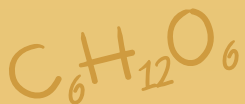
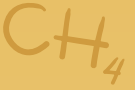


Χημεία



Γ' ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών



Χημεία

γ' λυκείου

Ομάδας Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Το παρόν βιβλίο περιέχει τα παρακάτω κεφάλαια:

- α) Από το βιβλίο «Χημεία θετικής Κατεύθυνσης» Β΄ Λυκείου των Λιοδάκη Σ., Γάκη Δ., Θεοδωρόπουλου Δ., Θεοδωρόπουλου Π. και Κάλλη Α. (έκδοση 2012) τα κεφάλαια 2, 3, 4, 5.
- β) Από το βιβλίο «Χημεία θετικής Κατεύθυνσης» Γ΄ Λυκείου των Λιοδάκη Σ., Γάκη Δ., Θεοδωρόπουλου Δ. και Θεοδωρόπουλου Π. (έκδοση 2012) τα κεφάλαια 1, 3, 5.

Επιστημονικός Υπεύθυνος – Διεύθυνση Ομάδων Εργασίας:
Στέλιος Λιοδάκης

Ομάδα Συγγραφής:

Στέλιος Λιοδάκης, Δρ. Χημικός, Επίκουρος 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
Αντζελα Λαζάρου, φωτογράφος ΤΕΙ Αθήνας

Γλωσσική Επιμέλεια:

Χρήστος Ανδρίτσος

Τεχνική Επιμέλεια:

Στέλιος Λιοδάκης

Υπεύθυνος στο πλαίσιο του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου:

Δρ. Αντώνιος Σ. Μπομπέτσης, Χημικός, Μ.Εδ., Ph.D., Σύμβουλος Π.Ι.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
ανάπτυξη στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Οι διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν κατόπιν έγκρισης του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

*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

Χημεία γ' λυκείου

Ομάδας Προσανατολισμού
Θετικών Σπουδών

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 ό,τι 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 διδακτέα 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 ως η επιστήμη της «κάθε μέρας». 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 τη 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**», 4^η 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. Μπομπέτσας, Δ. Υφαντής, «**Εργαστήριο Χημείας – Γ΄ Τάξη ΕΠΛ**», ΟΕΔΒ, 1992.
- Β. Καρώνης, Α. Μπομπέτσας, 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. Κουσουρής, 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, 2^η έκδοση, 1994.
- Κ. Μανωλκίδης, Κ. Μπέζας, «**Χημεία Γενική και Ανόργανη**», Αθήνα, 1993.
- Α. Μαυρόπουλος, Ε. Καπετάνου, «**Χημεία Α΄ Ενιαίου Λυκείου**», ΟΕΔΒ, 1998.
- Α. Μπομπέτσας, Π. Καλλίτσης, «**Εργαστήριο Χημείας Β΄ Τάξη ΕΠΛ**», ΟΕΔΒ, 1986.
- Α. Μπομπέτσας, 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. Παρισάκης, «**Βασικές Αρχές Αναλυτικής Χημείας**», Εκδ. Παπασωτηρίου, 1996.
- Γ.Κ. Παρισάκης, «**Εργαστηριακές Ασκήσεις Ανοργάνου Χημείας**», Εκδ. Παπασωτηρίου, 1996.
- Ε. Παπαχριστοδούλου, Β. Λοΐζου, Γ. Παπαχρυσόστομου, Κ. Κουμίδης, «**Οργανική Χημεία Γ΄ Λυκείου**», Λευκωσία, 1998.
- Π.Ο. Σακελλαρίδης, «**Γενική Χημεία**», Αθήνα, 1981.
- Α. Σταυρόπουλου, «**Φυσικές Επιστήμες**», Εκδ. Α. Σταμούλης, 1988.

- K.A. Τσίπης, «Χημεία Ι, Άτομα & Μόρια», Εκδ. Ζήτη, 1996.
- K.A. 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», 4^η έκδοση, Εκδ. Παν. Ιωαννίνων, 1988.
- Nuffield Advanced Science, «Χημεία – Θέματα 1 έως 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., McGraw-Hill, 1998.
- G.W. Daub, W. Seese, “**Basic Chemistry**”, Prentice – Hall, 1996.
- D.D. Ebbing, “**General Chemistry**”, 5th Ed., Houghton Mifflin 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. Cunnighon, R. Vogel, “**Chimie 1^{er} 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., Heinemann 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

1 ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ

1.1 Αριθμός οξείδωσης. Οξείδωση - Αναγωγή	11
1.2 Κυριότερα οξειδωτικά σώματα - αναγωγικά σώματα. Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής	15
1.3 Ηλεκτροχημεία. Αγωγοί ρεύματος. Ηλεκτρόλυση - Μηχανισμός - Εφαρμογές	23
1.4 Νόμος ηλεκτρόλυσης. Νόμοι Faraday - Υπολογισμοί	28
Γνωρίζεις ότι: «Τεχνητή φωτοσύνθεση»	30
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά	31
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα	32



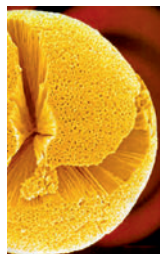
2 ΘΕΡΜΟΧΗΜΕΙΑ

2.1 Μεταβολή ενέργειας κατά τις χημικές μεταβολές, Ενδόθερμες - Εξώθερμες αντιδράσεις - Θερμότητα αντίδρασης ενθαλπία	44
2.2 Θερμιδομετρία - Νόμοι θερμοχημείας	53
Γνωρίζεις ότι: «Αναστενάρια: Ένα θαύμα που ερμηνεύει η χημεία»	58
Γνωρίζεις ότι: «Εκρηκτικά»	59
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά	61
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα	62



3 ΧΗΜΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ

3.1 Γενικά για τη χημική κινητική και τη χημική αντίδραση - Ταχύτητα αντίδρασης	71
3.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα αντίδρασης. Καταλύτες	77
3.3 Νόμος ταχύτητας - Μηχανισμός αντίδρασης	82
3.4 Ένα πείραμα χημικής κινητικής μελέτης	84
Γνωρίζεις ότι: «Η παρουσία ενζύμων στον οργανισμό μας - επιπτώσεις από την απουσία ορισμένων - δηλητήρια»	87
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά	89
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα	90



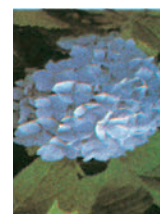
4 ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

4.1 Έννοια χημικής ισορροπίας - Απόδοση αντίδρασης	103
4.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση χημικής ισορροπίας - Αρχή Le Chatelier	108
4.3 Σταθερά χημικής ισορροπίας: K_c - K_p	111
Γνωρίζεις ότι: «Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και οι ωκεανοί»	122
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά	123
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα	124



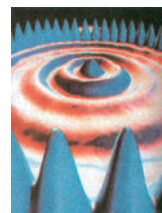
5 ΟΞΕΑ - ΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΙΟΝΤΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

5.1 Οξέα - Βάσεις	137
5.2 Ιοντισμός οξέων - βάσεων	142
5.3 Ιοντισμός οξέων - βάσεων και νερού - pH	145
5.4 Επίδραση κοινού ιόντος	155
5.5 Ρυθμιστικά διαλύματα	159
5.6 Δείκτες - ογκομέτρηση	164
5.7 Γινόμενο διαλυτότητας	172
Γνωρίζεις ότι: «Ρυθμιστικά διαλύματα στο αίμα μας»	179
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά	181
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα	183



6 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΑΚΗ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

6.1 Τροχιακό - Κβαντικοί αριθμοί	203
6.2 Αρχές δόμησης πολυηλεκτρονικών ατόμων	212
6.3 Δομή περιοδικού πίνακα (τομείς s , p , d , f) - Στοιχεία μετάπτωσης	216
6.4 Μεταβολή ορισμένων περιοδικών ιδιοτήτων	222
6.5 Ηλεκτρονιακοί τύποι - Σχήματα μορίων	226
Γνωρίζεις ότι: «Μικροσκόπιο σάρωσης σήραγγας (STM)»	235
Γνωρίζεις ότι: «Ο Αϊνστάιν και η αβεβαιότητα»	237
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά	238
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα	240



7 ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΧΗΜΕΙΑ

7.1 Δομή οργανικών ενώσεων - Διπλός και τριπλός δεσμός - Επαγωγικό φαινόμενο	253
7.2 Στερεοϊσομέρεια (εναντιομέρεια και διαστερομέρεια)	265
7.3 Κατηγορίες οργανικών αντιδράσεων και μερικοί μηχανισμοί οργανικών αντιδράσεων	279
7.4 Οργανικές συνθέσεις - Διακρίσεις	301
Γνωρίζεις ότι: «Οπτική ισομέρεια D και L συμβολισμοί»	318
Ανακεφαλαίωση - Λέξεις κλειδιά	319
Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα	322



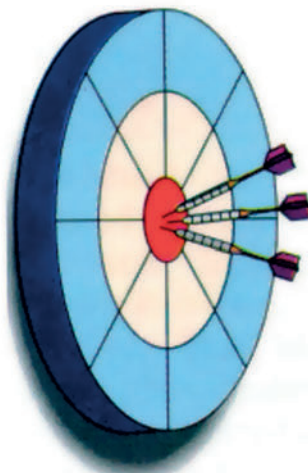
(1)

ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ- ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ

ΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

Στο τέλος της διδακτικής αυτής ενότητας θα πρέπει να μπορείς:

- Να ορίζεις τι είναι αριθμός οξείδωσης και να υπολογίζεις τον αριθμό οξείδωσης ενός στοιχείου σε μια χημική ένωση.
- Να ορίζεις τι είναι οξείδωση και τι αναγωγή με βάση α) την πρόσληψη ή αποβολή οξυγόνου ή υδρογόνου, β) την πρόσληψη ή αποβολή ηλεκτρονίων, γ) τη μεταβολή του αριθμού οξείδωσης.
- Να αναφέρεις τις κυριότερες οξειδωτικές και αναγωγικές ουσίες, καθώς και τα αντίστοιχα προϊόντα αυτών κατά τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.
- Να συμπληρώνεις και να ισοσταθμίζεις τις χημικές εξισώσεις οξειδοαναγωγής.
- Να ορίζεις τι είναι ηλεκτρόλυση. Να περιγράφεις ένα ηλεκτρολυτικό στοιχείο (ή βολτόμετρο) και να εξηγείς το μηχανισμό ηλεκτρόλυσης. Να αναφέρεις τα προϊόντα ηλεκτρόλυσης υδατικών διαλυμάτων ή τηγμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων.
- Να αναφέρεις τους νόμους ηλεκτρόλυσης. Να υπολογίζεις την ποσότητα της ουσίας που αποτίθεται ή απελευθερώνεται στα ηλεκτρόδια αν δοθεί η ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου και αντίστροφα από την ποσότητα της ουσίας να προσδιορίζεις την ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου που διέρχεται από τον ηλεκτρολύτη.
- Να περιγράφεις χαρακτηριστικές εφαρμογές της ηλεκτρόλυσης στην παρασκευή χημικών ουσιών, στον καθαρισμό μετάλλων και στην επιμετάλλωση αντικειμένων.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 1.1 Αριθμός οξείδωσης
Οξείδωση-αναγωγή
- 1.2 Κυριότερα οξειδωτικά-
αναγωγικά. Αντιδράσεις
οξειδοαναγωγής
- 1.3 Ηλεκτροχημεία - Αγωγοί
ηλεκτρικού ρεύματος -
Ηλεκτρόλυση - μηχανισμός
-εφαρμογές
- 1.4 Νόμοι ηλεκτρόλυσης
Ερωτήσεις - Προβλήματα



Το μέλλον της ανθρωπότητας πιθανόν κρύβεται σε μια οξειδοαναγωγική αντίδραση. Για παράδειγμα φέρνουμε την ερευνητική προσπάθεια που γίνεται τα τελευταία χρόνια για την παραγωγή του «καθαρού» καυσίμου H_2 με διάσπαση νερού. Στην εικόνα παρουσιάζεται μια τέτοια προσέγγιση. Ηλιακό φως προσπίπτει σε ένα κομμάτι πυριτίου βουτηγμένο σε υδατικό διάλυμα υδροχλωρίου (ηλεκτρολύτης). Μια σειρά οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων λαμβάνει χώρα. Η ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική και η ηλεκτρική σε χημική. Το τελικό αποτέλεσμα είναι να διασπάται το νερό προς σχηματισμό H_2 , με τη βοήθεια της ηλιακής ενέργειας.

(1) ΟΞΕΙΔΟΑΝΑΓΩΓΗ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ

Εισαγωγή

Αν κανείς αξιολογούσε τα χημικά φαινόμενα από άποψη σημασίας στη ζωή του ανθρώπου, δύσκολα θα αρνιόταν την πρώτη θέση στην οξειδοαναγωγή. Στη βιολογία η αναπνοή των αερόβιων οργανισμών, στην τεχνολογία η καύση, οι βασικές μεταλλουργικές διεργασίες, η διάβρωση των μετάλλων, τα γαλβανικά στοιχεία (μπαταρίες) και πολλά άλλα είναι στη βάση τους αντιδράσεις οξειδοαναγωγής.

Οι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής μπορούμε να πούμε ότι έχουν ως κοινό γνώρισμα τη μεταφορά ηλεκτρονίων μεταξύ των αντιδρώντων ουσιών. Παρ' όλο που ορισμός της οξειδοαναγωγής έχει διευρυνθεί σήμερα, ώστε να καλύπτει και άλλες περιπτώσεις.

Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε κατ' αρχάς πώς ορίζεται η οξείδωση και πώς η αναγωγή. Θα ορίσουμε τι είναι οξειδωτική και τι αναγωγική ουσία. Θα δώσουμε παραδείγματα οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων και θα μάθουμε πως γίνεται η ισοστάθμιση αυτών (εύρεση των συντελεστών). Τέλος, θα μελετήσουμε το φαινόμενο της ηλεκτρόλυσης, θα θίξουμε τους νόμους και θα αναφερθούμε σε χαρακτηριστικές εφαρμογές της, όπως είναι η παραγωγή ορισμένων μετάλλων, οι επιμεταλλώσεις, η προστασία υλικών από διάβρωση κλπ.

Σε επόμενο κεφάλαιο, θα μελετήσουμε κάτω από ποιες συνθήκες μια αντίδραση οξειδοαναγωγής γίνεται αυθόρμητα και πώς μπορούμε να εκμεταλλευτούμε μια τέτοια αυθόρμητη αντίδραση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (αρχή λειτουργίας μπαταρίας).

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι οι σχέσεις ανάμεσα στις χημικές μεταβολές και την ηλεκτρική ενέργεια παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον τόσο από θεωρητική, όσο από πρακτική σκοπιά. Τα θέματα αυτά αποτελούν το κέντρο βάρους της ανάπτυξης που δίνεται στο παρόν κεφάλαιο και σ' αυτό που αποτελεί τη συνέχειά του, δηλαδή την ηλεκτροχημεία.

(1.1) Αριθμός οξείδωσης. Οξείδωση - Αναγωγή

Τι είναι οξείδωση και αναγωγή

Αρχικά και πριν γίνει γνωστή η ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων, είχε δοθεί ο εξής ορισμός για την οξείδωση:

Οξείδωση είναι η ένωση ενός στοιχείου με το οξυγόνο ή η αφαίρεση υδρογόνου από μια χημική ένωση.

π.χ. ο C οξειδώνεται σε CO_2 κατά την αντίδραση: $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$

Επίσης το HCl οξειδώνεται σε Cl_2 : $4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

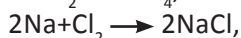
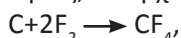
Αντίστοιχα, για την αναγωγή δόθηκε ο ορισμός:

Αναγωγή είναι η ένωση ενός στοιχείου με το υδρογόνο ή η αφαίρεση οξυγόνου από μια χημική ένωση.

π.χ. Το Br_2 ανάγεται σε HBr κατά την αντίδραση: $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HBr}$

και το ZnO ανάγεται σε Zn: $\text{ZnO} + \text{C} \rightarrow \text{Zn} + \text{CO}$

Όμως, υπάρχουν και άλλες αντιδράσεις, όπως:



• Κατά την αναπνοή μεταφέρεται και καταναλώνεται οξυγόνο στους ιστούς.

• Αυθόρμητη ονομάζεται μια αντίδραση που γίνεται από μόνη της και που οδηγεί πολλές φορές το αντιδρών σύστημα σε κατάσταση μικρότερης ενέργειας.

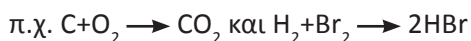
• Η χημική εξίσωση που περιγράφει τη χημική αντίδραση αναφέρεται πολλές φορές και ως χημική αντίδραση.

που μοιάζουν με τις προηγούμενες και που μπορούν να ενταχθούν στην κατηγορία της οξειδοαναγωγής. Έτσι αργότερα, όταν έγινε γνωστή η ηλεκτρονιακή θεωρία για τη δομή του ατόμου και εξηγήθηκαν οι χημικοί δεσμοί, ο ορισμός της οξειδοαναγωγής διευρύνθηκε:

**Οξείδωση είναι η αποβολή ηλεκτρονίων
Αναγωγή είναι η πρόσληψη ηλεκτρονίων**

Με βάση τους τελευταίους ορισμούς γίνεται φανερό ότι για να γίνει οξείδωση δεν είναι οπωσδήποτε απαραίτητο το οξυγόνο, αλλά οποιοδήποτε ηλεκτραρνητικό στοιχείο, όπως π.χ. το φθόριο, που έχει τάση να προσλαμβάνει ηλεκτρόνια. Με ανάλογο τρόπο δεν είναι απαραίτητη η παρουσία του υδρογόνου για την αναγωγή ενός σώματος, αλλά ενός οποιουδήποτε ηλεκτροθετικού στοιχείου π.χ. Na, που έχει τάση να αποβάλλει ηλεκτρόνια.

Υπάρχουν όμως αντιδράσεις οξειδοαναγωγής που δεν καλύπτονται από τον προηγούμενο ορισμό.



Στις αντιδράσεις αυτές δεν παρατηρείται μεταφορά (αποβολή ή πρόσληψη) ηλεκτρονίων, αλλά απλή μετατόπιση φορτίων λόγω των πολωμένων ομοιοπολικών δεσμών στις μοριακές ενώσεις που σχηματίζονται.

Κρίνεται λοιπόν αναγκαίο να δοθεί ένας γενικότερος ορισμός για την οξειδοαναγωγή, ώστε να καλύπτει όλες τις περιπτώσεις. Για το σκοπό αυτό επινοήθηκε ένας νέος όρος στη χημεία, ο **αριθμός οξείδωσης**. Ο αριθμός οξείδωσης μας βοηθά επιπλέον στη γραφή των μοριακών τύπων των ανόργανων ενώσεων (βλέπε Α' Λυκείου), στη συστηματική κατάταξη των χημικών αντιδράσεων και στην ισοστάθμιση των χημικών εξισώσεων οξειδοαναγωγής.

Αριθμός Οξείδωσης

Έστω, δύο στοιχεία Α και Β που σχηματίζουν ομοιοπολικό δεσμό Α-Β (με παύλα - συμβολίζουμε το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων). Αν θεωρήσουμε ότι το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων ανήκει εξ ολοκλήρου στο ηλεκτραρνητικότερο από τα δύο στοιχεία, (ας πούμε στην προκειμένη περίπτωση το Β), τότε φαινομενικά η ένωση έχει τη δομή $A^+ B^-$. Το φαινομενικό αυτό φορτίο των Α και Β ονομάζεται αριθμός οξείδωσης (Α.Ο.). Δηλαδή το Α έχει Α.Ο.=+1 και το Β έχει Α.Ο.=-1.

Μετά απ' αυτό μπορούμε να δώσουμε τον εξής ορισμό:

- **Αριθμός οξείδωσης ενός ατόμου σε μια μοριακή (ομοιοπολική) ένωση, ονομάζεται το φαινομενικό φορτίο που θα αποκτήσει το άτομο αν τα κοινά ζεύγη ηλεκτρονίων αποδοθούν στο ηλεκτραρνητικότερο άτομο (το άτομο που τα έλκει περισσότερο). Αντίστοιχα, αριθμός οξείδωσης ενός ιόντος σε μια ιοντική (ετεροπολική ένωση) είναι το πραγματικό φορτίο του ιόντος.**

Για την καλύτερη κατανόηση του υπολογισμού του αριθμού οξείδωσης παραθέτουμε δύο πίνακες. Στον πρώτο (πίνακας 1.1) δίνονται οι τιμές ηλεκτραρνητικότητας χαρακτηριστικών στοιχείων. Στο δεύτερο (πίνακας 1.2) επιδεικνύεται με χαρακτηριστικά παραδείγματα ο τρόπος με τον οποίο υπολογίζεται θεωρητικά ο αριθμός οξείδωσης.

• Ηλεκτραρνητικότητα ενός ατόμου είναι η δύναμη (τάση) με την οποία το άτομο έλκει ηλεκτρόνια μέσα στα μόρια των ενώσεών του με άλλα άτομα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 Τιμές ηλεκτραρνητικότητας ορισμένων στοιχείων

H 2,1						
Li 1	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8						

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2 Υπολογισμός Α.Ο. με βάση το συντακτικό τύπο της ένωσης

Ένωση	Συντακτικός Τύπος	«Φαινομενική» ιοντική δομή	Αριθμός Οξειδωσης
Νερό	$\text{H}-\text{O}-\text{H}$	$\text{H}^+ - \text{O}^{2-} - \text{H}^+$	H: +1 O: -2
Τετραχλωράνθρακας (Τετραχλωρομεθάνιο)	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl}^- \\ \\ \text{Cl}^- - \text{C}^{4+} - \text{Cl}^- \\ \\ \text{Cl}^- \end{array}$	C: +4 Cl: -1
Υπεροξείδιο του υδρογόνου	$\begin{array}{c} \text{O} \\ / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{H}^+ - (\text{O}-\text{O})^{2-} - \text{H}^+$	O: -1 H: +1
Φθορίδιο του οξυγόνου	$\text{F}-\text{O}-\text{F}$	$\text{F}^- - \text{O}^{2+} - \text{F}^-$	O: +2 F: -1

Πρακτικά, για να υπολογίσουμε τον αριθμό οξείδωσης ενός στοιχείου σε μια ένωση ή σε ένα ιόν, ακολουθούμε τους παρακάτω κανόνες. Οι πρακτικοί αυτοί κανόνες προκύπτουν με βάση τον ορισμό του αριθμού οξείδωσης και τις τιμές ηλεκτραρνητικότητας των στοιχείων.

ΠΡΑΚΤΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΟΥ Α.Ο.

1. Τα ελεύθερα στοιχεία π.χ. Na, Cl₂ έχουν Α.Ο. ίσο με το μηδέν.
2. Ο Α.Ο. των μονοατομικών ιόντων ισούται με το φορτίο των ιόντων.
3. Το φθόριο (F) στις ενώσεις του έχει Α.Ο. -1.
4. Το οξυγόνο (O) στις ενώσεις του έχει Α.Ο. -2, εκτός από το OF₂, όπου έχει +2 και τα υπεροξείδια π.χ. H₂O₂, όπου έχει -1.
5. Ο Α.Ο. του υδρογόνου (H) είναι +1, όταν ενώνεται με αμέταλλα π.χ. HCl και -1, όταν ενώνεται με μέταλλα π.χ. NaH.
6. Τα μέταλλα στις ενώσεις τους έχουν θετικό Α.Ο. Τα αλκάλια (π.χ. K, Na) έχουν Α.Ο. = +1 και οι αλκαλικές γαίες (π.χ. Ca, Mg) Α.Ο. = +2.
7. Το άθροισμα των Α.Ο. των ατόμων σε μια ένωση ισούται με το μηδέν, ενώ το άθροισμα των Α.Ο. των ατόμων σε πολυατομικό ιόν ισούται με το φορτίο του ιόντος.

Ο τελευταίος κανόνας είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για τον υπολογισμό του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου σε μια ένωση ή σε ένα ιόν. π.χ. αν θέλουμε να βρούμε τον αριθμό οξείδωσης του C στις ενώσεις:

CH_4 , CH_3OH , HCHO , HCOOH , CO_2 και C_3H_8 ,

εφαρμόζουμε διαδοχικά τον τελευταίο κανόνα και έχουμε:

$$\text{CH}_4 : \quad 4+x = 0 \text{ ή } x = -4 \text{ όπου } x \text{ ο Α.Ο. του C στο } \text{CH}_4.$$

$$\text{CH}_3\text{OH} : \quad 4+x-2 = 0 \text{ ή } x = -2$$

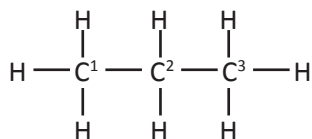
$$\text{HCHO} : \quad 2+x-2 = 0 \text{ ή } x = 0$$

$$\text{HCOOH} : \quad 2+x-4 = 0 \text{ ή } x = +2$$

$$\text{CO}_2 : \quad x-4 = 0 \text{ ή } x = +4$$

$$\text{C}_3\text{H}_8 : \quad 3x+8 = 0 \text{ ή } x = -8/3.$$

Παρατηρούμε στο τελευταίο παράδειγμα, με βάση τους πρακτικούς κανόνες ότι ο αριθμός οξείδωσης ενός στοιχείου μπορεί να είναι κλασματικός αριθμός. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν έχουν όλα τα άτομα άνθρακα στο μόριο του C_3H_8 την ίδια τιμή αριθμού οξείδωσης. Η τιμή $-8/3$ αντιπροσωπεύει το μέσο όρο των τιμών αυτών. Αναλυτικά αν γράψουμε το συντακτικό τύπο του C_3H_8 :



και αριθμήσουμε τα άτομα άνθρακα απ' αριστερά προς τα δεξιά 1, 2, 3, έχουμε:

το 1^ο άτομο C έχει: Α.Ο. = -3

το 2^ο άτομο C έχει: Α.Ο. = -2

το 3^ο άτομο C έχει: Α.Ο. = -3

Μετά την εισαγωγή του αριθμού οξείδωσης, μπορεί να δοθεί ο παρακάτω ορισμός για την οξειδοαναγωγή:

Οξείδωση είναι η αύξηση του αριθμού οξείδωσης ατόμου ή ιόντος.

Αναγωγή είναι η ελάττωση του αριθμού οξείδωσης ατόμου ή ιόντος.

Ο ορισμός αυτός καλύπτει όλες τις δυνατές περιπτώσεις που ονομάζουμε σήμερα οξείδωση και αναγωγή. Δηλαδή, κάθε αύξηση του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου αντιστοιχεί σε οξείδωση και αντιστρόφως κάθε φαινόμενο οξείδωσης αντιστοιχεί σε κάποια αύξηση του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου. Με το ίδιο σκεπτικό, κάθε ελάττωση του αριθμού οξείδωσης αντιστοιχεί σε αναγωγή και κάθε αναγωγή αντιστοιχεί σε κάποια ελάττωση του αριθμού οξείδωσης ενός στοιχείου.

Οξειδοαναγωγή

Αν σε μια αντίδραση σε κάποιο άτομο ή ιόν έχουμε αύξηση του αριθμού οξείδωσης, δηλαδή οξείδωση, πρέπει σε κάποιο άλλο άτομο να έχουμε ελάττωση του αριθμού οξείδωσης, δηλαδή αναγωγή. Παρατηρούμε λοιπόν ότι μια αντίδραση οξείδωσης συνοδεύεται απαραίτητα με αναγωγή γι' αυτό και οι αντιδράσεις αυτές ονομάζονται οξειδοαναγωγικές.

Υπάρχουν αντιδράσεις στις οποίες δε μεταβάλλεται ο αριθμός οξείδωσης των στοιχείων που συμμετέχουν σ' αυτές. Οι αντιδράσεις αυτές ονομάζονται **μεταθετικές** (ή μη οξειδοαναγωγικές). Τέτοιες αντιδράσεις είναι οι αντιδράσεις

εξουδετέρωσης και διπλής αντικατάστασης, που συναντήσαμε στο κεφάλαιο των οξέων - βάσεων (Α' Λυκείου).

Παράδειγμα 1.1

Ποιες από τις παρακάτω αντιδράσεις είναι οξειδοαναγωγής και ποιες μεταθετικές; Σε κάθε αντίδραση οξειδοαναγωγής να βρεθεί ποιο στοιχείο οξειδώνεται και ποιο ανάγεται.

- $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$
- $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
- $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$
- $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

- Στην αντίδραση $C + O_2 \rightarrow CO_2$ ο άνθρακας οξειδώνεται από 0 σε +4 και το οξυγόνο ανάγεται από 0 σε -2.
- Στην αντίδραση $2Na + Cl_2 \rightarrow 2NaCl$ το νάτριο οξειδώνεται από 0 σε +1 και το χλώριο ανάγεται από 0 σε -1.
- Στην αντίδραση $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$ ο ψευδάργυρος οξειδώνεται από 0 σε +2 και το υδρογόνο ανάγεται από +1 σε 0.
- Στην αντίδραση αυτή κανενός στοιχείου ο Α.Ο. δεν μεταβάλλεται, δηλαδή η αντίδραση είναι μεταθετική.
- Και η αντίδραση αυτή είναι μεταθετική.

Εφαρμογή

Να βρεθεί ποιες από τις επόμενες αντιδράσεις είναι οξειδοαναγωγικές και ποιες όχι. Σε κάθε αντίδραση οξειδοαναγωγής να βρεθεί ποιο στοιχείο οξειδώνεται και ποιο ανάγεται.

- $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$
- $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$
- $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$
- $CO_2 + 2KOH \rightarrow K_2CO_3 + H_2O$
- $C + 2H_2SO_4 \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O$

(1.2) Κυριότερα οξειδωτικά - αναγωγικά. Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής

Παρατηρούμε στην αντίδραση $C + O_2 \rightarrow CO_2$ ότι το O_2 , το οποίο ανάγεται, προκαλεί οξείδωση στον C και ο C, ο οποίος οξειδώνεται, προκαλεί αναγωγή στο O_2 . Στο παράδειγμα αυτό το οξυγόνο χαρακτηρίζεται ως οξειδωτική ουσία, ενώ ο άνθρακας ως αναγωγική ουσία. Για να γίνει όμως οξείδωση δεν είναι οπωσδήποτε απαραίτητο το οξυγόνο, αλλά οποιοδήποτε στοιχείο ή ένωση ή ιόν, που έχει άτομο διατεθειμένο να κατέβει την κλίμακα τιμών αριθμού οξείδωσής του (βλέπε σχήμα στην επόμενη σελίδα). Γενικεύοντας μπορούμε να ορίσουμε:

- *Οξειδωτικές ουσίες ή απλά οξειδωτικά ονομάζονται οι ουσίες (στοιχεία, χημικές ενώσεις ή ιόντα) που προκαλούν οξείδωση.*

Τα οξειδωτικά περιέχουν άτομα που μπορούν να αναχθούν, που μπορούν δηλαδή να ελαττώσουν τον αριθμό οξείδωσής τους. Π.χ το πυκνό διάλυμα HNO_3 χαρακτηρίζεται ως οξειδωτικό, καθώς κατά την μετατροπή του σε NO_2 , το άζωτο κατεβαίνει από +5 σε +4 την κλίμακα αριθμών οξείδωσής του.

Αυτή την αντίδραση μπορούμε να τη συμβολίσουμε είτε με ημιαντίδραση

Οξειδοαναγωγή