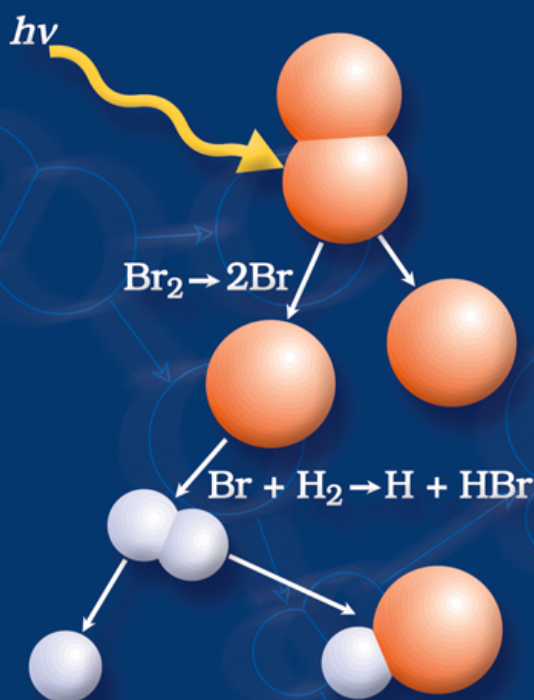


Π. ΠΑΛΑΜΙΤΖΟΓΛΟΥ

# ΟΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ Η ΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ΤΟΥ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ



Περιλαμβάνει:  
Στοιχειομετρικές ασκήσεις  
και προβλήματα  
με τις απαντήσεις τους



ISBN 960-431-738-5

© Copyright, 2001, Π. Παλαμιτζόγλου, Εκδόσεις ΖΗΤΗ,

---

*Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του Ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.*

---



**Φωτοστοιχειοθεσία  
Εκτύπωση**

**Βιβλιοπωλείο**

**www.ziti.gr**

**Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ**

18ο χλμ Θεσ/νίκης-Περαιάς

Τ.Θ. 171 • Νέοι Επιβάτες Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19

Τηλ.: 0392-72.222 (3 γραμ.) - Fax: 0392-72.229

e-mail: info@ziti.gr

**ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ**

Αρμενοπούλου 27 • 546 35 Θεσσαλονίκη

Τηλ. (031) 203.720, Fax 211.305

e-mail: sales@ziti.gr



Αγαπητέ συνάδελφε - μαθητή,

Όλοι γνωρίζουμε ότι η γραφή των χημικών εξισώσεων των αντιδράσεων αποτελούσε και αποτελεί, για το μεγαλύτερο ίσως αριθμό μαθητών, ιδιαίτερα σοβαρό πρόβλημα. Πολλοί μάλιστα πιστεύουν ότι το πρόβλημα αυτό είναι η κύρια αιτία για την οποία οι μαθητές αποστρέφονται τη Χημεία.

Τι είναι όμως αυτό που εμποδίζει το μαθητή να αποκτήσει ευχέρεια στη γραφή των χημικών εξισώσεων των αντιδράσεων;

Η εμπειρία που απέκτησα, διδάσκοντας επί χρόνια σε φροντιστηριακές και σχολικές τάξεις, απέδειξε ότι ο αποκλειστικός λόγος είναι η εντύπωση που έχει ο μαθητής, ότι θα πρέπει να μάθει να γράφει τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων με τη βοήθεια της μνήμης.

Στο βιβλίο αυτό, στην προσπάθειά μου να βοηθήσω τους μαθητές, θα επιχειρήσω να τους πείσω ότι η γραφή των χημικών εξισώσεων των αντιδράσεων είναι υπόθεση κρίσης - σκέψης και όχι μνήμης και ότι οι ασκήσεις και τα προβλήματα, που η λύση τους στηρίζεται στη στοιχειομετρία των χημικών εξισώσεων των αντιδράσεων, αντιμετωπίζονται πιο εύκολα.

Το βιβλίο είναι χωρισμένο σε πέντε μέρη: ένα γενικό που απευθύνεται σε όλους τους μαθητές του λυκείου και τέσσερα ειδικά. Τα ειδικά μέρη απευθύνονται ξεχωριστά στους μαθητές της Α' λυκείου, της Β' γενικής παιδείας, της Β' δευτικής-τεχνολογικής κατεύθυνσης και στους μαθητές της Γ' δευτικής-τεχνολογικής κατεύθυνσης.

Επιθυμώ, επίσης, να επισημάνω ότι το βιβλίο απευθύνεται τόσο στους μαθητές που έχουν σοβαρό πρόβλημα στη γραφή των χημικών εξισώσεων των αντιδράσεων, όσο και στους καλούς ή πολύ καλούς μαθητές. Οι μαθητές της δεύτερης περίπτωσης αφενός θα κατανοήσουν καλύτερα τον τρόπο συμπλήρωσης των χημικών εξισώσεων των αντιδράσεων πολύπλοκης μορφής, αφετέρου θα αποκτήσουν περισσότερα εφόδια για την επιτυχή αντιμετώπιση των πανελληνίων εξετάσεων.

Με ευχές για καλή επιτυχία

Παναγιώτης Παλαμιτζόγλου



## Περιεχόμενα

---

### Γενικό Μέρος (για τους μαθητές όλων των τάξεων)

Χημικές αντιδράσεις και χημικές εξισώσεις .....	11
Στοιχειομετρία χημικών εξισώσεων -	
Στοιχειομετρικές ασκήσεις και προβλήματα .....	17
Σθένος των στοιχείων και αριθμός οξείδωσης .....	19
Σθένος των στοιχείων .....	19
Αριθμός οξείδωσης .....	21
Κανόνες υπολογισμού αριθμού οξείδωσης .....	22
Γραφή μοριακών τύπων ενώσεων .....	23
Μη οξειδοαναγωγικές και οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις .....	24
Οξείδια - Οξέα - Βάσεις και Άλατα .....	25
Πώς σκεπτόμαστε για να γράψουμε τη χημική εξίσωση μας αντίδρασης .....	28

### Α' Μέρος

#### Από την ύλη της Α' Ενιαίου Λυκείου

Μη οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις .....	31
Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής .....	48
Ασκήσεις και προβλήματα .....	59

### Β' Μέρος

#### Από την ύλη της Β' Ενιαίου Λυκείου - Γενικής Παιδείας

Αντιδράσεις καύσης .....	69
Αντιδράσεις αντικατάστασης .....	81
Αντιδράσεις προσθήκης .....	87
Αντιδράσεις πολυμερισμού .....	95
Αντιδράσεις συμπίκνωσης .....	98
Αντιδράσεις απόσπασης .....	100
Αντιδράσεις αποικοδόμησης και ανοικοδόμησης .....	102



Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής .....	104
Μερικές πολύ χρήσιμες αντιδράσεις .....	108
Ένας άλλος τρόπος κατάταξης των χημικών αντιδράσεων .....	111
Ασκήσεις και προβλήματα .....	119

## Γ' Μέρος

### Από την ύλη της Β' Ενιαίου Λυκείου Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης

Θερμοχημικές αντιδράσεις .....	131
Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής πολύπλοκης μορφής .....	133
Αναλυτικός τρόπος γραφής χημικών εξισώσεων .....	135
Συνοπτικός τρόπος γραφής χημικών εξισώσεων .....	140
Μέθοδος ημαντιδράσεων .....	170
Ηλεκτροχημικές αντιδράσεις .....	174
Χημικές αντιδράσεις βιομηχανικού ενδιαφέροντος (μόνο για την Τεχνολογική Κατεύθυνση) .....	179
Ασκήσεις και προβλήματα .....	192

## Δ' Μέρος

### Από την ύλη της Γ' Ενιαίου Λυκείου Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης

Αντιδράσεις οξέων και βάσεων κατά Brønsted-Lowry .....	215
Ηλεκτροχημικές αντιδράσεις - Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής .....	216
Χημικές εξισώσεις και μηχανισμοί αντιδράσεων στην οργανική χημεία .....	222
Αντιδράσεις υποκατάστασης .....	223
Αντιδράσεις απόσπασης .....	231
Αντιδράσεις προσθήκης .....	234
Αντιδράσεις πολυμερισμού .....	241
Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής .....	243
Αντιδράσεις οξέων - βάσεων .....	253
Συνθέσεις - μετατροπές και διακρίσεις οργανικών ενώσεων .....	257
Ασκήσεις και προβλήματα .....	267

### Απαντήσεις - Λύσεις ασκήσεων και προβλημάτων ..... 281

Βιβλιογραφία .....	317
--------------------	-----

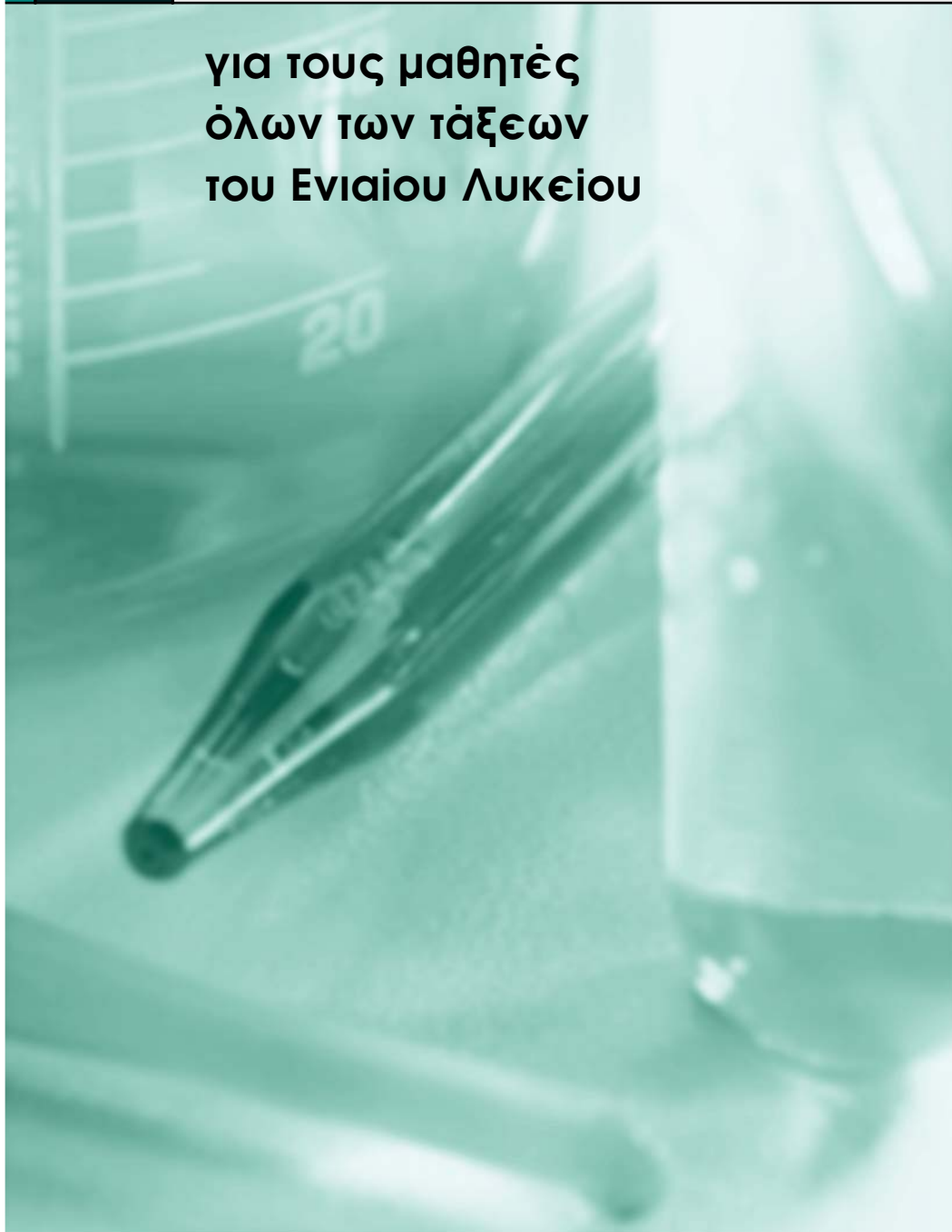




Π. ΠΑΛΑΜΙΤΖΟΓΛΟΥ - ΟΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ Η ΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

# ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

για τους μαθητές  
όλων των τάξεων  
του Ενιαίου Λυκείου







## Χημικές αντιδράσεις και Χημικές εξισώσεις

Είναι σκόπιμο να διευκρινίσουμε από την αρχή ότι άλλο πράγμα είναι η χημική αντίδραση και άλλο η χημική εξίσωση, η οποία παριστάνει μια χημική αντίδραση. Έτσι, θα έχουμε διορθώσει μια εσφαλμένη αντίληψη που, για πολλά χρόνια, κυριαρχεί στην ορολογία της Χημείας.

Η **χημική αντίδραση** είναι η **χημική μεταβολή** που συμβαίνει υπό ορισμένες συνθήκες, δηλαδή **το φαινόμενο** που με την ολοκλήρωσή του μία ή περισσότερες χημικές ενώσεις, αντιδρώντα, μετασχηματίζονται σε μία ή περισσότερες άλλες, τα προϊόντα.

Η χημική εξίσωση είναι η **παράσταση** εκείνη που δίνει πληροφορίες ποιοτικές και ποσοτικές, που σχετίζονται με τα αντιδρώντα και τα προϊόντα της χημικής αντίδρασης. Πολλές φορές, η χημική εξίσωση μας πληροφορεί για τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας που εφαρμόστηκαν ή και για τους καταλύτες που χρησιμοποιήθηκαν, για να διεξαχθεί η χημική αντίδραση.

Πριν από την αναφορά οποιασδήποτε πληροφορίας, που μπορεί να αντληθεί από μια χημική εξίσωση, είναι αναγκαίο να τονίσουμε ότι το βέλος ( $\rightarrow$ ) που τοποθετείται ανάμεσα στα αντιδρώντα και τα προϊόντα ( $A \rightarrow \Pi$ ) παίζει τον ίδιο ρόλο με αυτόν του συμβόλου της ισότητας στις μαθηματικές εξισώσεις. Στο σημείο αυτό να θυμίσουμε ότι, παλαιότερα, ανάμεσα στα αντιδρώντα (A) και τα προϊόντα (Π) τοποθετούνταν το σύμβολο της ισότητας. Σχηματικά, δηλαδή, μια χημική εξίσωση γράφονταν:  $A = \Pi$ . Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούμε στη χημεία τον όρο «χημική εξίσωση».

*Γιατί όμως χρησιμοποιούνταν το σύμβολο της ισότητας;*

Απλούστατα, διότι η μάζα των αντιδρώντων είναι πάντοτε ίση με τη μάζα των προϊόντων, σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της μάζας. Επίσης, ο αριθμός ατόμων από κάθε στοιχείο που συμμετέχει στα αντιδρώντα είναι ίσος με τον αριθμό ατόμων του στοιχείου αυτού που συμμετέχει στα προϊόντα.

Τελικά, το σύμβολο της ισότητας αντικαταστάθηκε από το βέλος ( $\rightarrow$ ), για να δηλώνεται και η πορεία της χημικής μεταβολής.

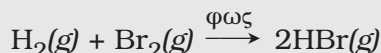


*Ποιες είναι όμως οι ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες, που μπορούμε να ανιλήσουμε παρατηρώντας μια χημική εξίσωση;*

Ας μελετήσουμε μερικά παραδείγματα.

## 1ο Παράδειγμα

Ποιες ποιοτικές, ποσοτικές ή άλλες πληροφορίες προκύπτουν από τη χημική εξίσωση:



### Απάντηση:

#### α) Ποιοτικές πληροφορίες

- Στην αντίδραση συμμετέχουν ως αντιδρώντα το υδρογόνο,  $\text{H}_2$  και το βρώμιο,  $\text{Br}_2$  και η παραγόμενη χημική ένωση είναι το υδροβρώμιο,  $\text{HBr}$ .
- Το  $\text{H}_2$  είναι αέριο. (Όταν η χημική ουσία βρίσκεται στην αέρια κατάσταση, κάνουμε χρήση του συμβόλου **g**, που είναι το πρώτο γράμμα της αγγλικής λέξης **gas**=αέριο).
- Το υγρό βρώμιο βρίσκεται στην κατάσταση των ατμών. Και για τους ατμούς χρησιμοποιούμε το γράμμα **g**.
- Το υδροβρώμιο,  $\text{HBr}$ , βρίσκεται στην αέρια κατάσταση (ατμών).

#### β) Ποσοτικές πληροφορίες

- Ένα μόριο  $\text{H}_2$  και ένα μόριο  $\text{Br}_2$  αντιδρούν, για να παραχθούν δύο μόρια  $\text{HBr}$ .
- Ένα mole  $\text{H}_2$  ή 2 g αυτού του στοιχείου, που η σχετική ατομική μάζα του είναι ίση με 1, αντιδρούν με ένα mole ή  $2 \times 80 = 160$  g  $\text{Br}_2$  (η σχετική ατομική μάζα του βρωμίου είναι ίση με 80) και παράγονται δύο mole ή  $2 \times 81 = 162$  g  $\text{HBr}$  (η σχετική μοριακή μάζα του  $\text{HBr}$  είναι ίση με 81).
- Ένας γραμμομοριακός όγκος ( $V_{\text{mole}}$ )  $\text{H}_2$  και ένας  $V_{\text{mole}}$   $\text{Br}_2$  αντιδρούν μεταξύ τους για να παραχθούν δύο  $V_{\text{mole}}$   $\text{HBr}$  ή 22,4 L  $\text{H}_2$  (STP) και 22,4 L  $\text{Br}_2$  (STP) αντιδρούν για το σχηματισμό  $2 \times 22,4 = 44,8$  L  $\text{HBr}$  (STP).
- $N_A = 6,023 \times 10^{23}$  μόρια  $\text{H}_2$  αντιδρούν με  $N_A$  μόρια  $\text{Br}_2$  για το σχηματισμό  $2 \times N_A$  μορίων  $\text{HBr}$  (όπου  $N_A$  ο αριθμός Avogadro).



- $2 \times N_A = 2 \times 6,023 \times 10^{23}$  άτομα υδρογόνου, H, αντιδρούν με  $2 \times N_A$  άτομα βρωμίου, Br, για να σχηματίσουν  $2 \times N_A$  μόρια HBr.

### γ) Άλλες πληροφορίες

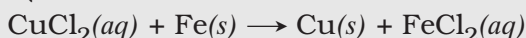
- Η λέξη «φως» που αναγράφεται στο βέλος, που υπάρχει ανάμεσα στα αντιδρώντα και τα προϊόντα, υποδηλώνει ότι η συγκεκριμένη αντίδραση διεξάγεται απαραίτητα με την παρουσία φωτός. Δηλαδή, μας πληροφορεί για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες διεξάγεται η χημική αντίδραση.



**Σημείωση:** Όταν η λέξη «mole» εκφράζει μάζα, που αντιστοιχεί σε  $N_A$  άτομα χημικού στοιχείου ή σε  $N_A$  μόρια στοιχείου ή χημικής ένωσης, γράφεται στο τέλος με «e». Π.χ. Το mole του οξυγόνου ζυγίζει 32 g ή  $\text{mole}_{\text{O}_2} = 32 \text{ g}$ . Επίσης, το mole της αμμωνίας ζυγίζει 17 g ή  $\text{mole}_{\text{NH}_3} = 17 \text{ g}$ . Πολλές φορές τη μάζα που αντιστοιχεί σε ένα mole την ονομάζουμε molar mass και τη συμβολίζουμε με το γράμμα M. Όταν τη λέξη mole θέλουμε να τη χρησιμοποιήσουμε, ως μονάδα μέτρησης, δηλαδή για να δηλώσουμε κάποιο αριθμό (πλήθος) από mole, τότε τη γράφουμε χωρίς «e» στο τέλος. Π.χ. 5 mol  $\text{O}_2$  ή 1 mol  $\text{NH}_3$ . ▲

## 2ο Παράδειγμα

Ποιες ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες προκύπτουν από τη χημική εξίσωση:



### Απάντηση:

#### α) Ποιοτικές πληροφορίες

- Στην αντίδραση συμμετέχουν ως αντιδρώντα ο χλωριούχος δισθενής χαλκός,  $\text{CuCl}_2$  και ο μεταλλικός σίδηρος, Fe, και οι χημικές ουσίες που παράγονται είναι ο μεταλλικός χαλκός, Cu και ο χλωριούχος δισθενής σίδηρος,  $\text{FeCl}_2$ .
- Ο  $\text{CuCl}_2$  βρίσκεται σε υδατικό διάλυμα. (Όταν η χημική ουσία βρίσκεται διαλυμένη στο νερό, κάνουμε χρήση του συμβόλου **aq**, που είναι τα δύο πρώτα γράμματα της λατινικής λέξης **aqua**=νερό).
- Ο μεταλλικός σίδηρος βρίσκεται στη στερεή κατάσταση, γεγονός που υποδηλώνεται από το σύμβολο **s**, που είναι το πρώτο γράμμα της αγγλικής λέξης **solid**=στερεός.



- Ομοίως, σε ότι αφορά τα προϊόντα αυτής της χημικής αντίδρασης, η χημική εξίσωση μας πληροφορεί ότι ο Cu βρίσκεται στη στερεή κατάσταση και ο  $\text{FeCl}_2$  σε διάλυση, δηλαδή με τη μορφή εφυδατωμένων ιόντων.

## β) Ποσοτικές πληροφορίες

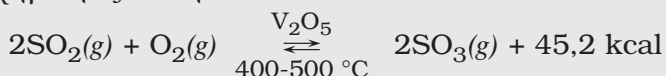
- Ένα «μόριο»  $\text{CuCl}_2$  και ένα άτομο Fe αντιδρούν για να παραχθούν ένα άτομο Cu και ένα «μόριο»  $\text{FeCl}_2$ .
- Ένα mole  $\text{CuCl}_2$  ή 134,5 g ( $63,5 + 2 \times 35,5$ ) αυτής της χημικής ουσίας αντιδρούν με ένα mole ατόμων Fe ή 56 g αυτού του στοιχείου και παράγονται ένα mole ατόμων Cu ή 63,5 g του και 1 mole ή 127 g  $\text{FeCl}_2$ .
- $N_A$  «μόρια»  $\text{CuCl}_2$  και  $N_A$  άτομα Fe αντιδρούν μεταξύ τους για να σχηματίσουν  $N_A$  άτομα Cu και  $N_A$  «μόρια»  $\text{FeCl}_2$  (όπου  $N_A = 6,023 \times 10^{23}$  είναι ο αριθμός Avogadro).



**Σημείωση:** Τη λέξη μόριο την τοποθετούμε σε εισαγωγικά, για να δηλώσουμε ότι στην πραγματικότητα στις ενώσεις ιοντικής κατασκευής δεν έχει νόημα η χρήση της λέξης αυτής, επειδή δεν υπάρχει και η έννοια του μορίου. Στην ξένη βιβλιογραφία, αντί αυτής, γίνεται χρήση του όρου: «τυπικό μόριο».

## 3ο Παράδειγμα

Ποιες ποιοτικές, ποσοτικές ή άλλες πληροφορίες προκύπτουν από τη χημική εξίσωση:



### Απάντηση:

#### α) Ποιοτικές πληροφορίες

- Στην αντίδραση αυτή συμμετέχουν, ως αντιδρώντα, το διοξείδιο του θείου,  $\text{SO}_2$  και το οξυγόνο,  $\text{O}_2$ , ενώ το προϊόν που παράγεται είναι το τριοξείδιο του θείου,  $\text{SO}_3$ .
- Όλες οι χημικές ουσίες είτε αναφέρονται στα αντιδρώντα είτε στα προϊόντα είναι αέρια.
- Η χημική αντίδραση, στην οποία ανιστοιχίζεται η χημική εξίσωση,



είναι θερμοχημική και μάλιστα εξώθερμη, γεγονός που φαίνεται από το ότι στο δεύτερο μέλος της χημικής εξίσωσης σημειώνεται, ως προϊόν, και κάποιο ποσό θερμότητας.

### β) Ποσοτικές πληροφορίες

- Δύο μόρια  $\text{SO}_2$  και ένα μόριο  $\text{O}_2$  αντιδρούν μεταξύ τους για να σχηματίσουν δύο μόρια  $\text{SO}_3$ .
- Δύο mole  $\text{SO}_2$  ή  $2 \times 64 = 128$  g αυτής της αέριας χημικής ένωσης (σχετικής μοριακής μάζας:  $1 \times 32 + 2 \times 16 = 64$ ) αντιδρούν με ένα mole ή 32 g  $\text{O}_2$  (η σχετική ατομική μάζα του οξυγόνου είναι ίση με 16) για να παραχθούν δύο mole ή  $2 \times 80 = 160$  g  $\text{SO}_3$  (σχετικής μοριακής μάζας:  $1 \times 32 + 3 \times 16 = 80$ ).
- Δύο γραμμομοριακοί όγκοι ( $V_{\text{mole}}$ ) του  $\text{SO}_2$  αντιδρούν με ένα  $V_{\text{mole}}$   $\text{O}_2$  για να παραχθούν δύο  $V_{\text{mole}}$   $\text{SO}_3$ . Επίσης  $2 \times 22,4 = 44,8$  L  $\text{SO}_2$  (STP) και 22,4 L  $\text{O}_2$  (STP) αντιδρούν μεταξύ τους για να σχηματίσουν  $2 \times 22,4 = 44,8$  L  $\text{SO}_3$  (STP).
- $2 \times N_A$  μόρια  $\text{SO}_2$  και  $N_A$  μόρια  $\text{O}_2$  αντιδρούν για να σχηματίσουν  $2 \times N_A$  μόρια  $\text{SO}_3$ .
- Το ποσό της θερμότητας που αποβάλλεται κατά την εξέλιξη αυτής της εξώθερμης αντίδρασης είναι 45,2 kcal για κάθε 2 mol σχηματιζόμενου αερίου  $\text{SO}_3$  ή ότι  $Q_{\text{σχ. SO}_3} = 22,6$  kcal/mol.
- Κατά την αντίδραση του  $\text{SO}_2$  και του  $\text{O}_2$  για το σχηματισμό  $\text{SO}_3$ , ο μετασχηματισμός των αντιδρώντων σε προϊόντα δεν είναι πλήρης. Μετά το σχηματισμό κάποιας ποσότητας  $\text{SO}_3$ , οι ποσότητες όλων των χημικών ουσιών που συμμετέχουν στο χημικό σύστημα, είτε ως αντιδρώντα είτε ως προϊόντα, παραμένουν σταθερές. Αυτό δε σημαίνει ότι οι χημικές δράσεις δε συνεχίζονται προς τις δύο κατευθύνσεις. Τουναντίον, οι δράσεις συνεχίζονται εκατέρωθεν με ίσες ταχύτητες, δηλαδή με σχηματισμό ίσου αριθμού μορίων στη μονάδα χρόνου, για κάθε μια από τις χημικές ουσίες που συμμετέχουν στο χημικό σύστημα. Έτσι λέμε ότι το χημικό σύστημα έφθασε σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας. Το γεγονός ότι το χημικό σύστημα έχει φθάσει σε κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας φαίνεται από την τοποθέτηση του αμφίδρομου βέλους ( $\rightleftharpoons$ ) ανάμεσα στα αντιδρώντα και τα προϊόντα.

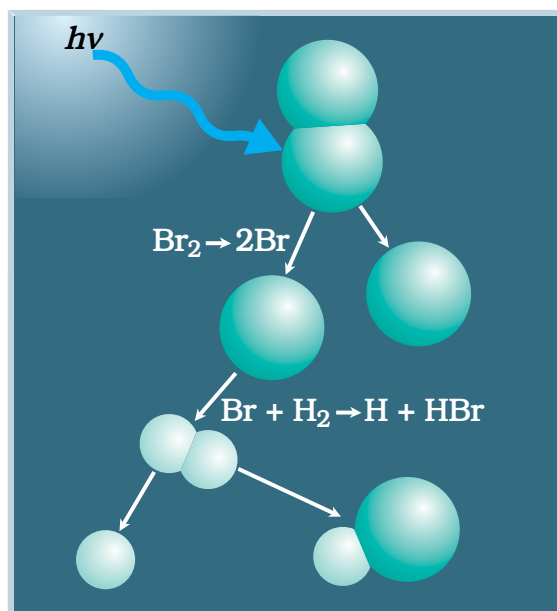
### γ) Άλλες πληροφορίες

Οι υπόλοιπες πληροφορίες σχετίζονται με τη χρήση καταλυτών και την εφαρμογή κάποιων συνθηκών.



- Επάνω στο αμφίδρομο βέλος της χημικής εξίσωσης, που παριστάνει την αντίδραση παρασκευής του  $\text{SO}_3$  από  $\text{SO}_2$  και  $\text{O}_2$ , σημειώνεται ο μοριακός τύπος του πεντοξειδίου του βαναδίου,  $\text{V}_2\text{O}_5$ , επειδή χρησιμοποιήθηκε στη χημική αντίδραση ως καταλύτης. Γενικά, όταν σε μία χημική αντίδραση χρησιμοποιείται καταλύτης, σημειώνουμε το χημικό του τύπο ή το όνομά του επάνω στο βέλος της χημικής εξίσωσης, που δείχνει την πορεία της χημικής αντίδρασης.
- Κάτω από το αμφίδρομο βέλος της χημικής εξίσωσης σημειώνεται η θερμοκρασία ( $400\text{--}500\text{ }^\circ\text{C}$ ), στην οποία εξελίχθηκε η χημική αντίδραση. ▲

Τέλος, επισημαίνουμε ότι, όταν στη χημική αντίδραση συμμετέχουν αέρια και αυτή εξελίσσεται υπό πίεση, τότε επάνω ή κάτω από το βέλος, απλό ή αμφίδρομο, σημειώνουμε το γράμμα **P**, που είναι το πρώτο γράμμα της αγγλικής λέξης **pressure**=πίεση.



Σχηματική παράσταση με μοντέλα της αντίδρασης σχηματισμού του υδροβρωμίου.





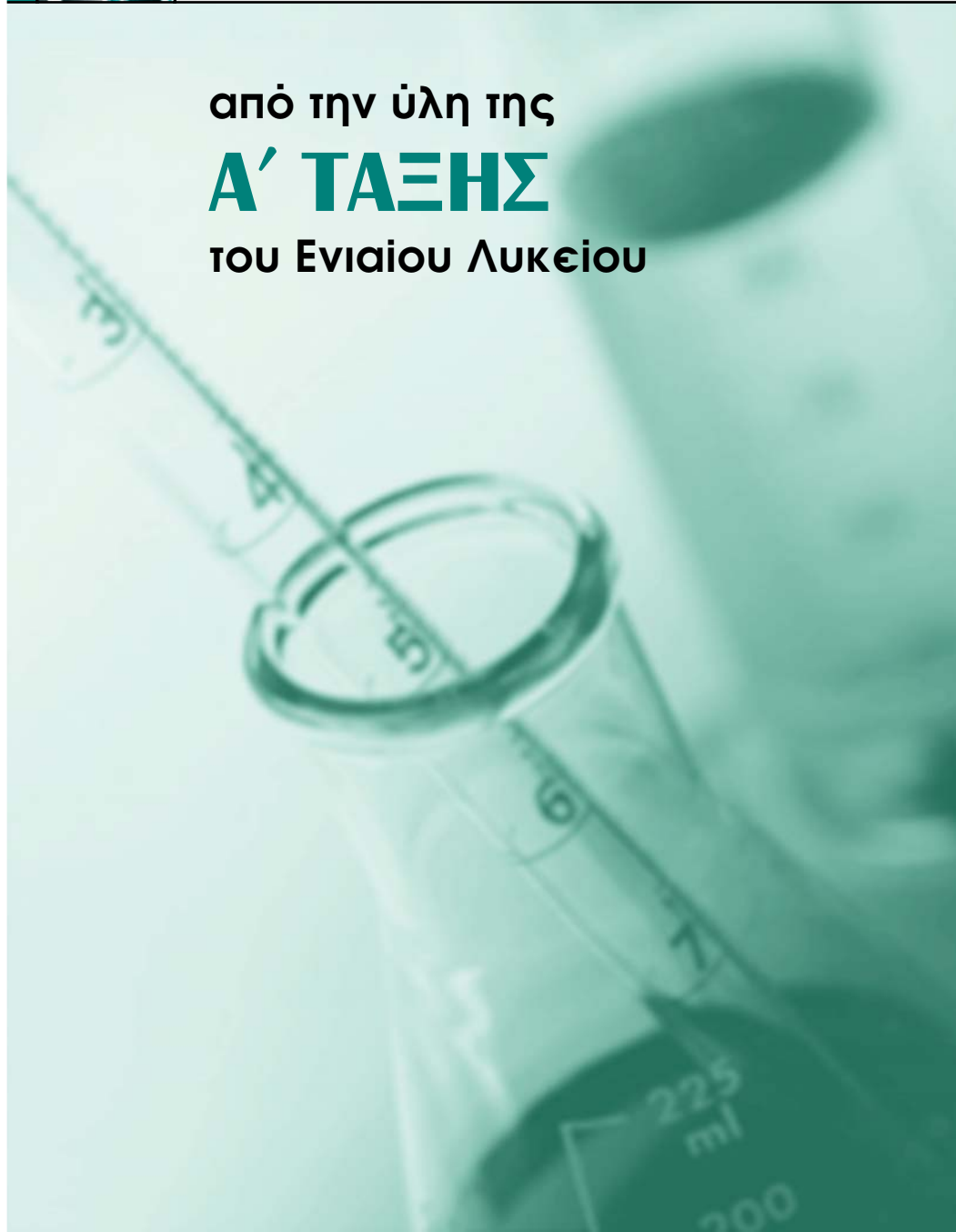
Π. ΠΑΛΑΜΙΤΖΟΓΛΟΥ - ΟΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ Η ΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

# Α΄ ΜΕΡΟΣ

από την ύλη της

**Α΄ ΤΑΞΗΣ**

του Ενιαίου Λυκείου





**Η** διδακτέα ύλη του μαθήματος της χημείας της Α' τάξης του ενιαίου λυκείου περιλαμβάνει, στο τρίτο κεφάλαιο, τη διδασκαλία των μη οξειδοαναγωγικών και των οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων απλής μορφής, καθώς και τη γραφή των αντίστοιχων χημικών εξισώσεων.

Στο Α' μέρος του βιβλίου αυτού θα δείξουμε πώς είναι δυνατό να γράφει ο μαθητής τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων, που αναφέρθηκαν παραπάνω, με τη βοήθεια της σκέψης-κρίσης και όχι της μνήμης.

Στα πλαίσια της προσπάθειας αυτής θα διακρίνουμε τις μη οξειδοαναγωγικές, αλλά και τις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις σε διάφορα είδη.

#### **A. Μη οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις**

1. όξινο οξείδιο + νερό  $\longrightarrow$  οξύ
2. βασικό οξείδιο + νερό  $\longrightarrow$  βάση
3. οξύ + βάση  $\longrightarrow$  άλας + νερό
4. όξινο οξείδιο + βάση  $\longrightarrow$  άλας + νερό
5. οξύ + βασικό οξείδιο  $\longrightarrow$  άλας + νερό
6. όξινο οξείδιο + βασικό οξείδιο  $\longrightarrow$  άλας
7. οξύ + άλας  $\longrightarrow$  νέο οξύ + νέο άλας
8. βάση + άλας  $\longrightarrow$  νέα βάση + νέο άλας
9. άλας<sub>1</sub> + άλας<sub>2</sub>  $\longrightarrow$  νέο άλας<sub>1</sub> + νέο άλας<sub>2</sub>

#### **B. Αντιδράσεις οξειδοαναγωγής απλής μορφής**

1. σύνθεσης
2. αποσύνθεσης ή διάσπασης
3. απλής αντικατάστασης



3ο Είδος:

ΟΞΥ

+

ΒΑΣΗ

→

ΑΛΑΣ

+

ΝΕΡΟ

**Παράδειγμα**

Να συμπληρωθεί η χημική εξίσωση:

**Απάντηση:**

Το άλας, ως κύριο προϊόν μας μη οξειδοαναγωγικής αντίδρασης ανάμεσα σε ένα οξύ και μία βάση, αποτελείται από ένα θετικό τμήμα, που είναι πάντοτε το θετικό τμήμα που προέρχεται από τη βάση, και ένα αρνητικό τμήμα, που προκύπτει από το αντίστοιχο οξύ.

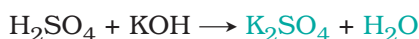
Για να γράψουμε το χημικό τύπο του αλατος, στη συγκεκριμένη περίπτωση, παραθέτουμε αυτά τα δύο τμήματα το ένα δίπλα στο άλλο,



και τους αριθμούς οξείδωσής τους (σθένη) τους τοποθετούμε «χιαστί» δείκτες κατά τα γνωστά. Έτσι προκύπτει για το άλας ο μοριακός τύπος που ακολουθεί:



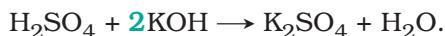
Η χημική εξίσωση συμπληρωμένη ως προς τα προϊόντα γράφεται:



Για τον υπολογισμό της στοιχειομετρίας της χημικής εξίσωσης, έτσι ώστε να ικανοποιείται η αρχή διατήρησης της μάζας, εργαζόμαστε ως εξής.

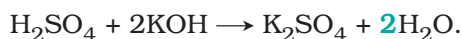
Κατ' αρχήν, ορίζουμε ως συντελεστή του KOH τον αριθμό 2, επειδή και τα άτομα του καλίου στο δεύτερο μέλος είναι 2.

Η χημική εξίσωση τώρα γράφεται:



Στη συνέχεια, επειδή τα άτομα του υδρογόνου στο πρώτο μέλος είναι  $2+2=4$ , τοποθετούμε ως συντελεστή του  $\text{H}_2\text{O}$  στο δεύτερο μέλος τον αριθμό 2, ώστε και εκεί να έχουμε 4 άτομα υδρογόνου.

Τελικά έχουμε:





Ο έλεγχος της ορθότητας των συντελεστών με τη βοήθεια του αριθμού ατόμων οξυγόνου στο πρώτο και δεύτερο μέλος δίνει:

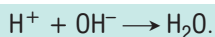
$$\text{Αντιδρώντα: } 1 \times 4 + 2 \times 1 = 6 \quad (\text{άτομα οξυγόνου})$$

$$\text{Προϊόντα: } 1 \times 4 + 2 \times 1 = 6 \quad (\text{άτομα οξυγόνου})$$

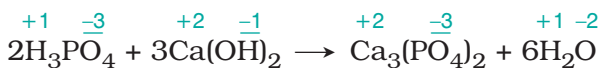
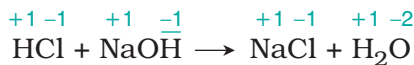
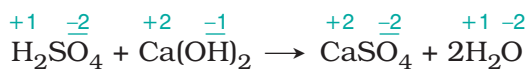
Άρα, η χημική εξίσωση είναι ορθά γραμμένη.



**Παρατήρηση:** Κάθε χημική αντίδραση ανάμεσα σε ένα οξύ και μία βάση ονομάζεται αντίδραση εξουδετέρωσης, επειδή το κατιόν του υδρογόνου,  $\text{H}^+$ , που προκύπτει από τον **ιοντισμό** του οξέος και το υδροξείδιο,  $\text{OH}^-$ , που προέρχεται από τη **διάσπαση** της βάσης αντιδρούν μεταξύ τους, για να σχηματίσουν μόρια νερού, που είναι μόρια ομοιοπολικής κατασκευής. Δηλαδή, στην κυριολεξία, έχουμε εξουδετέρωση φορτίων, θετικών και αρνητικών, σύμφωνα με τη χημική εξίσωση:



**Χημικές εξισώσεις άλλων αντιδράσεων, που ανήκουν στο 3ο είδος των μη οξειδοαναγωγικών αντιδράσεων**

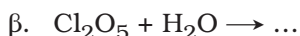
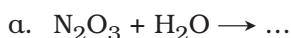






## ΑΣΚΗΣΕΙΣ και ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

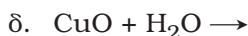
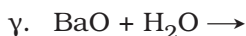
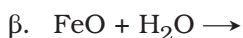
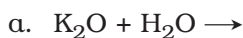
**1** Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις που ακολουθούν, ως προς τα προϊόντα και τη στοιχειομετρία.



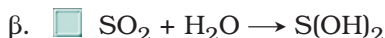
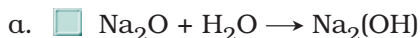
**2** Να σημειώσετε ποιες από τις παρακάτω χημικές εξισώσεις είναι σωστά (Σ) ή λανθασμένα (Λ) γραμμένες.



**3** Να συμπληρωθούν οι χημικές εξισώσεις που ακολουθούν, ως προς τα προϊόντα και τη στοιχειομετρία.



**4** Να σημειώσετε ποιες από τις παρακάτω χημικές εξισώσεις είναι σωστά (Σ) ή λανθασμένα (Λ) γραμμένες.





Π. ΠΑΛΑΜΙΤΖΟΓΛΟΥ - ΟΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ Η ΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ



# Β' ΜΕΡΟΣ

από την ύλη της


**Β' ΤΑΞΗΣ**

του Ενιαίου Λυκείου

Γενικής παιδείας







**Η** διδακτέα ύλη του μαθήματος της χημείας της Β' τάξης ενιαίου λυκείου, γενικής παιδείας, περιλαμβάνει γνωστικά αντικείμενα που ανήκουν στην οργανική χημεία.

Ανάμεσα στα αντικείμενα αυτά περιλαμβάνονται και χημικές αντιδράσεις που αποτελούν μεθόδους παρασκευής ή χημικές ιδιότητες πολλών οργανικών ουσιών.

Ένα μέρος των αντιδράσεων αναφέρονται σε συγκεκριμένες οργανικές ενώσεις και ένα άλλο μέρος σε μικρά ή μεγάλα σύνολα οργανικών ενώσεων.

Χημικές αντιδράσεις, όπως οι καύσεις, που αναφέρονται σε τάξεις οργανικών ενώσεων και χημικές αντιδράσεις, όπως οι αποσπάσεις, οι προσθήκες, οι οξειδώσεις και άλλες, που αναφέρονται σε οργανικές ενώσεις, που ανήκουν στην ίδια ομόλογη σειρά, θα συγκεντρώσουν το ενδιαφέρον μας στο Β' μέρος αυτού του βιβλίου.





## Αντιδράσεις Οξειδοαναγωγής

Ως αντιδράσεις οξειδοαναγωγής θεωρούνται όλες εκείνες οι αντιδράσεις στις οποίες παρατηρείται μεταβολή του αριθμού οξείδωσης των ατόμων ορισμένων στοιχείων που συμμετέχουν σ' αυτές, είτε ελεύθερα είτε σε ενώσεις τους.

Πολλές από τις αντιδράσεις που ήδη αναφέρθηκαν, όπως οι καύσεις, κάποιες από τις αντικαταστάσεις, οι προσθήκες προσδήματος του τύπου  $X_2$  σε ακόρεστες ενώσεις και σε καρβονυλικές ενώσεις κ.ά., είναι αντιδράσεις οξειδοαναγωγής.

Πριν από την αναφορά άλλων πολύ χαρακτηριστικών περιπτώσεων αντιδράσεων οξειδοαναγωγής να επισημάνουμε ότι η οξείδωση ή η αναγωγή δεν είναι δυνατό να συμβαίνουν η μία ανεξάρτητα από την άλλη. Κατά συνέπεια ο χαρακτηρισμός μιας αντίδρασης, ως αντίδρασης οξείδωσης μιας χημικής ουσίας δεν αναιρεί το χαρακτηρισμό της ίδιας αντίδρασης ως αντίδρασης αναγωγής μιας άλλης χημικής ουσίας και αντίστροφα. Δηλαδή, συνολικά και πάντοτε μιλάμε για αντιδράσεις οξειδοαναγωγής.

Μερικές πολύ χαρακτηριστικές περιπτώσεις αντιδράσεων οξειδοαναγωγής είναι οι ακόλουθες:

### α) Η οξείδωση αλκοολών

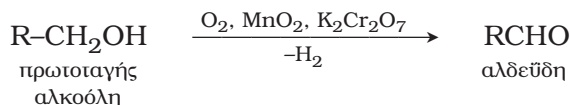
Οι αλκοόλες με την επίδραση διαφόρων οξειδωτικών ουσιών οξειδώνονται δίνοντας, οι μεν πρωτοταγείς αλδεΐδες, οι δε δευτεροταγείς κετόνες. Οι τριτοταγείς αλκοόλες δεν οξειδώνονται. Η οξείδωση των αλκοολών ισοδυναμεί με αφυδρογόνωσή τους και μπορεί να γίνει με τη βοήθεια διαφόρων οξειδωτικών μέσων, όπως για παράδειγμα, ατμοσφαιρικού οξυγόνου καταλυτικά, οξειδίου του μαγγανίου,  $MnO_2$  και διχρωμικού καλίου,  $K_2Cr_2O_7$ . Αν για την οξείδωση των πρωτοταγών αλκοολών χρησιμοποιηθεί ως οξειδωτική ουσία το υπερμαγγανικό κάλιο,  $KMnO_4$ , που είναι πολύ ισχυρό



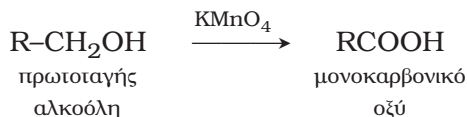
οξειδωτικό μέσο, τότε το προϊόν της οξείδωσης είναι το αντίστοιχο μονοκαρβονικό οξύ.

Οι γενικές χημικές εξισώσεις που παριστάνουν τις παραπάνω αντιδράσεις οξειδοαναγωγής είναι:

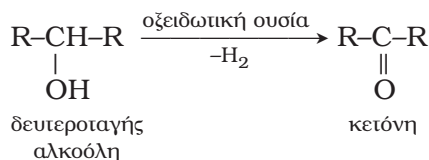
### ι. Για τις πρωτοταγείς αλκοόλες



(Η προσθήκη του  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  γίνεται σε θερμοκρασία μεγαλύτερη του σ.ζ. της αλδεΐδης οπότε αυτή αποσπάξει και δεν οξειδώνεται στη συνέχεια προς οξύ).



### ii. Για τις δευτεροταγείς αλκοόλες



## β) Η οξείδωση καρβονυλικών ενώσεων

Από τις καρβονυλικές ενώσεις οξειδώνονται και μάλιστα πολύ εύκολα, μόνο οι αλδεΐδες δίνοντας μονοκαρβονικά οξέα. Για το λόγο αυτό οι αλδεΐδες θεωρούνται άριστα αναγωγικά μέσα.

Οι κετόνες δεν οξειδώνονται παρά μόνο κάτω από έντονες οξειδωτικές συνθήκες με ταυτόχρονη διάσπαση της ανθρακικής αλυσίδας.

Οι αλδεΐδες είναι δυνατό να οξειδωθούν και από πολύ ήπια οξειδωτικά μέσα, όπως το φελίγγειο υγρό (αντιδραστήριο Fehling) και το αντιδραστήριο Tollens, σύμφωνα με τις χημικές εξισώσεις που ακολουθούν:

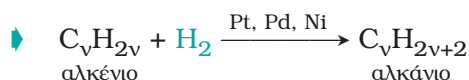




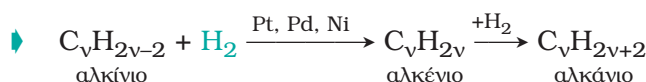
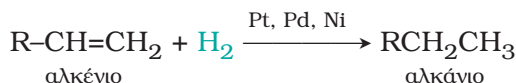
## Ένας άλλος τρόπος κατάταξης των χημικών αντιδράσεων

Στην προσπάθειά μας να βοηθήσουμε το μαθητή στην εκμάθηση της γραφής των χημικών εξισώσεων, θα παραθέσουμε στην ενότητα αυτή έναν άλλο τρόπο κατάταξης των χημικών αντιδράσεων. Η κατάταξη αυτή δε στηρίζεται στο είδος ή το μηχανισμό της χημικής αντίδρασης π.χ. καύση, προσθήκη, αντικατάσταση, κ.λπ., αλλά στην εμφάνιση ενός κοινού αντιδρώντος συστατικού όπως π.χ.  $H_2$ ,  $H_2O$ ,  $Na$  κ.λπ.

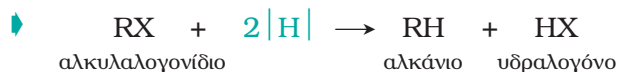
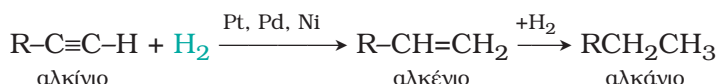
### 1. Αντιδράσεις οργανικών ενώσεων με υδρογόνο, $H_2$ ή $|H|$



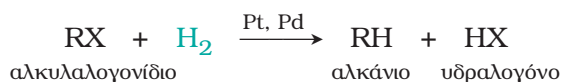
ή



ή



ή

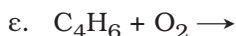
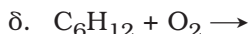
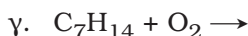
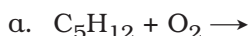




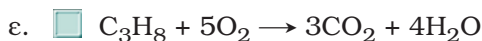
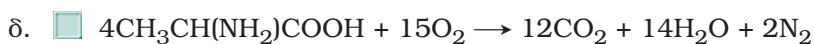
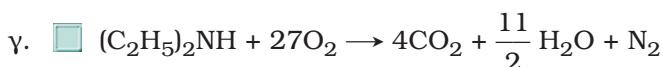
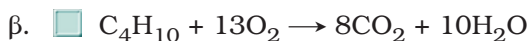
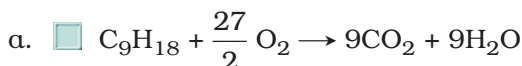


## ΑΣΚΗΣΕΙΣ και ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

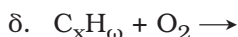
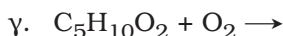
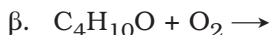
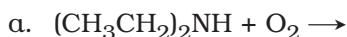
**1** Να συμπληρωθούν οι παρακάτω χημικές εξισώσεις ως προς τα προϊόντα και τη στοιχειομετρία.



**2** Να σημειώσετε ποιες από τις χημικές εξισώσεις που ακολουθούν είναι σωστά (Σ) ή λανθασμένα (Λ) γραμμένες.



**3** Να συμπληρωθούν οι παρακάτω χημικές εξισώσεις ως προς τα προϊόντα και τη στοιχειομετρία.



**4** Να υπολογιστεί ο όγκος του οξυγόνου που απαιτείται για την καύση 4 L αιθανίου. Οι όγκοι των αερίων αναφέρονται σε STP.



Π. ΠΑΛΑΜΙΤΖΟΓΛΟΥ - ΟΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ Η ΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ



# Γ' ΜΕΡΟΣ

από την ύλη της


**Β' ΤΑΞΗΣ**

Ενιαίου Λυκείου

Θετικής-Τεχνολογικής  
κατεύθυνσης





A background image showing several pieces of laboratory glassware, including Erlenmeyer flasks and beakers, some containing liquids, arranged on a reflective surface. The image is in a teal/cyan color scheme.

**A**πό την ύλη του μαθήματος της χημείας, που προβλέπεται να διδαχθεί στη Β΄ τάξη του ενιαίου λυκείου θετικής-τεχνολογικής κατεύθυνσης, με βάση το νέο αναλυτικό πρόγραμμα, θα μας απασχολήσουν στο Γ΄ μέρος του βιβλίου αυτού, τα εξής διδακτικά αντικείμενα:

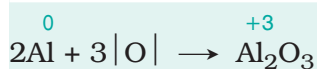
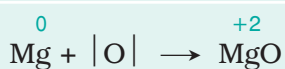
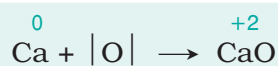
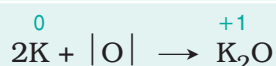
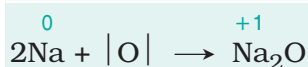
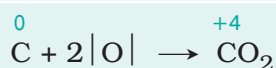
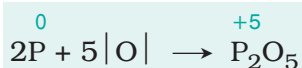
- A. Χημικές εξισώσεις θερμοχημικών αντιδράσεων
- B. Χημικές εξισώσεις αντιδράσεων οξειδοαναγωγής πολύπλοκης μορφής
- Γ. Χημικές εξισώσεις ηλεκτροχημικών αντιδράσεων
- Δ. Χημικές εξισώσεις αντιδράσεων χρήσιμων στη βιομηχανία (μόνο για την τεχνολογική κατεύθυνση).



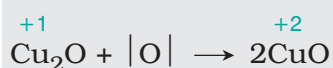
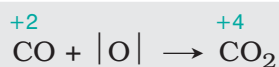
## 2ο Βήμα

Γράφουμε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης του αναγωγικού σώματος με το  $|O|$  (οξείδωση)

Τα πιο γνωστά από τα αναγωγικά σώματα αντιδρούν με το  $|O|$  σύμφωνα με τις χημικές εξισώσεις που ακολουθούν:



άτομα  
αμέταλλων-μετάλλων  
στοιχείων





οξείδια  
αμέταλλων-μετάλλων  
με το μικρότερο αριθμό  
οξείδωσης



$2\overset{-1}{\text{HCl}} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \text{H}_2\overset{0}{\text{O}} + \overset{0}{\text{Cl}_2}$	} Χημικές ενώσεις της μορφής HX (X: Cl, Br, I, S, N κ.λπ.)
$\text{H}_2\overset{-2}{\text{S}} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \text{H}_2\overset{0}{\text{O}} + \overset{0}{\text{S}}$	
$2\overset{-3}{\text{NH}_3} + 3 \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow 3\text{H}_2\overset{0}{\text{O}} + \overset{0}{\text{N}_2}$ ( $\text{H}_3\overset{-3}{\text{N}}$ )	
$\overset{+2}{\text{FeCl}_2} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \overset{+3}{\text{FeCl}_3}$	} άλατα μετάλλων
$\text{Na}_2\overset{-2}{\text{S}} + 4 \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \text{Na}_2\overset{+6}{\text{SO}_4}$	
$\overset{+4}{\text{H}_2\text{SO}_3} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \overset{+6}{\text{H}_2\text{SO}_4}$	} οξέα και άλατα οξέων
$\overset{+4}{\text{Na}_2\text{SO}_3} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \overset{+6}{\text{Na}_2\text{SO}_4}$	
$\overset{+3}{\text{H}_3\text{PO}_3} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \overset{+5}{\text{H}_3\text{PO}_4}$	
$\overset{+3}{\text{K}_3\text{PO}_3} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \overset{+5}{\text{K}_3\text{PO}_4}$	
$\overset{-1}{\text{R-CH}_2\text{OH}} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \overset{+1}{\text{R-CHO}} + \text{H}_2\text{O}$ πρωτοταγής αλκοόλη αλδεΐδη	} οργανικές ενώσεις
$\overset{0}{\text{R}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{R}} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \overset{+2}{\text{R}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{R}} + \text{H}_2\text{O}$ δευτεροταγής αλκοόλη κετόνη	
$\overset{+1}{\text{RCH=O}} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \overset{+3}{\text{R}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH}}$ αλδεΐδη καρβονικό οξύ	
$\overset{-1}{\text{R-CH}_2\text{OH}} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \overset{+3}{\text{R}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{OH}}$ πρωτοταγής αλκοόλη καρβονικό οξύ	
$\overset{0}{\text{R}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH}} +  \overset{0}{\text{O}}  \rightarrow \overset{+2}{\text{R}-\underset{\text{O}}{\text{C}}-\text{COOH}} + \text{H}_2\text{O}$ α-υδροξύ α-κετοξύ	



## Πίνακας οξειδαναγωγικών ζευγών

	ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ	Ανάγεται ⇌ Οξειδώνεται	ΑΝΑΓΩΓΙΚΟ	
Ισχυρά οξειδωτικά	$F_2$	$+2e \rightleftharpoons$	$2F^-$	Ασθενή αναγωγικά
	$S_2O_8^{2-}$	$+2e \rightleftharpoons$	$2SO_4^{2-}$	
 Αύξηση οξειδωτικής ισχύος	$H_2O_2 + 2H^+(aq)$	$+2e \rightleftharpoons$	$2H_2O$	 Αύξηση αναγωγικής ισχύος
	$MnO_4^- + 8H^+(aq)$	$+5e \rightleftharpoons$	$Mn^{2+} + 4H_2O$	
	$Au^{3+}$	$+3e \rightleftharpoons$	$Au$	
	$Cl_2$	$+2e \rightleftharpoons$	$2Cl^-$	
	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+(aq)$	$+6e \rightleftharpoons$	$2Cr^{3+} + 7H_2O$	
	$O_2 + 4H^+(aq)$	$+4e \rightleftharpoons$	$2H_2O$	
	$Br_2$	$+2e \rightleftharpoons$	$2Br^-$	
	$NO_3^- + 4H^+(aq)$	$+3e \rightleftharpoons$	$NO + 2H_2O$	
	$NO_3^- + 2H^+(aq)$	$+ e \rightleftharpoons$	$NO_2 + H_2O$	
	$Ag^+$	$+ e \rightleftharpoons$	$Ag$	
	$Fe^{3+}$	$+ e \rightleftharpoons$	$Fe^{2+}$	
	$O_2 + 2H^+(aq)$	$+2e \rightleftharpoons$	$H_2O_2$	
	$I_2$	$+2e \rightleftharpoons$	$2I^-$	
	$Cu^{2+}$	$+2e \rightleftharpoons$	$Cu$	
	$SO_4^{2-} + 2H^+(aq)$	$+2e \rightleftharpoons$	$SO_3^{2-} + H_2O$	
	$2H^+$	$+2e \rightleftharpoons$	$H_2$	
	$Pb^{2+}$	$+2e \rightleftharpoons$	$Pb$	
	$Sn^{2+}$	$+2e \rightleftharpoons$	$Sn$	
	$Fe^{2+}$	$+2e \rightleftharpoons$	$Fe$	
	$2CO_2(g) + 2H^+(aq)$	$+2e \rightleftharpoons$	$(COOH)_2(aq)$	
	$Zn^{2+}$	$+2e \rightleftharpoons$	$Zn$	
	$2H_2O$	$+2e \rightleftharpoons$	$H_2 + 2OH^-$	
	$Mg^{2+}$	$+2e \rightleftharpoons$	$Mg$	
	$Na^+$	$+ e \rightleftharpoons$	$Na$	
	$Ca^{2+}$	$+2e \rightleftharpoons$	$Ca$	
Ασθενή οξειδωτικά	$K^+$	$+ e \rightleftharpoons$	$K$	Ισχυρά αναγωγικά
	$Li^+$	$+ e \rightleftharpoons$	$Li$	



## Παραδείγματα αντιδράσεων οξειδοαναγωγής

1η ομάδα

Αμέταλλο

+

Οξυγονούχο οξειδωτικό οξύ

→

;

## Παράδειγμα

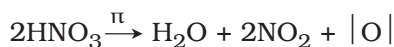
Να συμπληρωθεί η χημική εξίσωση:



Απάντηση:

## 1ος τρόπος (αναλυτικός)

## 1ο βήμα

Διάσπαση οξειδωτικού:  
(αναγωγή του)

## 2ο βήμα

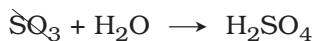
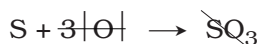
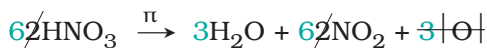
Αντίδραση οξείδωσης:  
αναγωγικού

## 3ο βήμα

Δευτερεύουσες αντιδράσεις:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ 

## 4ο βήμα

Ισοστάθμιση μάζας και πρόσθεση κατά μέλη



## 2ος τρόπος (συνοπτικός)

## 1ο βήμα

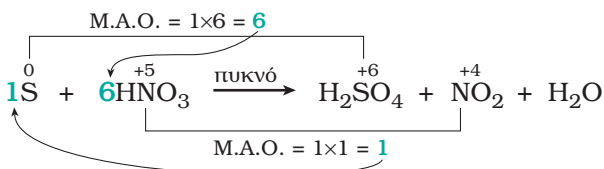
Πρόβλεψη προϊόντων σύμφωνα με τους κανόνες που αναφέρονται στη σελ. 140 και τον πίνακα οξειδοαναγωγικών ζευγών σελ. 146





## 2ο βήμα

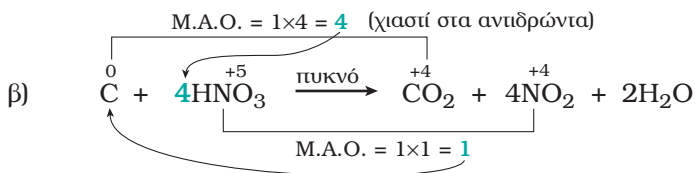
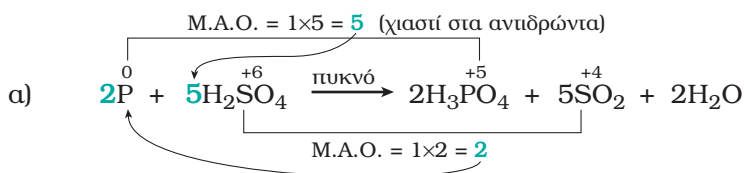
Υπολογισμός στοιχειομετρίας της χημικής εξίσωσης με βάση τις μεταβολές του αριθμού οξείδωσης (Μ.Α.Ο.) των ατόμων των στοιχείων που παθαίνουν οξείδωση και αναγωγή (μέθοδος χιαστί στα αντιδρώντα).



Τελικά, ικανοποιώντας την αρχή διατήρησης της μάζας έχουμε:

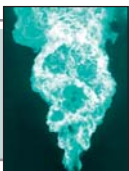


## Χημικές εξισώσεις άλλων αντιδράσεων της ίδιας (1ης) ομάδας



Πάντοτε το  $\text{H}_2\text{CO}_3$  στα προϊόντα γράφεται ως  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$ .





## ΑΣΚΗΣΕΙΣ και ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

### A. Από τη θερμοχημεία

**1** Εξώθερμες αντιδράσεις χαρακτηρίζονται οι αντιδράσεις που έχουν:

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| α. <input type="checkbox"/> $\Delta H < 0$ | δ. <input type="checkbox"/> $q > 0$  |
| β. <input type="checkbox"/> $\Delta H > 0$ | ε. <input type="checkbox"/> $q < 0$  |
| γ. <input type="checkbox"/> $\Delta H = 0$ | στ. <input type="checkbox"/> $q = 0$ |

**2** Η αντίδραση σύνθεσης του νερού από το αέριο υδρογόνο και το αέριο οξυγόνο είναι περισσότερο εξώθερμη όταν:

- α. ☐ το νερό είναι ατμός (*g*)  
 β. ☐ το νερό είναι υγρό (*l*)  
 γ. ☐ το νερό είναι πάγος (*s*)

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**3** Ποιες από τις χημικές εξισώσεις που ακολουθούν αντιπροσωπεύουν ενδόθερμες και ποιες εξώθερμες αντιδράσεις;

- α.  $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$   
 β.  $CaCO_3(s) \rightarrow CaO(s) + CO_2(g)$   
 γ.  $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$   
 δ.  $HCl(aq) + NaOH(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$   
 ε.  $2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$

**4** Να υπολογιστεί η μεταβολή της ενθαλπίας για τις αντιδράσεις σύνθεσης του νερού και της αμμωνίας που παριστάνονται με τις χημικές εξισώσεις που ακολουθούν:

- α.  $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$





Π. ΠΑΛΑΜΙΤΖΟΓΛΟΥ - ΟΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ Η ΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

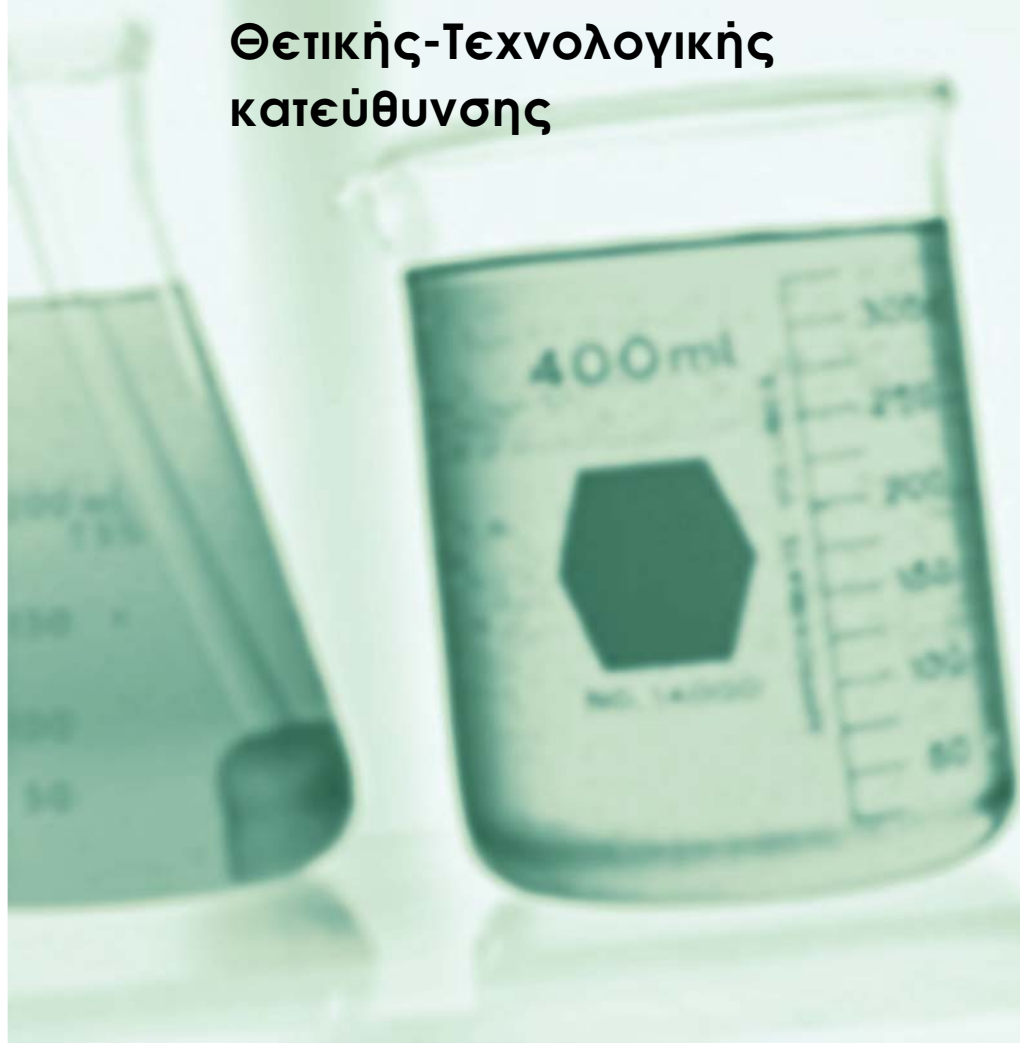
# Δ' ΜΕΡΟΣ

από την ύλη της

**Γ' ΤΑΞΗΣ**

Ενιαίου Λυκείου

Θετικής-Τεχνολογικής  
κατεύθυνσης





**Α**πό την ύλη της Γ' λυκείου, που προβλέπεται να διδαχθεί, με βάση το νέο αναλυτικό πρόγραμμα, στη θετική και την τεχνολογική κατεύθυνση, θα ασχοληθούμε στο Δ' μέρος του βιβλίου αυτού με τα παρακάτω διδακτικά αντικείμενα:

- A. με τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων των οξέων και βάσεων κατά Brønsted-Lowry
- B. με τις χημικές εξισώσεις των ηλεκτροχημικών αντιδράσεων
- Γ. με τις χημικές εξισώσεις και τους μηχανισμούς των αντιδράσεων μεταξύ οργανικών ουσιών
- Δ. με τις συνθέσεις και τις διακρίσεις - ταυτοποιήσεις των οργανικών ενώσεων.



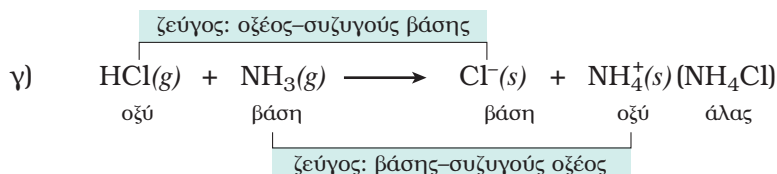
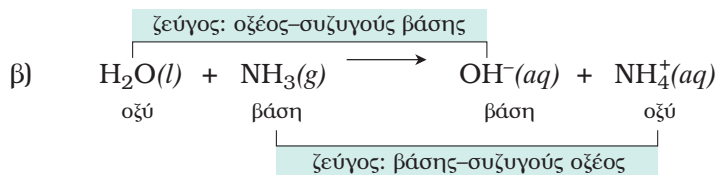
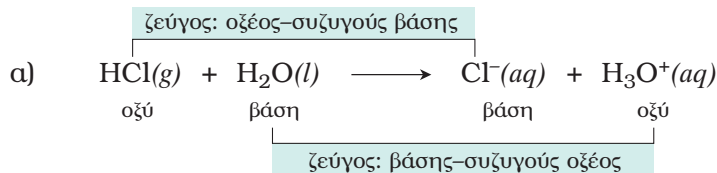


## A. Αντιδράσεις οξέων και βάσεων κατά Brønsted-Lowry

**Τ**α **οξέα**, κατά **Brønsted-Lowry**, είναι οι μοριακές ή ιοντικές χημικές ουσίες που μπορούν να δώσουν ένα πρωτόνιο,  $H^+$ , σε μια άλλη μοριακή ή ιοντική ουσία, που μπορεί να δεχθεί πρωτόνιο. Οι χημικές ουσίες που δέχονται ένα πρωτόνιο,  $H^+$ , ονομάζονται **βάσεις** κατά Brønsted-Lowry.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι χημικές αντιδράσεις μεταξύ οξέων και βάσεων κατά Brønsted-Lowry είναι **αντιδράσεις μεταφοράς πρωτονίου**, με συνέπεια τα προϊόντα των αντιδράσεων αυτών να είναι ένα νέο οξύ και μία νέα βάση, αν λάβουμε υπόψη μας την αντίθετη φορά κατά την οποία μπορεί να εκδηλωθεί η χημική αντίδραση.

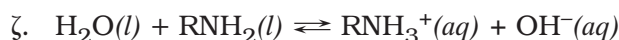
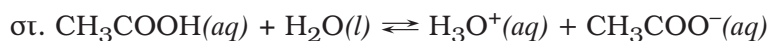
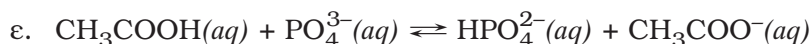
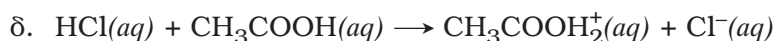
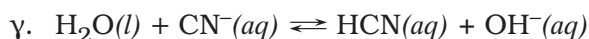
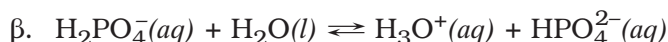
Το οξύ, όταν δώσει ένα πρωτόνιο, μετατρέπεται σε βάση, η οποία ονομάζεται συζυγής βάση του οξέος, ενώ η βάση, όταν προσλάβει ένα πρωτόνιο, μετατρέπεται σε οξύ, το οποίο ονομάζεται συζυγές οξύ της βάσης. Μερικά παραδείγματα συζυγών ζευγών οξέος-βάσης αναφέρονται με τη βοήθεια των χημικών εξισώσεων που ακολουθούν:





Από όσα αναφέραμε παραπάνω είναι φανερό ότι η πρόβλεψη των προϊόντων αλλά και ο υπολογισμός της στοιχειομετρίας (1 : 1 : 1 : 1) των χημικών εξισώσεων, που παριστάνουν αντιδράσεις μεταξύ οξέων και βάσεων κατά Brønsted-Lowry, είναι πολύ εύκολη εργασία.

Παραθέτουμε ορισμένα επιπλέον παραδείγματα χημικών εξισώσεων αντιδράσεων οξέων και βάσεων κατά Brønsted-Lowry.



## B. Ηλεκτροχημικές αντιδράσεις - αντιδράσεις οξειδοαναγωγής

**Η** τάση διάλυσης που εμφανίζει ένα μέταλλο όταν έλασμά του βυθιστεί σε καθαρό νερό ή σε αραιό διάλυμα, που περιέχει τα ιόντα του, ονομάζεται **ηλεκτροδιαλυτική τάση**.

Αποτέλεσμα αυτής της διάλυσης είναι η δημιουργία συστήματος ελάσματος μετάλλου και ιόντων του, που συμβολίζεται με την παράσταση  $\text{M} | \text{M}^{x+}$  και ονομάζεται **ηλεκτρόδιο** ή **ημιστοιχείο**.

Το φαινόμενο αυτό είναι μια οξειδοαναγωγική αντίδραση και παριστάνεται με τη χημική εξίσωση,



Η διαφορά δυναμικού  $E$  που αναπτύσσεται στο ηλεκτρόδιο, ανάμεσα στην ανηγμένη ( $\text{M}$ ) και οξειδωμένη ( $\text{M}^{x+}$ ) μορφή, εκφράζει ποσοτικά



αυτήν την αντίδραση οξειδοαναγωγής και ονομάζεται **απόλυτο δυναμικό ηλεκτροδίου**.

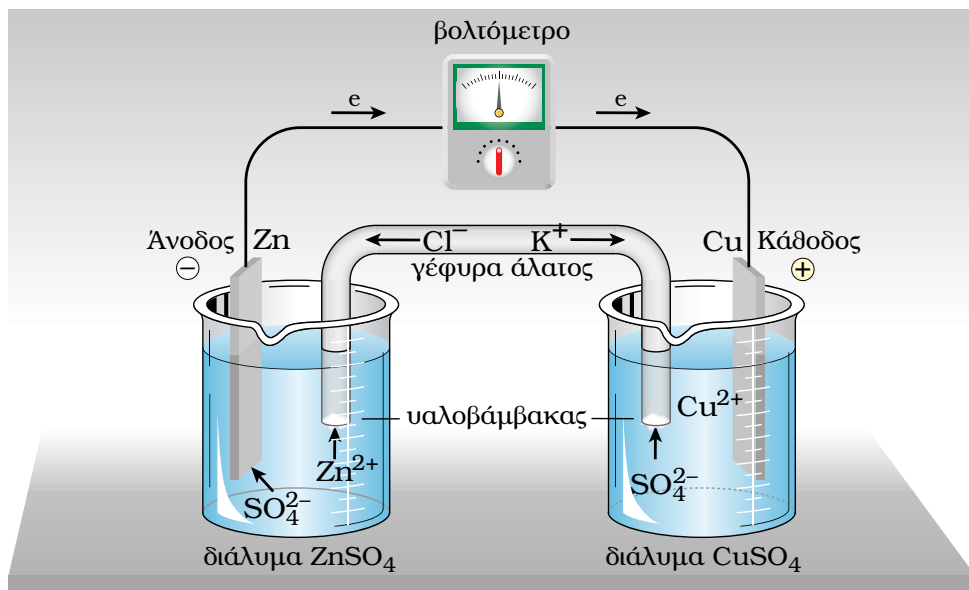
Εκτός από την περίπτωση του να συμβαίνει διάλυση του μετάλλου κατά τη βύθιση ελάσματός του σε διάλυμα ιόντων του, μπορεί να συμβαίνει και απόθεση ιόντων του επί του ελάσματος, αν η συγκέντρωση των ιόντων του μετάλλου στο διάλυμα είναι μεγαλύτερη από κάποια χαρακτηριστική τιμή συγκέντρωσης,  $C_0$ .

Αν σε ένα ηλεκτρόδιο συμβαίνει αντίδραση οξείδωσης,  $M|M^{x+}$ , το δυναμικό του ηλεκτροδίου ονομάζεται **δυναμικό οξείδωσης** και συμβολίζεται ως  $E_{ox}$ .

Αντίθετα, αν σε ένα ηλεκτρόδιο συμβαίνει αντίδραση αναγωγής,  $M^{x+}|M$ , το δυναμικό του ηλεκτροδίου ονομάζεται **δυναμικό αναγωγής** και συμβολίζεται ως  $E_{red}$ .

Τα δυναμικά των ηλεκτροδίων που **υπολογίζονται** σε θερμοκρασία  $25^\circ C$  και με συγκέντρωση ηλεκτρολύτη στο διάλυσμά του ίση με  $1 M$  ονομάζονται **πρότυπα δυναμικά ηλεκτροδίων** και συμβολίζονται ως  $E_{ox}^\circ$  και  $E_{red}^\circ$  αντίστοιχα.

Ο κατάλληλος συνδυασμός δύο ημιστοιχείων, όπως δείχνει το σχήμα που ακολουθεί, οδηγεί στο σχηματισμό μιας διάταξης που ονομάζεται **ηλεκτροχημικό στοιχείο** ή **γαλβανικό στοιχείο** ή απλά **στοιχείο**.





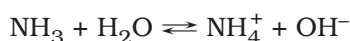


## ΑΣΚΗΣΕΙΣ και ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

### A. Από τη θεωρία των οξέων και βάσεων κατά Brønsted-Lowry

**1** Να σημειώσετε ποιες από τις προτάσεις που ακολουθούν είναι σωστές (Σ) και ποιες λανθασμένες (Λ).

- Ιοντισμός μιας μοριακής ένωσης ονομάζεται η μετατροπή της σε ιόντα, όταν βρεθεί σε ηλεκτροστατικό πεδίο.
- Όταν μια ιοντική ένωση διαλύεται στο νερό διίσταται.
- Το HCl είναι οξύ, σύμφωνα με τη θεωρία Brønsted-Lowry, διότι μπορεί να παρέχει πρωτόνιο σε άλλες ενώσεις που μπορούν να το δεχθούν.
- Στην αντίδραση που παριστάνεται από τη χημική εξίσωση,



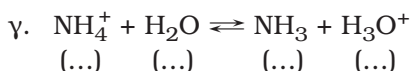
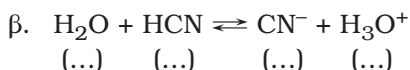
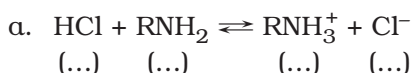
τον νερό συμπεριφέρεται ως αμφιπρωτική ουσία.

- Το HCl είναι ισχυρότερο οξύ από το υποχλωριώδες οξύ, HClO, επειδή αντιδρά με περισσότερες βάσεις.

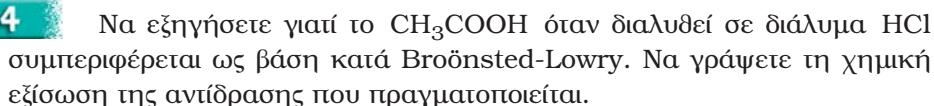
**2** Να γραφούν:

- οι συζυγείς βάσεις των οξέων: HCl,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HSO}_3^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,
- τα συζυγή οξέα των βάσεων:  $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

**3** Σημειώστε στην κάθε παρένθεση το γράμμα Ο ή Β, αν η αντίστοιχη χημική ουσία συμπεριφέρεται ως οξύ ή βάση κατά Brønsted-Lowry.



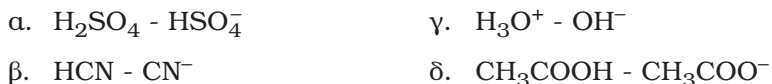




**5** Να αντιστοιχίσεις το κάθε οξύ της στήλης (I) με τη συζυγή του βάση της στήλης (II).

(I) οξύ		(II) συζυγής βάση	(III) συζυγής βάση
A. $\text{HCO}_3^-$	•	•	α. $\text{OH}^-$
B. $\text{H}_2\text{O}$	•	•	β. $\text{HPO}_4^{2-}$
Γ. $\text{H}_2\text{PO}_4^-$	•	•	γ. $\text{PO}_4^{3-}$
Δ. $\text{H}_3\text{O}^+$	•	•	δ. $\text{CO}_3^{2-}$
Ε. $\text{HPO}_4^{2-}$	•	•	ε. $\text{H}_2\text{O}$

**6** Ποια από τα παρακάτω ζεύγη:



είναι ζεύγη οξέος και συζυγούς βάσης;

- A.  $\tau\alpha(\alpha), (\beta), (\gamma)$        $\Gamma$ .  $\tau\alpha(\alpha), (\beta), (\delta)$   
 B.  $\tau\alpha(\alpha), (\gamma), (\delta)$        $\Delta$ .  $\tau\alpha(\beta), (\gamma), (\delta)$

**7** Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα:

	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	$\delta$	$\epsilon$
συζυγές οξύ	$\text{HSO}_4^-$	$\text{NH}_3$	$\text{H}_2\text{O}$		
συζυγής βάση				$\text{HS}^-$	$\text{NH}_3$

**8** Να συμπληρώσετε τις παρακάτω χημικές εξισώσεις:

