσα στα πολύ μικρά άτομα και στα γραμμάρια.

Ποιος ανακάλυψε την έννοια του mole;

Ο αριθμός Avogadro

Βρέθηκε πειραματικά ότι 12 g του $^{12}_{6}C$ περιέχουν κατά προσέγγιση $6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα άνθρακα. Ο αριθμός αυτός των ατόμων που περιέχονται σε μάζα άνθρακα ίση με τη σχετική ατομική του μάζα ονομάζεται αριθμός ή σταθερά Avogadro και συμβολίζεται με N_A.

αριθμός Avogadro: $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$

Τον αριθμό Avogadro τον υπολόγισε ο Avogadro;

Η έννοια του mole (mol)

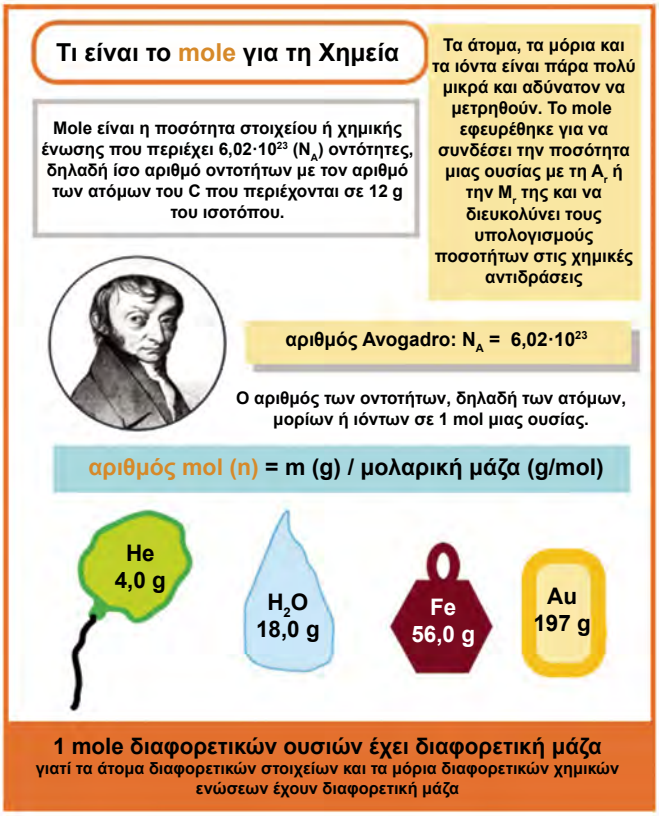
Mole είναι η ποσότητα στοιχείου ή χημικής ένωσης που περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ (N_A) στοιχειώδεις οντότητες. Είναι η μονάδα ποσότητας ουσίας στο SI και συμβολίζεται mol.

Με τον όρο οντότητες εννοούμε οποιοδήποτε διακριτό σωματίδιο, όπως άτομα, μόρια, ιόντα, ηλεκτρόνια, μήλα κ.λπ.

Σε ό,τι αφορά τους υπολογισμούς στη Χημεία:

1 mol ατόμων χημικού στοιχείου περιέχει N_A άτομα και έχει μάζα ίση με τη σχετική ατομική μάζα (A_r) του στοιχείου σε γραμμάρια (g).

1 mol ατόμων ⟶ N_A άτομα ⟶ A_r σε g



Παράδειγμα 1

1 mol Fe περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα Fe και έχει μάζα 56 g, δηλαδή όσο η σχετική ατομική του μάζα εκφρασμένη σε g.

Εφαρμογή 1

1 mol Na περιέχει ..... άτομα Na και έχει μάζα ..... g, δηλαδή όσο η ..... εκφρασμένη σε .....

Απάντηση: $6{,}02 \cdot 10^{23}$ – 23 – A_r – g

Να βρείτε τις A_r των στοιχείων στο Παράρτημα

1 mol μορίων χημικού στοιχείου ή χημικής ένωσης περιέχει N_A μόρια και έχει μάζα ίση με τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) του στοιχείου ή της χημικής ένωσης σε γραμμάρια (g).

1 mol μορίων ⟶ N_A μόρια ⟶ M_r σε g

Παράδειγμα 2

1 mol H_2 περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια H_2 και έχει μάζα 2 g, δηλαδή όσο η $M_{r,H2}$ σε g. Ακόμα μπορούμε να πούμε ότι 1 mol H_2 περιέχει 2 mol ατόμων ή $2N_A$ άτομα υδρογόνου, αφού κάθε μόριο υδρογόνου περιέχει 2 άτομα.

Εφαρμογή 2

1 mol O_2 περιέχει ..... μόρια O_2 και έχει μάζα ..... g, δηλαδή όσο η ..... σε ..... . Ακόμη, 1 mol O_2 περιέχει ..... mol ατόμων ή ..... άτομα οξυγόνου, αφού κάθε μόριο οξυγόνου περιέχει ..... άτομα.

Απάντηση: $6{,}02 \cdot 10^{23}$ – 32 – M_r – 2 – $2N_A$ - 2

Παράδειγμα 3

1 mol NH_3 περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια NH_3 και έχει μάζα 17 g, δηλαδή όσο η $M_{r,NH3}$ σε g. Ακόμη μπορούμε να πούμε ότι 1 mol NH_3 περιέχει 1 mol ατόμων ή N_A άτομα αζώτου και 3 mol ατόμων ή $3N_A$ άτομα υδρογόνου, αφού κάθε μόριο αμμωνίας περιέχει 1 άτομο αζώτου και 3 άτομα υδρογόνου.

Εφαρμογή 3

1 mol CH_4 περιέχει ..... μόρια CH_4 και έχει μάζα ..... g, δηλαδή όσο η ..... σε g. Ακόμα μπορούμε να πούμε ότι 1 mol CH_4 περιέχει ..... mol ατόμων ή ..... άτομα άνθρακα και ..... mol ατόμων ή ..... άτομα υδρογόνου, αφού κάθε μόριο μεθανίου περιέχει ..... άτομο ..... και ..... άτομα υδρογόνου.

Απάντηση: $6{,}02 \cdot 10^{23}$ – 16 – M_r – 1 – N_A – 4 – $4N_A$ – 1- άνθρακα - 4

1 mol ιόντων περιέχει N_A μονοατομικά ή πολυατομικά ιόντα και έχει μάζα ίση με τη σχετική ατομική μάζα (A_r) του στοιχείου ή με το άθροισμα των σχετικών ατομικών μαζών, αντίστοιχα, σε γραμμάρια (g).

1 mol ιόντων ⟶ N_A ιόντα ⟶ A_r σε g (για μονοατομικά ιόντα)

Παράδειγμα 4

1 mol ιόντων Fe^{3+} περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ ιόντα Fe^{3+} και έχει μάζα 56 g, δηλαδή όσο η σχετική ατομική του μάζα σε g, γιατί η μάζα του ιόντος είναι σχεδόν ίση με τη μάζα του ατόμου, επειδή τα ηλεκτρόνια είναι αμελητέας μάζας.

Εφαρμογή 4

1 mol ιόντων Zn^{2+} περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ ..... Zn^{2+} και έχει μάζα ..... g, δηλαδή όσο η ..... σε g, γιατί η μάζα του ιόντος είναι σχεδόν ..... με τη μάζα του ατόμου, επειδή τα ..... είναι αμελητέας ..... .

Απάντηση: ιόντα – 65 – A_r – ίση – ηλεκτρόνια – μάζας

Παράδειγμα 5

1 mol ιόντων SO_4^{2-} περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ SO_4^{2-} και έχει μάζα 96 g, δηλαδή μάζα σε g ίση με $A_{r,S} + 4A_{r,O} = 32 + 4 \cdot 16 = 96$

Εφαρμογή 5

1 mol ιόντων CO_3^{2-} περιέχει …… CO_3^{2-} και έχει μάζα … g, δηλαδή μάζα σε g ίση με …… + .. …… = …+…·…=……

Απάντηση: N_A, 60g, $A_{r,C} + 3A_{r,O} = 12 + 3 \cdot 16 = 60$

Η μολαρική μάζα (M)

Μολαρική μάζα είναι η μάζα 1 mol ατόμων ή μορίων ουσίας σε g/mol, η οποία είναι αριθμητικά ίση με με τη σχετική ατομική μάζα A_r, αν αναφερόμαστε σε άτομα, και σχετική μοριακή μάζα M_r, αν αναφερόμαστε σε μόρια. Για τις ιοντικές ενώσεις η μολαρική μάζα είναι ίση με τη σχετική τυπική μάζα (F_r) σε g/mol.

Πώς συνδέεται η μάζα μίας ουσίας με τον αριθμό των mol της και τον αριθμό των μορίων που περιέχει;

Συμβολίζουμε τον αριθμό των mol που περιέχονται σε ορισμένη μάζα m μίας χημικής ουσίας με n και τον αριθμό μορίων που περιέχονται στην ίδια μάζα με χ.

$$\begin{array}{l} 1\ \text{mol} \longrightarrow N_A\ \text{μόρια} \longrightarrow M\ (g) \\ \underline{n\ \text{mol} \longrightarrow \quad x \quad \longrightarrow \quad m(g)} \end{array}$$

$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{x}{N_A}$$

Παράδειγμα 6

α. Δίνεται η $M_{r,FeO} = 72$. Πόσα mol είναι τα 14,4 g FeO;

β. Πόσο ζυγίζουν τα 0,01 mol H_2S, πόσα μόρια H_2S και πόσα άτομα H περιέχουν;

α.
$$\begin{array}{l} 1\ \text{mol} \longrightarrow N_A\ \text{μόρια} \longrightarrow M\ (g) \\ \underline{n\ \text{mol} \longrightarrow \quad x \quad \longrightarrow m\ (g) \longrightarrow} \end{array}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{M}{m} \text{ και } n = 1\frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = 1\frac{14{,}4\ g}{72\frac{g}{mol}} = 0{,}2\ \text{mol FeO}$$

β.
$$\begin{array}{l} 1\ \text{mol} \longrightarrow N_A\ \text{μόρια} \longrightarrow M(g) \\ \underline{n\ \text{mol} \longrightarrow \quad x \quad \longrightarrow m\ (g)} \end{array}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{N_A}{x} = \frac{M}{m} = \text{και} \quad m = M\ \frac{n}{1} = 34\frac{g}{mol}\frac{0{,}01\ mol}{1} = 0{,}34\ g\ H_2S$$

και $\chi = n \cdot N_A = 0{,}01 N_A$ μόρια

$$\begin{array}{l} 1\ \text{μόριο}\ H_2S\ \text{περιέχει 2 άτομα H} \\ 1\ \text{mol}\ H_2S\ \text{περιέχει 2}\ N_A\ \text{άτομα H} \\ \underline{0{,}01\ \text{mol}\ H_2S\ \text{περιέχει} \quad x} \\ x = 0{,}02\ N_A\ \text{άτομα H} \end{array}$$

Τι είναι mole για τη Χημεία;

Παράδειγμα 7

Πώς μπορούμε να υπολογίσουμε την απόλυτη μάζα του ατόμου του $^{12}_{6}C$;

Γνωρίζουμε ότι:

$$\begin{array}{l} N_A\ \text{άτομα C έχουν μάζα ίση με 12 g} \\ \underline{1\ \text{άτομο C} \qquad\qquad x} \end{array}$$

$$\frac{N_A\ \text{άτομα}}{1\ \text{άτομο}} = \frac{12\ g}{x} \quad \text{ή} \quad \chi = \frac{12\ g}{6{,}02 \cdot 10^{23}} = 1{,}99 \cdot 10^{-23}\ g$$

Εφαρμογή 6

α. Να υπολογιστεί η μάζα του ατόμου του Hg ($A_{r,Hg}$ = 200).

β. Να υπολογιστεί η μάζα του μορίου της ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

Απ: Α. N_A άτομα Hg έχουν μάζα ίση με 200 g

1 άτομο Hg	x
N_A άτομα	200 g
1 άτομο	x

ή $x = \frac{200\ g}{6,02 \cdot 10^{23}} = 3,32 \cdot 10^{-22}$ g

Η $M_{r,ζάχαρης}$ =12·12+22·1+11·16=342

Β. N_A μόρια ζάχαρης έχουν μάζα ίση με 342 g

1 μόριο ζάχαρης	x
N_A μόρια	342 g
1 μόριο	x

ή $x = \frac{342\ g}{6,02 \cdot 10^{23}} = 5,68 \cdot 10^{-22}$ g

Παράδειγμα 8

Πώς αποδεικνύεται ότι 1 mol ατόμων ενός στοιχείου έχει μάζα ίση με τη A_r σε g;

Από τον ορισμό της σχετικής ατομικής μάζας γνωρίζουμε για ένα στοιχείο Χ:

$$\left.\begin{array}{l} A_{r,X} = \dfrac{m_X}{\frac{1}{12}m_c} \text{ δηλαδή: } m_X = \dfrac{1}{12}m_c \cdot A_{r,X} \\ \text{Όμως: } m_C = \dfrac{12\ g}{N_A} \end{array}\right\}$$

$$m_X = A_{r,X} \cdot \frac{1}{12} \cdot \frac{12\ g}{N_A} = \frac{A_{r,X}}{N_A} g$$

Εφόσον 1 άτομο του Χ έχει μάζα ίση με $A_{r,x}$ /N_A σε g, 1 mol του Χ, δηλαδή N_A άτομα θα έχουν μάζα ίση με την $A_{r,x}$ σε g.

Παράδειγμα 9

Πώς αποδεικνύεται ότι 1 mol μορίων μίας χημικής ένωσης έχει μάζα ίση με τη M_r σε g;

Από τον ορισμό της σχετικής μοριακής μάζας γνωρίζουμε για μία χημική ένωση Χ:

$$\left.\begin{array}{l} M_{r,X} = \dfrac{m_X}{\frac{1}{12}m_c} \text{ δηλαδή: } m_X = \dfrac{1}{12}m_c \cdot M_{r,X} \\ \text{Όμως: } m_C = \dfrac{12\ g}{N_A} \end{array}\right\} m_X = M_{r,X} \cdot \frac{1}{12} \cdot \frac{12\ g}{N_A} = \frac{M_{r,X}}{N_A} g$$

Εφόσον 1 μόριο της ένωσης Χ έχει μάζα ίση με $M_{r,x}$ /N_A σε g, 1 mol της Χ, δηλαδή N_A μόρια θα έχουν μάζα ίση με τη $M_{r,x}$ σε g.

Πληροφορίες από τον μοριακό τύπο μίας χημικής ουσίας

Ο χημικός τύπος μίας ουσίας μάς δίνει πληροφορίες για το είδος και τον αριθμό των ατόμων που συγκροτούν το μόριο της ουσίας, δηλαδή για την **ποιοτική** και **ποσοτική** της σύσταση.
Για μία ουσία με μοριακό τύπο: $\mathbf{Θ_χA_ψ}$

Πληροφορίες από τον μοριακό τύπο μιας χημικής ουσίας

$\mathbf{Θ_χA_ψ}$	Το μόριο αποτελείται από	χ άτομα του στοιχείου Θ και ψ άτομα του στοιχείου Α
	Η ουσία έχει M_r:	$M_{r,Θχ Aψ} = χ \cdot A_{r,θ} + ψ \cdot A_{r,A}$
	1 mol της ουσίας:	Έχει μάζα ίση με $M_{r,ΘχAψ}$ σε g Περιέχει χ · N_A άτομα Θ, δηλαδή χ mol ατόμων Θ και ψ · N_A άτομα Α, δηλαδή ψ mol ατόμων Α.

Παράδειγμα 10

Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

α. Η μολαρική μάζα μίας χημικής ένωσης είναι ίση με τη μάζα ενός μορίου της ένωσης.

Λανθασμένη: Η Μ είναι ίση με τη μάζα 1 mol, δηλαδή N_A μορίων της χημικής ένωσης.

β. 1 mol Cl_2 περιέχει 2 άτομα χλωρίου.

Λανθασμένη: 1 μόριο Cl_2 περιέχει 2 άτομα χλωρίου, ενώ 1 mol Cl_2, δηλαδή N_A μόρια περιέχουν 2 N_A άτομα χλωρίου.

γ. Η αναλογία mol δύο ουσιών είναι και αναλογία μορίων.

Σωστή: Έστω ότι έχουμε n_A mol μίας ουσίας Α και n_B mol μίας ουσίας Β.

Τα n_A mol της Α περιέχουν: $\chi = n_A \cdot N_A$ μόρια της Α.

Τα n_B mol της Β περιέχουν: $\psi = n_\beta \cdot N_A$ μόρια της Β.

Τότε η αναλογία μορίων: $\frac{x}{\psi} = \frac{n_A \cdot N_A}{n_B \cdot N_A}$ και $\frac{x}{\psi} = \frac{n_A}{n_B}$

δ. Από τις ακόλουθες περιπτώσεις περιέχονται συνολικά 9 άτομα σε:

i. 1 g C_2H_5OH **ii. 46 g C_2H_5OH** **iii. 1 μόριο C_2H_5OH** **iv. 1 mol C_2H_5OH**

1 μόριο C_2H_5OH αποτελείται από 2 άτομα C, 6 άτομα H και 1 άτομο O, δηλαδή συνολικά 9 άτομα. Επομένως, η σωστή απάντηση είναι η **Γ**.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Α. Ποσοτικές σχέσεις μεταξύ αριθμού mol, αριθμού ατόμων και μορίων, μολαρικής μάζας

Συνοψίζοντας τις σχέσεις του κεφαλαίου μπορούμε να έχουμε τους ακόλουθους πίνακες μετατροπών:

Για μόρια:

1 mol περιέχει N_A μόρια → *M* (g)

n περιέχουν χ → m

Συνδυάζοντας τις επιμέρους σχέσεις καταλήγουμε σε σχέσεις μεταξύ των μεγεθών ή στους τύπους με τους οποίους μπορούμε να υπολογίσουμε τον αριθμό των mol από τη μάζα, τον αριθμό μορίων:

$n = \frac{x}{N_A}$ Υπολογισμός του αριθμού mol από τον αριθμό μορίων της ουσίας και αντίστροφα

$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})}$ Υπολογισμός του αριθμού mol από τη μάζα της ουσίας και αντίστροφα

όπου: n: ο αριθμός mol

N_A: ο αριθμός Avogadro

M: μολαρική μάζα σε g/mol

x: ο αριθμός μορίων της ουσίας

m: η μάζα της ουσίας σε g

Παρατηρήσεις

- Η μολαρική μάζα M είναι ίση αριθμητικά με τη M_r μίας ουσίας σε g/mol και η M_r είναι ίση με το άθροισμα των A_r όλων των ατόμων που την αποτελούν.
- Ο υπολογισμός του αριθμού mol (n) από τη μάζα γίνεται μόνο για καθαρές ουσίες (στοιχεία ή χημικές ενώσεις) και όχι για μείγματα. Αν δίνεται η μάζα ενός μείγματος και η περιεκτικότητά του σε καθαρή ουσία, θα υπολογίζουμε τη μάζα της καθαρής ουσίας και στη συνέχεια θα κάνουμε μετατροπές.
- Αν ζητείται ο αριθμός των ατόμων στοιχείου που περιέχεται σε ορισμένη ποσότητα χημικής ουσίας, θα βρίσκουμε τον αριθμό mol της ουσίας και στη συνέχεια θα βρίσκουμε τον αριθμό των ατόμων από τον μοριακό τύπο:

1 μόριο H_2SO_4 περιέχει 2 άτομα H, 1 άτομο S και 4 άτομα O

1 mol, δηλαδή N_A μόρια H_2SO_4 περιέχει 2 N_A άτομα H, N_A άτομα S και 4 N_A άτομα O

Παράδειγμα 11

α. Να υπολογίσετε πόσα mol είναι: **i.** 40 g Fe_2O_3, **ii.** $12{,}04\cdot10^{20}$ μόρια SO_3.

Δεδομένα	Ζητούμενα
$m_{Fe2O3} = 40$ g	$n_{Fe2O3} = ;$
$X_{SO3} = 12{,}04\cdot10^{20}$ μόρια	$n_{SO3} = ;$

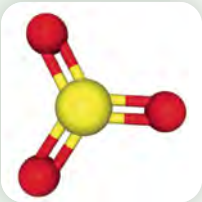
i. Παρατηρούμε ότι δίνεται η μάζα και ζητείται ο αριθμός των mol του Fe_2O_3.

$$\left.\begin{array}{l} 1\ \text{mol}\ Fe_2O_3 \longrightarrow M\ (g) \\ \quad n \qquad\longrightarrow \quad m \end{array}\right\} n = \frac{m}{M}$$

με αντικατάσταση:

$$n = \frac{40\ g}{160\ g/mol} = 0{,}25\ \text{mol}\ Fe_2O_3$$

Επομένως, 40 g Fe_2O_3 είναι: **0,25 mol Fe_2O_3**



ii. Παρατηρούμε ότι δίνεται ο αριθμός των μορίων του SO_3 και ζητείται ο αριθμός των mol.

$$\left.\begin{array}{l} 1\ \text{mol}\ SO_3 \longrightarrow N_A\ \text{μόρια} \\ \quad n \qquad\longrightarrow \quad x \end{array}\right\} n = \frac{x}{N_A}$$

με αντικατάσταση:

$$n = \frac{12{,}04\cdot10^{20}\ \text{μόρια}}{N_A\ \frac{\text{μόρια}}{\text{mol}}} = 2\cdot10^{-3}\ \text{mol}\ SO_3$$

Επομένως, τα $12{,}04\cdot10^{20}$ SO_3 είναι: **$2\cdot10^{-3}$ mol SO_3**

β. Να υπολογίσετε πόσα g είναι: **i.** 2 mol SO_2, **ii.** $6{,}02\cdot10^{21}$ μόρια H_2.

Δεδομένα	Ζητούμενα
$n_{SO_2} = 2$ mol	$m_{SO_2} = ;$
$X_{H_2} = 6{,}02\cdot10^{21}$ μόρια	$m_{H_2} = ;$

i. Παρατηρούμε ότι δίνονται τα mol του SO_2 και ζητείται η μάζα του.

$$\left.\begin{array}{l} 1\ \text{mol}\ SO_2 \longrightarrow M\ (g/mol) \\ \quad n \qquad\longrightarrow \quad m(g) \end{array}\right\} \begin{array}{l} m = n\cdot M \\ \text{με αντικατάσταση:} \\ m = 2\text{mol}\cdot 64\frac{g}{mol} = 128\ g \end{array}$$

Επομένως, τα 2 mol SO_2 είναι: **128 g SO_2**

ii. Παρατηρούμε ότι δίνεται ο αριθμός μορίων του H_2 και ζητείται η μάζα του.

N_A μόρια $H_2 \longrightarrow M$ (g/mol)
x $\longrightarrow$ m (g)

$$m = M \cdot \frac{x}{N_A}$$

με αντικατάσταση:

$$m = 2\frac{g}{mol} \cdot \frac{6{,}02 \cdot 10^{21}}{N_A} = 2 \cdot 10^{-2}\,g$$

Προσοχή, τα διατομικά στοιχεία, όπως το O_2, έχουν $M_r = 2A_r$.

Επομένως, τα $6{,}02 \cdot 10^{21}$ μόρια H_2 έχουν μάζα: **$2 \cdot 10^{-2}$ g**

Εφαρμογή 7

α. Να υπολογίσετε πόσα mol είναι: **i.** 16,2 g ZnO, **ii.** $12{,}04 \cdot 10^{22}$ μόρια H_2S.

β. Να υπολογίσετε πόσα g είναι: **i.** 0,3 mol SO_2, **ii.** $3{,}01 \cdot 10^{22}$ μόρια CO_2.

Απαντήσεις:
α. n_{ZnO} = 0,2 mol, n_{H2S} = 0,2 mol
β. m_{SO2} = 19,2 g, m_{CO2} = 2,2 g

Παράδειγμα 12

α. Πόσα μόρια HIO_3 περιέχονται σε 8,8 g HIO_3;

Παρατηρούμε ότι δίνεται η μάζα και ζητείται ο αριθμός των μορίων του HIO_3.

Δεδομένα	Ζητούμενα
m_{HIO3} = 8,8 g	x μόρια HIO_3;

1 mol $HIO_3 \longrightarrow M \longrightarrow N_A$ μόρια
m $\longrightarrow$ x

$$\frac{M}{m} = \frac{N_A}{x} \text{ και } \chi = N_A \frac{m}{M}$$

με αντικατάσταση:

$$\chi = N_A \frac{\text{μόρια}}{mol} \frac{8{,}8\,g}{176\frac{g}{mol}} = 0{,}05 N_A \text{ μόρια } HIO_3$$

Επομένως, στα 8,8 g HIO_3 περιέχονται: **0,05 N_A μόρια HIO_3**

β. Πόσα άτομα υδρογόνου και πόσα οξυγόνου περιέχονται σε αυτή την ποσότητα;

Δεδομένα	Ζητούμενα
m_{HiO3} = 8,8 g	ψ άτομα H; z άτομα O;

1 μόριο HIO_3 περιέχει 1 άτομο H και 3 άτομα O
0,05N_A μόρια περιέχουν χ άτομα H και ψ άτομα O

Επομένως, στα 8,8 g HIO_3 περιέχονται:
χ = 0,05 N_A άτομα H
ψ = 0,15 N_A άτομα O

Εφαρμογή 8

α. Πόσα μόρια H_2SO_4 περιέχονται σε 19,6 g H_2SO_4;

β. Πόσα άτομα υδρογόνου και πόσα οξυγόνου περιέχονται σε αυτή την ποσότητα;

Απαντήσεις:
0,2N_A μόρια H_2SO_4, 0,4N_A άτομα H και 0,8N_A άτομα O

Παράδειγμα 13

Ο βουρτζίτης είναι ένα ορυκτό του ZnS με περιεκτικότητα 62,07 % μάζα προς μάζα σε ZnS.

Δεδομένα	Ζητούμενα
1 kg βουρτζίτη 62,07% ZnS	n_{ZnS} = ; x άτομα S;

α. Πόσα mol ZnS περιέχονται σε 1 kg βουρτζίτη;

- Από την % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα θα υπολογίσουμε την ποσότητα του ZnS που περιέχεται σε 1 kg βουρτζίτη:

  Σε 100 g βουρτζίτη περιέχονται 62,07 g ZnS

  Σε 1.000 g βουρτζίτη περιέχονται m

  $$m = 62{,}07\frac{1000}{100} = 620{,}7\,g\ ZnS$$

- Από τη m_{ZnS} θα υπολογίσουμε τα n_{ZnS}:

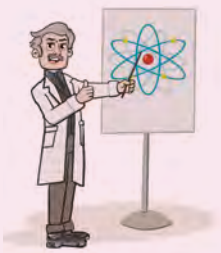
  1 mol ZnS ⟶ M (g/mol)

  n ⟶ m (g)

  $$n = \frac{m}{M} = \frac{620{,}7\ g}{97\frac{g}{mol}} = 6{,}4\,mol$$

Επομένως, $\mathbf{n_{ZnS} = 6{,}4\ mol}$

Ας θυμηθούμε...



% μάζα προς μάζα: εκφράζει τα g της ουσίας σε 100 g μείγματος ή διαλύματος

β. Πόσα άτομα S περιέχονται σε 1 kg βουρτζίτη;

1 μόριο ZnS περιέχει 1 άτομο S

1 mol ZnS, δηλαδή N_A μόρια περιέχουν N_A άτομα S

6,4 mol x

x = 6,4 N_A άτομα S

Επομένως, σε 1 kg βουρτζίτη περιέχονται **6,4 N_A άτομα S**

Εφαρμογή 9

Ο αιματίτης είναι ένα ορυκτό του Fe_2O_3 με περιεκτικότητα 48% μάζα προς μάζα σε Fe_2O_3.

α. Πόσα mol Fe_2O_3 περιέχονται σε 100 kg αιματίτη;

β. Πόσα άτομα Fe περιέχονται σε 1 kg αιματίτη;

Απαντήσεις:
n_{Fe2O3} = 300 mol, 6N_A άτομα Fe

Παράδειγμα 14

α. Ποια είναι η σχετική μοριακή μάζα (M_r) ενός οξειδίου N_2O_X του οποίου 0,01N_A μόρια έχουν μάζα 0,76 g;

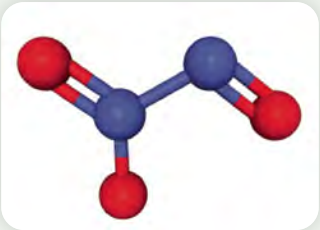
Δεδομένα	Ζητούμενα
m = 0,76 g χ = 0,01 N_A μόρια	M_r;

Γνωρίζουμε ότι:

1 mol ⟶M (g/mol) ⟶ N_A μόρια

n mol ⟶ m ⟶ x

$$\frac{N_A}{\chi} = \frac{M}{m} \text{ και } M = m\frac{N_A}{\chi} = 0{,}76\,g\frac{N_A\frac{\text{μόρια}}{mol}}{0{,}01\,N_A\,\text{μόρια}} = 76\frac{g}{mol}$$



Επομένως, M_r = 76

β. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος του N_2O_X.

Εκφράζουμε την M_r του οξειδίου από τον τύπο και εξισώνουμε με αυτή που υπολογίσαμε πειραματικά.

$M_{r,\,N_2O_X} = 2A_{r,N} + x \cdot A_{r,O}$, δηλαδή: $2 \cdot 14 + \chi \cdot 16 = 76$ και $\chi = 3$

Επομένως, το οξείδιο έχει μοριακό τύπο $\mathbf{N_2O_3}$.

Εφαρμογή 10

α. Ποια είναι η σχετική μοριακή μάζα (M_r) ενός οξειδίου M_XO_3 του οποίου $0{,}02N_A$ μόρια έχουν μάζα 2,04 g;

β. Ποιο από τα μέταλλα Na (A_r = 23), Mg (A_r = 24), Al (A_r = 27), Fe (A_r = 56) είναι το M;

γ. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος του M_XO_3.

Απαντήσεις: 102, Al, Al_2O_3

Παράδειγμα 15

α. Η μάζα του ατόμου του στοιχείου X είναι τετραπλάσια της μάζας του ατόμου του αζώτου. Να βρεθεί ποιο από τα στοιχεία: Na (A_r = 23), Mg (A_r = 24), Al (A_r = 27), Fe (A_r = 56) είναι το X, αν γνωρίζουμε ότι η μάζα του ατόμου του αζώτου είναι $2{,}32\cdot10^{-23}$ g.

Δεδομένα	Ζητούμενα
$m_X = 4\ m_N$ $m_N = 2{,}32\cdot10^{-23}$ g	X;

- Θα υπολογίσουμε τη μάζα του ατόμου του X:
  $m_X = 4\ m_N = 4\cdot2{,}32\cdot10^{-23} = 9{,}28\cdot10^{-23}$ g
- Θα υπολογίσουμε τη μάζα 1 mol ατόμων X, η οποία είναι ίση με τη A_r εκφρασμένη σε g:
  1 άτομο X έχει μάζα $9{,}28\cdot10^{-23}$ g
  N_A άτομα X έχουν M
  $M = 9{,}28\cdot10^{-23}\cdot N_A = 55{,}87$ g/mol

Επομένως, **$A_{r,X}$ = 55,87 και το X είναι ο Fe**

β. Το σύνδρομο Minamata είναι μια σοβαρή νευρολογική ασθένεια που προκαλείται από δηλητηρίαση από υδράργυρο, η οποία σε ακραίες περιπτώσεις προκαλεί κώμα και θάνατο.

Δεδομένα	Ζητούμενα
Όριο: 0,5 mg/Kg $m_{δείγματος}$ = 50 g $n_{Hg} = 10^{-6}$ mol	Είναι κατάλληλα;

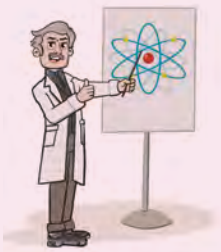
Ανακαλύφθηκε για πρώτη φορά στην πόλη Minamata της Ιαπωνίας, το 1956. Προκλήθηκε από την απελευθέρωση μεθυλυδράργυρου στα βιομηχανικά λύματα ενός χημικού εργοστασίου, ο οποίος βιοσυσσωρεύτηκε σε οστρακοειδή και ψάρια στον κόλπο Minamata και τη θάλασσα Shiranui, τα οποία, όταν καταναλώθηκαν από τον τοπικό πληθυσμό, προκάλεσαν δηλητηρίαση από υδράργυρο και θανάτους ανθρώπων και ζώων για 36 χρόνια.

Η νομοθεσία των τροφίμων έχει θέσει ως όριο ασφαλείας για τα τρόφιμα περιεκτικότητα σε Hg ίση με 0,5 mg/Kg τροφίμου. Σε έλεγχο που έγινε σε 50 g ενός δείγματος ψαριού βρέθηκε ότι περιείχαν 10^{-6} mol Hg. Είναι κατάλληλα τα ψάρια αυτά για να καταναλωθούν;

- Για να ελέγξουμε την καταλληλότητα των ψαριών, θα πρέπει να βρούμε την περιεκτικότητα σε ppm και να τη συγκρίνουμε με το ανώτατο όριο ασφαλείας.
- Μετατρέπουμε τα n_{Hg} σε g: $m_{Hg} = n_{Hg}\cdot M =$
  $= 10^{-6}$ mol $\cdot$ 200 g/mol $= 2\cdot10^{-4}$ g.
- Θα υπολογίσουμε την ποσότητα Hg σε 1.000g δείγματος:
  Σε 50 g δείγματος περιέχονται $2\cdot10^{-4}$ g Hg
  Σε 10^3 g δείγματος περιέχονται x g

$$x = \frac{2\cdot10^{-4}\cdot10^{3}}{50} = 4\cdot10^{-3}\text{ g ή 4 mg}$$

Ας θυμηθούμε...



ppm: parts per million εκφράζει τα g της ουσίας σε 10^6 g μείγματος ή διαλύματος

Επομένως, η περιεκτικότητα των ψαριών σε Hg είναι **4 mg/Kg > 0,5 mg/Kg**, που είναι το όριο ασφαλείας και **τα ψάρια είναι ακατάλληλα για κατανάλωση**.

γ. Η χλωροφύλλη βρίσκεται στα πράσινα μέρη των φυτών και είναι απαραίτητη για τη φωτοσύνθεση. Κατά την ανάλυση της χλωροφύλλης βρέθηκε ότι περιέχει Mg σε ποσοστό 2,7% μάζα προς μάζα. Πόσα άτομα Mg περιέχονται σε 1 g χλωροφύλλης;

Δεδομένα	Ζητούμενα
1 g χλωροφύλλης 2,7% μάζα προς μάζα Mg	X; άτομα Mg

- Από την % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα θα βρούμε τα g του Mg που περιέχονται σε 1 g χλωροφύλλης:

  Σε 100 g χλωροφύλλης περιέχονται 2,7 g Mg

  Σε 1 g χλωροφύλλης περιέχονται x g

  $$x = \frac{1 \cdot 2,7}{100} = 2,7 \cdot 10^{-2}\,\text{g Mg}$$

- 1 mol Mg ⟶ M(g/mol) ⟶ N_A άτομα Mg

  m (g) ⟶ x

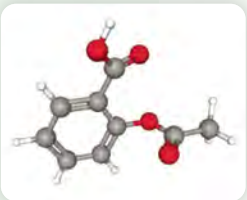
  $$x = \frac{m}{M} N_A = \frac{2,7 \cdot 10^{-2}\,\text{g}}{24\,\text{g/mol}} N_A = 3,1 \cdot 10^{-3} N_A \text{ άτομα Mg}$$

δ. Το ακετυλοσαλικυλικό ($C_9H_8O_4$) οξύ είναι το δραστικό συστατικό της ασπιρίνης. Να βρεθούν:

i. η μάζα ενός μορίου ακετυλοσαλικυλικού οξέος.

ii. ο αριθμός των ατόμων οξυγόνου που περιέχονται σε 1 g ακετυλοσαλικυλικού οξέος.

Δεδομένα	Ζητούμενα
1 g $C_9H_8O_4$	1. $m_{\text{μορίου}}$; 2. χ άτομα οξυγόνου;



- Θα βρούμε τη M_r του ακετυλοσαλικυλικού οξέος αθροίζοντας τις σχετικές ατομικές μάζες των συστατικών που αποτελούν το μόριο:

  $M_r = 9 \cdot A_{r,C} + 8\,A_{r,H} + 4 \cdot A_{r,O} = 9 \cdot 12 + 8\,1 + 4 \cdot 16 = 180$

- 1 mol οξέος ⟶ N_A μόρια) ⟶ M(g/mol)

  1 μόριο ⟶ m

  $$m = \frac{M}{N_A} = \frac{180\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}}{6,02 \cdot 10^{23}\,\frac{\text{μόρια}}{\text{mol}}} \cong 3 \cdot 10^{-22}\,\frac{\text{g}}{\text{μόριο}}$$

- 1 μόριο **$C_9H_8O_4$** περιέχει 4 άτομα οξυγόνου

  N_A μόρια **$C_9H_8O_4$** περιέχουν $4N_A$ άτομα οξυγόνου ⟶ M (g/mol)

  x ⟶ m

  $$\frac{4N_A}{x} = \frac{M}{m} \text{ και } \chi = 4N_A \frac{m}{M} = 4N_A \frac{1\text{g}}{180\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}} = \frac{N_A}{45} \text{ άτομα O}$$

Εφαρμογή 11

α. Η μάζα του ατόμου του στοιχείου X είναι διπλάσια της μάζας του ατόμου του C. Να βρεθεί ποιο από τα στοιχεία: Na (A_r = 23), Mg (A_r = 24), Al (A_r = 27), Fe (A_r = 56) είναι το X, αν γνωρίζουμε ότι η μάζα του ατόμου του άνθρακα είναι $1,99 \cdot 10^{-23}$g.

β. Το όζον στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας είναι ένας πολύ επιβλαβής δευτερογενής ρύπος. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως όριο ενημέρωσης του κοινού τα 6 μg/Kg και ως όριο συναγερμού για το όζον τα 8 μg/Kg. Σε έλεγχο που έγινε σε 600 g ατμοσφαιρικού αέρα σε έναν σταθμό μέτρησης στην Αττική βρέθηκε ότι περιείχαν 10^{-7} mol O_3. Πρέπει να ληφθούν έκτακτα μέτρα και να ενημερωθεί ο πληθυσμός;

γ. Η αιμοσφαιρίνη βρίσκεται στο αίμα και είναι απαραίτητη για τη μεταφορά του οξυγόνου στον οργανισμό. Κατά την ανάλυση της αιμοσφαιρίνης βρέθηκε ότι περιέχει Fe σε ποσοστό 0,0035% μάζα προς μάζα. Πόσα άτομα Fe περιέχονται σε 1 g αιμοσφαιρίνης;

δ. Το βενζοϊκό οξύ ($C_7H_6O_2$) χρησιμοποιείται ευρύτατα ως συντηρητικό χυμών φρούτων. Να βρεθούν:

i. η μάζα ενός μορίου βενζοϊκού οξέος.

ii. ο αριθμός των ατόμων οξυγόνου που περιέχονται σε 1 g βενζοϊκού οξέος.

Απαντήσεις: α. Mg β. Η περιεκτικότητα του αέρα σε όζον είναι 8 μg/Kg, δηλαδή έχει ξεπεράσει το όριο ενημέρωσης και είναι στο όριο συναγερμού. Το κοινό πρέπει να ενημερωθεί και να ληφθούν μέτρα.
γ. $3,76 \cdot 10^{17}$ άτομα Fe
δ. $20,3 \cdot 10^{-23}$g/N_A/61 άτομα O/μόριο

Παράδειγμα 16

Πόσα g H_2S περιέχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων υδρογόνου με 0,5 mol NH_3;

Δεδομένα	Ζητούμενα
0,5 mol NH_3 Ίδιο αριθμό ατόμων Η	m_{H2S} = ;

- Θα υπολογίσουμε τον αριθμό των ατόμων υδρογόνου που περιέχονται σε 0,5 mol NH_3.

$$\left.\begin{array}{l}\text{1 μόριο } NH_3 \text{ περιέχει 3 άτομα H}\\ \text{1 mol } NH_3 \text{ περιέχει } 3N_A \text{ άτομα H}\end{array}\right\} x = 3N_A\frac{0,5}{1} = 1,5N_A \text{ άτομαH}$$

0,5 mol NH_3 περιέχουν χ άτομα H

- 1 μόριο H_2S περιέχει 2 άτομα H

$$\left.\begin{array}{l}\text{1 mol } H_2S \longrightarrow \text{M (g/mol) και περιέχει } 2N_A \text{ άτομα H}\\ \text{m (g) περιέχουν χ άτομα H}\end{array}\right\} m = M\frac{x}{2N_A} = 34\frac{1,5N_A}{2N_A} = 25,5 \text{ g}H_2S$$

Εφαρμογή 12

Το βενζόλιο (C_6H_6) είναι αρωματικός υδρογονάνθρακας, φυσικό συστατικό του αργού πετρελαίου και ένα από τα πιο θεμελιώδη πετροχημικά προϊόντα. Αναμειγνύεται με σχεδόν όλους τους οργανικούς διαλύτες, αλλά δύσκολα με το νερό. Είναι εξαιρετικός διαλύτης, αλλά η χρήση του αποφεύγεται γιατί είναι γνωστό καρκινογόνο και μεταλλαξιογόνο. Πόσα g βενζολίου (C_6H_6) περιέχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων υδρογόνου με 0,2 mol HBr;

Απαντήσεις: 2,6 g C_6H_6

Παράδειγμα 17

Να βρεθούν οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων Χ και Ψ αν είναι γνωστό ότι:

0,15 mol της χημικής ένωσης ΧΨ έχουν μάζα 4,2 g και η χημική ένωση $XΨ_2$ έχει περιεκτικότητα 72,7% μάζα προς μάζα σε Ψ.

Δεδομένα	Ζητούμενα
0,15 mol ΧΨ $m_{χΨ}$ =4,2 g $XΨ_2$: 72,7% μάζα προς μάζα Ψ	$A_{r,X}$ = ; $A_{r,Ψ}$ = ;

- Έστω η $A_{r,X}$ = x και η $A_{r,Ψ}$ = ψ.

- Υπολογίζουμε τις M_r των δύο χημικών ενώσεων από τους χημικούς τύπους τους:

$$M_{r,\chi\psi} = \chi + \psi \ (1)$$

$$M_{r,\chi\psi_2} = \chi + 2\psi \ (2)$$

- Θα υπολογίσουμε την $M_{\chi\psi}$ από τη μάζα που έχουν τα 0,15 mol.

  n = m/M, άρα M = 4,2g/0,15 mol = 28 g/mol (3), επομένως $M_{r,\chi\psi} = 28$ (3)

  Από (1) και (3): **χ + ψ = 28 (4)**

  Θα υπολογίσουμε την $M_{\chi\psi_2}$ από την % **μάζα προς μάζα** περιεκτικότητα σε Ψ και την Μ.

  Σε 100 g $\chi\Psi_2$ περιέχονται 72,7 g Ψ
  Σε χ + 2ψ g περιέχονται 2ψ g Ψ } επομένως

  200 ψ = 72,7 χ + 145,4 ψ, δηλαδή
  54,6 ψ = 72,7 χ
  ψ = 1,33 χ (5)

  Από τις σχέσεις (4) και (5): χ = 12 και ψ = 16

  Επομένως, $\boldsymbol{A_{r,\chi} = 12}$ **και η** $\boldsymbol{A_{r,\psi} = 16}$

Εφαρμογή 13

Να βρεθούν οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων Χ και Ψ αν είναι γνωστό ότι 0,2 mol της χημικής ένωσης $\chi_2\Psi$ έχουν μάζα 8,8 g και η χημική ένωση $\chi\Psi_2$ έχει περιεκτικότητα 70% μάζα προς μάζα σε Ψ.

Απαντήσεις: $A_{r,\chi} = 14$, $A_{r,\psi} = 16$

Β. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ

1. Θέτουμε αγνώστους τους αριθμούς mol των συστατικών του μείγματος και εκφράζουμε τη μάζα ή όποιο άλλο στοιχείο δίνεται ως συνάρτηση των άγνωστων mol, με στόχο να εκφράσουμε τόσες εξισώσεις όσους αγνώστους έχουμε.

$$m_{\mu\varepsilon\acute{\iota}\gamma\mu\alpha\tau o\varsigma} = m_A + m_B + \ldots = n_A \cdot M_{r,A} + n_B \cdot M_{r,B} + \ldots$$

$$n_{\mu\varepsilon\acute{\iota}\gamma\mu\alpha\tau o\varsigma} = n_A + n_B + \ldots$$

2. Επιλύουμε το σύστημα των εξισώσεων και προσδιορίζουμε τα mol των συστατικών του μείγματος.
3. Αν ζητείται η σύσταση σε γραμμάρια, όγκο ή περιεκτικότητα, μετά τον προσδιορισμό των mol κάνουμε μετατροπές.

Παράδειγμα 18

Αέριο μείγμα αποτελείται από SO_2 και H_2S με αναλογία mol 1/2 αντίστοιχα και έχει μάζα 13,2 g. Να υπολογιστούν:

α. Πόσα mol από κάθε αέριο περιέχονται στο μείγμα;

β. Ποια είναι η μάζα κάθε συστατικού του μείγματος;

γ. Ποια είναι η % μάζα προς μάζα σύσταση του μείγματος;

Δεδομένα	Ζητούμενα
$m_{\mu\varepsilon\acute{\iota}\gamma\mu\alpha\tau o\varsigma}$ = 13,2 g	n_{SO2} = ;
n_{SO2}/n_{H2S} = 1/2	n_{H2S} = ;

α. Έστω ότι στο μείγμα υπάρχουν n_1 mol SO_2 και n_2 mol H_2S.

Θα εκφράσουμε τη μάζα του μείγματος ως συνάρτηση των άγνωστων mol.

Γνωρίζουμε ότι: $\mathbf{n_{SO2}/n_{H2S} = 1/2}$ **(1)**

$m_{SO2} = n_1 \cdot M_{SO_2} = 64\ n_1$
$m_{H2S} = n_2 \cdot M_{H_2S} = 34\ n_2$
$m_{\text{μείγματος}} = m_{CO2} + m_{CO}$

επομένως, $\mathbf{64\ n_1 + 34\ n_2 = 13{,}2\ g}$ **(2)** $m_{\text{μείγματος}} = 64\ n_1 + 34\ n_2$

Επομένως,

Από τις σχέσεις (1) και (2): $\mathbf{n_1 = 0{,}1\ mol\ SO_2}$ και $\mathbf{n_2 = 0{,}2\ mol\ H_2S}$.

β. $m_{SO2} = 64\ n_1 = 6{,}4$ g

$m_{H2S} = 34\ n_2 = 6{,}8$ g

γ. Στα (6,4 + 6,8) g μείγματος ⟶ 6,4 g SO_2
Στα 100 g μείγματος ⟶ χ

άρα: χ = 48,5 g SO_2

Επομένως, το μείγμα έχει περιεκτικότητα: **48,5% μάζα προς μάζα SO_2 και 51,5% μάζα προς μάζα H_2S.**

Εφαρμογή 14

Μείγμα αποτελείται από CO και CO_2 με αναλογία mol 2/1 αντίστοιχα και έχει μάζα 10,0 g. Να υπολογιστούν:

α. η σύσταση του μείγματος σε mol

β. η % μάζα προς μάζα σύσταση του μείγματος.

Απαντήσεις: α. 0,1 mol CO_2 και 0,2 mol CO
β. 44% μάζα προς μάζα CO_2 και 56% μάζα προς μάζα CO

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

6.1 Η έννοια του mole

1. α. Τι είναι ο αριθμός Avogadro;

β. Να δώσετε τον ορισμό του mole και να εξηγήσετε πώς συνδέεται το mole των ατόμων στοιχείου με τη μάζα και τον αριθμό των ατόμων, και πώς το mol των μορίων στοιχείου ή χημικής ένωσης με τη μάζα, τον αριθμό των μορίων ενός στοιχείου ή μιας χημικής ένωσης.

γ. 1 mol NH_3 ζυγίζει 17,0 g και 1 mol HCl ζυγίζει 36,5 g. Πόσα μόρια NH_3 περιέχονται σε 17,0 g NH_3 και πόσα μόρια HCl σε 36,5 g HCl;

δ. Σε ποια από τις ακόλουθες ποσότητες NH_3 περιέχονται συνολικά 4 άτομα;

i. 1 mol NH_3 **ii.** 1 μόριο NH_3 **iii.** 17 g NH_3 **iv.** 1,7 g NH_3

ε. Σε ποια από τις ακόλουθες ποσότητες NH_3 περιέχονται $6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα H;

i. 1/3 mol NH_3 **ii.** 1 μόριο NH_3 **iii.** 17 g NH_3 **iv.** 1,7 g NH_3

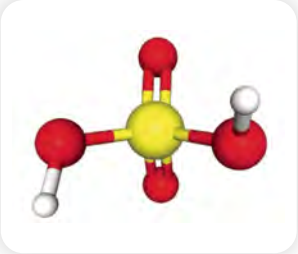
στ. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

i. 1 mol του στοιχείου $^{56}_{26}Fe$ έχει μάζα 56 g. ☐

ii. 1 mol NO_3^- ζυγίζει 62 g. ☐

iii. 1 mol NaCl περιέχει N_A μόρια NaCl. ☐

2. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις που αφορούν 1 mol H_2SO_4 ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.



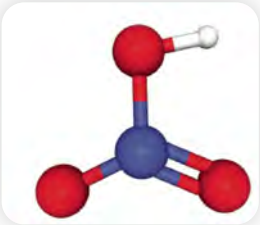
α. Περιέχει 4 mol ατόμων υδρογόνου. ☐

β. Έχει μάζα ίση με τη σχετική μοριακή μάζα σε g. ☐

γ. Περιέχει 4 άτομα οξυγόνου. ☐

δ. Περιέχει N_A άτομα S, $2N_A$ άτομα H και $4N_A$ άτομα O. ☐

3. Η M_r του HNO_3 είναι 63.



α. Πόσα γραμμάρια ζυγίζει 1 mol HNO_3;

β. Πόσα γραμμάρια υδρογόνου περιέχονται σε 1 mol HNO_3;

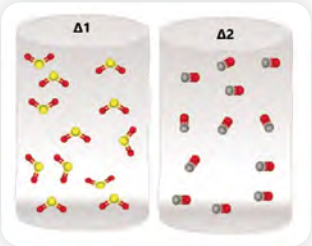
γ. Πόσα άτομα οξυγόνου περιέχονται σε 1 mol HNO_3;

δ. Πόσα μόρια HNO_3 περιέχονται σε 1,26 g HNO_3;

4. Να συμπληρώσετε το ακόλουθο κείμενο με την κατάλληλη λέξη, αριθμό ή τύπο.

Το άτομο του στοιχείου X έχει διπλάσια μάζα από το άτομο του $^{12}_{6}C$, επομένως η μολαρική μάζα του X_2 είναι ίση με ..... g/... . 9,6 g του X_2 είναι ..... mol και περιέχουν ..... άτομα X.

5. Τα διπλανά όμοια δοχεία περιέχουν αέριο SO_2 και αέριο CO. Να παρατηρήσετε προσεκτικά τα δοχεία και να απαντήσετε στις ακόλουθες ερωτήσεις, αιτιολογώντας τις απαντήσεις σας.



α. Ποιο από τα δοχεία περιέχει περισσότερα mol αερίου;

β. Ποια είναι η αναλογία μαζών των δύο αερίων στα δοχεία Δ1 και Δ2;

γ. Σε ποιο δοχείο περιέχονται περισσότερα άτομα οξυγόνου;

6. Να υπολογιστεί ο λόγος των μαζών CO_2 και CO στις ακόλουθες περιπτώσεις.

α. Περιέχουν ίδιους αριθμούς μορίων.

β. Ο αριθμός mol CO_2 είναι 2πλάσιος του αριθμού των mol CO.

γ. Περιέχουν ίδιο αριθμό ατόμων οξυγόνου.

7. Να συμπληρώσετε τα κενά στον ακόλουθο πίνακα.

	Αριθμός ατόμων C	Αριθμός ατόμων H	Αριθμός ατόμων O	Μολαρική μάζα (M)
1 μόριο C_2H_6O				
1 mol C_2H_6O				

8. Να αντιστοιχίσετε τα δεδομένα της στήλης A με όσα από τα δεδομένα της στήλης B αντιστοιχούν.

A	B	Απαντήσεις
1. 1 mol C_2H_6	**1.** 1 άτομο C	A1→B...
2. 1 μόριο C_2H_6	**2.** $6N_A$ άτομα H	A2→B...
3. 1 mol CO_2	**3.** 6 άτομα H	A3→B...
4. 0,1 N_A μόρια CO_2	**4.** M_r (g)	A4→B...
	5. $0,1N_A$ άτομα C	
	6. N_A άτομα C	

9. Να αντιστοιχίσετε τις πληροφορίες της στήλης A με έναν από τους μοριακούς τύπους της στήλης B.

Α	Β	Απαντήσεις
1. 1 mol ένωσης περιέχει $3N_A$ άτομα αζώτου	**1.** NH_3	Α1→Β...
2. 1 μόριο ένωσης περιέχει 2 άτομα αζώτου	**2.** NO	Α2→Β...
3. 1 mol ένωσης περιέχει 3 mol νιτρικών ιόντων	**3.** NO_2	Α3→Β...
4. 1 mol ένωσης περιέχει τριπλάσια άτομα υδρογόνου από άτομα αζώτου	**4.** HNO_3	Α4→Β...
5. 1 μόριο ένωσης περιέχει 3 άτομα οξυγόνου	**5.** $Al(NO_3)_3$	Α5→Β...
	6. N_2O_5	

Στις ερωτήσεις 10-15 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

10. 1 mol H_3PO_4 αποτελείται από:

α. 3 άτομα Η, 1 άτομο Ρ και 4 άτομα Ο
β. 3 N_A άτομα Η, N_A άτομα Ρ και 4 N_A άτομα Ο
γ. 1 mol ατόμων Η, 1 mol ατόμων Ρ και 1 mol ατόμων Ο
δ. συνολικά 8 άτομα στοιχείων

11. Η σχετική ατομική μάζα του οξυγόνου είναι 16. 1 άτομο οξυγόνου έχει μάζα:

α. 32 g **β.** 16 g **γ.** $2,66 \cdot 10^{-23}$g **δ.** $5,32 \cdot 10^{-23}$g

12. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: Br: 80, Η: 1, Ο:16. Η μάζα ενός μορίου HBrO είναι ίση με:

α. 97 **β.** 97 g **γ.** $1,61 \cdot 10^{-22}$g **δ.** $97 \cdot 10^{-23}$g

13. Ίσοι αριθμοί μορίων των αερίων NO_2, NO, N_2O_5, N_2O_3 έχουν μάζες m_1, m_2, m_3, m_4 αντίστοιχα. Για τις μάζες ισχύει:

α. $m_1 < m_2 < m_3 < m_4$ **β.** $m_2 < m_1 < m_3 < m_4$ **γ.** $m_2 < m_1 < m_4 < m_3$ **δ.** $m_1 < m_2 < m_4 < m_3$

14. Ίσες μάζες των αερίων NO_2, NO, N_2O_5, N_2O_3 αντιστοιχούν σε n_1, n_2, n_3, n_4 mol αντίστοιχα. Για τους αριθμούς mol ισχύει:

α. $n_3 < n_4 < n_1 < n_2$ **β.** $n_3 = n_4 = n_1 = n_2$ **γ.** $n_3 > n_4 > n_1 > n_2$ **δ.** $n_2 < n_4 < n_1 < n_3$

15. $0,8N_A$ άτομα συνολικά αντιστοιχούν σε 3,4 g της ουσίας:

α. HCl **β.** CO_2 **γ.** CH_4 **δ.** NH_3

16. Να διατάξετε τις ενώσεις CH_4, C_2H_6O, C_2H_4O, CH_4O κατά σειρά αυξανόμενου συνολικού αριθμού ατόμων που περιέχουν ανά mol.

17. Οι αέριες χημικές ουσίες Α, Β και Γ έχουν σχετικές μοριακές μάζες 64, 32 και 16 αντίστοιχα. Ίσες μάζες των ουσιών αντιστοιχούν σε n_1, n_2, n_3 mol αντίστοιχα. Να διατάξετε τους αριθμούς mol από τον μικρότερο προς τον μεγαλύτερο.

18. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες προτάσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

α. 1 mol οποιασδήποτε χημικής ένωσης περιέχει ίδιο αριθμό μορίων με 1 mol οποιασδήποτε άλλης χημικής ένωσης. ☐

β. 1 mol οποιασδήποτε χημικής ένωσης περιέχει ίδιο αριθμό ατόμων με 1 mol οποιασδήποτε άλλης χημικής ένωσης. ☐

γ. 1 μόριο H_2S έχει μάζα 34 g, δηλαδή όσο το άθροισμα των σχετικών ατομικών μαζών όλων των ατόμων που αποτελούν το μόριο. ☐

δ. Ίσα mol HCl και H_2S περιέχουν ίσους αριθμούς ατόμων Η. ☐

ε. 5 mol μορίων P_4 περιέχουν περισσότερα μόρια απ' ό,τι 5 mol μορίων S_6. ☐

στ. Σε 5 mol H_2O περιέχονται 10 mol ατόμων υδρογόνου. ☐

ζ. Σε 4 mol K_2CO_3 περιέχονται συνολικά 12 άτομα οξυγόνου. ☐

η. Σε 2 mol NH_3 περιέχεται ίσος αριθμός ατόμων με τα άτομα που περιέχονται σε 2 mol NO_2. ☐

θ. 1 mol γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) περιέχει $12 \cdot N_A$ άτομα υδρογόνου. ☐

19. Να μεταφέρετε στην κόλλα σας συμπληρωμένο τον παρακάτω πίνακα με τον χημικό τύπο, το όνομα, την M_r ή F_r, τη μάζα, τον αριθμό mol και τον αριθμό μορίων των παρακάτω ενώσεων.

	Χημικός τύπος	Όνομα	M_r/F_r	m	n	Αριθμός μορίων
1	H_3PO_4					$18{,}06 \cdot 10^{20}$
2		υδροξείδιο του ασβεστίου		3,79 g		
3	CO_2				4 mol	

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΛΥΣΗ

20. Να υπολογιστούν:

α. ο αριθμός των mol CO_2 που:

i. έχουν μάζα 13,2 g **ii.** περιέχουν 10^{22} μόρια CO_2 **iii.** περιέχουν 0,2 mol ατόμων οξυγόνου

β. η μάζα αέριας NH_3 που:

i. αντιστοιχεί σε 3 mol NH_3 **ii.** περιέχει $24{,}08 \cdot 10^{22}$ μόρια NH_3

iii. περιέχει 0,3 mol ατόμων υδρογόνου

γ. ο αριθμός μορίων αέριου C_4H_{10} που:

i. έχουν μάζα 1,16 g **ii.** αντιστοιχούν σε 3 mol C_4H_{10} **iii.** περιέχουν $2N_A$ άτομα άνθρακα

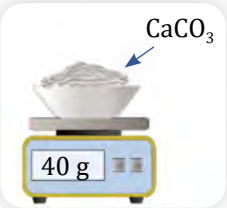
21. **α.** Να υπολογίσετε πόσα mol είναι: **i.** 40 g C_3H_4, **ii.** $12{,}04 \cdot 10^{20}$ μόρια Cl_2.

β. Να υπολογίσετε πόσα g είναι: **i.** 2 mol CO_2, **ii.** $6{,}02 \cdot 10^{21}$ μόρια O_2.

22. Να υπολογιστεί η μάζα του μορίου των ακόλουθων χημικών ενώσεων:

α. H_2SO_4 **β.** CH_4 **γ.** N_2

23. Ένας μαθητής ζυγίζει σε ηλεκτρονικό ζυγό την ποσότητα $CaCO_3$ της διπλανής εικόνας. Να υπολογιστούν:



α. ο αριθμός των mol του $CaCO_3$

β. ο συνολικός αριθμός ιόντων Ca^{2+} και CO_3^{2-} που περιέχονται στα 40 g του άλατος.

24. Να βρεθεί η σχετική ατομική μάζα (A_r) ενός μονοατομικού στοιχείου Α αν:

α. $18{,}06 \cdot 10^{22}$ άτομα του Α έχουν μάζα 16,8 g.

β. ίσες μάζες του στοιχείου Α και του θείου (S) έχουν αναλογία mol 4/5.

25. **α.** Να υπολογιστεί ο αριθμός των μορίων H_2O που περιέχονται στο διπλανό δοχείο, αν είναι γνωστό ότι η πυκνότητα του νερού είναι 1 g/mL.

β. Πόσα άτομα υδρογόνου και πόσα οξυγόνου περιέχονται σε αυτή την ποσότητα;

26. Ο χάλυβας ή ατσάλι είναι ένα κράμα σιδήρου και άνθρακα με περιεκτικότητα σε άνθρακα μικρότερη από 2,2% μάζα προς μάζα, με μεγάλη σημασία τόσο ως δομικό υλικό όσο και για την κατασκευή εργαλείων. Ένα είδος χάλυβα έχει περιεκτικότητα 1,2% μάζα προς μάζα σε C.

α. Πόσα γραμμάρια άνθρακα πρέπει να αναμειχθούν με σίδηρο ώστε να παραχθούν 2 t (τόνοι) χάλυβα αυτής της περιεκτικότητας σε άνθρακα;

β. Πόσα mol C περιέχονται σε 2 t χάλυβα;

γ. Πόσα άτομα C περιέχονται σε 2 t χάλυβα;

27. Ο αιματίτης είναι ένα ορυκτό του Fe_2O_3. Μία ποσότητα μεταλλεύματος αιματίτη που έχει περιεκτικότητα σε Fe_2O_3 80% μάζα προς μάζα περιέχει 6 mol ατόμων Fe.

α. Πόσα γραμμάρια είναι το μετάλλευμα;

β. Πόσα mol Fe_2O_3 και πόσα mol ιόντων οξυγόνου περιέχονται σε αυτή την ποσότητα μεταλλεύματος;

γ. Πόσα ιόντα οξυγόνου περιέχονται σε αυτή την ποσότητα μεταλλεύματος;

28. Τα νιτρικά ιόντα (NO_3^-) περιέχονται στα λιπάσματα και είναι ευδιάλυτα στο νερό. Όταν η περιεκτικότητα του πόσιμου νερού σε νιτρικά ξεπερνά τα 50 ppb, είναι εξαιρετικά επικίνδυνα για την υγεία των ανθρώπων. Σε αναλύσεις πόσιμου νερού που έγιναν σε μία αγροτική περιοχή βρέθηκε ότι 50 g νερού περιείχαν $2{,}5 \cdot 10^{-8}$ mol NO_3^-. Είναι κατάλληλο το νερό αυτό για να χρησιμοποιείται ως πόσιμο;

29. Ένας χυμός του εμπορίου περιέχει 5,2 g ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ανά 100 mL. Να βρεθούν:

α. η μάζα ενός μορίου ζάχαρης.

β. ο αριθμός των mol ζάχαρης που περιέχονται σε 250 mL χυμού.

γ. ο αριθμός των ατόμων άνθρακα που περιέχονται σε αυτή την ποσότητα της ζάχαρης.

30. Πόσα g HCl περιέχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων Cl με τον αριθμό ιόντων Cl^- που περιέχεται σε 22,2 g $CaCl_2$;

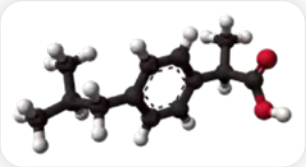
31. Σε ορισμένη ποσότητα NH_3 περιέχονται $18{,}06 \cdot 10^{21}$ άτομα υδρογόνου. Να βρεθούν:

α. η ποσότητα της NH_3 σε mol και σε g.

β. ο αριθμός των ατόμων αζώτου που περιέχονται σε αυτή την ποσότητα της NH_3.

γ. η μάζα αερίου H_2S στην οποία περιέχεται ο ίδιος αριθμός ατόμων υδρογόνου.

32. Η ιμπουπροφαίνη, με μοριακό τύπο $C_{13}H_{18}O_2$, είναι μη στεροειδές αντιφλεγμονώδες φάρμακο με αναλγητική και αντιπυρετική δράση. Ένα δισκίο με δραστικό συστατικό την ιμπουπροφαίνη έχει μάζα 2 g και περιεκτικότητα 20,6% μάζα προς μάζα σε δραστικό συστατικό. Να υπολογιστούν:



α. ο αριθμός mol ιμπουπροφαίνης ανά δισκίο.

β. ο αριθμός ατόμων άνθρακα που περιέχεται σε αυτή την ποσότητα ιμπουπροφαίνης.

33. Μία χημική ένωση Α η οποία αποτελείται από άζωτο και οξυγόνο έχει $M_r = 44$ και περιεκτικότητα σε άζωτο 63,63% μάζα προς μάζα.

α. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος της Α και να ονομαστεί. **β.** Πόσα άτομα αζώτου περιέχονται σε 0,88 g της Α;

34. Μία οργανική ένωση Α έχει περιεκτικότητα 80% μάζα προς μάζα σε C και 20% μάζα προς μάζα σε H. $18{,}06 \cdot 10^{22}$ μόρια της Α έχουν μάζα ίση με 9 g. Να βρεθούν:

α. η σχετική μοριακή μάζα της Α. **β.** ο μοριακός τύπος της Α.

35. Να βρεθεί ο μοριακός τύπος της ένωσης με μοριακό τύπο SO_X, αν ξέρουμε ότι 2 mol της Α έχουν μάζα ίση με τη μάζα 1 mol Br_2.

36. Πόσα γραμμάρια οξυγόνου πρέπει να ενωθούν με μαγνήσιο ώστε να παραχθούν 0,5 mol Mn_3O_4;

37. Κατά την ανάλυση ενός οξειδίου του στοιχείου Χ με μοριακό τύπο ΧΟ βρέθηκε ότι σε 3,6 g του οξειδίου περιέχονται 0,8 g οξυγόνου. Να βρεθεί η σχετική ατομική μάζα του Χ ($A_{r,O}$ = 16).

38. Να βρεθούν οι σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων Α και Β αν είναι γνωστό ότι: 0,3 mol της χημικής ένωσης AB_3 έχουν μάζα 5,1 g και η χημική ένωση A_2B_4 έχει περιεκτικότητα 12,5% μάζα προς μάζα σε Β.

39. Τα χημικά στοιχεία Χ και Ψ σχηματίζουν τις χημικές ενώσεις ΧΨ και $X_2Ψ_5$. Αν 0,1 mol της ΧΨ ζυγίζουν 3,0 g και 0,05 mol της $X_2Ψ_5$ ζυγίζουν 5,4 g, να υπολογιστούν οι σχετικές ατομικές μάζες των Χ και Ψ.

40. Μία οργανική ένωση Α αποτελείται από C, H και O. Η αναλογία ατόμων C και H στο μόριο είναι 1/2 αντίστοιχα και η αναλογία ατόμων H και O στο μόριο είναι 2/1. Αν γνωρίζουμε ότι $12{,}06 \cdot 10^{22}$ μόρια Α έχουν μάζα 6 g, να βρεθεί ο μοριακός τύπος της.

41. Αέριο μείγμα αποτελείται από N_2 και O_2. 0,2 mol μείγματος έχουν μάζα 5,8 g. Να υπολογιστούν:

α. ο αριθμός mol από κάθε αέριο που περιέχεται στο μείγμα.

β. η μάζα κάθε συστατικού του μείγματος.

γ. η % μάζα προς μάζα σύσταση του μείγματος.

δ. ο αριθμός ατόμων οξυγόνου που περιέχονται στο μείγμα.

42. Αέριο μείγμα αποτελείται από μεθάνιο (CH_4) και προπάνιο (C_3H_8). Το μείγμα έχει μάζα 7,6 g και περιέχει τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα με αυτόν που περιέχεται σε 0,25 mol C_2H_2. Να βρεθούν:

α. η αναλογία mol CH_4 και C_3H_8 στο μείγμα.

β. η % μάζα προς μάζα σύσταση του μείγματος.

43. 88 g μείγματος των μονοατομικών στοιχείων Α και Β περιέχουν $6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα του Α και $12{,}04 \cdot 10^{23}$ άτομα του Β. Αν η $A_{r,A}$ = 40, να βρεθεί η σχετική ατομική μάζα του Β.

44. Ο πυρίτης είναι ένα ορυκτό με μεταλλική όψη που βγάζει σπίθες όταν χτυπηθεί με χάλυβα και αποτελείται κυρίως από θειούχα άλατα του σιδήρου. Μείγμα FeS και FeS_2 έχει μάζα 32,8 g και περιεκτικότητα σε θείο (S) 48,8% μάζα προς μάζα. Να βρεθεί η σύσταση του μείγματος σε mol.

45. $6{,}02 \cdot 10^{22}$ μόρια του οξειδίου με τύπο ΑΟ έχουν μάζα 7,20 g. $6{,}02 \cdot 10^{22}$ μόρια μείγματος οξειδίου με τύπο ΒΟ και ΑΟ έχουν μάζα 7,56 g. Αν η αναλογία mol ΒΟ και ΑΟ στο μείγμα είναι 2/3 να βρεθούν οι σχετικές ατομικές μάζες των Α και Β ($A_{r,O}$ = 16).

ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ ...

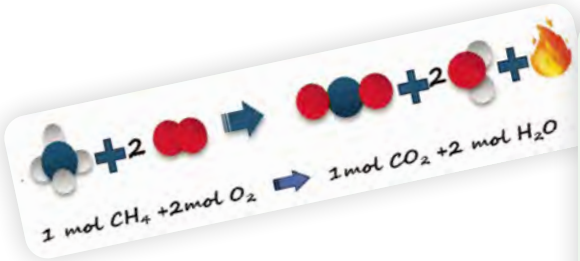
Η έννοια του mole – Φύλλο αξιολόγησης

Διαδραστικό κουίζ

Εννοιολογικός χάρτης

Παίζοντας στον κόσμο των mol

6.2 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί



Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να υπολογίζετε** την απαιτούμενη ποσότητα ενός αντιδρώντος για να αντιδράσει με συγκεκριμένη ποσότητα άλλου αντιδρώντος.
- **Να υπολογίζετε** την απαιτούμενη ποσότητα ενός αντιδρώντος για να παραχθεί ορισμένη ποσότητα προϊόντος.

Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί ονομάζονται οι υπολογισμοί των ποσοτήτων των χημικών ουσιών με τις οποίες παίρνουν μέρος σε μια χημική αντίδραση και οι οποίες καθορίζονται από τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης της αντίδρασης.

Οι συντελεστές των χημικών εξισώσεων παρέχουν τις ακόλουθες πληροφορίες:

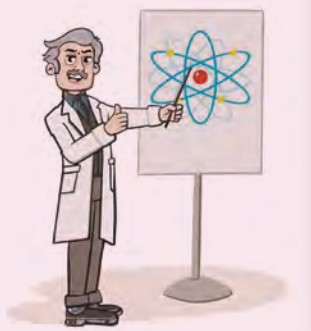
- την αναλογία mol ατόμων ή μορίων με τα οποία τα αντιδρώντα και τα προϊόντα παίρνουν μέρος στην αντίδραση
- την αναλογία μαζών με τις οποίες τα αντιδρώντα και τα προϊόντα παίρνουν μέρος στην αντίδραση αφού μετατρέψουμε την αναλογία mol σε g με βάση τον τύπο: $\mathbf{m = n(mol)\cdot M(\frac{g}{mol})}$ όπου M η μοριακή μάζα.

Παράδειγμα 1: Η ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ ΑΠΟ ΑΖΩΤΟ ΚΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟ					
	$N_2(g)$	**+**	**$3H_2(g)$**	**→**	**$2NH_3(g)$**
μόρια	1 μόριο N_2	→	3 μόρια H_2	→	2 μόρια NH_3
mol	1 mol N_2	→	3 mol H_2	→	2 mol NH_3
μάζες	28 g N_2	→	$3 \cdot 2$ g H_2	→	$2 \cdot 17$ g NH_3

Παράδειγμα 2: Η ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗ ΤΟΥ HNO_3 / $Ca(OH)_2$							
	$2HNO_3(aq)$	**+**	**$Ca(OH)_2(aq)$**	**→**	**$Ca(NO_3)_2$ (aq)**	**+**	**$2H_2O(l)$**
mol	2 mol HNO_3	→	1 mol $Ca(OH)_2$	→	1 mol $Ca(NO_3)_2$	→	2 mol H_2O
μάζες	$2 \cdot 63$ g HNO_3	→	74 g $Ca(OH)_2$	→	164 g $Ca(NO_3)_2$	→	$2 \cdot 18$ g H_2O

Διαδραστικό βιντεοπείραμα

Και κάτι παραπάνω...



Ειδικά για τα αέρια αντιδρώντα και προϊόντα των αντιδράσεων

Οι συντελεστές μάς πληροφορούν και για την αναλογία όγκων με τους οποίους τα **αέρια** αντιδρώντα και τα **αέρια** προϊόντα παίρνουν μέρος στην αντίδραση, εφόσον **οι όγκοι είναι μετρημένοι στις ίδιες συνθήκες**.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

1 όγκος N_2 αντιδρά πλήρως με 3 όγκους H_2 και παράγει 2 όγκους NH_3.

Διερευνητικά ερωτήματα

1. Τα αντιδρώντα σώματα αντιδρούν πάντοτε μεταξύ τους πλήρως, ανεξάρτητα από τις ποσότητες που χρησιμοποιούνται;

Τα αντιδρώντα αντιδρούν πλήρως μόνο όταν βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία ή αλλιώς σε στοιχειομετρικές ποσότητες.

Στοιχειομετρικές ποσότητες αντιδρώντων: Είναι οι ακριβώς απαιτούμενες ποσότητες των αντιδρώντων, ώστε να αντιδράσουν πλήρως μεταξύ τους. Όταν τα αντιδρώντα βρίσκονται σε **στοιχειομετρική αναλογία**, η αναλογία των mol είναι και αναλογία των συντελεστών στη χημική εξίσωση της αντίδρασης.

Παράδειγμα 19

Για τη σύνθεση της NH_3 σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$\mathbf{N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)}$$

για να έχουμε το N_2 και το H_2 σε στοιχειομετρικές ποσότητες πρέπει:

$\frac{n_{N2}}{n_{H2}} = \frac{1}{3}$ δηλαδή, αν χρησιμοποιήσουμε 4 mol N_2, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε 12 mol H_2, ώστε να αντιδράσουν πλήρως.

Εφαρμογή 15

Πόσα mol HNO_3 πρέπει να αναμείξουμε με 4 mol $Ca(OH)_2$, ώστε να βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$\mathbf{2HNO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow Ca(NO_3)_2\,(aq) + 2H_2O(l)}$$

Απάντηση: 8 mol

2. Τι συμβαίνει όταν οι ποσότητες των αντιδρώντων δεν είναι στοιχειομετρικές;

Όταν τα αντιδρώντα δεν είναι σε στοιχειομετρικές ποσότητες, το ένα από τα αντιδρώντα αντιδρά πλήρως, ενώ μια ποσότητα από το άλλο περισσεύει στο τέλος της αντίδρασης. Αυτό το αντιδρών λέμε ότι βρίσκεται **σε περίσσεια**. Σε αυτή την περίπτωση οι στοιχειομετρικοί υπολογισμοί γίνονται με βάση τον αριθμό του αντιδρώντος που δεν είναι σε περίσσεια.

Παράδειγμα 20

Για τη σύνθεση της NH_3 σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$\mathbf{N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)}$$

για να έχουμε το N_2 και το H_2 σε στοιχειομετρικές ποσότητες πρέπει:

$\frac{n_{N2}}{n_{H2}} = \frac{1}{3}$ Αν χρησιμοποιήσουμε 4 mol N_2, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε 12 mol H_2, ώστε να αντιδράσουν πλήρως. Αν χρησιμοποιήσουμε 4 mol N_2, και 15 mol H_2, το H_2 θα είναι σε περίσσεια. Θα αντιδράσει όλο το N_2 με 12 mol H_2 και θα περισσέψουν (15-12)=3 mol H_2.

3. Υπάρχουν αντιδράσεις στις οποίες κανένα από τα αντιδρώντα δεν αντιδρά πλήρως;

Σε ορισμένες αντιδράσεις, ένα μόνο μέρος των ποσοτήτων των αντιδρώντων σωμάτων αντιδρά και παράγει προϊόντα, και τελικά παραμένουν ποσότητες και από τα αντιδρώντα και από τα προϊόντα. Οι αντιδράσεις αυτές χαρακτηρίζονται αμφίδρομες και χαρακτηρίζονται από ένα μέγεθος που ονομάζεται απόδοση της αντίδρασης, αλλά ξεφεύγουν από τα όρια ανάλυσης αυτού του βιβλίου.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Α. Ασκήσεις με στοιχειομετρικούς υπολογισμούς στις οποίες τα αντιδρώντα αντιδρούν πλήρως

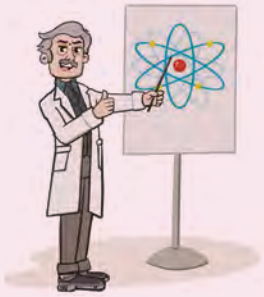
Οι στοιχειομετρικές ασκήσεις στηρίζονται στις χημικές εξισώσεις οι οποίες αναπαριστούν τις χημικές αντιδράσεις και είναι απαραίτητο να γραφεί σωστά η χημική εξίσωση τόσο σε ό,τι αφορά τους χημικούς τύπους αντιδρώντων - προϊόντων όσο και σε ό,τι αφορά τους συντελεστές τους. Θα δουλεύουμε ως εξής:

1. Αν δίνονται μάζες αντιδρώντων ή προϊόντων σωμάτων ή ποσότητες διαλυμάτων και οι περιεκτικότητές τους, υπολογίζουμε τις ποσότητες των σωμάτων και τις μετατρέπουμε σε αριθμό mol με τη βοήθεια των τύπων:

$$n = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \quad \text{και} \quad n = c\left(\frac{mol}{L}\right)\cdot V\,(L)$$

   Αν οι ποσότητες των αντιδρώντων δεν είναι γνωστές, θέτουμε ως άγνωστο τον αριθμό των mol, ενός των αντιδρώντων.
2. Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης και τη στοιχειομετρία, δηλαδή την αναλογία των mol με την οποία αντιδρούν και παράγονται τα αντιδρώντα και τα προϊόντα της.
3. Αν τα αντιδρώντα αντιδρούν πλήρως, ανάγουμε τον αριθμό mol του αντιδρώντος που γνωρίζουμε ή έχουμε ορίσει ως άγνωστο στη στοιχειομετρία και υπολογίζουμε τα υπόλοιπα αντιδρώντα και προϊόντα.
4. Αν η άσκηση ζητά να υπολογιστεί η μάζα ή ο όγκος ή η περιεκτικότητα διαλύματος μετά τον υπολογισμό του αριθμού των mol κάνουμε τις απαιτούμενες μετατροπές.

Ας θυμηθούμε...



% μάζα προς μάζα: εκφράζει τα g της διαλυμένης ουσίας ανά 100 g διαλύματος

% μάζα προς όγκο: εκφράζει τα g της διαλυμένης ουσίας ανά 100 mL διαλύματος

Παράδειγμα 21

Καίγονται 16 g θείου με το απαραίτητο οξυγόνο και παράγεται SO_2. Να υπολογιστεί η μάζα του SO_2 που παράγεται. Δίνεται: $A_{r,S} = 32$, $A_{r,O} = 16$.

Δεδομένα	Ζητούμενα
16 g S	m_{SO_2} = ;

Υπολογίζουμε τον αριθμό mol του S που θα καούν από τη μάζα του:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{16g}{32\frac{g}{mol}} = 0{,}5\,mol$$

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της καύσης και ανάγουμε στη στοιχειομετρία τον αριθμό mol S που καίγονται:

mol	$S + O_2 \rightarrow SO_2$
Αντιδρούν/παράγονται	**0,5**→0,5 → 0,5

Παράγονται 0,5 mol SO_2.

Η $Mr,SO_2 = 32 + 2 \cdot 16 = 64$, επομένως $MSO_2 = 64$ g/mol.

Για να υπολογίσουμε τη μάζα του, θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση:

$m = n \cdot M = 0{,}5\ mol \cdot 64\ g/mol = 32\ g$

Επομένως εκλύονται: **32 g αέριου SO_2**

Η χημική εξίσωση μας δείχνει ότι:

1 mol S → 1 mol O_2 → 1 mol SO_2

Η στοιχειομετρία της αντίδρασης θα μπορούσε να εφαρμοστεί και ως αναλογία:

$$\frac{1\ mol\ S}{0{,}5\ mol\ S} = \frac{1\ mol\ O_2}{n_{O_2}} = \frac{1\ mol\ SO_2}{n_{SO_2}}$$

Από την αναλογία: $n_{SO_2} = 0{,}5$ mol

Εφαρμογή 16

Καίγονται 48 g άνθρακα με το απαραίτητο οξυγόνο και παράγεται CO_2. Να υπολογιστεί η μάζα του παραγόμενου CO_2. Δίνονται: $A_{r,C} = 12$, $A_{r,O} = 16$

Απαντήσεις: $m_{CO_2} = 176$ g

Παράδειγμα 22

Σε ορισμένη ποσότητα στερεού $CaCO_3$ επιδρούμε με διάλυμα HCl και εκλύονται 17,6 g αερίου. Να υπολογιστούν:

α. Η μάζα του $CaCO_3$ που αντέδρασε.

β. Ο αριθμός mol HCl που χρησιμοποιήθηκαν.

Δεδομένα	Ζητούμενα
$m_{αερίου} = 17,6$ g	$m_{CaCO_3} = ;$ $n_{HCl} = ;$

Θεωρούμε ότι αντιδρούν n mol $CaCO_3$ και γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης.
Ανάγουμε στη στοιχειομετρία τα άγνωστα mol $CaCO_3$.

mol	$CaCO_3 + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$
Αντ/Παρ	n → 2n → n → n

Η χημική εξίσωση μας δείχνει ότι:
1 mol $CaCO_3$ → 2 mol HCl → 1mol $CaCl_2$ → mol CO_2
Η στοιχειομετρία της αντίδρασης θα μπορούσε να εφαρμοστεί και ως αναλογία:

$$\frac{1\ \text{mol}\ CaCO_3}{n} = \frac{2\ \text{mol HCl}}{n_{HCl}} = \frac{1\ \text{mol}\ CaCl_2}{n_{CaCl_2}} = \frac{1\ \text{mol}\ CO_2}{n_{CO_2}}$$

Από την αναλογία: $n_{CO2} = n$

Γνωρίζουμε ότι εκλύονται 17,6 g αερίου, το οποίο είναι το CO_2.
Υπολογίζουμε τον αριθμό των mol του CO_2 από τη μάζα του:

$$n_{CO_2} = \frac{m}{M} = \frac{17,6}{44\frac{g}{mol}} = 0,40\ \text{mol}$$

και τον εξισώνουμε με τον αριθμό των mol που υπολογίζονται στη στοιχειομετρία:
n = 0,40 mol.

α. Αντέδρασαν n = 0,40 mol $CaCO_3$ και
$Fr,CaCO_3 = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$, επομένως $MCaCO_3 = 100$ g/mol
$n \cdot M = 0,40\ \text{mol} \cdot 100\ \text{g/mol}$ **= 40 g**

β. Αντέδρασαν 2n = 0,8 mol HCl

Εφαρμογή 17

Σε ορισμένη ποσότητα στερεού NH_4Br επιδρούμε με διάλυμα KOH 0,5 M και εκλύονται 5,1 g αερίου. Να υπολογιστούν:

α. Η μάζα του NH_4Br που αντέδρασε.

β. Ο αριθμός mol KOH που χρησιμοποιήθηκαν.

Δίνονται: $A_{rN}=14$, $A_{r,Br}=80$, $A_{r,H}=1$

Απαντήσεις: α. 29,4 g NH_4Br, β. 0,3 mol KOH

Παράδειγμα 23

Το διάλυμα Δ1 έχει περιεκτικότητα σε H_2SO_4 19,6% μάζα προς όγκο. Το διάλυμα Δ2 έχει περιεκτικότητα σε ΚΟΗ 11,2% μάζα προς όγκο.

α. Πόσα mL του διαλύματος $Δ_2$ πρέπει να αναμειχθούν με 400 mL διαλύματος Δ1, ώστε να επέλθει πλήρης εξουδετέρωση;

β. Ποια θα είναι η % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα του τελικού διαλύματος σε διαλυμένη ουσία;

γ. Το τελικό διάλυμα θερμαίνεται και εξατμίζεται όλο το νερό. Ποια θα είναι η μάζα του στερεού υπολείμματος;

Δεδομένα	Ζητούμενα
Δ1: H_2SO_4 19,6% μάζα προς όγκο **V_1= 400 mL** **Δ2: ΚΟΗ 11,2% μάζα προς όγκο**	**α. V_2 = ;** **β. % μάζα προς όγκο = ;** **γ. $m_{στερεού}$= ;**

Από την % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα και τον όγκο του διαλύματος Δ1 θα υπολογίσουμε αρχικά τη μάζα και στη συνέχεια τον αριθμό mol H_2SO_4 που θα εξουδετερωθούν:

M_{r,H_2SO_4} = 98 και $M_{H_2SO_4}$ = 98 g/mol

Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 19,6 g H_2SO_4

Σε 400 mL περιέχονται m

m = 78,4 g H_2SO_4

$$n = \frac{m}{M} = \frac{78,4\ g}{98\ \frac{g}{mol}} = 0,8\ mol\ H_2SO_4$$

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της εξουδετέρωσης και ανάγουμε στη στοιχειομετρία τον αριθμό mol του H_2SO_4 που υπολογίσαμε:

mol	H_2SO_4 +2ΚΟΗ → K_2SO_4 +2 H_2O
Αντ/Παρ	0,8 → 2·0,8 → 0,8

Η χημική εξίσωση μας δείχνει ότι:

1 mol H_2SO_4 → 2 mol ΚΟΗ → 1mol K_2SO_4

Η στοιχειομετρία της αντίδρασης θα μπορούσε να εφαρμοστεί και ως αναλογία:

$$\frac{1\ mol\ H_2SO_4}{0,8\ mol} = \frac{2\ mol\ KOH}{n_{KOH}} = \frac{1\ mol\ K_2SO_4}{n_{K_2SO_4}}$$

Από την αναλογία: n_{KOH} = 1,6 mol

Από τη στοιχειομετρία βλέπουμε ότι απαιτούνται n_{KOH} = 1,6 mol και παράγονται n_{K2SO4} = 0,8 mol,

α. Θα υπολογίσουμε τη μάζα του ΚΟΗ που απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση και στη συνέχεια από την περιεκτικότητα του διαλύματος Δ2 τον όγκο στον οποίο περιέχεται.

$F_{r,KOH}$ = 39 + 17 = 56. Επομένως: **M_{KOH} = 56 g/mol**

m_{KOH} = n · M = 1,6 mol · 56 g/mol = **89,6 g**

Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται 11,2 g ΚΟΗ
Σε V_2 περιέχονται 89,6 g
} Επομένως: V_2 = 800 mL

β. Το τελικό διάλυμα έχει όγκο ίσο με το άθροισμα των όγκων των δύο διαλυμάτων που αναμείχθηκαν: $V = V_1 + V_2$ = (400 + 800) mL και περιέχει n = 0,8 mol K_2SO_4, το οποίο είναι το προϊόν της αντίδρασης. Επομένως:

F_{r,K_2SO_4} = 174 και M = 174 g/mol

$m_{K_2SO_4}$ = n · M = 0,8 mol · 174 g/mol = **139,2 g**

Στα 1.200 mL διαλύματος περιέχονται 139,2 g K_2SO_4

Στα 100 mL περιέχονται m g

m = 11,6 K_2SO_4

δηλαδή 11,6% μάζας προς όγκο σε K_2SO_4

γ. Όταν εξατμιστεί όλο το νερό, θα απομείνει ως στερεό υπόλειμμα μόνο το K_2SO_4.

Εφαρμογή 18

Το διάλυμα Δ1 έχει περιεκτικότητα σε $Ca(OH)_2$ 0,74% μάζα προς όγκο. Το διάλυμα Δ2 έχει περιεκτικότητα σε HI 1,28% μάζα προς όγκο.

α. Πόσα mL του διαλύματος $Δ_1$ πρέπει να αναμειχθούν με 40 mL διαλύματος Δ2, ώστε να επέλθει πλήρης εξουδετέρωση;

β. Ποια θα είναι η % μάζα προς όγκο του τελικού διαλύματος σε διαλυμένη ουσία;

γ. Το τελικό διάλυμα θερμαίνεται και εξατμίζεται όλο το νερό. Ποια θα είναι η μάζα του στερεού υπολείμματος;

Δίνονται: $A_{r,Ca} = 40$, $A_{r,I} = 127$, $A_{r,H} = 1$, $A_{r,O} = 16$

Απαντήσεις: α. V_2 = 20 mL
β. 0,97% μάζα προς όγκο CaI_2
γ. 0,59 g CaI_2

Β. Ασκήσεις στις οποίες το αντιδρών δεν είναι καθαρό, δηλαδή περιέχει προσμείξεις

Ο κόσμος μας αποτελείται κυρίως από μείγματα τα οποία αποτελούνται από πολλές διαφορετικές χημικές ουσίες. Έτσι, οι φυσικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για την παραγωγή προϊόντων μέσω των χημικών αντιδράσεων είναι μείγματα και γι' αυτό η διαδικασία προσδιορισμού της σύστασης ενός μείγματος με στοιχειομετρικούς υπολογισμούς είναι μια σημαντική δεξιότητα.

Σε κάποιες περιπτώσεις οι φυσικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται ως αντιδρώντα δεν είναι καθαρές και περιέχουν ξένες ουσίες, συνήθως αδρανείς, οι οποίες χαρακτηρίζονται προσμείξεις. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στα φάρμακα, στα οποία κατά κανόνα η δραστική ουσία μετέχει σε μικρό ποσοστό, ενώ οι αδρανείς ουσίες οι οποίες ονομάζονται έκδοχα είναι το συστατικό στη μεγαλύτερη αναλογία. Σε άλλες περιπτώσεις τα προϊόντα ή τα αντιδρώντα περιέχουν μη επιτρεπτές ξένες ουσίες, δηλαδή είναι νοθευμένα.

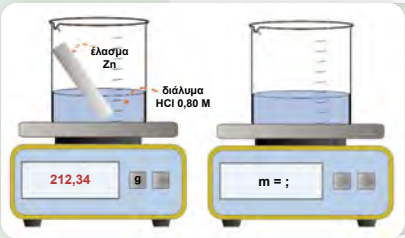
Η **περιεκτικότητα ενός δείγματος** στην επιθυμητή ουσία ονομάζεται **καθαρότητα του δείγματος** και συνήθως εκφράζεται σε % μάζα προς μάζα. Για παράδειγμα, ένα δείγμα βωξίτη με καθαρότητα 63% μάζα προς μάζα σε Al_2O_3, περιέχει 63 g Al_2O_3 σε 100 g δείγματος.

Η **περιεκτικότητα ενός δείγματος σε ανεπιθύμητες προσμείξεις** ονομάζεται **νοθεία** του δείγματος και συνήθως εκφράζεται σε % μάζα προς μάζα.

Επίσης, ένα δείγμα ζάχαρης που περιέχει 88 g ζάχαρης σε 100 g δείγματος και 12 g ανεπιθύμητες προσμείξεις είναι νοθευμένο κατά 12%.

Συνήθως οι προσμείξεις είναι αδρανείς, δηλαδή παραμένουν χωρίς να αντιδράσουν.

- Αν σε μία άσκηση δίνεται η % καθαρότητα του δείγματος, υπολογίζουμε τη μάζα και στη συνέχεια τον αριθμό mol της ουσίας που μας ενδιαφέρει και αυτή την ποσότητα ανάγουμε στη στοιχειομετρία.
- Αν σε μία άσκηση δεν δίνεται η % καθαρότητα του δείγματος, θεωρούμε ότι στη διαθέσιμη ποσότητα δείγματος περιέχονται n mol της καθαρής ουσίας και αφού τα υπολογίσουμε από τη στοιχειομετρία της αντίδρασης, υπολογίζουμε τη μάζα της καθαρής ουσία και κάνουμε αναγωγή στα 100 g.



Παράδειγμα 24

Ένα δείγμα ελάσματος ψευδαργύρου έχει καθαρότητα 80% μάζα προς μάζα και εισάγεται σε ποτήρι ζέσεως, το οποίο βρίσκεται πάνω σε ηλεκτρονικό ζυγό, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Να υπολογίσετε:

α. τη μάζα του ελάσματος ψευδαργύρου που μπορεί να αντιδράσει πλήρως με 0,16 mol HCl

β. την ένδειξη του ηλεκτρονικού ζυγού στο τέλος της αντίδρασης και να εξηγήσετε τη διαφορά στη μάζα από την αρχική ένδειξη.

Να θεωρήσετε ότι οι προσμείξεις είναι αδρανείς.

Έστω ότι στην ποσότητα δείγματος που θα αντιδράσει περιέχονται n mol καθαρού Zn.

Ο Zn αντιδρά με το HCl με αντίδραση απλής αντικατάστασης, γιατί είναι μέταλλο δραστικότερο του υδρογόνου, ενώ οι προσμείξεις δεν αντιδρούν.

Δεδομένα	Ζητούμενα
Zn	
0,16 mol HCl	**α. m = ;**
80% καθαρότητα	**β. ένδειξη ζυγού;**

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης του Zn και ανάγουμε στη στοιχειομετρία τα άγνωστα mol.

mol	$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
Αντ/Παρ	$n \rightarrow 2n \rightarrow n \rightarrow n$

α. Γνωρίζουμε τον αριθμό mol του HCl που χρησιμοποιήθηκαν και θα τα εξισώσουμε με αυτά που υπολογίζονται από τη στοιχειομετρία (2n mol HCl).

n_{HC}Επομένως: 2n = 0,16 mol και n = 0,08 mol

Θα υπολογίσουμε τη μάζα του καθαρού Zn στο δείγμα και στη συνέχεια αξιοποιώντας την % καθαρότητα θα υπολογίσουμε την ποσότητα του ακάθαρτου δείγματος που πρέπει να χρησιμοποιηθεί.

$m_{Zn} = n \cdot M = 0{,}08\ mol \cdot 65\ g/mol = 5{,}20\ g$

Σε 100 g δείγματος περιέχονται 80 g Zn

Σε m περιέχονται 5,20 g Zn

m = 6,5 g ακάθαρτου δείγματος

Επομένως, μπορούν να αντιδράσουν πλήρως **6,5 g ακάθαρτου ελάσματος**.

β. Από την αντίδραση παράγονται n mol αέριου H_2, το οποίο διαφεύγει στην ατμόσφαιρα επειδή το δοχείο στο οποίο πραγματοποιείται η αντίδραση είναι ανοικτό.

Η μάζα του H_2 που εκλύεται είναι $m_{H2} = n \cdot M = 0{,}08\ mol \cdot 2\ g/mol = 0{,}16\ g$.

Επομένως, η ένδειξη του ζυγού στο τέλος της αντίδρασης θα είναι:

$$m_1 - m_{H2} = 212{,}34 - 0{,}16 = \mathbf{212{,}18\ g}.$$

Εφαρμογή 19

Ο βωξίτης είναι ένα πέτρωμα του Al_2O_3, από το οποίο παράγεται κυρίως το εξαιρετικά χρήσιμο αλουμίνιο με μια ενεργοβόρα ηλεκτρολυτική διαδικασία. Ένα δείγμα βωξίτη έχει καθαρότητα 51,0% μάζα προς μάζα σε Al_2O_3. Πόσα γραμμάρια δείγματος βωξίτη θα αντιδράσουν πλήρως με 1,18 g H_2SO_4;

Να θεωρήσετε ότι οι προσμείξεις είναι αδρανείς.

Δίνονται: $A_{r,Al} = 27$, $A_{r,O} = 16$

Απάντηση: 0,80 g δείγματος

Παράδειγμα 25

Ο ασβεστόλιθος είναι ένα ιζηματογενές πέτρωμα με βασικό συστατικό τον ασβεστίτη $CaCO_3$. Σε κάποιες περιπτώσεις περιέχει απολιθώματα, από τα οποία μπορούν να εκτιμηθούν η ηλικία και η προέλευσή του. Η μεταμόρφωση του ασβεστόλιθου δίνει στο πέτρωμα εντονότερο κρυσταλλικό χαρακτήρα, σχηματίζοντας το μάρμαρο. Η Ελλάδα, η οποία καλύπτεται κατά 65% από ασβεστολιθικά πετρώματα, έχει μεγάλο αριθμό υπόγειων σπηλαίων, βαράθρων και ποταμών, που είναι χαρακτηριστικοί καρστικοί σχηματισμοί των ασβεστόλιθων.

Σε ένα σχολικό εργαστήριο εξετάζεται η καθαρότητα σε ένα δείγμα ασβεστόλιθου. Το δείγμα εισάγεται σε ποτήρι ζέσεως το οποίο είναι τοποθετημένο σε ηλεκτρονικό ζυγό μετά τη λήψη απόβαρου και σημειώνεται η ένδειξη του ζυγού. Στη συνέχεια εισάγεται περίσσεια διαλύματος H_2SO_4 και σημειώνεται και πάλι η ένδειξη του ζυγού. Παρατηρείται αναβρασμός και έκλυση ενός αερίου το οποίο δεν συντηρεί τη φλόγα. Όταν ολοκληρώνεται η παραγωγή φυσαλίδων, σημειώνεται εκ νέου η ένδειξη του ζυγού.

α. Να συμπληρωθεί ο πίνακας μαζών που ακολουθεί με τη βοήθεια της εικόνας.

β. Να υπολογιστεί η % καθαρότητα του δείγματος σε $CaCO_3$.

Δεδομένα	Ζητούμενα
$m_{στερεού}$ = 5,50 g	% καθαρότητα $CaCO_3$ = ;

α.

Μάζα ασβεστόλιθου	Μάζα ποτηριού αμέσως μετά την προσθήκη διαλύματος H_2SO_4	Μάζα διαλύματος στο τέλος της αντίδρασης	Μεταβολή της μάζας του διαλύματος στο τέλος της αντίδρασης
5,50 g	250,60 g	248,40 g	250,60-248,40 = 2,20 g

Παρατηρούμε ότι η μάζα του τελικού διαλύματος είναι μικρότερη από τη μάζα που προέκυψε αμέσως μετά την προσθήκη του διαλύματος του οξέος κατά 2,20 g.

Αυτή η μεταβολή της μάζας οφείλεται στη μάζα του αερίου που παράγεται από την αντίδραση και ελευθερώνεται, εκλύεται, στο περιβάλλον. Επομένως: m_{CO2} = 2,20 g.

β. Έστω ότι στην ποσότητα του δείγματος που έχουμε περιέχονται n mol $CaCO_3$.

Το $CaCO_3$ αντιδρά με το H_2SO_4, ενώ οι προσμείξεις δεν αντιδρούν. Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης και ανάγουμε στη στοιχειομετρία τα άγνωστα mol.

mol	$CaCO_3$ + H_2SO_4 → $CaSO_4$ + CO_2 + H_2O
Αντ/Παρ	n → n → n → n → n

Από την αντίδραση παράγεται αέριο CO_2. Η συνολική ποσότητα του παραγόμενου αερίου είναι n mol CO_2 και η μάζα του είναι 2,20 g.

$$n_{CO_2} = \frac{m}{M} = \frac{2{,}20\,g}{44\,\frac{g}{mol}} = 0{,}05\ mol \Big\} \mathbf{n = 0{,}05\ mol}\,(1)$$

Επομένως, στα 5,5 g δείγματος υπάρχουν 0,05 mol $CaCO_3$ και η μάζα του καθαρού $CaCO_3$ θα είναι:

$$m_{CaCO_3} = n \cdot M_{CaCO_3} = 0{,}05\,mol \cdot 100\,\frac{g}{mol} = 5{,}00\ g$$

Για να βρούμε την % καθαρότητα, θα κάνουμε αναγωγή των ποσοτήτων των ουσιών στα 100 g δείγματος.

Σε 5,50 g δείγματος περιέχονται 5,00 g $CaCO_3$
Σε 100 g περιέχονται m

m = 90,90 g $CaCO_3$

Επομένως, το μείγμα έχει καθαρότητα: **90,90 % μάζα προς μάζα $CaCO_3$**.

Εφαρμογή 20

Το ορυκτό αιματίτης έχει ιζηματογενή προέλευση, περιέχει συγκρυσταλλωμένα μόρια νερού και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα μεταλλεύματα του σιδήρου. Πήρε το όνομά του από τη λέξη αίμα, γιατί η γραμμή που δημιουργεί η σκόνη του είναι αιματέρυθρη. Ένα δείγμα αιματίτη εξετάζεται σε ένα χημικό εργαστήριο και βρίσκεται ότι 20 g δείγματος αντιδρούν πλήρως με 0,3 mol HCl. Να υπολογιστεί η % καθαρότητα σε Fe_2O_3 του δείγματος αιματίτη, αν θεωρηθεί ότι οι προσμείξεις είναι αδρανείς.

Απάντηση: 40% μάζα προς μάζα καθαρότητα

Γ. Ασκήσεις προσδιορισμού της σύστασης μείγματος με στοιχειομετρικούς υπολογισμούς

Συνήθως στις ασκήσεις προσδιορισμού της σύστασης ενός μείγματος απαιτείται η κατάστρωση και επίλυση συστήματος εξισώσεων από τις οποίες υπολογίζονται οι άγνωστες ποσότητες των συστατικών του μείγματος.

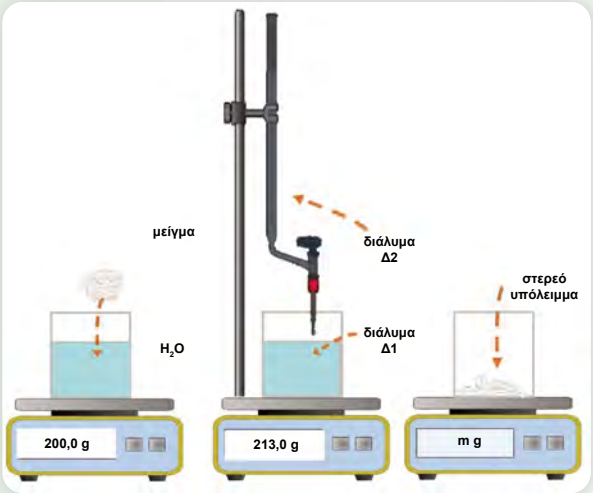
Όταν μία άσκηση μας ζητά να προσδιορίσουμε τη σύσταση ενός μείγματος θα ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

1. Ορίζουμε ως αγνώστους τον αριθμό των mol καθενός συστατικού του μείγματος.
2. Αν δίνεται η μάζα του μείγματος, την εκφράζουμε ως συνάρτηση των άγνωστων mol:

$$m_{\text{μείγματος}} = m_A + m_B + \ldots = n_A \cdot M_{,A} + n_B \cdot M_{,B} + \ldots$$

3. Ελέγχουμε για κάθε συστατικό του μείγματος ξεχωριστά αν αντιδρά.
4. Γράφουμε ξεχωριστά για κάθε συστατικό την αντίδραση και τη στοιχειομετρία του και ανάγουμε στη στοιχειομετρία τα άγνωστα mol του.
5. Υπολογίζουμε από όλες τις στοιχειομετρίες τον συνολικό αριθμό mol των κοινών αντιδρώντων και προϊόντων και τα εξισώνουμε με αυτά που μας δίνονται από τα δεδομένα της άσκησης.
6. Αν έχουμε τόσες εξισώσεις όσοι είναι οι άγνωστοί μας, επιλύουμε το σύστημα και υπολογίζουμε τον αριθμό των mol των συστατικών του μείγματος. Αν η άσκηση ζητά να υπολογιστούν μάζες, όγκοι ή περιεκτικότητες, μετά τον υπολογισμό των mol κάνουμε τις απαραίτητες μετατροπές.

Προσοχή: Δεν είναι απαραίτητο όλα τα συστατικά ενός μείγματος να αντιδρούν με την αντίδραση που περιγράφεται.



Παράδειγμα 26

Μείγμα ΚΟΗ και $Ca(OH)_2$ διαλύεται σε νερό και παρασκευάζεται ένα διάλυμα Δ1, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το διάλυμα Δ1 απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή του 0,15 mol H_2SO_4. Να υπολογιστούν:

α. Η σύσταση του αρχικού μείγματος σε mol.

β. Η μάζα και η % μάζα προς μάζα σύσταση του στερεού υπολείμματος που θα σχηματιστεί αν το τελικό διάλυμα θερμανθεί μέχρι ξηρού.

Δεδομένα	Ζητούμενα
13,0 g μείγματος	$\mathbf{n_{KOH}, n_{Ca(OH)2} = ;}$
$\mathbf{n_{H_2SO_4} = 0{,}15\ mol}$	**% μάζα προς μάζα στερεού υπολείμματος = ;**

Η μάζα του μείγματος είναι 13 g, δηλαδή όση είναι η μεταβολή της μάζας που παρουσιάζεται, όπως φαίνεται στο σχήμα, κατά την παρασκευή του διαλύματος.

Έστω ότι στα 13,0 g μείγματος περιέχονται n_1 mol ΚΟΗ και n_2 mol $Ca(OH)_2$.

Θα εκφράσουμε τη μάζα του μείγματος ως συνάρτηση των άγνωστων mol:

$$\left.\begin{array}{l} m_{\text{μείγματος}} = m_{KOH} + m_{Ca(OH)_2} \\ m_{KOH} = n_1 \cdot M_{KOH} = 56\ n_1 \\ m_{Ca(OH)_2} = n_2 \cdot M_{Ca(OH)_2} = 74\ n_2 \end{array}\right\} \mathbf{m_{\text{μείγματος}} = 56\ n_1 + 74\ n_2 = 13g}\ (1)$$

Το ΚΟΗ και το $Ca(OH)_2$ αντιδρούν με το H_2SO_4 με αντίδραση εξουδετέρωσης. Γράφουμε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων και ανάγουμε στη στοιχειομετρία τα άγνωστα mol.

mol	$2KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$	$Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$
Αντ/Παρ	$n_1 \rightarrow n_1/2 \rightarrow n_1/2$	$n_2 \rightarrow n_2 \rightarrow n_2$

Η συνολική ποσότητα του απαιτούμενου H_2SO_4 για την πλήρη εξουδετέρωση των βάσεων φαίνεται από τη στοιχειομετρία ότι είναι: $n_{H_2SO_4} = n_1/2 + n_2$.

Επομένως: $n_{H_2SO_4} = \mathbf{\frac{n_1}{2} + n_2 = 0{,}15\ mol}\ (2)$

α. Από τις σχέσεις (1) και (2): $\mathbf{n_1 = 0{,}10\ mol\ KOH,\ n_2 = 0{,}10\ mol\ Ca(OH)_2}$.

β. Το στερεό υπόλειμμα είναι τα προϊόντα της αντίδρασης, δηλαδή τα άλατα K_2SO_4 και $CaSO_4$, τα οποία παράγονται από την εξουδετέρωση.

Από τη στοιχειομετρία των αντιδράσεων βλέπουμε ότι έχουν παραχθεί: $n_1/2$ mol K_2SO_4 και n_2 mol $CaSO_4$

$\mathbf{m_{K_2SO_4}} = n_1/2 \cdot M = 0{,}05\ mol \cdot 174\ g/mol = \mathbf{8{,}7\ g}$ και $\mathbf{m_{CaSO_4}} = n_2 \cdot M = 0{,}10\ mol \cdot 136\ g/mol = \mathbf{13{,}6\ g}$.

Η μάζα του στερεού υπολείμματος είναι το άθροισμα των μαζών:

$m_{\text{μείγματος}} = 8,7 + 13,6 = 22,3$ g

Για να βρούμε την % μάζα προς μάζα σύσταση, θα κάνουμε αναγωγή των ποσοτήτων των ουσιών στα 100 g μείγματος.

Σε 22,3 g μείγματος περιέχονται 8,7 g K_2SO_4

Σε 100 g περιέχονται m

m = 39,0 g K_2SO_4

Επομένως, το μείγμα έχει περιεκτικότητα:

39,0% μάζα προς μάζα K_2SO_4 και (100,0-39,0) = 61,0% μάζα προς μάζα $CaSO_4$.

Εφαρμογή 21

Αέριο μείγμα HCl και H_2S μάζας 14,35 g διαλύεται σε νερό, οπότε παρασκευάζεται ένα διάλυμα Δ1. Το διάλυμα Δ1 απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωση του 0,25 mol $Ca(OH)_2$.

Να υπολογιστούν:

α. Η σύσταση του αρχικού μείγματος σε mol.

β. Η % μάζα προς μάζα σύσταση του στερεού υπολείμματος που θα σχηματιστεί αν το τελικό διάλυμα θερμανθεί μέχρι ξηρού.

Απαντήσεις: α. 0,30 mol HCl, 0,10 mol H_2S
β. 23,85 g μείγματος-
69,8% μάζα προς μάζα $CaCl_2$

Παράδειγμα 27

Τα κράματα είναι ομογενή μείγματα που περιέχουν ένα τουλάχιστον μέταλλο και έχουν μεταλλικές ιδιότητες. Είναι γνωστά από την αρχαιότητα και έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα σε κατασκευές και έργα τέχνης, γιατί παρουσιάζουν βελτιωμένες ιδιότητες σε σχέση με τα συστατικά τους. Σε ένα κράμα Zn και Ag επιδρούμε με περίσσεια διαλύματος HCl και εκλύονται 0,2 mol αερίου μετρημένα σε STP και απομένει στερεό υπόλειμμα που έχει μάζα 10,8 g. Να υπολογιστεί η % μάζα προς μάζα σύσταση του κράματος.

Δεδομένα	Ζητούμενα
Zn, Ag **HCl** **0,2 mol αερίου** **$m_{\text{στερεού}}$ = 10,8 g**	**% μάζα προς μάζα = ;**

Έστω ότι στην ποσότητα κράματος που έχουμε περιέχονται n_1 mol Zn και n_2 mol Ag.

Ο Zn αντιδρά με το HCl με αντίδραση απλής αντικατάστασης, γιατί είναι μέταλλο δραστικότερο του υδρογόνου, ενώ ο Ag δεν αντιδρά. Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης του Zn και ανάγουμε στη στοιχειομετρία τα άγνωστα mol.

mol	$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
Αντ/Παρ	$n_1 \rightarrow 2n_1 \rightarrow n_1 \rightarrow n_1$

Από την αντίδραση παράγεται αέριο υδρογόνο. Η συνολική ποσότητα του παραγόμενου αερίου είναι n_1 = 0,2 mol H_2. Το στερεό υπόλειμμα είναι ο Ag ο οποίος δεν αντέδρασε και επομένως δεν διαλύθηκε.

$$m_{Ag} = 10,8 \text{ g}$$

$$n_{Ag} = \frac{m}{M} = \frac{10,8 \text{ g}}{108 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,10 \text{mol}$$

Επομένως, η μάζα του κράματος θα είναι:

$$m_{\text{κράματος}} = m_{Zn} + m_{Ag} = n_1 \cdot M_{Zn} + m_{Ag} = 0,20 \cdot 65 + 10,8 = 23,8 \text{ g}$$

Για να βρούμε την % μάζα προς μάζα σύσταση θα κάνουμε αναγωγή των ποσοτήτων των ουσιών στα 100 g μείγματος.

Σε 23,8 g μείγματος περιέχονται 10,8 g Ag
Σε 100 g περιέχονται m

m = 45,4 g Ag

Επομένως, το μείγμα έχει περιεκτικότητα:

45,4% μάζα προς μάζα Ag και (100,0-45,4) = 54,6% μάζα προς μάζα Zn.

Εφαρμογή 22

Σε ένα κράμα Cu και Fe που έχει μάζα 18,3 g επιδρούμε με περίσσεια διαλύματος HCl και εκλύονται 0,1 mol αερίου μετρημένα σε STP.

Να υπολογιστεί η % μάζα προς μάζα σύσταση του κράματος.

Απάντηση: 69,4% μάζα προς μάζα Cu

Δ. Ασκήσεις με σειρές αντιδράσεων

Σε πολλές στοιχειομετρικές ασκήσεις το προϊόν μιας αντίδρασης χρησιμοποιείται σε μία επόμενη αντίδραση. Στις περιπτώσεις ασκήσεων με διαδοχικές αντιδράσεις θα ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

1. Ακολουθούμε τη σειρά των αντιδράσεων, όπως περιγράφεται στην εκφώνηση της άσκησης.
2. Υπολογίζουμε την ποσότητα του αντιδρώντος της αρχικής αντίδρασης, αν δίνονται στοιχεία (m, V, περιεκτικότητα διαλύματος) για τον υπολογισμό του ή θέτουμε ως άγνωστο τον αριθμό mol.
3. Στο τέλος κάθε αντίδρασης υπολογίζουμε τις ποσότητες των προϊόντων που παράχθηκαν έστω και ως συνάρτηση άγνωστων mol του αρχικού αντιδρώντος.

Παράδειγμα 28

21,2 g στερεού άλατος Na_2CO_3 αντιδρούν με περίσσεια διαλύματος H_2SO_4 σε κατάλληλες συνθήκες και εκλύεται ένα αέριο Α. Το αέριο Α διαβιβάζεται σε περίσσεια διαλύματος $Ca(OH)_2$, οπότε καταβυθίζεται ένα λευκό ίζημα Β. Να υπολογιστεί η μάζα του ιζήματος Β.

Δεδομένα	Ζητούμενα
21,2 g Na_2CO_3 **$H_2SO_4 \rightarrow A \rightarrow Ca(OH)_2 \rightarrow B$**	**m_B = ;**

Υπολογίζουμε τον αριθμό mol του Na_2CO_3:

$$n_{Na_2CO_3} = \frac{m}{M} = \frac{21,2g}{106\frac{g}{mol}} = 0,2 \text{ mol}$$

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης. Επειδή έχουμε περίσσεια H_2SO_4, πλήρως αντιδρά το Na_2CO_3

mol	$Na_2CO_3(s)$	+	$H_2SO_4(aq)$	→	$Na_2SO_4(aq)$	+	$CO_2(g)$	+ $H_2O(l)$
Αντ/Παρ	0,2	→	0,2	→	0,2	→	0,2	

Μετά την αντίδραση

Όπως φαίνεται στον πίνακα, παράγονται 0,2 mol αερίου CO_2.

Το CO_2 αντιδρά με περίσσεια $Ca(OH)_2$, οπότε πλήρως αντιδρά το CO_2.

mol	$CO_2(g)$ +	$Ca(OH)_2(aq)$ →	$CaCO_3(s)$ +	$H_2O(l)$
Αντ/Παρ	-0,2	-0,2	0,2	

Επομένως, καταβυθίζονται ως ίζημα **0,2 mol $CaCO_3$**, δηλαδή
m = n · M = 0,2 mol · 100 g/mol = **20 g $CaCO_3$**

Εφαρμογή 23

0,2 mol H_2SO_4 επιδρούν σε περίσσεια Fe και το αέριο Α που εκλύεται αντιδρά με περίσσεια Cl_2, οπότε παράγεται αέριο προϊόν Β. Να βρεθεί το Β και να υπολογιστεί η μάζα του.

Απάντηση: 14,6 g HCl

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

6.2 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί

1. Καίγονται 6,4 g θείου με το απαραίτητο οξυγόνο και παράγεται SO_2. Να υπολογιστούν:

α. η ποσότητα του απαιτούμενου για την καύση O_2

β. η μάζα του παραγόμενου SO_2.

2. Ο σίδηρος αντιδρά με το διάλυμα HCl με αντίδραση απλής αντικατάστασης με ταυτόχρονη έκλυση αερίου Α.

α. Να γραφεί η χημική εξίσωση της αντίδρασης.

β. Πόσα g Fe πρέπει να αντιδράσουν με υδροχλωρικό οξύ ώστε να παραχθούν 4 g αερίου Α;

3. 7,8 g καλίου αντιδρούν πλήρως με 192,4 g νερό.

α. Να γραφεί η χημική εξίσωση της αντίδρασης.

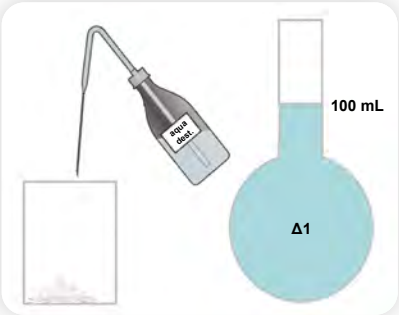
β. Να υπολογιστεί η % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα του διαλύματος που παράγεται.

Η εντυπωσιακή αντίδραση του καλίου με το νερό

4. **α.** Να υπολογιστεί η μάζα του ιωδίου (I_2) και η μάζα του υδρογόνου που απαιτούνται για να παρασκευαστούν 51,2 g HI.

β. Να υπολογιστεί ο όγκος του διαλύματος $Ca(OH)_2$ 0,37% μάζα προς όγκο, ο οποίος μπορεί να εξουδετερώσει πλήρως το παραγόμενο HI.

5. Η χημική ένωση P_2O_5 είναι ένα ισχυρό αφυδατικό, το οποίο χρησιμοποιείται στην οργανική σύνθεση και για την παραγωγή λιπασμάτων. 14,2 g P_2O_5 διαλύονται σε μικρή ποσότητα νερού σε ποτήρι ζέσεως και το διάλυμα μεταφέρεται σε σφαιρική φιάλη των 100 mL και συμπληρώνεται με νερό μέχρι τη χαραγή, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα, οπότε σχηματίζεται διάλυμα Δ1.



Να υπολογιστούν:

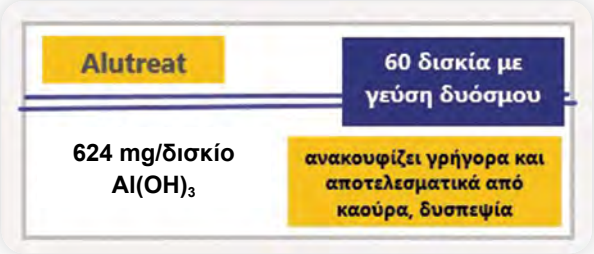
α. Η % μάζα προς όγκο και η % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα του διαλύματος $Δ_1$, αν η πυκνότητα του διαλύματος ρ = 1,05 g/mL.

β. Η μάζα του στερεού KOH που απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση του διαλύματος Δ1.

6. Το Na_2CO_3 είναι μια λευκή άοσμη σκόνη, η οποία είναι γνωστή στο εμπόριο με τις ονομασίες κρυσταλλική σόδα ή σόδα πλύσης. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία του γυαλιού, ως ρυθμιστής του pH των διαλυμάτων, στις πισίνες και ως αποσκληρυντικό του νερού στο πλύσιμο. Να υπολογιστούν η μάζα του άλατος Na_2CO_3 που αντιδρά πλήρως με 0,1 mol HCl και η ποσότητα του αερίου που εκλύεται σε mol.

7. Ένα διάλυμα Δ1 περιέχει 0,01 mol H_3PO_4 σε 100 mL διαλύματος.
Να υπολογιστούν ο όγκος του διαλύματος Δ1 που μπορεί να εξουδετερώσει πλήρως 2,22 g στερεού $Ca(OH)_2$ και η μάζα του ιζήματος που θα σχηματιστεί.

8. Τα αντιόξινα είναι φαρμακευτικά σκευάσματα τα οποία εξουδετερώνουν την οξύτητα του στομάχου και χρησιμοποιούνται για την ανακούφιση της καούρας, της δυσπεψίας και σε κάποιες περιπτώσεις των στομαχικών διαταραχών. Το γαστρικό υγρό ενός ασθενή που υποφέρει από πόνους στο στομάχι περιέχει κάποια στιγμή 0,06 mol HCl.



α. Πόσα γραμμάρια $Al(OH)_3$ πρέπει να καταναλώσει ο ασθενής για την πλήρη εξουδετέρωση του HCl;

β. Το αντιόξινο φάρμακο της παραπάνω εικόνας αναγράφει ως δραστική ουσία το $Al(OH)_3$ με περιεκτικότητα 624 mg ανά δισκίο. Πόσα δισκία πρέπει να καταναλώσει ο ασθενής για να εξουδετερώσει πλήρως το HCl;

9. Σε ορισμένη ποσότητα Na_2CO_3 επιδρούμε με διάλυμα H_2SO_4 που περιέχει 0,5 mol H_2SO_4 σε 1L διαλύματος και παρατηρείται ελάττωση της μάζας του διαλύματος, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

α. Να γραφεί η χημική εξίσωση της αντίδρασης που πραγματοποιείται και να εξηγηθεί πού οφείλεται η ελάττωση της μάζας του διαλύματος.

β. Να υπολογιστούν:

i. Η μάζα του Na_2CO_3 που αντέδρασε.

ii. Ο όγκος του διαλύματος H_2SO_4 που χρησιμοποιήθηκε.

iii. Η μάζα του παραγόμενου άλατος.

10. Πυκνό διάλυμα H_2SO_4 με περιεκτικότητα 98% μάζα προς μάζα και πυκνότητα 1,84 g/mL (Δ1) αναμειγνύεται με την ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα $Ca(OH)_2$ και καταβυθίζονται 6,8 g ιζήματος. Να υπολογιστούν:

α. Η μάζα του $Ca(OH)_2$ που χρησιμοποιήθηκε.

β. Ο όγκος του διαλύματος Δ1 που χρησιμοποιήθηκε.

11. Με ποια αναλογία μαζών πρέπει να αναμειχθούν το $Ca(OH)_2$ με το HBr ώστε να αντιδράσουν πλήρως;

12. Το διάλυμα Δ1 έχει περιεκτικότητα σε NH_4Cl 10,7% μάζα προς όγκο. Το διάλυμα Δ2 έχει περιεκτικότητα σε NaOH 8% μάζα προς όγκο.

α. Πόσα mL του διαλύματος $Δ_2$ πρέπει να αναμειχθούν με 500 mL διαλύματος Δ1 ώστε να αντιδράσουν πλήρως;

β. Ποια θα είναι η % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα του τελικού διαλύματος Δ3 σε διαλυμένη ουσία;

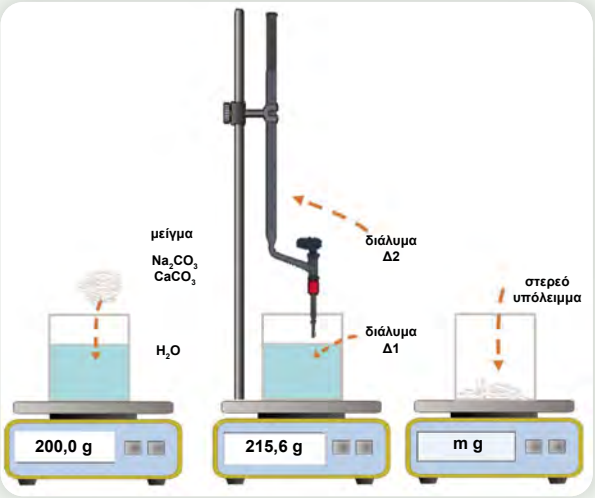
13. Να υπολογιστεί η αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμειχθούν ένα διάλυμα Δ1 KOH 11,20% μάζα προς όγκο με ένα διάλυμα Δ2 H_2SO_4 3,92% μάζα προς όγκο, ώστε να αντιδράσουν πλήρως.

14. 100 mL διαλύματος H_2SO_4 με περιεκτικότητα χ% μάζα προς όγκο εξουδετερώνονται πλήρως από 200 mL διαλύματος KOH με περιεκτικότητα ψ% μάζα προς όγκο.

α. Να βρεθεί ο λόγος των περιεκτικοτήτων των δύο διαλυμάτων, χ/ψ.

β. Αν ο ίδιος όγκος διαλύματος KOH αντιδρά πλήρως με 0,73 g HCl, βρεθεί η % μάζα προς όγκο (ψ) περιεκτικότητα του διαλύματος KOH και η μάζα του προϊόντος της αντίδρασης.

15. Στερεό μείγμα Na_2CO_3 και $CaCO_3$ διαλύεται σε νερό και παρασκευάζεται ένα διάλυμα Δ1, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Το διάλυμα Δ1 απαιτεί για την πλήρη αντίδρασή του 0,15 mol H_2SO_4 και παρατηρούνται φυσαλίδες αερίου Α, το οποίο δεν συντηρεί την καύση.



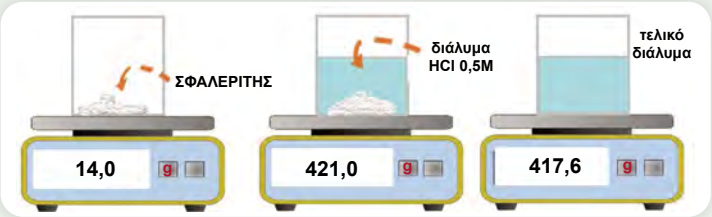
α. Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων και να ονομαστεί το αέριο Α.

β. Να υπολογιστούν:

i. Η σύσταση του αρχικού μείγματος σε mol.

ii. Η μάζα και η % μάζα προς μάζα σύσταση του στερεού υπολείμματος που θα σχηματιστεί αν το τελικό διάλυμα θερμανθεί μέχρι ξηρού.

16. Ο σφαλερίτης είναι ένα ορυκτό του ψευδαργύρου και το κυριότερο μετάλλευμά του με βασικό συστατικό τον ZnS. Στην Ελλάδα απαντά σε εκμεταλλεύσιμες ποσότητες στα μεταλλεία του Λαυρίου και της Κασσάνδρας.



Σε ένα σχολικό εργαστήριο εξετάζεται η καθαρότητα σε ένα δείγμα σφαλερίτη. Το δείγμα εισάγεται σε ποτήρι ζέσεως το οποίο είναι τοποθετημένο σε ηλεκτρονικό ζυγό μετά τη λήψη απόβαρου και σημειώνεται η ένδειξη του ζυγού. Στη συνέχεια εισάγεται περίσσεια διαλύματος HCl και σημειώνεται και πάλι η ένδειξη του ζυγού. Παρατηρείται αναβρασμός και έκλυση ενός αερίου Α. Όταν ολοκληρώνεται η παραγωγή φυσαλίδων, σημειώνεται εκ νέου η ένδειξη του ζυγού.

α. Να συμπληρωθεί ο πίνακας μαζών που ακολουθεί με τη βοήθεια της εικόνας.

β. Να υπολογιστεί η % μάζα προς μάζα καθαρότητα του δείγματος σε ZnS, αν οι προσμείξεις δεν αντιδρούν.

Μάζα σφαλερίτη	Μάζα ποτηριού αμέσως μετά την προσθήκη διαλύματος HCl	Μάζα διαλύματος στο τέλος της αντίδρασης	Μεταβολή της μάζας του διαλύματος στο τέλος της αντίδρασης

17. 10 g μείγματος Fe και FeS αντιδρούν πλήρως με περίσσεια διαλύματος HCl και από τις δύο αντιδράσεις εκλύονται 0,15 mol αερίου μείγματος. Να βρεθεί η μάζα κάθε συστατικού του αρχικού μείγματος.

18. Μείγμα Na και Ca μάζας 8,6 g διαλύεται στο νερό και εκλύονται 0,2 mol αερίου Α. Να υπολογιστούν:

α. Οι ποσότητες των συστατικών του μείγματος σε mol.

β. Η % μάζα προς μάζα σύσταση του μείγματος.

γ. Να εκτιμηθεί αν το pH του διαλύματος που παράχθηκε θα είναι μεγαλύτερο, ίσο ή μικρότερο του 7 στους 25 ^{o}C.

19. Μείγμα Fe και Zn που έχει μάζα 17,70 g διαλύεται σε διάλυμα HCl και εκλύονται 0,3 mol αερίου. Να υπολογιστούν:

α. Οι ποσότητες των συστατικών του μείγματος σε mol.

β. Η % μάζα προς μάζα σύσταση του μείγματος.

20. Αέριο μείγμα HCl και H_2S έχει μάζα 10,7 g και διαλύεται σε νερό οπότε παρασκευάζεται ένα διάλυμα Δ1, το οποίο απαιτεί για την πλήρη εξουδετέρωσή του 0,2 mol $Ca(OH)_2$. Να υπολογιστούν:

α. Η σύσταση του αρχικού μείγματος σε mol.

β. Η μάζα και η % μάζα προς μάζα σύσταση του στερεού υπολείμματος που θα σχηματιστεί αν το τελικό διάλυμα θερμανθεί μέχρι ξηρού.

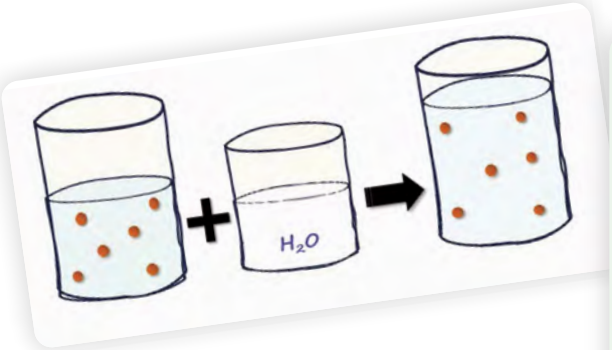
21. 4 mol N_2 αναμειγνύονται με την απαιτούμενη ποσότητα H_2 και παράγεται αέριο NH_3. Η NH_3 που παράγεται αντιδρά με περίσσεια διαλύματος H_2SO_4. Να υπολογιστεί η μάζα του προϊόντος που παράγεται.

22. Κράμα Fe και Zn περιέχει τα δύο μέταλλα με αναλογία μορίων 1/3. Το κράμα απαιτεί για την πλήρη διάλυσή του n mol HCl και εκλύονται 0,4 mol αερίου. Να υπολογιστούν:

α. Ο αριθμός mol του HCl που αντέδρασαν.

β. Οι ποσότητες των προϊόντων σε mol.

6.3 Συγκέντρωση διαλύματος



Στο τέλος του μαθήματος θα μπορείτε:

- **Να διατυπώνετε** τον ορισμό της συγκέντρωσης διαλύματος *c* (σε M ή mol/L).
- **Να υπολογίζετε** τη συγκέντρωση διαλύματος από κατάλληλα δεδομένα και αντίστροφα.
- **Να υπολογίζετε** τη συγκέντρωση διαλύματος έπειτα από αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας ή έπειτα από ανάμειξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας και αντίστροφα.
- **Να παρασκευάζετε** με ακρίβεια διάλυμα συγκεκριμένης συγκέντρωσης.
- **Να πραγματοποιείτε** κατάλληλη αραίωση σε δεδομένο διάλυμα.

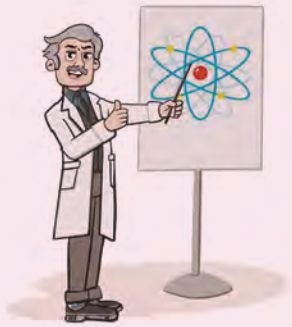
Εκφράσεις περιεκτικότητας διαλυμάτων

Έχουμε ήδη συζητήσει για τη σημασία που έχει για τον υπεύθυνο καταναλωτή η παρατήρηση και αποκρυπτογράφηση της ετικέτας των τροφίμων και των ποτών.

Τι πληροφορίες όμως περιλαμβάνει η ετικέτα ενός ποτού, αναψυκτικού ή τροφίμου και τι πρέπει να ξέρουμε για να τις αξιοποιήσουμε;

Αν παρατηρήσετε μια οποιαδήποτε ετικέτα, θα δείτε να αναφέρονται η ενεργειακή απόδοση του τροφίμου για κάθε 100 g ή 100 mL και η ποσότητα σε g των συστατικών για κάθε 100 g ή 100 mL προϊόντος, δηλαδή η % μάζα προς μάζα ή η % μάζα προς όγκο.

Ας θυμηθούμε...



Εκφράσεις περιεκτικότητας

% μάζα προς μάζα: είναι η έκφραση περιεκτικότητας που πληροφορεί για τα g μιας ουσίας σε 100 g διαλύματος ή μείγματος.

% μάζα προς όγκο: είναι η έκφραση περιεκτικότητας που πληροφορεί για τα g μιας ουσίας σε 100 mL διαλύματος.

% όγκο προς όγκο: είναι η έκφραση περιεκτικότητας που πληροφορεί για τα mL μιας ουσίας σε 100 mL διαλύματος ή αέριου μείγματος.

Αν παρατηρήσουμε την ετικέτα του γιαουρτιού της φωτογραφίας, θα δούμε ότι αναφέρει πως σε 100 g προϊόντος υπάρχουν 2,0 g λιπαρά, 3,0 g υδατάνθρακες, 9,9 g πρωτεΐνες, 0,10 g αλάτι και 121 mg ασβέστιο, δηλαδή έχει περιεκτικότητα 2,0% μάζα προς μάζα λιπαρά, 3,0% μάζα προς μάζα υδατάνθρακες, 9,9% μάζα προς μάζα πρωτεΐνες, 0,10% μάζα προς μάζα αλάτι και 0,121% μάζα προς μάζα ασβέστιο.

Αν παρατηρήσουμε την ετικέτα του χυμού της φωτογραφίας, θα δούμε ότι αναφέρει πως σε 100 mL προϊόντος υπάρχουν 0,1 g λιπαρά, 12,8 g υδατάνθρακες, 0,3 g πρωτεΐνες, δηλαδή έχει περιεκτικότητα 0,1% μάζα προς όγκο λιπαρά, 12,8% μάζα προς όγκο υδατάνθρακες, 0,3% μάζα προς όγκο πρωτεΐνες.

Εύκολα μπορούμε να καταλάβουμε ότι στην καθημερινή μας ζωή οι περιεκτικότητες που χρησιμοποιούνται είναι η **% μάζα προς μάζα, η % μάζα προς όγκο** και η **% όγκο προς όγκο.**

Αν όμως παρατηρήσουμε τις ετικέτες των διπλανών χημικών αντιδραστηρίων, θα δούμε να εμφανίζεται μια άλλη έκφραση περιεκτικότητας για τα διαλύματα, η οποία δεν είναι συνηθισμένη στην καθημερινή ζωή. Αυτή η έκφραση περιεκτικότητας ονομάζεται συγκέντρωση ή μοριακότητα κατά όγκο ή molarity και συνδέει τον αριθμό των mol της διαλυμένης ουσίας με τον όγκο του διαλύματος.

6.3.1 Η συγκέντρωση διαλύματος c (σε mol/L)

Συγκέντρωση ενός διαλύματος ή **μοριακότητα** κατά όγκο ή **molarity** είναι η περιεκτικότητα που εκφράζει τον αριθμό των mol της διαλυμένης ουσίας σε 1 L διαλύματος.

Δίνεται από τον τύπο: $\boldsymbol{c = \frac{n}{V}}$

όπου

c: η συγκέντρωση ή molarity του διαλύματος με μονάδα: $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$ ή M

n: ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας

V: ο όγκος του διαλύματος σε L

Έφηβοι και ενεργειακά ποτά

Παράδειγμα 29

Ένα διάλυμα θειικού οξέος 0,2 M περιέχει 0,2 mol θειικού οξέος σε 1 L διαλύματος.

Εφαρμογή 24

Να εξηγήσετε τι σημαίνει διάλυμα NaOH 2 M.

Απάντηση: Σε 1 L διαλύματος περιέχονται 2 mol NaOH.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ – ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 8

Συγκέντρωση διαλύματος

Διαδραστικό βιντεοπείραμα

Ονοματεπώνυμο	Χρονοδιάγραμμα	
Μέλη της ομάδας:	**Ροή δραστηριοτήτων**	**Απαιτούμενος χρόνος**
	Α. Παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι	5 min
	Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση	2 min
	Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων	3 min
	Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος: Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης (molarity, *c*) με ανάμειξη των συστατικών του και με αραίωση άλλου διαλύματος. Εφαρμογή παρασκευής, αραίωσης και ανάμειξης δύο διαλυμάτων	20 min
	Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων	3 min
Ημερομηνία:	**ΣΤ.** Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση	3 min
Τμήμα:	**Ζ.** Αξιολόγηση της εργαστηριακής διαδικασίας	4 min
	Η. Καθαρισμός και τακτοποίηση του πάγκου εργασίας, με βάση τους κανόνες ασφαλείας εργαστηρίου.	5 min

Α. Παρατηρώ, πληροφορούμαι, ενδιαφέρομαι

Η γνώση της συγκέντρωσης των διαλυμάτων είναι πολύ σημαντική. Αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της ταυτότητας ενός διαλύματος ή αντίστοιχου προϊόντος σε κάθε χημικό εργαστήριο, στη βιομηχανία φαρμάκων, καλλυντικών, απορρυπαντικών, τροφίμων, στις περιβαλλοντικές μελέτες, στον ποιοτικό έλεγχο, στον έλεγχο ασφάλειας κ.λπ.

Ένας από τους συνηθέστερους τρόπους έκφρασης της περιεκτικότητας ενός διαλύματος είναι η «μοριακότητα κατ' όγκο» ή «συγκέντρωση» ή molarity, η οποία δίνεται από τον τύπο:

$$c = \frac{n}{V}$$

όπου

c: η συγκέντρωση (molarity) του διαλύματος (με μονάδα μέτρησης «mol/L» ή, συντομότερα, «M»)

n: ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας και

V: ο όγκος του διαλύματος σε L.

Μπορείτε να παρακολουθήσετε ή να πειραματιστείτε με τα ακόλουθα ψηφιακά αντικείμενα, ώστε να αντιληφθείτε πώς παρασκευάζονται τα διαλύματα διαφόρων ουσιών με μεταβολή του όγκου του διαλύματος και της ποσότητας της διαλυμένης ουσίας.

https://phet.colorado.edu/sims/html/molarity/latest/molarity_el.html

(β) Μεταβολή της συγκέντρωσης με αραίωση διαλύματος και με ανάμειξη διαλυμάτων: http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-10496

(γ) Εικονικό εργαστήριο με εφαρμογές στη συγκέντρωση διαλυμάτων: http://chemcollective.org/vlab/98

(δ) Παρουσίαση διαδικασίας παρασκευής και αραίωσης διαλύματος:

https://www.youtube.com/watch?v=C-ffL9NFGkg

1. Ως γεωπόνοι, πρέπει να παρασκευάσετε ένα θρεπτικό διάλυμα για τα φυτά σας αραιώνοντας ένα συμπυκνωμένο υγρό λίπασμα. Σε έγκυρη επιστημονική δημοσίευση διαβάζετε ότι η συγκέντρωση (0,1 M) ενδείκνυται για τη βέλτιστη ανάπτυξη των φυτών. Είναι σημαντικό να γνωρίζετε την τιμή της συγκέντρωσης;

   ……

2. Στις οδηγίες «diy» (φτιάξ' το μόνος σου) ενός αλατούχου διαλύματος φακών επαφής, αναφέρεται ότι με αυτό οι φακοί μπορούν να παραμείνουν ασφαλείς στη χρήση και ότι τα μάτια θα είναι απολύτως υγιή. Προκειμένου να αποφευχθούν μολύνσεις των ματιών ή καταστροφή των φακών επαφής, τονίζεται στο κείμενο επανειλημμένα ότι η συγκέντρωση «c = 0,15 M» είναι συμβατή με τη συγκέντρωση αλάτων των φυσιολογικών δακρύων. Είναι πράγματι σημαντικό να παρασκευαστεί το οφθαλμικό διάλυμα με αυτήν ακριβώς τη συγκέντρωση; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας. ……

   ……

Β. Ερευνητικό ερώτημα – Υπόθεση

Πώς μπορούμε να επιτύχουμε την παρασκευή ενός διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης; Πώς μπορούμε να αλλάξουμε τη συγκέντρωση ενός διαλύματος; Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν αυτές τις διαδικασίες;

Να γράψετε τις υποθέσεις σας. ……

……

……

Γ. Μελέτη θεωρητικών στοιχείων

Κατά την **αραίωση** διαλύματος με προσθήκη νερού, ο όγκος και η μάζα του διαλύματος αυξάνονται, ο όγκος και η μάζα του διαλύτη αυξάνονται, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας όμως παραμένει σταθερή και

$$n_1 = n_2 \quad \text{ή} \quad c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

όπου

c_1 και V_1 η συγκέντρωση και ο όγκος του αρχικού διαλύματος, αντίστοιχα, πριν από την αραίωση και

c_2 και V_2 η συγκέντρωση και ο όγκος του τελικού (αραιωμένου) διαλύματος, αντίστοιχα, μετά την αραίωση.

Κατά την **ανάμειξη** δύο διαλυμάτων που περιέχουν την ίδια διαλυμένη ουσία, προκύπτει ένα νέο διάλυμα το οποίο θα έχει:

- μάζα ίση με το άθροισμα των μαζών των δύο διαλυμάτων που αναμείχθηκαν:

$$m_{\Delta} = m_{\Delta 1} + m_{\Delta 2}$$

- όγκο ίσο με το άθροισμα των όγκων των διαλυμάτων που αναμείχθηκαν. Δηλαδή,

$$V_{\tau\varepsilon\lambda} = V_1 + V_2$$

- ποσότητα διαλυμένης ουσίας ίση με το άθροισμα των ποσοτήτων των διαλυμένων ουσιών που υπήρχαν στα αρχικά διαλύματα πριν από την ανάμειξη:

$$m_{\delta.o.}=m_1+m_2 \quad \text{και} \quad n_{\tau\varepsilon\lambda}=n_1+n_2$$

Η τελευταία σχέση γράφεται και με τη μορφή: $c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{\tau\varepsilon\lambda} \cdot V_{\tau\varepsilon\lambda}$
όπου, c_1, c_2 και V_1, V_2 οι συγκεντρώσεις και οι όγκοι των αρχικών διαλυμάτων και $c_{\tau\varepsilon\lambda}$ και $V_{\tau\varepsilon\lambda}$ η συγκέντρωση και ο όγκος του τελικού διαλύματος που προκύπτει με την ανάμειξη, αντίστοιχα.
Η τιμή της συγκέντρωσης $c_{\tau\varepsilon\lambda}$ του νέου διαλύματος βρίσκεται μεταξύ των τιμών των συγκεντρώσεων των δύο διαλυμάτων που αναμείχθηκαν. Έτσι, αν $c_1 > c_2$, τότε μετά την ανάμειξη ισχύει: $c_1 > c_{\tau\varepsilon\lambda} > c_2$.

Δ. Σχεδιασμός και υλοποίηση πειράματος – Διαχείριση μεταβλητών

ΜΕΡΟΣ 1ο: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Στη διδακτική αυτή προσέγγιση θα παρασκευάσουμε υδατικό διάλυμα στερεάς διαλυμένης ουσίας με την επιθυμητή συγκέντρωση. Στη συνέχεια θα αραιώσουμε το διάλυμα αυτό και θα παρασκευάσουμε ένα νέο διάλυμα με συγκέντρωση μικρότερη από την αρχική. Συμπληρωματικά, οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να πειραματιστούν στο σχολείο ή στο σπίτι, και με την ανάμειξη διαλυμάτων σε εικονικό εργαστήριο.

Ερώτηση 1. Με βάση το ερευνητικό ερώτημα, ποιες μεταβλητές θα αλλάζατε για να εξαγάγετε συμπεράσματα σχετικά με τον τρόπο παρασκευής διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης;

……

……

Ερώτηση 2. Ποια μεταβλητή προτείνετε να μετρήσετε για να μελετήσετε την έκφραση της συγκέντρωσης ενός διαλύματος;

……

……

Ερώτηση 3. Για τη μελέτη της συγκέντρωσης, ποια δεδομένα θα διατηρούσατε σταθερά ώστε να διευκολυνθείτε να εξαγάγετε σωστό συμπέρασμα;

……

……

Καθορίζοντας τις μεταβλητές και υλοποιώντας τα σχετικά πειράματα, μπορούμε να καταλήξουμε σε αξιόπιστα συμπεράσματα και να κατανοήσουμε πληρέστερα το επιστημονικό υπόβαθρο της συγκέντρωσης.

ΜΕΡΟΣ 2ο: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Να ακολουθήσετε τις οδηγίες και να υλοποιήσετε ομαδοσυνεργατικά τις πειραματικές διαδικασίες, σημειώνοντας τις παρατηρήσεις σας στο φύλλο εργασίας.

Πειραματική διαδικασία	
	Α. Παρασκευή υδατικού διαλύματος $CuSO_4$ 0,1 M και αραίωση αυτού
Σκεύη – Όργανα – Υλικά	• Ζυγός • Ογκομετρικές φιάλες των 100 mL • Υδροβολέας • Ύαλος ωρολογίου • Ποτήρι ζέσεως • Σπάτουλα – κουτάλι • Χωνί • Γυάλινη ράβδος • Σταγονόμετρο • Λύχνος • Τρίποδο και πλέγμα στήριξης • Θερμόμετρο • Απιοντισμένο νερό • $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ περίπου 5 g
Οδηγίες	Α. Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης ($CuSO_4$ 0,1 M) Για να μετατραπεί ο ένυδρος $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ σε άνυδρο $CuSO_4$, ζυγίζουμε περίπου 5 g ένυδρου, τα τοποθετούμε σε ποτήρι ζέσεως και θερμαίνουμε στον λύχνο αναδεύοντας με γυάλινη ράβδο έως ότου από γαλάζιο το χρώμα του να γίνει λευκό (υπόλευκο). Η διαδικασία αυτή μπορεί να έχει γίνει ως προεργασία από τον εκπαιδευτικό. Για την παρασκευή του διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης (0,1 M σε $CuSO_4$) • Τοποθετούμε την ύαλο ωρολογίου στον ζυγό, σημειώνουμε τη μάζα της στον Πίνακα 1 και μηδενίζουμε την ένδειξη του ζυγού. • Ζυγίζουμε στην ύαλο 1,59 g άνυδρου $CuSO_4$. • Την ποσότητα αυτή του άνυδρου $CuSO_4$ τη μεταφέρουμε προσεκτικά σε ποτήρι ζέσεως, όπου προσθέτουμε σχετικά μικρή ποσότητα νερού. Στη συνέχεια, μεταφέρουμε το διάλυμα, με το χωνί, στην ογκομετρική φιάλη των 100 mL. • Προσθέτουμε απιοντισμένο νερό στη φιάλη μέχρι αρκετά πριν από τη χαραγή και ανακινούμε προσεκτικά για να επιτύχουμε την ομογενοποίηση του μείγματος. • Όταν η ουσία διαλυθεί πλήρως, συμπληρώνουμε νερό μέχρι λίγο πριν από τη χαραγή με τον υδροβολέα και, με το σταγονόμετρο, προσθέτουμε νερό μέχρι τη χαραγή της ογκομετρικής φιάλης. • Μετράμε τη θερμοκρασία. Σημειώνουμε τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς μας στον Πίνακα 1. Β. Αραίωση διαλύματος Μεταφέρουμε τα 10 mL του διαλύματος $CuSO_4$ 0,1 M, που έχουμε παρασκευάσει, στην ογκομετρική φιάλη των 100 mL. Στη συνέχεια προσθέτουμε απιοντισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.* Έτσι, ο όγκος του διαλύματος δεκαπλασιάζεται. Σημειώνουμε τις μετρήσεις και τους υπολογισμούς μας στον Πίνακα 2. Επαληθεύουμε τις σχέσεις $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$ και $V_2 - V_1 = V_{H_2O}$ V_1, V_2 είναι οι όγκοι του αρχικού και του τελικού (αραιωμένου) διαλύματος αντίστοιχα και V_{H_2O} ο όγκος του νερού που προστέθηκε. *Σημ. Την αραίωση μπορεί να την πραγματοποιήσει μία ομάδα και να την παρουσιάσει στην ολομέλεια.

ΜΕΡΟΣ 3ο: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

1. Παρασκευή υδατικού διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης ($CuSO_4$ 0,1 M)

Πραγματοποιώντας τα αντίστοιχα πειράματα, οι μαθητές και οι μαθήτριες συμπληρώνουν τους Πίνακες 1 και 2. Ακολουθεί σχετική συζήτηση και, ενδεχομένως, αξιοποίηση σχετικού ψηφιακού υλικού.

Πίνακας 1. Παρασκευή υδατικού διαλύματος $CuSO_4$ 0,1 M

Μάζα υάλου ωρολογίου	..... g
Μάζα διαλυμένης ουσίας – άνυδρου $CuSO_4$	..... g
Μολαρική μάζα του $CuSO_4$	M= ..... g/mol
Αριθμός mol διαλυμένης ουσίας – άνυδρου $CuSO_4$	..... mol
Όγκος διαλύματος	..... mL
Όγκος διαλύματος	 L
Συγκέντρωση διαλύματος	..... mol/L

Θερμοκρασία διαλύματος: ... °C

$A_{r,Cu}$= 63,5, $A_{r,S}$ = 32, $A_{r,O}$= 16

2. Αραίωση Διαλύματος

Πίνακας 2. Αραίωση υδατικού διαλύματος $CuSO_4$ 0,1 M – Παρασκευή νέου διαλύματος $CuSO_4$

Όγκος αρχικού διαλύματος	V_1 = ... mL V_1 = ... L
Μάζα αρχικής διαλυμένης ουσίας – άνυδρου $CuSO_4$	m_1 = ... g
Μολαρική μάζα του $CuSO_4$	M = ... g/mol
Αριθμός mol αρχικής διαλυμένης ουσίας – άνυδρου $CuSO_4$	n_1 = ...mol
Συγκέντρωση αρχικού διαλύματος	c_1 = ... mol/L
Όγκος τελικού (αραιωμένου) διαλύματος	V_2 = ... mL V_2 = ... L
Μάζα διαλυμένης ουσίας – άνυδρου $CuSO_4$ στο τελικό διάλυμα	m_1 = ... g
Αριθμός mol διαλυμένης ουσίας – άνυδρου $CuSO_4$ στο τελικό διάλυμα	n_2 = ...mol
Συγκέντρωση διαλύματος	c_2 = ... mol/L

Θερμοκρασία διαλύματος. ..... °C

Ε. Εξαγωγή συμπερασμάτων

1. Ποια πληροφορία μπορούμε να αντλήσουμε από τις παρατηρήσεις μας; Τι συμπεράσματα εξάγονται από τα πειράματα παρασκευής διαλύματος με γνωστή συγκέντρωση και αραίωσης διαλυμάτων;

   .....

   .....

2. Επιβεβαιώθηκαν ή διαψεύσθηκαν οι υποθέσεις σας;

   .....

   .....

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

ΣΤ. Εφαρμογή – Εξήγηση – Γενίκευση

Να προσπαθήσετε να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

1. Γιατί προσθέτουμε νερό στον λεμονοχυμό για να τον πιούμε;

   .....

   .....

2. Ποια ποσότητα θα χαρακτηρίζατε «σταθερή αξία» στο πείραμα της αραίωσης;

   .....

   .....

3. Γιατί μετρήσαμε τη θερμοκρασία;

   .....

   .....

4. Στο εικονικό εργαστήριο https://photodentro.edu.gr/v/item/ds/8521/10496 να σχεδιάσετε και να υλοποιήσετε ένα πείραμα για την ανάμειξη δύο διαλυμάτων και την απόδειξη της σχέσης

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{\tau\varepsilon\lambda} \cdot V_{\tau\varepsilon\lambda}$$

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

Ζ. Αξιολόγηση της επιστημονικής μελέτης

1. Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στο ερευνητικό ερώτημα;

   .....

2. Ποια σημεία της έρευνας σας δυσκόλεψαν;

   .....

   .....

3. Η διερεύνηση που κάνατε κάλυψε πλήρως το θέμα της παρασκευής διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης με ανάμειξη των συστατικών του και με αραίωση άλλου διαλύματος ή και με ανάμειξη δύο άλλων διαλυμάτων;

   .....

   .....

Προσομοίωση εργαστηρίου 1 **Προσομοίωση εργαστηρίου 2**

ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 3

Molarity ή μοριακότητα κατ' όγκο: «Συγκεντρωθείτε!»

(Ενδεικτικός χρόνος συμπλήρωσης του φύλλου, περίπου 10 min)

Ονοματεπώνυμο: **Ημερομηνία:** **Τμήμα:**

Να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

1. Πώς ορίζεται η συγκέντρωση (μοριακότητα κατ' όγκο ή molarity) ενός διαλύματος;

   ……

   ……

2. Ποια σχέση συνδέει τις συγκεντρώσεις και τους όγκους των δύο διαλυμάτων (αρχικού και τελικού) κατά την αραίωση; ……

3. Πώς θα παρασκευάσουμε 100 mL «diy – φτιάξ΄το μόνος σου» οφθαλμικού διαλύματος 0,15 M NaCl με τον εξοπλισμό του σχολικού εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών;

   Ζυγίζουμε ……

   ……

   ……

   ……

   Δίνεται για το NaCl: $F_r = 58,5$

4. Επιστρέφοντας από τις καλοκαιρινές διακοπές στο σχολικό εργαστήριο Χημείας, διαπιστώνουμε ότι είχαμε ξεχάσει να κλείσουμε το δοχείο με το υδατικό διάλυμα του $CuSO_4$ 0,1 M που παρασκευάσαμε. Η συγκέντρωσή του

   α. θα έχει αυξηθεί λόγω εξάτμισης **β.** θα έχει ελαττωθεί λόγω διαστολής **γ.** θα έχει παραμείνει ίδια

5. «... του ρίχνω μέσα στο κρασί νερό και τον ταράζω στον λογαριασμό» τραγουδά η Χαρούλα Αλεξίου ως «η πιο καλή γκαρσόνα». Με την... εργαστηριακή αυτή μέθοδο:

   α. η συγκέντρωση της αιθανόλης αυξάνεται και ο πελάτης χαίρεται

   β. η συγκέντρωση της αιθανόλης ελαττώνεται και ο πελάτης ζημιώνεται

   γ. η συγκέντρωση της αιθανόλης παραμένει σταθερή και ο πελάτης (εν ευθυμία) δεν αντιλαμβάνεται διαφορά.

6. Ο συμμαθητής σας ΧΨ επιμένει ότι, αν αντί των ογκομετρικών φιαλών των 100 mL χρησιμοποιούσαμε αντίστοιχα δύο ποτήρια ζέσεως των 100 mL, «όλα θα ήταν πιο εύκολα και πιο σωστά! Δηλαδή... κομπλέ»! Είναι σωστή ή λανθασμένη η άποψή του;

   ……

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Α. Απλές εφαρμογές

Συνήθως δίνεται η συγκέντρωση και ζητείται ο αριθμός των mol, ο όγκος του διαλύματος ή η μάζα της διαλυμένης ουσίας, και αντίστροφα.

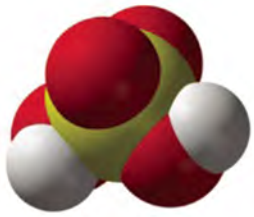
Αν δίνεται η συγκέντρωση:

Η έκφραση της συγκέντρωσης αναλύεται και κατασκευάζεται κατάταξη ή χρησιμοποιείται ο τύπος. Αν απαιτούνται μετατροπές χρησιμοποιούνται οι τύποι:

1. $n = \frac{m}{M}$ για τον υπολογισμό των mol από τη μάζα της διαλυμένης ουσίας και **m = n·M** για τον υπολογισμό της μάζας της διαλυμένης ουσίας από τον αριθμό των mol, όπου n: ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας, m: η μάζα της διαλυμένης ουσίας και M: η μολαρική μοριακή μάζα της ουσίας.
2. $c = \frac{n}{V}$ για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης του διαλύματος, όπου *c*: η συγκέντρωση του διαλύματος, *n*: ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας και *V*: ο όγκος του διαλύματος σε L.
3. $\rho = m/V$ για τον υπολογισμό του όγκου του διαλύματος από τη μάζα του, όπου ρ: η πυκνότητα του διαλύματος, m: η μάζα του διαλύματος και *V*: ο όγκος του διαλύματος.

Αν ζητείται η έκφραση περιεκτικότητας: Κατασκευάζεται κατάταξη ή χρησιμοποιείται ο τύπος της συγκέντρωσης στην οποία αντικαθίστανται τα δεδομένα του προβλήματος.

Θειικό οξύ



Το θειικό οξύ ή βιτριόλι είναι χημική ένωση με μοριακό τύπο H_2SO_4. Είναι πλήρως διαλυτό στο νερό ισχυρό οξύ, καυστικό, γιατί προκαλεί εγκαύματα αν πέσει στο δέρμα και όταν είναι θερμό και πυκνό προκαλεί την οξείδωση ενώσεων. Είναι ένα από τα κορυφαία προϊόντα της χημικής βιομηχανίας. Κύριες χρήσεις του είναι τα υγρά μπαταρίας διαφόρων οχημάτων, η κατεργασία ορυκτών, η παρασκευή λιπασμάτων, η διύλιση του πετρελαίου, η κατεργασία αποβλήτων και η χημική σύνθεση.
Πηγή: el.wikipedia.org/wiki/Θειικό_οξύ

Προσοχή στις μονάδες:
Όταν χρησιμοποιούμε τον τύπο $c = \frac{n}{V}$, ο όγκος πρέπει να έχει μετατραπεί σε L.

Παράδειγμα 30

Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (*c*) του διαλύματος:

α. Δ1, που περιέχει 0,4 mol καθαρού H_2SO_4 σε 500 mL διαλύματος.

β. Δ2 που περιέχει 12 g NaOH σε 600 mL διαλύματος.

α. Λύση 1: Με τη μέθοδο των τριών

Δίνονται ο όγκος του διαλύματος και τα mol της διαλυμένης ουσίας. Θα υπολογίσουμε τα mol της διαλυμένης ουσίας στα 1.000 mL διαλύματος.

Δεδομένα	Ζητούμενα
α. V = 500 mL $n_{H_2SO_4}$ = 0,4 mol	***c* = ;**
β. m_{NaOH} = 12 g V = 600 mL	***c* = ;**

Στα 500 mL διαλύματος περιέχονται 0,4 mol H_2SO_4
Στα 1.000 mL διαλύματος περιέχονται n;

$$n = \frac{1.000\ mL}{500\ mL} \cdot 0,4\ mol = 0,8\ mol\ H_2SO_4$$

Επομένως, η συγκέντρωση του διαλύματος Δ1 σε H_2SO_4 είναι **0,8 M.**

Λύση 2: Με τύπο

Χρησιμοποιούμε απευθείας τον τύπο $c = \frac{n}{V}$ για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης.

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0,4\,mol}{0,5\,L} = 0,8\frac{mol}{L} \text{ ή (M)}$$

β. Δίνονται ο όγκος του διαλύματος και η μάζα της διαλυμένης ουσίας. Θα υπολογίσουμε τα mol της διαλυμένης ουσίας από τη μάζα της και στη συνέχεια θα υπολογίσουμε τα mol στα 1.000 mL διαλύματος.

$$n_{NaOH} = \frac{m}{M} = \frac{12g}{40\frac{g}{mol}} = 0{,}3\,mol$$

Λύση 1: Με τη μέθοδο των τριών

Στα 600 mL διαλύματος περιέχονται 0,3 mol NaOH

Στα 1.000 mL διαλύματος περιέχονται n;

$$n = \frac{1.000\,mL}{600\,mL} \cdot 0{,}3\ mol = 0{,}5\ mol\ NaOH$$

Επομένως, η συγκέντρωση του διαλύματος Δ2 σε NaOH είναι **0,5 M.**

Προσοχή στις μονάδες:
Όταν χρησιμοποιούμε τον τύπο $c = \frac{n}{V}$, ο όγκος πρέπει να έχει μετατραπεί σε L.

Λύση 2: Με τύπο

Χρησιμοποιούμε απευθείας τον τύπο $c = \frac{n}{V}$ για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης.

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}3\ mol}{0{,}6\ L} = 0{,}5\frac{mol}{L}\ \text{ή}\ (M)$$

Εφαρμογή 25

Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (*c*) του διαλύματος:

α. Δ1, που περιέχει 0,15 mol καθαρού H_2SO_4 σε 500 mL διαλύματος.

β. $Δ_2$ που περιέχει 140 g KOH σε 20 L διαλύματος.

Απαντήσεις: α. 0,3 M β. 0,125 M

Παράδειγμα 31

Ένα υδατικό διάλυμα NaCl Δ1 έχει συγκέντρωση 0,025 M.

α. Πόσα γραμμάρια NaCl περιέχονται σε 400 mL διαλύματος Δ1;

β. Σε ποιον όγκο διαλύματος Δ1 περιέχονται 35,1 g NaCl;

γ. Πόσα γραμμάρια NaCl περιέχονται σε 202,0 g του Δ1, αν η πυκνότητα του διαλύματος Δ1 είναι 1,01 g/mL;

α. Λύση 1: Με τη μέθοδο των τριών

Δίνεται η συγκέντρωση και ο όγκος του διαλύματος. Αναλύεται η συγκέντρωση και γίνεται αναγωγή στον όγκο του διαλύματος.

Δεδομένα	Ζητούμενα
α. V = 400 mL *c* = 0,025 M	m_{NaCl} = ;
β. m_{NaCl} = 35,1 g	**V** = ;
γ. $m_{διαλύματος}$ = 202 g $ρ_{διαλύματος}$ = 1,01 g/mL	m_{NaCl} = ;

Στα 1.000 mL διαλύματος περιέχονται 0,025 mol NaCl

Στα 400 mL διαλύματος περιέχονται n mol;

$$n = \frac{400\ mL}{1.000\ mL} \cdot 0{,}025\ mol = 0{,}010\ mol\ NaCl$$

NaCl

Το χλωρίδιο του νατρίου, γνωστό και ως αλάτι ή αλίτης, είναι η ιοντική ένωση με χημικό τύπο NaCl, που αναπαριστά την αναλογία 1:1 των ιόντων νατρίου και χλωρίου στον κρύσταλλο του άλατος. Το NaCl είναι το άλας με τη σημαντικότερη συμμετοχή στην αλατότητα του θαλασσινού νερού και του εξωκυττάριου υγρού πολλών πολυκύτταρων οργανισμών. Με τη μορφή του εδώδιμου ή επιτραπέζιου άλατος χρησιμοποιείται συνήθως ως καρύκευμα και συντηρητικό τροφίμων. Μεγάλες ποσότητες NaCl χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία ως πρώτες ύλες για παραπέρα χημικές συνθέσεις και στην αποπαγοποίηση των δρόμων σε θερμοκρασίες κάτω από το μηδέν.
Πηγή: el.wikipedia.org/wiki/Αλάτι

Προσοχή στις μονάδες: Όταν χρησιμοποιούμε τον τύπο $c = \frac{n}{V}$, ο όγκος πρέπει να έχει μετατραπεί σε L.

Υπολογίσαμε τα mol του NaCl που περιέχονται σε 400 mL Δ1. Για να βρούμε τη μάζα του NaCl, θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο: **m = n · M**

m_{NaCl} = 0,010 mol · 58,5 g/mol = 0,585 g

Επομένως, σε 400 mL διαλύματος Δ1 περιέχονται **0,585 g NaCl.**

Λύση 2: Με τύπο

Χρησιμοποιούμε απευθείας τον τύπο $c = \frac{n}{V}$ για τον υπολογισμό των mol του NaCl:

n = *c*·V = 0,025 mol/L·**0,40** L = 0,010 mol.

Στη συνέχεια υπολογίζουμε τη μάζα: m_{NaCl} = 0,010 mol · 58,5 g/mol = 0,585 g.

β. Δίνεται η συγκέντρωση του Δ1 και η μάζα του NaCl.

Από τη μάζα του NaCl υπολογίζουμε τον αριθμό των mol:

$$n_{NaCl} = \frac{m}{M} = \frac{35{,}19}{58{,}5\frac{g}{mol}} = 0{,}60 \text{ mol NaCl}$$

Λύση 1: Με τη μέθοδο των τριών

Σε 1 L διαλύματος περιέχονται 0,025 mol NaCl

Στα *V* περιέχονται 0,60 mol NaCl

$$V = \frac{0{,}60 \text{ mol}}{0{,}025 \text{ mol}} \cdot 1 \text{ L} = 24 \text{ L διαλύματος}$$

Επομένως, τα 35,1 g NaCl περιέχονται σε **24 L διαλύματος.**

Λύση 2: Με τύπο

Χρησιμοποιούμε απευθείας τον τύπο $c = \frac{n}{V}$ για τον υπολογισμό του όγκου του διαλύματος:

$$V = \frac{n}{c} = \frac{0{,}60 \text{ mol}}{0{,}025\frac{mol}{L}} = 24 \text{ L}$$

γ. Δίνονται η συγκέντρωση, η μάζα και η πυκνότητα του διαλύματος. Από τη μάζα και την πυκνότητα θα υπολογίσουμε τον όγκο του διαλύματος:

$$\rho = m/v \text{ και } V = \frac{m}{\rho} = \frac{202{,}0 \text{ g}}{1{,}01\frac{g}{mL}} = 200 \text{ mL}$$

Λύση 1: Με τη μέθοδο των τριών

Αναλύεται η συγκέντρωση και γίνεται αναγωγή στον όγκο του διαλύματος.

Στα 1.000 mL διαλύματος περιέχονται 0,025 mol NaCl

Στα 200 mL διαλύματος περιέχονται n;

$$n = \frac{200 \text{ mL}}{1.000 \text{ mL}} \cdot 0{,}025 \text{mol} = 5 \cdot 10^{-3} \text{mol NaCl}$$

Υπολογίσαμε τα mol του NaCl που περιέχονται σε 200 mL Δ1. Για να βρούμε τη μάζα του NaCl, θα χρησιμοποιήσουμε τον τύπο: **m = n·M**

$m_{NaCl} = 5 \cdot 10^{-3}$ mol · 58,5 g/mol = 0,29 g

Επομένως, σε 200 mL διαλύματος Δ1 περιέχονται **0,29 g NaCl.**

Προσοχή στις μονάδες: Όταν χρησιμοποιούμε τον τύπο $c = \frac{n}{V}$, ο όγκος πρέπει να έχει μετατραπεί σε L.

Λύση 2: Με τύπο

Χρησιμοποιούμε απευθείας τον τύπο $c = \frac{n}{V}$ για τον υπολογισμό των mol του NaCl:

n = *c*·V = 0,025 mol/L·**0,2** L = $5 \cdot 10^{-3}$ mol.

Στη συνέχεια υπολογίζουμε τη μάζα:

$m_{NaCl} = 5 \cdot 10^{-3}$ mol · 58,5 g/mol = 0,29 g

Εφαρμογή 26

Ένα υδατικό διάλυμα υδροχλωρικού οξέος (HCl) Δ1 έχει συγκέντρωση 0,50 M.

α. Πόσα γραμμάρια HCl περιέχονται σε 200 mL διαλύματος Δ1;

β. Σε ποιον όγκο διαλύματος Δ1 περιέχονται 73 g HCl;

γ. Πόσα γραμμάρια HCl περιέχονται σε 808 g του Δ1, αν η πυκνότητα του διαλύματος Δ1 είναι 1,01 g/mL;

Απαντήσεις: α. 3,65 g β. 4 L γ. 14,60 g

Β. Μετατροπή μίας έκφρασης περιεκτικότητας σε μία άλλη

Δίνεται μια έκφραση περιεκτικότητας και ζητείται η μετατροπή της σε άλλη.

- Αναλύεται η γνωστή έκφραση περιεκτικότητας. Βοηθητικά μπορεί να αναλυθεί και η ζητούμενη περιεκτικότητα, ώστε να προσδιοριστούν οι μετατροπές οι οποίες πρέπει να γίνουν.
- Σταδιακά μετατρέπονται τα στοιχεία της γνωστής περιεκτικότητας σε στοιχεία της ζητούμενης με τη βοήθεια των τύπων:

$$\mathbf{n = \frac{m}{M}}, \qquad \mathbf{c = \frac{n}{V}}, \qquad \boldsymbol{\rho} = \mathbf{\frac{m}{V}}$$

Παράδειγμα 32

Να υπολογιστεί η συγκέντρωση διαλύματος KOH όγκου 500 mL περιεκτικότητας 11,2% μάζα προς μάζα και πυκνότητας 1,07 g/mL.

Δεδομένα	Ζητούμενα
V = 500 mL 11,2% μάζα προς μάζα KOH ρ = 1,07 g/mL	***c*** = ;

- Δίνονται η % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα και η πυκνότητα ενός διαλύματος και ζητείται η συγκέντρωσή του.
- Από την % μάζα προς μάζα γνωρίζουμε ότι σε 100 g διαλύματος περιέχονται 11,2 g KOH. Για να βρούμε τη συγκέντρωση (*c*), πρέπει να υπολογίσουμε τα mol KOH σε 1.000 mL διαλύματος.
- Μετατρέπουμε:

  Τα 100 g διαλύματος σε mL με τη βοήθεια της πυκνότητας: $V = \frac{m}{\rho} = \frac{100\,g}{1{,}07\,\frac{g}{mL}} = 93{,}50\ mL$ ή 0,0935 L

  Τη μάζα του KOH σε mol: $n = \frac{m}{M} = \frac{11{,}2\,g}{56\,\frac{g}{mol}} = 0{,}2\ mol$

  Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση *c* ή με κατάταξη ή με τον τύπο της συγκέντρωσης:

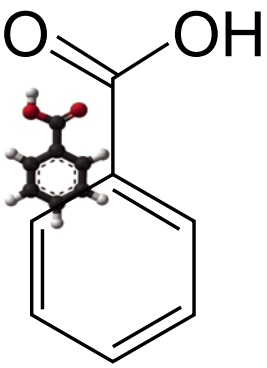
$$c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}2\,mol}{0{,}0935\,L} = 2{,}14\,\frac{mol}{L}\ \text{ή}\ M$$

Εφαρμογή 27

Απάντηση: 2,14 M

Να βρεθεί η συγκέντρωση διαλύματος NaOH περιεκτικότητας 8,0% μάζα προς μάζα και πυκνότητας 1,07 g/mL.

ΒΕΝΖΟΪΚΟ ΟΞΥ ($C_7H_6O_2$)



Πηγή: By Ben Mills and Jynto - Derivative of File:Salicylic-acid-3D-balls.png, Public Domain/commons.wikimedia.org

Παράδειγμα 33

Το βενζοϊκό οξύ ($C_7H_6O_2$) είναι ένα συντηρητικό που χρησιμοποιείται στα τρόφιμα, και ιδιαίτερα στα αναψυκτικά, με τους κωδικούς Ε210, Ε211, με ανώτατο επιτρεπτό όριο περιεκτικότητας 0,1% μάζα προς όγκο. Κατά την ανάλυση ενός αναψυκτικού η συγκέντρωση του βενζοϊκού οξέος βρέθηκε $5\cdot10^{-3}$M. Είναι κατάλληλο το αναψυκτικό με βάση τη διεθνή νομοθεσία;

Δεδομένα	Ζητούμενα
0,1 % μάζα προς όγκο $C_7H_6O_2$ $5\cdot10^{-3}$M	c = ;

Για να απαντήσουμε για την καταλληλότητα του αναψυκτικού, θα πρέπει είτε να υπολογίσουμε από τη συγκέντρωση (c) του διαλύματος την % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα και να τη συγκρίνουμε με την ανώτατη επιτρεπτή τιμή είτε από την % μάζα προς όγκο να υπολογίσουμε την ανώτατη επιτρεπτή συγκέντρωση και να τη συγκρίνουμε με αυτή του αναψυκτικού. Από τη συγκέντρωση (c) γνωρίζουμε ότι σε 1.000 mL διαλύματος περιέχονται $5\cdot10^{-3}$ mol $C_7H_6O_2$. Για να βρούμε την % μάζα προς όγκο θα πρέπει να υπολογίσουμε τη μάζα του $C_7H_6O_2$ σε 100 mL διαλύματος. Μετατρέπουμε τα mol $C_7H_6O_2$ σε g: $m = n\cdot M = 5\cdot10^{-3}$ mol$\cdot$122 g/mol = 0,61 g $C_7H_6O_2$

Κάνουμε κατάταξη:

Σε 1.000 mL διαλύματος περιέχονται 0,61 g $C_7H_6O_2$
Σε 100 mL διαλύματος περιέχονται m;

m = 0,061 g $C_7H_6O_2$

Επομένως, το διάλυμα έχει **περιεκτικότητα σε $C_7H_6O_2$ 0,061% μάζα προς όγκο**, δηλαδή **χαμηλότερη από το ανώτατο επιτρεπτό όριο**, και είναι ασφαλές με βάση τη νομοθεσία.

Εφαρμογή 28

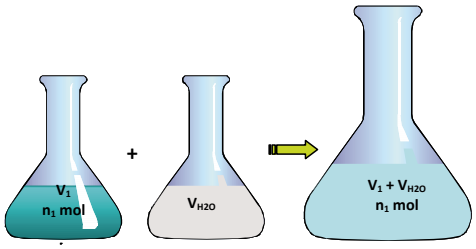
Ένα συντηρητικό με σχετική μοριακή μάζα (M_r) 140 που χρησιμοποιείται σε τρόφιμα έχει ανώτατο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης 10^{-3} M. Ποια είναι η οριακή τιμή % μάζα προς όγκο περιεκτικότητας στο συντηρητικό;

Απάντηση: 0,014% μάζα προς όγκο

6.3.2 Αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμειξη διαλυμάτων

Γ. Υπολογισμός της συγκέντρωσης διαλύματος που προκύπτει από την αραίωση του αρχικού

Αραίωση διαλύματος ονομάζεται η προσθήκη διαλύτη (συνήθως H_2O) που έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της περιεκτικότητας του διαλύματος.



Για τη διαλυμένη ουσία ισχύει:	Τα mol της διαλυμένης ουσίας είναι ίδια στο αρχικό και στο τελικό διάλυμα.	$n_1 = c_1\cdot V_1$ (1) $n_1 = c_2\cdot V_2$ (2)

Για το διάλυμα ισχύει:	Ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι μεγαλύτερος από τον όγκο του αρχικού.	$V_2 = V_1 + V_{H2O}$
Για τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος ισχύει:	Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι μικρότερη από τη συγκέντρωση του αρχικού.	Από τις σχέσεις (1) και (2): $\boldsymbol{c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2}$

Αραίωση διαλύματος

Διαδραστικό βιντεοπείραμα

- Διαδικασία για την επίλυση της άσκησης στην οποία ένα διάλυμα **αραιώνεται** ή **συμπυκνώνεται** με **μεταβολή της ποσότητας του διαλύτη**.
  1. Υπολογίζεται η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας Α στο πρώτο διάλυμα, έστω και συναρτήσει αγνώστου.
  2. Υπολογίζεται ο όγκος του τελικού διαλύματος, έστω και συναρτήσει αγνώστου.

$$V_{\text{τελικός}} = V_1 + V_{H_2O}$$

  3. Η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο τελικό διάλυμα είναι ίση με αυτή του αρχικού διαλύματος.

$$n_{\text{Α τελικά}} = n_{\text{Α αρχικά}}$$

  4. Ανάγεται η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στην τελική μάζα ή τελικό όγκο του διαλύματος.

Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας ο τύπος της αραίωσης: $\boldsymbol{c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2}$
όπου: $\mathbf{V_2 = V_1 + V_{H2O}}$

Παράδειγμα 34

Ένας μαθητής πρέπει να παρασκευάσει για τις ανάγκες μιας εργαστηριακής άσκησης 200 mL ενός διαλύματος $Δ_2$, θειικού οξέος (H_2SO_4) 0,5 M. Στο εργαστήριο υπάρχει πυκνό διάλυμα H_2SO_4 (Δ1) 5,0 M. Τα διαθέσιμα εργαστηριακά όργανα και αντιδραστήρια είναι:

1. υδροβολέας με απιοντισμένο νερό | **2. πυκνό διάλυμα θειικού οξέος (H_2SO_4) 5,0 M** | **3. ογκομετρική φιάλη των 200 mL** | **4. σιφώνιο των 20 mL** | **5. ογκομετρικός σωλήνας των 100 mL** | **6. σταγονόμετρο**

α. Να υπολογίσετε τον όγκο H_2O σε mL που πρέπει να προσθέσει σε 20 mL του διαλύματος Δ1, ώστε να παρασκευάσει το διάλυμα Δ2, και να περιγράψετε τη διαδικασία που θα ακολουθήσει.

β. Να υπολογίσετε τον όγκο H_2O σε mL και τον όγκο του διαλύματος Δ1 που πρέπει να αναμείξει ώστε να παρασκευάσει 100 mL του διαλύματος Δ2, και να περιγράψετε τη διαδικασία που θα ακολουθήσει.

γ. Σε ογκομετρικό σωλήνα των 100 mL ο μαθητής εισάγει 20 mL του Δ1 και συμπληρώνει με νερό, έως ότου ο όγκος να γίνει 90 mL. Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος Δ3 που παρασκεύασε;

Δεδομένα	Ζητούμενα
Δ2: 0,5 M H_2SO_4 Δ1: 5 M H_2SO_4 **α.** $V_{\Delta 1}$ = 20 mL	$\mathbf{V_{H2O}}$ **= ;**
β. V_{Δ} = 100 mL	$\mathbf{V_{\Delta 1}}$ **= ;** $\mathbf{V_{H2O}}$ **= ;**
γ. $V_{\Delta 1}$ = 20 mL $V_{\Delta 2}$ = 90 mL	$\boldsymbol{c_3}$ **= ;**

α. Θα υπολογίσουμε την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας (H_2SO_4) στο αρχικό διάλυμα Δ1 που θα είναι ίδια και στο τελικό διάλυμα Δ2.

Αρχικό διάλυμα Δ1

Στα 1.000 mL Δ1 περιέχονται 5 mol H_2SO_4

Στα 20 mL Δ1 περιέχονται n_1

$$n_1 = \frac{20\,mL}{1000\,mL} \cdot 5\,mol = 0{,}1\ mol\ H_2SO_4$$

Τελικό διάλυμα Δ2

Έστω ότι πρέπει να προστεθούν V mL H_2O. Το τελικό διάλυμα Δ2 θα έχει:

$V_2 = 20 + V$ mL και θα περιέχει 0,1 mol H_2SO_4.

Στα 1.000 mL Δ2 περιέχονται 0,5 mol H_2SO_4

Στα V_2 περιέχονται 0,1 mol H_2SO_4

$$V_2 = \frac{0{,}1\ mol}{0{,}5\ mol} \cdot 1.000\ mL = 200\ mL$$

Επομένως: 20 + V = 200 mL και $\boldsymbol{V}$ **= 180 mL H_2O**.

Με τύπο:

$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$

5 mol/L· 0,02 L = 0,5 mol/L · V_2

και V_2 = 0,2 L

Επίσης: $V_2 = V_1 + V_{H2O}$

Επομένως: V_{H2O} = 0,2 L – 0,02 L = 0,18 L ή 180 mL

Για να παρασκευαστεί το διάλυμα Δ2, ο μαθητής λαμβάνει με το σιφώνιο 20 mL πυκνού διαλύματος Δ1 και το μεταφέρει προσεκτικά στην ογκομετρική φιάλη. Στη συνέχεια προσθέτει με τον υδροβολέα **180 mL H_2O,** δηλαδή μέχρι τη χαραγή. Για μεγαλύτερη ακρίβεια, όταν πλησιάζει τη χαραγή, προσθέτει τα τελευταία mL απιοντισμένου νερού με σταγονόμετρο.

β. Έστω ότι πρέπει να αναμειχθούν V_1 mL διαλύματος Δ1 με V mL H_2O ώστε να παρασκευαστούν 100 mL διαλύματος Δ2. Τότε: $\boldsymbol{V_2 = V_1 + V = 100}$ **mL (1)**

Αρχικό διάλυμα Δ1

Στα 1.000 mL Δ1 περιέχονται 5 mol H_2SO_4

Στα V_1 περιέχονται n_1

$$n_1 = \frac{V_1\,mL}{1.000\,mL} \cdot 5\,mol = 0{,}005\ V_1\ mol\ H_2SO_4$$

Τελικό διάλυμα Δ2

Θα υπολογίσουμε την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας (H_2SO_4) στο τελικό διάλυμα Δ2 που θα είναι ίδια και στο αρχικό διάλυμα Δ1.

Στα 1.000 mL Δ2 περιέχονται 0,5 mol H_2SO_4

Στα 100 mL Δ2 περιέχονται n_1

$$n_1 = \frac{100\,mL}{1.000\,mL} \cdot 0{,}5\ mol = 0{,}05\ mol\ H_2SO_4$$

Με τύπο:

$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$

5 mol/L· V_1 = 0,5 mol/L · 0,10 L

και V_1 = 0,01 L

Επίσης: $V_2 = V_1 + V_{H2O}$

Επομένως: V_{H2O} = 0,10 L – 0,01 L = 0,09 L ή 90 mL

Επομένως: $5 \cdot V_1/1.000 = 0,05$ mol και $V_1 = 10$ mL Δ_1

Από τη σχέση (1): $V = 90$ mL H_2O

Για να παρασκευαστούν 100 mL, ο μαθητής λαμβάνει με το σιφώνιο 10 mL πυκνού διαλύματος Δ1 και το μεταφέρει προσεκτικά στην ογκομετρική φιάλη των 100 mL. Στη συνέχεια προσθέτει με τον υδροβολέα **90 mL H_2O**, δηλαδή μέχρι τη χαραγή. Για μεγαλύτερη ακρίβεια, όταν πλησιάζει τη χαραγή, προσθέτει τα τελευταία mL απιοντισμένου νερού με σταγονόμετρο.

γ. Θα υπολογίσουμε την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας (H_2SO_4) στο αρχικό διάλυμα Δ1 που θα είναι ίδια και στο τελικό διάλυμα Δ3.

Αρχικό διάλυμα Δ1

Στα 1.000 mL Δ1 περιέχονται 5 mol H_2SO_4

Στα 20 mL Δ1 περιέχονται n_1

$$n_1 = \frac{20 \text{ mL}}{1.000 \text{ mL}} \cdot 5 \text{ mol} = 0,1 \text{ mol } H_2SO_4$$

Με τύπο:

$c_1 \cdot V_1 = c_3 \cdot V_3$

$5 \text{ mol/L} \cdot 0,02 \text{ L} = c_3 \cdot 0,09 \text{ L}$

και $c_3 = 1,1$ mol/L

Τελικό διάλυμα Δ3

$V_3 = 90$ mL και θα περιέχει 0,1 mol H_2SO_4. Για να βρούμε τη συγκέντρωση, θα υπολογίσουμε πόσα mol H_2SO_4 θα περιέχονται σε 1 L αραιωμένου διαλύματος.

Στα 90 mL Δ3 περιέχονται 0,1 mol H_2SO_4

Στα 1.000 mL Δ3 περιέχονται n_3;

Επομένως: $n_3 = 1,1$ mol H_2SO_4 και το αραιωμένο διάλυμα έχει συγκέντρωση **1,1 M σε H_2SO_4**.

Εφαρμογή 29

Ένα υδατικό διάλυμα Δ1 έχει συγκέντρωση σε NaOH 2 M.

α. Η Ιωάννα, μαθήτρια της Α΄ Λυκείου, θέλει να παρασκευάσει διάλυμα Δ2 με συγκέντρωση 0,4 M. Να υπολογίσετε πόσα mL H_2O πρέπει να προσθέσει σε 400 mL του διαλύματος Δ1 και να περιγράψετε τη διαδικασία που θα ακολουθήσει, αν τα διαθέσιμα όργανα είναι: υδροβολέας, ογκομετρικές φιάλες, σιφώνια πλήρωσης, σταγονόμετρα και ογκομετρικός κύλινδρος.

β. Πόσα mL H_2O και πόσα mL του διαλύματος Δ1 πρέπει να αναμείξει η Ιωάννα ώστε να παρασκευάσει 500 mL του διαλύματος Δ2;

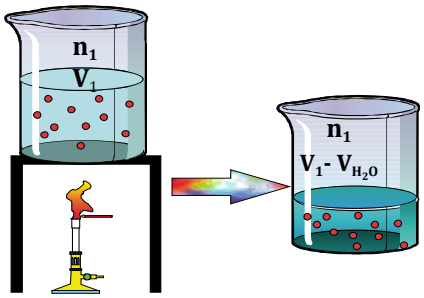
γ. Η Ιωάννα λαμβάνει με το σιφώνιο πλήρωσης 50 mL του Δ1 και τα εισάγει σε κατάλληλη ογκομετρική φιάλη. Προσθέτει στη φιάλη αρχικά με τον υδροβολέα και στη συνέχεια με το σταγονόμετρο συνολικά 350 mL H_2O. Ποια είναι η συγκέντρωση διαλύματος Δ3 που παρασκεύασε η Ιωάννα;

Απαντήσεις: α. 1600 mL H_2O, β. 100 mL Δ_1 και 400 mL H_2O και γ. $c_3 = 0,25$ M

Δ. Υπολογισμός της συγκέντρωσης διαλύματος που προκύπτει από τη συμπύκνωση του αρχικού

Συμπύκνωση διαλύματος ονομάζεται η αφαίρεση διαλύτη (συνήθως H_2O) ή η προσθήκη διαλυμένης ουσίας, που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας του διαλύματος.

Συμπύκνωση διαλύματος 1

Συμπύκνωση διαλύματος με ελάττωση της ποσότητας του διαλύτη		
		
Για τη διαλυμένη ουσία ισχύει:	Τα mol της διαλυμένης ουσίας είναι ίδια στο αρχικό και στο τελικό διάλυμα.	$n_1 = c_1 \cdot V_1$ (1) $n_1 = c_2 \cdot V_2$ (2)
Για το διάλυμα ισχύει:	Ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι μικρότερος από τον όγκο του αρχικού.	$V_2 = V_1 - V_{H2O}$
Για τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος ισχύει:	Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση του αρχικού.	Από τις σχέσεις (1) και (2): $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$

Παράδειγμα 35

Ένα υδατικό διάλυμα NaCl περιεκτικότητας 23,4% μάζα προς όγκο (Δ1) έχει όγκο 500 mL και αφήνεται σε ανοιχτή ογκομετρική φιάλη. Μερικές μέρες μετά ο όγκος του διαλύματος γίνεται 400 mL.

α. Να εξηγηθεί η ελάττωση του όγκου.

β. Να βρεθεί η συγκέντρωση (molarity) του νέου διαλύματος.

Δεδομένα	Ζητούμενα
α. $V_{δ/τος}$ = 500 mL 23,4% μάζα προς όγκο NaCl $V_{δ/τος}'$ = 400 mL	**εξήγηση**
β.	c_2 =;

α. Εξατμίστηκαν (500 – 400) = 100 mL H_2O, επειδή η φιάλη είναι ανοιχτή.

β. Θα υπολογίσουμε την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο αρχικό διάλυμα Δ1 αρχικά σε γραμμάρια, γιατί γνωρίζουμε την % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα, και στη συνέχεια θα τη μετατρέψουμε σε mol.

Αρχικό διάλυμα Δ1

Στα 100 mL Δ1 περιέχονται 23,4 g NaCl

Στα 500 mL Δ1 περιέχονται m_1;

$$m_1 = \frac{500\ \text{mL}}{100\ \text{mL}} \cdot 23{,}4\ \text{g} = 117\ \text{g NaCl}$$

$$n_1 = \frac{m}{M} = \frac{117\text{g}}{58{,}5\frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2\ \text{mol NaCl}$$

Τελικό διάλυμα Δ2

Ο όγκος του διαλύματος: V_2 = 400 mL, δηλαδή 0,4 L και περιέχονται 2 mol NaCl.

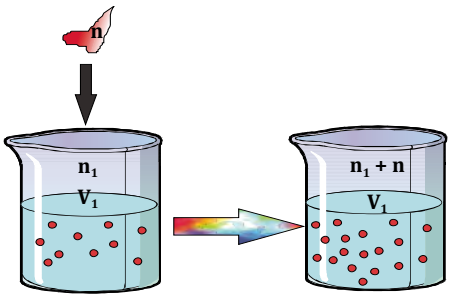
Επομένως, το συμπυκνωμένο διάλυμα έχει συγκέντρωση: $c_2 = \frac{n}{V} = \frac{2\ \text{mol}}{0{,}4\ \text{L}} = 5\ \text{M NaCl}$

Εφαρμογή 30

Ένα υδατικό διάλυμα Δ1 με περιεκτικότητα 32,8% μάζα προς όγκο σε $Ca(NO_3)_2$ έχει όγκο 200 mL και θερμαίνεται σε ανοικτό δοχείο, οπότε ένα μέρος του νερού εξατμίζεται και ο όγκος του γίνεται 150 mL.

Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (molarity) του συμπυκνωμένου διαλύματος.

Απαντήσεις: c_2 = 2,7 M

Συμπύκνωση διαλύματος με προσθήκη ποσότητας καθαρής διαλυμένης ουσίας		
		
Για τη διαλυμένη ουσία ισχύει:	Τα mol της διαλυμένης ουσίας είναι περισσότερα στο τελικό διάλυμα.	$n_1 = c_1 \cdot V_1$ (1) $n_2 = n_1 + n$ (2)
Για το διάλυμα ισχύει:	Ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι κατά κανόνα ίσος με τον όγκο του αρχικού, γιατί προσθήκες μικρών ποσοτήτων στερεών ή αέριων ουσιών στα διαλύματα δεν μεταβάλλουν τον όγκο του διαλύματος.	$\mathbf{V_2 = V_1}$ (εκτός αν η άσκηση αναφέρει μεταβολή του όγκου του διαλύματος)
Για τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος ισχύει:	Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση του αρχικού.	Από τις σχέσεις (1) και (2): $c_2 = \frac{n_1 + n}{V_1}$

Συμπύκνωση διαλύματος 2

Παράδειγμα 36

Σε 400 mL διαλύματος KNO_3 20,20% μάζα προς όγκο (Δ1) διαλύονται 10,10 g καθαρού KNO_3 και παράγεται διάλυμα Δ2 που έχει όγκο 400 mL. Να βρεθεί η συγκέντρωση (molarity) του διαλύματος Δ2.

Δεδομένα	**Ζητούμενα**
α. $V_{δ/τος}$= 400 mL 20,20 % μάζα προς όγκο KNO_3 m'_{KNO3}= 10,1 g	c_2 = ;

Θα υπολογίσουμε την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο αρχικό διάλυμα Δ1.

Αρχικό διάλυμα Δ1

Στα 100 mL Δ1 περιέχονται 20,20 g KNO_3

Στα 400 mL Δ1 περιέχονται m_1;

$$m = \frac{400\ \text{mL}}{100\ \text{mL}} \cdot 20{,}20\,\text{g} = 80{,}80\ \text{g KNO}_3 \quad \text{και} \quad n_1 = \frac{m}{M} = \frac{80{,}80\ \text{g}}{101\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0{,}80\ \text{mol KNO}_3$$

Τελικό διάλυμα Δ2

Στο τελικό διάλυμα προστέθηκαν 10,1 g KNO_3, δηλαδή $n' = \frac{m}{M} = \frac{10{,}10\ g}{101\ \frac{g}{mol}} = 0{,}10\ mol\ KNO_3$

Επομένως, ο συνολικός αριθμός mol του KNO_3 είναι: $n_2 = n_1 + n' = 0{,}90$ mol

Στα 400 mL Δ2 περιέχονται 0,90 mol KNO_3

Στα 1.000 mL περιέχονται n;

$$n = \frac{1.000\ mL}{400\ mL} \cdot 0{,}90\ mol = 2{,}25\ mol\ KNO_3$$

Επομένως, το συμπυκνωμένο διάλυμα έχει συγκέντρωση **2,25 M KNO_3.**

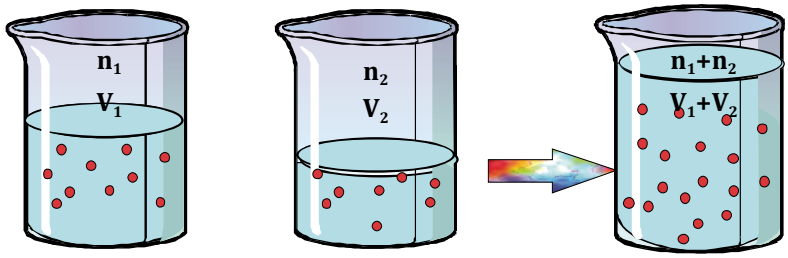
Εφαρμογή 31

Σε 500 mL διαλύματος NaOH 8% μάζα προς όγκο (Δ1) διαλύονται 20 g καθαρού NaOH και παρασκευάζονται 500 mL διαλύματος Δ2. Να βρεθεί η συγκέντρωση του διαλύματος Δ2.

Απαντήσεις: 3 M NaOH

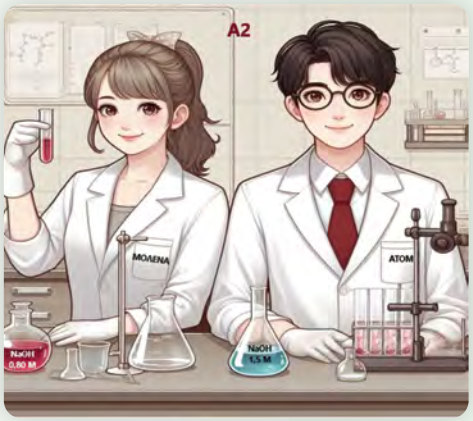
Ε. Υπολογισμός της συγκέντρωσης διαλύματος που προκύπτει από την ανάμειξη δύο άλλων διαλυμάτων που περιέχουν την ίδια διαλυμένη ουσία

Ανάμειξη διαλυμάτων 1



Για τη διαλυμένη ουσία ισχύει:	Τα mol της διαλυμένης ουσίας στο τελικό διάλυμα είναι ίσα με το άθροισμα των mol της διαλυμένης ουσίας στα αρχικά διαλύματα.	$n_1 = c_1 \cdot V_1$ $n_2 = c_2 \cdot V_2$ $n_{τελικό} = n_1 + n_2$ (1)
Για το διάλυμα ισχύει:	Ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι ίσος με το άθροισμα των όγκων των αρχικών διαλυμάτων.	$V_{τελικός} = V_1 + V_2$ (2)
Για τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος ισχύει:	Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι μεγαλύτερη από τη μικρότερη και μικρότερη από τη μεγαλύτερη από τις συγκεντρώσεις των αρχικών διαλυμάτων.	Από τις σχέσεις (1) και (2): $c_{τελική} = \frac{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2}$

Παράδειγμα 37



Ένας μαθητής και μια μαθήτρια της Α΄ Λυκείου προπονούνται για να πάρουν μέρος σε έναν σχολικό εργαστηριακό διαγωνισμό, παρασκευάζοντας διαλύματα διαφορετικών περιεκτικοτήτων. Στο σχολικό εργαστήριο υπάρχουν δύο υδατικά διαλύματα NaOH, ένα διάλυμα Δ1 με συγκέντρωση 0,80 M και ένα διάλυμα Δ2 με συγκέντρωση 1,50 M. Μπορείτε να τους βοηθήσετε στους υπολογισμούς;

α. Αναμειγνύονται 30 mL του διαλύματος Δ1 με 20 mL του διαλύματος Δ2. Να βρεθεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος Δ3.

β. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν τα διαλύματα Δ1 και Δ2 ώστε να προκύψει διάλυμα Δ4 με συγκέντρωση 1,20 M;

γ. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν τα διαλύματα Δ1 και Δ2 ώστε να προκύψει διάλυμα Δ5 περιεκτικότητας 4% μάζα προς μάζα και πυκνότητας 1,04 g/mL;

δ. Πόσα mL του διαλύματος Δ1 και πόσα mL του διαλύματος Δ2 πρέπει να αναμειχθούν ώστε να παραχθούν 500 mL διαλύματος Δ6 περιεκτικότητας 3,60% μάζα προς όγκο;

Δεδομένα	Ζητούμενα
c_1 = 0,80 M c_2 = 1,50 M α. V_1 = 30 mL V_2 = 20 mL	c_3 = ;
β. c_4 = 1,20 M	V1/ V2 = ;
γ. 4% μάζα προς μάζα ρ = 1,04 g/mL	V1/ V2 = ;
δ. V_6 = 500 mL 3,60% μάζα προς όγκο	V_1 = ; V_2 = ;

α. Διάλυμα Δ1

Θα υπολογίσουμε τα n_1 του NaOH στο διάλυμα Δ1.

Στα 1.000 mL Δ1 περιέχονται 0,80 mol NaOH

Στα 30 mL Δ1 περιέχονται n_1 = ;

$$= n_1 = \frac{30\ \text{mL}}{1.000\ \text{mL}} \cdot 0{,}80\ \text{mol} = 0{,}024\ \text{mol NaOH}$$

Διάλυμα Δ2

Θα υπολογίσουμε τα n_2 του NaOH στο διάλυμα Δ2.

Στα 1.000 mL Δ2 περιέχονται 1,50 mol NaOH

Στα 20 mL Δ1 περιέχονται n_2 = ;

$$n_2 = \frac{20\ \text{mL}}{1.000\ \text{mL}} \cdot 1{,}50\ \text{mol} = 0{,}030\ \text{mol NaOH}$$

Στο τελικό διάλυμα

Ο όγκος του τελικού διαλύματος: $V_{\text{τελικός}} = V_1 + V_2$ = 30 mL + 20 mL = 50 mL διαλύματος

Η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας: $n_{\text{τελικά}} = n_1 + n_2$ = 0,024 mol + 0,030 mol = 0,054 mol NaOH

Για να βρούμε τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος, θα υπολογίσουμε τα mol του NaOH στα 1.000 mL τελικού διαλύματος.

Στα 50 mL τελικού διαλύματος περιέχονται 0,054 mol NaOH

Στα 1.000 mL τελικού διαλύματος περιέχονται n = ;

$$n = \frac{1.000\ \text{mL}}{50\ \text{mL}} \cdot 0{,}054\ \text{mol} = 1{,}08\ \text{mol NaOH}$$

Επομένως, το τελικό διάλυμα έχει συγκέντρωση **1,08 M NaOH.**

Με τύπο:

$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}$

0,80 mol/L·0,03 L +1,50 mol/L·0,02 L = $c_{\text{τελ}}$ · 0,05 L

και $c_{\text{τελ}}$ = **1,08 mol/L**

β. Έστω ότι θα χρησιμοποιήσουμε V_1 L διαλύματος Δ1 και V_2 L διαλύματος Δ2.

Διάλυμα Δ1

Θα υπολογίσουμε τα mol NaOH (n_1) στο διάλυμα Δ1 συναρτήσει του άγνωστου όγκου του διαλύματος V_1.

Σε 1 L Δ1 περιέχονται 0,80 mol NaOH

Στα V_1 περιέχονται n_1 = ;

Επομένως: $n_1 = \frac{V_1\ L}{1\ L} \cdot 0{,}80\ mol = 0{,}80\ V_1\ mol\ NaOH$

Διάλυμα Δ2

Θα υπολογίσουμε τα mol NaOH (n_2) στο διάλυμα Δ2 συναρτήσει του άγνωστου όγκου του διαλύματος V_2.

Στο 1L Δ2 περιέχονται 1,50 mol NaOH

Στα V_2 περιέχονται n_2 = ;

Επομένως: $n_2 = \frac{V_2\ L}{1\ L} \cdot 1{,}50\ mol = 1{,}50\ V_2\ mol\ NaOH$

Στο τελικό διάλυμα

Ο όγκος του τελικού διαλύματος: $V_{τελικός} = V_1 + V_2$

Τα mol της διαλυμένης ουσίας: $n_{ολικό} = n_1 + n_2 = 0{,}80V_1 + 1{,}50V_2$ mol NaOH

Για το τελικό διάλυμα γνωρίζουμε:

$c_{τελική} = \frac{n_{ολικά}}{V_{τελικό}} = \frac{0{,}80V_1 + 1{,}50V_2}{V_1 + V_2}$ Επομένως: $\mathbf{\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}}$

Επίσης, γνωρίζουμε ότι: $c_{τελική}$ = 1,20 M

Με τύπο:

$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{τελ} \cdot V_{τελ}$

$0{,}80\ \frac{mol}{L} \cdot V_1\ L + 1{,}50\ \frac{mol}{L} \cdot V_2\ L =$

$= 1{,}2\ \frac{mol}{L} \cdot (V_1 + V_2)\ L$ και $\frac{V_1}{V_2} = \frac{3}{4}$

γ. Έστω ότι θα χρησιμοποιήσουμε V_1 L διαλύματος Δ1 και V_2 L διαλύματος Δ2.

Διάλυμα Δ1

Θα υπολογίσουμε τα mol NaOH (n_1) στο διάλυμα Δ1 συναρτήσει του άγνωστου όγκου του διαλύματος V_1.

Σε 1 L Δ1 περιέχονται 0,80 mol NaOH

Στα V_1 περιέχονται n_1 = ;

Επομένως: $n_1 = \frac{V_1\ L}{1\ L} \cdot 0{,}80\ mol = 0{,}80\ V_1\ mol\ NaOH$

Διάλυμα Δ2

Θα υπολογίσουμε τα mol NaOH (n_2) στο διάλυμα Δ2 συναρτήσει του άγνωστου όγκου του διαλύματος V_2.

Στο 1L Δ2 περιέχονται 1,50 mol NaOH

Στα V_2 περιέχονται n_2 = ;

Επομένως: $n_2 = \frac{V_2\ L}{1\ L} \cdot 1{,}50\ mol = 1{,}50\ V_2\ mol\ NaOH$

Στο τελικό διάλυμα

Ο όγκος του τελικού διαλύματος: $V_{τελικός} = V_1 + V_2$ (L) ή 1.000 ($V_1 + V_2$) mL

Τα mol της διαλυμένης ουσίας: $n_{ολικό} = n_1 + n_2 = 0{,}80\ V_1 + 1{,}50\ V_2$ mol NaOH (2)

- Για το τελικό διάλυμα γνωρίζουμε ότι έχει περιεκτικότητα 4% μάζα προς μάζα και πυκνότητα 1,04 g/mL.
- Μετατρέπουμε τον όγκο του τελικού διαλύματος σε μάζα με τη βοήθεια της πυκνότητας και υπολογίζουμε τη μάζα του NaOH ως συνάρτηση του άγνωστου όγκου:
  $m_{διαλύματος} = V \cdot ρ = 1.000\ (V_1 + V_2)\ mL \cdot 1{,}04\ g/mL = 1040\ (V_1 + V_2)\ g$
- Από την % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα και τη μάζα του διαλύματος θα υπολογίσουμε τη μάζα της διαλυμένης ουσίας και στη συνέχεια τα mol της διαλυμένης ουσίας.

Στα 100 g τελικού διαλύματος περιέχονται 4 g NaOH

Στα 1040 ($V_1 + V_2$)g περιέχονται m;

Επομένως: m = 41,6 ($V_1 + V_2$) g NaOH

$n_{NaOH} = \frac{m}{M} = \frac{41{,}6(V_1 + V_2)g}{40\ \frac{g}{mol}} = 1{,}04(V_1 + V_2)\ mol$

Από τις σχέσεις (1) και (2): $0{,}80\ V_1 + 1{,}50\ V_2 = 1{,}04\ (V_1 + V_2)$

Και $\frac{V_1}{V_2} = \frac{23}{12}$

δ. Έστω ότι θα χρησιμοποιήσουμε V_1 L διαλύματος Δ1 και V_2 L διαλύματος Δ2, ώστε να παρασκευάσουμε 500 mL, δηλαδή 0,5 L διαλύματος Δ6 με περιεκτικότητα 3,60% μάζα προς όγκο.

Διάλυμα Δ1

Θα υπολογίσουμε τα mol NaOH (n_1) στο διάλυμα Δ1 συναρτήσει του άγνωστου όγκου του διαλύματος V_1.

Σε 1L Δ1 περιέχονται 0,80 mol NaOH

Στα V_1 περιέχονται n_1;

$$n_1 = \frac{V_1\ \text{L}}{1\ \text{L}} \cdot 0{,}80\ \text{mol} = 0{,}80\ V_1\ \text{mol NaOH}$$

Διάλυμα Δ2

Θα υπολογίσουμε τα mol NaOH (n_2) στο διάλυμα Δ2 συναρτήσει του άγνωστου όγκου του διαλύματος V_2.

Στο 1L Δ2 περιέχονται 1,50 mol NaOH

Στα V_2 περιέχονται n_1;

$$n_2 = \frac{V_2\ \text{L}}{1\ \text{L}} \cdot 1{,}50\ \text{mol} = 1{,}50 V_2\ \text{mol NaOH}$$

Στο τελικό διάλυμα

Ο όγκος του τελικού διαλύματος: $V_{\text{τελικός}} = V_1 + V_2 = 0{,}5$ L (1)

Τα mol της διαλυμένης ουσίας: $n_{\text{ολικό}} = n_1 + n_2 = 0{,}80\ V_1 + 1{,}50\ V_2$ mol NaOH (2)

Για το τελικό διάλυμα γνωρίζουμε ότι έχει όγκο 500 mL και περιεκτικότητα 3,60% μάζα προς όγκο:

Στα 100 mL τελικού διαλύματος περιέχονται 3,60 g NaOH

Στα 500 mL περιέχονται m g;

m = 18 g NaOH

Επομένως:

$$n_{NaOH} = \frac{m}{M} = \frac{18\ \text{g}}{40\ \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0{,}45\ \text{mol} \quad (3)$$

Από τις σχέσεις (2) και (3): $0{,}80\ V_1 + 1{,}50\ V_2 = 0{,}45$ mol

Από τη σχέση (1): $V_1 + V_2 = 0{,}5$ L

$V_1 = \frac{3}{7}$ L και $V_2 = \frac{1}{14}$ L

Εναλλακτικά:

Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση στο τελικό διάλυμα και χρησιμοποιούμε τον τύπο.

Στα 100 mL τελικού διαλύματος περιέχονται 3,60 g NaOH

Στα 1.000 mL περιέχονται m g

m = 36, δηλαδή m = 36 g

n = m/M = 36/40 = 0,9 mol και $\boldsymbol{c_{\text{τελ}} = 0{,}9\ M}$

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}$$

$$0{,}80\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot V_1\ \text{L} + 1{,}50\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot V_2\ \text{L} = 0{,}90\ \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot (V_1 + V_2)\ \text{L}$$

$$\text{και}\ \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{6}\ \text{και}\ V_2 + V_1 = 0{,}5\text{L}$$

$$\text{οπότε: } \mathbf{V_1 = \frac{3}{7} L} \text{ και } \mathbf{V_2 = \frac{0{,}5}{7} L}$$

Εφαρμογή 32

Στο σχολικό εργαστήριο υπάρχουν διαθέσιμα δύο υδατικά διαλύματα αμμωνίας (NH_3), το Δ1 με συγκέντρωση 0,10 M και το Δ2 με συγκέντρωση 0,40 M.

α. Αναμειγνύονται 300 mL του διαλύματος Δ1 με 700 mL του διαλύματος Δ2. Να βρεθεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος Δ3.

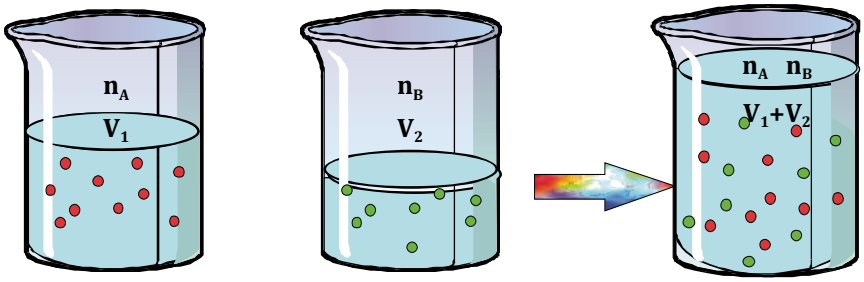
β. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν τα διαλύματα Δ1 και Δ2, ώστε να προκύψει διάλυμα Δ4 με συγκέντρωση 0,25 M;

γ. Ποιος όγκος του διαλύματος Δ1 με ποιον όγκο του διαλύματος Δ2 πρέπει να αναμειχθούν ώστε να παραχθούν 2 L διαλύματος Δ6 περιεκτικότητας 0,51% μάζα προς όγκο;

Απαντήσεις: α. 0,31 M
β. V1/V2 = 1/1
γ. V1 = 2/3 L , V2 = 4/3 L

ΣΤ. Υπολογισμός της συγκέντρωσης διαλύματος που προκύπτει από την ανάμειξη δύο άλλων διαλυμάτων τα οποία περιέχουν διαφορετικές διαλυμένες ουσίες που δεν αντιδρούν

Ανάμειξη διαλυμάτων 2



Για τη διαλυμένη ουσία ισχύει:	Τα mol της κάθε διαλυμένης ουσίας στο τελικό διάλυμα είναι ίσα με τα mol της διαλυμένης ουσίας στο αρχικό διάλυμα.	$n_A = c_A \cdot V_1$ $n_B = c_B \cdot V_2$ (1)
Για το διάλυμα ισχύει:	Ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι ίσος με το άθροισμα των όγκων των αρχικών διαλυμάτων.	$V_{τελικός} = V_1 + V_2$ (2)
Για τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος ισχύει:	Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος σε κάθε διαλυμένη ουσία είναι μικρότερη από την αρχική της συγκέντρωση.	Από τις σχέσεις (1) και (2): $c_A' = \frac{c_A \cdot V_1}{V_1 + V_2}$ $c_B' = \frac{c_B \cdot V_2}{V_1 + V_2}$

- Διαδικασία για την επίλυση της άσκησης:
  1. Υπολογίζεται η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας Α στο πρώτο διάλυμα, έστω και συναρτήσει αγνώστου.
  2. Υπολογίζεται η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας Β στο δεύτερο διάλυμα, έστω και συναρτήσει αγνώστου.
  3. Οι ποσότητες των ουσιών Α και Β στο τελικό διάλυμα είναι ίσες με αυτές των αρχικών διαλυμάτων.
  4. Υπολογίζεται ο όγκος του τελικού διαλύματος:

$n_{A\ \text{τελικά}} = n_{A\ \text{αρχικά}}$	$n_{B\ \text{τελικά}} = n_{B\ \text{αρχικά}}$
$V_{\text{τελικός}} = V_1 + V_2$	

Παρατήρηση: Κατά την ανάμειξη διαλυμάτων που περιέχουν διαφορετικές διαλυμένες ουσίες που δεν αντιδρούν η συγκέντρωση κάθε ουσίας στο τελικό διάλυμα είναι μικρότερη από τη συγκέντρωσή της στο αρχικό. Οι τελικές συγκεντρώσεις μπορούν να υπολογιστούν και με τύπους:

$$c_{A'}(V_A+V_B) = c_A \cdot V_A$$

$$c_{B'}(V_A+V_B) = c_B \cdot V_B$$

Παράδειγμα 38

Αναμειγνύονται 300 mL υδατικού διαλύματος Δ1 NaCl 0,50 M με 200 mL υδατικού διαλύματος Δ2 $MgCl_2$ 0,10 M.

Να βρεθεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος σε κάθε διαλυμένη ουσία.

Δεδομένα	Ζητούμενα
Α. V_1 = 300 mL 0,50 M NaCl V_2 = 200 mL 0,10 M $MgCl_2$	c_{NaCl} = ; c_{MgCl2} = ;

Θα υπολογίσουμε τον αριθμό mol κάθε διαλυμένης ουσίας.

Διάλυμα Δ1

$n_{NaCl} = c_{NaCl} \cdot V_1 = 0{,}50\ \text{mol/L} \cdot 0{,}3\text{L} = 0{,}15\ \text{mol}$

Διάλυμα Δ2

$n_{MgCl2} = c_{MgCl2} \cdot V_2 = 0{,}10\ \text{mol/L} \cdot 0{,}2\ \text{L} = 0{,}02\ \text{mol}$

Στο τελικό διάλυμα

Ο όγκος του τελικού διαλύματος: $V_{\text{τελικός}} = V_1 + V_2 = 300\ \text{mL} + 200\ \text{mL} = 500\ \text{mL}$, δηλαδή 0,5 L.

Τα mol των διαλυμένων ουσιών: $n_{NaCl} = 0{,}15$ mol και $n_{MgCl2} = 0{,}02$ mol

$$c_{NaCl} = \frac{n_{NaCl}}{V_{\text{τελικός}}} = \frac{0{,}15\ \text{mol}}{0{,}5\ \text{L}} = 0{,}30\ \text{M}$$

$$c_{MgCl_2} = \frac{n_{MgCl2}}{V_{\text{τελικός}}} = \frac{0{,}02\ \text{mol}}{0{,}5\ \text{L}} = 0{,}04\ \text{M}$$

Επομένως, το τελικό διάλυμα έχει συγκέντρωση: **0,30 M NaCl και 0,04 M $MgCl_2$.**

Με τύπο:

$c_{NaCl} \cdot V_1 = c_{NaCl'} \cdot (V_1 + V_2)$

$0{,}50\ \text{mol/L} \cdot 0{,}3\text{L} = c_{NaCl'} \cdot 0{,}5\ \text{L}$

και $\boldsymbol{c_{NaCl'} = 0{,}30\ \text{M}}$

Επίσης: $c_{MgCl2} \cdot V_2 = c_{MgCl2'} \cdot (V_1 + V_2)$

$0{,}10\ \text{mol/L} \cdot 0{,}2\ \text{L} = c_{MgCl2'} \cdot 0{,}5\ \text{L}$

και $\boldsymbol{c_{MgCl2'} = 0{,}04\text{M}}$

Εφαρμογή 33

Αναμειγνύονται 40 mL υδατικού διαλύματος Δ1 K_2SO_4 0,10 M με 160 mL διαλύματος $NaHSO_4$ 0,5 M. Να βρεθεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος σε κάθε διαλυμένη ουσία.

Απαντήσεις: 0,02 M K_2SO_4 και 0,40 M $NaHSO_4$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

6.3 Συγκέντρωση διαλύματος

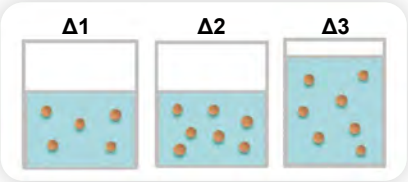
1. Να συμπληρώσετε τα κενά με την κατάλληλη λέξη, αριθμό ή τύπο.

α. Στα προϊόντα καθημερινής χρήσης συνήθως αναγράφεται η μάζα μιας ουσίας σε 100 g ή 100 mL προϊόντος, δηλαδή η ..... ή ..... περιεκτικότητα αντίστοιχα. Στα χημικά αντιδραστήρια όμως η έκφραση περιεκτικότητας που χρησιμοποιείται είναι η ..... ή ....., η οποία εκφράζει τον αριθμό ..... διαλυμένης ουσίας σε ..... διαλύματος και έχει μονάδα το ....., δηλαδή ..... .

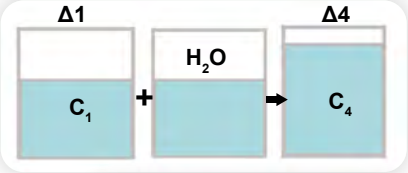
β. Η παρουσία νιτρωδών ιόντων στο νερό, εξαιτίας της χρήσης λιπασμάτων και της αστικής ρύπανσης από απορρίμματα και ζωικά λύματα είναι δείκτης υγειονομικής ποιότητας, γιατί τελικά σχηματίζουν καρκινογόνες ουσίες στο στομάχι. Το όριο ασφαλείας για τα νιτρώδη ιόντα (NO_2^-) στο πόσιμο νερό είναι 10 μmol/L νερού. Επομένως, για να είναι ασφαλές το πόσιμο νερό, πρέπει να περιέχει λιγότερα από ..... g σε 1 L ή από .... mol σε 330 mL νερό που είναι περίπου ένα ποτήρι.

2. Να παρατηρήσετε τις διαδοχικές εικόνες και να συμπληρώσετε τα κείμενα που βρίσκονται δίπλα τους.

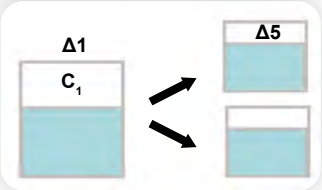
α. Από τα διαλύματα Δ1, Δ2, Δ3 τη μεγαλύτερη συγκέντρωση την έχει το ....., γιατί ..... .



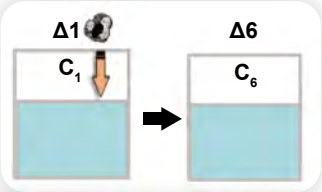
β. Το διάλυμα Δ1 έχει ..... συγκέντρωση από το Δ4 γιατί ....



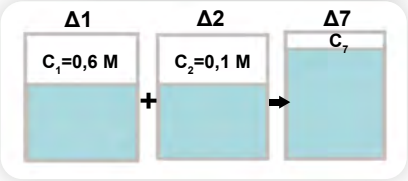
γ. Τα διαλύματα Δ1 και Δ5 έχουν ..... συγκέντρωση.



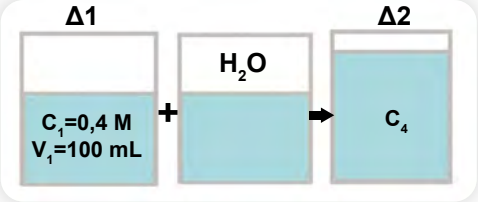
δ. Το διάλυμα Δ1 έχει ..... συγκέντρωση από το Δ6 γιατί ....



ε. Το διάλυμα Δ7 έχει ..... συγκέντρωση από το Δ1 και ..... συγκέντρωση από το Δ2.



3. Στις ακόλουθες ερωτήσεις να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

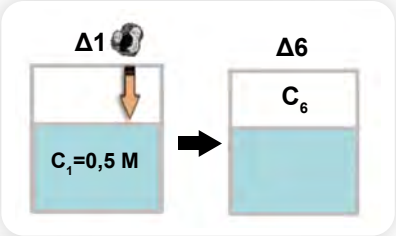


α. Η συγκέντρωση του διαλύματος $Δ_2$ του διπλανού σχήματος μπορεί να είναι:

i. 0,1 M **ii.** 0,4 M
iii. 0,5 M **iv.** 0,8 M

β. Με βάση την απάντηση του ερωτήματος (α), ο όγκος νερού που προστέθηκε μπορεί να είναι:

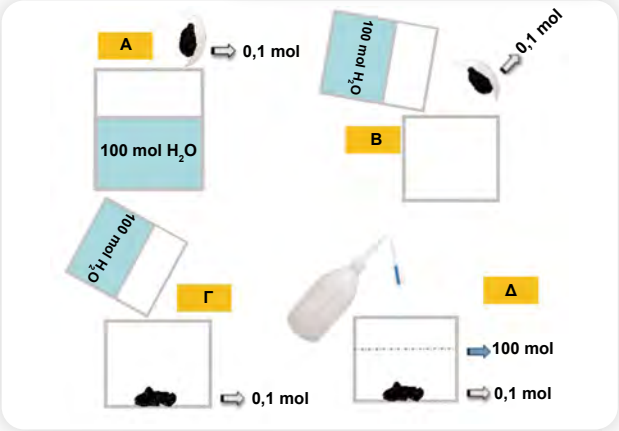
i. 100 mL **ii.** 200 mL
iii. 300 mL **iv.** 400 mL



γ. Η συγκέντρωση του διαλύματος $Δ_6$ του διπλανού σχήματος μπορεί να είναι:

i. 0,1 M **ii.** 0,4 M
iii. 0,5 M **iv.** 0,8 M

δ. Να επιλέξετε έναν από τους τρόπους που φαίνονται στο διπλανό σχήμα για την παρασκευή ενός υδατικού διαλύματος μιας στερεής ουσίας Α συγκέντρωσης 1 M με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια.



ε. Ένα διάλυμα Δ1 συγκέντρωσης 0,80 M σε διαλυμένη ουσία Α αραιώνεται στο πενταπλάσιο του όγκου του. Η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος είναι:

i. 0,10 M **ii.** 0,40 M
iii. 0,16 M **iv.** 0,13 M

στ. Ένα διάλυμα Δ1 συγκέντρωσης 0,80 M σε διαλυμένη ουσία Α αραιώνεται με πενταπλάσιο όγκο νερού. Η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος είναι:

i. 0,10 M **ii.** 0,40 M
iii. 0,16 M **iv.** 0,13 M

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΛΥΣΗ

1. Το $NaHCO_3$ είναι ένα λευκό στερεό και κρυσταλλικό άλας που είναι γνωστό με το όνομα μαγειρική σόδα. Χρησιμοποιείται ως πρόσθετο τροφίμων με τον κωδικό E500 και βρίσκεται διαλυμένο σε πολλές μεταλλικές πηγές και στο ορυκτό νάτρον. Ένα υδατικό διάλυμα $NaHCO_3$ Δ1 έχει συγκέντρωση 0,10 M.

α. Πόσα γραμμάρια $NaHCO_3$ περιέχονται σε 5 L διαλύματος Δ1;

β. Σε ποιον όγκο διαλύματος Δ1 περιέχονται 16,8 g $NaHCO_3$;

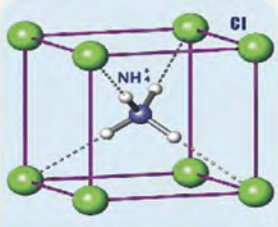
γ. Πόσα γραμμάρια $NaHCO_3$ περιέχονται σε 216 g του Δ1, αν η πυκνότητα του διαλύματος Δ1 είναι 1,08 g/mL;

2. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση (c) του διαλύματος:

α. Δ1, που περιέχει 0,5 mol καθαρό KOH σε 400 mL διαλύματος.

β. $Δ_2$ που περιέχει 13,6 g αμμωνίας (NH_3) σε 8 L διαλύματος.

γ. Κορεσμένου διαλύματος NH_4Cl, που περιέχει 26,75 g NH_4Cl σε 100 mL διαλύματος.



NH_4Cl
Είναι ένα λευκό κρυσταλλικό άλας που είναι πολύ διαλυτό στο νερό. Χρησιμοποιείται κυρίως ως λίπασμα και αρωματικός παράγοντας σε ορισμένα είδη γλυκόριζας. Το χλωρίδιο του αμμωνίου χρησιμοποιείται ως αποχρεμπτικό στην ιατρική για τον βήχα και ως πρόσθετο τροφίμων με τον αριθμό E510, που λειτουργεί ως θρεπτικό συστατικό ζύμης στην παρασκευή αρτοσκευασμάτων και ως οξινιστής.
Πηγή: By GarciaGerry - Own work, Public Domain/commons.wikimedia.org

3. **α.** Να υπολογιστεί η ποσότητα της αμμωνίας (NH_3) σε mol που περιέχεται σε 400 mL υδατικού διαλύματός της που έχει συγκέντρωση 0,5 M.

β. Να υπολογιστεί η ποσότητα του NaOH σε γραμμάρια που περιέχονται σε 250 mL διαλύματος με συγκέντρωση 0,5 M.

γ. Ποια θα είναι η συγκέντρωση ενός διαλύματος που παρασκευάζεται με διάλυση 16,8 g μαγειρικής σόδας ($NaHCO_3$) σε νερό και αραίωση μέχρι να αποκτήσει όγκο 2 L;

4. Σε 100 mL θαλασσινού νερού περιέχονται 2,925 g NaCl και $5·10^{-3}$ mol $MgCl_2$. Να υπολογιστούν:

α. Η συγκέντρωση του NaCl και η συγκέντρωση του $MgCl_2$ στο θαλασσινό νερό.

β. Τα γραμμάρια του $MgCl_2$ που περιέχονται σε 1 L θαλασσινού νερού.

5. Το $NaNO_2$ είναι ένα πρόσθετο τροφίμων με τον κωδικό E250, το οποίο χρησιμοποιείται ως χρωστική στα αλλαντικά και για να παρεμποδίζει την ανάπτυξη ορισμένων βακτηρίων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ορίσει ως ανώτατο επιτρεπτό όριο περιεκτικότητας 0,6% μάζα προς όγκο σε E250. Κατά την ανάλυση ενός τροφίμου η συγκέντρωση του $NaNO_2$ βρέθηκε 0,1 M. Είναι κατάλληλο το τρόφιμο με βάση τη νομοθεσία;

6. Να υπολογιστεί η % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα υδατικού διαλύματος H_3PO_4 με συγκέντρωση 0,05 M.

7. **α.** Να υπολογιστεί η συγκέντρωση διαλύματος NaOH που έχει περιεκτικότητα 4% μάζα προς μάζα και πυκνότητα 1,08 g/mL.

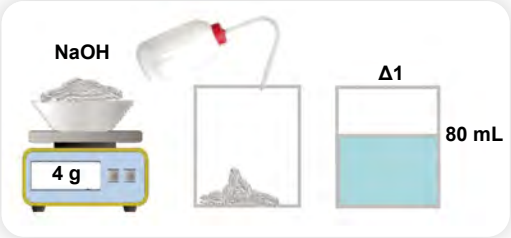
β. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση διαλύματος H_2SO_4 που έχει περιεκτικότητα 0,98% μάζα προς μάζα και πυκνότητα 1,08 g/mL.

8. Πόσα mL διαλύματος NH_4Cl 1M περιέχουν στο NH_4Cl τον ίδιο αριθμό ατόμων υδρογόνου (H) με αυτόν που περιέχεται στο HCl που υπάρχει σε 100 mL διαλύματος με συγκέντρωση 0,5 M;

9. Ένα διάλυμα Δ1 παρασκευάζεται όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα:

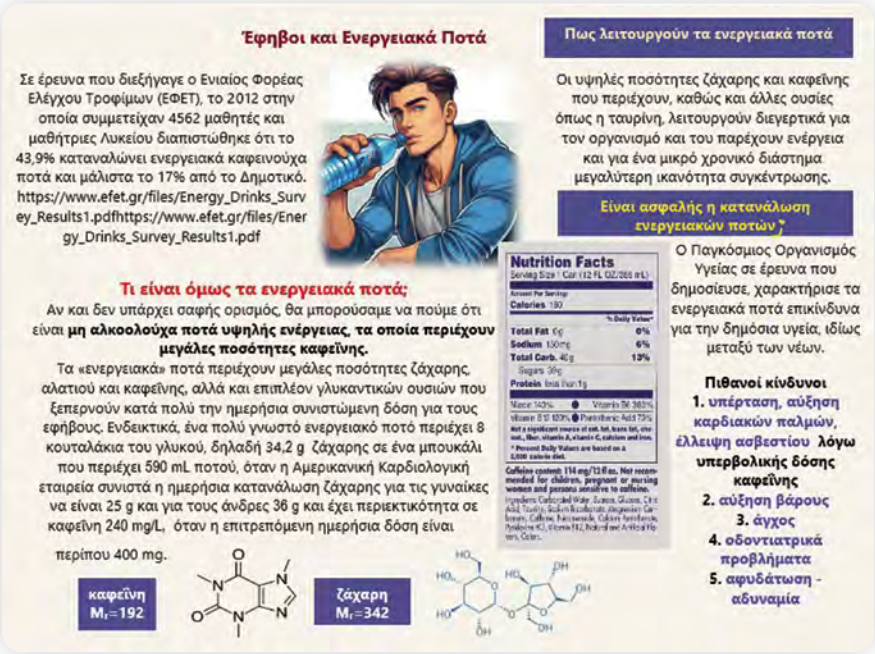
α. Να περιγραφεί η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την παρασκευή του Δ1 και να υπολογιστεί η συγκέντρωση (c_1) του.

β. Πόσα mL από το Δ1 πρέπει να αραιωθούν με 120 mL νερό, ώστε να παρασκευαστεί διάλυμα Δ2 με συγκέντρωση 0,25 M;



10. Πόσα mL πυκνού διαλύματος HNO_3 Δ1 με περιεκτικότητα 63% μάζα προς όγκο απαιτούνται για την παρασκευή 10 mL διαλύματος HNO_3 0,1M (Δ2) και πόσα mL νερού χρησιμοποιήθηκαν για την αραίωση;

11. **α.** Να διαβάσετε προσεκτικά το infographic που ακολουθεί και να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του ενεργειακού ποτού σε καφεΐνη και σε ζάχαρη.



β. Ένα ενεργειακό ποτό του εμπορίου αναφέρει ότι περιέχει 1 mmol καφεΐνης σε 100 mL ποτού. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός μπουκαλιών ενεργειακού ποτού όγκου 330 mL που μπορεί να καταναλώσει ένας έφηβος ανά ημέρα, αν η συνιστώμενη ημερήσια δόση καφεΐνης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 250 mg;

12. Στο εργαστήριο ενός σχολείου υπάρχει πυκνό διάλυμα Δ1 NaOH 4,0 M. Για τις ανάγκες μιας εργαστηριακής άσκησης απαιτείται ένα διάλυμα NaOH 0,8 M ($Δ_2$).

α. Ποιος όγκος H_2O σε mL πρέπει να προστεθεί σε 50 mL του διαλύματος Δ1 ώστε να παρασκευαστεί το διάλυμα Δ2;

β. Ποιος όγκος H_2O σε mL με ποιον όγκο του διαλύματος Δ1 πρέπει να αναμειχθούν ώστε να παρασκευαστούν 100 mL του διαλύματος Δ2;

γ. Σε ογκομετρικό κύλινδρο των 100 mL εισάγονται 20 mL του Δ1 και προστίθεται νερό, έως ότου ο όγκος να γίνει 100 mL. Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος Δ3 που παρασκευάζεται;

13. Ένα υδατικό διάλυμα ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) περιεκτικότητας 36% μάζα προς όγκο (Δ1) έχει όγκο 200 mL και αφήνεται σε ανοιχτή ογκομετρική φιάλη. Μερικές μέρες μετά ο όγκος του διαλύματος γίνεται 150 mL.

α. Να εξηγηθεί η ελάττωση του όγκου.

β. Να βρεθεί η συγκέντρωση (molarity) του νέου διαλύματος.

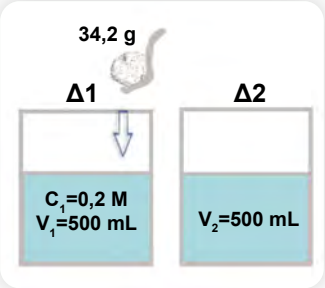
14. Ποιος όγκος νερού πρέπει να εξατμιστεί από ένα διάλυμα Δ1 KOH 5,6% μάζα προς όγκο ώστε να προκύψουν 200 mL διαλύματος Δ2 με συγκέντρωση 2 M;

15. Ένα υδατικό διάλυμα (Δ1) $Ca(OH)_2$ έχει περιεκτικότητα 0,148% μάζα προς μάζα και πυκνότητα ρ = 1,1 g/mL.

α. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος Δ1.

β. Με ποια αναλογία πρέπει να αναμειχθεί το διάλυμα Δ1 με H_2O, ώστε να παρασκευαστεί διάλυμα Δ2 με συγκέντρωση 0,011 M;

16. Το υδατικό διάλυμα Δ1 του διπλανού σχήματος περιέχει ζάχαρη που έχει M_r = 342. Να παρατηρήσετε το διπλανό σχήμα και:



α. Να περιγράψετε τη διαδικασία παρασκευής του Δ2 και να τη χαρακτηρίσετε ως αραίωση, συμπύκνωση ή ανάμειξη.

β. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος Δ2 που παρασκευάζεται.

γ. 100 mL διαλύματος Δ2 αραιώνονται με νερό μέχρι τελικού όγκου 1L, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ3. Να υπολογιστεί η % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα του Δ3.

δ. 500 mL διαλύματος Δ2 αναμειγνύονται με 500 mL διαλύματος Δ1. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος Δ4 που παρασκευάζεται από την ανάμειξη.

17. Για την παρασκευή διαλυμάτων H_2SO_4 αραιώνεται πυκνό διάλυμα H_2SO_4 98% μάζα προς μάζα με πυκνότητα 1,8 g/mL. Πόσα mL πυκνού διαλύματος H_2SO_4 πρέπει να αραιωθούν με νερό ώστε να παρασκευαστούν 500 mL διαλύματος H_2SO_4 0,9 M;

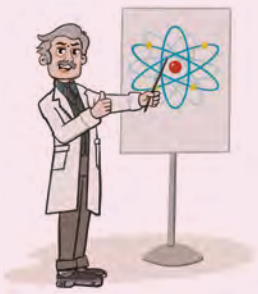
18. Η διαλυτότητα του KNO_3 σε ορισμένη θερμοκρασία είναι 58,5 g KNO_3 ανά 100 g H_2O. Αν η πυκνότητα του κορεσμένου διαλύματος Δ1 είναι 1,4 g/mL, να υπολογιστούν:

α. Η συγκέντρωση του κορεσμένου διαλύματος Δ1.

β. Ο όγκος του νερού με τον οποίο πρέπει να αραιωθούν 50 mL του Δ1 ώστε να προκύψει διάλυμα Δ2 με συγκέντρωση 0,5 M.

γ. Ο όγκος του διαλύματος Δ1 που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή 2 L διαλύματος Δ3 KNO_3 0,1 M;

Και κάτι παραπάνω...



Διαλυτότητα

Εκφράζει τη **μέγιστη** ποσότητα διαλυμένης ουσίας που μπορεί να διαλυθεί **σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη**, σε ορισμένη θερμοκρασία και πίεση. Ένα διάλυμα που περιέχει τη μέγιστη δυνατή ποσότητα διαλυμένης ουσίας χαρακτηρίζεται **κορεσμένο,** ενώ, αν περιέχει μικρότερη, χαρακτηρίζεται **ακόρεστο.**

19. 400 mL διαλύματος Δ1 NH_3 0,3 M αναμειγνύονται με 100 mL διαλύματος Δ2 NH_3 1,0 M. Να υπολογιστούν η συγκέντρωση (c) και η % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα του διαλύματος που προκύπτει από την ανάμειξη.

20. Ποιος όγκος διαλύματος Δ1 NaOH 0,030 M πρέπει να αναμειχθεί με 50 mL διαλύματος Δ2 NaOH 0,008 M ώστε να παρασκευαστεί διάλυμα ίδιας συγκέντρωσης με το διάλυμα Δ3 που έχει όγκο 10 L και παρασκευάστηκε με διάλυση 17,10 g $Ba(OH)_2$ σε νερό;

21. Ένα διάλυμα Δ1 KOH έχει περιεκτικότητα 2,8% μάζα προς όγκο και ένα άλλο διάλυμα Δ2 KOH έχει συγκέντρωση 1,2 M. Τα διαλύματα αναμειγνύονται με αναλογία όγκων 3/1 αντίστοιχα και παρασκευάζεται 1 L διαλύματος Δ3. Να υπολογιστούν:

α. Η συγκέντρωση του διαλύματος Δ3.

β. Ο όγκος του νερού με τον οποίο πρέπει να αραιωθεί το διάλυμα Δ3 ώστε να υποτριπλασιαστεί η συγκέντρωσή του.

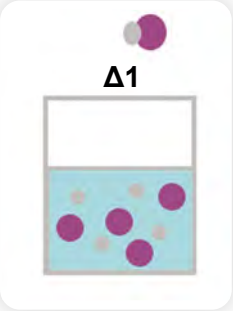
22. Διαθέτουμε δύο διαλύματα NaOH, ένα διάλυμα Δ1 με συγκέντρωση 1,0 M και ένα διάλυμα Δ2 με περιεκτικότητα 8,0% μάζα προς όγκο.

α. Αναμειγνύονται 250 mL του διαλύματος Δ1 με 750 mL του διαλύματος Δ2. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος Δ3 που προκύπτει από την ανάμειξη.

β. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν τα διαλύματα Δ1 και Δ2 για να προκύψει διάλυμα Δ4 με συγκέντρωση 1,6 M;

23. Δύο διαλύματα της ίδιας ουσίας Α, το Δ1 και το Δ2, έχουν αναλογία συγκεντρώσεων $c_1/c_2 = 1/3$.
Ένα διάλυμα Δ3 παρασκευάζεται με ανάμειξη των διαλυμάτων Δ1 και Δ2 με αναλογία όγκων $V_1/V_2 = 2/1$.
Ένα διάλυμα Δ4 παρασκευάζεται με ανάμειξη των διαλυμάτων Δ1 και Δ2 με αναλογία όγκων $V_1/V_2 = 1/2$.
Αν η συγκέντρωση (c_3) του διαλύματος Δ3 είναι 0,5 M, να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις c_1, c_2 και c_4 των διαλυμάτων Δ1, Δ2 και Δ4 αντίστοιχα.

24. Το HI είναι ένα ισχυρό οξύ με $M_r = 128$, το οποίο χρησιμοποιείται στην οργανική και ανόργανη σύνθεση ως μία από τις κύριες πηγές ιωδίου και ως αναγωγικός παράγοντας. Ένα υδατικό διάλυμα HI Δ1 έχει συγκέντρωση 0,50 M. Ένα υδατικό διάλυμα HI Δ2 έχει περιεκτικότητα 10,24% μάζα προς όγκο.

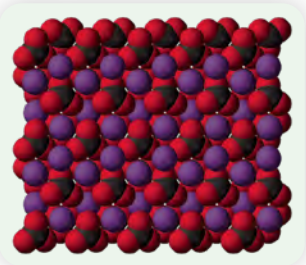


α. Αναμειγνύονται 20 mL του διαλύματος Δ1 με 180 mL του διαλύματος Δ2. Να βρεθεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος Δ3.

β. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθούν τα διαλύματα Δ1 και Δ2 ώστε να προκύψει διάλυμα Δ4 με συγκέντρωση 0,60 M;

γ. Πόσα mL του διαλύματος Δ1 και πόσα mL του διαλύματος Δ2 πρέπει να αναμειχθούν, ώστε να παρασκευαστούν 300 mL διαλύματος Δ6 περιεκτικότητας 8,96% μάζα προς όγκο;

25. Το K_2CO_3 είναι ένα λευκό άλας, το οποίο είναι διαλυτό στο νερό και σχηματίζει ένα ισχυρά αλκαλικό διάλυμα. Χρησιμοποιείται κυρίως στην παραγωγή σαπουνιού και γυαλιού. 27,6 g K_2CO_3 διαλύονται σε νερό και το διάλυμα συμπληρώνεται με νερό μέχρι να αποκτήσει όγκο 500 mL (Δ1).



Πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Potassium_carbonate#/media/File:Potassium-carbonate-xtal-3D-SF.png

α. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος Δ1.

β. 100 mL του διαλύματος Δ1 αραιώνονται με νερό μέχρι τελικού όγκου 1 L. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση και η % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα του αραιωμένου διαλύματος Δ2.

γ. Άλλα 50 mL διαλύματος Δ1 αναμειγνύονται με 450 mL διαλύματος K_2CO_3 13,8% μάζα προς όγκο. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση και η % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα του διαλύματος Δ3 που προκύπτει από την ανάμειξη.

26. Αναμειγνύονται 100 mL υδατικού διαλύματος Δ1 ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 0,20 M με 400mL υδατικού διαλύματος Δ2 ($C_6H_{12}O_6$) 18% μάζα προς όγκο.

α. Να βρεθεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος σε κάθε διαλυμένη ουσία.

β. Πόσα γραμμάρια ζάχαρης θα περιέχονται σε 100 mL του τελικού διαλύματος;

27. Το υδατικό διάλυμα Δ1 έχει περιεκτικότητα σε H_2SO_4 49% μάζα προς μάζα και πυκνότητα 1,4 g/mL. Το υδατικό διάλυμα Δ2 έχει συγκέντρωση σε HCl 0,2 M. Τα δύο διαλύματα αναμειγνύονται με αναλογία όγκων $V_1/V_2 = 1/3$ και σχηματίζονται 400 mL διαλύματος Δ3.

α. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος Δ3 σε κάθε διαλυμένη ουσία.

β. Ποιος όγκος διαλύματος Δ3 θα περιέχει 0,365 g HCl και πόσα γραμμάρια H_2SO_4 θα περιέχονται σε αυτόν;

28. Το NaBr είναι εξαιρετικά χρήσιμο στη βιομηχανία, γιατί χρησιμοποιήθηκε ως καταλύτης σε ορισμένες αντιδράσεις οξείδωσης, ως φάρμακο υπνωτικό, αντισπασμωδικό και ηρεμιστικό στην ιατρική στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ού αιώνα, στην οργανική σύνθεση, στη φωτογραφία. Ακόμα χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το χλώριο ως απολυμαντικό για υδρομασάζ και πισίνες και στη βιομηχανία του πετρελαίου.

Διαφήμιση στην εφημερίδα *Bromo-Seltzer* (1908)
Πηγή: upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/Bromo_seltzer_newspaper.png

α. Για να είναι ασφαλής η χρήση ενός υδρομασάζ, πρέπει το νερό να έχει συγκέντρωση σε NaBr 0,01 mmol/L διαλύματος. Κάθε ταμπλέτα απολύμανσης νερού έχει μάζα 15 g και περιεκτικότητα σε NaBr 10,3% μάζα προς μάζα. Πόσες ταμπλέτες πρέπει να διαλυθούν σε ένα κυκλικό υδρομασάζ ύψους 80 cm και ακτίνας 1,6 m, ώστε να είναι ασφαλής η χρήση του;

β. Σε 4 L διαλύματος Δ1 NaBr 20,60% μάζα προς όγκο προστίθενται 103 g στερεού NaBr χωρίς να μεταβληθεί ο όγκος του διαλύματος. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος Δ2 που παρασκευάζεται μετά την προσθήκη του NaBr.

γ. 100 mL από το διάλυμα Δ2 αραιώνονται με νερό και η συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος Δ3 είναι 2 M. Να υπολογιστεί ο όγκος του νερού που χρησιμοποιήθηκε για την αραίωση.

δ. Άλλα 300 mL από το διάλυμα Δ2 αναμειγνύονται με 600 mL διαλύματος Δ4 NaBr και το διάλυμα Δ5 που παρασκευάζεται έχει περιεκτικότητα 10,30% μάζα προς όγκο. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος Δ4.

29. 0,03 mol αέριου HCl διαλύονται στο νερό και το διάλυμα αραιώνεται μέχρι τελικού όγκου 120 mL (Δ1). Ένα άλλο διάλυμα HCl, Δ2, έχει περιεκτικότητα 7,30% μάζα προς όγκο.

α. Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις των διαλυμάτων Δ1 και Δ2.

β. Πόσα γραμμάρια HCl περιέχονται σε 250 mL του διαλύματος Δ1;

γ. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμειχθεί το διάλυμα Δ2 με νερό ώστε να παρασκευαστεί διάλυμα Δ3 με συγκέντρωση 0,10 M;

30. Τα διαλύματα Δ1 και Δ2 παρασκευάστηκαν με διάλυση της ίδιας ποσότητας KNO_3 σε νερό, αλλά ο όγκος του διαλύματος Δ2 είναι τριπλάσιος του όγκου του διαλύματος Δ1. Με ανάμειξη των δύο διαλυμάτων και αραίωση με ίσο όγκο νερού παρασκευάζεται διάλυμα Δ3 με συγκέντρωση 0,04 M.

α. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος Δ1.

β. Αν ο όγκος του διαλύματος Δ1 ήταν 200 mL, να υπολογιστεί η μάζα του KNO_3 που χρησιμοποιήθηκε συνολικά.

ΕΞΑΣΚΟΥΜΑΣΤΕ ΔΙΑΣΚΕΔΑΖΟΝΤΑΣ …

Φύλλο Αξιολόγησης

Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης

Διαδραστικό κουίζ

Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης

Σταυρόλεξο

Φύλλο Αξιολόγησης

Φύλλο αξιολόγησης

Προσομοίωση εργαστηρίου: Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης

Προσομοίωση εργαστηρίου: Υπολογισμός της συγκέντρωσης διαλύματος μετά από αραίωση ή ανάμειξη με άλλο διάλυμα

ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΕ ΤΙΤΛΟΥΣ

Mole είναι η ποσότητα στοιχείου ή χημικής ένωσης που περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ (N_A) οντότητες, δηλαδή ίσο αριθμό οντοτήτων με τον αριθμό των ατόμων του C που περιέχονται σε 12 g του ισοτόπου $^{12}_{6}C$.

Με τον όρο οντότητες εννοούμε οποιοδήποτε διακριτό σωματίδιο, όπως άτομα, μόρια, ιόντα, ηλεκτρόνια, μήλα κ.λπ.

Σε ό,τι αφορά τους υπολογισμούς στη Χημεία:

1 mole ατόμων χημικού στοιχείου περιέχει N_A άτομα και έχει μάζα ίση με τη σχετική ατομική μάζα (A_r) του στοιχείου σε γραμμάρια (g).

1 mol μορίων χημικού στοιχείου ή χημικής ένωσης περιέχει N_A μόρια και έχει μάζα ίση με τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) του στοιχείου ή της χημικής ένωσης σε γραμμάρια (g) ή τη σχετική τυπική μάζα (F_r) σε g, αν η ένωση είναι ιοντική.

Μολαρική μάζα είναι η μάζα 1 mol στοιχείου ή χημικής ένωσης και είναι ίση με τη σχετική μοριακή μάζα του στοιχείου ή της χημικής ένωσης ή τη σχετική τυπική μάζα ιοντικής ένωσης εκφρασμένη σε g/mol.

Η μάζα μίας ουσίας συνδέεται με τον αριθμό των mol της και τον αριθμό των μορίων που περιέχει μέσω των τύπων:

$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{x}{N_A}$, όπου με n συμβολίζουμε τον αριθμό των mol που περιέχονται σε ορισμένη μάζα m μίας χημικής ουσίας, με x τον αριθμό μορίων ή τυπικών μονάδων που περιέχονται στην ίδια μάζα, με M τη μολαρική μάζα και με $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ τον αριθμό Avogadro.

Συγκέντρωση ή μοριακότητα κατά όγκο ή molarity διαλύματος είναι η περιεκτικότητα που εκφράζει τον αριθμό των mol της διαλυμένης ουσίας σε 1 L διαλύματος.

Δίνεται από τον τύπο: $c = n/V$, όπου ο όγκος V είναι μετρημένος σε L. Κατά την αραίωση ενός διαλύματος, η συγκέντρωσή του ελαττώνεται, γιατί τα ίδια mol περιέχονται σε μεγαλύτερο όγκο.

$$\mathbf{n_1 = n_2 \rightarrow c_1V_1 = c_2(V_1+V_{H2O})}$$

Κατά τη συμπύκνωση ενός διαλύματος η συγκέντρωσή του αυξάνεται όταν γίνεται με αφαίρεση διαλύτη γιατί τα ίδια mol περιέχονται σε μικρότερο όγκο και όταν γίνεται με προσθήκη διαλυμένης ουσίας γιατί περισσότερα mol περιέχονται στον ίδιο όγκο.

$$\mathbf{c_1V_1 = c_2(V_1-V_{H2O})}$$

Κατά την ανάμειξη διαλυμάτων ίδιας διαλυμένης ουσίας, η τιμή της συγκέντρωσης του τελικού διαλύματος είναι μεταξύ των τιμών των συγκεντρώσεων των δύο αρχικών.

$$\mathbf{c_3(V_1+V_2) = c_1V_1 + c_2V_2}$$

Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί ονομάζονται οι υπολογισμοί των ποσοτήτων των χημικών ουσιών με τις οποίες παίρνουν μέρος σε μια χημική αντίδραση και οι οποίες καθορίζονται από τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης της αντίδρασης.

Οι συντελεστές των χημικών εξισώσεων παρέχουν τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Την αναλογία mol ατόμων ή μορίων με τα οποία τα αντιδρώντα και τα προϊόντα παίρνουν μέρος στην αντίδραση.
- Την αναλογία μαζών με τις οποίες τα αντιδρώντα και τα προϊόντα παίρνουν μέρος στην αντίδραση.

Λεξιλόγιο όρων Χημείας

Ακόρεστο διάλυμα: Το διάλυμα στο οποίο μπορεί να διαλυθεί επιπλέον ποσότητα διαλυμένης ουσίας σε ορισμένες συνθήκες.

Άλας: Χημική ένωση που αποτελείται από ιόντα και προκύπτει από την αντίδραση οξέος και βάσης.

Αλκάλια: Τα χημικά στοιχεία της 1ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα, εκτός του υδρογόνου.

Αλκαλικές γαίες: Τα χημικά στοιχεία της 2ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα.

Αλογόνα: Τα χημικά στοιχεία της 17ης ομάδας του Περιοδικού Πίνακα.

Ανιόν: Αρνητικά φορτισμένο ιόν.

Αντίδραση απλής αντικατάστασης: Αντίδραση στην οποία ένα μέταλλο αντικαθιστά κατιόντα H^+ οξέος, ή ιόντα άλλου μετάλλου.

Αντιδρώντα: Βλ. «Χημική αντίδραση».

Αραιό διάλυμα: Το διάλυμα που περιέχει μικρή ποσότητα διαλυμένης ουσίας σε σχέση με την ποσότητα του διαλύτη, διάλυμα μικρής περιεκτικότητας.

Αριθμός οξείδωσης ενός ατόμου σε μια ομοιοπολική ένωση: Το φαινομενικό φορτίο που αποκτά το άτομο, αν αποδοθεί κάθε δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων, στο πιο ηλεκτραρνητικό από τα δύο άτομα του δεσμού.

Αριθμός οξείδωσης ενός ιόντος σε μια ιοντική (ετεροπολική) ένωση: Το πραγματικό φορτίο του ιόντος.

Ατμοσφαιρική ρύπανση: Η αλλοίωση της ποιοτικής και ποσοτικής χημικής σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα που μπορεί να έχει βλαβερές συνέπειες.

Ατομική ακτίνα: Καθορίζει το μέγεθος του ατόμου.

Ατομικός αριθμός: Ο αριθμός πρωτονίων του πυρήνα ενός ατόμου.

Ατομικότητα στοιχείου: Ο αριθμός των ατόμων που αποτελούν το μόριο ενός χημικού στοιχείου.

Άτομο: Το μικρότερο σωματίδιο της ύλης που παίρνει μέρος στον σχηματισμό των χημικών ενώσεων. Στις χημικές αντιδράσεις τα άτομα αναδιατάσσονται και προκύπτουν νέες ουσίες.

Βάση κατά Arrhenius: Χημική ένωση που όταν διαλύεται στο νερό δίνει ανιόντα υδροξειδίου (OH^-).

Βασικά οξείδια ή ανυδρίτες βάσεων: Οξείδια, συνήθως μετάλλων, τα οποία προκύπτουν από τις βάσεις με αφαίρεση όλων των ατόμων Η της βάσης με μορφή μορίων H_2O και έχουν συμπεριφορά βάσεων.

Βασικός ή αλκαλικός χαρακτήρας: Το σύνολο των κοινών ιδιοτήτων των βάσεων.

Δείκτης: Χημική ουσία που αλλάζει χρώμα ανάλογα με το pH του διαλύματος στο οποίο προστίθεται.

Διάλυμα: Ομογενές μείγμα δύο ή περισσότερων συστατικών.

Διαλυμένη ουσία: Το συστατικό του διαλύματος που βρίσκεται στη μικρότερη αναλογία.

Διαλύτης: Το συστατικό του διαλύματος που βρίσκεται στη μεγαλύτερη αναλογία και έχει την ίδια φυσική κατάσταση με το διάλυμα.

Διαλυτότητα: Η μέγιστη ποσότητα μιας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη σε ορισμένη θερμοκρασία.

Διατομικό στοιχείο: Χημικό στοιχείο που το μόριό του αποτελείται από δύο άτομα.

Διεθνές Σύστημα Μονάδων, SI: Μετρικό σύστημα μεγεθών που ακολουθείται από όλες σχεδόν τις χώρες, προϊόν διεθνούς συμφωνίας.

Διήθηση: Μέθοδος διαχωρισμού ετερογενούς μείγματος στερεού-υγρού με τη βοήθεια φίλτρου.

Διηθητικό χαρτί: Ειδικού τύπου χαρτί, που εφαρμόζεται ως «ηθμός» σε χωνιά για τη διήθηση.

Εκχύλιση: Τεχνική διαχωρισμού ενός ή περισσότερων συστατικών μείγματος με τη βοήθεια ενός διαλύτη.

Ενδόθερμη αντίδραση: Αντίδραση κατά την οποία απορροφάται θερμότητα από το περιβάλλον.

Εξάτμιση: Μέθοδος διαχωρισμού στερεής διαλυμένης ουσίας από υγρό διαλύτη, η οποία χρησιμοποιείται όταν πρέπει να συλλεγεί η στερεή ουσία. Ο διαλύτης εξατμίζεται και απομένει το στερεό στον πυθμένα.

Εξάχνωση: Η μετατροπή μιας ουσίας απευθείας από τη στερεά στην αέρια κατάσταση.

Εξουδετέρωση: Η αντίδραση οξέος και βάσης:
$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$.

Εξώθερμη αντίδραση: Η αντίδραση κατά την οποία εκλύεται θερμότητα στο περιβάλλον.

Επαμφοτερίζοντα: Τα οξείδια που συμπεριφέρονται άλλοτε ως ανυδρίτες οξέων και άλλοτε ως ανυδρίτες βάσεων.

Ετερογενές μείγμα: Μείγμα με ανομοιόμορφη σύσταση σε όλη του την έκταση.

Ευγενές μέταλλο: Μέταλλο ανθεκτικό στη διάβρωση και την οξείδωση, ελάχιστα δραστικό. Π.χ. Ag, Au.

Ευγενή αέρια: Τα χημικά στοιχεία της 18ης (VIIIA) ομάδας του Περιοδικού Πίνακα.

Ζυγός: Όργανο μέτρησης της μάζας.

Ηλεκτραρνητικότητα (ενός στοιχείου): Η τάση του ατόμου του στοιχείου αυτού να έλκει ηλεκτρόνια.

Ηλεκτρόνια σθένους: Τα ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας ενός ατόμου. Αυτά καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου.

Ηλεκτρόνιο: Αρνητικά φορτισμένο υποατομικό σωματίδιο, με στοιχειώδες αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο, e^-.

Ηλεκτροχημική σειρά των μετάλλων: Διάταξη των μετάλλων και του υδρογόνου βάσει της δραστικότητάς τους.

Ιόν: Ηλεκτρικά φορτισμένο σωματίδιο που προκύπτει όταν ένα άτομο ή ένα συγκρότημα ατόμων προσλάβει ή αποβάλει ηλεκτρόνια.

Ιονίζουσα ακτινοβολία: Ακτινοβολία που προκαλεί σχηματισμό ιόντων.

Ιοντική ένωση: Χημική ένωση που αποτελείται από θετικά και αρνητικά ιόντα.

Ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός: Ο δεσμός που δημιουργείται με αποβολή και πρόσληψη ηλεκτρονίων.

Ισότοπα: Άτομα με τον ίδιο ατομικό αριθμό αλλά με διαφορετικό μαζικό αριθμό.

Καταλύτης: Χημική ουσία που αυξάνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης χωρίς να καταναλώνεται.

Κατιόν: Θετικά φορτισμένο ιόν.

Καυσαέρια: Τα αέρια προϊόντα της καύσης.

Καύση: Η χημική αντίδραση ενός στοιχείου ή μιας χημικής ένωσης με οξυγόνο, η οποία συνοδεύεται από παραγωγή θερμότητας και φωτός.

Κλασματική απόσταξη: Μέθοδος διαχωρισμού μείγματος υγρών ουσιών με διαφορετικά σημεία βρασμού.

Κορεσμένο διάλυμα: Το διάλυμα στο οποίο έχει διαλυθεί η μέγιστη ποσότητα της ουσίας σε σταθερές συνθήκες.

Κράμα: Μείγμα δύο ή περισσότερων στοιχείων, από τα οποία το ένα τουλάχιστον είναι μέταλλο.

Κύκλος του νερού: Η μετάβαση του νερού από την επιφάνεια της Γης στην ατμόσφαιρα και από την ατμόσφαιρα στη Γη.

Λύχνος Bunsen: Συσκευή θέρμανσης που συνδέεται με φιάλη υγραερίου.

Μαγνητική διαλογή: Μέθοδος διαχωρισμού μειγμάτων στερεών τα οποία περιέχουν μαγνητικά υλικά.

Μάζα: Η ποσότητα της ύλης που περιέχεται σε ένα σώμα. Αποτελεί μέτρο της αδράνειας του σώματος.

Μαζικός αριθμός (Α): Το άθροισμα του αριθμού των πρωτονίων και του αριθμού των νετρονίων που περιέχονται στον πυρήνα του ατόμου ενός στοιχείου.

Μείγμα: Υλικό που σχηματίζεται με την ανάμειξη δύο ή περισσότερων ουσιών.

Μεταθετική αντίδραση: Αντίδραση στην οποία δεν υπάρχει μεταβολή στους αριθμούς οξείδωσης των στοιχείων που μετέχουν σε αυτή.

Αντίδραση διπλής αντικατάστασης ή αντίδραση ανταλλαγής ιόντων: Είδος μεταθετικής αντίδρασης της μορφής: ΑΒ + ΓΔ → ΑΔ + ΓΒ. Πραγματοποιείται όταν σχηματίζεται ίζημα ή αέριο ή ελάχιστα ιοντιζόμενο σώμα.

Μέταλλα: Στοιχεία του Περιοδικού Πίνακα με κοινές ιδιότητες, όπως μεταλλική λάμψη, μεγάλη πυκνότητα, θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα, στερεή φυσική κατάσταση κ.ά.

Μετάλλευμα: Πέτρωμα ή ορυκτό από το οποίο είναι οικονομικά συμφέρουσα η εξαγωγή ενός μετάλλου.

Μεταλλουργία: Η επιστήμη που εξετάζει τις μεθόδους εξαγωγής των μετάλλων από μεταλλεύματά τους και την επεξεργασία αυτών.

Μεταστοιχείωση: Η μετατροπή ενός χημικού στοιχείου σε άλλο μέσω πυρηνικής αντίδρασης.

Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Υλικά που δημιουργήθηκαν πριν από εκατομμύρια χρόνια και τα αποθέματά τους είναι περιορισμένα: πετρέλαιο, κάρβουνο, φυσικό αέριο, ουράνιο κ.ά.

Μολαρικός όγκος (Vm): Για αέριες χημικές ουσίες, ο όγκος που καταλαμβάνει το 1 mol ουσίας σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

Μονοατομικό στοιχείο: Χημικό στοιχείο που το μόριό του αποτελείται από ένα άτομο.

Μοριακός τύπος: Συμβολισμός που δείχνει από ποια στοιχεία αποτελείται η ένωση και τον ακριβή αριθμό των ατόμων στο μόριο της ένωσης.

Μόριο: Σωματίδιο που αποτελείται από άτομα. Διατηρεί τις ιδιότητες του σώματος στο οποίο ανήκει.

Μπαταρία: Διάταξη στην οποία αποθηκεύεται χημική ενέργεια, μετατρέπεται και αποδίδεται ως ηλεκτρική.

Νετρόνιο: Ηλεκτρικά ουδέτερο υποατομικό σωματίδιο. Βρίσκεται στον πυρήνα του ατόμου.

Νόμος της περιοδικότητας: Οι χημικές ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού.

Νόμος Lavoisier: Σε κάθε χημική αντίδραση η συνολική μάζα των αντιδρώντων σωμάτων είναι ίση με τη συνολική μάζα των προϊόντων.

Νουκλεόνια: Σωματίδια του πυρήνα, δηλαδή πρωτόνια και νετρόνια.

Ογκομετρική φιάλη: Σκεύος μέτρησης όγκου για την παρασκευή διαλυμάτων.

Ογκομετρικός κύλινδρος: Σκεύος μέτρησης όγκου, γενικής χρήσης.

Όγκος: Ο χώρος που καταλαμβάνει ένα σώμα.

Ομάδα: Κάθε κατακόρυφη στήλη του Περιοδικού Πίνακα, με χημικά στοιχεία που έχουν παρόμοιες ιδιότητες.

Ομογενές μείγμα: Μείγμα με ομοιόμορφη σύσταση σε όλη του την έκταση.

Ομοιοπολικός δεσμός: Ο δεσμός που δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων.

Οξέα κατά Arrhenius: Υδρογονούχες ενώσεις που, όταν διαλύονται στο νερό, δίνουν κατιόντα υδρογόνου (H^+).

Οξείδια: Ενώσεις στοιχείων με το οξυγόνο.

Οξειδοαναγωγική αντίδραση: Αντίδραση στην οποία έχουμε μεταβολή στον αριθμό οξείδωσης τουλάχιστον ενός χημικού στοιχείου.

Όξινα οξείδια: Οξείδια με συμπεριφορά οξέων.

Όξινη βροχή: Η βροχή που έχει pH μικρότερο από το φυσιολογικό (pH της καθαρής βροχής = 5,6).

Όξινος χαρακτήρας: Οι κοινές ιδιότητες των οξέων.

Ορυκτό: Υλικό με καθορισμένη δομή που βρίσκεται στο έδαφος ή στο υπέδαφος της Γης.

Πε-χα (pH): Δείχνει πόσο όξινο ή βασικό είναι ένα διάλυμα.

Περιβαλλοντικός ρύπος: Οποιαδήποτε ουσία ή μορφή ενέργειας που παράγεται από ανθρώπινες δραστηριότητες και προκαλεί αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, στην υγεία και στο οικοσύστημα.

Αποτύπωμα άνθρακα: Η συνολική ποσότητα των αερίων του θερμοκηπίου (CO_2 και CH_4 κ.ά.) που εκπέμπονται από ανθρώπινες δραστηριότητες.

Περιεκτικότητα διαλύματος: Το μέγεθος που δείχνει την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος.

Περιεκτικότητα στα 100 μάζα προς μάζα: Η ποσότητα (g) της διαλυμένης ουσίας σε 100 g διαλύματος.

Περιεκτικότητα στα 100 μάζα προς όγκο: Η ποσότητα (g) της διαλυμένης ουσίας σε 100 mL διαλύματος.

Περιεκτικότητα στα 100 όγκο προς όγκο (% v/v): Η ποσότητα (σε cm^3 (mL)) της διαλυμένης ουσίας σε 100 cm^3 (mL) διαλύματος.

Περιοδικός Πίνακας: Ο πίνακας κατάταξης των χημικών στοιχείων κατά αύξοντα ατομικό αριθμό.

Περιοδικότητα: Η τάση ομαλής επανάληψης των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων.

Περίοδος: Οριζόντια σειρά του Περιοδικού Πίνακα που περιέχει στοιχεία με άτομα τα οποία έχουν «χρησιμοποιήσει» τον ίδιο αριθμό στιβάδων για την κατανομή των ηλεκτρονίων τους.

Πετρέλαιο: Καύσιμο μείγμα κυρίως υγρών υδρογονανθράκων, μέσα στους οποίους είναι διαλυμένοι αέριοι και στερεοί υδρογονάνθρακες.

Πετροχημικά: Υλικά που παρασκευάζονται με πρώτη ύλη το πετρέλαιο.

Πετροχημική βιομηχανία: Κλάδος της βιομηχανίας που παράγει προϊόντα από το πετρέλαιο.

Πεχαμετρικό χαρτί: Ειδικό χαρτί εμποτισμένο με μείγμα δεικτών που επιτρέπει την προσεγγιστική μέτρηση του **pH**.

Πεχάμετρο: Ηλεκτρονικό όργανο προσδιορισμού του pH ενός διαλύματος με ακρίβεια.

Πληρωτής σιφωνίων (πουάρ): Σκεύος με τρεις βαλβίδες που προσαρμόζεται στο πάνω άκρο των σιφωνίων.

Πολυμερισμός: Χημική αντίδραση κατά την οποία πολλά μόρια ίδιων ή διαφορετικών οργανικών ενώσεων (μονομερή) ενώνονται και σχηματίζουν μακρομόρια (πολυμερή).

Προϊόντα: Βλ. «Χημική αντίδραση».

Προχοΐδα: Γυάλινο σκεύος για την ακριβή μέτρηση του όγκου υγρών.

Πρωτεΐνες: Μακρομοριακές ενώσεις, βασικά δομικά και λειτουργικά συστατικά των ζωντανών οργανισμών.

Πρωτόνιο: Θετικά φορτισμένο σωματίδιο. Βρίσκεται στον πυρήνα του ατόμου.

Πυκνό διάλυμα: Διάλυμα μεγάλης περιεκτικότητας. Περιέχει μεγάλη ποσότητα διαλυμένης ουσίας σε σχέση με την ποσότητα του διαλύτη.

Πυκνότητα (ρ): Το πηλίκο της μάζας προς τον αντίστοιχο όγκο ($\rho = m/V$).

Πυρηνική Χημεία: Η Χημεία που ασχολείται με τις μεταβολές του πυρήνα ενός ατόμου.

Πυρολαβίδα (πυράγρα): Λαβίδα για τη μεταφορά πυρωμένων αντικειμένων.

Ραδιενέργεια: Η ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται κατά τη ραδιενεργό αποσύνθεση - διάσπαση - ασταθών πυρήνων προς σταθερότερους.

Σιφώνιο: Γυάλινο σκεύος για λήψη, μεταφορά και μετάγγιση υγρών.

Στιβάδα: Τα ηλεκτρόνια που κινούνται στην ίδια περίπου απόσταση από τον πυρήνα λέμε ότι βρίσκονται στην ίδια στιβάδα ή φλοιό ή ενεργειακή στάθμη.

Σχετική ατομική μάζα (Ar): Ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα ενός ατόμου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα-12. Αντικαθιστά τον όρο ατομικό βάρος.

Σχετική μοριακή μάζα (Mr): Ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα ενός μορίου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα-12. Αντικαθιστά τον όρο μοριακό βάρος.

Τέλεια καύση: Η καύση που γίνεται με επαρκή ποσότητα οξυγόνου.

Ύαλος ωρολογίου: Γυάλινος κοίλος δίσκος που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ουσιών ή τη ζύγισή τους.

Υγραέριο: Προϊόν κλασματικής απόσταξης του πετρελαίου, που αποτελείται από προπάνιο και βουτάνιο.

Υδροβολέας: Πλαστική φιάλη με προσαρμοσμένο πλαστικό σωλήνα για τη μετάγγιση νερού.

Υποατομικά σωματίδια: Τα μικρότερα σωματίδια από τα οποία συγκροτείται το άτομο: θετικά φορτισμένα **πρωτόνια**, ηλεκτρικά ουδέτερα **νετρόνια** και αρνητικά φορτισμένα **ηλεκτρόνια**.

Φαινόμενο του θερμοκηπίου: Φυσική διαδικασία κατά την οποία οι αέριες και άλλες θερμομονωτικές ουσίες στην ατμόσφαιρα απορροφούν μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και επανεκπέμπουν θερμότητα προς την επιφάνεια της Γης.

Φυγοκέντριση: Μέθοδος διαχωρισμού ετερογενών μειγμάτων στερεού - υγρού, που βασίζεται στη διαφορετική ταχύτητα περιστροφής ουσιών με διαφορετική πυκνότητα.

Φυσικές ιδιότητες: Οι ιδιότητες ενός σώματος που προσδιορίζονται χωρίς να μεταβάλλεται η χημική του σύσταση.

Χημεία: Η επιστήμη που μελετά τις ιδιότητες και τις μετατροπές της ύλης.

Χημικές ιδιότητες: Οι ιδιότητες ενός σώματος που προσδιορίζονται με αντίστοιχες μεταβολές στη χημική του σύσταση.

Χημική αντίδραση: Κάθε μεταβολή κατά την οποία από αρχικές ουσίες (**αντιδρώντα**) σχηματίζονται διαφορετικές ουσίες (**προϊόντα**).

Χημική ενέργεια: Ενέργεια αποθηκευμένη στα άτομα και στα μόρια όλων των υλικών.

Χημική ένωση: Κάθε ουσία η οποία μπορεί να διασπαστεί σε απλούστερες ουσίες. Το μόριό της αποτελείται από διαφορετικά άτομα. Αποτελείται από άτομα με διαφορετικούς ατομικούς αριθμούς.

Χημική εξίσωση: Συμβολικός τρόπος αναπαράστασης χημικής αντίδρασης:

αντιδρώντα → προϊόντα.

Χημικό στοιχείο: Χημική ουσία που δεν μπορεί να αναλυθεί σε απλούστερες χημικές ουσίες. Το μόριό του αποτελείται από άτομα με ίδιο ατομικό αριθμό.

Χημικό φαινόμενο: Μεταβολή στην οποία συμβαίνει ριζική αλλαγή στη χημική σύσταση και στις ιδιότητες των ουσιών.

Χρόνος υποδιπλασιασμού (ημιζωή), $t_{1/2}$: Ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για να διασπαστεί η μισή από την αρχική ποσότητα ενός (ραδιενεργού) υλικού.

Χρωματογραφία: Μέθοδος διαχωρισμού βασισμένη στη διαφορετική ταχύτητα ανάπτυξης των συστατικών του μείγματος σε διαλύτη με τον οποίο είναι εμποτισμένο κατάλληλο πορώδες υλικό.

Ψήκτρα καθαρισμού: Κυλινδρική βούρτσα για τον καθαρισμό σωλήνων και φιαλών.

Ψυκτήρας: Γυάλινος σωλήνας με διπλά τοιχώματα για την υγροποίηση ατμών κατά την απόσταξη.

Mole (mol): Μονάδα ποσότητας ουσίας στο SI. Σε 1 mol περιέχονται $N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ σωματίδια.

pH: Αριθμός που εκφράζει την περιεκτικότητα ενός υδατικού διαλύματος σε κατιόντα υδρογόνου, H^+, και επιτρέπει τον χαρακτηρισμό του διαλύματος ως «όξινου», «βασικού» ή «ουδέτερου».

Βιβλιογραφία

Αλισαβάκης, Μ. & Σιδέρη, Φ. (2000). *Α΄ Λυκείου Χημεία*, Ελληνικά Γράμματα

Αλμπάνη, Τρ. (1994). *Ρύπανση και τεχνολογία προστασίας περιβάλλοντος*, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Αντωνάκου, Ξ. & Λευκοπούλου Σ. (2006). *Ένα εργαστήριο Χημείας: Πολυμερή-Πλαστικά*, Γιαχούδη

Αποστολόπουλος, Κ. (2018). *Η Χημεία με Πειράματα. Πρόταση Εισαγωγής της Διδασκαλίας της Χημείας στην Α΄ Γυμνασίου*. http://ekfe-chalandr.att.sch.gr/Advisors/Apostolopoulos/KA-ChemistryBook_A-Gymnasium.html (01/04/2024),

Βάρβογλης, Α.Γ. (1994). *Η κρυφή γοητεία της Χημείας*, Τροχαλία

Βάρβογλης, Α.Γ. (1992). *Χημείας απόσταγμα*, Τροχαλία

Βάρβογλης, Α.Γ. & Αλεξάνδρου, Ν.Ε. (1970). *Οργανική Χημεία*, 4η έκδοση, Θεσσαλονίκη

Βάρβογλης, Α.Γ. (1995). *Μεγάλοι χημικοί*, Ζήτη

Γιαννακουδάκης, Α., Μαυρόπουλος, Μ., & Πομώνης, Φ. (1999). *Χημεία Β΄ Ενιαίου Λυκείου Τεχνολογικής Κατεύθυνσης*, ΥΕΠΠΘ - Παιδαγωγικό Ινστιτούτο

Γιούρη-Τσοχατζή, Κ. (2003). *Διδακτική Πειραμάτων Χημείας*, Ζήτη

Γιούρη-Τσοχατζή, Κ. (2003). *Σχολικά πειράματα Χημείας, Από τη μακρο-στη μικροκλίμακα*, Ζήτη

Δερμιτζάκη, Μ.Δ., & Λέκκα, Σ.Π. (2003). *Διερευνώντας τη Γη. Εισαγωγή στη γενική Γεωλογία*, Ανατύπωση

Ζησιμόπουλος, Γ., Καφετζόπουλος, Κ., Μανούσου-Μουτζούρη, Ε., & Παπασταματίου, Ν. (2001). *Διδακτική για τα Μαθήματα των Φυσικών Επιστημών*, Πατάκης

Ζώτου, Α. (2014). Βιοδιασπώμενα Πολυμερή με Βάση το Άμυλο, Πτυχιακή μελέτη, Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων ΤΕΙ Καλαμάτας, Καλαμάτα

Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Κομνηνός, Κ. (1995). *Μαθήματα Γενικής Χημείας*, Σαββάλας

Θεοδωρόπουλος, Δ. & Θεοδωρόπουλος, Π. (1997). *Μαθήματα Οργανικής Χημείας*, Πελεκάνος

Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Παπαζήσης, Κ. (1995). *Ονοματολογία-Ισομέρεια*, Πελεκάνος

Θεοδωρόπουλος, Π., Θεοδωρόπουλος, Δ., & Παπαζήσης, Κ. (1996). *Ασκήσεις Χημείας Γ΄ Λυκείου*, Πελεκάνος

Θεοδωρόπουλος, Π., Παπαθεοφάνους, Π., & Σιδέρη, Φ. (2008). *Εργαστηριακός Οδηγός Χημείας Γ΄ Γυμνασίου*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο

Καπετάνου, Ε. & Μαυρόπουλος, Α. (1998). *Χημεία Β΄ Ενιαίου Λυκείου*, ΟΕΔΒ

Καραγιάννη, Ε., Μανουσάκη, Κ., Σωτηροπούλου, Α., & Παλούμπα, Ε. (2024). «Θέματα Βιολογίας», Τοπικός διαγωνισμός ΕΟΕΣ 2024, ΕΚΦΕ Αργολίδας, Μεσσηνίας, Λακωνίας

Κατάκης, Δ. & Πνευματικάκης, Γ. (1983). *Πανεπιστημιακή Ανόργανος Χημεία*, ΟΕΔΒ

Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας (1997). *Αξιολόγηση των μαθητών της Α΄ Λυκείου στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών*, ΟΕΔΒ

Κλούρας, Ν. (1998). *Βασική Ανόργανη Χημεία*, Κωσταράκη

Κλούρας, Ν. (2007). *Η ταυτότητα των χημικών στοιχείων*, Τραυλός

Κομιώτου, Μ., Λευκοπούλου, Σ., & Νικολάου, Ν. (2001). *Οργανική Χημεία Εργαστηριακός Οδηγός Β΄ τάξη 1ου Κύκλου Ειδικότητας Χημικών Εργαστηρίων και Ποιοτικού Ελέγχου Υλικών*, ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο

Κουμαράς, Π., Βασιλοπούλου, Μ., & Λευκοπούλου, Σ. (2000). *Πειράματα Φυσικών Επιστημών με Υλικά Καθημερινής Χρήσης*, ΟΕΔΒ

Λιοδάκης, Σ., Γάκης, Δ., Θεοδωρόπουλος, Δ., Θεοδωρόπουλος, Π., & Κάλλης, Αν. (2022). *Χημεία για την Α΄τάξη Γενικού Λυκείου*, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος», Πάτρα

Λιοδάκης, Σ. (1982). *Ασκήσεις Ανοργάνου Χημείας*, ΕΜΠ

Λιοδάκης, Σ. (1999). *Εισαγωγικά Μαθήματα Αναλυτικής Χημείας*, ΕΜΠ

Λιοδάκης, Στ. & Γάκης, Δ. (1999). *Εργαστηριακός Οδηγός Χημείας Β΄ Λυκείου Κατεύθυνσης*, ΟΕΔΒ

Λοΐζος, Ζ. (1997). *Γενική Χημεία*, ΕΜΠ, Αθήνα

Μανουσάκης, Γ. Ε. (1994). *Μέσα από πειράματα η μαγεία της Χημείας*, Αφοί Κυριακίδη

Μανουσάκης, Γ. (1994). *Γενική και Ανόργανη Χημεία*, Αφοί Κυριακίδη, 2η έκδοση

Μανωλκίδης, Κ., & Μπέζας, Κ. (1993). *Χημεία Γενική και Ανόργανη*, Κοκοτσάκης

Μαρκογιαννάκης, Δ. (2013). *Εργαστηριακός Οδηγός Χημείας Γυμνασίου*, ΕΚΦΕ Χανίων

Ματσαγγούρας, Η. (2000). *Ομαδοσυνεργατική Διδασκαλία*, Γρηγόρης

Μαυρόπουλος, Α. (2018). *Σχεδιασμός & διδασκαλία της ενότητας Οξέα - Βάσεις με το διδακτικό μοντέλο του Gagne*, Ιδιωτική έκδοση

Μαυρόπουλος, Μ. (1994). *Διδάσκω Χημεία*, Σαββάλας

Μαυρόπουλος, Α. (2013). *Σχεδιασμός μαθήματος για αποτελεσματική διδασκαλία-μάθηση*, Ιδιωτική έκδοση

Μαυρόπουλος, Λ. & Καπετάνου, Ε. (1998). *Χημεία Α΄ Ενιαίου Λυκείου*, ΟΕΔΒ

Μποσδικιάν, Γ. & Μολοχίδης, Τ. (2000). *Κατάλογος Οργάνων και Συσκευών Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών*, ΟΕΔΒ

Οδηγός για τον Εκπαιδευτικό (2015). *Χημεία Α΄, Β΄ και Γ΄*, Γενικό Λύκειο, ΙΕΠ

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2012). *Οδηγός για τον Εκπαιδευτικό, Χημεία Λυκείου, Νέο Σχολείο (Σχολείο 21ου αιώνα)* – Νέο Πρόγραμμα Σπουδών

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2011). *Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης, Βασικό Επιμορφωτικό υλικό*, τόμος Α΄, Γενικό Μέρος

Πανευρωπαϊκός διαγωνισμός EUSO 2011, Θέματα Βιολογίας

Παπαχριστοδούλου, Ε., Λοΐζου, Β., Παπαχρυσοστόμου, Γ., & Κουμίδης, Κ. (1998). *Οργανική Χημεία Γ΄ Λυκείου*, Λευκωσία

Παυλάτου, Ε., Αποστολόπουλος, Κ., Βαμβακερός, Ξ., Βλάσση, Μ., Γιαλούρης, Π., Μακεδόνας, Χ., & Παπαδόπουλος, Χ. (2022). Οδηγός Εκπαιδευτικού Πρόγραμμα Σπουδών για το Μάθημα της Χημείας στις Α΄, Β΄ και Γ΄ Τάξεις Λυκείου, 2η Έκδοση, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Σιδέρη, Φ. (2009). *Χημεία Α΄ Λυκείου*, Ελληνικά Γράμματα

Σπάρταλη, Ν., Παπαθανασίου, Κ., & Μαυροματάκης, Γ. (2015). *Αλκοολική ζύμωση*, ΕΚΦΕ Χανίων, Τοπικός διαγωνισμός EUSO 2014, Θέματα Βιολογίας

Σταυρόπουλου, Α. (1988). *Φυσικές Επιστήμες*, Α. Σταμούλης

Τρικαλίτη, Α. & Παλαιοπούλου-Σταθοπούλου, Ρ. (1999). *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για βιώσιμες πόλεις*, Ελληνική Εταιρεία για την προστασία του περιβάλλοντος και της πολιτιστικής κληρονομιάς

Τσίπης, Κ.Α. (1996). *Χημεία Ι, Άτομα & Μόρια*, Ζήτη

Τσίπης, Κ.Α. (1997). *Χημεία ΙΙ, Καταστάσεις της ύλης*, Ζήτη

Abbot, D. (1967). *Advanced Level Chemistry Basic Exercises*, J. M. Dent and Sons Ltd., London

Atkins, P.W. (1987). *Molecules*, W.H. Freeman and Company

Atkins, P.W. (1993). *Η Δημιουργία*, Κάτοπτρο

Atkins, P.W. (1995). *Το περιοδικό βασίλειο*, Κάτοπτρο

Atkins, P.W. & Beran, J.A. (1990). *General Chemistry*, 2nd edition, Freeman and Company

Atkins, P.W. & Jones, L. (1997). *Chemistry*, 3rd edition, Freeman and Company

Atkins, P.W. & Jones, L. (2000). *Chemical Principles*, 2nd edition, Freeman and Company

Becker-Wentworth (1980). *General Chemistry*, Houghton Mifflin Co

Brady, J.E. (1990). *General Chemistry*, 5th edition, John Wiley and Sons

Chadwick, T.F. (1977). *Chemistry*, George Allen & Unwin Ltd

Chang, R. (1998). *Essential Chemistry*, 6th edition, McGraw-Hill

Coligny, I. & Lautrette, M. (1989). *Chimie*, Nathan

Daub, G.W. & Seese, W. (1996). *Basic Chemistry*, Prentice-Hall

Ebbing, D.D. (1996). *General Chemistry*, 5th Ed., Houghton Mifflin Co

Ebbing, D.D. & Gammon S. (2002). *Γενική Χημεία*, Τραυλός

Feynman, R.P. (1998). *Έξι εύκολα κομμάτια*, Κάτοπτρο

Freemantle, M. (1987). *Chemistry in Action*, MacMillan Education

Gillespie, R.G., Humphreys, D., Baird, N.C., & Robinson, E.A. (1989). *Chemistry*, 2nd edition, Allyn and Bacon

Hill, G. & Holman, J. (1995). *Chemistry in Context*, 4th edition, Nelson

Hill, G. (1986). *Chemistry Counts*, Hodder and Stoughton

Hill, J.W. & Kolb, D.K. (1998). *Chemistry for Changing Times*, Prentice-Hall

Hill, J.W. & Petrucci, R.H. (1996). *General Chemistry*, Prentice-Hall

Kneen, N.R., Rogers, M.J., & Simpson, P. (1972). *Chemistry*, Addison-Wesley Ltd

Kotz, J.C., & Treichel, P. (1996). *Chemistry and Chemical Reactivity*, 3rd Ed., Saunders College Publishing

Lebrun, P., Cunnighton, A., & Vogel, R. (1979). *Chimie 1er D.E.,* Hatier

Lister, T., & Renshaw, J. (1994). *Understanding Chemistry*, Stanley Thornes

McMurry, J. (1998). *Οργανική Χημεία*, τόμος Ι, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης

Meislich, H., Nechamkin, H., & Sharefkin, J. (1977). *Organic Chemistry*, McGraw-Hill

Moore, F.J. (1939). *A History of Chemistry*, McGraw-Hill

Morrison, R.T. & Boyd, R.N. (1991). *Οργανική Χημεία*, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Murray, P.S. (1977). *Principles of Organic Chemistry*, 2nd edition, Heinemann Educational

Nuffield Advanced Science (1998). *Χημεία - θέματα 1 έως 11*, Εκδόσεις Γ.Α. Πνευματικού

Rausden, E.N. (1985). *A-Level Chemistry*, Stanley Thornes Ltd

Rosenberg, J.L. (1972). *College Chemistry*, 5th edition, McGraw Hill Book Company

Sharma, K.K., & Sharma, D.S. (1994). *Problems in Organic Chemistry*, Vikas Publishing House Ltd

Yurkanis, B.P. (1992). *Organic Chemistry*, Prentice-Hall

ΨΗΦΙΑΚΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΜΕ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ

ΕΝΟΤΗΤΑ 1	
Η επιστημονική μέθοδος Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης με αναλυτικά τα στάδια της επιστημονικής μεθόδου	**ΧΗΜΕΙΑ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ** Διαδραστικό σταυρόλεξο
Η επιστημονική μέθοδος Διαδραστική ακροστιχίδα	**Η ΧΗΜΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΩΝΙΑ** Παιχνίδι με εκτυπώσιμες κάρτες
ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ Διαδραστικό κουίζ για τα εικονογράμματα κινδύνου	**ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΙΝΔΥΝΟΥ** Παιχνίδι με εκτυπώσιμες κάρτες
ΤΕΛΙΚΑ Η ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΕΙΤΑΙ; Κουίζ με εικόνες με στόχο την εξοικείωση των μαθητών και μαθητριών με τις αντιδράσεις που έχουν ορατά αποτελέσματα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση ουσιών.	**ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ** Διαδραστικό βιντεομάθημα
ΜΗΛΟΚΛΕΦΤΗΣ Διαδραστικό βίντεο εφαρμογής των αναλυτικών τεχνικών για την επίλυση ενός αστυνομικού προβλήματος	
ΕΝΟΤΗΤΑ 2	
ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ Διαδραστική ακροστιχίδα	**ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ** Διαδραστικό σταυρόλεξο
ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ Διαδραστικό εργαστήριο	**ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ** Διαδραστικό σταυρόλεξο
ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟΣ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Περιοδικός Πίνακας με αναλυτικά στοιχεία για τα πρώτα 36 χημικά στοιχεία	**ΣΧΕΤΙΚΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΟΡΙΑΚΗ ΜΑΖΑ: ΣΥΓΚΡΙΝΟΝΤΑΣ ΠΟΛΥ, ΠΟΛΥ, ΠΟΛΥ ΜΙΚΡΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ** Διαδραστικό κουίζ που έχει ως στόχο τον αυτοέλεγχο των μαθητών σχετικά με τη σχετική ατομική και μοριακή μάζα
ΤΟ ΑΤΟΜΟ ΚΑΙ Ο ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Διαδραστικό κρυπτόλεξο	**ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ** Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης
Ο ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Διαδραστική χρονογραμμή	**Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΑΤΟΜΟΥ ΜΕ ΜΙΑ ΜΑΤΙΑ…** Διαδραστική χρονογραμμή
ΑΤΟΜΟ Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης	**ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ** Διαδραστικό κουίζ-παζλ
ΕΝΟΤΗΤΑ 3	
ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΙΟΝΤΑ Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης	**ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΜΟΙΟΠΟΛΙΚΟ ΚΑΙ ΤΟΝ ΙΟΝΤΙΚΟ ΠΟΙΟΝ ΝΑ ΔΙΑΛΕΞΩ;** Παιχνίδι με εκτυπώσιμες κάρτες
ΚΡΑΤΑ ΜΕ ΚΟΝΤΑ ΣΟΥ 1 – Ο ΧΗΜΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ Διαδραστικό κουίζ	**ΕΝΔΟΜΟΡΙΑΚΕΣ, ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΙΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ** Διαδραστική ακροστιχίδα

ΧΗΜΙΚΟΙ ΔΕΣΜΟΙ Διαδραστικό σταυρόλεξο	**ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ** Διαδραστικό σταυρόλεξο
ΤΟ ΚΡΥΠΤΟΛΕΞΟ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΕΣΜΩΝ Διαδραστικό κρυπτόλεξο	**ΚΡΑΤΑ ΜΕ ΚΟΝΤΑ ΣΟΥ 2 – ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ** Διαδραστικό κουίζ
ΧΗΜΙΚΟΣ ΔΕΣΜΟΣ Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης	**ΤΟ ΠΑΝΟΡΑΜΑ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΔΕΣΜΩΝ** Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης
ΔΙΑΜΟΡΙΑΚΕΣ ΔΥΝΑΜΕΙΣ Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.	**ΤΑ ΟΜΟΙΑ ΔΙΑΛΥΟΥΝ ΤΑ ΟΜΟΙΑ** Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΕ ΜΟΡΙΑ Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο	
ΕΝΟΤΗΤΑ 4	
ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΣ ΤΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΟΞΕΙΔΩΣΗΣ Διαδραστικό κουίζ	**Η ΓΛΩΣΣΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ** Διαδραστικό σταυρόλεξο
Η ΓΛΩΣΣΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ Διαδραστικό παζλ για την ονομασία των ανόργανων χημικών ενώσεων και την γραφή των χημικών τύπων	**Η ΓΛΩΣΣΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ** Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης για τη γραφή τύπων και την ονοματολογία
ΟΝΟΜΑΖΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ ΜΕ ΤΗ ΔΙΕΘΝΗ ΓΛΩΣΣΑ ΤΗΣ IUPAC Παιχνίδι με εκτυπώσιμες κάρτες	
ΕΝΟΤΗΤΑ 5	
ΜΕΤΑΘΕΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ 1 Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.	**ΜΕΤΑΘΕΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ 2** Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.
ΜΕΤΑΘΕΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ 3 Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.	**ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ** Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.
ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ 4 – ΟΞΕΑ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑΧΙ ΜΑΣ Μικρής διάρκειας βιντεομάθημα	**ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ 5 – ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΣΤΟΜΑ ΜΑΣ;** Μικρής διάρκειας βιντεομάθημα
Η ΧΗΜΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ Διαδραστική ακροστιχίδα	**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ NaOH ΣΕ ΔΙΑΛΥΜΑ $FeCl_3$** Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.
ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ – ΕΝΤΥΠΩΣΙΑΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις	**ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΜΕ ΠΟΛΥΜΕΤΡΟ** Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.

ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗ Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.	**ΣΚΗΝΗ ΕΓΚΛΗΜΑΤΟΣ: ΚΛΟΠΗ ΣΤΟ ΜΟΥΣΕΙΟ** Διαδραστικό βίντεο εφαρμογής των αναλυτικών τεχνικών για την επίλυση ενός αστυνομικού προβλήματος.
ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.	**ΤΟ ΜΥΣΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΝΟΜΙΣΜΑΤΟΚΟΠΕΙΟΥ** Διαδραστικό βίντεο εφαρμογής των αναλυτικών τεχνικών για την επίλυση ενός αστυνομικού προβλήματος.
ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΥΠΕΡΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ Προσομοίωση εργαστηρίου	**ΑΠΛΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – Η ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΟΥ Fe ΑΠΟ ΔΙΑΛΥΜΑ $CuSO_4$** Προσομοίωση εργαστηρίου
ΕΥΔΙΑΛΥΤΕΣ ΚΑΙ ΔΥΣΔΙΑΛΥΤΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ Μικρής διάρκειας βιντεομάθημα	**ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΝΤΑΛΛΑΓΗΣ ΙΟΝΤΩΝ – ΔΙΠΛΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ** Προσομοίωση εργαστηρίου
ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΑΠΛΗΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Διαδραστικό βιντεοπείραμα για τις αντιδράσεις απλής αντικατάστασης	**Η ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗ** Διαδραστικό βιντεομάθημα
ΤΑ ΑΛΟΓΟΝΑ Διαδραστικό βιντεομάθημα	**ΠΟΙΟΣ ΣΚΟΤΩΣΕ ΤΟΝ ΜΕΓΑ ΝΑΠΟΛΕΟΝΤΑ** Μικρό ηχητικό αρχείο με μια ιστορία που αναδεικνύει τη σημασία της χημικής ανάλυσης
ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ 1 – ΕΚΡΗΞΗ ΣΤΗ ΒΗΡΥΤΟ Βίντεο tutorial	
ΕΝΟΤΗΤΑ 6	
ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ Διαδραστικό σταυρόλεξο	**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ** Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.
ΤΑ ΠΑΚΕΤΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ: Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ MOLE Διαδραστικό κουίζ	**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ** Διαδραστικό κουίζ
Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ MOLE Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης	**ΠΑΙΖΟΝΤΑΣ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΤΩΝ MOLE** Διαδραστική άσκηση με στόχο οι μαθητές να συσχετίσουν τα μεγέθη mol, μάζα, αριθμό μορίων, αριθμό ατόμων μιας καθαρής ουσίας
ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης	**ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ** Διαδραστικός εννοιολογικός χάρτης
ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ Διαδραστικό βιντεοεργαστήριο στο οποίο παρεμβάλλονται ερωτήσεις.	**ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ** Προσομοίωση εργαστηρίου υψηλής διαδραστικότητας
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΡΑΙΩΣΗ 'Η ΑΝΑΜΕΙΞΗ ΜΕ ΑΛΛΟ ΔΙΑΛΥΜΑ Προσομοίωση εργαστηρίου υψηλής διαδραστικότητας