ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Χημεία

για την Α΄ τάξη γενικού λυκείου

Στέλιος Λιοδάκης
Δημήτρης Γάκης
Δημήτρης Θεοδωρόπουλος
Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος
Αναστάσιος Κάλλης

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

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Επιστημονικός υπεύθυνος – Διεύθυνση ομάδων εργασίας: Στέλιος Λιοδάκης

Ομάδα Συγγραφής: Στέλιος Λιοδάκης, Δρ. Χημικός, Επικ. Καθηγητής ΕΜΠ
Δημήτρης Γάκης, Δρ. Χημικός Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ
Δημήτρης Θεοδωρόπουλος, Χημικός Μηχανικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης
Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος, Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης
Αναστάσιος Κάλλης, Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης

Ομάδα Τεχνικής Υποστήριξης: Στάθης Σιάνος, Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ
Ηρακλής Αγιοβλασίτης, φοιτητής στη σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ
Άννα Γάκη, φοιτήτρια στη σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ
Βλάσσης Παπανικολάου, φοιτητής στη σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών ΕΜΠ

Γλωσσική Επιμέλεια: Χριστίνα Βασιλάκη

Τεχνική Επιμέλεια: Στέλιος Λιοδάκης

Υπεύθυνος στο πλαίσιο του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου: Αντώνιος Σ. Μπομπέτσης, Χημικός, M.Ed, Ph.D, Σύμβουλος Π.Ι.
Βασιλική Ν. Περάκη, Δρ. Βιολόγος, Μόνιμη Πάρεδρος του Π.Ι.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

Προλογος

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

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

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

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

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

Για να το πετύχουμε αυτό στηριχτήκαμε:

- σε σύγχρονη βιβλιογραφία η οποία περιλαμβάνει και εκπαιδευτικά περιοδικά.
- σε ελκυστικό φωτογραφικό υλικό το οποίο σε κάποιο ποσοστό ικανοποιεί τον όρο πειραματική χημεία.
- σε ιστορικές αναφορές με σκοπό να καταλάβει ο μαθητής - αναγνώστης ότι το θαυμάσιο αυτό οικοδόμημα της Χημείας στήθηκε από ανθρώπους αφοσιωμένους αλλά «ανθρώπινους», μέσα από λάθη, αντιγνωμίες, απογοητεύσεις αλλά και θριάμβους.
- σε μεγάλο αριθμό των «γνωρίζεις ότι...» όπου αναφέρονται σύγχρονα θέματα τα οποία ενδιαφέρουν κάθε σκεπτόμενο άνθρωπο. Σε αυτά η χημεία είναι «εν δράσει» και αναδεικνύεται σαν η επιστήμη της «κάθε ημέρας». Χωρίς αυτά να είναι «εξεταστέα ύλη» ελπίζουμε να είναι «ύλη - πρόκληση» για περαιτέρω βιβλιογραφική έρευνα σε βιβλιοθήκες και υπολογιστές.....

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

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

Η συγγραφική ομάδα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

- Α.Γ. Βάρβογλης, «**Χημείας Απόσταγμα**», Εκδ. Τροχαλία, 1992.
- Α.Γ. Βάρβογλης, «**Η Κρυφή Γοητεία της Χημείας**», Εκδ. Τροχαλία, 1994.
- Α. Γ. Βάρβογλης, «**Μεγάλοι Χημικοί**», Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1995.
- Α. Γ. Βάρβογλης και Ν. Ε. Αλεξάνδρου, «**Οργανική Χημεία**», 4η έκδοση, Θεσσαλονίκη, 1970.
- Δ. Γάκης, «**Ασκήσεις Χημικής Ισορροπίας σε Υδατικά Διαλύματα**», Εκδ. ΕΜΠ, 1980.
- Δ. Γάκης, Α. Κάλλης, Κ. Καφετζόπουλος, Σ. Κονιδάρης, Δ. Κούρτης, «**Χημεία Β΄Λυκείου**», ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1996.
- Δ. Γάκης, Α. Κάλλης, Κ. Καφετζόπουλος, Σ. Κονιδάρης, Δ. Κούρτης, «**Χημεία Β΄Λυκείου, Λύσεις Ασκήσεων**», ΟΕΔΒ, Αθήνα, 1997.
- Τ. Γεωργιάδου, Κ. Καφετζόπουλος, Ν. Πρόβης, Ν. Σπυρέλλης, Δ. Χηνιάδης, «**Χημεία Β΄ Γυμνασίου**», ΟΕΔΒ, Αθήνα 1998.
- Τ. Γεωργιάδου, Κ. Καφετζόπουλος, Ν. Πρόβης, Ν. Σπυρέλλης, Δ. Χηνιάδης, «**Χημεία Γ΄ Γυμνασίου**», ΟΕΔΒ, Αθήνα 1998.
- Δ. Θεοδωρόπουλος, Π. Θεοδωρόπουλος, Κ. Παπαζήσης, «**Ονοματολογία-Ισομέρεια**», Εκδ. Πελεκάνος, 1995.
- Δ. Θεοδωρόπουλος, Π. Θεοδωρόπουλος, «**Μαθήματα Οργανικής Χημείας**», Εκδ. Πελεκάνος 1997.
- Δ. Θεοδωρόπουλος, Π. Θεοδωρόπουλος, Κ. Κομνηνός, «**Μαθήματα Γενικής Χημείας**», Εκδ. Σαββάλα, 1995.
- Π. Θεοδωρόπουλος, Δ. Θεοδωρόπουλος, Κ. Παπαζήσης, «**Ασκήσεις Χημείας Α΄ Λυκείου**», Εκδ. Πελεκάνος 1996.
- Ε. Καπετάνου, Α. Μαυρόπουλος, «**Χημεία Β΄ Ενιαίου Λυκείου**», ΟΕΔΒ, 1998.
- Β. Καρώνης, Α. Μπομπέτσης, Δ. Υφαντής, «**Εργαστήριο Χημείας - Γ΄ Τάξη ΕΠΛ**», ΟΕΔΒ 1992.
- Β. Καρώνης, Α. Μπομπέτσης, Δ. Υφαντής, «**Εργαστήριο Χημείας Γ΄ Τάξη ΕΠΛ - Τετράδιο Πειραμάτων**», ΟΕΔΒ 1992.
- Δ. Κατάκης - Γ. Πνευματικάκης «**Πανεπιστημιακή Ανόργανος Χημεία**», ΟΕΔΒ, 1983.
- Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, «**Αξιολόγηση των μαθητών της Α΄ Λυκείου στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών**», ΟΕΔΒ, Αθήνα 1997.
- Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας, «**Αξιολόγηση των μαθητών της Α΄ Λυκείου (γενικές οδηγίες και στοιχεία μεθοδολογίας**», ΟΕΔΒ, Αθήνα 1997.
- Ν.Δ. Κλούρας, «**Βασική Ανόργανη Χημεία**», Εκδ. Π. Τρακλός - Ε. Κωσταράκη, Αθήνα 1998.
- Θ.Σ. Κουσούρης, Α.Μ. Αθανασάκης, «**Περιβάλλον, Οικολογία, Εκπαίδευση**», Εκδ. Σαββάλα, 1994.
- Σ. Λιοδάκης, «**Ασκήσεις Ανοργάνου Χημείας**», Εκδ. ΕΜΠ, 1982.
- Σ. Λιοδάκης, «**Εισαγωγικά Μαθήματα Αναλυτικής Χημείας**», Εκδ. ΕΜΠ, 1999.

- Ζ. Λοΐζος, «**Γενική Χημεία**», Εκδ. ΕΜΠ, 1997.
- Γ. Μανουσάκης, «**Γενική και Ανόργανη Χημεία**», Εκδ. Αφοί Κυριακίδη, 2η έκδοση, 1994.
- Κ. Μανωλκίδης, Κ. Μπέζας, «**Χημεία Γενική και Ανόργανη**», Αθήνα, 1993.
- Λ. Μαυρόπουλος, Ε. Καπετάνου, «**Χημεία Α΄ Ενιαίου Λυκείου**», ΟΕΔΒ, 1998.
- Α. Μπομέτσης, Π. Καλλίτσης, «**Εργαστήριο Χημείας Β΄ Τάξη ΕΠΛ**», ΟΕΔΒ 1986.
- Α. Μπομέτσης, Π. Καλλίτσης, «**Εργαστήριο Χημείας Β΄ Τάξη ΕΠΛ - Τετράδιο Πειραμάτων**», ΟΕΔΒ 1986.
- J. Mc Murry «**Οργανική Χημεία, Τόμος Ι**», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 1998.
- Morrison και Boyd «**Οργανική Χημεία**», Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων,1991.
- Γ.Κ. Παρισσάκης, «**Βασικές Αρχές Αναλυτικής Χημείας**», Εκδ. Παπασωτηρίου, 1996.
- Γ.Κ. Παρισσάκης, «**Εργαστηριακές Ασκήσεις Ανοργάνου Χημείας**», Εκδ. Παπασωτηρίου, 1996.
- Ε. Παπαχριστοδούλου, Β. Λοΐζου, Γ. Παπαχρυσοστόμου, Κ. Κουμίδης «**Οργανική Χημεία Γ΄ Λυκείου**», Λευκωσία 1998.
- Π. Ο. Σακελλαρίδης, «**Γενική Χημεία**», Αθήνα, 1981.
- Α. Σταυρόπουλου, «**Φυσικές Επιστήμες**», Εκδ. Α. Σταμούλης, 1988.
- Κ.Α. Τσίπης, «**Χημεία Ι, Άτομα & Μόρια**», Εκδ. Ζήτη, 1996.
- Κ.Α. Τσίπης, «**Χημεία ΙΙ, Καταστάσεις της ύλης**», Εκδ. Ζήτη, 1997.
- P.W. Atkins, «**Η Δημιουργία**», Εκδ. Κάτοπτρο, 1993.
- P.W. Atkins, «**Το περιοδικό βασίλειο**», Εκδ. Κάτοπτρο, 1995.
- R. P. Feynman, «**Έξι εύκολα κομμάτια**», Εκδ. Κάτοπτρο, 1998.
- Morisson and Boyd, «**Οργανική Χημεία**», 4η έκδοση, Εκδ. Παν. Ιωαννίνων, 1988.
- Nuffield Advanced Science, «**Χημεία - Θέματα 1 εως 11**», Εκδ. Γ.Α. Πνευματικού, 1998.

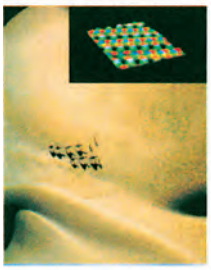
Ξενόγλωσση

- D. Abbot, "**Advanced Level Chemistry Basic Exercises**", J. M. Dent and Sons Ltd., London, 1967.
- P.W. Atkins, J.A. Beran, "**General Chemistry**", 2nd Ed., Freeman and Company, 1990.
- P.W. Atkins, L. Jones, "**Chemistry**", 3rd Ed., Freeman and Company 1997.
- P.W. Atkins, "**Molecules**", W.H. Freeman and Company, New York, 1987.
- Becker-Wentworth, "**General Chemistry**", Houghton Mifflin Co, Boston, 1980.
- J.E. Brady, "**General Chemistry**", John Wiley and Sons, 5th Ed., 1990
- T. Brown, H. Le May, B. Bursten, "**Chemistry - The Central Science**" 7th Ed., Prentice - Hall, 1997.
- Chadwick., "**Chemistry**", George Allen & Unwin Ltd., London, 1977.

- R. Chang, "**Chemistry**", 6th Ed., Mc Grow-Hill, 1998.
- G.W. Daub, W. Seese, "**Basic Chemistry**", Prentice-Hall, 1996
- D.D. Ebbing, "**General Chemistry**" 5th Ed., Houghton Miffin Co, 1996.
- W. Eisner, et al. "**Elemente Chemie I**", Ernst Klett Verlag, Stuttgart, 1986.
- M. Freemantle, "**Chemistry in Action**", Mac Milan Education, London, 1987.
- R.G. Gillespie, D. Humphreys, N.C. Baird, E.A. Robinsen, "**Chemistry**", 2nd Ed., Allyn and Bacon, Massachusetts, 1989.
- G. Hill, "**Chemistry Counts**", Hodder and Stoughton, London 1986.
- G. Hill and J. Holman, "**Chemistry in Context**" 4th Ed., Nelson, 1995.
- J.W. Hill and D.K. Kolb, "**Chemistry for Changing Times**", Prentice - Hall, 1998.
- J.W. Hill and R.H. Petrucci, "**General Chemistry**", Prentice - Hall, 1996.
- N.R. Kneen, M.J. Rogers, P. Simpson, "**Chemistry**", Addison-Wesley Ltd., 1972.
- J.C. Kotz and P. Treichel, "**Chemistry and Chemical Reactivity**", 3rd Ed., Saunders College Publishing, USA, 1996.
- P. Lebrun, A. Cunnighton, R. Vogel, "**Chimie 1er D.E.**", Hatier, 1979.
- T. Lister and J. Renshaw, "**Understanding Chemistry**", 2nd Ed., Stanley Thornes Ltd., 1991.
- H. Meislich, H. Nechamkin, J. Sharefkin, "**Organic Chemistry**", McGraw - Hill, 1977.
- F.J. Moore, "**A History of Chemistry**", McGraw-Hill, 1939.
- Murray S. Peter, "**Principles of Organic Chemistry**", 2nd Ed., Heinemanh Educational, 1977.
- E.N. Rausden, "**A-Level Chemistry**", Stanley Thornes Ltd., 1985.
- J.L. Rosenberg, "**College Chemistry**", 5th Ed., McGraw Hill Book Company, 1972
- Richards, Cram, Hammond, "**Elements of Organic Chemistry**", McGraw - Hill, 1967.
- K.K. Sharma, D.S. Sharma, "**Problems in Organic Chemistry**", Vikas Publishing House Ltd., 1994.
- P. Yurkanis Bruice, "**Organic Chemistry**", Prentice - Hall, 1992.
- S. Zumdahl, "**Chemical Principles**", Houghton Mifflin, 3rd Ed., 1998.

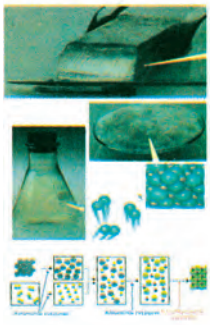
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ Α΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ



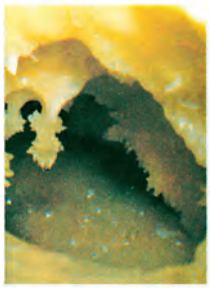
1.1 Με τι ασχολείται η χημεία 3
1.2 Γνωρίσματα της ύλης (μάζα, όγκος, πυκνότητα). Μετρήσεις και μονάδες 5
1.3 Δομικά σωματίδια της ύλης - Δομή ατόμου - Ατομικός αριθμός - Μαζικός αριθμός - Ισότοπα..... 10
1.4 Καταστάσεις της ύλης - Ιδιότητες της ύλης - Φυσικά και Χημικά φαινόμενα 15
1.5 Ταξινόμηση της ύλης - Διαλύματα - Περιεκτικότητες διαλυμάτων - Διαλυτότητα 18
Γνωρίζεις ότι: « Η ύλη: συνεχής ή ασυνεχής» 23
Γνωρίζεις ότι: «Έχουν πει για το άτομο» 25
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά - Ερωτήσεις - Ασκήσεις- Προβλήματα 26

2 ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ - ΔΕΣΜΟΙ



2.1 Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων 44
2.2 Κατάταξη των στοιχείων (Περιοδικός Πίνακας). Χρησιμότητα του περιοδικού πίνακα 47
2.3 Γενικά για το χημικό δεσμό - Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου. Είδη χημικών δεσμών (ιοντικός - ομοιοπολικός) 52
2.4 Η γλώσσα της χημείας - Αριθμός οξείδωσης - Γραφή χημικών τύπων και εισαγωγή στην ονοματολογία των ενώσεων 62
Γνωρίζεις ότι: «Μια περιοδεία στον Περιοδικό Πίνακα...» 67
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά - Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 69

3 ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ - ΑΛΑΤΑ - ΟΞΕΙΔΙΑ



3.1 Θεωρία ηλεκτρολυτικής διάστασης 83
3.2 Οξέα και βάσεις 84
3.3 Οξείδια 92
3.4 Άλατα 94
3.5 Χημικές αντιδράσεις 95
3.6 Οξέα, βάσεις, οξείδια, άλατα, εξουδετέρωση και... καθημερινή ζωή 105
Γνωρίζεις ότι: «Το pH του στομαχιού και τα αντιόξινα» 110
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά -Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 111

4 ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ

4.1 Βασικές έννοιες για τους χημικούς υπολογισμούς: σχετική ατομική μάζα σχετική μοριακή μαζά, mol. αριθμός Avogadro, γραμμομοριακός όγκος 128
4.2 Καταστατική εξίσωση των αερίων 137
4.3 Συγκέντρωση διαλύματος - Αραίωση, ανάμειξη διαλυμάτων 141
4.4 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί 147
Γνωρίζεις ότι: «Οι άνθρωποι που χάραξαν το δρόμο της χημείας» 155
Γνωρίζεις ότι: «Η προέλευση του όρου mole» 156
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά - Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 157

5 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

5.1 Ραδιενεργός διάσπαση - Χρόνος υποδιπλασιασμού - Συνέπειες ραδιενέργειας για τον άνθρωπο - Πηγές ραδιενέργειας 170
5.2 Μερικές εφαρμογές ραδιοϊσοτόπων 179
5.3 Μεταστοιχειώσεις - Σχάση - Σύντηξη 180
Γνωρίζεις ότι: «Το πρόβλημα των ραδιενεργών αποβλήτων» 182
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά -Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα 184

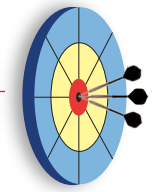
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

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

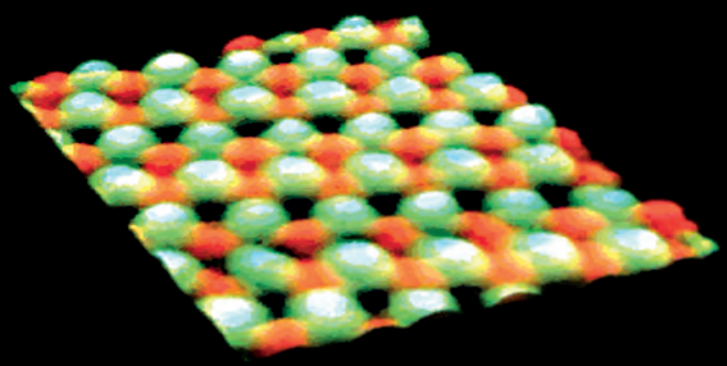


ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος αυτής της διδακτικής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

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

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



IBM Research

1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Εισαγωγή

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

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

Χημεία: η επιστήμη της ύλης και των μεταμορφώσεων της

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

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

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

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

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

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

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

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

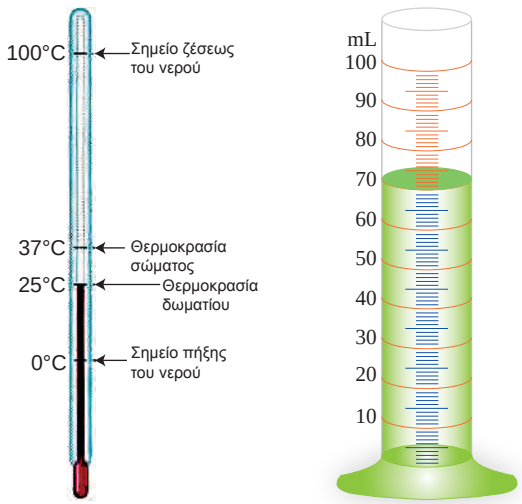
• Η χημεία θεωρείται «βασική επιστήμη», καθώς αποτελεί το υπόβαθρο για τη σπουδή άλλων θετικών επιστημών, όπως είναι η βιολογία, η ιατρική, η γεωλογία, η οικολογία.

1.2. Γνωρίσματα της ύλης (μάζα, όγκος, πυκνότητα)

Μετρήσεις και μονάδες

Μετρήσεις - Μονάδες μέτρησης

Πολλά από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της ύλης είναι μετρήσιμα. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται με τη βοήθεια ειδικών οργάνων. Έτσι για το μήκος έχουμε το μέτρο, για τη μάζα το ζυγό (ζυγαριά), για τον όγκο τον ογκομετρικό κύλινδρο, για τη θερμοκρασία το θερμόμετρο κλπ.
Η ποσοτική έκφραση ενός μεγέθους γίνεται με τη χρήση ενός αριθμού (αριθμητική τιμή) π.χ. 5 και μιας μονάδας μέτρησης π.χ. kg. Δηλαδή ένα υλικό σώμα έχει μάζα $m = 5$kg.



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

Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI)

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: Θεμελιώδη μεγέθη – Μονάδες

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2: Πολλαπλάσια - Υποπολλαπλάσια μονάδων

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

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

- Μονάδες πίεσης:
  1Pa = 1N/m^2(SI)
  1atm = 101325 Pa=
  760 mmHg

- Μονάδες θερμοκρασίας:
  °C, K (SI)
  T (K) = θ(°C) + 273

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

Παράδειγμα 1.1

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

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

Παράδειγμα 1.2

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

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

Γνωρίσματα της ύλης

Μάζα και Βάρος

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

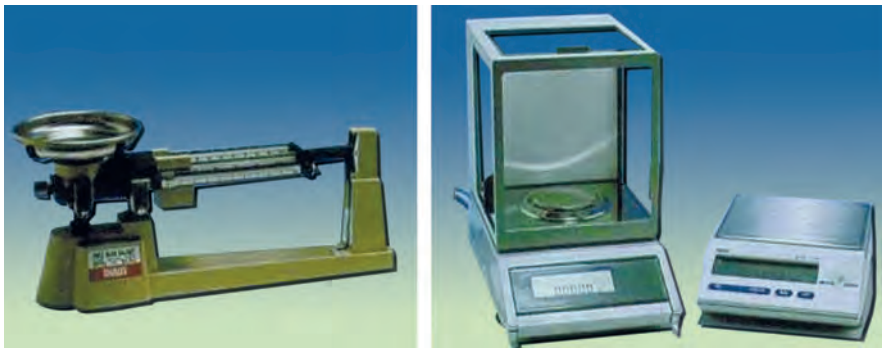
ΣΧΗΜΑ 1.2 Το βάρος του αστροναύτη στη σελήνη είναι το 1/ 6 αυτού που έχει στη γη, λόγω διαφοράς ανάμεσα στο πεδίο βαρύτητας (g) της σελήνης και γης. Αντίθετα, ο αστροναύτης έχει την ίδια μάζα στη γη και στη σελήνη.

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

Μάζα (*m*)

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

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

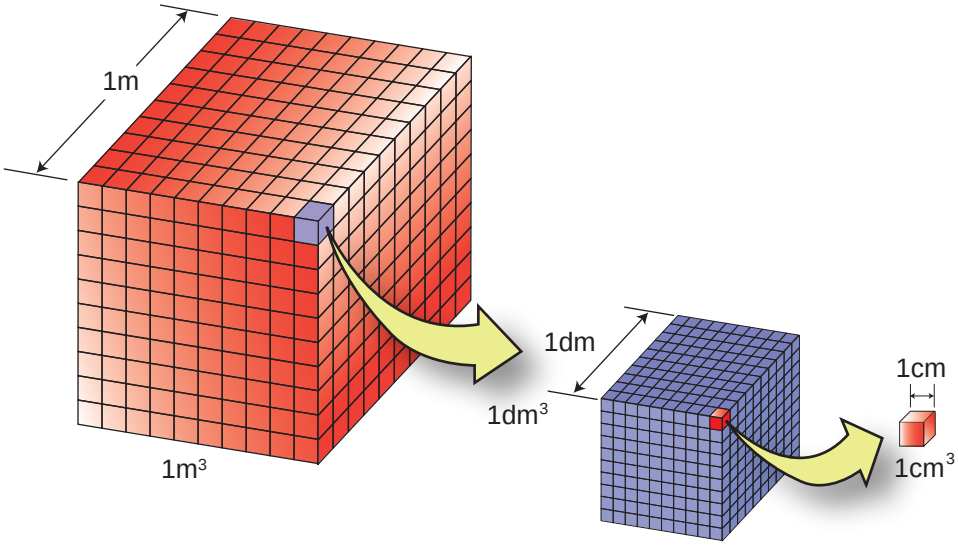


ΣΧΗΜΑ 1.3 Εργαστηριακός ζυγός ενός δίσκου με βερνιέρο και σύγχρονοι ηλεκτρονικοί ζυγοί ακριβείας για τη μέτρηση μάζας.

Όγκος (*V*)

➢ *Όγκος είναι ο χώρος που καταλαμβάνει ένα σώμα.*

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



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

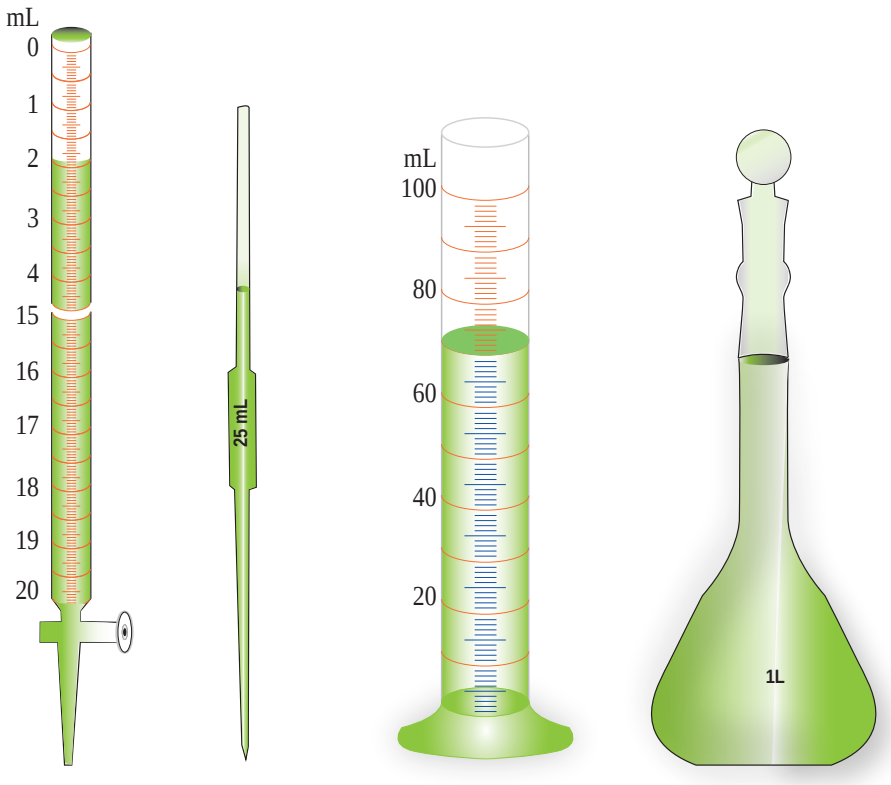
• 1 Kg = 10^3 g = 1000 g
1 g = 10^3 mg = 1000 mg

Το δυναμόμετρο είναι όργανο μέτρησης βάρους.

• 1 L = 1000 mL
1 cm^3 = 1 mL
1 L = 1 dm^3

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

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



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

Παράδειγμα 1.3

Το «ύψος» της βροχής μιας μέρας ήταν σ' ένα τόπο 10 mm. Να υπολογίσετε τον όγκο του νερού που κάλυψε επιφάνεια 1 km^2.

ΛΥΣΗ

Ο όγκος του νερού ισούται με το γινόμενο της επιφάνειας επί το ύψος.

Δηλαδή $V = s\,h$.

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

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

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

Πυκνότητα (ρ)

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

$$\rho = m/V$$

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

Η μονάδα της πυκνότητας (παράγωγο μέγεθος) στο SI είναι το Kg /m^3. Εύχρηστες όμως μονάδες είναι το g/mL (ή g/cm^3). Ειδικά στα αέρια, όπου έχουμε μικρές πυκνότητες, συνήθως χρησιμοποιούμε το g/L.

Παράδειγμα 1.4

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

ΛΥΣΗ

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

Παράδειγμα 1.5

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

ΛΥΣΗ
Είναι $\rho = 1\ \text{g/mL} = 10^{-3}\text{kg}/10^{-6}\text{m}^3 = 10^3\ \text{kg/m}^3 = 1000\ \text{kg/m}^3$.
Δηλαδή 1m^3 νερού ζυγίζει 1 (μετρικό) τόνο.
Επίσης έχουμε $\rho = 1\ \text{g /mL} = 1\ \text{g}/10^{-3}\text{L} = 1000\ \text{g/L}$.
Δηλαδή 1L νερού ζυγίζει 1 kg.

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

Δομικά σωματίδια της ύλης

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

Άτομα - Μόρια - Ιόντα

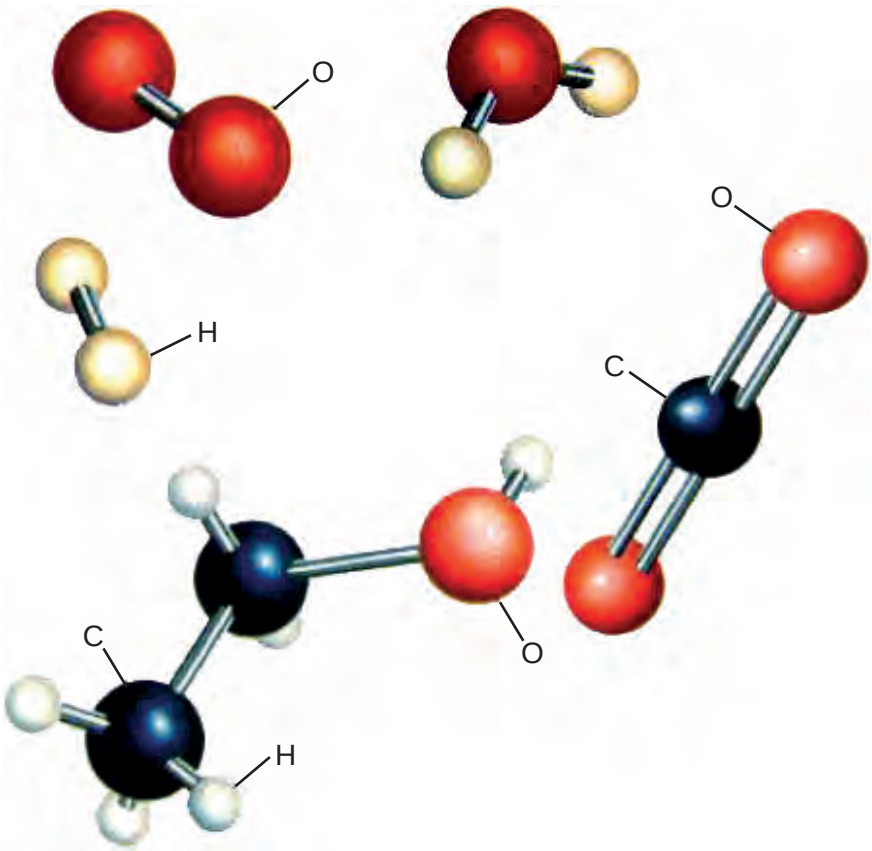
Παίρνουμε μία καθορισμένη ουσία, για παράδειγμα τη ζάχαρη, και τεμαχίζουμε μια ποσότητά της σε όσο το δυνατό μικρότερα κομμάτια. Αυτό μπορούμε να το πετύχουμε με διάλυση ποσότητας ζάχαρης σε νερό. Η ζάχαρη τότε χωρίζεται σε τόσο μικρά κομμάτια, που δεν μπορούμε πια να τα διακρίνουμε ούτε με μικροσκόπιο.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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

Η ατομικότητα του στοιχείου αναγράφεται ως δείκτης στο σύμβολο του

στοιχείου. Παρακάτω δίνεται πίνακας με τις ατομικότητες των σημαντικότερων στοιχείων.

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.3: Ατομικότητες στοιχείων

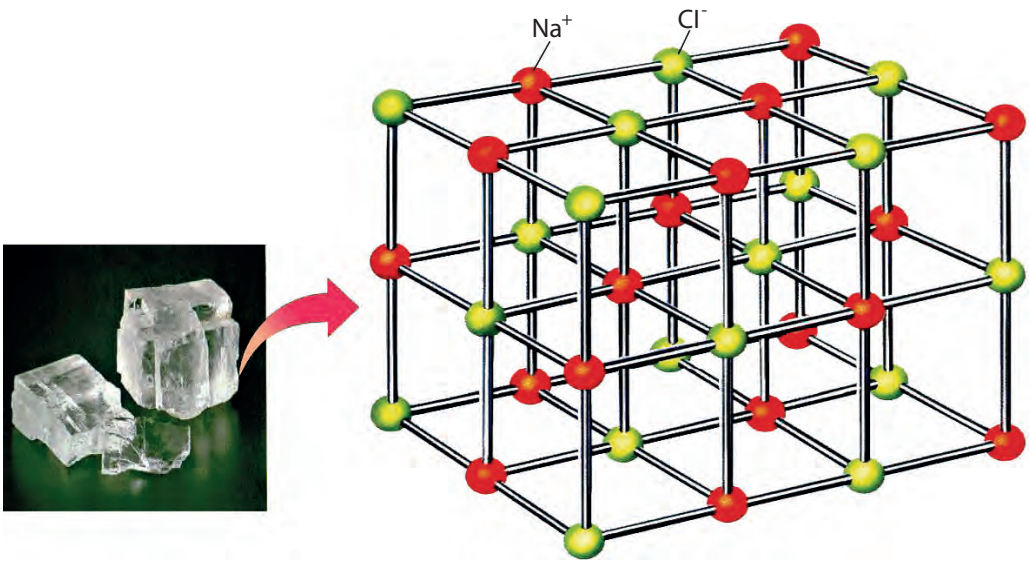
ΜΟΝΟΑΤΟΜΙΚΑ: Ευγενή αέρια: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, και τα μέταλλα σε κατάσταση ατμών.
Επίσης, στις χημικές εξισώσεις γράφονται σαν μονοατομικά τα στοιχεία C, S και P.
ΔΙΑΤΟΜΙΚΑ: H_2, O_2, N_2, F_2, Cl_2, Br_2, I_2.
ΤΡΙΑΤΟΜΙΚΑ: O_3.
ΤΕΤΡΑΤΟΜΙΚΑ: P_4, As_4, Sb_4.

Ιόντα

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

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

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



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

Δομή του ατόμου

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

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

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

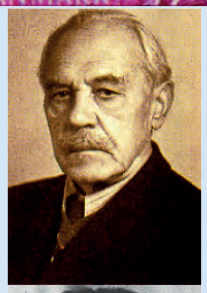
Με την ανακάλυψη των υποατομικών σωματιδίων άνοιξε ο δρόμος για τη διατύπωση νέων θεωριών. Οι πιο χαρακτηριστικές απ' αυτές, με επιγραμματική παρουσίαση της προσφοράς τους στη διαμόρφωση της γνώσης για τη συγκρότηση του ατόμου, είναι:

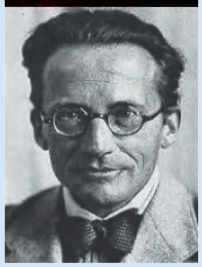
1. Rutherford (1911): η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη σ' ένα πολύ μικρό χώρο που λέγεται ***πυρήνας***.

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

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

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





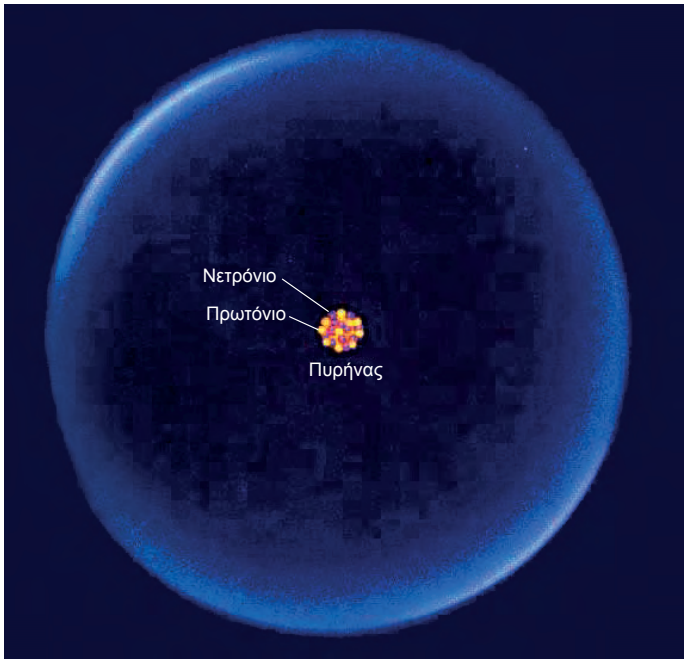
• Μερικές από τις πιο λαμπρές προσωπικότητες που διαμόρφωσαν τη γνώση γύρω από το άτομο.

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.4: Μάζα και φορτίο υποατομικών σωματιδίων

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



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

Ατομικός αριθμός- Μαζικός αριθμός - Ισότοπα

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

• άτομο (atom): από το α-τέμνω

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

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

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

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

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

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

Για παράδειγμα, όταν λέμε ότι ο μαζικός αριθμός του φθορίου (F) είναι 19 και ο ατομικός του αριθμός είναι 9, εννοούμε ότι στον πυρήνα του ατόμου του υπάρχουν 9 πρωτόνια και 19 νουκλεόνια (πρωτόνια και νετρόνια μαζί). Άρα στον πυρήνα του υπάρχουν 10 νετρόνια.
Αν συμβολίσουμε με N τον αριθμό των νετρονίων του ατόμου, τότε προφανώς ισχύει: $A = Z + N$

Το άτομο ενός στοιχείου X συμβολίζεται: ${}^{A}_{Z}X$

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

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

$${}^{11}_{6}C \quad {}^{12}_{6}C \quad {}^{13}_{6}C \quad {}^{14}_{6}C$$

Απ' αυτά το πλέον διαδεδομένο στη φύση είναι ο ${}^{12}_{6}C$ που απαντά σε ποσοστό 99%.

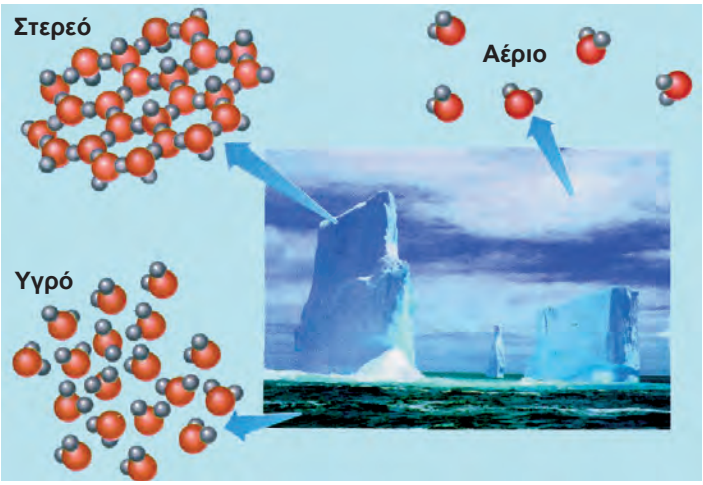
• Νουκλεόνια είναι τα σωματίδια του πυρήνα, δηλαδή πρωτόνια και νετρόνια. Από το nuclear που σημαίνει πυρήνας.

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

Καταστάσεις της ύλης

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

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



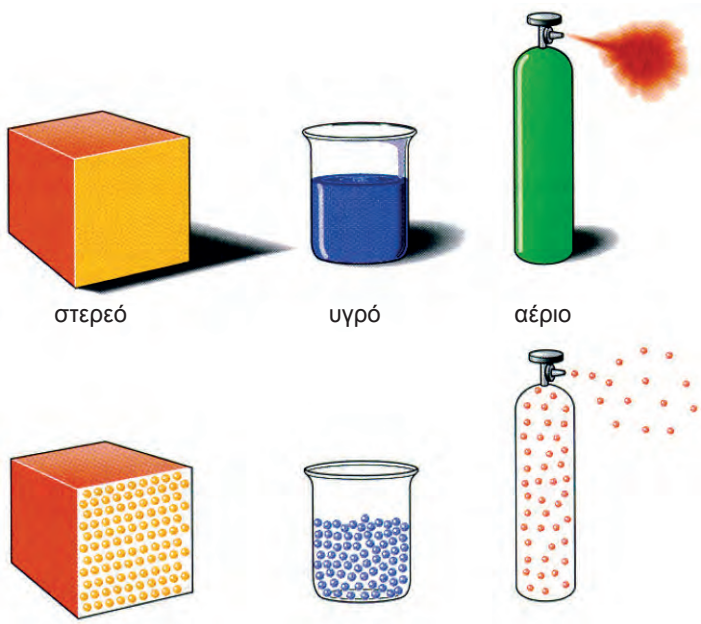
ΣΧΗΜΑ 1.10 Το νερό απαντά συχνά και στις τρεις φυσικές καταστάσεις του: αέρια (υδρατμοί π.χ. στα σύννεφα) υγρή (π.χ θάλασσα) και στερεή (π.χ. πάγος).

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

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

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

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



ΣΧΗΜΑ 1.11 Απεικόνιση των τριών καταστάσεων της ύλης.

Ιδιότητες της ύλης

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

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

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

• Τα αέρια δεν έχουν ούτε καθορισμένο σχήμα ούτε όγκο.

• Τα υγρά έχουν καθορισμένο όγκο αλλά όχι σχήμα.

• Τα στερεά έχουν καθορισμένο σχήμα και όγκο.

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.5: Χαρακτηριστικές ιδιότητες νερού, υδρογόνου, οξυγόνου

Ουσία	Νερό	Υδρογόνο	Οξυγόνο
φυσική κατάσταση	*(l)*	*(g)*	*(g)*
σημείο βρασμού/ ^{o}C	100	-253	-183
πυκνότητα/g L^{-1}	1000	0,084	1,33
καύσιμο	όχι	ναι	όχι

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

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

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

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

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

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

Φυσικά και χημικά φαινόμενα

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

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

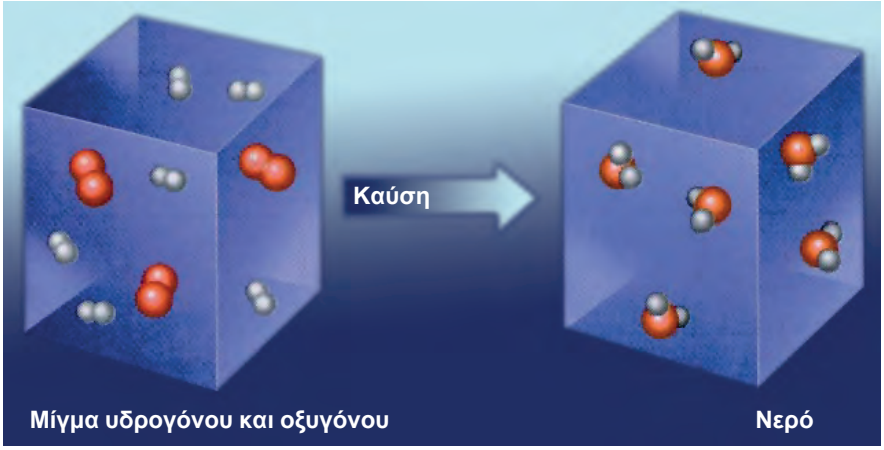
Για παράδειγμα η εξαέρωση του νερού είναι φυσικό φαινόμενο, καθώς η μόνη αλλαγή που συμβαίνει είναι η αλλαγή της φυσικής κατάστασης του νερού, που από υγρό γίνεται αέριο.

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

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

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

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

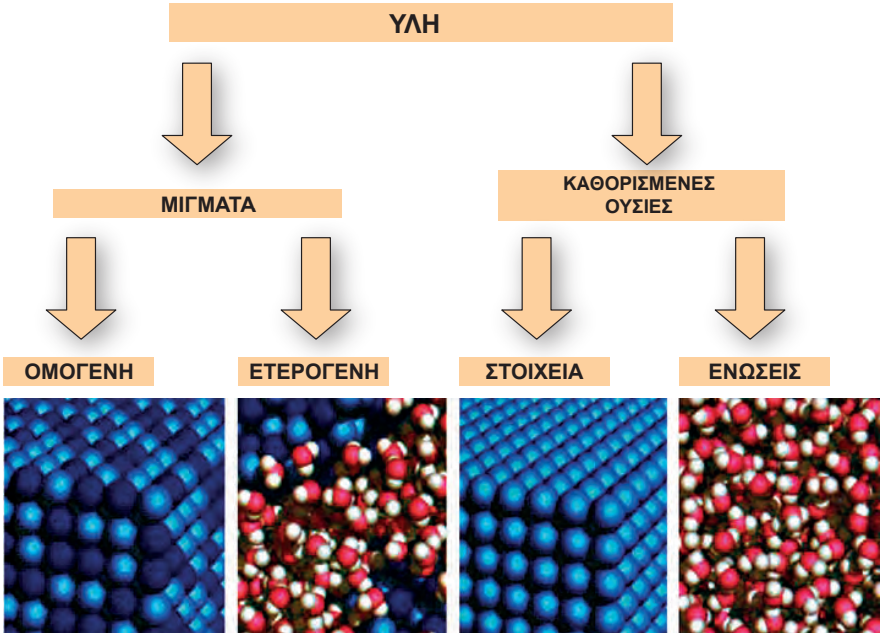


ΣΧΗΜΑ 1.12 Στις χημικές αντιδράσεις (χημικά φαινόμενα) αλλάζει η μοριακή σύσταση, δηλαδή άλλα μόρια έχουμε στα αντιδρώντα και άλλα στα προϊόντα.

1.5 Ταξινόμηση της ύλης - Διαλύματα- Περιεκτικότητες διαλυμάτων - Διαλυτότητα

Ταξινόμηση της ύλης

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



Καθαρές ουσίες και μίγματα

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

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

Το νερό (H_2O), η ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$), το οινόπνευμα (C_2H_5OH), το οξυγόνο (O_2), ο σίδηρος (Fe) είναι καθαρές ουσίες. Το νερό για παράδειγμα έχει καθορισμένη σύσταση, δηλαδή αποτελείται από υδρογόνο και οξυγόνο με αναλογία μαζών 1:8.

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

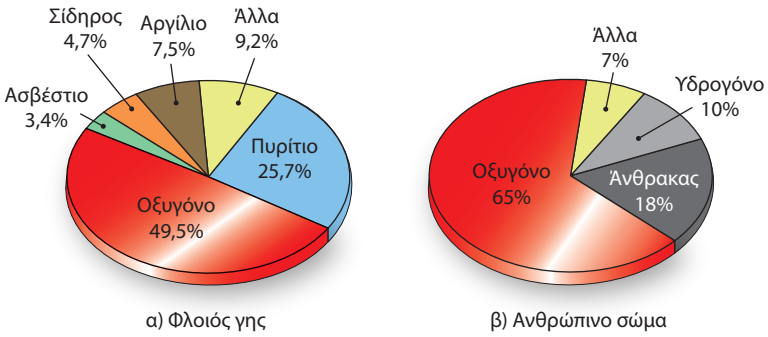
Οι περισσότερες από τις ουσίες που συναντάμε είναι μίγματα, των οποίων η σύσταση ποικίλλει π.χ. το γάλα, το λάδι, το θαλασσινό νερό, ο ατμοσφαιρικός αέρας. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ο ατμοσφαιρικός αέρας δεν έχει παντού την ίδια σύσταση, π.χ. ο αέρας της πόλης έχει διαφορετική σύσταση από τον αέρα του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

Στοιχεία και χημικές ενώσεις

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

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

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



ΣΧΗΜΑ 1.13 Κατανομή χημικών στοιχείων στη γη και στον άνθρωπο.

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

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

Ομογενή και ετερογενή μίγματα

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

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

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

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

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

Διαλύματα - Περιεκτικότητες διαλυμάτων

Γενικά για διαλύματα

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

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

Τα πιο συνηθισμένα διαλύματα είναι τα υδατικά, όπου ο διαλύτης είναι νερό. Σ' αυτά η διαλυμένη ουσία μπορεί να είναι αέριο, π.χ. διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) στην coca-cola, ή στερεό, π.χ. χλωριούχο νάτριο (NaCl) στο νερό της θάλασσας, ή υγρό, π.χ. οινόπνευμα (C_2H_5OH) στο κρασί. Βέβαια ο διαλύτης μπορεί να είναι και οργανική ουσία, όπως η ακετόνη, το βενζόλιο, ο αιθέρας, η βενζίνη, ο τετραχλωράνθρακας.

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

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

Περιεκτικότητες Διαλυμάτων

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

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

• v = volume, όγκος.

Εκφράσεις περιεκτικότητας

Η περιεκτικότητα ενός διαλύματος εκφράζεται συνήθως με τους εξής τρόπους:

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

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

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

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

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

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

Χρησιμοποιείται σε ειδικότερες περιπτώσεις:

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

β. Για να εκφράσει την περιεκτικότητα ενός αερίου σε αέριο μίγμα. Δηλαδή η έκφραση ότι ο αέρας έχει περιεκτικότητα 20% v/v σε οξυγόνο, υποδηλώνει ότι περιέχονται 20 cm^3 οξυγόνου στα 100 cm^3 αέρα.

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

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

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

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

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

Διαλυτότητα

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

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

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

Η διαλυτότητα μιας ουσίας επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

α. τη φύση του διαλύτη

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

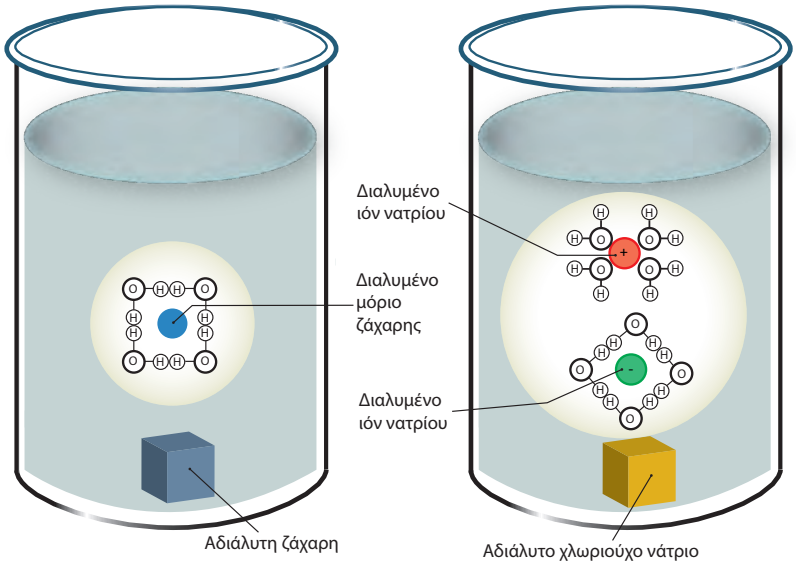
β. τη θερμοκρασία

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

γ. την πίεση

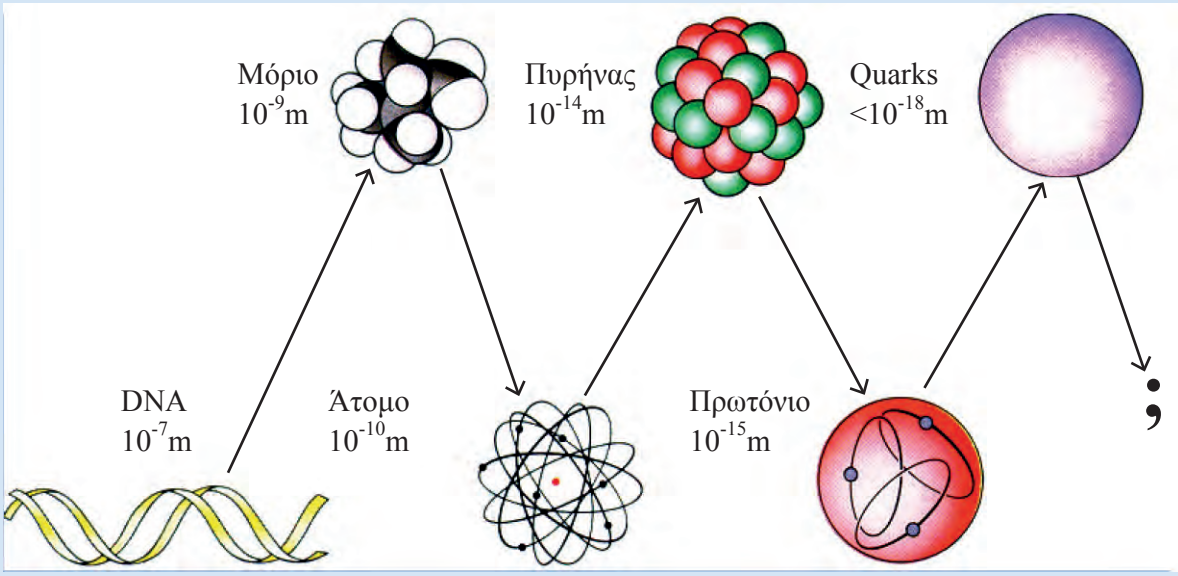
Γενικά, η διαλυτότητα των αερίων στο νερό αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης. Γι᾽ αυτό, μόλις ανοίξουμε μία φιάλη με αεριούχο ποτό (η πίεση ελαττώνεται και γίνεται ίση με την ατμοσφαιρική), η διαλυτότητα του CO_2 στο νερό ελαττώνεται και το ποτό αφρίζει.

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



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

Γνωρίζεις ότι.....



Η ύλη: συνεχής ή ασυνεχής;

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

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

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

Σωματίδιο	**Ενεργειακή περιοχή**	
	eV σωματίδιο^{-1}	J mol^{-1}
Μόριο	10 έως 100	$9{,}65 \cdot 10^{5}$-$9{,}65 \cdot 10^{6}$
Άτομο	100-10^{6}	$9{,}65 \cdot 10^{6}$ - $9{,}65 \cdot 10^{10}$
Πυρήνας(p, n)	10^{6} - 10^{9}	$9{,}65 \cdot 10^{10}$- $9{,}65 \cdot 10^{13}$
quarks	> 10^{9}	> $9{,}65 \cdot 10^{13}$

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

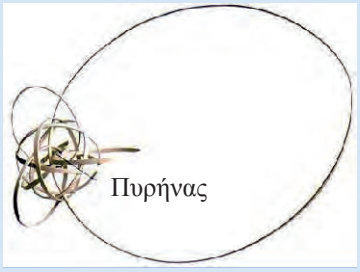
Για σύγκριση αναφέρεται ότι η ενέργεια για τη διάσπαση του δεσμού H-H είναι $4{,}26 \cdot 10^{5}$J mol^{-1} και του C ≡ C $8{,}37 \cdot 10^{5}$ J mol^{-1}. Η ενέργεια που απαιτείται για την απομάκρυνση όλων των ηλεκτρονίων από το άτομο του οξυγόνου είναι περίπου 10^{8} J mol^{-1}. Η ενέργεια που απαιτείται για τη διάσπαση του πυρήνα του αζώτου στα πρωτόνια και νετρόνια που τον αποτελούν είναι περίπου 10^{13} J mol^{-1}. Τα πρωτόνια ακόμη δεν έχουν διασπασθεί πειραματικά. Δεν μπορεί κανείς να πει με βεβαιότητα ότι θα διασπασθεί το πρωτόνιο αλλά μπορεί με σιγουριά να προβλέψει ότι για αυτή τη διάσπαση θα απαιτούνται πολύ μεγαλύτερα ποσά ενέργειας. Τα πρωτόνια, τα νετρόνια και τα ηλεκτρόνια λέγονται θεμελιώδη σωματίδια, θεμελιώδη με την έννοια ότι απαντούν σε κάθε μορφή ύλης στη γη. Δεν μπορούμε όμως να πούμε ότι δε διασπώνται, διότι τότε θα διατρέχουμε τον ίδιο «κίνδυνο» με τον Dalton, που όριζε το άτομο σαν αδιάσπαστο...

Διαίρεση της ύλης.
Σχεδόν οποιοδήποτε στερεό σώμα μπορεί με την **άλεση** να μετατραπεί σε **αναφή σκόνη** (φαρίνα). Η ενέργεια που απαιτείται γι' αυτό εξαρτάται από τη σκληρότητα του υλικού. Το μέγεθος των κόκκων της σκόνης αυτής προσδιορίζεται με **κοσκίνισμα** και είναι της τάξεως των 10 μm (1μm =10^{-6}m).
Στερεά σωματίδια που αιωρούνται στον αέρα ή το νερό μπορούν να διαχωρίζονται από την αντίστοιχη φάση με φυγοκέντρηση και διήθηση. Το μέγεθος τους είναι της τάξης των 2 μm σε διάμετρο. Υπάρχουν ακόμη μικρότερα σωματίδια που αιωρούνται στον αέρα ή το νερό και διέρχονται και από τα πιο λεπτά διηθητικά φύλλα. Τέτοια αιωρήματα καλούνται κολλοειδή και το μέγεθος των σωματιδίων αυτών είναι περίπου 1 έως 100 nm (1 nm = 10^{-9} m). Αν κανείς θέλει να διασπείρει μία ουσία σε σωματίδια μοριακού μεγέθους της τάξεως των 0,1 έως 10 nm δεν έχει παρά να διαλύσει ή να εξαερώσει την ουσία. Ωστόσο, η διάλυση είναι μία συνθετότερη διαδικασία και περιλαμβάνει εκτός από το διαχωρισμό των σωματιδίων και αντίδραση με το διαλύτη.
Η εξαέρωση είναι απλούστερη από άποψη μηχανισμού. Σε αυτήν ένα στερεό ή υγρό σώμα με θέρμανση μεταπίπτει στην αέρια κατάσταση, όπου τα στοιχειώδη σωματίδια, μόρια ή για μερικές περιπτώσεις άτομα (ευγενή αέρια), είναι μεμονωμένα πολύ πιο «ελεύθερα» και καταλαμβάνουν πολύ μεγαλύτερο χώρο, όγκο. Και μάλιστα, όσο μικρότερη είναι η πίεση του αερίου αυτού, τόσο λιγότερα είναι τα μόρια που περιλαμβάνει στη μονάδα όγκου.

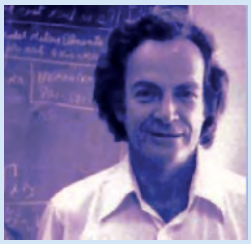
John Dalton 1766-1844

Γνωρίζεις ότι.....

Έχουν πει για το άτομο



Ένα από τα πρώτα ατομικά μοντέλα (μοντέλο Rutherford)



R. Feynman (βραβείο Νόμπελ 1965)

Αν συνέβαινε κάποια βιβλική καταστροφή, ώστε να χαθεί όλη η επιστημονική γνώση και να απομείνει μόνο μία πρόταση για να μεταβιβαστεί στις επερχόμενες γενιές, ποια διατύπωση θα εμπεριείχε τις περισσότερες πληροφορίες με τις λιγότερες λέξεις; Πιστεύω πως θα ήταν η ατομική υπόθεση (ή ατομική πραγματικότητα ή όπως αλλιώς θέλετε να την ονομάσετε), πως όλα τα πράγματα αποτελούνται από άτομα, δηλαδή μικρά σωματίδια που κινούνται αδιάκοπα στο χώρο και τα οποία έλκονται όταν η μεταξύ τους απόσταση είναι μικρή, ενώ απωθούνται, όταν προσπαθούμε να τα φέρουμε πολύ κοντά το ένα στο άλλο. Όπως θα δείτε, σε αυτή την πρόταση και μόνο συγκεντρώνεται τεράστια ποσότητα πληροφορίας σχετικά με τον κόσμο, αρκεί να ενεργοποιήσουμε λίγο τη σκέψη και τη φαντασία μας.
....τα άτομα έχουν ακτίνα 1 ή 2 · 10^{-8} cm. Το 10^{-8} cm ονομάζεται Angstrom (πρόκειται απλώς για ένα ακόμη όνομα). Έτσι, λέμε ότι τα άτομα έχουν ακτίνα 1 ή 2 Angstrom. Ένας διαφορετικός τρόπος για να θυμάστε το μέγεθος είναι ο εξής: αν ένα μήλο μεγεθυνθεί στις διαστάσεις της Γης, τότε τα άτομά του θα έχουν κατά προσέγγιση το μέγεθος του αρχικού μήλου.

Kerner

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

P. Atkins (καθηγητής στο πανεπιστήμιο της Οξφόρδης)

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

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

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

Ανακεφαλαίωση

1. Η Χημεία είναι η επιστήμη της ύλης και των μεταμορφώσεων της.

2. Το Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI) περιέχει 7 θεμελιώδη μεγέθη με τις χαρακτηριστικές τους μονάδες.

3. Μάζα είναι το ποσό της ύλης που περιέχεται σε ένα σώμα.

4. Όγκος είναι ο χώρος που καταλαμβάνει ένα σώμα.

5. Ως πυκνότητα ορίζεται το πηλίκο της μάζας προς τον αντίστοιχο όγκο σε σταθερές συνθήκες πίεσης (για τα αέρια) και θερμοκρασίας.

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

7. Μόριο είναι το μικρότερο κομμάτι μιας καθορισμένης ουσίας που μπορεί να υπάρχει ελεύθερο και να διατηρεί τις ιδιότητες του σώματος από το οποίο προέρχεται.

8. Τα ιόντα είναι τα φορτισμένα άτομα (μονοατομικά ιόντα) ή τα φορτισμένα συγκροτήματα ατόμων (πολυατομικά ιόντα).

9. Ατομικότητα στοιχείου ονομάζεται ο αριθμός που δείχνει από πόσα άτομα αποτελείται το μόριο ενός στοιχείου.

10. Ατομικός αριθμός (Z) είναι ο αριθμός των πρωτονίων στον πυρήνα του ατόμου ενός στοιχείου.

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

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

13. Η ύλη, ανάλογα με τις συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, βρίσκεται σε τρεις φυσικές καταστάσεις, τη στερεά την υγρή και την αέρια.

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

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

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

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

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

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

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

Λέξεις Κλειδιά

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

Ερωτήσεις – Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Να ονομάσετε τα βασικά θεμελιώδη μεγέθη που ενδιαφέρουν τη Χημεία. Να δώσετε τις μονάδες στο σύστημα SI για τα παρακάτω μεγέθη:

α) μήκος, β) όγκος, γ) μάζα, δ) χρόνος, ε) πυκνότητα, στ) ενέργεια, ζ) θερμοκρασία, η) εμβαδόν επιφανείας.

2. Να ορίσετε και να συμβολίσετε τα θεμελιώδη υποατομικά σωματίδια, αναφέροντας ότι γνωρίζετε σχετικά με το ηλεκτρικό φορτίο και τη μάζα τους.

3. α) Πώς συμβολίζεται ένα άτομο;

β) Πώς ορίζεται ο ατομικός αριθμός ενός στοιχείου και πώς ο μαζικός αριθμός ενός ατόμου;

4. Ποια στοιχεία λέγονται μονοατομικά; Αναφέρετε μερικά από αυτά.

5. Ποια είναι τα ονόματα και τα σύμβολα των διατομικών στοιχείων;

6. Τι πληροφορίες μάς δίνει το σύμβολο $^{14}_{6}C$;

7. Σε τι διαφέρει το μόριο ενός στοιχείου από το μόριο μιας χημικής ένωσης;

8. Ποια είναι η συμπεριφορά των σωμάτων στις τρεις φυσικές καταστάσεις και πώς εξηγείται;

9. Πώς ονομάζονται οι μεταβολές της φυσικής κατάστασης των σωμάτων και οι αντίστοιχες θερμοκρασίες στις οποίες πραγματοποιούνται;

10. Πώς ορίζονται τα φυσικά και πώς τα χημικά φαινόμενα; Σε τι διαφέρουν;

11. Να δώσετε ένα παράδειγμα ομογενούς μίγματος και ένα παράδειγμα ετερογενούς μίγματος.

12. Να δώσετε από δύο παραδείγματα στοιχείων και χημικών ενώσεων. Πού διαφέρουν τα στοιχεία από τις χημικές ενώσεις;

13. Να δώσετε τα ονόματα των στοιχείων που παριστάνονται από τα χημικά σύμβολα: Li, K, Cl, P, N, S, Ba, Br, Fe, Al, U, Mg, Si.

14. Να δώσετε τα χημικά σύμβολα των στοιχείων: νάτριο, ρουβίδιο, φθόριο, οξυγόνο, υδρογόνο, ασβέστιο, μαγγάνιο, ήλιο, άνθρακας, μόλυβδος.

15. Τι ονομάζεται διάλυμα και πώς ονομάζονται τα συστατικά του; Να αναφέρετε ένα παράδειγμα υγρού και ένα παράδειγμα αέριου διαλύματος.

16. Τι εννοούμε όταν λέμε ότι ένα διάλυμα είναι:
α. αραιό, β. πυκνό.

17. Τι ονομάζεται διαλύτης; Να αναφέρετε μερικούς υγρούς διαλύτες. Ποιος είναι ο συνηθέστερος από αυτούς;

18. Από τι και πώς εξαρτάται η διαλυτότητα μιας στερεής και μιας αέριας ουσίας στο νερό;

Ασκήσεις - Προβλήματα

Μετρήσεις - Μονάδες - Γνωρίσματα της Ύλης

19. Ποιες μονάδες χρησιμοποιούν συνήθως οι χημικοί για την πυκνότητα των: α) στερεού, β) υγρού και γ) αερίου σώματος; Να εξηγήσετε τη διαφορά.

20. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
α. Η μάζα ενός σώματος είναι.....
β. Ο όγκος ενός σώματος είναι.....
γ. Η πυκνότητα ενός σώματος είναι.....

21. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
α. Η μάζα ενός σώματος υπολογίζεται πειραματικά με τη βοήθεια του .....
β. Ο όγκος ενός υγρού υπολογίζεται πειραματικά με τη βοήθεια Ι. της ....., ΙΙ. του ο .....κ.....

22. Διαθέτετε ζυγό ακριβείας, ογκομετρικό κύλινδρο, νερό, υποδεκάμετρο και ένα μικρό κύβο καθαρού σιδήρου. Να περιγράψετε δύο τρόπους με τους οποίους μπορείτε να υπολογίσετε τον όγκο του σιδερένιου κύβου και κατόπιν την πυκνότητά του. Ποιος από τους δύο τρόπους πιστεύετε ότι είναι πιο ακριβής για τους υπολογισμούς σας;

23. Αν η πυκνότητα ενός σώματος εκφράζεται στο SI σε g/cm^3 με τι πρέπει να πολλαπλασιαστεί η τιμή αυτή, ώστε να μετατραπεί σε kg/m^3;

24. Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση:
Για να μετρήσουμε τον όγκο μιας πολύ μικρής ποσότητας ενός υγρού θα χρησιμοποιήσουμε:
α. ηλεκτρονικό ζυγό
β. φαρμακευτικό ζυγό
γ. πυκνόμετρο
δ. σιφώνιο
ε. ποτήρι ζέσεως
στ. ογκομετρικό κύλινδρο.

25. Ποια όργανα θα χρησιμοποιούσατε για να μετρήσετε:
α. το μήκος μιας ράβδου
β. τη μάζα μιας ποσότητας ζάχαρης
γ. τον όγκο του περιεχομένου ενός κουτιού αναψυκτικού
δ. το χρόνο στον οποίο ένας δρομέας διανύει 200 m
ε. την πίεση σ' ένα ελαστικό αυτοκινήτου.

26. Τι είδους ποσότητα (για παράδειγμα, μήκος, πυκνότητα κ.λ.π.), δείχνουν οι πιο κάτω μετρήσεις;

α. 8 ns	ε. 500 K
β. 3,4 kg/L	στ. 3 mm^3
γ. 4,2 nm	ζ. 27 °C
δ. 412 km^2	η. 410 mg

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

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

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

α. 4,4 g/mL

β. 1,1 g/mL

γ. 2 g/mL

Διαλέξτε τη σωστή απάντηση δίνοντας κάποια εξήγηση.

29. Το άτομο του υδρογόνου έχει ακτίνα ίση με 0,12 nm. Υποθέτοντας ότι έχει σφαιρικό σχήμα, ο όγκος του σε m^3 είναι:

$V_{σφαίρας}=4/3\cdot\pi\cdot R^3$

α. $8{,}0\cdot10^{-10}$

β. $4{,}5\cdot10^{20}$

γ. $7{,}2\cdot10^{-30}$

δ. 0,2 m^3

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

α. το 1 g έχει όγκο 1 mL

β. το 1 nm είναι 10 Å

γ. η μέτρηση της μάζας γίνεται με την προχοΐδα

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

ε. η πυκνότητα του οξυγόνου εξαρτάται από τη θερμοκρασία.

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

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

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

382,35 kg

* **33.** Ο υδράργυρος έχει πυκνότητα ρ = 13,594 g/mL στους 25 °C. Ένας κυλινδρικός σωλήνας διαμέτρου 8,00 mm γεμίζει με Hg μέχρις ύψους 78,3 cm. Ποια είναι η μάζα του υδραργύρου στο σωλήνα στη θερμοκρασία αυτή;

$V_{κυλ}=\pi \cdot R^2 \cdot h$

534,76 g

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

200 g/m^3 - 0,2 g/dm^3 - 200 mg/dm^3 - 2 ·10^{-4} g/cm^3

* **35.** Οι ανάγκες σε νερό των κατοίκων του λεκανοπεδίου της Αττικής είναι περίπου 300 εκατομμύρια m^3 ετησίως (365 ημέρες). Αν οι κάτοικοι του λεκανοπεδίου είναι 4 · 10^6, πόσα L νερού αντιστοιχούν ανά κάτοικο ημερησίως;

205,5L

* **36.** Η μέση ακτίνα της γης είναι 6.340 km και η μάζα της είναι 6,59·10^{21} τόνοι. Ποια είναι η μέση πυκνότητά της;

$V_{σφαίρας}=4/3 \cdot \pi \cdot R^3$

6,16 g/cm^3 ή 6,16 ton/m^3

Δομικά σωματίδια ύλης (Άτομα - Μόρια - Ιόντα)
Δομή Ατόμου
Ατομικός αριθμός - Μαζικός αριθμός - Ισότοπα

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

38. Είναι σωστό να πούμε ότι δομικές μονάδες όλων των χημικών ενώσεων είναι τα μόρια ή όχι και γιατί;

39. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:

α. Άτομο είναι.....

β. Μόριο είναι.....

γ. Ιόν είναι.....

δ. Ατομικός αριθμός ενός.....

ε. Μαζικός αριθμός ενός.....

στ. Ισότοπα ονομάζονται τα άτομα τα οποία.....

40. Το μικρότερο σωματίδιο ύλης που μπορεί να υπάρχει σε ελεύθερη κατάσταση και να διατηρεί τις ιδιότητες της ουσίας στην οποία ανήκει είναι:

α. το άτομο

β. το μόριο

γ. το ιόν

δ. το ηλεκτρόνιο

ε. το πρωτόνιο

41. Να συνδυάσετε τους αριθμούς με τα αντίστοιχα γράμματα:

Χημικό στοιχείο	Ατομικότητα
1. υδρογόνο	α. 1
2. ήλιο	β. 2
3. όζον	γ. 3
4. ατμός σιδήρου	δ. 4
5. φωσφόρος	ε. περισσότερο από μία
6. θείο	
7. χλώριο	

42. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις παρακάτω προτάσεις αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες:

α. Η ατομικότητα του CO_2 είναι 3.

β. Η ατομικότητα του $^{35}_{17}C$ είναι 17.

γ. Η ατομικότητα του P είναι 4.

δ. Η ατομικότητα του O είναι 8.

Τι εκφράζει ο αριθμός που δίνεται στο τέλος κάθε λανθασμένης πρότασης;

43. Το ανιόν του χλωρίου περιέχει 18 ηλεκτρόνια και 20 νετρόνια. Ο μαζικός του αριθμός θα είναι:

α. 20 β. 37 γ. 38 δ. 35

44. Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση στην έκφραση: «Η ταυτότητα ενός ατόμου είναι...»

α. ο μαζικός του αριθμός

β. ο αριθμός των νετρονίων του πυρήνα

γ. ο αριθμός των ηλεκτρονίων που έχει

δ. ο ατομικός αριθμός

ε. η ατομικότητά του.

45. Να διαλέξετε τη σωστή από τις παρακάτω προτάσεις: «Ο ατομικός αριθμός εκφράζει...»

α. το ηλεκτρικό φορτίο του πυρήνα

β. τον αριθμό των νετρονίων του πυρήνα

γ. τον αριθμό των ηλεκτρονίων ενός μονοατομικού ιόντος

δ. τον αριθμό των πρωτονίων στον πυρήνα κάθε ατόμου ενός στοιχείου

ε. τον αριθμό των νουκλεονίων στον πυρήνα ενός ατόμου.

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

α. αποβάλλει δύο ηλεκτρόνια

β. προσλάβει δύο ηλεκτρόνια

γ. προσλάβει δύο πρωτόνια

δ. αποβάλλει δύο νετρόνια

ε. προσλάβει δύο νετρόνια.

47. Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια περιέχει καθένα από τα επόμενα άτομα:

$^{27}_{13}Al$, $^{14}_{7}N$, $^{235}_{92}U$, $^{56}_{26}Fe$, $^{207}_{82}Pb$

* **48.** Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια περιέχει καθένα από τα επόμενα ιόντα: $^{27}_{13}Al^{3+}$, $^{39}_{19}K^{+}$, $^{35}_{17}Cl^{-}$, $^{32}_{16}S^{2-}$.

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

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

51. Ο παρακάτω πίνακας δίνει τους αριθμούς ηλεκτρονίων, πρωτονίων και νετρονίων σε άτομα ή ιόντα ενός αριθμού στοιχείων. Να απαντήσετε στα:
α. Ποια από τα παρακάτω είναι ουδέτερα;
β. Ποια είναι φορτισμένα θετικά;
γ. Ποια είναι φορτισμένα αρνητικά;

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

52. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

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

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

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

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

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

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

Καταστάσεις της Ύλης
Ιδιότητες της Ύλης
Φυσικά και Χημικά Φαινόμενα

55. Να αναφέρετε ένα φυσικό και ένα χημικό φαινόμενο που παρατηρήσατε κατά τη διαδρομή σας από το σπίτι στο σχολείο και να εξηγήσετε γιατί το φαινόμενο αυτό είναι φυσικό ή χημικό.

56. Κατά την πραγματοποίηση ορισμένων χημικών φαινομένων ελαττώνεται η εσωτερική ενέργεια του συστήματος στο οποίο εκδηλώνεται αυτό, με αποτέλεσμα να ελευθερώνεται ενέργεια. Να περιγράψετε δύο περιπτώσεις τέτοιων φαινομένων κατά τις οποίες γίνεται εκμετάλλευση της ενέργειας αυτής.

57. Να δώσετε από μία φυσική ιδιότητα, π.χ. φυσική κατάσταση, σημείο τήξης, πυκνότητα, ηλεκτρική αγωγιμότητα, για κάθε μία από τις παρακάτω ουσίες: α. νερό, β. ζάχαρη, γ. υδράργυρος, δ. χαλκός, ε. οξυγόνο, στ. χλωριούχο νάτριο, ζ. Χρυσός.

58. Τι μεταβάλλεται κατά την πραγματοποίηση κάθε χημικού φαινομένου;

α. .....

β. .....

γ. .....

59. Να χαρακτηρίσετε τα παρακάτω φαινόμενα ως φυσικά ή χημικά:

α. η καύση του άνθρακα

β. το σάπισμα ενός μήλου

γ. το στέγνωμα της μπογιάς λόγω εξάτμισης του διαλύτη

δ. η εξαέρωση του νερού

ε. η αντίδραση μεταξύ του $^{12}_{6}C$ και του $^{16}_{8}O$ προς σχηματισμό CO_2.

60. Ποιο από τα παρακάτω φαινόμενα είναι χημικό;

α. η διάλυση του αλατιού στο νερό

β. η εξάτμιση του οινοπνεύματος

γ. η εξάχνωση του ιωδίου

δ. το ξίνισμα στο γάλα.

61. Κατά την πραγματοποίηση κάθε φυσικού φαινομένου μεταβάλλεται

α. η σύσταση των σωμάτων που συμμετέχουν σ' αυτό

β. η συνολική μάζα του συστήματος

γ. μία τουλάχιστον από τις μορφές ενέργειας του συστήματος

δ. οι ιδιότητες των σωμάτων που μετέχουν σ' αυτό.

62. Να βρείτε τη σωστή απάντηση:
Όταν το οινόπνευμα (C_2H_5OH) εξατμίζεται,

α. δημιουργούνται νέα μόρια

β. διασπώνται τα άτομα του οξυγόνου

γ. τα μόρια παραμένουν αμετάβλητα

δ. τα μόρια κινούνται λιγότερο από πριν

ε. το μόριο διασπάται στα συστατικά του.

63. Να βρείτε τη σωστή απάντηση:
Τα μόρια του νερού κινούνται πιο γρήγορα:

α. στη στερεά κατάσταση (πάγος)

β. στην αέρια κατάσταση (υδρατμοί)

γ. στην υγρή κατάσταση

δ. το ίδιο σ' όλες τις καταστάσεις.

64. Να μετατρέψετε τις πιο κάτω θερμοκρασίες σε K.

α. 113°C, το σημείο τήξης του θείου

β. 37°C, η κανονική θερμοκρασία του σώματος του ανθρώπου

γ. 357°C, το σημείο βρασμού του υδραργύρου

65. Να μετατρέψετε τις πιο κάτω θερμοκρασίες σε βαθμούς Κελσίου:

α. 77 K, το σημείο βρασμού του υγρού αζώτου

β. 4,2 K, το σημείο βρασμού του υγρού ηλίου

γ. 601 K, το σημείο τήξης του μολύβδου

66. Στην πορεία της προσπάθειας για το χαρακτηρισμό μιας ουσίας, ένας χημικός κάνει τις ακόλουθες παρατηρήσεις:

- Η ουσία είναι ένα αργυρόλευκο γυαλιστερό μέταλλο.
- Τήκεται στους 649 °Cκαι βράζει στους 1105°C
- Η πυκνότητά της στους 20 °Cείναι 1,738 g/cm^3.
- Η ουσία καίγεται στον αέρα παράγοντας ένα έντονο άσπρο φως.
- Αντιδρά με το χλώριο δίνοντας ένα εύθραυστο άσπρο στερεό.
- Η ουσία μπορεί να διαμερισθεί σε πολύ λεπτά φύλλα.
- Είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού.
- Ποια από τα πιο πάνω χαρακτηριστικά είναι φυσικές και ποια χημικές ιδιότητες;

67. Να διαβάσετε την ακόλουθη περιγραφή του στοιχείου βρωμίου (Br_2) και δείξτε ποιες είναι φυσικές και ποιες χημικές ιδιότητες.

- Το βρώμιο είναι ένα καστανέρυθρο υγρό.
- Βράζει στους 58,9 °C και πήζει στους -7,2°C.
- Η πυκνότητα του υγρού στους 20^oC είναι 3,12 g/mL.
- Το υγρό βρώμιο εύκολα διαβρώνει τα μέταλλα.
- Αντιδρά ταχύτατα με το αργίλιο δίνοντας βρωμιούχο αργίλιο.

68. Να συμπληρώσετε σωστά την τελευταία στήλη του πίνακα.

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

Ταξινόμηση της Ύλης
Διαλύματα - Διαλυτότητα

69. Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση:
Το αλατόνερο είναι μίγμα, διότι

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

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

γ. έχει πυκνότητα μεγαλύτερη του νερού

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

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

α. κατά την προσθήκη ζάχαρης στο νερό

β. κατά την προσθήκη νερού σε λάδι

γ. κατά την ανάμειξη ζεστού με κρύο νερό

δ. κατά το επιφανειακό σκούριασμα του σιδήρου

ε. κατά τη νοθεία της βενζίνης με νερό.

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

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

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

γ. Η πυκνότητά τους ισούται με το άθροισμα των πυκνοτήτων των συστατικών τους.

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

α. Έχουν καθορισμένη σύσταση.

β. Διατηρούν τις ιδιότητες των συστατικών τους.

γ. Μπορεί να αποτελούνται από πολλές φάσεις.

δ. Μπορούν να διαχωριστούν σε απλούστερα σώματα με φυσικές μεθόδους.

73. Να αναπτύξετε τρεις τουλάχιστον διαφορές μεταξύ μιγμάτων και χημικών ενώσεων.

74. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α. Καθαρή ουσία είναι .....

β. Μίγμα είναι .....

γ. Ομογενές μίγμα είναι .....

δ. Ετερογενές μίγμα είναι .....

ε. Στοιχείο είναι .....

στ. Χημική ένωση είναι

75. Να κατατάξετε τα παρακάτω υλικά σα στοιχεία, χημικές ενώσεις και μίγματα:
α. νερό, β. σίδηρος, γ. μπίρα, δ. ζάχαρη, ε. κρασί,
στ. ατσάλι, ζ. θείο, η. γάλα, θ. αέρας, ι. θειικό οξύ.

76. Με τον όρο καθαρή ουσία, εννοούμε:

α. ένα χημικό στοιχείο,

β. μία χημική ένωση,

γ. κάθε ομογενές κομμάτι ύλης που έχει μία καθορισμένη, σταθερή σύσταση και ένα χαρακτηριστικό και αποκλειστικό σύνολο χημικών και φυσικών ιδιοτήτων,

δ. κάθε οργανική ένωση.

Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.

77. Ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι:
α. ένα μίγμα
β. ένα ομογενές μίγμα
γ. ένα διάλυμα
δ. ένα διάλυμα οξυγόνου σε άζωτο
ε. όλα τα παραπάνω
Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.

78. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
α. Διαλυτότητα μιας ουσίας ονομάζεται.....

β. Η διαλυτότητα μιας ουσίας εξαρτάται από:

I. τη..... του.....

II. τη.....

III. την.....

IV. Ένα διάλυμα λέγεται ακόρεστο.....

V. Ένα διάλυμα λέγεται κορεσμένο.....

79. Να συμπληρώσετε τις πιο κάτω προτάσεις:
α. Διάλυμα ζάχαρης 10% w/w σημαίνει ότι.....

β. Διάλυμα ιωδιούχου καλίου 4% w/v σημαίνει ότι.....

γ. Κρασί 11° (βαθμών) σημαίνει ότι.....

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

80. Διαθέτουμε κορεσμένο διάλυμα CO_2 (διοξείδιο του άνθρακα) θερμοκρασίας 2 °C. Αν θερμάνουμε το διάλυμα αυτό στους 12 °C να εξετάσετε:
α. αν θα μεταβληθεί η περιεκτικότητα του διαλύματος και με ποιο τρόπο,
β. αν το διάλυμα των 12 °C θα είναι κορεσμένο ή ακόρεστο.

81. Να διαλέξετε ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή:
Η διαλυτότητα του AgCl στο νερό είναι ένα μέγεθος που εκφράζει

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

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

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

δ. τη μέγιστη ποσότητα του AgCl που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα νερού.

82. Σε 180 g διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου περιέχονται 9 g καθαρού υδροξειδίου του νατρίου. Να βρείτε την % w/w περιεκτικότητα του διαλύματος. 5% w/w

83. Σε 400 mL διαλύματος υδροχλωρίου (υδροχλωρικό οξύ) περιέχονται διαλυμένα 12 g υδροχλωρίου. Να βρείτε την % w/v περιεκτικότητα του διαλύματος. 3% w/v

84. Πόσα g καθαρού θειικού οξέος περιέχονται σε 200 g διαλύματος θειικού οξέος περιεκτικότητας 4% w/w; 8g

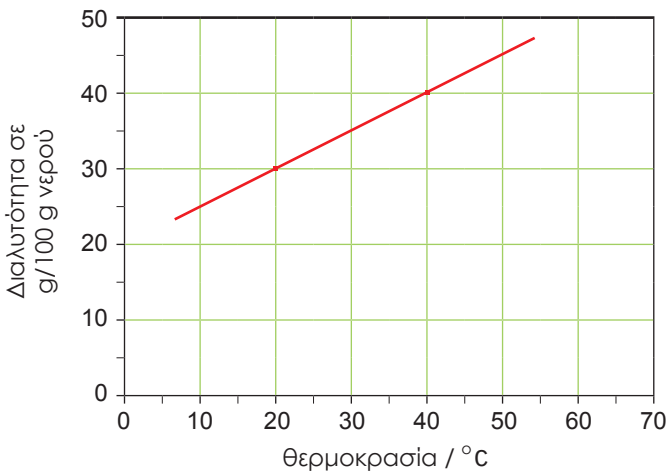
85. Πόσα g καθαρού νιτρικού οξέος περιέχονται σε 400 mL διαλύματος νιτρικού οξέος περιεκτικότητας 6% w/v; 24 g

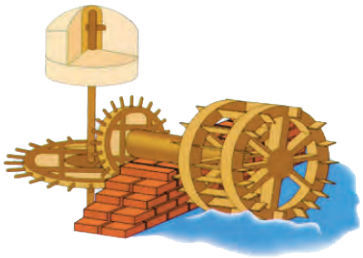
* **86.** Δίνεται κορεσμένο διάλυμα ουσίας X στους 40 °C που έχει μάζα 140 g. Το διάλυμα αυτό ψύχεται στους 30 °C. Από το διάλυμα αυτό θα αποβληθούν :
α. 15 g ουσίας
β. 5 g ουσίας

γ. καθόλου ουσία

δ. όλη η περιεχόμενη ποσότητα.

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





Δραστηριότητα

Το ppm και η «κοινή λογική»

Οι συγκεντρώσεις των ρυπαντών στην ορολογία των περιβαλλοντολόγων εκφράζονται συνήθως σε «μέρη στο εκατομμύριο», parts per million, ppm. Έτσι, η συγκέντρωση 1 ppm φανερώνει την παρουσία 1 «μέρους» του ρυπαντή σε 1 000 000 «μέρη» του μέσου. Τα μέρη μπορεί να είναι μέρη βάρους π.χ. g ή μέρη όγκου. Έτσι, π.χ. αναφέρεται ότι 0,2 ppm SO_2 στον αέρα αυξάνει τη θνησιμότητα των ανθρώπων, 1 ppm φαινόλης στο νερό το καθιστά τοξικό σε κάποια είδη ψαριών κλπ. Καλό θα είναι να έχει κανείς κάποιες αναλογίες στο μυαλό του για το ppm και τις αναλογίες αυτές μπορεί να τις έχει, αν το μεταφέρει σε άλλα πιο καθημερινά μεγέθη.

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

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

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

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού λάθους

23. 1000

24. δ

27. (α-4), (β-3), (γ-1), (δ-6), (ε-5), (στ-2)

28. β

29. γ

30. α:Λ, β:Σ, γ:Λ, δ:Λ, ε:Σ

31. δ

38. όχι

40. β

41. (1-β), (2-α), (3-γ), (4-α), (5-δ), (6-ε), (7-β)

42. α:Λ, β:Λ, γ:Σ, δ:Λ

43. β

44. δ

45. δ

46. α

47. Al: 13,14,13

N: 7,7,7

U: 92, 143, 92

Fe: 26,30,26

Pb: 82,125,82

48. Al^{3+}: 13, 14, 10

K^{+}: 19, 20, 18

Cl^{-}: 17, 18, 18

S^{2-}: 16, 16, 18

49. 19

50. 83

51. ουδέτερα: Α, Ε, Ζ

θετικά: Γ

αρνητικά: Β, Δ

54. Δευτέριο: $^{2}_{1}H$

Τρίτιο: $^{3}_{1}H$

59. Χημικά: α, β, ε

Φυσικά: γ, δ

60. δ

61. γ

62. γ

63. β

64. α: 386K, β: 310K, γ: 630K

65. α: -196°C, β: -268,8°C, γ: 328°C

66. κατά σειρά: Φ, Φ, Φ, Χ, Χ, Φ, Φ

67. κατά σειρά: Φ, Φ, Φ, Χ, Χ

68. Τα τρία πρώτα στερεά και τα τέσσερα επόμενα είναι υγρά

69. β

70. γ

71. γ

72. σε χημική ένωση: α σε μίγμα: β, γ, δ

75. στοιχεία: β, ζ

χημική ένωση: α, δ, ι

μίγμα: γ, ε, στ, η, θ

76. γ

77. ε

81. δ

86. β, στερεό

2

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ - ΔΕΣΜΟΙ

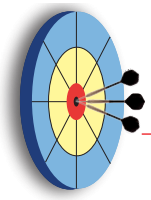
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

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

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

«Κανένας μας δεν μπορεί να καταλάβει τη συμπεριφορά ενός μορίου μέχρις ότου μάθει τη δομή του, δηλαδή το μέγεθος, το σχήμα και τη φύση των δεσμών του.
Τα τελευταία χρόνια εξαίρετες πειραματικές τεχνικές μας έχουν προσφέρει ένα καταπληκτικά μεγάλο αριθμό πληροφοριών ακριβώς πάνω σ' αυτά τα θέματα. Η δουλειά της θεωρίας είναι να κατατάξει και να συστηματοποιήσει όλες αυτές τις πληροφορίες και να εμβαθύνει στις αρχές της μοριακής αρχιτεκτονικής»

C.A. COULSON

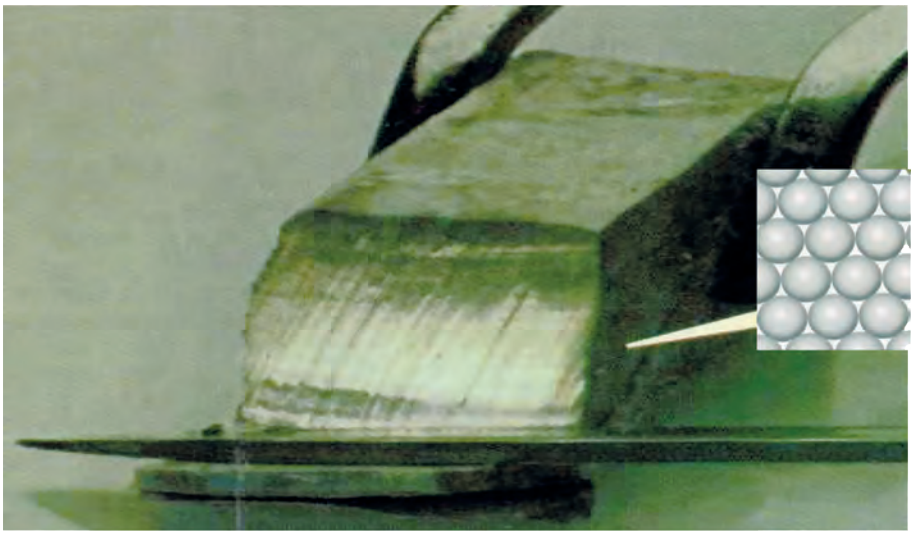


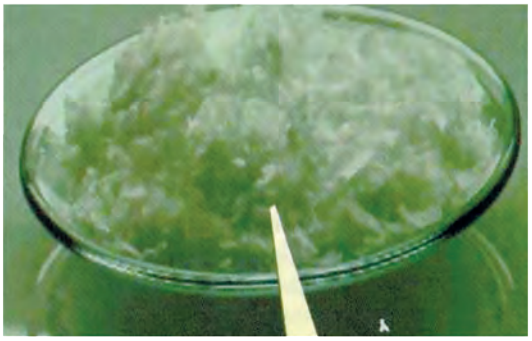
ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

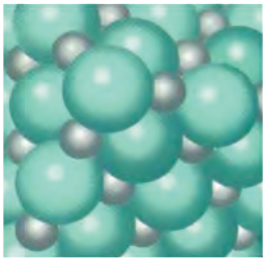
Στο τέλος αυτής της διδακτικής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

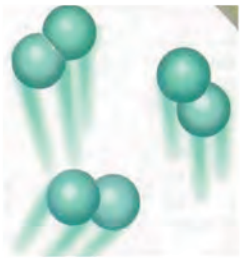
- Να περιγράφεις ένα μοντέλο (πρότυπο) για το άτομο.
- Να εξιστορείς την εξέλιξη καθώς και την ανάγκη ταξινόμησης των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα.
- Να περιγράφεις το σύγχρονο περιοδικό πίνακα. Να ορίζεις τι είναι ομάδα και τι περίοδος και να απαριθμείς αυτές. Να αναφέρεις παραδείγματα στοιχείων,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

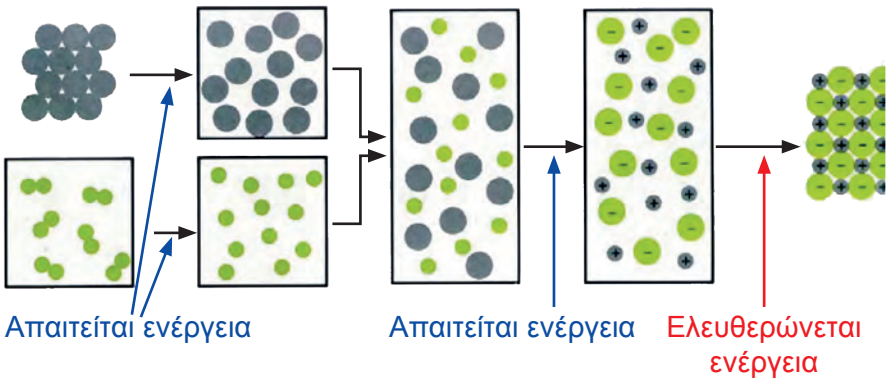
Χημικός δεσμός αναπτύσσεται μεταξύ ατόμων, όταν η σύνδεση των ατόμων συνοδεύεται από έκλυση ενέργειας ή τουλάχιστον δε χρειάζεται πολλή ενέργεια για να γίνει αυτή. Ο σχηματισμός μιας ιοντικής ένωσης, όπως το NaCl*(s)* από στερεό Na*(s)* και αέριο Cl_2*(g)* μπορεί να υποδιαιρεθεί στα εξής επί μέρους στάδια. Πρώτα, πρέπει να σχηματιστούν τα άτομα Na, δηλαδή να σπάσει ο μεταλλικός δεσμός (εδώ χρειάζεται ενέργεια). Μετά, να σχηματιστούν τα άτομα Cl, δηλαδή να σπάσει ο δεσμός Cl-Cl (κι εδώ χρειάζεται ενέργεια). Κατόπιν, να φύγει ένα ηλεκτρόνιο από τα άτομα Na και να σχηματιστούν ιόντα Na^+ (χρειάζεται ενέργεια γι' αυτό). Έπειτα, να προσληφθεί ένα ηλεκτρόνιο από τα άτομα Cl και να σχηματιστούν ιόντα Cl^- (ελευθερώνεται λίγη ενέργεια). Τέλος, τα ιόντα Na^+ και Cl^- συνδέονται στον κρύσταλλο τους. Η ενέργεια που ελευθερώνεται στο τελευταίο αυτό βήμα πρέπει να φτάσει να καλύψει όλα τα προηγούμενα ενεργειακά «έξοδα». Διαφορετικά, ο ιοντικός δεσμός είναι αδύνατος. Στην περίπτωση σχηματισμού του NaCl*(s)* συνολικά ελευθερώνεται ενέργεια, δηλαδή ο ιοντικός δεσμός οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενεργειακή στάθμη συνεπώς, σε μεγαλύτερη σταθερότητα.











2 ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ -ΔΕΣΜΟΙ

Εισαγωγή

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

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

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

Ακολουθεί το κεντρικότερο θέμα στη μελέτη της χημείας, που είναι η απάντηση στο θεμελιακό ερώτημα: *γιατί και πώς ενώνονται τα στοιχεία;* Η απάντηση δίνεται στους *χημικούς δεσμούς*. Η θεωρία των «οκτώ» δίνει μία πρώτη προσέγγιση στο γιατί, και οι *ηλεκτρικής φύσης δυνάμεις* απαντά στο πώς. Δυνάμεις που οδηγούν στη δημιουργία ενός σταθερού και μικρής ενέργειας συγκροτήματος (π.χ. *μόριο*). Τα είδη των *δεσμών* και οι *ιδιότητες* που το είδος του δεσμού επιβάλλει στις ενώσεις, πρέπει να είναι ένα από τα κεντρικά σημεία της συζήτησης. Σημαντικό επίσης είναι να μπορεί κανείς να προβλέψει το είδος του χημικού δεσμού που θα προκύψει με βάση κάποια χαρακτηριστικά των συνδεομένων ατόμων.

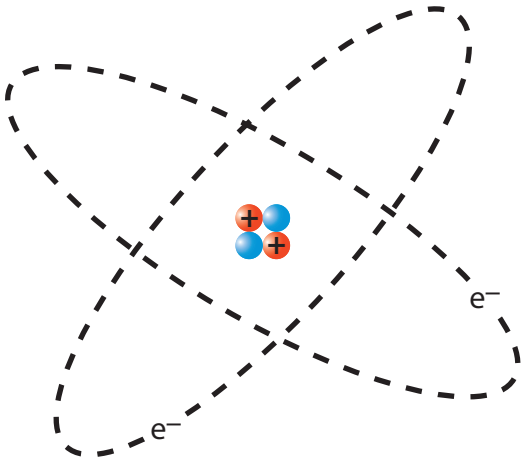
Το κεφάλαιο κλείνει με μία εφαρμογή θα έλεγε κανείς της ηλεκτρονιακής θεωρίας, που είναι η γραφή των *χημικών τύπων*. Η ηλεκτρονιακή θεωρία προβλέπει π.χ. αν ένα άτομο νατρίου ενώνεται με ένα άτομο χλωρίου. Πώς όμως αυτό μεταφράζεται στη γραφή του τύπου του *χλωριούχου νατρίου* (NaCl); Γιατί γράφουμε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

2.1 Ηλεκτρονική δομή των ατόμων

Ένα απλό μοντέλο για το άτομο

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

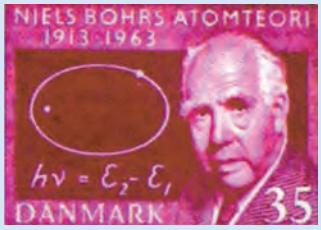
Μία πολύ απλή εικόνα σχετικά με το άτομο, ξεπερασμένη βέβαια σήμερα, μας έχει δώσει ο Bohr, εμπνευσμένος από τη βαρύτητα και αξιοποιώντας τα πειραματικά δεδομένα του Rutherford για την ανακάλυψη του πυρήνα. Το ατομικό πρότυπο του Bohr αποτελεί μία μινιατούρα πλανητικού συστήματος. Το άτομο αποτελείται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



ΣΧΗΜΑ 2.1 Το πλανητικό ατομικό μοντέλο

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

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



N. Bohr (1885-1965).
Δανός φυσικός διετέλεσε διευθυντής στο ινστιτούτο θεωρητικής φυσικής στην Κοπεγχάγη. Τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ φυσικής το 1922 για την θεωρία του περί κβαντισμένων (καθορισμένων) ηλεκτρονικών τροχιών.
Είχε πει για τον 20ο αιώνα: «Σε όλη την ιστορία των επιστημών δεν υπάρχει άλλη περίοδος αντίστοιχη του αιώνα μας, όπου η εξερεύνηση του κόσμου των ατόμων ήταν η απαρχή τεράστιων εξελίξεων. Ωστόσο, κάθε αύξηση των γνώσεών μας και της δύναμής μας αυξάνει αυτομάτως την ευθύνη μας».

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

$$E_K < E_L < E_M < \ ...$$

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

Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες

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

1. Ο ***μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων*** που μπορεί να πάρει κάθε μία από τις τέσσερις πρώτες στιβάδες δίνεται από τον τύπο $\mathbf{2n^2}$, όπου $\boldsymbol{n}$ ο κύριος κβαντικός αριθμός, δηλαδή ο αριθμός της στιβάδας. Έτσι η Κ μπορεί να πάρει έως 2 ηλεκτρόνια, η L έως 8 ηλεκτρόνια, η Μ έως 18 ηλεκτρόνια και η Ν έως 32 ηλεκτρόνια.
2. Η τελευταία στιβάδα οποιουδήποτε ατόμου δεν μπορεί να έχει περισσότερα από 8 ηλεκτρόνια. Εκτός αν είναι η Κ που συμπληρώνεται με 2 ηλεκτρόνια.
3. Η προτελευταία στιβάδα δεν μπορεί να περιέχει περισσότερα από 18 ηλεκτρόνια, αλλά ούτε και λιγότερα από 8. Εκτός αν είναι η Κ που έχει το πολύ 2.

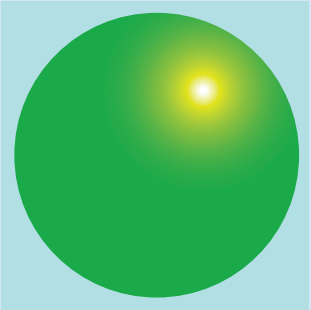
Με βάση τους παραπάνω κανόνες, μπορούμε να βρούμε την κατανομή των ηλεκτρονίων στα 20 πρώτα στοιχεία, (ατομικός αριθμός 1-20), όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.1.

Παράδειγμα 2.1

Να κατανεμηθούν τα 19 ηλεκτρόνια του ατόμου του καλίου (Κ) σε στιβάδες.

ΛΥΣΗ

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



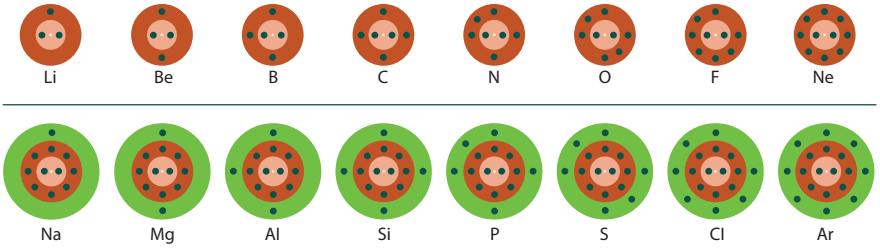
Τα βασικά σημεία της **ατομικής θεωρίας του Dalton** είναι:
- Οι καθαρές ουσιές (στοιχεία ή χημικές ενώσεις) αποτελούνται από μικροσκοπικά, αόρατα και αδιαίρετα σωματίδια, τα άτομα.
-Τα άτομα του ίδιου στοιχείου είναι όμοια. Άτομα διαφορετικών στοιχείων διαφέρουν ως προς το βάρος τους.
-Τα άτομα των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

Εφαρμογή

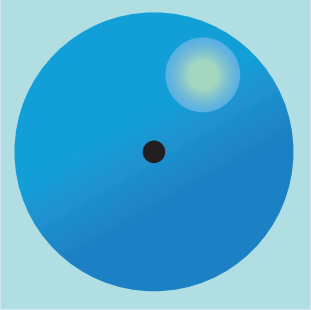
Να βρεθεί και να ερμηνευθεί η ηλεκτρονιακή δομή του $_{17}Cl$

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες, στα στοιχεία με ατομικό αριθμό Z =1-20

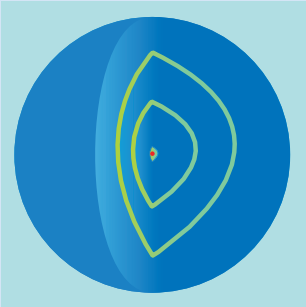
Z	στοιχείο		K	L	M	N
1	H	υδρογόνο	1			
2	He	ήλιο	2			
3	Li	λίθιο	2	1		
4	Be	βηρύλλιο	2	2		
5	B	βόριο	2	3		
6	C	άνθρακας	2	4		
7	N	άζωτο	2	5		
8	O	οξυγόνο	2	6		
9	F	φθόριο	2	7		
10	Ne	νέο	2	8		
11	Na	νάτριο	2	8	1	
12	Mg	μαγνήσιο	2	8	2	
13	Al	αργίλιο	2	8	3	
14	Si	πυρίτιο	2	8	4	
15	P	φώσφορος	2	8	5	
16	S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



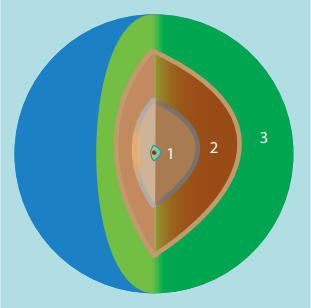
ΣΧΗΜΑ 2.2 Διαγραμματική απεικόνιση της κατανομής των ηλεκτρονίων σε στιβάδες (φλοιούς). Η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων, όπως φαίνεται στο σχήμα, εμφανίζει μια περιοδικότητα η οποία τελικά εκφράζεται στον περιοδικό πίνακα.



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



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



Εικονική παρουσίαση των ηλεκτρονιακών στιβάδων ή φλοιών.

2.2 Κατάταξη των στοιχείων (Περιοδικός Πίνακας) Χρησιμότητα του Περιοδικού Πίνακα

Περιοδικός Πίνακας των στοιχείων

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

Ο σημερινός περιοδικός πίνακας είναι αποτέλεσμα πολλών προσπαθειών. Αξίζει να αναφερθούμε στην προσπάθεια του Άγγλου χημικού Newlands, ο οποίος το1864 πρότεινε να ταξινομηθούν τα στοιχεία κατά οκτάβες. Η βάση για την ταξινόμησή του ήταν η παρατήρηση ότι, αν τα στοιχεία καταταχθούν κατά αυξανόμενη σχετική ατομική μάζα (ατομικό βάρος), κάθε όγδοο στοιχείο παρουσιάζει ανάλογες ιδιότητες με το πρώτο. Κάθε όγδοο στοιχείο δηλαδή παρουσιάζει μίαν αρμονία, κάνοντας έτσι έναν ατυχή παραλληλισμό με τη μουσική κλίμακα (αρμονικές σχέσεις παρουσιάζονται κάθε οκτώ βήματα). Τον ίδιο χρόνο, το 1864, ο Γερμανός Meyer έδειξε ότι υπάρχει μία περιοδική σχέση μεταξύ των ιδιοτήτων των στοιχείων π.χ. του ατομικού όγκου και της σχετικής ατομικής μάζας.

Πολύ πιο μακριά, στην Αγία Πετρούπολη, την ίδια εποχή ο Ρώσος χημικός Mendeleev επικέντρωσε την προσοχή του στο θέμα της συγκρότησης του περιοδικού πίνακα, αγνοώντας όσα είχε επιτύχει ο Meyer. Ο Mendeleev κατατάσσοντας τα στοιχεία κατ' αυξανόμενη σχετική ατομική μάζα και έχοντας τη διορατικότητα να αφήνει ***κενές θέσεις*** (για τα στοιχεία που δεν είχαν ακόμα ανακαλυφθεί), και κάνοντας κάποιες διορθώσεις όσον αφορά στη σειρά ταξινόμησης (γνωστό ως ***μειονέκτημα των αναστροφών ή πρωθύστερων***), έφτασε το 1869 σε μια ορθογώνια διάταξη, που μοιάζει με το σύγχρονο περιοδικό πίνακα. Έτσι δημιουργήθηκε από τον Mendeleev ο πρώτος πίνακας ταξινόμησης των 63 γνωστών για την εποχή εκείνη στοιχείων.

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

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

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

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

➢ *Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδικές συναρτήσεις του ατομικού αριθμού.*

Οι ομάδες, οι περίοδοι και τα κοινά χαρακτηριστικά τους

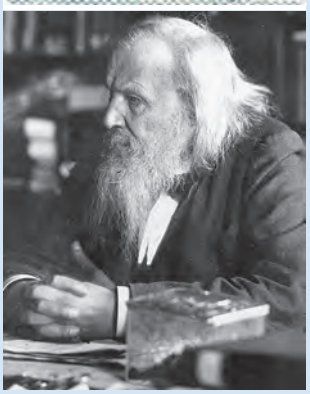
Μία σύγχρονη μορφή περιοδικού πίνακα (βλέπε σελίδα 51) δομείται από οριζόντιες σειρές (περίοδοι) και κατακόρυφες στήλες (ομάδες).

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

Όπως φαίνεται στον περιοδικό πίνακα (σελίδα 51), συνολικά υπάρχουν επτά περίοδοι. Η πρώτη περίοδος περιλαμβάνει δύο μόνο στοιχεία, των οποίων τα άτομα έχουν ηλεκτρόνια μόνο στη στιβάδα K. Η δεύτερη και τρίτη περίοδος περιλαμβάνουν οκτώ στοιχεία η καθεμιά, τα άτομα των οποίων έχουν εξωτερική στιβάδα την L και M, αντίστοιχα. Η τέταρτη και πέμπτη περίοδος έχουν από δεκαοκτώ στοιχεία και τα άτομά τους έχουν εξωτερική στιβάδα την N και O, αντίστοιχα. Η έκτη περιλαμβάνει τριανταδύο στοιχεία με ηλεκτρόνια σθένους (ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας) στην P στιβάδα. Η έβδομη περίοδος περιλαμβάνει προς το παρόν εικοσιέξι στοιχεία, (με την ανακάλυψη νέων τεχνητών στοιχείων ο αριθμός αυτός συνεχώς αυξάνεται) με ηλεκτρόνια σθένους στην Q στιβάδα.

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

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



Ο **Mendeleev** (1834-1907) έμοιαζε λίγο με τον παράφρονα μοναχό Ρασπούτιν (συνήθιζε, λένε, να πηγαίνει μια ορισμένη μόνο μέρα του χρόνου για κούρεμα).
Λέγεται ότι σχεδιάζοντας τον περιοδικό πίνακα τον πήρε ο ύπνος. Το όνειρο που είδε εκείνη τη νύκτα τον οδήγησε στη μεγαλοφυή του σκέψη να αφήσει τις κενές θέσεις και να δημιουργήσει τον πασίγνωστο περιοδικό πίνακα.
Ο Mendeleev δεν επαναπαύθηκε στη δόξα που του προσπόρισε ο περιοδικός πίνακας, συνέχισε να μελετά με το ίδιο πείσμα, κυριως τεχνολογικά θέματα για την ανάπτυξη της ρωσικής βιομηχανίας. Δε δίστασε όμως να παραιτηθεί από το πανεπιστήμιο της Πετρούπολης, όπου επί πολλά χρόνια ήταν καθηγητής, όταν ο υπουργός παιδείας αρνήθηκε να δεχτεί τα δίκαια αιτήματα των φοιτητών του.

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

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

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

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

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

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

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

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

Παράδειγμα 2.2

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

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Κάνουμε πρώτα την κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες για το $_{9}X$. X(2,7). Το άτομο του X έχει ηλεκτρόνια στις δύο πρώτες στιβάδες. Το X ανήκει λοιπόν στη δεύτερη περίοδο του περιοδικού πίνακα. Επίσης το άτομο του X έχει στην εξωτερική του στιβάδα επτά ηλεκτρόνια. Άρα το X βρίσκεται στην έβδομη ομάδα (VIIA), δηλαδή την ομάδα των αλογόνων.

Εφαρμογή

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

• **IUPAC:** (International Union Pure and Applied Chemistry) Διεθνής Ένωση Θεωρητικής και Εφαρμοσμένης Χημείας.

Στην ομάδα των αλκαλίων (IA) περιλαμβάνονται από πάνω προς τα κάτω τα δραστικά μέταλλα: Li, Na, K. Η δραστικότητα των μετάλλων αυξάνει με την ίδια σειρά. Γι' αυτό το K φυλάσσεται σε πετρέλαιο, ώστε να αποφύγουμε την αυτοανάφλεξή του κατά την αντίδρασή του με την υγρασία του αέρα. Επίσης είναι μαλακά μέταλλα, όπως βλέπετε το Na κόβεται με το μαχαίρι.

Ως μέταλλα που είναι, χαρακτηρίζονται (μεταλλικός χαρακτήρας) :

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

Παράδειγμα 2.3

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

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Εφόσον βρίσκεται στην 3η περίοδο του πίνακα, έχει ηλεκτρόνια μόνο στις τρεις πρώτες στιβάδες. Εφόσον βρίσκεται στην VA ομάδα, έχει πέντε ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα, που είναι η τρίτη. Είναι φανερό ότι το στοιχείο αυτό έχει δύο ηλεκτρόνια στη στιβάδα K, οκτώ ηλεκτρόνια στη στιβάδα L, και πέντε ηλεκτρόνια στη στιβάδα M. Έχει δηλαδή ηλεκτρονιακή δομή (2,8,5). Επομένως ο ατομικός αριθμός του στοιχείου αυτού είναι Z =1 5.

Εφαρμογή

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

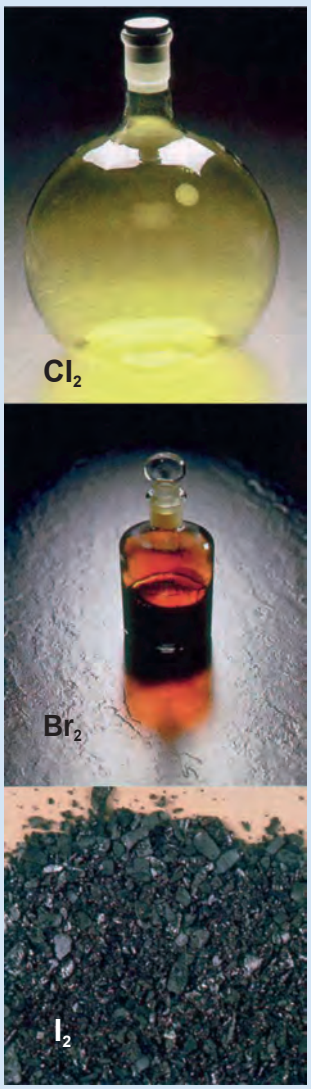
Η χρησιμότητα του περιοδικού πίνακα

Η ανακάλυψη του περιοδικού νόμου, δηλαδή ότι οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού, καθώς και η δημιουργία του σύγχρονου περιοδικού πίνακα, αποτέλεσαν σταθμό στην εξέλιξη της χημικής επιστήμης. Η χρησιμότητα του περιοδικού πίνακα είναι αναμφισβήτητη, για τους εξής λόγους:

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

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

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



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

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

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

Περιοδικός Πίνακας των Στοιχείων

- Μέταλλα
- Αμέταλλα
- Μεταλλοειδή
- Ευγενή αέρια

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1								1 H 1.00794										2 He 4.00260
2	3 Li 6.941	4 Be 9.01218											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.1797
3	11 Na 22.9898	12 Mg 24.3050											13 Al 26.9815	14 Si 28.0855	15 P 30.9738	16 S 32.066	17 Cl 35.4527	18 Ar 39.948
4	19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.88	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.9381	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.69	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
5	37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9059	40 Zr 91.224	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.29
6	55 Cs 132.905	56 Ba 137.327	57 *La 138.906	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.383	82 Pb 207.2	83 Bi 208.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra 226.025	89 †Ac 227.028	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (264)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 (269)	111 (272)	112 (277)						

*Λανθανίδες:	58 Ce 140.115	59 Pr 140.908	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.965	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
†Ακτινίδες:	90 Th 232.038	91 Pa 231.036	92 U 238.029	93 Np 237.048	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

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

Τι είναι ο χημικός δεσμός; Πότε και γιατί δημιουργείται;

Το μεγαλύτερο μέρος, αν όχι ολόκληρο, του πλούτου του κόσμου που μας περιβάλλει πηγάζει από τις ενώσεις που σχηματίζονται με τη συνένωση των στοιχείων του περιοδικού πίνακα. Από τα εκατό περίπου στοιχεία προκύπτουν εκατομμύρια διαφορετικοί συνδυασμοί (χημικές ενώσεις), όπως από τους λίγους φθόγγους μιας γλώσσας παράγονται άπειρες λέξεις. Οι διασυνδέσεις αυτές των ατόμων προς σχηματισμό ενώσεων γίνονται μέσω των χημικών δεσμών. ***Ο χημικός δεσμός*** δηλαδή, με απλά λόγια, είναι η «κόλλα» που ***δένει τα άτομα*** (ή άλλες δομικές μονάδες της ύλης, π.χ. ιόντα) ***προς σχηματισμό ενώσεων*** ή ακόμα άλλων ομάδων ατόμων, όπως είναι τα πολυατομικά στοιχεία π.χ. S_8.

➢ Χημικός δεσμός δημιουργείται, όταν οι δομικές μονάδες της ύλης (άτομα, μόρια ή ιόντα) πλησιάσουν αρκετά, ώστε ***οι ελκτικές δυνάμεις*** που αναπτύσσονται μεταξύ τους (π.χ. μεταξύ του πυρήνα του ενός ατόμου και των ηλεκτρονίων του άλλου) να ***υπερβούν τις απωστικές*** δυνάμεις που αναπτύσσονται (π.χ. μεταξύ των πυρήνων ή μεταξύ των ηλεκτρονίων τους). ***Οι διασυνδέσεις αυτές των ατόμων γίνονται μέσω των ηλεκτρονίων σθένους, δηλαδή των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας***. Μην ξεχνάτε ότι η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων εμφανίζει μία περιοδικότητα, η οποία εκφράζεται στη διάταξη των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα. Η δομή αυτή αντανακλάται στο είδος και την ισχύ των δεσμών που αναπτύσσονται μεταξύ των στοιχείων. Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί ότι ***η δημιουργία του χημικού δεσμού οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενέργεια, το κάνει δηλαδή σταθερότερο.***

• Περίπου 600 000 χιλιάδες ενώσεις παρασκευάζονται κάθε χρόνο.

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

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

Παράγοντες που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά των ατόμων

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

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

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

Ηλεκτρόνια σθένους

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

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

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

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1 Ηλεκτρόνια σθένους στοιχείων που ανήκουν σε κύριες ομάδες του περιοδικού πίνακα

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

Ένα στοιχείο της ομάδας ΙΑ των αλκαλίων, προφανώς έχει ένα μόνο ηλεκτρόνιο στην εξωτερική του στιβάδα, το οποίο επιδιώκει να αποβάλλει, ώστε να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου. Κατ' αυτό τον τρόπο φορτίζεται θετικά (ηλεκτροθετικό στοιχείο). Με ανάλογο σκεπτικό, ένα στοιχείο της VIIA ομάδας του περιοδικού πίνακα, που έχει στην εξωτερική του στιβάδα επτά ηλεκτρόνια, τείνει να προσλάβει ένα ηλεκτρόνιο, ώστε να αποκτήσει δομή ευγενούς αερίου, οπότε και φορτίζεται αρνητικά (ηλεκτραρνητικό στοιχείο). Έτσι μπορούμε να συμπεράνουμε ότι στοιχεία που έχουν «λίγα» ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα έχουν την τάση να δίνουν ηλεκτρόνια, και αυτό συμβαίνει συνήθως με τα στοιχεία των ΙΑ, ΙΙΑ, και ΙΙΙΑ ομάδων του περιοδικού πίνακα. Αντίθετα, στοιχεία που

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

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

έχουν «πολλά» ηλεκτρόνια στην εξωτερική τους στιβάδα έχουν τάση να παίρνουν ηλεκτρόνια, και αυτό συμβαίνει συνήθως με τα στοιχεία των VA, VIA και VIIA ομάδων του περιοδικού πίνακα.

Ατομική ακτίνα (το μέγεθος του ατόμου)

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

Το μέγεθος ενός ατόμου είναι μία από τις πιο ομαλά μεταβαλλόμενες ιδιότητες στον περιοδικό πίνακα.

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

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

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

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

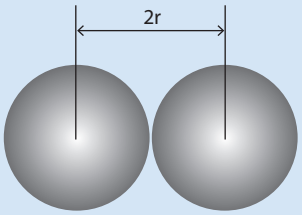
Μετά απ' αυτά φαίνεται ότι το καίσιο (Cs) χάνει πιο εύκολα ένα ηλεκτρόνιο απ' ότι το νάτριο (Na). Ομοίως, το χλώριο (Cl) παίρνει πιο εύκολα ένα ηλεκτρόνιο απ' ότι το ιώδιο (I).

Είδη χημικών δεσμών

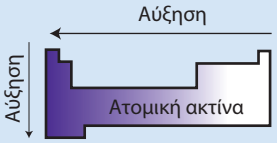
Υπάρχουν δύο βασικά είδη χημικών δεσμών, ο ***ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός*** και ο ***ομοιοπολικός δεσμός***. Πέρα όμως αυτών, υπάρχουν και άλλοι τύποι δεσμών, όπως είναι ο μεταλλικός δεσμός (που εμφανίζεται στα μέταλλα ή κράματα), οι δεσμοί Van der Waals (που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων) κλπ.

Ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός

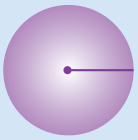
➢ *Ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός, όπως υποδηλώνει το όνομά του, αναπτύσσεται μεταξύ ετεροατόμων, συνήθως μεταξύ ενός μετάλλου (στοιχείου δηλαδή που έχει την τάση να αποβάλλει ηλεκτρόνια) και ενός αμετάλλου (στοιχείου δηλαδή που έχει την τάση να προσλαμβάνει ηλεκτρόνια). Ο δεσμός αυτός απορρέει από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



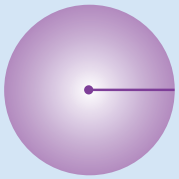
Η ατομική ακτίνα ορίζεται ως το μισό της απόστασης μεταξύ των πυρήνων δύο γειτονικών ατόμων στοιχείου, που βρίσκονται σε στερεή κρυσταλλική κατάσταση.



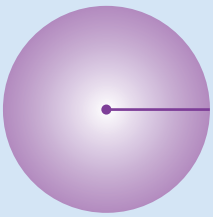
Η ατομική ακτίνα των στοιχείων στον περιοδικό πίνακα αυξάνεται από δεξιά προς τα αριστερά και από πάνω προς τα κάτω.



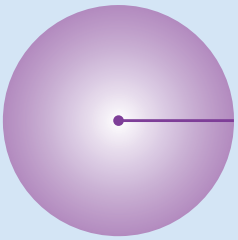
F (72 pm)



CL (99 pm)



Br (114 pm)



I (133pm)

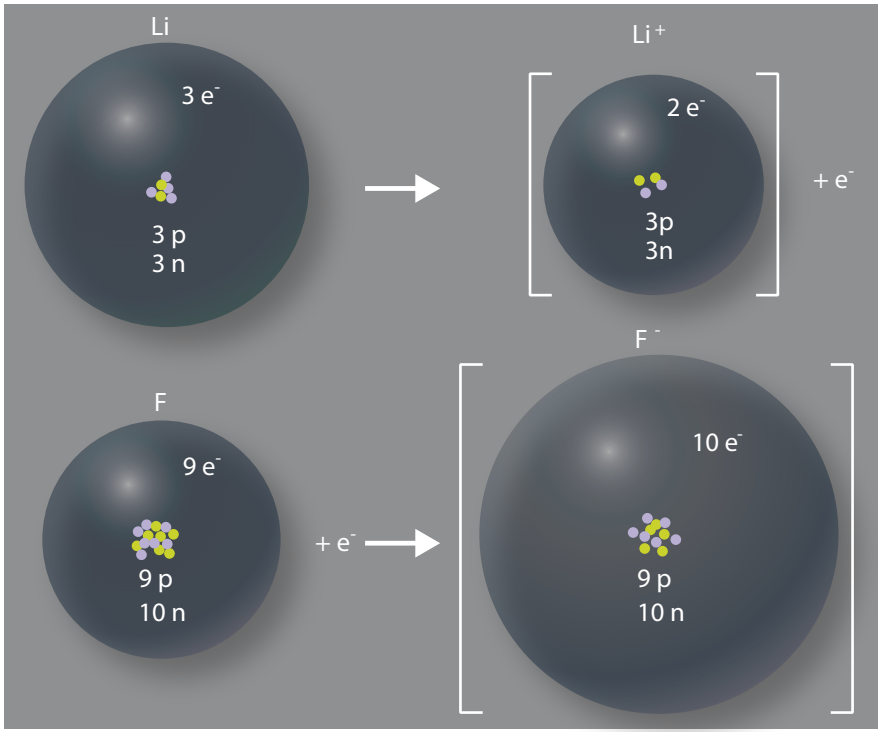
Οι ατομικές ακτίνες των αλογόνων.

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

Ας δούμε όμως, πώς σχηματίζεται η ιοντική ένωση LiF από το μέταλλο λίθιο ($_3$Li) και το αμέταλλο φθόριο ($_9$F).

Η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων είναι: $_3$Li (2,1) και $_9$F (2,7)

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



ΣΧΗΜΑ 2.3 Διαγραμματική απεικόνιση σχηματισμού της ιοντικής ένωσης LiF από Li και F.

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

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

• Όσο μεγαλώνει η ατομική ακτίνα και μικραίνει ο αριθμός ηλεκτρονίων σθένους, τόσο αυξάνεται η ευκολία του ατόμου για αποβολή ηλεκτρονίων. Δηλαδή, αυξάνεται ο ηλεκτροθετικός (μεταλλικός) χαρακτήρας του στοιχείου.

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

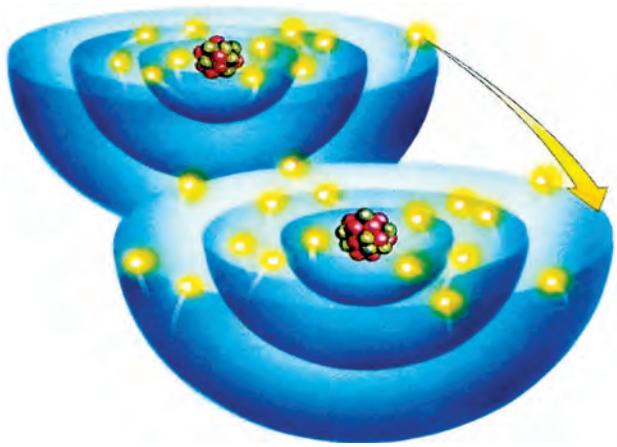
• Ετεροπολικός δεσμός είναι οι δυνάμεις ηλεκτροστατικής φύσης που συγκρατούν τα κατιόντα και ανιόντα στις ιοντικές ενώσεις

(του νέου). Έτσι προκύπτει το κατιόν του νατρίου: $Na \rightarrow Na^{+} + e^{-}$.

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

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

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

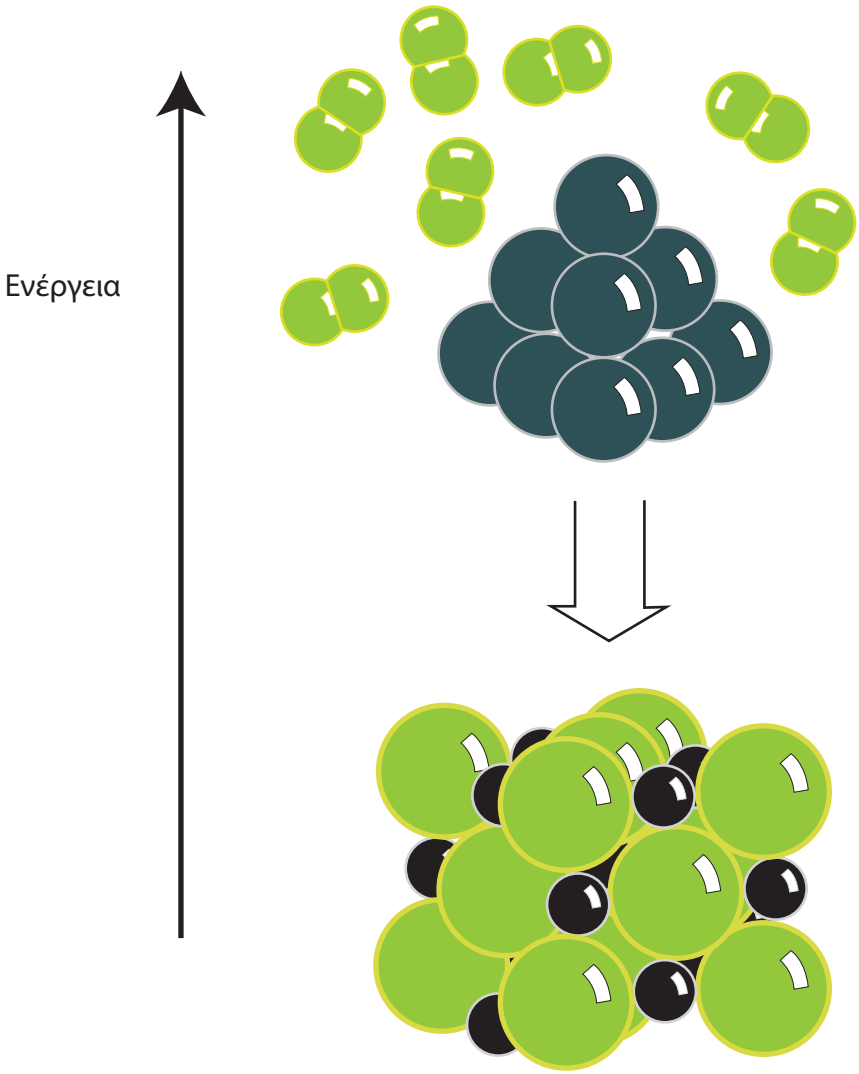


ΣΧΗΜΑ 2.4 Εικονική παρουσίαση του σχηματισμού της ιοντικής ένωσης NaCl από Na και Cl με μεταφορά ηλεκτρονίων.

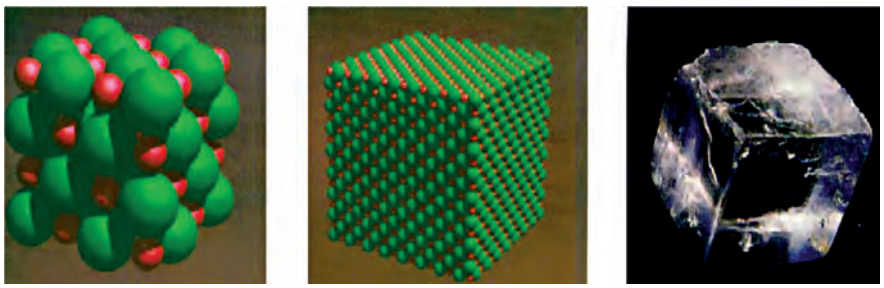
Τέλος, τα ιόντα που σχηματίζονται συγκρατούνται με ισχυρές ηλεκτροστατικές δυνάμεις σε ορισμένες θέσεις στον κρύσταλλο του NaCl. Στον κρύσταλλο αυτό οι δυνάμεις Coulomb ασκούνται προς όλες τις διευθύνσεις. Έτσι, τα ιόντα συσσωρεύονται, ώστε το κάθε κατιόν να περιβάλλεται από έξι ανιόντα και κάθε ανιόν να περιβάλλεται από έξι κατιόντα. Αυτή η «συσσωρευμένη» κατάσταση εξασφαλίζει την ελάχιστη ενέργεια στο σύστημα, δηλαδή τη μέγιστη σταθερότητα. Επομένως, ***στις ιοντικές ενώσεις δεν υπάρχει η έννοια του μορίου***. Ο δε χημικός τύπος, πχ. NaCl, δείχνει την απλούστερη ακέραια αναλογία κατιόντων και ανιόντων στον κρύσταλλο.

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

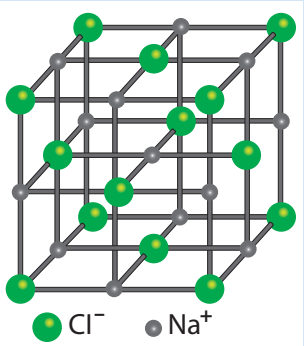
ΣΧΗΜΑ 2.5 Εικονική παρουσίαση του σχηματισμού στερεού χλωριούχου νατρίου (κοινό επιτραπέζιο αλάτι) από στερεό νάτριο και αέριο χλώριο.



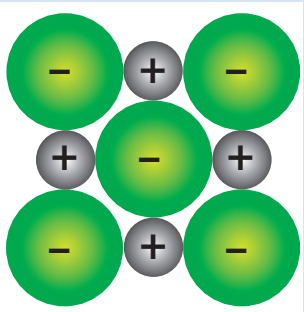
ΣΧΗΜΑ 2.6 Σχηματισμός κρυστάλλου NaCl από Na(*s*) και Cl_2(*g*). Παρατηρήστε ότι τα ιόντα Na^+, που προκύπτουν με αποβολή ηλεκτρονίων, έχουν μικρότερο μέγεθος από τα άτομα Na (αργυρόχρωμες σφαίρες), ενώ τα ανιόντα Cl^- που προκύπτουν με πρόσληψη ηλεκτρονίων έχουν μεγαλύτερο μέγεθος από τα άτομα Cl (κιτρινοπράσινες σφαίρες). Επίσης μη ξεχνάτε ότι ο ιοντικός δεσμός οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενέργεια, όπως παραστατικά παρουσιάζεται στο σχήμα.



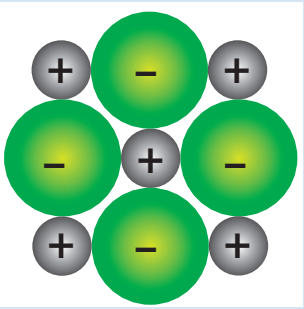
ΣΧΗΜΑ 2.7 Απεικόνιση του κρυστάλλου NaCl (συμπαγή μορφή). Το τελευταίο σχήμα δίνει τη φωτογραφική εικόνα του NaCl, όπως εμφανίζεται στον μακρόκοσμο.



Απεικόνιση του κρυσταλλικού πλέγματος NaCl (αναπτυγμένη μορφή)



Κάθετος διατομή του κρυστάλλου (πρώτο στρώμα).



Κάθετος διατομή του κρυστάλλου (δεύτερο στρώμα).

Χαρακτηριστικά ιοντικών ή ετεροπολικών ενώσεων

Τα βασικά χαρακτηριστικά των ιοντικών ενώσεων είναι:

1. Ιοντικές ενώσεις είναι κατά πλειονότητα τα οξείδια των μετάλλων, τα υδροξείδια των μετάλλων και τα άλατα.

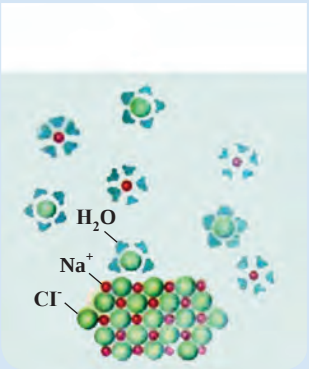
2. Στις ιοντικές ή ετεροπολικές ενώσεις δεν υπάρχουν μόρια. Σχηματίζεται κρύσταλλος του οποίου οι δομικές μονάδες είναι τα ιόντα (ιοντικός κρύσταλλος).

3. Οι ιοντικές ενώσεις έχουν υψηλά σημεία τήξεως λόγω των ισχυρών δυνάμεων Coulomb, που συγκρατούν τα ιόντα τους στον κρύσταλλο. Π.χ. το κοινό αλάτι (χλωριούχο νάτριο) τήκεται περίπου στους 800 °C.

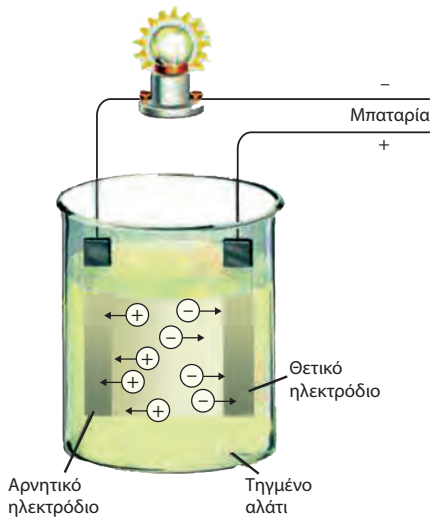
4. Οι κρύσταλλοί τους είναι σκληροί και εύθραυστοι και όχι ελατοί και όλκιμοι, όπως είναι οι κρύσταλλοι των μετάλλων.

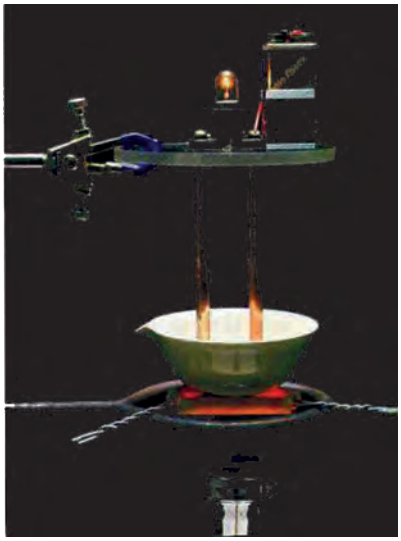
5. Σε αντίθεση με τους κρυστάλλους των μετάλλων (μεταλλικά κρυσταλλικά πλέγματα), οι ιοντικές ενώσεις σε στερεά κατάσταση είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Όμως, τα τήγματα και τα υδατικά τους διαλύματα άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα (βλέπε σχήματα δίπλα και κάτω).

6. Πολλές ιοντικές ενώσεις είναι ευδιάλυτες στο νερό.



Η διάλυση του NaCl(s) στο νερό προκαλεί διάσταση στον κρύσταλλο, οπότε τα ιόντα κινούνται ελεύθερα (καλός αγωγός του ηλεκτρισμού).





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

Ομοιοπολικός δεσμός

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

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

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

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

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

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

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

$$H\cdot + \cdot H \longrightarrow H : H$$

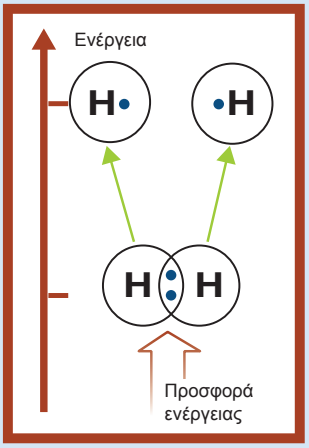
Με ανάλογο τρόπο μπορούμε να μελετήσουμε το σχηματισμό του μορίου του υδροχλωρίου (HCl) από ένα άτομο $_1H$ και ένα άτομο $_{17}Cl$. Τα δύο άτομα αμοιβαία συνεισφέρουν τα μονήρη (μοναχικά) ηλεκτρόνιά τους προς σχηματισμό ενός ομοιοπολικού δεσμού. Κατ' αυτό τον τρόπο τα δύο άτομα αποκτούν δομή ευγενούς αερίου.

$$H\cdot + \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \longrightarrow H:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}: \qquad H\text{-}Cl$$

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

Στο σημείο αυτό καλό είναι να κάνουμε μία σύντομη αναφορά στην έννοια της ηλεκτραρνητικότητας. ***Ηλεκτραρνητικότητα στοιχείου ονομάζεται η τάση του ατόμου στοιχείου να έλκει ηλεκτρόνια, όταν αυτό συμμετέχει στο σχηματισμό πολυατομικών συγκροτημάτων.***

Αν τα άτομα που σχηματίζουν τον ομοιοπολικό δεσμό είναι όμοια μεταξύ τους, όπως π.χ. στο μόριο του H_2, τότε το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων του ομοιοπολικού δεσμού έλκεται εξ ίσου από τους πυρήνες των δύο ατόμων, οπότε έχουμε ομοιόμορφη κατανομή του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων μεταξύ των δύο ατόμων. Στην περίπτωση αυτή έχουμε ένα ***μη πολικό (μη πολωμένο) ομοιοπολικό δεσμό.***



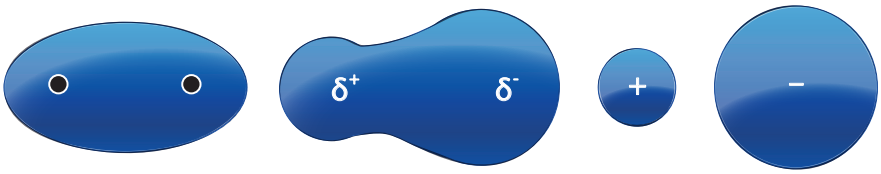
Ο σχηματισμός ομοιοπολικού δεσμού οδηγεί το σύστημα σε χαμηλότερη ενέργεια, όπως φαίνεται σχηματικά στην περίπτωση του σχηματισμού του μορίου του υδρογόνου. Αντίθετα, για να διασπαστεί ένας δεσμός απαιτείται ενέργεια (ενέργεια δεσμού). Όσο μεγαλύτερη είναι η ενέργεια αυτή, τόσο πιο ισχυρός είναι ο δεσμός.

• Γενικώς τα άτομα αμετάλλων ενώνονται με ομοιοπολικό δεσμό.

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

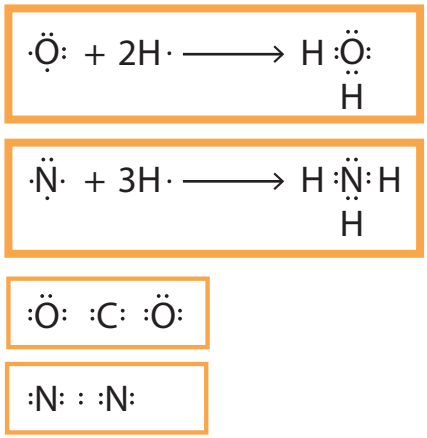
• Ηλεκτραρνητικότητα ενός ατόμου είναι η δύναμη (τάση) με την οποία το άτομο έλκει ηλεκτρόνια μέσα στο μόριο των ενώσεων με άλλα άτομα. Να σημειωθεί ότι, όσο η ατομική ακτίνα μειώνεται και ο αριθμός των ηλεκτρονίων σθένους αυξάνεται, τόσο η τιμή της ηλεκτραρνητικότητας αυξάνει.

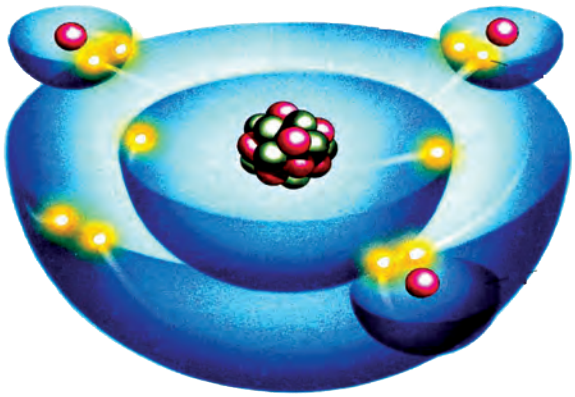
Δε συμβαίνει όμως το ίδιο, όταν τα άτομα του μορίου είναι διαφορετικά, π.χ. στο μόριο του HCl. Στην περίπτωση αυτή το κοινό ζεύγος των ηλεκτρονίων έλκεται περισσότερο από το ηλεκτραρνητικότερο άτομο, π.χ. Cl. Έτσι, έχουμε ανομοιόμορφη κατανομή του κοινού ζεύγους των ηλεκτρονίων, με μεγαλύτερο ποσοστό προς την πλευρά του ηλεκτραρνητικότερου (π.χ. Cl). Στην περίπτωση αυτή ο δεσμός ονομάζεται ***πολικός (πολωμένος) ομοιοπολικός δεσμός***. Είναι μάλιστα προφανές πως όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά ηλεκτραρνητικότητας μεταξύ των ατόμων, τόσο πιο πολωμένος είναι ο ομοιοπολικός δεσμός.



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

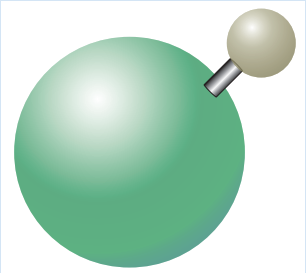
Παρακάτω δίνονται οι ηλεκτρονικοί τύποι των πολυατομικών μορίων, νερού (H_2O) και αμμωνίας (NH_3), καθώς και των μορίων με πολλαπλούς ομοιοπολικούς δεσμούς, διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και αζώτου (N_2). Να παρατηρήσουμε ότι σε όλες τις περιπτώσεις, πλην της τελευταίας, οι δεσμοί είναι ομοιοπολικοί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



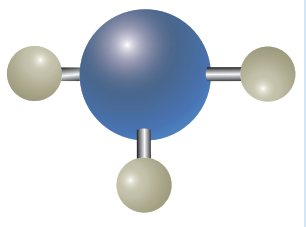


• Οι καθαρά ομοιοπολικοί και καθαρά ιοντικοί δεσμοί είναι ακραίες περιπτώσεις. Οι περισσότεροι δεσμοί είναι ενδιάμεσου χαρακτήρα.
• Η πόλωση ενός ομοιοπολικού δεσμού υποδηλώνει την ύπαρξη ιοντικού χαρακτήρα στον ομοιοπολικό δεσμό.

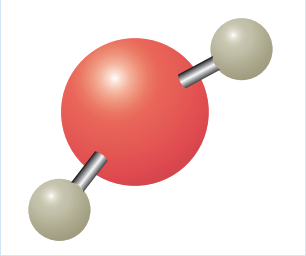
Μοριακά μοντέλα ομοιοπολικών ενώσεων



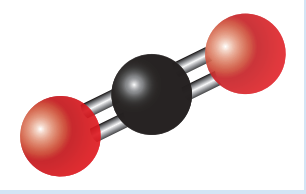
μόριο HCl



μόριο NH_3



μόριο H_2O



μόριο CO_2

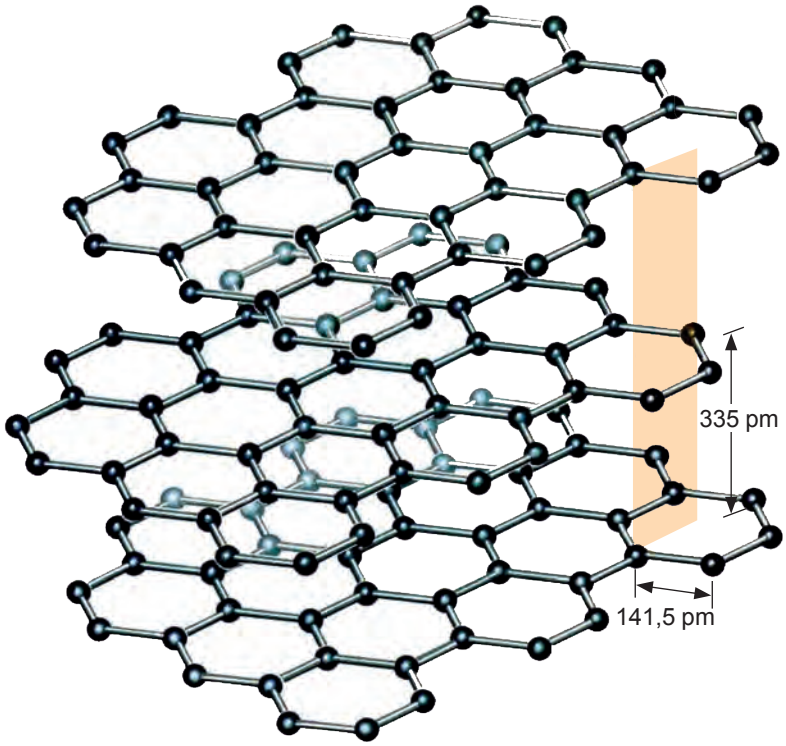
ΣΧΗΜΑ 2.10 Σχηματική απεικόνιση της ομοιοπολικής ένωσης NH_3

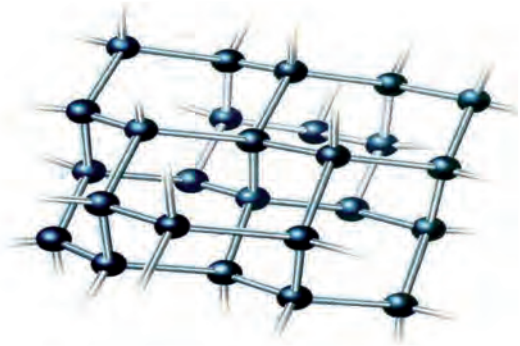
Χαρακτηριστικά ομοιοπολικών ή μοριακών ενώσεων

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

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

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





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

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

Εισαγωγή

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

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

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

Χημικά σύμβολα, το αλφαβητάρι της χημείας

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

Χημικοί τύποι ενώσεων, το λεξιλόγιο της χημείας

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

1. από ποια στοιχεία αποτελείται η ένωση
2. τον ακριβή αριθμό των ατόμων στο μόριο της ένωσης.

Να σημειωθεί ότι η οργανική χημεία περιλαμβάνει τις ενώσεις του άνθρακα πλην του CO, CO_2, H_2CO_3 και ανθρακικών αλάτων.
Για τη γραφή και την ονομασία των μοριακών τύπων είναι απαραίτητη η γνώση των κυριότερων ιόντων καθώς και η εκμάθηση των συνηθέστερων αριθμών οξείδωσης των στοιχείων στις ενώσεις τους. Αυτά εκτίθενται αμέσως παρακάτω:

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

Οι τύποι των ιόντων και οι ονομασίες τους

Τα ιόντα ως γνωστό είναι φορτισμένα άτομα, π.χ. Na^{+}, S^{2-}, ή φορτισμένα συγκροτήματα ατόμων, π.χ. NH_4^{+}, $SO4^{2-}$. Αυτά που έχουν θετικό φορτίο λέγονται κατιόντα, ενώ αυτά που έχουν αρνητικό φορτίο λέγονται ανιόντα. Οι ονομασίες και οι συμβολισμοί των κυριότερων μονοατομικών και πολυατομικών ιόντων δίνονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 2.3 Ονοματολογία των κυριότερων μονοατομικών ιόντων

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

Πίνακας 2.4 Ονοματολογία των κυριότερων πολυατομικών ιόντων

NO_3^{-}	νιτρικό	CN^{-}	κυάνιο (κυανίδιο)	HCO_3^{-}	όξινο ανθρακικό
CO_3^{2-}	ανθρακικό	ClO_4^{-}	υπερχλωρικό	HPO_4^{2-}	όξινο φωσφορικό
SO_4^{2-}	θειικό	ClO_3^{-}	χλωρικό	$H_2PO_4^{-}$	δισόξινο φωσφορικό
PO_4^{3-}	φωσφορικό	ClO_2^{-}	χλωριώδες	MnO_4^{-}	υπερμαγγανικό
OH^{-}	υδροξείδιο	ClO^{-}	υποχλωριώδες	$Cr_2O_7^{2-}$	διχρωμικό
NH_4^{+}	αμμώνιο	HSO_4^{-}	όξινο θειικό	CrO_4^{2-}	χρωμικό

Αριθμός οξείδωσης

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

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

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

χημικά σύμβολα
↓
το αλφάβητο

χημικοί τύποι
↓
το λεξιλόγιο

χημικές εξισώσεις (αντιδράσεις)
↓
οι προτάσεις

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

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

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

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

1. Κάθε στοιχείο σε ελεύθερη κατάσταση έχει Α.Ο. ίσο με το μηδέν.
2. Το Η στις ενώσεις του έχει Α.Ο ίσο με +1, εκτός από τις ενώσεις του με τα μέταλλα (υδρίδια) που έχει -1.
3. Το F στις ενώσεις του έχει πάντοτε Α.Ο ίσο με -1.
4. Το Ο στις ενώσεις του έχει Α.Ο ίσο με -2, εκτός από τα υπεροξείδια (που έχουν την ομάδα -O-O-), στα οποία έχει -1, και την ένωση OF_2 (οξείδιο του φθορίου), στην οποία έχει +2.
5. Τα αλκάλια, π.χ. Na, K, έχουν πάντοτε Α.Ο. +1, και οι αλκαλικές γαίες, π.χ. Ba, Ca, έχουν πάντοτε Α.Ο. +2 .
6. Το αλγεβρικό άθροισμα των Α.Ο όλων των ατόμων σε μία ένωση είναι ίσο με το μηδέν.
7. Το αλγεβρικό άθροισμα των Α.Ο όλων των ατόμων σε ένα πολυατομικό ιόν είναι ίσο με το φορτίο του ιόντος.

Παράδειγμα 2.4

Να υπολογισθούν οι αριθμοί οξείδωσης:
α) του S στο θειικό οξύ (H_2SO_4)
β) του P στο φωσφορικό ιόν (PO_4^{3-})

ΑΠΑΝΤΗΣΗ
α) Οι αριθμοί οξείδωσης για το Η είναι +1 και για το Ο είναι -2, άρα έχουμε:
$2(+1) + x + 4(-2) = 0 \Rightarrow x = +6$
β) Για το Ο ο αριθμός οξείδωσης είναι -2, άρα έχουμε:
$x + 4(-2) = -3 \Rightarrow x = +5$
δηλαδή, ο Α.Ο. του P στο φωσφορικό ιόν είναι +5.

Εφαρμογή

Να υπολογίσετε τους αριθμούς οξείδωσης:
α) του χρωμίου (Cr) στο διχρωμικό κάλιο ($K_2Cr_2O_7$) και
β) του άνθρακα (C) στο ανθρακικό ιόν (CO_3^{2-}).

Γραφή μοριακών τύπων ανόργανων χημικών ενώσεων

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

Να παρατηρήσουμε ότι:

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

β. αν ο λόγος ψ:x απλοποιείται, τότε προηγείται απλοποίηση πριν από τη γραφή του μοριακού τύπου.

Παράδειγμα 2.5

Να γραφούν οι μοριακοί τύποι των ενώσεων που αποτελούνται από:

α) Al^{+3} και SO_4^{2-}

β) Sn^{4+} και O^{2-}.

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

α) $Al_2(SO_4)_3$

β)$Sn_2O_4 \rightarrow SnO_2$.

Εφαρμογή

Να γραφούν οι μοριακοί τύποι των ενώσεων που αποτελούνται από:

α) Ca^{2+} και CO_3^{2-}.

β) Fe^{3+} και S^{2-}.

Ονοματολογία ανόργανων χημικών ενώσεων

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

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

K_2CO_3	ανθρακικό κάλιο
$Ca_3(PO_4)_2$	φωσφορικό ασβέστιο
NH_4ClO_3	χλωρικό αμμώνιο
H_2SO_4	θειικό οξύ
H_3PO_4	φωσφορικό οξύ

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

• Εξαιρέσεις

HF	υδροφθόριο
HCl	υδροχλώριο
HBr	υδροβρώμιο
HI	υδροϊώδιο
H_2S	υδρόθειο
HCN	υδροκυάνιο.

β. Η ονομασία ένωσης μετάλλου (ή NH_4^+) με αμέταλλο προκύπτει από το όνομα του αμετάλλου με την κατάληξη -ούχο ή -ίδιο και ακολουθεί το όνομα του μετάλλου (ή NH_4^+). Να παρατηρήσουμε ότι, αν το μέταλλο έχει περισσότερους από έναν αριθμούς οξείδωσης, τότε μέσα σε παρένθεση αναγράφεται με λατινικό αριθμό ο αριθμός οξείδωσης στον οποίο αναφερόμαστε. π.χ.

$MgBr_2$ βρωμιούχο μαγνήσιο
FeS θειούχος σίδηρος (II)
Fe_2O_3 οξείδιο σιδήρου (III)

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

KOH υδροξείδιο του καλίου,
$Al(OH)_3$ υδροξείδιο του αργιλίου

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

CO μονοξείδιο του άνθρακα
CO_2 διοξείδιο του άνθρακα
N_2O_5 πεντοξείδιο του αζώτου
PCl_5 πενταχλωριούχος φωσφόρος

Εφαρμογή

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

	NO_3^-	ClO_2^-	SO_4^{2-}	PO_4^{3-}	S^{2-}	OH^-	Cl^-	O^{2-}
Na^+								
Ca_2^+								
Cu^{2+}								
Al^{3+}			$Al_2(SO_4)_3$					
Fe^{3+}								
NH_4								
H^+								

α. Να συμπληρώσετε τον πίνακα γράφοντας σε κάθε κενό τον αντίστοιχο μοριακό τύπο, όπως δείχνει το παράδειγμα.
β. Να αριθμήσετε και να ονομάσετε τις 63 ενώσεις του πίνακα.
γ. Δίπλα από κάθε όνομα και χωρίς να βλέπετε τον πίνακα να γράψετε τον αντίστοιχο τύπο και στη συνέχεια να ελέγξετε τους τύπους με τους αντίστοιχους τύπους του πίνακα.

Γνωρίζεις ότι.....

Μια περιοδεία στον περιοδικό πίνακα

(εμπνευσμένο από το περιοδικό βασίλειο του Atkins)

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

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

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

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

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

Αν διασχίσουμε προς τα αριστερά τη γέφυρα μετάβασης (μετάπτωσης), φτάνουμε στη χώρα της ανατολής, το δεξιό ***ορθογώνιο τμήμα των στοιχείων p***. Εδώ βρίσκεται η πιο εύφορη περιοχή του περιοδικού βασιλείου, που είναι αυτή του άνθρακα. Ο C διακρίνεται από τη μετριοπάθειά του, είναι καλόβολος στις σχέσεις του, δεν είναι ψηλομύτης, όπως ας πούμε το φθόριο. Στη χημεία, όπως πολλές φορές και στη ζωή, αυτό ανταμείβεται. Ο C με τη μετριοφροσύνη του επέβαλε τον εαυτό του ως βασιλιά του περιοδικού πίνακα. Μην ξεχνάτε ότι ο άνθρακας αποτελεί το βασικό συστατικό των 10 περίπου εκατομμυρίων οργανικών ενώσεων. Εδώ στην ανατολική χώρα τα μέταλλα είναι πολύ πιο ήρεμα. Για παράδειγμα, ο κασσίτερος (Sn) για χρόνια χρησιμοποιούνταν σαν προστατευτική επικάλυψη των χαλύβδινων σωλήνων στη κονσερβοποιία, προτού ο κοντινός βόρειος γείτονάς του, το αργίλιο (A1), αντικαταστήσει τόσο το σκελετό (σίδηρο) όσο και την επιδερμίδα (κασσίτερο) σχεδόν όλων των συσκευασιών ποτών, ακόμη κι εκείνων που είναι τόσο διαβρωτικά όσο τα ανθρακούχα αναψυκτικά. Ο μόλυβδος (Pb), ο βόρειος γείτονας του κασσιτέρου, διήνυσε ακόμη

μεγαλύτερη διαδρομή μέσα στην ιστορία χάρη στη χημική του αδράνεια. Από την εποχή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας μέχρι σήμερα χρησιμοποιείται για τη μεταγωγή του νερού, που είναι εξαιρετικά διαβρωτικό υγρό. Βέβαια ο μόλυβδος δεν είναι απολύτως αδρανής, κι έτσι, όταν μικρές ποσότητες αυτού εισέλθουν στον ανθρώπινο εγκέφαλο, προκαλούν διανοητική εξασθένηση.

Διασχίζοντας τη γραμμή των μεταλλοειδών φτάνουμε στην καρδιά της ανατολικής χώρας στο βασίλειο των αμετάλλων. Εδώ βρίσκουμε ορισμένες γνώριμες αόρατες αέριες περιοχές, όπως το άζωτο και το οξυγόνο. Το οξυγόνο είναι ζωτικής σημασίας. Το ίδιο απαραίτητο για τη ζωή είναι το άζωτο, γιατί οι πρωτεΐνες δομούνται από αυτό. Χάρη σ' αυτό μεταβιβάζεται η κληρονομικότητα, μέσω του DNA. Πιο κάτω διακρίνουμε το φώσφορο (P), που αποτελεί συστατικό των οστών. Ο P πέρα απ' αυτό έχει μία έντονη προσωπικότητα, που τον καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλο να αποθηκεύει ενέργεια στους οργανισμούς, υπό μορφή ATP. Ένα σπουδαίο χαρακτηριστικό της ζωής είναι ότι δεν τελειώνει αστραπιαία, αλλά απαιτεί αργή εκτύλιξη και προσεκτική διάθεση ενέργειας. Μία μικρή ποσότητα ενέργειας εδώ, άλλη μία εκεί, όχι ένας αιφνίδιος κατακλυσμός. Ένα βήμα πιο δεξιά συναντάμε το θείο, ένα κίτρινο στερεό, που αποτελεί τη βάση για την παραγωγή του θειικού οξέος. Η παραγωγή του θειικού οξέος, που εμπλέκεται ισχυρά στη βιομηχανία λιπασμάτων, έχει χρησιμοποιηθεί ως δείκτης της απόδοσης της οικονομίας μιας χώρας. Να λοιπόν μία περίεργη συμμαχία: οι οργανισμοί με κύριο συστατικό τον *C*, χρησιμοποιούν οξέα, με κύριο συστατικό το *S*, ώστε να παράγουν λιπάσματα, με κύριο συστατικό το *P*, για να παράσχουν ενέργεια σε πρωτεΐνες, των οποίων το κύριο συστατικό είναι το *N*.

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

Πιο ανατολικά βρίσκονται τα αλογόνα. Το φθόριο ξεχωρίζει, είναι πολύ δραστικό αέριο, που πολύ δύσκολα αποθηκεύεται εξ' αιτίας της ευκολίας που μετατρέπει τα δοχεία σε κόσκινα. Ευτυχές πάντως γεγονός είναι η χρήση του φθορίου ως παράγοντα σκλήρυνσης του σμάλτου των δοντιών και συμβάλλει σημαντικά στη συνολική βελτίωση της οδοντικής υγείας των εθνών. Το χλώριο, ακριβώς νότια, βρίσκεται σε μεγάλη αφθονία στο θαλασσινό νερό. Εκεί, αγκαλιά με το νάτριο, αποτελούν το επιτραπέζιο αλάτι. Το χλώριο υπάρχει άφθονο και στο σώμα μας, ο ρόλος του, όπως και στις θάλασσες, είναι κάπως παθητικός. Αποτελεί την ερωτική σύντροφο του νατρίου, και ο ρόλος του περιορίζεται σ' αυτό. Ωστόσο, σε αέρια μορφή το χλώριο παρουσιάζει έντονες ομοιότητες με το φθόριο, μπορεί να θανατώσει τόσο μικρόβια όσο και ανθρώπους. Αλλά μπορεί να ευθύνεται και για τη θανάτωση πληθυσμών με περισσότερο ανεπαίσθητους τρόπους: οι χλωράνθρακες και οι χλωροφθοράνθρακες, που χρησιμεύουν σαν ψυκτικά υγρά ή στα αεροζόλ, προκαλούν την τρύπα του όζοντος.

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

Ανάμεσα στην ανατολική και στη δυτική χώρα εκτείνεται η γέφυρα μετάβασης (μετάπτωσης) με τα *στοιχεία d*. Εδώ φαίνεται η περιοχή εξερευνήθηκε από ανατολάς προς δυσμάς. Ο χαλκός βοήθησε την ανθρωπότητα να φύγει από την εποχή του λίθου και να οδηγηθεί στην εποχή του μετάλλου. Ο χαλκός αντέχει στη διάβρωση γι' αυτό και έχει ακόμα και σήμερα δύο βασικές χρήσεις: στην κατασκευή υδροσωλήνων και στη νομισματοκοπία. (Την ίδια φιλοσοφία ακολουθούν ο άργυρος και ο χρυσός, που χρησιμοποιούνται πολύ καιρό τώρα ως μέταλλα του εμπορίου, της διακόσμησης και της νομισματοκοπίας, λόγω κυρίως της ελκυστικής τους εμφάνισης, της σπανιότητάς τους και της ανθεκτικότητάς τους στη διάβρωση). Ακολούθησε η εποχή του σιδήρου που οδήγησε τον κόσμο στη βιομηχανική επανάσταση. Τέλος, έχουμε το τιτάνιο με τις ιδιότητες ακριβώς που χρειάζεται μία κοινωνία η οποία επιδίδεται στην υψηλή τεχνολογία, ώστε να κατακτήσει τους ουρανούς (κατασκευή διαστημοπλοίων). Είναι ένα μέταλλο σκληρό και ανθεκτικό στη διάβρωση, ωστόσο ελαφρό...

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

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

Ανακεφαλαίωση

1. Σύμφωνα με τον Bohr το άτομο αποτελείται από τον πυρήνα (θετικά πρωτόνια και ουδέτερα νετρόνια) και γύρω από τον πυρήνα σε καθορισμένες κυκλικές τροχιές περιστρέφονται τα ηλεκτρόνια (πλανητικό ατομικό μοντέλο).
2. Τα ηλεκτρόνια ενός ατόμου κατανέμονται σε στιβάδες. Ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων που μπορεί να πάρει καθεμία από τις τέσσερις πρώτες στιβάδες είναι $2n^2$, όπου n ο κύριος κβαντικός αριθμός.
3. Στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα τα στοιχεία κατατάσσονται με βάση τον ατομικό τους αριθμό. Σύμφωνα με το σύγχρονο περιοδικό νόμο οι ιδιότητες των στοιχείων είναι περιοδική συνάρτηση του ατομικού τους αριθμού.
4. Οι οριζόντιες σειρές του πίνακα ονομάζονται περίοδοι και κατά μήκος αυτών υπάρχει βαθμιαία μεταβολή των ιδιοτήτων των στοιχείων. Οι κατακόρυφες στήλες του πίνακα ονομάζονται ομάδες και καταλαμβάνονται από στοιχεία με ανάλογες ιδιότητες.
5. Η χημική συμπεριφορά των στοιχείων καθορίζεται από την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων τους (ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας) και την ατομική ακτίνα.
6. Τα δύο κυριότερα είδη χημικών δεσμών είναι ο ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός, που δημιουργείται με αποβολή και πρόσληψη ηλεκτρονίων, και ο ομοιοπολικός δεσμός, που δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων.
7. Ο ομοιοπολικός δεσμός που αναπτύσσεται μεταξύ ατόμων με διαφορετική ηλεκτραρνητικότητα, ονομάζεται πολικός ομοιοπολικός δεσμός.
8. Για τη γραφή και την ονομασία των χημικών ενώσεων θα πρέπει να γνωρίζουμε τους συμβολισμούς, τις ονομασίες και τα φορτία των ιόντων.
9. Ως αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.) ενός ατόμου σε μία ομοιοπολική ένωση ορίζεται το φαινομενικό φορτίο που θα αποκτήσει το άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο. Αντίστοιχα, Α.Ο. ενός ιόντος, σε μια ιοντική ένωση είναι το πραγματικό φορτίο του ιόντος.

Λέξεις Κλειδιά

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

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Τι ονομάζεται ηλεκτρονιακή στιβάδα; Πώς μεταβάλλεται η ενέργεια των ηλεκτρονιακών στιβάδων;

2. Πώς συμβολίζονται οι ηλεκτρονιακές στιβάδες και σε ποια τιμή του κύριου κβαντικού αριθμού (n) αντιστοιχεί η καθεμία από αυτές;

3. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός ηλεκτρονίων σε κάθε ηλεκτρονιακή στιβάδα; Ποιος τύπος προσδιορίζει τον αριθμό αυτό;

4. Τι ισχύει για τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας και τι για τον αριθμό των ηλεκτρονίων της πλησιέστερης προς την εξωτερική στιβάδα;

5. Να διατυπώσετε το σύγχρονο περιοδικό νόμο.

6. Τι είναι η περίοδος στον περιοδικό πίνακα; Πόσες περιόδους έχουμε στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα;

7. Για το στοιχείο κάλιο (K), που βρίσκεται στην $4^{η}$ περίοδο του περιοδικού πίνακα, τι πληροφορία έχουμε;

8. Τι είναι η ομάδα στον περιοδικό πίνακα; Πόσες ομάδες έχουμε στο σύγχρονο περιοδικό πίνακα;

9. Για ποιο λόγο τα στοιχεία ενώνονται μεταξύ τους;

10. Πότε ένα στοιχείο μπορεί να σχηματίσει ιοντικό δεσμό;

11. Να περιγράψετε τρία διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταξύ των ιοντικών και των ομοιοπολικών ενώσεων.

12. Τι ονομάζεται ηλεκτραρνητικότητα ενός στοιχείου;

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

Ασκήσεις - Προβλήματα

Ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων

Ένα απλό μοντέλο για το άτομο

14 Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι λάθος;

α) Ηλεκτρόνια της ίδιας στιβάδας έχουν την ίδια ενέργεια.

β) Η στιβάδα L μπορεί να περιέχει 10 ηλεκτρόνια.

γ) Η εξωτερική στιβάδα (εκτός της K) περιέχει το πολύ 8 ηλεκτρόνια.

δ) Η στιβάδα O περιέχει για τα γνωστά μέχρι σήμερα στοιχεία, βάσει του τύπου $2n^2$, 50 ηλεκτρόνια.

15 Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α) Το άτομο αποτελείται από τον πυρήνα, που περιέχει τα θετικά ……. …….. και τα …….. νετρόνια.

β) Γύρω από τον …….. κινούνται σε …….. τροχιές τα ……..

16. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι λάθος;

α) Η στιβάδα K αντιστοιχεί σε $n = 1$.

β) Η στιβάδα N αντιστοιχεί σε $n = 2$.

γ) Η στιβάδα L περιέχει το πολύ 8 ηλεκτρόνια.

δ) Για τις στιβάδες K και L ισχύει $E_K < E_L$.

17. Να συμπληρώσετε τον πίνακα:

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

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

Περιοδικός Πίνακας

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

20. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α) Ένα στοιχείο που βρίσκεται στην $5^{η}$ περίοδο έχει τα ηλεκτρόνιά του κατανεμημένα σε … …….. .

β) Ένα στοιχείο που βρίσκεται στην VIIA ομάδα περιέχει … …… στην …… στιβάδα.

21. Για το άτομο του νατρίου (Na) δίνεται ο ατομικός του αριθμός: Z = 11.
Σε τι μοιάζει και σε τι διαφέρει το ιόν του νατρίου από το άτομο του προηγούμενού του ευγενούς αερίου και από το ιόν του επόμενού του στοιχείου στον περιοδικό πίνακα;
Σε ποια ομάδα και σε ποια περίοδο του περιοδικού πίνακα ανήκει το καθένα από τα παραπάνω τρία στοιχεία;

22. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

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

β) Οι ιδιότητες των στοιχείων είναι…….. …….του …….. αριθμού τους.

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

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

23. Έχουμε αναφέρει ότι στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα παρουσιάζουν ανάλογες φυσικές ιδιότητες.
Η VIA ομάδα του περιοδικού πίνακα περιέχει κατά σειρά τα στοιχεία:
O (Z = 8), S (Z = 16), Se (Z = 34), Te (Z = 52) και Po (Z = 84). Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

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

24. Έχουμε αναφέρει ότι στοιχεία που βρίσκονται στην ίδια ομάδα του περιοδικού πίνακα παρουσιάζουν ανάλογες φυσικές ιδιότητες.
Η ομάδα των ευγενών αερίων περιέχει κατά σειρά τα στοιχεία: He (Z = 2), Ne (*Z* = 10), Ar (*Z* = 18), Kr (*Z* = 36), Xe (*Z* = 54), Rn (*Z* = 86).
Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

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

25. Να συμπληρώσετε τον πίνακα:

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

26. Να δώσετε δύο παραδείγματα στοιχείων για καθεμία από τις παρακάτω ομάδες του περιοδικού πίνακα:
α) αλκάλια β) αλκαλικές γαίες γ) αλογόνα δ) ευγενή αέρια.

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

28. Να συμπληρώσετε την πρόταση:
Τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα που βρίσκονται κατά μήκος μιας οριζόντιας σειράς του αποτελούν μία …….. αυτού και έχουν:
α) τις ίδιες ιδιότητες
β) τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα
γ) τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονιακών στιβάδων
δ) τον ίδιο ατομικό αριθμό
ε) τον ίδιο μαζικό αριθμό
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

29. Να συμπληρώσετε την πρόταση:
Τα στοιχεία του περιοδικού πίνακα που βρίσκονται, κατά μήκος της ίδιας κατακόρυφης στήλης του αποτελούν μία …… αυτού και έχουν:
α) παρόμοιες ιδιότητες
β) παραπλήσιο ατομικό αριθμό
γ) τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονιακών στιβάδων
δ) την ίδια ατομική ακτίνα
Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

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

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

α) έχει ατομικό αριθμό 8 και βρίσκεται στην VIA ομάδα

β) έχει ατομικό αριθμό 12 και βρίσκεται στην IVA ομάδα

γ) έχει ατομικό αριθμό 16 και βρίσκεται στην VIA ομάδα

δ) έχει ατομικό αριθμό 12 και βρίσκεται στην IIA ομάδα

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

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

ii) τα στοιχεία A και B βρίσκονται:

α) στην ίδια περίοδο και σε διαφορετική ομάδα

β) στην ίδια ομάδα και σε διαφορετική περίοδο

γ) σε διαφορετική ομάδα και σε διαφορετική περίοδο

δ) στην ίδια ομάδα και στην ίδια περίοδο

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

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

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

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

α) στην $2^η$ περίοδο και στην VIA ομάδα

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

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

α) στην $5^η$ β) στην $2^η$

γ) στην $4^η$ δ) στην $7^η$

37. Τα στοιχεία που έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα τρία ηλεκτρόνια σε ποια από τις παρακάτω ομάδες του περιοδικού πίνακα ανήκουν;

α) στην VA β) στην IIB

γ) στην IIIA δ) στην VIIA

Χημικοί Δεσμοί

38. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α) Τα ευγενή αέρια έχουν στην εξωτερική τους στιβάδα ..... ηλεκτρόνια εκτός από το ..... που έχει στην .....στιβάδα ..... ηλεκτρόνια.

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

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

δ) Η ατομική ακτίνα καθορίζει το …….. του …….

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

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

* **41.** Δίνονται τα στοιχεία Α και Β. Το στοιχείο Α ανήκει στην ΙΙΑ ομάδα και στην $4^η$ περίοδο, ενώ το στοιχείο Β ανήκει στην VIIA ομάδα και στην $3^η$ περίοδο του περιοδικού πίνακα. Να εξηγήσετε τι είδους δεσμό μπορούν να σχηματίσουν τα παραπάνω στοιχεία. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της ένωσης που θα σχηματίσουν; Τι δείχνει ο τύπος αυτός;

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

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

α) του καλίου ($_{19}K$) και του φθορίου ($_9F$).

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

γ) του ασβεστίου ($_{20}Ca$) και του υδρογόνου ($_1H$).

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

45. Η ένωση NaCl (χλωριούχο νάτριο) είναι ένωση ομοιοπολική ή ετεροπολική; Είναι …… γιατί:

α) βρίσκεται σε συνηθισμένες συνθήκες σε στερεά κατάσταση

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

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

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

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

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

* **46.** Στα κενά του παρακάτω πίνακα να συμπληρώσετε:

α) Το γράμμα Ο, αν η ένωση που σχηματίζουν τα αντίστοιχα στοιχεία είναι ομοιοπολική,

β) το γράμμα Ε αν η αντίστοιχη ένωση είναι ετεροπολική και

γ) το γράμμα Χ αν τα αντίστοιχα στοιχεία δε σχηματίζουν χημική ένωση.

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

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

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

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

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

β) Το F με δομή (2,7) προσλαμβάνει πιο εύκολα ηλεκτρόνια από ότι το C1 με δομή (2,8,7).

γ) Το Ca με δομή (2,8,8,2) δημιουργεί το ίδιο εύκολα χημικές ενώσεις όπως και το Kr (2,8,18,8) με ένα τρίτο στοιχείο π.χ. το C1 που έχει δομή (2,8,7).

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

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

* **49.** Δίνονται οι ατομικοί αριθμοί του άνθρακα (C): $Z = 6$ και του υδρογόνου (H): $Z = 1$. Τα δύο αυτά στοιχεία σχηματίζουν τρεις ομοιοπολικές ενώσεις, την Α με τύπο C_2H_x, τη Β με τύπο C_2H_ψ και τη Γ με τύπο C_2H_ω. Αν είναι γνωστό ότι η ένωση Α έχει ένα απλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα, η ένωση Β έχει ένα διπλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα και η ένωση Γ έχει ένα τριπλό ομοιοπολικό δεσμό μεταξύ των ατόμων του άνθρακα, να δώσετε τους ηλεκτρονικούς τύπους των ενώσεων Α, Β και Γ περιγράφοντας τον τρόπο δημιουργίας των δεσμών. Πόσα και ποια είδη δεσμών υπάρχουν στις ενώσεις Α, Β και Γ;

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

α) Η έννοια του μορίου εκφράζει την ένωση αυτή.

β) Ασκούνται μεταξύ των ατόμων δυνάμεις ηλεκτρομαγνητικής φύσης.

γ) Όλες οι ιοντικές ενώσεις είναι αέρια σώματα.

δ) Στα κρυσταλλικά πλέγματά τους υπάρχουν ιόντα αντίθετα φορτισμένα.

51. Να κατατάξετε τα παρακάτω μόρια σε ομοιοπολικά πολικά και ομοιοπολικά μη πολικά:

* α) HCl β) N_2 γ) NH_3 δ) Cl_2

Να αιτιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

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

α) διπλός ομοιοπολικός δεσμός

β) τριπλός ομοιοπολικός δεσμός μη πολικός

γ) διπλός ομοιοπολικός μη πολικός δεσμός

δ) ιοντικός

ε) δεν σχηματίζεται δεσμός, γιατί είναι μονοατομικό στοιχείο.

Αριθμός Οξείδωσης - Γραφή Χημικών Τύπων - Ονοματολογία

53. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α) Ο αριθμός οξείδωσης είναι ένας αριθμός που δείχνει το …… φορτίο ενός ……. ή το φαινομενικό ……. ενός ……. σε μία ……. …….

β) Κάθε στοιχείο σε ελεύθερη ……. έχει αριθμό οξείδωσης ίσο με …….

γ) Το αλγεβρικό άθροισμα των …… ……. όλων των …… σε μία χημική ένωση είναι ίσο με …….

δ) Το αλγεβρικό άθροισμα των ……. ……. όλων των ατόμων σε ένα ……. …… είναι ίσο με το φορτίο του ……. .

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

α) του S στο Na_2SO_4

β) του N στο KNO_3

γ) του P στο H_3PO_4

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

α) του C στο CO_3^{2-}

β) του I στο IO_3^-

γ) του S στο HSO_3^-.

56. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις προτάσεις που είναι σωστές και με Λ τις προτάσεις που είναι λανθασμένες:

α) Το χλώριο (Cl_2) σε ελεύθερη κατάσταση έχει αριθμό οξείδωσης -1.

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

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

δ) Το θείο (S) στο $Fe_2(SO_4)_3$ έχει αριθμό οξείδωσης +6.

57. Ο αριθμός οξείδωσης του θείου στο $A1_2(SO_4)_3$ είναι:

α) -2 β) +4 γ) +5 δ) +6.

Να επιλέξετε τη σωστή απάντηση.

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

α) του N στις ενώσεις: NH_3, N_2O, NO, N_2O_3, $Ba(NO_3)_2$.

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

• Δίνονται οι αριθμοί οξείδωσης των στοιχείων: H = +1, O = -2, Ba = +2, Cl = -1.

59. Να συνδυάσετε τα γράμματα με τους αντίστοιχους αριθμούς:

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

β) Στοιχείο: Cl	αριθμός οξείδωσης
1. HCl	α. +7
2. ClO_3^-	β. +5
3. $HClO_4$	γ. +3
4. Cl_2	δ. -1
5. ClO_2^-	ε. 0

60. Για να γράψουμε σωστά το μοριακό τύπο μιας ένωσης που αποτελείται από δύο στοιχεία πρέπει να γνωρίζουμε:

α) τους μαζικούς αριθμούς των στοιχείων

β) τους ατομικούς αριθμούς των στοιχείων

γ) τους αριθμούς οξείδωσης των στοιχείων

δ) τις ατομικότητες των στοιχείων

ε) τα σύμβολα των στοιχείων

Ποια ή ποιες από τις παραπάνω προτάσεις είναι σωστές;

61. Να γράψετε τους μοριακούς τύπους των ενώσεων:

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

62. Να ονομάσετε τις παρακάτω ενώσεις:

1. K_2O	6. Al_2S_3	11. $Ca(NO_3)_2$	16. $FePO_4$
2. $Ba(OH)_2$	7. $Zn(NO_3)_2$	12. $CaCO_3$	17. KNO_3
3. NaI	8. $FeBr_3$	13. NO_2	18. H_2S
4. $CaCl_2$	9. NH_3	14. CuOH	19. H_3PO_4
5. $HClO_3$	10. MgO	15. $(NH_4)_2SO_4$	20. HCN

63. Να αντιστοιχίσετε τα γράμματα με τους σωστούς αριθμούς :

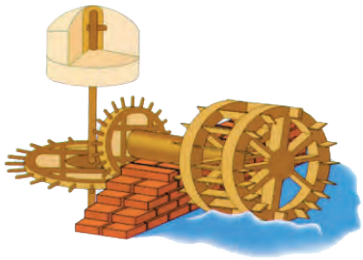
Α. H_2SO_4	1. οξείδιο του αργιλίου
Β. $Ba(OH)_2$	2. υδροχλώριο
Γ. CO_2	3. υδρογονούχο αργίλιο
Δ. AlH_3	4. θειικό οξύ
Ε. Al_2O_3	5. διοξείδιο του άνθρακα
Ζ. Al_2S_3	6. υδροξείδιο του βαρίου
Η. HCl	7. θειώδες αργίλιο
Θ. $Al_2(SO_3)_3$	8. θειούχο αργίλιο

64. Δίνετε ο παρακάτω πίνακας:

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

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

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



Δραστηριότητα

Ατομικά πρότυπα - ερευνητές - χρονολογική εξέλιξη

Παρακάτω δίνονται:
1. Ονόματα φιλοσόφων, επιστημόνων και ερευνητών που συνέβαλαν στην εξέλιξη των αντιλήψεων γύρω από το «άτομο», χωρίς χρονολογική, ή πολύ περισσότερο, αξιολογική σειρά.
2. Τα κυριότερα «ατομικά πρότυπα».
Προσπαθήστε να τα τοποθετήσετε σε μία χρονολογική σειρά και ταυτόχρονα να τα αντιστοιχίσετε με τους ερευνητές που τα πρότειναν.

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

Ατομικά πρότυπα
Αδιαίρετο, μία μικρή στερεή σφαίρα, το πρότυπο του ηλεκτρονιακού νέφους, πλανητικό πρότυπο, το πρότυπο του «σταφιδόψωμου».
Στην αναφορά αυτή, όπου είναι δυνατόν, να δώσετε και εικόνες των προτύπων, καθώς, και τα πειράματα που υποστηρίζουν κάθε φορά το πρότυπο.
Πληροφορίες σχετικά με το θέμα μπορείτε να αντλήσετε από το Internet.

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού λάθους

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

3

ΟΞΕΑ – ΒΑΣΕΙΣ - ΑΛΑΤΑ - ΟΞΕΙΔΙΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3.1 Οξέα και βάσεις - Ορισμός Συμβολισμός - Ονοματολογία - Ταξινόμηση - Ιδιότητες (όξινος και βασικός χαρακτήρας), pH

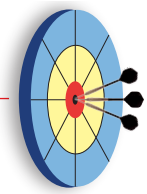
3.2 Οξείδια - Ορισμός - Συμβολισμός - Ονοματολογία - Ταξινόμηση

3.3 Άλατα - Ορισμός - Συμβολισμός - Ονοματολογία - Ιδιότητες

3.4 Χημικές αντιδράσεις Συμβολισμός - Μερικά είδη χημικών αντιδράσεων

3.5 Οξέα, βάσεις, οξείδια, άλατα, εξουδετέρωση και ... καθημερινή ζωή

Ερωτήσεις - Προβλήματα

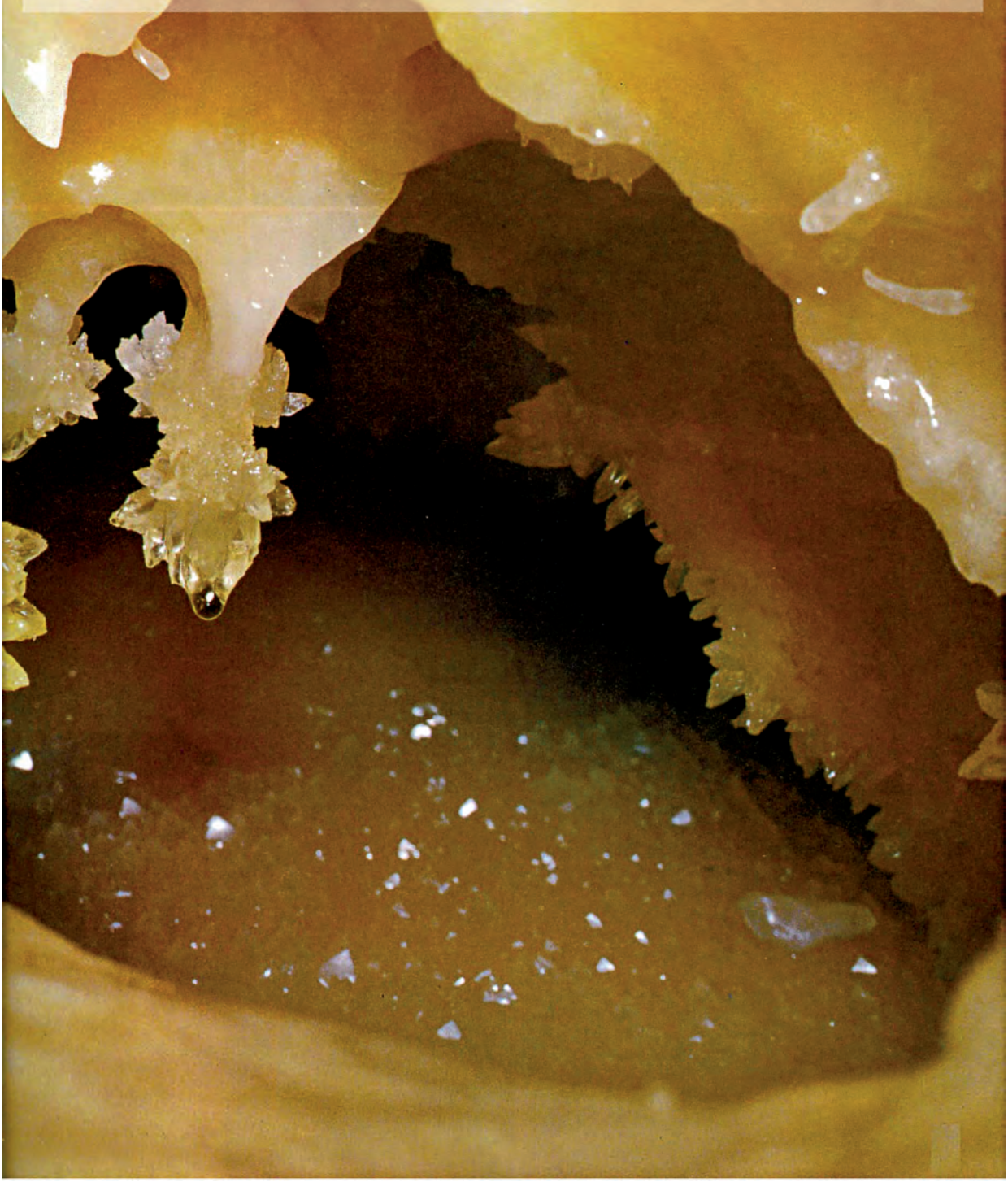


ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος αυτής της διδακτικής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να ορίζεις, να συμβολίζεις, να ονομάζεις και να ταξινομείς τα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα και τα οξείδια.
- Να περιγράφεις τις ιδιότητες των οξέων και βάσεων.
- Να ορίζεις τι είναι pH διαλύματος και να ταξινομείς τα διαλύματα σε όξινα, βασικά και ουδέτερα, ανάλογα με την τιμή του pH τους.
- Να συμβολίζεις ένα χημικό φαινόμενο (χημική αντίδραση) με μια χημική εξίσωση και να ισοσταθμίζεις αυτή.
- Να ταξινομείς τις χημικές αντιδράσεις σε κατηγορίες και να αναγνωρίζεις από ένα σύνολο αντιδράσεων σε ποια κατηγορία ανήκει η καθεμιά.
- Να αναλύεις το ρόλο της ταχύτητας και της απόδοσης μιας χημικής αντίδρασης.
- Να συνδέεις τους όρους οξέα, βάσεις, άλατα, οξείδια και pH με φαινόμενα της καθημερινής μας ζωής (π.χ. όξινη βροχή, σταλακτίτες).

Τα μοναδικά μέρη του πλανήτη μας που έχουν μείνει ακόμα παρθένα από τον άνθρωπο είναι τα σπήλαια. Εκεί ο χρόνος και ο χώρος παίρνουν άλλες διαστάσεις και ρυθμούς. Εκεί ο σπηλαιολόγος μπορεί να παρατηρεί αλλαγές που έγιναν στην επιφάνεια της γης πριν από χιλιάδες χρόνια, σαν να έγιναν την περασμένη βδομάδα. Ο σχηματισμός των σταλακτιτών και σταλαγμιτών είναι εξαιρετικά αργός και οφείλεται στη μετατροπή του όξινου ανθρακικού ασβεστίου, που είναι διαλυμένο στο νερό, σε ανθρακικό ασβέστιο, κατά τη διάρκεια της εξάτμισης του νερού.



3 ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ - ΟΞΕΙΔΙΑ - ΑΛΑΤΑ

Εισαγωγή

Τα οξέα και οι βάσεις, αλλά και τα άλατα, είναι ουσίες που συνεχώς συναντάμε στην καθημερινή μας ζωή. Είτε κάποιος έχει είτε όχι μελετήσει χημεία, πάντα έχει μία εμπειρία και γνώση γύρω από αυτά. Πολλοί από εμάς γνωρίζουν ότι το οξύ είναι π.χ. «ένα υγρό» που μπαίνει στις μπαταρίες των αυτοκινήτων. Είναι μία ουσία η οποία προκαλεί εγκαύματα και μπορεί να εξουδετερωθεί από κάποιο προϊόν που διαφημίζει η τηλεόραση και που λέγεται βάση. Και το λεμόνι είναι ένα οξύ αλλά δεν προκαλεί εγκαύματα. Άρα κάτι υπάρχει που κάνει κάποια οξέα ισχυρότερα από κάποια άλλα. Η αλήθεια είναι ότι οι βάσεις δεν είναι και τόσο συνηθισμένα προϊόντα. Ίσως όμως ήδη γνωρίζουμε ότι έχουν αφή *σαπωνοειδή*, ότι επίσης μπορούν να προκαλούν εγκαύματα και ότι μπορούν να «ξεβουλώνουν» μία αποχέτευση από στερεοποιημένα λίπη. Οι αραβικής προέλευσης λέξεις *άλκαλι, αλκαλικός* αλλά και η Ελληνική *καυστικός* έχουν κατά κάποιο τρόπο συνδεθεί με αυτές. Τα άλατα τα γνωρίζουμε σαν ... «αλάτι» ή επιτραπέζιο άλας ή κοινό μαγειρικό αλάτι, το χλωριούχο νάτριο (NaCl) και καταλήγουμε να το «αποφεύγουμε», εφόσον η αλόγιστη χρήση του αυξάνει την αρτηριακή μας πίεση....Όμως, τα άλατα δεν είναι μόνο το κοινό αλάτι.

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μία προσπάθεια, να συστηματοποιηθούν αυτές οι «σκόρπιες» γνώσεις και να τεθούν ει δυνατόν, κάτω από μία *θεωρία*. Πρώτα βέβαια πρέπει κανείς να τις «γνωρίσει» με το όνομά τους και τον *τύπο* τους. Να μελετήσει μετά τις *ιδιότητες* τους εκφράζοντάς τις με τις κατάλληλες *χημικές αντιδράσεις*. Να τις τοποθετήσει μέσα στο γενικό σύνολο των χημικών ενώσεων ως *ηλεκτρολύτες*. Πολύ σπουδαίο επίσης θα είναι να συνδέσει και να εξηγήσει τις ιδιότητες αυτές μέσα από τη *δομή* τους, πράγμα το οποίο είναι και η ουσία της χημείας ως επιστήμης.

3.1 Θεωρία ηλεκτρολυτικής διάστασης

Τα οξέα, οι βάσεις και τα προϊόντα αντιδράσεως αυτών, τα άλατα, αποτελούν μεγάλες τάξεις χημικών ενώσεων με τεράστιο ενδιαφέρον. Οι τρεις τάξεις των ενώσεων αυτών είναι γνωστές ως ηλεκτρολύτες. Τα υδατικά διαλύματα των ηλεκτρολυτών άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα. Η έρευνα γύρω από την ερμηνεία της αγωγιμότητας των ηλεκτρολυτικών διαλυμάτων οδήγησαν τον Arrhenius το1887 στη διατύπωση της θεωρίας της ηλεκτρολυτικής διάστασης. Η θεωρία αυτή συνοψίζεται στα εξής σημεία:

1. Όταν ο ηλεκτρολύτης (οξύ, βάση, άλας) διαλυθεί στο νερό, αυτός διίσταται σε κατιόντα (θετικά ιόντα) και ανιόντα (αρνητικά ιόντα).

2. Η διάσταση μπορεί να είναι πλήρης, ή μερική. Πλήρης αν διίσταται όλη η ποσότητα του ηλεκτρολύτη, και μερική, αν διίσταται μέρος αυτής.
3. Η διάσταση είναι ανεξάρτητη από την ύπαρξη ηλεκτρικού πεδίου.
4. Το συνολικό φορτίο των θετικών ιόντων είναι ίσο με το συνολικό φορτίο των αρνητικών ιόντων στο διάλυμα, ώστε το διάλυμα που προκύπτει να είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.

Εξάλλου τα οξείδια μπορούν να θεωρηθούν ως παράγωγα των οξέων και των βάσεων, καθώς πολλά από αυτά προκύπτουν με πλήρη αφυδάτωση οξέων (όξινα οξείδια) ή βάσεων (βασικά οξείδια).

3.2 Οξέα και Βάσεις

3.2.1 Ορισμός - Ονοματολογία - Ταξινόμηση Οξέων και Βάσεων

Οξέα

Τα οξέα περιέχονται σε πολλά τρόφιμα, ποτά, φάρμακα και άλλα υλικά καθημερινής χρήσης. Η ασπιρίνη, για παράδειγμα, περιέχει ακετυλοσαλικυλικό οξύ, τα λεμόνια κιτρικό οξύ, το ξίδι οξικό οξύ, η coca-cola φωσφορικό οξύ και διοξείδιο του άνθρακα (όξινο οξείδιο) κλπ. Στο στομάχι μας το υδροχλωρικό οξύ παίζει βασικό ρόλο στη λειτουργία της πέψης.

Ορισμός οξέων

Έχουν διατυπωθεί κατά καιρούς διάφορες θεωρίες σχετικά με τα οξέα. Μία πολύ ενδιαφέρουσα άποψη περί οξέων και βάσεων δόθηκε το 1675 από το Γάλλο φαρμακοποιό Lémery. Ο Lémery συσχέτισε τη χημική συμπεριφορά των οξέων και βάσεων με το σχήμα και τη δομή τους. Τα οξέα, σύμφωνα με τις απόψεις του Lémery, έχουν στην επιφάνειά τους «καρφιά», πράγμα που δικαιολογεί το γδάρσιμο που προκαλούν στο δέρμα μας. Αργότερα, το 1787 ο Γάλλος Lavoisier (1743 - 1794) παρατήρησε ότι η καύση ορισμένων στοιχείων, όπως είναι ο άνθρακας, το θείο, το άζωτο οδηγεί σε ενώσεις (οξείδια) οι οποίες διαλυόμενες στο νερό δίνουν οξέα. Με βάση το σκεπτικό αυτό ο Lavoisier χαρακτήρισε ως οξέα τις χημικές ενώσεις που περιέχουν αμέταλλο και οξυγόνο (οξύ + γεννώ).

Οι σύγχρονες αντιλήψεις περί οξέων και βάσεων έχουν αφετηρία τη θεωρία ηλεκτρολυτικής διαστάσεως του Σουηδού χημικού Arrhenius, σύμφωνα με την οποία οξέα είναι οι υδρογονούχες ενώσεις που διαλυόμενες στο νερό παρέχουν κατιόντα υδρογόνου (H^+).

Θεωρία Arrhenius	Οξέα είναι οι υδρογονούχες ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό δίνουν λόγω διάστασης H^+.

Svante Arrhenius (1859-1927) Σουηδός χημικός. Τιμήθηκε με βραβείο Νόμπελ το 1903 για τη θεωρία του περί ηλεκτρολυτικής διάστασης. Συχνά του άρεσε να διηγείται την υποδοχή που του επιφύλαξε η επιστημονική κοινότητα για τις αντιλήψεις του περί ηλεκτρολυτικής διάστασης:
«... έτρεξα στον καθηγητή μου Cleve, που τόσο εκτιμούσα (στο πανεπιστήμιο της Ουψάλας), και του ανακοίνωσα με ενθουσιασμό την ανάπτυξη μιας θεωρίας που είχα διαμορφώσει για την ερμηνεία της ηλεκτρολυτικής αγωγιμότητας των ηλεκτρολυτών. "Χάρηκα πολύ και για σας!" μου απάντησε κοφτά.
Πολύ αργότερα μου εκμυστηρεύτηκε πως είχε βαρεθεί την εποχή εκείνη να ακούει βλακώδεις θεωρίες....». Οι αντιλήψεις του Arrhenius πολύ δύσκολα μπορούσαν να γίνουν αντιληπτές την εποχή που διατυπώθηκαν, αφού τότε ακόμα η παρουσία του ηλεκτρονίου ήταν αμφισβητήσιμη.

• Στην περίπτωση των ηλεκτρολυτών φορείς ρεύματος είναι τα ιόντα. Αντίθετα, στους μεταλλικούς αγωγούς ο φορέας ρεύματος είναι τα ηλεκτρόνια.

Συμβολισμός και ονοματολογία ανόργανων οξέων

Τα οξέα κατά Arrhenius έχουν το γενικό τύπο: H_xA
όπου,
A: είναι αμέταλλο, π.χ. Cl, ή ομάδα ατόμων (ρίζα), π.χ. SO_4, και
x: ο αριθμός οξείδωσης του A
Ανάλογα με το είδος του A, τα οξέα μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες:
α. **Τα μη οξυγονούχα οξέα**, τα οποία ονομάζονται με την πρόταξη ***υδρο-*** στο όνομα του A . Π.χ.,

HBr	υδροβρώμιο
H_2S	υδρόθειο
HCN	υδροκυάνιο

Τα υδατικά διαλύματα αυτών των οξέων ονομάζονται με το αρχικό ***υδρο-*** και ακολουθεί η κατάληξη ***-ικό οξύ***. Έτσι, για παράδειγμα, το υδατικό διάλυμα του αερίου HCl, δηλαδή το HCl *(aq)*, ονομάζεται υδροχλωρικό οξύ.

β. **τα οξυγονούχα οξέα**, τα οποία ονομάζονται με το όνομα του A και τη λέξη οξύ. Π.χ.,

HNO_3	νιτρικό οξύ
$HClO_2$	χλωριώδες οξύ
H_2SO_4	θειικό οξύ

Άλλη ταξινόμηση οξέων

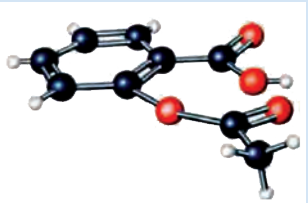
1. Τα οξέα, ανάλογα με τον αριθμό των H^+ που αποδίδουν στα υδατικά τους διαλύματα, διακρίνονται σε **μονοπρωτικά** (ή μονοβασικά), ***διπρωτικά*** (ή διβασικά) κλπ. Έτσι έχουμε:

HCl:	μονοπρωτικό οξύ
H_2SO_4:	διπρωτικό οξύ
H_3PO_4:	τριπρωτικό οξύ

2. Τα οξέα διακρίνονται επίσης σε ***ισχυρά***, τα οποία δεχόμαστε ότι διίστανται (ή καλύτερα ιοντίζονται) πλήρως σε ιόντα, και ***ασθενή***, που διίστανται μερικώς σε ιόντα. Στην τελευταία δηλαδή περίπτωση συνυπάρχουν στο διάλυμα αδιάστατα μόρια και ιόντα. Παρακάτω δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα για κάθε περίπτωση:
Ισχυρά οξέα: HCl, HBr, HI, HNO_3
Ασθενή οξέα: H_2S, HCN, H_3PO_4

Δηλαδή έχουμε, $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$ (ισχυρό οξύ)
$HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$ (ασθενές οξύ)

Όπως είναι ευνόητο, διάλυμα ισχυρού οξέος π.χ. υδροχλωρικού οξέος (HCl), παρουσιάζει μεγάλη αγωγιμότητα. Στην περίπτωση αυτή η λάμπα που εικονίζεται στη διάταξη του παρακάτω σχήματος ανάβει έντονα. Αντίθετα, στην περίπτωση που έχουμε διάλυμα ασθενούς οξέος π.χ. φωσφορικού οξέος (H_3PO_4), η λάμπα ανάβει αμυδρά λόγω της μικρής συγκέντρωσης ιόντων στο διάλυμα.



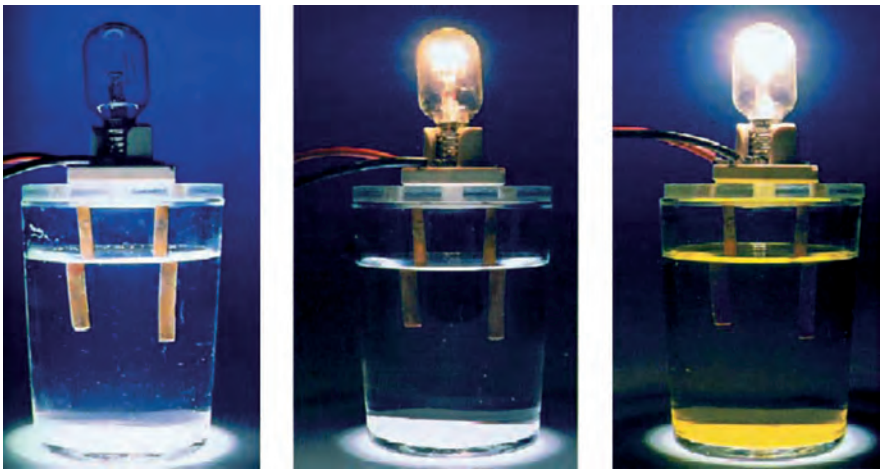
Η ασπιρίνη είναι μία σχετικά πολύπλοκη μοριακή ένωση που συμπεριφέρεται ως οξύ, αφού κατά τη διάλυσή της στο νερό παρέχει H^+.

• Με βάση τις οδηγίες της IUPAC, που επί του παρόντος δεν ακολουθούμε στην Ελλάδα, ένα οξύ της μορφής HA ονομάζεται: υδρογόνο και ακολουθεί η ονομασία του A π.χ. HCl : υδρογόνο χλωρίδιο

• Μερικές «κοινές» ονομασίες οξέων είναι:
H_2SO_4: βιτριόλι
HNO_3: ακουαφόρτε

Τα ισχυρά οξέα έχουν μεγάλη διαβρωτική ικανότητα και προκαλούν εγκαύματα στο δέρμα. Γι' αυτό τα δοχεία που έχουν τέτοια διαβρωτικά υγρά φέρουν την παραπάνω ετικέτα.

Το HCN είναι ένα ασθενές οξύ, με πολύ επικίνδυνη δηλητηριώδη δράση. Τα τοξικά υλικά στη συσκευασία τους φέρουν την παραπάνω ετικέτα.



ΣΧΗΜΑ 3.1 Πειραματική διάταξη για τη μέτρηση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας διαλύματος. Σε διάλυμα ασθενούς οξέος η λάμπα ανάβει αμυδρά ή καθόλου. Αντίθετα, σε διάλυμα ισχυρού οξέος ίδιας συγκέντρωσης η λάμπα ανάβει έντονα.

• Η ισχύς των ηλεκτρολυτών: είναι μία γενική έκφραση της ικανότητας που έχουν οι ηλεκτρολύτες να διίστανται (ιονίζονται) πλήρως ή μερικώς σε ιόντα, κάτω από δεδομένες συνθήκες.
Τα περισσότερα οξέα είναι ασθενή, εκτός από τα:
HCl, HBr, HI, HNO_3, H_2SO_4, $HClO_4$

Βάσεις

Οι βάσεις περιέχονται σε πολλά υλικά καθημερινής χρήσης. Τα αντιόξινα φάρμακα, που χρησιμοποιούνται όταν έχουμε στομαχικές διαταραχές, περιέχουν βάσεις, π.χ. υδροξείδιο του μαγνησίου (γάλα της μαγνησίας). Τα αποφρακτικά νιπτήρων και σωλήνων (π.χ. tuboflo) περιέχουν υδροξείδιο του νατρίου. Η βάση αμμωνία αποτελεί το βασικό συστατικό καθαριστικών σπιτιού (π.χ. Ajax). Το υδροξείδιο του ασβεστίου αποτελεί σημαντικό υλικό της οικοδομικής. Βάσεις επίσης χρησιμοποιούνται σε πολλές βιομηχανικές διεργασίες, όπως για την παρασκευή των σαπουνιών, της τεχνητής μέταξας, στην επεξεργασία χάρτου κλπ.

• Σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις περί χημικών δεσμών, θεωρούμε ότι οι ετεροπολικές ενώσεις (π.χ. υδροξείδια μετάλλων και άλατα) διίστανται, σε αντιπαράθεση με τις ομοιοπολικές ενώσεις που ιοντίζονται, δηλαδή, αντιδρούν με το νερό και σχηματίζονται ιόντα.

Ορισμός βάσεων

Θεωρία Arrhenius	Βάσεις είναι ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό δίνουν λόγω διάστασης OH^-

Συμβολισμός και ονοματολογία ανόργανων βάσεων

Οι βάσεις κατά Arrhenius έχουν κατά το πλείστον το γενικό τύπο:
$M(OH)_x$ όπου,
M: είναι μέταλλο, π.χ. Na, και x: ο αριθμός οξείδωσης του M
Οι βάσεις (υδροξείδια των μετάλλων) ονομάζονται με την πρόταξη της λέξης ***υδροξείδιο-*** στο όνομα του μετάλλου. Αν βέβαια το M έχει περισσότερους από έναν αριθμούς οξείδωσης, τότε στο τέλος της ονομασίας ακολουθεί ένας λατινικός αριθμός που δείχνει τον αριθμό οξείδωσης του M. Έτσι έχουμε:

NaOH υδροξείδιο του νατρίου

$Ca(OH)_2$ υδροξείδιο του ασβεστίου
$Fe(OH)_2$ υδροξείδιο του σιδήρου (ΙΙ)

Να παρατηρήσουμε ότι η αμμωνία στα υδατικά της διαλύματα συμπεριφέρεται ως βάση, παρ' όλο που δεν περιέχει υδροξείδιο. Τα ιόντα του υδροξειδίου σχηματίζονται από την αντίδραση (ιοντισμός):

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$$

Ταξινόμηση βάσεων

1. Οι βάσεις, ανάλογα με τον αριθμό των OH^- που αποδίδουν στα υδατικά τους διαλύματα, διακρίνονται σε ***μονουδροξυλικές*** (ή μονόξινες), πολυυδροξυλικές (ή πολυόξινες). Έτσι έχουμε:

KOH : μονόξινη βάση
$Ba(OH)_2$: δισόξινη βάση

2. Οι βάσεις διακρίνονται επίσης σε ***ισχυρές***, όταν διίστανται πλήρως σε ιόντα, και ***ασθενείς***, όταν διίστανται μερικώς σε ιόντα. Παρακάτω δίνεται χαρακτηριστικό παράδειγμα για κάθε περίπτωση:

Ισχυρή βάση : $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$
Ασθενής βάση: $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

Στην τελευταία περίπτωση (ασθενούς βάσης) προφανώς συνυπάρχουν στο διάλυμα αδιάστατα μόρια και ιόντα, γι'αυτό και το διάλυμα παρουσιάζει σχετικά μικρή αγωγιμότητα.

3.2.2. Όξινος και Βασικός χαρακτήρας

Ιδιότητες οξέων

Τα οξέα παρουσιάζουν μία σειρά από κοινές ιδιότητες που ονομάζονται ***όξινος χαρακτήρας*** ή ***όξινες ιδιότητες*** ή ***όξινη αντίδραση***. Οι κοινές αυτές ιδιότητες οφείλονται στην παρουσία κατιόντων υδρογόνου (H^+) σε υδατικά διαλύματά τους. Οι ιδιότητες αυτές είναι:

α. Όξινη γεύση

Τα οξέα έχουν ξινή γεύση.

β. Αλλάζουν το χρώμα των δεικτών

Οι δείκτες είναι ουσίες που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται (όξινο ή βασικό). Για παράδειγμα, η φαινολοφθαλεΐνη έχει ανοικτό κόκκινο χρώμα σε διάλυμα βάσης (π.χ. NaOH), το οποίο, όμως, με προσθήκη κατάλληλης ποσότητας οξέος χάνεται (αποχρωματισμός διαλύματος). Επίσης, το βάμμα του ηλιοτροπίου από μπλε χρώμα σε βασικό περιβάλλον, γίνεται κόκκινο σε όξινο περιβάλλον. Στο εμπόριο κυκλοφορούν ειδικές στενές λωρίδες χαρτιού διαποτισμένες με διάφορους δείκτες (πεχαμετρικό χαρτί). Έτσι, ανάλογα με το χρώμα που θα πάρει το χαρτί, όταν προσθέσουμε σ' αυτό μία σταγόνα από το διάλυμα, καταλαβαίνουμε πόσο όξινο ή πόσο βασικό είναι το διάλυμα.

• Με βάση τις οδηγίες της IUPAC, που επί του παρόντος δεν ακολουθούμε στην Ελλάδα, οι βάσεις ονομάζονται: KOH: κάλιο υδροξείδιο $Fe(OH)_3$: σίδηρος (ΙΙΙ) υδροξείδιο.

• Ορισμένες «κοινές» ονομασίες βάσεων είναι:
KOH: καυστική ποτάσα
NaOH: καυστική σόδα

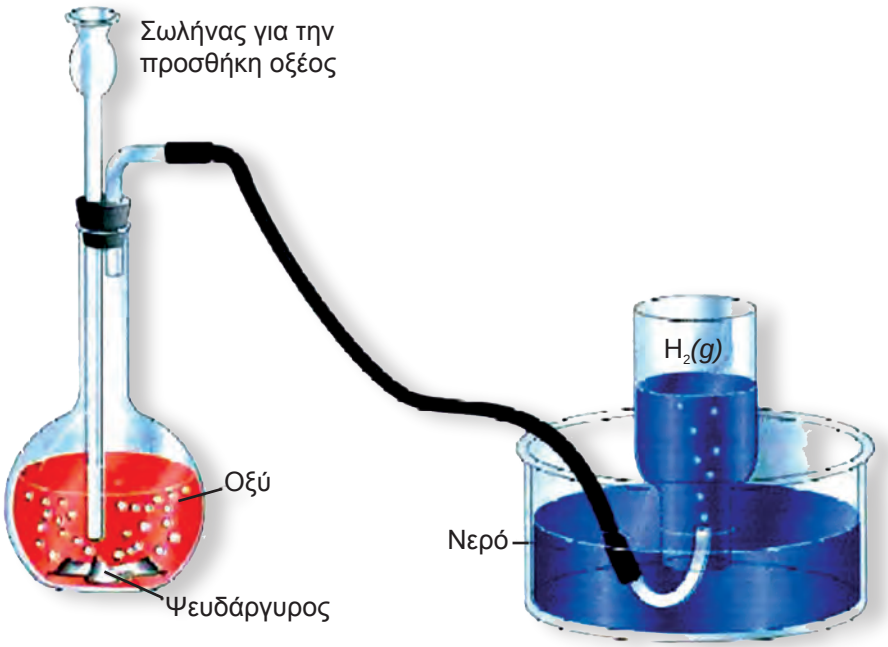
• Τα υδροξείδια των μετάλλων της ΙΑ και ΙΙΑ ομάδας του περιοδικού πίνακα που είναι διαλυτά στο νερό είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες. Τα περισσότερα άλλα υδροξείδια είναι ασθενείς βάσεις, λόγω μικρής διαλυτότητας, παρόλο που το διαλυμένο μέρος του ηλεκτρολύτη διίσταται πλήρως.

«Έκφραση» στην όξινη γεύση

γ. Αντιδρούν με μέταλλα

Ορισμένα δραστικά μέταλλα αντιδρούν με διαλύματα οξέων ελευθερώνοντας αέριο υδρογόνο

π.χ. $Zn(s) + 2HCl\,(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$



ΣΧΗΜΑ 3.2 Η αντίδραση ενός δραστικού μετάλλου με οξύ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εργαστηριακή παρασκευή του υδρογόνου.

δ. Αντιδρούν με βάσεις

Η αντίδραση αυτή μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης προς σχηματισμό άλατος και νερού ονομάζεται ***εξουδετέρωση***. Ουσιαστικά η εξουδετέρωση είναι η αντίδραση των H^+ του οξέος και των OH^- της βάσης προς σχηματισμό νερού.

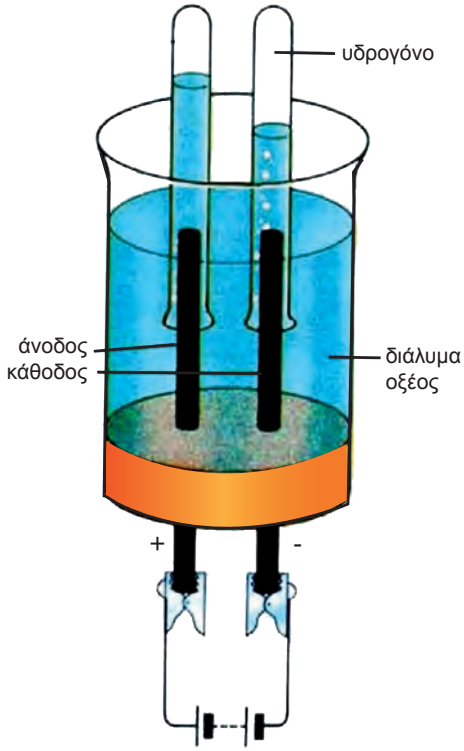
$$\boxed{H}Cl + Na\boxed{OH} \rightarrow NaCl + H_2O$$

ΟΞΥ ΒΑΣΗ ΑΛΑΣ ΝΕΡΟ

ε. Άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και κατά την ηλεκτρόλυσή τους ελευθερώνεται υδρογόνο στην κάθοδο

Τα ιόντα που προέρχονται από τη διάσταση του οξέος, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, είναι φορείς ηλεκτρικού ρεύματος (βλέπε σχήμα 3.1). Μάλιστα η αγωγιμότητα, η ευκολία δηλαδή που περνά το ρεύμα, συσχετίζεται με την ισχύ του ηλεκτρολύτη. Πειραματικά έχει διαπιστωθεί ότι η διαβίβαση συνεχούς ρεύματος σε διάλυμα οξέος απελευθερώνει στην κάθοδο (αρνητικό πόλο της πηγής) αέριο H_2. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ***ηλεκτρόλυση***. Ηλεκτρόλυση, γενικώς, είναι το σύνολο των χημικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα κατά τη διαβίβαση συνεχούς ρεύματος σε διαλύματα ηλεκτρολυτών.

Με προσθήκη οξέος σε διάλυμα βάσης η φαινολοφθαλεΐνη, που βρίσκεται στο διάλυμα, αποχρωματίζεται.



ΣΧΗΜΑ 3.3 Κατά την ηλεκτρόλυση υδατικού διαλύματος οξέος στην κάθοδο ελευθερώνεται H_2

Ιδιότητες βάσεων

Με ανάλογο τρόπο οι βάσεις παρουσιάζουν μία σειρά από κοινές ιδιότητες που ονομάζονται ***βασικός*** *ή* ***αλκαλικός χαρακτήρας*** *ή* ***βασική αντίδραση***. Οι κοινές αυτές ιδιότητες των βάσεων, που οφείλονται στην παρουσία του ανιόντος υδροξειδίου (OH^-), είναι:

α. Αφή σαπωνοειδής και καυστική γεύση

β. Αλλάζουν το χρώμα των δεικτών

Π.χ. η φαινολοφθαλεΐνη σε διάλυμα οξέος είναι άχρωμη, ενώ με προσθήκη κατάλληλης ποσότητας βάσης αποκτά ανοικτό κόκκινο χρώμα (το διάλυμα χρωματίζεται).

γ. Εξουδετερώνουν τα οξέα

δ. Άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα τόσο τα τήγματα βάσεων όσο και τα υδατικά τους διαλύματα.

Κατά την ηλεκτρόλυση υδατικού διαλύματος βάσης απελευθερώνεται στην άνοδο (θετικός πόλος πηγής) αέριο O_2.

Με προσθήκη βάσης σε διάλυμα οξέος η φαινολοφθαλεΐνη που βρίσκεται στο διάλυμα χρωματίζεται κόκκινη.

Το pH (πε -χα)

Σε κάθε υδατικό διάλυμα οξέος ή βάσης υπάρχουν κατιόντα υδρογόνου (H^+) και ανιόντα υδροξειδίου (OH^-). Οι ποσότητες αυτές των ιόντων καθορίζουν το πόσο όξινο ή βασικό είναι το διάλυμα.

Έτσι, αν το πλήθος των H^+ είναι μεγαλύτερο από αυτό των OH^-, τότε το διάλυμα χαρακτηρίζεται ***όξινο***. Αντίθετα, αν το πλήθος των H^+ είναι μικρότερο από των OH^-, τότε το διάλυμα χαρακτηρίζεται ***βασικό***. Τέλος, αν το πλήθος των H^+ είναι περίπου ίδιο με αυτό των OH^-, τότε έχουμε ***ουδέτερο*** διάλυμα.

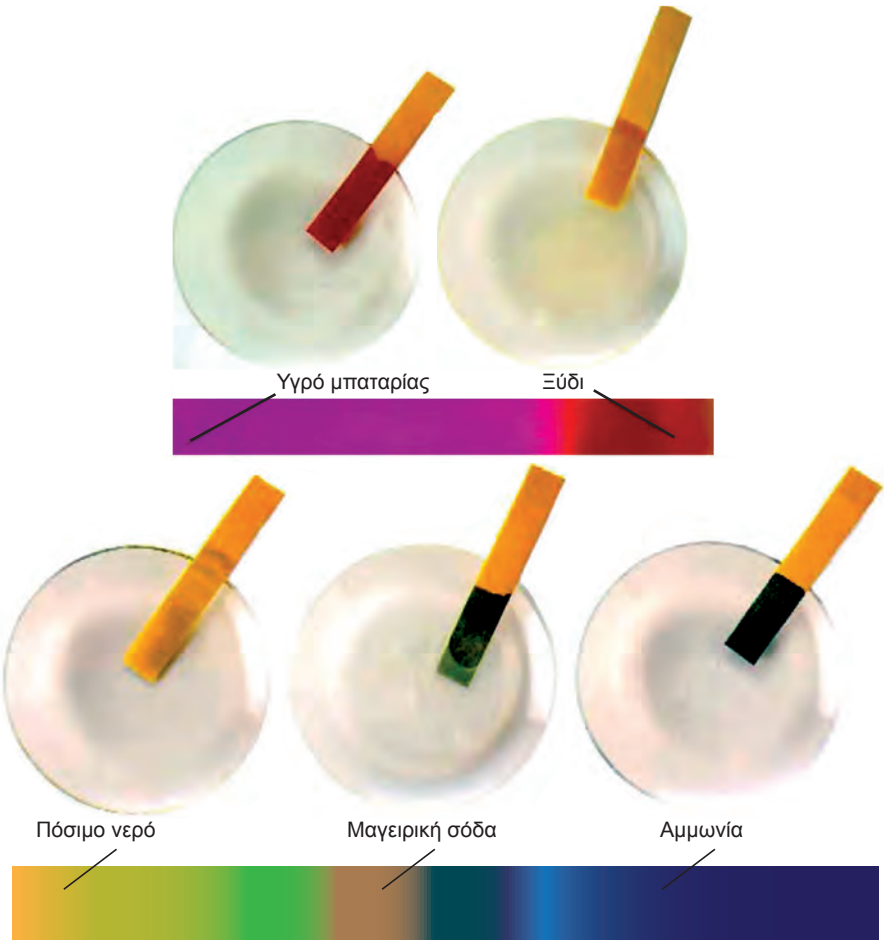
• pH: από τα αρχικά των λέξεων Puissanse Hydrogene (δύναμη υδρογόνου).

Το pH εκφράζει πόσο όξινο ή βασικό είναι ένα διάλυμα, αποτελεί δηλαδή ένα μέτρο της οξύτητας αυτού.

➢ *Το pH παίρνει πρακτικά τιμές από 0 ως 14. Στα ουδέτερα διαλύματα (π.χ. στο νερό) το pH =7. Στα όξινα διαλύματα έχουμε pH<7 και μάλιστα, όσο μικρότερη είναι η τιμή αυτή, τόσο πιο όξινο είναι το διάλυμα. Στα βασικά διαλύματα έχουμε pH > 7 και μάλιστα, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή αυτή, τόσο πιο βασικό είναι το διάλυμα.*

Διαγραμματικά έχουμε:

Το pH ενός διαλύματος μπορεί να προσδιοριστεί κατά προσέγγιση με τη βοήθεια των δεικτών. Ιδιαίτερα εύχρηστος είναι ο λεγόμενος παγκόσμιος δείκτης (universal), ο οποίος κυκλοφορεί στο εμπόριο συνήθως σε μορφή στενών λωρίδων χαρτιού διαποτισμένων με το δείκτη. Ο δείκτης αυτός για κάθε τιμή του pH από 0 ως 14 παίρνει διαφορετικό χρώμα και μάλιστα με τη σειρά που έχουν τα χρώματα στο φάσμα του λευκού φωτός (ουράνιο τόξο), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

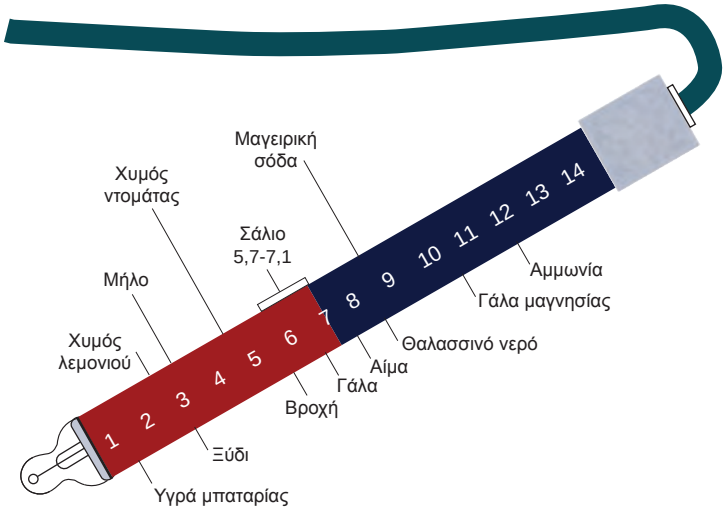


ΣΧΗΜΑ 3.4 Ο παγκόσμιος δείκτης παίρνει διάφορα χρώματα, καθώς το pH του διαλύματος μεταβάλλεται από 0 έως 14.
Πρώτη σειρά από αριστερά προς τα δεξιά έχουμε διαλύματα με pH = 1, pH = 4, αντίστοιχα.
Δεύτερη σειρά από αριστερά προς τα δεξιά έχουμε διαλύματα με pH = 7, pH = 9, pH = 11, αντίστοιχα.

Η ακριβής, όμως, μέτρηση του pH διαλύματος γίνεται με ένα όργανο που λέγεται πεχάμετρο και που είναι ίσως το «δημοφιλέστερο» και σίγουρα το πιο απαραίτητο όργανο κάθε χημικού εργαστηρίου.

ΣΧΗΜΑ 3.5 Ο προσδιορισμός του pH με πεχάμετρο μπορεί να γίνει με μεγάλη ακρίβεια.

Το pH έχει πολλές εφαρμογές στην καθημερινή μας ζωή. Στην τηλεόραση πολλές φορές έχουμε ακούσει τον όρο pH στις διαφημίσεις των σαμπουάν, των σαπουνιών κλπ. Σήμερα γνωρίζουμε το pH πολλών βιολογικών υγρών, χυμών, ποτών και ειδών διατροφής. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται οι τιμές pH μερικών γνωστών διαλυμάτων:



ΣΧΗΜΑ 3.6 Τιμές pH ορισμένων γνωστών μας διαλυμάτων

3.3 Οξείδια

Ορισμένα οξείδια έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα στην καθημερινή μας ζωή. Το πιο γνωστό από αυτά είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), που είναι το βασικό προϊόν της αναπνοής των έμβιων όντων και χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση. Ακόμα, το CO_2 είναι κυρίως υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Το διοξείδιο του θείου (SO_2), το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) ανήκουν στην κατηγορία των ατμοσφαιρικών ρύπων, που τόσο πολύ έχουν ταλαιπωρήσει τους κατοίκους πολλών μεγαλουπόλεων τα τελευταία χρόνια.

Άλλα χαρακτηριστικά οξείδια είναι το οξείδιο του ασβεστίου (CaO), ο γνωστός μας ασβέστης, που αποτελεί βασικό υλικό της οικοδομικής και πρώτη ύλη για την παρασκευή του γυαλιού. Τέλος, πολύ σημαντικά οξείδια είναι το Al_2O_3 και το Fe_2O_3, που υπό μορφή ορυκτών αποτελούν τη βάση για τη βιομηχανική παραγωγή (μεταλλουργία) των μετάλλων Al και Fe, αντίστοιχα.

Ορισμός, συμβολισμός, ονοματολογία και ταξινόμηση οξειδίων

Οξείδια ονομάζονται οι ενώσεις των στοιχείων με το οξυγόνο.

Τα περισσότερα οξείδια έχουν το γενικό τύπο: Σ_2O_x

Όπου, x είναι ο αριθμός οξείδωσης του στοιχείου Σ.

Τα οξείδια ονομάζονται με τη λέξη **οξείδιο** και ακολουθεί το όνομα του στοιχείου. Π.χ.

CaO: οξείδιο του ασβεστίου

Al_2O_3: οξείδιο του αργιλίου

Cu_2O: οξείδιο του χαλκού (I)

Na_2O: οξείδιο του νατρίου

Όταν ένα στοιχείο (συνήθως αμέταλλο) σχηματίζει περισσότερα οξείδια, τότε αυτά διακρίνονται με πρόταξη στο όνομά τους των αριθμητικών μονο-, δι-, τρι- κλπ.

Έτσι, έχουμε:

CO: μονοξείδιο του άνθρακα

CO_2: διοξείδιο του άνθρακα

N_2O_3: τριοξείδιο του αζώτου

SO_3: τριοξείδιο του θείου

• Με βάση τις οδηγίες της IUPAC, που δεν ακολουθούμε επί του παρόντος στην Ελλάδα, τα οξείδια ονομάζονται:
N_2O_5: διάζωτο πεντοξείδιο
SO_2: θείο διοξείδιο

Ταξινόμηση οξειδίων

Τα οξείδια, ανάλογα με τη χημική τους συμπεριφορά, μπορούν να διακριθούν σε όξινα οξείδια, βασικά και επαμφοτερίζοντα οξείδια.

1. Όξινα οξείδια (ανυδρίτες οξέων)

Τα όξινα οξείδια είναι κατά το πλείστον οξείδια αμετάλλων. Προκύπτουν (θεωρητικά) απ' τα αντίστοιχα οξυγονούχα οξέα με αφαίρεση, με τη μορφή νερού, όλων των ατόμων υδρογόνου που περιέχουν.
Έτσι, για να βρούμε τον ανυδρίτη του θειικού οξέος (H_2SO_4) αφαιρούμε ένα μόριο H_2O από ένα μόριο H_2SO_4, οπότε, προκύπτει SO_3.

Δηλαδή, $H_2SO_4 - H_2O \rightarrow SO_3$

Ομοίως, για να βρούμε τον ανυδρίτη του HNO_3, αφαιρούμε από δύο μόρια HNO_3 ένα μόριο νερού, οπότε προκύπτει N_2O_5.

Δηλαδή, $2HNO_3 - H_2O \rightarrow N_2O_5$

Ένας άλλος τρόπος καθορισμού του ανυδρίτη ενός οξέος είναι ο ακόλουθος: Έστω για παράδειγμα ότι θέλουμε να βρούμε τον ανυδρίτη του H_3PO_4. Κατ' αρχάς βρίσκουμε τον αριθμό οξείδωσης του P στο οξύ:
$3(+1) + x + 4(-2) = 0$ ή $x = +5$.
Τον ίδιο αριθμό οξείδωσης θα έχει ο P και στο οξείδιό του. Συνεπώς, το οξείδιο θα έχει τον μοριακό τύπο: P_2O_5.

• Η χημική συμπεριφορά των όξινων οξειδίων είναι ανάλογη των αντίστοιχων οξέων τους.

2. Βασικά οξείδια (ανυδρίτες βάσεων)

Τα οξείδια αυτά είναι συνήθως οξείδια μετάλλων και παραδείγματα τέτοιων οξειδίων είναι το Na_2O, το CaO, το Fe_2O_3.
Τα βασικά οξείδια προκύπτουν (θεωρητικά) από τις αντίστοιχες βάσεις με αφαίρεση, με τη μορφή νερού όλων των ατόμων υδρογόνου που περιέχουν. Με τη λογική αυτή βρίσκουμε τους ανυδρίτες των βάσεων $Ca(OH)_2$, $NaOH$ και $Fe(OH)_3$:

$$Ca(OH)_2 - H_2O \rightarrow CaO$$
$$2NaOH - H_2O \rightarrow Na_2O$$
$$2Fe(OH)_3 - 3H_2O \rightarrow Fe_2O_3$$

Ένας πιο εύκολος τρόπος για τον καθορισμό του ανυδρίτη μιας βάσης στηρίζεται στην παρατήρηση, ότι τόσο ο ανυδρίτης όσο και η βάση περιέχουν το μέταλλο με τον ίδιο αριθμό οξείδωσης. Κατόπιν τούτου, ο ανυδρίτης του $Mg(OH)_2$ είναι το MgO, αφού το Mg και στις δύο ενώσεις έχει αριθμό οξείδωσης +2.

• Η χημική συμπεριφορά των βασικών οξειδίων είναι ανάλογη των αντίστοιχων βάσεων τους.

3. Επαμφοτερίζοντα

Επαμφοτερίζον είναι το οξείδιο εκείνο που άλλοτε συμπεριφέρεται ως οξύ και άλλοτε ως βάση. Αυτή του η συμπεριφορά καθορίζεται από τη φύση της ουσίας με την οποία αντιδρά. Έτσι, το Al_2O_3 κατά την αντίδραση με ένα οξύ συμπεριφέρεται ως βάση, $Al(OH)_3$, ενώ κατά την αντίδρασή του με μία βάση, συμπεριφέρεται ως οξύ, H_3AlO_3, (αργιλικό οξύ).

• Χαρακτηριστικά παραδείγματα επαμφοτεριζόντων οξειδίων: ZnO, Al_2O_3, PbO, SnO.

3.4 Άλατα

Τα οξέα και οι βάσεις, που περιγράψαμε στην προηγούμενη ενότητα, δεν απαντούν συνήθως ελεύθερα στη φύση. Πρώτες ύλες για την παρασκευή αυτών αποτελούν κυρίως τα άλατα τους, που βρίσκονται στη φύση υπό μορφή ορυκτών ή διαλυμένα στο νερό. Το πιο γνωστό άλας είναι το αλάτι ή μαγειρικό αλάτι (NaCl), που υπάρχει άφθονο ως ορυκτό ή διαλυμένο στο θαλασσινό νερό. Οι χρήσεις του είναι πολυάριθμες, π.χ. μαγειρική, συντήρηση τροφίμων, βιομηχανική παρασκευή χλωρίου κλπ. Άλλα γνωστά άλατα είναι το ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3), που χρησιμοποιείται π.χ. για την παρασκευή γυαλιού, το υποχλωριώδες νάτριο (NaClO), που το αραιό διάλυμα του είναι η χλωρίνη, το ανθρακικό ασβέστιο ($CaCO_3$), που απαντά στα μάρμαρα, ο βρωμιούχος άργυρος (AgBr), που χρησιμοποιείται στη φωτογραφική, τα φθοριούχα άλατα χρησιμοποιούνται στις οδοντόπαστες κλπ.

Τα οστά του ανθρώπου αποτελούνται κυρίως από $Ca_3(PO_4)_2$, ένα δυσδιάλυτο στο νερό αλάτι του ασβεστίου.

Συμβολισμός και ονοματολογία αλάτων

Τα άλατα είναι ιοντικές ενώσεις που περιέχουν κατιόν Μ (μέταλλο ή θετικό πολυατομικό ιόν, π.χ. NH_4^+) και ανιόν Α (αμέταλλο εκτός Ο ή αρνητικό πολυατομικό ιόν π.χ. CO_3^{2-}).

Έτσι, ο γενικός τύπος των αλάτων είναι: $M_\psi A_x$

Όπου, x και ψ δείχνουν την αναλογία ανιόντων και κατιόντων στην ιοντική ένωση.

Υπάρχουν και πιο σύνθετα άλατα, όπως είναι τα διπλά, τα μικτά, τα ένυδρα και τα σύμπλοκα. Το θέμα όμως αυτό ξεπερνά τα όρια μελέτης του παρόντος βιβλίου.

• $KNaCO_3$: μικτό άλας
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$: ένυδρο άλας
$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$: σύμπλοκο άλας

Τα άλατα μπορούν να διακριθούν σε:

α. **μη οξυγονούχα άλατα** (το ανιόν τους δεν περιέχει οξυγόνο).
Τα άλατα αυτά ονομάζονται με πρώτη λέξη το όνομα του ανιόντος με την κατάληξη ***–ούχος*** και δεύτερη λέξη το όνομα του μετάλλου ή το αμμώνιο. Π.χ.,

NaCl: χλωριούχο νάτριο
FeS: θειούχος σίδηρος (ΙΙ)
$FeCl_3$: χλωριούχος σίδηρος (ΙΙΙ) ή τριχλωριούχος σίδηρος
KCN: κυανιούχο κάλιο
NH_4I: ιωδιούχο αμμώνιο

• Με βάση τις οδηγίες της IUPAC, που δεν ακολουθούμε επί του παρόντος στην Ελλάδα, τα άλατα ονομάζονται:
ZnS: ψευδάργυρος σουλφίδιο
$FeBr_2$: σίδηρος (ΙΙ) βρωμίδιο
NaCN: νάτριο κυανίδιο
$NaClO_3$: νάτριο χλωρικό
$Fe_2(SO_4)_3$: σίδηρος (ΙΙΙ) θειικός
NaH_2PO_4: νάτριο διυδρογόνο φωσφορικό

β. **οξυγονούχα άλατα** (το ανιόν τους περιέχει οξυγόνο). Τα άλατα αυτά ονομάζονται με πρώτη λέξη το όνομα του ανιόντος και δεύτερη λέξη το όνομα του μετάλλου ή το αμμώνιο. Π.χ.,

$Ca_3(PO_4)_2$: φωσφορικό ασβέστιο
$ZnCO_3$: ανθρακικός ψευδάργυρος
$KHSO_4$: όξινο θειικό κάλιο

• Ορισμένες «κοινές» ονομασίες αλάτων είναι:
$NaHCO_3$: σόδα
$CaCO_3$: ασβεστόλιθος
$CaSO_4.2H_2O$: γύψος
$CuSO_4.5H_2O$: γαλαζόπετρα

$Ba(ClO)_2$: χλωριώδες βάριο
$Al(NO_3)_3$: νιτρικό αργίλιο

Χαρακτηριστικές ιδιότητες των αλάτων

• Τήγμα:λιωμένο

Τα άλατα, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, μπορούν να προκύψουν από την εξουδετέρωση οξέων με βάσεις ή με αντιδράσεις δραστικών μετάλλων με οξέα. Τα άλατα, ως ιοντικές ενώσεις, διίστανται πλήρως, είναι δηλαδή ισχυροί ηλεκτρολύτες. Για το λόγο αυτό τα υδατικά διαλύματα καθώς και τα τήγματα τους, είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος. Γενικώς, τα άλατα έχουν υψηλά σημεία τήξης και πολλά απ' αυτά είναι ευδιάλυτα στο νερό.

3.5 Χημικές αντιδράσεις

Χημικά φαινόμενα (αντιδράσεις) ονομάζονται οι μεταβολές κατά τις οποίες από ορισμένες αρχικές ουσίες (αντιδρώντα) δημιουργούνται νέες (προϊόντα) με διαφορετικές ιδιότητες.

Χημικές αντιδράσεις γίνονται συνεχώς στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον με ή χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου. Στον άνθρωπο, που είναι ένα τεράστιο χημικό εργαστήριο με τρισεκατομμύρια κύτταρα, γίνονται αδιάκοπα χημικές αντιδράσεις με συνεχή αλληλεξάρτηση, που έχουν σαν αποτέλεσμα την ισορροπία του οργανισμού. Στα φυτά, από την αντίδραση διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) με νερό (H_2O), δημιουργείται η γλυκόζη ($C_6H1_2O_6$) και με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας. Αυτή είναι η αντίδραση της φωτοσύνθεσης, που επιτελείται στους χλωροπλάστες και αποτελεί τη βασική αναβολική λειτουργία των αυτότροφων οργανισμών.

Ωστόσο, χημικές αντιδράσεις γίνονται και στο μήλο που σαπίζει, στην μπανάνα που μαυρίζει, στο γάλα που ξινίζει, στο κρασί που γίνεται ξίδι. Χημικές αντιδράσεις γίνονται στα μάρμαρα που μετατρέπονται σε γύψο, κατά τη δημιουργία της τρύπας του όζοντος κλπ.

Πως συμβολίζονται οι χημικές αντιδράσεις

Κάθε **χημική αντίδραση** συμβολίζεται με μία **χημική εξίσωση**. Στη χημική αυτή εξίσωση διακρίνουμε δύο μέλη, που συνδέονται μεταξύ τους με ένα βέλος (→). Στο πρώτο μέλος γράφουμε τα σώματα που έχουμε αρχικά, πριν ξεκινήσει η αντίδραση, που ονομάζονται **αντιδρώντα**, ενώ στο δεύτερο μέλος γράφουμε τα σώματα που σχηματίζονται κατά την αντίδραση και ονομάζονται **προϊόντα**.

ΑΝΤΙΔΡΩΝΤΑ $\xrightarrow{\text{Συνθήκες}}$ ΠΡΟΪΟΝΤΑ

Ας εξετάσουμε τώρα μία απλή χημική αντίδραση π.χ. την αντίδραση του αζώτου με το υδρογόνο προς σχηματισμό αμμωνίας. Το χημικό αυτό φαινόμενο περιγράφεται με την παρακάτω χημική εξίσωση:

$$N_2 + H_2 \rightarrow NH_3 \qquad (1)$$

Στο πρώτο μέλος γράφουμε τα μόρια των ***αντιδρώντων***, δηλαδή, το άζωτο και το υδρογόνο, ενώ στο δεύτερο μέλος της εξίσωσης γράφουμε τα ***προϊόντα*** της αντίδρασης, δηλαδή την αμμωνία.

Ωστόσο, η χημική εξίσωση (1) δεν είναι ακόμα σωστά γραμμένη, καθώς ο αριθμός των ατόμων κάθε στοιχείου θα πρέπει να είναι ίδιος στα αντιδρώντα και προϊόντα, αφού τα άτομα ούτε φθείρονται, ούτε δημιουργούνται κατά τη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης. Θα πρέπει, λοιπόν να γίνει ισοστάθμιση μάζας. Έτσι, βάζουμε κατάλληλους ***συντελεστές*** στα δύο μέλη της εξίσωσης, ώστε να ικανοποιηθεί η παραπάνω απαίτηση.

Στο παράδειγμα της σύνθεσης της αμμωνίας, βάζουμε συντελεστή δύο μπροστά από την αμμωνία, ώστε να ισοσταθμίσουμε τα άτομα αζώτου, οπότε η χημική εξίσωση γράφεται:

$$N_2 + H_2 \rightarrow 2NH_3 \qquad (2)$$

Επίσης βάζουμε συντελεστή τρία μπροστά από το μόριο του υδρογόνου, ώστε να ισοσταθμίσουμε στα δύο μέλη της χημικής εξίσωσης (αντιδρώντα και προϊόντα) τον αριθμό ατόμων υδρογόνου. Έτσι, η χημική εξίσωση παίρνει τη μορφή:

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3 \qquad (3)$$

Η (3) είναι τώρα σωστά γραμμένη χημική εξίσωση, καθώς έχει γίνει ισοστάθμιση των ατόμων στα δύο μέλη της εξίσωσης. Επιπλέον πολλές φορές αναγράφεται και η φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και προϊόντων, όπως θα δούμε παρακάτω.

Συμπερασματικά, λοιπόν, μία χημική εξίσωση περιλαμβάνει:

- ***τα αντιδρώντα και τα προϊόντα***
- ***τους κατάλληλους συντελεστές, ώστε τα άτομα κάθε στοιχείου να είναι ισάριθμα στα δύο μέλη της χημικής εξίσωσης.***

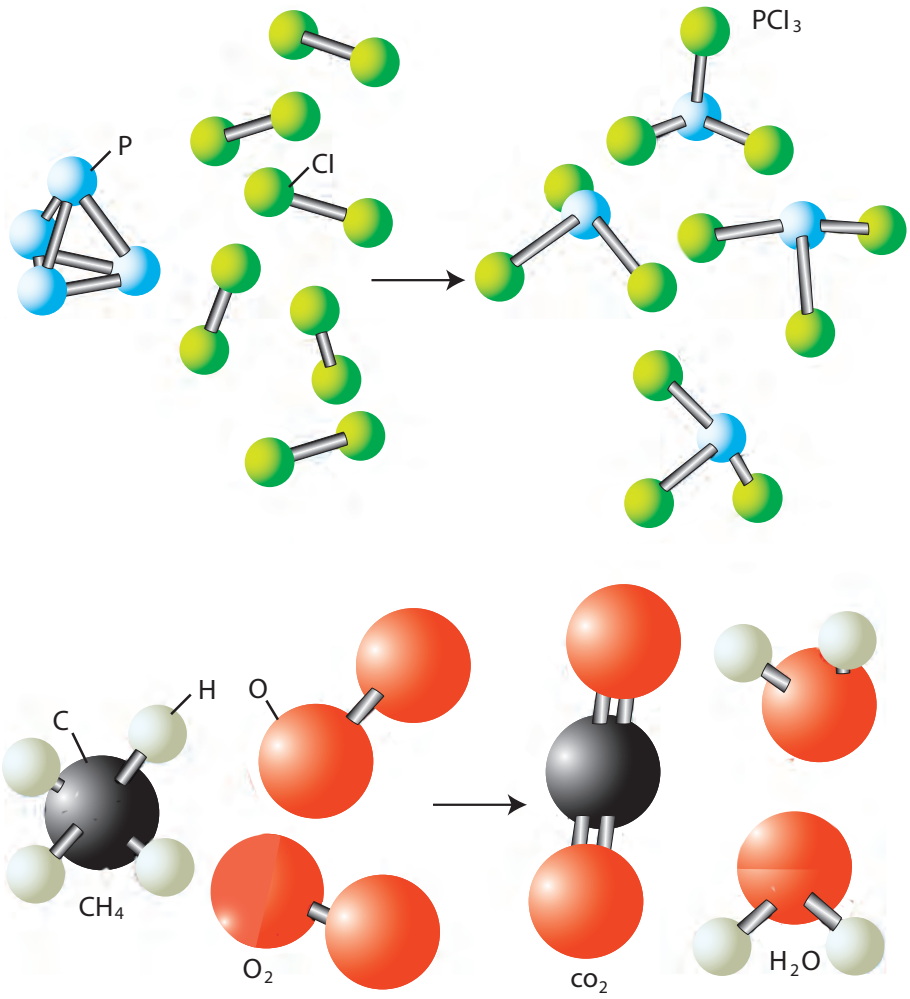
Παρακάτω δίνονται χαρακτηριστικά παραδείγματα χημικών εξισώσεων στις οποίες αναγράφεται και η φυσική κατάσταση των αντιδρώντων και προϊόντων.

$$P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(s) \qquad (4)$$

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \qquad (5)$$

Οι παραπάνω χημικές εξισώσεις μπορούν να παρασταθούν και με προσομοιώματα μορίων (μοριακά μοντέλα), όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.

Antoine Lavoisier (1743-1794). Αν κανείς ήθελε να οριοθετήσει την εποχή που αρχίζει η ανάπτυξη της χημείας ως επιστήμη θα ξεκινούσε από την Γάλλο χημικό Lavoisier. Μια λαμπρή προσωπικότητα, προικισμένη με πολλές αρετές. Το ερευνητικό του έργο ήταν πολύ πλούσιο. Μεταξύ των άλλων περιλαμβάνεται ο νόμος διατήρησης της μάζας:
«Σε κάθε χημική αντίδραση η μάζα των αντιδρώντων είναι ίση με τη μάζα των προϊόντων.»
Το βιβλίο του «Στοιχειώδες Σύγγραμμα της Χημείας» αποτέλεσε τη βάση για τη θεμελίωση και διάδοση της χημικής επιστήμης. Παράλληλα με τις επιστημονικές του δραστηριότητες, είχε αναπτύξει και επιχειρηματική δράση, έχοντας μια φοροεισπρακτική εταιρεία. Η εταιρεία αυτή του εξασφάλιζε μεγάλα κέρδη, ώστε να αυτοχρηματοδοτεί τις έρευνες του. Όμως, αυτή του στοίχισε το κεφάλι. Κατά τη διάρκεια της Γαλλικής επανάστασης κατηγορήθηκε για οικονομικά εγκλήματα και καρατομήθηκε. « Χάθηκε σ΄ένα λεπτό ένα κεφάλι που ούτε κάθε εκατό χρόνια δε γεννιέται»



ΣΧΗΜΑ 3.7 Εικονική παρουσίαση των αντιδράσεων σε μορφή μοριακών μοντέλων: α. $P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(s)$ (πάνω) β. $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ (κάτω).

• Σύμβολα:
(s) → στερεό
(l) → υγρό
(g) → αέριο
(aq) → υδατικό διάλυμα

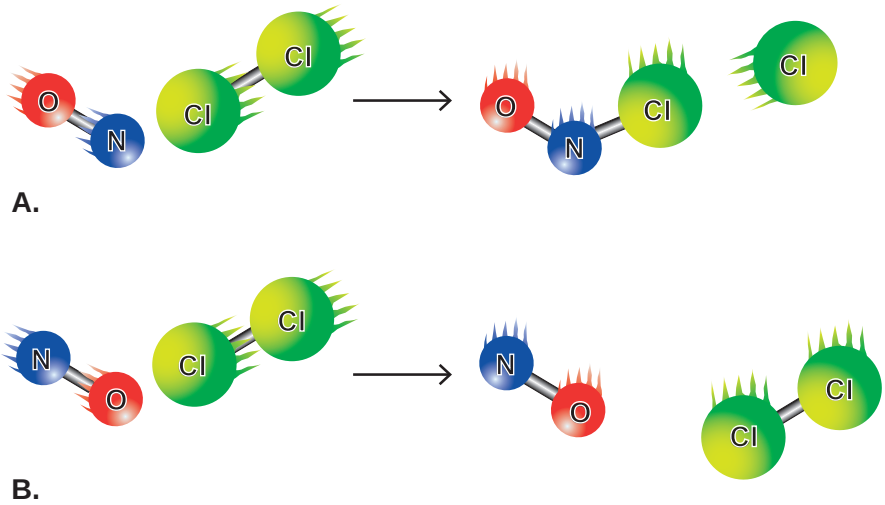
Χαρακτηριστικά των χημικών αντιδράσεων

α. Πότε πραγματοποιείται μία χημική αντίδραση;

Για να πραγματοποιηθεί μία χημική αντίδραση θα πρέπει, σύμφωνα με τη ***θεωρία των συγκρούσεων***, τα μόρια (ή γενικότερα οι δομικές μονάδες της ύλης) των αντιδρώντων να συγκρουστούν και μάλιστα να ***συγκρουστούν κατάλληλα***. Με τον όρο «να συγκρουστούν κατάλληλα» εννοούμε ότι πρέπει να έχουν την κατάλληλη ταχύτητα και ένα ορισμένο προσανατολισμό. Αποτέλεσμα αυτής της σύγκρουσης είναι ότι «σπάνε» οι αρχικοί δεσμοί (των αντιδρώντων) και δημιουργούνται νέοι (των προϊόντων). Έχει εκτιμηθεί ότι μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό των συγκρούσεων των αντιδρώντων είναι ***αποτελεσματικές***.

• Αποτελεσματικές είναι οι συγκρούσεις που οδηγούν στην αντίδραση.

• Σε βαθύτερο επίπεδο την απάντηση στο ερώτημα πότε πραγματοποιείται μια χημική αντίδραση δίνει η Χημική Θερμοδυναμική (βλέπε σχολικό βιβλίο Γ΄ Λυκείου).



ΣΧΗΜΑ 3.8 Για να γίνει η αντίδραση $NO+Cl_2 \rightarrow NOCl + Cl$ θα πρέπει τα αντιδρώντα μόρια να έχουν το σωστό προσανατολισμό και την κατάλληλη ταχύτητα (ενέργεια). Α: αποτελεσματική σύγκρουση Β: μη αποτελεσματική σύγκρουση.

β. Πόσο γρήγορα γίνεται μία χημική αντίδραση; (Ταχύτητα της αντίδρασης)

Εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι η ταχύτητα με την οποία τα διάφορα χημικά φαινόμενα εξελίσσονται ποικίλλει. Έτσι, π.χ. ο Fe σκουριάζει (διάβρωση) πολύ αργά, ενώ η έκρηξη της πυρίτιδας ή η καύση του Mg με το O_2 γίνονται ακαριαία. Επίσης, η αντίδραση $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ στη συνήθη θερμοκρασία προχωρεί τόσο αργά, ώστε πρακτικά δε γίνεται. Αν όμως τη «βοηθήσουμε» με ένα σπινθήρα, τότε γίνεται έκρηξη, δηλαδή η αντίδραση γίνεται με πολύ μεγάλη ταχύτητα.

Προφανώς ο ρυθμός των ενεργών συγκρούσεων καθορίζει την ταχύτητα μιας αντίδρασης.

➢ ***Ταχύτητα μιας αντίδρασης ορίζεται η μεταβολή της συγκέντρωσης ενός από τα αντιδρώντα ή τα προϊόντα, στη μονάδα του χρόνου.***

Η ταχύτητα μιας αντίδρασης μπορεί να αυξηθεί:

1. Με αύξηση της ***ποσότητας (συγκέντρωσης)*** των αντιδρώντων.
2. Με αύξηση της ***θερμοκρασίας***.
3. Με την παρουσία ***καταλυτών***. Ο καταλύτης αυξάνει την ταχύτητα της αντίδρασης, χωρίς να καταναλώνεται. Οι αντιδράσεις στους ζωντανούς οργανισμούς καταλύονται από τα ***ένζυμα ή βιοκαταλύτες***.
4. Με την αύξηση της ***επιφάνειας επαφής των στερεών σωμάτων*** που μετέχουν στην αντίδραση. Π.χ. ο άνθρακας σε μεγάλα κομμάτια καίγεται αργά, ενώ σε μορφή σκόνης σχεδόν ακαριαία.

• Η συγκέντρωση εκφράζει το πλήθος των μορίων ανά μονάδα όγκου (στο επόμενο κεφάλαιο θα μιλήσουμε αναλυτικά για τη συγκέντρωση).

• Όταν έχουμε πυρετό (υψηλή θερμοκρασία), όλες οι αντιδράσεις του οργανισμού επιταχύνονται.

• Η ζάχαρη στον αέρα καίγεται σε θ > 600 °C, ενώ στον οργανισμό μας «καίγεται» στους 37 °C. Γιατί;

γ. Ενεργειακές μεταβολές που συνοδεύουν τη χημική αντίδραση

Είναι πια γνωστό ότι στις χημικές μεταβολές (αντιδράσεις) τα άτομα διατηρούνται, ενώ ανακατανέμονται. Δηλαδή, οι αρχικοί δεσμοί «σπάζουν» και δημιουργούνται καινούργιοι σχηματίζοντας έτσι τα προϊόντα της αντίδρασης. Π.χ. στην αντίδραση $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$, «σπάζουν» οι δεσμοί H-H και Cl-Cl και δημιουργείται ο δεσμός H-Cl.
Γενικά, για να «σπάσει» ένας δεσμός, χρειάζεται ενέργεια, ενώ όταν δημιουργείται εκλύεται. Αυτό το «πάρε – δώσε» ενέργειας κρίνει τελικά κατά πόσο η αντίδραση συνολικά ελευθερώνει ή απορροφά ενέργεια σε μορφή θερμότητας.

➢ *Εξώθερμη ονομάζεται μία χημική αντίδραση που ελευθερώνει θερμότητα στο περιβάλλον.*

➢ *Ενδόθερμη είναι η αντίδραση που απορροφά θερμότητα από το περιβάλλον.*

• Εκλύεται: ελευθερώνεται

• Εξώθερμη:
$C + O_2 \rightarrow CO_2 + 394kJ$

• Ενδόθερμη:
$CaCO_3 \rightarrow CaO+CO_2 - 178kJ$

δ. Πόσο αποτελεσματική είναι μία αντίδραση; (Απόδοση αντίδρασης)

Πολλές χημικές αντιδράσεις δεν είναι πλήρεις, δηλαδή μέρος μόνο των αντιδρώντων μετατρέπονται σε προϊόντα (αμφίδρομες αντιδράσεις).

➢ *Η απόδοση μιας αντίδρασης καθορίζει τη σχέση μεταξύ της ποσότητας ενός προϊόντος που παίρνουμε πρακτικά και της ποσότητας που θα παίρναμε θεωρητικά, αν η αντίδραση ήταν πλήρης (μονόδρομη).*

Όπως θα δούμε αναλυτικά στο βιβλίο της Γ΄ Λυκείου κατεύθυνσης, μπορούμε να αυξήσουμε την απόδοση μιας αντίδρασης μεταβάλλοντας:

1. την ποσότητα (συγκέντρωση) των αντιδρώντων ή των προϊόντων
2. τη θερμοκρασία
3. την πίεση, εφ' όσον στην αντίδραση μετέχουν αέρια.

Μερικά είδη χημικών αντιδράσεων

Οι χημικές αντιδράσεις μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τις οξειδοαναγωγικές και τις μεταθετικές.

Α. ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

Στις αντιδράσεις αυτές ο αριθμός οξείδωσης ορισμένων από τα στοιχεία που συμμετέχουν μεταβάλλεται. Τέτοιες αντιδράσεις απλής μορφής είναι οι συνθέσεις, οι αποσυνθέσεις, οι διασπάσεις, οι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης. Υπάρχουν, βέβαια, και αντιδράσεις οξειδοαναγωγής πολύπλοκης μορφής, οι οποίες όμως δε θα μας απασχολήσουν στο κεφάλαιο αυτό.

1. Αντιδράσεις σύνθεσης

Κατά τις αντιδράσεις αυτές αντιδρούν δύο ή περισσότερα στοιχεία για να σχηματίσουν μία χημική ένωση. Ας δούμε μερικά παραδείγματα.

$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$

$H_2(g) + Cl_2(g) \xrightarrow{\text{φως}} 2HCl(g)$

$2K(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2KCl(s)$

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

Εφαρμογή

Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των επόμενων αντιδράσεων: α) αργίλιο και θείο δίνουν θειούχο αργίλιο, β) αργίλιο και οξυγόνο δίνουν οξείδιο του αργιλίου, γ) σίδηρος και χλώριο δίνουν χλωριούχο σίδηρο (III), δ) κασσίτερος και οξυγόνο δίνουν οξείδιο του κασσίτερου (II).

2. Αντιδράσεις αποσύνθεσης και διάσπασης

Κατά τις αντιδράσεις αυτές μία χημική ένωση διασπάται στα στοιχεία της (αποσύνθεση) ή σε δύο ή περισσότερες απλούστερες χημικές ουσίες (διάσπαση). Ας δούμε μερικά παραδείγματα.

$2HgO(s) \rightarrow 2Hg(l) + O_2(g)$

$CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$

$2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g)$

Εφαρμογή

Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των επόμενων αντιδράσεων: α. οξείδιο του χαλκού (II) διασπάται σε χαλκό και οξυγόνο, β. βρωμιούχος άργυρος διασπάται σε άργυρο και βρώμιο.

3. Αντιδράσεις απλής αντικατάστασης

Κατά τις αντιδράσεις αυτές ένα στοιχείο που βρίσκεται σε ελεύθερη κατάσταση αντικαθιστά ένα άλλο στοιχείο που βρίσκεται σε μία ένωσή του. Έτσι, ένα μέταλλο Μ αντικαθιστά ένα άλλο μέταλλο Μ΄ ή το υδρογόνο, σύμφωνα με το γενικό σχήμα:

$$M + M'X \rightarrow MX + M'$$

ή ένα αμέταλλο Α αντικαθιστά ένα άλλο αμέταλλο Α΄, σύμφωνα με το γενικό σχήμα:

$$A + ΨA' \rightarrow ΨA + A'$$

• Το Μ **δραστικότερο** του Μ΄ σημαίνει ότι το Μ δημιουργεί πιο «εύκολα» χημική ένωση με το Χ απ' ότι το Μ΄.

Απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει η αντίδραση απλής αντικατάστασης είναι το Μ να είναι δραστικότερο του Μ΄ και το Α δραστικότερο του Α΄. Παρακάτω δίνεται η σειρά δραστικότητας των κυριότερων μετάλλων και αμετάλλων.

ΣΕΙΡΑ ΔΡΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΟΡΙΣΜΕΝΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΚΑΙ ΑΜΕΤΑΛΛΩΝ

ΜΕΤΑΛΛΑ:
K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, $\boxed{H}$, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

Αύξηση δραστικότητας ←

ΑΜΕΤΑΛΛΑ:
F_2, Cl_2, Br_2, O_2, I_2, S

Ας δούμε τώρα μερικά παραδείγματα

α) Μέταλλο + άλας → άλας + μέταλλο

$Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$

$2Na(s) + FeCl_2(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + Fe(s)$

β) Μέταλλο + οξύ → άλας + H_2

$2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow 2AlCl_3(aq) + 3H_2(g)$

Να παρατηρήσουμε ότι στις αντιδράσεις αυτές το μέταλλο εμφανίζεται στα προϊόντα με το μικρότερο αριθμό οξείδωσης. Εξαιρείται ο χαλκός που δίνει ενώσεις του Cu^{2+}.

Π.χ. $Fe(s) + 2HBr(aq) \rightarrow FeBr_2(aq) + H_2(g)$

Επίσης, τα πυκνά διαλύματα θειικού οξέος κατά τις αντιδράσεις τους με μέταλλα δίνουν πολύπλοκες οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις (και όχι αντιδράσεις απλής αντικατάστασης). Το ίδιο ισχύει και για τα διαλύματα πυκνού και αραιού νιτρικού οξέος.

γ) Μέταλλο + νερό → …… + H_2

Τα πιο δραστικά μέταλλα K, Ba, Ca, Na αντιδρούν με το νερό και δίνουν την αντίστοιχη βάση (υδροξείδιο του μετάλλου) και H_2.

π.χ. $2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$

Τα υπόλοιπα πιο δραστικά από το υδρογόνο μέταλλα αντιδρούν με υδρατμούς σε υψηλή θερμοκρασία και δίνουν οξείδιο του μετάλλου και υδρογόνο,

π.χ. $Mg(s) + H_2O(g) \rightarrow MgO(s) + H_2(g)$

Η αντίδραση του νερού με Na (πάνω) και K (κάτω) γίνεται πολύ βίαια, το δε H_2 που ελευθερώνεται αυταναφλέγεται.

Εφαρμογή

Να γραφούν οι χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων (εφόσον αυτές γίνονται):
1. ψευδάργυρος + υδροβρώμιο → …, 2. ιώδιο + φθοριούχο νάτριο → …, 3. νάτριο + χλωριούχο αργίλιο → …, 4. χαλκός + νιτρικός άργυρος → …, 5. άργυρος + υδροχλώριο → …, 6. κάλιο + φωσφορικό οξύ → …, 7. βάριο + νερό → …, 8. ψευδάργυρος + νερό → …

Β. ΜΕΤΑΘΕΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

Στις αντιδράσεις αυτές οι αριθμοί οξείδωσης όλων των στοιχείων που μετέχουν στην αντίδραση παραμένουν σταθεροί. Τέτοιες αντιδράσεις είναι οι αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης και η εξουδετέρωση.

• Ηλεκτρολύτες είναι τα οξέα, οι βάσεις και τα άλατα

1. Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης

Αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης ονομάζονται οι αντιδράσεις μεταξύ δύο ηλεκτρολυτών σε υδατικά διαλύματα, κατά τις οποίες οι ηλεκτρολύτες ανταλλάσσουν ιόντα, σύμφωνα με το σχήμα:

$$A^+B^- + \Gamma^+\Delta^- \rightarrow A^+\Delta^- + \Gamma^+B^-$$

• Σύμβολα:
↓: ίζημα, δηλαδή δυσδιάλυτη ουσία
↑: αέρια ουσία

Σ' αυτό το είδος αντιδράσεων ανήκουν και οι αντιδράσεις μεταξύ οξέων και βάσεων (εξουδετερώσεις), οι οποίες εξετάζονται χωριστά στην αμέσως επόμενη ενότητα.
Ας δούμε, όμως, μερικά παραδείγματα.

$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow NaNO_3(aq) + AgCl \downarrow$

$Na_2CO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow 2NaOH(aq) + CaCO_3 \downarrow$

$BaCl_2(aq) + 2HNO_3(aq) \rightarrow Ba(NO_3)_2(aq) + 2HCl \uparrow$

• Αν το αέριο προϊόν είναι ευδιάλυτο, τότε θερμαίνουμε για να απομακρυνθεί από το διάλυμα.

Εδώ πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης γίνεται μόνο εφόσον ένα από τα προϊόντα της αντίδρασης:

1. «πέφτει» ως ίζημα (καταβύθιση).
2. εκφεύγει ως αέριο από το αντιδρών σύστημα
3. είναι ελάχιστα ιοντιζόμενη ένωση, δηλαδή διίσταται σε πολύ μικρό ποσοστό.

Η τελευταία περίπτωση θίγεται σχεδόν αποκλειστικά στην εξουδετέρωση, όπου σχηματίζεται η ελαχιστη ιοντιζόμενη ένωση νερό.
Για τις άλλες περιπτώσεις θα πρέπει να μάθουμε να αναγνωρίζουμε ποια είναι τα ιζήματα και τα αέρια. Αυτά δίνονται σε μορφή πίνακα παρακάτω.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1: Κυριότερα αέρια και ιζήματα

ΑΕΡΙΑ: HF, HCl, HBr, HI, H_2S, HCN, SO_2, CO_2, NH_3

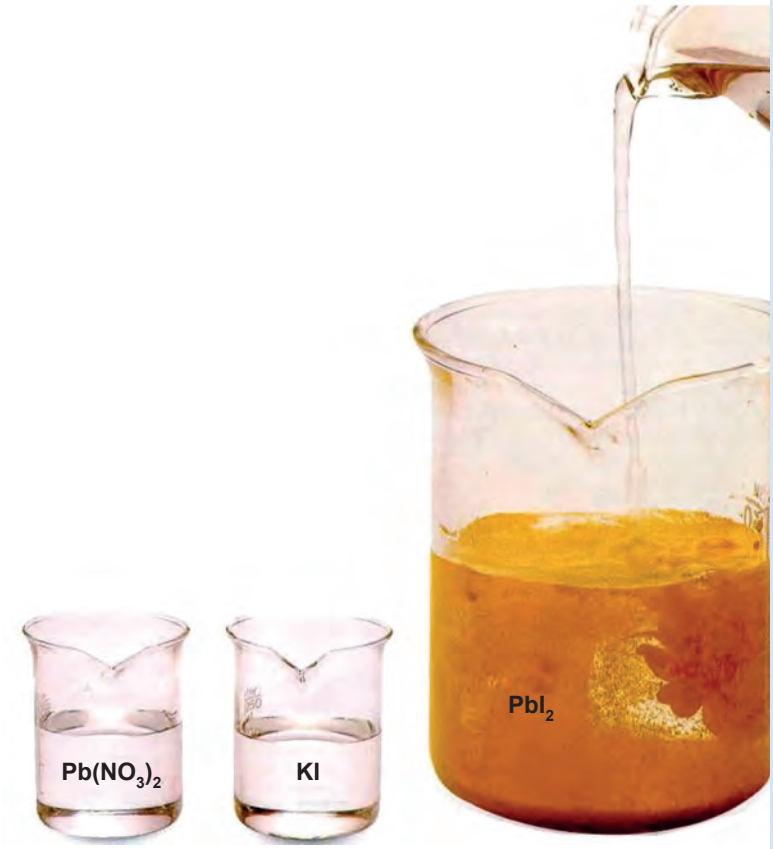
ΙΖΗΜΑΤΑ: AgCl, AgBr, AgI, $BaSO_4$, $CaSO_4$, $PbSO_4$
Όλα τα ανθρακικά άλατα εκτός από K_2CO_3, Na_2CO_3, $(NH_4)_2CO_3$.
Όλα τα θειούχα άλατα εκτός από K_2S, Na_2S, $(NH_4)_2S$.
Όλα τα υδροξείδια των μετάλλων εκτός από KOH, NaOH, $Ca(OH)_2$, $Ba(OH)_2$

Παρατήρηση: Το ανθρακικό οξύ (H_2CO_3) και το θειώδες οξύ (H_2SO_3) είναι ασταθείς ενώσεις, ενώ το υδροξείδιο του αμμωνίου (NH_4OH) είναι μόριο υποθετικό. Γι' αυτό στη θέση των προϊόντων γράφουμε:

$CO_2\uparrow + H_2O$ αντί H_2CO_3

$SO_2\uparrow + H_2O$ αντί H_2SO_3

$NH_3\uparrow + H_2O$ αντί NH_4OH



ΣΧΗΜΑ 3.9 Εικονική παρουσίαση της αντίδρασης διπλής αντικατάστασης μεταξύ $Pb(NO_3)_2$ και KI προς σχηματισμό του κίτρινου ιζήματος PbI_2.

Εφαρμογή

Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:
1. χλωριούχο αργίλιο + νιτρικός άργυρος
2. ανθρακικό βάριο + υδροχλώριο
3. θειώδης ψευδάργυρος + θειικό οξύ
4. νιτρικό βάριο + θειικό νάτριο
5. χλωριούχο αμμώνιο + υδροξείδιο του μαγνησίου
6. όξινο ανθρακικό νάτριο + υδροϊώδιο
7. θειικό αμμώνιο + υδροξείδιο του καλίου
8. νιτρικός μόλυβδος (ΙΙ) + θειούχο νάτριο

2. Εξουδετέρωση

Εξουδετέρωση ονομάζεται η αντίδραση ενός οξέος με μία βάση. Κατά την αντίδραση αυτή τα υδρογονοκατιόντα (Η+) που προέρχονται από το οξύ ενώνονται με τα ανιόντα υδροξειδίου (OH^-) που προέρχονται από τη βάση, και δίνουν νερό:

$$\mathbf{H^+ + OH^- \rightarrow H_2O}$$

Εξαιτίας της αντίδρασης αυτής πολλές φορές «εξαφανίζονται» (εξουδετερώνονται) τόσο οι ιδιότητες του οξέος (που οφείλονται στα H^+) όσο και οι ιδιότητες της βάσης (που οφείλονται στα OH^-). Γι' αυτό και η αντίδραση ονομάζεται ***εξουδετέρωση***.

Κατά την εξουδετέρωση το ανιόν του οξέος και το κατιόν της βάσης σχηματίζουν άλας. Ας δούμε μερικά παραδείγματα

$NaOH(aq) + HCl(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$

$H_2SO_4(aq) + 2KOH(aq) \rightarrow K_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$

$3Ca(OH)_2(aq) + 2H_3PO_4(aq) \rightarrow Ca_3(PO_4)_2\downarrow + 6H_2O(l)$

Οι αντιδράσεις που προηγήθηκαν αποτελούν παραδείγματα ***πλήρους*** εξουδετέρωσης, οπότε το άλας που σχηματίζεται είναι ένα ***ουδέτερο ή κανονικό άλας***. Στην περίπτωση που η εξουδετέρωση είναι μερική, είναι δυνατόν να σχηματιστούν ***όξινα ή βασικά άλατα*** (π.χ. $KHSO_4$ και Ca(OH) Cl). Αυτές όμως οι αντιδράσεις παρασκευής όξινων και βασικών αλάτων είναι πέρα από τα πλαίσια των μαθημάτων που δίνονται σ' αυτό το βιβλίο. Όπως ήδη αναφέραμε, τα όξινα οξείδια έχουν στα υδατικά τους διαλύματα συμπεριφορά οξέων και αντίστοιχα τα βασικά οξείδια συμπεριφορά βάσεων. Έτσι, στις αντιδράσεις εξουδετέρωσης μπορούν να συμπεριληφθούν και οι παρακάτω περιπτώσεις:

$N_2O_5(aq) + 2NaOH(aq) \rightarrow 2NaNO_3(aq) + H_2O(l)$

όξινο οξείδιο βάση άλας

$CaO(aq) + 2HCl(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l)$

βασικό οξείδιο οξύ

• Στις εξουδετερώσεις περιλαμβάνονται οι αντιδράσεις:
1. οξύ + βάση
2. όξινο οξείδιο + βάση
3. βασικό οξείδιο + οξύ
4. όξινο οξείδιο + βασικό οξείδιο

• Για να προβλέψουμε τα προϊόντα της αντίδρασης θεωρούμε στη θέση του N_2O_5 το αντίστοιχο οξύ, δηλαδή το HNO_3.

Μία εξαίρεση:

Στις αντιδράσεις της NH_3 με οξέα και στις αντιδράσεις μεταξύ όξινων και βασικών οξειδίων δεν έχουμε παραγωγή νερού. Π.χ.

$2NH_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow (NH_4)_2SO_4(aq)$

$3SO_3 + Fe_2O_3 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3(aq)$

Εφαρμογή

Να συμπληρωθούν οι αντιδράσεις:

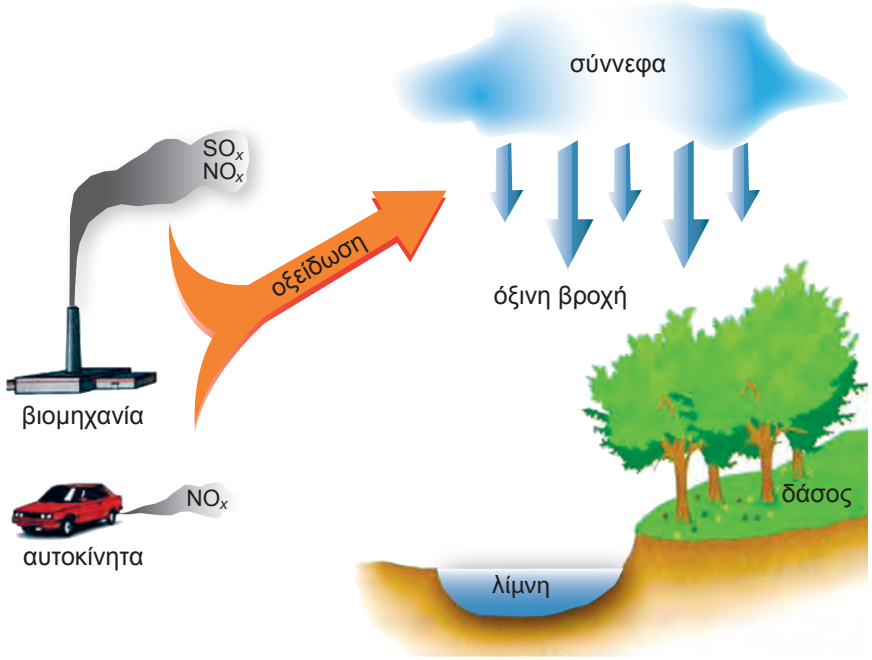
1. πεντοξείδιο του φωσφόρου + υδροξείδιο του καλίου
2. τριοξείδιο του θείου + υδροξείδιο του αργιλίου
3. διοξείδιο του άνθρακα + υδροξείδιο του ασβεστίου
4. θειικό οξύ + οξείδιο του καλίου
5. νιτρικό οξύ + οξείδιο του σιδήρου (III)
6. πεντοξείδιο του αζώτου + οξείδιο του ασβεστίου

3.6 Οξέα, βάσεις, οξείδια, άλατα, εξουδετέρωση και…καθημερινή ζωή

Όξινη βροχή και περιβάλλον

➢ *Όξινη ορίζεται η βροχή που έχει pH μικρότερο του 5,6 (pH της «καθαρής» βροχής).*

Οι δύο κύριες πηγές ρυπαντών που προκαλούν την όξινη βροχή είναι το SO_2, που προέρχεται κυρίως από τις βιομηχανίες, και το NO, που προέρχεται από τις βιομηχανίες και τα αυτοκίνητα. Τα οξείδια αυτά μετατρέπονται στην ατμόσφαιρα σε SO_3 και NO_2 και στη συνέχεια αντιδρώντας με το νερό της βροχής μετατρέπονται σε H_2SO_4 και HNO_3, αντίστοιχα.



ΣΧΗΜΑ 3.10 Εικονική παρουσίαση της δημιουργίας όξινης βροχής.

Ένα μη αναμενόμενο πείραμα σε γήινο επίπεδο έδωσε αδιαμφισβήτητες αποδείξεις για την ευαισθησία που παρουσιάζουν οι ζώντες οργανισμοί και τα διάφορα οικοσυστήματα ακόμα και σε μικρές μεταβολές της οξύτητας (pH) των λιμνών, ποταμών και θαλασσών.

Τις τρεις τελευταίες δεκαετίες η οξύτητα της βροχής και του χιονιού που πέφτουν σε μεγάλες περιοχές των ΗΠΑ και Ευρώπης αυξήθηκε σημαντικά. Αυτό, προφανώς, οφείλεται στις ολοένα αυξανόμενες ποσότητες αέριων ρυπαντών, *όπως του διοξείδιου του θείου* (SO_2), και των *οξειδίων του αζώτου* (NO_x), τα οποία παράγονται από τις καύσεις των απολιθωμένων καυσίμων (π.χ. γαιάνθρακες, πετρέλαιο). Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες, η *όξινη βροχή* προκάλεσε σημαντικές αλλαγές σε ορισμένες ευαίσθητες κατηγορίες ζώων, όπως στο σολομό και την πέστροφα και βαριές ζημιές σε πολλά φυτά.

Κάποια οξύτητα βέβαια, στο νερό της βροχής και στο χιόνι είναι αναμενόμενη, αφού το αέριο CO_2 διαλύεται στο νερό δίνοντας ένα ασθενώς όξινο διάλυμα. Το ελάχιστο pH που αναμένεται να έχει το νερό σε ισορροπία με το CO_2 είναι περίπου 5,6. Όμως, το pH της βροχής και του χιονιού σε πολλές περιοχές της βόρειας Ευρώπης και των ανατολικών ακτών των ΗΠΑ, έπεσε γύρω στο 5 και σε κάποιες περιπτώσεις ακόμα και στο 3. Η αυξημένη αυτή οξύτητα οφείλεται στις καταιονήσεις αυτές του θειικού και του νιτρικού οξέος.

Τα αποτελέσματα των όξινων αυτών καταιονήσεων βεβαιώθηκαν ειδικότερα στη Σκανδιναβία. Ρυπαντές από την Αγγλία και άλλες βιομηχανικές χώρες παρασύρθηκαν από τους ανέμους προς βορρά ή προς ανατολάς και αποτέθηκαν στις χώρες της Σκανδιναβίας. Περίπου 5.000 λίμνες στη Σουηδία βρέθηκαν να έχουν pH 5 ή μικρότερο, και οι πληθυσμοί των ψαριών επηρεάστηκαν σοβαρά κάτω από αυτές τις συνθήκες. Στη Νορβηγία μελέτες έδειξαν ότι η μέση οξύτητα των καταιονήσεων έπεσε σε pH 4,6, και ο αριθμός των λιμνών με τους σολομούς και τις πέστροφες που τέθηκαν σε κατάσταση κινδύνου αυξήθηκε έντονα.

ΣΧΗΜΑ 3.11: Οι επιπτώσεις της όξινης βροχής στα δάση.

Οι επιπτώσεις της όξινης βροχής στους υδρόβιους οργανισμούς

• Τα αποτελέσματα της μόλυνσης της ατμόσφαιρας από τα οξείδια του θείου είναι χαρακτηριστικά στην περίπτωση της γνωστής **ομίχλης του Λονδίνου**, που προκάλεσε το θάνατο 4 000 ανθρώπων το 1952.

Πρόσφατες μελέτες που έγιναν στα δάση, των ΗΠΑ και της Σκανδιναβίας έδειξαν εκτεταμένες βλάβες σε δένδρα. Οι βλάβες αυτές συνδέθηκαν με την όξινη βροχή, αν και η σχέση αυτή αμφισβητείται.

Κύρια αιτία των αντιθέσεων και αμφισβητήσεων γύρω από τα αίτια και τα αποτελέσματα της όξινης βροχής είναι οι οικονομικές και πολιτικές διαφορές που χωρίζουν κράτη (ή και πολιτείες στις ΗΠΑ), μια και οι ρυπαντές μεταφέρονται από χώρα σε χώρα «χωρίς τελωνειακούς ελέγχους».

Καμία γρήγορη λύση δε φαίνεται στο άμεσο μέλλον. Ακόμη και αν οι κυβερνήσεις και οι βιομηχανίες συμφωνήσουν για τις πηγές που προκαλούν τις όξινες καταιονήσεις, θα χρειαστούν χρόνια και πολλά δισεκατομμύρια δολάρια για να εγκατασταθεί ο κατάλληλος εξοπλισμός, ώστε να μειωθεί δραστικά η ρύπανση του αέρα. Όσο οι συζητήσεις γύρω από τα απαραίτητα βήματα που πρέπει να γίνουν, ώστε να μειωθεί η έκλυση NO_x και SO_2, απλώς συνεχίζονται, τόσο το πρόβλημα της όξινης βροχής και των επιπτώσεών της θα παραμένει αναλλοίωτο γύρω μας ...

ΣΧΗΜΑ 3.12 Καταστροφή μαρμάρινων μνημείων ιστορικής αξίας. Η όξινη βροχή μετατρέπει το μάρμαρο ($CaCO_3$) σε γύψο ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) - γυψοποίηση του μαρμάρου.

Έντομα και οξέα - βάσεις

Το αμυντικό σύστημα των εντόμων βασίζεται στην έκκριση οξέων ή βάσεων. Για παράδειγμα, το τσίμπημα της σφήκας έχει βασικές ιδιότητες και μπορεί να «εξουδετερωθεί» με οξύ (π.χ. ξίδι ή λεμόνι). Αντίθετα, το τσίμπημα από κουνούπι ή μέλισσα είναι όξινο και «εξουδετερώνεται» με βάση (π.χ. μαγειρική σόδα ή NH_3).

ΣΧΗΜΑ 3.13 Το κεντρί της σφήκας εκκρίνει βάση.

Έδαφος και οξέα - βάσεις

Το pH του εδάφους έχει μεγάλη σημασία για τη σωστή ανάπτυξη των φυτών. Γι΄ αυτό πολλές φορές οι γεωργοί διορθώνουν το pH του εδάφους (π.χ. προσθέτοντας ασβεστόλιθο), ώστε να πετύχουν τη μέγιστη συγκομιδή στις καλλιέργειές τους. Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι ορισμένα φυτά, λόγω των δεικτών που έχουν στα άνθη τους, εμφανίζονται με διαφόρους χρωματισμούς, ανάλογα με το pH του εδάφους. Ως παράδειγμα φέρνουμε την ορτανσία, που εικονίζεται στο διπλανό σχήμα.

Η ορτανσία βγάζει μπλε ή κόκκινα λουλούδια ανάλογα με pH του εδάφους

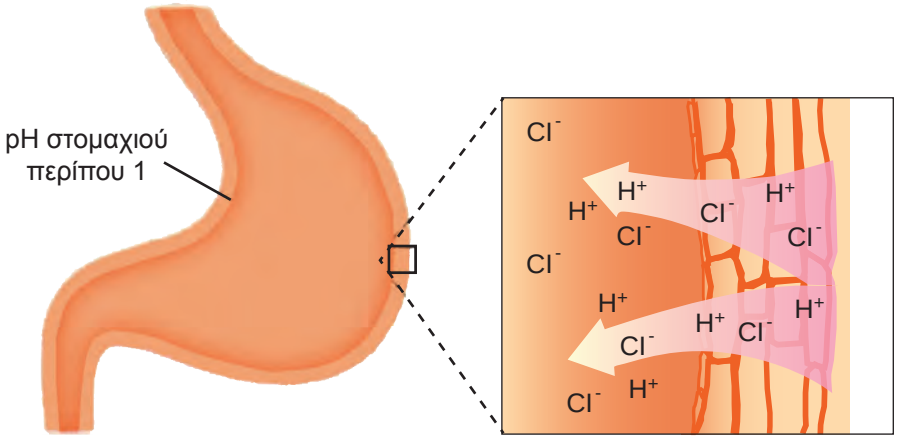
pH και υγιεινή

Το δέρμα μας είναι όξινο με pH μεταξύ 5 και 5,6. Κατ' αυτό τον τρόπο αποφεύγεται η ανάπτυξη μικροοργανισμών στο σώμα μας. Γι' αυτό προτείνεται η χρησιμοποίηση σαμπουάν με pH 5 έως 6.

Εξ' άλλου η φθορά που προκαλείται στα δόντια μας οφείλεται σε βακτηρίδια που μετατρέπουν τη ζάχαρη σε οξέα. Τα οξέα αυτά καταστρέφουν το σμάλτο και προκαλούν τρύπες στα δόντια.

Το pH στο στομάχι μας είναι περίπου 1 και οφείλεται στην παρουσία υδροχλωρικού οξέος, που εκκρίνεται από τα τοιχώματα του στομάχου, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Αυτή η συγκέντρωση του οξέος είναι ικανή να διαλύσει ακόμα και ένα κομμάτι μέταλλο, π.χ. Zn. Σε μερικούς ανθρώπους η ποσότητα του οξέος που εκκρίνεται στο στομάχι είναι περισσότερη από ότι χρειάζεται για τη χώνευση των τροφών, με αποτέλεσμα να προκαλούνται στομαχικές διαταραχές. Για την καταπολέμηση αυτού του προβλήματος χρησιμοποιούνται οι λεγόμενες αντιόξινες ουσίες (antacids), δηλαδή βάσεις, όπως σόδα ($NaHCO_3$), γάλα της μαγνησίας ($Mg(OH)_2$),

τα οποία εξουδετερώνουν την περίσσεια του οξέος.



ΣΧΗΜΑ 3.14 Το pH στο στομάχι μας είναι περίπου 1.

Σταλακτίτες και Σταλαγμίτες

Οι σταλακτίτες κρέμονται από τις οροφές των σπηλαίων, ενώ οι σταλαγμίτες αναπτύσσονται από το έδαφος του σπηλαίου. Και στις δύο περιπτώσεις έχουμε σχηματισμό $CaCO_3$ με βάση την αντίδραση:

$$Ca(HCO_3)_2\,(aq) \rightarrow CaCO_3(s) + CO_2(g) + H_2O$$

Το όξινο ανθρακικό ασβέστιο $Ca(HCO_3)_2$ βρίσκεται διαλυμένο σε νερό που έχει περάσει μέσω ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Το νερό αυτό πέφτει από την οροφή του σπηλαίου σταγόνα - σταγόνα και εξατμίζεται, οπότε σχηματίζεται σταλακτίτης. Αν προλάβει το νερό και πέσει στο έδαφος και ακολουθήσει εξάτμιση, τότε έχουμε σχηματισμό σταλαγμίτη.

ΣΧΗΜΑ 3.15 Η ροή του νερού καθορίζει το σχήμα του σταλαγμίτη.

Γνωρίζεις ότι.....

Το pH του στομάχου και τα αντιόξινα

Τα τοιχώματα του ανθρώπινου στομάχου περιέχουν χιλιάδες κύτταρα τα οποία εκκρίνουν αραιό διάλυμα HCl (0,1 M). Η αποστολή αυτού του οξέος είναι να εμποδίσει την ανάπτυξη βακτηριδίων και να βοηθήσει την υδρόλυση (πέψη) των τροφών. Συνήθως η εσωτερική μεμβράνη του στομάχου δεν πληγώνεται από την παρουσία αυτού του ισχυρού οξέος, εφόσον το εσωτερικό αυτό τοίχωμα, η λεγόμενη *mucosa*, αντικαθίσταται με ρυθμό 500 000 κυττάρων το λεπτό.

Όταν κάποιος φαει πολύ, το στομάχι ανταποκρίνεται με έκκριση μεγαλύτερης ποσότητας HCl. Αυτό κατεβάζει το pH σε τιμές που προκαλούν πλέον δυσφορία, και το στομάχι αρχίζει να «χωνεύει τον εαυτό του». Ευτυχώς όμως, η μεμβράνη προστατεύεται από ένα παχύ στρώμα λίπους.

Όταν εμφανίζεται ένα τέτοιο στομαχικό πρόβλημα λόγω υπερέκκρισης οξέος, οι περισσότεροι άνθρωποι καταφεύγουν στα *αντιόξινα* φάρμακα. Αυτά είναι ενώσεις που μειώνουν την ποσότητα του HCl στο στομάχι και κρατούν την τιμή του pH στα όρια 1,2 έως 0,3. Η μείωση αυτή μπορεί να επιτευχθεί και με διάφορους άλλους τρόπους, όπως π.χ. με ρόφηση ή ιονεναλλαγή.

Τα αντιόξινα λοιπόν είναι ενώσεις βασικής αντίδρασης που εξουδετερώνουν την περίσσεια του οξέος (*υπερχλωριδρίαση και πεπτικό έλκος)*. Παρακάτω αναφέρονται μερικά από αυτά, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο δρουν:

Οξείδιο του μαγνησίου, MgO	$MgO + 2\,HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2O$
Γάλα μαγνησίας (αιώρημα $Mg(OH)_2$)	$Mg(OH)_2 + 2\,HCl \rightarrow MgCl_2 + 2H_2O$
Σόδα, $NaHCO_3$	$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + CO_2\uparrow + H_2O$
Υδροξείδιο του αργιλίου	$Al(OH)_3 + 3HCl \rightarrow AlCl_3 + 3H_2O$

Τέλος, να παρατηρήσουμε ότι τα αντιόξινα απλώς ανακουφίζουν το σύμπτωμα και δε θεραπεύουν την αιτία του στομαχικού προβλήματος. Επίσης, τα αντιόξινα δε θα πρέπει να ανεβάζουν την τιμή του pH πολύ, γιατί τότε το στομάχι αντιδρά και εκκρίνει νέες ποσότητες οξέος (*επαναφορά ή rebound* του οξέος).

Ανακεφαλαίωση

1. Με βάση τη θεωρία ηλεκτρολυτικής διάστασης του Arrhenius ο ηλεκτρολύτης (οξύ, βάση, άλας), όταν διαλυθεί στο νερό, διίσταται σε θετικά και αρνητικά ιόντα.

2. Οξέα κατά Arrhenius είναι οι υδρογονούχες ενώσεις, που όταν διαλυθούν στο νερό, δίνουν λόγω διάστασης H^+, ενώ οι βάσεις δίνουν αντίστοιχα OH^-.

3. Ισχυρά λέγονται τα οξέα (ή οι βάσεις) τα οποία διίστανται πλήρως σε ιόντα, ενώ ασθενή είναι εκείνα που διίστανται μερικώς.

4. Όξινος χαρακτήρας (ή αντίδραση) ονομάζονται οι ιδιότητες των οξέων που οφείλονται στην παρουσία H^+. Βασικός χαρακτήρας (ή αντίδραση) ονομάζονται οι ιδιότητες των βάσεων που οφείλονται στην παρουσία OH^-.

5. Το pH είναι ένα μέτρο της οξύτητας των διαλυμάτων. Ανάλογα με την τιμή του pH, ένα διάλυμα μπορεί να χαρακτηριστεί όξινο, βασικό ή ουδέτερο.

6. Οξείδια ονομάζονται οι ενώσεις διαφόρων στοιχείων με το οξυγόνο. Άλατα είναι οι ιοντικές ενώσεις που περιέχουν κατιόν μέταλλο ή θετικό πολυατομικό ιόν και ανιόν αμέταλλο ή αρνητικό πολυατομικό ιόν.

7. Στις χημικές αντιδράσεις γίνεται ανακατανομή ύλης και ενέργειας. Σε κάθε χημική αντίδραση η μάζα των αντιδρώντων είναι ίση με τη μάζα των προϊόντων.

8. Οξειδοαναγωγικές λέγονται οι αντιδράσεις στις οποίες ο αριθμός οξείδωσης ορισμένων από τα στοιχεία που συμμετέχουν σ' αυτές μεταβάλλεται. Στην κατηγορία αυτών των αντιδράσεων ανήκουν οι συνθέσεις, οι αποσυνθέσεις, οι διασπάσεις και οι απλές αντικαταστάσεις. Μεταθετικές λέγονται οι αντιδράσεις στις οποίες οι αριθμοί οξείδωσης όλων των στοιχείων που μετέχουν σ' αυτές παραμένουν σταθεροί. Εξουδετέρωση είναι η αντίδραση ενός οξέος με μία βάση. Κατά την αντίδραση αυτή, τα H^+ του οξέος ενώνονται με τα OH^- της βάση προς σχηματισμό νερού.

9. Όξινη ορίζεται η βροχή με pH μικρότερο του 5,6 (pH «καθαρής» βροχής). Η όξινη βροχή οφείλεται κυρίως στη δημιουργία H_2SO_4 ή HNO_3, στην ατμόσφαιρα. Η όξινη βροχή προκαλεί μεγάλες διαταραχές στα διάφορα οικοσυστήματα.

Λέξεις Κλειδιά

ηλεκτρολύτης
διάσταση
οξύ, βάση, άλας
ισχυρός ηλεκτρολύτης
ασθενής ηλεκτρολύτης
όξινος χαρακτήρας
βασικός χαρακτήρας
pH
όξινο διάλυμα
βασικό διάλυμα
ουδέτερο διάλυμα
δείκτες
πεχάμετρο
οξείδιο
όξινο οξείδιο
βασικό οξείδιο
επαμφοτερίζον οξείδιο
χημική αντίδραση
διατήρηση της μάζας
ενεργές συγκρούσεις
ταχύτητα αντίδρασης
εξώθερμη αντίδραση
ενδόθερμη αντίδραση
απόδοση αντίδρασης
οξειδοαναγωγή
μεταθετική αντίδραση
εξουδετέρωση
όξινη βροχή

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Τι είναι οξύ και τι βάση σύμφωνα με τη θεωρία του Arrhenius;

2. Να αναφέρετε τι είναι όξινος και τι βασικός χαρακτήρας.

3. Πώς συμβολίζεται γενικά ένα οξύ μία βάση και ένα οξείδιο;

4. Τι είναι τα οξείδια; Πώς συμβολίζεται ένα οξείδιο;

5. Ποιες ουσίες λέγονται ηλεκτρολύτες; Ποιες κατηγορίες ενώσεων ανήκουν στους ηλεκτρολύτες;

6. Τι είναι η ηλεκτρόλυση; Τι παράγεται κατά την ηλεκτρόλυση ενός υδατικού διαλύματος οξέος; Τι παράγεται κατά την ηλεκτρόλυση ενός υδατικού διαλύματος βάσης;

7. Τι ονομάζεται εξουδετέρωση; Ποιο είναι το χημικό φαινόμενο που συμβαίνει κατά την εξουδετέρωση ενός οξέος από μια βάση;

8. Τι είναι δείκτες; Να αναφέρετε μερικές ουσίες που είναι ή περιέχουν δείκτες.

9. Τι εκφράζει η ισχύς ενός ηλεκτρολύτη;

10. Τι είναι άλας; Να δώσετε το γενικό τύπο ενός άλατος.

11. Τι είναι χημική αντίδραση;

12. Πότε μία αντίδραση χαρακτηρίζεται εξώθερμη και πότε ενδόθερμη;

13. Να διατυπώσετε το νόμο διατήρησης της μάζας.

14. α) Τι μας δείχνει η ταχύτητα μιας αντίδρασης;

β) Τι είναι ομογενής αντίδραση;

15. Πώς μπορούμε να αυξήσουμε την ταχύτητα μιας αντίδρασης;

16. Να αναφέρετε τρεις τρόπους με τους οποίους μπορούμε να αυξήσουμε την απόδοση μιας αντίδρασης.

17. Ποιες αντιδράσεις χαρακτηρίζονται:

α) οξειδοαναγωγικές

β) μεταθετικές

γ) σύνθεσης

δ) αποσύνθεσης

ε) απλής αντικατάστασης

στ) διπλής αντικατάστασης

ζ) εξουδετέρωσης

Να δώσετε από ένα παράδειγμα σε κάθε περίπτωση.

Ασκήσεις - Προβλήματα

α. Οξέα - Βάσεις - Οξείδια - Άλατα

18. Να γράψετε τις ονομασίες των χημικών ουσιών που περιέχονται στα παρακάτω σώματα:

1. ασπιρίνη	2. αντιόξινα χάπια	3. tuboflo
4. λεμόνια	5. ξίδι	6. coca – cola.

19. Ποιος είναι ο χημικός τύπος:

1. καυστική ποτάσα	2. βιτριόλι	3. ακουαφόρτε
4. καυστική σόδα	5. σόδα	6. ασβεστόλιθος

20. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές ή με Λ αν είναι λανθασμένες.

α. Τα οξέα είναι υδρογονούχες ενώσεις.

β. Οι βάσεις είναι οξυγονούχες ενώσεις.

γ. Κάθε ένωση που περιέχει υδρογόνο είναι οξύ.

δ. Η αμμωνία (NH_3) είναι τριπρωτικό οξύ.

ε. Τα υδροξείδια του σιδήρου είναι πολυπρωτικές βάσεις.

στ. Το νιτρικό οξύ είναι διπρωτικό οξύ.

21. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές ή με Λ αν είναι λανθασμένες.

α. Η ένωση H_2SO_4 είναι οξύ, γιατί διαλύεται στο νερό.

β. Η ένωση HNO_3 είναι οξύ, γιατί το υδατικό της διάλυμα περιέχει H^+.

γ. Η ένωση NaOH είναι βάση, γιατί το υδατικό της διάλυμα περιέχει OH^-.

δ. Η ένωση $Ca(OH)_2$ είναι βάση, γιατί περιέχει μέταλλο.

ε. Η ένωση H_3PO_4 είναι οξύ, γιατί μεταβάλλει το χρώμα ενός διαλύματος.

22. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α. Όλα τα οξέα έχουν μία σειρά κοινών ιδιοτήτων που ονομάζονται …… …… και που οφείλονται στο …… …….

β. Όλες οι βάσεις έχουν μία σειρά κοινών ιδιοτήτων που ονομάζονται …… ……. και που οφείλονται στο …… ……

23. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των παρακάτω ενώσεων:

1. νιτρικό οξύ 2. υδροξείδιο του ασβεστίου 3. φωσφορικό οξύ 4. υδροξείδιο του σιδήρου (III) 5. υδροχλώριο 6. θειικό οξύ 7. υδροξείδιο του χαλκού (I) 8. χλωρικό οξύ 9. υδροξείδιο του ψευδαργύρου 10. υδρόθειο 11. υδροξείδιο του καλίου 12. υδροξείδιο του αργιλίου.

24. Πώς μπορείτε να διαπιστώσετε με τη βοήθεια μιας απλής πειραματικής διάταξης την αγωγιμότητα του διαλύματος ενός ηλεκτρολύτη;

25. Να διαλέξετε τις σωστές απαντήσεις στις παρακάτω προτάσεις:

1. Με ηλεκτρόλυση των υδατικών διαλυμάτων των οξέων παράγεται στην κάθοδο:

α. αέριο υδρογόνο

β. αέριο οξυγόνο

γ. ιόντα υδρογόνου

δ. ένα αέριο που εξαρτάται από το οξύ

ε. κανένα αέριο.

2. Με ηλεκτρόλυση των υδατικών διαλυμάτων των βάσεων παράγεται στην άνοδο:

α. αέριο άζωτο

β. αέριο οξυγόνο

γ. ιόντα μετάλλου

δ. ιόντα υδροξειδίου

ε. κανένα αέριο.

* **26.** Όπως έχουμε αναφέρει, το οξικό οξύ (CH_3COOH) και το υδροξείδιο του νατρίου ($NaOH$) είναι ουσίες ευδιάλυτες στο νερό. Τρία ποτήρια Α, Β και Γ περιέχουν ξεχωριστά ένα διάλυμα οξικού οξέος (άχρωμο), ένα διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (άχρωμο) και αποσταγμένο νερό, χωρίς να γνωρίζουμε τι περιέχεται το κάθε ποτήρι. Με ποιο απλό πείραμα θα διαπιστώσουμε το περιεχόμενο του κάθε ποτηριού;

27. Ποια συμπεράσματα προκύπτουν για τα παρακάτω διαλύματα που βρίσκονται σε θερμοκρασία 25°C;

α. το pH ενός διαλύματος Α είναι μικρότερο από το 7.

β. το pH ενός διαλύματος Β είναι μεγαλύτερο από το 7.

Τι πρέπει να προσθέσουμε αντίστοιχα στα διαλύματα Α και Β ώστε αυτά να γίνουν ουδέτερα;

28. Να περιγράψετε δύο τρόπους με τους οποίους μπορούμε να προσδιορίσουμε το pH ενός διαλύματος. Ποιος από αυτούς είναι ακριβής;

29. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

ΔΙΑΛΥΜΑ	Σχέση H^+ και OH^-	pH (θ=25°C)
όξινο		
βασικό		
ουδέτερο		

30. Ποια από τα παρακάτω διαλύματα είναι όξινα, ποια είναι βασικά και ποια είναι ουδέτερα;

1. βροχή	2. ασβεστόνερο	3. νερό θάλασσας
4. αίμα	5. αποσταγμένο νερό	6. ξίδι
7. σόδα	8. χυμός λεμονιού	9. Coca-Cola.

31. Να συνδυάσετε τα γράμματα με τους αριθμούς:

Διάλυμα	pH διαλύματος
1. υδροχλωρικό οξύ	α. 13
2. υδροξείδιο του καλίου	β. 7
3. αποσταγμένο νερό	γ. 0

32. Να συνδυάσετε τα γράμματα με τους αριθμούς:

Διάλυμα	pH διαλύματος
1. αραιό διάλυμα NaOH	α. 1
2. πυκνό διάλυμα HCl	β. 7
3. αραιό διάλυμα HCl	γ. 6
4. διάλυμα NaCl	δ. 13
5. πυκνό διάλυμα KOH	ε. 8

33. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές ή με Λ αν είναι λανθασμένες.

α. Μεταξύ δύο διαλυμάτων οξέων, περισσότερο όξινο είναι εκείνο που έχει το μικρότερο pH.

β. Μεταξύ δύο διαλυμάτων βάσεων, περισσότερο βασικό είναι εκείνο που έχει το μικρότερο pH.

γ. Διάλυμα HCl έχει pH = 9.

δ. Διάλυμα NaOH έχει pH = 14.

* **34.** Ένα διάλυμα Α που περιέχει HCl (υδροχλωρικό οξύ), έχει όπως γνωρίζουμε όξινη γεύση, μετατρέπει σε κόκκινο το μπλε βάμμα του ηλιοτροπίου και αντιδρά με Na ελευθερώνοντας αέριο υδρογόνο. Ένα διάλυμα Β υδροξειδίου του νατρίου, NaOH (το γνωστό μας tuboflo), είναι καυστικό, μετατρέπει σε μπλε το κόκκινο βάμμα του ηλιοτροπίου και κατά την ηλεκτρόλυση ελευθερώνει αέριο οξυγόνο.

α) Πού οφείλονται οι παραπάνω ιδιότητες των διαλυμάτων Α και Β;

β) Να αναφέρετε δύο διαλύματα που να έχουν τις ιδιότητες του Α και δύο διαλύματα που να έχουν τις ιδιότητες του Β.

γ) Αν τα διαλύματα Α και Β αναμιχθούν με τέτοια αναλογία, ώστε μετά την αντίδραση το τελικό διάλυμα να μην αλλάζει το χρώμα του δείκτη του ηλιοτροπίου, τότε ποιο θα είναι το pH του τελικού διαλύματος (θ = 25°C);

35. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:

α. Όξινα λέγονται τα οξείδια …… .

β. Βασικά λέγονται τα οξείδια …… .

γ. Επαμφοτερίζοντα λέγονται τα οξείδια …… .

* **36.** Να τοποθετήσετε στα κενά του παρακάτω πίνακα τους μοριακούς τύπους των ενώσεων που θα προκύψουν από την επίδραση του νερού στα οξείδια:

SO_3	N_2O_5	CaO	Na_2O

* **37.** Να τοποθετήσετε στα κενά του παρακάτω πίνακα τους μοριακούς τύπους των ανυδριτών των αντίστοιχων οξέων ή βάσεων:

H_3PO_4	H_2SO_3	KOH	$Al(OH)_3$

38. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των παρακάτω ενώσεων:
1. οξείδιο του καλίου, 2. διοξείδιο του άνθρακα, 3. οξείδιο του σιδήρου (III), 4. τριοξείδιο του θείου, 5. οξείδιο του αργιλίου, 6. οξείδιο του χαλκού (I), 7. μονοξείδιο του άνθρακα, 8. οξείδιο του ψευδαργύρου.

39. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των παρακάτω ενώσεων:
1. διάζωτο τριοξείδιο, 2. νάτριο οξείδιο, 3. θείο διοξείδιο, 4. διάζωτο πεντοξείδιο, 5. σίδηρο(II) οξείδιο.

40. Να περιγράψετε μέσω μιας απλής πειραματικής διάταξης τη μικρή αγωγιμότητα ενός ασθενούς οξέος και τη μεγάλη αγωγιμότητα ενός ισχυρού οξέος.

41. Να αναφέρετε δύο ισχυρά και δύο ασθενή οξέα που γνωρίζετε από την καθημερινή ζωή. Να αναφέρετε επίσης μία ισχυρή βάση και μία ασθενή βάση που γνωρίζετε από την καθημερινή ζωή.

42. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:
α. Ένας ηλεκτρολύτης είναι ισχυρός όταν …….
β. Ένας ηλεκτρολύτης είναι ασθενής όταν …….

43. Να συνδυάσετε τους αριθμούς της πρώτης στήλης με τα γράμματα της δεύτερης:

1. πολυπρωτικό οξύ	Α. HCl
2. διπρωτική βάση	Β. $M(OH)_x$
3. μονοπρωτικό οξύ	Γ. H_xA
4. τριπρωτικό οξύ	Δ. $Ca(OH)_2$
5. πολυπρωτική βάση	Ε. H_3PO_4
6. μονοπρωτική βάση	Ζ.NaOH

44. Να γράψετε τους χημικούς τύπους των παρακάτω ενώσεων: 1. θειικό αργίλιο, 2. ανθρακικός ψευδάργυρος, 3. υποχλωριώδες νάτριο, 4. θειούχο αμμώνιο, 5. βρωμιούχο κάλιο, 6. φωσφορικό ασβέστιο, 7. νιτρικός σίδηρος (III), 8. χλωριούχος χαλκός (I), 9. όξινο φωσφορικό βάριο, 10. ιωδιούχος υδράργυρος (II), 11. κυανιούχος άργυρος.

45. Να ονομάσετε τις παρακάτω ενώσεις:
1. $CaCO_3$, 2. $Ba(OH)_2$, 3. $FeCl_3$, 4. H_3PO_4, 5. $Fe(OH)_2$, 6. Al_2S_3, 7. $(NH_4)_3PO_4$, 8. KCN, 9. HBr, 10. N_2O_5, 11. HNO_3, 12. H_2SO_4, 13. $Al(OH)_3$, 14. $Fe_2(SO_4)_3$, 15. SO_3, 16. NaOH, 17. CuOH, 18. ZnO, 19. CO_2, 20. H_2S.

* **46.** Να γράψετε το χημικό τύπο (μοριακό) και την ονομασία:
α) ενός διπρωτικού οξυγονούχου οξέος
β) ενός μονοπρωτικού μη οξυγονούχου οξέος
γ) ενός οξυγονούχου άλατος
δ) μιας τριπρωτικής βάσης
ε) ενός μη οξυγονούχου άλατος
στ) ενός οξυγονούχου άλατος του αμμωνίου

47. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α. Τα όξινα οξείδια ή …… …… είναι συνήθως οξείδια ……
και όταν διαλυθούν στο νερό ……..… με αυτό και παρέχουν το ……

β. Τα βασικά οξείδια ή …… …… είναι συνήθως οξείδια ……
και όταν διαλυθούν στο νερό ……..… με αυτό και παρέχουν την …… .

γ. Τα άλατα είναι ιοντικές ενώσεις που περιέχουν ως κατιόν ..…… ή ……
……. ……. και ως ανιόν …… ή …… ……. …….

δ. Τα άλατα έχουν ως γενικό τύπο $M_{\psi}A_x$ όπου +x είναι …… του ……..
και -ψ είναι …… του …….

ε. Τα οξέα αντιδρούν με τις …… και παρέχουν …… και …….

στ. Αρκετά μέταλλα που είναι δραστικότερα του …… αντιδρούν με τα διαλύματα των …… και παρέχουν άλας και αέριο ……

β. Χημικές αντιδράσεις

48. Να περιγράψετε τέσσερις χημικές αντιδράσεις που γίνονται στην καθημερινή μας ζωή.

49. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:
α. Κάθε χημική αντίδραση συμβολίζεται με μία …… .
β. Στη χημική εξίσωση διακρίνουμε … …… που συνδέονται μεταξύ τους με …… …… .
γ. Στο πρώτο μέλος υπάρχουν τα …… …… .
δ. Φάση είναι …….
ε. Αποτελεσματικές είναι οι κρούσεις …….

50. Να δώσετε μία σύντομη περιγραφή του τρόπου με τον οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί μία χημική αντίδραση.

* **51.** Να βάλετε τους κατάλληλους συντελεστές στις παρακάτω αντιδράσεις:
α. $S + O_2 \rightarrow SO_3$
β. $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
γ. $C + FeO \rightarrow Fe + CO_2$
δ. $Cl_2 + KI \rightarrow KCl + I_2$
ε. $Al + HBr \rightarrow AlBr_3 + H_2$

52. Να δικαιολογήσετε τις παρακάτω προτάσεις:

1. Το μήλο σαπίζει πιο γρήγορα έξω από το ψυγείο.
2. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου (H_2O_2) διασπάται σε υδρογόνο και οξυγόνο παρουσία της χημικής ουσίας καταλάση.
3. Το ψυγείο ενός αυτοκινήτου σκουριάζει πιο εύκολα από ότι μία ηλεκτρική συσκευή.

53. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:

α. Αμφίδρομη λέγεται η αντίδραση ……

β. Η απόδοση μίας αντίδρασης δείχνει ……

54. Να συμπληρώσετε τις προτάσεις:

α. Απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει μία αντίδραση απλής αντικατάστασης είναι ……

β. Απαραίτητες προϋποθέσεις για να γίνει μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης είναι ……

1. ……..
2. ……..
3. ……..

55. Να γράψετε:

α) τα σύμβολα 8 μετάλλων κατά σειρά ελαττωμένης δραστικότητας.

β) τα σύμβολα 5 αμετάλλων κατά σειρά ελαττωμένης δραστικότητας.

* **56.** Να συμπληρώσετε τις αντιδράσεις:

α) $Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow$ …, β) $Al(s) + Br_2(l) \rightarrow$ …,

γ) $C(s) + O_2(g) \rightarrow$ …, δ) $N_2(g) + H_2(g) \rightarrow$ …,

ε) $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow$ …, στ) $HgO(s) \rightarrow$ …,

ζ) $HCl(g) \rightarrow$ …, η) $H_2O_2 \xrightarrow{\text{καταλύτης}}$ … .

* **57.** Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν:

1) $Na(s) + HCl(aq) \rightarrow$ …, 2) $Ag(s) + HCl(aq) \rightarrow$ …,

3) $Ba(s) + HI(aq) \rightarrow$ …, 4) $Al(s) + HCl(aq) \rightarrow$ …,

5) $Al(s) + FeBr_2(aq) \rightarrow$ …, 6) $Ca(s) + AgNO_3(aq) \rightarrow$ …,

7) $Fe(s) + K_3PO_4(aq) \rightarrow$ …, 8) $Br_2(l) + KI(aq) \rightarrow$ …,

9) $Cl_2(g) + AlI_3(aq) \rightarrow$ …, 10) $S(s) + KCl(aq) \rightarrow$ …,

11) $Zn(s) + H_2O(l) \rightarrow$ …, 12) $Mg(s) + H_2O(l) \rightarrow$ …,

13) $Ca(s) + H_2O(l) \rightarrow$ …, 14) $Ba(s) + H_2O(l) \rightarrow$ …

* **58.** Να συμπληρώσετε όσες από τις παρακάτω αντιδράσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν:

$AgNO_3(aq) + BaCl_2(aq) \rightarrow$ …, $NaNO_3(aq) + KCl(aq) \rightarrow$ …,

$H_2SO_4(aq) + AlBr_3(aq) \rightarrow$ …, $ZnCl_2(aq) + NaOH(aq) \rightarrow$ …,

$Pb(NO_3)_2(aq) + Na_2S(aq) \rightarrow$ …, $HNO_3(aq) + ZnCl_2(aq) \rightarrow$ …,

$Fe(NO_3)_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow \ldots$, $KNO_3(aq) + CaBr_2(aq) \rightarrow \ldots$,
$NH_4Cl(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow \ldots$, $CaSO_3(aq) + HCl(aq) \rightarrow \ldots$,
$Na_2CO_3(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow \ldots$.

* **59.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω αντιδράσεις:

$HNO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow \ldots$, $Zn(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow \ldots$,

$KOH(aq) + H_3PO_4(aq) \rightarrow \ldots$, $Fe(OH)_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow \ldots$,

$N_2O_5 + NaOH(aq) \rightarrow \ldots$, $P_2O_5 + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow \ldots$,

$CO_2(g) + Al(OH)_3(aq) \rightarrow \ldots$, $BaO + HCl(aq) \rightarrow \ldots$,

$Fe_2O_3 + HNO_3(aq) \rightarrow \ldots$, $Al_2O_3 + H_2SO_4(aq) \rightarrow \ldots$,

$NH_3(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow \ldots$, $NH_3(aq) + HBr(aq) \rightarrow \ldots$,

$CO_2 + Al_2O_3 \rightarrow \ldots$, $P_2O_5 + Na_2O \rightarrow \ldots$.

* **60.** Να συμπληρώσετε τις αντιδράσεις:

$SO_3 + H_2O \rightarrow$
$N_2O_5 + H_2O \rightarrow$
$Na_2O + H_2O \rightarrow$
$MgO + H_2O \rightarrow$
$P_2O_5 + H_2O \rightarrow$
$Fe_2O_3 + H_2O \rightarrow$

61. Το SO_3 αντιδρά με διάλυμα ΚΟΗ γιατί:

α. το SO_3 αντιδρά με όλες τις ενώσεις που περιέχουν Η

β. όλα τα οξείδια αντιδρούν με τις βάσεις

γ. το SO_3 είναι αέρια ένωση

δ. τα όξινα οξείδια αντιδρούν με τα διαλύματα των βάσεων

62. Να κατατάξετε τα παρακάτω μέταλλα κατά σειρά μειωμένης δραστικότητας:
Fe, Ca, Cu, Al, Pb, Ag, Na, Hg.
1… 2… 3… 4… 5… 6… 7… 8…

63. Να κατατάξετε τα παρακάτω αμέταλλα κατά σειρά αυξημένης δραστικότητας:
Cl_2, I_2, S, F_2.
1… 2… 3… 4…

64. Να τοποθετήσετε σε κάθε κενό του ακόλουθου πίνακα τους τύπους των αλάτων που θα προκύψουν από την αντίδραση του κάθε οξέος που περιέχεται στην κάθετη στήλη και της ένωσης που περιέχεται στην οριζόντια στήλη.

	$Fe(OH)_3$	Na_2O	$CaCO_3$	NH_3
H_2SO_4				
HBr				
H_3PO_4				

65. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές ή με Λ αν είναι λανθασμένες:

α. διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου στο νερό

β. διάλυμα πεντοξειδίου του αζώτου στο νερό

γ. διάλυμα οξειδίου του καλίου στο νερό

δ. διάλυμα υδροχλωρίου στο νερό

66. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές ή με Λ αν είναι λανθασμένες:

α. τα βασικά οξείδια αντιδρούν με βάσεις

β. τα όξινα οξείδια αντιδρούν με βάσεις

γ. τα επαμφοτερίζοντα οξείδια αντιδρούν είτε με οξέα είτε με βάσεις

δ. όλα τα άλατα περιέχουν μεταλλικό κατιόν

ε. το υδροχλωρικό οξύ αντιδρά με όλα τα μέταλλα και ελευθερώνεται υδρογόνο

67. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες:

α. το Na αντιδρά με το νερό και δίνει βάση και αέριο H_2

β. το Mg αντιδρά με τους υδρατμούς και δίνει οξείδιο του μαγνησίου και H_2

γ. για να πραγματοποιηθεί μία αντίδραση διπλής αντικατάστασης θα πρέπει να παράγεται οπωσδήποτε αέρια ένωση

δ. ο Ag αντιδρά με υδροχλωρικό οξύ και εκλύεται αέριο H_2

* **68.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις με Σ αν είναι σωστές ή με Λ αν είναι λανθασμένες και να τεκμηριώσετε τις απαντήσεις σας.

α. η αντίδραση: $Zn(s) + 2HCl(aq) \rightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$ είναι μεταθετική

β. η αντίδραση: $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$ είναι μεταθετική

γ. η αντίδραση: $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ είναι οξειδοαναγωγική

δ. η αντίδραση: $Cu(OH)_2(aq) + H_2SO_4(aq) \rightarrow CuSO_4(aq) + 2H_2O(l)$ είναι οξειδοαναγωγική

* **69.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις ποιοτικά και ποσοτικά:

α. $HCl + K_2CO_3 \rightarrow \ldots + CO_2 + \ldots$

β. $FeS + \ldots \rightarrow H_2S + FeBr_2$

γ. $NaOH + \ldots \rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$

δ. $K + H_2O \rightarrow \ldots + \ldots$

* **70.** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις ποιοτικά και ποσοτικά:

α. $\ldots + H_2O \rightarrow H_3PO_4$

β. $\ldots + H_2O \rightarrow Fe(OH)_2$

γ. $\ldots + H_2O \rightarrow NaOH + \ldots$

δ. $\ldots + \ldots \rightarrow NH_3$

ε. $HgO \rightarrow \ldots + \ldots$

* **71.** Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων από τις οποίες παράγονται τα άλατα:

1. χλωριούχος σίδηρος (II)
2. θειικό νάτριο
3. φωσφορικό κάλιο
4. νιτρικός χαλκός (II)

από την εξουδετέρωση του κατάλληλου βασικού οξειδίου με το κατάλληλο οξύ.

72. Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των χημικών αντιδράσεων από τις οποίες προκύπτουν τα άλατα: $CaBr_2$, Na_3PO_4, $Al(NO_3)_3$ από την εξουδετέρωση του κατάλληλου οξέος με την κατάλληλη βάση.

* **73.** Να αναφέρετε δύο παραδείγματα χημικών αντιδράσεων εξουδετέρωσης κατά τις οποίες δεν έχουμε παραγωγή νερού.

74. Κατά την επίδραση σκόνης μαγνησίου σε αραιό υδατικό διάλυμα υδροχλωρίου:

α. Δεν θα γίνει χημική αντίδραση.

β. Θα γίνει χημική αντίδραση αν θερμάνουμε το διάλυμα.

γ. Θα γίνει οπωσδήποτε χημική αντίδραση.

δ. Θα γίνει χημική αντίδραση αν το διάλυμα του υδροχλωρίου γίνει πυκνότερο.

Να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.

75. Κατά την ανάμειξη διαλύματος $AgNO_3$ με διάλυμα HBr θα γίνει χημική αντίδραση γιατί:

α. παράγεται αέριο

β. τα άλατα αντιδρούν πάντοτε με τα οξέα

γ. καταβυθίζεται ίζημα

δ. είναι μεταθετική αντίδραση

Να αιτιολογήσετε τη σωστή απάντηση.

* **76.** Να γράψετε τις χημικές αντιδράσεις που οδηγούν στην παρασκευή των αλάτων Ag_2SO_4 και $Ca_3(PO_4)_2$ με αντιδρώντα σώματα:

α) οξύ και βάση

β) βάση και όξινο οξείδιο

γ) οξύ και βασικό οξείδιο

δ) βασικό οξείδιο και όξινο οξείδιο

77. Ποια είναι τα προϊόντα της αντίδρασης ενός οξέος:

α) με βάση, β) με βασικό οξείδιο, γ) με μέταλλο και δ) με άλας.

Με ποιες προϋποθέσεις αντιδρά ένα οξύ με ένα μέταλλο ή με ένα άλας;

* **78.** Σε αποσταγμένο νερό προσθέτουμε μία σταγόνα διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης και στη συνέχεια προσθέτουμε ένα μικρό κομμάτι νάτριο.

α) Να περιγράψετε δύο φαινόμενα που θα παρατηρήσετε μετά την προσθήκη του νατρίου.

β) Να γράψετε μία χημική εξίσωση που περιγράφει ένα από τα φαινόμενα που παρατηρήσατε.

* **79.** Σε κάθε ένα από τα δοχεία Α, Β και Γ περιέχονται τα διαλύματα H_2SO_4, HCl και NaCl, χωρίς να γνωρίζουμε ποια χημική ένωση περιέχεται στο κάθε δοχείο. Σε κάθε δοχείο προσθέτουμε μικρή ποσότητα μεταλλικού βαρίου. Παρατηρούμε ότι στο δοχείο Α εκλύεται αέριο. Στο δοχείο Β δεν παρατηρούμε καμία αλλαγή, ενώ στο δοχείο Γ καταβυθίζεται ίζημα ενώ ταυτόχρονα εκλύεται αέριο. Να εξηγήσετε δίνοντας ταυτόχρονα και τις χημικές εξισώσεις των φαινομένων, ποιο ήταν το συγκεκριμένο περιεχόμενο του κάθε δοχείου πριν από την προσθήκη του βαρίου.

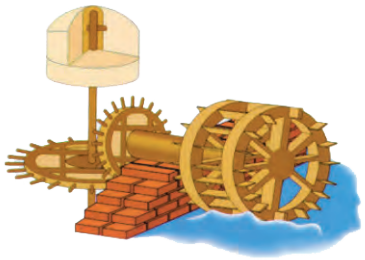
80. Σε ασθενή που βρέθηκε να πάσχει από υπερέκκριση γαστρικού υγρού ο γιατρός συνέστησε θεραπεία με χαπάκια ALUDROX τα οποία περιέχουν $Mg(OH)_2$ και $Al(OH)_3$, ενώ του απαγόρευσε να παίρνει ασπιρίνη. Πώς δικαιολογείτε την ιατρική συμβουλή;

* **81.** Σε κάθε ένα από τα δοχεία Α, Β και Γ περιέχεται ένα από τα παρακάτω: διάλυμα ασπιρίνης, διάλυμα από χαπάκι ALUDROX και φυσιολογικός ορός (διάλυμα NaCl 0,9% w/v). Πώς θα διαπιστώσουμε το περιεχόμενο του κάθε δοχείου;

** **82.** Σε ένα χημικό εργαστήριο υπάρχουν τρία δοχεία κατασκευασμένα από χαλκό και δύο δοχεία κατασκευασμένα από αργίλιο. Στα δοχεία αυτά θέλουμε να αποθηκεύσουμε για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς να αλλοιωθούν, τα παρακάτω διαλύματα:

1. θειικού σιδήρου (ΙΙ): $FeSO_4$
2. χλωριούχου καλίου: KCl
3. θειικού μαγνησίου: $MgSO_4$
4. νιτρικού ψευδαργύρου: $Zn(NO_3)_2$
5. υδροχλωρικού οξέος: HCl

Σε τι είδους δοχείο πρέπει να αποθηκευτεί το κάθε διάλυμα;
Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.
Δίνεται η ηλεκτροχημική σειρά των στοιχείων:
K, Na, Mg, Al, Zn, H_2, Cu, Hg.



Δραστηριότητα

Οξέα -Βάσεις -Δείκτες

Τα ***οξέα*** είναι ουσίες που έχουν ένα κοινό σύνολο ιδιοτήτων. Οι ***βάσεις*** (γνωστές και σαν ***αλκάλια***) είναι άλλες ουσίες με διαφορετικές ιδιότητες. Με τα παρακάτω πειράματα που χρησιμοποιούν απλές ουσίες «του σπιτιού» μπορείτε να διερευνήσετε κάποιες από τις ιδιότητες αυτές. Επίσης, μπορείτε να κατανοήσετε την κλίμακα του ***pH*** που χρησιμοποιούν οι χημικοί για να περιγράψουν τις ουσίες αυτές.

Η πιο εντυπωσιακή ιδιότητα των οξέων – βάσεων είναι ότι αλλάζουν το χρώμα των ***δεικτών***. Στο πείραμα που περιγράφεται, σαν δείκτης θα χρησιμοποιηθεί το εκχύλισμα από ένα κοινό λαχανικό, το *κόκκινο λάχανο*. Στο πρώτο βήμα θα παρασκευάσετε το εκχύλισμα αυτό. Κόβετε το λάχανο σε κομμάτια μήκους περίπου 2,5 cm και παίρνετε από αυτά δυο κούπες (περίπου 500 mL). Τα τοποθετείτε σε ένα blender με ένα ποτήρι νερό (250 mL) και τα κατεργάζεστε ώστε να γίνει ένας πολτός. Διηθείτε με ένα κόσκινο και το διήθημα θα είναι το διάλυμα του δείκτη.
Παρακάτω δίνονται τα χρώματα που παίρνει ο «δείκτης» αυτός σε διάφορες τιμές pH.

pH	2	4	6	8	10	12
χρώμα εκχυλίσματος	κόκκινο	πορτοκαλί	ιώδες	μπλε	μπλε–πράσινο	πράσινο

Να ελέγξετε τώρα με τη βοήθεια του «δείκτη» σας την κατά προσέγγιση, τιμή του pH των παρακάτω διαλυμάτων που υπάρχουν γύρω σας, όπως: ξύδι, λεμόνι, οικιακό υγρό καθαρισμού τζαμιών, διάλυμα σόδας μαγειρικής, διάλυμα ζάχαρης, σαμπουάν, αντιόξινα χάπια, αναψυκτικά, γάλα κλπ. Να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας στον παρακάτω πίνακα:

Υλικό	Χρώμα δείκτη	pH	Υλικό	Χρώμα δείκτη	pH

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού λάθους

20. Λ είναι: γ, δ, στ
Σ είναι: α, β, ε

21. Λ είναι: α, δ, ε
Σ είναι: β, γ

25. (1-α), (2-β)

27. Το Α είναι όξινο, το Β είναι βασικό. Στο Α προσθέτουμε βάση και στο Β οξύ.

31. (1-γ), (2-α), (3-β)

32. (1-ε), (2-α), (3-γ), (4-β), (5-δ)

33. Σ είναι: α, δ
Λ είναι: β, γ

43. (1-Γ), (2-Δ), (3-Α), (4-Ε), (5-Β), (6-Ζ)

61. δ

65. Σ είναι: α, δ
Λ είναι: β, γ

66. Σ είναι: β, γ
Λ είναι: α, δ, ε

67. Σ είναι: α, β
Λ είναι: γ, δ

68. Σ είναι: β, γ
Λ είναι: α, δ

74. γ

75. γ

4

ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

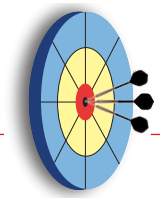
4.1 Βασικές έννοιες για τους χημικούς υπολογισμούς: σχετική ατομική μάζα (ατομικό βάρος), σχετική μοριακή μάζα (μοριακό βάρος), mol, αριθμός Avogadro, γραμμομοριακός όγκος

4.2 Καταστατική εξίσωση των αερίων

4.3 Συγκέντρωση διαλύματος - Αραίωση, ανάμειξη διαλυμάτων

4.4 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί

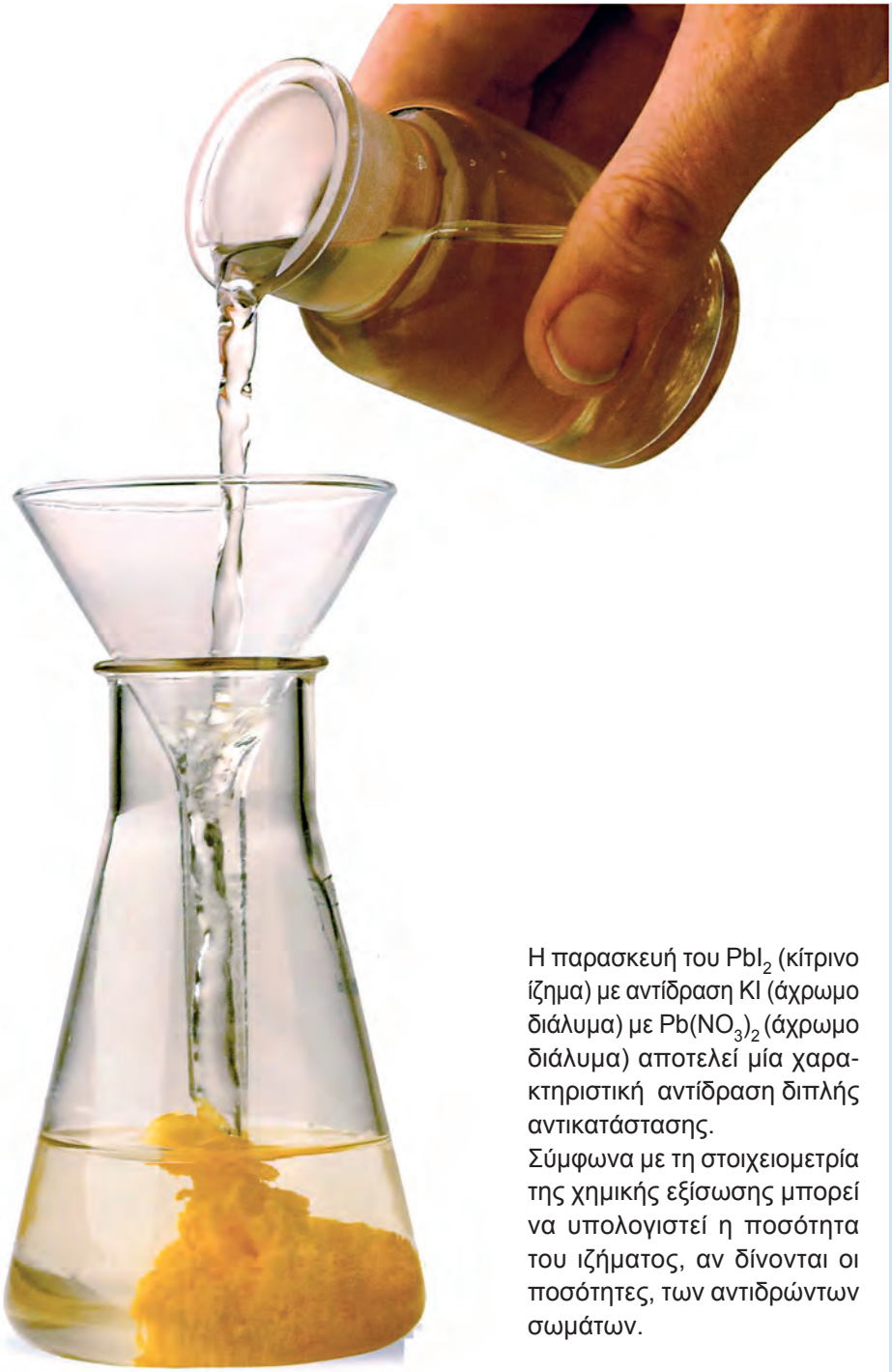
Ερωτήσεις - Προβλήματα



ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος αυτής της διδακτικής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να ορίζεις τι είναι σχετική ατομική μάζα (ατομικό βάρος) και τι σχετική μοριακή μάζα (μοριακό βάρος).
- Να αναλύεις την έννοια του mol και του γραμμομοριακού όγκου, παίρνοντας σαν βάση την υπόθεση Avogadro.
- Να υπολογίζεις τη μάζα, τον όγκο αερίου (σε STP συνθήκες) ή τον αριθμό μορίων, αν γνωρίζεις τον αριθμό των mol μιας καθαρής ουσίας και αντίστροφα.
- Να διατυπώνεις τους νόμους των αερίων. Να υπολογίζεις ένα από τα μεγέθη *P, V, T, n* μιας αέριας καθαρής ουσίας ή μίγματος, αν γνωρίζεις τα υπόλοιπα τρία μεγέθη. Να υπολογίζεις, μέσω της καταστατικής εξίσωσης την πυκνότητα ή τη σχετική μοριακή μάζα ενός αερίου.
- Να εκφράζεις τη συγκέντρωση ενός διαλύματος και να υπολογίζεις τη τιμή αυτής σ' ένα διάλυμα, αν γνωρίζεις τη μάζα της διαλυμένης ουσίας και τον όγκο του διαλύματος. Να υπολογίζεις τη συγκέντρωση ενός διαλύματος κατά την αραίωση ή την ανάμιξη του με άλλα διαλύματα (εφ' όσον δεν λαμβάνει χώρα αντίδραση μεταξύ τους).
- Να συνδέεις τις ποσότητες των αντιδρώντων με αυτές των προϊόντων, κάνοντας αναφορά στην ατομική θεωρία του Dalton. Να υπολογίζεις την ποσότητα ενός αντιδρώντος ή προϊόντος, αν γνωρίζεις την ποσότητα ενός άλλου αντιδρώντος ή προϊόντος (στοιχειομετρικοί υπολογισμοί).



Η παρασκευή του PbI_2 (κίτρινο ίζημα) με αντίδραση KI (άχρωμο διάλυμα) με $Pb(NO_3)_2$ (άχρωμο διάλυμα) αποτελεί μία χαρακτηριστική αντίδραση διπλής αντικατάστασης.
Σύμφωνα με τη στοιχειομετρία της χημικής εξίσωσης μπορεί να υπολογιστεί η ποσότητα του ιζήματος, αν δίνονται οι ποσότητες, των αντιδρώντων σωμάτων.

4 ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ

Εισαγωγή

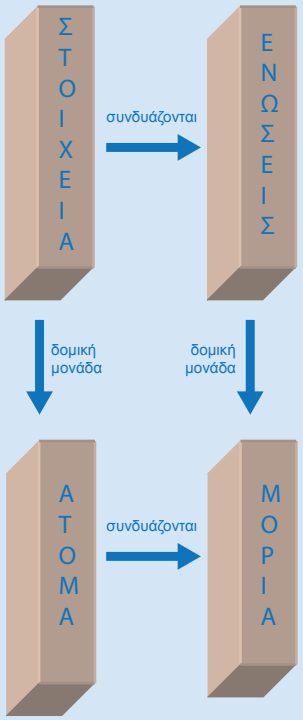
Στις θετικές επιστήμες, άρα και στη χημεία, η «αλήθεια μετριέται». Τίποτα δε γίνεται αποδεκτό αν δε μετρηθεί με κάποιο τρόπο. Επειδή δε το βασικό αντικείμενο της χημείας είναι η ύλη, πρέπει να μάθουμε πώς αυτή μπορεί να μετρηθεί. Στο κεφάλαιο αυτό προσεγγίζονται δύο τρόποι. Ο ένας είναι η μέτρηση της μάζας, *m*, σαν ποσό της ύλης που περιέχεται στο συγκεκριμένο σώμα. Έτσι θα γνωρίσουμε το ζυγό και το kg. Όμως, η ύλη μετριέται και μ' άλλο τρόπο, αφού εκτός από 1,5 kg ζάχαρη υπάρχουν και 11 μαθητές ή 36 αυγά…

Ο δεύτερος αυτός τρόπος ξεκινά από το γεγονός ότι η ύλη είναι *ασυνεχής*, δηλαδή είναι πολλαπλάσια μιας *δομικής μονάδας* είτε αυτή είναι μόριο ή ιόν ή άτομο. Συνεπώς, η ύλη μπορεί να μετρηθεί και σαν αριθμός, *N (N = number)*, αυτών των δομικών μονάδων. Μάλιστα, επειδή ο αριθμός αυτός είναι τεράστιος - λόγω της απειροελάχιστης μάζας των δομικών μονάδων - εισάγεται ο αριθμός Avogadro (N_A) σαν η «χημική δωδεκάδα ή ντουζίνα». Κατ' επέκταση, ορίζεται ως mol η ποσότητα της ουσίας (*n*) η οποία περιέχει έναν ορισμένο αριθμό σωματιδίων.

Η σύνδεση αυτών των δύο τρόπων μέτρησης θα εξηγήσει καλύτερα τις έννοιες της *σχετικής ατομικής και μοριακής μάζας (ή ατομικού και μοριακού βάρους)*, που είναι η βάση της στοιχειομετρίας και των στοιχειομετρικών υπολογισμών.

Επίσης θα δούμε πως ο χημικός τύπος μιας ένωσης και η χημική εξίσωση παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη μάζα και την ποσότητα της ύλης των σωμάτων που μετέχουν στην αντίδραση. Επειδή, μάλιστα, οι περισσότερες αντιδράσεις γίνονται σε διαλύματα, μοιραία θα οδηγηθούμε στον ορισμό της συγκέντρωσης (*c*) του διαλύματος, που αποτελεί τη βασική χημική μονάδα περιεκτικότητας.

Στενά λοιπόν ορισμένη αυτή η σύνθετη ελληνική λέξη *(στοιχείο + μέτρηση)* δηλώνει τη μελέτη των ποσοτήτων αντιδρώντων και προϊόντων μιας χημικής αντίδρασης - εξίσωσης. Ουσιαστικά αυτό ήταν και το πιο σημαντικό βήμα στην πορεία της χημείας, καθώς απ' αυτήν προέκυψαν οι ακριβέστατες αναλογίες μαζών, σύμφωνα με τις οποίες τα στοιχεία και οι ενώσεις παράγονται ή αντιδρούν. Όλη η νεώτερη χημεία στηρίχτηκε στα δεδομένα αυτά. Απαντήσεις σε προβλήματα όπως, πόσα g μιας βιταμίνης χρειάζεται ημερήσια ο οργανισμός ή ποια είναι η εν δυνάμει παραγωγή ενός μεταλλείου σε μέταλλο ή ποια είναι η ζωή μιας μπαταρίας ή ποια είναι η εκρηκτική ικανότητα μιας ράβδου δυναμίτιδας, ανάγονται τελικά σε κάποιους στοιχειομετρικούς υπολογισμούς.



Θεμέλιος λίθος για τους χημικούς υπολογισμούς αποτέλεσε η ατομική θεωρία του Dalton η οποία σε γενικές γραμμές περιγράφεται από το παραπάνω σχήμα.

• Είναι 3 δωδεκάδες αυγά,
n = 3 και
N = 3 δωδ.·12 αυγά / δωδ = 36 αυγά
Κατ' αναλογία σε 3 mol H_2O περιέχονται 3 N_A μόρια νερού.

4.1 Βασικές έννοιες για τους χημικούς υπολογισμούς: σχετική ατομική μάζα, σχετική μοριακή μάζα, mol, αριθμός Avogadro, γραμμομοριακός όγκος

Σχετική ατομική μάζα - Σχετική μοριακή μάζα

Από πολύ νωρίς, σχεδόν αμέσως μετά τη διατύπωση της ατομικής θεωρίας του Dalton (1803), και για μεγάλο χρονικό διάστημα, οι χημικοί εστιάστηκαν στο θέμα του προσδιορισμού της μάζας των ατόμων και μορίων. Το μέγεθος βέβαια των σωματιδίων αυτών είναι ασύλληπτα μικρό με αποτέλεσμα να καθίσταται αδύνατος ο απόλυτος υπολογισμός της μάζας τους. Ωστόσο, αυτό που ήταν δυνατό να γίνει, και έγινε με τη βοήθεια των ποσοτικών αναλύσεων καθαρών ουσιών, ήταν η σύγκριση της μάζας των ατόμων και των μορίων με μία συγκεκριμένη μονάδα μάζας. Αυτή είναι η ατομική μονάδα μάζας:

➢ *Ατομική μονάδα μάζας (amu) ορίζεται ως το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα -12 (^{12}C).*

Να σημειωθεί ότι ο ^{12}C είναι εκείνο το ισότοπο του άνθρακα που έχει 6 πρωτόνια και 6 νετρόνια στον πυρήνα του. Ως εκ τούτου, μία ατομική μονάδα μάζας υπολογίζεται ότι είναι ίση με 1,66 10^{-24} g.

Σχετική ατομική μάζα (A_r) ή ατομικό βάρος (ΑΒ)

➢ *Σχετική ατομική μάζα ή ατομικό βάρος λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του ατόμου του στοιχείου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα -12.*

Έτσι λοιπόν, όταν λέμε ότι η σχετική ατομική μάζα του οξυγόνου είναι 16, εννοούμε ότι η μάζα του ατόμου του οξυγόνου είναι δεκαέξι φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου ^{12}C. Δηλαδή, A_r O = 16. Να παρατηρήσουμε ότι οι σχετικές ατομικές μάζες είναι καθαροί αριθμοί εκφρασμένες σε amu. Έτσι, αν θέλουμε να υπολογίσουμε την απόλυτη ατομική μάζα αρκεί να πολλαπλασιάσουμε τη σχετική ατομική μάζα με το 1,66 10^{-24} g .

Τέλος, μελετώντας τον πίνακα των σχετικών ατομικών μαζών στο παράρτημα του βιβλίου, μπορούμε να παρατηρήσουμε, πως πολλά στοιχεία έχουν δεκαδικές τιμές A_r αντί για ακέραιες που θα περιμέναμε με βάση τον ορισμό της σχετικής ατομικής μάζας. Στις περιπτώσεις αυτές, οι τιμές του πίνακα αναφέρονται στο μέσο όρο των σχετικών ατομικών μαζών των ισοτόπων, όπως αυτά απαντούν στη φύση.

Παράδειγμα 4.1

Αν θεωρήσουμε ότι ο φυσικός άνθρακας αποτελείται από 98,9% ^{12}C και 1,1% ^{13}C , να υπολογιστεί η σχετική ατομική μάζα του φυσικού άνθρακα δεχόμενοι ότι το A_r του ^{12}C είναι 12 και το A_r του ^{13}C είναι 13.

• Η σχετική ατομική μάζα (Ατομικό Βάρος) τις πιο πολλές φορές στην Ελληνική βιβλιογραφία συμβολίζεται με ΑΒ. Στο παρόν βιβλίο υιοθετείται η πρόταση της IUPAC και συμβολίζεται A_r.

• Η σχετική μοριακή μάζα (Μοριακό Βάρος) τις πιο πολλές φορές στην Ελληνική βιβλιογραφία συμβολίζεται με ΜΒ. Στο παρόν βιβλίο υιοθετείται η πρόταση της IUPAC και συμβολίζεται M_r.

• Ο ορισμός της Ατομικής Μονάδας Μάζας σε διάφορες χρονικές περιόδους.
1 amu ισούται :
- με τη μάζα του ενός ατόμου Η (19^{ος} αιώνας)
- με το 1/16 της μάζας του ατόμου του Ο (1904)
- με το 1/12 της μάζας του ατόμου του C (1961- σήμερα)
- 1,66 10^{-24} g

• $A_r = \dfrac{m_{\text{ατόμου}}}{1/12 m_{\text{ατόμου}}\,^{12}C}$

• Με το φασματόμετρο μάζας μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια η σύσταση των ισοτόπων σ' ένα στοιχείο στη φύση, καθώς και οι σχετικές ατομικές μάζες των ισοτόπων.

ΛΥΣΗ

Έχουμε ότι η σχετική ατομική μάζα του φυσικού άνθρακα είναι:

$$\frac{98,9}{100}\cdot 12+\frac{1,1}{100}\cdot 13=12,011$$

Εφαρμογή

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

(63,55)

Σχετική μοριακή μάζα (M_r) ή Μοριακό βάρος (ΜΒ)

➢ *Σχετική μοριακή μάζα ή μοριακό βάρος (M_r) χημικής ουσίας λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του μορίου του στοιχείου ή της χημικής ένωσης από το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα -12.*

Έτσι λοιπόν όταν λέμε ότι το μοριακό βάρος του θειικού οξέος (H_2SO_4) είναι 98, εννοούμε ότι η μάζα του μορίου του θειικού οξέος είναι 98 φορές μεγαλύτερη από το 1/12 της μάζας του ατόμου ^{12}C.

Το $\boldsymbol{M_r}$ μπορεί να υπολογιστεί εύκολα με βάση το μοριακό τύπο, ακολουθώντας το παρακάτω σκεπτικό:

α. Το $\boldsymbol{M_r}$ στοιχείου ισούται με το γινόμενο του A_r επί την ατομικότητα του στοιχείου. Π.χ. $\boldsymbol{M_{r\,N_2}} = 2\cdot A_{r\,N} = 2\cdot 14 = 28$

β. Το $\boldsymbol{M_r}$ χημικής ένωσης ισούται με το άθροισμα των γινομένων των δεικτών των στοιχείων στο μοριακό τύπο της ένωσης επί τα αντίστοιχα A_r των στοιχείων Π.χ. $\boldsymbol{M_{r\,H_2S}} = 2\cdot A_{r\,H} + 1\cdot A_{r\,S} = 2\cdot 1+1\cdot 32 = 34$

• Χημική ουσία: στοιχείο ή χημική ένωση.

• $M_r = \dfrac{m_{\text{μορίου}}}{1/12\, m_{\text{ατόμου}}\,{}^{12}C}$

• Η έννοια του M_r επεκτείνεται και στις ιοντικές ενώσεις, παρ' όλο που σ' αυτές δεν υπάρχουν μόρια.

Παράδειγμα 4.2

Να υπολογιστούν οι σχετικές μοριακές μάζες (M_r):

α. P_4 β. $Al_2(SO_4)_3$

Δίνονται: A_r: P:31, Al :27, O:16, S:32.

ΛΥΣΗ

α. $M_{r\,P_4} = 4\cdot A_{r\,P} = 4\cdot 31 = 124$

β. $M_{r\,Al_2(SO_4)_3} = 2\cdot A_{r\,Al} + 3\,(A_{r\,S} + 4\cdot A_{r\,O}) = 2\cdot 27 + 3(32+4\cdot 16) = 342$

Εφαρμογή

Να βρεθούν οι σχετικές μοριακές μάζες (M_r):
α.Cl_2, β.O_3, γ.CO_2, δ.HNO_3, ε.$Ca_3(PO_4)_2$
Δίνονται οι τιμές A_r: Cl: 35,5, O: 16, C: 12, H: 1, N: 14, Ca: 40, P: 31.

Το mol: μονάδα ποσότητας ουσίας στο S.I.

Όπως ήδη αναφέραμε, η ύλη μπορεί να μετρηθεί είτε με βάση τη μάζα είτε αριθμώντας τις δομικές της μονάδες (άτομα, μόρια ή ιόντα), όπως ακριβώς στην καθημερινή μας ζωή μπορούμε να αγοράζουμε πορτοκάλια είτε με το ζύγι είτε με τα κομμάτια.

Είναι γνωστό ότι οι χημικές αντιδράσεις γίνονται μεταξύ μορίων (ή ατόμων ή ιόντων) με μία ορισμένη αναλογία, πράγμα που καθιστά αναγκαία τη μέτρηση του αριθμού των δομικών σωματιδίων για τους υπολογισμούς μας (π.χ. πόσα μόρια H_2O παράγονται από την καύση 5 μορίων H_2, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση $2H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$;)

Ωστόσο, ο αριθμός των δομικών σωματιδίων είναι αστρονομικός. Έτσι, οι χημικοί οδηγήθηκαν στη χρήση μιας μονάδας που ονομάζεται ***mol***.

➢ *Το mol είναι μονάδα ποσότητας ουσίας στο Διεθνές Σύστημα μονάδων (S.I.) και ορίζεται ως η ποσότητα της ύλης που περιέχει τόσες στοιχειώδεις οντότητες όσος είναι ο αριθμός των ατόμων που υπάρχουν σε 12 g του ^{12}C.*

Ο αριθμός των ατόμων που περιέχονται σε 12 g του ^{12}C ονομάζεται **αριθμός Avogadro *(N_A)*** και υπολογίσθηκε με πειραματικές μεθόδους και με μεγάλη προσέγγιση ίσος με **$6{,}02 \cdot 10^{23}$**. Δηλαδή,

$$N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}\ mol^{-1}$$

Με αυτές τις σκέψεις καταλήγουμε:

1 mol είναι η ποσότητα μιας ουσίας που περιέχει N_A οντότητες.

Με τον όρο οντότητες εννοούμε άτομα, μόρια, ιόντα, ηλεκτρόνια, αυγά κλπ. Έτσι, έχουμε:

➢ *1mol ατόμων περιέχει N_A άτομα.*
➢ *1mol μορίων περιέχει N_A μόρια.*
➢ *1mol ιόντων περιέχει N_A ιόντα.*

Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι ο χημικός επινόησε το mol για τη μέτρηση των δομικών σωματιδίων (ατόμων, μορίων, ιόντων), όπως ακριβώς ο έμπορος επινόησε την ντουζίνα (δωδεκάδα) για τη μέτρηση των αυγών, όπου τη θέση της ντουζίνας (12) κατέχει ο αριθμός Avogadro($6{,}02 \cdot 10^{23}$).

Ο αριθμός Avogadro, όπως επεκράτησε να αποκαλείται προς χάρη του διάσημου Ιταλού χημικού, υπολογίστηκε από τον Αυστριακό καθηγητή γυμνασίου Loschmidt. Η σημερινή ακριβής τιμή του αριθμού Avogadro, μετά από πολυάριθμες πειραματικές μετρήσεις, συμφωνήθηκε ότι είναι $6{,}0252 \cdot 10^{23}$. Συνήθως όμως χρησιμοποιείται για απλούστευση η τιμή $6{,}02 \cdot 10^{23}$. Στην πραγματικότητα βέβαια οι δύο αυτοί διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Φανταστείτε αν τα νούμερα αυτά αντιπροσώπευαν δραχμές και η διαφορά τους μοιραζόταν στο σημερινό πληθυσμό της γης, ο καθένας μας θα έπαιρνε περίπου 10 δισεκατομμύρια δραχμές. Για να καταλάβετε το μέγεθος αυτών των αριθμών ας δώσουμε ένα άλλο παράδειγμα. Σκεφτείτε ότι κάποιος κέρδισε στο λαχείο, τη μέρα που γεννήθηκε N_A δραχμές και αποφάσιζε να τα ξοδέψει. Αν σπαταλούσε 1 δισεκατομμύριο δρχ το δευτερόλεπτο τότε πεθαίνοντας στα 90 του θα είχε αφήσει άθικτο το 99,999% του αρχικού ποσού.

• Ο όρος **mol** προέρχεται από τη λατινική λέξη **moles** που σημαίνει σωρό από πέτρες, τοποθετημένες για την κατασκευή λιμενοβραχίονα.

Τέλος, με βάση τους ορισμούς που δώσαμε για τις σχετικές ατομικές και σχετικές μοριακές μάζες, μπορούμε να συνδέσουμε τα μακροσκοπικά μεγέθη μάζα και όγκο με το μικρόκοσμο των δομικών σωματιδίων (άτομα, μόρια ή ιόντα) ή διαφορετικά να γεφυρώσουμε το πείραμα (π.χ. μετρήσεις με ζυγό) με τη θεωρία (π.χ. ατομική θεωρία)

➢ *Ο αριθμός Avogadro εκφράζει τον αριθμό των ατόμων οποιουδήποτε στοιχείου που περιέχονται σε μάζα τόσων γραμμαρίων όσο είναι η σχετική ατομική μάζα του. Δηλαδή,*

1 mol ατόμων περιέχει N_A άτομα και ζυγίζει A_r g

π.χ. 1 mol ατόμων O περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα και ζυγίζει 16 g ($A_{r\,O}$=16) και 1 mol ατόμων Fe περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ άτομα και ζυγίζει 56g ($A_{r\,Fe}$=56)

➢ *Ο αριθμός Avogadro εκφράζει τον αριθμό των μορίων στοιχείου χημικής ένωσης που περιέχονται σε μάζα τόσων γραμμαρίων όσο είναι η σχετική μοριακή μάζα τους. Έτσι, έχουμε:*

1 mol μορίων περιέχει N_A μόρια και ζυγίζει M_r g

π.χ. 1 mol μορίων N_2 περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια και ζυγίζει 28 g (M_r = 28) και 1 mol μορίων H_2O περιέχει $6{,}02 \cdot 10^{23}$ μόρια και ζυγίζει 18 g (M_r =18)

ΣΧΗΜΑ 4.1 Από αριστερά προς τα δεξιά ποσότητες 1 mol από : μαγειρικό αλάτι (NaCl), ζάχαρη ($C_{12}H_{22}O_{11}$), άνθρακα (C), χαλκό (Cu).

Παράδειγμα 4.3

Πόσο ζυγίζει το 1 άτομο υδρογόνου; ($A_{r\,H}$=1)

ΛΥΣΗ

Σύμφωνα με τον ορισμό του mol:

$$\frac{N_A \text{ άτομα H}}{1 \text{ άτομο}} \overset{\text{ζυγίζουν}}{=} \frac{1\text{ g}}{m_{\text{ατόμου}}} \text{ άρα}$$

$$m_{\text{ατόμου}} = \frac{1\text{ g}}{N_A} = 1{,}66 \cdot 10^{-23}\text{ g}$$

• ο όρος mol είναι γενικός και έχει εκτοπίσει την ορολογία g-at (γραμμοάτομο). g-ion (γραμμοϊόν).

1 mol H_2O (18 g) σε σύγκριση με 1 mol οινοπνεύματος-C_2H_5OH (46 g)

1 mol NaCl (58 g) σε σύγκριση με 1 mol $CaCO_3$ (100 g)

Εφαρμογή

Να υπολογιστεί η μάζα του ατόμου του υδραργύρου (A_{rHg} = 200).
($3{,}32 \cdot 10^{-22}$ g)

Παράδειγμα 4.4

Πόσο ζυγίζει το 1 μόριο του θειικού οξέος (H_2SO_4);
Δίνονται οι τιμές A_r: H: 1, S:32, O:16.

ΛΥΣΗ

$Mr_{H2SO4} = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98$

Σύμφωνα με τον ορισμό του mol

$$\frac{N_A \text{ μόρια}}{1 \text{ μόριο}} \overset{\text{ζυγίζουν}}{=} \frac{98 \text{ g}}{m_{\text{μορίου}}} \quad \text{άρα}$$

$$m_{\text{μορίου}} = \frac{98 \text{ g}}{N_A} = 1{,}63 \cdot 10^{-22} \text{g}$$

Εφαρμογή

Να υπολογιστεί η μάζα του μορίου της ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$).
Δίνονται οι τιμές A_r: C: 12, H: 1, O: 16.
($5{,}67 \cdot 10^{-22}$ g)

Γραμμομοριακός όγκος (V_m)

Ο Ιταλός φυσικός Avogadro διατύπωσε το 1811 την ομώνυμη υπόθεση (ή αρχή ή νόμο) στην προσπάθειά του να ερμηνεύσει το νόμο Gay-Lussac, ο οποίος αναφέρεται στην αναλογία όγκων που έχουν τα αέρια, όταν ενώνονται. Σύμφωνα με την υπόθεση αυτή:

➢ *Ίσοι όγκοι αερίων ή ατμών στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων. Ισχύει και το αντίστροφο, δηλαδή ίσοι αριθμοί μορίων ή ατμών που βρίσκονται στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο.*

Όπως γνωρίζουμε, 1 mol χημικής ουσίας περιέχει σταθερό αριθμό μορίων, οποίος καθορίζεται από τον αριθμό Avogadro (N_A).

$$N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα καταλήγουμε ότι το 1 ***mol*** οποιουδήποτε αερίου καταλαμβάνει τον ίδιο όγκο, ο οποίος ονομάζεται γραμμομοριακός όγκος.

➢ *Γραμμομοριακός όγκος (V_m) αερίου ονομάζεται ο όγκος που καταλαμβάνει το 1 mol αυτού, σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.*

Amedeo Avogadro (1776-1856). Ιταλός αριστοκράτης. Σπούδασε νομικά και έγινε δημόσιος υπάλληλος. Η ενασχόληση του με τις φυσικές επιστήμες άρχισε με διάβασμα κατά τις ελεύθερες ώρες του και παρακολούθηση μαθημάτων φυσικής στο πανεπιστήμιο. Αργότερα έγινε καθηγητής σε γυμνάσιο και έχοντας περισσότερο χρόνο στη διάθεση του συνέχισε τις μελέτες του. Βέβαια η έλλειψη εργαστηριακού χώρου και το γενικότερο υπόβαθρο του, συνέβαλε στο να αφοσιωθεί σε θεωρητικές μελέτες, αποτελώντας ίσως τον πρώτο θεωρητικό επιστήμονα των φυσικών επιστημών. Το 1820 έγινε καθηγητής στο πανεπιστήμιο, καταλαμβάνοντας την έδρα της μαθηματικής φυσικής.

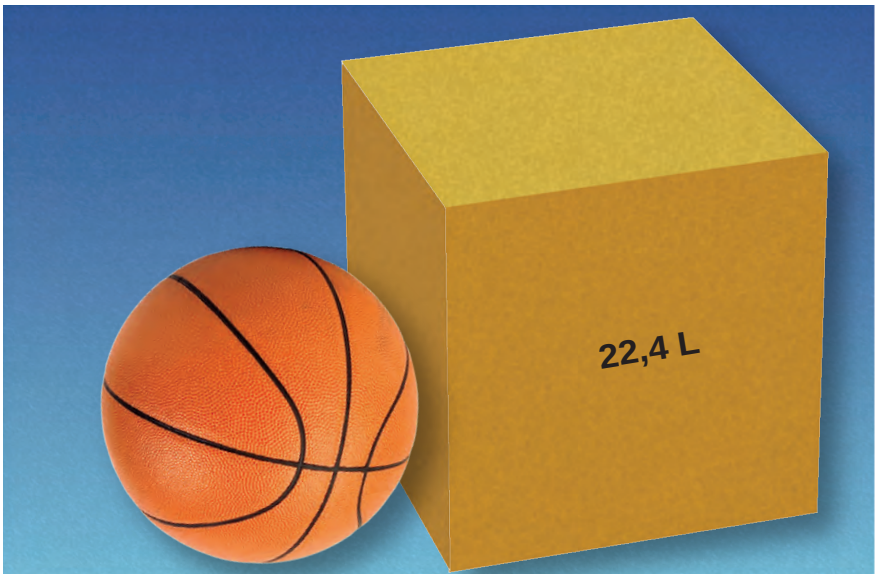
• Η υπόθεση Avogadro ξεκίνησε σαν μια υπόθεση η οποία σήμερα έχει ισχύ νόμου (αρχής). Με βάση αυτή την υπόθεση ο Avogadro απέδειξε για πρώτη φορά τη διαφορά μεταξύ των ατόμων και μορίων.

• Αέρια: Α, Β, Γ,
1mol Α → N_A μόρια → V_A
1mol Β → N_A μόρια → V_B
1mol Γ → N_A μόρια → $V_Γ$
άρα $V_A = V_B = V_Γ = \ldots = V_m$

• Ο V_m αναφέρεται και σαν Μοριακός όγκος ή μολαρικός όγκος

Σε πρότυπες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, STP, δηλαδή, σε θερμοκρασία 0 °C (ή 273 K) και πίεση 1 atm (760mmHg), ο γραμμομοριακός όγκος των αερίων βρέθηκε πειραματικά ίσος με 22,4 L.

Δηλαδή, V_m = 22,4 L mol^{-1} σε STP συνθήκες



ΣΧΗΜΑ 4.2 Ο γραμμομοριακός όγκος (V_m) σε STP συνθήκες είναι ο όγκος των 22,4 L που καταλαμβάνει το κίτρινο κουτί. Για σύγκριση βάζουμε τη μπάλα.

Ο πίνακας που ακολουθεί συνοψίζει όσα αναφέραμε και θα μας φανεί ιδιαίτερα χρήσιμος στην επίλυση των προβλημάτων που ακολουθούν.

N_A άτομα ⟷ 1mol ατόμων ⟷ A_r g

* ↕ μέσω του μοριακού τύπου

N_A μόρια ⟷ 1mol μορίων ⟷ M_r g

↕ STP και μονό για αέρια

V_m = 22,4 L = 22 400 mL

* Μέσω του μοριακού τύπου υπολογίζουμε τον αριθμό των mol ατόμων που περιέχονται σε συγκεκριμένο αριθμό mol της χημικής ουσίας.
Για παράδειγμα, από το μοριακό τύπο του θειικού οξέος (H_2SO_4) έχουμε:

στο 1 μόριο H_2SO_4 → 2 άτομα H, 1 άτομο S, 4 άτομα O

ή

στο 1 mol H_2SO_4 → $2N_A$ άτομα H → 2 mol ατόμων H; $1N_A$ άτομα S → 1 mol ατόμων S; $4N_A$ άτομα O → 4 mol ατόμων O

• Απόλυτη θερμοκρασία, T (K):
T = θ °C+273
• 1atm = 760 mmHg

• Οι πρότυπες συνθήκες πολλές φορές στην Ελληνική βιβλιογραφία συμβολίζονται με ΚΣ (Κανονικές Συνθήκες).
Στο παρόν βιβλίο υιοθετείται ο διεθνώς καθιερωμένος συμβολισμός STP.
• STP συνθήκες (**S**tandard **T**emperature **P**ressure).

Σύγκριση του όγκου που καταλαμβάνει 1mol αερίου He (4 g) με 1 mol στερεού Cu (64 g) και 1mol Hg (201 g) σε STP συνθήκες.

Στα παραδείγματα που ακολουθούν συσχετίζονται τα μεγέθη:
1. αριθμός mol
2. μάζα
3. αριθμός μορίων
4. όγκος (μόνο για αέρια)
μιας καθαρής ουσίας (στοιχείου ή ένωσης). Μάλιστα με βάση την τιμή του ενός μεγέθους μπορούμε να υπολογίζουμε τα υπόλοιπα τρία.

Παράδειγμα 4.5

Ποσότητα υδρόθειου (H_2S) ζυγίζει 170 g.

α Πόσα mol είναι η ποσότητα αυτή;

β. Πόσο όγκο καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή σε STP συνθήκες.
γ. Πόσα μόρια H_2S περιέχονται στην ποσότητα αυτή;
Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες A_r: H:1, S:32.

ΛΥΣΗ

α. Όπως έχουμε δει, το 1 mol μιας χημικής ένωσης ή ενός στοιχείου ζυγίζει τόσα g, όση είναι η σχετική μοριακή μάζα της χημικής ένωσης ή του στοιχείου. Επομένως,

$$\text{το } \frac{1 \text{ mol } H_2S}{n} \overset{\text{ζυγίζει}}{=} \frac{34 \text{ g}}{170 \text{ g}}$$

ή $n = 5$ mol H_2S.

Παρατήρηση
Ο υπολογισμός αυτός μπορεί να γίνει κάνοντας χρήση της σχέσης:

$$n = \frac{m}{M_r \text{ g / mol}}$$

όπου n = ο αριθμός των mol και m = η μάζα της χημικής ουσίας.
Στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε:

$$n_{H_2S} = \frac{m}{M_r \text{ g/mol}} = \frac{170 \text{ g}}{34 \text{ g/mol}} = 5 \text{ mol}$$

β. Το 1 mol αέριας χημικής ένωσης καταλαμβάνει ως γνωστόν όγκο

$$\frac{1 \text{ mol } H_2S}{5 \text{ mol}} = \frac{22{,}4 \text{ L}}{V} = \text{ ή } V = 112 \text{ L αερίου } H_2S$$

22,4 L σε STP. Επομένως,

γ. Επίσης γνωρίζουμε ότι 1 mol οποιασδήποτε χημικής ουσίας περιέχει N_A μόρια. Επομένως,

$$\frac{1 \text{ mol } H_2S}{5 \text{ mol}} = \frac{N_A \text{ μόρια}}{x} \text{ ή } x = 5N_A \text{ μόρια, δηλαδή } 5 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} \text{ μόρια!}$$

• Το H_2S είναι αέριο σε STP (Κ.Σ) συνθήκες.

Εφαρμογή

α. Πόσα μόρια αμμωνίας (NH_3) περιέχονται σε 1,12 L αυτής σε STP;
β. Πόσο ζυγίζουν τα $1{,}8066 \cdot 10^{24}$ μόρια NH_3;
Δίνονται οι τιμές των A_r: N: 14, H: 1.

(α. $0{,}05N_A$, β. 51 g)

Όπως φαίνεται στο παράδειγμα που ακολουθεί, μπορούμε να υπολογίσουμε τις μάζες των στοιχείων που περιέχονται σε μία ένωση, αν μας δίνεται η μάζα της ένωσης. Και αντίστροφα, να υπολογίσουμε τη μάζα μιας ένωσης, αν γνωρίζουμε την ποσότητα ενός από τα συστατικά της στοιχεία.

Παράδειγμα 4.6

Να υπολογιστεί πόσα γραμμάρια οξυγόνου περιέχονται σε 16 g διοξειδίου του θείου (SO_2).
Δίνονται οι τιμές των A_r: S: 32, O: 16.

ΛΥΣΗ

$M_r = 1 \cdot 32 + 2 \cdot 16 = 64$.

Άρα το 1 mol SO_2 ζυγίζει 64 g και έχουμε την κατάταξη

Στα $\dfrac{64\ \text{g}\ SO_2}{16\ \text{g}} =$ τα $\dfrac{2 \cdot 16\ \text{g}}{m}$ είναι οξυγόνο.

άρα $m_O = 8$ g.

Εφαρμογή

Πόσα άτομα υδρογόνου (H) περιέχονται σε 68 g υδρόθειου (H_2S);
Δίνονται οι τιμές των A_r: S: 32, H: 1.
($4N_A$)

Τέλος, δίνεται υποδειγματικά πρόβλημα με μίγμα ουσιών, στο οποίο ζητείται να βρεθεί η σύστασή του. Εδώ οι άγνωστοι εκφράζονται συνήθως σε mol. Με τους αγνώστους αυτούς και με βάση τα δεδομένα του προβλήματος π.χ. g, L, μόρια κλπ., δημιουργούμε σύστημα τόσων εξισώσεων, όσοι και οι άγνωστοι.

Παράδειγμα 4.7

Αέριο μίγμα περιέχει CO_2 και SO_2. Το μίγμα αυτό ζυγίζει 7,6 g, ενώ ο όγκος του σε STP συνθήκες είναι 3,36 L.
α. Πόσα mol κάθε αερίου περιέχει το μίγμα;
β. Ποια είναι η μάζα του CO_2 στο μίγμα;
Δίνονται οι τιμές των A_r: C: 12, S: 32, O: 16.

ΛΥΣΗ

Έστω ότι το μίγμα περιέχει x mol CO_2 και ψ mol SO_2. Συναρτήσει των x και ψ μπορούμε να υπολογίσουμε τη μάζα του μίγματος και τον όγκο του.

$$\frac{1\ \text{mol}\ CO_2}{x\ \text{mol}} = \frac{44\ \text{g}}{m_1} \quad \text{ή} \quad m_1 = 44x\ \text{g}$$

$$\frac{1\ \text{mol}\ SO_2}{\psi\ \text{mol}} = \frac{64\ \text{g}}{m_2} \quad \text{ή} \quad m_2 = 64\psi\ \text{g}$$

Επειδή όμως $m_{CO_2} + m_{SO_2} = 7,6\ \text{g}$

έχουμε $\boxed{44x + 64\psi = 7,6}$ (1)

Συναρτήσει πάλι των x και ψ μπορούμε να υπολογίσουμε τον όγκο του μίγματος σε STP.

$$\frac{1\ \text{mol}\ CO_2}{x\ \text{mol}} = \frac{22,4\ \text{L}}{V_{CO_2}} \quad \text{ή} \quad V_{CO_2} = 22,4x\ \text{L}$$

$$\frac{1\ \text{mol}\ SO_2}{\psi\ \text{mol}} = \frac{22,4\ \text{L}}{V_{SO_2}} \quad \text{ή} \quad V_{SO_2} = 22,4\psi\ \text{L}$$

Επομένως, για το μίγμα που έχει όγκο 3,36 L θα ισχύει

$$V_{CO_2} + V_{SO_2} = 3,36\ \text{L}$$

και έχουμε: $\boxed{22,4x + 22,4\psi = 3,36}$ (2)

Λύνοντας το σύστημα των (1) και (2) βρίσκουμε:

$$x = 0,1 \text{ και } \psi = 0,05$$

Άρα το μίγμα περιέχει 0,1 mol CO_2, δηλαδή 0,1· 44 g δηλαδή 4,4 g CO_2 και 0,05 mol SO_2.

• στο SI:
$R = 8,314\ \text{J K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$

Εφαρμογή

Αέριο μίγμα αποτελείται από διοξείδιο του θείου και υδρόθειο. Το μίγμα ζυγίζει 13,2 g και καταλαμβάνει όγκο 6,72 L σε STP.
α. Πόσα mol από κάθε αέριο περιέχονται στο μίγμα;
β. Ποια είναι η μάζα του κάθε συστατικού του μίγματος;
Δίνονται οι τιμές των A_r: S: 32, O: 16, H: 1.

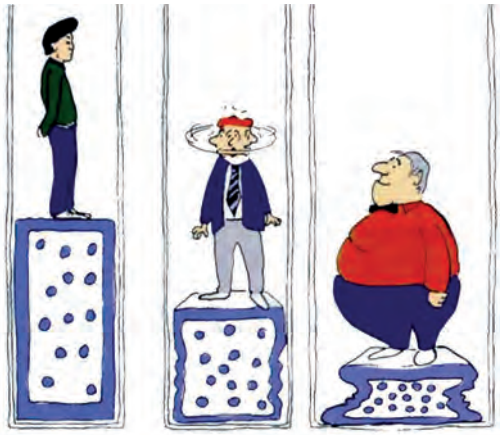
(α. 0,1 - 0,2 β. 6,4 g - 6,8 g)

4.2 Καταστατική εξίσωση των αερίων

Η συμπεριφορά των αερίων είναι περισσότερο απλή και ομοιόμορφη από τη συμπεριφορά των υγρών και των στερεών. Σε αντίθεση με τις υγρές και τις στερεές ουσίες, ορισμένες βασικές ιδιότητες των αερίων είναι ανεξάρτητες της χημικής τους φύσης και μπορούν να περιγραφούν με νόμους, όπως είναι:

➢ ***Ο νόμος Boyle:*** *«ο όγκος (V) που καταλαμβάνει ένα αέριο είναι αντιστρόφως ανάλογος της πίεσης (P) που έχει, με την προϋπόθεση ότι ο αριθμός των mol (n) και η θερμοκρασία (T) του αερίου παραμένουν σταθερά». Δηλαδή, έχουμε:*

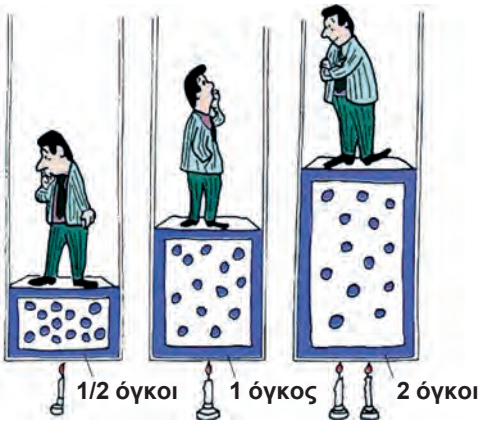
νόμος Boyle	$P\,V$ = σταθερό	όταν n, T σταθερά



ΣΧΗΜΑ 4.3 Εικονική παρουσίαση του νόμου του Boyle. Ο όγκος του αερίου είναι αντιστρόφως ανάλογος της πίεσης (με n, T σταθερά).

➢ ***Ο νόμος Charles*** *«ο όγκος (V) που καταλαμβάνει ένα αέριο είναι ανάλογος της απόλυτης θερμοκρασίας (T), με την προϋπόθεση ότι ο αριθμός των mol (n) και η πίεση (P) παραμένουν σταθερά». Δηλαδή, έχουμε:*

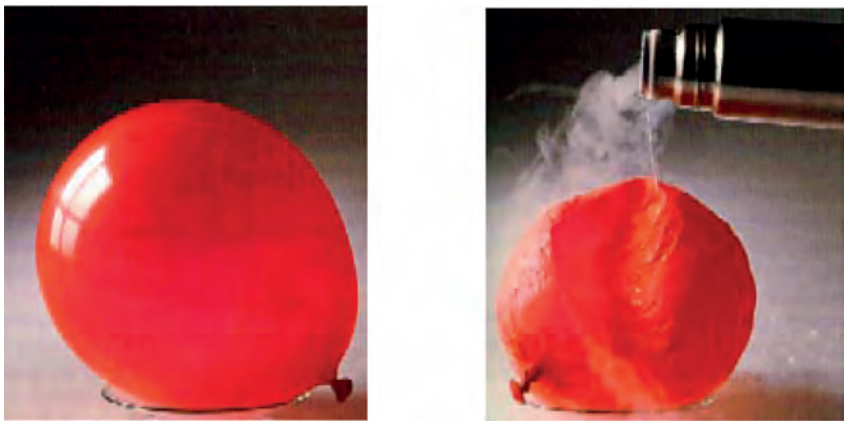
Νόμος Charles	$V \propto T$	όταν n, P σταθερά



ΣΧΗΜΑ 4.4 Εικονική παρουσίαση του νόμου του Charles. Ο όγκος του αερίου είναι ανάλογος της απόλυτης θερμοκρασίας (με n, P σταθερά).

R. Boyle (1627-1691)
Ιρλανδός χημικός και φιλόσοφος. Ήταν το 14ο παιδί μιας εύπορης και ισχυρής οικογένειας. Κατά τη διάρκεια της ζωής του απέκτησε τεράστια φήμη κυρίως από τα πρωτοποριακά του πειράματα σχετικά με τις ιδιότητες των αερίων. Το βιβλίο του «Ο Σκεπτικιστής Χημικός» έθεσε τις βάσεις για τη μετάβαση από την αλχημεία στη μοντέρνα χημεία.

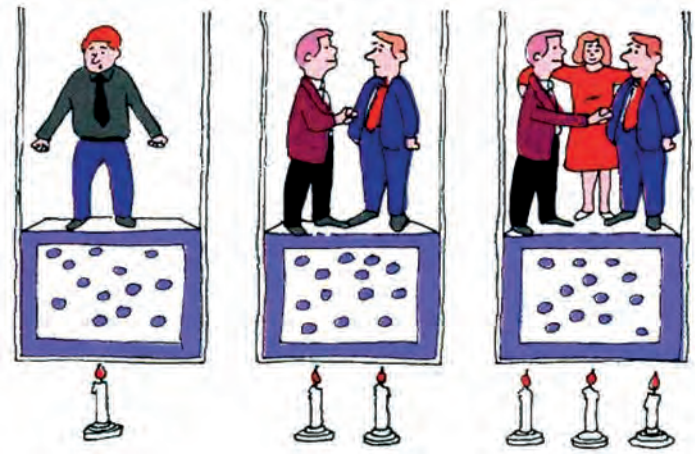
C. Charles (1746-1823)
Γάλλος χημικός πασίγνωστος στα χρόνια του για τα πειράματα που έκανε με μπαλόνια. Ένα χρόνο μετά την ανακάλυψη του αερόστατου από τους αδελφούς Montgollfier, ο Charles κατασκεύασε το δικό του αερόστατο κάνοντας χρήση υδρογόνου αντί θερμού αέρα. Το υδρογόνο που χρειάστηκε για τη κατασκευή του πρώτου μπαλονιού παρασκεύασε ο ίδιος, αντιδρώντας 250 kg οξέος με 500 Kg σιδήρου. Την πρώτη του αυτή πτήση παρακολούθησε πλήθος κόσμου και στέφτηκε με επιτυχία.



ΣΧΗΜΑ 4.5 Με ψύξη (με υγρό άζωτο) ο όγκος του αερίου μειώνεται, σύμφωνα με το νόμο του Charles.

➢ ***Ο νόμος Gay-Lussac:*** *«η πίεση (P) που ασκεί ένα αέριο είναι ανάλογη της απόλυτης θερμοκρασίας (T), όταν ο αριθμός των mol (n) και ο όγκος (V) είναι σταθερά». Δηλαδή, έχουμε:*

Νόμος Gay-Lussac $P \propto T$ όταν n, V σταθερά



ΣΧΗΜΑ 4.6 Εικονική παρουσίαση του νόμου του Gay-Lussac. Η πίεση ενός αερίου είναι ανάλογος της απόλυτης θερμοκρασίας (με n, V σταθερά).

Με συνδυασμό των νόμων:

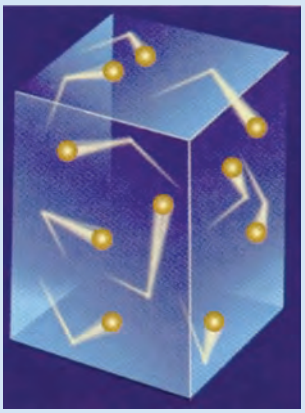
1. **Boyle** $V \propto 1/P$
2. **Charles** $V \propto T$
3. **Avogadro** $V \propto n$

Καταλήγουμε, $V \propto (1/P)\,T\,n$

Η αναλογία αυτή μπορεί να μετατραπεί σε εξίσωση, αν εισάγουμε μια σταθερά R : $V = R\,(1/P)\,T\,n$

Η σταθερά ***R*** ονομάζεται ***παγκόσμια σταθερά των αερίων***.

Gay-Lussac:(1778-1850) Γάλλος χημικός και φυσικός. Έδειξε μεγάλη τόλμη, αφού για τις ανάγκες των πειραμάτων του αναγκάστηκε πολλές φορές να χρησιμοποιεί αερόστατο και να ανεβαίνει σε ύψος μέχρι 7000 m. Κατέλαβε ταυτόχρονα δύο περίβλεπτες καθηγητικές έδρες της χημείας και της φυσικής στο πανεπιστήμιο της Σορβόννης. Πέρασε το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του στο υπόγειο εργαστήριό του, κάτω από δυσμενείς συνθήκες, όπου το χειμώνα δεν υπήρχε θέρμανση και το δάπεδο ήταν μονίμως υγρό. Αυτά βέβαια δεν τον εμπόδιζαν να χορεύει από χαρά σε κάθε πετυχημένο πείραμά του.



Η πίεση που ασκεί ένα αέριο είναι αποτέλεσμα των συγκρούσεων των μορίων του στα τοιχώματα του δοχείου

Η σταθερά R μπορεί να υπολογιστεί παίρνοντας σαν βάση 1 mol ενός αερίου σε STP συνθήκες:

$$R = \frac{PV}{nT} = \frac{1\ \text{atm} \cdot 22{,}4\ \text{L}}{1\ \text{mol} \cdot 273\ \text{K}} = \frac{0{,}082\ \text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

Η παραπάνω σχέση, η οποία συνήθως γράφεται με τη μορφή:

$$PV = nRT$$

ονομάζεται ***καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων***.
Η καταστατική εξίσωση εμπεριέχει τους τρεις νόμους (Boyle, Charles, Avogadro) και περιγράφει πλήρως τη συμπεριφορά (κατάσταση) ενός αερίου. Γι' αυτό ονομάζεται καταστατική εξίσωση.

➢ *Τα αέρια που υπακούουν στην καταστατική εξίσωση, για οποιαδήποτε τιμή πίεσης και θερμοκρασίας, ονομάζονται ιδανικά ή τέλεια αέρια.*

Τα περισσότερα αέρια, κάτω από συνθήκες χαμηλής πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας, προσεγγίζουν την ιδανική συμπεριφορά και συνεπώς υπακούουν στους νόμους των αερίων. Αποκλίσεις παρατηρούνται σε χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλές πιέσεις (συνθήκες υγροποίησης). Ιδανικά επίσης συμπεριφέρονται και τα περισσότερα μίγματα αερίων, κάτω από ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Έτσι, μπορούμε να γράφουμε την καταστατική εξίσωση και για αέρια μίγματα:

$$P\,V = n_{\text{ολ}}\,R\,T \qquad \text{όπου,}$$

$n_{\text{ολ}}$ ο συνολικός αριθμός mol του αερίου μίγματος

V ο όγκος που καταλαμβάνει το αέριο μίγμα και

P η ολική πίεση των αερίων του μίγματος.

Παράδειγμα 4.8

Σε δοχείο όγκου 15 L και θερμοκρασίας 27 °C, εισάγονται 4 mol αερίου Α. Να υπολογιστεί η πίεση που ασκεί το αέριο στο δοχείο.

ΛΥΣΗ

Αφού γνωρίζουμε τη θερμοκρασία, τον όγκο και την ποσότητα σε mol του αερίου μπορούμε να βρούμε πόση πίεση ασκεί, από την καταστατική εξίσωση.

$T = \theta + 273 = (27+273)\ \text{K} = 300\ \text{K}$

$$PV = nRT \quad \text{ή} \quad P = \frac{nRT}{V} = \frac{4\ \text{mol} \cdot (0{,}082\ \text{atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}) \cdot 300\ \text{K}}{15\ \text{L}}$$

ή $P = 6{,}56$ atm.

Εφαρμογή

Σε δοχείο όγκου 15 L και θερμοκρασίας 800 °C, εισάγονται $2N_A$ μόρια οξυγόνου. Πόση πίεση ασκεί το οξυγόνο στο δοχείο;
(11,73 atm)

Στην καταστατική εξίσωση μπορεί να εισαχθεί η πυκνότητα του αερίου, ρ, όπως φαίνεται στο παράδειγμα που ακολουθεί.

Παράδειγμα 4.9

Πόση είναι η πυκνότητα του οξυγόνου (O_2) σε πίεση 8 atm και θερμοκρασία 273 °C. A_{rO}=16.

ΛΥΣΗ

$T = \theta + 273 = (273 + 273)\ \text{K} = 546\ \text{K}.$

$M_{rO_2} = 2 \cdot 16 = 32$

Όμως, $n = \dfrac{m}{M_r\ \text{g / mol}}$

οπότε,

$$PV = \frac{mRT}{M_r\ \text{g/mol}} \quad \text{ή} \quad P = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{M_r\ \text{g/mol}} \quad \text{ή} \quad P = \rho \frac{RT}{M_r\ \text{g/mol}} \quad \text{ή}$$

$$\rho = \frac{P \cdot M_r\ \text{g/mol}}{RT} \quad \text{ή} \quad \rho = \frac{8\text{atm} \cdot 32\text{g/mol}}{0{,}082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 546\text{K}} \quad \text{ή} \quad \rho = 5{,}71\text{g/L}$$

Εφαρμογή

Αέριο Α έχει πυκνότητα 2,28 g/L σε θερμοκρασία 546 K και πίεση 6 atm. Ζητείται η σχετική μοριακή μάζα του Α.
R = 0,082 atm·L/mol·K
(17)

4.3 Συγκέντρωση διαλύματος - Αραίωση, ανάμειξη διαλυμάτων

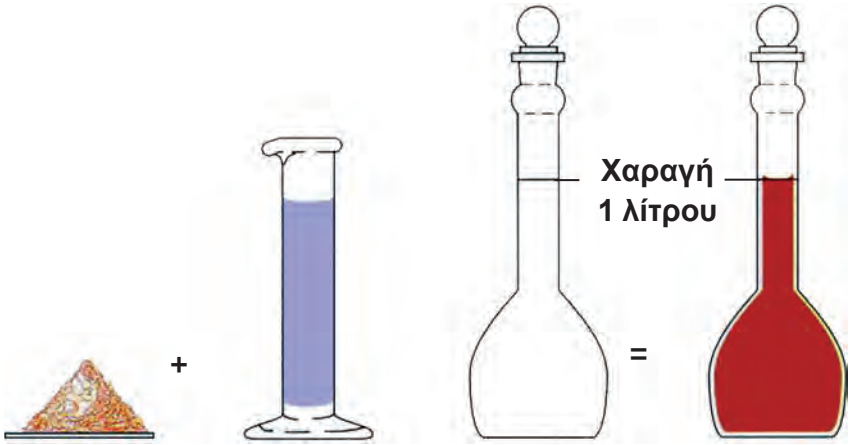
Συγκέντρωση ή μοριακότητα κατ' όγκο διαλύματος

Όπως αναφέραμε στο 1ο κεφάλαιο, υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να εκφράσουμε την περιεκτικότητα ενός διαλύματος, δηλαδή την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που περιέχεται σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος ή διαλύτη. Μία από τις συνηθέστερες μονάδες περιεκτικότητας ενός διαλύματος είναι η μοριακότητα κατ' όγκο:

➢ *η μοριακότητα κατ' όγκο ή συγκέντρωση ή Molarity, εκφράζει τα mol διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1 L διαλύματος. Δηλαδή, έχουμε:*

$$c = n / V$$

Όπου,
c = η συγκέντρωση του διαλύματος
n = ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας και
V = ο όγκος του διαλύματος σε L.
Μονάδα της συγκέντρωσης είναι το mol L^{-1} ή M.
Για παράδειγμα, διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου συγκέντρωσης 1,5 M περιέχει 1,5 mol NaOH (60 g) σε 1 L (1000 mL) διαλύματος, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



ΣΧΗΜΑ 4.7 Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης.

Παράδειγμα 4.10

Σε 300 mL διαλύματος περιέχονται 6 g υδροξειδίου του νατρίου (NaOH). Να βρεθεί η συγκέντρωση (μοριακότητα κατ' όγκο) του διαλύματος. Δίνονται οι τιμές των A_r: Na: 23, O: 16, H: 1.

Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης

ΛΥΣΗ

1ος τρόπος (με κατάταξη)

Υπολογίζουμε κατ' αρχήν τα mol της διαλυμένης ουσίας.

$M_{r\,NaOH} = 1 \cdot 23 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 1 = 40$

$$n = \frac{m}{M_r \text{ g/mol}} = \frac{6 \text{ g}}{40 \text{ g/mol}} = 0{,}15 \text{ mol}$$

Άρα στα 300 mL διαλύματος υπάρχουν 0,15 mol NaOH

1000 mL $\qquad\qquad$ n

ή $n = 0{,}5$ mol

Άρα έχουμε συγκέντρωση = 0,5 mol/L.

2ος τρόπος (με τον τύπο)

έχουμε 0,15 mol NaOH και αφού V = 300 mL = 0,3 L. Συνεπώς,

$$c = \frac{n}{V} = \frac{0{,}15 \text{ mol}}{0{,}3 \text{ L}} = 0{,}5 \text{ mol/L} \quad \text{ή} \quad 0{,}5 \text{ M}$$

Εφαρμογή

Πόσα γραμμάρια καθαρού νιτρικού οξέος περιέχονται σε 400 mL διαλύματος νιτρικού οξέος (HNO_3) συγκέντρωσης 2 M;
Δίνονται οι τιμές των A_r: H: 1, N: 14, O: 16.
(50,4 g)

Παράδειγμα 4.11

Να βρεθεί η % w/w (βάρος σε βάρος) περιεκτικότητα διαλύματος υδροχλωρίου συγκέντρωσης 0,2 M και πυκνότητας 1,05 g mL^{-1}, που περιέχει 14,6 g καθαρού υδροχλωρίου (HCl).
Δίνονται οι τιμές των A_r: H:1, Cl: 35,5.

ΛΥΣΗ

Θα βρούμε τον όγκο του διαλύματος, ώστε κατόπιν, με τη βοήθεια της πυκνότητας, να βρούμε τη μάζα του διαλύματος.

$$\frac{1 \text{ mol HCl}}{\text{n}} \overset{\text{ζυγίζει}}{=} \frac{36{,}5 \text{ g}}{14{,}6 \text{ g}}$$

άρα $n = 0{,}4$ mol καθαρού HCl.

Από τον τύπο $\quad c = \dfrac{n}{V}$ ή $V = \dfrac{n}{c} = \dfrac{0{,}4 \text{ mol}}{0{,}2 \text{ mol}} = 2 \text{ L}$

δηλαδή $V = 2000$ mL.

Από τον τύπο της πυκνότητας υπολογίζουμε τη μάζα του διαλύματος

$$\rho = \frac{m_\Delta}{V} \quad \text{ή} \quad m_\Delta = \rho \cdot V = 1{,}05 \text{ g/mL} \cdot 2000 \text{ mL}$$

• Για να υπολογίσουμε μία περιεκτικότητα όγκου (π.χ. c) από μία περιεκτικότητα βάρους (π.χ. % w/w), ή αντίστροφα, χρειαζόμαστε την τιμή της πυκνότητας του διαλύματος.

ή m_{Δ} = 2100 g.

Γνωρίζοντας τώρα τη μάζα του διαλύματος και τη μάζα της διαλυμένης ουσίας, βρίσκουμε την % w/w περιεκτικότητα:

$$\text{Στα} \quad \frac{2100 \text{ g διαλύματος}}{100 \text{ g}} = \frac{14,6 \text{ g καθαρού HCl}}{x}$$

ή x = 0,7 g καθαρού υδροχλωρίου.
Άρα το διάλυμα είναι περιεκτικότητας 0,7% w/w (κατά βάρος).

Εφαρμογή

Να βρεθεί η συγκέντρωση (c) διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) όγκου 500 mL, περιεκτικότητας 8% w/w και πυκνότητας 1,07 g/mL. Δίνονται οι τιμές των A_r: Na: 23, O: 16, H: 1.
(2,14 M)

Αραίωση διαλύματος

Όταν σε ένα διάλυμα προσθέσουμε νερό, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει σταθερή, ενώ ο όγκος του διαλύματος μεγαλώνει. Συνεπώς, το τελικό διάλυμα έχει μικρότερη συγκέντρωση από το αρχικό. Κατά την αραίωση ισχύει η σχέση:

$$c_1 V_1 = c_2 V_2$$

όπου,
c_1 και V_1 η συγκέντρωση και ο όγκος του διαλύματος, αντίστοιχα, πριν την αραίωση και

c_2 και V_2 η συγκέντρωση και ο όγκος του διαλύματος, αντίστοιχα, μετά την αραίωση

ΣΧΗΜΑ 4.8 Στην αραίωση διαλύματος η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει η ίδια, ενώ η συγκέντρωση μειώνεται.

Εικονική παρουσίαση για την αραίωση διαλύματος

Παράδειγμα 4.12

Σε διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) όγκου 400 mL συγκέντρωσης 2 M προσθέτουμε 1200 mL νερού. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος. Θεωρούμε ότι κατά την ανάμειξη δεν έχουμε μεταβολή του όγκου.

ΛΥΣΗ

1ος τρόπος (με κατάταξη)

Αρχικό διάλυμα:

2 M σημαίνει ότι στα $\dfrac{1000\ \text{mL διαλύματος}}{400\ \text{mL}} = \dfrac{2\ \text{mol διαλ. ουσίας}}{n}$

ή $n = 0{,}8$ mol NaOH.

Μετά την προσθήκη του νερού η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει σταθερή, άρα και στο τελικό διάλυμα θα υπάρχουν 0,8 mol καθαρού NaOH.

Όμως $V_{\text{τελ}} = V_{\text{αρχ}} + V_{H_2O} = 400\ \text{mL} + 1200\ \text{mL} = 1600\ \text{mL}$.

Τελικό διάλυμα:

Στα $\dfrac{1600\ \text{mL διαλύματος}}{1000\ \text{mL}} = \dfrac{0{,}8\ \text{mol διαλ. ουσίας}}{x}$

ή x = 0,5 mol.

Άρα η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι 0,5 M.

2ος τρόπος (με τον τύπο)

Γνωρίζουμε ότι

$c = \dfrac{n}{V}$ ή $n = c \cdot V$

Επειδή με την προσθήκη του νερού η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει σταθερή έχουμε ότι:

$n_{\text{αρχ}} = n_{\text{τελ}}$ ή

$c_{\text{αρχ}} V_{\text{αρχ}} = c_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}}$ ή

$c_{\text{τελ}} = \dfrac{c_{\text{αρχ}} V_{\text{αρχ}}}{V_{\text{τελ}}} = \dfrac{2\ \text{M} \cdot 400 \cdot 10^{-3}\ \text{L}}{1600 \cdot 10^{-3}\ \text{L}}$ ή

$c_{\text{τελ}} = 0{,}5$ M.

Εφαρμογή

Πόσα λίτρα νερού πρέπει να προστεθούν σε 3 L διαλύματος NaCl 1 M για να προκύψει διάλυμα NaCl 0,1 M;
(27 L)

• Η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει σταθερή κατά τη συμπύκνωση ενός διαλύματος, δηλαδή, όταν αφαιρείται νερό από το διάλυμα με εξάτμιση.

Ανάμειξη διαλυμάτων

Όταν αναμείξουμε δύο η περισσότερα διαλύματα που περιέχουν την ίδια διαλυμένη ουσία, τότε προκύπτει ένα διάλυμα το οποίο θα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

α. Η μάζα του τελικού διαλύματος θα είναι ίση με το άθροισμα των μαζών των διαλυμάτων που αναμείξαμε. Δηλαδή,

$$m_{\Delta\tau\varepsilon\lambda} = m_{\Delta 1} + m_{\Delta 2} + m_{\Delta 3} + \ldots$$

m_Δ = μάζα διαλύματος

β. Ο όγκος του τελικού διαλύματος σχεδόν πάντα θεωρούμε ότι είναι ίσος με το άθροισμα των όγκων των διαλυμάτων που αναμείξαμε.
Δηλαδή,

$$V_{\tau\varepsilon\lambda} = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots$$

V = όγκος διαλύματος

γ. Η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο τελικό διάλυμα θα είναι ίση με το άθροισμα των ποσοτήτων των διαλυμένων ουσιών που υπήρχαν στα αρχικά διαλύματα πριν από την ανάμειξη. Δηλαδή:

$$m_{\tau\varepsilon\lambda} = m_1 + m_2 + m_3 + \ldots$$

ή $$n_{\tau\varepsilon\lambda} = n_1 + n_2 + n_3 + \ldots$$

m = μάζα διαλυμένης ουσίας
n = αριθμός mol διαλυμένης ουσίας

Κατά την ανάμειξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας ισχύει η σχέση:

$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{\tau\varepsilon\lambda} V_{\tau\varepsilon\lambda}$$

όπου,
c_1, c_2 και V_1, V_2 οι συγκεντρώσεις και οι όγκοι των αρχικών διαλυμάτων και $c_{\tau\varepsilon\lambda}$ και $V_{\tau\varepsilon\lambda}$ η συγκέντρωση και ο όγκος του τελικού διαλύματος, αντίστοιχα.
Είναι προφανές ότι, αν $c_1 > c_2$, τότε μετά την ανάμειξη θα έχουμε ότι $c_1 > c_{\tau\varepsilon\lambda} > c_2$.

Παράδειγμα 4.13

Αναμειγνύονται 3 L διαλύματος HCl 1 M με 7 L διαλύματος HCl 0,5 M. Να βρεθεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος.

ΛΥΣΗ

1ος τρόπος (με κατάταξη)

Διάλυμα (A): 1 M.

Στο / Στα $\dfrac{1\text{L διαλύματος}}{3\text{L}} = \dfrac{1 \text{ mol HCl}}{n_A}$ ή $n_A = 3$ mol

Διάλυμα (B): 0,5 M.

Στο $\dfrac{1\text{L διαλύματος}}{7\text{L}} = \dfrac{0{,}5 \text{ mol HCl}}{n_B}$ ή $n_B = 3{,}5$ mol

Στο τελικό διάλυμα έχουμε ότι

$V_{τελ} = V_A + V_B = 3\ L + 7\ L = 10\ L$

$n_{τελ} = n_A + n_B = 3\ mol + 3{,}5\ mol = 6{,}5\ mol$

Άρα στο τελικό διάλυμα έχουμε:

$$\frac{10\ L\ διαλύματος}{1\ L} = \frac{6{,}5\ mol\ HCl}{x}$$

ή x = 0,65 mol.

Άρα η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι 0,65 mol/L, δηλαδή 0,65 M.

2ος τρόπος (με τον τύπο)

Ισχύει στην ανάμειξη των διαλυμάτων για την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας

$n_{τελ} = n_A + n_B$ ή

$c_{τελ} \cdot V_{τελ} = c_A \cdot V_A + c_B \cdot V_B$ ή

$$c_{τελ} = \frac{c_A V_A + c_B V_B}{V_{τελ}} = \frac{1\ mol/L \cdot 3\ L + 0{,}5\ mol/L \cdot 7\ L}{10\ L}$$

ή $c_{τελ} = 0{,}65$ M.

Εφαρμογή

500 mL διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) περιεκτικότητας 8% w/v (κατ' όγκο) αναμειγνύονται με 1,5 L άλλου διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου συγκέντρωσης 0,8 M. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος.

(1,1 M)

4.4 Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί

Η χημική εξίσωση, πέραν του ότι αποτελεί το σύμβολο μιας χημικής αντίδρασης, παρέχει μία σειρά πληροφοριών. Για παράδειγμα, η χημική εξίσωση της αντίδρασης σχηματισμού αμμωνίας από άζωτο και υδρογόνο $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ μας αποκαλύπτει:

1. Την ποιοτική σύσταση των αντιδρώντων (N_2, H_2) και προϊόντων (NH_3).

2. Ποσοτικά δεδομένα σχετικά με τον τρόπο που γίνεται η αντίδραση. Δηλαδή ότι,

- 1 μόριο N_2 αντιδρά με 3 μόρια H_2 και δίνει 2 μόρια NH_3.
- 1 mol N_2 αντιδρά με 3 mol H_2 και δίνει 2 mol NH_3.
- 1 όγκος αερίου N_2 αντιδρά με τρεις όγκους αερίου H_2 και δίνει δύο όγκους αέριας NH_3 στις ίδιες συνθήκες P και T.

Αυτό όμως που τελικά έχει τη μεγαλύτερη σημασία είναι ότι:

➢ *οι συντελεστές σε μία χημική εξίσωση καθορίζουν την αναλογία mol των αντιδρώντων και προϊόντων στην αντίδραση. Γι' αυτό και οι συντελεστές ονομάζονται στοιχειομετρικοί συντελεστές.*

Με δεδομένο ότι:

1 mol μιας χημικής ουσίας ζυγίζει τόσα γραμμάρια όσο η σχετική μοριακή της μάζα,

1 mol αερίου ουσίας καταλαμβάνει όγκο V_m ή 22,4 L (σε STP) και

1 mol μιας μοριακής χημικής ουσίας περιέχει N_A μόρια, προκύπτει ότι η αναλογία ***mol*** των αντιδρώντων και των προϊόντων μπορεί να εκφραστεί και σαν αναλογία ***μαζών***, ***όγκων*** (αερίων) ή αριθμού ***μορίων***.

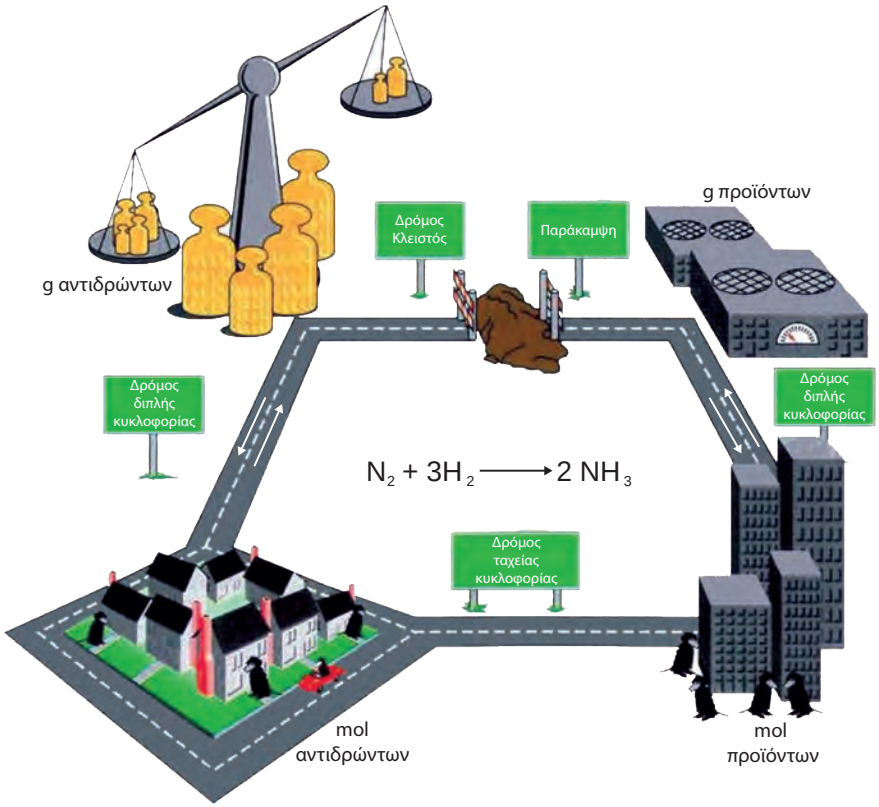
➢ *Οι παραπάνω χημικοί υπολογισμοί, οι οποίοι στηρίζονται στις ποσοτικές πληροφορίες που πηγάζουν από τους συντελεστές μιας χημικής εξίσωσης (στοιχειομετρικοί συντελεστές), ονομάζονται στοιχειομετρικοί υπολογισμοί.*

Μεθοδολογία για την επίλυση προβλημάτων στοιχειομετρίας

Στα προβλήματα στοιχειομετρίας ακολουθούμε την εξής διαδικασία:

1. Βρίσκουμε τον αριθμό mol από τη μάζα ή τον όγκο που δίνεται (π.χ. ενός αντιδρώντος).
2. Υπολογίζουμε με τη βοήθεια της χημικής εξίσωσης τον αριθμό mol του αντιδρώντος ή προϊόντος που ζητείται.
3. Τέλος, από τον αριθμό mol υπολογίζουμε τη ζητούμενη μάζα (μέσω του M_r) ή το ζητούμενο όγκο (μέσω του V_m ή της καταστατικής εξίσωσης).

Τα παραπάνω απεικονίζονται στο σχήμα που ακολουθεί. Στη συνέχεια δίνονται χαρακτηριστικές περιπτώσεις στοιχειομετρικών υπολογισμών με αντίστοιχα παραδείγματα.



ΣΧΗΜΑ 4.9 Εικονική παρουσίαση της μεθοδολογίας που ακολουθούμε σε στοιχειομετρικούς υπολογισμούς. Σε μία χημική εξίσωση δεν περνάμε απ' ευθείας από τη μάζα των αντιδρώντων στη μάζα των προϊόντων. Θα πρέπει πρώτα οι μάζες να μετατραπούν σε mol. Αυτό γίνεται επειδή οι συντελεστές της χημικής εξίσωσης καθορίζουν τις αναλογίες mol αντιδρώντων και προϊόντων.

Παράδειγμα 4.14

Πόσα γραμμάρια N_2 και πόσα mol H_2 απαιτούνται για την παρασκευή 448 L NH_3 που μετρήθηκαν σε STP; Δίνεται $A_{r\,N} = 14$.

ΛΥΣΗ

Βήμα 1

Βρίσκουμε κατ' αρχήν πόσα mol NH_3 θα παρασκευάσουμε.

1 mol NH_3 (STP) 22,4 L

n_1 448 L ή $n_1 = 20$ mol NH_3

Βήμα 2

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης με την οποία θα γίνουν οι υπολογισμοί:

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

Βήμα 3

Γράφουμε για τις ουσίες τη ***σχέση mol*** με την οποία αντιδρούν ή παράγονται, σχέση την οποία δείχνουν οι συντελεστές των ουσιών (***στοιχειομετρία της αντίδρασης***).

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

1 mol 3 mol 2 mol

Βήμα 4

Γράφουμε κάτω από τα προηγούμενα (σχέση mol) την ποσότητα του δεδομένου σε mol και υπολογίζουμε την ποσότητα του ζητούμενου πάλι σε mol.

$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

$$\frac{1\ \text{mol}}{n_2} = \frac{3\ \text{mol}}{n_3} = \frac{2\ \text{mol}}{20\ \text{mol}}$$

$n_2 = 10$ mol N_2

$n_3 = 30$ mol H_2.

Βήμα 5

Υπολογίζουμε τη ζητούμενη μάζα. Δηλαδή για το N_2 με τη βοήθεια της σχετικής μοριακής μάζας ($M_r = 28$), έχουμε:

$$\frac{1\ \text{mol}\ N_2}{10\ \text{mol}} \overset{\text{ζυγίζει}}{=} \frac{28\ \text{g}}{m} \quad \text{ή} \quad m = 280\ \text{g}\ N_2$$

Άρα για να παρασκευαστούν 448 L NH_3 (σε STP) πρέπει να αντιδράσουν 280 g N_2 με 30 mol H_2.

Εφαρμογή

Καίγονται 16 g θείου με το απαραίτητο οξυγόνο και παράγεται διοξείδιο του θείου. Να υπολογιστεί ο όγκος του SO_2 σε θερμοκρασία 27 ºC και πίεση 2 atm. Δίνονται: $A_{r\,S}$:32 και $R = 0{,}082$ atm L mol^{-1} K^{-1}

(6,15 L)

1. Ασκήσεις στις οποίες η ουσία που δίνεται ή ζητείται δεν είναι καθαρή

Σε πολλές περιπτώσεις οι ουσίες που χρησιμοποιούμε σε μία χημική αντίδραση δεν είναι καθαρές. Αυτό συμβαίνει στην πράξη, αφού είναι σχεδόν αδύνατο να έχουμε απόλυτα καθαρές ουσίες. Η καθαρότητα ενός δείγματος εκφράζεται συνήθως %. Για παράδειγμα, δείγμα σιδήρου καθαρότητας 95% w/w σημαίνει ότι στα 100 g δείγματος τα 95 g είναι Fe και τα 5 g είναι ξένες προσμείξεις του. Ας δούμε όμως ένα σχετικό παράδειγμα.

Παράδειγμα 4.15

Πόσα λίτρα H_2 μετρημένα σε STP θα σχηματιστούν κατά την αντίδραση 250 g δείγματος ψευδαργύρου με περίσσεια διαλύματος θειικού οξέος; Η περιεκτικότητα του δείγματος σε ψευδάργυρο είναι 97,5% w/w. Θεωρούμε ότι οι προσμείξεις δεν αντιδρούν με το θειικό οξύ. Δίνεται $A_{r\,Zn} = 65$.

ΛΥΣΗ

Θα υπολογίσουμε πρώτα την ποσότητα του καθαρού ψευδάργυρου που περιέχεται στα 250 g του δείγματος ψευδάργυρου, καθώς μόνο αυτός αντιδρά με το θειικό οξύ.

Στα

$$\frac{100\text{ g δειγμ. Zn}}{250\text{ g}} \overset{\text{περιέχονται}}{=} \frac{97{,}5\text{ g Zn}}{m}$$

ή $m = 243{,}75$ g Zn.

Άρα 243,75 g Zn αντέδρασαν με το οξύ. Μπορούμε πλέον να υπολογίσουμε το παραγόμενο υδρογόνο, αφού γράψουμε την αντίδραση και κάνουμε τους συνήθεις υπολογισμούς.

$$\frac{1\text{ mol Zn}}{n_1} = \frac{65\text{ g}}{243{,}75\text{ g}} \quad \text{ή} \quad n_1 = 3{,}75\text{ mol Zn}$$

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$

$$\frac{1\text{ mol}}{3{,}75\text{ mol}} = \frac{1\text{ mol}}{n_2}$$

ή $n_2 = 3{,}75$mol H_2.

Για το H_2 σε STP έχουμε:

$$\frac{1\text{ mol } H_2}{3{,}75\text{ mol}} = \frac{22{,}4\text{ L}}{V} \quad \text{ή} \quad V = 84\text{ L}$$

Εφαρμογή

Πόσα γραμμάρια δείγματος ψευδαργύρου καθαρότητας 80% w/w θα αντιδράσουν με 10 L διαλύματος HCl 0,8 M;

$A_{r\,Zn}$: 65.

(325 g)

2. Ασκήσεις στις οποίες δίνονται οι ποσότητες δύο αντιδρώντων ουσιών

Εδώ διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

Α. Οι ποσότητες που δίνονται είναι σε στοιχειομετρική αναλογία. Δηλαδή, οι ποσότητες είναι οι ακριβώς απαιτούμενες για πλήρη αντίδραση, σύμφωνα με τους συντελεστές της χημικής εξίσωσης. Στην περίπτωση αυτή οι υπολογισμοί στηρίζονται στην ποσότητα ενός εκ των δύο αντιδρώντων.

Β. Η ποσότητα ενός εκ των δύο αντιδρώντων είναι σε περίσσεια.

Δηλαδή, το ένα από τα αντιδρώντα είναι σε ***περίσσεια*** (περισσεύει), ενώ το άλλο καταναλώνεται πλήρως (***περιοριστικό***). Οι στοιχειομετρικοί υπολογισμοί στην περίπτωση αυτή στηρίζονται στην ποσότητα του περιοριστικού αντιδρώντος, όπως φαίνεται στο παράδειγμα που ακολουθεί.

• Αν οι ποσότητες αντιδρώντων δεν είναι σε στοιχειομετρική αναλογία, τότε, οι στοιχειομετρικοί προσδιορισμοί βασίζονται στην ποσότητα του περιοριστικού αντιδρώντος. Αυτού, δηλαδή, που δεν είναι σε περίσσεια.

Παράδειγμα 4.16

Διαθέτουμε 10 mol νατρίου (Na) και 8 mol χλωρίου (Cl_2) τα οποία αντιδρούν για να σχηματίσουν χλωριούχο νάτριο (NaCl). Πόσα mol NaCl θα σχηματιστούν;

ΛΥΣΗ

Στο πρόβλημα αυτό πρέπει αρχικά να ελέγξουμε ποιο από τα δύο αντιδρώντα θα αντιδράσει όλο. Γράφουμε τη χημική αντίδραση:

$2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$

Από την αντίδραση βλέπουμε ότι 2 mol Na αντιδρούν με 1 mol Cl_2. Άρα τα 10 mol Na που διαθέτουμε χρειάζονται για να αντιδράσουν 5 mol Cl_2. Εμείς όμως διαθέτουμε 8 mol Cl_2. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι θα αντιδράσει όλο το νάτριο (10 mol) με 5 mol χλωρίου και θα παραχθούν με βάση τη στοιχειομετρία 10 mol NaCl, ενώ θα περισσέψουν 3 mol Cl_2. Δηλαδή, το χλώριο βρίσκεται σε περίσσεια.

Εφαρμογή

Πόσα γραμμάρια νερού θα παραχθούν αν αντιδράσουν 112 L O_2 μετρημένα σε STP με 10 g H_2; Δίνονται οι τιμές των A_r: H: 1, O: 16.
(90 g)

3. Ασκήσεις με διαδοχικές αντιδράσεις

Υπάρχουν προβλήματα στοιχειομετρίας, στα οποία δεν έχουμε μόνο μια αντίδραση αλλά μία σειρά διαδοχικών αντιδράσεων. Διαδοχικές αντιδράσεις έχουμε, όταν το προϊόν της πρώτης αντίδρασης αποτελεί αντιδρών της δεύτερης αντίδρασης, κ.ο.κ. Ο τρόπος που επιλύονται αυτού του είδους τα προβλήματα επιδεικνύεται στα παραδείγματα που ακολουθούν.

Παράδειγμα 4.17

13 g ψευδάργυρου (Zn) αντιδρούν με περίσσεια διαλύματος υδροχλωρίου. Το αέριο που παράγεται αντιδρά πλήρως με οξυγόνο και παράγεται νερό. Να υπολογιστεί η μάζα του νερού.
Δίνονται οι τιμές των A_r: Zn: 65, H: 1, O: 16.

ΛΥΣΗ

Οι διαδοχικές αντιδράσεις είναι οι εξής:

$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ (1)

$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ (2)

Από την πρώτη αντίδραση παράγεται υδρογόνο, το οποίο κατόπιν καίγεται και δίνει νερό.
Αφού γνωρίζουμε τη μάζα του Zn, τη μετατρέπουμε σε mol, και κατόπιν υπολογίζουμε τον αριθμό των mol του H_2. Από την (2) και από το γνωστό αριθμό mol του H_2, υπολογίζουμε τον αριθμό mol του νερού και τα οποία μετατρέπουμε σε g. Έτσι έχουμε:

$$\frac{1\ \text{mol Zn}}{n_1} = \frac{65\ \text{g}}{13\ \text{g}} \quad \text{ή} \quad n_1 = 0{,}2\ \text{mol Zn.}$$

από την (1) $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

$$\frac{1\ \text{mol}}{0{,}2\ \text{mol}} = \frac{1\ \text{mol}}{n_2}$$

ή $n_2 = 0{,}2$ mol H_2.

από την (2) $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

$$\frac{2\ \text{mol}}{0{,}2\ \text{mol}} = \frac{2\ \text{mol}}{n_3}$$

ή $n_3 = 0{,}2$ mol H_2O
άρα $m_{H2O} = 0{,}2 \cdot 18$ g = 3,6 g.

Εφαρμογή

11,7 g χλωριούχου νατρίου αντιδρούν με περίσσεια θειικού οξέος σε κατάλληλες συνθήκες. Το αέριο που παράγεται διαβιβάζεται σε περίσσεια διαλύματος ανθρακικού νατρίου. Να υπολογιστεί ο όγκος σε STP του αερίου που θα παραχθεί. Δίνονται οι τιμές των A_r: Na : 23, Cl: 35,5. (2,24 L)

Παρατήρηση

Ένας δεύτερος πιο *γενικός τρόπος*, για να λύνουμε προβλήματα με διαδοχικές αντιδράσεις, είναι ο ακόλουθος. Ορίζουμε x τον αριθμό των mol του «πρώτου» αντιδρώντος και υπολογίζουμε συναρτήσει του x τις ποσότητες όλων των υπολοίπων ουσιών που συμμετέχουν στις αντιδράσεις. Με βάση τα δεδομένα του προβλήματος υπολογίζουμε το x και απ' αυτό βρίσκουμε τον αριθμό mol όλων των άλλων ουσιών που μας ενδιαφέρουν.

Παράδειγμα 4.18

Ορισμένη ποσότητα ψευδαργύρου αντιδρά με αραιό διάλυμα θειικού οξέος. Το αέριο που παράγεται αντιδρά με οξείδιο του χαλκού, οπότε παράγονται 31,75 g Cu. Να υπολογιστεί η μάζα του Zn που αντέδρασε αρχικά. Δίνονται οι τιμές των A_r: Cu: 63,5 , Zn: 65.

ΛΥΣΗ

Έστω x mol η αρχική ποσότητα του Zn.

Από την αντίδραση έχουμε:

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$

1 mol 1 mol

x mol ; = x mol

Τα x mol όμως του H_2 αντιδρούν με το CuO σύμφωνα με την αντίδραση.

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

1 mol 1 mol

x mol ; = x mol

Όμως τα x mol ζυγίζουν 31,75 g και αφού

το 1 mol ζυγίζει 63,5 g

x mol 31,75 g ή x = 0,5.

Δηλαδή, m_{Zn} = 0,5·65 g = 32,5 g.

Εφαρμογή

Ποσότητα μαγνησίου αντιδρά με περίσσεια διαλύματος HCl και δίνει αέριο το οποίο αντιδρά πλήρως με Cl_2, και παίρνουμε νέο αέριο το οποίο αντιδρά με περίσσεια διαλύματος $AgNO_3$ δίνοντας 28,7 g λευκού ιζήματος. Ποια είναι η μάζα της αρχικής ποσότητας του μαγνησίου; Δίνονται οι τιμές των A_r: Mg: 24, Ag: 108, Cl: 35,5.

(2,4 g)

Τελειώνοντας τα προβλήματα με στοιχειομετρικούς υπολογισμούς, ας δούμε πώς μπορούμε να βρούμε τη σύσταση ενός μίγματος με βάση την αντίδραση των συστατικών του με κάποια ή κάποιες άλλες ουσίες.

Παράδειγμα 4.19

13,3 g μίγματος χλωριούχου νατρίου και χλωριούχου καλίου αντιδρούν πλήρως με διάλυμα $AgNO_3$. Αν μετά από τις αντιδράσεις έχουν καταβυθιστεί 28,7 g AgCl, να βρεθεί η σύσταση του αρχικού μίγματος.

Δίνονται οι τιμές των A_r: Na: 23, K: 39, Cl: 35,5, Ag: 108.

ΛΥΣΗ

Βρίσκουμε τις σχετικές μοριακές μάζες:

NaCl → $M_r = 58,5$

KCl → $M_r = 74,5$

AgCl → $M_r = 143,5$

Έστω x τα mol του NaCl

και ψ τα mol του KCl.

$NaCl + AgNO_3 \rightarrow NaNO_3 + AgCl\downarrow$

1 mol 1 mol

x mol ; = x mol

$KCl + AgNO_3 \rightarrow KNO_3 + AgCl\downarrow$

1 mol 1 mol

ψ mol ; = ψ mol

Όμως γνωρίζουμε ότι:

$m_{NaCl} + m_{KCl} = 13,3$ g

ή $x \cdot 58,5 + \psi \cdot 74,5 = 13,3$ (1)

Για τον AgCl έχουμε (x+ψ) mol, άρα

$(x+\psi) \cdot 143,5 = 28,7$ (2)

Λύνω το σύστημα των δύο εξισώσεων και έχουμε ότι:

$x = 0,1$

$\psi = 0,1$

Άρα στο μίγμα περιέχονται 0,1 mol ή 0,1·58,5 g = 5,85 g NaCl

και 0,1 mol ή 0,1·74,5 g = 7,45 g KCl.

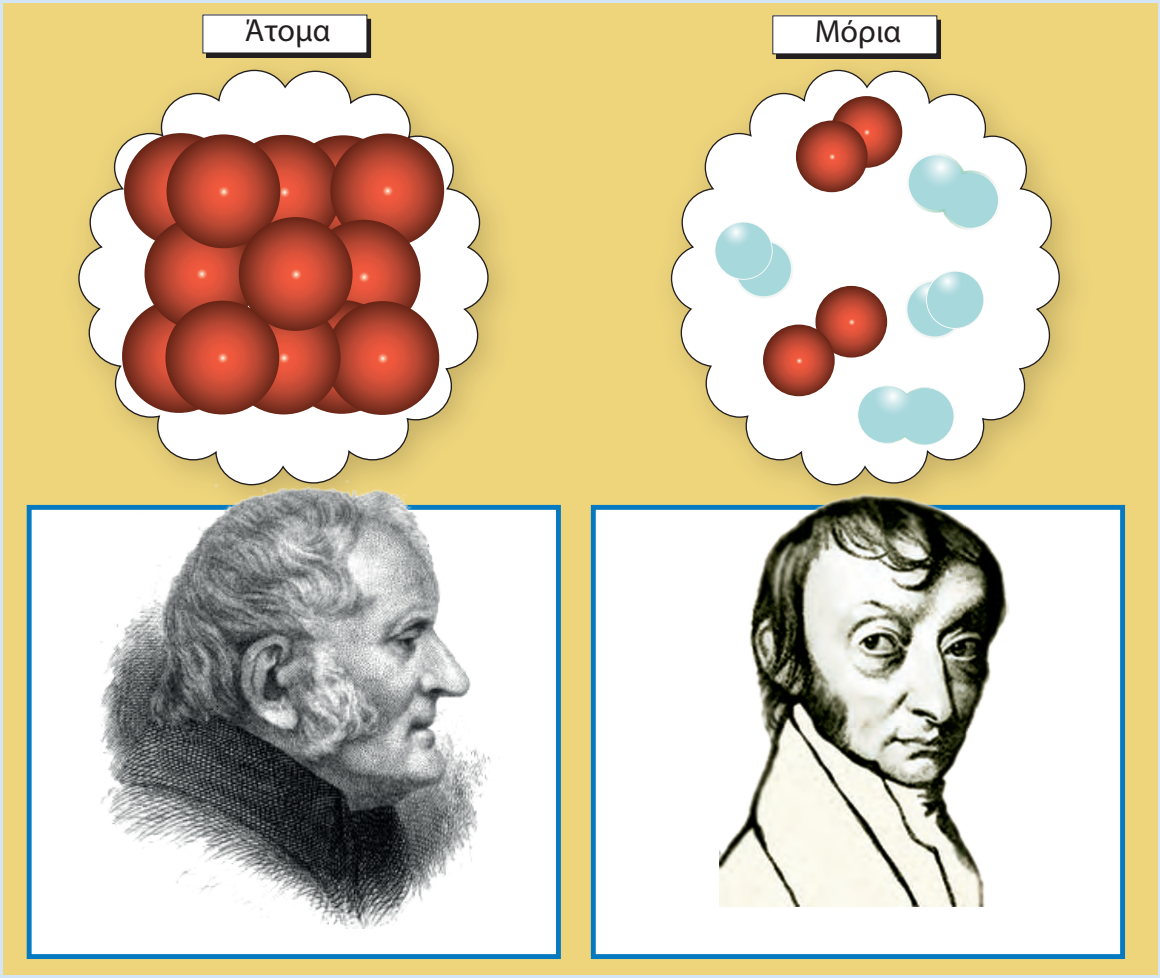
Εφαρμογή

10 g μίγματος Fe και FeS αντιδρούν πλήρως με περίσσεια διαλύματος HCl και από τις δύο αντιδράσεις εκλύονται 3,36 L αέριου μίγματος που μετρήθηκαν σε STP. Να βρεθεί η μάζα κάθε συστατικού του αρχικού μίγματος. Δίνονται οι τιμές των A_r: Fe: 56, S: 32.

(5,6 g Fe - 4,4 g FeS)

Γνωρίζεις ότι.....

Οι άνθρωποι που χάραξαν το δρόμο της Χημείας.



John DALTON (1766-1844)

1793 Δάσκαλος Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών στο Manchester

1801 Μετεωρολογικές Προβλέψεις, Έρευνα στα αέρια και τη σχέση τους με θερμοκρασία και πίεση

1803 Ερμηνεία συμπεριφοράς αερίων με τη βοήθεια των ατόμων, ως τα μικρότερα σωματίδια της ύλης

1805 Πρώτη εισαγωγή της Ατομικής Θεωρίας. Πίνακας Ατομικών Μαζών.

1808 Έκδοση βιβλίου: «Ένα νέο σύστημα Χημικής Φιλοσοφίας». Πρόταση του ατομικού μοντέλου του Dalton. Ξεκίνησε την γραφή χημικών ενώσεων με σύμβολα.

Οι χημικοί τύποι, πάντως, όπως τους γνωρίζουμε σήμερα, προέρχονται από το Χημικό Berzelius.

Amadeo AVOGADRO (1776-1856)

1796 Νομικές Σπουδές στο Τορίνο

1809 Καθηγητής Φυσικής Φιλοσοφίας

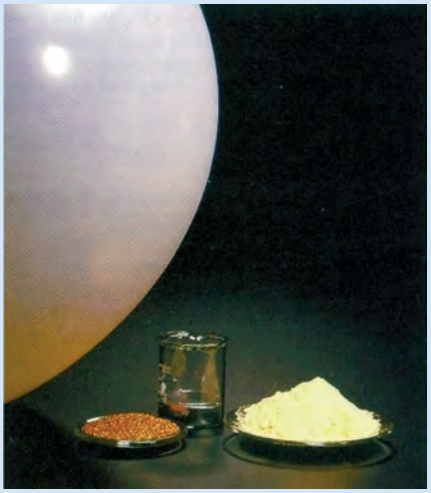
1811 Εισαγωγή της Μοριακής Θεωρίας: «Αναζήτηση μιας μεθόδου, ώστε να διαπιστωθεί η συσχέτιση των σχετικών μοριακών μαζών στοιχείων και του υλικού από το οποίο αποτελούνται».

1820 Καθηγητής Μαθηματικών και Φυσικής στο Τορίνο.

Η Μοριακή Θεωρία του Avogadro αναγνωρίστηκε και έγινε αποδεκτή μετά το θάνατό του. Η τελική απόφαση πάρθηκε σε ένα μεγάλο Συνέδριο Χημείας το 1860 στην Karlsruhe.

Για πολλά χρόνια, υπήρχε σύγχυση όσον αφορά τη διάκριση μεταξύ ατόμων και μορίων. Η σαφής διάκριση μεταξύ αυτών, δόθηκε 50 χρόνια αργότερα από τον μαθητή του Avogadro, Gannizzaro.

Γνωρίζεις ότι.....



4 mol διαφορετικών στοιχείων. Από δεξιά προς τ' αριστερά: 1mol S, 1 mol Hg, 1mol Cu και 1mol He

Η προέλευση του όρου «mole»

Ο όρος «mol» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον φυσικοχημικό Wilhelm Ostwald στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Με αυτόν περιέγραφε την ποσότητα μιας ουσίας με μάζα σε g αριθμητικά ίση με τη σχετική μοριακή της μάζα. (Grundlinien der anorganischen chemie, Leipzig: Engelmann,1900). Προτίμησε τον όρο αυτό από τον "gram-molecule" ή γραμμομόριο, ο οποίος ήταν σε χρήση. Ο λόγος ήταν ότι εκείνη την εποχή ο Ostwald αισθανόταν πως δεν υπήρχαν αρκετές αποδείξεις για την ύπαρξη των μορίων. Γι' αυτόν το mol ήταν η ποσότητα μιας ουσίας η οποία συμπεριφερότανε σαν να περιείχε έναν ορισμένο αριθμό μορίων. Η ορολογία του ήταν συνεπής με τις σκέψεις του, εφόσον η λέξη "mole" σημαίνει μεγάλη μάζα (λατινικά moles) σε αντίθεση με τη λέξη "molecule" (molecula), που σημαίνει μικρή μάζα.

Ο Ostwald αργότερα άλλαξε άποψη σε ότι αφορά την ύπαρξη των μορίων. Αυτό έγινε μετά την απόδειξη από τον Einstein, ότι η κίνηση Brown των κόκκων της γύρης σε ένα ποτήρι νερό μπορεί ποσοτικά να δείχνει το βομβαρδισμό των κόκκων αυτών από τα μόρια του νερού.

Το όνομα και η σημασία αυτής της φυσικής ποσότητας έγινε αιτία πολλών συζητήσεων μέχρις ότου, από το 1971, έγινε το mol η έβδομη βασική μονάδα στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (S.I.) της φυσικής ποσότητας «ποσότητα ουσίας».

Ανακεφαλαίωση

1. Σχετική ατομική μάζα (A_r) ή ατομικό βάρος (ΑΒ) λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του ατόμου του στοιχείου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα -12. Σχετική μοριακή μάζα (M_r) ή μοριακό βάρος (ΜΒ) χημικής ουσίας λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του μορίου του στοιχείου ή της χημικής ένωσης από το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα -12.

2. Ο αριθμός Avogadro ($6{,}02 \cdot 10^{23}$) εκφράζει τον αριθμό των ατόμων οποιουδήποτε στοιχείου που περιέχονται σε μάζα τόσων γραμμαρίων όσο είναι το A_r ή εκφράζει τον αριθμό των μορίων που περιέχονται σε μάζα τόσων γραμμαρίων όσο είναι το M_r της ουσίας.

3. Το 1 mol είναι η ποσότητα μιας ουσίας που περιέχει N_A οντότητες.

4. Σύμφωνα με την υπόθεση του Avogadro, ίσοι όγκοι αερίων ή ατμών στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων και αντιστρόφως.

5. Γραμμομοριακός όγκος (V_m) μιας αέριας χημικής ουσίας ονομάζεται ο όγκος που καταλαμβάνει το 1 mol της ουσίας αυτής σε ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.

6. Η καταστατική εξίσωση των αερίων, που δίνεται από τη σχέση $PV = nRT$, συνδέει την πίεση (P), τον όγκο (V), την απόλυτη θερμοκρασία (T) και τον αριθμό των mol (n) ενός ιδανικού αερίου.

7. Μία από τις συνηθέστερες μονάδες περιεκτικότητας ενός διαλύματος είναι η μοριακότητα κατ' όγκο ή συγκέντρωση ή Molarity, η οποία εκφράζει τα mol διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1 L διαλύματος. Όταν σε ένα διάλυμα προσθέτουμε νερό, η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας παραμένει σταθερή, ενώ το τελικό διάλυμα έχει μικρότερη συγκέντρωση από το αρχικό.

8. Οι συντελεστές σε μία χημική εξίσωση καθορίζουν την αναλογία mol των αντιδρώντων και προϊόντων στην αντίδραση (στοιχειομετρικοί συντελεστές). Οι στοιχειομετρικοί υπολογισμοί γίνονται με βάση το αντιδρών που δε βρίσκεται σε περίσσεια (περιοριστικό αντιδραστήριο).

Λέξεις Κλειδιά

σχετική ατομική μάζα

σχετική μοριακή μάζα

mol

αριθμός Avogadro

υπόθεση Avogadro

Γραμμομοριακός όγκος

πρότυπες συνθήκες (STP)

καταστατική εξίσωση αερίων

παγκόσμια σταθερά αερίων

συγκέντρωση ή μοριακότητα κατ' όγκο διαλύματος

αραίωση διαλύματος

ανάμειξη διαλυμάτων

στοιχειομετρικοί υπολογισμοί

περίσσεια

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Να δώσετε τους ορισμούς:
α) ατομική μονάδα μάζας (amu)
β) σχετική ατομική μάζα ή ατομικό βάρος
γ) σχετική μοριακή μάζα ή μοριακό βάρος.

2. Να διατυπώσετε την υπόθεση του Avogadro για τα αέρια καθώς και το αντίστροφό της.

3. α) Τι ονομάζεται αριθμός του Avogadro;
β) Τι είναι το 1 mol;
γ) Πόσο ζυγίζει το 1 mol μορίων μιας χημικής ουσίας;
δ) Πόσο ζυγίζει το 1 mol ατόμων ενός στοιχείου;

4. Τι είναι ο γραμμομοριακός όγκος (V_m) μιας χημικής ουσίας; Ποιες είναι οι κανονικές συνθήκες για τα αέρια; Ποια είναι η τιμή του V_m για τα αέρια σε STP;

5. Να γράψετε την καταστατική εξίσωση των αερίων και να εξηγήσετε τα σύμβολα των μεγεθών. Σε ποιες μονάδες μετρούνται τα μεγέθη αυτά;

Ασκήσεις - Προβλήματα

Βασικές έννοιες: Σχετική Ατομική Μάζα (Ατομικό Βάρος) - Σχετική Μοριακή Μάζα (Μοριακό Βάρος) - Mol - Αριθμός Avogadro - Γραμμομοριακός όγκος

6. α) Τι σημαίνει ότι το A_r (σχετική ατομική μάζα) του υδραργύρου είναι 200;
β) Τι σημαίνει ότι το M_r (σχετική μοριακή μάζα) του φωσφορικού ασβεστίου είναι 310;

7. Η ακριβής σχετική ατομική μάζα του μαγνησίου (Mg) φαίνεται από τον πίνακα ότι είναι 24,305. Να εξηγήσετε γιατί η σχετική ατομική μάζα του μαγνησίου είναι δεκαδικός αριθμός.

8. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:
1) Το 1 mol είναι η …… μιας ουσίας που περιέχει ……. σωματίδια.
2) Ο αριθμός του Avogadro ($N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23}$) εκφράζει:
α) τον αριθμό των ατόμων που ζυγίζουν τόσα γραμμάρια όσο είναι η …….…… του στοιχείου
β) τον αριθμό των μορίων που ζυγίζουν τόσα γραμμάρια όσο είναι η …….…… της χημικής ουσίας

• Η σχετική ατομική μάζα (Ατομικό Βάρος) τις πιο πολλές φορές στην Ελληνική βιβλιογραφία συμβολίζεται με ΑΒ. Στο παρόν βιβλίο υιοθετείται η πρόταση της IUPAC και συμβολίζεται A_r.

• Η σχετική μοριακή μάζα (Μοριακό Βάρος) τις πιο πολλές φορές στην Ελληνική βιβλιογραφία συμβολίζεται με ΜΒ. Στο παρόν βιβλίο υιοθετείται η πρόταση της IUPAC και συμβολίζεται M_r

9. Να εξηγήσετε γιατί ο γραμμομοριακός όγκος (V_m) σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης των αερίων έχει σταθερή τιμή.

10. Η σχετική ατομική μάζα (ατομικό βάρος) του Cl προσδιορίστηκε με μεγάλη ακρίβεια και βρέθηκε ίση με 35,453. Αυτό οφείλεται στο ότι:

α) όλα τα άτομα του χλωρίου δεν έχουν τον ίδιο ατομικό αριθμό

β) κατά τον προσδιορισμό του ατομικού βάρους λαμβάνεται υπ' όψη και ο αριθμός των ηλεκτρονίων

γ) το φυσικό χλώριο είναι μίγμα ισοτόπων

δ) για κάποιο διαφορετικό λόγο από τους παραπάνω.

Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.

11. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις παρακάτω προτάσεις αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες.

1. η σχετική μοριακή μάζα (μοριακό βάρος) των χημικών ουσιών μετριέται σε γραμμάρια
2. το 1 mol οποιασδήποτε χημικής ουσίας σε STP συνθήκες καταλαμβάνει όγκο 22,4 L
3. το 1 mol μορίων σιδήρου ζυγίζει το ίδιο με το 1 mol ατόμων σιδήρου
4. όσο μεγαλύτερο είναι το M_r μιας χημικής ένωσης, τόσο μεγαλύτερη είναι και η μάζα του μορίου της

12. Να βρείτε τις σχετικές μοριακές μάζες των παρακάτω στοιχείων και χημικών ενώσεων:

α) Br_2 β) Fe γ) O_3 δ) P_4 ε) SO_2

στ) HNO_2 ζ) $Ca(OH)_2$ η) $Fe_2(SO_4)_3$

Δίνονται οι τιμές των A_r.

Br: 80, Fe: 56, O: 16, P: 31, S: 32, H: 1, N: 14, Ca: 40

160-56-48-124-64-47-74-400

13. Η μάζα ενός μορίου CH_4 είναι ίση με:

α) $6{,}02 \cdot 10^{23}$ g β) $2{,}66 \cdot 10^{-23}$ g γ) 16 g δ) 0,000032 g

Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.

14. Να αντιστοιχίσετε τα γράμματα με τους αριθμούς

Μοριακός τύπος	Σχετική μοριακή μάζα
1. O_2	α. 44
2. CO_2	β. 28
3. N_2	γ. 48
4. O_3	δ. 32
5. H_2S	ε. 34

Δίνονται οι τιμές των A_r: O: 16, C: 12, N: 14, H: 1, S: 32

15. Ένα στοιχείο έχει $A_r = 31$ και $M_r = 124$. Το στοιχείο αυτό είναι:
α) διατομικό β) μονοατομικό γ) τετρατομικό δ) τίποτε από αυτά.
Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.

16. Πόσο ζυγίζουν:
α) 10 mol μοριακού οξυγόνου β) 2 mol διοξειδίου του άνθρακα
γ) 4 mol φωσφορικού οξέος; 320 g – 88 g – 392 g

17. Πόσα mol είναι τα:
α) 560 g αζώτου β) 68 g υδρόθειου γ) 3 kg υδρογόνου 20 mol – 2 mol – 1500 mol

18. Πόσο όγκο καταλαμβάνουν σε STP συνθήκες:
α) 3 mol αμμωνίας (NH_3) β) 0,001 mol διοξειδίου του θείου. 67,2 L – 0,0224 L

19. Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση σε καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις:
1. Τα 10 N_A μόρια αμμωνίας είναι:
α) 2 mol β) 0,1 mol γ) 10 mol δ) 100 mol
2. Τα 2,6 mol διοξειδίου του άνθρακα περιέχουν:
α) 0,26 N_A μόρια β) 260 N_A άτομα συνολικά από όλα τα στοιχεία
γ) 26 N_A μόρια δ) 2,6 N_A μόρια
3. Τα 112 L αερίου H_2S σε STP συνθήκες είναι:
α) 11,2 mol β) 0,5 mol γ) 5 mol δ) 112 mol

* **20.** Αν οι ενώσεις με μοριακούς τύπους C_2H_4 και NH_3 έχουν αντίστοιχα σχετικές μοριακές μάζες 28 και 17, να βρείτε τη σχετική μοριακή μάζα της ένωσης C_2H_7N, χωρίς να χρησιμοποιήσετε τις σχετικές ατομικές μάζες των στοιχείων. 45

* **21.** Πόσα λίτρα υδρογόνου, μετρημένα σε πρότυπες συνθήκες, περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων με αυτόν που περιέχεται σε 8 g οξυγόνου; 5,6 L

* **22.** 100 g αερίου Χ καταλαμβάνουν όγκο 44,8 L σε STP συνθήκες. Πόση είναι η σχετική μοριακή μάζα του Χ; 50

23. Η πυκνότητα του οξυγόνου σε STP συνθήκες είναι:
α) 2,24 g/L β) 32 g/L γ) 1,43 g/L
Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.

24. Αέριο Α έχει πυκνότητα 3,04 g/L σε πρότυπες συνθήκες. Να βρείτε τη σχετική μοριακή μάζα του Α. 68

* **25.** Αέριο με μοριακό τύπο XH_3 έχει πυκνότητα 3,48 g/L σε STP συνθήκες. Να βρείτε τη σχετική ατομική μάζα του Χ, αν η σχετική ατομική μάζα του υδρογόνου είναι 1. 75

** **26.** Πόσα λίτρα διοξειδίου του άνθρακα μετρημένα σε πρότυπες συνθήκες περιέχουν τόσα άτομα οξυγόνου, όσα περιέχονται σε 3,2 g διοξειδίου του θείου;

1,12 L

27. Να διαλέξετε τις σωστές απαντήσεις:

1. Σε 90 g νερού περιέχονται:

   α) 18 g υδρογόνου β) 10 g υδρογόνου γ) 60 g οξυγόνου

2. 42 g αζώτου περιέχονται σε:

   α) 51 g NH_3 β) 48 g NH_3 γ) 126 g NH_3

3. Σε 560 mL CO_2 που μετρήθηκαν σε STP περιέχονται:

   α) 8 g οξυγόνου β) 0,4 g οξυγόνου γ) 0,8 g οξυγόνου

4. Σε 68 g υδρόθειου περιέχονται:

   α) $4N_A$ άτομα H β) $4N_A$ άτομα S γ) $6{,}8N_A$ άτομα H

28. Να χαρακτηρίσετε με Σ τις παρακάτω προτάσεις αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες.

1. τα 20 L H_2 περιέχουν διπλάσιο αριθμό μορίων από τα 20 L He στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης
2. στο 1 mol NH_3 περιέχονται συνολικά από όλα τα στοιχεία $4N_A$ άτομα
3. στα 4 mol H_2SO_4 περιέχονται 16 άτομα οξυγόνου
4. στα 4 mol CO_2 περιέχεται διπλάσιος αριθμός μορίων από ό,τι στα 2 mol SO_2

29. Πόσο ζυγίζει;

α) 1 άτομο He β) 1 άτομο μολύβδου.

$4/N_A$ g, $207/N_A$ g

30. Ποια είναι η μάζα ενός μορίου;

α) οξυγόνου β) υδροχλωρίου.

$32/N_A$ g, $36{,}5/N_A$ g

31. Να δείξετε ότι ο λόγος του αριθμού των mol δύο χημικών ουσιών είναι ίσος με το λόγο του αριθμού των μορίων τους.

* **32.** Δίνεται ισομοριακό μίγμα δύο αερίων Α και Β. Αν η μάζα του Α στο μίγμα είναι τα τρία τέταρτα της μάζας του Β και η σχετική μοριακή μάζα του Α είναι 21, να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα του Β.

28

* **33.** Αέριο μίγμα αποτελείται από 4 mol NH_3 και 2 mol N_2. Πόσο ζυγίζει το μίγμα; Πόσον όγκο καταλαμβάνει το μίγμα σε STP συνθήκες;

124 g, 134,4 L

* **34.** Αέριο μίγμα αποτελείται από 3 mol H_2S και 1,2 mol NH_3. Πόσα άτομα και πόσα γραμμάρια υδρογόνου περιέχει το μίγμα;

$9{,}6N_A$ άτομα
9,6 g

** **35.** Σε 6,8 g μίγματος αμμωνίας και υδρόθειου περιέχονται 0,8ΝΑ άτομα υδρογόνου. Πόσα γραμμάρια αμμωνίας περιέχει το μίγμα;

3,4 g

36. Μίγμα περιέχει ίσα mol δύο αερίων Α και Β με σχετικές μοριακές μάζες ΜΑ και ΜΒ αντιστοίχως. Να υπολογίσετε:

α) το λόγο των μαζών των δύο αερίων στο μίγμα

β) το λόγο των όγκων των δύο αερίων στο μίγμα.

* **37.** Να συμπληρώσετε τον επόμενο πίνακα:

	mol	g	L (STP)	μόρια
CO_2	α	44α		
H_2S		β		
NH_3			γ	
SO_2				δ

Καταστατική Εξίσωση

38. Να υπολογίσετε την τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων (R).

39. Για δύο αέρια Α και Β που βρίσκονται στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης να δείξετε ότι ο λόγος των όγκων τους είναι ίσος με το λόγο των mol τους, δηλαδή ότι ισχύει:

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{n_A}{n_B}$$

40. Αέριο Χ σε δοχείο όγκου V και σε απόλυτη θερμοκρασία T ασκεί πίεση P.

I) Μέσω ενός εμβόλου τετραπλασιάζουμε την πίεση του αερίου σε σταθερή θερμοκρασία. Ο όγκος θα είναι:

α) V

β) $4V$

γ) $2V$

δ) $0{,}25V$

II) Διπλασιάζουμε την απόλυτη θερμοκρασία του αερίου υπό σταθερή πίεση. Ο όγκος θα είναι:

α) $0{,}5V$

β) V

γ) $2V$

δ) $10V$

Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση σε κάθε περίπτωση.

41. Η τιμή της παγκόσμιας σταθεράς των αερίων (R) εξαρτάται:

α) από τη θερμοκρασία των αερίων

β) από τον όγκο και τη θερμοκρασία των αερίων

γ) από την πίεση και τον όγκο των αερίων

δ) από τη φύση κάθε αερίου

ε) δεν εξαρτάται από κανένα από τους παραπάνω παράγοντες

Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση.

• Για τα προβλήματα που θα χρησιμοποιηθεί η καταστατική εξίσωση δίνεται, ότι

R = 0,082 L atm K^{-1} mol^{-1}

* **42.** Να χαρακτηρίσετε με Σ τις παρακάτω προτάσεις αν είναι σωστές και με Λ αν είναι λανθασμένες.

1. η προσθήκη ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα σε δοχείο σταθερού όγκου που περιέχει μονοξείδιο του άνθρακα σε σταθερή θερμοκρασία, αυξάνει την πίεση που ασκείται στα τοιχώματα του δοχείου
2. αν αυξήσουμε τον όγκο ενός δοχείου που περιέχει ποσότητα οξυγόνου διατηρώντας την πίεση σταθερή, η θερμοκρασία του αερίου παραμένει σταθερή

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

43. Αέριο διοχετεύεται σε ένα μπαλόνι όγκου 5 L και προκαλεί αύξηση της μάζας του μπαλονιού κατά 16 g στους 32 °C και σε πίεση 1 atm. Να βρείτε τη σχετική μοριακή μάζα του αερίου.

80

* **44.** Αέριο Χ σε δοχείο όγκου *V* και σε θερμοκρασία 27 °C ασκεί πίεση 3 atm. Το αέριο θερμαίνεται στους 127 °C, ενώ ο όγκος του δοχείου διατηρείται σταθερός. Πόση πίεση ασκεί το αέριο Χ στους 127 °C;

4 atm

45. Σε δοχείο όγκου 5,6 L και θερμοκρασίας 57 °C εισάγονται 64g οξυγόνου (O_2). Να υπολογίσετε την πίεση που ασκεί το οξυγόνο στο δοχείο.

9,7 atm

46. Δοχείο όγκου 56 L και θερμοκρασίας 77 °C περιέχει ορισμένη ποσότητα αερίου Χ του οποίου η σχετική μοριακή μάζα είναι 40. Αν το Χ ασκεί πίεση 2 atm, να υπολογίσετε τη μάζα του στο δοχείο.

156 g

47. Σε δοχείο όγκου 2,8 L και θερμοκρασίας 273 °C εισάγονται $0{,}5N_A$ μόρια διοξειδίου του άνθρακα. Πόση πίεση ασκεί το αέριο στο δοχείο;

8 atm

* **48.** Δοχείο Α έχει διπλάσιο όγκο από δοχείο Β. Στο Α εισάγονται 0,2 mol O_2 και στο Β 0,4 mol N_2. Να υπολογίσετε το λόγο των πιέσεων των αερίων στα δύο δοχεία, αν αυτά βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία.

1:4

* **49.** 34 g του αερίου XH_3 καταλαμβάνουν όγκο 22,4 L σε θερμοκρασία 546 K και πίεση 4 atm. Δίνεται $A_{r\,H}=1$

α) Πόσα mol είναι τα 34 g του αερίου;

β) Πόση είναι η σχετική μοριακή μάζα του αερίου;

γ) Πόση είναι η σχετική ατομική μάζα του στοιχείου Χ;

α) 2 mol
β) 17
γ) 14

** **50.** Να υπολογίσετε την πυκνότητα της αμμωνίας (NH_3):

α) σε STP συνθήκες

β) σε πίεση 2 atm και θερμοκρασία 819 °C

α) 0,76 g/L
β) 0,38 g/L

* **51.** Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα του αερίου Α, αν η πυκνότητά του είναι 2 g/L σε πίεση 2 atm και θερμοκρασία 546 K.

45

* **52.** Σε δοχείο όγκου 56 L και θερμοκρασία 546 K εισάγονται 11 g CO_2, 34 g H_2S και 56 g N_2. Πόση πίεση ασκεί το μίγμα των τριών αερίων;

2,6 atm

* **53.** Σε δοχείο θερμοκρασίας 57 °C εισάγονται 288 g μίγματος οξυγόνου και αζώτου, το οποίο περιέχει τα δύο αέρια σε αναλογία mol 1:4 αντιστοίχως. Αν το μίγμα αυτό ασκεί πίεση 20 atm, να βρείτε:

α) πόσα mol από κάθε αέριο περιέχει το μίγμα

β) τον όγκο του δοχείου

α) 2 mol – 8 mol
β) 13,53 L

Συγκέντρωση διαλύματος

54. Να συμπληρώσετε τις παρακάτω προτάσεις:

α) Η συγκέντρωση ενός διαλύματος δείχνει τον αριθμό των …… της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε ……. διαλύματος

β) Διάλυμα 2 M σημαίνει ……. ……

γ) Με την προσθήκη ή αφαίρεση νερού από διάλυμα, η …….. …… …… …… παραμένει σταθερή.

55. Σε 400 mL διαλύματος υδροξειδίου του καλίου περιέχονται 0,2 mol KOH. Να υπολογίσετε τη μοριακότητα κατ' όγκον (συγκέντρωση) του διαλύματος.

0,5 M

* **56.** Σε πόσα γραμμάρια διαλύματος νιτρικού οξέος, πυκνότητας 1,02 g/mL και μοριακότητας κατ' όγκον 0,2 M, περιέχονται 6,3 g του οξέος;

510 g

* **57.** Σε 400 g νερού διαλύονται 20 g υδροξειδίου του νατρίου (NaOH), οπότε προκύπτει διάλυμα με πυκνότητα 1,04 g/mL. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του διαλύματος.

1,24 M

* **58.** Να υπολογίσετε τη μοριακότητα κατ' όγκον (συγκέντρωση) ενός διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου, περιεκτικότητας 2% κατ' όγκον (w/v).

0,5 M

* **59.** Να υπολογίσετε την % κατά βάρος (w/w) περιεκτικότητα διαλύματος θειικού οξέος (H_2SO_4), του οποίου η συγκέντρωση είναι 2 M και η πυκνότητά του είναι 1,1 g/mL.

17,8% w/w

60. Σε 200 mL θαλασσινού νερού περιέχονται 5,85 g καθαρού χλωριούχου νατρίου (NaCl). Να βρείτε τη συγκέντρωση του θαλασσινού νερού σε NaCl.

0,5 M

61. Να διαλέξετε τη σωστή απάντηση για καθεμία από τις παρακάτω προτάσεις, δικαιολογώντας τις απαντήσεις σας:

1. Σε διάλυμα υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) συγκέντρωσης 2 M προσθέτουμε 400 mL H_2O. Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος θα είναι:
   α) 2 M β) 4 M γ) 0,5 M
2. Από διάλυμα χλωριούχου νατρίου (NaCl) συγκέντρωσης 1,5 M αφαιρούμε με εξάτμιση 500 mL H_2O. Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος θα είναι:
   α) 3 M β) 1,5 M γ) 0,15 M

* **62.** Σε 500 mL διαλύματος θειικού οξέος, περιεκτικότητας 8% κατ' όγκον (w/v) προστίθενται 100 mL νερού. Να βρείτε:

α) την % w/v περιεκτικότητα

β) τη μοριακότητα κατ' όγκον (συγκέντρωση) του τελικού διαλύματος.

α) 6,67 % w/v
β) 0,68 M

* **63.** Θερμαίνουμε 40 mL διαλύματος νιτρικού νατρίου συγκέντρωσης 0,4 M, ώσπου να εξατμιστούν 8 mL H_2O. Ποια θα είναι η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος;

0,5 M

* **64.** Αναμειγνύονται 200 mL διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου (NaOH) περιεκτικότητας 10% κατ' όγκον (w/v) με 300 mL άλλου διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου περιεκτικότητας 2% κατ' όγκον (w/v). Να βρείτε για το διάλυμα που προέκυψε:

α) την % w/v περιεκτικότητα

β) τη συγκέντρωση (μοριακότητα κατ' όγκον).

α) 5,2% w/v
β) 1,3 M

** **65.** Σε 540 g διαλύματος θειικού οξέος, περιεκτικότητας 9,8 % w/v και πυκνότητας 1,08 g/mL, προστίθενται 4,5 L άλλου διαλύματος θειικού οξέος συγκέντρωσης 2 M. Να βρείτε τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος.

1,9 M

* **66.** Πόσα λίτρα διαλύματος υδροχλωρίου 0,1 M πρέπει να αναμιχθούν με 3 L διαλύματος υδροχλωρίου 0,3 M για να προκύψει διάλυμα υδροχλωρίου 0,15 M;

9 L

* **67.** Σε ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμιχθούν δύο διαλύματα υδροχλωρίου, το ένα συγκέντρωσης 2 M και το άλλο περιεκτικότητας 3,65% w/v, για να προκύψει διάλυμα συγκέντρωσης 1,4 M;

2:3

* **68.** Πόσα mL νερού πρέπει να εξατμισθούν από 800 mL διαλύματος υδροξειδίου του καλίου, περιεκτικότητας 10% w/w και πυκνότητας 1,05 g/mL, για να προκύψει διάλυμα με συγκέντρωση 2 M;

50 mL

Στοιχειομετρικοί Υπολογισμοί

69. Πόσα mol ανθρακικού ασβεστίου πρέπει να αντιδράσουν με διάλυμα θειικού οξέος, για να εκλυθούν 4,48 L αερίου μετρημένα σε STP συνθήκες; Πόσα γραμμάρια θειικού ασβεστίου σχηματίζονται συγχρόνως;

0,2 mol – 27,2 g

* **70.** Ζητείται ο όγκος της αμμωνίας που παράγεται σε θερμοκρασία 57 °C και πίεση 1,5 atm, όταν αντιδράσουν 0,1 mol χλωριούχου αμμωνίου με περίσσεια διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου.

1,8 L

* **71.** Πόσα λίτρα υδρόθειου (μετρημένα σε STP) θα σχηματιστούν, αν αντιδράσουν με περίσσεια διαλύματος υδροχλωρίου, 20 g ορυκτού που περιέχει 88% κατά βάρος (w/w) θειούχο σίδηρο (II); Τα υπόλοιπα συστατικά του ορυκτού δεν αντιδρούν με το υδροχλώριο.

4,48 L

** **72.** Πόσα γραμμάρια ακάθαρτου ψευδαργύρου, περιεκτικότητας 85% σε καθαρό ψευδάργυρο πρέπει να αντιδράσουν με περίσσεια διαλύματος υδροχλωρίου, για να παραχθούν 984 cm^3 υδρογόνου, μετρημένα σε θερμοκρασία 27 °C και πίεση 3 atm;

9,18 g

73. Πόσα λίτρα διαλύματος υδροχλωρίου 2 M αντιδρούν πλήρως με 21,2 g ανθρακικού νατρίου;

0,2 L

74. Το γαστρικό υγρό ασθενούς που πάσχει από έλκος του δωδεκαδάκτυλου έχει συγκέντρωση υδροχλωρίου 0,05 M. Αν υποτεθεί ότι μέσα στο στομάχι εισέρχονται 3 L γαστρικού υγρού την ημέρα, πόσα γραμμάρια υδροξειδίου του αργιλίου απαιτούνται ημερησίως για την εξουδετέρωση του οξέος;

3,9 g

* **75.** Πόσα γραμμάρια υδροχλωρίου θα παραχθούν, αν επιδράσουν 44,8 L υδρογόνου (μετρημένα σε STP συνθήκες) σε 150 g χλωρίου, στις κατάλληλες συνθήκες;

146 g

* **76.** Κατά την καύση του θείου σχηματίζεται διοξείδιο του θείου. Πόσα mol διοξειδίου του θείου θα παραχθούν, αν προσπαθήσουμε να κάψουμε 3,2 Kg θείου με 1,12 m^3 οξυγόνου μετρημένα σε STP συνθήκες;

50 mol

77. 2,4 g μαγνησίου αντιδρούν πλήρως με αραιό διάλυμα θειικού οξέος. Το αέριο που παράγεται αντιδρά με βρώμιο, οπότε σχηματίζεται νέο αέριο, που διαβιβάζεται σε περίσσεια διαλύματος νιτρικού αργύρου. Να υπολογίσετε τη μάζα του ιζήματος που παράγεται.

37,6 g

** **78.** 10 g ανθρακικού άλατος ενός μετάλλου M με αριθμό οξείδωσης 2+, αντιδρούν πλήρως με διάλυμα υδροχλωρίου. Για την πλήρη εξουδετέρωση του αερίου που παράγεται απαιτείται διάλυμα που περιέχει 11,2 g υδροξειδίου του καλίου. Να βρείτε τη σχετική ατομική μάζα του M.

40

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού λάθους

10. γ

11. Σ είναι: 3, 4
Λ είναι: 1, 2

13. β

14. (1-δ), (2-α), (3-β), (4-γ), (5-ε)

15. γ

19. (1-γ), (2-δ), (3-γ)

23. γ

27. (1-β), (2-α), (3-γ), (4-α)

28. Σ είναι: 2, 4
Λ είναι: 1, 3

40. Ι) δ ΙΙ) γ

41. ε

42. Σ είναι: η 1
Λ είναι: η 2

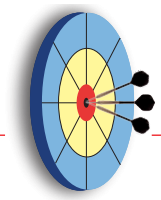
61. (1-γ), (2-α)

5

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

5.1 Ραδιενεργός διάσπαση - Χρόνος υποδιπλασιασμού - Συνέπειες ραδιενέργειας για τον άνθρωπο και πηγές ραδιενέργειας
5.2. Μερικές εφαρμογές των ραδιοϊσοτόπων
5.3 Μεταστοιχειώσεις - Σχάση - Σύντηξη
Ερωτήσεις - Προβλήματα



ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος αυτής της διδακτικής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να αναφέρεις τι είναι ραδιενέργεια.
- Να διακρίνεις τα είδη ακτινοβολίας α, β, γ.
- Να αναφέρεις τι είναι χρόνος υποδιπλασιασμού και ποιες είναι οι μονάδες ραδιενέργειας και δόσης ακτινοβολίας.
- Να αναφέρεις τις επιπτώσεις της ραδιενέργειας στον άνθρωπο.
- Να διακρίνεις τις κυριότερες πηγές ραδιενέργειας (φυσικές και τεχνικές).
- Να παραθέτεις παραδείγματα εφαρμογών των ραδιοϊσοτόπων π.χ. ιατρική, τεχνολογία.

Το χρονικό μιας μεγάλης καταστροφής. Χιροσίμα 6 Αυγούστου 1945, ώρα 8.15, μία ατομική βόμβα ουρανίου, που έριξε η πολεμική αεροπορία των ΗΠΑ με τ' όνομα "the little boy" (το αγοράκι), σκορπίζει την καταστροφή. Οι νεκροί ξεπέρασαν τους 200.000. Όμως, ο αριθμός των θυμάτων συνεχίζει ν' αυξάνεται εξαιτίας των επιπτώσεων της ραδιενέργειας. Από τότε, λένε, δε φύτρωσε πράσινο χορτάρι στη γη. Η αρχή δράσης της ατομικής βόμβας είναι η διάσπαση ενός ασταθούς πυρήνα η οποία οδηγεί κάτω από κατάλληλες συνθήκες σε μια αλυσίδα πυρηνικών αντιδράσεων με εκρηκτικές διαστάσεις, λόγω της μεγάλης ταχύτητας και του τεράστιου ποσού ενέργειας που ελευθερώνεται.

Στη φωτογραφία κάτω η Χιροσίμα λίγες βδομάδες μετά την καταστροφή. Στη μεσαία φωτογραφία βόμβα ανάλογη αυτής που ρίφθηκε στη Χιροσίμα. Πάνω, το εφιαλτικό μανιτάρι της πυρηνικής έκρηξης

«Στην πόλη σχεδόν κανείς δεν πήρε είδηση την έκρηξη της βόμβας. Φάνηκε μία πελώρια λάμψη, και δεν υπήρχε χρόνος ούτε και να σαστίσεις. Μία πελώρια θύελλα εξαφάνισε κάθε μορφή ζωής και ό,τι απόμεινε είναι αποτεφρωμένο ή καμένο από μία θερμότητα που παραμορφώνει και ξεκολλάει το δέρμα. Ένα μαύρο μανιτάρι, απαίσιο και γιγαντιαίο, μαζί με λάμψεις φωτιάς, ανεβαίνει προς τον ουρανό. Κάτω από αυτό κείτονται χιλιάδες νεκροί και ανατριχιαστικά πληγωμένοι. Από τα απέραντα ερείπια υψώνονται γλώσσες φωτιάς. Μόνο όσοι βρίσκονταν σε μεγάλη απόσταση από την πόλη άκουσαν την έκρηξη....»

(απόσπασμα από τη μαρτυρία κάποιου που έζησε την τραγωδία της Χιροσίμας).

5 ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

Εισαγωγή

Στην «αυγή» του 20^{ου} αιώνα το άτομο εθεωρείτο ως η αδιάσπαστη μονάδα της ύλης. Η ιδέα ότι ένα χημικό στοιχείο μπορούσε να μετατραπεί σε άλλο -να *μεταστοιχειωθεί* - εθεωρείτο μία συνέχεια της μεσαιωνικής ουτοπίας των αλχημιστών να μετατρέψουν σε χρυσό τα «αγενή» μέταλλα. Η ιδέα όμως αυτή επρόκειτο σύντομα να αλλάξει. Η ανακάλυψη των ηλεκτρονίων έδειξε ότι το άτομο είναι σύνθετο και αποτελείται από μικρότερα σωματίδια. Το πυρηνικό πρότυπο έδωσε μία λεπτομερέστερη εικόνα της ατομικής δομής. Η ανακάλυψη της φυσικής ραδιενέργειας έδειξε ότι τουλάχιστον μερικά άτομα-στοιχεία μπορούν ν' αλλάξουν αυθόρμητα. Έτσι, ένας νέος κλάδος της χημείας, η Πυρηνική Χημεία, άνοιξε.

Η πυρηνική χημεία ασχολείται με μεταβολές οι οποίες γίνονται στον πυρήνα του ατόμου. Τα συνηθισμένα χημικά φαινόμενα (οι αντιδράσεις) είναι αποτέλεσμα των μεταβολών που γίνονται στις ηλεκτρονικές στιβάδες και συνήθως στην τελευταία. Αυτές οι χημικές μεταβολές είναι ευαίσθητες στις εξωτερικές συνθήκες, όπως π.χ. θερμοκρασία και πίεση. Αντίθετα, τα πυρηνικά φαινόμενα δεν επηρεάζονται από αυτές.

Στην πυρηνική χημεία οι *μεταστοιχειώσεις* είναι ένα φυσιολογικό γεγονός. Τέτοιες μεταβολές λέγονται *πυρηνικές αντιδράσεις*. Γύρω στο 1903 ο Rutherford υποστήριξε θεωρητικά ότι οι μεταστοιχειώσεις γίνονται αυθόρμητα στη φύση και μόνο στα ραδιενεργά στοιχεία. Όμως, περί το 1919 ο ίδιος πέτυχε την πρώτη *τεχνητή μεταστοιχείωση* «βομβαρδίζοντας» άτομα αζώτου με σωματίδια άλφα (δηλαδή πυρήνες του στοιχείου ήλιου). Έτσι προέκυψαν άτομα οξυγόνου με ταυτόχρονη παραγωγή πρωτονίων. Έκτοτε η μελέτη των πυρηνικών αντιδράσεων έγινε ένας κυρίαρχος τομέας της έρευνας. Η πυρηνική τεχνολογία, η οποία υπήρξε το αποτέλεσμα της έρευνας αυτής, μάλιστα, γιγαντώθηκε με απροσμέτρητες επιπτώσεις στην ανθρώπινη ζωή. Μάλιστα αυτή οδήγησε και στην ισχύουσα *κοσμολογική* άποψη για την αρχή (θεωρία της μεγάλης έκρηξης, Big bang), τη ζωή και τον τρόπο «θανάτου» του σύμπαντος.

Οι Rutherford (πάνω) και Soddy (κάτω) δημοσίευσαν το 1902 μία από τις πρώτες εργασίες που αναφέρονται στη ραδιενέργεια.
«…Rutherford, αυτή είναι μία μεταστοιχείωση» αναφώνησε ο Soddy κατά τη μελέτη της μετατροπής του ραδίου σε ραδόνιο και σωματίδια α.
«Για το όνομα του θεού μη τη λες μεταστοιχείωση θα μας κόψουν το κεφάλι σαν αλχημιστές», αντιφώνησε ο Rutherford.
(Scientific American, Αύγουστος 1966)

5.1 Ραδιενεργός διάσπαση -Χρόνος υποδιπλασιασμού - Συνέπειες ραδιενέργειας για τον άνθρωπο- Πηγές ραδιενέργειας

Βασικές έννοιες

Ήδη έχουν αναφερθεί οι βασικοί συμβολισμοί και έννοιες γύρω από τη δομή του ατόμου και του πυρήνα (κεφάλαιο1). Έτσι, στον συμβολισμό $^{A}_{Z}X$ ξέρει κανείς ότι το A είναι ο *μαζικός αριθμός* (άθροισμα πρωτονίων και νετρονίων) και Z ο *ατομικός αριθμός*. Ο τελευταίος εκφράζει τον αριθμό των πρωτονίων του πυρήνα, που είναι ίσος με τον αριθμό των ηλεκτρονίων για ένα ουδέτερο άτομο. Μάλιστα, δύο ή περισσότερα άτομα με ίδιο αριθμό πρωτονίων αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό καλούνται ***ισότοπα*** του ίδιου χημικού στοιχείου.

Τα ισότοπα μπορεί να είναι *σταθερά* ή *ασταθή*. Ένα σταθερό ισότοπο δεν παθαίνει ραδιενεργό διάσπαση. Αντίθετα, ένα ασταθές ισότοπο διασπάται ραδιενεργά και μεταπίπτει σε ένα σταθερό ισότοπο, συνήθως άλλου στοιχείου. Τα περισσότερα στοιχεία με $Z < 83$ έχουν τουλάχιστον ένα σταθερό ισότοπο. Ο μέσος όρος ισοτόπων που έχει κάθε στοιχείο είναι τρία. Ο όρος ισότοπο χρησιμοποιείται, όταν αναφέρεται κανείς σε δύο ή περισσότερους πυρήνες. Όταν αναφέρεται σε έναν πυρήνα με δοσμένα A και Z, είναι προτιμότερος ο όρος *νουκλίδιο*. Έτσι, μπορεί να πει κανείς ότι τα $^{16}_{8}O$ και $^{18}_{8}O$ είναι ισότοπα του οξυγόνου, ενώ το $^{16}_{8}O$ είναι ένα νουκλίδιο (του οξυγόνου).

Η σταθερότητα ή όχι ενός πυρήνα - νουκλιδίου είναι αποτέλεσμα δύο αντιθέτων δυνάμεων: των απωστικών δυνάμεων Coulomb μεταξύ των πρωτονίων, και των *πυρηνικών ελκτικών δυνάμεων*, οι οποίες είναι ισχυρότατες, αλλά έχουν ελάχιστη εμβέλεια. Όσο λοιπόν μεγαλώνει η τιμή του Z, τόσο οι δυνάμεις Coulomb αρχίζουν να υπερισχύουν των ελκτικών και ο πυρήνας γίνεται ασταθέστερος.

Παράδειγμα 5.1

Ποια θα έπρεπε να είναι η ακριβής σχετική ατομική μάζα, A_r, του ισοτόπου του υδραργύρου $^{200}_{80}Hg$; Δίνεται ότι για το νετρόνιο και πρωτόνιο έχουν μάζες 1,008665 και 1,007825 αντίστοιχα.

ΛΥΣΗ

Το δεδομένο ισότοπο του Hg έχει 80 πρωτόνια και βέβαια 200 − 80 = 120 νετρόνια. Με βάση το γεγονός ότι τα ηλεκτρόνια δε συνεισφέρουν στη μάζα του ατόμου, το αναμενόμενο A_r θα ισούται με το άθροισμα των μαζών των νουκλεονίων.

Άρα $A_r = 80 \cdot 1{,}007825 + 120 \cdot 1{,}008665 = 201{,}66580$

• Γιατί το A_r του ισοτόπου αυτού του Hg τελικά είναι 199,9683;

Εφαρμογή

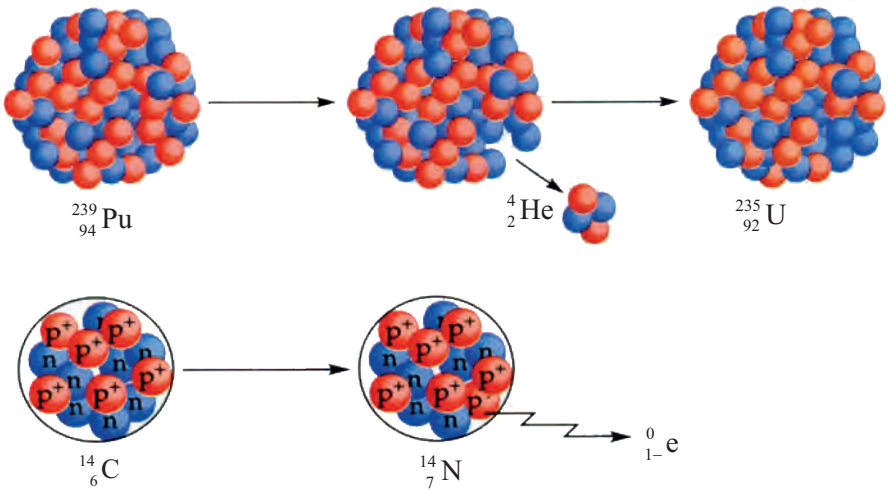
Το υδρογόνο αποτελείται από δύο κύρια ισότοπα. Το $^{1}_{1}H$ και το $^{2}_{1}H$ με σχετική αφθονία 99,985% και 0,015% αντίστοιχα. Με βάση το δεδομένο αυτό να υπολογιστεί το A_r του υδρογόνου; Η απάντηση να δοθεί με 4 δεκαδικά ψηφία και να συγκριθεί με εκείνη των πινάκων.

Η ραδιενέργεια

Η φυσική ραδιενέργεια ανακαλύφθηκε τυχαία το 1895 από τον Henry Becquerel. Αυτός, μελετώντας φαινόμενα *φθορισμού*, παρατήρησε ότι ένα ορυκτό του *ουρανίου* (μετάλλου χωρίς ιδιαίτερη αξία την εποχή εκείνη) εκπέμπει μία ακτινοβολία η οποία διαπερνά το περικάλυμμα μιας φωτογραφικής πλάκας. Στη συνέχεια το θέμα μελετήθηκε από το ζεύγος Curie, το οποίο μάλιστα έδωσε και το όνομα στο φαινόμενο. Οι σχετικές έρευνές τους κατέληξαν στην ανακάλυψη δύο ακόμη, πέρα από το ουράνιο, ραδιενεργών στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά είναι τα ράδιο και πολώνιο. Για την προσφορά τους αυτή τιμήθηκαν και οι τρεις με βραβείο Nobel το 1903.

➢ *Ραδιενέργεια ονομάζεται η ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται κατά τη ραδιενεργό αποσύνθεση (διάσπαση) ασταθών πυρήνων (νουκλιδίων) προς σταθερότερους πυρήνες. Η διάσπαση αυτή ακολουθείται από εκπομπή σωματιδίων και (όχι πάντα) ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Τα σωματίδια και η ακτινοβολία συνιστούν τη ραδιενέργεια.*

Σε μία τέτοια διαδικασία ο *ασταθής μητρικός* πυρήνας αποσυντίθεται - διασπάται - στο *θυγατρικό* πυρήνα, ο οποίος με τη σειρά του είναι είτε σταθερός είτε ραδιενεργός.



ΣΧΗΜΑ 5.1 Ραδιενεργός διάσπαση με εκπομπή:
α. πυρήνων ηλίου (σωματίδια α) β. ηλεκτρονίων (σωματίδια β)

Becquerel (1852-1908): ανακάλυψε τη ραδιενέργεια το 1896. Για την εργασία του αυτή τιμήθηκε με βραβείο Νόμπελ το 1903.

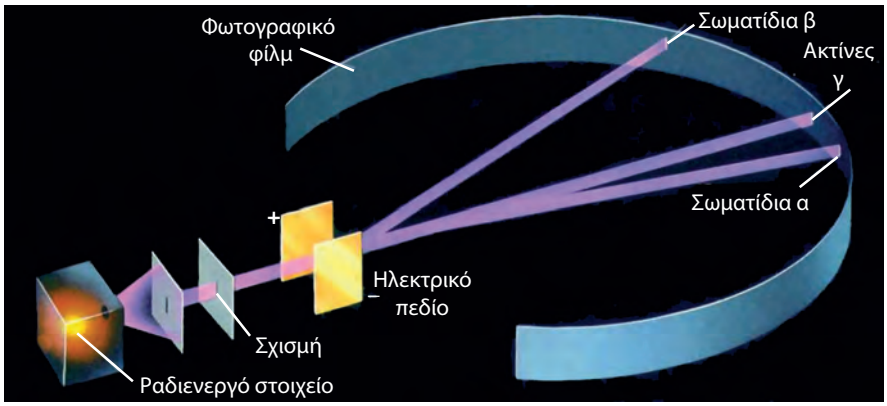
Η **Marie Curie** (1867-1934): τιμήθηκε με δύο βραβεία Νόμπελ Χημείας, το 1903 και 1911, για την προσφορά της στη διερεύνηση του φαινομένου της ραδιενέργειας. Πέθανε από κακοήθη αναιμία, πιθανόν από την πολυετή της έκθεση στις ακτινοβολίες.

Το ζεύγος Πιέρ και Μαρί Κιουρί με την κόρη τους Ιρέν, η οποία επίσης τιμήθηκε με βραβείο Νόμπελ το 1953 για την ανακάλυψη νέων ραδιενεργών στοιχείων. Τρία βραβεία Νόμπελ Χημείας, μία μονάδα μέτρησης (Curie) και ένα τεχνητό στοιχείο (κιούριο), που φέρουν το όνομά τους, ήταν η συγκομιδή της οικογένειας Κιουρί ως επιβράβευση της προσφοράς της στη μελέτη της ραδιενέργειας.

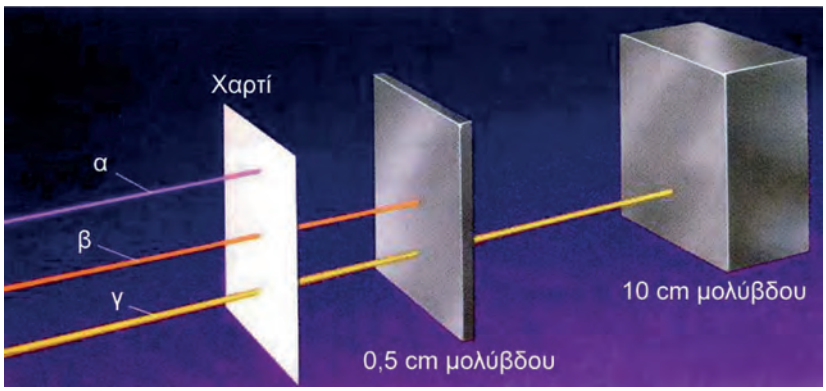
Οι πρώτες μελέτες του Rutherford το 1899 στο Πανεπιστήμιο MacGil του Μόντρεαλ στον Καναδά, έδειξαν ότι η ραδιενέργεια η οποία εκπέμπεται από το ουράνιο ή το θόριο διαχωρίζεται σε τρεις διαφορετικούς τύπους ακτίνων. Όταν η ακτινοβολία αυτή περάσει μέσα από ισχυρό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο, οι δύο πρώτοι τύποι ακτίνων αποκλίνουν αντίθετα ο ένας από τον άλλο (λόγω του αντιθέτου φορτίου τους), ενώ ο τρίτος δεν αποκλίνει καθόλου, επειδή δεν έχει φορτίο (βλέπε σχήμα 5.2).

Ο Rutherford τις ονόμασε ***ακτίνες α, β και γ,*** αντίστοιχα. Οι ακτίνες άλφα αποδείχτηκε ότι είναι σωματιδιακής φύσης. Κάθε σωματίδιο έχει μάζα τετραπλάσια από εκείνη του ατόμου του υδρογόνου και φορτίο διπλάσιο εκείνου του ηλεκτρονίου, με αντίθετο όμως απ' αυτό πρόσημο. Άρα, το σωματίδιο *άλφα* είναι ένας πυρήνας ηλίου. Οι ακτίνες βήτα αποδείχτηκε ότι είναι ταυτόσημες με τις *καθοδικές ακτίνες*. Είναι, δηλαδή, ένα ρεύμα ηλεκτρονίων από τα οποία το καθένα έχει μάζα ίση με το 1/1837 της μάζας του ατόμου του υδρογόνου και φορτίο ίσο με -1.

Οι ακτίνες γάμα είναι πράγματι, με την κλασική έννοια, ακτίνες. Πρόκειται για *ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία*, «φως», παρόμοια με εκείνη των ακτίνων Χ, αλλά με μικρότερο μήκος κύματος και μεγαλύτερη διεισδυτικότητα από αυτές .



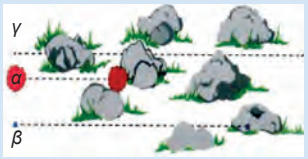
ΣΧΗΜΑ 5.2 Επίδραση ηλεκτρικού πεδίου σε δέσμη α, β και γ.



ΣΧΗΜΑ 5.3 Διαπεραστική ικανότητα ακτίνων α, β και γ. Παρατηρήστε ότι τη μεγαλύτερη διαπεραστική ικανότητα έχουν οι ακτίνες γ.

Φθορισμός είναι η ιδιότητα που έχουν μερικές ουσίες να απορροφούν ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος (ακτίνες γ, Χ, UV) ή ενέργεια από ταχέως κινούμενα σωματίδια και να την επανεκπέμπουν με ορατό φως. Πολλά ρολόγια έχουν φθορίζοντες δείκτες από $RaSO_4$ σε αναλογία 1:100 000 με ZnS που είναι η φθορίζουσα ουσία.

• Η διεισδυτική ικανότητα των ραδιενεργών ακτίνων ποικίλλει. Έτσι, οι ακτίνες άλφα διαπερνούν πολύ λεπτά μεταλλικά ελάσματα, αλλά σταματούν σε ένα φύλλο συνηθισμένο χαρτί. Οι ακτίνες βήτα διαπερνούν λεπτά μεταλλικά ελάσματα, ενώ οι ακτίνες γάμα διαπερνούν μεταλλικά φύλλα μολύβδου πάχους μέχρι και ≈ 25 cm.
Η σχετική διεισδυτική ισχύς τους είναι αντίστοιχα : α:β:γ = 1:100 :10 000



Μηχανικό ανάλογο:
Τα μεγάλα σωματίδια (π.χ. α σωματίδια) δεν περνούν εύκολα τα εμπόδια, έχουν δηλαδή μικρή διαπεραστική ικανότητα. Αντίθετα, τα μικρά (π.χ. γ σωματίδια) ταξιδεύουν πολύ περισσότερο.

Τα παραπάνω μπορούν να συνοψιστούν στον πίνακα 5.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 Τύποι Ραδιενέργειας

Όνομα	Σύμβολο	Σχετική Μάζα	Φορτίο	Φύση	Διεισδυτικότητα
άλφα	α	4	+2	πυρήνες	μικρή
βήτα	β	1/1837	-1	ηλεκτρόνια	μέτρια
γάμα	γ	0	0	ακτινοβολία	μεγάλη

Παρακάτω δίνεται ένα παράδειγμα μιας *πυρηνικής αντίδρασης* (ραδιενεργού διάσπασης) κατά την οποία παράγεται ακτινοβολία τύπου άλφα. Σαν μητρικός πυρήνας είναι το ^{238}U, ενώ το θυγατρικό νουκλίδιο είναι το ^{234}Th (θόριο 234):

$$^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$$

Θα πρέπει εδώ να παρατηρήσουμε ότι στις πυρηνικές αντιδράσεις ***το άθροισμα των μαζικών και των ατομικών αριθμών παραμένει σταθερό***.

Εκτός από τα φυσικά ραδιενεργά ισότοπα υπάρχουν και τα ***τεχνητά ή ραδιοϊσότοπα***. Αυτά παρασκευάζονται με «βομβαρδισμό» σταθερών πυρήνων με βραδέα νετρόνια. Βραδέα, τόσο, όσο να δεσμεύονται από τους πυρήνες χωρίς αυτοί να διασπώνται. Προκύπτουν κατ' αυτό τον τρόπο ισότοπα των αρχικών πυρήνων - στοιχείων. Κλασικό παράδειγμα είναι η παραγωγή του κοβαλτίου 60, το οποίο χρησιμοποιείται στην καταπολέμηση κακοήθων όγκων. Αυτό παράγεται με τη δράση:

$$^{59}_{27}Co + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{60}_{27}Co + \gamma$$

Το παραγόμενο ραδιοϊσότοπο του κοβαλτίου διασπάται προς νικέλιο:

$$^{60}_{27}Co \rightarrow ^{60}_{28}Ni + ^{0}_{-1}\beta + \gamma$$

Η πρώτη ιστορικά «τεχνητή μεταστοιχείωση» είναι εκείνη του Rutherford (1919), κατά την οποία το άζωτο μετατρέπεται σε οξυγόνο:

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$

Παράδειγμα 5.2

Μία από τις πλέον ενδιαφέρουσες εφαρμογές των πυρηνικών αντιδράσεων στους υψηλής ενέργειας επιταχυντές ήταν και η σύνθεση των νέων υπερουρανίων στοιχείων. Έτσι, το υπ' αριθμό 99 στοιχείο (Αϊνστάνιον) συντέθηκε από την παρακάτω πυρηνική αντίδραση:

$^{238}_{92}U + ^{14}_{7}N \rightarrow ^{247}_{99}Es +$; Συμπληρώστε το σωματίδιο που λείπει.

ΛΥΣΗ
Επειδή στις πυρηνικές αντιδράσεις το άθροισμα των ατομικών και μαζικών αριθμών πρέπει να διατηρείται, έπεται ότι το σωματίδιο που λείπει θα έχει ατομικό αριθμό (92 + 7) − 99 = 0 και μαζικό αριθμό (238 + 14) − 247 = 5. Άρα πρόκειται για 5 νετρόνια (5 n).

Εφαρμογή

Το υπ' αριθμόν 105 στοιχείο (χάνιο ή εναμηδενπέμπτιο κατά IUPAC) συντέθηκε με την παρακάτω πυρηνική αντίδραση:

$^{249}_{98}Cf + ^{15}_{7}N \rightarrow ^{206}_{105}X + ;$ Συμπληρώστε αυτό που λείπει.

Χρόνος υποδιπλασιασμού (ημιζωή)

Οι ραδιενεργές διασπάσεις και γενικότερα οι πυρηνικές αντιδράσεις, σε αντίθεση με τις συνήθεις χημικές αντιδράσεις, δεν επηρεάζονται από μεταβολές θερμοκρασίας και πίεσης (μέσα σε κάποια όρια βέβαια). Επίσης, με ελάχιστες εξαιρέσεις, δεν επηρεάζονται από τη χημική (χημικός τύπος ένωσης) και φυσική κατάσταση της ουσίας η οποία διασπάται. Η ταχύτητα της πυρηνικής δράσης εξαρτάται μόνο από *τη φύση* του ραδιενεργού ισοτόπου (υλικού).

Ένας τρόπος για να εκφράσει κανείς την ταχύτητα με την οποία ένα ραδιενεργό ισότοπο διασπάται, άρα έμμεσα και την σχετική σταθερότητά του, είναι ο λεγόμενος χρόνος υποδιπλασιασμού.

➢ *Χρόνος υποδιπλασιασμού (ημιζωή), $t_{1/2}$, είναι ο χρόνος ο οποίος απαιτείται, ώστε να διασπαστεί η μισή από την αρχική ποσότητα του ραδιενεργού υλικού.*

Ο χρόνος υποδιπλασιασμού αποτελεί μέτρο της σταθερότητας της ραδιενεργού ουσίας, δηλαδή, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του $t_{1/2}$, τόσο σταθερότερο είναι το ισότοπο. Είναι φανερό ότι μετά την πάροδο χρόνου ίσου με $t_{1/2}$ έχει παραμείνει το μισό της αρχικής ποσότητας. Μετά την πάροδο 2 $t_{1/2}$ θα έχει μείνει το 1/4 (ή ½)^2 της αρχικής ποσότητας κλπ, όπως φαίνεται διαγραμματικά στο σχήμα που ακολουθεί. Δηλαδή, γενικώς ισχύει:

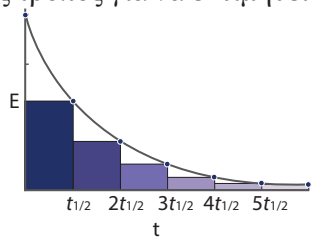
$$m = (1/2)^v \, m_o$$ όπου

m: η ποσότητα της ραδιενεργού ουσίας που έχει παραμείνει

m_o: η αρχική ποσότητα της ραδιενεργού ουσίας

v : ο αριθμός των ημιζωών

Ο σχετικά απλούστερος τρόπος για να εκτιμηθεί η ταχύτητα μιας ραδιε-



Με βάση το χρόνο υποδιπλασιασμού του ουράνιου - 236 προς, τελικά, το σταθερό μόλυβδο - 206, εκτιμήθηκε ότι η ηλικία της γης είναι μεταξύ 4 και 6 δισεκατομμυρίων ετών, με πιθανότερη τιμή τα 4,6 δισεκατομμύρια χρόνια. Τα δείγματα τα οποία έφεραν στη Γη από τη Σελήνη οι Απόλλων 11 και 12 έδειξαν ότι η ηλικία της Σελήνης είναι 3,6 - 4,2 δισεκατομμύρια χρόνια.

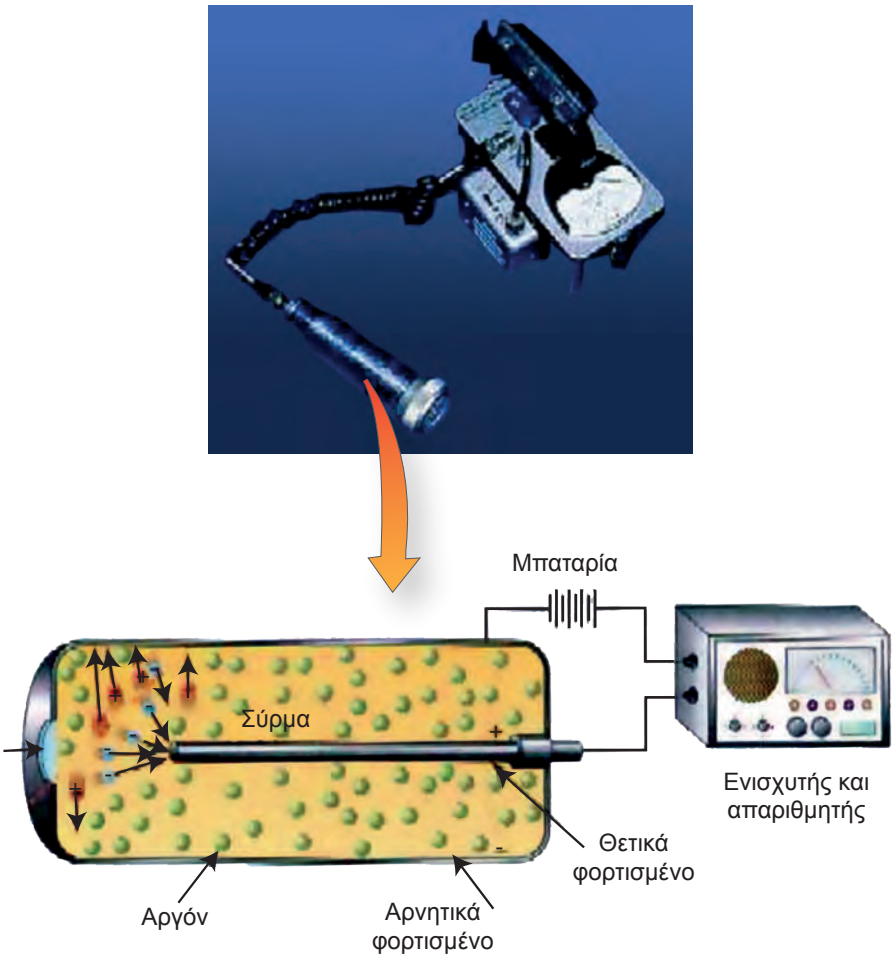
• Χρόνοι υποδιπλασιασμού μερικών κοινών ισοτόπων

Ισότοπο	$t_{½}$
^{238}U	$4{,}5 \cdot 10^9$ χρόνια
^{3-}H	12,3 χρόνια
^{14}C	$5{,}7 \cdot 10^3$ χρόνια
^{32}P	14,3 ημέρες
^{60}Co	5,27 χρόνια
^{131}I	8,04 ημέρες
^{15}O	118 s
^{94}Kr	1,4 s

• Από την παραπάνω σχέση, αν είναι γνωστά τα m και m_o, υπολογίζεται το v, άρα και η ηλικία του δείγματος. Είναι $v = \log(m/m_0) \cdot (-0{,}301)$ και $t = v \cdot T_{½}$

ΣΧΗΜΑ 5.4 Εικονική παρουσίαση της ραδιενεργού διάσπασης

νεργού διάσπασης είναι να μετρηθεί ο αριθμός των σωματιδίων α ή β τα οποία παράγονται από ένα δείγμα ορισμένης μάζας της ουσίας και για ορισμένο χρόνο. Τα εκπεμπόμενα σωματίδια μετριούνται με όργανα, όπως ***ο απαριθμητής Geiger-Muller ή ο απαριθμητής σπινθηρισμών (σπινθηροσκόπιο)***. Ο αριθμός των κτύπων στο μετρητή Geiger είναι ανάλογος της ποσότητας της ραδιενεργού ουσίας η οποία είναι παρούσα.



ΣΧΗΜΑ 5.5 Αρχή λειτουργίας του μετρητή Geiger – Muller. Η ραδιενεργός ακτινοβολία εισέρχεται στο θάλαμο και ιοντίζει τα άτομα ενός ευγενούς αερίου. Έτσι, παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο αφού ενισχυθεί καταγράφεται.

Παράδειγμα 5.3

Ποια ποσότητα από τα 10,0 g του ραδιενεργού ^{15}O θα παραμείνει μετά την πάροδο 8 min, αν είναι γνωστό ότι ο χρόνος υποδιπλασιασμού του ^{15}O είναι 2 min;

• Η ραδιενέργεια ανήκει στις **ιονίζουσες ακτινοβολίες**, γιατί προκαλεί σχηματισμό ιόντων στην ύλη, απομακρύνοντας ηλεκτρόνια από τα άτομα και τα μόρια.
Τα σωματίδια άλφα εκπέμπονται με ταχύτητες της τάξης των 16 000 Km s^{-1}. Τα σωματίδια βήτα έχουν ταχύτητες που αρχίζουν από το μηδέν και φτάνουν το 99% της ταχύτητας του φωτός.
Τα σωματίδια άλφα παράγουν από 50 000–100 000 ζεύγη ιόντων (ένα θετικό ιόν και ένα ηλεκτρόνιο) ανά cm αέρα που διανύουν.

ΛΥΣΗ
Υπολογίζεται αρχικά ο αριθμός των ημιζωών στο δοσμένο χρόνο: είναι $\nu = 8{,}0\ \text{min} / 2{,}0\ \text{min} \cdot (\text{ημιζωή})^{-1} = 4$ ημιζωές. Συνεπώς, η ποσότητα που παραμένει είναι:
$m = (½)^{\nu} \cdot m_o \rightarrow m = (½)^4 \cdot 10{,}0\ \text{g} = 1/16 \cdot 10{,}0 = 0{,}63\ \text{g}$

Εφαρμογή

Το ραδιενεργό ^{90}Sr έχει $t_{½} = 29$ χρόνια. Ποια ποσότητα θα παραμείνει μετά από 87 χρόνια, αν αρχικά υπήρχαν 2,00 g αυτού;

Μονάδες ραδιενέργειας

Η ένταση της ραδιενέργειας μπορεί να εκφραστεί με πολλούς τρόπους:

Α. Μονάδες που εκφράζουν το επίπεδο ραδιενέργειας ενός υλικού

1. Η συνηθέστερη μονάδα είναι το ***Curie (Ci)***. Ένα Curie είναι ποσότητα ουσίας η οποία υφίσταται $3{,}7 \cdot 10^{10}$ ραδιενεργές διασπάσεις ανά δευτερόλεπτο.
2. Στο SI. μονάδα ραδιενέργειας είναι το ***Becquerel (Bq)***, που αντιστοιχεί σε μία ραδιενεργό διάσπαση ανά δευτερόλεπτο. Δηλαδή, έχουμε
$1\ \text{Ci} = 3{,}7 \cdot 10^{10}\ \text{Bq}$

Β. Μονάδες που εκφράζουν την απορροφούμενη ακτινοβολία από έναν οργανισμό
1. Για να εκτιμήσουμε ποσοτικά τα αποτελέσματα της επίδρασης της ακτινοβολίας, θεσπίστηκε αρχικά μία μονάδα ακτινοβολίας, η οποία ονομάστηκε ***rad*** (**r**adiaton **a**bsorbed **d**ose). Αυτή εκφράζει τη δόση ραδιενέργειας η οποία απελευθερώνει 10^{-2} J ενέργειας ανά kg βάρους του σώματος που την απορροφά.
2. Στο SI. μονάδα είναι το ***Gray (Gy)***, που αντιστοιχεί σε απορρόφηση ακτινοβολίας ενέργειας 1 J ανά kg βάρους του σώματος. Δηλαδή, έχουμε 1 Gy = 100 rad.

Γ. Μονάδες που εκφράζουν την απορροφούμενη ακτινοβολία από ένα οργανισμό σε σχέση με τις βιολογικές επιπτώσεις που προκαλούν
1 Gy ακτινοβολίας α προκαλεί 20 φορές μεγαλύτερη καταστροφή στους ανθρώπινους ιστούς από 1 Gy ακτινοβολίας γ. Το ***rem*** (**r**adiation **e**quivalent **m**an) είναι μία μονάδα ραδιενέργειας που δεν εξαρτάται από το είδος της ακτινοβολίας, και εκφράζει τις βιολογικές καταστροφές που προκαλούνται στον άνθρωπο από την απορρόφηση των διαφόρων ακτινοβολιών. Δηλαδή, 1 rem είναι ποσότητα ακτινοβολίας η οποία επιφέρει ένα συγκεκριμένο βιολογικό αποτέλεσμα. Είναι μάλιστα 1 rem =1 rad ακτίνων X ή γ .

• Το Curie είναι μία μεγάλη μονάδα. 1 Curie ραδίου π.χ. ισούται με 1 g αυτού. Στα διάφορα εργαστήρια τα μεγέθη εκφράζονται σε millicuries. Έχει π.χ. εκτιμηθεί ότι το ανθρώπινο σώμα περιέχει ραδιενεργά νουκλίδια τα οποία δίνουν 400 000 διασπάσεις το λεπτό ή $1{,}1 \cdot 10^{-5}$ Curies, δηλαδή 11μCuries.

Επιπτώσεις της ραδιενέργειας στον άνθρωπο και κυριότερες πηγές ραδιενέργειας

Τα βιολογικά υλικά υφίστανται γενικά βλάβες από τη λεγόμενη *ιονίζουσα ακτινοβολία* (ακτινοβολία που προκαλεί σχηματισμό ιόντων). Αυτή μπορεί να είναι ακτίνες γ ή Χ, νετρόνια, σωματίδια άλφα και ηλεκτρόνια. Σχεδόν όλα αυτά μπορούν να προκύψουν από τη ραδιενέργεια. Ελεγχόμενη έκθεση του ανθρώπου σε τέτοιες ακτινοβολίες μπορεί βέβαια να έχει και ευεργετικά αποτελέσματα, όπως π.χ. καταστροφή ανεπιθύμητων ιστών (ραδιοθεραπεία των καρκινικών κυττάρων). Μικρές δόσεις μαλακών ακτίνων Χ χρησιμοποιούνται στις ακτινογραφίες (δηλαδή φωτογραφίες με ακτίνες Χ) ανθρωπίνων ιστών και οστών.

Το γεγονός ότι η ραδιενέργεια προκαλεί σοβαρότατες βλάβες στον άνθρωπο είναι γνωστό ήδη από την εποχή της έκρηξης ατομικών βομβών στη Χιροσίμα και το Ναγκασάκι (1945). Το πυρηνικό ατύχημα του Cernobil το επιβεβαίωσε (1986). Ο ανθρώπινος οργανισμός είναι σταθερά εκτεθειμένος σε μία βασική, φυσική, ιονίζουσα ακτινοβολία, η οποία προέρχεται από ένα σύνολο πηγών. Έτσι, υπάρχει η *κοσμική ακτινοβολία*, η ακτινοβολία που προέρχεται από ραδιονουκλίδια που υπάρχουν σε βράχους, στο έδαφος, στο νερό, στον αέρα, στις τροφές κλπ. Ραδιενεργά νουκλίδια υπάρχουν επίσης και μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό, όπως π.χ. το ^{40}K. Στη φυσική αυτή ραδιενεργό ακτινοβολία έχουν προστεθεί και τα προϊόντα διάσπασης από πυρηνικές δοκιμές. Αυτές μπορεί να έχουν μπει κάτω από κάποιο γενικό έλεγχο ή και να γίνονται «υπόγεια» (τελευταίες δοκιμές από Ινδία και Πακιστάν το 1998), αλλά τα παράγωγά τους θα βρίσκονται στην ατμόσφαιρα για πολλά χρόνια.

Ανθρωπογενείς επίσης πηγές ραδιενέργειας, πέρα από τα πυρηνικά όπλα και τις σχετικές τους δοκιμές, είναι οι γεννήτριες ακτίνων Χ, όπως και τα πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος και το συναφές με αυτά πρόβλημα των πυρηνικών αποβλήτων (βλέπε και σχετικό ένθετο). Τέλος αναφέρουμε τα ραδιενεργά ισότοπα, τα οποία παράγονται για ερευνητική, εργαστηριακή και νοσοκομειακή χρήση.

Οι βλάβες στον οργανισμό από τις ακτινοβολίες αυτές οφείλονται στην ικανότητά τους να προκαλούν *ιοντισμό* και *ηλεκτρονιακή διέγερση*. Παράγονται έτσι ιόντα και *ελεύθερες ρίζες*, τα οποία είναι δραστικά στην όλη βιοχημική διαδικασία. Μ' αυτόν τον τρόπο, προκύπτουν βλάβες στο *μεταβολισμό*, όπως παρεμπόδιση στη δράση των *ενζύμων* και αλλαγές στα DNA και RNA.

Οι ακτίνες γ και Χ είναι οι επιβλαβέστερες, εφόσον εισδύουν βαθιά στον οργανισμό (βλέπε και πίνακα 5.2). Τα νετρόνια προκαλούν επίσης βλάβες σε βάθος μέσω δευτερογενών δράσεων, οι οποίες παράγουν ραδιενεργά προϊόντα. Έτσι π.χ. μία αντίδραση δέσμευσης νετρονίων, όπως η $^{14}_{7}N\,(n,p) \rightarrow {}^{14}_{6}C$, είναι δυνατόν να αλλάξει τη δομή των αμινοξέων, άρα και των πρωτεϊνών.

Στον πίνακα 5.2 δίνονται τα διάφορα χαρακτηριστικά των κυριοτέρων ακτινοβολιών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 Χαρακτηριστικά ραδιενεργών ακτινοβολιών

ακτινοβολία	φύση	φορτίο	ενέργεια / MeV	μέση διείσδυση	
				αέρα	σώμα
ακτίνες γ	ηλεκτρ/τική	-	0,1-40	χωρίς όριο	το διαπερνά
ακτίνες Χ	ηλεκτρ/τική	-	0,01-0,1	χωρίς όριο	βαθιά
α	σωματίδια	2	4-10	4-10cm	ρούχα, δέρμα
β^-	σωματίδια	-1	0,025-2	μερικά m	λίγα mm

Η ραδιενέργεια δρα στον οργανισμό με δύο τρόπους. Ο ένας είναι καθαρά σωματικός και ο άλλος *γενετικός*. Στην πρώτη περίπτωση το ίδιο το άτομο υφίσταται τη βλάβη. Στη δεύτερη, οι βλάβες μπορούν να μεταβιβαστούν και στις επόμενες γενιές. Οι σωματικές βλάβες μπορεί να είναι βραχύβιες ή και μακροχρόνιες. Στις πρώτες τα αποτελέσματα εκδηλώνονται σύντομα μετά την έκθεση, ενώ οι δεύτερες εμφανίζονται μετά από μήνες ή και χρόνια. Στον πίνακα 5.3 δίνονται τα βιολογικά αποτελέσματα (βλάβες) από έκθεση σε διάφορες δόσεις ακτινοβολιών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 Επιδράσεις ακτινοβολίας στον οργανισμό

Δόση (rem)	**κλινικό αποτελέσματα**
25	μείωση των λευκών αιμοσφαιρίων
25-100	ναυτία, κόπωση, αιματολογικές αλλοιώσεις
100-200	ναυτία, εμετοί, κόπωση , πιθανός θάνατος από μολύνσεις λόγω μείωσης λευκών αιμοσφαιρίων
200-400	θανατηφόρα δόση για το 50% των εκτεθέντων, ιδιαίτερα αν μείνουν χωρίς θεραπεία. Βλάβες στη σπλήνα και το μυελό των οστών.
> 600	θανατηφόρα έστω και με θεραπεία.

Ειδικότερα δόσεις μεταξύ 200 και 700 rem επικεντρωμένες όμως σε ορισμένη περιοχή του σώματος προκαλούν μόνο τοπικές βλάβες. Ανάμεσα σ' αυτές είναι εγκαύματα από ακτίνες Χ, βλάβες στους οφθαλμούς (π.χ. καταρράχτης) και στείρωση. Τα πλέον ευαίσθητα όργανα στη ραδιενέργεια είναι τα μάτια, η κοιλιακή χώρα, ο μυελός των οστών, η σπλήνα και τα όργανα αναπαραγωγής . Το πλέον σαφές αποτέλεσμα της έκθεσης είναι η *λευχαιμία*. Όσον αφορά στις γενετικές βλάβες, αυτές, επηρεάζοντας τα DNA και RNA, καταλήγουν σε *μετάλλαξη*.

Το ανθρώπινο σώμα δέχεται μία φυσική ακτινοβολία της τάξεως των 0,1 rem το χρόνο. Επιπλέον, άτομα εκτεθειμένα σε ιατρικές χρήσεις, στην έγχρωμη TV, σε αεροπορικά ταξίδια δέχονται μία πρόσθετη ακτινοβολία 0,2 rem το χρόνο. Το μέγιστο επιτρεπτό - ανεκτό όριο για όλο το σώμα και το μέσο άνθρωπο είναι τα 0,5 rem το χρόνο. Ειδικότερα το όριο για τα όργανα αναπαραγωγής είναι μικρότερο των 5 rem για διάρκεια 30 χρόνων.

5.2 Μερικές εφαρμογές των ραδιοϊσοτόπων

Ραδιοχρονολόγηση με άνθρακα

Ένα ραδιενεργό ισότοπο του άνθρακα, το οποίο έχει ιδιαίτερη σημασία σε πολλά επιστημονικά πεδία, είναι το $^{14}_{6}C$. Αυτό έχει χρόνο ημιζωής 5 760 χρόνια. Το ισότοπο αυτό παράγεται συνεχώς στην ατμόσφαιρα από το «βομβαρδισμό» του N_2 από την κοσμική ακτινοβολία. Ο ρυθμός με τον οποίο το ισότοπο αυτό διασπάται εξισορροπείται από το ρυθμό με τον οποίο παράγεται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μία περίπου σταθερή συγκέντρωση του ^{14}C στην ατμόσφαιρα για σχετικά μεγάλες χρονικά περιόδους. Παλιότερα πολλοί υποστήριζαν ότι η συγκέντρωση αυτή παραμένει σταθερή. Νεότερες όμως παρατηρήσεις έχουν δείξει ότι αυτή αλλάζει κατά καιρούς και οι αλλαγές αυτές αποδίδονται στην ηλιακή δραστηριότητα (π.χ. κηλίδες , εκρήξεις).

Το ισότοπο αυτό ^{14}C δημιουργεί ραδιενεργό διοξείδιο του άνθρακα, $^{14}CO_2$, το οποίο αφομοιώνεται από τα φυτά και εισέρχεται έτσι στην τροφική αλυσίδα. Όταν ο οργανισμός πεθάνει, η αφομοίωση αυτή σταματά. Τότε ο λόγος $^{14}C/^{12}C$ (το σταθερό ισότοπο του άνθρακα) μειώνεται σταθερά συναρτήσει του χρόνου που μεσολαβεί μετά το θάνατο. Ο χρόνος δηλαδή που έχει παρέλθει από το θάνατο ενός οργανισμού μπορεί να μετρηθεί μέσα από τον λόγο $^{14}C/^{12}C$.

Η *ραδιοχρονολόγηση* με τη μέτρηση του λόγου αυτού σε οργανική ύλη (ξύλα, οστά κ.λ.π.) είναι ευρύτατα διαδεδομένη. Γίνονται εκτιμήσεις από λίγες εκατοντάδες χρόνια μέχρι περίπου 50 000 χρόνια.

Όμως η ανακάλυψη ότι η ατμοσφαιρική συγκέντρωση του ^{14}C ήταν μεγαλύτερη πριν από κάποιες χιλιάδες χρόνια επέβαλε την αναθεώρηση στη μέθοδο. Αιτία για την ανακάλυψη αυτή είναι η διάσταση στα αποτελέσματα του άνθρακα με εκείνα τα οποία προέρχονται από τη *δενδροχρονολόγηση*. Η τελευταία είναι μία μέθοδος υπολογισμού της ηλικίας μέσα από τους δακτυλίους των κορμών των δένδρων και αποδείχτηκε ακριβέστερη εκείνης του άνθρακα. Πάντως η μέθοδος με τον ^{14}C εξακολουθεί να είναι εν χρήσει, κυρίως για την πιστοποίηση της αυθεντικότητας των έργων τέχνης.

Με τη ραδιοχρονολόγηση με C επιτυγχάνεται ακρίβεια ± 200 χρόνια και υπολογισμοί μέχρι 20 000 χρόνια. Έτσι, για παράδειγμα ο μάλλινος φάκελος που περιείχε τα χειρόγραφα της Νεκράς θάλασσας βρέθηκε να είναι 1917± 200 ετών. Τα παλαιότερα ευρήματα από τον προϊστορικό άνθρωπο (εικόνες από τα σπήλαια Lascaux) έχουν ηλικία 15 516 ± 900 χρόνια.

• Πλην του ^{14}C και άλλα ισότοπα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ραδιοχρονολόγηση. Μεταξύ αυτών τα ^{238}U και ^{232}Th έχουν ιδιαίτερη σημασία μια και σχηματίστηκαν ταυτόχρονα με τη δημιουργία της γης. Αυτά διασπώνται ραδιενεργά δίνοντας τελικά αέριο He το οποίο μένει παγιδευμένο μέσα στα ορυκτά τους.

Η ηλικία του «Ευρωπαίου της Κίνας» βρέθηκε περίπου 3 000 χρόνων με τη βοήθεια της ραδιοχρονολόγησης με άνθρακα.

Εφαρμογές στην ιατρική

Η χρήση ραδιοϊσοτόπων στην ιατρική καλύπτει πολλές εφαρμογές, τόσο στη διαγνωστική, όσο στη θεραπευτική (πυρηνική ιατρική).

Ραδιοθεραπεία

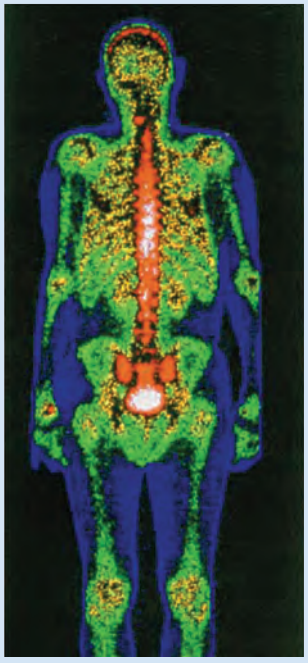
Τα διάφορα είδη κυττάρων δεν προσβάλλονται με τον ίδιο τρόπο από τις ακτινοβολίες. Μερικά απ' αυτά είναι ανθεκτικά, ενώ άλλα προσβάλλονται εύκολα. Έτσι, με κατάλληλη ακτινοβολία μπορεί να γίνει καταστροφή των «ασθενών», χωρίς να προξενείται βλάβη στα υγιή. Για παράδειγμα ο καρκίνος, του θυρεοειδούς μπορεί να καταπολεμηθεί με το ραδιοϊσότοπο ^{131}I.

Διάγνωση

Ορισμένα ραδιοϊσότοπα έχουν αποδειχθεί πολύ αποτελεσματικά ως ιχνηθέτες σε ορισμένες διαγνωστικές διαδικασίες. Αυτό συμβαίνει γιατί τα ραδιοϊσότοπα εύκολα μπορούν να αντικαταστήσουν τα αντίστοιχα φυσικά ισότοπα, ενώ εύκολα μπορούν να ανιχνευθούν, ακόμη κι όταν βρίσκονται σε ίχνη, με τη βοήθεια οργάνων. Για παράδειγμα φέρνουμε τη χρήση του ^{99}Tc (τεχνήτιο) σε ραδιογραφικές διατάξεις σάρωσης, που πραγματοποιούνται με βάση την κατανομή του ραδιοϊσοτόπου στο όργανο που εξετάζεται. Κατ' αυτό τον τρόπο διαπιστώνουμε την καλή λειτουργία οργάνων, π.χ. καρδιάς ή ανίχνευση κακοήθων όγκων στον εγκέφαλο κλπ.

Υγιής

Ασθενής
Σπινθηρογράφημα που δείχνει τη ροή αίματος στην καρδιά με τη βοήθεια του ραδιοϊσοτόπου ^{99}Tc.



Ραδιογραφική σάρωση των οστών με τη βοήθεια του ραδιοϊσοτόπου ^{99}Tc.

Εφαρμογές στην τεχνολογία

Χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών είναι:

1. Παραγωγή πυρηνικής ενέργειας. Αυτή γίνεται με τη βοήθεια πυρηνικών αντιδραστήρων και αποτελεί τη σημαντικότερη εφαρμογή των ραδιοϊσοτόπων στη βιομηχανία.

2. Μέτρηση και έλεγχος του πάχους μεταλλικών ή πλαστικών επιφανειών. Αυτή γίνεται με ακτινοβολία που διαπερνά το φύλλο και η οποία η απορροφάται ανάλογα με το πάχος του υλικού.

3. Εντοπισμός διαρροών σωληνώσεων. Αυτό μπορεί να γίνει με προσθήκη ενός ραδιοϊσοτόπου σ' ένα αντλούμενο υγρό ή αέριο, οπότε με τη βοήθεια ενός μετρητή, π.χ. Geiger – Muller, εύκολα μπορούμε να διαπιστώσουμε από που διαφεύγει.

4. Μέτρηση της στάθμης υγρών ή στερεών σε δεξαμενή. Και στην περίπτωση αυτή μετριέται η απορροφούμενη ραδιενεργός ακτινοβολία, καθώς η απορρόφηση αυξάνει, όταν το υλικό γεμίζει τη δεξαμενή και παρεμβάλλεται στην πορεία των ακτίνων.

5. Συντήρηση ορισμένων τροφίμων, χάρη στη μικροβιοκτόνο δράση των ακτινοβολιών.

5.3 Μεταστοιχειώσεις - Σχάση - Σύντηξη

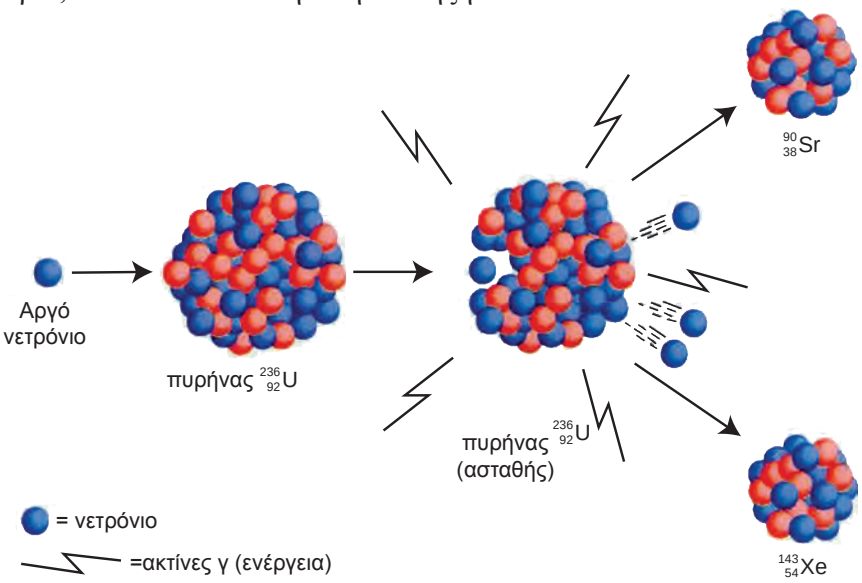
Μεταστοιχείωση είναι η μεταβολή ενός χημικού στοιχείου σε άλλο, μέσα από μία πυρηνική αντίδραση. Φυσικές αυθόρμητες μεταστοιχειώσεις γίνονται συνεχώς στη φύση στα ραδιενεργά υλικά. Η πρώτη τεχνητή ήταν εκείνη του Rutherford (Βλέπε ενότητα 5.1). Οι πρώτες τεχνητές μεταστοι-

χειώσεις με σωματίδια μικρής ενέργειας ήταν δύσκολες. Μόνο 1 σωματίδιο κάθε 250 000 0000 έκανε την πυρηνική μεταβολή. Έκτοτε όμως, με τους *επιταχυντές* (π.χ. κύκλοτρο), πολλές εκατοντάδες μεταστοιχειώσεις έχουν πραγματοποιηθεί. Επιπλέον, με τις τεχνικές αυτές συντέθηκαν και τα *υπερουράνια στοιχεία*.

Η τεχνική αυτή συνίσταται στο βομβαρδισμό διαφόρων στοιχείων - στόχων με ταχέως κινούμενα υποατομικά ή και ατομικά σωματίδια, όπως π.χ. νετρόνια, πρωτόνια, δευτερόνια (πυρήνες του ισοτόπου $^{2}_{1}H$), σωματίδια άλφα κλπ.

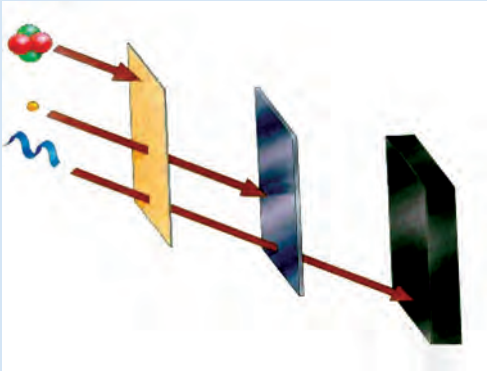
Από ενεργειακή και τεχνολογική άποψη οι πλέον ενδιαφέρουσες πυρηνικές αντιδράσεις είναι *η σχάση και η σύντηξη*. Στη σχάση ορισμένα *βαρέα άτομα*, όπως π.χ. ^{235}U και το ^{234}Pu, βομβαρδίζονται με νετρόνια κατάλληλης ενέργειας. Τότε οι πυρήνες τους σπάζουν - σχάζονται σε δύο μικρότερους πυρήνες, ενώ ελευθερώνονται ταυτόχρονα δύο ή περισσότερα ταχέα νετρόνια και μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Από τα νετρόνια που ελευθερώνονται τουλάχιστον ένα προκαλεί νέα σχάση και έτσι γίνεται μία *αλυσιδωτή αντίδραση*. Αν ο ρυθμός αυτής ελέγχεται, τότε έχουμε έναν *ατομικό (πυρηνικό) αντιδραστήρα (στήλη)*. Αν η αλυσιδωτή αντίδραση γίνεται εκρηκτικά γρήγορα, τότε έχουμε την *ατομική βόμβα*.

Στη *σύντηξη ελαφροί πυρήνες*, όπως π.χ. $^{1}_{1}H$, $^{2}_{1}H$, $^{3}_{1}H$, συγχωνεύονται - ενώνονται και δίνουν βαρύτερους, όπως π.χ. $^{4}_{2}He$, με ταυτόχρονη έκλυση πολύ μεγαλύτερων από τη σχάση ποσοτήτων ενέργειας. Στην *κοσμολογία* δέχονται ότι στα άστρα γίνονται συνεχώς τέτοιες αντιδράσεις μετατροπής του υδρογόνου σε ήλιο. Αυτά άλλωστε τα στοιχεία αποτελούν το μεγαλύτερο ποσοστό της μάζας των ζωντανών αστεριών. Η σύντηξη, για να γίνει, χρειάζεται πολύ υψηλή θερμοκρασία
(>10 000 000 ^{o}C). Στη λεγόμενη βόμβα υδρογόνου γίνεται πρώτα μία έκρηξη σχάσης (ουρανίου), οπότε η θερμοκρασία ανέρχεται τοπικά σε όρια, ώστε να ακολουθήσει η σύντηξη.



ΣΧΗΜΑ 5.6 Τεχνητή σχάση του ουρανίου 235, η οποία αποτελεί τη βάση της ατομικής βόμβας που έπεσε στη Χιροσίμα το 1945.

Γνωρίζεις ότι.....



Το πρόβλημα των πυρηνικών αποβλήτων

Τα απόβλητα των θερμοηλεκτρικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος οι οποίοι καταναλώνουν κάρβουνο (π.χ. λιγνίτη) περιέχουν, πλην των άλλων, οξείδια του θείου και στάχτη. Όταν όμως χρησιμοποιείται πυρηνικό «καύσιμο» για την παραγωγή ρεύματος, τα απόβλητα περιέχουν ένα μεγάλο αριθμό ραδιενεργών στοιχείων. Άλλα απ' αυτά είναι ιδιαιτέρως χρήσιμα και άλλα άκρως επικίνδυνα. Εδώ και αρκετά χρόνια έχει ξεσπάσει μία διαμάχη σε επίπεδο κυβερνήσεων, επιστημόνων και τεχνικών για τον τρόπο διαχείρισης των αποβλήτων αυτών.

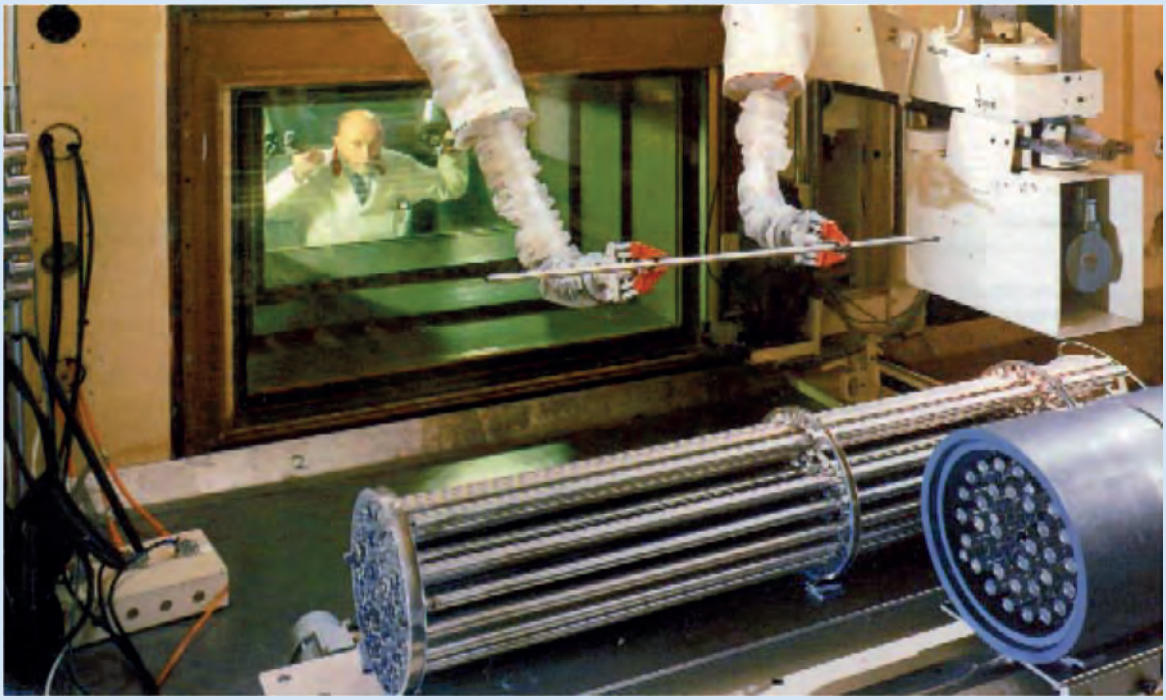
Μία από τις προτάσεις προβλέπει την απομάκρυνση από τα πυρηνικά απόβλητα των πυρηνικά σχάσιμων υλικών, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν πλέον σαν πυρηνικά «καύσιμα». Μία τυπική «ράβδος» πυρηνικού καυσίμου περιέχει ουράνιο (3,3% ^{235}U και 97,7% ^{238}U). Καθώς το σχάσιμο ^{235}U καταναλώνεται, δίνοντας την απαιτούμενη ενέργεια, κάποιες ποσότητες από το ^{238}U μετατρέπονται ραδιενεργά σε *υπερουράνια στοιχεία*, όπως είναι τα ραδιοϊσότοπα του πλουτώνιου ^{239}Pu και ^{240}Pu . Αυτά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σαν «καύσιμο». Για να διαχωριστεί και να παραληφθεί το πλουτώνιο, η ράβδος διαλύεται σε οξύ και από το διάλυμα που προκύπτει με χημικούς διαχωρισμούς απομονώνεται το σχάσιμο υλικό. Το μίγμα οξειδίων του ^{235}U και του πλουτωνίου χρησιμοποιείται με μορφή οξειδίων των μετάλλων σαν πυρηνικό καύσιμο.

Το μειονέκτημα στη λύση *ανακύκλωση πυρηνικών καυσίμων* οφείλεται, εν μέρει, στη δυνατότητα χρησιμοποίησης του παραγόμενου πλουτώνιου για την παραγωγή πυρηνικών όπλων από παρακρατικές οργανώσεις, από ομάδες τρομοκρατών κλπ. Επιπρόσθετα, η διαδικασία αφήνει σαν κατάλοιπα υγρά απόβλητα με εξαιρετικά μεγάλη ραδιενέργεια, τα οποία είναι επικίνδυνα για πολλά, ίσως και χιλιάδες, χρόνια.

Για παράδειγμα, στην υγρή φάση που παραμένει από τη διεργασία, υπάρχουν προϊόντα σχάσης, όπως ^{90}Sr (στρόντιο-39) με ημιζωή 29 χρόνια , ^{137}Cs (καίσιο-137) με ημιζωή 30 χρόνια.

Θα πρέπει λοιπόν να περάσουν περίπου 400 χρόνια, ώστε η ραδιενέργεια από αυτά τα παραπροϊόντα να μειωθεί σε ανεκτά επίπεδα . Όμως, και πέρα από τα 400 αυτά χρόνια θα εξακολουθεί να υπάρχει κίνδυνος από ραδιενεργά κατάλοιπα, όπως π.χ. ^{241}Am (αμερίκιο-241) και ^{229}Th (θόριο-229), των οποίων η ημιζωή μετριέται σε χιλιάδες ή και εκατομμύρια χρόνια. Το πλέον συζητημένο σχέδιο είναι η μετατροπή των υγρών αυτών αποβλήτων σε υαλώδεις κεραμικές ράβδους με μήκος 3 m και διάμετρο 30 cm καθεμία. Οι δε ράβδοι στη συνέχεια να «ταφούν» σε κατάλληλες γεωλογικές θέσεις, όπως γρανίτες, παλιά ορυχεία και στρώματα αλάτων. Εκεί πιθανολογείται ότι θα παραμείνουν θαμμένες επί χιλιάδες χρόνια, όσα χρειάζονται τα ραδιενεργά στοιχεία για να εξαντληθούν. Τα απόβλητα ενός μόνο πυρηνικού σταθμού ισχύος 1000 MW θα περιέχονται σε 10 τέτοιες ράβδους.

Αρκετές μελέτες έδειξαν ότι η μέθοδος αυτή είναι εφικτή και αρκετές γεωλογικές θέσεις ταφής μπορούν να βρεθούν. Παρόλα αυτά, επειδή τα υλικά αυτά θα πρέπει να μείνουν θαμμένα για χιλιάδες χρόνια κανένας δεν μπορεί να εγγυηθεί για τις απόψεις και τις συμπεριφορές των μελλοντικών γενεών. Τα ήδη υπάρχοντα πυρηνικά απόβλητα είτε φυλάσσονται μέχρι να βρεθεί γενικότερα μία λύση είτε ενταφιάζονται σε επιλεγμένες θέσεις. Ήδη έχουν σημειωθεί κρούσματα «πειρατείας και λαθρεμπορίας» πυρηνικών αποβλήτων. Είναι φανερό ότι η τελική τύχη τους δεν έχει ακόμα κριθεί ...



Η διαχείριση των ραδιενεργών υλικών γίνεται κάτω από δρακόντεια μέτρα ασφαλείας, όπως πχ μέσω ενός ρομποτικού συστήματος πίσω από ένα παράθυρο με γυαλί πολύ μεγάλου πάχους, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

Ανακεφαλαίωση

1. Πυρηνική χημεία είναι ο κλάδος της χημείας που ασχολείται με τα πυρηνικά φαινόμενα, δηλαδή μεταβολές στον πυρήνα των στοιχείων τα οποία συμμετέχουν. Αυτά δεν επηρεάζονται από τις εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης.

2. Ισότοπα είναι δύο ή περισσότερα άτομα με τον ίδιο ατομικό αριθμό αλλά διάφορο μαζικό. Τα άτομα π.χ. $^{18}_{8}O$ και $^{16}_{8}O$ είναι ισότοπα του οξυγόνου.

3. Νουκλίδιο είναι ένας πυρήνας με δεδομένο Z και A. Το $^{16}_{8}O$ είναι ένα νουκλίδιο.

4. Υπάρχουν ισότοπα σταθερά και ισότοπα ραδιενεργά τα οποία διασπώνται

5. Ραδιενέργεια είναι η ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται κατά τη ραδιενεργό αποσύνθεση ασταθών ισοτόπων προς σταθερότερους πυρήνες. Συνίσταται από σωματίδια α και β και ακτινοβολία.

6. Οι ακτίνες α είναι ροή πυρήνων ηλίου. Οι ακτίνες β είναι ροή ηλεκτρονίων. Οι ακτίνες γ είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος.

7. Σε μία πυρηνική αντίδραση το άθροισμα μαζικών και ατομικών αριθμών παραμένει σταθερό.

8. Ένας τρόπος έκφρασης της ταχύτητας μιας ραδιενεργού διάσπασης είναι ο χρόνος υποδιπλασιασμού ($t_{1/2}$), ο χρόνος δηλαδή που απαιτείται, ώστε να διασπαστεί η μισή από την αρχική ποσότητα του ραδιενεργού υλικού. Λέγεται και ημιζωή του υλικού.

9. Μετά την πάροδο ν «ημιζωών» θα παραμείνει, από μία αρχική ποσότητα m_0, ποσότητα ραδιενεργού υλικού m, ίση με : $m = (½)^{ν} m_0$

10. Όργανα με τα οποία μετριέται η εκπεμπόμενη ραδιενέργεια είναι τα σπινθηροσκόπια ή ο απαριθμητής Geiger- Muller.

11. Μονάδες έντασης εκπεμπόμενης ραδιενέργειας ανά s είναι το Curie, που είναι ποσότητα ουσίας η οποία υφίσταται $3,7 \cdot 10^{10}$ διασπάσεις. Το Bq αντιστοιχεί σε μία διάσπαση ανά s.

12. Μονάδα απορροφούμενης ακτινοβολίας είναι το Gy, που αντιστοιχεί σε απορρόφηση 1 J ανά Kg βάρους.

13. Η ιονίζουσα ακτινοβολία, όταν υπερβαίνει κάποια όρια, προκαλεί στον άνθρωπο βλάβες σωματικές και γενετικές.

14. Ραδιοχρονολόγηση λέγεται ο προσδιορισμός της ηλικίας πετρωμάτων, αρχαιολογικών ευρημάτων κ.λ.π. μέσω μετρήσεων ραδιενεργών ισοτόπων. Ανάμεσα σε αυτά κυριότερο είναι το ισότοπο του άνθρακα 14.

15. Τα ραδιενεργά ισότοπα χρησιμοποιούνται στην ιατρική (διάγνωση και θεραπεία) και στην τεχνολογία. Η πυρηνική ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στους λεγόμενους πυρηνικούς σταθμούς.

16. Οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι μεταστοιχειώσεις, δηλαδή μετατροπές ενός στοιχείου σε άλλο. Τυπικές πυρηνικές αντιδράσεις είναι η σχάση βαρύτερων πυρήνων σε ελαφρότερους και η σύντηξη ελαφρών πυρήνων σε βαρύτερους. Και οι δύο συνοδεύονται από έκλυση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας.

17. Οι πυρηνικές συντήξεις συντηρούν τη ζωή των άστρων.

Λέξεις κλειδιά

πυρηνική χημεία	μητρικός-θυγατρικός πυρήνας
μεταστοιχείωση	πυρηνική αντίδραση
ισότοπα	ραδιοϊσότοπα
νουκλίδιο	χρόνος υποδιπλασιασμού
ασταθές ισότοπο	αριθμός ημιζωών
ραδιενέργεια	απαριθμητής Geiger
ακτίνες α ,β και γ	Curie, Becquerel, rem
ιονίζουσα ακτινοβολία	ραδιοχρονολόγηση
κοσμική ακτινοβολία	σχάση και σύντηξη

Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

Ερωτήσεις Επανάληψης

1. Ποιο είναι το περιεχόμενο της πυρηνικής χημείας;
2. Τι ονομάζονται ισότοπα ενός στοιχείου; Να δώσετε ένα παράδειγμα.
3. Ποια ισότοπα είναι σταθερά και ποια ασταθή;
4. Τι είναι το νουκλίδιο;
5. Πώς ορίζεται γενικά η ραδιενέργεια;
6. Ποια είναι η φύση των ακτίνων α, β και γ;
7. Ποιος πυρήνας λέγεται μητρικός και ποιος θυγατρικός;
8. Ποιο είναι το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας;
9. Σε μία πυρηνική αντίδραση τι παραμένει σταθερό;
10. Τι καλείται χρόνος υποδιπλασιασμού ή ημιζωή ενός ραδιενεργού υλικού;
11. Αν παρέλθουν ν ημιζωές ποια ποσότητα, m, θα παραμείνει, αν η αρχική ποσότητα ήταν m_0;
12. Τι είναι και πώς λειτουργεί ο απαριθμητής Geiger;
13. Τι εκφράζουν οι μονάδες ραδιενέργειας Curie και Becquerel;
14. Ποιες είναι οι ανθρωπογενείς πηγές ραδιενέργειας;
15. Τι καλούμε γενετικές βλάβες της ιονίζουσας ακτινοβολίας;
16. Τι ονομάζουμε ραδιοχρονολόγηση με άνθρακα και πού κυρίως χρησιμοποιείται;
17. Τι είναι η δενδροχρονολόγηση;
18. Πώς χρησιμοποιούνται τα ραδιοϊσότοπα στην ιατρική;
19. Τι είναι ένας πυρηνικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας;
20. Να δώσετε από ένα παράδειγμα πυρηνικής σχάσης και σύντηξης.
21. Από πού αντλεί ο ήλιος του πλανητικού μας συστήματος την ενέργεια την οποία εκπέμπει;

Βασικές γνώσεις

22. Να υπολογίσετε τον αριθμό των πρωτονίων και των νετρονίων σε καθένα από τα παρακάτω *νουκλίδια*: λίθιο- 7, νέον -22 και πλουτώνιο -239

23. Ένα mol από πυρήνες δευτερίου ($^{2}_{1}H$) ζυγίζει :
α . 1,0000 g β. 2,0000 g γ. 4,0000 g δ. 2,016 g

24. Αν τα *νουκλίδια* $^{14}_{6}C$, $^{15}_{7}N$ και $^{17}_{9}F$ είναι *ισότονα* τι νομίζετε ότι εκφράζει ο όρος ισότονα;
α. νουκλίδια με τον ίδιο αριθμό e, αλλά διαφορετικό Z
β. νουκλίδια με διαφορετικό Z και αριθμό νετρονίων, αλλά το ίδιο A

2 – 5 , 10 – 12, 94 - 145

γ. νουκλίδια με το ίδιο Z, αλλά διαφορετικό A
δ. νουκλίδια με ίσο αριθμό νετρονίων, αλλά διαφορετικό Z και A

25. Το άτομο του ασβεστίου έχει 20 ηλεκτρόνια και 20 νετρόνια στον πυρήνα του. Άρα το άτομο του ασβεστίου συμβολίζεται σαν :
α. $^{20}_{20}Ca$ β. $^{40}_{20}C\alpha$ γ. $^{50}_{20}Ca$ δ. $^{60}_{20}Ca$

26. Ο μαζικός αριθμός, *A*, ενός πυρήνα είναι 127. Ο ατομικός του αριθμός είναι 53. Πόσα νουκλεόνια, νετρόνια και πρωτόνια περιέχει ο πυρήνας αυτός; Πόσα ηλεκτρόνια περιέχει το αντίστοιχο ουδέτερο άτομο;

127, 74, 53, 53

27. 1 mol ηλεκτρόνια πόσο φορτίο φέρουν; Πόσα g ζυγίζουν; (Χρησιμοποιήστε για τις απαιτούμενες σταθερές τη βιβλιογραφία)

96320 C

28. Η σχετική αφθονία των δύο ισοτόπων του ρουβιδίου με Ar 85 και 87 αντίστοιχα είναι 75% και 25 % . Άρα η σχετική ατομική μάζα του ρουβιδίου θα είναι :
α. 75,5 β. 85,5 γ. 87,5 δ. 86,5 ε. 86

29. Στοιχειώδες σωματίδιο είναι:
α. ένα σωματίδιο του οποίου δε γνωρίζουμε τη σύσταση
β. ένα σωματίδιο το οποίο αποτελεί συστατικό ενός πολυπλοκότερου συστήματος.
γ. ένα σωματίδιο το οποίο μέχρι σήμερα δεν έχει διασπαστεί.

30. Ο συμβολισμός $^{40}_{19}K$ παριστά:
α. ένα νουκλεόνιο β. ένα νουκλίδιο γ. ένα ισότοπο
δ. το στοιχείο κάλιο

31. Σε ποιο από τα παρακάτω άτομα περιέχεται ο μικρότερος αριθμός νετρονίων :
α. $^{235}_{92}U$ β. $^{238}_{92}U$ γ. $^{239}_{93}Np$ δ. $^{239}_{94}Pu$ ε. $^{240}_{93}Np$

32. Το άτομο ενός στοιχείου έχει το σύμβολο $^{139}_{67}X$. Αυτό σημαίνει ότι αυτό έχει:
α. 206 πρωτόνια στον πυρήνα του β. 139 ηλεκτρόνια γ.139 πρωτόνια
δ. ατομική μάζα 67 ε. 72 νετρόνια στον πυρήνα του.

33. Το ζεύγος $^{35}_{17}Cl$ και $^{37}_{17}Cl$ παριστά :
α. ισομερή β. ισότοπα γ. ισότονα δ. αλλότροπα ε. ισοβαρή

34. Ο ατομικός αριθμός ενός στοιχείου είναι 83. Αυτό σημαίνει ότι ένα άτομο του στοιχείου αυτού έχει :
α. 42 πρωτόνια και 41 νετρόνια β. 83 νετρόνια
γ. 41 πρωτόνια, 41 ηλεκτρόνια και 1 νετρόνιο
δ. 42 νετρόνια και 41 πρωτόνια ε. 83 ηλεκτρόνια

35. Ένα άτομο χλωρίου με ατομικό αριθμό 17 και σχετική ατομική μάζα 35 έχει στον πυρήνα του:
α. 35 πρωτόνια β. 17 νετρόνια γ. 35 νετρόνια δ. 17 πρωτόνια
ε. 18 πρωτόνια

Πυρηνικές αντιδράσεις

36. Τα σωματίδια τα οποία κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται για το βομβαρδισμό και τη μεταστοιχείωση είναι τα νετρόνια. Αυτό διότι :

α. μπορούν εύκολα να επιταχύνονται

β. είναι ουδέτερα και δεν απωθούνται από τους πυρήνες

γ. είναι αβλαβή για τον άνθρωπο

δ. παράγονται άφθονα στις πυρηνικές αντιδράσεις

37. Να συμπληρώσετε την παρακάτω πυρηνική αντίδραση

$^{8}_{3}Li \rightarrow ; + ^{4}_{2}He$

(; = $^{3}_{1}H$)

38. Το 1934 το ζεύγος Joliot - Curie πραγματοποίησε μία τεχνητή μεταστοιχείωση σύμφωνα με την πυρηνική αντίδραση

$^{27}_{13}Al + ^{4}_{2}He \rightarrow ; + ^{1}_{0}n$

Το ραδιενεργό ισότοπο που παρασκευάστηκε είναι :

α. $^{30}_{15}P$ β $^{30}_{14}Si$ γ. $^{31}_{15}P$

39. Δίνονται οι αντιδράσεις:

$^{226}Ra \rightarrow ^{222}Rn + ^{4}_{2}He + 6MeV$ και $H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O + 68$ Kcal
Πόσα Kg H_2 πρέπει να καούν, ώστε να παραχθεί ενέργεια ίση με εκείνη η οποία παράγεται από τη διάσπαση 1 mol ραδίου:
Δίνονται 1 Kcal = $4,184 \cdot 10^3$J και 1J = $6,24 \cdot 10^{18}$ eV

4080 kg

40. Στην αντίδραση της *φωτοσύνθεσης* με χρήση ραδιενεργού ισοτόπου του Οξυγόνου, $^{18}_{8}O$:
$6\ CO_2 + 12\ H_2\ ^{18}O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ ^{18}O_2 + 6\ H_2O$, παρουσία φωτός και *χλωροφύλλης*, το ισότοπο αυτό παίζει ρόλο:
α. καταλύτη β. παρεμποδιστή γ. ιχνηθέτη δ. οξειδωτικού

41. Στην παρακάτω πυρηνική αντίδραση:
$^{64}_{29}Cu \rightarrow ; + ^{63}_{28}Ni$, το σωματίδιο που λείπει είναι:
α. ένα ηλεκτρόνιο β. ένα πρωτόνιο γ. ένα νετρόνιο
δ. ένα σωματίδιο άλφα ε. ένα φωτόνιο

Χρόνος υποδιπλασιασμού - Χρονολογήσεις

42. Να δώσετε μία ερμηνεία στο γεγονός ότι το CO_2 που προέρχεται από την καύση πετρελαίου και παραγώγων του δεν περιέχει το ραδιενεργό ισότοπο $^{14}_{6}C$ και είναι μόνο $^{12}CO_2$.

43. Το % ποσοστό των ατόμων ^{128}I το οποίο παραμένει αδιάσπαστο μετά την πάροδο 2,5 h (χρόνος υποδιπλασιασμού = 25 min) είναι:
α. 15,6% β. 1,56% γ. 3,13% δ. 6,26%

44. Το ραδιενεργό ισότοπο του μολύβδου ^{201}Pb έχει χρόνο υποδιπλασιασμού 8 h. Αν ξεκινήσει κανείς με 1 g αυτού, η ποσότητα που θα παραμείνει αδιάσπαστη στο τέλος 24 h είναι:
α. 0,5 g β. 0,33g γ. 0,25g δ. τίποτα ε. 0,125g

45. Η συγκέντρωση του ^{85}Kr ($T_{½}$ = 10,73 χρόνια) σε ύψος 15 Km είναι 10,0 picocuries ανά m^3. Πόσα χρόνια πρέπει να περάσουν, ώστε η συγκέντρωσή του να πέσει στα 0,625 picocuries /m^3;

43 χρόνια

46. Ένας αιγυπτιακός πάπυρος εξετάζεται για ραδιοχρονολόγηση με ^{14}C. Έτσι, ένα δείγμα από αυτόν καίγεται και το παραγόμενο CO_2 συλλέγεται. Ο μετρητής Geiger δίνει γι' αυτό 11,7 κτύπους ανά λεπτό για κάθε g της ένωσης. Ζωντανό υλικό από το οποίο φτιάχτηκε ο πάπυρος δίνει αντίστοιχα 15,3 κτύπους. Αν ο χρόνος υποδιπλασιασμού για τον ^{14}C είναι 5760 χρόνια να εκτιμήσετε την ηλικία του παπύρου.

2230 ετών

47. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις που αφορούν τη ραδιοχρονολόγηση με άνθρακα δεν είναι ορθή :
α. ^{14}C παράγεται από την επίδραση της κοσμικής ακτινοβολίας στο N_2 της ατμόσφαιρας
β. το ^{14}C οξειδώνεται προς $^{14}CO_2$ το οποίο αναμειγνύεται με το μη ραδιενεργό CO_2 της ατμόσφαιρας.
γ. όταν ο οργανισμός πεθάνει ο ^{14}C αποσυντίθεται προς ^{14}N
δ. η μέθοδος μπορεί να προσδιορίζει ηλικίες μεγαλύτερες από το χρόνο υποδιπλασιασμού του ^{14}C.

48. Ένα ραδιοϊσότοπο έχει χρόνο υποδιπλασιασμού 10 ημέρες. Το ποσό που θα παραμείνει από 8 g αυτού μετά από 40 ημέρες είναι:
α 0,5g β. 4,0g γ. 2,0 g δ. 6,0 g ε. 1,0g

49. Αν υπάρχει ίσος αριθμός mol από δύο ραδιενεργά ισότοπα, εκείνο το οποίο είναι το πλέον επικίνδυνο σε άμεση προσέγγιση είναι εκείνο το οποίο έχει χρόνο υποδιπλασιασμού:
α. $4,5 \cdot 10^6$ χρόνια β. 65 χρόνια γ. 12 ημέρες δ. 10^{-4} min ε.1 min

50. Ένα δείγμα ξύλου από αιγυπτιακό πάπυρο δίνει 9,4 κτύπους ανά min και ανά g από τη διάσπαση του ^{14}C. Ποια είναι η ηλικία του παπύρου; (Δεδομένα από την άσκηση 46)

4063 ετών

51. Ο χρόνος ζωής του πρωτονίου υπολογίζεται σε 10^{35} s. Να τον συγκρίνετε με το χρόνο ζωής του σύμπαντος, ο οποίος εκτιμάται σε 10^{10} χρόνια. Είναι μακρύτερος ή όχι και κατά πόσα χρόνια;

μακρύτερος κατά 10^{27} χρόνια

Γενικά Προβλήματα

52. Ένα ηλεκτρονιοβόλτ (*eV*) είναι η ενέργεια που αποδίδεται, όταν ένα ηλεκτρόνιο περνά μεταξύ δύο σημείων τα οποία παρουσιάζουν διαφορά δυναμικού 1 volt. Άρα 1 eV ισοδυναμεί με :
α. $1,6 \cdot 10^{-16}$ J β. $4,8 \cdot 10^{-25}$ J γ. $1,6 \cdot 10^{-19}$ J δ. $4,8 \cdot 10^{-11}$ J
ε. $6,62 \cdot 10^{-34}$ J

53. Από τα παρακάτω όργανα εκείνο το οποίο δεν μπορεί ν' ανιχνεύσει άμεσα ραδιενέργεια είναι:

α. το σπινθηροσκόπιο β. το ηλεκτροσκόπιο γ. το αμπερόμετρο

δ. το φωτογραφικό film ε. ο θάλαμος Wilson

54. Το οξικό οξύ, CH_3COOH, αντιδρά με τη μεθανόλη, CH_3OH, για να σχηματίσει έναν εστέρα, CH_3COOCH_3 και H_2O. Πώς θα χρησιμοποιούσατε το ισότοπο ^{18}O, για να αποδείξετε αν το άτομο του οξυγόνου στο νερό προέρχεται από το -OH του οξέος ή από το -OH της αλκοόλης;

55. Η ποσότητα των $3{,}7 \cdot 10^{10}$ ραδιενεργών διασπάσεων ανά δευτερόλεπτο είναι γνωστή σαν ένα:

α. Debye β. Rutherford γ. Einstein δ. Fermi ε. Curie

56. Ένας μαγνήτης θα προκαλέσει τη μεγαλύτερη απόκλιση σε δέσμη

α. ακτίνων γ β. νετρονίων γ. ηλεκτρονίων δ. σωματιδίων α

ε. πρωτονίων

57. Δίνονται οι: ${}_{82}Pb + {}_{24}Cr \rightarrow A$, ${}_{98}Cf + {}_{8}O \rightarrow A$, $A \rightarrow a + X$,

$X \rightarrow a + \Psi$, $\Psi \rightarrow \alpha + Z$.

Να υπολογίσετε τους ατομικούς αριθμούς των A, X, Ψ και Z και από αυτό να βρείτε και ποια στοιχεία είναι.

58. Σε ένα από τα πειράματα του Rutherford το 1911 παράγονταν $3{,}4 \cdot 10^{10}$ σωματίδια α /s, τα οποία έδιναν τελικά 0,039 cm^3 He μετρημένα σε STP ανά έτος. Με τα δεδομένα αυτά να υπολογίσετε την τιμή του αριθμού του Avogadro.

59. Στην παρακάτω πυρηνική αντίδραση: ${}^{64}_{24}Cu \rightarrow$; + ${}^{64}_{28}Ni$, αυτό που λείπει είναι:

α. ένα ηλεκτρόνιο β. ένα πρωτόνιο γ. ένα νετρόνιο

δ. ένα σωματίδιο άλφα ε. ένα φωτόνιο

60. Πόσα «είδη» μορίων νερού μπορούν να προκύψουν από τα:

${}^{1}_{1}H$, ${}^{2}_{1}H$, ${}^{3}_{1}H$, και ${}^{16}_{8}O$, ${}^{17}_{8}O$, ${}^{18}_{8}O$:

α.3 β.9 γ.6 δ.27 ε.18

61. *Ισοβαρείς* λέγονται δύο πυρήνες οι οποίοι έχουν τον ίδιο …… αριθμό αλλά διάφορο ……. αριθμό

62. Από τις παρακάτω ακτινοβολίες εκείνη η οποία ευκολότερα σταματά στον αέρα είναι:

α. ακτίνες άλφα β. ακτίνες βήτα γ. νετρόνια δ. ακτίνες γάμα

ε. ακτίνες X

63. Σε ένα δείγμα ορυκτού του ουρανίου βρέθηκε ότι το βάρος του περιεχομένου Pb είναι το 22,8% του ουρανίου που υπάρχει σ' αυτό. Να εκτιμήσετε την ηλικία της γης από τα δεδομένα αυτά (συμπληρωματικά δεδομένα από το κείμενο).

64. Ο αριθμός των σωματιδίων άλφα τα οποία εκλύονται ανά s από 1,0 g ραδίου είναι $3{,}608 \cdot 10^{10}$. Να προσδιορίσετε την $t_{½}$ του ραδίου.

65. Ποιο από τα παρακάτω στοιχεία παρασκευάστηκε τεχνητά από τον άνθρωπο
α. ακτίνιο β. θόριο γ. ραδόνιο δ. κιούριο ε. καίσιο

66. Ραδιενεργό Να με $T_{½}$ = 14,8 h εισάγεται με ένεση στο αίμα ενός ζώου στα πλαίσια ενός πειράματος ιχνηθέτησης. Μετά από πόσες ημέρες η ραδιενέργεια θα πέσει στο 10% της αρχικής;

67. Η απώλεια ενός νετρονίου από τον πυρήνα του ατόμου ενός στοιχείου:
α. αλλάζει τη χημική φύση του ατόμου β. προκαλεί πρόσληψη ενός πρωτονίου γ. επιφέρει ταυτόχρονη απώλεια ενός ηλεκτρονίου δ. αλλάζει τις φυσικές ιδιότητες του ατόμου ε. μειώνει τον ατομικό αριθμό του στοιχείου

68. Το δευτέριο είναι :
α. ένα ηλεκτρόνιο με θετικό φορτίο
β. ένα νετρόνιο συν δύο πρωτόνια
γ. ένας πυρήνας με 1 πρωτόνιο και δύο νετρόνια
δ. ένας πυρήνας με 1 πρωτόνιο και ένα νετρόνιο

69. Η εκπομπή ενός σωματιδίου άλφα από τον πυρήνα του $^{226}_{88}Ca$ θα δημιουργήσει:
α. $^{226}_{88}Ra$ β. $^{222}_{87}Fr$ γ. $^{223}_{87}Fr$ δ. $^{222}_{86}Rn$ ε. $^{223}_{86}Rn$

70. Δείγμα 1,0 mL από ένα διάλυμα το οποίο περιέχει ραδιενεργό τρίτιο και το οποίο δίνει σε κατάλληλο μετρητή $2{,}0 \cdot 10^5$ κτύπους ανά s εισάγεται με ένεση στο σώμα ενός ζώου. Μετά από λίγο χρόνο, αφού δηλαδή κυκλοφορήσει η ένεση σε όλο το αίμα, λαμβάνεται από αυτό δείγμα 1,0 mL, το οποίο στο ίδιο όργανο δίνει $1{,}5 \cdot 10^4$ κτύπους ανά s. Ποιος είναι ο όγκος του αίματος του ζώου;

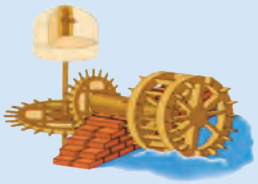
133 mL

71. Ποιο από τα παρακάτω σωματίδια δεν μπορεί να επιταχυνθεί σε επιταχυντή σωματιδίων:
α. σωματίδιο άλφα β. ηλεκτρόνιο γ. ιόν άνθρακα δ. νετρόνιο
ε. πρωτόνιο

72. Η παρακάτω μεταβολή, $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$, παριστάνει μία:
α. σχάση β. χημική αντίδραση γ. αυτοκατάλυση δ. σύντηξη
ε. εξώθερμη αντίδραση

Δραστηριότητα

Η πυρηνική ενέργεια, μία παρεξηγημένη πηγή ηλεκτρισμού



Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος είναι αρκετά παρεξηγημένη, λόγω άγνοιας κυρίως, στη σημερινή κοινωνία. Καλό λοιπόν είναι να γίνει μία σύγκριση με τους *θερμοηλεκτρικούς σταθμούς* παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, οι οποίοι καταναλώνουν *απολιθωμένα καύσιμα*.

Η σύγκριση να περιλάβει τα εξής θέματα :

1. ***Περιβάλλον***. Όξινη βροχή, CO_2, NO_x, SO_2.
2. ***Υγεία***. ακτινοβολίες, πυρηνικές δοκιμές, ατομικά όπλα.
3. ***Ασφάλεια***. Ατυχήματα Chernobyl, Three mile island. Συνέπειες.
4. ***Απόβλητα***. Όγκος, είδη και φύλαξη αποβλήτων.
5. ***Διαρροή*** τεχνολογίας σε «τρομοκράτες».
6. ***Κόστος***.

Με βιβλιογραφική έρευνα να στηρίξετε επιχειρήματα υπέρ ή κατά των πυρηνικών σταθμών.

Να συλλέξετε στοιχεία για τα πυρηνικά ατυχήματα που αναφέρονται παραπάνω.

Τι είναι η «ιπτάμενη τέφρα»;

Ποιες γειτονικές μας χώρες διαθέτουν πυρηνικούς σταθμούς;

Παίζει ρόλο η σεισμικότητα της περιοχής;

Τι ρόλο παίζει ο λιγνίτης στη χώρα μας;

Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού λάθους

23. δ
24. δ
25. γ
28. β
29. γ
30. β και γ
31. α
32. ε
33. β
34. ε
35. δ
36. β
38. α
40. γ
41. γ
43. β
44. ε
47. δ
48. α
49. δ
51. μακρύτερος κατά 10^{27} χρόνια
52. γ
53. γ
55. ε
56. γ
59. γ
60. ε
61. μαζικό … , ατομικό
62. α
65. δ
67. δ
68. δ
69. δ
71. δ
72. δ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

- ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ ΟΡΩΝ
- ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ
- ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΝΟΜΑΤΩΝ

Α

Ακόρεστο διάλυμα: το διάλυμα στο οποίο μπορεί να διαλυθεί και άλλη ποσότητα διαλυμένης ουσίας σε σταθερές συνθήκες.

Αραιό διάλυμα: το διάλυμα μικρής περιεκτικότητας.

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

Ατμοσφαιρική ρύπανση: η αλλοίωση της ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα που μπορεί να έχει βλαβερές συνέπειες.

Ατομική ακτίνα: καθορίζει το μέγεθος του ατόμου.

Ατομικό βάρος: Βλέπε **Σχετική ατομική μάζα**

Ατομικός αριθμός (Z): ο αριθμός πρωτονίων του πυρήνα ενός ατόμου.

Ατομικότητα: ο αριθμός των ατόμων στο μόριο του στοιχείου.

Ατομο: το μικρότερο σωματίδιο ενός στοιχείου που μπορεί να πάρει μέρος στο σχηματισμό χημικών ενώσεων.

Β

Βάσεις: κατά τον Arrhenius οι ενώσεις που στα υδατικά τους διαλύματα δίνουν OH^-.

Βασικά οξείδια: οξείδια που έχουν τη χημική συμπεριφορά βάσεων.

Βασικός χαρακτήρας: κοινές ιδιότητες των βάσεων.

Γ

Γραμμομοριακός όγκος (V_m): ο όγκος που καταλαμβάνει το 1 mol ουσίας σε ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Χρησιμοποιείται στα αέρια.

Δ

Δείκτες: χημικές ουσίες που προσδιορίζουν το pH ενός διαλύματος κατά προσέγγιση.

Διάλυμα: ομογενές μίγμα δύο ή περισσοτέρων συστατικών.

Διαλυμένη ουσία: το συστατικό του διαλύματος που βρίσκεται σε μικρότερη αναλογία.

Διαλύτης: το συστατικό του διαλύματος που βρίσκεται συνήθως στη μεγαλύτερη αναλογία και έχει την ίδια φυσική κατάσταση με αυτί του διαλύματος.

Διαλυτότητα: η μέγιστη ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε συγκεκριμένο διαλύτη και σε σταθερές συνθήκες.

Διεθνές Σύστημα Μονάδων, SI: μετρικό σύστημα μεγεθών που καθορίστηκε μετά από διεθνή συμφωνία και ακολουθείται από όλες σχεδόν τις χώρες.

Ε

Ενδόθερμη αντίδραση: η αντίδραση κατά την οποία απορροφάται θερμότητα

Εξάχνωση: η μετατροπή μιας ουσίας κατευθείαν από την στερεά στην αέρια κατάσταση.

Εξουδετέρωση: η αντίδραση ενός οξέος με μία βάση, δηλαδή η ένωση H^+ και OH^- προς σχηματισμό νερού.

Εξώθερμη αντίδραση: η αντίδραση κατά την οποία εκλύεται θερμότητα.

Επαμφοτερίζοντα οξείδια: οξείδια που έχουν άλλοτε συμπεριφορά βάσεων και άλλοτε οξέων.

Ετερογενές μίγμα: μίγμα που δεν έχει ίδια σύσταση σ' όλη την έκτασή του.

Ζ

Ζυγός: όργανο μέτρησης μάζας.

Η

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

Ηλεκτρόνια σθένους: ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας που καθορίζουν τη χημική συμπεριφορά του ατόμου.

Ηλεκτρόνιο: υποατομικό σωματίδιο που κινείται γύρω από τον πυρήνα. Φέρει το στοιχειώδες αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο, e^-.

Ημιζωή: βλέπε χρόνος υποδιπλασιασμού.

Ι

Ιόν: το φορτισμένο άτομο ή το φορτισμένο συγκρότημα ατόμων.

Ιονίζουσα ακτινοβολία: ακτινοβολία που προκαλεί σχηματισμό ιόντων.

Ιοντικός ή ετεροπολικός δεσμός: ο δεσμός που δημιουργείται με αποβολή και πρόσληψη ηλεκτρονίων.

Ισότοπα: άτομα με τον ίδιο ατομικό αλλά διαφορετικό μαζικό αριθμό.

Κ

Καταλύτης: χημική ουσία που αυξάνει την ταχύτητα μιας αντίδρασης, χωρίς να καταναλώνεται.

Καύση: η αντίδραση μιας ουσία με οξυγόνο ή αέρα που συνοδεύεται από παραγωγή φωτός και θερμότητας.

Κορεσμένο διάλυμα: το διάλυμα στο οποίο έχει διαλυθεί η μέγιστη ποσότητα της ουσίας σε σταθερές συνθήκες.

Μ

Μάζα: το ποσό της ύλης που περιέχεται σε ένα σώμα.

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

Μεταθετική αντίδραση: αντίδραση στην οποία δεν υπάρχει μεταβολή στους αριθμούς οξείδωσης των στοιχείων που μετέχουν σ' αυτές.

Μεταστοιχείωση: η μετατροπή ενός χημικού στοιχείου σε άλλο μέσω πυρηνικής αντίδρασης.

Μίγμα: αποτελείται από δύο ή περισσότερες καθαρές ουσίες οι οποίες διατηρούν την ταυτότητα και τις ιδιότητές τους.

Mol (mol): μονάδα ποσότητας ουσίας στο S.I. Το 1 mol είναι η ποσότητα που περιέχει N_A σωματίδια.

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

Μοριακό Βάρος: Βλέπε Σχετική μοριακή μάζα.

Μοριακός Τύπος: δείχνει από ποια στοιχεία αποτελείται η ένωση και τον ακριβή αριθμό των ατόμων στο μόριο της ένωσης.

Ν

Νετρόνιο: υποατομικό σωματίδιο του πυρήνα, ηλεκτρικά ουδέτερο.

Νουκλεόνια: σωματίδια του πυρήνα δηλαδή πρωτόνια και νετρόνια.

Ο

Ογκομετρική φιάλη: όργανο μέτρησης όγκου.

Ογκομετρικός κύλινδρος: όργανο μέτρησης όγκου.

Όγκος: ο χώρος που καταλαμβάνει ένα σώμα.

Ομάδα: κατακόρυφη στήλη του περιοδικού πίνακα με στοιχεία που έχουν ανάλογες ιδιότητες.

Ομογενές μίγμα: μίγμα με ίδια σύσταση και ιδιότητες σ' όλη την έκταση του.

Ομοιοπολικός δεσμός: ο δεσμός που δημιουργείται με αμοιβαία συνεισφορά ηλεκτρονίων.

Οξέα: κατά τον Arrhenius οι υδρογονούχες ενώσεις που στα υδατικά τους διαλύματα δίνουν H^+.

Οξείδια: ενώσεις στοιχείων με το οξυγόνο.

Οξειδοαναγωγική αντίδραση: αντίδραση στην οποία έχουμε μεταβολή στους αριθμούς οξείδωσης ορισμένων στοιχείων της αντίδρασης.

Όξινα οξείδια: οξείδια με συμπεριφορά οξέων.

Όξινη βροχή: η βροχή που έχει pH μικρότερο του 5,6 (pH της καθαρής βροχής).

Όξινος χαρακτήρας: κοινές ιδιότητες των οξέων.

Ουσία ή καθορισμένο σώμα: σώμα με καθορισμένη σύσταση και ιδιότητες.

Π

Περιεκτικότητα διαλύματος: το μέγεθος που δείχνει την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος.

Περιοδικός πίνακας: πίνακας ταξινόμησης των στοιχείων κατά αύξοντα ατομικό αριθμό.

Περίοδος: οριζόντια σειρά του περιοδικού πίνακα που περιέχει στοιχεία με άτομα που έχουν «χρησιμοποιήσει» τον ίδιο αριθμό στιβάδων για την κατανομή των ηλεκτρόνιων τους.

Πε-χα (pH): δείχνει πόσο όξινο ή βασικό είναι ένα διάλυμα.

Πεχάμετρο: όργανο μέτρησης του pH ενός διαλύματος με ακρίβεια.

Προχοΐδα: όργανο μέτρησης όγκου.

Πυκνό διάλυμα: διάλυμα μεγάλης περιεκτικότητας.

Πυκνότητα (ρ): το πηλίκο της μάζας προς τον αντίστοιχο όγκο.

Πυρηνική Χημεία: η χημεία που ασχολείται με τις μεταβολές του πυρήνα ενός ατόμου.

Ρ

Ραδιενέργεια: η ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται κατά τη ραδιενεργό αποσύνθεση - διάσπαση - ασταθών πυρήνων προς σταθερότερους.

Σ

Σιφώνιο εκροής: όργανο μέτρησης όγκου.

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 άνθρακα -12. Αντικαθιστά τον όρο *ατομικό βάρος*.

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 άνθρακα -12. Αντικαθιστά τον όρο *μοριακό βάρος*.

Στιβάδα: Τα ηλεκτρόνια που κινούνται στην ίδια περίπου απόσταση από τον πυρήνα λέμε ότι βρίσκονται στην ίδια στιβάδα ή φλοιό ή ενεργειακή στάθμη.

Φ

Φυσικές ιδιότητες: οι ιδιότητες ενός σώματος που προσδιορίζονται χωρίς να μεταβάλλεται η χημική του σύσταση.

Φυσικό φαινόμενο: η μεταβολή στην οποία αλλάζουν ορισμένες από τις φυσικές ιδιότητες των ουσιών, ενώ η χημική σύσταση διατηρείται.

Χ

Χημεία: η επιστήμη της ύλης και των μεταμορφώσεων της.

Χημικές ιδιότητες: οι ιδιότητες ενός σώματος που προσδιορίζονται με μεταβολή της χημικής τους σύστασης.

Χημική ένωση: καθορισμένη ουσία που αποτελείται από δύο τουλάχιστον άτομα που έχουν διαφορετικό ατομικό αριθμό.

Χημικό στοιχείο ή στοιχείο: καθορισμένη ουσία που αποτελείται από άτομα με τον ίδιο ατομικό αριθμό.

Χημικό φαινόμενο: η μεταβολή στην οποία έχουμε ριζική αλλαγή στη σύσταση και στις ιδιότητες των ουσιών.

Χρόνος υποδιπλασιασμού (ημιζωή), $t_{1/2}$: ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για να διασπαστεί η μισή από την αρχική ποσότητα του ραδιενεργού υλικού.

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

αέρια κατάσταση 16
αερίων πίνακας 103
ακτίνες α 172, 173
ακτίνες β 172
ακτίνες γ 172
άλατα 94
αλυσιδωτή αντίδραση 181
ανάμιξη διαλυμάτων 145
αντίδραση απλής αντικατάστασης 100
αντίδραση αποσύνθεσης 100
αντίδραση διάσπασης 100
αντίδραση διπλής αντικατάστασης 102
αντίδραση εξουδετέρωσης 104
αντίδραση σύνθεσης 100
αντιδραστήρας ατομικός (πυρηνικός) 181
απαριθμητής σπινθηρισμών 175
απόδοση αντίδρασης 99
αποτελεσματική κρούση 97
αραίωση διαλύματος 143
αριθμοί οξείδωσης (πίνακας) 63, 64
αριθμός Avogadro 130
αριθμός οξείδωσης 63
ατομική ακτίνα 54
ατομική μονάδα μάζας (amu) 128
ατομικός αριθμός 14
ατομικότητα στοιχείου 11
άτομο 11, 13, 44
βάρος 7
βάσεις 86
βασικός χαρακτήρας 89
γραμμομοριακός όγκος 132
δείκτες 90
διάλυμα 20
διάλυμα ακόρεστο 22
διάλυμα αραιό 21
διάλυμα βασικό 90
διάλυμα κορεσμένο 22
διάλυμα όξινο 90
διάλυμα ουδέτερο 90
διάλυμα πυκνό 21
διαλύματος περιεκτικότητες 21, 141
διαλυμένη ουσία 20
διαλύτης 20
διαλυτότητα 22
διεθνές σύστημα μονάδων,SI 5, 6
δραστικότητας σειρά 101
ενδόθερμη αντίδραση 99
εξάχνωση 16
εξουδετέρωση 104
εξώθερμη αντίδραση 99
ετεροπολικός δεσμός 54
ευγενή αέρια 12
ηλεκτραρνητικότητα 59
ηλεκτρολύτης 83
ηλεκτρολυτική διάσταση 83
ηλεκτρόνια σθένους 53
ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία 171, 172
ηλεκτρονιακή δομή 47
ηλεκτρονιακός τύπος 59
ηλεκτρόνιο 14
ηλεκτρονίων κατανομή 47
ημιζωή 174
θεωρία Arrhenius 83
ίζημα 102, 103
ιζημάτων πίνακας 103
ιόν 12

ιονίζουσα ακτινοβολία 177
ιοντικός δεσμός 54
ισότοπα 15
καθοδικές ακτίνες 172
καταλύτης 98
καταστατική εξίσωση αερίων 137, 138
κβαντικός αριθμός, κύριος 47
κοσμική ακτινοβολία 177
κρύσταλλος 55, 57
κρυσταλλικό πλέγμα 12, 57
μάζα 8
μάζα υποατομικών σωματιδίων 14
μαζικός αριθμός 15
μεταθετική αντίδραση 102
μεταστοιχείωση 169
μίγμα 19
μίγμα ομογενές 20
μίγμα ετερογενές 20
μολ, mol 130
μονάδες μέτρησης 5, 6
μοριακός τύπος (γραφή) 65
μοριακός τύπος (ονομασία) 65
μοριακότητα κατ' όγκο, (Molarity) 141
μόριο 11
νετρόνιο 14
νόμος Boyle 137
νόμος Charles 137
νόμος διατήρησης της μάζας 96
νόμος Gay-Lussac 138
νουκλεόνια 15
νουκλίδιο 170
όγκος 8
ομάδα περιοδικού πίνακα 49
ομοιοπολικός δεσμός 58
ομοιοπολικός μη πολικός δεσμός 59
ομοιοπολικός πολικός δεσμός 60
ονοματολογία ανόργανων ενώσεων 65
οξέα ανόργανα 84
οξείδια 92
οξείδια βασικά 93
οξείδια επαμφοτερίζοντα 93
οξείδια όξινα 93
οξειδοαναγαηακές αντιδράσεις 99
όξινη βροχή 105
όξινος χαρακτήρας 87
όργανα μέτρησης μάζας 8
ουράνιο 171
παγκόσμια σταθερά αερίων 138, 139
περιεκτικότητα διαλύματος 20, 21, 141
περιοδικός νόμος 48
περιοδικός πίνακας 47, 51
περίοδος περιοδικού πίνακα 48
περίσσεια 150, 151
πε-χα (pH) 89
πεχάμετρο 91
πρότυπες συνθήκες, STP 133
πρωτόνιο 14
πυκνότητα 9
πυκνότητα αερίου 140
πυρήνας 14, 15
πυρήνας ασταθής 170
πυρήνας μητρικός 171
πυρηνική αντίδραση 169
πυρηνική χημεία 169
ραδιενέργεια 171
ραδιενεργός διάσπαση 170
ραδιοθεραπεία 180
ραδιοϊσότοπο 173

ραδιοχρονολόγηση 179
σπινθηροσκόπιο 175
σταλαγμίτες 109
σταλακτίτες 109
στερεά κατάσταση 16
στιβάδα 13, 44
στοιχείο (χημικό) 19
στοιχειομετρικές ασκήσεις 147
συγκέντρωση διαλύματος 141
συμπύκνωση διαλύματος 144
συντελεστές χημικής εξίσωσης 96
σύντηξη 180
σχάση 180
σχετική ατομική μάζα, A_r 128
σχετική μοριακή μάζα, M_r 129
σωματίδιο άλφα 172
σωματίδιο βήτα 172
υγρή κατάσταση 16
υπόθεση Avogadro 132
φασματογράφος μάζας 128
φορτίο υποατομικών σωματιδίων 14
φυσικές ιδιότητες 17
φυσικό φαινόμενο 17
χημικές ιδιότητες 17
χημική αντίδραση 95
χημική ένωση 20
χημική εξίσωση 95, 96
χημικό φαινόμενο 17
χημικός δεσμός 54
χρόνος υποδιπλασιασμού 174

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΝΟΜΑΤΩΝ

Arrhenius 83
Avogadro 130
Becquerel 171
Berzelius 62
Bohr 13, 45
Boyle 137
Charles 137
Curie 171
Dalton 13
Δημόκριτος 13, 45
Gay - Lussac 138
Lavoisier 84
Mendeleev 47, 48
Meyer 47
Moseley 48
Newlands 47
Rutherford 13, 169
Schrödinger 13
Soddy 169
Sommerfield 13

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Περιοδικος Πινακας

Περιοδικός Πίνακας των Στοιχείων

- Μέταλλα
- Αμέταλλα
- Μεταλλοειδή
- Ευγενή αέρια

ΠΕΡΙΟΔΟΣ	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8 VIIIB	9 VIIIB	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1								1 H 1.00794										2 He 4.00260
2	3 Li 6.941	4 Be 9.01218											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 20.1797
3	11 Na 22.9898	12 Mg 24.3050											13 Al 26.9815	14 Si 28.0855	15 P 30.9738	16 S 32.066	17 Cl 35.4527	18 Ar 39.948
4	19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.88	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.9381	26 Fe 55.847	27 Co 58.9332	28 Ni 58.69	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
5	37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9059	40 Zr 91.224	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.906	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.904	54 Xe 131.29
6	55 Cs 132.905	56 Ba 137.327	57 *La 138.906	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.383	82 Pb 207.2	83 Bi 208.980	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra 226.025	89 †Ac 227.028	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (264)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 (269)	111 (272)	112 (277)						

*Λανθανίδες:	58 Ce 140.115	59 Pr 140.908	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.965	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.50	67 Ho 164.930	68 Er 167.26	69 Tm 168.934	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967
†Ακτινίδες:	90 Th 232.038	91 Pa 231.036	92 U 238.029	93 Np 237.048	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

➢ Σχετικες Ατομικες Μαζες Ορισμενων Στοιχειων Για Υπολογισμους

➢ Πινακες Σχετικων Ατομικων Μαζων Με Τεσσερα Σημαντικα Ψηφια

Σχετικές Ατομικές Μάζες ορισμένων στοιχείων (για υπολογισμούς)		
Άζωτο	N	14
Ανθρακας	C	12
Αργίλιο	A1	27
Άργυρος	Ag	108
Ασβέστιο	Ca	40
Βάριο	Ba	137
Βρώμιο	Br	80
Θείο	S	32
Ιώδιο	1	127
Κάλιο	K	39
Κασσίτερος	Sn	119
Μαγγάνιο	Mn	55
Μαγνήσιο	Mg	24
Μόλυβδος	Pb	207
Νάτριο	Na	23
Νικέλιο	Ni	59
Οξυγόνο	O	16
Πυρίτιο	Si	28
Σίδηρος	Fe	56
Υδράργυρος	Hg	201
Υδρογόνο	H	1
Φθόριο	F	19
Φωσφόρος	P	31
Χαλκός	Cu	63,5
Χλώριο	Cl	35,5
Χρώμιο	Cr	52
Ψευδάργυρος	Zn	65

ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΜΑΖΕΣ (A_r) ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΕ ΤΕΣΣΕΡΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ ΨΗΦΙΑ

Η σύγκριση έγινε με βάση το ισότοπο ^{12}C που έχει A_r=12 ακριβώς

Ατομικός Αριθμός	Όνομα	Σύμβολο	A_r	Ατομικός Αριθμός	Όνομα	Σύμβολο	A_r
1	Υδρογόνο	H	1.008	53	Ιώδιο	I	126.9
2	Ηλιο	He	4.003	54	Ξένο	Xe	131.3
3	Λίθιο	Li	6,941	55	Καίσιο	Cs	132.9
4	Βηρύλλιο	Be	9.012	56	Βάριο	Ba	137.3
5	Βόριο	B	10.81	57	Λανθάνιο	La	138.9
6	Άνθρακας	C	12.01	58	Δημήτριο	Ce	140.1
7	Άζωτο	N	14.01	59	Πρασινοδύμιο	Pr	140.9
8	Οξυγόνο	O	16.00	60	Νεοδύμιο	Nd	144.2
9	Φθόριο	F	19.00	61	Προμήθειο	^{145}Pm	144.9
10	Νέο	Ne	20.18	62	Σαμάριο	Sm	150.4
11	Νάτριο	Na	22.99	63	Ευρώπιο	Eu	152.0
12	Μαγνήσιο	Mg	24.31	64	Γαδολίνιο	Gd	157.3
13	Αργίλιο			65	Τέρβιο	Tb	158.9
	(Αλουμίνιο)	Al	26.98	66	Δυσπρόσιο	Dy	162.5
14	Πυρίτιο	Si	28.09	67	Όλμιο	Ho	164.9
15	Φωσφόρος	P	30.97	68	Έρβιο	Er	167.3
16	Θείο	S	32.07	69	Θούλιο	Tm	168.9
17	Χλώριο	Cl	35.45	70	Υττέρβιο	Yb	173.0
18	Αργό	Ar	39.95	71	Λουτήτιο	Lu	175.0
19	Κάλιο	K	39.10	72	Άφνιο	Hf	178.5
20	Ασβέστιο	Ca	40.08	73	Ταντάλιο	Ta	180.9
21	Σκάνδιο	Sc	44.96	74	Βολφράμιο	W	
22	Τιτάνιο	Ti	47.88		(Τουγκστένιο)		183.9
23	Βανάδιο	V	50.94	75	Ρήνιο	Re	186.2
24	Χρώμιο	Cr	52.00	76	Όσμιο	Os	190.2
25	Μαγγάνιο	Mn	54.94	77	Ιρίδιο	Ir	192.2
26	Σίδηρος	Fe	55.85	78	Λευκόχρυσος	Pt	
27	Κοβάλτιο	Co	58.93		(Πλατίνα)		195.1
28	Νικέλιο	Ni	58.69	79	Χρυσός	Au	197.0
29	Χαλκός	Cu	63.55	80	Υδράργυρος	Hg	200.6
30	Ψευδάργυρος	Zn	65.39	81	Θάλλιο	Tl	204.4
31	Γάλλιο	Ga	69.72	82	Μόλυβδος	Pb	207.2
32	Γερμάνιο	Ge	72.59	83	Βισμούθιο	Bi	209.0
33	Αρσενικό	As	74.92	84	Πολώνιο	^{210}Po	210.0
34	Σελήνιο	Se	78.96	85	Άστατο	^{210}At	210.0
35	Βρωμιό	Br	79.90	86	Ραδόνιο	^{222}Rn	222.0
36	Κρυπτό	Kr	83.80	87	Φράγκιο	^{223}Fr	223.0
37	Ρουβίδιο	Rb	85.47	88	Ράδιο	^{226}Ra	226.0
38	Στρόντιο	Sr	87.62	89	Ακτίνιο	^{227}Ac	227.0
39	Ύττριο	Y	88.91	90	Θόριο	Th	232.0
40	Ζιρκόνιο	Zr	91.22	91	Πρωτακτίνιο	^{231}Pa	231.0
41	Νιόβιο	Nb	92.21	92	Ουράνιο	U	238.0
42	Μολυβδαίνιο	Mo	95.94	93	Ποσειδώνιο	^{237}Np	
43	Τεχνήτιο	^{99}Tc	98.91		(Νεπτούνιο)		237.0
44	Ρουθήνιο	Ru	101.1	94	Πλουτώνιο	^{239}Pu	239.1
45	Ρόδιο	Rh	102.9	95	Αμερίκιο	^{243}Am	243.1
46	Παλλάδιο	Rd	106.4	96	Κιούριο	^{247}Cm	247.1
47	Άργυρος	Ag	107.9	97	Μπερκέλιο	^{247}Bk	247.1
48	Κάδμιο	Cd	112.4	98	Καλιφόρνιο	^{252}Cf	252.1
49	Ίνδιο	In	114.8	99	Αϊνσταΐνιο	^{252}Es	252.1
50	Κασσίτερος	Sn	118.7	100	Φέρμιο	^{257}Fm	257.1
51	Αντιμόνιο	Sb	121.8	101	Μεντελέβιο	^{256}Md	256.1
52	Τελλούριο	Te	127.6	102	Νομπέλιο	^{259}No	259.1
				103	Δωρένσιο	^{260}Lr	260.1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

➢ Θεμελιωδη Μεγεθη Και Μοναδες
➢Πολλαπλασια Και Υποπολλαπλασια Μοναδων

Μέγεθος	Σύμβολο μεγέθους	Ονομασία μονάδας	Σύμβολο μονάδας
Μήκος	l	μέτρο	m
Μάζα	m	χιλιόγραμμο	kg
Χρόνος	t	δευτερόλεπτο	s
Θερμοκρασία	T	κέλβιν	K
Ποσότητα ουσίας	n	μολ	mol
Ποσότητα ηλεκτρισμού	I	αμπέρ	A
Φωτεινή Ισχύς	I_u	καντέλα	cd

Πρόθεμα	Σύμβολο	Σχέση με τη βασική μονάδα	Παράδειγμα
Mega-	M	10^6	1Mm = 10^6m
kilo-	k	10^3	1km = 10^3m
deci-	d	10^{-1}	1dm = 10^{-1}m
centi-	c	10^{-2}	1cm = 10^{-2}m
milli-	m	10^{-3}	1mm = 10^{-3}m
micro-	μ	10^{-6}	1μm = 10^{-6}m
nano-	n	10^{-9}	lnm = 10^{-9}m
pico-	p	10^{-12}	1pm = 10^{-12}m

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε

➢ ΤΙΜΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΔΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΤΙΜΗ
Φορτίο ηλεκτρονίου	e ή e^-	$1,60219\ 10^{-19}$C
Σταθερά Faraday	F	96485 C/mol e
Αριθμός Avogadro	N ή N_A ή N_0	$6,02209\ 10^{23}$ σωματίδια*/ mole
Παγκόσμια σταθερά αερίων	R	$8,2057\ 10^{-2}$L · atm/mole · K
Γραμμομοριακός όγκος σε ΚΣ	V_m	22,41 L

*Τα σωματίδια μπορεί να είναι άτομα (π.χ. Na) μόρια (π.χ. H_2) ιόντα (π.χ. Na^+), e, άλλα σωματίδια και πρέπει να ορίζονται κάθε φορά

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

ΑΝΑΘΕΩΡΗΜΕΝΗ ΕΚΔΟΣΗ 22-0276

Κωδικός Βιβλίου: 0-22-0276
ISBN 978-960-06-4817-1

ΙΤΥΕ "ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ"
ινστιτουτο τεχνολογιας υπολογιστων & εκδοσεων

(01) 000000 0 22 0276 1