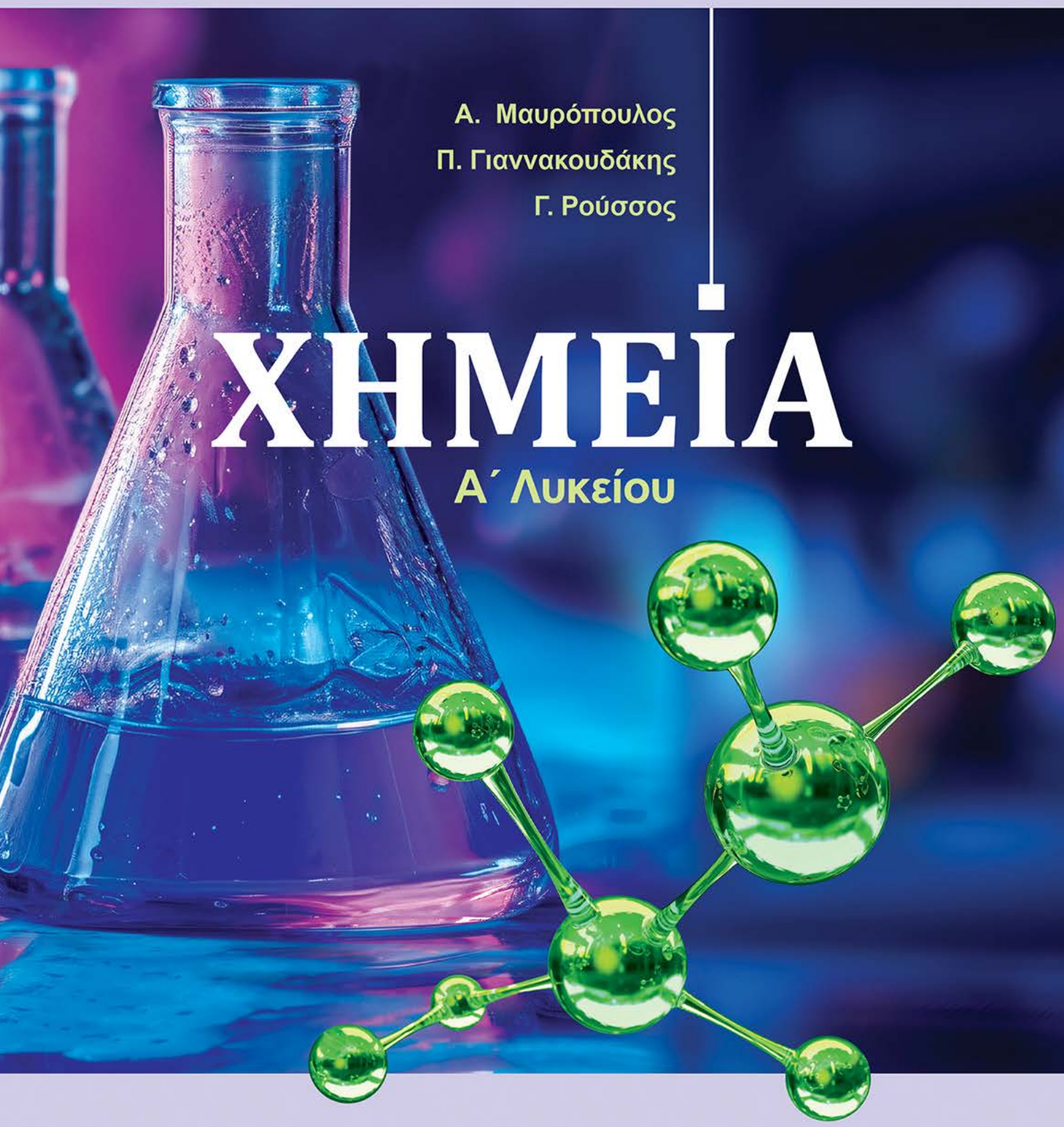
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ



Α. Μαυρόπουλος
Π. Γιαννακουδάκης
Γ. Ρούσσος

ΧΗΜΕΙΑ

Α΄ Λυκείου

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΧΗΜΕΙΑ

Α΄ Λυκείου

Επιστημονική Επιτροπή Αξιολόγησης Συντονιστής / Αξιολογητής	**Κολοβός Κωνσταντίνος** Εν ενεργεία μέλος Διδακτικού Ερευνητικού Προσωπικού Πανεπιστημίου
Αξιολογητής	**Νιώτης Ανδρέας** Εν ενεργεία Εκπαιδευτικός
Αξιολογητής	**Αραμπατζής Δημήτριος** Εν ενεργεία Εκπαιδευτικός
Τεχνικός Εμπειρογνώμονας	**Γεροστάθη Μαρία** Πτυχιούχος Πληροφορικής
Επικουρικός Εμπειρογνώμονας	**Σιδηρά Μαρία** Διπλωματούχος τεχνολογίας γραφικών τεχνών
Υπεύθυνη του μαθήματος / γνωστικού αντικειμένου στο πλαίσιο της Πράξης	**Ειρήνη Γεωργάκη, Σύμβουλος Α΄ ΙΕΠ,** μέλος της Επιστημονικής Ομάδας Έργου (ΕΟΕ) της Πράξης

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

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

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

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

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

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

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Α. Μαυρόπουλος
Π. Γιαννακουδάκης
Γ. Ρούσσος

ΧΗΜΕΙΑ

Α΄ Λυκείου

εκδόσεις πουκαμισάς

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Στοιχεία συγγραφής

ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΟΜΑΔΑ

Αβραάμ Μαυρόπουλος
Χημικός
Διδάκτωρ Επιστημών Αγωγής
π. Σχολικός Σύμβουλος

Παναγιώτης Γιαννακουδάκης
Φυσικός – Χημικός
Καθηγητής Φυσικοχημείας – Ηλεκτροχημείας
του Α.Π.Θ.

Γεώργιος Ρούσσος
Χημικός
Διδάκτωρ Χημείας
π. Σχολικός Σύμβουλος

ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ

Αβραάμ Μαυρόπουλος

ΣΕΛΙΔΟΠΟΙΗΣΗ
Δημιουργικό τμήμα εκδόσεων Πουκαμισάς

ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΕΞΩΦΥΛΛΟΥ
Δημιουργικό τμήμα εκδόσεων Πουκαμισάς

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ
Παναγιώτης Γιαννακουδάκης

ΤΥΠΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ
Δημήτρης Καλλιάρας

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Γράμμα προς τον μαθητή και τη μαθήτρια

Αγαπητέ μαθητή, αγαπητή μαθήτρια!
Στο βιβλίο αυτό περιλαμβάνεται η διδακτέα ύλη Χημείας της Α΄ Λυκείου.
Έγινε προσπάθεια να αναπτυχθούν τα θέματα με σαφήνεια και απλότητα, καθώς και με την αναγκαία επιστημονική ακριβολογία.

Στο βιβλίο αυτό θα βρεις:
- Ανάπτυξη της θεωρίας κάθε ενότητας, την οποία θα πρέπει να μελετήσεις προσεκτικά.
- Παραδείγματα υποδειγματικά απαντημένα, καθώς και αντίστοιχες εφαρμογές για να ασκηθείς.
- Δραστηριότητες διερευνητικές, συνεργατικές και ψηφιακές, για να αναπτύξεις τις αντίστοιχες δεξιότητες.
- Εργαστηριακές ασκήσεις Χημείας με τα φύλλα εργασίας τους για να πραγματοποιήσεις τα πειράματα στο εργαστήριο του σχολείου και να αναπτύξεις δεξιότητες εργαστηριακές και επιστημονικής μεθοδολογίας.
- Φύλλα με ερωτήσεις, για να ελέγξεις τον βαθμό κατανόησης της σχετικής θεωρίας.
- Πρόσθετες πληροφορίες, επεξηγήσεις, εικόνες, σχήματα, πίνακες κ.ά. στην πλαϊνή έγχρωμη στήλη κάθε σελίδας.

Στο τέλος κάθε κεφαλαίου υπάρχουν:
- Ανακεφαλαίωση.
- Ερωτήσεις για να εξασκηθείς και να κατανοήσεις τη νέα γνώση.
- Αναγνώσματα με τίτλο: «*Γνωρίζεις ότι ...*», όπου αναπτύσσονται θέματα Χημείας πρακτικού ενδιαφέροντος που έχουν σχέση με την καθημερινή ζωή, καθώς και αναγνώσματα με την ιστορία της Χημείας.

Ευελπιστούμε το βιβλίο αυτό να σε βοηθήσει στην προσπάθειά σου να κατανοήσεις τη Χημεία, μιας και η Χημεία είναι χρήσιμη και απαραίτητη στη ζωή σου.

Οι συγγραφείς

Ταυτότητα του βιβλίου

Αυτό το βιβλίο Χημείας είναι γραμμένο με βάση το Πρόγραμμα Σπουδών της Α΄ Λυκείου.

ΔΟΜΗ ΚΑΘΕ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Α. Στην **αρχή** κάθε κεφαλαίου αναγράφονται:

α. Οι θεματικές ενότητες.

β. Τα **προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα**, τα οποία αφενός ενημερώνουν τους/τις μαθητές/τριες για το τι είναι σημαντικό να μάθουν και αφετέρου τους βοηθούν να κατευθύνουν τη μαθησιακή τους προσπάθεια.

γ. Οι **λέξεις κλειδιά**.

Β. Η **ανάπτυξη κάθε κεφαλαίου** γίνεται με απλό και μεθοδικό τρόπο βάσει των αρχών της διδακτικής και της παιδαγωγικής, καθώς και με την αναγκαία επιστημονική ακριβολογία, βασισμένη στις «σύγχρονες» αρχές της Χημείας και της IUPAC ως προς την ορολογία και τον συμβολισμό. Χρησιμοποιείται γλώσσα απλή και κατάλληλη για τους/τις μαθητές/τριες αυτής της τάξης.

Στο κείμενο περιλαμβάνονται:

α. Εισαγωγική δραστηριότητα για προβληματισμό και εισαγωγή των μαθητών/τριών στην ενότητα, καθώς και για διέγερση της προσοχής τους.

β. Διερευνητικές και συνεργατικές δραστηριότητες για ενεργητική εμπλοκή των μαθητών/τριών στη μαθησιακή διαδικασία.

γ. Παραδείγματα υποδειγματικά απαντημένα, καθώς και αντίστοιχες εφαρμογές για εξάσκηση.

δ. Ψηφιακό υλικό – ψηφιακές δραστηριότητες για διαδραστική ενεργητική συμμετοχή των μαθητών/τριών.

ε. Πειραματικές δραστηριότητες, τριών ειδών: **i. πειράματα επίδειξης**, **ii. πειράματα με οδηγίες** για τους/τις μαθητές/τριες, **iii. πειράματα διερευνητικά**, προκειμένου να αναπτύξουν εργαστηριακές δεξιότητες και να αποκτήσουν δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας, να εφαρμόσουν – επαληθεύσουν αυτά που διδάχτηκαν, καθώς και να διερευνήσουν και να «ανακαλύψουν» αρχές, ιδιότητες κ.ά. Στα **φύλλα εργασίας** των πειραμάτων αναγράφονται: **i.** τα απαραίτητα όργανα και αντιδραστήρια, **ii.** η πειραματική διαδικασία (εκτός από τα πειράματα ανοιχτής διερεύνησης), **iii.** ερωτήσεις για επεξεργασία.

στ. «Ας δούμε τι μάθαμε» - ερωτήσεις για τον έλεγχο του βαθμού κατανόησης των εννοιών από τον/τη μαθητή/τρια σε κάθε ενότητα, ώστε αν χρειαστεί να γίνουν από τον/την εκπαιδευτικό διορθωτικές διδακτικές ενέργειες σε επόμενη διδακτική ώρα.

ζ. Πλαϊνή στήλη με πρόσθετες πληροφορίες, επεξηγήσεις, εικόνες, σχήματα, πίνακες κ.ά.

Γ. Στο **τέλος** κάθε κεφαλαίου περιλαμβάνονται:

α. **Ανακεφαλαίωση** όπου γίνεται συνοπτική παρουσίαση (λεκτική ή/και σχηματική με χάρτες εννοιών) των κυριότερων σημείων – λέξεων κλειδιών του κεφαλαίου.

β. Αναγνώσματα με τίτλο: «**Ταξίδι στον χρόνο**», όπου αναφέρονται ιστορικά στοιχεία σχετικά με τα θέματα του κεφαλαίου.

γ. Αναγνώσματα με τίτλο: «**Γνωρίζεις ότι ...**», όπου αναπτύσσονται θέματα πρακτικού ενδιαφέροντος που έχουν σχέση με την καθημερινή ζωή και είναι σχετικά με το κεφάλαιο, και έχουν ως σκοπό να διεγείρουν το ενδιαφέρον των μαθητών για το αντικείμενο της Χημείας.

δ. **Ερωτήσεις** όλων των ειδών (ανάπτυξης, πολλαπλής επιλογής, σωστού-λάθους, αντιστοίχισης, συμπλήρωσης κενών) προκειμένου οι μαθητές/τριες να εξασκηθούν, να ενεργοποιήσουν τη σκέψη τους, να ξεκαθαρίσουν και να κατανοήσουν τις νέες γνώσεις, να αναπτύξουν την αυτενέργειά τους, καθώς και τη συνθετική και κριτική ικανότητά τους.
Μετά από κάθε ερώτηση υπάρχει χώρος για να απαντήσουν οι μαθητές/τριες.

Δ. Στο τέλος του βιβλίου περιλαμβάνονται:

α. **Λεξιλόγιο** (με αλφαβητική σειρά) όπου δίνονται οι ορισμοί όλων των βασικών εννοιών – λέξεων κλειδιών που αναπτύσσονται στο βιβλίο.

β. **Αλφαβητικό ευρετήριο** των όρων που αναφέρονται στο βιβλίο.

γ. **Απαντήσεις των ερωτήσεων, ασκήσεων** και **εφαρμογών** του βιβλίου.

δ. **Πίνακες** με στοιχεία χρήσιμα για τους/τις μαθητές/τριες.

ε. **Βιβλιογραφία** που χρησιμοποιήθηκε για τη συγγραφή του βιβλίου.

Οι συγγραφείς

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

για τον/την εκπαιδευτικό

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1. Η Χημεία στην καθημερινή ζωή και στην κοινωνία

Περί Χημείας 15
Τι μελετά η Χημεία 16
1.1. Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της 17
1.2. Η μεθοδολογία της Χημείας 21
1.2.1. Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου 21
Κανόνες ασφαλείας στο εργαστήριο 22
Ο δωδεκάλογος του εργαστηρίου 23
1.2.2. Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία 25
Τυπικά στάδια επιστημονικής μεθόδου 26
Ανακεφαλαίωση 32
Ταξίδι στον χρόνο: Η Χημεία κατά την Περίοδο των Αλχημιστών 34
Ερωτήσεις - Ασκήσεις 35

Κεφάλαιο 2. Δομή του ατόμου - Περιοδικός Πίνακας

2.1. Η δομή του ατόμου 39
2.1.1. Το μοντέλο του Bohr 39
2.1.2. Ατομικός και Μαζικός αριθμός – Ισότοπα – Σχετική Ατομική και Μοριακή μάζα 40
1. Ατομικός και Μαζικός αριθμός 40
2. Ισότοπα 41
3. Σχετική ατομική μάζα, σχετική μοριακή μάζα και σχετική τυπική μάζα 43
2.1.3. Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων 45
Σχηματισμός και ηλεκτρονιακή δομή ιόντων 47
2.2. Ο Περιοδικός Πίνακας 49
2.2.1. Η ταξινόμηση των στοιχείων 49
2.2.2. Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα 51
1. Τι ονομάζεται ομάδα και τι περίοδος 51
2. Ατομική ακτίνα 55
3. Διάκριση των στοιχείων σε μέταλλα και αμέταλλα, με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα 57
Ανακεφαλαίωση 60
Ταξίδι στον χρόνο: Οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι και η συμβολή τους στη Χημεία 61
Το χρονικό της ανακάλυψης του Περιοδικού Πίνακα 63
Dmitri Ivanovits Mendeleev: Επιστημονική και κοινωνική δράση 69
Ερωτήσεις - Ασκήσεις 73

Κεφάλαιο 3 Ο χημικός δεσμός

3.1. Ο χημικός δεσμός 83
3.1.1. Εισαγωγή στον χημικό δεσμό 83
3.1.2. Ο ιοντικός δεσμός 85
3.1.3. Ο ομοιοπολικός δεσμός 88
3.2. Οι διαμοριακές δυνάμεις 99
3.2.1. Η διπολική ροπή 99
3.2.2. Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων 103
1. Δυνάμεις μεταξύ διπόλων μορίων 104
2. Δυνάμεις μεταξύ διπόλων και μη διπόλων μορίων 104
3. Δυνάμεις διασποράς ή London 105
4. Δεσμός υδρογόνου 107
5. Δυνάμεις μεταξύ ιόντος – διπόλου 109
3.2.3. Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών 110
1. Διαμοριακές δυνάμεις και σημείο βρασμού 110
2. Διαλυτότητα ουσιών στο νερό και σε οργανικούς διαλύτες 113
Ανακεφαλαίωση 119
Ταξίδι στον χρόνο Johannes van der Waals, Gilbert Lewis, Linus Pauling 120
Γνωρίζεις ότι...
…και άλλες συνέπειες των διαμοριακών δυνάμεων 121
1. Ο πάγος επιπλέει στο νερό 121
2. Ιξώδες και… διαμοριακές δυνάμεις 122
3. Επιφανειακή τάση και… διαμοριακές δυνάμεις 123
4. Τάση ατμών και… διαμοριακές δυνάμεις 124
5. Δεσμός υδρογόνου και Βιολογία 125
Ερωτήσεις - Ασκήσεις 127

Κεφάλαιο 4. Η γλώσσα της Ανόργανης Χημείας

4.1. Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα 141
4.1.1. Μονοατομικά ιόντα 141
4.1.2. Πολυατομικά ιόντα 141
4.2. Ο αριθμός οξείδωσης 143
4.3. Ο συμβολισμός και η γραφή των ανόργανων ενώσεων 145
4.4. Η ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων 149
4.4.1. Πώς ονομάζονται τα οξέα 149
4.4.2. Πώς ονομάζονται οι βάσεις / υδροξείδια μετάλλων 150
4.4.3. Πώς ονομάζονται τα οξείδια 151
4.4.4. Πώς ονομάζονται τα άλατα 152
Ανακεφαλαίωση 157
Γνωρίζεις ότι...
1. Μια σωστή διατροφή με … ιόντα 159
2. Τοξικά... ιόντα 160
3. Το αλάτι Na^+Cl^- 161
Ταξίδι στον χρόνο: Συμβολισμοί των στοιχείων και των ενώσεων –
Ιστορία της ονοματολογίας των ανόργανων ενώσεων 163
Ελληνική γλώσσα και ονόματα στοιχείων 166
Ερωτήσεις - Ασκήσεις 167

Κεφάλαιο 5. Εισαγωγή στις Χημικές Αντιδράσεις

5.1. Η αναπαράσταση των χημικών μεταβολών: Οι χημικές εξισώσεις 173
5.2. Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων ηλεκτρολυτών 177
5.2.1. Ηλεκτρολύτες – ισχυροί, ασθενείς 179
5.2.2. Διάσταση ιοντικών και ιοντισμός ομοιοπολικών ενώσεων 179
5.3. Οι μεταθετικές αντιδράσεις 185
5.3.1. Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (διπλής αντικατάστασης) 185
5.3.2. Αντιδράσεις εξουδετέρωσης 195
5.4. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις 201
5.4.1. Οξείδωση – Αναγωγή 201
5.4.2. Κατηγορίες οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων 203
5.5. Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή 211
Α. Ο αερόσακος 211
Β. Οι μπαταρίες 213
Γ. Οι κυψέλες καυσίμου 215
Δ. Η φωτοσύνθεση και η αναπνοή 216
Ε. Η Χημεία της ζαχαροπλαστικής 217
ΣΤ. Το τρίγωνο της φωτιάς 217
Ανακεφαλαίωση 219
Γνωρίζεις ότι... Ο ασβέστης 220
Ταξίδι στον χρόνο: **1.** Arrhenius
2. Faraday 222
Ερωτήσεις - Ασκήσεις 225

Κεφάλαιο 6. Στοιχειομετρία

6.1. Μονάδα ποσότητας ουσίας: mole 243
6.1.1. Η αναγκαιότητα – χρησιμότητα εισαγωγής του mole 244
6.1.2. Ορισμός του mole – Σταθερά Avogadro 245
6.2. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί 251
6.3. Η συγκέντρωση διαλύματος 255
6.3.1. Συγκέντρωση (c) διαλύματος 255
6.3.2. Αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμειξη διαλυμάτων 257
Ανακεφαλαίωση 266
Ταξίδι στον χρόνο: Ο μεγάλος αλλά και αμφιλεγόμενος χημικός Fritz Haber 267
Ερωτήσεις - Ασκήσεις 269

Παράρτημα

1. Θεμελιώδη μεγέθη και μονάδες στο S.I. – Πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια μονάδων 284
2. Πίνακας A_r 285
3. Σημαντικά ψηφία 287
4. Τα βραβεία Nobel στη Χημεία 1901-2023 288
5. Απαντήσεις στις ερωτήσεις και ασκήσεις 293

Λεξιλόγιο 301
Αλφαβητικό ευρετήριο όρων 307
Βιβλιογραφία 309
Πηγές εικόνων 310

Κεφάλαιο 1

Η Χημεία στην καθημερινή ζωή και στην κοινωνία

ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

1.1. Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της

1.2. Η μεθοδολογία της Χημείας

1.2.1. Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου

1.2.2. Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία

Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Μετά το τέλος της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας της ενότητας θα πρέπει να είστε σε θέση:

- να αναγνωρίζετε τον καθοριστικό ρόλο της Χημείας στην ατομική και κοινωνική ευημερία μέσα από αναφορές που συνδέονται με: α. τα καθημερινά υλικά, β. τα φάρμακα, γ. την παραγωγή και τη βελτίωση της ποιότητας των τροφίμων, δ. την ανάλυση της σύστασης των υλικών, ε. την παραγωγή νέων υλικών, στ. την παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας, ζ. την προστασία του περιβάλλοντος, η. την αειφόρο ανάπτυξη και την κυκλική οικονομία κ.ά.
- να αναδεικνύετε τη σύνδεση της επιστήμης της Χημείας με άλλες επιστήμες, όπως Φυσική, Βιολογία, Φαρμακευτική, Γεωλογία, Γεωπονία, Ιατρική κ.ά.
- να αναγνωρίζετε βασικούς εργαστηριακούς κινδύνους κατά την εργασία σας στο εργαστήριο Χημείας και να λαμβάνετε τα απαραίτητα μέτρα προφύλαξης.
- να αναγνωρίζετε και να αξιοποιείτε τα βασικά στοιχεία της επιστημονικής μεθοδολογίας.
- να εξηγείτε τη σπουδαιότητα του ρόλου του εργαστηρίου στην επιστήμη της Χημείας χρησιμοποιώντας για παράδειγμα την ανάλυση της σύστασης ενός δείγματος.

Λέξεις κλειδιά

Αειφορία
Επιστημονική μεθοδολογία
Εργαστηριακοί κίνδυνοι – Κανόνες ασφαλείας
Εργαστήριο Χημείας
Εφαρμογές Χημείας
Ποιοτική ανάλυση
Ποσοτική ανάλυση
Προστασία περιβάλλοντος
Χημεία

Περί Χημείας …

Χωρίς υπερβολή, μπορούμε να πούμε ότι «τα πάντα είναι Χημεία» και **«η Χημεία είναι παντού»**. Καθετί που τρώμε, πίνουμε, μυρίζουμε, αγγίζουμε, ό,τι υπάρχει στο σώμα μας ή γύρω μας, στη γη, στη θάλασσα, στον ουρανό έχει σχέση με Χημεία - αποτελείται από χημικές ουσίες.

Ζούμε σε έναν «χημικό κόσμο», έναν κόσμο από τρόφιμα (π.χ. πρωτεΐνες, υδατάνθρακες, λίπη, ιχνοστοιχεία), φάρμακα (π.χ. παυσίπονα, αναισθητικά, αντισηπτικά, αντιόξινα, αντιβιοτικά), βιταμίνες, ορμόνες, πρόσθετα τροφίμων, λιπάσματα, φυτοφάρμακα, υλικά (π.χ. πλαστικά, ελαστικά, γυαλί, τσιμέντο, υφάνσιμες ίνες, κράματα, χρώματα), αρώματα, καλλυντικά, απορρυπαντικά, αλλά και τοξικές ουσίες, απόβλητα, ρύπους, πολεμικές χημικές ουσίες, εξαρτησιογόνες ουσίες, δηλητήρια.

Χημικές ουσίες χαρίζουν το χρώμα και τη μυρωδιά σε ένα λουλούδι και επιπλέον τη γεύση σε ένα φρούτο. Χημικές ουσίες χρησιμοποιούν πολλά ζώα για να προσελκύσουν το άλλο φύλο, καθώς και να αμυνθούν. Χημικές ουσίες απολυμαίνουν, χημικές ουσίες κάνουν τα ρούχα πεντακάθαρα, «άσπρα - ξέξασπρα», να μυρίζουν ωραία και τους δίνουν «τρυφερό» άγγιγμα, χημικές ουσίες κάνουν τα μπάνια «αστραφτερά» ή τα τζάμια «αόρατα», χημικές ουσίες μας δείχνουν νεότερους ή ωραιότερους. Νέες χημικές ουσίες δίνουν εκπληκτικές δυνατότητες στην τεχνολογία με εφαρμογές στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, στις τηλεπικοινωνίες, στη διαστημική κ.ά.

Η Χημεία μας βοηθά να γνωρίσουμε την τελειότητα του χημικού εργαστηρίου που βρίσκεται στο σώμα μας – τις χιλιάδες χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται ακατάπαυστα μέσα στον οργανισμό μας. Η ανάσα μας, οι παλμοί της καρδιάς μας, η αύξηση ή ελάττωση του βάρους μας, η σκέψη, η μάθηση, η πνευματική και η σωματική μας δραστηριότητα, η χαρά και η λύπη, η αισιοδοξία και η απαισιοδοξία, η συμπάθεια - αντιπάθεια, οφείλονται και σε χημικές ουσίες καθώς και σε αλλεπάλληλες χημικές αντιδράσεις. Με τη Χημεία επιλύουμε και διάφορα καθημερινά προβλήματα πρακτικής σημασίας.

Η Χημεία είναι η επιστήμη που μελετά την ύλη και τις μεταβολές της, είναι η ίδια η ζωή μας. Μελετάμε, επεξεργαζόμαστε και μεταβάλλουμε την ύλη, για να βελτιώσουμε την ποιότητα της ζωής μας, με φροντίδα να μην υποβαθμίζουμε και καταστρέφουμε το περιβάλλον.

Άρα, **όλοι πρέπει να γνωρίζουμε Χημεία!**

Η χημεία και πεδίο δραστηριότητάς της. (I)

(II)

(III)

(IV)

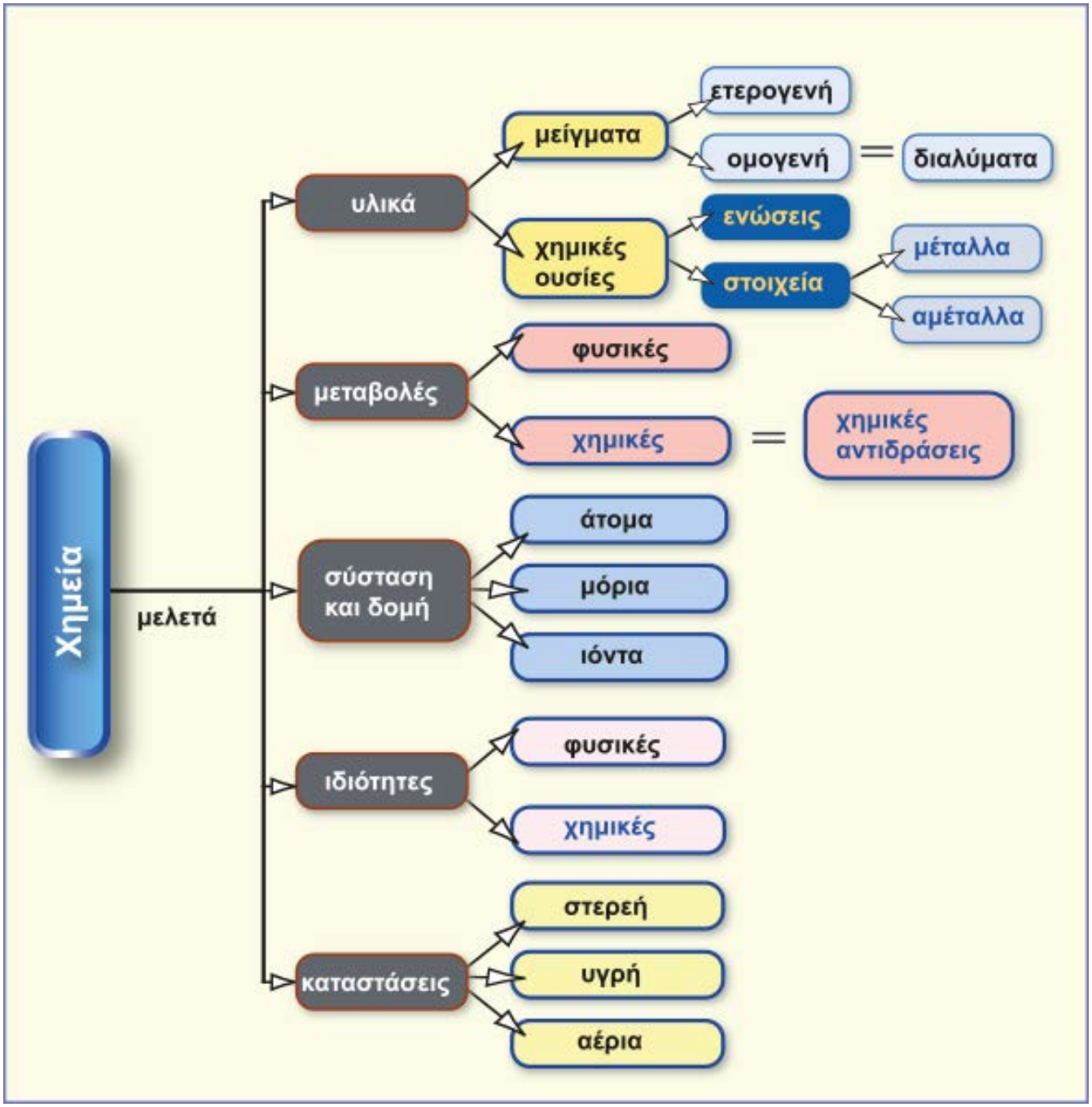
(V)

(VI)

(VII)

(VIII)

Τι μελετά η Χημεία;



1.1. Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της

Δραστηριότητα διερευνητική 1.1.

Να γράψετε πώς έχει συμβάλει η Χημεία στην κατασκευή ή στη διαμόρφωση ενός αντικειμένου από το άμεσο περιβάλλον σας (π.χ. το θρανίο, τη γραφική σας ύλη, το βιβλίο της Χημείας, ένα τετράδιο, τον πίνακα - τον εξοπλισμό της αίθουσας, τα φωτιστικά σώματα, κάτι από αυτά που φοράτε κ.ά.).
Κάθε μαθητική ομάδα μπορεί να επιλέξει ένα αντικείμενο και να γράψει πώς η Χημεία συνδέεται με αυτό (ενδεικτικός χρόνος 5 λεπτά).

.....

.....

.....

.....

Να παρουσιάσετε και να συζητήσετε τις απόψεις σας με αυτές των άλλων ομάδων στην τάξη (ενδεικτικός χρόνος 5 λεπτά).

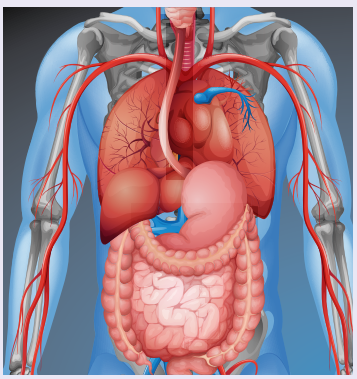
Κάθε στιγμή πραγματοποιούνται αμέτρητες χημικές αντιδράσεις, άλλες με μεγάλη ταχύτητα και άλλες τόσο αργά που δεν γίνονται αντιληπτές.

Το σώμα μας αποτελεί ένα εκπληκτικό χημικό εργαστήριο, στο οποίο πραγματοποιούνται χημικές αντιδράσεις κατά την αναπνοή, τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα που διεγείρουν τη σκέψη, τις αισθήσεις, τα συναισθήματα καθώς και κατά την εκτέλεση οποιασδήποτε δραστηριότητας. Σε αυτό το εργαστήριο που λειτουργεί αδιάκοπα, συνδυάζονται αποτελεσματικά τα θρεπτικά συστατικά των τροφίμων, το νερό και το οξυγόνο του αέρα, αξιοποιούνται ενεργειακά αλλά και στη σύνθεση όσων δομικών ουσιών χρειάζεται ο οργανισμός για τη συντήρηση και ανάπτυξή του, ώστε να υπάρχει ζωή.

Πλήθος αντικειμένων καθημερινής χρήσης (βιβλία, τετράδια, γραφική ύλη, κασετίνες, τσάντες, θρανία, καθίσματα, έπιπλα, οικιακός εξοπλισμός, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, διατάξεις φωτισμού, ρούχα, παπούτσια, σαπούνια, απορρυπαντικά, καλλυντικά, αρώματα, χρώματα, βαφές, πλαστικά και ελαστικά κ.ά.) τα οποία κάνουν τη ζωή μας πιο άνετη και ασφαλή, αποτελούν προϊόντα Χημείας.

Η συμμετοχή της Χημείας στην αύξηση της παραγωγής **τροφίμων**, για την ικανοποίηση των αναγκών του αυξανόμενου παγκόσμιου πληθυσμού, έγινε μέσω της έρευνας, σε φυτά, ώστε με παρεμβάσεις να γίνουν πιο ανθεκτικά σε ασθένειες, σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες και να έχουν αυξημένη απόδοση οι καλλιέργειες. Η Χημεία έχει κρίσιμο ρόλο στη βελτίωση της ποιότητας των τροφίμων με εφαρμογές τεχνικών καταλληλότερης επεξεργασίας τους, αύξηση της γευστικής και διατροφικής τους αξίας, επέκταση της διάρκειας ζωής τους.

Με δεδομένα από τις χημικές αναλύσεις, τη γνώση για τη δομή και τις ιδιότητες των χημικών ουσιών, οι χημικοί σχεδιάζουν και συνθέτουν **νέα υλικά** (ανθρακονήματα, νανοϋλικά κ.ά.) με βελτιωμένες ιδιότητες (μεγαλύτερη μηχανική και θερμική αντοχή κ.ά.), είναι ανακυκλώσιμα, βιοδιασπώμενα και παράγονται λιγότερα απόβλητα.



Τμήμα ανθρώπινου σώματος

Πολυμερή

Τρόφιμα

Βιοαποικοδομήσιμα υλικά μιας χρήσης

Διατάξεις μετατροπής χημικής, ηλιακής και αιολικής ενέργειας σε ηλεκτρική

Χημεία και βιολογία

Χημεία και φάρμακα

Οι διαδικασίες παραγωγής **ενέργειας** βασίζονται κυρίως σε χημικές αντιδράσεις. Οι γνώσεις της Χημείας συντελούν στην καλύτερη αξιοποίηση των καυσίμων, όπως πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακας -βιοκαύσιμα με τα οποία η χημική ενέργεια μετατρέπεται κυρίως σε θερμική ενέργεια. Η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική με τα φωτοβολταϊκά στοιχεία έγινε δυνατή με αξιοποίηση γνώσεων των ιδιοτήτων των χημικών ουσιών. Οι κυψέλες καυσίμων (fuel cells) είναι μια ακόμα καινοτομία προς την παραγωγή ενέργειας με ελάχιστη ή και μηδενική επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

Η εξασφάλιση διαθεσιμότητας της ενέργειας σε κάθε χρονική στιγμή και σε οποιονδήποτε τόπο με τη χρήση των μπαταριών ή άλλων διατάξεων αποθήκευσης της ενέργειας είναι συνδυασμένη με ευρεία χημική έρευνα και με στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και την προστασία του περιβάλλοντος. Η ανάπτυξη εναλλακτικών πηγών παραγωγής ενέργειας γίνεται με αξιοποίηση των ιδιοτήτων των χημικών ουσιών.

Οι **χημικές αναλύσεις** εντοπισμού και μέτρησης των ρύπων στην ατμόσφαιρα, στα εδάφη και στα νερά συμβάλλουν στη γνώση του βαθμού υποβάθμισης της ποιότητας του περιβάλλοντος. Ο προσδιορισμός των επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον οι οποίες επιβαρύνουν την υγεία των ανθρώπων και των οικοσυστημάτων είναι αποτέλεσμα χημικών αναλύσεων. Με βάση τις γνώσεις αυτές διατυπώνονται τεκμηριωμένες προτάσεις προστασίας του περιβάλλοντος.

Η Χημεία είναι απαραίτητη στον σχεδιασμό κατάλληλων διεργασιών, ώστε κατά τις **παραγωγικές διαδικασίες** να μειώνεται η χρήση πρώτων υλών, η κατανάλωση ενέργειας, η εκπομπή ρύπων και η ποσότητα των αποβλήτων. Με εφαρμογή των χημικών γνώσεων γίνεται πιο ευρεία και αποτελεσματική η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση υλικών, μειώνοντας το ενεργειακό κόστος, συμβάλλοντας στη διατήρηση των φυσικών πόρων.

Σημαντικός είναι ο ρόλος της Χημείας στην ανάπτυξη και υλοποίηση της **κυκλικής οικονομίας** προωθώντας τον εκσυγχρονισμό των μεθόδων παραγωγής, τη μείωση των αποβλήτων, τη βιώσιμη χρήση των πόρων, την ανακύκλωση των υλικών, την παραγωγή προϊόντων φιλικότερων στο περιβάλλον.

Η Χημεία συνδέεται με τη **Βιολογία** καθώς οι βιολογικές διεργασίες είναι κατά βάση χημικές αντιδράσεις. Η κατανόηση της ζωής, της δομής, της λειτουργίας, της ανάπτυξης των βιολογικών συστημάτων προκύπτει από συνδυασμό γνώσεων των δύο αυτών επιστημών.

Η Χημεία συνδέεται με τη **Φαρμακευτική** καθώς η έρευνα και κατανόηση του μηχανισμού δράσης διάφορων ασθενειών (όπως AIDS, Covid-19, καρκίνος κ.ά.) συμβάλλει στον σχεδιασμό και στην παραγωγή καταλληλότερων, αποτελεσματικότερων και ασφαλέστερων φαρμάκων για την αντιμετώπιση και τη θεραπεία τους.

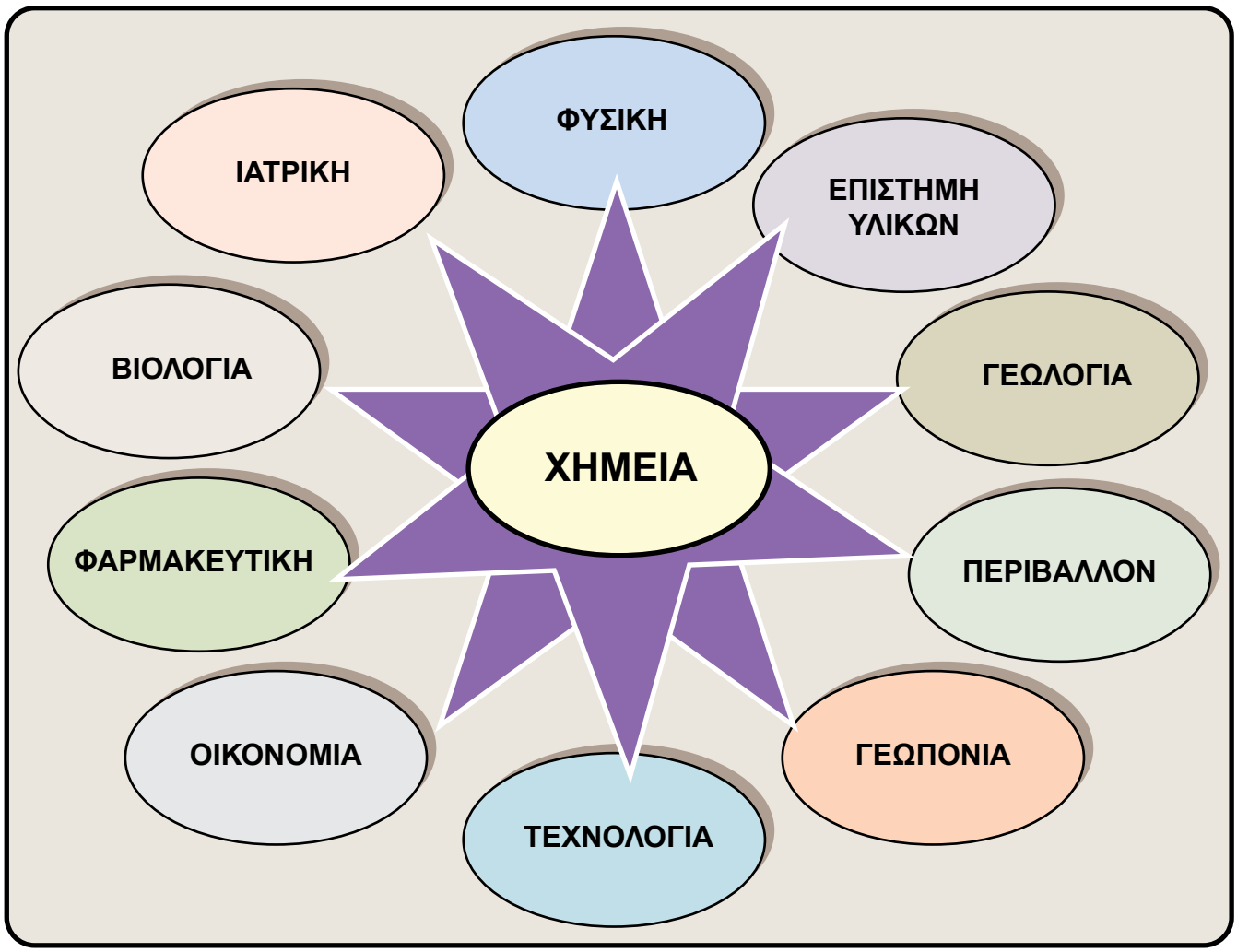
Η Χημεία συνδέεται με την **Ιατρική** αφού συμβάλλει στην κατανόηση της λειτουργίας του ανθρώπινου σώματος, του μηχανισμού εκδήλωσης ασθενειών και κατά συνέπεια της εφαρμογής κατάλληλων θεραπευτικών διαδικασιών. Η διάγνωση πλήθους ασθενειών γίνεται με τις χημικές - μικροβιολογικές αναλύσεις. Η χημική γνώση είναι απαραίτητη σε πολλούς κλάδους, όπως η ογκολογία, η ανοσολογία, η νευροεπιστήμη και η προσθετική ιατρική (οδοντιατρικά υλικά, εμφυτεύματα, προσθετικά ή τεχνητά μέλη κ.ά).

Η Χημεία συνδέεται με τη **Φυσική**, με κοινά πεδία μελέτης και έρευνας όπως η κβαντική χημεία, η χημική θερμοδυναμική, η φυσικοχημεία, η ηλεκτροχημεία κ.ά.

Η Χημεία συνδέεται με τη **Γεωλογία** καθώς συμβάλλει στη γνώση των υλικών που συνθέτουν τον πλανήτη μας και τις γεωλογικές διεργασίες. Η χημική σύσταση των ορυκτών, των εδαφών, η διαδικασία σχηματισμού τους, οι φυσικοί κύκλοι του αζώτου, του άνθρακα και των άλλων στοιχείων αποτελούν βασικές χημικές γνώσεις για την κατανόηση των γεωλογικών διαδικασιών.

Η Χημεία συνδέεται με τη **Γεωπονία** καθώς συνδυάζεται με πολλούς τρόπους για τη βελτίωση της γεωργικής παραγωγής. Η έρευνα των χημικών χαρακτηριστικών των εδαφών για την επιλογή κατάλληλων καλλιεργειών, η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής τροφίμων. Η Χημεία συνδέεται με την κατανόηση των διαδικασιών λειτουργίας των οικοσυστημάτων, την έρευνα και εφαρμογή μεθόδων στη βιολογική γεωργία για την παραγωγή ποιοτικότερων τροφίμων και την αειφορία.

Χημεία και γεωπονία



Εικόνα 1.1. Συνδέσεις της Χημείας με άλλες επιστήμες

Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της (I)

(II)

(III)

Δραστηριότητα 1.2.

Να γράψετε δύο παραδείγματα από την καθημερινή ζωή σας και τους λόγους που να δείχνουν γιατί είναι αναγκαίο - χρήσιμο να έχουμε όλοι βασικές γνώσεις Χημείας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 1.3.

Να αναφέρετε δύο αρνητικές συνέπειες από την αλόγιστη χρήση «χημικών» ή από την «κακή» χρήση των επιτευγμάτων της Χημείας, με αντίστοιχη αιτιολόγηση.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2. Η μεθοδολογία της Χημείας

Οι χημικοί μελετούν, αναλύουν τα υλικά και προσπαθούν να κατανοήσουν την αλληλεπίδρασή τους, με χρήση επιστημονικών διαδικασιών, όπως είναι η επιστημονική μέθοδος, με το πείραμα να αποτελεί θεμελιώδη διαδικασία της. Πραγματοποιούν πειράματα για να μελετήσουν τις ιδιότητες των ουσιών και να ελέγξουν ή να επαληθεύσουν ή να διατυπώσουν θεωρίες. Με τις χημικές αναλύσεις προσδιορίζεται η σύσταση και οι χημικές ιδιότητες των ουσιών, ενώ με τη θεωρητική μελέτη σχεδιάζεται η αξιοποίησή τους και επιδιώκεται η σύνθεση υλικών για μεγάλο πλήθος τεχνολογικών εφαρμογών. Η πειραματική διαδικασία διέπεται από κανόνες, οι οποίοι πρέπει να τηρούνται, για να είναι ασφαλή, ακριβή και έγκυρα τα αποτελέσματα.

1.2.1. Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου

Η ασφάλεια και η προστασία της υγείας των εργαζομένων στον χώρο του εργαστηρίου της Χημείας αποτελούν κορυφαία προτεραιότητα. Τα όργανα, οι συσκευές και οι χημικές ουσίες (αντιδραστήρια) που υπάρχουν, εάν δεν χρησιμοποιηθούν κατάλληλα, μπορεί να οδηγήσουν σε επικίνδυνες καταστάσεις.

Πολλά χημικά αντιδραστήρια κρύβουν κινδύνους, οι οποίοι ποικίλλουν ανάλογα με το είδος των χημικών ουσιών που περιέχουν. Υπάρχουν χημικές ουσίες που είναι *τοξικές*, άλλες που *ερεθίζουν* το δέρμα ή το αναπνευστικό σύστημα, κάποιες που *διαβρώνουν*, κάποιες που *αναφλέγονται* ή *εκρήγνυνται* εύκολα κ.ά.

Έτσι, στις οδηγίες χρήσης των αντιδραστηρίων και στις ετικέτες τους επισημαίνονται οι κίνδυνοι με **εικονογράμματα / σύμβολα επικινδυνότητας**:

Εύφλεκτο | Διαβρωτικό | Εκρηκτικό | Επιβλαβές Ερεθιστικό | Οξειδωτικό | Τοξικό

Στον χώρο του εργαστηρίου θα πρέπει να βρίσκονται σε εμφανή θέση αναρτημένοι οι κανόνες ασφαλείας και οι αριθμοί τηλεφώνων έκτακτης ανάγκης. Κάθε εισερχόμενος στο εργαστήριο είναι απαραίτητο να γνωρίζει και να εφαρμόζει όλους τους κανόνες που διέπουν τη λειτουργία ενός εργαστηρίου Χημείας.

Εργαστήρια Χημείας

Εικονογράμματα επικινδυνότητας

Δραστηριότητα διερευνητική 1.4.

Να γράψετε, σε συνεργασία με τα μέλη της ομάδας σας:

α. βασικούς κινδύνους που πιθανόν να υπάρξουν κατά τη διεξαγωγή πειραμάτων στο εργαστήριο.

.....

.....

β. ενέργειες που προτείνετε να γίνονται προκειμένου να αποφευχθεί ή να αντιμετωπιστεί κάθε κίνδυνος που αναφέρατε.

.....

.....

Εκπρόσωπος κάθε ομάδας να παρουσιάσει τις προτάσεις στην τάξη. Οι τελικές προτάσεις μπορεί να διαμορφωθούν με συμμετοχή του/της εκπαιδευτικού και να συντεθεί αφίσα η οποία θα αναρτηθεί σε κατάλληλο χώρο του εργαστηρίου. (ενδεικτικός χρόνος 20 λεπτά)

Προστατευτικά γυαλιά

Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου (Ι)

(ΙΙ)

Εντοπισμός κινδύνων στο εργαστήριο

Ο δωδεκάλογος του εργαστηρίου

Κανόνες ασφαλείας στο εργαστήριο

1. Δεν εισέρχομαι στο εργαστήριο, ούτε εργάζομαι χωρίς την επίβλεψη του/της εκπαιδευτικού.
2. Σε όλη τη διάρκεια παραμονής μου στο εργαστήριο να φοράω:
   α. τα εγκεκριμένα προστατευτικά γυαλιά,
   β. κατάλληλα προστατευτικά γάντια (συνήθως από Latex),
   γ. εργαστηριακή ποδιά.
3. Πραγματοποιώ μόνο τα συγκεκριμένα πειράματα που μου έχουν ανατεθεί, ακολουθώντας τις οδηγίες που δόθηκαν από τον/την εκπαιδευτικό.
   Δεν αναμειγνύω τυχαία χημικές ουσίες, διότι μπορεί να παραχθεί ουσία που είναι επικίνδυνη.
4. Δεν καταναλώνω τρόφιμα ή ποτά στο εργαστήριο.
5. Δεν «παίζω» στο εργαστήριο και δεν μετακινούμαι άσκοπα. Είμαι υπεύθυνος για την ασφάλεια τόσο τη δική μου όσο και των συμμαθητών/τριών μου.
6. Δεν τοποθετώ τσάντες, ρούχα ή άλλα αντικείμενα στον πάγκο εργασίας και στους διαδρόμους.
7. Δεν δοκιμάζω/γεύομαι, δεν μυρίζω από κοντά και δεν αγγίζω χημικές ουσίες με γυμνά χέρια, διότι κάποιες μπορεί να είναι τοξικές ή διαβρωτικές.
8. Διαβάζω προσεκτικά την ετικέτα της φιάλης του αντιδραστηρίου που θέλω να χρησιμοποιήσω.
9. Δεν επιστρέφω το αντιδραστήριο που περίσσεψε στην αρχική του φιάλη.
10. Αν πέσει οξύ ή βάση στα *μάτια* μου, τα πλένω αμέσως με άφθονο νερό. Το ίδιο κάνω αν πέσει οξύ ή βάση στο *δέρμα* ή στα *ρούχα* μου.
11. Αναφέρω στον/στην εκπαιδευτικό οποιοδήποτε ατύχημα συμβεί.
12. Πλένω καλά τα χέρια μου μετά το τέλος του πειράματος.

Χρησιμοποιώ με ασφάλεια τον λύχνο

1. Δεν διαφεύγει η προσοχή μου από τον λύχνο όταν είναι αναμμένος και δεν πλησιάζω τα χέρια μου ή το σώμα μου πάνω από αυτόν. Αν έχω μακριά μαλλιά τα μαζεύω.
   Κλείνω τον λύχνο όταν δεν τον χρησιμοποιώ.
2. Δεν θερμαίνω ούτε αφήνω κοντά στον λύχνο εύφλεκτα υλικά (π.χ. οινόπνευμα, αιθέρα).
3. Όταν θερμαίνω δοκιμαστικό σωλήνα με κάποια ουσία, δεν πρέπει να στρέφω το στόμιό του προς το μέρος μου ή προς το μέρος κάποιου άλλου.
4. Γνωρίζω τη θέση και τη χρήση του πυροσβεστήρα.

Πρώτες βοήθειες σε περίπτωση ατυχήματος στο εργαστήριο.

Κυριότερα ατυχήματα στο εργαστήριο οφείλονται σε:

1. Διαβρωτική ουσία που ήρθε σε επαφή με το δέρμα ή τα ρούχα μας:
   α) Αφαιρούμε προσεκτικά το ρούχο που ήρθε σε επαφή με τη χημική ουσία,
   β) Πλένουμε με άφθονο τρεχούμενο νερό την περιοχή που ήρθε σε επαφή με τη διαβρωτική ουσία.
2. Χημική ουσία που εισήλθε στο μάτι μας: Ξεπλένουμε το μάτι (με ανοιχτά τα βλέφαρα) άμεσα με τρεχούμενο νερό της βρύσης.
3. Έγκαυμα (τραυματισμός του δέρματος με φλόγα, βραστό νερό ή υγρό άζωτο). Πλένουμε το τραυματισμένο σημείο με άφθονο κρύο νερό. Δεν αφαιρούμε το ρούχο που είναι κολλημένο στο δέρμα στο σημείο του εγκαύματος και δεν τοποθετούμε βαμβάκι ή αυτοκόλλητο επίδεσμο στο έγκαυμα.
   Σε κάθε περίπτωση καλείται ο/η εκπαιδευτικός.

Ο δωδεκάλογος του εργαστηρίου

να κρατάς καθαρό και τακτοποιημένο τον πάγκο σου

να φοράς γυαλιά προστασίας

να απορρίπτεις τα χημικά από-βλητα σύμφωνα με τις οδηγίες

να αναφέρεις τραυματισμούς και χυμένα υλικά **αμέσως**

να δένεις πίσω τα μακριά μαλλιά

να θεωρείς ΟΛΑ τα αντιδραστήρια «εν δυνάμει» επικίνδυνα

να μη γεύεσαι χημικές ουσίες στο εργαστήριο

να μην τρως ή πίνεις στο εργαστήριο

να γνωρίζεις τη θέση και τη χρήση του πυροσβεστήρα

ΟΧΙ «πλάκες ή φάρσες» στο εργαστήριο

να μην αυτοσχεδιάζεις, να εκτελείς **μόνο** τα πειράματα που σου έχουν ανατεθεί

να πλένεις τα χέρια σου **αμέσως** μετά από το εργαστήριο

Δραστηριότητα διερευνητική 1.5.

Να γράψετε, σε συνεργασία με τα μέλη της ομάδας σας, μια παράγραφο 100 περίπου λέξεων για το εργαστήριο του σχολείου σας, αναφέροντας:

α. τον σκοπό ύπαρξης του εργαστηρίου.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

β. τον εξοπλισμό που περιλαμβάνει.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

γ. τις δράσεις που γίνονται.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Εκπρόσωπος από κάθε ομάδα να παρουσιάσει τα σημαντικότερα θέματα στην τάξη. (ενδεικτικός χρόνος 20 λεπτά)

Δραστηριότητα διερευνητική 1.6.

Να μελετήσετε τις ετικέτες 3 δοχείων συσκευασίας χημικών ουσιών (π.χ. χλωρίνης, αρωματικού χώρων, διαλυτικού χρωμάτων) και να γράψετε:

α. την ονομασία του προϊόντος και τις χημικές ουσίες που περιέχει.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

β. τα εικονογράμματα κινδύνου.

.....
.....
.....
.....

γ. τις δηλώσεις κινδύνου (**H**) και τις δηλώσεις προφύλαξης (**P**).

.....
.....
.....
.....

(ενδεικτικός χρόνος 10 λεπτά)

1.2.2. Η επιστημονική μεθοδολογία στη Χημεία

Με την αξιοποίηση του εργαστηρίου Χημείας μπορεί να γίνει χημική ανάλυση, δηλαδή προσδιορισμός της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης ενός υλικού. Ο προσδιορισμός του είδους των συστατικών τα οποία αποτελούν ένα υλικό πραγματοποιείται με την **ποιοτική ανάλυση**, ενώ ο προσδιορισμός της ποσότητας των συστατικών πραγματοποιείται με την **ποσοτική ανάλυση**. Π.χ. ένα δείγμα ορείχαλκου με την ποιοτική ανάλυση βρέθηκε ότι περιέχει χαλκό και ψευδάργυρο, ενώ με την ποσοτική ανάλυση προσδιορίστηκε ότι περιέχει χαλκό 95 % μάζα προς μάζα και ψευδάργυρο 5 % μάζα προς μάζα.

Στη Χημεία, όπως και στις άλλες επιστήμες, για τη μελέτη και επίλυση διάφορων «προβλημάτων», οι επιστήμονες εργάζονται γενικά με έναν συστηματικό τρόπο που ονομάζεται **επιστημονική μέθοδος**. Οι βασικές διαδικασίες που εφαρμόζονται στην επιστημονική μέθοδο είναι οι εξής (ούτε η σειρά ούτε όλες οι διαδικασίες είναι υποχρεωτικές):

1. Προσδιορισμός του «προβλήματος» - ερωτήματος που θα διερευνηθεί.
Το «πρόβλημα» εντοπίζεται με **παρατήρηση** (στο σχολείο το «πρόβλημα» – ερώτημα μπορεί να δοθεί από τον/την εκπαιδευτικό).

2. Διατύπωση υπόθεσης
Στηριγμένοι στις παρατηρήσεις, στις γνώσεις και στις εμπειρίες μας πάνω στο θέμα διατυπώνουμε μια **υπόθεση**, δηλαδή μια **πιθανή εξήγηση – ερμηνεία** ή πιθανή λύση-απάντηση στο «πρόβλημα».

3. Έλεγχος της υπόθεσης

α. Αναγνώριση και έλεγχος των μεταβλητών
Ελέγχουμε τους παράγοντες – μεταβλητές που σχετίζονται με το πρόβλημα. Η μεταβολή της τιμής μιας μεταβλητής, κρατώντας τις υπόλοιπες σταθερές, βοηθά στη μελέτη της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής.

β. Σχεδιασμός του πειράματος
Σχεδιάζουμε πείραμα προκειμένου να ελέγξουμε την ορθότητα της υπόθεσής μας, γράφοντας τα στάδια της πειραματικής διαδικασίας και τα απαιτούμενα όργανα-ουσίες.

γ. Διεξαγωγή του πειράματος
Πραγματοποιούμε το πείραμα που σχεδιάσαμε.

δ. Καταγραφή, επεξεργασία, ανάλυση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων

4. Εξαγωγή συμπερασμάτων
Τα δεδομένα από τις παρατηρήσεις, πληροφορίες, πειράματα και μετρήσεις τα οργανώνουμε σε πίνακες ή/και τα καταγράφουμε σε γραφικές παραστάσεις. Στη συνέχεια, επιχειρείται ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων η οποία θα βοηθήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων.
Αν οι υποθέσεις δεν επαληθεύονται από τα αποτελέσματα των πειραμάτων, τότε αυτές τροποποιούνται, βελτιώνονται ή απορρίπτονται και διατυπώνονται νέες υποθέσεις.

5. Ανακοίνωση των ευρημάτων - αποτελεσμάτων της έρευνας.

Μεταβλητές. Παρατήρηση. Συμπέρασμα.

Τα στάδια της επιστημονικής μεθόδου (Ι)

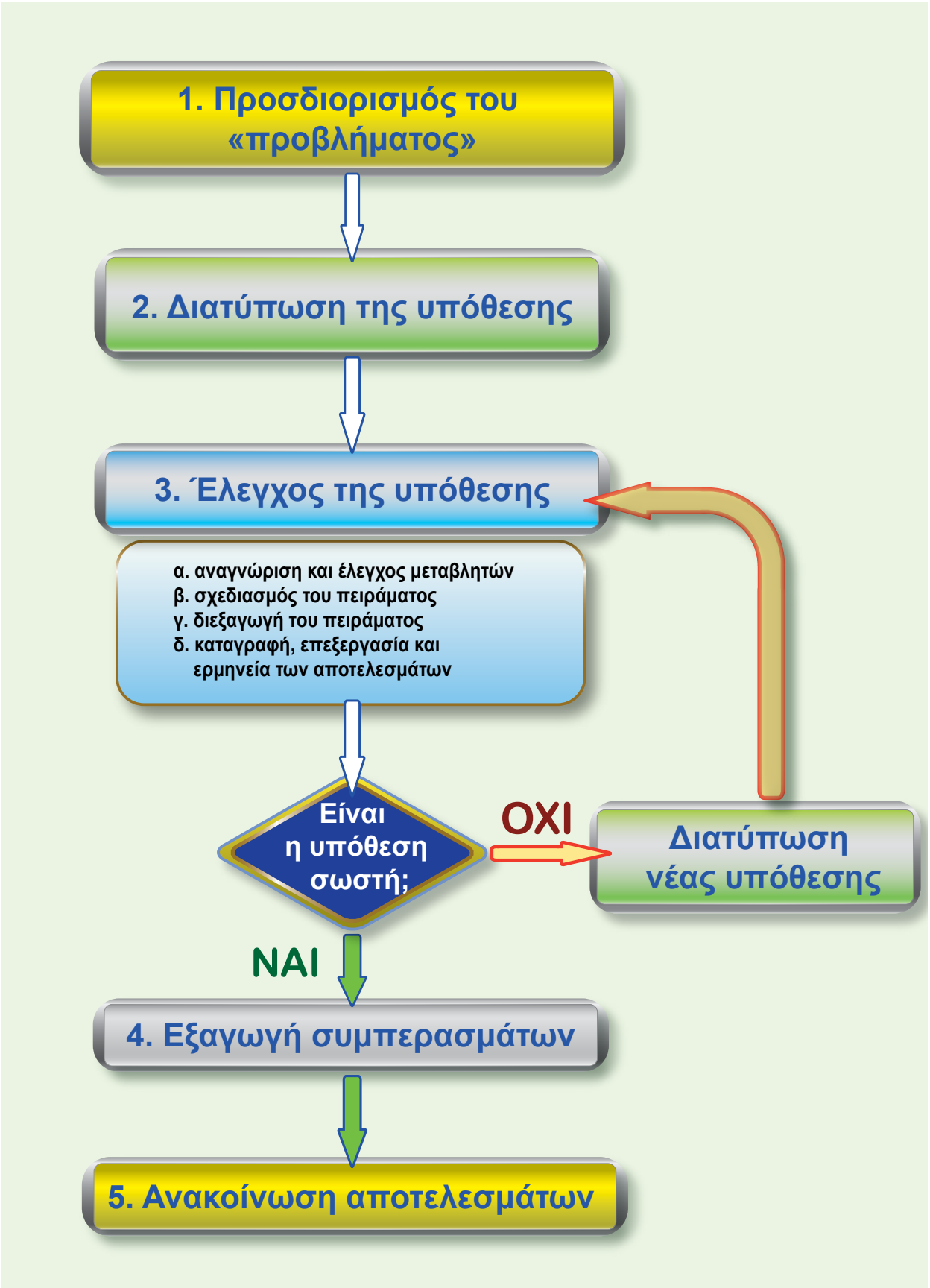
(ΙΙ)

Παρατήρηση:
Η προσεκτική και συστηματική παρακολούθηση εξέλιξης, κατάστασης, γεγονότος, φαινομένου.

Ανεξάρτητη μεταβλητή:
Η μεταβλητή που ελέγχουμε πώς επηρεάζει την έκβαση ενός φαινομένου.
Εξαρτημένη μεταβλητή:
Η μεταβλητή που μετράμε (ονομάζεται έτσι επειδή εξαρτάται από την ανεξάρτητη μεταβλητή).

Συμπέρασμα:
Η λογική κατάληξη ενός συλλογισμού με βάση θεωρητικά ή/και πειραματικά δεδομένα.

Τυπικά στάδια επιστημονικής μεθόδου



Δραστηριότητα διερευνητική 1.7.

Παράδειγμα εφαρμογής της επιστημονικής μεθόδου

1. Ερευνητικό ερώτημα

Πώς επηρεάζει η θερμοκρασία την ταχύτητα* της αντίδρασης:
$Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

2. Διατύπωση υποθέσεων

.....

.....

.....

3. Έλεγχος υποθέσεων

α. Αναγνώριση και έλεγχος των μεταβλητών

Η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι: .....

Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι: .....

β. Σχεδιασμός του πειράματος

Να γράψετε την πειραματική διαδικασία που θα πραγματοποιήσετε (τα βήματα των εργασιών σας, τα όργανα και τις ουσίες – υλικά που θα χρησιμοποιήσετε σε κάθε στάδιο).

.....

.....

.....

Όργανα	Αντιδραστήρια – υλικά
• Στήριγμα με 4 δοκιμαστικούς σωλήνες • 1 ογκομετρικός κύλινδρος των 10 mL • 4 ποτήρια ζέσεως των 250 mL • Χρονόμετρο (ή ρολόι) • Βραστήρας, θερμόμετρο • **Προστατευτικά γυαλιά**	• Διάλυμα HCl 7,3 % μάζα προς μάζα (σε πλαστικά σταγονομετρικά φιαλίδια) • 4 κομμάτια ταινίας Mg μήκους 1 cm το καθένα • Παγάκια

γ. Διεξαγωγή του πειράματος

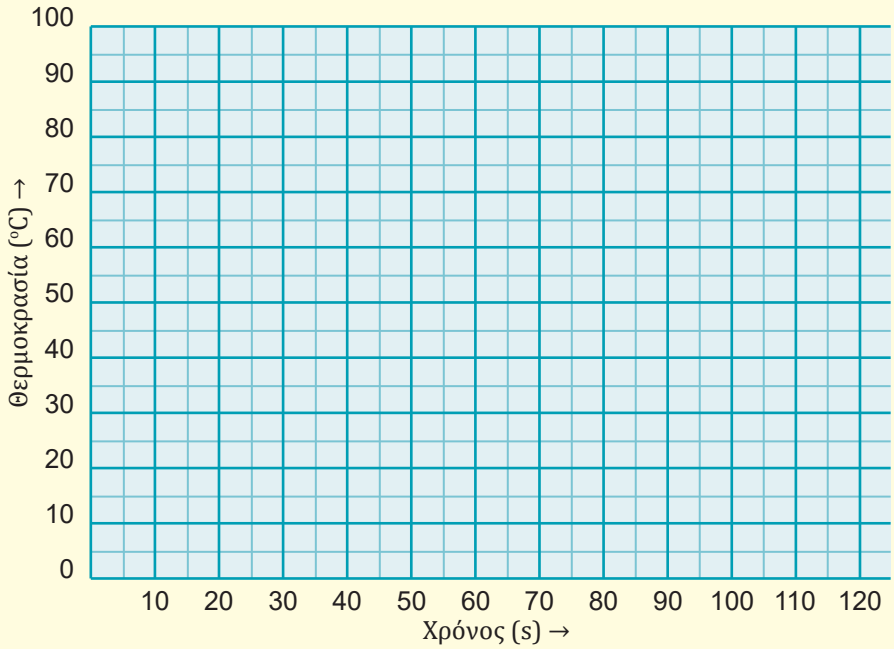
δ. Καταγραφή, επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων

δ1. Να γράψετε τα αποτελέσματα των μετρήσεών σας στον επόμενο πίνακα:

Δοκιμαστικός σωλήνας	Τοποθέτηση δοκιμαστικού σωλήνα σε ποτήρι που περιέχει:	Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος αντίδρασης (s)
1	Νερό βρύσης με παγάκια	θ_1 =	t_1 =
2	Νερό βρύσης	θ_2 =	t_2 =
3	Νερό βρύσης θ = 40-60 °C	θ_3 =	t_3 =
4	Νερό βρύσης θ = 80-90 °C	θ_4 =	t_4 =

* Η **ταχύτητα αντίδρασης** δείχνει πόσος χρόνος χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η αντίδραση σε ορισμένες συνθήκες.

δ2. Να παραστήσετε γραφικά τον χρόνο της αντίδρασης (t/s) συναρτήσει της θερμοκρασίας (°C), για το πείραμα που πραγματοποιήσατε:



Οι αρχικές υποθέσεις που διατυπώσατε επαληθεύτηκαν; ..... (ναι – όχι)

• Αν όχι, τι θα πρέπει να κάνετε στη συνέχεια; .....

.....

• Αν ναι, να προχωρήσετε στο επόμενο στάδιο.

4. Εξαγωγή συμπερασμάτων

Με βάση τα πειράματα που πραγματοποιήσατε και τα αποτελέσματα των μετρήσεών σας, πώς *επηρεάζει την ταχύτητα* της αντίδρασης η *αύξηση* της *θερμοκρασίας*;

.....

.....

5. Ανακοίνωση αποτελεσμάτων

Εκπρόσωπος της κάθε ομάδας μαθητών ανακοινώνει τα αποτελέσματα στην τάξη.

Ερωτήσεις - Θέματα για συζήτηση …

α. Από την παραπάνω γραφική παράσταση, να βρείτε τον χρόνο (t) που χρειάζεται για να αντιδράσει 1 cm ταινίας Mg με διάλυμα HCl(aq) θερμοκρασίας **30 °C**: t = ... s

β. Θεωρείτε αναγκαίο να εργαστείτε και με άλλα μέταλλα (π.χ. Zn, Fe) ή/και με άλλα οξέα (π.χ. αραιό H_2SO_4, CH_3COOH); ..... (ναι – όχι). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

γ. Να συζητήσετε στην ομάδα σας και να γράψετε κάποια ιδέα:

1. για ενδεχόμενη βελτίωση της διαδικασίας που σχεδιάσατε. .....

.....

2. για άλλο τρόπο προσέγγισης του θέματος ή/και για άλλη σχετική έρευνα. .....

.....

δ. Ποιες άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές μπορείτε να μελετήσετε; .....

Δραστηριότητα διερευνητική 1.8.

Άσκηση εφαρμογής της επιστημονικής μεθόδου

Να συμπληρώσετε τα κενά στα παρακάτω στάδια της επιστημονικής μεθόδου με βάση το επόμενο ερευνητικό ερώτημα:

1. Ερευνητικό ερώτημα

Το pH του χώματος επηρεάζει την ανάπτυξη των φυτών;

2. Διατύπωση υποθέσεων

Να γράψετε τις **υποθέσεις** σας:

.....

.....

3. Έλεγχος υποθέσεων

α. Αναγνώριση και έλεγχος των μεταβλητών

Η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι: .....

Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι: .....

β. Σχεδιασμός του πειράματος

Να γράψετε την πειραματική διαδικασία (τα βήματα των εργασιών σας, τα όργανα και τις ουσίες – υλικά που θα χρησιμοποιήσετε).

.....

.....

.....

Όργανα	Αντιδραστήρια

γ. Διεξαγωγή του πειράματος

Να πραγματοποιήσετε το πείραμα που σχεδιάσατε.

δ. Καταγραφή, επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων

.....

.....

Οι αρχικές υποθέσεις που διατυπώσατε επαληθεύτηκαν; ..... (ναι – όχι)

- Αν όχι, τι θα πρέπει να κάνετε στη συνέχεια; .....
- Αν ναι, να προχωρήσετε στο επόμενο στάδιο.

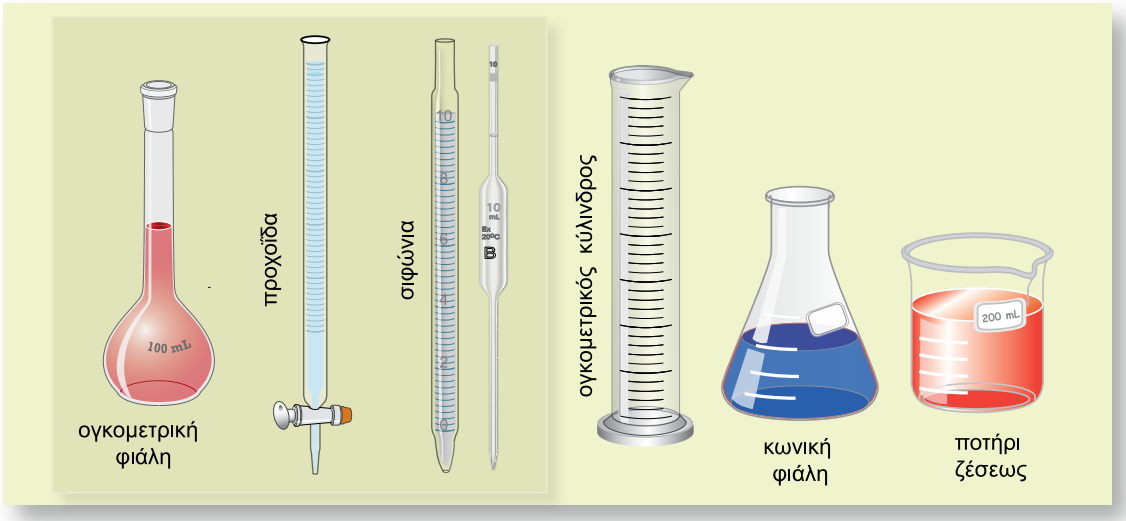
4. Εξαγωγή συμπερασμάτων

.....

.....

5. Ανακοίνωση αποτελεσμάτων

Κυριότερα όργανα και σκεύη του σχολικού εργαστηρίου



Σύμβολα επικινδυνότητας

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης

(Ενδεικτικός χρόνος: 15 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** .....

1. Γιατί, όταν εργάζεστε στο εργαστήριο πρέπει:

α. να πραγματοποιείτε μόνο τα πειράματα που σας έχουν ανατεθεί;

.....
.....
.....

β. να διαβάζετε προσεκτικά τις ετικέτες των φιαλών των αντιδραστηρίων που πρόκειται να χρησιμοποιήσετε;

.....
.....
.....

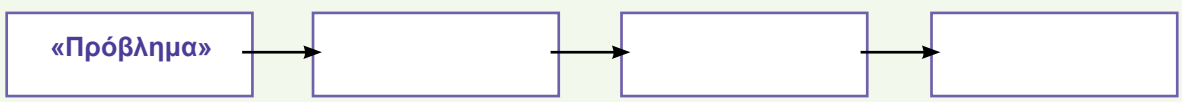
γ. να μην επιστρέφετε στην αρχική συσκευασία την ποσότητα του αντιδραστηρίου που περίσσεψε;

.....
.....
.....

2. Να γράψετε 3 σημαντικές ενέργειες που πρέπει να κάνετε πάντοτε για την ασφάλειά σας όταν πραγματοποιείτε πειράματα.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Να συμπληρώσετε τα κενά στο επόμενο διάγραμμα ροής με τα βασικά στάδια της επιστημονικής μεθόδου:



4. Να αντιστοιχίσετε τις έννοιες της στήλης Α με τις ενέργειες στη στήλη Β:

Στήλη Α	Στήλη Β
1. Επιστημονική μέθοδος	α. Εξαγωγή συμπερασμάτων
2. Παρατήρηση	β. Λογική προσέγγιση της επίλυσης ενός «προβλήματος».
3. Υπόθεση	γ. Πιθανή λύση στο «πρόβλημα»
4. Πείραμα	δ. Χρήση αισθήσεων για πρόσληψη πληροφοριών
	ε. Τρόπος επαλήθευσης ή διάψευσης μιας υπόθεσης

Ανακεφαλαίωση

- Η Χημεία έχει καθοριστικό ρόλο στην ατομική και κοινωνική ευημερία, αφού με χημικές διαδικασίες παράγονται πλήθος χρήσιμων καθημερινών υλικών, εργαλείων, ενδυμάτων, καλλυντικών, τροφίμων, φαρμάκων.

- Με τις χημικές αναλύσεις προσδιορίζεται η ποιοτική και ποσοτική σύσταση των υλικών, σχεδιάζεται η παραγωγή νέων με βελτιωμένες τις επιθυμητές ιδιότητες και πιο φιλικών προς το περιβάλλον, με ανακύκλωση και οικονομία φυσικών πόρων.

- Οι χημικές γνώσεις αξιοποιούνται στη βελτίωση της υγείας, στην αύξηση της παραγωγής και στη βελτίωση της ποιότητας φυτικών και ζωικών προϊόντων, στην παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας, στην προστασία του περιβάλλοντος, στην κυκλική οικονομία με προοπτική την αειφορία.

- Η Χημεία συνδέεται στενά με άλλες επιστήμες όπως η Φυσική, η Βιολογία, η Φαρμακευτική, η Γεωλογία, η Γεωπονία, η Ιατρική κ.ά.

- Στο εργαστήριο της Χημείας είναι απαραίτητο να λαμβάνονται μέτρα προφύλαξης και να τηρούνται απαρέγκλιτα οι κανόνες ασφαλείας.

- Τα τυπικά στάδια της επιστημονικής μεθόδου είναι:
  α. ο προσδιορισμός του προβλήματος,
  β. η διατύπωση υποθέσεων,
  γ. ο έλεγχος των υποθέσεων,
  δ. η εξαγωγή συμπερασμάτων,
  ε. η ανακοίνωση των αποτελεσμάτων.

Γλωσσάρι 1ου κεφαλαίου

Δραστηριότητα 1.9.

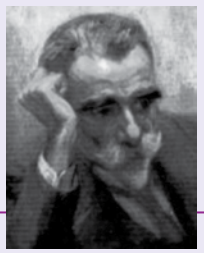
1. Να σχολιάσετε τους επόμενους στίχους του Κ. Παλαμά:
*«Κορόνα των επιστημών, θαυματουργή **Χημεία**, που μέσα από τα σκύβαλα* στολίδια βγάζεις και πετράδια, μπορείς τα τίμια να τα πλάσεις από την ατιμία, να βρεις ερωτικούς παλμούς και στην καρδιά την άδεια;»*

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Να βρείτε πληροφορίες για τη ζωή και το έργο του Κ. Παλαμά.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

***Σκύβαλα:** άχρηστα, σκουπίδια.



Κ. Παλαμάς
(1859-1943)

Ταξίδι στον χρόνο

Η Χημεία κατά την Περίοδο των Αλχημιστών

«Ο Αλχημιστής» από τον **David Teniers II**

«Ο Αλχημιστής» από τον **Thomas Gerard**, Wellcome Library, Λονδίνο

«Ο Αλχημιστής στην αναζήτηση της φιλοσοφικής λίθου» από τον **Joseph Wright**, Derby Museum and Art Gallery, Αγγλία

Η Αλχημεία αναπτύχθηκε κατά τον Μεσαίωνα επειδή οι γνώσεις των αλχημιστών σε θέματα φαρμακευτικών βοτάνων για τη θεραπεία διάφορων ασθενειών υπήρξαν παράγοντες πλουτισμού. Πολλά από τα αλχημιστικά βιβλία της εποχής αυτής περιείχαν ενδιαφέρουσες πληροφορίες και άλλα ήταν γεμάτα με ανούσια μαγικά ξόρκια, επικλήσεις και αποκρυφιστικά στοιχεία.

Οι σημαντικότεροι στόχοι των αλχημιστών ήταν η μετατροπή των κοινών μετάλλων σε χρυσό ή ασήμι, καθώς και η δημιουργία του ελιξιρίου της ζωής το οποίο θα θεράπευε όλες τις ασθένειες και θα παρέτεινε τη ζωή του ανθρώπου. Η Φιλοσοφική Λίθος ήταν μια ουσία για την επίτευξη των στόχων αυτών.

Οι αλχημιστές δεν επεδίωκαν μόνο τη βελτίωση κάποιων ιδιοτήτων των υλικών ή την παράταση του χρόνου της ανθρώπινης ζωής, αλλά έδιναν και μια πνευματική διάσταση στις αναζητήσεις τους. Για παράδειγμα, η μετατροπή του «ευτελούς» μολύβδου σε «ευγενή» χρυσό, παραλληλιζόταν με την ψυχική ανύψωση και τον εξευγενισμό του πνεύματος.

Τα εργαστήρια των αλχημιστών ήταν γεμάτα με όργανα απόσταξης, φούρνους, φιάλες με χημικές ουσίες, εκχυλίσματα, διαλύτες και οξέα.

Πολλές υπήρξαν οι «παράπλευρες» χημικές ανακαλύψεις των αλχημιστών κατά τη διάρκεια των παράδοξων αναζητήσεών τους. Παράδειγμα αποτελεί η ανακάλυψη του φωσφόρου (1669) από τον Γερμανό αλχημιστή Hennig Brand (1630-1710), όταν θέρμανε σε υψηλή θερμοκρασία το στερεό υπόλειμμα, το οποίο συνέλεξε μετά την εξάτμιση μιας μεγάλης ποσότητας ούρων. Η κηρώδης ουσία που παράχθηκε καιγόταν με έντονο λαμπρό φως, ενώ από μόνη της εξέπεμπε ένα απαλό πρασινοκίτρινο φως ορατό στο σκοτάδι, την οποία ονόμασε phosphorus mirabilis (θαυμαστή ουσία που φέρει φως).

Οι αλχημιστές συνήθιζαν να κρατούν ως επτασφράγιστα μυστικά τις λεπτομέρειες των τεχνικών τους και να κρατούν σημειώσεις χρησιμοποιώντας «κρυπτογραφικά» σύμβολα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να ταυτιστούν με μυστικιστικές ομάδες και συντεχνίες με «ύποπτους σκοπούς». Αλλά και οι ίδιοι οι αλχημιστές, τις περισσότερες φορές σκόπιμα και για λόγους εντυπωσιασμού και βιοπορισμού, δεν επεδίωξαν να διαχωρίσουν την «τέχνη» τους από το υπερφυσικό, το μαγικό και τη δεισιδαιμονία και άφηναν να εννοηθεί ότι διατηρούσαν επαφές με δαίμονες.

Διασκευή από http://webapps.chem.uoa.gr/efs/chemicals/chem_history.htm.

Προτάσεις για διαδικτυακή διερεύνηση

1. Διατροφή και ασφάλεια των τροφίμων.
   - Ενδεικτικό υλικό στην ιστοσελίδα της European Food Safety Authority: **www.efsa.europa.eu** (υπάρχει επιλογή ελληνικής γλώσσας)
2. Καθαριστικά προϊόντα, χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται σε αυτά και η ασφάλειά τους.
   - Ενδεικτικό υλικό στην ιστοσελίδα του American Cleaning Institute (ACI): **www.cleaninginstitute.org**

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

Η επιστημονική αξία της Χημείας και οι εφαρμογές της

1.1. Πώς συμβάλλει η Χημεία:

α. στην αύξηση της παραγωγής τροφίμων;

.....
.....
.....

β. στην ανάπτυξη νέων υλικών;

.....
.....
.....

γ. στην παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας;

.....
.....
.....

δ. στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων;

.....
.....
.....

ε. στην Ιατρική;

.....
.....
.....

στ. στη Γεωπονία;

.....
.....
.....

ζ. στη Γεωλογία;

.....
.....
.....

Η μεθοδολογία της Χημείας

1.2. Ποια είναι η χρησιμότητα των πειραμάτων στη Χημεία;

.....
.....
.....
.....
.....
.....

1.3. Κατά τη διενέργεια ενός πειράματος σε τι διαφέρει η παρατήρηση από το συμπέρασμα;

.....
.....
.....

1.4. «Κατά τη θέρμανση ενός δοχείου με νερό γίνεται καταγραφή της θερμοκρασίας με ένα θερμόμετρο».

α. Με την πάροδο του χρόνου η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται.

Η πρόταση αυτή αποτελεί παρατήρηση ή συμπέρασμα; .....

β. Η θερμοκρασία αποτελεί την εξαρτημένη ή την ανεξάρτητη μεταβλητή; .....

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....
.....
.....

1.5. Να αναφέρετε και να αναλύσετε τα βασικά στάδια της επιστημονικής μεθοδολογίας.

.....
.....
.....
.....
.....

1.6. Να συμπληρώσετε τα κενά σε καθεμία από τις επόμενες προτάσεις:

Κατά τη διάρκεια μιας πειραματικής διαδικασίας:

α. Η μεταβλητή της οποίας αλλάζουμε τις τιμές λέγεται ..... (ανεξάρτητη / εξαρτημένη) μεταβλητή.

β. Η μεταβλητή της οποίας οι τιμές επηρεάζονται από τις τιμές μιας άλλης μεταβλητής λέγεται ..... (ανεξάρτητη / εξαρτημένη) μεταβλητή.

γ. Ο προσδιορισμός του είδους των χημικών ουσιών που περιέχονται σε ένα δείγμα πραγματοποιείται με την ..... ανάλυση.

δ. Ο προσδιορισμός των ποσοτήτων των χημικών ουσιών που περιέχονται σε ένα δείγμα πραγματοποιείται με την ..... ανάλυση.

Μαθαίνω να εργάζομαι με ασφάλεια στον χώρο του εργαστηρίου.

1.7. Να αναφέρετε τρεις (3) κανόνες οι οποίοι κατά τη γνώμη σας πρέπει να εφαρμόζονται οπωσδήποτε στο εργαστήριο. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....
.....
.....
.....
.....

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

1.8. Σε καθεμιά από τις επόμενες προτάσεις, να γράψετε το Σ, αν αυτό που αναφέρεται είναι σωστό ή το Λ, αν αυτό που αναφέρεται είναι λάθος:

..... **α.** Πρέπει πάντοτε να διαβάζετε τις ετικέτες των φιαλών των αντιδραστηρίων που χρησιμοποιείτε.

..... **β.** Αν είσαστε προσεκτικοί δεν χρειάζεται να φοράτε προστατευτικά γυαλιά.

..... **γ.** Τη χημική ουσία που περίσσεψε πρέπει να την επιστρέφετε στο αρχικό της δοχείο.

..... **δ.** Δεν πρέπει να πιάνετε χημικές ουσίες με γυμνά χέρια.

..... **ε.** Αν πέσει οξύ στα χέρια σας, πρέπει να τα πλένετε καλά, ενώ αν πέσει βάση, δεν χρειάζεται.

..... **στ.** Μετά το τέλος των πειραμάτων, μπορείτε να ανακατεύετε διάφορα υγρά για να δείτε τι θα γίνει.

..... **ζ.** Δεν πρέπει να δοκιμάζετε χημικές ουσίες στο εργαστήριο.

..... **η.** Δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος να ρίχνουμε τα υγρά υπόλοιπα των πειραμάτων στην αποχέτευση.

1.9. Στο εργαστήριο δεν θερμαίνουμε ποτέ με τον λύχνο ένα υγρό που βρίσκεται σε ένα ποτήρι όταν είναι:

α. αλατόνερο
β. ζαχαρόνερο
γ. νερό
δ. οινόπνευμα

1.10. Να αντιστοιχίσετε τα σύμβολα επικινδυνότητας με τον κίνδυνο για τον οποίο προειδοποιούν.

α. **β.** **γ.** **δ.**

	τοξικό
	επιβλαβές - ερεθιστικό
	διαβρωτικό
	εύφλεκτο

Κεφάλαιο 2

Δομή του ατόμου Περιοδικός Πίνακας

ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

2.1. Η δομή του ατόμου

2.1.1. Το μοντέλο του Bohr

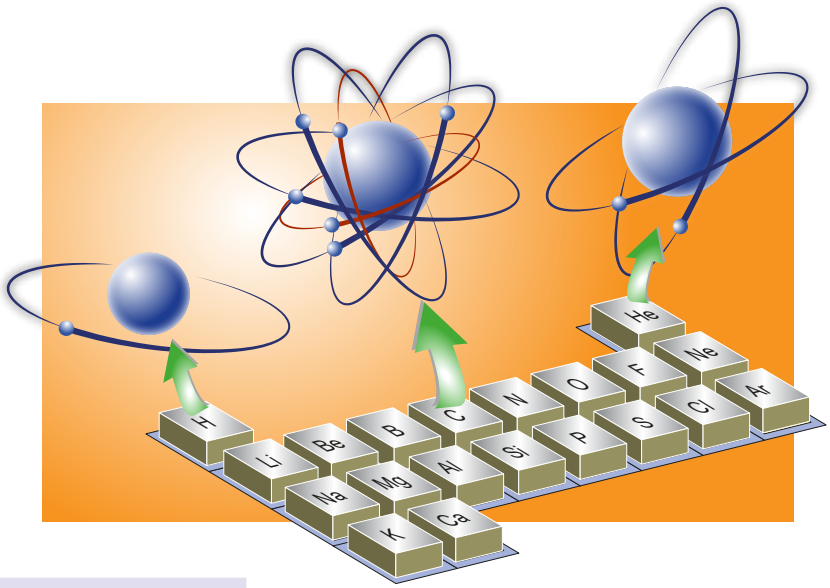
2.1.2. Ατομικός και Μαζικός αριθμός – Ισότοπα – Σχετική Ατομική και Μοριακή μάζα

2.1.3. Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων

2.2. Ο Περιοδικός Πίνακας

2.2.1. Η ταξινόμηση των στοιχείων

2.2.2. Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα



Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Μετά το τέλος της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας της ενότητας θα πρέπει να είστε σε θέση:

- να διατυπώνετε τα βασικά χαρακτηριστικά του μοντέλου του Bohr.
- να υπολογίζετε τον αριθμό των δομικών σωματιδίων ενός ατόμου, αν γνωρίζετε τον ατομικό και τον μαζικό αριθμό και αντίστροφα.
- να διατυπώνετε τον ορισμό των ισοτόπων και να αναγνωρίζετε ότι τα ισότοπα αποτελούν άτομα του ίδιου στοιχείου.
- να διατυπώνετε τον ορισμό της ενοποιημένης ατομικής μονάδας μάζας, τον ορισμό της σχετικής ατομικής (A_r), της σχετικής μοριακής (M_r) και της σχετικής τυπικής μάζας (F_r).
- να υπολογίζετε την M_r μιας ένωσης αν γνωρίζετε τις A_r των στοιχείων της.
- να εφαρμόζετε τους κανόνες Bohr – Bury για την ηλεκτρονιακή δόμηση των ατόμων και να κατανέμετε σε στιβάδες τα ηλεκτρόνια των ατόμων με ατομικούς αριθμούς 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, το φορτίο του και αντίστροφα.
- 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.
- να αναφέρετε τι ονομάζεται περίοδος του Περιοδικού Πίνακα, καθώς και τη σταδιακή μεταβολή των ιδιοτήτων των στοιχείων κατά μήκος μίας περιόδου.
- να αναφέρετε τι ονομάζεται ομάδα του Περιοδικού Πίνακα και να εξηγείτε γιατί τα στοιχεία της ίδιας ομάδας έχουν παρόμοιες ιδιότητες.
- να διατυπώνετε τον ορισμό της ατομικής ακτίνας, καθώς και να περιγράφετε και να εξηγείτε τον τρόπο που μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα σε μία ομάδα και σε μία περίοδο.
- να διακρίνετε τα στοιχεία σε μέταλλα και αμέταλλα με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα.
- να προσδιορίζετε την ομάδα και την περίοδο όπου ανήκει ένα στοιχείο, αν δίνεται ο ατομικός του αριθμός.

Λέξεις κλειδιά

Αμέταλλα
Αμεταλλικός χαρακτήρας
Ανιόν
Ατομική ακτίνα
Ατομικό βάρος
Ατομικός αριθμός
Ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας
Ηλεκτρονιακή δομή
Ηλεκτρόνιο
Ιόν
Ισότοπα
Κατιόν
Κύριος κβαντικός αριθμός
Μαζικός αριθμός
Μέταλλα
Μεταλλικός χαρακτήρας
Μοντέλο Bohr
Νετρόνιο
Νόμος της περιοδικότητας
Ομάδα
Περιοδικός πίνακας (Π.Π.)
Περίοδος
Πρωτόνιο
Πυρήνας
Στιβάδα
Σχετική ατομική μάζα (A_r)
Σχετική μοριακή μάζα (M_r)
Σχετική τυπική μάζα (F_r)
Υποατομικό σωματίδιο

2.1. Η δομή του ατόμου

2.1.1. Το μοντέλο του Bohr (1913)

Ο Δανός Φυσικός **Niels Bohr** βασίστηκε στο μοντέλο του Rutherford* και, προκειμένου να ξεπεράσει τις ατέλειες αυτού του μοντέλου, διατύπωσε δύο συνθήκες:

1η συνθήκη: Τα ηλεκτρόνια κινούνται γύρω από τον πυρήνα του ατόμου σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές (τροχιές ορισμένης απόστασης από τον πυρήνα) που ονομάζονται *επιτρεπόμενες* τροχιές.

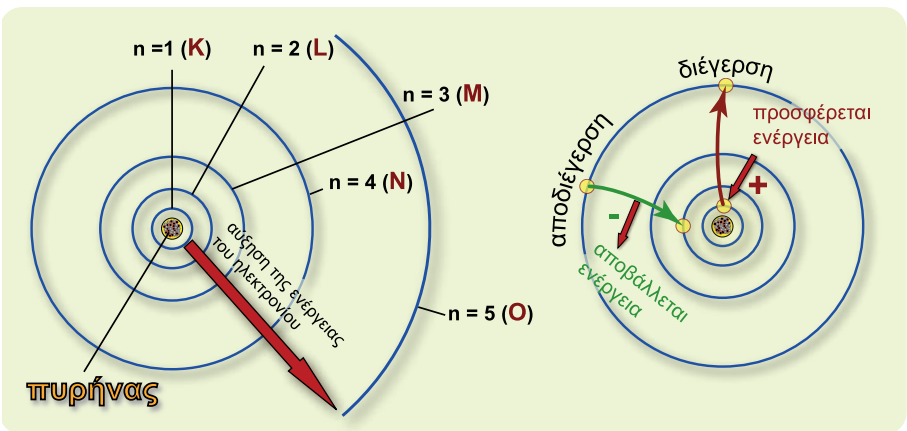
Καθεμία από τις επιτρεπόμενες τροχιές χαρακτηρίζεται με έναν ακέραιο αριθμό που ονομάζεται **κύριος κβαντικός αριθμός** (***n***), με την εξής αντιστοιχία:

n	1	2	3	4	5	6	7	...
Συμβολισμός τροχιάς	K	L	M	N	O	P	Q	...

Όσο μικρότερος είναι ο *n*, δηλαδή όσο πιο κοντά στον πυρήνα είναι η τροχιά, τόσο μικρότερη ενέργεια (*E*) έχει.

2η συνθήκη: Τα ηλεκτρόνια που κινούνται σε καθεμία επιτρεπόμενη τροχιά έχουν καθορισμένη ενέργεια.

Όταν ένα ηλεκτρόνιο απορροφά ενέργεια, μεταβαίνει από τροχιά χαμηλότερης ενέργειας σε επιτρεπόμενη τροχιά υψηλότερης ενέργειας (*διέγερση*). Κατά την *αποδιέγερσή* του (μεταβαίνει από τροχιά υψηλότερης ενέργειας σε επιτρεπόμενη τροχιά χαμηλότερης ενέργειας) εκπέμπει ενέργεια (εικόνα 2.1.).

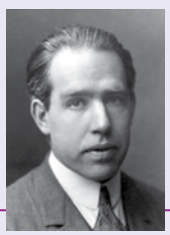


Εικόνα 2.1. Ατομικό μοντέλο του Bohr

Αυτό το μοντέλο του ατόμου συνέβαλε σε μια ικανοποιητική προσέγγιση της μελέτης της συμπεριφοράς των ατόμων.

Να σημειώσουμε ότι η σύγχρονη εικόνα για τη δομή του ατόμου διαφέρει από το μοντέλο του Bohr και έχει διαμορφωθεί με συνδυασμό θεωριών πολλών επιστημόνων, όπως των Sommerfeld, Hund, Pauli, Heisenberg, Schrödinger κ.ά. (οι θεωρίες αυτές περιέχονται στην ύλη της Χημείας Γ΄ Λυκείου).

* Ο Άγγλος Φυσικός **E. Rutherford** (βραβείο Nobel Χημείας 1908) το 1911, μετά από πειράματα, κατέληξε στα εξής συμπεράσματα (**μοντέλο Rutherford**):
α. ο περισσότερος χώρος στο άτομο είναι *κενός*,
β. σχεδόν όλη η μάζα του ατόμου βρίσκεται σ' έναν πολύ μικρό χώρο στο κέντρο του ατόμου, τον *πυρήνα*, ο οποίος είναι θετικά φορτισμένος,
γ. γύρω από τον πυρήνα κινούνται τα αρνητικά φορτισμένα *ηλεκτρόνια* σε διάφορες κυκλικές τροχιές και σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις από αυτόν.
Το πρότυπο αυτό προσομοιάζει με το πλανητικό σύστημα.



Niels Bohr
(Δανός Φυσικός 1885-1962)
Τιμήθηκε με το βραβείο Nobel Φυσικής το 1920.

2.1.2. Ατομικός και Μαζικός αριθμός – Ισότοπα – Σχετική Ατομική και Μοριακή μάζα

1. Ατομικός και Μαζικός αριθμός

Το άτομο κάθε στοιχείου αποτελείται: α) από τον πυρήνα, ο οποίος περιέχει *πρωτόνια* (έχουν θετικό ηλεκτρικό φορτίο) και *νετρόνια* (δεν έχουν ηλεκτρικό φορτίο) και β) τα *ηλεκτρόνια* (έχουν αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο) που κινούνται γύρω από τον πυρήνα.

Τα πρωτόνια (p), τα νετρόνια (n) και τα ηλεκτρόνια (e) αναφέρονται ως *υποατομικά σωματίδια*.

Η ύπαρξη του **νετρονίου** διαπιστώθηκε το 1932 από τον James Chadwick.

Γνωρίζεις ότι...
τα πρωτόνια και τα νετρόνια αποτελούνται από μικρότερα σωματίδια, τα **κουάρκς** (quarks).

Πίνακας 2.1. Υποατομικά σωματίδια

Σωματίδιο	Σύμβολο	Φορτίο (σχετικό)	Φορτίο	Μάζα
Πρωτόνιο	p	+1	$+1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C	$1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg
Νετρόνιο	n	0	0	$1{,}67 \cdot 10^{-27}$ kg
Ηλεκτρόνιο	e	−1	$-1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C	$9{,}10 \cdot 10^{-31}$ kg

Η σύσταση ενός ατόμου (αριθμός πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων) δηλώνεται με δύο χαρακτηριστικούς για κάθε άτομο αριθμούς: τον **ατομικό** και τον **μαζικό**.

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

Σε ένα άτομο, επειδή είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, το πλήθος των πρωτονίων είναι ίσο με το πλήθος των ηλεκτρονίων.

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

Η μάζα ενός ατόμου είναι περίπου ίση με το άθροισμα των μαζών των πρωτονίων και των νετρονίων του*.

* Η μάζα του ηλεκτρονίου είναι 1.835 φορές **μικρότερη** από τη μάζα του πρωτονίου και από τη μάζα του νετρονίου.

Ο συμβολισμός ενός ατόμου του στοιχείου **Σ** με ατομικό αριθμό (*Z*) και μαζικό αριθμό (*A*) είναι:

$$^{A}_{Z}\Sigma$$

Π.χ. Ο συμβολισμός $^{35}_{17}Cl$ σημαίνει ότι στον πυρήνα του ατόμου του χλωρίου υπάρχουν 17 πρωτόνια και 35 – 17 = 18 νετρόνια, ενώ γύρω από τον πυρήνα κινούνται 17 ηλεκτρόνια (όσα και τα πρωτόνια του πυρήνα).

Εάν ***N*** είναι το πλήθος των νετρονίων στον πυρήνα του ατόμου, τότε ισχύει:

$$A = Z + N$$

Ατομικός και μαζικός αριθμός

Παράδειγμα 2.1

Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια έχει το άτομο $^{27}_{13}Al$;

Απάντηση

Ο ατομικός αριθμός του αργιλίου είναι 13. Επομένως στον πυρήνα του υπάρχουν 13 p και επειδή είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, γύρω από τον πυρήνα θα έχει 13 e. Επίσης, θα έχει 27 – 13 = 14 n.

Εφαρμογή 2.1

Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια υπάρχουν στο άτομο $^{39}_{19}K$;

Απάντηση

.....

.....

Παράδειγμα 2.2

Το άτομο του στοιχείου Χ έχει 17 ηλεκτρόνια. Αν στον πυρήνα του υπάρχουν 3 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια, να υπολογίσετε τον ατομικό και τον μαζικό αριθμό του Χ.

Απάντηση

Εφόσον το άτομο Χ έχει 17 e και είναι ουδέτερο θα έχει και 17 p, επομένως ο ατομικός αριθμός του είναι 17.

Επειδή τα νετρόνια είναι 3 περισσότερα από τα πρωτόνια, θα έχει 17 + 3 = 20 n και επομένως ο μαζικός αριθμός θα είναι 37 (17 p + 20 n).

Εφαρμογή 2.2

Ένα άτομο Χ έχει μαζικό αριθμό 40 και στον πυρήνα του υπάρχουν 2 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια. Να υπολογίσετε τον αριθμό πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων του ατόμου Χ.

Απάντηση

.....

.....

2. Ισότοπα

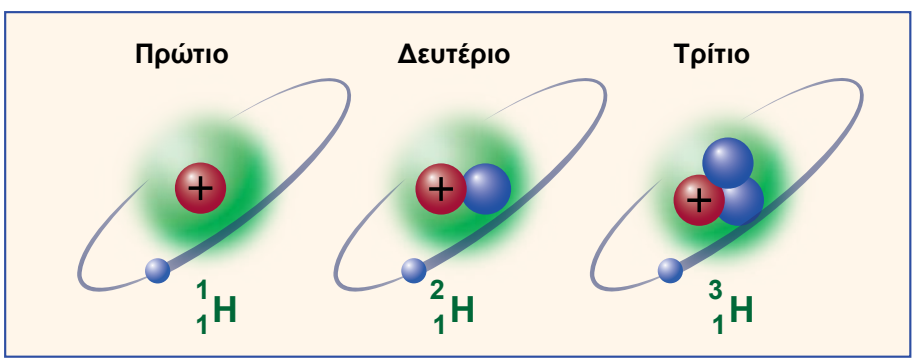
Τα άτομα ενός στοιχείου έχουν πάντοτε τον ίδιο αριθμό πρωτονίων (ίδιο ατομικό αριθμό), αλλά μπορεί να έχουν διαφορετικό αριθμό νετρονίων (διαφορετικό μαζικό αριθμό).

Τα άτομα τα οποία έχουν ίδιο ατομικό αριθμό αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό ονομάζονται **ισότοπα**.

Η ονομασία **ισότοπα** (isotopes) έχει ελληνική προέλευση, επειδή τα διαφορετικά άτομα του στοιχείου βρίσκονται στην ίδια θέση – τόπο στον Περιοδικό Πίνακα.

Π.χ. $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$ $\qquad$ $^{35}_{17}Cl$, $^{37}_{17}Cl$

(1p, 0n) (1p, 1n) (1p, 2n) $\qquad$ (17p, 18n) (17p, 20n)



Εικόνα 2.2. Ισότοπα του υδρογόνου

Ατομικός και μαζικός αριθμός. Ισότοπα.

Δραστηριότητα 2.1.

Παιχνίδι στο μοντέλο του ατόμου του Bohr

Φύλλο εργασίας

(Video: 3.56 λεπτά. Συνολικός χρόνος: 10 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... Ονοματεπώνυμο / α: .....

Παρακολουθήστε το παιχνίδι προσομοίωσης για το ατομικό μοντέλο Bohr στον σύνδεσμο και απαντήστε στις επόμενες ερωτήσεις:

https://www.youtube.com/watch?v=PLpZfJ4rGts
(youtube)

1. Τι συμβολίζουν οι κύκλοι στο έδαφος;

.....

2. Όταν παρουσιάζεται το άτομο του βορίου $^{3}_{7}$B:

α. Πόσα παιδιά είναι στο κέντρο ..... .

β. Πόσα παιδιά τρέχουν στον 1ο κύκλο ..... και πόσα στον 2ο..... .

γ. Τι παριστάνουν τα παιδιά που είναι ακίνητα;

.....

δ. Τι παριστάνουν τα παιδιά που τρέχουν στους κύκλους;

.....

Η δραστηριότητα αυτή μπορεί να αποτελέσει αφορμή να γράψετε ένα άρθρο για το περιοδικό του σχολείου σας, να την παρουσιάσετε ως δρώμενο, να τη βιντεοσκοπήσετε για να αναρτηθεί σε συνεργασία με τους εκπαιδευτικούς σας στην ιστοσελίδα του.

Δραστηριότητα 2.2.

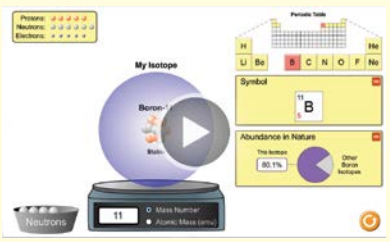
Ισότοπα

Φύλλο εργασίας (ψηφιακό υλικό)

(Ενδεικτικός χρόνος: 5 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... Ονοματεπώνυμο / α: .....

Με την είσοδο στον σύνδεσμο
(του Πανεπιστημίου του Κολοράντο)
εμφανίζεται στην οθόνη



https://phet.colorado.edu/el/simulation/isotopes-and-atomic-mass

Στο πάνω μέρος υπάρχει τμήμα του Περιοδικού Πίνακα. Με την επιλογή «Σύμβολο» και «Αφθονία στη φύση» παρουσιάζονται τα αντίστοιχα δεδομένα.

1. Η προσθήκη ενός νετρονίου στο υδρογόνο τι μεταβάλλει;

.....

2. Στον Περιοδικό Πίνακα στο πάνω μέρος της οθόνης να επιλέξετε το στοιχείο βόριο (B).

α. Πόσα νετρόνια έχει; .....

β. Πόση είναι η αφθονία του στη φύση; .....

γ. Εάν από το άτομο του βορίου αφαιρεθεί ένα (1) νετρόνιο, τι θα αλλάξει;

.....

3. Σχετική ατομική μάζα και σχετική μοριακή μάζα

Τα *άτομα* και τα *μόρια* είναι πάρα πολύ μικρά σωματίδια (η μάζα τους δεν μπορεί να μετρηθεί απευθείας με ζυγαριά) και η έκφραση της μάζας τους (σε kg ή g) θα δημιουργούσε δυσκολίες στους διάφορους υπολογισμούς (προσπάθησε να ζυγίσεις ένα κουνούπι και να εκφράσεις τη μάζα του σε kg).

Πόσο «μικρά» είναι τα άτομα και τα μόρια;
- **1 άτομο** υδρογόνου (**H**) έχει μάζα $\mathbf{1{,}6 \cdot 10^{-24}}$ **g**.
- **1 μόριο** νερού ($\mathbf{H_2O}$) έχει μάζα $\mathbf{0{,}000000000000000000000003 = 3 \cdot 10^{-23}}$ **g**

Για τον λόγο αυτόν, οι χημικοί δημιούργησαν μια κλίμακα μαζών για τα άτομα και τα μόρια, επιλέγοντας ως μονάδα της κλίμακας το **1u** (**u**nified atomic mass unit / ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας):

$$\mathbf{1u} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{12}} \cdot \mathbf{m}_{\text{άτομου } {}^{12}\mathbf{C}} \approx 1{,}66 \cdot 10^{-24}\ \text{g}.$$

α) Σχετική ατομική μάζα (A_r)

Σχετική ατομική μάζα (A_r) ατόμου X ονομάζεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα ενός ατόμου X από το 1/12 της μάζας του ατόμου ^{12}C.

$$A_r(\text{X}) = \frac{m_{\text{ατόμου X}}}{\frac{1}{12} \cdot m_{\text{ατόμου } {}^{12}\text{C}}}$$

Π.χ. Η σχετική ατομική μάζα του φθορίου (F) είναι 19. Αυτό σημαίνει ότι ένα άτομο F έχει μάζα 19 φορές μεγαλύτερη από το 1u, δηλαδή από το 1/12 της μάζας του ατόμου ^{12}C (εικόνα 2.3).

Σημείωση: Τα στοιχεία υπάρχουν στη φύση ως *μείγματα ισοτόπων* (προσδιορίζονται με τον *φασματογράφο μάζας,* εικόνα 2.4.), οπότε η σχετική ατομική μάζα τους θα προκύπτει ως ο μέσος όρος των σχετικών ατομικών μαζών των ισοτόπων τους.

Παράδειγμα 2.3

Το χλώριο υπάρχει στη φύση ως μείγμα δύο ισοτόπων με σύσταση: 75% ατόμων ^{35}Cl και 25% ατόμων ^{37}Cl. Θεωρώντας ότι οι σχετικές ατομικές μάζες αυτών των ισοτόπων είναι περίπου 35 και 37 αντίστοιχα, να υπολογίσετε την A_r του Cl.

Απάντηση

Η σχετική ατομική μάζα του χλωρίου είναι:

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

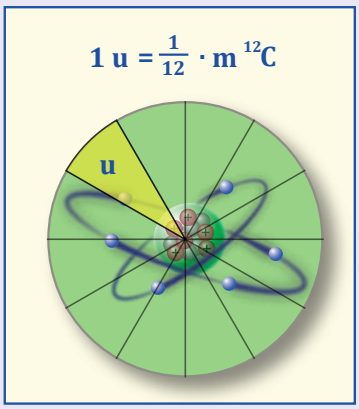
Εφαρμογή 2.3

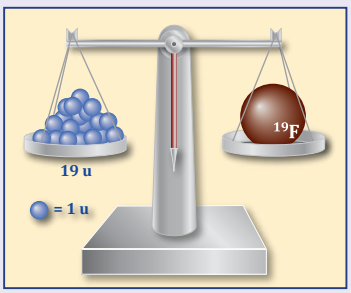
Το λίθιο υπάρχει στη φύση ως μείγμα δύο ισοτόπων: ^{6}Li και ^{7}Li. Θεωρώντας ότι οι μάζες αυτών των ισοτόπων είναι 6u και 7u αντίστοιχα και ότι η σχετική ατομική μάζα του Li είναι 6,9, να υπολογίσετε την αναλογία των δύο ισοτόπων του Li στο μείγμα.

Απάντηση

.....

.....





Εικόνα 2.3.
Μάζα ατόμου F = 19 u

Εικόνα 2.4. Φασματογράφος μάζας

β) Σχετική μοριακή μάζα (M_r)

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

Η M_r μιας χημικής ουσίας υπολογίζεται με πρόσθεση των A_r όλων των ατόμων του μορίου της ουσίας.

Σχετική ατομική και μοριακή μάζα

Υπολογισμοί A_r, M_r

Παράδειγμα 2.4

Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα των ουσιών:
α. O_2 και **β.** H_2SO_4.
Δίνονται: $A_r(O) = 16$, $A_r(H) = 1$, $A_r(S) = 32$.

Απάντηση

α. $M_r(O_2) = A_r(O) \cdot 2 = 16 \cdot 2 = 32$

β. $M_r(H_2SO_4) = A_r(H) \cdot 2 + A_r(S) \cdot 1 + A_r(O) \cdot 4 =$
$= 1 \cdot 2 + 32 \cdot 1 + 16 \cdot 4 = 98$

Εφαρμογή 2.4

Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα των ουσιών:
α. Br_2, **β.** H_3PO_4, **γ.** SnO_2
Δίνονται: $A_r(O) = 16$, $A_r(H) = 1$, $A_r(P) = 31$, $A_r(Br) = 80$, $A_r(Sn) = 119$

Απάντηση

α. .....
.....
β. .....
.....
γ. .....
.....

γ) Σχετική τυπική μάζα (F_r)

Στις περιπτώσεις ουσιών οι οποίες δεν αποτελούνται από μόρια αλλά από ιόντα, κάποιοι χρησιμοποιούν τη **σχετική τυπική μάζα** (F_r) αντί της σχετικής μοριακής μάζας.

Π.χ. Ο τύπος της ένωσης $CaCl_2$ αποτελείται από 1 κατιόν Ca^{2+} και 2 ανιόντα Cl^-, τότε $F_r(CaCl_2) = A_r(Ca) + 2 \cdot A_r(Cl) = 40 + 2 \cdot 35{,}5 = 111 \Rightarrow F_r(CaCl_2) = 111$.

2.1.3. Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων

Δραστηριότητα 2.3.

Το ασβέστιο βρίσκεται στον σκελετό του ανθρώπου με τη μορφή αλάτων. Η έλλειψή του οδηγεί σε οστεοπενία και οστεοπόρωση. Χρειάζεται επίσης, για την καλή κυκλοφορία του αίματος, την κίνηση των μυών, τη μεταφορά μηνυμάτων από τον εγκέφαλο στα άλλα μέρη του σώματος κ.ά.
Πώς νομίζετε ότι κατανέμονται γύρω από τον πυρήνα τα ηλεκτρόνια του ατόμου του ασβεστίου $_{20}$Ca;
.....

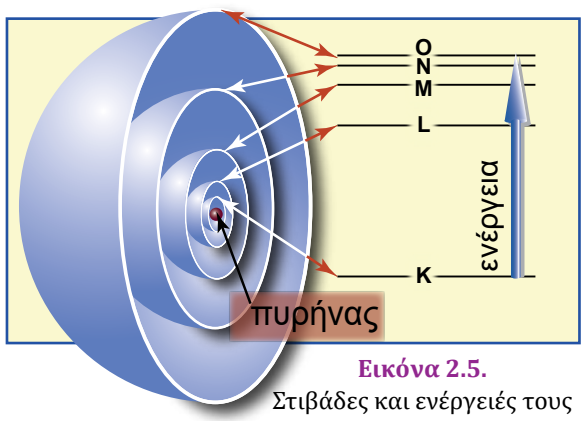
Σε ένα άτομο, τα ηλεκτρόνια (e) κινούνται γύρω από τον πυρήνα σε διάφορες αποστάσεις. Τα **ηλεκτρόνια** που κινούνται στην ίδια απόσταση από τον πυρήνα έχουν την ίδια ενέργεια και λέμε ότι ανήκουν στην ίδια **στιβάδα**.

Κάθε στιβάδα χαρακτηρίζεται από έναν αριθμό, τον *κύριο κβαντικό αριθμό* (***n***), ο οποίος παίρνει ακέραιες τιμές από 1 μέχρι ∞ και δείχνει την απόσταση της στιβάδας από τον πυρήνα, καθώς και την ενέργειά της.

Η **κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες** (ηλεκτρονιακή δόμηση) γίνεται σύμφωνα με τους επόμενους **3 κανόνες** (κανόνες Bohr – Bury):

1ος κανόνας: Ο **μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων** για κάθε στιβάδα δίνεται από τον τύπο $\mathbf{2}n^2$.

Στιβάδα	Μέγιστος αριθμός e
$n = 1 \Rightarrow$ στιβάδα **K**	$2 \cdot 1^2 =$ **2e**
$n = 2 \Rightarrow$ στιβάδα **L**	$2 \cdot 2^2 =$ **8e**
$n = 3 \Rightarrow$ στιβάδα **M**	$2 \cdot 3^2 =$ **18e**
$n = 4 \Rightarrow$ στιβάδα **N**	$2 \cdot 4^2 =$ **32e**
$n = 5 \Rightarrow$ στιβάδα **O**	$2 \cdot 5^2 =$ **50e**
$n = 6 \Rightarrow$ στιβάδα **P**	$2 \cdot 6^2 =$ **72e**
$n = 7 \Rightarrow$ στιβάδα **Q**	$2 \cdot 7^2 =$ **98e**
.....	.....



Εικόνα 2.5.
Στιβάδες και ενέργειές τους

2ος κανόνας: Τα ηλεκτρόνια τείνουν να καταλάβουν **στιβάδες** με τη **μικρότερη ενέργεια** (αρχή της *ελάχιστης ενέργειας*).

Η ενέργεια (Ε) των στιβάδων σε ένα άτομο αυξάνεται, όσο αυξάνεται η απόστασή τους από τον πυρήνα (εικόνα 2.5.):

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

3ος κανόνας: Η **εξωτερική** (τελευταία) **στιβάδα** ενός ατόμου (δηλαδή η στιβάδα του ατόμου με τη μεγαλύτερη ενέργεια) μπορεί να έχει από **1 έως 8** ηλεκτρόνια.

Η **προτελευταία** στιβάδα μπορεί να έχει **8** ή **18** ηλεκτρόνια, (εκτός από τη στιβάδα K που μπορεί να έχει μέχρι 2e)*.

Ηλεκτρονιακή δομή

*Από τον κανόνα αυτόν εξαιρούνται τα στοιχεία με ατομικούς αριθμούς Z = 21 – 28, 39 – 46 και 72 – 78, τα οποία δεν θα μας απασχολήσουν στην Α΄ Λυκείου.

Κατανομή ηλεκτρονίων

Παράδειγμα 2.5

Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων: **α.** $_{20}$Ca και **β.** $_{35}$Br.

Απάντηση

α. Το άτομο $_{20}$Ca έχει 20 p, άρα και 20 e.

Κατανέμουμε τα ηλεκτρόνια, αρχίζοντας από τη στιβάδα K, που έχει τη μικρότερη ενέργεια (είναι πιο κοντά στον πυρήνα) και συμπληρώνεται με 2 e: K(2). Συνεχίζουμε με τη στιβάδα L, η οποία συμπληρώνεται με 8 e: L(8).

Έχουν μείνει (20-10) = 10 e, τα οποία αν τοποθετηθούν στην επόμενη στιβάδα M, τότε αυτή θα γίνει εξωτερική με 10 e, οπότε παραβιάζουμε τον κανόνα της οκτάδας. Αν τοποθετήσουμε 9 e στην M και 1 e στην N (τότε παραβιάζουμε την αρχή της προτελευταίας στιβάδας). Έτσι, η τοποθέτηση με την οποία δεν παραβιάζουμε καμία αρχή, είναι 8 e στην M και 2 e στην N.

Άρα, η ηλεκτρονιακή δομή του $_{20}$Ca είναι: K(2), L(8), M(8), N(2).

β. Το άτομο $_{35}$Br έχει 35 p, άρα και 35 e.

Η ηλεκτρονιακή δομή του $_{35}$Br είναι: K(2), L(8), M(18), N(7).

Εφαρμογή 2.5

Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων: **α.** $_{33}$As, **β.** $_{37}$Rb.

Απάντηση

α. .....

β. .....

Παράδειγμα 2.6

Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων: **α.** $_{19}$K και **β.** $_{32}$Ge.

Απάντηση

α. Το άτομο $_{19}$K έχει 19 p, άρα και 19 e.

Κατανέμουμε τα ηλεκτρόνια, αρχίζοντας από τη στιβάδα K, που έχει τη μικρότερη ενέργεια (είναι πιο κοντά στον πυρήνα) και συμπληρώνεται με 2 e: K(2). Συνεχίζουμε με τη στιβάδα L, η οποία συμπληρώνεται με 8 e: L(8).

Έχουν μείνει (19-10) = 9 e, τα οποία αν τοποθετηθούν στην επόμενη στιβάδα M, τότε αυτή θα γίνει εξωτερική με 9 e, οπότε παραβιάζουμε τον κανόνα της οκτάδας. Έτσι, η τοποθέτηση με την οποία δεν παραβιάζουμε καμία αρχή, είναι 8 e στην M και 1 e στην N.

Άρα, η ηλεκτρονιακή δομή του $_{19}$K είναι: K(2), L(8), M(8), N(1).

β. Το άτομο $_{32}$Ge έχει 32 p, άρα και 32 e.

Η ηλεκτρονιακή δομή του $_{32}$Ge είναι: K(2), L(8), M(18), N(4)

Εφαρμογή 2.6

Ποια είναι η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων: **α.** $_{34}$Se, **β.** $_{38}$Sr.

Απάντηση

α. .....

β. .....

Σχηματισμός και ηλεκτρονιακή δομή ιόντων

Ιόν ονομάζεται το μονοατομικό ή πολυατομικό σωματίδιο που έχει ηλεκτρικό φορτίο (θετικό ή αρνητικό).

α. Όταν σε κάποιο άτομο προστεθούν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια, προκύπτει σωματίδιο με αρνητικό φορτίο που ονομάζεται **ανιόν**.

Π.χ. 1: Το άτομο του χλωρίου ($_{17}$Cl) έχει ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8), M(7). Όταν στο άτομο του Cl προστεθεί ένα ηλεκτρόνιο θα αποκτήσει φορτίο –1 και θα μετατραπεί σε ανιόν Cl^- με ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8), M(8):

$$Cl + 1e \rightarrow Cl^-$$

Π.χ. 2: Το άτομο του οξυγόνου ($_8$O) έχει ηλεκτρονιακή δομή: K(2), L(6). Όταν στο άτομο του O προστεθούν δύο ηλεκτρόνια θα αποκτήσει φορτίο –2 και θα μετατραπεί σε ανιόν O^{2-} με ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8):

$$O + 2e \rightarrow O^{2-}$$

Τα στοιχεία των οποίων τα άτομα μπορούν σχετικά εύκολα να προσλάβουν ηλεκτρόνια (συνήθως 1 - 3) χαρακτηρίζονται ως **αμέταλλα**.

β. Όταν από κάποιο άτομο αποσπαστούν ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια, προκύπτει σωματίδιο με θετικό φορτίο που ονομάζεται **κατιόν**.

Π.χ. 1: Το άτομο του νατρίου ($_{11}$Na) έχει ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8), M(1). Όταν από το άτομο Na αποσπαστεί ένα ηλεκτρόνιο θα αποκτήσει φορτίο +1 και θα μετατραπεί σε κατιόν Na^+ με ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8):

$$Na - 1e \rightarrow Na^+$$

Π.χ. 2: Το άτομο του μαγνησίου ($_{12}$Mg) έχει ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8), M(2). Όταν από το άτομο Mg αποσπαστούν δύο ηλεκτρόνια θα αποκτήσει φορτίο +2 και θα μετατραπεί σε κατιόν Mg^{2+} με ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8):

$$Mg - 2e \rightarrow Mg^{2+}$$

Τα στοιχεία από τα άτομα των οποίων μπορούν σχετικά εύκολα να αποσπαστούν ηλεκτρόνια (συνήθως 1 - 3) χαρακτηρίζονται ως **μέταλλα**.

Παράδειγμα 2.7

Πόσα πρωτόνια και πόσα ηλεκτρόνια υπάρχουν:
α. στο κατιόν ασβεστίου ($_{20}Ca^{2+}$), **β.** στο ανιόν θείου ($_{16}S^{2-}$)

Απάντηση

α. Το άτομο του ασβεστίου ($_{20}$Ca) έχει Z = 20, επομένως 20 p και 20 e.
Το κατιόν Ca^{2+} έχει 2 e λιγότερα από το άτομο και επομένως θα έχει 20 p και 18 e.
Η κατανομή των 18 ηλεκτρονίων του Ca^{2+} είναι: K(2), L(8), M(8).

β. Το άτομο του θείου $_{16}$S έχει Z = 16 και άρα 16 p και 16 e.
Το ανιόν S^{2-} έχει 2 e περισσότερα από το άτομο και επομένως το ανιόν θα έχει 16 p και 18 e.
Η κατανομή των 18 ηλεκτρονίων του S^{2-} είναι: K(2), L(8), M(8).

Εφαρμογή 2.7

Πόσα ηλεκτρόνια υπάρχουν στο ιόν $_{12}\Sigma^{2+}$;

Απάντηση

.....

Ο **Faraday** εισήγαγε το 1834 τη λέξη **ιόν**.
Ιόν είναι το ουδέτερο γένος της μετοχής του αρχαιοελληνικού ρήματος εἶμι (ἰών, ἰοῦσα, ἰόν), το οποίο σημαίνει «πηγαίνω».

Τι παρατηρείτε ως προς την ηλεκτρονιακή δομή των ιόντων;
.....
.....
.....

Σχηματισμός ιόντων

Ιόντα

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (1)
Δομή ατόμων – Ισότοπα – Ιόντα

(Ενδεικτικός χρόνος: 15 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... Ονοματεπώνυμο: .....

1. Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις.

α. Η μάζα του ατόμου είναι περίπου ίση με το άθροισμα των μαζών των ..... και των ..... του.

β. Το άτομο του $^{39}_{19}K$ έχει ατομικό αριθμό ..... , μαζικό αριθμό ....., αριθμό πρωτονίων ..... και αριθμό ηλεκτρονίων ..... .

γ. Το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο, επειδή ο αριθμός των ..... είναι ίσος με τον αριθμό των ..... .

δ. Τα άτομα του χλωρίου $^{35}_{17}Cl$ και $^{37}_{17}Cl$ λέγονται ..... και διαφέρουν στη μάζα τους, επειδή διαφέρουν ως προς τον αριθμό των ..... .

ε. Η σχετική ατομική μάζα του φθορίου είναι 19. Αυτό σημαίνει ότι η μάζα ενός ατόμου φθορίου είναι ..... φορές μεγαλύτερη από το ..... της μάζας του ατόμου του ..... .

στ. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: $A_r(H) = 1$, $A_r(N) = 14$, $A_r(O) = 16$. Η σχετική μοριακή μάζα του HNO_3 είναι ..... , δηλαδή 1 μόριο HNO_3 έχει μάζα ..... u.

ζ. Η 3η στιβάδα συμβολίζεται με ..... και χωράει μέχρι ..... ηλεκτρόνια, εκτός εάν είναι εξωτερική, οπότε χωράει μέχρι ..... ηλεκτρόνια.

η. Το ιόν S^{2-} περιέχει 18 ηλεκτρόνια και 16 νετρόνια. Επομένως, έχει ατομικό αριθμό ..... και μαζικό αριθμό ..... .

θ. Στο κατιόν $^{40}_{20}Ca^{2+}$ η κατανομή ηλεκτρονίων είναι: ..... .

2. Σε καθεμία από τις επόμενες προτάσεις, να γράψετε το Σ, αν αυτό που αναφέρεται είναι σωστό ή το Λ, αν αυτό που αναφέρεται είναι λάθος. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1. Το στοιχείο $_{38}Sr$ έχει ηλεκτρονιακή δομή: K(2), L(8), M(18), N(8), O(2).	
2. Η ηλεκτρονιακή δομή του στοιχείου με $Z = 19$ είναι: K(2), L(8), M(9).	
3. Η ενέργεια των στιβάδων M, N, O αυξάνεται κατά τη σειρά: O < N < M	
4. Το $_{19}K^+$ έχει τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το $_{17}Cl^-$.	
5. Η ηλεκτρονιακή δομή του στοιχείου με $Z = 20$ είναι: K(2), L(8), M(9), N(1).	
6. Ένα σωματίδιο που περιέχει 19 p, 19 n και 18 e είναι ένα αρνητικό ιόν.	

2.2. Ο Περιοδικός Πίνακας

Δραστηριότητα 2.4.

1. Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές των στοιχείων με Z = 3 μέχρι Z = 20.

	Ηλεκτρονιακή δομή		Ηλεκτρονιακή δομή		Ηλεκτρονιακή δομή
$_{3}Li$		$_{9}F$		$_{15}P$	
$_{4}Be$		$_{10}Ne$		$_{16}S$	
$_{5}B$		$_{11}Na$		$_{17}Cl$	
$_{6}C$		$_{12}Mg$		$_{18}Ar$	
$_{7}N$		$_{13}Al$		$_{19}K$	
$_{8}O$		$_{14}Si$		$_{20}Ca$	

2. Να τοποθετήσετε τα στοιχεία αυτά, σε πίνακα, κατ' αύξοντα ατομικό αριθμό, έτσι ώστε τα στοιχεία που έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα να βρίσκονται στην ίδια στήλη.

.....

.....

.....

Τι κοινό έχουν τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια σειρά;

.....

2.2.1. Η ταξινόμηση των στοιχείων

Μετά την ανακάλυψη αρκετών χημικών στοιχείων προέκυψε η ανάγκη ομαδοποίησής τους προκειμένου να διευκολυνθεί η μελέτη τους.

Το 1865 ο Άγγλος χημικός *J. Newlands* ταξινόμησε 62 στοιχεία κατ' αυξανόμενο ατομικό βάρος και παρατήρησε ότι: «μετά από κάθε 7 στοιχεία, το 8ο εμφάνιζε παρόμοιες χημικές ιδιότητες με το 1ο της κάθε οκτάδας» (*«νόμος των οκτάβων»*).

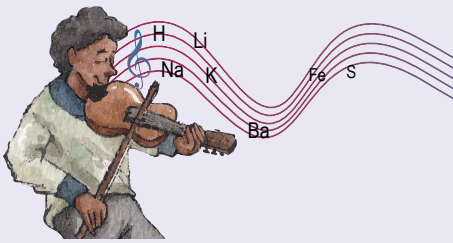
Την ίδια χρονιά ο Γερμανός χημικός *L. Meyer* επίσης ταξινόμησε 62 στοιχεία κατ' αυξανόμενο ατομικό βάρος και παρατήρησε ότι υπάρχει περιοδική σχέση μεταξύ κάποιων ιδιοτήτων των στοιχείων και του ατομικού βάρους τους.

Το 1869 ο Ρώσος χημικός *D. Mendeleev* κατέταξε τα μέχρι τότε γνωστά 63 στοιχεία κατ' αυξανόμενο ατομικό βάρος και παρατήρησε ότι υπάρχει περιοδική σχέση μεταξύ των ιδιοτήτων των στοιχείων και του ατομικού βάρους τους. Μάλιστα, ο Mendeleev άφησε κενές θέσεις για στοιχεία που δεν είχαν ανακαλυφθεί ακόμη, αλλά και προέβλεψε τις ιδιότητές τους, οι οποίες επαληθεύτηκαν όταν ανακαλύφθηκαν αυτά τα στοιχεία*.

Το 1913 ο H. Moseley διαπίστωσε ότι οι ιδιότητες των στοιχείων σχετίζονται με το θετικό φορτίο του πυρήνα των ατόμων, δηλαδή με τον ατομικό τους αριθμό και όχι με το ατομικό βάρος τους. Έτσι, διατύπωσε τον **νόμο της περιοδικότητας**: ***«οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού»***.

Στη «σύγχρονη» μορφή του **Περιοδικού Πίνακα (Π.Π.)** τα στοιχεία έχουν ταξινομηθεί κατ' αύξοντα ατομικό αριθμό (*Z*). (εικόνα 2.7).

Η περιοδικότητα που παρουσιάζεται στις χημικές ιδιότητες των στοιχείων, οφείλεται στην περιοδικότητα της ηλεκτρονιακής δομής των εξωτερικών στιβάδων των ατόμων.



Εικόνα 2.6. Οι οκτάβες του Newlands

D. Mendeleev
(Ρώσος Χημικός, 1834-1907)

Ανακάλυψη του στοιχείου γάλλιο (Ga)

Ο Γάλλος χημικός **Lecoq Boisbaudran** το 1875 ανακάλυψε το στοιχείο **γάλλιο** και προσδιόρισε τις ιδιότητές του.

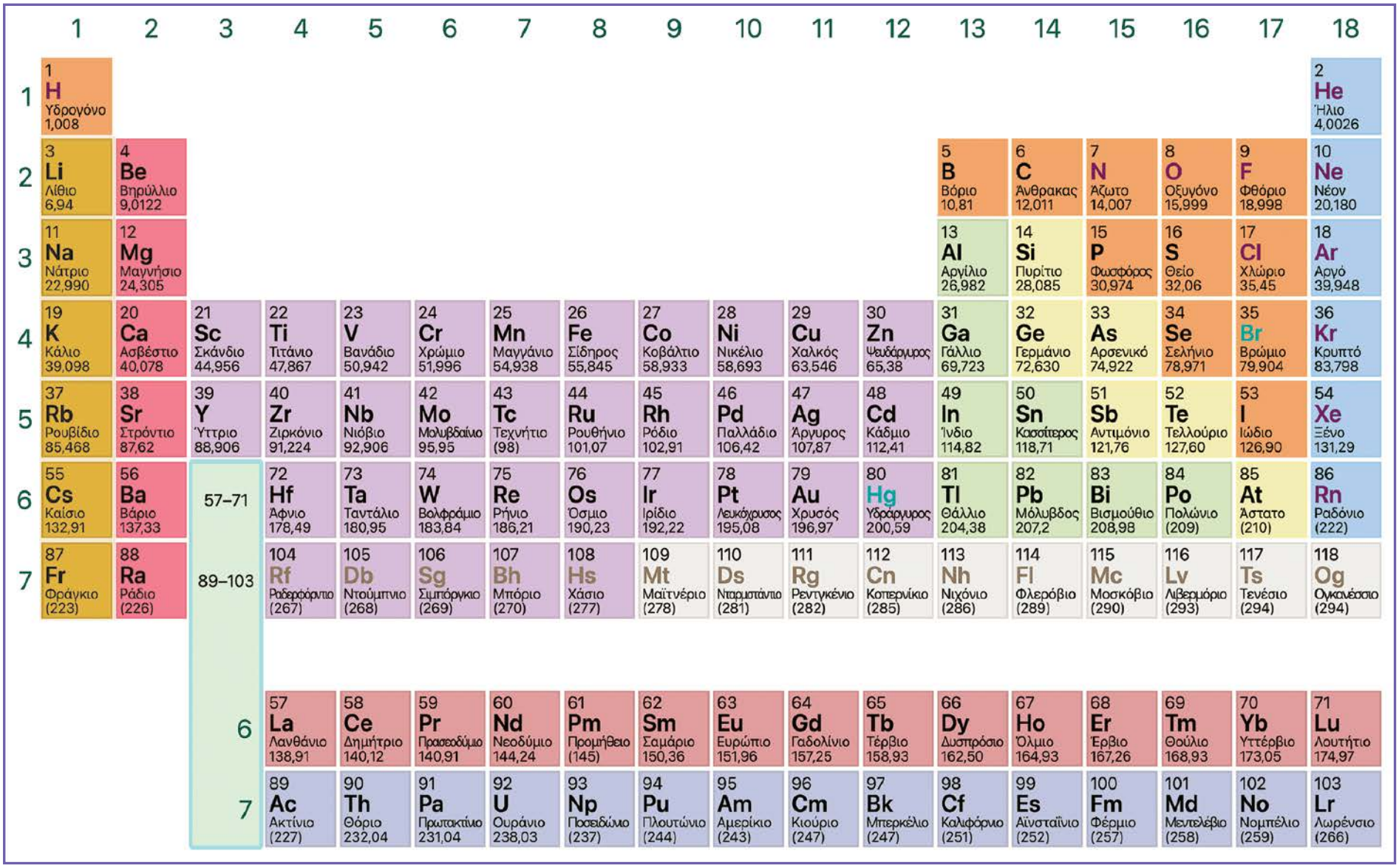
Ποια ήταν η έκπληξη του Boisbaudran όταν πήρε ένα γράμμα από τη Ρωσία που του έλεγε ότι *«η πυκνότητα του Ga δεν είναι 4,7 αλλά 5,9»*;

Ο Boisbaudran προσδιόρισε πάλι την πυκνότητα του Ga και βρήκε ότι είχε κάνει λάθος – η πυκνότητα του Ga ήταν 5,9!

Μήπως είχε ανακαλύψει το Ga και κάποιος άλλος; Όχι!

Το γράμμα το είχε στείλει ο Mendeleev, ο οποίος χωρίς να έχει δει το γάλλιο, είχε δίκιο!

Henry Moseley
(Άγγλος Φυσικός, 1887–1915)



Εικόνα 2.7. Σύγχρονος Περιοδικός Πίνακας.
Πηγή: https://ptable.com/

2.2.2. Ομάδες και περίοδοι του Περιοδικού Πίνακα

1. Τι ονομάζεται ομάδα και τι περίοδος

α) Ο Περιοδικός Πίνακας, μέχρι σήμερα, περιλαμβάνει **7 σειρές** που ονομάζονται **περίοδοι**.

Περίοδος	Αριθμός στοιχείων	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

Από τον πίνακα αυτόν φαίνεται ότι:

- Τα στοιχεία μιας περιόδου έχουν τον ίδιο *αριθμό στιβάδων*.
- Ο *αριθμός στιβάδων* ενός στοιχείου είναι ίσος με τον αριθμό της περιόδου στην οποία ανήκει το στοιχείο.

Περίοδος ονομάζεται η σειρά του Περιοδικού Πίνακα που περιέχει στοιχεία με αυξανόμενο, κατά μία μονάδα, ατομικό αριθμό και με τον ίδιο αριθμό στιβάδων.

Κατά μήκος μιας περιόδου παρατηρείται *βαθμιαία μεταβολή* των *ιδιοτήτων* των στοιχείων. Για παράδειγμα, από αριστερά προς τα δεξιά σε μια περίοδο, ελαττώνεται ο *μεταλλικός* χαρακτήρας (η τάση για αποβολή ηλεκτρονίων) και αυξάνεται ο *αμεταλλικός* χαρακτήρας (η τάση για *πρόσληψη* ηλεκτρονίων) των στοιχείων (πλην των ευγενών αερίων).

β) Ο Περιοδικός Πίνακας περιλαμβάνει **18 στήλες** που ονομάζονται **ομάδες** οι οποίες αριθμούνται από το **1 μέχρι το 18***.

Ομάδα ονομάζεται η στήλη του Περιοδικού Πίνακα που περιέχει στοιχεία με *παρόμοιες* χημικές ιδιότητες**.

Οι παρόμοιες χημικές ιδιότητες των στοιχείων μιας ομάδας*** οφείλονται στο ότι τα στοιχεία της έχουν τον *ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων* στην *εξωτερική* στιβάδα τους (πίνακας 2.2).

Πίνακας 2.2. Ηλεκτρονιακές δομές στοιχείων των ομάδων 1, 2, 17, 18

Ομάδα 1 (αλκάλια)	Ομάδα 2 (αλκαλικές γαίες)	Ομάδα 17 (αλογόνα)	Ομάδα 18 (ευγενή αέρια)
$_{3}$Li : 2, 1	$_{4}$Be : 2, 2	$_{9}$F : 2, 7	$_{10}$Ne : 2, 8
$_{11}$Na : 2, 8, 1	$_{12}$Mg : 2, 8, 2	$_{17}$Cl : 2, 8, 7	$_{18}$Ar : 2, 8, 8
$_{19}$K : 2, 8, 8, 1	$_{20}$Ca : 2, 8, 8, 2	$_{35}$Br : 2, 8, 18, 7	$_{36}$Kr : 2, 8, 18, 8
$_{37}$Rb : 2, 8, 18, 8, 1	$_{38}$Sr : 2, 8, 18, 8, 2	$_{53}$I : 2, 8, 18, 18, 7	$_{54}$Xe : 2, 8, 18, 18, 8

Από τον πίνακα αυτόν φαίνεται ότι ο *αριθμός ηλεκτρονίων* της *εξωτερικής στιβάδας* των στοιχείων μιας ομάδας είναι ίσος με:

- τον αριθμό της ομάδας, για τις ομάδες **1, 2**
- τον αριθμό της ομάδας μείον 10, για τις ομάδες **13 - 18**.

Ομάδες στον Περιοδικό Πίνακα (I)

(II)

(III)

***Αρίθμηση ομάδων**
Πριν το 1985, η αρίθμηση των ομάδων γινόταν με λατινικούς αριθμούς και το γράμμα Α (κύριες ομάδες) ή Β (δευτερεύουσες ομάδες). Η αντιστοιχία με τη σημερινή αρίθμηση (**IUPAC**, 1985) είναι:
ΙΑ (1), ΙΙΑ (2), ΙΙΙΑ (13), IVA (14), VA (15), VIA (16), VIIA (17), VIIIA (18),
IB (11), IIB (12), IIIB (3), IVB (4), VB (5), VIB (6), VIIB (7), VIIIB (8, 9, 10).

****Χημικές ιδιότητες:**
περιγράφουν τις μετατροπές μιας ουσίας σε άλλες ουσίες.

*****Μερικές χημικές ιδιότητες των αλκαλίων (Li, Na, K, ...)**
Τα αλκάλια αντιδρούν:
α. με το O_2 και παράγονται οξείδια,
β. με τα αλογόνα και παράγονται άλατα,
γ. με το νερό και παράγονται βάση και H_2.

Εφαρμογή: Κοιτάζοντας τον Περιοδικό Πίνακα …

α. Το στοιχείο **ασβέστιο (Ca):**	**β.** Το στοιχείο **ιώδιο (I):**
• Ανήκει στην **4η περίοδο**, άρα έχει **4 στιβάδες** (K, L, M, N). • Ανήκει στη **2η ομάδα**, άρα έχει **2e** στην εξωτερική στιβάδα του.	• Ανήκει στην **5η περίοδο**, άρα έχει **5 στιβάδες** (K, L, M, N, O). • Ανήκει στη **17η ομάδα**, άρα έχει (17 – 10) = **7e** στην εξωτερική στιβάδα του.

Επισήμανση:

Το $_{2}$**He** έχει ηλεκτρονιακή δομή K(2), αλλά τοποθετείται στην ομάδα των *ευγενών αερίων* (που έχουν **8e** στην εξωτερική στιβάδα τους), γιατί έχει την ίδια χημική συμπεριφορά με αυτά.

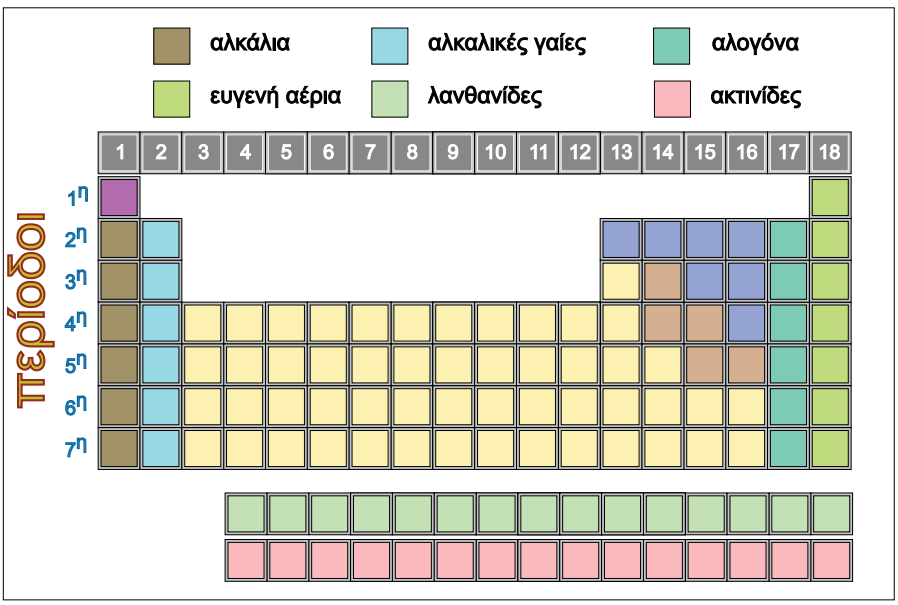
Το $_{1}$**H**, παρά το ότι δεν είναι μέταλλο, τοποθετείται στην 1η ομάδα με τα μέταλλα *αλκάλια*, γιατί έχει **1e** στην εξωτερική στιβάδα, όπως και αυτά.

Στοιχεία μετάπτωσης ή μεταβατικά στοιχεία ονομάζονται τα στοιχεία των ομάδων 3-11 και είναι μέταλλα.

Λανθανίδες / λανθανοειδή ονομάζονται τα στοιχεία από $Z = 57$ έως $Z = 71$, και έχουν παρόμοιες ιδιότητες με το λανθάνιο (La, $Z = 57$).

Ακτινίδες / ακτινοειδή ονομάζονται τα στοιχεία από $Z = 89$ μέχρι $Z = 103$, και έχουν παρόμοιες ιδιότητες με το ακτίνιο (Ac, $Z = 89$).

Τα στοιχεία αυτά τοποθετούνται έξω από τον Π.Π., στο κάτω μέρος του (βλέπε εικόνες 2.7 και 2.8).



Εικόνα 2.8. Περιοδικός Πίνακας με ονομασίες των ομάδων.

Χρησιμότητα του Περιοδικού Πίνακα

Ο Περιοδικός Πίνακας αποτελεί μία από τις πιο σημαντικές ταξινομήσεις της Χημείας, διότι:

- διευκολύνει τη μελέτη των ιδιοτήτων και των μεθόδων παρασκευής των στοιχείων.
- βοηθά στην πρόβλεψη της φυσικο-χημικής συμπεριφοράς και των τρόπων παρασκευής διάφορων στοιχείων.
- βοηθά και βοήθησε στην ανακάλυψη νέων στοιχείων.

Παράδειγμα 2.8

Να βρείτε, χωρίς τη βοήθεια του Περιοδικού Πίνακα, σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο ανήκουν τα στοιχεία: α) $_{34}$X και β) $_{38}$Ψ

Απάντηση

α. Το στοιχείο $_{34}$**X** έχει Z = 34, άρα έχει 34 p και 34 e.

Η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες είναι: K(2), L(8), M(18), N(6).

Επομένως, το στοιχείο αυτό έχει:

• **6 e** στην εξωτερική στιβάδα του, άρα θα ανήκει στην (6 + 10) = **16η** ομάδα.

• **4** στιβάδες, άρα θα ανήκει στην **4η** περίοδο.

β. Το στοιχείο $_{38}$**Ψ** έχει Z = 38, άρα έχει 38 p και 38 e.

Η κατανομή των ηλεκτρονίων του σε στιβάδες είναι: K(2), L(8), M(18), N(8), O(2).

Επομένως, το στοιχείο αυτό έχει:

• **2 e** στην εξωτερική στιβάδα του, άρα θα ανήκει στη **2η** ομάδα.

• **5** στιβάδες, άρα θα ανήκει στην **5η** περίοδο.

Εφαρμογή 2.8

Να βρείτε, χωρίς τη βοήθεια του Π.Π., σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο ανήκουν τα στοιχεία: **α.** $_{33}X$ και **β.** $_{37}Ψ$.

Απάντηση

α. .....

β. .....

Παράδειγμα 2.9

Ένα στοιχείο Σ βρίσκεται στη 2η περίοδο και στη 16η ομάδα του Π.Π.
Να προσδιορίσετε τον ατομικό αριθμό του Σ.

Απάντηση

Αφού το στοιχείο Σ βρίσκεται στη 2η περίοδο, έχει δύο στιβάδες: K και L.
Το στοιχείο ανήκει στη 16η ομάδα του Π.Π., επομένως έχει 6 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα.
Συνεπώς, η κατανομή ηλεκτρονίων του στοιχείου είναι: K(2), L(6). Δηλαδή, το στοιχείο έχει 8 ηλεκτρόνια, άρα και 8 πρωτόνια. Επομένως, ο ατομικός αριθμός του Σ είναι 8.

Εφαρμογή 2.9

Να προσδιορίσετε τον ατομικό αριθμό ενός στοιχείου X που βρίσκεται στην 4η περίοδο και στη 2η ομάδα του Π.Π.

Απάντηση

.....

.....

Παράδειγμα 2.10

Τα ιόντα $Φ^+$ και $Ψ^{2-}$ έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το $_{10}Ne$.
Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του Φ και του Ψ και να βρείτε σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του Π.Π. βρίσκονται το Φ και το Ψ.

Απάντηση

Το ιόν $Φ^+$ έχει 10 ηλεκτρόνια όπως το $_{10}Ne$. Το άτομο του Φ θα έχει 11 ηλεκτρόνια.
Η κατανομή ηλεκτρονίων του $_{11}Φ$ είναι: K(2), L(8), M(1)
Το Φ ανήκει στην 1η ομάδα και στην 3η περίοδο του Π.Π.

Το ιόν $Ψ^{2-}$ έχει 10 ηλεκτρόνια όπως το $_{10}Ne$, οπότε το άτομο του Ψ θα έχει 8 ηλεκτρόνια.
Η κατανομή ηλεκτρονίων στο $_{8}Ψ$ είναι: K(2), L(6). Επομένως, το $_{8}Ψ$ ανήκει στην 16η ομάδα και στη 2η περίοδο του Π.Π.

Εφαρμογή 2.10

Τα ιόντα $Γ^{2+}$ και $Δ^-$ έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το $_{18}Ar$. Να προσδιορίσετε σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του Π.Π. βρίσκονται τα Γ και Δ.

Απάντηση

.....

.....

Περιοδικός πίνακας (I)

(II)

(III)

(IV)

(V)

(VI)

(VII)

Δραστηριότητα 2.5.
«Κατασκευή» ατόμων

Φύλλο εργασίας (ψηφιακό υλικό)

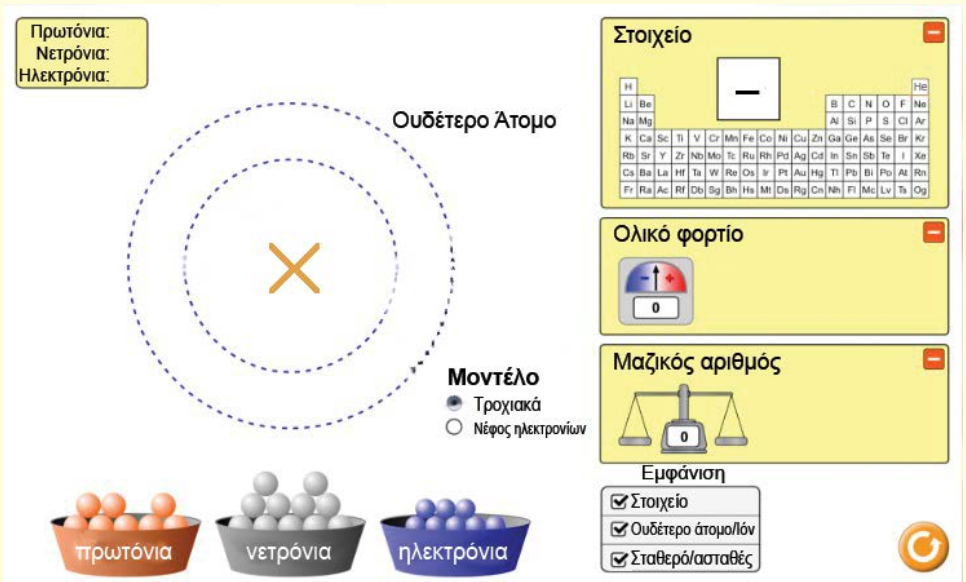
(Ενδεικτικός χρόνος: 10 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** .....

Με την είσοδο στον σύνδεσμο
(του Πανεπιστημίου του Κολοράντο)

https://phet.colorado.edu/el/simulation/build-an-atom

και επιλέγοντας «Κατασκευή» ατόμου εμφανίζεται η οθόνη



Στο κάτω μέρος της υπάρχουν τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια.
Στη δεξιά πλευρά υπάρχει ο Περιοδικός Πίνακας, η ένδειξη για το ολικό φορτίο, ο μαζικός αριθμός και εάν το άτομο που σχηματίζεται είναι σταθερό ή ασταθές.

1. Εάν μεταφέρετε μόνο 2 πρωτόνια στον πυρήνα (συμβολίζεται με Χ), ποιο στοιχείο προκύπτει; .....
   Πού βρίσκεται στον Περιοδικό Πίνακα (στην οθόνη); .....
   Είναι σταθερό ή ασταθές; .....
2. Αν μεταφέρετε επιπλέον 2 νετρόνια στον πυρήνα, τι παρατηρείτε;
   .....
   Είναι άτομο ή ιόν; .....
   Είναι ηλεκτρικά ουδέτερο το σωματίδιο που προέκυψε; .....
3. Εάν μεταφέρετε 4 πρωτόνια, 4 νετρόνια στον πυρήνα και 4 ηλεκτρόνια, ποιο στοιχείο προκύπτει;
   .....
4. Τα ηλεκτρόνια τοποθετούνται σε κύκλους. Τι αντιπροσωπεύουν αυτοί; .....
   .....
5. Μέχρι πόσα ηλεκτρόνια μπορεί να έχει κάθε κύκλος; .....

2. Ατομική ακτίνα

Η *ακτίνα* ενός ατόμου (δηλαδή, η *απόσταση* της *εξωτερικής στιβάδας* από τον *πυρήνα*) παίζει σημαντικό ρόλο στη σταθερότητα των ενώσεων που σχηματίζει. Καθορίζεται από τον αριθμό των στιβάδων και το φορτίο του πυρήνα.

Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η ατομική ακτίνα τόσο ασθενέστερα έλκονται τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα και αντίστροφα.

Πώς μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα σε μια ομάδα και σε μια περίοδο;

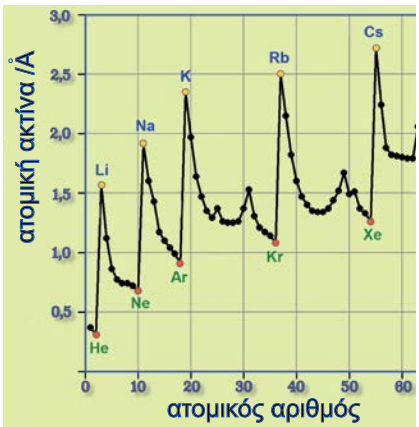
Σε μια **ομάδα** του Περιοδικού Πίνακα, με την αύξηση του ατομικού αριθμού η ατομική ακτίνα *αυξάνεται*, διότι αυξάνεται ο αριθμός των στιβάδων.

Σε μια **περίοδο** του Περιοδικού Πίνακα, με την αύξηση του ατομικού αριθμού η ατομική ακτίνα *ελαττώνεται*, διότι, ενώ τα στοιχεία μιας περιόδου έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων, αυξάνεται το φορτίο του πυρήνα και *έλκει ισχυρότερα* τα ηλεκτρόνια (εικόνες 2.9 και 2.10).

	1	2	13	14	15	16	17	18
1	H 0,37							He
2	Li 1,52	Be 1,12	B 0,88	C 0,77	N 0,75	O 0,73	F 0,72	Ne
3	Na 1,86	Mg 1,60	Al 1,43	Si 1,18	P 1,10	S 1,03	Cl 1,00	Ar
4	K 2,27	Ca 1,97	Ga 1,35	Ge 1,23	As 1,21	Se 1,19	Br 1,14	Kr
5	Rb 2,48	Sr 2,15	In 1,63	Sn 1,40	Sb 1,41	Te 1,43	I 1,33	Xe

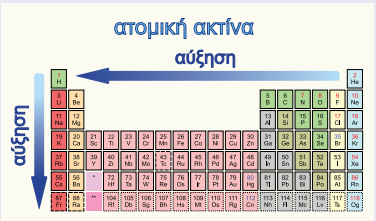
Εικόνα 2.10. Ατομικές ακτίνες στοιχείων (σε Å)

Η περιοδικότητα της ατομικής ακτίνας στον Περιοδικό Πίνακα σε συνάρτηση με τον ατομικό αριθμό εμφανίζεται στην εικόνα 2.11. (1Å = 10^{-10} m).



Εικόνα 2.11. Η ατομική ακτίνα σε συνάρτηση με τον ατομικό αριθμό

Το φορτίο του πυρήνα που επιδρά πραγματικά στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας, λόγω προάσπισής τους από τα ηλεκτρόνια των εσωτερικών στιβάδων, ονομάζεται **δραστικό πυρηνικό φορτίο**.



Εικόνα 2.9. Μεταβολή της ατομικής ακτίνας στον Π.Π.

Ενέργεια στιβάδων

Ατομική ακτίνα

Σύγκριση των ακτίνων μεταξύ ατόμων και ιόντων

Δραστηριότητα 2.6.

Ποια αναμένεται να είναι η σχέση της ακτίνας ενός ατόμου με την ακτίνα του αντίστοιχου: **α.** κατιόντος, **β.** ανιόντος;
Να γράψετε τις προτάσεις σας και να τις συζητήσετε με τα μέλη των άλλων ομάδων της τάξης σας.

.....

.....

.....

.....

.....

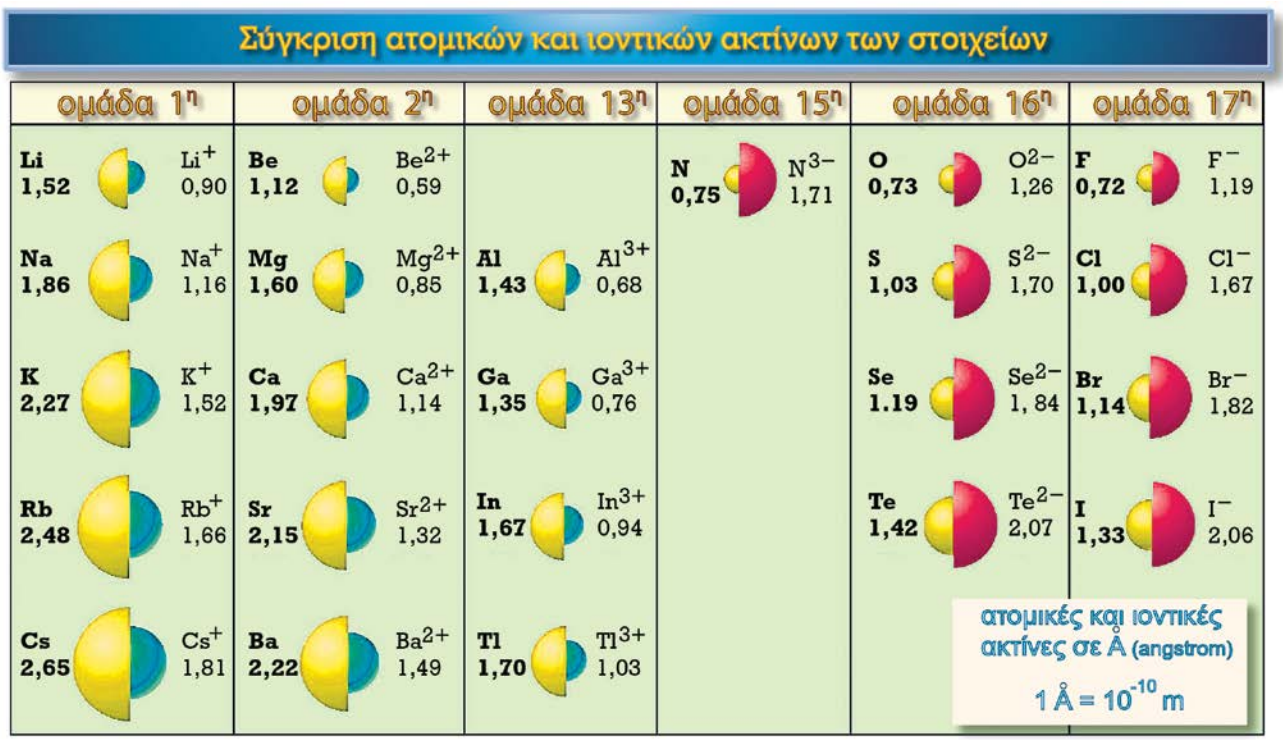
(ενδεικτικός χρόνος 5 λεπτά)

Για να δημιουργηθεί ένα *ανιόν* θα πρέπει να *προσληφθούν* ένα ή περισσότερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα ενός ατόμου. Κατά την πρόσληψη ηλεκτρονίων από το άτομο, αυξάνονται οι απώσεις μεταξύ των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας, με αποτέλεσμα το ανιόν να έχει μεγαλύτερη ακτίνα – μεγαλύτερο μέγεθος από το άτομο.

Π.χ. $_{17}Cl$ [K(2), L(8), M(7)] + 1 e^- → Cl^- [K(2), L(8), M(8)] ⇒ Cl^- > Cl.

Για να δημιουργηθεί ένα *κατιόν* θα πρέπει να *απομακρυνθούν* ένα η περισσότερα ηλεκτρόνια από την εξωτερική στιβάδα ενός ατόμου. Κατά την απομάκρυνση ηλεκτρονίων από το άτομο, προκύπτει κατιόν με μικρότερη ακτίνα – μικρότερο μέγεθος από το άτομο, διότι κατά κανόνα συνοδεύεται με απώλεια της εξωτερικής στιβάδας του (εικόνα 2.12).

Π.χ. $_{11}Na$ [K(2), L(8), M(1)] – 1 e^- → Na^+ [K(2), L(8)] ⇒ Na > Na^+.



Εικόνα 2.12. Ακτίνες ατόμων και των ιόντων τους

3. Διάκριση των στοιχείων σε μέταλλα και αμέταλλα, με βάση τη θέση τους στον Περιοδικό Πίνακα

Από τα άτομα των **μετάλλων** μπορούν, σχετικά εύκολα, να *αποσπαστούν* ηλεκτρόνια (δηλαδή, τα *μέταλλα* μπορούν να δράσουν ως *ηλεκτρονιοδότες*), ενώ τα άτομα των **αμετάλλων** μπορούν, σχετικά εύκολα, να προσλάβουν ηλεκτρόνια (δηλαδή, τα *αμέταλλα* μπορούν να δράσουν ως *ηλεκτρονιοδέκτες*).

Σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα από αριστερά προς τα δεξιά, *ελαττώνεται* ο **μεταλλικός** χαρακτήρας και αυξάνεται ο **αμεταλλικός** χαρακτήρας των στοιχείων.

Σε μία ομάδα του Περιοδικού Πίνακα από πάνω προς τα κάτω *αυξάνεται* ο **μεταλλικός** χαρακτήρας και *ελαττώνεται* ο **αμεταλλικός** χαρακτήρας των στοιχείων.

Δηλαδή, όσο πιο αριστερά και κάτω στον Περιοδικό Πίνακα βρίσκεται ένα στοιχείο τόσο αυξημένος είναι ο μεταλλικός του χαρακτήρας και όσο πιο δεξιά και πάνω στον Περιοδικό Πίνακα βρίσκεται ένα στοιχείο τόσο αυξημένος είναι ο αμεταλλικός του χαρακτήρας (εικόνα 2.13)*.

Δραστηριότητα 2.7.

Να αιτιολογήσετε τις μεταβολές του μεταλλικού και του αμεταλλικού χαρακτήρα σε μία ομάδα και σε μία περίοδο του Περιοδικού Πίνακα, με την αύξηση του ατομικού αριθμού.

.....

.....

.....

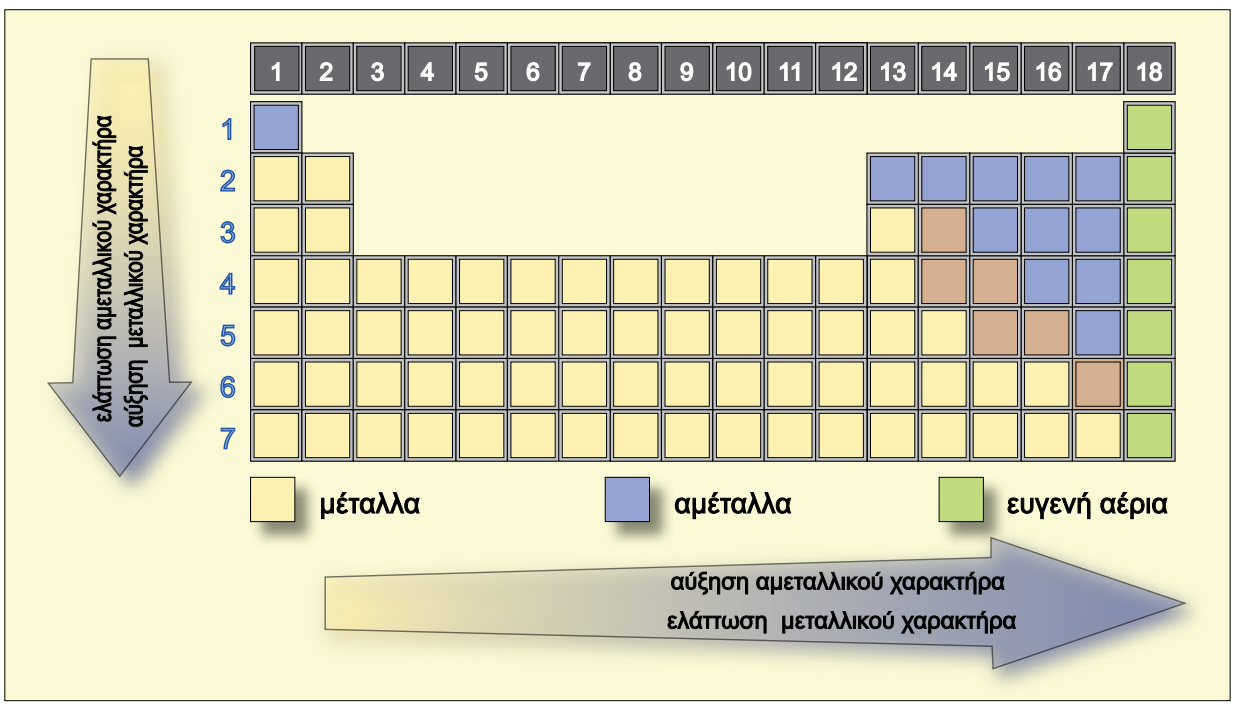
.....

.....

Γενικά, τα άτομα των **μετάλλων** έχουν **1-3 e** στην εξωτερική τους στιβάδα, ενώ τα άτομα των **αμετάλλων** έχουν **5-7 e**.

* Τα **ευγενή αέρια** (έχουν 8 e στην εξωτερική τους στιβάδα, εκτός από το He που έχει 2e) δεν έχουν την τάση να δίνουν ούτε να παίρνουν e.

Περιοδικός πίνακας - Μεταλλικός χαρακτήρας



Εικόνα 2.13. Μεταβολή μεταλλικού και αμεταλλικού χαρακτήρα στον Π.Π.

Δραστηριότητα 2.8.
Τοποθέτηση στοιχείων στον Περιοδικό Πίνακα

Ψηφιακό υλικό

(Ενδεικτικός χρόνος: 10 λεπτά)

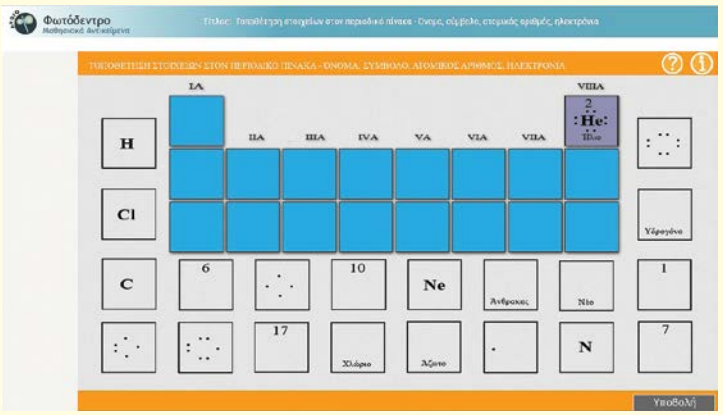
Ημερομηνία: ..... Ονοματεπώνυμο / α: .....

Με την είσοδο στον σύνδεσμο
(του: Φωτόδεντρο Μαθησιακά Αντικείμενα)

http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/2610?locale=el

παρουσιάζεται η εικόνα 1

Με άνοιγμα της εφαρμογής εμφανίζεται η εικόνα 2



Σύρετε και αφήστε τα δεδομένα στην έγχρωμη περιοχή του Περιοδικού Πίνακα.
Αφού τα τοποθετήσετε όλα, επιλέξτε Υποβολή, για να ελέγξετε την προσπάθειά σας.

Δραστηριότητα 2.9.
Ιδιότητες των αλκαλίων

Φύλλο εργασίας (ψηφιακό υλικό)

(Video: 2.26 λεπτά. Ενδεικτικός χρόνος: 10 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... Ονοματεπώνυμο: .....

Με την είσοδο στον σύνδεσμο
(του youtube.com) **https://www.youtube.com/watch?v=DxzFf1ku6cE**

Παρακολουθήστε το ψηφιακό υλικό: "Alkali metals in water, accurate!":

1. Να γράψετε τα χημικά σύμβολα των μετάλλων των αλκαλίων: .....
2. Γιατί τα αλκάλια φυλάσσονται μέσα σε αδρανή υλικά (π.χ. πετρελαϊκό αιθέρα);
   .....
3. Τα μέταλλα των αλκαλίων είναι σκληρότερα σε σύγκριση π.χ. με τον σίδηρο; .....
4. Από τις αντιδράσεις με το νερό ποιο θεωρείτε ότι είναι πιο δραστικό και γιατί;
   .....

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (2)
Περιοδικός Πίνακας (Π.Π.)

(Ενδεικτικός χρόνος: 20 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... Ονοματεπώνυμο: .....

1. Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις.

α. Στον σύγχρονο Περιοδικό Πίνακα τα στοιχεία κατατάσσονται κατά αυξανόμενο ..... αριθμό.

β. Ο Περιοδικός Πίνακας περιλαμβάνει 7 σειρές στοιχείων που λέγονται ..... και 18 στήλες στοιχείων που λέγονται ..... .

γ. Τα αλκάλια είναι στοιχεία της ..... ομάδας του Π.Π. Δύο αλκάλια είναι το ..... και το ..... .

δ. Η 17η ομάδα είναι η ομάδα των ..... . Τα τρία πρώτα στοιχεία της είναι το ..... , το ..... και το ..... .

ε. Το στοιχείο $_{20}$Ca ανήκει στην ομάδα των ..... γαιών. Με βάση την κατανομή των ηλεκτρονίων του, η οποία είναι ..... ανήκει στη ..... ομάδα και στην ..... περίοδο του Π.Π.

στ. Το στοιχείο Σ βρίσκεται στην 3η περίοδο και στην 17η ομάδα του Π.Π. Ο ατομικός αριθμός του θα είναι ..... .

ζ. Όσο αυξάνεται ο ατομικός αριθμός, η ατομική ακτίνα σε μία ομάδα ..... και σε μία περίοδο ..... .

η. Η ακτίνα του Na^+ είναι ..... από την ακτίνα του Na και η ακτίνα του Cl^- είναι ..... από την ακτίνα του Cl.

2. Στο ακόλουθο απόσπασμα του Π.Π. γράφονται μερικά στοιχεία με γράμματα του ελληνικού αλφαβήτου.

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

		Ομάδα								
		1η	2η		13η	14η	15η	16η	17η	18η
Περίοδος	1η									
	2η	Γ						Δ	Θ	Λ
	3η						Φ			
	4η								Σ	Τ
	5η	Ξ	Π							
	6η									
	7η									

α. Το στοιχείο Ξ ανήκει στην 1η ομάδα, η οποία ονομάζεται ομάδα των ..... . Παρόμοιες χημικές ιδιότητες με το Ξ θα εμφανίζει το στοιχείο ..... .

β. Στα μέταλλα ανήκουν τα στοιχεία: ....., ... και ..... .

γ. Τα αλογόνα ανήκουν στη ..... ομάδα και είναι τα ..... και ..... .

δ. Τα ευγενή αέρια ανήκουν στη ..... ομάδα και είναι το ..... και το ..... .

ε. Μεγαλύτερη ατομική ακτίνα από όλα τα στοιχεία αυτά του πίνακα έχει το ..... ενώ τη μικρότερη έχει το ..... .

στ. Το άτομο του στοιχείου Φ έχει ..... ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα.

Ανακεφαλαίωση

- Το **άτομο** αποτελείται από τον **πυρήνα** και τα **ηλεκτρόνια**.
  Στον πυρήνα περιέχονται τα πρωτόνια με θετικό ηλεκτρικό φορτίο και τα νετρόνια χωρίς φορτίο. Γύρω από τον πυρήνα κινούνται τα ηλεκτρόνια που έχουν αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο. Το άτομο είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.

- Σύμφωνα με το **μοντέλο του Bohr,** τα ηλεκτρόνια κινούνται γύρω από τον πυρήνα σε κυκλικές τροχιές ορισμένης ενέργειας.
  Κατά τη μετακίνηση ηλεκτρονίου από μία τροχιά σε άλλη απορροφάται ή εκλύεται ποσό ενέργειας, ίσο με τη διαφορά ενεργειών των δύο τροχιών.

- **Ατομικός αριθμός** *(Z)* είναι ο αριθμός των πρωτονίων στον πυρήνα του ατόμου.
  Μαζικός αριθμός *(A)* είναι το άθροισμα του αριθμού των πρωτονίων και των νετρονίων στον πυρήνα του ατόμου.
  Ισότοπα είναι τα άτομα τα οποία έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό αλλά διαφορετικό μαζικό.

- Η ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας **(u)** είναι το 1/12 της μάζας ενός ατόμου του άνθρακα-12.
  Σχετική Ατομική μάζα (A_r) είναι ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα ενός ατόμου του στοιχείου από το 1u.
  Σχετική Μοριακή μάζα (M_r) μιας ουσίας είναι ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του μορίου του στοιχείου ή της χημικής ένωσης από το 1u.

- Τα ηλεκτρόνια του ατόμου κατανέμονται κατά σειρά αυξανόμενης ενέργειας στις στιβάδες K, L, M, N, O, P, Q,...
  Σε μία στιβάδα ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων είναι $2n^2$ (n: αριθμός στιβάδας).
  Η **εξωτερική στιβάδα** οποιουδήποτε ατόμου δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια.
  Ιόν ονομάζεται το σωματίδιο που είναι ηλεκτρικά φορτισμένο. Μπορεί να είναι ανιόν (αρνητικά φορτισμένο) ή κατιόν (θετικά φορτισμένο).

- Ο **Περιοδικός Πίνακας** (Π.Π.) αποτελείται από 7 σειρές που λέγονται **περίοδοι** και 18 στήλες που λέγονται **ομάδες**.
  Τα στοιχεία τοποθετούνται στον Π.Π. κατά αυξανόμενο ατομικό αριθμό και οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού.
  Τα στοιχεία μιας περιόδου έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων. Σε κάθε περίοδο υπάρχει βαθμιαία μεταβολή των ιδιοτήτων των στοιχείων.
  Τα στοιχεία μιας ομάδας έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες, επειδή έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα.

Ταξίδι στον χρόνο

Οι αρχαίοι Έλληνες φιλόσοφοι και η συμβολή τους στη Χημεία

Η αρχαία Ελλάδα και ο πολιτισμός της είναι ασφαλώς συνέχεια του πολιτισμού των λαών της Μεσοποταμίας και της αρχαίας Αιγύπτου, με μία όμως πολύ μεγαλύτερη δυναμική. Οι αρχαίοι Έλληνες υιοθέτησαν και αξιοποίησαν πολλά από τα επιτεύγματα των αρχαίων Αιγυπτίων στις τεχνικές της μεταλλουργίας, της υαλουργίας, της βαφής υφασμάτων και των αρωματικών υλών.

Τους αρχαίους Έλληνες απασχολούσε όχι τόσο το «πώς», αλλά το «γιατί», δηλαδή η αναζήτηση της αλήθειας και των αιτίων. Σύμφωνα με τους αρχαιολόγους, η συνεισφορά των αρχαίων Ελλήνων διανοητών στις φυσικές επιστήμες ήταν κυρίως οι θεωρητικές έννοιες. Στην αρχαία Ελλάδα πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά η απόδοση των φυσικών φαινομένων σε φυσικά αίτια, η απόρριψη των υπερφυσικών δυνάμεων που επικαλούνταν άλλοι λαοί και η αντικατάστασή τους από φυσικούς νόμους.

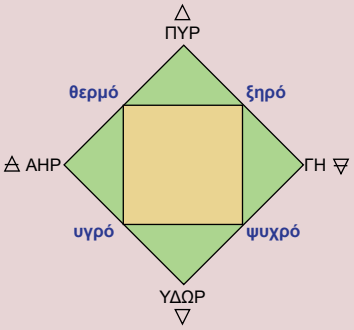
Οι ιδέες των αρχαίων Ελλήνων φιλοσόφων ήταν η απαρχή πολλών σημερινών εννοιών των φυσικών επιστημών. Η αρχαία ελληνική φυσική φιλοσοφία είχε μεγάλη επίδραση και στη σύγχρονη Χημεία, είτε άμεσα είτε έμμεσα. Μερικές από αυτές τις ιδέες που υπάρχουν ακόμη και σήμερα είναι:

(α) Η έννοια του στοιχείου

Η θεωρία των τεσσάρων βασικών στοιχείων (γη, ύδωρ, πυρ και αήρ) διατυπώθηκε από τον Εμπεδοκλή (495-435 π.Χ., από τον Ακράγαντα, Σικελία). Τα τέσσερα στοιχεία ήταν μέρος της φιλοσοφικής του συμβολής και ιδιαίτερα το ποίημα «Περί Φύσεως». Τα πάντα είναι συνδυασμοί αυτών των τεσσάρων στοιχείων. Τα στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους με σχέσεις «φιλότητας» (φιλία, έλξη, τάση προς συνένωση) ή σχέσεις «νείκους» (εχθρότητα, άπωση, τάση προς διάσπαση).

(β) Η έννοια του ατόμου

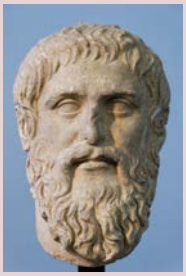
Η ατομική θεωρία για τη συγκρότηση της ύλης διατυπώθηκε αρχικά από τον **Λεύκιππο** (5ος αιώνας π.Χ., Μίλητος). Για τον Λεύκιππο λίγα πράγματα είναι γνωστά. Έζησε κατά την περίοδο (περίπου) 480-420 π.Χ. Η θεωρία του Λεύκιππου διατυπώθηκε πιο συστηματικά από τον μαθητή του **Δημόκριτο** (460-370 π.Χ., 'Αβδηρα, Θράκη), ο οποίος υποστήριζε ότι τα άτομα είναι τα μικρότερα σωματίδια της ύλης. Τα άτομα (α-στερητικό + τομή) είναι άτμητα, άφθαρτα, αναλλοίωτα και κινούνται αδιάκοπα στον χώρο. Υπάρχουν άπειρα είδη ατόμων σε συνεχή κίνηση και οποιαδήποτε μεταβολή της ύλης δεν είναι παρά ένα είδος ανασυνδυασμού των ατόμων. Οι ιδιότητες των υλικών καθορίζονται από το σχήμα των ατόμων. Τα άτομα των υγρών είναι σφαιρικά, γι' αυτό και τα υγρά απλώνονται στις επιφάνειες. Αντίθετα, τα άτομα των στερεών έχουν ακανόνιστο σχήμα, γι' αυτό και τα στερεά σώματα διατηρούν τη μορφή τους. Η έννοια του ατόμου στη σύγχρονη Χημεία έμελλε να καθιερωθεί 24 αιώνες αργότερα με τη διατύπωση της ατομικής θεωρίας (1808) από τον Άγγλο χημικό και φυσικό John Dalton.



Διάγραμμα με δύο τετράγωνα που έχουν τα βασικά στοιχεία και τις ιδιότητές τους στις κορυφές τους, κατά την αρχαία ελληνική φιλοσοφία.

Εμπεδοκλής
(495 - 435 π.Χ.)

Δημόκριτος
(460-370 π.Χ.)



Πλάτων
(428 - 348 π.Χ.)

Πλάτωνας και Αριστοτέλης. Λεπτομέρεια από τον πίνακα του Raphael «Η Σχολή των Αθηνών» (1510).

Τα πέντε κανονικά πολύεδρα (Πλατωνικά στερεά) των στοιχείων της φύσης, σύμφωνα με τον Αριστοτέλη.

(γ) Η διατήρηση της μάζας

Η θεωρία της αφθαρσίας της ύλης διατυπώθηκε παράλληλα από τον Δημόκριτο και τον Διογένη τον Απολλωνιάτη (5ος αιώνας π.Χ.). Χαρακτηριστική είναι η ρήση του Δημοκρίτου: «*Μηδέν εκ του μη όντος γίγνεσθαι μηδ' ες το μη ον φθείρεσθαι*» («Τίποτα δεν γίνεται από το τίποτα και τίποτα δεν καταστρέφεται ώστε να γίνει τίποτα»).

Οι ιδέες αυτές διαδόθηκαν κυρίως με τη διδασκαλία του Επίκουρου και αργότερα από το εκτενές φιλοσοφικό ποίημα του Λουκρητίου (Τίτος Λουκρήτιος Κάρος, 98-53 π.Χ., Ρωμαίος φιλόσοφος) που είχε τίτλο *De Rerum Natura* (Περί της Φύσεως των Πραγμάτων), όπου και εξηγούσε τις αρχές της ατομικής θεωρίας του Δημόκριτου.

Ο **Επίκουρος** (Σάμος 341 - Αθήνα 270 π.Χ.) ήταν Έλληνας φιλόσοφος, ο οποίος στις βασικές αρχές της διδασκαλίας του διατύπωνε ότι το σύμπαν είναι άπειρο και αιώνιο - τα γενόμενα στον κόσμο συμβαίνουν τελικά, με βάση τις κινήσεις και τις αλληλεπιδράσεις των ατόμων που βρίσκονται σε έναν κενό χώρο.

Η ατομική θεωρία του Δημόκριτου για την ύλη έμεινε στο περιθώριο για πολλούς αιώνες. Οι υλιστικές θεωρίες περί ατόμων, αφθαρσίας της ύλης και των στοιχείων δεν είχαν προοπτική διάδοσης, αφού έπεσαν στη δυσμένεια των φιλοσόφων Πλάτωνα (428-348 π.Χ.) και Αριστοτέλη (384-322 π.Χ.).

Ο **Αριστοτέλης**, ο πολυγραφότερος διαλεκτικός φιλόσοφος της αρχαιότητας, με τις θεωρίες του επηρέασε τη δυτική φιλοσοφική και επιστημονική σκέψη μέχρι και τον 17ο αιώνα. Έγραψε βιβλία για τη Φυσική («Φυσική ακρόαση», «Περί ουρανού», «Περί γενέσεως και φθοράς», «Μετεωρολογικά» και «Περί κόσμου»), για τη Βιολογία («Περί ζώων ιστορίας», «Περί ζώων μορίων», «Περί ζώων πορείας», «Περί ζώων κινήσεως», «Περί ζώων γενέσεως» και «Περί φυτών») και για πολλούς άλλους κλάδους (Φιλοσοφία, Ψυχολογία, Λογική, Πολιτική κ.ά.).

Ο Αριστοτέλης διατύπωσε τη θεωρία της ύπαρξης του πέμπτου στοιχείου της φύσης (πέραν των τεσσάρων: γη, ύδωρ, πυρ και αήρ, που πίστευαν οι Ίωνες φιλόσοφοι). Πρόσθεσε και τον αιθέρα (καθαρός, φρέσκος αέρας, καθαρός ουρανός, το υλικό που συμπληρώνει το σύμπαν πάνω από τη γήινη σφαίρα) στο κέντρο του κλασικού τετραγώνου των στοιχείων.

Η πρώτη αναφορά στην έννοια «στοιχείον» έγινε από τον **Πλάτωνα**, περίπου το 360 π.Χ. στον διάλογό του «Τίμαιος», όπου περιλαμβάνεται μια συζήτηση πάνω στη σύνθεση των ανόργανων και των οργανικών σωμάτων, μια πρωταρχική προσέγγιση πάνω στη Χημεία. Ο Πλάτωνας θεωρούσε ότι το μικρότερο σωματίδιο κάθε στοιχείου αντιστοιχούσε σε ένα από τα πέντε κανονικά πολύεδρα (με έδρες κανονικά πολύγωνα και ίσες όλες μεταξύ τους), τα οποία είναι γνωστά και ως «Πλατωνικά στερεά»: το τετράεδρο (η φωτιά), ο κύβος (η γη), το οκτάεδρο (ο αέρας), το δωδεκάεδρο (ο αιθέρας) και το εικοσάεδρο (το νερό).

Με την κυριαρχία της φιλοσοφίας του Αριστοτέλη, οι ιδέες του επηρέασαν την εξέλιξη των φυσικών επιστημών. Οι θεωρίες του αποτέλεσαν το υπόβαθρο της αντίληψης του κόσμου από τους θρησκευτικούς καθοδηγητές της Χριστιανικής εκκλησίας, αφού η φύση γινόταν κατανοητή, όχι με την παρατήρηση και το πείραμα, αλλά από τα αναγραφόμενα στα θρησκευτικά βιβλία.

Διασκευή από: http://webapps.chem.uoa.gr/efs/chemicals/chem_history.htm

Το χρονικό της ανακάλυψης του Περιοδικού Πίνακα

1. Χρονολογίες ανακάλυψης των στοιχείων

Μέχρι το 1 μ.Χ.	Au	Ag	Cu	Fe	Pb	Sn	Hg	S	C
1-1735 (Αλχημιστές)	As	Sb	Bi	Zn					
1735-1800	Co H U	Pt N Sr	Ni O Ti	Cl Y	Mn Zr	Mo V	W Cr	Tc Be	
1801-1805	Nb	Ta	Ce	Pd	Rh	Os	Ir		
1805-1815	Na	K	Ba	Ca	Mg	B	F	I	
1815-1825	Li	Cd	Se	Si					
1825-1845	Al	Br	Th	La	Tb	Er	Ru		
1845-1860									
1860-1863	Cs	Rb	Tl	In					
1863-1875									
1875-1885	Ga	Yb	Sm	Sc	Ho	Tm			
1885-1895	Pr	Nd	Gd	Dy	Ge	Ar			
1895-1905	He	Kr	Ne	Xe	Rn	Ra	Ac	Po	Eu

2. Το χρονικό της ανακάλυψης του Περιοδικού Νόμου / Πίνακα

α. *Πρόδρομοι* του Περιοδικού Πίνακα θεωρούνται οι: Dobereiner (1829), Gmelin (1843), Hess (1849), Kremers (1852), Lenssen (1857), Pettenkofer (1858), Dumas (1858), Strecker (1859).

β. *Συνδιαμορφωτές* του Περιοδικού Πίνακα θεωρούνται οι: De Chancourtois (1862), Odling (1864), Newlands (1864, 1865), Hinrichs (1867), Meyer (1864, 1870), Mendeleev (1869, 1871).

2.1. Johann Wolfgang Dobereiner (Γερμανός χημικός)

Το **1829** ο Dobereiner δημοσίευσε εργασία του με μια ταξινόμηση ορισμένων στοιχείων σε **τριάδες** («νόμος των τριάδων»). Η ταξινόμηση βασίστηκε στην παρατήρηση / διαπίστωση του Dobereiner ότι *τα στοιχεία κάθε τριάδας είχαν παρόμοιες χημικές ιδιότητες*. Παρατήρησε ακόμη, ότι σε *κάθε τριάδα το ατομικό βάρος του μεσαίου στοιχείου ήταν περίπου ο αριθμητικός μέσος των ατομικών βαρών των δύο άλλων στοιχείων*.

Έγραφε ο Dobereiner το 1829 στο περιοδικό *Annalen der Physik und der Chemie: «Η εργασία του Berzelius πάνω στον προσδιορισμό των ατομικών βαρών του βρωμίου και του ιωδίου είχε μεγάλο ενδιαφέρον για μένα, επειδή στήριξε την ιδέα την οποία διατύπωσα νωρίτερα στις διαλέξεις μου, ότι το ατομικό βάρος του βρωμίου ίσως να είναι ο αριθμητικός μέσος των ατομικών βαρών του χλωρίου και του ιωδίου. Αυτή η ιδέα ήταν το κίνητρο για μια προσπάθεια που έκανα 12 χρόνια νωρίτερα να ταξινομήσω στοιχεία σε σύνολα με βάση τις αναλογίες τους»*.

Χλώριο	Ασβέστιο	Λίθιο	Θείο
Βρώμιο	Στρόντιο	Νάτριο	Σελήνιο
Ιώδιο	Βάριο	Κάλιο	Τελούριο

J. Dobereiner (1780-1849)

A. Chancourtois (1820-1886)

W. Odling (1828-1921)

J. Newlands (1838-1898)

2.2. Alexandre de Chancourtois (Γάλλος γεωλόγος)

Το **1862** ο *Chancourtois* ταξινόμησε 24 στοιχεία (από τα 61 γνωστά) σε σπείρα περιτυλιγμένη σε κύλινδρο («Vis tellurique» / «τελλουρική έλικα») με βάση τα ατομικά βάρη τους, έτσι ώστε μετά από έναν ορισμένο αριθμό να εμφανίζονται στοιχεία με παρόμοιες ιδιότητες στην ίδια στήλη, στον κύλινδρο (δηλαδή στην ταξινόμηση του Chancourtois εμφανίζεται, για πρώτη φορά, η περιοδικότητα).

2.3. William Odling (Άγγλος χημικός)

Το **1864** ο Odling ταξινόμησε 57 στοιχεία με αυξανόμενο ατομικό βάρος. Ο Odling στην ταξινόμησή του αυτή δίνει μεγαλύτερη έμφαση στις ομοιότητες (φυσικές-χημικές) των στοιχείων παρά στην περιοδικότητα, ενώ αφήνει κενές θέσεις για νέα στοιχεία.

Ο Odling διαδέχτηκε τον Faraday στο Βασιλικό Ινστιτούτο και αργότερα έγινε καθηγητής Χημείας στην Οξφόρδη.

2.4. John Newlands (Άγγλος χημικός)

Το **1865** ο Newlands ταξινόμησε 62 στοιχεία με αυξανόμενο ατομικό βάρος (χρησιμοποιώντας αριθμούς κατά σειρά, αντί τιμές ατομικών βαρών) και παρατήρησε ότι: *«μετά από κάθε 7 στοιχεία, το 8ο εμφάνιζε παρόμοιες χημικές ιδιότητες με το 1ο της κάθε οκτάδας»*. Την κανονικότητα αυτή ο Newlands την ονόμασε, προσωρινά, **«νόμο των οκτάβων»** (όπως οι 8 νότες μιας οκτάβας στη μουσική).

Η ταξινόμηση του Newlands (*Chemical News*, **1865**)

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	**F** 8	**Cl** 15	**Co & Ni** 22	**Br** 29	**Pd** 36	**I** 42	**Pt & Ir** 50
Li 2	**Na** 9	**K** 16	**Cu** 23	**Rb** 30	**Ag** 37	**Cs** 44	**Tl** 53
G 3	**Mg** 10	**Ca** 17	**Zu** 24	**Sr** 31	**Cd** 38	**Ba & V** 45	**Pb** 54
Bo 4	**Al** 11	**Cr** 19	**Y** 25	**Ce & La** 33	**U** 40	**Ta** 46	**Th** 56
C 5	**Si** 12	**Ti** 18	**In** 26	**Zr** 32	**Sn** 39	**W** 47	**Hg** 52
N 6	**P** 13	**Mn** 20	**As** 27	**Di & Mo** 31	**Sb** 41	**Nb** 48	**Bi** 55
O 7	**S** 14	**Fe** 21	**Se** 28	**Ro & Ru** 31	**Te** 43	**Au** 49	**Os** 51

Το 1866 (1 Μαρτίου) ο Newlands παρουσίασε την εργασία του στη Χημική Εταιρεία του Λονδίνου (*London Chemical Society*), όπου στη συζήτηση που επακολούθησε ο Δρ. Gladstone διατύπωσε αντιρρήσεις σχετικά με το ότι *«στην ταξινόμηση αυτή έχει υποτεθεί ότι δεν υπάρχουν στοιχεία που μπορεί να ανακαλυφθούν»*, ενώ ο G. Foster (καθηγητής στο University College London) ρώτησε ειρωνικά, *«αν ο αξιότιμος ομιλητής δοκίμασε να τοποθετήσει τα στοιχεία με αλφαβητική σειρά»!*

Τελικά, η *Chemical Society* αρνήθηκε να δημοσιεύσει την εργασία του Newlands. Ο λόγος απόρριψης της εργασίας, όπως ανέφερε ο W. Odling (γραμματέας της Chemical Society), ήταν ότι *«αποφάσισαν να μη δημοσιεύουν θεωρητικές εργασίες, διότι οδηγούν σε αμφιλεγόμενες αντιπαραθέσεις»*.

2.5. Lothar Meyer (Γερμανός χημικός, καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Μπρεσλάου)

Το **1864** ο Meyer εξέδωσε το βιβλίο *«Die Modernen Theorien der Chemie»* (*«Οι μοντέρνες θεωρίες της χημείας»*). Στο βιβλίο αυτό ο Meyer περιλαμβάνει τρεις πίνακες:

- έναν πίνακα στον οποίο έχει ταξινομήσει 28 στοιχεία, κατ' αυξανόμενο ατομικό βάρος, σε 6 ομάδες / στήλες, με βάση τα «σθένη» (werthig) τους και τις διαφορές των ατομικών βαρών τους.

Πίνακας του Meyer, 1864
(*από το βιβλίο του*: ***"Die Modernen Theorien der Chemie"***)

4 werthig	3 werthig	2 werthig	1 werthig	1 werthig	2 werthig
				Li = 7,03	(Be = 9,3?)
C = 12,0	N = 14,04	O = 16,00	F = 19,0	Na = 23,05	Mg = 24,0
Si = 28,5	P = 31,0	S = 32,07	Cl = 35,46	K = 39,13	Ca = 40,0
–	As = 75,2	Se = 78,8	Br = 79,97	Rb = 85,4	Sr = 87,6
Sn = 117,6	Sb = 120,6	Te = 128,3	J = 126,8	Cs = 133,0	Ba = 137,1
Pb = 207,0	Bi = 208,0	–	–	(Ti = 204?)	–

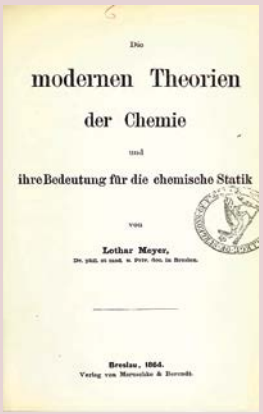
- δύο μικρότερους πίνακες με 6 και 16 στοιχεία (τα ονομαζόμενα σήμερα *στοιχεία μετάπτωσης*):

4 werthig	4 werthig	4 werthig	2 werthig	
Mn = 55,1 Fe = 56,0	Ni = 58,7	Co = 58,7	Zn = 65,0	Cu = 63,5
Ru = 104,3	Rh = 104,3	Pd = 106,0	Cd = 111,9	Ag = 107,91
Pt = 197,1	Ir = 197,1	Os = 199,0	Hg = 200,2	Au = 196,7

4 werthig	6 werthig
Ti = 48	Mo = 92
Zr = 90	Vd = 137
Ta = 137	W = 184

Ο **Meyer** στην ταξινόμησή του αυτή (50 στοιχεία, από τα 63 γνωστά): **α.** εμφανίζει την **περιοδικότητα** (σε υψηλό βαθμό, χωρίς να την επισημαίνει), **β.** κάνει **αντιστροφές** (π.χ. Te - I), γ) αφήνει **κενές θέσεις** για νέα στοιχεία.

L. Meyer (1830-1895)



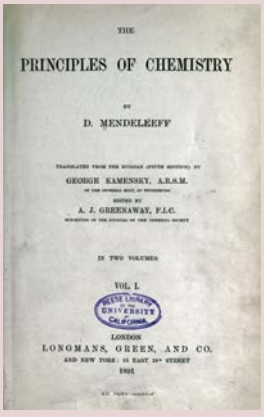
2.6. Dmitri Mendeleev (Ρώσος χημικός, καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Πετρούπολης)

Το **1868** ο **Mendeleev** άρχισε να γράφει για τους φοιτητές του διδακτικό βιβλίο με τίτλο: «OSNOVY XHMIH» («Αρχές Χημείας»).

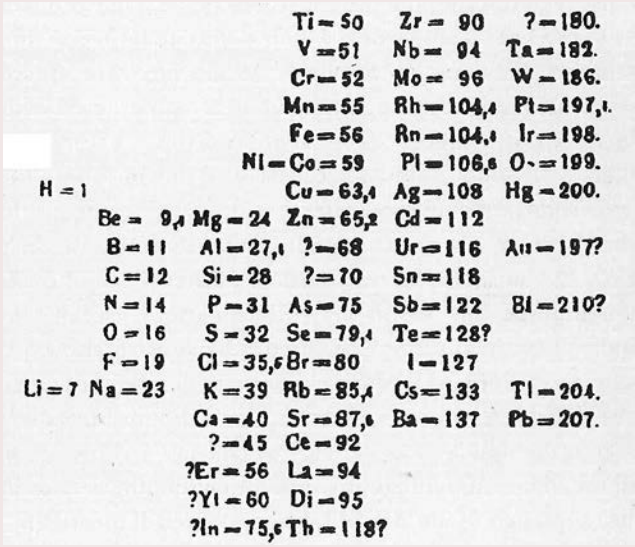
Αφού ολοκλήρωσε τη γραφή του 1ου τόμου, ξεκίνησε στις αρχές του 1869 τη γραφή του 2ου τόμου και, θέλοντας να μεθοδεύσει τα περιεχόμενα του βιβλίου αλλά και να τα συνδέσει με αυτά του 1ου τόμου, ο Mendeleev έκανε διάφορες προσπάθειες ταξινόμησης – οργάνωσης των στοιχείων. Άρχισε να διευθετεί τα 63 γνωστά έως τότε στοιχεία με βάση το *ατομικό βάρος* τους και την ομοιότητα των *ιδιοτήτων* και του σθένους τους.

Στις 17 Φεβρ. **1869** ο Mendeleev κατέγραψε σε χαρτιά διάφορες ταξινομήσεις των στοιχείων και μάλιστα μία από αυτές στο πίσω μέρος επιστολής που είχε λάβει (κατά μία άλλη εκδοχή, κατέγραψε σε κάρτες τις χαρακτηριστικές *χημικές* και *φυσικές ιδιότητες* των στοιχείων, τα ατομικά βάρη και τα σθένη τους και στη συνέχεια διευθέτησε τις κάρτες με διάφορους *τρόπους-συνδυασμούς*) και κατέληξε στην επόμενη ταξινόμηση – ανακάλυψε τον **«περιοδικό νόμο»**: *«Τα στοιχεία όταν τοποθετούνται με βάση τις τιμές των ατομικών βαρών τους, παρουσιάζουν μια διακριτή περιοδικότητα στις ιδιότητές τους»*.

D. Mendeleev (1834-1907)



Την 1η Μαρτίου **1869**, ο Mendeleev έστειλε σε πολλούς Ρώσους και ξένους χημικούς ένα φύλλο χαρτί με εκτυπωμένη την «τελική» παραλλαγή του συστήματός του:



				Ti = 50	Zr = 90	? = 180.		
				V = 51	Nb = 94	Ta = 182.		
				Cr = 52	Mo = 96	W = 186.		
				Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,1.		
				Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.		
				Ni = Co = 59	Pl = 106,6	Os = 199.		
H = 1				Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.		
	Be = 9,4	Mg = 24		Zn = 65,2	Cd = 112			
	B = 11	Al = 27,4		? = 68	Ur = 116	Au = 197?		
	C = 12	Si = 28		? = 70	Sn = 118			
	N = 14	P = 31		As = 75	Sb = 122	Bi = 210?		
	O = 16	S = 32		Se = 79,4	Te = 128?			
	F = 19	Cl = 35,5		Br = 80	I = 127			
Li = 7	Na = 23	K = 39		Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.		
		Ca = 40		Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.		
		? = 45		Ce = 92				
		?Er = 56		La = 94				
		?Yt = 60		Di = 95				
		?In = 75,6		Th = 118?				

Ο 1ος Πίνακας του **Mendeleev** (δημοσιεύτηκε στο γερμανικό περιοδικό *Zeitschrift fur Chemie*, 12, 405, 1869)

Ο **Mendeleev** στην ταξινόμησή του αυτή (63 στοιχεία): **α.** εμφανίζει την **περιοδικότητα** (σε υψηλό βαθμό και είναι ο πρώτος που την επισημαίνει), **β.** κάνει **αντιστροφές** (π.χ. Te - I), γ) **αφήνει κενές θέσεις** (με ?) για νέα στοιχεία.

Η 1η ανακοίνωση για την ανακάλυψη αυτή έγινε στη συνεδρίαση της *Ρώσικης Χημικής Εταιρείας* (RCS), στις 6 Μαρτίου 1869, με τίτλο: *«Μια δοκιμή συστήματος στοιχείων, βασισμένη στο ατομικό βάρος τους και στη χημική ομοιότητα»*. Την εργασία παρουσίασε ο χημικός N. Menshutkin, γραμματέας της RCS και φίλος του Mendeleev, διότι ο ίδιος ήταν σε αποστολή εκτός Πετρούπολης.

Προβλεπτική και διορθωτική ικανότητα του περιοδικού νόμου (Mendeleev)

α. Διορθώσεις ατομικών βαρών ορισμένων στοιχείων

Ο Mendeleev, προκειμένου να διασφαλίσει την περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων (να διατηρήσει τις *χημικές αναλογίες*), όχι μόνο κάνει αντιστροφές στις θέσεις κάποιων στοιχείων (παρά τη σχέση των ατομικών βαρών τους), αλλά αντιτίθεται στα πειραματικά δεδομένα και **«διορθώνει»** τα **ατομικά βάρη** κάποιων στοιχείων (διορθώνει εμπειρικά δεδομένα με βάση τη θεωρία - χωρίς να κάνει κάποιο νέο πείραμα!), θεωρώντας ότι, *αν το ατομικό βάρος ενός στοιχείου οδηγεί σε λάθος ομάδα του πίνακα, τότε η τιμή του θα είναι λανθασμένη.*

Π.χ. ο Mendeleev διόρθωσε σωστά τα ατομικά βάρη των εξής στοιχείων:

Στοιχείο	Τιμή A_r προ 1869	Διορθωμένη τιμή A_r από τον Mendeleev	Τιμή A_r (σήμερα)
Βηρύλλιο (Be)	14	9,4	9,0
Τιτάνιο (Ti)	52	48	47,9
Δημήτριο (Ce)	92	140	140,1
Ουράνιο (U)	120	240	238

β. Πρόβλεψη της ύπαρξης «άγνωστων» στοιχείων και των ιδιοτήτων τους και επαλήθευση των προβλέψεων του Mendeleev

Το **1871** ο Mendeleev δημοσίευσε στο περιοδικό της «RCS» άρθρο με θέμα: *«Φυσικό σύστημα των στοιχείων και εφαρμογή του για την υπόδειξη των ιδιοτήτων στοιχείων που δεν έχουν ανακαλυφθεί»*. Το άρθρο αυτό αφορούσε την περιγραφή των ιδιοτήτων για τρία άγνωστα στοιχεία που αντιστοιχούσαν στα τρία κενά του πίνακά του – στις θέσεις κάτω από τα στοιχεία: βόριο, αλουμίνιο και πυρίτιο. Αυτά τα στοιχεία τα ονόμασε (προσωρινά) με χρήση του προθέματος *έκα-* (σανσκριτικά: ένα): εκα-βόριο, εκα-αλουμίνιο και εκα-πυρίτιο.

Οι προβλέψεις του Mendeleev *επαληθεύτηκαν* με τις ανακαλύψεις των στοιχείων αυτών μερικά χρόνια αργότερα:

i. Ανακάλυψη Εκα-αλουμινίου (Γάλλιο / Ga)

Το **1875** ο Γάλλος χημικός **Lecoq Boisbaudran** (1838-1912) μελετώντας ένα είδος ορυκτού σφαλερίτη (ZnS), ανακάλυψε ένα νέο στοιχείο που το ονόμασε **γάλλιο** (προς τιμήν της πατρίδας του - Gallia ή του ίδιου, διότι lecoq = gallus = κόκορας).

Ο Boisbaudran εργάστηκε πολύ σκληρά (~20 μήνες, με ~400 kg μεταλλεύματος) για να πάρει ~1g γαλλίου. Προσδιόρισε πειραματικά την *πυκνότητα*, το σ.τ., την ένωσή του με οξυγόνο κ.ά. και δημοσίευσε τα αποτελέσματά του στο περιοδικό *«Comptes Rendus de L' Academie des Sciences»*, *81*, 1875.

Ποια ήταν η έκπληξη του Boisbaudran, όταν πήρε, μέσω της Ακαδημίας Επιστημών του Παρισιού, ένα γράμμα από τη Ρωσία που του γνωστοποιούσε ότι το στοιχείο αυτό είχε προβλεφθεί, είχε ονομασθεί εκα-αλουμίνιο και ότι: *«Στην περιγραφή των ιδιοτήτων του γαλλίου είναι όλα σωστά, εκτός από την πυκνότητά του, που δεν είναι 4,7 αλλά 5,9»*.

Ο Boisbaudran επαναπροσδιόρισε την πυκνότητα του γαλλίου, υποβάλλοντάς το σε πιο επιμελημένο καθαρισμό και βρήκε ότι είχε κάνει λάθος –η πυκνότητα του γαλλίου ήταν 5,9! *Μήπως είχε ανακαλύψει το Ga και κάποιος άλλος;* Όχι. Ο συντάκτης της επιστολής δεν ήταν άλλος από τον Mendeleev, ο οποίος χωρίς να έχει δει το γάλλιο, είχε δίκιο. Ο θεωρητικός, δηλαδή, είχε «δει» τις ιδιότητες ενός στοιχείου, σαφέστερα από τον χημικό που το είχε ανακαλύψει πειραματικά.

	Εκα-αλουμίνιο (Προβλέψεις Mendeleev το 1871)	**Γάλλιο** (Ανακαλύφθηκε το 1875)
Ατομικό βάρος	68	69,9
Πυκνότητα	5,9	5,94
Σημείο τήξης	χαμηλό	30,15° C
Χημική συμπεριφορά	• Δεν θα προσβάλλεται από τον αέρα • Θα διασπά τους υδρατμούς σε υψηλή θερμοκρασία • Θα διαλύεται αργά σε οξέα και αλκάλια	• Δεν προσβάλλεται από τον αέρα • Διασπά τους υδρατμούς σε υψηλή θερμοκρασία • Διαλύεται αργά σε οξέα και αλκάλια
Τύπος οξειδίου	Ea_2O_3	Ga_2O_3
Ιδιότητες οξειδίου	Πρέπει να διαλύεται σε οξέα και να σχηματίζει άλατα του τύπου EaX_3	Διαλύεται σε οξέα και σχηματίζει άλατα του τύπου GaX_3

Οι δημιουργοί του Περιοδικού Πίνακα

Περιοδικός Πίνακας

ii. Ανακάλυψη Εκα-βορίου (Σκάνδιο / Sc)

Το **1879**, ο Σουηδός χημικός **Lars Nilson** (1840-1899) ανακάλυψε ένα νέο στοιχείο, το οποίο ονόμασε **σκάνδιο** και δημοσίευσε άρθρο με τίτλο *«Σκάνδιο, ένα σπάνιο μέταλλο»*, αλλά με λανθασμένα αποτελέσματα για τις ιδιότητές του.

Ο Σουηδός χημικός **P. Gleve** (1840-1905) μελέτησε επί πέντε (5) μήνες το Sc και διόρθωσε τα λάθη του Nilson. Ο Gleve ενημέρωσε με επιστολή τον Mendeleev, στην οποία έγραφε: *«Έχω την τιμή να σας ενημερώσω ότι το στοιχείο εκα-βόριο που είχατε προβλέψει βρέθηκε. Είναι το σκάνδιο»*.

iii. Ανακάλυψη Εκα-πυριτίου (Γερμάνιο / Ge)

Το **1885**, ο Γερμανός χημικός **Clemens Winkler** (1838-1904), αναλύοντας το ορυκτό αργυροδίτης, απομόνωσε ένα νέο στοιχείο το οποίο ονόμασε **γερμάνιο**.

Το γερμάνιο, τελικά, βρέθηκε ότι δεν ήταν άλλο από το εκα-πυρίτιο που είχε προβλέψει ο Mendeleev.

	Εκα-πυρίτιο (Προβλέψεις Mendeleev το 1871)	**Γερμάνιο** (Ανακαλύφθηκε το 1885)
Ατομικό βάρος	72	72,32
Πυκνότητα	5,5	5,47
Τύπος οξειδίου	EsO_2	GeO_2
Πυκνότητα οξειδίου	4,7	4,70
Τύπος χλωριδίου	$EsCl_4$	$GeCl_4$
Πυκνότητα χλωριδίου	1,9	1,89

Μετά από αυτές τις ανακαλύψεις που επιβεβαίωναν τις προβλέψεις του Mendeleev, ο Περιοδικός Πίνακας άρχισε να γίνεται αποδεκτός - αναγνωρίστηκε η σημασία του τόσο ως προς τη συστηματοποίηση της Χημείας όσο και ως προς τη βοήθειά του για την ανακάλυψη νέων στοιχείων και έκτοτε αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο του οικοδομήματος της Χημείας και όχι μόνο.

3. Βελτίωση του Περιοδικού νόμου – πίνακα

Το **1913** ο Άγγλος φυσικός **Henry Moseley** μετά από διάφορες μελέτες διατύπωσε ως εξής τον περιοδικό νόμο του Mendeleev: «*Οι χημικές ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού αριθμού τους*».

Με την ταξινόμηση των στοιχείων με βάση τον ατομικό αριθμό λύθηκαν διάφορα προβλήματα και δόθηκε ερμηνεία ως προς: **α.** τις **αντιστροφές**, **β.** την **περιοδικότητα** των ιδιοτήτων, **γ.** τη σωστή **συμπλήρωση των κενών** του Περιοδικού Πίνακα και την απόρριψη προτεινόμενων «ψευδο-στοιχείων» και **δ.** την **τοποθέτηση των σπάνιων γαιών**.

H. Moseley (1887-1915)

Γλωσσάρι 2ου κεφαλαίου

Ψηφιακό υλικό

Στο site Periodic Videos του Πανεπιστημίου του Nottingham
http://www.periodicvideos.com/
Video για τα στοιχεία του Π.Π., με την ιστορία τους και σύνδεση με την καθημερινή ζωή.

Dmitri Ivanovits Mendeleev: Επιστημονική και κοινωνική δράση

1. Οι σπουδές του Mendeleev

Ο **Mendeleev** σπούδασε στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο της Πετρούπολης (1850-1855). Το 1859 εξασφάλισε 22-μηνη υποτροφία για μεταπτυχιακές σπουδές (1859-1861) και πήγε στο Παρίσι όπου μαθήτευσε στον Henri Regnault, έναν από τους μεγαλύτερους πειραματιστές της εποχής. Στη συνέχεια πήγε στη Χαϊδελβέργη να εργαστεί υπό την καθοδήγηση του Bunsen, με τον οποίο όμως ήρθε σύντομα σε ρήξη και εγκατέλειψε το εργαστήριο του Πανεπιστημίου.

2. Η συγγραφή βιβλίων Χημείας από τον Mendeleev

Το 1861 ο Mendeleev επιστρέφει στην Πετρούπολη και αρχίζει να γράφει εγχειρίδιο *Οργανικής Χημείας* (ολοκλήρωσε το χειρόγραφο σε 4 μήνες). Αυτό το βιβλίο (500 σελίδων) ήταν το πρώτο εγχειρίδιο ρωσικής Οργανικής Χημείας (η 1η έκδοση εξαντλήθηκε γρήγορα και το επόμενο έτος κυκλοφόρησε η 2η έκδοση).

Το 1868 άρχισε να γράφει για τους φοιτητές του διδακτικό βιβλίο με τίτλο: «OSNOVY XHMIH» («*Αρχές Χημείας*»). Η συγγραφή του βιβλίου αυτού διήρκεσε 2 χρόνια και κυκλοφόρησε σε δύο τόμους.

3. Ο πανεπιστημιακός Δάσκαλος Mendeleev

Μεταξύ των φοιτητών του Mendeleev ήταν ο μετέπειτα αναρχικός πρίγκιπας Κροπότκιν, σύμφωνα με τις αναμνήσεις του οποίου:

«Η αίθουσα ήταν πάντα κατάμεστη από 200 περίπου φοιτητές. Το μάθημα του Mendeleev ήταν ένα ισχυρό διεγερτικό των νοητικών μας λειτουργιών και ένα μάθημα πάνω στην επιστημονική σκέψη, που έχει αφήσει βαθιά ίχνη στην εξέλιξή μας...».

4. Η κοινωνική δράση του Mendeleev

Ο Mendeleev ήταν προοδευτικός κοινωνικός παράγοντας της εποχής του και αγωνίστηκε με ζήλο για:

α. την εξάπλωση της παιδείας,

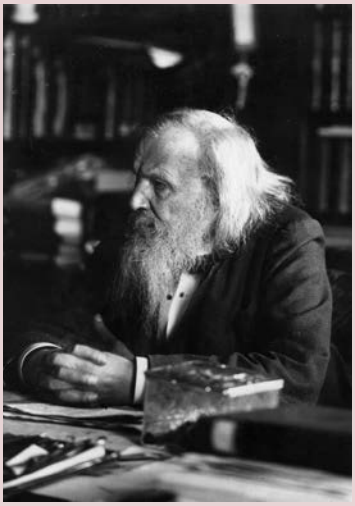
β. τη μόρφωση των γυναικών,

γ. την υποστήριξη του φοιτητικού κινήματος που στόχευε στη βελτίωση των συνθηκών της ζωής των φοιτητών και των σπουδών τους,

δ. την ανάπτυξη των παραγωγικών δυνάμεων της Ρωσίας (εκμετάλλευση ορυκτών της Σιβηρίας, ανάπτυξη γαλακτοκομικών βιομηχανιών, εφαρμογή επιστημονικής γεωργίας, βελτίωση παραγωγής πετρελαίου κ.ά.).

5. Ο Mendeleev διευθυντής του γραφείου μέτρων και σταθμών της Ρωσίας

Ο Mendeleev, από το 1893 μέχρι τον θάνατό του, διετέλεσε διευθυντής του γραφείου μέτρων και σταθμών. Του ανατέθηκε η βελτίωση και τυποποίηση του ρωσικού συστήματος μέτρων και σταθμών και η εφαρμογή του.



Ο Mendeleev στο γραφείο του (1904)

Άτομο

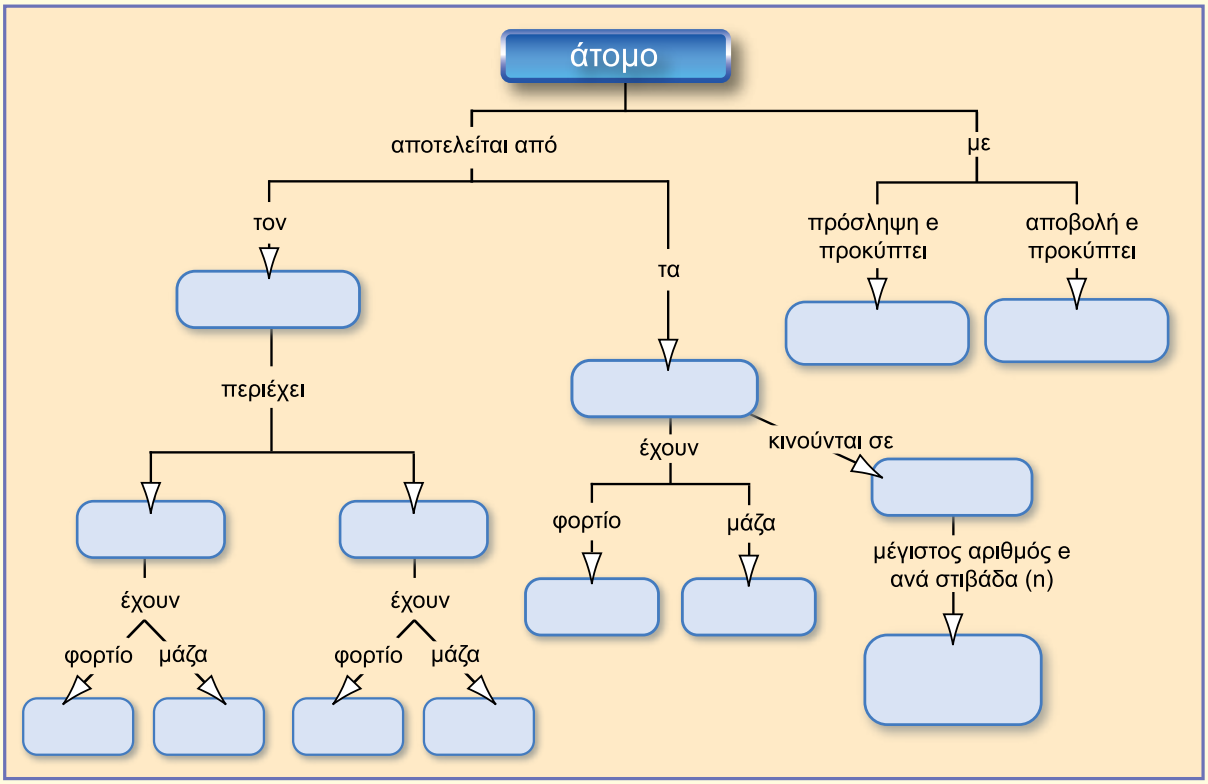
Άτομο-Χάρτης εννοιών

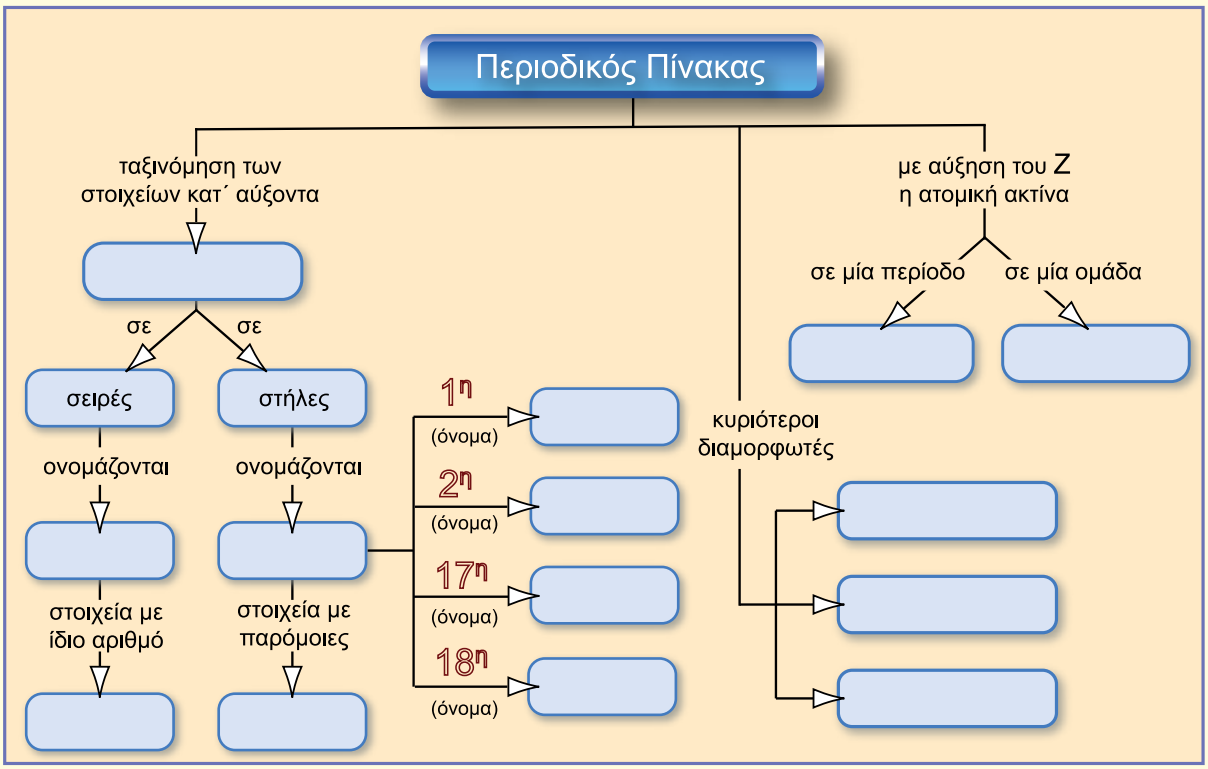
Περιοδικός πίνακας-Χ.Ε

Περιοδικός πίνακας-Χάρτης

Δραστηριότητα 2.10.

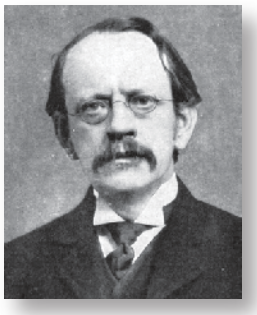
Να συμπληρώσετε τους επόμενους χάρτες εννοιών.



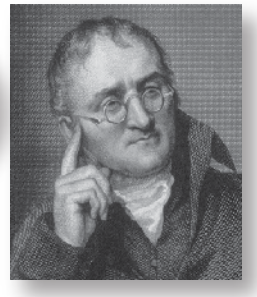


Η εξέλιξη του μοντέλου του ατόμου

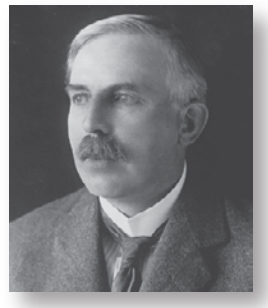
Τα πρόσωπα που συνέβαλαν



Thomson (1903)
-μοντέλο σταφιδόψωμου

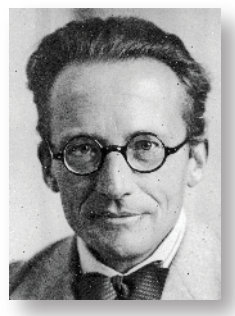


Dalton (1808)
-συμπαγής σφαίρα



Rutherford (1911)
-πλανητικό / πυρηνικό μοντέλο

Bohr (1913)
-πλανητικό μοντέλο καθορισμένων τροχιών



Schrödinger (1926)
-μοντέλο ηλεκτρονιακού νέφους

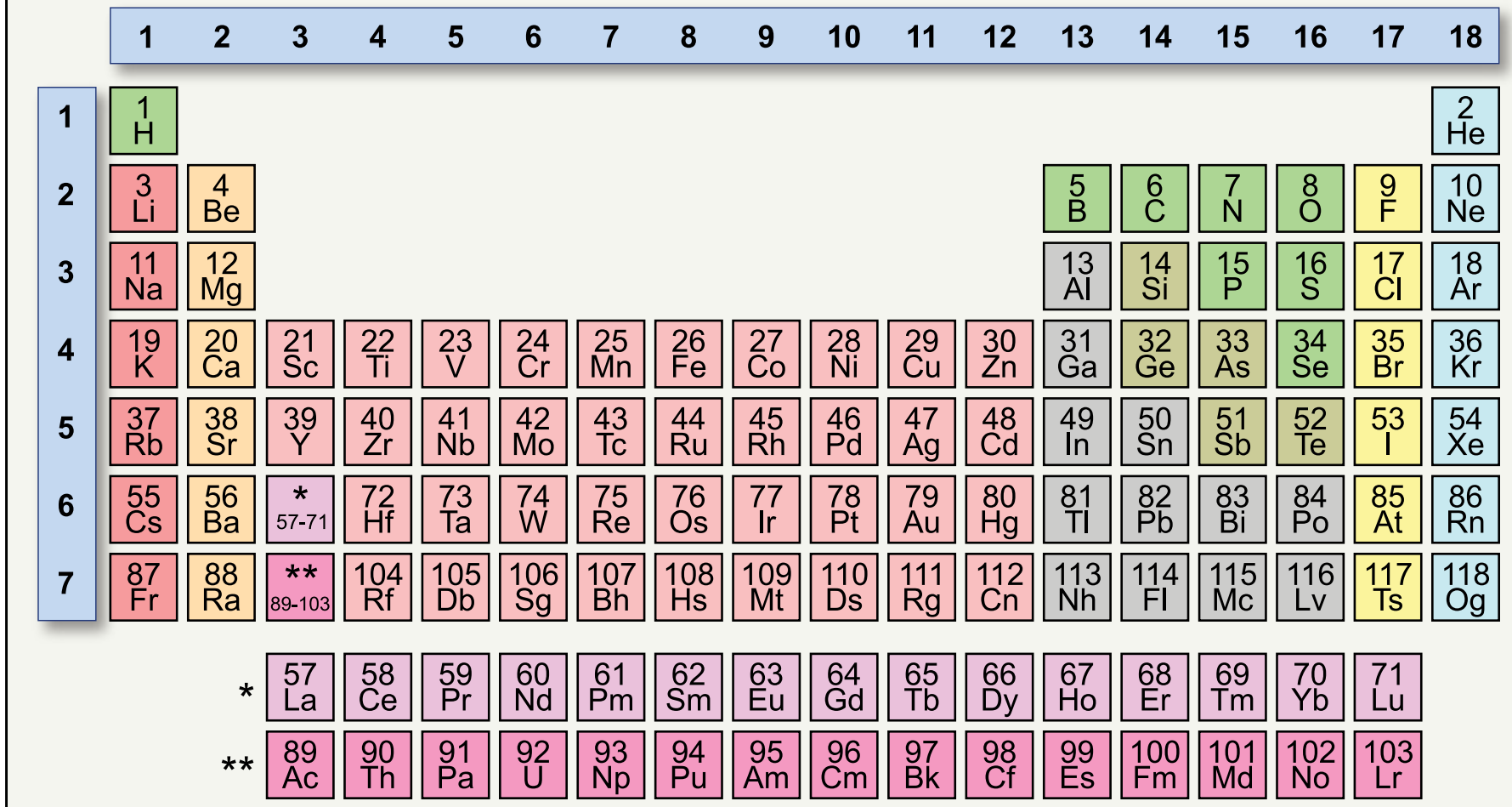
Προτάσεις για διαδικτυακή διερεύνηση

1. Προσομοίωση πειράματος Rutherford
(PhET Home Page, University of Colorado Boulder) στον συνδέσμο:
https://phet.colorado.edu/sims/html/rutherford-scattering/latest/rutherford-scattering_all.html?locale=el

2. Περιοδικός Πίνακας
Το χρονικό της ανακάλυψης του περιοδικού νόμου / συστήματος και ο Mendeleev (Α. Σ. Μαυρόπουλος).
https://etftl.com/efldocs/UNIVERSITY/Presentations/ASMAVROPOULOS.pdf

Οι εργασίες, με τη συνεργασία του/της εκπαιδευτικού σας, μπορεί να παρουσιαστούν στο τμήμα σας, στην τάξη σας, στο σχολείο, σε σχετική εκδήλωση ή στην ιστοσελίδα του σχολείου ή τη σχολική εφημερίδα.

περιοδικός πίνακας



Ερωτήσεις - Ασκήσεις

Α. Σύσταση και δομή του ατόμου

2.1. Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις:

α. Το άτομο αποτελείται από τον ..... που βρίσκεται στο κέντρο του ατόμου και έχει ..... φορτίο και τα ηλεκτρόνια που έχουν ..... φορτίο και κινούνται γύρω από τον πυρήνα.

β. Ο πυρήνας αποτελείται από .....που έχουν θετικό φορτίο και ..... που δεν έχουν φορτίο.

γ. Σε κάθε άτομο ο αριθμός των ..... του πυρήνα είναι ίσος με τον αριθμό των .....

δ. Το άθροισμα των πρωτονίων και νετρονίων ονομάζεται ..... αριθμός.

ε. Αν προστεθούν ηλεκτρόνια σε ένα άτομο, αυτό φορτίζεται ....., ενώ αν αφαιρεθούν ηλεκτρόνια, αυτό φορτίζεται ..... .

2.2. Στο άτομο $^{27}_{13}Al$:

α. Πώς λέγεται και τι δείχνει ο αριθμός 13;

.....

.....

β. Πώς λέγεται και τι δείχνει ο αριθμός 27;

.....

.....

γ. Πόσα νετρόνια και πόσα ηλεκτρόνια έχει το άτομο αυτό;

.....

.....

2.3. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

	πρωτόνια (p)	νετρόνια (n)	ηλεκτρόνια (e)
$^{35}_{17}Cl$			
$^{88}_{38}Sr$			
$^{65}_{30}Zn$			
$^{40}_{20}Ca^{2+}$			
$^{32}_{16}S^{2-}$			

2.4. Τα άτομα $_{Z}X$ και $_{17}Cl$ είναι ισότοπα.

α. Ποιο είναι το στοιχείο Χ και ποια είναι η τιμή του Z;

.....

β. Τα δύο παραπάνω ισότοπα μπορεί να έχουν τον ίδιο μαζικό αριθμό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

2.5. Σε καθεμιά από τις επόμενες προτάσεις, να γράψετε το Σ, αν αυτό που αναφέρεται είναι σωστό ή το Λ, αν αυτό που αναφέρεται είναι λάθος.

1. Σε κάθε άτομο ο αριθμός των πρωτονίων είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων.	
2. Όλα τα άτομα ενός στοιχείου έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό.	
3. Τα άτομα ενός στοιχείου δεν μπορούν να έχουν διαφορετικό μαζικό αριθμό.	
4. Τα πρωτόνια και τα νετρόνια αποτελούνται από μικρότερα σωματίδια.	
5. Υπάρχει άτομο στο οποίο ο ατομικός αριθμός ισούται με τον μαζικό ($Z = A$).	
6. Αν αλλάξει ο αριθμός των νετρονίων σε ένα άτομο, προκύπτει διαφορετικό στοιχείο.	
7. Η διαφορά του ατομικού από τον μαζικό αριθμό ισούται με τον αριθμό νετρονίων του ατόμου.	
8. Το άτομο $^{1}_{1}H$ έχει ένα πρωτόνιο και ένα νετρόνιο.	
9. Τα άτομα $^{23}_{11}Na$ και $^{24}_{12}Mg$ έχουν τον ίδιο αριθμό νετρονίων.	
10. Τα ιόντα $_{20}Ca^{2+}$ και $_{16}S^{2-}$ είναι ισοηλεκτρονιακά.	
11. Το $^{1}_{1}H^{+}$ ισοδυναμεί με ένα πρωτόνιο.	
12. Τα άτομα δεν έχουν ηλεκτρικό φορτίο.	
13. Ένα κατιόν έχει περισσότερα ηλεκτρόνια από το άτομό του.	

Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ***2.6 – 2.24****, να επιλέξετε τη* ***σωστή απάντηση:***

2.6. Όταν ένα ηλεκτρόνιο μετακινηθεί από μία τροχιά σε μία άλλη, πιο μακριά από τον πυρήνα, τότε

α. η ενέργειά του αυξάνεται

β. η ενέργειά του μειώνεται

γ. η ενέργειά του παραμένει σταθερή

δ. δημιουργείται ιόν

2.7. Θετικό φορτίο έχει:

α. το άτομο

β. το νετρόνιο

γ. το πρωτόνιο

δ. το ηλεκτρόνιο

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

2.8. Όλα τα άτομα του υδρογόνου έχουν:
α. τον ίδιο ατομικό αριθμό
β. τον ίδιο μαζικό αριθμό
γ. τον ίδιο αριθμό νετρονίων
δ. την ίδια μάζα

2.9. Τα ισότοπα έχουν:
α. ίδιο αριθμό πρωτονίων και νετρονίων
β. ίδιο μαζικό και διαφορετικό ατομικό αριθμό
γ. ίδιο αριθμό πρωτονίων και διαφορετικό αριθμό νετρονίων
δ. ίδιο αριθμό πρωτονίων και διαφορετικό αριθμό ηλεκτρονίων

2.10. Το άτομο $^{56}_{26}Fe$ περιέχει:
α. 26 p, 30 n, 30 e
β. 26 p, 30 n, 26 e
γ. 26 p, 56 n, 26 e
δ. 56 p, 30 n, 56 e

2.11. Το ιόν $^{17}_{8}O^{2-}$ περιέχει:
α. 6 ηλεκτρόνια
β. 8 ηλεκτρόνια
γ. 8 πρωτόνια
δ. 17 πρωτόνια

2.12. Ένα σωματίδιο που περιέχει 20 p, 20 n και 18 e, είναι:
α. ένα άτομο
β. ένα θετικό ιόν
γ. ένα αρνητικό ιόν
δ. ένα μόριο

2.13. Ένα σωματίδιο που περιέχει 17 p, 18 n και 18 e, είναι:
α. ένα άτομο
β. ένα θετικό ιόν
γ. ένα αρνητικό ιόν
δ. ένα μόριο

2.14. Όταν ένα άτομο χάσει ένα ηλεκτρόνιο, σχηματίζεται:
α. άτομο με ένα p λιγότερο
β. άτομο με ένα n περισσότερο
γ. θετικό ιόν με φορτίο +1
δ. αρνητικό ιόν με φορτίο –1

2.15. Το ιόν $^{81}_{35}Br^{-}$ περιέχει:
α. 35 p, 81 n, 36 e
β. 35 p, 46 n, 34 e
γ. 35 p, 46 n, 36 e
δ. 81 p, 45 n, 82 e

2.16. Το ιόν $^{88}_{38}Sr^{2+}$ περιέχει:
α. 38 p, 50 n, 50 e
β. 50 p, 38 n, 50 e
γ. 38 p, 50 n, 40 e
δ. 38 p, 50 n, 36 e

2.17. Το ιόν $^{52}_{24}Cr^{3+}$ περιέχει:
α. 24 n, 49 e
β. 24 n, 55 e
γ. 28 n, 21 e
δ. 28 n, 27 e

2.18. Τα ισότοπα έχουν:
α. τον ίδιο αριθμό e
β. τον ίδιο αριθμό n
γ. τον ίδιο αριθμό p και n
δ. την ίδια μάζα

2.19. Το ιόν $^{18}_{8}O^{2-}$ περιέχει:
α. 8 p, 8 n, 6 e
β. 8 p, 10 n, 8 e
γ. 18 p, 8 n, 6 e
δ. 8 p, 10 n, 10 e

2.20. Για τα ισότοπα **δεν** ισχύει ότι:
α. έχουν τον ίδιο αριθμό e
β. έχουν διαφορετικό αριθμό n
γ. έχουν την ίδια μάζα
δ. έχουν τον ίδιο αριθμό p

2.21. Το άτομο $^{14}_{6}C$:
α. έχει μαζικό αριθμό 6
β. περιέχει 6 νετρόνια
γ. περιέχει 8 ηλεκτρόνια
δ. περιέχει 2 λιγότερα ηλεκτρόνια από νετρόνια

2.22. Ισοηλεκτρονιακά σωματίδια περιλαμβάνει το ζευγάρι:
α. $^{35}_{17}Cl^{-}$, $^{37}_{17}Cl$
β. $^{27}_{13}Al^{3+}$, $^{19}_{9}F^{-}$
γ. $_{20}Ca^{2+}$, $_{19}K$
δ. $^{40}_{19}K^{+}$, $^{39}_{19}K$

2.23. Όταν προστεθούν σε ένα άτομο δύο ηλεκτρόνια, προκύπτει:
α. άτομο με δύο p λιγότερα
β. άτομο με δύο n περισσότερα
γ. θετικό ιόν με φορτίο +2
δ. αρνητικό ιόν με φορτίο –2

2.24. Ένα κατιόν έχει θετικό φορτίο, διότι έχει:
α. περισσότερα p από n
β. περισσότερα e από p
γ. λιγότερα e από p
δ. θετικά φορτισμένο πυρήνα

Σχετική ατομική και μοριακή μάζα

2.25. Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα των ουσιών:

1	2	3	4
N_2	HNO_3	H_2SO_4	N_2O_4

Δίνονται: A_r(H) = 1, A_r(N) = 14, A_r(O) = 16, A_r(S) = 32.

2.26. **α.** Τι σημαίνει ότι η σχετική ατομική μάζα (A_r) του Na είναι 23;
.....
.....
.....
β. Το άτομο ενός στοιχείου Χ έχει μάζα 8 φορές μεγαλύτερη από το άτομο του $^{12}_{6}C$. Ποια είναι η τιμή της A_r του Χ;
.....
.....

2.27. Η ένωση C_2H_4 έχει σχετική μοριακή μάζα 28. Η ένωση NH_3 έχει σχετική μοριακή μάζα 17. Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα της ένωσης C_2H_7N, από αυτά τα δεδομένα.
.....
.....
.....

2.28. Το λίθιο υπάρχει στη φύση ως μείγμα δύο ισοτόπων ^{6}Li και ^{7}Li. Αν οι μάζες αυτών των ισοτόπων είναι 6u και 7u αντίστοιχα και ότι η A_r του λιθίου είναι 6,94, να υπολογίσετε την % σύσταση του ^{7}Li στο μείγμα.
.....
.....
.....

*Στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής **2.29** και **2.30** να επιλέξετε τη **σωστή απάντηση**:*

2.29. Η A_r του F είναι 19. Αυτό σημαίνει ότι ένα άτομο F:
α. περιέχει 19 πρωτόνια
β. έχει μάζα ίση με 19 g
γ. έχει μάζα ίση με 19 *m* ^{12}C
δ. έχει μάζα ίση με (19/12) *m* ^{12}C

2.30. Το άτομο του στοιχείου Χ έχει διπλάσια μάζα από το άτομο του $^{12}_{6}C$. Η A_r του Χ είναι:
α. 12 **β.** 18
γ. 24 **δ.** 36

Β. Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων

2.31. Σε καθεμιά από τις επόμενες προτάσεις, να γράψετε το Σ, αν αυτό που αναφέρεται είναι σωστό ή το Λ, αν αυτό που αναφέρεται είναι λάθος. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1. Η εξωτερική στιβάδα όλων των ατόμων περιέχει 8 ηλεκτρόνια.	
2. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να έχει μια στιβάδα (n) δίνεται από τον τύπο n^2.	
3. Όσο μακρύτερα από τον πυρήνα βρίσκεται ένα ηλεκτρόνιο, τόσο μεγαλύτερη είναι η ενέργειά του.	
4. Η στιβάδα Ο μπορεί να έχει μέχρι 50 ηλεκτρόνια.	
5. Στοιχείο με Z = 19 μπορεί να έχει ηλεκτρονιακή δομή: K(2), L(8), M(9).	
6. Στοιχείο με Z = 20 μπορεί να έχει 9 ηλεκτρόνια στην προτελευταία στιβάδα του.	
7. Το ιόν $_{20}Ca^{2+}$ έχει 18 ηλεκτρόνια.	
8. Ένα σωματίδιο που περιέχει 19 p, 19 n και 18 e είναι ένα αρνητικό ιόν.	

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

*Στις επόμενες ερωτήσεις **πολλαπλής επιλογής 2.32 – 2.39**, να επιλέξετε τη **σωστή απάντηση**:*

2.32. Η ενέργεια των στιβάδων Μ, Ν, Ο, Ρ αυξάνεται κατά τη σειρά:
α. P < O < N < M
β. O < M < N < P
γ. N < O < P < M
δ. M < N < O < P

2.33. Εξωτερική στιβάδα σε ένα άτομο είναι αυτή που:
α. έχει 8 ηλεκτρόνια
β. είναι πιο κοντά στον πυρήνα
γ. έχει τη μεγαλύτερη ενέργεια
δ. έχει τα περισσότερα ηλεκτρόνια

2.34. Ο ατομικός αριθμός ενός ατόμου Χ που έχει 7e στη στιβάδα Μ είναι:
α. 9 **β.** 17
γ. 19 **δ.** 35

2.35. Το άτομο $_{20}X$ έχει στην εξωτερική στιβάδα του:
α. 1 e **β.** 2 e
γ. 4 e **δ.** 10 e

2.36. Η ηλεκτρονιακή δομή του στοιχείου με *Z* = 31, είναι:
α. K(2), L(8), M(15), N(6)
β. K(2), L(8), M(16), N(5)
γ. K(2), L(8), M(17), N(4)
δ. K(2), L(8), M(18), N(3)

2.37. Η ηλεκτρονιακή δομή του στοιχείου με *Z* = 37, είναι:
α. K(2), L(8), M(18), N(5), O(4)
β. K(2), L(8), M(18), N(6), O(3)
γ. K(2), L(8), M(18), N(7), O(2)
δ. K(2), L(8), M(18), N(8), O(1)

2.38. Ο μεγαλύτερος δυνατός ατομικός αριθμός ενός στοιχείου που διαθέτει τρεις μόνο στιβάδες με ηλεκτρόνια είναι:
α. 10 **β.** 12
γ. 18 **δ.** 28

2.39. Η στιβάδα Ο μπορεί να έχει μέχρι:
α. 8 e **β.** 18 e
γ. 32 e **δ.** 50 e

2.40. Ποια από τις επόμενες αρχές ηλεκτρονιακής δόμησης **δεν** είναι σωστή:
α. Τα e τείνουν να καταλάβουν στιβάδες με τη μικρότερη ενέργεια
β. Η εξωτερική στιβάδα ενός ατόμου μπορεί να έχει μέχρι 8 ηλεκτρόνια
γ. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων μιας στιβάδας (n) δίνεται από τον τύπο $2n^2$
δ. Η προτελευταία στιβάδα (εκτός της K) μπορεί να έχει λιγότερα από 8 e

2.41. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα που αναφέρεται στο άτομο του βρωμίου $^{80}_{35}Br$.

Υποατομικά σωματίδια			Κατανομή e σε στιβάδες			
p	n	e	K	L	M	N

.....

2.42. Για το άτομο του καλίου δίνεται ότι *A* = 39. Να συμπληρώσετε τα κενά στον παρακάτω πίνακα:

Υποατομικά σωματίδια			Κατανομή e σε στιβάδες			
p	n	e	K	L	M	N
		19				

.....

2.43. Να γράψετε την κατανομή ηλεκτρονίων σε άτομο με μαζικό αριθμό *A* = 40 όταν στον πυρήνα του υπάρχουν 4 νετρόνια περισσότερα από τα πρωτόνια.

.....

.....

2.44. Πόσα ηλεκτρόνια έχει στην εξωτερική του στιβάδα καθένα από τα επόμενα ιόντα;
α. $_{20}Ca^{2+}$ **β.** $_{16}S^{2-}$ **γ.** $_{13}Al^{3+}$
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

2.45. Με βάση τις πληροφορίες που ακολουθούν να προσδιορίσετε τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων Φ, Ψ, Ω.
α. Το ιόν $Φ^{2+}$ έχει συμπληρωμένη την εξωτερική του στιβάδα L
β. Το ιόν $Ψ^{3-}$ έχει συμπληρωμένη την εξωτερική του στιβάδα L
γ. Το ιόν $Ω^{2+}$ έχει συμπληρωμένη την εξωτερική του στιβάδα M

.....

.....

.....

2.46. Στον πυρήνα του κατιόντος $_{31}\Gamma^{3+}$ τα πρωτόνια είναι λιγότερα κατά εφτά από τα νετρόνια.

α. Να υπολογίσετε τον μαζικό αριθμό του στοιχείου Γ.

.....

β. Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου του Γ.

.....

2.47. Δίνεται το ιόν $^{39}_{19}X^{+}$.

α. Να υπολογίσετε τον αριθμό πρωτονίων, νετρονίων και ηλεκτρονίων του ιόντος αυτού.

β. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για το άτομο του Χ.

.....

.....

2.48. Το κατιόν Al^{3+} περιέχει 14 νετρόνια και 10 ηλεκτρόνια.

α. Να βρείτε τον ατομικό και τον μαζικό αριθμό του ατόμου του Al.

.....

β. Ποια από τα ιόντα, $_{12}Mg^{2+}$, $_{11}Na^{+}$, $_{8}O^{2-}$, $_{16}S^{2-}$ έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το ιόν Al^{3+};

.....

2.49. Για τα στοιχεία Γ, Δ, Ε δίνονται οι εξής πληροφορίες: Η ηλεκτρονιακή δομή του Γ^{+} είναι K(2), L(8), M(8). Το Δ^{2-} έχει τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το Γ^{+}, ενώ το Ε έχει ατομικό αριθμό μικρότερο από 18 και στην εξωτερική του στιβάδα 2 ηλεκτρόνια.

α. Να προσδιορίσετε τους ατομικούς αριθμούς των Γ και Δ.

.....

.....

β. Να γράψετε την κατανομή των ηλεκτρονίων για το άτομο του Ε.

.....

Γ. Περιοδικός Πίνακας (Π.Π.)

2.50. Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις:

α. Τα στοιχεία στον Περιοδικό Πίνακα είναι τοποθετημένα κατά ..... ατομικό ..... .

β. Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι ..... συνάρτηση του ..... αριθμού τους.

2.51. Σε καθεμιά από τις επόμενες προτάσεις, να γράψετε το Σ, αν αυτό που αναφέρεται είναι σωστό ή το Λ, αν αυτό που αναφέρεται είναι λάθος. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1. Τα στοιχεία μιας ομάδας έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων.	
2. Τα στοιχεία της 3ης ομάδας έχουν τρεις στιβάδες.	
3. Τα στοιχεία μιας περιόδου έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα τους.	
4. Τα στοιχεία της 5ης περιόδου έχουν ως εξωτερική στιβάδα την Ο.	
5. Η 3η περίοδος περιλαμβάνει 18 στοιχεία.	
6. Τα στοιχεία με εξωτερική στιβάδα τη Ν ανήκουν στην 4η περίοδο.	
7. Τα στοιχεία μιας ομάδας έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων.	
8. Το στοιχείο Χ (ανήκει στη 17η ομάδα και στην 4η περίοδο) έχει ατομικό αριθμό 35.	
9. Τα στοιχεία μιας ομάδας έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες.	
10. Το στοιχείο Ψ που ανήκει στη 2η ομάδα και στην 4η περίοδο, έχει ατομικό αριθμό 20.	
11. Τα στοιχεία της 3ης περιόδου έχουν ατομικούς αριθμούς από 11 μέχρι 18.	
12. Τα άτομα των στοιχείων $_{9}F$ και $_{17}Cl$ έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική τους στιβάδα.	
13. Το στοιχείο αρσενικό ($_{33}As$) βρίσκεται στη 15η ομάδα και στην 4η περίοδο.	

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

*Στις επόμενες ερωτήσεις **πολλαπλής επιλογής 2.52 – 2.72**, να επιλέξετε τη **σωστή απάντηση**:*

2.52. Η ηλεκτρονιακή δομή που αντιστοιχεί σε αλογόνο είναι:
α. K(2), L(5)
β. K(2), L(8), M(1)
γ. K(2), L(8), M(7).
δ. K(2), L(8), M(8)

2.53. Η ηλεκτρονιακή δομή που αντιστοιχεί σε αλκάλιο είναι:
α. K(2), L(8), M(1)
β. K(2), L(8), M(2)
γ. K(2), L(8), M(3)
δ. K(2), L(8), M(8)

2.54. Η ηλεκτρονιακή δομή που αντιστοιχεί σε ευγενές αέριο είναι:
α. K(2), L(8), M(1)
β. K(2), L(8), M(4)
γ. K(2), L(8), M(6)
δ. K(2), L(8), M(8)

2.55. Ο αριθμός στοιχείων στην 3η και στην 5η περίοδο είναι αντίστοιχα:
α. 8 και 8
β. 8 και 18
γ. 18 και 18
δ. 8 και 32

2.56. Παρόμοιες χημικές ιδιότητες με το $_{8}O$, έχει το στοιχείο:
α. $_{14}Si$ **β.** $_{15}P$
γ. $_{16}S$ **δ.** $_{17}Cl$

2.57. Παρόμοιες χημικές ιδιότητες με το $_{12}Mg$ έχει το στοιχείο:
α. $_{11}Na$ **β.** $_{14}Si$
γ. $_{16}S$ **δ.** $_{20}Ca$

2.58. Το 3ο μέλος της ομάδας των αλκαλίων έχει ηλεκτρονιακή δομή:
α. K(2), L(8), M(1)
β. K(2), L(8), M(8), N(1)
γ. K(2), L(8), M(18), N(1)
δ. K(2), L(8), M(18), N(2)

2.59. Το 3ο μέλος της ομάδας των αλογόνων έχει ατομικό αριθμό:
α. 17 **β.** 35
γ. 49 **δ.** 53

2.60. Τα στοιχεία μιας περιόδου έχουν:
α. τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων
β. τον ίδιο αριθμό στιβάδων
γ. τον ίδιο ατομικό αριθμό
δ. παρόμοιες χημικές ιδιότητες

2.61. Τα στοιχεία μιας ομάδας έχουν:
α. τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων
β. τον ίδιο αριθμό στιβάδων
γ. τον ίδιο ατομικό αριθμό
δ. παρόμοιες χημικές ιδιότητες

2.62. Τα στοιχεία $_{12}A$, $_{20}Γ$ και $_{38}Δ$:
α. ανήκουν στην ίδια ομάδα
β. ανήκουν στην ίδια περίοδο
γ. έχουν τις ίδιες στιβάδες
δ. είναι αμέταλλα

2.63. Τα στοιχεία $_{19}A$, $_{33}Γ$ και $_{36}Δ$:
α. ανήκουν στην ίδια ομάδα
β. ανήκουν στην ίδια περίοδο
γ. έχουν τα ίδια e στην εξωτερική στιβάδα
δ. έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων

2.64. Το στοιχείο $_{33}X$ ανήκει στην:
α. 5η ομάδα και 4η περίοδο
β. 4η ομάδα και 5η περίοδο
γ. 15η ομάδα και 5η περίοδο
δ. 15η ομάδα και 4η περίοδο

2.65. Το στοιχείο $_{38}X$ ανήκει στην:
α. 2η ομάδα και 4η περίοδο
β. 2η ομάδα και 5η περίοδο
γ. 5η ομάδα και 5η περίοδο
δ. 2η ομάδα και 6η περίοδο

2.66. Το ζευγάρι στοιχείων που ανήκουν στην ίδια περίοδο είναι:
α. $_{9}F$ και $_{11}Na$
β. $_{11}Na$ και $_{15}P$
γ. $_{15}P$ και $_{19}K$
δ. $_{18}A_r$ και $_{19}K$

2.67. Παρόμοιες χημικές ιδιότητες έχουν τα στοιχεία στο ζευγάρι:
α. $_{14}Si$ και $_{20}Ca$
β. $_{15}P$ και $_{33}As$
γ. $_{35}Br$ και $_{38}Sr$
δ. $_{32}Ge$ και $_{34}Se$

2.68. Ποιος **δεν** μπορεί να είναι αριθμός στοιχείων μιας περιόδου:
α. 2 **β.** 8
γ. 10 **δ.** 18

2.69. Το στοιχείο που ανήκει στη 14η ομάδα έχει στη στιβάδα με τη μεγαλύτερη ενέργεια:
α. 4 e **β.** 6 e
γ. 8 e **δ.** 10 e

2.70. Τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια στήλη του Π.Π. έχουν:
α. παρόμοιες χημικές ιδιότητες.
β. τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων.
γ. τον ίδιο αριθμό στιβάδων.
δ. το ίδιο μέγεθος.

2.71. Τα στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια σειρά του Π.Π. έχουν:
α. παρόμοιες χημικές ιδιότητες.
β. τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων.
γ. τον ίδιο αριθμό στιβάδων.
δ. την ίδια ατομική ακτίνα.

2.72. Τα ιόντα Ca^{2+} και S^{2-} είναι ισοηλεκτρονιακά με το ευγενές αέριο $_{18}Ar$. Τα στοιχεία Ca και S βρίσκονται:
α. στην ίδια περίοδο και σε διαφορετική ομάδα.
β. στην ίδια ομάδα και σε διαφορετική περίοδο.
γ. σε διαφορετική ομάδα και σε διαφορετική περίοδο.
δ. στην ίδια ομάδα και στην ίδια περίοδο.

2.73. Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό του στοιχείου που βρίσκεται:
α. στη 2η περίοδο και στη 13η ομάδα.
.....
β. στην 3η περίοδο και στη 16η ομάδα.
.....
γ. στην 4η περίοδο και στην 1η ομάδα.
.....
δ. στη 2η περίοδο και στη 17η ομάδα.
.....

2.74. Να συμπληρώσετε τα κενά του επόμενου πίνακα:

Στοιχείο	Κατανομή ηλεκτρονίων	Ομάδα Π.Π.	Περίοδος Π.Π.
Γ		2η	4η
Δ	K (2) L(8) M(8)		
Θ		16η	3η
Λ	K (2) L(8) M(18) N(7)		
Σ		1η	2η

Να εξηγήσετε:
α. Ποια από τα στοιχεία του πίνακα ανήκουν στην ίδια περίοδο;
.....
β. Ποιο από τα στοιχεία αυτά έχει το μεγαλύτερο μέγεθος;
.....
γ. Ποιο από τα στοιχεία αυτά μετατρέπεται πιο εύκολα σε κατιόν;
.....
δ. Ποιο από τα στοιχεία αυτά έχει τη μικρότερη ατομική ακτίνα;
.....
ε. Ποιο από τα στοιχεία αυτά είναι: **i.** αλογόνο; ....., **ii.** ευγενές αέριο; ....., **iii.** αλκαλική γαία; ....., **iv.** αλκάλιο; .....

2.75. Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό:
α. του στοιχείου Α της 3ης περιόδου του Π.Π. που σχηματίζει κατιόν με φορτίο +2.
.....
.....
β. του στοιχείου Γ της 3ης περιόδου του Π.Π. που σχηματίζει ανιόν με φορτίο –2.
.....
.....

2.76. Τα ιόντα $Γ^+$ και $Δ^{3-}$ έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το $_{18}Ar$.
α. Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του Γ και του Δ.
.....
.....
β. Σε ποια ομάδα και ποια περίοδο του Π.Π. βρίσκονται τα στοιχεία Γ και Δ;
.....
.....
.....

2.77. Τα ιόντα X^+ και $Ψ^{2-}$ έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων με το $_{10}Ne$.
α. Να γράψετε την ηλεκτρονιακή δομή του Χ και του Ψ.
.....
.....
β. Σε ποια ομάδα και ποια περίοδο του Π.Π. βρίσκονται τα στοιχεία Χ, Ψ;
.....
.....
.....

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

2.78. Το χημικό στοιχείο Ψ έχει ατομικό αριθμό *Z* και ανήκει στη 15η ομάδα και στην 3η περίοδο του Π.Π.

α. Να υπολογίσετε τον ατομικό αριθμό Z.

.....

.....

β. Να προσδιορίσετε την ομάδα και την περίοδο όπου θα ανήκουν τα στοιχεία Θ, Ξ, Π με ατομικούς αριθμούς, αντίστοιχα, Z + 3, Z + 5, Z – 6, αντίστοιχα.

.....

.....

Να ονομάσετε αυτές τις ομάδες του Π.Π. και να γράψετε τα χημικά σύμβολα και τις ονομασίες δύο (2) στοιχείων τους.

.....

.....

2.79. Τα χημικά στοιχεία Χ, Ψ, Ω έχουν ατομικούς αριθμούς λ – 3, λ, λ + 2, αντίστοιχα.

α. Εάν το Ψ είναι αλκάλιο, σε ποιες ομάδες ανήκουν τα Χ και Ω;

.....

.....

β. Εάν το Ψ είναι αλογόνο, σε ποιες ομάδες ανήκουν τα Χ και Ω;

.....

.....

2.80. Να κατατάξετε τα στοιχεία, σε κάθε περίπτωση, κατά αυξανόμενο μέγεθος (ατομική ακτίνα):

α. $_{11}Na$, $_{19}K$ και $_{37}Rb$. .....

β. $_{11}Na$, $_{12}Mg$ και $_{13}Al$ .....

γ. $_{12}Mg$ και $_{20}Ca$ .....

δ. $_{8}O$, $_{9}F$ και $_{11}Na$ .....

2.81. Να κατατάξετε, σε κάθε περίπτωση, κατά αυξανόμενο μέγεθος τα παρακάτω σωματίδια:

α. $_{19}K$ και $_{19}K^{+}$ .....

β. $_{9}F$ και $_{9}F^{-}$.....

γ. $_{10}Ne$ και $_{12}Mg^{2+}$. .....

δ. $_{7}N^{3-}$, $_{8}O^{2-}$ και $_{9}F^{-}$ .....

ε. $_{19}K^{+}$, $_{20}Ca^{2+}$ .....

2.82. Πώς μεταβάλλεται η ατομική ακτίνα:

α. σε μία ομάδα και **β.** σε μία περίοδο του Π.Π.

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

2.83. Σε καθεμιά από τις επόμενες προτάσεις, να γράψετε το Σ, αν αυτό που αναφέρεται είναι σωστό ή το Λ, αν αυτό που αναφέρεται είναι λάθος. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1. Το νάτριο ($_{11}Na$) έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το μαγνήσιο ($_{12}Mg$).	
2. Το κάλιο ($_{19}K$) μετατρέπεται πιο εύκολα σε κατιόν από το λίθιο ($_{3}Li$).	
3. Το χλώριο ($_{17}Cl$) έχει μικρότερο μέγεθος από το βρώμιο ($_{35}Br$).	
4. Το ιώδιο ($_{53}I$) μετατρέπεται πιο εύκολα σε ανιόν από το βρώμιο ($_{35}Br$).	
5. Το ανιόν Cl^{-} έχει ίδια ακτίνα με το άτομο $_{17}Cl$, διότι έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων.	
6. Ο $_{15}P$ έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το $_{16}S$.	
7. Το $_{11}Na$ έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το $_{9}F$.	
8. Το $_{37}Rb^{+}$ (ρουβίδιο) έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το $_{38}Sr^{2+}$ (στρόντιο).	
9. Το ανιόν F^{-} έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το άτομο F, αν και έχουν τον ίδιο αριθμό στιβάδων.	

Κεφάλαιο 3

Ο χημικός δεσμός

ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

3.1. Ο χημικός δεσμός

3.1.1. Εισαγωγή στον χημικό δεσμό

3.1.2. Ο ιοντικός δεσμός

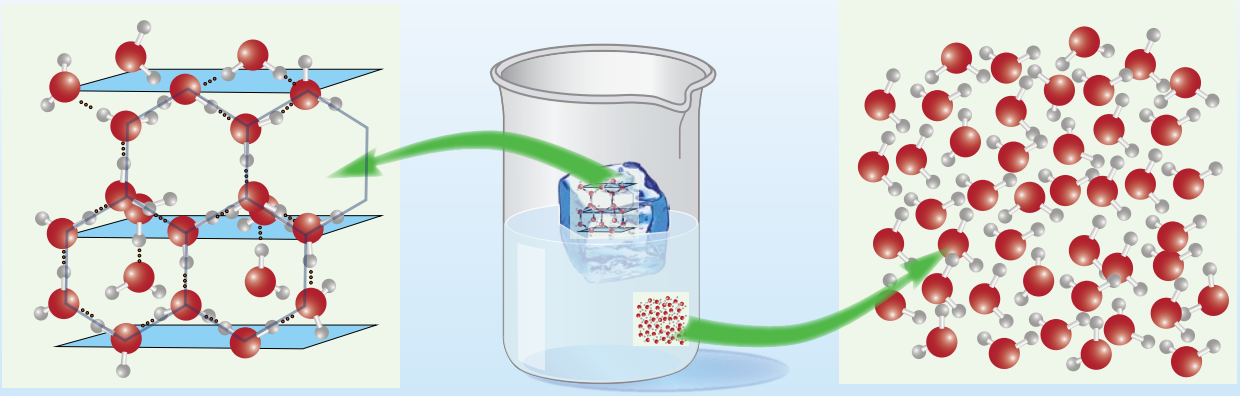
3.1.3. Ο ομοιοπολικός δεσμός

3.2. Οι διαμοριακές δυνάμεις

3.2.1. Η διπολική ροπή

3.2.2. Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων

3.2.3. Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών



Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Μετά το τέλος της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας της ενότητας θα πρέπει να είστε σε θέση:

- να αναφέρετε τι είναι ο χημικός δεσμός και να εξηγείτε γιατί τα άτομα σχηματίζουν χημικούς δεσμούς.
- να αναφέρετε ποια ηλεκτρονιακή δομή έχει αυξημένη σταθερότητα.
- να προσδιορίζετε τα ηλεκτρόνια που συμμετέχουν στον σχηματισμό χημικών δεσμών (ηλεκτρόνια σθένους).
- να περιγράφετε τον τρόπο δημιουργίας του ιοντικού δεσμού.
- να αναφέρετε ορισμένες κοινές ιδιότητες που παρουσιάζουν οι ιοντικές ενώσεις (ιοντικό κρυσταλλικό πλέγμα, φυσική κατάσταση, σημείο τήξης, διαλυτότητα στο νερό, αγωγιμότητα διαλυμάτων και τηγμάτων).
- να γράφετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους ορισμένων ιοντικών ενώσεων, όταν δίνονται οι ατομικοί αριθμοί των στοιχείων που σχηματίζουν τον δεσμό.
- να περιγράφετε τον τρόπο δημιουργίας του απλού, του διπλού και του τριπλού ομοιοπολικού δεσμού.
- να διατυπώνετε τον ορισμό της ηλεκτραρνητικότητας και να αναφέρετε πώς μεταβάλλεται σε μια ομάδα και μια περίοδο του περιοδικού πίνακα.
- να διακρίνετε τον ομοιοπολικό δεσμό σε πολικό και μη πολικό, με κριτήριο τη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας των δύο ατόμων.
- να αναγνωρίζετε τον δοτικό ομοιοπολικό δεσμό ως ειδική περίπτωση του ομοιοπολικού δεσμού.
- να γράφετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους ορισμένων ομοιοπολικών ενώσεων και ιόντων, όπως των Cl_2, O_2, N_2, HF, H_2O, CCl_4, CO_2, NH_3, NH_4^+ και H_3O^+, όταν δίνονται οι ατομικοί αριθμοί.
- να αναφέρετε διαφορές μεταξύ ομοιοπολικού και ιοντικού δεσμού και να συσχετίζετε τις διαφορές αυτές με τις αντίστοιχες ιδιότητες των ομοιοπολικών και των ιοντικών ενώσεων.
- να διατυπώνετε τον ορισμό για τη διπολική ροπή και να τη χρησιμοποιείτε για να περιγράφετε την πολικότητα ενός δεσμού.
- να αναγνωρίζετε ότι η γεωμετρία των μορίων επηρεάζει τη συνολική διπολική ροπή τους (π.χ. H_2O, NH_3, CH_4 και CO_2).
- να περιγράφετε τα είδη διαμοριακών δυνάμεων: **α.** μεταξύ διπόλων μορίων, **β.** μεταξύ ιόντος και διπόλου, **γ.** δεσμού υδρογόνου, **δ.** διασποράς ή London.
- να συσχετίζετε χαρακτηριστικές ιδιότητες ουσιών με τις διαμοριακές δυνάμεις: **α.** το σημείο βρασμού, **β.** τη διαλυτότητα ουσιών στο νερό και σε οργανικούς διαλύτες.

Λέξεις κλειδιά

Δεσμικό ζεύγος
Δεσμός
απλός, διπλός, τριπλός
ομοιοπολικός, ιοντικός,
πολικός, μη πολικός,
δοτικός ομοιοπολικός,
υδρογόνου
Διαλυτότητα
Διαμοριακές δυνάμεις
Δίπολα μόρια
Διπολική ροπή
Δομές Lewis
Δοτικός ομοιοπολικός
Δυνάμεις διασποράς ή London
Δυνάμεις διπόλου-διπόλου
Δυνάμεις διπόλου-μη διπόλου
Δυνάμεις ιόντος-διπόλου
Ενδομοριακές δυνάμεις
Ηλεκτραρνητικότητα
Ηλεκτρόνια σθένους
Κανόνας της οκτάδας
Κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων
Κρυσταλλικό πλέγμα
Μη πολικό μόριο
Μονήρη ηλεκτρόνια
Παροδικό ή στιγμιαίο δίπολο
Πολικό μόριο
Πολικός δεσμός
Συνεισφορά ηλεκτρονίων

3.1. Ο χημικός δεσμός

Δραστηριότητα 3.1. Να απαντήσετε στις επόμενες ερωτήσεις:

1. Τι είναι δεσμός;

.....

.....

.....

2. Γιατί τα άτομα κάνουν δεσμούς;

.....

.....

.....

3. Ποια είναι η πιο βασική προϋπόθεση για να κάνουν δύο άτομα δεσμό;

.....

.....

.....

Εισαγωγή στον χημικό δεσμό (Ι).

3.1.1. Εισαγωγή στον χημικό δεσμό

α) Τι είναι χημικός δεσμός; Γιατί σχηματίζονται δεσμοί;

Όταν βρεθούν σχετικά κοντά διάφορα «άτομα» και οι συνθήκες είναι «κατάλληλες», τότε είναι δυνατόν να «ενωθούν» και να σχηματίσουν χημικές ουσίες. Στις χημικές ουσίες τα «άτομα» συγκρατούνται με ελκτικές δυνάμεις που ονομάζονται **χημικός δεσμός**.

Για να σχηματιστεί δεσμός μεταξύ δύο **ατόμων** (ή ιόντων) Α και Β, θα πρέπει:

- Τα άτομα (ή τα ιόντα) Α και Β να πλησιάσουν αρκετά, ώστε να αναπτυχθούν **ελκτικές δυνάμεις**.
- Η ουσία που θα προκύψει (έστω ΑΒ), να είναι *σταθερότερη* – να έχει χαμηλότερη ενέργεια από τα Α και Β ($E_{AB} < E_A + E_B$).

Μεταξύ των ατόμων ή/και ιόντων ασκούνται, εκτός από τις ελκτικές δυνάμεις, **και** απωστικές.
Χημικός δεσμός προκύπτει εφόσον υπερισχύσουν οι ελκτικές δυνάμεις.

Βέβαια, όπως προαναφέρθηκε, για να γίνει δεσμός μεταξύ δύο ατόμων, θα πρέπει να υπάρχουν και οι *κατάλληλες συνθήκες*. **Π.χ.** Το νάτριο (Na) ενώνεται αμέσως με το χλώριο (Cl) σε θερμοκρασία δωματίου*, ενώ ο σίδηρος (Fe), για να ενωθεί με το θείο (S), χρειάζεται υψηλή θερμοκρασία.

*Θερμοκρασία δωματίου: 20 °C.

β) Ποια είναι τα θεμελιώδη χαρακτηριστικά του ατόμου;

Ο *σχηματισμός* χημικών ενώσεων, καθώς και το *είδος*, ο *αριθμός* και η *σταθερότητα* των δεσμών και γενικότερα η *φυσικοχημική συμπεριφορά* ενός ατόμου, καθορίζονται κυρίως από τα *θεμελιώδη χαρακτηριστικά* του, που είναι:

i. τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας (ηλεκτρόνια σθένους) και

ii. η ατομική ακτίνα (μέγεθος του ατόμου).

β1) Ποιος είναι ο ρόλος των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας στη συμπεριφορά του ατόμου;

Όταν πλησιάζουν δύο άτομα για να ενωθούν, πρώτα θα πλησιάσουν τα ηλεκτρόνια των *εξωτερικών στιβάδων* τους – τα *ηλεκτρόνια σθένους*.

Παρατηρήθηκε ότι τα άτομα των ευγενών αερίων είναι ιδιαίτερα *αδρανή* (δεν ενώνονται εύκολα με άλλα στοιχεία)**. Αυτό αποδόθηκε στη **σταθερή ηλεκτρονιακή δομή** της **εξωτερικής στιβάδας** τους, η οποία έχει **8 ηλεκτρόνια** (εκτός του He που έχει 2 e).

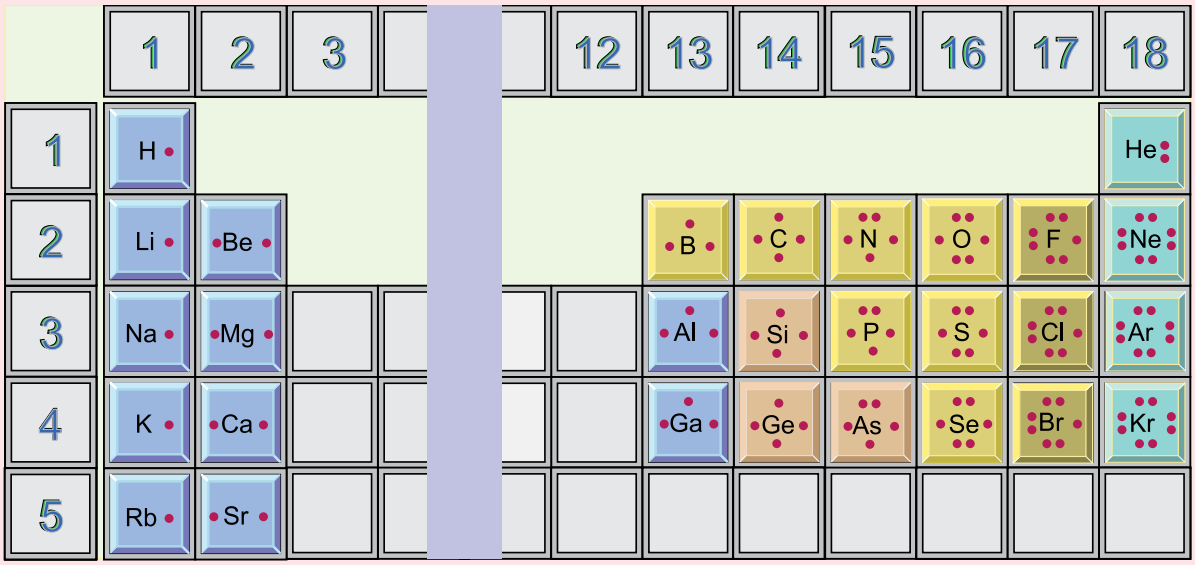
** Τα **ευγενή αέρια**, κάτω από ειδικές συνθήκες, σχηματίζουν ενώσεις με άλλα στοιχεία (π.χ. XeF_2, XeF_4, XeO_4, κ.ά.).

* **Εξαίρεση** αποτελεί η στιβάδα K που συμπληρώνεται με 2 e

Τα άτομα των άλλων στοιχείων, όταν σχηματίζουν ενώσεις, τείνουν να αποκτήσουν *σταθερή* ηλεκτρονιακή δομή – συνήθως ευγενούς αερίου με 8 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα τους (**κανόνας της οκτάδας**)*. Αυτό επιτυγχάνεται με **αποβολή** ηλεκτρονίων (συνήθως 1-3 e) από άτομα μετάλλων ή με **πρόσληψη** ηλεκτρονίων (συνήθως 1-3 e) από άτομα αμετάλλων ή με **αμοιβαία συνεισφορά** ηλεκτρονίων μεταξύ ατόμων αμετάλλων.

Για τους χημικούς δεσμούς χρησιμοποιείται και η αναγραφή των ηλεκτρονίων σθένους των ατόμων κατά Lewis (ηλεκτρονιακές δομές Lewis), όπου γύρω από το σύμβολο κάθε ατόμου γράφονται τα ηλεκτρόνια σθένους του με μορφή κουκκίδων (Πίνακας 3.1).

Πίνακας 3.1.
Ηλεκτρόνια σθένους των ατόμων (με Z = 1-20 και 31-38) όταν πρόκειται να σχηματίσουν δεσμούς



Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι, όταν ένα άτομο (που πρόκειται να κάνει δεσμό) έχει στην εξωτερική στιβάδα:
α. 1 - 4 e, αυτά διευθετούνται ως μονήρη e
β. 5 e, αυτά διευθετούνται ως: 3 μονήρη e και 1 ζευγάρι e
γ. 6 e, αυτά διευθετούνται ως: 2 μονήρη e και 2 ζευγάρια e
δ. 7 e, αυτά διευθετούνται ως: 1 μονήρες e και 3 ζευγάρια e.
(Τα 8 e των ευγενών αερίων διευθετούνται ως 4 ζευγάρια e).

Εισαγωγή στον χημικό δεσμό (II)

(III)

β2) Ποιος είναι ο ρόλος της ατομικής ακτίνας στη συμπεριφορά του ατόμου;

Η ακτίνα ενός ατόμου – **ατομική ακτίνα:**
α. παίζει σημαντικό ρόλο στην *ισχύ* των δεσμών και στη *σταθερότητα* των ενώσεων,
β. καθορίζεται από τον αριθμό των στιβάδων και από το φορτίο του πυρήνα.

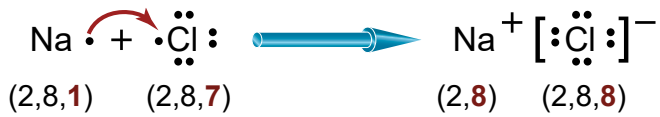
Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η ατομική ακτίνα τόσο ασθενέστερα έλκονται τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα και τόσο ασθενέστερος είναι ο δεσμός μεταξύ των ατόμων, ενώ όσο μικρότερη είναι η ατομική ακτίνα τόσο ισχυρότερα έλκονται τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα και τόσο ισχυρότερος είναι ο δεσμός μεταξύ των ατόμων.

3.1.2. Ο ιοντικός δεσμός

α) Πώς σχηματίζεται ο ιοντικός δεσμός;

Ας «παρακολουθήσουμε» τον σχηματισμό της ένωσης: **NaCl**.

• Ηλεκτρονιακή δομή $_{11}$Na: K(2), L(8), M(1)	• Ηλεκτρονιακή δομή $_{17}$Cl: K(2), L(8), M(7)
Ένα άτομο Na πλησιάζει ένα άτομο Cl και ...	
…το άτομο **Na** (μέταλλο–ηλεκτρονιοδότης) «δίνει» το 1e της εξωτερικής στιβάδας του (στο άτομο **Cl**) και μετατρέπεται σε θετικό ιόν **Na^+** με σταθερή ηλεκτρονιακή δομή (*ευγενούς αερίου*): K(2), L(8)	…το άτομο **Cl** (αμέταλλο–ηλεκτρονιοδέκτης) «παίρνει» 1e (από το άτομο **Na**) και μετατρέπεται σε αρνητικό ιόν **Cl^-** με σταθερή ηλεκτρονιακή δομή (ευγενούς αερίου): K(2), L(8), M(8)
Τα *αντίθετα φορτισμένα ιόντα* (**Na^+** και **Cl^-**) *έλκονται* μεταξύ τους με σχετικά *ισχυρές δυνάμεις* που ονομάζονται **ιοντικός δεσμός** και σχηματίζεται η ιοντική ένωση **Na^+Cl^-**	

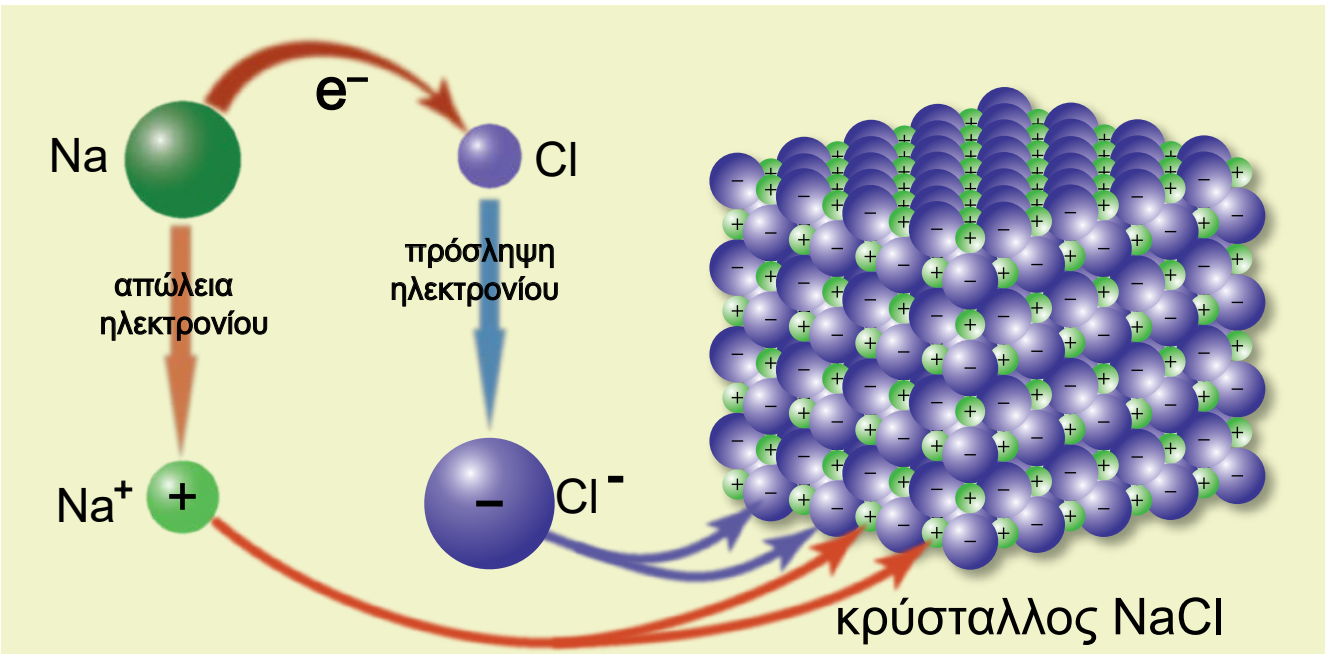


Στη στερεή ιοντική ένωση **Na^+Cl^-** που σχηματίστηκε κατά την παραπάνω διαδικασία, κάθε κατιόν Na^+ έλκει γύρω του ανιόντα Cl^- και κάθε ανιόν Cl^- έλκει γύρω του κατιόντα Na^+, τα οποία διατάσσονται στον χώρο και σχηματίζουν μια τρισδιάστατη περιοδική διάταξη – το «*κρυσταλλικό πλέγμα*»: $[Na^+Cl^-]_v$ (εικόνα 3.1).

Ιοντικός δεσμός

Ιοντική ένωση

Ιοντικός δεσμός



Εικόνα 3.1. Σχηματική αναπαράσταση της μεταφοράς ηλεκτρονίου μεταξύ των ατόμων Na - Cl και της δημιουργίας του κρυστάλλου του στερεού NaCl

Κρυσταλλικό πλέγμα είναι η τρισδιάστατη περιοδική διάταξη στην οποία διευθετούνται οι δομικές μονάδες ενός στερεού.
Αποτέλεσμα της διευθέτησης αυτής είναι η δημιουργία των στερεών πολυέδρων, των κρυστάλλων.
Το NaCl σχηματίζει κύβους ή ορθογώνια παραλληλεπίπεδα.
Αν ένα στερεό δεν παρουσιάζει μια ορισμένη γεωμετρική διάταξη, τότε είναι **άμορφο**.

Εικόνα 3.2. Κρύσταλλοι NaCl

Οι χημικοί τύποι που χρησιμοποιούνται για τις ιοντικές ενώσεις δείχνουν την απλούστερη ακέραιη αναλογία που υπάρχει μεταξύ κατιόντων και ανιόντων στο κρυσταλλικό πλέγμα της ένωσης.
Π.χ. Την ένωση $[Na^+Cl^-]_v$ τη συμβολίζουμε: Na^+Cl^- ή απλούστερα NaCl.

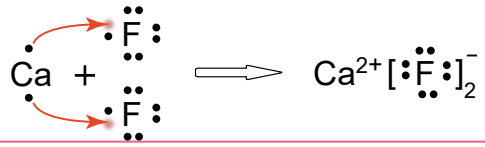
Συνοψίζοντας:
Με **μεταφορά ηλεκτρονίων** μεταξύ ατόμων σχηματίζονται αντίθετα φορτισμένα **ιόντα**, τα οποία έλκονται μεταξύ τους με σχετικά ισχυρές ηλεκτροστατικές δυνάμεις (**ιοντικός δεσμός**) και δημιουργούνται στερεές κρυσταλλικές ιοντικές ενώσεις.

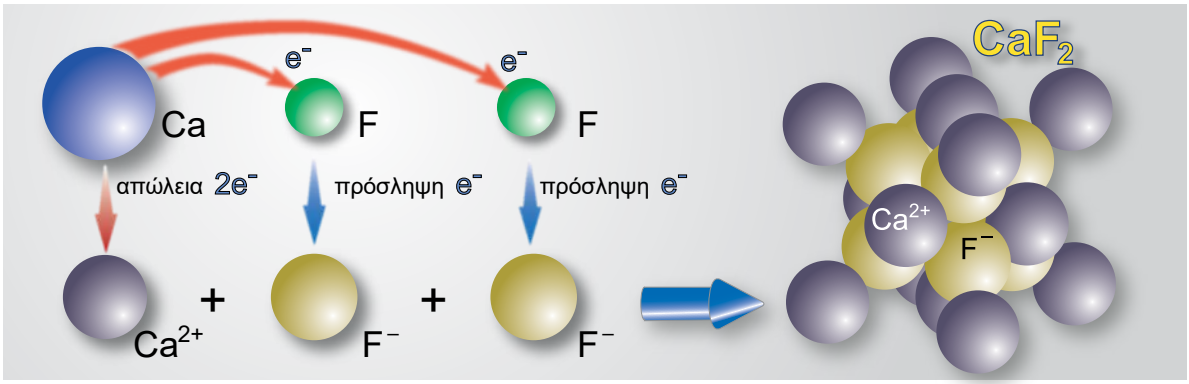
Για να σχηματιστεί ιοντικός δεσμός θα πρέπει να υπάρχει ένας **ηλεκτρονιοδότης** (π.χ. μέταλλο) και ένας **ηλεκτρονιοδέκτης** (π.χ. αμέταλλο).

Σχηματισμός CaF_2

Ηλεκτρονιακή δομή $_{20}Ca$: K(2), L(8), M(8), N(2)
Ηλεκτρονιακή δομή $_{9}F$: K(2), L(7).

- Το άτομο Ca «δίνει» τα 2e της εξωτερικής στιβάδας του (στα δύο άτομα F) και μετατρέπεται σε Ca^{2+}, με ηλεκτρονιακή δομή: K(2), L(8), M(8).
- Τα δύο άτομα F «παίρνουν» από ένα ηλεκτρόνιο (από το άτομο Ca) και μετατρέπονται σε F^- με ηλεκτρονιακή δομή: K(2), L(8).





Εικόνα 3.3. Σχηματική αναπαράσταση της δημιουργίας του κρυστάλλου του ιοντικού στερεού CaF_2 με αναλογία ιόντων Ca^{2+} / F^- = 1/2

Ο ιοντικός δεσμός (I) & (II)

Ο **ιοντικός δεσμός** υπάρχει:

1) στα άλατα (π.χ. Na^+Cl^-),
2) στα υδροξείδια μετάλλων (π.χ. K^+OH^-),
3) στα οξείδια μετάλλων (π.χ. $Ca^{2+}O^{2-}$).

Δραστηριότητα 3.2.
Να γράψετε πώς σχηματίζονται οι ιοντικές ενώσεις μεταξύ:

α. $_{11}Na$ και $_{35}Br$ | **β.** $_{19}K$ και $_{16}S$ | **γ.** $_{12}Mg$ και $_{8}O$

β) Ποιες είναι οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των ιοντικών ενώσεων;

Οι **ιοντικές ενώσεις** έχουν τα εξής κοινά χαρακτηριστικά:

1) Είναι **στερεές κρυσταλλικές** και έχουν **υψηλό σημείο τήξης (σ.τ.)**.

Για να γίνει τήξη μιας στερεής ιοντικής ένωσης (δηλ. να μετατραπεί σε υγρή) απαιτείται ενέργεια, ώστε να υπερνικηθούν οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των ιόντων και να καταστραφεί το κρυσταλλικό πλέγμα.

Δεδομένου ότι οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των ιόντων στον κρύσταλλο μιας ιοντικής ένωσης είναι σχετικά ισχυρές, χρειάζεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας προκειμένου να διαχωριστούν μεταξύ τους τα ιόντα, με αποτέλεσμα οι ιοντικές ενώσεις να έχουν πολύ υψηλά σημεία τήξης.

Γενικά, όσο μικρότερο είναι το μέγεθος των ιόντων τόσο υψηλότερο είναι το σημείο τήξης. Π.χ. το NaCl τήκεται στους 801 °C, ενώ στο NaI, επειδή το I^- έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το Cl^-, έλκεται ασθενέστερα από το Na^+, με αποτέλεσμα το NaI να τήκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία, στους 651 °C. Επίσης, όσο μεγαλύτερο είναι το φορτίο των ιόντων τόσο υψηλότερο είναι το σημείο τήξης. Π.χ. το CaF_2 (το Ca^{2+} έχει φορτίο 2+) τήκεται στους 1420 °C, ενώ το KF (το K^+ έχει φορτίο 1+) τήκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία, στους 858 °C.

Ουσία	σ.τ. (°C)
NaF	993
NaCl	801
NaI	651

Δραστηριότητα 3.3.

Ποιο έχει μεγαλύτερο σημείο τήξης:

α. το NaCl ή το KCl;

β. το KCl ή το KBr;

γ. το BaO ή το CaO;

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

.....

.....

.....

.....

.....

Ιδιότητες ιοντικών ενώσεων

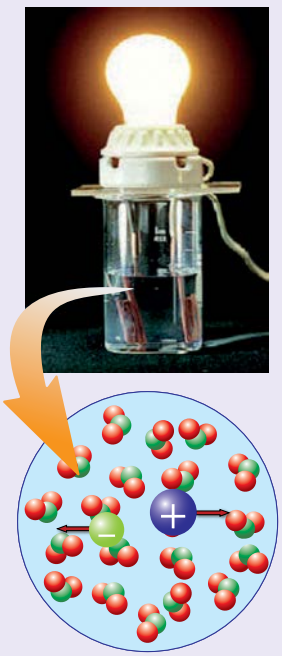
2) Οι περισσότερες ιοντικές ενώσεις **διαλύονται στο νερό**.

Όταν μια ιοντική ένωση προστεθεί στο νερό, τα πολικά μόρια του H_2O έλκουν τα ιόντα της ένωσης και τα απομακρύνουν από το κρυσταλλικό πλέγμα, οπότε αυτό καταστρέφεται και τα ιόντα κινούνται «ελεύθερα» μέσα στο διάλυμα - η ιοντική ένωση διαλύεται.

3) Οι ιοντικές ενώσεις **δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.**

Στη στερεή κατάσταση τα ιόντα των ιοντικών ενώσεων έλκονται ισχυρά μεταξύ τους και δεν μπορούν να κινηθούν «ελεύθερα», οπότε δεν άγεται το ηλεκτρικό ρεύμα. Όμως, τα **υδατικά διαλύματα των ιοντικών ενώσεων είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος**, διότι όπως προαναφέραμε, με το H_2O καταστρέφεται το κρυσταλλικό πλέγμα και «ελευθερώνονται» τα ιόντα τους, τα οποία κινούνται προς κάθε κατεύθυνση μέσα στο διάλυμα. Με την επίδραση ηλεκτρικού πεδίου τα «ελεύθερα» ιόντα κινούνται προσανατολιζόμενα με αποτέλεσμα την εμφάνιση ηλεκτρικής αγωγιμότητας.

Επίσης, και τα **τήγματα των ιοντικών ενώσεων είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος**, διότι με τη θέρμανση καταστρέφεται το κρυσταλλικό πλέγμα και «ελευθερώνονται» τα ιόντα τους.



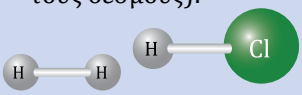
Εικόνα 3.4. Τα «ελεύθερα» ιόντα, που δημιουργούνται από τη διάσταση της ιοντικής ένωσης με την επίδραση ηλεκτρικού πεδίου κινούνται προσανατολιζόμενα, οπότε άγεται το ηλεκτρικό ρεύμα.

Ο **χημικός τύπος** που δείχνει από *ποια* και *πόσα άτομα* αποτελείται το μόριο της ένωσης, ονομάζεται **μοριακός τύπος**.
Αν επιπλέον δείχνει τον *τρόπο σύνδεσης* των ατόμων στο μόριο και τη *διευθέτηση* των e στις *εξωτερικές στιβάδες* των ατόμων, ονομάζεται **ηλεκτρονιακός τύπος**.
Αν κάθε *κοινό ζευγάρι* ηλεκτρονίων μεταξύ των ατόμων αντικατασταθεί με *παύλα*, τότε έχουμε τον **συντακτικό τύπο**.

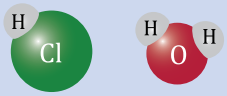
Δεσμικό ζεύγος είναι το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων στον δεσμό δύο ατόμων.
Μη-δεσμικό ζεύγος είναι το ζεύγος ηλεκτρονίων σθένους που δεν συμμετέχει σε δεσμό.

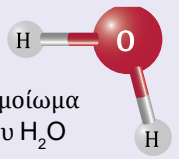
* Πειραματικά δεδομένα έχουν δείξει ότι αυτός ο ηλεκτρονιακός τύπος του O_2 δεν είναι σωστός.

Αναπαράσταση των δεσμών και των μορίων
Στις αναπαραστάσεις (μοντέλα / προσομοιώματα) των μορίων, τα **άτομα** απεικονίζονται με μικρές σφαίρες οι οποίες:
α. συνδέονται μεταξύ τους με ράβδους (παριστάνουν τους δεσμούς):



β. επικαλύπτονται μεταξύ τους:





Προσομοίωμα μορίου H_2O

3.1.3. Ο ομοιοπολικός δεσμός

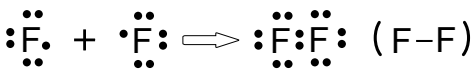
α) Πώς σχηματίζεται ο ομοιοπολικός δεσμός;

Ο **ομοιοπολικός δεσμός** δημιουργείται με **αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων** μεταξύ ατόμων, οπότε σχηματίζονται ένα ή περισσότερα *κοινά ζευγάρια* ηλεκτρονίων, τα οποία έλκονται από τους πυρήνες των δύο ατόμων, και προκύπτουν τα μόρια.

Για να σχηματιστεί ομοιοπολικός δεσμός, θα πρέπει να υπάρχουν άτομα που να είναι *ηλεκτρονιοδέκτες* (π.χ. *αμέταλλα*), με *μονήρη* ηλεκτρόνια.

α1) Πώς σχηματίζεται το μόριο F_2;

Ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου $_9$**F**: K(2), L(7).
Το κάθε άτομο F έχει 7e στην εξωτερική του στιβάδα (3 ζευγάρια και ένα μονήρες), οπότε χρειάζεται 1e για να αποκτήσει σταθερή ηλεκτρονιακή δομή (δομή ευγενούς αερίου). Επειδή το κάθε άτομο φθορίου είναι *αμέταλλο (ηλεκτρονιοδέκτης)* και διαθέτει ένα μονήρες e, ο μόνος τρόπος για να αποκτήσουν τα άτομα του F δομή ευγενούς αερίου, είναι να κάνουν *αμοιβαία συνεισφορά* των *μονήρων ηλεκτρονίων* τους. Έτσι, σχηματίζεται ένα *κοινό ζευγάρι ηλεκτρονίων* (**απλός ομοιοπολικός δεσμός**) και προκύπτει το μόριο F_2:

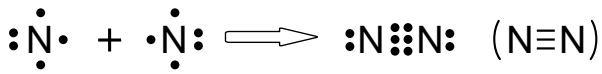


α2) Πώς σχηματίζεται το μόριο O_2;

Ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου $_8$**O**: K(2), L(6).
Το κάθε άτομο O έχει 6e στην εξωτερική του στιβάδα (2 ζευγάρια και 2 μονήρη). Με αμοιβαία συνεισφορά των 2 μονήρων ηλεκτρονίων από κάθε άτομο οξυγόνου σχηματίζονται 2 κοινά ζευγάρια ηλεκτρονίων (**διπλός ομοιοπολικός δεσμός**), οπότε κάθε άτομο οξυγόνου αποκτά δομή ευγενούς αερίου*:

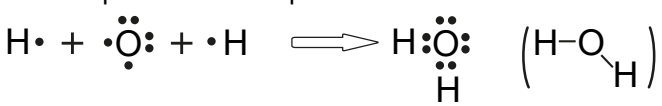
α3) Πώς σχηματίζεται το μόριο N_2;

Ηλεκτρονιακή δομή του ατόμου $_7$**N**: K(2), L(5).
Το κάθε άτομο N έχει 5e στην εξωτερική του στιβάδα (1 ζευγάρι και 3 μονήρη). Με αμοιβαία συνεισφορά των 3 μονήρων ηλεκτρονίων από κάθε άτομο αζώτου σχηματίζονται 3 κοινά ζευγάρια ηλεκτρονίων (**τριπλός ομοιοπολικός δεσμός**), οπότε κάθε άτομο αζώτου αποκτά δομή ευγενούς αερίου:



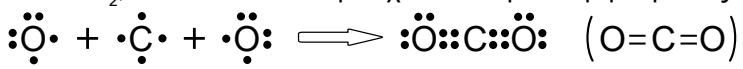
α4) Πώς σχηματίζεται το μόριο H_2O;

Ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων: $_1$**H**: K(1) και $_8$**O**: K(2), L(6).
Το άτομο του H (αμέταλλο) έχει 1e στην εξωτερική του στιβάδα, οπότε χρειάζεται 1e για να αποκτήσει σταθερή ηλεκτρονιακή δομή, ενώ το άτομο του O (αμέταλλο) έχει 6e στην εξωτερική του στιβάδα, οπότε χρειάζεται 2e.
Με αμοιβαία συνεισφορά των 2 μονήρων ηλεκτρονίων του ατόμου του οξυγόνου με τα 2 μονήρη ηλεκτρόνια των δύο ατόμων υδρογόνου, σχηματίζονται δύο απλοί ομοιοπολικοί δεσμοί:



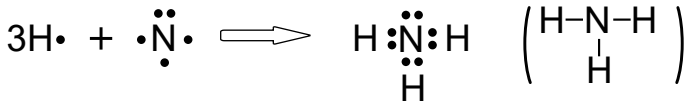
α5) Πώς σχηματίζεται το μόριο CO_2;

Ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων: $_6$**C**: K(2), L(4) και $_8$**O**: K(2), L(6).
Το άτομο του **C** (αμέταλλο) χρειάζεται 4e, για να αποκτήσει σταθερή ηλεκτρονιακή δομή, ενώ το κάθε άτομο του **O** (αμέταλλο) χρειάζεται 2e.
Το άτομο του άνθρακα C (έχει 4 μονήρη e) θα κάνει αμοιβαία συνεισφορά των 2 μονήρων ηλεκτρονίων του με τα 2 μονήρη e του ενός ατόμου O και των άλλων 2 μονήρων ηλεκτρονίων του με τα 2 μονήρη e του άλλου ατόμου O (δημιουργία 2 διπλών ομοιοπολικών δεσμών), οπότε θα σχηματιστεί το μόριο του CO_2, όπου το κάθε άτομο έχει αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου:



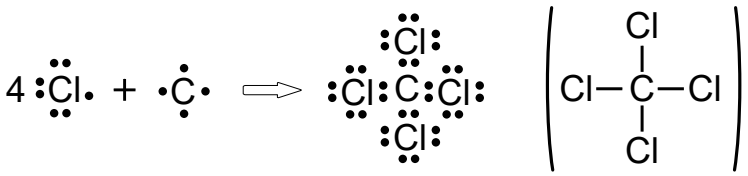
α6) Πώς σχηματίζεται το μόριο NH_3;

Ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων: $_7$**N**: K(2), L(5) και $_1$**H**: K(1).
Τα 3 μονήρη ηλεκτρόνια του N σχηματίζουν 3 ομοιοπολικούς δεσμούς με τα μονήρη ηλεκτρόνια των τριών ατόμων H:



α7) Πώς σχηματίζεται το μόριο CCl_4;

Ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων: $_6$**C**: K(2), L(4) και $_{17}$**Cl**: K(2), L(8), M(7).
Τα 4 μονήρη ηλεκτρόνια του C σχηματίζουν 4 ομοιοπολικούς δεσμούς με τα μονήρη ηλεκτρόνια των τεσσάρων ατόμων Cl:



Ο **ομοιοπολικός δεσμός** υπάρχει κυρίως:

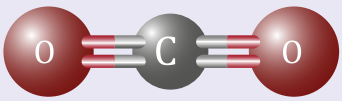
1) στα μόρια των στοιχείων (π.χ. F_2)
2) στα οξέα (π.χ. HCl)
3) στα οξείδια αμετάλλων (π.χ. CO_2)
4) στις οργανικές ενώσεις (π.χ. CH_4)

β) Μερικές ιδιότητες των ομοιοπολικών ενώσεων

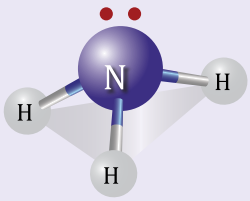
Οι ομοιοπολικές ενώσεις (αποτελούνται από *μόρια*) έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Είναι στερεές (συνήθως με χαμηλό σημείο τήξης) ή υγρές (με χαμηλό σημείο βρασμού) ή αέριες.
2. Οι περισσότερες δεν διαλύονται στο νερό.
3. Δεν άγουν το *ηλεκτρικό ρεύμα*.
   Επειδή οι ομοιοπολικές ενώσεις αποτελούνται από μόρια, δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα. Όμως, τα υδατικά *διαλύματα* ορισμένων ομοιοπολικών ενώσεων (π.χ. των *οξέων*) είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, διότι με το H_2O μετατρέπονται σε ιόντα – ιοντίζονται.

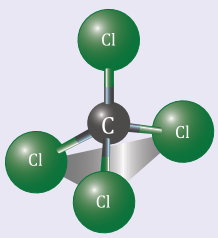
Ο ομοιοπολικός δεσμός (I)



Προσομοίωμα μορίου CO_2



Προσομοίωμα μορίου NH_3

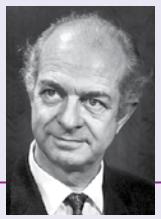


Προσομοίωμα μορίου CCl_4

Ομοιοπολικός δεσμός (II)

(III)

Τα **άλατα**, οι **βάσεις** και τα **οξέα** ονομάζονται **ηλεκτρολύτες**, διότι τα υδατικά τους διαλύματα είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.



Linus Pauling
(1901-1994)

Αμερικανός καθηγητής Χημείας (πήρε 2 βραβεία Νόμπελ, ένα για τη Χημεία και ένα για την ειρήνη).

γ) Τι ονομάζεται ηλεκτραρνητικότητα;

Ηλεκτραρνητικότητα (κατά Pauling) ονομάζεται το μέγεθος που δείχνει πόσο ισχυρά ένα άτομο *έλκει* ηλεκτρόνια, όταν ενώνεται με άλλα άτομα.

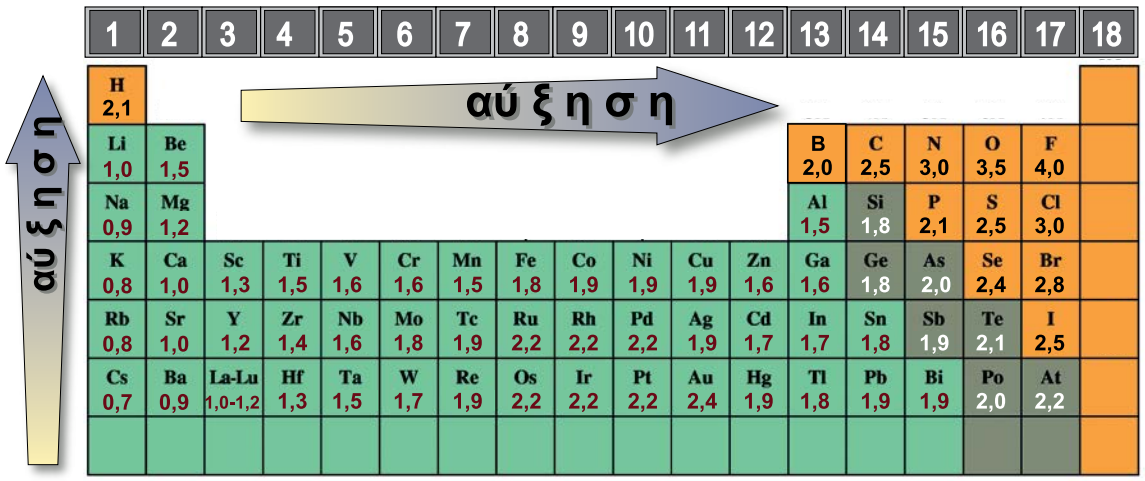
Σειρά ηλεκτραρνητικότητας: **F > O > N > Cl > Br > S, C, I > H**

Πώς μεταβάλλεται η ηλεκτραρνητικότητα σε μια ομάδα και σε μια περίοδο του Περιοδικού Πίνακα;

Σε μια **ομάδα** από πάνω προς τα κάτω η ατομική ακτίνα αυξάνεται, οπότε ελαττώνεται η έλξη του πυρήνα στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας και άρα η ηλεκτραρνητικότητα ελαττώνεται.

Σε μια **περίοδο** από αριστερά προς τα δεξιά η ατομική ακτίνα ελαττώνεται, οπότε αυξάνεται η έλξη του πυρήνα στα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας και άρα η ηλεκτραρνητικότητα αυξάνεται.

Πίνακας 3.2. Τιμές ηλεκτραρνητικότητας των στοιχείων (κατά Pauling)



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H 2,1																	
Li 1,0	Be 1,5											B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	
Na 0,9	Mg 1,2											Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	
K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,9	Ni 1,9	Cu 1,9	Zn 1,6	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8	
Rb 0,8	Sr 1,0	Y 1,2	Zr 1,4	Nb 1,6	Mo 1,8	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	Ag 1,9	Cd 1,7	In 1,7	Sn 1,8	Sb 1,9	Te 2,1	I 2,5	
Cs 0,7	Ba 0,9	La-Lu 1,0-1,2	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	Au 2,4	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,9	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,2	

δ) Ποιος δεσμός ονομάζεται πολικός και ποιος μη πολικός;

Αν τα άτομα σε έναν ομοιοπολικό δεσμό είναι της ίδιας ηλεκτραρνητικότητας (π.χ. H_2, F_2, Cl_2), τότε το κοινό ζευγάρι ηλεκτρονίων έλκεται το ίδιο από τα δύο άτομα (έχουμε *ομοιόμορφη* – συμμετρική κατανομή του κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων μεταξύ των δύο ατόμων) και ο δεσμός ονομάζεται **μη πολικός**.

Αν τα άτομα σε έναν ομοιοπολικό δεσμό είναι διαφορετικής ηλεκτραρνητικότητας (π.χ. HF, HCl, HBr), τότε το πιο ηλεκτραρνητικό άτομο έλκει ισχυρότερα το κοινό ζευγάρι ηλεκτρονίων, οπότε δημιουργείται *ανομοιόμορφη* – μη συμμετρική κατανομή του κοινού ζεύγους ηλεκτρονίων μεταξύ των δύο ατόμων και ο δεσμός ονομάζεται **πολικός**.

Το άτομο που έλκει τα ηλεκτρόνια πιο ισχυρά αποκτά «μερικό αρνητικό φορτίο» ή κλάσμα του αρνητικού στοιχειώδους φορτίου, που συμβολίζεται με **δ–**, ενώ το άλλο άτομο αποκτά «μερικό θετικό φορτίο» ή κλάσμα του θετικού στοιχειώδους φορτίου, που συμβολίζεται με **δ+**. Μιλάμε για μερικό φορτίο, διότι μόνο με τη μεταφορά ηλεκτρονίων δημιουργούνται «ακέραια φορτία».

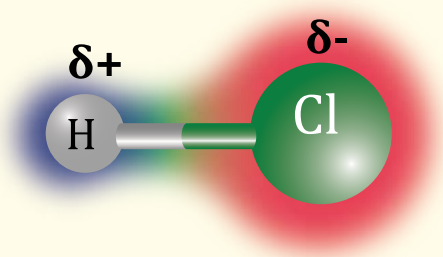
Ας εξετάσουμε για παράδειγμα τι συμβαίνει στο μόριο HCl. Το άτομο του Cl, ως πιο ηλεκτραρνητικό από το άτομο του H, έλκει το δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων του ομοιοπολικού δεσμού προς το μέρος του, με αποτέλεσμα η περιοχή γύρω από το ατόμο του Cl να αποκτά **μερικό ή κλασματικό αρνητικό φορτίο δ–**, ενώ η περιοχή γύρω από το H αποκτά **μερικό ή κλασματικό θετικό φορτίο δ+**.

$$H^{\delta+} - Cl^{\delta-}$$

Η χαρτογράφηση της πυκνότητας ηλεκτρονίων (ηλεκτρονιακής πυκνότητας) μέσα στο μόριο μας επιτρέπει να οπτικοποιήσουμε την κατανομή των ηλεκτρονίων του δεσμικού ζεύγους.

Οι αναπαραστάσεις αυτές ονομάζονται **απεικονίσεις** ή **μοντέλα ηλεκτροστατικού δυναμικού** και δείχνουν:

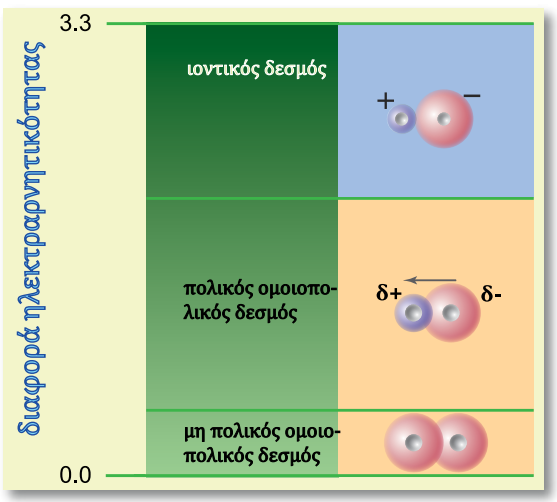
- με κόκκινο χρώμα, την περιοχή όπου τα e βρίσκονται περισσότερο χρόνο (υψηλή ηλεκτρονιακή πυκνότητα-αρνητικά φορτισμένη περιοχή),
- με μπλε χρώμα, την περιοχή όπου τα e βρίσκονται λιγότερο χρόνο (χαμηλή ηλεκτρονιακή πυκνότητα-θετικά φορτισμένη περιοχή),
- με πράσινο χρώμα την περιοχή όπου τα e βρίσκονται ενδιάμεσο χρόνο.



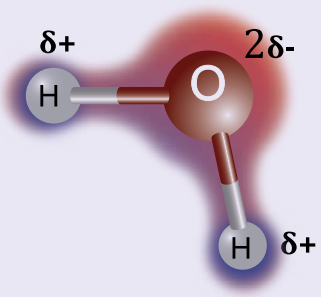
Εικόνα 3.5. Το μοντέλο ηλεκτροστατικού δυναμικού του HCl δείχνει την κατανομή της ηλεκτρονιακής πυκνότητας στον δεσμό H – Cl.

Συνοψίζοντας:

Όταν η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας είναι πολύ μικρή ή μηδενική, ο δεσμός είναι μη πολικός. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των δύο ατόμων του ομοιοπολικού δεσμού τόσο πιο πολικός (ή πολωμένος) είναι ο δεσμός και τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό του ιοντικού χαρακτήρα.



Εικόνα 3.7. Σχέση μεταξύ διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ δύο ατόμων και του τύπου του δεσμού μεταξύ τους



Εικόνα 3.6.
Μοντέλο ηλεκτροστατικού δυναμικού του H_2O.
(Επειδή το άτομο του O στο μόριο του νερού έλκει ηλεκτρόνια από δύο άτομα H, έχει διπλάσιο κλασματικό φορτίο από κάθε άτομο H και συμβολίζεται ως $2\delta^-$)

Ηλεκτραρνητικότητα (Ι)

Ηλεκτραρνητικότητα (ΙΙ)

Ηλεκτραρνητικότητα (ΙΙΙ)

Πολικός και μη πολικός ομοιοπολικός δεσμός

Παράδειγμα 3.1

Ποιο από τα άτομα: **α.** $_{11}$Na ή $_{19}$K γίνεται πιο εύκολα κατιόν;
β. $_{17}$Cl ή $_{35}$Br είναι πιο ηλεκτραρνητικό;

Απάντηση

α. Το $_{11}$Na έχει ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8), M(1) και το $_{19}$K έχει ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8), M(8), N(1).
Επειδή το άτομο του K έχει μία στιβάδα περισσότερη – έχει μεγαλύτερο μέγεθος, έλκει ασθενέστερα το ηλεκτρόνιο της εξωτερικής στιβάδας, οπότε μπορεί να γίνει πιο εύκολα κατιόν απ' ότι το Na.

β. Το $_{17}$Cl έχει ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8), M(7), ενώ το $_{35}$Br έχει ηλεκτρονιακή δομή K(2), L(8), M(18), N(7).
Το άτομο του χλωρίου έχει μία στιβάδα λιγότερη – έχει μικρότερο μέγεθος – οπότε θα έλκει ισχυρότερα το ηλεκτρόνιο, συνεπώς είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το άτομο του βρωμίου.

Εφαρμογή 3.1

Ποιο από τα άτομα:
α. $_{12}$Mg ή $_{20}$Ca μπορεί να γίνει πιο εύκολα κατιόν;
β. $_{15}$P ή $_{33}$As είναι πιο ηλεκτραρνητικό;
Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. .....
.....
.....

β. .....
.....
.....

Παράδειγμα 3.2

Ποιος από τους δεσμούς H – F ή H – Cl είναι περισσότερο πολικός; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Δίνεται: $_{9}$F και $_{17}$Cl.

Απάντηση

Θα είναι περισσότερο πολικός ο δεσμός στον οποίο υπάρχει μεγαλύτερη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων του δεσμού.
Οι ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων είναι:
$_{9}$F: K(2), L(7).
$_{17}$Cl: K(2), L(8), M(7).
Τα στοιχεία αυτά ανήκουν στην ίδια ομάδα του Π.Π. και το Cl έχει μεγαλύτερο μέγεθος (έχει μια στιβάδα περισσότερη) από το F, οπότε είναι λιγότερο ηλεκτραρνητικό από το F. Επομένως ο δεσμός H – F είναι περισσότερο πολικός.

Εφαρμογή 3.2

Στις ενώσεις NH_3 και PH_3 ποιος από τους δεσμούς N – H ή P – H είναι περισσότερο πολικός; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. Δίνεται: $_{7}$N και $_{15}$P.

.....
.....
.....
.....

ε) Δοτικός ομοιοπολικός δεσμός

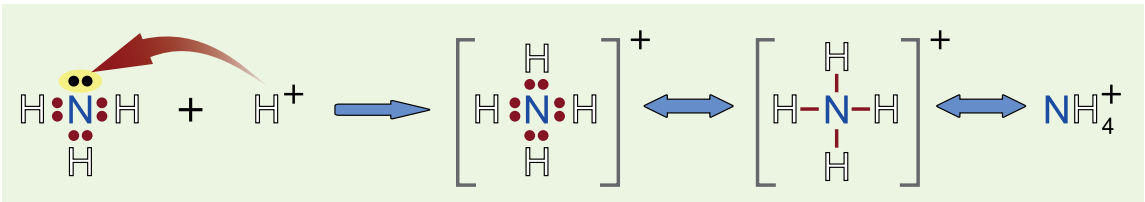
Ο *δοτικός ομοιοπολικός δεσμός* ή *δεσμός συναρμογής* αποτελεί ειδική περίπτωση ομοιοπολικού δεσμού στον οποίο το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων μεταξύ των συνδεόμενων ατόμων προέρχεται από το ένα άτομο (και όχι με αμοιβαία συνεισφορά).

Για να σχηματιστεί δοτικός ομοιοπολικός δεσμός θα πρέπει να υπάρχουν:

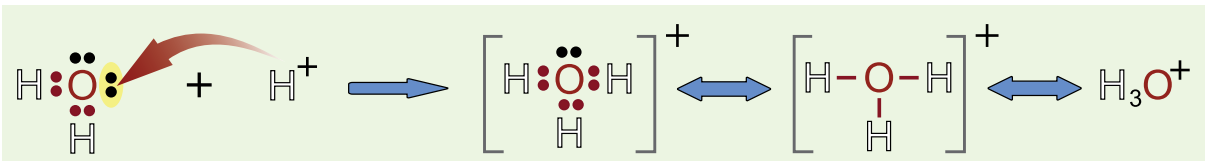
α) άτομο που έχει μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων

β) άτομο ή ιόν που έχει έλλειμμα ένα ζεύγος ηλεκτρονίων.

Παράδειγμα 1: **Το κατιόν αμμωνίου NH_4^+** σχηματίζεται με σύνδεση ενός κατιόντος υδρογόνου (H^+) με το μόριο της αμμωνίας (NH_3), με δοτικό ομοιοπολικό δεσμό: το μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων του ατόμου του αζώτου της NH_3, «διατίθεται» στο -και γίνεται κοινό με το- κατιόν υδρογόνου το οποίο έχει έλλειμμα ένα ζεύγος ηλεκτρονίων, ώστε αυτό να αποκτήσει σταθερή ηλεκτρονιακή δομή.



Παράδειγμα 2: **Το κατιόν οξονίου (H_3O^+)** σχηματίζεται με σύνδεση ενός κατιόντος υδρογόνου (H^+) με το μόριο του H_2O, με δοτικό ομοιοπολικό δεσμό:



Ένα μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων του ατόμου οξυγόνου του H_2O «διατίθεται» στο -και γίνεται κοινό με το- κατιόν υδρογόνου το οποίο έχει έλλειμμα ένα ζεύγος ηλεκτρονίων, ώστε αυτό να αποκτήσει σταθερή ηλεκτρονιακή δομή.

Δραστηριότητα 3.4.

α. Να γράψετε τους ηλεκτρονιακούς τύπους των ενώσεων:

i. BF_3 (το B δεν έχει αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου) και **ii.** NH_3 (δίνεται: $_1H$, $_5B$, $_7N$, $_9F$),

.....

.....

.....

.....

.....

β. Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης μεταξύ των μορίων BF_3 και NH_3, και να αναφέρετε με τι δεσμό συνδέονται.

.....

.....

.....

.....

Δοτικός ομοιοπολικός δεσμός

Διαφορές μεταξύ ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού

Ιδιότητες ιοντικών ενώσεων

Χημικός δεσμός (Ι)

Χημικός δεσμός (ΙΙ)

Ομοιοπολικοί δεσμοί

Δραστηριότητα 3.5.

Το στοιχείο Σ ανήκει στη 15η ομάδα και στην 3η περίοδο του Π.Π.

α. Να γράψετε την κατανομή των e του Σ σε στιβάδες.

.....

.....

β. Ποιος είναι ο ατομικός αριθμός του Σ;

.....

.....

γ. Με τι δεσμό θα ενωθεί το Σ με το $_1$Η; Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης του Σ με το Η.

.....

.....

.....

.....

δ. Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης ενός H^+ με το μόριο της ένωσης του Σ με το Η και να χαρακτηρίσετε κάθε δεσμό (είδος) στο τελικό σωματίδιο.

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 3.6.

Τρία στοιχεία Χ, Ψ, Ω έχουν ατομικούς αριθμούς: ν, ν+1, ν+2 αντίστοιχα, και το Ψ είναι ευγενές αέριο.

α. Σε ποιες ομάδες του Περιοδικού Πίνακα ανήκουν τα στοιχεία Χ και Ω;

.....

.....

.....

β. Με τι δεσμό θα ενωθούν δύο άτομα Χ; .....

Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο.

.....

.....

.....

γ. Με τι δεσμό θα ενωθούν τα στοιχεία Χ και Ω; .....

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης μεταξύ Χ και Ω.

.....

.....

Πίνακας 3.3.
Διαφορές μεταξύ ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού και μεταξύ ιοντικών και ομοιοπολικών ενώσεων

1. Διαφορές μεταξύ ιοντικού και ομοιοπολικού δεσμού

	Ιοντικός δεσμός	**Ομοιοπολικός δεσμός**
α. Πώς σχηματίζεται;	Με **μεταφορά ηλεκτρονίων** μεταξύ ατόμων, οπότε δημιουργούνται αντίθετα φορτισμένα **ιόντα**, τα οποία έλκονται μεταξύ τους.	Με **αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων** μεταξύ ατόμων, οπότε δημιουργούνται **κοινά ζεύγη** ηλεκτρονίων, τα οποία έλκονται από τους πυρήνες των δύο ατόμων.
β. Απαραίτητες προϋποθέσεις για να σχηματιστεί:	Ένας **ηλεκτρονιοδότης** (π.χ. μέταλλο) και ένας **ηλεκτρονιοδέκτης** (π.χ. αμέταλλο).	Δύο **ηλεκτρονιοδέκτες** (π.χ. αμέταλλα) με μονήρη ηλεκτρόνια.

2. Διαφορές μεταξύ ιοντικών και ομοιοπολικών ενώσεων

	Ιοντικές ενώσεις	**Ομοιοπολικές ενώσεις**
α. Είδος δομικών σωματιδίων:	Οι ιοντικές ενώσεις αποτελούνται από **ιόντα**.	Οι ομοιοπολικές ενώσεις αποτελούνται από **μόρια**.
β. Φυσική κατάσταση:	Είναι **στερεές κρυσταλλικές** και έχουν **υψηλό σημείο τήξης**.	Είναι στερεές (συνήθως με χαμηλό σημείο τήξης) ή υγρές (με χαμηλό σημείο βρασμού) ή αέριες.
γ. Διαλυτότητα στο νερό:	Οι περισσότερες ιοντικές ενώσεις **διαλύονται** στο νερό.	Οι περισσότερες ομοιοπολικές ενώσεις **δεν** διαλύονται στο νερό.
δ. Ηλεκτρική αγωγιμότητα:	Οι ιοντικές ενώσεις **δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα**. Τα **υδατικά διαλύματα** και τα **τήγματα** των ιοντικών ενώσεων είναι **αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος**.	Οι ομοιοπολικές ενώσεις **δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα**. Τα **υδατικά διαλύματα** ορισμένων ομοιοπολικών ενώσεων (π.χ. των οξέων) άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.
ε. Κατηγορίες ενώσεων:	**Άλατα, υδροξείδια μετάλλων** και **οξείδια μετάλλων.**	**Οξέα**, **οξείδια αμετάλλων** και **οργανικές ενώσεις**.
	 NaCl	 **H_2O**

Δραστηριότητα 3.7.
Ηλεκτρική αγωγιμότητα υδατικού διαλύματος αλατιού και ζάχαρης

Φύλλο εργασίας (ψηφιακό υλικό)

(Ενδεικτικός χρόνος: 10 λεπτά)

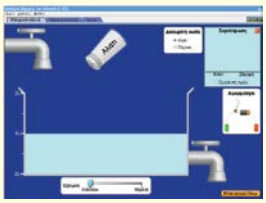
Ημερομηνία:..... **Ονοματεπώνυμο/α:**.....

Με την είσοδο στον σύνδεσμο (του Πανεπιστημίου του Κολοράντο)

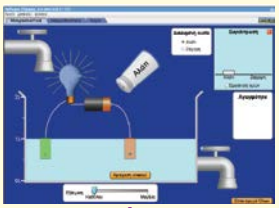
http://phet.colorado.edu/el/simulation/legacy/sugar-and-salt-solutions

εμφανίζεται στην οθόνη η εικόνα 1

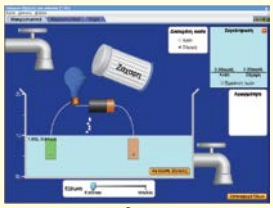
Με επιλογή «RUN ...» εμφανίζεται η εικόνα 2



εικόνα 2



εικόνα 3



εικόνα 4

Μετάφερε το κύκλωμα με τον λαμπτήρα από την **Αγωγιμότητα** στο διάλυμα.

1. Αρχικά, πριν προστεθεί οτιδήποτε στο νερό, γιατί δεν ανάβει ο λαμπτήρας;

   .....

   Με οριζόντια κίνηση της αλατιέρας πρόσθεσε NaCl στο νερό.
   Οι τιμές εμφανίζονται στο τμήμα με την ένδειξη **Συγκέντρωση** (εικόνα 3).

2. Γιατί ο λαμπτήρας ανάβει όταν διαλύεται το αλάτι;

   .....

3. Πού οφείλεται η αγωγιμότητα του διαλύματος του αλατιού;

   .....

4. Πρόσθεσε περισσότερο αλάτι. Γιατί φωτοβολεί πιο έντονα ο λαμπτήρας;

   .....

   Πάτησε στην ένδειξη **Αφαίρεση αλατιού**

   Με επιλογή διαλυμένης ουσίας

   Διαλυμένη ουσία
   ○ αλάτι
   ◉ ζάχαρη

   και με οριζόντια κίνηση του αντίστοιχου δοχείου πρόσθεσε ζάχαρη στο διάλυμα (εικόνα 4).

5. Γιατί ο λαμπτήρας δεν ανάβει τώρα;

   .....

6. Πού οφείλεται η μη αγωγιμότητα του διαλύματος της ζάχαρης;

   .....

Να συζητήσετε στην τάξη τις απαντήσεις σας στα προηγούμενα ερωτήματα με τον συντονισμό του/της εκπαιδευτικού σας. (Ενδεικτικός χρόνος 10 λεπτά)

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (1)
Δεσμοί: Ιοντικός - Ομοιοπολικός

(Ενδεικτικός χρόνος: 30 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** .....

1. α. Γιατί τα άτομα των στοιχείων σχηματίζουν δεσμούς μεταξύ τους;

.....

.....

β. Με ποιους τρόπους τα άτομα αποκτούν σταθερή ηλεκτρονιακή δομή;

.....

.....

2. Πώς μεταβάλλεται η ηλεκτραρνητικότητα των στοιχείων σε μία περίοδο και σε μία ομάδα του Π.Π.; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

3. Δίνονται τα άτομα: $_{19}$K και $_{9}$F.

α. Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της χημικής ένωσης μεταξύ τους.

.....

.....

.....

β. Να χαρακτηρίσετε το είδος του δεσμού τους (ιοντικός - ομοιοπολικός): .....

4. Το άτομο του στοιχείου Σ έχει ατομικό αριθμό 17.

α. Με τι είδους δεσμό συνδέονται τα άτομα του Σ μεταξύ τους; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

β. Ποιος είναι ο ηλεκτρονιακός τύπος του μορίου $Σ_2$;

.....

γ. Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης του Σ με το $_{1}$H, και να χαρακτηρίσετε το είδος του δεσμού.

.....

.....

δ. Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης μεταξύ Σ και $_{12}$Γ και να χαρακτηρίσετε το είδος του δεσμού.

.....

.....

5. Να αντιστοιχίσετε τα δεδομένα της στήλης Α με ένα από τα είδη των χημικών δεσμών της στήλης Β.

A	B
1. N_2	**α.** ιοντικός **β.** μη πολικός ομοιοπολικός **γ.** πολικός ομοιοπολικός
2. HBr	
3. $CaCl_2$	
4. H_2O	

1. ..... **2.** ..... **3.** ..... **4.** .....

6. Ποιες από τις επόμενες δηλώσεις είναι σωστές (Σ) και ποιες είναι λανθασμένες (Λ); Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1. Η ένωση μεταξύ $_{11}$Na και $_{1}$H είναι ιοντική.	
2. Τα αλογόνα μπορούν να σχηματίσουν ομοιοπολικούς και ιοντικούς δεσμούς.	
3. Η ηλεκτραρνητικότητα δείχνει την τάση των ατόμων να αποβάλουν ηλεκτρόνια.	

7. Στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής 7.1. έως 7.5., να επιλέξετε τη σωστή απάντηση:

7.1. Η ένωση NaCl είναι ιοντική. Αυτό αποδεικνύεται από το ότι:

α. βρίσκεται σε στερεή κατάσταση

β. το τήγμα της είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος

γ. έχει υψηλό σημείο τήξης

δ. το υδατικό της διάλυμα είναι ηλεκτρικά αγώγιμο

7.2. Η ηλεκτραρνητικότητα των ατόμων ($_{6}$C, $_{7}$N, $_{8}$O, $_{9}$F) αυξάνεται κατά τη σειρά:

α. C < O < N < F

β. C < N < O < F

γ. F < O < N < C

δ. C < F < O < N

7.3. Ποιο από τα επόμενα άγει το ηλεκτρικό ρεύμα:

α. NaCl(s)

β. HCl(g)

γ. NaCl(l)

δ. $C_{12}H_{22}O_{11}$(aq)

7.4. Τα στοιχεία Γ και Δ με ατομικούς αριθμούς 19 και 35 αντίστοιχα σχηματίζουν μεταξύ τους:

α. ομοιοπολική ένωση με χημικό τύπο ΓΔ

β. ομοιοπολική ένωση με χημικό τύπο $ΓΔ_2$

γ. ιοντική ένωση με χημικό τύπο $Γ_2Δ$

δ. ιοντική ένωση με χημικό τύπο ΓΔ

7.5. Ποια από τις επόμενες δηλώσεις **δεν** είναι αληθής για την ένωση $CaCl_2$;

α. Έχει υψηλό σημείο τήξης

β. Δεν είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος

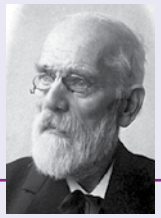
γ. Είναι υγρή σε συνήθεις συνθήκες

δ. Το υδατικό της διάλυμα είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος

3.2. Οι διαμοριακές δυνάμεις

Οι δυνάμεις οι οποίες αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων ονομάζονται **διαμοριακές δυνάμεις** ή **δυνάμεις van der Waals**.

Οι ελκτικές διαμοριακές δυνάμεις δεν είναι τόσο ισχυρές όσο οι δυνάμεις μεταξύ των ατόμων στα μόρια των ομοιοπολικών ενώσεων (**ενδομοριακές** δυνάμεις) ή μεταξύ των ιόντων στις ιοντικές ενώσεις. Έτσι, οι διαμοριακές δυνάμεις καθορίζουν κυρίως τις φυσικές ιδιότητες* των ουσιών, αλλά όχι τη χημική συμπεριφορά τους.



Van der Waals (1837–1923)
Ολλανδός φυσικός. Πήρε βραβείο Νόμπελ το 1910.

*** Φυσικές ιδιότητες:** περιγράφουν μια ουσία, χωρίς αυτή να μετατρέπεται σε άλλες ουσίες.
Π.χ. σημείο βρασμού, σημείο τήξης, διαλυτότητα, πυκνότητα κ.ά.

3.2.1. Η διπολική ροπή

Όταν δύο αντίθετα ηλεκτρικά φορτία +Q και –Q (ή κλάσματα ηλεκτρικού φορτίου δ+ και δ–) βρίσκονται σε απόσταση ***r***, σχηματίζουν ένα ηλεκτρικό **δίπολο**:

Διπολική ροπή (*μ* ή *p*) ενός ηλεκτρικού διπόλου ορίζεται το γινόμενο του φορτίου Q (ή του κλάσματος του φορτίου δ), επί την απόσταση *r*.

$$\mu = Q \cdot r$$

ή $\mu = \delta \cdot r$

Η διπολική ροπή:

- Είναι διανυσματικό μέγεθος και έχει κατεύθυνση (κατά IUPAC) από το αρνητικό φορτίο (–) προς το θετικό (+) φορτίο.
- Έχει μονάδα μέτρησης (στο S.I.): C · m (coulomb · meter), αλλά στην πράξη χρησιμοποιείται η μονάδα debye (σύμβολο **D**)**: 1 D = 3,3 · 10^{-30} C · m.

****** Η μονάδα διπολικής ροπής **1 C·m** δεν είναι εύχρηστη, διότι είναι τεράστια (είναι σαν να εκφράζουμε τη μάζα μιας κουταλιάς αλατιού με μονάδα τη μάζα ενός φορτηγού).
Έτσι, καθιερώθηκε η μονάδα **1 debye** (προς τιμή του Ολλανδού Νομπελίστα φυσικού *Peter Debye*).

Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας (Δχ) μεταξύ δύο ατόμων τόσο περισσότερο πολωμένος είναι ο δεσμός και τόσο μεγαλύτερη διπολική ροπή έχει:

Ένωση	Μήκος δεσμού (Å)	Διαφορά ηλεκτραρνητικότητας	Διπολική ροπή (D)
H – F	0,92	Δχ = 4,0 – 2,1 = 1,9	μ = 1,82
H – Cl	1,27	Δχ = 3,0 – 2,1 = 0,9	μ = 1,08
H – Br	1,41	Δχ = 2,8 – 2,1 = 0,7	μ = 0,82
H – I	1,61	Δχ = 2,5 – 2,1 = 0,4	μ = 0,44

Στον πίνακα 3.4. δίνονται οι τιμές διπολικής ροπής ορισμένων ομοιοπολικών δεσμών.

Τα διατομικά μόρια των στοιχείων (π.χ. H_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2, O_2, N_2), δεν εμφανίζουν πολικότητα – είναι μη πολικά μόρια, διότι τα κοινά ηλεκτρόνια των δεσμών τους έλκονται το ίδιο από τους δύο πυρήνες και κατανέμονται συμμετρικά, οπότε έχουν μ = 0. Αν σε ένα μόριο η διπολική ροπή είναι ≠ 0, τότε το μόριο είναι πολικό.

Πίνακας 3.4.

Δεσμός	Διπολική ροπή (D)
H – C	0,30
H – Cl	1,08
H – N	1,31
H – O	1,53
C – N	0,22
C – O	0,86
C = O	2,40
C – Cl	1,56
C – Br	1,48
C – I	1,29

Διπολική ροπή (Ι)

Διπολική ροπή (ΙΙ)

Με βάση τη διπολική ροπή και το μήκος του δεσμού ενός διατομικού μορίου μπορεί να υπολογιστεί το ποσοστό ιοντικού χαρακτήρα του δεσμού.

Παράδειγμα 3.3

Για το HCl βρέθηκε πειραματικά ότι: α) η διπολική ροπή του είναι 1,08 D, β) το μήκος του δεσμού H – Cl είναι 127 pm. Ποιο είναι το ποσοστό ιοντικού χαρακτήρα στο HCl;

Δίνεται: φορτίο ηλεκτρονίου = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Απάντηση

Από τον τύπο της διπολικής ροπής: $\mu = \delta \cdot r$ βρίσκουμε: $\delta = \mu / r \Rightarrow$

$$\delta = \frac{\mu}{r} = \frac{1,08\text{D}}{127\text{pm}} = \frac{1,08 \cdot 3,3 \cdot 10^{-30}\,\text{C} \cdot \text{m}}{127 \cdot 10^{-12}\,\text{m}} = 2,8 \cdot 10^{-20}\,\text{C}$$

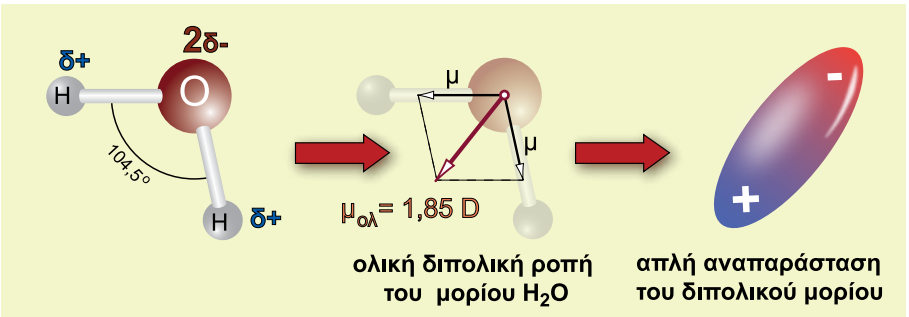
$$\%\ \text{ποσοστό ιοντικού χαρακτήρα} = \frac{2,8 \cdot 10^{-20}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \cdot 100 = 17,5\ \%$$

Διπολικές ροπές ορισμένων μορίων με τρία ή περισσότερα άτομα

Σε μία ένωση με τρία ή περισσότερα άτομα, όπου εμφανίζονται περισσότεροι πολικοί δεσμοί, για να υπολογίσουμε τη συνολική διπολική ροπή του μορίου, προσθέτουμε *διανυσματικά* τις επιμέρους διπολικές ροπές των πολικών δεσμών, αφού βεβαίως γνωρίζουμε τη *γεωμετρία* του μορίου.

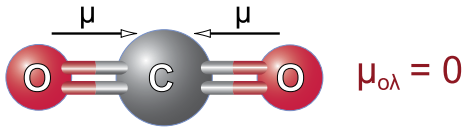
Παραδείγματα:

α. Στο **μόριο** του **νερού** (**H_2O**) οι δύο πολικοί δεσμοί O – H σχηματίζουν γωνία 104,5° και η συνισταμένη διπολική ροπή του μορίου είναι $\mu \neq 0$. Δηλαδή, το μόριο του νερού είναι πολικό και αναφέρεται συχνά ως «το δίπολο του νερού» (εικόνα 3.8).



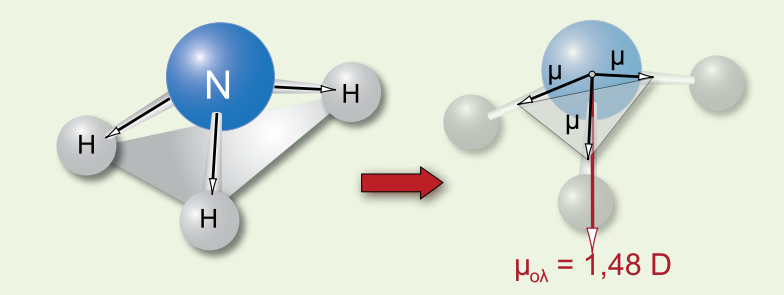
Εικόνα 3.8. Διπολική ροπή του μορίου H_2O

β. Στο **μόριο του CO_2** που έχει σχήμα γραμμικό, το άτομο του άνθρακα συνδέεται με διπλό πολικό δεσμό με κάθε ένα από τα άτομα O. Λόγω της γραμμικότητας του μορίου και της συμμετρικής διάταξης των ατόμων του O εκατέρωθεν του C, η συνισταμένη διπολική ροπή του μορίου είναι $\mu = 0$ (εικόνα 3.9). Δηλαδή, το μόριο του CO_2 είναι μη πολικό.



Εικόνα 3.9. Διπολική ροπή του μορίου CO_2.

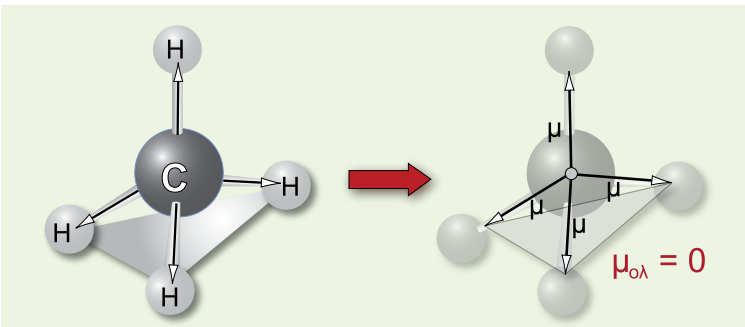
γ. Στο **μόριο της αμμωνίας (NH_3)** που έχει σχήμα τριγωνικής πυραμίδας (με τα 3 άτομα του Η να βρίσκονται στις κορυφές του τριγώνου-βάσης της πυραμίδας), οι τρεις πολικοί δεσμοί (N – H) διευθετούνται στον χώρο από το άτομο του N προς τις κορυφές της βάσης και η συνισταμένη διπολική ροπή του μορίου είναι $\mu \neq 0$. Δηλαδή, το μόριο της NH_3 είναι πολικό (εικόνα 3.10).



Εικόνα 3.10. Διπολική ροπή του μορίου NH_3

δ. Στο **μόριο του μεθανίου (CH_4)**, τα 4 άτομα του Η διατάσσονται στις κορυφές κανονικού τετραέδρου, στο κέντρο του οποίου βρίσκεται το άτομο C.

Οι τέσσερις δεσμοί C – H είναι πολικοί (λόγω διαφορετικής ηλεκτραρνητικότητας C – H), αλλά εξαιτίας της συμμετρικής διάταξής τους στον χώρο, το διανυσματικό άθροισμα των διπολικών ροπών των δεσμών C – H (συνισταμένη διπολική ροπή του μορίου) είναι $\mu = 0$. Δηλαδή, το μόριο του CH_4 είναι μη πολικό (εικόνα 3.11).



Εικόνα 3.11. Διπολική ροπή του μορίου CH_4

Επισημάνσεις:

- Για τον υπολογισμό της διπολικής ροπής ενός δεσμού απαιτείται, εκτός από τη γνώση του **φορτίου** ή του κλάσματος φορτίου και η γνώση της **απόστασης των φορτίων** (δηλαδή το μήκος του δεσμού).
- Στις ομοιοπολικές ενώσεις που έχουν περισσότερους από έναν πολικούς δεσμούς, η πολικότητα – διπολική ροπή καθορίζεται και από το **σχήμα / γεωμετρία του μορίου**.

  Αν οι διπολικές ροπές των δεσμών ενός μορίου έχουν συνισταμένη ≠ 0, τότε το μόριο είναι **πολικό**, ενώ αν η συνισταμένη διπολική ροπή είναι ίση με μηδέν, τότε το μόριο είναι **μη πολικό**.

Πολικά
και μη πολικά μόρια (I)

(II)

Δραστηριότητα 3.8.

Γεωμετρία και πολικότητα μορίων

Φύλλο εργασίας (ψηφιακό υλικό)

(Ενδεικτικός χρόνος: 10 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** .....

Με αξιοποίηση του ψηφιακού υλικού στον σύνδεσμο (του Πανεπιστημίου του Κολοράντο)

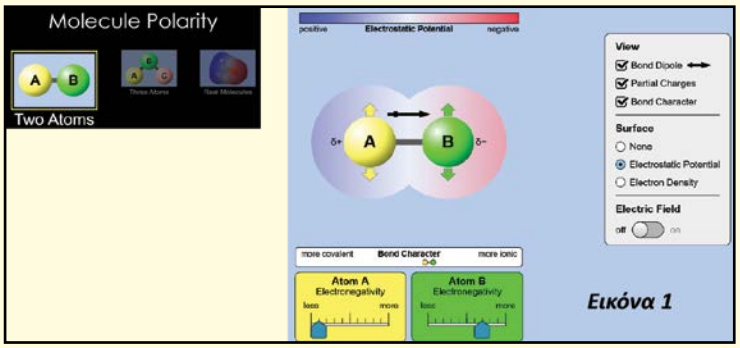
https://phet.colorado.edu/en/simulation/molecule-polarity

δίνεται η δυνατότητα να διαπιστώσετε την πολικότητα μορίων

α. με δύο άτομα και

β. με τρία άτομα.

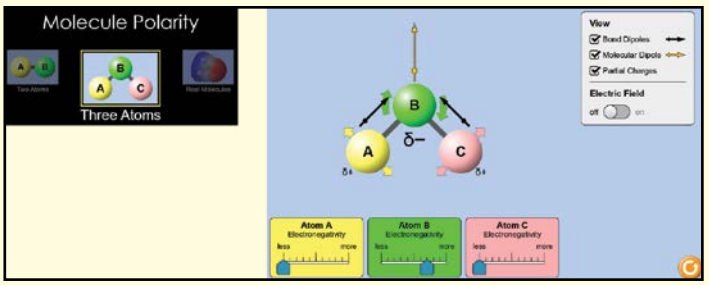
Με την είσοδο στην εφαρμογή και την επιλογή «two atoms» στη συνέχεια να επιλέξετε όπως στην εικόνα 1.



εικόνα 1

Με μετακίνηση του δείκτη για την ηλεκτραρνητικότητα του ατόμου Β, στο κάτω μέρος της εφαρμογής, και παρατηρώντας τις αλλαγές, να συμπληρώσετε κατάλληλα τις ακόλουθες προτάσεις:

1. Όσο μεγαλύτερη διαφορά ηλεκτραρνητικότητας υπάρχει τόσο ..... είναι το διάνυσμα της διπολικής ροπής. Αυτό σημαίνει ότι το μόριο Α – Β είναι ..... πολικό.
2. Το δ+ γίνεται μεγαλύτερο όταν η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας είναι .....
   .....
3. Περισσότερο ομοιοπολικό χαρακτήρα έχει ο δεσμός Α – Β όταν
   .....
   Να επαναλάβετε τις ενέργειες στην εφαρμογή για τρία άτομα («three atoms»).



4. Με μετακίνηση του δείκτη για την ηλεκτραρνητικότητα του ατόμου Β προς μεγαλύτερες τιμές, ενώ των ατόμων Α και C είναι ελάχιστες, διαπιστώνεται ότι η συνισταμένη διπολική ροπή γίνεται .....
   Αυτό σημαίνει ότι το μόριο είναι ..... πολικό.
5. Το μόριο ABC της εικόνας με ποιο από τα μόρια H_2O, CO_2 είναι όμοιο; .....
   Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
   .....

Σημείωση: Στην εφαρμογή αυτή το διάνυσμα της διπολικής ροπής έχει αντίθετη φορά από αυτήν που προτείνεται από την IUPAC.

3.2.2. Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων

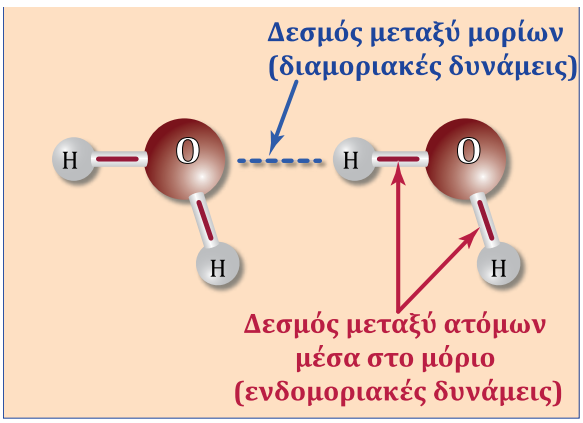
Γιατί μικρά ζωύφια περπατούν στο νερό χωρίς να βουλιάζουν;

Γιατί μικρές σταγόνες νερού έχουν σχήμα σφαιρικό;

Πείραμα επίδειξης
Σε ροή νερού που εξέρχεται από προχοϊδα, πλησιάζουμε έναν ηλεκτρικά φορτισμένο πλαστικό χάρακα.
Τι παρατηρείτε; .....
.....
Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;
.....
.....

Οι **διαμοριακές δυνάμεις** (δυνάμεις van der Waals) είναι, γενικά, ασθενέστερες από τις ενδομοριακές, γι' αυτό απαιτείται μικρότερη ενέργεια για να διασπαστούν οι δεσμοί μεταξύ των μορίων, από αυτήν που απαιτείται για να διασπαστούν οι δεσμοί μεταξύ των ατόμων στο μόριο της ουσίας. Για παράδειγμα, απαιτείται ενέργεια περίπου 40 kJ για να διασπαστούν οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του νερού (διαμοριακές δυνάμεις), δηλαδή για να εξατμιστεί 1 mol* μορίων νερού στους 100 °C, ενώ απαιτείται ενέργεια περίπου 930 kJ για να διασπαστούν οι ενδομοριακές δυνάμεις των δεσμών (O – H) που υπάρχουν σε 1 mol μορίων νερού (εικόνα 3.12).

* **1 mol** είναι ποσότητα ουσίας που έχει μάζα (σε **g**) ίση με το M_r της ουσίας.



Εικόνα 3.12. Ενδομοριακές και διαμοριακές δυνάμεις στο H_2O

Η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων καθορίζει: **α.** αν μια ουσία έχει υψηλό ή χαμηλό *σημείο βρασμού*, και συνεπώς αν η ουσία είναι στερεή, υγρή ή αέρια σε δεδομένη θερμοκρασία, **β.** αν μια ουσία διαλύεται σε κάποιον διαλύτη, κ.ά.

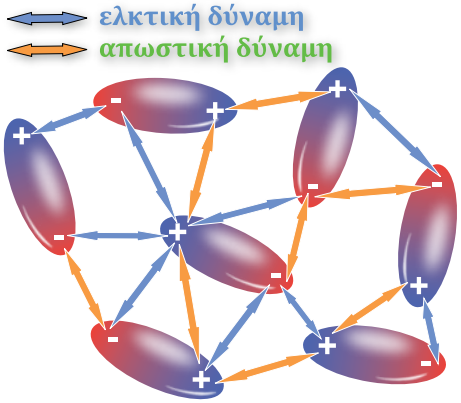
Τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων είναι:
- Δυνάμεις μεταξύ **διπόλων** μορίων,
- Δυνάμεις μεταξύ **διπόλων και μη διπόλων** μορίων,
- Δυνάμεις **διασποράς** ή London,
- Δεσμός **υδρογόνου**.

Θα μελετήσουμε ακόμη και τις δυνάμεις **ιόντος-διπόλου**, παρότι αυτές δεν είναι διαμοριακές δυνάμεις (γιατί δεν ασκούνται μεταξύ μορίων).

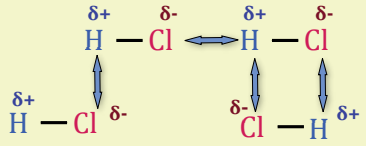
1. Δυνάμεις μεταξύ διπόλων μορίων

Οι δυνάμεις διπόλου – διπόλου είναι, γενικά, ελκτικές διαμοριακές δυνάμεις που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ των θετικών και των αρνητικών πόλων των πολικών μορίων.

Δηλαδή, ο θετικός πόλος του ενός μορίου πλησιάζει και έλκει τον αρνητικό πόλο του άλλου μορίου και τα μόρια οδηγούνται σε μια σταθερή διευθέτηση (αν τα μόρια πλησιάσουν με τους θετικούς πόλους ή με τους αρνητικούς πόλους, τότε αυτά απωθούνται).

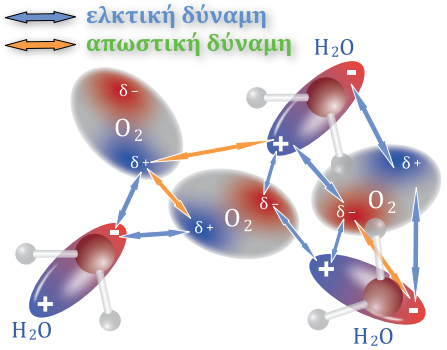


Παράδειγμα: Μεταξύ των πολικών μορίων του HCl, το ηλεκτροθετικό μέρος (δ+) ενός μορίου έλκεται από το ηλεκτραρνητικό μέρος (δ−) ενός άλλου μορίου κ.ο.κ.



2. Δυνάμεις μεταξύ διπόλων και μη διπόλων μορίων

Το **πολικό** μόριο επιδρά στο **μη πολικό** μόριο και το μετατρέπει, εξ επαγωγής, σε παροδικό δίπολο, οπότε αναπτύσσονται ελκτικές δυνάμεις μεταξύ τους.



Παράδειγμα: Τα πολικά μόρια του H_2O προκαλούν πόλωση και αλλοίωση της ομοιόμορφης κατανομής του ηλεκτρονιακού φορτίου στα μη πολικά μόρια του O_2. Έτσι, δημιουργούνται εξ επαγωγής παροδικά δίπολα O_2 (εμφανίζεται στο O_2 στιγμιαία πολικότητα δ+ και δ–) και αναπτύσσονται ασθενείς ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του O_2 και του H_2O. Έτσι, το O_2 διαλύεται ελάχιστα στο νερό (0,004 g/100 g H_2O) και οι υδρόβιοι οργανισμοί αναπνέουν.

Υδρόβιοι οργανισμοί

3. Δυνάμεις διασποράς ή London

Δραστηριότητα 3.9.

Γιατί σε θερμοκρασία δωματίου το βρώμιο (Br_2) είναι υγρό, ενώ το ιώδιο (I_2) είναι στερεό;

.....

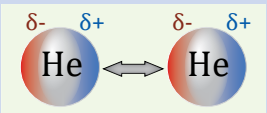
.....

.....

Για την εξήγηση της υγρής και της στερεής κατάστασης των μη πολικών μορίων, το 1930 ο Γερμανός Fritz London (1900–1954) διατύπωσε την εξής θεωρία: Στα μη πολικά μόρια στα οποία αρχικά υπάρχει συμμετρική κατανομή του ηλεκτρονιακού φορτίου, συμβαίνει στιγμιαία διαταραχή της συμμετρικής αυτής κατανομής. Έτσι, λόγω της στιγμιαίας μετατόπισης των ηλεκτρονίων, παροδικά η μία πλευρά του μορίου φορτίζεται αρνητικά (δ–) και επομένως η άλλη θετικά (δ+), οπότε δημιουργούνται **στιγμιαία ή παροδικά δίπολα**. Μεταξύ των παροδικών διπόλων αναπτύσσονται ελκτικές δυνάμεις οι οποίες εκτείνονται προς όλες τις κατευθύνσεις στον χώρο και ονομάζονται **δυνάμεις διασποράς** ή **London**.

Δυνάμεις μεταξύ ατόμων He

α. Στιγμιαία διαταραχή κατανομής ηλεκτρονίων στα άτομα ⇒ δημιουργία στιγμιαίων διπόλων.



β. Έλξη των στιγμιαίων διπόλων = δύναμη διασποράς

Εικόνα 3.13. Δυνάμεις διασποράς μεταξύ ατόμων He

Εικόνα 3.14. Δημιουργία στιγμιαίων ή παροδικών διπόλων

Οι δυνάμεις διασποράς είναι οι μόνες διαμοριακές δυνάμεις που υπάρχουν μεταξύ μη πολικών μορίων, αλλά δυνάμεις διασποράς εμφανίζονται και μεταξύ πολικών μορίων.

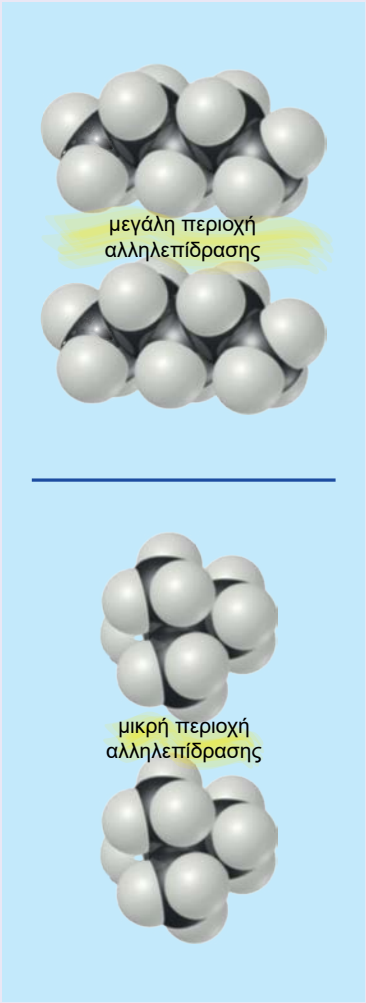
Η ισχύς των δυνάμεων διασποράς εξαρτάται:

α) Από το **μέγεθος των μορίων** και τον **αριθμό των ηλεκτρονίων.**

Όσο αυξάνεται το μέγεθος των μορίων – έχουν μεγαλύτερη σχετική μοριακή μάζα και μεγαλύτερο αριθμό ηλεκτρονίων – τόσο αυξάνεται η ισχύς των δυνάμεων διασποράς, διότι διαταράσσεται ευκολότερα η κατανομή των ηλεκτρονιακών φορτίων με αποτέλεσμα να δημιουργούνται στιγμιαία δίπολα.

Παράδειγμα: Σε θερμοκρασία δωματίου (20 °C) το Cl_2 είναι αέριο, το Br_2 υγρό και το I_2 στερεό. Το Cl_2 (M_r = 71) έχει 34 ηλεκτρόνια, το Br_2 (M_r = 160) έχει 70 ηλεκτρόνια, ενώ το I_2 (M_r = 254) έχει 106 ηλεκτρόνια. Τα μόρια του Cl_2 έχουν το μικρότερο μέγεθος από τα τρία, ενώ τα μόρια του I_2 το μεγαλύτερο, οπότε τα μόρια του I_2 πολώνονται ευκολότερα (επειδή διαταράσσεται ευκολότερα η συμμετρική κατανομή των ηλεκτρονίων). Συνεπώς, οι διαμοριακές ελκτικές δυνάμεις London μεταξύ των μορίων I_2 είναι ισχυρότερες απ' ό,τι μεταξύ των μορίων Br_2 και αυτές μεγαλύτερες από των μορίων Cl_2. Έτσι εξηγείται γιατί το ιώδιο είναι στερεό, το βρώμιο υγρό και το χλώριο αέριο.

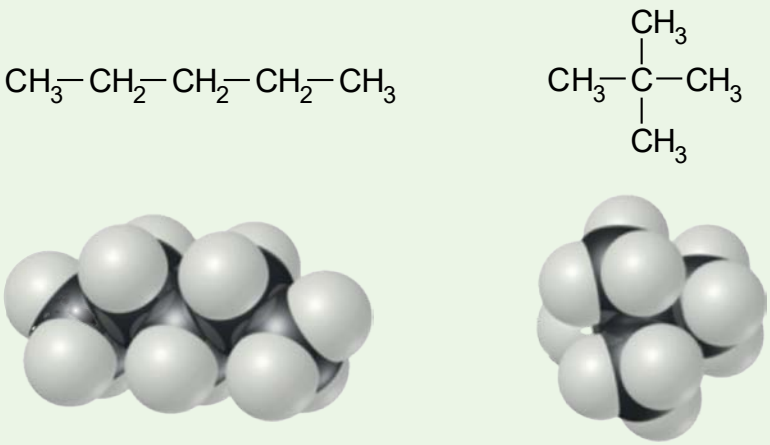
Τα μόρια στα οποία διαταράσσεται σχετικά εύκολα η κατανομή των ηλεκτρονιακών φορτίων χαρακτηρίζονται από μεγάλη **πολωσιμότητα** (αυξάνεται με το μέγεθος των ατόμων ή των μορίων και με τον αριθμό ηλεκτρονίων).



β) Από το **σχήμα των μορίων**:

Όσο πιο «γραμμικά» είναι τα μόρια τόσο ισχυρότερες είναι οι δυνάμεις διασποράς που αναπτύσσονται μεταξύ τους, επειδή στα «γραμμικά» μόρια γίνεται μεγαλύτερη επαφή-αλληλεπίδραση σε σύγκριση με τα πιο «σφαιρικά» μόρια (εικόνα 3.15).

Π.χ.



Εικόνα 3.15. Το n-πεντάνιο και το νεοπεντάνιο έχουν τον ίδιο μοριακό τύπο C_5H_{12}

Οι δυνάμεις London είναι γενικά οι ασθενέστερες από τα άλλα είδη διαμοριακών δυνάμεων. Όμως, σε μόρια με μεγάλο αριθμό ατόμων μπορεί να γίνουν συγκρίσιμες ή και ισχυρότερες από τα άλλα είδη των διαμοριακών δυνάμεων.

Δραστηριότητα 3.10.

Ποια είδη διαμοριακών δυνάμεων υπάρχουν στις επόμενες ενώσεις;

α. NO **β.** HCl **γ.** CO_2 **δ.** CH_4.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. .....

.....

β. .....

.....

γ. .....

.....

δ. .....

.....

Δραστηριότητα 3.11.

Να ταξινομήσετε τα στοιχεία He (A_r = 4), Ne (A_r = 20), Ar (A_r = 40), Kr (A_r = 84) κατ' αυξανόμενο σημείο βρασμού και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Δεσμός υδρογόνου

Δραστηριότητα 3.12.

Να αιτιολογήσετε τις επόμενες δηλώσεις:

α. Το H_2O (M_r = 18) είναι υγρό και βράζει στους 100 °C (σε πίεση 1 atm), ενώ το H_2S (M_r = 34), η ουσία με την άσχημη οσμή κλούβιου αυγού, είναι αέριο και βράζει στους –60 °C, παρότι το μόριό του είναι βαρύτερο από του νερού.

.....
.....
.....

β. Ο πάγος (στερεό) επιπλέει στο καθαρό νερό (υγρό), καθώς και στο θαλασσινό νερό και στα ροφήματα (αναψυκτικά, καφέδες κ.ά.).

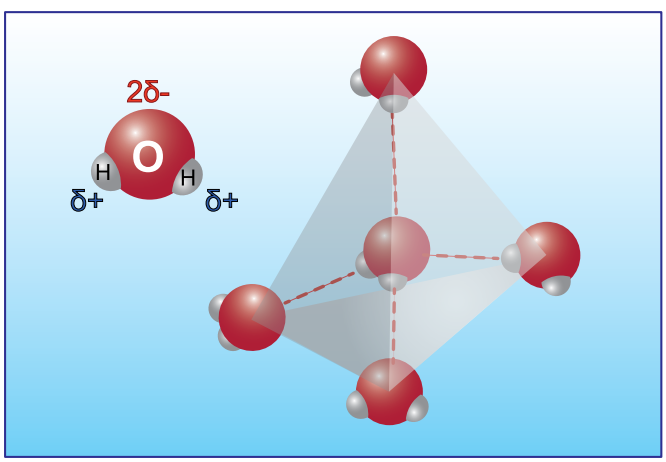
.....
.....
.....

Δεσμός υδρογόνου ονομάζεται η ηλεκτροστατική ελκτική δύναμη που αναπτύσσεται μεταξύ μορίων τα οποία περιέχουν υδρογόνο ενωμένο με ένα από τα πολύ ηλεκτραρνητικά άτομα – κυρίως F, O, N.

Ο δεσμός υδρογόνου (συμβολίζεται συνήθως με 3 κουκκίδες ή παύλες) αποτελεί περίπτωση των διαμοριακών δυνάμεων μεταξύ διπόλων μορίων, αλλά εξετάζεται χωριστά επειδή εμφανίζει σημαντικά μεγαλύτερη ισχύ από τις άλλες διαμοριακές δυνάμεις.

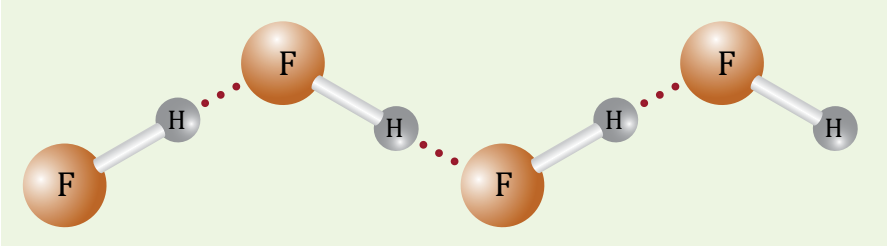
Δεσμοί υδρογόνου αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων:
α. H_2O, **β.** HF, **γ.** NH_3, **δ.** ορισμένων οργανικών ενώσεων.

α. Στο **H_2O** οι δεσμοί υδρογόνου αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του προς όλες τις κατευθύνσεις, σχηματίζοντας «πλέγματα» (εικόνα 3.16). Σ' αυτές τις πολλές και ισχυρές διαμοριακές έλξεις μεταξύ των μορίων του νερού οφείλονται οι τόσο ξεχωριστές και σημαντικές του ιδιότητες, όπως το υψηλό σ.β., η διαλυτική ικανότητα κ.ά.



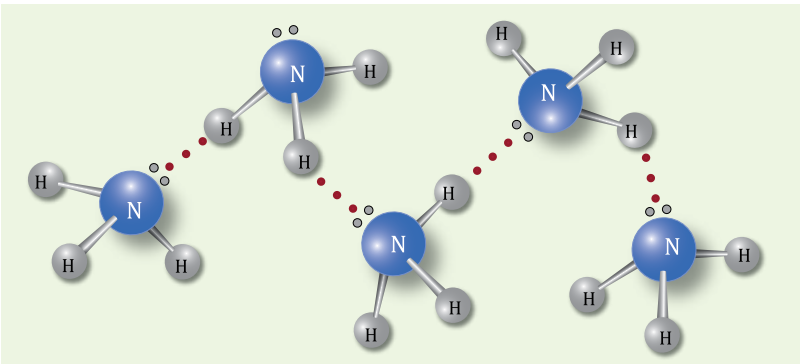
Εικόνα 3.16. Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων H_2O

β. Στο **HF** (εικόνα 3.17):



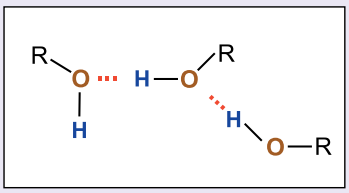
Εικόνα 3.17. Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του HF

γ. Στην **NH_3** (εικόνα 3.18):

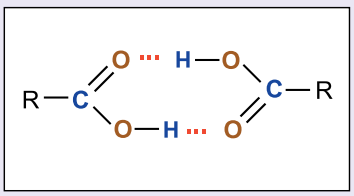


Εικόνα 3.18. Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων της NH_3

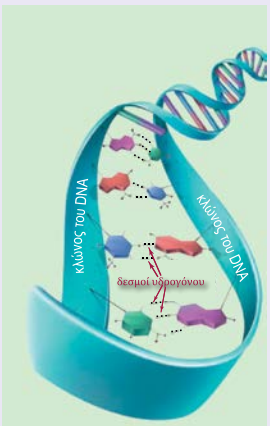
δ. Δεσμοί υδρογόνου αναπτύσσονται και μεταξύ των μορίων των αλκοολών (R – OH) (εικόνα 3.19), των καρβοξυλικών οξέων (R – COOH) (εικόνα 3.20), καθώς και στις πρωτεΐνες, στο DNA (εικόνα 3.21) κ.ά.



Εικόνα 3.19. Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ μορίων αλκοολών (ROH)



Εικόνα 3.20. Δεσμοί υδρογόνου μεταξύ μορίων καρβοξυλικών οξέων (RCOOH)



Εικόνα 3.21. Δεσμοί υδρογόνου στο DNA

Οι δεσμοί υδρογόνου είναι ισχυρότεροι από τους συνηθισμένους δεσμούς μεταξύ διπόλων, λόγω:

1. της σχετικά **μεγάλης διαφοράς ηλεκτραρνητικότητας** μεταξύ του ατόμου του υδρογόνου (2,1) και των ατόμων φθορίου (4,0), οξυγόνου (3,5) και αζώτου (3,0).
2. του σχετικά **μικρού μεγέθους:**
   α. των **ατόμων F, O, N,** που έχει ως αποτέλεσμα τα δεσμικά ζεύγη ηλεκτρονίων στα μόρια HF, H_2O και NH_3 να βρίσκονται πιο κοντά στο ηλεκτραρνητικό άτομο F, O και N,
   β. του **ατόμου του H** που του επιτρέπει να πλησιάσει πολύ κοντά στο μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων του ατόμου F, O ή N κάποιου άλλου μορίου, οπότε αναπτύσσεται σχετικά ισχυρή ελκτική δύναμη μεταξύ του ατόμου του H και του ατόμου αυτού.

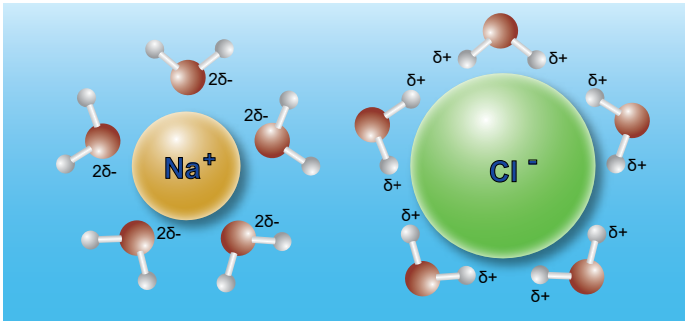
5. Δυνάμεις μεταξύ ιόντος – διπόλου

Όταν μια ιοντική ένωση (π.χ. Na^+Cl^-) προστεθεί στο νερό, τότε τα πολικά μόρια του νερού (διαλύτη) πλησιάζουν τα ιόντα Na^+ και Cl^- και αναπτύσσονται ελκτικές δυνάμεις μεταξύ τους. Ο θετικός πόλος του μορίου του νερού (η μεριά των υδρογόνων) προσανατολίζεται και έλκει τα Cl^-, ενώ ο αρνητικός πόλος του μορίου του νερού (η μεριά του οξυγόνου) προσανατολίζεται και έλκει τα Na^+. Αυτές οι ελκτικές δυνάμεις εντάσσονται στην κατηγορία των δυνάμεων **ιόντος – διπόλου** (εικόνα 3.22).

Λόγω των δυνάμεων αυτών, τα πολικά μόρια του νερού απομακρύνουν τα ιόντα Na^+ και Cl^- από το κρυσταλλικό πλέγμα του ιοντικού στερεού (καταστρέφεται το κρυσταλλικό πλέγμα) και στη συνέχεια τα περιβάλλουν, οπότε τα ιόντα Na^+ και Cl^- κινούνται «ελεύθερα» μέσα στο διάλυμα ως **εφυδατωμένα ιόντα**. Αυτό αποδίδεται με τις χημικές εξισώσεις:

$$Na^+Cl^-(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(H_2O)_x + Cl^-(H_2O)_\psi$$

ή $$Na^+Cl^-(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$



Εικόνα 3.22. Τα πολικά μόρια του νερού περιβάλλουν τα ιόντα Na^+ και Cl^- στο διάλυμα (αναπτύσσονται μεταξύ τους ελκτικές δυνάμεις ιόντος – διπόλου), οπότε δημιουργούνται τα εφυδατωμένα ιόντα $Na^+(aq)$ και $Cl^-(aq)$

Γνωρίζεις ότι...
Κατά τη διάλυση στερεού **NaOH** στο νερό η ενέργεια που παράγεται από την εφυδάτωση των ιόντων Na^+ και OH^- όχι μόνο αρκεί να απομακρύνει τα ιόντα από το κρυσταλλικό πλέγμα, αλλά μπορεί και να θερμάνει το διάλυμα, ώστε σχεδόν να είναι αδύνατον να κρατήσουμε με το χέρι μας το ποτήρι με το νερό στο οποίο έχουμε διαλύσει αρκετή ποσότητα NaOH.

Πίνακας 3.5. Σύγκριση ισχύος διαμοριακών δυνάμεων και δυνάμεων που συμμετέχουν ιόντα

Είδος διαμοριακής δύναμης	Ενέργεια διάσπασης	Ασκείται μεταξύ	Παραδείγματα
Δύναμη διασποράς (London)	0,05 – 40 kJ/mol	όλων των μορίων	$CH_4 - CH_4$ $I_2 - I_2$
Διπόλου – Μη διπόλου	2 – 10 kJ/mol	πολικών και μη πολικών μορίων	$H_2O - O_2$ $CH_3CH_2OH - I_2$
Διπόλου – Διπόλου	5 – 20 kJ/mol	πολικών μορίων	$HCl - HCl$
Δεσμός υδρογόνου	20 – 40 kJ/mol	μορίων με δεσμό O – H, N – H, F – H	$H_2O - H_2O$ $HF - HF$ $H_2O - CH_3CH_2OH$
Ιόντος – Διπόλου	40 – 600 kJ/mol	ιόντος και διπόλου	$Na^+ - H_2O$ $Cl^- - H_2O$
Ιόντος – Ιόντος	400 – 4000 kJ/mol	ιόντων	NaCl CaO

Ενδομοριακές - διαμοριακές δυνάμεις

3.2.3. Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών

Οι διαμοριακές δυνάμεις, όπως έχουμε αναφέρει, καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τις φυσικές ιδιότητες των ουσιών. Στην ενότητα αυτή θα μελετήσουμε την επίδραση της ισχύος των διαμοριακών δυνάμεων:
1) στο σημείο βρασμού,
2) στη διαλυτότητα ουσιών σε νερό και σε οργανικούς διαλύτες.

1. Διαμοριακές δυνάμεις και σημείο βρασμού

Κατά τον βρασμό μιας ουσίας πρέπει να προσφερθεί ενέργεια για να διασπαστούν οι ελκτικές δυνάμεις που ασκούνται ανάμεσα στα μόρια της ουσίας στην υγρή κατάσταση και να διαχωριστούν-απομακρυνθούν μεταξύ τους, ώστε η υγρή κατάσταση να μετατραπεί σε αέρια.

Όσο ισχυρότερες είναι οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων της ουσίας, τόσο περισσότερη ενέργεια απαιτείται για να διασπαστούν αυτές οι διαμοριακές δυνάμεις και τόσο υψηλότερο είναι το σημείο βρασμού.

Στους επόμενους πίνακες 3.6 και 3.7 αναγράφονται τα σημεία βρασμού των αλογόνων και των ευγενών αερίων:

Δραστηριότητα 3.13.
Όσο ισχυρότερες είναι οι διαμοριακές δυνάμεις τόσο πιο εύκολα υγροποιείται μια αέρια ουσία. Γιατί;
.....
.....
.....
.....

Πίνακας 3.6.

Στοιχείο	M_r	μ	σ. β. (°C)
F_2	38	0	−188
Cl_2	71	0	−35
Br_2	160	0	+59
I_2	254	0	+184

Πίνακας 3.7.

Στοιχείο	A_r	μ	σ. β. (°C)
He	4	0	−269
Ne	20	0	−246
Ar	40	0	−186
Kr	84	0	−153

Παρατηρούμε ότι, με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας των στοιχείων της ίδιας ομάδας του Περιοδικού Πίνακα, αυξάνεται και το σημείο βρασμού τους, λόγω αύξησης των διαμοριακών δυνάμεων διασποράς.

Στους επόμενους πίνακες 3.8, 3.9, 3.10 και 3.11 αναγράφονται οι διπολικές ροπές και τα σημεία βρασμού των υδρογονούχων ενώσεων των στοιχείων των ομάδων 14, 15, 16 και 17 αντίστοιχα, του Περιοδικού Πίνακα:

Πίνακας 3.8.

Ένωση	M_r	μ (D)	σ. β. (°C)
CH_4	16	0	−162
SiH_4	32	0	−112
GeH_4	77	0	−88
SnH_4	123	0	−52

Πίνακας 3.9.

Ένωση	M_r	μ (D)	σ. β. (°C)
NH_3	17	1,48	−33
PH_3	34	0,55	−88
AsH_3	78	0,16	−62

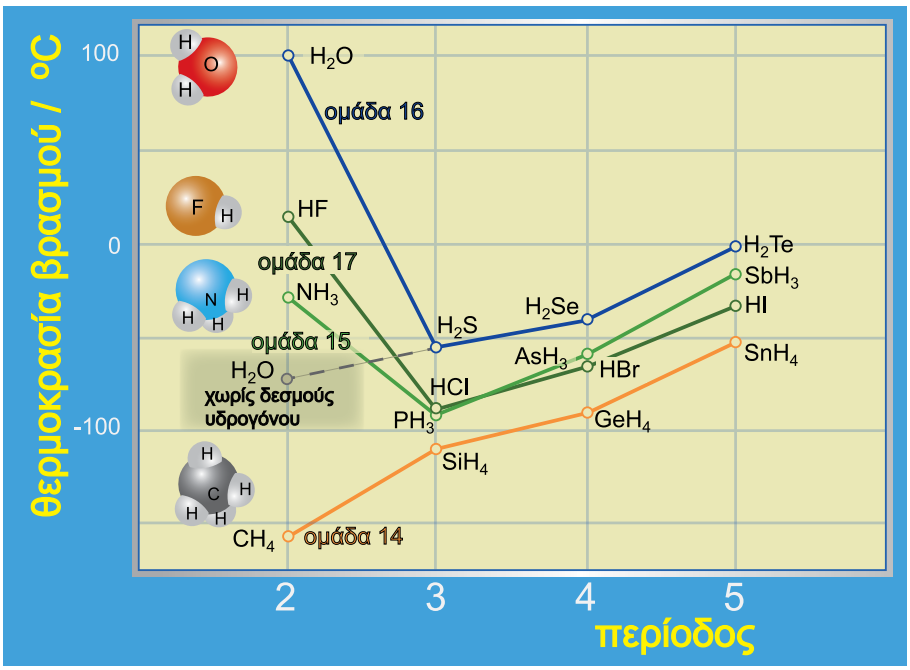
Πίνακας 3.10.

Ένωση	M_r	μ (D)	σ. β. (°C)
H_2O	18	1,85	+100
H_2S	34	0,92	−60
H_2Se	81	0,40	−41
H_2Te	129	0,20	−2

Πίνακας 3.11.

Ένωση	M_r	μ (D)	σ. β. (°C)
HF	20	1,91	+20
HCl	36,5	1,08	−85
HBr	81	0,80	−67
HI	128	0,42	−35

Παρατηρούμε (πίνακες 3.8, 3.9, 3.10 και 3.11) ότι, με την αύξηση της σχετικής μοριακής μάζας των υδρογονούχων ενώσεων των στοιχείων μιας ομάδας του Περιοδικού Πίνακα, αυξάνεται και το σημείο βρασμού τους. Εξαιρούνται οι υδρογονούχες ενώσεις των πρώτων μελών των ομάδων 15, 16, 17 (NH_3, H_2O και HF αντίστοιχα), οι οποίες λόγω της ύπαρξης δεσμών υδρογόνου έχουν γενικά υψηλότερα σημεία βρασμού από αυτές των άλλων στοιχείων της ομάδας τους (εικόνα 3.23).



Εικόνα 3.23. Σημεία βρασμού των υδρογονούχων ενώσεων των στοιχείων των ομάδων 14, 15, 16 και 17

Δραστηριότητα 3.14.

Να παρατηρήσετε την εικόνα 3.23 και να απαντήσετε στα εξής ερωτήματα:

α. Γιατί διαφέρει η καμπύλη των σ.β. της ομάδας 14 από αυτές των ομάδων 15, 16 και 17;

.....

.....

.....

β. Ποιο θα ήταν το σ.β. του H_2O αν τα μόριά του δεν συνδέονταν με δεσμό υδρογόνου;

.....

.....

γ. Ποια θα είναι η διάταξη των ενώσεων H_2O (M_r = 18), H_2S (M_r = 34), H_2Se (M_r = 80) κατ' αυξανόμενο σημείο βρασμού; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

Δεσμός υδρογόνου

Στερεές ομοιοπολικές ουσίες

Πολικές ομοιοπολικές ουσίες

Διαμοριακές δυνάμεις – Σημείο βρασμού

Δραστηριότητα 3.15.

1ο ερώτημα: Ποια από τις ουσίες Cl_2 (M_r = 71) ή HCl (M_r = 36,5) έχει υψηλότερο σημείο βρασμού; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

2ο ερώτημα: Ποια από τις ουσίες Cl_2 (M_r = 71) ή HBr (M_r = 81) έχει υψηλότερο σημείο βρασμού; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

Συμπέρασμα: .....

.....

.....

Να επισημάνουμε ότι, γενικά δεν μπορούμε να συγκρίνουμε τα σημεία βρασμού δύο ή περισσότερων ουσιών μόνο από τους χημικούς τύπους τους και τις M_r τους, διότι δεν μπορούμε να γνωρίζουμε ποιες δυνάμεις επικρατούν σε κάθε ουσία.

Στον πίνακα 3.12 παρουσιάζονται τα ποσοστά των ειδών των διαμοριακών δυνάμεων που υπάρχουν σε διάφορα μόρια:

Πίνακας 3.12.

Ένωση	Ποσοστό ενέργειας διπόλου – διπόλου (kJ/mol)	Ποσοστό ενέργειας London (kJ/mol)	μ (D)	Σημείο βρασμού (°C)
HBr	3 %	97 %	0,80	–67
HCl	16 %	84 %	1,08	–85
NH_3	45 %	55 %	1,48	–33
H_2O	77 %	23 %	1,85	+100

Για παράδειγμα, στο 2ο ερώτημα της δραστηριότητας 3.15 («ποιο έχει μεγαλύτερο σ.β. το Cl_2 ή το HBr») η «προφανής» απάντηση είναι: το HBr, διότι αφενός έχει μεγαλύτερη M_r και αφετέρου είναι πολική ένωση.

Όμως, το σ.β. του Cl_2 είναι –35 °C και του HBr είναι –67 °C (δηλαδή το HBr έχει χαμηλότερο σ.β. από το Cl_2). Από τον πίνακα 3.12 βλέπουμε ότι στο HBr μόνο το 3% αντιστοιχεί σε δυνάμεις διπόλου – διπόλου.

Παρατήρηση: Μπορούμε να συγκρίνουμε, με σχετική βεβαιότητα, τα σημεία βρασμού μόνο σε ένα σύνολο όμοιων στοιχείων (π.χ. He, Ne, A_r, Kr ή Cl_2, Br_2, I_2) και όμοιων ενώσεων με τα ίδια είδη δεσμών (π.χ. HCl, HBr, HI ή PH_3, AsH_3 ή H_2S, H_2Se, H_2Te).

2. Διαλυτότητα ουσιών στο νερό και σε οργανικούς διαλύτες

Δραστηριότητα 3.16.

Σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση, ανάπτυξη και διατήρηση της ζωής έχει το νερό επειδή αποτελεί και άριστο διαλύτη.
Να συμπληρώσετε στον επόμενο πίνακα: **i.** δύο ουσίες που διαλύονται στο νερό και **ii.** δύο ουσίες που δεν διαλύονται στο νερό.

Ουσίες που διαλύονται στο νερό:	Ουσίες που δεν διαλύονται στο νερό:

Γενικός κανόνας που προβλέπει σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό τη διαλυτότητα μίας ουσίας σε έναν διαλύτη είναι ο εξής:

Πολικές και ιοντικές ουσίες διαλύονται γενικά σε πολικούς διαλύτες, ενώ μη πολικές ουσίες διαλύονται σε μη πολικούς διαλύτες.

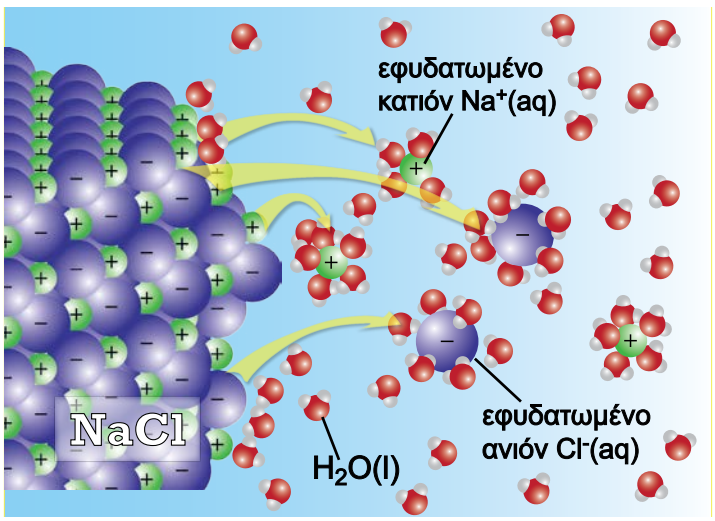
Αυτό εκφράζεται απλούστερα με την πρόταση: «τα **όμοια διαλύουν όμοια**» ή με την πρόταση: «*οι περισσότερες οργανικές ενώσεις διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες και οι περισσότερες ανόργανες σε ανόργανους διαλύτες*».

Παραδείγματα:

α) Διάλυση ιοντικών ενώσεων

Η ιοντική ένωση NaCl διαλύεται στον πολικό διαλύτη H_2O, αλλά όχι στον μη πολικό διαλύτη CCl_4.

Εξήγηση: Βλέπε παράγραφο 3.2.2.5 και εικόνα 3.24.



Εικόνα 3.24. Διάλυση NaCl στο νερό. Απόσπαση ιόντων από το κρυσταλλικό πλέγμα. Εφυδάτωση ιόντων

β) Διάλυση ομοιοπολικών ενώσεων

Γενικά, μια ομοιοπολική ουσία διαλύεται σε έναν διαλύτη, όταν οι ελκτικές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων της και των μορίων του διαλύτη είναι παρόμοιες ή ισχυρότερες από εκείνες που υπάρχουν μεταξύ των μορίων της ουσίας και από εκείνες που υπάρχουν μεταξύ των μορίων του διαλύτη.

Υπάρχουν ιοντικές ενώσεις που **δεν** διαλύονται στο νερό (πιο σωστά, διαλύονται ελάχιστα - είναι δυσδιάλυτες στο νερό).
Για παράδειγμα οι ενώσεις: AgCl, $BaSO_4$ κ.ά.

i. Η μη πολική ένωση εξάνιο (C_6H_{14}) διαλύεται στον μη πολικό διαλύτη τετραχλωρίδιο του άνθρακα (CCl_4) και όχι στον πολικό διαλύτη H_2O.

Εξήγηση: Η διάλυση του εξανίου στον διαλύτη CCl_4 οφείλεται στο ότι οι ελκτικές δυνάμεις (διασποράς) που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων CCl_4 και C_6H_{14} είναι ισχυρότερες από τις δυνάμεις διασποράς που υπάρχουν μεταξύ $CCl_4 - CCl_4$ και $C_6H_{14} - C_6H_{14}$.
Όταν αναμειχθεί το μη πολικό εξάνιο (C_6H_{14}) με το πολικό H_2O δημιουργούνται δύο ξεχωριστές στιβάδες: η στιβάδα του νερού και η στιβάδα του εξανίου. Δηλαδή, το εξάνιο δεν διαλύεται στο νερό. Αυτό συμβαίνει διότι μεταξύ των μορίων του νερού (πολικός διαλύτης) αναπτύσσονται δεσμοί υδρογόνου που είναι ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις και για να προκύψει διάλυμα θα πρέπει να σπάσουν οι ισχυροί δεσμοί $H_2O - H_2O$ και να αντικατασταθούν από τους ασθενέστερους διαμοριακούς δεσμούς $H_2O - C_6H_{14}$.

ii. Η πολική ένωση αιθανόλη / οινόπνευμα (C_2H_5OH) διαλύεται στον πολικό διαλύτη H_2O σε οποιαδήποτε αναλογία. Αυτό συμβαίνει διότι οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων της αιθανόλης και του νερού (δεσμοί υδρογόνου) είναι σχεδόν ίδιες με εκείνες μεταξύ των μορίων της αιθανόλης (δεσμοί υδρογόνου), καθώς και μεταξύ των μορίων του νερού (δεσμοί υδρογόνου).

Ένα απλό πείραμα: Αμοιβαία διαλυτότητα υγρών

Να τοποθετήσετε μέσα στον μικρό ογκομετρικό κύλινδρο ίσους όγκους νερού βρύσης (ρ = 1 g/cm^3) και οινοπνεύματος (ρ = 0,8 g/cm^3).

α. Αναμείχθηκαν τα δύο υγρά ή δημιουργήθηκαν διαφορετικές φάσεις;

.....

.....

β. Κατόπιν να ρίξετε στον κύλινδρο λίγο ελαιόλαδο (ρ = 0,9 g/cm^3).
Τι παρατηρείτε; .....

.....

.....

.....

Γιατί δεν διαλύθηκε το ελαιόλαδο; .....

.....

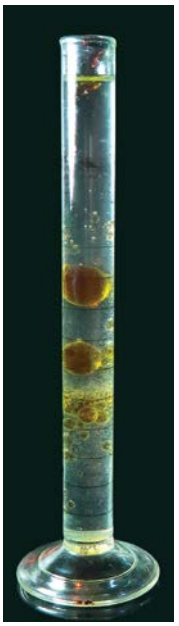
.....

.....

Γιατί δεν ανέβηκε στην επιφάνεια το ελαιόλαδο;

.....

.....



Σημείωση: Μπορείτε να κάνετε το πείραμα και στο σπίτι σας με ένα στενό ποτήρι για να μην ξοδέψετε πολύ αιθανόλη. Αν το ελαιόλαδο πάει επάνω, προσθέστε λίγη αιθανόλη. Αν πάει κάτω, προσθέστε λίγο νερό. Όλες οι προσθήκες να γίνονται σε πολύ μικρές ποσότητες και κάθε φορά να ανακινείτε τον ογκομετρικό κύλινδρο ή το ποτήρι. Σιγά σιγά θα καταφέρετε να κάνετε το λάδι να αιωρείται στο διάλυμα νερού – αιθανόλης.

Διαμοριακές δυνάμεις – Διαλυτότητα

Γλωσσάρι 3ου κεφαλαίου

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (2)

(Ενδεικτικός χρόνος: 30 λεπτά)

Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών: α. σημείο βρασμού β. διαλυτότητα

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** .....

1. **Να εξηγήσετε γιατί το σ.β. της αιθανόλης (CH_3CH_2OH, 78,4 °C) είναι υψηλότερο από το σ.β. της μεθανόλης (CH_3OH, 64,7 °C).**

.....

.....

2. **Να γράψετε σε σειρά αυξανόμενου σημείου βρασμού τις επόμενες ενώσεις: NaI, HI, HBr, HCl, HF. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.**

.....

.....

.....

.....

3. **Δίνεται ο πίνακας:**

Ουσία	M_r	σ. β. (°C)
CO	28	−192
Br_2	160	59
ICl	162,5	97

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα να απαντήσετε στις επόμενες ερωτήσεις και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Σε ποια ουσία είναι περισσότερο ασθενείς οι διαμοριακές δυνάμεις;

.....

.....

β. Σε ποια ουσία είναι περισσότερο ισχυρές οι διαμοριακές δυνάμεις;

.....

.....

γ. Τι είδους διαμοριακές δυνάμεις αναπτύσσονται:

i. στο Br_2; .....

.....

ii. στο ICl; .....

.....

iii. στο CO; .....

.....

4. **Από κάθε ένα ζεύγος ουσιών να γράψετε αυτήν που αναμένετε να διαλύεται περισσότερο στο νερό:**

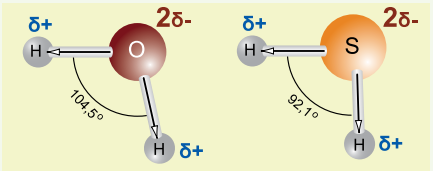
α. NH_3 ή CH_4: ....., διότι .....

.....

β. HI ή I_2: ....., διότι .....

.....

5. Τα μόρια του H_2O και του H_2S έχουν παρόμοιο σχήμα. Το H_2O έχει διπολική ροπή μ = 1,84 D και το H_2S έχει μ = 0,95 D. Να προτείνετε εξήγηση γιατί συμβαίνει αυτό.



.....

.....

6. Να απαντήσετε στα επόμενα ερωτήματα, αιτιολογώντας τις απαντήσεις σας:

α. Το CO_2 μπορεί να διαλυθεί περισσότερο στο υγρό νερό ή στο υγρό εξάνιο (C_6H_{14});

.....

.....

β. Ποιον διαλύτη θα χρησιμοποιούσατε για να καθαρίσετε έναν λεκέ από ελαιόλαδο, το νερό ή το εξάνιο;

.....

.....

7. Όταν το στερεό NaCl διαλύεται στο νερό, τα ιόντα Na^+ και Cl^- περιβάλλονται από μόρια νερού. Να σχεδιάσετε δύο (2) μόρια νερού από τα οποία το ένα να αλληλεπιδρά με Na^+ και το άλλο με Cl^-.

8. Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής 8.1 – 8.6, να επιλέξετε τη σωστή απάντηση:

8.1. Η σωστή διάταξη των ενώσεων κατ' αυξανόμενη ισχύ διαμοριακών δυνάμεων (διπόλου-διπόλου) είναι:
α. HF < HCl < HBr < HI
β. HCl < HBr < HI < HF
γ. HF < HI < HBr < HCl
δ. HI <HBr < HCl < HF

8.2. Οι διαμοριακές δυνάμεις στο Br_2 είναι:
α. διπόλου – διπόλου
β. διπόλου – μη διπόλου
γ. διασποράς
δ. διπόλου – διπόλου και διασποράς

8.3. Οι διαμοριακές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του HCl είναι:
α. διπόλου – διπόλου
β. διπόλου – μη διπόλου
γ. διασποράς
δ. διπόλου – διπόλου και διασποράς

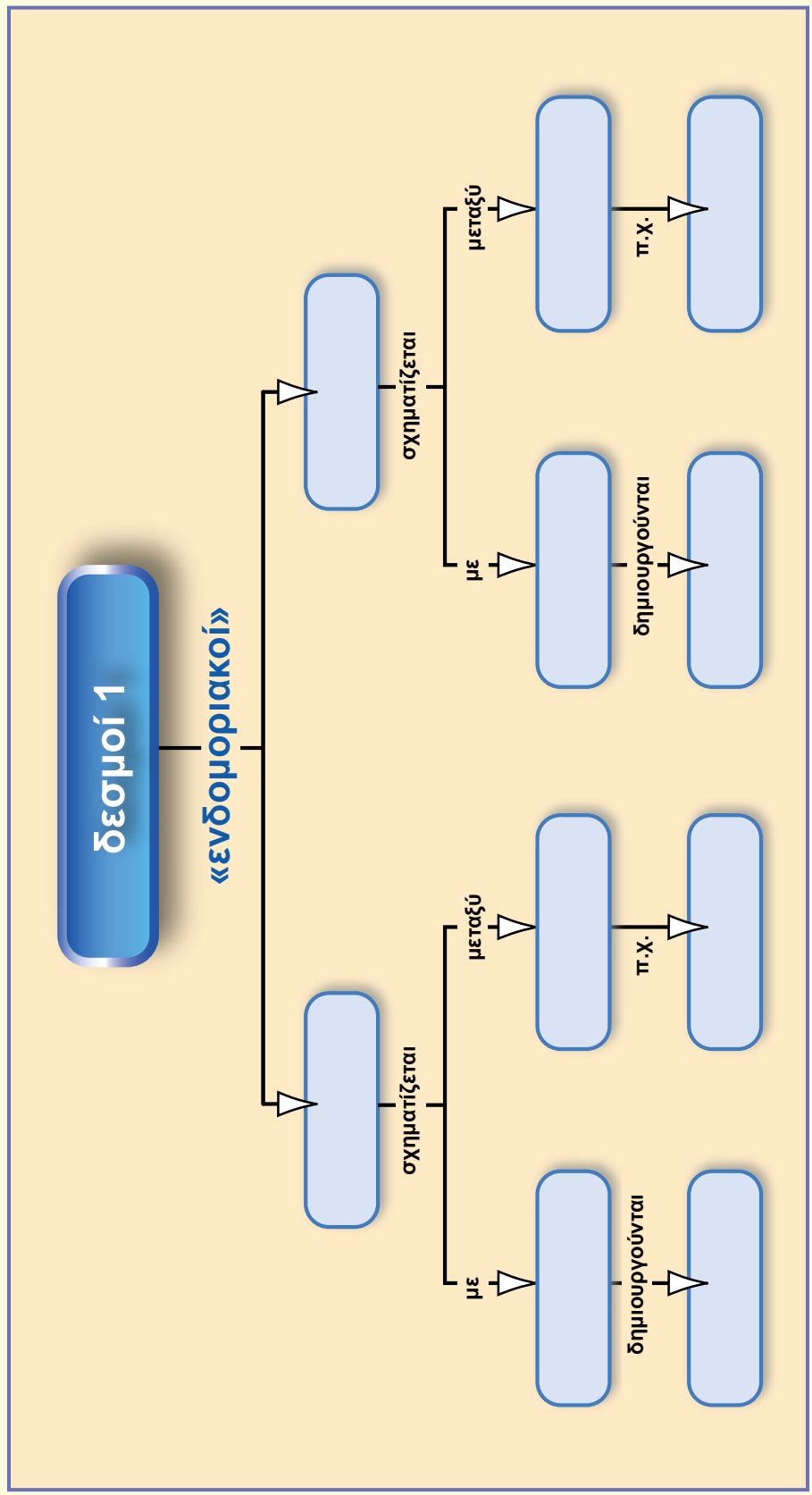
8.4. Περισσότερο διαλυτή σε μη πολικούς διαλύτες (όπως ο CCl_4) είναι η ουσία:
α. H_2O
β. NaCl
γ. I_2
δ. CH_3CH_2OH

8.5. Χαμηλότερο σημείο βρασμού έχει η ένωση:
α. HF
β. HCl
γ. HBr
δ. HI

8.6. Περισσότερο διαλυτή στο H_2O είναι η ουσία:
α. O_2
β. CH_4
γ. CO_2
δ. CH_3OH

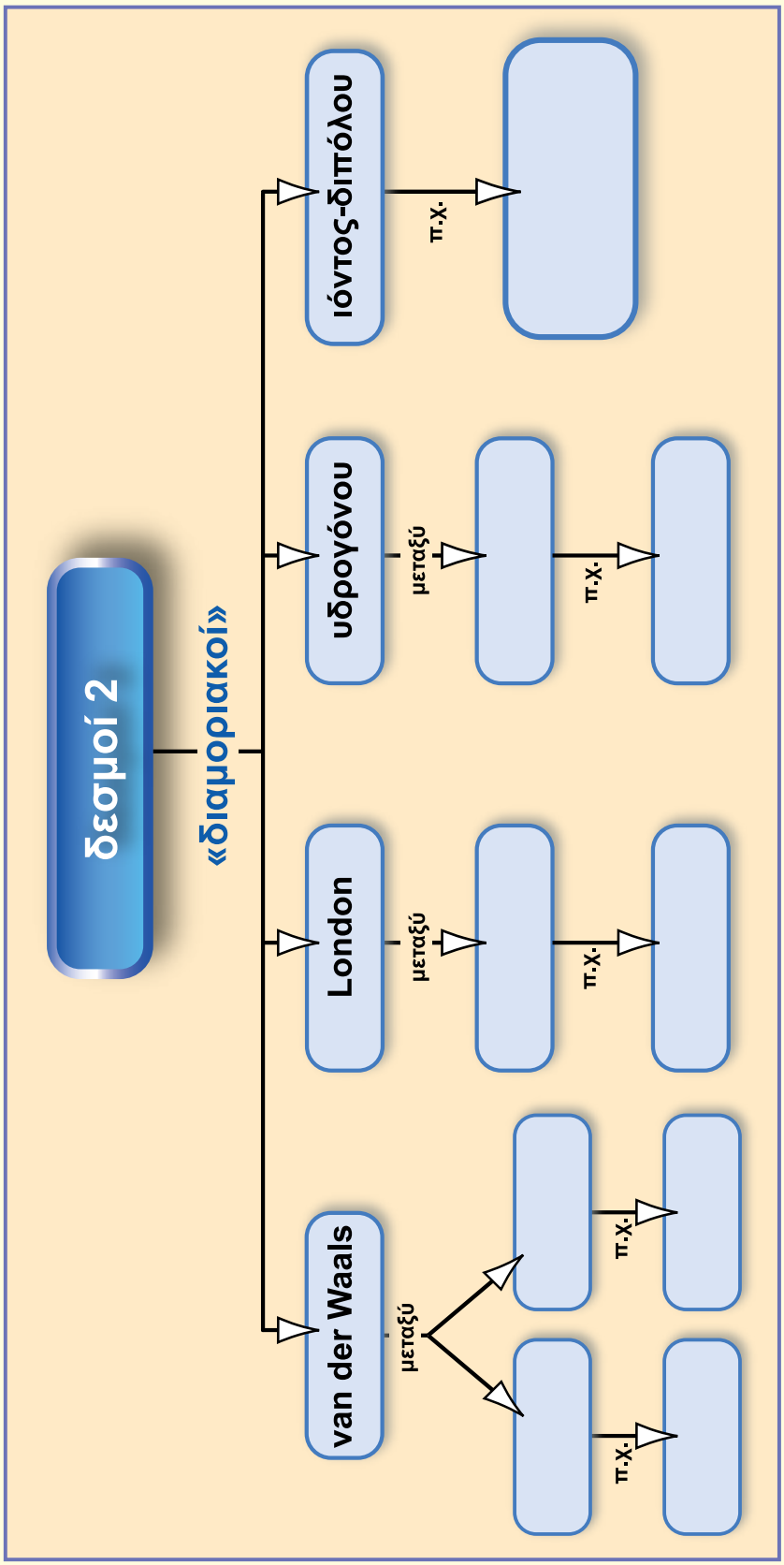
Δραστηριότητα 3.17.

Να συμπληρώσετε τον επόμενο χάρτη εννοιών.



Δραστηριότητα 3.18.

Να συμπληρώσετε τον επόμενο χάρτη εννοιών.



Δεσμός - χάρτης εννοιών

Είδη διαμοριακών δυνάμεων

Ιοντικές ενώσεις

Δεσμοί (Ι)

Δεσμοί (ΙΙ)

Ανακεφαλαίωση

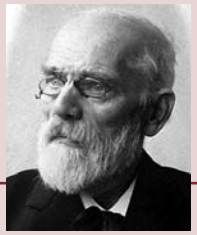
- Ο χημικός δεσμός είναι το αποτέλεσμα της έλξης μεταξύ ατόμων ή ιόντων.
  Χημικοί δεσμοί σχηματίζονται επειδή προκύπτουν σταθερότερα συγκροτήματα - χαμηλότερης ενέργειας.
  Στον σχηματισμό χημικών δεσμών συμμετέχουν τα ηλεκτρόνια σθένους.
  Σύμφωνα με τον κανόνα της οκτάδας, τα άτομα τείνουν με αποβολή, πρόσληψη ή συνεισφορά ηλεκτρονίων να αποκτήσουν σταθερή ηλεκτρονιακή δομή με οκτώ ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα.
- Ο **ιοντικός δεσμός** προκύπτει με μεταφορά ηλεκτρονίου/ων από άτομο μετάλλου προς άτομο αμετάλλου, οπότε δημιουργούνται αντίθετα φορτισμένα ιόντα.
  Στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχουν μόρια αλλά τα ιόντα σχηματίζουν κρυσταλλικό πλέγμα.
  Οι ιοντικές ενώσεις έχουν υψηλά σημεία τήξης, ηλεκτρική αγωγιμότητα σε τήγμα ή σε υδατικό διάλυμα.
- Ο **ομοιοπολικός δεσμός** προκύπτει με αμοιβαία συνεισφορά ενός ή περισσοτέρων ηλεκτρονίων μεταξύ των ατόμων. Σχηματίζονται ένα ή περισσότερα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων (απλοί, διπλοί, τριπλοί ομοιοπολικοί δεσμοί).
- **Ηλεκτραρνητικότητα:** μέγεθος που δείχνει πόσο ισχυρά ένα άτομο έλκει ηλεκτρόνια όταν ενώνεται με άλλα άτομα.
  Με την αύξηση του ατομικού αριθμού η ηλεκτραρνητικότητα σε μία περίοδο του Π.Π. αυξάνεται, ενώ σε μια ομάδα μειώνεται.
- **Πολικός** ομοιοπολικός δεσμός σχηματίζεται όταν τα συνδεόμενα άτομα έχουν διαφορετική ηλεκτραρνητικότητα.
- Ο **δοτικός ομοιοπολικός δεσμός** (δεσμός συναρμογής) είναι περίπτωση ομοιοπολικού δεσμού κατά τον οποίο το κοινό ζεύγος των ηλεκτρονίων παρέχεται από το ένα άτομο στο άλλο.
- **Διπολική ροπή** είναι το γινόμενο του φορτίου q (ή του κλάσματος του φορτίου δ), επί την απόσταση r.
  Η διπολική ροπή ενός μορίου εξαρτάται από τα άτομα που συνδέονται και από τη γεωμετρία του.
- Οι **διαμοριακές δυνάμεις** αναπτύσσονται μεταξύ: α. διπόλων μορίων, β. μη διπόλων μορίων, γ. διπόλων και μη διπόλων μορίων, δ. ιόντων και διπόλων μορίων. Ο **δεσμός υδρογόνου** αναπτύσσεται μεταξύ μορίων που έχουν το Η ενωμένο με F, O, N.
- Οι διαμοριακές δυνάμεις επηρεάζουν το **σημείο βρασμού** των ουσιών και τη **διαλυτότητά** τους. Όσο ισχυρότερες είναι οι διαμοριακές δυνάμεις τόσο υψηλότερο είναι το σημείο βρασμού. Για τη διαλυτότητα ισχύει: τα όμοια διαλύουν όμοια.

Προτάσεις για διαδικτυακή διερεύνηση

1. Ενδεικτικό υλικό για την ηλεκτραρνητικότητα και την πολικότητα μορίων με 2 ή 3 άτομα στο ψηφιακό υλικό:
   https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-polarity/latest/molecule-polarity_all.html

2. Ενδεικτικό υλικό για σχήματα μορίων με 3 άτομα στο ψηφιακό υλικό:
   https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_all.html

Ταξίδι στον χρόνο



Van der Waals
(1837 – 1923)

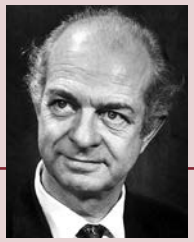
1. Johannes van der Waals (1837 - 1923)

Ολλανδός φυσικός. Στη διατριβή του το 1873, έγραψε για τη μη ιδανική συμπεριφορά των πραγματικών αερίων τα οποία εμφάνιζαν αποκλίσεις από τις θεωρητικές τιμές των αντίστοιχων εξισώσεων των ιδανικών αερίων. Τις αποκλίσεις αυτές τις απέδωσε στην ύπαρξη διαμοριακών αλληλεπιδράσεων.

Την εποχή εκείνη η ύπαρξη μορίων δεν είχε γίνει αποδεκτή από τους περισσότερους επιστήμονες. Η εργασία του van der Waals επιβεβαίωσε την ύπαρξη των μορίων και επέτρεψε την αξιολόγηση του μεγέθους και της ελκτικής τους δύναμης. Συγκρίνοντας την καταστατική εξίσωση των πραγματικών αερίων που πρότεινε ο ίδιος βασιζόμενος σε πειραματικά δεδομένα με αυτήν των ιδανικών αερίων, μπόρεσε να εκτιμήσει το πραγματικό μέγεθος των μορίων και την ισχύ της αμοιβαίας έλξης τους. Τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ Φυσικής το 1910, για τη διατύπωση της καταστατικής εξίσωσης των πραγματικών αερίων (εξίσωση van der Waals).

2. Gilbert Lewis (1875 - 1946)

Αμερικανός φυσικοχημικός και καθηγητής Χημείας στο Πανεπιστήμιο Μπέρκλεϋ. Έγινε ιδιαίτερα γνωστός για τη θεωρία του για τον ομοιοπολικό δεσμό με τον σχηματισμό ζευγών ηλεκτρονίων με αμοιβαία συνεισφορά (1916). Πρότεινε τις δομές στις οποίες τα ηλεκτρόνια σθένους παριστάνονται με κουκκίδες για τον σχηματισμό χημικών δεσμών (προς τιμή του ονομάστηκαν δομές Lewis). Επινόησε τον όρο «φωτόνιο» για τη μικρότερη μονάδα ακτινοβολούμενης ενέργειας (1926). Συνέβαλε στη φωτοχημεία, στην ένταξη της θερμοδυναμικής στη Χημεία, στον διαχωρισμό των ισοτόπων, ενώ διατύπωσε θεωρία για τα οξέα και τις βάσεις. Για το σημαντικό επιστημονικό του έργο ο Lewis προτάθηκε 41 (!) φορές για το βραβείο Νόμπελ χωρίς ποτέ να του απονεμηθεί. Αντίθετα, καθοδήγησε πολλούς συνεργάτες του στο πανεπιστήμιο Μπέρκλεϋ οι οποίοι κέρδισαν βραβεία Νόμπελ, μετατρέποντας το Μπέρκλεϋ σε ένα από τα πιο διάσημα κέντρα Χημείας στον κόσμο.



Linus Pauling
(1901 – 1994)

3. Linus Pauling (1901 - 1994)

Αμερικανός χημικός μηχανικός. Εισήγαγε την έννοια της ηλεκταρνητικότητας, της μεσομέρειας και του υβριδισμού των ατομικών τροχιακών. Συσχέτισε την ηλεκτρονιακή δομή με τις μαγνητικές ιδιότητες των στοιχείων μεταπτώσεως. Ανακάλυψε την ελικοειδή δομή που έχει η πολυπεπτιδική αλυσίδα των πρωτεϊνών.

Ο Pauling ήταν ένας από τους θεμελιωτές της μοριακής βιολογίας. Η έρευνά του για τη δρεπανοκυτταρική αναιμία αποκάλυψε την αιτία της νόσου – την παρουσία μιας γενετικά κληρονομούμενης μη φυσιολογικής πρωτεΐνης στο αίμα – και άνοιξε τον δρόμο για τον τομέα της μοριακής γενετικής.

Το σύγγραμμά του «*Η φύση του χημικού δεσμού*» αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα κείμενα Χημείας. Το 1954 τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ Χημείας, ενώ το 1962 του απονεμήθηκε το βραβείο Νόμπελ Ειρήνης ως αναγνώριση της προσπάθειάς του να ενταχθούν τα πυρηνικά οπλοστάσια υπό διεθνή έλεγχο και να διακοπούν οι πυρηνικές δοκιμές.

Γνωρίζεις ότι...

...και άλλες συνέπειες των διαμοριακών δυνάμεων

1. Ο πάγος επιπλέει στο νερό

Είναι γνωστό ότι τα συμπαγή στερεά σώματα έχουν, γενικά, μεγαλύτερη πυκνότητα από τα υγρά. Γι΄ αυτό όταν ένα στερεό πέσει μέσα σε υγρό συνήθως βυθίζεται. Υπάρχουν βέβαια και στερεά που επιπλέουν στο νερό όπως το ελαφρύ ξύλο, ο φελλός και πολλά αφρώδη πλαστικά όπως το φελιζόλ, καθώς και κάποια μέταλλα, όπως το κάλιο και το νάτριο.

Ένα στερεό σώμα επιπλέει σε ένα υγρό όταν η πυκνότητά του είναι μικρότερη από την πυκνότητα του υγρού: $\rho_{\sigma\acute{\omega}\mu\alpha\tau\omicron\varsigma} < \rho_{\upsilon\gamma\rho\omicron\acute{\upsilon}}$

Πώς γίνεται, ο πάγος ο οποίος έχει την ίδια χημική σύσταση με το υγρό νερό (H_2O), να επιπλέει στο νερό;

Για να επιπλέει σημαίνει ότι έχει μικρότερη πυκνότητα από το υγρό νερό. Πράγματι, η πυκνότητα του υγρού νερού είναι 0,997 g/mL ενώ του πάγου είναι 0,917 g/mL.

Γιατί όμως ο πάγος έχει μικρότερη πυκνότητα από το υγρό νερό;

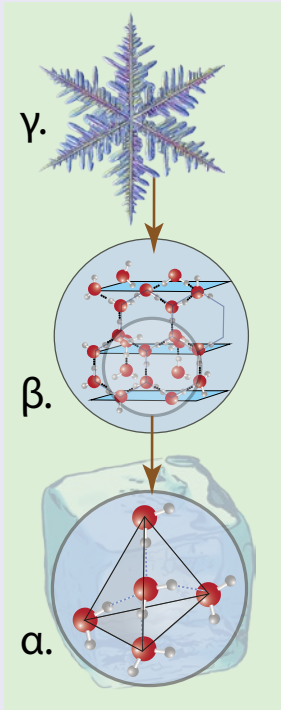
Στη στερεή κατάσταση (πάγος) τα μόρια του νερού συγκρατούνται μεταξύ τους με σχετικά σταθερούς δεσμούς υδρογόνου και δομούν ένα στερεό εξαγωνικό τρισδιάστατο κρυσταλλικό πλέγμα (εικόνα 1). Η διάταξη αυτή αφήνει στο εσωτερικό της, μεταξύ των μορίων, σχετικά μεγάλα κενά.

Εικόνα 1. Δεσμοί υδρογόνου στον πάγο και στο υγρό

Όταν αυξηθεί η θερμοκρασία και ο πάγος αρχίζει να λιώνει, μερικά μόρια νερού έχουν αρκετή ενέργεια, ώστε οι δεσμοί υδρογόνου να μην μπορούν να τα συγκρατήσουν στις συγκεκριμένες θέσεις του πλέγματος (δηλαδή διασπώνται μερικοί δεσμοί υδρογόνου). Τα μόρια αυτά εισέρχονται στα κενά του κρυσταλλικού πλέγματος, το οποίο δεν έχει καταστραφεί εντελώς.

Έτσι, στην υγρή κατάσταση του H_2O (στους 0 °C) βρίσκονται στον ίδιο χώρο περισσότερα μόριά του απ' ότι στη στερεή κατάσταση. Δηλαδή, η μάζα του H_2O που υπάρχει στον ίδιο όγκο είναι περισσότερη, επομένως η πυκνότητα είναι μεγαλύτερη. Στους 4 °C παρουσιάζεται η μέγιστη πυκνότητα του νερού, επειδή όλα τα διαθέσιμα κενά μεταξύ των μορίων του κρυσταλλικού πλέγματος έχουν πληρωθεί στον μεγαλύτερο δυνατό βαθμό.

Η εξαγωνική συμμετρία του πάγου προφανώς δεν εκδηλώνεται μακροσκοπικά ούτε και γίνεται φανερή κοιτώντας ένα παγάκι. Αν όμως παρατηρήσουμε με έναν καλό μεγεθυντικό φακό ή με ένα απλό εργαστηριακό μικροσκόπιο μία χιονονιφάδα (εικόνα 2), θα διαπιστώσουμε εύκολα την εξαγωνική της συμμετρία.



Εικόνα 2.
Ο δεσμός υδρογόνου στον πάγο καθορίζει:
α. μία διάταξη των μορίων του νερού στον χώρο
β. την εξαγωνική συμμετρία των μορίων σε μικροσκοπικό επίπεδο
γ. το σχήμα των χιονονιφάδων σε μακροσκοπικό επίπεδο.

Τα μόρια του νερού στις τρεις φυσικές καταστάσεις του

2. Ιξώδες και… διαμοριακές δυνάμεις

Ιξώδες ονομάζεται η σχετική δυσκολία ροής ενός υγρού.

Το νερό ρέει εύκολα (λέμε ότι είναι λεπτόρρευστο), δηλαδή έχει μικρή δυσκολία ροής, οπότε έχει μικρό ιξώδες, ενώ το ελαιόλαδο έχει μεγαλύτερη δυσκολία ροής (παχύρρευστο), δηλαδή έχει μεγαλύτερο ιξώδες. Το μέλι ρέει ακόμη πιο δύσκολα – έχει μεγαλύτερο ιξώδες από το λάδι και αυτό το έχουμε δει όταν προσπαθούμε να ρίξουμε το μέλι από ένα κουτάλι σε μία φέτα ψωμί.

Εικόνα 3. Το μέλι είναι ένα ρευστό με μεγάλο ιξώδες (είναι παχύρρευστο)

Τι είναι αυτό που διαφοροποιεί τα τρία αυτά ρευστά σε σχέση με το πόσο δύσκολα ρέουν; Σημαντικό ρόλο παίζουν οι διαμοριακές δυνάμεις καθώς επίσης το μέγεθος και το σχήμα των μορίων. Αν η ρευστότητα εξαρτιόταν μόνο από την ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων, θα έπρεπε το νερό να είναι το πιο παχύρρευστο. Το φαινόμενο είναι πιο σύνθετο και δεν θα επεκταθούμε στην ερμηνεία του.

Η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την κινητική ενέργεια των δομικών σωματιδίων μιας ουσίας με συνέπεια, γενικά, να ελαττώνεται το ιξώδες. Αυτό μπορούμε να το παρατηρήσουμε εύκολα στην κουζίνα του σπιτιού μας: όταν ρίξουμε λάδι (π.χ. ελαιόλαδο ή ηλιέλαιο) σε ένα κρύο σκεύος (π.χ. τηγάνι) είναι παχύρρευστο και αν κινήσουμε το σκεύος το λάδι κινείται αργά, γιατί όταν είναι κρύο έχει μεγάλο ιξώδες. Αν θερμάνουμε το σκεύος, το λάδι αρχίζει να γίνεται πιο λεπτόρρευστο. Αν θερμανθεί αρκετά, το ιξώδες του μειώνεται τόσο που αν κινήσουμε το σκεύος, το λάδι ρέει εύκολα, σαν το νερό.

Πίνακας 1. Ιξώδες μερικών υλικών (στους 20 °C)

υλικό	Ιξώδες (mPa · s)
βενζίνη	0,60
νερό	1,00
υδράργυρος	1,52
πλήρες γάλα	2,12
ελαιόλαδο	56,2
μέλι	2.000-10.000
κέτσαπ	5.000-20.000

Μονάδα ιξώδους στο SI είναι: Pa · s (pascal·second) ή kg/(m · s).

Για την προστασία από τη φθορά των κινούμενων εξαρτημάτων των μηχανών αυτοκινήτων, μοτοσυκλετών κ.λπ., χρησιμοποιούνται λιπαντικά. Αυτά έχουν δύο αριθμούς οι οποίοι μας πληροφορούν για το ιξώδες του λιπαντικού. Π.χ. η ένδειξη 10W-40 στη συσκευασία ενός λιπαντικού σημαίνει ότι έχει ιξώδες 10 τον χειμώνα (W = winter) και ρέει πιο εύκολα από άλλο με ένδειξη 15W-40. Ο δεύτερος αριθμός δείχνει το ιξώδες του λιπαντικού στη θερμοκρασία λειτουργίας του κινητήρα. Τα λιπαντικά που έχουν μικρό ιξώδες ρέουν πιο εύκολα και προστατεύουν τον κινητήρα στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Εικόνα 4. Λάδι για κινητήρες οχημάτων

Επισήμανση:

Πολλοί συνδέουν (και συγχέουν) το πόσο παχύρρευστο είναι ένα υγρό με την πυκνότητά του. Το **ιξώδες** και η **πυκνότητα** είναι δύο φυσικά μεγέθη που **δεν σχετίζονται μεταξύ τους**. Για παράδειγμα, το ελαιόλαδο είναι πιο παχύρρευστο από το νερό, αλλά έχει μικρότερη πυκνότητα από αυτό (επιπλέει επάνω στο νερό π.χ. στο καντήλι).

3. Επιφανειακή τάση και… διαμοριακές δυνάμεις

Στην καθημερινή ζωή πολλοί έχουμε δει τις εξής τρεις εικόνες:

α. σαπουνόφουσκες

β. σταγόνες νερού

γ. έντομα πάνω στο νερό

α. σαπουνόφουσκες που φτιάχνουμε χρησιμοποιώντας ένα μείγμα νερού και απορρυπαντικού για τα πιάτα,
β. σφαιρικές σταγόνες νερού μετά από βροχή επάνω σε φύλλα ενός φυτού,
γ. έντομα πάνω στο νερό χωρίς να βυθίζονται και η επιφάνεια του νερού να καμπυλώνεται από το βάρος του εντόμου, σαν να είναι μία ελαστική μεμβράνη.

Πώς εξηγούνται όμως τα φαινόμενα που δείχνουν οι παραπάνω εικόνες;
Στην εικόνα 5 έχουμε ένα ποτήρι με νερό. Το μόριο Α που βρίσκεται μέσα στο νερό δέχεται δυνάμεις από τα γύρω του μόρια και λόγω της συμμετρικής κατανομής η ολική (συνισταμένη) δύναμη είναι μηδέν.

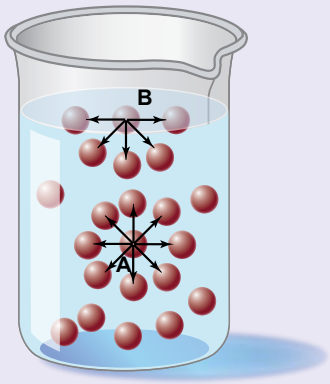
Το μόριο Β που βρίσκεται στην επιφάνεια του νερού δέχεται δυνάμεις μόνο από τα μόρια στο εσωτερικό του νερού και από τα γειτονικά του επιφανειακά μόρια. Αυτή η έλξη των μορίων της επιφάνειας του υγρού από τα εσωτερικά μόρια έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της επιφάνειας του υγρού. Το μέτρο των ελκτικών δυνάμεων προς το εσωτερικό του υγρού ονομάζεται **επιφανειακή τάση**.

Με απλά λόγια η επιφάνεια του υγρού συμπεριφέρεται σαν μία ελαστική μεμβράνη, η οποία μπορεί να συγκρατεί αντικείμενα πάνω της (π.χ. το έντομο). Επειδή τα υγρά είναι ασυμπίεστα, η σταγόνα δεν μπορεί να μειώσει τον όγκο της, μπορεί όμως να πάρει εκείνο το σχήμα με το οποίο θα έχει τη μικρότερη επιφάνεια, και αυτό είναι η σφαίρα. Για αυτόν τον λόγο οι μικρές σταγόνες έχουν σφαιρικό σχήμα. Όταν είναι μεγάλες οι σταγόνες, δεν έχουν το τέλειο σφαιρικό σχήμα, γιατί παραμορφώνονται από το βάρος τους.

Όσο οι διαμοριακές δυνάμεις είναι ισχυρότερες τόσο μεγαλύτερη είναι η επιφανειακή τάση, ενώ μειώνεται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, επειδή η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την κινητική ενέργεια των μορίων του υγρού οπότε ελαττώνεται η ισχύς των διαμοριακών δυνάμεων.

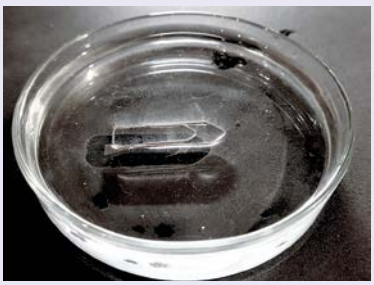
Σε έναν διαστημικό σταθμό που περιφέρεται γύρω από τη Γη σε συνθήκες φαινομενικής έλλειψης βαρύτητας κάθε ποσότητα νερού παίρνει σφαιρικό σχήμα.

Σχετικά με την εικόνα του εντόμου που δεν βυθίζεται στο νερό, μπορεί κάποιος να εκφράσει την άποψη ότι αυτό συμβαίνει γιατί έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό και επιπλέει όπως επιπλέουν ο φελλός, το ξύλο, το φελιζόλ κ.ά.
Ένα απλό πείραμα μπορεί να αποδείξει ότι συγκρατούνται στην επιφάνεια και επιπλέουν λόγω της επιφανειακής τάσης, σώματα με πυκνότητα πολύ μεγαλύτερη από το νερό (ακόμα και οκταπλάσια), όπως ένας σιδερένιος συνδετήρας (εικόνα 7). Για να επιτύχει το πείραμα αυτό θα πρέπει να ακουμπήσουμε τον συνδετήρα στην επιφάνεια του νερού, προσεκτικά, με ένα τσιμπιδάκι.



Εικόνα 5. Διαμοριακές δυνάμεις σε ένα μόριο Α μέσα στο υγρό και σε ένα μόριο Β στην επιφάνεια του υγρού

Εικόνα 6. Σφαιρικό σχήμα ποσότητας νερού λόγω έλλειψης βαρύτητας



Εικόνα 7. Συνδετήρας μεταλλικός επιπλέει στο νερό

4. Τάση ατμών και… διαμοριακές δυνάμεις

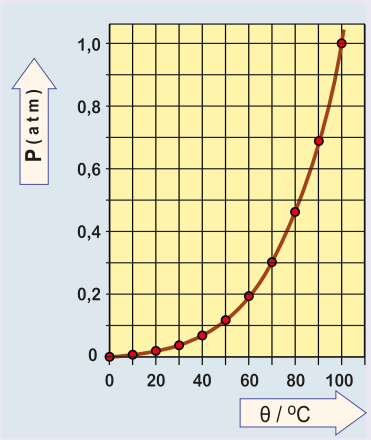
Όταν μέσα σε ένα κλειστό δοχείο, σε ορισμένη θερμοκρασία, εισαχθεί μια ποσότητα ενός υγρού (π.χ. οινοπνεύματος) μερικά μόρια έχουν την απαιτούμενη ενέργεια να μεταβούν από την υγρή στην αέρια φάση (**εξάτμιση**).

Αρχικά η πίεση που ασκούν τα μόρια του οινοπνεύματος που είναι στην αέρια φάση (ατμοί) στο δοχείο είναι μικρή. Σταδιακά η πίεση αυξάνεται, αφού αυξάνεται ο αριθμός των μορίων των ατμών. Μετά από κάποιον χρόνο, μόρια του υγρού που βρίσκονται στην αέρια φάση επιστρέφουν στην υγρή φάση (**υγροποίηση**). Όταν όσα μόρια μεταβαίνουν στην αέρια φάση τόσα επιστρέφουν στην υγρή, δηλαδή η ταχύτητα εξάτμισης εξισώνεται με την ταχύτητα υγροποίησης, τότε η πίεση που ασκούν οι ατμοί του υγρού σταθεροποιείται και ονομάζεται **τάση ατμών**.

Εικόνα 8. Εξάτμιση και υγροποίηση σε κλειστό δοχείο

Όσο ασθενέστερες είναι οι διαμοριακές δυνάμεις τόσο πιο εύκολη είναι η εξάτμιση της ουσίας και επομένως αυτή θα έχει μεγαλύτερη τάση ατμών. Η ουσία που έχει μεγάλη τάση ατμών σε θερμοκρασία 20 °C, χαρακτηρίζεται **πτητική** π.χ. αιθέρας, βενζίνη, οινόπνευμα. Όσο ισχυρότερες είναι οι διαμοριακές δυνάμεις τόσο δυσκολότερα γίνεται η εξάτμιση, οπότε η ουσία έχει μικρότερη τάση ατμών και χαρακτηρίζεται ως **μη πτητική**.

Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία, τόσο αυξάνεται η κινητική ενέργεια των μορίων, οπότε περισσότερα μόρια μεταβαίνουν στην αέρια φάση, οπότε αυξάνεται η τάση ατμών.



Εικόνα 9. Η τάση των ατμών του νερού αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας

Βρασμός

Για να βράσει κάποιο υγρό πρέπει η τάση των ατμών του να γίνει ίση με την εξωτερική πίεση: $p_{\text{ατμών}} = p_{\text{εξωτερ}}$

Για παράδειγμα, το νερό βράζει στους 100 °C όταν η πίεση (εξωτερική) είναι 1 atm στην επιφάνεια της θάλασσας. Στην κορυφή του Ολύμπου (υψόμετρο 2.918 m) η ατμοσφαιρική πίεση είναι περίπου 0,75 atm, οπότε χρειάζεται λιγότερη ενέργεια να προσφερθεί στο νερό ώστε η τάση των ατμών του να εξισωθεί με την εξωτερική, επομένως θα βράζει σε μικρότερη θερμοκρασία, περίπου στους 90 °C. Στην κορυφή των Ιμαλαΐων (Έβερεστ, υψόμετρο 8.840 m) όπου η ατμοσφαιρική πίεση είναι σημαντικά μικρότερη από 1 atm (είναι ≈ 0,35 atm) το νερό βράζει στους 70 °C περίπου.

Περιγραφή του βρασμού

Για να συμβεί βρασμός, κατά κανόνα, προσφέρεται θερμότητα στο υγρό. Η προσφορά ενέργειας αυξάνει την κινητική ενέργεια των μορίων του υγρού. Δημιουργούνται μέσα στη μάζα του υγρού φυσαλίδες οι οποίες περιέχουν μόριά του που είναι στην αέρια φάση. Για να ανέβουν οι φυσαλίδες στην επιφάνεια του υγρού πρέπει η πίεση των ατμών (τάση ατμών) μέσα σε κάθε φυσαλίδα να είναι μεγαλύτερη ή τουλάχιστον ίση της πίεσης που ασκείται στη φυσαλίδα από τα άλλα μόρια του υγρού και από την εξωτερική πίεση στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού. Όταν η εξαέρωση γίνεται απ' όλη τη μάζα του υγρού συμβαίνει **βρασμός**, ενώ όταν γίνεται μόνο από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού λέγεται **εξάτμιση**.

Κατά τη διάρκεια του βρασμού η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.

Εικόνα 10. Βρασμός νερού

5. Δεσμός υδρογόνου και βιολογία

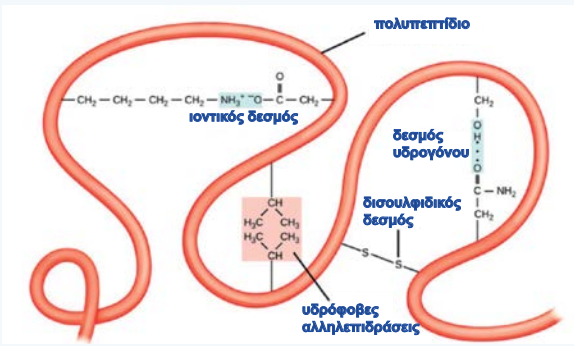
Οι δεσμοί υδρογόνου είναι ιδιαίτερα σημαντικοί στους ζωντανούς οργανισμούς, όπου είναι υπεύθυνοι για τη διατήρηση της δομής των βιοχημικών μορίων.

Σε μεγάλα και πολύπλοκα βιοχημικά μόρια οι δεσμοί υδρογόνου σχηματίζονται μεταξύ ατόμων Η και ενός ηλεκτραρνητικού ατόμου (Ο ή Ν) **μέσα στο ίδιο μόριο**. Στις πρωτεΐνες, αυτό μπορεί να δημιουργήσει μια μονή έλικα, ενώ στο DNA, οι δεσμοί υδρογόνου είναι υπεύθυνοι για τη διπλή έλικα.

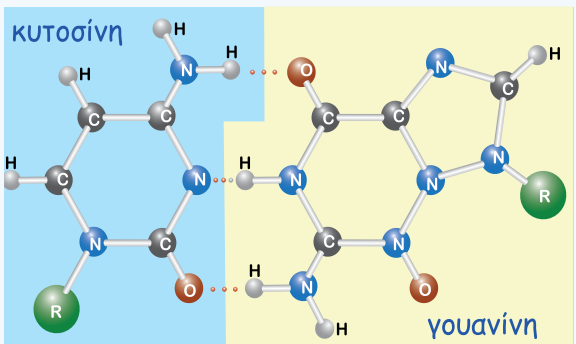
Ο δεσμός υδρογόνου είναι «δύναμη κλειδί» για τη ζωή. Το DNA, η ουσία που φέρει το «σχέδιο-κώδικα» του σώματός μας, εξαρτάται από τους δεσμούς υδρογόνου για να επιτελέσει το έργο του. Ένα μόριο DNA είναι σαν ένα πολύ μακρύ, στριφτό φερμουάρ φτιαγμένο από δύο κλώνους – αλυσίδες που συγκρατούνται μεταξύ τους με μια σειρά από «δόντια»: τις οργανικές βάσεις αδενίνη, θυμίνη, γουανίνη και κυτοσίνη. Μεταξύ αδενίνης – θυμίνης υπάρχουν δύο δεσμοί υδρογόνου και μεταξύ γουανίνης – κυτοσίνης τρεις δεσμοί υδρογόνου. Οι πληροφορίες που μεταφέρονται από το DNA κωδικοποιούνται στην αλληλουχία αυτών των βάσεων, σε κάθε αλυσίδα.

Όταν ένα κύτταρο χρειάζεται πληροφορίες από ένα τμήμα του DNA του, ανοίγουν οι δύο κλώνοι στη συγκεκριμένη περιοχή και αντιγράφεται η αλληλουχία των βάσεων. Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας αυτής, οι κλώνοι ξανακλείνουν με σχηματισμό, πάλι, δεσμών υδρογόνου.

Το μόριο του DNA πρέπει να είναι εύκολο να ανοίγει και να κλείνει, αλλά όταν είναι κλειστό πρέπει να παραμένει κλειστό. Οι δεσμοί υδρογόνου είναι ιδανικοί για τη διαδικασία αυτή, διότι εάν ήταν ομοιοπολικοί θα ήταν ισχυροί και δεν θα επέτρεπαν το άνοιγμα των δύο κλώνων, ενώ εάν ήταν δυνάμεις London, θα ήταν πολύ ασθενείς και δεν θα επέτρεπαν στους δύο κλώνους να συγκρατούνται στο μόριο του DNA.

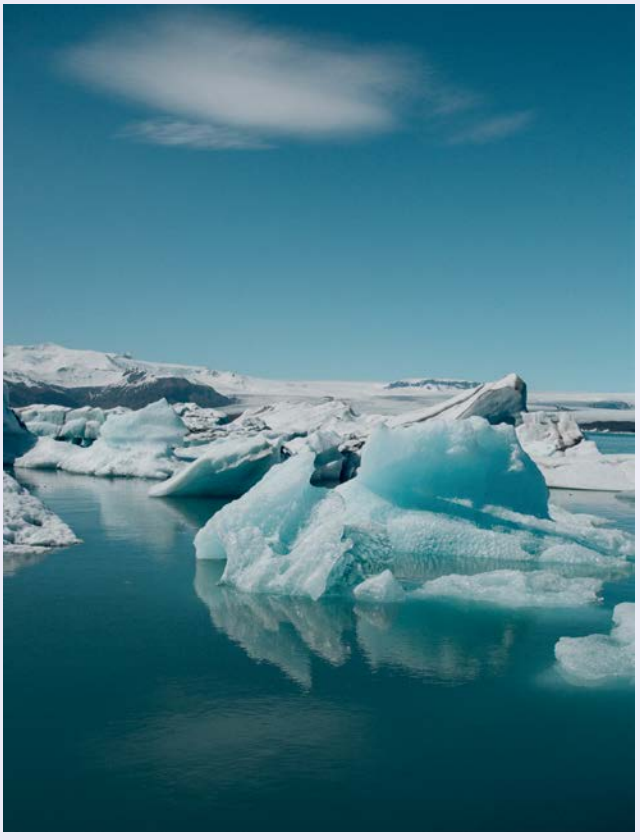


Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ πολικών, μη πολικών, όξινων και βασικών ομάδων R εντός της πολυπεπτιδικής αλυσίδας δημιουργούν την πολύπλοκη τρισδιάστατη τριτοταγή δομή μιας πρωτεΐνης.



Οι 3 δεσμοί υδρογόνου ανάμεσα στις βάσεις του DNA (κυτοσίνη και γουανίνη), που τις παρομοιάσαμε με τα δόντια ενός φερμουάρ.

Έντομο που περπατάει στο νερό.



Πάγος που επιπλέει στη θάλασσα.

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

Α. Ο χημικός δεσμός

3.1. Ποιο έχει μεγαλύτερη τάση για αποβολή ηλεκτρονίων σε κάθε ζευγάρι ατόμων; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. το $_{3}Li$ ή το $_{19}K$

.....

.....

β. το $_{11}Na$ ή το $_{12}Mg$

.....

.....

3.2. Ποιο έχει μεγαλύτερη τάση για πρόσληψη ηλεκτρονίων σε κάθε ζευγάρι ατόμων; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. το $_{17}Cl$ ή το $_{35}Br$

.....

.....

β. το $_{9}F$ ή το $_{8}O$

.....

.....

3.3. Να αιτιολογήσετε ποιο από τα στοιχεία της 3ης περιόδου του Π.Π. ($_{11}Na$, $_{12}Mg$, $_{13}Al$, $_{14}Si$, $_{15}P$, $_{16}S$, $_{17}Cl$):

α. έχει το μεγαλύτερο μέγεθος:

.....

.....

β. έχει το μικρότερο μέγεθος:

.....

.....

γ. έχει μεγαλύτερη τάση για πρόσληψη e:

.....

.....

δ. έχει μεγαλύτερη τάση για αποβολή e:

.....

.....

3.4. Να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις επόμενες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ):
Να αιτιολογήσετε τον χαρακτηρισμό σας.

1. Το $_{7}N^{3-}$ είναι σε σταθερότερη κατάσταση από το $_{7}N$.

.....

.....

.....

2. Μεγαλύτερη τάση απώλειας ηλεκτρονίων από τα άτομα $_{12}Mg$ και $_{20}Ca$ έχει το Mg.

.....

.....

.....

3. Το $_{19}K$ γίνεται πιο εύκολα κατιόν από το $_{11}Na$.

.....

.....

.....

4. Το ιόν Na^{+} είναι χημικά αδρανές.

.....

.....

5. Το άτομο $_{20}Ca$ έχει μεγαλύτερη ακτίνα από το ιόν Ca^{2+}.

.....

.....

6. Μεγαλύτερη τάση πρόσληψης ηλεκτρονίων από τα $_{7}N$ και $_{15}P$ έχει το άζωτο.

.....

.....

.....

7. Τα άτομα $_{15}P$, $_{16}S$, $_{17}Cl$ είναι γραμμένα κατά αυξανόμενο μέγεθος.

.....

.....

8. Το $_{17}Cl$ προσλαμβάνει ηλεκτρόνια πιο δύσκολα από το $_{9}F$.

.....

.....

9. Το $_{17}Cl^{-}$ έχει την ίδια ακτίνα με το Cl.

.....

.....

.....

3.5. Για τα στοιχεία $_{12}Mg$, $_{20}Ca$, $_{38}Sr$, να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις επόμενες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). Να αιτιολογήσετε κάθε χαρακτηρισμό σας.

1. Έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα τους.	
2. Είναι αμέταλλα.	
3. Έχουν την ίδια ατομική ακτίνα.	
4. Έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες.	

*Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής **3.6 – 3.10**, να επιλέξετε τη **σωστή απάντηση:***

3.6. Το άτομο του οξυγόνου ($_{8}O$) για να αποκτήσει σταθερή ηλεκτρονιακή δομή θα πρέπει:

α. να χάσει 2 ηλεκτρόνια
β. να πάρει 2 ηλεκτρόνια
γ. να χάσει 6 ηλεκτρόνια
δ. είτε να χάσει 2 είτε να πάρει 2 ηλεκτρόνια

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

3.7. Το άτομο του καλίου ($_{19}K$) θα αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου όταν:
α. χάσει 1 ηλεκτρόνιο
β. πάρει 1 ηλεκτρόνιο
γ. πάρει 7 ηλεκτρόνια
δ. είτε χάσει 1 είτε πάρει 1 ηλεκτρόνιο

3.8. Το άτομο του φθορίου ($_{9}F$) θα είναι σε ενεργειακά σταθερότερη κατάσταση όταν:
α. χάσει 1 ηλεκτρόνιο
β. πάρει 1 ηλεκτρόνιο
γ. χάσει 7 ηλεκτρόνια
δ. είτε χάσει 1 είτε πάρει 1 ηλεκτρόνιο

3.9. Τα άτομα των μετάλλων σχηματίζουν ιόντα με:
α. απώλεια ηλεκτρονίων για να σχηματίσουν αρνητικά ιόντα
β. πρόσληψη ηλεκτρονίων για να σχηματίσουν θετικά ιόντα
γ. απώλεια ηλεκτρονίων για να σχηματίσουν θετικά ιόντα
δ. πρόσληψη ηλεκτρονίων για να σχηματίσουν αρνητικά ιόντα

3.10. Η βασική αιτία που τα άτομα σχηματίζουν ιόντα είναι:
α. να αποκτήσουν θετικό φορτίο
β. να αποκτήσουν αρνητικό φορτίο
γ. να αποκτήσουν σταθερή ηλεκτρονιακή δομή
δ. να συνδεθούν με άλλα άτομα

3.11. Να συμπληρώσετε τα κενά σε κάθε μία από τις επόμενες προτάσεις:
α. Η δήλωση ότι ένα άτομο τείνει να αποκτήσει οκτώ ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα ονομάζεται ....
β. Ο δεσμός που προκύπτει από την έλξη μεταξύ ενός κατιόντος και ενός ανιόντος ονομάζεται .....
γ. Το μικρότερο στοιχείο του Π.Π. που μπορεί να σχηματίσει ιοντικό δεσμό είναι το .....
δ. Το μικρότερο στοιχείο του Π.Π. που μπορεί να σχηματίσει ομοιοπολικό δεσμό είναι το .....
ε. Τα ζεύγη ηλεκτρονίων σθένους σε ένα μόριο που δεν συμμετέχουν σε ομοιοπολικούς δεσμούς ονομάζονται .....
στ. Το πόσο ισχυρά ένα άτομο έλκει τα ηλεκτρόνια στους δεσμούς του ονομάζεται ..... .

3.12. Σε ποια ομάδα και περίοδο του Π.Π. ανήκει το $_{20}Ca$;
.....
.....
Να περιγράψετε πώς συνδέεται το Ca με:
α. το $_{16}S$
.....
.....
β. το $_{17}Cl$.
.....
.....

3.13. Ένα στοιχείο Α σχηματίζει το ανιόν A^{2-} το οποίο έχει 18 ηλεκτρόνια και 16 νετρόνια.
Να υπολογίσετε τον μαζικό αριθμό του Α. Σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο βρίσκεται το Α;
.....
.....
.....
Το στοιχείο Γ ανήκει στην ίδια περίοδο με το Α και είναι το λιγότερο ηλεκτραρνητικό στοιχείο της περιόδου. Τι είδους δεσμό σχηματίζουν το Α με το Γ και ποιος είναι ο αντίστοιχος χημικός τύπος;
.....
.....
.....

3.14. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού των ενώσεων και τον χημικό τύπο μεταξύ:
α. του καλίου ($_{19}K$) και του φθορίου ($_{9}F$)
.....
.....
.....
β. του μαγνησίου ($_{12}Mg$) και του χλωρίου ($_{17}Cl$)
.....
.....
.....
γ. του ασβεστίου ($_{20}Ca$) και του υδρογόνου ($_{1}H$)
.....
.....
.....

3.15. Δίνονται τα στοιχεία Α και Γ. Το στοιχείο Α ανήκει στη 2η ομάδα και στην 4η περίοδο, ενώ το στοιχείο Γ ανήκει στη 17η ομάδα και στην 3η περίοδο του περιοδικού πίνακα.
α. Να γράψετε τις ηλεκτρονιακές δομές των ατόμων των στοιχείων Α και Γ.
.....
.....
.....

β. Να εξηγήσετε το είδος του δεσμού που σχηματίζουν τα Α και Γ μεταξύ τους.

.....
.....
.....

γ. Ποιος είναι ο χημικός (μοριακός) τύπος της ένωσης που θα σχηματίσουν;

.....
.....

*Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής **3.16 – 3.45**, να επιλέξετε τη **σωστή απάντηση:***

3.16. Το μόριο που έχει μη πολικό ομοιοπολικό δεσμό είναι:
α. HCl
β. F_2
γ. HF
δ. CO

3.17. Στο N_2 υπάρχει:
α. διπλός ομοιοπολικός δεσμός
β. πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός
γ. απλός ομοιοπολικός δεσμός
δ. τριπλός ομοιοπολικός δεσμός

3.18. Ο μεγαλύτερος αριθμός ομοιοπολικών δεσμών που σχηματίζει ένα άτομο άνθρακα ($_6$C) είναι:
α. 2
β. 3
γ. 4
δ. 6

3.19. Ο συνδυασμός ατόμων που σχηματίζουν ομοιοπολικούς δεσμούς είναι:
α. άτομο μετάλλου με άτομο άλλου μετάλλου
β. άτομο μετάλλου με άτομο αμετάλλου
γ. άτομο αμετάλλου με άτομο άλλου αμετάλλου
δ. άτομο υδρογόνου ($_1$H) με άτομο μετάλλου

3.20. Μόνο ιοντικοί δεσμοί υπάρχουν στην ένωση:
α. H_2O
β. NH_4Cl
γ. CaH_2
δ. NO

3.21. Μόνο ομοιοπολικοί δεσμού υπάρχουν στην ένωση:
α. NaCl
β. NH_4Cl
γ. NaH
δ. CO

3.22. Ιοντικός και ομοιοπολικός δεσμός υπάρχουν ταυτόχρονα στην ένωση:
α. CaH_2
β. NH_4Cl
γ. MgO
δ. CO_2

3.23. Στο μόριο του αιθίνιου (H – C ≡ C – H) το πλήθος των κοινών ηλεκτρονίων μεταξύ των δύο ατόμων του άνθρακα είναι:
α. 2
β. 3
γ. 6
δ. 8

3.24. Στο μόριο του HF υπάρχει ένας:
α. ιοντικός δεσμός
β. πολωμένος ομοιοπολικός δεσμός
γ. τριπλός ομοιοπολικός δεσμός
δ. διπλός ομοιοπολικός δεσμός

3.25. Ποια από τις επόμενες ενώσεις είναι ομοιοπολική:
α. K_2O
β. H_2O
γ. Li_2O
δ. CaO

3.26. Ποια από τις επόμενες ενώσεις είναι ιοντική:
α. KH
β. NH_3
γ. PH_3
δ. CH_4

3.27. Ποια ένωση περιέχει και ιοντικό και ομοιοπολικό δεσμό:
α. CH_4
β. NH_3
γ. KOH
δ. CH_3OH

3.28. Ποιο από τα επόμενα ζεύγη στοιχείων θα ενωθούν με ιοντικό δεσμό:
α. C και O
β. N και H
γ. Ca και H
δ. Li και K

3.29. Ποια από τις επόμενες ενώσεις είναι ιοντική:
α. CHI_3
β. PBr_5
γ. MgF_2
δ. SF_6

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

3.30. Ποια από τις επόμενες ενώσεις είναι ομοιοπολική:
α. KF
β. CaI_2
γ. NH_4Cl
δ. CCl_4

3.31. Ποιο ζεύγος στοιχείων θα ενωθεί με ομοιοπολικό δεσμό:
α. Ca και F
β. Li και Br
γ. S και O
δ. K και S

3.32. Ποιο από τα επόμενα είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος:
α. NaCl(s)
β. NaCl(l)
γ. HCl(g)
δ. $C_{12}H_{22}O_{11}$(aq)

3.33. Ιοντικός δεσμός **δεν** υπάρχει:
α. στα άλατα
β. στα υδροξείδια μετάλλων
γ. στα οξέα
δ. στα οξείδια μετάλλων

3.34. Η ένωση μεταξύ των στοιχείων $_{20}$X και $_{9}$Ψ θα είναι:
α. ομοιοπολική, με τύπο $X_2Ψ$
β. ιοντική, με τύπο $X_2Ψ$
γ. ομοιοπολική, με τύπο $XΨ_2$
δ. ιοντική, με τύπο $XΨ_2$

3.35. Η ένωση μεταξύ των στοιχείων $_{16}$Α και $_{17}$Γ θα είναι:
α. ομοιοπολική με τύπο $A_2Γ$
β. ομοιοπολική με τύπο $AΓ_2$
γ. ιοντική με τύπο $A_2Γ$
δ. ιοντική με τύπο $AΓ_2$

3.36. Η ένωση μεταξύ των στοιχείων $_{20}$X και $_{15}$Ψ, θα έχει τύπο:
α. XΨ
β. $X_3Ψ_2$
γ. $X_2Ψ_3$
δ. $XΨ_3$

3.37. Η ένωση μεταξύ του στοιχείου X (ανήκει στη 2η ομάδα) και του στοιχείου Ψ (ανήκει στη 16η ομάδα) θα έχει τύπο:
α. XΨ
β. $X_2Ψ$
γ. $XΨ_2$
δ. $X_3Ψ$

3.38. Η ένωση μεταξύ του στοιχείου X (ανήκει στη 13η ομάδα) και του στοιχείου Ψ (ανήκει στη 16η ομάδα), θα έχει τύπο:
α. XΨ
β. $X_2Ψ_3$
γ. $XΨ_2$
δ. $X_3Ψ_2$

3.39. Από τις επόμενες ενώσεις, υψηλότερο σημείο τήξης έχει:
α. NaF
β. NaCl
γ. NaBr
δ. NaI

3.40. Από τις επόμενες ενώσεις, υψηλότερο σημείο τήξης έχει:
α. NaCl
β. KCl
γ. RbCl
δ. CsCl

3.41. Η ηλεκτραρνητικότητα των ατόμων $_{6}$C, $_{7}$N, $_{8}$O, $_{9}$F, αυξάνεται κατά τη σειρά:
α. C < O < N < F
β. C < N < O < F
γ. F < O < N < C
δ. C < F < O < N

3.42. Σε μια ομάδα του Π.Π. από πάνω προς τα κάτω **δεν** αυξάνεται:
α. ο ατομικός αριθμός
β. η ατομική ακτίνα
γ. η ηλεκτραρνητικότητα
δ. ο μεταλλικός χαρακτήρας

3.43. Η ένωση $CaCl_2$:
α. έχει χαμηλό σημείο τήξης
β. είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος
γ. είναι στερεή σε συνήθεις συνθήκες
δ. είναι ομοιοπολική

3.44. Η ένωση SiO_2 (άμμος):
α. έχει υψηλό σημείο τήξης
β. είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος
γ. είναι ιοντική
δ. το τήγμα της είναι ηλεκτρικά αγώγιμο

3.45. Το μεθάνιο (CH_4) περιέχει:
α. μόνο ομοιοπολικούς δεσμούς
β. μόνο ιοντικούς δεσμούς
γ. ιοντικούς και ομοιοπολικούς δεσμούς
δ. κανένα από τα προηγούμενα

3.46. Το στοιχείο Χ ανήκει στην 1η ομάδα και στην 3η περίοδο, ενώ το στοιχείο Ψ ανήκει στη 16η ομάδα και στην 3η περίοδο του περιοδικού πίνακα.

α. Να υπολογίσετε τους ατομικούς αριθμούς των Χ, Ψ.

.....
.....
.....
.....

β. Να περιγράψετε τον χημικό δεσμό με τον οποίο συνδέονται τα Χ και Ψ μεταξύ τους.

.....
.....
.....
.....

γ. Να γράψετε τον χημικό τύπο της ένωσής τους.

.....
.....

δ. Να γράψετε τον χημικό τύπο της ένωσης **i.** του Χ με το $_{35}Br$ και **ii.** του Ψ με το $_{13}Al$.

.....
.....
.....
.....

3.47. Να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις επόμενες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ):
Να αιτιολογήσετε τον χαρακτηρισμό σας.

1. Το αργίλιο ($_{13}Al$) έχει 3 ηλεκτρόνια σθένους.

.....
.....

2. Οι δομικές μονάδες των ομοιοπολικών ενώσεων είναι τα ιόντα.

.....
.....

3. Οι ιοντικές ενώσεις αποτελούνται από ίσο αριθμό θετικών και αρνητικών ιόντων.

.....
.....

4. Αν ένα στοιχείο Α σχηματίζει ιοντική ένωση με το στοιχείο Β και ιοντική με το στοιχείο Γ, τότε η ένωση των Β και Γ θα είναι επίσης ιοντική.

.....
.....

5. Το κρυσταλλικό πλέγμα της ένωσης CaF_2 αποτελείται από μόρια.

.....
.....

6. Τα άτομα των αλκαλίων σχηματίζουν μόνο ιοντικούς δεσμούς.

.....
.....

7. Τα άτομα των αλογόνων σχηματίζουν και ιοντικούς και ομοιοπολικούς δεσμούς.

.....
.....

8. Οι ιοντικές ενώσεις είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.

.....
.....

3.48. Ένα κατιόν υδρογόνου μπορεί να συνδεθεί με ένα μόριο PH_3 (τριυδρίδιο του φωσφόρου), σχηματίζοντας PH_4^+(φωσφάνιο).
Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο του PH_4^+ και να χαρακτηρίσετε τον δεσμό μεταξύ τους.
(Δίνονται: $_1H$, $_{15}P$).

.....
.....
.....
.....
.....
.....

3.49. Πώς μεταβάλλεται η ηλεκτραρνητικότητα σε μια ομάδα και μια περίοδο του περιοδικού πίνακα; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....
.....
.....
.....

3.50. Ποιο στοιχείο είναι περισσότερο ηλεκτραρνητικό, σε καθένα από τα ακόλουθα ζεύγη; Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. $_{35}Br$ ή $_{17}Cl$

.....
.....

β. $_8O$ ή $_{16}S$

.....
.....

γ. $_{34}Se$ ή $_{33}As$

.....
.....

δ. $_7N$ ή $_9F$

.....
.....

3.51. Να ταξινομήσετε τα στοιχεία σε καθένα από τα επόμενα σύνολα, κατά αυξανόμενη ηλεκτραρνητικότητα, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

α. $_7N$, $_8O$, $_9F$

.....
.....

β. $_{9}F$, $_{17}Cl$, $_{35}Br$

.....

.....

3.52. Να περιγράψετε τον τρόπο σχηματισμού των δεσμών στα επόμενα μόρια και να χαρακτηρίσετε κάθε δεσμό ως πολικό ή μη πολικό:

α. H_2S

.....

.....

.....

β. NH_3

.....

.....

.....

γ. CO_2

.....

.....

.....

δ. CH_4

.....

.....

.....

Δίνονται: $_{1}H$, $_{6}C$, $_{7}N$, $_{8}O$, $_{16}S$.

3.53. Τα στοιχεία Φ, Χ, Ψ, Ω έχουν διαδοχικούς ατομικούς αριθμούς και το Ψ είναι ευγενές αέριο της 3ης περιόδου του Π.Π. Να περιγράψετε το είδος του δεσμού που θα δημιουργηθεί μεταξύ:

α. των Φ και Ω.

.....

.....

.....

β. των Χ και Ω.

.....

.....

.....

γ. των Φ και $_{1}H$.

.....

.....

.....

δ. των Χ και $_{1}H$.

.....

.....

.....

3.54. Δίνονται τα στοιχεία Χ (1e σθένους) και Ψ (6e σθένους).

α. Να γράψετε τους τύπους Lewis των στοιχείων Χ και Ψ.

.....

.....

β. Σε ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκει **i.** το Χ και **ii.** το Ψ;

.....

.....

γ. Η ένωση μεταξύ των Χ και Ψ θα είναι ιοντική ή ομοιοπολική; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

δ. Ποιος θα είναι ο τύπος της ένωσης των Χ και Ψ;

.....

.....

ε. Ποιος θα είναι ο τύπος της ένωσης του Χ και του θείου ($_{16}S$);

.....

.....

στ. Ποιος θα είναι ο τύπος της ένωσης μεταξύ του Ψ και του $_{17}Cl$;

.....

.....

3.55. Δίνονται τα στοιχεία Χ (2e σθένους) και Ψ (7e σθένους).

α. Να γράψετε τους τύπους Lewis των στοιχείων Χ και Ψ.

.....

.....

β. Σε ποια ομάδα του περιοδικού πίνακα ανήκει **i.** το Χ και **ii.** το Ψ;

.....

.....

γ. Η ένωση μεταξύ των Χ και Ψ θα είναι ιοντική ή ομοιοπολική; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

δ. Ποια ιόντα θα σχηματιστούν από τα Χ και Ψ;

.....

.....

ε. Ποιος θα είναι ο τύπος της ένωσης μεταξύ των Χ και Ψ;

.....

.....

στ. Ποιος θα είναι ο τύπος της ένωσης μεταξύ του Χ και του θείου ($_{16}S$);

.....

.....

ζ. Ποιος θα είναι ο τύπος της ένωσης μεταξύ του Ψ και του χλωρίου ($_{17}Cl$);

.....

.....

3.56. Ποιες από τις επόμενες δηλώσεις είναι σωστές (Σ) και ποιες λανθασμένες (Λ); Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1. Η ένωση μεταξύ $_{19}$K και $_{1}$H είναι ιοντική.	
2. Τα τήγματα των ιοντικών ενώσεων είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, ενώ των ομοιοπολικών δεν είναι.	
3. Τα αλκάλια δεν μπορούν να σχηματίσουν ομοιοπολικές ενώσεις.	
4. Υπάρχει ιοντική ένωση που δεν περιέχει μέταλλο.	
5. Οι ιοντικές ενώσεις αποτελούνται από μόρια.	
6. Οι ομοιοπολικές ενώσεις σχηματίζονται με μεταφορά ηλεκτρονίων.	
7. Σε μία ιοντική ένωση το σύνολο των θετικών ιόντων είναι ίσο με το σύνολο των αρνητικών ιόντων, ώστε να είναι ηλεκτρικά ουδέτερη.	
8. Ο $_{6}$C μπορεί να σχηματίσει 4 ομοιοπολικούς δεσμούς.	
9. Αν το υδατικό διάλυμα μιας ένωσης είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος, τότε η ένωση είναι ιοντική.	

3.57. Δίνονται τα ζεύγη των στοιχείων:
i. $_{12}$Mg και $_{8}$O, **ii.** $_{16}$S και $_{8}$O.

α. Σε ποιο ζεύγος τα στοιχεία έχουν παρόμοιες χημικές ιδιότητες; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
.....
.....
.....
.....

β. Σε ποιο ζεύγος θα σχηματιστεί ιοντικός δεσμός; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
.....
.....

Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της μεταξύ τους ένωσης.
.....
.....

3.58. Δίνονται τα άτομα: $_{19}$M και $_{9}$A.

α. Να γράψετε την κατανομή ηλεκτρονίων των M και A σε στιβάδες.
.....
.....

β. Σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο ανήκει το καθένα;
.....
.....

γ. Με τι δεσμό θα ενωθούν μεταξύ τους;
.....

δ. Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης μεταξύ των M και A.
.....
.....

3.59. Δίνονται τα άτομα: $_{20}$M και $_{17}$A.

α. Να γράψετε την κατανομή ηλεκτρονίων των M και A σε στιβάδες.
.....
.....

β. Σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο ανήκει το καθένα;
.....
.....

γ. Με τι δεσμό θα ενωθεί το M με το A;
.....

Να εξηγήσετε τον τρόπο σχηματισμού της μεταξύ τους ένωσης.
.....
.....

δ. Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης μεταξύ των M και A.
.....
.....

3.60. Το στοιχείο Χ ανήκει στη 2η ομάδα και στην 5η περίοδο, ενώ το στοιχείο Ψ ανήκει στην 17η ομάδα και στην 4η περίοδο.

α. Ποιοι είναι οι ατομικοί αριθμοί των Χ και Ψ.

.....

.....

β. Να γράψετε την κατανομή ηλεκτρονίων των Χ και Ψ σε στιβάδες.

.....

.....

γ. Με τι δεσμό θα ενωθεί το Χ με το Ψ; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

δ. Να γράψετε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης μεταξύ των Χ και Ψ.

.....

.....

3.61. Δίνονται τα στοιχεία Χ (βρίσκεται στην 1η ομάδα και στην 3η περίοδο) και Ψ (βρίσκεται στη 17η ομάδα και στη 2η περίοδο).

α. Να βρείτε τον ατομικό αριθμό κάθε στοιχείου.

.....

.....

β. Να γράψετε την κατανομή ηλεκτρονίων των Χ και Ψ σε στιβάδες.

.....

.....

γ. Να χαρακτηρίσετε τα δύο αυτά στοιχεία ως μέταλλα ή αμέταλλα.

.....

δ. Με τι δεσμό θα ενωθούν τα Χ και Ψ;

.....

Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

ε. Να γράψετε τον χημικό τύπο της ένωσης μεταξύ των Χ και Ψ.

.....

.....

3.62. Δίνονται τα στοιχεία: Χ (ανήκει στη 2η ομάδα και στην 3η περίοδο), $_{16}$Ψ και $_{35}$Σ.

α. Να βρείτε τον ατομικό αριθμό του Χ.

.....

β. Να γράψετε την κατανομή ηλεκτρονίων των Χ, Ψ και Σ σε στιβάδες.

.....

.....

.....

γ. Με τι δεσμό θα ενωθεί το Χ με το $_{35}$Σ;

.....

Να γράψετε τον χημικό τύπο της μεταξύ τους ένωσης.

.....

.....

δ. Με τι δεσμό θα ενωθεί το Χ με το Ψ;

.....

Να γράψετε τον χημικό τύπο της μεταξύ τους ένωσης.

.....

.....

Β. Διαμοριακές δυνάμεις

3.63. Να σχεδιάστε το διάνυσμα της διπολικής ροπής στους ακόλουθους δεσμούς.

α. $_{1}H-{}_{8}O$.....

β. $_{8}O-{}_{16}S$ .....

γ. $_{7}N-{}_{9}F$ .....

δ. $_{16}S-{}_{17}Cl$ .....

3.64. Να εξηγήσετε τι είδους δυνάμεις ασκούνται μεταξύ:

α. των μορίων του HI.

.....

.....

β. των μορίων του CO_2.

.....

.....

γ. των μορίων του HF.

.....

.....

δ. των μορίων της CH_3OH

.....

.....

ε. των μορίων του CCl_4

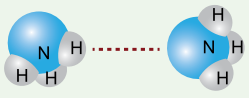
.....

.....

3.65. Ποια είναι τα είδη των διαμοριακών δυνάμεων σε κάθε μία από τις παρακάτω περιπτώσεις;

1.

2.



.....

.....

3.66. Να αιτιολογήσετε τις επόμενες δηλώσεις:

α. Το H_2O έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από το H_2S.

.....

.....

β. Το Br_2 είναι υγρό και το I_2 στερεό, σε θ = 20 °C και p = 1 atm (Δίνονται: $_{35}Br$, $_{53}I$).

.....

.....

γ. Το HF έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από το HCl.

.....

.....

δ. Το NaCl έχει υψηλότερο σημείο βρασμού από το H_2O.

.....

.....

3.67. Να εξηγήσετε τη διαφορά στα σημεία βρασμού (σ.β.) των ενώσεων: NaBr (σ.β. = 1396 °C) και NaI (σ.β. = 1304 °C).
Δίνονται: $_{11}Na$, $_{35}Br$, $_{53}I$.

.....

.....

.....

3.68. Να εξηγήσετε με βάση τις διαμοριακές δυνάμεις, τη διαφορά που υπάρχει στα σημεία βρασμού των ενώσεων Cl_2 (–35 °C, M_r = 71) και O_2 (–183 °C, M_r = 32).

.....

.....

.....

.....

3.69. Το σημείο βρασμού του τριυδρίδιου του φωσφόρου (PH_3, M_r = 34) είναι −88 °C, ενώ της αμμωνίας (NH_3, M_r = 17) είναι −33 °C. Αυτό συμβαίνει διότι:

α. Το PH_3 είναι μη πολικό μόριο, ενώ η NH_3 είναι πολικό.

β. Στο PH_3 δεν εμφανίζεται δεσμός υδρογόνου, ενώ στην NH_3 εμφανίζεται.

γ. Οι δυνάμεις van der Waals είναι ασθενέστερες στο PH_3 σε σχέση με την NH_3.

δ. Η σχετική μοριακή μάζα του PH_3 είναι μεγαλύτερη από αυτή της NH_3.

Να επιλέξετε τη σωστή αιτολογόγηση.

.....

3.70. Ποιες από τις επόμενες ουσίες αναμένεται να διαλύονται στο H_2O; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

α. HCl .....

.....

β. NaI .....

.....

γ. NH_3 .....

.....

δ. CH_4 .....

.....

ε. C_8H_{18} .....

.....

στ. CH_4 .....

.....

3.71. Να αιτιολογήσετε ποιες από τις επόμενες ουσίες όταν προστεθούν στο νερό μπορεί να αναπτύξουν δεσμούς υδρογόνου με αυτό.

α. HCl **β.** CO_2 **γ.** NH_3
δ. HCOOH **ε.** CH_3OH **στ.** H_2S

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.72. Να εξηγήσετε ποιες από τις επόμενες ουσίες αναμένεται να διαλύονται στο τετραχλωρίδιο του άνθρακα (CCl_4).

α. CO_2 **β.** KBr **γ.** CH_4

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

*Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής **3.73 – 3.101**, να επιλέξετε τη **σωστή απάντηση:***

3.73. Ένα διατομικό μόριο είναι δίπολο όταν:

α. αποτελείται από άτομα με διαφορετικό ατομικό αριθμό

β. αποτελείται από άτομα του ίδιου στοιχείου

γ. τα άτομά του έχουν την ίδια ηλεκτραρνητικότητα

δ. σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

3.74. Η διπολική ροπή του μορίου του νερού οφείλεται στο ότι:
α. οι δύο δεσμοί Η – Ο είναι πολωμένοι και το μόριό του δεν είναι ευθύγραμμο
β. τα άτομα Η και Ο έχουν διαφορετική ηλεκτραρνητικότητα
γ. οι δύο δεσμοί Η – Ο είναι πολωμένοι και το μόριό του είναι ευθύγραμμο
δ. το μόριό του είναι ηλεκτρικά ουδέτερο

3.75. Το μόριο του CO_2 δεν είναι δίπολο, διότι:
α. οι δεσμοί C = O είναι πολωμένοι
β. το μόριό του είναι ηλεκτρικά ουδέτερο
γ. το μόριό του είναι γραμμικό
δ. η διπολική ροπή του καθενός από τους δύο δεσμούς C = O είναι μηδέν

3.76. Το μόριο της NH_3:
α. διαθέτει τρεις μη πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς
β. δεν είναι δίπολο γιατί οι τρεις διπολικές ροπές από τους δεσμούς N − H δίνουν συνισταμένη μηδέν
γ. έχει διπολική ροπή διάφορη του μηδενός
δ. έχει διπολική ροπή ίση με το μηδέν

3.77. Μεγαλύτερη διπολική ροπή αναμένεται να έχει ο δεσμός: (δίνονται: $_1H$, $_6C$, $_7N$, $_8O$, $_{16}S$).
α. S — H
β. N — H
γ. O — H
δ. C — H

3.78. Μεγαλύτερη διπολική ροπή αναμένεται να έχει ο δεσμός: (δίνονται: $_9F$, $_{17}Cl$, $_{35}Br$, $_{53}I$).
α. I — I
β. I — Br
γ. I — Cl
δ. I — F

3.79. Από τα επόμενα μόρια είναι μη πολικό αλλά περιέχει πολικούς δεσμούς το:
α. CO_2
β. HCl
γ. NH_3
δ. NO_2

3.80. Δεν είναι ηλεκτρικό δίπολο το μόριο:
α. HCl
β. HF
γ. H_2O
δ. CCl_4

3.81. Από τα παρακάτω μόρια πολικό είναι το:
α. CO_2
β. CH_4
γ. NH_3
δ. CCl_4

3.82. Το SO_2 εμφανίζει διπολική ροπή μ = 1,62 D, ενώ το CO_2 έχει διπολική ροπή μ = 0 D. Από αυτά συμπεραίνουμε ότι:
α. το SO_2 είναι γραμμικό μόριο
β. οι δεσμοί στο SO_2 είναι μη πολικοί
γ. το CO_2 δεν διαθέτει πολωμένους ομοιοπολικούς δεσμούς
δ. το CO_2 είναι γραμμικό μόριο

3.83. Εάν το μόριο του νερού (H_2O) ήταν γραμμικό, τότε το νερό:
α. θα είχε πολύ υψηλό σημείο βρασμού
β. θα ήταν στερεό
γ. θα είχε μηδενική διπολική ροπή
δ. θα ήταν πολικό

3.84. Οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων στο υγρό HCl είναι:
α. διπόλου - διπόλου
β. διασποράς
γ. δεσμού υδρογόνου
δ. διασποράς και διπόλου - διπόλου

3.85. Οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του H_2O και των ιόντων Na^+ σε υδατικό διάλυμα NaOH ανήκουν στην κατηγορία των ελκτικών δυνάμεων:
α. μεταξύ διπόλων μορίων
β. μεταξύ ιόντος και διπόλου
γ. δεσμού υδρογόνου
δ. διασποράς ή London

3.86. Οι διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων στο H_2S είναι:
α. διπόλου - διπόλου
β. διασποράς
γ. δεσμού υδρογόνου
δ. διασποράς και διπόλου - διπόλου

3.87. Δεσμοί υδρογόνου αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων:
α. του CH_4
β. του H_2S
γ. της NH_3
δ. του NaH

3.88. Το είδος των διαμοριακών αλληλεπιδράσεων που εμφανίζονται στο F_2 είναι:
α. οι δυνάμεις London
β. οι δυνάμεις διπόλου – διπόλου
γ. οι δυνάμεις London και διπόλου – διπόλου
δ. ο δεσμός υδρογόνου

3.89. Ισχυρότερες διαμοριακές δυνάμεις θα αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων του:
α. O_2 (M_r = 32)
β. CH_4 (M_r = 16)
γ. HF (M_r = 20)
δ. HBr (M_r = 81)

3.90. Το Br_2 είναι υγρό στη θερμοκρασία περιβάλλοντος, γιατί μεταξύ των μορίων του αναπτύσσονται:
α. δεσμοί υδρογόνου
β. σχετικά ισχυρές δυνάμεις διπόλου – διπόλου
γ. δυνάμεις μεταξύ ιόντων
δ. σχετικά ισχυρές δυνάμεις London

3.91. Η διαλυτική ικανότητα του νερού οφείλεται:
α. στην υγρή φυσική του κατάσταση
β. στην ευκινησία των μορίων του
γ. στην πολικότητα και στο μικρό μέγεθος των μορίων του
δ. στο ότι είναι ανόργανη ένωση

3.92. Κατά την εξάτμιση ενός υγρού εξασθενούν ή παύουν να υπάρχουν:
α. οι ενδομοριακές δυνάμεις
β. οι ενδοατομικές δυνάμεις
γ. οι διαμοριακές δυνάμεις
δ. όλες οι παραπάνω δυνάμεις

3.93. Το μέτρο των ελκτικών διαμοριακών δυνάμεων μιας ουσίας φαίνεται κυρίως από:
α. το σημείο βρασμού
β. την πυκνότητα
γ. το χρώμα
δ. την ηλεκτρική αγωγιμότητα

3.94. Το σημείο βρασμού μιας υγρής ουσίας εξαρτάται:
α. μόνο από τη σχετική μοριακή της μάζα
β. από τις ενδομοριακές δυνάμεις
γ. από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος
δ. από τις διαμοριακές δυνάμεις και τη σχετική μοριακή της μάζα

3.95. Το σημείο βρασμού ενός υγρού:
α. είναι χαμηλό σε ουσίες στις οποίες υπάρχουν ισχυρές διαμοριακές δυνάμεις
β. αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας
γ. αυξάνεται με την αύξηση της ισχύος των διαμοριακών δυνάμεων
δ. είναι αντίστροφα ανάλογο με την ισχύ των διαμοριακών δυνάμεων

3.96. Το υψηλό σημείο βρασμού του νερού οφείλεται:
α. στη σχετικά μεγάλη πυκνότητά του
β. στις ισχυρές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του
γ. στο ότι περιέχει υδρογόνο
δ. στη μεγάλη σταθερότητα των δεσμών H – O στο μόριό του

3.97. Μεγαλύτερο σημείο βρασμού αναμένεται να έχει η ένωση:
α. NH_3 (M_r = 17)
β. CH_4 (M_r = 16)
γ. CO (M_r = 28)
δ. HCl (M_r = 36,5)

3.98. Μεγαλύτερο σημείο βρασμού έχει η ουσία:
α. Cl_2
β. KF
γ. H_2O
δ. HF

3.99. Μεγαλύτερο σημείο βρασμού έχει η ουσία:
α. NaF
β. NaCl
γ. NaBr
δ. NaI

3.100. Σε θερμοκρασία δωματίου το F_2 είναι αέριο (σημείο βρασμού −188 °C), ενώ το Br_2 είναι υγρό (σημείο βρασμού 59 °C). Η διαφορά αυτή των δύο αυτών αλογόνων οφείλεται στο ότι:
α. οι διαμοριακές δυνάμεις στο Br_2 είναι πιο ασθενείς
β. ο ομοιοπολικός δεσμός στο Br_2 είναι πιο ισχυρός
γ. οι διαμοριακές δυνάμεις στο Br_2 είναι πιο ισχυρές
δ. ο ομοιοπολικός δεσμός στο Br_2 είναι πιο πολικός

3.101. Η σωστή διάταξη κατ' αυξανόμενο σημείο βρασμού των υδρογονούχων ενώσεων είναι:
α. $NH_3 < PH_3 < AsH_3$
β. $AsH_3 < PH_3 < NH_3$
γ. $PH_3 < AsH_3 < NH_3$
δ. $AsH_3 < NH_3 < PH_3$
(δίνονται: $_7N$, $_{15}P$, $_{33}As$)

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

3.102. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις επόμενες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας:

1. Μεταξύ των ενώσεων H_2O και H_2S, το H_2O έχει μικρότερο σημείο βρασμού επειδή έχει μικρότερη σχετική μοριακή μάζα.	
2. Η διπολική ροπή του HF είναι μικρότερη από του HCl εξαιτίας του μικρότερου μήκους του δεσμού στο HF.	
3. Όλα τα μόρια που περιλαμβάνουν πολικούς δεσμούς έχουν πολικότητα.	
4. Ένα πολικό μόριο έχει πάντα μεγαλύτερο σημείο βρασμού από ένα μη πολικό μόριο.	
5. Για να εμφανίζει ένα διατομικό μόριο διπολική ροπή πρέπει να αποτελείται από άτομα με διαφορετικό ατομικό αριθμό.	
6. Η διπολική ροπή του μορίου του HCl είναι μεγαλύτερη από τη διπολική ροπή του μορίου του CO_2.	
7. Το ακετυλένιο είναι ευθύγραμμο μόριο (H−C≡C−H), οπότε η διπολική ροπή του είναι μηδέν.	
8. Αναγκαία και ικανή συνθήκη ύπαρξης δεσμού υδρογόνου σε μία χημική ένωση είναι να περιέχει υδρογόνο.	

3.103. Να αντιστοιχίσετε την κάθε χημική ένωση της στήλης (Ι) με το σημείο βρασμού που αναφέρεται στη στήλη (ΙΙ).

(Ι) Χημική ένωση	(ΙΙ) Σημείο βρασμού
1. NaCl 2. HCl 3. HF 4. HI 5. HBr	α. 1460 °C β. 100 °C γ. 20 °C δ. −35 °C ε. −67°C στ. − 85 °C

1. ....., 2. ....., 3. ....., 4. ....., 5. .....,

Κεφάλαιο 4

Η γλώσσα της Ανόργανης Χημείας

ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

4.1. Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα

4.2. Ο αριθμός οξείδωσης

4.3. Ο συμβολισμός και η γραφή των ανόργανων ενώσεων

4.4. Η ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων

Antoine Lavoisier, 1787

«Μια καλοφτιαγμένη γλώσσα που εκφράζει τη φυσική τάξη στην αλληλουχία των ιδεών, θα προκαλέσει μια αναγκαία και άμεση επανάσταση στον τρόπο διδασκαλίας. Η λογική μιας επιστήμης σχετίζεται στενά με τη γλώσσα της.

Δεν περιμένω να γίνουν δεκτές μονομιάς οι ιδέες μου.

Όσοι αντιμετώπισαν την επιστήμη από μια ορισμένη σκοπιά για μεγάλο διάστημα της σταδιοδρομίας τους, δύσκολα ασπάζονται νέες ιδέες.

Τα γλωσσικά έθιμα και οι χημικές παραδόσεις έφεραν μόνο λάθη και προκαταλήψεις».

Από την ομιλία του Lavoisier στην Ακαδημία Επιστημών του Παρισιού (18 Απριλίου 1787) με θέμα: «*Ανάγκη μεταρρύθμισης και τελειοποίησης της ονοματολογίας της Χημείας*»

Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Μετά το τέλος της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας της ενότητας θα πρέπει να είστε σε θέση:

- να αναφέρετε τους τύπους, τα ονόματα και το φορτίο ορισμένων μονοατομικών και πολυατομικών ιόντων.
- να διατυπώνετε τον ορισμό του αριθμού οξείδωσης.
- να εφαρμόζετε τους κανόνες υπολογισμού του αριθμού οξείδωσης ενός ατόμου σε μια χημική ουσία.
- να γράφετε τους χημικούς τύπους διάφορων ανόργανων ενώσεων, εφόσον είναι γνωστός είτε ο αριθμός οξείδωσης είτε το φορτίο του θετικού και αρνητικού τμήματός τους.
- να αναγνωρίζετε την κατηγορία στην οποία ανήκουν διάφορες ανόργανες ενώσεις (οξέα, βάσεις, άλατα και οξείδια), εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος τους.
- να ονομάζετε κατά IUPAC διάφορες ενώσεις (οξέα, βάσεις, άλατα, οξείδια), εφόσον δίνεται ο χημικός τύπος τους και αντίστροφα.

Λέξεις κλειδιά

Άλατα
Αριθμός οξείδωσης
Βάσεις
Μονοατομικά ιόντα
Ονοματολογία
Οξέα
Οξείδια
Πολυατομικά ιόντα

4. Η γλώσσα της ανόργανης Χημείας

Στη γλώσσα της Χημείας τα σύμβολα των στοιχείων αντιστοιχούν στα γράμματα του αλφαβήτου, τα σύμβολα των χημικών ενώσεων αντιστοιχούν στις λέξεις και ο συμβολισμός των χημικών αντιδράσεων – οι χημικές εξισώσεις αντιστοιχούν στις προτάσεις. Προκειμένου η ονοματολογία της Χημείας να είναι απλή, εύχρηστη και κατανοητή, οι χημικοί δημιούργησαν κανόνες με τη χρήση συμβόλων, αριθμών, συλλαβών και λέξεων.

Η διεθνής γλώσσα της Χημείας, με την οποία επικοινωνούν οι χημικοί –και όχι μόνο– σε όλο τον κόσμο, καθορίζεται από κανόνες που προτείνονται από την **I.U.P.A.C**. (**I**nternational **U**nion of **P**ure and **A**pplied **C**hemistry).

4.1. Τα μονοατομικά και πολυατομικά ιόντα

Τα ιόντα διακρίνονται: **α.** σε **κατιόντα** (έχουν θετικό φορτίο) και σε **ανιόντα** (έχουν αρνητικό φορτίο), **β.** σε **μονοατομικά** και σε **πολυατομικά**.

4.1.1. Μονοατομικά ιόντα

Πίνακας 4.2. Μονοατομικά ανιόντα (όνομα και φορτίο)

F^- : φθορίδιο (1–)	I^- : ιωδίδιο (1–)	O^{2-} : οξείδιο (2–)
Cl^- : χλωρίδιο (1–)	H^- : υδρίδιο (1–)	S^{2-} : σουλφίδιο (2–)
Br^- : βρωμίδιο (1–)		N^{3-} : νιτρίδιο (3–)

Πίνακας 4.3. Μονοατομικά κατιόντα (όνομα και φορτίο)

Na^+: νάτριο (1+)	Mg^{2+}: μαγνήσιο (2+)	Cu^+: χαλκός (1+)
K^+ : κάλιο (1+)	Ca^{2+}: ασβέστιο (2+)	Cu^{2+}: χαλκός (2+)
H^+: υδρογόνο (1+)	Ba^{2+} : βάριο (2+)	Fe^{2+}: σίδηρος (2+)
Ag^+: άργυρος (1+)	Zn^{2+}: ψευδάργυρος (2+)	Fe^{3+}: σίδηρος (3+)
		Al^{3+} : αργίλιο (3+)

4.1.2. Πολυατομικά ιόντα

Πίνακας 4.4. Πολυατομικά ιόντα (όνομα και φορτίο)

Ιόν	Όνομα	Ιόν	Όνομα
NO_3^-	νιτρικό		
NO_2^-	νιτρώδες		
CO_3^{2-}	ανθρακικό	HCO_3^-	υδρογονοανθρακικό
SO_4^{2-}	θειικό	HSO_4^-	υδρογονοθειικό
PO_4^{3-}	φωσφορικό		
ClO^-	υποχλωριώδες		
OH^-	υδροξείδιο		
CN^-	κυανίδιο		
NH_4^+	αμμώνιο		

IUPAC
INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

Όνομα	Σύμβολο
άζωτο	N
άνθρακας	C
αργίλιο / αλουμίνιο	Al
αργό	Ar
άργυρος	Ag
ασβέστιο	Ca
βάριο	Ba
βρώμιο	Br
ήλιο	He
θείο	S
ιώδιο	I
κάλιο	K
κασσίτερος	Sn
λευκόχρυσος	Pt
μαγγάνιο	Mn
μαγνήσιο	Mg
μόλυβδος	Pb
νάτριο	Na
οξυγόνο	O
πυρίτιο	Si
σίδηρος	Fe
υδρογόνο	H
φθόριο	F
φωσφόρος	P
χαλκός	Cu
χλώριο	Cl
χρυσός	Au
χρώμιο	Cr
ψευδάργυρος	Zn

Πίνακας 4.1. Χημικά στοιχεία: ονομασία και συμβολισμός

Εμφιαλωμένο νερό

Ιόντα στο εμφιαλωμένο νερό

	Παράμετρος		Τιμή
1.	**pH**		**7,8**
2.	**Κατιόντα**		**(mg/L)**
	Ασβεστίου	Ca^{2+}	43
	Μαγνησίου	Mg^{2+}	14
	Νατρίου	Na^{+}	7
	Καλίου	K^{+}	0,5
	Αμμωνίου	NH_4^{+}	0,1
3.	**Ανιόντα**		**(mg/L)**
	Υδρογονοανθρακικά	HCO_3^{-}	180
	Χλωρίου	Cl^{-}	5
	Θειικά	SO_4^{2-}	< 5
	Νιτρικά	NO_3^{-}	<5
	Νιτρώδη	NO_2^{-}	<0,1

Δραστηριότητα διερευνητική 4.1.

Να μελετήσετε τις ετικέτες δύο διαφορετικών εμφιαλωμένων νερών.

α. Να συγκρίνετε τις περιεκτικότητές τους ως προς τα διάφορα ιόντα και να αναφέρετε ενδεχόμενους λόγους της διαφορετικότητάς τους.

β. Να διερευνήσετε τον ρόλο κάθε ιόντος στην υγεία του ανθρώπου.

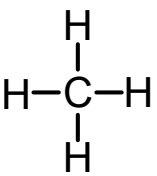
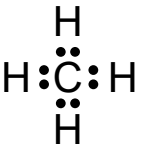
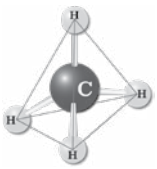
.....

.....

.....

.....

Συμβολισμός χημικών ενώσεων

Χημικός τύπος	Δείχνει:	Παράδειγμα
1. Μοριακός	από ποια και πόσα άτομα αποτελείται το μόριο της ένωσης	CH_4
2. Συντακτικός	**α.** από ποια και πόσα άτομα αποτελείται το μόριο της ένωσης, **β.** τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων στο μόριο.	
3. Ηλεκτρονιακός	**α.** από ποια και πόσα άτομα αποτελείται το μόριο της ένωσης, **β.** τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων στο μόριο, **γ.** τη διευθέτηση των e στις εξωτερικές στιβάδες των ατόμων.	
4. Στερεοχημικός	**α.** από ποια και πόσα άτομα αποτελείται το μόριο της ένωσης, **β.** τον τρόπο σύνδεσης των ατόμων του μορίου στον χώρο.	

Ονομασία ιόντων και χημικός τύπος (I)

(II)

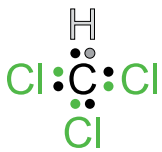
(III)

4.2. Ο αριθμός οξείδωσης

Ο αριθμός οξείδωσης (αρ.οξ.) είναι μια συμβατική έννοια που επινοήθηκε από τους χημικούς, για να διευκολύνει τη γραφή χημικών τύπων, την ονομασία χημικών ενώσεων και την ισοστάθμιση αντιδράσεων οξειδοαναγωγής.

Ορισμός: Αριθμός οξείδωσης ονομάζεται:

- το ηλεκτρικό φορτίο που έχει ένα **ιόν**
  Π.χ. ο αρ. οξ. του Fe^{3+} είναι +3 και του O^{2-} είναι -2,
- το ηλεκτρικό φορτίο που φαίνεται να έχει ένα **άτομο** σε μια χημική ουσία, αν θεωρήσουμε ότι τα ηλεκτρόνια σε κάθε δεσμό του ατόμου ανήκουν στο πιο ηλεκτραρνητικό άτομο.
  Π.χ. Ο αρ.οξ. του C στην ένωση $CHCl_3$ (χλωροφόρμιο) είναι +2.
  Εξήγηση: Επειδή το Cl είναι πιο ηλεκτραρνητικό από τον C, θεωρούμε ότι τα κοινά ζεύγη e στους 3 δεσμούς C – Cl ανήκουν στο Cl, οπότε κάθε χλώριο αποκτά φορτίο –1, ενώ ο C αποκτά φορτίο +3.



  Επειδή ο C είναι πιο ηλεκτραρνητικός από το H, θεωρούμε ότι το κοινό ζεύγος e στον δεσμό C – H ανήκει στον C, οπότε ο C αποκτά φορτίο –1, ενώ το H +1.
  Επομένως, ο αρ.οξ. του C στο χλωροφόρμιο είναι: +3 + (–1) = +2

Κανόνες για τον υπολογισμό του αριθμού οξείδωσης

1) Τα μονοατομικά **ιόντα** έχουν αρ.οξ. ίσο με το φορτίο τους.
Π.χ. το ιόν Ca^{2+} έχει αρ.οξ. +2, το N^{3-} έχει αρ.οξ. –3.

2) Στα «ελεύθερα» **στοιχεία** τα άτομα έχουν αρ.οξ. μηδέν.
Π.χ. τα άτομα Na στο νάτριο, τα άτομα H στο H_2 και τα άτομα O στο O_2, έχουν αρ.οξ. μηδέν.

3) Στις ενώσεις τους:

- τα **αλκάλια** (π.χ. Na, K) έχουν αρ.οξ. **+1**,
- οι **αλκαλικές γαίες** (π.χ. Mg, Ca, Ba) έχουν αρ.οξ. **+2**,
- το **F** έχει αρ.οξ. **–1**,
- το **H** έχει αρ.οξ. **+1** (εκτός από τις ενώσεις του με *μέταλλα* όπου έχει **–1**. Π.χ. NaH),
- το **O** έχει αρ.οξ. –2 (εκτός από τα υπεροξείδια όπου έχει –1. Π.χ. H_2O_2, και της ένωσης OF_2 όπου έχει +2).

4) Το αλγεβρικό άθροισμα των **αρ.οξ.** των ατόμων ή/και ιόντων:
α) μιας *ένωσης* είναι ίσο με το μηδέν,
β) ενός *πολυατομικού ιόντος* είναι ίσο με το φορτίο του ιόντος.

Παράδειγμα 4.1. Υπολογισμός του αρ.οξ. με βάση τους κανόνες:

1. Ο αρ.οξ. (x) του C στην ένωση $CHCl_3$ είναι:
$$x + 1 + (-1)\,3 = 0 \Rightarrow x = +2$$
2. Ο αρ.οξ. (x) του Cr στην ένωση $K_2Cr_2O_7$ είναι:
$$(+1)\,2 + x \cdot 2 + (-2)\,7 = 0 \Rightarrow x = +6$$
3. Ο αρ.οξ. (x) του P στο ιόν PO_4^{3-} είναι:
$$x + (-2)\,4 = -3 \Rightarrow x = +5$$

Αριθμοί οξείδωσης του ατόμου του άνθρακα

Αριθμοί οξείδωσης του ατόμου του αζώτου

Παράδειγμα 4.2

Υπολογισμός του αρ.οξ. του C στην ένωση HCH = O (φορμαλδεΰδη),

α. με βάση τους κανόνες,

β. με βάση τον ορισμό του αρ.οξ.

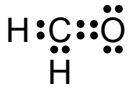
Απάντηση

α. Με βάση τους κανόνες: ο αρ.οξ (χ) του C στην ένωση HCH = O είναι:

$$+1 + \chi + 1 + 1 \cdot (-2) = 0 \rightarrow \chi = 0$$

β. Με βάση τον ορισμό:

Αρχικά γράφουμε τον ηλεκτρονιακό τύπο της ένωσης:



Επειδή ο C είναι περισσότερο ηλεκτραρνητικός από το H, θεωρούμε ότι τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων στους 2 δεσμούς C – H ανήκουν στον C, οπότε ο C αποκτά φορτίο –2.

Επειδή το O είναι περισσότερο ηλεκτραρνητικό από τον C, τα 2 κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων (στον διπλό δεσμό C = O) ανήκουν στο O, οπότε ο C αποκτά φορτίο +2.

Επομένως, ο αρ.οξ. του C στη φορμαλδεΰδη είναι: –2 +2 = 0

Δραστηριότητα 4.2.

Στις παρακάτω ενώσεις να υπολογίσετε τον αρ.οξ. του C **α.** με τους κανόνες υπολογισμού του αρ.οξ. **β.** με βάση τον ορισμό του αρ.οξ.

1. CH_4

.....

.....

.....

2. CH_3Cl

.....

.....

.....

3. CH_2Cl_2

.....

.....

.....

4. CCl_4

.....

.....

.....

5. CH_3OH

.....

.....

.....

4.3. Ο συμβολισμός και η γραφή των ανόργανων ενώσεων

Οι χημικές ενώσεις συμβολίζονται με τους χημικούς τύπους. Για να γράψουμε τον χημικό («μοριακό») τύπο μιας ανόργανης ένωσης που αποτελείται από δύο τμήματα, το **Μ** με αρ. οξ. **+x** και το **Α** με αρ. οξ. **–ψ**, ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

α) Γράφουμε **πρώτο** το τμήμα **Μ** και **δεύτερο** το τμήμα **Α: Μ Α**.
(Στις δυαδικές ενώσεις μεταξύ **αμετάλλων** μπαίνει **πρώτο** το στοιχείο που προηγείται στη σειρά: B, Si, C, P, N, H, S, O, I, Br, Cl, F).

β) Ο αρ. οξ. (χωρίς πρόσημο) του τμήματος **Μ** μπαίνει ως δείκτης στο τμήμα **Α** και ο αρ. οξ. (χωρίς πρόσημο) του τμήματος **Α** μπαίνει ως δείκτης στο τμήμα **Μ** (αν κάποιος δείκτης είναι το **1**, τότε παραλείπεται):

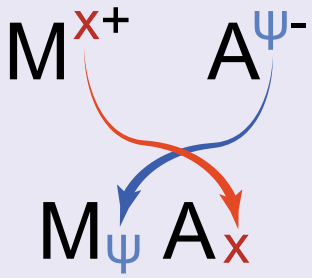
$$M^{x+}\ A^{\psi-} \Rightarrow \boxed{M_{\psi}A_{x}}$$

Π.χ.

$$Al^{3+}\ O^{2-} \Rightarrow Al_2O_3$$

$$Ca^{2+}\ PO_4^{3-} \Rightarrow Ca_3(PO_4)_2$$

Γραφή χημικών τύπων



Σημειώσεις

1. Αν κάποιο από τα τμήματα Μ ή Α είναι πολυατομικό και πρέπει να πάρει δείκτη, τότε μπαίνει σε παρένθεση: π.χ. $Ca(NO_3)_2$

2. Αν τα x και ψ έχουν κοινό διαιρέτη, συνήθως απλοποιούμε διαιρώντας με τον μέγιστο κοινό διαιρέτη:
Π.χ. $Mg^{2+}\ S^{2-} \Rightarrow Mg_2S_2 \Rightarrow MgS$
$Pb^{4+}\ O^{2-} \Rightarrow Pb_2O_4 \Rightarrow PbO_2$

Δραστηριότητα 4.3. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων στα κενά του επόμενου πίνακα:

	OH^-	Cl^-	O^{2-}	NO_3^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}
H^+						
Na^+						
Ca^{2+}				$Ca(NO_3)_2$		
Al^{3+}						
NH_4^+	-----		-----			

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (1)

(Ενδεικτικός χρόνος: 20 λεπτά)

Αριθμός οξείδωσης-Γραφή χημικών τύπων

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** .....

1. Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις:

α. Αριθμός οξείδωσης ονομάζεται το ..... φορτίο που έχει ένα .....ή που φαίνεται να έχει ένα .....σε μία χημική ουσία.

β. Ο αρ. οξ. των αλκαλίων (Li, Na, K), στις ενώσεις τους, είναι ……., των αλκαλικών γαιών (Mg, Ca, Sr, Ba) είναι …….., του Η είναι συνήθως …….., του Ο είναι συνήθως ……..

γ. Το αλγεβρικό άθροισμα των αρ. οξ. των ατόμων ή/και ιόντων μιας ένωσης είναι ίσο με ……., ενώ σε ένα πολυατομικό ιόν είναι ίσο με το ……. του.

2. Να επιλέξετε το σωστό σύνολο αρ.οξ. του S:

	SO_3^{2-}	SO_4^{2-}	$NaHSO_4$
α.	+4	-6	+6
β.	+6	+6	+4
γ.	+4	+6	+6
δ.	+6	+4	+5

3. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων στα κενά του επόμενου πίνακα, που προκύπτουν με συνδυασμό των αντίστοιχων ιόντων:

	Br^-	S^{2-}	PO_4^{3-}
K^+			
Ba^{2+}			
Fe^{3+}			

4. Να γράψετε τα ονόματα των ιόντων στα κενά του επόμενου πίνακα:

Ιόν	Όνομα	Ιόν	Όνομα
α. Cl^-		**δ.** OH^-	
β. O^{2-}		**ε.** CO_3^{2-}	
γ. S^{2-}		**στ.** HCO_3^-	

5. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις επόμενες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας:

α. Ο αριθμός οξείδωσης του Ν στο NH_4^+ είναι +5.	
β. Ο αρ.οξ. του S στην ένωση $Al_2(SO_4)_3$ είναι +3.	
γ. Το S στις ενώσεις SO_3, H_2SO_3 και H_2SO_4 έχει αριθμό οξείδωσης +6.	

Πείραμα διερευνητικό 4.1. Φύλλο εργασίας

Πυροχημική ανίχνευση μεταλλοϊόντων

Ονοματεπώνυμο:	Ημερομηνία:
	Τάξη – Τμήμα:

Όργανα	Αντιδραστήρια
• Λύχνος • Ράβδος μαγνησίας ή γυάλινη • 2 δοκιμαστικοί σωλήνες (με τα «άγνωστα») • Υδροβολέας • **Προστατευτικά γυαλιά**	• Άλατα (σε στερεή μορφή ή σε διαλύματα): Ca^{2+}, Ba^{2+}, Na^{+}, K^{+}, Sr^{2+} (στρόντιο) • Απιοντισμένο νερό (σε υδροβολέα)

Πειραματική διαδικασία

1. Να ανάψετε τον λύχνο, να παρατηρήσετε και να σημειώσετε το χρώμα της φλόγας: ……..

2. Να βυθίσετε τη ράβδο (μαγνησίας ή γυάλινη) στη χημική ένωση (αφού πρώτα τη διαβρέξετε με απιοντισμένο νερό) ή σε διάλυμα της ένωσης.

3. Να φέρετε το μέρος της ράβδου που έχει έρθει σε επαφή με τη χημική ένωση (ή το διάλυμά της), στη φλόγα του λύχνου για περίπου 5 δευτερόλεπτα, να παρατηρήσετε το χρώμα της φλόγας και να το σημειώσετε στον πίνακα Ι.

(Τη διαδικασία αυτή να την επαναλάβετε με όλες τις ενώσεις που δίνονται στον πίνακα Ι.
Πριν από κάθε δοκιμή, να ξεπλένετε τη γυάλινη ράβδο με απιοντισμένο νερό ή να κόβετε την άκρη της ράβδου μαγνησίας που έχει χρησιμοποιηθεί).

Πίνακας Ι

	Χημική ένωση	**Κατιόν** της **ένωσης** (σύμβολο-όνομα)	**Ανιόν** της **ένωσης** (σύμβολο-όνομα)	**Χρώμα** της **φλόγας**
1	**Sr**Cl_2 ή/και **Sr**$(NO_3)_2$			
2	**Ba**Cl_2 ή/και **Ba**$(NO_3)_2$			
3	**Ca**Cl_2 ή/και **Ca**CO_3			
4	**Na**Cl ή/και **Na**$_2CO_3$			
5	**K**Cl ή/και **K**$_2CO_3$			

Ερώτηση: Ο χρωματισμός της φλόγας οφείλεται στο ανιόν ή στο κατιόν της ένωσης; ……
Πώς καταλήξατε σ' αυτήν την απάντηση;

……

……

4. Να ανιχνεύσετε τα ιόντα μετάλλων που περιέχονται στα «άγνωστα» δείγματα 1, 2 (στερεή ουσία ή διάλυμά της) και να συμπληρώσετε τον επόμενο πίνακα ΙΙ:

Δείγμα	**Χρώμα φλόγας**	**Μεταλλο-ιόν στο δείγμα**
1		
2		

σημειώσεις/ υπολογισμοί

4.4. Ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων

Για να ονομάσουμε μια ανόργανη ένωση του τύπου $\mathbf{M_ψA_x}$: Διαβάζουμε πρώτα το όνομα του 2ου τμήματος (**Α**) και μετά το όνομα του 1ου τμήματος (**Μ**)*.
Οι ονομασίες των τμημάτων Μ και Α αναφέρονται στους πίνακες 4.2, 4.3, 4.4.

Αν το **Μ** είναι κατιόν μετάλλου και έχει δύο ή περισσότερους αρ. οξ., τότε ο αρ.οξ. δείχνεται με λατινικό αριθμό (I, II, III, IV, V).
Π.χ. MnO_2: οξείδιο του μαγγανίου(IV), $Fe(OH)_3$: υδροξείδιο του σιδήρου(III).

Αν το **Α** είναι αμέταλλο, το πλήθος των ατόμων (ή ιόντων) του Α μπορεί να δειχτεί με αριθμητικό πρόθεμα (1: μόνο-, 2: δι-, 3: τρι-, 4: τέτρα-, 5: πέντα-, …).
Π.χ. MnO_2: διοξείδιο του μαγγανίου, SO_3: τριοξείδιο του θείου.

* Κατά IUPAC, διαβάζουμε πρώτα το 1ο τμήμα (Μ) και μετά το 2ο τμήμα (Α).
π.χ. MnO_2: μαγγάνιο διοξείδιο

4.4.1. Πώς ονομάζονται τα οξέα

Δραστηριότητα 4.4. Να συμπληρώσετε τα κενά στον επόμενο πίνακα:

οξύ	όνομα	περιέχεται σε ...
HCl		
H_2SO_4		
H_2CO_3		

Εικόνα 4.1. Προϊόντα που περιέχουν **οξέα**

Ορισμός οξέων κατά Arrhenius

Οξύ ονομάζεται η ένωση που όταν διαλυθεί στο νερό «παρέχει» κατιόντα υδρογόνου (H^+).

Γενικός τύπος οξέων: H_xA

α) Τα **οξέα** που **δεν περιέχουν οξυγόνο** (**Α**: F, Cl, Br, I, S, CN) ονομάζονται: [**υδρο-όνομα Α**]

Παραδείγματα:

Οξύ	ονομασία οξέος	ονομασία υδατικού διαλύματος του οξέος
HCl	υδροχλώριο	υδροχλωρικό οξύ
HI	υδροϊώδιο	υδροϊωδικό οξύ
H_2S	υδρόθειο	υδροθειικό οξύ

β) Τα **οξέα** που **περιέχουν οξυγόνο** ονομάζονται: [**όνομα** ανιόντος **Α + οξύ**].

Παραδείγματα:

Οξύ	ονομασία οξέος
H_2SO_4	θειικό οξύ
HNO_3	νιτρικό οξύ
HNO_2	νιτρώδες οξύ
H_3PO_4	φωσφορικό οξύ

Δραστηριότητα 4.5. Να γράψετε τα ονόματα των επόμενων ενώσεων:

οξύ	όνομα
HBr	
HCN	
H_2CO_3	
HClO	

Ονοματολογία οξέων

4.4.2. Πώς ονομάζονται οι βάσεις / υδροξείδια μετάλλων

Δραστηριότητα 4.6. Να συμπληρώσετε τα κενά στον επόμενο πίνακα:

Βάση	Όνομα	Περιέχεται σε ...
NaOH		
$Mg(OH)_2$		
$Ca(OH)_2$		

Εικόνα 4.2. Προϊόντα που περιέχουν βάσεις

Ορισμός βάσεων κατά Arrhenius:

Βάση ονομάζεται η ένωση που όταν διαλυθεί στο νερό «παρέχει» ανιόντα υδροξειδίου (OH^-).

Η αμμωνία (NH_3) είναι βάση χωρίς να περιέχει OH^-. Το OH^- παράγεται κατά τη διάλυσή της στο νερό.

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

Γενικός τύπος βάσεων (υδροξειδίων): $M(OH)_x$ (M: κατιόν μετάλλου)

Οι **βάσεις ονομάζονται**: [**υδροξείδιο** του **Μ**]

Παραδείγματα

Βάση	Ονομασία βάσης
NaOH	υδροξείδιο του νατρίου
$Ca(OH)_2$	υδροξείδιο του ασβεστίου
$Fe(OH)_2$	υδροξείδιο του σιδήρου(II)
$Fe(OH)_3$	υδροξείδιο του σιδήρου(III)

Δραστηριότητα 4.7. Να γράψετε τα ονόματα των επόμενων ενώσεων:

βάση	όνομα
KOH	
$Mg(OH)_2$	
$Ba(OH)_2$	
$Cu(OH)_2$	
$Zn(OH)_2$	
$Al(OH)_3$	

4.4.3. Πώς ονομάζονται τα οξείδια

Δραστηριότητα 4.8. Να συμπληρώσετε τα κενά στον επόμενο πίνακα:

Οξείδιο	Όνομα	Περιέχεται σε ...
CO_2		
Fe_2O_3		

Εικόνα 4.3. Προϊόντα που περιέχουν οξείδια

Ορισμός οξειδίων:

Οξείδιο ονομάζεται η ένωση ενός στοιχείου (Σ) με οξυγόνο.

Γενικός τύπος οξειδίων: $\Sigma_\psi O_x$

Τα **οξείδια ονομάζονται**: [**οξείδιο** του **Σ**]

Παραδείγματα

Οξείδιο	Ονομασία οξειδίου
α. Οξείδια μετάλλων	
CaO	οξείδιο του ασβεστίου
Al_2O_3	οξείδιο του αργιλίου
Fe_2O_3	οξείδιο του σιδήρου(III)
β. Οξείδια αμετάλλων	
CO	μονοξείδιο του άνθρακα
CO_2	διοξείδιο του άνθρακα
N_2O_3	τριοξείδιο του διαζώτου
N_2O_5	πεντοξείδιο του διαζώτου

Δραστηριότητα 4.9. Να γράψετε τα ονόματα των επόμενων ενώσεων:

οξείδιο	όνομα
NO	
NO_2	
N_2O_4	
Na_2O	
MgO	
MnO_2	

Ονοματολογία βάσεων – οξειδίων

Ονόματα ενώσεων (I)

(II)

(III)

(IV)

Εικόνα 4.4. Υλικά που περιέχουν **άλατα**

Ονοματολογία αλάτων

Κατηγορίες χημικών ενώσεων

Ονόματα ενώσεων (V)

4.4.4. Πώς ονομάζονται τα άλατα

Δραστηριότητα 4.10. Να συμπληρώσετε τα κενά στον επόμενο πίνακα:

Άλας (τύπος)	**Όνομα**	**Περιέχεται σε ...**
$NaCl$		
$CaCO_3$		
$Ca_3(PO_4)_2$		

Γενικός τύπος αλάτων: $\mathbf{M_\psi A_x}$

$\mathbf{M^{x+}}$: κατιόν μετάλλου ή αμμώνιο.
$\mathbf{A^{\psi-}}$: ανιόν αμετάλλου ($\neq O^{2-}$) ή αρνητικό πολυατομικό ιόν ($\neq OH^-$).

α) Άλατα που **δεν περιέχουν οξυγόνο** (**Α**: F^-, Cl^-, Br^-, I^-, S^{2-}, CN^-) ονομάζονται: [**όνομα ανιόντος Α +** του **+ όνομα Μ**]

Παραδείγματα

Άλας	**Ονομασία άλατος**
$NaCl$	χλωρίδιο του νατρίου
NH_4Br	βρωμίδιο του αμμωνίου
CaS	σουλφίδιο του ασβεστίου
$FeCl_2$	χλωρίδιο του σιδήρου(II)
$FeCl_3$	χλωρίδιο του σιδήρου(III)

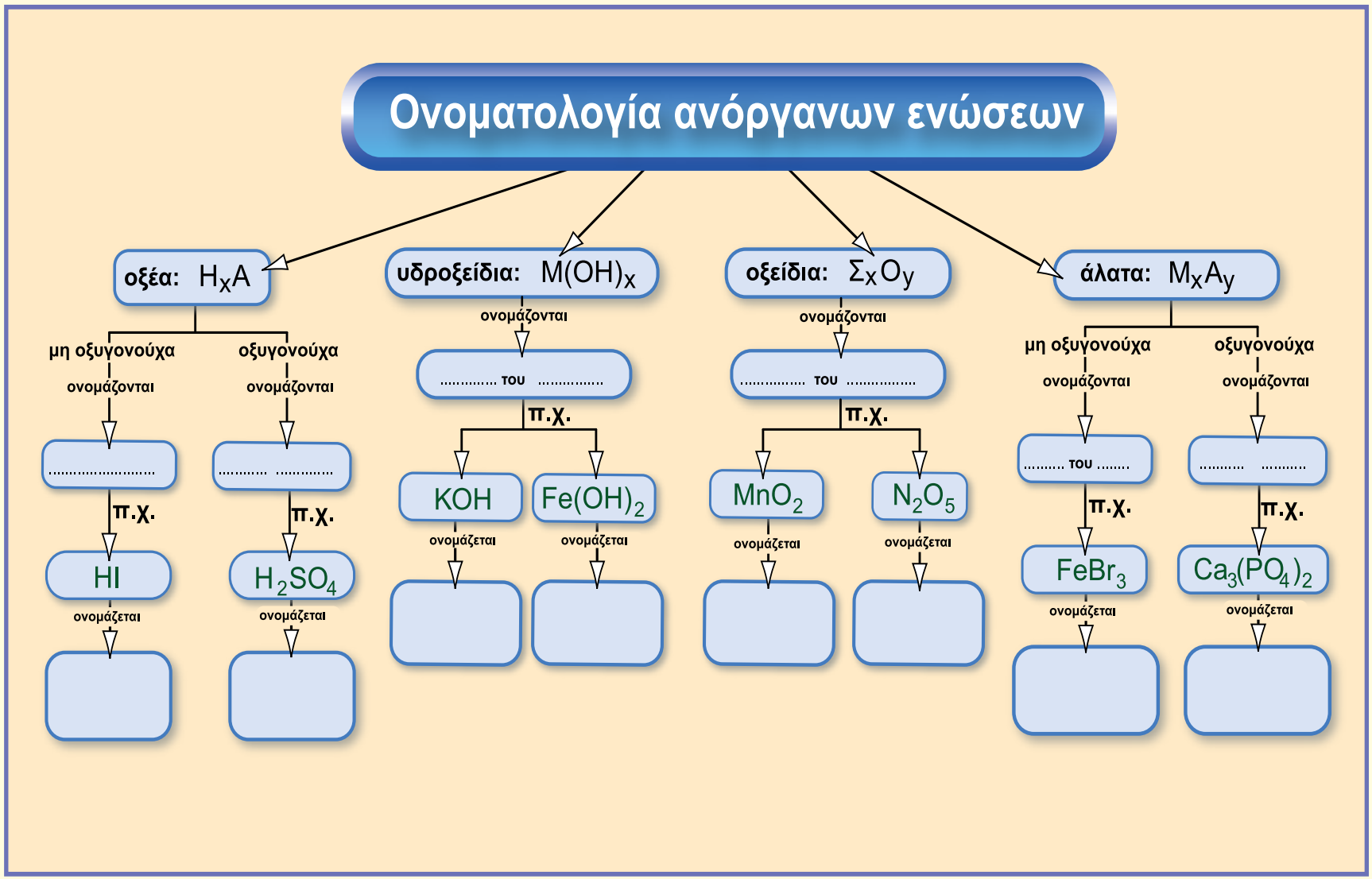
β) Άλατα που **περιέχουν οξυγόνο** (**Α**: οξυγονούχο πολυατομικό ιόν) ονομάζονται: [**όνομα Α + όνομα Μ**]

Άλας	**Ονομασία άλατος**
KNO_3	νιτρικό κάλιο
$Ca(NO_2)_2$	νιτρώδες ασβέστιο
Na_2CO_3	ανθρακικό νάτριο
$NaHCO_3$	υδρογονοανθρακικό νάτριο
$FeSO_4$	θειικός σίδηρος(II)
$Fe_2(SO_4)_3$	θειικός σίδηρος(III)
$Ca_3(PO_4)_2$	φωσφορικό ασβέστιο

Δραστηριότητα 4.11. Να γράψετε τα ονόματα των επόμενων ενώσεων:

άλας	**όνομα**
KI	
NH_4Cl	
MgS	
$CuCl$	
$CuCl_2$	
K_2SO_4	
Na_3PO_4	

Δραστηριότητα 4.12. Να συμπληρώσετε τα κενά στον επόμενο χάρτη εννοιών:



Δραστηριότητα 4.13. **Να γράψετε τους χημικούς τύπους και τα ονόματα 20 ενώσεων του πίνακα της δραστηριότητας 4.3. (σελ. 145), καθώς και την κατηγορία στην οποία ανήκει κάθε ένωση.**

	Τύπος	Όνομα	Κατηγορία
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (2)

(Ενδεικτικός χρόνος: 30 λεπτά)

Ταξινόμηση και ονοματολογία ανόργανων ενώσεων

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** .....

1. Να μεταφράσετε τα κινέζικα ονόματα των παρακάτω ενώσεων στα ελληνικά:

H_2SO_4 硫酸 .....

KBr 溴化钾 .....

2. Να ονομάσετε τις επόμενες ενώσεις και να αναφέρετε την κατηγορία στην οποία ανήκει η κάθε μία (οξύ, βάση, άλας, οξείδιο):

	Ένωση	Όνομα	Κατηγορία
1.	HF		
2.	HNO_3		
3.	$Ca(OH)_2$		
4.	Fe_2O_3		
5.	$FeBr_3$		
6.	$Fe(OH)_2$		
7.	$CaCO_3$		

3. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των ενώσεων και την κατηγορία στην οποία ανήκει η κάθε μία:

	Όνομα ένωσης	Χημικός τύπος	Κατηγορία
1.	βρωμίδιο του αμμωνίου		
2.	νιτρικό ασβέστιο		
3.	φωσφορικό οξύ		
4.	υδροϊώδιο		
5.	τριοξείδιο του διαζώτου		
6.	υδρόθειο		
7.	σουλφίδιο του καλίου		

4. Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής:

4.1. Το όνομα της ένωσης KCl είναι:
- **α.** κάλιο χλωρίδιο
- **β.** χλωριούχο κάλιο
- **γ.** κάλιο χλωριούχο
- **δ.** χλωρίδιο του καλίου

4.2. Το όνομα της ένωσης N_2O_4 είναι:
- **α.** τετροξείδιο του διαζώτου
- **β.** άζωτο οξείδιο
- **γ.** διάζωτο τετροξείδιο
- **δ.** οξείδιο του αζώτου

4.3. Η ένωση Na_2CO_3 ονομάζεται:
- **α.** νάτριο ανθρακικό
- **β.** δινάτριο ανθρακικό
- **γ.** ανθρακικό νάτριο
- **δ.** ανθρακικό δινάτριο

4.4. Η ένωση FeO ονομάζεται:
- **α.** οξείδιο του σιδήρου
- **β.** οξείδιο του σιδήρου (II)
- **γ.** σίδηρος (II) οξείδιο
- **δ.** σίδηρος μονοξείδιο

4.5. Το όνομα της ένωσης HBr είναι:
- **α.** υδρογόνο βρώμιο
- **β.** υδροβρώμιο
- **γ.** βρωμίδιο του υδρογόνου
- **δ.** υδρογόνο βρωμίδιο

4.6. Το όνομα της ένωσης H_2SO_4 είναι:
- **α.** υδρόθειο
- **β.** θειικό οξύ
- **γ.** υδρογόνο θειικό
- **δ.** διυδρογόνο θειικό

4.7. Το όνομα της ένωσης $Mg(OH)_2$ είναι:
- **α.** μαγνήσιο υδροξείδιο
- **β.** μαγνήσιο διυδροξείδιο
- **γ.** υδροξείδιο του μαγνησίου
- **δ.** διυδροξείδιο του μαγνησίου

4.8. Το όνομα της ένωσης N_2O είναι:
- **α.** άζωτο μονοξείδιο
- **β.** διάζωτο μονοξείδιο
- **γ.** οξείδιο του διαζώτου
- **δ.** μονοξείδιο του αζώτου

Ανακεφαλαίωση

- Η επικοινωνία στην επιστήμη της Χημείας βασίζεται στη γνώση του συμβολισμού και της ονομασίας των χημικών στοιχείων και ενώσεων.
- Ο αριθμός οξείδωσης είναι το ηλεκτρικό φορτίο που έχει ένα ιόν ή το φορτίο που φαίνεται να έχει ένα άτομο αν θεωρήσουμε ότι τα κοινά ζεύγη των ηλεκτρονίων των δεσμών του αποδοθούν στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο.
- Οι ανόργανες ενώσεις γράφονται με τη μορφή $M_{\psi}A_{x}$ όπου Μ είναι το τμήμα με αριθμό οξείδωσης +x και Α το τμήμα με αριθμό οξείδωσης –ψ.
- Οι κυριότερες κατηγορίες ανόργανων ενώσεων είναι:
  α. οξέα (H_xA),
  β. βάσεις – υδροξείδια [$M(OH)_x$],
  γ. άλατα ($M_{\psi}A_{\chi}$) και
  δ. οξείδια ($\Sigma_{\psi}O_{\chi}$).
- Γενικά, οι ανόργανες χημικές ενώσεις, στην Ελλάδα, διαβάζονται αντίθετα από τη σειρά με την οποία γράφονται τα τμήματα της ένωσης στον χημικό τύπο της. Αντίστοιχα, γράφονται οι χημικοί τύποι των ενώσεων αντίθετα από τη σειρά με την οποία ακούγονται τα ονόματα των τμημάτων που αποτελούν την κάθε ένωση.

Προτάσεις για διαδικτυακή διερεύνηση

1. Η ιστορία της ονομασίας μερικών χημικών στοιχείων με δάνεια από την ελληνική και λατινική γλώσσα:
   https://chem.noesis.edu.gr/ta-baftisia-%E2%80%A6-ton-ximikon-Stoixeion

2. Χημικά στοιχεία γνωστά από τους αρχαίους χρόνους και ονομασία τους:
   http://molwave.chem.auth.gr/chemhistory/name_of_elements/2_1.html

Ονοματολογία (I)	Ονοματολογία (II)

Παραλληλισμός ελληνικής γλώσσας και χημικής γλώσσας
Γλώσσα Ελληνική
Γλώσσα Χημείας
γράμματα
σύμβολα στοιχείων
λέξεις
χημικές ενώσεις
προτάσεις
χημικές εξισώσεις

Γνωρίζεις ότι...

1. Μια σωστή διατροφή με ... ιόντα

Μια σωστή διατροφή για καλή υγεία και ανάπτυξη θα πρέπει να περιλαμβάνει τα κατάλληλα είδη και ποσά πρωτεϊνών, υδατανθράκων, λιπών, βιταμινών και ιόντων (με μορφή αλάτων).

Ο ανθρώπινος οργανισμός χρησιμοποιεί διάφορα ιόντα για τις λειτουργίες του, ενώ η έλλειψή τους ή η περίσσειά τους μπορεί να προκαλέσει σοβαρές παθήσεις.

Ιόν	Λειτουργία	Διατροφικές πηγές	Επιπτώσεις από την έλλειψή του
Na^+	• Ρύθμιση λειτουργίας εξωκυττάριων υγρών • Μεταβίβαση μηνυμάτων μέσω των νεύρων (μαζί με το K^+)	– Αλάτι	► Μείωση της αρτηριακής πίεσης
K^+	• Ρύθμιση παλμών της καρδιάς • Διατήρηση του όγκου του νερού στον οργανισμό και της ενδοκυττάριας συγκέντρωσης ουσιών	– Μπανάνες – Γάλα – Πορτοκάλια – Κρέατα	► Εμετοί ► Χαμηλή πίεση ► Μυϊκή αδυναμία ► Κώμα
Ca^{2+}	• Δόμηση των οστών και των δοντιών • Μηχανισμός πήξης του αίματος	– Γαλακτοκομικά – Δημητριακά – Πράσινα λαχανικά – «Σκληρό» νερό	► Οστεοπόρωση ► Τετανία (σπασμός μυών) ► Μυϊκή ακαμψία
Mg^{2+}	• Λειτουργία ενζύμων, νευρικών και μυϊκών κυττάρων	– Θαλασσινά – Κόκκινα κρέατα – Πράσινα λαχανικά – Δημητριακά – Αμύγδαλα, φιστίκια	► Ναυτία ► Κράμπες ► Καρδιακές αρρυθμίες ► Αδυναμία, κόπωση
Zn^{2+}	• Δράση διάφορων ενζύμων	– Κόκκινα κρέατα – Κοτόπουλο – Κρόκος αυγού – Θαλασσινά – Τυριά – Ξηροί καρποί	► Δερματοπάθειες ► Ακμή ► Τριχόπτωση ► Διανοητικές διαταραχές ► Καθυστέρηση ανάπτυξης
Fe^{2+}	• Μεταφορά οξυγόνου στο αίμα (αιμοσφαιρίνη) • Απαραίτητο για την αναπνοή	– Κόκκινα κρέατα – Αλεύρι ολικής άλεσης – Βερίκοκα	► Αναιμία
I^-	• Μεταφορά θυρεοειδικών ορμονών που βοηθούν στη ρύθμιση των χημικών αντιδράσεων του σώματος	– Θαλασσινά	► Κατάπτωση ► Βρογχοκήλη ► Καθυστέρηση ανάπτυξης

2. Τοξικά... ιόντα

Η ρύπανση του εδάφους με τοξικές ουσίες - βιομηχανικά απόβλητα μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες συγκεντρώσεις κατιόντων βαρέων μετάλλων ή άλλων τοξικών ουσιών (π.χ. νιτρικά ανιόντα) στα υπόγεια νερά.

Ο όρος «βαρέα μέταλλα» (μέταλλα με πυκνότητα μεγαλύτερη από 5 g/cm^3) αναφέρεται συνήθως σε ορισμένα ιόντα μετάλλων που είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, σε αυξημένες συγκεντρώσεις.

Η τοξικότητά τους μπορεί να οδηγήσει σε νευροφυσιολογικές διαταραχές, γενετικές αλλοιώσεις των κυττάρων (μεταλλάξεις), τερατογένεση και καρκινογένεση, προβλήματα στην ορμονική δραστηριότητα, στις βασικές λειτουργίες του οργανισμού και στην αναπαραγωγή.

Ο άνθρωπος κινδυνεύει μέσω κατανάλωσης νερού – τροφής, πλούσιας σε βαρέα μέταλλα.

Συνήθη ιόντα βαρέων μετάλλων στο νερό που προκαλούν προβλήματα είναι:

1. **Μολύβδου (Pb^{2+}):** Η ρύπανση του νερού από Pb^{2+} μπορεί να οφείλεται σε παλιές υδραυλικές εγκαταστάσεις, συγκολλήσεις με βάση τον μόλυβδο ή βιομηχανικές απορρίψεις. Η έκθεση σε μόλυβδο είναι ιδιαίτερα επιβλαβής. Μπορεί να προκαλέσει αναπτυξιακά προβλήματα κυρίως στα παιδιά.

2. **Υδραργύρου (Hg^{2+}):** Μπορεί να υπάρχει σε πηγές νερού λόγω φυσικών διεργασιών, αλλά και από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η εξόρυξη και οι βιομηχανικές απορρίψεις. Είναι ιδιαίτερα τοξικός και προκαλεί διάφορα προβλήματα στην υγεία του ανθρώπου. Ο μεθυλικός υδράργυρος μπορεί να συσσωρευτεί στα ψάρια και να θέσει επίσης σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία με την κατανάλωσή τους.

3. **Καδμίου (Cd^{2+}):** Βρίσκεται συχνά σε βιομηχανικά λύματα, λιπάσματα και ορισμένους τύπους μπαταριών. Η χρόνια έκθεση σε Cd^{2+} μπορεί να οδηγήσει σε νεφρική βλάβη, καρκίνο του πνεύμονα κ.ά.

4. **Αρσενικού (As^{5+}):** Μπορεί να απελευθερωθεί μέσω βιομηχανικών διεργασιών σε πηγές νερού. Η χρόνια έκθεση σε αρσενικό προκαλεί διάφορα προβλήματα υγείας, συμπεριλαμβανομένου του καρκίνου.

5. **Χρωμίου (Cr^{6+}):** Μπορεί να απελευθερωθεί μέσω βιομηχανικών απορρίψεων ρυπαίνοντας τα νερά. Η παρατεταμένη έκθεση σε υψηλά επίπεδα χρωμίου (6+) μπορεί να οδηγήσει σε καρκίνο του πνεύμονα.

6. **Χαλκού (Cu^{2+}):** Υψηλά επίπεδα Cu^{2+} στο νερό μπορεί να προκύψουν από τη διάβρωση των χαλκοσωλήνων. Η υπερβολική ποσότητα χαλκού μπορεί να προκαλέσει γαστρεντερικά και άλλα προβλήματα υγείας.

7. **Ψευδαργύρου (Zn^{2+}):** Αυξημένα επίπεδα Zn^{2+} στο νερό προκύπτουν από βιομηχανικές απορρίψεις και μπορεί να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στον άνθρωπο και στο περιβάλλον.

Η σειρά τοξικότητας για τα διάφορα μεταλλο-ιόντα είναι η εξής:

$Hg^{2+} > Cu^{2+} > Zn^{2+} > Ni^{2+} > Pb^{2+} > Cd^{2+} > As^{5+} > Cr^{6+} > Sn^{2+} > Mn^{2+}$

3. Το αλάτι – Na^+Cl^-

Η θάλασσα είναι μια αστείρευτη πηγή NaCl, το οποίο αποτελεί περίπου το 78 % μάζα προς μάζα της συνολικής ποσότητας των αλάτων της

Πού βρίσκεται

Το αλάτι (NaCl, χλωρίδιο του νατρίου) βρίσκεται άφθονο στη φύση ως ορυκτό αλάτι και ως αλάτι της θάλασσας. Ορυκτό αλάτι, γνωστό με το όνομα αλίτης, βρίσκεται σε πολλά μέρη του κόσμου, όπως στην Πολωνία, στην Αυστρία, στη Λιβύη και στη Γερμανία.

Το NaCl αποτελεί το κύριο συστατικό του θαλασσινού ύδατος, όπου βρίσκεται σε περιεκτικότητες από 27 έως 38 g/L. Στη Νεκρή Θάλασσα (στα σύνορα Ισραήλ – Ιορδανίας), η περιεκτικότητα σε άλατα φτάνει τα 340 g/L από τα οποία το 12 έως 18% μάζα προς μάζα είναι NaCl.

Παραγωγή του NaCl

Η παραγωγή του NaCl ουσιαστικά αφορά στους τρόπους απομόνωσης και καθαρισμού του από τη θάλασσα, τις αλατούχες λίμνες και τα αλατωρυχεία.

Το αλάτι από τις αλυκές αναφέρεται και ως ηλιακό αλάτι επειδή παράγεται με την επίδραση του ήλιου και του ανέμου, δηλαδή με εξάτμιση του θαλασσινού νερού από διαδοχικές τεχνητές ορθογώνιες ρηχές λεκάνες, γνωστές ως αλοπήγια ή τηγάνια. Κρύσταλλοι αρχίζουν να εμφανίζονται στο συμπυκνωμένο θαλασσινό νερό (άλμη) όταν η περιεκτικότητά του σε NaCl φτάσει στο 26% μάζα προς μάζα. Στις αλυκές της Μεσογείου Θάλασσας η διαδικασία της κρυστάλλωσης ξεκινάει τον Απρίλιο και τον Σεπτέμβριο συλλέγεται το αλάτι. Στο αλάτι των τροφίμων προστίθενται διάφορα πρόσθετα καθώς και ιωδίδιο του καλίου για την παρασκευή ιωδιωμένου αλατιού. Το ορυκτό αλάτι δεν χρησιμοποιείται στη μαγειρική αλλά κυρίως σε βιομηχανικές διεργασίες, στην αποπάγωση δρόμων, πεζοδρομίων, διαδρόμων αεροδρομίων κ.ά.

Δείγματα αλίτη (ορυκτό NaCl) με διαφορετικούς χρωματισμούς που οφείλονται σε προσμείξεις άλλων ορυκτών (χαλκού, σιδήρου), όπως επίσης και σε εγκλωβισμένους μικροοργανισμούς

Χημικές και φυσικές ιδιότητες του NaCl

Το NaCl είναι μία από τις πολύ λίγες χημικές ενώσεις που γνωρίζει κάθε άτομο, μαζί με το νερό (H_2O). Αποτελεί και το πιο συνηθισμένο παράδειγμα για να αναφερθούν στις διαφορετικές φυσικές και χημικές ιδιότητες μιας χημικής ένωσης σε σχέση με τις αντίστοιχες ιδιότητες των συστατικών στοιχείων της.

Το στοιχείο Na είναι μέταλλο το οποίο μόλις έρθει σε επαφή με το νερό γίνεται έκρηξη, ενώ το στοιχείο Cl_2 είναι ένα κιτρινοπράσινο αέριο το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως πολεμική χημική ουσία στον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Όταν τα στοιχεία αυτά ενωθούν δίνουν μια ουσία, το αλάτι (NaCl) που νοστιμίζει το φαγητό μας.

Το NaCl είναι από χημική άποψη ένα τυπικό άλας, στο κοινό και πανάρχαιο όνομα του οποίου οφείλεται η γενική ονομασία αυτής της τάξης των χημικών ενώσεων. Διαλύεται εύκολα στο νερό, αφού τα μόρια του τελευταίου παρεμβάλλονται μεταξύ των ιόντων, εφυδατώνουν τα ιόντα νατρίου και χλωρίου και γίνεται αποδόμηση του κρυσταλλικού πλέγματος.

Ιστορική και πρακτική σημασία του αλατιού

Από τους προϊστορικούς χρόνους ο άνθρωπος διαπίστωσε την ιδιαίτερη σημασία του αλατιού. Εκτός από τη νοστιμιά που προσέθετε στο φαγητό χρησιμοποιήθηκε κυρίως ως μέσο συντήρησης κρεάτων και ψαριών, πριν από την ανακάλυψη των ψυγείων. Με το αλάτισμα γίνεται *αλιπάστωση* και τα προϊόντα ονομάζονται *αλίπαστα*. Η δράση του αλατιού ως συντηρητικού οφείλεται στο ότι μειώνει το νερό που είναι διαθέσιμο για τους μικροοργανισμούς στο τρόφιμο, περιορίζοντας τη δυνατότητα ανάπτυξής τους. Σε κάποιες περιοχές, το αλάτι ήταν τόσο σημαντικό που το χρησιμοποιούσαν για συναλλαγές, ως νόμισμα.

Στην αρχαία Ελλάδα αγόραζαν σκλάβους με αντάλλαγμα αλάτι και από τότε έχει μείνει η υποτιμητική φράση «αυτός δεν αξίζει το αλάτι του». Οι Ρωμαίοι λεγεωνάριοι συχνά πληρώνονταν με αλάτι και για τον λόγο αυτό ο μισθός στα λατινικά λεγόταν salarium, που προερχόταν από τη λατινική ονομασία του αλατιού: sal (ο μισθός στα αγγλικά: salary, γαλλικά: salaire, ισπανικά: salario). Η πόλη Saltzburg (πόλη του αλατιού) της Αυστρίας πήρε το όνομά της από παρακείμενα αλατωρυχεία ή από το εμπόριο αλατιού.

Λαογραφικά στοιχεία για το αλάτι

Το αλάτι αναφέρεται σε πολλές παροιμίες: «μαζί φάγαμε ψωμί κι αλάτι» (που σημαίνει στενή σύνδεση και φιλία), «σε ξένο φαΐ αλάτι μη ρίχνεις» (μην ανακατεύεσαι σε ξένες υποθέσεις), «τον έκαναν τ' αλατιού» (δηλαδή τον έδειραν). Στην Καινή Διαθήκη αναφέρεται ότι ο Χριστός είχε πει στους μαθητές του: «υμείς εστέ το άλας της γης». Οι αρχαίοι Λατίνοι έλεγαν «Nil sole et sale utilius» (τίποτα πιο χρήσιμο από τον ήλιο και το αλάτι).

Μέχρι σήμερα έχουν διατηρηθεί αρκετές προλήψεις σχετικά με το αλάτι. Π.χ. όταν χυθεί αλάτι από την αλατιέρα θεωρείται γρουσουζιά ή πρέπει να ρίξει κανείς λίγο πίσω, πάνω από τον ώμο του, για να γλιτώσει από την κακοτυχία.

Επιτραπέζιο αλάτι

Χοντρόκοκκο αλάτι

Αλάτι Ιμαλαΐων

Αλάτι και διατροφή

Το αλάτι είναι απαραίτητο συστατικό κάθε ζωντανού οργανισμού και παίζει σπουδαίο ρόλο στα βιολογικά φαινόμενα. Με βάση αυτό, ο οργανισμός των θηλαστικών δημιουργεί και εκκρίνει στο στομάχι το υδροχλωρικό οξύ που είναι απαραίτητο για την πέψη των τροφών. Ο φυσιολογικός ορός είναι υδατικό διάλυμα NaCl με περιεκτικότητα 0,9 % μάζα προς όγκο και έχει την ίδια οσμωτική πίεση με αυτή του ανθρώπινου αίματος (ισοτονικό διάλυμα).

Το θαλασσινό αλάτι θεωρείται ωφελιμότερο στη διατροφή από τα άλλα λόγω των μικρών ποσοτήτων ιόντων ιωδίου που περιέχει. Η υπερβολική χρήση αλατιού στη διατροφή μπορεί να οδηγήσει σε παθολογικές καταστάσεις και ασθένειες καθώς και σε αύξηση της αρτηριακής πίεσης.

Είδη αλατιού για τρόφιμα

Τα διάφορα είδη αλατιού, εκτός από το NaCl και το μέγεθος των κόκκων, περιέχουν και προσμείξεις οι οποίες σχετίζονται με τον τόπο προέλευσής τους. Έτσι υπάρχουν επιτραπέζιο ή μαγειρικό αλάτι, ιωδιούχο αλάτι, αλάτι χοντρόκοκκο, αλάτι Ιμαλαΐων, Χαβάης κ.ά. Η ιωδίωση του αλατιού εφαρμόστηκε προς τα μέσα του 20ού αιώνα μετά από έρευνα και διαπίστωση ότι με τη χρήση του υπήρξε δραστική μείωση των περιστατικών βρογχοκήλης*.

Πηγή: http://webapps.chem.uoa.gr/efs/chemicals/chem_NaCl.htm

*** Βρογχοκήλη:** ασθένεια διόγκωσης του θυρεοειδούς αδένα.

Ταξίδι στον χρόνο

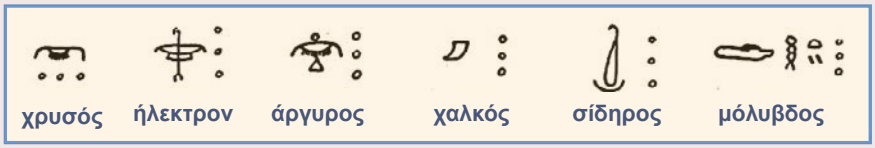
Συμβολισμοί των στοιχείων και των ενώσεων – Ιστορία της ονοματολογίας των ανόργανων ενώσεων

Η επιστημονική γλώσσα χρειάζεται ακρίβεια για να εκφρασθεί, διότι περιγράφει επιστημονικές έννοιες, των οποίων το περιεχόμενο είναι συγκεκριμένο και οριοθετημένο. Επομένως πρέπει όλοι οι άνθρωποι, ανεξαρτήτως εθνικότητας, όταν μιλάνε για επιστημονικά θέματα, να λένε και να αντιλαμβάνονται ακριβώς τα ίδια πράγματα.

Το αλφάβητο της Χημείας που θα έπρεπε να μπορούν να αναγνώσουν όλοι και να αντιπροσωπεύει για όλους τα ίδια «μηνύματα» είναι τα σύμβολα των χημικών στοιχείων. Όμως, οι γλώσσες που μιλούσαν οι διάφοροι λαοί ήταν διαφορετικές, οπότε ήταν αναγκαία η καθιέρωση ενός κοινού συμβολισμού – μιας κοινής «γλώσσας» που έγινε σταδιακά και χρειάστηκε για να πραγματοποιηθεί μερικούς αιώνες, με κατάληξη την καθιέρωση των σύγχρονων χημικών συμβόλων.

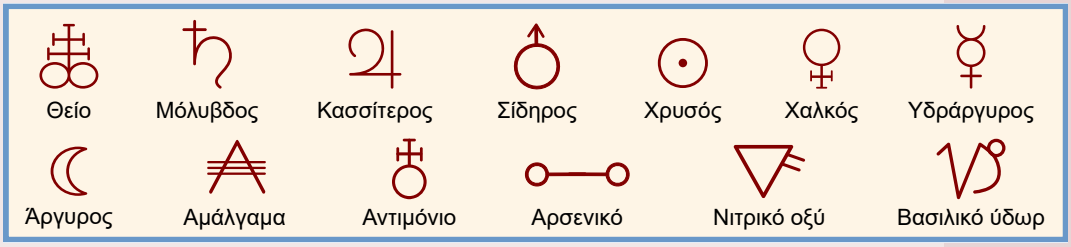
Ο συμβολισμός των χημικών στοιχείων και των χημικών ενώσεων στη διάρκεια των αιώνων πέρασε από πολλά στάδια.

Οι **αρχαίοι Αιγύπτιοι** χρησιμοποίησαν τα εξής σύμβολα για διάφορα μέταλλα:



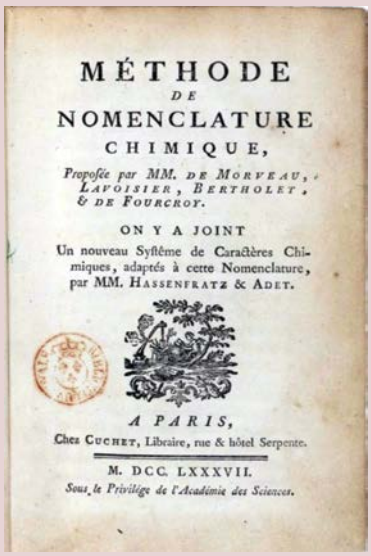
Οι σύγχρονοι επιστήμονες χρησιμοποιούν σύμβολα για διευκόλυνση και εξοικονόμηση χρόνου και σκέψης.

Οι **Αλχημιστές** χρησιμοποίησαν διάφορα σύμβολα για τα στοιχεία, προκειμένου να κρατήσουν μυστική την τέχνη τους:



Οι δραστηριότητες της Αλχημείας πριν από την ίδρυση αυτού που σήμερα γνωρίζουμε ως επιστήμη της Χημείας παρήγαγαν ένα πλούσιο λεξιλόγιο για την περιγραφή διάφορων χημικών ουσιών.

Η εξέλιξη από τα αλχημικά σύμβολα στα σύγχρονα σύμβολα των χημικών στοιχείων είναι ένα ταξίδι που μαρτυρά και αντικατοπτρίζει τόσο την πρόοδο της επιστημονικής γνώσης, όσο και την ανάπτυξη τυποποιημένων συστημάτων συμβολισμού. Οι αλχημιστές κατά τον Μεσαίωνα και την Αναγέννηση, διέθεταν μια συμβολική γλώσσα με την οποία περιέγραφαν ή συμβόλιζαν τις ουσίες (στοιχεία ή ενώσεις) και η οποία ήταν πλούσια σε αλληγορικές παραστάσεις. Τα αλχημικά σύμβολα ήταν συχνά περίπλοκα αναπαριστώντας όχι μόνο χημικές ουσίες αλλά και φιλοσοφικές έννοιες. Τα σύμβολα αυτά επηρεάστηκαν από την αστρολογία, τη μυθολογία και τον μυστικισμό.


MÉTHODE
DE
NOMENCLATURE
CHIMIQUE,
Proposée par MM. DE MORVEAU, LAVOISIER, BERTHOLET, & DE FOURCROY.
ON Y A JOINT
Un nouveau Système de Caractères Chimiques, adaptés à cette Nomenclature, par MM. HASSENFRATZ & ADET.
A PARIS,
Chez CUCHET, Libraire, rue & hôtel Serpente.
M. DCC. LXXXVII.
Sous le Privilège de l'Académie des Sciences.

Εικόνα 4.5.

John Dalton
(1766-1844)

Στις αρχές του 19ου αιώνα ο **Dalton,** αφού θεώρησε ότι τα **άτομα** είναι συμπαγείς σφαίρες, ζωγράφισε πάνω σε αυτές διάφορα **σύμβολα**.

Jöns Jacob Berzelius
(1779 – 1848)

Ωστόσο, σχεδόν μόλις καθιερώθηκε η επιστήμη της Χημείας αναπτύχθηκε ένα **«σύστημα» χημικής ονοματολογίας** από τον Γάλλο χημικό **Guyton de Morveau** το 1782. Η δήλωση του Guyton για την ανάγκη για μια «*σταθερή μέθοδο ονομασίας, που βοηθά τη νοημοσύνη και ανακουφίζει τη μνήμη*» καθορίζει σαφώς τους βασικούς στόχους της χημικής ονοματολογίας.

Το **1787** οι Γάλλοι χημικοί **Guyton de Morveau** (1737-1816), **Antoine Lavoisier** (1743-1794), **Claude Berthollet** (1748-1822) και **Antoine Fourcroy** (1755-1809), αφού εργάστηκαν εντατικά επί 8 μήνες, συστηματοποίησαν την ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων και εξέδωσαν το βιβλίο: «***Methode de Nomenclature Chimique***» (εξώφυλλο του βιβλίου, εικόνα 4.5).

Το 1789, ο Lavoisier εισήγαγε τον πρώτο επιστημονικό χημικό πίνακα, απαριθμώντας 33 «απλές ουσίες» (στοιχεία), τις οποίες διαίρεσε σε αέρια, μέταλλα, μη μέταλλα και γαίες (που αργότερα αποδείχθηκε ότι ήταν ενώσεις).

Το **1808** ο Άγγλος Χημικός **John Dalton**, με βάση τη θεωρία του ότι τα άτομα είναι σφαιρικά, επινόησε ένα σύνολο συμβόλων που αναγράφονται στο βιβλίο του «*A New System of Chemical Philosophy*». Ήταν κύκλοι, αφού τα ατομά του ήταν σφαιρικά, που περιείχαν διάφορες γραμμές, τελείες ή γράμματα για να αναπαραστήσουν τα άτομα διαφορετικών στοιχείων (εικόνα 4.6).

Εικόνα 4.6. Συμβολισμοί ατόμων κατά Dalton.

Το **1813** ο Σουηδός χημικός **Jöns Jakob Berzelius** απλοποίησε σημαντικά τη διαδικασία γραφής των χημικών στοιχείων και των χημικών ενώσεων, προτείνοντας κάθε στοιχείο να παριστάνεται με ένα κεφαλαίο γράμμα ή ένα κεφαλαίο και ένα μικρό, τα οποία γράμματα να προέρχονται από τα αρχικά της γραφής του ονόματος του στοιχείου στα ελληνικά ή στα λατινικά. Δημιούργησε έτσι τις βάσεις για το γνωστό σύστημα συμβολισμού που χρησιμοποιούμε σήμερα για τα χημικά στοιχεία.

Π.χ. χρησιμοποίησε το **N** για το άζωτο (από το λατινικό **N**itrogenum), το **Al** για το αργίλιο (από το λατινικό **Al**umen), το **H** για το υδρογόνο (**H**ydrogen, ύδωρ-γεννώ), το **O** για το οξυγόνο (**O**xygen, οξύ-γεννώ) κ.ο.κ.

Σε ένα άρθρο του που δημοσιεύθηκε στο τεύχος Ιανουαρίου 1814 του βρετανικού περιοδικού «Annals of Philosophy», ο Berzelius ανέφερε: «*Τα χημικά σύμβολα θα έπρεπε να είναι γράμματα, για μεγαλύτερη ευκολία στη γραφή και για να μην παραμορφώνουν ένα τυπωμένο βιβλίο*».

Στο επίπεδο του συμβολισμού, καθώς ανακαλύπτονταν τα στοιχεία σταδιακά, η επιστημονική κοινότητα τα ονόμαζε και όριζε ένα συγκεκριμένο σύμβολο, που να τα αντιπροσωπεύει. Τα σύμβολα των στοιχείων χρησιμοποιούνταν για τη γραφή των χημικών τύπων των ενώσεων, όπως ακριβώς τα γράμματα της αλφαβήτου σχηματίζουν τις λέξεις και η επικοινωνία της επιστήμης είχε επιτέλους βρει την κοινή της χημική γλώσσα.

Διεθνής συνεργασία για την ονοματολογία των ανόργανων ενώσεων

Το **1911** συγκροτήθηκε στο Παρίσι η **I**nternational **A**ssociation of **C**hemical **S**ocieties (**IACS**), η οποία υπέβαλε προτάσεις για τα έργα που έπρεπε να επιτελεστούν, μεταξύ των οποίων ήταν και η αναμόρφωση της ονοματολογίας της Χημείας. Το **1913** το συμβούλιο της **IACS** όρισε επιτροπές για την ονοματολογία της ανόργανης και οργανικής Χημείας, αλλά ο Α΄ Παγκόσμιος Πόλεμος τερμάτισε απότομα τις δραστηριότητές τους.

Το **1919** στη συνάντηση που έγινε στις Βρυξέλλες, διαλύθηκε η IACS και αντικαταστάθηκε από την **I**nternational **U**nion of **P**ure & **A**pplied **C**hemistry (**IUPAC**). Στη συνάντηση των μελών της νέας ένωσης που έγινε το **1921** στις Βρυξέλλες, συγκροτήθηκαν επιτροπές για να επεξεργαστούν κανόνες για τη μεταρρύθμιση της ονοματολογίας της ανόργανης και οργανικής Χημείας.

Η *Επιτροπή Ονοματολογίας Ανόργανων Ενώσεων* συναντήθηκε αρκετές φορές προτού δώσει ένα ολοκληρωμένο σύνολο κανόνων στη 10η διάσκεψη της IUPAC στη Ρώμη το 1938 (εκδόθηκε το **1940**). Οι κανόνες αυτοί αναθεωρήθηκαν (δημοσιεύτηκαν ως «*δοκιμαστικοί κανόνες*» το 1953) και μετά τη διάσκεψη του Παρισιού (1957) δημοσιεύτηκαν το **1959** ως «*οριστικοί κανόνες*» («***Nomenclature of Inorganic Chemistry***», 1η έκδ.).

Ακολούθησε μια δεύτερη αναθεώρηση το 1971 και ένα συμπλήρωμα, με τίτλο «*How to Name an Inorganic Substance*», το 1977. Οι συστάσεις της IUPAC αναθεωρήθηκαν πλήρως το 1990 (**Red Book I**) και το 2000 (**Red Book II**), προκειμένου να συγκεντρωθούν οι πολλές και ποικίλες αλλαγές που είχαν συμβεί τα προηγούμενα 20 χρόνια. Όλες οι προηγούμενες εκδόσεις αντικαταστάθηκαν με την τελευταία έκδοση του κόκκινου βιβλίου το **2005**.

INTERNATIONAL UNION OF
PURE AND APPLIED CHEMISTRY

Ελληνική γλώσσα και ονόματα στοιχείων

Η ελληνική γλώσσα έχει σημαντική συμβολή στην ονοματοδοσία των χημικών στοιχείων. Από τα γνωστά μέχρι σήμερα 118 στοιχεία, τα ονόματα των 43 έχουν ελληνική προέλευση.

Z	Σύμβολο	Όνομα στοιχείου (ελληνικά)	Όνομα στοιχείου (IUPAC)	Προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις:
1	H	Υδρογόνο	Hydrogen	Ύδωρ-γεννώ
2	He	Ήλιο	Helium	Ήλιος
3	Li	Λίθιο	Lithium	Λίθος – πέτρα
4	Be	Βηρύλλιο	Beryllium	Βήρυλλος (ορυκτό)
8	O	Οξυγόνο	Oxygen	Οξύ-γεννώ
10	Ne	Νέον	Neon	Νέο
12	Mg	Μαγνήσιο	Magnesium	Μαγνησία (θεσσαλική πόλη)
15	P	Φωσφόρος	Phosphorus	Φως φέρω (φωτοβολεί στο σκοτάδι)
17	Cl	Χλώριο	Chlorine	Χλωρός - κιτρινοπράσινος
18	Ar	Αργόν	Argon	Αργός - αδρανής
22	Ti	Τιτάνιο	Titanium	Τιτάνες
24	Cr	Χρώμιο	Chromium	Χρώμα (λόγω πολύχρωμων ενώσεων)
33	As	Αρσενικό	Arsenic	Αρσενικό - άρρεν
34	Se	Σελήνιο	Selenium	Σελήνη
35	Br	Βρώμιο	Bromine	Βρόμος (λόγω δυσοσμίας)
36	Kr	Κρυπτό	Krypton	Κρυπτό (κρυμμένο)
41	Nb	Νιόβιο	Niobium	Νιόβη (βασίλισσα της Φρυγίας, κόρη του Ταντάλου)
43	Tc	Τεχνήτιο	Technetium	Τεχνητό
45	Rh	Ρόδιο	Rhodium	Ρόδο (λόγω ρόδινου χρώματος)
46	Pd	Παλλάδιο	Palladium	Παλλάς – Αθηνά (αστεροειδής)
48	Cd	Κάδμιο	Cadmium	Καδμεία (ορυκτό)
53	I	Ιώδιο	Iodine	Ιώδης (χρώμα ατμών του)
54	Xe	Ξένον	Xenon	Ξένο
56	Ba	Βάριο	Barium	Βαρύς
57	La	Λανθάνιο	Lanthanum	Λανθάνει (διαφεύγει της προσοχής)
59	Pr	Πρασεοδύμιο	Praseodymium	Πράσινο + δίδυμος
60	Nd	Νεοδύμιο	Neodymium	Νέο + δίδυμος
61	Pm	Προμήθιο	Promethium	Προμηθέας
66	Dy	Δυσπρόσιο	Dysprosium	Δυσπρόσιτος (προσεγγίζεται δύσκολα)
73	Ta	Ταντάλιο	Tantalum	Τάνταλος (βασιλιάς της Λυδίας)
76	Os	Όσμιο	Osmium	Οσμή - μυρωδιά
81	Tl	Θάλλιο	Thallium	Θαλλός – βλαστός πράσινος
85	At	Αστάτιο	Astatine	Άστατο – ασταθές
89	Ac	Ακτίνιο	Actinium	Ακτίνα (ακτινοβολία)
91	Pa	Πρωτακτίνιο	Protactinium	Πρώτο + ακτίνιο
92	U	Ουράνιο	Uranium	Ουρανός (πλανήτης)
94	Pu	Πλουτώνιο	Plutonium	Πλούτωνας (πλανήτης)

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

4.1 α. Τι ονομάζεται αριθμός οξείδωσης;

.....
.....
.....
.....
.....

β. Να υπολογίσετε τον αρ.οξ. του C στην ένωση μυρμηκικό οξύ: $H-\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{C}}-OH$

i. με βάση τον ορισμό

.....
.....
.....

ii. με βάση τους κανόνες υπολογισμού του αρ.οξ.

.....
.....
.....

4.2. Να αντιστοιχίσετε κάθε ένωση με τον αρ. οξ. του **C** σε αυτήν:

Χημική ένωση	Αρ. οξ. άνθρακα
1) CH_2O (φορμαλδεΰδη)	α) –4
2) $CHCl_3$ (χλωροφόρμιο)	β) –2
3) CH_4 (μεθάνιο)	γ) –1
4) CH_3OH (μεθανόλη)	δ) 0
5) CCl_4 (τετραχλωρίδιο του άνθρακα)	ε) +1
6) C_2H_2 (ακετυλένιο)	στ) +2
	ζ) +4

1. ... 2. ... 3. ... 4. ... 5. ... 6. ...

4.3. Να υπολογίσετε τον αρ.οξ. του αζώτου στις επόμενες ενώσεις:

α. N_2O .....
β. N_2O_4 .....
γ. NH_4Cl .....
δ. KNO_2 .....

4.4. Να υπολογίσετε τον αρ.οξ. του άνθρακα στις επόμενες ενώσεις;

α. CH_3Cl .....
β. CH_2Cl_2 .....
γ. CH_2O .....
δ. CH_2O_2 .....

*Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής **4.5** – **4.15** να επιλέξετε τη σωστή απάντηση*:

4.5. Το Mn έχει αρ. οξ. +6 στην ένωση:
α. MnO_2
β. $MnSO_4$
γ. $KMnO_4$
δ. K_2MnO_4

4.6. Το Cl έχει αρ. οξ. +5 στην ένωση:
α. $HClO$
β. $HClO_2$
γ. $HClO_3$
δ. $HClO_4$

4.7. Το Cr έχει αρ. οξ. +6 στην ένωση:
α. CrO
β. Cr_2O_3
γ. CrO_3
δ. $Cr_2(SO_4)_3$

4.8. Το S έχει αρ. οξ. +4 στο:
α. H_2SO_3
β. H_2SO_4
γ. $H_2S_2O_3$
δ. HSO_4^-

4.9. Ο αρ.οξ του S στην ένωση $NaHSO_4$ είναι:
α. +2
β. +4
γ. +5
δ. +6

4.10. Ο C έχει αρ.οξ. μηδέν, στην ένωση:
α. C_2H_2
β. $CHCl_3$
γ. CH_2Cl_2
δ. CH_3OH

4.11. Ίδιο αρ.οξ. έχει:
α. Ο C σε C_2H_4 και CO_2
β. Το H σε H_2O και NaH
γ. Το S σε SO_4^{2-} και SO_3
δ. Το O σε H_2O_2 και H_2O

4.12. Ο αρ. οξ. του S στις ενώσεις: SO_3, H_2S, H_2SO_4 και Na_2SO_3, είναι αντίστοιχα:
α. +6, –2, +6, +4
β. +2, –2, +6, +4
γ. +6, +2, +6, +4
δ. +6, –2, +6, –4

4.13. Ο αρ. οξ. του Cr στις ενώσεις: CrO_3, $Cr_2(SO_4)_3$, $K_2Cr_2O_7$ και Cr_2O_3, είναι αντίστοιχα:
α. +6, +3, +6, +3
β. +3, +3, +6, +6
γ. +6, +2, +6, +6
δ. +3, +3, +7, +3

4.14. Ο αρ.οξ. του οξυγόνου στις ενώσεις: H_2O, OF_2, H_2O_2 είναι αντίστοιχα:
α. –2, +2, –1
β. –2, –2, –2
γ. –2, +1, –2
δ. +2, –2, +1

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

4.15. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των οξέων:

	Όνομα	Τύπος
1.	φωσφορικό οξύ	
2.	νιτρικό οξύ	
3.	νιτρώδες οξύ	
4.	θειικό οξύ	
5.	ανθρακικό οξύ	
6.	υδρόθειο	
7.	υδροχλώριο	
8.	υδροβρώμιο	
9.	υδροϊώδιο	
10.	υδροφθόριο	

4.16. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των βάσεων:

	Όνομα	Τύπος
1.	υδροξείδιο του νατρίου	
2.	υδροξείδιο του ασβεστίου	
3.	υδροξείδιο του μαγνησίου	
4.	υδροξείδιο του σιδήρου(II)	
5.	υδροξείδιο του σιδήρου(III)	
6.	υδροξείδιο του καλίου	
7.	υδροξείδιο του χαλκού(II)	

4.17. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των οξειδίων:

	Όνομα	Τύπος
1.	οξείδιο του ασβεστίου	
2.	διοξείδιο του άνθρακα	
3.	τριοξείδιο του διαζώτου	
4.	οξείδιο του σιδήρου(II)	
5.	οξείδιο του σιδήρου(III)	
6.	οξείδιο του νατρίου	
7.	διοξείδιο του θείου	
8.	τριοξείδιο του θείου	
9.	οξείδιο του αργιλίου	
10.	οξείδιο του μαγνησίου	
11.	οξείδιο του χαλκού(I)	
12.	οξείδιο του χαλκού(II)	
13.	οξείδιο του ψευδαργύρου	

4.18. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των αλάτων:

	Όνομα	Τύπος
1.	ανθρακικό ασβέστιο	
2.	νιτρικό μαγνήσιο	
3.	φωσφορικό νάτριο	
4.	ανθρακικό νάτριο	
5.	υδρογονοανθρακικό νάτριο	
6.	κυανίδιο του καλίου	
7.	σουλφίδιο του ασβεστίου	
8.	χλωρίδιο του σιδήρου(II)	
9.	θειικό αργίλιο	
10.	βρωμίδιο του σιδήρου(III)	
11.	φωσφορικό ασβέστιο	

4.19. Να γράψετε τα ονόματα των ενώσεων και την κατηγορία στην οποία ανήκουν (οξύ, βάση, άλας, οξείδιο):

	Ένωση	Όνομα	Κατηγορία
1.	HF		
2.	H_2S		
3.	HNO_3		
4.	H_2CO_3		
5.	H_3PO_4		
6.	$Ca(OH)_2$		
7.	$Fe(OH)_3$		
8.	N_2O_5		
9.	MgO		
10.	Al_2O_3		
11.	K_2O		
12.	CuO		
13.	KI		
14.	Na_2S		
15.	$FeBr_2$		
16.	$FeBr_3$		
17.	NH_4Cl		
18.	$Ca(NO_3)_2$		
19.	K_2CO_3		
20.	$Fe_2(SO_4)_3$		

*Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής **4.20 – 4.50** να επιλέξετε τη σωστή απάντηση*:

4.20. Η ονομασία της ένωσης HI είναι:
α. ιωδιούχο υδρογόνο
β. ιωδίδιο του υδρογόνου
γ. υδροϊώδιο
δ. υδρογόνο ιωδίδιο

4.21. Η ονομασία της ένωσης H_2S είναι:
α. διυδρογόνο σουλφίδιο
β. υδρόθειο
γ. θειικό οξύ
δ. υδροθειικό οξύ

4.22. Η ονομασία της ένωσης HNO_3 είναι:
α. υδρογόνο νιτρικό
β. αζωτικό οξύ
γ. νιτρικό οξύ
δ. νιτρώδες οξύ

4.23. Η ονομασία της ένωσης HCN είναι:
α. υδρογόνο κυανίδιο
β. υδροκυάνιο
γ. υδροκυανικό οξύ
δ. κυανικό οξύ

4.24. Η ονομασία της ένωσης KOH είναι:
α. υδροξείδιο κάλιο
β. κάλιο υδροξείδιο
γ. κάλιο οξυγόνο υδρογόνο
δ. υδροξείδιο του καλίου

4.25. Η ονομασία της ένωσης $Fe(OH)_3$ είναι:
α. σίδηρος τριυδροξείδιο
β. υδροξείδιο του σιδήρου
γ. υδροξείδιο του σιδήρου(III)
δ. σίδηρος υδροξείδιο

4.26. Η ονομασία της ένωσης $Ca(OH)_2$ είναι:
α. ασβέστιο υδροξείδιο
β. υδροξείδιο του ασβεστίου
γ. υδροξείδιο ασβέστιο
δ. ασβέστιο διυδροξείδιο

4.27. Η ονομασία της ένωσης CaI_2 είναι:
α. ιωδίδιο του ασβεστίου
β. ασβέστιο ιωδιούχο
γ. ιωδιούχο ασβέστιο
δ. ασβέστιο διιωδίδιο

4.28. Η ονομασία της ένωσης $CaSO_4$ είναι:
α. σουλφίδιο του ασβεστίου
β. θειώδες ασβέστιο
γ. ασβέστιο θειικό
δ. θειικό ασβέστιο

4.29. Η ονομασία της ένωσης NH_4NO_3 είναι:
α. νιτρική αμμωνία
β. αμμώνιο νιτρικό
γ. αμμώνιο νιτρίδιο
δ. νιτρικό αμμώνιο

4.30. Η ονομασία της ένωσης $Al_2(CO_3)_3$ είναι:
α. αργίλιο ανθρακικό
β. ανθρακούχο αργίλιο
γ. διαργίλιο τρις (ανθρακικό)
δ. ανθρακικό αργίλιο

4.31. Η ονομασία της ένωσης NH_4Br είναι:
α. βρωμιούχο αμμώνιο
β. αμμώνιο βρώμιο
γ. αμμώνιο βρωμίδιο
δ. βρωμίδιο του αμμωνίου

4.32. Η ονομασία της ένωσης Na_3PO_4 είναι:
α. νάτριο φωσφορικό
β. φωσφορούχο νάτριο
γ. τρινάτριο φωσφορικό
δ. φωσφορικό νάτριο

4.33. Η ονομασία της ένωσης K_2S είναι:
α. σουλφίδιο του καλίου
β. θειικό κάλιο
γ. θειούχο κάλιο
δ. δικάλιο σουλφίδιο

4.34. Η ονομασία της ένωσης $Zn(NO_2)_2$ είναι:
α. ψευδάργυρος νιτρικός
β. ψευδάργυρος νιτρώδης
γ. νιτρικός ψευδάργυρος
δ. νιτρώδης ψευδάργυρος

4.35. Η ένωση CO_2 ονομάζεται:
α. άνθρακας διοξείδιο
β. άνθρακας οξείδιο
γ. διοξείδιο του άνθρακα
δ. οξείδιο του άνθρακα

4.36. Η ένωση SO_3 ονομάζεται:
α. οξείδιο του θείου
β. θείο τριοξείδιο
γ. τριοξείδιο του θείου
δ. σουλφίδιο τριοξείδιο

4.37. Η ένωση Cu_2O ονομάζεται:
α. οξείδιο του χαλκού
β. διχαλκός μονοξείδιο
γ. οξείδιο του χαλκού(II)
δ. οξείδιο του χαλκού(I)

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

4.38. Η ένωση Fe_2O_3 ονομάζεται:
α. οξείδιο του σιδήρου
β. οξείδιο του σιδήρου(II)
γ. οξείδιο του σιδήρου(III)
δ. δισίδηρος τριοξείδιο

4.39. Η ένωση N_2O_4 ονομάζεται:
α. τετροξείδιο του διαζώτου
β. οξείδιο του αζώτου
γ. διάζωτο τετροξείδιο
δ. άζωτο τετροξείδιο

4.40. Η ένωση NaBr ονομάζεται:
α. νάτριο βρωμιούχο
β. νάτριο βρωμίδιο
γ. βρωμιούχο νάτριο
δ. βρωμίδιο του νατρίου

4.41. Ο χημικός τύπος της ένωσης νιτρικό οξύ είναι:
α. HNO
β. HNO_2
γ. HNO_3
δ. HNO_4

4.42. Ο χημικός τύπος της ένωσης ανθρακικό οξύ είναι:
α. HCO_3
β. H_2CO_2
γ. H_2CO_3
δ. H_2CO_4

4.43. Ο χημικός τύπος της ένωσης φωσφορικό οξύ είναι:
α. H_3PO_4
β. H_2PO_4
γ. H_2PO_3
δ. HPO_4

4.44. Ο χημικός τύπος της ένωσης υδροξείδιο του βαρίου είναι:
α. $BaOH_2$
β. $Ba(OH)_2$
γ. $BaOH$
δ. Ba_2OH

4.45. Ο χημικός τύπος της ένωσης υδροξείδιο του νατρίου είναι:
α. $NaOH$
β. Na_2O
γ. $Na(OH)_2$
δ. Na_2OH

4.46. Ο χημικός τύπος της ένωσης υδροξείδιο του αργιλίου είναι:
α. $AlOH_3$
β. Al_3OH
γ. $Al(OH)_3$
δ. $Al(OH)_2$

4.47. Ο χημικός τύπος της ένωσης σουλφίδιο του νατρίου είναι:
α. NaS_2
β. $Na(SO_4)_2$
γ. Na_2SO_4
δ. Na_2S

4.48. Ο χημικός τύπος της ένωσης πεντοξείδιο του διαζώτου είναι:
α. N_2O_5
β. N_5O_2
γ. NO_5
δ. N_5O_3

4.49. Ο χημικός τύπος της ένωσης διοξείδιο του θείου είναι:
α. S_2O
β. SO_2
γ. S_2O_2
δ. O_2S

4.50. Ο χημικός τύπος της ένωσης οξείδιο του μαγνησίου είναι:
α. MgO
β. Mg_2O
γ. MgO_2
δ. Mg_2O_2

Γλωσσάρι 4ου κεφαλαίου	Χημικές ενώσεις, χημικοί τύποι και ονομασίες	Παραλληλισμός Ελληνικής και Χημικής γλώσσας

Κεφάλαιο 5

Εισαγωγή στις Χημικές Αντιδράσεις

ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

5.1. Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων: Οι χημικές εξισώσεις

5.2. Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων

5.3. Οι μεταθετικές αντιδράσεις

5.3.1. Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (διπλής αντικατάστασης)

5.3.2. Αντιδράσεις εξουδετέρωσης

5.4. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

5.5. Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή

Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Μετά το τέλος της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας της ενότητας θα πρέπει να είστε σε θέση:

- να αναγνωρίζετε την ανάγκη συμβολικής αναπαράστασης των χημικών φαινομένων.
- να συμπεραίνετε ότι στις χημικές αντιδράσεις η μάζα διατηρείται και να συσχετίζετε τη διατήρηση της μάζας με τη διατήρηση του είδους και του πλήθους των ατόμων που συμμετέχουν σε αυτές.
- να ισοσταθμίζετε απλές χημικές εξισώσεις.
- να διακρίνετε τις ουσίες 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 **α.** τη διάσταση στο νερό ορισμένων ιοντικών βάσεων και αλάτων, **β.** τον ιοντισμό ορισμένων ισχυρών και ασθενών οξέων και ασθενών βάσεων.
- να περιγράφετε τη συμπεριφορά στο νερό των οξειδίων: **α.** Na_2O και CaO, **β.** CO_2 και SO_3.
- να αναγνωρίζετε ότι μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων λαμβάνει χώρα εφόσον σχηματίζεται προϊόν που εκφεύγει από το σύστημα, δηλαδή: είναι δυσδιάλυτο και καταβυθίζεται ως ίζημα ή είναι αέριο και διαφεύγει.
- να εκτελείτε κατάλληλη σειρά αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων.
- να συμπληρώνετε χημικές εξισώσεις ανταλλαγής ιόντων στη «μοριακή» 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.
- να διακρίνετε τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις από τις μεταθετικές με κριτήριο τη μεταβολή του αρ.οξ. ενός στοιχείου.
- να διατυπώνετε τον ορισμό για: **α.** την οξείδωση ως την αύξηση του αρ.οξ. ενός στοιχείου, **β.** την αναγωγή ως τη μείωση του αρ.οξ. ενός στοιχείου.
- να διακρίνετε σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση απλής αντικατάστασης την ουσία που υφίσταται οξείδωση από την ουσία που υφίσταται αναγωγή.
- να συμπληρώνετε απλές χημικές εξισώσεις οξειδοαναγωγής στη μοριακή τους μορφή: **α.** σύνθεσης, αποσύνθεσης-διάσπασης, **β.** απλής αντικατάστασης, όταν δίνεται η σειρά δραστικότητας.
- να σχεδιάζετε και να πραγματοποιείτε πειράματα, προκειμένου να επαληθεύσετε τη σειρά δραστικότητας συγκεκριμένων μετάλλων μεταξύ τους ή σε σχέση με το υδρογόνο, αξιοποιώντας αντιδράσεις απλής αντικατάστασης.
- να περιγράφετε 2-3 φαινόμενα της καθημερινής ζωής, με τις γνώσεις που αποκτήσατε για τις χημικές αντιδράσεις. Ενδεικτικά μπορεί να αναφερθούν: **α.** ο αερόσακος, **β.** οι μπαταρίες, **γ.** οι κυψέλες καυσίμου, **δ.** η φωτοσύνθεση και η αναπνοή, **ε.** η Χημεία της ζαχαροπλαστικής, **στ.** το τρίγωνο της φωτιάς.

Λέξεις κλειδιά

Αερόσακος
Αναγωγή
Αναγωγική ουσία
Αντίδραση απλής αντικατάστασης
αποσύνθεσης
διάσπασης
ιοντισμού
σύνθεσης
Αντιδρώντα
Ανυδρίτης βάσης
Ανυδρίτης οξέος
Ασθενής ηλεκτρολύτης
Βασικό οξείδιο
Δείκτες οξέων–βάσεων
Διάσταση
Εξουδετέρωση
Ηλεκτρολύτες
Ηλεκτρολυτικά διαλύματα
Ίζημα
Ιοντισμός
Ισοστάθμιση
Ισχυρός ηλεκτρολύτης
Κυψέλες καυσίμου
Μεταθετική αντίδραση
Μη ηλεκτρολυτικά διαλύματα
Μπαταρίες
Οξειδοαναγωγική αντίδραση
Οξείδωση
Οξειδωτική ουσία
Όξινο οξείδιο
Πεχάμετρο
Πεχαμετρικό χαρτί
Ποιοτική ανάλυση
Ποσοτική ανάλυση
Προϊόντα
Ρύπανση
Σειρά δραστικότητας
Στοιχειομετρικοί συντελεστές
Τρίγωνο της φωτιάς
Φωτοσύνθεση
Χημική αντίδραση
Χημική εξίσωση

5.1. Η αναπαράσταση των χημικών μεταβολών – Οι χημικές εξισώσεις

Δραστηριότητα 5.1.

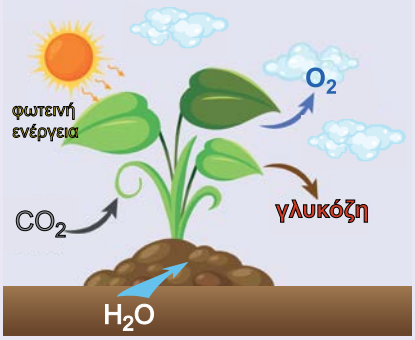
Η διαδικασία σχηματισμού γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$) και O_2 από CO_2 και H_2O ονομάζεται φωτοσύνθεση (εικόνα 5.1).

α. Η μεταβολή αυτή είναι φυσική ή χημική; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. .....

.....

β. Πώς θα γράφατε αυτήν τη μεταβολή με χημικά σύμβολα;

.....



Εικόνα 5.1.
Φωτοσύνθεση

Τι ονομάζουμε χημική μεταβολή (ή χημική αντίδραση);

Χημική μεταβολή (ή **χημική αντίδραση**) ονομάζεται η μεταβολή κατά την οποία, από κάποια ή κάποιες χημικές ουσίες, σχηματίζεται τουλάχιστον μια νέα χημική ουσία, χωρίς όμως να αλλάζει το *είδος* των ατόμων.

Για να πραγματοποιηθεί μια χημική αντίδραση θα πρέπει τα δομικά σωματίδια των χημικών ουσιών (άτομα, μόρια, ιόντα) να συγκρουστούν μεταξύ τους, αλλά και να διαθέτουν ικανή ενέργεια, ώστε να διασπαστούν κάποιοι δεσμοί, να γίνει δηλαδή αναδιάταξη των δομικών σωματιδίων και αυτά να συνδεθούν με άλλο τρόπο - να δημιουργηθούν νέες χημικές ουσίες. Κατά την αναδιάταξη των δομικών σωματιδίων δεν αλλάζει το είδος και ο αριθμός ατόμων των χημικών στοιχείων.

Οι χημικές μεταβολές / χημικές αντιδράσεις συμβολίζονται με τις **χημικές εξισώσεις**.

Π.χ. Η *καύση του άνθρακα* (C) με οξυγόνο (O_2) είναι *χημική* μεταβολή, γιατί προκύπτει νέα χημική ουσία, το CO_2. Αυτή η χημική μεταβολή συμβολίζεται με τη χημική εξίσωση: $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$.

Η συμβολική αναπαράσταση της χημικής αντίδρασης διευκολύνει την κατανόηση των χημικών μεταβολών και συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη επικοινωνία.

Σε κάθε χημική εξίσωση γράφουμε: αριστερά τις ουσίες που αντιδρούν (**αντιδρώντα**), δεξιά τις ουσίες που παράγονται (**προϊόντα**) και ανάμεσά τους ένα βέλος με φορά από τα αντιδρώντα στα προϊόντα.

Αντιδρώντα → Προϊόντα

Πάνω στο βέλος σημειώνονται οι απαραίτητες συνθήκες που χρειάζονται για να πραγματοποιηθεί η αντίδραση.

Π.χ. Η αντίδραση μεταξύ CO και H_2 προς παραγωγή μεθανόλης (CH_3OH), η οποία πραγματοποιείται σε πίεση 200 atm, θερμοκρασία 300 °C και με καταλύτες Al_2O_3 / ZnO, παριστάνεται με τη χημική εξίσωση:

$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[Al_2O_3/ZnO]{200\ atm,\ 300\ ^\circ C} CH_3OH(l)$$

Στη χημική εξίσωση, η **φυσική κατάσταση** των ουσιών δηλώνεται με τα εξής σύμβολα δίπλα σε κάθε ουσία (μέσα σε παρένθεση):
(**g**): **g**as (αέριο),
(**l**): **l**iquid (υγρό),
(**s**): **s**olid (στερεό),
(**aq**): **aq**ueous (υδατικό διάλυμα).

Πότε είναι σωστή μια χημική εξίσωση;

Για να είναι σωστή μια χημική εξίσωση, θα πρέπει:

α. να παριστάνει ένα πραγματικό χημικό φαινόμενο,

β. να υπάρχει ίσος αριθμός ατόμων από κάθε στοιχείο στα αντιδρώντα και στα προϊόντα.

Για να υπάρχει ίσος αριθμός ατόμων από κάθε στοιχείο στα αντιδρώντα και στα προϊόντα, θα πρέπει να βάλουμε μπροστά από τους χημικούς τύπους των ουσιών κατάλληλους αριθμούς, οι οποίοι ονομάζονται **στοιχειομετρικοί συντελεστές**. Η διαδικασία προσδιορισμού και τοποθέτησης συντελεστών ονομάζεται **ισοστάθμιση** και η χημική εξίσωση που προκύπτει είναι **ισοσταθμισμένη**.

Προφανώς, αφού θα υπάρχει ίσος αριθμός ατόμων από κάθε στοιχείο στα αντιδρώντα και στα προϊόντα, τότε και η μάζα των αντιδρώντων θα είναι ίση με τη μάζα των προϊόντων (**νόμος διατήρησης της μάζας**).

Το **1748** ο Ρώσος Χημικός Lomonosov και το **1775** ο Γάλλος Χημικός Lavoisier διατύπωσαν τον **νόμο διατήρησης της μάζας** στις χημικές αντιδράσεις:

«Η μάζα των ουσιών που αντιδρούν είναι ίση με τη μάζα των ουσιών που παράγονται».

Ο Lavoisier το 1789 δημοσιεύει το έργο του «Στοιχειώδης πραγματεία Χημείας» στο οποίο μεταξύ άλλων γράφει τα εξής: «Τίποτα δεν εξαφανίζεται και τίποτα δεν δημιουργείται από το μηδέν κατά τη διάρκεια μιας χημικής μεταβολής».

Η πρόταση βέβαια αυτή διατυπώθηκε πρώτα από τους αρχαίους Έλληνες φιλοσόφους. Η βασική διαφορά όμως είναι ότι ο Lavoisier την απέδειξε, πραγματοποιώντας πειράματα που επινόησε, χρησιμοποιώντας για πρώτη φορά τον ζυγό. Σε αυτά τα πειράματα μετρούσε τη μάζα όλων των ουσιών πριν και μετά τις χημικές αντιδράσεις και διαπίστωνε ότι αυτή παρέμενε σταθερή.

Antoine Lavoisier
(1743-1794)

Θεωρείται ο θεμελιωτής της Χημείας, καθώς αυτός εισήγαγε τους ποσοτικούς προσδιορισμούς για πρώτη φορά στα πειράματά του.

Παραδείγματα ισοστάθμισης χημικών εξισώσεων

Παράδειγμα 5.1 Σχηματισμός νερού (H_2O) από τα στοιχεία του

Βήμα 1ο: Γράφουμε τα αντιδρώντα και τα προϊόντα:

$$H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$$

Βήμα 2ο: Βλέπουμε ότι στα αντιδρώντα υπάρχουν 2 άτομα Ο, ενώ στα προϊόντα υπάρχει 1 άτομο Ο, οπότε για να ισοσταθμίσουμε τα άτομα του οξυγόνου βάζουμε συντελεστή 2 στο H_2O.

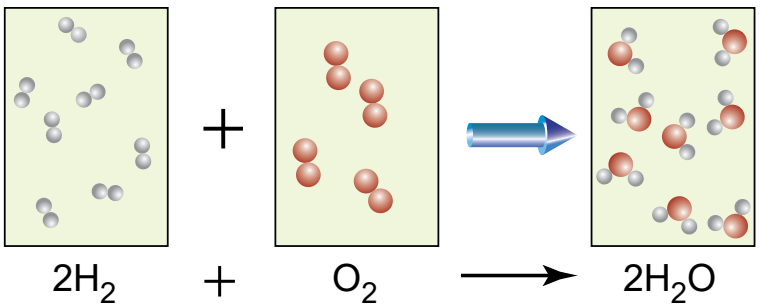
$$H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

Τώρα έχουμε 4 άτομα Η δεξιά, ενώ έχουμε 2 άτομα Η αριστερά.

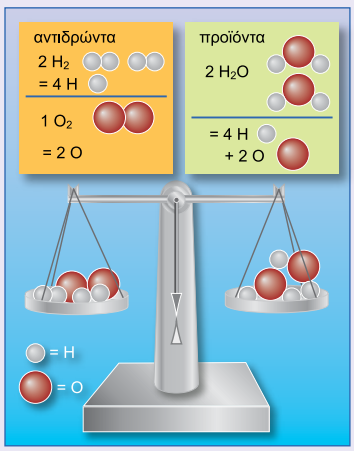
Βάζοντας συντελεστή 2 στο H_2, ώστε να γίνουν 4 τα άτομα του Η, προκύπτει η ισοσταθμισμένη εξίσωση:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

Η αντίδραση αυτή μπορεί να αναπαρασταθεί με προσομοιώματα ως εξής:



Τα άτομα του υδρογόνου (Η) και οξυγόνου (Ο) αναδιατάχθηκαν, ενώθηκαν μεταξύ τους με αναλογία (2:1) και δημιούργησαν μόρια νερού.



Εικόνα 5.2. Νόμος διατήρησης της μάζας με προσομοιώματα

Παράδειγμα 5.2 Καύση μεθανίου (CH_4) με οξυγόνο

Βήμα 1ο: Γράφουμε τα αντιδρώντα και τα προϊόντα:

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

Βήμα 2ο: Βλέπουμε ότι στα αντιδρώντα υπάρχουν 4 άτομα Η, ενώ στα προϊόντα υπάρχουν 2 άτομα Η, οπότε για να ισοσταθμίσουμε τα άτομα του υδρογόνου βάζουμε συντελεστή 2 στο H_2O.

$$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Τώρα έχουμε 4 άτομα Ο δεξιά, ενώ έχουμε 2 άτομα Ο αριστερά. Βάζοντας συντελεστή 2 στο O_2 ώστε να γίνουν 4 τα άτομα Ο, προκύπτει η ισοσταθμισμένη εξίσωση:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

Παράδειγμα 5.3 Καύση βουτανίου (C_4H_{10}) με οξυγόνο

Το βουτάνιο είναι συστατικό του υγραερίου και χρησιμοποιείται ως καύσιμο (εικόνα 5.3).

Βήμα 1ο: Γράφουμε τα αντιδρώντα και τα προϊόντα:

$$C_4H_{10} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

Βήμα 2ο: Βλέπουμε ότι στα αντιδρώντα υπάρχουν 4 άτομα C, ενώ στα προϊόντα υπάρχει 1 άτομο C, οπότε για να ισοσταθμίσουμε τα άτομα του άνθρακα βάζουμε συντελεστή 4 στο CO_2.

$$C_4H_{10} + O_2 \rightarrow 4CO_2 + H_2O$$

Επίσης, βλέπουμε ότι υπάρχουν 10 άτομα Η στα αντιδρώντα, οπότε για να ισοσταθμίσουμε τα Η βάζουμε συντελεστή 5 στο H_2O.

$$C_4H_{10} + O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5\,H_2O$$

Τώρα έχουμε (8 + 5) = 13 άτομα Ο δεξιά, οπότε για να ισοσταθμίσουμε τα άτομα Ο βάζουμε συντελεστή 13/2 στο O_2 και προκύπτει η ισοσταθμισμένη εξίσωση:

$$C_4H_{10} + \frac{13}{2}\,O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5\,H_2O$$

Παράδειγμα 5.4 Εξουδετέρωση H_3PO_4 με $Ca(OH)_2$

Βήμα 1ο: Γράφουμε τα αντιδρώντα και τα προϊόντα:

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

Βήμα 2ο: Βλέπουμε ότι στα προϊόντα υπάρχουν 3 άτομα Ca και 2 άτομα Ρ, ενώ στα αντιδρώντα υπάρχει 1 άτομα Ca και 1 άτομο Ρ, οπότε για να ισοσταθμίσουμε τα άτομα αυτά βάζουμε συντελεστή 2 στο H_3PO_4 και 3 στο $Ca(OH)_2$.

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

Τώρα έχουμε 12 άτομα Η αριστερά, ενώ έχουμε 2 άτομα Η δεξιά. Βάζοντας συντελεστή 6 στο H_2O ώστε να γίνουν 12 τα άτομα του Η, προκύπτει η ισοσταθμισμένη εξίσωση:

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

Ένας τελικός έλεγχος γίνεται με μέτρηση των ατόμων οξυγόνου στα δύο μέλη της εξίσωσης: στα αντιδρώντα υπάρχουν 2·4 + 3·2 = 14 και στα προϊόντα υπάρχουν: 2·4 + 6 = 14.

Εικόνα 5.3. Καύση βουτανίου

Συμπλήρωση στοιχειομετρικών συντελεστών (Ι)

(ΙΙ)

Συμπλήρωση στοιχειομετρικών συντελεστών (III)

(IV)

(V)

Μία βίαιη χημική αντίδραση. Η περίπτωση του αερόπλοιου Hindenbourg.

Δραστηριότητα 5.2.

Ποιος από τους επόμενους τρόπους αναπαράστασης μιας χημικής μεταβολής είναι πληρέστερος; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

1ος τρόπος: υδρογόνο και οξυγόνο δίνουν νερό

2ος τρόπος: $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

3ος τρόπος: $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

4ος τρόπος: $2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{Pt \text{ ή } Pd} 2H_2O(l)$

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 5.3.

Να ισοσταθμίσετε τις χημικές εξισώσεις των επόμενων αντιδράσεων:

α. Σύνθεση αμμωνίας (NH_3) από τα συστατικά της:

$$N_2(g) + H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$$

.....

.....

β. Καύση οινοπνεύματος (C_2H_5OH) με οξυγόνο:

$$C_2H_5OH(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(l)$$

.....

.....

γ. Φωτοσύνθεση:

$$CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$$

.....

.....

δ. Αντίδραση θειικού οξέος με υδροξείδιο του καλίου:

$$H_2SO_4(aq) + KOH(aq) \rightarrow K_2SO_4(aq) + H_2O(l)$$

.....

.....

ε. Καύση πεντανίου (C_5H_{12}) με οξυγόνο:

$$C_5H_{12}(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$$

.....

.....

στ. Αντίδραση νατρίου με νερό:

$$Na(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$$

.....

.....

5.2. Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων ηλεκτρολυτών

Δραστηριότητα 5.4.

Να γράψετε χημικές ενώσεις:

α. οι οποίες είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.

.....

β. των οποίων τα υδατικά διαλύματα είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος.

.....

Πείραμα 5.1. Φύλλο εργασίας (πείραμα επίδειξης)

Μελέτη της ηλεκτρικής αγωγιμότητας υδατικών διαλυμάτων χημικών ενώσεων

Απαραίτητα όργανα	Αντιδραστήρια – Υλικά
• 9 ποτήρια ζέσεως. • Μπαταρία, λαμπάκι, καλώδια σύνδεσης, ηλεκτρόδια γραφίτη • Υδροβολέας. • **Προστατευτικά γυαλιά**.	• Διαλύματα: HCl, NaOH, NaCl, NH_3, CH_3COOH (ξίδι), $C_{12}H_{22}O_{11}$ (ζάχαρη), σόδας (Na_2CO_3 ή $NaHCO_3$), $Ca(OH)_2$ (ασβεστόνερο), της ίδιας συγκέντρωσης (0,1 M). • Απιοντισμένο νερό.

Πειραματική διαδικασία

1. Φτιάχνουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα και ελέγχουμε αν ανάβει το λαμπάκι με το κλείσιμο του κυκλώματος (φέρνοντας σε επαφή τα δύο ηλεκτρόδια, εικόνα 5.4.).
2. Βυθίζουμε τα ηλεκτρόδια σε καθένα από τα 9 ποτήρια που περιέχουν τα υλικά του παρακάτω πίνακα Ι (ξεπλένουμε τα ηλεκτρόδια με απιοντισμένο νερό πριν τη βύθισή τους σε κάθε επόμενο διάλυμα).

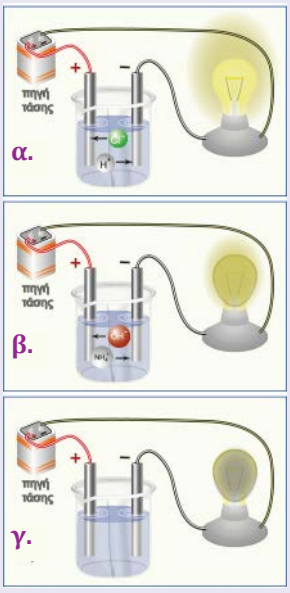
Να συμπληρώσετε τον πίνακα Ι.

Πίνακας Ι

	Υδατικό διάλυμα	Ανάβει το λαμπάκι; Όχι - Ναι (πολύ-λίγο)	Είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος;
1.	[Απιοντισμένο νερό]		
2.	$C_{12}H_{22}O_{11}$ (aq)		
3.	NaCl(aq)		
4.	CH_3COOH(aq)		
5.	HCl(aq)		
6.	NaOH(aq)		
7.	$Ca(OH)_2$ (aq)		
8.	NH_3(aq)		
9.	Na_2CO_3 (aq) ή $NaHCO_3$ (aq)		

Η αγωγιμότητα υδατικών διαλυμάτων ουσιών

Αγωγιμότητα διαλύματος NaCl



Εικόνα 5.4.
α. Ισχυρή φωτοβολία
β. Ασθενής φωτοβολία
γ. Δεν φωτοβολεί

Αγωγιμότητα διαλύματος HCl

Αγωγιμότητα ξιδιού

Αγωγιμότητα διαλύματος NH_3

Αγωγιμότητα διαλύματος ζάχαρης

Ερωτήσεις

1. α. Ποιων ενώσεων τα διαλύματα του πίνακα Ι είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος;

.....
.....
.....

β. Να ταξινομήσετε τις παραπάνω χημικές ενώσεις σε κατηγορίες:
i. οξέα: .....
ii. βάσεις: .....
iii. άλατα: .....
iv. άλλη κατηγορία: .....

2. Να συμπληρώσετε τα κενά στην επόμενη πρόταση:
Αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος είναι τα υδατικά διαλύματα των ..... , των ..... και των ..... .

3. Ποιες από τις επόμενες ενώσεις σε υδατικό διάλυμα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα; **α.** KOH(aq), **β.** H_2SO_4(aq), **γ.** C_2H_5OH(aq), **δ.** $CaCl_2$(aq), **ε.** HCl(aq). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....
.....
.....
.....

4. Υπάρχει διαφορά στην ηλεκτρική αγωγιμότητα μεταξύ του υδατικού διαλύματος της ζάχαρης και του υδατικού διαλύματος NaCl; ..... (ναι - όχι). Να προτείνετε εξήγηση γι' αυτό.

.....
.....

5. α. Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν το NaOH και η NH_3;

.....

β. Έχουν την ίδια αγωγιμότητα τα διαλύματά τους; .....(ναι - όχι)
Πώς το αντιληφθήκατε; .....
.....

6. α. Σε ποια κατηγορία χημικών ενώσεων ανήκουν τα HCl και CH_3COOH;

.....

β. Έχουν την ίδια αγωγιμότητα τα διαλύματά τους; .....(ναι - όχι)
Πώς το αντιληφθήκατε; .....
.....

7. Το νερό του δικτύου ύδρευσης θεωρείτε ότι έχει αγωγιμότητα; .....
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....
.....

5.2.1. Ηλεκτρολύτες – ισχυροί, ασθενείς

Οι χημικές ενώσεις των οποίων τα υδατικά διαλύματα είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζονται **ηλεκτρολύτες** και τα διαλύματά τους ονομάζονται **ηλεκτρολυτικά**.

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα των υδατικών διαλυμάτων των ηλεκτρολυτών οφείλεται στην ύπαρξη ιόντων και στην κίνησή τους μέσα σε αυτά. Γενικά, όσο περισσότερα ιόντα υπάρχουν στο διάλυμα τόσο μεγαλύτερη είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Οι ηλεκτρολύτες οι οποίοι κατά τη διάλυσή τους στο νερό «μετατρέπονται» πλήρως σε ιόντα ονομάζονται **ισχυροί**, ενώ αυτοί που μετατρέπονται μερικώς σε ιόντα ονομάζονται **ασθενείς**.

Δραστηριότητα 5.5.

Ποιες από τις ουσίες του πειράματος 5.1. (πίνακας Ι):

α. Είναι ηλεκτρολύτες;

.....

β. Είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες;

.....

γ. Είναι ασθενείς ηλεκτρολύτες;

.....

Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων – Ηλεκτρική αγωγιμότητα (Ι)

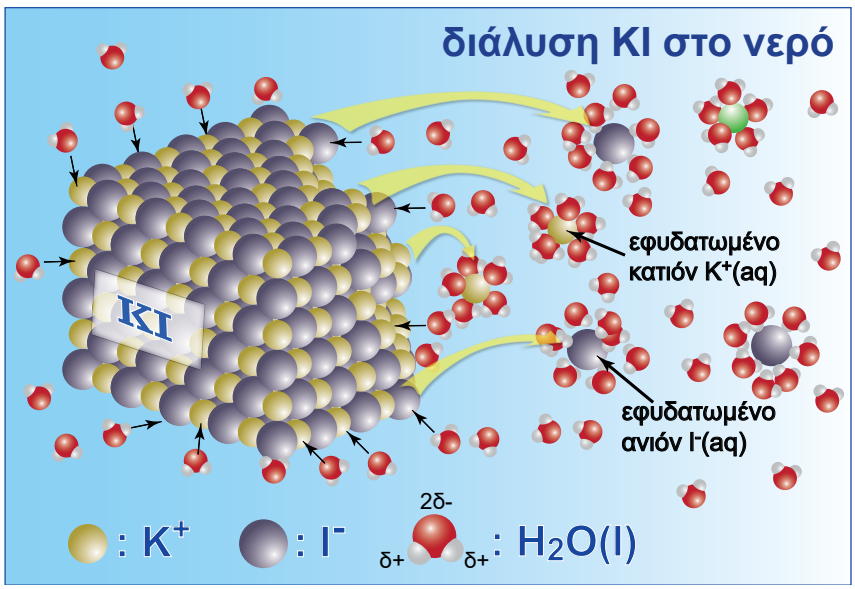
(ΙΙ)

(ΙΙΙ)

5.2.2. Διάσταση ιοντικών ενώσεων και ιοντισμός ομοιοπολικών ενώσεων

α) Ιοντικές ενώσεις

Τα άλατα και τα υδροξείδια των μετάλλων (βάσεις) είναι ιοντικές ενώσεις. Κατά τη διάλυσή τους στο νερό, τα ιόντα με τη βοήθεια του νερού απελευθερώνονται από το κρυσταλλικό πλέγμα και ως εφυδατωμένα ιόντα κινούνται προς κάθε κατεύθυνση μέσα στο διάλυμα (βλέπε και 3.2.2.5, σελ. 109).



Εικόνα 5.5. Διαδικασία διάλυσης ιοντικής ένωσης στο νερό

Διάλυση-διάσταση ιοντικών ενώσεων

Η διαδικασία κατά την οποία μια **ιοντική ένωση** κατά τη διάλυσή της στο νερό «απελευθερώνει» τα ιόντα της από το κρυσταλλικό πλέγμα, ονομάζεται **διάσταση**.

Διάσταση ορισμένων ιοντικών ενώσεων

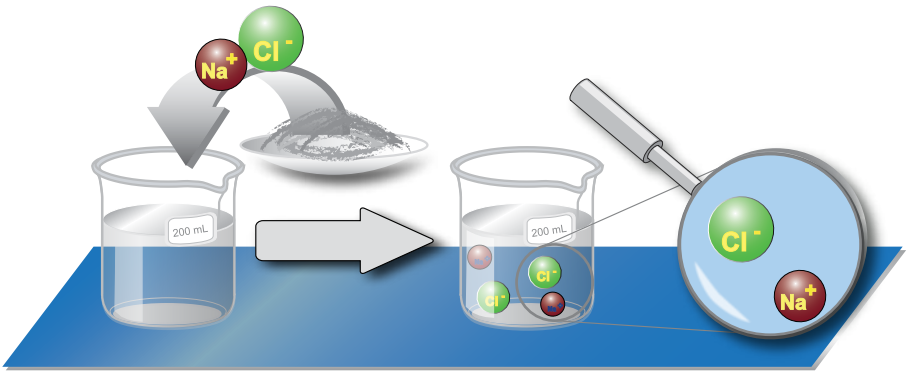
i. Χημικές εξισώσεις που περιγράφουν τη διάσταση ορισμένων **αλάτων***:

Π.χ.

$$NaCl(s) \xrightarrow{H_2O(l)} Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$CaCl_2(s) \xrightarrow{H_2O(l)} Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$$

$$KNO_3(s) \xrightarrow{H_2O(l)} K^+(aq) + NO_3^-(aq)$$



Εικόνα 5.6. Προσομοίωση διάστασης του NaCl

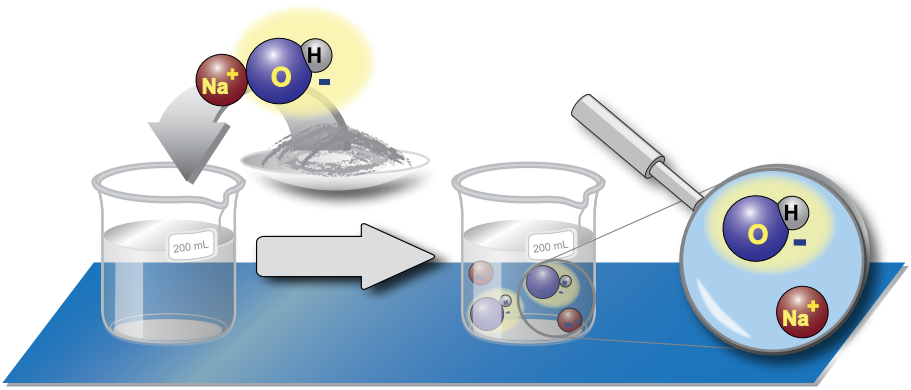
ii. Χημικές εξισώσεις που περιγράφουν τη διάσταση ορισμένων **υδροξειδίων**:

Π.χ.

$$NaOH(s) \xrightarrow{H_2O(l)} Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$KOH(s) \xrightarrow{H_2O(l)} K^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$Ca(OH)_2(s) \xrightarrow{H_2O(l)} Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$



Εικόνα 5.7. Προσομοίωση διάστασης του NaOH

Οι ισχυρές βάσεις: NaOH, KOH, $Ca(OH_2$, $Ba(OH)_2$ είναι ιδιαίτερα καυστικές και μπορούν να προκαλέσουν εγκαύματα.

* Τα περισσότερα άλατα διίστανται πλήρως.

Διάλυση - διάσταση του NaOH

β) Ομοιοπολικές ενώσεις

Η διαδικασία κατά την οποία μια **ομοιοπολική ένωση** (αποτελείται από μόρια) κατά τη διάλυσή της στο νερό αντιδρά με αυτό και μετατρέπεται σε ιόντα ονομάζεται **ιοντισμός**.

Ιοντισμός ομοιοπολικών ενώσεων

Χημικές εξισώσεις που περιγράφουν τον ιοντισμό ορισμένων ομοιοπολικών ενώσεων (οξέων, μοριακών βάσεων):

i. Ισχυρά οξέα (ιοντίζονται πλήρως – μετατρέπονται πλήρως σε ιόντα):

Π.χ. $HCl(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$

$HNO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$

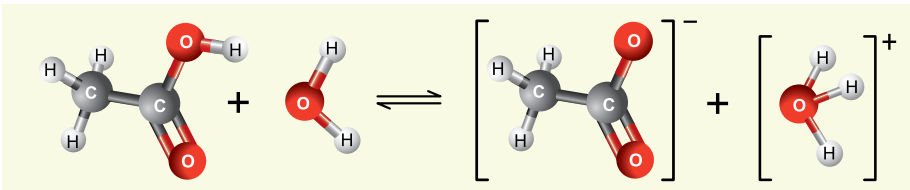
Τα ισχυρά ***οξέα:*** HCl, HNO_3 και H_2SO_4 έχουν μεγάλη διαβρωτική ικανότητα και διαλύουν τα περισσότερα μέταλλα (π.χ. Fe, Zn) και τα μάρμαρα, προκαλούν εγκαύματα στο δέρμα μας κ.ά.

Το H_2SO_4 και το HNO_3 είναι συστατικά της *όξινης βροχής*.

ii. Ασθενή οξέα – ασθενείς βάσεις (ιοντίζονται μερικώς – μετατρέπονται μερικώς σε ιόντα)*.

Π.χ. Ιοντισμός οξικού οξέος (CH_3COOH):

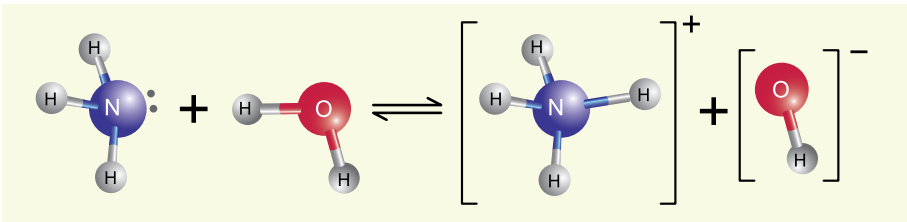
$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$



Εικόνα 5.8. Προσομοίωση ιοντισμού του CH_3COOH

Ιοντισμός αμμωνίας (NH_3):

$NH_3(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$



Εικόνα 5.9. Προσομοίωση ιοντισμού της NH_3

Ασθενή *οξέα* υπάρχουν σε διάφορα φαγητά - ποτά και σε φάρμακα.

Π.χ. το *φωσφορικό οξύ* (H_3PO_4) στα αναψυκτικά τύπου cola, το ανθρακικό οξύ (H_2CO_3) στα αεριούχα ποτά, το οξικό οξύ (CH_3COOH) στο ξίδι, το κιτρικό οξύ ($H_3C_6H_5O_7$) στα λεμόνια, το *ακετυλοσαλικυλικό οξύ* ($HC_9H_7O_4$) στην ασπιρίνη, το ασκορβικό οξύ ($H_2C_6H_6O_6$) στη βιταμίνη C κ.ά.

Ορισμένες *βάσεις* υπάρχουν σε φάρμακα, όπως το υδροξείδιο του μαγνησίου [$Mg(OH)_2$], στα αντιόξινα (ως γάλα μαγνησίας).

Διάλυση - ιοντισμός του HCl

Εμπειρικές ονομασίες ισχυρών οξέων
- **HCl:** σπίρτο του άλατος
- **HNO_3:** ακουαφόρτε
- **H_2SO_4:** βιτριόλι

* Στις αντιδράσεις με ⇌ η μετατροπή των αντιδρώντων σε προϊόντα δεν είναι πλήρης.

Το **ξίδι** που χρησιμοποιούμε γενικά στη μαγειρική περιέχει οξικό οξύ περίπου 6 % μάζα προς όγκο. Σε αυτήν την περιεκτικότητα το οξικό οξύ ιοντίζεται μερικώς (ως ασθενές οξύ) σε ποσοστό περίπου 0,3 %. Δηλαδή, από τα 1000 μόρια του οξικού οξέος μόνο τα 3 μετατρέπονται σε ιόντα.

Προσοχή!
Ορισμένα ασθενή οξέα είναι ισχυρά δηλητήρια, όπως για παράδειγμα το υδροκυάνιο: HCN.

Τα οξέα που συναντάμε στην καθημερινή ζωή

Συνοψίζοντας:

Οι χημικές ενώσεις διακρίνονται: **α.** σε **ηλεκτρολύτες** (τα υδατικά τους διαλύματα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα) και **β.** σε **μη ηλεκτρολύτες** (τα υδατικά τους διαλύματα δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα).
Αν οι ηλεκτρολύτες κατά τη διάλυσή τους στο νερό μετατρέπονται πλήρως σε ιόντα ονομάζονται **ισχυροί**, ενώ αν μετατρέπονται μερικώς σε ιόντα ονομάζονται **ασθενείς**.

Συμπεριφορά ορισμένων οξειδίων στο νερό

α) Οξείδια μετάλλων

Ορισμένα οξείδια μετάλλων (Na_2O, K_2O, CaO, BaO) κατά τη διάλυσή τους στο νερό αντιδρούν με αυτό και παράγονται υδροξείδια των μετάλλων (βάσεις).

Π.χ.
$$Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq)$$
$$K_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2KOH(aq)$$
$$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$$
$$BaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ba(OH)_2(aq)$$

β) Οξείδια αμετάλλων

Τα περισσότερα οξείδια αμετάλλων κατά τη διάλυσή τους στο νερό αντιδρούν με αυτό και παράγονται οξέα.

Το **CO_2** αντιδρά σε μικρό βαθμό με το νερό και παράγεται ανθρακικό οξύ:
$$CO_2(aq) + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3(aq)$$

Το **SO_3** αντιδρά με το νερό και παράγεται θειικό οξύ:
$$SO_3(s) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$$

Διάκριση οξειδίων

Όξινα οξείδια ή **ανυδρίτες οξέων** ονομάζονται τα οξείδια (κυρίως των αμετάλλων) που προκύπτουν από τα οξέα με πλήρη αφυδάτωση (δηλ. με αφαίρεση, με μορφή H_2O, όλων των Η του οξέος). **Π.χ.** $H_2SO_4 - H_2O \rightarrow SO_3$ $2HNO_3 - H_2O \rightarrow N_2O_5$ $2H_3PO_4 - 3H_2O \rightarrow P_2O_5$	**Βασικά οξείδια** ή **ανυδρίτες βάσεων** ονομάζονται τα οξείδια (κυρίως των μετάλλων) που προκύπτουν από τις βάσεις με πλήρη αφυδάτωση (δηλ. με αφαίρεση, με μορφή H_2O, όλων των Η της βάσης). **Π.χ.** $2NaOH - H_2O \rightarrow Na_2O$ $Ca(OH)_2 - H_2O \rightarrow CaO$ $2Fe(OH)_3 - 3H_2O \rightarrow Fe_2O_3$

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (1)
Χημικές εξισώσεις – διαλύματα ηλεκτρολυτών

(Ενδεικτικός χρόνος: 15 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** ..... **Τμήμα:** .....

1. Ποιες είναι οι απαραίτητες προϋποθέσεις για να είναι μια χημική εξίσωση ορθή;

α. .....

β. .....

2. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις επόμενες δηλώσεις που αφορούν σε μια χημική αντίδραση, ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ);

α. Ο αριθμός και το είδος των ατόμων δεν αλλάζει.	
β. Η μάζα των αντιδρώντων είναι ίση με τη μάζα των προϊόντων.	
γ. Ο αριθμός των μορίων στα αντιδρώντα είναι ίσος με τον αριθμό των μορίων στα προϊόντα.	
δ. Κάποιο στοιχείο από τα αντιδρώντα μετατρέπεται σε διαφορετικό στοιχείο.	

3. Ποιες από τις επόμενες ενώσεις σε υδατικό διάλυμα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

α. $NaOH(aq)$ .....

.....

β. $H_2SO_4(aq)$ .....

.....

γ. $C_2H_5OH(aq)$ .....

.....

δ. $CaCl_2(aq)$ .....

.....

ε. $NH_3(aq)$ .....

.....

4. Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις:

Η διαδικασία κατά την οποία μια ..... ένωση κατά τη διάλυσή της στο νερό ελευθερώνει τα ιόντα της ονομάζεται ..... .

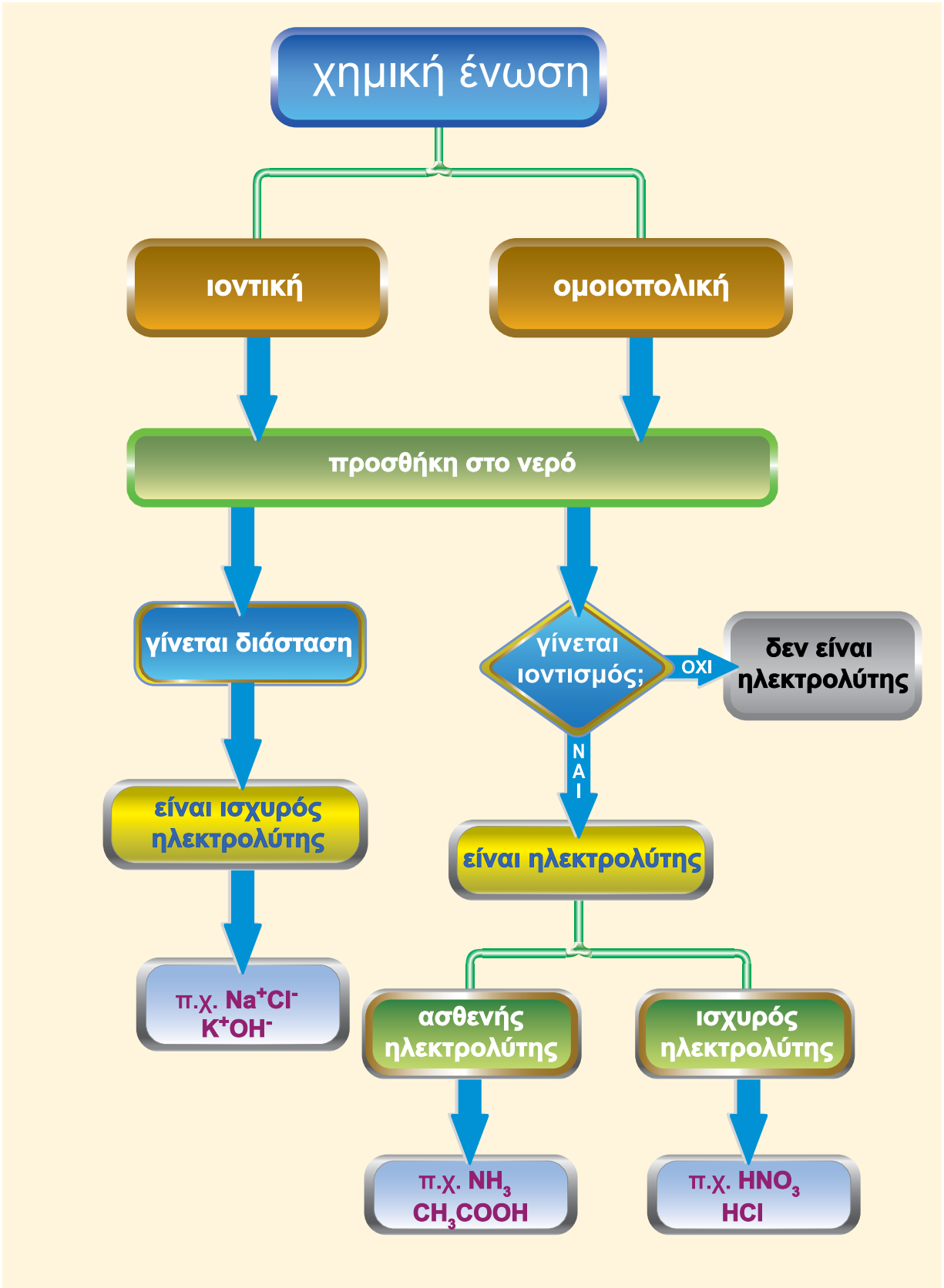
Η διαδικασία κατά την οποία μια ..... ένωση κατά τη διάλυσή της στο νερό μετατρέπεται σε ιόντα ονομάζεται ..... .

5. Να συμπληρώσετε τις επόμενες χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές):

α. $Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow$

β. $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow$

γ. $SO_3(s) + H_2O(l) \rightarrow$


χημική ένωση
ιοντική
ομοιοπολική
προσθήκη στο νερό
γίνεται διάσταση
γίνεται ιοντισμός;
ΟΧΙ
δεν είναι ηλεκτρολύτης
ΝΑΙ
είναι ισχυρός ηλεκτρολύτης
είναι ηλεκτρολύτης
π.χ. Na^+Cl^- K^+OH^-
ασθενής ηλεκτρολύτης
ισχυρός ηλεκτρολύτης
π.χ. NH_3 CH_3COOH
π.χ. HNO_3 HCl

5.3. Οι μεταθετικές αντιδράσεις

Μεταθετικές ονομάζονται οι αντιδράσεις στις οποίες δύο ηλεκτρολύτες συνήθως σε υδατικό διάλυμα, ανταλλάσσουν τα ιόντα τους, χωρίς να αλλάζει ο αριθμός οξείδωσης κάποιου ατόμου ή ιόντος.

Δύο κύριες κατηγορίες μεταθετικών αντιδράσεων – ανταλλαγής ιόντων είναι:
1. Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης,
2. Αντιδράσεις εξουδετέρωσης.

5.3.1. Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (διπλής αντικατάστασης)

Οι αντιδράσεις **ανταλλαγής ιόντων** (**διπλής αντικατάστασης**) είναι οι αντιδράσεις ενός άλατος με ένα οξύ ή με μία βάση ή με ένα άλλο άλας, κατά το εξής γενικό σχήμα:

$$A^+B^- + \Gamma^+\Delta^- \rightarrow A^+\Delta^- + \Gamma^+B^-$$

Για να πραγματοποιηθεί μια τέτοια αντίδραση θα πρέπει κάποιο από τα προϊόντα να απομακρύνεται:
- είτε ως ίζημα (δυσδιάλυτο στερεό)
- είτε ως αέριο.

Α. Σχηματισμός ιζήματος – Αντιδράσεις καταβύθισης

Πίνακας 5.1. Κυριότερα ιζήματα (στερεά δυσδιάλυτα στο νερό)

Άλατα:

1. **ανθρακικά** (CO_3^{2-}) είναι ιζήματα, εκτός K_2CO_3, Na_2CO_3, $(NH_4)_2CO_3$
2. **φωσφορικά** (PO_4^{3-}) είναι ιζήματα, εκτός K_3PO_4, Na_3PO_4, $(NH_4)_3PO_4$.
3. **θειικά** (SO_4^{2-}): ιζήματα είναι μόνο τα: $PbSO_4$, $BaSO_4$, $CaSO_4$.
4. **αλογονίδια** ($X = Cl^-, Br^-, I^-$): ιζήματα είναι μόνο τα: AgX, PbX_2.
5. **σουλφίδια** (S^{2-}) είναι ιζήματα, εκτός K_2S, Na_2S, $(NH_4)_2S$, MgS, CaS, BaS.

Υδροξείδια μετάλλων: είναι ιζήματα, εκτός KOH, NaOH, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$.

Παραδείγματα αντιδράσεων σχηματισμού ιζήματος

$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl\downarrow + NaNO_3(aq)$ (λευκό)

$Pb(NO_3)_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow PbS\downarrow + 2KNO_3(aq)$ (μαύρο)

$Pb(NO_3)_2(aq) + 2KI(aq) \rightarrow PbI_2\downarrow + 2KNO_3(aq)$ (κίτρινο)

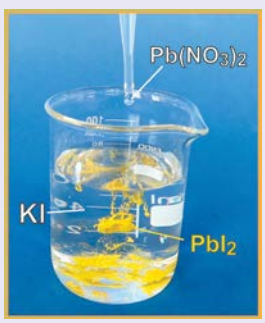
$Na_2CO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow 2NaOH(aq) + CaCO_3\downarrow$ (λευκό)

$CuSO_4(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + Cu(OH)_2\downarrow$ (γαλάζιο)

$Ca(NO_3)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow CaSO_4\downarrow + 2HNO_3(aq)$ (λευκό)

Σύμβολο	Σημασία του συμβόλου
(s)	η ουσία είναι στερεή
(l)	η ουσία είναι υγρή
(g)	η ουσία είναι αέρια
(aq)	η ουσία είναι διαλυμένη στο νερό
↑	η ουσία διαφεύγει ως αέριο από το αντιδρών σύστημα
↓	η ουσία καταβυθίζεται ως ίζημα σε ένα διάλυμα
$\xrightarrow{\Delta}$	απαιτείται θέρμανση για να γίνει η αντίδραση

Τα **άλατα** που έχουν ως κατιόν K^+, Na^+, NH_4^+ ή ως ανιόν NO_3^- είναι **ευδιάλυτα** στο νερό.



Σχηματισμός κίτρινου ιζήματος PbI_2

Σχηματισμός λευκού ιζήματος AgCl

Διαλυτότητα αερίων στο νερό (g / 100 g H_2O, 20 °C)	
HCl	72
NH_3	53
SO_2	11
H_2S	0,4
CO_2	0,2

Εικόνα 5.10. Αντίδραση σχηματισμού αερίου

Αναβράζοντα δισκία (περιέχουν $NaHCO_3$ και κιτρικό οξύ). Όταν είναι σε στερεή κατάσταση οι δύο ουσίες δεν αντιδρούν μεταξύ τους, ενώ κατά τη διάλυσή τους στο νερό αντιδρούν και παράγεται $CO_2(g)$.

Οι μεταθετικές αντιδράσεις

Καταβύθιση PbI_2

Β. Σχηματισμός αερίου

Αέρια (σε θ = 20 °C και *p* = 1 atm): HCl, HBr, HI, H_2S, [SO_2, CO_2, NH_3]*.

* Όταν στα προϊόντα μιας αντίδρασης σχηματίζεται:
- $H_2CO_3(aq)$, επειδή είναι ασταθές στη θέση του γράφουμε $CO_2 + H_2O$,
- $H_2SO_3(aq)$, επειδή είναι ασταθές στη θέση του γράφουμε $SO_2 + H_2O$,
- $NH_4OH(aq)$, επειδή είναι υποθετικό στη θέση του γράφουμε $NH_3 + H_2O$.

Παραδείγματα αντιδράσεων σχηματισμού αερίου

$Na_2S(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2S\uparrow$

$Na_2CO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + CO_2\uparrow + H_2O(l)$

$NaHCO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + CO_2\uparrow + H_2O(l)$

Όταν το αέριο που σχηματίζεται είναι ευδιάλυτο (π.χ. HCl, HBr, HI, NH_3), για να πραγματοποιηθεί η αντίδραση απαιτείται θέρμανση, ώστε να ελαττωθεί η διαλυτότητά του στο νερό και να απομακρυνθεί από το διάλυμα.

Π.χ. $2NaCl + H_2SO_4 \xrightarrow{\Delta} Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$

$NH_4Cl(aq) + KOH(aq) \xrightarrow{\Delta} KCl(aq) + NH_3\uparrow + H_2O(l)$

Δραστηριότητα 5.6.

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) όσων από τις επόμενες αντιδράσεις πραγματοποιούνται:

1	$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow$
2	$AgNO_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
3	$AgNO_3(aq) + KI(aq) \rightarrow$
4	$CuSO_4(aq) + NaCl(aq) \rightarrow$
5	$CuSO_4(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
6	$CuSO_4(aq) + KI(aq) \rightarrow$
7	$Pb(NO_3)_2(aq) + NaCl(aq) \rightarrow$
8	$Pb(NO_3)_2(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
9	$Pb(NO_3)_2(aq) + KI(aq) \rightarrow$
10	$Na_3PO_4(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
11	$CaS(aq) + HCl(aq) \rightarrow$
12	$NH_4NO_3(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
13	$Na_2CO_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
14	$KHCO_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

Πείραμα 5.2. Φύλλο εργασίας

Χημικές αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης

Ονοματεπώνυμο:	Ημερομηνία:
1. ..... 2.	Τάξη – Τμήμα:

Όργανα	Αντιδραστήρια
• Στήριγμα με 8 δοκιμαστικούς σωλήνες • **Προστατευτικά γυαλιά**.	• Διαλύματα (σε πλαστικά σταγονομετρικά φιαλίδια): $Pb(NO_3)_2$, $AgNO_3$, KI (ή NaI), $Fe(NO_3)_3$ (ή $FeCl_3$), NaCl, Na_2CO_3, $CuSO_4$, Na_2S 0,1 M και NaOH 1 M, HCl 2 M.

Πειραματική διαδικασία

1. Να προσθέσετε σε καθέναν από τους 8 δοκιμαστικούς σωλήνες 1 mL (περίπου 20 σταγόνες) από το **1ο αντιδρών** που αναγράφεται, σε καθεμία περίπτωση, στον παρακάτω πίνακα Ι, και στη συνέχεια να προσθέσετε 5-6 σταγόνες από το αντίστοιχο **2ο αντιδρών**.
2. Να **γράψετε** στον Πίνακα Ι, **τι παρατηρείτε** σε κάθε περίπτωση (αλλαγή χρώματος, σχηματισμός αερίου ή ιζήματος, χρώμα ιζήματος κ.ά.):

Πίνακας Ι

	Χημική αντίδραση	Παρατηρήσεις
1.	**NaCl**(aq) + **$AgNO_3$**(aq) →	
2.	**KI**(aq) + **$AgNO_3$**(aq) →	
3.	**KI**(aq) + **$Pb(NO_3)_2$**(aq) →	
4.	**NaOH**(aq) + **$Fe(NO_3)_3$**(aq) →	
5.	**KI**(aq) + **HCl**(aq) →	
6.	**Na_2CO_3**(aq) + **HCl**(aq) →	
7.	**$CuSO_4$**(aq) + **NaOH**(aq) →	
8.	**Na_2S**(aq) + **$Pb(NO_3)_2$**(aq) →	

Ασκήσεις:

1. Να συμπληρώσετε στον Πίνακα Ι τις **χημικές εξισώσεις** (προϊόντα και συντελεστές) όσων **αντιδράσεων** πραγματοποιήθηκαν, σημειώνοντας το **ίζημα** ή το **αέριο**, όπου παράγεται.
2. Να γράψετε τα **χρώματα** των επόμενων ιζημάτων:

α. AgCl .....
β. AgI .....
γ. PbI_2 .....
δ. $Fe(OH)_3$ .....
ε. $Cu(OH)_2$ .....
στ. PbS .....

Εναλλακτικά: Διεξαγωγή του πειράματος 5.2. σε μικροκλίμακα *

Αντιδραστήρια – υλικά
• Υδατικά διαλύματα (σε πλαστικά σταγονομετρικά φιαλίδια): $Pb(NO_3)_2$, $AgNO_3$, KI (ή NaI), $Fe(NO_3)_3$ (ή $FeCl_3$), NaCl, Na_2CO_3, Na_2S 0,1 M και NaOH 1 M, HCl 2 M. • Ο πίνακας Ι μέσα σε πλαστική διαφάνεια ή πλαστικοποιημένος.

Πειραματική διαδικασία

1. Να προσθέσετε σε καθέναν από τους 8 κύκλους του επόμενου πίνακα, δύο (2) σταγόνες από το 1ο αντιδρών και στη συνέχεια να προσθέσετε δύο (2) σταγόνες από το αντίστοιχο 2ο αντιδρών.

Πίνακας Ι

$AgNO_3$ + NaCl	$Pb(NO_3)_2$ + KI	NaOH + $Fe(NO_3)_3$	HCl + Na_2CO_3
$AgNO_3$ + KI	$Pb(NO_3)_2$ + Na_2S	NaOH + $CuSO_4$	HCl + KI

2. Να **γράψετε** στον Πίνακα ΙΙ **τι παρατηρείτε** σε κάθε περίπτωση (αλλαγή χρώματος, σχηματισμός αερίου ή ιζήματος, χρώμα ιζήματος κ.ά.):

Πίνακας ΙΙ

	Χημική αντίδραση	Παρατηρήσεις
1.	**$AgNO_3$**(aq) + **NaCl**(aq) →	
2.	**$AgNO_3$**(aq) + **KI**(aq) →	
3.	**$Pb(NO_3)_2$**(aq) + **KI**(aq) →	
4.	**$Pb(NO_3)_2$**(aq) + **Na_2S**(aq) →	
5.	**NaOH**(aq) + **$Fe(NO_3)_3$**(aq) →	
6.	**NaOH**(aq) + **$CuSO_4$**(aq) →	
7.	**HCl**(aq) + **Na_2CO_3**(aq) →	
8.	**HCl**(aq) + **KI**(aq) →	

Ασκήσεις:

1. Να συμπληρώσετε τις **χημικές εξισώσεις** (προϊόντα και συντελεστές) όσων **αντιδράσεων** πραγματοποιήθηκαν, στον **πίνακα ΙΙ**, σημειώνοντας το **ίζημα** (↓) ή το **αέριο** (↑), όπου παράγεται.

2. Να γράψετε τα **χρώματα** των επόμενων ιζημάτων:

α. AgCl ..... **δ.** $Fe(OH)_3$ .....

β. AgI ..... **ε.** $Cu(OH)_2$ .....

γ. PbI_2 ..... **στ.** PbS .....

* Τα **πειράματα σε μικροκλίμακα**, λόγω χρήσης μικρών ποσοτήτων – σταγόνων αντιδραστηρίων, έχουν κυρίως τα εξής πλεονεκτήματα: **α.** είναι ασφαλέστερα και **β.** έχουν μειωμένες ποσότητες αποβλήτων.

Γραφή χημικών εξισώσεων ανταλλαγής ιόντων με ιοντική μορφή

Ας προσπαθήσουμε να γράψουμε με ιοντική μορφή τη χημική αντίδραση μεταξύ των $AgNO_3$ και NaCl:

$$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow ...$$

Τα αντιδρώντα βρίσκονται μέσα στο διάλυμα με μορφή ιόντων:

$$[Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)] + [Na^+(aq) + Cl^-(aq)] \rightarrow$$

Από τον πίνακα 5.1. βλέπουμε ότι μόνο ο συνδυασμός των ιόντων $Ag^+(aq)$ με $Cl^-(aq)$ σχηματίζει ίζημα AgCl(s).
Οπότε τα ιόντα $Na^+(aq)$ και $NO_3^-(aq)$ που εμφανίζονται στο διάλυμα δεν παίζουν κανένα χημικό ρόλο και ονομάζονται **ιόντα θεατές** ή **παρατηρητές**.
Μπορούμε να γράψουμε:

$$Ag^+(aq) + \cancel{NO_3^-(aq)} + \cancel{Na^+(aq)} + Cl^-(aq) \rightarrow \cancel{Na^+(aq)} + \cancel{NO_3^-(aq)} + AgCl(s)$$

Μετά από την απαλοιφή των ιόντων - θεατών απομένει η καθαρή **ιοντική μορφή της χημικής εξίσωσης:**

$$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow AgCl(s)$$

που δείχνει ότι κατά την ανάμειξη διαλυμάτων $AgNO_3$ και NaCl μόνο τα $Ag^+(aq)$ και $Cl^-(aq)$ αντιδρούν και παράγουν ίζημα (τα υπόλοιπα ιόντα απλώς «κολυμπούν» στο διάλυμα).

Όταν γράφουμε την ιοντική μορφή της χημικής εξίσωσης, εκτός από την ισοστάθμιση της μάζας, θα πρέπει να κάνουμε και **ισοστάθμιση του ηλεκτρικού φορτίου**, δηλαδή όσο φορτίο υπάρχει στα αντιδρώντα τόσο φορτίο πρέπει να υπάρχει και στα προϊόντα.

Άλλα παραδείγματα γραφής χημικών εξισώσεων, αντιδράσεων διπλής αντικατάστασης, με την ιοντική μορφή.

«Μοριακή» μορφή:	$Ba(NO_3)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow 2HNO_3(aq) + BaSO_4(s)$
Ιοντική μορφή:	$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow BaSO_4(s)$
«Μοριακή» μορφή:	$CuSO_4(aq) + 2\ NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + Cu(OH)_2(s)$
Ιοντική μορφή:	$Cu^{2+} + 2OH^-(aq) \rightarrow Cu(OH)_2(s)$
«Μοριακή» μορφή:	$Pb(NO_3)_2(aq) + 2KI(aq) \rightarrow 2KNO_3(aq) + PbI_2(s)$
Ιοντική μορφή:	$Pb^{2+}(aq) + 2I^-(aq) \rightarrow PbI_2(s)$
«Μοριακή» μορφή:	$Pb(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow PbS(s) + 2NaNO_3(aq)$
Ιοντική μορφή:	$Pb^{2+}(aq) + S^{2-}(aq) \rightarrow PbS(s)$
«Μοριακή» μορφή:	$NaHCO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$
Ιοντική μορφή:	$HCO_3^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow H_2O(l) + CO_2(g)$

Συμπλήρωση χημικών αντιδράσεων (I)

(II)

(III)

(IV)

Δραστηριότητα διερευνητική 5.7.

Πώς θα διαπιστώσετε πειραματικά αν μια χημική ένωση είναι:

α. $NaCl$ ή $NaNO_3$ .....

.....

.....

β. KNO_3 ή $Ca(NO_3)_2$ .....

.....

.....

γ. $NaCl$ ή $AgCl$ .....

.....

.....

δ. Na_3PO_4 ή $(NH_4)_3PO_4$ .....

.....

.....

Δραστηριότητα διερευνητική 5.8.

Σε ένα υδατικό διάλυμα περιέχονται οι ενώσεις: $AgNO_3$, $Pb(NO_3)_2$, $Cu(NO_3)_2$, $Fe(NO_3)_2$ και $Ca(NO_3)_2$.

Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε $HCl(aq)$, οπότε σχηματίζεται ίζημα Α.

Διηθούμε το ίζημα Α και στο διήθημα προσθέτουμε K_2S, οπότε σχηματίζεται ίζημα Β.

Διηθούμε το ίζημα Β και στο διήθημα προσθέτουμε $(NH_4)_2CO_3$, οπότε σχηματίζεται ίζημα Γ.

Να γράψετε:

α. τις χημικές εξισώσεις όσων αντιδράσεων πραγματοποιούνται.

β. τις χημικές ενώσεις που υπάρχουν στα ιζήματα Α, Β και Γ.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Αντιμετώπιση προβλημάτων ρύπανσης με αξιοποίηση της χημικής ανάλυσης

Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων (διπλής αντικατάστασης και εξουδετέρωσης) μπορούν να αξιοποιηθούν στην **ποιοτική** και **ποσοτική ανάλυση**. Με την **ποιοτική ανάλυση** προσδιορίζουμε τα συστατικά ενός δείγματος με βάση κυρίως τον σχηματισμό και το χρώμα των ιζημάτων (κλασική ποιοτική ανάλυση). Με την **ποσοτική ανάλυση** προσδιορίζουμε την ποσότητα κάθε συστατικού του δείγματος, προκειμένου να ελεγχθεί ενδεχόμενη υπέρβαση των επιτρεπόμενων ορίων και πιθανή πρόκληση ρύπανσης.

Σε περιοχές όπου υπάρχει ρύπανση, με τη χημική ανάλυση μπορεί αρχικά να προσδιοριστεί το είδος και η ποσότητα των ρύπων και στη συνέχεια να σχεδιαστεί κατάλληλη διαδικασία για τη μείωση ή και εξάλειψη της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

Ρύπανση είναι η παρουσία στο περιβάλλον ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε τέτοια ποσότητα ή διάρκεια που μπορούν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία των οργανισμών ή/και στα οικοσυστήματα.

Δραστηριότητα διερευνητική 5.9.

Πολλοί κάτοικοι γύρω από μια λίμνη εκφράζουν ανησυχίες για τη ρύπανση των υδάτων της λόγω αποβολής λυμάτων από γειτονική εργοστασιακή μονάδα. Συγκεκριμένα, αναφέρονται στην σχετικά μικρή τιμή pH και στην παρουσία μεταλλο-ιόντων: Pb^{2+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}.

α. Να διερευνήσετε (με τα μέλη της ομάδας σας) και να γράψετε τις διαδικασίες που εφαρμόζονται στην εργοστασιακή μονάδα.

.....
.....
.....
.....

β. Να προτείνετε διαδικασία προκειμένου να προσδιορίσετε:

i. την τιμή του pH στο νερό της λίμνης.

.....
.....

ii. τα μεταλλο-ιόντα που υπάρχουν στη λίμνη.

.....
.....

γ. Να προτείνετε διαδικασία:

i. διόρθωσης της τιμής του pH.

.....
.....

ii. καταβύθισης των μεταλλο-ιόντων ως ιζημάτων.

.....
.....
.....
.....

Υπόδειξη: Μπορείτε, ενδεικτικά, να κάνετε τις εξής πειραματικές διαδικασίες:

Ιόν	Προσθήκη NaOH	Προσθήκη Na_2CO_3	Προσθήκη HCl
Pb^{2+}			
Fe^{3+}			
Cu^{2+}			

Δραστηριότητα 5.10.

Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης

Φύλλο εργασίας (ψηφιακό υλικό)

(Ενδεικτικός χρόνος: 20 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** ..... **Τμήμα:** .....

Με την είσοδο στον σύνδεσμο
(του Javalab - Science simulations)

https://javalab.org/en/precipitation_reaction_en

εμφανίζεται στην οθόνη

Στο κάτω μέρος της αναγράφονται διαλύματα ορισμένων αλάτων και οι επιλογές Run και Reset

Πιο κάτω στην οθόνη υπάρχει πίνακας με ιζήματα και τα χρώματά τους (αγγλικά).

	Na^+	K^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Pb^{2+}	Ag^+
Cl^-	–	–	–	–	White	White
S^{2-}	–	–	–	–	Black	Black
NO_3^-	–	–	–	–	–	–
SO_4^{2-}	–	–	White	White	White	White
CO_3^{2-}	–	–	White	White	White	Bright Yellow
I^-	–	–	–	–	Yellow	Yellow

Βήματα:

1. Με τρία (3) κλικ στο Na_2S προστίθεται το αντίστοιχο αλάτι. Μόλις βρεθεί στο νερό να εξηγήσετε τι συμβαίνει:
   .....
2. Με τρία (3) κλικ στο $AgNO_3$ προστίθεται στο διάλυμα το αντίστοιχο αλάτι. Μόλις βρεθεί στο νερό να εξηγήσετε τι συμβαίνει:
   .....
   Κάποια στιγμή σχηματίζεται ένας μαύρος κύκλος.
   α. Τι αντιπροσωπεύει αυτός;
   .....
   β. Ποια και πόσα ιόντα τον σχημάτισαν;
   .....
   γ. Τα υπόλοιπα ιόντα στο διάλυμα μπορούν να σχηματίσουν κι άλλο μαύρο κύκλο;

   Ναι ☐ Όχι ☐

   Να εξηγήσετε. .....
   Με Reset η εφαρμογή επανέρχεται στην αρχική κατάσταση.
   Να επαναλάβετε τα βήματα 1 και 2 για να ελέγξετε το αποτέλεσμα της αντίδρασης μεταξύ:
   α. $Ca(NO_3)_2$ και Na_2CO_3. **β.** $Pb(NO_3)_2$ και KI. **γ.** $AgNO_3$ και NaCl.

Πείραμα διερευνητικό 5.3. Φύλλο εργασίας

Ανίχνευση ιόντων σε «άγνωστο» δείγμα (ποιοτική ανάλυση)*

Ονοματεπώνυμο: 1. ..... 2.	**Ημερομηνία:** **Τάξη – Τμήμα:**

Όργανα	**Αντιδραστήρια**
• Στήριγμα με 12 δοκιμαστικούς σωλήνες • Ποτήρι ζέσεως (250 mL) • **Προστατευτικά γυαλιά**.	• Διαλύματα: $Pb(NO_3)_2$, KI (ή NaI), Na_2CO_3, HCl (σε πλαστικά σταγονομετρικά φιαλίδια). • Τρία «άγνωστα» διαλύματα X_1, X_2, X_3 (περιέχουν με «άγνωστη» σειρά: I^-, Cl^-, CO_3^{2-})

1. Να **σχεδιάσετε πείραμα** για να **ανιχνεύσετε** τα **ανιόντα** που υπάρχουν σε καθένα από τα **«άγνωστα» διαλύματα X_1, X_2, X_3**. Έχετε στη διάθεσή σας τα όργανα και τις χημικές ουσίες του παραπάνω πίνακα.

Να γράψετε τη **διαδικασία** που θα ακολουθήσετε, αιτιολογώντας τις επιλογές σας (να αναφέρετε τα όργανα και τις ουσίες που θα χρησιμοποιήσετε σε κάθε βήμα).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Να **πραγματοποιήσετε το πείραμα** που σχεδιάσατε.
Να **γράψετε**: **α.** σε ποια αποτελέσματα των πειραμάτων σας βασιστήκατε για να βρείτε το περιεχόμενο κάθε φιαλιδίου και **β.** τις **χημικές εξισώσεις** των **αντιδράσεων** που πραγματοποιήθηκαν.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Αποτελέσματα:

Διάλυμα	**Ανιόν που περιέχει**	**Αιτιολόγηση**
X_1		
X_2		
X_3		

* Το πείραμα αυτό μπορεί να γίνει εναλλακτικά και σε μικροκλίμακα.

Φύλλο εργασίας Πείραμα 5.4. σε μικροκλίμακα

Χημικές αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

Αντιδραστήρια – υλικά

- Υδατικά διαλύματα (σε πλαστικά σταγονομετρικά φιαλίδια): $Pb(NO_3)_2$, $AgNO_3$, Na_2CO_3, $Fe(NO_3)_3$ (ή $FeCl_3$), $CuSO_4$, NaCl, KI (ή NaI), Na_2S, NaOH, HCl 0,1 M.
- Ο πίνακας Ι μέσα σε πλαστική διαφάνεια ή πλαστικοποιημένος.

Πειραματική διαδικασία

1. Να προσθέσετε σε καθέναν από τους 5 κύκλους κάθε σειράς του πίνακα Ι, δύο (2) σταγόνες από το αντιδρών της κάθε σειράς και στη συνέχεια να προσθέσετε δύο (2) σταγόνες από καθένα αντιδρών της στήλης:

Πίνακας Ι

		$Pb(NO_3)_2$	$AgNO_3$	$Fe(NO_3)_3$	$CuSO_4$	HCl
1.	NaCl					
2.	KI					
3.	Na_2S					
4.	Na_2CO_3					
5.	NaOH					

2. Να **γράψετε τις χημικές εξισώσεις** όσων αντιδράσεων πραγματοποιούνται, αναφέροντας το ίζημα και το χρώμα του ή το αέριο, όπου σχηματίζεται.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.3.2. Αντιδράσεις εξουδετέρωσης

Εξουδετέρωση ονομάζεται η αντίδραση ενός «**οξέος**» με μια «**βάση**».

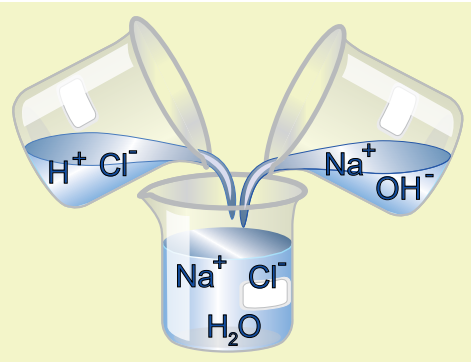
Κατά την αντίδραση μιας βάσης με ένα οξύ παράγεται άλας και νερό.

Βάση + Οξύ → Άλας + Νερό

Π.χ. $NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$

$2KOH(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow K_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$

$3Ca(OH)_2(aq) + 2H_3PO_4(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s)\downarrow + 6H_2O(l)$



Εικόνα 5.11. Εξουδετέρωση οξέος (HCl) με βάση (NaOH)

Η αντίδραση μεταξύ NaOH και HCl σε υδατικό διάλυμα γράφεται ως εξής με ιοντική μορφή:

$Na^+(aq) + OH^-(aq) + H^+(aq) + Cl^-(aq) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l)$

Μετά από την απαλοιφή των ιόντων-θεατών απομένει η καθαρή ιοντική μορφή της χημικής εξίσωσης της αντίδρασης εξουδετέρωσης:

$$OH^-(aq) + H^+(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

Σημείωση: Η **αμμωνία** (NH_3) όταν αντιδρά με οξέα δίνει άλατα αμμωνίου (NH_4^+):

Π.χ. $NH_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow NH_4Cl(aq)$

Και άλλες αντιδράσεις εξουδετέρωσης

Ένα οξύ μπορεί να εξουδετερωθεί και με ένα **βασικό οξείδιο** (δρα όπως η βάση της οποίας είναι ανυδρίτης), ενώ μία βάση μπορεί να εξουδετερωθεί και με ένα **όξινο οξείδιο** (δρα όπως το οξύ του οποίου είναι ανυδρίτης).

α. Βάση + Όξινο οξείδιο → Άλας + Νερό

Π.χ. $2KOH(aq) + N_2O_5(g) \rightarrow 2KNO_3(aq) + H_2O(l)$
[HNO_3]

$Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$*
[H_2CO_3]

β. Βασικό οξείδιο + Οξύ → Άλας + Νερό

Π.χ. $CaO(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l)$
[$Ca(OH)_2$]

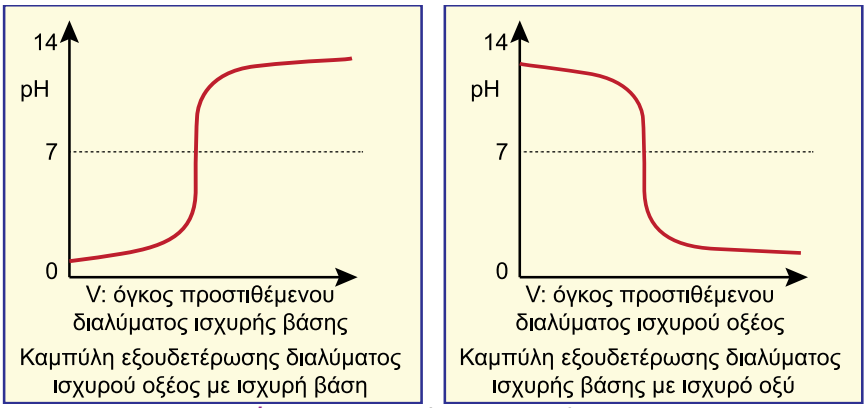
$Fe_2O_3(s) + 6HBr(aq) \rightarrow 2FeBr_3(aq) + 3H_2O(l)$
[$Fe(OH)_3$]

Εικόνα 5.12. Το HCl και η NH_3 αντιδρούν ακόμα και στην αέρια φάση και παράγουν στερεό (λευκό νέφος) NH_4Cl

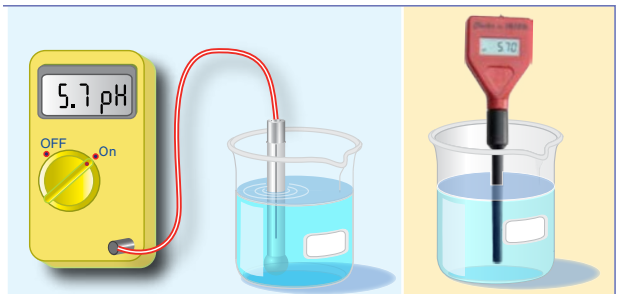
* Ο σχηματισμός λευκού στερεού $CaCO_3$, κατά την αντίδραση του CO_2 με $Ca(OH)_2$ χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του CO_2 στα προϊόντα της καύσης των οργανικών ενώσεων.

Τρόποι διαπίστωσης της πλήρους εξουδετέρωσης ισχυρού οξέος με ισχυρή βάση

Κατά την προσθήκη διαλύματος ισχυρού οξέος (π.χ. HCl) σε διάλυμα ισχυρής βάσης (π.χ. NaOH) ή διαλύματος ισχυρής βάσης (π.χ. NaOH) σε διάλυμα ισχυρού οξέος (π.χ. HCl) και μέτρηση του pH του διαλύματος (με πεχάμετρο) κατά τη διάρκεια της αντίδρασης εξουδετέρωσης, προκύπτουν οι επόμενες γραφικές παραστάσεις (εικόνα 5.13):



Εικόνα 5.13. Καμπύλες εξουδετέρωσης



Εικόνα 5.14. Πεχάμετρα

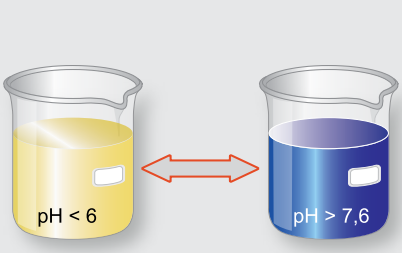
Μπορούμε πειραματικά να διαπιστώσουμε αν έχει γίνει πλήρης εξουδετέρωση μεταξύ ισχυρού οξέος και ισχυρής βάσης (δηλαδή αν το διάλυμα έχει pH = 7): **α.** με πεχάμετρο, **β.** με πεχαμετρικό χαρτί, **γ.** με κατάλληλους δείκτες.

Πεχαμετρικό χαρτί.

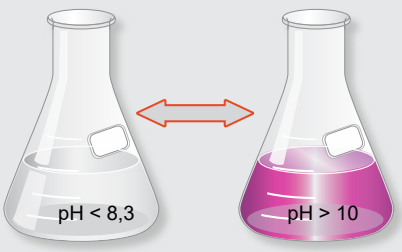
Καταλληλότεροι δείκτες για τη διαδικασία αυτή είναι:

- το *μπλε της βρωμοθυμόλης*: σε βασικά διαλύματα έχει χρώμα μπλε και σε όξινα διαλύματα έχει χρώμα κίτρινο (εικόνα 5.15).
- η *φαινολοφθαλεΐνη*: σε βασικά διαλύματα έχει χρώμα ροζ (φούξια) και σε όξινα διαλύματα είναι άχρωμη (εικόνα 5.16).

Δείκτες οξεοβασικοί ονομάζονται οι ενώσεις που αλλάζουν χρώμα αν αλλάξει το pH διαλύματός τους σε ορισμένα όρια.



Εικόνα 5.15.
Δείκτης μπλε της βρωμοθυμόλης



Εικόνα 5.16.
Δείκτης φαινολοφθαλεΐνη

Πείραμα 5.5. Φύλλο εργασίας

Εξουδετέρωση

Όργανα	Αντιδραστήρια
• Στήριγμα με 2 δοκιμαστικούς σωλήνες • **Προστατευτικά γυαλιά**	• NaOH(aq) 0,1 M, HCl (aq) 0,1 M • Φαινολοφθαλεΐνη (σε πλαστικά σταγονομετρικά φιαλίδια)

Πειραματική διαδικασία*

1. Σε δοκιμαστικό σωλήνα να βάλετε 1 mL **NaOH**(aq) (χρώμα διαλύματος: .....) και στη συνέχεια να προσθέσετε 2-3 σταγόνες **φαινολοφθαλεΐνης** (χρώμα διαλύματος: .....).
2. Να προσθέσετε στον δοκιμαστικό σωλήνα διάλυμα HCl(aq) με πλαστικό σταγονομετρικό φιαλίδιο, σταδιακά, μέχρι να αλλάξει χρώμα ο δείκτης (χρώμα διαλύματος.....).
   Τι περιέχει το τελικό διάλυμα; .....
   .....
3. Ποιο νομίζετε ότι θα είναι το pH του τελικού διαλύματος; pH_1 = ...
4. Να προσδιορίσετε το pH του τελικού διαλύματος (με πεχάμετρο ή με πεχαμετρικό χαρτί): pH_2 = ...
   Αν οι τιμές των pH_1 και pH_2 δεν ταυτίζονται, να εξηγήσετε γιατί.
   .....
   .....

* Το πείραμα αυτό μπορεί να γίνει και σε μικροκλίμακα.

Δραστηριότητα διερευνητική 5.11.

Σε ομάδες, να απαντήσετε στα επόμενα ερωτήματα:

1. **α.** Ποιο οξύ περιέχεται στο γαστρικό υγρό; .....
   β. Σε περίπτωση υπερέκκρισης γαστρικού υγρού, ποια ή ποιες από τις επόμενες ενώσεις θα χρησιμοποιήσετε για να το εξουδετερώσετε;
   i. NaOH, **ii.** $Ca(OH)_2$, **iii.** $NaHCO_3$, **iv.** $Al(OH)_3$,
   v. ασπιρίνη (ακετυλοσαλικυλικό οξύ), **vi.** αεριούχο αναψυκτικό.
   .....
   Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας και να γράψετε τις σχετικές χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων.
   .....
   .....
2. **α.** Ποιο οξύ σχηματίζεται κυρίως στο στόμα μετά από ένα γεύμα πλούσιο σε υδατάνθρακες; .....
   Τι επιπτώσεις έχει αυτό το οξύ στα δόντια;
   .....
   .....
   β. Ποια από τις επόμενες ενώσεις περιέχεται σε κάποιες οδοντόκρεμες και για ποιον λόγο;
   i. NaOH, **ii.** $Ca(OH)_2$, **iii.** $NaHCO_3$, **iv.** $Al(OH)_3$, **v.** H_3PO_4.
   .....
   .....

Συμπλήρωση χημικών αντιδράσεων (V)

(VI)

(VII)

(VIII)

Δραστηριότητα 5.12. Αντιδράσεις εξουδετέρωσης

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

1	$H_2SO_4(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
2	$HNO_3(aq) + KOH(aq) \rightarrow$
3	$HNO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
4	$H_2SO_4(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
5	$H_3PO_4(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
6	$H_3PO_4(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
7	$HNO_3(aq) + Fe(OH)_3(aq) \rightarrow$
8	$H_2SO_4(aq) + Al(OH)_3(aq) \rightarrow$
9	$HCl(aq) + Fe(OH)_3(aq) \rightarrow$
10	$H_3PO_4(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow$
11	$H_2S(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
12	$H_2S(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
13	$NaOH(aq) + N_2O_5(g) \rightarrow$
14	$Ba(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow$
15	$Ca(OH)_2(aq) + N_2O_5(g) \rightarrow$
16	$CaO(s) + HCl(aq) \rightarrow$
17	$Al_2O_3(s) + HNO_3(aq) \rightarrow$
18	$MgO(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (2)
Μεταθετικές αντιδράσεις
(διπλή αντικατάσταση - εξουδετέρωση)

(Ενδεικτικός χρόνος: 40 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** ..... **Τμήμα:** .....

1. Να συμπληρώσετε τις επόμενες χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές).

1. $FeSO_4(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
2. $Pb(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow$
3. $AgNO_3(aq) + K_2CO_3(aq) \rightarrow$
4. $HCl(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
5. $H_3PO_4(aq) + KOH(aq) \rightarrow$
6. $H_2SO_4(aq) + NH_3(aq) \rightarrow$
7. $N_2O_5(g) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
8. $SO_3(s) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
9. $MgO(s) + HCl(aq) \rightarrow$
10. $Fe_2O_3(s) + HCl(aq) \rightarrow$

2. Σε καθεμιά από τις επόμενες δηλώσεις, να γράψετε το Σ, αν αυτό που αναφέρεται είναι σωστό ή το Λ, αν αυτό που αναφέρεται είναι λάθος. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Τα βασικά οξείδια αντιδρούν με βάσεις.	
β. Το SO_3 όταν διαλυθεί στο νερό δίνει διάλυμα με pH < 7.	
γ. Αν διαλύσουμε CaO στο νερό, προκύπτει διάλυμα με pH > 7.	
δ. Το CO_2 αντιδρά με βάσεις.	

3. Πώς θα διαπιστώσετε αν σε ένα υδατικό διάλυμα περιέχεται:

α. Na_2S ή Na_2SO_4 .....

.....

.....

β. Na_2CO_3 ή Na_2SO_4 .....

.....

.....

γ. KI ή KCl .....

.....

.....

4. Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής 4.1 – 4.6 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

4.1. Ένα υδατικό διάλυμα υποψιαζόμαστε ότι περιέχει σχετικά μεγάλη ποσότητα ιόντων χλωρίου. Ποια από τις επόμενες ενώσεις θα προσθέσετε για να διαπιστώσετε την παρουσία Cl^-**:**

α. $Ca(NO_3)_2$

β. Na_2SO_4

γ. AgCl

δ. $AgNO_3$

4.2. Κατά την επίδραση KOH(aq) **σε** $(NH_4)_2CO_3$ **παράγεται αέριο:**

α. H_2

β. O_2

γ. NH_3

δ. CO_2

4.3. Σχηματίζεται ίζημα κατά την ανάμειξη υδατικών διαλυμάτων:

α. $HCl + Pb(NO_3)_2$

β. $HCl + Ca(OH)_2$

γ. $HCl + NaHCO_3$

δ. $HCl + Na_3PO_4$

4.4. Η παρουσία οξέος σε ένα διάλυμα δεν μπορεί να διαπιστωθεί με:

α. CaS

β. $CaSO_3$

γ. $CaCO_3$

δ. $CaSO_4$

4.5. Τα ιόντα «θεατές» στην αντίδραση: $2KI(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow PbI_2(s) + 2KNO_3(aq)$ **είναι:**

α. K^+ και I^-

β. K^+ και NO_3^-

γ. Pb^{2+} και NO_3^-

δ. Pb^{2+} και I^-

4.6. Θα παραχθεί αέριο κατά την ανάμειξη των διαλυμάτων:

α. $HCl(aq) + AgNO_3(aq)$

β. $HCl(aq) + NaOH(aq)$

γ. $HCl(aq) + CaCO_3(aq)$

δ. $HCl(aq) + (NH_4)_2SO_4(aq)$

5.4. Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

5.4.1. Οξείδωση – Αναγωγή

Οξειδοαναγωγικές ονομάζονται οι αντιδράσεις κατά τις οποίες μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης ενός ή περισσοτέρων ατόμων ή ιόντων.

Η αύξηση του αρ.οξ. ενός ατόμου ή ιόντος ονομάζεται οξείδωση, ενώ η μείωση του αρ.οξ. ενός ατόμου ή ιόντος ονομάζεται αναγωγή.

Το άτομο ή το ιόν στο οποίο αυξάνεται ο αρ.οξ. λέμε ότι **οξειδώνεται**.
Το άτομο ή το ιόν στο οποίο μειώνεται ο αρ.οξ. λέμε ότι **ανάγεται**.

Π.χ. στην αντίδραση μεταξύ N_2 και H_2 προς σχηματισμό NH_3:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$$

- ο αρ.οξ. του αζώτου (N) στο N_2 είναι μηδέν και στην NH_3 είναι –3, δηλαδή ο αρ.οξ. του N ελαττώνεται - το N ανάγεται.
- ο αρ.οξ. του υδρογόνου (H) στο H_2 είναι μηδέν και στην NH_3 είναι +1, δηλαδή ο αρ.οξ. του H αυξάνεται - το H οξειδώνεται.

Η αύξηση του αρ.οξ. μπορεί να γίνει με αποβολή ηλεκτρονίων, ενώ η μείωση του αρ.οξ. μπορεί να γίνει με πρόσληψη ηλεκτρονίων*. Προφανώς, όταν υπάρχει αποβολή ηλεκτρονίων από ένα άτομο Χ, θα υπάρχει και πρόσληψή τους από ένα άτομο Ψ. Το άτομο Χ που αποβάλλει ηλεκτρόνια λέμε ότι δρα αναγωγικά (το ίδιο οξειδώνεται), ενώ το άτομο Ψ που προσλαμβάνει ηλεκτρόνια λέμε ότι δρα οξειδωτικά (το ίδιο ανάγεται).

Η **χημική ουσία** η οποία **προκαλεί οξείδωση** (και ταυτόχρονα **ανάγεται**) ονομάζεται **οξειδωτική**.
Η **χημική ουσία** η οποία **προκαλεί αναγωγή** (και ταυτόχρονα **οξειδώνεται**) ονομάζεται **αναγωγική**.

Δραστηριότητα διερευνητική 5.13.

Ορισμός Α: **Οξείδωση** ονομάζεται η ένωση με το οξυγόνο ή η αφαίρεση υδρογόνου από μια ένωση, ενώ **αναγωγή** ονομάζεται η ένωση με το υδρογόνο ή η αφαίρεση οξυγόνου από την ένωση.
Ορισμός Β: **Οξείδωση** ονομάζεται η αποβολή ηλεκτρονίων από μια ουσία, ενώ **αναγωγή** ονομάζεται η πρόσληψη ηλεκτρονίων από μια ουσία.
Ορισμός Γ: **Οξείδωση** ονομάζεται η αύξηση του αρ.οξ., ενώ **αναγωγή** ονομάζεται η ελάττωση του αρ.οξ.
Σε ομάδες, να συζητήσετε και να γράψετε μειονεκτήματα που ενδεχομένως έχει καθένας από τους παραπάνω ορισμούς για την οξείδωση και την αναγωγή.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

* Οξείδωση ή αναγωγή μπορεί να γίνει, όχι μόνο με αποβολή ή πρόσληψη e αντίστοιχα, αλλά και με μετακίνηση e από ένα άτομο προς ηλεκτραρνητικότερο άτομο.
Π.χ. στο H–Cl (που σχηματίζεται: $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$), το κοινό ζεύγος e μεταξύ H και Cl μετακινείται στο πιο ηλεκτραρνητικό Cl, οπότε το H έχει αρ.οξ. +1 (οξειδώθηκε), ενώ το Cl έχει αρ.οξ. –1 (ανάχθηκε).

Διάκριση μεταθετικών - οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων

Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις (Ι)

(ΙΙ)

(ΙΙΙ)

Παράδειγμα 5.5

Στις επόμενες χημικές αντιδράσεις:

1. $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$,

2. $C(s) + 2\,H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$.

3. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2\,HCl(g)$.

να αναφέρετε και να αιτιολογήσετε:

α. ποιο άτομο οξειδώνεται και ποιο άτομο ανάγεται

β. ποια είναι η οξειδωτική ουσία και ποια είναι η αναγωγική ουσία.

Απάντηση

1. Στα αντιδρώντα, το άτομο του C έχει αρ.οξ. = 0, όπως και κάθε άτομο οξυγόνου στο O_2.
Στο CO_2 ο C έχει αρ.οξ. +4 και κάθε άτομο O έχει –2 ⇒
Ο αρ.οξ. του C αυξήθηκε από 0 σε +4. Δηλαδή, το άτομο του C οξειδώνεται, επομένως ο C δρα ως αναγωγικό.
Ο αρ.οξ. του O μειώθηκε από 0 σε – 2. Δηλαδή, το άτομο του O ανάγεται, επομένως το O_2 δρα ως οξειδωτικό.

2. Στα αντιδρώντα, το άτομο του C έχει αρ.οξ. = 0 όπως και κάθε άτομο H στο H_2.
Στο CH_4 ο C έχει αρ.οξ. – 4 και κάθε άτομο H έχει +1 ⇒
Ο αρ.οξ. του C μειώθηκε από 0 σε – 4. Δηλαδή, το άτομο του C ανάγεται, επομένως ο C δρα ως οξειδωτικό.
Ο αρ.οξ. του H αυξήθηκε από 0 σε +1. Δηλαδή, το άτομο του H οξειδώνεται, επομένως το H_2 δρα ως αναγωγικό.

3. Στα αντιδρώντα, κάθε άτομο H έχει αρ.οξ. = 0 όπως και κάθε άτομο Cl.
Στο HCl το H έχει αρ.οξ. +1 και το Cl έχει αρ.οξ. –1 ⇒
Ο αρ.οξ. του H αυξήθηκε από 0 σε +1, δηλαδή το H οξειδώθηκε, άρα το H_2 δρα ως αναγωγικό.
Ο αρ.οξ. του Cl μειώθηκε από 0 σε –1, δηλαδή το Cl ανάχθηκε, άρα το Cl_2 δρα ως οξειδωτικό.

Εφαρμογή 5.5

Στις χημικές αντιδράσεις:

α. $6HCl + 2HNO_3 \rightarrow 3Cl_2 + 2NO + 4H_2O$

β. $2NO_2 + 2NaOH \rightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$

να αναφέρετε και να αιτιολογήσετε:

1. ποιο άτομο οξειδώνεται και ποιο άτομο ανάγεται.

2. ποια ουσία δρα ως οξειδωτικό και ποια ουσία δρα ως αναγωγικό.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.4.2. Κατηγορίες οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων

Στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις ανήκουν: α) κάποιες αντιδράσεις *σύνθεσης* και *αποσύνθεσης* (ή διάσπασης), β) οι αντιδράσεις *απλής αντικατάστασης* και γ) κάποιες αντιδράσεις *πολύπλοκης* μορφής (θα μελετηθούν σε άλλη τάξη).

Α. Αντιδράσεις σύνθεσης και αποσύνθεσης / διάσπασης

α. Αντιδράσεις σύνθεσης: Δύο ή περισσότερες ουσίες ενώνονται και σχηματίζουν μια νέα χημική ουσία.

Π.χ. $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$

$2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(s)$

β. Αντιδράσεις αποσύνθεσης (ή διάσπασης): Μια χημική ένωση διασπάται σε δύο ή περισσότερες απλούστερες ουσίες.

Π.χ. $2KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KCl(s) + 3O_2(g)$

$2HI(g) \xrightarrow{\Delta} H_2(g) + I_2(g)$

Υπάρχουν αντιδράσεις σύνθεσης και διάσπασης που δεν είναι οξειδοαναγωγικές.

Π.χ.

$SO_3(s) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(l)$

$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)$

Β. Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης

Απλή αντικατάσταση ονομάζεται η αντίδραση κατά την οποία ένα στοιχείο *αντικαθιστά* ένα άλλο, *λιγότερο «δραστικό»* από αυτό, σε μια ένωση.

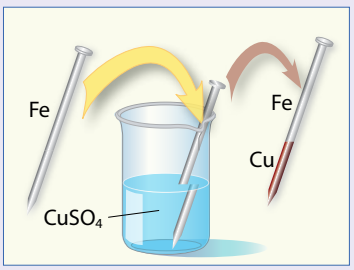
α. Αντικατάσταση μετάλλου (Θ) ή υδρογόνου από δραστικότερο / αναγωγικότερο μέταλλο (Μ):

$$\mathbf{M + \Theta X \rightarrow MX + \Theta}$$

Π.χ. $Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$.

ιοντική μορφή: $Fe(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Fe^{2+}(aq) + Cu(s)$.

Στην αντίδραση αυτή, ο Fe δρα ως αναγωγικό (οξειδώνεται σε Fe^{2+}), ενώ ο Cu^{2+} δρα ως οξειδωτικό (ανάγεται σε Cu).



Επικάθηση κόκκινου Cu στον Fe

Σειρά δραστικότητας / αναγωγικής ισχύος μετάλλων:

K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, [H]*, Cu, Ag, Hg, Pt, Au

——— ελάττωση ———>

* Το **H** παρ' ότι δεν είναι μέταλλο, περιλαμβάνεται στη σειρά αυτή, διότι μπορεί να αντικατασταθεί από μέταλλο στις ενώσεις του.

β. Αντικατάσταση αμετάλλου (Χ) από δραστικότερο / οξειδωτικότερο αμέταλλο (Α):

$$\mathbf{A + \Theta X \rightarrow \Theta A + X}$$

Π.χ. $Cl_2(g) + 2KBr(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + Br_2(l)$

ιοντική μορφή: $Cl_2(g) + 2Br^-(aq) \rightarrow 2Cl^-(aq) + Br_2(l)$

Στην αντίδραση αυτή, το Cl_2 δρα ως οξειδωτικό (ανάγεται σε Cl^-), ενώ το Br^- δρα ως αναγωγικό (οξειδώνεται σε Br_2).

Σειρά δραστικότητας / οξειδωτικής ισχύος αμετάλλων:

F_2, Cl_2, Br_2, O_2, I_2, S

——— ελάττωση ———>

* Τα οξέα HNO_3 και **πυκνό** H_2SO_4 **δεν** δίνουν αντιδράσεις απλής αντικατάστασης, αλλά αντιδράσεις πολύπλοκης μορφής.

Κυριότερες περιπτώσεις απλής αντικατάστασης

1. Μέταλλο (Μ) + Οξύ* → Άλας + H_2

Για να πραγματοποιηθεί αυτή η αντίδραση θα πρέπει το μέταλλο Μ να είναι δραστικότερο / αναγωγικότερο του υδρογόνου (Η).

Π.χ. $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$

Αν το Μ έχει δύο ή περισσότερους αρ.οξ., τότε το παραγόμενο άλας περιέχει το Μ, συνήθως, με τον μικρότερο αρ.οξ. του.

Π.χ. $Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2(g)$

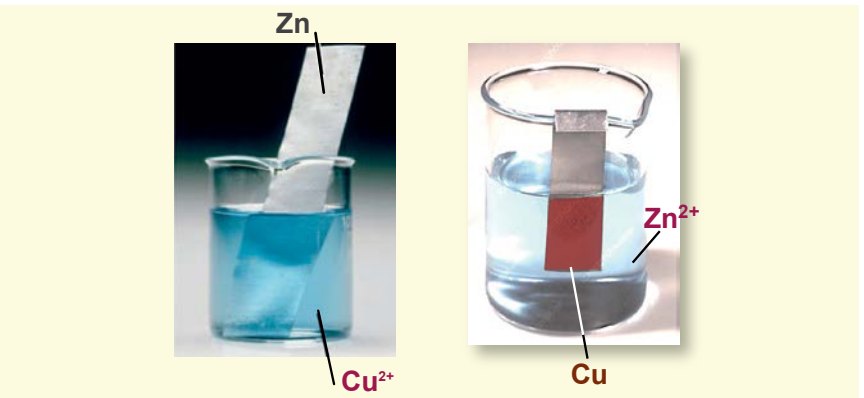
2. Μέταλλο (1) + Άλας (1) → Άλας (2) + Μέταλλο (2)

Π.χ. $Cu(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$.

ιοντική μορφή: $Cu(s) + 2Ag^+(aq) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2Ag(s)$.

$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$.

ιοντική μορφή: $Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$. (εικόνα 5.17)



Εικόνα 5.17. Κατά την εμβάπτιση ελάσματος Zn σε $CuSO_4(aq)$ γίνεται αντίδραση απλής αντικατάστασης. Τα ιόντα $Cu^{2+}(aq)$ έχουν γαλάζιο χρώμα, ενώ τα ιόντα $Zn^{2+}(aq)$ που παράγονται είναι άχρωμα. Έτσι, με την πάροδο του χρόνου, το διάλυμα του $Cu^{2+}(aq)$ αποχρωματίζεται, ενώ ο Zn κοκκινίζει λόγω της επικάθισης Cu.

3. Μέταλλο + H_2O → .....

α. Τα πολύ δραστικά μέταλλα (**K, Na, Ca, Ba**) αντιδρούν με το νερό και παράγεται: βάση + H_2.

Π.χ. $2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$

β. Τα υπόλοιπα, δραστικότερα του Η μέταλλα, αντιδρούν με το νερό, με **θέρμανση**, και παράγεται: οξείδιο + H_2.

Π.χ. $Zn(s) + H_2O(l) \xrightarrow{\Delta} ZnO(s) + H_2(g)$

Εικόνα 5.18. Αντίδραση **νατρίου** με νερό, στο οποίο έχουν προστεθεί σταγόνες φαινολοφθαλεΐνης

Δραστηριότητα 5.14.

Διαθέτουμε δύο δοχεία, ένα χάλκινο και ένα σιδερένιο. Σε ποιο θα αποθηκεύσετε υδατικό διάλυμα: α. HCl, β. $SnSO_4$. Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 5.15.

Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) όσων αντιδράσεων πραγματοποιούνται:

1	$Mg + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
2	$Al + ZnCl_2(aq) \rightarrow$
3	$S + KCl(aq) \rightarrow$
4	$Br_2 + NaI(aq) \rightarrow$
5	$Fe + AgNO_3(aq) \rightarrow$
6	$Cu + HCl(aq) \rightarrow$
7	Fe + αραιό $H_2SO_4(aq) \rightarrow$
8	$Cu + AgNO_3(aq) \rightarrow$
9	$Cu + H_2O(l) \rightarrow$
10	$Ca + H_2O(l) \rightarrow$
11	$K + H_2O(l) \rightarrow$

Δραστηριότητα 5.16.

Δίνονται 6 διαλύματα και 6 δοχεία. Τα 2 δοχεία είναι από χαλκό, τα 2 είναι από αλουμίνιο και τα 2 από γυαλί. Τα διαλύματα είναι:
(**1**) NaCl, (**2**) HCl, (**3**) $Ca(NO_3)_2$, (**4**) $HgCl_2$, (**5**) $FeSO_4$, (**6**) $AgNO_3$.
Να διαλέξετε το κατάλληλο δοχείο για να τοποθετήσετε για φύλαξη κάθε ένα από τα διαλύματα αυτά και να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Δοχείο	Διάλυμα	Αιτιολογία
1ο (Cu)		
2ο (Cu)		
3ο (Al)		
4ο (Al)		
5ο (γυαλί)		
6ο (γυαλί)		

Δραστηριότητα 5.17.

Να συμπληρώσετε τις επόμενες χημικές εξισώσεις (προϊόντα - συντελεστές) και στη συνέχεια να τις γράψετε με ιοντική μορφή:

1	$Na_2CO_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$ ....
2	$Pb(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow$ ....
3	$H_3PO_4(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$ ....
4	$Fe(s) + HCl(aq) \rightarrow$ ....
5	$Mg(s) + AuCl_3(aq) \rightarrow$ ....

Δραστηριότητα 5.18.

α. Ποιες από τις επόμενες αντιδράσεις είναι οξειδοαναγωγής και ποιες δεν είναι;

β. Σε όποιες είναι οξειδοαναγωγής, να αναφέρετε την ουσία που οξειδώνεται και την ουσία που ανάγεται.

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1	$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$ ....
2	$2H_2O(g) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$ ....
3	$2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$ ....
4	$N_2O_5(g) + 2NaOH(aq) \rightarrow 2NaNO_3(aq) + H_2O(l)$ ....
5	$2NO_2(g) + 2KOH(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + KNO_2(aq) + H_2O(l)$ ....

Σχηματική αναπαράσταση χημικών αντιδράσεων (Ι)

Πείραμα διερευνητικό 5.6. Φύλλο εργασίας

Χημικές αντιδράσεις απλής αντικατάστασης

Ονοματεπώνυμο:	Ημερομηνία:
1. ..... 2.	Τάξη – Τμήμα:

Όργανα	Αντιδραστήρια
• Στήριγμα με 7 δοκιμαστικούς σωλήνες • **Προστατευτικά γυαλιά**.	• Διαλύματα: $AgNO_3$, $CuSO_4$, NaCl 0,1 M και HCl 4 M (σε πλαστικά σταγονομετρικά φιαλίδια) • Μέταλλα: Fe (καρφί), Cu (σύρμα ή ταινία), Mg (ταινία)

Πειραματική διαδικασία

1. Να προσθέσετε σε καθέναν από τους 7 δοκιμαστικούς σωλήνες τα δύο αντιδρώντα που αναγράφονται σε κάθε περίπτωση στον παρακάτω πίνακα, ως εξής:
   Να βάλετε περίπου 1 mL από το **1ο αντιδρών** και στη συνέχεια να προσθέσετε το αντίστοιχο **2ο αντιδρών** (μέταλλο), χωρίς να αναδεύσετε.
2. Να **γράψετε** στον Πίνακα Ι **τι παρατηρείτε**, μετά από περίπου 1 λεπτό (*αλλαγή χρώματος μετάλλου* ή/και *διαλύματος*, *σχηματισμός αερίου* ή *στερεού*, *διάλυση μετάλλου* κ.ά.):

Πίνακας Ι

	Χημική αντίδραση	Παρατηρήσεις
	Μέταλλο + Οξύ → … ή Μέταλλο + Άλας → …	
1	**$CuSO_4$**(aq) + **Fe**(s) →	
2	**$AgNO_3$**(aq) + **Cu**(s) →	
3	**$CuSO_4$**(aq) + **Mg**(s) →	
4	**NaCl**(aq) + **Mg**(s) →	
5	**HCl**(aq) + **Mg**(s) →	
6	**HCl**(aq) + **Fe**(s) →	
7	**HCl**(aq) + **Cu**(s) →	

Ασκήσεις:

1. Να συμπληρώσετε στον Πίνακα Ι, τις **χημικές εξισώσεις** (προϊόντα και συντελεστές) όσων **αντιδράσεων** πραγματοποιούνται.
2. Με βάση τα πειράματα που κάνατε, να **κατατάξετε** τα στοιχεία **Cu**, **Mg**, **H**, **Ag**, **Na**, κατ' αυξανόμενη **σειρά δραστικότητας** και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

Εναλλακτικά: Διεξαγωγή του πειράματος 5.6. σε μικροκλίμακα

Αντιδραστήρια – υλικά
• Διαλύματα: $AgNO_3$, $CuSO_4$, NaCl, 0,1 M και HCl 4 M (σε πλαστικά σταγονομετρικά φιαλίδια). • Ρινίσματα μετάλλων: Fe, Cu, Mg. • Ο πίνακας Ι μέσα σε πλαστική διαφάνεια ή πλαστικοποιημένος.

Πειραματική διαδικασία

1. Να τοποθετήσετε σε καθέναν από τους 7 κύκλους του πίνακα Ι, το 1ο αντιδρών (ρίνισμα του μετάλλου) και στη συνέχεια να προσθέσετε πάνω σε αυτό 2-3 σταγόνες από το 2ο αντιδρών:

Πίνακας Ι

$Cu + AgNO_3$	$Fe + CuSO_4$	$Mg + CuSO_4$	Mg + NaCl
Mg + HCl	Fe + HCl	Cu + HCl	

2. Να **γράψετε** στον Πίνακα ΙΙ **τι παρατηρείτε**, μετά από περίπου 1 λεπτό (αλλαγή χρώματος μετάλλου ή/και διαλύματος, σχηματισμός αερίου κ.ά.):

Πίνακας ΙΙ

	Χημική αντίδραση	Παρατηρήσεις
1.	**Cu**(s) + **$AgNO_3$**(aq) →	
2.	**Fe**(s) + **$CuSO_4$** (aq) →	
3.	**Mg**(s) + **$CuSO_4$**(aq) →	
4.	**Mg**(s) + **NaCl**(aq) →	
5.	**Mg**(s) + **HCl**(aq) →	
6.	**Fe**(s) + **HCl**(aq) →	
7.	**Cu**(s) + **HCl**(aq) →	

Ασκήσεις:

1. Να συμπληρώσετε στον Πίνακα ΙΙ, τις **χημικές εξισώσεις** (προϊόντα και συντελεστές) των **αντιδράσεων** που «πραγματοποιούνται».
2. Με βάση τα πειράματα που κάνατε, να κατατάξετε τα στοιχεία Cu, Mg, H, Ag, Na, κατ' αυξανόμενη σειρά δραστικότητας και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (3)
Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής

(Ενδεικτικός χρόνος: 35 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... Ονοματεπώνυμο: ..... Τμήμα: .....

1. Από τις παρακάτω αντιδράσεις:

α. $Cl_2(g) + 2NaI(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + I_2(s)$

β. $2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$

γ. $Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2(g)$.

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

οξειδοαναγωγικές είναι οι .....

2. Για την αντίδραση $F_2(g) + K_2S(aq) \rightarrow S(s) + 2KF(aq)$, να γράψετε και να αιτιολογήσετε:

α. ποια ουσία οξειδώνεται: .....

.....

β. ποια ουσία ανάγεται: .....

.....

γ. ποια ουσία είναι αναγωγική: .....

.....

δ. ποια ουσία είναι οξειδωτική: .....

.....

3. Να συμπληρώσετε τα κενά στην επόμενη πρόταση:

Στην αντίδραση $2Cu(s) + O_2(g) \rightarrow 2CuO(s)$ το άτομο του χαλκού ..... ηλεκτρόνια και μετατρέπεται σε ..... , ενώ το άτομο του οξυγόνου ..... ηλεκτρόνια και μετατρέπεται σε ..... . Δηλαδή, ο Cu δρα ως ..... ουσία και το O_2 ως ..... ουσία.

4. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) όσων από τις επόμενες αντιδράσεις πραγματοποιούνται:

1.	$Mg(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
2.	$Al(s) + ZnCl_2(aq) \rightarrow$
3.	$Fe(s) + H_2O(l) \rightarrow$
4.	$Na(s) + H_2O(l) \rightarrow$
5.	$Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow$
6.	$I_2(s) + KBr(aq) \rightarrow$
7.	$Zn(s) + FeCl_3(aq) \rightarrow$
8.	$Ag(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow$
9.	$Cl_2(g) + KI(aq) \rightarrow$

5. Στο εργαστήριο παρασκευάσατε υδατικό διάλυμα $Pb(NO_3)_2$ ορισμένης περιεκτικότητας. Για να το αποθηκεύσετε, υπάρχουν διαθέσιμα τρία μεταλλικά δοχεία: ένα αλουμινένιο (Al), ένα σιδερένιο (Fe) και ένα χάλκινο (Cu). Σε ποιο δοχείο μπορείτε να αποθηκεύσετε το διάλυμα; Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. Σε διάλυμα HCl με pH = 2 προσθέτουμε έλασμα μαγνησίου.

α. Να περιγράψετε τι θα συμβεί / τι θα παρατηρήσετε και να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που θα γίνει.

.....

.....

.....

.....

β. Το pH του διαλύματος θα αυξηθεί, θα ελαττωθεί ή θα παραμείνει ίδιο; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

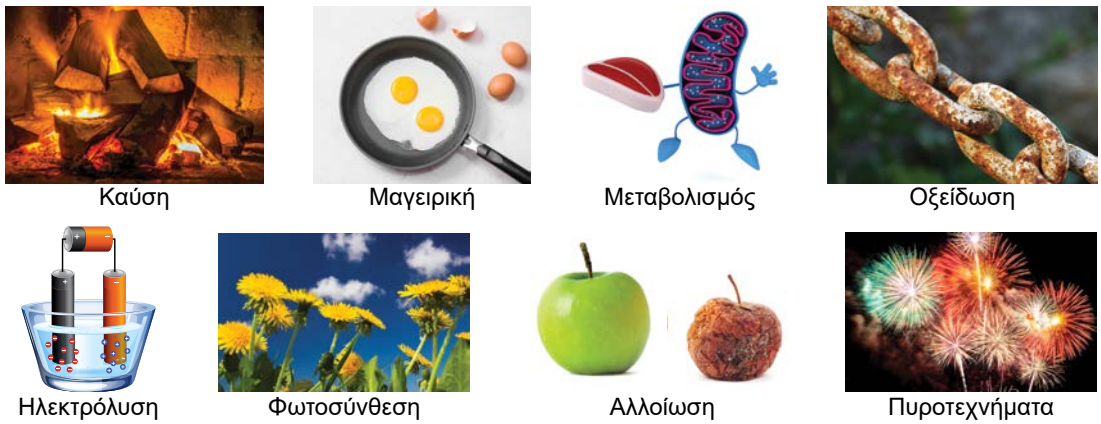
.....

7. Σε καθεμιά από τις επόμενες προτάσεις, να γράψετε το Σ, αν αυτό που αναφέρεται είναι σωστό ή το Λ, αν αυτό που αναφέρεται είναι λάθος. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. Στην αντίδραση $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$, ο Zn δρα ως αναγωγική ουσία.	
β. Η αντίδραση $Cl_2 + KF$ δεν πραγματοποιείται.	
γ. Το K αντιδρά με το νερό και ελευθερώνει οξυγόνο.	
δ. Ο Cu δεν διαλύεται στο HCl(aq).	
ε. Το Na όταν διαλυθεί στο νερό δίνει διάλυμα με pH > 7.	

5.5. Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή

Στην καθημερινή ζωή πολλές διαδικασίες σχετίζονται με οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις: η αναπνοή των ζωικών και φυτικών οργανισμών, οι βιολογικές διαδικασίες (π.χ. φωτοσύνθεση, μεταβολισμός), οι κάθε είδους καύσεις, οι εκρήξεις, η μεταλλουργία και οι μεταλλουργικές διεργασίες, η διάβρωση, οι ηλεκτροχημικές εφαρμογές (π.χ. μπαταρίες, ηλεκτρόλυση, επιμετάλλωση), η βαφή – λεύκανση υφασμάτων, η ετοιμασία διάφορων φαγητών, η επεξεργασία αποβλήτων κ.ά.



Εικόνα 5.20. Διαδικασίες κατά τις οποίες γίνονται χημικές αντιδράσεις

Ενδεικτικά αναφέρονται ορισμένες εφαρμογές χημικών αντιδράσεων:

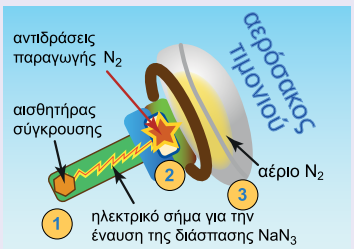
Α. Ο αερόσακος

Κατά την οδήγηση του αυτοκινήτου, το πιο σημαντικό μέσο παθητικής προστασίας είναι η ζώνη ασφαλείας. Όμως, ακόμα και όταν φοράμε τη ζώνη σε μία σύγκρουση (μετωπική ή στο πλάι του αυτοκινήτου) οι επιβάτες ή ο οδηγός μπορούν να μετακινηθούν και να τραυματιστούν στο κεφάλι ή στο σώμα. Για την περίπτωση αυτή δημιουργήθηκαν οι αερόσακοι ασφαλείας.

Ο τρόπος λειτουργίας του αερόσακου είναι αρκετά απλός: όταν γίνεται μια σύγκρουση, αισθητήρες πρόσκρουσης (επιτάχυνσης) αντιλαμβάνονται την αυξημένη επιτάχυνση ή επιβράδυνση του αυτοκινήτου και δίνουν εντολή στους αερόσακους να φουσκώσουν ώστε να προστατευθούν οι επιβαίνοντες. Ο αερόσακος γεμίζει πολύ γρήγορα με αέριο N_2 και μπορεί να απορροφήσει την κρούση των επιβατών. Αυτό μειώνει την πιθανότητα τραυματισμών κατά τη σύγκρουση.

Οι αερόσακοι βρίσκονται διπλωμένοι και τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία (στο τιμόνι κάτω από την κόρνα, στο ταμπλό εμπρός από τον συνοδηγό, στα πλαϊνά της οροφής κ.ά.). Περιέχουν συνήθως την ασταθή χημική ουσία αζίδιο του νατρίου (NaN_3), το οποίο με τη βοήθεια ενός ηλεκτρικού αναφλεκτήρα που είναι ενσωματωμένος στον αερόσακο και παίρνει την εντολή από τους αισθητήρες επιτάχυνσης, εκρήγνυται και παράγει αέριο άζωτο το οποίο φουσκώνει τάχιστα τον αερόσακο σύμφωνα με την αντίδραση:

$$2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(g) + 3N_2(g)$$



Εικόνα 5.21. Τα 3 στάδια λειτουργίας του αερόσακου

Εικόνα 5.22. Ο φουσκωμένος αερόσακος προφυλάσσει από τραυματισμούς

Στους σύγχρονους αερόσακους αντί για NaN_3 χρησιμοποιείται νιτρική γουανιδίνη ($CN_3H_6NO_3$).

Επειδή το παραγόμενο Na είναι πολύ δραστικό και επικίνδυνο για πρόκληση σοβαρών βλαβών, αδρανοποιείται από μείγμα $KNO_3 - SiO_2$.
Η συνολική αντίδραση που γίνεται παράγει επιπλέον αέριο άζωτο:

$$10\ NaN_3 + 2\ KNO_3 + 6\ SiO_2 \rightarrow 5\ Na_2SiO_3 + K_2SiO_3 + 16\ N_2$$

Για να φουσκώσει πλήρως ένας αερόσακος 70 λίτρων χρειάζονται περίπου 100 g NaN_3, σύμφωνα με τις παραπάνω αντιδράσεις.

Το φούσκωμα του αερόσακου γίνεται ταχύτατα διότι η χημική αντίδραση διάσπασης του NaN_3 είναι πολύ γρήγορη. Ο αερόσακος φουσκώνει πλήρως μέσα σε 30 ms, η πρόσκρουση του επιβάτη στον αερόσακο γίνεται μετά από περίπου 20 ms (εξαρτάται και από την ταχύτητα του αυτοκινήτου) και το ξεφούσκωμα γίνεται μετά από περίπου 40 ms (εικόνα 5.23). Να σημειώσουμε ότι ένα ανοιγοκλείσιμο των βλεφάρων αντιστοιχεί σε 100 ms.

Εικόνα 5.23. Το ταχύτατο «φούσκωμα» ενός αερόσακου μετά τη διάσπαση του NaN_3

Υλικά: Οι αερόσακοι κατασκευάζονται συνήθως από υλικά όπως νάιλον, πολυεστέρας ή πολυπροπυλένιο. Αυτά τα υλικά είναι ελαφριά, αλλά ανθεκτικά και έχουν την ικανότητα να αντέχουν τις υψηλές πιέσεις.
Αισθητήρες: Οι αερόσακοι συνήθως συνδέονται με αισθητήρες που ανιχνεύουν τις επιταχύνσεις και τις δυνάμεις που προκύπτουν κατά τη σύγκρουση. Οι αισθητήρες αυτοί ενεργοποιούν τον μηχανισμό που φουσκώνει τον αερόσακο.
Αέριο πλήρωσης: Η κεντρική ιδέα του αερόσακου είναι να φουσκώσει γρήγορα και ασφαλώς όταν ανιχνεύεται μια σύγκρουση. Για να επιτευχθεί αυτό, χρησιμοποιείται αδρανές αέριο (συνήθως άζωτο).
Ελεγκτική μονάδα: Ένας υπολογιστικός ελεγκτής (control unit) διαχειρίζεται τη λειτουργία του αερόσακου. Ο ελεγκτής λαμβάνει πληροφορίες από τους αισθητήρες και αποφασίζει πότε και πώς να ενεργοποιηθεί ο αερόσακος.

Έχουν αναφερθεί αναίτιες (χωρίς καμία σύγκρουση) και τυχαίες ενεργοποιήσεις αερόσακων και έχουν προκληθεί τραυματισμοί, αλλά πρέπει να έχουμε υπόψιν μας ότι παράγονται καθημερινά χιλιάδες αερόσακοι και ως βιομηχανικό προϊόν που παράγεται μαζικά είναι φυσιολογικό να υπάρχουν σε έναν πολύ μικρό βαθμό αστοχίες.

Παρ' όλα αυτά, οι αστοχίες είναι απειροελάχιστες σε σχέση με τον αριθμό των ανθρώπινων ζωών που έχουν προστατευθεί από τη στιγμή που τοποθετήθηκαν στα αυτοκίνητα.

Σήμερα παράγονται ακόμα και αερόσακοι για τους ποδηλάτες που φοριούνται γύρω από τον λαιμό και όταν φουσκώνουν καλύπτουν και προστατεύουν το κεφάλι του ποδηλάτη.

Β. Οι μπαταρίες

Η **μπαταρία** (γαλβανικό στοιχείο) είναι μία συσκευή που μετατρέπει τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η πρώτη διάταξη παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος – μπαταρία παρουσιάστηκε το 1798 από τον Alessandro Volta (1745-1827). Ήταν μία στήλη από διαδοχικά ελάσματα ψευδαργύρου και χαλκού όπου ανάμεσά τους παρεμβαλλόταν ύφασμα εμποτισμένο με διάλυμα ηλεκτρολύτη, για να υπάρχει ηλεκτρική αγωγιμότητα.

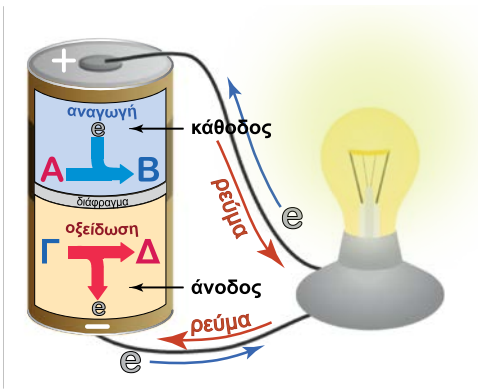
Αργότερα (1867) δημιουργήθηκε το ξηρό στοιχείο από τον George Leclanche (1839-1882), στο οποίο χρησιμοποιήθηκε αντί ηλεκτρολυτικού διαλύματος μια ηλεκτρικά αγώγιμη πάστα, διευκολύνοντας τη συσκευασία και μεταφορά του. Είχε ευρεία χρήση σε ραδιόφωνα, ρολόγια, φωτογραφικές μηχανές κ.ά.

Σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση που γίνεται σε ένα διάλυμα, ηλεκτρόνια μεταφέρονται από το αναγωγικό στο οξειδωτικό. Για παράδειγμα, αν βυθίσουμε έλασμα ψευδαργύρου σε υδατικό διάλυμα ιόντων Cu^{2+}, στην αντίδραση απλής αντικατάστασης που πραγματοποιείται μεταφέρονται ηλεκτρόνια από το έλασμα Zn στα ιόντα $Cu^{2+}(aq)$ που το προσεγγίζουν (εικόνα 5.17):

$$Cu^{2+}(aq) + Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s).$$

Στην μπαταρία, μία οξειδωτική και μία αναγωγική ουσία είναι τοποθετημένες και διαχωρισμένες μεταξύ τους με τέτοιον τρόπο ώστε να μπορούν να αντιδράσουν και να ανταλλάξουν ηλεκτρόνια μόνο εάν τα ηλεκτρόνια διέρχονται πρώτα από έναν εξωτερικό αγωγό.

Μία μπαταρία μπορεί να χωριστεί νοητά σε δύο τμήματα (εικόνα 5.24). Το τμήμα της ανόδου (αρνητικός πόλος, –), όπου μία ουσία Γ που οξειδώνεται (αναγωγική ουσία) ελευθερώνει ηλεκτρόνια τα οποία μέσω ενός εξωτερικού κυκλώματος (που περιλαμβάνει π.χ. τον λαμπτήρα) μεταφέρονται στο τμήμα της καθόδου (θετικός πόλος, +) όπου προσλαμβάνονται από μία άλλη ουσία, την Α, που ανάγεται. Η ενέργεια που παρέχεται στον λαμπτήρα προέρχεται από την ενέργεια που προσδίδεται στα ηλεκτρόνια από τη χημική αντίδραση οξειδοαναγωγής.



Εικόνα 5.24. Η αρχή λειτουργίας μιας μπαταρίας (γαλβανικού στοιχείου) είναι η ίδια σε όλους τους τύπους μπαταριών. Βασίζεται σε οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

Όσο χρονικό διάστημα η μπαταρία τροφοδοτεί με ρεύμα τον λαμπτήρα λαμβάνει χώρα η αντίδραση: Α + Γ → Β + Δ. Όταν οι ποσότητες των αντιδρώντων εξαντληθούν, λέμε ότι η μπαταρία «εξαντλήθηκε» ή «εκφορτίστηκε» και πρέπει να την απορρίψουμε στους ειδικούς κάδους ανακύκλωσης μπαταριών.

Η στήλη του A. Volta

Σήμερα γίνεται εκτεταμένη χρήση των μπαταριών ιόντων λιθίου σε συσκευές, αλλά και στα ηλεκτρικά ή υβριδικά αυτοκίνητα. Όμως, η πιο διαδεδομένη μπαταρία (μέχρι και σήμερα) είναι η επαναφορτιζόμενη μπαταρία *μολύβδου* – οξέος που εφευρέθηκε το 1859 από τον Γάλλο Φυσικό Gaston Planté. Είναι η μπαταρία που υπάρχει σε όλα τα οχήματα με κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Σε κάποιες μπαταρίες (π.χ. ιόντων Li, Ni-Cd και Pb-οξέος) μπορούμε με τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος (από τον φορτιστή) να αντιστρέψουμε την οξειδοαναγωγική αντίδραση και να τις φορτίσουμε εκ νέου, οπότε και να τις επαναχρησιμοποιήσουμε. Αυτές οι μπαταρίες ονομάζονται *επαναφορτιζόμενες*. Έχουν όμως έναν μέγιστο κύκλο φορτίσεων - εκφορτίσεων και όταν παύουν να φορτίζονται πλήρως απορρίπτονται και αυτές στην ανακύκλωση.

Σήμερα, στα οχήματα που κινούνται με κινητήρες εσωτερικής καύσης (βενζίνη, πετρέλαιο και LPG*) οι μπαταρίες μολύβδου – οξέος δεν έχουν ανταγωνιστή και επικρατούν 100% λόγω κόστους, εύκολης συντήρησης, αλλά και της δυνατότητας να παρέχουν μεγάλα ρεύματα (ιδιαίτερα κατά την εκκίνηση του κινητήρα). Σε όλες τις μικρές συσκευές (κινητά, ηλεκτρικά εργαλεία, power bank, bluetooth συσκευές κ.ά), όταν το κόστος δεν ανεβαίνει σημαντικά όλες οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες τείνουν να αντικατασταθούν από μπαταρίες ιόντων λιθίου.

Κυρίως όμως το μεγάλο πεδίο εφαρμογής των μπαταριών ιόντων λιθίου είναι τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Με την αύξηση της παραγωγής των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, οι αυτοκινητοβιομηχανίες επικεντρώθηκαν: **α.** στην κατασκευή κινητήρων που καταναλώνουν λιγότερο καύσιμο, έχουν μεγαλύτερη ισχύ και μικρότερες εκπομπές CO_2 (για να μην ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου) και **β.** στην κατασκευή καλύτερων μπαταριών, δηλαδή μπαταριών που είναι ελαφριές, αποθηκεύουν περισσότερη ενέργεια (για να αυξηθεί η αυτονομία του αυτοκινήτου), έχουν σημαντική διάρκεια ζωής (κύκλοι φορτισης εκφόρτισης) και τέλος απαιτούν μικρό χρόνο πλήρους φόρτισης.

Βέβαια, ενώ στις αστικές περιοχές εκτιμάται ότι θα μειωθεί η ρύπανση, η προστασία του περιβάλλοντος απαιτεί μια πιο σφαιρική και ολιστική αντιμετώπιση. Πολλοί επιστήμονες διατυπώνουν σκεπτικισμό σχετικά με το ενεργειακό αποτύπωμα της γενικευμένης χρήσης μπαταριών λιθίου στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Για να εκτιμηθεί ως φιλικότερη προς το περιβάλλον τεχνολογία, πρέπει να συνεκτιμηθεί η ενέργεια που απαιτείται για την κατασκευή τους και το αποτύπωμα του άνθρακα συνολικά, δηλ. εξόρυξη Li, μεταφορά, εξαγωγή Li από τα μεταλλεύματά του και κατασκευή των μπαταριών.

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι καθημερινά σε όλη τη Γη απορρίπτονται εκατομμύρια μπαταρίες οι οποίες περιέχουν χιλιάδες τόνους χημικών ουσιών που είναι επιβλαβείς για το περιβάλλον. Πρέπει να αποτελέσει συνείδηση σε όλους τους ανθρώπους να γίνεται η απόρριψή τους στα σημεία συλλογής με προορισμό την ανακύκλωσή τους.

* **LPG**: **L**iquefied **P**etroleum **G**as

Εικόνα 5.25. Μπαταρίες

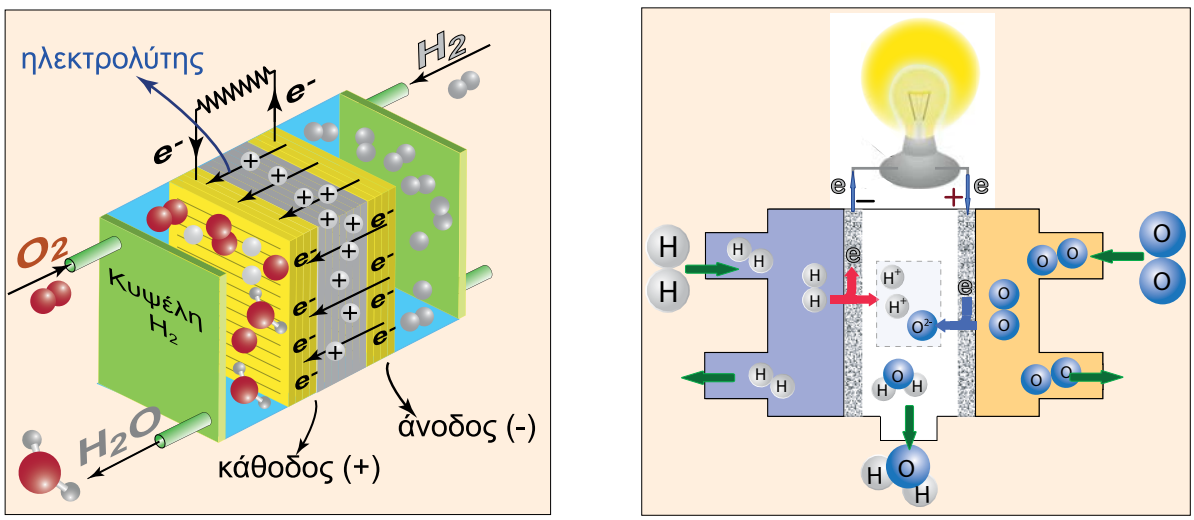
Εικόνα 5.26. Ανακύκλωση μπαταριών

Γ. Οι κυψέλες καυσίμου

Η **κυψέλη καυσίμου υδρογόνου** είναι μία διάταξη η οποία περιλαμβάνει δύο ηλεκτρόδια (την άνοδο και την κάθοδο) τα οποία διαχωρίζονται από μεμβράνη, η οποία έχει τον ρόλο του ηλεκτρολύτη. Η λειτουργία της βασίζεται στην οξειδοαναγωγική αντίδραση του $H_2(g)$ (οξειδώνεται) με το $O_2(g)$ (ανάγεται), στην οποία παράγεται H_2O και απελευθερώνεται ενέργεια, που προσδίδεται στα ηλεκτρόνια τα οποία τη μεταφέρουν μέσω του εξωτερικού κυκλώματος στις συσκευές που τροφοδοτούνται με το ρεύμα του στοιχείου.

$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l) + \text{θερμότητα} + \text{ηλεκτρική ενέργεια}$$

Στο ένα ηλεκτρόδιο της κυψέλης καυσίμου (άνοδος) εισάγεται αέριο υδρογόνο όπου γίνεται οξείδωση και στο άλλο (κάθοδος) αέριο οξυγόνο όπου γίνεται αναγωγή. Τα ηλεκτρόνια μέσω των ηλεκτροδίων οδηγούνται στο εξωτερικό κύκλωμα το οποίο διαρρέεται από συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Η μετατροπή της χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική είναι άμεση και με μεγάλο βαθμό απόδοσης (εικόνα 5.27).



Εικόνα 5.27. Αρχή λειτουργίας κυψέλης καυσίμου υδρογόνου

Οι αντιδράσεις σε μία κυψέλη καυσίμου, η οποία έχει ως ηλεκτρολύτη μεμβράνη ανταλλαγής πρωτονίων (PEM, Proton Exchange Membrane fuel cell), είναι:

άνοδος (οξείδωση): $2\ H_2 \rightarrow 4\ H^+ + 4\ e^-$

κάθοδος (αναγωγή): $O_2 + 4\ H^+ + 4e^- \rightarrow 2\ H_2O$

Τα στοιχεία αυτά ονομάζονται **κυψέλες καυσίμων** επειδή η οξειδοαναγωγική αντίδραση είναι ουσιαστικά ίδια με την αντίδραση καύσης του υδρογόνου.

Παρ' ότι οι κυψέλες καυσίμου είναι πολύ φιλικές με το περιβάλλον κατά τη χρήση τους (π.χ. στα οχήματα μίας πόλης), διότι παράγουν μόνο νερό, επικρατεί σκεπτικισμός από κάποιους ερευνητές για το κατά πόσον η χρήση τους ωφελεί το περιβάλλον σε μία ολιστική θεώρηση. Έτσι, με το δεδομένο ότι η παραγωγή της κυψέλης καυσίμου και η παραγωγή του υδρογόνου απαιτεί σχεδόν τριπλάσια ενέργεια από αυτήν άλλων μπαταριών, χρειάζεται ακόμα μεγάλη προσπάθεια από την επιστημονική κοινότητα, προκειμένου να αποτελέσει μία περιβαλλοντικά συμφέρουσα πρόταση.

Εκτός από την PEM, άλλα είδη **κυψελών καυσίμου** είναι:

- φωσφορικού οξέος (Phosphoric Acid Fuel Cell, PAFC),
- στερεού οξειδίου (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) κ.ά.

Δ. Η φωτοσύνθεση και η αναπνοή

Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις κυριαρχούν στο φαινόμενο της ζωής, στη φωτοσύνθεση και στην αναπνοή.

Η **φωτοσύνθεση** είναι μια πολύπλοκη φωτοχημική οξειδοαναγωγική διεργασία, κατά την οποία οι φωτοσυνθετικοί οργανισμοί, με την επίδραση φωτεινής ενέργειας συνθέτουν τη γλυκόζη από CO_2 και νερό (μετατρέπουν την ενέργεια του ηλιακού φωτός σε χημική ενέργεια), σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$6\,CO_2 + 6\,H_2O \xrightarrow{\text{φωτεινή ενέργεια}} C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$$

Η οξειδοαναγωγική αυτή διαδικασία γίνεται κυρίως στα πράσινα μέρη των φυτών, λόγω της χλωροφύλλης (χρωστική), η οποία δεσμεύει τη φωτεινή ενέργεια και τη χρησιμοποιεί για τη μετατροπή του νερού, των ανόργανων συστατικών (από το έδαφος) και του CO_2 (από την ατμόσφαιρα) σε οξυγόνο και οργανικές ενώσεις πλούσιες σε ενέργεια (υδατάνθρακες π.χ. γλυκόζη).

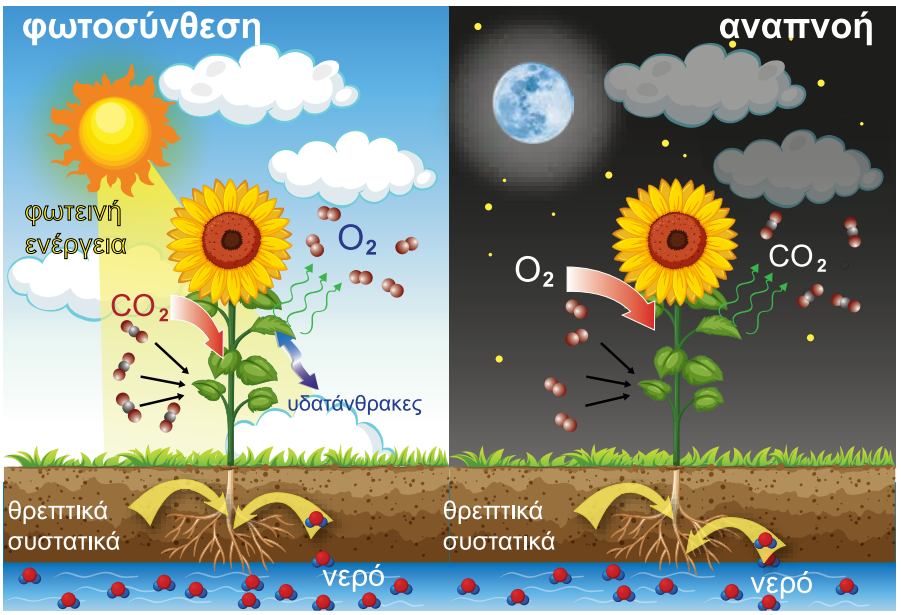
Η **αναπνοή** στους ζωντανούς οργανισμούς είναι βασική οξειδοαναγωγική αντίδραση πρόσληψης του οξυγόνου και οξείδωσης της γλυκόζης προς CO_2 και υδρατμούς, με ταυτόχρονη παραγωγή ενέργειας:

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \rightarrow 6\,CO_2 + 6\,H_2O + \text{ενέργεια}.$$

Η αναπνοή συνδέεται με διάφορες χημικές αντιδράσεις οι οποίες γίνονται στα κύτταρα, όπου συστατικά των τροφίμων οξειδώνονται με αποβολή ηλεκτρονίων τα οποία προσλαμβάνει το οξυγόνο και ανάγεται. Η διαδικασία είναι κρίσιμη για την παραγωγή ενέργειας και την εκδήλωση των φαινομένων ζωής των οργανισμών.

Η φωτοσύνθεση και η αναπνοή (εικόνα 5.28) γίνονται αντίθετα και παράλληλα κατά τη διάρκεια της ημέρας, με τη φωτοσύνθεση να υπερισχύει. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν δεν υπάρχει πλέον η φωτεινή ενέργεια του ήλιου, η παραγωγή οξυγόνου σταματά, οπότε καταναλώνεται O_2 και παράγεται CO_2. Για τον λόγο αυτόν συνιστάται να μην κοιμόμαστε το βράδυ σε κλειστό χώρο όπου υπάρχουν πολλά φυτά.

Φωτοσύνθεση και αναπνοή των φυτών



Εικόνα 5.28. Φωτοσύνθεση και αναπνοή ενός φυτού ημέρα και νύχτα

Ε. Η Χημεία της ζαχαροπλαστικής

Μία από τις πιο απολαυστικές εφαρμογές της Χημείας είναι η ζαχαροπλαστική. Με αλεύρι, ζάχαρη ή άλλες γλυκαντικές ύλες (στέβια, τεχνητές γλυκαντικές ύλες κ.ά.), νερό, βούτυρο ή άλλη λιπαρή ύλη δημιουργείται πλήθος λαχταριστών προϊόντων. Η προσθήκη και άλλων υλικών, π.χ. αυγών, καρπών, φρούτων διαμορφώνει τεράστια ποικιλία.

Πολλά γλυκά παρασκευάζονται από ζύμες (π.χ. κέικ, τούρτες, σφολιάτες κ.ά.). Για να παρασκευαστεί μία ζύμη πρέπει να αναμειχθούν και να ζυμωθούν τα βασικά συστατικά της που είναι αλεύρι, νερό και μαγιά.

Το αλεύρι το οποίο αποτελείται κυρίως από σύνθετους υδατάνθρακες περιέχει και μία πρωτεΐνη, τη γλουτένη, που όταν θα ψηθεί θα συγκολλήσει κόκκους αμύλου του άλευρου και θα δώσει την ελαστικότητα και την αφράτη υφή σε μία ζύμη.

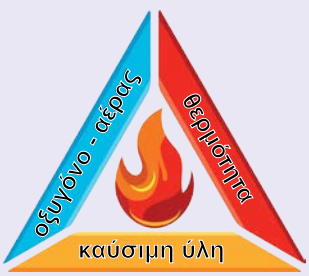
Το φούσκωμα της ζύμης γίνεται από το αέριο προϊόν της ζύμωσης (CO_2) που προκαλεί η *μαγιά* στο άμυλο, παράγοντας ταυτόχρονα αιθανόλη (που εξατμίζεται) ή μπορεί να γίνει με χρήση *διογκωτικών*, όπως είναι το baking powder, το οποίο περιέχει μαγειρική σόδα και τρυγικό οξύ. Κατά την ανάμειξη των συστατικών με νερό ή γάλα στο μείγμα της ζύμης η μαγειρική σόδα αντιδρά με το «οξύ» και παράγει CO_2 που διογκώνει τη ζύμη.

Με το ψήσιμο οι φυσαλίδες εγκλωβίζονται στη μάζα του αρτοσκευάσματος και δημιουργείται ένα αφράτο τελικό προϊόν. Το σκούρο χρώμα που έχουν τα ψημένα προϊόντα οφείλεται στην καραμελοποίηση των υδατανθράκων η οποία γίνεται σε θερμοκρασίες από 110 – 200 °C.

Χημικές αντιδράσεις

ΣΤ. Το τρίγωνο της φωτιάς

Για να υπάρξει φωτιά απαιτείται η συνύπαρξη τριών παραγόντων κατάλληλα συνδυασμένων μεταξύ τους: **α.** η **καύσιμη ύλη**, **β.** το **οξυγόνο** και **γ.** η **θερμότητα**. Οι τρεις αυτοί παράγοντες παρουσιάζονται ως πλευρές ενός τριγώνου που ονομάζεται «τρίγωνο της φωτιάς» (εικόνα 5.29). Η θερμότητα χρειάζεται για να ξεκινήσει η καύση, αλλά στη συνέχεια από την αντίδραση καύσης παράγεται θερμότητα που βοηθά να συνεχίζεται η χημική αντίδραση.



Εικόνα 5.29. Το τρίγωνο της φωτιάς

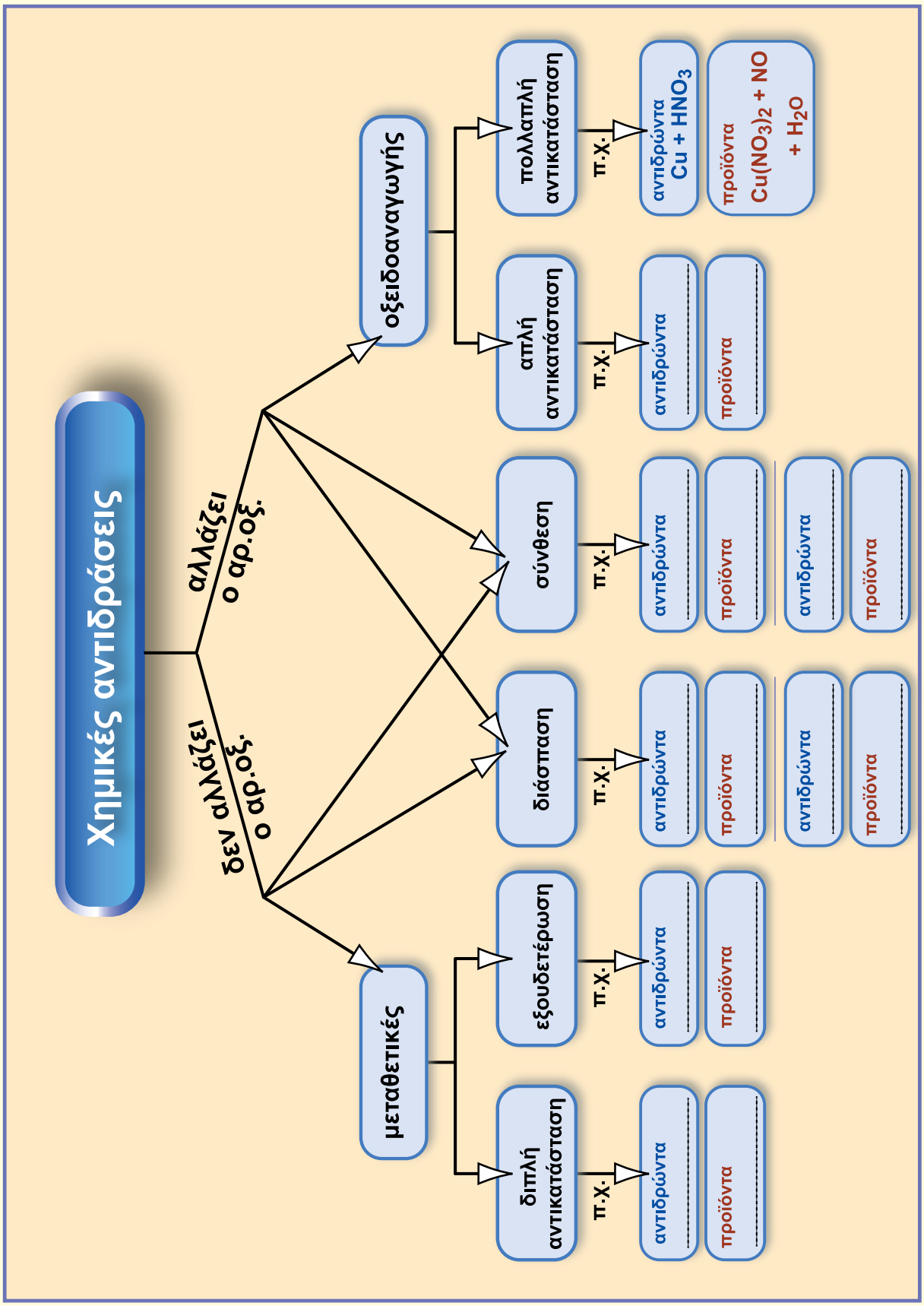
Για να σβήσει η φωτιά είναι απαραίτητη η αφαίρεση ενός παράγοντα (μιας πλευράς) του τριγώνου. Πάνω σε αυτήν την αρχή στηρίζονται όλες οι μέθοδοι πρόληψης και καταστολής των αστικών και δασικών πυρκαγιών. Όταν περιοριστεί ή αποκλειστεί η διαθεσιμότητα είτε του καυσίμου, είτε του οξειδωτικού μέσου π.χ. του οξυγόνου του αέρα, είτε της θερμότητας, η φωτιά θα σβήσει.

Οι πυροσβεστήρες είναι συσκευές που ως σκοπό έχουν την κατάσβεση ή τον έλεγχο σχετικά μικρών πυρκαγιών. Η αρχή της λειτουργίας τους είναι η παρεμπόδιση του οξυγόνου να προσεγγίσει στην καύσιμη ύλη.

Με βάση το κατασβεστικό υλικό, οι συνηθέστεροι πυροσβεστήρες, στην ελληνική αγορά, είναι οι εξής:
1. ξηράς σκόνης (περιέχουν διάφορα άλατα), **2.** CO_2, **3.** AFFF (αφρού) και **4.** wet chemical (υγρός χημικός αφρός).

Πυροσβεστήρας

Δραστηριότητα 5.19. Να συμπληρώσετε τα κενά στον επόμενο χάρτη εννοιών:



Ανακεφαλαίωση

- Η συμβολική αναπαράσταση ενός χημικού φαινομένου γίνεται με τη **χημική εξίσωση**.
  Μπροστά από κάθε ουσία στη χημική εξίσωση της αντίδρασης γράφονται οι **στοιχειομετρικοί συντελεστές** ώστε να τηρείται η αρχή διατήρησης της μάζας, οπότε προκύπτει ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση.
- Οι ιοντικές ενώσεις και ορισμένες ομοιοπολικές ενώσεις των οποίων τα υδατικά διαλύματα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα λέγονται **ηλεκτρολύτες**. Στους ηλεκτρολύτες ανήκουν τα οξέα, οι βάσεις και τα άλατα.
- Οι ηλεκτρολύτες διακρίνονται σε **ισχυρούς** (μετατρέπονται πλήρως σε ιόντα) και σε **ασθενείς** (μετατρέπονται μερικώς σε ιόντα).
- Η διαδικασία της απελευθέρωσης ιόντων από το κρυσταλλικό πλέγμα μιας ιοντικής ένωσης σε υδατικό διάλυμα λέγεται **διάσταση**. Η δημιουργία ιόντων σε υδατικό διάλυμα μιας ομοιοπολικής ένωσης λέγεται **ιοντισμός**.
- **Μεταθετικές** ονομάζονται οι αντιδράσεις στις οποίες δύο ηλεκτρολύτες συνήθως σε υδατικό διάλυμα, ανταλλάσσουν τα ιόντα τους, χωρίς να αλλάζει ο αριθμός οξείδωσης κάποιου ατόμου ή ιόντος.
  Δύο κύριες κατηγορίες μεταθετικών αντιδράσεων – ανταλλαγής ιόντων είναι: 1. Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης, 2. Αντιδράσεις εξουδετέρωσης.
  Για να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης θα πρέπει ένα τουλάχιστον από τα προϊόντα να είναι ίζημα ή αέριο.
- **Εξουδετέρωση** ονομάζεται η αντίδραση οξέος – βάσης και αποδίδεται με τη χημική εξίσωση:
  $$\lambda\ H^+ + \lambda\ OH^- \rightarrow \lambda\ H_2O.$$
  Η διαπίστωση της εξουδετέρωσης μπορεί να γίνει με τη χρήση κατάλληλου δείκτη ή πεχάμετρου.
- **Οξειδοαναγωγικές** λέγονται οι αντιδράσεις κατά τις οποίες μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης ενός ή περισσότερων ατόμων ή ιόντων.
  Οξείδωση ορίζεται η αύξηση του αριθμού οξείδωσης ενός ατόμου ή ιόντος ενώ **αναγωγή** η μείωσή του. Η οξείδωση μπορεί να γίνει με αποβολή ηλεκτρονίων, ενώ η αναγωγή με πρόσληψη ηλεκτρονίων. Η ουσία που δρα **αναγωγικά** (προκαλεί αναγωγή) οξειδώνεται, ενώ αυτή που δρα **οξειδωτικά** (προκαλεί οξείδωση) ανάγεται.
- Μία **αντίδραση απλής αντικατάστασης** γίνεται όταν το δραστικότερο στοιχείο αντικαθιστά ένα άλλο σε χημική ένωση, με βάση τη σειρά δραστικότητας.
- Οι χημικές αντιδράσεις βρίσκουν πολλές εφαρμογές στην καθημερινή ζωή, όπως στους αερόσακους ασφαλείας, στις μπαταρίες, στις κυψέλες καυσίμου κ.ά.

Προτάσεις για διαδικτυακή διερεύνηση

1. **Διαφορές στη μικροσκοπική δομή και στην αγωγιμότητα υδατικού διαλύματος αλατιού, ζάχαρης** (Πανεπιστήμιου του Κολοράντο) στον συνδέσμο:
   http://phet.colorado.edu/el/simulation/legacy/sugar-and-salt-solutions
2. **Αντιδράσεις** σε μικροκλίμακα: **https://www.youtube.com/watch?v=gTD8Km60BNw**
3. **Μπαταρίες: https://chem.noesis.edu.gr/batteries**
   Πώς λειτουργούν οι μπαταρίες Li-ion: **https://www.energy.gov/science/doe-explainsbatteries**
   Προσομοίωση της φόρτισης και εκφόρτισης μιας επαναφορτιζόμενης μπαταρίας ιόντων Li. (youtube) στον συνδέσμο: **https://www.youtube.com/watch?v=jgfceqwqUec**
4. **Φωτοσύνθεση** (youtube) στον συνδέσμο: **https://www.youtube.com/watch?v=ZzdIclv0FHo**

Γνωρίζεις ότι...
Ο ασβέστης

Μια ιστορική αναδρομή ενός χρήσιμου οικοδομικού υλικού

Πώς ανακαλύφθηκαν τα κονιάματα με βάση τον ασβέστη; Δημιουργήθηκαν από πέτρες από ασβεστολιθικό πέτρωμα που θερμάνθηκαν τυχαία σε δυνατή φωτιά. Από την αρχαιότητα, οι άνθρωποι για να διατηρούν τη φωτιά έβαζαν γύρω της πέτρες. Είναι πιθανόν κάποιος να παρατήρησε ότι η λευκή σκόνη που παράχθηκε από τη θέρμανση όταν βράχηκε από βροχή και κατόπιν στέγνωσε, «έδεσε» πολύ γερά με τις πέτρες με τις οποίες βρισκόταν σε επαφή. Έτσι γεννήθηκε ένα αρχαίο οικοδομικό υλικό.

Η «ανακάλυψη» των κονιαμάτων ήταν, επομένως, γεγονός εκατοντάδες χρόνια πριν αποδοθούν με χημικές αντιδράσεις τα φυσικά φαινόμενα της εποχής εκείνης. Η παραγωγή ασβέστη είναι από τις πρώτες χημικές αντιδράσεις που εκμεταλλεύτηκε ο άνθρωπος, μαζί με την καύση.

Ασβεστοκάμινος
Το Ασβεστοχώρι, στα περίχωρα της Θεσσαλονίκης, πήρε το όνομά του από την παραγωγή ασβέστη

ασβεστόλιθος ($CaCO_3$)

ασβέστης (CaO)

Πράγματι, ο ασβέστης αναφέρεται ως ένα από τα παλαιότερα γνωστά υλικά, το ίδιο παλιό όσο και η πέτρα. Χρησιμοποιήθηκε το 4000 π.Χ. στην Αίγυπτο για την κατασκευή των πυραμίδων, όπως επίσης το 1500 π.Χ. για τα παλάτια της Κνωσού στην Κρήτη. Αναφέρεται στη Βίβλο, στην κατασκευή του Σινικού τείχους καθώς και στην κατασκευή του ναού του Απόλλωνα στην Αρχαία Ελλάδα.

Κυρίως όμως επί Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας χρησιμοποιήθηκε ευρέως (αναφέρεται και στην κατασκευή της Αππίας οδού). Μάλιστα ο Βιτρούβιος, που ήταν μηχανικός του Ιούλιου Καίσαρα, έγραψε και προδιαγραφές χρησιμοποίησής του. Η μεγαλύτερη συνεισφορά των Ρωμαίων ήταν η παρατήρηση ότι όταν αναμειγνύεται με ηφαιστειογενούς προέλευσης υλικά, όπως η λάβα από τον Βεζούβιο, διάφορες τέφρες ή αδρανή υλικά, το μείγμα σκλήραινε ακόμα περισσότερο. Με την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας χάθηκε και η σχετική τεχνολογία με αποτέλεσμα να καθυστερήσει σημαντικά η εξέλιξη των κατασκευών.

Η παραπάνω τεχνοτροπία απαντάται αργότερα στο Βυζάντιο. Κατά τον Μεσαίωνα και κυρίως την Αναγέννηση ξαναχρησιμοποιήθηκε ευρέως η άσβεστος είτε σκέτη είτε σε μείγματα με υλικά ηφαιστειακής προέλευσης. Στην πραγματικότητα μέχρι τον 19ο αιώνα στην Ευρώπη και μέχρι το 1890 στην Αμερική, οπότε και άρχισε να αναπτύσσεται το τσιμέντο Πόρτλαντ, η άσβεστος ήταν το κυριότερο υλικό για τις τοιχοποιίες.

Σήμερα, ο ασβέστης παράγεται με θέρμανση ασβεστόλιθου ($CaCO_3$), σε υψηλές θερμοκρασίες άνω των 900°C, σε υψικαμίνους.

$$CaCO_3(g) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)$$

Είδη χημικών αντιδράσεων

Χημικές αντιδράσεις

Ταξίδι στον χρόνο

1. Svante Arrhenius (1859-1927)

Ο Svante Arrhenius ήταν Σουηδός Χημικός με σημαντική συνεισφορά στη Φυσικοχημεία. Αφού αποφοίτησε από το Λύκειο ως πρώτος στην τάξη του, γράφτηκε στο Πανεπιστήμιο της Ουψάλα (Σουηδία) όπου σπούδασε Χημεία (πήρε πτυχίο το 1878). Ξεκίνησε διδακτορικές σπουδές στο ίδιο Πανεπιστήμιο, αλλά επειδή δεν ήταν ικανοποιημένος με τον καθηγητή του στη Φυσική, έφυγε από την Ουψάλα το 1881 για να εργαστεί στη Στοκχόλμη, υπό τον Φυσικό E. Edlund, πάνω στην αγωγιμότητα των διαλυμάτων των ηλεκτρολυτών. Το 1884 ο Arrhenius παρουσίασε τα αποτελέσματά της έρευνάς του (Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes) μαζί με μια νέα θεωρία για τους ηλεκτρολύτες (Théorie chimique des électrolytes) σε μια διατριβή 150 σελίδων για το διδακτορικό του στο Πανεπιστήμιο της Ουψάλα. Οι καθηγητές του δεν εντυπωσιάστηκαν και ενέκριναν με απροθυμία τη διατριβή του, δίνοντάς του τον μικρότερο δυνατό βαθμό.

Το 1886 του απονεμήθηκε επίδομα για σπουδές στο εξωτερικό από τη Βασιλική Σουηδική Ακαδημία Επιστημών που του επέτρεψε να ολοκληρώσει την εκπαίδευσή του (1886-90) στο εργαστήριο του Πανεπιστημίου της Ρίγας με τον μεγάλο Φυσικοχημικό Wilhelm Ostwald, στο Πανεπιστήμιο του Άμστερνταμ με τον J. van't Hoff κ.ά.

Η κύρια συμβολή του Arrhenius στη Φυσικοχημεία ήταν η θεωρία της ηλεκτρολυτικής διάστασης (1887): «*Ορισμένες ουσίες (ηλεκτρολύτες) όταν διαλύονται στο νερό δίνουν διάλυμα που άγει το ηλεκτρικό ρεύμα, επειδή οι ουσίες αυτές διαχωρίζονται ή διασπώνται σε ιόντα κατά τη διάλυσή τους, χωρίς να χρειάζεται γι' αυτό η ύπαρξη ηλεκτρικού ρεύματος*» (ο Faraday είχε υποθέσει ότι τα ιόντα παράγονται μόνο κατά την εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος). Το 1889 διατύπωσε μαθηματικά την εξάρτηση από τη θερμοκρασία των σταθερών ταχύτητας των χημικών αντιδράσεων (γνωστή σήμερα ως «εξίσωση Arrhenius»). Σημαντικές είναι και οι θεωρίες του για τα οξέα και τις βάσεις. Δραστηριοποιήθηκε επίσης στους τομείς της Αστρονομίας και της Κοσμικής Φυσικής.

Το 1891 ο Arrhenius διορίστηκε λέκτορας και το 1895 καθηγητής Φυσικής στο Τεχνικό Πανεπιστήμιο της Στοκχόλμης. Ήταν μέλος της Επιτροπής Νόμπελ Φυσικής και της Βασιλικής Σουηδικής Ακαδημίας Επιστημών από το 1901 έως το 1927 και είχε καθοριστική επιρροή στην απονομή των βραβείων Νόμπελ στη Φυσική και στη Χημεία κατά το μεγαλύτερο μέρος αυτής της περιόδου. Συμμετείχε επίσης στη σύνταξη του καταστατικού του Ιδρύματος Νόμπελ (1900), προτείνοντας οι υποψηφιότητες για τα βραβεία να προέρχονται όχι μόνο από Σουηδούς αλλά και από ξένους επιστήμονες, διασφαλίζοντας έτσι τη διεθνή εμβέλεια των βραβείων.

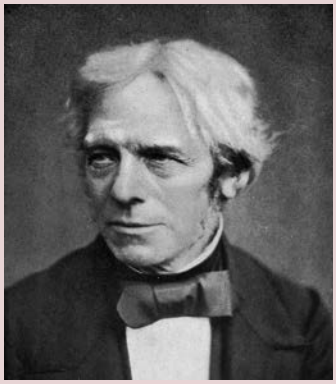
Το 1902 του απονεμήθηκε το μετάλλιο Davy της Βασιλικής Εταιρείας του Λονδίνου και το 1903 έγινε ο πρώτος Σουηδός που έλαβε το Νόμπελ Χημείας (για τη θεωρία της ηλεκτρολυτικής διάστασης).

Ήταν από τους πρώτους επιστήμονες που προέβλεψε ότι οι εκπομπές CO_2 από την καύση ορυκτών καυσίμων θα μπορούσαν να προκαλέσουν υπερθέρμανση του πλανήτη - φαινόμενο του θερμοκηπίου και κλιματική αλλαγή.

Κατά τα τελευταία του χρόνια έγραψε πολλά σχολικά βιβλία και πολλά βιβλία με εκλαΐκευση της επιστήμης για το ευρύτερο κοινό.

Svante-Arrhenius
(1859-1927)

2. Michael Faraday (1791 -1867)



Michael Faraday (1791-1867)

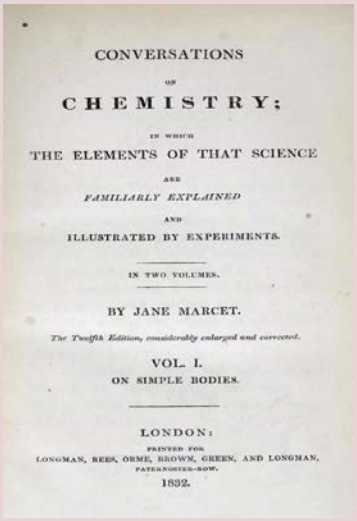
Ο Michael Faraday ήταν Άγγλος Χημικός με σημαντική συνεισφορά και στη Φυσική.

Η επίσημη εκπαίδευση του M. Faraday ήταν στην καλύτερη περίπτωση πρόχειρη. Έγραψε κάποτε: «*Η εκπαίδευσή μου περιλάμβανε λίγο περισσότερο από τα κάποια στοιχεία ανάγνωσης, γραφής και αριθμητικής σε ένα κοινό καθημερινό σχολείο*».

Το 1804, ο νεαρός M. Faraday αναγκάστηκε, λόγω οικονομικών προβλημάτων της οικογένειάς του, να εργαστεί στο βιβλιοπωλείο και βιβλιοδετείο του G. Riebau, ο οποίος προσέλαβε τον Μάικλ ως παιδί για θελήματα, δοκιμαστικά για έναν χρόνο, για να κουβαλάει χαρτιά, να παραδίδει εφημερίδες και στη συνέχεια να τις μαζεύει αφού είχαν διαβαστεί.

Ο M. Faraday εντυπωσίασε γρήγορα τον εργοδότη του με την προθυμία και την εργατικότητά του και μέσα σε έναν χρόνο έγινε δεκτός ως μαθητευόμενος στην τέχνη της βιβλιοδεσίας.

Με τη μαθητεία του στο βιβλιοδετείο, ο Faraday βρέθηκε ανάμεσα σε ένα πλήθος βιβλίων που έπρεπε να δεθούν. Περιτριγυρισμένος από βιβλία όλη μέρα, άρχισε να λαχταρά τη γνώση. Από πού όμως θα μπορούσε να ξεκινήσει; Η απάντηση βρισκόταν γύρω του – στα βιβλία που έπρεπε να δέσει και στα βιβλία στο κατάστημα και στη βιβλιοθήκη του Riebau, τα οποία τελικά του επιτράπηκε να χρησιμοποιήσει.


CONVERSATIONS
ON
CHEMISTRY;
IN WHICH
THE ELEMENTS OF THAT SCIENCE
ARE
FAMILIARLY EXPLAINED
AND
ILLUSTRATED BY EXPERIMENTS.
IN TWO VOLUMES.
BY JANE MARCET.
The Twelfth Edition, considerably enlarged and corrected.
VOL. I.
ON SIMPLE BODIES.
LONDON:
PRINTED FOR
LONGMAN, REES, ORME, BROWN, GREEN, AND LONGMAN,
PATERNOSTER-ROW.
1832.

Ο ίδιος ο Faraday αναφέρει: «*Ως μαθητευόμενος μου άρεσε να διαβάζω τα επιστημονικά βιβλία που έπεφταν στα χέρια μου και μεταξύ αυτών, ενθουσιάστηκα με το βιβλίο «**Συνομιλίες στη Χημεία**»* / «Conversations in Chemistry» (1806) της J. Marcet και τις ηλεκτρικές πραγματείες στην «*Εγκυκλοπαίδεια Britannica*».

Βέβαια, το επιστημονικό του πάθος δεν ήταν να ασχοληθεί με τον ηλεκτρισμό, αλλά με τη Χημεία. Κατάφερε να αποκτήσει το τετράτομο «***Σύστημα Χημείας***» του Thomas Thomson (1807), ένα βιβλίο που προοριζόταν για ειδικούς αναγνώστες ή τουλάχιστον για εκείνους με κάποια εκπαίδευση στη Χημεία.

Επίσης, ο Faraday άρχισε να παρακολουθεί διαλέξεις φυσικής φιλοσοφίας που είχαν ξεκινήσει πρόσφατα από μια οργάνωση που ονομαζόταν «City Philosophical Society» με εισηγητή τον J. Tatum, έναν προοδευτικό και φιλάνθρωπο αργυροχόο που άνοιγε το σπίτι του κάθε Τετάρτη για διαλέξεις σε νέους άνδρες που αναζητούσαν αυτοβελτίωση.

Γράφει ο Faraday: «*Η χρέωση ήταν ένα σελίνι ανά διάλεξη και ο αδελφός μου μού έκανε δώρο τα χρήματα για αρκετές διαλέξεις. Παρακολούθησα δώδεκα ή δεκατρείς διαλέξεις μεταξύ 19 Φεβρουαρίου 1810 και 26 Σεπτεμβρίου 1811*».

Με ιδιαίτερο ζήλο, κράτησε προσεκτικές σημειώσεις από την πρώτη σειρά που καθόταν, τις οποίες επέκτεινε και καθαρόγραφε προσεκτικά σε τετράδια, αμέσως κατά την επιστροφή του στο σπίτι.

Έχοντας επίγνωση της ελλιπούς του εκπαίδευσης, ο Faraday έκανε και άλλα βήματα προς την αυτοβελτίωση. Ζήτησε από τον γραμματέα της Φιλοσοφικής Εταιρείας Edward Magrath να τον εκπαιδεύσει στις δεξιότητες γραφής. Τα μαθήματα συνεχίζονταν επί δύο ώρες την εβδομάδα για μερικά χρόνια. Η ζωή για τον νεαρό Faraday δεν ήταν μόνο ανάγνωση ή γραφή, αλλά άρχισε να δοκιμάζει απλά πειράματα Χημείας, συμπεριλαμβανομένης και εργασίας με ηλεκτρισμό.

Μια μέρα κατά τη διάρκεια του χειμώνα του 1811, ο Riebau έτυχε να δείξει μερικά από τα όμορφα τετράδια του Faraday σε έναν πελάτη, ο οποίος εντυπωσιάστηκε. Ως αποτέλεσμα, ο Faraday πήρε ένα εισιτήριο που του επέτρεπε να παρακολουθήσει μια σειρά διαλέξεων Χημείας από τον νεαρό, φιλόδοξο και χαρισματικό Χημικό **Humphry Davy**. Ο Faraday κράτησε σημειώσεις από τις διαλέξεις του Davy, τις οποίες επιμελήθηκε σε έναν όμορφο τόμο 386 σελίδων με πειράματα και σχέδια συσκευών. Γοητευμένος από τις απόψεις του Davy για τη φύση του χλωρίου, ο Faraday ήταν πεπεισμένος περισσότερο από ποτέ ότι ήθελε να είναι μέρος αυτού του συναρπαστικού κόσμου της επιστήμης της Χημείας. Έτσι, έκανε ένα τολμηρό βήμα: έγραψε στον Davy και του ζήτησε δουλειά. Μαζί με το γράμμα, επισύναψε τον δεμένο τόμο σημειώσεων που είχε κρατήσει παρακολουθώντας τις διαλέξεις του. Η απάντηση του Davy ήταν ευγενική αλλά απογοητευτική: δεν υπήρχαν διαθέσιμες θέσεις.

Στα τέλη Οκτωβρίου ο Davy, ενώ εξέταζε το τριχλωρίδιο του αζώτου, μια πολύ ασταθή ουσία, τυφλώθηκε προσωρινά από μια έκρηξη, οπότε χρειαζόταν κάποιον να γράφει τα πειράματά του και έτσι προσέλαβε προσωρινά για λίγες ημέρες τον νεαρό Faraday για τον σκοπό αυτόν. Όταν ο Davy ανάρρωσε, δεν υπήρχαν ακόμη διαθέσιμες θέσεις.

Τον Φεβρουάριο του 1813, ωστόσο, ένας βοηθός του Davy στο εργαστήριο του Βασιλικού Ινστιτούτου απολύθηκε για συμμετοχή του σε καυγά, οπότε έγινε διαθέσιμη μια θέση και ο Davy δεν είχε ξεχάσει τον πρόθυμο νεαρό, στον οποίο έστειλε γράμμα και τον καλούσε να εμφανιστεί στο Βασιλικό Ινστιτούτο την επόμενη ημέρα!.

Από την 1η Μαρτίου του 1813 ο Faraday άρχισε να εργάζεται στο Βασιλικό Ινστιτούτο.

Το **Βασιλικό Ινστιτούτο** χτίστηκε το 1799 από τον *Benjamin Thompson* (1753-1814), ο οποίος έγινε κόμης Rumford στη Βαυαρία πριν μετακομίσει στο Λονδίνο (αργότερα για να παντρευτεί τη χήρα του Lavoisier στη Γαλλία). Ο Rumford σχεδίασε στο Βασιλικό Ινστιτούτο ένα συνδυαστικό ερευνητικό εργαστήριο (καλά εφοδιασμένο με χημικά και μαγνήτες), βιβλιοθήκη και αίθουσα διαλέξεων. Στο υπόγειο του κτηρίου, την εποχή του Faraday, βρισκόταν το περίφημο χημικό εργαστήριο συνδεδεμένο με ένα μικρό θέατρο. Ήταν το μέρος για να μάθει κάποιος Φυσικές Επιστήμες στο Λονδίνο.

Ο **Davy** είχε κάνει πολλές ανακαλύψεις, αλλά όπως παραδέχτηκε ο ίδιος αργότερα, *η μεγαλύτερη ανακάλυψή του ήταν ο Faraday*.

Τη δεκαετία του 1810 το Βασιλικό Ινστιτούτο ήταν διάσημο για μια επιστήμη: τη **Χημεία**. Στην πραγματικότητα, χάρη στη Χημεία ο Faraday τράβηξε για πρώτη φορά την προσοχή της ευρύτερης επιστημονικής κοινότητας. Η Χημεία μέχρι το 1815 ήταν ένα αντικείμενο με σημαντικές εξελίξεις. Τα τελευταία 40 χρόνια είχε υποστεί όχι μία αλλά δύο μεγάλες επαναστάσεις. Η 1η «*χημική επανάσταση*», είχε συσχετιστεί με το έργο του Lavoisier στη Γαλλία και είχε επαναπροσδιορίσει την έννοια του χημικού στοιχείου. Λίγο αργότερα ο John Dalton πρότεινε τη θεωρία του ότι καθένα από αυτά τα στοιχεία αποτελούνταν από άτομα του ίδιου βάρους και ήταν όλα πανομοιότυπα μεταξύ τους, αλλά διαφορετικά από τα άτομα οποιασδήποτε άλλης ουσίας. Η 2η «*χημική επανάσταση*» ήταν αρκετά διαφορετική από την πρώτη. Ήταν μια νέα, αν και περιορισμένη, εφαρμογή χημικών νόμων στην παραγωγή προϊόντων στη Βιομηχανική Επανάσταση. Οι μεγάλες υφαντουργίες που ξεπήδησαν σε όλη τη βόρεια Βρετανία στις αρχές του 19ου αιώνα χρειάζονταν τεράστιες ποσότητες σαπουνιού (για το πλύσιμο των πρώτων υλών και των προϊόντων τους) και γυαλιού.

Μετά από ένα μεγάλο ταξίδι στην Ευρώπη συνοδεύοντας τον Davy, ο Faraday επέστρεψε στο Λονδίνο τον Απρίλιο του 1815, και ρίχτηκε στη Χημεία με ενθουσιασμό που σημάδεψε ολόκληρη την επιστημονική του ζωή. Μελέτησε επιμελώς όλα τα επιστημονικά περιοδικά που είχε στη διάθεσή του, κρατώντας μια λεπτομερή βιβλιογραφική καταγραφή για όλα όσα διάβασε και σημειώνοντας προσεκτικά όλα όσα τον ενδιέφεραν.

Το 1816 δημοσίευσε την πρώτη εργασία του με τίτλο «*Ανάλυση του καυστικού ασβέστη της Τοσκάνης*». Μέχρι το 1820 ο Faraday είχε καθιερώσει μια μέτρια αλλά σταθερή φήμη ως αναλυτικός Χημικός, τόσο πολύ που συμμετείχε σε δικαστικές υποθέσεις που απαιτούσαν κατάθεση εμπειρογνωμόνων.

Στην εποχή του ο Faraday ήταν ένα πρότυπο για τους επιστήμονες. Ταπεινής καταγωγής, ανέβηκε στον υψηλότερο βαθμό επιστημονικής υπεροχής και ο ηθικός χαρακτήρας και η ακεραιότητά του ήταν στο ίδιο επίπεδο. Ποτέ δεν ντράπηκε για την καταγωγή του και για την προηγούμενη εργασία του και ποτέ δεν προσπάθησε να τα αποκρύψει.

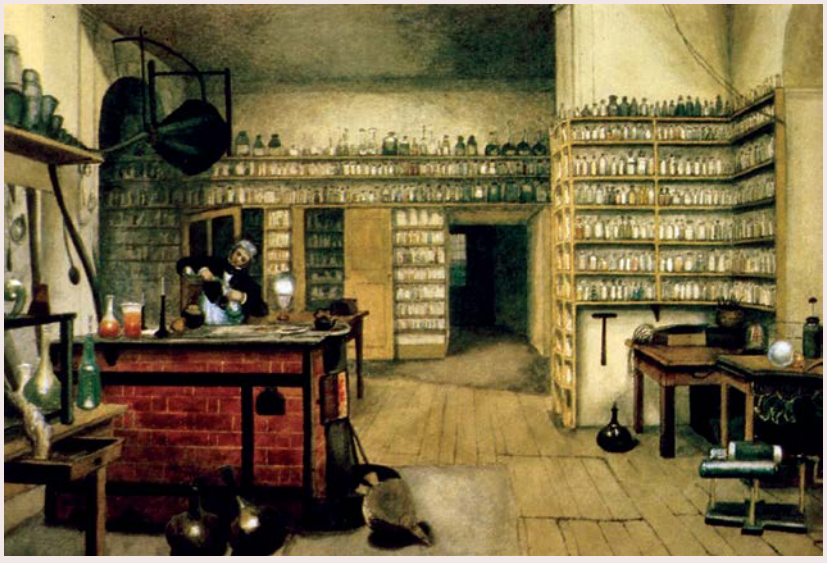
Ο Faraday δεν είχε συνεργάτες ούτε μαθητές και, όπως ο Davy, σχεδόν όλες οι δημοσιεύσεις του φέρουν μόνο το όνομά του.

Το έτος 1821 ήταν ένα σημείο καμπής για τον Faraday ως επιστήμονα. Τα πειράματά του άρχισαν να φωτίζουν πολλές νέες πτυχές της Χημείας, συμπεριλαμβανομένης της βρεφικής τότε επιστήμης της Οργανικής Χημείας, ενός κλάδου της Χημείας που ασχολείται με τις ενώσεις του άνθρακα.

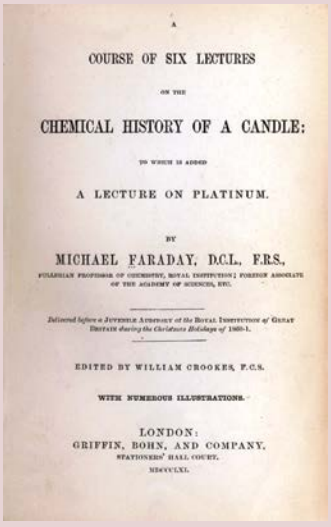
Συνοπτικά, ο Faraday: α) ανακάλυψε νέες χημικές ενώσεις του άνθρακα με το χλώριο, το βενζόλιο, β) ασχολήθηκε με το φαινόμενο της διάχυσης των αερίων και την υγροποίηση των αερίων, γ) μελέτησε τα κράματα του χάλυβα, δ) ανακάλυψε τους νόμους της ηλεκτρόλυσης, την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή κ.ά.
Ο Faraday, επίσης, εισήγαγε στην επιστήμη τους όρους: «**ηλεκτρόλυση**», «**κάθοδος**», «**άνοδος**», «**ιόν**», «**ανιόν**», «**κατιόν**», «**ηλεκτρόδιο**», οι οποίοι προέρχονταν από την ελληνική γλώσσα.

Ξεχωριστή θέση στις δραστηριότητες του Faraday στο Βασιλικό Ίνστιτούτο κατέχει μία σειρά από διαλέξεις Χημείας και Φυσικής. Σε αυτές τις διαλέξεις βασίστηκε η έκδοση του βιβλίου «***Η Χημική Ιστορία ενός Κεριού***» (1861).

Μέχρι τις ημέρες μας, μία σειρά διαλέξεων δίνεται κάθε Χριστούγεννα στο Βασιλικό Ινστιτούτο, οι οποίες φέρουν το όνομα του Faraday.



Ο M. Faraday στο εργαστήριό του στο Βασιλικό Ινστιτούτο



A
COURSE OF SIX LECTURES
ON THE
CHEMICAL HISTORY OF A CANDLE:
TO WHICH IS ADDED
A LECTURE ON PLATINUM.
BY
MICHAEL FARADAY, D.C.L., F.R.S.,
FULLERIAN PROFESSOR OF CHEMISTRY, ROYAL INSTITUTION; FOREIGN ASSOCIATE OF THE ACADEMY OF SCIENCES, ETC.
Delivered before a Juvenile Audience at the Royal Institution of Great Britain during the Christmas Holidays of 1860-1.
EDITED BY WILLIAM CROOKES, F.C.S.
WITH NUMEROUS ILLUSTRATIONS.
LONDON:
GRIFFIN, BOHN, AND COMPANY,
STATIONERS' HALL COURT.
MDCCCLXI.

Γλωσσάρι 5ου κεφαλαίου

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

Α. Η αναπαράσταση των χημικών αντιδράσεων: Οι χημικές εξισώσεις

5.1. Να συμπληρώσετε τους κατάλληλους στοιχειομετρικούς συντελεστές σε καθεμία από τις επόμενες χημικές εξισώσεις.

1. $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$

2. $H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl$

3. $C + O_2 \rightarrow CO$

4. $Al + Br_2 \rightarrow AlBr_3$

5. $C_3H_8 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

6. $SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$

7. $Cl_2 + KI \rightarrow KCl + I_2$

5.2. Το μεθάνιο (CH_4) είναι κύριο συστατικό του φυσικού αερίου. Εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα της Γης από τις πετρελαιοπηγές, τα έλη, τις χωματερές, τις κτηνοτροφικές δραστηριότητες. Αποτελεί ένα από τα αέρια που συμβάλλουν σημαντικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η χημική σύνθεση του μεθανίου μπορεί να γίνει:

α. με αντίδραση άνθρακα και υδρογόνου σε θερμοκρασία 1500 °C,

β. με αντίδραση CO και H_2 παρουσία καταλύτη νικελίου (Ni), οπότε παράγεται μεθάνιο και νερό.

Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων **α.** και **β.** με τους κατάλληλους συντελεστές.

.....

.....

.....

.....

5.3. Η αμμωνία (NH_3) παρασκευάζεται βιομηχανικά σε μεγάλες ποσότητες για παραγωγή πλήθους αζωτούχων ενώσεων, κυρίως λιπασμάτων. Μία μέθοδος παρασκευής της είναι με αντίδραση αζώτου του αέρα και υδρογόνου σε πίεση 200 atm, θερμοκρασία 550 °C με καταλύτη μαγνητίτη (Fe_3O_4).

Να γράψετε τη σχετική χημική εξίσωση.

.....

.....

Β. Ιδιότητες υδατικών διαλυμάτων ηλεκτρολυτών

5.4. Να περιγράψετε και να σχεδιάσετε μια απλή πειραματική διάταξη για να ελέγξετε την αγωγιμότητα μιας ουσίας ή ενός υδατικού διαλύματος.

.....

.....

.....

.....

5.5. Πώς μπορείτε πειραματικά να διαπιστώσετε εάν μια λευκή, κρυσταλλική ουσία είναι ηλεκτρολύτης;

.....

.....

.....

.....

5.6. Πότε ένας ηλεκτρολύτης χαρακτηρίζεται:
α. ισχυρός; **β.** ασθενής;

.....

.....

.....

.....

5.7. **α.** Να γράψετε ένα παράδειγμα ισχυρού ηλεκτρολύτη και τη χημική εξίσωση που αιτιολογεί την ηλεκτρική αγωγιμότητα υδατικού διαλύματός του, όταν αυτός είναι: **i.** ιοντική ένωση, **ii.** ομοιοπολική ένωση.

.....

.....

β. Να γράψετε ένα παράδειγμα ασθενούς ηλεκτρολύτη και τη χημική εξίσωση που αιτιολογεί την ηλεκτρική αγωγιμότητα υδατικού διαλύματός του.

.....

5.8. Να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις χημικές ενώσεις στον πίνακα ως ηλεκτρολύτη ή μη ηλεκτρολύτη.

Ένωση	Χαρακτηρισμός
1. NaCl	
2. HNO_3	
3. KBr	
4. $C_{12}H_{22}O_{11}$	
5. NH_3	
6. CH_3COOH	
7. $Ca(OH)_2$	
8. $C_6H_{12}O_6$	

5.9. Τρία ποτήρια περιέχουν τα άχρωμα υδατικά διαλύματα Α, Β, Γ, στην ίδια θερμοκρασία και έχουν την ίδια συγκέντρωση ουσίας. Το ποτήρι Α περιέχει διάλυμα γλυκόζης, το ποτήρι Β περιέχει διάλυμα CH_3COOH (ξίδι) και το ποτήρι Γ περιέχει διάλυμα NaCl (αλάτι). Να προτείνετε τρόπο διαπίστωσης του περιεχομένου κάθε ποτηριού με κριτήριο την ηλεκτρική τους αγωγιμότητα.

.....

.....

.....

.....

.....

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ***5.10 – 5.21****, να επιλέξετε τη* ***σωστή απάντηση:***

5.10. Το στερεό NaCl
- **α.** έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα που οφείλεται στα ελεύθερα ηλεκτρόνια
- **β.** δεν έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα επειδή δεν υπάρχουν ιόντα
- **γ.** δεν έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα επειδή τα ιόντα είναι σε σταθερές θέσεις στο κρυσταλλικό πλέγμα
- **δ.** έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα επειδή αποτελείται από ιόντα.

5.11. Ενώσεις που σε υδατικό διάλυμα βρίσκονται μόνο με μορφή ιόντων χαρακτηρίζονται ως:
- **α.** ισχυροί ηλεκτρολύτες
- **β.** ασθενείς ηλεκτρολύτες
- **γ.** μη ηλεκτρολύτες
- **δ.** μοριακές ενώσεις

5.12. Ισχυρό οξύ είναι η ένωση:
- **α.** CH_3COOH
- **β.** CH_4
- **γ.** HCl
- **δ.** HCN

5.13. Ισχυρή βάση είναι η ένωση:
- **α.** CH_3CH_2OH
- **β.** NH_3
- **γ.** KOH
- **δ.** CH_3OH

5.14. Η κρυσταλλική ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$) είναι:
- **α.** ισχυρός ηλεκτρολύτης
- **β.** ιοντική ένωση
- **γ.** ασθενής ηλεκτρολύτης
- **δ.** μη ηλεκτρολύτης

5.15. Ασθενής βάση είναι η ένωση:
- **α.** NH_3
- **β.** NaOH
- **γ.** KOH
- **δ.** $Ca(OH)_2$

5.16. Το αιθανικό οξύ (CH_3COOH) είναι
- **α.** ισχυρός ηλεκτρολύτης
- **β.** ιοντική ένωση
- **γ.** ασθενής ηλεκτρολύτης
- **δ.** μη ηλεκτρολύτης

5.17. Όταν στερεό NaCl θερμανθεί πάνω από τους 800 °C τήκεται. Το τήγμα του NaCl:
- **α.** έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα επειδή υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια να κινηθούν
- **β.** δεν έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα
- **γ.** έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα επειδή τα ιόντα μπορούν να κινούνται «ελεύθερα»
- **δ.** δεν έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα επειδή τα ιόντα είναι σε σταθερές θέσεις στο κρυσταλλικό πλέγμα

5.18. Η διαδικασία με την οποία οι ομοιοπολικές ενώσεις σε υδατικό διάλυμα μετατρέπονται σε ιόντα λέγεται
- **α.** διάλυση
- **β.** διάσταση
- **γ.** ιοντισμός
- **δ.** ηλεκτρόλυση

5.19. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα διαλύματος ηλεκτρολύτη οφείλεται στην κίνηση των
- **α.** ηλεκτρονίων
- **β.** ιόντων
- **γ.** ατόμων
- **δ.** μορίων

5.20. Η χημική εξίσωση:
$CH_3COOH(l) + H_2O(l) \rightleftarrows CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$
παριστάνει τον ιοντισμό:
- **α.** ενός ισχυρού ηλεκτρολύτη
- **β.** μιας ιοντικής ένωσης
- **γ.** ενός ασθενή ηλεκτρολύτη
- **δ.** ενός μη ηλεκτρολύτη

5.21. Η διαφορά μεταξύ ενός ηλεκτρολύτη και ενός μη ηλεκτρολύτη είναι:
- **α.** Ο μη ηλεκτρολύτης είναι ιοντική ένωση ενώ ο ηλεκτρολύτης είναι μοριακή ένωση
- **β.** Ο ηλεκτρολύτης εμφανίζει βασική συμπεριφορά σε υδατικό διάλυμα, ενώ ο μη ηλεκτρολύτης όξινη
- **γ.** Υδατικό διάλυμα του ηλεκτρολύτη έχει ηλεκτρική αγωγιμότητα ενώ του μη ηλεκτρολύτη δεν έχει
- **δ.** Οι ηλεκτρολύτες περιέχουν άτομα οξυγόνου στο μόριό τους ενώ οι μη ηλεκτρολύτες άτομα άνθρακα

5.22. Να συμπληρώσετε τα κενά στις επόμενες προτάσεις:
Τα υδατικά διαλύματα των ..... ηλεκτρολυτών έχουν μικρή ηλεκτρική αγωγιμότητα.
Τα υδατικά διαλύματα των ισχυρών ηλεκτρολυτών έχουν ..... ηλεκτρική αγωγιμότητα.
Εάν το υδατικό διάλυμα μιας ουσίας δεν έχει ηλεκτρική ..... τότε η ουσία χαρακτηρίζεται ως …….. ηλεκτρολύτης.

5.23. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις επόμενες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). Να αιτιολογήσετε κάθε χαρακτηρισμό σας.

1. Το ξίδι είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος.	
2. Όταν το K_2O διαλυθεί στο νερό, το διάλυμα που προκύπτει είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος.	
3. Το στερεό NaCl είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος.	
4. Ο χυμός του λεμονιού δεν είναι ηλεκτρικά αγώγιμος.	
5. Όταν N_2O_5 διαλυθεί στο νερό προκύπτει διάλυμα που δεν είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος.	
6. Η εκπνοή μας περιέχει CO_2 το οποίο όταν διαβιβαστεί σε νερό αντιδρά και το υδατικό διάλυμα που σχηματίζεται έχει πολύ μεγάλη ηλεκτρική αγωγιμότητα.	
7. Τα υδατικά διαλύματα των αλάτων είναι ηλεκτρικά αγώγιμα.	

Γ. Μεταθετικές αντιδράσεις – αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

5.24. Να γράψετε πότε μπορεί να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης.

.....

.....

5.25. Το CO_2 μπορεί να παρασκευαστεί με επίδραση υδροχλωρικού οξέος σε: **α.** ανθρακικό ασβέστιο, **β.** ανθρακικό νάτριο, **γ.** υδρογονανθρακικό νάτριο.
Να γράψετε τις σχετικές χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων αυτών.

.....

.....

.....

Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ***5.26 – 5.38****, να επιλέξετε τη* ***σωστή απάντηση:***

5.26. Οι αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης είναι:
α. σύνθεσης
β. αποσύνθεσης
γ. μεταθετικές
δ. οξειδοαναγωγής

5.27. Δεν είναι διαλυτή στο νερό η ένωση:
α. $AgNO_3$
β. K_2SO_4
γ. Na_3PO_4
δ. $PbCl_2$

5.28. Ποια από τις επόμενες ενώσεις είναι διαλυτή στο νερό:
α. PbS
β. $CaCO_3$
γ. K_3PO_4
δ. AgCl

5.29. Σχηματίζεται ίζημα όταν σε διάλυμα $K_2CO_3(aq)$ προστεθεί:
α. $(NH_4)_2S$
β. Na_2SO_4
γ. $NaNO_3$
δ. $Ba(OH)_2$

5.30. Η παρουσία οξέος σε ένα διάλυμα **δεν** μπορεί να διαπιστωθεί με:
α. Na_2S
β. Na_2SO_3
γ. Na_2SO_4
δ. Na_2CO_3

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

5.31. Θα παραχθεί αέριο όταν σε διάλυμα HCl(aq), προστεθεί:
α. Na_2SO_4
β. $Mg(NO_3)_2$
γ. CaS
δ. $AgNO_3$

5.32. Ποια από τις επόμενες αντιδράσεις **δεν** πραγματοποιείται;
α. $HCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
β. $HCl(aq) + CaS(aq) \rightarrow$
γ. $HCl(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$
δ. $HCl(aq) + NH_4NO_3(aq) \rightarrow$

5.33. Σε ποια από τις επόμενες αντιδράσεις, παράγεται αέριο:
α. $HCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
β. $NH_4Cl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
γ. $Na_2CO_3(aq) + K_2S(aq) \rightarrow$
δ. $FeCl_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow$

5.34. Ποιο ζευγάρι ενώσεων θα αντιδράσει όταν διαλυθεί στο νερό;
α. $NaCl + K_2SO_4$
β. $NaCl + NH_4Br$
γ. $NaCl + Pb(NO_3)_2$
δ. $NaCl + (NH_4)_3PO_4$

5.35. Ποιο ζευγάρι ενώσεων θα αντιδράσει όταν διαλυθεί στο νερό;
α. $Na_2CO_3 + KOH$
β. $Na_2CO_3 + H_2SO_4$
γ. $CaCl_2 + NH_4NO_3$
δ. $HCl + (NH_4)_2SO_4$

5.36. Ποια από τις επόμενες είναι αντίδραση σχηματισμού ιζήματος;
α. $NaCl(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
β. $HCl(aq) + CaS(aq) \rightarrow$
γ. $MgCl_2(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
δ. $NaOH(aq) + (NH_4)_3PO_4(aq) \rightarrow$

5.37. Τα ιόντα θεατές στην αντίδραση
$KBr(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgBr(s) + KNO_3(aq)$
είναι:
α. K^+ και Br^-
β. K^+ και NO_3^-
γ. Ag^+ και NO_3^-
δ. Ag^+ και Br^-

5.38. Η ιοντική μορφή της αντίδρασης μεταξύ $K_2S(aq)$ και $FeCl_2(aq)$ είναι:
α. $K^+ + Cl^- \rightarrow KCl$
β. $Fe^{2+} + S^{2-} \rightarrow FeS$
γ. $Fe^{2+} + S^{2-} + 2K^+ + 2Cl^- \rightarrow FeS + 2K^+ + 2Cl^-$
δ. $Fe^{2+} + S^{2-} + 2K^+ + 2Cl^- \rightarrow Fe^{2+} + S^{2-} + 2KCl$

5.39. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) των επόμενων αντιδράσεων και να σημειώσετε το παραγόμενο ίζημα (↓) ή αέριο (↑).
1. $FeCl_2(aq) + K_2CO_3(aq) \rightarrow$
2. $Pb(NO_3)_2(aq) + KOH(aq) \rightarrow$
3. $AgNO_3(aq) + KCl(aq) \rightarrow$
4. $Pb(NO_3)_2(aq) + NaCl(aq) \rightarrow$
5. $CuSO_4(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$
6. $BaCl_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
7. $NaBr(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
8. $KI(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow$
9. $HCl(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow$
10. $NaOH(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$

5.40. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις (προϊόντα και συντελεστές) όσων από τις παρακάτω αντιδράσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν και να σημειώσετε το παραγόμενο ίζημα (↓) ή αέριο (↑).
1. $Pb(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow$
2. $Na_2CO_3(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow$
3. $CaSO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow$
4. $NH_4Cl(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
5. $H_2SO_4(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
6. $Fe(NO_3)_3(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow$
7. $NaNO_3(aq) + KCl(aq) \rightarrow$
8. $KNO_3(aq) + CaI_2(aq) \rightarrow$
9. $ZnCl_2(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$

5.41. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις επόμενες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) και να αιτιολογήσετε κάθε χαρακτηρισμό σας.

1. Η γενική μορφή μιας αντίδρασης διπλής αντικατάστασης είναι: $ΧΨ + ΛΜ \rightarrow ΧΛ + ΜΨ$.	

2. Ο $Pb(NO_3)_2$ αντιδρά με το KI.	
3. Κατά την ανάμειξη μαγειρικής σόδας ($NaHCO_3$) με ξίδι (CH_3COOH) παράγεται αέριο.	
4. Για να πραγματοποιηθεί μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων πρέπει ένα τουλάχιστον προϊόν να είναι ίζημα ή αέριο.	
5. Το $CaCO_3$ δεν αντιδρά με HNO_3.	
6. Αν αναμείξουμε διάλυμα $AgNO_3(aq)$ με διάλυμα KI(aq) σχηματίζεται ίζημα.	
7. Αν αναμείξουμε διάλυμα $Na_2S(aq)$ με διάλυμα $MgCl_2(aq)$ δεν σχηματίζεται ίζημα.	
8. Ένα υδατικό διάλυμα δεν μπορεί να περιέχει H_2SO_4 και $Ca(OH)_2$.	
9. Τα μάρμαρο ($CaCO_3$) δεν διαλύεται στο HCl(aq).	
10. Κατά την επίδραση KOH(aq) σε NH_4Cl παράγεται αέριο.	

Δ. Αντιδράσεις εξουδετέρωσης

5.42. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις των επόμενων αντιδράσεων (προϊόντα - συντελεστές):

1. $K_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow$
2. $Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow$
3. $SO_3(s) + H_2O(l) \rightarrow$
4. $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow$
5. $N_2O_5(g) + H_2O(l) \rightarrow$

5.43. Να γράψετε δίπλα σε κάθε οξύ ή βάση τον αντίστοιχο ανυδρίτη.

	Ανυδρίτης
1. H_2CO_3	
2. HNO_3	
3. H_3PO_4	
4. H_2SO_4	
5. $Mg(OH)_2$	
6. KOH	
7. $Ca(OH)_2$	
8. $Al(OH)_3$	

5.44. Να χαρακτηρίσετε κάθε οξείδιο στον πίνακα ως όξινο ή βασικό.

Οξείδιο	Χαρακτηρισμός
1. CaO	
2. Na_2O	
3. SO_3	
4. N_2O_5	
5. CO_2	

5.45. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις των επόμενων αντιδράσεων (προϊόντα - συντελεστές):

1. $HNO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
2. $CO_2(g) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow$
3. $Zn(OH)_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
4. $BaO(s) + HCl(aq) \rightarrow$
5. $KOH(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow$
6. $Fe(OH)_3(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
7. $Al_2O_3(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
8. $N_2O_5(g) + NaOH(aq) \rightarrow$
9. $Fe_2O_3(s) + HNO_3(aq) \rightarrow$
10. $NH_3(g) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
11. $P_2O_5(s) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$
12. $NH_3(g) + HBr(aq) \rightarrow$

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

5.46. Να συμπληρώσετε στον επόμενο πίνακα τον χημικό τύπο του άλατος που παράγεται από την αντίδραση της ένωσης της οριζόντιας (πάνω) γραμμής με κάθε οξύ της κατακόρυφης στήλης.

Οξείδιο	1. NaOH(aq)	2. NH_3(aq)
α. HCl(aq)		
β. HNO_3(aq)		
γ. H_2SO_4(aq)		
δ. H_3PO_4(aq)		

5.47. Να συμπληρώσετε τις χημικές εξισώσεις των επόμενων αντιδράσεων (προϊόντα - συντελεστές):

1. $HCl(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$

2. $Mg(OH)_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

3. $NaOH(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow$

4. $Fe(OH)_3(s) + HNO_3(aq) \rightarrow$

5. $Al_2O_3(s) + HCl(aq) \rightarrow$

6. $N_2O_5(g) + KOH(aq) \rightarrow$

7. $CO_2(g) + NaOH(aq) \rightarrow$

8. $CaO(s) + HCl(aq) \rightarrow$

9. $Fe_2O_3(s) + HNO_3(aq) \rightarrow$

10. $CO_2(g) + KOH(aq) \rightarrow$

11. $NH_3(g) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

12. $NH_3(g) + HI(aq) \rightarrow$

Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ***5.48 – 5.61****, να επιλέξετε τη* ***σωστή απάντηση:***

5.48. Σε μία αντίδραση εξουδετέρωσης πάντα παράγεται:

α. άλας

β. άλας και νερό

γ. νερό

δ. βάση και νερό

5.49. Τα προϊόντα της αντίδρασης $H_2SO_4(aq) + KOH(aq) \rightarrow$, είναι:

α. $K_2SO_4(aq) + H_2(g)$

β. $KSO_4(aq) + H_2(g)$

γ. $KSO_4(aq) + H_2O(l)$

δ. $K_2SO_4(aq) + H_2O(l)$

5.50. Η αντίδραση $H_2SO_4(aq) + NH_3(aq) \rightarrow$ δίνει τα εξής προϊόντα:

α. $NH_4SO_4(aq) + H_2O(l)$

β. $(NH_4)_2SO_4(aq) + H_2(g)$

γ. $(NH_4)_2SO_4(aq) + H_2O(l)$

δ. $(NH_4)_2SO_4(aq)$

5.51. Τα προϊόντα της αντίδρασης $H_3PO_4(aq) + NaOH(aq) \rightarrow \ldots$, είναι:

α. $Na_3PO_4(aq) + H_2O(l)$

β. $Na_3PO_4(aq) + H_2(g)$

γ. $Na(s) + H_2O(l)$

δ. $Na_3PO_4(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

5.52. Η αντίδραση $2\ KOH(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow \rightarrow K_2SO_4(aq) + 2\ H_2O(l)$, είναι:

α. διπλής αντικατάστασης

β. διάσπασης

γ. σύνθεσης

δ. εξουδετέρωσης

5.53. Η αντίδραση $BaCl_2(aq) + (NH_4)_2SO_4(aq) \rightarrow \rightarrow 2\ NH_4Cl(aq) + BaSO_4(s)$ είναι:

α. εξουδετέρωσης

β. διπλής αντικατάστασης

γ. απλής αντικατάστασης

δ. σύνθεσης

5.54. Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης είναι:

α. σύνθεσης

β. αποσύνθεσης

γ. μεταθετικές

δ. οξειδοαναγωγής

5.55. Το NaOH(aq) μπορεί να αντιδράσει με:

α. K_2O

β. N_2O_5

γ. Fe_2O_3

δ. CaO

5.56. Το HCl(aq) μπορεί να αντιδράσει με:

α. P_2O_5

β. N_2O_5

γ. Fe_2O_3

δ. N_2O_3

5.57. Το $CO_2(g)$ **δεν** μπορεί να αντιδράσει με:

α. KOH

β. CaO

γ. FeO

δ. H_2SO_4

5.58. Ποια από τις επόμενες αντιδράσεις **δεν** θεωρείται εξουδετέρωση:

α. $HCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow$

β. $HCl(aq) + NH_3(aq) \rightarrow$

γ. $KOH(aq) + CO_2(aq) \rightarrow$

δ. $HCl(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow$

5.59. Με ποια από τις επόμενες αντιδράσεις **δεν** μπορεί να παρασκευαστεί K_2SO_4:
α. $H_2SO_4(aq) + KOH(aq) \rightarrow$
β. $SO_3(s) + KOH(aq) \rightarrow$
γ. $K_2CO_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$
δ. $KNO_3(aq) + Na_2SO_4(aq) \rightarrow$

5.60. Η ιοντική μορφή της αντίδρασης μεταξύ HCl(aq) και KOH(aq) είναι:
α. $K^+ + Cl^- \rightarrow KCl$
β. $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$
γ. $K^+ + Cl^- + H^+ + OH^- \rightarrow KCl + H_2O$
δ. $K^+ + Cl^- + H^+ + OH^- \rightarrow KCl + H^+ + OH^-$

5.61. Σε υδατικά διαλύματα ή σε στερεή κατάσταση το NaOH αλλοιώνεται με την πάροδο του χρόνου διότι:
α. αντιδρά με το O_2 του αέρα
β. αντιδρά με το N_2 του αέρα
γ. αντιδρά με το CO_2 του αέρα
δ. απορροφά υγρασία από τον αέρα.

5.62. Να χαρακτηρίσετε κάθε μία από τις ακόλουθες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). Να αιτιολογήσετε τον χαρακτηρισμό σας.

1. Η εξουδετέρωση είναι μόνο η αντίδραση ενός οξέος με μία βάση.	
2. Στην αντίδραση εξουδετέρωσης παράγονται πάντοτε άλας και νερό.	
3. Το CaO αντιδρά με το HNO_3.	
4. Αν διοχετεύσουμε την εκπνοή μας σε υδατικό διάλυμα βάσης που περιέχει μία σταγόνα φαινολοφθαλεΐνης είναι δυνατόν να αποχρωματιστεί το διάλυμα.	
5. Όταν διαβιβάζεται αέριο CO_2 σε διάλυμα $Ca(OH)_2$, το διάλυμα θολώνει.	
6. Κατά την εξουδετέρωση της NH_3 πάντα παράγεται μόνο άλας.	
7. Ένα υδατικό διάλυμα μπορεί να περιέχει HNO_3 και $Ca(OH)_2$.	

5.63. Πώς θα διαπιστώσετε πειραματικά αν μια χημική ένωση είναι:
1. NaCl ή $NaNO_3$ .....
.....
.....
2. K_2S ή KCl .....
.....
.....
3. $CaCO_3$ ή $CaSO_4$ .....
.....
.....
4. $NaNO_3$ ή $Pb(NO_3)_2$ .....
.....
.....

Ε. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

5.64. Να συμπληρώσετε τα κενά στην επόμενη πρόταση.
Απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει η αντίδραση απλής αντικατάστασης Γ + ΔΘ → ΓΘ + Δ είναι το ..... να είναι δραστικότερο του ..... .

5.65. Να συμπληρώσετε (προϊόντα και συντελεστές) όσες από τις επόμενες χημικές αντιδράσεις πραγματοποιούνται:
1. $Cu(s) + HCl(aq) \rightarrow$
2. $Fe(s) + K_3PO_4(aq) \rightarrow$
3. $Fe(s) + HI(aq) \rightarrow$
4. $Al(s) + HCl(aq) \rightarrow$
5. $Al(s) + FeBr_2(aq) \rightarrow$
6. $Cu(s) + AgNO_3(aq) \rightarrow$
7. $F_2(g) + KCl(aq) \rightarrow$
8. $Br_2(l) + KI(aq) \rightarrow$
9. $Cl_2(g) + AlBr_3(aq) \rightarrow$
10. $Ca(s) + H_2O(l) \rightarrow$
11. $Zn(s) + H_2O(l) \rightarrow$

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ***5.66 – 5.95****, να επιλέξετε τη* ***σωστή απάντηση:***

5.66. Η αντίδραση οξείδωσης μιας χημικής ένωσης μπορεί να συνοδεύεται από:
α. απώλεια υδρογόνου
β. απώλεια οξυγόνου
γ. πρόσληψη υδρογόνου
δ. πρόσληψη ηλεκτρονίων

5.67. Οξειδοαναγωγική αντίδραση είναι η:
α. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2\,HCl(g)$
β. $CaO(s) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$
γ. $HBr(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow AgBr(s) + HNO_3(aq)$
δ. $SO_3(s) + H_2O(l). \rightarrow H_2SO_4(aq)$

5.68. Η αντίδραση $Zn(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(\uparrow)$ είναι:
α. αντίδραση σύνθεσης
β. αντίδραση διάσπασης
γ. αντίδραση απλής αντικατάστασης
δ. αντίδραση διπλής αντικατάστασης

5.69. Κατά την αντίδραση μεταξύ Zn(s) και $CuSO_4(aq)$:
α. αυξάνεται ο αρ. οξ. του Zn
β. μειώνεται ο αρ. οξ. του Zn
γ. ο Zn ανάγεται
δ. ο Cu οξειδώνεται

5.70. Στην αντίδραση
$CuO(s) + CO(g) \rightarrow Cu(s) + CO_2(g)$
η αναγωγική ουσία είναι:
α. CuO
β. CO
γ. Cu
δ. CO_2

5.71. Η αντίδραση $Fe_2O_3(s) + 2\,Al(s) \rightarrow Al_2O_3(s) + 2\,Fe(s)$ είναι:
α. αντίδραση σύνθεσης
β. αντίδραση διάσπασης
γ. αντίδραση απλής αντικατάστασης
δ. αντίδραση διπλής αντικατάστασης

5.72. Ένα υδατικό διάλυμα $Pb(NO_3)_2$ μπορούμε να το αναδεύσουμε, χωρίς να αλλοιωθεί, με μεταλλικό αναδευτήρα από:
α. αλουμίνιο (Al)
β. ψευδάργυρο (Zn)
γ. χαλκό (Cu)
δ. σίδηρο (Fe)

5.73. Κατά την αντίδραση μεταξύ Zn(s) και $CuSO_4(aq)$:
α. ο Cu^{2+} προσλαμβάνει ηλεκτρόνια
β. ο Zn οξειδώνεται
γ. ο αρ. οξ. του Cu^{2+} μειώνεται
δ. όλα τα προηγούμενα

5.74. Ποια από τις επόμενες χημικές εξισώσεις **δεν** είναι σωστή:
α. $Sn(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow SnSO_4(aq) + H_2(g)$
β. $Fe(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + H_2(g)$
γ. $2Fe(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2FeCl_3(aq) + 3H_2(g)$
δ. $Cu(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + Ag(s)$

5.75. Ποια από τις επόμενες είναι αντίδραση οξειδοαναγωγής:
α. $H_2SO_4(aq) + 2KOH(aq) \rightarrow K_2SO_4(aq) + 2H_2O$
β. $3Mg(s) + 2AlCl_3(aq) \rightarrow 3MgCl_2(aq) + 2Al(s)$
γ. $ZnCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2O + CO_2(g)$
δ. $CuO(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CuCl_2(aq) + H_2O$

5.76. Οι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης είναι:
α. σύνθεσης
β. αποσύνθεσης
γ. μεταθετικές
δ. οξειδοαναγωγής

5.77. Ποια από τις αντιδράσεις **δεν** πραγματοποιείται:
α. $Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow$
β. $Cu(s) + HCl(aq) \rightarrow$
γ. $Cl_2(g) + KBr(aq) \rightarrow$
δ. $Ca(s) + H_2O(l) \rightarrow$

5.78. Ποια από τις επόμενες δηλώσεις είναι σωστή για το μέταλλο Na(s):
α. δεν διαλύεται στο νερό
β. δεν αντιδρά με το νερό
γ. αντιδρά με το νερό και δίνει $NaOH + H_2$
δ. αντιδρά με το νερό και δίνει $Na_2O + H_2$

5.79. Αν διαβιβασθεί Cl_2 σε διάλυμα που περιέχει KF, KBr και KI, θα σχηματιστεί:
α. F_2
β. Br_2
γ. Br_2 και I_2
δ. F_2, Br_2 και I_2

5.80. Σε ποιο από τα επόμενα δοχεία μπορεί να αποθηκευτεί HCl(aq) χωρίς να αλλοιωθεί:
α. σιδερένιο
β. αλουμινένιο
γ. χάλκινο
δ. μολύβδινο

5.81. Ποια από τις αντιδράσεις πραγματοποιείται, σε θ = 25 °C:
α. $Fe(s) + H_2O(l) \rightarrow$
β. $Cu(s) + H_2O(l) \rightarrow$
γ. $Al(s) + H_2O(l) \rightarrow$
δ. $Ca(s) + H_2O(l) \rightarrow$

5.82. Το αραιό $H_2SO_4(aq)$ μπορεί να αντιδράσει μόνο με:
α. Ag
β. Cu
γ. Fe
δ. Au

5.83. Όταν προστεθεί K(s) στο νερό, προκύπτει διάλυμα με:
α. pH < 7
β. pH > 7
γ. pH = 7
δ. pH = 0

5.84. Ποια από τις επόμενες αντιδράσεις **δεν** πραγματοποιείται;
α. $Fe(s) + HCl\ (aq) \rightarrow$
β. $Zn(s) + HCl\ (aq) \rightarrow$
γ. $Ag(s) + HCl(aq) \rightarrow$
δ. $Pb(s) + HCl(aq) \rightarrow$

5.85. Κατά την προσθήκη Mg σε αραιό $H_2SO_4(aq)$, σχηματίζεται:
α. H_2
β. O_2
γ. SO_2
δ. H_2S

5.86. Τα μέταλλα Χ, Ψ δίνουν τις αντιδράσεις:
$\Psi(s) + XSO_4 \rightarrow \Psi SO_4 + X(s)$
$X(s) + ZSO_4 \rightarrow XSO_4 + Z(s)$
Η σειρά δραστικότητας των Χ, Ψ, Ζ, είναι:
α. Χ > Ψ > Ζ
β. Ζ > Ψ > Χ
γ. Ψ > Ζ > Χ
δ. Ψ > Χ > Ζ

5.87. Για τα μέταλλα Χ, Ψ, Ζ ισχύει ότι:
$X(s) + ZCl(aq) \rightarrow XCl(aq) + Z(s)$
$Z(s) + \Psi Cl(aq) \rightarrow$ δεν γίνεται
$\Psi(s) + XCl(aq) \rightarrow \Psi Cl(aq) + X(s)$
Η σειρά δραστικότητας των Χ, Ψ, Ζ είναι:
α. Ζ > Ψ > Χ
β. Χ > Ψ > Ζ
γ. Ψ > Ζ > Χ
δ. Ψ > Χ > Ζ

5.88. Ποιο από τα επόμενα οξέα **δεν** δίνει απλή αντικατάσταση:
α. HCl (aq)
β. HBr (aq)
γ. $HNO_3(aq)$
δ. $H_3PO_4(aq)$

5.89. Ποια από τις επόμενες ουσίες **δεν** αντιδρά με HCl(aq):
α. $CuCO_3$
β. CuS
γ. CuO
δ. Cu

5.90. Η ουσία που όταν αντιδράσει με HCl(aq) θα παραχθεί $H_2(g)$, είναι:
α. $MgCO_3$
β. $Mg(OH)_2$
γ. MgO
δ. Mg

5.91. Ποια από τις επόμενες αντιδράσεις είναι οξειδοαναγωγής;
α. $HCl(aq) + KOH(aq) \rightarrow$
β. $Mg(s) + AlCl_3(aq) \rightarrow$
γ. $CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow$
δ. $CaO(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow$

5.92. Ποιο στοιχείο οξειδώνεται στην αντίδραση;
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$
α. O
β. H
γ. C
δ. C και H

5.93. Ποιο στοιχείο ανάγεται στην αντίδραση:
$Zn + 2AgNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + 2Ag$
α. O
β. N
γ. Ag
δ. Zn

5.94. Ταινία ψευδαργύρου (Zn) πλάτους 1 cm και μήκους 10 cm βυθίζεται η μισή σε υδατικό διάλυμα $CuSO_4$. Μετά από μερικά λεπτά διαπιστώνεται ότι:
α. εκλύεται αέριο
β. η ταινία ψευδαργύρου παρέμεινε όπως ήταν αρχικά
γ. η ταινία ψευδαργύρου η βυθισμένη στο διάλυμα «κοκκίνισε»
δ. το χρώμα του διαλύματος δεν άλλαξε

5.95. Ταινία χαλκού (Cu) πλάτους 1 cm και μήκους 10 cm βυθίζεται η μισή σε υδατικό διάλυμα $ZnSO_4$. Μετά από μερικές ώρες διαπιστώνεται ότι:

α. το χρώμα της χάλκινης ταινίας που είναι βυθισμένη στο διάλυμα έχει αλλοιωθεί

β. η χάλκινη ταινία παρέμεινε όπως ήταν αρχικά

γ. το χρώμα του διαλύματος άλλαξε

δ. ψευδάργυρος επικάθησε στο βυθισμένο μέρος της ταινίας του χαλκού

5.96. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις επόμενες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). Να αιτιολογήσετε τον χαρακτηρισμό σας.

1. Το υδροχλωρικό οξύ αντιδρά με όλα τα μέταλλα και ελευθερώνει αέριο υδρογόνο.
.....
.....
.....

2. Το κάλιο αντιδρά με το νερό και παράγεται αέριο οξυγόνο.
.....
.....
.....

3. Ο άργυρος αντιδρά με HCl(aq) και παράγεται αέριο υδρογόνο.
.....
.....
.....

4. Τα οξέα φυλάσσονται, γενικά, σε γυάλινα ή σε πλαστικά δοχεία και όχι σε μεταλλικά (π.χ. σιδερένια ή αλουμινένια).
.....
.....
.....

5. Όταν διαβιβάσουμε Cl_2 σε άχρωμο διάλυμα KI, τότε το διάλυμα γίνεται καστανέρυθρο.
.....
.....
.....

6. Ένα διάλυμα $CuSO_4$ μπορούμε να το φυλάξουμε σε αλουμινένιο ή σε σιδερένιο δοχείο.
.....
.....
.....

7. Αν αφήσουμε ένα σιδερένιο καρφί, για λίγα λεπτά, μέσα σε διάλυμα $CuSO_4$, το καρφί θα «κοκκινίσει».
.....
.....
.....

8. Αν αφήσουμε ένα έλασμα χαλκού μέσα σε άχρωμο διάλυμα $AgNO_3$, το διάλυμα θα γίνει κυανό και στο έλασμα θα επικαθίσει ένα γκρίζο στερεό.
.....
.....
.....

9. Όταν σε υδατικό διάλυμα που περιέχει KF, KBr και KI, διαβιβασθεί Cl_2, θα παραχθεί F_2, Br_2 και I_2.
.....
.....
.....

10. Κατά τη διάλυση Na στο νερό προκύπτει διάλυμα με pH > 7.
.....
.....
.....

11. Αν βυθίσουμε ένα κομμάτι χαλκού σε HCl(aq) θα παραχθεί αέριο H_2.
.....
.....
.....

12. Αν σε ένα κομμάτι ορείχαλκου (Cu + Zn) προσθέσουμε περίσσεια διαλύματος HCl(aq), τότε ο ορείχαλκος θα διαλυθεί.
.....
.....
.....

13. Αν προσθέσουμε ένα κομμάτι ψευδαργύρου σε διάλυμα $CuSO_4$(aq) που έχει χρώμα γαλάζιο, μετά από λίγη ώρα το διάλυμα θα αποχρωματιστεί.
.....
.....
.....

14. Ο μπρούντζος (Sn + Cu) δεν διαλύεται σε αραιό διάλυμα H_2SO_4.
.....
.....
.....

Στ. Όλα τα είδη αντιδράσεων

5.97. Να γράψετε χημικές εξισώσεις παρασκευής των ενώσεων, με αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης:

α. ..... + ... → HCl + ...

β. ..... + ... → NaOH + ...

γ. ..... + ... → NaI + ...

δ. ..... + ... → PbS + ...

ε. ..... + ... → $CaCO_3$ + ...

5.98. Μείγμα που περιέχει KCl, KBr και KI διαλύεται στο νερό και προκύπτει διάλυμα Α. Το διάλυμα Α χωρίζεται σε δύο μέρη.

Στο 1ο μέρος προστίθεται διάλυμα $AgNO_3$(aq), οπότε σχηματίζεται ίζημα Γ. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων και τη σύσταση του ιζήματος Γ.

.....

.....

.....

.....

.....

Στο 2ο μέρος διαβιβάζουμε περίσσεια Br_2, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ. Στο διάλυμα Δ προστίθεται διάλυμα $AgNO_3$(aq), οπότε σχηματίζεται ίζημα Ε. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων και τη σύσταση του ιζήματος Ε.

.....

.....

.....

.....

.....

5.99. Μείγμα που περιέχει Na_2SO_4, KCl, $Ba(NO_3)_2$ και $(NH_4)_2CO_3$ προστίθεται στο νερό, οπότε σχηματίζεται ίζημα Α και διάλυμα Β.

α. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που γίνονται.

.....

.....

.....

β. Τι περιέχει το ίζημα Α και τι το διάλυμα Β;

.....

.....

.....

γ. Μετά από διήθηση, προσθέτουμε στο ίζημα HCl(aq) και στο διάλυμα Β προσθέτουμε NaOH(aq).

Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που γίνονται.

.....

.....

.....

.....

.....

5.100. Σε μείγμα Fe και FeS προσθέτουμε διάλυμα HCl(aq). Από την αντίδραση προκύπτει αέριο Α και διάλυμα Β. Το αέριο Α διαβιβάζεται σε διάλυμα $Pb(NO_3)_2$, οπότε σχηματίζεται ίζημα Γ. Στο διάλυμα Β προσθέτουμε Na_2CO_3, οπότε σχηματίζεται ίζημα Δ.

Να γράψετε:

α. τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που γίνονται:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

β. τις χημικές ενώσεις που υπάρχουν στα Α, Β, Γ και Δ.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.101. Σε ένα υδατικό διάλυμα περιέχονται οι ενώσεις: $AgNO_3$, $Cu(NO_3)_2$, $Fe(NO_3)_2$, $Ba(NO_3)_2$. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε HCl(aq), οπότε σχηματίζεται ίζημα Α. Διηθούμε το ίζημα Α και στο διήθημα προσθέτουμε K_2S, οπότε σχηματίζεται ίζημα Β. Διηθούμε το ίζημα Β και στο διήθημα προσθέτουμε Na_2CO_3, οπότε σχηματίζεται ίζημα Γ.

Να γράψετε:

α. τις χημικές εξισώσεις όσων αντιδράσεων γίνονται:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

β. τους τύπους των χημικών ενώσεων που υπάρχουν στα ιζήματα Α, Β και Γ.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

5.102. Σε ένα υδατικό διάλυμα περιέχονται οι ενώσεις: $Pb(NO_3)_2$, $Zn(NO_3)_2$, $Fe(NO_3)_3$, $Mg(NO_3)_2$. Στο διάλυμα αυτό προσθέτουμε HCl(aq), οπότε σχηματίζεται ίζημα Α. Διηθούμε το ίζημα Α και στο διήθημα προσθέτουμε K_2S, οπότε σχηματίζεται ίζημα Β. Διηθούμε το ίζημα Β και στο διήθημα προσθέτουμε K_2CO_3, οπότε σχηματίζεται ίζημα Γ.

Να γράψετε:

α. τις χημικές εξισώσεις όσων αντιδράσεων γίνονται:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

β. τις χημικές ενώσεις που υπάρχουν στα ιζήματα Α, Β και Γ.

.....

.....

.....

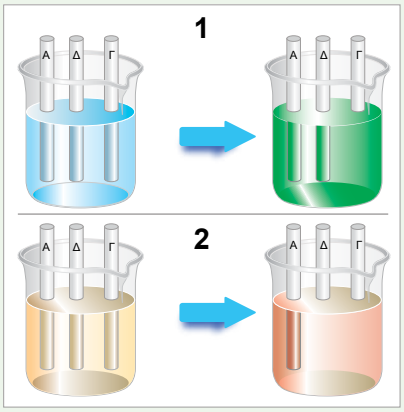
.....

.....

.....

.....

5.103. Στο επόμενο σχήμα απεικονίζονται δύο πειράματα στα οποία εμβαπτίζουμε τρεις ράβδους τριών διαφορετικών μετάλλων Α, Δ και Γ σε δύο διαλύματα νιτρικών αλάτων. Στο πείραμα 1 το διάλυμα περιέχει το άλας $Δ(NO_3)_x$,ενώ στο πείραμα 2 το διάλυμα περιέχει το άλας $A(NO_3)_ψ$.



Παρατηρώντας ποια μέταλλα διαλύθηκαν προκύπτει ότι η σειρά δραστικότητας των μετάλλων είναι η εξής:

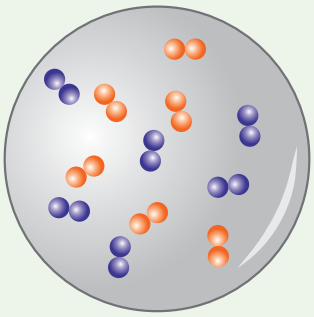
α. Α > Δ > Γ

β. Γ > Δ > Α

γ. Δ > Α > Γ

δ. Α > Γ > Δ

5.104. Όταν το μείγμα μορίων του παρακάτω σχήματος αντιδρά πλήρως, όλα τα μόρια μετατρέπονται σε προϊόντα.



Ποια από τις επόμενες χημικές εξισώσεις θα μπορούσε να περιγράψει αυτήν την αντίδραση;

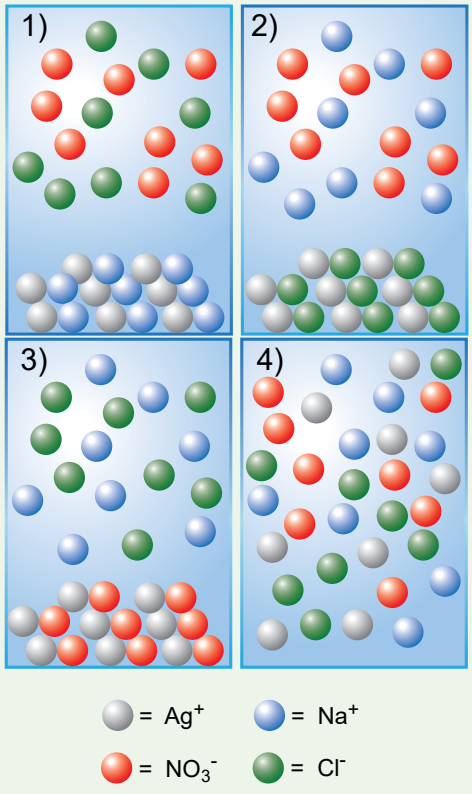
α. $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$

β. $N_2(g) + 2Cl_2(g) \rightarrow N_2Cl_4(g)$

γ. $N_2(g) + 2O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$

δ. $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

5.105. Τα τέσσερα σχήματα απεικονίζουν ένα διάλυμα που προέκυψε από την ανάμειξη δύο διαλυμάτων $AgNO_3$ και NaCl.

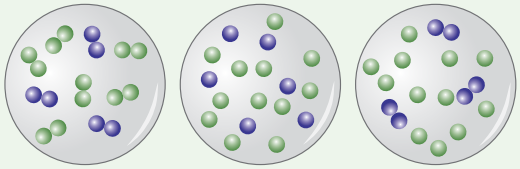


Ποια εικόνα περιγράφει το τελικό διάλυμα;

α. η 1, **β.** η 2, **γ.** η 3, **δ.** η 4

5.106. Το OCl_2 διασπάται εύκολα πλήρως προς Cl_2 και O_2.

i. Ποια από τις τρεις παρακάτω εικόνες απεικονίζει σε μοριακό επίπεδο ένα δοχείο μέσα στο οποίο έχει διασπαστεί πλήρως ορισμένη ποσότητα OCl_2;

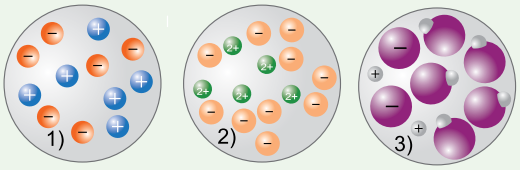


α. η 1
β. η 2
γ. η 3

ii. Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης διάσπασης.

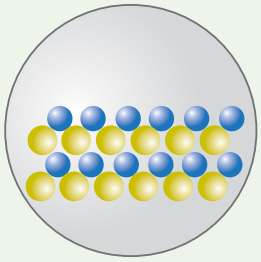
.....
.....

5.107. Να αντιστοιχίσετε τα διαλύματα $CaCl_2$, NaCl και CH_3COOH με τις παρακάτω εικόνες.



α. το διάλυμα $CaCl_2$ αντιστοιχεί στην .....
β. το διάλυμα NaCl αντιστοιχεί στην .....
γ. το διάλυμα CH_3COOH αντιστοιχεί στην .....

5.108. Οι μπλε σφαίρες στο παρακάτω σχήμα αναπαριστούν τα κατιόντα και οι κίτρινες τα ανιόντα σε ένα ίζημα που δημιουργήθηκε από την ανάμειξη δύο διαλυμάτων από τα οποία το πρώτο περιείχε ένα από τα νιτρικά άλατα των K^+, Mg^{2+}, Ag^+, Pb^{2+} και το δεύτερο περιείχε ένα από τα άλατα Na_3PO_4, $NaNO_3$ και Na_2SO_4.



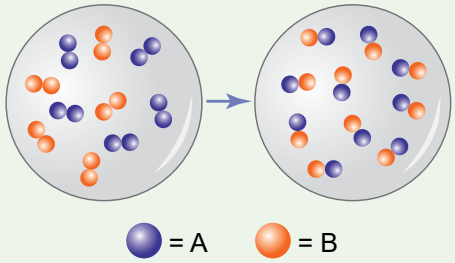
α. Να προσδιορίσετε το ίζημα:

.....

β. Να γράψετε την ιοντική εξίσωση της δημιουργίας του ιζήματος.

.....

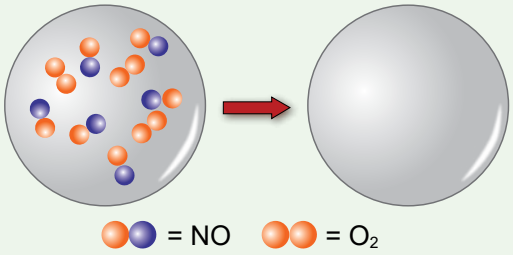
5.109. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται τα σωματίδια ενός μείγματος δύο αερίων Α και Β, πριν από την αντίδραση (αριστερό σχήμα) και μετά την αντίδραση (δεξιό σχήμα).



Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης.

.....

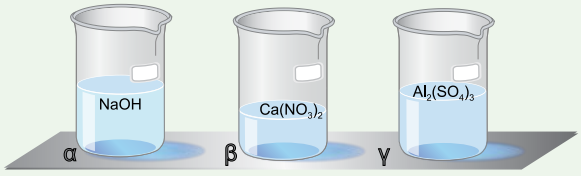
5.110. Το NO αντιδρά με το οξυγόνο σχηματίζοντας NO_2. Να παρατηρήσετε τη μοριακή απεικόνιση του μείγματος των αντιδρώντων (στον αριστερό κύκλο του παρακάτω σχήματος) και να σχεδιάσετε στον δεξιό κύκλο τη μοριακή απεικόνιση των προϊόντων όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση.



Να γράψετε την χημική εξίσωση της αντίδρασης.

.....

5.111. Δίνονται 3 διαλύματα στα ποτήρια α, β και γ.



1. Να γράψετε τα ιόντα που υπάρχουν σε κάθε ποτήρι.

α. .....
β. .....
γ. .....

2. Θα εμφανιστεί ίζημα αν αναμείξουμε τα τρία διαλύματα; ..... (ναι/όχι). Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

.....
.....

3. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις όσων αντιδράσεων γίνονται, δείχνοντας το ίζημα.

.....
.....

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

Ζ. Χημικές αντιδράσεις και καθημερινή ζωή

5.112. Για το φούσκωμα του αερόσακου χρησιμοποιείται η αντίδραση: $2\ NaN_3 \rightarrow 2\ Na + 3\ N_2$
Να τη χαρακτηρίσετε ως προς τις κατηγορίες στις οποίες ανήκει [μεταθετική, οξειδοαναγωγική, σύνθεσης, διάσπασης], αιτιολογώντας την απάντησή σας.
.....
.....
.....

5.113. Να συμπληρώσετε τα κενά στην επόμενη πρόταση:
Το τρίγωνο της φωτιάς σχηματίζεται από:
α. ....., **β.** ..... και
γ. .....

5.114. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). Να αιτιολογήσετε τον χαρακτηρισμό σας.

1. Όσο πιο μεγάλη ταχύτητα έχει το όχημα κατά τη στιγμή της σύγκρουσης τόσο πιο γρήγορα φουσκώνει ο αερόσακος.	
2. Η λειτουργία των μπαταριών βασίζεται σε κατάλληλες μεταθετικές αντιδράσεις.	
3. Στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται μπαταρίες ιόντων λιθίου.	
4. Από τη λειτουργία της κυψέλης καυσίμου υδρογόνου το μοναδικό χημικό προϊόν που παράγεται είναι υδρατμοί.	
5. Κατά τη φωτοσύνθεση γίνεται η αντίδραση: $C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O$	

Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ***5.115 – 5.124****, να επιλέξετε τη* ***σωστή απάντηση:***

5.115. Το περιεχόμενο ενός πυροσβεστήρα στοχεύει:
α. στον περιορισμό της προσέγγισης του οξυγόνου στην καύσιμη ύλη
β. στην ψύξη της φωτιάς
γ. στον περιορισμό του καυσίμου
δ. στην αφαίρεση θερμότητας από τη φωτιά

5.116. Η ενέργεια που παρέχει μία μη επαναφορτιζόμενη μπαταρία προέρχεται από:
α. το υγρό που περιέχει
β. το ηλεκτρικό ρεύμα που τη φόρτισε αρχικά
γ. την οξειδοαναγωγική αντίδραση των ουσιών που περιέχει
δ. την άνοδο και την κάθοδο

5.117. Ο αερόσακος ασφαλείας των αυτοκινήτων φουσκώνει συνήθως με:
α. αέρα
β. CO_2
γ. N_2
δ. O_2

5.118. Οι επαναφορτιζόμενες μπαταρίες σε σύγκριση με τις μπαταρίες μιας χρήσης:
α. αντικαθίστανται κάθε φορά μετά την εκφόρτιση
β. χρησιμοποιούνται λίγες φορές
γ. φορτίζονται με αντιστροφή της οξειδοαναγωγικής τους αντίδρασης
δ. μετά την εκφόρτισή τους απορρίπτονται

5.119. Η λειτουργία της κυψέλης καυσίμου υδρογόνου βασίζεται:
α. στην αντίδραση διάσπασης του νερού
β. στην αντίδραση σύνθεσης του νερού
γ. στην αποβολή ηλεκτρονίων από τα άτομα του οξυγόνου
δ. στην πρόσληψη ηλεκτρονίων από τα άτομα του υδρογόνου

5.120. Οι κυψέλες καυσίμου:
α. προκαλούν ρύπανση κατά τη λειτουργία τους
β. προκαλούν ρύπανση κατά την παραγωγή τους
γ. συμβάλλουν στην ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου
δ. περιέχουν στα καυσαέρια CO_2 και υδρατμούς.

5.121. Κατά τη φωτοσύνθεση:
α. το CO_2 και το νερό συνθέτουν γλυκόζη
β. η γλυκόζη διασπάται σε CO_2 και νερό
γ. η χημική ενέργεια γίνεται θερμότητα
δ. απελευθερώνεται CO_2

5.122. Η αναπνοή των ζωντανών οργανισμών είναι:
α. η αντίδραση διάσπασης της γλυκόζης προς CO_2 και νερό
β. η κατανάλωση ενέργειας με οξείδωση του οξυγόνου
γ. η αντίδραση του CO_2 και του νερού προς σχηματισμό γλυκόζης
δ. η παραγωγή ενέργειας με πρόσληψη ηλεκτρονίων από τα συστατικά των τροφών

5.123. Η ζύμη φουσκώνει κατά το ψήσιμο επειδή μέσα στη μάζα της:
α. εγκλωβίζεται ο αέρας
β. εγκλωβίζεται το CO_2
γ. διαστέλλεται ο αέρας
δ. εγκλωβίζεται το O_2

5.124. Το συστατικό που δεν περιλαμβάνεται στο τρίγωνο της φωτιάς είναι:
α. η καύσιμη ύλη
β. το οξυγόνο
γ. το άζωτο
δ. η θερμότητα

5.125. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις ακόλουθες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ).

1. Ο οδηγός ενός αυτοκινήτου που είναι εφοδιασμένο με αερόσακους ασφαλείας δεν χρειάζεται να φορά ζώνη ασφαλείας, αφού προστατεύεται από τους αερόσακους.	
2. Ο αερόσακος ασφαλείας του αυτοκινήτου φουσκώνει στον ίδιο χρόνο που γίνεται ένα ανοιγοκλείσιμο των βλεφάρων.	
3. Όταν φυσάμε τα κάρβουνα σε μία ψησταριά γίνεται πιο έντονη η καύση.	
4. Για να παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα σε μία μπαταρία πρέπει η οξειδωτική και η αναγωγική ουσία να αναμειγνύονται.	
5. Σε κάθε μπαταρία στην άνοδο γίνεται αναγωγή και στην κάθοδο οξείδωση.	
6. Τα ξηρά στοιχεία μετά τη χρήση τους μπορούν να απορρίπτονται στα σκουπίδια χωρίς πρόβλημα.	
7. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε μία κυψέλη καυσίμου βασίζεται στην οξειδοαναγωγική αντίδραση $H_2 + ½\ O_2 \rightarrow H_2O$	

Κεφάλαιο 6

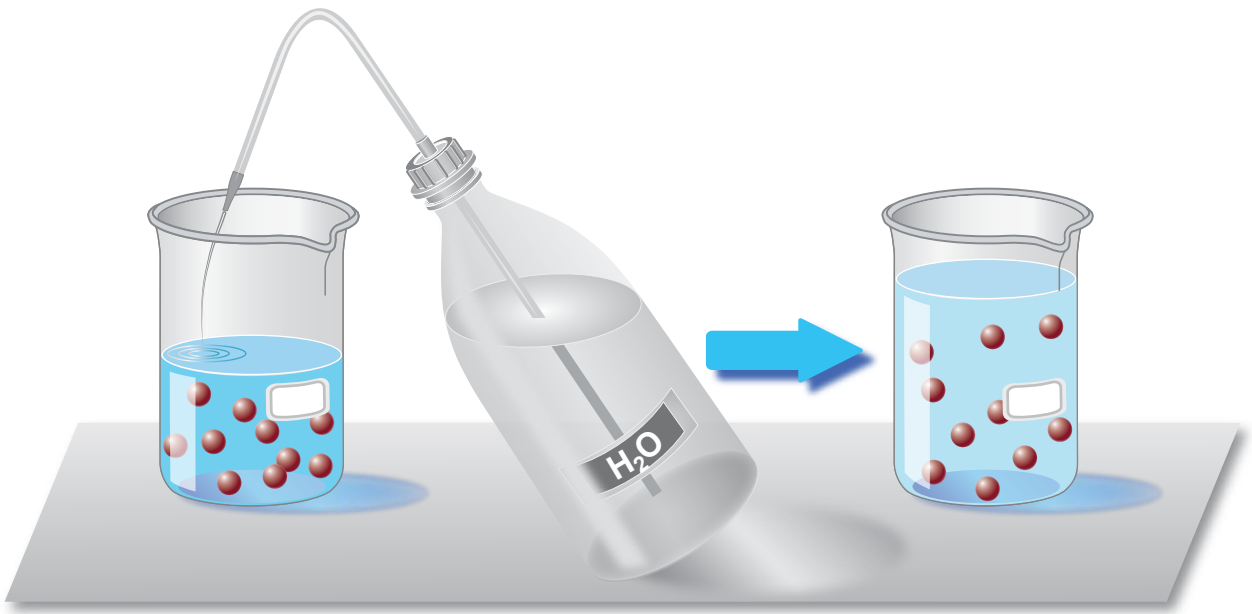
Στοιχειομετρία

ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ

6.1. Μονάδα ποσότητας ουσίας: mole

6.2. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί

6.3. Συγκέντρωση διαλύματος



Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα

Μετά το τέλος της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας της ενότητας θα πρέπει να είστε σε θέση:

- να αναγνωρίζετε την αναγκαιότητα και χρησιμότητα της εισαγωγής της έννοιας του mole.
- να διατυπώνετε τον ορισμό του mole και να τον συσχετίζετε με τη σταθερά του Avogadro και με την ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας.
- να διατυπώνετε τον ορισμό της μολαρικής μάζας.
- να συσχετίζετε το mol μιας ουσίας με τη μάζα και με τον αριθμό των σωματιδίων της.
- να διατυπώνετε τον ορισμό της συγκέντρωσης διαλύματος.
- να υπολογίζετε τη συγκέντρωση διαλύματος: α) από κατάλληλα δεδομένα, β) μετά από αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας ή μετά από ανάμειξη με διαλύματα της ίδιας ουσίας.
- να παρασκευάζετε διαλύματα ορισμένης συγκέντρωσης και να πραγματοποιείτε κατάλληλη αραίωση.
- να υπολογίζετε την ποσότητα από ένα αντιδρών για να αντιδράσει με συγκεκριμένη ποσότητα άλλου αντιδρώντος ή να παραχθεί συγκεκριμένη ποσότητα προϊόντος.

Λέξεις κλειδιά

Αραίωση
Μολαρική μάζα
Μολ (mole)
Ποσότητα ουσίας
Σταθερά Avogadro
Στοιχειομετρία
Συγκέντρωση
Συμπύκνωση

6.1. Μονάδα ποσότητας ουσίας: mole

Δραστηριότητα 6.1.

Αναγκαιότητα εισαγωγής της νέας έννοιας

Να υποθέσετε και να γράψετε πιθανές απαντήσεις που θα πάρετε σε κατάστημα τροφίμων, όταν ζητήσετε να αγοράσετε:

α. 1,0 L τυρί φέτα.

.....
.....
.....

β. 6.020 κόκκους ρυζιού.

.....
.....
.....

γ. 12.040 κόκκους ζάχαρης.

.....
.....
.....

Δραστηριότητα 6.2.

Να υποθέσετε και να γράψετε:

1. Πόσα περίπου μόρια νερού νομίζετε ότι υπάρχουν σε ένα μπουκάλι με νερό 500 mL;

.....

Να γράψετε πώς σκεφτήκατε για να δώσετε την απάντησή σας.

.....
.....
.....

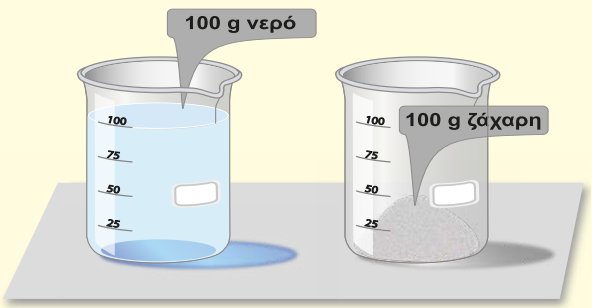
2. Ποια από τις επόμενες σχέσεις είναι *σωστή*, για δύο ίδια ποτήρια που το 1ο περιέχει 100 g νερού και το 2ο περιέχει 100 g ζάχαρης;

α. αριθμός μορίων ζάχαρης = αριθμός μορίων νερού,

β. αριθμός μορίων ζάχαρης > αριθμός μορίων νερού,

γ. αριθμός μορίων ζάχαρης < αριθμός μορίων νερού.

.....



6.1.1. Η αναγκαιότητα – χρησιμότητα εισαγωγής του mole

Στις χημικές αντιδράσεις προς παραγωγή διάφορων χημικών προϊόντων, αντιδρούν μεταξύ τους άτομα, μόρια και ιόντα, με ακέραιες αναλογίες.

Συνεπώς, είναι **χρήσιμο** και **αναγκαίο** να γνωρίζουμε τον **αριθμό** ατόμων, μορίων ή ιόντων των ουσιών που αντιδρούν - παράγονται, προκειμένου να κάνουμε *ποσοτικούς υπολογισμούς* βάσει των *συντελεστών* τους στη *χημική εξίσωση* της αντίδρασης.

Όμως, οι οντότητες αυτές (άτομα, μόρια και ιόντα) είναι εξαιρετικά μικρές σε μέγεθος και σε μάζα, αλλά και ιδιαίτερα πολλές, οπότε είναι αδύνατον να τις αριθμήσουμε.

Ένας κόκκος ρυζιού έχει μάζα περίπου 0,02 g.

Σκεφτείτε ότι:

- 1 άτομο υδρογόνου (H) έχει μάζα $0,16 \cdot 10^{-23}$ g
- 1 g ατόμων υδρογόνου (H) περιέχει $6,02 \cdot 10^{23}$ άτομα
- 1 μόριο νερού (H_2O) έχει μάζα $3 \cdot 10^{-23}$ g
- 1 g μορίων νερού (H_2O) περιέχει $0,33 \cdot 10^{23}$ μόρια

Για τον λόγο αυτό, οι Χημικοί και οι Φυσικοί εισήγαγαν το *θεμελιώδες μέγεθος* «**ποσότητα ουσίας**» με σύμβολο ***n*** και με μονάδα το **mole** (σύμβολο **mol**) προκειμένου να **μετράνε** τον αριθμό / πλήθος των σωματιδίων (ατόμων, μορίων, ιόντων) μιας ουσίας, **ζυγίζοντάς** τα.

Δραστηριότητα 6.3.

α. Να διατυπώσετε υποθέσεις για το πώς θα μπορούσατε να υπολογίσετε τον αριθμό των μορίων σε ορισμένη ποσότητα CO_2.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

β. Ποιος είναι ο ρόλος του αριθμού / πλήθους των μορίων στη συμπεριφορά των αερίων (π.χ. πίεση);

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6.1.2. Ορισμός του mole – Σταθερά Avogadro

Ορισμός: mole (σύμβολο **mol**) ονομάζεται η *ποσότητα ουσίας* που περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ στοιχειώδεις οντότητες (άτομα, μόρια, ιόντα, ηλεκτρόνια,...).

$$N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$$

(**σταθερά Avogadro**)

Η αριθμητική τιμή της σταθεράς Avogadro ονομάζεται **αριθμός Avogadro.**

α. Πόση μάζα (g) έχει 1 mol ατόμων από κάποιο στοιχείο;

1 mol ατόμων από διάφορα στοιχεία περιέχει τον ίδιο αριθμό ατόμων, αλλά έχει διαφορετική μάζα.

Π.χ. 1 άτομο ^{1}H έχει μάζα 1u και 1 άτομο ^{16}O έχει μάζα 16u.

Αποδεικνύεται ότι*:

- **1 mol ατόμων** στοιχείου περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα και έχει *μάζα* (σε g) αριθμητικά ίση με την A_r του στοιχείου.

Π.χ. 1 mol ατόμων Na ($A_r = 23$) → περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα Na; έχει μάζα 23 g

β. Πόση μάζα (g) έχει 1 mol μορίων από κάποια ουσία;

1 mol μορίων από διάφορες ουσίες περιέχει τον ίδιο αριθμό μορίων, αλλά έχει διαφορετική μάζα.

Π.χ. 1 μόριο H_2 έχει μάζα 2u και 1 μόριο H_2O έχει μάζα 18u.

Αποδεικνύεται ότι:

- **1 mol μορίων** ουσίας περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια και έχει μάζα (σε g) αριθμητικά ίση με την M_r της ουσίας.

Π.χ. 1 mol μορίων H_2 ($M_r = 2$) → περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια H_2; έχει μάζα 2 g

1 mol μορίων H_2O ($M_r = 18$) → περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια H_2O; έχει μάζα 18 g

Η μάζα που έχει **1 mol** ατόμων ή μορίων μιας ουσίας ονομάζεται **μολαρική μάζα** και συμβολίζεται με ***M***.

Π.χ. $M_r(H_2) = 2 \Rightarrow M(H_2) = 2$ g/mol

$M_r(H_2O) = 18 \Rightarrow M(H_2O) = 18$ g/mol

γ. Πόση μάζα (g) έχει 1 mol ιόντων;

- **1 mol ιόντων** περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ ιόντα και έχει *μάζα* (σε g) αριθμητικά ίση με το άθροισμα των A_r όλων των ατόμων του ιόντος.

Π.χ. 1 mol ιόντων H^+ έχει *μάζα* 1 g και *περιέχει* $6{,}02 \cdot 10^{23}$ H^+.

1 mol ιόντων SO_4^{2-} έχει *μάζα* 96 g και *περιέχει* $6{,}02 \cdot 10^{23}$ SO_4^{2-}.

1 mol Na_2SO_4 έχει *μάζα* 142 g και *περιέχει* 2 mol Na^+ και 1 mol SO_4^{2-}.

Πόσο μεγάλος είναι ο αριθμός $6{,}02 \cdot 10^{23}$;

«Αν μοιράζαμε 1 mol μονόλεπτα σε 10.000.000 κατοίκους της Ελλάδας, πόσα ευρώ θα μπορούσε να ξοδεύει κάθε κάτοικος, κάθε ώρα, για 70 χρόνια της ζωής του;»

.....

.....

.....

.....

.....

***Απόδειξη:**

Με βάση τον ορισμό της A_r:

$A_r(X) = m_{\text{ατόμου}}(X) / m_u \Rightarrow m_{\text{ατόμου}}(X) = A_r(X) \cdot m_u$

Συνεπώς, **1 mol ατόμων X** (δηλ. N_A άτομα X) θα έχει μάζα:

$m = A_r(X) \cdot m_u(g) \cdot N_A\ (\text{mol}^{-1})$.

Όμως, $m_u \cdot N_A = 1$ g $\Rightarrow$

$m_{(1\ \text{mol ατόμων X})} = A_r(X)$ g.

Δηλαδή, **1 mol ατόμων** ενός στοιχείου έχει **μάζα** (σε g) αριθμητικά ίση με την A_r του στοιχείου.

Ομοίως, αποδεικνύεται ότι **1 mol μορίων** μιας ουσίας έχει **μάζα** (σε g) αριθμητικά ίση με την M_r της ουσίας.

Η έννοια του mole (I)

(II)

(III)

(IV)

Πόσο μεγάλος είναι ο αριθμός Avogadro;

Παραδείγματα

Παράδειγμα 6.1.

Διαθέτουμε 88 g CO_2. Να υπολογίσετε:
α. Την ποσότητα (mol) CO_2 και β. Τον αριθμό μορίων CO_2 που περιέχει.

Δίνονται: $A_r(C) = 12$, $A_r(O) = 16$.

Λύση

$M_r\,(CO_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$.

α. 1 mol CO_2 έχει μάζα 44 g
n; » 88 g

$\Rightarrow \frac{1}{n} = \frac{44}{88} \Rightarrow n\,(CO_2) = 2$ mol

β. 1 mol CO_2 περιέχει N_A μόρια
2 mol » N

$\Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{N_A}{N} \Rightarrow N\,(CO_2) = 2 \cdot N_A$ μόρια

Παράδειγμα 6.2.

Διαθέτουμε ποσότητα 5 mol ηλεκτρονίων. Να υπολογίσετε:
α. Πόσα ηλεκτρόνια περιέχει και β. Πόση μάζα (g) έχει.

Δίνεται: $m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kg

Λύση

α. 1 mol ηλεκτρονίων περιέχει N_A ηλεκτρόνια
5 mol » x

$\Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{N_A}{x} \Rightarrow x = 5N_A$ ηλεκτρόνια

β. 1 ηλεκτρόνιο έχει μάζα $9 \cdot 10^{-28}$ g
$5N_A$ ηλεκτρόνια » m

$\Rightarrow \frac{1}{5 \cdot N_A} = \frac{9 \cdot 10^{-28}}{m} \Rightarrow m = 5 \cdot N_A \cdot 9 \cdot 10^{-28}\,g = 5 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \cdot 9 \cdot 10^{-28}\,g$

$\Rightarrow m = 2{,}7 \cdot 10^{-3}\,g$

Παράδειγμα 6.3.

1. Πόσα μόρια νερού υπάρχουν σε ένα μπουκάλι με νερό 500 mL;
Δίνονται: A_r(H) = 1, A_r(O) = 16 και 1 mL νερού έχει μάζα 1 g.

Λύση

.....

.....

.....

2. Ποια από τις επόμενες σχέσεις είναι *σωστή*, για δύο ίδια ποτήρια που το 1ο περιέχει 100 g νερού (H_2O) και το 2ο περιέχει 100 g ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$):

α. αριθμός μορίων ζάχαρης = αριθμός μορίων νερού,

β. αριθμός μορίων ζάχαρης > αριθμός μορίων νερού,

γ. αριθμός μορίων ζάχαρης < αριθμός μορίων νερού.

Λύση

.....

.....

3. Να συγκρίνετε τις αρχικές απαντήσεις σας στη δραστηριότητα 6.2. (σελ. 243), με αυτές που βρήκατε από τους παραπάνω υπολογισμούς σας.

.....

.....

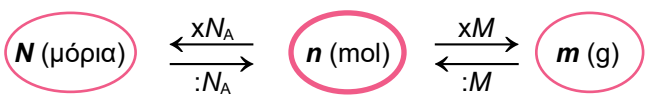
Τύποι για τις μετατροπές: *n* (mol) – *m* (g) – *N* (μόρια)

Αν έχει γίνει κατανοητό ότι, ορισμένη **ποσότητα *n*** (***mol***) μιας ουσίας Σ:
α) περιέχει ορισμένο **αριθμό μορίων** (***N***) και **β)** έχει ορισμένη **μάζα *m*** (***g***), τότε μπορείτε να κάνετε τις διάφορες μετατροπές, με τους επόμενους τύπους:

$$\boldsymbol{n}(\Sigma) = \frac{N\,(\text{μόρια})}{N_A\,(\text{μόρια/mol})} \Rightarrow N(\Sigma) = n(\Sigma)\cdot N_A$$

$$\boldsymbol{n}(\Sigma) = \frac{m\,(\text{g})}{M\,(\text{g/mol})} \Rightarrow m(\Sigma) = n(\Sigma)\cdot M$$

Μνημονικό διάγραμμα μετατροπών



Από το κέντρο προς τα άκρα πολλαπλασιάζουμε (x) με το μέγεθος που βρίσκεται πάνω στο βέλος, ενώ από τα άκρα προς το κέντρο διαιρούμε (:) με το μέγεθος που βρίσκεται κάτω από το βέλος.

Π.χ. Αν θέλουμε να μετατρέψουμε ορισμένο αριθμό μορίων (*N*) μιας ουσίας σε μάζα (*m*), ακολουθούμε τη σειρά:

$$N\,(\text{μόρια}) \xrightarrow{:N_A} \boldsymbol{n}(\text{mol}) \xrightarrow{\text{x}M} \boldsymbol{m}(\text{g}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = \frac{N\,(\text{μόρια})}{N_A\,(\text{μόρια/mol})}\cdot M\,(\text{g/mol}) = \ldots\,\text{g} \Rightarrow m = \left(\frac{N}{N_A}\cdot M\right)\text{g}$$

Παράδειγμα 6.4.

Διαθέτουμε μάζα 51 g αμμωνίας (NH_3). Να υπολογίσετε:

α. Την ποσότητά της (mol)

β. Τον αριθμό μορίων που περιέχει

γ. Τον αριθμό ατόμων υδρογόνου που περιέχει

δ. Τη μάζα (g) CO_2 που περιέχει τον ίδιο αριθμό μορίων με 51 g NH_3

Δίνονται: $A_r(H) = 1$, $A_r(N) = 14$, $A_r(C) = 12$, $A_r(O) = 16$

Λύση

$M_r(NH_3) = 14 \cdot 1 + 1 \cdot 3 = 17$, $M_r(CO_2) = 12 \cdot 1 + 16 \cdot 2 = 44$,

α. 1 mol NH_3 έχει μάζα 17 g
n >> >> 51 g
$\Rightarrow \frac{1}{n} = \frac{17}{51} \Rightarrow n\,(NH_3) = 3$ mol

β. 1 mol NH_3 περιέχει N_A μόρια
3 mol >> N
$\Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{N_A}{N} \Rightarrow N\,(NH_3) = 3\,N_A$ μόρια

γ. 1 μόριο NH_3 περιέχει 3 άτομα H
$3 \cdot N_A$ μόρια >> χ
$\Rightarrow \frac{1}{3 \cdot N_A} = \frac{3}{\chi} \Rightarrow \chi = 9N_A$ άτομα H

δ. 1 mol CO_2 έχει μάζα 44 g και περιέχει N_A μόρια
m >> $3 \cdot N_A$ >>
$\Rightarrow \frac{44}{m} = \frac{N_A}{3 \cdot N_A} \Rightarrow$
$\Rightarrow m = 132$ g CO_2

Λύση του παραδείγματος 6.4. με χρήση των τύπων μετατροπών

α. Ποσότητα NH_3:

$$n(NH_3) = \frac{m\,(g)}{M(g/mol)} \Rightarrow n\,(NH_3) = \frac{51\ g}{17\ g/mol} = 3\ mol$$

β. Αριθμός μορίων NH_3:

$N(NH_3) = n(mol) \cdot N_A(μόρια/mol) \Rightarrow$

$N(NH_3) = 3\ mol \cdot N_A(μόρια/mol) = 3N_A$ μόρια

γ. Αριθμός ατόμων H:

$N(H) = N(μόρια\ NH_3) \cdot 3$ άτομα H/ μόριο $NH_3 \Rightarrow$

$N(H) = 3N_A \cdot 3 = 9\ N_A$ άτομα H

δ. $N(CO_2) = N(NH_3) \Rightarrow$

$$\frac{m(g)\ CO_2}{M(g/mol)} \cdot N_A = N\,(NH_3) \Rightarrow \frac{x}{44} \cdot N_A = 3\,N_A \Rightarrow x = 132\ g$$

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (1)
Ποσότητα ουσίας – mole

(Ενδεικτικός χρόνος: 35 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... **Ονοματεπώνυμο:** .....

1. Μπροστά σε καθεμία από τις επόμενες προτάσεις, να γράψετε το Σ, αν αυτό που αναφέρεται είναι σωστό ή το Λ, αν αυτό που αναφέρεται είναι λάθος.

..... **α.** 1 mol H_2 [A_r(H) = 1] έχει μάζα 1 g

..... **β.** 1 mol H_2O περιέχει $12{,}04 \cdot 10^{23}$ άτομα υδρογόνου

..... **γ.** 1 mol H_2O και 1 mol H_2 περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων

..... **δ.** 1 mol μορίων οξυγόνου περιέχει περισσότερα σωματίδια (O_2) από 1 mol ατόμων οξυγόνου (O)

2. Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής 2.1. – 2.8. να επιλέξετε τη σωστή απάντηση:

2.1. Περιέχονται 8 άτομα σε:

α. 1 L C_2H_6

β. 1 g C_2H_6

γ. 1 μόριο C_2H_6

δ. 1 mol C_2H_6

2.2. Ποια από τις επόμενες ποσότητες έχει μεγαλύτερη μάζα:

α. 2 mol H_2

β. 2 mol H_2O

γ. 2 mol H_2S

δ. 2 mol H_2SO_4

2.3. Ένα μόριο υδρογόνου (A_r(H) = 1) έχει μάζα:

α. 1 g

β. 2 g

γ. $1/N_A$ g

δ. $2/N_A$ g

2.4. Ποσότητα 3 mol H_2O (M_r = 18) έχει μάζα:

α. 6 g

β. 18 g

γ. 36 g

δ. 54 g

2.5. Σε 1 mol κινίνης ($C_{20}H_{24}N_2O_2$) περιέχονται:

α. 20 g C

β. 20 άτομα C

γ. $20N_A$ άτομα C

δ. 24 άτομα H

2.6. Ένα μείγμα που αποτελείται από 2 mol CO_2 (M_r = 44) και 2 mol CO (M_r = 28), έχει μάζα:

α. 72 g

β. 100 g

γ. 116 g

δ. 144 g

2.7. Ποσότητα 5 mol ηλεκτρονίων περιέχει:

α. $3{,}01 \cdot 10^{23}$ e

β. $6{,}02 \cdot 10^{23}$ e

γ. $3{,}01 \cdot 10^{24}$ e

δ. $6{,}02 \cdot 10^{24}$ e

2.8. Ποια από τις επόμενες ποσότητες έχει μεγαλύτερη μάζα:

α. 2 mol NO

β. 1 mol N_2O

γ. 1 mol N_2O_4

δ. 1 mol N_2O_5

3. Το άτομο του άνθρακα περιέχει 6 ηλεκτρόνια. Πόσα άτομα άνθρακα περιέχουν 1 mol ηλεκτρονίων;

.....

.....

.....

.....

.....

4. Δίνεται μάζα 132 g CO_2. Να υπολογίσετε: α. την ποσότητά της (mol), β. τον αριθμό μορίων που περιέχει.
Δίνονται: A_r(C) = 12, A_r(O) = 16.

α. .....
.....
.....
.....

β. .....
.....
.....
.....

5. Να υπολογίσετε πόσα μόρια νερού (H_2O) υπάρχουν σε δύο σταγόνες νερού, αν μία σταγόνα νερού έχει όγκο 0,05 mL. Δίνονται: πυκνότητα νερού = 1 g/mL και M_r(H_2O) = 18.

.....
.....
.....
.....
.....

6. Κατά την ανάλυση δείγματος χλωροφύλλης βρέθηκε ότι περιέχει Mg 2,68 % μάζα προς μάζα. Πόσα άτομα Mg υπάρχουν σε 0,4 g χλωροφύλλης; [A_r(Mg) = 24]

.....
.....
.....
.....
.....

7. Διαθέτουμε 100 g από κάθε μια από τις ενώσεις: CO (M_r = 28) και CO_2 (M_r = 44). Σε ποια από αυτές:

α. περιέχεται μεγαλύτερος αριθμός μορίων;

.....
.....
.....
.....

β. περιέχεται μεγαλύτερος αριθμός ατόμων οξυγόνου;

.....
.....
.....
.....

6.2. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί

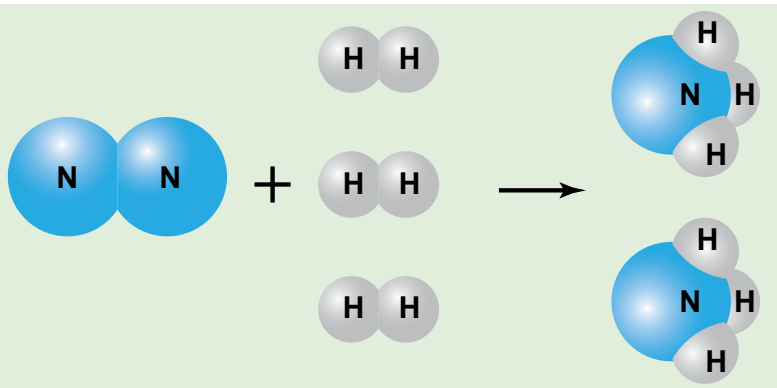
Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί ονομάζονται οι υπολογισμοί που βασίζονται στις σχέσεις των ποσοτήτων των ουσιών με τις οποίες αυτές παίρνουν μέρος σε μια χημική αντίδραση. Καθορίζονται από τους στοιχειομετρικούς συντελεστές τους στην ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση της αντίδρασης.

Οι συντελεστές των ουσιών σε μια χημική εξίσωση εκφράζουν την αναλογία ατόμων και μορίων, συνεπώς και την αναλογία ποσοτήτων (mol) ατόμων και μορίων αντίστοιχα, των ουσιών που μετέχουν στην αντίδραση.

Παράδειγμα: Η **σύνθεση της αμμωνίας (NH_3)** παριστάνεται με τη χημική εξίσωση:

$$\mathbf{N_2}(g) + \mathbf{3H_2}(g) \rightarrow \mathbf{2\ NH_3}(g)$$

- 1 μόριο N_2 + 3 μόρια H_2 → 2 μόρια NH_3
- 1 N_A μόρια N_2 + 3 N_A μόρια H_2 → 2 N_A μόρια NH_3
- 1 mol N_2 + 3 mol H_2 → 2 mol NH_3
  (1 · 28 g) (3 · 2 g) (2 · 17 g)



Εικόνα 6.1. Η σύνθεση της NH_3 με προσομοιώματα

Συνεπώς, με τη βοήθεια των χημικών εξισώσεων, μπορούμε να υπολογίσουμε την ποσότητα μίας ουσίας που μετέχει σε μια χημική αντίδραση (αντιδρώντα ή/και προϊόντα), αν γνωρίζουμε την ποσότητα άλλης ουσίας που μετέχει στην αντίδραση.

Παρατηρήσεις

1. Οι ποσότητες δύο αντιδρώντων **Α** και **Β** λέμε ότι βρίσκονται σε **στοιχειομετρική αναλογία**, όταν είναι οι ακριβώς απαιτούμενες, για να αντιδράσουν πλήρως μεταξύ τους, σύμφωνα με τους *συντελεστές* τους στη χημική εξίσωση της αντίδρασης (*στοιχειομετρικοί συντελεστές*). Τις ποσότητες αυτές τις ονομάζουμε **στοιχειομετρικές ποσότητες**.
2. Αν οι ποσότητες δύο αντιδρώντων δεν βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία, τότε κάποιο από αυτά θα βρίσκεται σε **περίσσεια** και οι στοιχειομετρικοί υπολογισμοί θα γίνουν με το «περιοριστικό αντιδρών», δηλαδή το αντιδρών που δεν βρίσκεται σε περίσσεια.

Παράδειγμα 6.5.

Το N_2 και το H_2 αντιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες και παράγεται NH_3. Αν διαθέτουμε 6 mol H_2, να υπολογίσετε:
α. τη μάζα (g) του N_2 που απαιτείται για να αντιδράσει
β. τη μάζα (g) της NH_3 που θα παραχθεί.
Δίνονται: $A_r(N) = 14$, $A_r(H) = 1$.

Λύση

$M_r(NH_3) = 14 + 1 \cdot 3 = 17$, $M_r(H_2) = 2$, $M_r(N_2) = 28$.

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης, καθώς και τα δεδομένα και υπολογίζουμε τα ζητούμενα, με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης:

$$\mathbf{N_2}(g) + \mathbf{3H_2}(g) \rightarrow \mathbf{2\ NH_3}(g)$$
$$[1\ mol \quad 3\ mol \quad 2\ mol]$$

ή

$28\ g\ N_2$	$3\ mol\ H_2$	$2 \cdot 17\ g\ NH_3$
χ	$6\ mol$	ψ

$$\Rightarrow \frac{28}{\chi} = \frac{3}{6} = \frac{2 \cdot 17}{\psi} \Rightarrow \chi = 56\ g\ N_2 \text{ και } \psi = 68\ g\ NH_3$$

Εφαρμογή 6.5. **Το N_2 και το H_2 αντιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες και παράγεται NH_3. Αν διαθέτουμε 4 mol N_2, να υπολογίσετε:**
α. τη μάζα (g) του H_2 που απαιτείται για να αντιδράσει
β. τη μάζα (g) της NH_3 που θα παραχθεί.
Δίνονται: $A_r(N) = 14$, $A_r(H) = 1$.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Παράδειγμα 6.6.

Να υπολογίσετε τις ποσότητες H_2 και O_2 που χρειάζεται να αντιδράσουν για να παραχθούν 540 g H_2O (M_r = 18).

Λύση

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης, καθώς και τα δεδομένα και υπολογίζουμε τα ζητούμενα με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης:

$$\mathbf{2H_2}(g) + \mathbf{O_2}(g) \rightarrow \mathbf{2\ H_2O}(g)$$
$$[2\ mol \quad 1\ mol \quad 2\ mol]$$

ή

$2\ mol\ H_2$	$1\ mol\ O_2$	$2 \cdot 18\ g\ H_2O$
χ	ψ	$540\ g$

$$\Rightarrow \frac{2}{\chi} = \frac{1}{\psi} = \frac{2 \cdot 18}{540} \Rightarrow \chi = 30\ mol\ H_2 \text{ και } \psi = 15\ mol\ O_2$$

Εφαρμογή 6.6. **Το H_2 και το I_2 αντιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες και παράγεται HI. Να υπολογίσετε τις ποσότητες H_2 και I_2 που χρειάζεται να αντιδράσουν για να παραχθούν 640 g HI.**

Δίνονται: A_r(H) = 1, A_r(I) = 127

.....

.....

.....

.....

Παράδειγμα 6.7.

Να υπολογίσετε τον όγκο (L) διαλύματος HCl 7,3% μάζα προς όγκο, που απαιτείται για την εξουδετέρωση 28 g CaO.

Δίνονται: A_r(Ca) = 40, A_r(O) = 16

Λύση

Αρχικά, υπολογίζουμε την ποσότητα του CaO:

$$n(\text{CaO}) = \frac{28\ \text{g}}{56\ \text{g/mol}} = 0{,}5\ \text{mol}$$

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης και τα δεδομένα, και υπολογίζουμε τα ζητούμενα με βάση τη στοιχειομετρία της αντίδρασης:

$$\mathbf{CaO + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + H_2O}$$

1 mol 2 mol

0,5 mol x

$$\Rightarrow \frac{1}{0{,}5} = \frac{2}{x} \Rightarrow x = 1\ \text{mol ή } 1 \cdot 36{,}5 = 36{,}5\ \text{g HCl}$$

Σε 100 mL διαλύματος HCl περιέχονται 7,3 g HCl.

V 36,5 g

$$\Rightarrow \frac{100}{V} = \frac{7{,}3}{36{,}5} \Rightarrow V = 500\ \text{mL}$$

Εφαρμογή 6.7. **Να υπολογίσετε τον όγκο (mL) διαλύματος H_2SO_4 9,8% μάζα προς όγκο, που απαιτείται για την πλήρη εξουδετέρωση 3,9 g $Al(OH)_3$.**

Δίνονται: A_r(Al) = 27, A_r(O) = 16, A_r(H) = 1, A_r(S) = 32

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Εύρεση της σύστασης ενός μείγματος

Αν ζητείται η σύσταση ενός μείγματος που περιέχει δύο ή περισσότερα συστατικά – ουσίες Α, Β, Γ, …, τότε:

1. Θεωρούμε ότι έχουμε **α mol** από το συστατικό **Α**, **β mol** από το συστατικό **Β**, **γ mol** από το συστατικό **Γ** κ.ο.κ.
2. Εκφράζουμε τα δεδομένα της άσκησης σε συνάρτηση με τους αγνώστους α, β, γ, ..., και προσπαθούμε να σχηματίσουμε τόσες εξισώσεις όσες και οι άγνωστοι.
3. Λύνουμε το σύστημα των εξισώσεων και βρίσκουμε τα α, β, γ, ..., οπότε προκύπτει η ζητούμενη σύσταση του μείγματος.

Παράδειγμα 6.8.

Μείγμα περιέχει $CaCO_3$ και Na_2CO_3 και έχει μάζα 63,0 g. Όταν το μείγμα διαλύεται σε περίσσεια διαλύματος HCl(aq), εκλύεται αέριο που έχει μάζα 26,4 g. Να υπολογίσετε την % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα του αρχικού μείγματος.

Δίνονται: $A_r(C) = 12$, $A_r(O) = 16$, $A_r(Na) = 23$, $A_r(Ca) = 40$

Λύση

Έστω ότι στο μείγμα περιέχονται α mol $CaCO_3$ και β mol Na_2CO_3

$m_{\text{μείγματος}} = m_{CaCO_3} + m_{Na_2CO_3} = 63\ \text{g} \Rightarrow$

$$m_{\text{μείγματος}} = \alpha\ \text{mol} \cdot 100\ \text{g/mol} + \beta\ \text{mol} \cdot 106\ \text{g/mol} \Rightarrow \alpha \cdot 100 + \beta \cdot 106 = 63\ (1)$$

- Με την προσθήκη του HCl στο μείγμα γίνονται οι εξής αντιδράσεις:

$$\underset{\alpha\ \text{mol}}{CaCO_3} + 2HCl \rightarrow CaCl_2 + \underset{\alpha\ \text{mol}}{CO_2\uparrow} + H_2O$$

$$\underset{\beta\ \text{mol}}{Na_2CO_3} + 2HCl \rightarrow 2NaCl + \underset{\beta\ \text{mol}}{CO_2\uparrow} + H_2O$$

$$\Rightarrow m_{CO_2} = (\alpha + \beta) \cdot M(CO_2) \Rightarrow m_{CO_2} = (\alpha + \beta) \cdot 44 = 26{,}4 \Rightarrow \alpha + \beta = 0{,}6\ (2)$$

Από τις εξισώσεις (1) και (2) προκύπτει ότι: $\alpha = 0{,}1$ mol και $\beta = 0{,}5$ mol

$$\Rightarrow m_{CaCO_3} = 0{,}1\ \text{mol} \cdot 100\ \text{g/mol} = 10\ \text{g} \text{ και } m_{Na_2CO_3} = 0{,}5\ \text{mol} \cdot 106\ \text{g/mol} = 53\ \text{g}$$

Σε 63 g μείγματος περιέχονται 10 g $CaCO_3$ και 53 g Na_2CO_3
Σε 100 g » » χ ψ

$$\frac{63}{100} = \frac{10}{\chi} = \frac{53}{\psi} \Rightarrow \quad \chi = 15{,}9\ \text{g} \text{ ή } 15{,}9\ \%\ CaCO_3$$
$$\psi = 84{,}1\ \text{g} \text{ ή } 84{,}1\ \%\ Na_2CO_3$$

Εφαρμογή 6.8. **Μάζα 13,3 g μείγματος NaCl και KCl διαλύεται στο νερό. Στο διάλυμα που προκύπτει προστίθεται περίσσεια διαλύματος $AgNO_3$ οπότε σχηματίζονται 28,7 g ιζήματος. Να υπολογίσετε την % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα του αρχικού μείγματος.**

Δίνονται: $A_r(Na) = 23$, $A_r(Cl) = 35{,}5$, $A_r(Ag) = 108$, $A_r(K) = 39$.

……

……

……

……

6.3. Συγκέντρωση διαλύματος

6.3.1. Συγκέντρωση (*c*) διαλύματος

Συγκέντρωση (c_x) **διαλύματος σε ουσία Χ** ονομάζεται το πηλίκο της ποσότητας ***n***(Χ) της ουσίας Χ δια του όγκου ***V*** του διαλύματος.

$$c_x = \frac{n(\text{X})}{V(\text{L})}$$

Μονάδα συγκέντρωσης: **mol/L** (σύμβολο: **M**).

Π.χ. Διάλυμα H_2SO_4 2 mol/L ή 2 M σημαίνει ότι:
σε 1 L διαλύματος περιέχονται 2 mol H_2SO_4

Παράδειγμα 6.9.

Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του KI σε υδατικό διάλυμα που περιέχει 4,98 g KI (M_r = 166) **σε 250 mL διαλύματος.**

Λύση

α. Μετατρέπουμε τη μάζα του KI σε mol:

$$n = \frac{m\,(\text{g})}{M\,(\text{g/mol})} \Rightarrow n(\text{KI}) = \frac{4{,}98\ \text{g}}{166\ \text{g/mol}} = 0{,}03\ \text{mol}$$

β. Υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του διαλύματος:

$$c = \frac{n(\text{KI})}{V(\text{L})\ \text{διαλύματος}} = \frac{0{,}03\ \text{mol}}{0{,}25\ \text{L}} = 0{,}12\ \text{mol/L ή } 0{,}12\ \text{M}$$

Εφαρμογή 6.9. **Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του NaOH** (M_r = 40) **σε υδατικό διάλυμα που περιέχει 100 g NaOH σε 500 mL διαλύματος.**

.....
.....
.....
.....

Παράδειγμα 6.10.

Να υπολογίσετε τη μάζα (g) HNO_3 (M_r = 63) **που περιέχεται σε 200 mL διαλύματος συγκέντρωσης 0,5 M σε νιτρικό οξύ.**

Λύση

$$c = \frac{n\,(\text{mol})}{V\,(\text{L})} \Rightarrow n = c \cdot V \Rightarrow n(\text{HNO}_3) = 0{,}5\ \text{mol / L} \cdot 0{,}2\ \text{L} = 0{,}1\ \text{mol}$$

$$m(\text{HNO}_3) = 0{,}1\ \text{mol} \cdot 63\ \text{g / mol} = 6{,}3\ \text{g}$$

Εφαρμογή 6.10. **Να υπολογίσετε τη μάζα (g) του KI** (M_r = 166) **που πρέπει να διαλύσετε στο νερό, για να παρασκευάσετε 250 mL διαλύματος 2 M σε KI.**

.....
.....
.....
.....

Ας θυμηθούμε ...

Εκφράσεις της περιεκτικότητας διαλυμάτων

α. Περιεκτικότητα % μάζα προς μάζα: Δείχνει τη μάζα (σε g) της ουσίας που περιέχεται σε 100 g διαλύματος.

β. Περιεκτικότητα % μάζα προς όγκο: Δείχνει τη μάζα (σε g) της ουσίας που περιέχεται σε 100 mL διαλύματος.

γ. Περιεκτικότητα % όγκο προς όγκο: Δείχνει τον όγκο (σε mL) της ουσίας που περιέχεται σε 100 mL διαλύματος.

Συγκέντρωση διαλύματος (Ι)

(ΙΙ)

Παράδειγμα 6.11.

Ένα διάλυμα έχει περιεκτικότητα 49 % μάζα προς μάζα σε H_2SO_4 (M_r = 98) και πυκνότητα 1,4 g/mL. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του H_2SO_4 στο διάλυμα.

Λύση

Διάλυμα H_2SO_4 49 % μάζα προς μάζα σημαίνει ότι:
Σε 100 g διαλύματος περιέχονται 49 g H_2SO_4

• Μετατρέπουμε τη μάζα του διαλύματος σε όγκο:

Τα 100 g διαλύματος έχουν όγκο: $V = \frac{m}{\rho} = \frac{100\ \text{g}}{1,4\ \text{g/mL}}$ ή $\frac{100}{1,4} \cdot 1\ 0^{-3}\ \text{L}$

• Μετατρέπουμε τη μάζα της διαλυμένης ουσίας σε ποσότητα:

Τα 49 g H_2SO_4 αντιστοιχούν σε: $n = \frac{49\ \text{g}}{98\ \text{g/mol}} = 0,5\ \text{mol}\ H_2SO_4$

$$c = \frac{n(H_2SO_4)}{V(\text{L})\ \text{δια λύματος}} = \frac{0,5\ \text{mol}}{100 \cdot 10^{-3}/1,4\ \text{L}} = 7\ \text{mol/L ή } c = 7\ \text{M}$$

Εφαρμογή 6.11. Υδατικό διάλυμα ΚΟΗ έχει περιεκτικότητα 28 % μάζα προς μάζα σε ΚΟΗ (M_r = 56) και πυκνότητα 1,2 g/mL. Να υπολογίσετε:

α. την % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα του διαλύματος.

.....
.....
.....
.....
.....

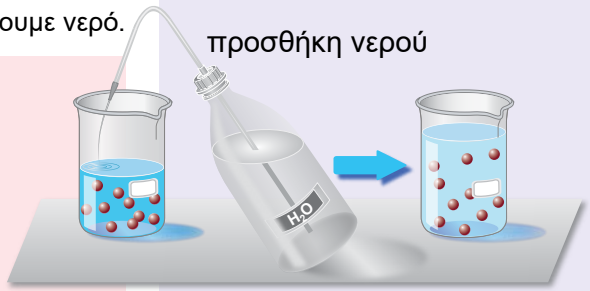
β. τη συγκέντρωση του ΚΟΗ στο διάλυμα.

.....
.....
.....
.....
.....

6.3.2. Αραίωση, συμπύκνωση, προσθήκη διαλυμένης ουσίας και ανάμειξη διαλυμάτων

Α. Αραίωση διαλυμάτων – Ελάττωση της συγκέντρωσής τους

Στο εργαστήριο ή στο σπίτι μας, όταν θέλουμε να αραιώσουμε το διάλυμα μιας ουσίας – να ελαττώσουμε τη συγκέντρωσή του, συνήθως προσθέτουμε νερό.



Αραίωση διαλύματος

Αν ένα διάλυμα Δ1 συγκέντρωσης c_1 (σε ουσία Χ) και όγκου V_1 το **αραιώσουμε με νερό** μέχρι όγκου V_2 ($V_2 = V_1 + V_{H_2O}$), τότε θα προκύψει διάλυμα Δ2 με *συγκέντρωση* $\boldsymbol{c_2}$ (σε ουσία Χ) *μικρότερη* της c_1 ($c_2 < c_1$).
Για τα διαλύματα Δ1 και Δ2 ισχύει ότι:

Ποσότητα ουσίας στο αρχικό διάλυμα = Ποσότητα ουσίας στο τελικό διάλυμα
n (ουσίας Χ) στο **αρχικό** διάλυμα Δ1 = ***n*** (ουσίας Χ) στο **τελικό** διάλυμα Δ2

$$\Rightarrow \boxed{c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2} \text{ ή } \boxed{c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot (V_1 + V_{H_2O})}$$

Παράδειγμα 6.12. Αραίωση διαλύματος

Δίνεται υδατικό διάλυμα NaCl 0,50 M (Διάλυμα Δ1).

α. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του NaCl στο διάλυμα που προκύπτει κατά την προσθήκη 80,0 mL H_2O σε 20,0 mL διαλύματος Δ1.

β. Πόσο όγκο (L) νερού πρέπει να προσθέσετε σε 100 mL διαλύματος Δ1, για να προκύψει διάλυμα 0,20 M σε NaCl.

Λύση

α.

Αρχικό διάλυμα Δ1	Τελικό διάλυμα
$c_1 = 0{,}50$ M	$c_2 = ...$
$V_1 = 0{,}02$ L	$V_2 = (0{,}02 + 0{,}08) = 0{,}10$ L

Με την προσθήκη νερού, γίνεται αραίωση του διαλύματος, ενώ η ποσότητα του NaCl παραμένει ίδια:
n(NaCl) στο αρχικό διάλυμα = *n*(NaCl) στο τελικό διάλυμα

$$\Rightarrow c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$
$$\Rightarrow 0{,}50 \cdot 0{,}02 = c_2 \cdot 0{,}10 \quad \Rightarrow c_2 = 0{,}10 \text{ M}$$

β.

Αρχικό διάλυμα Δ1	Τελικό διάλυμα
$c_1 = 0{,}50$ M	$c_2 = 0{,}20$ M
$V_1 = 0{,}10$ L	$V_2 = (0{,}10 + V)$

Με την προσθήκη νερού, γίνεται αραίωση του διαλύματος, ενώ η ποσότητα του NaCl παραμένει ίδια:
n(NaCl) στο αρχικό διάλυμα = *n*(NaCl) στο τελικό διάλυμα

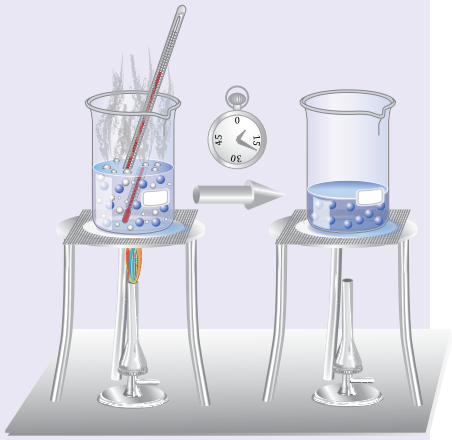
$$\Rightarrow c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$
$$\Rightarrow 0{,}50 \cdot 0{,}10 = 0{,}20\ (0{,}1+V) \quad \Rightarrow V = 0{,}15 \text{ L } H_2O$$

Αραίωση διαλύματος (I)

(II)

(III)

(IV)



Εξάτμιση διαλύτη

Β. Αύξηση της συγκέντρωσης ενός διαλύματος

α) Με απομάκρυνση διαλύτη (συμπύκνωση διαλύματος)

Αν απομακρύνουμε διαλύτη (με εξάτμιση), τότε μειώνεται ο όγκος του διαλύματος, ενώ η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει ίδια, οπότε αυξάνεται η συγκέντρωσή της.

Συμπύκνωση διαλύματος

Αν από ένα υδατικό διάλυμα Δ1 συγκέντρωσης c_1 (σε ουσία Χ) και όγκου V_1 **απομακρύνουμε νερό** μέχρι τελικού όγκου V_2 ($V_2 = V_1 - V_{H_2O}$), τότε θα προκύψει διάλυμα Δ2 με *συγκέντρωση* $\boldsymbol{c_2}$ *μεγαλύτερη* της c_1 ($c_2 > c_1$).

Για τα διαλύματα Δ1 και Δ2 ισχύει ότι:

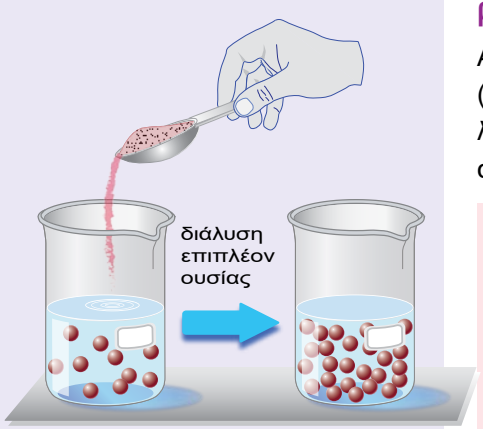
Ποσότητα ουσίας στο αρχικό διάλυμα = Ποσότητα ουσίας στο τελικό διάλυμα

n (ουσίας Χ) στο **αρχικό** διάλυμα = ***n*** (ουσίας Χ) στο **τελικό** διάλυμα

$$\Rightarrow \boxed{c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2} \text{ ή } \boxed{c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot (V_1 - V_{H_2O})}$$

β) Με διάλυση επιπλέον ουσίας Χ

Αν διαλύσουμε και άλλη ποσότητα από την ουσία που υπάρχει στο διάλυμα (εφόσον το διάλυμα δεν είναι κορεσμένο), τότε αυξάνεται η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας, ενώ ο όγκος του διαλύματος παραμένει σχεδόν ίδιος, οπότε αυξάνεται η συγκέντρωσή της.



Διάλυση επιπλέον ουσίας Χ

Αν σε ένα διάλυμα Δ1 συγκέντρωσης c_1 (σε ουσία Χ) και όγκου V_1 **διαλύσουμε επιπλέον ποσότητα (*n*) ουσίας Χ**, τότε θα προκύψει διάλυμα Δ2 με *συγκέντρωση* $\boldsymbol{c_2}$ (σε ουσία Χ) *μεγαλύτερη* της c_1 ($c_2 > c_1$).

Για τα διαλύματα Δ1 και Δ2 ισχύει ότι:

α. Ποσότητα ουσίας ($\boldsymbol{n_2}$) στο τελικό διάλυμα = Ποσότητα ουσίας ($\boldsymbol{n_1}$) στο αρχικό διάλυμα + Ποσότητα ουσίας (***n***) που προστέθηκε

$$n_2(\text{X}) = n_1(\text{X}) + n(\text{X})$$

β. Ο όγκος του τελικού διαλύματος (V_2) θεωρούμε ότι είναι περίπου ίσος με τον όγκο του αρχικού διαλύματος (V_1), εφόσον η ουσία που προσθέτουμε είναι στερεή (και η ποσότητά της είναι σχετικά μικρή) ή είναι αέρια.

Συμπύκνωση διαλύματος (I)

(II)

(III)

Παράδειγμα 6.13.

Αύξηση συγκέντρωσης διαλύματος

Δίνονται 500 mL υδατικού διαλύματος 0,4 M σε NaCl (Διάλυμα Δ1).
Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του NaCl σε διάλυμα που προκύπτει:
α. Όταν εξατμίσετε 100,0 mL H_2O από το διάλυμα Δ1.
β. Όταν διαλύσετε 5,85 g NaCl στο διάλυμα Δ1.
Δίνεται: M_r(NaCl) = 58,5.

Λύση

α.

Αρχικό διάλυμα Δ1	Τελικό διάλυμα
$c_1 = 0{,}4$ M	$c_2 = ...$
$V_1 = 0{,}5$ L	$V_2 = V_1 - V_{H_2O} = (0{,}5 - 0{,}1) = 0{,}4$ L

Με την αφαίρεση νερού (γίνεται συμπύκνωση του διαλύματος) η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει ίδια:

$\Rightarrow n(\text{NaCl})$ στο αρχικό διάλυμα = $n(\text{NaCl})$ στο τελικό διάλυμα

$\Rightarrow c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow 0{,}4 \cdot 0{,}5 = c_2 \cdot 0{,}4 \Rightarrow c_2 = 0{,}5$ M

β. Όταν διαλύσουμε και άλλη ποσότητα NaCl, θεωρούμε ότι ο όγκος του διαλύματος πρακτικά δεν μεταβάλλεται (εφόσον η ποσότητα του στερεού είναι σχετικά μικρή) τότε:

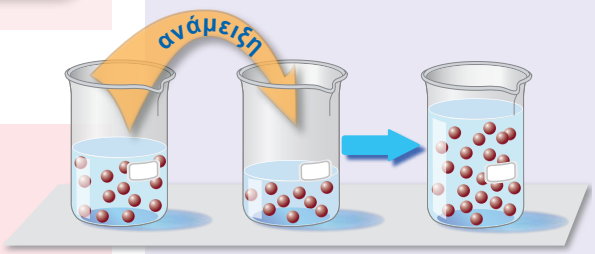
- Ποσότητα NaCl (n_1) στο αρχικό διάλυμα Δ1:
  $n_1(\text{NaCl}) = c_1 \cdot V_1 = 0{,}4 \cdot 0{,}5 = 0{,}2$ mol
- Ποσότητα NaCl που προσθέσαμε (n_2) στο διάλυμα Δ1:
  $n_2(NaCl) = \frac{5{,}85 \text{ g}}{58{,}5 \text{ g/mol}} = 0{,}1$ mol
- Ποσότητα NaCl στο τελικό διάλυμα ($n = n_1 + n_2$):
  $n(\text{NaCl}) = n_1 + n_2 = 0{,}2 \text{ mol} + 0{,}1 \text{ mol} = 0{,}3$ mol

Συγκέντρωση τελικού διαλύματος:
$c = n / V = 0{,}3 \text{ mol} / 0{,}5 \text{ L} = 0{,}6$ M

Προσθήκη στερεής ουσίας στο διάλυμα (I)

(II)

Γ. Ανάμειξη διαλυμάτων



Αν αναμείξουμε δύο (ή περισσότερα) διαλύματα **Δ1**, **Δ2**, ..., της *ίδιας* ουσίας (Χ), με *συγκεντρώσεις* $\boldsymbol{c_1}$, $\boldsymbol{c_2}$, ..., και όγκους $\boldsymbol{V_1}$, $\boldsymbol{V_2}$, ..., αντίστοιχα, τότε προκύπτει διάλυμα (**Δ**) με *συγκέντρωση* **c** και *όγκο* **V** ($V = V_1 + V_2 + ...$), όπου ισχύει ότι:

$\boldsymbol{n_1}$ (ουσίας Χ) στο Δ1 + $\boldsymbol{n_2}$ (ουσίας Χ) στο Δ2 + ... = $\boldsymbol{n}$ (ουσίας Χ) στο Δ

$\Rightarrow$ $c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 + ... = c \cdot V$ ή $c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 + ... = c \cdot (V_1 + V_2 + ...)$

Ανάμειξη διαλυμάτων (I)

(II)

(III)

(IV)

Μεταβολή της συγκέντρωσης με την αραίωση

Παράδειγμα 6.14. Ανάμειξη διαλυμάτων

Δίνονται δύο υδατικά διαλύματα HCl: 2,0 M (διάλυμα Δ1) και 0,50 M (διάλυμα Δ2). Να υπολογίσετε:

α. Τη συγκέντρωση του HCl σε διάλυμα (Δ) που προκύπτει κατά την ανάμειξη 20 mL διαλύματος Δ1 με 80 mL διαλύματος Δ2.

β. Τον όγκο (mL) διαλύματος Δ1 που πρέπει να αναμείξετε με 20 mL διαλύματος Δ2, για να προκύψει διάλυμα 1,50 M σε HCl.

γ. Την αναλογία όγκων με την οποία πρέπει να αναμείξετε τα διαλύματα Δ1 και Δ2, για να προκύψει διάλυμα 1,20 M σε HCl.

Λύση

α.

Αρχικά διαλύματα		Τελικό διάλυμα
Δ1	Δ2	Δ
$c_1 = 2{,}0$ M, $V_1 = 0{,}02$ L	$c_2 = 0{,}50$ M, $V_2 = 0{,}08$ L	$c = \ldots$ $V = (0{,}02 + 0{,}08) = 0{,}10$ L

Με την ανάμειξη των διαλυμάτων ισχύει ότι:

Ποσότητα HCl στο Δ1 + Ποσότητα HCl στο Δ2 = Ποσότητα HCl στο Δ

$n_1(\text{HCl})$ στο Δ1 + $n_2(\text{HCl})$ στο Δ2 = $n(\text{HCl})$ στο Δ

$$\Rightarrow c_1V_1 + c_2V_2 = c \cdot (V_1 + V_2)$$

$$\Rightarrow 2 \cdot 0{,}02 + 0{,}5 \cdot 0{,}08 = c \cdot 0{,}1 \Rightarrow c = 0{,}8 \text{ M}$$

β.

Αρχικά διαλύματα		Τελικό διάλυμα
Δ1	Δ2	Δ
$c_1 = 2{,}0$ M, $V_1 = \ldots$ L	$c_2 = 0{,}50$ M, $V_2 = 0{,}02$ L	$c = 1{,}50$ M $V = (V_1 + 0{,}02)$ L

Με την ανάμειξη των διαλυμάτων ισχύει ότι:

Ποσότητα HCl στο Δ1 + Ποσότητα HCl στο Δ2 = Ποσότητα HCl στο Δ

$n_1(\text{HCl})$ στο Δ1 + $n_2(\text{HCl})$ στο Δ2 = $n(\text{HCl})$ στο Δ

$$\Rightarrow c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot (V_1 + V_2)$$

$$\Rightarrow 2{,}0 \cdot V_1 + 0{,}5 \cdot 0{,}02 = 1{,}5 \cdot (V_1 + 0{,}02) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 = 0{,}04 \text{ L ή } 40 \text{ mL}$$

γ.

Αρχικά διαλύματα		Τελικό διάλυμα
Δ1	Δ2	Δ
$c_1 = 2{,}0$ M, V_1 (L)	$c_2 = 0{,}50$ M, V_2 (L)	$c = 1{,}20$ M $V = (V_1 + V_2)$ L

Με την ανάμειξη των διαλυμάτων ισχύει ότι:

Ποσότητα HCl στο Δ1 + Ποσότητα HCl στο Δ2 = Ποσότητα HCl στο Δ

$n_1(\text{HCl})$ στο Δ1 + $n_2(\text{HCl})$ στο Δ2 = $n(\text{HCl})$ στο Δ

$$\Rightarrow c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c \cdot (V_1 + V_2)$$

$$\Rightarrow 2{,}0 \cdot V_1 + 0{,}5 \cdot V_2 = 1{,}2 \cdot (V_1 + V_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1/V_2 = 7/8$$

Πείραμα 6.1. Φύλλο εργασίας

Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης – Αραίωση διαλύματος

Ονοματεπώνυμο:	Ημερομηνία:
	Τάξη – Τμήμα:

Όργανα	Αντιδραστήρια
• 2 ογκομετρικές φιάλες (100 mL) • 1 ογκομετρικός κύλινδρος (των 10 mL) ή σιφώνιο • 1 ποτήρι ζέσεως (100 mL) • Χωνί, Γυάλινη ράβδος, Υδροβολέας • Ζυγός (ηλεκτρονικός)	• Απιοντισμένο νερό • NaCl

Πειραματική διαδικασία

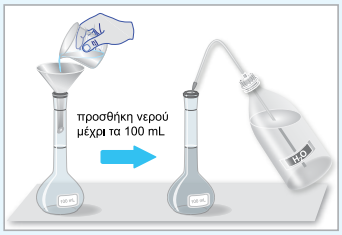
A. Παρασκευή 100 mL υδατικού διαλύματος NaCl 0,2 M

1. Να υπολογίσετε τη μάζα (x g) του NaCl (M_r = 58,5) που χρειάζεται για να παρασκευάσετε 100 mL διαλύματος 0,2 M:

Υπολογισμοί (1):

x = ... g

2. Να τοποθετήσετε το ποτήρι ζέσεως στον ζυγό, να μηδενίσετε τον ζυγό και στη συνέχεια να προσθέσετε, προσεκτικά, με ένα κουταλάκι, x g NaCl.
3. Να κατεβάσετε το ποτήρι από τον ζυγό, να προσθέσετε σε αυτό, με τον υδροβολέα, απιοντισμένο νερό περίπου μέχρι τη μέση και να αναδεύσετε με τη γυάλινη ράβδο μέχρι να διαλυθεί το NaCl.
4. Να μεταφέρετε το διάλυμα σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL (με τη βοήθεια χωνιού). Να ξεπλύνετε καλά το ποτήρι με λίγο απιοντισμένο νερό, με τον υδροβολέα, και να ρίξετε το υγρό έκπλυσης στην ογκομετρική φιάλη.
5. Να συμπληρώστε με απιοντισμένο νερό την ογκομετρική φιάλη, μέχρι τη χαραγή, να κλείσετε την ογκομετρική φιάλη και να την ανακινήσετε.



Το διάλυμα που παρασκευάσατε έχει συγκέντρωση: ..... M.

B. Παρασκευή 100 mL διαλύματος NaCl(aq) 0,01 M από NaCl(aq) 0,2 M

1. Να υπολογίσετε τον όγκο (ψ mL) του διαλύματος NaCl 0,2 M που χρειάζεται για την παρασκευή 100 mL διαλύματος 0,01 M:

Υπολογισμοί (2):

ψ = ... mL

2. Από το διάλυμα NaCl 0,2 M να πάρετε ψ mL με ογκομετρικό κύλινδρο ή με σιφώνιο (για μεγαλύτερη ακρίβεια), να τα μεταφέρετε σε ογκομετρική φιάλη των 100 mL, και να συμπληρώσετε με απιοντισμένο νερό μέχρι τη χαραγή.
3. Να κλείσετε την ογκομετρική φιάλη και να την ανακινήσετε.
   Το διάλυμα που παρασκευάσατε έχει συγκέντρωση: ..... M.

[1] Αν χρησιμοποιήσετε σιφώνιο, η αναρρόφηση να γίνει με ελαστική «φούσκα»/πουάρ.

σημειώσεις/ υπολογισμοί

Ας δούμε τι μάθαμε!

Έλεγχος του βαθμού κατανόησης (2)
Συγκέντρωση – Στοιχειομετρία

(Ενδεικτικός χρόνος: 35 λεπτά)

Ημερομηνία: ..... Ονοματεπώνυμο: .....

1. Να συμπληρώσετε τα κενά σε καθεμία από τις επόμενες προτάσεις:

α. Η συγκέντρωση ενός διαλύματος σε ουσία Χ δείχνει την ..... της διαλυμένης ουσίας Χ που περιέχεται σε ένα ..... διαλύματος.

β. Κατά την αραίωση με νερό ενός διαλύματος, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας ..... (αυξάνεται-μειώνεται-μένει ίδια) και η συγκέντρωση του διαλύματος ..... .

γ. Κατά τη συμπύκνωση ενός διαλύματος με εξάτμιση νερού, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας ..... (αυξάνεται-μειώνεται-μένει ίδια) και η συγκέντρωση του διαλύματος ..... .

2. Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής 2.1 – 2.8 να επιλέξετε τη σωστή απάντηση:

2.1. Σε 500 mL υδατικού διαλύματος περιέχεται 1,0 mol NaOH. Η συγκέντρωση του NaOH στο διάλυμα είναι:

α. 0,5 M
β. 1,5 M
γ. 2,0 M
δ. 4,0 M

2.2. Υδατικό διάλυμα 2,8 % μάζα προς όγκο σε KOH [M_r(KOH) = 56] έχει συγκέντρωση:

α. 0,1 M
β. 0,2 M
γ. 0,5 M
δ. 1,0 M

2.3. Σε 800 mL υδατικού διαλύματος 0,5 M σε ουσία ΧΨ περιέχονται 16 g ουσίας ΧΨ. Η M_r της ουσίας είναι:

α. 20
β. 40
γ. 60
δ. 80

2.4. Αν 200 mL υδατικού διαλύματος 12 M σε HCl αραιωθούν με νερό μέχρι το 1 L, θα προκύψει διάλυμα με συγκέντρωση σε HCl:

α. 2,4 M
β. 6,0 M
γ. 10 M
δ. 24 M

2.5. Κατά την ανάμειξη 80 mL HCl(aq) 0,5 M με 20 mL HCl(aq) 2,0 M, προκύπτει διάλυμα που έχει συγκέντρωση σε HCl:

α. 0,8 M
β. 0,9 M
γ. 1,0 M
δ. 1,2 M

2.6. Για να παρασκευάσουμε 100 mL διαλύματος 2,0 M σε NaCl, θα πρέπει να διαλύσουμε:

α. 0,1 mol NaCl σε 100 mL νερού
β. 0,2 mol NaCl σε 100 mL νερού
γ. 0,1 mol NaCl σε 50 mL νερού και να αραιώσει μέχρι τα 100 mL
δ. 0,2 mol NaCl σε 50 mL νερού και να αραιώσει μέχρι τα 100 mL

2.7. Διάλυμα 1,0 M σε KOH (M_r(KOH) = 56) μπορεί να μετατραπεί σε διάλυμα 0,40 M σε KOH, αν προσθέσουμε σε αυτό:

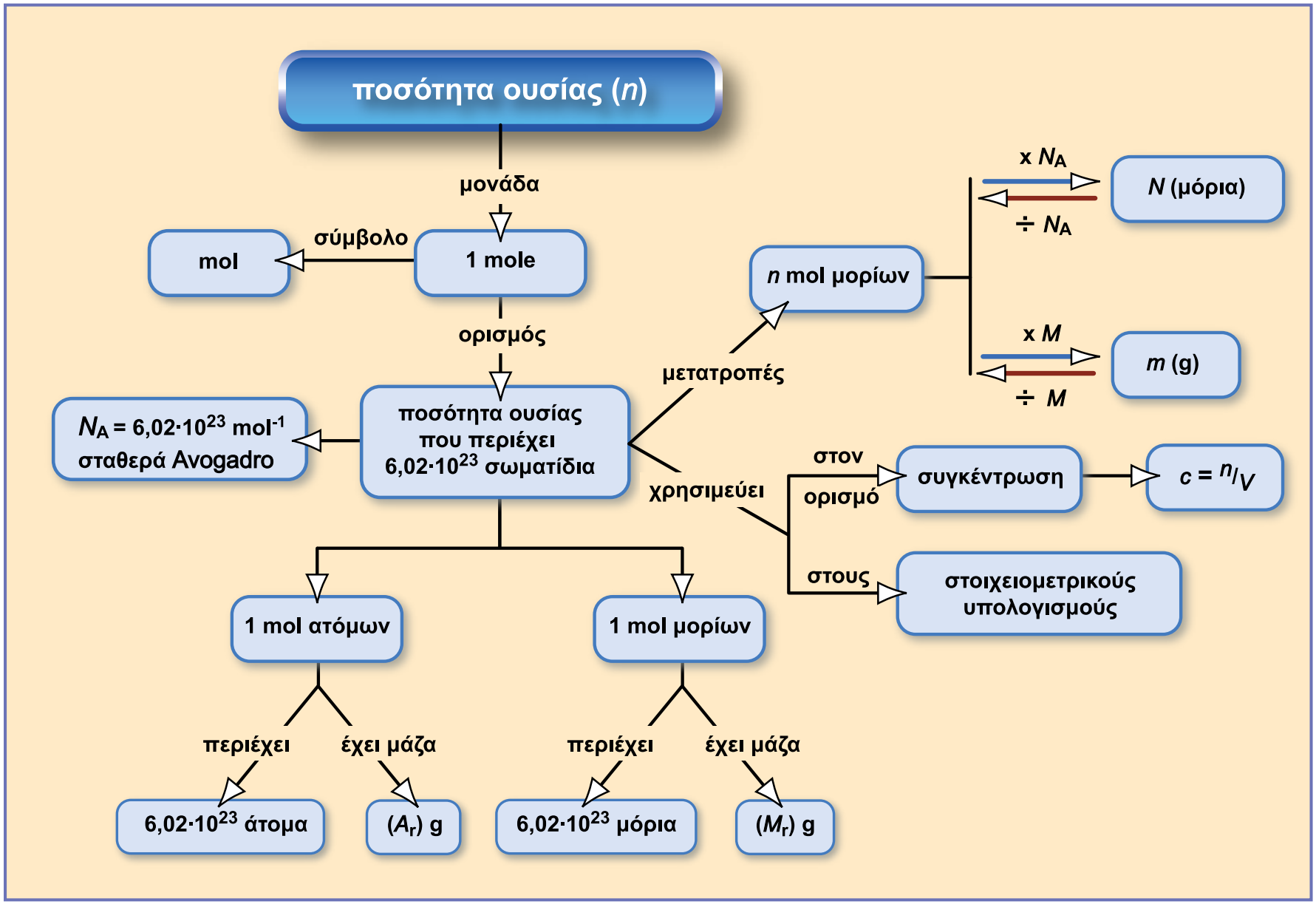
α. KOH(s)
β. διάλυμα KOH(aq) 0,60 M
γ. διάλυμα KOH(aq) 0,56 % μάζα προς όγκο
δ. διάλυμα KOH(aq) 2,8 % μάζα προς όγκο.

2.8. Με εξάτμιση 10 mL H_2O από 50 mL διαλύματος NaCl(aq) 0,4 M, προκύπτει διάλυμα:

α. 0,2 M
β. 0,3 M
γ. 0,4 M
δ. 0,5 M.

3. Σε καθεμία από τις επόμενες προτάσεις, να γράψετε το Σ, αν αυτό που αναφέρεται είναι σωστό ή το Λ, αν αυτό που αναφέρεται είναι λάθος. Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

1. Σε 2 L υδατικού διαλύματος 0,5 M σε NaCl περιέχεται 1 mol NaCl.	
2. Αν σε 500 mL υδατικού διαλύματος περιέχεται 1 mol NaOH, το διάλυμα έχει συγκέντρωση 2 M σε NaOH.	
3. Αν προσθέσουμε 300 mL νερού σε 100 mL υδατικού διαλύματος 0,2 M σε HCl θα προκύψει διάλυμα 0,05 M.	
4. Με ανάμειξη 100 mL υδατικού διαλύματος 2,0 M σε HCl με 200 mL υδατικού διαλύματος 1,0 M σε HCl θα προκύψει διάλυμα 1,8 M.	
5. Υδατικό διάλυμα συγκέντρωσης 2 M σε NaOH και όγκου 200 mL το χωρίζουμε σε δύο ίσα μέρη. Το κάθε μέρος θα περιέχει 1 mol NaOH.	
6. Όταν αντιδράσουν 5 mol N_2 με περίσσεια H_2 θα παραχθούν 10 mol NH_3.	
7. Αν αναμείξουμε 1 mol H_2 με 1 mol O_2 και αντιδράσουν σε κατάλληλες συνθήκες θα παραχθεί 1 mol H_2O.	
8. Για την πλήρη εξουδετέρωση 2 mol KOH απαιτείται 1 mol H_2SO_4.	
9. Απαιτούνται 500 mL διαλύματος $AgNO_3$ 0,4 M για να αντιδράσουν πλήρως με 0,1 mol $CaCl_2$.	
10. Όταν αντιδράσουν 2 mol Na με περίσσεια H_2O παράγονται 2 mol H_2.	


ποσότητα ουσίας (n)
μονάδα
1 mole
σύμβολο
mol
ορισμός
ποσότητα ουσίας που περιέχει 6,02·10^23 σωματίδια
N_A = 6,02·10^23 mol^-1 σταθερά Avogadro
μετατροπές
n mol μορίων
x N_A
÷ N_A
N (μόρια)
x M
÷ M
m (g)
χρησιμεύει
στον ορισμό
συγκέντρωση
c = n/V
στους
στοιχειομετρικούς υπολογισμούς
1 mol ατόμων
περιέχει
6,02·10^23 άτομα
έχει μάζα
(A_r) g
1 mol μορίων
περιέχει
6,02·10^23 μόρια
έχει μάζα
(M_r) g

Ανακεφαλαίωση

- Οι χημικοί εισήγαγαν την έννοια του mole προκειμένου να υπολογίζουν τον αριθμό των σωματίδιων (άτομα, μόρια, ιόντα, ηλεκτρόνια κ.ά.) ζυγίζοντάς τα.

  Το mole ορίζεται ως η ποσότητα ουσίας που περιέχει $6,02 \cdot 10^{23}$ στοιχειώδεις οντότητες ($N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol^{-1} – σταθερά Avogadro).

  Συγκεκριμένα:

  - **1 mol ατόμων** στοιχείου περιέχει $6,02 \cdot 10^{23}$ άτομα και έχει *μάζα* (σε g) αριθμητικά ίση με την A_r του στοιχείου.
  - **1 mol μορίων** ουσίας περιέχει $6,02 \cdot 10^{23}$ μόρια και έχει *μάζα* (σε g) αριθμητικά ίση με την M_r της ουσίας.
  - **1 mol ιόντων** περιέχει $6,02 \cdot 10^{23}$ ιόντα και έχει *μάζα* (σε g) αριθμητικά ίση με το άθροισμα των A_r όλων των ατόμων του ιόντος.

  Η μάζα που έχει **1 mol** ατόμων ή μορίων μιας ουσίας ονομάζεται **μολαρική μάζα** και συμβολίζεται με ***M***.

- Η **συγκέντρωση** (***c***) διαλύματος ορίζεται ως η ποσότητα (n) της διαλυμένης ουσίας σε ορισμένο όγκο (V) διαλύματος. $c = n/V$.

  Κατά την **αραίωση** διαλύματος με νερό η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας δεν μεταβάλλεται, οπότε ισχύει:

  $$c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$$

  Κατά την **ανάμειξη** διαλυμάτων της ίδιας ουσίας ισχύει:

  $$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 + \ldots = c \cdot (V_1 + V_2 + \ldots)$$

- **Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί** ονομάζονται οι υπολογισμοί που βασίζονται στις σχέσεις των ποσοτήτων των ουσιών με τις οποίες αυτές παίρνουν μέρος σε μια χημική αντίδραση και καθορίζονται από τους στοιχειομετρικούς συντελεστές των ουσιών στην ισοσταθμισμένη χημική εξίσωση της αντίδρασης.

  Οι συντελεστές των ουσιών σε μια χημική εξίσωση εκφράζουν την αναλογία ατόμων και μορίων, άρα και την αναλογία ποσοτήτων (mol) ατόμων και μορίων αντίστοιχα, των ουσιών που μετέχουν στην αντίδραση.

Ποσότητα ουσίας

Ποσότητα ουσίας-Χάρτης εννοιών

Γλωσσάρι 6ου κεφαλαίου

Προτάσεις για διαδικτυακή διερεύνηση

1. Αντιδρώντα – προϊόντα - στοιχειομετρικοί υπολογισμοί:
   https://phet.colorado.edu/sims/html/reactants-products-and-leftovers/latest/reactants-products-and-leftovers_all.html

2. Παρασκευή διαλύματος, προσθήκη ουσίας, συγκέντρωση, αραίωση, συμπύκνωση:
   https://phet.colorado.edu/sims/html/concentration/latest/concentration_all.html

Ταξίδι στον χρόνο

Ο μεγάλος αλλά και αμφιλεγόμενος χημικός Fritz Haber

Τη χρονολογία 0 ο πληθυσμός της Γης εκτιμάται ότι ήταν περίπου 200 εκατομμύρια άνθρωποι. Το 1700 μ.Χ. είχε ανέλθει στα 600 εκατομμύρια, το 1900 μ.Χ. ήταν 1650 εκατομμύρια. Η αλματώδης αύξηση του πληθυσμού είχε ως συνέπεια την ανάγκη αύξησης της παραγωγής τροφίμων. Σε πολλές περιπτώσεις, η εντατική καλλιέργεια οδήγησε στην εξάντληση των απαραίτητων θρεπτικών συστατικών του εδάφους (όπως κάλιο, φωσφόρος και άζωτο) τα οποία ήταν αναγκαία για την ανάπτυξη των φυτών, με αποτέλεσμα τη μείωση της παραγωγής.

Η παροχή αζώτου για τις καλλιέργειες αποτελούσε ιδιαίτερο πρόβλημα. Αυτό μπορεί να φαίνεται παράξενο, δεδομένου ότι περίπου το 79% του αέρα αποτελείται από άζωτο, αλλά εκτός από τα ψυχανθή, τα φυτά δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν το άζωτο όταν βρίσκεται σε στοιχειακή μορφή. Μόνο τα όσπρια έχουν βακτήρια που αναπτύσσονται στις ρίζες τους και μπορούν να μετατρέψουν το άζωτο του αέρα σε μια χρήσιμη μορφή. Όλες οι άλλες καλλιέργειες, όμως, πρέπει να βασίζονται στις ενώσεις του αζώτου που υπάρχουν στο έδαφος με μορφή αλάτων τους.

Κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα, η κύρια πηγή αζώτου στην Ευρώπη ήταν το γκουανό (περιττώματα πουλιών) που εισάγονταν από νησιά του Ειρηνικού Ωκεανού. Όμως, οι εισαγωγές αυτές δεν αρκούσαν για την αναπτυσσόμενη γεωργική βιομηχανία. Ευτυχώς, όμως, τότε ανακαλύφθηκαν μεγάλα κοιτάσματα $NaNO_3$, γνωστότερου ως «νίτρο της Χιλής», στην έρημο Ατακάμα της Χιλής. Αυτό, αν και ήταν μια εξαιρετική πηγή αζώτου, δεν θα διαρκούσε για πάντα. Πολλοί επιστήμονες προέβλεψαν μαζική πείνα όταν θα τελείωνε.

Σε αυτήν την εποχή εμφανίζεται στο επιστημονικό προσκήνιο ο Γερμανοεβραίος Χημικός Fritz Haber (Φριτζ Χάμπερ). Γεννήθηκε στις 9 Δεκεμβρίου 1868 στο Breslau (τότε Γερμανία, σήμερα Wroclaw της Πολωνίας). Σπούδασε στο κλασικό σχολείο της Αγίας Ελισάβετ στο Breslau και έκανε, ακόμη και όσο ήταν στο σχολείο, πολλά χημικά πειράματα. Επηρεασμένος εν μέρει από το επάγγελμα του πατέρα του, ο οποίος ήταν εισαγωγέας φυσικών βαφών και χρωστικών ουσιών, σπούδασε Χημεία (1886 - 1891) στο Πανεπιστήμιο της Χαϊδελβέργης υπό τον Bunsen, στο Πανεπιστήμιο του Βερολίνου υπό τον A. Hoffmann και στην Τεχνική Σχολή του Charlottenburg υπό τον Liebermann.

Το 1894 διορίστηκε βοηθός στο Τμήμα Χημικής Τεχνολογίας και Τεχνολογίας Καυσίμων στο FridericianaTechnische Hochschule της Καρλσρούης. Γρήγορα ανελίχθηκε στην ακαδημαϊκή ιεραρχία και έγινε τακτικός καθηγητής το 1906. Το 1911 διορίστηκε στη θέση του διευθυντή του Ινστιτούτου Φυσικής Χημείας και Ηλεκτροχημείας «Kaiser Wilhelm» στο Βερολίνο, όπου παρέμεινε έως ότου, το 1933, οι ναζιστικοί αντισημιτικοί φυλετικοί νόμοι ανάγκασαν σχεδόν όλο το προσωπικό του να παραιτηθεί και ο Haber, αντί να σωπάσει και να προφυλαχθεί (λόγω της εβραϊκής καταγωγής του), παραιτήθηκε σε ένδειξη διαμαρτυρίας.

Ακολούθησαν τέσσερις μήνες στην Αγγλία, όπου εργάστηκε στο εργαστήριο του William Pope στο Πανεπιστήμιο του Cambridge. Λίγους μήνες αργότερα, το 1934, πέθανε από καρδιακή προσβολή στη Βασιλεία της Ελβετίας.

Fritz Haber
(1868-1934)

Carl Bosch
(1874-1940)

Τμήμα του εργοστασιακού συγκροτήματος BASF (Badische Anilin und Soda Fabrik) στο Ludwigshaven-Oppau (1881). Το συγκρότημα άνοιξε το 1913, ένα χρόνο πριν από την έναρξη του Α΄ Παγκόσμιου Πόλεμου για την παραγωγή αμμωνίας με τη μέθοδο Haber-Bosch, αλλά αμέσως επεκτάθηκε με μονάδες παραγωγής νιτρικού οξέος για την παρασκευή εκρηκτικών.

Το έργο του

Ο Haber ασχολήθηκε για μεγάλο χρονικό διάστημα με φυσικοχημικές μελέτες και ιδιαίτερα στο πεδίο της Ηλεκτροχημείας, αλλά το έργο για το οποίο έμεινε γνωστός είναι η σύνθεση της αμμωνίας.

Το 1905, μαζί με τον Carl Bosch (1874-1940) ανέπτυξαν μια βιομηχανική μέθοδο παρασκευής αμμωνίας από το ατμοσφαιρικό άζωτο και το υδρογόνο (παράγεται κυρίως από το φυσικό αέριο). Μέχρι σήμερα δεν έχει βρεθεί αποτελεσματικότερος τρόπος χημικής δέσμευσης και αξιοποίησης του ατμοσφαιρικού αζώτου από αυτόν της μεθόδου Haber-Bosch.

Ό,τι συνθετικό υλικό περιέχει άζωτο, είτε πρόκειται για κάποιο πολυμερές, είτε οργανικό χρώμα, είτε εκρηκτικό, είτε κάποιο φάρμακο, είτε οτιδήποτε άλλο, είναι σχεδόν βέβαιο ότι το άζωτό του κάποτε βρισκόταν στην ατμόσφαιρα και από εκεί παγιδεύτηκε αρχικά ως αμμωνία με τη μέθοδο των Haber-Bosch.

Με τον ερχομό του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου, ο Haber αφιέρωσε τους πόρους του ερευνητικού του ινστιτούτου για να καλύψει τις ανάγκες της Γερμανίας κατά τη διάρκεια του πολέμου για χημικά προϊόντα και συνθετικά υποκατάστατα. Όταν συνδυάστηκε η σύνθεση της αμμωνίας με τη διαδικασία του Γερμανού χημικού Wilhelm Ostwald για την οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρικό οξύ, η συνδυασμένη διαδικασία ήταν το κλειδί όχι μόνο για την παραγωγή λιπασμάτων για την αύξηση παραγωγής τροφίμων, αλλά και για τη σύνθεση νιτρικών και άλλων εκρηκτικών υλών απαραίτητων για τον πόλεμο.

Αν δεν υπήρχε η δυνατότητα εναλλακτικής πηγής ενώσεων αζώτου, όπως η αμμωνία, μέσω της άμεσης σύνθεσής της με τη μέθοδο των Haber-Bosch, είναι σχεδόν βέβαιο ότι η Γερμανία θα είχε ηττηθεί πολύ πριν από το 1918. Ο Haber πρότεινε τη χρήση του αερίου χλωρίου ως χημικό όπλο, μια πρόταση που δοκιμάστηκε για πρώτη φορά στην Ypres του Βελγίου τον Απρίλιο του 1915 με αποτέλεσμα τον θάνατο χιλιάδων Άγγλων και Γάλλων στρατιωτών, που βρίσκονταν ανυποψίαστοι στα χαρακώματα.

Χάρις στη μέθοδο Haber-Bosch ο πόλεμος συνεχίστηκε και έτσι έμμεσα η ανακάλυψη της μεθόδου κόστισε τη ζωή χιλιάδων ακόμη ανθρώπων. Ωστόσο, στη συνέχεια, η εφαρμογή της μεθόδου στην παραγωγή φθηνών αζωτούχων λιπασμάτων είχε ως αποτέλεσμα την παγκόσμια αύξηση της γεωργικής παραγωγής, γεγονός που έσωσε εκατομμύρια ζωές από τον θάνατο από την πείνα.

Η σύζυγός του Clara Immerwahr σπούδασε επίσης Χημεία και ήταν η πρώτη γυναίκα που της απονεμήθηκε ο τίτλος της Διδάκτορος στο Πανεπιστήμιο του Breslau. Συνέβαλε στο έργο του Haber μεταφράζοντας μερικές από τις εργασίες του στα αγγλικά. Διαφώνησε έντονα με την εμπλοκή του συζύγου της στην έρευνα και στην εφαρμογή των αερίων στον πόλεμο, και, έχοντας δυσβάσταχτη ενσυναίσθηση λόγω της μαζικής εξολόθρευσης ανθρώπων με τη χρήση των αερίων, συνεθλίβη συναισθηματικά και αυτοκτόνησε το 1915.

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

A. mole

6.1. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις επόμενες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). Να αιτιολογήσετε κάθε χαρακτηρισμό σας.

1. Η M_r μιας ουσίας έχει μονάδα: g/mol.	
2. Το μέγεθος «ποσότητα ουσίας» έχει μονάδα το kg, στο S.I.	
3. Σε 1 mol μορίων O_2 περιέχονται 2 άτομα οξυγόνου.	
4. Ποσότητα 1 mol μορίων H_2 έχει μάζα 1 g [A_r(H) = 1].	
5. Σε ποσότητα 1 mol μορίων H_2O περιέχονται $12,04 \cdot 10^{23}$ άτομα Η.	
6. Σε ποσότητα 5 mol H_2O περιέχονται 10 g υδρογόνου (A_r = 1).	
7. Σε ποσότητα 3 mol ηλεκτρονίων περιέχονται $18,06 \cdot 10^{23}$ ηλεκτρόνια.	
8. Η αναλογία μορίων δύο ουσιών Χ και Ψ (N_X / N_ψ) είναι και αναλογία mol των ουσιών (n_X / n_ψ).	
9. Ποσότητα 1 mol από οποιαδήποτε ουσία έχει την ίδια μάζα.	
10. Όσο μεγαλύτερη είναι η M_r μιας ουσίας, τόσο μεγαλύτερη είναι η μάζα του μορίου της.	

Στις επόμενες ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ***6.2 – 6.45****, να επιλέξετε τη* ***σωστή απάντηση:***

6.2. Ποσότητα 0,5 mol ατόμων αζώτου [A_r(N) = 14] έχει μάζα:
α. 3,5 g
β. 7,0 g
γ. 14 g
δ. 28 g

6.3. Ποσότητα 0,5 mol Na_2CO_3 (M_r = 106) έχει μάζα:
α. 53 g
β. 83 g
γ. 98 g
δ. 106 g

6.4. Πόσα μόρια περιέχονται σε 16 g O_2 [A_r(O) = 16]:
α. $3,01 \cdot 10^{22}$
β. $3,01 \cdot 10^{23}$
γ. $6,02 \cdot 10^{23}$
δ. $6,02 \cdot 10^{24}$

6.5. Ένα μόριο O_2 [A_r(O) = 16], έχει μάζα (g):
α. 16
β. 32
γ. 16 / N_A
δ. 32 / N_A

6.6. Ποσότητα 2 mol αιθινίου (C_2H_2) περιέχει:
α. 2 mol μορίων H_2
β. $12,04 \cdot 10^{23}$ άτομα C
γ. 2 mol ατόμων C
δ. 4 mol ατόμων C

6.7. Σε 25,5 g NH_3 (M_r = 17) περιέχονται:
α. $3,01 \cdot 10^{22}$ μόρια
β. $3,01 \cdot 10^{23}$ μόρια
γ. $6,02 \cdot 10^{23}$ μόρια
δ. $9,03 \cdot 10^{23}$ μόρια

6.8. Ποσότητα 0,50 mol NaCl περιέχει:
α. 0,50 mol ατόμων Na
β. 0,50 mol ατόμων Cl
γ. 1,0 mol ατόμων συνολικά
δ. κανένα άτομο

6.9. Μάζα 12 g Mg [A_r = 24] περιέχει τον ίδιο αριθμό ατόμων με: (Δίνονται: A_r(C) = 12, A_r (Ca) = 40)
α. 12 g C
β. 20 g C
γ. 10 g Ca
δ. 20 g Ca

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

6.10. Το στοιχείο που το άτομό του έχει μάζα $3,99 \cdot 10^{-23}$ g, είναι:
α. C ($A_r = 12$)
β. Ne ($A_r = 20$)
γ. Mg ($A_r = 24$)
δ. Ca ($A_r = 40$)

6.11. Ποσότητα ένωσης Χ περιέχει $4 \cdot 10^{21}$ μόρια και έχει μάζα 0,4 g. Το M_r της ένωσης Χ είναι:
α. 40
β. 60,2
γ. 100
δ. 160

6.12. Μεγαλύτερος αριθμός μορίων περιέχεται σε:
α. 2 g H_2 (A_r(H) = 1)
β. 2 g N_2 (A_r(N) = 14)
γ. 2 g O_2 (A_r(O) = 16)
δ. 2 g NH_3 (M_r = 17)

6.13. Ένα μόριο H_2O (M_r = 18) έχει μάζα:
α. 18 g
β. 1 / 18 g
γ. $2,99 \cdot 10^{-23}$ g
δ. $10,8 \cdot 10^{-22}$ g

6.14. Σε μάζα 0,046 g αιθανόλης / C_2H_5OH (M_r = 46) περιέχονται:
α. $6,0 \cdot 10^{20}$ άτομα Η
β. $1,2 \cdot 10^{21}$ άτομα Η
γ. $3,0 \cdot 10^{21}$ άτομα Η
δ. $3,6 \cdot 10^{21}$ άτομα Η

6.15. Σε ποσότητα 0,002 mol $^{18}_{8}O^{2-}$ περιέχονται:
α. $1,2 \cdot 10^{21}$ ηλεκτρόνια
β. $2,4 \cdot 10^{21}$ ηλεκτρόνια
γ. $9,6 \cdot 10^{21}$ ηλεκτρόνια
δ. $1,2 \cdot 10^{22}$ ηλεκτρόνια

6.16. Ο αριθμός ατόμων που υπάρχουν σε 0,56 g Fe (A_r = 56) είναι:
α. $6,02 \cdot 10^{21}$
β. $3,01 \cdot 10^{22}$
γ. $6,02 \cdot 10^{22}$
δ. $6,02 \cdot 10^{25}$

6.17. Ποσότητα 5 mol ηλεκτρονίων ($m_e = 9 \cdot 10^{-31}$ kg) έχει μάζα:
α. 0,27 mg
β. 2,7 mg
γ. 15 mg
δ. 27 mg

6.18. Ένα e έχει ηλεκτρικό φορτίο $1,6 \cdot 10^{-19}$C. Ένα mol e έχει φορτίο:
α. 3762 C
β. 37625 C
γ. 9632 C
δ. 96320 C

6.19. Ο αριθμός ατόμων που περιέχονται σε 0,50 mol ακετόνης (CH_3COCH_3), είναι:
α. $3,01 \cdot 10^{23}$
β. $3,01 \cdot 10^{24}$
γ. $6,02 \cdot 10^{23}$
δ. $6,02 \cdot 10^{24}$

6.20. Ένα δείγμα αιθανόλης (C_2H_5OH) περιέχει $3,01 \cdot 10^{23}$ άτομα C και:
α. 0,25 mol ατόμων οξυγόνου
β. 0,5 mol μορίων υδρογόνου
γ. 1 mol ατόμων άνθρακα
δ. 3 mol ατόμων υδρογόνου

6.21. Πόσα mol $Mg_3(PO_4)_2$ περιέχουν 0,40 mol ατόμων οξυγόνου:
α. 0,05 mol
β. 0,10 mol
γ. 0,20 mol
δ. 0,30 mol

6.22. Πόσα mol C_3H_8 περιέχουν $3,01 \cdot 10^{24}$ άτομα υδρογόνου:
α. 0,25 mol
β. 0,50 mol
γ. 0,625 mol
δ. 5,0 mol

6.23. Πόσα mol ατόμων υδρογόνου υπάρχουν σε 1 mol γλυκόζης ($C_6H_{12}O_6$);
α. 6 mol
β. 12 mol
γ. 24 mol
δ. $72,24 \cdot 10^{23}$ mol

6.24. Ποσότητα 1,5 mol $Ca(NO_3)_2$ περιέχει:
α. 2 mol ατόμων N
β. 3 άτομα N
γ. 6 mol ατόμων O
δ. $54,18 \cdot 10^{23}$ άτομα O

6.25. Ποιο από τα επόμενα δείγματα έχει μεγαλύτερη μάζα:
α. 40,40 g S.
β. 0,80 mol Fe (A_r = 56)
γ. $12,04 \cdot 10^{24}$ μόρια N_2 (A_r = 14)
δ. $9,03 \cdot 10^{25}$ άτομα Η (A_r = 1)

6.26. $3{,}01 \cdot 10^{22}$ μόρια υγρού εξανίου-C_6H_{14} (M_r = 86 και ρ = 0,65 g / mL) έχουν όγκο:
α. 1,5 mL
β. 3,0 mL
γ. 6,6 mL
δ. 8,8 mL

6.27. Πόσα mol ατόμων οξυγόνου περιέχονται σε 88 g CO_2 (M_r = 44):
α. 2 mol
β. 4 mol
γ. $16{,}04 \cdot 10^{23}$ mol
δ. $24{,}08 \cdot 10^{23}$ mol

6.28. Ποια από τις επόμενες ποσότητες έχει μεγαλύτερη μάζα:
α. 2 mol NO
β. 1 mol N_2O
γ. 1 mol N_2O_4
δ. 1 mol N_2O_5

6.29. Δείγμα αιθανίου (C_2H_6) περιέχει $2 \cdot 10^{23}$ άτομα C. Πόσα άτομα H υπάρχουν στο δείγμα:
α. $6 \cdot 10^{22}$
β. $3 \cdot 10^{23}$
γ. $6 \cdot 10^{23}$
δ. $12 \cdot 10^{23}$

6.30. 1 mol ατόμων στοιχείου X περιέχει $4{,}82 \cdot 10^{24}$ ηλεκτρόνια. Ο ατομικός αριθμός του X είναι:
α. 2
β. 4
γ. 6
δ. 8

6.31. Η αναλογία μαζών SO_2 (M_r = 64) και SO_3 (M_r = 80), που περιέχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων οξυγόνου, είναι:
α. 2 : 3
β. 1 : 2
γ. 6 : 5
δ. 2 : 1

6.32. Η αιμοσφαιρίνη (M_r = 67.200) έχει περιεκτικότητα σε Fe (A_r = 56) 0,34 % μάζα προς μάζα. Τα άτομα Fe σε ένα μόριο αιμοσφαιρίνης είναι:
α. 2
β. 4
γ. 6
δ. 8

6.33. Ένα e έχει μάζα 1840 φορές μικρότερη από το άτομο του H (A_r = 1). Η μάζα του e είναι:
α. $6{,}0 \cdot 10^{-28}$ g
β. $9{,}0 \cdot 10^{-28}$ g
γ. $6{,}0 \cdot 10^{-27}$ g
δ. $9{,}0 \cdot 10^{-27}$ g

6.34. Μια υπογραφή με μολύβι περιέχει 1 mg C. Πόσα άτομα C (A_r = 12) υπάρχουν στην υπογραφή:
α. $5{,}0 \cdot 10^{19}$
β. $5{,}0 \cdot 10^{21}$
γ. $7{,}2 \cdot 10^{21}$
δ. $7{,}2 \cdot 10^{23}$

6.35. Ένα μόριο βιταμίνης B12 έχει $m = 2{,}25 \cdot 10^{-21}$ g. Η βιταμίνη B12 έχει M_r:
α. $1{,}0 \cdot 10^3$
β. $1{,}35 \cdot 10^3$
γ. $2{,}25 \cdot 10^3$
δ. $1{,}0 \cdot 10^4$

6.36. Ποια από τις επόμενες ποσότητες περιέχει N_A ιόντα:
α. 0,5 mol NaCl.
β. 0,5 mol $MgCl_2$
γ. 1,0 mol NaCl
δ. 1,0 mol CaO

6.37. Ποια ποσότητα περιέχει μικρότερο αριθμό ατόμων H:
α. 1 mol H_2SO_4
β. 1 mol CH_3COOH
γ. 2 mol H_2O_2
δ. 2 mol NH_3

6.38. Μια σταγόνα νερού (M_r = 18) έχει μάζα 0,05 g και περιέχει:
α. $1{,}67 \cdot 10^{21}$ μόρια
β. $3{,}01 \cdot 10^{21}$ μόρια
γ. $5{,}42 \cdot 10^{23}$ μόρια
δ. $1{,}20 \cdot 10^{24}$ μόρια

6.39. Ποιο δείγμα έχει μεγαλύτερη μάζα:
α. $1{,}2 \cdot 10^{24}$ άτομα Ag (A_r = 108)
β. $6{,}02 \cdot 10^{25}$ μόρια υδρογόνου (Ar =1)
γ. $1{,}70 \cdot 10^2$ άτομα Fe (A_r = 56)
δ. 5,0 mol ατόμων Ne (A_r = 20)

6.40. Πόσα ηλεκτρόνια υπάρχουν σε 1,6 g CH_4 (M_r = 16 και ${}_6C$, ${}_1H$):
α. 16
β. $6{,}02 \cdot 10^{22}$
γ. $6{,}02 \cdot 10^{23}$
δ. $6{,}02 \cdot 10^{24}$

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

6.41. Ένα άτομο αζώτου (N) έχει μάζα $2,32 \cdot 10^{-23}$ g και ένα άτομο X έχει μάζα 4 φορές μεγαλύτερη από το άτομο N. Η A_r του X είναι:
α. 15,2
β. 23,2
γ. 55,8
δ. 60,2

6.42. Ο λόγος των μαζών O_2 (A_r = 16) και N_2 (A_r = 14) σε ένα μείγμα είναι 1 : 4. Ο λόγος του αριθμού των μορίων τους είναι:
α. 1/8
β. 1/4
γ. 7/32
δ. 3/16

6.43. Πόσα άτομα Mg υπάρχουν σε 1g χλωροφύλλης, αν αυτή έχει περιεκτικότητα σε Mg (A_r = 24) 2,68 % μάζα προς μάζα:
α. $6,72 \cdot 10^{20}$
β. $6,72 \cdot 10^{21}$
γ. $1,07 \cdot 10^{22}$
δ. $1,07 \cdot 10^{23}$

6.44. Αν ένα άτομο X έχει μάζα $5 \cdot 10^{-23}$ g, πόσα mol ατόμων X θα έχουν μάζα 15,0 g:
α. 0,3 mol
β. 0,5 mol
γ. 1,0 mol
δ. 1,5 mol

6.45. Πόσοι αιώνες χρειάζονται για να ξοδέψει κάποιος 1 mol ευρώ, αν τα ξοδεύει με ταχύτητα 1.000.000 ευρώ ανά δευτερόλεπτο:
α. 6023 αιώνες
β. 602.300 αιώνες
γ. 1.900.000 αιώνες
δ. 190.000.000 αιώνες

6.46. Ένα μείγμα περιέχει 2 mol CO_2 και 3 mol CO. Πόση είναι η μάζα (g) του μείγματος.
Δίνονται: A_r(C) = 12, A_r(O) = 16
.....
.....
.....
.....
.....

6.47. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις επόμενες δηλώσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ). Να αιτιολογήσετε κάθε χαρακτηρισμό σας.

1. x g CO έχουν μεγαλύτερο αριθμό μορίων από x g CO_2	
2. x g CO έχουν μικρότερο αριθμό mol από x g CO_2	
3. x g CO έχουν μεγαλύτερο αριθμό ατόμων οξυγόνου από x g CO_2	

6.48. Σε δείγμα 32,4 g κινίνης $C_{20}H_{24}N_2O_2$ (M_r = 324) - φάρμακο που χρησιμοποιήθηκε για τη θεραπεία της ελονοσίας:
α. Πόσα μόρια περιέχονται;
.....
β. Πόσα mol ατόμων C περιέχονται;
.....
γ. Πόσα άτομα H περιέχονται;
.....
δ. Πόσα g αζώτου (A_r = 14) περιέχονται;
.....

6.49. Διαθέτουμε 132 g CO_2 (M_r = 44)
Να υπολογίσετε:
α. Πόσα mol είναι;
.....
.....
.....
β. Πόσα μόρια περιέχονται;
.....
.....
.....
γ. Πόσα άτομα οξυγόνου περιέχονται;
.....
.....
.....

Β. Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί

*Στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής **6.50 – 6.66**, να επιλέξετε τη **σωστή απάντηση:***

6.50. Η αντίδραση μεταξύ των Α και Β προς σχηματισμό Γ, συμβολίζεται με την εξίσωση: $3A + 2B \rightarrow 4Γ$
Πόσα mol Β θα χρειαστούν για να αντιδράσουν πλήρως με 5 mol Α:
α. 1,2 mol
β. 1,5 mol
γ. 2,0 mol
δ. 3,3 mol

6.51. Κατά την καύση ορισμένης ποσότητας βουτανίου (C_4H_{10}) σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:
$2C_4H_{10} + 13O_2 \rightarrow 8CO_2 + 10H_2O$
παράγεται 1 mol νερού. Πόσα mol CO_2 παράγονται ταυτόχρονα:
α. 0,8 mol
β. 1,25 mol
γ. 4,0 mol
δ. 8,0 mol

6.52. Όταν αναμειχθούν 9 mol $H_2(g)$ με περίσσεια $N_2(g)$ και αντιδράσουν: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$,
η ποσότητα της NH_3 που θα παραχθεί είναι:
α. 9,0 mol
β. 6,0 mol
γ. 4,5 mol
δ. 3,0 mol

6.53. Η μάζα της NH_3 (M_r = 17) που θα παραχθεί όταν αντιδράσουν σε κατάλληλες συνθήκες 560 g N_2 (A_r = 14) με περίσσεια υδρογόνου, είναι:
α. 340 g
β. 510 g
γ. 680 g
δ. 850 g

6.54. Για να παραχθούν 102 g NH_3 (M_r = 17) πρέπει να αντιδράσουν σε κατάλληλες συνθήκες:
α. 84 g N_2 με 9 g H_2
β. 28 g N_2 με 18 g H_2
γ. 56 g N_2 με 12 g H_2
δ. 84 g N_2 με 18 g H_2

6.55. Για να παραχθούν 40 g αέριου υδρογόνου (A_r = 1) αντιδρούν λ g Zn (A_r = 65) με περίσσεια διαλύματος αραιού H_2SO_4. Η τιμή του λ είναι:
α. 130
β. 400
γ. 650
δ. 1300

6.56. Η μάζα (g) του υδρογόνου (A_r = 1) που παράγεται κατά την αντίδραση 9,2 g Na (A_r = 23) με περίσσεια H_2O είναι:
α. 0,8 g
β. 0,6 g
γ. 0,4 g
δ. 0,2 g

6.57. Για την οξείδωση 4 mol SO_2 με O_2
$[2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)]$ απαιτούνται:
α. 0,5 mol O_2
β. 1,0 mol O_2
γ. 1,5 mol O_2
δ. 2,0 mol O_2

6.58. Το φυσικό αέριο περιέχει κυρίως μεθάνιο (CH_4, M_r = 16). Καίγονται 80 g CH_4 με την απαραίτητη ποσότητα αέρα $[CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)]$.
Η ποσότητα του CO_2 που παράγεται είναι:
α. 1 mol
β. 4 mol
γ. 5 mol
δ. 8 mol

6.59. Για να παραχθούν 444 g $CaCl_2$ (M_r = 111) η ποσότητα του $Ca(OH)_2$ που πρέπει να αντιδράσει με περίσσεια HCl(aq) είναι:
α. 6 mol
β. 4 mol
γ. 3 mol
δ. 2 mol

6.60. Έλασμα Mg (A_r = 24) μάζας 4,8 g βυθίζεται σε διάλυμα $CuSO_4$. Η ποσότητα του Cu (A_r = 63,5) που παράγεται είναι:
α. 4,8 g
β. 6,3 g
γ. 7,8 g
δ. 12,7 g

6.61. Η μάζα του CO_2 (M_r = 44) που παράγεται όταν ζυμωθεί 1 mol γλυκόζης σύμφωνα με τη χημική εξίσωση: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ είναι:
α. 40 g
β. 44 g
γ. 88 g
δ. 100 g

6.62. Ποσότητα x mol Al αντέδρασε πλήρως με ψ L διαλύματος HCl(aq) 1M. Μεταξύ των x, ψ ισχύει ότι:
α. $x = 2\psi$
β. $x = 3\psi$
γ. $\psi = 3x$
δ. $\psi = 2x$

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

6.63. Ένα αντιόξινο φάρμακο Α περιέχει ως δραστικό συστατικό αιώρημα $Mg(OH)_2$. Ένα άλλο αντιόξινο φάρμακο Β περιέχει ως δραστικό συστατικό αιώρημα $Al(OH)_3$. Μεγαλύτερη ποσότητα γαστρικού υγρού (περιέχει HCl) εξουδετερώνουν x mol από το αντιόξινο φάρμακο:

α. Α
β. Β
γ. είτε το Α είτε το Β
δ. δεν επαρκούν τα δεδομένα για απάντηση

6.64. Θα παραχθεί περισσότερη ποσότητα H_2 αν αντιδράσουν με περίσσεια διαλύματος HCl(aq):

α. x mol Zn
β. x mol Al
γ. 0,5x mol Zn και 0,6 x mol Al
δ. 0,5x mol Zn και 0,5 x mol Al

6.65. Μείγμα από 1 mol $H_2(g)$ και 1 mol $O_2(g)$ φέρεται σε κατάλληλες συνθήκες για αντίδραση. Μετά την αντίδραση η ποσότητα του $H_2O(g)$ που σχηματίστηκε είναι:

α. 1,0 mol
β. 2,0 mol
γ. 1,5 mol
δ. 0,5 mol

6.66. Όταν αναμειχθούν 3 mol $H_2(g)$ και 2 mol $O_2(g)$ σε ορισμένες / κατάλληλες συνθήκες η ποσότητα του $H_2O(g)$ που θα παραχθεί θα είναι:

α. 4,0 mol
β. 3,5 mol
γ. 3,0 mol
δ. 2,5 mol

6.67. Πόση μάζα (g) NaOH χρειάζεται για την εξουδετέρωση 200 mL διαλύματος H_2SO_4 περιεκτικότητας 2,94% μάζα προς όγκο;
Δίνονται: M_r (NaOH) = 40, M_r (H_2SO_4) = 98.
.....
.....
.....
.....

6.68. Έλασμα Zn (A_r = 65) αντιδρά πλήρως με περίσσεια διαλύματος HCl και το παραγόμενο αέριο γεμίζει ένα μπαλόνι. Πριν την αντίδραση η μάζα του μπαλονιού ήταν 0,5 g και μετά την αντίδραση 4,5 g. Να υπολογίσετε τη μάζα του ελάσματος του Zn.
.....
.....
.....
.....

6.69. Σε δοκιμαστικό σωλήνα μάζας 15 g εισάγονται 4,9 g $KClO_3$ και θερμαίνονται, οπότε το $KClO_3$ διασπάται πλήρως σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:

$$2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g).$$

Μετά το τέλος της αντίδρασης ο δοκιμαστικός σωλήνας με το περιεχόμενό του ζυγίζεται. Ποια αναμένεται να είναι η ένδειξη του ζυγού;
Δίνονται: A_r (K) = 39, A_r (O) = 16, A_r (Cl) = 35,5.
.....
.....
.....
.....

6.70. Αντιδρούν σε κατάλληλες συνθήκες 10 g H_2 με 14,2 g Cl_2. Να υπολογίσετε την ποσότητα (mol) του HCl που παράγεται.
Δίνονται: A_r(H) = 1, A_r(Cl) = 35,5.
.....
.....
.....

6.71. Έλασμα Zn μάζας 13 g βυθίζεται σε περίσσεια διαλύματος HCl. Να υπολογίσετε τη μάζα του αερίου που παράγεται. Δίνονται A_r(H) = 1, A_r(Zn) = 65.
.....
.....
.....

6.72. Να υπολογίσετε την ποσότητα (mol) τη αμμωνίας που παράγεται από την πλήρη αντίδραση 12 g H_2 (A_r = 1) με περίσσεια N_2 σε κατάλληλες συνθήκες.
.....
.....
.....

6.73. Κατά την πλήρη αντίδραση 8 g H_2 με περίσσεια O_2, σε κατάλληλες συνθήκες, παράγονται υδρατμοί. Να υπολογίσετε: **α.** πόση μάζα (g) H_2O παράγεται, **β.** πόση μάζα (g) O_2 αντέδρασε.
Δίνονται A_r(H) = 1, A_r(O) = 16.
.....
.....
.....

6.74. Έλασμα Fe μάζας 10 g βυθίζεται σε διάλυμα $CuSO_4$ και επιχαλκώνεται, οπότε το έλασμα ζυγίζει 10,1 g. Να υπολογίσετε τη μάζα (g) του Cu που αποτέθηκε στο έλασμα του Fe.
Δίνονται: A_r(Fe) = 56, A_r(Cu) = 63,5.
.....
.....
.....
.....

6.75. Ποια είναι η μέγιστη μάζα (g) Na_2CO_3 που μπορεί να αντιδράσει με 500 mL διαλύματος HCl 0,73% μάζα προς όγκο; Δίνονται A_r(C) = 12, A_r(O) = 16, A_r(Na) = 23, A_r(H) = 1 A_r(Cl) = 35,5.

.....
.....
.....
.....

6.76. Πόσα g NH_4Cl πρέπει να αντιδράσουν με περίσσεια διαλύματος NaOH για να παραχθούν 34 g NH_3; Δίνονται A_r(H) = 1, A_r(N) = 14, A_r(Cl) = 35,5.

.....
.....
.....
.....

6.77. Ο αέρας της εκπνοής μας περιέχει CO_2. Φυσάμε με καλαμάκι τον αέρα της εκπνοής μας μέσα σε ποτήρι που περιέχει 200 mL διαλύματος $Ca(OH)_2$ 0,1 M. **α.** Πόση είναι η μέγιστη μάζα (g) CO_2 που μπορεί να δεσμευτεί; **β.** Πόση είναι η μάζα του ιζήματος που σχηματίστηκε;
Δίνονται: A_r(C) = 12, A_r(O) = 16, A_r(Ca) = 40.

.....
.....
.....
.....

6.78. Να υπολογίσετε τη μάζα (kg) αμμωνίας που θα παραχθεί από την αντίδραση 1,2 kg υδρογόνου με περίσσεια αζώτου, σε κατάλληλες συνθήκες. Δίνονται A_r(H) = 1, A_r(N) = 14.

.....
.....
.....
.....

6.79. Πόση μάζα (g) αερίου παράγεται κατά την επίδραση περίσσειας H_2SO_4 σε 212 g Na_2CO_3;
Δίνονται: A_r(Na) = 23, A_r(C) = 12, A_r(O) = 16.

.....
.....
.....

6.80. Σε 10,6 g Na_2CO_3 επιδρά περίσσεια διαλύματος $Ca(OH)_2$. Να υπολογίσετε τη μάζα (g) του ιζήματος που θα σχηματιστεί. Δίνονται: A_r(Na) = 23, A_r(C) = 12, A_r(O) = 16, A_r(Ca) = 40.

.....
.....
.....

6.81. Μάζα 50 g ορυκτού μαγνησίτη ($MgCO_3$) διαλύονται πλήρως σε περίσσεια διαλύματος HCl(aq), οπότε παράγονται 22 g αερίου. Να υπολογίσετε την % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα του ορυκτού σε $MgCO_3$. Δίνονται: A_r(Mg) = 24, A_r(C) = 12, A_r(O) = 16.

.....
.....
.....

6.82. Κατά την προσθήκη σόδας (Na_2CO_3) σε διάλυμα που περιέχει $CaCl_2$ σχηματίζονται 80 g ιζήματος. Να υπολογίσετε τη μάζα της σόδας που αντέδρασε. Δίνονται: A_r(Na) = 23, A_r(C) = 12, A_r(O) = 16, A_r(Ca) = 40

.....
.....
.....
.....

6.83. Ο ορείχαλκος είναι κράμα Cu – Zn. Για την εύρεση της περιεκτικότητας του ορείχαλκου σε Zn προσθέσαμε 10 g του κράματος σε περίσσεια διαλύματος HCl οπότε εκλύθηκαν 0,2 g H_2. Ποια είναι η % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα του ορείχαλκου σε Zn;
Δίνονται: A_r(Zn) = 65, A_r(H) = 1.

.....
.....
.....
.....
.....

6.84. Μάζα 8,8 g FeS διαλύονται σε διάλυμα HCl(aq). Το αέριο που παράγεται διαβιβάζεται σε περίσσεια διαλύματος $AgNO_3$(aq), οπότε καταβυθίζονται χ g ιζήματος. Να υπολογίσετε το χ.
Δίνονται: A_r(Fe) = 56, A_r(S) = 32, A_r(Ag) = 108.

.....
.....
.....
.....
.....

6.85. Μάζα 28,05 g μείγματος NaCl και $CaCl_2$ διαλύεται στο νερό. Στο διάλυμα που προκύπτει προστίθεται περίσσεια διαλύματος $AgNO_3$, οπότε σχηματίζονται 71,75 g ιζήματος. Να υπολογίσετε την % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα του αρχικού μείγματος. Δίνονται: A_r(Na) = 23, A_r(Cl) = 35,5, A_r(Ag) = 108, A_r(Ca) = 40

.....
.....
.....
.....

Γ. Συγκέντρωση και αραίωση - ανάμειξη υδατικών διαλυμάτων

*Στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής **6.86 – 6.111**, να επιλέξετε τη **σωστή απάντηση:***

6.86. Η ποσότητα του H_2SO_4 που περιέχεται σε 200 mL διαλύματος 0,5 M, είναι:
α. 0,1 mol
β. 0,2 mol
γ. 0,5 mol
δ. 1,0 mol

6.87. 100 mL διαλύματος 0,25 M $AgNO_3$ (M_r = 170), περιέχουν:
α. 4,25 g $AgNO_3$
β. 17 g $AgNO_3$
γ. 34 g $AgNO_3$
δ. 42,5 g $AgNO_3$

6.88. Διάλυμα περιεκτικότητας 2,8 % μάζα προς όγκο σε KOH (M_r = 56) έχει συγκέντρωση σε KOH:
α. 0,1 M
β. 0,2 M
γ. 0,3 M
δ. 0,5 M

6.89. Σε 2,0 L διαλύματος 0,20 M NaCl (M_r = 58,5) περιέχονται:
α. 11,70 g NaCl
β. 17,55 g NaCl
γ. 23,40 g NaCl
δ. 58,50 g NaCl

6.90. Για την παρασκευή 500 mL διαλύματος 3 M NaOH (M_r = 40) απαιτούνται:
α. 40 g NaOH(s)
β. 60 g NaOH(s)
γ. 80 g NaOH(s)
δ. 120 g NaOH(s)

6.91. Σε 500 mL διαλύματος περιέχεται 1,0 mol NaOH. Η συγκέντρωση του NaOH στο διάλυμα είναι:
α. 0,5 M
β. 1,0 M
γ. 1,5 M
δ. 2,0 M

6.92. Σε 2,0 L διαλύματος περιέχονται 5,85 g NaCl (M_r = 58,5). Η συγκέντρωση του NaCl στο διάλυμα είναι:
α. 0,05 M
β. 0,2 M
γ. 0,5 M
δ. 1,0 M

6.93. Πόσα L διαλύματος 0,20 M Na_2CO_3 θα παρασκευάσουμε, αν διαθέτουμε 53 g Na_2CO_3 (M_r = 106):
α. 1,25
β. 2,5
γ. 4,0
δ. 5,0

6.94. 800 mL διαλύματος 0,5 M περιέχουν 16 g ουσίας ΧΨ. Η M_r της ουσίας ΧΨ είναι:
α. 20
β. 40
γ. 60
δ. 80

6.95. Διάλυμα έχει περιεκτικότητα 28 % μάζα προς μάζα σε KOH (M_r = 56) και πυκνότητα 1,2 g/mL. Η συγκέντρωση του KOH στο διάλυμα είναι:
α. 2 M
β. 4 M
γ. 5 M
δ. 6 M

6.96. Διάλυμα έχει περιεκτικότητα 4,9 % μάζα προς όγκο σε ουσία Χ και συγκέντρωση 0,50 M. Η ουσία Χ έχει M_r:
α. 24,5
β. 49
γ. 98
δ. 147

6.97. Το ξίδι έχει περιεκτικότητα σε οξικό οξύ (M_r = 60) 4,2 % μάζα προς μάζα και πυκνότητα 1,01 g/mL. Η συγκέντρωση του οξικού οξέος στο ξίδι είναι:
α. 0,35 M
β. 0,70 M
γ. 1,1 M
δ. 4,1 M

6.98. Το πυκνό διάλυμα HCl (M_r = 36,5) έχει περιεκτικότητα 36,5 % μάζα προς μάζα σε HCl και πυκνότητα 1,2 g/mL. Η συγκέντρωση του HCl στο διάλυμα είναι:
α. 6 M
β. 8 M
γ. 12 M
δ. 14 M

6.99. Διάλυμα 1,0 M KOH (M_r = 56) μπορεί να μετατραπεί σε διάλυμα 0,40 M, αν σε αυτό προσθέσουμε:

α. KOH(s)
β. διάλυμα KOH(aq) 0,60 M
γ. διάλυμα KOH(aq) 0,56 % μάζα προς όγκο
δ. διάλυμα KOH(aq) 2,8 % μάζα προς όγκο

6.100. Αν 200 mL διαλύματος 12 M HCl αραιωθούν με νερό μέχρι το 1L, θα προκύψει διάλυμα με συγκέντρωση
α. 2,4 M
β. 6,0 M
γ. 10 M
δ. 14 M

6.101. Ο όγκος διαλύματος 4 M HCl που απαιτείται για την παρασκευή 1 L διαλύματος 0,5 M HCl είναι:
α. 12,5 mL
β. 87,5 mL
γ. 115 mL
δ. 125 mL

6.102. Πόσα mL H_2O πρέπει να προσθέσουμε σε 50 mL διαλύματος 1 M HCl, για να προκύψει διάλυμα 0,4 M HCl:
α. 25 mL
β. 50 mL
γ. 75 mL
δ. 100 mL

6.103. Πόσα mL «πυκνού» διαλύματος 16 M HNO_3 απαιτούνται για την παρασκευή 40 mL διαλύματος 2 M HNO_3:
α. 5 mL
β. 10 mL
γ. 15 mL
δ. 50 mL

6.104. Με ανάμειξη 80 mL HCl(aq) 0,5 M με 20 mL HCl(aq) 2,0 M, προκύπτει διάλυμα με συγκέντρωση σε HCl:
α. 0,80 M
β. 0,90 M
γ. 1,0 M
δ. 1,2 M

6.105. Με ανάμειξη 25 mL HCl(aq) 6 M, 75 mL HCl(aq) 2 M και x mL H_2O, προκύπτει διάλυμα HCl(aq) 2,5 M. Το x είναι:
α. 20
β. 40
γ. 80
δ. 100

6.106. Με ανάμειξη V_1 L διαλύματος 0,20 M KOH με V_2 L διαλύματος 0,50 M KOH, προκύπτει διάλυμα που μπορεί να έχει συγκέντρωση σε KOH:
α. 0,15 M
β. 0,30 M
γ. 0,50 M
δ. 0,70 M

6.107. Πόσα mL διαλύματος 2 M NaOH πρέπει να αναμειχθούν με 60 mL διαλύματος 0,8 M NaOH για να προκύψει διάλυμα συγκέντρωσης 1,0 M σε NaOH:
α. 4
β. 8
γ. 12
δ. 16

6.108. Διάλυμα 100 mL που περιέχει 1,42 g Na_2SO_4 (M_r = 142) αραιώνεται μέχρι να γίνει 0,02 M σε Na_2SO_4. Ο όγκος του αραιωμένου διαλύματος είναι:
α. 50 mL
β. 400 mL
γ. 500 mL
δ. 600 mL

6.109. Με ανάμειξη ίσων όγκων δύο διαλυμάτων ουσίας X, με συγκεντρώσεις c_1 και c_2, προκύπτει διάλυμα με συγκέντρωση (c) σε ουσία X:
α. $c = (c_1 + c_2)$
β. $c = (c_1 - c_2)$
γ. $c = (c_1 + c_2) / 2$
δ. $c = 2(c_1 + c_2)$

6.110. Από 1,0 L διαλύματος 0,1 M NaOH παίρνουμε 100 mL (διάλυμα Δ2). Το Δ2 έχει συγκέντρωση c και περιέχει x mol NaOH:
α. c = 0,1 M και x = 0,1 mol
β. c = 1,0 M και x = 0,01 mol
γ. c = 0,1 M και x = 0,01 mol
δ. c = 1,0 M και x = 0,1 mol

6.111. Μια μαθήτρια για να παρασκευάσει 100 mL διαλύματος 1,0 M σε NaCl (M_r = 58,5), θα πρέπει να διαλύσει:
α. 5,85 g NaCl σε 100 mL νερού
β. 58,5 g NaCl σε 100 mL νερού
γ. 5,85 g NaCl σε 50 mL νερού και να αραιώσει μέχρι τα 100 mL
δ. 0,585 g NaCl σε 50 mL νερού και να αραιώσει μέχρι τα 100 mL

Ερωτήσεις - Ασκήσεις

6.112. Δείγμα 100 mL θαλασσινού νερού περιέχει 28,08 g NaCl και έχει συγκέντρωση 0,05 M $MgCl_2$
Δίνονται: A_r(Na) = 23, A_r(Cl) = 35,5, A_r(Mg) = 24.

α. Ποια είναι η συγκέντρωση του NaCl στο θαλασσινό νερό;

.....
.....
.....
.....
.....

β. Πόση μάζα (g) $MgCl_2$ περιέχεται σε 200 mL θαλασσινού νερού;

.....
.....
.....
.....
.....

6.113. Η συγκέντρωση διαλύματος HCl(aq) 2,0 M, θα αυξηθεί, θα ελαττωθεί ή θα μείνει ίδια, αν προσθέσουμε σε αυτό:

α. νερό .....
β. αέριο HCl .....
γ. διάλυμα HCl 1,0 M .....
δ. διάλυμα HCl 3,0 M .....
ε. διάλυμα HCl (M_r = 36,5) περιεκτικότητας 7,3 % μάζα προς όγκο .....

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

α. .....
.....
β. .....
.....
γ......
.....
δ. .....
.....
ε. .....
.....

6.114. Διάλυμα H_2SO_4 (M_r = 98) έχει περιεκτικότητα 19,6 % μάζα προς όγκο και πυκνότητα 1,1 g/mL (διάλυμα Δ). Να υπολογίσετε:

α. τη συγκέντρωση του H_2SO_4 στο διάλυμα Δ.

.....
.....
.....
.....

β. την % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα του H_2SO_4 στο διάλυμα Δ.

.....
.....
.....
.....

6.115. Διάλυμα έχει συγκέντρωση 5 M σε H_2SO_4 (M_r = 98) και πυκνότητα 1,2 g/mL (διάλυμα Δ).

α. Ποια είναι η % μάζα προς όγκο περιεκτικότητα σε H_2SO_4 του διαλύματος Δ;

.....
.....
.....

β. Ποια είναι η % μάζα προς μάζα περιεκτικότητα σε H_2SO_4 του διαλύματος Δ;

.....
.....
.....

γ. Πόσα mL διαλύματος 1,0 M H_2SO_4 μπορούμε να παρασκευάσουμε, αν διαθέτουμε 40,0 mL διαλύματος 5,0 M H_2SO_4 και 60,0 mL H_2O;

.....
.....
.....

6.116. Πυκνό διάλυμα HCl (M_r = 36,5) έχει συγκέντρωση 12 M και περιεκτικότητα 36,5 % μάζα προς μάζα. Ποια είναι η πυκνότητα του διαλύματος του HCl;

.....
.....
.....
.....
.....

6.117. Υδατικό διάλυμα έχει περιεκτικότητα 4,9 % μάζα προς όγκο σε ουσία Χ και συγκέντρωση 0,50 M. Ποια είναι η M_r της ουσίας Χ;

.....
.....
.....
.....
.....

6.118. Δίνονται 200 mL διαλύματος 0,50 M σε $Pb(NO_3)_2$ (διάλυμα Δ).

α. Να υπολογίσετε τη μάζα (g) του $Pb(NO_3)_2$ (M_r = 331) που περιέχεται στο διάλυμα Δ.

.....
.....
.....
.....

β. Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσετε σε 100 mL διαλύματος Δ για να προκύψει διάλυμα 0,10 M σε $Pb(NO_3)_2$;

.....
.....
.....
.....

6.119. **α.** Πόσα mL διαλύματος 2,0 M σε NaCl πρέπει να αραιώσουμε με νερό, για να παρασκευάσουμε 200 mL διαλύματος 0,50 M σε NaCl;

.....
.....
.....

β. Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL διαλύματος 2,0 M σε NaCl, για να προκύψει διάλυμα 0,80 M σε NaCl;

.....
.....
.....

γ. Πόση μάζα (g) NaCl (M_r = 58,5) θα πάρουμε αν εξατμίσουμε πλήρως 300 mL διαλύματος 2,0 M σε NaCl;

.....
.....
.....
.....

6.120. Διαθέτουμε δυο διαλύματα NaOH (M_r = 40): Το διάλυμα Δ1 έχει συγκέντρωση 2,0 M και το διάλυμα Δ2 έχει περιεκτικότητα 4,0 % μάζα προς όγκο.

α. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος Δ2 σε NaOH.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

β. Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσετε σε 100 mL διαλύματος Δ1 για να προκύψει διάλυμα 0,50 M σε NaOH;

.....
.....
.....
.....

γ. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξετε τα διαλύματα Δ1 και Δ2 για να προκύψει διάλυμα 1,2 M σε NaOH;

.....
.....
.....

6.121. Διάλυμα KOH (M_r = 56) έχει περιεκτικότητα 28 % μάζα προς μάζα και πυκνότητα 1,2 g/mL (διάλυμα Δ). Να υπολογίσετε:

α. Την περιεκτικότητα % μάζα προς όγκο του διαλύματος Δ σε KOH.

.....
.....
.....
.....

β. Τη συγκέντρωση του KOH στο διάλυμα Δ.

.....
.....
.....
.....

γ. Τον όγκο (mL) νερού που πρέπει να προστεθεί σε 30,0 mL του διαλύματος Δ για να προκύψει διάλυμα 2,0 M σε KOH.

.....
.....
.....

6.122. **α.** Πόσα mL διαλύματος NaOH (M_r = 40) περιεκτικότητας 8,0 % μάζα προς όγκο, πρέπει να αναμείξετε με 60 mL διαλύματος 0,80 M NaOH για να προκύψει διάλυμα 1,0 M;

.....
.....
.....
.....
.....

β. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξετε δύο διαλύματα NaOH(aq) 0,50 M και 1,0 M για να προκύψει διάλυμα με συγκέντρωση NaOH 0,80 M;

.....
.....
.....

6.123. **α.** Πόση μάζα (g) NaOH (M_r = 40) πρέπει να προστεθεί σε 200 mL διαλύματος 2,0 M NaOH για να προκύψει διάλυμα 2,5 M NaOH (με την προσθήκη του στερεού θεωρούμε ότι ο όγκος του διαλύματος δεν μεταβάλλεται).

.....
.....
.....
.....

β. 300 mL διαλύματος 0,40 M NaOH θερμαίνονται, οπότε εξατμίζεται νερό, μέχρις ότου ο όγκος του διαλύματος να γίνει 200 mL (διάλυμα Δ). Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του NaOH στο διάλυμα Δ.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

6.124. Το «πυκνό» νιτρικό οξύ του εμπορίου είναι 15,8 M σε HNO_3 (διάλυμα Δ).

α. Ποια είναι η περιεκτικότητα % μάζα προς όγκο του διαλύματος Δ; [M_r (HNO_3) = 63]

.....
.....
.....
.....
.....

β. Σε ένα πείραμα χρειαζόμαστε 100 mL διαλύματος 3,0 M HNO_3. Πόσα mL διαλύματος Δ θα χρησιμοποιήσουμε;

.....
.....
.....

γ. Ποια θα είναι η συγκέντρωση του HNO_3 σε διάλυμα που προκύπτει με προσθήκη 300 mL νερού σε 100 mL του διαλύματος Δ;

.....
.....
.....

6.125. Διαλύουμε 8,0 g NaOH (M_r = 40) σε νερό και παρασκευάζουμε διάλυμα Δ1 όγκου 250 mL.

α. Ποια είναι η συγκέντρωση (M) του NaOH στο διάλυμα Δ1;

.....
.....
.....
.....
.....
.....

β. Πόσα mL νερού πρέπει προσθέσουμε σε 250 mL διαλύματος Δ1 για να παρασκευαστεί διάλυμα Δ2 με συγκέντρωση 0,50 M NaOH;

.....
.....
.....

γ. Ποια είναι η συγκέντρωση του διαλύματος που προκύπτει αν σε 50 mL διαλύματος Δ1 προσθέσουμε 150 mL διαλύματος 0,20 M NaOH;

.....
.....
.....
.....
.....

6.126. Διάλυμα Δ1 έχει συγκέντρωση 0,20 M σε KOH.

α. Πόση μάζα (g) KOH (M_r = 56) απαιτείται για την παρασκευή 200 mL διαλύματος Δ1;

.....
.....
.....
.....

β. Ποια είναι η περιεκτικότητα % μάζα προς όγκο σε KOH του διαλύματος Δ1;

.....
.....
.....
.....
.....

γ. Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 100 mL διαλύματος Δ1 για να προκύψει διάλυμα 0,10 M σε KOH (διάλυμα Δ2);

.....
.....
.....

δ. Σε 50 mL διαλύματος Δ1 προσθέτουμε 150 mL διαλύματος Δ2. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του KOH στο διάλυμα που προκύπτει.

.....
.....
.....

Δ. Συγκέντρωση διαλύματος και στοιχειομετρία

6.127. Πόσα mL διαλύματος Na_2SO_4 2,0 M απαιτούνται για να αντιδράσουν πλήρως με 3,12 g $BaCl_2$ (M_r = 208);

.....
.....
.....
.....

6.128. Πόσα mL διαλύματος $AgNO_3$ 0,20 M απαιτούνται για να αντιδράσουν πλήρως με 0,333 g $CaCl_2$ (M_r = 111);

.....
.....
.....
.....

6.129. Πόσα mL διαλύματος HCl 0,6 M απαιτούνται για να αντιδράσουν πλήρως με 3,9 g $Al(OH)_3$ (M_r = 78);

.....
.....
.....
.....

6.130. Μάζα 4,6 g Na (A_r = 23) προστίθεται σε περίσσεια νερού.

α. Να υπολογίσετε τη μάζα του παραγόμενου υδρογόνου (A_r = 1)

.....
.....
.....
.....
.....

β. Μετά την αντίδραση προκύπτει διάλυμα όγκου 400 mL. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος (σε NaOH)

.....
.....
.....
.....
.....

6.131. Σε 500 mL διαλύματος HCl 0,4 M προστίθεται ένα κομμάτι μάρμαρου ($CaCO_3$). **α.** Πόση μάζα μάρμαρου θα διαλυθεί; **β.** Πόση μάζα αερίου θα παραχθεί; Δίνονται: A_r(C) = 12, A_r(O) = 16, A_r(Ca) = 40.

.....
.....
.....
.....
.....

6.132. Να υπολογίσετε: **α.** τον όγκο (L) διαλύματος H_2SO_4 1 M που χρειάζεται για την εξουδετέρωση 400 mL διαλύματος NaOH 0,5 M, και **β.** την ποσότητα του άλατος που παράγεται.

.....
.....
.....
.....
.....

6.133. Για την εξουδετέρωση 50 mL διαλύματος KOH χρειάζονται 200 mL διαλύματος H_2SO_4 0,1 M. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος του KOH.

.....
.....
.....
.....

6.134. 500 mL αραιού διαλύματος H_2SO_4 αντιδρούν πλήρως με έλασμα Al και το αέριο που παράγεται ζυγίζει 0,4 g. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος του H_2SO_4.
Δίνονται A_r(H) = 1, A_r(Al) = 27.

.....
.....
.....
.....
.....

6.135. Σε 200 mL διαλύματος $Ca(OH)_2$ 0,3 M προστίθενται 400 mL διαλύματος H_2SO_4 0,15 M. Να υπολογίσετε τη μάζα του άλατος που θα παραχθεί. Δίνονται A_r(C) = 12, A_r(O) = 16, A_r(Ca) = 40.

.....
.....
.....

6.136. Σε 500 mL διαλύματος HCl 0,3 M προστίθεται 4 g NaOH. Να εξετάσετε εάν έγινε πλήρης εξουδετέρωση. Εάν όχι, πόσα mol $Ca(OH)_2$ ή H_2SO_4 θα χρειαστούν για την πλήρη εξουδετέρωση;
Δίνονται A_r(H) = 1, A_r(O) = 16, A_r(Na) = 23.

.....
.....
.....
.....

6.137. Σε 200 mL διαλύματος H_2SO_4 0,5 M προστίθενται 6 g Mg. Να υπολογίσετε τη μάζα (g) του παραγόμενου αερίου. Δίνεται A_r(Mg) = 24 και A_r(H) = 1.

.....
.....
.....

6.138. Ένα κομμάτι Al μάζας 5,4 g προστίθεται σε 500 mL διαλύματος HCl. Μετά το τέλος της αντίδρασης το διάλυμα είναι όξινο. Για να εξουδετερωθεί πλήρως χρειάζονται 400 mL διαλύματος KOH 0,5 M. Να υπολογίσετε: **α.** τη μάζα του αερίου που παράχθηκε, **β.** τη συγκέντρωση του διαλύματος του HCl. Δίνεται A_r(Al) = 27.

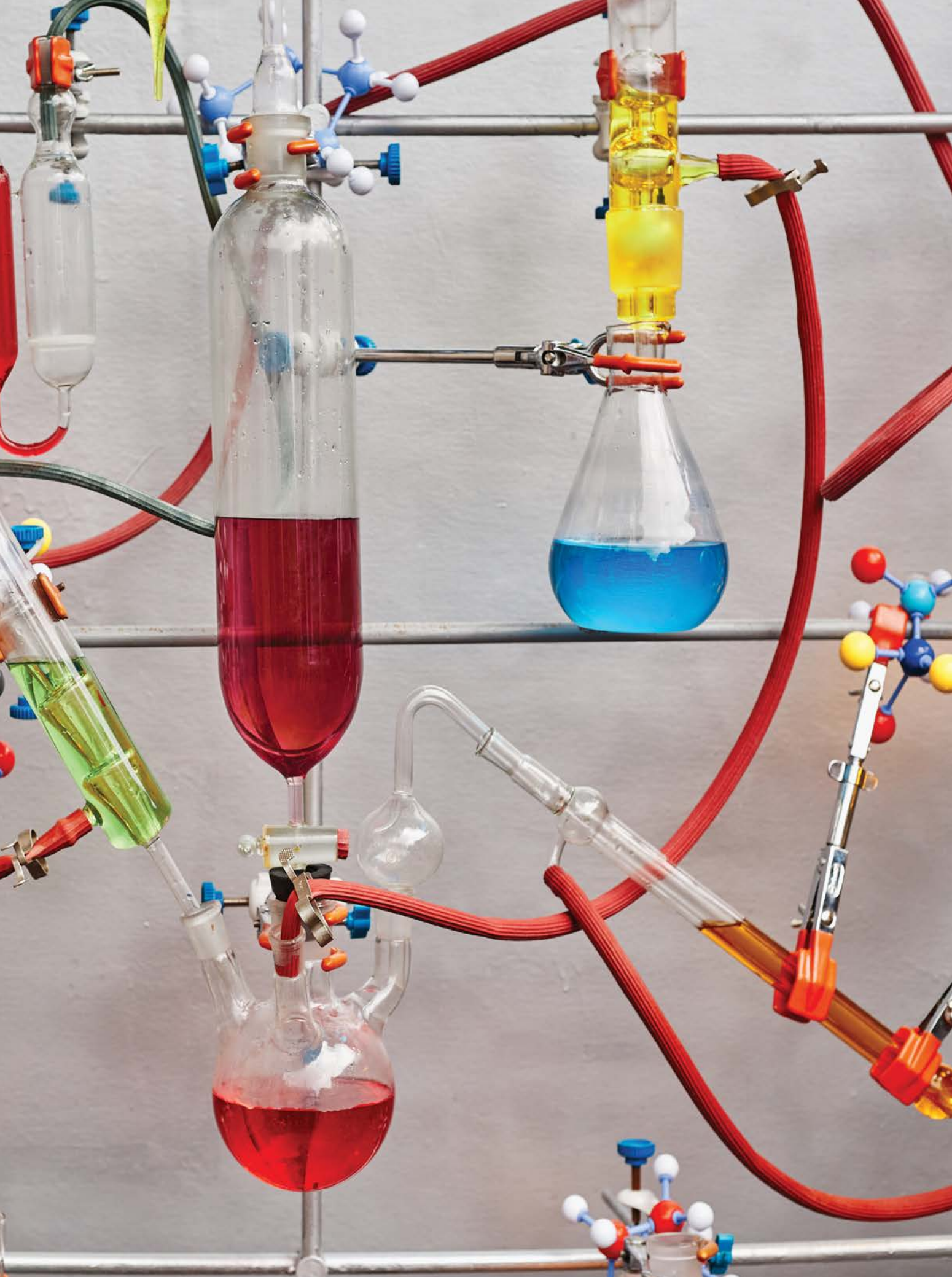
.....
.....
.....
.....

6.139. Αναμειγνύονται 400 mL διαλύματος KOH 0,3 M με 300 mL διαλύματος H_3PO_4 0,2 M. **α.** Μετά την αντίδρασή τους, το τελικό διάλυμα είναι όξινο ή βασικό; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας. **β.** Για να γίνει πλήρης εξουδετέρωση πόσος όγκος διαλύματος (mL) HCl 0,1 M ή NaOH 0,1 M θα χρειαστεί;

.....
.....
.....
.....

6.140. Μάζα 13 g Zn διαλύεται σε 200 mL διαλύματος 2 M σε HCl. Στο διάλυμα προστίθεται περίσσεια διαλύματος $AgNO_3$. Να βρεθεί η μάζα του ιζήματος που θα σχηματιστεί.
Δίνονται: A_r(Zn) = 65, A_r(Ag) = 108, A_r(Cl) = 35,5.

.....
.....
.....
.....



Παράρτημα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Θεμελιώδη μεγέθη και μονάδες – Δεκαδικά πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια μονάδων στο S.I.
2. Πίνακες A_r
3. Σημαντικά ψηφία
4. Τα βραβεία Nobel στη Χημεία 1901-2023
5. Απαντήσεις στις ερωτήσεις-ασκήσεις

Παράρτημα

1. ΘΕΜΕΛΙΩΔΗ ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ – ΔΕΚΑΔΙΚΑ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΤΟ S.I.

Θεμελιώδη μεγέθη και μονάδες

Μέγεθος	Σύμβολο μεγέθους	Μονάδα	Σύμβολο μονάδας
Μάζα	m	χιλιόγραμμο	kg
Μήκος	l	μέτρο	m
Χρόνος	t	δευτερόλεπτο	s
Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος	I	Αμπέρ	A
Απόλυτη θερμοκρασία	T	Κέλβιν	K
Ποσότητα ουσίας	n	μολ / mole	mol

Δεκαδικά πολλαπλάσια και υποπολλαπλάσια μονάδων στο S.I.

	Όνομα		Σύμβολο	Πολλαπλασιαστικός παράγοντας	
Πολλαπλάσια	exa-	εξα-	E	10^{18}	1000000000000000000
	peta-	πετα-	P	10^{15}	1000000000000000
	tera-	τερα-	T	10^{12}	1000000000000
	giga-	γιγα-	G	10^{9}	1000000000
	mega-	μεγα-	M	10^{6}	1000000
	kilo-	χιλιο-	k	10^{3}	1000
	hecto-	εκατο-	h	10^{2}	100
	deca-	δεκα-	da	10^{1}	10
Υποπολλαπλάσια	deci-	δεκατο-	d	10^{-1}	0,1
	centi-	εκατοστο-	c	10^{-2}	0,01
	milli-	χιλιοστο-	m	10^{-3}	0,001
	micro-	μικρο-	μ	10^{-6}	0,000001
	nano-	νανο-	n	10^{-9}	0,000000001
	pico-	πικο-	p	10^{-12}	0,000000000001
	femto-	φεμτο-	f	10^{-15}	0,000000000000001
	atto-	ατο-	a	10^{-18}	0,000000000000000001

2. ΠΙΝΑΚΕΣ A_r

Πίνακας στοιχείων με αλφαβητική σειρά και προσεγγιστική τιμή A_r

(για υπολογισμούς στις ασκήσεις)

Όνομα	Σύμβολο	Z	A_r
Άζωτο	N	7	14
Άνθρακας	C	6	12
Αντιμόνιο	Sb	51	122
Αργίλιο / Αλουμίνιο	Al	13	27
Αργό	Ar	18	40
Άργυρος	Ag	47	108
Αρσενικό	As	33	75
Ασβέστιο	Ca	20	40
Βάριο	Ba	56	137
Βηρύλλιο	Be	4	9
Βισμούθιο	Bi	83	209
Βόριο	B	5	11
Βρώμιο	Br	35	80
Ήλιο	He	2	4
Θείο	S	16	32
Ιώδιο	I	53	127
Κάλιο	K	19	39
Κασσίτερος	Sn	50	119
Κρυπτό	Kr	36	84
Λευκόχρυσος	Pt	78	195
Λίθιο	Li	3	7
Μαγγάνιο	Mn	25	55
Μαγνήσιο	Mg	12	24
Μόλυβδος	Pb	82	207
Νάτριο	Na	11	23
Νέον	Ne	10	20
Νικέλιο	Ni	28	59
Ξένο	Xe	54	131
Οξυγόνο	O	8	16
Πυρίτιο	Si	14	28
Σίδηρος	Fe	26	56
Στρόντιο	Sr	38	87,5
Υδράργυρος	Hg	80	200,5
Υδρογόνο	H	1	1
Φθόριο	F	9	19
Φωσφόρος	P	15	31
Χαλκός	Cu	29	63,5
Χλώριο	Cl	17	35,5
Χρυσός	Au	79	197
Χρώμιο	Cr	24	52
Ψευδάργυρος	Zn	30	65

Παράρτημα

Πίνακας στοιχείων με αυξανόμενο ατομικό αριθμό (Z) και τιμές των A_r

Z	Όνομα	Σύμβολο	A_r
1	Υδρογόνο	H	1,0079
2	Ήλιο	He	4,0026
3	Λίθιο	Li	6,941
4	Βηρύλλιο	Be	9,0121
5	Βόριο	B	10,811
6	Άνθρακας	C	12,011
7	Άζωτο	N	14,0067
8	Οξυγόνο	O	15,9994
9	Φθόριο	F	18,9984
10	Νέον	Ne	20,1797
11	Νάτριο	Na	22,9897
12	Μαγνήσιο	Mg	24,305
13	Αργίλιο / Αλουμίνιο	Al	26,9815
14	Πυρίτιο	Si	28,0855
15	Φωσφόρος	P	30,9737
16	Θείο	S	32,066
17	Χλώριο	Cl	35,4527
18	Αργό	Ar	39,948
19	Κάλιο	K	39,0983
20	Ασβέστιο	Ca	40,078
21	Σκάνδιο	Sc	44,9559
22	Τιτάνιο	Ti	47,88
23	Βανάδιο	V	50,9415
24	Χρώμιο	Cr	51,9961
25	Μαγγάνιο	Mn	54,9380
26	Σίδηρος	Fe	55,847
27	Κοβάλτιο	Co	58,9332
28	Νικέλιο	Ni	58,69
29	Χαλκός	Cu	63,546
30	Ψευδάργυρος	Zn	65,39
31	Γάλλιο	Ga	69,723
32	Γερμάνιο	Ge	72,61
33	Αρσενικό	As	74,9216
34	Σελήνιο	Se	78,96
35	Βρώμιο	Br	79,904
36	Κρυπτό	Kr	83,8
37	Ρουβίδιο	Rb	85,4678
38	Στρόντιο	Sr	87,62
39	Ύτριο	Y	88,9058
40	Ζιρκόνιο	Zr	91,224
41	Νιόβιο	Nb	92,9064
42	Μολυβδένιο	Mo	95,94
43	Τεχνήτιο	Tc	98,9063
44	Ρουθήνιο	Ru	101,07
45	Ρόδιο	Rh	102,9055
46	Παλλάδιο	Pd	106,42
47	Άργυρος	Ag	107,8682
48	Κάδμιο	Cd	112,411
49	Ίνδιο	In	114,82
50	Κασσίτερος	Sn	118,71
51	Αντιμόνιο	Sb	121,75
52	Τελλούριο	Te	127,6
53	Ιώδιο	I	126,9044
54	Ξένο	Xe	131,29
55	Καίσιο	Cs	132,9054
56	Βάριο	Ba	137,327
57	Λανθάνιο	La	138,9055
58	Δημήτριο	Ce	140,115
59	Πρασινοδύμιο	Pr	140,9076
60	Νεοδύμιο	Nd	144,24
61	Προμήθειο	Pm	146,9151
62	Σαμάριο	Sm	150,36
63	Ευρώπιο	Eu	151,965
64	Γαδολίνιο	Gd	157,25
65	Τέρβιο	Tb	158,9253
66	Δυσπρόσιο	Dy	162,5
67	Όλμιο	Ho	164,9303
68	Έρβιο	Er	167,26
69	Θούλιο	Tm	168,9342
70	Υττέρβιο	Yb	173,04
71	Λουτήτιο	Lu	174,967
72	Άφνιο	Hf	178,49
73	Ταντάλιο	Ta	180,9479
74	Βολφράμιο	W	183,85
75	Ρήνιο	Re	186,207
76	Όσμιο	Os	190,2
77	Ιρίδιο	Ir	192,22
78	Λευκόχρυσος	Pt	195,08
79	Χρυσός	Au	196,9665
80	Υδράργυρος	Hg	200,59
81	Θάλλιο	Tl	204,3833
82	Μόλυβδος	Pb	207,2
83	Βισμούθιο	Bi	208,9804
84	Πολώνιο	Po	208,9824
85	Άστατο	At	209,9871
86	Ραδόνιο	Rn	222,0176
87	Φράνκιο	Fr	223,0197
88	Ράδιο	Ra	226,0254
89	Ακτίνιο	Ac	227,0278
90	Θόριο	Th	232,0381
91	Πρωτακτίνιο	Pa	231,0359
92	Ουράνιο	U	238,0289
93	Ποσειδώνιο	Np	237,0482
94	Πλουτώνιο	Pu	244,0642
95	Αμερίκιο	Am	243,0614
96	Κιούριο	Cm	247,0703
97	Μπερκέλιο	Bk	247,0703
98	Καλιφόρνιο	Cf	251,0796
99	Αϊνσταΐνιο	Es	252,0829
100	Φέρμιο	Fm	257,0951
101	Μεντελέβιο	Md	258,0986
102	Νομπέλιο	No	259,1009
103	Λωρένσιο	Lr	260,1053
104	Ραδερφόρντιο	Rf	261,1087
105	Ντούμπνιο	Db	262,1138
106	Σιμπόργκιο	Sg	263,1182
107	Μπόριο	Bh	262,1229
108	Χάσιο	Hs	265.00
109	Μαϊτνέριο	Mt	266.00
110	Νταρμστάντιο	Ds	269.00
111	Ρεντγκένιο	Rg	272.00
112	Κοπερνίκιο	Cn	277.00
113	Νιχόνιο	Nh	286.00
114	Φλερόβιο	Fl	289.00
115	Μοσκόβιο	Mc	288.00
116	Λιβερμόριο	Lv	293.00
117	Τενέσιο	Ts	294.00
118	Ογκανέσσιο	Og	294.00

3. ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ ΣΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ

Όταν οι υπολογισμοί βασίζονται σε μετρήσεις, το σφάλμα ή η αβεβαιότητα του τελικού αποτελέσματος δίνεται με τη χρήση των *σημαντικών ψηφίων*. **Σημαντικά ψηφία (σ.ψ.)** θεωρούνται όλα τα ψηφία ενός αριθμού που είναι γνωστά με βεβαιότητα και επιπλέον ένα ψηφίο κατ' εκτίμηση.

Ο αριθμός των σημαντικών ψηφίων σε μια μέτρηση προσδιορίζεται με τους εξής κανόνες:

1ος. Τα *μη μηδενικά ψηφία* είναι σημαντικά. Π.χ. οι επόμενες μετρήσεις έχουν 3 σημαντικά ψηφία: 0,00154 g, 0,0154 g, 0,154 g, 1,54 g, 15,4 g, 1540 g, $1{,}54 \cdot 10^3$ g, 15400 g.

2ος. Τα *μηδενικά ψηφία*:

α. μεταξύ μη μηδενικών ψηφίων είναι σημαντικά. Π.χ. οι επόμενες μετρήσεις έχουν 4 σημαντικά ψηφία: 5706 m, 4,002 m, $1{,}102 \cdot 10^{-2}$ m.

β. μπροστά από το πρώτο μη μηδενικό ψηφίο του αριθμού δεν είναι σημαντικά. Π.χ. οι επόμενες μετρήσεις έχουν 2 σημαντικά ψηφία: 0,86 m, 0,0034 m, 0,000067 m.

γ. στο τέλος του αριθμού μετά την υποδιαστολή είναι σημαντικά. Π.χ. οι επόμενες μετρήσεις έχουν 3 σημαντικά ψηφία:, 0,0450 m, 6,00 m, 20,0 m, $15{,}0 \cdot 10^3$ m.

Σημείωση: Η μέτρηση 200 m (έχει 1 σ.ψ.), αλλά αν γραφεί με εκθετική μορφή έχει: 3 σ.ψ. ($2{,}00 \cdot 10^2$), 2 σ.ψ. ($2{,}0 \cdot 10^2$) ή 1 σ.ψ. ($2 \cdot 10^2$).

Στρογγυλοποίηση ενός αριθμού

Στους διάφορους υπολογισμούς χρειάζεται να στρογγυλοποιήσουμε το αποτέλεσμα, απομακρύνοντας κάποιο ή κάποια από τα τελευταία ψηφία για να έχουμε τον «σωστό» αριθμό σημαντικών ψηφίων.

1. Αν το ψηφίο που απομακρύνουμε είναι *μεγαλύτερο* του 5, τότε το προηγούμενό του ψηφίο αυξάνεται κατά 1. Π.χ. ο αριθμός 5,379 στρογγυλοποιείται στο 5,38 αν θέλουμε 3 σημαντικά ψηφία και στο 5,4 αν θέλουμε 2 σημαντικά ψηφία, ενώ ο αριθμός 5,352 στρογγυλοποιείται σε 5,4.
2. Αν το ψηφίο που απομακρύνουμε είναι *μικρότερο* του 5, τότε το προηγούμενό του ψηφίο δεν μεταβάλλεται. Π.χ. ο αριθμός 0,2413 στρογγυλοποιείται στο 0,241 αν θέλουμε 3 σημαντικά ψηφία και στο 0,24 αν θέλουμε 2 σημαντικά ψηφία.
3. Εάν το ψηφίο που απομακρύνουμε είναι 5, ο προηγούμενος αριθμός αυξάνεται κατά 1 εάν είναι μονός και παραμένει ο ίδιος αν είναι άρτιος: Π.χ. ο αριθμός 12,75 στρογγυλοποιείται στο 12,8, αλλά ο αριθμός 12,65 στρογγυλοποιείται στο 12,6.

Ακριβείς αριθμοί. Οι ακριβείς αριθμοί δεν έχουν καμία αβεβαιότητα, οπότε τους εξαιρούμε από τον προσδιορισμό του αριθμού των σημαντικών ψηφίων σε οποιοδήποτε υπολογισμό. Ακριβείς αριθμοί προκύπτουν:

α. από ακριβή καταμέτρηση αντικειμένων. Π.χ. 5 κέρματα (σημαίνει ακριβώς 5 και όχι 4,9 ή 5,1), 10 άτομα, 3 ηλεκτρόνια, 5 mol, κ.ά.

β. από ορισμό μονάδων – καθορισμένες ποσότητες. Π.χ. 1 m = 100 cm (δεν είναι αποτέλεσμα μέτρησης), 1 L = 1000 mL, 1 kg = 1000 g, κ.ά.

Για παράδειγμα, η συνολική μάζα 5 κερμάτων με μάζα 3,0 g το καθένα θα είναι: 3,0 g · 5 = 15 g (2 σημαντικά ψηφία).

Σημαντικά ψηφία του τελικού αποτελέσματος μετά από αριθμητικές πράξεις

1. Πολλαπλασιασμός και διαίρεση

Το τελικό αποτέλεσμα θα περιέχει τόσα *σημαντικά ψηφία* όσα έχει η μέτρηση με τον μικρότερο αριθμό σημαντικών ψηφίων.

Π.χ1. Ο πολλαπλασιασμός 5,3 x 4,74 = 25,122. Η «σωστή» απάντηση είναι 25 (διότι η μέτρηση 5,3 έχει 2 σ.ψ.).

Π.χ2. Η διαίρεση 9,84 / 9,3 = 1,06. Η «σωστή» απάντηση είναι 1,1 (διότι η μέτρηση 9,3 έχει 2 σ.ψ.).

2. Πρόσθεση και αφαίρεση

Το τελικό αποτέλεσμα θα περιέχει τόσα δεκαδικά ψηφία όσα έχει η μέτρηση με τα λιγότερα δεκαδικά ψηφία.

Π.χ. Η πρόσθεση 83,5 mL + 23,28 mL = 106,78 mL. Η «σωστή» απάντηση είναι 106,8 mL (διότι η μέτρηση 83,5 έχει 1 δεκαδικό ψηφίο).

Σημείωση. Οι αριθμητικές τιμές μεγεθών στις οποίες έχουν γίνει στρογγυλοποιήσεις για την διευκόλυνση των υπολογισμών (π.χ. αριθμός Avogadro $6{,}02 \cdot 10^{23}$, $A_r(Na) = 23$), εξαιρούνται από τον προσδιορισμό των σημαντικών ψηφίων σε διάφορους υπολογισμούς.

4. ΤΑ ΒΡΑΒΕΙΑ NOBEL ΣΤΗ ΧΗΜΕΙΑ 1901-2023

Έτος	Θέμα	Επιστήμονας/ες
1901	Ανακάλυψη των νόμων της χημικής ισορροπίας και της οσμωτικής πίεσης σε διαλύματα.	Jacobus van 't Hoff
1902	Ζάχαρα και σύνθεση πουρινών.	Emil Fischer
1903	Θεωρία της ηλεκτρολυτικής διάστασης.	Svante Arrhenius
1904	Ανακάλυψη των ευγενών αερίων στον αέρα.	William Ramsay
1905	Οργανική Χημεία και χημική βιομηχανία.	Adolf von Baeyer
1906	Απομόνωση του στοιχείου φθόριο.	Henri Moissan
1907	Βιοχημεία και ζυμώσεις.	Eduard Buchner
1908	Διάσπαση των στοιχείων και χημεία των ραδιενεργών ουσιών.	Ernest Rutherford
1909	Κατάλυση και θεμελιώδεις αρχές που διέπουν τις χημικές ισορροπίες και την τάξη της αντίδρασης.	Wilhelm Ostwald
1910	Οργανική χημεία και αλεικυκλικές ενώσεις.	Otto Wallach
1911	Ανακάλυψη και μελέτη του ραδίου και του πολωνίου.	Marie Curie - Sklodowska
1912	Ανακάλυψη των αντιδραστηρίων Grignard. Μέθοδος υδρογόνωσης οργανικών ενώσεων παρουσία μετάλλων σε λεπτό διαμερισμό	Victor Grignard Paul Sabatier
1913	Σύνδεση των ατόμων σε μόρια.	Alfred Werner
1914	Ακριβής προσδιορισμός του ατομικού βάρους μεγάλου αριθμού χημικών στοιχείων.	Theodore William Richards
1915	Έρευνες σχετικά με τις χρωστικές ουσίες των φυτών, κυρίως τη χλωροφύλλη.	Richard Martin Willstätter
1916	Δεν απονεμήθηκε.	
1917	Δεν απονεμήθηκε.	
1918	Σύνθεση της αμμωνίας από τα στοιχεία της.	Fritz Haber
1919	Δεν απονεμήθηκε.	
1920	Εργασία στη θερμοχημεία.	Walther Hermann Nernst
1921	Ραδιενεργές ουσίες, προέλευση ισοτόπων.	Frederick Soddy
1922	Ανακάλυψη ισοτόπων μη ραδιενεργών στοιχείων.	Francis William Aston
1923	Μέθοδος μικρο-ανάλυσης οργανικών ουσιών.	Fritz Pregl
1924	Δεν απονεμήθηκε.	
1925	Έρευνα κολλοειδών συστημάτων.	Richard Adolf Zsigmondy
1926	Εργασία στα συστήματα διασποράς.	Theodor Svedberg
1927	Σύσταση των χολικών οξέων.	Heinrich Otto Wieland
1928	Έρευνες στη σύσταση των στερολών και της σχέση τους με τις βιταμίνες.	Adolf Windaus
1929	Έρευνες στη ζύμωση των σακχάρων και των ενζύμων ζύμωσης.	Arthur Harden, Hans von Euler-Chelpin
1930	Σύσταση της αίμης και της χλωροφύλλης.	Hans Fischer
1931	Ανάπτυξη χημικών μεθόδων υψηλής πίεσης.	Carl Bosch, Friedrich Bergius

1932	Ανακαλύψεις και έρευνες στη Χημεία επιφανειών.	Irving Langmuir
1933	Δεν απονεμήθηκε.	
1934	Ανακάλυψη του βαρέος υδρογόνου – δευτερίου.	Harold Urey
1935	Σύνθεση νέων ραδιενεργών στοιχείων.	Frédéric Joliot, Irène Joliot-Curie
1936	Συμβολή στη γνώση της μοριακής δομής μέσω της διπολικής ροπής.	Petrus Debye
1937	Έρευνες στους υδατάνθρακες, στη βιταμίνη C. Ανακαλύψεις στα καροτονοειδή, βιταμίνες A και B2.	Walter Haworth Paul Karrer
1938	Εργασία στα καροτενοειδή και στις βιταμίνες.	Richard Kuhn
1939	Εργασία στις σεξουαλικές ορμόνες. Εργασία στα πολυμεθυλένια και τερπένια.	Adolf Butenandt Leopold Ruzicka
1940	Δεν απονεμήθηκε.	
1941	Δεν απονεμήθηκε.	
1942	Δεν απονεμήθηκε.	
1943	Εργασία για τη χρήση των ισοτόπων, ως ιχνηθετών, στη μελέτη χημικών διαδικασιών.	George de Hevesy
1944	Ανακάλυψη της σχάσης βαρέων πυρήνων.	Otto Hahn
1945	Έρευνα και ανακαλύψεις στη γεωργική Χημεία και Χημεία της διατροφής.	Artturi Virtanen
1946	Ανακάλυψη κρυστάλλωσης των ενζύμων. Παρασκευή ενζύμων και πρωτεϊνών ιών σε καθαρή μορφή.	James Sumner John Northrop, Wendell Stanley
1947	Έρευνες σε φυτικά προϊόντα βιολογικής σημασίας, ειδικά τα αλκαλοειδή.	Robert Robinson
1948	Ηλεκτροφόρηση και ανακάλυψη της πολύπλοκης φύσης των πρωτεϊνών.	Arne Tiselius
1949	Συμβολή στη χημική θερμοδυναμική, ειδικά ουσιών σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες.	William Giauque
1950	Ανακάλυψη και ανάπτυξη της σύνθεσης διενίων.	Otto Diels, Kurt Alder
1951	Ανακαλύψεις στη Χημεία των υπερουράνιων στοιχείων.	Edwin McMillan, Glenn Seaborg
1952	Ανακάλυψη της χρωματογραφίας κατανομής.	Archer Martin, Richard Synge
1953	Ανακαλύψεις στο πεδίο της μακρομοριακής Χημείας.	Hermann Staudinger
1954	Έρευνα στη φύση του χημικού δεσμού και εφαρμογή στη διευκρίνιση της δομής των σύνθετων ουσιών.	Linus Pauling
1955	Εργασίες με βιοχημικά σημαντικές ενώσεις θείου, ειδικά για την πρώτη σύνθεση μιας πολυπεπτιδικής ορμόνης.	Vincent Vigneaud
1956	Έρευνες στους μηχανισμούς των χημικών αντιδράσεων.	Cyril Hinshelwood, Nikolay Semenov
1957	Εργασία στα νουκλεοτίδια και στα συνένζυμα.	Alexander Todd
1958	Εργασία στη δομή των πρωτεϊνών, ειδικά της ινσουλίνης.	Frederick Sanger
1959	Ανακάλυψη και ανάπτυξη των πολαρογραφικών μεθόδων ανάλυσης.	Jaroslav Heyrovsky
1960	Μέθοδος χρήσης του άνθρακα-14 για τον προσδιορισμό ηλικίας στην αρχαιολογία, στη γεωλογία, στη γεωφυσική και άλλους κλάδους της επιστήμης.	Willard Libby

Παράρτημα

1961	Έρευνες σχετικά με την αφομοίωση του CO_2 στα φυτά.	Melvin Calvin
1962	Μελέτη των δομών των σφαιρικών πρωτεϊνών.	Max Perutz, John Kendrew
1963	Ανακαλύψεις στη Χημεία και στην τεχνολογία των υψηλών πολυμερών.	Karl Ziegler, Giulio Natta
1964	Τεχνικές προσδιορισμού με ακτίνες Χ των δομών σημαντικών βιοχημικών ουσιών.	Dorothy Hodgkin
1965	Επιτεύγματα στην τέχνη της οργανικής σύνθεσης.	Robert Woodward
1966	Θεμελιώδης εργασία σχετικά με τους χημικούς δεσμούς και την ηλεκτρονιακή δομή των μορίων με τη μέθοδο των μοριακών τροχιακών.	Robert Mulliken
1967	Μελέτη εξαιρετικά γρήγορων χημικών αντιδράσεων.	Manfred Eigen, Ronald Norrish, George Porter
1968	Ανακάλυψη θεμελιωδών αμοιβαίων σχέσεων στη θερμοδυναμική.	Lars Onsager
1969	Συμβολή στην ανάπτυξη της έννοιας της διαμόρφωσης και εφαρμογή της στη Χημεία.	Derek Barton, Odd Hassel
1970	Ανακάλυψη των νουκλεοτιδίων της ζάχαρης και του ρόλου τους στη βιοσύνθεση των υδατανθράκων.	Luis Leloir
1971	Συμβολή στη γνώση της ηλεκτρονικής δομής και γεωμετρίας των μορίων, ιδιαίτερα των ελευθέρων ριζών.	Gerhard Herzberg
1972	Σύνδεση της διαδοχής των αμινοξέων και της ενεργού βιολογικής διαμόρφωσης της ριβονουκλεάσης. Κατανόηση της σύνδεσης της χημικής δομής και της καταλυτικής δράσης του ενεργού κέντρου της ριβονουκλεάσης.	Christian Anfinsen Stanford Moore, William Stein
1973	Πρωτοποριακή εργασία στη Χημεία των οργανομεταλλικών ενώσεων.	Ernst Fischer, Geoffrey Wilkinson
1974	Θεωρητικά και πειραματικά επιτεύγματα στη φυσικοχημεία των μακρομορίων.	Paul Flory
1975	Στερεοχημεία ενζυμικών καταλυτικών αντιδράσεων. Έρευνα στη στερεοχημεία οργανικών μορίων και αντιδράσεων.	John Cornforth Vladimir Prelog
1976	Μελέτη της δομής των βορανίων.	William Lipscomb
1977	Συμβολή στη θερμοδυναμική καταστάσεων μη ισορροπίας.	Ilya Prigogine
1978	Συμβολή στην κατανόηση της βιολογικής μεταφοράς ενέργειας μέσω της διαμόρφωσης της χημειοσμωτικής θεωρίας.	Peter Mitchell
1979	Χρήση ενώσεων του βορίου και του φωσφόρου στην οργανική σύνθεση.	Herbert Brown, Georg Wittig
1980	Μελέτη της βιοχημείας των νουκλεϊνικών οξέων. Προσδιορισμός της αλληλουχίας των βάσεων στα νουκλεϊνικά οξέα.	Paul Berg Walter Gilbert και Frederick Sanger
1981	Θεωρίες για την πορεία των χημικών αντιδράσεων.	Kenichi Fukui, Roald Hoffmann
1982	Ανάπτυξη της κρυσταλλογραφίας με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο και διευκρίνιση των βιολογικά σημαντικών συμπλόκων νουκλεϊνικών οξέων – πρωτεϊνών.	Aaron Klug
1983	Εργασία σχετικά με τους μηχανισμούς των αντιδράσεων μεταφοράς ηλεκτρονίων, ειδικά σε σύμπλοκα μετάλλων.	Henry Taube
1984	Ανάπτυξη μεθοδολογίας χημικής σύνθεσης σε στερεό υπόστρωμα.	Robert Merrifield

1985	Ανάπτυξη άμεσων μεθόδων προσδιορισμού των κρυσταλλικών δομών.	Herbert Hauptman, Jerome Karle
1986	Συμβολή στη δυναμική των στοιχειωδών χημικών διαδικασιών.	Dudley Herschbach, Yuan Lee, John Polanyi
1987	Ανάπτυξη και χρήση μορίων με εξειδικευμένες αλληλεπιδράσεις δομής.	Donald Cram, Jean-Marie Lehn, Charles Pedersen
1988	Προσδιορισμός της τρισδιάστατης δομής ενός φωτοσυνθετικού κέντρου.	Johann Deisenhofer, Robert Huber, Hartmut Michel
1989	Ανακάλυψη των καταλυτικών ιδιοτήτων του RNA.	Sidney Altman, Thomas R. Cech
1990	Ανάπτυξη της θεωρίας και μεθοδολογίας της οργανικής σύνθεσης.	Elias Corey
1991	Συμβολή στην ανάπτυξη μεθοδολογίας της υψηλής ανάλυσης του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR).	Richard Ernst
1992	Συμβολή στη θεωρία των αντιδράσεων μεταφοράς ηλεκτρονίων στα χημικά συστήματα.	Richard Ernst
1993	Συμβολή στην ανάπτυξη μεθόδων μελέτης Χημείας DNA, ανακάλυψη της αλυσιδωτής αντίδρασης της πολυμεράσης.	Kary Mullis, Michael Smith
1994	Συμβολή στη Χημεία των καρβοκατιόντων.	George Olah
1995	Εργασία στη Χημεία της ατμόσφαιρας, σχηματισμός – διάσπαση όζοντος.	Paul Crutzen, Mario Molina, Sherwood Rowland
1996	Ανακάλυψη των φουλερενίων.	Robert Curl, Harold Kroto, Richard Smalley
1997	Διευκρίνιση του ενζυμικού μηχανισμού της σύνθεσης της ATP Ανακάλυψη του ενζύμου μεταφοράς ιόντων Na^+, K^+".	Paul Boyer, John Walker, Jens Skou
1998	Ανάπτυξη υπολογιστικών μεθόδων στην κβαντική Χημεία.	Walter Kohn, John Pople
1999	Μελέτη ταχύτητας αντιδράσεων της τάξης του femto (10^{-15} sec).	Ahmed Zewail
2000	Ανακάλυψη και ανάπτυξη αγώγιμων πολυμερών.	Alan Heeger, Alan MacDiarmid, Hideki Shirakawa
2001	Εργασίες επί των στερεοχημικών καταλυτικών αντιδράσεων υδρογόνωσης – οξείδωσης.	William Knowles, Ryoji Noyori, Karl Sharpless
2002	Προσδιορισμός και ανάλυση δομής βιολογικών μακρομορίων.	John Fenn, Koichi Tanaka, Kurt Wüthrich
2003	Ανακάλυψη διόδων στις κυτταρικές μεμβράνες και μελέτη των διαύλων ιόντων τους.	Peter Agre, Roderick MacKinnon
2004	Ανακάλυψη ενδιαμέσων σταδίων αποδόμησης των πρωτεϊνών.	Aaron Ciechanover, Avram Hershko, Irwin Rose
2005	Ανάπτυξη της μεθόδου της μετάθεσης στην οργανική σύνθεση.	Yves Chauvin, Robert Grubbs, Richard Schrock
2006	Μελέτες της μεταγραφής των ευκαρυωτικών κυττάρων.	Roger Kornberg
2007	Μελέτη χημικών διεργασιών σε στερεές επιφάνειες.	Gerhard Ertl
2008	Ανακάλυψη και την ανάπτυξη της πράσινης φθορίζουσας πρωτεΐνης, GFP.	Osamu Shimomura, Martin Chalfie, Roger Tsien
2009	Μελέτη της δομής και της λειτουργίας του ριβοσώματος.	Venkatraman Ramakrishnan, Thomas Steitz, Ada Yonath

2010	Χρήση του Pd ως καταλύτη στην οργανική σύνθεση.	Richard Heck, Ei-ichi Negishi, Akira Suzuki
2011	Ανακάλυψη των μη περιοδικών κρυστάλλων.	Dan Shechtman
2012	Μελέτες της λειτουργίας των G-protein συνδεδεμένων υποδοχέων.	Robert Lefkowitz, Brian Kobilka
2013	Ανάπτυξη πολυσύνθετων μοντέλων μελέτης πολύπλοκων χημικών συστημάτων και αντιδράσεων.	Martin Karplus, Michael Levitt, Arieh Warshel
2014	Ανάπτυξη μικροσκοπίας φθορισμού υψηλής ανάλυσης.	Eric Betzig, Stefan Hell, William Moerner
2015	Μηχανιστικές μελέτες επιδιόρθωσης του DNA.	Tomas Lindahl, Paul Modrich, Aziz Sancar
2016	Σχεδιασμός και σύνθεση μοριακών μηχανών.	Jean-Pierre Sauvage, Fraser Stoddart, Bernard Feringa
2017	Ανάπτυξη κρυοηλεκτρονικής μικροσκοπίας.	Jacques Dubochet, Joachim Frank και Richard Henderson
2018	Κατευθυνόμενη εξέλιξη των ενζύμων. Πεπτίδια και αντισώματα σε φάγους.	Frances Arnold George Smith και Gregory Winter
2019	Ανάπτυξη μπαταριών ιόντων λιθίου.	John Goodenough, Stanley Whittingham, Akira Yoshino
2020	Ανάπτυξη μιας μεθόδου για την επεξεργασία του γονιδιώματος.	Emmanuelle Charpentier, Jennifer Doudna
2021	Ανάπτυξη της ασύμμετρης οργανοκατάλυσης.	Benjamin List, David MacMillan
2022	Ανάπτυξη της βιοορθογώνιας χημείας.	Carolyn Bertozzi, Morten Meldal, K. Barry Sharpless
2023	Ανακάλυψη και σύνθεση κβαντικών κουκκίδων.	Moungi Bawendi, Louis Brus, Aleksey Yekimov

Πηγή: https://www.nobelprize.org/prizes/lists/all-nobel-prizes-in-chemistry/

Επιστήμονες που έχουν τιμηθεί με το βραβείο Nobel 2 φορές

Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Nobel_Prize#Multiple_laureates

Maria Sklodowska-Curie	**1903** **1911**	Φυσικής «ανακάλυψη της ραδιενέργειας» Χημείας «απομόνωση του ραδίου»
Linus Pauling	**1954** **1962**	Χημείας «έρευνα στο χημικό δεσμό» Ειρήνης «δράσεις για πυρηνικό αφοπλισμό»
John Bardeen	**1956** **1962**	Φυσικής «ανακάλυψη του transistor» Φυσικής «θεωρία της υπεραγωγιμότητας»
Frederick Sanger	**1958** **1980**	Χημείας «προσδιορισμός δομής της ινσουλίνης» Χημείας «επινόηση μεθόδου προσδιορισμού αλληλουχίας των βάσεων στο DNA

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ
ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1. α, β, γ, δ, ε, στ, ζ: βλ. θεμ. ενότητα 1.1.
1.2. βλ. θεμ. ενότητα 1.2.
1.3. βλ. θεμ. ενότητα 1.2.2.
1.4. α: παρατήρηση, β: εξαρτημένη μεταβλητή. Αιτιολόγηση βλ. θεμ. ενότητα 1.2.2.
1.5. βλ. θεμ. ενότητα 1.2.2.
1.6. α: ανεξάρτητη, β: εξαρτημένη, γ: ποιοτική, δ: ποσοτική
1.7. βλ. θεμ. ενότητα 1.2.1.
1.8. α: Σ, β: Λ, γ: Λ, δ: Σ, ε: Λ, στ: Λ, ζ: Σ, η: Λ.
1.9. δ.
1.10. α - επικίνδυνο - τοξικό, β - διαβρωτικό, γ - εύφλεκτο, δ - επιβλαβές για την υγεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1. α: πυρήνα, θετικό, αρνητικό
β: πρωτόνια, νετρόνια
γ: πρωτονίων, ηλεκτρονίων
δ: μαζικός
ε: αρνητικά, θετικά
2.2. α: ατομικός, δείχνει αριθμό πρωτονίων, ηλεκτρονίων
β: μαζικός, δείχνει αριθμό πρωτονίων και νετρονίων
γ: νετρόνια 14, ηλεκτρόνια: 13
2.3.

	(p)	(n)	(e)
$^{35}_{17}Cl$	17	18	17
$^{88}_{38}Sr$	38	50	38
$^{65}_{30}Zn$	30	35	30
$^{40}_{20}Ca^{2+}$	20	20	18
$^{32}_{16}S^{2-}$	16	16	18

2.4. α: X = Cl, Z = 17, β: όχι.
2.5. 1: Σ, 2: Σ, 3: Λ, 4: Σ, 5: Σ, 6: Λ, 7: Σ, 8: Λ, 9: Σ, 10: Σ, 11: Σ, 12: Σ, 13: Λ.
2.6. α
2.7. γ
2.8. α
2.9. γ
2.10. β
2.11. γ
2.12. β
2.13. γ
2.14. γ
2.15. γ
2.16. δ
2.17. γ
2.18. α
2.19. δ
2.20. γ
2.21. δ
2.22. β
2.23. δ
2.24. γ
2.25. **1.** N_2 (28), **2.** HNO_3 (63), **3.** H_2SO_4 (98), **4.** N_2O_4 (92)
2.26. α: θεμ. ενότητα 2.1.2.3.
β: 96
2.27. 45
2.28. 94%
2.29. δ
2.30. γ
2.31. 1: Λ, 2: Λ, 3: Σ, 4: Σ, 5: Λ, 6: Λ, 7: Σ, 8: Λ.
2.32. δ
2.33. γ
2.34. β
2.35. β
2.36. δ
2.37. δ
2.38. γ
2.39. δ
2.40. δ
2.41. $^{80}_{35}Br$: 35p, 45n, 35e, K(2), L(8), M(18), N(7)
2.42. ^{39}K: 19p, 19e, 20n, K(2), L(8), M(8), N(1)
2.43. p + n = 40, n = p + 4 ⇒ p = 18, K(2), L(8), M(8)
2.44. α: 8, $_{20}Ca^{2+}$: K(2), L(8), M(8)
β: 8, $_{16}S^{2-}$: K(2), L(8), M(8)
γ: 8, $_{13}Al^{3+}$: K(2), L(8)
2.45. Z(Φ) = 12, Z(Ψ) = 7, Z(Ω) = 20
2.46. α: $_{31}Γ^{3-}$ p = 31, (n = 38) Z = 69
β: K(2), L(8), M(18), N(3)
2.47. $^{39}_{19}X^{+}$ α: p = 19, n = 20, e = 18
K(2), L(8), M(8), N(1)
2.48. α: Al^{3+} p = 13, Z = 13, A = 13 + 14 = 27
β: Mg^{2+} (10e), O^{2-} (10e), Na^{+} (10e)
2.49. α: $Γ^{+}$: p = Z = 19, $Δ^{2-}$: p = Z = 16
β: Z(E) = 12, E: K(2), L(8), M(2)
2.50. α: αύξοντα/αυξανόμενο, αριθμό
β: περιοδική, ατομικού
2.51. 1: Λ, 2: Λ, 3: Λ, 4: Σ, 5: Λ, 6: Σ, 7: Λ,
8: Σ, 9: Σ, 10: Σ, 11: Σ, 12: Σ, 13: Σ
2.52. γ
2.53. α
2.54. δ
2.55. β
2.56. γ
2.57. δ
2.58. β
2.59. β
2.60. β
2.61. δ
2.62. α
2.63. β
2.64. δ

Παράρτημα

2.65. β
2.66. β
2.67. β
2.68. γ
2.69. α
2.70. α
2.71. γ
2.72. γ
2.73. α: K(2), L(3) ⇒ Z = 5
β: K(2), L(8), M(6) ⇒ Z = 16
γ: K(2), L(8), M(8), N(1) ⇒ Z = 19
δ: K(2), L(7) ⇒ Z = 9
2.74. Γ: K(2), L(8), M(8), N(2)
Δ: ομάδα 18η, περίοδος 3η
Θ: K(2), L(8), M(6)
Λ: ομάδα 17η, περίοδος 4η
Σ: K(2), L(1)
α. ίδια περίοδο: Δ και Θ, Γ και Λ
β. μεγαλύτερο μέγεθος: Γ
γ. πιο εύκολα κατιόν: Γ
δ. μικρότερη ατομική ακτίνα: Σ
ε. i. αλογόνο: Λ, ii. ευγενές αέριο: Δ
iii. αλκαλική γαία: Γ, iv. αλκάλιο: Σ
2.75. α. Α: K(2), L(8), M(2). Z = 12
β. Γ: K(2), L(8), M(6). Z = 16
2.76. α. Γ: K(2), L(8), M(8), N(1)
Δ: K(2), L(8), M(5)
β. Γ: 1η ομάδα, 4η περίοδος
Δ: 15η ομάδα, 3η περίοδος
2.77. α. Χ: K(2), L(8), M(1)
Ψ: K(2), L(6)
β. Χ: 1η ομάδα, 3η περίοδος
Ψ: 16η ομάδα, 2η περίοδος
2.78. α. Ψ: K(2), L(8), M(5), Z = 15
β. $_{18}$Θ: ομάδα 18η, περίοδος 3η
$_{20}$Ξ: ομάδα 2η, περίοδος 4η
$_{9}$Π: ομάδα 17η, περίοδος 2η
ομάδα 2η: αλκαλικές γαίες, Be, Mg, Ca, …
ομάδα 17η: αλογόνα, F, Cl, Br, …
ομάδα 18η: ευγενή αέρια, He, Ne, Ar, …
2.79. α. $_{\lambda}$Ψ 1η ομάδα, $_{\lambda-3}$Χ 16η ομάδα, $_{\lambda+2}$Ω 13η ομάδα
β. $_{\lambda}$Ψ 17η ομάδα, $_{\lambda-3}$Χ 14η ομάδα, $_{\lambda+2}$Ω 1η ομάδα
2.80. α. $_{11}$Na < $_{19}$K < $_{37}$Rb, β. $_{13}$Al < $_{12}$Mg < $_{11}$Na
γ. $_{12}$Mg < $_{20}$Ca, δ. $_{9}$F < $_{8}$O < $_{11}$Na
2.81. α: $_{19}K^+$ < $_{19}$K, β. $_{9}$F < $_{9}F^-$, γ. $_{12}Mg^{2+}$ < $_{10}$Ne
δ. $_{9}F^-$ < $_{8}O^{2-}$ < $_{7}N^{3-}$, ε. $_{20}Ca^{2+}$ < $_{19}K^+$
2.82. α, β: βλ. θεμ. ενότητα 2.2.2.2.
2.83. 1: Σ, 2: Σ, 3: Σ, 4: Λ, 5: Λ, 6: Σ, 7: Σ, 8: Σ, 9: Σ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1. α. $_{19}$K, β. $_{11}$Na.
3.2. α. $_{17}$Cl, έχει μικρότερη ατομική ακτίνα / έχει μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα.
β. $_{9}$F, έχει μικρότερη ατομική ακτίνα / έχει μεγαλύτερη ηλεκτραρνητικότητα.
3.3. α. $_{11}$Na, β. $_{18}$Ar, γ. $_{17}$Cl, δ. $_{11}$Na.
3.4. 1. Σ, 2. Λ, 3. Σ, 4. Σ, 5. Σ, 6. Σ, 7. Λ, 8. Σ, 9. Λ.
3.5. 1. Σ, 2. Λ, 3. Λ, 4. Σ.
3.6. β
3.7. α
3.8. β
3.9. γ
3.10. γ
3.11. α. κανόνας οκτάδας, β. ιοντικός, γ. υδρογόνο, δ. υδρογόνο, ε. μη δεσμικά, στ. ηλεκτραρνητικότητα.
3.12. α. $_{20}$Ca: 2η ομάδα, 4η περίοδος, α. ιοντικός Ca^{2+} S^{2-}, β. ιοντικός Ca^{2+} $2Cl^-$
3.13. Α: μαζικός αριθμός 32. Βρίσκεται στην 3η περίοδο και στην 16η ομάδα.
Γ ανήκει στην 1η ομάδα του Π.Π., Σχηματίζουν ιοντικό δεσμό $2Γ^+$ A^{2-}, $Γ_2A$.
3.14. Ιοντικοί: α. K^+ F^-, β. Mg^{2+} $2\ Cl^-$, γ. Ca^{2+} $2\ H^-$.
3.15. α. Α: K(2), L(8) M(8), N(2), Γ: K(2), L(8), M(7).
β. ιοντικός δεσμός: A^{2+} $2\ Γ^-$, γ. $AΓ_2$
3.16. β
3.17. δ
3.18. γ
3.19. γ
3.20. γ
3.21. δ
3.22. β
3.23. γ
3.24. β
3.25. β
3.26. α
3.27. γ
3.28. γ
3.29. γ
3.30. δ
3.31. γ
3.32. β
3.33. γ
3.34. δ
3.35. β
3.36. β
3.37. α
3.38. β
3.39. α
3.40. α
3.41. β
3.42. γ
3.43. γ
3.44. α
3.45. α
3.46. α. Χ: K(2), L(8), M(1) ⇒ $_{11}$X, Ψ: K(2), L(8), M(6) ⇒ $_{16}$Ψ
β. ιοντικός δεσμός $2\ X^+$ $Ψ^{2-}$, γ. $X_2Ψ$, δi. XBr, δii. $Al_2Ψ_3$

3.47. 1. Σ, 2. Λ, 3. Λ, 4. Λ, 5. Λ, 6. Σ, 7. Σ, 8. Λ.

3.48. α., β.: βλ. θεμ. ενότητα 3.1.3. στο α6) και στο ε) όπου αντί Ν είναι Ρ: PH_3, PH_4^+

3.49. βλ. θεμ. ενότητα 3.1.3. γ.

3.50. α. $_{17}Cl$, β. $_{8}O$, γ. $_{34}Se$, δ. $_{9}F$. Αιτιολόγηση: βλ. θεμ. ενότητα 3.1.3. γ.

3.51. α. $_{7}N < _{8}O < _{9}F$,

β. $_{35}Br < _{17}Cl < _{9}F$. Αιτιολόγηση: βλ. θεμ. ενότητα 3.1.3. γ.

3.52. α. H_2S: 2 πολικοί ομοιοπολικοί,

β. NH_3 3 πολικοί ομοιοπολικοί,

γ. CO_2: 2 πολικοί ομοιοπολικοί,

δ. CH_4: 4 πολικοί ομοιοπολικοί.

3.53. Φ (16η ομάδα του Π.Π.), Χ (17η ομάδα του ΠΠ), Ψ (18η ομάδα του Π.Π.), Ω (1η ομάδα του Π.Π.).

α. $Ω_2Φ$ ιοντικός,

β. ΩΧ ιοντικός,

γ. $H_2Φ$ ομοιοπολικός

δ. ΗΧ ομοιοπολικός.

3.54. α. βλ. θεμ. ενότητα 3.1.1.

β. βi. Χ 1η ομάδα βii. Ψ 16η ομάδα,

γ. εάν το Χ είναι το 1Η ⇒ $H_2Ψ$ ομοιοπολική ($X_2Ψ$), εάν το Χ είναι αλκάλιο ⇒ $X_2Ψ$ ιοντική

δ. $X_2Ψ$, ε. H_2S ή X_2S (ομοιοπολική), στ. $ΨCl_2$ (ομοιοπολική).

3.55. α. βλ. θεμ. ενότητα 3.1.1.,

βi. Χ 2η ομάδα βii. Ψ 17η ομάδα,

γ. ιοντική επειδή Χ μέταλλο (Χ ≠ Ηe), ηλεκτρονιοδότης, Ψ αμέταλλο (αλογόνο).

δ. X^{2+} και $Ψ^-$, ε. $XΨ_2$, στ. XS, ζ. ΨCl.

3.56. 1. Σ, 2. Σ, 3. Σ, 4. Σ, 5. Λ, 6. Λ, 7. Λ, 8. Σ, 9. Λ.

3.57. α. παρόμοιες ιδιότητες έχουν στο β ζεύγος επειδή κάθε άτομο έχει 6 ηλεκτρόνια σθένους:

β. ιοντικός δεσμός μεταξύ μετάλλου $_{12}Mg$ και αμετάλλου $_{8}O$. Τύπος: Mg^{2+} O^{2-}, MgO

3.58. α. $_{19}$Μ: Κ(2), L(8), Μ(8), Ν(1), $_{9}$Α: Κ(2), L(7),

β. Μ: 4η περίοδο 1η ομάδα, Α: 2η περίοδο 17η ομάδα,

γ. ιοντικό (Μ: μέταλλο, Α: αμέταλλο),

δ. M^+A^-: ΜΑ.

3.59. α. $_{20}$Μ: Κ(2), L(8), Μ(8), Ν(2), $_{17}$Α: Κ(2), L(8), Μ(7),

β. Μ: 4η περίοδο 2η ομάδα, Α: 3η περίοδο 17η ομάδα,

γ. ιοντικό (Μ: μέταλλο, Α: αμέταλλο), M^{2+} 2 A^- ,

δ. MA_2

3.60. α, β.: Χ: Κ(2), L(8), Μ(8), Ν(18), Ο(2) ⇒ $_{38}X$

και Ψ: Κ(2), L(8), Μ(18), Ν(7) ⇒ $_{35}Ψ$

γ. ιοντικό (Χ μέταλλο, Ψ αμέταλλο), δ. $XΨ_2$

3.61. α, β. Χ: Κ(2), L(8), Μ(1) ⇒ $_{11}X$ και Ψ: Κ(2), L(7), ⇒ $_{9}Ψ$

γ. Χ μέταλλο, Ψ αμέταλλο,

δ. ιοντικό X^+ $Ψ^-$,

ε. ΧΨ.

3.62. α. Κ(2), L(8), Μ(2) ⇒ $_{12}X$,

β. $_{16}Ψ$: Κ(2), L(8), Μ(6), $_{35}Σ$: Κ(2), L(8), Μ(18), Ν(7),

γ. Χ μέταλλο, Ψ, Σ αμέταλλα, ιοντικός: X^{2+} $2Σ^-$,

δ. ιοντικός: X^{2+} $Ψ^{2-}$.

3.63. α. Η ← Ο, β. Ο → S, γ. Ν ← F, δ. S ← Cl.

3.64. α: διασποράς και διπόλου - διπόλου

β., ε: διασποράς

γ., δ: διασποράς και διπόλου-διπόλου, δεσμός υδρογόνου.

3.65. 1. διασποράς και διπόλου - διπόλου,

2. διασποράς και διπόλου-διπόλου, δεσμός υδρογόνου

3.66. βλ. θεμ. ενότητα 3.2.3.1.

3.67. βλ. θεμ. ενότητα 3.2.3.1.

3.68. βλ. θεμ. ενότητα 3.2.3.1.

3.69. επιλογή β, βλ. θεμ. ενότητα 3.2.3.1.

3.70. α, β, γ διαλύονται. Οι μη πολικές

δ, ε, στ δεν διαλύονται.

3.71. αναπτύσσουν δεσμούς υδρογόνου οι γ, δ, ε.

3.72. διαλύονται οι μη πολικές α και γ.

3.73. α

3.74. α

3.75. γ

3.76. γ

3.77. γ

3.78. δ

3.79. α

3.80. δ

3.81. γ

3.82. δ

3.83. γ

3.84. δ

3.85. β

3.86. δ

3.87. γ

3.88. α

3.89. γ

3.90. δ

3.91. γ

3.92. γ

3.93. α

3.94. δ

3.95. γ

3.96. β

3.97. α

3.98. β

3.99. α

3.100. γ

3.101. γ

3.102. 1. Λ, 2. Λ, 3. Λ, 4. Λ, 5. Σ, 6. Σ, 7. Σ, 8. Λ,

3.103. 1-α, 2-στ, 3-γ, 4-δ, 5-ε.

Παράρτημα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1. α. βλ. ενότητα 4.2.
β. i βλ. ενότητα 4.2.,
ii. Αρ.Οξ. C = + 2

4.2. 1 – δ, 2 – στ, 3 – α, 4 – β, 5 – ζ, 6 – γ

4.3. α: +1, β. +4, γ. –3, δ. +3

4.4. α: –2, β. 0, γ. 0, δ. +2

4.5. δ

4.6. γ

4.7. γ

4.8. α

4.9. δ

4.10. γ

4.11. γ

4.12. α

4.13. α

4.14. α

4.15. 1. H_3PO_4, 2. HNO_3, 3. HNO_2, 4. H_2SO_4, 5. H_2CO_3, 6. H_2S, 7. HCl, 8. HBr, 9. HI, 10. HF

4.16. 1. NaOH, 2. $Ca(OH)_2$, 3. $Mg(OH)_2$, 4. $Fe(OH)_2$, 5. $Fe(OH)_3$, 6. KOH, 7. $Cu(OH)_2$

4.17. 1. CaO, 2. CO_2, 3. N_2O_3, 4. FeO, 5. Fe_2O_3, 6. Na_2O, 7. SO_2 8. SO_3, 9. Al_2O_3, 10. MgO, 11. Cu_2O, 12. CuO, 13. ZnO

4.18. 1. $CaCO_3$, 2. $Mg(NO_3)_2$, 3. Na_3PO_4, 4. Na_2CO_3, 5. $NaHCO_3$, 6. KCN, 7. CaS, 8. $FeCl_2$, 9. $Al_2(SO_4)_3$, 10. $FeBr_3$, 11. $Ca_3(PO_4)_2$

4.19.

1. υδροφθόριο	οξύ
2. υδρόθειο	οξύ
3. νιτρικό οξύ	οξύ
4. ανθρακικό οξύ	οξύ
5. φωσφορικό οξύ	οξύ
6. υδροξείδιο του ασβεστίου	βάση
7. υδροξείδιο του σιδήρου(III)	βάση
8. πεντοξείδιο του διαζώτου	οξείδιο
9. οξείδιο του μαγνησίου	οξείδιο
10. τριοξείδιο του αργιλίου	οξείδιο
11. οξείδιο του καλίου	οξείδιο
12. οξείδιο του χαλκού(II)	οξείδιο
13. ιωδίδιο του καλίου	άλας
14. σουλφίδιο του νατρίου	άλας
15. βρωμίδιο του σιδήρου(II)	άλας
16. βρωμίδιο του σιδήρου(III)	άλας
17. χλωρίδιο του αμμωνίου	άλας
18. νιτρικό ασβέστιο	άλας
19. ανθρακικό κάλιο	άλας
20. θειικός σίδηρος(III)	άλας

4.20. γ

4.21. β

4.22. γ

4.23. β

4.24. δ

4.25. γ

4.26. β

4.27. α

4.28. δ

4.29. δ

4.30. δ

4.31. δ

4.32. δ

4.33. α

4.34. δ

4.35. γ

4.36. γ

4.37. δ

4.38. γ

4.39. α

4.40. δ

4.41. γ

4.42. γ

4.43. α

4.44. β

4.45. α

4.46. γ

4.47. δ

4.48. α

4.49. β

4.50. α

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1.
1. $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$
2. $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
3. $2C + O_2 \rightarrow 2CO$
4. $2Al + 3Br_2 \rightarrow 2AlBr_3$
5. $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$
6. $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$
7. $Cl_2 + 2KI \rightarrow 2KCl + I_2$

5.2. α. $C(s) + 2H_2(g) \xrightarrow[Ni]{1500\,^\circ C} CH_4(g)$

β. $CO(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{Ni} CH_4(g) + H_2O(l)$

5.3. $N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow{200\ atm,\ 550\,^\circ C,\ Fe_3O_4} 2NH_3(g)$

5.4. Η πειραματική διάταξη της εικόνας 5.4.

5.5. Από την φωτοβολία του λαμπτήρα σε υδατικό της διάλυμα (πειραματική διάταξη της εικόνας 5.4.).

5.6. α. Ισχυρός ηλεκτρολύτης: κατά τη διάλυσή του στο νερό διαχωρίζεται πλήρως σε ιόντα.

β. Ασθενής ηλεκτρολύτης: κατά τη διάλυσή του στο νερό διαχωρίζεται μερικώς σε ιόντα.

5.7. α.i. $NaCl(s) \rightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$

α.ii. $HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$

β. $CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$ (θεμ. ενότητα 5.2.2.)

5.8. 1. ηλεκτρολύτης, 2. ηλεκτρολύτης, 3. ηλεκτρολύτης, 4. μη ηλεκτρολύτης, 5. ηλεκτρολύτης, 6. ηλεκτρολύτης, 7. ηλεκτρολύτης, 8. μη ηλεκτρολύτης.

5.9. Με τη χρήση της πειραματικής διάταξης της εικόνας 5.4, βυθίζοντας τα ηλεκτρόδια στα ποτήρια.

Ποτήρι **Α:** ο λαμπτήρας δεν φωτοβολεί ⇒ περιέχει γλυκόζη, ποτήρι **Β:** ασθενής φωτοβολία του λαμπτήρα ⇒ περιέχει ξίδι, ποτήρι **Γ:** έντονη φωτοβολία του λαμπτήρα ⇒ περιέχει NaCl.

5.10. γ
5.11. α
5.12. γ
5.13. γ
5.14. δ
5.15. α
5.16. γ
5.17. γ
5.18. γ
5.19. β
5.20. γ
5.21. γ
5.22. ασθενών, μεγάλη, αγωγιμότητα, μη
5.23. 1. Σ, 2. Σ, 3. Λ, 4. Λ, 5. Λ, 6. Λ, 7. Σ.
5.24. βλ. θεμ. ενότητα 5.3.1.
5.25. $CaCO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + CO_2\uparrow + H_2O(l)$
$Na_2CO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + CO_2\uparrow + H_2O(l)$
$NaHCO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + CO_2\uparrow + H_2O(l)$
5.26. γ
5.27. δ
5.28. γ
5.29. δ
5.30. γ
5.31. γ
5.32. δ
5.33. β
5.34. γ
5.35. β
5.36. γ
5.37. β
5.38. β
5.39. 1. $FeCl_2(aq) + K_2CO_3(aq) \rightarrow 2KCl(aq) + FeCO_3\downarrow$
2. $Pb(NO_3)_2(aq) + 2KOH(aq) \rightarrow 2KNO_3(aq) + Pb(OH)_2\downarrow$
3. $AgNO_3(aq) + KCl(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + AgCl\downarrow$
4. $Pb(NO_3)_2(aq) + 2NaCl(aq) \rightarrow 2NaNO_3(aq) + PbCl_2\downarrow$
5. $CuSO_4(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + Cu(OH)_2\downarrow$
6. $BaCl_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow 2HCl\uparrow + BaSO_4\downarrow$
7. $NaBr(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + AgBr\downarrow$
8. $2KI(aq) + Pb(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2KNO_3(aq) + PbI_2\downarrow$
9. $2HCl(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_2O(l) + CO_2\uparrow$
10. $NaOH(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + AgOH\downarrow$

5.40. 1. $Pb(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow 2NaNO_3(aq) + PbS\downarrow$
2. $3Na_2CO_3(aq) + 2H_3PO_4(aq) \rightarrow 2Na_3PO_4(aq) + 3H_2O(l) + 3CO_2\uparrow$
3. $CaSO_3(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + SO_2\uparrow$
4. $2NH_4Cl(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + 2NH_3\uparrow + 2H_2O(l)$
5. $H_2SO_4(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaSO_4\downarrow + 2H_2O(l)$
6. $2Fe(NO_3)_3(aq) + 3Ba(OH)_2(aq) \rightarrow 3Ba(NO_3)_2(aq) + 2Fe(OH)_3\downarrow$
7. $NaNO_3(aq) + KCl(aq) \rightarrow$ δεν αντιδρούν
8. $KNO_3(aq) + CaI_2(aq) \rightarrow$ δεν αντιδρούν
9. $ZnCl_2(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + Zn(OH)_2\downarrow$

5.41. 1. Λ, 2. Σ, 3. Σ, 4. Σ, 5. Λ, 6. Σ, 7. Σ, 8. Σ, 9. Λ, 10. Σ.
5.42. 1. $K_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2\,KOH(aq)$
2. $Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2\,NaOH(aq)$
3. $SO_3(s) + H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$
4. $CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq)$
5. $N_2O_5(g) + H_2O(l) \rightarrow 2\,HNO_3(aq)$

5.43. 1. $H_2CO_3 \rightarrow CO_2$, 2. $HNO_3 \rightarrow N_2O_5$,
3. $H_3PO_4 \rightarrow P_2O_5$, 4. $H_2SO_4 \rightarrow SO_3$,
5. $Mg(OH)_2 \rightarrow MgO$, 6. $KOH \rightarrow K_2O$,
7. $Ca(OH)_2 \rightarrow CaO$, 8. $Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3$

5.44. 1. βασικό, 2. βασικό, 3. όξινο, 4. όξινο, 5. όξινο.
5.45. 1. $2HNO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow Ca(NO_3)_2(aq) + 2H_2O(l)$
2. $CO_2(g) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow BaCO_3\downarrow + H_2O(l)$
3. $Zn(OH)_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4\downarrow + 2H_2O(l)$
4. $BaO(s) + 2HCl(aq) \rightarrow BaCl_2(aq) + H_2O(l)$
5. $3KOH(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow K_3PO_4(aq) + 3H_2O(l)$
6. $2Fe(OH)_3(s) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow Fe_2(SO_4)_3(s) + 6H_2O(l)$
7. $Al_2O_3(s) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + 3H_2O(l)$
8. $N_2O_5(g) + 2NaOH(aq) \rightarrow 2NaNO_3(aq) + H_2O(l)$
9. $Fe_2O_3(s) + 6HNO_3(aq) \rightarrow 2Fe(NO_3)_3(aq) + 3H_2O(l)$
10. $2NH_3(g) + H_2SO_4(aq) \rightarrow (NH_4)_2SO_4(aq)$
11. $P_2O_5(s) + 3Ca(OH)_2(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2(s) + 3H_2O(l)$
12. $NH_3(g) + HBr(aq) \rightarrow NH_4Br(aq)$

5.46.

	1. NaOH(aq)	**2.** $NH_3(aq)$
α) HCl(aq)	NaCl	NH_4Cl
β) $HNO_3(aq)$	$NaNO_3$	NH_4NO_3
γ) $H_2SO_4(aq)$	Na_2SO_4	$(NH_4)_2SO_4$
δ) $H_3PO_4(aq)$	Na_3PO_4	$(NH_4)_3PO_4$

5.47. 1. $2HCl(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + 2\,H_2O(l)$
2. $Mg(OH)_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow MgSO_4(aq) + 2\,H_2O(l)$
3. $3NaOH(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow Na_3PO_4(aq) + 3\,H_2O(l)$
4. $Fe(OH)_3(s) + 3HNO_3(aq) \rightarrow Fe(NO_3)_3(aq) + 3\,H_2O(l)$
5. $Al_2O_3(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$
6. $N_2O_5(g) + 2KOH(aq) \rightarrow 2KNO_3(aq) + H_2O(l)$
7. $CO_2(g) + 2NaOH(aq) \rightarrow Na_2CO_3(aq) + H_2O(l)$
8. $CaO(s) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l)$
9. $Fe_2O_3(s) + 6HNO_3(aq) \rightarrow 2Fe(NO_3)_3(aq) + 3H_2O(l)$
10. $CO_2(g) + 2KOH(aq) \rightarrow K_2CO_3(aq) + H_2O(l)$
11. $2NH_3(g) + H_2SO_4(aq) \rightarrow (NH_4)_2SO_4(aq)$
12. $NH_3(g) + HI(aq) \rightarrow NH_4I(aq)$

5.48. α
5.49. δ
5.50. δ
5.51. α
5.52. δ
5.53. β
5.54. γ

5.55. β
5.56. γ
5.57. δ
5.58. α
5.59. δ
5.60. β
5.61. γ
5.62. 1. Λ, 2. Λ, 3. Σ, 4. Σ, 5. Σ, 6. Σ, 7. Λ.
5.63. 1. Με προσθήκη $AgNO_3(aq)$ στο NaCl σχηματίζεται ίζημα (λευκό) AgCl.
2. Με προσθήκη HCl στο K_2S σχηματίζεται αέριο H_2S.
3. Με προσθήκη HCl(aq) στο $CaCO_3$ σχηματίζεται αέριο CO_2.
4. Με προσθήκη KI(aq) στον $Pb(NO_3)_2$ σχηματίζεται ίζημα PbI_2 (κίτρινο).
5.64. Γ, Δ
5.65. 1. $Cu(s) + HCl(aq) \rightarrow$ δεν αντιδρούν
2. $Fe(s) + K_3PO_4(aq) \rightarrow$ δεν αντιδρούν
3. $Fe(s) + 2HI(aq) \rightarrow FeI_2(aq) + H_2\uparrow$
4. $2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2\uparrow$
5. $2Al(s) + 3FeBr_2(aq) \rightarrow 3Fe(s) + 2AlBr_3(aq)$
6. $Cu(s) + 2AgNO_3(aq) \rightarrow 2Ag(s) + Cu(NO_3)_2(aq)$
7. $F_2(g) + 2KCl(aq) \rightarrow 2KF(aq) + Cl_2\uparrow$
8. $Br_2(l) + 2KI(aq) \rightarrow 2KBr(aq) + I_2(aq)$
9. $3Cl_2(g) + 2AlBr_3(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3Br_2(aq)$
10. $Ca(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(aq) + H_2\uparrow$
11. $Zn(s) + H_2O(l) \rightarrow$ ---
5.66. α
5.67. α
5.68. γ
5.69. α
5.70. β
5.71. γ
5.72. γ
5.73. δ
5.74. δ
5.75. β
5.76. δ
5.77. β
5.78. δ
5.79. γ
5.80. γ
5.81. δ
5.82. γ
5.83. β
5.84. γ
5.85. α
5.86. δ
5.87. δ
5.88. γ
5.89. δ
5.90. δ
5.91. β
5.92. γ
5.93. γ
5.94. γ
5.95. β
5.96. 1. Λ, 2. Λ, 3. Λ, 4. Σ, 5. Σ, 6. Λ, 7. Σ, 8. Σ, 9. Λ, 10. Σ, 11. Λ, 12. Λ, 13. Σ, 14. Λ.
5.97. Ενδεικτικές αντιδράσεις:
α. $2NaCl(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Na_2SO_4(aq) + 2HCl(g)$
β. $Na_2SO_4(aq) + Ba(OH)_2(aq) \rightarrow 2NaOH(aq) + BaSO_4(s)$
γ. $Na_2SO_4(aq) + CaI_2(aq) \rightarrow 2NaI(aq) + CaSO_4(s)$
δ. $Pb(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow 2NaNO_3(aq) + PbS(s)$
ε. $Ca(OH)_2(aq) + CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s) + H_2O(l)$
5.98. 1ο μέρος:
$AgNO_3(aq) + KCl(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + AgCl\downarrow$
$AgNO_3(aq) + KBr(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + AgBr\downarrow$
$AgNO_3(aq) + KI(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + AgI\downarrow$
Ίζημα Γ: AgCl, AgBr και AgI.
2ο μέρος:
$Br_2(l) + 2KI(aq) \rightarrow 2KBr(aq) + I_2(aq)$
$AgNO_3(aq) + KCl(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + AgCl\downarrow$
$AgNO_3(aq) + KBr(aq) \rightarrow KNO_3(aq) + AgBr\downarrow$
Διάλυμα Δ: KCl και KBr.
Ίζημα Ε: AgCl, AgBr.
5.99. α. $Na_2SO_4(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2NaNO_3(aq) + BaSO_4(s)$
$(NH_4)_2CO_3(aq) + Ba(NO_3)_2(aq) \rightarrow 2NH_4NO_3(aq) + BaCO_3(s)$
β. Ίζημα Α: $BaSO_4$ και $BaCO_3$.
Διάλυμα Β: Na^+, K^+, NH_4^+, NO_3^-, Cl^-.
γ. Ίζημα Α + HCl: $BaCO_3(s) + 2HCl(aq) \rightarrow BaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$
Διάλυμα Β + NaOH: $NH_4^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l) + NH_3\uparrow$
5.100. α, β:
$Fe(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2\uparrow$
$FeS(s) + 2HCl(aq) \rightarrow FeCl_2(aq) + H_2S\uparrow$
αέριο Α: H_2, H_2S
διάλυμα Β: $FeCl_2$
αέριο Α + $Pb(NO_3)_2$: $Pb(NO_3)_2(aq) + H_2S(g) \rightarrow 2HNO_3(aq) + PbS(s)$
ίζημα Γ: PbS
διάλυμα Β + Na_2CO_3: $FeCl_2(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow FeCO_3(s) + 2NaCl(aq)$
Ίζημα Δ: $FeCO_3$
5.101. α. $AgNO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow HNO_3(aq) + AgCl(s)$
Ίζημα Α: AgCl
Διήθημα Α + K_2S: $Cu(NO_3)_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow 2KNO_3(aq) + CuS(s)$
$Fe(NO_3)_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow 2KNO_3(aq) + FeS(s)$
Διήθημα Β + Na_2CO_3: $BaS(aq) + Na_2CO_3(aq) \rightarrow Na_2S(aq) + BaCO_3(s)$
β. Ίζημα Α: AgCl
Ίζημα Β: CuS και FeS
Ίζημα Γ: $BaCO_3$
5.102. α,β: $Pb(NO_3)_2(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow 2HNO_3(aq) + PbCl_2(s)$
Ίζημα Α: $PbCl_2$

διήθημα Α + K_2S: $Zn(NO_3)_2(aq) + K_2S(aq) \rightarrow 2KNO_3(aq) + ZnS(s)$

$2Fe(NO_3)_3(aq) + 3K_2S(aq) \rightarrow 6KNO_3(aq) + Fe_2S_3(s)$

Ίζημα Β: ZnS και Fe_2S_3

Διήθημα Β + K_2CO_3: $Mg(NO_3)(aq) + K_2CO_3(aq) \rightarrow MgCO_3(s) + 2KNO_3(aq)$

Ίζημα Γ: $MgCO_3$

5.103. β
5.104. α
5.105. β
5.106. i. α, ii. $2OCl_2 \rightarrow 2Cl_2 + O_2$
5.107. α. $CaCl_2 \rightarrow 2$, β. $NaCl \rightarrow 1$, γ. $CH_3COOH \rightarrow 3$.
5.108. α. $PbSO_4$, β. $Pb^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow PbSO_4(s)$
5.109. $A_2 + B_2 \rightarrow 2AB$
5.110. $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$
5.111. 1. ποτήρι α: Na^+ και OH^-, ποτήρι β: Ca^{2+} και NO_3^-, ποτήρι γ: Al^{3+} και SO_4^{2-}
2. Ναι. Ίζημα $CaSO_4$ και $Al(OH)_3$.
3. $Ca^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \rightarrow CaSO_4(s)$
$Al^{3+}(aq) + 3OH^-(aq) \rightarrow Al(OH)_3(s)$
5.112. Οξειδοαναγωγική. Αντίδραση διάσπασης.
5.113. α. καύσιμο, β. οξυγόνο, γ. θερμότητα.
5.114. 1. Λ, 2. Λ, 3. Σ, 4. Σ, 5. Λ.
5.115. α
5.116. γ
5.117. γ
5.118. γ
5.119. β
5.120. β
5.121. α
5.122. α
5.123. β
5.124. γ
5.125. 1. Λ, 2. Λ, 3. Σ, 4. Λ, 5. Σ, 6. Λ, 7. Σ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1. 1. Λ, 2. Λ, 3. Λ, 4. Λ, 5. Σ, 6. Σ, 7. Σ, 8. Σ, 9. Λ, 10. Σ.
6.2. β
6.3. α
6.4. β
6.5. δ
6.6. δ
6.7. δ
6.8. δ
6.9. δ
6.10. γ
6.11. β
6.12. α
6.13. γ
6.14. δ
6.15. δ
6.16. α
6.17. β
6.18. δ
6.19. β
6.20. α
6.21. α
6.22. γ
6.23. β
6.24. δ
6.25. γ
6.26. γ
6.27. β
6.28. δ
6.29. γ
6.30. δ
6.31. γ
6.32. β
6.33. β
6.34. α
6.35. β
6.36. α
6.37. α
6.38. α
6.39. α
6.40. γ
6.41. γ
6.42. γ
6.43. α
6.44. β
6.45. δ
6.46. $2 \cdot 44 + 3 \cdot 28 = 172$ g
6.47. 1 Σ, 2 Λ, 3 Λ.
6.48. α. $0{,}1 \cdot N_A$ μόρια, β. 2 mol ατόμων C,
γ. $2{,}4 \cdot N_A$ άτομα H, δ. 2,8 g N.
6.49. α. 132/44 = 3 mol, β. $3N_A$ μόρια, γ. $6N_A$ άτομα O

Β.

6.50. δ
6.51. α
6.52. β
6.53. γ
6.54. δ
6.55. δ
6.56. γ
6.57. δ
6.58. γ
6.59. β
6.60. δ
6.61. γ
6.62. γ
6.63. β
6.64. β
6.65. α
6.66. γ
6.67. 4,8 g NaOH

6.68. 130 g Zn
6.69. 17,98 g
6.70. 0,4 mol HCl
6.71. 0,4 g H_2
6.72. 4 mol NH_3
6.73. α. 72 g H_2O, β. 64 g O_2
6.74. 0,8 g Cu
6.75. 5,3 g Na_2CO_3
6.76. 107 g NH_4Cl
6.77. α. 0,88 g CO_2, β. 2,0 g $CaCO_3$
6.78. 6,8 kg NH_3
6.79. 88 g CO_2
6.80. 10 g $CaCO_3$
6.81. 84% $MgCO_3$
6.82. 84,8 g Na_2CO_3
6.83. 65 % Zn
6.84. 24,8 g Ag_2S
6.85. 20,86 % NaCl, 79,14 % $CaCl_2$

Γ.

6.86. α
6.87. α
6.88. δ
6.89. γ
6.90. β
6.91. δ
6.92. α
6.93. β
6.94. β
6.95. δ
6.96. γ
6.97. β
6.98. γ
6.99. γ
6.100. α
6.101. δ
6.102. γ
6.103. α
6.104. α
6.105. α
6.106. β
6.107. γ
6.108. γ
6.109. γ
6.110. γ
6.111. γ
6.112. α. 4,8 M, β. 0,95 g $MgCl_2$
6.113. α. ελάττωση, αραίωση με προσθήκη νερού,
β. αύξηση με προσθήκη ουσίας,
γ. ελάττωση, προσθήκη διαλύματος μικρότερης *c*,
δ. αύξηση, προσθήκη διαλύματος μεγαλύτερης *c*,
ε. ίδια, προσθήκη διαλύματος ίσης *c*.
6.114. α. 2M H_2SO_4, β. 17,82 %
6.115. α. 49% H_2SO_4,
β. 40,83 %,
γ. V = 15 mL από 5 M + 60 mL H_2O ⇒ V = 75 mL.
6.116. $\rho = m/V$ = 1,2 g/mL.
6.117. M_r = 98
6.118. α. 33,1 g $Pb(NO_3)_2$, β. V = 400 mL H_2O
6.119. α. V = 50 mL, β. V = 150 mL H_2O, γ. 35,1 g.
6.120. α. 1 M, β. V = 300 mL H_2O, γ. V_1 / V_2 = 1/4.
6.121. α. 33,6 %, β. c = 6 M, γ. V = 60 mL H_2O.
6.122. α. V = 12 mL, β. V_1/ V_2 = 2/3.
6.123. α. m = 4 g NaOH, β. c_2 = 0,6 M.
6.124. α. 99,54 %, β. $V_2 \approx$ 19 mL Δ, γ. c_2 = 3,95 M HNO_3.
6.125. α. c_1 = 0,8 M, β. V = 150 mL H_2O, γ. c = 0,35 M NaOH.
6.126. α. 2,24 g KOH, β. 1,12%, γ. V = 100 mL H_2O,
δ. c = 0,125 M.

Δ.

6.127. 7,5 mL
6.128. 30 mL
6.129. 250 mL
6.130. α. 0,2 g H_2, β. 0,5 M NaOH
6.131. α. 10 g $CaCO_3$ β = 4,4 g CO_2
6.132. α. 100mL H_2SO_4, β. 0,1 mol Na_2SO_4
6.133. c = 0,8 M
6.134. c = 0,4 M
6.135. 8,16 g $CaSO_4$
6.136. 0,025 mol
6.137. 0,2 g H_2
6.138. α. m = 0,6 g H_2, β. c = 1,6 M
6.139. α. όξινο, β. 600 mL NaOH
6.140. 57,4 g AgCl

Απαντήσεις των εφαρμογών

2.1. 19p, 19e, 20n, **2.2.** 19p, 19e, 21n, **2.3.** 7Li / 6Li = 9 / 1, **2.4.** α. 160, β. 98, γ. 151, **2.5.** α. K(2), L(8), M(18), N(5), β. K(2), L(8), M(18), N(8) O(1), **2.6.** α. K(2), L(8), M(18), N(6), β. K(2), L(8), M(18), N(8) O(2), **2.7.** 10, **2.8.** α. 15η ομάδα, 4η περίοδο, β. 1η ομάδα, 5η περίοδο, **2.9.** 20, **2.10.** Γ: 2η ομάδα, 4η περίοδο, Δ: 17η ομάδα, 3η περίοδο. **3.1.** α. 20Ca, β. 15P, **3.2.** N−H (διότι N ηλεκτραρνητικότερο του P).
5.5. α.1. οξειδώνεται το Cl, ανάγεται το N, β.1. οξειδώνεται και ανάγεται το N, α.2. οξειδωτικό: HNO_3, αναγωγικό: HCl, β.2. οξειδωτικό και αναγωγικό: NO_2. **6.5.** α. 24 g H_2, β. 136 g NH_3, **6.6.** 2,5 mol H_2, 2,5 mol I2, **6.7.** 75 mL, **6.8.** 44% NaCl, 56% KCl, **6.9.** 5 M, **6.10.** 83 g, **6.11.** α. 33,6%, β. 6 M.

Α

Αειφορία
Η διαχείριση των οικοσυστημάτων με τρόπο ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες των τρεχουσών γενεών και να εξασφαλίζεται η δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους.

Αερόσακος
Σάκος στα αυτοκίνητα από ελαφρύ και ανθεκτικό υλικό που γεμίζει συνήθως με αέριο άζωτο για την προστασία των επιβαινόντων από τροχαία ατυχήματα.

Άλατα
Ενώσεις του τύπου $M_{\psi}A_{x}$ όπου M^{x+} κατιόν μετάλλου ή αμμώνιο και $A^{\psi-}$ ανιόν αμετάλλου ($\neq O^{2-}$) ή αρνητικό πολυατομικό ιόν ($\neq OH^{-}$).

Αμέταλλα
Στοιχεία που έχουν την ικανότητα να προσλαμβάνουν e. Ανήκουν κυρίως στις ομάδες 14-17 του Π.Π.

Αμεταλλικός χαρακτήρας
Η ικανότητα των στοιχείων να προσλαμβάνουν e.

Αναγωγή
Η μείωση του αριθμού οξείδωσης ατόμου ή ιόντος.

Αναγωγική ουσία
Η χημική ουσία η οποία προκαλεί αναγωγή.

Ανιόν
Το αρνητικά φορτισμένο ιόν. Π.χ. Cl^{-}, O^{2-}, NO_3^{-}, CO_3^{2-}, PO_4^{3-}.

Αντίδραση απλής αντικατάστασης
Αντίδραση κατά την οποία ένα στοιχείο αντικαθιστά ένα άλλο, λιγότερο «δραστικό» από αυτό, σε μια ένωση.

Αντίδραση διάσπασης ή αποσύνθεσης
Η διάσπαση μιας χημικής ένωσης σε δύο ή περισσότερες απλούστερες ουσίες.

Αντίδραση ιοντισμού
Η δημιουργία ιόντων κατά τη διάλυση μιας ομοιοπολικής ένωσης στο νερό.

Αντίδραση σύνθεσης
Δύο ή περισσότερες ουσίες ενώνονται και σχηματίζουν μια νέα χημική ουσία.

Αντιδρώντα
Οι ουσίες που γράφονται αριστερά – πριν το βέλος στη χημική εξίσωση της αντίδρασης.

Ανυδρίτης βάσης
Οξείδιο μετάλλου το οποίο προκύπτει από βάση με πλήρη αφυδάτωση.

Ανυδρίτης οξέος
Οξείδιο, συνήθως αμετάλλου, το οποίο προκύπτει από οξύ με πλήρη αφυδάτωση.

Αραίωση
Η μείωση της συγκέντρωσης μιας ουσίας σε διάλυμα, συνήθως με προσθήκη νερού.

Αριθμός οξείδωσης
Το φορτίο που έχει ένα ιόν ή το φορτίο που φαίνεται να έχει ένα άτομο όταν τα ηλεκτρόνια κάθε δεσμού του αποδοθούν στο πιο ηλεκταρνητικό άτομο.

Ασθενής ηλεκτρολύτης
Ο ηλεκτρολύτης που μετατρέπεται μερικώς σε ιόντα κατά τη διάλυσή του σε νερό.

Ατομική ακτίνα
Η απόσταση της εξωτερικής στιβάδας από τον πυρήνα του ατόμου.

Ατομικό βάρος
Βλέπε σχετική ατομική μάζα (A_r).

Ατομικός αριθμός
Ο αριθμός των πρωτονίων στον πυρήνα του ατόμου.

Β

Βάσεις (κατά Arrhenius)
Οι ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό παρέχουν ιόντα υδροξειδίου.

Βασικό οξείδιο
Το οξείδιο (κυρίως μετάλλου) που αντιδρά με οξέα.

Δ

Δείκτες οξέων–βάσεων
Ενώσεις που αλλάζουν χρώμα αν αλλάξει το pH διαλύματός τους σε ορισμένα όρια.

Δεσμικό ζεύγος
Το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων στον δεσμό δύο ατόμων.

Λεξιλόγιο

Δεσμός απλός
Ο δεσμός μεταξύ δύο ατόμων με ένα κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων.

Δεσμός διπλός
Ο δεσμός μεταξύ δύο ατόμων με δύο κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων.

Δεσμός δοτικός ομοιοπολικός
Ο δεσμός στον οποίο το κοινό ζεύγος των ηλεκτρονίων προέρχεται από το ένα άτομο.

Δεσμός ιοντικός
Ο δεσμός που σχηματίζεται με μεταφορά ενός ή περισσοτέρων ηλεκτρονίων μεταξύ ατόμων.

Δεσμός μη πολικός
Ο δεσμός μεταξύ ατόμων με την ίδια ηλεκτραρνητικότητα.

Δεσμός ομοιοπολικός
Ο δεσμός που σχηματίζεται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων μεταξύ ατόμων.

Δεσμός πολικός
Ο δεσμός μεταξύ ατόμων διαφορετικής ηλεκτραρνητικότητας.

Δεσμός τριπλός
Ο δεσμός μεταξύ δύο ατόμων με τρία κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων.

Δεσμός υδρογόνου
Η ηλεκτροστατική ελκτική δύναμη μεταξύ μορίων που περιέχουν άτομο υδρογόνου ενωμένο με F, O, N.

Διαλυτότητα
Η μέγιστη ποσότητα ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη, σε ορισμένες συνθήκες.

Διαμοριακές δυνάμεις
Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ μορίων.

Διάσταση
Η διαδικασία της απελευθέρωσης ιόντων από το κρυσταλλικό πλέγμα μιας ιοντικής ένωσης κατά τη διάλυσή της στο νερό.

Δίπολα μόρια
Τα μόρια που έχουν διπολική ροπή ≠ 0.

Διπολική ροπή (*μ*)
Το γινόμενο του φορτίου ή του κλάσματος φορτίου επί την απόσταση r.

Δομές Lewis
Οι δομές στις οποίες τα ηλεκτρόνια σθένους παριστάνονται με κουκκίδες γύρω από το σύμβολο κάθε ατόμου κατά τον σχηματισμό χημικών δεσμών.

Δυνάμεις διασποράς ή London
Οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μη πολικών μορίων, αλλά και όλων των ομοιοπολικών ενώσεων.

Δυνάμεις διπόλου - διπόλου
Οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ διπόλων μορίων.

Δυνάμεις διπόλου - μη διπόλου
Οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ διπόλων και μη διπόλων μορίων.

Δυνάμεις ιόντος - διπόλου
Οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ ιόντων και διπόλων μορίων.

E

Ενδομοριακές δυνάμεις
Οι ελκτικές δυνάμεις μεταξύ ατόμων στο μόριο μιας ένωσης.

Ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u)
Το 1/12 της μάζας του ατόμου του ^{12}C.

Εξουδετέρωση
Η αντίδραση ενός «οξέος» με μια «βάση».

Επιστημονική μεθοδολογία
Ο συστηματικός τρόπος εργασίας των επιστημόνων για τη μελέτη, διερεύνηση και επίλυση ενός ζητήματος.

H

Ηλεκτραρνητικότητα
Το μέγεθος που δείχνει πόσο ισχυρά ένα άτομο έλκει ηλεκτρόνια όταν ενώνεται με άλλα άτομα.

Ηλεκτρολύτες
Οι ενώσεις (οξέα, βάσεις, άλατα) των οποίων τα υδατικά διαλύματα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

Ηλεκτρολυτικά διαλύματα
Τα υδατικά διαλύματα ηλεκτρολυτών.

Ηλεκτρόνια σθένους
Τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας του ατόμου.

Ηλεκτρονιακή δομή
Η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.

Ηλεκτρόνιο
Υποατομικό σωματίδιο με το στοιχειώδες αρνητικό φορτίο.

Ι

Ίζημα
Δυσδιάλυτο στερεό.

Ιόν
Το θετικά ή αρνητικά φορτισμένο μονοατομικό ή πολυατομικό σωματίδιο.

Ιοντισμός
Η διαδικασία κατά την οποία μια ομοιοπολική ένωση κατά τη διάλυσή της στο νερό αντιδρά με αυτό και μετατρέπεται σε ιόντα.

Ισοστάθμιση χημικής εξίσωσης
Η διαδικασία προσδιορισμού και τοποθέτησης συντελεστών στα αντιδρώντα και προϊόντα της αντίδρασης, σε εφαρμογή της αρχής διατήρησης της μάζας.

Ισότοπα
Άτομα ενός στοιχείου με διαφορετικό μαζικό αριθμό.

Ισχυρός ηλεκτρολύτης
Ο ηλεκτρολύτης που μετατρέπεται πλήρως σε ιόντα κατά τη διάλυσή του σε νερό.

Κ

Κανόνας της οκτάδας.
Η συμπλήρωση της εξωτερικής στιβάδας με οκτώ ηλεκτρόνια (εκτός της 1ης που συμπληρώνεται με 2).

Κανόνες ασφαλείας
Είναι το σύνολο των κανονισμών, διαδικασιών και πρακτικών που πρέπει να εφαρμόζονται για την προστασία της ανθρώπινης υγείας, των εγκαταστάσεων και του περιβάλλοντος.

Κατιόν
Το θετικά φορτισμένο ιόν. Π.χ. Na^+, Ca^{2+}, NH_4^+ .

Κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων
Τα ζεύγη των ηλεκτρονίων που έλκονται από τους πυρήνες δύο ατόμων.

Κρυσταλλικό πλέγμα
Η τρισδιάστατη περιοδική διάταξη στην οποία διευθετούνται οι δομικές μονάδες ενός ιοντικού στερεού.

Κύριος κβαντικός αριθμός
Ο αριθμός που χαρακτηρίζει τη στιβάδα στην οποία κινούνται τα ηλεκτρόνια στο άτομο.

Κυψέλες καυσίμου
Ειδικές συσκευές μετατροπής της χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Μ

Μαζικός αριθμός
Ο αριθμός των πρωτονίων και των νετρονίων στον πυρήνα του ατόμου.

Μεταθετική αντίδραση
Η αντίδραση στην οποία δύο ηλεκτρολύτες συνήθως σε υδατικό διάλυμα, ανταλλάσσουν τα ιόντα τους, χωρίς να αλλάζει ο αριθμός οξείδωσης κάποιου ατόμου ή ιόντος.

Μέταλλα
Τα στοιχεία που έχουν την ικανότητα να αποβάλουν ηλεκτρόνια.

Μεταλλικός χαρακτήρας
Η ικανότητα των στοιχείων να αποβάλουν ηλεκτρόνια.

Μη ηλεκτρολυτικά διαλύματα
Τα υδατικά διαλύματα ουσιών τα οποία δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα.

Μη πολικό μόριο
Μόριο με μηδενική διπολική ροπή.

Μολ (mole)
Η ποσότητα ουσίας που περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ στοιχειώδεις οντότητες (άτομα, μόρια, ιόντα, ηλεκτρόνια, …).

Μολαρική μάζα
Η μάζα που έχει 1 mol ατόμων ή μορίων μιας ουσίας.

Μονήρη ηλεκτρόνια
Τα ηλεκτρόνια που δεν είναι σε ζευγάρια (είναι μόνα τους).

Μονοατομικά ιόντα
Π.χ. Cl^-, O^{2-}, Na^+, Ca^{2+}.

Μοντέλο Bohr
Η εικόνα του ατόμου με τον πυρήνα στο κέντρο του και τα ηλεκτρόνια που κινούνται γύρω απο τον πυρήνα σε κυκλικές τροχιές ορισμένης ενέργειας.

Λεξιλόγιο

Μπαταρίες
Οι συσκευές που μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια.

Ν

Νετρόνιο
Υποατομικό σωματίδιο στον πυρήνα του ατόμου χωρίς ηλεκτρικό φορτίο.

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

Ο

Ομάδα του περιοδικού πίνακα
Η στήλη του περιοδικού πίνακα που περιέχει στοιχεία με παρόμοιες χημικές ιδιότητες.

Οξέα (κατά Arrhenius)
Οι ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό παρέχουν κατιόντα υδρογόνου.

Οξείδια
Οι ενώσεις των στοιχείων με οξυγόνο.

Οξειδοαναγωγική αντίδραση
Η αντίδραση κατά την οποία μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης ενός ή περισσοτέρων ατόμων ή ιόντων.

Οξείδωση
Η αύξηση του αριθμού οξείδωσης ενός ατόμου ή ιόντος.

Οξειδωτική ουσία
Η χημική ουσία η οποία προκαλεί οξείδωση.

Όξινο οξείδιο
Το οξείδιο (κυρίως αμετάλλου) που αντιδρά με βάσεις.

Π

Περιβάλλον
Το περιβάλλον αποτελούν το έδαφος, το υπέδαφος, τα υπόγεια και επιφανειακά νερά, η θάλασσα, ο αέρας, η χλωρίδα, η πανίδα, οι φυσικοί πόροι και τα στοιχεία πολιτισμού έτσι όπως διαμορφώθηκαν από τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Περιοδικός Πίνακας
Ο πίνακας στον οποίο ταξινομούνται τα στοιχεία κατά αύξοντα ατομικό αριθμό.

Περίοδος του περιοδικού πίνακα
Σειρά του Περιοδικού Πίνακα που περιέχει στοιχεία με αυξανόμενο, κατά μία μονάδα, ατομικό αριθμό και με τον ίδιο αριθμό στιβάδων.

Περιοριστικό αντιδρών
Το αντιδρών του οποίου η ποσότητα δεν είναι σε περίσσεια.

Περίσσεια
Η ποσότητα μιας ουσίας που είναι περισσότερη από τη στοιχειομετρικά απαιτούμενη.

Πεχαμετρικό χαρτί
Χαρτί εμποτισμένο σε μείγμα δεικτών για προσεγγιστικό προσδιορισμό της τιμής του pH.

Πεχάμετρο
Συσκευή μέτρησης του pH.

Ποιοτική ανάλυση
Ο προσδιορισμός των συστατικών που περιέχονται σε ένα υλικό.

Πολικό μόριο
Μόριο με συνολική / συνισταμένη διπολική ροπή διάφορη του μηδενός.

Πολικός δεσμός
Δεσμός μεταξύ ατόμων διαφορετικής ηλεκτραρνητικότητας.

Πολυατομικά ιόντα
Π.χ. NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-}, PO_4^{3-}.

Ποσότητα ουσίας
Θεμελιώδες μέγεθος στο S.I. που έχει μονάδα το mole.

Ποσοτική ανάλυση
Ο προσδιορισμός της ποσότητας κάθε συστατικού που περιέχεται σε ένα υλικό.

Προϊόντα
Οι ουσίες που γράφονται δεξιά, μετά το βέλος, στη χημική εξίσωση της αντίδρασης.

Πρωτόνιο
Υποατομικό σωματίδιο στον πυρήνα του ατόμου με θετικό ηλεκτρικό φορτίο.

Πυρήνας
Ο μικρός χώρος στο κέντρο του ατόμου που είναι θετικά φορτισμένος και περιέχει το μεγαλύτερο μέρος της μάζας του ατόμου.

Ρ

Ρύπανση
Η παρουσία στο περιβάλλον ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε τέτοια ποσότητα ή διάρκεια που μπορούν να έχουν αρνητικές συνέπειες στην υγεία των οργανισμών ή/και στα οικοσυστήματα.

Σ

Σειρά δραστικότητας
Η ταξινόμηση των στοιχείων από το λιγότερο στο περισσότερο χημικά δραστικό ή αντίθετα.

Σταθερά Avogadro
$N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$

Στιβάδα
Πλήθος ηλεκτρονίων ορισμένης ενέργειας που κινούνται στην ίδια απόσταση από τον πυρήνα.

Στοιχειομετρικές ποσότητες
Οι ακριβώς απαιτούμενες ποσότητες των ουσιών για να αντιδράσουν πλήρως μεταξύ τους, σύμφωνα με τους συντελεστές τους στη χημική εξίσωση της αντίδρασης.

Στοιχειομετρική αναλογία
Η αναλογία ποσοτήτων των ουσιών που μετέχουν στην αντίδραση η οποία καθορίζεται από τους στοιχειομετρικούς συντελεστές τους.

Στοιχειομετρικοί συντελεστές
Οι αριθμοί που γράφονται μπροστά από τα αντιδρώντα και τα προϊόντα της αντίδρασης.

Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί
Οι υπολογισμοί που βασίζονται στις σχέσεις των ποσοτήτων των ουσιών με τις οποίες αυτές παίρνουν μέρος σε μια χημική αντίδραση.

Συγκέντρωση
Το πηλίκο της ποσότητας (n) της διαλυμένης ουσίας Χ δια του όγκου V (σε L) του διαλύματος.

Συμπύκνωση
Η διαδικασία αύξησης της συγκέντρωσης μιας ουσίας σε διάλυμα με αφαίρεση διαλύτη.

Σχετική ατομική μάζα (A_r)
Ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα ενός ατόμου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ^{12}C.

Σχετική μοριακή μάζα (M_r)
Ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα ενός μορίου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ^{12}C.

Σχετική τυπική μάζα (F_r)
Ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα ιόντος ή ιοντικής ένωσης από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ^{12}C.

Τ

Τρίγωνο της φωτιάς
Οι τρεις παράγοντες (καύσιμο, οξυγόνο, θερμότητα) για να υπάρξει φωτιά.

Υ

Υποατομικό σωματίδιο
Πρωτόνιο, νετρόνιο, ηλεκτρόνιο.

Φ

Φωτοσύνθεση
Η φωτοχημική οξειδοαναγωγική διεργασία των φυτών για τη σύνθεση γλυκόζης από CO_2 και νερό.

Χ

Χημεία
Η επιστήμη που μελετά τη σύνθεση, τις ιδιότητες και τις αλληλεπιδράσεις της ύλης μέσα από τη μελέτη των μορίων, ατόμων, ιόντων και των χημικών αντιδράσεων.

Χημική αντίδραση
Διαδικασία κατά την οποία σχηματίζεται μια τουλάχιστον νέα χημική ουσία.

Χημική εξίσωση
Ο συμβολισμός μιας χημικής αντίδρασης.

1500
1250
50
40
30
20

Α

Αερόσακος 211
Άλατα 152
Αμέταλλα - Αμεταλλικός χαρακτήρας 47, 57
Αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων 88
Αναγωγή 201
Αναγωγική ουσία 201
Ανάμειξη διαλυμάτων 259
Ανιόν 47
Αντίδραση
ανταλλαγής ιόντων 185
απλής αντικατάστασης 203
διάσπασης ή αποσύνθεσης 203
διπλής αντικατάστασης 185
εξουδετέρωσης 195
μεταθετική 185
οξειδοαναγωγής 201
σύνθεσης 203
Ανυδρίτης οξέος - βάσης 182
Αραίωση διαλύματος 257
Αριθμός Avogadro 245
Αριθμός οξείδωσης 143
Ασθενής ηλεκτρολύτης 179
Ασφάλεια στο εργαστήριο 21
Ατομική ακτίνα 55
Ατομικό βάρος 44
Ατομικός αριθμός 40

Β

Βάσεις 150

Δ

Δείκτες οξέων−βάσεων 196
Δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων 88
Δεσμός 83
απλός, διπλός, τριπλός 88
δοτικός ομοιοπολικός 93
ιοντικός 85
πολικός - μη πολικός 90
ομοιοπολικός 88
υδρογόνου 107
Διαλυτότητα ουσιών 114
Διάσταση 180
Διπολική ροπή (μ) 99
Δομές Lewis 84
Δυνάμεις
διαμοριακές 99
διασποράς ή London 105
διπόλου – διπόλου 104
διπόλου - μη διπόλου 104
ιόντος – διπόλου 109

Ε

Ενδομοριακές δυνάμεις 99
Ενοποιημένη ατομική μονάδα μάζας (u) 43
Εξουδετέρωση 195
Εξωτερική στιβάδα 83,84
Επιστημονική μέθοδος 26, 30

Η

Ηλεκτραρνητικότητα 90
Ηλεκτρολύτες 179
Ηλεκτρολυτικά διαλύματα 179
Ηλεκτρόνια σθένους 83
Ηλεκτρονιακή δομή 45
Ηλεκτρονιακός τύπος 48
Ηλεκτρόνιο 40

Ι

Ίζημα 185
Ιόν 46
Ιοντισμός 181
Ιοντικός δεσμός 85
Ισοστάθμιση χημικής εξίσωσης 174
Ισότοπα 41
Ισχυρός ηλεκτρολύτης 179

Κ

Κανόνας της οκτάδας 84
Κανόνες ασφαλείας-εργαστήριο 22, 24
Κανόνες Bohr - Bury 49
Κατιόν 46
Κρυσταλλικό πλέγμα 86
Κύριος κβαντικός αριθμός 39
Κυψέλες καυσίμου 215

Μ

Μαζικός αριθμός 40
Μεταθετική αντίδραση 185
Μέταλλα - Μεταλλικός χαρακτήρας 47, 57
Μη ηλεκτρολύτης 182
Μη πολικό μόριο 99, 101
Μη πολικός δεσμός 90
Μολ (mole) 245
Μολαρική μάζα 245
Μονήρη ηλεκτρόνια 84
Μονοατομικά ιόντα 147
Μοντέλο Bohr 39
Μοριακό βάρος 44
Μοριακός τύπος 145
Μπαταρίες 213

Ε Αλφαβητικό ευρετήριο όρων

Ν

Νετρόνιο 40
Νόμος διατήρησης της μάζας 174
Νόμος περιοδικότητας 49

Ο

Ομάδα (στον Π.Π.) 51
Ομοιοπολικός δεσμός 88
Ονοματολογία ενώσεων 146
  Οξέων 151
  Βάσεων 152
  Οξειδίων 153
  Αλάτων 154
Οξέα 149
Οξείδια 151
  Όξινα 182
  Βασικά 182
Οξείδωση 201
Οξειδωτική ουσία 201

Π

Περιοδικός Πίνακας 49
Περίοδος (στον Π.Π.) 51
Πεχαμετρικό χαρτί 196
Πεχάμετρο 196
Ποιοτική ανάλυση 26
Πολικό μόριο 101
Πολικός δεσμός 90
Πολυατομικά ιόντα 141
Ποσότητα ουσίας 244
Ποσοτική ανάλυση 26
Πρωτόνιο 40
Πυρήνας 40
Πυροχημική ανάλυση 149

Σ

Σειρά δραστικότητας 203
Σταθερά Avogadro 245
Στερεοχημικός τύπος 142
Στιβάδα 45
Στοιχειομετρικές ποσότητες 251
Στοιχειομετρική αναλογία 251
Στοιχειομετρικοί συντελεστές 174
Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί 251
Συγκέντρωση 255
Συμπύκνωση διαλύματος 258
Συνθήκες Bohr 39
Συντακτικός τύπος 142
Σχετική ατομική μάζα (A_r) 43
Σχετική μοριακή μάζα (M_r) 44
Σχετική τυπική μάζα (F_r) 44

Τ

Τρίγωνο της φωτιάς 217

Υ

Υποατομικά σωματίδια 40

Φ

Φωτοσύνθεση 216

Χ

Χημεία 15, 16
Χημική αντίδραση 173
Χημική εξίσωση 173

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

Atkins P., Jones L., Laverman L. (2018). *Αρχές της Χημείας*. Εκδόσεις Utopia.

Βαλαβανίδης Α. (1995). *Χημικοί παράγοντες στο εργασιακό περιβάλλον, προβλήματα υγείας και ασφάλειας*.

Γιαννακουδάκης, Δ. (1980). *Φυσικοχημεία Πρώτου & Δεύτερου Κύκλου*. Δύο τόμοι. Εκδόσεις Ζήτη.

Γιαννακουδάκης Δ., Γιαννακουδάκης Α., Γιαννακουδάκης Π. (1981). *Τεστ, ερωτήσεις, ασκήσεις από τη Χημεία του Λυκείου*. Εκδόσεις Ζήτη.

Γιαννακουδάκης Δ., Γιαννακουδάκης Α., Γιαννακουδάκης Π. (1989). *Ασκήσεις & προβλήματα Χημείας*. Εκδόσεις Ζήτη.

Γιαννακουδάκης Δ., Γιαννακουδάκης Π., (1993). *Επίτομη Φυσικοχημεία*. Εκδόσεις Ζήτη.

Γιαννακουδάκης Π., Μισαηλίδης Ν., Ριτζούλης Γ. (2002). *Ασκήσεις Φυσικής Χημείας*. Εκδόσεις Πήγασος.

Γιαννακουδάκης Α., Σιγάλας Μ., Γιαννακουδάκης Π. (2021) *Υβριδικές εργαστηριακές ασκήσεις σε θέματα Φυσικής Χημείας*, Εκδόσεις Τζιόλα.

Θεμελής Δ., Ζώτου Α. (2017) *Αναλυτική Χημεία*. Εκδ. Ζήτη.

Κατάκης Δ. (1972). *Μαθήματα Ανοργάνου Χημείας,* τ.*Α΄*.

Κατάκης Δ. – Πνευματικάκης Γ. (1987). *Πανεπιστημιακή Ανόργανος Χημεία.*

Κλούρας Ν. (1995). *Βασική Ανόργανη Χημεία*.

Κλούρας Ν., Περλεπές Σ. (2008) *Γενική και Ανόργανη Χημεία-Τόμοι Α και Β*. ΕΑΠ.

Κλούρας Ν., Μάνεση-Ζούπα, Ε. (2008) *Γενική και Ανόργανη Χημεία-Τόμος Γ.* ΕΑΠ.

Λιοδάκης Σ. (2003). *Εφαρμοσμένη Ανόργανη Χημεία.* Εκδόσεις Παρισιάνου.

Μαυρόπουλος Μ. (1985). *Χημεία (Ανόργανη & Οργανική)*.

Μαυρόπουλος Μ., Καπετάνου Ε., Γανωτόπουλος Τ., Προβής Ν. (1985). *Χημεία Α΄ Λυκείου* (ΟΕΔΒ).

Μαυρόπουλος Μ. (1997). *Διδάσκω Χημεία.* Εκδόσεις Σαββάλα.

Μαυρόπουλος Μ. – Καπετάνου Ε. (1998). *Χημεία Α΄ Λυκείου* (ΟΕΔΒ).

Μαυρόπουλος Α. (2004). *Στοιχεία Διδακτικής Μεθοδολογίας*. Εκδόσεις Σαββάλα.

Μαυρόπουλος Α. (2020). *Σχεδιασμός μαθήματος για αποτελεσματική διδασκαλία και μάθηση*.

Ριτζούλης, Γ., Μισαηλίδης, Ν., Γιαννακουδάκης, Π. (1993) *Μεθοδολογία Λύσεως Ασκήσεων Χημικής Κινητικής*. Εκδόσεις Α. Σιμώνη-Σ. Χατζηπάντου.

Kolasinski Kurt W. (2020), *Φυσικοχημεία*, Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης: Γιαννακουδάκης, Π., Σιμσερίδης, Κ. Εκδόσεις Κριτική.

Χατζηιωάννου Θ. (1974). *Χημική ισορροπία και Ποιοτική ανάλυση*.

Ξενόγλωσση

Atkins P. (2009). *General Chemistry* (Freeman).

Bauer R., Birk J., Marks P. (2019). *Introduction to Chemistry*.

Brown T., LeMay E., Bursten B. (2017). *Chemistry, the central science.*

Brady J. (2000). General Chemistry (Wiley).

Burdge J., Driessen M. (2020). *Introductory Chemistry-An Atoms First Approach*, 2nd ed.

Burrows A., Holman J., Parsons A., Pilling G., Price G. (2013). *Chemistry-Introducing Inorganic, Organic and Physical Chemistry*, 3rd ed.

Chang R. (2019). *Chemistry* (McGRAW-HILL)

Corwin C. (2018). *Introductory Chemistry. Concepts and Critical Thinking*, 8th ed.

Cracolice M.S., Peters E.I. (2021). *Introductory Chemistry: An Active Learning Approach*, 6th ed.

Davis Ron B. Jr. (2016). *Chemistry and Our Universe-How It All Works.*

Ebbing D. – Gammond S. (2016). *General Chemistry.*

Eubanks L., Middlecamp C., Heltzel C., Keller S. (2009). *Chemistry in context: Applying chemistry to society*.

Fewster H., Hallinan C. (2022). *The Chemistry Book*.

Freemantle M. (1993). *Chemistry in Action.*

Gilbert T., Kirss R., Foster N., Davies G. (2009). *Chemistry -The Science in Context*.

Hill J. (2015). *Chemistry for Changing Times* (Prentice Hall).

Housecroft C. & Constable E. (2010). *Chemistry.*

Joesten M., Castellion M.E., Hogg J.L.(2007) *The World of Chemistry: Essentials*, 4th ed.

Laird B. B. (2009). *University Chemistry*.

Oxtoby D. – Campion A. (2012). *Principles of Modern Chemistry.*

Petrucci R. – Geoffrey R. (2017). *General Chemistry.*

IUPAC (2005). *Nomenclature of Inorganic Chemistry.*

IUPAC (2007). *Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry.*

Kelter P., Mosher M., Scott A., McLaughlin C. W. (2009). *Chemistry-The practical Science.*

Kotz J. – Treicel P. – Townsend J. (2012). *Chemistry and Chemical Reactivity*.

Masterton W.L., Hurley C. N., Neth E.J. (2012). *Chemistry-Principles and Reactions*, 7th ed.

McQuarrie D. – Rock P. (2011). *General Chemistry*

McMurry J.E., Fay R.C., Robinson J.K. (2016). *Chemistry*.

Pearson Australia (2019). *CHEMISTRY* ,12 th ed.

Russo S., Silver M. (2015). I*ntroductory Chemistry -Atoms*.

Stoker H. (2013). *General, Organic & Biological Chemistry*.

Timberlake K. C. (2012). *CHEMISTRY*.

Tro N., Fridgen T., (2020). *Chemistry a molecular approach*.

Silberberg M., Amateis P. (2018). *Chemistry: The Molecular nature of matter & change with Advanced Topics*.

Whitten K., Davis R., Peck L. (2013). *Chemistry*.

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

- Τμήμα ανθρώπινου σώματος. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Surface_projections_of_the_organs_of_the_trunk.png
- Εργαστήριο Χημείας. Φωτογραφία Π. Γιαννακουδάκης
- Κωστής Παλαμάς. Creative Commons Άδειες και αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: commons.wikimedia, CC BY-SA 4.0, μέσω των Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%CE%9A%CF%89%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82_%CE%A0%CE%B1%CE%BB%CE%B1%CE%BC%CE%AC%CF%82.jpg
- Ο ΑΛΧΗΜΙΣΤΗΣ ΑΠΌ ΤΟΝ DAVID TENIERS II. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:David_Teniers_de_Jonge_-_Alchimist_(KMSKA).jpg
- Ο ΑΛΧΗΜΙΣΤΗΣ ΑΠΟ ΤΟΝ THOMAS GERARD. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Balthasar_van_den_Bossche_-_An_Alchemist_in_His_Laboratory.jpg
-Ο ΑΛΧΗΜΙΣΤΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΤΗΣ ΦΙΛΟΣΟΦΙΚΗΣ ΛΙΘΟΥ ΑΠΌ ΤΟΝ JOSEPH WRIGHT. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Joseph_Wright_of_Derby_The_Alchemist.jpg

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

- Νεοζηλανδός χημικός, βραβευμένος με Νόμπελ Έρνεστ Ράδερφορντ (1871-1937). Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ernest_Rutherford_LOC.jpg
- Niels Bohr, φυσικός. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Niels_Bohr.jpg
- Πορτρέτο του Henry G.J. Moseley (1887-1915), στο εργαστήριο κρατώντας μια γυάλινη σφαίρα, από το περιοδικό Nature. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Portrait_of_Henry_G.J._Moseley,_1887-1915,_in_lab_holding_a_glass_globe,_from_Nature_magazine_(cropped).jpg
- Πρώτος περιοδικός πίνακας του Mendeleev. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1869-periodic-table.jpg
- Ντμίτρι Ιβάνοβιτς Μεντελέεφ. Αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DIMendeleevCab.jpg
- Λεύκιππος – 5th-αιώνας π.Χ Έλληνας Φιλόσοφος. Αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinacoteca_Querini_Stampalia_-_Leucippus_-_Luca_Giordano.jpg
- Προτομή ενός άγνωστου Έλληνα. Creative Common Άδειες και αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: Odysses, CC BY-SA 3.0, μέσω των Wikimedia Commons. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bust_of_an_unknown_Greek_-_Museo_archeologico_nazionale_di_Napoli.jpg
- ΠΛΑΤΩΝ. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plato_Silanion_Musei_Capitolini_MC1377.jpg
- ΕΜΠΕΔΟΚΛΗΣ. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Empedokles.jpeg
- Αριστοτέλης. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristotle_Altemps_Inv8575.jpg
- Επίκουρος. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Epicurus_Massimo_Inv197306.jpg
- Η Σχολή των Αθηνών. Αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:%22The_School_of_Athens%22_by_Raffaello_Sanzio_da_Urbino.jpg
- Johann Wolfgang Döbereiner. Αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Johann_Wolfgang_D%C3%B6bereiner.jpeg
- Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois. Αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Alexandre-Emile_B%C3%A9guyer_de_Chancourtois.jpg
- WilliamOdling. Αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:WilliamOdling.jpg
- John newlands. Αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:John_newlands.JPG
- Lothar Meyer. Αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lothar_Meyer_1883.jpg
- Ντμίτρι Μεντελέγιεφ. Αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dmitri_Ivanowitsh_Mendeleev.jpg
- Περιοδικός Πίνακας. Αποθετήρια πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1869-periodic-table.jpg

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

- Χαλίτης. Τοποθεσία: Αλατωρυχείο Wieliczka, Μνημείο Παγκόσμιας Κληρονομιάς της UNESCO, Wieliczka, Małopolskie, Πολωνία. Creative Common Άδειες και αποθετήρια πολυμέσων Wkimedia: Didier Descouens, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Selpologne.jpg
- Linus Pauling. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linus_Pauling_1962.jpg
- Johannes Diderik Van der Waals. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Van_der_Waals.jpg
- Johannes Diderik Van der Waals. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Van_der_Waals.jpg
- Linus Pauling. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linus_Pauling_1962.jpg
- Alfred Nobel. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:AlfredNobel2.jpg
- Η αστροναύτης της NASA Karen Nyberg παρακολουθεί μια φυσαλίδα νερού να επιπλέει ελεύθερα ανάμεσα σε αυτήν και την κάμερα, δείχνοντας την εικόνα της διαθλασμένη στο σταγονίδιο, 7 Φεβρουαρίου 2018. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NASA_astronaut_Karen_Nyberg_watches_a_water_bubble_float_freely_between_her_and_the_camera,_showing_her_image_refracted_in_the_droplet,_Feb._7,_2018.jpg

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

- John Dalton. Creative Common Άδειες και αποθετήρια πολυμέσων Wkimedia: See page for author, CC BY 4.0, via Wikimedia Commons https://commons.wikimedia.org/wiki/File:John_Dalton._Line_engraving_by_W._H._Worthington,_1823,_afte_Wellcome_V0006489.jpg
- Jons Jacob Berzelius. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:J%C3%B6ns_Jacob_Berzelius_from_Familj-Journalen1873.png#filehistory
- Εξώφυλλο του βιβλίου Méthode de Nomenclatura Chimique. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M%C3%A9thode_de_Nomenclature_Chimique.jpg

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

- Svante-Arrhenius. Αποθετήρια πολυμέσων Wkimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arrhenius2.jpg
- Michael Faraday. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Michael_Faraday_Millikan-Gale-1906.jpg
- Συνομιλίες για τη Χημεία. Αποθετήριο Πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jane_Marcet_1832_Conversations_on_Chemistry_title.jpg
- Η χημική ιστορία του κεριού, τίτλος από το βιβλίο του Faraday. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Faraday_title_page.jpg
- Ο Faraday στο εργαστήριό του στο Βασιλικό Ινστιτούτο του Λονδίνου. Creative Common Άδειες και αποθετήρια πολυμέσων Wkimedia: See page for author, CC BY 4.0, via Wikimedia Commons: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Faraday_in_his_laboratory_at_the_Royal_Institution,_London._Wellcome_M0004625.jpg

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

- Fritz Harber. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fritz_Haber.png
- Carl Bosch. Αποθετήριο πολυμέσων Wikimedia: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carl_Bosch.jpg

περιοδικός πίνακας

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	* 57-71	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	** 89-103	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
*			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
**			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	