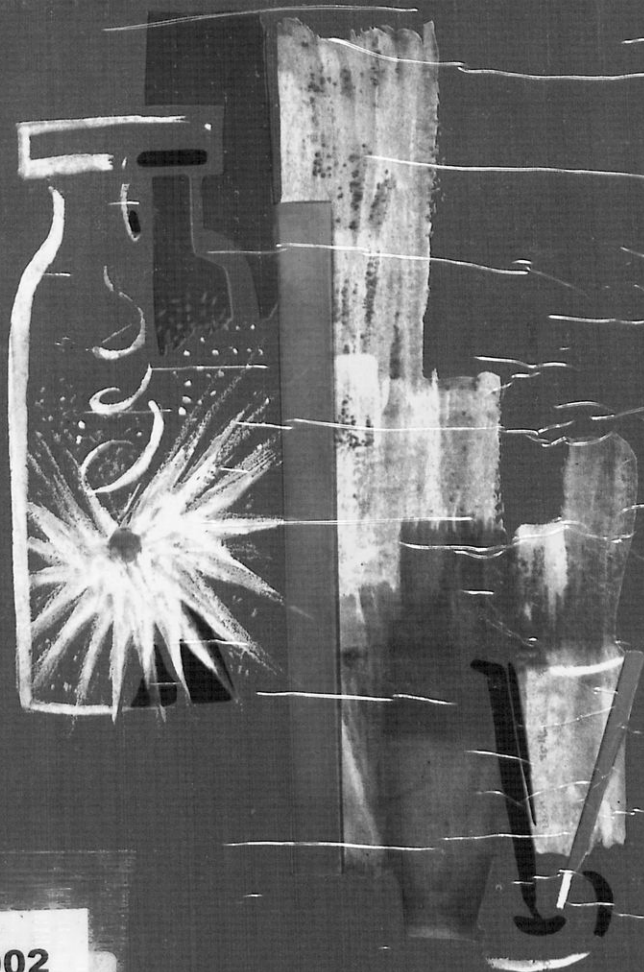


# ΧΗΜΕΙΑ

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



002  
ΚΛΣ  
ΣΤ2Β  
1658

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΑΘΗΝΑΙ 1966

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

E

4

XHM

Godier(A.)

ΧΗΝΕΙΑ Β/Γ = 261

ΧΗΜΕΙΑ



# ΧΗΜΕΙΑ

ΧΗΜΕΙΑ

Ε

4

ΧΗΜ

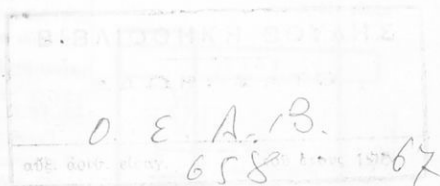
Godier (A.)

# ΧΗΜΕΙΑ

Μετάφραση και διασκευή  
ΖΩΗΣ ΜΕΛΑ-ΙΩΑΝΝΙΔΗ Χημικού  
του γαλλικού βιβλίου των Α. GODIER,  
C. THOMAS και M. MOREAU



## Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ



ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΑΘΗΝΑΙ 1966

## ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ



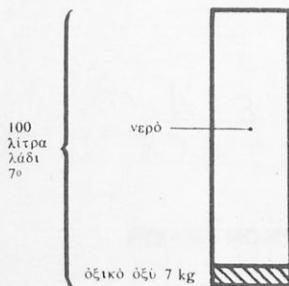
①

ΞΙΔΙ

βούλωμα  
από πλαστική  
ύλη

② ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ

Στους 17° C γίνεται στερεό. Βράζει στους 118° C



③ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΞΙΔΙΟΥ

1 Θα πρωτογνωρίσουμε τη χημεία εξετάζοντας μία ουσία που μάς είναι πολύ γνώριμη: το ξίδι.

Στη φιάλη της εικ. 1 διαβάζουμε την επιγραφή: «Όξος εξ οίνου» (ξίδι από κρασί). Πραγματικά, από κρασί παρασκευάζουμε (φτιάχνουμε) το ξίδι: άλλωστε το έχουμε προσέξει πώς με τον καιρό, ιδίως όταν μείνει σ' άνοιχτο δοχείο, το κρασί ξινίζει, γίνεται ξίδι χωρίς τη δική μας επέμβαση (1).

2 "Ας μυρίσουμε με κλειστά μάτια διάφορα υγρά. π.χ. νερό, κρασί, αλκοόλη, ξίδι.

Δέν θα δυσκολευτούμε ν' αναγνωρίσουμε το ξίδι, γιατί ή όσμή του είναι πολύ χαρακτηριστική.

3 Κοιτάξτε τώρα αυτή τη φιάλη που στην έτικέτα της διαβάζουμε «Οξικό όξύ» (εικ. 2).

Τό υγρό που περιέχεται στη φιάλη είναι άχρωμο σαν τό νερό.

● Κοιτώντας τη φιάλη ταράζουμε τό υγρό και παρατηρούμε πώς είναι εύκίνητο σαν τό νερό.

● "Αν όμως ξεβουλώσουμε τη φιάλη, καταλαβαίνουμε άμέσως πώς τό περιεχόμενο της δέν είναι νερό: μάς έρχεται στη μύτη μία δυνατή όσμή ξιδιού.

Αυτό συμβαίνει γιατί τό ξίδι είναι μείγμα από νερό και όξικό όξύ· είναι διάλυμα από όξικό όξύ σέ νερό.

Κάποτε στην έτικέτα της φιάλης του ξιδιού σημειώνουν π.χ. «7°»: αυτό σημαίνει πώς σέ όγκο 100 cm<sup>3</sup>, τό ξίδι περιέχει 7 g όξικό όξύ (2). Τό υπόλοιπο υγρό είναι σχεδόν καθαρό (σκέτο) νερό (εικ. 3).

4 Γιατί γίνεται ξίδι τό κρασί:

Γιατί τό δευγόνιο του άέρα έπιδρά στην άλκοόλη του κρασιού και τη μετατρέπει σέ όξικό όξύ:

άλκοόλη + δευγόνιο → όξικό όξύ...

(1). Στην έτικέτα της φιάλης τονίζεται πώς τό ξίδι έχει παρασκευαστεί από κρασί, γιατί σέ άλλες χώρες παρασκευάζεται και από άλκοόλη. Στην Ελλάδα άπαγορεύεται ή παρασκευή του ξιδιού από άλκοόλη. (Την άλκοόλη τη λέμε συνήθως οίνονευμα· τη λέμε άκόμα και σπέρτο).

(2). 1 λίτρο καθαρό (σκέτο) όξικό όξύ ζυγίζει 1,05 kg.



5 Σε μία πράσινη étiketá sth̄ fiálh̄ tou óxhikou óxhous σημειώνεται h̄ léxh̄ «éπικινδύνο».

Γιατί, όταν στάξη στο δέρμα τó óξhικό óξύ, προκαλεί éγκάυματα (καψίματα). Όταν όμως είναι διαλυμένο σε áρκετο νερό, δέν κάνει éγκάυματα ούτε στο δέρμα ούτε σε άλλους ιστούς. Γι' αυτό και μπορούμε να συντηρούμε h̄ να νοστιμίζουμε διάφορα φαγώσιμα (ελιές, σαλάτες κλπ.) βάζοντάς τους ξίδι (δηλαδή πολύ αραιωμένο óξhικό óξύ), που σε μικρή áναλογία δέν βλάπτει.

#### 6 Γεύση του ξιδιού.

Τó ξίδι éχει γεύση ξινή που θυμίζει τοῡ λεμονιού h̄ τῆς óξάλιδας (ξινίθρας) τῆ γεύση.

7 Τί γίνεται, όταν χύσωμε ξίδι πάνω σε κιμωλία: (εικ. 4).

Μόλις βραχῆ h̄ κιμωλία με τó ξίδι, παρατηρούμε éναν αναβρασμό (χοχλάκισμα). Οί φυσαλίδες που τόν προκαλούν περιέχουν éνα áεριο που τó λένε *διοξειδίο τοῡ άνθρακα*. Τó óξhικό óξύ *προσβάλλει* τῆν κιμωλία και éλευθερώνει διοξειδίο τοῡ άνθρακα.

• Τó ίδιο θα συμβῆ, αν αντικαταστήσωμε τῆν κιμωλία με τσόφλι αγγού h̄ με *όστρακο* h̄ με *μαρμαρόσκονη*: h̄ κιμωλία, τó τσόφλι, τó *όστρακο*, τó *μάρμαρο*, éχουν κύριο συστατικό τó ίδιο *σώμα* (τῆν ίδια ούσία): τó *άνθρακικό άσβέστιο*.

**Συμπέρασμα:** Τó óξhικό óξύ, όταν έβῆ σ' έπαφή με *άνθρακικό άσβέστιο*, προκαλεί έκλυση *διοξειδίου τοῡ άνθρακα*:

όξhικό óξύ + άνθρακικό άσβέστιο → διοξειδίο τοῡ άνθρακα (1)...

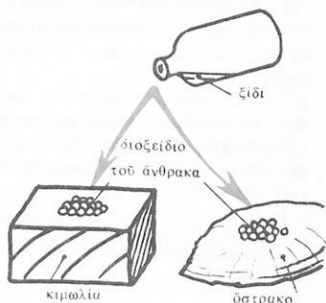
8 Στο στόμιο éνός δοκιμαστικού σωλήνα, όπου βράζει λίγο óξhικό óξύ, άς πλησιάσωμε σπῆρτο άναμμένο:

Θά ξεπηδήσει άμέσως μιá πελώρια, ώραία, γαλάζια φλόγα (εικ. 5).

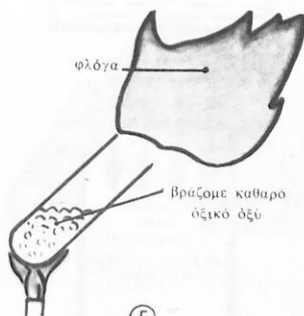
*Έξήγηση:* Όταν τó θερμαίνωμε, τó óξhικό óξύ από υγρό γίνεται áεριο. Οί áτμοι τοῡ óξhικού óξhους καίγονται, γιατί τó óξύ αυτό αποτελείται σε μεγάλη áναλογία από δύο καύσιμα συστατικά, από *άνθρακα* και *ύδρογόνο*.

Άς éπιχειρήσωμε να éπαναλάβωμε τó ίδιο πείραμα με ξίδι αντί óξhικό óξύ. Οί áτμοι που ξεφεύγουν από τó σωλήνα δέν θ' *αναφλεγούν* (δέν θ' *ανάψουν*), γιατί áποτελούνται σε πολύ μεγάλη áναλογία από *ύδρατμούς* που δέν είναι *αναφλέξιμοι*.

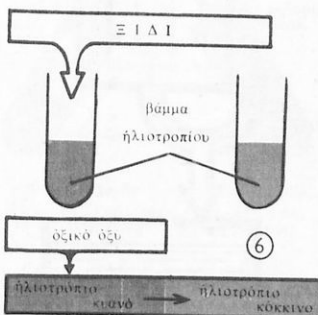
(1). Τó βέλος με κλίση προς τά πάνω σημαίνει έκλυση áεριου.



#### 4 ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ



#### 5 Η ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΟΞΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ

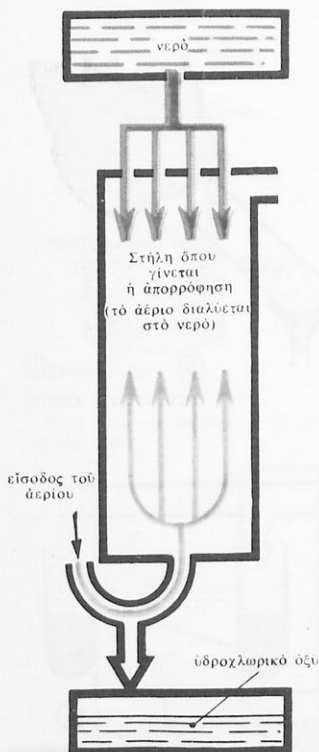


## 9 'Επίδραση του όξιου όξέος στο θάμμα ήλιοτροπίου.

Παρασκευάζουμε θάμμα ήλιοτροπίου διαλύοντας σε νερό ή σε αλκοόλη μιὰ ουσία χρωστική που την παίρνουν από όρισμένα φυτά (1). Το θάμμα ήλιοτροπίου έχει χρώμα μενεξεδί (μόβ).

- "Αν αραιώσωμε λίγες στάλες τον με νερό, το χρώμα τον θα ξανοίξη αλλά θα μείνη μενεξεδί.
- "Αν προσθέσωμε στο αραιωμένο αυτό θάμμα ήλιοτροπίου μιὰ σταγόνα ξίδι, το υγρό από μενεξεδί θα γίνη κόκκινο (είκ. 6).
- Την ίδια αλλαγή χρώματος στο θάμμα ήλιοτροπίου προκαλεί και μιὰ σταγόνα όξιό όξο (άντι ξίδι).

**Συμπέρασμα :** το όξιό όξο μεταβάλλει από μενεξεδί σε κόκκινο το χρώμα του θάμματος ήλιοτροπίου.



① Η ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΕΙΝΑΙ ΜΕΓΑΛΗ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Το ξίδι παρασκευάζεται από κρασί και περιέχει μιὰ ουσία που λέγεται όξιό όξο. Ξίδι με τίτλο 7° (έπτα βαθμούς) περιέχει 7g όξιό όξο στα 100 cm<sup>3</sup>. Το υπόλοιπο υγρό είναι σχεδόν καθαρό νερό.

2. Το όξιό όξο έχει, όπως και το ξίδι, όση ήρεθιστική, πολύ χαρακτηριστική και γεύση ξινή.

3. Όταν επίδραση όξιό όξο σε άνθρακικό ασβέστιο, γίνεται αναβρασμός: εκλύεται (ελευθερώνεται) διοξείδιο του άνθρακα.

4. Οι άτμοι του όξιου όξέος είναι αναφλέξιμοι.

5. Το όξιό όξο κοκκινίζει το θάμμα ήλιοτροπίου.

## 2° ΜΑΘΗΜΑ

## ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟ ΟΞΥ

① 'Η κοινή του όνομασία είναι σπίρτο του άλατος.

Στο νοικοκυριό το χρησιμοποιούμε για να καθαρίζωμε τις λεκάνες των αποχωρητηρίων. Οι υδροχλωματιστές το μεταχειρίζονται, για να βγάζουν τους παλιούς ασβέστες από τους τοίχους και οι γαλβανιστές, για να καθαρίζουν (ξεσκουριάζουν) την επιφάνεια των μετάλλων, πριν τα βουτήξουν στο λιωμένο ψευδάργυρο, για να τα γαλβανίσουν.

(1). Τώρα πιά ή ουσία αυτή μπορεί να παρασκευαστή από προϊόντα της βιομηχανίας των λιθωνθράκων (πετροκάρβουνων) ή του πετρελαίου.

2 Χρειάζεται προσοχή, όταν τό μεταχειρίζομαστε, γιατί είναι επικίνδυνο.

Προσβάλλει τό δέρμα και γενικά καταστρέφει αρκετά γρήγορα κάθε φυτικό ή ζωικό ιστό (1).

3 Τι γεύση έχει τό υδροχλωρικό όξύ;

Καθαρό δέν μπορούμε βέβαια νά τό δοκιμάσωμε, γιατί θά προκαλέση σοβαρές βλάβες στό βλεννογόνο του στόματος και στά τοιχώματα του πεπτικού μας συστήματος. Μόνο αφού τό αραιώσωμε με πολύ νερό (π.χ. μιά σταγόνα υδροχλωρικό όξύ σε ένα ποτήρι νερό) τό βάζομε στό στόμα και διαπιστώνομε πώς έχει γεύση ξινή σαν του ξιδιού.

Τό παράφενο είναι πώς τά υγρά του στομαχιού μας (τό γαστρικό υγρό) περιέχουν υδροχλωρικό όξύ. Τό εκκρίουν (ξεχύνουν) πολυάριθμοι μικροί αδένες που βρίσκονται στά τοιχώματα του στομαχιού.

4 Γιατί τό λένε σπέρτο του άλατος;

Τό όνομα αυτό του έμεινε από την εποχή που παρασκεύαζαν τό υδροχλωρικό όξύ άποκλειστικά άπό τό κοινό μαγειρικό άλάτι (2), που είναι άφθονη στη φύση και φτηνή πρώτη ύλη.

5 Όσμη.

Όταν άνοιξομε για λίγα δευτερόλεπτα (3) τη φιάλη με τό υδροχλωρικό όξύ, νιώθομε μιά όσμη έρεθιστική μαζί και άποπνικτική.

6 Τό υδροχλωρικό όξύ είναι διάλυμα ενός αέριου σε νερό. Αυτό τό αέριο είναι που δίνει στό υδροχλωρικό όξύ τις χαρακτηριστικές του ιδιότητες· λέγεται υδροχλώριο.

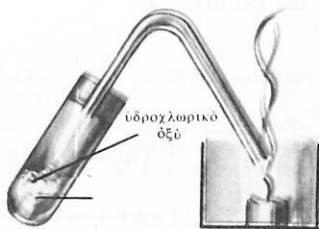
Τό υδροχλώριο είναι αέριο διαλυτό στό νερό. Είναι μάλιστα ή διαλυτότητά του στό νερό μεγάλη: σε θερμοκρασία 0° C 1 λίτρο νερό μπορεί νά διαλύση ως 500 λίτρα υδροχλώριο. Γι' αυτό και άρκει νά φέρωμε σ' έπαφή τό υδροχλώριο με νερό, για νά παρασκευαστή υδροχλωρικό όξύ (είκ. 1).

Η φιάλη με τό υδροχλωρικό όξύ πρέπει νά μένη βουλωμένη, για νά μήν ξεφεύγει άπό τό διάλυμα τό υδροχλώριο. Αυτό ήταν άλλωστε που μάς έρέθισε τη μύτη, όταν θελήσαμε νά μυρίσωμε τό όξύ.

Άν ζεστάνομε τό υδροχλωρικό όξύ, θά παρατηρήσωμε, πώς, όσο ύψώνεται ή θερμοκρασία, τόσο περισσότερο αέριο ξεφεύγει άπό τό διάλυμα. Βγάζομε λοιπόν τό συμπέρασμα πώς ή διαλυτότητα του υδροχλωρίου στό νερό έλαττώνεται με την ύψωση της θερμοκρασίας.

7 Χρώμα του υδροχλωρικού όξεος.

Τό καθαρό όξύ είναι τελείως άχρωμο, αλλά τό κοινό (συνηθισμένο) υδροχλωρικό όξύ, που βρίσκομε



2 ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ ΑΕΡΙΟ ΠΟΥ ΣΥΗΝΕΙ ΤΗ ΦΛΟΓΑ

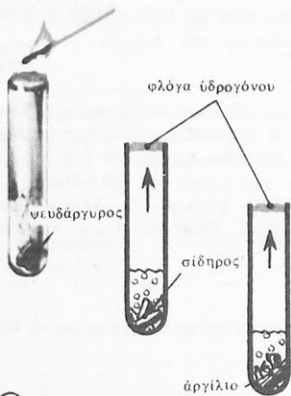


3 ΤΟ ΑΕΡΙΟ ΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ ΘΩΛΩΝΕΙ ΤΟ ΑΣΒΕΣΤΟΝΕΡΟ

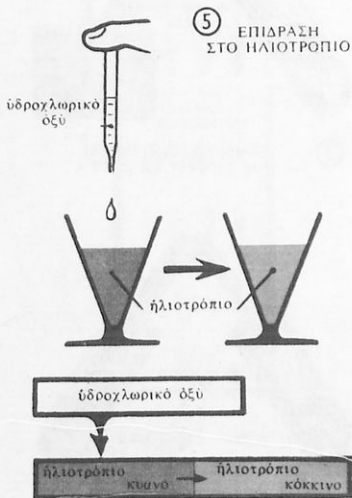
(1). Τη φιάλη με τό υδροχλωρικό όξύ τη βουλώνομε με πώμα γυάλινο ή άπό πλαστική τεχνητή ύλη και όχι με φελλό που τό όξύ τάν καταστρέφει (τόν τρώει).

(2). Με την έπίδραση του θετικού όξεος, που θά τό γνωρίσωμε στό έπόμενο μάθημα.

(3). Προσοχή, γιατί ή εισπνοή των άτμών του υδροχλωρικού όξεος είναι επικίνδυνη.



4 ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΑ



5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ

στο εμπόριο, είναι κιτρινωπό, τότε πιο σκούρο, τότε πιο ανοιχτόχρωμο, γιατί περιέχει τότε περισσότερες τότε λιγότερες ξένες ουσίες (άκαθαρσίες) που αυτές το χρωματίζουν.

8 Όταν στάξουμε υδροχλωρικό οξύ πάνω σε κιμωλία ή σε μάρμαρο ή σε κομματάκια διστρακό, γίνεται ζωηρότατος άναδρασμός.

Ποιό είναι το άεριο που τον προκαλεί;

● Αν προσπαθήσουμε να το ανάψουμε, θα δούμε όχι μόνο πώς δεν αναφλέγεται (δεν είναι αναφλέξιμο, δεν είναι καύσιμο), αλλά ακόμα πώς σβήνει τη φλόγα που πλησιάζουμε στην άκρη του σωλήνα όπου το διοχετεύουμε (το βάζουμε να περάσει) (είκ. 2).

● Αν βάλουμε να περάσει το ίδιο άεριο από άσβεστό-νερο (δηλαδή από νερό, όπου έχουμε διαλύσει πολύ λίγο άσβέστη), παρατηρούμε πώς το υγρό αρχίζει και θολώνει, ώσπου σε λίγο γίνεται άσπρο σαν το γάλα (είκ. 3).

Τό άσβεστόνερο θολώνει, γιατί τό άεριο που του διοχετεύουμε είναι διοξειδίο του άνθρακα: τό διοξειδίο του άνθρακα σχηματίζει με τό διαλυμένο σώμα άσπρο ίζημα (κατακάθι) (1) από άνθρακικό άσβέστιο (2).

**Συμπέρασμα:** "Όπως τό οξεικό οξύ, έτσι και τό υδροχλωρικό οξύ προσβάλλει τό ανθρακικό άσβέστιο και ελευθερώνει (βγάζει απ' αυτό) διοξειδίο του άνθρακα:



9 'Επίδραση στα μέταλλα.

● Ας βάλουμε από λίγο υδροχλωρικό οξύ αραιωμένο με νερό σε τρεις δοκιμαστικούς σωλήνες που ό πρώτος περιέχει κομματάκια (ψήγματα) ψευδάργυρο (ταίγκο), ό δεύτερος ξέσματα (ρινίσματα) από σίδηρο (3) και ό τρίτος σκόνη άργίλιο (άλουμίνιο). Όταν έρθη σ' έπαφή τό υγρό με τά μέταλλα, σχηματίζονται φυσαλίδες, γίνεται δηλαδή έκλυση άερίου (είκ. 4).

● Τό άεριο που ξεφεύγει από τό στόμιο των σωλήνων ανάβει με μικρή έκρηξη, μόλις πλησιάζουμε φλόγα και καίγεται, όσο βγαίνει, με κοντή, χλωμή, γαλάζια φλόγα (4). Τό άεριο αυτό είναι υδρογόνο.

Παρατήρηση: Τό υδρογόνο δεν θολώνει τό άσβεστόνερο.

- (1). Σχηματίζεται ίζημα κάθε φορά που ένα στερεό σώμα ξεχωρίζει από τό υγρό, όπου βρίσκεται σκορπισμένο.
- (2). Τό άνθρακικό άσβέστιο είναι άδιάλυτο στο νερό.
- (3). Τό σίδηρο λέγεται έπιστημονικά σίδηρος.
- (4). Σε λίγο ή φλόγα από γαλάζια γίνεται κίτρινη. Η άλλαγή αυτή οφείλεται στο ότι τό γαλάζιο χρώμα της φλόγας του υδρογόνου σκεπάζεται από τό πιο έντονο χρώμα που της δίνει τό μαλακωμένο από τη θερμότητα στόμιο του σωλήνα.

**Συμπέρασμα:** Το υδροχλωρικό όξύ προσβάλλει όρισμένα μέταλλα με έκλυση υδρογόνου (1)

Υδροχλωρικό όξύ + μέταλλο → υδρογόνο ↗...

**Παρατήρηση:** Και το όξιό όξύ άραιωμένο με λίγο νερό προσβάλλει το σίδηρο, τόν ψευδάργυρο και το άργίλιο με έκλυση υδρογόνου, ή δράση του όμως είναι άργη.

Από το υδροχλωρικό όξύ δέν προσβάλλονται όλα τά μέταλλα τόσο εύκολα όσο αυτά τού άναφέραμε παραπάνω. Μερικά τά προσβάλλει το υδροχλωρικό όξύ μόνο όταν είναι ζεσταμένο (έν θερμώ). \*Άλλα πάλι, όπως ο χρυσός (χρυσάφι) και ο λευκόχρυσος (πλατίνα), δέν προσβάλλονται καθόλου.

#### 10 Επίδραση στο βάμμα ήλιотροπίου.

Αν βυθίσωμε ένα γυάλινο ραβδί πρώτα σέ υδροχλωρικό όξύ πολύ άραιωμένο με νερό και έπειτα σέ βάμμα ήλιотροπίου, το χρώμα τού υγρού από μενεξεδι θά γίνη κόκκινο ζωηρό.

Και ελάχιστο άκόμα υδροχλωρικό όξύ άρκει για τά κοκκίνιση το βάμμα ήλιотροπίου.

**II Έφαρμογές.** Το υδροχλωρικό όξύ το χρησιμοποιούμε για τó ξεσκούριασμα τής επιφανείας τών μετάλλων, για τó χάραγμα τού ψευδαργύρου και για πολλές βιομηχανικές και έργαστηριακές χρήσεις.

#### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Το υδροχλώριο είναι άέριο πολύ διαλυτό στο νερό. Το διάλυμά του λέγεται υδροχλωρικό όξύ (σπίρτο τού άλατος).

2. Το υδροχλωρικό όξύ έχει γεύση ξινή και όσμη έρεθιστική και άποπνικτική.

3. Το υδροχλωρικό όξύ προσβάλλει το άνθρακικό άσβέστιο και έλευθερώνει διοξείδιο τού άνθρακα. Το διοξείδιο τού άνθρακα άναγνωρίζεται από τήν ιδιότητά του να θολώνη το άσβεστόνερο.

4. Το υδροχλωρικό όξύ προσβάλλει όρισμένα μέταλλα με έκλυση υδρογόνου. Το υδρογόνο άναγνωρίζεται γιατί είναι άναφλέξιμο.

5. Το υδροχλωρικό όξύ μεταβάλλει το χρώμα τού βάμματος ήλιотροπίου από μενεξεδι σέ κόκκινο.

3° ΜΑΘΗΜΑ

### ΘΕΙΙΚΟ ΟΞΥ

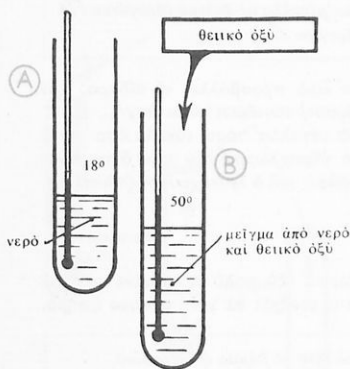


① ΟΙ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ περιέχουν μείγμα από νερό και ΘΕΙΙΚΟ ΟΞΥ

**I** Το συσσωρευτή (μπαταρία) τής εικ. 1 γνωρίζετε, γιατί τέτοιους χρησιμοποιούμε σ' αυτοκίνητα.

Ο συσσωρευτής είναι γεμισμένος με μείγμα από νερό και ένα υγρό, τού θά ξεετάσωμε τώρα και λέγεται θειικό όξύ.

(1). Τά μέταλλα πού διαλέξαμε για τó πείραμά μας τά διαβρώνει (τά «τρώνει») το υδροχλωρικό όξύ. Τά κομμάτια τους όλο και μικραίνουν, άσπου στο τέλος (άν το υδροχλωρικό όξύ είναι άρκετό) εξαφανίζονται έντελώς. Παύει τότε και ή έκλυση υδρογόνου.



② ΤΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΘΕΪΚΟ ΟΞΥ

Το θεϊκό οξύ, γνωστό από τον καιρό των αλχημιστών, είναι σήμερα ένα από τα σπουδαιότερα προϊόντα της μεγάλης χημικής βιομηχανίας και παρασκευάζεται σε όλο τον κόσμο σε τεράστιες ποσότητες. Στην Ελλάδα παράγονται περίπου 150.000 τόνοι θεϊκό οξύ κάθε χρόνο. Το χρησιμοποιούν οι βιομηχανίες που παρασκευάζουν λιπάσματα (τα υπερφωσφορικά λιπάσματα), έκρηκτικές ύλες, συνθετικά χρώματα, οξέα και πολλά άλλα προϊόντα.

② Το θεϊκό οξύ είναι υγρό άχρωμο, όταν είναι καθαρό.

Όταν το ταράζουμε, παρατηρούμε πώς είναι παχύρρεστο σαν το σιρόπι ή το λάδι. Γι' αυτό το λένε κάποτε «λάδι του βιτριολιού»: άλλοτε το λέν απλά «βιτριόλι».

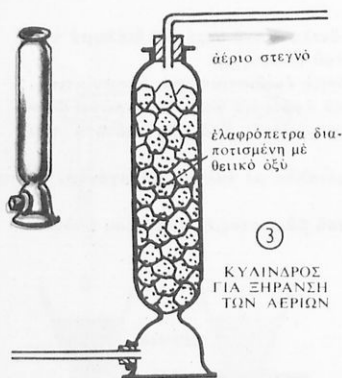
● Άνοιγουμε τη φιάλη και διαπιστώνουμε πώς δεν έχει όσμη. Άλλωστε δεν ξεαριωνεται εύκολα το θεϊκό οξύ, δεν είναι δηλαδή πτητικό. Βράζει σε υψηλή θερμοκρασία: στους 300° C περίπου.

③ Γεύση: Το θεϊκό οξύ είναι πολύ επικίνδυνο, γιατί αυτό μόνο πάρα πολύ αραιωμένο με νερό μπορούμε να το δοκιμάσουμε, για να γνωρίσουμε τη γεύση του: διαπιστώνουμε τότε πώς είναι ξινό.

④ Το θεϊκό οξύ είναι βαρύ υγρό: αν συγκρίνωμε το βάρος δύο όμοιων φιαλών, που η μία είναι γεμάτη νερό και η άλλη γεμάτη θεϊκό οξύ, θα παρατηρήσωμε πώς η δεύτερη είναι πολύ βαρύτερη από την πρώτη. Αν μάλιστα κάνωμε τα απαραίτητα ζυγίσματα και υπολογισμούς, θα βρούμε πώς 1 λίτρο θεϊκό οξύ ζυγίζει πάνω από 1,8 kg: πώς είναι δηλαδή σχεδόν 2 φορές βαρύτερο από ένα λίτρο νερό.

⑤ Άς στάξωμε, πολύ προσεκτικά και ταράζοντας διαρκώς, λίγες στάλες θεϊκό οξύ σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει νερό στη θερμοκρασία του δωματίου.

Τα δύο υγρά ανάκατευνται καλά, όποια και να είναι η αναλογία των δγκων τους.



③ ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΓΙΑ ΞΗΡΑΝΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ



④ ΠΟΤΕ ΜΗ ΧΥΣΕΤΕ ΝΕΡΟ ΣΕ ΠΥΚΝΟ ΘΕΪΚΟ ΟΞΥ

Το θεϊκό οξύ διαλύεται στο νερό σε κάθε αναλογία. Λέμε πώς είναι άπληστο (άχορταγο) για το νερό.

● Μετά την ανάμειξη το υγρό στο σωλήνα είναι ζεστό: το θερμομέτρο δείχνει πώς η θερμοκρασία έχει ύψωθη μερικές δεκάδες βαθμούς (είκ. 2).

Το θεϊκό οξύ διαλύεται στο νερό με σημαντική έκλυση θερμότητας.

Αυτό συμβαίνει με όλα τα υδροσκοπικά σώματα, δηλαδή με όλα τα σώματα που είναι απληστα για το νερό.

Το θειικό οξύ όχι μόνο διαλύεται στο νερό εύκολα αλλά και απορροφά τους υδατμούς, όταν βρεθθί σε επαφή μαζί τους.

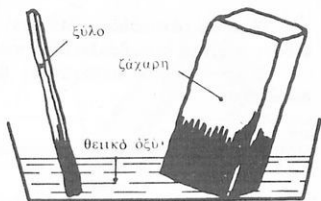
● **Συνέπεια**: Για την ιδιότητά του ν' απορροφά τους υδατμούς, μεταχειριζόμαστε το θειικό οξύ για να ξηραίνουμε διάφορα αέρια που τυχαίνει να συγκρατούν υγρασία (είκ. 3).

● **Προσοχή**: Μή χύσωμε ποτέ νερό σε θειικό οξύ για να τ' αραιώσωμε: γιατί, με την απότομη ύψωση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια, το νερό θα εξαερωθῆ βίαια παρασύροντας και σκορπίζοντας σταγόνες θειικό οξύ (είκ. 4) που θα προκαλέσουν βαριά έγκαύματα. Στάζομε λοιπόν το οξύ μέσα στο νερό με πολλή προσοχή και αναδεύομε ύστερα από κάθε προσθήκη.

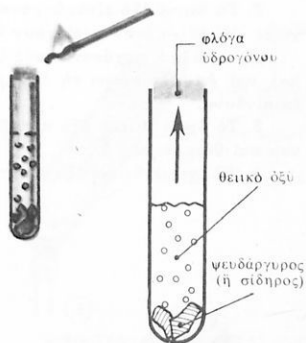
6 "Ας βάλωμε ένα ξυλαράκι (ένα κομματάκι από σπέρτο π.χ.) και ένα βώλο ζάχαρη σε θειικό οξύ: και το ξύλο και η ζάχαρη θα μαυρίσουν, θα απανθρακωθούν (θα καρβονιάσουν) (είκ. 5).

Με τόν ίδιο τρόπο προσβάλλει το οξύ το δέρμα και κάθε άλλον ιστό ζωικό ή φυτικό. Το κάψιμο προχωρεί σε βάθος: το θειικό οξύ είναι πάρα πολύ διαβρωτικό, γι' αυτό και εξαιρετικά επικίνδυνο.

7 "Ας χύσωμε αραιωμένο με νερό θειικό οξύ σε άνθρακικό ασβέστιο (ασβεστόλιθο, μάρμαρο κλπ.): γίνεται αναβρασμός και το αέριο που τόν προκαλεί σβήνει τῆ φλόγα τοῦ κεριού και θολώνει το ασβεστό-νερο: είναι διοξείδιο τοῦ άνθρακα.

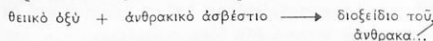


5 ΤΟ ΞΥΛΟ ΚΑΙ Η ΖΑΧΑΡΗ ΑΠΑΝΘΡΑΚΩΝΟΝΤΑΙ



6 ΘΕΙΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΟ

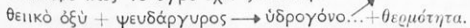
Το θειικό οξύ (όπως και τα άλλα δυο οξέα που γνωρίζουμε) προσβάλλει το ανθρακικό ασβέστιο και ελευθερώνει το διοξείδιο τοῦ άνθρακα:



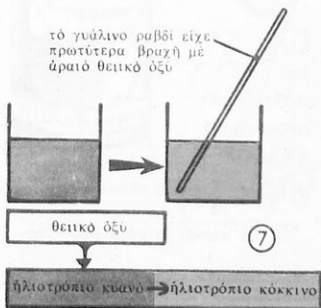
8 "Όταν σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει ψευδάργυρο προσθέσωμε αραιωμένο θειικό οξύ, παρατηρούμε ζωηρή έκλυση αερίου (είκ. 6).

● Μόλις πλησιάσωμε φλόγα στο στόμο τοῦ σωλήνα, άκούομε μιά μικρή έκρηξη και βλέπομε νά ξεπηδᾷ ἡ χαρακτηριστική άνοιχτογάλαζη, κοντή φλόγα τοῦ υδρογόνου.

Ἐγγίζομε το κάτω μέρος τοῦ σωλήνα και διαπιστώνομε πώς το υγρό ἔχει ζεσταθῆ:



Με τόν ίδιο τρόπο προσβάλλει το αραιωμένο θειικό οξύ το σίδηρο, το άργίλιο και διάφορα άλλα μέταλλα.



Το πικνό (άναραιωτο, καθαρό) θειικό όξύ ένεργεί άλλιώς: πολλά μέταλλα, όπως τό σίδηρο π.χ., τό προσβάλλει μόνο πολύ ζεσταμένο. Στίς συνθήκες αυτές δέν εκλύεται ύδρογόνο. Ό χρυσός και ό λευκόχρυσος δέν προσβάλλονται ούτε άπό άραιό ούτε άπό πικνό θειικό όξύ.

*Τό άραιωμένο θειικό όξύ προσβάλλει όρσιμένα μέταλλα με έκλυση ύδρογόνου και θερμότητας.*

**2** Τό βάμμα ήλιοτροπίου παίρνει ζωηρό κόκκινο χρώμα, μόλις τό παράξωμε μ' ένα ραβδί γυάλινο πού τό είχαμε πρωτύτερα βρέξει με θειικό όξύ πολύ άραιωμένο (είκ. 7).

*Και ελάχιστο ακόμα θειικό όξύ άρκει, για τό κοκκίνιση τό βάμμα ήλιοτροπίου.*

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**1.** Τό θειικό όξύ (λάδι του βιτριολιού), άπό τό σπουδαιότερα βιομηχανικά προϊόντα, είναι ύγρό παχύρρεστο, βαρύτερο (σε ίσους όγκους) άπό τό νερό. Δέν είναι σώμα πτητικό.

**2.** Τό θειικό όξύ είναι ύγροσκοπικό, γι' αυτό τό χρησιμοποιούμε και για νά ξεραίνωμε τό άέρια, όταν περιέχουν ύγρασία.

Προσβάλλει ταχύτατα τούς ζωικούς και φυτικούς ιστούς (π.χ. τό δέρμα, τό ξύλο) και άπανθρακώνει τή ζάχαρη και πολλές άλλες ουσίες. Είναι σώμα έξαιρετικά επικίνδυνο.

**3.** Τό άραιό θειικό όξύ προσβάλλει ζωηρά διάφορα μέταλλα με έκλυση ύδρογόνου και θερμότητας.

**4.** Έλάχιστο θειικό όξύ μετατρέπει σε κόκκινο τό χρώμα του βάμματος ήλιοτροπίου.

### 4° ΜΑΘΗΜΑ

### ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ



**1**  
ΤΟ  
ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ  
ΠΡΟΣΒΑΛΛΕΙ  
ΤΟ ΧΑΛΚΟ

**1** Η πλάκα στην είκόνα 1 είναι χάλκινη και έχει χαρακτή με νιτρικό όξύ (άκουσάφρτε).

Νά πώς γίνεται τό χάραγμα της.

Σκεπάζωμε πρώτα τήν επιφάνεία της με κέρι. Έπειτα με είδική βελόνα (πούντα) σχηματίζωμε τό σχέδιο σκάβοντας τό βερνίκι ώς τό βάθος, ώστε νά άπογυμνωθή ό χαλκός. Χύνωμε κατόπι στην επιφάνεια τής πλάκας νιτρικό όξύ άραιωμένο με νερό και τ' άφήνωμε νά διαβρώση (νά φάη) τόν άπογυμνωμένο χαλκό: έτσι χαραζεται τό σχέδιο. Μετά τό ζέπλυμα με άφθονο νερό, βγάζωμε τό κέρι διαλύοντάς τό με βενζίνα και ή πλάκα μένει καθαρή και χαραγμένη.

**2** Τό κοινό νιτρικό όξύ είναι ύγρό εύκίνητο σαν τό νερό, άχρωμο ή κιτρινωπό (1),

(1). Για νά μείνη άχρωμο τό νιτρικό όξύ τό φυλάγωμε σε σκοτεινόχρωμη φιάλη.



βράζει στους 120° C περίπου και περιέχει περίπου 70% δξύ (1). Για να το χρησιμοποιήσουν οι χαρακτες, το αραιώνουν 10 φορές, δηλαδή προσθέτουν τόσο νερό, ώστε ο αρχικός όγκος του υγρού να δεκαπλασιασθή.

● Το πυκνό (καπνίζον) νιτρικό δξύ είναι σχεδόν καθαρό δξύ (περιέχει μόνο 2-5% νερό). Το λεύε καπνίζον, γιατί βγάξει άτμούς που με τους ύδρατμούς της άτμόσφαιρας σχηματίζουν άσπρο καπνό. 'Ο καπνός αυτός, με την επίδραση του φωτός, γίνεται καστανοκόκκινος' μέρος του καστανοκόκκινου καπνού διαλύεται στο δξύ και το κιτρινίζει (2)· σέ ίσον όγκο είναι 1 1/2 φορά βαρύτερο από το νερό (1 λίτρο του ζυγίζει 1,5 kg). Το πυκνό νιτρικό δξύ βράζει στους 83° C.

3 'Από το στόμιο δοκιμαστικού σωλήνα, όπου θερμαίνουμε λίγες σταγόνες πυκνό νιτρικό δξύ, ξεφεύγουν άφθονοι καστανοκόκκινοι άτμοι (είκ. 2) (3): με την ύψωση της θερμοκρασίας το νιτρικό δξύ παθαίνει άποσύνθεση' ένα από τα άέρια που σχηματίζονται έχει χρώμα καστανοκόκκινο.

**Συμπέρασμα.** Το νιτρικό δξύ παθαίνει εύκολα άποσύνθεση' δέν είναι σώμα πολύ σταθερό.

4 "Ας θερμάνουμε λίγο πυκνό νιτρικό δξύ σέ δοκιμαστικό σωλήνα, άφου βουλώσωμε χαλαρά το στόμιο με ψιλό ροκανίδι: ξεφεύγουν από το υγρό οι γνωστοί μας καστανοκόκκινοι άτμοι (που τους λέμε και νιτρώδεις άτμούς) και σέ λίγο βλέπομε με άπορία μας νά άνάβη και νά καίγεται το ροκανίδι (είκ. 3).

'Εξήγηση: ένα από τα άέρια που ελευθερώνονται, όταν παθαίνει άποσύνθεση το νιτρικό δξύ, μπορεί και καίει διάφορες ουσίες· το άέριο αυτό λέγεται *όξυγόνο*.

Το νιτρικό δξύ, που εύκολα έκλυει όξυγόνο, είναι σώμα όξειδωτικό.

5 Και άλλα πειράματα δείχνουν πώς το νιτρικό δξύ είναι όξειδωτικό.

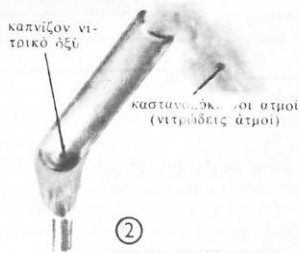
α. "Ενα κομμάτι πυρωμένο ξυλοκάρβουνο καίγεται με φλόγα, όταν το πλησιάσωμε στήν επιφάνεια του πυκνού νιτρικού όξέος.

β. 'Αφού ξεράνωμε καλά λίγη αϊθάλη (καπνιά), χύνωμε μερικές στάλες νιτρικό δξύ πυκνό: το κάρβουνο άναφλέγεται (είκ. 4 A και B).

(1). Όταν λέμε πώς το κοινό νιτρικό δξύ περιέχει 70% δξύ, έννοούμε πώς τα 100 γραμμάτια του περιέχουν 70 g νιτρικό δξύ· το υπόλοιπο είναι νερό.

(2). 'Ιδιοι είναι οι άτμοι που σχηματίζονται μέσα στο κοινό δξύ, όταν το άφήσωμε στο φως και το κιτρινίζουν.

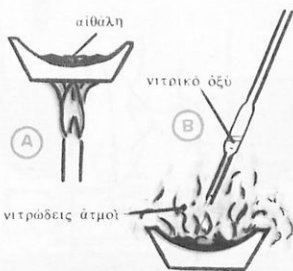
(3). Προσοχή: το πείραμα δέν κάνει νά διαρκέση πολύ και είναι προτιμότερο νά γίνη στο ύπαιθρο, γιατί οι καστανοκόκκινοι άτμοι είναι επικίνδυνοι στήν εισπνοή.



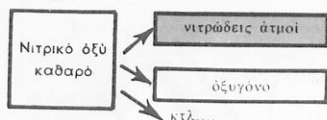
2  
ΜΕ ΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟ ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ ΕΚΛΥΕΙ ΒΑΡΥ ΚΑΣΤΑΝΟΚΟΚΚΙΝΟ ΑΤΜΟ



3  
ΤΟ ΞΥΛΟ ΑΝΑΦΛΕΓΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΤΜΟΥΣ ΤΟΥ ΟΞΕΟΣ



4  
ΤΟ ΚΑΠΝΙΖΟΝ ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ ΑΝΑΦΛΕΓΕΙ ΤΗΝ ΞΕΡΑΜΜΕΝΗ ΑΙΘΑΛΗ



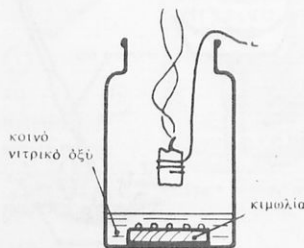
5

ΤΟ ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ ΕΥΚΟΛΑ ΠΑΘΑΙΝΕΙ ΔΙΑΣΠΑΣΗ



6

Ο ΧΡΥΣΟΣ ΔΙΑΛΥΕΤΑΙ ΣΤΟ ΒΑΣΙΛΙΚΟ ΝΕΡΟ



7

ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΠΟΥ ΕΚΔΥΕΤΑΙ ΣΒΗΝΕΙ ΤΟ ΚΕΡΙ

**Εξήγηση:** τὸ νιτρικὸ ὄξύ ἐπάθε ἀποσύνθεση, μάλιστα τὸ ἴδιο ἢ οἱ ἄτμοι τοῦ ἤρθαν σ' ἐπαφή μὲ τὸ ζεστὸ κάρβουνο· τὸ ὀξυγόνο ποῦ ἐλευθερώθηκε ἔκαψε τὸ κάρβουνο (ξυλοκάρβουνο ἢ αἰθάλη).

**Συμπέρασμα:** "Ὅταν παθαίνει ἀποσύνθεση τὸ νιτρικὸ ὄξύ, παράγει ὀξυγόνο ποὺ μπορεῖ καὶ καίει ἄλλα σώματα. Τὸ νιτρικὸ ὄξύ εἶναι σῶμα ὀξειδωτικό.

6 **Ἐπίδραση τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος στὰ μέταλλα.**

Ὅταν χύσωμε νιτρικὸ ὄξύ ἀραιωμένο μὲ νερὸ πάλιν σὲ ρινίσματα ἀπὸ σίδηρο ἢ σὲ ψευδάργυρο, τὸ μέταλλο προσβάλλεται καὶ ἐμφανίζονται καστανοκόκκινοι ἄτμοι. Ἄν ἀναζητήσωμε ὑδρογόνο, δὲν θὰ τὸ βροῦμε: γιὰ τὸ ὀξυγόνο ποῦ προέρχεται ἀπὸ τὴν ἀποσύνθεση τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος καίει τὸ ὑδρογόνο, πρὶν προλάβῃ τὸ ἀέριο αὐτὸ νὰ φανερωθῇ.

*Τὸ νιτρικὸ ὄξύ προσβάλλει σχεδὸν ὅλα τὰ μέταλλα.*

● Ὁ χρυσὸς δὲν προσβάλλεται ἀπὸ τὸ νιτρικὸ ὄξύ: θὰ τὸ διαπιστώσωμε, ἂν βυθίσωμε ἓνα λεπτὸ φύλλον χρυσάφι μέσα στὸ ὄξύ αὐτό. Οὔτε καὶ στὸ λευκόχρυσο δὲν ἐπίδρα τὸ νιτρικὸ ὄξύ:

*Ὁ χρυσὸς προσβάλλεται μόνον ἀπὸ τὸ βασιλικὸ νερὸ (εἰκ. 6) (τὸ ἴδιο καὶ ὁ λευκόχρυσος). Τὸ βασιλικὸ νερὸ εἶναι μείγμα ἀπὸ νιτρικὸ καὶ ὑδροχλωρικὸ ὄξύ.*

7 **Τὸ νιτρικὸ ὄξύ κοκκινίζει τὸ θάμμα ἡλιοτροπίου:** ἀρκεῖ ἐλάχιστο νιτρικὸ ὄξύ γι' αὐτὴ τὴ μετατροπῆ.

8 **Ἄς χύσωμε ἀραιὸ νιτρικὸ ὄξύ σ' ἓνα κομμάτι κιμωλία:** γίνεται ἀναβρασμὸς καὶ τὸ ἀέριο ποῦ τὸν προκαλεῖ εἶναι διοξειδίου τοῦ ἀνθρακα (εἰκ. 7).

*Τὸ νιτρικὸ ὄξύ προσβάλλει τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο ἐλευθερώνοντας διοξειδίου τοῦ ἀνθρακα.*

9 **Τὸ νιτρικὸ ὄξύ καταστρέφει τοὺς φυτικούς καὶ ζωικούς ἰστούς** καθὼς καὶ τὰ ὑφάσματα, τὸ χαρτί, τὸ καουτσούκ καὶ πολλὰ ἄλλα σώματα: ὅταν στάξῃ νιτρικὸ ὄξύ σὲ ὑφασμα (ἢ σὲ χαρτί) τὸ τρυπάει σχεδὸν ἀμέσως· στὸ δέρμα κάνει κίτρινους λεκέδες (1) καὶ πολὺ γρήγορα τὸ διαπερνᾷ προκαλώντας βαθιὲς καὶ ὀδυνηρὲς πληγές.

(1). Κιτρινίζει ἐπίσης τὸ μαλλί καὶ τὸ μετάξι, πρὶν τὰ καταστρέψῃ.

Το νιτρικό οξύ, όχι μόνο το πυκνό αλλά και το κοινό, είναι σωμα πολύ επικίνδυνο.

10 Το νιτρικό οξύ είναι απαραίτητο για τις βιομηχανίες που παράγουν νιτρικά λιπάσματα, χρώματα, έκρηκτικές ύλες και διάφορα άλλα προϊόντα.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Το κοινό νιτρικό οξύ περιέχει σχεδόν 70% καθαρό οξύ. Το πυκνό νιτρικό οξύ περιέχει πολύ περισσότερο (95-98%).
2. Το νιτρικό οξύ παθαίνει εύκολα αποσύνθεση εκλύοντας μαζί με καστανοκόκκινους ατμούς και δξυγόνο, που μπορεί και καίει διάφορα σώματα.
3. Τα μέταλλα προσβάλλονται από το νιτρικό οξύ: εξαίρεση κάνουν μερικά πολύτιμα μέταλλα όπως ο χρυσός και ο λευκόχρυσος, που επηρεάζονται μόνον από το βασιλικό νερό, δηλαδή από μείγμα των δύο οξέων, νιτρικού και υδροχλωρικού.
4. Το νιτρικό οξύ προσβάλλει το άνθρακικό ασβέστιο και ελευθερώνει διοξείδιο του άνθρακα.
5. Το νιτρικό οξύ κοκκινίζει το βάμμα ήλιотροπίου.
6. Το νιτρικό οξύ (το πυκνό αλλά και το κοινό) προκαλεί έγκαυματα: είναι σώμα πολύ επικίνδυνο.

### 5<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ

### Ο Ξ Ε Α

1 Γνωρίσαμε τις ιδιότητες τεσσάρων σωμάτων, που η βιομηχανία παρασκευάζει και χρησιμοποιεί μεγάλες τους ποσότητες: οξικό οξύ, υδροχλωρικό οξύ, θειικό οξύ, νιτρικό οξύ.

Και για τα τέσσερα μεταχειριστήκαμε την ονομασία οξύ. Θα δούμε στο μάθημα αυτό γιατί:

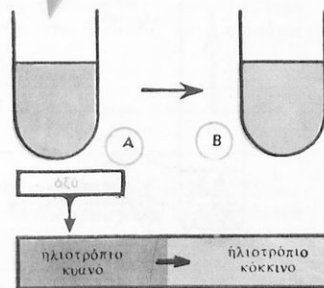
2 Έχουν όλα γεύση ξινή, όπως διαπιστώσαμε, όταν τα δοκιμάσαμε, αφού τα άραιώσαμε με πολύ νερό.

*Αναγκαίως είναι επικίνδυνα γι' αυτό πρέπει η χρήση τους να γίνεται με προφυλάξεις και να μη λείπουν οι ετικέτες από τις φιάλες που τα περιέχουν.*

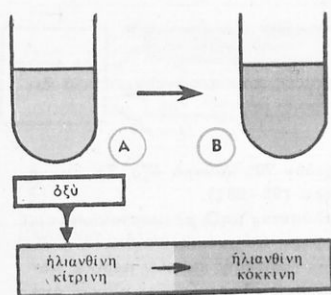
Ξινή γεύση έχουν επίσης το λεμόνι, τα άγουρα φρούτα, ή οξαλίδα (ξινίδρα) κλπ., χωρίς να είναι επικίνδυνα. Μέσα στους χυμούς τους υπάρχουν διαλυμένες ουσίες που τις λέμε και αυτές οξέα: κιτρικό οξύ, οξαλικό οξύ κ.ά.

3 Τα τέσσερα γνωστά μας οξέα κοκκινίζουν το βάμμα ήλιотροπίου (εικ. 1).

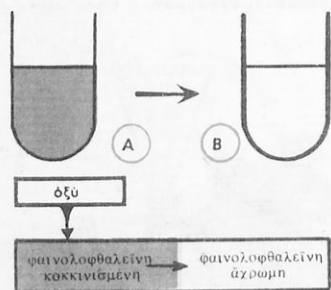
Λέμε πως η αντίδραση αυτή είναι πολύ ευαίσθητη, γιατί χρειάζεται ελάχιστο οξύ για να την προκαλέσει.



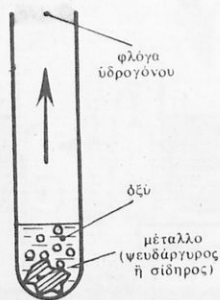
1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ



## 2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΗΛΙΑΝΘΙΝΗ



## 3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΑΙΝΟΛΟΦΘΑΛΕΙΝΗ



## 4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΞΕΟΣ ΣΕ ΜΕΤΑΛΛΟ

Ἄς βυθίσουμε τὴν ἄκρη ἑνὸς γυάλινου ραβδιοῦ σὲ θεϊκὸ ὄξύ κ' ἄς τὸ ξεβγάλουμε ἔπειτα σ' ἕνα ποτήρι νερό. Τὸ ὑγρὸ τοῦ ποτηριοῦ ἔγινε τώρα πολὺ ἀραιωμένο ὄξύ· ἀρκεῖ ὁμως μιά σταγόνα του, ποὺ τὴν παίρνομε μὲ ἄλλο καλοπλυμένο ραβδί, γιὰ νὰ μετατρέψῃ σὲ κόκκινο τὸ *εἰαίσθητο* (μενεξεδι) χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου.

*Ἐύκολα λοιπὸν θὰ καταλάβουμε πόση σημασία ἔχει γιὰ τὰ πειράματά μας τὸ καλὸ πλύσιμο τῶν δοχείων καὶ ραβδίων ποὺ μεταχειριζόμαστε.*

**4 Ἴλιανθίνη.** Τέσσερις δοκιμαστικοὶ σωλῆνες περιέχουν ἀπὸ λίγα κυβικὰ ἑκατοστὰ ἀπὸ τὸ ἴδιο πορτοκαλοκίτρινο ὑγρὸ, ποὺ λέγεται διάλυμα ἡλιανθίνης.

Ἄν στᾶξουμε τὰ τέσσερα γνωστὰ μας ὄξέα, πολὺ ἀραιωμένα μὲ νερό, τὸ καθένα σ' ἕναν ἀπὸ τοὺς τέσσερις σωλῆνες, παρατηροῦμε πὼς τὸ χρῶμα τῆς ἡλιανθίνης ἀλλάζει ὁμοία σὲ ὄλους τοὺς σωλῆνες: ἀπὸ πορτοκαλοκίτρινο γίνεται τριανταφυλλί (ρόζ) ζωηρὸ (εἰκ. 2).

**Συμπέρασμα:** τὰ ὄξέα μετατρέπουν σὲ τριανταφυλλί τὸ πορτοκαλοκίτρινο χρῶμα τοῦ διαλύματος ἡλιανθίνης.

**5 Φαινολοφθαλεῖνη.**

Ἄς κάνουμε ὁμοιο πείραμα μὲ τὸ προηγούμενο, χρησιμοποιώντας ὁμως αὐτὴ τὴ φορά ἀντὶ γιὰ ἡλιανθίνη ἕνα κόκκινο ὑγρὸ, ποὺ λέγεται διάλυμα φαινολοφθαλείνης. Παρατηροῦμε καὶ πάλι πὼς τὰ τέσσερα ὄξέα προκαλοῦν ὁμοία μεταβολή: ἀποχρωματίζουν τὸ κόκκινο διάλυμα φαινολοφθαλείνης (εἰκ. 3).

**Συμπέρασμα:** τὰ ὄξέα ἀποχρωματίζουν τὸ κόκκινο διάλυμα φαινολοφθαλείνης.

**6 Δειχτές.**

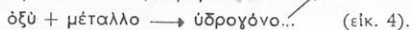
Τὸ ἡλιοτρόπιο, ἡ ἡλιανθίνη, ἡ φαινολοφθαλεῖνη, ὀνομάζονται *δειχτές*: ὅλα τὰ γνωστὰ μας ὄξέα προκαλοῦν τὶς ἴδιες μεταβολές στὸ χρῶμα τῶν δειχτῶν.

Εἶναι συχνὰ πολὺ βολικὸ ἀντὶ γιὰ βάμμα ἡλιοτροπίου νὰ μεταχειριζόμαστε *χαρτὶ ἡλιοτροπίου*: μικρὲς λουρίδες χαρτὶ διαποτισμένο μὲ βάμμα ἡλιοτροπίου καὶ στεγνωμένο. Μιά σταγόνα ὄξύ, ἀκόμα καὶ πολὺ ἀραιωμένο μὲ νερό, σχηματίζει μιά κόκκινη κηλίδα στὸ χαρτὶ ἡλιοτροπίου.

Βρίσκει κανεὶς στὸ ἐμπόριο ἕτοιμο χαρτὶ ἡλιοτροπίου καθὼς καὶ χαρτὰ ἄλλων δειχτῶν (π.χ. χαρτὶ φαινολοφθαλείνης).

**7 Μάθαμε** ὅτι πολλὰ μέταλλα, ὅπως π.χ. ὁ σίδηρος, ὁ ψευδάργυρος, τὸ ἀργίλιο, προσβάλλονται καὶ ἀπὸ τὰ τέσσερα ἀραιωμένα ὄξέα.

Γενικά, όταν ένα μέταλλο προσβάλλεται από ένα οξύ, γίνεται έκλυση υδρογόνου:



Πρέπει να έχουμε υπ' όψη μας πώς το υδρογόνο που εμφανίζεται στην αντίδραση αυτή προέρχεται από το οξύ. (Το υδρογόνο είναι συστατικό των οξέων).

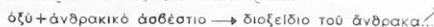
● Όταν τα μέταλλα προσβάλλονται από το νιτρικό οξύ, δεν παράγεται υδρογόνο, γιατί το σώμα αυτό καίγεται από το οξύγονο που ελευθερώνεται με την αποσύνθεση του νιτρικού οξέος.

**8** Τα τέσσερα οξέα που γνωρίσαμε έχουν την ίδια επίδραση στο άνθρακικό ασβέστιο (είκ. 5).

Προκαλούν ανάβρασμο, γιατί προσβάλλουν το άνθρακικό ασβέστιο ελευθερώνοντας ένα αέριο, το διοξείδιο του άνθρακα, που το αναγνωρίζουμε εύκολα γιατί θολώνει το ασβεστόνερο και σβήνει τη φλόγα.

Το διοξείδιο του άνθρακα προέρχεται από το άνθρακικό ασβέστιο και όχι από το οξύ.

*Τα οξέα αποσυνθέτουν το άνθρακικό ασβέστιο και ελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα:*



**9** Τα οξέα και το ηλεκτρικό ρεύμα.

● Ζέρομε πώς ο λευκόχρυσος δεν προσβάλλεται από το θειικό οξύ· γι' αυτό και δεν άπορούμε όταν: παίρνοντας δύο σύρματα λευκοχρύσου και βυθίζοντας από μιά τους άκρη σε νερό ξυρισμένο με θειικό οξύ, δεν παρατηρούμε να συμβαίνει τίποτε.

● *Ας συνθέσουμε τώρα τις άκρες των συρμάτων που εξέχουν από το υγρό με τους πόλους ηλεκτρικής στήλης:* πάνω στις βυθισμένες άκρες των συρμάτων εμφανίζονται φυσαλίδες που εξακολουθούν να σχηματίζονται, όσο δεν αποσυνδέομε τη στήλη. Αυτό σημαίνει, πώς μέσα από το υγρό περνά ηλεκτρικό ρεύμα (είκ. 6).

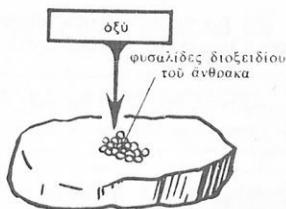
● *Αφού ξεβγάλαμε καλά το ποτήρι και τα σύρματα, ας επαναλάβωμε το πείραμα με καθαρό νερό αντί αραιωμένο θειικό οξύ:* φυσαλίδες δεν εμφανίζονται στα σύρματα. Αυτό σημαίνει, πώς ρεύμα δεν περνά από το καθαρό νερό.

**Συμπέρασμα:** το ηλεκτρικό ρεύμα δεν περνά μέσα από το καθαρό νερό, περνά όμως από αραιωμένο θειικό οξύ.

Λέμε πώς το θειικό οξύ είναι *ηλεκτρολύτης*. Το καθαρό νερό δεν είναι ηλεκτρολύτης.

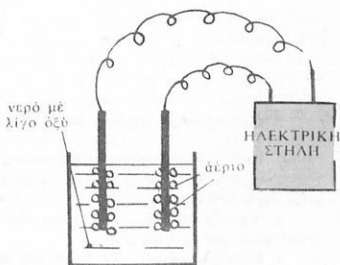
● *Ας ξανακάνωμε το ίδιο πείραμα και με καθένα από τα άλλα τρία οξέα:* το αποτέλεσμα είναι ίδιο όπως και με το θειικό οξύ.

*Τα οξέα είναι ηλεκτρολύτες.*



5

ΕΠΙΔΡΑΣΗ  
ΟΞΕΩΣ ΣΤΟΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟ



ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ  
ΡΕΥΜΑ

6 ΠΕΡΝΑ ΑΠΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΕΟΣ

**10** Για τις κοινές τους ιδιότητες που αναφέραμε σήμερα, δόθηκε στο όξινο όξύ, στο υδροχλωρικό όξύ, στο θειικό όξύ, στο νιτρικό όξύ ή κοινή ονομασία όξυ.

*Γενικά, ονομάζεται όξύ κάθε σώμα που παρουσιάζει τις όξινες ιδιότητες των τεσσάρων γνωστών μας όξεων.*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Το όξινο όξύ, το υδροχλωρικό όξύ, το θειικό όξύ, το νιτρικό όξύ, παρουσιάζουν όρισμένες κοινές ιδιότητες.
2. Μεταβάλλουν το χρώμα των δειχτών: κοκκινίζουν το βάμμα ήλιοτροπίου, γυρίζουν στο τριανταφυλλί το πορτοκαλοκίτρινο διάλυμα ήλιανθίνης, αποχρωματίζουν το κόκκινο διάλυμα της φαινολοφθαλεΐνης.
3. Προσβάλλουν πολλά μέταλλα με έκλυση υδρογόνου.
4. Προσβάλλουν το άνθρακικό άσβεστιο έλευθερώνοντας διοξείδιο του άνθρακα.
5. Είναι ηλεκτρολύτες (το ηλεκτρικό ρεύμα περνά μέσα από το διάλυμά τους).
6. Οι κοινές αυτές ιδιότητες χαρακτηρίζουν γενικά τα όξέα.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1η σειρά: Όξέα

1. Πόσο όξινο όξύ περιέχει ένα λίτρο ξιδιότλου 6°; (1)
2. Πόσο νερό υπάρχει σε ποσότητα ξιδιού 7° που περιέχει 21 kg όξινο όξύ; (1 λίτρο ξιδιότλου περιέχει 1 kg (2)).
3. Έχουμε 1000 l ξιδιό, 11° : πόσο νερό θα το προσθέσουμε για να γίνει 8°;
4. Μετατρέπουμε σε ξιδιό ποσότητα κρασιού που περιέχει 461,5 g άλκοόλη. Αν υποθέσουμε πως στη μετατροπή αυτή χάνεται το 1/10 της μάζας της άλκοόλης, πόσο όξινο όξύ θα πάρουμε (με προσέγγιση 1 g); (1 g άλκοόλη μετατρέπεται σταθερά σε 1,3 g όξινο όξύ). Αν αυτό το όξινο όξύ περιέχεται σε 10 l ξιδιό, ποιος είναι ο τίτλος του ξιδιού (με προσέγγιση 0°, l);
5. Μετατρέπουμε σε ξιδιό 100 l κρασί που περιέχουν 12 l άλκοόλη (1 l άλκοόλη ζυγίζει περίπου 0,8 kg).  
Αν οι άπώλειες κατεβάσουν την άπόδοση στα 80% της θεωρητικής (βλ. προηγούμενη άσκηση), πόσο όξινο όξύ θα περιέχεται στο ξιδιό; Αν ο όγκος του ξιδιού αυτού είναι 100 l, ποιος θα είναι ο τίτλος του; (Με προσέγγιση 0°,5).
6. Από 1 kg χλωριούχο νάτριο παρασκευάζονται 383 l υδροχλωρίου. Σε θερμοκρασία 14°C 1 l νερό διαλύει 461 l υδροχλωρίου (τό πολύ). Έχοντας 250 kg χλωριούχο νάτριο, πόσα λίτρα υδροχλωρίου μπορούμε να παρασκευάσουμε και πόσο νερό θερμοκρασίας 14°C θα χρειαστούμε για να το διαλύσουμε;

(1). Ο τίτλος ενός ξιδιού άντιπροσωπεύει τα γραμμάτια όξικού όξεος που περιέχει το ξιδιό σε 100 cm<sup>3</sup>.

(2). Στην πραγματικότητα 1 l ξιδιό 7° ζυγίζει 1,015—1,020 kg.

7. Το υδροχλωρικό όξύ προσβάλλει τον ψευδάργυρο έκλύοντας υδρογόνο, άέριο πολύ έλαφρό, που χρησιμοποιούμε για το γέμισμα των αεροστάτων. Για την παραγωγή 1 l υδρογόνου καταναλώνονται 2,9 g ψευδάργυρος. Πόσον ψευδάργυρο θα καταναλώσουμε για να παρασκευάσουμε όσο υδρογόνο χρειαζόμαστε για το γέμισμα ενός αεροστάτου που έχει διάμετρο 2 m; (Όγκος της σφαίρας 4/3 πr<sup>3</sup>, π=3,14).

8. 1 l υδροχλωρικό όξύ του έμπορίου περιέχει περίπου 250 l υδροχλωρίου και ζυγίζει 1,18 kg. 1 l υδροχλωρίου ζυγίζει περίπου 1,64 g. Πόσο% της μάζας του υδροχλωρίου περιέχει το όξύ του έμπορίου; (Με προσέγγιση 1%).

9. Το πυκνό θειικό όξύ περιέχει πολύ λίγο νερό (λιγότερο από 3%). 1 λίτρο του ζυγίζει 1,84 kg. Πόσους τόνους τέτοιο όξύ χωρεί μία σιδερένια δεξαμενή χωρητικότητας 12 m<sup>3</sup>; Πόσους τόνους νερό θα χωρούσε ή ίδια δεξαμενή;

10. Σ' ένα σιδερένιο δοχείο χωρούν 300 kg θειικό όξύ πυκνό που το λίτρο του ζυγίζει 1,84 kg. Να υπολογιστεί ή χωρητικότητα του δοχείου με προσέγγιση 1 l.

Τα 97,7% της μάζας του πυκνού όξεος είναι καθαρό θειικό όξύ. Πόσο νερό περιέχουν τα 300 kg πυκνό θειικό όξύ; (Υπολογίστε με προσέγγιση 0,1 kg).

11. Ο ψευδάργυρος προσβάλλεται από θειικό όξύ άραιωμένο, με έκλυση υδρογόνου. Από 100 g καθαρό θειικό όξύ παράγονται περίπου 23 l υδρογόνου. Το άραιωμένο θειικό όξύ που θα χρησιμοποιήσουμε για την παρασκευή 3 m<sup>3</sup> υδρογόνου, πόσο καθαρό όξύ θα πρέπει να περιέχει; (Με προσέγγιση 1 g).

12. Συμπυκνώνουμε 2 τόνους θειικό όξύ με περιεκτικότητα σε όξύ 65%, για να πάρουμε

πυκνό οξύ που να περιέχει σε μάζα 94% καθαρό θειικό οξύ. Πόσα χιλιογράμια πυκνό οξύ θα παρασκευάσουμε; (Με προσέγγιση 1 kg).

13. Όταν επιδράση θειικό οξύ σε 65 g ψευδάργυρο παράγονται περίπου 22 ℓ υδρογόνου.

Πόσον ψευδάργυρο θα καταναλώναμε για την παραγωγή του υδρογόνου που χρειάζεται για να γεμίσαμε ένα αερόστατο 11 m<sup>3</sup>; Για την παραγωγή υδρογόνου χρησιμοποιείται άκαθαρο μέταλλο που έχει περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο περίπου 98%. Υπολογίστε πόσο θα χρειαστεί για το γέμισμα του μπαλονιού (με προσέγγιση 0,1 kg).

14. Προσθέτοντας 54 g νερό σε 126 g καθαρό νιτρικό οξύ, παίρνομε το κοινό νιτρικό οξύ. Ποιές είναι οι αναλογίες νερού και οξέος στο κοινό νιτρικό οξύ;

15. Μιά νταμιτζάνα περιέχει 5 ℓ νιτρικό οξύ κοινό (70% σε μάζα καθαρό νιτρικό οξύ). Γνωρίζομε πως το λίτρο του οξέος της νταμιτζάνας ζυγίζει 1,54 kg. Να υπολογίσωμε πόσο καθαρό νιτρικό οξύ περιέχεται στα 5 ℓ.

16. Το νέφτι (τερεβινθέλαιο) είναι υγρό εύφλεκτο. Αν βάλωμε λίγο νέφτι σε μία κάψα και προσθέσωμε, με πολλή προσοχή, νιτρικό οξύ πυκνό, (1) το νέφτι θ' ανάψει σαν να είχαμε πλησιάσει φλόγα. Γιατί; Γιατί δέν πρέπει να τοποθετούμε νταμιτζάνες με νιτρικό οξύ πλάι σε αναφλέξιμες

(1) ανακατεμένο μ' ελάχιστο θειικό οξύ. Καλό είναι, το πείραμα να γίνει στο ύπαιθρο, γιατί οι ατμοί του οξέος είναι επικίνδυνοι.

υλές; Πλάι σε σανό π.χ. ή σε ροκανίδια;

17. Το θειικό οξύ εκλύει υδρογόνο, όταν επιδράση σε ψευδάργυρο ή σε σίδηρο.

Για να εκλυθί 1 ℓ υδρογόνο χρειάζονται περίπου 4,4 g θειικό οξύ καθαρό. Για να επιδράση όμως στα μέταλλα το οξύ πρέπει να περιέχει νερό. Γι' αυτό για την παραγωγή υδρογόνου χρησιμοποιούμε κοινό θειικό οξύ του εμπορίου, που περιέχει σε μάζα 66% καθαρό οξύ (το λίτρο του υγρού αυτού ζυγίζει 1,57 kg). Τι όγκο θειικό οξύ του εμπορίου απαιτεί ή παρασκευή 1 m<sup>3</sup> υδρογόνου; (Υπολογίστε με προσέγγιση 0,1 ℓ).

18. Σε 20 cm<sup>3</sup> υδροχλωρικό οξύ του εμπορίου ρίχνομε ψευδάργυρο. Το υδροχλωρικό μας διάλυμα περιέχει σε μάζα 35,7% υδροχλωρίου και το ένα του cm<sup>3</sup> ζυγίζει 1,18 g;

Πόσα γραμμάρια υδροχλωρίου (με προσέγγιση 1g) υπάρχουν στα 20 cm<sup>3</sup> οξύ του εμπορίου και τι όγκος υδρογόνο θα εκλυθί απ' αυτά (αν ο ψευδάργυρος είναι άρκετος).

19. Τα οξέα επιδρούν στο άνθρακικό ασβέστιο και ελευθερώνουν διοξειδίο του άνθρακα. Από 100 g καθαρό άνθρακικό ασβέστιο εκλύονται, αν είναι άρκετο το οξύ, περίπου 22 ℓ διοξειδίο του άνθρακα. Πόσο άνθρακικό ασβέστιο (με προσέγγιση 1 g) χρειάζεται για να παρασκευαστούν 500 ℓ διοξειδίο του άνθρακα;

Αν αντί καθαρό άνθρακικό ασβέστιο, χρησιμοποιήσωμε ασβεστόλιθο που περιέχει 80% άνθρακικό ασβέστιο, πσόςος θα μās χρειαστή;

## 6<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ

### ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ

Επιστημονική όνομασία: υδροξειδίο του νατρίου. Άλλη όνομασία: καυστική σόδα.

1 Το μεταχειρίζομαστε στα σπίτια για να ξεβουλώνωμε νεροχύτες και νιπτήρες, γιατί καταστρέφει ύπολειμματα τροφών, κλωστές, χαρτί, τρίχες κτλ.

Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στη χρήση του, γιατί διαβρώνει το δέρμα και τις σάρκες προκαλώντας σοβαρά έγκαυματα. Γι' αυτό και το όνομασαν καυστικό.

2 Ή βιομηχανία παράγει σ' όλο τον κόσμο μεγάλες ποσότητες καυστικό νάτριο (άρκετες εκατοντάδες χιλιάδες τόνους το χρόνο), γιατί είναι απαραίτητο για τή σαπωνοποιία, τή χρωματοουργία, τήν κλωστοϋφαντουργία και για πολλές άλλες βιομηχανίες, καθώς και για τὰ χημικά έργαστήρια.

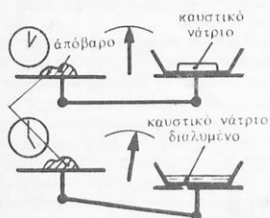
3 Δέν πρέπει να γίνεται σύχχυση τής καυστικής σόδας με τήν «κρυσταλλική» σόδα (1), που τή χρησιμοποιούμε σε διάφορα καθαρίσματα γιατί είναι πιό φτηνή και πολύ λιγότερο επικίνδυνη από τήν καυστική σόδα.

4 Το καυστικό νάτριο είναι στερεό άσπρο σώμα, που το βρίσκομε στο έμποριο σε τρεις διαφορετικές μορφές: σε πλάκες για τή βιομηχανία, σε κυλινδρικά κομμάτια και σε δισκία (παστίλιες) για τὸ έργαστήριο.

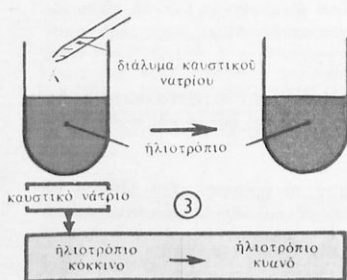
(1). Καμιά φορά, λαθεμένα, λέμε τήν κρυσταλλική σόδα ποτάσα.



1  
ΤΟ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΕΧΕΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΙΑΛΥΤΟΗΤΑ ΣΤΟ ΝΕΡΟ



2  
ΤΟ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΑΠΟΡΡΟΦΑ ΤΟΥΣ ΥΔΡΑΤΜΟΥΣ



5 Τό καυστικό νάτριο διαλύεται πολύ εύκολα στό νερό :

● "Ας ρίξωμε ένα κομμάτι καυστικό νάτριο σέ λίγο νερό: παρατηρούμε πώς διαλύεται πολύ γρήγορα και τό θερμομέτρο μᾶς δείχνει (εικ. 1) σημαντική αύξηση τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑγροῦ.

Συμπέρασμα: ἡ διάλυση τοῦ ὕδροξειδίου τοῦ νατρίου στό νερό γίνεται εὐκόλα και ἐκλύει θερμότητα.

● "Ας ἀφήσωμε ένα δισκίο καυστικό νάτριο στόν ἀέρα (σέ μιά κάψα π.χ.): μετά κάμποσες ὥρες τό βρῖσκομε διογκωμένο, σά μαλακωμένο και μισοδιαλυμένο. Ἡ μάζα του ἔχει ἀυξηθῆ (εικ. 2).

"Εξήγηση: τό καυστικό νάτριο ἀπορροφᾷ ὕδατμοῦς ἀπό τήν ἀτμόσφαιρα και μέσα στό νερό αὐτό, τοῦ ἀπορροφᾷ, διαλύεται κιόλας.

Συμπέρασμα: τό ὕδροξείδιο τοῦ νατρίου δχι μόνο διαλύεται στό νερό μὲ ἐκλυση θερμότητας, ἀλλά και ἀπορροφᾷ τοὺς ὕδατμοῦς, ὅταν βρεθῆ σέ ἐπαφή μαζί τους. Εἶναι σῶμα ὑγροσκοπικό.

Συνέπειες: α) Χρησιμοποιοῦμε τό καυστικό νάτριο—ὅπως και τό ἄλλο ὑγροσκοπικό σῶμα πού γνωρίσαμε, τό θεϊκό ὀξύ—γιά νά ἀφαιροῦμε ἀπό τό ἀέριο τήν ὑγρασία πού συχνά συγκρατοῦν.

β) Φυλάγομε τό καυστικό νάτριο σέ δοχεῖα ἐρμητικά κλεισμένα, γυάλινα ἢ και σιδερένια (τό ὕδροξείδιο τοῦ νατρίου δέν προσβάλλει τό σίδηρο), ἀλλιῶς συνεχίζει νά μαζεῦν ὑγρασία ὥσπου νά διαλυθῆ.

6 "Ένα δισκίο καυστικό νάτριο λιώνει εὐκόλα, ὅταν τό ζεστανωμε. Τό ὕδροξείδιο τοῦ νατρίου ἔχει σημείο τήξης χαμηλό, 320° C περίπου.

7 Τό διάλυμα τοῦ καυστικού νατρίου κάνει έντονα κυανό (μπλέ) τό εὐαίσθητο θάμμα ἡλιωτροπίου (1).

Ἡ ἀλλαγῆ τοῦ χρώματος εἶναι ἀκόμα πιό χτυπητή, ἂν κοκκινίσωμε πρώτα τό θάμμα ἡλιωτροπίου μέ μιά σταγόνα ὀξύ (εικ. 3).

8 "Ας φέρωμε στό τριανταφυλλί, μέ μιά σταγόνα ὀξύ, τό χρώμα τοῦ διαλύματος ἡλιανθίνης: λίγο διάλυμα σόδας θά τό κάνη κίτρινο (εικ. 4).

(1). Λέμε εὐαίσθητο τό θάμμα ἡλιωτροπίου, ὅταν ἔχη τό ἀρχικό του μενεξεδι χρώμα, γιατί ἀρκεῖ ελάχιστο ὀξύ νά τό κοκκινίσῃ ἢ ελάχιστο διάλυμα καυστικῆς σόδας νά τό κάνη κυανό.



9 "Ας στάξουμε διάλυμα καυστικής σόδας σε άχρωμο διάλυμα φαινολοφθαλίνης: το υγρό θα πάρη έντονο κόκκινο χρώμα (είκ. 5).

10 Σε διάλυμα δεικτού οξέος στάξουμε λίγο βάμμα ήλιωτροπίας: το υγρό, γίνεται κόκκινο. Σημειώνουμε τη θερμοκρασία του, που είναι π.χ. 10° C, κι έπειτα, ανακατεύοντας διαρκώς, προσθέτουμε σταγόνα σταγόνα διάλυμα καυστικού νατρίου. Το χρώμα του υγρού δέν επηρεάζεται άμέσως: εξακολουθεί να είναι κόκκινο γιατί περιέχει ακόμα οξύ. Συνεχίζουμε την προσθήκη της σόδας και ξαφνικά, κάποια σταγόνα μετατρέπει το χρώμα από κόκκινο σε κυανό: η σόδα εξαφάνισε το οξύ που υπήρχε στο υγρό.

Παρατηρούμε το θερμομέτρο: η θερμοκρασία έφτασε από τους 10° C στους 25° C π.χ. (είκ. 6).

Έξήγηση: η τόση παραγωγή θερμότητας φανερώνει πως το θεϊκό οξύ και το ύδροξείδιο του νατρίου των δύο διαλυμάτων επιδράσανε το ένα στο άλλο με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν νέα σώματα (όπως θα μάθουμε αργότερα). Αυτό το εκφράζουμε λέγοντας πως έγινε χημική αντίδραση μεταξύ του οξέος και του καυστικού νατρίου.

● Το ίδιο αποτέλεσμα θα παρατηρούσαμε αν, αντί θεϊκό οξύ, μεταχειριζόμαστε οποιοδήποτε από τ' άλλα γνωστά μας οξέα.

Το καυστικό νάτριο αντιδρά ζωηρά με κάθε οξύ.

11 Συνδέομε δύο σιδερένια σύρματα με τους πόλους ηλεκτρικής στήλης και βυθίζομε τις ελεύθερες άκρες τους σε καθαρό νερό: τίποτε δέ βλέπομε να συμβαίνει.

● "Ας προσθέσομε τώρα καυστικό νάτριο στο νερό: αρχίζουν να εμφανίζονται φυσαλίδες στα ηλεκτρόδια (στις βυθισμένες στο υγρό άκρες των συρμάτων) και αυτό σημαίνει, πως ρεύμα ηλεκτρικό περνά από το διάλυμα του καυστικού νατρίου (είκ. 7).

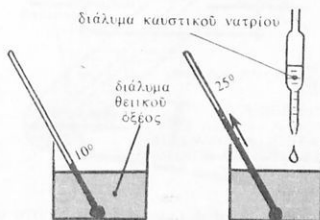
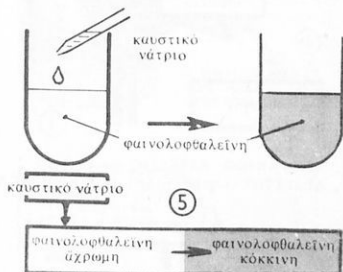
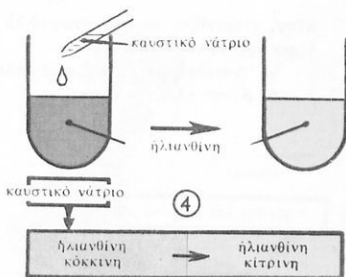
Το ύδροξείδιο του νατρίου είναι ηλεκτρολύτης

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Το καυστικό νάτριο (καυστική σόδα, ύδροξείδιο του νατρίου) είναι σώμα λευκό στερεό, που λιώνει στους 320° C. Είναι επικίνδυνο, γιατί καταστρέφει σε βάθος τους ιστούς.

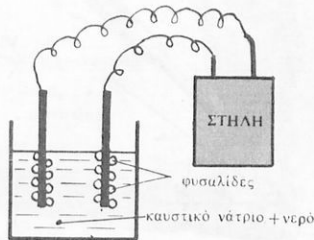
2. Είναι σώμα πολύ υγροσκοπικό: διαλύεται στο νερό με έκλυση πολλής θερμότητας και απορροφά τους ύδρατμους από την ατμόσφαιρα.

3. Μεταβάλλει το χρώμα των δειχτών: μετατρέπει σε κυανό το κοκκινισμένο βάμμα ήλιωτρο-



6

ΤΑ ΔΥΟ ΣΩΜΑΤΑ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ ΑΝΑΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΕΚΛΥΕΤΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ



7

ΤΟ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗΣ

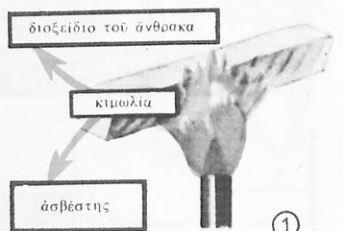
πίου, κιτρινίζει το τριανταφυλλί διάλυμα ηλιανθίνης και κοκκινίζει το άχρωμο διάλυμα φαινολοφθαλείνης.

4. Αντιδρά με τα όξέα με έκλυση θερμότητας.

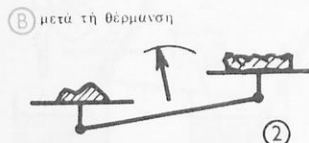
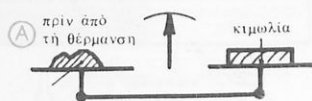
5. Είναι ηλεκτρολύτης.

7<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ

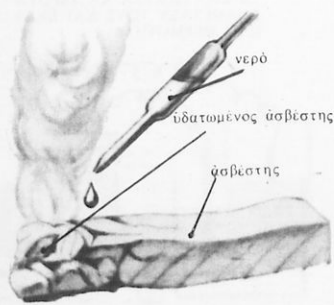
## ΑΣΒΕΣΤΗΣ



ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ  
ΑΣΒΕΣΤΗΣ + ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ



Η ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΠΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΩΘΗΚΕ



ΑΣΒΕΣΤΗΣ + ΝΕΡΟ  
ΥΔΑΤΟΜΕΝΟΣ ΑΣΒΕΣΤΗΣ

1 Σ' όλους μας είναι γνωστό ό άσβέστης: είναι τό άσπρο στερεό σώμα πού άνακατεμένο με νερό τό μεταχειριζόμαστε ν' άσπρίζουμε τούς τοίχους και ν' άλείβωμε τήν άνοιξη τούς κορμούς τών όπωροφόρων δέντρων, γιά νά τά προφυλάξωμε άπό τά βλαβερά παρσίτα. Είναι και πρόχειρο άπολυμαντικό μέσο.

Τίς μεγαλύτερες ποσότητες άσβέστη τίς χρησιμοποιεί ή βιομηχανία: έργοστάσια τσιμέντων, ζάχαρης, έργοστάσια παρασκευής άνθρακικού νατρίου κ.ά.

2 Μακριά άπό τά άστικά κέντρα, κοντά σέ λατομεία (νταμάρια), θλέπομε κάποτε νά λειτουργούν άσβεστοκάμينا. Στά καμίνα αυτά, με έντονη θέρμανση, μεταβάλλεται ό άσβεστόλιθος σέ άσβέστη.

Ό άσβεστόλιθος είναι πέτρωμα πού άποτελείται σέ πολύ μεγάλη άνσολογία άπό άνθρακικό άσβέστιο.

3 "Ας παρασκευάσωμε άσβέστη:

Πρώτη ύλη: ένα ραβδί κιμωλία (φυσική κιμωλία).

Κατεργασία: άφου ζυγίσωμε τήν κιμωλία, τήν λευκοπυρώνωμε σέ λύχνο Bunsen (είκ. 1 και 2Α) και συνηχίζωμε τήν έντονη θέρμανση μισή ώρα τουλάχιστο.

Πειράματα:

● Άφου κρώση, ξαναζυγίζωμε τό ραβδί και τό βρίσκομε πολύ ελαφρότερο (είκ. 2 Β)

● "Ας τό άφήσωμε νά πέση στό τραπέζι: τό ραβδί είναι τώρα πιό ήχηρό άπό πρωτύτερα (μετά τήν πύρωση έχει μικρότερη μάζα, ενώ διατηρεί περίπου τόν ίδιο όγκο: τά διάκενα πού δημιουργήθηκαν μέσα του αζάνουν τήν ήχηρότητα).

● Τοποθετώμε τό ραβδί σέ μιά κάψα και χόνομε σταγόνα σταγόνα νερό (είκ. 3): τό παρακολουθώμε νά διογκώνεται άρκετά άπότομα, νά χαράζεται βαθιά και νά γίνεται στό τέλος θρύμματα: τό νερό εξαερώνεται και ή κάψα θερμαίνεται πολύ. "Η έκλυση τόσης θερμότητας φανερώνει πώς έγινε χημική αντίδραση.

Έξήγηση τών φαινομένων:

Η χημική αντίδραση: ή θέρμανση τής κιμωλίας προκάλεσε τήν άποσύνθεσή της σέ δύο άλλα σώματα, τόν άσβέστη και ένα άέριο, τό διοξειδίο του άνθρακα

πού σκόρπισε στον αέρα (με αποτέλεσμα να ελαττωθή το βάρος του ραβδιού). Η αντίδραση έγινε με απορρόφηση θερμότητας.

΄Ασβεστόλιθος → ασβέστης + διοξείδιο του άνθρακα  
(- θερμότητα) (1)

2η χημική αντίδραση: ο ασβέστης ενώθηκε με νερό (έπαθε υδάτωση, υδατώθηκε) κι' έτσι μεταβλήθηκε σε άλλο σώμα, σε υδατωμένο ασβέστη. Η αντίδραση αυτή γίνεται με έκλυση θερμότητας.

ασβέστης + νερό → υδατωμένος ασβέστης (+θερμότητα)

Ο άσβηστος ασβέστης ονομάζεται *όξειδιο ασβεστίου*.

Ο υδατωμένος ασβέστης ονομάζεται *υδροξείδιο ασβεστίου* (2).

4 "Ας ανακατέψωμε λίγο υδροξείδιο ασβεστίου με νερό: το μείγμα είναι ένα αδιάφανο άσπρο υγρό που το λέμε *ασβεστόγαλα*. Αυτό το μείγμα μεταχειριζόμαστε για τὰ άσπρίσματα και τις άπολυμάνσεις.

5 "Αμα διηθήσωμε (3) τὸ ασβεστόγαλα, βγαίνει από τον ήθμό (3) ένα υγρό έντελώς διάφανο. Τὸ διήθημα (3) αὐτὸ λέγεται *ασβεστόνερο*. Τὸ ασβεστόνερο είναι διάλυμα υδροξειδίου τοῦ ασβεστίου σὲ νερό (4).

● Ἀφοῦ πάρομε βελιὰ άναπνοή, άς φωσήξωμε άγρὰ μέσα στο άσβεστόνερο: τὸ διάφανο υγρό, θολώνει (είκ. 5).

Ξέρωμε (βλ. 2<sup>ο</sup> μάθ. παρ. 8) πὼς τὸ ασβεστόνερο θολώνει με τὴ διοχέτευση διοξειδίου τοῦ άνθρακα: ὁ άέρας που έκπνέουν οί πνεύμονες περιέχει διοξείδιο τοῦ άνθρακα.

Η διαλυτότητα τοῦ υδροξειδίου τοῦ ασβεστίου στο νερό είναι μικρή: σὲ θερμοκρασία 0<sup>ο</sup> C ένα λίτρο νερό δέν μπορεί νά διαλύση παραπάνω από 1,3g υδατωμένο ασβέστη, και ὅσο πιὸ ζεστὸ είναι τὸ νερό τόσο λιγότερο ασβέστη μπορεί νά διαλύση (ή διαλυτότητα τοῦ υδροξειδίου τοῦ ασβεστίου ελαττώνεται με τὴν ὑψωση τῆς θερμοκρασίας).

Ὡστε τὸ ασβεστόνερο είναι άναγκαστικά *άραιὸ ὑδατικό* (4) διάλυμα υδροξειδίου τοῦ ασβεστίου.

6 Λάσπη φτιαγμένη από ένα μέρος υδατωμένο ασβέστη και 3-4 μέρη άμμο είναι ἡ λάσπη που χρησιμοποιούν οί χτίστες για νά στερεώνουν μεταξύ τους τὰ κεραμίδια και τὰ τοῦβλα. Η λάσπη αὐτή σκληραίνει ὅταν στεγνώση στον άέρα.



4 Ο ΗΘΜΟΣ ΚΡΑΤΑ ΤΟΝ ΑΔΙΑΦΑΝΟ ΑΣΒΕΣΤΗ



5 ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΠΟΥ ΔΙΟΧΝΟΥΝ ΟΙ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ ΘΑΛΩΝΕΙ ΤΟ ΑΣΒΕΣΤΟΝΕΡΟ

(1). Τὸ σημείο πλὴν σημαίνει πὼς ἡ αντίδραση άπορρόφηση θερμότητα.

(2). Οί οίκοδόμοι ονομάζουν *άσβηστο ασβέστη* τὸ ὄξειδιο τοῦ ασβεστίου και *σβησμένο ασβέστη* τὸ υδροξείδιο τοῦ ασβεστίου.

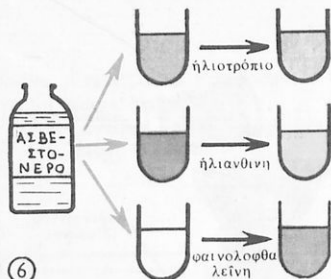
(3). Διηθῶ = φιλτράρω

Διήθηση = φιλτράρισμα

Ἴθμος = φίλτρο

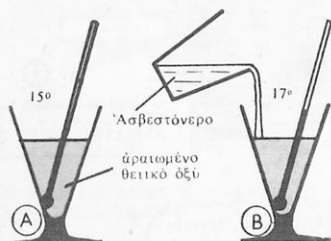
Διήθημα = υγρό διάφανο που στᾶζει από τὸν ήθμό.

(4). Τὸ διάλυμα ενός σώματος σὲ νερό λέγεται *ὑδατικό* του διαλύμα.



6

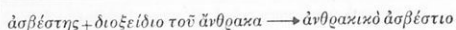
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΥΣ ΔΕΙΧΤΕΣ



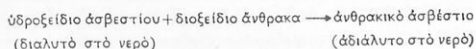
7 ΤΟ ΘΕΙΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ Ο ΑΣΒΕΣΤΗΣ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ

**Έξήγηση:** ό υδατωμένος άσβέστης με τό διοξειδίο του άνθρακα τής ατμόσφαιρας γίνεται άνθρακικό άσβέστιο και αυτό σχηματίζει με την άμμο μία μάζα σκληρή, συνδετική.

Ή αντίδραση του διοξειδίου του άνθρακα με τον άσβέστη γράφεται:



7 Ίδια είναι ή αντίδραση που γίνεται, όταν θολών τό άσβεστόνερο με τή διοχέτευση διοξειδίου του άνθρακα: μέσα στό ύγρο σχηματίζεται τό αδιάλυτο άνθρακικό άσβέστιο και τό θολώνει:



8 Ό άσβέστης (όξειδίο του άσβεστίου) λιώνει (τήκεται) σε πολύ ψηλή θερμοκρασία, σε 2600° C περίπου: είναι σώμα δύστηκτο. Γι' αυτή του τήν ιδιότητα τον χρησιμοποιούν για πυρίμαχη επένδυση των φούρνων.

9 Επίδραση του άσβεστόνερου στους δείχτες (εικ. 6).

άσβεστόνερο  $\begin{cases} \rightarrow \text{βάμμα ήλιωτρόπιου κόκκινο} & \rightarrow \text{β. ήλιωτρόπιου κυανό} \\ \rightarrow \text{διάλυμα ήλιανθίνης τριανταφυλλι} & \rightarrow \text{διάλ. ήλιανθίνης κίτρινο} \\ \rightarrow \text{διάλυμα φαινολοφθαλείνης άχρωμο} & \rightarrow \text{διάλ. φαινολοφθαλείνης κόκκινο.} \end{cases}$

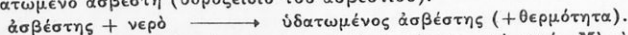
10 Τό ποτήρι τής εικ. 7 Α περιέχει άραιωμένο ύδροχλωρικό όξύ, που τό έχομε χρωματίσει κόκκινο με λίγο βάμμα ήλιωτρόπιου.

● Σημειώνομε τή θερμοκρασία κι' έπειτα στάζομε μέσα άσβεστόγαλα, ώσπου να γίνη κυανό τό χρώμα του ύγρου: με τήν προσθήκη του υδροξειδίου του άσβεστίου εξαφανίστηκε τό όξύ από τό ύγρο. Παρατηρούμε τότε πώς ή θερμοκρασία έχει ύψωθή (εικ. 7 Β): ή αντίδραση του υδροξειδίου του άσβεστίου με τό ύδροχλωρικό όξύ εκλύει θερμότητα.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ό άσβεστόλιθος γίνεται άσβέστης όταν λευκοπυρωθή: άνθρακικό άσβέστιο  $\rightarrow$  άσβέστης + διοξειδίο του άνθρακα  $\nearrow$  (-θερμότητα).

2. Ό άσβέστης (όξειδίο του άσβεστίου) ένώνεται με νερό (υδατώνεται) σχηματίζοντας υδατωμένο άσβέστη (υδροξειδίο του άσβεστίου):



3. Τό υδροξειδίο του άσβεστίου έχει μικρή διαλυτότητα στό νερό. Με τό υδατικό του διάλυμα, που λέγεται άσβεστόνερο, άνιχνεύομε (άναζητούμε) τό διοξειδίο του άνθρακα.

4. Τό υδροξειδίο του άσβεστίου μετατρέπει σε κυανό τό κοκκινισμένο βάμμα ήλιωτρόπιου, κιτρινίζει τό τριανταφυλλι διάλυμα τής ήλιανθίνης και κοκκινίζει τό άχρωμο διάλυμα τής φαινολοφθαλείνης.

5. Ό άσβέστης αντίδρα με τά όξέα και ή αντίδραση αυτή εκλύει θερμότητα.

## ΑΜΜΩΝΙΑ

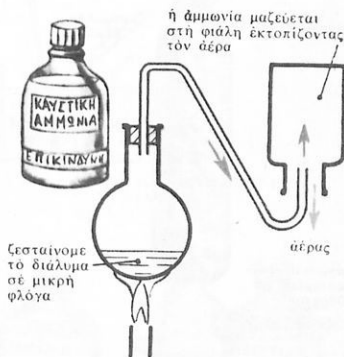
**1** Διάλυμα άμμωνίας και άμμωνία. Τήν άμμωνία χρησημοποιούμε για να βγάξωμε από τα ύφάσματα τους λιπαρούς λεκέδες.

Μόλις ξεβουλώσωμε τή φιάλη που τήν περιέχει, νιώσωμε τή γνωστή μας χαρακτηριστική και διαπεραστική όσμή: έρεθίζονται όχι μόνο ή μύτη αλλά γενικά τó άναπνευστικό μας σύστημα και τά μάτια. Τó δυνατό αυτόν έρεθισμό προκαλεί τó άέριο που ξεφεύγει από τó στόμιο τής φιάλης: ή *άμμωνία*. Ωστε ή άμμωνία είναι άέριο. Τó περιεχόμενο τής φιάλης είναι *όδατικό διάλυμα άμμωνίας*, συνηθίζωμε όμως για συντομία να τó λέμε και αυτό άμμωνία.

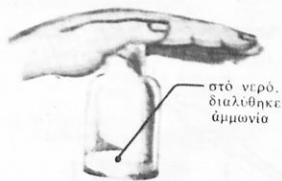
Τó διάλυμα τής άμμωνίας είναι εύκίνητο σαν τó νερό και άχρωμο όπως και τó ίδιο τó άέριο.

**2** Μεγάλες ποσότητες άμμωνίας χρησημοποιεί ή βιομηχανία, για να παρασκευάζη λιπάσματα και πολλά άλλα προϊόντα.

**3** Η άμμωνία έχει πολύ μεγάλη διαλυτότητα στο νερό: σε θερμοκρασία 0° C ένα λίτρο νερό μπορεί να διαλύση πάνω από 1000 λίτρα άμμωνία. Η διαλυτότητα του άερίου είναι μεγάλη και στη συνηθισμένη θερμοκρασία (π.χ. στους 15° C διαλύονται 800 λίτρα άμμωνία σε 1 λίτρο νερό), ελαττώνεται όμως γρήγορα όσο ύψώνεται ή θερμοκρασία, τόσο ώστε ή άμμωνία ξεφεύγει όλη από τó διάλυμά της όταν τó υγρό φτάση τούς 80° C περίπου.



① ΓΙΑ ΑΠΛΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ



② Η ΑΜΜΩΝΙΑ ΕΧΕΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

*Η άμμωνία εύκολα διαλύεται στο νερό, αλλά και εύκολα ξεφεύγει από τó όδατικό της διάλυμα.*

**4** Άρκει να θερμάνωμε ένα διάλυμα άμμωνίας για να παρασκευάσωμε στο εργαστήριο άμμωνία (είκ. 1).

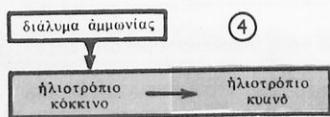
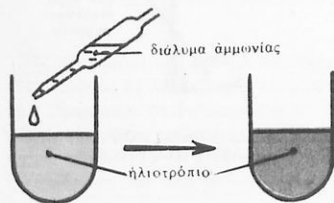
Για να τή μαζέψωμε, βασίζόμαστε σε μιάν άλλη ιδιότητά της: είναι ελαφρότερη από τόν άέρα (1 ℓ άμμωνία ζυγίζει 0,8 g ενώ 1 ℓ άερας ζυγίζει 1,3 g). Καθώς ξεφεύγει τó άέριο από τó διάλυμα, τó διοχετεύωμε σε δοχείο άναποδογυρισμένο (είκ. 1): ή άμμωνία διώχνη από τó δοχείο τόν άέρα που είναι βαρύτερος και παίρνει τή θέση του: ή άμμωνία *έκτοπίζει* τόν άέρα (φυσικά, αν θέλωμε να φυλάξωμε τήν άμμωνία, πρέπει να βουλώσωμε καλά τó δοχείο πριν τó άνορθώσωμε).

**5** Πείραμα που δείχνη τή μεγάλη διαλυτότητα τής άμμωνίας στο νερό:

Χύνωμε ελάχιστο νερό στο δοχείο με τήν άμμωνία, κλείνωμε άμέσως τó άνοιγμά του με τήν παλάμη και άνατιaráζωμε λίγα δευτερόλεπτα: ή παλάμη ρουφιέται σαν από βεντούζα και τó δοχείο δέν πέφτει (είκ. 2).



3  
ΠΩΣ ΑΠΑΛΛΑΞΟΜΕ  
ΤΗΝ ΑΜΜΩΝΙΑ  
ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΓΡΑΣΙΑ  
ΠΟΥ ΚΡΑΤΑΕΙ



9 Το διάλυμα της αμμωνίας επηρεάζει το χρώμα των δειχτών:

καυστική αμμωνία → βάμμα ήλιотροπίου κόκκινο → βάμμα ήλιотροπίου κυανό (είκ. 4)  
 → διάλ. ήλιανθίνης τριανταφυλλί → διάλ. ήλιανθίνης κίτρινο  
 → διάλ. φαινολοφθαλείνης άχρωμο → διάλ. φαινολοφθαλείνης κόκκινο

Έξήγηση: η φιάλη κρατιέται στην παλάμη επειδή η πίεση στο έσωτερικό της έχει ελαττωθεί, ενώ η εξωτερική πίεση έχει μείνει άμετάβλητη. Η μείωση αυτή της πίεσης μόνο σε ελάττωση του ποσού της αμμωνίας που περιέχει η φιάλη είναι δυνατή να οφείλεται και ο μόνος τρόπος να εξαφανιστεί αμμωνία είναι η διάλυσή της στο νερό.

6 Όταν θερμάνουμε το διάλυμα της αμμωνίας, μαζί με την αμμωνία ξεφεύγουν και υδρατμοί.

Αν θέλουμε ν' απαλλάξουμε το αέριο από την υγρασία αυτή (αν θέλουμε να το ξεράνουμε), το διοχετεύουμε μέσα από έναν κύλινδρο που περιέχει ασβέστη (είκ. 3). Το όξειδιο του ασβεστίου απορροφά τους υδρατμούς και σχηματίζει υδροξείδιο του ασβεστίου (βλ. προηγούμενο μάθημα).

(Θά μπορούσαμε αντί ασβέστη να μεταχειριστούμε, με τον ίδιο τρόπο, καυστικό νάτριο. Γιατί;)

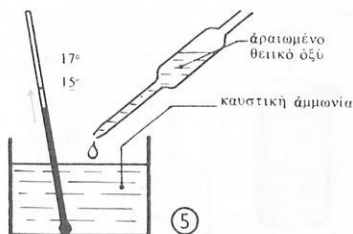
7 Η αμμωνία υγροποιείται (από αέριο γίνεται υγρό) άρκετά εύκολα:

Στην κανονική πίεση υγροποιείται, όταν την ψύξουμε στους  $-33,5^{\circ}\text{C}$  χωρίς ψύξη την υγροποιούμε υποβάλλοντάς την σε πίεση: σε θερμοκρασία  $20^{\circ}\text{C}$  χρειάζονται 9 περίπου ατμόσφαιρες πίεση για να υγροποιηθί.

Η υγροποιημένη αμμωνία είναι καθαρή ύλη αμμωνία, ενώ το διάλυμα της αμμωνίας είναι μείγμα από αμμωνία και νερό. Δεν πρέπει λοιπόν να γίνεται σύγχυση μεταξύ των δύο αυτών υγρών: η αμμωνία που βρίσκεται στο εμπόριο σε μεγάλες χαλύβδινες φιάλες δεν είναι νερό όπου έχουμε διαλύσει αμμωνία, είναι αμμωνία υγροποιημένη.

8 Το διάλυμα της αμμωνίας οσωτότερο είναι το λέμε διάλυμα καυστικής αμμωνίας ή υδροξειδίου του αμμωνίου. Γιατί με τη διοχέτευση του αερίου στο νερό δε γίνεται απλή διάλυση: η αμμωνία ένωνεται με το νερό και σχηματίζει νέο σώμα, το υδροξείδιο του αμμωνίου ή καυστική αμμωνία. Στο έξης το διάλυμα της καυστικής αμμωνίας, για συντομία, θα το λέμε καυστική αμμωνία. Δεν κινδυνεύουμε με την άπλοποίηση αυτή να γίνη σύγχυση, γιατί το υδροξείδιο του αμμωνίου δεν υπάρχει έξω από το διάλυμά του. Όπως μάθαμε, το αέριο αμμωνία χωρίζεται από το νερό και στη συνηθισμένη ακόμα θερμοκρασία.

**10** Σε καυστική αμμωνία χρωματισμένη με λίγο βάμμα ήλιотροπίου προσθέτομε άραιωμένο θειικό όξύ (ή όποιο άλλο όξύ έχομε πρόχειρο) όσπου το χρώμα του ύγρου από κυανό νά γίνη κόκκινο: ή θερμοκρασία ύψώνεται (είκ. 5).



ΤΟ ΟΞΥ ΚΑΙ Η ΚΑΥΣΤΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ

*Ή άμμωνία και τó όξύ αντίδρουν μεταξύ τους με έκλυση θερμότητας.*

**11** Μπορούμε νά αναγνωρίσωμε τήν καυστική άμμωνία και χωρίς νά τή μυρίσωμε: γιατί όταν πλησιάσωμε τó ένα στό άλλο δύο γνάλινα ραβδιά πού τó ένα είναι βρεμένο με καυστική άμμωνία και τó άλλο με ύδροχλωρικό όξύ, τριγύρω τους σχηματίζεται ένας καπνός άσπρος (είκ. 6).

*Έξήγηση:* τά δύο άέρια (άμμωνία και ύδροχλωριο), καθώς ξεφεύγουν από τά διαλύματά τους, αντιδρουν άνομεταξύ τους και σχηματίζουν ένα καινούργιο σώμα, στερεό και άσπρο, τó *χλωριόοχο άμμώνιο*, πού εμφανίζεται στήν άρχή σαν καπνός κι έπειτα κατακάθεται.

Τήν αντίδραση αύτή τή χρησιμοποιούμε για νά αναγνωρίζωμε τήν καυστική άμμωνία ή τó ύδροχλωρικό όξύ, χωρίς νά τά μυρίσωμε.

Μπορούμε κι' άλλίως ν' αναγνωρίσωμε τήν καυστική άμμωνία: πλησιάζομε στό στόμιο τής φιάλης πού τήν περιέχει μιá λουρίδα χαρτί ήλιотροπίου κόκκινο διαποτισμένο με νερό και τó βλέπομε νά γίνεται κυανό.

*Έξήγηση:* ή άμμωνία πού ξεφεύγει από τó διάλυμα άπορροφάται από τó βρεμένο χαρτί και έπηρεάζει τó δείκτη (είκ. 7).



**6** ΠΩΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΖΟΜΕ είτε τήν άμμωνία είτε τó ύδροχλωρικό όξύ



**7** ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΥΣΤΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ ΞΕΦΕΥΓΕΙ ΤΟ ΑΕΡΙΟ

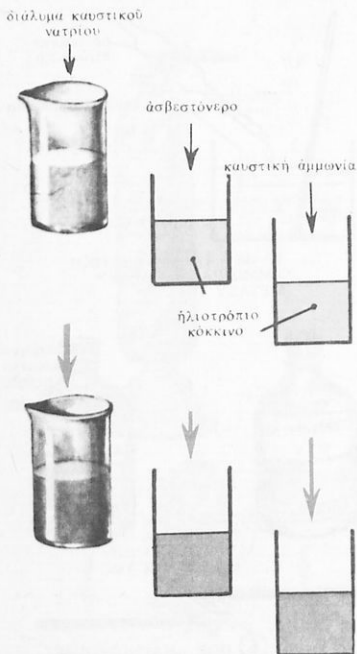
## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**1.** Ή καυστική άμμωνία αναγνωρίζεται από τή χαρακτηριστική όσμύ τής άμμωνίας: ή άμμωνία διαλύεται εύκολα στό νερό, αλλά και εύκολα ξεφεύγει από τó ύδατικό τής διάλυμα, από τήν καυστική άμμωνία.

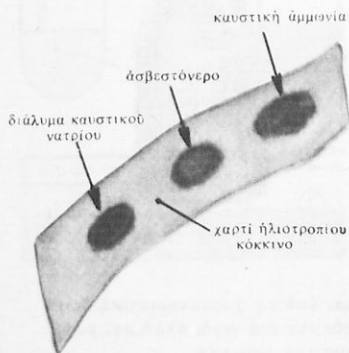
**2.** Ή καυστική άμμωνία μετατρέπει σε κυανό τó χρώμα του βάμματος ήλιотροπίου, κιτρινίζει τó τριανταφυλλί διάλυμα ήλιανθίνης και κοκκινίζει τó άχρωμο διάλυμα φαινολοφθαλείνης.

**3.** Ή χημική αντίδραση τής άμμωνίας με τά όξέα έκλύει θερμότητα.

## ΒΑΣΕΙΣ



① ΕΠΙΔΡΑΣΗ  
ΣΤΟ ΒΑΜΜΑ ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟΥ



② ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ  
ΚΟΚΚΙΝΟ ΧΑΡΤΙ ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟΥ

1 Εύκολα ξεχωρίζουμε το ένα από τ' άλλο τα σώματα που γνωρίσαμε στα τρία τελευταία μας μαθήματα: γιατί μεταξύ τους παρουσιάζουν αρκετές ιδιότητες διαφορετικές.

Π.χ. Η καυστική σόδα και ο ασβέστης είναι σώματα στερεά, ενώ η αμμωνία είναι αέριο· την καυστική σόδα μπορέσαμε εύκολα να τη λιώσουμε στο λύχνιο, ενώ ο ασβέστης μένει στερεός ως τους 2600° C περίπου· το υδροξείδιο του ασβεστίου διαλύεται πολύ λίγο στο νερό, ενώ η καυστική σόδα και η αμμωνία έχουν μεγάλη διαλυτότητα στο υγρό αυτό.

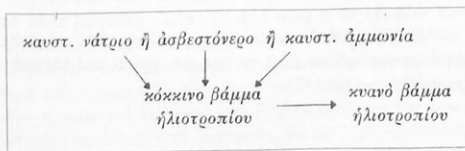
2 Τα ύδατικά διαλύματα του καυστικού νατρίου, του υδροξειδίου του ασβεστίου και της αμμωνίας (καυστική αμμωνία) παρουσιάζουν όμως ορισμένες κοινές ιδιότητες.

Ας θυμηθούμε πρώτα με μερικά πειράματα την επίδρασή τους στους δείχτες.

● Έχουμε τρία ποτήρια με πολύ αραιωμένο ευαίσθητο βάμμα ήλιοτροπίου: στο ένα στάζουμε αραιό διάλυμα καυστικής σόδας, στο δεύτερο λίγο ασβεστόνερο (διάλυμα υδροξειδίου του ασβεστίου), στο τρίτο μιὰ σταγόνα καυστική αμμωνία.

Η αλλαγή του χρώματος είναι ίδια και στα τρία ποτήρια: το υγρό γίνεται κυανό.

Ακόμα πιο χτυπητή είναι η αλλαγή του χρώματος που προκαλούν τα τρία διαλύματα, όταν χρησιμοποιούμε κοκκινισμένο με ελάχιστο όξύ βάμμα ήλιοτροπίου, αντί ευαίσθητο, γιατί το υγρό γίνεται κυανό από καθαρό κόκκινο (εικ. 1).

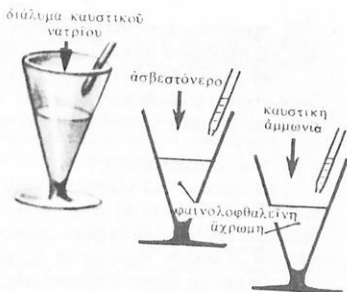
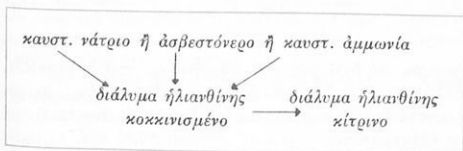


Μπορούμε να επαναλάβουμε το πείραμα πιο απλά με χαρτί ήλιοτροπίου. Στο χαρτί στάζουμε μιὰ σταγόνα, διάλυμα καυστικού νατρίου, μιὰ σταγόνα ασβεστόνερο και μιὰ σταγόνα καυστική αμμωνία: οι τρεις αυτές σταγόνες σχηματίζουν τρεις κυανές κηλίδες στο κόκκινο χαρτί (εικ. 2).

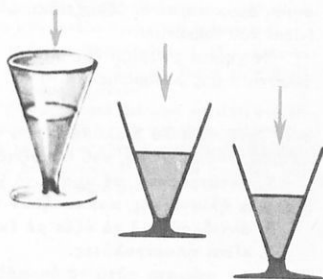
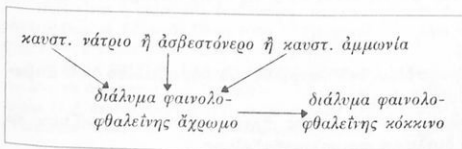
● Χρησιμοποιούμε τώρα τρία ποτήρια με αραιό διάλυμα ήλιανθίνης ξινισμένο με ελάχιστο όξύ, ώστε να έχη τριανταφυλλι χρώμα.



Και τὰ τρία διαλύματα, τοῦ καυστικοῦ νατρίου, τοῦ ὕδροξειδίου τοῦ ἄσβεστιοῦ καὶ τῆς ἄμμωνίας, προκαλοῦν τὴν ἴδια ἀλλαγὴ χρώματος: κιτρινίζουν τὸ διάλυμα τῆς ἠλιανθίνης.



● Ὅμοιο πείραμα, ὅπου ὅμως μεταχειριζόμαστε φαινολοφθαλεΐνη γιὰ δειχτή, φανερώνει καὶ πάλι πὼς τὰ τρία διαλύματα προκαλοῦν τὴν ἴδια μετατροπὴ: κοκκινίζουν τὴν ἀχρωμη φαινολοφθαλεΐνη (εἰκ. 3).

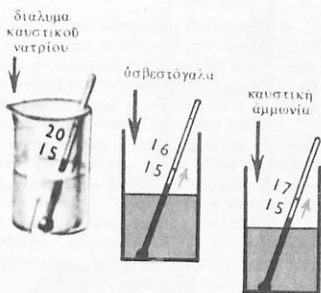
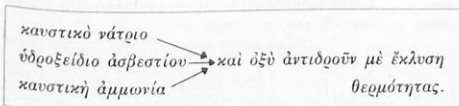


3 Τὰ διαλύματα τοῦ καυστικοῦ νατρίου, τοῦ ὕδροξειδίου τοῦ ἄσβεστιοῦ, τῆς καυστικῆς ἄμμωνίας, ἀντιδροῦν μὲ τὰ ὄξέα μὲ ἔκλυση θερμότητας.

Ἄς ξαναθυμηθοῦμε τὴν ἰδιότητά τους αὐτὴ κλοντας ἓνα πείραμα:

● Τρία ποτήρια περιέχουν ἀραιωμένο θεικὸ ὄξύ χρωματισμένο κόκκινο μὲ βάμμα ἠλιοτροπίου. Σὲ κάθε ποτήρι τοποθετοῦμε ἓνα θερμόμετρο.

Ἄφου σημειώσωμε τὴ θερμοκρασία (ποῦ εἶναι ἴδια καὶ στὰ τρία ποτήρια), προσθέτομε σταγόνα σταγόνα ἀνακατείνοντας ὕστερα ἀπὸ κάθε προσθήκη, στὸ πρῶτο ποτήρι διάλυμα καυστικοῦ νατρίου, στὸ δεύτερο ἄσβεστόγαλα, στὸ τρίτο καυστικὴ ἄμμωνία, καὶ παρατηροῦμε πὼς συμβαίνει τὸ ἴδιο φαινόμενο καὶ στὶς τρεῖς περιπτώσεις: ἔρχεται μιά στιγμή πού ἡ προσθήκη μῆς σταγόνας μεταβάλλει τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἠλιοτροπίου σὲ κυανό. Διαπιστώνομε ἀκόμα πὼς ἡ θερμοκρασία ἔχει ὑψωθῆ στὸ ὑγρὸ καὶ τῶν τριῶν ποτηριῶν (εἰκ. 4).



3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΑΙΝΟΛΟΦΘΑΛΛΕΙΝΗ

4 ΘΕΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΒΑΣΗ

Τὴ χημικὴ αὐτὴ ἀντίδραση θὰ τὴν ἐξηγήσωμε καλύτερα στὸ ἐπόμενο μάθημα.

4 'Αποδείξαμε σέ άλλο μάθημα πώς τό καυστικό νάτριο είναι ηλεκτρολύτης, δηλαδή πώς τό ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί και περνά μέσα από τό διάλυμά του.

\*Αν κάναμε άλλες δύο φορές τό ίδιο πείραμα και αντί καυστικό νάτριο χρησιμοποιούσαμε τή μιá φορά άσβεστόνερο και τήν άλλη καυστική άμμωνία, θά διαπιστώναμε πώς και αυτά τά σώματα είναι ηλεκτρολύτες.

5 \*Ας επαναλάβωμε :

Τό διάλυμα του ύδροξειδίου του νατρίου, τό διάλυμα του ύδροξειδίου του άσβεστίου, ή καυστική άμμωνία α) μετατρέπουν σέ κυανό τό χρώμα του βάμματος ήλιοτροπίου, κιτρινίζουν τό διάλυμα ήλιανθίνης, κοκκινίζουν τό διάλυμα φαινολοφθαλείνης, β) αντιδρούν με τά όξέα με έκλυση θερμότητας, γ) είναι ηλεκτρολύτες,

6 Οί κοινές αυτές ιδιότητες μας επιτρέπουν νά δώσωμε στα σώματα αυτά ένα κοινό όνομα : τά λέμε βάσεις και τις κοινές τους ιδιότητες τις ονομάζωμε βασικές.

Παρατηρούμε πώς οί τρεις βάσεις, καυστικό νάτριο, ύδατωμένος άσβέστης και καυστική άμμωνία, είναι ύδροξειδία: ύδροξείδιο του νατρίου, ύδροξείδιο του άσβεστίου, ύδροξείδιο του άμμωνίου.

Η χημεία γνωρίζει και πολλές άλλες βάσεις εκτός από τις τρεις που μελετήσαμε στα τελευταία μας μαθήματα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τά διαλύματα του ύδροξειδίου του νατρίου, του ύδροξειδίου του άσβεστίου, του ύδροξειδίου του άμμωνίου:

1. μετατρέπουν σέ κυανό τό χρώμα του βάμματος ήλιοτροπίου, κιτρινίζουν τό διάλυμα ήλιανθίνης, κοκκινίζουν τό διάλυμα φαινολοφθαλείνης.
2. αντιδρούν με τά όξέα με έκλυση θερμότητας.
3. είναι ηλεκτρολύτες.
4. τά σώματα αυτά τά ονομάζωμε βάσεις και τις κοινές τους ιδιότητες τις λέμε βασικές.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

### 2η σειρά : Βάσεις

1. \*Έχωμε 200 g καυστικό νάτριο που περιέχει 99,9% βάση. Υπολογίστε, με προσέγγιση 0,001 ℓ πόσα λίτρα διάλυμα με περιεκτικότητα σέ μάζα 8% θά μπορέσωμε νά παρασκευάσωμε. (Μός είναι γνωστό πώς 1 λίτρο διάλυμα ζυγίζει 1,091 kg).

2. 100 g άνθρακικό άσβέστιο μετατρέπονται με πύρωση σέ 56 g άσβέστη. Νά υπολογιστή πόσο άνθρακικό άσβέστιο θά χρειαστή για τήν παραγωγή 2 τόννων όξειδίου του άσβεστίου (με προσέγγιση 0,01 τ.).

3. Για νά χρησιμοποιήσωμε τόν άσβέστη πρέπει πρώτα νά τόν «σβήσωμε», δηλαδή προσθέτοντας νερό νά τόν μετατρέψωμε σέ ύδροξείδιο του άσβεστίου:

όξειδιο άσβεστίου + νερό → ύδροξείδιο άσβεστίου.  
Τό όξειδιο άσβεστίου και τό νερό ένώνονται με σταθερές αναλογίες : 56 μάζες όξειδιο άσβεστίου πρós 18 μάζες νερό.

Πόσο νερό θά μās χρειάζοταν για νά σβήσωμε 100 g άσβέστη, αν δέν εξατμιζόταν νερό με τή θερμότητα που εκλύει ή αντίδραση; (Υπολογίστε

με προσέγγιση 1 g).

4. Στους 100° C 1 ℓ νερό διαλύει 0,6 g ύδροξείδιο άσβεστίου. Στους 0° C περίπου 1 ℓ νερό διαλύει 1,3 g. Τό διάλυμα λέγεται άσβεστόνερο.

\*Ας υποθέσωμε πώς έχωμε ένα θολό ύγρο που αποτελείται από 15 ℓ νερό και περίσσεια ύδατωμένο άσβέστη. Η θερμοκρασία του είναι περίπου 100°. Τό διηθώμε και ψύχωμε τό διήθημα (άσβεστόνερο) σχεδόν ως τούς 0° C. Πόσον ακόμη ύδατωμένο άσβέστη θά μπορέσωμε νά διαλύσωμε στό ύγρο; (Δέν θά λογαριάσωμε πώς ό όγκος του ύγρου μεταβάλλεται με τή μεταβολή τής θερμοκρασίας του).

5. 100 g άνθρακικό άσβέστιο σχηματίζουν σταθερά με τήν πύρωση 56 g όξειδιο άσβεστίου. Τή θεωρητική αυτή απόδοση εξαπτόνουν στα 92% διάφορες απώλειες. Άλλά και για τήν παραγωγή άσβέστη μεταχειριζόμαστε άσβεστόλιθο, που στήν περίπτωση μας περιέχει 80 % καθαρό άνθρακικό άσβέστιο. Πόσον άσβέστη (με προσέγγιση 1 kg) θά πάρωμε πυρώνοντας 1 τόνο άσβεστόλιθο;

6. Σε 0° C και πίεση 760 mm Hg 22,4 ℓ αμμωνίας ζυγίζουν 17 g. Πόσο ζυγίζει το λίτρο του αερίου; Ξέροντας πώς στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσεως 1 λίτρο άερας ζυγίζει περίπου 1,3 g, άς υπολογίσουμε (με προσέγγιση 1 cm<sup>3</sup>) τον όγκο του άερα που θα ζυγίζει όσο 1 ℓ αμμωνίας. Ποιός όγκος αμμωνίας (με προσέγγιση 1 cm<sup>3</sup>) ζυγίζει όσο 1 ℓ άερας;

Γιατί κρατάμε άναποδογυρισμένη τή φιάλη με τήν άμμωνία;

7. Ένα διάλυμα αμμωνίας του έμπορίου περιέχει σε μάζα 18,9% άμμωνία. Το λίτρο του ζυγίζει 0,93 kg. Τί μάζα άερίου (με προσέγγιση 1 g) περιέχει το λίτρο του διαλύματος; Τί όγκο άερίου (με προσέγγιση 1 ℓ) περιέχει 1 ℓ διαλύματος; (1 ℓ άέριο ζυγίζει 0,76 g).

8. Ένα λίτρο νερό διαλύει 750 ℓ άμμωνία που το κάθε της λίτρο ζυγίζει 0,75 g. Το λίτρο του διαλύματος ζυγίζει 0,85 kg.

Ποιά είναι ή μάζα του διαλύματος που παρασκευάζουμε με 1 ℓ νερό; Ποιός είναι ό όγκος (με προσέγγιση 10 cm<sup>3</sup>) του ίδιου διαλύματος;

9. Στους 80° C το διάλυμα τής άμμωνίας χάνει δύο το άέριο που είχε διαλυμένο. Τί όγκο αμμωνία (1 ℓ άερίου ζυγίζει 0,75 g) θα πάρουμε ζεσταίνοντας στους 80° C 50 cm<sup>3</sup> διάλυμα αμμωνίας

που περιέχει σε βάρος 32,1% άμμωνία; Το λίτρο του διαλύματος 32,1% ζυγίζει 0,889 kg. (Ύπολογίστε με προσέγγιση 1 ℓ).

10. Ένα λίτρο ύγρη άμμωνία ζυγίζει 0,64 kg Το λίτρο άερια άμμωνία ζυγίζει 0,76 g. Πόσα λίτρα άμμωνία θα πάρουμε (με προσέγγιση 1 ℓ) εξαεραίνοντας 1 λίτρο ύγρη άμμωνία;

### Όρισμοί

$$\text{Τίτλος διαλύματος} = \frac{\text{μάζα διαλυμένου σώματος}}{\text{μάζα διαλύματος}}$$

(άντιστοιχεί στη μάζα του σώματος που είναι διαλυμένο στη μονάδα μάζας του διαλύματος).

$$\text{Συγκέντρωση διαλύμ.} = \frac{\text{μάζα διαλυμένου σώματος}}{\text{όγκος διαλύματος}}$$

(άντιστοιχεί στη μάζα τού σώματος που είναι διαλυμένο στη μονάδα όγκου του διαλύματος).

11. 1 ℓ νερό 0° C διαλύει 1133 ℓ άμμωνία (1 ℓ άμμωνία ζυγίζει 0,76 g). Ποιός είναι ό τίτλος του διαλύματος αυτού;

12. Ένα άμμωνιακό διάλυμα περιέχει στο λίτρο 190,8 g άμμωνία και σε θερμοκρασία 15° C ζυγίζει 0,9232 kg. Ποιά είναι ή συγκέντρωση σε άμμωνία του διαλύματος; Ποιός είναι ό τίτλος του (με προσέγγιση 0,001);

## 10° ΜΑΘΗΜΑ

### ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΒΑΣΕΙΣ

1. "Όσες φορές άνακατέψαμε το ύδατικό διάλυμα ενός όξέος με το ύδατικό διάλυμα μιάς βάσης, παρατηρήσαμε έκλυση θερμότητας: αυτό σημαίνει πώς μεταξύ των δύο σωμάτων γίνεται χημική αντίδραση.

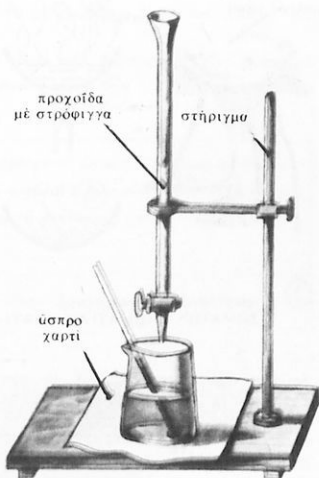
Θά προσπαθήσωμε τώρα να διευκρινίσωμε τή φύση αυτής τής μεταβολής.

2. Βάζωμε άραιωμένο ύδροχλωρικό όξύ σ' ένα ποτήρι, προσθέτωμε 2-3 σταγόνες βάμμα ήλιοτροπίου, ώστε το ύγρο να πάρη κόκκινο χρώμα και σημειώνωμε τή θερμοκρασία.

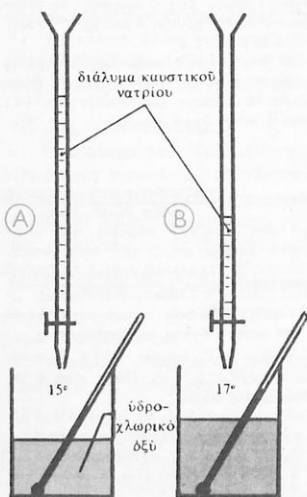
3. Τοποθετώμε μιά προχοίδα όρθια πάνω από το ποτήρι (αυτό γίνεται με τή βοήθεια ειδικού στηρίγματος (έικ. 1).

Η προχοίδα είναι γυάλινης σωλήνας που κοντά στην κάτω, στενεμένη του άκρη έχει μιά στρόφιγγα.

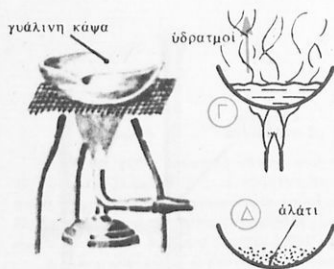
● Γεμίζωμε τήν προχοίδα με άραιό διάλυμα καστικού νατρίου και άνοίγοντας τή στρόφιγγα, το αφήνωμε να πέφτη σταγόνα σταγόνα μέσα στο διάλυμα τού όξέος. Το ύγρο του ποτηριού το άνακατεύωμε διαρκώς με ραβδί γυάλινο ή δίνοντας με το χέρι κίνηση περιστροφική στο ποτήρι.



1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



## 2) ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



## 3) Η ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΩΜΑΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΙ ΑΛΑΤΙ

γεύση του είναι ίδια με τη γεύση του αλατιού και προσεχτικότερη ξέστασή του φανερώνει πώς πραγματικά είναι κοινό άλατι.

● Το χλωριούχο νάτριο δεν υπήρχε στα αρχικά μας διαλύματα, που το ένα ήταν μείγμα από υδροχλωρικό και νερό (ήταν δηλαδή υδροχλωρικό οξύ) και το άλλο μείγμα από καυστικό νάτριο και νερό.

Βγάζουμε λοιπόν το συμπέρασμα πώς το χλωριούχο νάτριο δημιουργήθηκε από την αλληλεπίδραση του υδροχλωρικού οξέος και του καυστικού νατρίου, που (όπως μάθαμε προηγουμένως) εξαφανίζει τα δύο αυτά σώματα.

● Αν προσέξουμε, θα δούμε πώς η σταγόνα της σόδας, τη στιγμή που άγγιζει το υγρό του ποτηριού, προκαλεί μια κυανή κηλίδα. Η κηλίδα όμως αυτή εξαφανίζεται άμεσα με το ανάκατεμα γιατί υπάρχει οξύ μέσα στο υγρό.

● Όσο προχωρούμε στις προσθήκες, παρατηρούμε πώς η κυανή κηλίδα άργει όλοένα περισσότερο να εξαφανιστεί· συνεχίζουμε λοιπόν προσεχτικά, ρίχνοντας άργα άργα τις σταγόνες, ώσπου κάποια σταγόνα αλλάζει όριστικά σε μενεξεδί το χρώμα του υγρού. Η εξαφάνιση του κόκκινου χρώματος δείχνει πώς έλειψε το οξύ από μέσα από το υγρό, αλλά και το μενεξεδί χρώμα (ένδιάμεσο μεταξύ του κόκκινου και του κυανού) φανερώσει πώς ούτε καυστική σόδα υπάρχει στο διάλυμα (αν υπήρχε, το ήλιοτρόπιο θα είχε κυανό χρώμα).

(Παρατήρηση: σε πειράματα αυτού του είδους πρέπει να χρησιμοποιήθει κανείς όσο γίνεται λιγότερο δείκτη· διακρίνεται τότε καθαρότερα η αλλαγή του χρώματος του υγρού).

**Συμπέρασμα:** το υγρό δεν έχει ούτε όξινη ούτε βασικές ιδιότητες, είναι ουδέτερο. Λέμε πώς η βάση εξουδετέρωσε το οξύ ή πώς το οξύ εξουδετέρωσε τη βάση.

4) Η θερμοκρασία του υγρού έχει ύψωση στη διάρκεια του πειράματος (εικ. 2): ένδειξη πώς έγινε χημική αντίδραση μεταξύ των δύο σωμάτων.

Παρατήρηση: μπορούμε να κάνουμε και αντίστροφα την εξουδετέρωση· να έχουμε στο ποτήρι το διάλυμα του καυστικού νατρίου (με λίγο βάμμα ήλιοτρόπιου) και να ρίχνουμε με την προχοΐδα το οξύ, ώσπου το υγρό από κυανό να γίνει μενεξεδί. Και πάλι, φυσικά, θα παρατηρήσουμε ύψωση της θερμοκρασίας.

5) Τι έγιναν, με την εξουδετέρωση, το οξύ και η βάση;

● Για να το μάθουμε, ας βάλουμε σε μία γυάλινη κάψα λίγο ουδέτερο υγρό και ας το θερμάνουμε σε μικρή φλόγα: αφού εξατμιστεί όλο το νερό, μένει στο βάθος της κάψας ένα υπόλειμμα άσπρο, στερεό (εικ. 3). Η

● Επιστημονικά το άλατι ονομάζεται *χλωριούχο νάτριο*.

6 'Η χημεία έχει αποδείξει πώς ή αντίδραση του υδροξειδίου του νατρίου με το υδροχλωρικό όξύ σχηματίζει και νερό, εκτός από χλωριούχο νάτριο (είκ. 4):  

$$\text{υδροχλωρικό όξύ} + \text{υδροξειδίο νατρίου} \longrightarrow$$

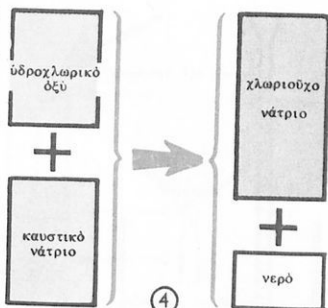
(όξύ)

(βάση)

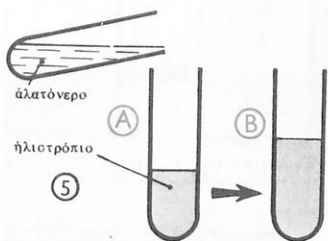
χλωριούχο νάτριο + νερό  
(άλατι)

Και επειδή ελευθερώνει θερμότητα ή αντίδραση, μπορούμε να την αναφέρουμε και αυτήν στη χημική εξίσωσή μας:

$$\text{υδροχλωρικό όξύ} + \text{υδροξειδίο νατρίου} \longrightarrow \text{χλωριούχο νάτριο} + \text{νερό} + \text{θερμότητα.}$$



ΣΧΗΜΑΤΙΖΟΝΤΑΙ ΝΕΑ ΣΩΜΑΤΑ



ΤΟ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΝΑΤΡΙΟ ΔΕΝ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΤΟΥ ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟΥ

**Συμπέρασμα:** τὰ δύο σώματα επιδράσανε τὸ ἕνα στὸ ἄλλο μὲ ἀποτέλεσμα τὰ ἴδια νὰ εξαφανιστοῦν καὶ νὰ δημιουργηθοῦν ἄλλα σώματα. Δὲν ἔγινε λοιπὸν ἀπλὸ μίγμα τῶν δύο σωμάτων (ὅπως γίνεται π.χ. ὅταν ἀνακατέψουμε καφέ μὲ γάλα ἢ κορσι μὲ νερό), ἔγινε χημικὴ ἀντίδραση ἀναμεταξύ τους.

7 Τὰ δύο σώματα (άλατι και νερό) πού σχηματίστηκαν ἀπὸ τὴν ἀντίδραση υδροχλωρικοῦ ὀξεός και καυστικοῦ νατρίου, δὲν ἀντιδρῶν ἀναμεταξύ τους ὥστε νὰ ξανασχηματίσουν τὰ ἀρχικὰ σώματα: ἡ ἀντίδραση πού παρακολοθηθήσαμε δὲν γίνεται πρὸς τὴν ἀντίστροφη κατεύθυνση.

Αὐτὸ ἀλλῶστε τὸ ξέρομε και ἀπὸ τὴν καθημερινή μας πείρα: ὅταν μαγειρεύομε, συχνὰ διαλύομε ἄλατι στὸ νερό (π.χ. γιὰ νὰ βράσωμε μακαρόνια ἢ ρύζι) και τὸ μίγμα μένει νερό και ἄλατι, δὲν γίνεται νερό μὲ βάση και μὲ ὀξύ.

Τὸ ἄλατισμένο νερό δὲν ἐπηρεάζει τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιотρόπιου: τὸ ἀφήνει ὅπως εἶναι, εἴτε εὐαίσθητο (μενεξέδι) εἴτε κόκκινο εἴτε κυανὸ (είκ. 5). Τὸ ἄλατισμένο νερό περιέχει χλωριούχο νάτριο πού εἶναι σῶμα οὐδέτερο.

**Συμπέρασμα:** ἡ χημικὴ ἀντίδραση πὸν γίνεται ὅταν ἔρθουν σ' ἐπαφή υδροχλωρικό όξύ και υδροξειδίο τοῦ νατρίου σχηματίζει χλωριούχο νάτριο και νερό. Τὰ δύο αὐτὰ σώματα δὲν ξανασχηματίζουν υδροχλωρικό όξύ και υδροξειδίο τοῦ νατρίου: ἡ ἀντίδραση γίνεται πρὸς μιὰ κατεύθυνση, δὲν εἶναι ἀμφίδρομη.

Θὰ γνωρίσωμε ἀργότερα ἄλλες ἀντιδράσεις πού εἶναι ἀμφίδρομες πού γίνονται δηλαδή πρὸς τις δύο κατευθύνσεις.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

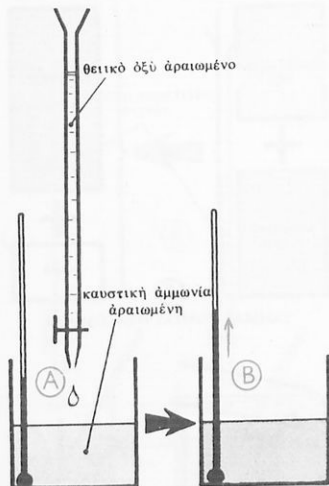
1. Μόλις ἔρθουν σ' ἐπαφή μεταξύ τους τὸ υδροχλωρικό όξύ και τὸ καυστικό νάτριο, γίνεται χημικὴ ἀντίδραση: τὰ δύο αὐτὰ σώματα ἐξαφανίζονται καθὼς σχηματίζονται νέα σώματα, τὸ χλωριούχο νάτριο (κοινὸ ἄλατι) και τὸ νερό.

2. 'Η χημικὴ αὐτὴ ἀντίδραση γίνεται μὲ παραγωγή θερμότητας:

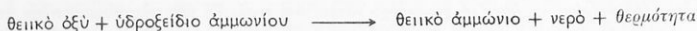
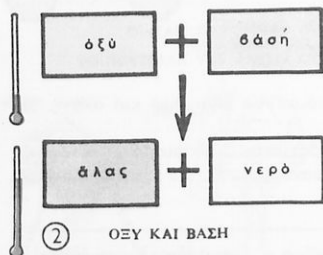
$$\text{υδροχλωρικό όξύ} + \text{υδροξειδίο τοῦ νατρίου} \longrightarrow \text{χλωριούχο νάτριο} + \text{νερό} + \text{θερμότητα.}$$

3. 'Η ἀντίδραση δὲν εἶναι ἀμφίδρομη: γίνεται μόνο πρὸς τὴν κατεύθυνση πού μᾶς δείχνει τὸ βέλος στὴν ἐξίσωση.

## Α Λ Α Τ Α



① ΘΕΙΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΚΑΥΣΤΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ



④ Τό χλωριούχο νάτριο και τό θειικό άμμώνιο σχηματίστηκαν μέ όμοιο τρόπο στά πειράματά μας (μέ την άλληλεπίδραση ένός όξέος και μιός βάσης) και παρουσιάζουν όρι- σμένες όμοιότητες μεταξύ τους. Γι' αυτό τούς δίνομε ένα κοινό όνομα: τά λέμε *άλατα*.

⑤ 'Η αντίδραση έξουδετερώσεως είναι γενική: κάθε όξύ μπορεί νά έξουδετερωθή από μιá βάση και κάθε βάση μπορεί νά έξουδετερωθή από ένα όξύ. Κάθε αντίδραση έξουδε- τρώσεως έξαφανίζει τό όξύ και την βάση και δημιουργεί ένα άλας και νερό (είκ. 2) μέ έκλυση θερμότητας.

Ώστε μπορούμε νά γράψωμε τή γενική έξίσωση :



① Στο προηγούμενο μάθημα είδαμε πώς τό ύδρο- χλωρικό όξύ και τό ύδροξείδιο του νατρίου άντι- δρουν ζωηρότατα μεταξύ τους και σχηματίζουν χλω- ριούχο νάτριο και νερό, καθώς τά ίδια έξαφα- νίζονται.

② "Ας ξανακάνωμε όμοιο πείραμα, βάζοντας αυ- τή τή φορά καυστική άμμωνία μέ 2-3 σταγόνες δάμ- μα ήλιοτροπίου στο ποτήρι και άραιό θειικό όξύ στην προχοίδα (είκ. 1 Α):

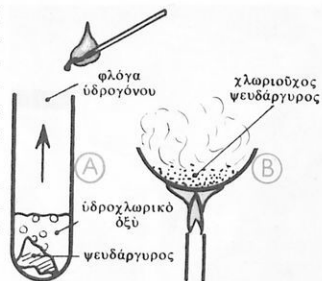
Τό ύγρό του ποτηριού έχει, φυσικά, κυανό χρώμα. "Όπως και στο προηγούμενο πείραμα, ρίχνωμε στάλα στάλα τό διάλυμα τής προχοίδας στο διά- λυμα του ποτηριού, άνακατεύωμε ύστερα από κά- θε προσθήκη και σταματούμε μόλις άλλάξη τό χρώμα του δείχτη: αυτή τή φορά γίνεται μενεξεδι από κυανό. Τή στιγμή αυτή τό ύγρό είναι ουδέτερο. "Έχει έξα- φανιστή και ή χαρακτηριστική όσμη τής άμμωνίας. Τό θερμόμετρο δείχνει και πάλι ύψωση θερμοκρασίας.

"Όταν έξατιμώσωμε μέρος του ουδέτερου ύγρου, μέ- νει και πάλι στην κάψα ένα άσπρο στερεό υπόλειμμα: τό σώμα αυτό δέν είναι χλωριούχο νάτριο, άν και τό θυμίζη· είναι θειικό άμμώνιο.

③ Και αυτή τή φορά παρακολούθησαμε μιá χημι- κή αντίδραση: έξαφανίστηκαν τά άρχικά σώματα, τό θειικό όξύ και ή καυστική άμμωνία και σχηματί- στηκε θειικό άμμώνιο. Μαζί μ' αυτό σχηματίστηκε και νερό, όπως έχει άποδείξει ή χημεία. Και αυτή ή χη- μική αντίδραση έγινε μέ έκλυση θερμότητας (είκ. 1 Β):

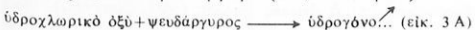
6. Ένώ όλα τα όξέα έχουν όξινες ιδιότητες και όλες οι βάσεις έχουν βασικές ιδιότητες, δέν μπορούμε νά ποϋμε γενικά πώς όλα τά άλατα είναι οϋδέτερα σώματα: γιατί υπάρχουν άλατα που άλλαζουν τό χρώμα τών δειχτών. Υπάρχουν π.χ. άλατα που κοκκινίζουν τό βάμμα ήλιοτροπίου και άλλα που τό κάνουν κυανό.

Παράδειγμα: ή κρυσταλλική σόδα (άνθρακικό νάτριο), που μεταχειριζόμαστε για διάφορα καθαρίσματα, δέν είναι οϋδέτερο σώμα: γυρίζει στο κυανό τό χρώμα του εύαίσθητου βάμματος ήλιοτροπίου.

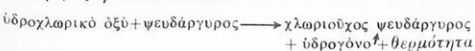


3) ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΣΤΟΝ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ

7. Άς ξαναθυμηθούμε τήν επίδραση τών όξέων στα μετάλλα που προσβάλλονται άπό αυτά και άς πάρουμε για παράδειγμα τήν επίδραση του υδροχλωρικού όξέος στον ψευδάργυρο (2ο μαθ. παρ. 9):

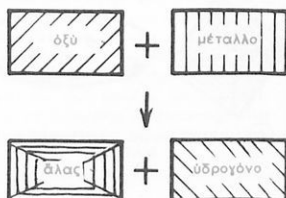


Σήμερα θά μπορούσαμε νά συμπληρώσουμε αύτη τήν έξίσωση: γιατί άν, άφού τελειώσει ή αντίδραση, μεταφέρουμε τό περιεχόμενο του σωλήνα σε μιά κάψα και τό έξατμίσουμε (είκ. 3 B), θά παρατηρήσουμε πώς μένει στην κάψα ένα στερεό ύπόλειμμα. Τό σώμα αύτό είναι ένα άλας, είναι χλωριούχος ψευδάργυρος. Η έξίσωση μας γίνεται λοιπόν:

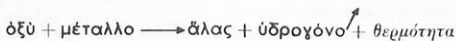


Προσθέσαμε και τή θερμότητα γιατί εύκολα διαπιστώνεται πώς ή αντίδραση αύτη έλευθερώνει θερμότητα.

Και έπειδή γενικά σχηματίζεται ένα άλας όταν ένα όξύ προσβάλλει ένα μέταλλο (είκ. 4), γράφομε τή γενική έξίσωση:



4) ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΞΕΟΣ ΣΕ ΜΕΤΑΛΛΟ



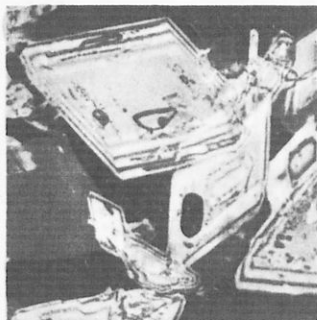
Παράτηρηση: όπως βλέπομε, άλατα δέ σχηματίζονται μόνο με τήν άλληλεπίδραση όξέων και βάσεων: ή αντίδραση όξέος και μετάλλου και άλλες διάφορες αντιδράσεις δημιουργούν άλατα.

8. Άς θυδίσουμε σε διάλυμα χλωριούχου νατρίου δύο ήλεκτροδία συνδεδεμένα με τούς πόλους ήλεκτρικής στήλης: ό σχηματισμός φυσαλίδων στην επιφάνεια τών ήλεκτροδίων φανερώνει πώς ήλεκτρικό ρεύμα περνά άπό τό διάλυμά μας.

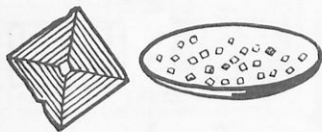
Τό ίδιο συμβαίνει και με τά διαλύματα άλλων αλάτων.

Συμπέρασμα: τά άλατα είναι ήλεκτρολύτες.

9. Τό χλωριούχο νάτριο που χρησιμοποιούμε δέν τό παρασκευάζει ή βιομηχανία: τό βρίσκομε στη φύση: στο θαλάσσιο νερό και σε κοιτάσματα μέσα στη γή.



5 ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΘΕΙΚΟΥ ΧΑΛΚΟΥ



6 ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ

Στη φύση βρίσκονται και πολλά άλλα άλατα. \*Αν αναφέρουμε για παράδειγμα μερικά: *άνθρακικό ασβέστιο* (ασβεστόλιθος, μάρμαρο κλπ.); *θειικό ασβέστιο* (γύψος); *νιτρικό κάλιο* (νίτρο τής Χιλής); *θειούχος σίδηρος* (σιδηροπυρίτης); *θειούχος μόλυβδος* (γαληνίτης).

#### 10 Μερικές άλλες ιδιότητες των αλάτων.

\*Αν κοιτάξουμε με φακό το στερεό υπόλειμμα που αφήνει το αλατισμένο νερό όταν το ξηρατίσουμε, θα δούμε ότι αποτελείται από μικρά σώματα που έχουν όλα το ίδιο γεωμετρικό σχήμα: το χλωριούχο νάτριο είναι σώμα *κρυσταλλικό*. Οι *κρυσταλλοί* του έχουν σχήμα κυβικό.

Γενικά, τα άλατα είναι κρυσταλλικά σώματα (είκ. 5 και 6). Τα άλατα δεν είναι πάντα άσπρα σαν το άλατι ή το θειικό άμμωνιο: υπάρχουν και άλατα που έχουν χρώμα: ο *θειικός χαλκός* (γαλαζόπετρα), που μεταχειρίζαστε για το ράντισμα των άμπελιών, έχει ζωηρό γαλάζιο χρώμα και το *θειικό κοβάλτιο*, που χρησιμοποιεί η ύαλουργία, έχει χρώμα κόκκινο ώραιότατο.

\*Από τα άλατα άλλα είναι διαλυτά στο νερό και άλλα δεν είναι. Ζέρομε π.χ. ότι το άνθρακικό ασβέστιο δε διαλύεται στο νερό, ενώ το χλωριούχο νάτριο και το θειικό άμμωνιο είναι σώματα *ευδιάλυτα* (εύκολα διαλύονται).

#### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Όταν έρθουν σ' επαφή μεταξύ τους ένα οξύ και μία βάση, γίνεται χημική αντίδραση που ελευθερώνει θερμότητα και σχηματίζει ένα άλας και νερό.



2. Άλατα σχηματίζονται και από την επίδραση των οξέων στα μέταλλα. Και αυτή η αντίδραση ελευθερώνει θερμότητα.



3. Τα άλατα είναι ηλεκτρολύτες.

4. Τα άλατα είναι σώματα κρυσταλλικά. Άλλα είναι διαλυτά στο νερό και άλλα αδιάλυτα.

5. Στη φύση βρίσκονται πολλά άλατα.

#### ΑΣΚΗΣΕΙΣ

3η σειρά: άλατα

#### 1. ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ

1. α) Σε υγρό που περιέχει 4 g υδροξείδιο νατρίου προσθέτουμε υδροχλωρικό οξύ που αντιστοιχεί σε 3,75 g υδροχλωρίου. Περισεύει κανένα από τα δύο σώματα μετά την αντίδραση; \*Αν υπάρχει περίσσεια του ενός σώματος να υπολογιστή πόση είναι.

β) Σε υγρό που περιέχει 3,65 g υδροχλωρίου

προσθέτουμε άλλο υγρό που περιέχει 4,3 g υδροξείδιο του νατρίου. Ποίο από τα δύο σώματα περισεύει και πόση είναι η περίσσειά του;

2. Μās είναι γνωστό πως 36,5 g υδροχλωρίου και 40 g υδροξείδιο νατρίου εξουδετερώνονται χωρίς να περισσεύει μετά την αντίδραση κανένα από τα δύο σώματα. Πόσο καυστικό νάτριο θα χρεια

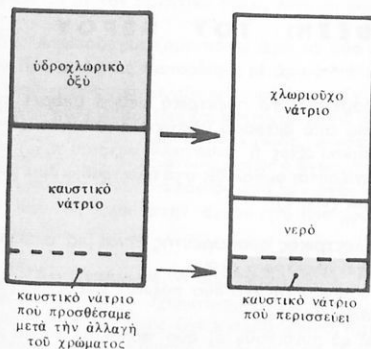


στη γιά να εξουδετερωθούν 219 g υδροχλωρίου ;  
 Πόσα γραμμάρια υδροχλωρίου θα εξουδετερω-  
 θούν από 144 g υδροξειδίου νατρίου ;  
 3. Στο ποτήρι της εικ. 1 (10<sup>ου</sup> μάθημα) βά-  
 λαμε 10 cm<sup>3</sup> διάλυμα υδροχλωρικού που περιέχει  
 3,65 g υδροχλωρίου στο λίτρο και εξουδετερώσαμε

προσθέτοντας καυστικό νάτριο. Πόσο ήταν το  
 υδροξειδίου νατρίου που εξουδετέρωσε το οξύ ;  
 Γιά την αντίδραση αυτή καταναλώσαμε 8 cm<sup>3</sup>  
 διάλυμα καυστικού νατρίου. Πόσο υδροξειδίου να-  
 τρίου περιέχεται στο λίτρο του διαλύματος ;

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ σχετικό με την αντίδραση μεταξύ των δύο σωμάτων.

A. \*Ας ξαναδιαβάσωμε το πείραμα του 10<sup>ου</sup> μαθήματος παρ. 3. Τι θα συμβη άν, αφού εξουδε-



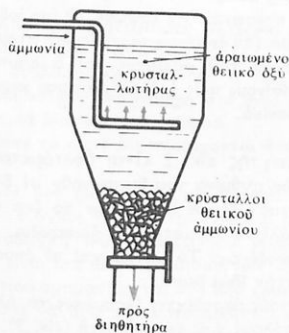
τερωθή το οξύ από τη βάση, αφού δηλαδή γινή ο δείχτης μενεξεδής, συνεχίσωμε να ρίχνωμε καυστικό νάτριο ;

Το χρώμα του υγρού γίνεται και μένει καθαρό κυανό. Αυτό σημαίνει πώς ή βάση που προσθέτο-  
 με δε βρίσκει πιά οξύ γιά να εξουδετερωθή κι  
 έτσι περισσεύει, μένει ελευθερη: έχωμε *περίσσεια*  
 της βάσης.

B. \*Αν αντί βάση προσθέταμε στο μενεξεδι  
 υγρό υδροχλωρικό οξύ, το χρώμα του θα γινόταν  
 και θα έμεινε κόκκινο: θα περισσεύε το οξύ.

Γ. Το πείραμά μας δείχνει πώς το οξύ και ή  
 βάση αντιδρούν άναμεταξύ τους σε όρισμένες άνα-  
 λογίες. \*Αργότερα θα μάθωμε πώς γιά το υδρο-  
 χλωρίο και το υδροξειδίου του νατρίου οι άναλογί-  
 ες αυτές είναι, σε μάζες, 36,5 μέρη υδροχλωρίου προς  
 40 μέρη υδροξειδίου του νατρίου. Οι άναλογίες  
 που σύμφωνα μ' αυτές αντιδρούν άναμεταξύ τους  
 ένα οξύ και μιá βάση είναι πάντα ίδιες: είναι  
 σταθερές.

## II. ΑΛΑΤΑ



ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ: ή βιομηχανική παρασκευή του  
 θεικού άμμωνίου.

Στό 11<sup>ο</sup> μάθημα μελετήσαμε την επίδραση της  
 άμμωνίας στο θειικό οξύ. Την αντίδραση αυτή  
 χρησιμοποιούν όρισμένες βιομηχανίες γιά την πα-  
 ρασκευή θεικού άμμωνίου. Το θειικό άμμώνιο είναι  
 καλό λίπασμα.

Σε ειδική συσκευή (κρυσταλλωτήρα), που πε-  
 ριέχει θειικό οξύ άραιωμένο με νερό, διοχετεύομε  
 άμμωνία. Το θειικό άμμώνιο, καθώς σχηματίζεται  
 μέσα στο υγρό, κρυσταλλώνεται: αφού τελείωση ή  
 αντίδραση το μεταφέρωμε σε διηθητήρα γιά να ά-  
 παλλαχτή από το περισσευούμενο υγρό. Μετά τό  
 στράγγισμα το θειικό άμμώνιο δέν είναι έντελώς  
 καθαρό: κρατεί ακόμη λίγο θειικό οξύ (0,05%)  
 και νερό (0,1%). Το καθαρό άλας είναι σωμα άσ-  
 προ, κρυσταλλικό, *ευδιάλυτο* στο νερό.

4. Παρασκευάζωμε θειικό άμμώνιο όπως περι-  
 γράφωμε παραπάνω και παρατηρούμε πώς 25,8 g  
 άμμωνία άποβίνουν σταθερά 100 g θειικό άμμώνιο.  
 Με 2500 l διάλυμα άμμωνιακό που περιέχει σε  
 μάζα 4,9% άμμωνία (τό λίτρο του διαλύματος αυ-  
 του ζυγίζει 0,98 kg), πόσο θειικό άμμώνιο θα πα-  
 ρασκευάσωμε (άν, βέβαια, τό θειικό οξύ είναι άρ-  
 κετό γιά να εξουδετερωθή όλη ή άμμωνία). \*Υπο-

λογίστε με προσέγγιση 1 kg.

5. \*Όταν επίδραση υδροχλωρικό οξύ σε ψευ-  
 δάργυρο, εκλύεται υδρογόνο και σχηματίζεται ένα  
 άλας που όνομάζεται χλωριούχος ψευδάργυρος.

\*Από 73 g υδροχλωρίου σχηματίζεται σταθερά  
 136 g χλωριούχος ψευδάργυρος (διάλυμα χλωρι-  
 ούχου ψευδαργύρου χρησιμοποιούμε γιά τό καθά-  
 ρισμα της επιφάνειας των μετάλλων πριν από τίς

κολλήσεις).

Έχουμε 1 ℓ ύδροχλωρικό διάλυμα που ζυγίζει 1,18 kg και περιέχει σε μάζα 36% ύδροχλώριο :

α) Πόσο ύδροχλώριο, σε μάζα, και πόσο νερό περιέχονται στο ύδροχλωρικό αυτό διάλυμα ;

β) \*Αν έχουμε άρκετον ψευδάργυρο, ώστε να

καταναλωθῆ ὄλο τὸ ὑδροχλώριο τοῦ διαλύματος, πόσος χλωριούχος ψευδάργυρος θὰ σχηματισθῆ ;

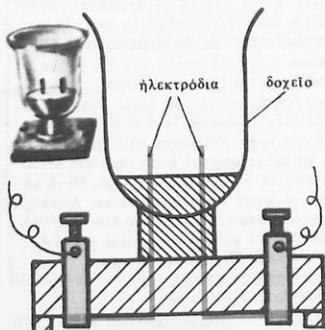
γ) \*Αν ὑποθέσωμε πὼς δὲν ἐξατμίστηκε νερὸ ὅσο γινόταν ἡ ἀντίδραση, πόσο χλωριούχο ψευδάργυρο % τῆς μάζας του περιέχει τὸ ὑγρὸ ; (\*Υπολογίστε μὲ προσέγγιση 1 %).

## 12<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ

# ΔΙΑΣΠΑΣΗ (ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗ) ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ



① ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ



② ΒΟΛΤΑΜΕΤΡΟ

Τὰ ηλεκτρόδια εἶναι σιδερένια (τὸ καυστικὸ νάτριο δὲν προσβάλλει τὸ σίδηρο). Μεταχειρίζομαστε καὶ ηλεκτρόδια ἀπὸ λευκόχρυσο, ἀπὸ νικέλιο ἢ ἀπὸ κάρβουνο (κάρβουνο τῶν ἀποστακτήρων).

1 Μάθαμε πὼς τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα μπορεῖ καὶ περνᾶ μέσα ἀπὸ διάφορα ὕδατικά διαλύματα (διαλύματα θειικοῦ ὀξέος ἢ καυστικοῦ νατρίου π.χ.) καὶ ὅτι σχηματίζονται φυσαλίδες στὰ ηλεκτρόδια ὅσο περνᾶ τὸ ρεῦμα (εἰκ. 1).

2 Ὁ ἠλεκτρικὸς συσσωρευτὴς εἶναι μιά συσκευή πού παρέχει ἠλεκτρικὸ ρεῦμα.

Ὁ συσσωρευτὴς ἔχει δύο πόλους : ἓνα θετικὸ (+) καὶ ἓναν ἀρνητικὸ (-).

Ἀρκεῖ νὰ συνδεθοῦν οἱ δύο πόλοι μὲ σύρμα μετάλλιο γιὰ νὰ περάσῃ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα ἀπὸ τὸ κύκλωμα.

3 Γιὰ νὰ ἐλέγξωμε τὴ λειτουργία τοῦ συσσωρευτῆ θὰ παρεμβάλωμε στὸ κύκλωμα ἓνα λαμπτήρα (εἰκ. 1). Ὁ λαμπτήρας ἀναψε κι' αὐτὸ σημαίνει πὼς τὸ ρεῦμα κυκλοφορεῖ κανονικά. \*Αν κόψωμε σὲ ὅποιοδήποτε σημεῖο τὸ σύρμα (ἂν ἀνοίξωμε τὸ κύκλωμα) σταματοῦμε τὴν κυκλοφορία τοῦ ρεύματος καὶ ὁ λαμπτήρας σβήνει. Συμπεραίνομε πὼς ἡ ἠλεκτρικὴ μας γεννήτρια λειτουργεῖ κανονικά.

4 Ἡ συσκευή τῆς εἰκ. 2 εἶναι βολτάμετρο : ἓνα ποτήρι πού τὸν πυθμένα του διαπερνοῦν σὲ δύο σημεία, σὲ ἀπόσταση λίγων ἑκατοστῶν τὸ ἓνα ἀπὸ τὸ ἄλλο, δύο μετάλλια σύρματα, τὰ ηλεκτρόδια, συνδεδεμένα μὲ δύο ἀκροδέχτες. Τὸ ποτήρι καὶ οἱ ἀκροδέχτες στηρίζονται στὴν ἴδια βάση.

Συνδέομε τοὺς ἀκροδέχτες (ἐπομένως τὰ ηλεκτρόδια) μὲ τοὺς πόλους τοῦ συσσωρευτῆ (εἰκ. 3).

● \*Ὅταν τὸ ποτήρι εἶναι ἀδειανό, ὁ λαμπτήρας δὲν ἀνάβει : ρεῦμα δὲν περνᾶ ἀπὸ τὸ κύκλωμα.

● Χύνομε καθαρὸ νερὸ (π.χ. ἀποσταγμένο νερὸ) στὸ ποτήρι : καὶ πάλι δὲν περνᾶ ρεῦμα.

● Προσθέτομε στὸ νερὸ λίγο διάλυμα καυστικοῦ νατρίου : φυσαλίδες ἀρχίζουν καὶ σχηματίζονται στὰ ηλεκτρόδια καὶ ὁ λαμπτήρας ἀνάβει : ἀπὸ τὸ κύκλωμα περνᾶ ρεῦμα ἠλεκτρικὸ.

● **Άνοίγουμε το κύκλωμα:** σβήνει ο λαμπτήρας και παύει ο σχηματισμός φυσαλίδων.

**Συμπέρασμα:** ο σχηματισμός φυσαλίδων είναι φαινόμενο που σχετίζεται με το πέρασμα του ηλεκτρικού ρεύματος.

5 **Όρισμοί:** το ηλεκτρόδιο που συνδέεται με το θετικό πόλο ονομάζεται *άνοδος* και το ηλεκτρόδιο που συνδέεται με τον αρνητικό πόλο, λέγεται *κάθοδος*.

6 **Αναποδογυρίζουμε** πάνω από τα δύο ηλεκτρόδια δύο σωλήνες γεμισμένους με άραιο διάλυμα καυστικού νατρίου και *κλείνουμε το κύκλωμα*. Σχηματίζονται και πάλι φυσαλίδες και μαζεύεται αέριο στους δύο σωλήνες, περισσότερο στην κάθοδο, λιγότερο στην άνοδο. Σε λίγο διαπιστώνουμε πώς ο όγκος του αερίου στην κάθοδο είναι διπλάσιος από τον όγκο του αερίου που εκλύεται στην άνοδο στο ίδιο χρονικό διάστημα (εικ. 4).

7 **Ής εξετάσωμε τα δύο αέρια:**

● Το αέριο που σχηματίστηκε στην άνοδο δεν καίγεται ξανά, όμως ένα μισοσβησμένο σπίρτο και το καίει με φλόγα ζωηρή: το αέριο αυτό είναι *όξυγόνο*.

● Το αέριο που σχηματίστηκε στην κάθοδο ανάβει *εκρηκτικά* άμα πλησιάσωμε σε φλόγα το στόμιο του σωλήνα και καίγεται ταχύτατα χωρίς καλά καλά να προφτάσωμε να διακρίνωμε τη χλωμή του φλόγα: είναι *ύδρογόνο*.

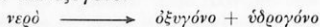
8 **Από πού προέρχονται τα αέρια αυτά;** Από το καυστικό νάτριο ή από το νερό;

Οι αναλύσεις έχουν αποδείξει πώς το ποσό του καυστικού νατρίου που υπάρχει στο υγρό μένει σταθερό, όσο και να διαρκέσει το πείραμα.

Ώστε τα αέρια δεν προέρχονται από το καυστικό νάτριο.

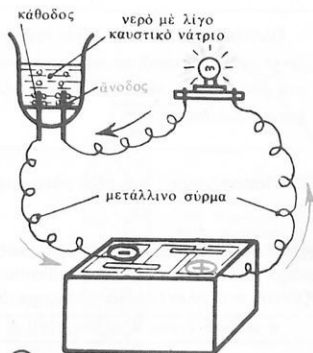
● Αυτό που ελαττώνεται καθώς περνά το ρεύμα είναι το νερό: ο όγκος του γίνεται δλο και μικρότερος και έχει αποδειχτεί πώς η μάζα του νερού που εξαφανίζεται είναι ίση με το άθροισμα των μαζών των δύο αερίων που σχηματίζονται στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Ώστε τα δύο αέρια προέρχονται από την αποσύνθεση του νερού. Με το πέρασμα του ηλεκτρικού ρεύματος το νερό παθαίνει διάσπαση, σε δύο αέρια: *ύδρογόνο* και *όξυγόνο*.



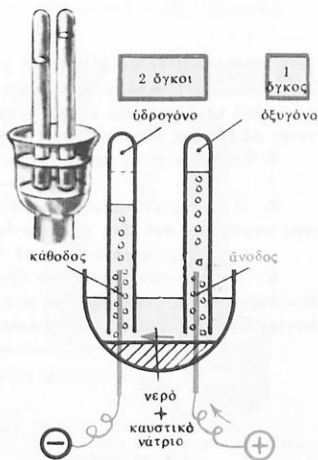
Οι αναλύσεις δείχνουν πώς όταν αποσυνθέσωμε 9 g νερό σχηματίζονται 8 g *όξυγόνο* και 1 g *ύδρογόνο*.

Όσο νερό και να διασπάσωμε, τις ίδιες αυτές αναλογίες μαζών των τριών σωμάτων θα βρούμε (εικ. 5).

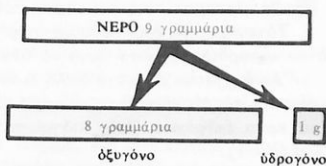


### 3 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑ

Συμβατικά δεχόμαστε πώς έξω από τη γεννήτρια το ηλεκτρικό ρεύμα πηγαινει από το θετικό πόλο (+), στον αρνητικό (-).



### 4 ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ



### 5 ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΜΑΖΩΝ

**Συμπέρασμα:** τὸ νερὸ εἶναι ἴσχυρὸ σύνθετο ἀπὸ δύο σώματα, ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου. Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα διασπᾶ τὸ νερὸ εἰς συστατικά του. Τὸ φαινόμενο ποὺ παρακολογήσαμε εἶναι μιὰ ἀποσύνθεση, ποὺ προκαλεῖται τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα: τὴ λέμε καὶ ἠλεκτρολύση ἢ ἠλεκτρολυτικὴ διάσπαση.

**9 Παρατήρηση:** τὸ ὕδρογόνου ἐμφανίζεται πάντα στὴν κάθοδο καὶ τὸ ὀξυγόνου στὴν ἀνοδο.

**10** Ἀπὸ τὴν παρατήρηση ὅτι ἀπὸ 9 μάζες νερὸ σχηματίζονται 8 μάζες ὀξυγόνου καὶ 1 μάζα ὕδρογόνου καὶ ἀπὸ τὴ διαπίστωση γιὰ τὴ σχέση τῶν ὀγκῶν τῶν ἀερίων ποὺ ἐμφανίζονται εἰς τὰ ἠλεκτρόδια (παραγρ. 5), φτάνομε εἰς τὸ ἐπόμενο συμπέρασμα:

*Ἡ μάζα 1 ὀγκοῦ ὀξυγόνου εἶναι 8 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μάζα 2 ὀγκῶν ὕδρογόνου.*

**11** Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα δὲν περνᾷ ἀπὸ καθαρὸ νερὸ: γι' αὐτὸ χρειάστηκε νὰ προσθέσωμε καυστικὸ νάτριο εἰς τὸ νερὸ τοῦ βολταμέτρου. Μποροῦμε ὅμως ἀντὶ καυστικὸ νάτριο νὰ προσθέσωμε εἰς τὸ νερὸ θεικὸ ὄξύ μετὰ τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα: τὴν ἠλεκτρολυτικὴν διάσπαση τοῦ νεροῦ (στὴν περίπτωσιν αὐτὴν χρησιμοποιοῦμε ἠλεκτρόδια ἀπὸ λευκόχρυσον ποὺ δὲν προσβάλλεται ἀπὸ τὸ θεικὸ ὄξύ).

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα δὲν περνᾷ ἀπὸ καθαρὸ νερὸ, περνᾷ ὅμως ἀπὸ νερὸ ποὺ περιέχει καυστικὸ νάτριο ἢ θεικὸ ὄξύ. Ἡ ἀποσύνθεσις ποὺ προκαλεῖ τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα λέγεται ἠλεκτρόλυσις ἢ ἠλεκτρολυτικὴ διάσπαση καὶ γίνονται μετὰ ἐκκλιση ὕδρογόνου στὴν κάθοδο καὶ ὀξυγόνου στὴν ἀνοδο.

2. Τὰ ἀέρια αὐτὰ προέρχονται ἀπὸ τὴν διάσπασιν τοῦ νεροῦ:  
νερὸ  $\longrightarrow$  ὕδρογόνου + ὀξυγόνου.

3. Ὁ ὀγκος τοῦ ὕδρογόνου εἶναι σταθερὰ διπλάσιος ἀπὸ τὸν ὀγκο τοῦ ὀξυγόνου ποὺ παράγεται εἰς τὸ ἴδιον χρονικὸ διάστημα:  
νερὸ  $\longrightarrow$  2 ὀγκοῖς ὕδρογόνου + 1 ὀγκος ὀξυγόνου.

4. Ἡ μάζα τοῦ νεροῦ ποὺ ἐξαφανίζεται εἶναι ἴση μετὰ τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν δύο ἀερίων ποὺ ἐμφανίζονται εἰς τὰ ἠλεκτρόδια εἰς τὸ ἴδιον χρονικὸ διάστημα. Καὶ οἱ ἀναλογίαι τῶν μαζῶν τῶν τριῶν σωμάτων εἶναι σταθερές:

9 μάζες νερὸ  $\longrightarrow$  1 μάζα ὕδρογόνου + 8 μάζες ὀξυγόνου.

### 13<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ

## ΣΥΝΘΕΣΙΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

**1** Ἡ ἠλεκτρολυτικὴ διάσπασις τοῦ νεροῦ μᾶς ἔδωκε ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου. Τότε ὅμως θὰ βεβαιωθοῦμε πῶς τὰ δύο αὐτὰ ἀέρια εἶναι τὰ συστατικά τοῦ νεροῦ, ὅταν κατορθώσωμε ἀπὸ αὐτὰ νὰ ἀνασυνθέσωμε νερὸ.

Ἄς ἀρχίσωμε ἀπὸ μιὰ ἀπλή διαπίστωση, ποὺ ἀποτελεῖ ὅμως ἀπόδειξιν πῶς τὸ ὕδρογόνου καὶ τὸ ὀξυγόνου εἶναι συστατικά τοῦ νεροῦ: σχηματίζονται μικρὲς σταγόνες νεροῦ εἰς μιὰ κρύα ἐπιφάνεια (ἐνὸς πιάτου π.χ.) ὅταν τὴν τοποθετοῦμε πάνω ἀπὸ φλόγα ὕδρογόνου (εἰκ. 1).

Γιατὶ ὅμως ἀποτελεῖ ἡ διαπίστωσις μᾶς τὴν ἀπόδειξιν ποὺ ζητοῦσαμε; Ἀπαντοῦμε γιὰ τὴν εἰς τὸν ὀγκο - θὰ τὸ μάθωμε ἀργότερα - πῶς καίγοντας ὕδρογόνου ἐνώπιον τοῦ σω-

αυτό με οξυγόνο. Στο πείραμά μας το υδρογόνο ενώθηκε με οξυγόνο που υπάρχει στον αέρα και σχημάτισε νερό.

*Το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι συστατικά του νερού*

(*Ας σκεφτούμε: γιατί ξεράναμε το υδρογόνο πριν το κάψουμε;*)

**2** *Ας εξακριβώσουμε τώρα αν το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι τα μόνα συστατικά του νερού:*

**Πείραμα:**

● *Βάζουμε 20 cm<sup>3</sup> υδρογόνο και 20 cm<sup>3</sup> οξυγόνο σ' ένα ευδιάμετρο (είκ. 2) (1) γεμισμένο με υδράργυρο και αντιστοίχισμένο σε λεκάνη που περιέχει υδράργυρο (είκ. 2 Α, 3 Α και 3 Β).*

● *Προκαλούμε ηλεκτρικό σπινθήρα μεταξύ των ηλεκτροδίων του ευδιαμέτρου: ακούγεται έκρηξη και ο υδράργυρος υψώνεται άμέσως μέσα στο ευδιάμετρο και σταματά όταν φτάση στη διαίρεση που αντιστοιχεί στα 10 cm<sup>3</sup> (είκ. 3 Γ).*

*Ο χώρος πάνω από την επιφάνεια του υδραργύρου γίνεται ελαφρότατα θαμπός (από τη συμπύκνωση υδρατμού).*

● *Εξετάζουμε το αέριο που περίσσεψε μέσα στο ευδιάμετρο (10 cm<sup>3</sup>) και διαπιστώνουμε πως είναι οξυγόνο.*

*Ωστε από το αρχικό μας μείγμα εξαφανίστηκαν και σχημάτισαν νερό 20 cm<sup>3</sup> υδρογόνο και 10 cm<sup>3</sup> οξυγόνο.*

**Συμπέρασμα:**

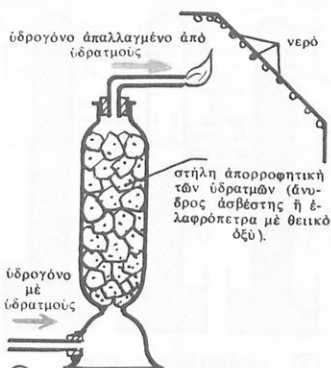
Στο αρχικό μείγμα δεν υπήρχε άλλο σώμα εκτός από τα δύο αέρια υδρογόνο και οξυγόνο: αρκεί λοιπόν να ενώθούν αυτά τα δύο αέρια για να σχηματιστεί νερό.

*Το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι τα μόνα συστατικά του νερού.*

● *Η ένωση των δύο αερίων έγινε με αναλογία 2 όγκων υδρογόνου και 1 όγκου οξυγόνου.*

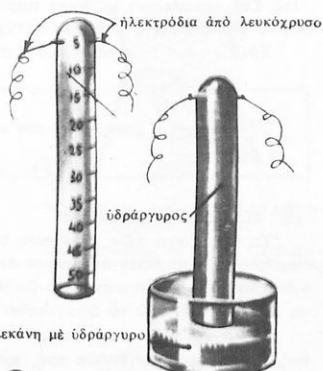
*Το ξέραμε γιατί είχαμε βάλει ίσους όγκους των δύο αερίων στο ευδιάμετρο και παρατηρήσαμε πως καταναλώθηκε στην αντίδραση μόνο το μισό από το αρχικό οξυγόνο. Αν καταναλώσαμε το πείραμα με μείγμα από 10 cm<sup>3</sup> οξυγόνο και 30 cm<sup>3</sup> υδρογόνο π.χ., μετά*

1). Το ευδιάμετρο είναι σωλήνας γυάλινος με παχύ άνθεχτικό τοίχωμα, που στην κλειστή του άκρη έχουν περαστή και κολληθή άντικρυστά δύο ηλεκτρόδια. Τα ηλεκτρόδια χρησιμεύουν για να μπορούμε, συνδέοντάς τα με ειδική ηλεκτρική μηχανή, να προκαλέσουμε ηλεκτρικό σπινθήρα μέσα στο σωλήνα. Ο σωλήνας είναι όγκομετρικός: στο τοίχωμά του είναι σημειωμένη ή χωρητικότητα του σε κυβικά εκατοστά και υποδιαίρεσεις τους.

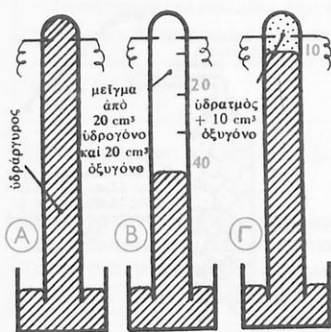


**1** **ΟΤΑΝ ΚΑΙΓΕΤΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ ΝΕΡΟ**

(Το πείραμα δε θα ήταν πειστικό αν το υδρογόνο περιετξε υδρατμούς)



**2** **ΕΥΔΙΑΜΕΤΡΟ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ**  
Μεταξύ των ηλεκτροδίων παράγεται, ο ηλεκτρικός σπινθήρας



τό τέλος τής αντίδρασης θά περισσέψουν  $10 \text{ cm}^3$  ύδρογόνο (1).

● Από τό προηγούμενο μάθημα (παράγρ. 8) ξέρομε ακόμα πώς 1 δγκος όξυγόνο έχει μάζα 8 φορές μεγαλύτερη από τή μάζα 2 δγκων ύδρογόνο. Μπορούμε λοιπόν τώρα νά δεχτούμε με βεβαίωτητα πώς :

τό νερό σχηματίζεται από σταθερές σέ δγκο και σέ μάζα αναλογίες τών συστατικών του στοιχείων: α) από 2 δγκους ύδρογόνο και 1 δγκο όξυγόνο, β) από 1 μάζα ύδρογόνο και 8 μάζες όξυγόνο.

### 3 ΕΝΩΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΑΕΡΙΩΝ

Τά  $10 \text{ cm}^3$  όξυγόνο, σάν έλαστικό «στρώμα» έμποδίζουν τό σπάσιμο του εύδιμετρικού σωλήνα από τό άπότομο άνέβασμα του υδράργυρου.

● Η ένωση ύδρογόνου και όξυγόνου γίνεται με έκλυση θερμότητας. Γι' αυτό είναι σέ αέρια κατάσταση τό νερό όταν πρωτοσχηματίζεται (ύδρατμοί στο πείραμα τής παρ. 1 καθώς και στο πείραμα του εύδιμετρου).

3 Στο περασμένο μάθημα προκαλέσαμε τή διάσπαση του νερού στα συστατικά του. Με τό σημερινό μας πείραμα πετύχαμε τή σύνθεση του νερού από τά συστατικά του. Σύνθεση και διάσπαση ή άποσύνθεση είναι αντίστροφα φαινόμενα.

Η διάσπωση ή άποσύνθεση τών σωμάτων και ή σύνθεσή τους είναι πράξεις βασικές για τή χημεία.

### 4 Διάσπαση και σύνθεση:

Τή διάσπαση τών σωμάτων δέν τήν προχωρούμε πάντοτε ως τά στοιχεία που τά αποτελούν. Π.χ. όταν πυρώνουμε άνθρακικό άσβέστιο (βλ. 7<sup>ο</sup> μαθ., παρ. 3), προκαλούμε τή διάσπασή του σέ σώματα πιό άπλά από αυτό, όχι όμως στα στοιχεία άσβέστιο, άνθρακα και όξυγόνο που τό αποτελούν.

Άλλά και για νά συνθέσουμε ένα σώμα άρκει πολλές φορές νά χρησιμοποιήσωμε σώματα που περιέχουν τά στοιχεία του, χωρίς νά είναι ανάγκη νά ξεκινήσωμε από τά ίδια αυτά στοιχεία. Παρασκευάζωμε π.χ. ύδροξείδιο του άσβεστιού από όξείδιο του άσβεστιού και νερό (βλ. 7<sup>ο</sup> μαθ., παρ. 3), όχι από τά στοιχεία άσβέστιο, όξυγόνο και ύδρογόνο.

Τή διάσπαση τών σωμάτων πολλές φορές τήν εφαρμόζωμε για αναλυτικούς σκοπούς: για νά βρούμε ποιά είναι τά συστατικά ενός σώματος και σέ ποιές αναλογίες ύπάρχουν τά συστατικά αυτά μέσα στο σώμα (έτσι διασπάσαμε τό νερό στο προηγούμενο μάθημα για ν' ανακαλύψωμε ποιά είναι τά συστατικά του και σέ ποιές αναλογίες τά περιέχει)(2). Διαθέτωμε όμως και άλλους τρόπους για τήν άνάλυση τών σωμάτων.

Σέ όρισμένες περιπτώσεις άνασυνθέτωμε ένα σώμα για νά έπικυρώσωμε τά συμπεράσματα όπου μας όδήγησε ή διάσπασή του (με αυτό τό σκοπό άνασυνθέσωμε σήμερα τό νερό).

(1). Πήραμε για τή σύνθεση του νερού μεγαλύτερη από όσο χρειαζόταν αναλογία του ενός αερίου γιατί άλλως ό υδράργυρος, άνεβαίνοντας άπότομα, θά χτυκούσε στην κλειστή άκρη του σωλήνα με κίνδυνο νά σπάσει τό όργανο.

(2). Η ηλεκτρολυτική διάσπαση του νερού άποτελέσει και στοιχειακή άνάλυση του σώματος αυτού.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Με τη σύνθεση του νερού επιβεβαιώθηκαν τα συμπεράσματα που είχαν προκύψει από το πείραμα της διάσπασης του σώματος αυτού.

2. Το νερό έχει συστατικά τα στοιχεία υδρογόνο και οξυγόνο και μόνον αυτά.

3. Οι αναλογίες υδρογόνου και οξυγόνου που αποτελούν το νερό είναι σταθερές σε όγκο και σε μάζα:

α. 2 όγκοι υδρογόνο και 1 όγκος οξυγόνο, β. 1 μάζα υδρογόνο και 8 μάζες οξυγόνο.

4. Η διάσπαση (άποσύνθεση) και η σύνθεση είναι βασικές πράξεις της χημείας.

## 14<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ

### ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΑ ΚΑΙ ΜΕΙΓΜΑΤΑ. ΣΥΝΘΕΤΑ ΣΩΜΑΤΑ. ΑΠΛΑ ΣΩΜΑΤΑ.

#### Α. ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΑ ΚΑΙ ΜΕΙΓΜΑΤΑ

1 Το νερό που χρησιμοποιήσαμε στο πείραμα της ηλεκτρολυτικής διάσπασης ήταν νερό άποσταγμένο. Δηλαδή νερό που δεν περιέχει κανένα άλλο σώμα: ήταν νερό καθαρό.

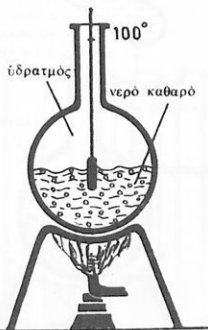
● Αν εξατμίσουμε καθαρό νερό σε μια κάψα γυάλινη, μετά την εξάτμιση ή κάψα θα βρεθί καθαρή όπως πριν τη μεταχειριστούμε: το καθαρό νερό δεν αφήνει υπόλειμμα όταν το εξατμίσουμε.

● \*Ας βράσουμε καθαρό νερό και ας συμπυκνώσουμε τους ατμούς του: το νερό που σχηματίζεται είναι όμοιο με το αρχικό: είναι καθαρό νερό. Το ίδιο και ο πάγος που προέρχεται από καθαρό νερό θα σχηματίσει, όταν λιώσει, νερό όμοιο με το αρχικό: καθαρό νερό.

● \*Ας παρακολουθήσουμε τη θερμοκρασία του καθαρού νερού όταν βράζει: ο υδράργυρος μένει σταθερά στο ίδιο ύψος μέσα στο θερμομετρικό σωλήνα όσο διαρκεί ο βρασμός. \*Αν η ατμοσφαιρική πίεση είναι κανονική (760 mm Hg), το θερμομέτρο δείχνει σταθερά 100° C (είκ. 1). Λέμε πώς το καθαρό νερό έχει θερμοκρασία βρασμού ή σημείο βρασμού 100° C στην κανονική πίεση.

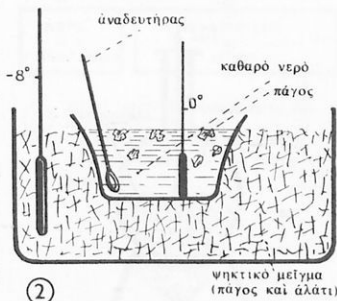
Το καθαρό νερό έχει και θερμοκρασία πήξεως σταθερή: η πτώση της θερμοκρασίας στο νερό του ποτηριού της εικ. 2 σταματά μόλις αρχίζουν να εμφανίζονται οι πρώτοι κρύσταλλοι του πάγου. Το θερμομέτρο δείχνει σταθερά 0° C, όσο διαρκεί η πήξη.

"Όλα τα καθαρά σώματα (1) παρουσιάζουν, όπως και το καθαρό νερό, σταθερά σημεία θρασμού και πήξεως (2).



1 ΤΟ ΚΑΘΑΡΟ ΝΕΡΟ ΕΧΕΙ ΣΤΑΘΕΡΟ ΣΗΜΕΙΟ ΠΗΞΕΩΣ

\*Όσο σχηματίζεται πάγος το θερμομέτρο δείχνει 0° C σε πίεση 760 mm Hg



2 ΤΟ ΚΑΘΑΡΟ ΝΕΡΟ ΕΧΕΙ ΣΤΑΘΕΡΟ ΣΗΜΕΙΟ ΒΡΑΣΜΟΥ

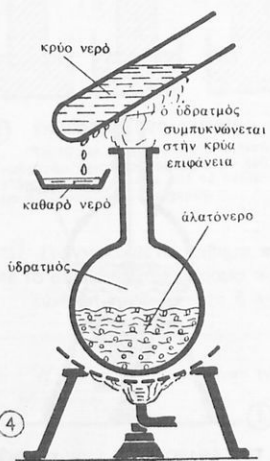
Σε πίεση 760 mm Hg, το νερό βράζει στους 100° C

(1) Στη χημεία καθαρό λέγεται το σώμα που δεν περιέχει καμιά ξένη ουσία.

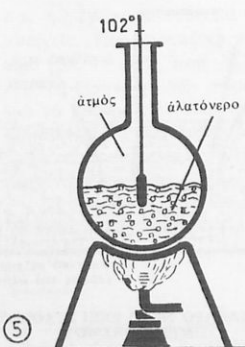
(2). Τα καθαρά σώματα παρουσιάζουν και σημεία τήξεως και υγροποίησης σταθερά.



3  
ΤΟ ΑΛΑΤΟΝΕΡΟ ΑΦΗΝΕΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ ΤΟ ΑΛΑΤΙ ΑΜΑ ΤΟ ΕΞΑΤΜΙΣΩΜΕ



4  
ΤΟ ΝΕΡΟ ΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΤΜΟΥ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΑΛΜΥΡΟ



5  
Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΥΦΩΝΕΤΑΙ ΟΣΟ ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ Ο ΒΡΑΣΜΟΣ

2 "Όσα είπαμε για το καθαρό νερό, δε συμβαίνουν αν το νερό περιέχει άλατι, αν το υγρό είναι μείγμα από νερό και άλατι :

● "Αμα εξατμίσουμε άλατόνερο, στην κάψα απομένει ένα στερεό υπόλειμμα : το άλατι (είκ. 3).

● "Αν βράσωμε άλατόνερο και συμπυκνώσωμε τους ατμούς του, το υγρό που σχηματίζεται διαφέρει από το αρχικό: δεν είναι άλατόνερο, είναι καθαρό νερό (είκ. 4). 'Αλλά και ο πάγος που θα σχηματιστή αμα ψύξωμε άλατόνερο και διακόψωμε την ψύξη πριν πήξη όλο το υγρό, δε θα είναι άλμυρος : λιώνοντάς τον θα πάρωμε καθαρό νερό (είκ. 6). Και στις δύο περιπτώσεις το τελικό υγρό διαφέρει από το αρχικό.

● Στη φιάλη της εικόνας 5 ζεσταίνωμε νερό που περιέχει 100 g άλατι στο λίτρο. Παρατηρούμε πώς η θερμοκρασία πρέπει να φτάση ως τους 102° C για ν' αρχίση το υγρό να βράζη και πώς όσο συνεχίζεται ο βρασμός, υψώνεται σιγά σιγά και η θερμοκρασία : το διάλυμά μας δεν έχει θερμοκρασία βρασμού σταθερή.

● Ψύχομε άλατόνερο όμοιο με το προηγούμενο (100 g άλατι στο λίτρο), σε ψυκτικό μείγμα, και παρακολουθούμε τη θερμοκρασία του υγρού. Το θερμομετρο δείχνει -6° C όταν αρχίζη να σχηματίζεται πάγος (είκ. 6) και η θερμοκρασία εξακολουθεί να πέφτη όσο συνεχίζεται η πήξη : το άλατόνερο δεν έχει σημείο πήξεως σταθερό.

Τα μείγματα δεν παρουσιάζουν σταθερά σημεία βρασμού και πήξεως (1).

3 Τα πειράματα αυτά δε μάς έδειξαν μόνο τον τρόπο να διακρίνωμε αν ένα νερό είναι καθαρό ή αν είναι μείγμα.

Μας έδειξαν ακόμα πώς το νερό και το άλατι που πήραμε από το άλατόνερο δεν διαφέρουν από το νερό και το άλατι που χρησιμοποιήσαμε για να παρασκευάσωμε το μείγμα: οί μεταβολές που έπαθαν ήταν παροδικές.

Γενικά : το μείγμα σχηματίζεται χωρίς να πάθουν οδσιαστικές μεταβολές τα σώματα που το αποτελούν και μπορεί να χωριστή στα συστατικά του χωρίς ή φύση αυτών των συστατικών ν' αλλάξη οδσιαστικά.

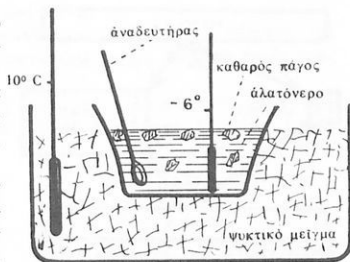
(1). Τα μείγματα ούτε σημεία τήξεως και υγροποίησεως έχουν σταθερά.



4 Παραδείγματα καθαρών σωμάτων: τὸ νερό, τὸ ὕδρογόνο, τὸ ὕδροξείδιο τοῦ νατρίου, ὁ ψευδάργυρος, ἡ ἀμμωνία.

Παραδείγματα μειγμάτων: τὸ θαλάσσιο νερό, τὰ ἄλλα φυσικὰ νερά (ποταμῶν, πηγῶν, πηγαδιῶν κλπ.) τὸ μέλι, ὁ ἀέρας, τὸ ἀλεύρι, τὸ διάλυμα καυστικῆς νατρίου.

5 "Όταν προστεθῆ καὶ ἄλλο ἀλάτι σὲ ἀλατισμένο νερό, πάλι τὸ ὑγρὸ θὰ εἶναι ἀλατισμένο νερό. Μποροῦμε δηλαδὴ νὰ παρασκευάσωμε ἀλατισμένο νερό μὲ διάφορες περιεκτικότητες σὲ χλωριούχο νάτριο.



6 Ο ΠΑΓΟΣ ΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΑΛΑΤΟΝΕΡΟ ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΑΛΜΥΡΟΣ. Ἡ πήξη ἀρχίζει σὲ θερμοκρασία χαμηλότερη ἀπὸ 0° C.

Γενικά: τὸ μείγμα μπορεῖ νὰ σχηματισθῆ ἀπὸ διάφορες ἀναλογίες τῶν συστατικῶν του (εἰκ. 7 Β).

Παραδείγματα:

α. Ἄλλη εἶναι ἡ περιεκτικότητα σὲ ἄλατα τῆς-θάλασσης κοντὰ στὶς ἀκτὲς καὶ ἄλλη στὴ μέση τοῦ ὠκεανοῦ.

β. Τὸ γάλα ἄλλοτε εἶναι πλουσιότερο καὶ ἄλλοτε φτωχότερο σὲ βούτυρο π.χ.

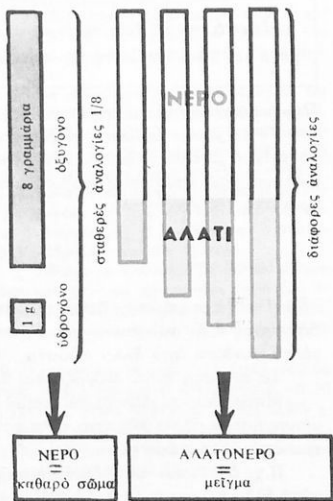
Β. ΣΩΜΑΤΑ ΣΥΝΘΕΤΑ.

6 Ἄς ἐπαναλάβωμε: τὸ νερό δὲν περιέχει κα- νένα ἄλλο σῶμα: εἶναι σῶμα καθαρὸ.

Αὐτὸ δὲν σημαίνει πὼς δὲν ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄλλα σῶματα. Ζέρομε μάλιστα πὼς ἀποτελεῖται ἀπὸ ὕδρο- γόνο καὶ ἀπὸ ὀξυγόνο.

Δὲν εἶναι ὁμως μείγμα τῶν δύο αὐτῶν ἀερίων: μείγμα τους εἶχαμε μέσα στὸ εὐδιόμετρο πρὶν ἀπὸ τὸν ἠλεκτρικὸ σπινθήρα, καὶ ζέρομε πὼς δὲν εἶχε τὸ μείγ- μα αὐτὸ τὶς ἰδιότητες τοῦ νεροῦ.

● Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρας προκαλεσε μιὰ χημικὴ ἀντίδραση, τὴν ἔνωση τῶν δύο ἀερίων τοῦ μείγματος: προκαλεσε τὴ σύνθεση καθαροῦ νεροῦ. Τὸ νερό δὲν ἔχει τὶς ἰδιότητες τῶν συστατικῶν του: εἶναι σῶμα σύνθετο.

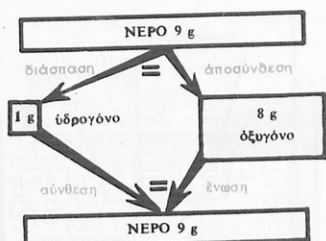


7 NEPO: σταθερὲς οἱ ἀναλογίες τῶν συστατικῶν του. ΑΛΑΤΟΝΕΡΟ: μπορεῖ νὰ περιέχῃ διάφορες ἀναλογίες τῶν συστα- τικῶν του.

Γενικά: τὸ σύνθετο σῶμα δημιουργεῖται ἀπὸ ἀντί- δραση χημικὴ: δὲν διατηρεῖ τὶς ἰδιότητες τῶν συστα- τικῶν του. Εἶναι νέο σῶμα μὲ δικές του ἰδιότητες.

Παράδειγμα:

Τὸ νάτριο καὶ τὸ χλωρίο ἐνώνονται μὲ χημικὴ ἀντίδραση σχηματίζοντας χλωριούχο νά- τριο. Τὸ σύνθετο αὐτὸ σῶμα ἔχει ἰδιότητες ἐντελῶς ἄλλες ἀπὸ τῶν συστατικῶν του τὶς ἰδιό- τητες: τίποτε στὸ κοινὸ ἀλάτι δὲ θυμίζει τὸ μέταλλο νάτριο ἢ τὸ χλωροπράσινο ἀσφυ- χτικὸ ἀέριο χλωρίο.



**8 ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΦΑΝΕΡΩΝΟΥΝ ΤΗ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΙΩΝ**

άπό 2 όγκους ύδρογόνο και 1 όγκο οξυγόνο σέ μάζα άπό 1 μάζα, ύδρογόνο και άπό 8 μάζες οξυγόνο. Άν αλλάξουμε τις αναλογίες στό μείγμα τού εύδιόμετρο, μετά την αντίδραση θά περισσεύη ένα άπό τά δύο άέρια.

**Γενικά:** τó σύνθετο σώμα άποτελείται άπό σταθερές αναλογίες τών συστατικών του. Η μάζα του είναι ίση μέ τó άθροισμα τών μαζών τών συστατικών του (είκ. 7Α και 8).

**Παράδειγματα σύνθετων σωμάτων:**

Τó άνθρακικό άσβέστιο, τó ύδροχλωρίο, τó όξικό όξύ, ή άμμονία (ός ξαναθυμηθούμε πώς τó μείγμα μπορεί ν' άποτελεσθή άπό διάφορες αναλογίες τών συστατικών του: π.χ. τó διάλυμα τού καυστικού νατρίου μπορεί νά περιέχη λιγότερο ή περισσότερο καυστικό νάτριο στά 100 cm<sup>3</sup> ύγρό).

**Γ. ΑΠΛΑ ΣΩΜΑΤΑ**

**7** Είναι όρισμένα καθαρά σώματα, όπως τó οξυγόνο, τó ύδρογόνο, ó σίδηρος, ó ψευδάργυρος κ.ά. πού καμιά χημική αντίδραση δέν κατορθώνει ούτε νά τά άποσυνθέσει ούτε νά τά συνθέσει άπό άλλα σώματα.

Τά σώματα αυτά ονομάζονται *άπλά σώματα*.

Μπορούμε και άλλιώς νά πούμε: άπό ένα άπλό σώμα μόνο του, δέν μπορούμε νά δημιουργήσουμε άλλα σώματα· ούτε και μπορούμε τó άπλό σώμα νά τó παρασκευάσουμε μόνο του άπό άλλα σώματα.

Π.χ. αν έχωμε στή διάθεσή μας μόνο οξυγόνο, δέν μπορούμε νά παρασκευάσουμε άπ' αυτό άλλα σώματα· ούτε όμως ξέρομε καμιά χημική αντίδραση πού νά μάς δίνη άπό άλλα σώματα μόνο οξυγόνο.

Τά άπλά σώματα έχουν, όπως όλα τά καθαρά σώματα, σταθερά σημεία ύγροποίησης, βρασμού, πήξεως, τήξεως. Π.χ. ó βρασμός τού ύγροποιημένου οξυγόνου γίνεται στους -182,9° C και τού ύγροποιημένου ύδρογόνου στους -252,8° C (σέ πίεση 760 mm Hg). Οι θερμοκρασίες αυτές μένουν σταθερές όσο διαρκεί τó φαινόμενο.

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

1. Διακρίνομε τά σώματα σέ καθαρά σώματα και σέ μείγματα.

2. Ένα μείγμα σχηματίζεται χωρίς νά παθαίνουν ριζικές μεταβολές τά σώματα πού τά άπαρτίζουν και χωρίζεται στά συστατικά του χωρίς τά συστατικά αυτά νά παθαίνουν ριζικές μεταβολές.

3. Ένα μείγμα μπορεί νά άποτελεσθή άπό διάφορες αναλογίες τών συστατικών του

● Περνώντας άπό τó ύγρό τού βολταμέτρον· τó ηλεκτρικό ρεύμα, προκαλέσαμε τή χημική αντίδραση τής άποσυνθέσεως τού νερού: μόνο μέ χημική αντίδραση είναι δυνατό νά διασπασθή στά συστατικά του τó νερό.

**Γενικά:** ή διάσπαση ενός σύνθετον σώματος στά συστατικά του γίνεται μέ χημική αντίδραση.

● Μάς είναι γνωστό πώς τó νερό σχηματίζεται άπό όρισμένες αναλογίες τών συστατικών του: σέ όγκο, ύδρογόνο και άπό 8 μάζες οξυγόνο.

4. Τα καθαρά σώματα διακρίνουμε σε σύνθετα και απλά.
5. Χημικές αντιδράσεις δημιουργούν και αποσυνθέτουν τα σύνθετα σώματα: τα σύνθετα σώματα δε διατηρούν τις ιδιότητες των συστατικών τους. Έχουν δικές τους ιδιότητες.
6. Το σύνθετο σώμα αποτελείται από σταθερές αναλογίες των συστατικών του.
7. Άπλο σώμα ονομάζουμε το σώμα που καμιά χημική αντίδραση δεν είναι ικανή να το συνθέσει ή να το αποσυνθέσει.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

### 4η σειρά: Διάσπαση και σύνδεση του νερού

#### I. ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

**Παρατήρηση:** σε όλες τις ασκήσεις θα θεωρηθῆ πῶς τὰ ἀέρια βρίσκονται σὲ θερμοκρασία 0° C καὶ πίεση 760 mm Hg.

1. α) Ἡλεκτρολύοντας νερὸ πήραμε 18,2 cm<sup>3</sup> ὕδρογόνου. Πόσος εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ὀξυγόνου ποὺ ἐλευθερώθηκε στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα;

β) Ὁ ὄγκος τοῦ ὀξυγόνου ποὺ μαζεύτηκε στὴν ἀνοδὸ ἐνὸς βολταμέτρου ὅπου ἠλεκτρολύουμε νερὸ, εἶναι 8,7 cm<sup>3</sup>. Πόσος εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ὕδρογόνου ποὺ σχηματίστηκε στὴν κάθοδο στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα;

2. Μὲ ἠλεκτρολυτικὴ διάσπαση νεροῦ, πήραμε 128 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνο. Τὸ λίτρο τοῦ ἀερίου αὐτοῦ ζυγίζει περίπου 1,43 g.

Νὰ ὑπολογιστοῦν: α) ὁ ὄγκος τοῦ ὕδρογόνου ποὺ ἐλευθερώθηκε στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα καὶ β) ἡ μάζα τοῦ νεροῦ ποὺ διασπάστηκε (μὲ προσέγγιση 0,001 g).

3. Πόσο νερὸ θὰ ἀποσυνθέσωμε γιὰ νὰ πάρωμε 2,7 ℓ ὕδρογόνου; 1 ℓ ὕδρογόνου ζυγίζει 0,089 g.

4. Περίπου τὰ 21% τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρα εἶναι ὀξυγόνο. 1 ℓ ὀξυγόνο ζυγίζει περίπου 1,43 g. Πόσο νερὸ (μὲ προσέγγιση 0,1 g) περιέχει τόσο ὀξυγόνο ὅσο ὑπάρχει σὲ 1 m<sup>3</sup> ἀέρα;

5. Νὰ ὑπολογιστοῦν οἱ ὄγκοι τῶν ἀερίων ποὺ ἐλευθερώνει ἡ ἠλεκτρόλυση 162 g νεροῦ. 1 ℓ

ὀξυγόνο ζυγίζει 1,43 g καὶ 1 ℓ ὕδρογόνου ζυγίζει 0,09 g.

#### II. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

6. Τὸ εὐδιόμετρο περιέχει μείγμα ἀπὸ 15 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνο καὶ 35 cm<sup>3</sup> ὕδρογόνου. Ποιὸ ἀέριο θὰ περισσέψει μετὰ τὴν ἀντίδραση; Πόσος θὰ εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ;

7. Σ' ἓνα εὐδιόμετρο βάζωμε τὸ ὕδρογόνου καὶ τὸ ὀξυγόνο ποὺ μᾶς ἔδωκε μιὰ ἠλεκτρόλυση νεροῦ. Ἀφοῦ προσθέσωμε ἄλλα 10 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνο προκαλοῦμε ἠλεκτρικὸ σπινθήρα μέσα στὸ μείγμα. Τί εἶναι τὸ περισσευούμενο ἀέριο καὶ τί ὄγκο ἔχει;

8. Προκαλοῦμε ἠλεκτρικὸ σπινθήρα σὲ μείγμα ἀπὸ 1 g ὕδρογόνου καὶ 10 g ὀξυγόνο. Ποιὸ καὶ πόσο ἀέριο θὰ περισσέψει; Ἡ ἴδια ἐρώτηση γιὰ μείγμα ἀπὸ 3 g ὕδρογόνου καὶ 8 g ὀξυγόνο.

9. Σ' εὐδιόμετρο ποὺ περιέχει 80 cm<sup>3</sup> μείγμα ὕδρογόνου καὶ ὀξυγόνου προκαλοῦμε σπινθήρα. Ἡ ἀντίδραση ἀφήνει 20 cm<sup>3</sup> περισσευούμενο ὀξυγόνο. Ποιὰ ἦταν ἡ ἀναλογία ὄγκων τῶν δύο ἀερίων στὸ μείγμα;

10. Ὑπολογίστε τὴ μάζα τοῦ νεροῦ ποὺ θὰ συνθέσωμε ὅταν ἐνώσωμε 40 cm<sup>3</sup> ὕδρογόνου καὶ 20 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνο. 1 λίτρο ὕδρογόνου ζυγίζει 0,089 g. Πόσες φορές θὰ ἔπρεπε νὰ ἐπαναλάβωμε τὸ πείραμα στὸ ἴδιο εὐδιόμετρο, ποὺ ἔχει χωρητικότητα 60 cm<sup>3</sup>, γιὰ νὰ συνθέσωμε 1 g νεροῦ;

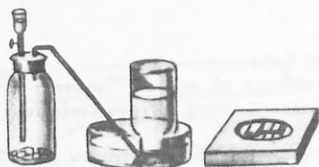
## 15° ΜΑΘΗΜΑ

### ΟΞΥΓΟΝΟ

Τὸ ὀξυγόνο, ἀέριο ἀπαραίτητο γιὰ τὴ ζωὴ τοῦ ἀνθρώπου, τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν, δὲν ὑπάρχει μόνο στὸν ἀέρα καὶ στὸ νερὸ, ὑπάρχει ἀφθονο ἐνωμένο μὲ ἄλλα σώματα στὸ γῆινο φλοιό, ὑπάρχει καὶ μέσα σ' ὄλους τοὺς ζωντανοὺς ὀργανισμοὺς.

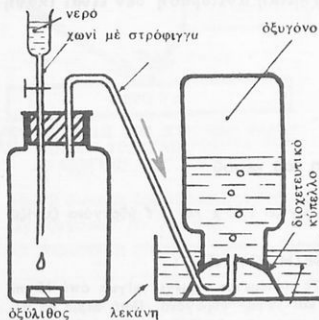
#### I. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

**1** Εὐκόλα παρασκευάζεται ἀπὸ ὀξὺλιθο: τὸν ὀξὺλιθο βρίσκωμε στὸ ἐμπόριο μέσα σὲ μετὰλλινα κουτιά, ἐρμητικὰ κλεισμένα (γιὰ νὰ μὴν ἀπορροφᾷ ὁ ὀξὺλιθος ὕγρασια καὶ διοξει-



διο του άυθρακα από τον άέρα).

Βάζομε μερικά κομμάτια οξυλίθο στην δρθια φιάλη τής είκόνας 1 και από τὸ χωνί αφήνομε με τή στρόφιγγα λίγο λίγο νά πέφτῃ νερό. Μόλις ἔρθουν σ' ἔπαφή τὰ δύο σώματα γίνεται ζωηρότατος ἀναβρασμός γιατί ἐλευθερώνεται οξυγόνο. Τὸ αέριο περνά από τὸ λυγισμένο σωλήνα καὶ μαζεύεται στὴν ἀναποδογυρισμένη φιάλη, ἐκτοπίζοντας τὸ νερό (εἰκ. 1).



2 "Ένα σπῖρτο σχεδόν σθημένο δά ξανανάψη καὶ θά καῖ με θαμπωτική φλόγα ἂν τὸ βυθίσωμε στὸ δοχεῖο με τὸ οξυγόνο.

Τὴν ἰδιότητα αὐτὴ τοῦ οξυγόνου τὴν ἔχομε ἀναφέρει: τὸ ἴδιο δὲν καίγεται ἀλλὰ μπορεῖ καὶ καίει πολλὰ ἄλλα σώματα.

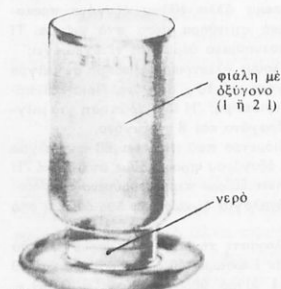
● Για νά φυλάξωμε τὸ οξυγόνο πού θά μᾶς χρειαστῇ γιὰ τὰ πειράματά μας, γεμίζομε μερικὲς φιάλες καὶ τὶς ἀναποδογυρίζομε σὲ βαθιὰ πιάτα με νερό (εἰκ. 2).

1 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

3 "Άλλοι τρόποι παρασκευῆς:

Γιὰ τὸ μᾶθημα: ἀπὸ χλωρικό κάλιο με θέρμανση (εἰκ. 3).

Στὴ βιομηχανία: α) ἀπὸ ὑδροποιημένο αέρα (εἰκ. 4, 5), β) ἀπὸ τὸ νερό: με ἠλεκτρόλυση.



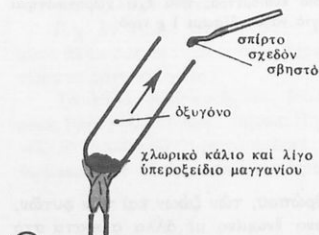
2 ΑΠΟΘΕΜΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

## II. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Θά τοποθετηθοῦμε ἔτσι, ὥστε νά ξετάσωμε τὸ οξυγόνο ἀπὸ δύο ἀπόψεις διαδοχικά.

α) Θά τὸ μελετήσωμε θωρώντας τὸ ὅταν εἶναι μόνο, ἀνεξάρτητο ἀπὸ τὰ ἄλλα σώματα, σὲ συνθήκες δηλαδὴ ὅπου δὲν παθαίνει ριζικὲς μεταβολὲς τῶν χαρακτηριστικῶν του γνωρισμάτων. "Ἐτσι θά γνωρίσωμε τὶς φυσικὲς του ἰδιότητες: χρῶμα, ὄσμή, ἀπόλυτη πυκνότητα, σχετικὴ πρὸς τὸν αέρα πυκνότητα, θερμοκρασία ὑδροποίησης, θερμοκρασία πήξεως, διαλυτότητα.

β) Θά δοῦμε ἔπειτα πὼς ἐπιδρᾷ στὰ ἄλλα σώματα, ποῖες εἶναι δηλαδὴ οἱ χημικὲς ἀντιδράσεις πού τὸ χαρακτηρίζουν. "Ὅπως ξέρομε, οἱ χημικὲς ἀντιδράσεις ἀλλοιώνουν ριζικὰ τὰ σώματα πού συμμετέχουν σ' αὐτά. Ἐξετάζοντας χημικὲς ἀντιδράσεις μπαίνομε στὴν καθαυτὸ περιοχὴ τῆς χημείας, μελετοῦμε χημικὲς ἰδιότητες.



3 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΜΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

## A. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Τὸ χλωριόχο κάλιο, ἄλας λευκὸ, περιέχει πολὺ οξυγόνο καὶ εὐκόλα παθαίνει διάσπαση.

Τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ μαγγανίου εὐκολύνει τὴν ἀντίδραση ἐνὸς τὸ ἴδιο μένει ἀναλλοίωτο: εἶναι καταλύτης.

1 Τὴν ἐκκλυση τοῦ οξυγόνου τὴν ἀντιληφθήκαμε μόνο ἀπὸ τὸν ἀναβρασμὸ πού προκάλεσε καὶ τὴν ἐκτόπιση τοῦ νεροῦ ἀπὸ τὸ δοχεῖο ὅπου διοχετεύτηκε. Νά τὸ δοῦμε ἤ νά τὸ νιώσωμε με τὴν δσρφηση δὲν εἶναι δυνατὸ γιὰτὶ εἶναι ἀχρωμο καὶ ἄοσμο αέριο.

μόνο από τον άναβρασμό που προκάλεσε και την εκτόπιση του νερού από το δοχείο όπου διοχετεύτηκε. Νά το δούμε ή να το νιώσωμε με την όσφρηση δέν είναι δυνατά γιατί είναι άχρωμο και άοσμο άέριο.

**2** Μπορέσαμε και μαζέψαμε το όξυγόνο σε δοχείο άναποδογυρισμένο σε λεκάνη με νερό, γιατί το άέριο αυτό δε διαλύεται πολύ στο νερό: 1 λίτρο νερό σε θερμοκρασία 15°C και πίεση κανονική διαλύει το πολύ 36,5 cm<sup>3</sup> όξυγόνο. Άν και είναι μικρή αυτή ή διαλυτότητα, άρκει για να έξασφαλίση τη ζωή των ύδρόβιων ζώων.

**3** Άν βυθίσωμε ένα σπίρτο σχεδόν σθηστό σε μία φιάλη όξυγόνο που είχε μείνει όρθια και ξεβούλωτη, θα διαπιστώσωμε πώς το όξυγόνο έχει μείνει μέσα στη φιάλη. Αυτό σημαίνει πώς, σε ίσον όγκο, το όξυγόνο είναι βαρύτερο από τον άέρα. Τωόντι, ένα λίτρο όξυγόνο ζυγίζει 1,43 γ (1) (σε θερμοκρασία 0°C και πίεση 760 mmHg) ένω 1 λίτρο άέρας (στις ίδιες συνθήκες πιέσεως και θερμοκρασίας) ζυγίζει 1,293 γ. Με την παρατήρηση αυτή φτάνομε στην έννοια της *σχετικής προς τον άέρα πυκνότητας* ένός άερίου.

**4** Η σχετική προς τον άέρα πυκνότητα ένός άερίου μās ένδιαφέρει συχνότερα από την άπόλυτη πυκνότητα, γιατί μέσα στον άέρα ζούμε και έξραζόμαστε, στο περιβάλλον του γίνονται τά περισσότερα πειράματά μας.

Τη σχετική προς τον άέρα πυκνότητα των άερίων θα τη λέμε, για συντομία, *σχετική πυκνότητα*.

Η σχετική πυκνότητα ένός άερίου είναι ή σχέση της μάζας ένός όρισμένου όγκου του προς τη μάζα ίσου όγκου άέρα, στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πιέσεως.

$$\text{Σχετική πυκνότητα όξυγόνου} = \frac{1,43}{1,293} = 1,105.$$

*Άσκηση*: Ένα δοχείο περιέχει 200 γ άέρα. Άντικαθιστούμε τον άέρα με όξυγόνο. Ποιά θα είναι ή μάζα του όξυγόνου;

$$\text{Άπάντηση: } 200 \text{ γ} \times 1,105 = 221 \text{ γ}.$$

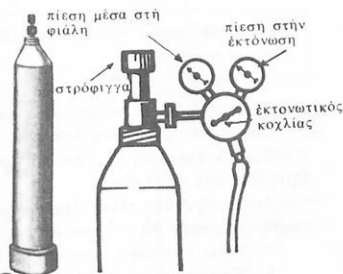
**5** Το όξυγόνο ύγροποιείται στους -183° C περίπου και ή θερμοκρασία αυτή μένει σταθερή, όσο διαρκεί ή ύγροποιηση. Το ύγρο όξυγόνο έχει χρώμα άνοιχτογάλαζο.

Ό βρασμός του ύγρου όξυγόνου γίνεται στην ίδια θερμοκρασία των -183° C, που μένει σταθερή, ώσπου να έξαεριοθώ όλο το ύγρο. Σε θερμοκρασία -219° C, το ύγρο όξυγόνο στερεοποιείται. Η θερμοκρασία μένει σταθερή, όσο διαρκεί ή πήξη (ή αντίστροφα ή τήξη).

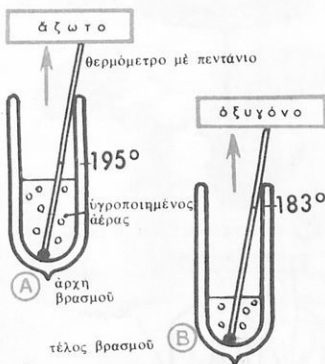
Το όξυγόνο είναι σώμα καθαρό, άφωυ έχει σταθερά σημεία πήξης και βρασμού, σταθερή πυκνότητα, σταθερή διαλυτότητα (σε μία όρισμένη θερμοκρασία).

Ό άέρας δέν παρουσιάζει σταθερότητα σ' αυτούς τους φυσικούς χαρακτήρες. Π.χ. ή θερμοκρασία του όταν άρχίζει να βράζει είναι κάτω από τους -190° C, ύψώνεται διαρκώς όσο βράζει το ύγρο και στο τέλος φτάνει τους -183° περίπου.

Δέν είναι λοιπόν καθαρό σώμα ό άέρας: είναι μείγμα (εικ. 5).



**4** ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ ΕΥΚΟΛΑ ΤΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ



**5** ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΑΠΟ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΑΕΡΑ

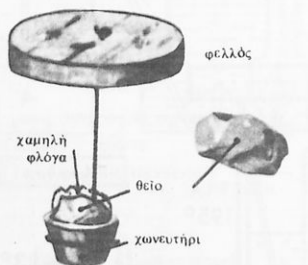
Ό ύγροποιημένος άέρας βράζει ώσπου να έξαεριοθώ όλος. Στην άρχη του βρασμού έξαεριώνεται ίδιος το πτητικότερο άζωτο και στο τέλος το όξυγόνο.

(1). Λέμε πώς ή άπόλυτη πυκνότητα του όξυγόνου είναι 1,43 g/l.

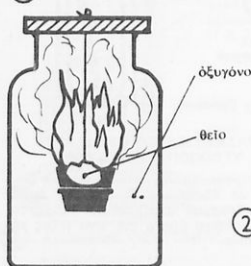
Ἡ σταθερότητα τῶν φυσικῶν ιδιοτήτων χαρακτηρίζει τὰ καθαρά σώματα. Τὰ μείγματα δὲν τὴν παρουσιάζουν.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

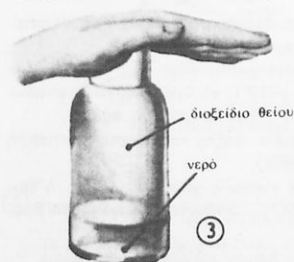
1. Ἡ βιομηχανία παράγει ὀξυγόνο ἀπὸ φτηνές πρῶτες ὕλες: ἀπὸ τὸ νερὸ καὶ ἰδίως ἀπὸ τὸν ἀέρα.
2. Στὸ ἐργαστήριο, ἂν δὲ διαθέτομε ἔτοιμο ὀξυγόνο σὲ φιάλη, παρασκευάζομε ὀξυγόνο ἀπὸ ὀξὺλιθο.
3. Τὸ ὀξυγόνο εἶναι ἀέριο ἄχρωμο καὶ ἄοσμο. Ἡ διαλυτότητά του στὸ νερὸ εἶναι μικρὴ (περίπου  $36 \text{ cm}^3$  στὸ λίτρο σὲ θερμοκρασία  $15^\circ\text{C}$  καὶ πίεση κανονικῆ).
4. Ἔχει ἀπόλυτη πυκνότητα  $1,43 \text{ g/l}$  καὶ σχετικὴ πυκνότητα  $1,105$ .
5. Ὑγροποιεῖται στοὺς  $-183^\circ\text{C}$  καὶ στερεοποιεῖται στοὺς  $-219^\circ\text{C}$ .
6. Τὸ ὀξυγόνο εἶναι σῶμα καθαρὸ (ἐνῶ ὁ ἀέρας εἶναι μείγμα).



1 ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ



2 ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΣΤΟ ΟΞΥΓΟΝΟ



3 ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΕΞΑΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΝΕΡΟ  
Ἡ φιάλη κολλᾷ στὴ καλάμη σὺν βεντοῦζα

16<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ :

## ΟΞΥΓΟΝΟ

### B. ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Ἐπίδραση στὸ θείο καὶ στὸν ἄνθρακα.

1 Τὸ θείο (θειάφι) εἶναι σῶμα στερεό, κίτρινο, ἄοσμο, ποὺ τὸ χρησιμοποιοῦν διάφορες βιομηχανίες (καουτσούκ, πυρίτιδας κ.ἄ.) καὶ οἱ καλλιεργητές, ἰδίως οἱ ἀμπελουργοὶ (θειάφισμα, ποὺ προστατεύει τὰ κλήματα ἀπὸ ὀρισμένους βλαβεροὺς μύκητες). Στὸ ἐμπόριο βρίσκουμε θείο εἴτε σὲ κομμάτια (ἄλλοτε κυλινδρικά, ἄλλοτε ἀνώμαλα) εἴτε σὲ λεπτὴ σκόνη γνωστὴ μὲ τ' ὄνομα *ἄνθη θείου*. Τὸ θείο, ὅπως τὸ ὀξυγόνο, εἶναι σῶμα ἀπλό.

2 Ἄς ἀνάψωμε ἓνα κομμάτι θείο σ' ἓνα χωνευτήρι: καίγεται μὲ μικρὴ γαλάζια φλόγα (εἰκ. 1). Ἄς βυθίσωμε τώρα τὸ χωνευτήρι σ' ἓνα πλατύστομο δοχεῖο μὲ ὀξυγόνο: ἡ καύση γίνεται πολὺ ζωηρότερη, ἡ φλόγα μεγαλώνει καὶ γίνεται ἐξαιρετικὰ λαμπρὴ. Τὸ δοχεῖο γεμίζει καπνοῦς (εἰκ. 2). Σὲ λίγο σταματᾷ ἡ καύση. Ἀνοίγομε τὸ δοχεῖο καὶ νιώθωμε ἀμέσως ὀσμὴ ἀποπνιχτικῆ.

*Ἐξήγηση τοῦ πειράματος:* ἐνώθηκε τὸ θείο μὲ τὸ ὀξυγόνο τοῦ δοχείου καὶ σχηματίσθη νέο σῶμα, ἓνα αέριο ἀποπνιχτικό, ποὺ τὸ λέμε διοξειδίον τοῦ θείου (ἡ ὀσμὴ του μᾶς εἶναι γνωστὴ ἀπὸ τὸ κάψιμο τῶν βεγγαλικῶν καὶ ἄλλων πυροτεχνημάτων). Ἡ χημικὴ αὐτὴ ἀντίδραση λέγεται *καύση*. Ἡ καύση τοῦ θείου ἐκλύει πολλὴ θερμότητα: τὸ ἀντιλαμβανόμεσθε ἄκομα εὐκολώτερα ὅταν γίνεται ἡ καύση μέσα στὸ ὀξυγόνο. Λέμε πῶς τὸ θείο καὶ τὸ ὀξυγόνο ἔχουν μεγάλη *χημικὴ συγγένεια* ὀναμεταξὺ τους.

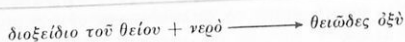
θειο + ὀξυγόνο  $\rightarrow$  διοξειδίου τοῦ θείου  $\nearrow$  (+θερμότητα)

**3** "Ας χύσουμε λίγο νερό στο δοχείο όπου κάψαμε το θείο και ας αναταράξουμε, αφού σκεπάσουμε το στόμιο με την παλάμη: η παλάμη μας ρουφίεται προς το έσωτερικό του δοχείου και το δοχείο μένει σαν κολλημένο στο χέρι (εικ. 3).

Συμπεραίνουμε λοιπόν πώς το διοξείδιο του θείου *διαλύθηκε στο νερό* με αποτέλεσμα να ελαττωθή ή πείση μέσα στο δοχείο.

**4** Στάζουμε λίγο θάμμα ήλιοτροπίου στο διάλυμα αυτό και παρατηρούμε πώς γίνεται άμεσως κόκκινο το χρώμα του δείχτη (εικ. 4).

*Εξήγηση:* Δεν έγινε απλή διάλυση του διοξειδίου του θείου στο νερό: τα δύο σώματα ενώθηκαν μεταξύ τους και σχημάτισαν ένα όξύ, το θειώδες όξύ. "Εγινε λοιπόν ένα *χημικό φαινόμενο* και όχι απλή διάλυση, που είναι φυσικό φαινόμενο.



**5** "Ας έρυθροπυρώσουμε ένα ραβδί ξυλοκάρβουνο απ' αυτά που χρησιμοποιούν οι ζωγράφοι για να σχέδιάζουν, και ας το απομακρύνουμε έπειτα από τη φλόγα: η καύση μόλις και συνεχίζεται, το κάρβουνο φαίνεται έτοιμο να σβήσει (εικ. 5).

● "Ας το βυθίσουμε τώρα σ' ένα δοχείο οξυγόνου: το κάρβουνο καίγεται με θαμπωτική λάμψη, σκορπίζοντας σπίθες σαν πυροτέχνημα (εικ. 6).

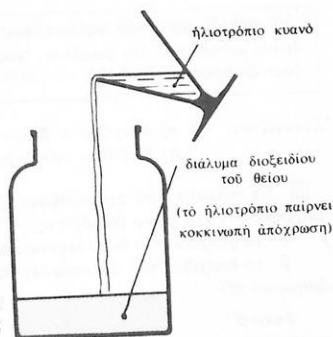
*Εξήγηση:* το σώμα που καίγεται, που ενώνεται δηλαδή με το οξυγόνο με έκλυση θερμότητας, είναι ο *άνθρακας*, το κυριότερο συστατικό του ξυλοκάρβουνου (και όλων των άλλων κάρβουνων), σώμα άπλο, καύσιμο.

*Ο άνθρακας και το οξυγόνο έχουν μεγάλη χημική συγγένεια ανάμεταξύ τους.*

**6** 'Αφού τελειώση ή καύση, χύνουμε λίγο νερό στο δοχείο, σκεπάζουμε το στόμιο με την παλάμη και αναταράζουμε. Και αυτή τη φορά διαπιστώνουμε πώς ελαττώθηκε ή πείση μέσα στο δοχείο: έτσι ξέρομε πώς με την καύση του άνθρακα δημιουργήθηκε ένα αέριο διαλυτό στο νερό.

● Χύνουμε λίγο από το υγρό του δοχείου σε άσβεστο-νερο: το άσπρο θόλωμα που εμφανίζεται δείχνει πώς το αέριο που σχηματίστηκε από την καύση ήταν *διοξείδιο του άνθρακα* (εικ. 7 Α).

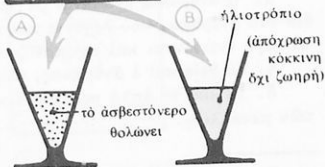
**7** Χύνουμε το υπόλοιπο διάλυμα σε νερό όπου έχουμε στάξει λίγο θάμμα ήλιοτροπίου: ο δείχτης παίρνει χρώμα κόκκινο, όχι όμως πολύ ζωνρό (εικ. 7 Β).



**5** ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ



**6** ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ ΣΤΟ ΟΞΥΓΟΝΟ



**7** Α. ΤΟ ΑΕΡΙΟ ΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ ΕΙΝΑΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ  
Β. ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΤΟΥ ΔΙΑΛΥΜΑ ΕΙΝΑΙ ΟΞΙΝΟ

**Συμπέρασμα:** Όταν διαλύεται διοξείδιο του άνθρακα σε νερό, γίνεται και μιὰ χημική αντίδραση μεταξύ τῶν δύο σωμάτων. Ἀπὸ τὴν ἀντίδραση αὐτὴ σχηματίζεται ἓνα ὄξύ: τὸ ὀνομάζουμε ἀνθρακικό ὄξύ (1).

Συνοψίζουμε: α) ὄξυγόνο + ἄνθρακας  $\longrightarrow$  διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα  
β) διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα + νερό  $\longrightarrow$  ἀνθρακικό ὄξύ

**8** Τὰ σώματα πού σχηματίζουν ὄξέα ὅταν ἐνώνονται μὲ νερό ὀνομάζονται ἀνυδρίτες ὄξέων ἢ καὶ μόνο ἀνυδρίτες.

α. τὸ διοξείδιο τοῦ θείου λέγεται καὶ *θειώδης ἀνυδρίτης* γιατί μὲ νερό σχηματίζει *θειώδες ὄξύ*.

β. τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα λέγεται καὶ *ἀνθρακικός ἀνυδρίτης*, γιατί σχηματίζει μὲ τὸ νερό *ἀνθρακικό ὄξύ*.

Γενικά :

*ἀνυδρίτης + νερό  $\longrightarrow$  ὄξύ*

**9** Τὰ ἀπλά σώματα θείου καὶ ἄνθρακας, πού ὅταν ἐνώνονται μὲ ὄξυγόνο σχηματίζουν ἀνυδρίτες, ἀνήκουν στὰ *ἀμέταλλα* στοιχεῖα. Ἡ χημεία διακρίνει τὰ ἀπλά σώματα σὲ δύο μεγάλες κατηγορίες: τῶν *μετάλλων* καὶ τῶν *ἀμετάλλων*.

*ἀμέταλλο + ὄξυγόνο  $\longrightarrow$  ἀνυδρίτης*

**10** Γενικά, τὰ σώματα πού προέρχονται ἀπὸ τὴν ἔνωση τῶν ἀπλῶν σωμάτων μὲ ὄξυγόνο ὀνομάζονται *ὄξειδια*.

*ἀπλὸ σῶμα + ὄξυγόνο  $\longrightarrow$  ὄξειδιο τοῦ ἀπλοῦ σώματος*

Ἄν θειώδης ἀνυδρίτης (ἔνωση θείου καὶ ὄξυγόνου) καὶ ὁ ἀνθρακικός ἀνυδρίτης (ἔνωση ἄνθρακα καὶ ὄξυγόνου) εἶναι ὄξειδια. Τὰ ὄξειδια πού εἶναι ἀνυδρίτες ὄξέων, τὰ λέμε καὶ *ὄξεογόνα ὄξειδια*.

*ἀνυδρίτης = ὄξεογόνο ὄξειδιο*

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**1.** Τὸ θεῖο (θειάφι) ἐνώνεται μὲ τὸ ὄξυγόνο μὲ ἔκλυση θερμότητας. Ἡ καύση αὐτὴ γίνεται πολὺ ζωηρότερη στὸ καθαρὸ ὄξυγόνο παρὰ στὸν ἀέρα.

Ἡ χημικὴ ἔνωση πού σχηματίζουν τὰ δύο σώματα λέγεται διοξείδιο τοῦ θείου ἢ θειώδης ἀνυδρίτης.

**2.** Ὁ θειώδης ἀνυδρίτης καὶ τὸ νερὸ ἐνώνονται καὶ σχηματίζουν θειώδες ὄξύ.

**3.** Ὁ ἄνθρακας ἐνώνεται μὲ τὸ ὄξυγόνο μὲ ἔκλυση θερμότητας καὶ σχηματίζει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, πού λέγεται καὶ ἀνθρακικός ἀνυδρίτης. Ὁ ἀνθρακικός ἀνυδρίτης καὶ τὸ νερὸ ἐνώνονται καὶ σχηματίζουν ἀνθρακικό ὄξύ.

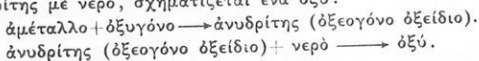
**4.** Τὸ θεῖο καὶ ὁ ἄνθρακας, σώματα ἀπλά, ἀνήκουν στὴν κατηγορία τῶν ἀμετάλλων.

**5.** Γενικά τὰ ἀπλά σώματα διακρίνονται σὲ δύο κατηγορίες: α. τῶν ἀμετάλλων, β. τῶν μετάλλων.

(1). Τὸ ἀνθρακικό ὄξύ εἶναι ὄξύ ἀδύναμο: γι' αὐτὸ δὲ δίνει ζωηρὸ κόκκινο χρῶμα στὸ βάμμα ἡλιοτροπίου. Ἐχει τὸ ἀνθρακικό ὄξύ καὶ μιὰν ἄλλη ιδιότητα: παθαίνει εὐκόλα ἀποσύνθεση (δὲν εἶναι σῶμα σταθερὸ), μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ξανασχηματίζεται διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ νερό. Γι' αὐτὸ καὶ δὲν τὸ γνωρίζουμε παρὰ μόνον διαλυμένο σὲ νερό: μόλις θελήσουμε νὰ τὸ ἀπομονώσουμε ἐξατμίζοντας τὸ διάλυμα, ἐξαφανίζεται.



6. Οι άνυδρίτες είναι οξειδία αμετάλλων· τους ονομάζουμε και οξεογόνα οξειδία. Όταν ένωθῆ ένας άνυδρίτης με νερό, σχηματίζεται ένα οξύ:



17<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ :

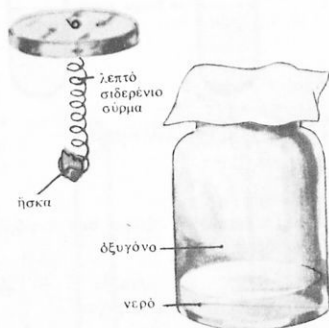
## ΟΞΥΓΟΝΟ

B. ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ (συνέχεια).

Έπίδραση του οξυγόνου στα μέταλλα. Ταχείες και βραδείες καύσεις.

1 Στην άκρη ενός πολύ λεπτού σιδερένιου σύρματος στερεώνουμε λίγη ἡσκα και τὴν ανάβουμε: ἡ ἡσκα καίγεται, τὸ σύρμα ὅμως δὲν παθαίνει τίποτε (εἰκ. 1).

● Ἄς βάλουμε τὸ σύρμα, ὅσο καίγεται ἀκόμα ἡ ἡσκα, σὲ μιὰ φιάλη μὲ οξυγόνο πού τῆς ἔχομε προσθέσει λίγο νερό. Ἀμέσως μεγαλώνει ἡ φλόγα, ἀποκαίγεται ἡ ἡσκα γρήγορα, λευκοκυρώνεται τὸ σύρμα καὶ ἀρχίζει καὶ αὐτὸ νὰ καίγεται, χωρὶς φλόγα ἀλλὰ σκορπίζοντας ἀναρίθμητες σπῆτες (εἰκ. 2). Ἡ καύση αὐτὴ γίνεται μὲ ἐκλυση τόσης θερμότητας, ὥστε ἀπὸ τὴν ἄκρη τοῦ σύρματος (ἡ θερμοκρασία του ξεπερνᾷ τοὺς 1500°C.) πέφτουν στὸ νερό στάλες λυωμένο μέταλλο μαζί μὲ μιὰ μαυροκόκκινη οὐσία, κι αὐτὴ λυωμένη.



**Συμπέρασμα :** ἡ χημικὴ ἀντίδραση μεταξὺ σιδήρου καὶ οξυγόνου γίνεται ὀρμητικὰ· τὰ δύο σώματα ἔχουν μεγάλη χημικὴ συγγένεια τὸ ἓνα μὲ τ' ἄλλο.

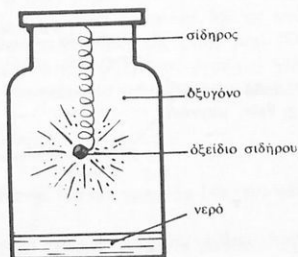
### 1 ΚΑΥΣΗ ΤΗΣ ΗΣΚΑΣ

(Τὸ νερό προστατεύει τὴ φιάλη ἀπὸ τὶς πυρωμένες οὐσίες πού πέφτουν ὅσο διαρκεῖ ἡ καύση).

2 Τὸ ἴδιο μαυροκόκκινο στερεὸ σῶμα βρίσκουμε μετὰ τὴν καύση ὄχι μόνο μέσα στὸ νερό, καὶ σκορπισμένο στὰ ὑγρά τοιχώματα τοῦ δοχείου· σχηματίστηκε ἀπὸ τὴν ἔνωση τοῦ σιδήρου μὲ οξυγόνο. Είναι οξειδίο τοῦ σιδήρου.

σιδήρος + οξυγόνο  $\rightarrow$  οξειδίο τοῦ σιδήρου (+θερμότητα)

Τὸ οξειδίο τοῦ σιδήρου δὲν ἔχει καμιά ἐπίδραση στὸ νερό, ὅπου καὶ δὲ διαλύεται.

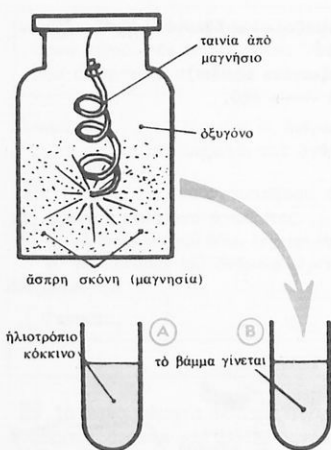


### 2 ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ

Διάπυρα κομματάκια οὐσίας σκορπίζονται μέσα στὴ φιάλη (ἡ ἀντίδραση ἐκλύει πολλὴ θερμότητα).

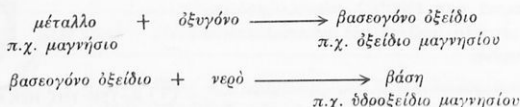
3 Θὰ μελετήσουμε τώρα τὴν ἐπίδραση τοῦ οξυγόνου σ' ἓνα ἄλλο μέταλλο, στὸ μαγνήσιο, πού καίγεται καὶ στὸν ἀέρα εὐκολώτατα (τὸ μεταχειρίζονται οἱ φωτογράφοι, ὅταν τοὺς χρειάζεται ἔντονο τεχνητὸ φῶς). Τὸ μαγνήσιο εἶναι μέταλλο ἄσπρο, πολὺ ἐλαφρὸ.

● Πλησιάζουμε ἓνα σπῆρτο ἀναμμένο στὴν ἄκρη μιᾶς ταινίας (κορδέλας) ἀπὸ μαγνήσιο· τὸ μέταλλο ἀνάβει

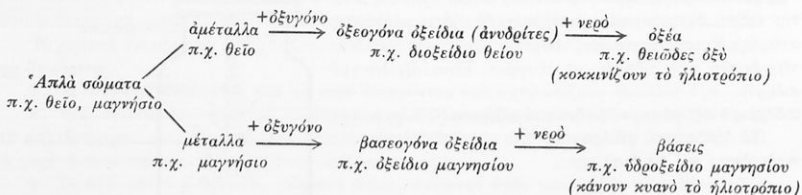


### 3 ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ

δια. Τά μεταλλικά οξειδία που αντιδρούν με τὸ νερό καὶ σχηματίζουν βάσεις τὰ λέμε *βασεογόνα οξειδία*.



4 "Ας συγκεντρώσωμε τώρα σ' ένα γενικό σχήμα τὴν ἐπίδραση τοῦ οξυγόνου στὰ ἀμέταλλα καὶ στὰ μέταλλα καθὼς καὶ τὴν ἐπίδραση τοῦ νεροῦ στὰ οξειδία τῶν ἀπλῶν σωμάτων. Τὸ σχήμα αὐτὸ θὰ μᾶς βοηθήσῃ νὰ συγκρατήσωμε τὴ διαφορητικὴ χημικὴ συμπεριφορὰ οξεογόνων καὶ τῶν βασεογόνων οξειδίων.



5 Καύσεις εἶναι οἱ χημικὲς ἀντιδράσεις πού ἐνώνουν τὸ οξυγόνο με ἄλλα σώματα. Τὶς καύσεις κατατάσσομε σ' ἕναν ἰδιαιτέρου τύπου χημικῶν ἀντιδράσεων πού ἡ χημεία τὶς λέει *οξειδώσεις*: τὸ οξυγόνο *οξειδώνει* τὰ σώματα, ὅταν ἐνώνεται με αὐτά, ὅταν τὰ καίει.

Οἱ καύσεις, πού πάντα ἐκλύουν θερμότητα, γίνονται ζωηρότερα (πιὸ γρήγορα, με περισσότερὴ ἀκτινοβολία) στὸ καθαρὸ οξυγόνο παρὰ στὸν ἀέρα, πού τὸ 1/5 του μόνον (σὲ ὄγκο) εἶναι οξυγόνο.

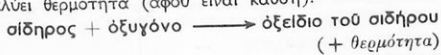
Ἐναφέρομε στὸ σημεῖο αὐτὸ πῶς στὸν ἀέρα τὸ ὀξυγόνο διατηρεῖ τὶς ἰδιότητές του γιατί εἶναι μοναχὰ ἀνακατωμένο μὲ ἄλλα σώματα καὶ ὄχι ἑνωμένο μ' αὐτά. Ὁ ἀέρας δὲν εἶναι χημικὴ ἑνωσις, δὲν εἶναι σύνθετο σῶμα: εἶναι μείγμα.

#### 6 Βραδεία καύση τοῦ σιδήρου.

Πολλές φορές ἡ ἑνωσις τῶν σωμάτων μὲ ὀξυγόνο, ἢ καύση τους, γίνεται μὲ ἀργὸ ρυθμὸ. Στὶς περιπτώσεις αὐτές ἡ ἀντίδρασις δὲ σκορπίζει φῶς: κάποτε μάλιστα οὔτε κἀν ἀντιλαμβανόμεσθε τὴ θερμότητα ποὺ ἐκλύεται. Τέτοια βραδεία καύσις θὰ παρακολουθήσωμε στὸ ἐπόμενο πείραμα:

● Ἄφου σκορπίσωμε ρινίσματα σιδήρου στὰ ὑγρά τοιχώματα ἐνὸς σωλήνα, τὸν ἀναποδογυρίζωμε σὲ μιὰ λεκάνη μὲ νερὸ καὶ τὸν ἀφήνωμε σ' αὐτὴ τὴ θέση μερικὲς μέρες (εἰκ. 4). Στὸ διάστημα αὐτὸ τὰ ρινίσματα μὲ σκουριά καὶ ἔχει ἀνεβῆ νερὸ ἀπὸ τὴ λεκάνη μέσα στὸ σωλήνα ὡς τὸ 1/5 τοῦ ὕψους του (εἰκ. 5). Στὸ σωλήνα δὲν ἔχει ἀπομείνει ὀξυγόνο: τὸ ἐξασκρίβωνομε εὐκόλα γιατί ἂν βάλωμε μετὰ τὸ πείραμα ἕνα ἀναμμένο σπέρτο μέσα στὸ σωλήνα, τὸ βλέπομε νὰ σβήνη.

Ἐξήγησις: Ὁ σίδηρος ὀξειδῶθηκε σιγὰ σιγὰ, κατανόλωσε ὅλο τὸ ὀξυγόνο τοῦ ἀέρα καὶ ἄφησε τὸ ἄζωτο (μὲ ελάχιστες ποσότητες μερικῶν ἄλλων ἀερίων ποὺ ὑπάρχουν στὸν ἀέρα). Καὶ αὐτὴ βέβαια ἡ ἀντίδρασις ἐκλύει θερμότητα (ἀφου εἶναι καύσις):



Ὁ ρυθμὸς τῆς ὁμοῦ εἶναι τόσο ἀργός, ὥστε σκορπίζει ἡ θερμότητα χωρὶς νὰ τὴν ἀντιληφθοῦμε: τὴ λέμε βραδεία καύσις.

#### 7 Χωρὶς καύσεις δὲν ὑπάρχει ζωὴ.

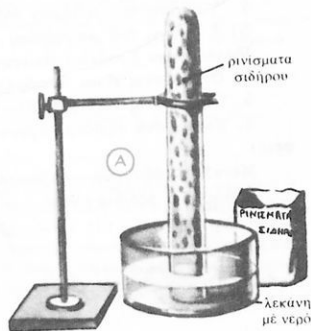
Βραδεῖες καύσεις λέμε καὶ τὶς ὀξειδώσεις ποὺ γίνονται μέσα στοὺς ἰστούς τοῦ σώματός μας χάρις στὸ ὀξυγόνο ποὺ τοὺς προμηθεύει τὸ αἷμα καθὼς κυκλοφορεῖ ἀδιάκοπα. Μὲ τὶς καύσεις αὐτές (1) ἐξασφαλίζεται ἡ ἐνέργεια ἢ ἀπαραίτητη γιὰ τὴ συντήρησις τῆς ζωῆς μας. Ὅπως εἶναι ἀπαραίτητες οἱ καύσεις γιὰ τὸν ἄνθρωπο καὶ τὰ ἀνώτερα ζῶα, ἔτσι εἶναι καὶ γιὰ τὰ κατώτερα ζῶα καὶ τὰ φυτὰ, καὶ ὡς γίνεται διαφορετικὰ ἢ κυκλοφορία τοῦ ὀξυγόνου μέσα στὸν ὄργανισμό τους.

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ** 1. Ἡ ἑνωσις τῶν σωμάτων μὲ ὀξυγόνο γίνεται ἄλλοτε γρήγορα (ταχείας καύσις) καὶ ἄλλοτε σιγανὰ (βραδείας καύσις).

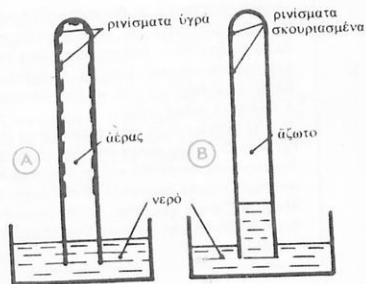
2. Στὴν ταχείας καύσις ἡ θερμότητα ἐκλύεται γρήγορα ὑψώνοντας πολὺ τὴ θερμοκρασία. Στὴ βραδείας καύσις δὲ γίνεται αἰσθητὴ ὑψωσις τῆς θερμοκρασίας.

3. Παραδείγματα ταχείας καύσις:

(1). Οἱ καύσεις μέσα στὸν ὄργανισμό δίνουν τελικὰ προϊόντα διοξειδίου τοῦ ἀνθρακῆ καὶ νερὸ. Γι' αὐτὸ καὶ βρίσκονται τὰ δύο αὐτὰ σώματα στὸν ἀέρα ποὺ ἐκπνέουν οἱ πνεύμονες.



#### 4 ΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



#### 5 ΒΡΑΔΕΙΑ ΚΑΥΣΗ ΣΙΔΗΡΟΥ

α) ή καύση του σιδήρου στο όξυγόνο.

β) ή καύση του μαγνησίου.

Παράδειγμα βραδείας καύσης: το σκούριασμα του σιδήρου.

4. Οι καύσεις είναι αντιδράσεις οξειδώσεως.

5. Οι ενώσεις των μετάλλων με όξυγόνο ονομάζονται μεταλλικά οξειδία.

6. Βασεογόνα οξειδία λέγονται τα μεταλλικά οξειδία που με το νερό σχηματίζουν βάσεις.

Μέταλλο + όξυγόνο → βασεογόνο οξείδιο

βασεογόνο οξείδιο + νερό → βάση

## Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

5η σειρά: Όξυγόνο

### I. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

**ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ:** Η βιομηχανική παρασκευή του όξυγόνου από τον άερα.

Η βιομηχανία δεν παρασκευάζει το όξυγόνο από όξυλιθο, που είναι σώμα άκριβό· χρησιμοποιεί άλλη πρώτη ύλη, άφθονη στη φύση και πρόχειρη: τον άερα. Ο άερας δέ στοιχίζει, βέβαια, τίποτε· για να του πάρουμε όμως το όξυγόνο, τον ύγροποιούμε και ή ύγροποίηση είναι αρκετά δαπανηρή: δαπανούμε ενέργεια για να κατεβάσουμε τη θερμοκρασία περίπου στους -200°C, ώστε να μετατραπή ο άερας σε σώμα ύγρο.

Ο διαχωρισμός των αερίων από τον ύγρον άερα γίνεται σχετικώς εύκολα: με κλασματική έξαερίωση. Ο ύγρος άερας αρχίζει να βράζει στους -195°C περίπου και όσο συνεχίζεται ο βρασμός ή θερμοκρασία ανεβαίνει και φτάνει περίπου ως τους -183°C (ο άερας είναι μείγμα, γι' αυτό δεν έχει σταθερό σημείο βρασμού). Στην αρχή εξαεριώνεται σχεδόν καθαρό άζωτο, στο τέλος σχεδόν καθαρό όξυγόνο. Έτσι χωρίζουμε το όξυγόνο από το μείγμα και το άποθηκούμε με ισχυρή πίεση σε άνθεκτικές άτσάλινες φιάλες. Φιάλη χωρητικότητας 20 ℓ έχει άπόδοση περίπου 3000 ℓ άεριο σε κανονική πίεση.

**Παρατήρηση.** Σε όλες τις άσκήσεις θα θεωρηθή πως τα άερια βρίσκονται σε θερμοκρασία 0°C και πίεση 760 mm Hg.

1. Μιά χαλύβδινη φιάλη ζυγίζει άδειαν ή 58,2 kg. Γεμάτη πιεσμένο όξυγόνο ζυγίζει ή ίδια φιάλη 62,5 kg. Πόσα λίτρα όξυγόνο άποδίνονται στην κανονική πίεση; (1 ℓ όξυγόνο σε κανονικές συνθήκες ζυγίζει 1,43 kg περίπου).

2. Γεμίζουμε όξυγόνο μία φιάλη χωρητικότητας 50 ℓ με πίεση 150 φορές μεγαλύτερη από την κανονική (άναγκάζουμε δηλαδή 150 ℓ όξυγόνο να περιοριστούν σε χώρο 1 ℓ). Ποιά είναι ή μάζα του όξυγόνου της φιάλης; (1 ℓ όξυγόνο σε κανονική πίεση ζυγίζει 1,43 kg).

Η βιομηχανία παράγει όξυγόνο και με άλλον τρόπο: το παίρνει, με ήλεκτρολυτική διάσπαση, από το νερό. Την άπαιτούμενη για τη διάσπαση ενέργεια την παρέχει το ήλεκτρικό ρεύμα.

3. Θέλουμε να παρασκευάσουμε ήλεκτρολυτικά 100 ℓ όξυγόνο. Στις κανονικές συνθήκες 1 λίτρο όξυ-

γόνο ζυγίζει 1,43 kg περίπου. Πόσο νερό θα διασπασω;

Άλλος εργαστηριακός τρόπος παρασκευής όξυγόνου: άρκει να θερμάνη κανείς χλωρικό κάλιο για να διασπαστή το άσπρο κρυσταλλικό αυτό άλας και να άποδώσει όξυγόνο. Η άποσύνθεση όμως γίνεται κάποτε άνωμαλα, άκόμα και έκρηκτικά, όταν θερμαίνουμε χλωρικό κάλιο μόνο του· ενώ αν τον θερμάνουμε άνακατωμένο με μία μούρη σκόνη που λέγεται διοξειδίο του μαγνητίου ή αντίδραση γίνεται ομαλά, άκίνδυνα. Το διοξειδίο του μαγνητίου βρίσκεται άναλλοίωτο μετά την αντίδραση. Λέμε πως ή δράση του σ' αυτή την περίπτωση ήταν καταλυτική: ονομάζουμε καταλύτες τα σώματα που διευκολύνουν μια χημική αντίδραση, ενώ τα ίδια βρίσκονται άναλλοίωτα μετά το τέλος της.

4. Μὲ 15 δραχμὲς ἀγοράσαμε 300 g χλωρικό κάλιο καθαρό. Είναι γνωστό πὼς 122,5 g χλωρικό κάλιο δίνει, ὅταν διασπαστῆ, 33,6 ℓ ὀξυγόνου.

\*Αν ὑπολογίσουμε πὼς καθὼς γίνεται ἡ ἀποσύν-

θεση σκορπίζουμ περίπου τὰ 25% τοῦ ὄγκου τοῦ ὀξυγόνου πὺ ἐκλύεται (πὼς ἔχουμε ἀπώλειες 25%), πὼς μὰς στοιχίζει τὸ κάθε λίτρο ὀξυγόνου πὺ παρασκευάζουμε;

Ἡ παρασκευή ὀξυγόνου ἀπὸ ὀξὺλιθο εἶναι πολὺ βολικὴ μέθοδος ἐργαστηριακῆ, γιατί δὲν ἀπαιτεῖ θέρμανση.

5. 1 kg ὀξὺλιθος ἀποδίνει περίπου 150 ℓ ὀξυγόνου. Πόσον ὀξὺλιθο θὰ χρειαστοῦμε γιὰ νὰ γεμισώμε μὲ ὀξυγόνου 5 δοχεῖα πὺ τὸ καθένα ἔχει χωρητικότητα 1,5 ℓ; (Προβλέψτε ἀπώλειες 25% καὶ ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 1 g).

6. Ὁ ὀξὺλιθος δὲν εἶναι καθαρό σώμα, εἶναι μείγμα. Τὸ συστατικό του πὺ ἐκλύει ὀξυγόνου ὅταν

βραχῆ μὲ νερό εἶναι τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου.

\*Ὅταν ἐπιδράση νερό σὲ 78 g ὑπεροξειδίου νατρίου, ἐλευθερώνονται 11,2 g ὀξυγόνου ἀπὸ 100 g ὀξὺλιθο τοῦ ἐμπορίου παρασκευάστηκαν μόνο 13,8 ℓ ὀξυγόνου. Ποιά εἶναι ἡ περιεκτικότητα σὲ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου τοῦ ὀξὺλιθου τοῦ ἐμπορίου; (Μὲ προσέγγιση 1%).

Ὁξυγόνου παρασκευάζουμε καὶ ἀπὸ ὑπεροξειδίου τοῦ ὑδρογόνου (γνωστό μὲ τὸ ὄνομα ὀξυγόνου τοῦ νεροῦ) ἀρκεῖ νὰ προσθέσωμε στὸ ὑγρὸ αὐτὸ λίγο διοξειδίου τοῦ μαγγανίου ἢ λίγο ὑπερμαγγανικό κάλιο. Λέμε πὼς τὸ ὀξυγονοῦχο νερό (ὀξειζενέ) εἶναι 10 ὄγκων, ὅταν τὸ λίτρο του ἐκλύει 10 ℓ ὀξυγόνου.

7. 1 λίτρο νερό 15°C διαλύει τὸ πολὺ 36,5 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνου. Πόσο ὀξυγόνου (σὲ cm<sup>3</sup>) βρίσκει ἓνα ψάρι πὺ ζεῖ σὲ ἔνυδραιο (ἀκούαριο) γεμάτο νερό; Τὸ ἔνυδραιο ἔχει διαστάσεις 40 cm × 20 cm × 20 cm. Ὁ ἴδιος αὐτὸς ὄγκος ὀξυγόνου, σὲ πόσον ἀέρα περιέχεται; (Ὁ ἀέρας περιέχει ὀξυγόνου σὲ ἀναλογία 21% τοῦ ὄγκου του).

Μὲ τὸ βράσιμο διωχόνται ἀπὸ τὸ νερό τὰ ἀέρια πὺ εἶχε διαλυμένα. Γιατί δὲν μποροῦν νὰ ζήσουν ψάρια

σὲ νερό πὺ πρῶτύτερα τὸ εἶχαμε βράσει; Τί πρέπει νὰ κάνουμε γιὰ νὰ ἐναγινῆ τὸ νερό αὐτὸ κατάλληλο γιὰ τὴ ζωὴ τῶν ψαριῶν;

8. Πόσο ἀέριο σχηματίζεται ἀπὸ τὴν ἐξαιρίωση 1 λίτρου ὑγροῦ ὀξυγόνου; Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 1 ℓ, γνωρίζοντας πὼς 1 λίτρο ὑγρὸ ὀξυγόνου ζυγίζει περίπου 1,1 kg καὶ πὼς 1 λίτρο ὀξυγόνου σὲ ἀέρια κατάσταση ἔχει μάζα 1,43 g περίπου.

## II. ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΑΜΕΤΑΛΛΑ

9. Ὁ φωσφόρος εἶναι ἀμέταλλο στοιχεῖο πὺ καίγεται πολὺ εὐκόλα. Στὴν ἀντίδραση αὐτῆ 1 g φωσφόρος ἐνώνεται μὲ 1,29 g ὀξυγόνου καὶ σχηματίζει 2,29 g πεντοξειδίου τοῦ φωσφόρου (φωσφορικό ἀνυδρίτη). Τί ὄγκος ὀξυγόνου χρειάζεται γιὰ νὰ καοῦν 0,43 g φωσφόρος; (1 λίτρο ὀξυγόνου ζυγίζει 1,43 g).

10. Γιὰ νὰ καοῦν 32 g θείο χρειάζονται 22,4 ℓ ὀξυγόνου. Πόσο θείο μπορεῖ νὰ κάψῃ 1,5 ℓ ὀξυγόνου;

Μέσα σ' ἓνα βαρέλι μὲ 228 ℓ ἀέρα, πόσο θείο θὰ καΐ; (Ὁ ἀέρας περιέχει ὀξυγόνου σὲ ἀναλογία 21%

τοῦ ὄγκου του).

11. Ὅταν καίγεται ἀνθρακας, ὁ ὄγκος τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακα πὺ σχηματίζεται εἶναι ἴσος μὲ τὸν ὄγκο τοῦ ὀξυγόνου πὺ ἐξαφανίζεται.

Τί μάζα ἔχει τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακα πὺ σχηματίστηκε σὲ χωρὸ 4 m × 4 m × 3 m, ὅπου κάψαμε κάρβουνο τόσο πὺ νὰ ἐξαντληθῆ τὸ ὀξυγόνου;

(Ὁ ἀέρας περιέχει 21% ὀξυγόνου, σὲ ὄγκο ἓνα λίτρο διοξειδίου τοῦ ἀνθρακα ζυγίζει 1,97 g).

## III. ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΜΕΤΑΛΛΑ. ΒΡΑΔΕΙΕΣ ΚΑΥΣΕΙΣ

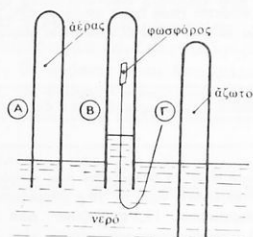
12. Ξέρουμε πὼς ὅταν καίγεται σὸ ὀξυγόνου ὁ σίδηρος, 1 g μέταλλο ἐνώνεται μὲ 0,382 g ὀξυγόνου καὶ σχηματίζει 1,382 g ὀξειδίου σιδήρου. Πόσο ὀξειδίου σιδήρου θὰ δώσῃ ἡ καύση 20 g σιδήρου; Πόσος θὰ εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ὀξυγόνου πὺ θὰ καταναλωθῆ; (1 ℓ ὀξυγόνου ζυγίζει 1,43 g).

13. Ἡ βιομηχανία παράγει μαγνήσιο πὺ περιέχει 99 - 99,9% καθαρό μέταλλο. Γιὰ νὰ καΐ 1 g μαγνήσιο καθαρό χρειάζεται 0,46 ℓ ὀξυγόνου. Ὑπολο-

γίστε (μὲ προσέγγιση 1 ℓ) πόσος ἀέρας θὰ χρειαστῆ γιὰ νὰ καοῦν 100 g μαγνήσιο βιομηχανικό μὲ περιεκτικότητα σὲ μέταλλο καθαρό 99,1%.

14. Ὁ χαλκὸς ὀξειδώνεται ὅταν πυρωθῆ καὶ σχηματίζει ὀξειδίου χαλκοῦ. Ἀπὸ 1 g χαλκοῦ καὶ 0,252 g ὀξυγόνου σχηματίζεται 1,252 g ὀξειδίου χαλκοῦ.

Ὁξειδώσαμε χαλκοῦ καὶ παρατηρήσαμε αὐξηση μάζας 7,56 g. Πόσος χαλκοῦ μεταμορφώθηκε σὲ ὀξειδίου;



**ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ:** παράδειγμα βραδείας καύσης.

Στο 6<sup>ο</sup> μάθημα φυσικής (παράγ. 1), αφαιρέσαμε από τον αέρα το όξινο γάλα κίτρινο φωσφόρο. Την ίδια αυτή ανάλυση του αέρα μπορούμε να κάνουμε και χωρίς ανάφλεξη του φωσφόρου: η καύση όμως τότε γίνεται με ρυθμό αργό κι' έτσι δεν αντιλαμβανόμαστε τη θερμότητα που εκλύει.

Σε σωλήνα (εικ. Α) που περιέχει ορισμένο όγκο αέρα (π.χ. 100 cm<sup>3</sup>) βάζουμε και αφήνουμε ένα κομμάτι φωσφόρο που σιγά σιγά δεσμεύει το όξινο γάλα (εικ. Β). Μετά μερικές ώρες απομένει μόνο αζωτο στο σωλήνα (79 cm<sup>3</sup>).

18<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ :

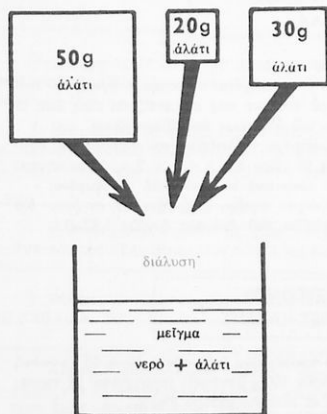
## ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Σκοπός του σημερινού μας μαθήματος είναι να μās βοηθήσει να εξοικειωθούμε έντελώς με ορισμένες βασικές έννοιες της χημείας, που συχνά ως τώρα άσχοληθήκαμε μ' αυτές.

### Α. ΦΥΣΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

**1** Άνακατεύουμε πενήντα γραμμάρια αλάτι σ' ένα λίτρο καθαρό νερό (εικ. 1): το αλάτι εξαφανίζεται σέ λίγο, διαλύεται μέσα στο νερό. Το υγρό είναι αλατισμένο νερό, αλατόνερο.

\*Αν προσθέσουμε άλλα 20 g αλάτι κι έπειτα άλλα 30 g στο ίδιο υγρό, το διάλυμα θά είναι πάλι αλατισμένο νερό.



*Διάλυμα χλωριούχου νατρίου μπορούμε να παρασκευάσουμε βάζοντας στο νερό οποιαδήποτε αναλογία αλατιού, από την πιο ασήμαντη, ίσαμε ένα άνωτατο όριο (περίπου 360 g αλάτι σέ 1 λίτρο νερό).*

● Βεβαιωνόμαστε γι' αυτό δοκιμάζοντας αλατόνερα με διάφορες περιεκτικότητες σέ αλάτι: όλα έχουν του αλατιού την αλμυρή γεύση.

\*Ωστε οι ιδιότητες του χλωριούχου νατρίου δέν αλλάζουν όταν το διαλύσουμε στο νερό.

● Άλλά και το νερό μένει νερό, όταν διαλυθί μέσα του χλωριούχο νάτριο.

Γιά να βεβαιωθούμε, υγροποιούμε σέ μιά κρύα επιφάνεια τους άτμους που βγαίνουν από το στόμιο ενός σωλήνα δοκιμαστικού, όπου βράζει αλατόνερο: οι σταγόνες που παίρνουμε είναι καθαρό νερό (εικ. 2).

(Κάναμε μ' αυτό τον τρόπο άπόσταξη και πήραμε άποσταγμένο νερό).

1

ΣΕ ΟΠΟΙΟΣΔΗΠΟΤΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ γίνεται ή διάλυση. Μόνος περιορισμός είναι το όριο του κορεσμού του διαλύματος (358 g/l σέ θερμοκρασία 20°C).

● Αν συνεχίσουμε τη θέρμανση, ώσπου να εξαεριοωθεί όλο το νερό του διαλύματος, θα μείνει στο σωλήνα υπόλειμμα το άλατι. Άλλωστε θ' αρχίσουμε να διακρίνουμε το άλατι και πριν εξαεριοωθεί όλο το νερό, γιατί τότε δεν μπορεί να συγκρατήσει διαλυμένη άπεριόριστη αναλογία αλατιού· όταν λοιπόν με το βρασμό ελαττωθή αρκετά ο όγκος του διαλύματος, χωρίζει από μέσα από το ύγρο κρυσταλλικό άλατι (εικ. 2).

**Συμπέρασμα:** Τα δύο σώματα που αποτελούν το υδατικό διάλυμα του χλωριούχου νατρίου κράτησαν το καθένα τις ιδιότητές του: λέμε πώς ή διάλυση δεν άλλαξε τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των δύο σωμάτων που αποτελούν το διάλυμα. Τις ιδιότητες του νερού και του αλατιού δεν τις άλλαξαν ούτε ο βρασμός του διαλύματος, ούτε η ύγροποίηση των υδρατμών, ούτε η κρυστάλλωση του χλωριούχου νατρίου: λέμε πώς ή διάλυση, ή εξαερίωση, ή ύγροποίηση, ή κρυστάλλωση είναι φυσικά φαινόμενα.

**Γενικά:** ονομάζουμε φυσικά φαινόμενα τις μεταβολές που δεν επηρεάζουν τη φύση των σωμάτων.

**2** "Ας ανακατέψουμε ρινίσματα σιδήρου με άνθη θείου.

● Τα δύο σώματα μπορούμε να τα ανακατέψουμε σε οποιαδήποτε αναλογία.

● Στο μείγμα μπορούμε με το φακό να διακρίνουμε το κίτρινο θείο και το σταχτί σίδηρο.

● Μπορούμε όμως εύκολα και να χωρίσουμε το ένα από τ' άλλο τα δύο σώματα με έναν από τους έπομένους τρόπους:

ή αφαιρούμε τα ρινίσματα του σιδήρου με μαγνήτη (ο σίδηρος δεν έχει χάσει την ιδιότητά του να μαγνητίζεται)

ή διαλύουμε το θείο σ' ένα υγρό που το λέν διθειάνθρακα και πού, όταν έπειτα το εξατμίσουμε, αφήνει ένα κίτρινο κρυσταλλικό υπόλειμμα. Το κρυσταλλικό αυτό σώμα είναι θείο: δε δυσκολευόμαστε να το διαπιστώσουμε γιατί έχει την ιδιότητα να καίγεται και να σχηματίζει το γνώριμό μας άποπνιχτικό άέριο, το διοξείδιο του θείου.

**Συμπέρασμα:** ή ανάμιξη (ανακάτεμα), ή διάλυση, ή μαγνήτιση, ή κρυστάλλωση, δεν άλλαξαν τις ιδιότητητες του σιδήρου και του θείου: είναι φαινόμενα φυσικά.

## B. ΧΗΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

**1** "Ας ανακατέψουμε 40 g άνθη θείου και 70 g ρινίσματα σιδήρου και ός θερμάνουμε στο λύχνο το κάτω μέρος του σωλήνα (εικ. 3): το μείγμα γίνεται διάπυρο στο μέρος όπου θερμαίνεται. Άπομακρύνουμε άμέσως το σωλήνα από τη φλόγα: ή πύρωση δε σταματά· προχωρεί σ' όλη τη μάζα του μείγματος. Το φαινόμενο που παρακολουθούμε έκλυει πολλή θερμότητα.

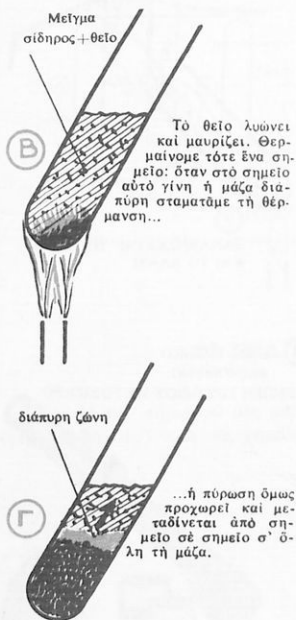
● Άφου τελείωση ή αντίδραση βγάζουμε από το σωλήνα ένα σώμα στερεό, σταχτωπό, που



**3** ΕΝΑ ΧΗΜΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ: Η ΕΝΩΣΗ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΣΙΔΗΡΟ



Στην αρχή θερμαίνουμε ελαφρά όλο το μείγμα (σίδηρος και θείο).



δὲ μοιάζει οὔτε μὲ τὸ σίδηρο οὔτε μὲ τὸ θείο. Δὲν κα-  
τορθώνωμε ἄλλωστε νὰ χωρίσωμε τὰ συστατικά του οὔ-  
τε μὲ μαγνήτη οὔτε μὲ διθειάνθρακα.

Οἱ ἰδιότητες τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ θείου ἔχουν  
ἐξαφανισθῆ.

Τὸ σταχτωπὸ στερεὸ ποὺ βγάλαμε ἀπὸ τὸ σωλῆνα  
ἔχει ἄλλες ἰδιότητες ἀπὸ τὶς ἰδιότητες τοῦ σιδήρου καὶ  
τοῦ θείου: μιὰ ἀπ' αὐτὲς εἶναι νὰ ἀναδίνη πολὺ δυσάρεστη  
ὄσμη (σὰν τὰ χαλασμένα αὐγά), ὅταν τὸ βρέξωμε μὲ  
ὑδροχλωρικὸ ὀξύ. Τέτοια ἰδιότητα δὲν ἔχει οὔτε ὁ σίδη-  
ρος οὔτε τὸ θείο.

*Συμπέρασμα:* τὸ θείο καὶ ὁ σίδηρος ἐξαφανίστηκαν  
καὶ ἀπὸ τὰ σώματα αὐτὰ σχηματίστηκε ἕνα νέο σῶμα (1).  
(1). Παρακολοθηθήσαμε σ' αὐτὸ τὸ πείραμα ἕνα χημικὸ  
φαινόμενο.

Φαινόμενα χημικὰ εἶναι οἱ μεταβολὲς ποὺ ἀλλοιού-  
νουν ριζικὰ τὰ σώματα ποὺ συμμετέχουν σ' αὐτὲς.

2 Τὸ θείο καὶ ὁ σίδηρος ἀνακατεύονται σὲ ὀ-  
ποισοῦν ἀναλογίες γιὰ ν' ἀποτελέσουν μείγμα-  
γιὰ νὰ σχηματίσουν ὁμοῦ νέο σῶμα (θειοῦχο σίδηρο)  
ἐνώνονται στὴν ἴδια ἀναλογία πάντα: 4 g θείο καὶ  
7 g σιδήρος, ἢ 8 g θείο καὶ 14 g σιδήρος κ.ο.κ.).

*Συμπέρασμα:* τὰ σώματα ἐνώνονται, γενικότερα  
ἀντιδρῶν μεταξὺ τους, σὲ σταθερὲς ἀναλογίες.

"Ἐνα ἀπὸ τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν χημικῶν φαινομέ-  
νων εἶναι ὅτι οἱ ἀναλογίες τῶν σωμάτων ποὺ συμμε-  
τέχουν σ' αὐτὰ εἶναι σταθερές.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὰ φυσικὰ φαινόμενα δὲν ἀλλάζουν τὴ φύση τῶν σωμάτων.
2. Τὰ χημικὰ φαινόμενα ἀλλοιώνουν ριζικὰ τὰ σώματα: ἐξαφανίζουν τὰ ἀρχικὰ σώματα καὶ δημιουργοῦν ἄλλα.
3. Τὰ χημικὰ φαινόμενα ἐκλύουν ἢ ἀπορροφοῦν θερμότητα.
4. Οἱ ἀναλογίες τῶν σωμάτων ποὺ συμμετέχουν σ' ἕνα χημικὸ φαινόμενο εἶναι σταθερές.

19° ΜΑΘΗΜΑ :

## ΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΤΟΜΑ

Γιὰ νὰ ἐξηγήσουν τὰ χημικὰ φαινόμενα, οἱ ἐπιστήμονες ἔφτασαν στὰ συμπεράσματα ποὺ  
θὰ μάθωμε σήμερα.

### ΜΟΡΙΑ

1 "Ὅλα τὰ σώματα (στερεὰ, ὑγρὰ καὶ ἀέρια) ἀποτελοῦνται ἀπὸ μόρια ὕλης τόσο μι-  
κρά, ὥστε μᾶς εἶναι ἀδύνατο νὰ τὰ διακρίνωμε (2).

(1). Τὸ σῶμα αὐτὸ λέγεται *θειοῦχος σίδηρος*.

(2). Ὅπως κοιτάζοντας ἀπὸ μακριά, δὲν μπορούμε νὰ διακρίνωμε τοὺς κόκκους σ' ἕνα σωρὸ ἀπὸ ἄμμο.  
Αὐτὴ ὁμοῦ ἡ παρομοίωση θὰ μᾶς φανῆ χοντροειδής, ὅταν μάθωμε πὺς τὰ μόρια εἶναι τόσο μικρά ὥστε,  
ἂν ἦταν δυνατό ν' ἀραδιάσωμε ἀπὸ τὴ γῆ ὡς τὸν ἥλιο (περίπου 150.000.000 χιλιόμετρα) μόρια ὀξυγό-  
νου π.χ., σὲ ἀπόσταση ἑνὸς χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου τὸ ἕνα ἀπὸ τ' ἄλλο, θὰ μᾶς ἀρκοῦσαν τὰ  
μόρια ποὺ χωροῦν σὲ ὄγκο ἀερίου  $\frac{6}{1000}$  cm<sup>3</sup>.



**2** Τά μόρια ενός καθαρού σώματος είναι απά-  
ράλλαχτα μεταξύ τους:

Τό ύδρογόνο είναι καθαρό σῶμα, γιατί ὅλα του τά μόρια είναι ἴδια μεταξύ τους· τό ὀξυγόνο είναι καθαρό σῶμα, γιατί ὅλα του τά μόρια είναι ἴδια μεταξύ τους· τό χλωριούχο νάτριο είναι καθαρό σῶμα γιά τόν ἴδιο λόγο.

**3** Τά μόρια ενός καθαρού σώματος διαφέρουν ἀπό τά μόρια τῶν ἄλλων καθαρῶν σωμάτων.

Τά μόρια τοῦ ὑδρογόνου δέν είναι ἴδια μέ τά μόρια τοῦ ὀξυγόνου οὔτε μέ τά μόρια τοῦ χλωριούχου νατρίου ἤ μέ τά μόρια ὅποιοιδήποτε ἄλλου καθαροῦ σώματος. Κανένα καθαρό σῶμα δέν ἔχει μόρια ἴδια μέ τά μόρια ἄλλου καθαροῦ σώματος.

*Τό καθαρό σῶμα χαρακτηρίζεται ἀπό τό μόριό του. Τό μόριο ενός καθαροῦ σώματος εἶναι τό μικρότερο κομματάκι του πού διατηρεῖ τίς ἴδιες μέ αὐτό ιδιότητες· εἶναι τό μικρότερο κομματάκι τοῦ σώματος πού μπορεῖ νά υπάρξει ἐλεύθερο: ἂν σπάσει τό μόριο, ἐξαφανίζονται οἱ ιδιότητες τοῦ σώματος.*

**4** Τό μόριο τοῦ ὑδρογόνου είναι τό ἐλαφρότερο ἀπό ὅλα τά μόρια.

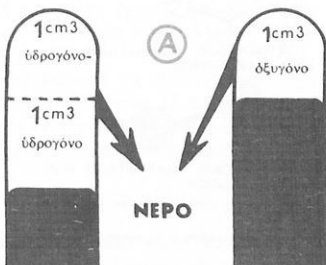
Ἐνῶ ὅμως ἔχει μάζα 16 φορές μικρότερη ἀπό τή μάζα τοῦ μορίου τοῦ ὀξυγόνου, συμβαίνει τό παράξενο νά περιέχονται σέ 1 cm<sup>3</sup> ὑδρογόνο τόσα μόρια ὅσα είναι τά μόρια ὀξυγόνου πού περιέχονται σέ 1 cm<sup>3</sup> τοῦ ἀερίου αὐτοῦ (σέ ἴδιες συνθήκες θερμοκρασίας καί πίεσεως). Καί γενικά σέ ὅλα τά ἀέρια συμβαίνει τό ἴδιο:

*σέ ἴδιες συνθήκες θερμοκρασίας καί πίεσεως, ἴσοι ὄγκοι ἀερίων περιέχουν τόν ἴδιο ἀριθμό μορίων.*

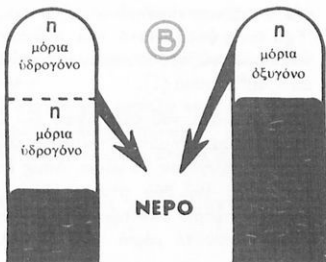
**5** Ἄς ξαναθυμηθοῦμε πῶς γιά νά σχηματισθῆ νερό ἀπό τά συστατικά του (πείραμα εὐδιομέτρου, 13<sup>ο</sup> μάθημα) ἐνώθησαν 2 ὄγκοι ὑδρογόνου μέ 1 ὄγκο ὀξυγόνο, π.χ. 2 cm<sup>3</sup> ὑδρογόνου μέ 1 cm<sup>3</sup> ὀξυγόνου (εἰκ. 1Α).

Τώρα ξέρομε πῶς στοὺς 2 ὄγκους τοῦ ὑδρογόνου περιέχεται διπλάσιος ἀριθμός μορίων παρά στόν 1 ὄγκο τοῦ ὀξυγόνου. Δεχόμεστε λοιπὸν πῶς 2ν μόρια ὑδρογόνου ἐνώνονται μέ ν μόρια ὀξυγόνου γιά νά σχηματισθῆ νερό (εἰκ. 1 Β):  
2ν μόρια ὑδρογόνου + ν μόρια ὀξυγόνου → νερό ἢ πῶς

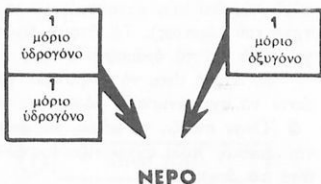
*2 μόρια ὑδρογόνου ἐνώνονται μέ 1 μόριο ὀξυγόνου γιά νά σχηματισθῆ νερό (εἰκ. 2).*



**1** 2cm<sup>3</sup> ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΕΝΩΝΟΝΤΑΙ ΜΕ 1cm<sup>3</sup> ΟΞΥΓΟΝΟ



*Ἴσοι ὄγκοι δύο ἀερίων περιέχουν τόν ἴδιο ἀριθμό μορίων.*



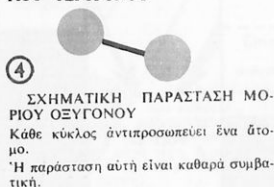
**2** 2 ΜΟΡΙΑ ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΕΝΩΝΟΝΤΑΙ ΜΕ 1 ΜΟΡΙΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

## Α Τ Ο Μ Α

**6** Ὑστερα ἀπό ὅσα μάθαμε σήμερα, φυσικό είναι νά ἀναρωτηθοῦμε: ἀπό τί ἀποτελοῦνται τά μόρια;

Ἄπό τί ἀποτελεῖται π.χ. τό μόριο τοῦ ὑδρογόνου, πού είναι ἀπλό σῶμα καί ἀπό τί ἀποτελεῖται τό μόριο τοῦ νεροῦ, πού είναι σύνθετο σῶμα;

Τήν ἀπάντηση στό ἐρώτημα αὐτό ἔχουν δώσει ἀπό πολλὰ χρόνια οἱ ἐπιστήμονες.



όξυγόνου που και αυτό το αποτελούν δύο ίδια και ενωμένα μεταξύ τους άτομα οξυγόνου (εικ. 4).

● Τα άτομα είναι τόσο μικρά που μς φαίνεται δύσκολο να μιλήσουμε για το μέγεθός τους. Έχει όμως ύπολογιστή πώς η διάμετρος ενός ατόμου είναι της τάξης του εκατοντάκις εκατομμυριοστού του εκατοστομέτρου. Υπολογίζεται πώς το ανθρώπινο σώμα περιέχει πάνω από  $10^{27}$  άτομα (1).

● Τα άτομα του υδρογόνου δεν υπάρχουν ελεύθερα στη φύση (2). Βρίσκονται πάντα ενωμένα δύο-δύο, σχηματίζοντας μόρια υδρογόνου ή και ενωμένα με άτομα άλλων απλών σωμάτων. Το υδρογόνου το μόριο, όπως και τα μόρια διαφόρων άλλων απλών σωμάτων, αποτελείται επίσης από δύο άτομα: είναι μόριο *διατομικό*. Υπάρχουν όμως πολλά απλά σώματα που έχουν μόριο *μονατομικό* (που αποτελείται δηλαδή από ένα μόνο άτομο) και σπάνια απλά σώματα που τα μόριά τους αποτελούνται από περισσότερα από δύο άτομα.

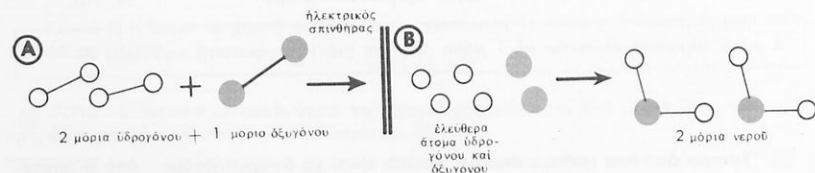
7 Τα χημικά φαινόμενα, όπως μς είναι γνωστό, αλλάζουν τη φύση των σωμάτων: αυτό σημαίνει πώς καταστρέφουν τα μόρια (αφού τα μόρια είναι εκείνα που διατηρούν τις ιδιότητες του σώματος). Τα άτομα δεν τα καταστρέφει ούτε τα μεταβάλλει το χημικό φαινόμενο γι' αυτό και τα ονόμασαν *άτομα*, τα στοιχειώδη αυτά σωμάτια ύλης (3).

Το άτομο είναι το μικρότερο τμήμα ύλης που μπορεί να συνδυαστεί με άλλα άτομα, ώστε να σχηματιστούν μόρια.

● Όταν σπάει το μόριο, τα άτομα που το αποτελούσαν ελευθερώνονται, αλλά ένω-  
νται άμεσα πάλι σχηματίζοντας άλλους από τους αρχικούς συνδυασμούς: μόρια διαφορετικά από τα αρχικά.

8 "Ας εξετάσουμε πάλι το χημικό φαινόμενο της σύνθεσης του νερού με τις σημερινές μας γνώσεις:

2 μόρια υδρογόνου και 1 μόριο οξυγόνου ενώνονται και σχηματίζουν νερό:



(1).  $10^{27}$  είναι ο αριθμός 1 που τον ακολουθούν 27 μηδενικά.

(2). Παρά μόνο για ένα ασύλληπτα μικρό κλάσμα του δευτερολέπτου.

(3). Από το ρήμα τέμνω = κόβω και το στερητικό α.

**Εξήγηση:** 'Ο ηλεκτρικός σπινθήρας προκαλεί χημική αντίδραση (χημικό φαινόμενο) που χωρίζει σε άτομα τα μόρια των δύο αερίων και ξαναενώνει τα ελεύθερα άτομα σχηματίζοντας από αυτά νέους συνδυασμούς, νέα μόρια: μόρια νερού.

● Το μόριο του νερού είναι το μικρότερο τμήμα του που διατηρεί τις ιδιότητές του.

● Τα μόρια του νερού είναι τόσο μικρά ώστε έχει υπολογιστή πώς 33 δισεκατομμύρια τους πιάνουν χώρο ίσο προς τον όγκο ενός κύβου πλευράς ενός χιλιοστού του χιλιοστομέτρου. Παραπάνω από δέκα αιώνες θα άπαιτούσε το μέτρημα των μορίων αυτών, με ρυθμό ενός μορίου το δευτερόλεπτο.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Κάθε καθαρό σώμα αποτελείται από μόρια ίδια μεταξύ τους. Τα μόρια του κάθε καθαρού σώματος διαφέρουν από τα μόρια των άλλων καθαρών σωμάτων. Το μόριο είναι το μικρότερο κομματάκι ενός σώματος που μπορεί να υπάρξει ελεύθερο.

2. Στις ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσεως ίσοι όγκοι αερίων περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων.

3. Τα μόρια αποτελούνται από άτομα. Το άτομο είναι το μικρότερο τμήμα ύλης που μπορεί να ένωθῆ με άλλα άτομα για να σχηματιστῆ μόριο.

4. Τα μόρια ενός απλού σώματος αποτελούνται από άτομα ίδια μεταξύ τους. Τα μόρια του σύνθετου σώματος αποτελούνται από δύο ή περισσότερα είδη ατόμων.

5. Το χημικό φαινόμενο σπάει τα μόρια και με τα ελευθερωμένα άτομα σχηματίζει άλλα μόρια, διαφορετικά από τα αρχικά.

6. Τα άτομα δὲν καταστρέφονται οὔτε μεταβάλλονται ἀπὸ τὶς χημικὲς ἀντιδράσεις.

## 20<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ

### ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΟ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΑΤΟΜΟ

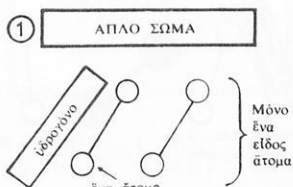
#### A. ΑΠΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΑ ΣΩΜΑΤΑ

**1** Με τις γνώσεις μας από το προηγούμενο μάθημα καταλαβαίνουμε καλύτερα τη διάκριση των καθαρών σωμάτων σε απλά και σύνθετα.

● Το μόριο του απλού σώματος π.χ. του υδρογόνου, αποτελείται από άτομα ίδια μεταξύ τους (είκ. 1):

καμιά χημική αντίδραση δὲν κατορθώνει νὰ διασπάσει σὲ ἄλλα σώματα ἢ νὰ συνθέσει ἀπὸ ἄλλα τὸ ἀπλὸ σῶμα.

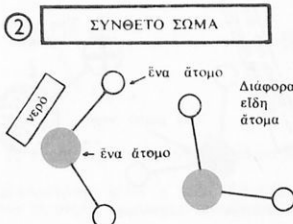
*Παραδείγματα:* τὸ υδρογόνο, τὸ ὀξυγόνο.



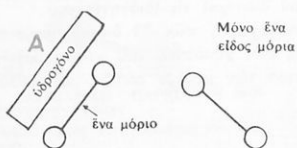
● Το μόριο του σύνθετου σώματος αποτελείται από διάφορα είδη ατόμων. Π.χ. το μόριο του νερού αποτελείται από δύο είδη άτομα (είκ. 2):

τὸ σύνθετο σῶμα μπορούμε μὲ χημικὲς ἀντιδράσεις νὰ τὸ συνθέσουμε ἀπὸ ἄτομα ἁπλῶν σωμάτων καὶ νὰ τὸ διασπάσουμε σὲ ἁπλὰ σώματα.

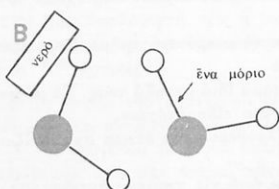
*Παράδειγμα:* τὸ νερό.



### 3 ΚΑΘΑΡΟ ΣΩΜΑ

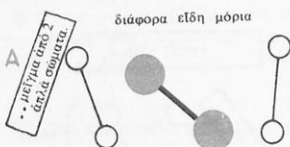


Το υδρογόνο είναι σώμα καθαρό άπλο

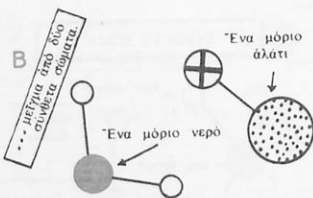


Το νερό είναι σώμα καθαρό σύνθετο

### 4 ΜΕΙΓΜΑΤΑ ...



παράδειγμα:  
μείγμα υδρογόνου και δευτερίου



Παράδειγμα: το αλάτινερο.

## Β. ΚΑΘΑΡΑ ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΓΜΑΤΑ

**2 Καθαρά σώματα:** Κάθε σώμα καθαρό αποτελείται από μόρια ίδια μεταξύ τους.

Το άπλο σώμα υδρογόνο είναι καθαρό: όλα του τα μόρια είναι ίδια μεταξύ τους (εικ. 3Α).

Το σύνθετο σώμα νερό είναι καθαρό: τα σύνθετα μόρια του είναι ίδια μεταξύ τους (εικ. 3B).

**3 Μείγματα:** Το μείγμα περιέχει δύο ή περισσότερα είδη μορίων (εικ. 4Α).

Το αλτισμένο νερό περιέχει μόρια νερού και μόρια χλωριούχου νατρίου (εικ. 4B): είναι μείγμα.

*Το καθαρό σώμα αποτελείται από ίδια μεταξύ τους μόρια.*

*Το μείγμα περιέχει μόρια διαφόρων καθαρών σωμάτων.*

## Γ. ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΟ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΑΤΟΜΟ

**4 Μοριακός όγκος. Γραμμομόριο.**

Ώς ξαναγυρίσουμε τώρα σε ποσότητες των σωμάτων που μπορούμε με τα συνηθισμένα μέσα να τις ζυγίσουμε ή να τους μετρήσουμε τόν όγκο.

Δεν μπορούμε βέβαια να κάνουμε τις μετρήσεις αυτές παίρνοντας για μονάδες όγκου ή μάζας τόν όγκο ή τη μάζα των μορίων των διαφόρων σωμάτων, που ξέρουμε πόσο μικρά είναι (1).

Διαλέγουμε λοιπόν ένα πολλαπλάσιο του μορίου,  $N$  μόρια, και παίρνουμε για κάθε καθαρό σώμα μονάδα μάζας τη μάζα  $N$  μορίων του. Ο αριθμός  $N$  είναι πολύ μεγάλος:  $N = 6,023 \times 10^{23}$  (2). Είναι ο αριθμός των μορίων που περιέχεται σε 22,4 l όποιουδήποτε αερίου στις κανονικές συνθήκες (θερμοκρασία  $0^\circ\text{C}$  και πίεση 760 mmHg) (3). Τόν όγκο 22,4 l ονομάζουμε **μοριακό όγκο**. Τη μονάδα μάζας του καθαρού σώματος, δηλαδή τη μάζα  $N$  μορίων του, ονομάζουμε **γραμμομόριο** του σώματος. Το γραμμομόριο συμβολίζουμε με τη λέξη *μολε*.

**5 Γνωρίζοντας τη μάζα του λίτρου ενός αερίου** (δηλαδή την απόλυτη πυκνότητα του αερίου), εύκολα υπολογίζουμε το γραμμομόριό του.

Παραδείγματα υπολογισμού:

α. 1 λίτρο υδρογόνο (σε θερμοκρασία  $0^\circ\text{C}$  και

(1). Την απόσταση από μία πόλη σε άλλη, π.χ. από την Αθήνα στη Θεσσαλονίκη, τη μετράμε με μονάδα το χιλιόμετρο και όχι το μέτρο.

(2). Δηλαδή  $N = 602,300$  δισεκατομμύρια δισεκατομμύρια. Ο αριθμός αυτός ονομάζεται αριθμός του Avogadro.

(3). Μην ξεχνάμε πως ίσοι όγκοι αερίων, σε ίδιες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης, περιέχουν ίδιον αριθμό μορίων (βλ. προηγούμενο μάθημα, παραγρ. 4).

πίεση 760 mm Hg) ζυγίζει 0,089 g : 0,089 g × 22,4 ℓ = 2 g (είκ. 5A).

Το γραμμομόριο του υδρογόνου είναι 2 g.

β. 1 λίτρο οξυγόνου (σε θερμοκρασία 0°C και πίεση 760 mm Hg) ζυγίζει 1,429 g.

Γραμμομόριο οξυγόνου: 1,429 × 22,4 ℓ = 32 g.

**6 Γραμμάτιο.** Σύμβολο γραμματίου και τύπος γραμμομορίου.

Έχουμε μάθει πώς το μόριο του υδρογόνου αποτελείται από δύο άτομα. Ξεκινώντας απ' αυτό, θεωρούμε πώς το γραμμομόριο του υδρογόνου αποτελείται από δύο ίσα μέρη, από 2 *γραμμάτια*.

Το γραμμάτιο του υδρογόνου είναι λοιπόν ή μάζα  $\frac{N}{2}$  μορίων του (1), είναι 1 g υδρογόνου (είκ. 5B).

Ο όγκος του γραμματίου είναι

$$\frac{22,4}{2} = 11,2 \ell.$$

Για συντομία, συμβολίζουμε το γραμμάτιο του υδρογόνου, αλλά και τον όγκο του γραμματίου, με το γράμμα H και το γραμμομόριο του υδρογόνου καθώς και το μοριακό όγκο με τον τύπο H<sub>2</sub>.

Όστε γράφοντας το σύμβολο H έννοούμε: 1 g υδρογόνου ή 11,2 ℓ του αερίου αυτού και γράφοντας τον τύπο H<sub>2</sub> έννοούμε (2): 2 g υδρογόνου ή 22,4 ℓ του (είκ. 5A και 5B).

Όπως για το υδρογόνο, έτσι και για το οξυγόνο: θεωρούμε πώς το γραμμομόριό του το αποτελούν δύο γραμμάτια οξυγόνου.

Το γραμμάτιο του οξυγόνου είναι ή μάζα  $\frac{N}{2}$  μορίων του: 16 g.

Γράφοντας το σύμβολο O έννοούμε 16 g οξυγόνο ή 11,2 ℓ αέριο. Ο τύπος του γραμμομορίου του οξυγόνου O<sub>2</sub> αντιπροσωπεύει 32 g οξυγόνο ή 22,4 ℓ οξυγόνο (είκ. 6).

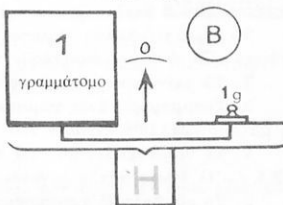
H : 1 g υδρογόνο ή 11,2 ℓ

H<sub>2</sub> : 2 g υδρογόνο ή 22,4 ℓ

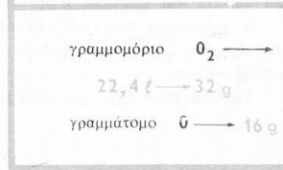
O : 16 g οξυγόνο ή 11,2 ℓ

O<sub>2</sub> : 32 g οξυγόνο ή 22,4 ℓ

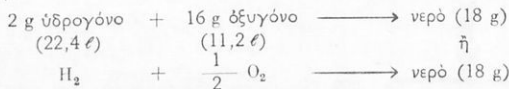
### 5 ΥΔΡΟΓΟΝΟ σύμβολο H



### 6 ΟΞΥΓΟΝΟ σύμβολο O



**7** Μπορούμε τώρα τη σύνδεση του νερού από 22,4 ℓ υδρογόνου και 11,2 ℓ οξυγόνου να την εκφράσουμε :



**8** Ατομική μάζα. Μοριακή μάζα.

Αφού  $\frac{N}{2}$  μόρια, δηλαδή N άτομα υδρογόνου ζυγίζουν 16 φορές λιγότερο από  $\frac{N}{2}$  μόρια ή

(1). Θα μπορούσαμε βέβαια και να πούμε πώς το γραμμάτιο του υδρογόνου είναι ή μάζα N ατόμων του. Για να μην ξεχούμε όμως πώς άτομα υδρογόνου δεν υπάρχουν ελεύθερα, προτιμούμε συνήθως τον όρισμό της παραγ. 7.

(2). Το γραμμομόριο του υδρογόνου το γράφουμε H<sub>2</sub> και όχι 2H για να θυμόμαστε πώς το πραγματικό μόριο του υδρογόνου είναι διατομικό.

Ν άτομα οξυγόνου, πρέπει να παραδεχτούμε πως 1 *πραγματικό άτομο* υδρογόνου είναι 16 φορές ελαφρότερο από 1 *πραγματικό άτομο* οξυγόνου.

Λέμε λοιπόν πως το οξυγόνο έχει *ατομική μάζα* 16, ενώ το υδρογόνο έχει ατομική μάζα 1.

**Προσοχή:** Οί αριθμοί 16 και 1 δέν αντιπροσωπεύουν μάζες τών ατόμων οξυγόνου και υδρογόνου (1) δείχνουν μόνο τή σχέση που υπάρχει μεταξύ τών μαζών τών δύο ατόμων. Λέγοντας δηλαδή πως το υδρογόνο έχει ατομική μάζα 1, έννοούμε πως ή μάζα του πραγματικού ατόμου του υδρογόνου είναι ίση με  $1/16$  τής μάζας του πραγματικού ατόμου του οξυγόνου.

Λέμε επίσης πως το υδρογόνο έχει *μοριακή μάζα* 2 και έννοούμε πως το πραγματικό μόριο του υδρογόνου (που αποτελείται από 2 άτομα) έχει μάζα διπλάσια από τή μάζα του πραγματικού ατόμου του στοιχείου αυτού. Έτσι και το οξυγόνο έχει *μοριακή μάζα* 32 γιατί το πραγματικό του μόριο (άφου αποτελείται από δύο άτομα) έχει μάζα διπλάσια από τή μάζα του πραγματικού του ατόμου, που ξέρομε πως είναι 16 φορές μεγαλύτερη από τή μάζα του ατόμου του υδρογόνου.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Καθαρό είναι ένα σώμα αν όλα του τὰ μόρια είναι ίδια μεταξύ τους. Τὰ καθαρά σώματα διακρίνομε σε απλά και σύνθετα.

Το μόριο του απλού σώματος αποτελείται από ίδια μεταξύ τους άτομα, ενώ δύο ή περισσότερα είδη ατόμων αποτελούν το μόριο του σύνθετου σώματος.

2. Το μείγμα περιέχει διάφορα είδη μορίων.

3. Γραμμομόριο ενός σώματος είναι ή μάζα  $6,023 \times 10^{23}$  μορίων του. Γραμμάτομο είναι ή μάζα  $6,023 \times 10^{23}$  ατόμων του.

4. Σε θερμοκρασία  $0^{\circ}\text{C}$  και πίεση 760 mm Hg, το γραμμομόριο ενός αερίου έχει όγκο 22,4 ℓ. 'Ο όγκος αυτός λέγεται μοριακός όγκος.

5. Το σύμβολο H αντιπροσωπεύει το γραμμάτομο (=1g) ή 11,2 ℓ υδρογόνου. Το σύμβολο O αντιπροσωπεύει το γραμμάτομο (=16 g) ή 11,2 ℓ οξυγόνου.

Οί τύποι  $\text{H}_2$  και  $\text{O}_2$  αντιπροσωπεύουν, αντίστοιχα, γραμμομόρια υδρογόνου και οξυγόνου καθώς και μοριακό όγκο τών αερίων αυτών.

6. Λέγοντας πως το οξυγόνο έχει ατομική μάζα 16 και το υδρογόνο έχει ατομική μάζα 1, έννοούμε ότι ή μάζα του ατόμου του υδρογόνου είναι ίση με τὸ  $1/16$  τής μάζας του ατόμου του οξυγόνου.

Το υδρογόνο έχει μοριακή μάζα 2 και το οξυγόνο έχει μοριακή μάζα 32.

2<sup>ο</sup> ΜΑΘΗΜΑ :

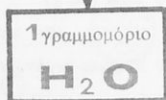


$$2\text{g} + 16\text{g} = 18\text{g}$$

$$22,4\text{ℓ} \quad 11,2\text{ℓ}$$

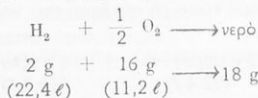


① ΤΥΠΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ



### Ο ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Στο τελευταίο μάθημα παραστήσαμε τή σύνθεση του νερού με τόν επόμενο τρόπο:



1 Για να παραστήσωμε τὰ 18 g νερό που σχηματίζονται από τήν αντίδραση αυτή, γράφομε  $\text{H}_2\text{O}$ : αυτός είναι ο *χημικός τύπος* του νερού. Τὰ 18 g που αντιπροσωπεύει είναι το γραμμομόριο του νερού (ή mole) (είκ. 1). 'Η *μοριακή μάζα* του νερού είναι 18 (έχει δηλαδή

(1). Οί μάζες τών πραγματικών ατόμων είναι σχεδόν ασύλληπτα μικρές. Π.χ. ή μάζα του ατόμου του οξυγόνου =  $\frac{16}{6,23 \times 10^{23}}$  g

τὸ μῶριο τοῦ νεροῦ βάρους τὰ  $\frac{18}{16}$  τοῦ βάρους τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου.

Συμπληρώνομε τώρα τὴ χημικὴ ἀντίδραση τῆς σύνθεσης τοῦ νεροῦ:



β. βάρη  $2 \text{ g} + 16 \text{ g} = 18 \text{ g}$

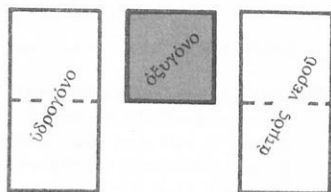
γ. ὄγκοι ἀερίων  $22,4 \ell + 11,2 \ell = \text{ὕγρῳ}$

**2 Παρατήρηση:** ὁ μοριακὸς ὄγκος, ἴσος μὲ 22,4 λίτρα, χρησιμεύει σὰ μονάδα ὄγκου. Πρέπει ὁμῶς νὰ θυμόμαστε πὺς ἡ μονάδα αὕτῃ ἀφορᾷ μόνον τὰ σώματα ποὺ βρίσκονται σὲ ἀέρια κατάσταση: δὲν μπορούμε βέβαια νὰ μιλοῦμε γιὰ μοριακὸ ὄγκο ὅταν πρόκειται γιὰ σώματα σὲ ὑγρὴ κατάσταση (π.χ. νερό, ὑγρὸ ὀξυγόνο) ἢ σὲ στερεὴ κατάσταση (π.χ. πάγο, στερεοποιημένο ὀξυγόνο).

**3** Ἄς ἐπαναλάβωμε τὸ πείραμα γιὰ τὴ σύνδεση τοῦ νεροῦ φροντίζοντας νὰ βρίσκεται τὸ εὐδιδόμετρο ἀπὸ τὴν ἀρχὴ ὡς τὸ τέλος τοῦ πειράματος (καὶ τῶν μετρήσεων) σὲ θερμοκρασίᾳ 100°C. Στὶς συνθήκες αὐτὲς τὸ νερό ποὺ σχηματίζεται ἀπὸ τὴν ἀντίδραση θὰ εἶναι σὲ ἀέρια κατάσταση.

Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ πειράματος ἴσως μᾶς ξενίση: ὁ ὄγκος τῶν ἀτμῶν τοῦ νεροῦ εἶναι μεγαλύτερος ἀπὸ τὸ ἄθροισμα τῶν ὄγκων τῶν δύο ἀερίων ποὺ τοὺς σχημάτισαν:

Στὶς ἴδιες συνθήκες θερμοκρασίας καὶ πίεσεως:



40 cm<sup>3</sup> (à 100°C)    20 cm<sup>3</sup> (à 100°C)    40 cm<sup>3</sup> (à 100°C)

2 ὄγκοι    1 ὄγκος    2 ὄγκοι



**2** ΟΙ ΟΓΚΟΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΣΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

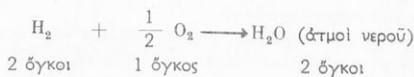
2 ὄγκοι ὕδρογόνο

1 ὄγκος ὀξυγόνο

2 ὄγκοι ἀτμοὶ νεροῦ

2 ὄγκοι ὕδρογόνο καὶ 1 ὄγκος ὀξυγόνο σχηματίζουν 2 ὄγκους ἀτμούς νεροῦ, καὶ ὄχι 3 (εἶκ. 2).

Γράφομε λοιπὸν:



**Παρατήρηση:** Οἱ σχέσεις

$$\frac{\text{ὄγκος ὕδρογόνου}}{\text{ὄγκος ἀτμῶν νεροῦ}} = \frac{2}{2} = 1$$

$$\frac{\text{ὄγκος ὀξυγόνου}}{\text{ὄγκος ἀτμῶν νεροῦ}} = \frac{1}{2}$$

εἶναι ἀπλῆς.

Ἐπίσης ἀπλὴ εἶναι ἡ σχέση

$$\frac{\text{ὄγκος ὀξυγόνου}}{\text{ὄγκος ὕδρογόνου}} = \frac{1}{2}$$

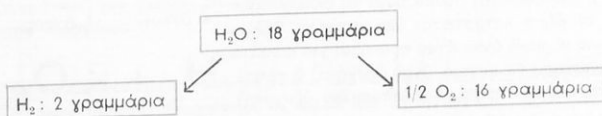
4 "Ας ξαναπροσέξωμε τόν τύπο του νερού:  $H_2O$ .

‘Ο τύπος αυτός μᾶς πληροφορεῖ:

α. πῶς τὸ νερὸ εἶναι σῶμα σύνθετο ἀπὸ ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου (ποιοτικὴ σύνθεση).

β. πῶς οἱ ἀναλογίες τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ ὀξυγόνου στὸ νερὸ εἶναι: 1) σὲ μάζα, 2 γ ὑδρογόνου πρὸς 16 γ ὀξυγόνου, 2) σὲ ὄγκο, 2 ὄγκοι ὑδρογόνου πρὸς 1 ὄγκο ὀξυγόνου.

γ. πῶς οἱ ἀναλογίες αὐτὲς εἶναι σταθερές, ὅποια καὶ νὰ εἶναι ἡ προέλευση τοῦ καθαροῦ νεροῦ (εἴτε τὸ ἔχομε συνθέσει ἑμῖς, εἴτε τὸ ἔχομε πάρει καθαρίζοντάς το ἀπὸ ὅποιοδήποτε φυσικὸ νερό)(1). ‘Ο τύπος τοῦ νεροῦ εἶναι λοιπὸν ἕνας:



‘Όπως τὸ νερὸ, ἔτσι καὶ κάθε ἄλλο καθαρὸ σῶμα ἔχει τὸ χημικὸ του τύπο.

‘Ο τύπος ἑνὸς σώματος δίνει μὲ ἀκρίβεια πληροφορίες γιὰ τὴν ποιοτικὴ καὶ ποσοτικὴ τὴν σύνθεση.

5 ‘Ο τύπος ἑνὸς σώματος ἀπεικονίζει τὸ ἴδιο του τὸ μόριο.

‘Ο τύπος τοῦ ὑδρογόνου  $H_2$  δείχνει πῶς τὸ μόριό του ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἄτομα ὑδρογόνου· ὁ τύπος  $H_2O$  φανερώνει πῶς 2 ἄτομα ὑδρογόνου καὶ 1 ἄτομο ὀξυγόνου, ἐνωμένα μεταξύ τους, ἀποτελοῦν τὸ μόριο τοῦ νεροῦ: ἐκφράζει δηλαδὴ ὁ τύπος τὴ μοριακὴ σύνθεση τοῦ σώματος.

Δὲν μπορούμε νὰ δεχτοῦμε γιὰ τὸ νερὸ τὸν πιὸ ἀπλὸ τύπο  $HO$  — πρὶν ἀπὸ πολλὰ χρόνια αὐτὸν χρησιμοποιοῦσαν — πού θὰ σήμαινε πῶς τὸ μόριο τοῦ νεροῦ σχηματίζεται ἀπὸ τὴν ἔνωση ἑνὸς ἀτόμου ὑδρογόνου μὲ ἕνα ἄτομο ὀξυγόνου: γιὰτὶ σὲ ἀρκετὲς ἀντιδράσεις μοιράζεται τὸ ὑδρογόνου τοῦ νεροῦ σὲ δύο ἄλλα σώματα. Τὴ δυνατότητα αὐτοῦ τοῦ μοιράσματος τὴν ἐξηγεῖ ὁ τύπος  $H_2O$  ἐνῶ τὴν ἀποκλείει ὁ τύπος  $HO$ , πού ὀδηγεῖ στὸ ἀπαράδεχτο: πῶς τὸ μόριο μερικῶν σωμάτων περιέχει μισὸ ἄτομο ὑδρογόνου.

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ** 1. ‘Ο χημικὸς τύπος  $H_2O$  ἀντιπροσωπεύει 18 γ νερό, δηλαδὴ ἕνα γραμμω-  
μόριο τοῦ σώματος αὐτοῦ.

2. Σχηματίζεται μὲ τὴν παράθεση τῶν συμβόλων τῶν συστατικῶν του στοιχείων καὶ συμπληρώνεται μὲ ἀριθμητικὸ δείκτη στὸ κάθε σύμβολο, ὥστε νὰ φανερώναται ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμματόμων τῶν συστατικῶν πού ἀποτελοῦν τὴν ἔνωση. (‘Η μονάδα ὑπονοεῖται, δὲν σημειώνεται).

3. Στὴ σύνθεση τοῦ νεροῦ ἐνώνονται 2 ὄγκοι ὑδρογόνου καὶ 1 ὄγκος ὀξυγόνου καὶ σχηματίζεται νερὸ πού ἀντιστοιχεῖ σὲ 2 ὄγκους ἀτμοῦ.

4. ‘Ο χημικὸς τύπος ἑνὸς σώματος φανερώνει μὲ ἀκρίβεια τὴν ποιοτικὴ καὶ ποσο-  
τικὴ τὴν σύνθεση.

(1). Φυσικὰ νερά λέμε τὰ νερά πού βρίσκομε στὴ φύση: τῆς θάλασσας, τῶν ποταμῶν, τῶν πηγῶν, τῶν πηγαδιῶν, τῆς βροχῆς κλπ.



6η Σειρά: Στοιχεία γενικής χημείας.

I. ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ  
ΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΤΟΜΑ

1. Σε 1 ℓ αέρα που ζυγίζει 1,29 g, υπάρχουν 210 cm<sup>3</sup> όξυγόνο. 1 ℓ όξυγόνο ζυγίζει 1,43 g. Ποιά είναι η αναλογία μάζας του όξυγόνου στον αέρα; (Με προσέγγιση 1%).

\*Αφού υγραποποιηθί ο αέρας, 1 cm<sup>3</sup> του υγρού ζυγίζει 0,91 g. 1 cm<sup>3</sup> υγρός αέρας δίνει, όταν εξε-airωθεί, 305 cm<sup>3</sup> όξυγόνο. Ποιά είναι η αναλογία μάζας του όξυγόνου στον υγρόν αέρα;

2. Παρασκευάζεται άμμωνία συνθετική από άζωτο και υδρογόνο: τὰ αέρια ενώνονται με σταθερή αναλογία: 1 όγκος άζωτο πρὸς 3 όγκους υδρογόνο. Γνωρίζοντας πὸς 1 ℓ άζωτο ζυγίζει 1,25 g καί 1 ℓ υδρογόνο ζυγίζει 0,09 g, υπολογίστε τή σχέση τῶν μαζῶν τῶν δύο αέριων πού αντιδρῶν ἀναμεταξύ τους καί σχηματίζουν άμμωνία.

\*Αν χρησιμοποιήσωμε μείγμα ἀπὸ 250 kg άζωτο καί 60 kg υδρογόνο, ποιου αέριου θά έχωμε περίσσεια καί πὸση θά είναι ἡ περίσσειά του;

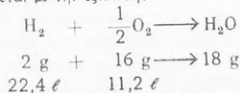
3. Παραστήστε, σύμφωνα με τὸ σχέδιο τοῦ 19ου μαθήματος (παρ. 8), τήν ἠλεκτρολυτική διάσπαση 2 μορίων νεροῦ.

4. 2 μ υδρογόνο ἀποτελοῦνται ἀπὸ 6 × 10<sup>23</sup> μόρια (περίπου). Γιὰ ν' ἀντιληφθοῦμε πόσο μικρά είναι τὰ μόρια, ἄς υποθέσωμε πὸς βάζωμε πλάι πλάι, σχηματίζοντας σάν ἀλυσίδα, 6 × 10<sup>23</sup> κόκκους άμμο διαμέτρου 0,1mm. Πόσες φορές θά μπορούσε ἡ ἀλυσίδα αὐτή νά τυλιχθῆ γύρω ἀπὸ τή γῆ, ἀν ἀκολουθοῦσε ἕνα μεσημβρινό της; (Μήκος μεσημβρινοῦ περίπου 40000 km).

III. Ο ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

**Σύνθεση ἑνὸς σώματος** σημαίνει τή δημιουργία τοῦ μορίου τοῦ σώματος ἀπὸ τὰ συστατικά του άτομα. Μέσα σὸ εὐδιάμετρο υπάρχουν μόρια υδρογόνου καί μόρια όξυγόνου. Ὁ ἠλεκτρικός σπινθίρας, ἀφού χωρίση σέ άτομα τὰ μόρια αὐτά, προκαλεῖ τή ἔνωση ἀτόμων υδρογόνου με άτομα όξυγόνου. Σχηματίζονται "oi, o' ἕνα μικρὸ κλάσμα δευτερολέπτου, δισεκατομῦρια δισεκατομῦρια μόρια νεροῦ πού τὸ καθέ-να ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο άτομα υδρογόνο καί ἕνα άτομο όξυγόνο.

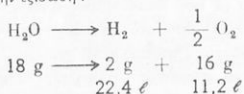
\*Ἡ χημική αὐτή σύνθεση ἐρμηνεύεται με τήν ἔξισωση:



\*Ονομάζωμε **ἀποσύνθεση ἢ διάσπαση** ἑνὸς σύνθετου σώματος, τὸ χωρισμὸ τῶν ἀτόμων πού ἀποτελοῦν τὰ μόρια του.

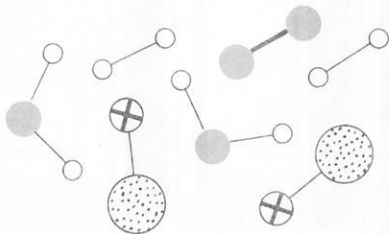
\*Ὅταν ἀποσυνθέτωμε τὸ νερὸ χωρίζωμε τὰ δύο άτομα τοῦ υδρογόνου ἀπὸ τὸ άτομο τοῦ όξυγόνου πού τὰ τρία μαζί ἀποτελοῦν τὸ μόριο τοῦ νεροῦ.

\*Ἡ ἀντίδραση γίνεται σύμφωνα με τήν ἔξισωση:



II. ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΟ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΑΤΟΜΟ

5. Είναι καθαρό σώμα ἢ μείγμα τὸ σώμα πού περιέχει τὰ μόρια τῆς εἰκόνας;

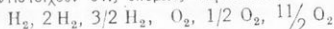


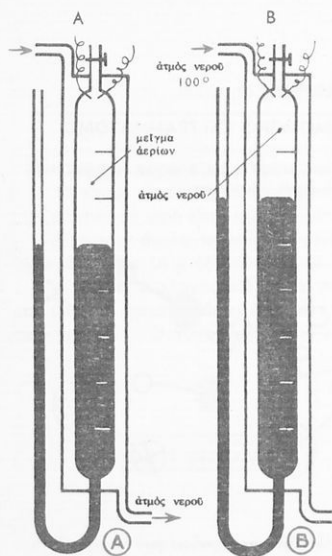
Σχεδιάστε χωριστὰ ὀρισμένα ἀπὸ τὰ μόρια αὐτά ὥστε νά παρασταθοῦν καθαρά σώματα.

6. Εἶναι γνωστὸ πὸς ὁ μοριακός όγκος είναι 22,4 ℓ γιὰ ὅλα τὰ αέρια καθώς καί ὅτι 2 g υδρογόνο είναι τὸ γραμμόμοριο τοῦ αέριου αὐτοῦ. Ὑπολογίστε τή μάζα 1 ℓ υδρογόνου, δηλαδή τήν ἀπόλυτη πυκνότητά του.

7. Τί όγκο πιάνει 1 g υδρογόνο; 1 g όξυγόνο;

8. Ὑπολογίστε τῆς μάζες καί τούς όγκους πού ἀντιστοιχοῦν στις ἐπόμενες παραστάσεις:





9. Ήλεκτρολύσαμε νερό και πήραμε 2 ℓ αέριο στην άνοδο. Ποιό είναι το αέριο αυτό; Πόσα γραμμάρια νερό άποσυνθέσαμε;

10. Πόσο νερό (σε μάζα) θα σχηματιστή στο εϋδιόμετρο από μείγμα που το άποτελούν 30 cm<sup>3</sup> όξυγόνο και 40 cm<sup>3</sup> υδρογόνο;

11. Στο σωλήνα του εϋδιομέτρου βρίσκονται μετά την αντίδραση 0,09 g νερό. Πόσο υδρογόνο (σε όγκο) καταναλώθηκε για τή σύνθεση αυτή;

12. Για να μείνη σε αέρια κατάσταση το νερό που θα σπυθώσαμε στο εϋδιόμετρο, τοποθετούμε το σωλήνα του όργανου σ' ένα περίβλημα που μέσα από αυτό περνούμε ατμό θερμοκρασίας 100°C, όσο διαρκεί το πείραμα. Στο εϋδιόμετρο βάζουμε μείγμα από υδρογόνο και από όξυγόνο που πιάνει το χώρο ως τή τρίτη μεγάλη διαίρεση του σωλήνα (εικ. Α).

Μετά το σπυθίρα ο όγκος του αερίου, μετρημένος στην ίδια πίεση με πριν, πιάνει μόνο τīs δύο διαιρέσεις του σωλήνα (εικ. Β).

Το αέριο είναι σκέτος ύδρατμός. Ποιά ήταν ή άναλογία τών όγκων τών δύο αερίων στο μείγμα;

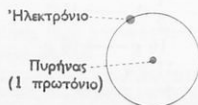
## ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΝΑΓΝΩΣΜΑ

### ΤΑ ΑΤΟΜΑ

Τήν ιδέα πώς ή ύλη άποτελείται από μικρότατα και άναλλοίωτα στοιχεία, τά άτομα, τήν είχαν πρωτοεκφράσει οι φιλόσοφοι Λεύκιππος και Δημόκριτος τόν 5ο π.Χ. αιώνα. Ύστερα από 2.300 χρόνια περίπου, στήν ίδια αυτή αντίληψη, βασισμένη πιά σε ένδειξεις έπιστημονικές, ξαναγύρισε ο Άγγλος χημικός και φυσικός J. DALTON, ιδρυτής τής *άτομικής θεωρίας* που σ' αυτήν χρωστάει ή χημεία τή θαυμαστή εξέλιξή της.

Σήμερα ξέρομε πώς τά άτομα δέν είναι τά μικρότερα στοιχεία δομής τής ύλης, πώς δέν είναι άφθαρτα : είναι συγκροτήματα πολύπλοκα που δέν τεμαχίζονται από τά χημικά φαινόμενα, αλλά που επιδράσεις άλλες μπορούν να προκαλέσουν τή διάσπασή τους.

Το πιο άπλό άτομο είναι το *άτομο τού υδρογόνου*. Άποτελείται από έναν *πυρήνα* που γύρω άπ' αυτόν περιφέρεται, σαν πλανήτης γύρω από τόν ήλιο, ένα *ήλεκτρόνιο*. Ό πυρήνας, που είναι φορτισμένος με θετικό ήλεκτρισμό (+), λέγεται *πρωτόνιο*. Το ήλεκτρόνιο είναι φορτισμένο με άρνητικό ήλεκτρισμό (-).

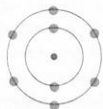


"Άτομο υδρογόνου

Πραγματικά, υπάρχουν δύο είδη ήλεκτρισμού, που τά ονομάζομε *θετικό* και *άρνητικό* ήλεκτρισμό. Σώματα φορτισμένα με τού ίδιου είδους ήλεκτρισμό (με *δμώνυμο* ήλεκτρισμό) *άπωθούνται* (διώχουν τó ένα τ' άλλο), ενώ σώματα φορτισμένα με αντίθετου σημείου ήλεκτρισμό (με *ετερόνυμο* ήλεκτρισμό) *έλκονται* (τραβιούνται τó ένα πρòς τ' άλλο). Στή δεύτερη περίπτωση, όταν τά φορτία τών δύο σωμάτων άλληλεξουδετερώνονται, λέμε πώς είναι ίσα κατ' άπόλυτη τιμή. Αυτό συμβαίνει με τά φορτία τού πρωτονίου και τού ήλεκτρονίου : εξουδετε-

ρώνουν το ένα τ' άλλο και πρωτόνιο και ηλεκτρόνιο σχηματίζουν μαζί το άτομο του υδρογόνου, που στο σύνολό του είναι *ηλεκτρικά ουδέτερο*.

Και τών άλλων στοιχείων όλων τὰ άτομα αποτελούνται από έναν πυρήνα φορτισμένο θετικά και από ηλεκτρόνια-πλανήτες αρνητικά φορτισμένα (*αρνητικά ηλεκτρόνια*). Όλα τὰ ηλεκτρόνια έχουν ίδια αναμεταξύ τους μάζα :  $9 \times 10^{-28}$ , 1840 φορές μικρότερη από τὴ μάζα τοῦ πρωτονίου. Τὸ ηλεκτρικὸ τους φορτίο, ἴδιο πάντα, τὸ συμβολίζομε *-e*. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ηλεκτρονίων εἶναι ὀρισμένος σὲ κάθε εἶδος ἄτομο. Τὸν λέμε *ἀτομικὸ ἀριθμὸ* τοῦ στοιχείου πού χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ ἄτομο: π.χ. λέμε πῶς ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς τοῦ ὀξυγόνου εἶναι 8, γιατί 8 ηλεκτρόνια περιφέρονται γύρω ἀπὸ τὸν πυρήνα στὸ ἄτομο τοῦ ὀξυγόνου.



Ἄτομο ὀξυγόνου

Τὸ ἄτομο αὐτό, ὅπως ὅλα τὰ ἄτομα, εἶναι ηλεκτρικὰ ουδέτερο : ὁ πυρήνας του περιέχει 8 πρωτόνια, τόσα δηλαδή ὅσα εἶναι καὶ τὰ ηλεκτρόνια πού περιφέρονται γύρω του (τὸ ἄθροισμα τῶν φορτίων τῶν ηλεκτρονίων εἶναι, κατ' ἀπόλυτη τιμὴ, ἴσο μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν φορτίων τῶν πρωτονίων στὸν πυρήνα).

Τὸ ἄτομο τοῦ *οὐρανίου*, τὸ βαρύτερο ἀπὸ τὰ ἄτομα πού βρίσκονται στὴ φύση, περιέχει 92 πρωτόνια στὸν πυρήνα του : ὥστε 92 εἶναι καὶ τὰ ηλεκτρόνια-πλανήτες τοῦ ἀτόμου αὐτοῦ.

Τὰ ἄτομα ὅλων τῶν στοιχείων, ἐκτὸς ἀπὸ τὸ ἄτομο τοῦ υδρογόνου, περιέχουν στὸν πυρήνα τους καὶ *ουδέτερόνια*, πού τὰ λέμε καὶ *νετρόνια*. Τὸ ουδέτερόνιο ἔχει μάζα ἴση μὲ τὴ μάζα τοῦ πρωτονίου. Ὅπως φανερώνει τ' ὄνομά τους, τὰ ουδέτερόνια δὲν εἶναι ηλεκτρικὰ φορτισμένα. Ὁ πυρήνας τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου περιέχει 8 ουδέτερόνια ἐκτὸς ἀπὸ τὰ 8 πρωτόνια, γι' αὐτὸ καὶ ἔχει μάζα 16 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μάζα τοῦ πυρήνα τοῦ υδρογόνου (τοῦ πρωτονίου). Τὴ μάζα ἑνὸς ἀτόμου τὴν ἀποτελεῖ σχεδὸν ἀποκλειστικὰ ἡ μάζα τοῦ πυρήνα (γιατί ἡ μάζα τῶν ηλεκτρονίων εἶναι ἀσήμαντη). Καταλαβαίνομε λοιπὸν γιατί καὶ ἡ σχέση τῆς μάζας τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου πρὸς τὴ μάζα τοῦ ἀτόμου τοῦ υδρογόνου εἶναι 16/1 (ἀτομικὴ μάζα ὀξυγόνου : 16, ἀτομικὴ μάζα υδρογόνου : 1).

Ἡ πυρήνας καὶ τὰ ηλεκτρόνια εἶναι τόσο μικρὰ ὥστε πρέπει νὰ παραδεχτοῦμε πῶς τὸ ἄτομο εἶναι σχεδόν...κενὸ (ἀδειανό). Πραγματικὰ ὁ πυρήνας μέσα στὸ ἄτομο πιάνει χῶρο μικρότερο, σχετικὰ μὲ τὸν ὄγκο τοῦ ἀτόμου, ἀπὸ τὸ χῶρο πού πιάνει ὁ ἥλιος σ' ὀλόκληρο τὸ ἠλιακὸ σύστημα. Μερικὲς σειρὲς ἀπὸ ἕνα βιβλίο τοῦ Γάλλου καθηγητῆ Α. BOUTARIC θὰ μᾶς βοηθήσουν νὰ φανταστοῦμε τὴν κενότητα τοῦ ἀτόμου :

«Τὸ ἄτομο, δηλαδή ὀλόκληρο τὸ συγκρότημα τοῦ πυρήνα καὶ τῶν ηλεκτρονίων-πλανητῶν, ἔχει ἄκτινα 10.000 ὠς 100.000 φορές μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἄκτινα τοῦ πυρήνα. Θὰ ἔφτανε τὰ 10 ὠς 100 μέτρα ἂν μπορούσαμε νὰ μεγεθύνουμε τὸ ἄτομο τόσο ὥστε ὁ πυρήνας του νὰ ἔχη τὶς διαστάσεις τοῦ κεφαλιοῦ μιᾶς καρφίτσας· ἢ, ἂν τὸ ἄτομο τὸ φανταστοῦμε μεγαλωμένο τόσο ὥστε νὰ φτάνη τὶς διαστάσεις ἑνὸς πελώριου καθεδρικοῦ ναοῦ, ὁ πυρήνας θὰ εἶναι περίπου ὅσος ἕνας μικρὸς βόλος (ἀπ' αὐτοὺς πού παίζουν τὰ παιδιά), τοποθετημένος στὸ κέντρο τοῦ ναοῦ· τὰ ηλεκτρόνια θὰ μοιάζουν σὲ μέγεθος μὲ μικρότατα μυγάκια πού θὰ περιφέρονται γύρω ἀπὸ τὸ βόλο μέσα σ' ὅλο τὸ οἰκοδόμημα.....».

«Σὲ 10 κυβικὰ μέτρα χαλκὸ, ὁ χῶρος πού πιάνουν οἱ πυρήνες καὶ τὰ ηλεκτρόνια δὲν ξεπερνᾶει τὸ κυβικὸ χιλιοστόμετρο· τὸ ὑπόλοιπο τοῦ ὄγκου εἶναι κενό, ὅπως εἶναι κενὰ τὰ διαστήματα ἀνάμεσα στὰ οὐράνια σώματα. Ἐπίσης, ἂν κατορθώναμε νὰ καταργήσωμε τοὺς κενούς ἀπὸ ὅλη χῶρους ἑνὸς ἀνθρώπινου σώματος καὶ νὰ συγκεντρώσωμε ὅλους τοὺς πυρήνες καὶ τὰ ηλεκτρόνια ὥστε νὰ βρίσκονται σ' ἐπαφὴ μεταξύ τους, ὁ ὄγκος τῆς συνολικῆς μάζας τοῦ σώματος θὰ μπορούσε νὰ συγκριθῆ μὲ τὸν ὄγκο ἑνὸς κόκκου σκόνης σὰν αὐτοὺς πού βλέπουμε νὰ χορεύουν σὲ μίαν ἀχτίδα ἡλίου».

Πρέπει λοιπόν να δεχτούμε πώς όλη σχεδόν η μάζα του ατόμου είναι συγκεντρωμένη στον ελαχιστέατον πυρήνα, που η απόλυτη πυκνότητά του φτάνει σε τιμές τόσο ασύλληπτα μεγάλες ώστε μπροστά σ' αυτές να μοιάζει άσημαντη ή πυκνότητα και τών πιο βαριών μετάλλων, όπως π.χ. του χρυσού ή του λευκοχρύσου.

Μερικά από τα μεγαλύτερα άτομα που υπάρχουν στη φύση, π.χ. τα άτομα του ραδίου (ατομική μάζα 226), δεν είναι σταθερά: με αυτόματη ακτινοβολία χάνουν λίγη από τη μάζα τών πυρήνων τους και μεταβάλλονται σε άτομα άλλων στοιχείων, μεταστοιχειώνονται. Το φαινόμενο αυτό λέγεται *ακτινεργία* (ή *ραδιενέργεια*) και τα άτομα που μ' αυτό τον τρόπο μεταστοιχειώνονται λέγονται *ακτινεργά* (ή *ραδιενεργά*).

Με άφετηρία την ανακάλυψη της ραδιενέργειας (H. BECQUEREL, 1896), προχώρησαν οι επιστήμονες με γοργό ρυθμό προς άλλα μεγάλα κατορθώματα: πέτυχαν την τεχνητή μεταστοιχείωση, δημιούργησαν τεχνητά ακτινεργά στοιχεία, βρήκαν τρόπους να ελευθερώνουν τεράστια ποσά ενέργειας που κρύβουν μέσα τους οι πυρήνες τών ατόμων (*πυρηνική ενέργεια*).

Για τη μελέτη όμως της χημείας χρειάζεται να θυμόμαστε πώς τα περισσότερα άτομα είναι σταθερά και πώς στις χημικές αντιδράσεις φέρονται όλα σαν να είναι άδιαίρετα: η ατομική θεωρία του 19ου αιώνα εξακολουθεί λοιπόν να μās είναι εξαιρετικά χρήσιμη.

## 22ο ΜΑΘΗΜΑ :

### ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ · ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ · ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

#### ΜΕΡΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΜΑΖΕΣ

υδρογόνο H = 1

ΑΜΕΤΑΛΛΑ	ΜΕΤΑΛΛΑ
αζώτο N = 14	αργίλιο Al = 27
άνθρακας C = 12	αργυρος Ag = 108
άρσενικό As = 75	ασβέστιο Ca = 40,1
βρώμιο Br = 80	κάλιο K = 39
θειο S = 32	κασσίτερος Sn = 119
ιώδιο I = 127	μαγνήσιον Mg = 24
όξυγόνο O = 16	μόλυβδος Pb = 207
πυρίτιο Si = 28	νάτριο Na = 23
φθόριο F = 19	σίδηρος Fe = 56
φωσφόρος P = 31	υδράργυρ. Hg = 200
χλώριο Cl = 35,5	χαλκός Cu = 63,5
	ψευδάργυρ. Zn = 65

#### 2. ΜΕΡΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

υδροχλωρικό οξύ  
θειικό οξύ  
νιτρικό οξύ  
καυστικό νάτριο  
άνυδρος ασβέστης  
υδατωμένος ασβέστης  
άμμωνία  
καυστική άμμωνία  
χλωριούχο νάτριο

HCl  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
HNO<sub>3</sub>  
NaOH  
CaO  
Ca(OH)<sub>2</sub>  
NH<sub>3</sub>  
NH<sub>4</sub>OH  
NaCl

1 "Όπως έχουν το υδρογόνο και το όξυγόνο τα σύμβολά τους (H και O), έτσι έχει και κάθε χημικό στοιχείο το δικό του σύμβολο, σαν εικόνα του ατόμου του.

*Παράδειγμα* : ο σίδηρος έχει σύμβολο Fe · το σύμβολο αυτό αντιπροσωπεύει το άτομο του σιδήρου, αντιπροσωπεύει όμως και μια ορισμένη μάζα σιδήρου, το γραμμάτομο του σιδήρου, που είναι ίσο με 56 g. Φυσικά η ατομική μάζα του σιδήρου είναι 56 (η μάζα του ατόμου του είναι ίση με  $\frac{56}{16}$  τής μάζας του ατόμου του οξυγόνου).

Ο πίνακας 1 δίνει τις ατομικές μάζες μερικών στοιχείων.

Όταν το σώμα είναι σε αέρια κατάσταση, το σύμβολό του αντιπροσωπεύει και έναν ορισμένο όγκο αερίου.

*Παράδειγμα* : Η σημαίνει  $\frac{22,4}{2} = 11,2$  l υδρογόνου.

Σύμβολο ενός στοιχείου ορίζομε το αρχικό γράμμα του (λατινικού συνήθως) ονόματός του ή και άλλο ένα γράμμα από το όνομα αυτό, στις περιπτώσεις όπου δύο ή περισσότερα στοιχεία έχουν ονόματα με ίδιο αρχικό.

*Παράδειγμα* : C = άνθρακας, Cu = χαλκός, Co = κοβάλτιο, Cr = χρώμιο.

2 Σε κάθε απλό ή σύνθετο σώμα αντιστοιχεί ένας χημικός τύπος, σαν εικόνα του μορίου του σώματος.

Ο χημικός τύπος αντιπροσωπεύει τη μοριακή μά-

ζα του σώματος, αλλά και το γραμμομόριο του, καθώς και το μοριακό όγκο, αν το σώμα είναι σε αέρια κατάσταση (θυμίζουμε πώς ο μοριακός όγκος είναι ίσος με 22,4 ℓ, σε θερμοκρασία 0 °C και πίεση 760 mmHg).

Όταν το μόριο ενός άπλου σώματος είναι μονατομικό, ο τύπος του είναι το ίδιο το σύμβολο του στοιχείου, γιατί και το μοριακό βάρος είναι στην περίπτωση αυτή ίδιο με το ατομικό βάρος.

Παραδείγματα χημικών τύπων:

● άπλα σώματα σε αέρια κατάσταση:

Τύπος διατομικού μορίου υδρογόνου  $H_2$ : σημαίνει μοριακή μάζα = 2 (2 × ατομική μάζα 1) ή γραμμομόριο = 2 g ή 22,4 ℓ του αερίου υδρογόνου. Τύπος μονατομικού μορίου ήλιου He: σημαίνει μοριακή μάζα (ίδια με την ατομική μάζα) = 4 ή γραμμομόριο 4 g ή 22,4 ℓ του αερίου ήλιου. Τύπος τετρατομικού μορίου άτμων φωσφόρου  $P_4$ : σημαίνει μοριακή μάζα = 124 (4 × ατομική μάζα 31) ή γραμμομόριο 124 g ή 22,4 ℓ άτμων φωσφόρου.

● άπλα σώματα σε υγρή ή στερεή κατάσταση:

Γενικά δεν είναι γνωστός ο αριθμός των ατόμων που αποτελούν τα μόριά τους: τα θεωρούμε λοιπόν μονατομικά: μεταχειριζόμαστε για τύπο το σύμβολο, χωρίς αριθμητικό δείκτη αλλά με συντελεστή, όταν χρειάζεται, στις χημικές εξισώσεις.

Παραδείγματα: 2 Fe (2 × 54 ή 112 g), 3C (3 × 12 ή 36 g), Hg (200 ή 200 g).

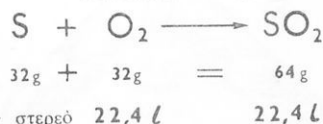
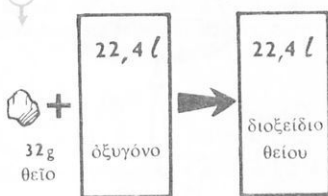
● σύνθετα σώματα: οι χημικοί τους τύποι έχουν καθοριστή και πρέπει να τους θυμώμαστε (πίν. 2).

Παράδειγματα:

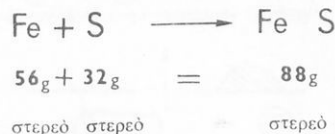
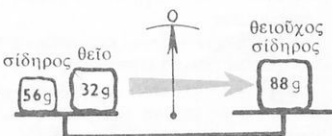
διοξείδιο του άνθρακα  $CO_2$ : σημαίνει μοριακή μάζα 44 (12 + (2 × 16)) ή γραμμομόριο 44 g ή 22,4 ℓ αέριο διοξείδιο του άνθρακα.

Αμμωνία  $NH_3$ : σημαίνει μοριακή μάζα 17 (14 + (3 × 1)) ή γραμμομόριο 17 g ή 22,4 ℓ αμμωνία.  
Θειούχος σίδηρος FeS: σημαίνει μοριακή μάζα 88 (56 + 32) ή γραμμομόριο 88 g.

### 3 ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ

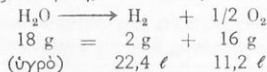


### 4 ΕΝΩΣΗ ΘΕΙΟΥ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΥ

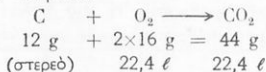


### 3 Χημικές εξισώσεις.

Γνωρίζουμε πια την εξίσωση που παρασταίνει τη σύνθεση του νερού (21<sup>ο</sup> μάθημα): αν δώσωμε λοιπόν σήμερα την εξίσωση της διασπάσεώς του:



● Έξισωση της καύσης του άνθρακα:



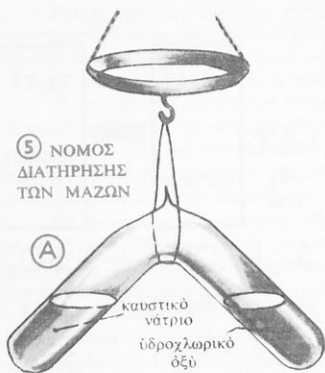
● Έξισωση καύσης θείου: εικ. 3.

● Χημική αντίδραση θείου και σιδήρου (18<sup>ο</sup> μάθημα): εικ. 4.

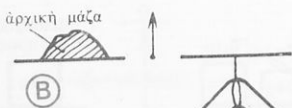
4 Στις χημικές εξισώσεις πρέπει οι μάζες των σωμάτων που υπάρχουν στο ένα μέλος

νά Ισορροπούν τις μάζες των σωμάτων που υπάρχουν στο άλλο μέλος, γιατί:

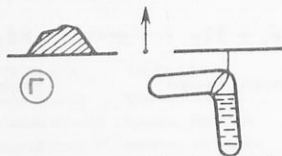
το άθροισμα των μαζών των σωμάτων που σχηματίζονται από την αντίδραση είναι ίσο με το άθροισμα των μαζών των αρχικών σωμάτων (νόμος της αφθαρσίας της ύλης ή της αφθαρσίας των μαζών του LAVOISIER) (εικ. 5 Α, Β, Γ).



Τα δύο σώματα που θα αντιδράσουν άναμεταξύ τους τοποθετούνται χωριστά στα δύο μέρη του σωλήνα



ζυγίζουμε το σωλήνα με τις δύο ουσίες.



Αφού γείρωμε το σωλήνα, ώστε να έρθουν σε έπαφή τα δύο υγρά και να γίνη η αντίδραση, διαπιστώνομε πως δεν άλλαξε η θέση Ισορροπίας της ζυγαριάς: η αρχική μάζα διατηρήθηκε.

και άποτελούν τα εκατομμύρια σύνθετα σώματα που γνωρίζει σήμερα η χημεία.

6. Το νόμο του LAVOISIER μπορούμε να τον διατυπώσωμε και με άλλον τρόπο, μιὰ και παραδεχτήκαμε πως οι χημικές αντιδράσεις αφήνουν άπειραχτα τα άτομα των στοιχείων:

Η μάζα του κάθε στοιχείου είναι ίδια στα αρχικά σώματα και στα σώματα που σχηματίζονται από τη χημική αντίδραση. Ή, πιό άπλά: τα στοιχεία διατηρούνται στις χημικές αντιδράσεις (νόμος της αφθαρσίας των στοιχείων).

Πρώτα διατύπωσε ο LAVOISIER το βασικό αυτό νόμον της χημείας και λίγα χρόνια άργότερα άρχισαν οι επιστήμονες να άναπτύσσουν όσα μάθαμε στα προηγούμενα μαθήματα για τα άτομα και τα μόρια: την ατομική θεωρία. Σήμερα, ύστερα από μόχθους και πείρα γενεών, μιλούν οι επιστήμονες με βεβαιότητα για την ύπαρξη των ατόμων και μορίων.

5 Στοιχεία και άπλά σώματα:

Τα άτομα του όξυγόνου, ένωμένα δύο δύο, σχηματίζουν ένα άπλο σώμα, το άεριο όξυγόνο. Σε όρισμένες όμως συνθήκες, ένώνονται τρία τρία τα άτομα του όξυγόνου και τότε σχηματίζουν ένα άλλο άπλο σώμα, άεριο και αυτό, το όζον,  $O_3$ . Ξέρομε επίσης πως το άτομο του όξυγόνου είναι συστατικό διαφόρων σύνθετων σωμάτων, π.χ. του νερού ( $H_2O$ ), του διοξειδίου του άνθρακα ( $CO_2$ ), του διοξειδίου του θείου ( $SO_2$ ).

Το όξυγόνο σαν κοινό συστατικό των σωμάτων αυτών, άπλων ή σύνθετων, ονομάζεται στοιχείο.

Το στοιχείο όξυγόνο χαρακτηρίζεται από το άτομό του, που είναι πάντα ίδιο αλλά που δεν μπορούμε να αναφέρωμε ιδιότητές του, γιατί δεν είναι μόριο, δεν μπορεί δηλαδή να ύπαρξη έλευθερο.

- Ό,τι ίσχυει για το όξυγόνο, ίσχυει και για όλα τα συστατικά των καθαρών σωμάτων (άπλων ή σύνθετων): τα λέμε στοιχεία.
- Ύπάρχουν στη φύση λιγότερα από 100 είδη στοιχείων (1).

Τα άτομα του μικρού αυτού άριθμού στοιχείων συνδυάζονται άναμεταξύ τους με άμέτρητους τρόπους

(1). Τα τελευταία χρόνια κατάφεραν οι επιστήμονες να δημιουργήσουν όρισμένα νέα στοιχεία, δηλαδή στοιχεία που δε βρίσκονται στη φύση.

## 7 Πρακτική συνέπεια.

Ο αριθμός των γραμματόμων του κάθε στοιχείου πρέπει να είναι ίδιος στα δύο μέλη μίας χημικής εξίσωσης. Είναι λοιπόν απαραίτητο να μεταχειριζώμαστε αριθμητικούς συντελεστές όταν γράψουμε μια εξίσωση.

Παράδειγμα:

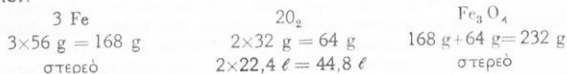
Ο σίδηρος καίγεται στο όξυγόνο σχηματίζοντας το όξειδιο  $Fe_3O_4$ .

Άς συμπληρώσουμε την εξίσωση.



Για να σχηματιστεί ένα γραμμομόριο  $Fe_3O_4$  χρειάζονται 3 γραμμάτομα σίδηρος και 4 γραμμάτομα (δηλαδή 2 γραμμομόρια) όξυγόνο.

Γράφουμε λοιπόν:



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Κάθε στοιχείο αντιπροσωπεύεται από το σύμβολό του. Με το σύμβολο αυτό παρασταίνομε το άτομο του στοιχείου, αλλά και το γραμμάτομο του, π.χ. Fe = άτομο σιδήρου (56) αλλά και 56 g σίδηρος.

2. Ο τύπος ενός σώματος αντιπροσωπεύει το μόριό του αλλά και το γραμμομόριό του. Παράδειγμα: θειούχος σίδηρος  $FeS$  = μόριο θειούχου σιδήρου (88) αλλά και 88 g θειούχος σίδηρος.

3. Η χημική εξίσωση μίας αντίδρασης δίνει με ακρίβεια πληροφορίες για το είδος των σωμάτων που μετέχουν στην αντίδραση και για τις αναλογίες τους, καθώς και για το είδος και τις αναλογίες των σωμάτων που σχηματίζονται από την αντίδραση.

4. Η ολική μάζα των σωμάτων που αντιδρούν μεταξύ τους πρέπει να είναι ίση με την ολική μάζα των προϊόντων της αντίδρασης. Η: ο αριθμός των γραμματόμων του κάθε στοιχείου πρέπει να είναι ο ίδιος στα δύο μέλη της εξίσωσης, γιατί τα στοιχεία διατηρούνται (είναι άφθαρτα).

## 23ο ΜΑΘΗΜΑ :

### ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

#### ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΜΑΖΕΣ (1)

(με αλφαβητική σειρά)

#### A M E T A Λ Λ A

Ύδρογόνο	H = 1
Άζωτο	N = 14
Άνθρακας	C = 12
Άργό	A = 39,9
Αρσενικό	As = 75

Βόριο	B = 11
Βρώμιο	Br = 80
Ήλιο	He = 4
Θείο	S = 32
Ίωδιο	I = 127

Όξυγόνο	O = 16
Πυρίτιο	Si = 28
Φθόριο	F = 19
Φωσφόρος	P = 31
Χλώριο	Cl = 35,5

#### M E T A Λ Λ A

Άργίλιο	Al = 27
Άργυρος	Ag = 108
Άσβέστιο	Ca = 40,1
Βάριο	Ba = 137
Βολφράμιο	W = 184
Κάλιο	K = 39
Κασσίτερος	Sn = 119

Κοβάλτιο	Co = 59
Λευκόχρυσος	Pt = 195
Μαγγάνιο	Mn = 55
Μαγνήσιο	Mg = 24
Μόλυβδος	Pb = 207
Νάτριο	Na = 23
Νικέλιο	Ni = 59
Ούρανιο	U = 238

Ράδιο	Ra = 226
Σίδηρος	Fe = 56
Υδράργυρος	Hg = 200,5
Χαλκός	Cu = 63,5
Χρυσός	Au = 197
Χρώμιο	Cr = 52
Ψευδάργυρος	Zn = 65

(1). Το όξυγόνο O = 16,000 αποτέλεσε τη βάση του συστήματος των ατομικών μαζών. Οι άλλες ατομικές μάζες γράφονται στον πίνακα κατά προσέγγιση. Π.χ. το χλώριο Cl = 35,457 γράφεται Cl = 35,5 και το υδρογόνο H = 1,008 γράφεται H = 1.

Στις επόμενες ασκήσεις θα θεωρηθῆ πῶς τὰ ἀέρια βρίσκονται σὲ θερμοκρασία 0°C καὶ σὲ πίεση 760 mmHg.

### 1 Ὑπολογισμὸς τοῦ γραμμομορίου.

Τὸ γραμμομόριό ἐνὸς σώματος εἶναι ἴσο μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν γραμματόμων ποὺ τὸ ἀποτελοῦν.

**Παράδειγμα:** Νὰ υπολογιστῇ τὸ γραμμομόριο τοῦ ὀξέως  $C_2H_4O_2$ .

$$(12 \times 2) + (1 \times 4) + (16 \times 2) = 24 \text{ g} + 4 \text{ g} + 32 \text{ g} = 60 \text{ g}.$$

**Ἀσκηση 1.** Νὰ υπολογιστοῦν τὰ γραμμομόρια: ἀζώτου  $N_2$ , χλωρίου  $Cl_2$ , διοξειδίου τοῦ θείου  $SO_2$ , διοξειδίου τοῦ ἀνθράκα  $CO_2$ , θειοϋχου σιδήρου  $FeS$ , ὀξείδιου τοῦ σιδήρου  $Fe_2O_3$ , ὕδροξειδίου τοῦ νατρίου  $NaOH$ , ὕδροχλωρίου  $HCl$ , θεικοῦ ὀξέως  $H_2SO_4$ , νιτρικοῦ ὀξέως  $HNO_3$ .

### 2 Ἐκατοστιαία σύνδεση.

**Παράδειγμα:** Ποιά εἶναι ἡ ἑκατοστιαία, σὲ μάζα, σύνθεση τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθράκα  $CO_2$  ;  
1 γραμμομόριο  $CO_2$  (44 g) ἀποτελεῖται ἀπὸ C—12 g

$$\text{καὶ } O_2 = 2 \times 16 \text{ g} = 32 \text{ g}, \frac{12 \times 100}{44} = 27,27 \% \text{ ἀνθράκα καὶ } \frac{32 \times 100}{44} = 72,73 \% \text{ ὀξυγόνο.}$$

**Ἀσκηση 2.** Νὰ υπολογιστῇ ἡ ἑκατοστιαία (σὲ μάζα) σύνθεση τοῦ νεροῦ  $H_2O$ , τοῦ διοξειδίου τοῦ θείου  $SO_2$ , τοῦ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου  $Fe_2O_3$ , τοῦ θεικοῦ ὀξέως  $H_2SO_4$ .

### 3 Μάζα ἐνὸς λίτρου ἀερίου (ἀπόλυτη πυκνότητα).

**Παράδειγμα:** Πόσο ζυγίζει ἓνα λίτρο διοξείδιο τοῦ ἀνθράκα  $CO_2$  ;

$$1 \text{ γραμμομόριο } CO_2 = 12 \text{ g} + (2 \times 16 \text{ g}) = 44 \text{ g}; \text{ ὁ ὄγκος του εἶναι } 22,4 \ell.$$

$$\text{Ἡ μάζα τοῦ λίτρου τοῦ } CO_2 \text{ εἶναι } \frac{44}{22,4} = 1,96.$$

**Ἀσκηση 3.** Πόσο ζυγίζει τὸ λίτρο: τοῦ ἀζώτου  $N_2$ , τοῦ ἡλίου  $He$ , τοῦ ὕδροχλωρίου  $HCl$ ;

4. Γνωρίζοντας πῶς 1 λίτρο διοξείδιο τοῦ θείου  $SO_2$  ζυγίζει 2,85 g, υπολογίστε τὸ γραμμομόριό τοῦ ἀερίου αὐτοῦ.

5. Ποίος εἶναι ὁ ὄγκος 1 g διοξειδίου τοῦ ἀνθράκα  $CO_2$  ; ἐνὸς γραμμαρίου ἀμμωνίας  $NH_3$  ;

### 4 Πυκνότητα ὑγρῶν (σχετική μὲ τὸ νερὸ)

**Ἀσκηση 6.** Ἡ πυκνότητα τοῦ ὑγροποιημένου ἀζώτου εἶναι 0,802. Τί ὄγκο ἀέριο ἀζωτο  $N_2$  θὰ διώσουν 10 cm<sup>3</sup> ὑγρὸ ἀζωτο;

7. Τὸ ὑγρὸ διοξείδιο τοῦ θείου ἔχει πυκνότητα 1,45. Πόσα λίτρα ἀέριο θὰ πάρωμε ἐξαεριώνοντας 1 ℓ ὑγρὸ διοξείδιο τοῦ θείου;

### 5 Σχετική πυκνότητα τῶν ἀερίων

**Παράδειγμα:** Ποιά εἶναι ἡ σχετική πυκνότητα τοῦ χλωρίου;

$$d = \frac{\text{μάζα ὀρισμένου ὄγκου ἀερίου}}{\text{μάζα ἴσου ὄγκου ἀέρα}} = \frac{\text{μάζα } 22,4 \ell \text{ ἀερίου}}{\text{μάζα } 22,4 \ell \text{ ἀέρα}} = \frac{\text{γραμμομόριο ἀερίου (M)}}{1,293 \text{ g} \times 22,4 = 29 \text{ g (περίπου)}}$$

Τύπος τῆς σχετικῆς μὲ τὸν ἀέρα πυκνότητας ἐνὸς καθαροῦ σώματος σὲ ἀέρια κατάσταση:

$$d = \frac{M}{29}$$

Ἡ τύπος αὐτὸς ἰσχύει μόνο γιὰ τὰ ἀέρια

Στὴν περίπτωσι τοῦ χλωρίου  $Cl_2$

$$d = \frac{71}{29} = 2,4$$

**Ἀσκηση 8.** Νὰ υπολογιστῇ ἡ σχετική πυκνότητα τοῦ ἡλίου  $He$ , τοῦ ἀζώτου  $N_2$ , τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθράκα  $CO_2$ , τοῦ ὕδροχλωρίου  $HCl$ .

9. Γνωρίζοντας πῶς τὸ ἀερίο Α (ἀέριο) ἔχει σχετική πυκνότητα 1,38 καὶ τὸ διοξείδιο τοῦ θείου  $SO_2$  2,2, υπολογίστε τὰ γραμμομόρια τῶν δύο ἀερίων (μὲ προσέγγισι μονάδας).

### 6 Ἴσορροπηση τῶν μελῶν τῶν χημικῶν ἐξισώσεων.

**Ἰδια σὲ εἶδος καὶ σὲ ἀριθμὸ γραμμάτομα στὰ δύο μέλη** (βλ. 22<sup>ο</sup> μάθημα).

**Παράδειγμα:** Ὁ φωσφόρος P (στερεὸ) ἐνώνεται μὲ τὸ ὀξυγόνο (καίγεται) καὶ σχηματίζει φωσφορικό ἀνυδρίδι  $P_2O_3$ .

Ἡ ἐξίσωσι τῆς ἀντιδράσεως ... P + ...  $O_2$  → ...  $P_2O_3$  θὰ ἰσορροπηθῆ μὲ  $2 \times 5 = 10$  γραμμάτομα ὀξυγόνο καὶ 4 γραμμάτομα φωσφόρο:





Την εξίσωση αυτή μπορούμε να τη γράψουμε



(γιατί δεν τη γράφουμε  $2P + 5O \rightarrow P_2O_5$  ;)

**Άσκηση 10.** Ξέρομε πώς το μέταλλο άργιλλιο Al ενώνεται με οξυγόνο (καίγεται) και σχηματίζει το οξείδιο  $Al_2O_3$ . Ποιά είναι η εξίσωση αυτής της αντίδρασης;

11. Το υδροχλωρικό οξύ (υδατικό διάλυμα υδροχλωρίου HCl) προσβάλλει τον ψευδάργυρο με έκλυση υδρογόνου  $H_2$  και σχηματίζει το άλας χλωριούχο ψευδάργυρο  $ZnCl_2$ . Να γραφτεί η εξίσωση της αντίδρασης.

## 7 Άσκησης εφαρμογής του νόμου των σταθερών αναλογιών.

**Άσκηση 12.** Ο σίδηρος Fe ενώνεται με το θείο S και σχηματίζει θειούχο σίδηρο  $FeS$  (180 μάθημα). Ποιά είναι η εξίσωση της αντίδρασης; Αν η μάζα του μείγματος των δύο σωμάτων είναι 100 g, ποιές αναλογίες των δύο σωμάτων πρέπει να περιέχει ώστε μετά την αντίδραση να μη περισσέψει κανένα από τα δύο;

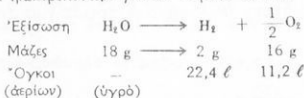
13. Την ίδια αντίδραση προκαλούμε σε μείγμα 50 g S και 50 g Fe. Ποιό από τα δύο σώματα και πόσο θα περισσέψει;

14. Όμοια άσκηση με μείγμα 50 g θείο και 10 g σίδηρο;

15. Έχουμε 17,6 g θειούχο σίδηρο  $FeS$ . Με πόσο σίδηρο και πόσο θείο τον παρασκευάσαμε; Αν έχουμε μετά την αντίδραση περίσσεια (περισσευούμενο) 2 g θείο, πόσο θείο είχε αρχικά το μείγμα;

## 8 Προβλήματα σχετικά με μάζες και όγκους.

**Παράδειγμα:** Πόσο νερό θα ηλεκτρολύσαμε για να πάρουμε 224  $cm^3$  υδρογόνου;



Η εξίσωση δείχνει πώς 22400  $cm^3$  υδρογόνου προέρχονται από τη διάσπαση 18 g νερού (ενός γραμμαρίου).

α) **ύπολογισμός σε γραμμάρια:**  $\frac{18 \times 224}{22\ 400} = 0,18$  g

β) **ύπολογισμός σε γραμμολόγια:** τα 224  $cm^3$  υδρογόνου αντίστοιχούν σε  $\frac{224}{22\ 400} = \frac{1}{100}$  του γραμμαρίου.

Πρέπει λοιπόν να ηλεκτρολύσουμε  $\frac{1}{100}$  γραμμολόγια νερό, δηλαδή  $\frac{18}{100} = 0,18$  g.

**Άσκηση 16.** Το συστατικό του οξυλίθου που εκλύει οξυγόνο, όταν βραχτεί με νερό, είναι ένα οξείδιο του μετάλλου νατρίου, το υπεροξείδιο του νατρίου  $Na_2O_2$ . Η εξίσωση της αντίδρασης είναι:



Γράψτε τις μάζες των σωμάτων που αντιτιοχούν σε κάθε τύπο, καθώς και τον όγκο του οξυγόνου (τα άλλα σώματα είναι στερεά ή υγρά).

α) Να υπολογιστεί η μάζα του υπεροξειδίου του νατρίου που θα χρειαστεί για την παρασκευή 280  $cm^3$  οξυγόνου. β) Αν ο οξυλίθος περιέχει 45%  $Na_2O_2$ , πόσον οξυλίθος θα χρησιμοποιήσουμε για να παρασκευάσουμε 280  $cm^3$  οξυγόνο;

17. Με τη θερμική διάσπαση του χλωρικού καλίου  $KClO_3$ , σχηματίζεται το άλας χλωριούχο κάλιο  $KCl$  και εκλύεται όλο το οξυγόνο του αρχικού άλατος, του χλωρικού καλίου (χρησιμοποιούμε χλωρικό κάλιο για την εργαστηριακή παρασκευή του οξυγόνου).

Γράψτε την εξίσωση της αντίδρασης, υπολογίστε τις μάζες όλων των σωμάτων από τους τύπους καθώς και τον όγκο του οξυγόνου (το  $KClO_3$  και το  $KCl$  είναι σώματα στερεά). Υπολογίστε τη μάζα του χλωρικού καλίου που θα χρειαστεί για την παρασκευή 0,56 ℓ οξυγόνου.

18. Τι μάζα οξυγόνου  $O_2$  χρειάζεται η καύση 24 g θείου S;

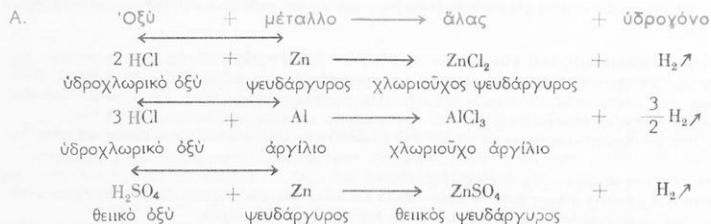
Τι όγκος  $SO_2$  θα σχηματιστεί από την καύση αυτή; Τι όγκος αέρα θα χρειαζόταν για την καύση των 24 g S; (τά 21% του όγκου του αέρα είναι οξυγόνο).

19. Οι διαστάσεις μιάς αίθουσας είναι 7m x 4m x 2,50 m.

α) Πόσο θείο θα μπορούσαμε να κάψουμε με το οξυγόνο που περιέχεται στον αέρα της αίθουσας; β) Πόσο θείο πρέπει να κάψουμε για να περιέχει η ατμόσφαιρα της αίθουσας 2% σε όγκο διοξείδιο του θείου; (το διοξείδιο του θείου είναι άτοξο).

20. Πόσος αέρας (σε όγκο) χρειάζεται για να καη 1 kg κάρβουνο που περιέχει 95% άνθρακα; (τα υπόλοιπα 5% δεν καίνονται). Ποιός θα είναι ο όγκος του διοξειδίου του άνθρακα που θα παραχτεί; (υπολογισμός με προσέγγιση 1 ℓ).

*‘Η χημική εξίσωση εκφράζει σύντομα το μηχανισμό μις αντίδράσεως και δίνει με ακρίβεια πληροφορίες για το σύστημα πριν και μετά το χημικό φαινόμενο.*



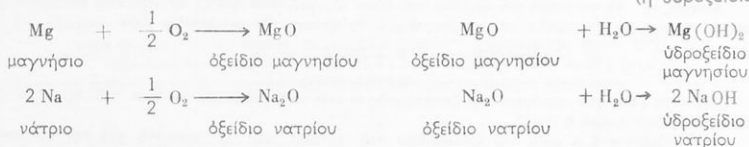
Στις αντιδράσεις αυτές το μέταλλο διώχνει το υδρογόνο του ὄξεος και παίρνει τή θέση του. Σχηματίζεται ἔτσι ἀπό κάθε αντίδραση ἕνα ἄλας και ἔλευθερώνεται υδρογόνο.

Τά μόρια τῶν ὀξέων περιέχουν υδρογόνο. Παράδειγμα τὸ νιτρικό οξύ NO<sub>3</sub>.

B. Ἐπίδραση τῶν ὀξέων στό ἀνθρακικό ἀσβέστιο: ἔλευθερώνεται διοξειδίο του ἀνθρακα

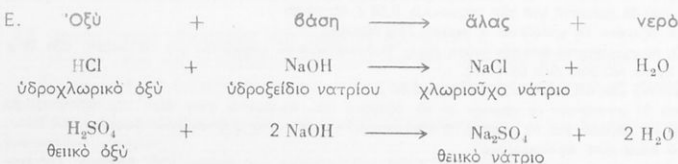


Γ. Μέταλλο + ὀξυγόνο → βασεογόνο ὀξειδίο    βασεογόνο ὀξειδίο + νερό → θάση (ἢ ὕδροξειδίο)



Δ. Ἀμέταλλο + ὀξυγόνο → ἀνυδρίτης    ἀνυδρίτης + νερό → ὀξύ

S	+	O <sub>2</sub>	→	SO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	+	H <sub>2</sub> O	→	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>
θειο				διοξειδίο θείου	διοξειδίο θείου				θειῶδες ὀξύ



Στις δύο αυτές αντιδράσεις τὸ μέταλλο νάτριο παίρνει τή θέση του ὕδρογόνου στο μόριο του ὄξεος.

Το νερό σχηματίζεται από το υδρογόνο που προέρχεται από τα όξέα και την ομάδα OH (υδροξύλιο) που προέρχεται από τις βάσεις.

Μερικοί χημικοί τύποι αλάτων: χλωριούχο νάτριο: NaCl, θειικό νάτριο: Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, χλωριούχο άμμωνίο: NH<sub>4</sub>Cl, θειικό άμμωνίο: (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, νιτρικός χαλκός Cu (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. 'Απόλυτη πυκνότητα αερίου σε g/l =  $\frac{\text{Γραμμομόριο}}{22,4}$

2. Πυκνότητα αερίου (σχετική με τον αέρα) =  $\frac{\text{Γραμμομόριο}}{29}$

3. 'Οξύ + μέταλλο → άλας + υδρογόνο

Τò δξύ περιέχει πάντα υδρογόνο (π.χ. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), τò υδρογόνο τού δξέος μπορεί ν' αντι-  
κατασθῆ από μέταλλο: σχηματίζεται τότε άλας (π.χ. ZnSO<sub>4</sub>).

4. Μέταλλο + δξυγόνο → βασεογόνο δξείδιο

βασεογόνο δξείδιο + νερό → βάση (υδροξείδιο)

Τά μόρια τῆς βάσης περιέχουν πάντα ένα ἢ περισσότερα υδροξύλια OH. Π.χ. υδροξεί-  
διο νατρίου NaOH, υδροξείδιο ασβεστίου Ca(OH)<sub>2</sub>, υδροξείδιο καλίου KOH.

5. 'Αμέταλλο + δξυγόνο → άνυδρίτης

άνυδρίτης + νερό → δξύ

6. 'Οξύ + βάση → άλας + νερό

Τò μέταλλο τῆς βάσης παίρνει τῆ θέση τού υδρογόνου τού δξέος. Τò νερό σχηματίζεται  
από τò υδρογόνο H που προέρχεται από τò δξύ και από τò υδροξύλιο OH που προέρχεται  
από τῆ βάση.

240 ΜΑΘΗΜΑ :

## ΤΑ ΚΑΡΒΟΥΝΑ

**1** Οί άνθρωποι τῆς εικόνας 1 προμηθεύονται τά καύσιμά τους γιά τò χειμώνα από τῆ γῆ. 'Η περιοχή όπου ζοῦν ἔχει πολλά ἔλη και στό ὑπέδαφος τέτοιων περιοχῶν συχνά υπάρχουν στρώματα τύρφης.

**2** "Ας παρατηρήσωμε καλά ἕνα κομμάτι τύρφης (εἰκ. 2): διακρίνομε ἴνες, ὑπολείμματα φυτικά, βρύων (μούσουλκας) π.χ.

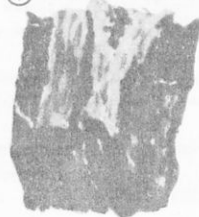
"Ας βάλομε φωτιά σ' ἕνα κομμάτι τύρφης: καίγεται μέ πολὺν καπνὸ και δίνει λίγη θερμότητα: εἶναι κακῆς ποιότητος κάρβουνο.

Τά φυτά τῶν ἔλων, ἀφοῦ νεκρωθοῦν, σαπίζουν μέ τὸν καιρὸ χωρὶς νὰ βρίσκονται σὲ ἐπαφῆ με τὸν αέρα. Τὸ κυριότερο συστατικὸ τῶν φυτῶν, ἡ κυτταρίνη ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰ στοιχεῖα δξυγόνο, υδρογόνο και ἄν-  
θρακα: με τὴν ἀποσύνθεσή τους τὰ νεκρωμένα φυτά γίνονται φτωχότερα σὲ δξυγόνο και υδρογόνο κι ἔτσι τὸ κάρβουνο που σχηματίζεται ἀπὸ αὐτὰ βρίσκεται πλουσιότερο σὲ ἄνθρακα.

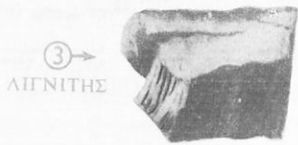
Στὰ ἔλη ἡ ἀνθράκωση καταλήγει σὲ σχηματισμὸ τῆς τύρφης, που περιέχει 60% ἄνθρακα.



**1** ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΤΥΡΦΗΣ



**2**  
ΤΥΡΦΗ



**3** 'Η εικόνα 3 παρουσιάζει ένα κομμάτι λιγνίτη: διακρίνομε σ' αυτόν ίνες σάν του ξύλου. Καί πραγματικά ό λιγνίτης είναι ένα είδος *απολιθομένο ξύλο*: ή άνθράκωση σ' αυτόν έχει προχωρήσει περισσότερο παρά στήν τύρφη.

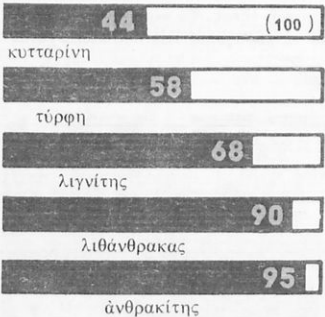


Περιέχει ως 70% άνθρακα, είναι κάπως άποδοτικότερος σέ θερμότητα άπό τήν τύρφη, δέ θεωρείται όμως καί καλό κάρβουνο. Συνήθως τόν άνακατεύουσ με άλλες ούσιές καί με τó μείγμα αυτό πλάθουσ μικρές μάζες γνωστές με τó όνομα *μπρικέτες*.

**4** Οί λιθάνθρακες (πετροκάρβουνα) είναι σκληροί, πολύ μαύροι καί γυαλιστεροί. (είκ. 4).

Τά κοιτάσματά τους βρίσκονται βαθιά μέσα στή γή, συχνά στό 400 μέτρα περίπου αλλά κάποτε καί σέ μεγαλύτερο βάθος, πού μπορεί νά ξεπεράσει πολύ καί τά 1000 m.

Οί λιθάνθρακες προέρχονται άπό φυτά πολύ παλιές γεωλογικής περιόδου, γι' αυτό καί είναι σ' αυτούς ή άνθράκωση πιό προχωρημένη παρά στους λιγνίτες: οί λιθάνθρακες περιέχουσ άπό 75% ως 90% άνθρακα. Σέ μιá μάλιστα ποικιλία λιθάνθρακα, στόν *άνθρακίτη*, ή άνθράκωση είναι σχεδόν όλική: ή περιεκτικότητα σέ άνθρακα φτάνει καί τά 95%.



*'Η τύρφη, οί λιγνίτες, οί λιθάνθρακες, είναι φυσικά κάρβουνα.*

**5** ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΣΕ ΑΝΘΡΑΚΑ

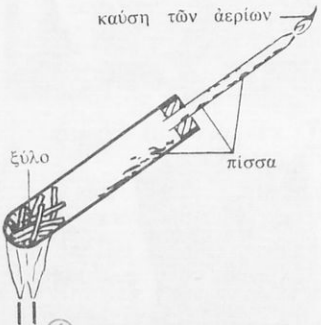
**5** Σέ ίση μάζα τά κάρβουνα αυτά παράχουσ περισσότερη ή μικρότερη θερμότητα.

Με 1 kg λιθάνθρακα μπορούμε νά φέρωμε άπό τή συνηθισμένη θερμοκρασία ως τó βρασμό περίπου 100 l νερό. Θά μās χρειαστή διπλάσιο βάρος τύρφης γιά τó ίδιο άποτέλεσμα. Ωστε ή *θερμαντική αξία του λιθάνθρακα είναι δύο φορές μεγαλύτερη* άπό τής τύρφης.

Άς θυμηθώμε τώρα τή μονάδα θερμότητας πού όνομάζομε *μεγάλη θερμίδα* (kilocalorie ή kcal). 'Η μεγάλη θερμίδα είναι τó *ποσό τής θερμότητας πού χρειάζεται γιά νά ύψωθή 1° C ή θερμοκρασία 1 kg νερού*.

Καίγοντας 1 kg λιθάνθρακα μπορούμε νά ύψώσωμε 1° C τή θερμοκρασία 8 τόννων νερού: ώστε τó χιλιόγραμμα του κάρβουνου αυτού έχει *θερμαντική αξία 8000 kcal*.

*'Ορισμός: θερμαντική αξία ενός καυσίμου είναι τó ποσό τής θερμότητας πού παρέχει ή τέλεια καύση 1 χιλιόγραμμου του (ή 1 m<sup>3</sup>, άν τó καύσιμο είναι άέριο).*

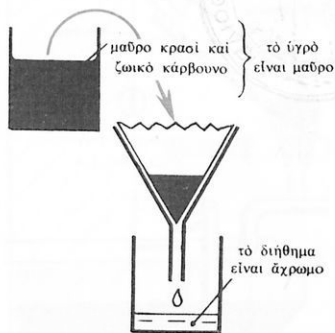


**6** ΠΥΡΩΣΗ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

τύρφη ξερή :	3.000 - 4.000 kcal
λιγνίτης :	5.000 kcal
λιθάνθρακας :	8.000 kcal
άνθρακίτης :	8.500 kcal

## 6 Μεταχειριζόμαστε και τεχνητά κάρβουνα.

Άς θερμάνουμε κομματάκια ξύλο σ' ένα δοκιμαστικό σωλήνα. Το ξύλο μαυρίζει και βγάζει καπνούς που μπορούμε να τους αναφλέξουμε στα τοιχώματα του σωλήνα εμφανίζονται μικρές καστανόχρωμες σταγόνες. Στο σωλήνα άπομένει στο τέλος μια μαύρη ουσία που όταν την ανάψωμε καίγεται χωρίς φλόγα και χωρίς καπνό (εικ. 6).



## 7 ΤΟ ΖΩΙΚΟ ΚΑΡΒΟΥΝΟ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ (άπορροφή και τις άσμες. Την ιδιότητα αυτή έχει και το ξυλοκάρβουνο).

**Εξήγηση:** από το ξύλο, που τα συστατικά του περιέχουν σε μεγάλη αναλογία άνθρακα, ύδρογόνο και όξυγόνο, με την έντονη θέρμανση σχηματίστηκαν διάφορα προϊόντα: ύδατος, άερα καύσιμα (π.χ. αλκοόλες και όξικό όξύ σε άερα κατάσταση), πίσσα κ.ά. Το στερεό σώμα που άπομένει στο σωλήνα είναι *ξυλοκάρβουνο* (*ξυλάνθρακας*).

Το φαινόμενο που παρακολούθησαμε είναι η *πυρόλυση* του ξύλου.

**Ιδιότητες του ξυλοκάρβουνο:** η ύφή του δείχνει καθαρά την προέλευσή του, είναι όμως ελαφρό, γιατί είναι πορώδες· έχει την ιδιότητα ν' άπορροφά μεγάλες ποσότητες άερίων. Όπως μάθαμε στο 16<sup>ο</sup> μάθημα, καίγεται ζωηρά στο όξυγόνο και πολύ σιγότερα στον άέρα. Περιέχει 70 - 80% άνθρακα. Η θερμαντική άξία του είναι περίπου 7500 kcal.

## 7 Άλλα τεχνητά κάρβουνα.

Το *κόκ* που άπομένει από την πύρωση των λιθάνθρακων (όπως μένει από τα ξύλα το *ξυλοκάρβουνο*).

Το *ζωικό κάρβουνο:* για νά παρασκευαστή πυρώνονται κόκκαλα χωρίς νά άφαιρεθί το λίπος τους και το αίμα. Το κάρβουνο αυτό περιέχει μόνο 10 - 15% άνθρακα. Τριμμένο το μεταχειριζόμαστε για ν' άποχρωματίζουμε διάφορα υγρά, γιατί έχει την ιδιότητα νά προσροφά τις χρωστικές ουσίες (εικ. 7). Π.χ. ο χυμός των ζαχαροτεύτλων ή του ζαχαροκάλαμου άποχρωματίζονται πριν συμπυκνωθούν, ώστε ή ζάχαρη που θά κρυσταλλωθί νά είναι έντελώς άσπρη.

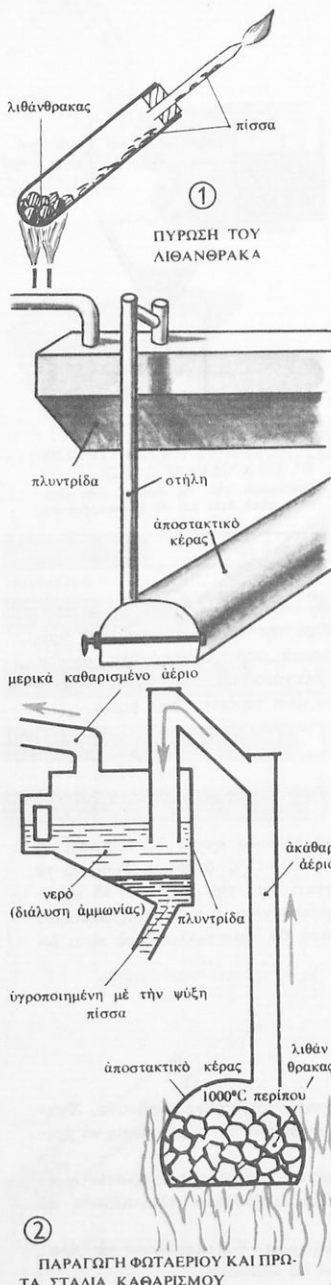
## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Φυσικά κάρβουνα: α) Η τύρφη είναι κακής ποιότητας κάρβουνο. Σχηματίζεται ακόμα τώρα μέσα στα έλη, όπου σαπίζουν τα φυτά χωρίς νά βρισκονται σ' έπαφή με τον άέρα.

β) Σε ανάλογες συνθήκες αλλά σε περασμένες γεωλογικές περιόδους σχηματίστηκαν οι λιγνίτες και οι λιθάνθρακες. Ο άνθρακίτης είναι ποικιλία λιθάνθρακα πλουσιότατη σε άνθρακα: περιέχει 95% του στοιχείου αυτού.

2. Τεχνητά κάρβουνα: με την πύρωση αφήνουν υπόλειμμα: ξυλοκάρβουνο τα ξύλα, κόκ οι λιθάνθρακες (πετροκάρβουνα) και ζωικό κάρβουνο τα κόκκαλα.

## ΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΤΩΝ ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΩΝ



②

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΩΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

1 Έρυθροπυρώνομε τριμμένο λιθάνθρακα (1) σε σωλήνα από δύστηκτο γυαλί (εικ.1).

Από τὸ στόμιο ξεφεύγει πυκνὸς καπνὸς πὺ μποροῦμε νὰ τὸν ἀναφλέξωμε. Στὰ τοιχώματα τοῦ σωλήνα κατακάθονται μικρὲς, παχύρρεστες, καφεκίτρινες σταγόνες. Τὸ ὑπόλειμμα τῆς ἐρυθροπύρωσης εἶναι σῶμα σταχτόμαυρο, πορῶδες, πὺ θρῦβεται εὐκόλα (εὐθρυπτο) καὶ καίγεται χωρὶς φλόγα (ὁ λιθάνθρακας καίγεται μὲ φλόγα).

Ἐξήγηση: ὁ λιθάνθρακας, μὲ τὴν πύρωση σὲ χῶρο ὅπου δὲν ὑπάρχει ἀρκετὸ ὀξυγόνο γιὰ τὴν καύση, παθαίνει πυρόλυση (ὅπως καὶ τὸ ξύλο στὶς ἴδιες συνθήκες). Ἡ πυρόλυση τοῦ λιθάνθρακα δίνει κύρια προϊόντα: α) καύσιμα ἀέρια, β) πύσσες, γ) καύσιμο ὑπόλειμμα, τὸ κόκ. Τὸ μείγμα τῶν καύσιμων ἀερίων πὺ παρασκευάζονται μ' αὐτὸ τὸν τρόπο λέγεται φωταέριο (γκάζι), γιὰτὶ πρωτοχρησιμοποιήθηκε γιὰ φωτισμὸ.

2 Στὴ βιομηχανία ἡ πύρωση γίνεται σὲ θερμοκρασία 1000°C περίπου, μέσα σὲ μεγάλα πυρίμαχα δοχεῖα (πυρίμαχα ἀποστακτικὰ κέρατα) (2).

Ὁ καπνὸς πὺ δημιουργεῖται εἶναι μείγμα πολὺπλοκὸ: περιέχει εἰδῶν εἰδῶν συστατικὰ, πὺ τὰ χωρίζομε μὲ συνδυασμὸ φυσικῶν καὶ χημικῶν τρόπων (φυσικῶν καὶ χημικῶν φαινομένων).

α. Καθαρισμὸς φυσικὸς.

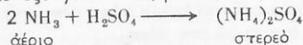
● Ψύξη τῶν ἀερίων: ὑγροποιεῖται ἡ πίσσα.

● Διοχετεύση ἀπὸ κατάλληλους διαλύτες (κατάλληλα διαλυτικὰ ὑγρά). Μ' αὐτὸ τὸν τρόπο χωρίζομε π.χ. οὐσίες σὰν τὴ νιφθαλίνη ἢ τὴ βενζίνη.

● Καὶ τὴν ἀμμωνία NH<sub>3</sub> πὺ παράγεται στὴν πύρωση τῶν λιθανθράκων συνήθως τὴν παίρνομε διοχετεύοντας τὰ ἀέρια μέσα ἀπὸ νερό (εικ. 2).

β. Καθαρισμὸς χημικὸς:

Κάποτε τὴν ἀμμωνία τὴ βγάζομε ἀπὸ τὸ ἀκάθαρτο ἀέριο διοχετεύοντάς τὸ σὲ θεικὸ ὄξύ (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)· τὰ δύο σώματα ἐνώνονται καὶ σχηματίζουν ἕνα ἄλας πὺ τὸ καθαρίζομε μὲ ἀνακρυστάλλωση: τὸ θεικὸ ἀμμώνιο, λίπασμα καλὸ, γιὰτὶ δίνει στὰ φυτὰ τὸ ἀπαραίτητο γι' αὐτὰ στοιχεῖο ἄζωτο. Ἡ ἀντίδραση τῆς ἀμμωνίας μὲ τὸ θεικὸ ὄξύ γίνεται σύμφωνα μὲ τὴν ἐξίσωση:



(1). Ἀπὸ τὴν ποικιλία πὺ λέγεται παχὺς λιθάνθρακας.

(2). Ἡ πύρωση τῶν λιθανθράκων λέγεται ἀπὸ παλιά καὶ ξηρὰ ἀπόσταξη. Προτιμότερο εἶναι νὰ ἀποφεύγεται ὁ ὄρος αὐτὸς γιὰτὶ ἡ πυρόλυση εἶναι φαινόμενο ἐντέλως διαφορετικὸ ἀπὸ τὴν ἀπόσταξη.

● Απομακρύνονται με τη βοήθεια χημικών αντιδράσεων και όρισμένα βλαβερὰ γιὰ τὴν ὑγεία ἀέρια. Τέτοιο εἶναι π.χ. τὸ ὑδρόθειο  $H_2S$ , ποῦ ἡ ὁσμὴ του θυμίζει χαλασμένα αὐγά. Ἡ καύση του δίνει τὸ γνωστὸ μᾶς ἀποπνιχτικὸ ἀέριο διοξείδιο τοῦ θείου  $SO_2$ : πρέπει λοιπὸν νὰ μὴν ὑπάρχει ὑδρόθειο στὸ φωταέριο.

Γιὰ ν' ἀπομακρύνουμε τὸ ὑδρόθειο, περνᾶμε τὸ ἀέριο ἀπὸ στρώσεις *οξειδίου τοῦ σιδήρου*: τὸ ὀξείδιο τοῦ σιδήρου ἀντιδρᾷ μὲ τὸ ὑδρόθειο καὶ σχηματίζει ἕνα σῶμα στερεὸ, *θειῶχο σίδηρο*, καὶ νερό.

**3** Τὸ ἀέριο ὕστερα ἀπὸ τοὺς καθαρισμοὺς εἶναι **ἀκόμα μειγμὰ**. Ἡ ὁσμὴ του μᾶς εἶναι γνωστὴ. Τὰ κύρια συστατικὰ του εἶναι ὑδρογόνο σὲ σημαντικὴ ἀναλογία (50 - 55%) καὶ δύο ἄλλα ἀέρια: *οξείδιο τοῦ ἄνθρακα*  $CO$  (7 - 13%) καὶ *μεθάνιο*  $CH_4$  (22 - 27%) (εἰκ. 3).

Καθὼς εἶναι καύσιμα καὶ τὰ τρία αὐτὰ συστατικὰ του, τὸ φωταέριο εἶναι *πλοῦσιο* καύσιμο ἀέριο. Ἡ θερμαντικὴ του ἀξία φτάνει τὶς 4900 ὡς 5300 kcal/m<sup>3</sup>. Πρὶν διανεμηθῆ στους καταναλωτὲς γίνονται διάφορες ἀναμιγξεις, ὥστε νὰ ἔχη θερμαντικὴ ἀξία περίπου σταθερὴ 4500 kcal/m<sup>3</sup> (1).

Ἡ μέση σχετικὴ πυκνότητά τοῦ φωταερίου εἶναι 0,5. Τὸ φωταέριο εἶναι εὐχρηστο καὶ γι' αὐτὸ κατάλληλο οἰκιακὸ καὶ βιομηχανικὸ καύσιμο. Ἐλάττωμά του εἶναι ἡ μεγάλη του τοξικότητά.

**4** Ἀφοῦ τελειώση ἡ πύρωση τῶν λιθανθράκων **ἀδειάζονται τὰ ἀποστακτικὰ δοχεῖα γιὰ τὴν παραλαβὴ τοῦ κῶκ**.

● Ὅταν πάρουμε στὸ χέρι ἕνα κομμάτι κῶκ διαπιστώνουμε ἀμέσως πὼς εἶναι πολὺ ἐλαφρότερο ἀπὸ τὸ λιθανθρακᾶ: εἶναι ἄλλωστε καὶ πορῶδες τὸ τεχνητὸ αὐτὸ κάρβουνο.

Τὸ κῶκ καίγεται χωρὶς φλόγα. Αὐτὸ συμβαίνει γιὰτὶ δὲν περιέχει κανένα πτητικὸ συστατικὸ (ὅλα τὰ πτητικὰ τὰ ἔχει διώξει ἡ ἐρυθροπύρωση τῶν λιθανθράκων) (2).

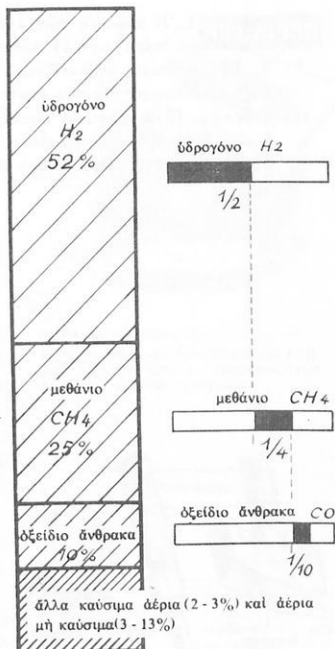
Τὸ κῶκ περιέχει περίπου 90% ἄνθρακα καὶ ἔχει θερμαντικὴ ἀξία 6500 - 7500 kcal.

● Στὰ τοιχώματα τῶν ἀποστακτικῶν κεράτων σχηματίζεται μὲ τὸν καιρὸ ἕνα κάρβουνο σκληρὸ, κατάλληλο γιὰ τὴν κατασκευὴ ἠλεκτροδίων (βολταϊκῶν τόξων, προβολέων κλπ.) γιὰτὶ εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τὸ λέμε *κάρβουνο τῶν ἀποστακτῆρων*.

**5** Οἱ λιθάνθρακες τροφοδοτοῦν τὴν **βιομηχανία**.

Ἀποτελοῦν τεράστια πηγὴ ἐνέργειας ἄμεσα ἢ ἔμμεσα. Ἡ βιομηχανία κινεῖται δηλαδὴ εἴτε καίγοντας τοὺς ἴδιους τοὺς λιθάνθρακες εἴτε καίγοντας προϊόντα τῆς πυρώσεώς τους, τὸ *κῶκ* καὶ τὸ *φωταέριο*.

Ἀποτελοῦν ὁμως καὶ τὴν *πηγὴ πολλῶν καὶ σημαντικῶν βιομηχανικῶν προϊόντων*. Καὶ μόνο ἀπὸ πρώτη ὕλη τῆ *λιθανθρακόπισσα*, παρασκευάζονται χρωστικὲς οὐσίες, συνθετικὲς πλαστικὲς ὕλες, φάρμακα, διαλύτες, συνθετικὸ καουτσούκ καὶ πλῆθος ἄλλα χρήσιμα προϊόντα.



**3** **ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΟΥ ΦΩΤΑΕΡΙΟΥ**

(Ἀναγράφονται μέσες τιμές. Τὰ ἀέρια ποῦ δὲν εἶναι καύσιμα εἶναι ἰδίως  $CO_2$  καὶ ἀζώτο  $N_2$ )

(1). Ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου μετρημένος σὲ θερμοκρασία  $0^\circ C$  καὶ πίεση 760 mmHg.

(2). Μὲ φλόγα καίγονται μόνο τὰ καύσιμα ποῦ εἶναι εἴτε ἀέρια (π.χ. ὑδρογόνο, μεθάνιο) εἴτε σὲ ἀέρια κατάσταση (π.χ. ἀτμοὶ ἀλκοόλης, ἀτμοὶ ὀξέως).

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ πύρωση τῶν λιθανθράκων στους 1000° C προκαλεῖ τὴν ἀποσύνθεσή τους με παραγωγή 1) καύσιμων ἀερίων, 2) πίσσας, 3) ἀμμωνίας καὶ 4) κόκ.
2. Τὸ φωταέριο καθαρίζεται με κατεργασίες φυσικὲς καὶ χημικὲς.
3. Κύρια συστατικὰ τοῦ φωταερίου εἶναι τὸ ὑδρογόνο, τὸ μεθάνιο καὶ τὸ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακα. Εἶναι πλούσιω καύσιμο ἀέριο (θερμαντικὴ ἀξία 5000 kcal/m<sup>3</sup> περίπου).
4. Ἡ λιθανθρακόπισσα εἶναι πηγὴ πολλῶν βιομηχανικῶν προϊόντων.
5. Τὸ κὸκ ἔχει θερμαντικὴ ἀξία 6500 - 7000 kcal/kg.

26° ΜΑΘΗΜΑ

## Α Ν Θ Ρ Α Κ Α Σ

1 Μάθαμε πὼς ὅλα τὰ κάρβουνα, φυσικὰ καὶ τεχνητά, περιέχουν σημαντικὲς ἀναλογίες ἀνθρακα.

2 Ἄν θερμάνουμε σ' ἓνα χωνευτήρι λίγη ζάχαρη, θὰ τὴ δοῦμε νὰ σκουραίνει καὶ νὰ καραμελιάζει, ἔπειτα μαυρίζει καὶ τελικὰ μένει στὸ χωνευτήρι ἓνα μαῦρο σῶμα ἐλαφρὸ καὶ γυαλιστερό, ποῦ ὅταν τὸ κάψουμε δὲν ἀφήνει στάχτη. Τὸ σῶμα αὐτὸ εἶναι κάρβουνο με μεγάλη περιεκτικότητα σὲ ἀνθρακα: εἶναι σχεδὸν καθαρὸς ἀνθρακα. Τὸ λέμε κάρβουνο ἀπὸ ζάχαρη.

3 Ἄς προσέξουμε τώρα ἓνα πολύτιμο κρυσταλλικὸ ὄρυκτό, διάφανο καὶ με ὠραίες ἀνταύγειες, τὸ διαμάντι, ποῦ εἶναι ἀπὸ ὅλα τὰ σῶματα τὸ πιὸ σκληρό (γιὰ τὸ χάραγμα καὶ γιὰ τὴν κοπὴ τοῦ γυαλιοῦ μᾶς εἶναι πολὺ χρήσιμη ἡ ἰδιότητα αὐτὴ τοῦ διαμαντιοῦ).

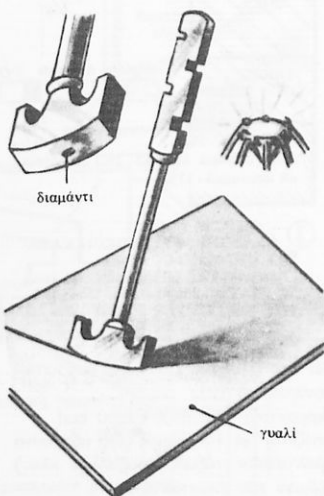
Ὅταν τὸ βλέπουμε δὲν μπορούμε νὰ φανταστοῦμε πὼς ἔχει καμιά σχέση με τὸ μαῦρο σῶμα ποῦ ἀφησε ἡ ζάχαρη ὅταν τὴ θερμάνουμε. Κι ὁμως τὸ διαμάντι εἶναι καθαρὸς ἀνθρακα: καίγεται στὸ ὀξυγόνο χωρὶς ν' ἀφήσει στάχτη.

(Διαμάντια βρίσκονται στὴ Ν. Ἀφρικὴ, στὴ Βραζιλία, στὴν Ἰνδία).

4 Ἄλλο φυσικὸ κάρβουνο κρυσταλλικὸ εἶναι ὁ γραφίτης (εἰκ. 2) (βρίσκεται στὴν Αὐστρία, στὴ Σιβηρία, στὴ Μαδαγασκάρη, στὴν Κεϋλάνη).

Οἱ κρύσταλλοι τοῦ γραφίτη ἔχουν σχῆμα διαφορετικὸ ἀπὸ τοῦ διαμαντιοῦ τοὺς κρυστάλλους.

Ὁ γραφίτης εἶναι σῶμα σταχτόμαυρο με κάπως μεταλλικὴ λάμψη, ποῦ ὅταν καίγεται ἀφήνει ἐλάχιστη στάχτη. Εἶναι σχεδὸν καθαρὸς ἀνθρακα. Ἐνῶ ὁμως τὸ διαμάντι εἶναι σκληρό, ὁ γραφίτης εἶναι τόσο ἀπαλός, ὥστε ἀφήνει ἴχνη στὸ χαρτί (γι' αὐτὸ καὶ χρησιμοποιεῖται γιὰ τὴν κατασκευὴ μολυβιῶν).



- 1 ΤΟ ΔΙΑΜΑΝΤΙ, ἄλλοτροπικὴ μορφή τοῦ ἀνθρακα, εἶναι τὸ σκληρότερο ἀπὸ ὅλα τὰ σῶματα



- 2 Ο ΓΡΑΦΙΤΗΣ, ἄλλη μορφή τοῦ ἀνθρακα, εἶναι τόσο ἀπαλός ὥστε ἀφήνει ἴχνη στὸ χαρτί

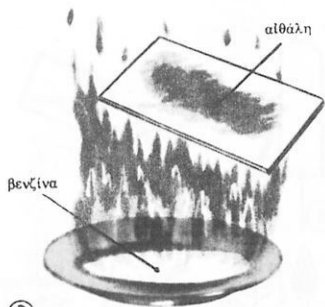


Ο γραφίτης είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού: χρησιμοποιούμε ραβδιά γραφίτη για ηλεκτρόδια στα βολτάμετρα, στα ηλεκτρικά τόξα κλπ.

**5** "Ας ανάφλεξω με λίγες σταγόνες βενζίνη σ' ένα πιάτο (είκ. 3).

Καίγεται με φλόγα όλη *αιθάλη*. Αιθάλη βρίσκεται άφθονη και στα τοιχώματα των καπνοδόχων: είναι και αυτή σχεδόν καθαρός άνθρακας.

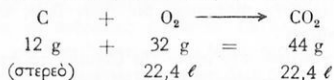
Η αιθάλη, όπως και το κάρβουνο από ζάχαρη, είναι σώμα *άμορφο*, δέν έχει δηλαδή *ύψη κρυσταλλική* σαν το γραφίτη ή το διαμάντι (είκ. 4).



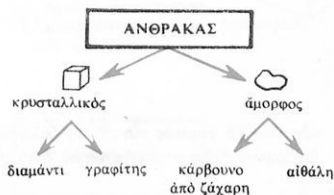
**3** ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΑΛΗΣ  
Η βιομηχανία καίει δρυκτέλαια και ρητίνες. Με την αιθάλη παρασκευάζονται βερνίκια, μελάνια, χρώματα.

**6** ΟΙ τέσσερις ποικιλίες άνθρακα που γνωρίσαμε σήμερα έχουν φυσικές ιδιότητες διαφορετικές μεταξύ τους, ενώ παρουσιάζουν όλες την ίδια χημική συγγένεια με το οξυγόνο (1): είναι όλες καύσιμες και καθώς καίγονται σχηματίζουν διοξείδιο του άνθρακα (όπως το ξυλοκάρβουνο που κάψαμε στο 16ο μάθημα).

Η καύση τους γίνεται σύμφωνα με την εξίσωση:



**7** Η καύση αυτή εκλύει θερμότητα: λέμε πως είναι αντίδραση *εξώθερμη* (γνωρίσαμε ως τώρα και άλλες εξώθερμες αντιδράσεις): 12 g άνθρακας δίνει όταν καίγεται 94 kcal, δηλαδή όση θερμότητα χρειάζεται για να φέρη στη θερμοκρασία του βρασμού 1 λίτρο νερό θερμοκρασίας 6° C.

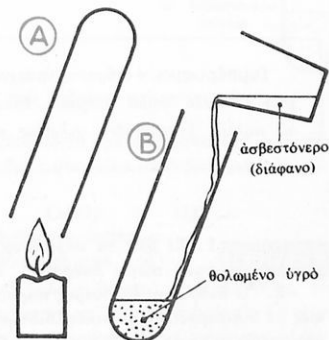


**4** ΑΛΛΟΤΡΟΠΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΑΝΘΡΑΚΑ

**Συμπέρασμα:** ο άνθρακας έχει μεγάλη χημική συγγένεια με το οξυγόνο.

**8** Η τάση του αυτή να ένώνεται με το οξυγόνο είναι από τις σπουδαιότερες ιδιότητες του άνθρακα που την αναγνωρίζουμε σε όλα τα κάρβουνα, φυσικά ή τεχνητά.

**9** Άρκετές φορές αναφέραμε την περιεκτικότητα σε άνθρακα του ενός ή του άλλου κάρβουνο. Άς δούμε



(1). Το διαμάντι, ο γραφίτης, ο άμορφος άνθρακας, είναι *άλλοτροπικές ποικιλίες* του ίδιου σώματος, του άνθρακα. Γενικά: τα σώματα που παρουσιάζουν διαφορές στις φυσικές τους ιδιότητες ενώ έχουν ίδιες χημικές ιδιότητες, λέμε πως είναι *άλλοτροπικές ποικιλίες* του ίδιου σώματος. Άλλοτροπικές ποικιλίες παρουσιάζει και το θείο π.χ.

**5** ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΟΤΑΝ ΚΑΙΓΕΤΑΙ ΤΟ ΚΕΡΙ  
Η ουσία που αποτελεί το κερι περιέχει άνθρακα.

τώρα πώς την υπολογίζουμε αυτή την περιεκτικότητα:

α) 12 g κάρβουνο από ζάχαρη παράγουν όταν καίγονται 44 g διοξείδιο του άνθρακα,  $\text{CO}_2$ . Από την προηγούμενη ξίσωση ξέρομε πώς 44 g  $\text{CO}_2$  προέρχονται από την καύση 12 g άνθρακα. Ώστε το κάρβουνο από ζάχαρη είναι καθαρός άνθρακας.

β) 12 g ξυλοκάρβουνο δίνουν με την καύση τους μόνο 34 g  $\text{CO}_2$ . Το ξυλοκάρβουνο δεν είναι καθαρός άνθρακας. Πόσον άνθρακα περιέχει;

$$44 \text{ g CO}_2 \longrightarrow 12 \text{ g C}$$
$$34 \text{ g CO}_2 \longrightarrow \frac{12 \text{ g} \times 34}{44 \text{ g}} = \frac{3 \times 34}{11} = 9,3 \text{ g περίπου}$$

Τα 12 g ξυλοκάρβουνο περιέχουν 9,3 g άνθρακα που αντιστοιχεί σε εκατοστιαία αναλογία άνθρακα:

$$\frac{9,3 \times 100}{12} = 77\% \text{ περίπου.}$$

**10** Στο κάρβουνο από ζάχαρη ο άνθρακας είναι ελεύθερος. Ο ίδιος άνθρακας υπήρχε βέβαια και στη ζάχαρη πριν την πυρώσωμε, δεν ήταν όμως ελεύθερος, ήταν ενωμένος.

Πραγματικά, στο μόριο της ζάχαρης τα άτομα του άνθρακα είναι ενωμένα με άτομα υδρογόνου και με άτομα

οξυγόνου (ο χημικός τύπος της ζάχαρης είναι  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ ), ενώ στο κάρβουνο από ζάχαρη δεν υπάρχουν άλλα στοιχεία εκτός από τον άνθρακα.

**11** Το πείραμα της εικόνας 5 φανερώνει πώς τα μόρια που αποτελούν την ουσία του κεριού περιέχουν άτομα άνθρακα, πώς είναι δηλαδή ενώσεις άνθρακα με άλλα στοιχεία.

Ανθρακας ενωμένος βρίσκεται στο ξύλο, στη βενζίνα, στις σάρκες των ζώων, στις τρίχες, στα φτερά, στο αλεύρι κλπ. κλπ.

**Συμπέρασμα:** ο άνθρακας υπάρχει σ' ελεύθερη κατάσταση στα κάρβουνα. Τα κάρβουνα περιέχουν το απλό σώμα άνθρακα. Ενωμένος άνθρακας δηλαδή το στοιχείο άνθρακας, βρίσκεται σε πολλές εκατοντάδες χιλιάδες σώματα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Σε όλα τα κάρβουνα, φυσικά και τεχνητά, κυριότερο συστατικό είναι το απλό σώμα άνθρακα, ο άνθρακας σε ελεύθερη κατάσταση.

2. Ο άνθρακας ελεύθερος παρουσιάζει διάφορες αλλοτροπικές ποικιλίες (δηλαδή μορφές με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες με ίδιες όμως χημικές ιδιότητες). Μια από τις σπουδαιότερες χημικές ιδιότητες του άνθρακα είναι η χημική του συγγένεια με το οξυγόνο: όλες οι αλλοτροπικές ποικιλίες του άνθρακα καίγονται σχηματίζοντας διοξείδιο του άνθρακα με έκλυση θερμότητας.

3. Το στοιχείο άνθρακας, ενωμένος δηλαδή άνθρακας, υπάρχει σε πάρα πολλές ουσίες (υγρά καύσιμα, ζάχαρη, βούτυρο, σάρκες κλπ. κλπ.).

## ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Χημικός τύπος: CO<sub>2</sub>. Γραμμομόριο: 44 g.

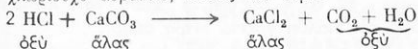
### ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

**1** Άρκετές φορές συναντήσαμε στα μαθήματά μας τὸ διοξειδίο του άνθρακα.

Είναί τὸ ἀέριο ποὺ προκαλεῖ τὸ ἀφρίσμα τῆς λεμονάδας ἢ τῆς μπίρας. Διοξειδίο του άνθρακα παράγει ἡ καύση κάθε κάρβουνου καὶ κάθε σώματος ποὺ περιέχει άνθρακα καθὼς καὶ ἡ ἀνάπνοή τῶν ζῴικῶν καὶ φυτικῶν ὀργανισμῶν.

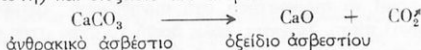
**2** Ἄς παρασκευάσωμε διοξειδίο του άνθρακα (2<sup>ο</sup> μάθημα παρ. 8). Αὐτὴ τῆ φορά μαζεύομε τὸ ἀέριο στὸν ἀναποδογυρισμένο σωλήνα τῆς εἰκ. 1. Τὸ ὕλικὸ ποὺ χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὴν παρασκευὴ του (μάρμαρο, κιμωλία, δσπρακο, ἀσβεστόλιθος) ἔχει κύριο συστατικὸ ἓνα ἄλας, τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, CaCO<sub>3</sub>.

Μὲ τὴν ἀντίδραση αὐτὴ, ἐκτὸς ἀπὸ τὸ διοξειδίο του άνθρακα, σχηματίζεται καὶ ἓνα ἄλας διαλυτὸ στὸ νερό, τὸ χλωριούχο ἀσβέστιο, καθὼς καὶ νερό:

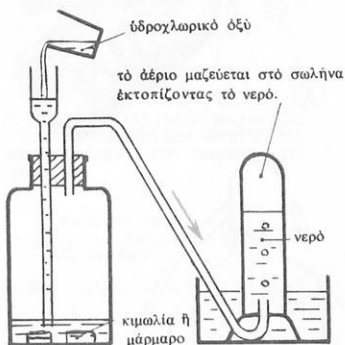


**3** Ἡ βιομηχανία παράγει συνήδως μὲ φτηνότερο τρόπο τὸ διοξειδίο του άνθρακα: μὲ πύρωση τοῦ ἀσβεστολίθου.

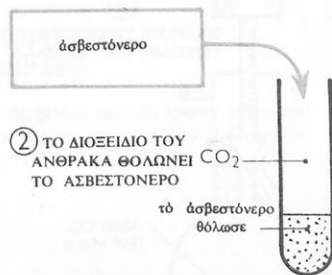
Ἐπὸ τὸ 7<sup>ο</sup> μάθημα ξέρομε πὼς ἡ πύρωση ἀποσυνθέτει τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο σὲ ὄξειδιο του ἀσβεστίου (ἀσβέστη) καὶ διοξειδίο του άνθρακα:



\* Ἄλλοτε πάλι παρασκευάζει ἡ βιομηχανία διοξειδίο του άνθρακα καίγοντας κόνι.



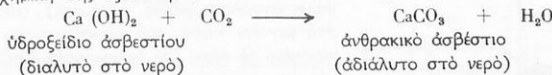
**1** ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ



**2** Τὸ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΘῶΛῶΝΕΙ Τὸ ΑΣΒΕΣΤΟΝΕΡΟ

**4** Τὸ ἀσβεστόνερο εἶναι τὸ ἀντιδραστήριο του διοξειδίου του άνθρακα (1) (εἰκ. 2).

Αὐτὸ τὸ διαπιστώσαμε στὸ 7<sup>ο</sup> μάθημά μας: σήμερα ὁμως μπορούμε νὰ ἐκφράσωμε τὴν ἀντίδραση μὲ τὴ χημικὴ τῆς ἑξίσωσης:



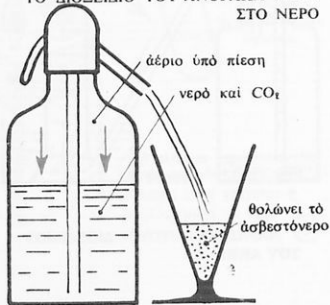
\* Ἄν ἀφήσωμε ἀσβεστόνερο στὸν ἀέρα (σὲ ἀνοικτὸ δηλαδὴ δοχεῖο) κάμποσες μέρες, θὰ βροῦμε τὴν ἐπιφάνειά του σκεπασμένη μὲ μιὰ ἀσπρη στρώση (σὰ λεπτή μεμβράνα). Τὸ στερεὸ αὐτὸ σῶμα εἶναι ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο: ὁ σχηματισμὸς του φανεραίνει τὴν παρουσία διοξειδίου του άνθρακα στὸν ἀέρα. Ἡ περιεκτικότητα του ἀέρα σὲ διοξειδίο του άνθρακα εἶναι ἀρκετὰ σταθερὴ (3/10.000 σὲ ὄγκο, δηλαδὴ 3 cm<sup>3</sup> CO<sub>2</sub> σὲ 10 l ἀέρα).

(1). Ἀντιδραστήριο ὀνομάζομε ἓνα γνωστὸ σῶμα ποὺ φανεραίνει τὴν παρουσία ἄλλου σώματος, ἀντιδρώντας χαρακτηριστικὰ μ' αὐτὸ (δίνοντας μιὰ χαρακτηριστικὴ χημικὴ ἀντίδραση).



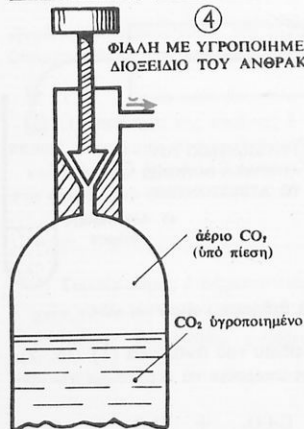
③

ΣΤΗ ΦΙΑΛΗ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΜΕ ΠΙΕΣΗ ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΝΕΡΟ



④

ΦΙΑΛΗ ΜΕ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ



Στάξτε λίγον αιθέρα στο χέρι: θά νιώσετε ψύξη από τη γρήγορη εξαερίωση του υγρού.

⑤

Η ΕΞΑΕΡΙΩΣΗ ΑΠΟΡΡΟΦΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

5 Μερικές φυσικές ιδιότητες του διοξειδίου του άνθρακα.

Α. Χύνουμε λίγο άσβεστόνεο σε μιὰ φιάλη διοξείδιο του άνθρακα που είχαμε ξεχάσει ξεβούλωτη: τὸ θόλωμα που σχηματίζεται δείχνει πὼς ὑπάρχει ἀκόμα διοξείδιο τοῦ άνθρακα στή φιάλη. Αυτό συμβαίνει γιατί

τὸ διοξείδιο τοῦ άνθρακα εἶναι πυκνότερο ἀπὸ τὸν ἀέρα.

● Ἀπόλυτη πυκνότητα τοῦ αἰρίου:  $\frac{44 \text{ g}}{22,4 \ell} = 1,96 \text{ g/l}$

Σχετική πυκνότητα τοῦ αἰρίου:  $\frac{44}{29} = 1,5$

Συνέπεια: μπορεῖ κανεὶς νὰ μαζέψῃ διοξείδιο τοῦ άνθρακα σὲ φιάλη ὄρθια, ἀνοιχτή (βλ. συμπλήρωμα σελ. 98).

Β. Ξέρομε ἀπὸ τὸ 16<sup>ο</sup> μάθημα (παρ. 6) πὼς τὸ διοξείδιο τοῦ άνθρακα εἶναι διαλυτὸ στὸ νερὸ. Αὐτὴ του ἰδιότητα ἐξηγεῖ γιατί τὰ φυσικὰ νερά, ἰδίως τὸ νερὸ τῆς βροχῆς, περιέχουν πάντα λίγο διοξείδιο τοῦ άνθρακα ποὺ τὸ παίρνουν ἀπὸ τὸν ἀέρα.

Στὶς συνηθισμένες συνθήκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως 1 λίτρο νερὸ μπορεῖ νὰ διαλύσῃ ὡς 1 λίτρο διοξείδιο τοῦ άνθρακα· ἂν ὁμως αὔξηθῇ ἡ πίεση, τὸ 1 λίτρο νερὸ μπορεῖ καὶ διαλύει ἀρκετὰ λίτρα αἰρίου.

Γενικά: ἡ διαλυτότητα ἐνὸς αἰρίου στὸ νερὸ μεγαλώνει μὲ τὴν αὔξηση τῆς πιέσεως.

Ἡ «σόδα», τὸ ἑλαφρὰ ξινὸ ὑγρὸ ποὺ χρησιμοποιοῦν πολλοὶ στὰ ποτὰ τους ἢ στὰ παγωτὰ, δὲν εἶναι ἀλήθεια διάλυμα σόδας: εἶναι ἀλάμια διοξειδίου τοῦ άνθρακα σὲ νερὸ. Ἡ διάλυση ὁμως ἔγινε μὲ πίεση 4 - 5 ἀτμοσφαιρῶν κι ἔτσι τὸ ὑγρὸ περιέχει περισσότερο αἰριο ἀπὸ ὅσο μπορεῖ νὰ συγκρατήσῃ στὴ συνηθισμένη (ἀτμοσφαιρική) πίεση. Συνέπεια: μόλις βρεθῇ τὸ ὑγρὸ στὴν ἀτμοσφαιρική πίεση, βγάζει ἀφθονες φυσαλίδες διοξειδίου τοῦ άνθρακα (εἰκ. 3).

Γ. Τὸ διοξείδιο τοῦ άνθρακα εἶναι ἄχρωμο καὶ ἄοσμο.

Δ. Τὸ διοξείδιο τοῦ άνθρακα ποὺ παρασκευάζει ἡ βιομηχανία μεταφέρεται σὲ ὑγρὴ κατάσταση μέσα σὲ μεγάλες ἀτσάλινες φιάλες (μπόμπες) (εἰκ. 4), ἀνθεκτικὲς στὴ μεγάλη πίεση ποὺ χρειάζεται γιὰ νὰ μὴν ὑγροποιημένο τὸ αἰριο (σὲ θερμοκρασία 20°C ἡ ὑγροποίηση γίνεται μὲ πίεση σχεδὸν 60 ἀτμοσφαιρῶν).

● Ἄς ἀνοιξομε μὲ προσοχὴ τὴ στρογγυλὰ μιὰ τέτοια φιάλη (εἰκ. 4): τὸ αἰριο ξεφεύγει ὀρμητικά.

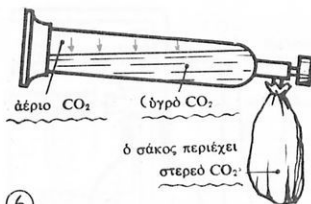
● Ἄς γείρωμε τώρα τὴ φιάλη, ὥστε ἀπὸ τὸ σωλῆνα νὰ χύνεται ὑγρὸ τὸ διοξείδιο τοῦ άνθρακα: τὸ ὑγροποιημένο αἰριο εξαερίωνεται ταχύτατα.

Μᾶς εἶναι ὁμως γνωστὸ πὼς γιὰ νὰ εξαεριωθῇ ἕνα ὑγρὸ ἀπορροφᾷ θερμότητα (εἰκ. 5). Μὲ τὴ γρήγορη

λοιπόν εξαερίωση προκαλείται ψύξη τόσο έντονη, που ένα μέρος του υγρού διοξειδίου του άνθρακα στερεοποιείται καθώς βγαίνει από το σωλήνα (εικ. 6). Αυτό σημαίνει πώς η θερμοκρασία του έφτασε στους  $-79^{\circ}\text{C}$ .

Το στερεοποιημένο διοξείδιο του άνθρακα, που έχει όψη χιονιού, λέγεται συνήθως ξερός πάγος ή και άνθρακικό χιόνι.

Στή συνηθισμένη πίεση το στερεό διοξείδιο του άνθρακα εξαεριώνεται χωρίς να περάσει πρωτύτερα από την υγρή κατάσταση. Το φαινόμενο αυτό λέγεται *έξαχνωση*: ο ξερός πάγος *εξαχνώνεται* απορροφώντας πολλή θερμότητα.



6 ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ** 1. Το διοξείδιο του άνθρακα στο εργαστήριο παρασκευάζεται από άνθρακικό ασβέστιο με την επίδραση ενός οξέος.

2. Η βιομηχανία το παράγει πυρώνοντας ασβεστόλιθο  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$  ή καίγοντας κόκ.

3. Αντιδραστήριό του είναι το ασβεστόνερο.

4. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι βαρύτερο από ίσον όγκο αέρα.

5. Είναι αέριο διαλυτό στο νερό.

6. Στή συνηθισμένη θερμοκρασία υγροποιείται με πίεση περίπου 60 ατμοσφαιρών.

7. Στήν ατμοσφαιρική πίεση στερεοποιείται το υγρό σε θερμοκρασία  $-79^{\circ}\text{C}$ .

28° ΜΑΘΗΜΑ

## ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

1 Παρασκευάζομε, όπως στο προηγούμενο μάθημα, διοξείδιο του άνθρακα και προσπαθούμε να ανάψωμε το αέριο καθώς βγαίνει από το σωλήνα: το διοξείδιο του άνθρακα δεν καίγεται.

2 "Ας βυθίσωμε τώρα σ' ένα πλατύστομο δοχείο ένα οπρτο ανάμμενο κι έπειτα ως το μεταφέρωμε σε άλλο πλατύστομο δοχείο που περιέχει διοξείδιο του άνθρακα: παρατηρούμε πώς ενώ καιγόταν κανονικά το σπέρτο μέσα στο πρώτο δοχείο (μέσα στον αέρα), σβήνει άμέσως μόλις μπή στο δεύτερο (εικ. 1).

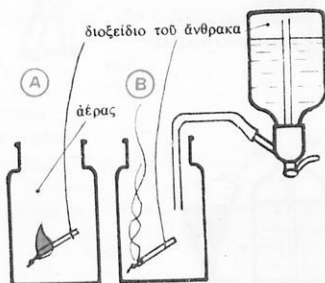
**Συμπέρασμα:** το διοξείδιο του άνθρακα σταματά τις καύσεις.

Εφαρμογή: Χρησιμοποιείται για την κατάσβεση της πυρκαγιάς (πυροσβεστήρες) (εικ. 2 και 3).

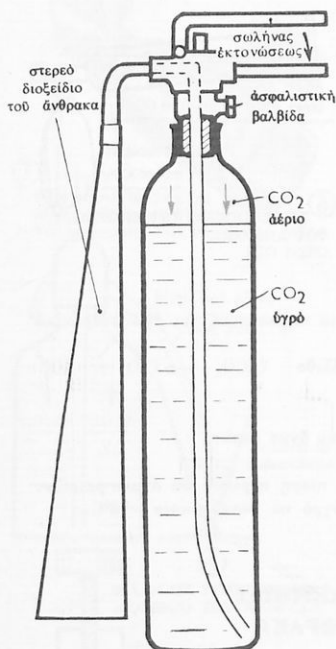
Παρατήρηση: Στήν ιδιότητά του να σταματά τις καύσεις, όπως και στήν επίδρασή του στο ασβεστόνερο, βασιζόμαστε για την *ανίχνευση* (ανάζητηση, αναγνώριση) του διοξειδίου του άνθρακα.

3 'Ο άνθρωπος και τὰ ζώα δέν μπορούν να ζήσουν σε ατμόσφαιρα διοξειδίου του άνθρακα.

\*Έχουν σημειωθή θάνατοι σε ανθρώπους που κατε-



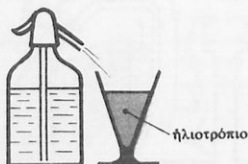
1 ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΑΜΑΤΑ ΤΙΣ ΚΑΥΣΕΙΣ



② ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ΣΤΕΡΕΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ



③ ΣΒΗΣΙΜΟ ΦΩΤΙΑΣ



④ ΤΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΕΧΕΙ ΟΞΙΝΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

βαίνοντας μέσα σε δεξαμενές, όπου πρόσφατα είχε ζυμωθή μούστος, βρέθηκαν σε ατμόσφαιρα πλούσια σε διοξείδιο του άνθρακα (1).

**Συμπέρασμα:** τὸ διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα ἐμποδίζει τὴν ἀναπνοή.

Γίνεται θανατηφόρο όταν ἡ ἀναλογία του στὸν ἀέρα ξεπεράσει τὰ 10%. Μ' ὄλο πὺ δὲν εἶναι δηλητήριο, ἢ παρουσία του σὲ ποσότητα μεγαλύτερη ἀπὸ ἓνα ὄριο ἀρκετὰ χαμηλό, εἶναι βλαβερή: γιατί ἐμποδίζει τοὺς πνεύμονες νὰ διώχουν κανονικά τὸ διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα πὺ εἶναι ἀπαραίτητο ν' ἀφαιροῦν ἀδιάκοπα ἀπὸ τὸ αἷμα.

**Παρατηρήσεις:** α) Ὃταν χρειάζεται νὰ καθαριστῆ μιὰ δεξαμενὴ ὅπου εἶχε γίνε ζύμωση, κατεβάζουν πρῶτα οἱ ἀνθρώποι ἓνα κερὶ ἀναμμένο καὶ μόνο ἀν δὲ σβῆσῆ τὸ κερὶ κατεβαίνουν οἱ ἴδιοι. Γιατί;

β) Τὸ διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα ἐμποδίζει τὴν ἀναπνοή, ἐνῶ τὸ μόριο του ( $\text{CO}_2$ ) περιέχει πολὺ ὀξυγόνο: γιατί οἱ πνεύμονες χρησιμοποιοῦν ἐλεύθερο ( $\text{O}_2$ ), ὄχι ἐνωμένο ὀξυγόνο.

④ Τὸ διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα εἶναι ἐνωση σταθερή: σὸ μόριο του τὰ δύο ἄτομα ὀξυγόνου εἶναι γερὰ δεμένα μὲ τὸ ἄτομο τοῦ ἀνθρακα, γιατί ἔχουν μεγάλη χημικὴ συγγένεια μεταξύ τους τὰ στοιχεῖα ἀνθρακα καὶ ὀξυγόνο.

Σὲ ψηλὴ μόνο θερμοκρασία, περίπου στοὺς 1100° C, ξεφεύγει ἀπὸ τὸ μόριο ἓνα ἀπὸ τὰ δύο ἄτομα ὀξυγόνου:



Καὶ σ' αὐτὲς ὅμως τῆς συνθήκες, τὴ διάσπαση τῆν παθαίνει μόνο ἓνα μόριο στῆς δέκα χιλιάδες περίπου.

Τὸ διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα εἶναι σῶμα πολὺ σταθερό.

⑤ Τὸ ὕδατικό διάλυμα τοῦ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακα κοκκινίζει τὸ εὐαίσθητο βάμμα ἡλιотρόπιου (εἰκ. 4). Αὐτὸ συμβαίνει γιατί (ὅπως μάθαμε ἀπὸ τὸ 16° μάθημα, παρ. 7), ὅταν ἔρθουν σ' ἐπαφὴ τὰ δύο σώματα, διοξείδιο

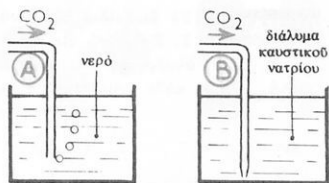
(1). Ὃ ζύμωση τοῦ σταφυλοσακχάρου ἐκλύει διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα: εἶναι καὶ αὐτὴ ἓνας ἀπὸ τοὺς βιομηχανικοὺς τρόπους παραγωγῆς τοῦ ἀερίου.

(2). Τὸ ἄτομο τοῦ ὀξυγόνου δὲν μπορεῖ νὰ μείνῃ ἐλεύθερο ἐνῶνεται μὲ ἄλλο ἓνα (πὺ ξέφυγε ἀπὸ ἄλλο μόριο  $\text{CO}_2$ ) καὶ σχηματίζει μόριο ὀξυγόνου  $\text{O}_2$ .

του άνθρακα και νερό, σχηματίζεται ένα όξύ, το *άνθρακικό όξύ*:



Τò *άνθρακικό όξύ*: α) δέν είναι σταθερό σώρα· δέν κατορθώνομε νά τό χωρίσωμε άπό τό νερό του διαλύματος του, γιατί μέ τήν *έξάτμιση* ξαναχωρίζεται σέ  $\text{CO}_2$  και  $\text{H}_2\text{O}$ . β) είναι *άδύναμο όξύ*: γι' αυτό και τό κόκκινο χρώμα που δίνει στό βάμμα ήλιοτροπίου δέν είναι ζωηρό, γι' αυτό και δέν είναι πολύ ξινό τό διάλυμά του (βλ. περασμένο μάθημα, παρ. 5).

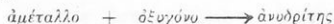


**5** ΤΟ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΔΕΣΜΕΥΕΙ ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ (τό άλας που σχηματίζεται μένει διαλυμένο στό νερό)

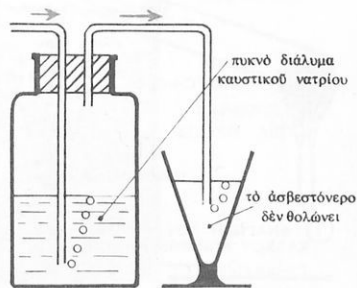
#### **6** Διαπιστώσαμε πώς

*τό διοξειδίο του άνθρακα είναι άνοδρήτης: γι' αυτό και τό ονομάζομε άνθρακικό άνοδρήτη.*

Όπως έχομε μάθει (16<sup>ο</sup> μάθημα παρ. 8), *άνοδριτες* σχηματίζονται άπό τήν *ένωση άμετάλλων στοιχείων μέ όξυγόνο.*



**Συμπέρασμα:** *ό άνθρακας άνήκει στην κατηγορία των άμετάλλων στοιχείων.*

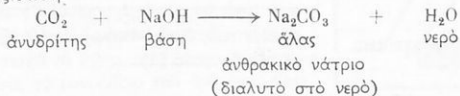


**6** ΤΟ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΑΠΑΛΛΑΞΕΙ ΤΟΝ ΑΕΡΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΙ

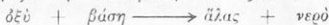
**7** Όταν διοχετεύομε μέ άργό ρυθμό διοξειδίο του *άνθρακα σέ διάλυμα καυστικού νατρίου* (είκ. 5) παρατηρούμε πώς *οί φυσαλίδες του αερίου εξαφανίζονται στό διάλυμα τής βάσης*: ή βάση δεσμεύει τό διοξειδίο του άνθρακα.

Χρησιμοποιούμε τήν *ιδιότητα αυτή του καυστικού νατρίου* γιά ν' *άπαλλάξωμε ένα άέριο* (π.χ. τόν *άέρα*) *άπό τό διοξειδίο του άνθρακα που περιέχει* (είκ. 6) και γιά νά προσδιορίσωμε (νά *έξακριβώσωμε πόσο είναι*) τό διοξειδίο του άνθρακα που *έκλύεται σέ μία αντίδραση ή που ύπάρχει σ' ένα μείγμα αερίων.* (Γιά έναν τέτοιο προσδιορισμό άρκούν δύο ζυγίσματα του *δισαλματος τής καυστικής σόδας*: ένα πριν και ένα μετά τή διοχέτευση του αερίου).

● Τò διοξειδίο του άνθρακα *έξαφανίζεται μέσα στό διάλυμα του ύδροξειδίου του νατρίου* σύμφωνα μέ τήν *έξίσωση*:



Ή αντίδραση αυτή *θυμίζει τήν αντίδραση των όξέων μέ τīs βάσεις*:



Δέ θα μās παραξενέψει ή *όμοιότητα των δύο αντιδράσεων* αν σκεφτούμε πόσο *στενή σχέση έχει τό διοξειδίο του άνθρακα μέ τό άνθρακικό όξύ.* Άλλωστε *όμοια αντιδρούν μέ τīs βάσεις και οί άλλοι άνοδριτες όξέων.*

**Συμπέρασμα:** *ό άνοδρήτης, όπως και τό όξύ, αντιδρά μέ τη βάση και σχηματίζει ένα άλας και νερό.*

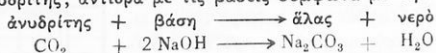
## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τό διοξείδιο του άνθρακα: 1. Δεν είναι καύσιμο.

2. Σταματά τις καύσεις.

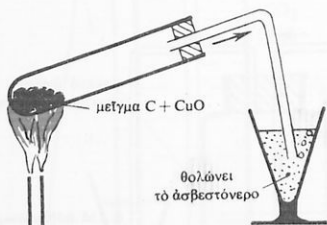
3. Είναι ανυδρίτης του άνθρακικού οξέος.

4. Όπως κάθε ανυδρίτης, αντιδρά με τις βάσεις σύμφωνα με την εξίσωση:

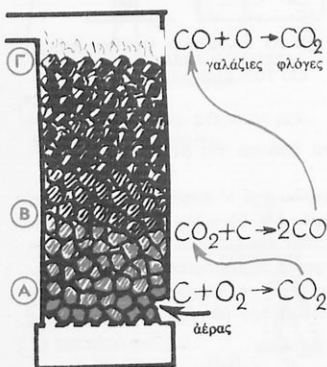


29° ΜΑΘΗΜΑ

## ΟΙ ΑΝΑΓΩΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ



① ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΘΡΑΚΑ



② ΣΤΗΝ ΕΣΤΙΑ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

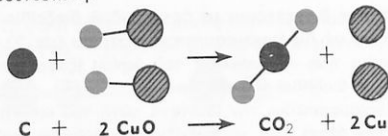
**Παρατήρηση:** Στην περίπτωση του οξειδίου του χαλκού δε χρειάζεται να ύψωθι πολύ η θερμοκρασία για να γίνει αναγωγή· γιατί το σώμα αυτό δεν είναι πολύ σταθερό.

**2** Στην επιφάνεια του κάρβουνου, καθώς και η φωτιά στή σόμπα, πολλές φορές βλέπουμε να τρεμουλιάζουν κοντές γαλάζιες φλόγες. Σ' αυτό το επίπεδο δεν καίγεται το ίδιο το κάρβουνο: με γαλάζια φλόγα καίγεται ένα αέριο που σχηματίζεται βαθύτερα μέσα στα θερμασμένα κάρβουνα και ανεβαίνει προς την επιφάνεια.

**1** Τό οξείδιο του χαλκού  $\text{CuO}$  είναι μιὰ μαύρη σκόνη.

Ανακατεύουμε λίγο οξείδιο χαλκού με αρκετή καρβουνόςκονη (από ξυλοκάρβουνο) και θερμαίνουμε τό μείγμα (εϊκ. 1)· τό αέριο που εκλύεται θολώνει τό άσβεστόνερο: είναι διοξείδιο του άνθρακα. Με τή θέρμανση αλλάζει και τό χρώμα του μείγματος: γίνεται κοκκινόμαυρο.

**Εξήγηση:** ό άνθρακας που περιέχεται στό κάρβουνο πήρε από τό οξείδιο του χαλκού τό οξυγόνο του, με άποτέλεσμα να σχηματιστή διοξείδιο του άνθρακα και να ελευθερωθῆ χαλκός. Τό χρώμα του κόκκινου αυτού μετάλλου διακρίνουμε τώρα μέσα στην περισσευόμενη καρβουνόςκονη.



Τά σώματα που έχουν τήν ιδιότητα να αφαιρούν τό οξυγόνο από άλλα σώματα λέγονται *αναγωγικά*.

Ό άνθρακας είναι σώμα αναγωγικό.

Λέμε πώς έγινε *αναγωγή* του οξειδίου του χαλκού από τον άνθρακα (1).

(1). Έκτός από τήν άφαίρεση οξυγόνου, είναι γνωστές στή χημεία και άλλες αντιδράσεις αναγωγής.

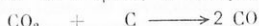


**Έξιγηση:**

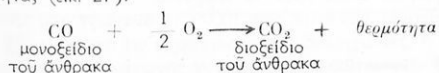
● Το ρεύμα του αέρα που φτάνει στο βάθος της στήλης του κάρβουνου από την πόρτα της σόμπας προκαλεί την τέλεια καύση του άνθρακα (είκ. 2Α).



● Τα επόμενα στρώματα του κάρβουνου έρρυθρονται χωρίς να μπορούν να καούν, γιατί δε φτάνει ως αυτά άρκετος αέρας (άρκετο όξυγόνο) (είκ. 2Β). Σ' αυτήν όμως τη θερμοκρασία γίνεται ο άνθρακας τόσο αναγωγικός, ώστε αφαιρεί το μισό όξυγόνο από το διοξείδιο του άνθρακα καθώς περνά, άνεβαίνοντας προς την καπνοδόχο, το αέριο αυτό που σχηματίζεται στις χαμηλές στρώσεις. Έτσι σχηματίζεται ένα λιγότερο όξυγονωμένο όξειδιο του άνθρακα, το μονοξείδιό του.



● Το μονοξείδιο του άνθρακα CO είναι το αέριο που καίγεται με γαλάζια φλόγα στην επιφάνεια του κάρβουνου στη σόμπα: βρίσκει εκεί όξυγόνο, ένώνεται μ' αυτό και σχηματίζει διοξείδιο του άνθρακα με έκλυση θερμότητας (είκ. 2Γ).



**Παρατήρηση:** Η αναγωγή του CO<sub>2</sub> απαιτεί πολύ ψηλή θερμοκρασία, γίνεται δηλαδή δύσκολα: γιατί το διοξείδιο του άνθρακα είναι σώμα σταθερό:

**3 Γνωρίσαμε δύο όξειδια του άνθρακα:**

α) το διοξείδιο του άνθρακα, CO<sub>2</sub>

β) το μονοξείδιο του άνθρακα, CO

Το πρώτο σχηματίζεται με την τέλεια καύση του άνθρακα. Το CO<sub>2</sub> δεν είναι καύσιμο.

Το δεύτερο σχηματίζεται όταν περνά το διοξείδιο του άνθρακα από έρρυθρωμένα κάρβονα (θερμοκρασία) 1000°C):

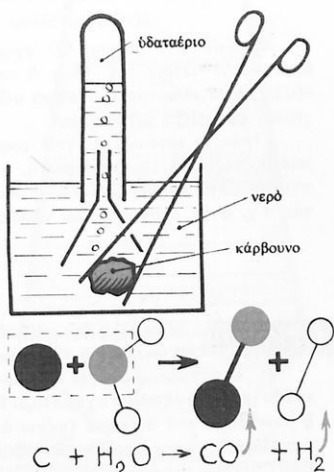
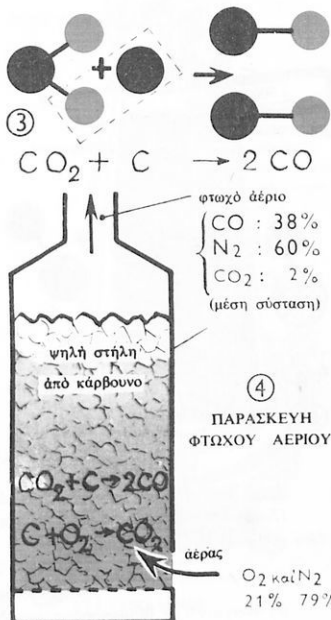
Το CO είναι καύσιμο.

**4 Έφαρμογή: το φτωχό αέριο.**

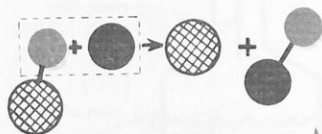
Η παρασκευή ενός καυσίμου αερίου, που είναι γνωστό με τ' όνομα *φτωχό αέριο*, γίνεται όπως εξηγεί ή είκ. 4. Σωστά λέγεται φτωχό το αέριο αυτό: από τα συστατικά του μόνο το ένα, το μονοξείδιο του άνθρακα, είναι καύσιμο. Γι' αυτό και έχει θερμομητική άξια που δεν ξεπερνά τας 1200 kcal/m<sup>3</sup>. Χρησιμοποιείται στη βιομηχανία για διάφορες προθερμάνσεις, χρησιμοποιείται και για τη λειτουργία αεριοκινητήρων.

**5 Ύδαταέριο.**

Όταν βυθίσουμε σε νερό κάρβουνο έρρυθροπυρωμένο, σχηματίζεται ένα αέριο που μπορούμε να το συλλέξουμε όπως δείχνει ή είκ. 5.



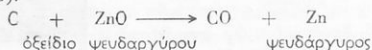
**5) ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΥΔΑΤΑΕΡΙΟΥ**



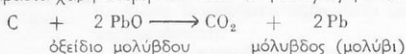
### 6 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ

Ένα από τα πιο συνηθισμένα αναγωγικά υλικά είναι το κάρβουνο.

*Παράδειγματα:* α) αναγωγή σε θερμοκρασία ψηλότερη από 1000°C: ή αναγωγή του *δξειδίου του ψευδαργύρου* (εικ. 6).



β) αναγωγή σε θερμοκρασία χαμηλότερη από 1000°C: ή αναγωγή του *δξειδίου του μολύβδου*



Γενικά οι *αναγωγές των μεταλλικών δξειδίων από τον άνθρακα* γίνονται σύμφωνα με το σχήμα:



*Μονοξείδιο του άνθρακα* CO *σχηματίζεται συνήθως* στις αναγωγές, που απαιτούν ψηλή θερμοκρασία. Τέτοια π.χ. είναι η περίπτωση αναγωγής του *δξειδίου του ψευδαργύρου*: το *δξείδιο* αυτό είναι πολύ σταθερό σώμα, γιατί ο *ψευδαργύρος* και το *δξυγόνο* έχουν μεγάλη χημική συγγένεια μεταξύ τους.

Όταν το μέταλλο, έχοντας μικρή σχετικά χημική συγγένεια με το *δξυγόνο*, δέ δυσκολεύεται πολύ να το αποχωριστή, ή αναγωγή γίνεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Στις περιπτώσεις αυτές *σχηματίζεται ιδίως διοξείδιο του άνθρακα*. *Διοξείδιο του άνθρακα* σχηματίζεται π.χ. στην αναγωγή του *δξειδίου του μολύβδου* ή του *δξειδίου του χαλκού*.

Το *άεριο* αυτό καίγεται με *άνοιχτογάλαζη φλόγα*: είναι μείγμα από *υδρογόνο* και από *μονοξείδιο του άνθρακα*.

*Έξιγνση:* Το νερό παθαίνει αναγωγή από τον *έρυθροπυρωμένο άνθρακα*: ο *άνθρακας* σ' αυτή τη θερμοκρασία *αρπάζει* το *δξυγόνο* από το νερό, μ' όλο που το σώμα αυτό είναι πολύ σταθερό, σχηματίζει *μονοξείδιο του άνθρακα* και *άφηνει ελεύθερο* το *υδρογόνο* του νερού.



Το μείγμα των δύο αερίων — είναι και τα δύο καύσιμα — έχει καλή θερμαντική αξία (2600 kcal/m<sup>3</sup>). Όνομάζεται *ύδαταερίο*. Η βιομηχανία το παράγει *διοχετεύοντας ύδρατμούς από κόκ έρυθροπυρωμένο*.

6 Οι αναγωγικές ιδιότητες του άνθρακα είναι πολύτιμες για τη μεταλλουργία.

Βασική φάση στην *έξαγωγή των μετάλλων* από τα *μεταλλεύματά τους* (όπου βρίσκονται *ένωμένα με άλλα στοιχεία*), είναι ή *αναγωγή των μεταλλικών δξειδίων*.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Η μεγάλη του χημική συγγένεια με το *δξυγόνο* δίνει στον *άνθρακα* *ιδιότητες αναγωγικές*: ο *άνθρακας* *αφαιρεί* από διάφορες *ένώσεις του* το *δξυγόνο*.

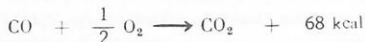
2. Ο *άνθρακας* *ανάγει* διάφορα *μεταλλικά δξειδια*, *ελευθερώνει* το *μέταλλο* και με το *δξυγόνο* του *δξειδίου* *σχηματίζει* *διοξείδιο του άνθρακα* (σε χαμηλή σχετικά θερμοκρασία) ή *μονοξείδιο του άνθρακα* (πάνω από τους 1000°C).

*Παραδείγματα μεταλλικών δξειδίων που ανάγονται από τον άνθρακα*: *δξείδιο χαλκού* CuO, *δξείδιο ψευδαργύρου* ZnO, *δξείδιο μολύβδου* PbO.

3. Ο *άνθρακας* *ανάγει* το *διοξείδιό του*:  $\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{CO}$  (*παρασκευή φτωχού αερίου*) καθώς και το νερό:  $\text{C} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CO} + \text{H}_2$  (*παρασκευή ύδαταερίου*).

## ΟΙ ΑΝΑΓΩΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

1 Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι καλό καύσιμο· γιατί ένώνεται με το οξυγόνο εκλύοντας πολλή θερμότητα.



Μας είναι γνωστό από προηγούμενα μαθήματα πώς διάφορα αέρια, που περιέχουν μονοξείδιο του άνθρακα (φωταέριο, φτωχό αέριο, ύδαταέριο), χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία για θερμάνσεις και για κίνηση.

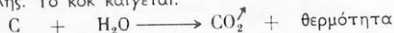
2 Στη μεγάλη τάση του μονοξειδίου του άνθρακα να ένώνεται με το οξυγόνο οφείλεται η ικανότητά του να αφαιρεί το στοιχείο αυτό από άλλες ενώσεις.

**Συμπέρασμα:** το μονοξείδιο του άνθρακα είναι σώμα αναγωγικό.

3 Μιά από τις σημαντικότερες βιομηχανίες, ή βιομηχανία παραγωγής χυτοσίδηρου (μαντεμιού), βασίζεται στις αναγωγικές ιδιότητες του μονοξειδίου του άνθρακα.

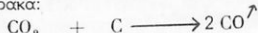
‘Η ύψικαμίνος είναι πελώριο καμίνι (ύψος 25 - 30 μ., χωρητικότητα 400 - 500 m<sup>3</sup>), όπου γίνεται η αναγωγή των μεταλλευμάτων του σιδήρου (οξειδία του σιδήρου ή ανθρακικός σίδηρος) για να ελευθερωθεί το μέταλλο. ‘Η ύψικαμίνος γεμίζεται με έναλασσόμενες στρώσεις από κόκ και μετάλλευμα (είκ. 1 και 2).

**Καύση και αναγωγή.** Ειδικά μηχανήματα (φυστηφρες) φυσούν όρμητικά ζεστόν αέρα (900° C περίπου), μέσα από σωλήνες με μεγάλη διάμετρο, στο βάθος της στήλης. Το κόκ καίγεται:

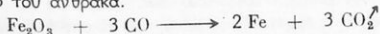


και η θερμότητα που εκλύεται έρυθροπυρώνει τις παραπάνω στρώσεις.

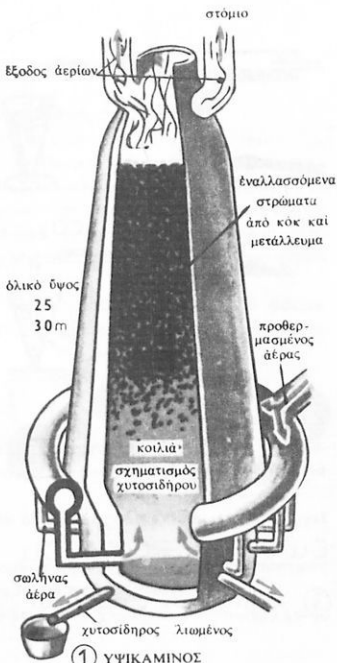
● Το διοξείδιο του άνθρακα, στο ανέβασμά του, ανάγεται από το ζεστό κάρβουνο και σχηματίζει μονοξείδιο του άνθρακα:



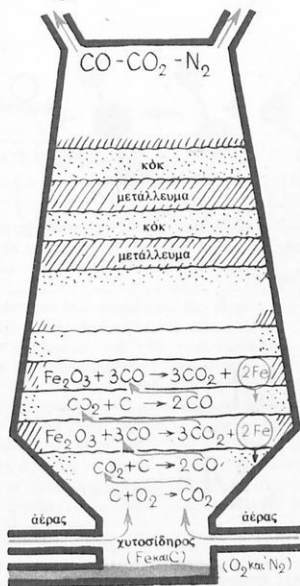
● Το μονοξείδιο του άνθρακα, καθώς ανεβαίνει, περνά από πυρωμένα οξειδία του σιδήρου και τὰ ανάγει. ‘Ελευθερώνεται έτσι ο σίδηρος και ξανασχηματίζεται διοξείδιο του άνθρακα.



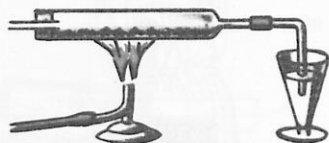
● ‘Η πορεία των αερίων συνεχίζεται με τις ίδιες διαδικασίες αναγωγές του διοξειδίου του άνθρακα και των οξειδίων του σιδήρου (είκ. 2).



1 ΎΨΙΚΑΜΙΝΟΣ



2 Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΎΨΙΚΑΜΙΝΟΥ

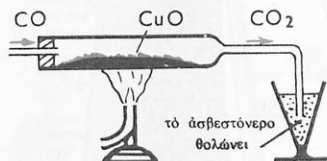


#### 4 Χυτοσίδηρος.

Καθώς ελευθερώνεται ο σίδηρος, ενώνεται στο κατέβασμά του με ένα μικρό ποσοστό άνθρακα και σχηματίζει το χυτοσίδηρο.

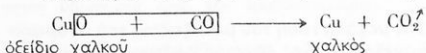
● Ο χυτοσίδηρος βρίσκει χαμηλότερα ακόμα πιο ύψωμένη τη θερμοκρασία, λιώνει και χύνεται από σωλήνες τοποθετημένους στον πυθμένα της ύψικαίνου.

Ο χυτοσίδηρος είναι σίδηρος που περιέχει 2,4 - 6 % άνθρακα.



5 Το μονοξειδίο του άνθρακα ανάγει και άλλα μεταλλικά οξειδία (εικ. 3).

Παράδειγμα: ανάγωγή του οξειδίου του χαλκού.



6 Άνάγει επίσης και το νερό όταν βρεθθή σε έπαφή με υδρατμούς και η θερμοκρασία είναι πολύ ύψωμένη.



7 Παρατηρούμε πώς ανάγοντας τα άλλα σώματα, το μονοξειδίο του άνθρακα οξειδώνεται:

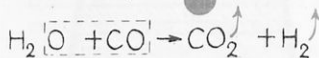
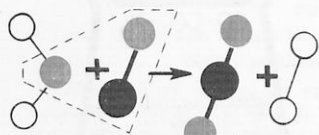
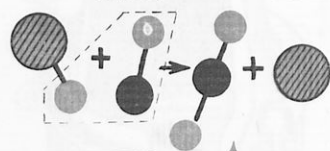


Το ίδιο συμβαίνει και στον άνθρακα, όταν κάνει αναγωγές:



Το ίδιο συμβαίνει και με κάθε σώμα αναγωγικό: καθώς ανάγει τα άλλα σώματα, τὸ ίδιο οξειδώνεται (εικ. 5).

#### 3 ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ



#### 4 ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ



#### 5 ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΟΞΕΙΔΙΟΥ MO ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΟΥ M' (γίνονται συγχρόνως)

8 Το μονοξειδίο του άνθρακα, όπως και κάθε άεριο αναγωγικό, παρουσιάζει ένα σημαντικό προτέρημα: όταν διοχετεύεται στο στερεό που πρόκειται να πάθη την ανάγωγή έρχεται από μόνο του σε στενή έπαφή με τὸ σώμα αυτό κι έτσι αποφεύγεται ἡ δαπανηρή διαδικασία που απαιτούν οι χημικές αντιδράσεις μεταξύ στερεών: λειοτρίβηση και ανάμιξη, άρκετά συχνά και

ανάδευση καθώς και βαθμιαίες προσθήκες όσο διαρκεί η αντίδραση.

### 9 Μερικές ακόμα πληροφορίες για το μονοξειδίο του άνθρακα:

Είναι εξαιρετικά επικίνδυνο στην εισπνοή γιατί είναι ισχυρότατο δηλητήριο: *ένωνται με την αιμοσφαιρίνη σχηματίζοντας ένωση πολύ σταθερή*. 'Αποτέλεσμα: τὰ έρυθρά αίμοσφαιρία — που αυτά περιέχουν την αιμοσφαιρίνη — εξακολουθούν να κυκλοφορούν, χωρίς όμως να εκτελούν το ζωτικό προορισμό τους, τή μεταφορά του οξυγόνου από τους πνεύμονες στους ιστούς.

'Ατμόσφαιρα που περιέχει 2 % μονοξειδίο του άνθρακα γρήγορα θανατώνει· και μόνον ίχνη του όμως να περιέχει ο αέρας, πάλι προκαλεί ένοχλήματα σοβαρά ή και το θάνατο ακόμα, αν εξακολουθούμε να τον εισπνέωμε για αρκετό χρονικό διάστημα.

● Το ύδατικό διάλυμα του μονοξειδίου του άνθρακα δέν έπηρεάζει το χρώμα του βάμμα-τος ήλιotropίου: *το μονοξειδίο του άνθρακα (που άλλωστε διαλύεται ελάχιστα στο νερό) δέν είναι ανδρότης*.

Συμπέρασμα: από τὰ δύο οξειδία του άνθρακα, μόνο το διοξείδιο είναι ανυδρίτης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Το μονοξειδίο του άνθρακα (CO) καίγεται σχηματίζοντας διοξείδιο του άνθρακα και εκλύοντας πολλή θερμότητα. Στην τάση του να ένωνεται με οξυγόνο όφείλονται οι αναγωγικές του ιδιότητες.

2. Με CO γίνεται στην ύψικάμμο ή αναγωγή τών οξειδίων του σιδήρου, που οδηγεί στην παραγωγή του χυτοσιδήρου.

3. Το CO ανάγει και άλλα μεταλλικά οξειδία. Παρουσιάζει ένα σημαντικό προτέρημα: είναι αέριο και γι' αυτό πιο εύκολόχρηστο από το κάρβουνο στις αναγωγές.

4. 'Η αναγωγή και ή οξείδωση αποτελούν δύο όψεις ενός χημικού φαινομένου: τής οξειδαναγωγής.

5. Το CO είναι ισχυρότατο δηλητήριο.

## ΑΣΚΗΣΕΙΣ

### 7η σειρά: μελέτη του άνθρακα

#### ΚΑΡΒΟΥΝΑ, ΑΝΘΡΑΚΕΣ, ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ, ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

1. 'Από την καύση 5,5 g λιγνίτη σε περίσσεια οξυγόνου παράγονται 42,24 kcal. Ποιά είναι ή θερμαντική αξία του λιγνίτη;

2. Σε μία έστιά κεντρικής θερμάνσεως καίγεται κόκ που ή θερμαντική του αξία είναι 7500 kcal/kg. 'Η θερμαντική απόδοση του συστήματος είναι 80% περίπου. Στο 24/ωρο κυκλοφορούν σε όλη την εγκατάσταση 5 τόννοι νερό, που ψύχονται στα σώματα από τους 70° ως τους 30°C. Πόσο κόκ καίμε το 24/ωρο;

3. 'Όταν ένωνονται 25,8 g άμμωνία με θειικό όξύ σχηματίζονται 100 g θειικό άμμωνίο. 'Από 1 τόνο λιθάνθρακα παράγονται περίπου 10 kg θειικό άμμωνίο. Πόση είναι ή μάζα τής άμμωνίας που αποδίνει ή πύρωση 1 τόννου λιθάνθρακα;

4. 'Η πύρωση 1 τόννου λιθάνθρακα παράγει: 500 m<sup>3</sup> φωταέριο (θερμαντική αξία 4500 kcal/m<sup>3</sup>), 500 kg κόκ (θερμαντική αξία 7500 kcal/kg), 50 kg πίσσα, 8 kg βενζόλιο, 2-5 kg άμμωνία. 'Ο Πίος ό λιθάνθρακας έχει θερμαντική αξία 7500 kcal/kg. Πόση θερμότητα αποδίνει ή καύση του φωταερίου και του

κόκ που προέρχονται από 1 τόνο λιθάνθρακα; Αύτη ή θερμότητα τί ποσοστό % άποτελεί τής θερμότητας που θα έδινε ή καύση του τόννου λιθάνθρακα;

'Η σύσταση του φωταερίου δέν είναι σταθερή. 'Εξαρτάται από το είδος του λιθάνθρακα που χρησιμεύει για την παραγωγή του και από την θερμοκρασία τής πυρώσεως.

5. Κάποιο φωταέριο περιέχει σε όγκο: ύδρογόνο: 50%, μεθάνιο (CH<sub>4</sub>): 38%, οξείδιο του άνθρακα (CO): 12%. 'Υπολογίστε: α) τή μάζα 1 m<sup>3</sup> του αέριου, με προσέγγιση 0,1 g β) τή σχετική με τον άέρα πυκνότητά του, με προσέγγιση 0,01. (Θά θεωρήσωμε πως 1 έ άέρας ζυγίζει 1,3 g). Γιατί γεμίζομε κάποτε τὰ μπαλόνια με φωταέριο;

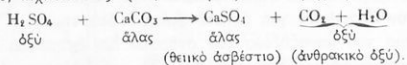
6. Πόσος άέρας χρειάζεται (υπολογίστε με προσέγγιση 1 έ) για να καη έντελώς 1 kg λιθάνθρακας που περιέχει 85% άνθρακα; ('Ο άέρας περιέχει οξυγόνο σε άναλογία 21 % του όγκου του).

7. Κάποιο ξυλοκάρβουνο περιέχει 78% άνθρακα και 3% υδρογόνο, ή υπόλοιπη μάζα του αποτελείται από ουσίες που δεν καίγονται. Τι μάζα θα έχουν το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό που θα παραχθούν όταν κάψουμε 5 g ξυλοκάρβουνο;

8. Καίμε σε περίσσεια οξυγόνου 3,5 g άνθρα-

κή και διοχετεύουμε τα αέρια που σχηματίζονται σε διάλυμα καυστικού νατρίου (όπως ξέρομε, το υδροξείδιο του νατρίου δεσμεύει το διοξείδιο του άνθρακα). 'Αφού τελειώσει η αντίδραση το υγρό έχει μάζα 12,1 g μεγαλύτερη από πριν. Πόσο % άνθρακα περιέχει ο άνθρακίτης; (Υπολογίστε με προσέγγιση 0,1%).

**ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ.** Για να παρασκευάσουμε διοξείδιο του άνθρακα από άνθρακικό ασβέστιο μπορούμε να χρησιμοποιήσωμε άλλο οξύ, π.χ. θειικό οξύ (3ο μάθ. παρ. 7), αντί υδροχλωρικό οξύ:



● Θα μπορούσαμε επίσης ν' αντικαταστήσωμε το άνθρακικό ασβέστιο με άλλα άλατα, που και αυτά λέγονται άνθρακικά άλατα.

Όπως στην προηγούμενη αντίδραση, έτσι και γενικά: *όταν αντιδρούν ανάμεταξύ τους ένα οξύ και ένα άλας, τα δύο αυτά σώματα εξαφανίζονται καθώς σχηματίζονται δύο νέα σώματα που και αυτά είναι το ένα άλας και το άλλο οξύ.* (Σ' αυτές τις αντιδράσεις το μέταλλο του πρώτου άλατος- στην περίπτωση μας το ασβέστιο Ca- παίρνει τη θέση του υδρογόνου στο μόριο του οξέως).

9. Διαθέτουμε 70 g θειικό οξύ 67% (που περιέχει, δηλαδή καθαρό οξύ  $\text{H}_2\text{SO}_4$  σε αναλογία 67% της μάζας του) και το αφήνομε να επιδράση σε περίσσεια

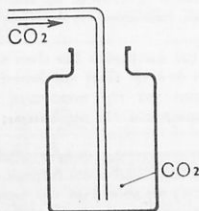
κρυσταλλική σόδα (άνθρακικό νάτριο  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Πόσος θα είναι ο όγκος του διοξειδίου του άνθρακα που θα ελευθερωθή η αντίδραση;

**ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ.** 'Η βιομηχανία χρησιμοποιεί πολύ διοξείδιο του άνθρακα σε εργοστάσια ζάχαρης, άνθρακικού νατρίου, συντηρημένων τροφίμων, μπύρας, αερίων ποτών κλπ. Οι μεγάλες αυτές ποσότητες του αερίου παρασκευάζονται, όπως είδαμε στο 26ο μάθημα, από τον ασβεστόλιθο ή συγκεντρώνονται από φυσικές πηγές που βρίσκονται σε ορισμένες πετρελαιοφόρες ή ηφαιστειογενείς περιοχές. Χρησιμοποιεί επίσης η βιομηχανία διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται στη ζύμωση σακχαρούχων χυμών.

10. Πόσος ασβεστόλιθος με περιεκτικότητα σε άνθρακικό ασβέστιο 70%, πρέπει να πυρωθή για την παραγωγή 900 m<sup>3</sup> διοξειδίου του άνθρακα; Πόσο

οξείδιο ασβεστίου θα σχηματιστή με την ίδια πύρωση; (Ca=40).

**ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ.** Συνέπειες της μεγάλης πυκνότητας του διοξειδίου του άνθρακα (270 μάθημα παρ. 5).



**ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΕΧΕΙ ΜΕΓΑΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ**

Μπορούμε να μαζέψωμε το διοξείδιο του άνθρακα σε ανοιχτή φιάλη φτάνει να είναι όρθια.

Μπορούμε να μεταγγίσωμε το αέριο από ένα δοχείο σε άλλο, σά να ήταν υγρό, γιατί το διοξείδιο του άνθρακα, βαρύτερο από τον άερα, τον εκτοπίζει.

Το διοξείδιο του άνθρακα μαζεύεται στα χαμηλά μέρη: στο βάθος των δεξαμενών όπου έχει ζυμωθή μούστος π.χ. ή σε σπηλιές σε περιοχές ηφαιστειογενείς, κοντά στο έδαφος, σάν παχύ στρώμα υγρού, που δέν προκαλεί ένοχλήματα στον άνθρωπο ενώ έμποδίζει την αναπνοή μικρόσωμων ζώων, γιατί τα αναπνευστικά τους όργανα είναι πιο κοντά στο έδαφος.

**Πείραμα:** μία σαπουνόφουσκα πλέει στην επιφάνεια στρώματος διοξειδίου του άνθρακα, γιατί είναι γεμάτη άερα που είναι ελαφρότερος από το αέριο αυτό.

11. Σε πίεση 4 άτμοσφαιρών το νερό συγκρατεί περίπου 4 φορές περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα

παρά στην κανονική πίεση, όπου 1 έ διάλυμα περιέχει περίπου 1 έ αέριο. Θεωρητικά πόσα λίτρα τέτοιο

πυκνό διάλυμα μπορούμε να παρασκευάσουμε με τὰ 50 ℓ υγρό διοξειδίο μίας χαλύβδινης φιάλης; (Τὸ υγρό διοξειδίο τοῦ ἀνθρακα ἔχει πυκνότητα περίπου ἴση με τὸ νερό).

12. Περνᾶμε 153 cm<sup>3</sup> μείγμα ἀπὸ ὀξυγόνο καὶ διοξειδίο τοῦ ἀνθρακα ἀπὸ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου σὲ περίσσεια. Σημειώσαμε αὐξηση μάζας τοῦ διαλύματος 0,22 g. Πόσο % στὸν ὄγκο τοῦ μείγματος ἦταν τὸ ὀξυγόνο; (Μὲ προσέγγιση 1%).

13. Πρὶν ὑγροποιηθῆ ὁ ἀέρας περιεῖται ἀπὸ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου γιὰ νὰ τοῦ ἀφαιρεθῆ τὸ διο-

ξειδίο τοῦ ἀνθρακα. Χωρὶς αὐτὴ τὴν προεργασία τὸ διοξειδίο τοῦ ἀνθρακα, με τὴν φύξη, θὰ γινόταν στερεὸ καὶ θὰ ὑπῆρχε κίνδυνος νὰ βουλώσῃ τοὺς σωλῆνες, με ἀποτέλεσμα νὰ ἐμποδίζεται ἡ κυκλοφορία τῶν ἄλλων ἀερίων.

Στὸ διάλυμα τοῦ καυστικοῦ νατρίου διοχετεύονται 1000 m<sup>3</sup> ἀέρας τὴν ὥρα. Πόσο (με προσέγγιση 1 g) εἶναι τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου ποὺ μετατρέπεται σὲ ἀνθρακικό νάτριο στὸ διάστημα 1 ὥρας; (Ὁ ἀέρας περιέχει διοξειδίο τοῦ ἀνθρακα σὲ ἀναλογία 3/10.000 τοῦ ὄγκου του).

**ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ**

Μὲ 12 g ἀνθρακα  
μποροῦν νὰ ἐνωθῶν

16 g ὀξυγόνο  
(CO)

32 g ὀξυγόνο  
(CO<sub>2</sub>)

μὲ 1 ἄτομο ἀνθρακα  
μποροῦν νὰ ἐνωθῶν

1 ἄτομο ὀξυγόνο

2 ἄτομα ὀξυγόνο

σχηματίζοντας

μονοξειδίο τοῦ  
ἀνθρακα CO

ἢ

διοξειδίο τοῦ  
ἀνθρακα CO<sub>2</sub>

Ἡ σχέση  $\frac{16}{32} = \frac{1}{2}$  εἶναι ἀπλή. Δὲν ἀπορούμε γι' αὐτὸ ἂν δεχτοῦμε πῶς...

14. Ὑπολογίστε τὴν ἀπόλυτη καὶ τὴ σχετικὴ πυκνότητα τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἀνθρακα. Ὑπολογίστε τὴν ἑκατοστιαία του σύνθεσης με προσέγγιση 0,01%.

15. Πόσος ἀνθρακας ἑοδεύεται γιὰ ν' ἀναχτοῦν 50 g ὀξειδίο χαλκοῦ; Πόσος χαλκὸς θὰ ἐλευθερωθῆ; (Ὑπολογίστε με προσέγγιση 0,01 g).

16. Γράψτε τὴν ἔξισωση τῆς παρασκευῆς τοῦ ὕδαταρίου. Συγκρίνετε τοὺς ὄγκους τῶν δύο ἀερίων ποὺ τὸ ἀποτελοῦν.

Πόσο κόκ, με περιεκτικότητα 90%, σὲ ἀνθρακα, χρειάζεται θεωρητικά (στὴν πραγματικότητα ἔχομε ἀπώλειες) γιὰ τὴν παραγωγή 1000 m<sup>3</sup> ὕδαταρίου;

17. Πόσο χαλκὸ παίρνουμε ἀνάγοντας 8,2 g ὀξει-

δίο χαλκοῦ με ὀξειδίο τοῦ ἀνθρακα; Πόσο ἀνθρακικό ἀσβέστιο θὰ σχηματισθῆ ὅταν διοχετευθῆ τὸ ἀέριο ποὺ βγαίνει ἀπὸ τὸ σωλῆνα τῆς ἀναγωγῆς σὲ περίσσεια ἀσβεστόνερο; (Ὑπολογίστε με προσέγγιση 0,1) (u=63,5).

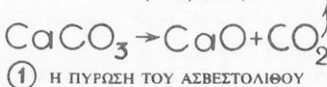
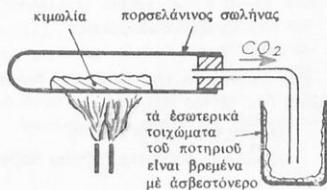
18. Σὲ θερμοκρασία 500°C καὶ με παρουσία καταλύτη (δηλαδὴ ἐνὸς σώματος ποὺ διευκολύνει τὴν ἀντίδραση) τὸ ὀξειδίο τοῦ ἀνθρακα ἀνάγει τοὺς ὕδατμούς. Παίρνουμε μ' αὐτὸ τὸν τρόπο ὑδρογόνο, ποὺ χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὴ συνθετικὴ παραγωγή ἀμμωνίας (NH<sub>3</sub>). Γράψτε τὶς ἔξισώσεις: α) ἀναγωγῆς τῶν ὕδατμῶν με μονοξειδίο τοῦ ἀνθρακα καὶ β) συνθέσεως τῆς ἀμμωνίας. Πόσο ἀνθρακικό νάτριο χρειάζεται γιὰ τὴν παρασκευαστοῦν 100 m<sup>3</sup> ἀμμωνία τί ὄγκος μονοξειδίο τοῦ ἀνθρακα θὰ χρειασθῆ;

### 31ο ΜΑΘΗΜΑ

## ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ

Εἶπαμε στὰ πρῶτα μας μαθήματα πῶς τὰ ὀξεᾶ προκαλοῦν ἀναβρασμὸ ὅταν ἔρθουν σ' ἐπαφή με σώματα ποὺ περιέχουν ἀνθρακικό ἀσβέστιο: κίμωλια, μάρμαρο, ὄστρακο κ.ἄ. Διαπιστώσαμε ἐπίσης πῶς τὸ ἀέριο ποὺ προκαλεῖ τὸν ἀναβρασμὸ εἶναι διοξειδίο τοῦ ἀνθρακα.

Ἀργότερα μάθαμε πῶς τὸ ἀνθρακικό ἀσβέστιο εἶναι ἄλας (11<sup>ο</sup> μάθ. παρ. 9 καὶ 10).







Τη θερμότητα που χρειάζεται ή αντίδραση τη δίνει το κάρβουνο που καίμε μέσα στο άσβεστοκάμινο. Άνεβάζουμε έτσι τη θερμοκρασία στους 1000° C περίπου.

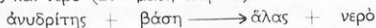
● *Σε κάθε εργοστάσιο ζάχαρης* λειτουργεί και ένα άσβεστοκάμινο: γιατί χρειάζεται στο καθάρισμα της ζάχαρης άσβέστης και διοξείδιο του άνθρακα.

● *Άσβέστης χρησιμοποιείται*: για την εξουδετέρωση «δυσίων» εδαφών, για την παρασκευή του χάλυβα (άτσαλιού) από όρισμένους χυτοσιδήρους. Πυκνό άσβεστογάλα χρησιμοποιείται για τ' ασπρίσματα και τις πρόχειρες απολυμάνσεις, για την προφύλαξη των όπωροφόρων δέντρων από τὰ παράσιτα, για οικοδομικές χρήσεις κ.ά.

● *Το διοξείδιο του άνθρακα που σχηματίζεται στα άσβεστοκάμινα* χρησιμοποιείται και για την παρασκευή *κρυσταλλικής σόδας* (άνθρακικού νατρίου,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Στο έμποριο το βρίσκουμε καθαρισμένο και υγροποιημένο (27° μάζημα). Όταν παρασκευάζεται άσβέστης μακριά από βιομηχανικά κέντρα, το διοξείδιο του άνθρακα αφήνεται να σκορπιστεί στον αέρα από την καπνοδόχο του άσβεστοκάμινου: τὰ έξοδα μεταφοράς του είναι μεγάλα, σχετικά με την τιμή παραγωγής του.

**6** Η ανίχνευση του διοξειδίου του άνθρακα με το άσβεστονέρο

$\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 ύδροξείδιο άσβεστίου    άνθρακικό άσβέστιο    νερό  
 έπιβεβαιώνει πώς το άνθρακικό άσβέστιο είναι άλας (όπως το σημειώσαμε στην παρ. 1 του σημερινού μαθήματος): γιατί τὸ διοξείδιο τοῦ άνθρακα είναι ανυδρίτης (28° μάθ. παρ. 6) και τὸ ύδροξείδιο άσβεστίου είναι βάση (9° μάθ. παρ. 5) και μᾶς είναι γνωστὸ πὼς από τὴν έπίδραση ενός ανυδρίτη σὲ μιὰ βάση σχηματίζονται ένα άλας και νερό (27° μάθ., παρ. 8):



**Συμπέρασμα:** τὸ άνθρακικό άσβέστιο είναι άλας.

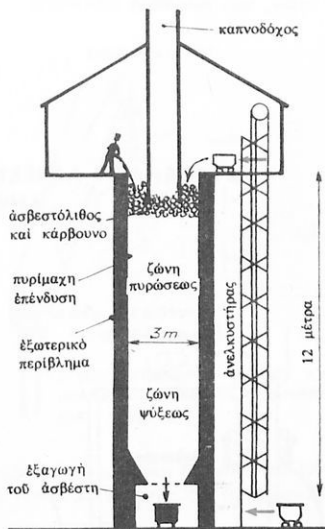
**7** Στὴ φύση υπάρχει άφθονο άνθρακικό άσβέστιο: τὸ περισσότερο βρίσκεται στὸ στερεὸ φλοιὸ τῆς γῆς.

Συνὰ ἀκοῦμε τοὺς ὄρους *άσβεστολιθικό πέτρωμα*, *άσβεστολιθικό έδαφος*. Τώρα ξέρομε πὼς τὰ άσβεστολιθικά πέτρώματα (*άσβεστόλιθος* (1), *μάρμαρο* (2), *κιμωλία* κ.ά.) έχουν κύριο συστατικὸ τὸ άνθρακικό άσβέστιο και εύκολα συμπεραίνομε πὼς τὰ άσβεστολιθικά έδάφη περιέχουν άνθρακικό άσβέστιο σὲ σημαντικὴ ἀναλογία.

Βρίσκεται ὁμως κάποτε και έντελὼς καθαρὸ άνθρακικό άσβέστιο στὸ γήινο φλοιό: ἀποτελεῖ τότε ὠραιοτάτους διάφανους κρυστάλλους, τὰ ὀρνκτὰ *ἀγαρωνίτη* και *άσβεσίτη* (ισλανδικὸ κρυστάλλο) (εἰκ. 3).



**3** ΑΣΒΕΣΤΙΤΗΣ



**4** ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΤΟΜΗ ΑΣΒΕΣΤΟΚΑΜΙΝΟΥ

(1). Υπάρχουν διάφορες ποικιλίες άσβεστολίθου (άλλες π.χ. είναι έγχρωμες, άλλες ὄχι), ὅλες ὁμως έχουν κύριο συστατικὸ τὸ άνθρακικό άσβέστιο.

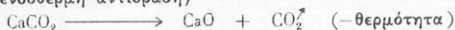
(2). Στὸ μάρμαρο διακρίνεται και ἡ κρυσταλλικὴ ὑφή τοῦ άνθρακικό άσβεστίου (τὰ άλατα είναι σώματα κρυσταλλικά). Τὸ άσπρο μάρμαρο είναι σχεδόν καθαρὸ άνθρακικό άσβέστιο.

Άλλά και από τη ζωντανή φύση δε λείπει το ανθρακικό ασβέστιο: τα όστρακα, τα δόντια, τα κόκκαλα, τα κοράλια, περιέχουν σημαντικές αναλογίες του άλατος αυτού.

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ** 1. Τα όξέα προσβάλλουν το ανθρακικό ασβέστιο σύμφωνα με την εξίσωση

$$2 \text{HCl} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2^{\uparrow}$$

2. Η θερμότητα διασπᾶ το ανθρακικό ασβέστιο σε διοξείδιο του ασβεστίου και διοξείδιο του άνθρακα (ένδοθερμη αντίδραση)



3. Στο στερεό φλοιό της γῆς υπάρχει άφθονο ανθρακικό ασβέστιο (ασβεστόλιθος, κιμωλία, μάρμαρο κ.ά.). Υπάρχει και στη ζωντανή φύση, συστατικό τῶν ὀστέων, τῶν δοντιῶν, τῶν ὀστέων κλπ.

32° ΜΑΘΗΜΑ

## ΔΥΟ ΑΛΑΤΑ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ: ΤΟ ΟΥΔΕΤΕΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΟΞΙΝΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ

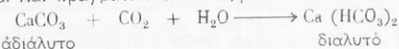
**I** Διοχετεύομε διοξείδιο του άνθρακα σε ασβεστόνερο.

A. Όπως το περιμέναμε, το ασβεστόνερο θολώνει: σχηματίζεται ανθρακικό ασβέστιο, σώμα *αδιάλυτο* στο νερό (εἰκ. 1 A).



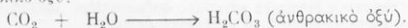
B. Συνεχίζοντας τη διοχέτευση παρατηρούμε με κάποια άπορία πώς το θόλωμα σιγά σιγά ελαττώνεται και τελικά εξαφανίζεται: *το υγρό ξαναβρίσκει την αρχική του διαύγεια.*

Ἐξήγηση: Δέν μπορούμε βέβαια νά δεχτοῦμε πῶς τὸ ανθρακικό ασβέστιο ἀπὸ ἀδιάλυτο σώμα γίνεται διαλυτό. Λογικό είναι νά ὑποθέσωμε πῶς κάποια χημική ἀντίδραση τὸ μεταμορφώνει σὲ ἄλλο, *διαλυτό* στό νερό. σώμα. Καί πραγματικά αὐτό συμβαίνει:

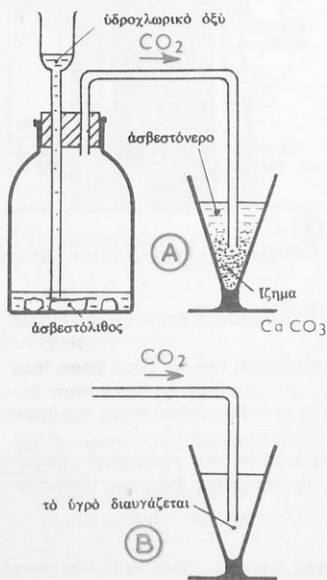


Τὸ διαλυτό σώμα  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ὀνομάζεται *ὄξινο ανθρακικό ασβέστιο*. Τὸ ἀρχικό ἀδιάλυτο σώμα  $\text{CaCO}_3$  τὸ λέμε, γιὰ νά τὰ ξεχωρίσωμε τὰ δύο, *οὐδέτερο ανθρακικό ασβέστιο*. Καί τὰ δύο αὐτὰ σώματα εἶναι ἄλατα.

Ἄς προσέξωμε τὴν προηγούμενη ἀντίδραση: παρατηρούμε πῶς τὸ οὐδέτερο ἄλας μετατρέπεται στό ὄξινο ἄλας μὲ τὴν ἐπίδραση ὕδατικού διαλύματος διοξειδίου τοῦ άνθρακα. Μᾶς εἶναι ὁμως γνωστό (28° μάθ. παρ. 6) πῶς τὸ διοξείδιο τοῦ άνθρακα σχηματίζει μὲ τὸ νερό *ανθρακικό ὄξύ*:



Ὡστε τὸ ανθρακικό ὄξύ εἶναι πού προσβάλλει τὸ οὐδέτερο ἄλας καί τὸ μετατρέπει σὲ ὄξινο ἄλας, διαλυτό:



① ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΞΙΝΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ



2 Τὰ φυσικά νερά περιέχουν πάντα λίγο άνθρακικό οξύ: γιατί καθώς είναι σ' έπαφή με τόν άέρα βρίσκουν διοξειδίο του άνθρακα—ύπάρχει πάντα αυτό τó άέριο στην ατμόσφαιρα (27° μάθ. παρ. 4) — και τó διαλύουν (27° μάθ. παρ. 5).

3 Τά άσβεστολιδικά πετρώματα παθαίνουν φθορά άπό τó φυσικό νερό.

Ή μετατροπή του ούδέτερου άνθρακικού άσβεστίου σε όξινο άλας, που μās έδειξε τó πείραμά μας, γίνεται και στη φύση: τó νερό, με τó άνθρακικό οξύ που περιέχει, περνώντας άπό άσβεστολιδικά πετρώματα μετατρέπει λίγο άπό τó άδιάλυτο συστατικό τους σε σώμα διαλυτό κι έτσι τó παρασύρει.

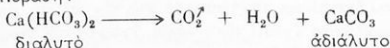
«Τρώγοντας» σιγά σιγά τó άνθρακικό άσβέστιο, στην επιφάνεια τής γής αλλά ιδίως σε ύπόγεια στρώματα, έχει κατορθώσει τó νερό, με τó πέρασμα του χρόνου, να προξενήσει μεγάλες μεταβολές στις άσβεστολιθικές περιοχές: έχει σκάψει βαθιά φαράγγια, ύπόγειες κοίτες (καταβόθρες) και σπηλιές (είκ. 4).

4 Τι γίνεται τó όξινο άνθρακικό άσβέστιο που παίρνει άπό τó υπέδαφος τó νερό;

Τήν άπάντηση στο έρώτημα αυτό θα μās τή δώσει ή καλύτερη γνωριμία μας με τó όξινο άνθρακικό άσβέστιο.

● *Ας θερμάνουμε τó διάφανο ύγρό που μās έδωσε τó πείραμα τής παρ. 1:* παρατηρούμε πώς άπό τή μάζα του διαλύματος άρχίζουν να ξεφεύγουν φυσαλίδες και πώς τó ύγρό ξαναθολώνει.

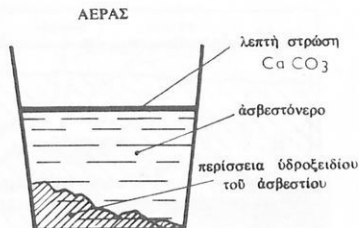
*Έξήγηση:* εύκολα μπορεί ν' άποδειχτ ή πώς τó άέριο των φυσαλίδων είναι διοξειδίο του άνθρακα και πώς τó ίζημα που σχηματίζεται είναι ούδέτερο άνθρακικό άσβέστιο. Με τή θέρμανση του ύγρου γίνεται ή αντίδραση:



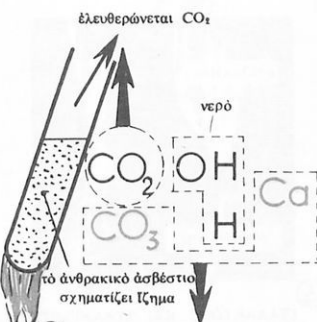
Παρατηρούμε πώς ή αντίδραση αυτή είναι αντίστροφη τής προηγούμενης. Έγινε αυτή τή φορά διάσπαση του όξινου άνθρακικού άσβεστίου σε ούδέτερο άνθρακικό άσβέστιο, διοξειδίο του άνθρακα και νερό.

*Παρατήρηση:* Για τή διάσπαση του όξινου άνθρακικού άσβεστίου δέν είναι απαραίτητη ή θέρμανση: γίνεται και άπό μόνη της — πιό άργά όμως — όταν μείνη τó ύγρό στον άέρα.

● Τά δύο πείραματα του μαθήματος αυτού άποτελούν παράδειγμα *χημικής αντιδράσεως άμφίδρομης*, δηλαδή μιάς αντιδράσεως που οί συνθήκες (π.χ. ύψωση ή έλάττωση τής θερμοκρασίας) όρίζουν αν θα γίνη προς τή μιά κατεύθυνση:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  ή προς τήν αντίστροφη:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaCO}_3$

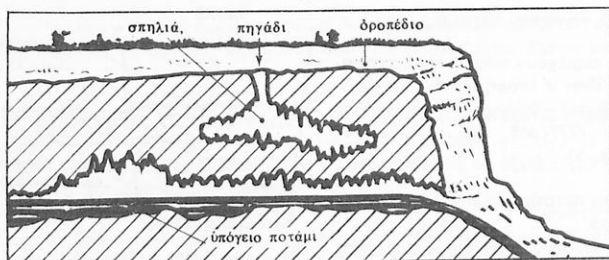


2 Ο ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΤΑ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ



3 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΟΞΙΝΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΣΕ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ

(1). Παρατηρούμε πώς τó ύδρογόνο του μορίου του άνθρακικού οξέος (όπως ξέρομε, όλων των όξεων τά μόρια περιέχουν ύδρογόνο) βρίσκεται μετά τήν αντίδραση μέσα στο μόριο του νέου άλατος: γι' αυτό και τó ονομάζομε *όξινο* άνθρακικό άσβέστιο. Παρατηρούμε έπίσης πώς τó μόριο του όξινου άλατος  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  περιέχει δύο φορές τήν ομάδα áτόμων  $\text{CO}_3$  (ένώ τó ούδέτερο άλας  $\text{CaCO}_3$  περιέχει μία μόνο τέτοια ομάδα), γι' αυτό και τó όξινο άνθρακικό άσβέστιο τó λένε κάποτε *διττανθρακικό άσβέστιο*.



4

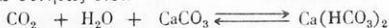
ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΤΟΜΗ  
ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ  
ΑΣΒΕΣΤΟΛΟΙΘΙΚΟ



5

ΣΤΑΛΑΚΤΙΤΕΣ ΚΑΙ ΣΤΑΛΑΓΜΙΤΕΣ

Τις εξισώσεις των αμφίδρομων αντιδράσεων γράφουμε συνήθως έτσι:



● Η αμφίδρομη αυτή αντίδραση γίνεται και στη φύση: το δξίνο άνθρακικό ασβέστιο που παραλαβαίνει περνώντας από ασβεστολιθικά πετρώματα το νερό βρίσκεται κάποτε σε συνθήκες που το μετατρέπουν σε ουδέτερο άλας. Το αδιάλυτο άνθρακικό ασβέστιο χωρίζει τότε από το νερό, κατακαθίζει και σιγά σιγά ξανασχηματίζει πετρώματα

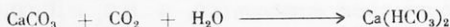
Παράδειγμα: με το μηχανισμό αυτόν, από το νερό το πλούσιο σε δξίνα άνθρακικά άλατα που ιδρώνουν και στάζουν τα τοιχώματα της σπηλιάς, σχηματίζονται με τον καιρό ώραία και παράξενα κρυσταλλικά μορφώματα, οι σταλακτίτες και σταλαγμίτες (είκ. 5).

5 Με πιο γρήγορο ρυθμό γίνεται η απόδοση του ουδέτερου άνθρακικού ασβεστίου από το νερό όρισμένων θερμοπηγών, όταν βγαίνοντας στην ατμόσφαιρα εξατμίζεται. Στην Αιδηψό π.χ., που τα νερά της είναι πλούσια σε άλατα και άνθρακικό δξύ, οι βιοτέχνες τοποθετούν διάφορα ξύλινα αντικείμενα (σταυρούς, κάδρα κλπ.) στο τρεχούμενο νερό και τ' αφήνουν ώσπου να σκεπαστή ή επιφανεία τους με ένα σκληρό περίβλημα άνθρακικού ασβεστίου.

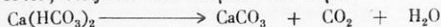
Και στα καζάνια όπου ζεσταίνουμε ταχτικά νερό για την πλύση, βλέπουμε να σχηματίζεται, γρήγορα σχετικώς, το ένοχλητικό (γιατί είναι κακός άγωγός της θερμότητας) πουρί, που δεν είναι τίποτε άλλο παρά άνθρακικό ασβέστιο.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Όταν παρατείνεται ή διοχετεύεται διοξειδίου του άνθρακα, ξαναδιαλύεται το θόλωμα που είχε αρχικά προκαλέσει το άεριο αυτό στο ασβεστόνερο: γιατί το άνθρακικό δξύ μετατρέπει το αδιάλυτο άνθρακικό ασβέστιο σε δξίνο άνθρακικό ασβέστιο, σάωμα διαλυτό.



2. Το δξίνο άνθρακικό ασβέστιο εύκολα παθαίνει διάσπαση ξανασχηματίζοντας ουδέτερο άνθρακικό ασβέστιο, διοξείδιο του άνθρακα και νερό.



3. Το ύλικό των ασβεστολιθικών πετρωμάτων μεταφέρεται με τη μορφή δξίνου άνθρακικού ασβεστίου από τα φυσικά νερά, που το αποθέτουν πάλι, όταν οι συνθήκες ξαναμετατρέψουν το δξίνο άλας σε ουδέτερο άνθρακικό ασβέστιο (αδιάλυτο).

## ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ

## Α. Ο ΙΔΡΥΤΗΣ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ LAVOISIER

1. Ο LAVOISIER (1743 - 1794) πρώτος εφάρμοσε με λογική συνέπεια το ζύγισμα στη χημεία. Γενικά, δούλεψε πάντα με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια και έκρινε και εξηγοῦσε με θαυμαστή διαύγεια τὰ ἀποτελέσματα τῶν πειραμάτων πού ἔκανε ὁ ἴδιος ἢ καὶ οἱ ἄλλοι μεγάλοι ἐρευνητὲς τῆς ἐποχῆς του. Ὁ βασικὸς γιὰ τὴ χημεία νόμος πού φέρει τὸ ὄνομά του (22<sup>ο</sup> μάθ. παρ. 4 καὶ 6) εἶναι ἡ διατύπωση τοῦ συμπεράσματός του πῶς στὶς χημικὲς ἀντιδράσεις οἱ μάζες μόνον σταθερὲς. Ὁ LAVOISIER ἐξήγησε τὸ φαινόμενο τῆς καύσης καὶ καθόρισε τὴ σύνθεση τοῦ ἀέρα καὶ τοῦ νεροῦ.

2. Τὸ πείραμα πού ἔκανε ὁ LAVOISIER γιὰ νὰ ἀναλύσει τὸν ἀέρα ἔμεινε ὀνομαστὸ (εἰκ. 1).

Μέρη θέρμαινε μιά ζυγισμένη ποσότητα ὑδραργύρου μέσα σὲ ἀέρα, πού τὸν ὄγκο του τὸν εἶχε μετρήσει ἀπὸ πρῖν. Ὅσο θέρμαινε, τόσο ἐμφανίζονταν στὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου κομματάκια μιᾶς οὐσίας κόκκινης, ἐνῶ ὅλο καὶ ἐλαττωνόταν ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρα μέσα στὴ συσκευή.

Ὅταν βεβαιώθηκε πῶς τὸ φαινόμενο αὐτὸ ἔπαψε, ὁ LAVOISIER ἐσβησε τὴ φωτιά καὶ ἀφοῦ κρύωσε ἡ συσκευή, διαπίστωσε ὅτι τὸ ἀέριο πού εἶχε ἀπομείνει (4/5 τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρα) σταματοῦσε τὶς καύσεις (ἦταν τὸ ἀέριο *azote*).

Ἐπειτα πύρωσε τὰ κόκκινα θρύμματα καὶ διαπίστωσε τὴν ἀποσύνθεσή τους (εἰκ. 2):

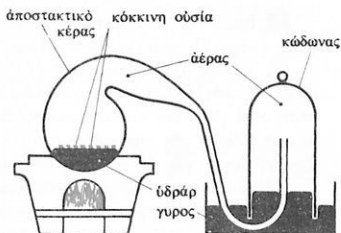
- σὲ *ὕδραργυρο*
- καὶ σὲ ἓνα ἀέριο πού ὁ ὄγκος του ἦταν ἴσος μὲ τὸ 1/5 τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρα στὴν ἀρχὴ τοῦ πειράματος. Μέσα στὸ ἀέριο αὐτὸ τὸ κερὶ ἔκαιε μὲ λάμψη θαμπωτική. Ὁ LAVOISIER τὸ ὀνόμασε «ἀέρα κατ' ἐξοχήν ἀναπνεύσιμο»: τὸ λέμε σήμερα *ὀξυγόνο*.

## Β. ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ

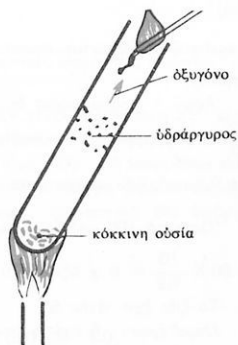
Ἄμα διαθέτομε ἓνα διάλυμα μὲ γνωστὴ περιεκτικότητα σὲ βάση, μποροῦμε νὰ τὴ χρησιμοποιήσουμε γιὰ νὰ προσδιορίσουμε μὲ ἐνδεχόμενον τρόπο τὴν ἄγνωστη περιεκτικότητα ἐνὸς ἄλλου ὑγροῦ σὲ ὀξύ. Καὶ ἀντίστροφα, μὲ γνωστῆς περιεκτικότητας διάλυμα ὀξέος, ἐνδεχόμενον προσδιορίζομε τὴν ἄγνωστη μᾶς περιεκτικότητα ἐνὸς ὑγροῦ σὲ βάση.

Κάνομε μ' αὐτὸ τὸν τρόπο ὀγκομετρικὸ προσδιορισμὸ ἐνὸς ὀξέος ἢ μιᾶς βάσης.

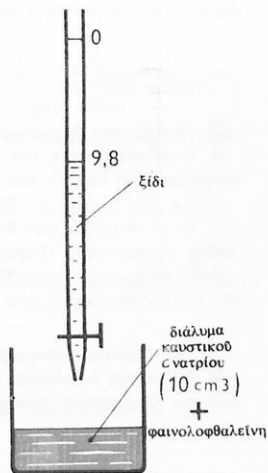
Παράδειγμα: ὀγκομετρικὸς προσδιορισμὸς τοῦ ὀξικού ὀξέος σ' ἓνα δειγμὰ ξιδίου (εἰκ. 3).



1 ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ LAVOISIER



2 ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΚΟΚΚΙΝΗΣ ΟΥΣΙΑΣ

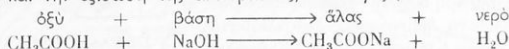


3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΞΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΣΤΟ ΞΙΔΙ

1 Βάζουμε σ' ένα ποτήρι 10 cm<sup>3</sup> από ένα διάλυμα καυστικού νατρίου που περιέχει 1 γραμμομόριο (1 mole) βάση στο λίτρο και προσθέτουμε 2-3 σταγόνες διάλυμα φαινολφθαλείνης.

2 Χύνουμε από μιὰ προχοΐδα (1) σταγόνα σταγόνα τὸ ξίδι, πὸ ἡ περιεκτικότητά του σὲ ὀξικό ὄξύ μᾶς εἶναι ἄγνωστη, ὥσπου νὰ ἀποχρωματιστῆ ἡ φαινολφθαλείνη (προσέχομε νὰ μὴν ἀρχικὴ ἔνδειξη τῆς προχοΐδας ἀπὸ τὴν τελικὴ, βρῖσκομε πόσο ξίδι καταναλώσαμε γιὰ τὴν ἐξουδετέρωση τῶν 10 cm<sup>3</sup> τοῦ διαλύματος καυστικοῦ νατρίου.

\* Ἄς ὑποθέσωμε πὼς καταναλώσαμε 9,8 cm<sup>3</sup> ξίδι. Ξέροντας τὸ χημικὸ τύπο τοῦ ὀξικοῦ ὄξύος σὲ CH<sub>3</sub>COOH καὶ τὴν ἐξίσωση τῆς ἀντιδράσεως, ὑπολογίζομε τὸν τίτλο τοῦ ξιδιοῦ:



Λύση:

10 cm<sup>3</sup> τοῦ διαλύματος καυστικοῦ νατρίου περιέχουν  $\frac{1}{100}$  τοῦ γραμμομορίου ὕδροξειδιο τοῦ νατρίου.

Ἄφοῦ 1 γραμμομόριο ὄξύ ἐξουδετερώνεται ἀπὸ 1 γραμμομόριο ὕδροξειδιο τοῦ νατρίου,  $\frac{1}{100}$  τοῦ γραμμομορίου καυστικὸ νάτριο ἀντιστοιχεῖ μὲ  $\frac{1}{100}$  τοῦ γραμμομορίου ὀξικό ὄξύ: στὰ 9,8 cm<sup>3</sup> ξίδι περιέχονται  $\frac{1}{100}$  mole ὀξικό ὄξύ.

Ἔσπε τὰ 100 cm<sup>3</sup> ξίδι περιέχουν  $\frac{1 \times 100}{100 \times 9,8} = \frac{1}{9,8}$  mole ὀξικό ὄξύ, πὸ ἀντιστοιχεῖ σὲ  $60 \times \frac{10}{9,8} = 6$  g ὀξικό ὄξύ περίπου.

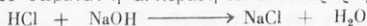
Τὸ ξίδι ἔχει τίτλο 6°.

*Παρατήρηση:* ἡ σχέση τοῦ ἀριθμοῦ τῶν γραμμομορίων στὶς ἐξισώσεις εἶναι πάντα ἀπλῆς (στὸ παράδειγμά μας  $\frac{1}{1}$ ) γι' αὐτὸ συνὰ προτιμοῦμε νὰ παίρνομε γιὰ μονάδα μᾶζας τὸ γραμμομόριο, καὶ ὄχι τὸ γραμμῶριο ἢ τὸ χιλιόγραμμο, καὶ νὰ ὀρίζομε τὴν συγκέντρωση τῶν διαλυμάτων σὲ γραμμομόρια στὸ λίτρο (μοριακὴ συγκέντρωση).

## Γ. ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

### 1 Ἀντίδραση ὀλοκληρωμένη.

● Ἡ ἀλληλεπίδραση τοῦ ὕδροχλωρικοῦ ὀξέος καὶ τοῦ ὕδροξειδιο τοῦ νατρίου παύει ὅταν ἐξαφανιστῆ ἓνα ἀπὸ τὰ δύο σώματα: ἡ ἀντίδραση δὲν εἶναι *περιορισμένη* εἶναι *ὀλοκληρωμένη*:



\* Ἄν οἱ ἀναλογίες τῶν δύο σωμάτων εἶναι οἱ κατ'ἀλληλῆς (π.χ. 4 g ὕδροξειδιο νατρίου μὲ 3,65 g ὕδροχλωρίου), ἐξαφανίζονται καὶ τὰ δύο.

● Τὸ ἄλατι καὶ τὸ νερὸ δὲν ἀντιδρῶν μεταξὺ τους: ἡ ἀντίδραση δὲν εἶναι *ἀμείδιση* γιὰτὶ δὲν ξανασηματίζονται ἀπὸ τὰ δύο σώματα ὄξύ καὶ βάση.

### 2 Ἀντίδραση περιορισμένη.

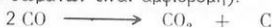
● Ξέρομε πὼς ὁ ἄνθρακας ἀνάγει τὸ διοξειδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ σχηματίζει μονοξειδιο τοῦ ἄνθρακα (θερμᾶστρες, ὑπικάμινιοι, 29° μᾶθ., παρ. 2 καὶ 30° μᾶθ., παρ. 3).



(1). Ἡ προχοΐδα εἶναι ὀγκομετρικὴ: στὰ τοιχώματά της εἶναι σημειωμένα, ἀρχίζοντας ἀπὸ πάνω, τὰ κυβικὰ ἑκατοστά καὶ τὰ δέκατα τῶν cm<sup>3</sup>. Οἱ ὀγκομετρικὲς προχοΐδες λέγονται καὶ *διατρεμένες*.

Ἡ μετατροπὴ αὐτὴ δὲν εἶναι πάντα ὀλική: π.χ. σὲ θερμοκρασίᾳ 700°C σταματᾷ ἡ ἀντίδραση ὅταν τὸ μείγμα τῶν ἀερίων ἀποτελεῖται ἀπὸ 60% CO καὶ 40% CO<sub>2</sub>. Λέμε πὼς ἡ ἀντίδραση εἶναι *περιορισμένη*.

● Ὄταν ξεκινᾷ ἀντίστροφα, ἀπὸ CO, ἡ ἀντίδραση γίνεται πρὸς τὴν ἀντίστροφη κατεύθυνση (ἡ ἀντίδραση μεταξὺ τῶν δύο σωμάτων εἶναι ἀμφίδρομη):



Καὶ πρὸς τὴν κατεύθυνση αὐτὴ εἶναι περιορισμένη: στὴν ἴδια θερμοκρασίᾳ μὲ πρῖν, θὰ φτάσῃ στὸ ἴδιο σημεῖο. Π.χ. σὲ θερμοκρασίᾳ 700°C τὸ μείγμα περιέχει καὶ πάλι 60% CO καὶ 40% CO<sub>2</sub>.

3 Ἡ ἀμφίδρομη αὐτὴ ἀντίδραση καταλήγει λοιπὸν σὲ μιὰ χημικὴ ἰσορροπία μεταξὺ τῶν τριῶν σωμάτων CO<sub>2</sub>, CO καὶ C:



*Ὅλες οἱ ἀμφίδρομες ἀντιδράσεις καταλήγουν σὲ μιὰ κατάσταση ἰσορροπίας χημικῆς.*

4 Τὰ σημεῖα ἰσορροπίας στὶς ἀμφίδρομες ἀντιδράσεις δὲν εἶναι ἀμετακίνητες: *ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὶς συνθήκες*, ἀπὸ τὴ θερμοκρασίᾳ π.χ. Ἐτσι στὴν ἀμφίδρομη ἀντίδραση ποῦ δώσαμε γιὰ παράδειγμα, σὲ πίεση 760 mm Hg: α. ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶναι 400°C, ἡ ἰσορροπία εἶναι μετατοπισμένη πρὸς τὰ ἀριστερά, τόσο ὥστε οὐσιαστικὰ δὲν ὑπάρχει μείγμα ἀερίων, ὑπάρχει μόνο CO<sub>2</sub>. β. σὲ θερμοκρασίᾳ 1000°C συμβαίνει τὸ ἀντίστροφο: οὐσιαστικὰ δὲν ὑπάρχει παρά CO.

5 Ἄλλα παραδείγματα ἀμφίδρομων ἀντιδράσεων.

α) Σύνθεση ἀμμωνίας:  $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3$

β) Θερμικὴ διάσπαση ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου:  $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$

γ) Μετατροπὴ τοῦ ἑνὸς ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου στὸ ἄλλο:



#### Δ. ΟΙ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΣΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

1 Ὁ GAY-LUSSAC (1778 - 1850) πρῶτος παρατήρησε ὅτι ἡ σχέση τῶν ὀγκῶν τοῦ ὕδρογόνου καὶ τοῦ ὀξυγόνου ποῦ ἐνώνονται σχηματίζοντας νερό, εἶναι σχέση ἀπλή:  $\frac{2}{1}$

Στὴ σύνθεση τοῦ ὕδροχλωρίου, ἡ σχέση τῶν ὀγκῶν χλωρίου καὶ ὕδρογόνου ποῦ ἐνώνονται μεταξὺ τους εἶναι:  $\frac{1}{1}$

Στὴ σύνθεση τῆς ἀμμωνίας, ἡ σχέση τῶν ὀγκῶν ἀζώτου καὶ ὕδρογόνου ποῦ ἐνώνονται μεταξὺ τους εἶναι:  $\frac{1}{3}$

Τέτοιες παρατηρήσεις ὀδήγησαν τὸν GAY-LUSSAC στὴ διατύπωση τοῦ πρῶτου νόμου ποῦ φέρει τὸ ὄνομά του:

1ος νόμος τοῦ GAY - LUSSAC

Οἱ ὀγκοὶ τῶν ἀερίων ποῦ σχηματίζουν ἔνωση χημικὴ ἔχουν μεταξὺ τους σχέση ἀπλή.

Διαπιστώνεται καὶ τοῦτο:

πὼς σχηματίζονται 2 ὀγκοὶ ἀτμὸς νεροῦ ἀπὸ τὴν ἔνωση 1 ὀγκοῦ ὀξυγόνου (σχέση ὀγκῶν  $\frac{2}{1}$ ) καὶ 2 ὀγκῶν ὕδρογόνου (σχέση ὀγκῶν  $\frac{2}{2}$ ) ἢ πὼς 2 ὀγκοὶ ἀμμωνία σχημα-

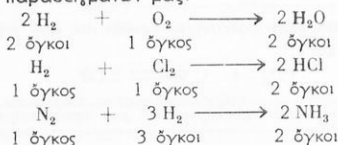
τίζονται από 2 όγκους άζωτο (σχέση όγκων  $\frac{2}{2}$ ) και 3 όγκους ύδρογόνο (σχέση όγκων  $\frac{2}{3}$ ).

Διαπιστώσεις σαν κι αυτές όδηγησαν στη διατύπωση του 2ου νόμου των άερίων :

## 2ος νόμος του GAY - LUSSAC

"Όταν σχηματιστή σωμα σε άερία κατάσταση από τη χημική ένωση άερίων, ό όγκος του έχει σχέση άπλή προς τόν όγκο του κάθε άερίου που μετέχει στό σχηματισμό του.

2 Οι έξισώσεις των παραδειγμάτων μας:



3 Σέ θερμοκρασία 0° C και πίεση 760 mmHg, τό γραμμομόριο ένός άερίου έχει όγκο 22,4 ℓ. Για να κάνουμε σωστές συγκρίσεις των όγκων των άερίων δέν πρέπει να ξεχουόμε πως ό μοριακός αυτός όγκος μεταβάλλεται όταν μεταβάλλεται ή θερμοκρασία ή ή πίεση,

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ 1.** Ό όγκομετρικός προσδιορισμός όξέων και βάσεων είναι εύκολος.

2. Άλλες χημικές αντίδράσεις γίνονται προς μία κατεύθυνση και καταλήγουν σε όλική έξαφάνιση των άρχικών σωμάτων και άλλες είναι άμφίδρομες. Οι άμφίδρομες αντίδράσεις είναι περιορισμένες από μία κατάσταση ίσορροπίας που δημιουργείται μεταξύ των άρχικών σωμάτων και των προϊόντων της αντίδράσεως.

3. Νόμοι του GAY - LUSSAC.

1ος νόμος: ύπάρχει σχέση άπλή μεταξύ των όγκων των άερίων που ένώνονται μεταξύ τους.

2ος νόμος: όταν τό σωμα που σχηματίζεται είναι άέριο, ό όγκος του έχει σχέση άπλή προς τόν όγκο του κάθε άερίου που συμμετέχει στην αντίδραση.

## Α Σ Κ Η Σ Ε Ι Σ

8η σειρά: άνθρακικά άσβέστια.

1. Χύνουμ ύδροχλωρικό όξύ σ' ένα κομμάτι άσβεστόλίθου που ζυγίζει 20 g ώπου να πάψη ό άναβρασμός. Γράψτε την έξισωση της αντίδράσεως. Ό όγκος του άερίου που έκλύθηκε είναι 4 ℓ, σε συνθήκες όπου τό γραμμομόριο έχει όγκο 25 ℓ (και όχι 22,4 ℓ). Πόσο % άνθρακικό άσβέστιο περιέχει ό άσβεστόλίθος;

2. Πόσον άσβεστόλίθου, με περιεκτικότητα 98,5%, σε άνθρακικό άσβέστιο, θα χρειαστή να πυρώσωμ για να παρασκευάσωμ 1 τόνο άσβέστη; (Ύπολογίστε με προσέγγιση 1 kg). Πόσο (σε όγκο) διοξείδιο του άνθρακα θα έκλυθή με την πυύρωση αυτή;

3. Διοχετεύουμ 1/100 του γραμμομρίου διο-

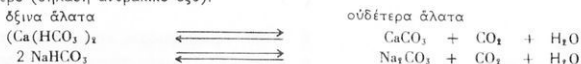
ξείδιο του άνθρακα σε 1 ℓ άσβεστόνερο που περιέχει 1,3 g ύδροξείδιο άσβεστίου Ca(OH)<sub>2</sub>. Θα σχηματιστή όξιο άνθρακικό άσβέστιο; Θα δεσμευτή όλο τό διοξείδιο του άνθρακα; Άν δεσμευτή όλο και περισσή ύδροξείδιο άσβεστίου, πόση θα είναι ή περισσία του;

4. Τα τοιχώματα ένός καζανιού όπου ζεσταίνουμ ταχτικά νερό έχουν πιάσει με τόν καιρό 200 g πουρί. Πόσα γραμμομόρια άνθρακικό άσβέστιο αποτελεί ή μάζα αυτή; Πόσα γραμμομόρια διοξείδιο του άνθρακα έλευθέρωθηκαν όσο σχηματιζόταν τό άδιάλυτο αυτό σωμα; Τι όγκο θα είχε τό άέριο σε συνθήκες όπου τό γραμμομόριο έχει όγκο 25 ℓ;



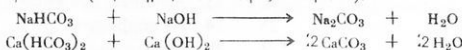
### ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ. \*Οξίνα και οξυδότερα άνθρακικά άλατα.

Το *οξίνο άνθρακικό νάτριο*  $\text{NaHCO}_3$  παρουσιάζει στις χημικές του ιδιότητες ομοιότητες με το *οξίνο άνθρακικό ασβέστιο*. \*Όπως εκείνο, όταν χάσει διοξείδιο του άνθρακα και νερό, μετατρέπεται σε οξυδέτερο άλας και αντίστροφα, σχηματίζεται όταν επιδράση στο *οξυδέτερο άλας* διοξείδιο του άνθρακα και νερό (δηλαδή άνθρακικό οξύ).



Το *μόριο* του *οξίνου άνθρακικού νατρίου*  $\text{NaHCO}_3$  *περιέχει ύδρογόνο*, όπως και το *μόριο* του *οξίνου άνθρακικού ασβεστίου*  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Το *ύδρογόνο* έχει μείνει στα δύο αυτά άλατα από το *άνθρακικό οξύ*  $\text{H}_2\text{CO}_3$  από όπου προέρχονται.

Το *ύδρογόνο* των *μορίων* των *οξίνων αλάτων* μπορεί, όπως και το *ύδρογόνο* των *οξέων*, ν' αντικατασταθή από *μέταλλο* (συμπλήρωμα 7ης σειράς άσκησηων).



Γενικά, το *άνθρακικό οξύ* σχηματίζει δύο ειδών άλατα: *οξυδέτερα άνθρακικά άλατα* (π.χ. οξυδέτερο άνθρακικό ασβέστιο  $\text{CaCO}_3$ , οξυδέτερο άνθρακικό νάτριο  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , οξυδέτερο άνθρακικό κάλιο  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) και *οξίνα άνθρακικά άλατα* (π.χ. οξίνο άνθρακικό ασβέστιο  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , οξίνο άνθρακικό νάτριο  $\text{NaHCO}_3$ , οξίνο άνθρακικό κάλιο  $\text{KHCO}_3$ ).

5. Ήξουδετερώσαμε με διάλυμα καυστικού νατρίου  $10 \text{ cm}^3$  υδροχλωρικό διάλυμα που περιέχει  $36,5 \text{ g}$  υδροχλωρίου στο λίτρο. Πόσο καθαρό υδροξείδιο νατρίου χρειάστηκε για την ήξουδετέρωση αυτή; \*Αν το διάλυμα της καυστικής σόδας περιέχει  $40 \text{ g}$  υδροξείδιο νατρίου (δηλαδή ένα γραμμόμοριο βάση) στο λίτρο, πόσα  $\text{cm}^3$  θα ξοδέψωμε για την ήξουδετέρωση;

6. Για να προσδιορίσωμε το οξικό οξύ σ' ένα δείγμα ξίδι, μεταχειριστήκαμε διάλυμα καυστικού νατρίου που περιέχει  $1$  γραμμόμοριο υδροξείδιο νατρίου στο λίτρο. \*Ας υποθέσωμε πως καταναλώσαμε  $8,5 \text{ cm}^3$  ξίδι για να ήξουδετερώσωμε  $10 \text{ cm}^3$

διάλυμα καυστικού νατρίου. Πόσο οξικό οξύ περιέχει το λίτρο του ξιδιού; (Με προσέγγιση  $1 \text{ g}$ ). Τι τίτλο έχει το ξίδι;

7. \*Ανακατεύσωμε  $30 \ell$  άζωτο και  $90 \ell$  ύδρογόνο σε πίεση  $700 - 800 \text{ kg/cm}^2$  και θερμοκρασία  $500^\circ \text{C}$  για να παρασκευάσωμε άμμωνία συνθετική. \*Η απόδοση της αντίδρασης είναι  $1/3$ . Τι όγκος άμμωνίας σχηματίζεται σ' αυτές τις συνθήκες; \*Υπολογίστε τους όγκους του ύδρογόνου και του άζωτου που περιέχει το μείγμα των τριών αερίων. Ποιά είναι ή αναλογία της άμμωνίας στο μείγμα των τριών αερίων που βρίσκονται σε ίσορροπία;

## Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

1. Όξικό όξύ . . . . .	4	20. Γραμμομόριο και γραμμάτομο . . . . .	63
2. Υδροχλωρικό όξύ . . . . .	6	21. Ό χημικός τύπος του νερού . . . . .	66
3. Θεικό όξύ . . . . .	9	<b>Άοκήσεις</b> , 6η σειρά: στοιχειά γε-	
4. Νιτρικό όξύ . . . . .	12	νικής χημείας . . . . .	69
5. Όξέα	15	Έλεύθερο ανάγνωσμα: τὰ άτομα . . . . .	70
<b>Άοκήσεις</b> , 1η σειρά: όξέα . . . . .	18	22. Χημικά σύμβολα. Χημικοί τύποι.	
6. Καυστικό νάτριο . . . . .	19	Χημικές εξισώσεις . . . . .	72
7. Άσβέστης . . . . .	22	23. Άοκήσεις και χημικές εξισώσεις . . . . .	75
8. Άμμωνία . . . . .	25	24. Τὰ κάρβουνα . . . . .	79
9. Βάσεις . . . . .	28	25. Τὰ παράγωγα των λιθανθράκων . . . . .	82
<b>Άοκήσεις</b> , 2η σειρά: βάσεις . . . . .	30	26. Άνθρακας . . . . .	84
10. Όξέα και βάσεις . . . . .	31	27. Διοξειδίο του άνθρακα (παρασκευή	
11. Άλατα . . . . .	34	φυσικές Ιδιότητες) . . . . .	87
<b>Άοκήσεις</b> , 3η σειρά: άλατα . . . . .	36	28. Οι κυριότερες χημικές Ιδιότητες του	
12. Διάσπαση του νερού . . . . .	38	διοξειδίου του άνθρακα . . . . .	89
13. Σύνθεση του νερού . . . . .	40	29. Οι αναγωγικές Ιδιότητες του αν-	
14. Σώματα καθαρά και μείγματα.		θρακα . . . . .	92
Σύνθετα σώματα. Άπλά σώματα	43	30. Οι αναγωγικές Ιδιότητες του μο-	
<b>Άοκήσεις</b> , 4η σειρά: διάσπαση και		νοξειδίου του άνθρακα . . . . .	95
σύνθεση του νερού . . . . .	47	<b>Άοκήσεις</b> , 7η σειρά: μελέτη του	
15. Όξυγόνο (παρασκευή, φυσικές Ιδιό-		άνθρακα . . . . .	97
τητες) . . . . .	47	31. Άσβεστόλιθος και άνθρακικό άσβέ-	
16. Όξυγόνο (χημικές Ιδιότητες: επί-		στιο . . . . .	99
δραση στα άμέταλλα) . . . . .	50	32. Δύο άλατα άσβεστίου: τὸ ούδέτε-	
17. Όξυγόνο (χημικές Ιδιότητες: επί-		ρο και τὸ όξινο άνθρακικό άσβέστιο	102
δραση στα μέταλλα) . . . . .	53	33. Συμπληρώματα . . . . .	105
<b>Άοκήσεις</b> , 5η σειρά: όξυγόνο . . . . .	56	<b>Άοκήσεις</b> , 8η σειρά: άνθρακικά	
18. Φυσικά και χημικά φαινόμενα . . . . .	58	άσβέστια . . . . .	108
19. Μόρια και άτομα . . . . .	60		

## ΠΑΡΟΡΑΜΑΤΑ

Σελ. 4 εικ. 3: αντί λάδι γράφε ξίδι

» 23 τελευταίος στ.: αντί σκληραίνει στεγνώση γράφε σκληραίνει άμα στεγνώση

» 24 εικ. 7Α: αντί θειικό όξύ γράφε ύδροχλωρικό όξύ

» 29 εικ. 4: καί του πρώτου ποτηριού τó περιεχόμενο είναι κυανό.

» 36 καί 37 3η σειρά άσκήσεων: νά διαβαστή τó συμπλήρωμα πριν λυθούν οί άσκήσεις.

» 42 στ. 5: αντί ύδρογόνο γράφε ύδρογόνου.

» 43 'Η έπεξήγηση τής είκóνας 1 άνήκει στην είκóνα 2 καί αντίστροφα.

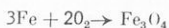
» 49 Νά διαγραφούν οί στίχοι 1—4.

» 71 στ. 5: αντί  $9 \times 10^{-28}$  γράφε  $9 \times 10^{-28}g$

» 73 στ. 7 καί 8: αντί μοριακό βάρος γράφε μοριακή μάζα

άντι άτομικό βάρος γράφε άτομική μάζα.

» 75 'Η άμέσως πριν από τήν περίληψη έξίσωση νά συμπληρωθή με + καί→:



» 77 στ. 2 καί 3: νά προστεθούν τά βέλη στις έξισώσεις:  $2P + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow P_2O_5$  καί  $2P + 5O \rightarrow P_2O_5$

» 78 στ. 13: αντί  $NO_3$  γράφε  $HNO_3$

Τὰ αντίτυπα τοῦ βιβλίου φέρουν τὸ κάτωθι βιβλιοσημον εἰς ἀπόδειξιν τῆς γνησιότητος αὐτῶν.  
Ἐκτύπων στερούμενον τοῦ βιβλιοσημοῦ τούτου θεωρεῖται κλεψίτυπον. Ὁ διαθέτων, πωλῶν ἢ χρησιμοποιοῦν αὐτὸ διώκεται κατὰ τὰς διατάξεις τοῦ ἀρθροῦ 7 τοῦ νόμου 1129 τῆς 15/21 Μαρτίου 1946 (Ἐφ. Κυβ. 1946, Α'. 108).



---

ΕΚΔΟΣΙΣ Α' 1966 (III 1967) — ΑΝΤ. 130.000 — ΣΥΜΒ. 1450/30-8-66 — 1430/6-7-66

Ἐκτύποις: Ι. ΔΙΚΑΙΟΣ — Βιβλιοδόξια Ι. ΚΑΜΠΑΝΑΣ Ο.Ε.





**0020557755**

**ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ**

Ψηφιοποιήθηκε από το Εθνικό Κέντρο Βιβλιοεπιστημικής Πολιτικής



