ΧΗΜΕΙΑ

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΕΝ ΑΘΗΝΑΙ 1976

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

19477

ΧΗΜΕΙΑ

ΔΩΡΕΑΝ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Ἐπιμέλεια : Ἐπιστημονική ἀπὸ τὸ Β. Καρώνη, καθηγητὴ Χημικὸ
Γλωσσική ἀπὸ τὸ φιλόλογο Κ. Μικρούδη, Ἐπιθεωρητὴ Μ.Ε.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΧΗΜΕΙΑ

Μετάφραση καὶ διασκευή
ΖΩΗΣ ΜΕΛΑ - ΙΩΑΝΝΙΔΗ, Χημικοῦ,
τοῦ γαλλικοῦ βιβλίου τῶν A. GODIER,
C. THOMAS καὶ M. MOREAU

Β' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ
ΑΘΗΝΑΙ 1976

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

● ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ

1 Θὰ πρωτογνωρίσουμε τὴ χημεία ἐξετάζοντας μιὰ οὐσία ποὺ μᾶς εἶναι πολὺ γνώριμη: τὸ ξίδι.

Στὴ φιάλη τῆς εἰκ. 1 διαβάζομε τὴν ἐπιγραφή: «Ὄξος ἐξ οἴνου» (ξίδι ἀπὸ κρασί). Πραγματικά, ἀπὸ κρασὶ παρασκευάζομε (φτιάνομε) τὸ ξίδι· ἄλλωστε τὸ ἔχομε προσέξει πὼς μὲ τὸν καιρό, ἰδίως ὅταν μείνει σ' ἀνοιχτὸ δοχεῖο, τὸ κρασὶ ξινίζει, γίνεται ξίδι χωρὶς τὴ δική μας ἐπέμβαση [1].

① ΞΙΔΙ

2 Ἂς μυρίσουμε μὲ κλειστὰ μάτια διάφορα ὑγρά, π.χ. νερό, κρασί, ἀλκοόλη, ξίδι.

Δὲν θὰ δυσκολευτοῦμε ν' ἀναγνωρίσουμε τὸ ξίδι, γιατὶ ἡ ὀσμή του εἶναι πολὺ χαρακτηριστική.

3 Κοιτάξτε τώρα αὐτὴ τὴ φιάλη, ποὺ στὴν ἐτικέτα της διαβάζομε «ὀξικὸ ὀξύ» (εἰκ. 2).

Τὸ ὑγρὸ ποὺ περιέχεται στὴ φιάλη εἶναι ἄχρωμο σὰν τὸ νερό.

● Κουνώντας τὴ φιάλη ἀναταράζομε τὸ ὑγρὸ καὶ παρατηροῦμε πὼς εἶναι εὐκίνητο σὰν τὸ νερό.

● Ἂν ὅμως ξεβουλώσουμε τὴ φιάλη, καταλαβαίνομε ἀμέσως πὼς τὸ περιεχόμενό της δὲν εἶναι νερό: μᾶς ἔρχεται στὴ μύτη μιὰ δυνατὴ ὀσμὴ ξιδιοῦ.

Αὐτὸ συμβαίνει γιατὶ **τὸ ξίδι εἶναι μεῖγμα ἀπὸ νερὸ καὶ ὀξικὸ ὀξύ· εἶναι διάλυμα ἀπὸ ὀξικὸ ὀξὺ σὲ νερό.**

πῶμα
ἀπὸ πλαστικὴ ὕλη

② ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ
Στοὺς 17°C γίνεται στερεό. Βράζει στοὺς 118°C

> *Κάποτε στὴν ἐτικέτα τῆς φιάλης τοῦ ξιδιοῦ σημειώνουν π.χ. «7°»· αὐτὸ σημαίνει πὼς σὲ ὄγκο 100cm³, τὸ ξίδι περιέχει 7 g ὀξικὸ ὀξύ. Τὸ ὑπόλοιπο ὑγρὸ εἶναι σχεδὸν καθαρὸ (σκέτο) νερὸ* (εἰκ. 3).

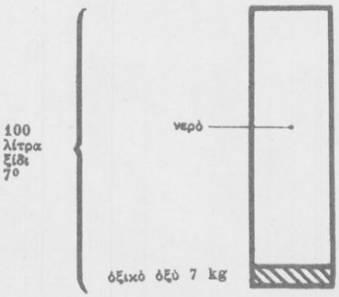
4 Γιατὶ γίνεται ξίδι τὸ κρασί;

Γιατὶ τὸ ὀξυγόνο τοῦ ἀέρα ἐπιδρᾶ στὴν ἀλκοόλη τοῦ κρασιοῦ καὶ τὴ μετατρέπει σὲ ὀξικὸ ὀξύ:

ἀλκοόλη + ὀξυγόνο → ὀξικὸ ὀξύ...

5 Σὲ μιὰ ἐτικέτα στὴ φιάλη τοῦ ὀξικοῦ ὀξέος σημειώνεται ἡ λέξη «ἐπικίνδυνο».

Γιατί, ὅταν στάξει στὸ δέρμα τὸ ὀξικὸ ὀξύ, προκαλεῖ ἐγκαύματα (καψίματα). Ὅταν ὅμως εἶναι διαλυ-



③ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΞΙΔΙΟΥ

(1) Στὴν ἐτικέτα τῆς φιάλης τονίζεται πὼς τὸ ξίδι ἔχει παρασκευαστεῖ ἀπὸ κρασί, γιατὶ σὲ ἄλλες χῶρες παρασκευάζεται καὶ ἀπὸ ἀλκοόλη. Στὴν Ἑλλάδα ἀπαγορεύεται ἡ παρασκευὴ τοῦ ξιδιοῦ ἀπὸ ἀλκοόλη. (Τὴν ἀλκοόλη τὴ λέμε συνήθως οἰνόπνευμα· τὴ λέμε ἀκόμα καὶ σπίρτο).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

μένο σὲ ἄρκετὸ νερό, δὲν κάνει ἐγκαύματα οὔτε στὸ δέρμα οὔτε σὲ ἄλλους ἱστούς. Γι' αὐτὸ καὶ μποροῦμε νὰ συντηροῦμε ἢ νὰ νοστιμίζουμε διάφορα φαγώσιμα (ἐλιές, σαλάτες κλπ.) βάζοντάς τους ξίδι (δηλαδὴ πολὺ ἀραιωμένο ὀξικὸ ὀξύ), γιατὶ σὲ μικρὴ ἀναλογία δὲν βλάπτει.

6 Γεύση τοῦ ξιδιοῦ.

Τὸ ξίδι ἔχει γεύση ξινή, ποὺ θυμίζει τὴ γεύση τοῦ λεμονιοῦ ἢ τῶν ἄγουρων φρούτων π.χ. τῶν ἄγουρων σταφυλιῶν.

7 Τί γίνεται, ὅταν χύσουμε ξίδι πάνω σὲ κιμωλία; (εἰκ. 4).

Μόλις βραχεῖ ἡ κιμωλία μὲ τὸ ξίδι, παρατηροῦμε ἕναν ἀναβρασμὸ (χοχλάκισμα). Οἱ φυσαλίδες ποὺ τὸν προκαλοῦν περιέχουν ἕνα ἀέριο, ποὺ τὸ λένε *διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα*. Τὸ ὀξικὸ ὀξὺ προσβάλλει τὴν κιμωλία καὶ ἐλευθερώνει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

● Τὸ ἴδιο θὰ συμβεῖ, ἂν ἀντικαταστήσουμε τὴν κιμωλία μὲ τσόφλι αὐγοῦ ἢ μὲ ὄστρακο ἢ μὲ μαρμαρόσκονη: ἡ κιμωλία, τὸ τσόφλι, τὸ ὄστρακο, τὸ μάρμαρο, ἔχουν κύριο συστατικὸ τὸ ἴδιο σῶμα (τὴν ἴδια οὐσία): τὸ *ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο*.

Συμπέρασμα: *Τὸ ὀξικὸ ὀξύ, ὅταν ἔρθει σὲ ἐπαφὴ μὲ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, προκαλεῖ ἔκλυση διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα:*

ὀξικὸ ὀξὺ + ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο → διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα↑... (1)

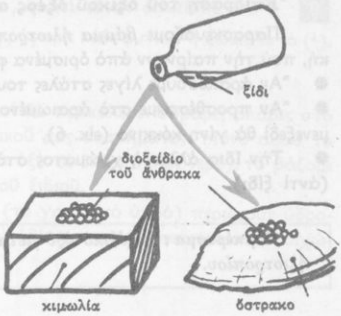
8 Στὸ στόμιο ἑνὸς δοκιμαστικοῦ σωλήνα, ὅπου βράζει λίγο ὀξικὸ ὀξύ, ἂς πλησιάσουμε ἀναμμένο σπίρτο:

Θὰ ξεπηδήσει ἀμέσως μιὰ πελώρια, ὡραία, γαλάζια φλόγα (εἰκ. 5).

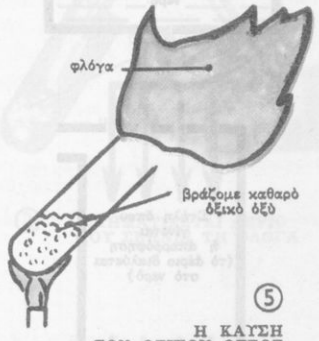
Ἐξήγηση: Ὅταν θερμαίνουμε τὸ ὀξικὸ ὀξύ, ἀπὸ ὑγρὸ γίνεται ἀέριο. Οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὀξικοῦ ὀξέος καίγονται, γιατὶ τὸ ὀξὺ αὐτὸ ἀποτελεῖται σὲ μεγάλη ἀναλογία ἀπὸ δύο καύσιμα συστατικά, ἀπὸ *ἄνθρακα* καὶ *ὑδρογόνο*.

Ἂς ἐπιχειρήσουμε νὰ ἐπαναλάβουμε τὸ ἴδιο πείραμα μὲ ξίδι ἀντὶ ὀξικὸ ὀξύ. Οἱ ἀτμοὶ ποὺ ξεφεύγουν ἀπὸ τὸ σωλήνα δὲν θ' ἀναφλεγοῦν (δὲν θ' ἀνάψουν), γιατὶ ἀποτελοῦνται σὲ πολὺ μεγάλη ἀναλογία ἀπὸ ὑδρατμούς, ποὺ δὲν εἶναι ἀναφλέξιμοι.

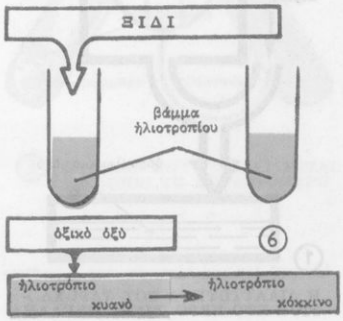
(1) Τὸ βέλος πρὸς τὰ πάνω σημαίνει ἔκλυση ἀερίου.



4 ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ



5 Η ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΟΞΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ



6

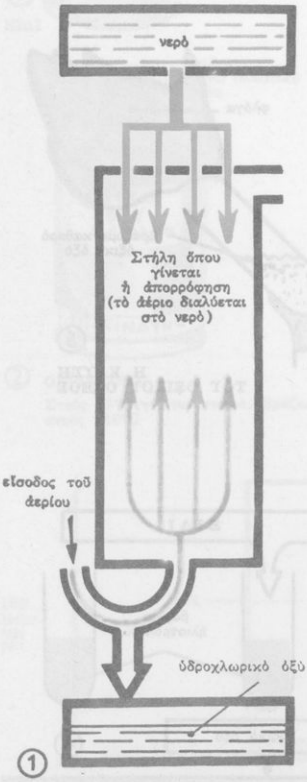
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

9 **Ἐπίδραση τοῦ ὀξικοῦ ὀξέος στὸ βάμμα ἡλιοτροπίου.**

Παρασκευάζομε *βάμμα ἡλιοτροπίου* διαλύοντας σὲ νερὸ ἢ σὲ ἀλκοόλη μιὰ οὐσία χρωστική, ποὺ τὴν παίρνουν ἀπὸ ὁρισμένα φυτὰ [1]. Τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου ἔχει χρῶμα μενεξεδὶ (μόβ).

- Ἂν ἀραιώσουμε λίγες στάλες του μὲ νερό, τὸ χρῶμα του θὰ ξανοίξει, ἀλλὰ θὰ μείνει μενεξεδί.
- Ἂν προσθέσουμε στὸ ἀραιωμένο αὐτὸ βάμμα ἡλιοτροπίου μιὰ σταγόνα ξίδι, τὸ ὑγρὸ ἀπὸ μενεξεδὶ θὰ γίνη κόκκινο (εἰκ. 6).
- Τὴν ἴδια ἀλλαγὴ χρώματος στὸ βάμμα ἡλιοτροπίου προκαλεῖ καὶ μιὰ σταγόνα ὀξικὸ ὀξὺ (ἀντὶ ξίδι).

Συμπέρασμα : *τὸ ὀξικὸ ὀξὺ μεταβάλλει ἀπὸ μενεξεδὶ σὲ κόκκινο τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου.*



1

Η ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΟΥ ΣΤΟ ΝΕΡΟ ΕΙΝΑΙ ΜΕΓΑΛΗ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ ξίδι παρασκευάζεται ἀπὸ κρασὶ καὶ περιέχει μιὰ οὐσία ποὺ λέγεται ὀξικὸ ὀξύ. Ξίδι μὲ τίτλο 7° (ἑπτὰ βαθμοὺς) περιέχει 7 g ὀξικὸ ὀξὺ στὰ 100 cm³. Τὸ ὑπόλοιπο ὑγρὸ εἶναι σχεδὸν καθαρὸ νερό.

2. Τὸ ὀξικὸ ὀξὺ ἔχει, ὅπως καὶ τὸ ξίδι, ὀσμὴ ἐρεθιστική, πολὺ χαρακτηριστικὴ καὶ γεύση ξινή.

3. Ὅταν ἐπιδράσει ὀξικὸ ὀξὺ σὲ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, γίνεται ἀναβρασμός : ἐκλύεται (ἐλευθερώνεται) διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

4. Οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὀξικοῦ ὀξέος εἶναι ἀναφλέξιμοι.

5. Τὸ ὀξικὸ ὀξὺ κοκκινίζει τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 1 - 5 στὴ σελ. 18.

● ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟ ΟΞΥ

1 **Ἡ κοινή του ὀνομασία εἶναι σπίρτο τοῦ ἅλατος.**

Τὸ ὄνομα αὐτὸ τοῦ ἔμεινε ἀπὸ τὴν ἐποχὴ ποὺ παρασκεύαζαν τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ ἀποκλειστικὰ ἀπὸ μαγειρικὸ ἁλάτι μὲ τὴν ἐπίδραση θειϊκοῦ ὀξέος.

2 **Μερικὲς χρήσεις τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος.**

Στὸ νοικοκυριὸ τὸ χρησιμοποιοῦμε, γιὰ νὰ καθαρίζουμε τὶς λεκάνες τῶν ἀποχωρητηρίων. Οἱ ὑδροχρωματιστὲς τὸ μεταχειρίζονται, γιὰ νὰ βγάζουν τοὺς παλιοὺς ἀσβέστες ἀπὸ τοὺς τοίχους καὶ οἱ γαλβανιστές, γιὰ νὰ καθαρίζουν (ξεσκουριάζουν) τὴν ἐπιφάνεια τῶν μετάλλων, πρὶν τὰ βουτήξουν στὸ λιωμένο ψευδάργυρο, γιὰ νὰ τὰ γαλβανίσουν (= ἐπιμεταλλώσουν).

Ἐπίσης τὸ χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὸ χάραγμα τοῦ ψευδάργυρου καὶ γιὰ πολλὲς ἄλλες ἐργαστηριακὲς καὶ βιομηχανικὲς χρήσεις.

---

(1) Τώρα πιὰ ἡ οὐσία αὐτὴ μπορεῖ νὰ παρασκευαστεῖ ἀπὸ προϊόντα τῆς βιομηχανίας τῶν λιθανθράκων (πετροκάρβουνων) ἢ τοῦ πετρελαίου.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

3 **Χρειάζεται προσοχή, ὅταν τὸ μεταχειριζόμαστε, γιατὶ εἶναι ἐπικίνδυνο.**

Προσβάλλει τὸ δέρμα καὶ γενικὰ καταστρέφει ἀρκετὰ γρήγορα κάθε φυτικὸ ἢ ζωικὸ ἱστὸ (1).

4 **Τί γεύση ἔχει τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ;**

Καθαρὸ δὲν μποροῦμε βέβαια νὰ τὸ δοκιμάσουμε, γιατὶ θὰ προκαλέσει σοβαρὲς βλάβες στὸ βλεννογόνο τοῦ στόματος καὶ στὰ τοιχώματα τοῦ πεπτικοῦ μας συστήματος. Μόνο ἀφοῦ τὸ ἀραιώσουμε μὲ πολὺ νερὸ (π.χ. μιὰ σταγόνα ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ σὲ ἕνα ποτήρι νερό), τὸ βάζομε στὸ στόμα καὶ διαπιστώνομε πὼς ἔχει γεύση ξινὴ σὰν τοῦ ξιδιοῦ.

Τὸ παράξενο εἶναι πὼς τὰ ὑγρὰ τοῦ στομαχιοῦ μας (τὸ γαστρικὸ ὑγρὸ) περιέχουν ὑδροχλωρικὸ ὀξύ. Τὸ ἐκκρίνουν (ξεχύνουν) πολυάριθμοι μικροὶ ἀδένες, ποὺ βρίσκονται στὰ τοιχώματα τοῦ στομαχιοῦ.

5 **Ὀσμὴ**

Ὅταν ἀνοίξουμε γιὰ λίγα δευτερόλεπτα (2) τὴ φιάλη μὲ τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, νιώθουμε μιὰ ὀσμὴ ἐρεθιστικὴ μαζὶ καὶ ἀποπνικτική.

6 **Τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ εἶναι διάλυμα ἑνὸς ἀερίου σὲ νερό.**

Αὐτὸ τὸ ἀέριο λέγεται *ὑδροχλώριο* καὶ εἶναι ἐκεῖνο ποὺ δίνει στὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ τὶς χαρακτηριστικές του ἰδιότητες.

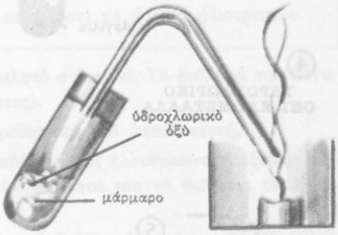
Τὸ ὑδροχλώριο εἶναι ἀέριο διαλυτὸ στὸ νερό. Εἶναι μάλιστα ἡ *διαλυτότητά του* στὸ νερὸ μεγάλη: σὲ θερμοκρασία 0°C 1 λίτρο νερὸ μπορεῖ νὰ διαλύσει ὡς 500 λίτρα ὑδροχλώριο. Γι' αὐτὸ καὶ ἀρκεῖ νὰ φέρουμε σ' ἐπαφὴ τὸ ὑδροχλώριο μὲ νερό, γιὰ νὰ παρασκευαστεῖ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ (εἰκ. 1).

Ἡ φιάλη μὲ τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ πρέπει νὰ μένει βουλωμένη, γιὰ νὰ μὴν ξεφεύγει ἀπὸ τὸ διάλυμα τὸ ὑδροχλώριο. Αὐτὸ ἦταν ἄλλωστε ποὺ μᾶς ἐρέθισε τὴ μύτη, ὅταν θελήσαμε νὰ μυρίσουμε τὸ ὀξύ.

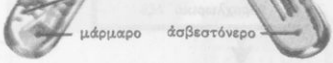
Ἂν ζεστάνουμε τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, θὰ παρατηρήσουμε, πώς, ὅσο ὑψώνεται ἡ θερμοκρασία, τόσο περισσότερο ἀέριο ξεφεύγει ἀπὸ τὸ διάλυμα. Βγάζομε λοιπὸν τὸ συμπέρασμα πὼς ἡ διαλυτότητα τοῦ ὑδροχλωρίου στὸ νερὸ ἐλαττώνεται μὲ τὴν ὕψωση τῆς θερμοκρασίας.

7 **Χρῶμα τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος.**

Τὸ καθαρὸ ὀξὺ εἶναι τελείως ἄχρωμο, ἀλλὰ τὸ κοινὸ (συνηθισμένο) ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, ποὺ βρίσκομε στὸ ἐμπόριο, εἶναι κιτρινωπό, πότε πιὸ σκοῦρο, πότε πιὸ ἀνοιχτόχρωμο, γιατὶ περιέχει πότε περισσότερες πότε λιγότερες ξένες οὐσίες, ποὺ αὐτὲς τὸ χρωματίζουν.



(2) ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ ΑΕΡΙΟ ΠΟΥ ΣΒΗΝΕΙ ΤΗ ΦΛΟΓΑ



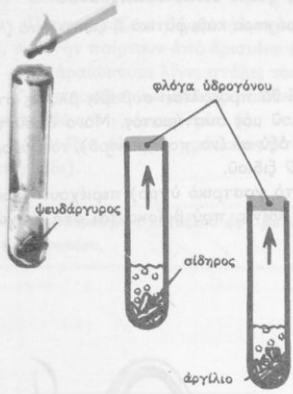
(3) ΤΟ ΑΕΡΙΟ ΠΟΥ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ ΘΟΛΩΝΕΙ ΤΟ ΑΣΒΕΣΤΟΝΕΡΟ

---

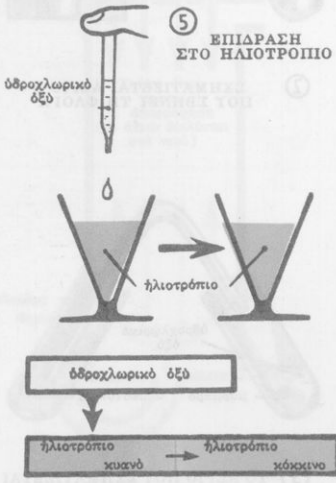
(1) Τὴ φιάλη μὲ τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ τὴ βουλώνουμε μὲ πῶμα γυάλινο ἢ ἀπὸ πλαστικὴ τεχνητὴ ὕλη καὶ ὄχι μὲ φελλό, ποὺ τὸ ὀξὺ τὸν καταστρέφει (τὸν τρώει).

(2) Προσοχή, γιατὶ ἡ εἴσπνοη τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος εἶναι ἐπικίνδυνη.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



4
ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΑ



8 Ἐπίδραση στὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο.

Ὅταν στάξουμε ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ πάνω σὲ κιμωλία ἢ μάρμαρο ἢ σὲ κομματάκια ὄστρακο, γίνεται ζωηρότατος ἀναβρασμός.

Ποιὸ εἶναι τὸ ἀέριο ποὺ τὸν προκαλεῖ;

● Ἂν προσπαθήσουμε νὰ τὸ ἀνάψουμε, θὰ δοῦμε ὄχι μόνο πὼς δὲν ἀναφλέγεται (δὲν εἶναι ἀναφλέξιμο, δὲν εἶναι καύσιμο), μὰ ἀκόμα πὼς σβήνει τὴ φλόγα ποὺ πλησιάζομε στὴν ἄκρη τοῦ σωλήνα, ὅπου τὸ διοχετεύομε (τὸ βάζομε νὰ περάσει) (εἰκ. 2).

● Ἂν βάλουμε νὰ περάσει τὸ ἴδιο ἀέριο ἀπὸ *ἀσβεστόνερο* (δηλαδὴ ἀπὸ νερό, ὅπου ἔχομε διαλύσει πολὺ λίγον ἀσβέστη), παρατηροῦμε πὼς τὸ ὑγρὸ ἀρχίζει καὶ θολώνει, ὥσπου σὲ λίγο γίνεται ἄσπρο σὰν τὸ γάλα (εἰκ. 3).

Τὸ ἀσβεστόνερο θολώνει, γιατὶ τὸ ἀέριο ποὺ τοῦ διοχετεύομε εἶναι διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα: τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σχηματίζει μὲ τὸ διαλυμένο σῶμα ἄσπρο ἴζημα (κατακάθι) (1) ἀπὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο (2).

Συμπέρασμα: *Τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ προσβάλλει τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ ἐλευθερώνει (βγάζει ἀπ' αὐτὸ) διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα:*

Ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ + ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο → διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα↑...

9 Ἐπίδραση στὰ μέταλλα.

● Ἂς βάλουμε ἀπὸ λίγο ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ ἀραιωμένο μὲ νερὸ σὲ τρεῖς δοκιμαστικοὺς σωλῆνες ποὺ ὁ πρῶτος περιέχει ψήγματα (κομματάκια) ψευδάργυρο (τσίγκο), ὁ δεύτερος ρινίσματα (ξέσματα) ἀπὸ σίδηρο (3) καὶ ὁ τρίτος σκόνη ἀργίλιο (ἀλουμίνιο). Ὅταν ἔρθει σὲ ἐπαφὴ τὸ ὑγρὸ μὲ τὰ μέταλλα, σχηματίζονται φυσαλίδες, γίνεται δηλαδὴ ἔκλυση ἀερίου (εἰκ. 4).

● Τὸ ἀέριο ποὺ ξεφεύγει ἀπὸ τὰ στόμια τῶν σωλήνων ἀνάβει μὲ μικρὴ ἔκρηξη, μόλις πλησιάσουμε φλόγα καὶ καίγεται, ὅσο βγαίνει, μὲ κοντή, χλωμή, γαλάζια φλόγα (4). Τὸ ἀέριο αὐτὸ εἶναι *ὑδρογόνο*.

Παρατήρηση: Τὸ ὑδρογόνο δὲν θολώνει τὸ ἀσβεστόνερο.

(1) Σχηματίζεται ἴζημα κάθε φορὰ ποὺ ἕνα στερεὸ σῶμα ξεχωρίζει ἀπὸ τὸ ὑγρό, ὅπου βρίσκεται σκορπισμένο.
(2) Τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο εἶναι ἀδιάλυτο στὸ νερό.
(3) Τὸ σίδερο λέγεται ἐπιστημονικὰ σίδηρος.
(4) Σὲ λίγο ἡ φλόγα ἀπὸ γαλάζια γίνεται κίτρινη. Ἡ ἀλλαγὴ αὐτὴ ὀφείλεται στὸ ὅτι τὸ γαλάζιο χρῶμα τῆς φλόγας τοῦ ὑδρογόνου σκεπάζεται ἀπὸ τὸ πιὸ ἔντονο κίτρινο χρῶμα, ποὺ τῆς δίνει τὸ διάπυρο ἀπὸ τὴ θερμότητα στόμιο τοῦ σωλήνα.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Συμπέρασμα : *Τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ προσβάλλει ὁρισμένα μέταλλα μὲ ἔκλυση ὑδρογόνου* (1)

Ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ + μέταλλο → ὑδρογόνο ↑ ...

Παρατήρηση : Καὶ τὸ ὀξικὸ ὀξὺ ἀραιωμένο μὲ λίγο νερὸ προσβάλλει τὸν σίδηρο, τὸν ψευδάργυρο καὶ τὸ ἀργίλιο μὲ ἔκλυση ὑδρογόνου, ἡ δράση του ὅμως εἶναι ἀργή.

Ἀπὸ τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ δὲν προσβάλλονται ὅλα τὰ μέταλλα τόσο εὔκολα, ὅσο αὐτὰ ποὺ ἀναφέραμε παραπάνω. Μερικὰ τὰ προσβάλλει τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ μόνο ὅταν εἶναι ζεσταμένο (ἐν θερμῷ). Ἄλλα πάλι, ὅπως τὸν χρυσὸ (χρυσάφι) καὶ τὸν λευκόχρυσο (πλατίνα), δὲν τὰ προσβάλλει καθόλου.

10 Ἐπίδραση στὸ βάμμα ἡλιοτροπίου.

Ἂν βυθίσουμε μιὰ γυάλινη ράβδο πρῶτα σὲ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ πολὺ ἀραιωμένο μὲ νερὸ κι ἔπειτα σὲ βάμμα ἡλιοτροπίου, τὸ χρῶμα τοῦ ὑγροῦ ἀπὸ μενεξεδὶ θὰ γίνει κόκκινο ζωηρό.

Καὶ ἐλάχιστο ἀκόμα ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ ἀρκεῖ, γιὰ νὰ κοκκινίσει τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ ὑδροχλώριο εἶναι ἀέριο πολὺ διαλυτὸ στὸ νερό. Τὸ διάλυμά του λέγεται ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ (σπίρτο τοῦ ἅλατος).

2. Τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ ἔχει γεύση ξινὴ καὶ ὀσμὴ ἐρεθιστικὴ καὶ ἀποπνικτική.

3. Τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ προσβάλλει τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ ἐλευθερώνει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα. Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀναγνωρίζεται ἀπὸ τὴν ἰδιότητά του νὰ θολώνει τὸ ἀσβεστόνερο.

4. Τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ προσβάλλει ὁρισμένα μέταλλα μὲ ἔκλυση ὑδρογόνου. Τὸ ὑδρογόνο ἀναγνωρίζεται, γιατὶ εἶναι ἀναφλέξιμο.

5. Τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ μεταβάλλει τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου ἀπὸ μενεξεδὶ σὲ κόκκινο.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 6 - 8 στὴ σελ. 18.

● ΘΕΙΙΚΟ ΟΞΥ

1 Τὸ συσσωρευτὴ (μπαταρία) τῆς εἰκ. 1 τὸν γνωρίζετε, γιατὶ τέτοιους χρησιμοποιοῦμε στ' αὐτοκίνητα.

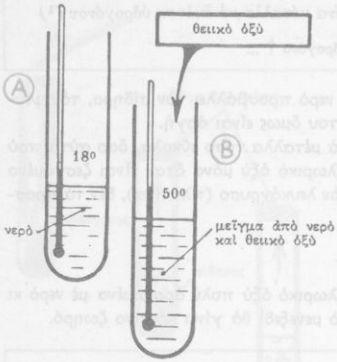
Ὁ συσσωρευτὴς εἶναι γεμισμένος μὲ μεῖγμα ἀπὸ νερὸ κι ἕνα ὑγρό, ποὺ θὰ ἐξετάσουμε τώρα καὶ λέγεται *θειικὸ ὀξύ*.

Τὸ θειικὸ ὀξύ, (γνωστὸ ἀπὸ τὸν καιρὸ τῶν ἀλχημιστῶν), εἶναι σήμερα ἕνα ἀπὸ τὰ σπουδαιότερα προϊ-

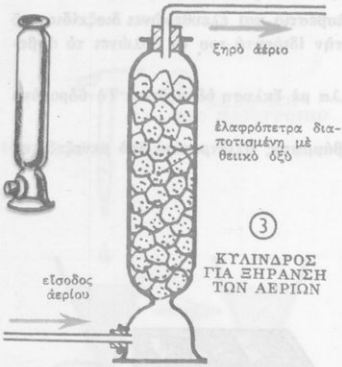
① ΟΙ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ περιέχουν μεῖγμα ἀπὸ νερὸ καὶ ΘΕΙΙΚΟ ΟΞΥ

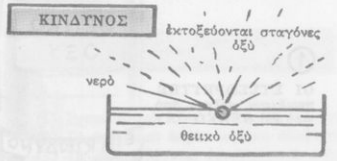
(1) Τὰ μέταλλα ποὺ διαλέξαμε γιὰ τὸ πείραμά μας τὰ διαβρώνει (τὰ «τρώει») τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ. Τὰ κομμάτια τους ὅλο καὶ μικραίνουν, ὥσπου στὸ τέλος (ἂν τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ εἶναι ἀρκετὸ) ἐξαφανίζονται ἐντελῶς. Παύει τότε καὶ ἡ ἔκλυση ὑδρογόνου.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



2 ΤΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΘΕΙΚΟ ΟΞΥ





4 ΠΟΤΕ ΜΗ ΧΥΣΕΤΕ ΝΕΡΟ ΣΕ ΠΥΚΝΟ ΘΕΙΚΟ ΟΞΥ

ὄντα τῆς μεγάλης χημικῆς βιομηχανίας καὶ παρασκευάζεται σὲ ὅλο τὸν κόσμο σὲ τεράστιες ποσότητες.

Στὴν Ἑλλάδα παράγονται περίπου 600.000 τόνοι θειικὸ ὀξὺ κάθε χρόνο. Τὸ χρησιμοποιοῦν οἱ βιομηχανίες ποὺ παρασκευάζουν λιπάσματα (τὰ ὑπερφωσφορικὰ λιπάσματα), ἐκρηκτικὲς ὕλες, συνθετικὰ χρώματα, ὀξέα καὶ πολλὰ ἄλλα προϊόντα.

2 **Τὸ θειικὸ ὀξὺ εἶναι ὑγρὸ ἄχρωμο,** ὅταν εἶναι καθαρό, **καὶ ἄοσμο.**

Ὅταν τὸ ἀναταράξουμε, παρατηροῦμε πὼς εἶναι παχύρρευστο σὰν τὸ σιρόπι ἢ τὸ λάδι. Γι' αὐτὸ τὸ λένε κάποτε «λάδι τοῦ βιτριολιοῦ» ἢ ἁπλὰ «βιτριόλι».

● Ἀνοίγομε τὴ φιάλη καὶ διαπιστώνομε πὼς δὲν ἔχει ὀσμή. Ἄλλωστε δὲν ἐξαεριώνεται εὔκολα τὸ θειικὸ ὀξύ, δὲν εἶναι δηλαδὴ πτητικό. Βράζει σὲ ψηλὴ θερμοκρασία: στοὺς 300° C περίπου.

3 **Γεύση :** Τὸ θειικὸ ὀξὺ εἶναι πολὺ ἐπικίνδυνο, γι' αὐτὸ μόνο πάρα πολὺ ἀραιωμένο μὲ νερὸ μποροῦμε νὰ τὸ δοκιμάσουμε, γιὰ νὰ γνωρίσουμε τὴ γεύση του : διαπιστώνομε τότε πὼς εἶναι ξινό.

4 **Τὸ θειικὸ ὀξὺ εἶναι βαρὺ ὑγρό :** ἂν συγκρίνουμε τὸ βάρος δύο ὁμοιων φιαλῶν, ἀπ' τὶς ὁποῖες ἡ μία εἶναι γεμάτη νερὸ καὶ ἡ ἄλλη γεμάτη θειικὸ ὀξύ, θὰ παρατηρήσουμε πὼς ἡ δεύτερη εἶναι πολὺ βαρύτερη ἀπὸ τὴν πρώτη. Ἂν μάλιστα κάνουμε τὰ ἀπαραίτητα ζυγίσματα καὶ ὑπολογισμούς, θὰ βροῦμε πὼς 1 λίτρο θειικὸ ὀξὺ ζυγίζει πάνω ἀπὸ 1,8 kg, πὼς εἶναι δηλαδὴ σχεδὸν 2 φορὲς βαρύτερο ἀπὸ ἕνα λίτρο νερό.

5 **Τὸ θειικὸ ὀξὺ εἶναι διαλυτὸ στὸ νερό.** Ἂς στάξουμε, πολὺ προσεχτικὰ καὶ ἀναταράζοντας διαρκῶς, λίγες σταγόνες θειικὸ ὀξὺ σὲ δοκιμαστικὸ σωλήνα ποὺ περιέχει νερὸ στὴ θερμοκρασία τοῦ δωματίου. Τὰ δύο ὑγρὰ ἀνακατεύονται καλά, ὅποια καὶ νὰ εἶναι ἡ ἀναλογία τῶν ὄγκων τους.

Τὸ θειικὸ ὀξὺ διαλύεται στὸ νερὸ σὲ κάθε ἀναλογία. Λέμε πὼς εἶναι ἄπληστο (ἀχόρταγο) γιὰ τὸ νερό.

● Μετὰ τὴν ἀνάμειξη τὸ ὑγρὸ στὸ σωλήνα εἶναι ζεστό : τὸ θερμόμετρο δείχνει πὼς ἡ θερμοκρασία ἔχει ὑψωθεῖ μερικὲς δεκάδες βαθμούς (εἰκ. 2).

Τὸ θειικὸ ὀξὺ διαλύεται στὸ νερὸ μὲ σημαντικὴ ἔκλυση θερμότητας.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Αὐτὸ συμβαίνει μὲ ὅλα τὰ *ὑγροσκοπικὰ* σώματα, δηλαδὴ μὲ ὅλα τὰ σώματα ποὺ εἶναι ἄπληστα γιὰ τὸ νερό.

Τὸ θειικὸ ὀξὺ ὄχι μόνο διαλύεται στὸ νερὸ εὔκολα, ἀλλὰ καὶ ἀπορροφᾶ τοὺς ὑδρατμούς, ὅταν βρεθεῖ σὲ ἐπαφὴ μαζί τους.

● Συνέπεια: Γιὰ τὴν ἰδιότητά του ν' ἀπορροφᾶ τοὺς ὑδρατμούς, μεταχειριζόμαστε τὸ θειικὸ ὀξὺ γιὰ νὰ ξηραίνουμε διάφορα ἀέρια, ποὺ τυχαίνει νὰ συγκρατοῦν ὑγρασία (εἰκ. 3).

● **Προσοχή:** Μὴ χύσουμε ποτὲ νερὸ σὲ θειικὸ ὀξὺ γιὰ νὰ τ' ἀραιώσουμε, γιατί, μὲ τὴν ἀπότομη ὕψωση τῆς θερμοκρασίας στὴν ἐπιφάνεια, τὸ νερὸ θὰ ἐξαεριωθεῖ βίαια παρασύροντας καὶ σκορπίζοντας σταγόνες θειικὸ ὀξὺ (εἰκ. 4), ποὺ θὰ προκαλέσουν βαριὰ ἐγκαύματα. Στάζομε λοιπὸν τὸ ὀξὺ μέσα στὸ νερὸ μὲ πολλὴ προσοχὴ καὶ ἀναδεύομε ὕστερα ἀπὸ κάθε προσθήκη.

6 **Ἂς βάλουμε ἕνα ξυλαράκι** (ἕνα κομματάκι ἀπὸ σπίρτο π.χ.) **ἢ ἕνα βῶλο ζάχαρη σὲ θειικὸ ὀξύ:** καὶ τὸ ξύλο καὶ ἡ ζάχαρη θὰ μαυρίσουν, θὰ *ἀπανθρακωθοῦν* (θὰ καρβουνιάσουν) (εἰκ. 5).

Μὲ τὸν ἴδιο τρόπο τὸ ὀξὺ προσβάλλει τὸ δέρμα καὶ κάθε ἄλλον ἱστό, ζωικὸ ἢ φυτικό. Τὸ κάψιμο προχωρεῖ σὲ βάθος. Τὸ θειικὸ ὀξὺ εἶναι πάρα πολὺ *διαβρωτικό*, γι' αὐτὸ καὶ ἐξαιρετικὰ ἐπικίνδυνο.

7 **Ἂς χύσουμε ἀραιωμένο μὲ νερὸ θειικὸ ὀξὺ σὲ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο** (ἀσβεστόλιθο, μάρμαρο κλπ.): γίνεται ἀναβρασμὸς καὶ τὸ ἀέριο ποὺ τὸν προκαλεῖ σβήνει τὴ φλόγα τοῦ κεριοῦ καὶ θολώνει τὸ ἀσβεστόνερο: εἶναι διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

Τὸ θειικὸ ὀξὺ (ὅπως καὶ τὰ ἄλλα δυὸ ὀξέα ποὺ γνωρίσαμε) προσβάλλει τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ ἐλευθερώνει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα:

θειικὸ ὀξὺ + ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο → διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα↑...

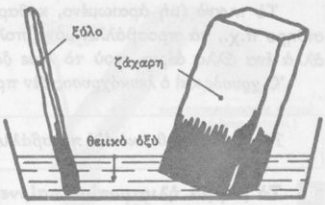
8 **Ὅταν σὲ δοκιμαστικὸ σωλήνα ποὺ περιέχει ψευδάργυρο** προσθέσουμε ἀραιωμένο θειικὸ ὀξύ, παρατηροῦμε ζωηρὴ ἔκλυση ἀερίου (εἰκ. 6).

Ἐγγίζομε τὸ κάτω μέρος τοῦ σωλήνα καὶ διαπιστώνομε πὼς τὸ ὑγρὸ ἔχει ζεσταθεῖ.

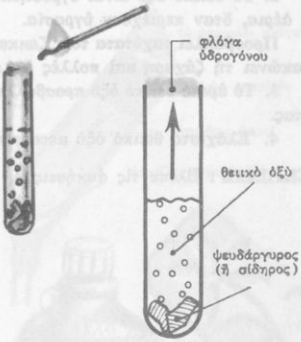
● Μόλις πλησιάσουμε φλόγα στὸ στόμιο τοῦ σωλήνα, ἀκοῦμε μιὰ μικρὴ ἔκρηξη καὶ βλέπουμε νὰ ξεπηδᾶ ἡ χαρακτηριστικὴ ἀνοιχτογάλαζη, κοντὴ φλόγα τοῦ ὑδρογόνου:

θειικὸ ὀξὺ + ψευδάργυρος → ὑδρογόνο↑... + θερμότητα.

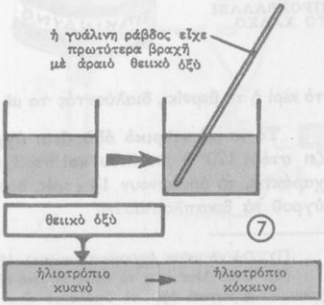
Μὲ τὸν ἴδιο τρόπο προσβάλλει τὸ *ἀραιωμένο* θειικὸ ὀξὺ *τὸν σίδηρο, τὸ ἀργίλιο, καὶ διάφορα ἄλλα μέταλλα.*



5 ΤΟ ΞΥΛΟ ΚΑΙ Η ΖΑΧΑΡΗ ΑΠΑΝΘΡΑΚΩΝΟΝΤΑΙ



6 ΘΕΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΟ



7

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Τὸ πυκνὸ (μὴ ἀραιωμένο, καθαρὸ) θειικὸ ὀξὺ ἐνεργεῖ ἀλλιῶς. Πολλὰ μέταλλα, ὅπως τὸν σίδηρο π.χ., τὰ προσβάλλει μόνο πολὺ ζεσταμένο. Στὶς συνθῆκες αὐτὲς δὲν ἐκλύεται ὑδρογόνο, ἀλλὰ ἕνα ἄλλο ἀέριο, ποὺ τὸ λέμε *διοξείδιο τοῦ θείου*.

Ὁ χρυσὸς καὶ ὁ *λευκόχρυσος* δὲν προσβάλλονται οὔτε ἀπὸ ἀραιὸ οὔτε ἀπὸ πυκνὸ θειικὸ ὀξύ.

Τὸ ἀραιωμένο θειικὸ ὀξὺ προσβάλλει ὁρισμένα μέταλλα μὲ ἔκλυση ὑδρογόνου καὶ θερμότητας.

9 **Τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου παίρνει ζωηρὸ κόκκινο χρῶμα**, μόλις τὸ ἀνακατέψουμε μὲ μιὰ γυάλινη ράβδο ποὺ προτύτερα τὴν εἴχαμε βρέξει μὲ πολὺ ἀραιωμένο θειικὸ ὀξὺ (εἰκ. 7).

Καὶ ἐλάχιστο ἀκόμα θειικὸ ὀξὺ ἀρκεῖ, γιὰ νὰ κοκκινίσει τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ θειικὸ ὀξὺ (βιτριόλι), ἀπὸ τὰ σπουδαιότερα βιομηχανικὰ προϊόντα, εἶναι ὑγρὸ παχύρρευστο, βαρύτερο (σὲ ἴσους ὄγκους) ἀπὸ τὸ νερό. Δὲν εἶναι σῶμα πτητικό.

2. Τὸ θειικὸ ὀξὺ εἶναι ὑγροσκοπικό, γι' αὐτὸ τὸ χρησιμοποιοῦμε καὶ γιὰ νὰ ξηραίνουμε τὰ ἀέρια, ὅταν περιέχουν ὑγρασία.

Προσβάλλει ταχύτατα τοὺς ζωικοὺς καὶ φυτικοὺς ἱστοὺς (π.χ. τὸ δέρμα, τὸ ξύλο) καὶ ἀπανθρακώνει τὴ ζάχαρη καὶ πολλὲς ἄλλες οὐσίες. Εἶναι σῶμα ἐξαιρετικὰ ἐπικίνδυνο.

3. Τὸ ἀραιὸ θειικὸ ὀξὺ προσβάλλει ζωηρὰ διάφορα μέταλλα μὲ ἔκλυση ὑδρογόνου καὶ θερμότητας.

4. Ἐλάχιστο θειικὸ ὀξὺ μετατρέπει σὲ κόκκινο τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 9 - 13 στὴ σελίδα 19.

1

ΤΟ ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ ΠΡΟΣΒΑΛΛΕΙ ΤΟ ΧΑΛΚΟ

● ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ

1 **Ἡ πλάκα στὴν εἰκ. 1 εἶναι χάλκινη καὶ ἔχει χαραχτεῖ μὲ νιτρικὸ ὀξὺ** (ἀκουαφόρτε).

Νὰ πῶς γίνεται τὸ χάραγμά της:

Σκεπάζομε πρῶτα τὴν ἐπιφάνειά της μὲ κερὶ ἢ μὲ ἕνα προστατευτικὸ βερνίκι. Ἔπειτα μὲ εἰδικὴ βελόνα (πούντα) σχηματίζομε τὸ σχέδιο σκάβοντας τὸ βερνίκι ὡς τὸ βάθος, ὥστε νὰ ἀπογυμνωθεῖ ὁ χαλκός. Χύνομε κατόπι στὴν ἐπιφάνεια τῆς πλάκας νιτρικὸ ὀξὺ ἀραιωμένο μὲ νερὸ καὶ τ' ἀφήνομε νὰ διαβρώσει (νὰ φάει) τὸν ἀπογυμνωμένο χαλκό: ἔτσι χαράζεται τὸ σχέδιο. Μετὰ τὸ ξέπλυμα μὲ ἄφθονο νερό, βγάζομε τὸ κερὶ ἢ τὸ βερνίκι, διαλύοντάς τα μὲ βενζίνα, καὶ ἡ πλάκα μένει καθαρὴ καὶ χαραγμένη.

2 **Τὸ κοινὸ νιτρικὸ ὀξὺ** εἶναι ὑγρὸ εὐκίνητο σὰν τὸ νερό, ἄχρωμο ἢ κιτρινωπὸ (¹), βράζει στοὺς 120° C περίπου καὶ περιέχει περίπου 70% ὀξὺ (²). Γιὰ νὰ τὸ χρησιμοποιήσουν οἱ χαράκτες, τὸ ἀραιώνουν 10 φορές, δηλαδὴ προσθέτουν τόσο νερό, ὥστε ὁ ἀρχικὸς ὄγκος τοῦ ὑγροῦ νὰ δεκαπλασιαστεῖ.

---

(1) Γιὰ νὰ μείνει ἄχρωμο τὸ νιτρικὸ ὀξὺ τὸ φυλάγομε σὲ σκοτεινόχρωμη φιάλη.

(2) Ὅταν λέμε πὼς τὸ κοινὸ νιτρικὸ ὀξὺ περιέχει 70% ὀξύ, ἐννοοῦμε πὼς τὰ 100 γραμμάρια του περιέχουν 70 g νιτρικὸ ὀξύ· τὸ ὑπόλοιπο εἶναι νερό.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

● *Τὸ πυκνὸ (ἀτμίζον) νιτρικὸ ὀξὺ* εἶναι σχεδὸν καθαρὸ ὀξὺ (περιέχει μόνο 2 - 5% νερό). Τὸ λένε ἀτμίζον, γιατὶ βγάζει ἀτμοὺς ποὺ μὲ τοὺς ὑδρατμοὺς τῆς ἀτμόσφαιρας σχηματίζουν ἄσπρο ἀτμό. Ὁ ἀτμὸς αὐτός, μὲ τὴν ἐπίδραση τοῦ φωτός, γίνεται καστανοκόκκινος· μέρος τοῦ καστανοκόκκινου ἀτμοῦ διαλύεται στὸ ὀξὺ καὶ τὸ κιτρινίζει (1). Σὲ ἴσον ὄγκο εἶναι 1,5 φορὰ βαρύτερο ἀπὸ τὸ νερὸ (1 λίτρο του ζυγίζει 1,5 kg). Τὸ πυκνὸ νιτρικὸ ὀξὺ βράζει στοὺς 83° C.

2

ΜΕ ΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟ ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ ΕΚΛΥΕΙ ΒΑΡΥ ΚΑΣΤΑΝΟΚΟΚΚΙΝΟ ΑΤΜΟ

3 **Ἀπὸ τὸ στόμιο δοκιμαστικοῦ σωλήνα, ὅπου θερμαίνομε λίγες σταγόνες πυκνὸ νιτρικὸ ὀξύ,** ξεφεύγουν ἄφθονοι καστανοκόκκινοι ἀτμοὶ (εἰκ. 2), γιατί, μὲ τὴν ὕψωση τῆς θερμοκρασίας, τὸ νιτρικὸ ὀξὺ παθαίνει ἀποσύνθεση· ἕνα ἀπὸ τὰ ἀέρια ποὺ σχηματίζονται ἔχει χρῶμα καστανοκόκκινο (2).

> **Συμπέρασμα :** *Τὸ νιτρικὸ ὀξὺ παθαίνει εὔκολα ἀποσύνθεση· δὲν εἶναι σῶμα πολὺ σταθερό.*

3

ΤΟ ΞΥΛΟ ΑΝΑΦΛΕΓΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΑΤΜΟΥΣ ΤΟΥ ΟΞΕΟΣ

4 **Ἄς θερμάνουμε λίγο πυκνὸ νιτρικὸ ὀξὺ σὲ δοκιμαστικὸ σωλήνα, ἀφοῦ βουλώσουμε χαλαρὰ τὸ στόμιο μὲ ψιλὸ ροκανίδι :** ἀπὸ τὸ ὑγρὸ ξεφεύγουν οἱ γνωστοί μας καστανοκόκκινοι ἀτμοὶ (ποὺ τοὺς λέμε *νιτρώδεις ἀτμοὺς*) καὶ σὲ λίγο βλέπομε μὲ ἔκπληξη ν' ἀνάβει καὶ νὰ καίγεται τὸ ροκανίδι (εἰκ. 3).

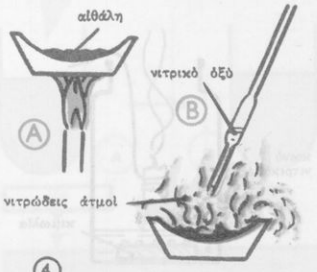
Ἐξήγηση : ἕνα ἀπὸ τὰ ἀέρια ποὺ ἐλευθερώνονται, ὅταν παθαίνει ἀποσύνθεση τὸ νιτρικὸ ὀξύ, μπορεῖ καὶ καίει διάφορες οὐσίες· τὸ ἀέριο αὐτὸ λέγεται *ὀξυγόνο*.

Τὸ νιτρικὸ ὀξύ, ποὺ εὔκολα ἐκλύει ὀξυγόνο, εἶναι σῶμα *ὀξειδωτικό*.

5 **Καὶ ἄλλα πειράματα δείχνουν πὼς τὸ νιτρικὸ ὀξὺ εἶναι ὀξειδωτικό.**

α. Ἕνα κομμάτι ἐρυθροπυρωμένο ξυλοκάρβουνο καίγεται μὲ φλόγα, ὅταν τὸ πλησιάσουμε στὴν ἐπιφάνεια τοῦ πυκνοῦ νιτρικοῦ ὀξέος.

β. Θερμαίνομε καλὰ λίγη αἰθάλη (καπνιά), ὥστε νὰ ξηραθεῖ καλά. Ἀμέσως μετὰ ρίχνομε πάνω στὴ ζεστὴ αἰθάλη μερικὲς σταγόνες πυκνὸ νιτρικὸ ὀξύ : ἡ αἰθάλη ἀναφλέγεται (εἰκ. 4, Α καὶ Β).



4

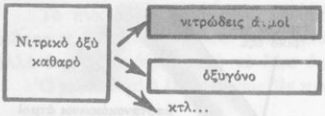
ΤΟ ΑΤΜΙΖΟΝ ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ ΑΝΑΦΛΕΓΕΙ ΤΗΝ ΞΗΡΑΜΕΝΗ ΑΙΘΑΛΗ

---

(1) Ἴδιοι εἶναι οἱ ἀτμοὶ ποὺ σχηματίζονται μέσα στὸ κοινὸ ὀξύ, ὅταν τὸ ἀφήσουμε στὸ φῶς καὶ τὸ κιτρινίζουν.

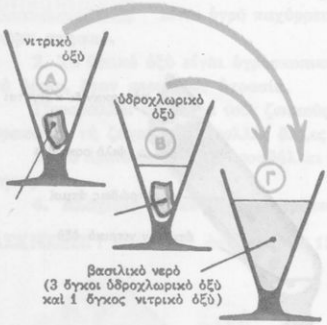
(2) Προσοχή : τὸ πείραμα δὲν πρέπει νὰ διαρκέσει πολὺ καὶ εἶναι προτιμότερο νὰ γίνει στὸ ὕπαιθρο, γιατὶ οἱ καστανοκόκκινοι ἀτμοὶ εἶναι ἐπικίνδυνοι στὴν εἰσπνοή.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



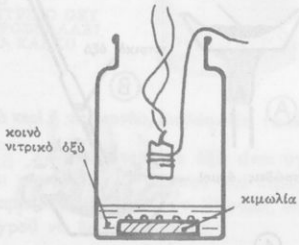
5

ΤΟ ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ ΕΥΚΟΛΑ ΠΑΘΑΙΝΕΙ ΔΙΑΣΠΑΣΗ



6

Ο ΧΡΥΣΟΣ ΔΙΑΛΥΕΤΑΙ ΣΤΟ ΒΑΣΙΛΙΚΟ ΝΕΡΟ



7

ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΠΟΥ ΕΚΛΥΕΤΑΙ ΣΒΗΝΕΙ ΤΟ ΚΕΡΙ

Ἐξήγηση: τὸ νιτρικὸ ὀξὺ ἔπαθε ἀποσύνθεση, μόλις τὸ ἴδιο ἢ οἱ ἀτμοί του ἦρθαν σὲ ἐπαφὴ μὲ τὸ ζεστὸ κάρβουνο· τὸ ὀξυγόνο ποὺ ἐλευθερώθηκε ἀνάφλεξε τὸ κάρβουνο (ξυλοκάρβουνο ἢ αἰθάλη).

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

6 Ἐπίδραση τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος στὰ μέταλλα.

Ὅταν χύσουμε νιτρικὸ ὀξὺ ἀραιωμένο μὲ νερὸ πάνω σὲ ρινίσματα ἀπὸ σίδηρο ἢ σὲ ψευδάργυρ τὸ μέταλλο προσβάλλεται καὶ ἐμφανίζονται καστανοκόκκινοι νιτρώδεις ἀτμοί. Ἂν ἀναζητήσουμε ὑδρογόνο, δὲν θὰ τὸ βροῦμε, γιατὶ τὸ ὀξυγόνο ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὴν ἀποσύνθεση τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος καίει τὸ ὑδρογόνο, πρὶν προλάβει τὸ ἀέριο αὐτὸ νὰ φανερωθεῖ.

> *Τὸ νιτρικὸ ὀξὺ προσβάλλει σχεδὸν ὅλα τὰ μέταλλα.*

● Ὁ χρυσὸς δὲν προσβάλλεται ἀπὸ τὸ νιτρικὸ ὀξύ. Θὰ τὸ διαπιστώσουμε, ἂν βυθίσουμε ἕνα λεπτὸ φύλλο χρυσάφι μέσα στὸ ὀξὺ αὐτό. Οὔτε καὶ στὸν λευκόχρυσο ἐπιδρᾶ τὸ νιτρικὸ ὀξύ.

> *Ὁ χρυσὸς προσβάλλεται μόνο ἀπὸ τὸ βασιλικὸ νερὸ (εἰκ. 6) (τὸ ἴδιο καὶ ὁ λευκόχρυσος). Τὸ βασιλικὸ νερὸ εἶναι μεῖγμα ἀπὸ νιτρικὸ καὶ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ.*

7 Τὸ νιτρικὸ ὀξὺ κοκκινίζει τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου. Ἀρκεῖ ἐλάχιστο νιτρικὸ ὀξὺ γι' αὐτὴ τὴ μετατροπή.

8 Ἂς χύσουμε ἀραιὸ νιτρικὸ ὀξὺ σ' ἕνα κομμάτι κιμωλία: γίνεται ἀναβρασμὸς καὶ τὸ ἀέριο ποὺ τὸν προκαλεῖ εἶναι διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (εἰκ. 7).

> *Τὸ νιτρικὸ ὀξὺ προσβάλλει τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο ἐλευθερώνοντας διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.*

9 Τὸ νιτρικὸ ὀξὺ καταστρέφει τοὺς φυτικοὺς καὶ ζωικοὺς ἱστοὺς καθὼς καὶ τὰ ὑφάσματα, τὸ χαρτί, τὸ καουτσοὺκ καὶ πολλὰ ἄλλα σώματα. Ὅταν στάξει νιτρικὸ ὀξὺ σὲ ὕφασμα (ἢ σὲ χαρτὶ) τὸ τρυπάει σχεδὸν ἀμέσως· στὸ δέρμα κάνει κίτρινους λεκέδες (1) καὶ πολὺ γρήγορα τὸ διαπερνᾶ προκαλώντας βαθιὲς καὶ ὀδυνηρὲς πληγές.

(1) Κιτρινίζει ἐπίσης τὸ μαλλὶ καὶ τὸ μετάξι, πρὶν τὰ καταστρέψει.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Τὸ νιτρικὸ ὀξύ, ὄχι μόνο τὸ πυκνὸ ἀλλὰ καὶ τὸ κοινό, εἶναι σῶμα πολὺ ἐπικίνδυνο.

10 **Τὸ νιτρικὸ ὀξὺ εἶναι ἀπαραίτητο γιὰ τὶς βιομηχανίες** ποὺ παράγουν νιτρικὰ λιπάσματα, χρώματα, ἐκρηκτικὲς ὕλες καὶ διάφορα ἄλλα προϊόντα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ κοινὸ νιτρικὸ ὀξὺ περιέχει σχεδὸν 70% καθαρὸ ὀξύ. Τὸ πυκνὸ νιτρικὸ ὀξὺ περιέχει πολὺ περισσότερο (95 - 98 %).

2. Τὸ νιτρικὸ ὀξὺ παθαίνει εὔκολα ἀποσύνθεση, ἐκλύοντας μαζὶ μὲ καστανοκόκκινους ἀτμοὺς καὶ ὀξυγόνο, ποὺ μπορεῖ καὶ καίει διάφορα σώματα.

3. Τὰ μέταλλα προσβάλλονται ἀπὸ τὸ νιτρικὸ ὀξύ : ἐξαίρεση ἀποτελοῦν μερικὰ πολύτιμα μέταλλα, ὅπως ὁ χρυσὸς καὶ ὁ λευκόχρυσος, ποὺ προσβάλλονται μόνον ἀπὸ τὸ βασιλικὸ νερό, δηλαδὴ ἀπὸ μεῖγμα τῶν δύο ὀξέων, νιτρικοῦ καὶ ὑδροχλωρικοῦ.

4. Τὸ νιτρικὸ ὀξὺ προσβάλλει τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ ἐλευθερώνει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

5. Τὸ νιτρικὸ ὀξὺ κοκκινίζει τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου.

6. Τὸ νιτρικὸ ὀξὺ (τὸ πυκνὸ ἀλλὰ καὶ τὸ κοινὸ) προκαλεῖ ἐγκαύματα· εἶναι σῶμα πολὺ ἐπικίνδυνο.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 14-16 στὴ σελίδα 19.

● ΟΞΕΑ

1 **Γνωρίσαμε τὶς ἰδιότητες τεσσάρων σωμάτων,** ποὺ ἡ βιομηχανία τὰ παρασκευάζει καὶ τὰ χρησιμοποιεῖ σὲ μεγάλες ποσότητες. Αὐτὰ εἶναι τὸ ὀξικὸ ὀξύ, τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, τὸ θειικὸ ὀξὺ καὶ τὸ νιτρικὸ ὀξύ.

Καὶ γιὰ τὰ τέσσερα μεταχειριστήκαμε τὴν ὀνομασία ὀξύ. Θὰ δοῦμε στὸ μάθημα αὐτὸ γιατί.

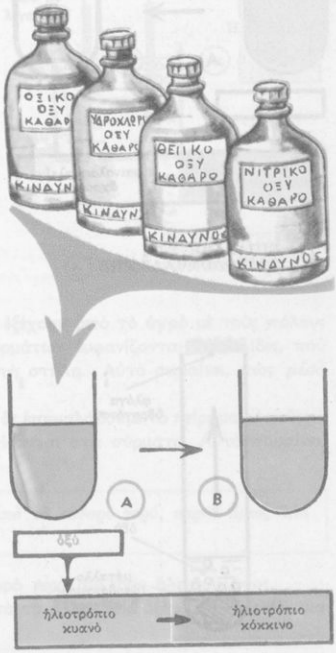
2 **Ἔχουν ὅλα γεύση ξινή,** ὅπως διαπιστώσαμε, ὅταν τὰ δοκιμάσαμε, ἀφοῦ τὰ ἀραιώσαμε μὲ πολὺ νερό.

Ἀναραίωτα εἶναι ἐπικίνδυνα· γι' αὐτὸ πρέπει ἡ χρήση τους νὰ γίνεται μὲ προφυλάξεις καὶ νὰ μὴ λείπουν οἱ σχετικὲς ἐτικέτες ἀπὸ τὶς φιάλες ποὺ τὰ περιέχουν.

Ξινὴ γεύση ἔχουν ἐπίσης τὸ λεμόνι, τὰ ἄγουρα φροῦτα, ἡ ὀξαλίδα (ξινίθρα) κλπ., χωρὶς νὰ εἶναι ἐπικίνδυνα. Μέσα στοὺς χυμούς τους ὑπάρχουν διαλυμένες οὐσίες, ποὺ τὶς λέμε καὶ αὐτὲς ὀξέα : κιτρικὸ ὀξύ, ὀξαλικὸ ὀξὺ κ.ἄ.

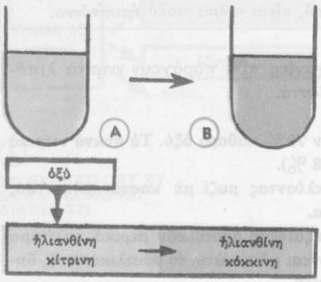
3 **Τὰ τέσσερα γνωστά μας ὀξέα κοκκινίζουν τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου** (εἰκ. 1).

Λέμε πὼς ἡ ἀντίδραση αὐτὴ εἶναι πολὺ εὐαίσθητη, γιατὶ χρειάζεται ἐλάχιστο ὀξύ, γιὰ νὰ τὴν προκαλέσει.

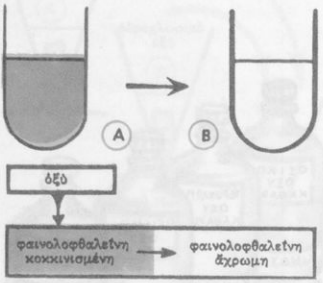


(1) ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟ

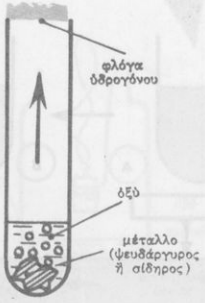
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



② ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΗΛΙΑΝΘΙΝΗ



③ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΑΙΝΟΛΟΦΘΑΛΕΪΝΗ



④ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΞΕΟΣ ΣΕ ΜΕΤΑΛΛΟ

Ἂς βυθίσουμε τὴν ἄκρη μιᾶς γυάλινης ράβδου σὲ θειικὸ ὀξὺ κι' ἂς τὴν ξεβγάλουμε ἔπειτα σ' ἕνα ποτήρι νερό. Τὸ ὑγρὸ τοῦ ποτηριοῦ ἔγινε ἔτσι πολὺ ἀραιωμένο ὀξύ· ἀρκεῖ ὅμως μιὰ σταγόνα του, ποὺ τὴν παίρνομε μὲ ἄλλη καλοπλυμένη ράβδο, γιὰ νὰ μετατρέψει σὲ κόκκινο τὸ εὐαίσθητο (μενεξεδὶ) χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου.

Εὔκολα λοιπὸν καταλαβαίνομε πόση σημασία ἔχει γιὰ τὰ πειράματά μας τὸ καλὸ πλύσιμο τῶν δοχείων καὶ τῶν ράβδων ποὺ μεταχειριζόμαστε.

4 Ἡλιανθίνη. Τέσσερεις δοκιμαστικοὶ σωλῆνες περιέχουν ἀπὸ λίγα κυβικὰ ἑκατοστὰ ἀπὸ τὸ ἴδιο πορτοκαλοκίτρινο ὑγρό, ποὺ λέγεται διάλυμα ἡλιανθίνης.

Ἂν στάξουμε τὰ τέσσερα γνωστά μας ὀξέα, πολὺ ἀραιωμένα μὲ νερό, τὸ καθένα σ' ἕναν ἀπὸ τοὺς τέσσερεις σωλῆνες, παρατηροῦμε πὼς τὸ χρῶμα τῆς ἡλιανθίνης ἀλλάζει ὅμοια σὲ ὅλους τοὺς σωλῆνες: ἀπὸ πορτοκαλοκίτρινο γίνεται τριανταφυλλὶ (ρόζ) ζωηρὸ (εἰκ. 2).

Συμπέρασμα: *Τὰ ὀξέα μετατρέπουν σὲ τριανταφυλλὶ τὸ πορτοκαλοκίτρινο χρῶμα τοῦ διαλύματος ἡλιανθίνης.*

5 Φαινολοφθαλεΐνη.

Ἂς κάνουμε ὅμοιο πείραμα μὲ τὸ προηγούμενο, χρησιμοποιώντας ὅμως αὐτὴ τὴ φορὰ ἀντὶ γιὰ ἡλιανθίνη ἕνα κόκκινο ὑγρό, ποὺ λέγεται διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης. Παρατηροῦμε καὶ πάλι πὼς τὰ τέσσερα ὀξέα προκαλοῦν ὅμοια μεταβολή: ἀποχρωματίζουν τὸ κόκκινο διάλυμα φαινοφθαλεΐνης (εἰκ. 3).

Συμπέρασμα: *τὰ ὀξέα ἀποχρωματίζουν τὸ κόκκινο διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης.*

6 Δεῖχτες.

Τὸ *ἡλιοτρόπιο*, ἡ *ἡλιανθίνη*, ἡ *φαινολοφθαλεΐνη*, *ὀνομάζονται δεῖχτες*· ὅλα τὰ γνωστά μας ὀξέα προκαλοῦν τὶς ἴδιες μεταβολὲς 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. Μιὰ σταγόνα ὀξύ, ἀκόμα καὶ πολὺ ἀραιωμένο μὲ νερό, σχηματίζει μιὰ κόκκινη κηλίδα στὸ χαρτὶ ἡλιοτροπίου.

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

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

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

Γενικά, ὅταν ἕνα μέταλλο προσβάλλεται ἀπὸ ἕνα ὀξύ, γίνεται ἔκλυση ὑδρογόνου:

ὀξὺ + μέταλλο → ὑδρογόνο↑... (εἰκ. 4).

Πρέπει νὰ ἔχουμε ὑπ' ὄψη μας ὅτι τὸ ὑδρογόνο ποὺ ἐμφανίζεται στὴν ἀντίδραση αὐτὴ προέρχεται ἀπὸ τὸ ὀξύ. (Τὸ ὑδρογόνο εἶναι συστατικὸ τῶν ὀξέων).

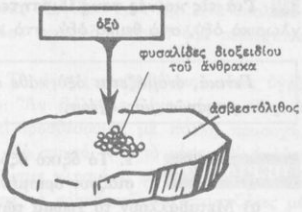
● Ὅταν ὅμως τὰ μέταλλα προσβάλλονται ἀπὸ τὸ νιτρικὸ ὀξύ, δὲν παράγεται ὑδρογόνο, γιατὶ τὸ σῶμα αὐτὸ καίγεται ἀπὸ τὸ ὀξυγόνο, ποὺ ἐλευθερώνεται μὲ τὴν ἀποσύνθεση τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος.

8 **Τὰ τέσσερα ὀξέα ποὺ γνωρίσαμε ἔχουν τὴν ἴδια ἐπίδραση στὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο** (εἰκ. 5).

Προκαλοῦν ἀναβρασμό, γιατὶ προσβάλλουν τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο ἐλευθερώνοντας ἕνα ἀέριο, τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, ποὺ τὸ ἀναγνωρίζομε εὔκολα, γιατὶ θολώνει τὸ ἀσβεστόνερο καὶ σβήνει τὴ φλόγα.

Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα προέρχεται ἀπὸ τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ ὄχι ἀπὸ τὸ ὀξύ.

Τὰ ὀξέα ἀποσυνθέτουν τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ ἐλευθερώνουν διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα:
ὀξὺ + ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο → διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ↑....



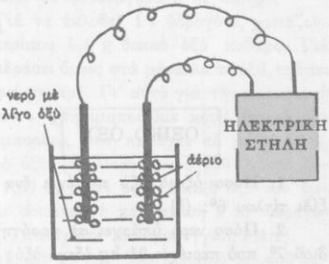
5
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΞΕΟΣ ΣΤΟΝ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟ

9 **Τὰ ὀξέα καὶ τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα.**

● Ξέρομε πὼς ὁ λευκόχρυσος δὲν προσβάλλεται ἀπὸ τὸ θειικὸ ὀξύ· γι' αὐτὸ καὶ δὲν ἐκλύονται φυσαλίδες ἀερίου, ὅταν βυθίσουμε δύο σύρματα ἀπὸ λευκόχρυσο σὲ νερό, ποὺ περιέχει λίγο θειικὸ ὀξύ.

● Ἂς συνδέσουμε τώρα τὶς ἄκρες τῶν συρμάτων ποὺ ἐξέχουν ἀπὸ τὸ ὑγρὸ μὲ τοὺς πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης. Πάνω στὶς βυθισμένες ἄκρες τῶν συρμάτων ἐμφανίζονται φυσαλίδες, ποὺ ἐξακολουθοῦν νὰ σχηματίζονται, ὅσο δὲν ἀποσυνδέομε τὴ στήλη. Αὐτὸ σημαίνει, πὼς *μέσα ἀπὸ τὸ ὑγρὸ περνᾶ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα* (εἰκ. 6).

● Ἀφοῦ ξεβγάλουμε καλὰ τὸ ποτήρι καὶ τὰ σύρματα, ἂς ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα μὲ καθαρὸ νερὸ ἀντὶ μὲ ἀραιωμένο θειικὸ ὀξύ· φυσαλίδες δὲν ἐμφανίζονται στὰ σύρματα. Αὐτὸ σημαίνει, πὼς *δὲν περνᾶ ρεῦμα ἀπὸ τὸ καθαρὸ νερό.*



6 ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΠΕΡΝΑ ΑΠΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΟΞΕΟΣ

Συμπέρασμα: *τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα δὲν περνᾶ μέσα ἀπὸ τὸ καθαρὸ νερό, περνᾶ ὅμως ἀπὸ ἀραιωμένο θειικὸ ὀξύ.*

Λέμε πὼς τὸ θειικὸ ὀξὺ εἶναι *ἠλεκτρολύτης*. Τὸ καθαρὸ νερὸ δὲν εἶναι ἠλεκτρολύτης.

● Ἂς ξανακάνουμε τὸ ἴδιο πείραμα καὶ μὲ καθένα ἀπὸ τὰ ἄλλα τρία ὀξέα: τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι, ἴδιο ὅπως καὶ μὲ τὸ θειικὸ ὀξύ.

Τὰ ὀξέα εἶναι ἠλεκτρολύτες.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

10 **Γιὰ τὶς κοινές τους ἰδιότητες**, ποὺ ἀναφέραμε σήμερα, δόθηκε στὸ ὀξικὸ ὀξύ, στὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, στὸ θειικὸ ὀξύ, στὸ νιτρικὸ ὀξὺ ἡ κοινὴ ὀνομασία: **ὀξύ**.

Γενικά, ὀνομάζεται ὀξὺ κάθε σῶμα ποὺ παρουσιάζει τὶς **ὀξινες** *ἰδιότητες τῶν τεσσάρων γνωστῶν μας ὀξέων.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ ὀξικὸ ὀξύ, τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, τὸ θειικὸ ὀξύ, τὸ νιτρικὸ ὀξύ, παρουσιάζουν ὁρισμένες κοινὲς ἰδιότητες, ποὺ χαρακτηρίζουν γενικὰ τὰ ὀξέα:

α) Μεταβάλλουν τὸ χρῶμα τῶν δειχτῶν: κοκκινίζουν τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου, γυρίζουν στὸ τριανταφυλλὶ τὸ πορτοκαλοκίτρινο διάλυμα ἡλιανθίνης, ἀποχρωματίζουν τὸ κόκκινο διάλυμα τῆς φαινολοφθαλεΐνης.

β) Προσβάλλουν πολλὰ μέταλλα προκαλώντας ἔκλυση ὑδρογόνου.

γ) Προσβάλλουν τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο ἐλευθερώνοντας διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

δ) Εἶναι ἠλεκτρολύτες (τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα περνᾶ μέσα ἀπὸ τὸ διάλυμά τους).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 17-19 στὴ σελίδα 19.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1η σειρά: Ὀξέα

ΟΞΙΚΟ ΟΞΥ

1. Πόσο ὀξικὸ ὀξὺ περιέχει ἕνα λίτρο ξίδι τίτλου 6^0; (1)

2. Πόσο νερὸ ὑπάρχει σὲ ποσότητα ξιδιοῦ 7^0, ποὺ περιέχει 21 kg ὀξικὸ ὀξύ; (1 λίτρο ξίδι ζυγίζει περίπου 1 kg).

3. Ἔχομε 1000 *l* ξίδι, 11^0: πόσο νερὸ θὰ τοῦ προσθέσουμε γιὰ νὰ γίνει 8^0;

4. Μετατρέπομε σὲ ξίδι ποσότητα κρασιοῦ ποὺ περιέχει 461,5 g ἀλκοόλη. Ἂν ὑποθέσουμε πὼς στὴ μετατροπὴ αὐτὴ χάνεται τὸ 1/10 τῆς μάζας τῆς ἀλκοόλης, πόσο ὀξικὸ ὀξὺ θὰ πάρουμε (μὲ προσέγγιση 1 g); (1 g ἀλκοόλη μετατρέπεται σταθερὰ σὲ 1,3 g ὀξικὸ ὀξύ). Ἂν αὐτὸ τὸ ὀξικὸ ὀξὺ περιέχεται σὲ 10 *l* ξίδι, ποιὸς εἶναι ὁ τίτλος τοῦ ξιδιοῦ (μὲ προσέγγιση 0^0,1);

5. Μετατρέπομε σὲ ξίδι 100 *l* κρασὶ ποὺ περιέχουν 12 *l* ἀλκοόλη (1 *l* ἀλκοόλη ζυγίζει περίπου 0,8 kg).

Ἂν οἱ ἀπώλειες κατεβάσουν τὴν ἀπόδοση στὰ 80 % τῆς θεωρητικῆς (βλ. προηγούμενη ἄσκηση), πόσο ὀξικὸ ὀξὺ θὰ περιέχεται στὸ ξίδι; Ἂν ὁ ὄγκος τοῦ ξιδιοῦ αὐτοῦ εἶναι 100 *l*, ποιὸς θὰ εἶναι ὁ τίτλος του; (Μὲ προσέγγιση 0^0,5).

ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟ ΟΞΥ

6. Ἀπὸ 1 kg χλωριοῦχο νάτριο παρασκευάζονται 383 *l* ὑδροχλώριο. Σὲ θερμοκρασία 14^0 C, 1 *l* νερὸ διαλύει 461 *l* ὑδροχλώριο (τὸ πολύ). Ἔχοντας 250 kg χλωριοῦχο νάτριο, πόσα λίτρα ὑδροχλώριο μποροῦμε νὰ παρασκευάσουμε καὶ πόσο νερὸ θερμοκρασίας 14^0 C θὰ χρειαστοῦμε, γιὰ νὰ τὸ διαλύσουμε;

7. Τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ προσβάλλει τὸν ψευδάργυρο ἐκλύοντας ὑδρογόνο. (ἀέριο πολὺ ἐλαφρό, ποὺ χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὸ γέμισμα τῶν ἀεροστάτων). Γιὰ τὴν παραγωγὴ 1 *l* ὑδρογόνου καταναλώνονται 2,9 g ψευδάργυρος. Πόσον ψευδάργυρο θὰ καταναλώσουμε, γιὰ νὰ παρασκευάσουμε ὅσο ὑδρογόνο χρειάζεται γιὰ τὸ γέμισμα ἑνὸς ἀεροστάτου ποὺ ἔχει διάμετρο 2 m; (Ὄγκος τῆς σφαίρας $4/3\ \pi r^3$, $\pi = 3,14$).

8. 1 *l* ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ τοῦ ἐμπορίου περιέχει περίπου 250 *l* ὑδροχλώριο καὶ ζυγίζει 1,18 kg. 1 *l* ὑδροχλώριο ζυγίζει περίπου 1,64 g. Πόσο % τῆς μάζας του ὑδροχλώριο περιέχει τὸ ὀξὺ τοῦ ἐμπορίου; (Μὲ προσέγγιση 1 %).

(1) Ὁ τίτλος ἑνὸς ξιδιοῦ ἀντιπροσωπεύει τὰ γραμμάρια ὀξικοῦ ὀξέος ποὺ περιέχει τὸ ξίδι σὲ 100 cm^3.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΘΕΙΙΚΟ ΟΞΥ

9. Τὸ πυκνὸ θειικὸ ὀξὺ περιέχει πολὺ λίγο νερὸ (λιγότερο ἀπὸ 3%). 1 λίτρο του ζυγίζει 1,84 kg. Πόσους τόνους τέτοιο ὀξὺ χωρεῖ μιὰ σιδερένια δεξαμενὴ χωρητικότητας 12 m^3; Πόσους τόνους νερὸ θὰ χωροῦσε ἡ ἴδια δεξαμενή;

10. Σ' ἕνα σιδερένιο δοχεῖο χωροῦν 300 kg θειικὸ ὀξὺ πυκνό, ποὺ τὸ λίτρο του ζυγίζει 1,84 kg. Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ χωρητικότητα τοῦ δοχείου μὲ προσέγγιση 1 *l*.

Τὰ 97,7% τῆς μάζας τοῦ πυκνοῦ ὀξέος εἶναι καθαρὸ θειικὸ ὀξύ. Πόσο νερὸ περιέχουν τὰ 300 kg πυκνὸ θειικὸ ὀξύ; (Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 0,1 kg).

11. Ὁ ψευδάργυρος προσβάλλεται ἀπὸ θειικὸ ὀξὺ ἀραιωμένο, μὲ ἔκλυση ὑδρογόνου. Ἀπὸ 100 g καθαρὸ θειικὸ ὀξὺ παράγονται περίπου 23 *l* ὑδρογόνο. Τὸ ἀραιωμένο θειικὸ ὀξύ, ποὺ θὰ χρησιμοποιήσουμε γιὰ τὴν παρασκευὴ 3m^3 ὑδρογόνου, πόσο καθαρὸ ὀξὺ θὰ πρέπει νὰ περιέχει; (Μὲ προσέγγιση 1 g).

12. Συμπυκνώνομε 2 τόνους θειικὸ ὀξὺ μὲ περιεκτικότητα σὲ ὀξὺ 65%, γιὰ νὰ πάρουμε πυκνὸ ὀξὺ ποὺ νὰ περιέχει σὲ μάζα 94% καθαρὸ θειικὸ ὀξύ. Πόσα χιλιόγραμμα πυκνὸ ὀξὺ θὰ παρασκευάσουμε; (Μὲ προσέγγιση 1 kg).

13. Ὅταν ἐπιδράσει θειικὸ ὀξὺ σὲ 65 g ψευδάργυρο, παράγονται περίπου 22 *l* ὑδρογόνο.

Πόσον ψευδάργυρο θὰ καταναλώναμε γιὰ τὴν παραγωγὴ τοῦ ὑδρογόνου ποὺ χρειάζεται γιὰ νὰ γεμίσουμε ἕνα ἀερόστατο 11 m^3; Γιὰ τὴν παραγωγὴ ὑδρογόνου χρησιμοποιεῖται ἀκάθαρτο μέταλλο, ποὺ ἔχει περιεκτικότητα σὲ ψευδάργυρο περίπου 98%. Ὑπολογίστε πόσο θὰ χρειαστεῖ γιὰ τὸ γέμισμα τοῦ μπαλονιοῦ (μὲ προσέγγιση 0,1 kg).

ΝΙΤΡΙΚΟ ΟΞΥ

14. Προσθέτοντας 54 g νερὸ σὲ 126 g καθαρὸ νιτρικὸ ὀξύ, παίρνομε τὸ κοινὸ νιτρικὸ ὀξύ. Ποιὲς εἶναι οἱ ἀναλογίες νεροῦ καὶ ὀξέος στὸ κοινὸ νιτρικὸ ὀξύ;

15. Μιὰ νταμιτζάνα περιέχει 5 *l* νιτρικὸ ὀξὺ κοινὸ (70% σὲ μάζα καθαρὸ νιτρικὸ ὀξύ). Γνωρίζομε πὼς τὸ λίτρο τοῦ ὀξέος τῆς νταμιτζάνας ζυγίζει 1,54 kg. Νὰ ὑπολογίσουμε πόσο καθαρὸ νιτρικὸ ὀξὺ περιέχεται στὰ 5 *l*.

16. Τὸ νέφτι (τερεβινθέλαιο) εἶναι ὑγρὸ εὔφλεκτο. Ἂν βάλουμε λίγο νέφτι σὲ μιὰ κάψα καὶ προσθέσουμε, μὲ πολλὴ προσοχή, νιτρικὸ ὀξὺ πυκνό, (1) τὸ νέφτι θ' ἀνάψει σὰν νὰ εἴχαμε πλησιάσει φλόγα. Γιατί; Γιατὶ δὲν πρέπει νὰ τοποθετοῦνται νταμιτζάνες μὲ νιτρικὸ ὀξὺ πλάι σὲ ἀναφλέξιμες ὕλες; Πλάι σὲ σανὸ π.χ. ἢ σὲ ροκανίδια;

ΟΞΕΑ

17. Τὸ θειικὸ ὀξὺ ἐκλύει ὑδρογόνο, ὅταν ἐπιδράσει σὲ ψευδάργυρο ἢ σὲ σίδηρο.

Γιὰ νὰ ἐκλυθεῖ 1 *l* ὑδρογόνο, χρειάζονται περίπου 4,4 g θειικὸ ὀξὺ καθαρό. Γιὰ νὰ ἐπιδράσει ὅμως στὰ μέταλλα τὸ ὀξύ, πρέπει νὰ περιέχει νερό. Γι' αὐτὸ γιὰ τὴν παραγωγὴ ὑδρογόνου χρησιμοποιοῦμε κοινὸ θειικὸ ὀξὺ τοῦ ἐμπορίου, ποὺ περιέχει σὲ μάζα 66% καθαρὸ ὀξὺ (τὸ λίτρο τοῦ ὑγροῦ αὐτοῦ ζυγίζει 1,57 kg). Τί ὄγκο θειικὸ ὀξὺ τοῦ ἐμπορίου ἀπαιτεῖ ἡ παρασκευὴ 1 m^3 ὑδρογόνου; (Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 0,1 *l*).

18. Σὲ 20 cm^3 ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ τοῦ ἐμπορίου ρίχνομε ψευδάργυρο. Τὸ ὑδροχλωρικό μας διάλυμα περιέχει σὲ μάζα 35,7% ὑδροχλώριο καὶ τὸ ἕνα του cm^3 ζυγίζει 1,18 g.

Πόσα γραμμάρια ὑδροχλώριο (μὲ προσέγγιση 1 g) ὑπάρχουν στὰ 20 cm^3 ὀξὺ τοῦ ἐμπορίου καὶ τί ὄγκος ὑδρογόνο θὰ ἐκλυθεῖ ἀπ' αὐτὰ (ἂν ὁ ψευδάργυρος εἶναι ἀρκετός);

19. Τὰ ὀξέα ἐπιδροῦν στὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ ἐλευθερώνουν διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα. Ἀπὸ 100 g καθαρὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο ἐκλύονται, ἂν εἶναι ἀρκετὸ τὸ ὀξύ, περίπου 22 *l* διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα. Πόσο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο (μὲ προσέγγιση 1 g) χρειάζεται, γιὰ νὰ παρασκευαστοῦν 500 *l* διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα;

Ἂν ἀντὶ γιὰ καθαρὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, χρησιμοποιήσουμε ἀσβεστόλιθο, ποὺ περιέχει 80% ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, πόσος θὰ μᾶς χρειαστεῖ;

---

(1) Ἀνακατεμένο μ' ἐλάχιστο θειικὸ ὀξύ. Καλὸ εἶναι τὸ πείραμα νὰ γίνει στὸ ὕπαιθρο, γιατὶ οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὀξέος εἶναι ἐπικίνδυνοι.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

● ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ

Ἐπιστημονικὴ ὀνομασία: ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου. Ἄλλη ὀνομασία: καυστικὴ σόδα.

1 **Τὸ μεταχειριζόμαστε στὰ σπίτια, γιὰ νὰ ξεβουλώνουμε νεροχύτες καὶ νιπτῆρες,** γιατὶ καταστρέφει ὑπολείμματα τροφῶν, κλωστές, χαρτί, τρίχες κτλ.

Χρειάζεται μεγάλη προσοχὴ στὴ χρήση του, γιατὶ διαβρώνει τὸ δέρμα καὶ τὶς σάρκες προκαλώντας σοβαρὰ ἐγκαύματα. Γι' αὐτὸ καὶ τὸ ὀνόμασαν καυστικό.

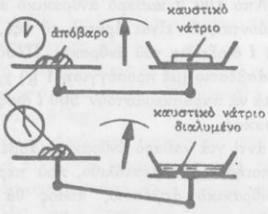
2 **Ἡ βιομηχανία παράγει σ' ὅλο τὸν κόσμο μεγάλες ποσότητες καυστικὸ νάτριο** (ἀρκετὲς ἑκατοντάδες χιλιάδες τόνους τὸ χρόνο), γιατὶ εἶναι ἀπαραίτητο γιὰ τὴ σαπωνοποιία, τὴ χρωματουργία, τὴν κλωστοϋφαντουργία καὶ γιὰ πολλὲς ἄλλες βιομηχανίες, καθὼς καὶ γιὰ τὰ χημικὰ ἐργαστήρια.

3 **Δὲν πρέπει νὰ γίνεται σύγχυση τῆς καυστικῆς σόδας μὲ τὴν «κρυσταλλικὴ» σόδα** (1), ποὺ τὴ χρησιμοποιοῦμε σὲ διάφορα καθαρίσματα, γιατὶ ἡ κρυσταλλικὴ εἶναι πιὸ ἀφτηνὴ καὶ πολὺ λιγότερο ἐπικίνδυνη ἀπὸ τὴν καυστικὴ σόδα.

4 **Τὸ καυστικὸ νάτριο εἶναι στερεὸ ἄσπρο σῶμα,** ποὺ τὸ βρίσκομε στὸ ἐμπόριο σὲ τρεῖς διαφορετικὲς μορφές: σὲ πλάκες γιὰ τὴ βιομηχανία, σὲ κυλινδρικὰ κομμάτια καὶ σὲ δισκία (παστίλιες) γιὰ τὸ ἐργαστήριο.

1

ΤΟ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΕΧΕΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΝΕΡΟ



2

ΤΟ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΑΠΟΡΡΟΦΑ ΤΟΥΣ ΥΔΡΑΤΜΟΥΣ

5 **Τὸ καυστικὸ νάτριο διαλύεται πολὺ εὔκολα στὸ νερό.**

● Ἂς ρίξουμε ἕνα κομμάτι καυστικὸ νάτριο σὲ λίγο νερό. Παρατηροῦμε πὼς διαλύεται πολὺ γρήγορα καὶ τὸ θερμόμετρο μᾶς δείχνει (εἰκ. 1) σημαντικὴ αὔξηση τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑγροῦ.

> **Συμπέρασμα:** *ἡ διάλυση τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου στὸ νερὸ γίνεται εὔκολα καὶ ἐκλύει θερμότητα.*

● Ἂς ἀφήσουμε ἕνα δισκίο καυστικὸ νάτριο στὸν ἀέρα (σὲ μιὰ κάψα π.χ.). Μετὰ κάμποσες ὧρες τὸ βρίσκομε διογκωμένο, σὰ μαλακωμένο καὶ μισοδιαλυμένο. Ἡ μάζα του ἔχει αὐξηθεῖ (εἰκ. 2).

Ἐξήγηση: τὸ καυστικὸ νάτριο ἀπορροφᾶ ὑδρατμοὺς ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα καὶ μέσα στὸ νερὸ αὐτό, ποὺ ἀπορροφᾶ, διαλύεται κιόλας.

> **Συμπέρασμα:** *τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου ὄχι μόνο διαλύεται στὸ νερὸ μὲ ἔκλυση θερμότητας, ἀλλὰ καὶ ἀπορροφᾶ τοὺς ὑδρατμούς, ὅταν βρεθεῖ σὲ ἐπαφὴ μαζί τους. Εἶναι σῶμα ὑγροσκοπικό.*

Συνέπειες: α) Χρησιμοποιοῦμε τὸ καυστικὸ νάτριο — ὅπως καὶ τὸ ἄλλο ὑγροσκοπικὸ σῶμα ποὺ γνωρίσαμε, τὸ θειικὸ ὀξύ — γιὰ νὰ ἀφαιροῦμε ἀπὸ τὰ ἀέρια τὴν ὑγρασία ποὺ συχνὰ συγκρατοῦν.

β) Φυλάγομε τὸ καυστικὸ νάτριο σὲ δοχεῖα ἑρμητικὰ (=πολὺ καλὰ) κλεισμένα, γυάλινα ἢ καὶ σιδε-

(1) Καμιὰ φορὰ τὴν κρυσταλλικὴ σόδα τὴ λέμε, λαθεμένα, ποτάσσα.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ρένια (τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου δὲν προσβάλλει τὸ σίδηρο), ἀλλιῶς συνεχίζει νὰ μαζεύει ὑγρασία, ὥσπου νὰ διαλυθεῖ.

6 **Ἕνα δισκίο καυστικὸ νάτριο τήκεται (=λιώνει) εὔκολα, ὅταν τὸ ζεστάνουμε.** Τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου ἔχει σημεῖο τήξης χαμηλό, 320° C περίπου.

7 **Τὸ διάλυμα τοῦ καυστικοῦ νατρίου κάνει ἔντονο κυανὸ (μπλὲ) τὸ εὐαίσθητο βάμμα ἡλιοτροπίου (1).**

Ἡ ἀλλαγὴ τοῦ χρώματος εἶναι ἀκόμα πιὸ χτυπητή, ἂν κοκκινίσουμε πρῶτα τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου μὲ μιὰ σταγόνα ὀξύ (εἰκ. 3).

8 **Ἂς φέρουμε στὸ τριανταφυλλί, μὲ μιὰ σταγόνα ὀξύ, τὸ χρῶμα τοῦ διαλύματος ἡλιανθίνης :** λίγο διάλυμα σόδας θὰ τὸ κάνει κίτρινο (εἰκ. 4).

9 **Ἂς στάξουμε διάλυμα καυστικῆς σόδας σὲ ἄχρωμο διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης :** τὸ ὑγρὸ θὰ πάρει ἔντονο κόκκινο χρῶμα (εἰκ. 5).

10 **Σὲ διάλυμα θειικοῦ ὀξέος στάζομε λίγο βάμμα ἡλιοτροπίου :** τὸ ὑγρὸ γίνεται κόκκινο. Σημειώνομε τὴ θερμοκρασία του, ποὺ εἶναι π.χ. 10° C, κ' ἔπειτα, ἀνακατεύοντας διαρκῶς, προσθέτομε σταγόνα σταγόνα διάλυμα καυστικοῦ νατρίου. Τὸ χρῶμα τοῦ ὑγροῦ δὲν ἐπηρεάζεται ἀμέσως : ἐξακολουθεῖ νὰ εἶναι κόκκινο, γιατὶ περιέχει ἀκόμα ὀξύ. Συνεχίζομε τὴν προσθήκη τῆς σόδας καί, ξαφνικά, κάποια σταγόνα μετατρέπει τὸ χρῶμα ἀπὸ κόκκινο σὲ κυανό. Ἡ σόδα ἐξαφάνισε τὸ ὀξὺ ποὺ ὑπῆρχε στὸ ὑγρό.

Παρατηροῦμε τὸ θερμόμετρο : ἡ θερμοκρασία αὐξήθηκε (εἰκ. 6).

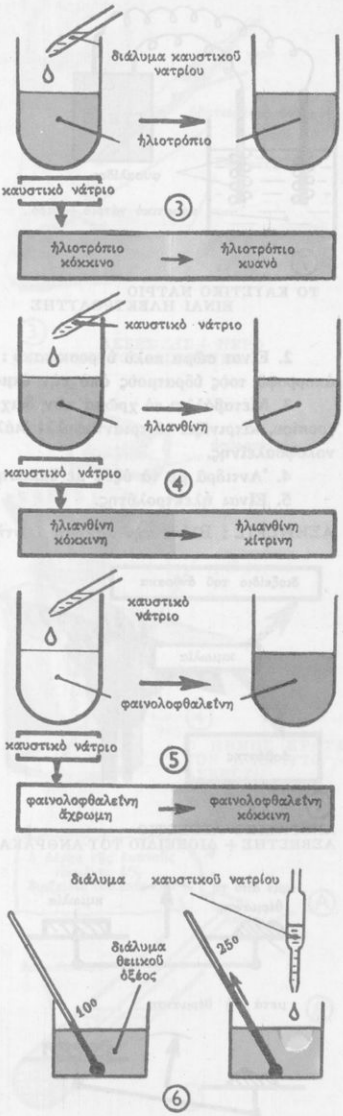
Ἐξήγηση : ἡ αὔξηση τῆς θερμοκρασίας φανερώνει πὼς τὸ θειικὸ ὀξὺ καὶ τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου τῶν δύο διαλυμάτων ἐπέδρασαν τὸ ἕνα στὸ ἄλλο, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ δημιουργηθοῦν νέα σώματα (ὅπως θὰ μάθουμε ἀργότερα). Λέμε πὼς ἔγινε *χημικὴ ἀντίδραση* μεταξὺ τοῦ ὀξέος καὶ τοῦ καυστικοῦ νατρίου.

● Τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα θὰ παρατηρούσαμε, ἂν, ἀντὶ θειικὸ ὀξύ, μεταχειριζόμαστε ὁποιοδήποτε ἀπὸ τ' ἄλλα γνωστά μας ὀξέα.

Τὸ καυστικὸ νάτριο ἀντιδρᾶ ζωηρὰ μὲ κάθε ὀξύ.

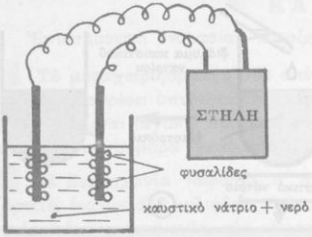
11 **Συνδέομε δύο σιδερένια σύρματα μὲ τοὺς πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης καὶ βυθίζομε τὶς ἐλεύ-**

(1) Λέμε εὐαίσθητο τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου, ὅταν ἔχει τὸ ἀρχικό του μενεξεδὶ χρῶμα, γιατὶ ἀρκεῖ ἐλάχιστο ὀξὺ νὰ τὸ κοκκινίσει ἢ ἐλάχιστο διάλυμα καυστικῆς σόδας νὰ τὸ κάνει κυανό.



ΤΑ ΔΥΟ ΣΩΜΑΤΑ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ ΑΝΑΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΕΚΛΥΕΤΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



7

ΤΟ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΕΙΝΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗΣ

θερες ἄκρες τους σὲ καθαρὸ νερό: τίποτε δὲ βλέπομε νὰ συμβαίνει.

● Ἂς προσθέσουμε τώρα καυστικὸ νάτριο στὸ νερό: ἀρχίζουν νὰ ἐμφανίζονται φυσαλίδες στὰ ἠλεκτρόδια (στὶς βυθισμένες στὸ ὑγρὸ ἄκρες τῶν συρμάτων). Αὐτὸ σημαίνει πὼς τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα περνᾶ ἀπὸ τὸ διάλυμα τοῦ καυστικοῦ νατρίου (εἰκ. 7).

Τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου εἶναι ἠλεκτρολύτης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ καυστικὸ νάτριο (καυστικὴ σόδα, ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου) εἶναι σῶμα λευκὸ στερεό, ποὺ τήκεται στοὺς 320° C. Εἶναι ἐπικίνδυνο, γιατὶ καταστρέφει σὲ βάθος τοὺς ἱστούς.

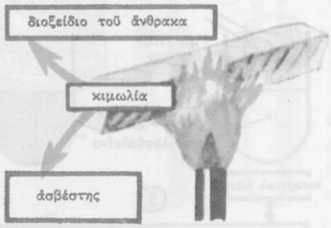
2. Εἶναι σῶμα πολὺ ὑγροσκοπικό: διαλύεται στὸ νερὸ μὲ ἔκλυση πολλῆς θερμότητας καὶ ἀπορροφᾶ τοὺς ὑδρατμοὺς ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα.

3. Μεταβάλλει τὸ χρῶμα τῶν δεικτῶν: μετατρέπει σὲ κυανὸ τὸ κοκκινισμένο βάμμα ἡλιοτροπίου, κιτρινίζει τὸ τριανταφυλλὶ διάλυμα ἡλιανθίνης καὶ κοκκινίζει τὸ ἄχρωμο διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης.

4. Ἀντιδρᾶ μὲ τὰ ὀξέα μὲ ἔκλυση θερμότητας.

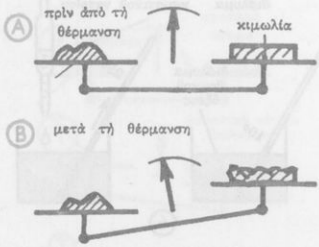
5. Εἶναι ἠλεκτρολύτης.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὴν ἄσκηση 1 στὴ σελίδα 30.



1

ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ → ΑΣΒΕΣΤΗΣ + ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ



2 Η ΔΙΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΠΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΩΘΗΚΕ

● ΑΣΒΕΣΤΗΣ

1 **Σ' ὅλους μας εἶναι γνωστὸς ὁ ἀσβέστης:** εἶναι τὸ ἄσπρο στερεὸ σῶμα, ποὺ ἀνακατεμένο μὲ νερὸ τὸ μεταχειριζόμαστε ν' ἀσπρίζουμε τοὺς τοίχους καὶ ν' ἀλείβουμε τὴν ἄνοιξη τοὺς κορμοὺς τῶν ὀπωροφόρων δέντρων, γιὰ νὰ τὰ προφυλάξουμε ἀπὸ τὰ βλαβερὰ παράσιτα. Εἶναι καὶ πρόχειρο ἀπολυμαντικὸ μέσο.

Τὶς μεγαλύτερες ποσότητες ἀσβέστη τὶς χρησιμοποιεῖ ἡ βιομηχανία: ἐργοστάσια τσιμέντων, ζάχαρης, ἐργοστάσια παρασκευῆς ἀνθρακικοῦ νατρίου κ.ἄ.

2 **Μακριὰ ἀπὸ τὰ ἀστικὰ κέντρα, κοντὰ σὲ λατομεῖα (νταμάρια) βλέπομε κάποτε νὰ λειτουργοῦν ἀσβεστοκάμινα.** Στὰ καμίνια αὐτά, μὲ ἔντονη θέρμανση, μεταβάλλεται ὁ *ἀσβεστόλιθος* σὲ ἀσβέστη.

Ὁ ἀσβεστόλιθος εἶναι πέτρωμα, ποὺ ἀποτελεῖται σὲ πολὺ μεγάλη ἀναλογία ἀπὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο.

3 **Ἂς παρασκευάσουμε ἀσβέστη:**

Πρώτη ὕλη: μιὰ κιμωλία (φυσικὴ κιμωλία).

Κατεργασία: ἀφοῦ ζυγίσουμε τὴν κιμωλία, τὴν λευκοπυρώνομε σὲ λύχνο Bunsen (εἰκ. 1 καὶ 2A) καὶ συνεχίζομε τὴν ἔντονη θέρμανση μισὴ ὥρα τουλάχιστο.

Πειράματα:

● Ἀφοῦ κρυώσει, ξαναζυγίζομε τὸ ραβδὶ τῆς κιμωλίας καὶ τὸ βρίσκομε πολὺ ἐλαφρότερο (εἰκ. 2B).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

● Ἄς τὸ ἀφήσουμε νὰ πέσει στὸ τραπέζι: τὸ ραβδὶ εἶναι τώρα πιὸ ἠχηρὸ ἀπὸ πρωτύτερα (μετὰ τὴν πύρωση ἔχει μικρότερη μάζα, ἐνῶ διατηρεῖ περίπου τὸν ἴδιο ὄγκο· τὰ διάκενα ποὺ δημιουργήθηκαν μέσα του αὐξάνουν τὴν ἠχηρότητα).

● Τοποθετοῦμε τὸ ραβδὶ σὲ μιὰ κάψα καὶ χύνομε σταγόνα σταγόνα νερὸ (εἰκ. 3): τὸ παρακολουθοῦμε νὰ διογκώνεται ἀρκετὰ ἀπότομα, νὰ χαράζεται βαθιὰ καὶ νὰ γίνεται στὸ τέλος θρύμματα· τὸ νερὸ ἐξαεριώνεται καὶ ἡ κάψα θερμαίνεται πολύ. Ἡ ἔκλυση τόσης θερμότητας φανερώνει πὼς ἔγινε χημικὴ ἀντίδραση.

Ἐξήγηση τῶν φαινομένων:

1η χημικὴ ἀντίδραση: ἡ θέρμανση τῆς κιμωλίας προκάλεσε τὴν ἀποσύνθεσή της σὲ δύο ἄλλα σώματα, τὸν ἀσβέστη καὶ ἕνα ἀέριο, *τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα*, ποὺ σκόρπισε στὸν ἀέρα (μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἐλαττωθεῖ τὸ βάρος τοῦ ραβδιοῦ). Ἡ ἀντίδραση ἔγινε μὲ ἀπορρόφηση θερμότητας.

Ἀσβεστόλιθος → ἀσβέστης + διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ↑ (— θερμότητα) (1)

2η χημικὴ ἀντίδραση: ὁ ἀσβέστης ἑνώθηκε μὲ νερὸ (ἔπαθε *ὑδάτωση*, *ὑδατώθηκε*) κι' ἔτσι μεταβλήθηκε σὲ ἄλλο σῶμα, σὲ *ὑδατωμένο ἀσβέστη*. Ἡ ἀντίδραση αὐτὴ γίνεται μὲ ἔκλυση θερμότητας.

ἀσβέστης + νερὸ → ὑδατωμένος ἀσβέστης (+ θερμότητα)

Ὁ ἄσβηστος ἀσβέστης ὀνομάζεται *ὀξείδιο ἀσβεστίου*. Ὁ ὑδατωμένος ἀσβέστης ὀνομάζεται *ὑδροξείδιο ἀσβεστίου* (2).

4 **Ἄς ἀνακατέψουμε λίγο ὑδροξείδιο ἀσβεστίου μὲ νερό:** τὸ μεῖγμα εἶναι ἕνα ἀδιάφανο ἄσπρο ὑγρὸ ποὺ τὸ λέμε *ἀσβεστόγαλα*. Αὐτὸ τὸ μεῖγμα μεταχειριζόμαστε γιὰ τὰ ἀσπρίσματα καὶ τὶς ἀπολυμάνσεις.

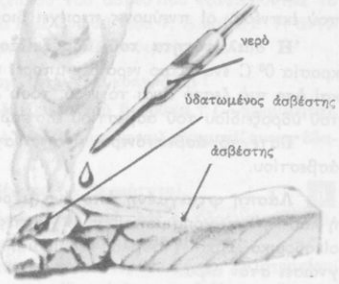
5 **Ἄμα διηθήσουμε (3) τὸ ἀσβεστόγαλα**, βγαίνει ἀπὸ τὸν *ἠθμὸ* (3) ἕνα ὑγρὸ ἐντελῶς διαυγὲς (διάφανο). Τὸ *διήθημα* (3) αὐτὸ λέγεται *ἀσβεστόνερο*. Τὸ ἀσβεστόνερο εἶναι διάλυμα ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου σὲ νερό.

● Ἀφοῦ πάρουμε βαθιὰ ἀναπνοή, ἂς φυσήξουμε ἀργὰ μέσα στὸ ἀσβεστόνερο: τὸ διάφανο ὑγρὸ θολώνει (εἰκ. 5).

(1) Τὸ σημεῖο πλὴν σημαίνει πὼς ἡ ἀντίδραση ἀπορρόφησε θερμότητα.

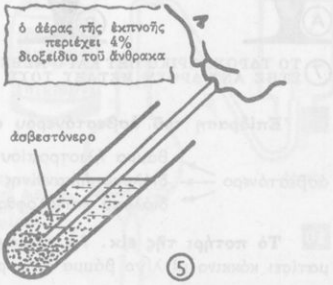
(2) Οἱ οἰκοδόμοι ὀνομάζουν ἄσβηστο ἀσβέστη τὸ ὀξείδιο τοῦ ἀσβεστίου καὶ σβησμένο ἀσβέστη τὸ ὑδροξείδιο τοῦ ἀσβεστίου.

(3) Διηθῶ = φιλτράρω. Διήθηση = φιλτράρισμα. Ἠθμὸς = φίλτρο. Διήθημα = ὑγρὸ διάφανο ποὺ στάζει ἀπὸ τὸν ἠθμό.



3 ΑΣΒΕΣΤΗΣ + ΝΕΡΟ ΥΔΑΤΩΜΕΝΟΣ ΑΣΒΕΣΤΗΣ

4 Ο ΗΘΜΟΣ ΚΡΑΤΑ ΤΟΝ ΑΔΙΑΛΥΤΟ ΑΣΒΕΣΤΗ



5 ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΠΟΥ ΔΙΩΧΝΟΥΝ ΟΙ ΠΝΕΥΜΟΝΕΣ ΘΟΛΩΝΕΙ ΤΟ ΑΣΒΕΣΤΟΝΕΡΟ

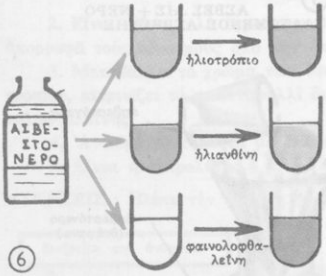
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Ξέρομε πώς τὸ ἀσβεστόνερο θολώνει μὲ τὴ διοχέτευση διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα: ὁ ἀέρας ποὺ ἐκπνέουν οἱ πνεύμονες περιέχει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

Ἡ διαλυτότητα τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου στὸ νερὸ εἶναι μικρή: Σὲ θερμοκρασία 0° C ἕνα λίτρο νερὸ δὲν μπορεῖ νὰ διαλύσει παραπάνω ἀπὸ 1,3 g ὑδατωμένο ἀσβέστη, καὶ ὅσο πιὸ ζεστὸ εἶναι τὸ νερό, τόσο λιγότερο ἀσβέστη μπορεῖ νὰ διαλύσει (ἡ διαλυτότητα τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου ἐλαττώνεται μὲ τὴν ὕψωση τῆς θερμοκρασίας).

Ὥστε τὸ ἀσβεστόνερο εἶναι ἀναγκαστικὰ ἀραιὸ *ὑδατικὸ* (1) *διάλυμα* ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου.

6 **Λάσπη φτιαγμένη ἀπὸ ἕνα μέρος ὑδατωμένο ἀσβέστη καὶ 3 - 4 μέρη ἄμμο** εἶναι ἡ λάσπη ποὺ χρησιμοποιοῦν οἱ χτίστες, γιὰ νὰ στερεώσουν μεταξύ τους κατὰ τὸ χτίσιμο τὰ οἰκοδομικὰ ὑλικὰ (τοῦβλα, κεραμίδια, πέτρες κ.λπ.). Ἡ λάσπη αὐτὴ σκληραίνει, ὅταν στεγνώσει στὸν ἀέρα.



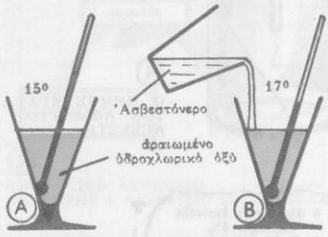
6

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟΥΣ ΔΕΙΧΤΕΣ

Ἐξήγηση: ὁ ὑδατωμένος ἀσβέστης μὲ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα τῆς ἀτμόσφαιρας γίνεται ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ αὐτὸ σχηματίζει μὲ τὴν ἄμμο μιὰ μάζα σκληρή, συνδετική.

Ἡ ἀντίδραση τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα μὲ τὸν ἀσβέστη γράφεται:

ἀσβέστης + διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα → ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο



7 ΤΟ ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ Ο ΑΣΒΕΣΤΗΣ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ

7 **Ἴδια μὲ τὴν προηγούμενη εἶναι ἡ ἀντίδραση ποὺ γίνεται, ὅταν θολώνει τὸ ἀσβεστόνερο μὲ τὴ διοχέτευση διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα:** μέσα στὸ ὑγρὸ σχηματίζεται τὸ ἀδιάλυτο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ τὸ θολώνει:

ὑδροξείδιο ἀσβεστίου (διαλυτὸ στὸ νερὸ) + διοξείδιο ἄνθρακα → ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο (ἀδιάλυτο στὸ νερὸ)

8 **Ὁ ἀσβέστης (ὀξείδιο τοῦ ἀσβεστίου) τήκεται (λιώνει) σὲ πολὺ ψηλὴ θερμοκρασία, σὲ 2600° C περίπου: εἶναι σῶμα δύστηκτο.** Γι' αὐτὴ του τὴν ἰδιότητα τὸν χρησιμοποιοῦν γιὰ *πυρίμαχη* ἐπένδυση τῶν φούρνων.

9 **Ἐπίδραση τοῦ ἀσβεστόνερου στοὺς δεῖχτες (εἰκ. 6).**

ἀσβεστόνερο →
- βάμμα ἡλιοτροπίου κόκκινο → β. ἡλιοτροπίου κυανὸ
- διάλυμα ἡλιανθίνης τριανταφυλλὶ → διάλ. ἡλιανθίνης κίτρινο
- διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης ἄχρωμο → διάλ. φαινολοφθαλεΐνης κόκκινο.

10 **Τὸ ποτήρι τῆς εἰκ. 7Α περιέχει ἀραιωμένο ὑδροχλωρικὸ ὀξύ,** ποὺ τὸ ἔχομε χρωματίσει κόκκινο μὲ λίγο βάμμα ἡλιοτροπίου.

● Σημειώνομε τὴ θερμοκρασία κι' ἔπειτα στάζομε μέσα ἀσβεστόγαλα, ὥσπου νὰ γίνει κυα-

(1) Τὸ διάλυμα ἑνὸς σώματος σὲ νερὸ λέγεται ὑδατικὸ του διάλυμα.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

νὸ τὸ χρῶμα τοῦ ὑγροῦ. Μὲ τὴν προσθήκη τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου ἐξαφανίστηκε τὸ ὀξὺ ἀπὸ τὸ ὑγρό. Παρατηροῦμε τότε πὼς ἡ θερμοκρασία ἔχει ὑψωθεῖ (εἰκ. 7, Α καὶ Β). Ἡ ἀντίδραση τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου μὲ τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ ἐκλύει θερμότητα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ὁ ἀσβεστόλιθος γίνεται ἀσβέστης, ὅταν λευκοπυρωθεῖ:

ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο → ἀσβέστης + διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ↑ (—θερμότητα).

2. Ὁ ἀσβέστης (ὀξείδιο τοῦ ἀσβεστίου) ἑνώνεται μὲ νερὸ (ὑδατώνεται) σχηματίζοντας ὑδατωμένο ἀσβέστη (ὑδροξείδιο τοῦ ἀσβεστίου):

ἀσβέστης + νερὸ → ὑδατωμένος ἀσβέστης (+ θερμότητα).

3. Τὸ ὑδροξείδιο τοῦ ἀσβεστίου ἔχει μικρὴ διαλυτότητα στὸ νερό. Μὲ τὸ ὑδατικό του διάλυμα, ποὺ λέγεται ἀσβεστόνερο, ἀνιχνεύομε (ἀναζητοῦμε) τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

4. Τὸ ὑδροξείδιο τοῦ ἀσβεστίου μετατρέπει σὲ κυανὸ τὸ κοκκινισμένο βάμμα ἡλιοτροπίου, κιτρινίζει τὸ τριανταφυλλὶ διάλυμα τῆς ἡλιανθίνης καὶ κοκκινίζει τὸ ἄχρωμο διάλυμα τῆς φαινολοφθαλεΐνης.

5. Ὁ ἀσβέστης ἀντιδρᾶ μὲ τὰ ὀξέα καὶ ἡ ἀντίδραση αὐτὴ ἐκλύει θερμότητα.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 2-5 στὶς σελίδες 30 καὶ 31.

● ΑΜΜΩΝΙΑ

1 **Διάλυμα ἀμμωνίας καὶ ἀμμωνία.** Τὴν ἀμμωνία τὴν χρησιμοποιοῦμε, γιὰ νὰ βγάζουμε ἀπὸ τὰ ὑφάσματα τοὺς λιπαροὺς λεκέδες.

Μόλις ξεβουλώσουμε τὴ φιάλη ποὺ τὴν περιέχει, νιώθουμε τὴ γνωστή μας χαρακτηριστικὴ καὶ διαπεραστικὴ ὀσμή. Ἐρεθίζονται ὄχι μόνο ἡ μύτη ἀλλὰ γενικότερα τὸ ἀναπνευστικό μας σύστημα καὶ τὰ μάτια. Τὸν δυνατὸ αὐτὸν ἐρεθισμὸ τὸν προκαλεῖ τὸ ἀέριο ποὺ ξεφεύγει ἀπὸ τὸ στόμιο τῆς φιάλης, ἡ *ἀμμωνία*. Ὥστε ἡ ἀμμωνία εἶναι ἀέριο. Τὸ περιεχόμενο τῆς φιάλης εἶναι ὑδατικὸ διάλυμα ἀμμωνίας, συνηθίζομε ὅμως γιὰ συντομία νὰ τὸ λέμε καὶ αὐτὸ ἀμμωνία.

Τὸ διάλυμα τῆς ἀμμωνίας εἶναι εὐκίνητο σὰν τὸ νερὸ καὶ ἄχρωμο, ὅπως καὶ τὸ ἴδιο τὸ ἀέριο.

2 **Μεγάλες ποσότητες ἀμμωνίας χρησιμοποιεῖ ἡ βιομηχανία,** γιὰ νὰ παρασκευάζει λιπάσματα καὶ πολλὰ ἄλλα προϊόντα.

3 **Ἡ ἀμμωνία ἔχει πολὺ μεγάλη διαλυτότητα στὸ νερό.** Σὲ θερμοκρασία 0° C ἕνα λίτρο νερὸ μπορεῖ νὰ διαλύσει πάνω ἀπὸ 1000 λίτρα ἀμμωνία. Ἡ διαλυτότητα τοῦ ἀερίου εἶναι μεγάλη καὶ στὴ συνηθισμένη θερμοκρασία (π.χ. στοὺς 15° C διαλύονται 800 λίτρα ἀμμωνία σὲ 1 λίτρο νερό), ἐλαττώνεται ὅμως γρήγορα, ὅσο ὑψώνεται ἡ θερμοκρασία, τόσο, ὥστε ἡ ἀμμωνία ξεφεύγει ὅλη ἀπὸ τὸ διάλυμά της, ὅταν τὸ ὑγρὸ φτάσει τοὺς 80° C περίπου.

Ἡ ἀμμωνία εὔκολα διαλύεται στὸ νερό, ἀλλὰ καὶ εὔκολα ξεφεύγει ἀπὸ τὸ ὑδατικό της διάλυμα.

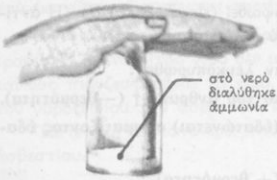
4 **Ἀρκεῖ νὰ θερμάνουμε διάλυμα ἀμμωνίας, γιὰ νὰ παρασκευάσουμε στὸ ἐργαστήριο ἀμμωνία** (εἰκ. 1).

Γιὰ νὰ τὴ μαζέψουμε, βασιζόμαστε σὲ μιὰν ἄλλη ἰδιότητά της: εἶναι ἐλαφρότερη ἀπὸ τὸν ἀέρα (1 *l* ἀμ-

① ΑΠΛΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΑΜΜΩΝΙΑΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

μωνία ζυγίζει 0,8 g ἐνῶ 1 *l* ἀέρας ζυγίζει 1,3 g). Καθὼς ξεφεύγει τὸ ἀέριο ἀπὸ τὸ διάλυμα, τὸ διοχετεύομε σὲ δοχεῖο ἀνεστραμμένο (ἀναποδογυρισμένο) (εἰκ. 1): ἡ ἀμμωνία διώχνει ἀπὸ τὸ δοχεῖο τὸν ἀέρα, ποὺ εἶναι βαρύτερος, καὶ παίρνει τὴ θέση του: ἡ ἀμμωνία ἐκτοπίζει τὸν ἀέρα. Ἂν θέλουμε λοιπὸν νὰ φυλάξουμε τὴν ἀμμωνία, πρέπει νὰ βουλώσουμε καλὰ τὸ δοχεῖο, πρὶν τὸ ἀνορθώσουμε.



② Η ΑΜΜΩΝΙΑ ΕΧΕΙ ΜΕΓΑΛΗ ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

5 **Πείραμα ποὺ δείχνει τὴ μεγάλη διαλυτότητα τῆς ἀμμωνίας στὸ νερό:**

Χύνομε ἐλάχιστο νερὸ στὸ δοχεῖο μὲ τὴν ἀμμωνία, κλείνομε ἀμέσως τὸ ἄνοιγμά του μὲ τὴν παλάμη καὶ ἀναταράζομε λίγα δευτερόλεπτα: ἡ παλάμη ρουφιέται σὰν ἀπὸ βεντούζα καὶ τὸ δοχεῖο δὲν πέφτει (εἰκ. 2).

Ἐξήγηση: ἡ φιάλη κρατιέται στὴν παλαμη, ἐπειδὴ ἡ πίεση στὸ ἐσωτερικό της ἔχει ἐλαττωθεῖ, ἐνῶ ἡ ἐξωτερικὴ πίεση ἔχει μείνει ἀμετάβλητη. Ἡ μείωση αὐτὴ τῆς πιέσεως μόνο σὲ ἐλάττωση τοῦ ποσοῦ τῆς ἀμμωνίας ποὺ περιέχει ἡ φιάλη εἶναι δυνατὸ νὰ ὀφείλεται· καὶ ὁ μόνος τρόπος νὰ ἐξαφανιστεῖ ἀμμωνία εἶναι ἡ *διάλυσή* της στὸ νερό.

③ ΠΩΣ ΑΠΑΛΛΑΣΣΟΜΕ ΤΗΝ ΑΜΜΩΝΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΓΡΑΣΙΑ ΠΟΥ ΚΡΑΤΑΕΙ

6 **Ὅταν θερμάνομε τὸ διάλυμα τῆς ἀμμωνίας, μαζὶ μὲ τὴν ἀμμωνία ξεφεύγουν καὶ ὑδρατμοί.**

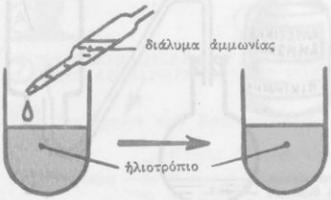
Ἂν θέλουμε ν' ἀπαλλάξουμε τὸ ἀέριο ἀπὸ τὴν ὑγρασία αὐτὴ (ἂν θέλουμε νὰ τὸ ξηράνουμε), τὸ διοχετεύομε μέσα ἀπὸ ἕναν κύλινδρο ποὺ περιέχει ἀσβέστη (εἰκ. 3). Τὸ ὀξείδιο τοῦ ἀσβεστίου ἀπορροφᾶ τοὺς ὑδρατμοὺς καὶ σχηματίζει ὑδροξείδιο τοῦ ἀσβεστίου (βλ. προηγούμενο μάθημα).

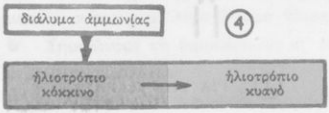
(Θὰ μπορούσαμε ἀντὶ ἀσβέστη νὰ μεταχειριστοῦμε, μὲ τὸν ἴδιο τρόπο, καυστικὸ νάτριο. Γιατί;)

7 **Ἡ ἀμμωνία ὑγροποιεῖται (ἀπὸ ἀέριο γίνεται ὑγρὸ) ἀρκετὰ εὔκολα:**

Στὴν κανονικὴ πίεση ὑγροποιεῖται, ὅταν τὴν ψύξουμε στοὺς −33,5° C. Χωρὶς ψύξη τὴν ὑγροποιοῦμε ὑποβάλλοντάς την σὲ πίεση: σὲ θερμοκρασία 20° C χρειάζονται 9 περίπου ἀτμόσφαιρες πίεση, γιὰ νὰ ὑγροποιηθεῖ.

Ἡ ὑγροποιημένη ἀμμωνία εἶναι καθαρὴ ὑγρὴ ἀμμωνία, ἐνῶ τὸ διάλυμα τῆς ἀμμωνίας εἶναι μεῖγμα ἀπὸ ἀμμωνία καὶ νερό. Δὲν πρέπει λοιπὸν νὰ γίνεται σύγχυση μεταξὺ τῶν δύο αὐτῶν ὑγρῶν: ἡ ἀμμωνία ποὺ βρίσκεται στὸ ἐμπόριο σὲ μεγάλες χαλύβδινες φιάλες δὲν εἶναι νερό, ὅπου ἔχομε διαλύσει ἀμμωνία, εἶναι ἀμμωνία ὑγροποιημένη.





8 **Τὸ διάλυμα τῆς ἀμμωνίας σωστότερο εἶναι νὰ τὸ λέμε** διάλυμα *καυστικῆς ἀμμωνίας* ἢ *ὑδροξειδίου τοῦ ἀμμωνίου*. Γιατὶ μὲ τὴ διοχέτευση τοῦ ἀερίου στὸ νερὸ

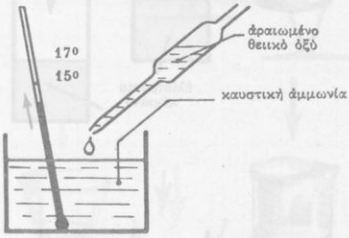
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

δὲ γίνεται ἁπλὴ διάλυση : ἡ ἀμμωνία ἑνώνεται μὲ τὸ νερὸ καὶ σχηματίζει ἕνα νέο σῶμα, τὸ ὑδροξείδιο τοῦ ἀμμωνίου ἢ καυστικὴ ἀμμωνία. Στὸ ἑξῆς τὸ διάλυμα τῆς καυστικῆς ἀμμωνίας, γιὰ συντομία, θὰ τὸ λέμε καυστικὴ ἀμμωνία. Δὲν μπορεῖ μὲ τὴν ἁπλοποίηση αὐτὴ νὰ γίνει σύγχυση, γιατὶ τὸ ὑδροξείδιο τοῦ ἀμμωνίου δὲν ὑπάρχει ἔξω ἀπὸ τὸ διάλυμά του. ("Οπως μάθαμε, ἡ ἀέρια ἀμμωνία χωρίζει ἀπὸ τὸ νερὸ καὶ στὴ συνηθισμένη ἀκόμα θερμοκρασία).

9 Τὸ διάλυμα τῆς ἀμμωνίας ἐπηρεάζει τὸ χρῶμα τῶν δειχτῶν :

καυστικὴ ἀμμωνία → βάμμα ἡλιοτροπίου κόκκινο → βάμμα ἡλιοτροπίου κυανὸ (εἰκ. 4)
καυστικὴ ἀμμωνία → διάλ. ἡλιανθίνης τριανταφυλλὶ → διάλ. ἡλιανθίνης κίτρινο
καυστικὴ ἀμμωνία → διάλ. φαινολοφθαλεΐνης ἄχρωμο → διάλ. φαινολοφθαλεΐνης κόκκινο

10 Σὲ καυστικὴ ἀμμωνία χρωματισμένη μὲ λίγο βάμμα ἡλιοτροπίου προσθέτομε ἀραιωμένο θειικὸ ὀξὺ (ἢ ὅποιο ἄλλο ὀξὺ ἔχομε πρόχειρο), ὥσπου τὸ χρῶμα τοῦ ὑγροῦ ἀπὸ κυανὸ νὰ γίνει κόκκινο. ἡ θερμοκρασία ὑψώνεται (εἰκ. 5).



5 ΤΟ ΟΞΥ ΚΑΙ Η ΚΑΥΣΤΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ

Ἡ ἀμμωνία καὶ τὸ ὀξὺ ἀντιδροῦν μεταξύ τους μὲ ἔκλυση θερμότητας.

11 Μποροῦμε νὰ ἀναγνωρίσουμε τὴν καυστικὴ ἀμμωνία καὶ χωρὶς νὰ τὴ μυρίσουμε : γιατί, ὅταν πλησιάσουμε τὴν μία στὴν ἄλλη δύο γυάλινες ράβδους, ποὺ ἡ μία εἶναι βρεγμένη μὲ καυστικὴ ἀμμωνία καὶ ἡ ἄλλη μὲ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, τριγύρω τους σχηματίζεται ἕνας ἄσπρος καπνός (εἰκ. 6).

6 ΠΩΣ ΑΝΑΓΝΩΡΙΖΟΜΕ εἴτε τὴν ἀμμωνία εἴτε τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ

Ἐξήγηση : τὰ δύο ἀέρια (ἀμμωνία καὶ ὑδροχλώριο) καθὼς ξεφεύγουν ἀπὸ τὰ διαλύματά τους, ἀντιδροῦν ἀναμεταξύ τους καὶ σχηματίζουν ἕνα καινούριο σῶμα, στερεὸ καὶ ἄσπρο, τὸ *χλωριοῦχο ἀμμώνιο*, ποὺ ἐμφανίζεται στὴν ἀρχὴ σὰν καπνὸς κι ἔπειτα κατακάθεται.

Τὴν ἀντίδραση αὐτὴ τὴ χρησιμοποιοῦμε, γιὰ νὰ ἀναγνωρίζουμε τὴν καυστικὴ ἀμμωνία ἢ τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, χωρὶς νὰ τὰ μυρίσουμε.

Μποροῦμε κι ἀλλιῶς ν' ἀναγνωρίσουμε τὴν καυστικὴ ἀμμωνία : πλησιάζομε στὸ στόμιο τῆς φιάλης ποὺ τὴν περιέχει μιὰ λουρίδα χαρτὶ ἡλιοτροπίου κόκκινο διαποτισμένο μὲ νερὸ καὶ τὸ βλέπομε νὰ γίνεται κυανό.

Ἐξήγηση : ἡ ἀμμωνία ποὺ ξεφεύγει ἀπὸ τὸ διάλυμα ἀπορροφᾶται ἀπὸ τὸ βρεμένο χαρτὶ καὶ ἐπηρεάζει τὸ δείχτη (εἰκ. 7).

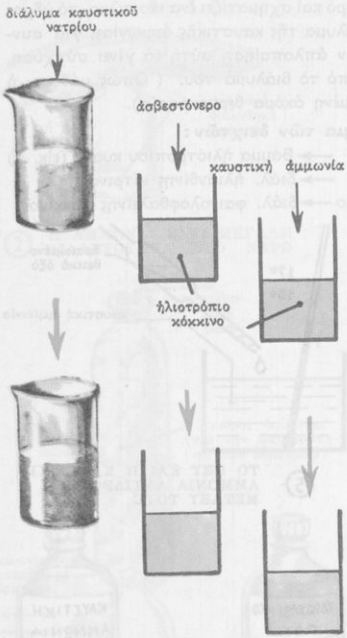
7 ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΥΣΤΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ ΞΕΦΕΥΓΕΙ ΤΟ ΑΕΡΙΟ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

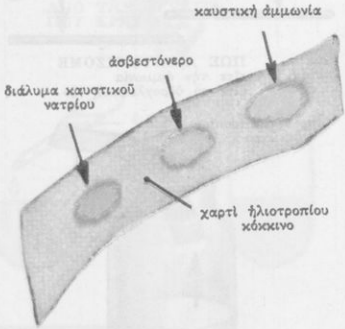
1. Ἡ καυστικὴ ἀμμωνία ἀναγνωρίζεται ἀπὸ τὴ χαρακτηριστικὴ ὀσμὴ τῆς ἀμμωνίας. Ἡ ἀμμωνία διαλύεται εὔκολα στὸ νερό, ἀλλὰ καὶ εὔκολα ξεφεύγει ἀπὸ τὸ ὑδατικό της διάλυμα, ἀπὸ τὴν καυστικὴ ἀμμωνία.

2. Ἡ καυστικὴ ἀμμωνία μετατρέπει σὲ κυανὸ τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου, κιτρινίζει τὸ τριαν-

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



① ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΒΑΜΜΑ ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟΥ



② ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΧΑΡΤΙ ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟΥ

ταφυλλὶ διάλυμα ἡλιανθίνης καὶ κοκκινίζει τὸ ἄχρωμο διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης.

3. Ἡ χημικὴ ἀντίδραση τῆς ἀμμωνίας μὲ τὰ ὀξέα ἐκλύει θερμότητα.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 6-10 στὴ σελ. 31.

● ΒΑΣΕΙΣ

1 **Εὔκολα ξεχωρίζομε τὸ ἕνα ἀπὸ τ' ἄλλο τὰ σώματα ποὺ γνωρίσαμε στὰ τρία τελευταῖα μας μαθήματα :** γιατὶ μεταξύ τους παρουσιάζουν ἀρκετὲς ἰδιότητες διαφορετικές.

Π.χ. Ἡ καυστικὴ σόδα καὶ ὁ ἀσβέστης εἶναι σώματα στερεά, ἐνῶ ἡ ἀμμωνία εἶναι ἀέριο· τὴν καυστικὴ σόδα μπορέσαμε εὔκολα νὰ τὴν τήξομε στὸ λύχνο, ἐνῶ ὁ ἀσβέστης μένει στερεὸς ὡς τοὺς 2600° C περίπου· τὸ ὑδροξεΐδιο τοῦ ἀσβεστίου διαλύεται πολὺ λίγο στὸ νερό, ἐνῶ ἡ καυστικὴ σόδα καὶ ἡ ἀμμωνία ἔχουν μεγάλη διαλυτότητα στὸ νερό.

2 **Τὰ ὑδατικὰ διαλύματα τοῦ καυστικοῦ νατρίου, τοῦ ὑδροξεΐδίου τοῦ ἀσβεστίου καὶ τῆς ἀμμωνίας (καυστικῆς ἀμμωνίας) παρουσιάζουν ὅμως ὁρισμένες κοινὲς ἰδιότητες.**

Ἂς θυμηθοῦμε πρῶτα μὲ μερικὰ πειράματα **τὴν ἐπίδρασή τους στοὺς δεῖχτες.**

● Ἔχομε τρία ποτήρια μὲ πολὺ ἀραιωμένο εὐαίσθητο βάμμα ἡλιοτροπίου : στὸ ἕνα στάζομε ἀραιὸ διάλυμα καυστικῆς σόδας, στὸ δεύτερο λίγο ἀσβεστόνερο (διάλυμα ὑδροξεΐδίου τοῦ ἀσβεστίου), στὸ τρίτο μιὰ σταγόνα καυστικὴ ἀμμωνία.

Ἡ ἀλλαγὴ τοῦ χρώματος εἶναι ἴδια καὶ στὰ τρία ποτήρια : τὸ ὑγρὸ γίνεται κυανό.

Ἀκόμα πιὸ χτυπητὴ εἶναι ἡ ἀλλαγὴ τοῦ χρώματος ποὺ προκαλοῦν τὰ τρία διαλύματα, ὅταν χρησιμοποιοῦμε κοκκινισμένο μὲ ἐλάχιστο ὀξὺ βάμμα ἡλιοτροπίου, ἀντὶ εὐαίσθητο, γιατὶ τὸ ὑγρὸ γίνεται κυανὸ ἀπὸ καθαρὸ κόκκινο (εἰκ. 1).

καυστ. νάτριο ἢ ἀσβεστόνερο ἢ καυστ. ἀμμωνία
↓
κόκκινο βάμμα ἡλιοτροπίου → *κυανὸ βάμμα ἡλιοτροπίου*

Μποροῦμε νὰ ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα πιὸ ἁπλὰ μὲ χαρτὶ ἡλιοτροπίου. Στὸ χαρτὶ στάζομε μιὰ σταγόνα διάλυμα καυστικοῦ νατρίου, μιὰ σταγόνα ἀσβεστόνερο καὶ μιὰ σταγόνα καυστικὴ ἀμμωνία : οἱ τρεῖς αὐτὲς σταγόνες σχηματίζουν τρεῖς κυανὲς κηλίδες στὸ κόκκινο χαρτὶ (εἰκ. 2).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

● Χρησιμοποιοῦμε τώρα τρία ποτήρια μὲ ἀραιὸ διάλυμα ἡλιανθίνης ποὺ ρίξαμε κι ἐλάχιστο ὀξύ, ὥστε νὰ ἔχει τριανταφυλλὶ χρῶμα.

Καὶ τὰ τρία διαλύματα, τοῦ καυστικοῦ νατρίου, τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου καὶ τῆς ἀμμωνίας, προκαλοῦν τὴν ἴδια ἀλλαγὴ χρώματος: κιτρινίζουν τὸ διάλυμα τῆς ἡλιανθίνης.

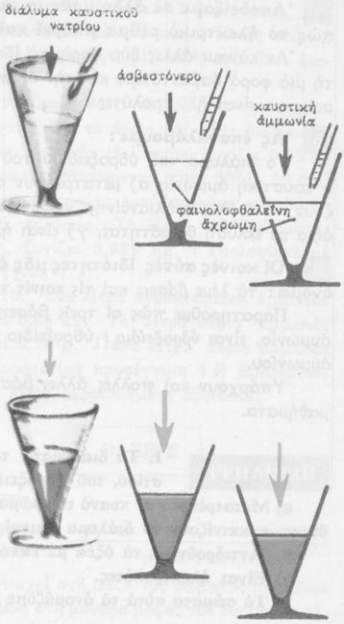
καυστ. νάτριο ἢ ἀσβεστόνερο ἢ καυστ. ἀμμωνία

διάλυμα ἡλιανθίνης κοκκινισμένο → *διάλυμα ἡλιανθίνης κίτρινο*

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

καυστ. νάτριο ἢ ἀσβεστόνερο ἢ καυστ. ἀμμωνία

διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης ἄχρωμο → *διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης κόκκινο*



3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗ ΦΑΙΝΟΛΟΦΘΑΛΕΪΝΗ

3 Τὰ διαλύματα τοῦ καυστικοῦ νατρίου, τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου, τῆς καυστικῆς ἀμμωνίας, ἀντιδροῦν μὲ τὰ ὀξέα μὲ ἔκλυση θερμότητας.

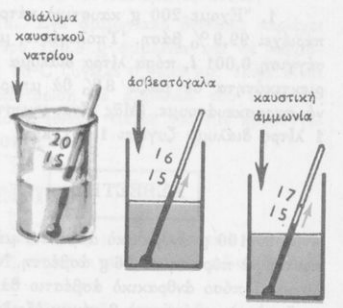
Ἂς ξαναθυμηθοῦμε τὴν ἰδιότητά τους αὐτὴ κάνοντας ἕνα πείραμα:

● Τρία ποτήρια περιέχουν ἀραιωμένο θειικὸ ὀξὺ χρωματισμένο κόκκινο μὲ βάμμα ἡλιοτροπίου. Σὲ κάθε ποτήρι τοποθετοῦμε ἕνα θερμόμετρο.

Ἀφοῦ σημειώσουμε τὴ θερμοκρασία (ποὺ εἶναι ἴδια καὶ στὰ τρία ποτήρια), προσθέτομε σταγόνα σταγόνα, ἀνακατεύοντας ὕστερα ἀπὸ κάθε προσθήκη, στὸ πρῶτο ποτήρι διάλυμα καυστικοῦ νατρίου, στὸ δεύτερο ἀσβεστόγαλα, στὸ τρίτο καυστικὴ ἀμμωνία, καὶ παρατηροῦμε πὼς συμβαίνει τὸ ἴδιο φαινόμενο καὶ στὶς τρεῖς περιπτώσεις: ἔρχεται μιὰ στιγμή, ποὺ ἡ προσθήκη μιᾶς σταγόνας μεταβάλλει τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου σὲ κυανό. Διαπιστώνομε ἀκόμα πὼς ἡ θερμοκρασία ἔχει ὑψωθεῖ στὸ ὑγρὸ καὶ τῶν τριῶν ποτηριῶν (εἰκ. 4).

καυστικὸ νάτριο
ὑδροξείδιο ἀσβεστίου → *καὶ ὀξὺ ἀντιδροῦν μὲ ἔκλυση θερμότητας.*
καυστικὴ ἀμμωνία

Τὴ χημικὴ αὐτὴ ἀντίδραση θὰ τὴν ἐξηγήσουμε καλύτερα στὸ ἑπόμενο μάθημα.



4 ΘΕΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΒΑΣΗ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

4 **Ἀποδείξαμε σὲ ἄλλο μάθημα πὼς τὸ καυστικὸ νάτριο εἶναι ἠλεκτρολύτης, δηλαδὴ πὼς τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα μπορεῖ καὶ περνᾶ μέσα ἀπὸ τὸ διάλυμά του.**

Ἂν κάναμε ἄλλες δύο φορὲς τὸ ἴδιο πείραμα καὶ ἀντὶ καυστικὸ νάτριο χρησιμοποιούσαμε τὴ μιὰ φορὰ ἀσβεστόνερο καὶ τὴν ἄλλη καυστικὴ ἀμμωνία, θὰ διαπιστώναμε πὼς καὶ αὐτὰ τὰ σώματα εἶναι ἠλ τρολύτες.

5 **Ἂς ἐπαναλάβουμε:**

Τὸ διάλυμα τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου, τὸ διάλυμα τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου, ἡ καυστικὴ ἀμμωνία α) μετατρέπουν σὲ κυανὸ τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου, κιτρινίζουν τὸ διάλυμα ἡλιανθίνη», κοκκινίζουν τὸ διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης, β) ἀντιδροῦν μὲ τὰ ὀξέα μὲ ἔκλυση θερμότητας, γ) εἶναι ἠλεκτρολύτες.

6 **Οἱ κοινὲς αὐτὲς ἰδιότητες μᾶς ἐπιτρέπουν νὰ δώσουμε στὰ σώματα αὐτὰ ἕνα κοινὸ ὄνομα:** τὰ λέμε *βάσεις* καὶ τὶς κοινές τους ἰδιότητες τὶς ὀνομάζομε *βασικές*.

Παρατηροῦμε πὼς οἱ τρεῖς βάσεις, καυστικὸ νάτριο, ὑδατωμένος ἀσβέστης καὶ καυστικὴ ἀμμωνία, εἶναι *ὑδροξείδια*: ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου, ὑδροξείδιο τοῦ ἀσβεστίου, ὑδροξείδιο τοῦ ἀμμωνίου.

Ὑπάρχουν καὶ πολλὲς ἄλλες βάσεις ἐκτὸς ἀπὸ τὶς τρεῖς ποὺ μελετήσαμε στὰ τελευταῖα μαθήματα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὰ διαλύματα τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου, τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ ἀσβεστίου, τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ ἀμμωνίου:

α) Μετατρέπουν σὲ κυανὸ τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου, κιτρινίζουν τὸ διάλυμα ἡλιανθίνης, κοκκινίζουν τὸ διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης.

β) Ἀντιδροῦν μὲ τὰ ὀξέα μὲ ἔκλυση θερμότητας.

γ) Εἶναι ἠλεκτρολύτες.

2. Τὰ σώματα αὐτὰ τὰ ὀνομάζομε βάσεις καὶ τὶς κοινές τους ἰδιότητες τὶς λέμε βασικές.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τοὺς «ὁρισμοὺς» καὶ τὶς ἀσκήσεις 11 καὶ 12 στὴ σελίδα 31.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

2η σειρά: Βάσεις

ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ

1. Ἔχομε 200 g καυστικὸ νάτριο ποὺ περιέχει 99,9 % βάση. Ὑπολογίστε, μὲ προσέγγιση 0,001 *l*, πόσα λίτρα διάλυμα μὲ περιεκτικότητα σὲ μάζα 8 % θὰ μπορέσουμε νὰ παρασκευάσουμε. (Μᾶς εἶναι γνωστὸ πὼς 1 λίτρο διάλυμα ζυγίζει 1,091 kg).

ΑΣΒΕΣΤΗΣ

2. 100 g ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο μετατρέπονται μὲ πύρωση σὲ 56 g ἀσβέστη. Νὰ ὑπολογιστεῖ πόσο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο θὰ χρειαστεῖ γιὰ τὴν παραγωγὴ 2 τόνων ὀξειδίου τοῦ ἀσβεστίου (μὲ προσέγγιση 0,01 τ.).

3. Γιὰ νὰ χρησιμοποιήσουμε τὸν ἀσβέστη, πρέπει πρῶτα νὰ τὸν «σβήσουμε», δηλαδὴ προσθέτοντας νερὸ νὰ τὸν μετατρέψουμε σὲ ὑδροξείδιο τοῦ ἀσβεστίου:

ὀξείδιο ἀσβεστίου + νερὸ → ὑδροξείδιο ἀσβεστίου.

Τὸ ὀξείδιο ἀσβεστίου καὶ τὸ νερὸ ἑνώνονται μὲ στεθερὲς ἀναλογίες: 56 μάζες ὀξείδιο ἀσβεστίου μὲ 18 μάζες νερό.

Πόσο νερὸ θὰ μᾶς χρειαζόταν, γιὰ νὰ σβήσουμε 100 g ἀσβέστη, ἂν δὲν ἐξατμιζόταν νερὸ μὲ τὴ θερμότητα ποὺ ἐκλύει ἡ ἀντίδραση; (Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 1 g).

4. Στοὺς 100° C, 1 *l* νερὸ διαλύει 0,6 g ὑδροξείδιο ἀσβεστίου. Στοὺς 0° C περίπου, 1 *l* νερὸ διαλύει 1,3 g. Τὸ διάλυμα λέγεται ἀσβεστόνερο.

Ἂς ὑποθέσουμε πὼς ἔχομε ἕνα θολὸ ὑγρό, ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ 15 *l* νερὸ καὶ πε-

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ρίσσεια ὑδατωμένο ἀσβέστη. Ἡ θερμοκρασία του εἶναι περίπου 100°C. Τὸ διηθοῦμε καὶ ψύχομε τὸ διήθημα (ἀσβεστόνερο) σχεδὸν ὡς τοὺς 0° C. Πόσον ἀκόμη ὑδατωμένο ἀσβέστη θὰ μπορέσουμε νὰ διαλύσουμε στὸ ὑγρό; (Δὲν θὰ λογαριάσουμε πὼς ὁ ὄγκος τοῦ ὑγροῦ μεταβάλλεται μὲ τὴ μεταβολὴ τῆς θερμοκρασίας του).

5. 100 g ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο σχηματίζουν σταθερὰ μὲ τὴν πύρωση 56 g ὀξείδιο ἀσβεστίου. Τὴ θεωρητικὴ αὐτὴ ἀπόδοση ἐλαττώνουν στὰ 92% διάφορες ἀπώλειες. Ἀλλὰ καὶ γιὰ τὴν παραγωγὴ ἀσβέστη μεταχειριζόμαστε ἀσβεστόλιθο, ποὺ στὴν περίπτωσή μας περιέχει 80% καθαρὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο. Πόσον ἀσβέστη (μὲ προσέγγιση 1 kg) θὰ πάρουμε πυρώνοντας 1 τόνο ἀσβεστόλιθο;

ΑΜΜΩΝΙΑ

6. Σὲ 0° C καὶ πίεση 760 mm Hg 22,4 *l* ἀμμωνίου ζυγίζουν 17 g. Πόσο ζυγίζει τὸ λίτρο τοῦ ἀερίου; Ξέροντας πὼς στὶς ἴδιες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως 1 λίτρο ἀέρας ζυγίζει περίπου 1,3 g, ἂς ὑπολογίσουμε (μὲ προσέγγιση 1 cm^3) τὸν ὄγκο τοῦ ἀέρα ποὺ θὰ ζυγίζει ὅσο 1 *l* ἀμμωνία. Ποιὸς ὄγκος ἀμμωνίας (μὲ προσέγγιση 1 cm^3) ζυγίζει ὅσο 1 *l* ἀέρας;

Γιατὶ κρατᾶμε ἀναποδογυρισμένη τὴ φιάλη μὲ τὴν ἀμμωνία;

7. Ἕνα διάλυμα ἀμμωνίας τοῦ ἐμπορίου περιέχει σὲ μάζα 18,9% ἀμμωνία. Τὸ λίτρο του ζυγίζει 0,93 kg. Τί μάζα ἀερίου (μὲ προσέγγιση 1 g) περιέχει τὸ λίτρο τοῦ διαλύματος; Τί ὄγκο ἀερίου (μὲ προσέγγιση 1 *l*) περιέχει 1 *l* διαλύματος; (1 *l* ἀέριο ζυγίζει 0,76 g).

8. Ἕνα λίτρο νερὸ διαλύει 750 *l* ἀμμωνία, ποὺ τὸ κάθε της λίτρο ζυγίζει 0,75 g. Τὸ λίτρο τοῦ διαλύματος ζυγίζει 0,85 kg.

Ποιὰ εἶναι ἡ μάζα τοῦ διαλύματος, ποὺ παρασκευάζομε μὲ 1 *l* νερό; Ποιὸς εἶναι ὁ ὄγκος (μὲ προσέγγιση 10 cm^3) τοῦ ἴδιου διαλύματος;

9. Στοὺς 80°C τὸ διάλυμα τῆς ἀμμωνίας χάνει ὅλο τὸ ἀέριο ποὺ εἶχε διαλυμένο. Τί ὄγκο ἀμμωνία (1 *l* ἀερίου ζυγίζει 0,75 g) θὰ πάρουμε ζεσταίνοντας στοὺς 80° C 50 cm^3 διάλυμα ἀμμωνίας, ποὺ περιέχει σὲ βάρος 32,1% ἀμμωνία; Τὸ λίτρο τοῦ διαλύματος 32,1% ζυγίζει 0,889 kg. (Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 1 *l*).

10. Ἕνα λίτρο ὑγροποιημένη ἀμμωνία ζυγίζει 0,64 kg. Τὸ λίτρο ἀέρια ἀμμωνία ζυγίζει 0,76 g. Πόσα λίτρα ἀέρια ἀμμωνία θὰ πάρουμε (μὲ προσέγγιση 1 *l*) ἐξαερώνοντας 1 λίτρο ὑγροποιημένη ἀμμωνία;

ΒΑΣΕΙΣ

Ὁρισμοί

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

(ἀντιστοιχεῖ στὴ μάζα τοῦ σώματος ποὺ εἶναι διαλυμένο στὴ **μονάδα μάζας** τοῦ διαλύματος).

$$\textbf{Συγκέντρωση διαλύματος} = \frac{\text{μάζα διαλυμένου σώματος}}{\text{ὄγκος διαλύματος}}$$

(ἀντιστοιχεῖ στὴ μάζα τοῦ σώματος ποὺ εἶναι διαλυμένο στὴ **μονάδα ὄγκου** τοῦ διαλύματος).

11. 1 *l* νερὸ 0° C διαλύει 1133 *l* ἀμμωνία (1 *l* ἀμμωνία ζυγίζει 0,76 g). Ποιὸς εἶναι ὁ τίτλος τοῦ διαλύματος αὐτοῦ;

12. Ἕνα ἀμμωνιακὸ διάλυμα περιέχει στὸ λίτρο 190,8 g ἀμμωνία καὶ σὲ θερμοκρασία 15°C ζυγίζει 0,9232 kg. Ποιὰ εἶναι ἡ συγκέντρωση σὲ ἀμμωνία τοῦ διαλύματος; Ποιὸς εἶναι ὁ τίτλος του (μὲ προσέγγιση 0,001);

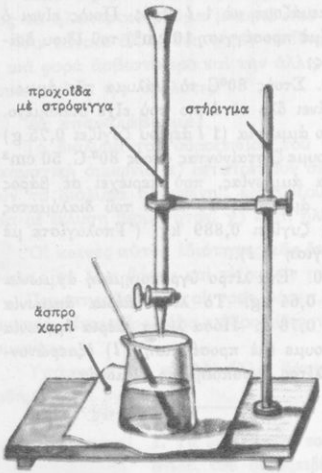
ΟΞΕΑ ΚΑΙ ΒΑΣΕΙΣ

1 **Ὅσες φορὲς ἀνακατέψαμε τὸ ὑδατικὸ διάλυμα ἑνὸς ὀξέος μὲ τὸ ὑδατικὸ διάλυμα μιᾶς βάσης, παρατηρήσαμε ἔκλυση θερμότητας:** αὐτὸ σημαίνει πὼς μεταξὺ τῶν δύο σωμάτων γίνεται χημικὴ ἀντίδραση.

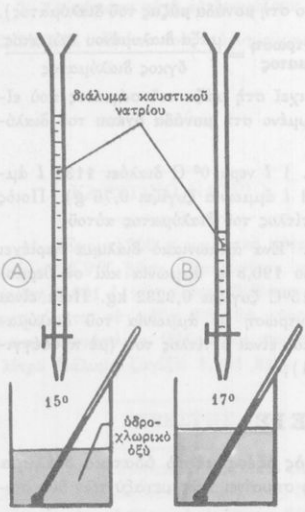
Θὰ προσπαθήσουμε τώρα νὰ διευκρινίσουμε τὴ φύση αὐτῆς τῆς μεταβολῆς.

2 **Βάζομε ἀραιωμένο ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ σ' ἕνα ποτήρι,** προσθέτομε 2 - 3 σταγόνες βάμμα ἡλιοτροπίου, ὥστε τὸ ὑγρὸ νὰ πάρει κόκκινο χρῶμα, καὶ σημειώνομε τὴ θερμοκρασία.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



① ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



② ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

3 **Τοποθετοῦμε μιὰ προχοΐδα ὄρθια πάνω ἀπὸ τὸ ποτήρι·** αὐτὸ γίνεται μὲ τὴ βοήθεια εἰδικοῦ στηρίγματος (εἰκ. 1).

Ἡ προχοΐδα εἶναι γυάλινος σωλήνας, ποὺ κοντὰ στὴν κάτω, στενεμένη, ἄκρη του ἔχει μιὰ στρόφιγγα.

● Γεμίζομε τὴν προχοΐδα μὲ ἀραιὸ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου καί, ἀνοίγοντας τὴ στρόφιγγα, τὸ ἀφήνομε νὰ πέφτει σταγόνα σταγόνα μέσα στὸ διάλυμα τοῦ ὀξέος. Τὸ ὑγρὸ τοῦ ποτηριοῦ τὸ ἀνακατεύομε διαρκῶς μὲ γυάλινη ράβδο ἢ δίνοντας μὲ τὸ χέρι κίνηση περιστροφικὴ στὸ ποτήρι.

Παρατηροῦμε ὅτι ἡ σταγόνα τῆς σόδας, τὴ στιγμὴ ποὺ ἀγγίζει τὸ ὑγρὸ τοῦ ποτηριοῦ, προκαλεῖ μιὰ κυανὴ κηλίδα. Ἡ κηλίδα ὅμως αὐτὴ ἐξαφανίζεται ἀμέσως μὲ τὸ ἀνακάτεμα, γιατὶ ὑπάρχει ὀξὺ μέσα στὸ ὑγρό.

● Ὅσο συνεχίζομε νὰ ρίχνουμε σταγόνες, παρατηροῦμε πὼς ἡ κυανὴ κηλίδα ἀργεῖ ὁλοένα καὶ περισσότερο νὰ ἐξαφανιστεῖ· συνεχίζομε λοιπὸν προσεχτικά, ρίχνοντας ἀργὰ ἀργὰ τὶς σταγόνες, ὥσπου κάποια σταγόνα ἀλλάζει ὁριστικὰ σὲ μενεξεδὶ τὸ χρῶμα ὅλου τοῦ ὑγροῦ. Ἡ ἐξαφάνιση τοῦ κόκκινου χρώματος δείχνει πὼς ἔλειψε τὸ ὀξὺ ἀπὸ μέσα ἀπὸ τὸ ὑγρό, ἀλλὰ καὶ τὸ μενεξεδὶ χρῶμα (ἐνδιάμεσο μεταξὺ τοῦ κόκκινου καὶ τοῦ κυανοῦ) φανερώνει πὼς οὔτε καυστικὴ σόδα ὑπάρχει στὸ διάλυμα· (ἂν ὑπῆρχε, τὸ ἡλιοτρόπιο θὰ εἶχε κυανὸ χρῶμα).

(Παρατήρηση: σὲ πειράματα αὐτοῦ τοῦ εἴδους πρέπει νὰ χρησιμοποιεῖ κανείς, ὅσο γίνεται, λιγότερο δείχτη· διακρίνεται τότε καθαρότερα ἡ ἀλλαγὴ τοῦ χρώματος τοῦ ὑγροῦ).

> **Συμπέρασμα:** *τὸ ὑγρὸ δὲν ἔχει οὔτε ὀξινες οὔτε βασικὲς ἰδιότητες, εἶναι* **οὐδέτερο.** *Λέμε πὼς ἡ βάση ἐξουδετέρωσε τὸ ὀξὺ ἢ πὼς τὸ ὀξὺ ἐξουδετέρωσε τὴ βάση.*

4 **Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ ἔχει ὑψωθεῖ στὴ διάρκεια τοῦ πειράματος** (εἰκ. 2): ἔνδειξη πὼς ἔγινε χημικὴ ἀντίδραση μεταξὺ τῶν δύο σωμάτων.

Παρατήρηση: μποροῦμε νὰ κάνουμε καὶ ἀντίστροφα τὴν ἐξουδετέρωση· νὰ ἔχουμε στὸ ποτήρι τὸ διάλυμα τοῦ καυστικοῦ νατρίου (μὲ λίγο βάμμα ἡλιοτροπίου) καὶ νὰ ρίχνουμε μὲ τὴν προχοΐδα τὸ ὀξύ, ὥσπου τὸ ὑγρὸ ἀπὸ κυανὸ νὰ γίνει μενεξεδί. Καὶ πάλι, φυσικά, θὰ παρατηρήσουμε ὕψωση τῆς θερμοκρασίας.

5 **Τί ἔγιναν, μὲ τὴν ἐξουδετέρωση, τὸ ὀξὺ καὶ ἡ βάση;**

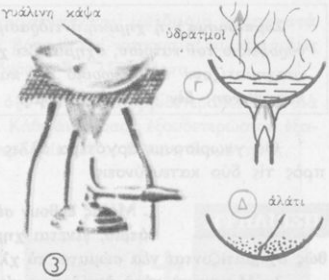
● Γιὰ νὰ τὸ μάθουμε, ἂς βάλουμε σὲ μιὰ γυάλινη κάψα λίγο ἀπὸ τὸ οὐδέτερο ὑγρὸ ποὺ σχηματίστηκε

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

μὲ τὴν ἐξουδετέρωση καὶ ἂς τὸ θερμάνουμε σὲ μικρὴ φλόγα: ἀφοῦ ἐξατμιστεῖ ὅλο τὸ νερό, μένει στὸ βάθος τῆς κάψας ἕνα ὑπόλειμμα ἄσπρο, στερεὸ (εἰκ. 3). Ἡ γεύση του εἶναι ἴδια μὲ τὴ γεύση τοῦ ἁλατιοῦ καὶ προσεχτικότερη ἐξέτασή του φανερώνει πὼς πραγματικὰ εἶναι κοινὸ ἁλάτι. Ἐπιστημονικὰ τὸ ἁλάτι ὀνομάζεται *χλωριοῦχο νάτριο*.

● Τὸ χλωριοῦχο νάτριο δὲν ὑπῆρχε στὰ ἀρχικά μας διαλύματα, ἀπ' τὰ ὁποῖα τὸ ἕνα ἦταν μεῖγμα ἀπὸ ὑδροχλώριο καὶ νερὸ (ἦταν δηλαδὴ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ) καὶ τὸ ἄλλο μεῖγμα ἀπὸ καυστικὸ νάτριο καὶ νερό.

Βγάζομε λοιπὸν τὸ συμπέρασμα πὼς τὸ χλωριοῦχο νάτριο δημιουργήθηκε ἀπὸ τὴν ἀλληλεπίδραση τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος καὶ τοῦ καυστικοῦ νατρίου, ἡ ὁποία (ὅπως μάθαμε πρωτύτερα) ἐξαφανίζει τὰ δύο αὐτὰ σώματα.

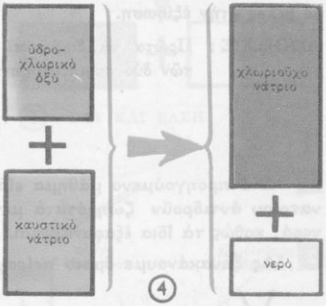


3

Η ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΩΜΑΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΙ ΑΛΑΤΙ

6 Ἡ χημεία ἔχει ἀποδείξει πὼς ἡ ἀντίδραση τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου μὲ τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ σχηματίζει καὶ νερό, ἐκτὸς ἀπὸ χλωριοῦχο νάτριο (εἰκ. 4):

ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ + ὑδροξείδιο νατρίου → χλωριοῦχο νάτριο + νερὸ
(ὀξὺ) (βάση) (ἁλάτι)



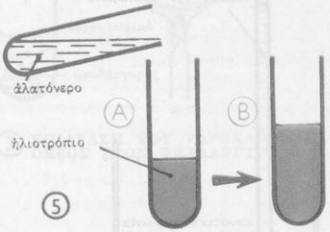
4

ΣΧΗΜΑΤΙΖΟΝΤΑΙ ΝΕΑ ΣΩΜΑΤΑ

Καὶ ἐπειδὴ ἐλευθερώνει θερμότητα ἡ ἀντίδραση, μποροῦμε νὰ τὴν ἀναφέρουμε καὶ αὐτὴν στὴ *χημικὴ ἐξίσωσή μας*:

ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ + ὑδροξείδιο νατρίου → χλωριοῦχο νάτριο + νερὸ + *θερμότητα*.

> **Συμπέρασμα:** *τὰ δύο σώματα ἐπιδράσανε τὸ ἕνα στὸ ἄλλο μὲ ἀποτέλεσμα τὰ ἴδια νὰ ἐξαφανιστοῦν καὶ νὰ δημιουργηθοῦν ἄλλα σώματα. Δὲν ἔγινε λοιπὸν ἁπλὸ μεῖγμα τῶν δύο σωμάτων (ὅπως γίνεται π.χ. ὅταν ἀνακατέψουμε καφὲ μὲ γάλα ἢ κρασὶ μὲ νερό), ἔγινε χημικὴ ἀντίδραση ἀναμεταξύ τους.*



5

ΤΟ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟ ΝΑΤΡΙΟ ΔΕΝ ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΤΟΥ ΗΛΙΟΤΡΟΠΙΟΥ

7 Τὰ δύο σώματα (ἁλάτι καὶ νερό), ποὺ σχηματίστηκαν ἀπὸ τὴν ἀντίδραση ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος καὶ καυστικοῦ νατρίου, δὲν ἀντιδροῦν ἀναμεταξύ τους, ὥστε νὰ ξανασχηματίσουν τὰ ἀρχικὰ σώματα: ἡ ἀντίδραση ποὺ παρακολουθήσαμε δὲν γίνεται πρὸς τὴν ἀντίστροφη κατεύθυνση.

Αὐτὸ ἄλλωστε τὸ ξέρομε καὶ ἀπὸ τὴν καθημερινή μας πεῖρα: ὅταν μαγειρεύουμε, συχνὰ διαλύομε ἁλάτι στὸ νερὸ (π.χ. γιὰ νὰ βράσουμε μακαρόνια ἢ ρύζι) καὶ τὸ μεῖγμα μένει νερὸ καὶ ἁλάτι, δὲν γίνεται νερὸ μὲ βάση καὶ μὲ ὀξύ.

Τὸ ἁλατισμένο νερὸ δὲν ἐπηρεάζει τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου: τὸ ἀφήνει ὅπως εἶναι, εἴτε εὐαίσθητο (μενεξεδὶ) εἴτε κόκκινο εἴτε κυανὸ (εἰκ. 5). Τὸ ἁλατισμένο νερὸ περιέχει χλωριοῦχο νάτριο, ποὺ εἶναι σῶμα οὐδέτερο.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Συμπέρασμα : *ἡ χημικὴ ἀντίδραση ποὺ γίνεται, ὅταν ἔρθουν σ' ἐπαφὴ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ καὶ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου, σχηματίζει χλωριοῦχο νάτριο καὶ νερό. Τὰ δύο αὐτὰ σώματα δὲν ξανασχηματίζουν ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ καὶ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου : ἡ ἀντίδραση γίνεται πρὸς μιὰ κατεύθυνση,* **δὲν εἶναι ἀμφίδρομη.**

Θὰ γνωρίσουμε ἀργότερα ἄλλες ἀντιδράσεις, ποὺ εἶναι *ἀμφίδρομες*, ποὺ γίνονται δηλαδὴ πρὸς τὶς δύο κατευθύνσεις.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Μόλις ἔρθουν σὲ ἐπαφὴ μεταξύ τους τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ καὶ τὸ καυστικὸ νάτριο, γίνεται χημικὴ ἀντίδραση : τὰ δύο αὐτὰ σώματα ἐξαφανίζονται καθὼς σχηματίζονται νέα σώματα, τὸ χλωριοῦχο νάτριο (κοινὸ ἁλάτι) καὶ τὸ νερό.

2. Ἡ χημικὴ αὐτὴ ἀντίδραση γίνεται μὲ παραγωγὴ θερμότητας :
ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ + ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου → χλωριοῦχο νάτριο + νερὸ + θερμότητα.

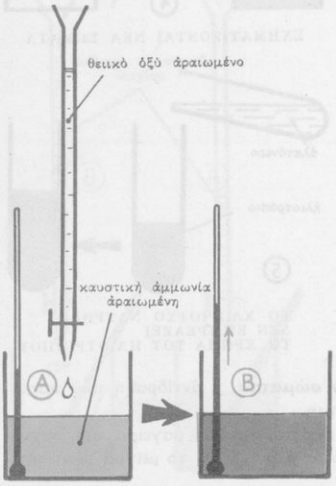
3. Ἡ ἀντίδραση δὲν εἶναι ἀμφίδρομη : γίνεται μόνο πρὸς τὴν κατεύθυνση ποὺ μᾶς δείχνει τὸ βέλος στὴν ἐξίσωση.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Πρῶτα νὰ διαβαστεῖ τὸ «συμπλήρωμα τὸ σχετικὸ μὲ τὴν ἀντίδραση μεταξὺ τῶν δύο σωμάτων» στὴ σελίδα 37 κ' ὕστερα οἱ ἀσκήσεις 1 - 3 στὴν ἴδια σελίδα.

● ΑΛΑΤΑ

1 **Στὸ προηγούμενο μάθημα εἴδαμε πὼς τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ καὶ τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου ἀντιδροῦν ζωηρότατα μεταξύ τους καὶ σχηματίζουν χλωριοῦχο νάτριο καὶ νερό,** καθὼς τὰ ἴδια ἐξαφανίζονται.

2 **Ἂς ξανακάνουμε ὅμοιο πείραμα, βάζοντας αὐτὴ τὴ φορὰ καυστικὴ ἀμμωνία μὲ 2 - 3 σταγόνες βάμμα ἡλιοτροπίου στὸ ποτήρι καὶ ἀραιὸ θειικὸ ὀξὺ στὴν προχοΐδα** (Εἰκ. 1 Α).



(1) ΘΕΙΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΚΑΥΣΤΙΚΗ ΑΜΜΩΝΙΑ ΑΝΤΙΔΡΟΥΝ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥΣ

Τὸ ὑγρὸ τοῦ ποτηριοῦ ἔχει, φυσικά, κυανὸ χρῶμα.

Ὅπως καὶ στὸ προηγούμενο πείραμα, ρίχνομε σταγόνα - σταγόνα τὸ διάλυμα τῆς προχοΐδας στὸ διάλυμα τοῦ ποτηριοῦ, ἀνακατεύομε ὕστερα ἀπὸ κάθε προσθήκη καὶ σταματοῦμε, μόλις ἀλλάξει τὸ χρῶμα τοῦ δείχτη : αὐτὴ τὴ φορὰ γίνεται μενεξεδὶ ἀπὸ κυανό. Τὴ στιγμὴ αὐτὴ τὸ ὑγρὸ εἶναι οὐδέτερο. Ἔχει ἐξαφανιστεῖ καὶ ἡ χαρακτηριστικὴ ὀσμὴ τῆς ἀμμωνίας. Τὸ θερμόμετρο δείχνει καὶ πάλι ὕψωση θερμοκρασίας.

Ὅταν ἐξατμίσουμε μέρος τοῦ οὐδέτερου ὑγροῦ, μένει καὶ πάλι στὴν κάψα ἕνα ἄσπρο στερεὸ ὑπόλειμμα : τὸ σῶμα αὐτὸ δὲν εἶναι χλωριοῦχο νάτριο, ἂν καὶ τὸ θυμίζει· εἶναι θειικὸ ἀμμώνιο.

3 **Καὶ αὐτὴ τὴ φορὰ παρακολουθήσαμε μιὰ χημικὴ ἀντίδραση :** ἐξαφανίστηκαν τὰ ἀρχικὰ σώματα, τὸ θειικὸ ὀξὺ καὶ ἡ καυστικὴ ἀμμωνία, καὶ σχηματίστηκε θειικὸ ἀμμώνιο. Μαζί μ' αὐτὸ σχηματίστηκε καὶ νερό. Καὶ αὐτὴ ἡ χημικὴ ἀντίδραση ἔγινε μὲ ἔκλυση θερμότητας (εἰκ. 1, Α καὶ Β).

θειικὸ ὀξὺ + ὑδροξείδιο ἀμμωνίου → θειικὸ ἀμμώνιο + νερὸ + *θερμότητα*

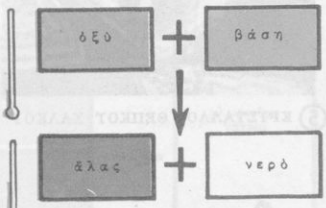
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

4 **Τὸ χλωριοῦχο νάτριο καὶ τὸ θειικὸ ἀμμώνιο σχηματίστηκαν μὲ ὅμοιο τρόπο στὰ πειράματά μας** (μὲ τὴν ἀλληλεπίδραση ἑνὸς ὀξέος καὶ μιᾶς βάσης) καὶ παρουσιάζουν ὁρισμένες ὁμοιότητες μεταξύ τους. Γι' αὐτὸ τοὺς δίνομε ἕνα κοινὸ ὄνομα : τὰ λέμε *ἅλατα*.

5 **Ἡ ἀντίδραση ἐξουδετερώσεως εἶναι γενική :** κάθε ὀξὺ μπορεῖ νὰ ἐξουδετερωθεῖ ἀπὸ μιὰ βάση καὶ κάθε βάση μπορεῖ νὰ ἐξουδετερωθεῖ ἀπὸ ἕνα ὀξύ. Κάθε ἀντίδραση ἐξουδετερώσεως ἐξαφανίζει τὸ ὀξὺ καὶ τὴν βάση καὶ δημιουργεῖ ἕνα ἅλας καὶ νερὸ (εἰκ. 2) μὲ ἔκλυση θερμότητας.

Ὥστε μποροῦμε νὰ γράψουμε τὴ γενικὴ ἐξίσωση :

ὀξὺ + **βάση** → **ἅλας** + **νερὸ** + *θερμότητα*



2 ΟΞΥ ΚΑΙ ΒΑΣΗ

6 **Ἐνῶ ὅλα τὰ ὀξέα ἔχουν ὄξινες ἰδιότητες καὶ ὅλες οἱ βάσεις ἔχουν βασικὲς ἰδιότητες, δὲν μποροῦμε νὰ ποῦμε γενικὰ πὼς ὅλα τὰ ἅλατα εἶναι οὐδέτερα σώματα,** γιατὶ ὑπάρχουν ἅλατα ποὺ ἀλλάζουν τὸ χρῶμα τῶν δειχτῶν. Ὑπάρχουν π.χ. ἅλατα ποὺ κοκκινίζουν τὸ βάμμα ἡλιοτροπίου καὶ ἄλλα ποὺ τὸ κάνουν κυανό.

Παράδειγμα : ἡ κρυσταλλικὴ σόδα *(ἀνθρακικὸ νάτριο)*, ποὺ μεταχειριζόμαστε γιὰ διάφορα καθαρίσματα, δὲν εἶναι οὐδέτερο σῶμα : γυρίζει στὸ κυανὸ τὸ χρῶμα τοῦ εὐαίσθητου βάμματος ἡλιοτροπίου.

7 **Ἂς ξαναθυμηθοῦμε τὴν ἐπίδραση τῶν ὀξέων στὰ μέταλλα ποὺ προσβάλλονται ἀπὸ αὐτὰ καὶ ἂς πάρουμε γιὰ παράδειγμα** τὴν ἐπίδραση τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος στὸν ψευδάργυρο :

ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ + ψευδάργυρος → ὑδρογόνο↑... (εἰκ. 3 Α)

Σήμερα θὰ μπορέσουμε νὰ συμπληρώσουμε αὐτὴ τὴν ἐξίσωση : γιατὶ ἄν, ἀφοῦ τελειώσει ἡ ἀντίδραση, μεταφέρουμε τὸ περιεχόμενο τοῦ σωλήνα σὲ μιὰ κάψα καὶ τὸ ἐξατμίσουμε (εἰκ. 3Β), θὰ παρατηρήσουμε πὼς μένει στὴν κάψα ἕνα στερεὸ ὑπόλειμμα. Τὸ σῶμα αὐτὸ εἶναι ἕνα ἅλας, εἶναι *χλωριοῦχος ψευδάργυρος*. Ἡ ἐξίσωσή μας γίνεται λοιπόν :

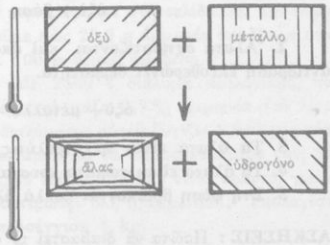
ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ + ψευδάργυρος → χλωριοῦχος ψευδάργυρος + ὑδρογόνο↑ + θερμότητα

3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΣΤΟΝ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟ

Προσθέσαμε καὶ τὴ θερμότητα, γιατὶ εὔκολα διαπιστώνεται πὼς ἡ ἀντίδραση αὐτὴ ἐλευθερώνει θερμότητα.

Καὶ ἐπειδὴ γενικὰ σχηματίζεται ἕνα ἅλας, ὅταν ἕνα ὀξὺ προσβάλλει ἕνα μέταλλο (εἰκ. 4), γράφομε τὴ γενικὴ ἐξίσωση :

ὀξὺ + **μέταλλο** → **ἅλας** + **ὑδρογόνο↑** + *θερμότητα*

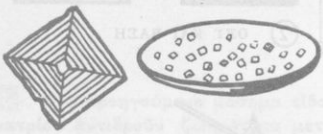


4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΞΕΟΣ ΣΕ ΜΕΤΑΛΛΟ

Παρατήρηση : ὅπως βλέπομε, ἅλατα δὲ σχηματίζονται μόνο μὲ τὴν ἀλληλεπίδραση ὀξέων καὶ βάσεων : **ἡ ἀντίδραση ὀξέος καὶ μετάλλου καὶ ἄλλες διάφορες ἀντιδράσεις δημιουργοῦν ἐπίσης ἅλατα.**

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

5 ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΘΕΙΚΟΥ ΧΑΛΚΟΥ



6 ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ

8 **Ἄς βυθίσουμε σὲ διάλυμα χλωριούχου νατρίου δύο ἠλεκτρόδια συνδεμένα μὲ τοὺς πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης:** ὁ σχηματισμὸς φυσαλίδων στὴν ἐπιφάνεια τῶν ἠλεκτροδίων φανερώνει πὼς περνᾶ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα ἀπὸ τὸ διάλυμά μας.

Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ μὲ τὰ διαλύματα ἄλλων ἁλάτων.

Συμπέρασμα: *τὰ ἅλατα εἶναι ἠλεκτρολύτες.*

9 **Τὸ χλωριοῦχο νάτριο ποὺ χρησιμοποιοῦμε δὲν τὸ παρασκευάζει ἡ βιομηχανία· τὸ βρίσκομε στὴ φύση,** στὸ θαλασσινὸ νερὸ καὶ σὲ κοιτάσματα μέσα στὴ γῆ.

Στὴ φύση βρίσκονται καὶ πολλὰ ἄλλα ἅλατα. Ἄς ἀναφέρουμε γιὰ παράδειγμα μερικά: *ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο* (ἀσβεστόλιθος, μάρμαρο κλπ.)· *θειικὸ ἀσβέστιο* (γύψος)· *νιτρικὸ κάλιο* (νίτρο τῆς Χιλῆς)· *θειοῦχος σίδηρος* (σιδηροπυρίτης)· *θειοῦχος μόλυβδος* (γαληνίτης).

10 **Μερικὲς ἄλλες ἰδιότητες τῶν ἁλάτων.**

Ἂν κοιτάξουμε μὲ φακὸ τὸ στερεὸ ὑπόλειμμα ποὺ ἀφήνει τὸ ἁλατόνερο, ὅταν τὸ ἐξατμίσουμε, θὰ δοῦμε ὅτι ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρὰ σώματα, ποὺ ἔχουν ὅλα τὸ ἴδιο γεωμετρικὸ σχῆμα: τὸ χλωριοῦχο νάτριο εἶναι σῶμα *κρυσταλλικό*. Οἱ *κρύσταλλοί του* ἔχουν σχῆμα κυβικό.

Γενικά, τὰ ἅλατα εἶναι κρυσταλλικὰ σώματα (εἰκ. 5 καὶ 6). Τὰ ἅλατα δὲν εἶναι πάντα ἄσπρα ἢ ἄχρωμα σὰν τὸ ἁλάτι ἢ τὸ θειικὸ ἀμμώνιο· ὑπάρχουν καὶ ἅλατα ποὺ ἔχουν χρῶμα: ὁ *θειικὸς χαλκὸς* (γαλαζόπετρα), ποὺ μεταχειριζόμαστε γιὰ τὸ ράντισμα τῶν ἀμπελιῶν, ἔχει ζωηρὸ γαλάζιο χρῶμα καὶ τὸ *θειικὸ κοβάλτιο*, ποὺ χρησιμοποιεῖται στὴν ὑαλουργία, ἔχει χρῶμα κόκκινο ὡραιότατο.

Ἀπὸ τὰ ἅλατα ἄλλα εἶναι διαλυτὰ στὸ νερὸ καὶ ἄλλα δὲν εἶναι. Ξέρομε π.χ. ὅτι τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο δὲ διαλύεται στὸ νερό, ἐνῶ τὸ χλωριοῦχο νάτριο καὶ τὸ θειικὸ ἀμμώνιο εἶναι σώματα *εὐδιάλυτα* (εὔκολα διαλύονται).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ὅταν ἔρθουν σ' ἐπαφὴ μεταξύ τους ἕνα ὀξὺ καὶ μία βάση, γίνεται χημικὴ ἀντίδραση, ποὺ ἐλευθερώνει θερμότητα καὶ σχηματίζει ἕνα ἅλας καὶ νερό.

ὀξὺ + βάση → ἅλας + νερὸ + θερμότητα.

2. Ἅλατα σχηματίζονται καὶ ἀπὸ τὴν ἐπίδραση τῶν ὀξέων στὰ μέταλλα. Καὶ αὐτὴ ἡ ἀντίδραση ἐλευθερώνει θερμότητα.

ὀξὺ + μέταλλο → ἅλας + ὑδρογόνο ↑ + θερμότητα.

3. Τὰ ἅλατα εἶναι ἠλεκτρολύτες.
4. Τὰ ἅλατα εἶναι σώματα κρυσταλλικά. Ἄλλα εἶναι διαλυτὰ στὸ νερὸ καὶ ἄλλα ἀδιάλυτα.
5. Στὴ φύση βρίσκονται πολλὰ ἅλατα.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Πρῶτα νὰ διαβαστεῖ τὸ «συμπλήρωμα γιὰ τὴ βιομηχανικὴ παρασκευὴ τοῦ θειικοῦ ἀμμωνίου» στὴ σελίδα 38 κι ὕστερα οἱ ἀσκήσεις 4 - 5 στὶς σελίδες 37 καὶ 38.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

3η σειρά: ἄλατα

Ι. ΥΔΡΟΧΛΩΡΙΚΟ ΟΞΥ ΚΑΙ ΥΔΡΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΝΑΤΡΙΟΥ

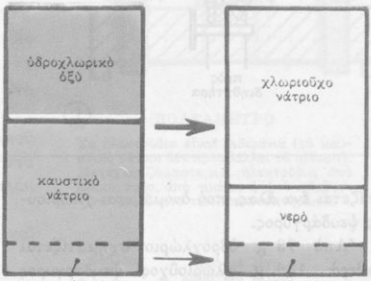
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ σχετικὸ μὲ τὴν ἀντίδραση μεταξὺ τῶν δύο σωμάτων.

Α. Ἂς ξαναδιαβάσουμε τὸ πείραμα τοῦ μαθήματος «Ὀξέα καὶ βάσεις» παρ. 3. Τί θὰ συμβεῖ, ἄν, ἀφοῦ ἐξουδετερωθεῖ τὸ ὀξὺ ἀπὸ τὴ βάση, ἀφοῦ δηλαδὴ γίνει ὁ δείχτης μενεξεδής, συνεχίσουμε νὰ ρίχνουμε καυστικὸ νάτριο;

Τὸ χρῶμα τοῦ ὑγροῦ γίνεται καὶ μένει καθαρὸ κυανό. Αὐτὸ σημαίνει πὼς ἡ βάση ποὺ προσθέτομε δὲ βρίσκει πιὰ ὀξύ, γιὰ νὰ ἐξουδετερωθεῖ, κι ἔτσι περισσεύει, μένει ἐλεύθερη : ἔχομε περίσσεια τῆς βάσης.

Β. Ἂν ἀντὶ βάση προσθέταμε στὸ μενεξεδὶ ὑγρὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, τὸ χρῶμα θὰ γινόταν καὶ θὰ ἔμενε κόκκινο : θὰ περίσσευε τὸ ὀξύ.

Γ. Τὸ πείραμά μας δείχνει πὼς τὸ ὀξὺ καὶ ἡ βάση ἀντιδροῦν ἀναμεταξύ τους σὲ ὁρισμένες ἀναλογίες. Ἀργότερα θὰ μάθουμε ὅτι γιὰ τὸ ὑδροχλώριο καὶ τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου οἱ ἀναλογίες αὐτὲς εἶναι, σὲ μάζες, 36,5 μέρη ὑδροχλώριο πρὸς 40 μέρη ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου. Οἱ ἀναλογίες ποὺ σύμφωνα μ' αὐτὲς ἀντιδροῦν ἀναμεταξύ τους ἕνα ὀξὺ καὶ μιὰ βάση εἶναι πάντα ἴδιες: εἶναι σταθερές.



1. α) Σὲ ὑγρὸ ποὺ περιέχει 4 g ὑδροξείδιο νατρίου προσθέτομε ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, ποὺ ἀντιστοιχεῖ σὲ 3,75 g ὑδροχλώριο. Περισσεύει κανένα ἀπὸ τὰ δύο σώματα μετὰ τὴν ἀντίδραση; Ἂν ὑπάρχει περίσσεια τοῦ ἑνὸς σώματος νὰ ὑπολογιστεῖ πόση εἶναι.

β) Σὲ ὑγρὸ ποὺ περιέχει 3,65 g ὑδροχλώριο προσθέτομε ἄλλο ὑγρό, ποὺ περιέχει 4,3 g ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου. Ποιὸ ἀπὸ τὰ δύο σώματα περισσεύει καὶ πόση εἶναι ἡ περίσσειά του;

2. Μᾶς εἶναι γνωστὸ πὼς 36,5 g ὑδροχλώριο καὶ 40 g ὑδροξείδιο νατρίου ἐξουδετερώνονται, χωρὶς νὰ περισσεύει μετὰ τὴν ἀντίδραση κανένα ἀπὸ τὰ δύο σώματα. Πόσο καυστικὸ νάτριο θὰ χρειαστεῖ, γιὰ νὰ ἐξουδετερωθοῦν 219 g ὑδροχλώριο;

Πόσα γραμμάρια ὑδροχλώριο θὰ ἐξουδετερωθοῦν ἀπὸ 144 g ὑδροξείδιο νατρίου;

3. Στὸ ποτήρι τῆς εἰκ. 1 βάλαμε 10cm³ διάλυμα ὑδροχλωρικὸ ποὺ περιέχει 3,65 g ὑδροχλώριο στὸ λίτρο, καὶ τὸ ἐξουδετερώσαμε προσθέτοντας καυστικὸ νάτριο. Πόσο ἦταν τὸ ὑδροξείδιο νατρίου ποὺ ἐξουδετέρωσε τὸ ὀξύ;

Γιὰ τὴν ἀντίδραση αὐτὴ καταναλώσαμε 8 cm³ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου. Πόσο ὑδροξείδιο νατρίου περιέχεται στὸ λίτρο τοῦ διαλύματος;

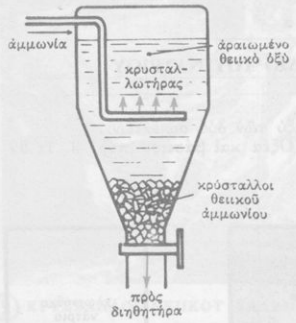
ΙΙ. ΑΛΑΤΑ

4. Παρασκευάζομε θειικὸ ἀμμώνιο, ὅπως περιγράφουμε στὴ σελίδα 38, καὶ παρατηροῦμε πὼς 25,8 g ἀμμωνία ἀποδίνουν σταθερὰ 100 g θειικὸ ἀμμώνιο.

Μὲ 2500 *l* διάλυμα ἀμμωνιακό, ποὺ περιέχει σὲ μάζα 4,9% ἀμμωνία (τὸ λίτρο τοῦ διαλύματος αὐτοῦ ζυγίζει 0,98 kg), πόσο θειικὸ ἀμμώνιο θὰ παρασκευάσουμε (ἄν, βέβαια, τὸ θειικὸ ἀμμώνιο εἶναι ἀρκετό, γιὰ νὰ ἐξουδετερωθεῖ ὅλη ἡ ἀμμωνία); Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 1 kg.

5. Ὅταν ἐπιδράσει ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ σὲ ψευδάργυρο, ἐκλύεται ὑδρογόνο καὶ σχη-

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ : ἡ βιομηχανικὴ παρασκευὴ τοῦ θειικοῦ ἀμμωνίου.

Μελετήσαμε τὴν ἐπίδραση τῆς ἀμμωνίας στὸ θειικὸ ὀξύ. Τὴν ἀντίδραση αὐτὴ χρησιμοποιοῦν ὁρισμένες βιομηχανίες γιὰ τὴν παρασκευὴ θειικοῦ ἀμμωνίου. Τὸ θειικὸ ἀμμώνιο εἶναι καλὸ λίπασμα.

Σὲ εἰδικὴ συσκευὴ (κρυσταλλωτήρα), ποὺ περιέχει θειικὸ ὀξὺ ἀραιωμένο μὲ νερό, διοχετεύομε ἀμμωνία. Τὸ θειικὸ ἀμμώνιο, καθὼς σχηματίζεται μέσα στὸ ὑγρό, κρυσταλλώνεται· ἀφοῦ τελειώσει ἡ ἀντίδραση, τὸ μεταφέρομε σὲ διηθητήρα, γιὰ νὰ ἀπαλλαχτεῖ ἀπὸ τὸ περισσευούμενο ὑγρό. Μετὰ τὸ στράγγισμα τὸ θειικὸ ἀμμώνιο δὲν εἶναι ἐντελῶς καθαρό· κρατάει ἀκόμη λίγο θειικὸ ὀξὺ (0,05 %) καὶ νερὸ (0,1 %). Τὸ καθαρὸ ἅλας εἶναι σῶμα ἄσπρο, κρυσταλλικό, εὐδιάλυτο στὸ νερό.

ματίζεται ἕνα ἅλας, ποὺ ὀνομάζεται χλωριοῦχος ψευδάργυρος.

Ἀπὸ 73 g ὑδροχλώριο σχηματίζεται σταθερὰ 136 g χλωριοῦχος ψευδάργυρος (διάλυμα χλωριούχου ψευδάργυρου χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὸ καθάρισμα τῆς ἐπιφάνειας τῶν μετάλλων πρὶν ἀπὸ τὶς κολλήσεις).

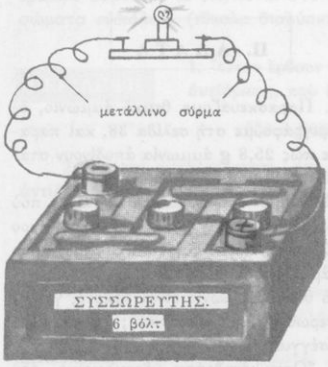
Ἔχομε 1 *l* ὑδροχλωρικὸ διάλυμα, ποὺ ζυγίζει 1,18 kg καὶ περιέχει σὲ μάζα 36 % ὑδροχλώριο :

α) Πόσο ὑδροχλώριο, σὲ μάζα, καὶ πόσο νερὸ περιέχονται στὸ ὑδροχλωρικὸ αὐτὸ διάλυμα;

β) Ἂν ἔχουμε ἀρκετὸν ψευδάργυρο, ὥστε νὰ καταναλωθεῖ ὅλο τὸ ὑδροχλώριο τοῦ διαλύματος, πόσος χλωριοῦχος ψευδάργυρος θὰ σχηματιστεῖ;

γ) Ἂν ὑποθέσουμε πὼς δὲν ἐξατμίστηκε νερό, ὅσο γινόταν ἡ ἀντίδραση, πόσο χλωριοῦχο ψευδάργυρο % τῆς μάζας του περιέχει τὸ ὑγρό; (Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 1 %).

● ΔΙΑΣΠΑΣΗ (ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗ) ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ



① ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ

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

2 **Ὁ ἠλεκτρικὸς συσσωρευτὴς εἶναι μιὰ συσκευὴ ποὺ παρέχει ἠλεκτρικὸ ρεῦμα.**

Ὁ συσσωρευτὴς ἔχει δύο *πόλους* : ἕνα θετικὸ (+) καὶ ἕναν ἀρνητικὸ (−).

Ἀρκεῖ νὰ συνδεθοῦν οἱ δύο πόλοι μὲ σύρμα μετάλλινο, γιὰ νὰ περάσει ἠλεκτρικὸ ρεῦμα ἀπὸ τὸ *κύκλωμα*.

3 **Γιὰ νὰ ἐλέγξουμε τὴ λειτουργία τοῦ συσσωρευτῆ**, θὰ παρεμβάλουμε στὸ κύκλωμα ἕνα λαμπτήρα (εἰκ. 1). Ὁ λαμπτήρας ἄναψε κι αὐτὸ σημαίνει πὼς τὸ ρεῦμα κυκλοφορεῖ κανονικά. Ἂν κόψουμε σὲ ὁποιοδήποτε σημεῖο τὸ σύρμα *(ἂν ἀνοίξουμε τὸ κύκλωμα)*, στα-

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ματοῦμε τὴν κυκλοφορία τοῦ ρεύματος καὶ ὁ λαμπτήρας σβήνει. Συμπεραίνομε πὼς ἡ ἠλεκτρική μας γεννήτρια λειτουργεῖ κανονικά.

4 **Ἡ συσκευὴ τῆς εἰκ. 2 εἶναι βολτάμετρο:** ἕνα ποτήρι, ποὺ τὸν πυθμένα του διαπερνοῦν σὲ δύο σημεῖα, σὲ ἀπόσταση λίγων ἑκατοστῶν τὸ ἕνα ἀπὸ τ' ἄλλο, δύο μετάλλινα σύρματα, τὰ *ἠλεκτρόδια*, συνδεμένα μὲ δύο *ἀκροδέχτες*. Τὸ ποτήρι καὶ οἱ ἀκροδέχτες στηρίζονται στὴν ἴδια βάση.

Συνδέομε τοὺς ἀκροδέχτες (ἐπομένως τὰ ἠλεκτρόδια) 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 (ἀποσταγμένο νερὸ) στὸ ποτήρι: καὶ πάλι δὲν περνᾶ ρεῦμα.
- Προσθέτομε στὸ νερὸ λίγο διάλυμα καυστικοῦ νατρίου: φυσαλίδες ἀρχίζουν καὶ σχηματίζονται στὰ ἠλεκτρόδια καὶ ὁ λαμπτήρας ἀνάβει: ἀπὸ τὸ κύκλωμα περνᾶ ρεῦμα ἠλεκτρικό.
- Ἀνοίγομε τὸ κύκλωμα: σβήνει ὁ λαμπτήρας καὶ παύει ὁ σχηματισμὸς φυσαλίδων.

> **Συμπέρασμα:** *ὁ σχηματισμὸς φυσαλίδων εἶναι φαινόμενο ποὺ σχετίζεται μὲ τὸ πέρασμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.*

5 **Ὁρισμοί:** τὸ ἠλεκτρόδιο ποὺ συνδέεται μὲ τὸ θετικὸ πόλο ὀνομάζεται *ἄνοδος* ἐνῶ τὸ ἠλεκτρόδιο ποὺ συνδέεται μὲ τὸν ἀρνητικὸ πόλο λέγεται *κάθοδος*.

6 **Ἀναποδογυρίζομε πάνω ἀπὸ τὰ δύο ἠλεκτρόδια δύο σωλῆνες** γεμισμένους μὲ ἀραιὸ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου καὶ *κλείνομε τὸ κύκλωμα*. Σχηματίζονται καὶ πάλι φυσαλίδες καὶ μαζεύεται ἀέριο στοὺς δύο σωλῆνες, περισσότερο στὴν κάθοδο, λιγότερο στὴν ἄνοδο. Σέ λίγο διαπιστώνομε πὼς ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου στὴν κάθοδο εἶναι διπλάσιος ἀπὸ τὸν ὄγκο τοῦ ἀερίου ποὺ ἐκλύεται στὴν ἄνοδο, στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα (εἰκ. 4).

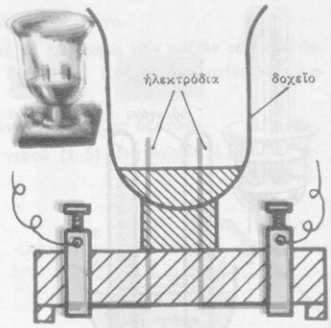
7 **Ἄς ἐξετάσουμε τὰ δύο ἀέρια:**

- Τὸ ἀέριο ποὺ σχηματίστηκε στὴν ἄνοδο δὲν καίγεται· ξανανάβει ὅμως ἕνα μισοσβησμένο σπίρτο καὶ τὸ καίει μὲ φλόγα ζωηρή: τὸ ἀέριο αὐτὸ εἶναι *ὀξυγόνο*.
- Τὸ ἀέριο ποὺ σχηματίστηκε στὴν κάθοδο ἀνάβει ἐκρηκτικά, ἅμα πλησιάσουμε σὲ φλόγα τὸ στόμιο τοῦ σωλήνα, καὶ καίγεται ταχύτατα, χωρὶς καλὰ καλὰ νὰ προφτάσουμε νὰ διακρίνουμε τὴ χλωμή του φλόγα: εἶναι *ὑδρογόνο*.

8 **Ἀπὸ ποῦ προέρχονται τὰ ἀέρια αὐτά;** Ἀπὸ τὸ καυστικὸ νάτριο ἢ ἀπὸ τὸ νερό;

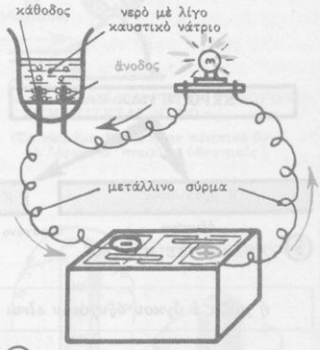
Οἱ ἀναλύσεις ἔχουν ἀποδείξει πὼς τὸ ποσὸ τοῦ καυστικοῦ νατρίου ποὺ ὑπάρχει στὸ ὑγρὸ μένει σταθερό, ὅσο καὶ νὰ διαρκέσει τὸ πείραμα.

Ὥστε τὰ ἀέρια δὲν προέρχονται ἀπὸ τὸ καυστικὸ νάτριο.



2 ΒΟΛΤΑΜΕΤΡΟ

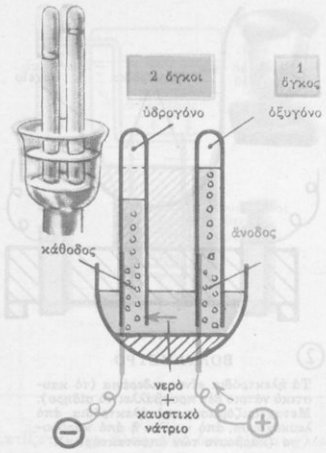
Τὰ ἠλεκτρόδια εἶναι σιδερένια (τὸ καυστικὸ νάτριο δὲν προσβάλλει τὸ σίδηρο). Μεταχειριζόμαστε καὶ ἠλεκτρόδια ἀπὸ λευκόχρυσο, ἀπὸ νικέλιο ἢ ἀπὸ κάρβουνο (κάρβουνο τῶν ἀποσταχτήρων).



3 ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑ

Συμβατικὰ δεχόμαστε πὼς ἔξω ἀπὸ τὴ γεννήτρια τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα πηγαίνει ἀπὸ τὸ θετικὸ πόλο (+), στὸν ἀρνητικὸ (—).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



4 ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

● Αὐτὸ ποὺ ἐλαττώνεται, καθὼς περνᾶ τὸ ρεῦμα, εἶναι τὸ νερό: ὁ ὄγκος του γίνεται ὅλο καὶ μικρότερος καὶ ἔχει ἀποδειχτεῖ πὼς ἡ μάζα τοῦ νεροῦ ποὺ ἐξαφανίζεται εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν δύο ἀερίων, ποὺ σχηματίζονται στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα.

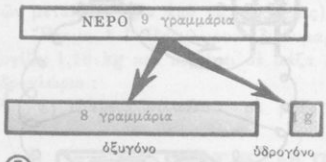
Ὥστε τὰ δύο ἀέρια προέρχονται ἀπὸ τὴν ἀποσύνθεση τοῦ νεροῦ. Μὲ τὸ πέρασμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τὸ νερὸ παθαίνει διάσπαση σὲ δύο ἀέρια: ὑδρογόνο καὶ ὀξυγόνο.

νερὸ → ὀξυγόνο + ὑδρογόνο

Οἱ ἀναλύσεις δείχνουν πώς, ὅταν ἀποσυνθέτουμε 9 g νερό, σχηματίζονται 8 g ὀξυγόνο καὶ 1 g ὑδρογόνο.

Ὅσο νερὸ καὶ νὰ διασπάσουμε, τὶς ἴδιες ἀναλογίες μαζῶν τῶν τριῶν σωμάτων θὰ βροῦμε (εἰκ. 5).

> **Συμπέρασμα:** *τὸ νερὸ εἶναι ὑγρὸ σύνθετο ἀπὸ δύο σώματα, ὑδρογόνο καὶ ὀξυγόνο. Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα* **διασπᾶ** *τὸ νερὸ στὰ συστατικά του. Τὸ φαινόμενο ποὺ παρακολουθήσαμε εἶναι μιὰ ἀποσύνθεση, ποὺ προκάλεσε τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα: τὴ λέμε καὶ* **ἠλεκτρόλυση** *ἢ* **ἠλεκτρολυτικὴ διάσπαση.**



5 ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΜΑΖΩΝ

9 **Παρατήρηση:** τὸ ὑδρογόνο ἐμφανίζεται πάντα στὴν κάθοδο καὶ τὸ ὀξυγόνο στὴν ἄνοδο.

10 **Ἀπὸ τὴν παρατήρηση ὅτι ἀπὸ 9 μάζες νερὸ σχηματίζονται 8 μάζες ὀξυγόνο καὶ 1 μάζα ὑδρογόνο καὶ ἀπὸ τὴ διαπίστωση γιὰ τὴ σχέση τῶν ὄγκων τῶν ἀερίων ποὺ ἐμφανίζονται στὰ ἠλεκτρόδια** (παραγρ. 5), φτάνομε στὸ ἑπόμενο συμπέρασμα:

> *ἡ μάζα 1 ὄγκου ὀξυγόνου εἶναι 8 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μάζα 2 ὄγκων ὑδρογόνου.*

11 **Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα δὲν περνᾶ ἀπὸ ἀποσταγμένο νερό:** γι' αὐτὸ χρειάστηκε νὰ προσθέσουμε καυστικὸ νάτριο στὸ νερὸ τοῦ βολταμέτρου. Μποροῦμε ὅμως ἀντὶ καυστικὸ νάτριο νὰ προσθέσουμε στὸ νερὸ θειικὸ ὀξὺ μὲ τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα: τὴν ἠλεκτρολυτικὴ διάσπαση τοῦ νεροῦ. (Στὴν περίπτωση αὐτὴ χρησιμοποιοῦμε ἠλεκτρόδια ἀπὸ λευκόχρυσο, ποὺ δὲν προσβάλλεται ἀπὸ τὸ θειικὸ ὀξύ.)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα δὲν περνᾶ ἀπὸ ἀποσταγμένο νερό, περνᾶ ὅμως ἀπὸ νερὸ ποὺ περιέχει καυστικὸ νάτριο ἢ θειικὸ ὀξύ. Ἡ ἀποσύνθεση ποὺ προκαλεῖ τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα λέγεται ἠλεκτρόλυση ἢ ἠλεκτρολυτικὴ διάσπαση καὶ γίνεται μὲ ἔκλυση ὑδρογόνου στὴν κάθοδο καὶ ὀξυγόνου στὴν ἄνοδο.

2. Τὰ ἀέρια αὐτὰ προέρχονται ἀπὸ τὴ διάσπαση τοῦ νεροῦ:

νερὸ → ὑδρογόνο + ὀξυγόνο.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

3. Ὁ ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου εἶναι σταθερὰ διπλάσιος ἀπὸ τὸν ὄγκο τοῦ ὀξυγόνου ποὺ παράγεται στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα:

νερὸ → 2 ὄγκοι ὑδρογόνο + 1 ὄγκος ὀξυγόνο.

4. Ἡ μάζα τοῦ νεροῦ, ποὺ ἐξαφανίζεται, εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν δύο ἀερίων, ποὺ ἐμφανίζονται στὰ ἠλεκτρόδια στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα. Καὶ οἱ ἀναλογίες τῶν μαζῶν τῶν τριῶν σωμάτων εἶναι σταθερές.

9 μάζες νερὸ → 1 μάζα ὑδρογόνο + 8 μάζες ὀξυγόνο.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὶς ἀσκήσεις γιὰ τὴ διάσπαση τοῦ νεροῦ (1-5) στὴ σελίδα 47.

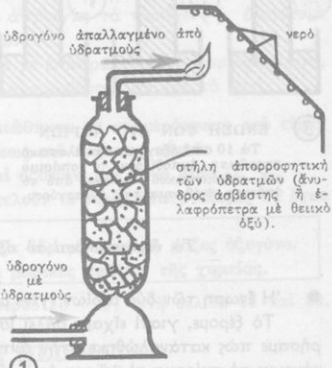
● ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

1 Ἡ ἠλεκτρολυτικὴ διάσπαση τοῦ νεροῦ μᾶς ἔδωσε ὑδρογόνο καὶ ὀξυγόνο.

Τότε ὅμως θὰ βεβαιωθοῦμε πὼς τὰ δύο αὐτὰ ἀέρια εἶναι τὰ συστατικὰ τοῦ νεροῦ, ὅταν κατορθώσουμε ἀπὸ αὐτὰ νὰ ἀνασυνθέσουμε νερό.

Ἂς ἀρχίσουμε ἀπὸ μιὰ ἁπλὴ διαπίστωση, ποὺ ἀποτελεῖ ὅμως ἀπόδειξη πὼς τὸ ὑδρογόνο καὶ τὸ ὀξυγόνο εἶναι συστατικὰ τοῦ νεροῦ: σχηματίζονται μικρὲς σταγόνες νερὸ σὲ μιὰ κρύα ἐπιφάνεια (ἑνὸς πιάτου π.χ.), ὅταν τὴν τοποθετοῦμε πάνω ἀπὸ φλόγα ὑδρογόνου (εἰκ. 1).

Γιατὶ ὅμως ἀποτελεῖ ἡ διαπίστωσή μας τὴν ἀπόδειξη ποὺ ζητούσαμε; Ἀπαντοῦμε: γιατὶ εἶναι γνωστὸ – θὰ τὸ μάθουμε ἀργότερα – πὼς καίγοντας ὑδρογόνο ἑνώνομε τὸ σῶμα αὐτὸ μὲ ὀξυγόνο. Στὸ πείραμά μας τὸ ὑδρογόνο ἑνώθηκε μὲ ὀξυγόνο ποὺ ὑπάρχει στὸν ἀέρα καὶ σχημάτισε νερό.



① ΟΤΑΝ ΚΑΙΓΕΤΑΙ ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΣΧΗΜΑΤΙΖΕΤΑΙ ΝΕΡΟ

(Τὸ πείραμα δὲ θὰ ἦταν πειστικὸ ἂν τὸ ὑδρογόνο περιεῖχε ὑδρατμοὺς)

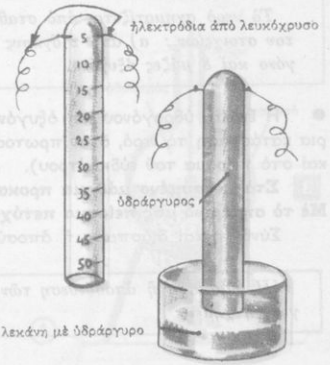
> *Τὸ ὑδρογόνο καὶ τὸ ὀξυγόνο εἶναι συστατικὰ τοῦ νεροῦ.*

(Ἂς σκεφτοῦμε: γιατὶ ξηράναμε τὸ ὑδρογόνο, πρὶν τὸ κάψουμε;)

2 Ἂς ἐξακριβώσουμε τώρα ἂν τὸ ὑδρογόνο καὶ τὸ ὀξυγόνο εἶναι τὰ μόνα συστατικὰ τοῦ νεροῦ:

Πείραμα:

● Βάζομε 20 cm³ ὑδρογόνο καὶ 20 cm³ ὀξυγόνο σ' ἕνα *εὐδιόμετρο* (εἰκ. 2) (1) γεμισμένο μὲ ὑδράργυρο καὶ ἀναποδογυρισμένο σὲ λεκάνη ποὺ περιέχει ὑδράργυρο (εἰκ. 2, 3Α καὶ 3Β).

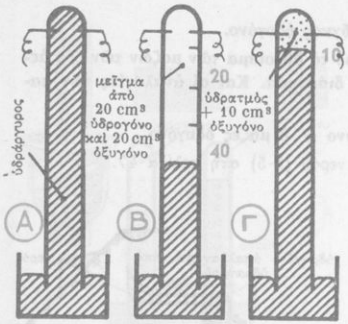


② ΕΥΔΙΟΜΕΤΡΟ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ

Μεταξὺ τῶν ἠλεκτροδίων παράγεται, ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρας

(1) Τὸ εὐδιόμετρο εἶναι σωλήνας γυάλινος μὲ παχὺ ἀνθεχτικὸ τοίχωμα, ποὺ στὴν κλειστή του ἄκρη ἔχουν περαστεῖ καὶ κολληθεῖ ἀντικρυστὰ δύο ἠλεκτρόδια. Τὰ ἠλεκτρόδια χρησιμεύουν γιὰ νὰ μποροῦμε, συνδέοντάς τα μὲ εἰδικὴ ἠλεκτρικὴ μηχανή, νὰ προκαλέσουμε ἠλεκτρικὸ σπινθήρα μέσα στὸ σωλήνα. Ὁ σωλήνας εἶναι ὀγκομετρικός: στὸ τοίχωμά του εἶναι σημειωμένη ἡ χωρητικότητά του σὲ κυβικὰ ἑκατοστὰ καὶ ὑποδιαιρέσεις τους.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



3 ΕΝΩΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΑΕΡΙΩΝ

Τὰ 10 cm³ ὀξυγόνο, σὰν ἐλαστικὸ «στρῶμα» ἐμποδίζουν τὸ σπάσιμο τοῦ εὐδιομετρικοῦ σωλήνα ἀπὸ τὸ ἀπότομο ἀνέβασμα τοῦ ὑδραργύρου.

● Προκαλοῦμε *ἠλεκτρικὸ σπινθήρα* μεταξὺ τῶν ἠλεκτροδίων τοῦ εὐδιομέτρου: ἀκούγεται ἔκρηξη καὶ ὁ ὑδράργυρος ὑψώνεται ἀμέσως μέσα στὸ εὐδιόμετρο καὶ σταματᾶ, ὅταν φτάσει στὴ διαίρεση ποὺ ἀντιστοιχεῖ στὰ 10 cm³ (εἰκ. 3Γ).

Ὁ χῶρος πάνω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου γίνεται ἐλαφρότατα θαμπὸς (ἀπὸ τὴ συμπύκνωση ὑδρατμοῦ).

● Ἐξετάζομε τὸ ἀέριο ποὺ περίσσεψε μέσα στὸ εὐδιόμετρο (10cm³) καὶ διαπιστώνομε πὼς εἶναι ὀξυγόνο.

Ὥστε ἀπὸ τὸ ἀρχικό μας μεῖγμα ἐξαφανίστηκαν καὶ σχημάτισαν νερὸ 20 cm³ ὑδρογόνο καὶ 10 cm³ ὀξυγόνο.

Συμπέρασμα:

Στὸ ἀρχικὸ μεῖγμα δὲν ὑπῆρχε ἄλλο σῶμα ἐκτὸς ἀπὸ τὰ δύο ἀέρια ὑδρογόνο καὶ ὀξυγόνο: ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ ἑνωθοῦν αὐτὰ τὰ δύο ἀέρια, γιὰ νὰ σχηματιστεῖ νερό.

Τὸ ὑδρογόνο καὶ τὸ ὀξυγόνο εἶναι τὰ μόνα συστατικὰ τοῦ νεροῦ.

● Ἡ ἕνωση τῶν δύο ἀερίων ἔγινε μὲ ἀναλογία 2 ὄγκων ὑδρογόνου καὶ 1 ὄγκου ὀξυγόνου.

Τὸ ξέρομε, γιατὶ εἴχαμε βάλει ἴσους ὄγκους τῶν δύο ἀερίων στὸ εὐδιόμετρο καὶ παρατηρήσαμε πὼς καταναλώθηκε στὴν ἀντίδραση μόνο τὸ μισὸ ἀπὸ τὸ ἀρχικὸ ὀξυγόνο. Ἂν ξανακάνουμε τὸ πείραμα μὲ μεῖγμα ἀπὸ 10 cm³ ὀξυγόνο καὶ 30 cm³ ὑδρογόνο π.χ., μετὰ τὸ τέλος τῆς ἀντιδράσεως θὰ περισσέψουν 10 cm³ ὑδρογόνο (¹).

● Ἀπὸ τὸ προηγούμενο μάθημα (παράγρ. 10) ξέρομε ἀκόμα πὼς 1 ὄγκος ὀξυγόνο ἔχει μάζα 8 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μάζα 2 ὄγκων ὑδρογόνου. Μποροῦμε λοιπὸν τώρα νὰ δεχτοῦμε μὲ βαβαιότητα πώς:

Τὸ νερὸ σχηματίζεται ἀπὸ σταθερὲς σὲ ὄγκο καὶ σὲ μάζα ἀναλογίες τῶν συστατικῶν του στοιχείων: α) ἀπὸ 2 ὄγκους ὑδρογόνο καὶ 1 ὄγκο ὀξυγόνο, β) ἀπὸ 1 μάζα ὑδρογόνο καὶ 8 μάζες ὀξυγόνο.

● Ἡ ἕνωση ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου γίνεται μὲ ἔκλυση θερμότητας. Γι' αὐτὸ εἶναι σὲ ἀέρια κατάσταση τὸ νερό, ὅταν πρωτοσχηματίζεται (ὑδρατμοὶ στὸ πείραμα τῆς παρ. 1 καθὼς καὶ στὸ πείραμα τοῦ εὐδιομέτρου).

3 Στὸ περασμένο μάθημα προκαλέσαμε τὴ διάσπαση τοῦ νεροῦ στὰ συστατικά του. Μὲ τὸ σημερινό μας πείραμα πετύχαμε τὴ σύνθεση τοῦ νεροῦ ἀπὸ τὰ συστατικά του.

Σύνθεση καὶ διάσπαση ἢ ἀποσύνθεση εἶναι ἀντίστροφα φαινόμενα.

Ἡ διάσπαση ἢ ἀποσύνθεση τῶν σωμάτων καὶ ἡ σύνθεσή τους εἶναι πράξεις βασικὲς γιὰ τὴ χημεία.

(1) Πήραμε γιὰ τὴ σύνθεση τοῦ νεροῦ μεγαλύτερη ἀπὸ ὅση χρειαζόταν ἀναλογία τοῦ ἑνὸς ἀερίου, γιατὶ ἀλλιῶς ὁ ὑδράργυρος, ἀνεβαίνοντας ἀπότομα, θὰ χτυποῦσε στὴν κλειστὴ ἄκρη τοῦ σωλήνα μὲ κίνδυνο νὰ σπάσει τὸ ὄργανο.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

4 Διάσπαση καὶ σύνθεση:

Τὴ διάσπαση τῶν σωμάτων δὲν τὴν προχωροῦμε πάντοτε ὡς τὰ στοιχεῖα ποὺ τὰ ἀποτελοῦν. Π.χ. ὅταν πυρώνουμε ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, προκαλοῦμε τὴ διάσπασή του σὲ σώματα πιὸ ἁπλὰ ἀπὸ αὐτό, ὄχι ὅμως στὰ στοιχεῖα ἀσβέστιο, ἄνθρακα καὶ ὀξυγόνο ποὺ τὸ ἀποτελοῦν.

Ἀλλὰ καὶ γιὰ νὰ συνθέσουμε ἕνα σῶμα, ἀρκεῖ πολλὲς φορὲς νὰ χρησιμοποιήσουμε σώματα ποὺ περιέχουν τὰ στοιχεῖα του, χωρὶς νὰ εἶναι ἀνάγκη νὰ ξεκινήσουμε ἀπὸ τὰ ἴδια αὐτὰ στοιχεῖα. Παρασκευάζομε π.χ. ὑδροξείδιο τοῦ ἀσβεστίου ἀπὸ ὀξείδιο τοῦ ἀσβεστίου καὶ νερό, ὄχι ἀπὸ τὰ στοιχεῖα ἀσβέστιο, ὀξυγόνο καὶ ὑδρογόνο.

Τὴ διάσπαση τῶν σωμάτων πολλὲς φορὲς τὴν ἐφαρμόζομε γιὰ *ἀναλυτικοὺς* σκοπούς: γιὰ νὰ βροῦμε ποιὰ εἶναι τὰ συστατικὰ ἑνὸς σώματος καὶ σὲ ποιὲς ἀναλογίες ὑπάρχουν τὰ συστατικὰ αὐτὰ μέσα στὸ σῶμα. Ἔτσι διασπάσαμε τὸ νερὸ στὸ προηγούμενο μάθημα, γιὰ ν' ἀνακαλύψουμε ποιὰ εἶναι τὰ συστατικά του καὶ σὲ ποιὲς ἀναλογίες τὰ περιέχει [1]. Διαθέτομε ὅμως καὶ ἄλλους τρόπους γιὰ τὴν ἀνάλυση τῶν σωμάτων.

Σὲ ὁρισμένες περιπτώσεις ἀνασυνθέτομε ἕνα σῶμα, γιὰ νὰ ἐπικυρώσουμε τὰ συμπεράσματα, ὅπου μᾶς ὁδήγησε ἡ διάσπασή του. Μὲ αὐτὸ τὸ σκοπὸ ἀνασυνθέσαμε σήμερα τὸ νερό.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Μὲ τὴ σύνθεση τοῦ νεροῦ ἐπιβεβαιώθηκαν τὰ συμπεράσματα ποὺ εἶχαν προκύψει ἀπὸ τὸ πείραμα τῆς διασπάσεως τοῦ σώματος αὐτοῦ.

2. Τὸ νερὸ ἔχει συστατικὰ τὰ στοιχεῖα ὑδρογόνο καὶ ὀξυγόνο καὶ μόνο αὐτά.

3. Οἱ ἀναλογίες ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, ποὺ ἀποτελοῦν τὸ νερό, εἶναι σταθερὲς σὲ ὄγκο καὶ σὲ μάζα:

α. 2 ὄγκοι ὑδρογόνο καὶ 1 ὄγκος ὀξυγόνο, β. 1 μάζα ὑδρογόνο καὶ 8 μάζες ὀξυγόνο.

4. Ἡ διάσπαση (ἀποσύνθεση) καὶ ἡ σύνθεση εἶναι βασικὲς πράξεις τῆς χημείας.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὶς ἀσκήσεις γιὰ τὴ σύνθεση τοῦ νεροῦ (6 - 10) στὴ σελίδα 47 καὶ 48.

● ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΑ ΚΑΙ ΜΕΙΓΜΑΤΑ.
● ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ (ΣΥΝΘΕΤΑ ΣΩΜΑΤΑ). ● ΑΠΛΑ ΣΩΜΑΤΑ.

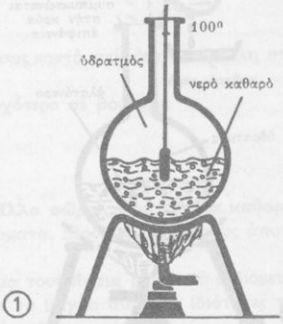
Α. ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΘΑΡΑ ΚΑΙ ΜΕΙΓΜΑΤΑ

1 Τὸ νερὸ ποὺ χρησιμοποιήσαμε στὸ πείραμα τῆς ἠλεκτρολυτικῆς διασπάσεως ἦταν νερὸ ἀποσταγμένο, δηλαδὴ νερὸ ποὺ δὲν περιέχει κανένα ἄλλο σῶμα: ἦταν νερὸ καθαρό.

● Ἂν ἐξατμίσουμε καθαρὸ νερὸ σὲ μιὰ κάψα γυάλινη, μετὰ τὴν ἐξάτμιση ἡ κάψα θὰ βρεθεῖ καθαρή, ὅπως πρὶν τὴ μεταχειριστοῦμε: τὸ καθαρὸ νερὸ δὲν ἀφήνει ὑπόλειμμα, ὅταν τὸ ἐξατμίσουμε.

● Ἂς βράσουμε καθαρὸ νερὸ καὶ ἂς συμπυκνώσουμε τοὺς ἀτμούς του: τὸ νερὸ ποὺ σχηματίζεται εἶναι ὅμοιο μὲ τὸ ἀρχικό· εἶναι καθαρὸ νερό. Τὸ ἴδιο καὶ ὁ πάγος ποὺ προέρχεται ἀπὸ καθαρὸ νερὸ θὰ σχηματίσει, ὅταν λιώσει, νερὸ ὅμοιο μὲ τὸ ἀρχικό: καθαρὸ νερό.

● Ἂς παρακολουθήσουμε τὴ θερμοκρασία τοῦ καθαροῦ νεροῦ, ὅταν βράζει: ὁ ὑδράργυρος μένει σταθερὰ στὸ ἴδιο ὕψος μέσα στὸ θερμομετρικὸ σωλήνα, ὅσο διαρκεῖ ὁ βρασμός. Ἂν ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεση εἶναι κανονικὴ (760 mm Hg), τὸ θερμόμετρο δείχνει σταθερὰ 100° C (εἰκ. 1). Λέμε πὼς τὸ καθαρὸ νερὸ ἔχει *θερμο-*



ΤΟ ΚΑΘΑΡΟ ΝΕΡΟ ΕΧΕΙ ΣΤΑΘΕΡΟ ΣΗΜΕΙΟ ΒΡΑΣΜΟΥ
Σὲ πίεση 760 mm Hg, τὸ νερὸ βράζει στοὺς 100° C

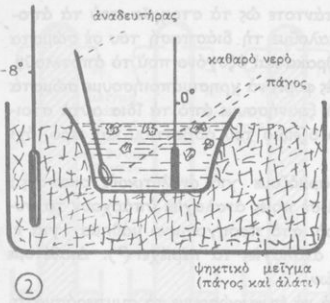
(1) Ἡ ἠλεκτρολυτικὴ διάσπαση τοῦ νεροῦ ἀποτέλεσε καὶ στοιχειακὴ ἀνάλυση τοῦ σώματος αὐτοῦ.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

κρασία βρασμοῦ ἢ σημεῖο βρασμοῦ 100° C στὴν κανονικὴ πίεση.

Τὸ καθαρὸ νερὸ ἔχει καὶ *θερμοκρασία πήξης* σταθερή: ἡ πτώση τῆς θερμοκρασίας στὸ νερὸ τοῦ ποτηριοῦ τῆς εἰκ. 2 σταματᾶ μόλις ἀρχίζουν νὰ ἐμφανίζονται οἱ πρῶτοι κρύσταλλοι τοῦ πάγου. Τὸ θερμόμετρο δείχνει σταθερὰ 0° C, ὅσο διαρκεῖ ἡ πήξη.

Ὅλα τὰ καθαρὰ σώματα(1) *παρουσιάζουν, ὅπως καὶ τὸ καθαρὸ νερό,* **σταθερὰ σημεῖα βρασμοῦ καὶ πήξης** (2).



2

ΤΟ ΚΑΘΑΡΟ ΝΕΡΟ ΕΧΕΙ ΣΤΑΘΕΡΟ ΣΗΜΕΙΟ ΠΗΞΕΩΣ

Ὅσο σχηματίζεται πάγος τὸ θερμόμετρο δείχνει 0° C σὲ πίεση 760 mm Hg

2 **Ὅσα εἴπαμε γιὰ τὸ καθαρὸ νερό, δὲ συμβαίνουν, ἂν τὸ νερὸ** περιέχει ἁλάτι, ἂν τὸ ὑγρὸ εἶναι μεῖγμα ἀπὸ νερὸ καὶ ἁλάτι:

● Ἅμα ἐξατμίσουμε ἁλατόνερο, στὴν κάψα ἀπομένει ἕνα στερεὸ ὑπόλειμμα: τὸ ἁλάτι (εἰκ. 3).

● Ἂν βράσουμε ἁλατόνερο καὶ συμπυκνώσουμε τοὺς ἀτμούς του, τὸ ὑγρὸ ποὺ σχηματίζεται διαφέρει ἀπὸ τὸ ἀρχικό: δὲν εἶναι ἁλατόνερο, εἶναι καθαρὸ νερὸ (εἰκ. 4). Ἀλλὰ καὶ ὁ πάγος ποὺ θὰ σχηματιστεῖ, ἅμα ψύξουμε ἁλατόνερο καὶ διακόψουμε τὴν ψύξη, πρὶν πήξει ὅλο τὸ ὑγρό, δὲ θὰ εἶναι ἁλμυρός: λιώνοντάς τον θὰ πάρουμε καθαρὸ νερὸ (εἰκ. 6). Καὶ στὶς δύο περιπτώσεις τὸ τελικὸ ὑγρὸ διαφέρει ἀπὸ τὸ ἀρχικό.

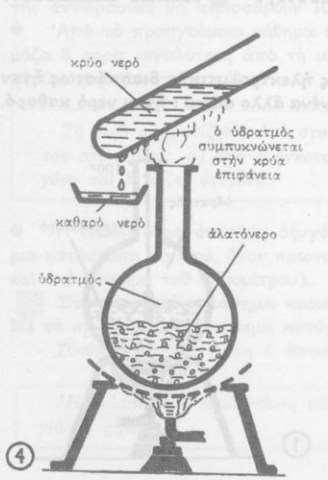
● Στὴ φιάλη τῆς εἰκόνας 5 ζεσταίνουμε νερὸ ποὺ περιέχει 100 g ἁλάτι στὸ λίτρο. Παρατηροῦμε πὼς ἡ θερμοκρασία πρέπει νὰ φτάσει ὡς τοὺς 102° C, γιὰ ν' ἀρχίσει τὸ ὑγρὸ νὰ βράζει καὶ πώς, ὅσο συνεχίζεται ὁ βρασμός, ὑψώνεται σιγὰ σιγὰ καὶ ἡ θερμοκρασία: τὸ διάλυμά μας δὲν ἔχει θερμοκρασία βρασμοῦ σταθερή.

● Ψύχομε ἁλατόνερο ὅμοιο μὲ τὸ προηγούμενο (100 g ἁλάτι στὸ λίτρο) σὲ ψυκτικὸ μεῖγμα καὶ παρακολουθοῦμε τὴ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ. Τὸ θερμόμετρο δείχνει −6° C, ὅταν ἀρχίζει νὰ σχηματίζεται πάγος (εἰκ. 6) καὶ ἡ θερμοκρασία ἐξακολουθεῖ νὰ πέφτει, ὅσο συνεχίζεται ἡ πήξη: τὸ ἁλατόνερο δὲν ἔχει σημεῖο πήξης σταθερό.

Τὰ μείγματα δὲν παρουσιάζουν σταθερὰ σημεῖα βρασμοῦ καὶ πήξης (3).

3

ΤΟ ΑΛΑΤΟΝΕΡΟ ΑΦΗΝΕΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑ ΤΟ ΑΛΑΤΙ ΑΜΑ ΤΟ ΕΞΑΤΜΙΣΩΜΕ



4

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

(1) Στὴ χημεία καθαρὸ λέγεται τὸ σῶμα ποὺ δὲν περιέχει καμιὰ ξένη οὐσία.

(2) Τὰ καθαρὰ σώματα παρουσιάζουν καὶ σημεῖα τήξης καὶ ὑγροποιήσεως σταθερά.

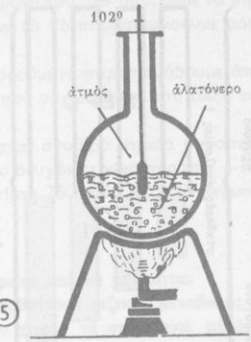
(3) Τὰ μείγματα οὔτε σημεῖα τήξης καὶ ὑγροποιήσεως ἔχουν σταθερά.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

3 **Τὰ πειράματα αὐτὰ δὲ μᾶς ἔδειξαν μόνο τὸν τρόπο νὰ διακρίνουμε ἂν ἕνα νερὸ εἶναι καθαρὸ ἢ ἂν εἶναι μεῖγμα.**

Μᾶς ἔδειξαν ἀκόμα πὼς τὸ νερὸ καὶ τὸ ἁλάτι, ποὺ πήραμε ἀπὸ τὸ ἁλατόνερο, δὲν διαφέρουν ἀπὸ τὸ νερὸ καὶ τὸ ἁλάτι ποὺ χρησιμοποιήσαμε, γιὰ νὰ παρασκευάσουμε τὸ μεῖγμα: οἱ μεταβολὲς ποὺ ἔπαθαν ἦταν παροδικές.

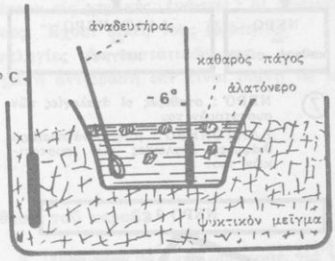
> **Γενικά:** *Τὸ μεῖγμα σχηματίζεται χωρὶς νὰ πάθουν οὐσιαστικὲς μεταβολὲς τὰ σώματα ποὺ τὸ ἀποτελοῦν καὶ μπορεῖ νὰ χωριστεῖ στὰ συστατικά του, χωρὶς ἡ φύση αὐτῶν τῶν συστατικῶν ν' ἀλλάξει οὐσιαστικά.*



⑤ Η ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΥΨΩΝΕΤΑΙ ΟΣΟ ΣΥΝΕΧΙΖΕΤΑΙ Ο ΒΡΑΣΜΟΣ

4 **Παραδείγματα καθαρῶν σωμάτων:** τὸ νερό, τὸ ὑδρογόνο, τὸ ὀξυγόνο, τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου, ὁ ψευδάργυρος, ἡ ἀμμωνία.

Παραδείγματα μειγμάτων: τὸ θαλασσινὸ νερό, τὰ ἄλλα φυσικὰ νερὰ (ποταμῶν, πηγῶν, πηγαδιῶν κλπ.), τὸ μέλι, ὁ ἀέρας, τὸ ἀλεύρι, τὸ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου.



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

5 **Ὅταν προστεθεῖ καὶ ἄλλο ἁλάτι σὲ ἁλατόνερο, πάλι τὸ ὑγρὸ θὰ εἶναι ἁλατόνερο.** Μποροῦμε δηλαδὴ νὰ παρασκευάσουμε ἁλατόνερο μὲ διάφορες περιεκτικότητες σὲ χλωριοῦχο νάτριο.

> **Γενικά:** *τὸ μεῖγμα μπορεῖ νὰ σχηματιστεῖ ἀπὸ διάφορες ἀναλογίες τῶν συστατικῶν του* (εἰκ. 7Β).

Παραδείγματα:

α. Ἄλλη εἶναι ἡ περιεκτικότητα σὲ ἅλατα τῆς θάλασσας κοντὰ στὶς ἀκτὲς καὶ ἄλλη στὴ μέση τοῦ ὠκεανοῦ.

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

Β. ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ (ΣΥΝΘΕΤΑ ΣΩΜΑΤΑ).

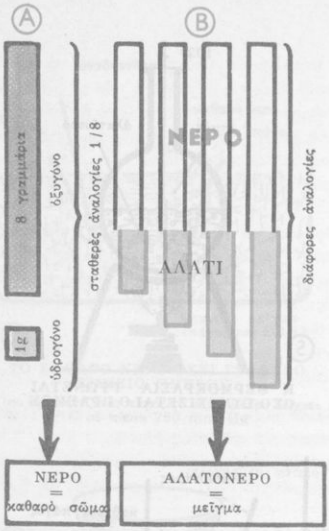
6 **Ἂς ἐπαναλάβουμε: τὸ νερὸ δὲν περιέχει κανένα ἄλλο σῶμα, εἶναι σῶμα καθαρό.**

Αὐτὸ δὲν σημαίνει πὼς δὲν ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄλλα σώματα. Ξέρομε μάλιστα πὼς ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑδρογόνο καὶ ἀπὸ ὀξυγόνο.

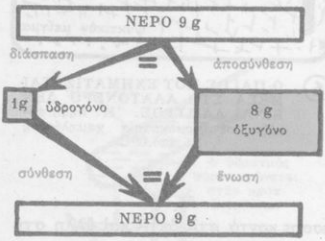
Δὲν εἶναι ὅμως μεῖγμα τῶν δύο αὐτῶν ἀερίων: μεῖγμα τους εἴχαμε μέσα στὸ εὐδιόμετρο πρὶν ἀπὸ τὸν ἠλεκτρικὸ σπινθήρα, καὶ ξέρομε πὼς δὲν εἶχε τὸ μεῖγμα αὐτὸ τὶς ἰδιότητες τοῦ νεροῦ.

● Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρας προκάλεσε μιὰ χημικὴ ἀντίδραση, τὴν ἕνωση τῶν δύο ἀερίων τοῦ μείγματος· προκάλεσε τὴ σύνθεση καθαροῦ νεροῦ. Τὸ νερὸ δὲν ἔχει τὶς ἰδιότητες τῶν συστατικῶν του: εἶναι *σῶμα σύνθετο*. Τὰ σύνθετα σώματα τὰ λέμε *χημικὲς ἑνώσεις*.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



7 ΝΕΡΟ : σταθερὲς οἱ ἀναλογίες τῶν συστατικῶν του
ΑΛΑΤΟΝΕΡΟ : μπορεῖ νὰ περιέχει διάφορες ἀναλογίες τῶν συστατικῶν του.



8 ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΣΗ ΦΑΝΕΡΩΝΟΥΝ ΤΗ ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΙΩΝ

> **Γενικά :** *Ἡ χημικὴ ἕνωση εἶναι σύνθετο σῶμα, ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ ἀντίδραση χημική· δὲν διατηρεῖ τὶς ἰδιότητες τῶν συστατικῶν της. Εἶναι νέο σῶμα μὲ δικές του ἰδιότητες.*

Παράδειγμα :

Τὸ *νάτριο* καὶ τὸ *χλώριο* ἑνώνονται μὲ χημικὴ ἀντίδραση σχηματίζοντας *χλωριοῦχο νάτριο*. Αὐτὴ ἡ χημικὴ ἕνωση ἔχει ἰδιότητες ἐντελῶς ἄλλες ἀπὸ τὶς ἰδιότητες τῶν συστατικῶν της. Τίποτε στὸ κοινὸ ἁλάτι δὲ θυμίζει τὸ μέταλλο νάτριο ἢ τὸ χλωροπράσινο ἀσφυχτικὸ ἀέριο χλώριο.

● Περνώντας ἀπὸ τὸ ὑγρὸ τοῦ βολταμέτρου τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, προκάλεσε τὴ χημικὴ ἀντίδραση τῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ νεροῦ : μόνο μὲ χημικὴ ἀντίδραση εἶναι δυνατὸ νὰ διασπαστεῖ στὰ συστατικά του τὸ νερό.

> **Γενικά :** *ἡ διάσπαση μιᾶς χημικῆς ἑνώσεως στὰ συστατικά της γίνεται μὲ χημικὴ ἀντίδραση.*

● Μᾶς εἶναι γνωστὸ πὼς τὸ νερὸ σχηματίζεται ἀπὸ ὁρισμένες ἀναλογίες τῶν συστατικῶν του : σὲ ὄγκο, ἀπὸ 2 ὄγκους ὑδρογόνο καὶ 1 ὄγκο ὀξυγόνο, σὲ μάζα, ἀπὸ 1 μάζα ὑδρογόνο καὶ ἀπὸ 8 μάζες ὀξυγόνο. Ἂν ἀλλάξουμε τὶς ἀναλογίες στὸ μεῖγμα τοῦ εὐδιομέτρου, μετὰ τὴν ἀντίδραση θὰ περισσεύει ἕνα ἀπὸ τὰ δύο ἀέρια.

> **Γενικά :** *Ἡ χημικὴ ἕνωση ἀποτελεῖται ἀπὸ σταθερὲς ἀναλογίες τῶν συστατικῶν της. Ἡ μάζα της εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν συστατικῶν της.* (εἰκ. 7Α καὶ 8).

Παραδείγματα χημικῶν ἑνώσεων : Τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, τὸ ὑδροχλώριο, τὸ ὀξικὸ ὀξύ, ἡ ἀμμωνία.

Ἂς ξαναθυμηθοῦμε πὼς τὸ μεῖγμα μπορεῖ ν' ἀποτελεστεῖ ἀπὸ διάφορες ἀναλογίες τῶν συστατικῶν του : π.χ. τὸ διάλυμα τοῦ καυστικοῦ νατρίου μπορεῖ νὰ περιέχει λιγότερο ἢ περισσότερο καυστικὸ νάτριο στὰ 100 cm^3 ὑγρό.

Γ. ΑΠΛΑ ΣΩΜΑΤΑ

7 **Εἶναι ὁρισμένα καθαρὰ σώματα, ὅπως τὸ ὀξυγόνο, τὸ ὑδρογόνο, ὁ σίδηρος, ὁ ψευδάργυρος κ.ἄ.** ποὺ καμιὰ χημικὴ ἀντίδραση δὲν κατορθώνει οὔτε νὰ τὰ ἀποσυνθέσει οὔτε νὰ τὰ συνθέσει ἀπὸ ἄλλα σώματα.

Τὰ σώματα αὐτὰ ὀνομάζονται *ἁπλὰ σώματα*.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Μπορούμε καὶ ἀλλιῶς νὰ ποῦμε: ἀπὸ ἕνα ἁπλὸ σῶμα, μόνο του, δὲν μποροῦμε νὰ δημιουργήσουμε ἄλλα σώματα· οὔτε καὶ μποροῦμε τὸ ἁπλὸ σῶμα νὰ τὸ παρασκευάσουμε μόνο του ἀπὸ ἄλλα σώματα.

Π.χ. ἂν ἔχουμε στὴ διάθεσή μας μόνο ὀξυγόνο, δὲν μποροῦμε νὰ παρασκευάσουμε ἀπ' αὐτὸ ἄλλα σώματα· οὔτε ὅμως ξέρομε καμιὰ χημικὴ ἀντίδραση, ποὺ νὰ μᾶς δίνει ἀπὸ ἄλλα σώματα μόνο ὀξυγόνο.

Τὰ ἁπλὰ σώματα ἔχουν, ὅπως ὅλα τὰ καθαρὰ σώματα, σταθερὰ σημεῖα ὑγροποιήσεως, βρασμοῦ, πήξης, τήξης. Π.χ. ὁ βρασμὸς τοῦ ὑγροποιημένου ὀξυγόνου γίνεται στοὺς –182,9° C καὶ τοῦ ὑγροποιημένου ὑδρογόνου στοὺς –252,8° C (σὲ πίεση 760 mm Hg). Οἱ θερμοκρασίες αὐτὲς μένουν σταθερές, ὅσο διαρκεῖ τὸ φαινόμενο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Διακρίνομε τὰ σώματα σὲ καθαρὰ σώματα καὶ σὲ μείγματα.

2. Ἕνα μεῖγμα σχηματίζεται χωρὶς νὰ παθαίνουν ριζικὲς μεταβολὲς τὰ σώματα ποὺ τὰ ἀπαρτίζουν καὶ χωρίζεται στὰ συστατικά του χωρὶς τὰ συστατικὰ αὐτὰ νὰ παθαίνουν ριζικὲς μεταβολές.

3. Ἕνα μεῖγμα μπορεῖ νὰ ἀποτελεστεῖ ἀπὸ διάφορες ἀναλογίες τῶν συστατικῶν του.

4. Τὰ καθαρὰ σώματα τὰ διακρίνομε σὲ ἁπλὰ σώματα καὶ σὲ χημικὲς ἑνώσεις.

5. Χημικὲς ἀντιδράσεις δημιουργοῦν καὶ ἀποσυνθέτουν τὶς χημικὲς ἑνώσεις: οἱ χημικὲς ἑνώσεις δὲν διατηροῦν τὶς ἰδιότητες τῶν συστατικῶν τους. Ἔχουν δικές τους ἰδιότητες.

6. Ἡ χημικὴ ἕνωση ἀποτελεῖται ἀπὸ σταθερὲς ἀναλογίες τῶν συστατικῶν της.

7. Ἁπλὸ σῶμα ὀνομάζομε τὸ σῶμα ποὺ καμιὰ χημικὴ ἀντίδραση δὲν εἶναι ἱκανὴ νὰ τὸ συνθέσει ἢ νὰ τὸ ἀποσυνθέσει.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

4η σειρά: Διάσπαση καὶ σύνθεση τοῦ νεροῦ.

Ι. ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Παρατήρηση: σὲ ὅλες τὶς ἀσκήσεις θὰ θεωρηθεῖ πὼς τὰ ἀέρια βρίσκονται σὲ θερμοκρασία 0° C καὶ πίεση 760 mm Hg.

1. α) Ἠλεκτρολύοντας νερὸ πήραμε 18,2 cm^3 ὑδρογόνο. Πόσος εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ὀξυγόνου ποὺ ἐλευθερώθηκε στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα;

β) Ὁ ὄγκος τοῦ ὀξυγόνου ποὺ μαζεύτηκε στὴν ἄνοδο ἑνὸς βολταμέτρου, ὅπου ἠλεκτρολύομε νερό, εἶναι 8,7 cm^3. Πόσος εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου ποὺ σχηματίστηκε στὴν κάθοδο στὸ ἴδιο χρονικὸ διάστημα;

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

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

3. Πόσο νερὸ θὰ ἀποσυνθέσουμε, γιὰ νὰ πάρουμε 2,7 *l* ὑδρογόνο; 1 *l* ὑδρογόνο 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^3 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* ὑδρογόνο ζυγίζει 0,09 g.

ΙΙ. ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

6. Τὸ εὐδιόμετρο περιέχει μεῖγμα ἀπὸ 15 cm^3 ὀξυγόνο καὶ 35 cm^3 ὑδρογόνο. Ποιὸ ἀέριο θὰ περισσέψει μετὰ τὴν ἀντίδραση; Πόσος θὰ εἶναι ὁ ὄγκος του;

7. Σ' ἕνα εὐδιόμετρο βάζομε τὸ ὑδρογόνο καὶ τὸ ὀξυγόνο ποὺ μᾶς ἔδωσε μιὰ ἠλεκτρόλυση νεροῦ. Ἀφοῦ προσθέσουμε ἄλλα

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

10 cm³ ὀξυγόνο, προκαλοῦμε ἠλεκτρικὸ σπινθήρα μέσα στὸ μεῖγμα. Ποιό εἶναι τὸ ἀέριο ποὺ περισσεύει καὶ τί ὄγκο ἔχει;

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

9. Σ' εὐδιόμετρο ποὺ περιέχει 80 cm³ μεῖγμα ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου προκαλοῦμε σπινθήρα. Ἡ ἀντίδραση ἀφήνει περίσσευμα 20 cm³ ὀξυγόνο. Ποιὰ ἦταν ἡ ἀναλογία ὄγκων τῶν δύο ἀερίων στὸ μεῖγμα;

10. Ὑπολογίστε τὴ μάζα τοῦ νεροῦ ποὺ θὰ συνθέσουμε, ὅταν ἑνώσουμε 40 cm³ ὑδρογόνο καὶ 20 cm³ ὀξυγόνο. (1 λίτρο ὑδρογόνο ζυγίζει 0,089 g.) Πόσες φορὲς θὰ ἔπρεπε νὰ ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα, στὸ ἴδιο εὐδιόμετρο, ποὺ ἔχει χωρητικότητα 60 cm³, γιὰ νὰ συνθέσουμε 1 g νερό;

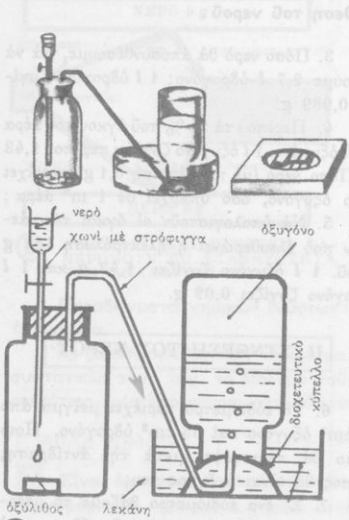
● ΟΞΥΓΟΝΟ

Τὸ ὀξυγόνο, ἀέριο ἀπαραίτητο γιὰ τὴ ζωὴ τοῦ ἀνθρώπου, τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν, δὲν ὑπάρχει μόνο στὸν ἀέρα καὶ στὸ νερό· ὑπάρχει ἄφθονο ἑνωμένο μὲ ἄλλα σώματα στὸ γήινο φλοιό, ὑπάρχει καὶ μέσα σ' ὅλους τοὺς ζωντανοὺς ὀργανισμούς.

I. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

1 **Εὔκολα παρασκευάζεται ἀπὸ ὀξύλιθο:** τὸν ὀξύλιθο τὸν βρίσκομε στὸ ἐμπόριο μέσα σὲ μετάλλινα κουτιά, ἑρμητικὰ (πολὺ καλὰ) κλεισμένα, γιὰ νὰ μὴν ἀπορροφᾶ ὁ ὀξύλιθος ὑγρασία καὶ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀπὸ τὸν ἀέρα.

Βάζομε μερικὰ κομμάτια ὀξύλιθο στὴν ὄρθια φιάλη τῆς εἰκόνας 1 καὶ ἀπὸ τὸ χωνὶ ἀφήνομε μὲ τὴ στρόφιγγα λίγο λίγο νὰ πέφτει νερό. Μόλις ἔρθουν σ' ἐπαφὴ τὰ δύο σώματα, γίνεται ζωηρότατος ἀναβρασμός, γιατὶ ἐλευθερώνεται ὀξυγόνο. Τὸ ἀέριο περνᾶ ἀπὸ τὸν λυγισμένο σωλήνα καὶ μαζεύεται στὴν ἀναποδογυρισμένη φιάλη, ἐκτοπίζοντας τὸ νερό (εἰκ. 1).



1 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

2 **Ἕνα σπίρτο σχεδὸν σβησμένο θὰ ξανανάψει** καὶ θὰ καεῖ μὲ θαμπωτικὴ φλόγα, ἂν τὸ βυθίσουμε στὸ δοχεῖο μὲ τὸ ὀξυγόνο.

Τὴν ἰδιότητα αὐτὴ τοῦ ὀξυγόνου τὴν ἔχομε ἀναφέρει: τὸ ἴδιο δὲν καίγεται ἀλλὰ εἶναι ἀπαραίτητο, γιὰ νὰ καοῦν πολλὰ ἄλλα σώματα.

● Γιὰ νὰ φυλάξουμε τὸ ὀξυγόνο ποὺ θὰ μᾶς χρειαστεῖ γιὰ τὰ πειράματά μας, γεμίζομε μερικὲς φιάλες καὶ τὶς ἀναποδογυρίζομε σὲ βαθιὰ πιάτα μὲ νερὸ (εἰκ. 2).

3 **Ἄλλοι τρόποι παρασκευῆς:**

Γιὰ μικρὲς ποσότητες στὸ ἐργαστήριο (ἐργαστηριακὲς παρασκευές): ἀπὸ *χλωρικὸ κάλιο* μὲ θέρμανση (εἰκ. 3).

Γιὰ μεγάλες ποσότητες στὴ βιομηχανία (βιομηχανικὲς παρασκευές): α) ἀπὸ *ὑγροποιημένο ἀέρα* (εἰκ. 4, 5). β) ἀπὸ τὸ νερό: μὲ ἠλεκτρόλυση.

II. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Θὰ ἐξετάσουμε τὸ ὀξυγόνο ἀπὸ δύο ἀπόψεις διαδοχικά.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

α) Θὰ τὸ μελετήσουμε μόνο του ἀνεξάρτητο ἀπὸ τὰ ἄλλα σώματα, σὲ συνθῆκες δηλαδὴ ὅπου δὲν παθαίνει ριζικὲς μεταβολὲς τῶν χαρακτηριστικῶν του γνωρισμάτων. Ἔτσι θὰ γνωρίσουμε τὶς *φυσικές του ἰδιότητες : χρῶμα, ὀσμή, ἀπόλυτη πυκνότητα, σχετικὴ πρὸς τὸν ἀέρα πυκνότητα, θερμοκρασία ὑγροποιήσεως, θερμοκρασία πήξης, διαλυτότητα.*

β) Θὰ δοῦμε ἔπειτα πῶς ἐπιδρᾶ στὰ ἄλλα σώματα, ποιὲς εἶναι δηλαδὴ οἱ *χημικὲς ἀντιδράσεις* ποὺ τὸ χαρακτηρίζουν. Ὅπως ξέρομε, οἱ χημικὲς ἀντιδράσεις ἀλλοιώνουν ριζικὰ τὰ σώματα ποὺ συμμετέχουν σ' αὐτά. Ἐξετάζοντας χημικὲς ἀντιδράσεις μπαίνομε στὴν καθαυτὸ περιοχὴ τῆς χημείας, μελετοῦμε *χημικὲς ἰδιότητες*.

Α. ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

1 **Τὴν ἔκλυση τοῦ ὀξυγόνου** τὴν ἀντιληφθήκαμε μόνο ἀπὸ τὸν ἀναβρασμὸ ποὺ προκάλεσε κι ἀπ' τὴν ἐκτόπιση τοῦ νεροῦ ἀπὸ τὸ δοχεῖο, ὅπου διοχετεύτηκε. Νὰ τὸ δοῦμε ἢ νὰ τὸ νιώσουμε μὲ τὴν ὄσφρηση δὲν εἶναι δυνατό, γιατὶ εἶναι ἄχρωμο καὶ ἄοσμο ἀέριο.

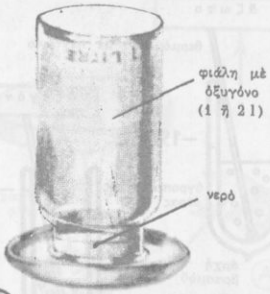
2 **Μπορέσαμε καὶ μαζέψαμε τὸ ὀξυγόνο σὲ δοχεῖο ἀναποδογυρισμένο σὲ λεκάνη μὲ νερό,** γιατὶ τὸ ἀέριο αὐτὸ δὲ διαλύεται πολὺ στὸ νερό : 1 λίτρο νερὸ σὲ θερμοκρασία 15° C καὶ πίεση κανονικὴ διαλύει τὸ πολὺ 36,5 cm^3 ὀξυγόνο. Ἂν καὶ εἶναι μικρὴ αὐτὴ ἡ διαλυτότητα, ἀρκεῖ γιὰ νὰ ἐξασφαλίσει τὴ ζωὴ στὰ ὑδρόβια ζῶα.

3 **Ἂν βυθίσουμε ἕνα σπίρτο σχεδὸν σβηστὸ** σὲ μιὰ φιάλη ὀξυγόνο, ποὺ εἶχε μείνει ὄρθια καὶ ξεβούλωτη, θὰ διαπιστώσουμε πὼς τὸ ὀξυγόνο ἔχει μείνει μέσα στὴ φιάλη. Αὐτὸ σημαίνει πώς, σὲ ἴσους ὄγκους ὀξυγόνου κι ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα, τὸ ὀξυγόνο εἶναι βαρύτερο ἀπὸ τὸν ἀέρα. Ἕνα λίτρο ὀξυγόνο ζυγίζει 1,43 g (1) (σὲ θερμοκρασία 0° C καὶ πίεση 760 mm Hg), ἐνῶ 1 λίτρο ἀέρας (στὶς ἴδιες συνθῆκες πιέσεως καὶ θερμοκρασίας) ζυγίζει 1,293 g. Μὲ τὴν παρατήρηση αὐτὴ φτάνομε στὴν ἔννοια τῆς *σχετικῆς πρὸς τὸν ἀέρα πυκνότητας* ἑνὸς ἀερίου.

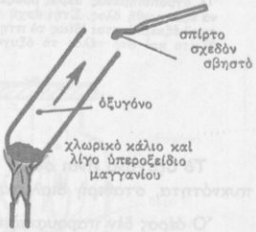
4 **Ἡ σχετικὴ πρὸς τὸν ἀέρα πυκνότητα ἑνὸς ἀερίου** μᾶς ἐνδιαφέρει συχνότερα ἀπὸ τὴν ἀπόλυτη πυκνότητα, γιατὶ μέσα στὸν ἀέρα ζοῦμε καὶ ἐργαζόμαστε, στὸ περιβάλλον του γίνονται τὰ περισσότερα πειράματά μας.

Τὴ σχετικὴ πρὸς τὸν ἀέρα πυκνότητα ἑνὸς ἀε-

(1) Λέμε πὼς ἡ ἀπόλυτη πυκνότητα τοῦ ὀξυγόνου εἶναι 1,43g/l.

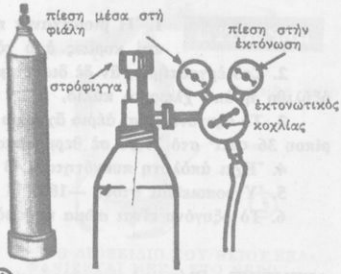


2 ΑΠΟΘΕΜΑ ΟΞΥΓΟΝΟΥ



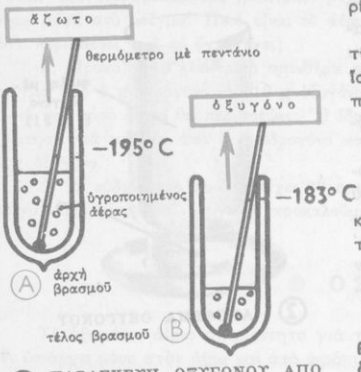
3 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΜΕ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Τὸ χλωρικὸ κάλιο, ἅλας λευκό, περιέχει πολὺ ὀξυγόνο καὶ εὔκολα παθαίνει διάσπαση.
Τὸ ὑπεροξείδιο τοῦ μαγγανίου εὐκολύνει τὴν ἀντίδραση ἐνῶ τὸ ἴδιο μένει ἀναλλοίωτο: εἶναι καταλύτης.



4 ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ ΕΥΚΟΛΑ ΤΟ ΟΞΥΓΟΝΟ ΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



5 ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΑΠΟ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΑΕΡΑ

Ὁ ὑγροποιημένος ἀέρας βράζει ὥσπου νὰ ἐξαερωθῆ ὅλος. Στὴν ἀρχὴ τοῦ βρασμοῦ ἐξαερώνεται ἰδίως τὸ πτητικότερο ἄζωτο καὶ στὸ τέλος τὸ ὀξυγόνο.

ρίου θὰ τὴ λέμε, γιὰ συντομία, σχετικὴ πυκνότητα.

Ἡ σχετικὴ πυκνότητα ἑνὸς ἀερίου εἶναι ἡ σχέση τῆς μάζας ἑνὸς ὁρισμένου ὄγκου του πρὸς τὴ μάζα ἴσου ὄγκου ἀέρα, στὶς ἴδιες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως.

$$\text{Σχετικὴ πυκνότητα ὀξυγόνου} = \frac{1,43}{1,293} = 1,105.$$

Ἄσκηση : Ἕνα δοχεῖο περιέχει 200 g ἀέρα. Ἀντικαθιστοῦμε τὸν ἀέρα μὲ ὀξυγόνο. Ποιὰ θὰ εἶναι ἡ μάζα τοῦ ὀξυγόνου;

Ἀπάντηση : 200 g × 1,105 = 221 g.

5 **Τὸ ὀξυγόνο ὑγροποιεῖται στοὺς −183° C περίπου καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτὴ μένει σταθερή, ὅσο διαρκεῖ ἡ ὑγροποίηση.** Τὸ ὑγρὸ ὀξυγόνο ἔχει χρῶμα ἀνοιχτογάλαζο.

Ὁ βρασμὸς τοῦ ὑγροῦ ὀξυγόνου γίνεται στὴν ἴδια θερμοκρασία τῶν −183° C, ποὺ μένει σταθερή, ὥσπου νὰ ἐξαεριωθεῖ ὅλο τὸ ὑγρό. Σὲ θερμοκρασία −219° C τὸ ὑγρὸ ὀξυγόνο στερεοποιεῖται. Ἡ θερμοκρασία μένει σταθερή, ὅσο διαρκεῖ ἡ πήξη (ἢ ἀντίστροφα ἡ τήξη).

Τὸ ὀξυγόνο εἶναι σῶμα καθαρό, ἀφοῦ ἔχει σταθερὰ σημεῖα πήξης καὶ βρασμοῦ, σταθερὴ πυκνότητα, σταθερὴ διαλυτότητα (σὲ μιὰ ὁρισμένη θερμοκρασία).

Ὁ ἀέρας δὲν παρουσιάζει σταθερότητα σ' αὐτοὺς τοὺς φυσικοὺς χαρακτῆρες. Π.χ. ἡ θερμοκρασία του, ὅταν ἀρχίζει νὰ βράζει, εἶναι κάτω ἀπὸ τοὺς −190° C, ὑψώνεται διαρκῶς, ὅσο βράζει τὸ ὑγρό, καὶ στὸ τέλος φτάνει τοὺς −183° C περίπου.

Δὲν εἶναι λοιπὸν καθαρὸ σῶμα ὁ ἀέρας : εἶναι μεῖγμα (εἰκ. 5).

Ἡ σταθερότητα τῶν φυσικῶν ἰδιοτήτων χαρακτηρίζει τὰ καθαρὰ σώματα. Τὰ μείγματα δὲν τὴν παρουσιάζουν.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ βιομηχανία παράγει ὀξυγόνο ἀπὸ φτηνὲς πρῶτες ὕλες : ἀπὸ τὸ νερὸ καὶ κυρίως ἀπὸ τὸν ἀέρα.

2. Στὸ ἐργαστήριο, ἂν δὲ διαθέτομε ἕτοιμο ὀξυγόνο σὲ φιάλη, παρασκευάζομε ὀξυγόνο ἀπὸ ὀξόλιθο ἢ ἀπὸ χλωρικὸ κάλιο.

3. Τὸ ὀξυγόνο εἶναι ἀέριο ἄχρωμο καὶ ἄοσμο. Ἡ διαλυτότητά του στὸ νερὸ εἶναι μικρὴ (περίπου 36 cm³ στὸ λίτρο σὲ θερμοκρασία 15° C καὶ πίεση κανονική).

4. Ἔχει ἀπόλυτη πυκνότητα 1,43 g/l καὶ σχετικὴ πυκνότητα 1,105.

5. Ὑγροποιεῖται στοὺς −183° C καὶ στερεοποιεῖται στοὺς −219° C.

6. Τὸ ὀξυγόνο εἶναι σῶμα καθαρὸ (ἐνῶ ὁ ἀέρας εἶναι μεῖγμα).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὰ συμπληρώματα γιὰ τὴν παρασκευή, τὶς φυσικὲς ἰδιότητες τοῦ ὀξυγόνου καὶ τὶς ἀσκήσεις 1 - 8 στὶς σελίδες 57 καὶ 58.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Β. ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Ἐπίδραση στὸ θεῖο καὶ στὸν ἄνθρακα.

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

2 **Ἄς ἀνάψουμε ἕνα κομμάτι θεῖο σ' ἕνα χωνευτήρι:** καίγεται μὲ μικρὴ γαλάζια φλόγα (εἰκ. 1). Ἄς βυθίσουμε τώρα τὸ χωνευτήρι σ' ἕνα πλατύστομο δοχεῖο μὲ ὀξυγόνο: ἡ καύση γίνεται πολὺ ζωηρότερη, ἡ φλόγα μεγαλώνει καὶ γίνεται ἐξαιρετικὰ λαμπερή. Τὸ δοχεῖο γεμίζει καπνοὺς (εἰκ. 2). Σὲ λίγο σταματᾶ ἡ καύση. Ἀνοίγομε τὸ δοχεῖο καὶ νιώθομε ἀμέσως ὀσμὴ ἀποπνιχτική.

Ἐξήγηση τοῦ πειράματος: ἑνώθηκε τὸ θεῖο μὲ τὸ ὀξυγόνο τοῦ δοχείου καὶ σχημάτισε νέο σῶμα, ἕνα ἀέριο ἀποπνιχτικό, ποὺ τὸ λέμε *διοξείδιο τοῦ θείου*. (Ἡ ὀσμή 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 ἀντιλαμβανόμαστε ἀκόμα εὐκολότερα, ὅταν γίνεται ἡ καύση μέσα στὸ ὀξυγόνο. Λέμε πὼς τὸ θεῖο καὶ τὸ ὀξυγόνο ἔχουν μεγάλη *χημικὴ συγγένεια* ἀναμεταξύ τους.

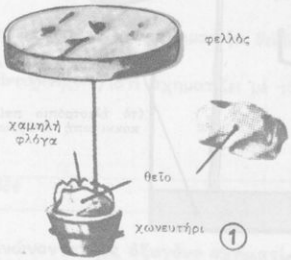
θεῖο + ὀξυγόνο → διοξείδιο τοῦ θείου↑ (+ θερμότητα)

3 **Ἄς χύσουμε λίγο νερὸ στὸ δοχεῖο, ὅπου κάψαμε τὸ θεῖο,** καὶ ἂς τὸ ἀναταράξουμε, ἀφοῦ σκεπάσουμε τὸ στόμιο μὲ τὴν παλάμη: ἡ παλάμη μας ρουφιέται πρὸς τὸ ἐσωτερικὸ τοῦ δοχείου καὶ τὸ δοχεῖο μένει σὰν κολλημένο στὸ χέρι (εἰκ. 3).

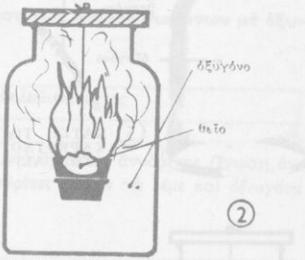
Συμπεραίνομε λοιπὸν πὼς τὸ διοξείδιο τοῦ θείου διαλύθηκε στὸ νερό, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἐλαττωθεῖ ἡ πίεση μέσα στὸ δοχεῖο.

4 **Στάζομε λίγο βάμμα ἡλιοτροπίου στὸ διάλυμα αὐτὸ** καὶ παρατηροῦμε πὼς γίνεται ἀμέσως κόκκινο τὸ χρῶμα τοῦ δείχτη (εἰκ. 4).

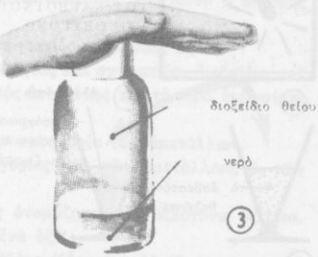
Ἐξήγηση: Δὲν ἔγινε ἁπλὴ διάλυση τοῦ διοξειδίου τοῦ θείου στὸ νερό· τὰ δύο σώματα ἑνώθηκαν μεταξύ τους καὶ σχημάτισαν ἕνα ὀξύ, τὸ *θειῶδες ὀξύ*. Ἔγινε λοιπὸν ἕνα χημικὸ φαινόμενο καὶ ὄχι ἁπλὴ διάλυση, ποὺ εἶναι φυσικὸ φαινόμενο.



ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ



ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΣΤΟ ΟΞΥΓΟΝΟ



ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΕΞΑΦΑΝΙΖΕΤΑΙ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΝΕΡΟ
Ἡ φιάλη κολλᾶ στὴ παλάμη σὰν βεντούζα

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

4 ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΘΕΙΟΥ + ΝΕΡΟ → ΟΞΥ

διοξείδιο τοῦ θείου + νερό → θειῶδες ὀξύ

5 **Ἄς ἐρυθροπυρώσουμε ἕνα ραβδὶ ξυλοκάρβουνο,** ἀπ' αὐτὰ ποὺ χρησιμοποιοῦν οἱ ζωγράφοι, γιὰ νὰ σχεδιάζουν, καὶ ἂς τὸ ἀπομακρύνουμε ἔπειτα ἀπὸ τὴ φλόγα: ἡ καύση μόλις καὶ συνεχίζεται, τὸ κάρβουνο φαίνεται ἕτοιμο νὰ σβήσει (εἰκ. 5).

● Ἄς τὸ βυθίσουμε τώρα σ' ἕνα δοχεῖο μὲ ὀξυγόνο: τὸ κάρβουνο καίγεται μὲ θαμπωτικὴ λάμψη, σκορπίζοντας σπίθες σὰν πυροτέχνημα (εἰκ. 6).

Ἐξήγηση: τὸ σῶμα ποὺ καίγεται, ποὺ ἑνώνεται δηλαδὴ μὲ τὸ ὀξυγόνο μὲ ἔκλυση θερμότητας, εἶναι ὁ ἄνθρακας, τὸ κυριότερο συστατικὸ τοῦ ξυλοκάρβουνου (καὶ ὅλων τῶν ἄλλων κάρβουνων), σῶμα ἁπλό, ποὺ καίγεται.

Ὁ ἄνθρακας καὶ τὸ ὀξυγόνο ἔχουν μεγάλη χημικὴ συγγένεια ἀναμεταξύ τους.

5 ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ

6 **Ἀφοῦ τελειώσει ἡ καύση, χύνομε λίγο νερὸ στὸ δοχεῖο,** σκεπάζομε τὸ στόμιο μὲ τὴν παλάμη καὶ ἀναταράζομε. Καὶ αὐτὴ τὴ φορὰ διαπιστώνομε πὼς ἐλαττώθηκε ἡ πίεση μέσα στὸ δοχεῖο· ἔτσι ξέρομε πὼς μὲ τὴν καύση τοῦ ἄνθρακα δημιουργήθηκε ἕνα ἀέριο διαλυτὸ στὸ νερό.

● Χύνομε λίγο ἀπὸ τὸ ὑγρὸ τοῦ δοχείου σὲ ἀσβεστόνερο: τὸ ἄσπρο θόλωμα ποὺ ἐμφανίζεται δείχνει πὼς τὸ ἀέριο ποὺ σχηματίστηκε ἀπὸ τὴν καύση ἦταν διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (εἰκ. 7Α).

7 **Χύνομε τὸ ὑπόλοιπο διάλυμα σὲ νερό, ὅπου ἔχομε στάξει λίγο βάμμα ἡλιοτροπίου:** ὁ δείχτης παίρνει χρῶμα κόκκινο, ὄχι ὅμως πολὺ ζωηρὸ (εἰκ. 7Β).

6 ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ ΣΤΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

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

Συμπέρασμα: *ὅταν διαλύεται διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σὲ νερό, γίνεται καὶ μιὰ χημικὴ ἀντίδραση μεταξὺ τῶν δύο σωμάτων. Ἀπὸ τὴν ἀντίδραση αὐτὴ σχηματίζεται ἕνα ὀξύ: τὸ ὀνομάζομε* **ἀνθρακικὸ ὀξύ** (1).

(1) Τὸ ἀνθρακικὸ ὀξὺ εἶναι ὀξὺ ἀσθενὲς (ἀδύναμο): γι' αὐ τὸ δὲ δίνει ζωηρὸ κόκκινο χρῶμα στὸ βάμμα ἡλιοτροπίου. Ἔχε τὸ ἀνθρακικὸ ὀξὺ καὶ μιὰν ἄλλη ἰδιότητα: παθαίνει εὔκολα ἀπο σύνθεση (δὲν εἶναι σῶμα σταθερό), μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ξανασχη ματίζεται διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ νερό. Γι' αὐτὸ καὶ δὲν τ γνωρίζομε παρὰ μόνο διαλυμένο σὲ νερό: μόλις θελήσουμε νὰ τ ἀπομονώσουμε ἐξατμίζοντας τὸ διάλυμα, ἐξαφανίζεται.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Συνοψίζομε. α) ὀξυγόνο + ἄνθρακας → διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα
β) διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα + νερὸ → ἀνθρακικὸ ὀξύ

8 **Τὰ σώματα ποὺ σχηματίζουν ὀξέα, ὅταν ἑνώνονται μὲ νερό, ὀνομάζονται ἀνυδρίτες ὀξέων.**

α. τὸ διοξείδιο τοῦ θείου λέγεται καὶ *θειώδης ἀνυδρίτης*, γιατὶ μὲ νερὸ σχηματίζει *θειῶδες ὀξύ*.

β. τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα λέγεται καὶ *ἀνθρακικὸς ἀνυδρίτης*, γιατὶ σχηματίζει μὲ τὸ νερὸ *ἀνθρακικὸ ὀξύ*.

Γενικά:

ἀνυδρίτης ὀξέος + νερὸ → ὀξὺ

9 **Τὰ ἁπλὰ σώματα θεῖο καὶ ἄνθρακας, ποὺ ὅταν ἑνώνονται μὲ ὀξυγόνο σχηματίζουν ἀνυδρίτες ὀξέων,** ἀνήκουν στὰ *ἀμέταλλα* στοιχεῖα. Ἡ χημεία διακρίνει τὰ ἁπλὰ σώματα σὲ δύο μεγάλες κατηγορίες: τῶν *μετάλλων* καὶ τῶν *ἀμετάλλων*.

ἀμέταλλο + ὀξυγόνο → ἀνυδρίτης ὀξέος.

10 **Γενικά, τὰ σώματα ποὺ προέρχονται ἀπὸ τὴν ἕνωση τῶν ἁπλῶν σωμάτων μὲ ὀξυγόνο ὀνομάζονται** *ὀξείδια*.

ἁπλὸ σῶμα + ὀξυγόνο → ὀξείδιο τοῦ ἁπλοῦ σώματος

Ὁ θειώδης ἀνυδρίτης (ἕνωση θείου καὶ ὀξυγόνου) καὶ ὁ ἀνθρακικὸς ἀνυδρίτης (ἕνωση ἄνθρακα καὶ ὀξυγόνου) εἶναι ὀξείδια. Τὰ ὀξείδια ποὺ εἶναι ἀνυδρίτες ὀξέων τὰ λέμε καὶ *ὀξεογόνα ὀξείδια*.

ἀνυδρίτης ὀξέος = ὀξεογόνο ὀξείδιο

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

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

Ἡ χημικὴ ἕνωση ποὺ σχηματίζουν τὰ δύο σώματα λέγεται διοξείδιο τοῦ θείου ἢ θειώδης ἀνυδρίτης.

2. Ὁ θειώδης ἀνυδρίτης καὶ τὸ νερὸ ἑνώνονται καὶ σχηματίζουν θειῶδες ὀξύ.

3. Ὁ ἄνθρακας ἑνώνεται μὲ τὸ ὀξυγόνο μὲ ἔκλυση θερμότητας καὶ σχηματίζει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, ποὺ λέγεται καὶ ἀνθρακικὸς ἀνυδρίτης. Ὁ ἀνθρακικὸς ἀνυδρίτης καὶ τὸ νερὸ ἑνώνονται καὶ σχηματίζουν ἀνθρακικὸ ὀξύ.

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

5. Γενικὰ τὰ ἁπλὰ σώματα διακρίνονται σὲ δύο κατηγορίες: α. τῶν ἀμετάλλων, β. τῶν μετάλλων.

6. Οἱ ἀνυδρίτες ὀξέων εἶναι ὀξείδια ἀμετάλλων· τοὺς ὀνομάζομε καὶ ὀξεογόνα ὀξείδια. Ὅταν ἑνωθεῖ ἕνας ἀνυδρίτης ὀξέος μὲ νερό, σχηματίζεται ἕνα ὀξύ:

ἀμέταλλο + ὀξυγόνο → ἀνυδρίτης ὀξέος (ὀξεογόνο ὀξείδιο).
ἀνυδρίτης ὀξέος (ὀξεογόνο ὀξείδιο) + νερὸ → ὀξύ.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 9 - 11 στὴ σελίδα 58.

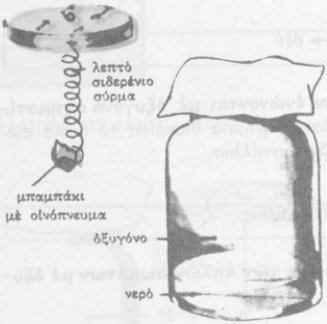
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Β. ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ (συνέχεια).

Ἐπίδραση τοῦ ὀξυγόνου στὰ μέταλλα. Ταχεῖες καὶ βραδεῖες καύσεις (= ὀξειδώσεις).

1 **Στὴν ἄκρη ἑνὸς πολὺ λεπτοῦ σιδερένιου σύρματος στερεώνομε λίγο μπαμπάκι βουτηγμένο σὲ οἰνόπνευμα** καὶ τὸ ἀνάβομε: τὸ μπαμπάκι μὲ τὸ οἰνόπνευμα καίγεται, τὸ σύρμα ὅμως δὲν παθαίνει τίποτε (εἰκ. 1).

● Ἂς βάλουμε τὸ σύρμα, ὅσο καίγεται ἀκόμα τὸ μπαμπάκι μὲ τὸ οἰνόπνευμα, σὲ μιὰ φιάλη μὲ ὀξυγόνο, ποὺ τῆς ἔχομε προσθέσει λίγο νερό. Ἀμέσως μεγαλώνει ἡ φλόγα, ἀποκαίγεται τὸ μπαμπάκι μὲ τὸ οἰνόπνευμα γρήγορα, λευκοπυρώνεται τὸ σύρμα καὶ ἀρχίζει καὶ αὐτὸ νὰ καίγεται, χωρὶς φλόγα, ἀλλὰ σκορπίζοντας ἀναρίθμητες σπίθες (εἰκ. 2). Ἡ καύση αὐτὴ γίνεται μὲ ἔκλυση τόσης θερμότητας, (ἡ θερμοκρασία του ξεπερνᾶ τοὺς 1500° C) ὥστε ἀπὸ τὴν ἄκρη τοῦ σύρματος πέφτουν στὸ νερὸ στάλες λιωμένο μέταλλο μαζὶ μὲ μιὰ μαυροκόκκινη οὐσία, κι αὐτὴ λιωμένη.



① ΚΑΥΣΗ ΕΥΦΛΕΚΤΗΣ ΟΥΣΙΑΣ
(Τὸ νερὸ προστατεύει τὴ φιάλη ἀπὸ τὶς πυρωμένες οὐσίες ποὺ πέφτουν, ὅσο διαρκεῖ ἡ καύση).

Συμπέρασμα: *ἡ χημικὴ ἀντίδραση μεταξὺ σιδήρου καὶ ὀξυγόνου γίνεται ὁρμητικά· τὰ δύο σώματα ἔχουν μεγάλη χημικὴ συγγένεια τὸ ἕνα μὲ τ' ἄλλο.*

2 **Τὸ ἴδιο μαυροκόκκινο στερεὸ σῶμα** βρίσκομε μετὰ τὴν καύση ὄχι μόνο μέσα στὸ νερό, ἀλλὰ καὶ σκορπισμένο στὰ ὑγρὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου· σχηματίστηκε ἀπὸ τὴν ἕνωση τοῦ σιδήρου μὲ ὀξυγόνο. Εἶναι *ὀξείδιο τοῦ σιδήρου.*

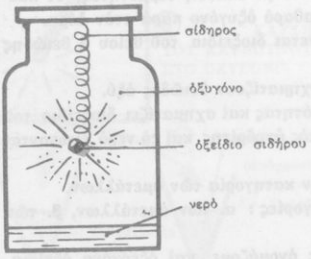
σίδηρος + ὀξυγόνου → ὀξείδιο τοῦ σιδήρου (+ θερμότητα)

Τὸ ὀξείδιο τοῦ σιδήρου δὲν ἔχει καμιὰ ἐπίδραση στὸ νερό, ὅπου καὶ δὲν διαλύεται.

3 **Θὰ μελετήσουμε τώρα τὴν ἐπίδραση τοῦ ὀξυγόνου σ' ἕνα ἄλλο μέταλλο, στὸ μαγνήσιο,** ποὺ καίγεται καὶ στὸν ἀέρα εὐκολότατα (τὸ μεταχειρίζονται οἱ φωτογράφοι, ὅταν τοὺς χρειάζεται ἔντονο τεχνητὸ φῶς). Τὸ μαγνήσιο εἶναι μέταλλο ἀσημόχρωμο, πολὺ ἐλαφρό.

● Πλησιάζομε ἕνα σπίρτο ἀναμμένο στὴν ἄκρη μιᾶς ταινίας (κορδέλας) ἀπὸ μαγνήσιο· τὸ μέταλλο ἀνάβει ἀμέσως καὶ καίγεται μὲ δυνατὸ ἄσπρο φῶς.

● Βυθίζομε τὴν ἀναμμένη κορδέλα στὸ ὀξυγόνο: τὸ φῶς γίνεται ἐκτυφλωτικό· ἡ φιάλη γεμίζει ἄσπρους καπνούς, ποὺ κατακάθονται ἀφήνοντας στὰ τοιχώματα



② ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΥ
Διάπυρα κομματάκια οὐσίας σκορπίζονται μέσα στὴ φιάλη (ἡ ἀντίδραση ἐκλύει πολλὴ θερμότητα).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

τά της μιά λεπτή ἄσπρη σκόνη. Ὥστε τὸ μαγνήσιο, ὅπως καὶ ὁ σίδηρος, ἑνώνεται μὲ τὸ ὀξυγόνο καὶ σχηματίζει σῶμα στερεό. Τὸ νέο αὐτὸ σῶμα τὸ λέμε *ὀξείδιο τοῦ μαγνησίου* (ἢ μαγνησία).

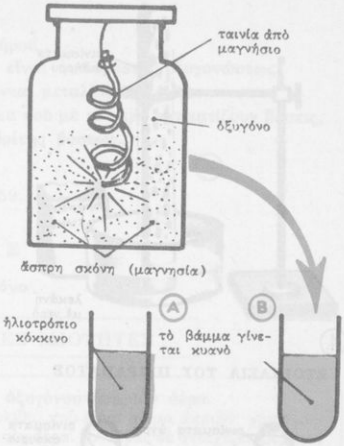
μαγνήσιο + ὀξυγόνο → ὀξείδιο τοῦ μαγνησίου
(+ θερμότητα)

● Ἀναταράζομε νερὸ μέσα στὴ φιάλη καὶ χύνομε λίγο ἀπὸ τὸ θολὸ ὑγρὸ σ' ἕνα σωλήνα μὲ ἀραιὸ εὐαίσθητο ἢ μόλις κοκκινισμένο βάμμα ἡλιοτροπίου : τὸ χρῶμα τοῦ δείχτη γίνεται κυανὸ (εἰκ. 3).

Ἐξήγηση : τὸ ὀξείδιο τοῦ μαγνησίου καὶ τὸ νερὸ ἀντιδροῦν μεταξύ τους καὶ σχηματίζουν μιὰ βάση, τὸ *ὑδροξείδιο τοῦ μαγνησίου :*

ὀξείδιο μαγνησίου + νερὸ → ὑδροξείδιο μαγνησίου
(βάση)

(Τὸ διάλυμα τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ μαγνησίου παρουσιάζει βασικὲς ἰδιότητες, μ' ὅλο ποὺ τὸ σῶμα αὐτὸ ἔχει πολὺ μικρὴ διαλυτότητα στὸ νερό).



③ ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ

Γενικά, τὰ ὀξείδια ποὺ σχηματίζονται ἀπὸ τὴν ἕνωση μετάλλων μὲ ὀξυγόνο λέγονται μεταλλικὰ ὀξείδια. Τὰ μεταλλικὰ ὀξείδια ποὺ ἀντιδροῦν μὲ τὸ νερὸ καὶ σχηματίζουν βάσεις τὰ λέμε *βασεογόνα ὀξείδια* ἢ *ἀνυδρίτες βάσεων*.

μέταλλο + ὀξυγόνο ⟶ βασεογόνο ὀξείδιο (ἀνυδρίτης βάσεως)
π.χ. μαγνήσιο — π.χ. ὀξείδιο μαγνησίου

βασεογόνο ὀξείδιο + νερὸ ⟶ βάση
(ἀνυδρίτης βάσεως) — π.χ. ὑδροξείδιο μαγνησίου

4 **Ἂς συγκεντρώσουμε τώρα σ' ἕνα γενικὸ σχῆμα** τὴν ἐπίδραση τοῦ ὀξυγόνου στὰ ἀμέταλλα καὶ στὰ μέταλλα καθὼς καὶ τὴν ἐπίδραση τοῦ νεροῦ στὰ ὀξείδια τῶν ἁπλῶν σωμάτων. Τὸ σχῆμα αὐτὸ θὰ μᾶς βοηθήσει νὰ συγκρατήσουμε τὴ διαφορετικὴ χημικὴ συμπεριφορὰ τῶν ὀξεογόνων καὶ τῶν βασεογόνων ὀξειδίων.

Ἁπλὰ σώματα π.χ. θεῖο, μαγνήσιο

+ ὀξυγόνο
ἀμέταλλα ⟶ ὀξεογόνα ὀξείδια ⟶ ὀξέα
π.χ. θεῖο — (ἀνυδρίτες ὀξέων) — π.χ. θειῶδες ὀξὺ
π.χ. διοξείδιο θείου — (κοκκινίζουν τὸ ἡλιοτρόπιο)

+ νερὸ

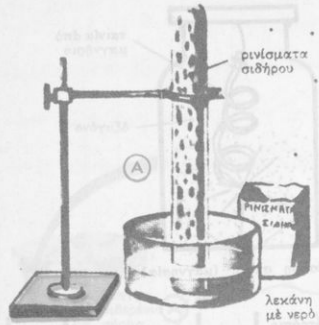
+ ὀξυγόνο
μέταλλα ⟶ βασεογόνα ὀξείδια ⟶ βάσεις
π.χ. μαγνήσιο — (ἀνυδρίτες βάσεων) — π.χ. ὑδροξείδιο μαγνησίου (κάνουν κυανὸ τὸ ἡλιοτρόπιο)
π.χ. ὀξείδιο μαγνησίου

+ νερὸ

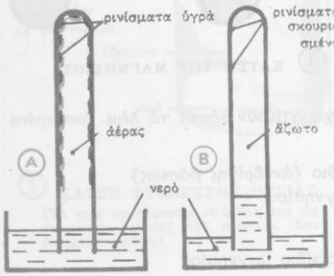
5 **Καύσεις εἶναι οἱ χημικὲς ἀντιδράσεις, ποὺ ἑνώνουν τὸ ὀξυγόνο μὲ ἄλλα σώματα.** Τὶς καύσεις τὶς κατατάσσομε σ' ἕναν ἰδιαίτερο τύπο χημικῶν ἀντιδράσεων, ποὺ ἡ χημεία τὶς λέει *ὀξειδώσεις :* τὸ ὀξυγόνο *ὀξειδώνει* τὰ σώματα, ὅταν ἑνώνεται μὲ αὐτά, ὅταν τὰ καίει.

Οἱ καύσεις, ποὺ πάντα ἐκλύουν θερμότητα, γίνονται ζωηρότερα (πιὸ γρήγορα, μὲ πε-

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



④ ΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ



⑤ ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΣΙΔΗΡΟΥ

ρισσότερη ἀκτινοβολία) στὸ καθαρὸ ὀξυγόνο παρὰ στὸν ἀέρα, ποὺ τὸ 1/5 του μόνον (σὲ ὄγκο) εἶναι ὀξυγόνο.

Ἀναφέρομε στὸ σημεῖο αὐτὸ πὼς στὸν ἀέρα τὸ ὀξυγόνο διατηρεῖ τὶς ἰδιότητές του, γιατὶ εἶναι μοναχὰ ἀνακατωμένο μὲ ἄλλα σώματα καὶ ὄχι ἑνωμένο μ' αὐτά. Ὁ ἀέρας δὲν εἶναι χημικὴ ἕνωση, δὲν εἶναι σύνθετο σῶμα, εἶναι μεῖγμα.

6 Ὀξείδωση ἢ βραδεία καύση τοῦ σιδήρου.

Πολλὲς φορὲς ἡ ἕνωση τῶν σωμάτων μὲ ὀξυγόνο, ἡ καύση τους, γίνεται μὲ ἀργὸ ρυθμό. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς ἡ ἀντίδραση δὲ σκορπίζει φῶς· κάποτε μάλιστα οὔτε κὰν ἀντιλαμβανόμαστε τὴ θερμότητα ποὺ ἐκλύεται. Τέτοια βραδεία καύση θὰ παρακολουθήσουμε στὸ ἑπόμενο πείραμα:

● Ἀφοῦ σκορπίσουμε ρινίσματα σιδήρου στὰ ὑγρὰ τοιχώματα ἑνὸς σωλήνα, τὸν ἀναποδογυρίζομε σὲ μιὰ λεκάνη μὲ νερὸ καὶ τὸν ἀφήνομε σ' αὐτὴ τὴ θέση μερικὲς μέρες (εἰκ. 4). Στὸ διάστημα αὐτὸ τὰ ρινίσματα ἀλλὰ καὶ τὰ τοιχώματα τοῦ σωλήνα ἔχουν σκεπαστεῖ μὲ σκουριὰ καὶ ἔχει ἀνεβεῖ νερὸ ἀπὸ τὴ λεκάνη μέσα στὸ σωλήνα ὡς τὸ 1/5 τοῦ ὕψους του (εἰκ. 5). Στὸ σωλήνα δὲν ἔχει ἀπομείνει ὀξυγόνο: τὸ ἐξακριβώνομε εὔκολα, γιατί, ἂν βάλουμε μετὰ τὸ πείραμα ἕνα ἀναμμένο σπίρτο μέσα στὸ σωλήνα, τὸ βλέπομε νὰ σβήνει.

Ἐξήγηση: Ὁ σίδηρος ὀξειδώθηκε σιγὰ σιγά, κατανάλωσε ὅλο τὸ ὀξυγόνο τοῦ ἀέρα καὶ ἄφησε τὸ *ἄζωτο* (μὲ ἐλάχιστες ποσότητες μερικῶν ἄλλων ἀερίων ποὺ ὑπάρχουν στὸν ἀέρα). Καὶ αὐτὴ βέβαια ἡ ἀντίδραση ἐκλύει θερμότητα (ἀφοῦ εἶναι καύση):

σίδηρος + ὀξυγόνο → ὀξείδιο τοῦ σιδήρου
(+ θερμότητα)

Ὁ ρυθμός της ὅμως εἶναι τόσο ἀργός, ὥστε σκορπίζεται ἡ θερμότητα χωρὶς νὰ τὴν ἀντιληφθοῦμε. Τὴν ἀντίδραση αὐτή, τὴ λέμε *ὀξείδωση ἢ βραδεία καύση.*

7 Χωρὶς καύσεις δὲν ὑπάρχει ζωή.

Βραδεῖες καύσεις λέμε καὶ τὶς ὀξειδώσεις ποὺ γίνονται μέσα στοὺς ἱστοὺς τοῦ σώματός μας, χάρη στὸ ὀξυγόνο ποὺ τοὺς προμηθεύει τὸ αἷμα, καθὼς κυκλοφορεῖ ἀδιάκοπα. Μὲ τὶς καύσεις αὐτὲς (1) ἐξασφαλίζεται ἡ ἐνέργεια ἡ ἀπαραίτητη γιὰ τὴ συντήρηση τῆς ζωῆς μας. Ὅπως εἶναι ἀπαραίτητες οἱ καύσεις γιὰ τὸν ἄνθρωπο καὶ τὰ ἀνώτερα ζῶα, ἔτσι εἶναι καὶ γιὰ τὰ κατώτερα ζῶα καὶ τὰ φυτά, καὶ ἂς γίνεται διαφορετικὰ ἡ κυκλοφορία τοῦ ὀξυγόνου μέσα στὸν ὀργανισμό τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ ἕνωση τῶν σωμάτων μὲ ὀξυγόνο γίνεται ἄλλοτε γρήγορα (ταχεία καύση ἢ ἁπλά: καύση) καὶ ἄλλοτε ἀργὰ (βραδεία καύση ἢ ἁπλά: ὀξείδωση).

2. Στὴν ταχεία καύση ἡ θερμότητα ἐκλύεται γρήγορα ὑψώνοντας πολὺ τὴ θερμοκρασία. Στὴν ὀξείδωση δὲ γίνεται αἰσθητὴ ὕψωση τῆς θερμοκρασίας.

3. Παραδείγματα ταχείας καύσεως:

α) ἡ καύση τοῦ σιδήρου στὸ ὀξυγόνο.

β) ἡ καύση τοῦ μαγνησίου.

(1) Οἱ καύσεις μέσα στὸν ὀργανισμὸ δίνουν τελικὰ προϊόντα διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα καὶ νερό. Γι' αὐτὸ καὶ βρίσκονται τὰ δύο αὐτὰ σώματα στὸν ἀέρα ποὺ ἐκπνέουν οἱ πνεύμονες.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Παράδειγμα ὀξειδώσεως : τὸ σκούριασμα τοῦ σιδήρου.

4. Οἱ καύσεις καὶ οἱ ὀξειδώσεις (σκουριάσματα) εἶναι ἀντιδράσεις ὀξυγονώσεως.

5. Οἱ ἑνώσεις τῶν μετάλλων μὲ ὀξυγόνο ὀνομάζονται μεταλλικὰ ὀξείδια.

6. Βασεογόνα ὀξείδια λέγονται τὰ μεταλλικὰ ὀξείδια ποὺ μὲ τὸ νερὸ σχηματίζουν βάσεις.

Μέταλλο + ὀξυγόνο → βασεογόνο ὀξείδιο ἢ ἀνυδρίτης βάσεως.

Βασεογόνο ὀξείδιο + νερὸ → βάση.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 12 - 14 στὴ σελίδα 59.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

5η σειρά : Ὀξυγόνο.

Ι. ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ : **Ἡ βιομηχανικὴ παραγωγὴ τοῦ ὀξυγόνου ἀπὸ τὸν ἀέρα.**

Ἡ βιομηχανία δὲν παρασκευάζει τὸ ὀξυγόνο ἀπὸ ὀξύλιθο, ποὺ εἶναι σῶμα ἀκριβό· χρησιμοποιεῖ ἄλλη πρώτη ὕλη, ἄφθονη στὴ φύση καὶ πρόχειρη : τὸν ἀέρα. Ὁ ἀέρας δὲ στοιχίζει, βέβαια, τίποτε· γιὰ νὰ τοῦ πάρουμε ὅμως τὸ ὀξυγόνο, τὸν ὑγροποιοῦμε καὶ ἡ ὑγροποίηση εἶναι ἀρκετὰ δαπανηρή : δαπανοῦμε ἐνέργεια, γιὰ νὰ κατεβάσουμε τὴ θερμοκρασία περίπου στοὺς —200° C, ὥστε νὰ μετατραπεῖ ὁ ἀέρας σὲ ὑγρό.

Ὁ διαχωρισμὸς τῶν ἀερίων ἀπὸ τὸν ὑγρὸν ἀέρα γίνεται σχετικὰ εὔκολα : μὲ κλασματικὴ ἐξαερίωση. Ὁ ὑγρὸς ἀέρας ἀρχίζει νὰ βράζει στοὺς —195° C περίπου καί, ὅσο συνεχίζεται ὁ βρασμός, ἡ θερμοκρασία ἀνεβαίνει καὶ φτάνει περίπου ὡς τοὺς -183° C (ὁ ἀέρας εἶναι μεῖγμα, γι' αὐτὸ δὲν ἔχει σταθερὸ σημεῖο βρασμοῦ). Στὴν ἀρχὴ ἐξαεριώνεται σχεδὸν καθαρὸ ἄζωτο, στὸ τέλος σχεδὸν καθαρὸ ὀξυγόνο. Ἔτσι χωρίζομε τὸ ὀξυγόνο ἀπὸ τὸ μεῖγμα καὶ τὸ ἀποθηκεύομε μὲ ἰσχυρὴ πίεση σὲ ἀνθεκτικὲς ἀτσάλινες φιάλες. Φιάλη χωρητικότητας 20 *l* χωράει περίπου 3000 *l* ἀέριο σὲ κανονικὴ πίεση.

Παρατήρηση : Σὲ ὅλες τὶς ἀσκήσεις θὰ θεωρηθεῖ πὼς τὰ ἀέρια βρίσκονται σὲ θερμοκρασία 0° C καὶ πίεση 760 mm Hg.

1. Μιὰ χαλύβδινη φιάλη ζυγίζει ἀδειανὴ 58,2 kg. Γεμάτη πιεσμένο ὀξυγόνο ζυγίζει ἡ ἴδια φιάλη 62,5 kg. Πόσα λίτρα ὀξυγόνο ἀποδίδονται στὴν κανονικὴ πίεση; (1 *l* ὀξυγόνο σὲ κανονικὲς συνθῆκες ζυγίζει 1,43 g περίπου).

2. Γεμίζομε ὀξυγόνο μιὰ φιάλη χωρητικότητας 50 *l* μὲ πίεση 150 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν κανονικὴ (ἀναγκάζομε δηλαδὴ 150 *l* ὀξυγόνο νὰ περιοριστοῦν σὲ χῶρο 1 *l*). Ποιὰ εἶναι ἡ μάζα τοῦ ὀξυγόνου τῆς φιάλης; (1 *l* ὀξυγόνο σὲ κανονικὴ πίεση ζυγίζει 1,43 g).

Ἡ βιομηχανία παράγει ὀξυγόνο καὶ μὲ ἄλλον τρόπο : τὸ παίρνει, μὲ ἠλεκτρολυτικὴ διάσπαση, ἀπὸ τὸ νερό. Τὴν ἀπαιτούμενη γιὰ τὴ διάσπαση ἐνέργεια τὴν παρέχει τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα.

3. Θέλομε νὰ παρασκευάσουμε ἠλεκτρολυτικὰ 100 *l* ὀξυγόνο. Στὶς κανονικὲς συνθῆκες 1 λίτρο ὀξυγόνο ζυγίζει 1,43 g περίπου. Πόσο νερὸ θὰ διασπάσουμε;

Ἄλλος ἐργαστηριακὸς τρόπος παρασκευῆς ὀξυγόνου: ἀρκεῖ νὰ θερμάνει κανεὶς χλωρικὸ κάλιο, γιὰ νὰ διασπαστεῖ τὸ ἄσπρο κρυσταλλικὸ αὐτὸ ἅλας καὶ νὰ ἀποδώσει ὀξυγόνο. Ἡ ἀποσύνθεση ὅμως γίνεται κάποτε ἀνώμαλα, ἀκόμα καὶ ἐκρηκτικά, ὅταν θερμαίνουμε χλωρικὸ κάλιο μόνο του· ἐνῶ, ἂν τὸ θερμάνουμε ἀνακατωμένο μὲ μιὰ μαύρη σκόνη, ποὺ λέγεται διοξείδιο τοῦ μαγγανίου, ἡ ἀντίδραση γίνεται ὁμαλά, ἀκίνδυνα. Τὸ διοξείδιο τοῦ μαγγανίου βρίσκεται ἀναλλοίωτο μετὰ τὴν ἀντίδραση. Λέμε πὼς ἡ δράση του σ' αὐτὴ τὴν περίσταση ἦταν καταλυτική : **ὀνομάζομε καταλύτες τὰ διάφορα σώματα ποὺ διευκολύνουν μιὰ χημικὴ ἀντίδραση, ἐνῶ τὰ ἴδια βρίσκονται ἀναλλοίωτα μετὰ τὸ τέλος της.**

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

4. Μὲ 100 δραχμὲς ἀγοράσαμε 300 g χλωρικὸ κάλιο καθαρό. Εἶναι γνωστὸ πὼς 122,5 g χλωρικὸ κάλιο δίνει, ὅταν διασπαστεῖ, 33,6 *l* ὀξυγόνο.

Ἂν ὑπολογίσουμε ὅτι, καθὼς γίνεται ἡ ἀποσύνθεση, σκορπίζουν τὰ 25 % τοῦ ὄγκου τοῦ ὀξυγόνου ποὺ ἐκλύεται (πὼς ἔχομε ἀπώλειες 25 %), πόσο μᾶς στοιχίζει τὸ κάθε λίτρο ὀξυγόνο ποὺ παρασκευάζομε;

Ἡ παρασκευὴ ὀξυγόνου ἀπὸ ὀξύλιθο εἶναι πολὺ βολικὴ μέθοδος ἐργαστηριακή, γιατὶ δὲν ἀπαιτεῖ θέρμανση.

5. 1 kg ὀξύλιθος ἀποδίνει περίπου 150 *l* ὀξυγόνο. Πόσον ὀξύλιθο θὰ χρειαστοῦμε, γιὰ νὰ γεμίσουμε μὲ ὀξυγόνο 5 δοχεῖα, ποὺ τὸ καθένα ἔχει χωρητικότητα 1,5 *l*; (Προβλέψτε ἀπώλειες 25 % καὶ ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 1 g).

6. Ὁ ὀξύλιθος δὲν εἶναι καθαρὸ σῶμα, εἶναι μεῖγμα. Τὸ συστατικό του ποὺ ἐκλύει ὀξυγόνο, ὅταν βραχεῖ μὲ νερό, εἶναι τὸ ὑπεροξείδιο τοῦ νατρίου.

Ὅταν ἐπιδράσει νερὸ σὲ 78 g ὑπεροξείδιο νατρίου, ἐλευθερώνονται 11,2 *l* ὀξυγόνο· ἀπὸ 100 g ὀξύλιθο τοῦ ἐμπορίου παρασκευάστηκαν μόνο 13,8 *l* ὀξυγόνο. Ποιὰ εἶναι ἡ περιεκτικότητα σὲ ὑπεροξείδιο τοῦ νατρίου τοῦ ὀξυλίθου τοῦ ἐμπορίου; (Μὲ προσέγγιση 1 %).

Ὀξυγόνο παρασκευάζομε καὶ ἀπὸ ὑπεροξείδιο τοῦ ὑδρογόνου (γνωστὸ μὲ τὸ ὄνομα ὀξυζενὲ ἢ ὀξυγονοῦχο νερὸ) ἀρκεῖ νὰ προσθέσουμε στὸ ὑγρὸ αὐτὸ λίγο διοξείδιο τοῦ μαγγανίου ἢ λίγο ὑπερμαγγανικὸ κάλιο. Λέμε πὼς τὸ ὀξυγονοῦχο νερὸ (ὀξυζενὲ) εἶναι 10 ὄγκων, ὅταν τὸ λίτρο του ἐκλύει 10 *l* ὀξυγόνο.

7. 1 λίτρο νερὸ 15° C διαλύει τὸ πολὺ 36,5 cm^3 ὀξυγόνο. Πόσο ὀξυγόνο (σὲ cm^3) βρίσκει ἕνα ψάρι ποὺ ζεῖ σὲ ἐνυδρεῖο (ἀκουάριο) γεμάτο νερό; Τὸ ἐνυδρεῖο ἔχει διαστάσεις 40 cm × 20 cm × 20 cm. Ὁ ἴδιος αὐτὸς ὄγκος ὀξυγόνου σὲ πόσον ἀέρα περιέχεται; (Ὁ ἀέρας περιέχει ὀξυγόνο σὲ ἀναλογία 21 % τοῦ ὄγκου του).

Μὲ τὸ βράσιμο διώχνονται ἀπὸ τὸ νερὸ τὰ ἀέρια ποὺ εἶχε διαλυμένα. Γιατὶ δὲν μποροῦν νὰ ζήσουν ψάρια σὲ νερὸ ποὺ πρωτύτερα τὸ εἴχαμε βράσει; Τί πρέπει νὰ κάνουμε, γιὰ νὰ ξαναγίνει τὸ νερὸ αὐτὸ κατάλληλο γιὰ τὴ ζωὴ τῶν ψαριῶν;

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

II. ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΑΜΕΤΑΛΛΑ

9. Ὁ φωσφόρος εἶναι ἀμέταλλο στοιχεῖο ποὺ καίγεται πολὺ εὔκολα. Στὴν ἀντίδραση αὐτὴ 1 g φωσφόρος ἑνώνεται μὲ 1,29 g ὀξυγόνο καὶ σχηματίζει 2,29 g πεντοξείδιο τοῦ φωσφόρου (φωσφορικὸ ἀνυδρίτη). Τί ὄγκος ὀξυγόνο χρειάζεται γιὰ νὰ καοῦν 0,43 g φωσφόρος; (1 λίτρο ὀξυγόνο ζυγίζει 1,43 g).

10. Γιὰ νὰ καοῦν 32 g θεῖο, χρειάζονται 22,4 *l* ὀξυγόνο. Πόσο θεῖο μπορεῖ νὰ κάψει 1,5 *l* ὀξυγόνο;

Μέσα σ' ἕνα βαρέλι μὲ 228 *l* ἀέρα, πόσο θεῖο θὰ καεῖ; (Ὁ ἀέρας περιέχει ὀξυγόνο σὲ ἀναλογία 21 % τοῦ ὄγκου του).

11. Ὅταν καίγεται ἄνθρακας, ὁ ὄγκος τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα ποὺ σχηματίζεται εἶναι ἴσος μὲ τὸν ὄγκο τοῦ ὀξυγόνου ποὺ ἐξαφανίζεται.

Τί μάζα ἔχει τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ποὺ σχηματίστηκε σὲ χῶρο 4 m × 4 m × 3 m, ὅπου κάψαμε κάρβουνο τόσο, ὥστε νὰ ἐξαντληθεῖ τὸ ὀξυγόνο;

(Ὁ ἀέρας περιέχει 21 % ὀξυγόνο, σὲ ὄγκο· ἕνα λίτρο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ζυγίζει 1,97 g).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

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

12. Ξέρομε πώς, ὅταν καίγεται στὸ ὀξυγόνο ὁ σίδηρος, 1 g μέταλλο ἑνώνεται μὲ 0,382 g ὀξυγόνο καὶ σχηματίζει 1,382 g ὀξείδιο σιδήρου. Πόσο ὀξείδιο σιδήρου θὰ δώσει ἡ καύση 20 g σιδήρου; Πόσος θὰ εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ ὀξυγόνου ποὺ θὰ καταναλωθεῖ; (1 *l* ὀξυγόνο ζυγίζει 1,43 g).

13. Ἡ βιομηχανία παράγει μαγνήσιο, ποὺ περιέχει 99 - 99,9 % καθαρὸ μέταλλο. Γιὰ νὰ καεῖ 1 g μαγνήσιο καθαρό, χρειάζεται 0,46 *l* ὀξυγόνο. Ὑπολογίστε (μὲ προσέγγιση 1 *l*) πόσος ἀέρας θὰ χρειαστεῖ, γιὰ νὰ καοῦν 100 g μαγνήσιο βιομηχανικὸ μὲ περιεκτικότητα σὲ μέταλλο καθαρὸ 99,1 %.

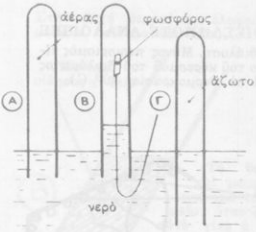
14. Ὁ χαλκὸς ὀξειδώνεται, ὅταν πυρωθεῖ καὶ σχηματίζει ὀξείδιο χαλκοῦ. Ἀπὸ 1 g χαλκὸ καὶ 0,252 g ὀξυγόνο σχηματίζεται 1,252 g ὀξείδιο χαλκοῦ.

Ὀξειδώσαμε χαλκὸ καὶ παρατηρήσαμε αὔξηση μάζας 7,56 g. Πόσος χαλκὸς μεταμορφώθηκε σὲ ὀξείδιο;

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ : **Παράδειγμα βραδείας καύσεως.**

Γιὰ νὰ προσδιορίσουμε τὶς ἀναλογίες, τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ἀζώτου στὸν ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα, καῖμε ἕνα κομμάτι φωσφόρο μέσα σ' ἕνα σωλήνα, ποὺ περιέχει ὁρισμένο ὄγκο ἀέρα καὶ εἶναι ἀνεστραμένος σ' ἕνα δοχεῖο μὲ νερό. Τὴν ἴδια ἀνάλυση τοῦ ἀέρα μποροῦμε νὰ τὴν κάνουμε καὶ χωρὶς ἀνάφλεξη τοῦ φωσφόρου· ἡ ἕνωση ὅμως τοῦ ὀξυγόνου μὲ τὸ φωσφόρο γίνεται τότε μὲ ρυθμὸ ἀργὸ κ' ἔτσι δὲν ἀντιλαμβανόμαστε τὴ θερμότητα ποὺ ἐκλύεται.

Σὲ σωλήνα (εἰκ. Α) ποὺ περιέχει ὁρισμένο ὄγκο ἀέρα (π.χ. 100 cm^3) βάζομε καὶ ἀφήνομε ἕνα κομμάτι φωσφόρο, ποὺ σιγὰ σιγὰ δεσμεύει τὸ ὀξυγόνο (εἰκ. Β). Μετὰ μερικὲς ὧρες ἀπομένει μόνο ἄζωτο στὸ σωλήνα (79 cm^3).



● ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Σκοπὸς τοῦ σημερινοῦ μας μαθήματος εἶναι νὰ μᾶς βοηθήσει νὰ ἐξοικειωθοῦμε ἐντελῶς μὲ ὁρισμένες βασικὲς ἔννοιες τῆς χημείας, ποὺ συχνὰ ὡς τώρα ἀσχοληθήκαμε μ' αὐτές.

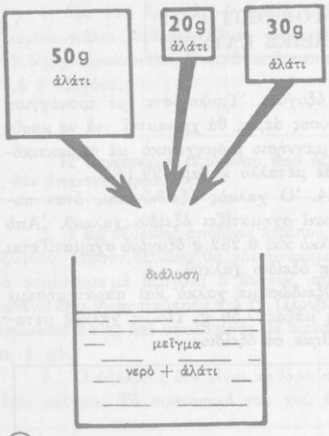
Α. ΦΥΣΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

1 **Ἀνακατεύομε πενήντα γραμμάρια ἁλάτι (χλωριοῦχο νάτριο) σ' ἕνα λίτρο καθαρὸ νερὸ** (εἰκ. 1): τὸ ἁλάτι σὲ λίγο ἐξαφανίζεται, διαλύεται μέσα στὸ νερό. Τὸ ὑγρὸ εἶναι τώρα ἁλατισμένο νερό, ἁλατόνερο.

Ἂν προσθέσουμε ἄλλα 20 g ἁλάτι κ' ἔπειτα ἄλλα 30 g στὸ ἴδιο ὑγρό, τὸ διάλυμα θὰ εἶναι πάλι ἁλατόνερο.

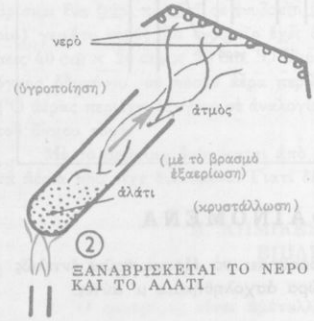
Διάλυμα χλωριούχου νατρίου μποροῦμε νὰ παρασκευάσουμε βάζοντας στὸ νερὸ ὁποιαδήποτε ἀναλογία ἁλατιοῦ, ἀπὸ τὴν πιὸ ἀσήμαντη ἴσαμε ἕνα ἀνώτατο ὅριο (περίπου 360 g ἁλάτι σὲ 1 λίτρο νερό).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



①

ΣΕ ΟΠΟΙΕΣΔΗΠΟΤΕ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ
γίνεται ἡ διάλυση. Μόνος περιορισμὸς εἶναι τὸ ὅριο τοῦ κορεσμοῦ τοῦ διαλύματος (358 g/l σὲ θερμοκρασία 20° C).



②

ΞΑΝΑΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΤΟ ΝΕΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΑΛΑΤΙ

● Βεβαιωνόμαστε γι' αὐτὸ δοκιμάζοντας ἁλατόνερα μὲ διάφορες περιεκτικότητες σὲ ἁλάτι: ὅλα ἔχουν τοῦ ἁλατιοῦ τὴν ἁλμυρὴ γεύση.

Ὥστε οἱ ἰδιότητες τοῦ χλωριούχου νατρίου δὲν ἀλλάζουν, ὅταν τὸ διαλύσουμε στὸ νερό.

● Ἀλλὰ καὶ τὸ νερὸ μένει νερό, ὅταν διαλυθεῖ μέσα του χλωριοῦχο νάτριο.

Γιὰ νὰ βεβαιωθοῦμε, ὑγροποιοῦμε σὲ μιὰ κρύα ἐπιφάνεια τοὺς ἀτμοὺς ποὺ βγαίνουν ἀπὸ τὸ στόμιο ἑνὸς σωλήνα δοκιμαστικοῦ, ὅπου βράζει ἁλατόνερο: οἱ σταγόνες ποὺ παίρνουμε εἶναι καθαρὸ νερὸ (εἰκ. 2).

Κάναμε μ' αὐτὸ τὸν τρόπο ἀπόσταξη καὶ πήραμε ἀποσταγμένο νερό.

● Ἂν συνεχίσουμε τὴ θέρμανση, ὥσπου νὰ ἐξαεριωθεῖ ὅλο τὸ νερὸ τοῦ διαλύματος, θὰ μείνει στὸ σωλήνα ὑπόλειμμα τὸ ἁλάτι. Ἄλλωστε θ' ἀρχίσουμε νὰ διακρίνουμε τὸ ἁλάτι καὶ πρὶν ἐξαεριωθεῖ ὅλο τὸ νερό, γιατὶ τὸ νερὸ δὲν μπορεῖ νὰ συγκρατήσει διαλυμένη ἀπεριόριστη ἀναλογία ἁλατιοῦ· ὅταν λοιπὸν μὲ τὸ βρασμὸ ἐλαττωθεῖ ἀρκετὰ ὁ ὄγκος τοῦ διαλύματος, χωρίζει ἀπὸ μέσα ἀπὸ τὸ ὑγρὸ κρυσταλλικὸ ἁλάτι (εἰκ. 2).

Συμπέρασμα. Τὰ δύο σώματα ποὺ ἀποτελοῦν τὸ ὑδατικὸ διάλυμα τοῦ χλωριούχου νατρίου κράτησαν τὸ καθένα τὶς ἰδιότητές του: λέμε πὼς ἡ διάλυση δὲν ἄλλαξε τὰ χαρακτηριστικὰ γνωρίσματα τῶν δύο σωμάτων ποὺ ἀποτελοῦν τὸ διάλυμα. Τὶς ἰδιότητες τοῦ νεροῦ καὶ τοῦ ἁλατιοῦ δὲν τὶς ἄλλαξαν οὔτε ὁ βρασμὸς τοῦ διαλύματος, οὔτε ἡ ὑγροποίηση τῶν ὑδρατμῶν, οὔτε ἡ κρυστάλλωση τοῦ χλωριούχου νατρίου· λέμε πὼς ἡ διάλυση, ἡ ἐξαερίωση, ἡ ὑγροποίηση, ἡ κρυστάλλωση εἶναι φυσικὰ φαινόμενα.

Γενικά: *ὀνομάζομε* **φυσικὰ φαινόμενα** *τὶς μεταβολὲς ποὺ δὲν ἐπηρεάζουν τὴ φύση τῶν σωμάτων (δὲν τοὺς ἀλλάζουν τὴ σύσταση).*

2 **Ἂς ἀνακατέψουμε ρινίσματα σιδήρου μὲ ἄνθη θείου.**

● Τὰ δύο σώματα μποροῦμε νὰ τὰ ἀνακατέψουμε μὲ ὁποιεσδήποτε ἀναλογίες.

● Στὸ μεῖγμα μποροῦμε μὲ τὸ φακὸ νὰ διακρίνουμε τὸ κίτρινο θεῖο καὶ τὸν σταχτὶ σίδηρο.

● Μποροῦμε ὅμως εὔκολα καὶ νὰ χωρίσουμε τὸ ἕνα ἀπὸ τ' ἄλλο τὰ δύο σώματα μὲ ἕνα ἀπὸ τοὺς ἑπομένους τρόπους:

ἢ ἀφαιροῦμε τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου μὲ μαγνήτη (ὁ σίδηρος δὲν ἔχει χάσει τὴν ἰδιότητά του νὰ μαγνητίζεται)

ἢ διαλύομε τὸ θεῖο σ' ἕνα ὑγρό, ποὺ τὸ λὲν *διθειάνθρακα*, καὶ πού, ὅταν ἔπειτα τὸ ἐξατμίσουμε, ἀφήνει ἕνα κίτρινο κρυσταλλικὸ ὑπόλειμμα. Τὸ κρυσταλλικὸ αὐτὸ σῶμα εἶναι θεῖο: δὲ δυσκολευόμαστε νὰ τὸ διαπιστώσουμε, γιατὶ ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ καίγεται καὶ νὰ σχηματίζει τὸ γνώριμό μας ἀποπνιχτικὸ ἀέριο, τὸ διοξείδιο τοῦ θείου.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Συμπέρασμα : *ἡ ἀνάμειξη (ἀνακάτεμα), ἡ διάλυση, ἡ μαγνήτιση, ἡ κρυστάλλωση δὲν ἄλλαξαν τὶς ἰδιότητες τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ θείου : εἶναι φαινόμενα φυσικά.*

Β. ΧΗΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

1 **Ἂς ἀνακατέψωμε 40 g ἄνθη θείου καὶ 70 g ρινίσματα σιδήρου καὶ ἂς θερμάνουμε** στὸ λύχνο τὸ κάτω μέρος τοῦ σωλήνα (εἰκ. 3): τὸ μεῖγμα γίνεται διάπυρο στὸ μέρος ὅπου θερμαίνεται. Ἀπομακρύνομε ἀμέσως τὸ σωλήνα ἀπὸ τὴ φλόγα : ἡ πύρωση δὲ σταματᾶ· προχωρεῖ σ' ὅλη τὴ μάζα τοῦ μείγματος. Τὸ φαινόμενο ποὺ παρακολουθοῦμε ἐκλύει πολλὴ θερμότητα.

● Ἀφοῦ τελειώσει ἡ ἀντίδραση, βγάζομε ἀπὸ τὸ σωλήνα ἕνα σῶμα στερεό, μὲ χρῶμα σκοῦρο σταχτί, ποὺ δὲ μοιάζει οὔτε μὲ τὸν σίδηρο οὔτε μὲ τὸ θεῖο. Δὲν κατορθώνομε ἄλλωστε νὰ χωρίσουμε τὰ συστατικά του οὔτε μὲ μαγνήτη οὔτε μὲ διθειάνθρακα.

Οἱ ἰδιότητες τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ θείου ἔχουν ἐξαφανιστεῖ.

Τὸ στερεὸ αὐτὸ ποὺ βγάλαμε ἀπὸ τὸ σωλήνα ἔχει ἄλλες ἰδιότητες ἀπὸ τὶς ἰδιότητες τοῦ σιδήρου καὶ τοῦ θείου : μιὰ ἀπ' αὐτὲς εἶναι νὰ ἀναδίνει πολὺ δυσάρεστη ὀσμὴ (σὰν τὰ χαλασμένα αὐγά), ὅταν τὸ βρέξουμε μὲ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ. Τέτοια ἰδιότητα δὲν τὴν ἔχει οὔτε ὁ σίδηρος οὔτε τὸ θεῖο.

Συμπέρασμα : τὸ θεῖο καὶ ὁ σίδηρος ἐξαφανίστηκαν καὶ ἀπὸ τὰ σώματα αὐτὰ σχηματίστηκε ἕνα νέο σῶμα, *ὁ θειοῦχος σίδηρος*. Παρακολουθήσαμε σ' αὐτὸ τὸ πείραμα ἕνα χημικὸ φαινόμενο.

Φαινόμενα χημικὰ εἶναι οἱ μεταβολὲς ποὺ ἀλλοιώνουν ριζικὰ τὰ σώματα ποὺ συμμετέχουν σ' αὐτές.

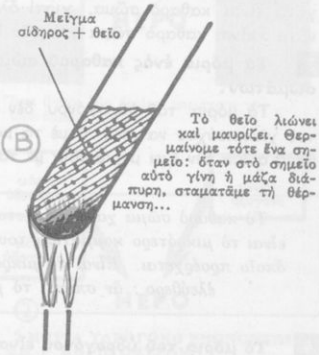
2 **Τὸ θεῖο καὶ ὁ σίδηρος ἀνακατεύονται σὲ ὁποιεσδήποτε ἀναλογίες, γιὰ ν' ἀποτελέσουν μεῖγμα· γιὰ νὰ σχηματίσουν ὅμως νέο σῶμα (θειοῦχο σίδηρο), ἑνώνονται στὴν ἴδια ἀναλογία πάντα :** 4 g θεῖο καὶ 7 g σίδηρος, ἢ 8 g θεῖο καὶ 14 g σίδηρος κ.ο.κ.

Συμπέρασμα : τὰ σώματα ἑνώνονται, γενικότερα ἀντιδροῦν μεταξύ τους, σὲ σταθερὲς ἀναλογίες.

Ἕνα ἀπὸ τὰ χαρακτηριστικὰ τῶν χημικῶν φαινομένων εἶναι ὅτι οἱ ἀναλογίες τῶν σωμάτων ποὺ συμμετέχουν σ' αὐτὰ εἶναι σταθερές.

3 ΕΝΑ ΧΗΜΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ : Η ΕΝΩΣΗ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ ΜΕ ΤΟΝ ΣΙΔΗΡΟ

Στὴν ἀρχὴ θερμαίνομε ἐλαφρὰ ὅλο τὸ μεῖγμα (σίδηρο καὶ θεῖο).



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

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.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 1 - 2 στὴ σελίδα 71.

● ΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΤΟΜΑ

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

ΜΟΡΙΑ

1 **Ὅλα τὰ σώματα (στερεά, ὑγρὰ καὶ ἀέρια) ἀποτελοῦνται ἀπὸ μόρια ὕλης** τόσο μικρά, ὥστε μᾶς εἶναι ἀδύνατο νὰ τὰ διακρίνουμε (1).

2 **Τὰ μόρια ἑνὸς καθαροῦ σώματος εἶναι ἀπαράλλαχτα μεταξύ τους:**

Τὸ ὑδρογόνο εἶναι καθαρὸ σῶμα, γιατὶ ὅλα του τὰ μόρια εἶναι ἴδια μεταξύ τους· τὸ ὀξυγόνο εἶναι καθαρὸ σῶμα, γιατὶ ὅλα του τὰ μόρια εἶναι ἴδια μεταξύ τους· τὸ χλωριοῦχο νάτριο εἶναι καθαρὸ σῶμα γιὰ τὸν ἴδιο λόγο.

3 **Τὰ μόρια ἑνὸς καθαροῦ σώματος διαφέρουν ἀπὸ τὰ μόρια τῶν ἄλλων καθαρῶν σωμάτων.**

Τὰ μόρια τοῦ ὑδρογόνου δὲν εἶναι ἴδια μὲ τὰ μόρια τοῦ ὀξυγόνου οὔτε μὲ τὰ μόρια τοῦ χλωριούχου νατρίου ἢ μὲ τὰ μόρια ὁποιουδήποτε ἄλλου καθαροῦ σώματος. Κανένα καθαρὸ σῶμα δὲν ἔχει μόρια ἴδια μὲ τὰ μόρια ἄλλου καθαροῦ σώματος.

Τὸ καθαρὸ σῶμα χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ μόριό του. Τὸ μόριο ἑνὸς καθαροῦ σώματος εἶναι τὸ μικρότερο κομματάκι του, ποὺ διατηρεῖ τὶς ἴδιες ἰδιότητες μὲ τὸ σῶμα, ἀπ' τὸ ὁποῖο προέρχεται. Εἶναι τὸ μικρότερο κομματάκι τοῦ σώματος ποὺ μπορεῖ νὰ ὑπάρξει ἐλεύθερο: ἂν σπάσει τὸ μόριο, ἐξαφανίζονται οἱ ἰδιότητες τοῦ σώματος.

4 **Τὸ μόριο τοῦ ὑδρογόνου εἶναι τὸ ἐλαφρότερο ἀπὸ ὅλα τὰ μόρια.**

Ἑνῶ ὅμως ἔχει μάζα 16 φορὲς μικρότερη ἀπὸ τὴ μάζα τοῦ μορίου τοῦ ὀξυγόνου, συμβαίνει τὸ παράξενο νὰ περιέχονται σὲ 1 cm^3 ὑδρογόνο τόσα μόρια, ὅσα εἶναι τὰ μόρια ὀξυγόνου ποὺ περιέχονται σὲ 1 cm^3 τοῦ ἀερίου αὐτοῦ (σὲ ἴδιες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως). Καὶ γενικὰ σὲ ὅλα τὰ ἀέρια συμβαίνει τὸ ἴδιο:

σὲ ἴδιες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως, ἴσοι ὄγκοι ἀερίων περιέχουν τὸν ἴδιο ἀριθμὸ μορίων.

---

(1) Ὅπως, κοιτάζοντας ἀπὸ μακριά, δὲν μποροῦμε νὰ διακρίνουμε τοὺς κόκκους σ' ἕνα σωρὸ ἀπὸ ἄμμο. Αὐτὴ ὅμως ἡ παρομοίωση θὰ μᾶς φανεῖ χοντροειδής, ὅταν μάθουμε πῶς τὰ μόρια εἶναι τόσο μικρά, ὥστε, ἂν ἦταν δυνατὸ ν' ἀραδιάσουμε ἀπὸ τὴ γῆ ὡς τὸν ἥλιο (περίπου 150.000.000 χιλιόμετρα) μόρια ὀξυγόνου π.χ., σὲ ἀπόσταση ἑνὸς χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου τὸ ἕνα ἀπὸ τ' ἄλλο, θὰ μᾶς ἀρκοῦσαν τὰ μόρια ποὺ χωροῦν σὲ ὄγκο ἀερίου 6/1000 cm^3.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

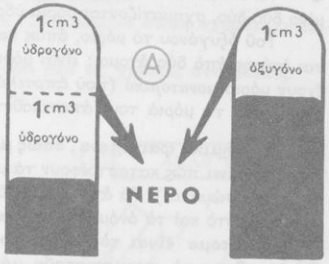
5 **Ἄς ξαναθυμηθοῦμε ὅτι, γιὰ νὰ σχηματιστεῖ νερὸ ἀπὸ τὰ συστατικά του** (πείραμα εὐδιομέτρου), ἑνώθηκαν 2 ὄγκοι ὑδρογόνο μὲ 1 ὄγκο ὀξυγόνο, π.χ. 2 cm^3 ὑδρογόνο μὲ 1 cm^3 ὀξυγόνο (εἰκ. 1Α).

Τώρα ξέρομε πὼς στοὺς 2 ὄγκους τοῦ ὑδρογόνου περιέχεται διπλάσιος ἀριθμὸς μορίων παρὰ στὸν 1 ὄγκο τοῦ ὀξυγόνου. Δεχόμαστε λοιπὸν ὅτι 2ν μόρια ὑδρογόνου ἑνώνονται μὲ ν μόρια ὀξυγόνου, γιὰ νὰ σχηματιστεῖ νερὸ (εἰκ. 1 Β):

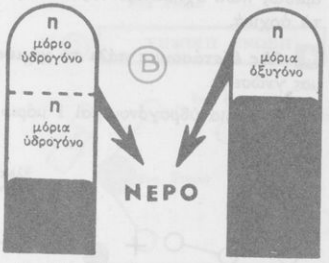
2ν μόρια ὑδρογόνου + ν μόρια ὀξυγόνου → νερὸ

ἢ ὅτι

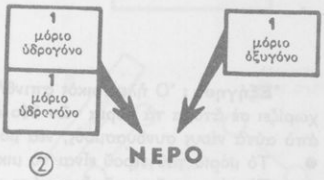
2 μόρια ὑδρογόνου ἑνώνονται μὲ 1 μόριο ὀξυγόνου, γιὰ νὰ σχηματισθεῖ νερὸ (εἰκ. 2).



① 2cm³ ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΕΝΩΝΟΝΤΑΙ ΜΕ 1cm³ ΟΞΥΓΟΝΟ



Ἴσοι ὄγκοι δύο ἀερίων περιέχουν τὸν ἴδιο ἀριθμὸ μορίων.



② 2 ΜΟΡΙΑ ΥΔΡΟΓΟΝΟ ΕΝΩΝΟΝΤΑΙ ΜΕ 1 ΜΟΡΙΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

ΑΤΟΜΑ

6 **Ὕστερα ἀπὸ ὅσα μάθαμε σήμερα, φυσικὸ εἶναι νὰ ἀναρωτηθοῦμε: ἀπὸ τί ἀποτελοῦνται τὰ μόρια;**

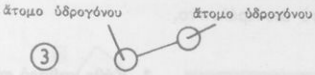
Ἀπὸ τί ἀποτελεῖται π.χ. τὸ μόριο τοῦ ὑδρογόνου, ποὺ εἶναι ἁπλὸ σῶμα, καὶ ἀπὸ τί ἀποτελεῖται τὸ μόριο τοῦ νεροῦ, ποὺ εἶναι χημικὴ ἕνωση;

Τὴν ἀπάντηση στὸ ἐρώτημα αὐτὸ τὴν ἔχουν δώσει πρὶν ἀπὸ πολλὰ χρόνια οἱ ἐπιστήμονες.

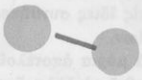
● Τὸ μόριο τοῦ ὑδρογόνου τὸ ἀποτελοῦν δύο στοιχειώδη σωμάτια, ἑνωμένα μεταξύ τους, ποὺ τὰ ὀνομάζομε **ἄτομα** ὑδρογόνου. Τὰ ἄτομα αὐτὰ εἶναι ἴδια μεταξύ τους. Τὰ σχεδιάζομε (εἰκ. 3) σὰ δύο ὅμοιες μικρὲς σφαῖρες καί, γιὰ νὰ παραστήσουμε τὸ μόριο τοῦ ὑδρογόνου, συνδέομε τὶς δύο σφαῖρες μὲ μιὰ γραμμή. Δὲν πρέπει βέβαια νὰ νομίσουμε ὅτι αὐτὸ τὸ σχέδιο ἀνταποκρίνεται στὴν πραγματικότητα: τὸ χρησιμοποιοῦμε, γιατὶ πάντα ἡ παρομοίωση μιᾶς ἄγνωστης ἔννοιας μὲ κάτι γνωστὸ μᾶς βοηθάει νὰ τὴν καταλάβουμε καλύτερα.

Μὲ ὅμοιο τρόπο παριστάνομε καὶ τὸ μόριο τοῦ ὀξυγόνου, ποὺ καὶ αὐτὸ τὸ ἀποτελοῦν δύο ἴδια καὶ ἑνωμένα μεταξύ τους ἄτομα ὀξυγόνου (εἰκ. 4).

● Τὰ ἄτομα εἶναι τόσο μικρά, ποὺ μᾶς φαίνεται δύσκολο νὰ μιλήσουμε γιὰ τὸ μέγεθός τους. Ἔχει ὅμως ὑπολογιστεῖ πὼς ἡ διάμετρος ἑνὸς ἀτόμου εἶναι τῆς τάξης τοῦ ἑκατοντάκις ἑκατομμυριοστοῦ τοῦ ἑκατοστομέτρου. Ὑπολογίζεται πὼς τὸ ἀνθρώπινο σῶμα περιέχει πάνω ἀπὸ 10^{27} ἄτομα (1).



③ ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΜΟΡΙΟΥ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ



④ ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΜΟΡΙΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

Κάθε κύκλος ἀντιπροσωπεύει ἕνα ἄτομο. Ἡ παράσταση αὐτὴ εἶναι καθαρὰ συμβατική.

(1) 10^{27} εἶναι ὁ ἀριθμὸς 1 ποὺ τὸν ἀκολουθοῦν 27 μηδενικά.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

● Τὰ ἄτομα τοῦ ὑδρογόνου δὲν ὑπάρχουν ἐλεύθερα στὴ φύση [1]. Βρίσκονται πάντα ἑνωμένα δύο δύο, σχηματίζοντας μόρια ὑδρογόνου ἢ καὶ ἑνωμένα μὲ ἄτομα ἄλλων ἁπλῶν σωμάτων.

Τοῦ ὀξυγόνου τὸ μόριο, ὅπως καὶ τὰ μόρια διαφόρων ἄλλων ἁπλῶν σωμάτων, ἀποτελεῖται ἐπίσης ἀπὸ δύο ἄτομα : εἶναι μόριο *διατομικό*. Ὑπάρχουν ὅμως πολλὰ ἁπλὰ σώματα ποὺ ἔχουν μόριο *μονατομικό* (ποὺ ἀποτελεῖται δηλαδὴ ἀπὸ ἕνα μόνο ἄτομο) καὶ σπάνια ἁπλὰ σώματα, ποὺ τὰ μόριά τους ἀποτελοῦνται ἀπὸ περισσότερα ἀπὸ δύο ἄτομα.

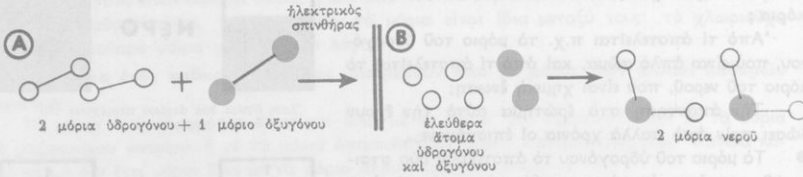
7 **Τὰ χημικὰ φαινόμενα, ὅπως μᾶς εἶναι γνωστό, ἀλλάζουν τὴ φύση τῶν σωμάτων** : αὐτὸ σημαίνει πὼς καταστρέφουν τὰ μόρια (ἀφοῦ τὰ μόρια εἶναι ἐκεῖνα ποὺ διατηροῦν τὶς ἰδιότητες τοῦ σώματος). Τὰ ἄτομα ὅμως δὲν τὰ καταστρέφει οὔτε τὰ μεταβάλλει τὸ χημικὸ φαινόμενο, γι' αὐτὸ καὶ τὰ ὀνόμασαν ἄτομα τὰ στοιχειώδη αὐτὰ σωμάτια ὕλης [2].

Τὸ ἄτομο εἶναι τὸ μικρότερο τμῆμα ὕλης ποὺ μπορεῖ νὰ συνδυαστεῖ μὲ ἄλλα ἄτομα, ὥστε νὰ σχηματιστοῦν μόρια.

● Ὅταν σπάζει τὸ μόριο, τὰ ἄτομα ποὺ τὸ ἀποτελοῦσαν ἐλευθερώνονται, ἀλλὰ ἑνώνονται ἀμέσως πάλι σχηματίζοντας ἄλλους ἀπὸ τοὺς ἀρχικοὺς συνδυασμούς : μόρια διαφορετικὰ ἀπὸ τὰ ἀρχικά.

8 **Ἂς ἐξετάσουμε πάλι τὸ χημικὸ φαινόμενο τῆς σύνθεσης τοῦ νεροῦ** μὲ τὶς σημερινές μας γνώσεις :

2 μόρια ὑδρογόνου καὶ 1 μόριο ὀξυγόνου ἑνώνονται καὶ σχηματίζουν νερό :



Ἐξήγηση : Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρας προκαλεῖ χημικὴ ἀντίδραση (χημικὸ φαινόμενο), ποὺ χωρίζει σὲ ἄτομα τὰ μόρια τῶν δύο ἀερίων καὶ ξαναενώνει τὰ ἐλεύθερα ἄτομα, σχηματίζοντας ἀπὸ αὐτὰ νέους συνδυασμούς, νέα μόρια : μόρια νεροῦ.

● Τὸ μόριο τοῦ νεροῦ εἶναι τὸ μικρότερο τμῆμα του, ποὺ διατηρεῖ τὶς ἰδιότητες τοῦ νεροῦ.

● Τὰ μόρια τοῦ νεροῦ εἶναι τόσο μικρά, ὥστε ἔχει ὑπολογιστεῖ πὼς 33 δισεκατομμύριά τους πιάνουν χῶρο ἴσο πρὸς τὸν ὄγκο ἑνὸς κύβου πλευρᾶς ἑνὸς χιλιοστοῦ τοῦ χιλιοστομέτρου. Παραπάνω ἀπὸ δέκα αἰῶνες θὰ ἀπαιτοῦσε τὸ μέτρημα τῶν μορίων αὐτῶν, μὲ ρυθμὸ ἑνὸς μορίου τὸ δευτερόλεπτο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Κάθε καθαρὸ σῶμα ἀποτελεῖται ἀπὸ μόρια ἴδια μεταξύ τους. Τὰ μόρια τοῦ κάθε καθαροῦ σώματος διαφέρουν ἀπὸ τὰ μόρια τῶν ἄλλων καθαρῶν σωμάτων. Τὸ μόριο εἶναι τὸ μικρότερο κομματάκι ἑνὸς σώματος ποὺ μπορεῖ νὰ ὑπάρξει ἐλεύθερο.

2. Στὶς ἴδιες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως ἴσοι ὄγκοι ἀερίων περιέχουν τὸν ἴδιο ἀριθμὸ μορίων.

3. Τὰ μόρια ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἄτομα. Τὸ ἄτομο εἶναι τὸ μικρότερο τμῆμα ὕλης ποὺ μπορεῖ νὰ ἑνωθεῖ μὲ ἄλλα ἄτομα, γιὰ νὰ σχηματισθεῖ μόριο.

---

(1) Παρὰ μόνο γιὰ ἕνα ἀσύλληπτα μικρὸ κλάσμα τοῦ δευτερολέπτου.
(2) Ἀπὸ τὸ ρῆμα τέμνω = κόβω καὶ τὸ στερητικὸ α.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

4. Τὰ μόρια ἑνὸς ἁπλοῦ σώματος ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἄτομα ἴδια μεταξύ τους. Τὰ μόρια μιᾶς χημικῆς ἑνώσεως ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο ἢ περισσότερα εἴδη ἀτόμων.

5. Τὸ χημικὸ φαινόμενο σπάζει τὰ μόρια καὶ μὲ τὰ ἐλευθερωμένα ἄτομα σχηματίζει ἄλλα μόρια, διαφορετικὰ ἀπὸ τὰ ἀρχικά.

6. Τὰ ἄτομα δὲν καταστρέφονται οὔτε μεταβάλλονται ἀπὸ τὶς χημικὲς ἀντιδράσεις.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 3 καὶ 4 στὴ σελίδα 71.

● ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΟ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΑΤΟΜΟ

Α. ΑΠΛΑ ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

1 **Μὲ τὶς γνώσεις μας ἀπὸ τὸ προηγούμενο μάθημα καταλαβαίνομε καλύτερα τὴ διάκριση τῶν καθαρῶν σωμάτων σὲ ἁπλὰ σώματα καὶ σὲ χημικὲς ἑνώσεις.**

● Τὸ μόριο τοῦ ἁπλοῦ σώματος, π.χ. τοῦ ὑδρογόνου, ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄτομα ἴδια μεταξύ τους (εἰκ. 1):

Καμμιὰ χημικὴ ἀντίδραση δὲν κατορθώνει νὰ διασπάσει σὲ ἄλλα σώματα ἢ νὰ συνθέσει ἀπὸ ἄλλα τὸ ἁπλὸ σῶμα.

Παραδείγματα : τὸ ὑδρογόνο, τὸ ὀξυγόνο.

● Τὸ μόριο τῆς χημικῆς ἑνώσεως ἀποτελεῖται ἀπὸ διάφορα εἴδη ἀτόμων. Π.χ. τὸ μόριο τοῦ νεροῦ ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο εἰδῶν ἄτομα (εἰκ. 2) :

Τὴ χημικὴ ἕνωση μποροῦμε μὲ χημικὲς ἀντιδράσεις νὰ τὴ συνθέσουμε ἀπὸ ἄτομα ἁπλῶν σωμάτων καὶ νὰ τὴ διασπάσουμε σὲ ἁπλὰ σώματα.

Παράδειγμα : τὸ νερό.

Β. ΚΑΘΑΡΑ ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΓΜΑΤΑ

2 **Καθαρὰ σώματα :** Κάθε σῶμα καθαρὸ ἀποτελεῖται ἀπὸ μόρια ἴδια μεταξύ τους.

Τὸ ἁπλὸ σῶμα ὑδρογόνο εἶναι καθαρὸ σῶμα : ὅλα του τὰ μόρια εἶναι ἴδια μεταξύ τους (εἰκ. 3Α).

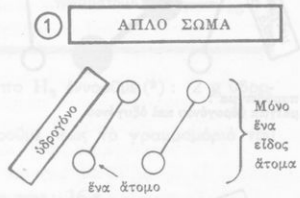
Ἡ χημικὴ ἕνωση νερὸ εἶναι καθαρὸ σῶμα : τὰ σύνθετα μόριά του εἶναι ἴδια μεταξύ τους (εἰκ. 3Β).

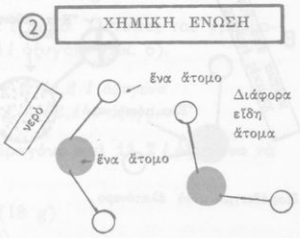
3 **Μείγματα :** Τὸ μεῖγμα περιέχει δύο ἢ περισσότερα εἴδη μορίων (εἰκ. 4Α).

Τὸ ἀλατόνερο περιέχει μόρια νεροῦ καὶ μόρια χλωριούχου νατρίου (εἰκ. 4Β) : εἶναι μεῖγμα.

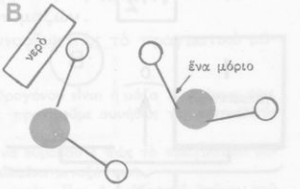
Τὸ καθαρὸ σῶμα ἀποτελεῖται ἀπὸ ἴδια μεταξύ τους μόρια.

Τὸ μεῖγμα περιέχει μόρια διαφόρων καθαρῶν σωμάτων.





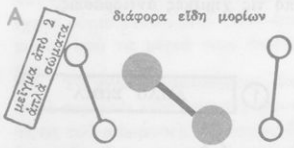
Τὸ ὑδρογόνο εἶναι σῶμα καθαρὸ ἁπλὸ



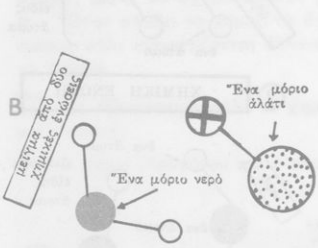
Τὸ νερὸ εἶναι σῶμα καθαρό· εἶναι χημικὴ ἕνωση.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

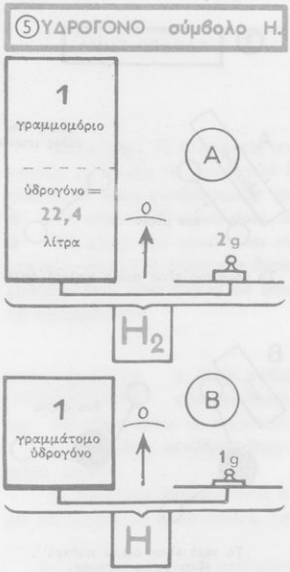
④ ΜΕΙΓΜΑΤΑ...



παράδειγμα :
μείγμα ύδρογόνου καὶ ὀξυγόνου



Παράδειγμα : τὸ ἁλατόνερο



Γ. ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΟ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΑΤΟΜΟ

4 Μοριακὸς ὄγκος. Γραμμομόριο.

Ἄς ξαναγυρίσουμε τώρα σὲ ποσότητες σωμάτων, ποὺ μποροῦμε μὲ τὰ συνηθισμένα μέσα νὰ τὶς ζυγίσουμε ἢ νὰ τοὺς μετρήσουμε τὸν ὄγκο.

Δὲν μποροῦμε βέβαια νὰ κάνουμε τὶς μετρήσεις αὐτὲς παίρνοντας γιὰ μονάδες ὄγκου ἢ μάζας τὸν ὄγκο ἢ τὴ μάζα τῶν μορίων τῶν διαφόρων σωμάτων, ποὺ ξέρουμε πόσο μικρὰ εἶναι (1).

Διαλέγομε λοιπὸν ἕνα πολλαπλάσιο τοῦ μορίου, N μόρια, καὶ παίρνομε γιὰ κάθε καθαρὸ σῶμα μονάδα μάζας τὴ μάζα N μορίων του. Ὁ ἀριθμὸς N εἶναι πολὺ μεγάλος : $N = 6{,}023 \times 10^{23}$ (2). Εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων ποὺ περιέχεται σὲ 22,4 l ὁποιουδήποτε ἀερίου στὶς κανονικὲς συνθῆκες (θερμοκρασία 0^0 C καὶ πίεση 760 mm Hg) (3). Τὸν ὄγκο 22,4 l τὸν ὀνομάζομε *μοριακὸ ὄγκο*. Τὴ μονάδα μάζας τοῦ καθαροῦ σώματος, δηλαδὴ τὴ μάζα N μορίων του, τὴν ὀνομάζομε *γραμμομόριο* τοῦ σώματος. Τὸ γραμμομόριο τὸ συμβολίζομε μὲ τὴ λέξη mole.

5 Γνωρίζοντας τὴ μάζα τοῦ λίτρου ἑνὸς ἀερίου (δηλαδὴ τὴν ἀπόλυτη πυκνότητα τοῦ ἀερίου), εὔκολα ὑπολογίζομε τὸ γραμμομόριό του.

Παραδείγματα ὑπολογισμοῦ :

α. 1 λίτρο ὑδρογόνο (σὲ θερμοκρασία 0^0 C καὶ πίεση 760 mm Hg) ζυγίζει 0,089 g.

Τὸ γραμμομόριο λοιπὸν τοῦ ὑδρογόνου εἶναι : $0{,}089\ g/l \times 22{,}4\ l = 2$ g (εἰκ. 5A).

β. 1 λίτρο ὀξυγόνο (σὲ θερμοκρασία 0^0 C καὶ πίεση 760 mm Hg) ζυγίζει 1,429 g.

Τὸ γραμμομόριο λοιπὸν τοῦ ὀξυγόνου εἶναι : $1{,}429\ g/l \times 22{,}4\ l = 32$ g.

6 Γραμμάτομο. Σύμβολο γραμματόμου καὶ τύπος γραμμομορίου.

Ἔχομε μάθει πὼς τὸ μόριο τοῦ ὑδρογόνου ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἄτομα. Ξεκινώντας ἀπ' αὐτό, θεωροῦμε πὼς τὸ γραμμομόριο τοῦ ὑδρογόνου ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἴσα μέρη, ἀπὸ 2 *γραμμάτομα*.

Τὸ γραμμάτομο τοῦ ὑδρογόνου εἶναι λοιπὸν ἡ

---

(1) Τὴν ἀπόσταση ἀπὸ μιὰ πόλη σὲ ἄλλη, π.χ. ἀπὸ τὴν Ἀθήνα στὴ Θεσσαλονίκη, τὴ μετρᾶμε μὲ μονάδα τὸ χιλιόμετρο καὶ ὄχι τὸ μέτρο.

(2) Δηλαδὴ N = 602.300 δισεκατομμύρια - δισεκατομμύρια. Ὁ ἀριθμὸς αὐτὸς ὀνομάζεται ἀριθμὸς τοῦ Avogadro.

(3) Μὴν ξεχνᾶμε πὼς ἴσοι ὄγκοι ἀερίων, σὲ ἴδιες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως, περιέχουν ἴδιον ἀριθμὸ μορίων (βλ. προηγούμενο κεφάλαιο, παραγρ. 4).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

μάζα $\frac{N}{2}$ μορίων του [1], εἶναι 1 g ὑδρογόνο (εἰκ. 5Β).

Ὁ ὄγκος τοῦ γραμματόμου εἶναι

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

Γιὰ συντομία συμβολίζομε τὸ γραμμάτομο τοῦ ὑδρογόνου, ἀλλὰ καὶ τὸν ὄγκο τοῦ γραμματόμου, μὲ τὸ γράμμα Η καὶ τὸ γραμμομόριο τοῦ ὑδρογόνου καθὼς καὶ τὸν μοριακὸ ὄγκο του μὲ τὸν τύπο H_2.

Ὥστε γράφοντας τὸ σύμβολο Η ἐννοοῦμε: 1 g ὑδρογόνο ἢ 11,2 l τοῦ ἀερίου αὐτοῦ καὶ γράφοντας τὸν τύπο H_2 ἐννοοῦμε [2]: 2 g ὑδρογόνο ἢ 22,4 l του (εἰκ. 5Α καὶ 5Β).

Ὅπως γιὰ τὸ ὑδρογόνο, ἔτσι καὶ γιὰ τὸ ὀξυγόνο: θεωροῦμε πὼς τὸ γραμμομόριό του τὸ ἀποτελοῦν δύο γραμμάτομα ὀξυγόνου.

Τὸ γραμμάτομο τοῦ ὀξυγόνου εἶναι ἡ μάζα $\frac{N}{2}$ μορίων του: 16 g.

Γράφοντας τὸ σύμβολο Ο ἐννοοῦμε 16 g ὀξυγόνο ἢ 11,2 l ἀέριο. Ὁ τύπος τοῦ γραμμομορίου τοῦ ὀξυγόνου O_2 ἀντιπροσωπεύει 32 g ὀξυγόνο ἢ 22,4 l ὀξυγόνο (εἰκ. 6).

H : 1 g ἢ 11,2 l ὑδρογόνο — *O : 16 g ἢ 11,2 l ὀξυγόνο*

H_2 : 2 g ἢ 22,4 l ὑδρογόνο — *O_2 : 32 g ἢ 22,4 l ὀξυγόνο*

7 **Μποροῦμε τώρα τὴ σύνθεση τοῦ νεροῦ ἀπὸ 22,4 l ὑδρογόνο καὶ 11,2 l ὀξυγόνο** νὰ τὴν ἐκφράσουμε:

2 g ὑδρογόνο (22,4 l) + 16 g ὀξυγόνο (11,2 l) ⟶ νερὸ (18 g) (ὑγρὸ)

ἢ $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow$ νερὸ (18 g)

8 **Ἀτομικὴ μάζα. Μοριακὴ μάζα.**

Ἀφοῦ $\frac{N}{2}$ μόρια, δηλαδὴ Ν ἄτομα ὑδρογόνου ζυγίζουν 16 φορὲς λιγότερο ἀπὸ $\frac{N}{2}$ μόρια ἢ Ν ἄτομα ὀξυγόνου, πρέπει νὰ παραδεχτοῦμε πὼς 1 *πραγματικὸ ἄτομο* ὑδρογόνου εἶναι 16 φορὲς ἐλαφρότερο ἀπὸ 1 *πραγματικὸ ἄτομο* ὀξυγόνου.

Λέμε λοιπὸν πὼς τὸ ὀξυγόνο ἔχει *ἀτομικὴ μάζα* 16, ἐνῶ τὸ ὑδρογόνο ἔχει ἀτομικὴ μάζα 1.

Προσοχή: Οἱ ἀριθμοὶ 16 καὶ 1 δὲν ἀντιπροσωπεύουν μάζες τῶν ἀτόμων ὀξυγόνου καὶ ὑδρογόνου [3]· δείχνουν μόνο τὴ σχέση ποὺ ὑπάρχει μεταξὺ τῶν μαζῶν τῶν δύο ἀτόμων. Λέγοντας δηλαδὴ πὼς τὸ ὑδρογόνο ἔχει ἀτομικὴ μάζα 1, ἐννοοῦμε πὼς ἡ μάζα τοῦ πραγματικοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ἴση μὲ 1/16 τῆς μάζας τοῦ πραγματικοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου. **Αὐτὴ τὴν ποσότητα, τὸ 1/16 τῆς μάζας ἑνὸς ἀτόμου ὀξυγόνου, τὴ χρησιμοποιοῦμε σὰ μονάδα γιὰ τὴ μέτρηση τῶν ἀτομικῶν καὶ τῶν μοριακῶν μαζῶν.**

Λέμε ἐπίσης πὼς τὸ ὑδρογόνο ἔχει μοριακὴ μάζα 2 καὶ ἐννοοῦμε πὼς τὸ πραγματικὸ μό-

---

(1) Θὰ μπορούσαμε βέβαια καὶ νὰ ποῦμε πὼς τὸ γραμμάτομο τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ἡ μάζα Ν ἀτόμων του. Γιὰ νὰ μὴν ξεχνοῦμε ὅμως πὼς ἄτομα ὑδρογόνου δὲν ὑπάρχουν ἐλεύθερα, προτιμοῦμε συνήθως τὸν ὁρισμὸ τῆς παρ. 6.

(2) Τὸ γραμμομόριο τοῦ ὑδρογόνου τὸ γράφομε H_2 καὶ ὄχι 2Η, γιὰ νὰ θυμόμαστε πὼς τὸ πραγματικὸ μόριο τοῦ ὑδρογόνου εἶναι διατομικό, ἀποτελεῖται δηλαδὴ ἀπὸ δύο ἄτομα ἑνωμένα μεταξύ τους.

(3) Οἱ μάζες τῶν πραγματικῶν ἀτόμων εἶναι σχεδὸν ἀσύλληπτα μικρές. Π.χ. ἡ μάζα τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου $= \frac{16}{6,023 \times 10^{23}}$ g.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ριο τοῦ ὑδρογόνου (ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ 2 ἄτομα) ἔχει μάζα διπλάσια ἀπὸ τὴ μάζα τοῦ πραγματικοῦ ἀτόμου τοῦ στοιχείου αὐτοῦ. Ἔτσι καὶ τὸ ὀξυγόνο ἔχει μοριακὴ μάζα 32, γιατὶ τὸ πραγματικό του μόριο (ἀφοῦ ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἄτομα) ἔχει μάζα διπλάσια ἀπὸ τὴ μάζα τοῦ πραγματικοῦ του ἀτόμου, ποὺ ξέρομε πὼς εἶναι 16 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μάζα τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Καθαρὸ εἶναι ἕνα σῶμα, ἂν ὅλα του τὰ μόρια εἶναι ἴδια μεταξύ τους. Τὰ καθαρὰ σώματα τὰ διακρίνομε σὲ ἁπλὰ σώματα καὶ σὲ χημικὲς ἑνώσεις.

Τὸ μόριο τοῦ ἁπλοῦ σώματος ἀποτελεῖται ἀπὸ ἴδια μεταξύ τους ἄτομα, ἐνῶ δύο ἢ περισσότερα εἴδη ἀτόμων ἀποτελοῦν τὸ μόριο τῆς χημικῆς ἑνώσεως.

2. Τὸ μεῖγμα περιέχει διάφορα εἴδη μορίων.

3. Γραμμομόριο ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ μάζα $6{,}023 \times 10^{23}$ μορίων του. Γραμμάτομο εἶναι ἡ μάζα $6{,}023 \times 10^{23}$ ἀτόμων του.

4. Σὲ θερμοκρασία 0^0 C καὶ πίεση 760 mm Hg, τὸ γραμμομόριο ἑνὸς ἀερίου ἔχει ὄγκο 22,4 *l*. Ὁ ὄγκος αὐτὸς λέγεται μοριακὸς ὄγκος.

5. Τὸ σύμβολο Η ἀντιπροσωπεύει τὸ γραμμάτομο τοῦ ὑδρογόνου, εἶναι δηλαδὴ 1 g ἢ 11,2 *l* ὑδρογόνο. Τὸ σύμβολο Ο ἀντιπροσωπεύει τὸ γραμμάτομο τοῦ ὀξυγόνου, εἶναι δηλαδὴ 16 g ἢ 11,2 *l* ὀξυγόνο.

Οἱ τύποι H_2 καὶ O_2 ἀντιπροσωπεύουν, ἀντίστοιχα, τὰ γραμμομόρια τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ ὀξυγόνου καθὼς καὶ τὸ μοριακὸ ὄγκο τῶν ἀερίων αὐτῶν.

6. Λέγοντας πὼς τὸ ὀξυγόνο ἔχει ἀτομικὴ μάζα 16 καὶ τὸ ὑδρογόνο ἔχει ἀτομικὴ μάζα 1, ἐννοοῦμε ὅτι ἡ μάζα τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ἴση μὲ τὸ 1/16 τῆς μάζας τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου.

Τὸ ὑδρογόνο ἔχει μοριακὴ μάζα 2 καὶ τὸ ὀξυγόνο ἔχει μοριακὴ μάζα 32.

7. Τὴν ποσότητα 1/16 τῆς μάζας ἑνὸς ἀτόμου ὀξυγόνου τὴ χρησιμοποιοῦμε σὰν μονάδα, γιὰ τὴ μέτρηση τῶν ἀτομικῶν καὶ τῶν μοριακῶν μαζῶν.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 5 - 8 στὶς σελίδες 71 καὶ 72.

● Ο ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow \text{νερὸ}$$

$$2\,g + 16\,g = 18\,g$$

$$22{,}4\,l \quad 11{,}2\,l$$

① ΤΥΠΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

1 γραμμομόριο H_2O

Στὸ τελευταῖο μάθημα παραστήσαμε τὴ σύνθεση τοῦ νεροῦ μὲ τὸν ἑπόμενο τρόπο :

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow \text{νερὸ}$$

$$2\,g + 16\,g \longrightarrow 18\,g$$

$$(22{,}4\,l) \quad (11{,}2\,l)$$

1 **Γιὰ νὰ παραστήσουμε τὰ 18 g νερὸ** ποὺ σχηματίζονται ἀπὸ τὴν ἀντίδραση αὐτή, γράφομε H_2O : αὐτὸς εἶναι *ὁ χημικὸς τύπος* τοῦ νεροῦ. Τὰ 18 g ποὺ ἀντιπροσωπεύει εἶναι τὸ γραμμομόριο τοῦ νεροῦ (ἢ mole) (1) (εἰκ. 1). Ἡ μοριακὴ μάζα τοῦ νεροῦ εἶναι 18 (ἔχει δηλαδὴ τὸ μόριο τοῦ νεροῦ μάζα ἴση μὲ τὰ $\frac{18}{16}$ τῆς μάζας ἑνὸς ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου).

(1) Προσοχή! Δὲν πρέπει νὰ συγχέουμε τὸ γραμμομόριο μὲ τὸ μόριο. Ἕνα γραμμομόριο (ἕνα mole) εἶναι ἕνα πακέτο μὲ $6{,}023.10^{23}$ μόρια.

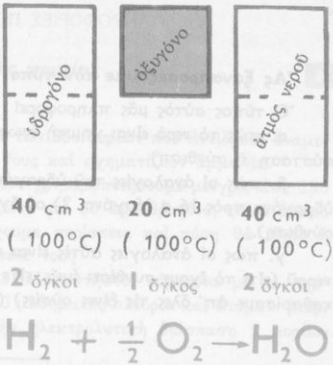
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Συμπληρώνομε τώρα τὴ χημικὴ ἀντίδραση τῆς σύνθεσης τοῦ νεροῦ :

α. χημικὴ ἀντίδραση $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$

β. μάζες 2 g + 16 g = 18 g

γ. ὄγκοι ἀερίων 22,4 *l* 11,2 *l* ὑγρό



② ΟΙ ΟΓΚΟΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΣΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

2 Παρατήρηση : Ὁ μοριακὸς ὄγκος, ἴσος μὲ 22,4 *l*, χρησιμοποιεῖται, κατὰ κάποιο τρόπο, στὴ Χημεία σὰν μονάδα ὄγκου. Πρέπει νὰ θυμόμαστε πὼς ἡ μονάδα αὐτὴ ἀφορᾶ μόνο τὰ σώματα ποὺ βρίσκονται σὲ ἀέρια κατάσταση καὶ εἶναι 22,4 *l*, μόνο ὅταν ἡ θερμοκρασία ποὺ βρίσκεται τὸ ἀέριο εἶναι 0^0 C καὶ ἡ πίεση 760 mm Hg. Δὲν ἔχει ὅμως ἐφαρμογή, ὅταν τὸ σῶμα βρίσκεται σὲ ὑγρὴ ἢ σὲ στερεὴ κατάσταση. Π.χ. ὁ ὄγκος ἑνὸς γραμμομορίου νεροῦ (18 g) σὲ ὑγρὴ κατάσταση δὲν εἶναι 22,4 *l* (22 400 cm^3), ἀλλὰ μονάχα 18 cm^3, δηλαδὴ 0,018 *l*. (Δεχόμαστε πὼς 1 g νερὸ ἔχει ὄγκο 1 cm^3).

3 Ἂς ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα γιὰ τὴ σύνθεση τοῦ νεροῦ φροντίζοντας νὰ βρίσκεται τὸ εὐδιόμετρο ἀπὸ τὴν ἀρχὴ ὡς τὸ τέλος τοῦ πειράματος (καὶ τῶν μετρήσεων) σὲ θερμοκρασία 100^0 C. Στὶς συνθῆκες αὐτὲς τὸ νερὸ ποὺ σχηματίζεται ἀπὸ τὴν ἀντίδραση θὰ εἶναι σὲ ἀέρια κατάσταση.

Τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ πειράματος ἴσως μᾶς φανεῖ παράξενο : **ὁ ὄγκος τῶν ἀτμῶν τοῦ νεροῦ εἶναι μικρότερος ἀπὸ τὸ ἄθροισμα τῶν ὄγκων τῶν δύο ἀερίων ποὺ τοὺς σχημάτισαν :**

2 ὄγκοι ὑδρογόνο	1 ὄγκος ὀξυγόνου	Οἱ ὄγκοι αὐτοὶ μετρήθηκαν στὶς ἴδιες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως.
	2 ὄγκοι ἀτμοὶ νεροῦ	

2 ὄγκοι ὑδρογόνου καὶ 1 ὄγκος ὀξυγόνου σχηματίζουν 2 ὄγκους ἀτμῶν νεροῦ, καὶ ὄχι 3 (εἰκ. 2).

Γράφομε λοιπόν :

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O \text{ (ἀτμοὶ νεροῦ)}$$

2 ὄγκοι 1 ὄγκος 2 ὄγκοι

Παρατήρηση : Οἱ σχέσεις

$$\frac{\text{ὄγκος ὑδρογόνου}}{\text{ὄγκος ἀτμῶν νεροῦ}} = \frac{2}{2} = 1$$

$$\frac{\text{ὄγκος ὀξυγόνου}}{\text{ὄγκος ἀτμῶν νεροῦ}} = \frac{1}{2}$$

εἶναι ἁπλές.

Ἐπίσης ἁπλὴ εἶναι ἡ σχέση

$$\frac{\text{ὄγκος ὀξυγόνου}}{\text{ὄγκος ὑδρογόνου}} = \frac{1}{2}$$

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

4 Ἄς ξαναπροσέξουμε τὸν τύπο τοῦ νεροῦ : H_2O.

Ὁ τύπος αὐτὸς μᾶς πληροφορεῖ :

α. πὼς τὸ νερὸ εἶναι χημικὴ ἕνωση κι ἀποτελεῖται ἀπὸ ὑδρογόνο καὶ ὀξυγόνο (ποιοτικὴ σύσταση ἢ σύνθεση).

β. πὼς οἱ ἀναλογίες τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ ὀξυγόνου στὸ νερὸ εἶναι : 1) σὲ μάζα, 2 g ὑδρογόνο πρὸς 16 g ὀξυγόνο, 2) σὲ ὄγκο, 2 ὄγκοι ὑδρογόνο πρὸς 1 ὄγκο ὀξυγόνο (ποσοτικὴ σύνθεση).

γ. πὼς οἱ ἀναλογίες αὐτὲς εἶναι σταθερές, ὁποια καὶ νὰ εἶναι ἡ προέλευση τοῦ καθαροῦ νεροῦ (εἴτε τὸ ἔχομε συνθέσει ἐμεῖς εἴτε τὸ ἔχομε πάρει ἀπὸ ὁποιοδήποτε φυσικὸ νερό, ποὺ τὸ καθαρίσαμε ἀπ' ὅλες τὶς ξένες οὐσίες) (1). Ὁ τύπος τοῦ νεροῦ εἶναι λοιπὸν ἕνας :

H_2O : 18 γραμμάρια

H_2 : 2 γραμμάρια | **$1/2\ O_2$: 16 γραμμάρια**

Ὅπως τὸ νερό, ἔτσι καὶ κάθε ἄλλο καθαρὸ σῶμα ἔχει τὸν χημικό του τύπο.

Ὁ τύπος ἑνὸς σώματος δίνει μὲ ἀκρίβεια πληροφορίες γιὰ τὴν ποιοτικὴ καὶ ποσοτικὴ του σύνθεση.

5 Ὁ τύπος ἑνὸς σώματος ἀπεικονίζει τὸ ἴδιο του τὸ μόριο.

Ὁ τύπος τοῦ ὑδρογόνου H_2 δείχνει πὼς τὸ μόριό του ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἄτομα ὑδρογόνο· ὁ τύπος H_2O φανερώνει πὼς 2 ἄτομα ὑδρογόνο καὶ 1 ἄτομο ὀξυγόνο, ἑνωμένα μεταξύ τους, ἀποτελοῦν τὸ μόριο τοῦ νεροῦ : ἐκφράζει δηλαδὴ ὁ τύπος τὴ μοριακὴ σύνθεση τοῦ σώματος, ποιοτικὴ καὶ ποσοτική.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ὁ χημικὸς τύπος H_2O ἀντιπροσωπεύει 18 g νερό, δηλαδὴ ἕνα γραμμομόριο τοῦ σώματος αὐτοῦ.

2. Σχηματίζεται μὲ τὴν παράθεση τῶν συμβόλων τῶν συστατικῶν του στοιχείων καὶ συμπληρώνεται μὲ ἀριθμητικὸ δείχτη στὸ κάθε σύμβολο, ὥστε νὰ φανερώνεται ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμματόμων τῶν συστατικῶν ποὺ ἀποτελοῦν τὴν ἕνωση. (Ἡ μονάδα ὑπονοεῖται, δὲν σημειώνεται).

3. Στὴ σύνθεση τοῦ νεροῦ ἑνώνονται 2 ὄγκοι ὑδρογόνο καὶ 1 ὄγκος ὀξυγόνο καὶ σχηματίζεται νερὸ ποὺ ἀντιστοιχεῖ σὲ 2 ὄγκους ἀτμό.

4. Ὁ χημικὸς τύπος ἑνὸς σώματος φανερώνει μὲ ἀκρίβεια τὴν ποιοτικὴ καὶ ποσοτικὴ του σύνθεση.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὸ συμπλήρωμα γιὰ τὴ σύνθεση καὶ τὴ διάσπαση τοῦ νεροῦ στὴ σελίδα 72 καὶ τὶς ἀσκήσεις 9 - 12 στὴν ἴδια σελίδα.

---

(1) Φυσικὰ νερὰ λέμε τὰ νερὰ ποὺ βρίσκομε στὴ φύση : τῆς θάλασσας, τῶν ποταμῶν, τῶν πηγῶν, τῶν πηγαδιῶν, τῆς βροχῆς κλπ.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

6η Σειρά: Στοιχεῖα γενικῆς χημείας.

Ι. ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ. ΜΟΡΙΑ ΚΑΙ ΑΤΟΜΑ.

1. Σὲ 1 *l* ἀέρα, ποὺ ζυγίζει 1,29 g, ὑπάρχουν 210 cm^3 ὀξυγόνο. 1 *l* ὀξυγόνο ζυγίζει 1,43 g. Ποιὰ εἶναι ἡ ἀναλογία μάζας τοῦ ὀξυγόνου στὸν ἀέρα; (Μὲ προσέγγιση 1 %).

Ἀφοῦ ὑγροποιηθεῖ ὁ ἀέρας, 1 cm^3 τοῦ ὑγροῦ ζυγίζει 0,91 g. 1 cm^3 ὑγρὸς ἀέρας δίνει, ὅταν ἐξαεριωθεῖ, 305 cm^3 ὀξυγόνο. Ποιὰ εἶναι ἡ ἀναλογία μάζας τοῦ ὀξυγόνου στὸν ὑγρὸν ἀέρα;

2. Παρασκευάζεται ἀμμωνία συνθετικὴ ἀπὸ ἄζωτο καὶ ὑδρογόνο: τὰ ἀέρια ἑνώνονται μὲ σταθερὴ ἀναλογία: 1 ὄγκος ἄζωτο πρὸς 3 ὄγκους ὑδρογόνο. Γνωρίζοντας πὼς 1 *l* ἄζωτο ζυγίζει 1,25 g καὶ 1 *l* ὑδρογόνο ζυγίζει 0,09 g, ὑπολογίστε τὴ σχέση τῶν μαζῶν τῶν δύο ἀερίων ποὺ ἀντιδροῦν ἀναμεταξύ τους καὶ σχηματίζουν ἀμμωνία.

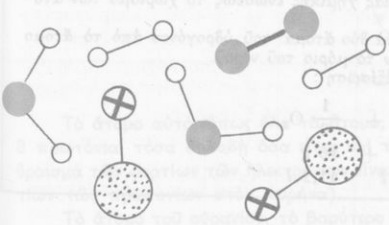
Ἂν χρησιμοποιήσουμε μεῖγμα ἀπὸ 250 kg ἄζωτο καὶ 60 kg ὑδρογόνο, ποιοῦ ἀερίου θὰ ἔχουμε περίσσεια καὶ πόση θὰ εἶναι ἡ περίσσειά του;

3. Παραστῆστε, σύμφωνα μὲ τὸ σχέδιο τοῦ μαθήματος «Μόρια καὶ ἄτομα» (παρ. 8), τὴν ἠλεκτρολυτικὴ διάσπαση 2 μορίων νεροῦ.

4. 2 g ὑδρογόνο ἀποτελοῦνται ἀπὸ 6×10^{23} μόρια (περίπου). Γιὰ ν' ἀντιληφθοῦμε πόσο μικρὰ εἶναι τὰ μόρια, ἂς ὑποθέσουμε πὼς βάζουμε πλάι πλάι, σχηματίζοντας σὰν ἁλυσίδα, 6×10^{23} κόκκους ἄμμο διαμέτρου 0,1 mm. Πόσες φορὲς θὰ μποροῦσε ἡ ἁλυσίδα αὐτὴ νὰ τυλιχτεῖ γύρω ἀπὸ τὴ γῆ, ἂν ἀκολουθοῦσε ἕνα μεσημβρινό της; (Μῆκος μεσημβρινοῦ περίπου 40.000 km).

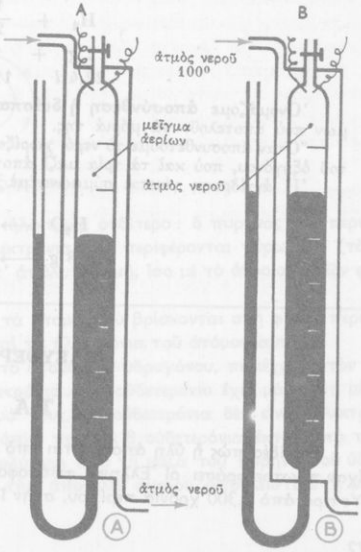
ΙΙ. ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΟ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΑΤΟΜΟ

5. Εἶναι καθαρὸ σῶμα ἢ μεῖγμα τὸ σῶμα ποὺ περιέχει τὰ μόρια τῆς εἰκόνας;



Σχεδιάστε χωριστὰ ὁρισμένα ἀπὸ τὰ μόρια αὐτά, ὥστε νὰ παρασταθοῦν καθαρὰ σώματα.

6. Εἶναι γνωστὸ πὼς ὁ μοριακὸς ὄγκος εἶναι 22,4 *l* γιὰ ὅλα τὰ ἀέρια καθὼς καὶ ὅτι



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

2 g ὑδρογόνο εἶναι τὸ γραμμομόριο τοῦ ἀερίου αὐτοῦ. Ὑπολογίστε τὴ μάζα 1 *l* ὑδρογόνου, δηλαδὴ τὴν ἀπόλυτη πυκνότητά του.

7. Τί ὄγκο πιάνει 1 g ὑδρόγονο, 1 g ὀξυγόνο;

8. Ὑπολογίστε τὶς μάζες καὶ τοὺς ὄγκους ποὺ ἀντιστοιχοῦν στὶς ἑπόμενες παραστάσεις:

H_2, $2H_2$, $^3/_2H_2$, O_2, $^1/_2O_2$, $^{11}/_2O_2$.

ΙΙΙ. Ο ΧΗΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.

9. Ἠλεκτρολύσαμε νερὸ καὶ πήραμε 2 *l* ἀέριο στὴν ἄνοδο. Ποιὸ εἶναι τὸ ἀέριο αὐτό; Πόσα γραμμάρια νερὸ ἀποσυνθέσαμε;

10. Πόσο νερὸ (σὲ μάζα) θὰ σχηματιστεῖ στὸ εὐδιόμετρο ἀπὸ μεῖγμα ποὺ τὸ ἀποτελοῦν 30 cm^3 ὀξυγόνο καὶ 40 cm^3 ὑδρογόνο;

11. Στὸ σωλήνα τοῦ εὐδιομέτρου βρίσκονται μετὰ τὴν ἀντίδραση 0,09 g νερό. Πόσο ὑδρόγονο (σὲ ὄγκο) καταναλώθηκε γιὰ τὴ σύνθεση αὐτή;

12. Γιὰ νὰ μείνει σὲ ἀέρια κατάσταση τὸ νερὸ ποὺ θὰ συνθέσουμε στὸ εὐδιόμετρο, τοποθετοῦμε τὸ σωλήνα τοῦ ὀργάνου σ' ἕνα περίβλημα, ποὺ μέσα ἀπὸ αὐτὸ περνοῦμε ἀτμὸ θερμοκρασίας 100° C, ὅσο διαρκεῖ τὸ πείραμα. Στὸ εὐδιόμετρο βάζουμε μεῖγμα ἀπὸ ὑδρόγονο καὶ ἀπὸ ὀξυγόνο, ποὺ πιάνει τὸ χῶρο ὡς τὴν τρίτη μεγάλη διαίρεση τοῦ σωλήνα (εἰκ. Α, στὴ σελ. 71).

Μετὰ τὸ σπινθήρα ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου μετρημένος στὴν ἴδια πίεση μὲ πρίν, πιάνει μόνο τὶς δύο διαιρέσεις τοῦ σωλήνα (εἰκ. Β στὴ σελ. 71).

Τὸ ἀέριο εἶναι σκέτος ὑδρατμός. Ποιὸ ἦταν ἡ ἀναλογία τῶν ὄγκων τῶν δύο ἀερίων στὸ μεῖγμα;

Σύνθεση ἑνὸς σώματος σημαίνει τὴ δημιουργία τοῦ μορίου τοῦ σώματος ἀπὸ τὰ συστατικά του ἄτομα.

Μέσα στὸ εὐδιόμετρο ὑπάρχουν μόρια ὑδρογόνου καὶ μόρια ὀξυγόνου. Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρας, ἀφοῦ χωρίσει σὲ ἄτομα τὰ μόρια αὐτά, προκαλεῖ τὴν ἕνωση ἀτόμων ὑδρογόνου μὲ ἄτομα ὀξυγόνου. Σχηματίζονται ἔτσι, σ' ἕνα μικρὸ κλάσμα δευτερολέπτου, δισεκατομμύρια δισεκατομμύρια μόρια νερό, ποὺ τὸ καθένα ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἄτομα ὑδρόγονο καὶ ἕνα ἄτομο ὀξυγόνο.

Ἡ χημικὴ αὐτὴ σύνθεση ἑρμηνεύεται μὲ τὴν ἐξίσωση :

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O$$

$$2\ g + 16\ g \longrightarrow 18\ g$$

$$22{,}4\ l \quad 11{,}2\ l$$

Ὀνομάζομε **ἀποσύνθεση ἢ διάσπαση** μιᾶς χημικῆς ἑνώσεως τὸ χωρισμὸ τῶν ἀτόμων ποὺ ἀποτελοῦν τὰ μόριά της.

Ὅταν ἀποσυνθέτουμε τὸ νερό, χωρίζουμε τὰ δύο ἄτομα τοῦ ὑδρογόνου ἀπὸ τὸ ἄτομο τοῦ ὀξυγόνου, ποὺ καὶ τὰ τρία μαζὶ ἀποτελοῦν τὸ μόριο τοῦ νεροῦ.

Ἡ ἀντίδραση γίνεται σύμφωνα μὲ τὴν ἐξίσωση :

$$H_2O \longrightarrow H_2 + \frac{1}{2} O_2$$

$$18\ g \longrightarrow 2\ g + 16\ g$$

$$22{,}4\ l \quad 11{,}2\ l$$

ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΝΑΓΝΩΣΜΑ

ΤΑ ΑΤΟΜΑ

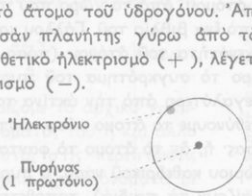
Τὴν ἰδέα πὼς ἡ ὕλη ἀποτελεῖται ἀπὸ μικρότατα καὶ ἀναλλοίωτα στοιχεῖα, τὰ ἄτομα, τὴ εἶχαν πρωτοεκφράσει οἱ Ἕλληνες φιλόσοφοι **Λεύκιππος** καὶ **Δημόκριτος** τὸν 5ο π.Χ. αἰώνα. Ὕστερα ἀπὸ 2.300 χρόνια περίπου, στὴν ἴδια αὐτὴ ἀντίληψη, βασισμένη πιὰ σὲ ἐνδείξεις ἐπ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

στημονικές, ξαναγύρισε ὁ Ἄγγλος χημικὸς καὶ φυσικὸς J. DALTON, ἱδρυτὴς τῆς **ἀτομικῆς θεωρίας**, ποὺ σ' αὐτὴ χρωστᾶ ἡ χημεία τὴ θαυμαστὴ ἐξέλιξή της.

Σήμερα ξέρομε πὼς τὰ ἄτομα δὲν εἶναι τὰ μικρότερα στοιχεῖα δομῆς τῆς ὕλης, πὼς δὲν εἶναι ἄφθαρτα: εἶναι συγκροτήματα πολύπλοκα, ποὺ δὲν τεμαχίζονται ἀπὸ τὰ χημικὰ φαινόμενα, ἀλλὰ ποὺ ἐπιδράσεις ἄλλες μποροῦν νὰ προκαλέσουν τὴ διάσπασή τους.

Τὸ πιὸ ἁπλὸ ἄτομο εἶναι τὸ ἄτομο τοῦ ὑδρογόνου. Ἀπο-ελεῖται ἀπὸ ἕναν **πυρήνα** ποὺ γύρω ἀπ' αὐτὸν περιφέρεται, σὰν πλανήτης γύρω ἀπὸ τὸν ἥλιο, ἕνα **ἠλεκτρόνιο**. Ὁ πυρήνας, ποὺ εἶναι φορτισμένος μὲ θετικὸ ἠλεκτρισμὸ (+), λέγεται **πρωτόνιο**. Τὸ ἠλεκτρόνιο εἶναι φορτισμένο μὲ ἀρνητικὸ ἠλεκτρισμὸ (−).



Ἄτομο ὑδρογόνου

Πραγματικά, ὑπάρχουν δύο εἴδη ἠλεκτρισμοῦ, ποὺ τὰ ὀνομάζομε θετικὸ καὶ ἀρνητικὸ ἠλεκτρισμό. Σώματα φορτισμένα μὲ ἠλεκτρισμὸ τοῦ ἴδιου εἴδους (μὲ ὁμώνυμο ἠλεκτρισμὸ) ἀπωθοῦνται (διώχνουν τὸ ἕνα τ' ἄλλο), ἐνῶ σώματα φορτισμένα μὲ ἀντίθετου σημείου ἠλεκτρισμὸ (μὲ ἑτερώνυμο ἠλεκτρισμὸ) ἑλκονται (τραβιοῦνται τὸ ἕνα πρὸς τὸ ἄλλο). Στὴ δεύτερη περίπτωση, ὅταν τὰ φορτία τῶν δύο σωμάτων ἀλληλεξουδετερώνονται, λέμε πὼς εἶναι ἴσα κατ' ἀπόλυτη τιμή. Αὐτὸ συμβαίνει μὲ τὰ φορτία τοῦ πρωτονίου καὶ τοῦ ἠλεκτρονίου, ποὺ εἶναι τὸ ἕνα θετικὸ καὶ τὸ ἄλλο ἀρνητικό· ἐπειδὴ ὅμως εἶναι καὶ στὶς ἀπόλυτες τιμές τους ἴσα, στὸ σύνολό του τὸ ἄτομο τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ἠλεκτρικὰ οὐδέτερο.

Καὶ ὅλων τῶν ἄλλων στοιχείων τὰ ἄτομα ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἕναν πυρήνα φορτισμένο θετικὰ καὶ ἀπὸ ἠλεκτρόνια, ἀρνητικὰ φορτισμένα. Ὅλα τὰ ἠλεκτρόνια ἔχουν ἴδια ἀναμεταξύ τους μάζα: 9.10^{-28} g, 1840 φορὲς μικρότερη ἀπὸ τὴ μάζα τοῦ πρωτονίου. Τὸ ἠλεκτρικό τους φορτίο, ἴδιο πάντα, τὸ συμβολίζομε -e. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι ὁρισμένος σὲ κάθε εἶδος ἀτόμου. Τὸν λέμε **ἀτομικὸ ἀριθμὸ** τοῦ στοιχείου καὶ εἶναι χαρακτηριστικὸς γιὰ κάθε στοιχεῖο: π.χ. λέμε πὼς ὁ ἀτομικὸς ἀριθμὸς τοῦ ὀξυγόνου εἶναι 8, γιατὶ 8 ἠλεκτρόνια περιφέρονται γύρω ἀπὸ τὸν πυρήνα στὸ ἄτομο τοῦ ὀξυγόνου.

Ἄτομο ὀξυγόνου

Τὸ ἄτομο αὐτό, ὅπως ὅλα τὰ ἄτομα, εἶναι ἠλεκτρικὰ οὐδέτερο: ὁ πυρήνας του περιέχει 8 πρωτόνια, τόσα δηλαδὴ ὅσα εἶναι καὶ τὰ ἠλεκτρόνια ποὺ περιφέρονται γύρω του (τὸ ἄθροισμα τῶν φορτίων τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι, κατ' ἀπόλυτη τιμή, ἴσο μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν φορτίων τῶν πρωτονίων στὸν πυρήνα).

Τὸ ἄτομο τοῦ οὐρανίου, τὸ βαρύτερο ἀπὸ τὰ ἄτομα ποὺ βρίσκονται στὴ φύση, περιέχει 92 πρωτόνια στὸν πυρήνα του: ὥστε 92 εἶναι καὶ τὰ ἠλεκτρόνια τοῦ ἀτόμου αὐτοῦ.

Τὰ ἄτομα ὅλων τῶν στοιχείων, ἐκτὸς ἀπὸ τὸ ἄτομο τοῦ ὑδρογόνου, περιέχουν στὸν πυρήνα τους καὶ **οὐδετερόνια**, ποὺ τὰ λέμε καὶ **νετρόνια**. Τὸ οὐδετερόνιο ἔχει μάζα ἴση μὲ τὴ μάζα τοῦ πρωτονίου. Ὅπως φανερώνει τ' ὀνομά τους, τὰ οὐδετερόνια δὲν εἶναι ἠλεκτρικὰ φορτισμένα. Ὁ πυρήνας τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου περιέχει 8 οὐδετερόνια ἐκτὸς ἀπὸ τὰ 8 πρωτόνια, γι' αὐτὸ καὶ ἔχει μάζα 16 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴ μάζα τοῦ πυρήνα τοῦ ὑδρογόνου (τοῦ πρωτονίου). Τὴ μάζα ἑνὸς ἀτόμου τὴν ἀποτελεῖ σχεδὸν ἀποκλειστικὰ ἡ μάζα

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

τοῦ πυρήνα (γιατὶ ἡ μάζα τῶν ἠλεκτρονίων εἶναι ἀσήμαντη). Καταλαβαίνομε λοιπὸν γιατὶ καὶ ἡ σχέση τῆς μάζας τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου πρὸς τὴ μάζα τοῦ ἀτόμου τοῦ ὑδρογόνου εἶναι 16/1 (ἀτομικὴ μάζα ὀξυγόνου : 16, ἀτομικὴ μάζα ὑδρογόνου : 1).

Ὁ πυρήνας καὶ τὰ ἠλεκτρόνια εἶναι τόσο μικρά, ὥστε πρέπει νὰ παραδεχτοῦμε πὼς τὸ ἄτομο εἶναι σχεδὸν . . . κενὸ (ἀδειανό). Πραγματικὰ ὁ πυρήνας μεσα στὸ ἄτομο πιάνει χῶρο μικρότερο, σχετικὰ μὲ τὸν ὄγκο τοῦ ἀτόμου, ἀπὸ τὸ χῶρο ποὺ πιάνει ὁ ἥλιος σ' ὁλόκληρο τὸ ἡλιακὸ σύστημα. Μερικὲς σειρὲς ἀπὸ ἕνα βιβλίο τοῦ Γάλλου καθηγητῆ A. BOUTARIC θὰ μᾶς βοηθήσουν νὰ φανταστοῦμε τὴν κενότητα τοῦ ἀτόμου (πόσο ἄδειο εἶναι τὸ ἄτομο) :

«Τὸ ἄτομο, δηλαδὴ ὁλόκληρο τὸ συγκρότημα τοῦ πυρήνα καὶ τῶν ἠλεκτρονίων, ἔχει ἀκτίνα 10.000 ὡς 100.000 φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἀκτίνα τοῦ πυρήνα. Θὰ ἔφτανε τὰ 10 ὡς 100 μέτρα, ἂν μπορούσαμε νὰ μεγεθύνουμε τὸ ἄτομο τόσο, ὥστε ὁ πυρήνας του νὰ ἔχει τὶς διαστάσεις τοῦ κεφαλιοῦ μιᾶς καρφίτσας· ἤ, ἂν τὸ ἄτομο τὸ φανταστοῦμε μεγαλωμένο τόσο, ὥστε νὰ φτάνει τὶς διαστάσεις ἑνὸς πελώριου καθεδρικοῦ ναοῦ, ὁ πυρήνας θὰ εἶναι περίπου ὅσος ἕνας μικρὸς βόλος (ἀπ' αὐτοὺς ποὺ παίζουν τὰ παιδιά), τοποθετημένος στὸ κέντρο τοῦ ναοῦ· τὰ ἠλεκτρόνια θὰ μοιάζουν σὲ μέγεθος μὲ μικρότατα μυγάκια ποὺ θὰ περιφέρονται γύρω ἀπὸ τὸ βόλο σ' ὅλο τὸ οἰκοδόμημα . . . . .».

«Σὲ 10 κυβικὰ μέτρα χαλκὸ ὁ χῶρος ποὺ πιάνουν οἱ πυρῆνες καὶ τὰ ἠλεκτρόνια δὲν ξεπερνάει τὸ κυβικὸ χιλιοστόμετρο· τὸ ὑπόλοιπο τοῦ ὄγκου εἶναι κενό, ὅπως εἶναι κενὰ τὰ διαστήματα ἀνάμεσα στὰ οὐράνια σώματα. Ἐπίσης, ἂν κατορθώναμε νὰ καταργήσουμε τοὺς κενοὺς ἀπὸ ὕλη χώρους ἑνὸς ἀνθρώπινου σώματος καὶ νὰ συγκεντρώσουμε ὅλους τοὺς πυρῆνες καὶ τὰ ἠλεκτρόνια, ὥστε νὰ βρίσκονται σ' ἐπαφὴ μεταξύ τους, ὁ ὄγκος τῆς συνολικῆς μάζας τοῦ σώματος θὰ μποροῦσε νὰ συγκριθεῖ μὲ τὸν ὄγκο ἑνὸς κόκκου σκόνης σὰν αὐτοὺς ποὺ βλέπουμε νὰ χορεύουν σὲ μιὰν ἀχτίδα ἡλιου».

Πρέπει λοιπὸν νὰ δεχτοῦμε πὼς ὅλη σχεδὸν ἡ μάζα τοῦ ἀτόμου εἶναι συγκεντρωμένη στὸν ἐλαχιστότατο πυρήνα, ποὺ ἡ ἀπόλυτη πυκνότητά του φτάνει σὲ τιμὲς τόσο ἀσύλληπτα μεγάλες, ὥστε μπροστὰ σ' αὐτὲς νὰ μοιάζει ἀσήμαντη ἡ πυκνότητα καὶ τῶν πιὸ βαριῶν μετάλλων, ὅπως π.χ. τοῦ χρυσοῦ ἢ τοῦ λευκόχρυσου.

Μερικὰ ἀπὸ τὰ μεγαλύτερα ἄτομα ποὺ ὑπάρχουν στὴ φύση, π.χ. τὰ ἄτομα τοῦ ραδίου (ἀτομικὴ μάζα 226), δὲν εἶναι σταθερά : μὲ αὐτόματη ἀκτινοβολία χάνουν λίγη ἀπὸ τὴ μάζα τῶν πυρήνων τους καὶ μεταβάλλονται σὲ ἄτομα ἄλλων στοιχείων, **μεταστοιχειώνονται**. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ λέγεται **ἀκτινεργία** (ἢ **ραδιενέργεια**) καὶ τὰ ἄτομα ποὺ μ' αὐτὸ τὸν τρόπο μεταστοιχειώνονται λέγονται **ἀκτινεργὰ (ἢ ραδιενεργά)**.

Μὲ ἀφετηρία τὴν ἀνακάλυψη τῆς ραδιενέργειας (H. BECQUEREL 1896) προχώρησαν οἱ ἐπιστήμονες μὲ γοργὸ ρυθμὸ πρὸς ἄλλα μεγάλα κατορθώματα : πέτυχαν τὴν τεχνητὴ μεταστοιχείωση, δημιούργησαν τεχνητὰ ἀκτινεργὰ στοιχεῖα, βρῆκαν τρόπους νὰ ἐλευθερώνουν τεράστια ποσὰ ἐνέργειας, ποὺ κρύβουν μέσα τους οἱ πυρῆνες τῶν ἀτόμων **(πυρηνικὴ ἐνέργεια)**.

Γιὰ τὴ μελέτη ὅμως τῆς χημείας χρειάζεται νὰ θυμόμαστε πὼς τὰ περισσότερα ἄτομα εἶναι σταθερὰ καὶ πὼς στὶς χημικὲς ἀντιδράσεις φέρονται ὅλα σὰν νὰ εἶναι ἀδιαίρετα : ἡ ἀτομικὴ θεωρία τοῦ 19ου αἰώνα ἐξακολουθεῖ λοιπὸν νὰ μᾶς εἶναι ἐξαιρετικὰ χρήσιμη.

● ΧΗΜΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ - ΧΗΜΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ - ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

1 **Ὅπως ἔχουν τὸ ὑδρογόνο καὶ τὸ ὀξυγόνο τὰ σύμβολά τους (Η καὶ Ο), ἔτσι ἔχει καὶ κάθε χημικὸ στοιχεῖο τὸ δικό του σύμβολο**, σὰν εἰκόνα τοῦ ἀτόμου του.

Παράδειγμα : ὁ σίδηρος ἔχει σύμβολο Fe. Τὸ σύμβολο αὐτὸ ἀντιπροσωπεύει τὸ ἄτομο τοῦ σιδήρου, ἀντιπροσωπεύει ὅμως καὶ μιὰ ὁρισμένη μάζα σιδήρου, τὸ γραμμάτομο τοῦ σιδήρου, ποὺ εἶναι ἴσο μὲ 56 g. Φυσικὰ ἡ ἀτομικὴ μάζα τοῦ σιδήρου εἶναι 56 (ἡ μάζα τοῦ ἀτόμου του εἶναι ἴση μὲ $\frac{56}{16}$ τῆς μάζας τοῦ ἀτόμου τοῦ ὀξυγόνου), γιατὶ σὰ μονάδα ἀτο-

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

μικής μάζας χρησιμοποιοῦμε τό $\frac{1}{16}$ τῆς μάζας ἑνὸς ἀτόμου ὀξυγόνου. Ὁ πίνακας 1 δίνει τὰ χημικὰ σύμβολα καὶ τὶς ἀτομικὲς μάζες μερικῶν στοιχείων.

Ὅταν τὸ σῶμα εἶναι σὲ ἀέρια κατάσταση, τὸ σύμβολό του ἀντιπροσωπεύει καὶ ἕναν ὁρισμένο ὄγκο ἀερίου.

Παράδειγμα: Η σημαίνει $\frac{22,4}{2} = 11,2$ *l* ὑδρογόνο.

Σύμβολο ἑνὸς στοιχείου ὁρίζομε τὸ ἀρχικὸ γράμμα τοῦ (λατινικοῦ συνήθως) ὀνόματός του ἢ καὶ ἄλλο ἕνα γράμμα ἀπὸ τὸ ὄνομα αὐτό, στὶς περιπτώσεις ὅπου δύο ἢ περισσότερα στοιχεῖα ἔχουν ὀνόματα μὲ ἴδιο ἀρχικό.

Παράδειγμα: C = ἄνθρακας, Cu = χαλκός, Co = κοβάλτιο, Cr = χρώμιο.

2 Σὲ κάθε ἁπλὸ σῶμα ἢ χημικὴ ἕνωση ἀντιστοιχεῖ ἕνας χημικὸς τύπος, σὰν εἰκόνα τοῦ μορίου τοῦ σώματος.

Ὁ χημικὸς τύπος ἀντιπροσωπεύει τὴ μοριακὴ μάζα τοῦ σώματος, ἀλλὰ καὶ τὸ γραμμομόριό του, καθὼς καὶ τὸν μοριακὸ ὄγκο, ἂν τὸ σῶμα εἶναι σὲ ἀέρια κατάσταση (θυμίζομε πὼς ὁ μοριακὸς ὄγκος εἶναι ἴσος μὲ 22,4 *l*, σὲ θερμοκρασία 0^0 C καὶ πίεση 760 mm Hg).

Ὅταν τὸ μόριο ἑνὸς ἁπλοῦ σώματος εἶναι μονατομικό, ὁ τύπος του εἶναι τὸ ἴδιο τὸ σύμβολο τοῦ στοιχείου, γιατὶ καὶ ἡ μοριακὴ μάζα εἶναι στὴν περίπτωση αὐτὴ ἴδια μὲ τὴν ἀτομικὴ μάζα.

Παραδείγματα χημικῶν τύπων:

- **Ἁπλὰ σώματα σὲ ἀέρια κατάσταση:**

Τὸ ἥλιο εἶναι ἀέριο μονατομικὸ (τὸ μόριό του δηλαδὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα ἄτομο) καὶ ἔχει ἀτομικὴ μάζα 4.

Τὸ ὑδρογόνο εἶναι ἀέριο διατομικὸ (τὸ μόριό του δηλαδὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἄτομα) καὶ ἔχει ἀτομικὴ μάζα 1.

Ὁ φωσφόρος εἶναι στερεὸ σῶμα, ποὺ ἐξαερώνεται, καὶ στὴν ἀέρια κατάσταση τὸ μόριό του εἶναι τετρατομικό· ἔχει ἀτομικὴ μάζα 31.

Ὁ τύπος τοῦ μορίου τοῦ ἡλίου εἶναι He (ἴδιος μὲ τοῦ ἀτόμου του) καὶ σημαίνει: α) ἕνα μόριο ἡλίου ποὺ ἔχει μοριακὴ μάζα 4 (ἴδια μὲ τὴν ἀτομική του μάζα), β) ἕνα γραμμομόριο, δηλαδὴ 4 g ἡλίου καὶ γ) 22,4 ἀερίου ἡλίου.

Ὁ τύπος τοῦ μορίου τοῦ ὑδρογόνου εἶναι H_2 καὶ σημαίνει: α) ἕνα μόριο ὑδρογόνου μὲ μοριακὴ μάζα $2 \times 1 = 2$. β) ἕνα γραμμομόριο, δηλαδὴ 2 g ὑδρογόνου καὶ γ) 22,4 *l* ἀερίου ὑδρογόνου.

1. ΜΕΡΙΚΑ ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΟΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΜΑΖΕΣ

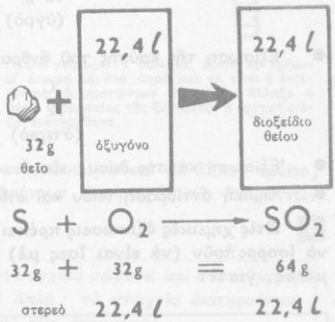
Ὑδρογόνο H = 1

ΑΜΕΤΑΛΛΑ	ΜΕΤΑΛΛΑ
Ἄζωτο N = 14	Ἀργίλιο Al = 27
Ἄνθρακας C = 12	Ἄργυρος Ag = 108
Ἀρσενικὸ As = 75	Ἀσβέστιο Ca = 40,1
Βρώμιο Br = 80	Κάλιο K = 39
Ἥλιο He = 4	Κασσίτερος Sn = 119
Θεῖο S = 32	Μαγνήσιο Mg = 24
Ἰώδιο I = 127	Μόλυβδος Pb = 207
Ὀξυγόνο O = 16	Νάτριο Na = 23
Πυρίτιο Si = 28	Σίδηρος Fe = 56
Φθόριο F = 19	Ὑδράργυρ. Hg = 200
Φωσφόρος P = 31	Χαλκὸς Cu = 63,5
Χλώριο Cl = 35,5	Ψευδάργυρ. Zn = 65

2. ΜΕΡΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ

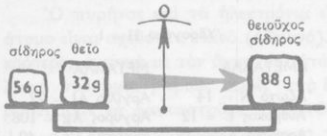
Ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ	HCl
Θειικὸ ὀξὺ	H_2SO_4
Νιτρικὸ ὀξὺ	HNO_3
Καυστικὸ νάτριο	NaOH
Ἄνυδρος ἀσβέστης	CaO
Ὑδατωμένος ἀσβέστης	$Ca(OH)_2$
Ἀμμωνία	NH_3
Καυστικὴ ἀμμωνία	NH_4OH
Χλωριοῦχο νάτριο	NaCl

3 ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΘΕΙΟΥ



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

4 ΕΝΩΣΗ ΘΕΙΟΥ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΥ



$$Fe + S \longrightarrow FeS$$

$$56_g + 32_g = 88_g$$

Ὁ τύπος τοῦ μορίου τῶν ἀτμῶν τοῦ φωσφόρου εἶναι P_4 καὶ σημαίνει: α) ἕνα μόριο φωσφόρου μὲ μοριακὴ μάζα $4 \times 31 = 124$, β) ἕνα γραμμομόριο, δηλαδὴ 124 g φωσφόρου καὶ γ) 22,4 *l* ἀτμῶν φωσφόρου.

● **Ἁπλὰ σώματα σὲ ὑγρὴ ἢ στερεὴ κατάσταση:** Γενικὰ δὲν εἶναι γνωστὸς ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀτόμων ποὺ ἀποτελοῦν τὰ μόριά τους· τὰ θεωροῦμε λοιπὸν μονατομικά: μεταχειριζόμαστε γιὰ τύπο τὸ σύμβολό τους χωρὶς ἀριθμητικὸ δείχτη, ἀλλὰ βάζομε συντελεστή, ὅταν χρειάζεται στὶς χημικὲς ἐξισώσεις.

Παραδείγματα: Ὁ ὑδράργυρος ἔχει ἀτομικὴ μάζα 200, ὁ σίδηρος 56 καὶ ὁ ἄνθρακας 12. Ἔτσι ὁ τύπος Hg σημαίνει 200 g ὑδράργυρο, ὁ τύπος 2 Fe σημαίνει $2 \times 56 = 112$ g σίδηρο καὶ ὁ τύπος 3 C σημαίνει $3 \times 12 = 36$ g ἄνθρακα.

● **Χημικὲς ἑνώσεις.** Οἱ χημικοί τους τύποι ἔχουν καθοριστεῖ καὶ πρέπει νὰ τοὺς θυμόμαστε (πίν. 2).

Παραδείγματα:

Διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα CO_2: σημαίνει μοριακὴ μάζα $[12 + (2 \times 16)] = 44$ ἢ γραμμομόριο 44 g ἢ 22,4 *l* ἀέριο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

Ἀμμωνία NH_3: σημαίνει μοριακὴ μάζα $[14 + (3 \times 1)] = 17$ ἢ γραμμομόριο 17 g ἢ 22,4 *l* ἀμμωνία.

Θειοῦχος σίδηρος FeS: σημαίνει μοριακὴ μάζα $56 + 32 = 88$ ἢ γραμμομόριο 88 g.

Ἀπὸ τὶς πιὸ πάνω χημικὲς ἑνώσεις τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ ἡ ἀμμωνία θυμίζομε πὼς εἶναι ἀέρια, ἐνῶ ὁ θειοῦχος σίδηρος εἶναι σῶμα στερεό.

3 Χημικὲς ἐξισώσεις.

Γνωρίζομε πιὰ τὴν ἐξίσωση ποὺ παριστάνει τὴ σύνθεση τοῦ νεροῦ· ἂς δώσουμε λοιπὸν σήμερα τὴν ἐξίσωση τῆς διασπάσεώς του:

$$\begin{array}{ccccc} H_2O & \longrightarrow & H_2 & + & 1/2O_2 \\ 18\ g & = & 2\ g & + & 16\ g \\ (\text{ὑγρὸ}) & & 22{,}4\ l & & 11{,}2\ l \end{array}$$

● Ἐξίσωση τῆς καύσης τοῦ ἄνθρακα:

$$\begin{array}{ccccc} C & + & O_2 & \longrightarrow & CO_2 \\ 12\ g & + & (2 \times 16)\ g & = & 44\ g \\ (\text{στερεὸ}) & & 22{,}4\ l & & 22{,}4\ l \end{array}$$

● Ἐξίσωση καύσης θείου: εἰκ. 3.

● Χημικὴ ἀντίδραση θείου καὶ σιδήρου εἰκ. 4.

4 Στὶς χημικὲς ἐξισώσεις πρέπει οἱ μάζες τῶν σωμάτων ποὺ ὑπάρχουν στὸ ἕνα μέλος νὰ ἰσορροποῦν (νὰ εἶναι ἴσες μὲ) τὶς μάζες τῶν σωμάτων ποὺ ὑπάρχουν στὸ ἄλλο μέλος, γιατί:

τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν σωμάτων, ποὺ σχηματίζονται ἀπὸ τὴν ἀντίδραση, εἶναι ἴσο μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν ἀρχικῶν σωμάτων (νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης ἢ τῆς ἀφθαρσίας τῶν μαζῶν τοῦ LAVOISIER) (εἰκ. 5Α, Β, Γ).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Πρῶτα διατύπωσε ὁ LAVOISIER τὸν βασικὸ αὐτὸ νόμο τῆς χημείας καὶ λίγα χρόνια ἀργότερα ἄρχισαν οἱ ἐπιστήμονες νὰ ἀναπτύσσουν ὅσα μάθαμε στὰ προηγούμενα μαθήματα γιὰ τὰ ἄτομα καὶ τὰ μόρια: τὴν ἀτομικὴ θεωρία. Σήμερα, ὕστερα ἀπὸ μόχθους καὶ πείρα γενεῶν, μιλοῦν οἱ ἐπιστήμονες μὲ βεβαιότητα γιὰ τὴν ὕπαρξη τῶν ἀτόμων καὶ τῶν μορίων.

5 Στοιχεῖα καὶ ἁπλὰ σώματα:

Τὰ ἄτομα τοῦ ὀξυγόνου, ἑνωμένα δύο δύο, σχηματίζουν ἕνα ἁπλὸ σῶμα, τὸ ἀέριο ὀξυγόνο. Σὲ ὁρισμένες ὅμως συνθῆκες, ἑνώνονται τρία τρία τὰ ἄτομα τοῦ ὀξυγόνου καὶ τότε σχηματίζουν ἕνα ἄλλο ἁπλὸ σῶμα, ἀέριο καὶ αὐτό, τὸ ὄζον, O_3. Ξέρομε ἐπίσης πὼς τὸ ἄτομο τοῦ ὀξυγόνου εἶναι συστατικὸ διαφόρων χημικῶν ἑνώσεων, π.χ. τοῦ νεροῦ (H_2O), τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα (CO_2), τοῦ διοξειδίου τοῦ θείου (SO_2).

Τὸ ὀξυγόνο σὰν κοινὸ συστατικὸ τῶν σωμάτων αὐτῶν, εἴτε τῶν ἁπλῶν σωμάτων εἴτε τῶν χημικῶν ἑνώσεων, ὀνομάζεται στοιχεῖο.

Τὸ στοιχεῖο ὀξυγόνο χαρακτηρίζεται ἀπὸ τὸ ἀτομό του, ποὺ εἶναι πάντα ἴδιο, ἀλλὰ ποὺ δὲν μποροῦμε ν' ἀναφέρουμε ἰδιότητές του, γιατὶ δὲν εἶναι μόριο, δὲν μπορεῖ δηλαδὴ νὰ ὑπάρξει ἐλεύθερο.

● Ὅ,τι ἰσχύει γιὰ τὸ ὀξυγόνο, ἰσχύει καὶ γιὰ ὅλα τὰ συστατικὰ τῶν καθαρῶν σωμάτων (ἁπλῶν σωμάτων ἢ χημικῶν ἑνώσεων). Τὰ συστατικὰ αὐτὰ τὰ λέμε *στοιχεῖα*.

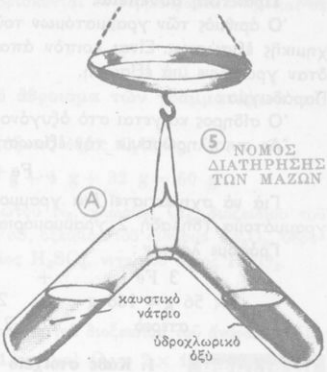
● Ὑπάρχουν στὴ φύση λιγότερα ἀπὸ 100 εἴδη στοιχείων [1].

Τὰ ἄτομα τοῦ μικροῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ στοιχείων συνδυάζονται ἀναμεταξύ τους μὲ πάρα πολλοὺς τρόπους καὶ ἀποτελοῦν τὰ ἑκατομμύρια σύνθετα σώματα ποὺ γνωρίζει σήμερα ἡ χημεία.

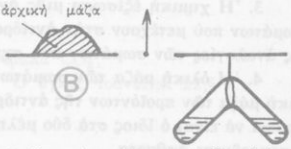
6 Τὸ νόμο τοῦ LAVOISIER μποροῦμε νὰ τὸν διατυπώσουμε καὶ μὲ ἄλλον τρόπο, μιὰ καὶ παραδεχτήκαμε πὼς οἱ χημικὲς ἀντιδράσεις ἀφήνουν ἀπείραχτα τὰ ἄτομα τῶν στοιχείων.

Ἡ ποσότητα τῆς μάζας τοῦ κάθε στοιχείου εἶναι ἴδια στὰ ἀρχικὰ σώματα καὶ στὰ σώματα ποὺ σχηματίζονται ἀπὸ τὴ χημικὴ ἀντίδραση. Ἡ πιὸ ἁπλά: τὰ στοιχεῖα διατηροῦνται στὶς χημικὲς ἀντιδράσεις ἄφθαρτα (νόμος τῆς ἀφθαρσίας τῶν στοιχείων).

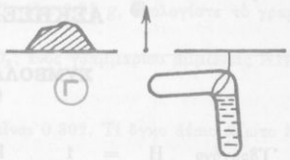
(1) Τὰ τελευταῖα χρόνια κατάφεραν οἱ ἐπιστήμονες νὰ δημιουργήσουν ὁρισμένα νέα στοιχεῖα, δηλαδὴ στοιχεῖα ποὺ δὲ βρίσκονται στὴ φύση.



Τὰ δύο σώματα ποὺ θὰ ἀντιδράσουν ἀναμεταξύ τους τοποθετοῦνται χωριστὰ στὰ δύο μέρη τοῦ σωλήνα.



Ζυγίζομε τὸ σωλήνα μὲ τὶς δύο οὐσίες.



Ἀφοῦ γείρωμε τὸ σωλήνα, ὥστε νὰ ἔρθουν σ' ἐπαφὴ τὰ δύο ὑγρὰ καὶ νὰ γίνει ἡ ἀντίδραση, διαπιστώνομε πὼς δὲν ἄλλαξε ἡ θέση ἰσορροπίας τῆς ζυγαριάς: ἡ ἀρχικὴ μάζα διατηρήθηκε.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

7 **Πρακτική συνέπεια.**

Ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμματόμων τοῦ κάθε στοιχείου πρέπει νὰ εἶναι ἴδιος στὰ δύο μέλη μιᾶς χημικῆς ἐξισώσεως. Εἶναι λοιπὸν ἀπαραίτητο νὰ μεταχειριζόμαστε ἀριθμητικοὺς συντελεστές, ὅταν γράφουμε μιὰ ἐξίσωση.

Παράδειγμα:

Ὁ σίδηρος καίγεται στὸ ὀξυγόνο σχηματίζοντας τὸ ὀξείδιο Fe_3O_4.

Ἂς συμπληρώσουμε τὴν ἐξίσωση.

$$\ldots Fe + \ldots O_2 \longrightarrow \ldots Fe_3O_4$$

Γιὰ νὰ σχηματιστεῖ ἕνα γραμμομόριο Fe_3O_4, χρειάζονται 3 γραμμάτομα σίδηρος καὶ 4 γραμμάτομα (δηλαδὴ 2 γραμμομόρια) ὀξυγόνο.

Γράφομε λοιπόν:

$3\ Fe$	$+$	$2O_2$	$\longrightarrow$	Fe_3O_4
$3 \times 56\ g = 168\ g$		$2 \times 32\ g = 64\ g$		$168\ g + 64\ g = 232\ g$
στερεὸ		$2 \times 22{,}4\ l = 44{,}8\ l$		στερεὸ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Κάθε στοιχεῖο ἀντιπροσωπεύεται ἀπὸ τὸ σύμβολό του. Μὲ τὸ σύμβολο αὐτὸ παριστάνομε τὸ ἄτομο τοῦ στοιχείου, ἀλλὰ καὶ τὸ γραμμάτομό του, π.χ. Fe = ἄτομο σιδήρου (56), ἀλλὰ καὶ 56 g σίδηρος.

2. Ὁ τύπος ἑνὸς σώματος ἀντιπροσωπεύει τὸ μόριό του, ἀλλὰ καὶ τὸ γραμμομόριό του. Παράδειγμα: θειοῦχος σίδηρος FeS = μόριο θειούχου σιδήρου (88), ἀλλὰ καὶ 88 g θειοῦχος σίδηρος.

3. Ἡ χημικὴ ἐξίσωση μιᾶς ἀντιδράσεως δίνει μὲ ἀκρίβεια πληροφορίες γιὰ τὸ εἶδος τῶν σωμάτων ποὺ μετέχουν στὴν ἀντίδραση καὶ γιὰ τὶς ἀναλογίες τους, καθὼς καὶ γιὰ τὸ εἶδος καὶ τὶς ἀναλογίες τῶν σωμάτων ποὺ σχηματίζονται ἀπὸ τὴν ἀντίδραση.

4. Ἡ ὁλικὴ μάζα τῶν σωμάτων ποὺ ἀντιδροῦν μεταξύ τους πρέπει νὰ εἶναι ἴση μὲ τὴν ὁλικὴ μάζα τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως. Ἤ: ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμματόμων τοῦ κάθε στοιχείου πρέπει νὰ εἶναι ὁ ἴδιος στὰ δύο μέλη τῆς ἐξισώσεως, γιατὶ τὰ στοιχεῖα στὶς χημικὲς ἀντιδράσεις διατηροῦνται ἄφθαρτα.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ

ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΑΤΟΜΙΚΕΣ ΜΑΖΕΣ (1)

(μὲ ἀλφαβητικὴ σειρὰ)

ΑΜΕΤΑΛΛΑ

Ὑδρογόνο	H	= 1	Βόριο	B	= 11	Ὀξυγόνο	O	= 16
Ἄζωτο	N	= 14	Βρώμιο	Br	= 80	Πυρίτιο	Si	= 28
Ἄνθρακας	C	= 12	Ἥλιο	He	= 4	Φθόριο	F	= 19
Ἀργὸ	A	= 39,9	Θεῖο	S	= 32	Φωσφόρος	P	= 31
Ἀρσενικὸ	As	= 75	Ἰώδιο	I	= 127	Χλώριο	Cl	= 35,5

ΜΕΤΑΛΛΑ

Ἀργίλιο	Al	= 27	Κοβάλτιο	Co	= 59	Ράδιο	Ra	= 226
Ἄργυρος	Ag	= 108	Λευκόχρυσος	Pt	= 195	Σίδηρος	Fe	= 56
Ἀσβέστιο	Ca	= 40,1	Μαγγάνιο	Mn	= 55	Ὑδράργυρος	Hg	= 200,5
Βάριο	Ba	= 137	Μαγνήσιο	Mg	= 24	Χαλκὸς	Cu	= 63,5
Βολφράμιο	W	= 184	Μόλυβδος	Pb	= 207	Χρυσὸς	Au	= 197
Κάλιο	K	= 39	Νάτριο	Na	= 23	Χρώμιο	Cr	= 52
Κασσίτερος	Sn	= 119	Νικέλιο	Ni	= 59	Ψευδάργυρος	Zn	= 65
			Οὐράνιο	U	= 238			

(1) Τὸ ὀξυγόνο O = 16,000 ἀποτέλεσε τὴ βάση τοῦ συστήματος τῶν ἀτομικῶν μαζῶν. Οἱ ἄλλες ἀτομικὲς μάζες γράφονται στὸν πίνακα κατὰ προσέγγιση. Π.χ. τὸ χλώριο Cl = 35,457 γράφεται Cl = 35,5 καὶ τὸ ὑδρογόνο H = 1,008 γράφεται H = 1.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Στὶς ἑπόμενες ἀσκήσεις θὰ θεωρηθεῖ πὼς τὰ ἀέρια βρίσκονται σὲ θερμοκρασία 0^0 C καὶ σὲ πίεση 760 mmHg.

1 Ὑπολογισμὸς τοῦ γραμμομορίου.

Τὸ γραμμομόριο ἑνὸς σώματος εἶναι ἴσο μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν γραμματόμων ποὺ τὸ ἀποτελοῦν.

Παράδειγμα : Νὰ ὑπολογιστεῖ τὸ γραμμομόριο τοῦ ὀξικοῦ ὀξέος $C_2H_4O_2$.

$$(12\ g \times 2) + (1\ g \times 4) + (16\ g \times 2) = 24\ g + 4\ g + 32\ g = 60\ g.$$

Ἄσκηση 1. Νὰ ὑπολογιστοῦν τὰ γραμμομόρια : ἀζώτου N_2, χλωρίου Cl_2, διοξειδίου τοῦ θείου SO_2, διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα CO_2, θειούχου σιδήρου FeS, ὀξειδίου τοῦ σιδήρου Fe_2O_3, ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου NaOH, ὑδροχλωρίου HCl, θειικοῦ ὀξέος H_2SO_4, νιτρικοῦ ὀξέος HNO_3.

2 Ἑκατοστιαία σύνθεση.

Παράδειγμα : Ποιὰ εἶναι ἡ ἑκατοστιαία, σὲ μάζα, σύνθεση τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα CO_2;

1 γραμμομόριο CO_2 (44 g) ἀποτελεῖται ἀπὸ C = 12 g, καὶ $O_2 = 2 \times 16 = 32$ g.

$$\frac{12 \times 100}{44} = 27{,}27\ \%\ \text{ἄνθρακας καὶ}\ \frac{32 \times 100}{44} = 72{,}73\ \%\ \text{ὀξυγόνο.}$$

Ἄσκηση 2. Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ ἑκατοστιαία (σὲ μάζα) σύνθεση τοῦ νεροῦ H_2O, τοῦ διοξειδίου τοῦ θείου SO_2, τοῦ ὀξειδίου τοῦ σιδήρου Fe_2O_3, τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου $CaCO_3$.

3 Μάζα ἑνὸς λίτρου ἀερίου (ἀπόλυτη πυκνότητα).

Παράδειγμα : Πόσο ζυγίζει ἕνα λίτρο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα CO_2;

1 γραμμομόριο $CO_2 = 12\ g + (2 \times 16\ g) = 44$ g. Ὁ ὄγκος του εἶναι 22,4 *l*.

Ἡ μάζα τοῦ λίτρου τοῦ CO_2 εἶναι $\frac{44}{22{,}4} = 1{,}96$ g.

Ἄσκηση 3. Πόσο ζυγίζει τὸ λίτρο : τοῦ ἀζώτου N_2, τοῦ ἡλίου He, τοῦ ὑδροχλωρίου HCl;

4. Γνωρίζοντας πὼς 1 λίτρο διοξειδίου τοῦ θείου SO_2 ζυγίζει 2,85 g, ὑπολογίστε τὸ γραμμομόριο τοῦ ἀερίου αὐτοῦ.

5. Ποιὸς εἶναι ὁ ὄγκος 1 g διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα CO_2; ἑνὸς γραμμαρίου ἀμμωνίας NH_3;

4 Πυκνότητα ὑγρῶν (σχετικὴ μὲ τὸ νερό).

Ἄσκηση 6. Ἡ πυκνότητα τοῦ ὑγροποιημένου ἀζώτου εἶναι 0,802. Τί ὄγκο ἀέριο ἄζωτο N_2 θὰ δώσουν 10 cm^3 ὑγρὸ ἄζωτο;

7. Τὸ ὑγρὸ διοξείδιο τοῦ θείου ἔχει πυκνότητα 1,45. Πόσα λίτρα ἀέριο θὰ πάρουμε ἐξαερώνοντας 1 *l* ὑγρὸ διοξείδιο τοῦ θείου;

5 Σχετικὴ πυκνότητα τῶν ἀερίων ὡς πρὸς τὸν ἀτμοσφαιρικὸ ἀέρα (1).

Παράδειγμα : Ποιὰ εἶναι ἡ σχετικὴ πυκνότητα τοῦ χλωρίου;

$$d = \frac{\text{μάζα ὁρισμένου ὄγκου ἀερίου}}{\text{μάζα ἴσου ὄγκου ἀέρα}} = \frac{\text{μάζα 22,4 } l \text{ ἀερίου}}{\text{μάζα 22,4 } l \text{ ἀέρα}} = \frac{\text{γραμμομόριο ἀερίου (M)}}{1{,}293\ g \times 22{,}4 = 29\ g\ (\text{περίπου})}$$

Τύπος τῆς σχετικῆς ὡς πρὸς τὸν ἀέρα πυκνότητας ἑνὸς καθαροῦ σώματος σὲ ἀέρια κατάσταση :

$$d = \frac{M}{29}$$

Ὁ τύπος αὐτὸς ἰσχύει μόνο γιὰ τὰ ἀέρια.

(1) Ἕνα λίτρο ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα σὲ θερμοκρασία 0^0 C καὶ πίεση 760 mmHg ἔχει μάζα 1,293 g.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Στὴν περίπτωση τοῦ χλωρίου Cl_2

$$d = \frac{71}{29} = 2,4$$

Ἄσκηση 8. Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ σχετικὴ πυκνότητα τοῦ ἡλίου He, τοῦ ἀζώτου N_2, τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα CO_2, τοῦ ὑδροχλωρίου HCl.

9. Γνωρίζοντας πὼς τὸ ἀργὸ A (ἀέριο) ἔχει σχετικὴ πυκνότητα 1,38 καὶ τὸ διοξείδιο τοῦ θείου SO_2 2,2, ὑπολογίστε τὰ γραμμομόρια τῶν δύο ἀερίων (μὲ προσέγγιση μονάδας).

6 Ἰσορρόπηση τῶν μελῶν τῶν χημικῶν ἐξισώσεων.

Τὸ εἶδος καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν γραμματόμων πρέπει νὰ εἶναι καὶ στὰ δυὸ μέλη τὰ ἴδια.

Παράδειγμα : Ὁ φωσφόρος P (στερεὸ) ἑνώνεται μὲ τὸ ὀξυγόνο (καίγεται) καὶ σχηματίζει φωσφορικὸ ἀνυδρίτη P_2O_5 (πεντοξείδιο τοῦ φωσφόρου).

Ἡ ἐξίσωση τῆς ἀντιδράσεως . . .P + ...O_2 → ...P_2O_5 θὰ ἰσορροπηθεῖ μὲ 2 × 5 = 10 γραμμάτομα ὀξυγόνου καὶ 4 γραμμάτομα φωσφόρο :

$$4\ P + 5\ O_2 \longrightarrow 2\ P_2O_5$$

Τὴν ἐξίσωση αὐτὴ μποροῦμε νὰ τὴ γράψουμε

$$2\ P + \frac{5}{2} O_2 \longrightarrow P_2O_5$$

(Γιατὶ δὲν τὴν γράφομε 2 P + 5 O ⟶ P_2O_5;)

Ἄσκηση 10. Ξέρομε πὼς τὸ μέταλλο ἀργίλιο (ἀλουμίνιο) Al ἑνώνεται μὲ ὀξυγόνο καὶ σχηματίζει τὸ ὀξείδιο Al_2O_3. Ποιὰ εἶναι ἡ ἐξίσωση αὐτῆς τῆς ἀντιδράσεως;

11. Τὸ ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ (ὑδατικὸ διάλυμα ὑδροχλωρίου HCl) προσβάλλει τὸν ψευδάργυρο μὲ ἔκλυση ὑδρογόνου H_2 καὶ σχηματίζει τὸ ἅλας χλωριοῦχο ψευδάργυρο $ZnCl_2$. Νὰ γραφτεῖ ἡ ἐξίσωση τῆς ἀντιδράσεως.

7 Ἀσκήσεις ἐφαρμογῆς τοῦ νόμου τῶν σταθερῶν ἀναλογιῶν.

Ἄσκηση 12. Ὁ σίδηρος Fe ἑνώνεται μὲ τὸ θεῖο S καὶ σχηματίζει θειοῦχο σίδηρο FeS. Ποιὰ εἶναι ἡ ἐξίσωση τῆς ἀντιδράσεως; Ἂν ἡ μάζα τοῦ μείγματος τῶν δύο σωμάτων εἶναι 100 g, ποιὲς ἀναλογίες τῶν δύο σωμάτων πρέπει νὰ περιέχει, ὥστε μετὰ τὴν ἀντίδραση νὰ μὴν περισσέψει κανένα ἀπὸ τὰ δύο;

13. Τὴν ἴδια ἀντίδραση προκαλοῦμε σὲ μεῖγμα 50 g S καὶ 50 g Fe. Ποιὸ ἀπὸ τὰ δύο σώματα καὶ πόσο θὰ περισσέψει;

14. Ὅμοια ἄσκηση μὲ μεῖγμα 50 g θεῖο καὶ 10 g σίδηρο;

15. Ἔχομε 17,6 g θειοῦχο σίδηρο FeS. Μὲ πόσο σίδηρο καὶ πόσο θεῖο τὸν παρασκευάσαμε; Ἂν ἔχουμε μετὰ τὴν ἀντίδραση περίσσεια (περίσσευμα) 2 g θεῖο S, πόσο θεῖο εἶχε ἀρχικὰ τὸ μεῖγμα;

8 Προβλήματα σχετικὰ μὲ μάζες καὶ ὄγκους.

Παράδειγμα : Πόσο νερὸ θὰ ἠλεκτρολύσουμε, γιὰ νὰ πάρουμε 224 cm^3 ὑδρογόνο;

Ἐξίσωση	$H_2O \longrightarrow H_2 + \frac{1}{2} O_2$	
Μάζες	18 g ⟶ 2 g + 16 g	
Ὄγκοι ἀερίων	(ὑγρὸ) 22,4 *l* 11,2 *l*	

Ἡ ἐξίσωση δείχνει πὼς 22400 cm^3 ὑδρογόνο προέρχονται ἀπὸ τὴ διάσπαση 18 g νεροῦ (ἑνὸς γραμμομορίου).

α) ὑπολογισμὸς σὲ γραμμάρια : $\frac{18\ g \times 224\ cm^3}{22\,400\ cm^3} = 0,18\ g$

β) ὑπολογισμὸς σὲ γραμμομόρια : τὰ 224 cm^3 ὑδρογόνο ἀντιστοιχοῦν σὲ $\frac{224}{22\,400} = \frac{1}{100}$ τοῦ γραμμομορίου.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Πρέπει λοιπὸν νὰ ἠλεκτρολύσουμε $\frac{1}{100}$ γραμμομορίου νερό, δηλαδὴ $\frac{18}{100} = 0{,}18$ g.

Ἄσκηση 16. Τὸ συστατικὸ τοῦ ὀξυλίθου ποὺ ἐκλύει ὀξυγόνο, ὅταν βραχεῖ μὲ νερό, εἶναι ἕνα ὀξείδιο τοῦ μετάλλου νατρίου, τὸ ὑπεροξείδιο τοῦ νατρίου Na_2O_2. Ἡ ἐξίσωση τῆς ἀντιδράσεως εἶναι :

$$Na_2O_2 + H_2O \longrightarrow 2\ NaOH + \frac{1}{2}\ O_2$$

καυστικὸ νάτριο

Γράψτε τὶς μάζες τῶν σωμάτων ποὺ ἀντιστοιχοῦν σὲ κάθε τύπο, καθὼς καὶ τὸν ὄγκο τοῦ ὀξυγόνου (τὰ ἄλλα σώματα εἶναι στερεὰ ἢ ὑγρά).

α) Νὰ ὑπολογιστεῖ ἡ μάζα τοῦ ὑπεροξειδίου τοῦ νατρίου ποὺ θὰ χρειαστεῖ γιὰ τὴν παρασκευὴ 280cm³ ὀξυγόνου. β) Ἂν ὁ ὀξύλιθος περιέχει 45% Na_2O_2, πόσον ὀξύλιθο θὰ χρησιμοποιήσουμε, γιὰ νὰ παρασκευάσουμε 280 cm³ ὀξυγόνο;

17. Μὲ τὴ θερμικὴ διάσπαση τοῦ χλωρικοῦ καλίου $KClO_3$ σχηματίζεται τὸ ἅλας χλωριοῦχο κάλιο KCl καὶ ἐκλύεται ὅλο τὸ ὀξυγόνο τοῦ ἀρχικοῦ ἅλατος, τοῦ χλωρικοῦ καλίου (χρησιμοποιοῦμε χλωρικὸ κάλιο γιὰ τὴν ἐργαστηριακὴ παρασκευὴ τοῦ ὀξυγόνου).

Γράψτε τὴν ἐξίσωση τῆς ἀντιδράσεως, ὑπολογίστε τὶς μάζες ὅλων τῶν σωμάτων ἀπὸ τοὺς τύπους καθὼς καὶ τὸν ὄγκο τοῦ ὀξυγόνου (τὸ $KClO_3$ καὶ τὸ KCl εἶναι σώματα στερεά). Ὑπολογίστε τὴ μάζα τοῦ χλωρικοῦ καλίου ποὺ θὰ χρειαστεῖ γιὰ τὴν παρασκευὴ 0,56 *l* ὀξυγόνου.

18. Τί μάζα ὀξυγόνο O_2 χρειάζεται ἡ καύση 24 g θείου S;

Τί ὄγκος SO_2 θὰ σχηματιστεῖ ἀπὸ τὴν καύση αὐτή; Τί ὄγκος ἀέρα θὰ χρειαζόταν γιὰ τὴν καύση τῶν 24 g S; (τὰ 21% τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρα εἶναι ὀξυγόνο).

19. Οἱ διαστάσεις μιᾶς αἴθουσας εἶναι 7m × 4m × 2,50 m.

α) Πόσο θεῖο θὰ μπορέσουμε νὰ κάψουμε μὲ τὸ ὀξυγόνο ποὺ περιέχεται στὸν ἀέρα τῆς αἴθουσας; β) Πόσο θεῖο πρέπει νὰ κάψουμε, γιὰ νὰ περιέχει ἡ ἀτμόσφαιρα τῆς αἴθουσας 2% σὲ ὄγκο διοξείδιο τοῦ θείου; (τὸ διοξείδιο τοῦ θείου εἶναι ἀπολυμαντικό).

20. Πόσος ἀέρας (σὲ ὄγκο) χρειάζεται γιὰ νὰ καεῖ 1 kg κάρβουνο, ποὺ περιέχει 95% ἄνθρακα; (τὰ ὑπόλοιπα 5% δὲν καίγονται). Ποιὸς θὰ εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα ποὺ θὰ παραχθεῖ; (ὑπολογισμὸς μὲ προσέγγιση 1 *l*).

ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΑ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ

Ἡ χημικὴ ἐξίσωση ἐκφράζει σύντομα τὸ μηχανισμὸ μιᾶς χημικῆς ἀντιδράσεως καὶ δίνει μὲ ἀκρίβεια πληροφορίες γιὰ τὸ σύστημα (γιὰ τὶς διάφορες οὐσίες) πρὶν καὶ μετὰ τὸ χημικὸ φαινόμενο.

A. Ὀξὺ + μέταλλο ⟶ ἅλας + ὑδρογόνο

$2\,HCl$ + Zn ⟶ $ZnCl_2$ + $H_2\uparrow$

ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ + ψευδάργυρος ⟶ χλωριοῦχος ψευδάργυρος

$3\,HCl$ + Al ⟶ $AlCl_3$ + $\frac{3}{2}\,H_2\uparrow$

ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ + ἀργίλιο ⟶ χλωριοῦχο ἀργίλιο

H_2SO_4 + Zn ⟶ $ZnSO_4$ + $H_2\uparrow$

θειικὸ ὀξὺ + ψευδάργυρος ⟶ θειικὸς ψευδάργυρος

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Στὶς ἀντιδράσεις αὐτὲς τὸ μέταλλο διώχνει τὸ ὑδρογόνο τοῦ ὀξέος καὶ παίρνει τὴ θέση του. Σχηματίζεται ἔτσι ἀπὸ κάθε ἀντίδραση ἕνα ἅλας καὶ ἐλευθερώνεται ὑδρογόνο.

Τὰ μόρια τῶν ὀξέων περιέχουν ὑδρογόνο. Παράδειγμα τὸ νιτρικὸ ὀξὺ HNO_3.

Β. Ἐπίδραση τῶν ὀξέων στὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο : ἐλευθερώνεται διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

$$\underset{\text{ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ}}{2\,HCl} + \underset{\text{ἀνθρακ. ἀσβέστιο}}{CaCO_3} \longrightarrow \underset{\text{χλωρ. ἀσβέστιο}}{CaCl_2} + \underset{\text{διοξ.ἄνθρακα}}{CO_2\uparrow} + H_2O$$

$$\underset{\text{θειικὸ ὀξὺ}}{H_2SO_4} + \underset{\text{ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο}}{CaCO_3} \longrightarrow \underset{\text{θειικὸ ἀσβέστιο}}{CaSO_4} + CO_2\uparrow + H_2O$$

Γ. Μέταλλο + ὀξυγόνο → βασεογόνο ὀξείδιο (ἀνυδρίτης βάσεως)

$$\underset{\text{μαγνήσιο}}{Mg} + \frac{1}{2}\,O_2 \longrightarrow \underset{\text{ὀξείδιο μαγνησίου}}{MgO}$$

$$\underset{\text{νάτριο}}{2\,Na} + \frac{1}{2}\,O_2 \longrightarrow \underset{\text{ὀξείδιο νατρίου}}{Na_2O}$$

βασεογόνο ὀξείδιο + νερὸ → βάση (ἢ ὑδροξείδιο)
(ἀνυδρίτης βάσεως)

$$\underset{\text{ὀξείδιο μαγνησίου}}{MgO} + H_2O \rightarrow \underset{\text{ὑδροξείδιο μαγνησίου}}{Mg(HO)_2}$$

$$\underset{\text{ὀξείδιο νατρίου}}{Na_2O} + H_2O \rightarrow \underset{\text{ὑδροξείδιο νατρίου}}{2\,NaOH}$$

Δ. Ἀμέταλλο + ὀξυγόνο → ἀνυδρίτης ὀξέος (ὀξεογόνο ὀξείδιο)

$$\underset{\text{θεῖο}}{S} + O_2 \longrightarrow \underset{\text{διοξείδιο θείου}}{SO_2}$$

ἀνυδρίτης ὀξέος + νερὸ → ὀξὺ
(ὀξεογόνο ὀξείδιο)

$$\underset{\text{διοξείδιο θείου}}{SO_2} + HO_2 \longrightarrow \underset{\text{θειῶδες ὀξὺ}}{H_2SO_3}$$

Ε.

$$\underset{\text{ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ}}{HCl} + \underset{\text{ὑδροξείδιο νατρίου}}{NaOH} \longrightarrow \underset{\text{χλωριοῦχο νάτριο}}{NaCl} + \underset{\text{νερὸ}}{HO_2}$$

$$\underset{\text{θειικὸ ὀξὺ}}{H_2SO_4} + 2\,NaOH \longrightarrow \underset{\text{θειικὸ νάτριο}}{Na_2SO_4} + 2\,HO_2$$

Ὀξὺ + βάση → ἅλας + νερὸ

Στὶς δύο αὐτὲς ἀντιδράσεις τὸ μέταλλο νάτριο παίρνει τὴ θέση τοῦ ὑδρογόνου στὸ μόριο τοῦ ὀξέος.

Τὸ νερὸ σχηματίζεται ἀπὸ τὸ ὑδρογόνο, ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὰ ὀξέα καὶ τὴν ὁμάδα OH (ὑδροξύλιο), ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὶς βάσεις.

Μερικοὶ χημικοὶ τύποι ἁλάτων : χλωριοῦχο νάτριο : NaCl, θειικὸ νάτριο : Na_2SO_4, χλωριοῦχο ἀμμώνιο : NH_4Cl, θειικὸ ἀμμώνιο : $(NH_4)_2SO_4$ νιτρικὸς χαλκὸς $Cu\,(NO_3)_2$.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἀπόλυτη πυκνότητα ἀερίου σὲ g/l = $\dfrac{\text{γραμμομόριο}}{22{,}4}$

2. Πυκνότητα ἀερίου (σχετικὴ μὲ τὸν ἀέρα) = $\dfrac{\text{γραμμομόριο}}{29}$

3. Ὀξὺ + μέταλλο ⟶ ἅλας + ὑδρογόνο.

Τὸ ὀξὺ περιέχει πάντα ὑδρογόνο (π.χ. H_2SO_4)· τὸ ὑδρογόνο τοῦ ὀξέος μπορεῖ ν' ἀντικατασταθεῖ ἀπὸ μέταλλο : σχηματίζεται τότε ἅλας (π.χ. $ZnSO_4$).

4. Μέταλλο + ὀξυγόνο ⟶ βασεογόνο ὀξείδιο (ἀνυδρίτης βάσεως).

βασεογόνο ὀξείδιο + νερὸ ⟶ βάση (ὑδροξείδιο).

Τὰ μόρια τῆς βάσεως περιέχουν πάντα ἕνα ἢ περισσότερα ὑδροξύλια OH. Π.χ. ὑδροξείδιο νατρίου NaOH, ὑδροξείδιο ἀσβεστίου $Ca(OH)_2$, ὑδροξείδιο καλίου KOH.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

5. Ἀμέταλλο + ὀξυγόνο ⟶ ἀνυδρίτης ὀξέος.
Ἀνυδρίτης ὀξέος + νερὸ ⟶ ὀξύ.
6. Ὀξὺ + βάση ⟶ ἅλας + νερό.

Τὸ μέταλλο τῆς βάσεως παίρνει τὴ θέση τοῦ ὑδρογόνου τοῦ ὀξέος. Τὸ νερὸ σχηματίζεται ἀπὸ τὸ ὑδρογόνο H, ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὸ ὀξύ, καὶ ἀπὸ τὸ ὑδροξύλιο OH, ποὺ προέρχεται ἀπὸ τὴ βάση.

● ΤΑ ΚΑΡΒΟΥΝΑ

1 **Οἱ ἄνθρωποι τῆς εἰκόνας 1 προμηθεύονται τὰ καύσιμά τους γιὰ τὸ χειμώνα ἀπὸ τὴ γῆ.** Ἡ περιοχὴ ὅπου ζοῦν ἔχει πολλὰ ἔλη καὶ στὸ ὑπέδαφος τέτοιων περιοχῶν συχνὰ ὑπάρχουν στρώματα μὲ κάρβουνο, ποὺ λέγεται *τύρφη*.

2 **Ἂς παρατηρήσουμε καλὰ ἕνα κομμάτι τύρφη** (εἰκ. 2): διακρίνομε ἶνες, ὑπολείμματα φυτικά, βρύων (μούσκουλας).

Ἂς βάλουμε φωτιὰ σ' ἕνα κομμάτι τύρφη: καίγεται μὲ πολὺ καπνὸ καὶ δίνει λίγη θερμότητα· εἶναι κακῆς ποιότητας κάρβουνο.

Τὰ φυτὰ τῶν ἑλῶν, ἀφοῦ νεκρωθοῦν, σαπίζουν μὲ τὸν καιρό, χωρὶς νὰ βρίσκονται σὲ ἐπαφὴ μὲ τὸν ἀέρα. Τὸ κυριότερο συστατικὸ τῶν φυτῶν, ἡ *κυτταρίνη*, ἀποτελεῖται ἀπὸ τὰ στοιχεῖα ὀξυγόνο, ὑδρογόνο καὶ ἄνθρακα· μὲ τὴν ἀποσύνθεσή τους τὰ νεκρωμένα φυτὰ γίνονται φτωχότερα σὲ ὀξυγόνο καὶ ὑδρογόνο κι ἔτσι τὸ κάρβουνο ποὺ σχηματίζεται ἀπὸ αὐτὰ εἶναι πλουσιότερο σὲ ἄνθρακα.

Στὰ ἕλη ἡ ἀνθράκωση καταλήγει στὸ σχηματισμὸ τῆς τύρφης, ποὺ περιέχει 60% ἄνθρακα.

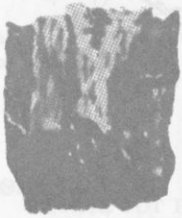
3 **Ἡ εἰκόνα 3 παρουσιάζει ἕνα κομμάτι λιγνίτη:** διακρίνομε σ' αὐτὸν ἶνες σὰν τοῦ ξύλου. Καὶ πραγματικὰ ὁ λιγνίτης εἶναι ἕνα εἶδος ἀπολιθωμένο ξύλο· ἡ ἀνθράκωση σ' αὐτὸν ἔχει προχωρήσει περισσότερο παρὰ στὴν τύρφη.

Περιέχει ὡς 70% ἄνθρακα, εἶναι κάπως ἀποδοτικότερος σὲ θερμότητα ἀπὸ τὴν τύρφη, δὲ θεωρεῖται ὅμως καὶ καλὸ κάρβουνο. Συνήθως τὸν ἀνακατεύουν μὲ ἄλλες ἀνθρακοῦχες οὐσίες καὶ μὲ τὸ μεῖγμα αὐτὸ πλάθουν μικρὲς μάζες, γνωστὲς μὲ τὸ ὄνομα μπρικέτες.

4 **Οἱ λιθάνθρακες (πετροκάρβουνα) εἶναι σκληροί, πολὺ μαῦροι καὶ γυαλιστεροί.** (εἰκ. 4).

Τὰ κοιτάσματά τους βρίσκονται βαθιὰ μέσα στὴ γῆ, συχνὰ στὰ 400 μέτρα περίπου, ἀλλὰ κάποτε καὶ σὲ μεγαλύτερο βάθος, ποὺ μπορεῖ νὰ ξεπεράσει πολὺ καὶ τὰ 1000 m.

① ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΤΥΡΦΗΣ.

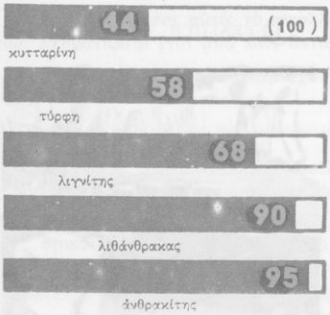


② ΤΥΡΦΗ

③ ΛΙΓΝΙΤΗΣ

④ ΑΠΟΛΙΘΩΜΑ ΦΥΤΟΥ ΣΕ ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΟΥΧΟ ΣΧΙΣΤΟΛΙΘΟ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



5 ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΣΕ ΑΝΘΡΑΚΑ

Οἱ λιθάνθρακες προέρχονται ἀπὸ φυτὰ πολὺ παλιᾶς γεωλογικῆς περιόδου, γι' αὐτὸ καὶ εἶναι σ' αὐτοὺς ἡ ἀνθράκωση πιὸ προχωρημένη, παρὰ στοὺς λιγνίτες· οἱ λιθάνθρακες περιέχουν ἀπὸ 75% ὡς 90% ἄνθρακα. Σὲ μιὰ μάλιστα ποικιλία λιθάνθρακα, στὸν ἀνθρακίτη, ἡ ἀνθράκωση εἶναι σχεδὸν ὁλική: ἡ περιεκτικότητα σὲ ἄνθρακα φτάνει καὶ τὰ 95%.

Ἡ τύρφη, οἱ λιγνίτες, οἱ λιθάνθρακες εἶναι φυσικὰ κάρβουνα.

5 Ἴσες μάζες ἀπ' τὰ διάφορα αὐτὰ κάρβουνα, ὅταν καοῦν, παράγουν διάφορα ποσὰ θερμότητας.

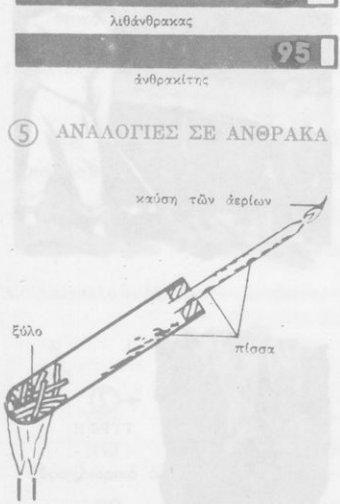
Μὲ 1 kg λιθάνθρακα μποροῦμε νὰ φέρουμε ἀπὸ τὴ συνηθισμένη θερμοκρασία ὡς τὸ βρασμὸ περίπου 100 *l* νερό. Θὰ μᾶς χρειαστεῖ διπλάσιο βάρος τύρφης γιὰ τὸ ἴδιο ἀποτέλεσμα. Ὥστε ἡ **θερμαντικὴ ἀξία** τοῦ λιθάνθρακα εἶναι δύο φορὲς μεγαλύτερη ἀπὸ τῆς τύρφης.

Ἂς θυμηθοῦμε τώρα τὴ μονάδα θερμότητας ποὺ τὴν ὀνομάζομε μεγάλη θερμίδα (kilocalorie ἢ kcal). Ἡ **μεγάλη θερμίδα** εἶναι τὸ ποσὸ τῆς θερμότητας ποὺ χρειάζεται, γιὰ νὰ ὑψωθεῖ 1^0 C ἡ θερμοκρασία 1 kg νεροῦ.

Καίγοντας 1 kg λιθάνθρακα μποροῦμε νὰ ὑψώσουμε 1^0 C τὴ θερμοκρασία 8 τόνων νεροῦ: ὥστε τὸ χιλιόγραμμο τοῦ κάρβουνου αὐτοῦ ἔχει θερμαντικὴ ἀξία 8000 kcal.

Ὁρισμός: θερμαντικὴ ἀξία ἑνὸς καυσίμου εἶναι τὸ ποσὸ τῆς θερμότητας ποὺ παρέχει ἡ τέλεια καύση 1 χιλιογράμμου του (ἢ 1 m³, ἂν τὸ καύσιμο εἶναι ἀέριο).

τύρφη ξερὴ	:	3.000 - 4.000 kcal
λιγνίτης	:	5.000 kcal
λιθάνθρακας	:	8.000 kcal
ἀνθρακίτης	:	8.500 kcal

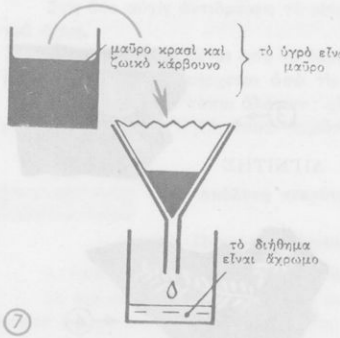


6 ΠΥΡΟΛΥΣΗ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

6 Μεταχειριζόμαστε καὶ τεχνητὰ κάρβουνα.

Ἂς θερμάνουμε κομματάκια ξύλο σ' ἕνα δοκιμαστικὸ σωλήνα. Τὸ ξύλο μαυρίζει καὶ βγάζει καπνούς, ποὺ μποροῦμε νὰ τοὺς ἀναφλέξουμε· στὰ τοιχώματα τοῦ σωλήνα ἐμφανίζονται μικρὲς καστανόχρωμες σταγόνες. Στὸ σωλήνα ἀπομένει στὸ τέλος μιὰ μαύρη οὐσία, πού, ὅταν τὴν ἀνάψουμε, καίγεται χωρὶς φλόγα καὶ χωρὶς καπνὸ (εἰκ. 6).

Ἐξήγηση: ἀπὸ τὸ ξύλο, ποὺ τὰ συστατικά του περιέχουν σὲ μεγάλη ἀναλογία ἄνθρακα, ὑδρογόνο καὶ ὀξυγόνο, μὲ τὴν ἔντονη θέρμανση σχηματίστηκαν διάφορα προϊόντα: ὑδρατμοί, ἀέρια καύσιμα (π.χ. ἀλ-



7

ΤΟ ΖΩΙΚΟ ΚΑΡΒΟΥΝΟ ΠΡΟΣΡΟΦΑ ΤΙΣ ΧΡΩΣΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

(ἀπορροφᾶ καὶ τὶς ὀσμές. Τὴν ἰδιότητα αὐτὴ ἔχει καὶ τὸ ξυλοκάρβουνο).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

κοόλες καὶ ὀξικὸ ὀξὺ σὲ ἀέρια κατάσταση), πίσσα κ.ἄ. Τὸ στερεὸ σῶμα ποὺ ἀπόμεινε στὸ σωλήνα εἶναι ξυλοκάρβουνο (ξυλάνθρακας).

Τὸ φαινόμενο ποὺ παρακολουθήσαμε εἶναι ἡ **πυρόλυση** τοῦ ξύλου.

Ἰδιότητες τοῦ ξυλοκάρβουνου: Ἡ ὑφή του δείχνει καθαρὰ τὴν προέλευσή του, εἶναι ὅμως ἐλαφρό, γιατὶ εἶναι πορῶδες· ἔχει τὴν ἰδιότητα ν' ἀπορροφᾶ μεγάλες ποσότητες ἀερίων. Ὅπως μάθαμε, καίγεται ζωηρὰ στὸ ὀξυγόνο καὶ πολὺ σιγότερα στὸν ἀέρα. Περιέχει 70 - 80% ἄνθρακα. Ἡ θερμαντικὴ ἀξία του εἶναι περίπου 7500 kcal.

7 **Ἄλλα τεχνητὰ κάρβουνα:**

Τὸ *κόκ*, ποὺ ἀπομένει ἀπὸ τὴν πύρωση τῶν λιθανθράκων (ὅπως μένει ἀπὸ τὰ ξύλα τὸ ξυλοκάρβουνο).

Τὸ *ζωικὸ κάρβουνο*: Γιὰ νὰ παρασκευαστεῖ, πυρώνονται κόκκαλα, χωρὶς νὰ ἀφαιρεθεῖ τὸ λίπος τους καὶ τὸ αἷμα. Τὸ κάρβουνο αὐτὸ περιέχει μόνο 10 - 15% ἄνθρακα. Τριμμένο τὸ μεταχειριζόμαστε, γιὰ ν' ἀποχρωματίζουμε διάφορα ὑγρά, γιατὶ ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ προσροφᾶ τὶς χρωστικὲς οὐσίες (εἰκ. 7). Π.χ. ὁ χυμὸς τῶν ζαχαρότευτλων ἢ τοῦ ζαχαροκάλαμου ἀποχρωματίζονται πρὶν συμπυκνωθοῦν, ὥστε ἡ ζάχαρη ποὺ θὰ κρυσταλλωθεῖ νὰ εἶναι ἐντελῶς ἄσπρη (ἄχρωμη).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Φυσικὰ κάρβουνα: α) Ἡ τύρφη εἶναι κακῆς ποιότητας κάρβουνο. Σχηματίζεται ἀκόμα τώρα μέσα στὰ ἕλη, ὅπου σαπίζουν τὰ φυτὰ χωρὶς νὰ βρίσκονται σὲ ἐπαφὴ μὲ τὸν ἀέρα.

β) Σὲ ἀνάλογες συνθῆκες, ἀλλὰ σὲ περασμένες γεωλογικὲς περιόδους, σχηματίστηκαν οἱ λιγνίτες καὶ οἱ λιθάνθρακες. Ὁ ἀνθρακίτης εἶναι ποικιλία λιθάνθρακα πλουσιότατη σὲ ἄνθρακα: περιέχει 95 % τοῦ στοιχείου αὐτοῦ.

2. Τεχνητὰ κάρβουνα: μὲ τὴν πύρωση ἀφήνουν ὑπόλειμμα: ξυλοκάρβουνο τὰ ξύλα, κὸκ οἱ λιθάνθρακες (πετροκάρβουνα) καὶ ζωικὸ κάρβουνο τὰ κόκκαλα.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 1 καὶ 2 στὴ σελίδα 101.

● ΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΑ ΤΩΝ ΛΙΘΑΝΘΡΑΚΩΝ

1 **Ἐρυθροπυρώνομε τριμμένο λιθάνθρακα** (1) σὲ σωλήνα ἀπὸ δύστηκτο γυαλὶ (εἰκ. 1). Ἀπὸ τὸ στόμιο ξεφεύγει πυκνὸς καπνός, ποὺ μποροῦμε νὰ τὸν ἀναφλέξουμε. Στὰ τοιχώματα τοῦ σωλήνα κατακάθονται μικρὲς παχύρρευστες, καφεκίτρινες σταγόνες. Τὸ ὑπόλειμμα τῆς ἐρυθροπύρωσης εἶναι σῶμα σταχτόμαυρο, πορῶδες, ποὺ θρύβεται εὔκολα (εὔθρυπτο) 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 συνθῆκες). Ἡ πυρόλυση τοῦ λιθάνθρακα δίνει κύρια προϊόντα: α) καύσιμα ἀέρια, β) πίσσες, γ) καύσιμο ὑπόλειμμα, τὸ κόκ. Τὸ μεῖγμα τῶν καύσιμων ἀερίων ποὺ παρασκευάζονται μ' αὐτὸ τὸν τρόπο λέγεται *φωταέριο* (γκάζι), γιατὶ πρωτοχρησιμοποιήθηκε γιὰ φωτισμό.

2 **Στὴ βιομηχανία ἡ πύρωση γίνεται σὲ θερμοκρασία 1000° C περίπου, μέσα σὲ μεγάλα πυρίμαχα δοχεῖα (πυρίμαχα ἀποστακτικὰ κέρατα)** (2).

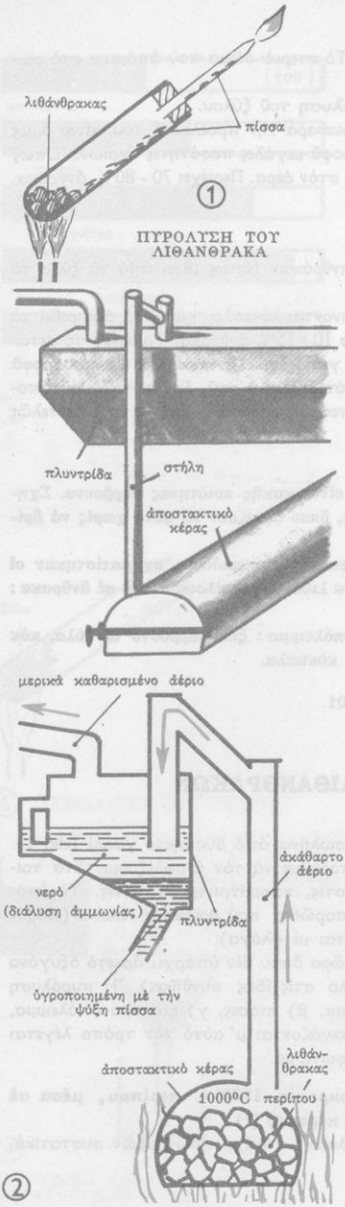
Ὁ καπνὸς ποὺ δημιουργεῖται εἶναι μεῖγμα πολύπλοκο: περιέχει εἴδων εἴδων συστατικά,

---

(1) Ἀπὸ τὴν ποικιλία ποὺ λέγεται παχὺς λιθάνθρακας.

(2) Ἡ πυρόλυση τῶν λιθανθράκων λέγεται ἀπὸ παλιὰ καὶ ξηρὰ ἀπόσταξη. Προτιμότερο ὅμως εἶναι νὰ ἀποφεύγεται ὁ ὅρος αὐτός, γιατὶ ἡ πυρόλυση εἶναι φαινόμενο ἐντελῶς διαφορετικὸ ἀπὸ τὴν ἀπόσταξη.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΦΩΤΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΩΤΑ ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

ποὺ τὰ χωρίζομε μὲ συνδυασμὸ φυσικῶν καὶ χημικῶν μεθόδων (φυσικῶν καὶ χημικῶν φαινομένων).

α. **Φυσικὸς καθαρισμός.**

- Ψύξη τῶν ἀερίων: ὑγροποιεῖται ἡ πίσσα.
- Διοχέτευση ἀπὸ κατάλληλους διαλύτες (κατάλληλα διαλυτικὰ ὑγρά). Μ' αὐτὸ τὸν τρόπο χωρίζομε π.χ. οὐσίες σὰν τὴ ναφθαλίνη ἢ τὸ βενζόλιο.
- Καὶ τὴν ἀμμωνία NH_3, ποὺ παράγεται στὴν πύρωση τῶν λιθανθράκων, συνήθως τὴν παίρνομε διοχετεύοντας τὰ ἀέρια μέσα ἀπὸ νερὸ (εἰκ. 2).

β. **Χημικὸς καθαρισμός.**

Κάποτε τὴν ἀμμωνία τὴ βγάζουν ἀπὸ τὸ ἀκάθαρτο ἀέριο διοχετεύοντάς το σὲ θειικὸ ὀξὺ (H_2SO_4)· τὰ δύο σώματα ἑνώνονται καὶ σχηματίζουν ἕνα ἅλας, ποὺ τὸ λέμε θειικὸ ἀμμώνιο καὶ τὸ καθαρίζομε μὲ ἀνακρυστάλλωση: τὸ θειικὸ ἀμμώνιο εἶναι λίπασμα καλό, γιατὶ δίνει στὰ φυτὰ τὸ ἀπαραίτητο γι' αὐτὰ στοιχεῖο, τὸ ἄζωτο. Ἡ ἀντίδραση τῆς ἀμμωνίας μὲ τὸ θειικὸ ὀξὺ γίνεται σύμφωνα μὲ τὴν ἐξίσωση:

$$\underset{\text{ἀέριο}}{2\,NH_3} + H_2SO_4 \longrightarrow \underset{\text{στερεὸ}}{(NH_4)_2SO_4}$$

- Ἀπομακρύνονται μὲ τὴ βοήθεια χημικῶν ἀντιδράσεων καὶ ὁρισμένα βλαβερὰ γιὰ τὴν ὑγεία ἀέρια. Τέτοιο εἶναι π.χ. τὸ *ὑδρόθειο* H_2S, ποὺ ἡ ὀσμή του θυμίζει χαλασμένα αὐγά. Ἡ καύση του δίνει τὸ γνωστό μας 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 *ὀξειδίου τοῦ σιδήρου*: τὸ ὀξείδιο τοῦ σιδήρου ἀντιδρᾶ μὲ τὸ ὑδρόθειο καὶ σχηματίζει ἕνα σῶμα στερεό, τὸν *θειοῦχο σίδηρο*, καὶ νερό.

3 **Τὸ ἀέριο ὕστερα ἀπὸ τοὺς καθαρισμοὺς εἶναι ἀκόμα μεῖγμα.** Ἡ ὀσμή του μᾶς εἶναι γνωστή. Τὰ κύρια συστατικά του εἶναι ὑδρογόνο σὲ σημαντικὴ ἀναλογία (50 - 55%) καὶ δύο ἄλλα ἀέρια: μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα CO (7 - 13%) καὶ μεθάνιο CH_4 (22 - 27%) (εἰκ. 3).

Καθὼς εἶναι καύσιμα καὶ τὰ τρία αὐτὰ συστατικά του, τὸ φωταέριο εἶναι πλούσιο καύσιμο ἀέριο. Ἡ θερμαντική του ἀξία φτάνει τὶς 4900 ὡς 5300 kcal/m³. Πρὶν διανεμηθεῖ στοὺς καταναλωτές, γίνονται διάφορες ἀναμείξεις, ὥστε νὰ ἔχει θερμαντικὴ ἀξία περίπου σταθερὴ 4500 kcal/m³ (1).

(1) Ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου μετρημένος σὲ θερμοκρασία 0° C καὶ πίεση 760 mmHg.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Ἡ μέση σχετικὴ πυκνότητα τοῦ φωταερίου εἶναι 0,5. Τὸ φωταέριο εἶναι εὔχρηστο καὶ γι' αὐτὸ κατάλληλο οἰκιακὸ καὶ βιομηχανικὸ καύσιμο. Ἐλάττωμά του εἶναι ἡ μεγάλη του τοξικότητα (εἶναι δηλητηριῶδες).

4 **Ἀφοῦ τελειώσει ἡ πυρόλυση τῶν λιθανθράκων, ἀδειάζονται τὰ ἀποστακτικὰ δοχεῖα γιὰ τὴν παραλαβὴ τοῦ κόκ.**

● Ὅταν πάρουμε στὸ χέρι ἕνα κομμάτι κόκ, διαπιστώνομε ἀμέσως πὼς εἶναι πολὺ ἐλαφρότερο ἀπὸ τὸ λιθάνθρακα· εἶναι ἄλλωστε καὶ πορῶδες τὸ τεχνητὸ αὐτὸ κάρβουνο.

Τὸ κὸκ καίγεται χωρὶς φλόγα. Αὐτὸ συμβαίνει, γιατὶ δὲν περιέχει κανένα πτητικὸ συστατικὸ (ὅλα τὰ πτητικὰ τὰ ἔχει διώξει ἡ ἐρυθροπύρωση τῶν λιθανθράκων) (1).

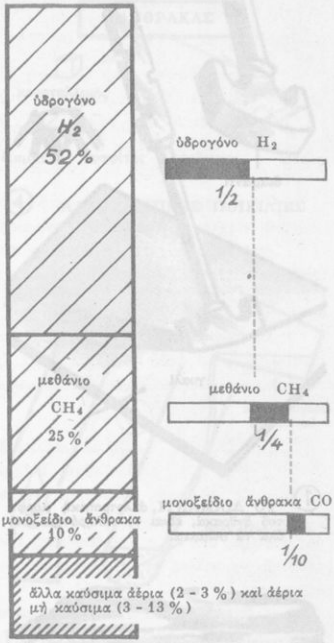
Τὸ κὸκ περιέχει περίπου 90% ἄνθρακα καὶ ἔχει θερμαντικὴ ἀξία 6500 - 7500 kcal.

● Στὰ τοιχώματα τῶν ἀποστακτικῶν κεράτων σχηματίζεται μὲ τὸν καιρὸ ἕνα κάρβουνο σκληρό, κατάλληλο γιὰ τὴν κατασκευὴ ἠλεκτροδίων (βολταϊκῶν τόξων, προβολέων κλπ.), γιατὶ εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τὸ λέμε *κάρβουνο τῶν ἀποστακτήρων*.

5 **Οἱ λιθάνθρακες τροφοδοτοῦν τὴ βιομηχανία.**

Ἀποτελοῦν τεράστια πηγὴ ἐνέργειας ἄμεσα ἢ ἔμμεσα. Ἡ βιομηχανία δηλαδὴ κινεῖται εἴτε καίγοντας τοὺς ἴδιους τοὺς λιθάνθρακες εἴτε καίγοντας προϊόντα τῆς πυρολύσεως τους, τὸ κὸκ καὶ τὸ φωταέριο.

Ἀποτελοῦν ὅμως καὶ τὴν πηγὴ πολλῶν καὶ σημαντικῶν βιομηχανικῶν προϊόντων. Καὶ μόνο ἀπὸ πρώτη ὕλη, τὴ λιθανθρακόπισσα, παρασκευάζονται χρωστικὲς οὐσίες, συνθετικὲς πλαστικὲς ὕλες, φάρμακα, διαλύτες, συνθετικὸ καουτσοὺκ καὶ πλῆθος ἄλλα χρήσιμα προϊόντα.



(3) ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΩΝ ΚΑΘΑΡΟΥ ΦΩΤΑΕΡΙΟΥ

(Ἀναγράφονται μέσες τιμές. Τὰ ἀέρια ποὺ δὲν εἶναι καύσιμα εἶναι ἰδίως CO_2 καὶ ἄζωτο N_2).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ πύρωση τῶν λιθανθράκων στοὺς 1000°C προκαλεῖ τὴν ἀποσύνθεσή τους μὲ παραγωγὴ 1) καύσιμων ἀερίων, 2) πίσσας, 3) ἀμμωνίας καὶ 4) κόκ.

2. Τὸ φωταέριο καθαρίζεται μὲ κατεργασίες φυσικὲς καὶ χημικές.

3. Κύρια συστατικὰ τοῦ φωταερίου εἶναι τὸ ὑδρογόνο, τὸ μεθάνιο καὶ τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα. Εἶναι πλούσιο καύσιμο ἀέριο (θερμαντικὴ ἀξία 5000 kcal/m³ περίπου).

4. Ἡ λιθανθρακόπισσα εἶναι πηγὴ πολλῶν βιομηχανικῶν προϊόντων.

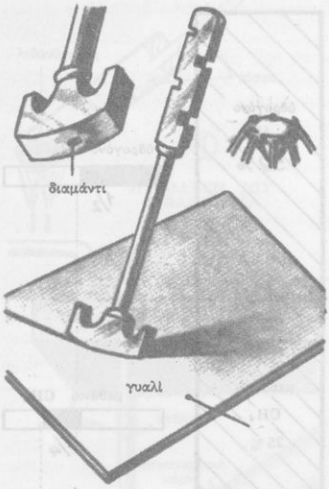
5. Τὸ κὸκ ἔχει θερμαντικὴ ἀξία 6500 - 7500 kcal/kg.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 3 - 5 στὶς σελίδες 101 καὶ 102.

---

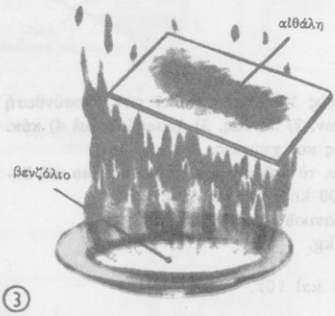
(1) Μὲ φλόγα καίγονται μόνο τὰ καύσιμα ποὺ εἶναι εἴτε ἀέρια (π.χ. ὑδρογόνο, μεθάνιο) εἴτε μπορεῖ νὰ μετατραποῦν σὲ ἀέρια (π.χ. ἀτμοὶ ἀλκοόλης, ἀτμοὶ ὀξικοῦ ὀξέος).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



① ΤΟ ΔΙΑΜΑΝΤΙ, ἀλλοτροπική μορφή τοῦ ἄνθρακα, εἶναι τὸ σκληρότερο ἀπὸ ὅλα τὰ σώματα.

② Ο ΓΡΑΦΙΤΗΣ, ἄλλη μορφή τοῦ ἄνθρακα, εἶναι τόσο ἁπαλὸς ὥστε ἀφήνει ἴχνη στὸ χαρτί.



③ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΙΘΑΛΗΣ

Ἡ βιομηχανία καίει ὀρυκτέλαια καὶ ρητίνες. Μὲ τὴν αἰθάλη παρασκευάζονται βερνίκια, μελάνια, χρώματα.

● ΑΝΘΡΑΚΑΣ

1 Μάθαμε πῶς ὅλα τὰ κάρβουνα, φυσικὰ καὶ τεχνητά, περιέχουν σημαντικὲς ἀναλογίες ἄνθρακα.

2 Ἂν θερμάνουμε σ' ἕνα χωνευτήρι λίγη ζάχαρη, θὰ τὴ δοῦμε νὰ σκουραίνει καὶ νὰ καραμελιάζει, ἔπειτα νὰ μαυρίζει καὶ τελικὰ μένει στὸ χωνευτήρι ἕνα μαῦρο σῶμα ἐλαφρὸ καὶ γυαλιστερό, πού, ὅταν τὸ κάψουμε, δὲν ἀφήνει στάχτη. Τὸ σῶμα αὐτὸ εἶναι κάρβουνο μὲ μεγάλη περιεκτικότητα σὲ ἄνθρακα: εἶναι σχεδὸν καθαρὸς ἄνθρακας. Τὸ λέμε κάρβουνο ἀπὸ ζάχαρη.

3 Ἂς προσέξουμε τώρα ἕνα πολύτιμο κρυσταλλικὸ ὀρυκτό, διάφανο καὶ μὲ ὡραῖες ἀνταύγειες, τὸ διαμάντι, πού εἶναι ἀπὸ ὅλα τὰ σώματα 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 μποροῦμε νὰ φανταστοῦμε πῶς ἔχει καμιὰ σχέση μὲ τὸ μαῦρο σῶμα ποὺ ἄφησε ἡ ζάχαρη, ὅταν τὴ θερμάναμε. Κι ὅμως τὸ διαμάντι εἶναι καθαρὸς ἄνθρακας: καίγεται στὸ ὀξυγόνο χωρὶς ν' ἀφήσει στάχτη.

(Διαμάντια βρίσκονται στὴ Ν. Ἀφρική, 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 μὲ κάπως μεταλλικὴ λάμψη, καὶ ὅταν καίγεται, ἀφήνει ἐλάχιστη στάχτη. Εἶναι σχεδὸν καθαρὸς ἄνθρακας. Ἐνῶ ὅμως τὸ διαμάντι εἶναι σκληρό, ὁ γραφίτης εἶναι τόσο ἁπαλός, ὥστε ἀφήνει ἴχνη στὸ χαρτί· (γι' αὐτὸ καὶ χρησιμοποιεῖται γιὰ τὴν κατασκευὴ μολυβιῶν.)

Ὁ γραφίτης εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ: χρησιμοποιοῦμε ράβδους γραφίτη γιὰ ἠλεκτρόδια στὰ βολτάμετρα, στὰ ἠλεκτρικὰ τόξα κλπ.

5 Ἂς ἀναφλέξουμε λίγες σταγόνες βενζόλιο σ' ἕνα πιάτο (εἰκ. 3).

Καίγεται μὲ φλόγα ὅλη *αἰθάλη* (καπνιά). Αἰθάλη βρίσκεται ἄφθονη καὶ στὰ τοιχώματα τῶν καπνοδόχων: εἶναι καὶ αὐτὴ σχεδὸν καθαρὸς ἄνθρακας.

Ἡ αἰθάλη, ὅπως καὶ τὸ κάρβουνο ἀπὸ ζάχαρη,

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

εἶναι σῶμα ἄμορφο, δὲν ἔχει δηλαδὴ ὑφὴ κρυσταλλικὴ σὰν τὸ γραφίτη ἢ τὸ διαμάντι (εἰκ. 4).

6 **Οἱ τέσσερεις ποικιλίες ἄνθρακα ποὺ γνωρίσαμε σήμερα ἔχουν φυσικὲς ἰδιότητες διαφορετικὲς μεταξύ τους, ἐνῶ παρουσιάζουν ὅλες τὴν ἴδια χημικὴ συγγένεια μὲ τὸ ὀξυγόνο** (1): εἶναι ὅλες καύσιμες καὶ καθὼς καίγονται σχηματίζουν διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (ὅπως τὸ ξυλοκάρβουνο).

Ἡ καύσή τους γίνεται σύμφωνα μὲ τὴν ἐξίσωση:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

12 g + 32 g = 44 g
(στερεὸ) 22,4 *l* 22,4 *l*

7 **Ἡ καύση αὐτὴ ἐκλύει θερμότητα:** λέμε πὼς εἶναι ἀντίδραση **ἐξώθερμη** (γνωρίσαμε ὡς τώρα καὶ ἄλλες ἐξώθερμες ἀντιδράσεις): 12 g ἄνθρακας δίνει, ὅταν καίγεται, 94 kcal, δηλαδὴ ὅση θερμότητα χρειάζεται, γιὰ νὰ φέρει στὴ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ 1 λίτρο νερὸ θερμοκρασίας 6° C.

> **Συμπέρασμα:** *ὁ ἄνθρακας ἔχει μεγάλη χημικὴ συγγένεια μὲ τὸ ὀξυγόνο.*

8 **Ἡ τάση του αὐτὴ νὰ ἑνώνεται μὲ τὸ ὀξυγόνο εἶναι ἀπὸ τὶς σπουδαιότερες ἰδιότητες τοῦ ἄνθρακα,** ποὺ τὴν ἀναγνωρίζομε σὲ ὅλα τὰ κάρβουνα, φυσικὰ ἢ τεχνητά.

9 **Ἀρκετὲς φορὲς ἀναφέραμε τὴν περιεκτικότητα σὲ ἄνθρακα** τοῦ ἑνὸς ἢ τοῦ ἄλλου κάρβουνου. Ἂς δοῦμε τώρα πῶς τὴν ὑπολογίζομε αὐτὴ τὴν περιεκτικότητα:

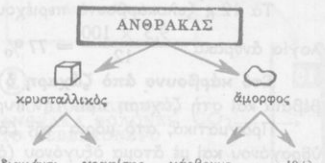
α) 12 g κάρβουνο ἀπὸ ζάχαρη παράγουν, ὅταν καίγονται, 44 g διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, CO_2. Ἀπὸ τὴν προηγούμενη ἐξίσωση ξέρομε πὼς 44 g CO_2 προέρχονται ἀπὸ τὴν καύση 12 g ἄνθρακα. Ὥστε τὸ κάρβουνο ἀπὸ ζάχαρη εἶναι καθαρὸς ἄνθρακας.

β) 12 g ξυλοκάρβουνο δίνουν μὲ τὴν καύση τους μόνο 34 g CO_2. Τὸ ξυλοκάρβουνο δὲν εἶναι καθαρὸς ἄνθρακας. Πόσον ἄνθρακα περιέχει;

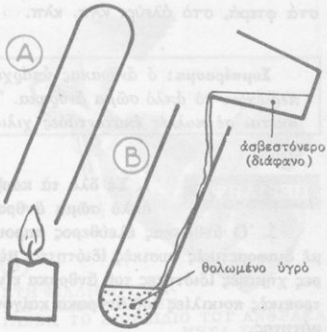
$$44 \text{ g } CO_2 \longrightarrow 12 \text{ g } C$$

$$34 \text{ g } CO_2 \longrightarrow \frac{12 \text{ g} \times 34}{44 \text{ g}} = \frac{3 \times 34}{11} = 9{,}3 \text{ g περίπου.}$$

(1) Τὸ διαμάντι, ὁ γραφίτης, ὁ ἄμορφος ἄνθρακας, εἶναι ἀλλοτροπικὲς ποικιλίες τοῦ ἴδιου σώματος, τοῦ ἄνθρακα. Γενικά: τὰ σώματα ποὺ παρουσιάζουν διαφορὲς στὶς φυσικές τους ἰδιότητες, ἐνῶ ἔχουν ἴδιες χημικὲς ἰδιότητες, λέμε πὼς εἶναι ἀλλοτροπικὲς ποικιλίες τοῦ ἴδιου σώματος. Ἀλλοτροπικὲς ποικιλίες παρουσιάζει καὶ τὸ θεῖο π.χ.

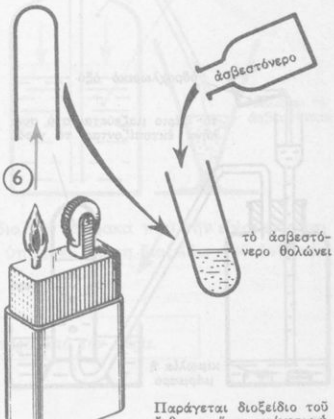


4 ΑΛΛΟΤΡΟΠΙΚΕΣ ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΑΝΘΡΑΚΑ



5 ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΟΤΑΝ ΚΑΙΓΕΤΑΙ ΤΟ ΚΕΡΙ

Ἡ οὐσία ποὺ ἀποτελεῖ τὸ κερὶ περιέχει ἄνθρακα.



Παράγεται διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ὅταν καίγεται ἡ βενζίνα: γιατὶ ἡ βενζίνα περιέχει ἄνθρακα.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Τὰ 12 g ξυλοκάρβουνο περιέχουν 9,3 g ἄνθρακα, ποὺ ἀντιστοιχεῖ σὲ ἑκατοστιαία ἀναλογία ἄνθρακα: $\frac{9,3 \times 100}{12} = 77\,\%$ περίπου.

10 **Στὸ κάρβουνο ἀπὸ ζάχαρη ὁ ἄνθρακας εἶναι ἐλεύθερος.** Ὁ ἴδιος ἄνθρακας ὑπῆρχε βέβαια καὶ στὴ ζάχαρη πρὶν τὴν πυρώσουμε, δὲν ἦταν ὅμως ἐλεύθερος, ἦταν ἑνωμένος.

Πραγματικά, στὸ μόριο τῆς ζάχαρης τὰ ἄτομα τοῦ ἄνθρακα εἶναι ἑνωμένα μὲ ἄτομα ὑδρογόνου καὶ μὲ ἄτομα ὀξυγόνου (ὁ χημικὸς τύπος τῆς ζάχαρης εἶναι $C_{12}H_{22}O_{11}$), ἐνῶ στὸ κάρβουνο ἀπὸ ζάχαρη δὲν ὑπάρχουν ἄλλα στοιχεῖα ἐκτὸς ἀπὸ τὸν ἄνθρακα.

11 **Τὸ πείραμα τῆς εἰκόνας 5 φανερώνει πὼς τὰ μόρια ποὺ ἀποτελοῦν τὴν οὐσία τοῦ κεριοῦ περιέχουν ἄτομα ἄνθρακα,** πὼς εἶναι δηλαδὴ ἑνώσεις ἄνθρακα μὲ ἄλλα στοιχεῖα.

Ἄνθρακας ἑνωμένος βρίσκεται στὸ ξύλο, στὴ βενζίνα, στὶς σάρκες τῶν ζώων, στὶς τρίχες, στὰ φτερά, στὸ ἀλεύρι κλπ. κλπ.

Συμπέρασμα: *ὁ ἄνθρακας ὑπάρχει σ' ἐλεύθερη κατάσταση στὰ κάρβουνα. Τὰ κάρβουνα περιέχουν τὸ ἁπλὸ σῶμα ἄνθρακα. Ἑνωμένος ἄνθρακας, δηλαδὴ τὸ στοιχεῖο ἄνθρακας, βρίσκεται σὲ πολλὲς ἑκατοντάδες χιλιάδες σώματα.*

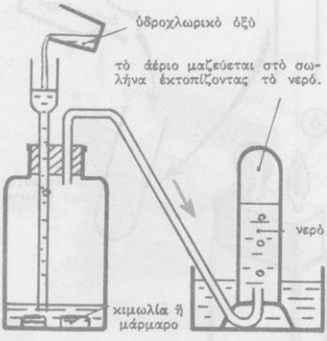
ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Σὲ ὅλα τὰ κάρβουνα, φυσικὰ καὶ τεχνητά, κυριότερο συστατικὸ εἶναι τὸ ἁπλὸ σῶμα ἄνθρακας, ὁ ἄνθρακας σὲ ἐλεύθερη κατάσταση.

2. Ὁ ἄνθρακας ἐλεύθερος παρουσιάζει διάφορες ἀλλοτροπικὲς ποικιλίες (δηλαδὴ μορφὲς μὲ διαφορετικὲς φυσικὲς ἰδιότητες, μὲ ἴδιες ὅμως χημικὲς ἰδιότητες). Μιὰ ἀπὸ τὶς σπουδαιότερες χημικὲς ἰδιότητες τοῦ ἄνθρακα εἶναι ἡ χημική του συγγένεια μὲ τὸ ὀξυγόνο: ὅλες οἱ ἀλλοτροπικὲς ποικιλίες τοῦ ἄνθρακα καίγονται σχηματίζοντας διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα μὲ ἔκλυση θερμότητας.

3. Τὸ στοιχεῖο ἄνθρακας, ἑνωμένος δηλαδὴ ἄνθρακας, ὑπάρχει σὲ πάρα πολλὲς οὐσίες (ὑγρὰ καύσιμα, ζάχαρη, βούτυρο, σάρκες κλπ. κλπ.).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 6 - 8 στὴ σελίδα 102.



① ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

● ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Χημικὸς τύπος: CO_2. Γραμμομόριο: 44 g.

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

1 **Ἀρκετὲς φορὲς συναντήσαμε στὰ μαθήματά μας τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.**

Εἶναι τὸ ἀέριο ποὺ προκαλεῖ τὸ ἄφρισμα τῆς λεμονάδας ἢ τῆς μπύρας. Διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα παράγει ἡ καύση κάθε κάρβουνου καὶ κάθε σώματος ποὺ περιέχει ἄνθρακα καθὼς καὶ ἡ ἀναπνοὴ τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν.

2 **Ἂς παρασκευάσουμε διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ρίχνοντας ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ σὲ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο.** Αὐτὴ τὴ φορὰ μαζεύομε τὸ ἀέριο στὸν ἀνεστραμμένο σωλήνα τῆς εἰκ. 1. Τὸ ὑλικὸ ποὺ χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὴν παρασκευή του (μάρμαρο, κιμωλία, ὀστρακο,

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ἀσβεστόλιθος) ἔχει κύριο συστατικὸ ἕνα ἅλας, τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, $CaCO_3$.

Μὲ τὴν ἀντίδραση αὐτή, ἐκτὸς ἀπὸ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, σχηματίζεται καὶ ἕνα ἅλας διαλυτὸ στὸ νερό, τὸ *χλωριοῦχο ἀσβέστιο*, καθὼς καὶ νερό:

$$\underset{\text{ὀξὺ}}{2\,HCl} + \underset{\text{ἅλας}}{CaCO_3} \longrightarrow \underset{\text{ἅλας}}{CaCl_2} + \underbrace{CO + H_2O}_{\text{ὀξὺ}}$$

3 **Ἡ βιομηχανία παράγει συνήθως μὲ φθηνότερο τρόπο τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα:** μὲ πύρωση τοῦ ἀσβεστόλιθου.

Ξέρομε πὼς ἡ πύρωση ἀποσυνθέτει τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο σὲ ὀξείδιο τοῦ ἀσβεστίου (ἀσβέστη) καὶ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα:

$$\underset{\text{ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο}}{CaCO_3} \longrightarrow \underset{\text{ὀξείδιο ἀσβεστίου}}{CaO} + CO_2\uparrow$$

Ἄλλοτε πάλι παρασκευάζει ἡ βιομηχανία διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καίγοντας κόκ.

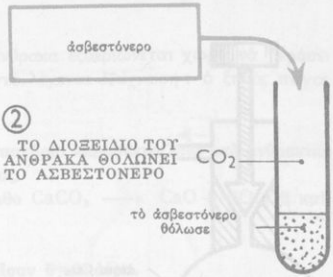
4 **Τὸ ἀσβεστόνερο εἶναι τὸ ἀντιδραστήριο τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα** (1) (εἰκ. 2).

Μποροῦμε νὰ ἐκφράσουμε τὴν ἀντίδραση μὲ τὴ χημική της ἐξίσωση:

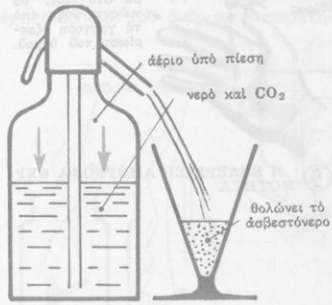
$$\underset{\text{ὑδροξείδιο ἀσβεστίου (διαλυτὸ στὸ νερὸ)}}{Ca(OH)_2} + CO_2 \longrightarrow \underset{\text{ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο (ἀδιάλυτο στὸ νερὸ)}}{CaCO_3} + HO_2$$

Ἂν ἀφήσουμε ἀσβεστόνερο στὸν ἀέρα (σὲ ἀνοιχτὸ δηλαδὴ δοχεῖο) κάμποσες μέρες, θὰ βροῦμε τὴν ἐπιφάνειά του σκεπασμένη μὲ μιὰ ἄσπρη στρώση (σὰ λεπτὴ μεμβράνα). Τὸ στερεὸ αὐτὸ σῶμα εἶναι ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο: ὁ σχηματισμός του φανερώνει τὴν παρουσία διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα στὸν ἀέρα. Ἡ περιεκτικότητα τοῦ ἀέρα σὲ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι ἀρκετὰ σταθερὴ (3/10.000 σὲ ὄγκο, δηλαδὴ 3 cm^3 CO_2 σὲ 10 l ἀέρα).

5 **Μερικὲς φυσικὲς ἰδιότητες τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα.**



③
ΣΤΗ ΦΙΑΛΗ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΜΕ ΠΙΕΣΗ ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΜΕΣΑ ΣΤΟ ΝΕΡΟ

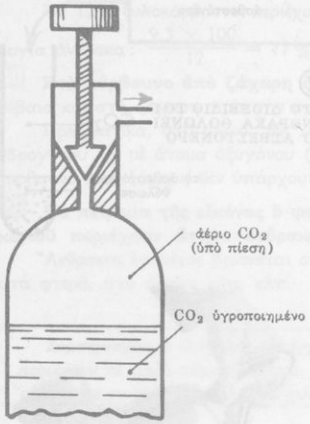


Α. Χύνομε λίγο ἀσβεστόνερο σὲ μιὰ φιάλη διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ποὺ τὴν εἴχαμε ἀφίσει ξεβούλωτη: τὸ θόλωμα ποὺ σχηματίζεται δείχνει πὼς ὑπάρχει ἀκόμη διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα στὴ φιάλη. Αὐτὸ συμβαίνει γιατί

τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι πυκνότερο ἀπὸ τὸν ἀέρα.

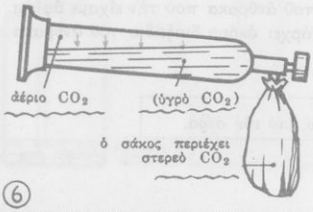
(1) Ἀντιδραστήριο ὀνομάζομε ἕνα γνωστὸ σῶμα ποὺ φανερώνει τὴν παρουσία ἄλλου σώματος, ἀντιδρώντας χαραχτηριστικὰ μ' αὐτὸ (δίνοντας μιὰ χαραχτηριστικὴ χημικὴ ἀντίδραση).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



④ ΦΙΑΛΗ ΜΕ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

⑤ Η ΕΞΑΕΡΙΩΣΗ ΑΠΟΡΡΟΦΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ



⑥ ΣΤΕΡΕΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

● Ἀπόλυτη πυκνότητα τοῦ ἀερίου: $\frac{44\ g}{22{,}4\ l} = 1{,}96\ g/l$

Σχετικὴ πυκνότητα τοῦ ἀερίου: $\frac{44}{29} = 1{,}5$

Συνέπεια: μπορεῖ κανεὶς νὰ μαζέψει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σὲ φιάλη ὄρθια, ἀνοιχτὴ (βλ. συμπλήρωμα σελ. 103).

Β. Ξέρομε πὼς τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι διαλυτὸ στὸ νερό. Αὐτή του ἡ ἰδιότητα ἐξηγεῖ γιατὶ τὰ φυσικὰ νερά, ἰδίως τὸ νερὸ τῆς βροχῆς, περιέχουν πάντα λίγο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ποὺ τὸ παίρνουν ἀπὸ τὸν ἀέρα.

Στὶς συνηθισμένες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως 1 λίτρο νερὸ μπορεῖ νὰ διαλύσει ὡς 1 λίτρο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα· ἂν ὅμως αὐξηθεῖ ἡ πίεση, τὸ 1 λίτρο νερὸ μπορεῖ καὶ διαλύει ἀρκετὰ λίτρα ἀέριο...

Γενικά: ἡ διαλυτότητα ἑνὸς ἀερίου στὸ νερὸ μεγαλώνει μὲ τὴν αὔξηση τῆς πιέσεως.

Ἡ «σόδα», τὸ ἐλαφρὰ ξινὸ ὑγρὸ ποὺ χρησιμοποιοῦν πολλοὶ στὰ ποτά τους ἢ στὰ παγωτά, δὲν εἶναι πράγματι διάλυμα σόδας: εἶναι διάλυμα διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα σὲ νερό. Ἡ διάλυση ὅμως ἔγινε μὲ πίεση 4 - 5 ἀτμοσφαιρῶν κι ἔτσι τὸ ὑγρὸ περιέχει περισσότερο ἀέριο ἀπὸ ὅσο μπορεῖ νὰ συγκρατήσει στὴ συνηθισμένη (ἀτμοσφαιρικὴ) πίεση. Συνέπεια: μόλις βρεθεῖ τὸ ὑγρὸ στὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση, βγάζει ἄφθονες φυσαλίδες διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα (εἰκ. 3).

Γ. Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι ἄχρωμο καὶ ἄοσμο.

Δ. Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, ποὺ παρασκευάζει ἡ βιομηχανία, μεταφέρεται σὲ ὑγρὴ κατάσταση μέσα σὲ μεγάλες ἀτσάλινες φιάλες (μπόμπες ἢ ὀβίδες) (εἰκ. 4), ἀνθεκτικὲς στὴ μεγάλη πίεση ποὺ χρειάζεται, γιὰ νὰ μένει ὑγροποιημένο τὸ ἀέριο· (σὲ θερμοκρασία 20° C ἡ ὑγροποίηση γίνεται μὲ πίεση σχεδὸν 60 ἀτμοσφαιρῶν).

● Ἂς ἀνοίξουμε μὲ προσοχὴ τὴ στρόφιγγα μιᾶς τέτοιας φιάλης (εἰκ. 4): τὸ ἀέριο ξεφεύγει ὁρμητικά.

● Ἂς γείρουμε τώρα τὴ φιάλη, ὥστε ἀπὸ τὸ σωλήνα νὰ χύνεται ὑγρὸ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα: τὸ ὑγροποιημένο ἀέριο ἐξαεριώνεται ταχύτατα.

Μᾶς εἶναι ὅμως γνωστὸ πὼς γιὰ νὰ ἐξαεριωθεῖ ἕνα ὑγρὸ ἀπορροφᾶ θερμότητα (εἰκ. 5). Μὲ τὴ γρήγορη λοιπὸν ἐξαερίωση προκαλεῖται ψύξη τόσο ἐντονη, ποὺ ἕνα μέρος τοῦ ὑγροῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα στερεοποιεῖται καθὼς βγαίνει ἀπὸ τὸ σωλήνα (εἰκ. 6). Αὐτὸ σημαίνει πὼς ἡ θερμοκρασία του κατέβηκε στοὺς −79° C.

Τὸ στερεοποιημένο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, ποὺ ἔχει ὄψη χιονιοῦ, λέγεται συνήθως *ξηρὸς πάγος* ἢ καὶ ἀνθρακικὸ χιόνι.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Στὴ συνηθισμένη πίεση τὸ στερεὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἐξαεριώνεται χωρὶς νὰ περάσει πρωτύτερα ἀπὸ τὴν ὑγρὴ κατάσταση. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ λέγεται *ἐξάχνωση*: ὁ ξηρὸς πάγος ἐξαχνώνεται ἀπορροφώντας πολλὴ θερμότητα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα στὸ ἐργαστήριο παρασκευάζεται ἀπὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο μὲ τὴν ἐπίδραση ἑνὸς ὀξέος.

2. Ἡ βιομηχανία τὸ παράγει πυρώνοντας ἀσβεστόλιθο $CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2\uparrow$ **ἢ καίγοντας κόκ.**

3. Ἀντιδραστήριό του εἶναι τὸ ἀσβεστόνερο.

4. Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι βαρύτερο ἀπὸ ἴσον ὄγκο ἀέρα.

5. Εἶναι ἀέριο διαλυτὸ στὸ νερό.

6. Στὴ συνηθισμένη θερμοκρασία ὑγροποιεῖται μὲ πίεση περίπου 60 ἀτμοσφαιρῶν.

7. Στὴν ἀτμοσφαιρικὴ πίεση στερεοποιεῖται τὸ ὑγρὸ σὲ θερμοκρασία —79° C.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὰ συμπληρώματα στὶς σελίδες 102 καὶ 103 καὶ τὶς ἀσκήσεις 9 καὶ 10 στὶς ἴδιες σελίδες.

● ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΕΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

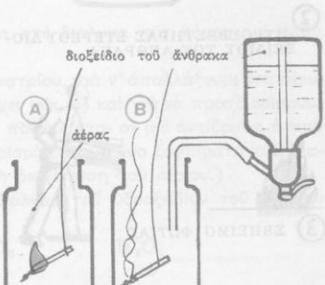
1 **Παρασκευάζομε, ὅπως στὸ προηγούμενο μάθημα, διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα** καὶ προσπαθοῦμε νὰ ἀνάψουμε τὸ ἀέριο, καθὼς βγαίνει ἀπὸ τὸ σωλήνα: τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα δὲν καίγεται.

2 **Ἂς βυθίσουμε τώρα σ' ἕνα πλατύστομο δοχεῖο ἕνα σπίρτο ἀναμμένο** κι ἔπειτα ἂς τὸ μεταφέρουμε σὲ ἄλλο πλατύστομο δοχεῖο ποὺ περιέχει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα: παρατηροῦμε ὅτι, ἐνῶ τὸ σπίρτο καιγόταν κανονικὰ μέσα στὸ πρῶτο δοχεῖο (μέσα στὸν ἀέρα), σβήνει ἀμέσως μόλις μπεῖ στὸ δεύτερο (εἰκ. 1).

Συμπέρασμα: *τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σταματᾶ τὶς καύσεις.*

Ἐφαρμογή: Χρησιμοποιεῖται γιὰ τὴν κατάσβεση τῆς πυρκαγιᾶς (πυροσβεστῆρες) (εἰκ. 2 καὶ 3).

Παρατήρηση: Στὴν ἰδιότητά του νὰ σταματᾶ τὶς καύσεις, ὅπως καὶ στὴν ἐπίδρασή του στὸ ἀσβεστόνερο, βασιζόμαστε γιὰ τὴν ἀνίχνευση (ἀναζήτηση, ἀναγνώριση) τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα.



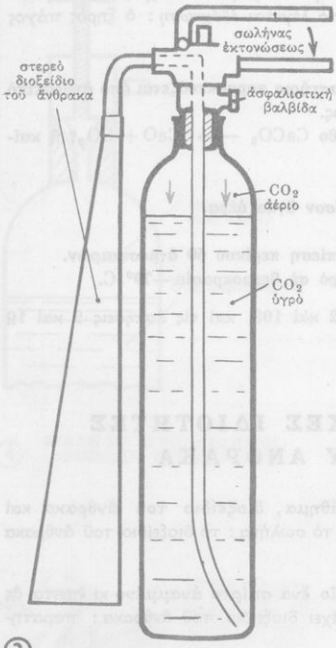
1 ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΣΤΑΜΑΤΑ ΤΙΣ ΚΑΥΣΕΙΣ

3 **Ὁ ἄνθρωπος καὶ τὰ ζῶα δὲν μποροῦν νὰ ζήσουν σὲ ἀτμόσφαιρα διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα.**

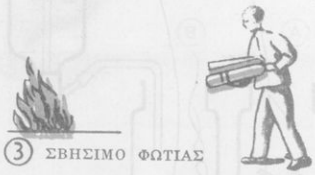
Ἔχουν σημειωθεῖ θάνατοι σὲ ἀνθρώπους ποὺ κατεβαίνοντας μέσα σὲ δεξαμενές, ὅπου πρόσφατα εἶχε ζυμωθεῖ μοῦστος, βρέθηκαν σὲ ἀτμόσφαιρα πλούσια σὲ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (1).

(1) Ἡ ζύμωση τοῦ σταφυλοσακχάρου, ποὺ περιέχεται στὸ μοῦστο, ἐκλύει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα: εἶναι καὶ αὐτὴ ἕνας ἀπὸ τοὺς βιομηχανικοὺς τρόπους παραγωγῆς τοῦ ἀερίου.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



② ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ΣΤΕΡΕΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ



③ ΣΒΗΣΙΜΟ ΦΩΤΙΑΣ

④ ΤΟ ΔΙΑΛΥΜΑ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΕΧΕΙ ΟΞΙΝΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Συμπέρασμα : *τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἐμποδίζει τὴν ἀναπνοή.*

Γίνεται θανατηφόρο, ὅταν ἡ ἀναλογία του στὸν ἀέρα ξεπεράση τὰ 10%. Μολονότι δὲν εἶναι δηλητήριο, ἡ παρουσία του σὲ ποσότητα μεγαλύτερη ἀπὸ ἕνα ὅριο ἀρκετὰ χαμηλό, εἶναι βλαβερή : γιατὶ ἐμποδίζει τοὺς πνεύμονες νὰ διώχνουν κανονικὰ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, τὸ ὁποῖο εἶναι ἀπαραίτητο ν' ἀφαιροῦν ἀδιάκοπα ἀπὸ τὸ αἷμα.

Παρατηρήσεις : α) Ὅταν χρειάζεται νὰ καθαριστεῖ μιὰ δεξαμενή, ὅπου ἔχει γίνει ζύμωση, κατεβάζουν πρῶτα οἱ ἄνθρωποι ἕνα κερὶ ἀναμμένο καὶ μόνο ἂν δὲ σβήσει τὸ κερί, κατεβαίνουν οἱ ἴδιοι. Γιατί;

β) Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἐμποδίζει τὴν ἀναπνοή, ἂν καὶ τὸ μόριό του (CO_2) περιέχει πολὺ ὀξυγόνο, γιατὶ οἱ πνεύμονες χρησιμοποιοῦν ἐλεύθερο (O_2), ὄχι ἑνωμένο ὀξυγόνο.

4 **Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι ἕνωση σταθερή :** στὸ μόριό του τὰ δύο ἄτομα ὀξυγόνου εἶναι γερὰ δεμένα μὲ τὸ ἄτομο τοῦ ἄνθρακα, γιατὶ ἔχουν μεγάλη χημικὴ συγγένεια μεταξύ τους τὰ στοιχεῖα ἄνθρακας καὶ ὀξυγόνο.

Σὲ ψηλὴ μόνο θερμοκρασία, περίπου στοὺς 1100° C, ξεφεύγει ἀπὸ τὸ μόριο ἕνα ἀπὸ τὰ δύο ἄτομα ὀξυγόνου :

$$CO_2 \longrightarrow CO + \frac{1}{2} O_2$$

διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα — μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα — ὀξυγόνο (1)

Καὶ σ' αὐτὲς ὅμως τὶς συνθῆκες τὴ διάσπαση τὴν παθαίνει μόνο ἕνα μόριο στὶς δέκα χιλιάδες περίπου.

Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι σῶμα πολὺ σταθερό.

5 **Τὸ ὑδατικὸ διάλυμα τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα κοκκινίζει τὸ εὐαίσθητο βάμμα ἡλιοτροπίου** (εἰκ. 4). Αὐτὸ συμβαίνει, γιατί, ὅταν ἔρθουν σ' ἐπαφὴ

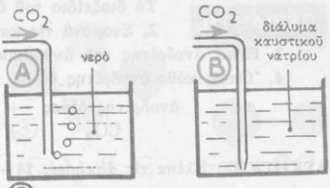
(1) Τὸ ἄτομο τοῦ ὀξυγόνου δὲν μπορεῖ νὰ μείνει ἐλεύθερο· ἑνώνεται μὲ ἄλλο ἕνα (ποὺ ξέφυγε ἀπὸ ἄλλο μόριο CO_2) καὶ σχηματίζει μόριο ὀξυγόνου O_2.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

τὰ δύο σώματα, διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ νερό, σχηματίζεται ἕνα ὀξύ, τὸ ἀνθρακικὸ ὀξύ :

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow \underset{\text{ἀνθρακικὸ ὀξὺ}}{H_2CO_3}$$

Τὸ ἀνθρακικὸ ὀξύ : α) δὲν εἶναι σταθερὸ σῶμα· δὲν κατορθώνομε νὰ τὸ χωρίσουμε ἀπὸ τὸ νερὸ τοῦ διαλύματός του, γιατὶ μὲ τὴν ἐξάτμιση ξαναχωρίζεται σὲ CO_2 καὶ H_2O. β) εἶναι ἀσθενὲς ὀξύ : γι' αὐτὸ καὶ τὸ κόκκινο χρῶμα ποὺ δίνει στὸ βάμμα ἡλιοτροπίου δὲν εἶναι ζωηρό, γι' αὐτὸ καὶ τὸ διάλυμά του δὲν εἶναι πολὺ ξινό.



5 ΤΟ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΔΕΣΜΕΥΕΙ ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

(τὸ ἅλας ποὺ σχηματίζεται μένει διαλυμένο στὸ νερὸ)

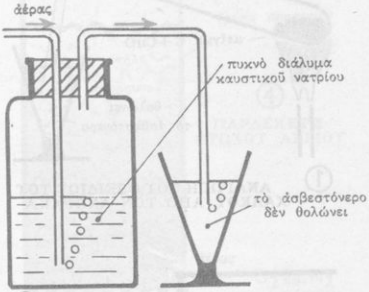
6 Διαπιστώσαμε ὅτι :

τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι ἀνυδρίτης ὀξέος· γι' αὐτὸ καὶ τὸ ὀνομάζομε ἀνθρακικὸν ἀνυδρίτη.

Ὅπως ἔχομε μάθει, ἀνυδρίτες ὀξέων σχηματίζονται ἀπὸ τὴν ἕνωση ἀμετάλλων στοιχείων μὲ ὀξυγόνο.

ἀμέταλλο + ὀξυγόνο ⟶ ἀνυδρίτης ὀξέος

Συμπέρασμα : *ὁ ἄνθρακας ἀνήκει στὴν κατηγορία τῶν ἀμετάλλων στοιχείων.*



6 ΤΟ ΚΑΥΣΤΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΑΠΑΛΛΑΣΣΕΙ ΤΟΝ ΑΕΡΑ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΙ

7 Ὅταν διοχετεύουμε μὲ ἀργὸ ρυθμὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σὲ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου (εἰκ. 5), παρατηροῦμε πὼς οἱ φυσαλίδες τοῦ ἀερίου ἐξαφανίζονται στὸ διάλυμα τῆς βάσης : ἡ βάση δεσμεύει τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

Χρησιμοποιοῦμε τὴν ἰδιότητα αὐτὴ τοῦ καυστικοῦ νατρίου, γιὰ ν' ἀπαλλάξουμε ἕνα ἀέριο (π.χ. τὸν ἀέρα) ἀπὸ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ποὺ περιέχει (εἰκ. 6) καὶ γιὰ νὰ προσδιορίσουμε (νὰ ἐξακριβώσουμε πόσο εἶναι) τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ποὺ ἐκλύεται σὲ μιὰ ἀντίδραση ἢ ποὺ ὑπάρχει σ' ἕνα μεῖγμα ἀερίων. (Γιὰ ἕναν τέτοιο προσδιορισμὸ ἀρκοῦν δύο ζυγίσματα τοῦ διαλύματος τῆς καυστικῆς σόδας : ἕνα πρὶν καὶ ἕνα μετὰ τὴ διοχέτευση τοῦ ἀερίου.)

● Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἐξαφανίζεται μέσα στὸ διάλυμα τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου σύμφωνα μὲ τὴν ἐξίσωση :

$$\underset{\substack{\text{ἀνυδρίτης}\\ \text{ὀξέος}}}{CO_2} + \underset{\text{βάση}}{NaOH} \longrightarrow \underset{\substack{\text{ἅλας}\\ \text{ἀνθρακικὸ νάτριο}\\ \text{(διαλυτὸ στὸ νερὸ)}}}{Na_2CO_3} + \underset{\text{νερὸ}}{H_2O}$$

Ἡ ἀντίδραση αὐτὴ θυμίζει τὴν ἀντίδραση τῶν ὀξέων μὲ τὶς βάσεις :

ὀξὺ + βάση ⟶ ἅλας + νερὸ

Δὲ θὰ μᾶς παραξενέψει ἡ ὁμοιότητα τῶν δύο ἀντιδράσεων, ἂν σκεφτοῦμε πόσο στενὴ σχέση ἔχει τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα μὲ τὸ ἀνθρακικὸ ὀξύ. Ἄλλωστε ὅμοια ἀντιδροῦν μὲ τὶς βάσεις καὶ οἱ ἄλλοι ἀνυδρίτες ὀξέων.

Συμπέρασμα : *ὁ ἀνυδρίτης ὀξέος, ὅπως καὶ τὸ ὀξύ, ἀντιδρᾶ μὲ τὴ βάση καὶ σχηματίζει ἕνα ἅλας καὶ νερό.*

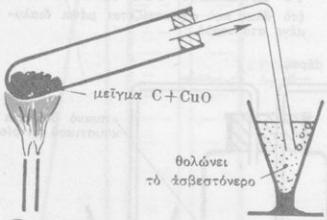
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

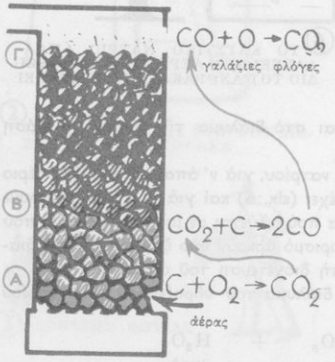
Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα : 1. Δὲν εἶναι καύσιμο.
2. Σταματᾶ τὶς καύσεις.
3. Εἶναι ἀνυδρίτης τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος.
4. Ὅπως κάθε ἀνυδρίτης ὀξέος, ἀντιδρᾶ μὲ τὶς βάσεις σύμφωνα μὲ τὴν ἐξίσωση :

ἀνυδρίτης ὀξέος	+	βάση	⟶	ἅλας	+	νερὸ
CO_2	+	$2\ NaOH$	⟶	Na_2CO_3	+	H_2O

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 11 - 13 στὴ σελίδα 103.



① ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ ΑΠΟ ΤΟΝ ΑΝΘΡΑΚΑ



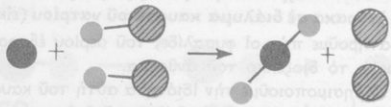
② ΣΤΗΝ ΕΣΤΙΑ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΣ

● ΟΙ ΑΝΑΓΩΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΟΞΥΓΟΝΟΥ

1 **Τὸ ὀξείδιο τοῦ χαλκοῦ CuO εἶναι μιὰ μαύρη σκόνη.**

Ἀνακατεύομε λίγο ὀξείδιο χαλκοῦ μὲ ἀρκετὴ καρβουνόσκονη (ἀπὸ ξυλοκάρβουνο) καὶ θερμαίνομε τὸ μεῖγμα (εἰκ. 1)· τὸ ἀέριο ποὺ ἐκλύεται θολώνει τὸ ἀσβεστόνερο : εἶναι διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα. Μὲ τὴ θέρμανση ἀλλάζει καὶ τὸ χρῶμα τοῦ μείγματος : γίνεται κοκκινόμαυρο.

Ἐξήγηση : ὁ ἄνθρακας ποὺ περιέχεται στὸ κάρβουνο πῆρε ἀπὸ τὸ ὀξείδιο τοῦ χαλκοῦ τὸ ὀξυγόνο του, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ σχηματιστεῖ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ νὰ ἐλευθερωθεῖ χαλκός. Διακρίνομε μέσα στὴν καρβουνόσκονη ποὺ περίσσεψε καὶ τὸ χαρακτηριστικὸ κόκκινο χρῶμα τοῦ χαλκοῦ.



$$C + 2\ CuO \longrightarrow CO_2 + 2\ Cu$$

Τὰ σώματα ποὺ ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ ἀφαιροῦν τὸ ὀξυγόνο ἀπὸ ἄλλα σώματα λέγονται ἀναγωγικά.

Ὁ ἄνθρακας εἶναι σῶμα ἀναγωγικό.

Λέμε πὼς ἔγινε ἀναγωγὴ τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ ἀπὸ τὸν ἄνθρακα (1).

Παρατήρηση : Στὴν περίπτωση τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ δὲ χρειάζεται νὰ ὑψωθεῖ πολὺ ἡ θερμοκρασία, γιὰ νὰ γίνει ἀναγωγή, γιατὶ τὸ σῶμα δὲν εἶναι πολὺ σταθερό.

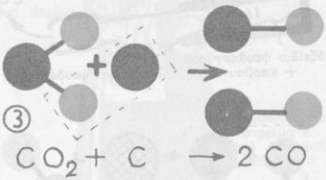
2 **Στὴν ἐπιφάνεια τοῦ κάρβουνου, καθὼς καίει ἡ φωτιὰ στὴ σόμπα,** πολλὲς φορὲς βλέπομε νὰ τρεμουλιάζουν κοντὲς γαλάζιες φλόγες. Σ' αὐτὸ τὸ ἐπίπεδο δὲν καίγεται τὸ ἴδιο τὸ κάρβουνο: μὲ γαλάζια φλόγα καίγεται ἕνα ἀέριο ποὺ σχηματίζεται βαθύτερα μέσα στὰ ἐρυθροπυρωμένα κάρβουνα καὶ ἀνεβαίνει πρὸς τὴν ἐπιφάνεια.

(1) Ἐκτὸς ἀπὸ τὴν ἀφαίρεση ὀξυγόνου εἶναι γνωστὲς στὴ χημεία καὶ ἄλλες ἀντιδράσεις ἀναγωγῆς.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Ἐξήγηση :

● Τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρα, ποὺ φτάνει στὸ βάθος τῆς στήλης τοῦ κάρβουνου ἀπὸ τὴν πόρτα τῆς σόμπας, προκαλεῖ τὴν τέλεια καύση τοῦ ἄνθρακα (εἰκ. 2Α).



$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + \text{θερμότητα}$$

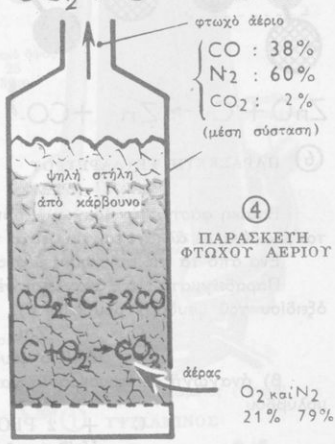
● Τὰ ἐπόμενα στρώματα τοῦ κάρβουνου ἐρυθροπυρώνονται, χωρὶς νὰ μποροῦν νὰ καοῦν, γιατὶ δὲ φτάνει ὡς αὐτὰ ἀρκετὸς ἀέρας (ἀρκετὸ ὀξυγόνο) (εἰκ. 2Β). Σ' αὐτὴν ὅμως τὴ θερμοκρασία γίνεται ὁ ἄνθρακας τόσο ἀναγωγικός, ὥστε ἀφαιρεῖ τὸ μισὸ ὀξυγόνο ἀπὸ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καθὼς περνᾶ (ἀνεβαίνοντας πρὸς τὴν καπνοδόχο) τὸ ἀέριο αὐτὸ ποὺ σχηματίζεται στὶς χαμηλὲς στρώσεις. Ἔτσι σχηματίζεται ἕνα λιγότερο ὀξυγονωμένο ὀξείδιο τοῦ ἄνθρακα, τὸ μονοξείδιό του.

$$CO_2 + C \longrightarrow 2\ CO$$

● Τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα CO εἶναι τὸ ἀέριο ποὺ καίγεται μὲ γαλάζια φλόγα στὴν ἐπιφάνεια τοῦ κάρβουνου στὴ σόμπα : βρίσκει ἐκεῖ ὀξυγόνο, ἑνώνεται μ' αὐτὸ καὶ σχηματίζει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα μὲ ἔκλυση θερμότητας (εἰκ. 2Γ).

$$\underset{\text{μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα}}{CO} + \frac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow \underset{\text{διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα}}{CO_2} + \text{θερμότητα}$$

Παρατήρηση : Ἡ ἀναγωγὴ τοῦ CO_2 ἀπαιτεῖ πολὺ μεγάλη θερμοκρασία, γίνεται δηλαδὴ δύσκολα, γιατὶ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι σῶμα σταθερό.



3 **Γνωρίσαμε δύο ὀξείδια τοῦ ἄνθρακα :**

α) τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, CO_2

β) τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, CO

Τὸ πρῶτο σχηματίζεται μὲ τὴν τέλεια καύση τοῦ ἄνθρακα. Τὸ CO_2 δὲν εἶναι καύσιμο.

Τὸ δεύτερο σχηματίζεται, ὅταν περνᾶ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀπὸ ἐρυθροπυρωμένα κάρβουνα (θερμοκρασία μεγαλύτερη ἀπὸ 1000^0 C).

Τὸ CO εἶναι καύσιμο.

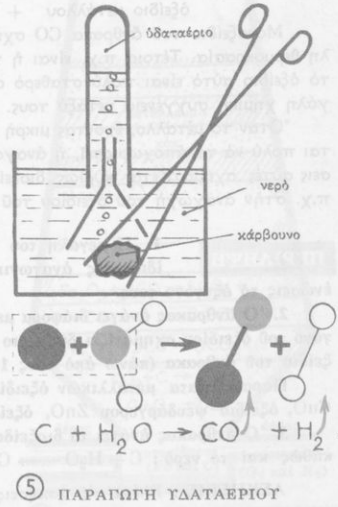
4 **Ἐφαρμογή : τὸ φτωχὸ ἀέριο.**

Ἡ παρασκευὴ ἑνὸς καύσιμου ἀερίου, ποὺ εἶναι γνωστὸ μὲ τ' ὄνομα φτωχὸ ἀέριο, γίνεται ὅπως ἐξηγεῖ ἡ εἰκ. 4. Σωστὰ λέγεται φτωχὸ τὸ ἀέριο αὐτό : ἀπὸ τὰ συστατικά του μόνο τὸ ἕνα, τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, εἶναι καύσιμο. Γι' αὐτὸ καὶ ἔχει θερμαντικὴ ἀξία ποὺ δὲν ξεπερνᾶ τὶς 1200 kcal/m³. Χρησιμοποιεῖται στὴ βιομηχανία γιὰ διάφορες προθερμάνσεις, χρησιμοποιεῖται καὶ γιὰ τὴ λειτουργία ἀεριοκινητήρων.

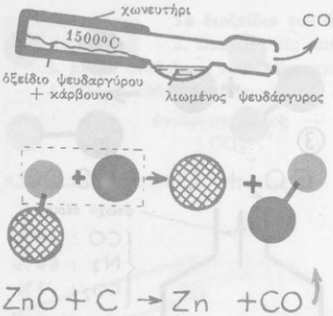
5 **Ὑδαταέριο.**

Ὅταν βυθίσουμε σὲ νερὸ κάρβουνο ἐρυθροπυρωμένο, σχηματίζεται ἕνα ἀέριο, ποὺ μποροῦμε νὰ τὸ συλλέξουμε ὅπως δείχνει ἡ εἰκ. 5.

Τὸ ἀέριο αὐτὸ καίγεται μὲ ἀνοιχτογάλαζη φλό-



Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



⑥ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ

γα: εἶναι μεῖγμα ἀπὸ ὑδρογόνο καὶ ἀπὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

Ἐξήγηση: Τὸ νερὸ παθαίνει ἀναγωγὴ ἀπὸ τὸν ἐρυθροπυρωμένο ἄνθρακα: ὁ ἄνθρακας σ' αὐτὴ τὴ θερμοκρασία ἁρπάζει τὸ ὀξυγόνο ἀπὸ τὸ νερό, μ' ὅλο ποὺ τὸ σῶμα αὐτὸ εἶναι πολὺ σταθερό, σχηματίζει μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ ἀφήνει ἐλεύθερο τὸ ὑδρογόνο τοῦ νεροῦ:

$$C + H_2O \longrightarrow CO\uparrow + H_2\uparrow$$

Τὸ μεῖγμα τῶν δύο ἀερίων — εἶναι καὶ τὰ δύο καύσιμα — ἔχει καλὴ θερμαντικὴ ἀξία (2600 kcal/m³). Ὀνομάζεται ὑδαταέριο ἢ ὑδραέριο. Ἡ βιομηχανία τὸ παράγει διοχετεύοντας ὑδρατμοὺς μέσα ἀπὸ ἐρυθροπυρωμένο κόκ.

6 Οἱ ἀναγωγικὲς ἰδιότητες τοῦ ἄνθρακα εἶναι πολύτιμες γιὰ τὴ μεταλλουργία.

Βασικὴ φάση στὴν ἐξαγωγὴ τῶν μετάλλων ἀπὸ τὰ *μεταλλεύματά* τους (ὅπου βρίσκονται ἑνωμένα μὲ ἄλλα στοιχεῖα) εἶναι ἡ ἀναγωγὴ τῶν μεταλλικῶν ὀξειδίων.

Ἕνα ἀπὸ τὰ πιὸ συνηθισμένα ἀναγωγικὰ ὑλικὰ εἶναι τὸ κάρβουνο.

Παραδείγματα: α) ἀναγωγὴ σὲ θερμοκρασία ψηλότερη ἀπὸ 1000° C: ἡ ἀναγωγὴ τοῦ ὀξειδίου τοῦ ψευδάργυρου (εἰκ. 6).

$$C + ZnO \longrightarrow CO + Zn$$

ὀξείδιο ψευδάργυρου — ψευδάργυρος (τσίγκος)

β) ἀναγωγὴ σὲ θερμοκρασία χαμηλότερη ἀπὸ 1000° C: ἡ ἀναγωγὴ τοῦ ὀξειδίου τοῦ μολύβδου

$$C + 2\,PbO \longrightarrow CO_2 + 2\,Pb$$

ὀξείδιο μολύβδου — μόλυβδος (μολύβι)

Γενικὰ οἱ ἀναγωγὲς τῶν μεταλλικῶν ὀξειδίων ἀπὸ τὸν ἄνθρακα γίνονται σύμφωνα μὲ τὸ σχῆμα:

ὀξείδιο μετάλλου + C ⟶ μέταλλο + CO ἢ CO_2

Μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα CO σχηματίζεται συνήθως στὶς ἀναγωγές, ποὺ ἀπαιτοῦν μεγάλη θερμοκρασία. Τέτοια π.χ. εἶναι ἡ περίπτωση ἀναγωγῆς τοῦ ὀξειδίου τοῦ ψευδάργυρου: τὸ ὀξείδιο αὐτὸ εἶναι πολὺ σταθερὸ σῶμα, γιατὶ ὁ ψευδάργυρος καὶ τὸ ὀξυγόνο ἔχουν μεγάλη χημικὴ συγγένεια μεταξύ τους.

Ὅταν τὸ μέταλλο, ἔχοντας μικρὴ σχετικὰ χημικὴ συγγένεια μὲ τὸ ὀξυγόνο, δὲ δυσκολεύεται πολὺ νὰ τὸ ἀποχωριστεῖ, ἡ ἀναγωγὴ γίνεται σὲ χαμηλότερη θερμοκρασία. Στὶς περιπτώσεις αὐτὲς σχηματίζεται κυρίως διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα. Διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σχηματίζεται π.χ. στὴν ἀναγωγὴ τοῦ ὀξειδίου τοῦ μολύβδου ἢ τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ἡ μεγάλη του χημικὴ συγγένεια μὲ τὸ ὀξυγόνο δίνει στὸν ἄνθρακα ἰδιότητες ἀναγωγικές: ὁ ἄνθρακας ἀφαιρεῖ ἀπὸ διάφορες ὀξυγονοῦχες ἑνώσεις τὸ ὀξυγόνο τους.

2. Ὁ ἄνθρακας ἀνάγει διάφορα μεταλλικὰ ὀξείδια, ἐλευθερώνει τὸ μέταλλο καὶ μὲ τὸ ὀξυγόνο τοῦ ὀξειδίου σχηματίζει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (σὲ χαμηλὴ σχετικὰ θερμοκρασία) ἢ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (πάνω ἀπὸ τοὺς 1000° C).

Παραδείγματα μεταλλικῶν ὀξειδίων ποὺ ἀνάγονται ἀπὸ τὸν ἄνθρακα: ὀξείδιο χαλκοῦ CuO, ὀξείδιο ψευδάργυρου ZnO, ὀξείδιο μολύβδου PbO.

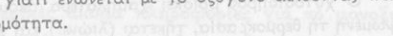
3. Ὁ ἄνθρακας ἀνάγει τὸ διοξειδιό του: $C + CO_2 \rightarrow 2CO$ (παρασκευὴ φτωχοῦ ἀερίου) καθὼς καὶ τὸ νερό: $C + H_2O \longrightarrow CO + H_2$ (παρασκευὴ ὑδαταερίου).

ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 14 - 15 στὴ σελίδα 104.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

● ΟΙ ΑΝΑΓΩΓΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

1 **Τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι καλὸ καύσιμο,** γιατὶ ἑνώνεται μὲ τὸ ὀξυγόνο ἐκλύοντας πολλὴ θερμότητα.



$$CO + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CO_2 + 68 \text{ kcal}$$

Μᾶς εἶναι γνωστό, ἀπὸ προηγούμενα μαθήματα, πὼς διάφορα ἀέρια, ποὺ περιέχουν μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (φωταέριο, φτωχὸ ἀέριο, ὑδαταέριο), χρησιμοποιοῦνται ἀπὸ τὴ βιομηχανία γιὰ θερμάνσεις καὶ γιὰ κίνηση.

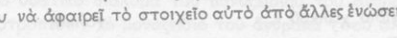
2 **Στὴ μεγάλη τάση τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακα νὰ ἑνώνεται μὲ τὸ ὀξυγόνο** ὀφείλεται ἡ ἱκανότητά του νὰ ἀφαιρεῖ τὸ στοιχεῖο αὐτὸ ἀπὸ ἄλλες ἑνώσεις.

> **Συμπέρασμα:** *τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι σῶμα ἀναγωγικό.*

3 **Μιὰ ἀπὸ τὶς σημαντικότερες βιομηχανίες, ἡ βιομηχανία παραγωγῆς χυτοσιδήρου (μαντεμιοῦ), βασίζεται στὶς ἀναγωγικὲς ἰδιότητες τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακα.**

Ἡ *ὑψικάμινος* εἶναι πελώριο καμίνι (ὕψος 25 - 30 m, χωρητικότητα 400 - 500 m^3), ὅπου γίνεται ἡ ἀναγωγὴ τῶν μεταλλευμάτων τοῦ σιδήρου (ὀξείδια τοῦ σιδήρου ἢ ἀνθρακικὸς σίδηρος), γιὰ νὰ ἐλευθερωθεῖ τὸ μέταλλο. Ἡ ὑψικάμινος γεμίζεται μὲ ἐναλασσόμενες στρώσεις ἀπὸ κὸκ καὶ μετάλλευμα (εἰκ. 1 καὶ 2).

Καύση καὶ ἀναγωγή. Εἰδικὰ μηχανήματα (φυσητῆρες) φυσοῦν ὁρμητικὰ ζεστὸν ἀέρα (900° C περίπου) μέσα ἀπὸ σωλῆνες μὲ μεγάλη διάμετρο στὸ βάθος τῆς στήλης. Τὸ κὸκ καίγεται:



$$C + O_2 \longrightarrow CO_2\uparrow + \text{θερμότητα}$$

καὶ ἡ θερμότητα ποὺ ἐκλύεται ἐρυθροπυρώνει τὶς παραπάνω στρώσεις.

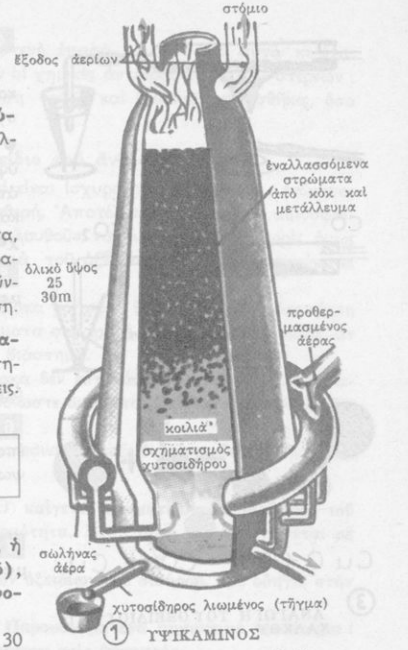
● Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, καθὼς ἀνεβαίνει, ἀνάγεται ἀπὸ τὸ ζεστὸ κάρβουνο καὶ σχηματίζει μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

$$CO_2 + C \longrightarrow 2\ CO\uparrow$$

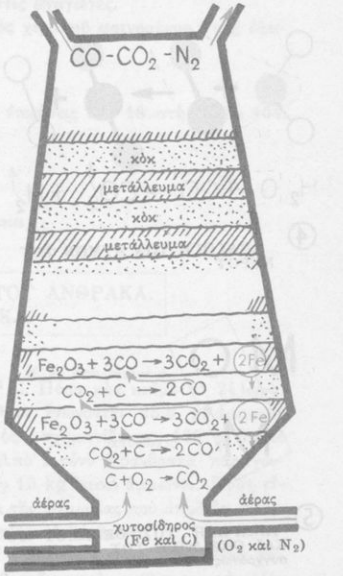
● Τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, καθὼς ἀνεβαίνει, περνᾶ ἀπὸ πυρωμένα ὀξείδια τοῦ σιδήρου καὶ τὰ ἀνάγει. Ἐλευθερώνεται ἔτσι ὁ σίδηρος καὶ ξανασχηματίζεται διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

$$Fe_2O_3 + 3\ CO \longrightarrow 2\ Fe + 3\ CO_2\uparrow$$

● Ἡ πορεία τῶν ἀερίων συνεχίζεται μὲ τὶς ἴδιες διαδοχικὲς ἀναγωγὲς τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα καὶ τῶν ὀξειδίων τοῦ σιδήρου (εἰκ. 2).

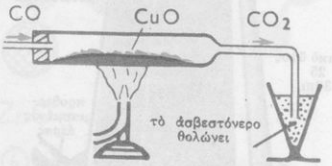


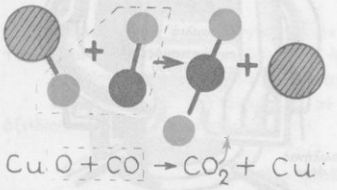
① ΥΨΙΚΑΜΙΝΟΣ



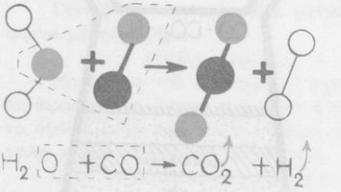
② Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΥΨΙΚΑΜΙΝΟΥ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής





③ ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ



④ ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

⑤ ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΟΞΕΙΔΙΟΥ MO ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΩΣΗ ΤΟΥ M' (γίνονται συγχρόνως)

4 **Χυτοσίδηρος (μαντέμι).**

Καθὼς ἐλευθερώνεται ὁ σίδηρος, ἑνώνεται στὸ κατέβασμά του μὲ ἕνα μικρὸ ποσοστὸ ἄνθρακα καὶ σχηματίζει τὸ χυτοσίδηρο.

● Ὁ χυτοσίδηρος βρίσκει χαμηλότερα ἀκόμα πιὸ ὑψωμένη τὴ θερμοκρασία, τήκεται (λιώνει) καὶ χύνεται ἀπὸ σωλῆνες τοποθετημένους στὸν πυθμένα τῆς ὑψικαμίνου. **Ὁ χυτοσίδηρος εἶναι σίδηρος ποὺ περιέχει 2,4 - 6 % ἄνθρακα.**

5 **Τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀνάγει καὶ ἄλλα μεταλλικὰ ὀξείδια** (εἰκ. 3).

Παράδειγμα: ἀναγωγὴ τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ.

$$\underset{\text{ὀξείδιο χαλκοῦ}}{CuO} + CO \longrightarrow \underset{\text{χαλκὸς}}{Cu} + CO_2\uparrow$$

6 **Ἀνάγει ἐπίσης καὶ τὸ νερό,** ὅταν βρεθεῖ σὲ ἐπαφὴ μὲ ὑδρατμοὺς καὶ ἡ θερμοκρασία εἶναι πολὺ ὑψωμένη.

$$H_2O + CO \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2\uparrow \text{ (εἰκ. 4).}$$

7 **Παρατηροῦμε ὅτι καθὼς ἀνάγει τὰ ἄλλα σώματα, τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ὀξειδώνεται:**

$$Fe_2O_3 + 3\,CO \longrightarrow 2\,Fe + 3\,CO_2\uparrow$$
$$CuO + CO \longrightarrow Cu + CO_2\uparrow$$
$$H_2O + CO \longrightarrow H_2\uparrow + CO_2\uparrow$$

Ἔτσι συμβαίνει καὶ στὸν ἄνθρακα, ὅταν κάνει ἀναγωγές.

$$2\,CuO + C \longrightarrow 2\,Cu + CO_2\uparrow$$
$$H_2O + C \longrightarrow H_2 + CO\uparrow$$

Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ μὲ κάθε σῶμα ἀναγωγικό: καθὼς ἀνάγει τὰ ἄλλα σώματα, τὸ ἴδιο ὀξειδώνεται (εἰκ. 5).

> **Γενικὸ συμπέρασμα:** *ἀναγωγικὰ εἶναι τὰ σώματα πού, ἔχοντας τὴν τάση νὰ ἑνώνονται μὲ ὀξυγόνο, ἀφαιροῦν τὸ στοιχεῖο αὐτὸ ἀπὸ ἑνώσεις του, ὅταν βρεθοῦν σὲ κατάλληλες συνθῆκες.*
>
> *Τὸ ἀναγωγικὸ ὀξειδώνεται καθὼς ἀνάγει: ἀναγωγὴ δὲν γίνεται χωρὶς σύγχρονη ὀξείδωση, οὔτε καὶ ὀξείδωση γίνεται χωρὶς σύγχρονη ἀναγωγή.*
>
> *Ὥστε ἡ ἀναγωγὴ καὶ ἡ ὀξείδωση ἀποτελοῦν δύο ὄψεις τοῦ ἴδιου χημικοῦ φαινομένου, ποὺ τὸ ὀνομάζομε φαινόμενο* **ὀξειδαναγωγῆς.**

8 **Τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, ὅπως καὶ κάθε ἀέριο ἀναγωγικό,** παρουσιάζει ἕνα σημαντικὸ προτέρημα: ὅταν διοχετεύεται στὸ στερεὸ ποὺ πρόκειται

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

νὰ πάθει τὴν ἀναγωγή, ἔρχεται ἀπὸ μόνο του σὲ στενὴ ἐπαφὴ μὲ τὸ σῶμα αὐτὸ κι ἔτσι ἀποφεύγεται ἡ δαπανηρὴ διαδικασία ποὺ ἀπαιτοῦν οἱ χημικὲς ἀντιδράσεις μεταξὺ στερεῶν : λειοτρίβηση καὶ ἀνάμειξη, ἀρκετὰ συχνὰ καὶ ἀνάδευση καθὼς καὶ βαθμιαῖες προσθῆκες, ὅσο διαρκεῖ ἡ ἀντίδραση.

9 Μερικὲς ἀκόμα πληροφορίες γιὰ τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα :

Εἶναι ἐξαιρετικὰ ἐπικίνδυνο στὴν εἰσπνοή, γιατὶ εἶναι ἰσχυρότατο δηλητήριο : ἑνώνεται μὲ τὴν αἱμοσφαιρίνη σχηματίζοντας ἕνωση πολὺ σταθερή. Ἀποτέλεσμα : τὰ ἐρυθρὰ αἱμοσφαίρια — ποὺ αὐτὰ περιέχουν τὴν αἱμοσφαιρίνη — ἐξακολουθοῦν νὰ κυκλοφοροῦν, χωρὶς ὅμως νὰ ἐκτελοῦν τὸ ζωτικὸ προορισμό τους, τὴ μεταφορὰ τοῦ ὀξυγόνου ἀπὸ τοὺς πνεύμονες στοὺς ἱστούς.

Ἀτμόσφαιρα ποὺ περιέχει 2% μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα γρήγορα θανατώνει· καὶ μόνον ἴχνη του ὅμως νὰ περιέχει ὁ ἀέρας, πάλι προκαλεῖ ἐνοχλήματα σοβαρὰ ἢ καὶ τὸ θάνατο ἀκόμα, ἂν ἐξακολουθοῦμε νὰ τὸν εἰσπνέουμε γιὰ ἀρκετὸ χρονικὸ διάστημα.

● Τὸ ὑδατικὸ διάλυμα τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακα δὲν ἐπηρεάζει τὸ χρῶμα τοῦ βάμματος ἡλιοτροπίου : τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (ποὺ ἄλλωστε διαλύεται ἐλάχιστα στὸ νερὸ) δὲν εἶναι ἀνυδρίτης ὀξέος.

Συμπέρασμα : ἀπὸ τὰ δύο ὀξείδια τοῦ ἄνθρακα, μόνο τὸ διοξείδιο εἶναι ἀνυδρίτης ὀξέος.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα CO καίγεται σχηματίζοντας διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ ἐκλύοντας πολλὴ θερμότητα. Στὴν τάση του νὰ ἑνώνεται μὲ ὀξυγόνο ὀφείλονται οἱ ἀναγωγικές του ἰδιότητες.

2. Μὲ CO γίνεται στὴν ὑψικάμινο ἡ ἀναγωγὴ τῶν ὀξειδίων τοῦ σιδήρου, ποὺ ὁδηγεῖ στὴν παραγωγὴ τοῦ χυτοσιδήρου.

3. Τὸ CO ἀνάγει καὶ ἄλλα μεταλλικὰ ὀξείδια. Παρουσιάζει ἕνα σημαντικὸ προτέρημα : εἶναι ἀέριο καὶ γι' αὐτὸ πιὸ εὐκολόχρηστο ἀπὸ τὸ κάρβουνο στὶς ἀναγωγές.

4. Ἡ ἀναγωγὴ καὶ ἡ ὀξείδωση ἀποτελοῦν δύο ὄψεις ἑνὸς χημικοῦ φαινομένου : τῆς ὀξειδαναγωγῆς.

5. Τὸ CO εἶναι ἰσχυρότατο δηλητήριο.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὸ συμπλήρωμα στὴ σελίδα 103 καὶ τὶς ἀσκήσεις 16 - 18 στὴ σελίδα 104.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

7η σειρά : μελέτη τοῦ ἄνθρακα.

ΚΑΡΒΟΥΝΑ. ΑΝΘΡΑΚΑΣ. ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ. ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ.

1. Ἀπὸ τὴν καύση 5,5 g λιγνίτη σὲ περίσσεια ὀξυγόνου παράγονται 42,24 kcal. Ποιὰ εἶναι ἡ θερμαντικὴ ἀξία τοῦ λιγνίτη;

2. Σὲ μιὰ ἑστία κεντρικῆς θερμάνσεως καίγεται κὸκ ποὺ ἡ θερμαντική του ἀξία εἶναι 7500 kcal/kg. Ἡ θερμαντικὴ ἀπόδοση τοῦ συστήματος εἶναι 80% περίπου. Στὸ 24ωρο κυκλοφοροῦν σὲ ὅλη τὴν ἐγκατάσταση 5 τόνοι νερό, ποὺ ψύχονται στὰ σώματα ἀπὸ τοὺς 70° ὡς τοὺς 30° C. Πόσο κὸκ καῖμε τὸ 24ωρο;

3. Ὅταν ἑνώνονται 25,8 g ἀμμωνία μὲ θειικὸ ὀξὺ σχηματίζονται 100 g θειικὸ ἀμμώνιο. Ἀπὸ 1 τόνο λιθάνθρακα παράγονται περίπου 10 kg θειικὸ ἀμμώνιο. Πόση εἶναι ἡ μάζα τῆς ἀμμωνίας ποὺ ἀποδίδει ἡ πυρόλυση 1 τόνου λιθάνθρακα;

4. Ἡ πυρόλυση 1 τόνου λιθάνθρακα παράγει : 500 m^3 φωταέριο (θερμαντικὴ ἀξία

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

4500 kcal/m³), 500 kg κὸκ (θερμαντικὴ ἀξία 7.500 kcal/kg, 50 kg πίσσα, 8 kg βενζόλιο, 2 - 5 kg ἀμμωνία. Ὁ ἴδιος ὁ λιθάνθρακας ἔχει θερμαντικὴ ἀξία 7.500 kcal/kg. Πόση θερμότητα ἀποδίδει ἡ καύση τοῦ φωταερίου καὶ τοῦ κὸκ ποὺ προέρχονται ἀπὸ 1 τόνο λιθάνθρακα; Αὐτὴ ἡ θερμότητα τί ποσοστὸ % ἀποτελεῖ τῆς θερμότητας ποὺ θὰ ἔδινε ἡ καύση τοῦ τόνου λιθάνθρακα;

Ἡ σύσταση τοῦ φωταερίου δὲν εἶναι σταθερή. Ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ εἶδος τοῦ λιθάνθρακα ποὺ χρησιμεύει γιὰ τὴν παραγωγή του καὶ ἀπὸ τὴν θερμοκρασία τῆς πυρολύσεως.

Κάποιο φωταέριο περιέχει σὲ ὄγκο: ὑδρογόνο 50 %, μεθάνιο (CH_4) 38 %, μονοξείδιο ἄνθρακα (CO) 12 %. Ὑπολογίστε: α) τὴ μάζα 1 m³ τοῦ ἀερίου, μὲ προσέγγιση 0,1 g β) τὴ σχετικὴ μὲ τὸν ἀέρα πυκνότητά του, μὲ προσέγγιση 0,01. (Θὰ θεωρήσουμε πὼς 1 *l* ἀέρας ζυγίζει 1,3 g). Γιατί γεμίζομε κάποτε τὰ μπαλόνια μὲ φωταέριο;

6. Πόσος ἀέρας χρειάζεται (ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 1 *l*) γιὰ νὰ καεῖ ἐντελῶς 1 kg λιθάνθρακας ποὺ περιέχει 85 % ἄνθρακα; (Ὁ ἀέρας περιέχει ὀξυγόνο σὲ ἀναλογία 21 % τοῦ ὄγκου του).

7. Κάποιο ξυλοκάρβουνο περιέχει 78 % ἄνθρακα καὶ 3 % ὑδρογόνο, ἡ ὑπόλοιπη μάζα του ἀποτελεῖται ἀπὸ οὐσίες ποὺ δὲν καίγονται. Τί μάζα θὰ ἔχουν τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ τὸ νερὸ ποὺ θὰ παραχθοῦν, ὅταν κάψουμε 5 g ξυλοκάρβουνο;

8. Καῖμε σὲ περίσσεια ὀξυγόνου 3,5 g ἀνθρακίτη καὶ διοχετεύομε τὰ ἀέρια ποὺ σχηματίζονται σὲ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου (ὅπως ξέρομε, τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου δεσμεύει τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα). Ἀφοῦ τελειώσει ἡ ἀντίδραση, τὸ ὑγρὸ ἔχει μάζα 12,1 g μεγαλύτερη ἀπὸ πρίν. Πόσο % ἄνθρακα περιέχει ὁ ἀνθρακίτης; (Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 0,1 %).

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ. Γιὰ νὰ παρασκευάσουμε διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀπὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο μποροῦμε νὰ χρησιμοποιήσουμε ἄλλο ὀξύ, π.χ. θειικὸ ὀξὺ ἀντὶ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ:

$$\underset{\text{ὀξὺ}}{H_2SO_4} + \underset{\text{ἅλας}}{CaCO_3} \longrightarrow \underset{\text{ἅλας (θειικὸ ἀσβέστιο)}}{CaSO_4} + \underbrace{CO_2 + H_2O}_{\text{ὀξὺ (ἀνθρακικὸ ὀξύ)}}$$

● Θὰ μπορούσαμε ἐπίσης ν' ἀντικαταστήσουμε τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο μὲ ἄλλα ἅλατα, ποὺ καὶ αὐτὰ λέγονται ἀνθρακικὰ ἅλατα.

Ὅπως στὴν προηγούμενη ἀντίδραση, ἔτσι καὶ γενικά: **ὅταν ἀντιδροῦν ἀναμεταξύ τους ἕνα ὀξὺ καὶ ἕνα ἅλας, τὰ δύο αὐτὰ σώματα ἐξαφανίζονται καθὼς σχηματίζονται δύο νέα σώματα, ποὺ καὶ αὐτὰ εἶναι τὸ ἕνα ἅλας καὶ τὸ ἄλλο ὀξύ.** (Σ' αὐτὲς τὶς ἀντιδράσεις τὸ μέταλλο τοῦ πρώτου ἅλατος — στὴν περίπτωσή μας τὸ ἀσβέστιο Ca — παίρνει τὴ θέση τοῦ ὑδρογόνου στὸ μόριο τοῦ ὀξέος.

9. Διαθέτομε 70 g θειικὸ ὀξὺ 67 % (ποὺ περιέχει, δηλαδὴ καθαρὸ ὀξὺ H_2SO_4, σὲ ἀναλογία 67 % τῆς μάζας του) καὶ τὸ ἀφήνομε νὰ ἐπιδράσει σὲ περίσσεια κρυσταλλικὴ σόδα (ἀνθρακικὸ νάτριο Na_2CO_3). Πόσος θὰ εἶναι ὁ ὄγκος τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα ποὺ θὰ ἐλευθερώσει ἡ ἀντίδραση;

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ. Ἡ βιομηχανία χρησιμοποιεῖ πολὺ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σὲ ἐργοστάσια ζάχαρης, ἀνθρακικοῦ νατρίου, συντηρημένων τροφίμων, μπύρας, ἀεριούχων ποτῶν κλπ. Οἱ μεγάλες αὐτὲς ποσότητες τοῦ ἀερίου παρασκευάζονται, ἀπὸ τὸν ἀσβεστόλιθο ἢ συγκεντρώνονται ἀπὸ φυσικὲς πηγὲς ποὺ βρίσκονται σὲ ὁρισμένες πετρελαιοφόρες ἢ ἡφαιστειογενεῖς περιοχές. Χρησιμοποιεῖ ἐπίσης ἡ βιομηχανία διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ποὺ παράγεται στὴ ζύμωση ζαχαρούχων χυμῶν.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

10. Πόσος ἀσβεστόλιθος μὲ περιεκτικότητα σὲ ἄνθρακικὸ ἀσβέστιο 70 % πρέπει νὰ πυρωθεῖ γιὰ τὴν παραγωγὴ 900 m^3 διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα; Πόσο ὀξείδιο ἀσβεστίου θὰ σχηματιστεῖ μὲ τὴν ἴδια πύρωση; (Ca = 40).

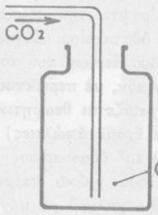
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ. *Συνέπειες τῆς μεγάλης πυκνότητας τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα.*

Μποροῦμε νὰ μαζέψουμε τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σὲ ἀνοιχτὴ φιάλη, φτάνει νὰ εἶναι ὄρθια.

Μποροῦμε νὰ μεταγγίσουμε τὸ ἀέριο ἀπὸ ἕνα δοχεῖο σὲ ἄλλο, σὰν νὰ ἦταν ὑγρό, γιατὶ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, βαρύτερο ἀπὸ τὸν ἀέρα, τὸν ἐκτοπίζει.

Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα μαζεύεται στὰ χαμηλὰ μέρη: π.χ. στὸ βάθος τῶν δεξαμενῶν, ὅπου ἔχει ζυμωθεῖ μοῦστος, ἢ σὲ σπηλιὲς σὲ περιοχὲς ἡφαιστειογενεῖς· ἐξ αἰτίας τοῦ βάρους του συσσωρεύεται κοντὰ στὸ ἔδαφος, γι' αὐτὸ καὶ δὲν προκαλεῖ ἐνοχλήματα στὸν ἄνθρωπο, ἐνῶ ἐμποδίζει τὴν ἀναπνοὴ μικρόσωμων ζώων, ἐπειδὴ τὰ ἀναπνευστικά τους ὄργανα εἶναι πιὸ κοντὰ στὸ ἔδαφος.

Πείραμα: μιὰ σαπουνόφουσκα πλέει στὴν ἐπιφάνεια στρώματος διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα, γιατὶ εἶναι γεμάτη ἀέρα, ποὺ εἶναι ἐλαφρότερος ἀπὸ τὸ ἀέριο αὐτό.



ΤΟ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΕΧΕΙ ΜΕΓΑΛΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

11. Σὲ πίεση 4 ἀτμοσφαιρῶν τὸ νερὸ συγκρατεῖ περίπου 4 φορὲς περισσότερο διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα παρὰ στὴν κανονικὴ πίεση, ὅπου 1 *l* διάλυμα περιέχει περίπου 1 *l* ἀέριο. Θεωρητικὰ πόσα λίτρα τέτοιο πυκνὸ διάλυμα μποροῦμε νὰ παρασκευάσουμε μὲ τὰ 50 *l* ὑγρὸ διοξείδιο μιᾶς χαλύβδινης φιάλης; (Τὸ ὑγρὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἔχει πυκνότητα περίπου ἴση μὲ τοῦ νεροῦ).

12. Περνᾶμε 153 cm^3 μεῖγμα ὀξυγόνου καὶ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα ἀπὸ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου σὲ περίσσεια. Σημειώνομε αὔξηση μάζας τοῦ διαλύματος 0,22 g. Πόσο % στὸν ὄγκο τοῦ μείγματος ἦταν τὸ ὀξυγόνο; (Μὲ προσέγγιση 1 %).

13. Πρὶν ὑγροποιηθεῖ ὁ ἀέρας, περνιέται ἀπὸ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου, γιὰ νὰ τοῦ ἀφαιρεθεῖ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα. Χωρὶς αὐτὴ τὴν προεργασία τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα, μὲ τὴν ψύξη, θὰ γινόταν στερεὸ καὶ θὰ ὑπῆρχε κίνδυνος νὰ βουλώσει τοὺς σωλῆνες, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ ἐμποδίζεται ἡ κυκλοφορία τῶν ἄλλων ἀερίων.

Στὸ διάλυμα τοῦ καυστικοῦ νατρίου διοχετεύονται 1000 m^3 ἀέρας τὴν ὥρα. Πόσο (μὲ προσέγγιση 1 g) εἶναι τὸ ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου ποὺ μετατρέπεται σὲ ἀνθρακικὸ νάτριο στὸ διάστημα 1 ὥρας; (Ὁ ἀέρας περιέχει διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σὲ ἀναλογία 3/10.000 τοῦ ὄγκου του).

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ

Μὲ 12 g ἄνθρακα
μποροῦν νὰ ἑνωθοῦν
16 g ὀξυγόνο (CO) ἢ 32 g ὀξυγόνο (CO_2)

Ἡ σχέση $\frac{16}{32} = \frac{1}{2}$ εἶναι **ἁπλή**. Δὲν ἀποροῦμε γι' αὐτό, ἂν δεχτοῦμε πώς...

... μὲ 1 ἄτομο ἄνθρακα
μποροῦν νὰ ἑνωθοῦν
1 ἄτομο ὀξυγόνου ἢ 2 ἄτομα ὀξυγόνου
σχηματίζοντας
μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα CO ἢ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα CO_2

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

14. Ὑπολογίστε τὴν ἀπόλυτη καὶ τὴ σχετικὴ πυκνότητα τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακα. Ὑπολογίστε τὴν ἑκατοστιαία του σύνθεση μὲ προσέγγιση 0,01 %.

15. Πόσος ἄνθρακας ξοδεύεται γιὰ ν' ἀναχθοῦν 50 g ὀξείδιο χαλκοῦ; Πόσος χαλκὸς θὰ ἐλευθερωθεῖ; (Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 0,01 g).

16. Γράψτε τὴν ἐξίσωση τῆς παρασκευῆς τοῦ ὑδαταερίου. Συγκρίνετε τοὺς ὄγκους τῶν δύο ἀερίων ποὺ τὸ ἀποτελοῦν.

Πόσο κόκ, μὲ περιεκτικότητα 90 % σὲ ἄνθρακα, χρειάζεται θεωρητικὰ (στὴν πραγματικότητα ἔχομε ἀπώλειες) γιὰ τὴν παραγωγὴ 1000 m^3 ὑδαταερίου;

17. Πόσο χαλκὸ παίρνομε ἀνάγοντας 8,2 g ὀξείδιο χαλκοῦ μὲ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα; Πόσο ἄνθρακικὸ ἀσβέστιο θὰ σχηματιστεῖ ὅταν διοχετευτεῖ, τὸ ἀέριο ποὺ βγαίνει ἀπὸ τὸ σωλήνα τῆς ἀναγωγῆς σὲ περίσσεια ἀσβεστόνερον; (Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 0,1) Cu = 63,5.

18. Σὲ θερμοκρασία 500° C καὶ μὲ παρουσία καταλύτη (δηλαδὴ ἑνὸς σώματος ποὺ διευκολύνει τὴν ἀντίδραση) τὸ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀνάγει τοὺς ὑδρατμούς. Παίρνομε μ' αὐτὸ τὸν τρόπο ὑδρογόνο, ποὺ χρησιμοποιοῦμε γιὰ τὴ συνθετικὴ παραγωγὴ ἀμμωνίας (NH_3). Γράψτε τὶς ἐξισώσεις : α) ἀναγωγῆς τῶν ὑδρατμῶν μὲ μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ β) συνθέσεως τῆς ἀμμωνίας. Γιὰ νὰ παρασκευαστοῦν 100 m^3 ἀμμωνία, τί ὄγκος μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα θὰ χρειαστεῖ;

● ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΣ ΚΑΙ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ

1 **Εἴπαμε στὰ πρῶτα μας μαθήματα πὼς τὰ ὀξέα προκαλοῦν ἀναβρασμό, ὅταν ἔρθουν σὲ ἐπαφὴ μὲ σώματα ποὺ περιέχουν ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο:** κιμωλία, μάρμαρο, ὄστρακο κ.ἄ. Διαπιστώσαμε ἐπίσης πὼς τὸ ἀέριο ποὺ προκαλεῖ τὸν ἀναβρασμὸ εἶναι διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

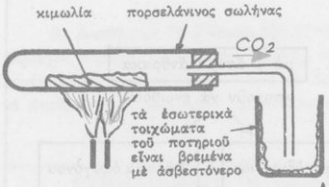
Ἀργότερα μάθαμε πὼς τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο εἶναι ἅλας.

2 **Ἂς γράψουμε τὶς ἐξισώσεις δύο ἀντιδράσεων ποὺ θὰ μᾶς φανερώσουν τί ἀκριβῶς συμβαίνει, ὅταν ἕνα ὀξὺ προσβάλλει τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο:**

$$\underset{\text{ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ}}{2\,HCl} + \underset{\text{ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο}}{CaCO_3} \longrightarrow \underset{\text{χλωριοῦχο ἀσβέστιο}}{CaCl_2} + CO_2 + H_2O$$

$$\underset{\text{θειικὸ ὀξὺ}}{H_2SO_4} + CaCO_3 \longrightarrow \underset{\text{θειικὸ ἀσβέστιο}}{CaSO_4} + CO_2 + H_2O$$

Γενικά: $$\text{ὀξὺ} + CaCO_3 \longrightarrow \text{ἅλας} + CO_2 + H_2O$$



$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

① Η ΠΥΡΩΣΗ ΤΟΥ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ

Μόλις ἔρθουν σὲ ἐπαφὴ ἕνα ὀξὺ καὶ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, ἐκλύεται διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ σχηματίζονται ἕνα ἅλας καὶ νερό.

3 **Ἐφαρμογή:** μ' αὐτὸ τὸν τρόπο παρασκευάσαμε τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ποὺ χρειάστηκε γιὰ τὰ πειράματά μας.

4 **Ἂς θυμηθοῦμε τώρα καὶ ἕνα ἄλλο πείραμα,** τὴν ἀποσύνθεση τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου μὲ τὴ θερμότητα (1).

(1) Τὶς ἀποσυνθέσεις ποὺ προκαλεῖ ἡ θερμότητα τὶς ὀνομάζομε καὶ θερμικὲς διασπάσεις.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Νὰ καὶ ἡ ἐξίσωσή της:

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2 \ (-\text{θερμότητα})$$

ἀνθρακικὸ ὀξείδιο διοξείδιο τοῦ ἀσβέστιο 100 g, ἀσβεστίου 56 g, ἄνθρακα 44 g.

● Ἡ ἐλάττωση τῆς μάζας ποὺ παρατηρήσαμε, ὅταν μεταβάλαμε τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο σὲ ὀξείδιο ἀσβεστίου, ἦταν σημαντική: εὔκολα μποροῦμε νὰ ὑπολογίσουμε ἀπὸ τὴν ἐξίσωσή μας πὼς τὸ CO_2 ποὺ ἐκλύεται ἀντιστοιχεῖ στὰ 44% τῆς μάζας τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου.

● Ἡ διάσπαση τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου γίνεται μόνο σὲ μεγάλη θερμοκρασία: ἀπορροφᾶ πολλὴ θερμότητα. **Τέτοιες ἀντιδράσεις, ποὺ γίνονται μὲ ἀπορρόφηση θερμότητας, τὶς λέμε ἐνδόθερμες.**

Χύνοντας νερὸ σὲ ἀσβέστη, παρατηρήσαμε πὼς σχηματίζεται ὑδροξείδιο τοῦ ἀσβεστίου **μὲ ἔκλυση θερμότητας. Ἡ ἀντίδραση αὐτὴ εἶναι ἐξώθερμη.**

$$CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 \ (+\text{θερμότητα})$$

ὀξείδιο ἀσβεστίου ὑδροξείδιο ἀσβεστίου

5 Ἐφαρμογὴ τῆς θερμικῆς διασπάσεως τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου: τὰ ἀσβεστοκάμινα (εἰκ. 2 καὶ 4).

Πρώτη ὕλη: ἀσβεστόλιθος.

Προϊόντα: ἀσβέστης (ὀξείδιο ἀσβεστίου) καὶ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

Τὴ θερμότητα ποὺ χρειάζεται ἡ ἀντίδραση τὴ δίνει τὸ κάρβουνο ποὺ καῖμε μέσα στὸ ἀσβεστοκάμινο. Ἀνεβάζομε ἔτσι τὴ θερμοκρασία στοὺς 1000° C περίπου.

● Σὲ κάθε ἐργοστάσιο ζάχαρης λειτουργεῖ καὶ ἕνα ἀσβεστοκάμινο: γιατὶ χρειάζεται στὸ καθάρισμα τῆς ζάχαρης ἀσβέστης καὶ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα.

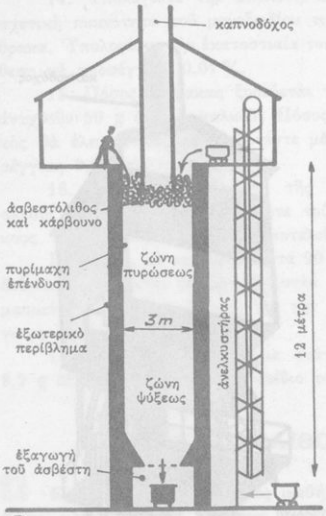
● Ἀσβέστης χρησιμοποιεῖται: γιὰ τὴν ἐξουδετέρωση «ὀξινων» ἐδαφῶν, γιὰ τὴν παρασκευὴ τοῦ χάλυβα (ἀτσαλιοῦ) ἀπὸ ὁρισμένους χυτοσιδήρους. Πυκνὸ ἀσβεστόγαλα χρησιμοποιεῖται γιὰ τ' ἀσπρίσματα καὶ τὶς πρόχειρες ἀπολυμάνσεις, γιὰ τὴν προφύλαξη τῶν ὀπωροφόρων δέντρων ἀπὸ τὰ παράσιτα, γιὰ οἰκοδομικὲς χρήσεις κ.ἄ.

● Τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ποὺ σχηματίζεται στὰ ἀσβεστοκάμινα χρησιμοποιεῖται καὶ γιὰ τὴν παρασκευὴ κρυσταλλικῆς σόδας (ἀνθρακικοῦ νατρίου, Na_2CO_3). Στὸ ἐμπόριο τὸ CO_2 τὸ βρίσκομε καθαρισμένο καὶ ὑγροποιημένο μέσα σὲ χαλύβδινες φιάλες. Ὅταν παρασκευάζεται ἀσβέστης μακριὰ ἀπὸ βιομηχανικὰ κέντρα, τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἀφήνεται νὰ σκορπι-

2 ΑΣΒΕΣΤΟΚΑΜΙΝΟ
(τὸ ἐπάνω τμῆμα)

3 ΑΣΒΕΣΤΙΤΗΣ

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



④
ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΤΟΜΗ ΑΣΒΕΣΤΟΚΑΜΙΝΟΥ

στεῖ στὸν ἀέρα ἀπὸ τὴν καπνοδόχο τοῦ ἀσβεστοκάμινου : τὰ ἔξοδα μεταφορᾶς του εἶναι μεγάλα σχετικὰ μὲ τὴν τιμὴ παραγωγῆς του.

6 Ἡ ἀνίχνευση τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα μὲ τὸ ἀσβεστόνερο :

$$\underset{\text{ὑδροξείδιο ἀσβεστίου}}{CO_2 + Ca(OH)_2} \longrightarrow \underset{\text{ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο}}{CaCO_3} + H_2O$$

ἐπιβεβαιώνει πὼς τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο εἶναι ἅλας (ὅπως τὸ σημειώσαμε στὴν παρ. 1 τοῦ σημερινοῦ μαθήματος), γιατὶ τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι ἀνυδρίτης ὀξέος καὶ τὸ ὑδροξείδιο ἀσβεστίου εἶναι βάση, καὶ μᾶς εἶναι γνωστὸ πὼς ἀπὸ τὴν ἐπίδραση ἑνὸς ἀνυδρίτη ὀξέος σὲ μιὰ βάση σχηματίζονται ἕνα ἅλας καὶ νερό :

ἀνυδρίτης ὀξέος + βάση ⟶ ἅλας + νερὸ

Συμπέρασμα : *τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο εἶναι ἅλας.*

7 Στὴ φύση ὑπάρχει ἄφθονο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο : τὸ περισσότερο βρίσκεται στὸ στερεὸ φλοιὸ τῆς γῆς.

Συχνὰ ἀκοῦμε τοὺς ὅρους *ἀσβεστολιθικὸ πέτρωμα*, *ἀσβεστολιθικὸ ἔδαφος*. Τώρα ξέρομε πὼς τὰ ἀσβεστολιθικὰ πετρώματα (ἀσβεστόλιθος (1), μάρμαρο (2), κιμωλία κ.ἄ.) ἔχουν κύριο συστατικὸ τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ εὔκολα συμπεραίνομε πὼς τὰ ἀσβεστολιθικὰ ἐδάφη περιέχουν ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο σὲ σημαντικὴ ἀναλογία.

Βρίσκεται ὅμως κάποτε καὶ ἐντελῶς καθαρὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο στὸν γήινο φλοιό· ἀποτελεῖ τότε ὡραιότατους διάφανους κρυστάλλους, τὰ ὀρυκτὰ ἀραγωνίτη καὶ ἀσβεστίτη (ἰσλανδικὸ κρύσταλλο) (εἰκ. 3).

Ἀλλὰ καὶ ἀπὸ τὴ ζωντανὴ φύση δὲ λείπει τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο : τὰ ὄστρακα, τὰ δόντια, τὰ κόκκαλα, τὰ κοράλια περιέχουν σημαντικὲς ἀναλογίες τοῦ ἅλατος αὐτοῦ.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Τὰ ὀξέα προσβάλλουν τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο σύμφωνα μὲ τὴν ἐξίσωση

$$2\,HCl + CaCO_3 \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

2. Ἡ θερμότητα διασπᾶ τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο σὲ ὀξείδιο τοῦ ἀσβεστίου καὶ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (ἐνδόθερμη ἀντίδραση)

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2\uparrow \quad \text{(—θερμότητα)}$$

3. Στὸ στερεὸ φλοιὸ τῆς γῆς ὑπάρχει ἄφθονο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο (ἀσβεστόλιθος, κιμωλία, μάρμαρο κ.ἄ.)· ὑπάρχει καὶ στὴ ζωντανὴ φύση ὡς συστατικὸ τῶν ὀστῶν, τῶν δοντιῶν, τῶν ὀστράκων κλπ.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 1 - 2 στὴ σελίδα 113.

---

(1) Ὑπάρχουν διάφορες ποικιλίες ἀσβεστόλιθου (ἄλλες π.χ. ἔγχρωμες, ἄλλες ὄχι), ὅλες ὅμως ἔχουν κύριο συστατικὸ τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο.

(2) Στὸ μάρμαρο διακρίνεται καὶ ἡ κρυσταλλικὴ ὑφὴ τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου (τὰ ἅλατα εἶναι σώματα κρυσταλλικά). Τὸ ἄσπρο μάρμαρο εἶναι σχεδὸν καθαρὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

● ΔΥΟ ΑΛΑΤΑ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ: ΤΟ ΟΥΔΕΤΕΡΟ ΚΑΙ ΤΟ ΟΞΙΝΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ

1 **Διοχετεύομε διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σὲ ἀσβεστόνερο.**

Α. Ὅπως τὸ περιμέναμε, τὸ ἀσβεστόνερο θολώνει: σχηματίζεται ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, σῶμα ἀδιάλυτο στὸ νερὸ (εἰκ. 1 Α).

$$CO_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

Β. Συνεχίζοντας τὴ διοχέτευση παρατηροῦμε, μὲ κάποια ἀπορία, πὼς τὸ θόλωμα σιγὰ σιγὰ ἐλαττώνεται καὶ τελικὰ ἐξαφανίζεται: τὸ ὑγρὸ ξαναβρίσκει τὴν ἀρχική του διαύγεια.

Ἐξήγηση: Δὲν μποροῦμε βέβαια νὰ δεχτοῦμε πὼς τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο ἀπὸ ἀδιάλυτο σῶμα γίνεται διαλυτό. Λογικὸ εἶναι νὰ ὑποθέσουμε πὼς κάποια χημικὴ ἀντίδραση τὸ μεταμορφώνει σὲ ἄλλο, διαλυτὸ στὸ νερό, σῶμα. Καὶ πραγματικὰ αὐτὸ συμβαίνει:

$$\underset{\text{ἀδιάλυτο}}{CaCO_3} + CO_2 + HO_2 \longrightarrow \underset{\text{διαλυτὸ}}{Ca(HCO_3)_2}$$

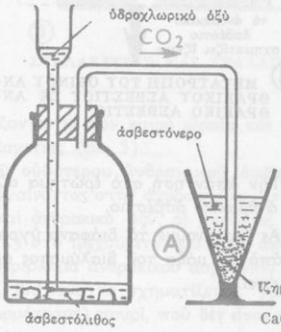
Τὸ διαλυτὸ σῶμα $Ca(HCO_3)_2$ ὀνομάζεται *ὄξινο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο*. Τὸ ἀρχικὸ ἀδιάλυτο σῶμα $CaCO_3$ τὸ λέμε, γιὰ νὰ τὰ ξεχωρίσουμε τὰ δύο, οὐδέτερο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο. Καὶ τὰ δύο αὐτὰ σώματα εἶναι ἄλατα.

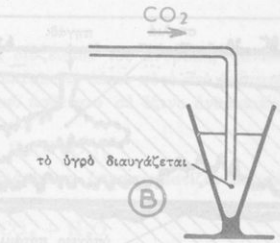
Ἂς προσέξουμε τὴν προηγούμενη ἀντίδραση: παρατηροῦμε πὼς τὸ οὐδέτερο ἅλας μετατρέπεται στὸ ὄξινο ἅλας μὲ τὴν ἐπίδραση ὑδατικοῦ διαλύματος διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα. Μᾶς εἶναι ὅμως γνωστὸ πὼς τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σχηματίζει μὲ τὸ νερὸ ἀνθρακικὸ ὀξύ:

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \text{ (ἀνθρακικὸ ὀξύ).}$$

Ὥστε τὸ ἀνθρακικὸ ὀξὺ εἶναι ποὺ προσβάλλει τὸ οὐδέτερο ἅλας καὶ τὸ μετατρέπει σὲ ὄξινο ἅλας, διαλυτό:

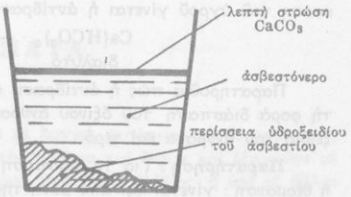
$$CaCO_3 + H_2CO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2 \text{ (1).}$$





① ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΞΙΝΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

2 **Τὰ φυσικὰ νερὰ περιέχουν πάντα λίγο ἀνθρακικὸ ὀξύ:** γιατὶ καθὼς εἶναι σ' ἐπαφὴ μὲ τὸν ἀέρα βρίσκουν διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα — ὑπάρχει πάντα αὐτὸ τὸ ἀέριο στὴν ἀτμόσφαιρα - καὶ τὸ διαλύουν.

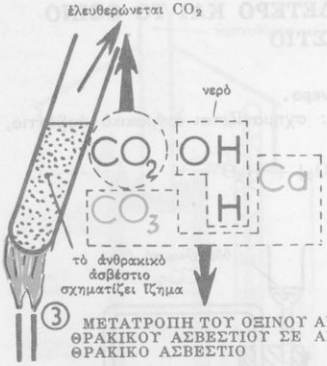


② Ο ΑΕΡΑΣ ΠΑΝΤΑ ΠΕΡΙΕΧΕΙ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

---

(1) Παρατηροῦμε πὼς τὸ ὑδρογόνο τοῦ μορίου τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος (ὅπως ξέρομε, ὅλων τῶν ὀξέων τὰ μόρια περιέχουν ὑδρογόνο) βρίσκεται μετὰ τὴν ἀντίδραση μέσα στὸ μόριο τοῦ νέου ἅλατος: γι' αὐτὸ καὶ τὸ ὀνομάζομε *ὄξινο* ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο. Παρατηροῦμε ἐπίσης πὼς τὸ μόριο τοῦ ὀξινου ἅλατος $Ca(HCO_3)_2$ περιέχει δύο φορὲς τὴν ὁμάδα ἀτόμων CO_3 (ἐνῶ τὸ οὐδέτερο ἅλας $CaCO_3$ περιέχει μία μόνο τέτοια ὁμάδα), γι' αὐτὸ καὶ τὸ ὀξινο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο τὸ λένε κάποτε διττανθρακικὸ ἀσβέστιο.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



③ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΟΞΙΝΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ ΣΕ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΣΒΕΣΤΙΟ

3 Τὰ ἀσβεστολιθικὰ πετρώματα παθαίνουν φθορὰ ἀπὸ τὸ φυσικὸ νερό.

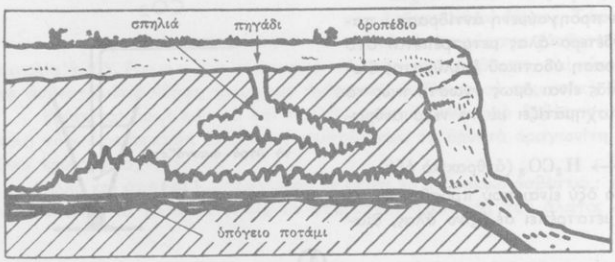
Ἡ μετατροπὴ τοῦ οὐδέτερου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου σὲ ὄξινο ἅλας, ποὺ μᾶς ἔδειξε τὸ πείραμά μας, γίνεται καὶ στὴ φύση: τὸ νερό, μὲ τὸ ἀνθρακικὸ ὀξὺ ποὺ περιέχει, περνώντας ἀπὸ ἀσβεστολιθικὰ πετρώματα, μετατρέπει λίγο ἀπὸ τὸ ἀδιάλυτο συστατικό τους σὲ σῶμα διαλυτὸ κι ἔτσι τὸ παρασύρει.

Τὸ νερὸ δηλ. «τρώγοντας» σιγὰ σιγὰ τὸ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς, ἀλλὰ ἰδίως σὲ ὑπόγεια στρώματα, ἔχει κατορθώσει μὲ τὸ πέρασμα τοῦ χρόνου νὰ προξενήσει μεγάλες μεταβολὲς στὶς ἀσβεστολιθικὲς περιοχές: ἔχει σκάψει βαθιὰ φαράγγια, ὑπόγειες κοῖτες (καταβόθρες) καὶ σπηλιὲς (εἰκ. 4).

4 Τί γίνεται τὸ ὄξινο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο ποὺ παίρνει ἀπὸ τὸ ὑπέδαφος τὸ νερό;

Τὴν ἀπάντηση στὸ ἐρώτημα αὐτὸ θὰ μᾶς τὴ δώσει ἡ καλύτερη γνωριμία μας μὲ τὸ ὄξινο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο.

● Ἂς θερμάνουμε τὸ διάφανο ὑγρὸ ποὺ μᾶς ἔδωσε τὸ πείραμα τῆς παρ. 1: παρατηροῦμε πὼς ἀπὸ τὴ μάζα τοῦ διαλύματος ἀρχίζουν νὰ ξεφεύγουν φυσαλίδες καὶ πὼς τὸ ὑγρὸ ξαναθολώνει.



④ ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΤΟΜΗ ΣΕ ΕΔΑΦΟΣ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΟ

Ἐξήγηση: εὔκολα μπορεῖ ν' ἀποδειχτεῖ πὼς τὸ ἀέριο τῶν φυσαλίδων εἶναι διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ πὼς τὸ ἴζημα ποὺ σχηματίζεται εἶναι οὐδέτερο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο. Μὲ τὴ θέρμανση τοῦ ὑγροῦ γίνεται ἡ ἀντίδραση:

$$\underset{\text{διαλυτό}}{Ca(HCO_3)_2} \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O + \underset{\text{ἀδιάλυτο}}{CaCO_3}$$

Παρατηροῦμε πὼς ἡ ἀντίδραση αὐτὴ εἶναι ἀντίστροφη τῆς προηγούμενης. Ἔγινε αὐτὴ τὴ φορὰ διάσπαση τοῦ ὄξινου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου σὲ οὐδέτερο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ νερό.

Παρατήρηση: Γιὰ τὴ διάσπαση τοῦ ὄξινου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου δὲν εἶναι ἀπαραίτητη ἡ θέρμανση: γίνεται καὶ ἀπὸ μόνη της — πιὸ ἀργὰ ὅμως — ὅταν μείνει τὸ ὑγρὸ στὸν ἀέρα.

● Τὰ δύο πειράματα τοῦ μαθήματος αὐτοῦ ἀποτελοῦν παράδειγμα **χημικῆς ἀντιδράσεως ἀμφίδρομης**, δηλαδὴ μιᾶς ἀντιδράσεως ποὺ οἱ συνθῆκες (π.χ. ὕψωση ἢ ἐλάττωση τῆς θερμοκρα-

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

σίας) ὁρίζουν ἂν θὰ γίνει πρὸς τὴ μιὰ κατεύθυνση: $CO_2 + H_2O + CaCO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$ ἢ πρὸς τὴν ἀντίστροφη: $Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + CaCO_3$.

Τὶς ἐξισώσεις τῶν ἀμφίδρομων ἀντιδράσεων τὶς γράφομε συνήθως ἔτσι:

$$CO_2 + H_2O + CaCO_3 \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$$

● Ἡ ἀμφίδρομη αὐτὴ ἀντίδραση γίνεται καὶ στὴ φύση: τὸ ὄξινο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, ποὺ παραλαβαίνει περνώντας ἀπὸ ἀσβεστολιθικὰ πετρώματα τὸ νερό, βρίσκεται κάποτε σὲ συνθῆκες ποὺ τὸ μετατρέπουν σὲ οὐδέτερο ἅλας. Τὸ ἀδιάλυτο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο χωρίζει τότε ἀπὸ τὸ νερό, κατακαθίζει καὶ σιγὰ σιγὰ ξανασχηματίζει πετρώματα.

⑤ ΣΤΑΛΑΚΤΙΤΕΣ ΚΑΙ ΣΤΑΛΑΓΜΙΤΕΣ

5 Παράδειγμα: μὲ τὸ μηχανισμὸ αὐτόν, ἀπὸ τὸ νερὸ τὸ πλούσιο σὲ ὄξινα ἀνθρακικὰ ἅλατα, ποὺ ἱδρώνουν καὶ στάζουν τὰ τοιχώματα τῆς σπηλιᾶς, σχηματίζονται μὲ τὸν καιρὸ ὡραῖα καὶ παράξενα κρυσταλλικὰ μορφώματα, οἱ *σταλαχτίτες* καὶ *σταλαγμίτες* (εἰκ. 5).

Μὲ πιὸ γρήγορο ρυθμὸ γίνεται ἡ ἀπόθεση τοῦ οὐδέτερου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ἀπὸ τὸ νερὸ ὁρισμένων θερμοπηγῶν, ὅταν ἐξατμίζεται βγαίνοντας στὴν ἀτμόσφαιρα. Στὴν Αἰδηψὸ π.χ., ποὺ τὰ νερά της εἶναι πλούσια σὲ ἅλατα καὶ ἀνθρακικὸ ὀξύ, οἱ βιοτέχνες τοποθετοῦν διάφορα ξύλινα ἀντικείμενα (σταυρούς, κάδρα κλπ.) στὸ τρεχούμενο νερὸ καὶ τ' ἀφήνουν, ὥσπου νὰ σκεπαστεῖ ἡ ἐπιφάνειά τους μὲ ἕνα σκληρὸ περίβλημα ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου.

Καὶ στὰ καζάνια, ὅπου ζεσταίνομε ταχτικὰ νερό, βλέπομε νὰ σχηματίζεται, γρήγορα σχετικά, τὸ ἐνοχλητικὸ (γιατὶ εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητας) πουρί, ποὺ δὲν εἶναι τίποτε ἄλλο παρὰ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ὅταν παρατείνεται ἡ διοχέτευση διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα, ξαναδιαλύεται τὸ θόλωμα ποὺ εἶχε ἀρχικὰ προκαλέσει τὸ ἀέριο αὐτὸ στὸ ἀσβεστόνερο: γιατὶ τὸ ἀνθρακικὸ ὀξὺ μετατρέπει τὸ ἀδιάλυτο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο σὲ ὄξινο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, σὲ σῶμα διαλυτό.

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

2. Τὸ ὄξινο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο εὔκολα παθαίνει διάσπαση ξανασχηματίζοντας οὐδέτερο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ νερό.

$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3 + CO_2 + H_2O$$

3. Τὸ ὑλικὸ τῶν ἀσβεστολιθικῶν πετρωμάτων μεταφέρεται μὲ τὴ μορφὴ ὄξινου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ἀπὸ τὰ φυσικὰ νερά, ποὺ τὸ ἀποθέτουν πάλι, ὅταν οἱ συνθῆκες ξαναμετατρέψουν τὸ ὄξινο ἅλας σὲ οὐδέτερο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο (ἀδιάλυτο).

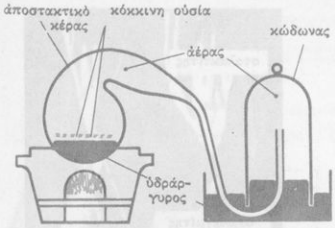
ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βλέπε τὸ συμπλήρωμα στὴ σελίδα 114 καὶ τὶς ἀσκήσεις 3 καὶ 4 στὶς σελίδες 113 καὶ 114.

● ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ

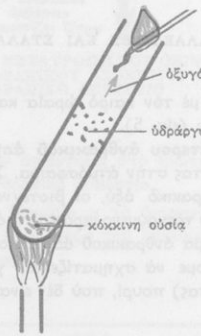
Α. Ο ΙΔΡΥΤΗΣ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ LAVOISIER

1 Ὁ LAVOISIER (1743 - 1794) πρῶτος ἐφάρμοσε μὲ λογικὴ συνέπεια τὸ ζύγισμα στὴ χημεία. Γενικά, δούλευε πάντα μὲ τὴ μεγαλύτερη δυνατὴ ἀκρίβεια καὶ ἔκρινε καὶ ἐξηγοῦσε μὲ θαυμαστὴ διαύγεια τὰ ἀποτελέσματα τῶν πειραμάτων ποὺ ἔκανε ὁ ἴδιος ἢ καὶ οἱ ἄλλοι μεγάλοι ἐρευνητὲς τῆς ἐποχῆς του. Ὁ βασικὸς γιὰ τὴ χημεία νόμος, ποὺ φέρει τὸ ὄνομά του εἶναι ἡ διατύπωση τοῦ συμπεράσματός του πὼς «**στὶς χημικὲς ἀντιδράσεις οἱ μάζες**

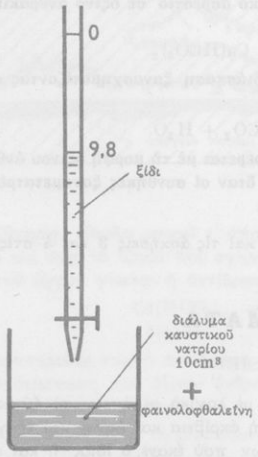
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής



① ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ LAVOISIER



② ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΗ ΤΗΣ ΚΟΚΚΙΝΗΣ ΟΥΣΙΑΣ



③ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΟΞΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΣΤΟ ΞΙΔΙ

μένουν σταθερές». (Βλέπε Κεφάλαιο «Χημικὰ σύμβολα - χημικὲς ἑνώσεις», παραγρ. 4 καὶ 6) Ὁ LAVOISIER ἐξήγησε τὸ φαινόμενο τῆς καύσεως καὶ καθόρισε τὴ σύνθεση τοῦ ἀέρα καὶ τοῦ νεροῦ.

2 Τὸ πείραμα ποὺ ἔκανε ὁ LAVOISIER, γιὰ νὰ ἀναλύσει τὸν ἀέρα ἔμεινε ὀνομαστὸ (εἰκ. 1).

Μέρες θέρμαινε μιὰ ζυγισμένη ποσότητα ὑδράργυρου μέσα σὲ ἀέρα, ποὺ τὸν ὄγκο αὐτοῦ τοῦ ἀέρα τὸν εἶχε μετρήσει ἀπὸ πρίν. Ὅσο θέρμαινε, τόσο ἐμφανίζονταν στὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑδράργυρου κομματάκια μιᾶς οὐσίας κόκκινης, ἐνῶ ὅλο καὶ ἐλαττωνόταν ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρα μέσα στὴ συσκευή.

Ὅταν βεβαιώθηκε πὼς τὸ φαινόμενο αὐτὸ ἔπαψε, ὁ LAVOISIER ἔσβησε τὴ φωτιὰ καὶ ἀφοῦ κρύωσε ἡ συσκευή, διαπίστωσε ὅτι τὸ ἀέριο ποὺ εἶχε ἀπομείνει (4/5 τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρα) σταματοῦσε τὶς καύσεις καὶ τὴν ὁμαλὴ λειτουργία τῆς ἀναπνοῆς (ἦταν τὸ ἀέριο ἄζωτο).

Ἔπειτα πύρωσε τὰ κόκκινα θρύμματα καὶ διαπίστωσε τὴν ἀποσύνθεσή τους (εἰκ. 2):

- σὲ ὑδράργυρο
- καὶ σὲ ἕνα ἀέριο, ποὺ ὁ ὄγκος του ἦταν ἴσος μὲ τὸ 1/5 τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρα στὴν ἀρχὴ τοῦ πειράματος. Μέσα στὸ ἀέριο αὐτὸ τὸ κερὶ ἔκαιγε μὲ λάμψη θαμπωτική. Ὁ LAVOISIER τὸ ὀνόμασε «ἀέρα κατ' ἐξοχὴν ἀναπνεύσιμο»· τὸ λέμε σήμερα ὀξυγόνο.

Β. ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ

Ἅμα διαθέτουμε ἕνα διάλυμα μὲ γνωστὴ περιεκτικότητα σὲ βάση, μποροῦμε νὰ τὴ χρησιμοποιήσουμε, γιὰ νὰ προσδιορίσουμε μὲ εὔκολο τρόπο τὴν ἄγνωστη περιεκτικότητα ἑνὸς ἄλλου ὑγροῦ σὲ ὀξύ. Καὶ ἀντίστροφα, μὲ διάλυμα ὀξέος γνωστῆς περιεκτικότητας εὔκολα προσδιορίζομε τὴν ἄγνωστή μας περιεκτικότητα ἑνὸς ὑγροῦ σὲ βάση.

Κάνομε μ' αὐτὸ τὸν τρόπο ὀγκομετρικὸ προσδιορισμὸ ἑνὸς ὀξέος ἢ μιᾶς βάσεως.

Παράδειγμα: ὀγκομετρικὸς προσδιορισμὸς τοῦ ὀξικοῦ ὀξέος σ' ἕνα δεῖγμα ξιδιοῦ (εἰκ. 3).

1 Βάζομε σ' ἕνα ποτήρι 10cm³ ἀπὸ ἕνα διάλυμα καυστικοῦ νατρίου, ποὺ περιέχει 1 γραμμομόριο (1 mole) βάση στὸ λίτρο, καὶ προσθέτομε 2 - 3 σταγόνες διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης.

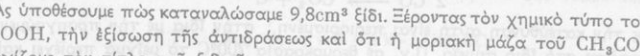
2 Χύνομε ἀπὸ μιὰ προχοΐδα (1) σταγόνα σταγόνα

(1) Ἡ προχοΐδα εἶναι ὀγκομετρική: στὰ τοιχώματά της εἶναι σημειωμένα, ἀρχίζοντας ἀπὸ πάνω, τὰ κυβικὰ ἑκατοστὰ καὶ τὰ δέκατα τῶν cm³. Οἱ ὀγκομετρικὲς προχοΐδες λέγονται καὶ διαιρεμένες.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

τὸ ξίδι, ποὺ ἡ περιεκτικότητά του σὲ ὀξικὸ ὀξὺ μᾶς εἶναι ἄγνωστη, ὥσπου νὰ ἀποχρωματιστεῖ ἡ φαινολοφθαλεΐνη (προσέχομε νὰ μὴν πέσει οὔτε σταγόνα παραπάνω ἀπὸ ὅσο χρειάζεται γιὰ τὴν ἐξουδετέρωση). Ἀφαιρώντας τὴν ἀρχικὴ ἔνδειξη τῆς προχοΐδας ἀπὸ τὴν τελική, βρίσκομε πόσο ξίδι καταναλώσαμε γιὰ τὴν ἐξουδετέρωση τῶν 10cm³ τοῦ διαλύματος καυστικοῦ νατρίου.

Ἂς ὑποθέσουμε πὼς καταναλώσαμε 9,8cm³ ξίδι. Ξέροντας τὸν χημικὸ τύπο τοῦ ὀξικοῦ ὀξέος CH_3COOH, τὴν ἐξίσωση τῆς ἀντιδράσεως καὶ ὅτι ἡ μοριακὴ μάζα τοῦ CH_3COOH εἶναι 60, ὑπολογίζομε τὸν τίτλο τοῦ ξιδιοῦ:



ὀξὺ + βάση ⟶ ἅλας + νερὸ

$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$

Λύση:

10cm³ τοῦ διαλύματος καυστικοῦ νατρίου περιέχουν $\frac{1}{100}$ τοῦ γραμμομορίου ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου.

Ἀφοῦ 1 γραμμομόριο ὀξὺ ἐξουδετερώνεται ἀπὸ 1 γραμμομόριο ὑδροξείδιο τοῦ νατρίου $\frac{1}{100}$ τοῦ γραμμομορίου καυστικὸ νάτριο ἀντιστοιχεῖ μὲ $\frac{1}{100}$ τοῦ γραμμομορίου ὀξικὸ ὀξύ: στὰ 9,8cm³ ξίδι περιέχονται $\frac{1}{100}$ mole ὀξικὸ ὀξύ.

Ὥστε τὰ 100cm³ ξίδι περιέχουν $\frac{1 \times 100}{100 \times 9,8} = \frac{1}{9,8}$ mole ὀξικὸ ὀξύ, ποὺ ἀντιστοιχεῖ σὲ $60 \times \frac{1}{9,8} = 6$ g ὀξικὸ ὀξὺ περίπου.

Τὸ ξίδι ἔχει τίτλο 6º.

Παρατήρηση: ἡ σχέση τοῦ ἀριθμοῦ τῶν γραμμομορίων στὶς χημικὲς ἐξισώσεις εἶναι πάντα ἁπλὲς $\left(\text{στὸ παράδειγμά μας } \frac{1}{1}\right)$, γι' αὐτὸ συχνὰ προτιμοῦμε νὰ παίρνουμε γιὰ μονάδα μάζας τὸ γραμμομόριο, καὶ ὄχι τὸ γραμμάριο ἢ τὸ χιλιόγραμμο, καὶ νὰ ὁρίζουμε τὴν συγκέντρωση τῶν διαλυμάτων σὲ γραμμομόρια στὸ λίτρο (μοριακὴ συγκέντρωση): Χρησιμοποιοῦμε δηλαδὴ διαλύματα ποὺ περιέχουν γνωστὸ ἀριθμὸ γραμμομορίων στὸ λίτρο, π.χ. ἕνα ἢ δύο γραμμομόρια σὲ ἕνα λίτρο διαλύματος.

Γ. ΧΗΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

1 Ἀντίδραση ὁλοκληρωμένη (ποσοτική).

● Ἡ ἀλληλεπίδραση τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος καὶ τοῦ ὑδροξειδίου τοῦ νατρίου παύει, ὅταν ἐξαφανιστεῖ ἕνα ἀπὸ τὰ δύο σώματα: ἡ ἀντίδραση δὲν εἶναι περιορισμένη· εἶναι ὁλοκληρωμένη (ποσοτική):

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

Ἂν οἱ ἀναλογίες τῶν δύο σωμάτων εἶναι οἱ κατάλληλες (π.χ. 4 g ὑδροξείδιο νατρίου μὲ 3,65 g ὑδροχλώριο), ἐξαφανίζονται καὶ τὰ δύο.

● Τὸ ἁλάτι καὶ τὸ νερὸ δὲν ἀντιδροῦν μεταξύ τους: ἡ ἀντίδραση δὲν εἶναι ἀμφίδρομη, γιατὶ δὲν ξανασχηματίζονται ἀπὸ τὰ δύο σώματα ὀξὺ καὶ βάση.

2 Ἀντίδραση περιορισμένη.

● Ξέρομε πὼς ὁ ἄνθρακας ἀνάγει τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ σχηματίζει μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (θερμάστρες, ὑψικάμινοι)

$$CO_2 + C \longrightarrow 2\ CO$$

Ἡ μετατροπὴ αὐτὴ δὲν εἶναι πάντα ὁλική: π.χ. σὲ θερμοκρασία 700ºC σταματᾶ ἡ ἀντί-

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

δραση, ὅταν τὸ μεῖγμα τῶν ἀερίων ἀποτελεῖται ἀπὸ 60% CO καὶ 40% CO_2. Λέμε πὼς ἡ ἀντίδραση εἶναι περιορισμένη (δὲν εἶναι ποσοτική).

● Ὅταν ξεκινᾶ ἀντίστροφα, ἀπὸ CO, ἡ ἀντίδραση γίνεται πρὸς τὴν ἀντίστροφη κατεύθυνση (ἡ ἀντίδραση μεταξὺ τῶν δύο σωμάτων εἶναι ἀμφίδρομη):

$$2\ CO \longrightarrow CO_2 + C$$

Καὶ πρὸς τὴν κατεύθυνση αὐτὴ εἶναι περιορισμένη: στὴν ἴδια μὲ τὴν προηγούμενη θερμοκρασία θὰ φτάσει στὸ ἴδιο σημεῖο. Π.χ. σὲ θερμοκρασία 700°C τὸ μεῖγμα περιέχει καὶ πάλι 60% CO καὶ 40% CO_2.

3 **Ἡ ἀμφίδρομη αὐτὴ ἀντίδραση καταλήγει, λοιπόν, σὲ μιὰ χημικὴ ἰσορροπία** μεταξὺ τῶν τριῶν σωμάτων CO_2, CO καὶ C:

$$CO_2 + C \rightleftharpoons 2\ CO$$

Ὅλες οἱ ἀμφίδρομες ἀντιδράσεις καταλήγουν σὲ μιὰ κατάσταση χημικῆς ἰσορροπίας.

Τὰ σημεῖα ἰσορροπίας στὶς ἀμφίδρομες ἀντιδράσεις δὲν εἶναι ἀμετακίνητα: ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὶς συνθῆκες, π.χ. ἀπὸ τὴ θερμοκρασία. Ἔτσι στὴν ἀμφίδρομη ἀντίδραση ποὺ δώσαμε γιὰ παράδειγμα, σὲ πίεση 760 mmHg: α) ὅταν ἡ θερμοκρασία εἶναι 400° C, ἡ ἰσορροπία εἶναι μετατοπισμένη πρὸς τὰ ἀριστερὰ τόσο, ὥστε οὐσιαστικὰ δὲν ὑπάρχει μεῖγμα ἀερίων, ὑπάρχει μόνο CO_2. β) σὲ θερμοκρασία 1000° C συμβαίνει τὸ ἀντίστροφο: οὐσιαστικὰ δὲν ὑπάρχει παρὰ CO.

5 **Ἄλλα παραδείγματα ἀμφίδρομων ἀντιδράσεων.**

α) Σύνθεση ἀμμωνίας: $N_2 + 3\ H_2 \rightleftharpoons 2\ NH_3$

β) Θερμικὴ διάσπαση ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου: $CaCO_3 \rightleftharpoons CaO + CO_2$

γ) Μετατροπὴ τοῦ ἑνὸς ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου στὸ ἄλλο:

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons Ca(HCO_3)_2$$

Δ. ΟΙ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΣΤΙΣ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ

1 Ὁ GAY-LUSSAC (1778 - 1850) πρῶτος παρατήρησε ὅτι ἡ σχέση τῶν ὄγκων τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ ὀξυγόνου, ποὺ ἑνώνονται σχηματίζοντας νερό, εἶναι σχέση ἁπλή: $\frac{2}{1}$ (1).

Στὴ σύνθεση τοῦ ὑδροχλωρίου ἡ σχέση τῶν ὄγκων χλωρίου καὶ ὑδρογόνου ποὺ ἑνώνονται μεταξύ τους εἶναι: $\frac{1}{1}$.

Στὴ σύνθεση τῆς ἀμμωνίας ἡ σχέση τῶν ὄγκων ἀζώτου καὶ ὑδρογόνου ποὺ ἑνώνονται μεταξύ τους εἶναι: $\frac{1}{3}$.

Τέτοιες παρατηρήσεις ὁδήγησαν τὸν GAY - LUSSAC στὴ διατύπωση τοῦ πρώτου νόμου, ποὺ φέρει τὸ ὄνομά του:

Ἰος νόμος τοῦ GAY - LUSSAC.

Οἱ ὄγκοι τῶν ἀερίων ποὺ σχηματίζουν χημικὴ ἕνωση ἔχουν μεταξύ τους σχέση ἁπλή.

Διαπιστώνεται καὶ τοῦτο:

ὅτι σχηματίζονται 2 ὄγκοι ἀτμὸς νεροῦ ἀπὸ τὴν ἕνωση 1 ὄγκου ὀξυγόνου (σχέση ὄγκων

(1) Βλέπε καὶ τὴν παρατήρηση στὸ κεφάλαιο: ὁ χημικὸς τύπος τοῦ νεροῦ.

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

$\frac{2}{1}$) καὶ 2 ὄγκων ὑδρογόνου (σχέση ὄγκων $\frac{2}{2}$) ἢ ὅτι 2 ὄγκοι ἀμμωνία σχηματίζονται ἀπὸ 2 ὄγκους ἄζωτο (σχέση ὄγκων $\frac{2}{2}$) καὶ 3 ὄγκους ὑδρογόνου (σχέση ὄγκων $\frac{2}{3}$).

Διαπιστώσεις σὰν κι' αὐτὲς ὁδήγησαν στὴ διατύπωση τοῦ 2ου νόμου τῶν ἀερίων :

2ος νόμος τοῦ GAY - LUSSAC.

Ὅταν σχηματιστεῖ σῶμα σὲ ἀέρια κατάσταση κατὰ τὴ χημικὴ ἀντίδραση ἀερίων, ὁ ὄγκος του ἔχει σχέση ἁπλὴ πρὸς τὸν ὄγκο τοῦ κάθε ἀερίου ποὺ μετέχει στὸ σχηματισμό του.

2 **Οἱ ἐξισώσεις τῶν παραδειγμάτων μας :**

$$\underset{\text{2 ὄγκοι}}{2\,H_2} + \underset{\text{1 ὄγκος}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{2 ὄγκοι}}{2\,H_2O}$$

$$\underset{\text{1 ὄγκος}}{H_2} + \underset{\text{1 ὄγκος}}{Cl_2} \longrightarrow \underset{\text{2 ὄγκοι}}{2\,HCl}$$

$$\underset{\text{1 ὄγκος}}{N_2} + \underset{\text{3 ὄγκοι}}{3\,H_2} \longrightarrow \underset{\text{2 ὄγκοι}}{2\,NH_3}$$

3 **Σὲ θερμοκρασία 0°C καὶ πίεση 760 mmHg τὸ γραμμομόριο ἑνὸς ἀερίου ἔχει ὄγκο 22,4 *l*.** Γιὰ νὰ κάνουμε σωστὲς συγκρίσεις τῶν ὄγκων τῶν ἀερίων, δὲν πρέπει νὰ ξεχνοῦμε πὼς ὁ μοριακὸς αὐτὸς ὄγκος μεταβάλλεται, ὅταν μεταβάλλεται ἡ θερμοκρασία ἢ ἡ πίεση, κι ἑπομένως οἱ μετρήσεις τῶν ὄγκων τῶν διαφόρων ἀερίων πρέπει νὰ γίνονται μὲ τὶς ἴδιες συνθῆκες θερμοκρασίας καὶ πιέσεως.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

1. Ὁ ὀγκομετρικὸς προσδιορισμὸς ὀξέων καὶ βάσεων εἶναι εὔκολος.

2. Ἄλλες χημικὲς ἀντιδράσεις γίνονται πρὸς μιὰ κατεύθυνση καὶ καταλήγουν σὲ ὁλικὴ ἐξαφάνιση τῶν ἀρχικῶν σωμάτων καὶ ἄλλες εἶναι ἀμφίδρομες. Οἱ ἀμφίδρομες ἀντιδράσεις εἶναι περιορισμένες ἀπὸ μιὰ κατάσταση ἰσορροπίας, ποὺ δημιουργεῖται μεταξὺ τῶν ἀρχικῶν σωμάτων καὶ τῶν προϊόντων τῆς ἀντιδράσεως.

3. Νόμοι τοῦ GAY - LUSSAC.

1ος νόμος : ὑπάρχει σχέση ἁπλὴ μεταξὺ τῶν ὄγκων τῶν ἀερίων ποὺ ἑνώνονται μεταξύ τους.

2ος νόμος : ὅταν τὸ σῶμα ποὺ σχηματίζεται εἶναι ἀέριο, ὁ ὄγκος του ἔχει σχέση ἁπλὴ πρὸς τὸν ὄγκο τοῦ κάθε ἀερίου ποὺ συμμετέχει στὴν ἀντίδραση.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ : Βλέπε τὶς ἀσκήσεις 5 - 7 στὴ σελίδα 114.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

8η σειρά : ἀνθρακικὰ ἀσβέστια.

1. Χύνομε ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ σ' ἕνα κομμάτι ἀσβεστόλιθο, ποὺ ζυγίζει 20 g, ὥσπου νὰ πάψει ὁ ἀναβρασμός. Γράψτε τὴν ἐξίσωση τῆς ἀντιδράσεως. Ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου ποὺ ἐκλύθηκε εἶναι 4 *l*, σὲ συνθῆκες ὅπου τὸ γραμμομόριο ἔχει ὄγκο 25 *l* (καὶ ὄχι 22,4 *l*). Πόσο % ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο περιέχει ὁ ἀσβεστόλιθος;

2. Πόσον ἀσβεστόλιθο, μὲ περιεκτικότητα 98,5 % σὲ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο, θὰ χρειαστεῖ νὰ πυρώσουμε, γιὰ νὰ παρασκευάσουμε 1 τόνο ἀσβέστη; (Ὑπολογίστε μὲ προσέγγιση 1 kg). Πόσο (σὲ ὄγκο) διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα θὰ ἐκλυθεῖ μὲ τὴν πύρωση αὐτή;

3. Διοχετεύομε 1/100 τοῦ γραμμομορίου διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα σὲ 1 *l* ἀσβεστόνερο, ποὺ περιέχει 1,3 g ὑδροξείδιο ἀσβεστίου $Ca(OH)_2$. Θὰ σχηματιστεῖ ὄξινο ἀν-

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

θρακικὸ ἀσβέστιο; Θὰ δεσμευτεῖ ὅλο τὸ διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα; Ἂν δεσμευτεῖ ὅλο καὶ περισσέψει ὑδροξείδιο ἀσβεστίου, πόση θὰ εἶναι ἡ περίσσειά του;

4. Τὰ τοιχώματα ἑνὸς καζανιοῦ, ὅπου ζεσταίνομε ταχτικὰ νερό, ἔχουν πιάσει μὲ τὸν καιρὸ 200 g πουρί. Πόσα γραμμομόρια ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο ἀποτελεῖ ἡ μάζα αὐτή; Πόσα γραμμομόρια διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα ἐλευθερώθηκαν, ὅσο σχηματιζόταν τὸ ἀδιάλυτο αὐτὸ σῶμα; Τί ὄγκο θὰ εἶχε τὸ ἀέριο σὲ συνθῆκες ὅπου τὸ γραμμομόριο ἔχει ὄγκο 25 *l*;

5. Ἐξουδετερώσαμε μὲ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου 10 cm³ ὑδροχλωρικὸ ὀξύ, ποὺ περιέχει 36,5 g ὑδροχλώριο στὸ λίτρο. Πόσο καθαρὸ ὑδρυξείδιο νατρίου χρειάστηκε γιὰ τὴν ἐξουδετέρωση αὐτή; Ἂν τὸ διάλυμα τῆς καυστικῆς σόδας περιέχει 40 g ὑδροξείδιο νατρίου (δηλαδὴ ἕνα γραμμομόριο βάση) στὸ λίτρο, πόσα cm³ θὰ ξοδέψουμε γιὰ τὴν ἐξουδετέρωση;

6. Γιὰ νὰ προσδιορίσουμε τὸ ὀξικὸ ὀξὺ σ' ἕνα δεῖγμα ξίδι, μεταχειριστήκαμε διάλυμα καυστικοῦ νατρίου, ποὺ περιέχει 1 γραμμομόριο ὑδροξείδιο νατρίου στὸ λίτρο. Ἂς ὑποθέσουμε πὼς καταναλώσαμε 8,5 cm³ ξίδι, γιὰ νὰ ἐξουδετερώσουμε 10 cm³ διάλυμα καυστικοῦ νατρίου. Πόσο ὀξικὸ ὀξὺ περιέχει τὸ λίτρο τοῦ ξιδιοῦ; (Μὲ προσέγγιση 1 g). Τί τίτλο ἔχει τὸ ξίδι;

7. Ἀνακατεύομε 30 *l* ἄζωτο καὶ 90 *l* ὑδρογόνο σὲ πίεση 700 - 800 kg/cm² καὶ θερμοκρασία 500° C, γιὰ νὰ παρασκευάσουμε ἀμμωνία συνθετική. Ἡ ἀπόδοση τῆς ἀντιδράσεως εἶναι 1/3. Τί ὄγκος ἀμμωνίας σχηματίζεται σ' αὐτὲς τὶς συνθῆκες; Ὑπολογίστε τοὺς ὄγκους τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ ἀζώτου ποὺ περιέχει τὸ μεῖγμα τῶν τριῶν ἀερίων. Ποιὰ εἶναι ἡ ἀναλογία τῆς ἀμμωνίας στὸ μεῖγμα τῶν τριῶν ἀερίων ποὺ βρίσκονται σὲ ἰσορροπία;

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ. Ὄξινα καὶ οὐδέτερα ἀνθρακικὰ ἅλατα.

Τὸ ὄξινο ἀνθρακικὸ νάτριο $NaHCO_3$ παρουσιάζει, στὶς χημικές του ἰδιότητες, ὁμοιότητες μὲ τὸ ὄξινο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο. Καὶ τὰ δύο, χάνοντας διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ νερό, γίνονται οὐδέτερα ἅλατα. Ἐπίσης καὶ τὸ οὐδέτερο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο καὶ τὸ οὐδέτερο ἀνθρακικὸ νάτριο, προσλαμβάνοντας διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα καὶ νερὸ (δηλαδὴ ἀνθρακικὸ ὀξύ), γίνονται ὄξινα ἅλατα.

ὄξινα ἅλατα		οὐδέτερα ἅλατα
$Ca(HCO_3)_2$	$\rightleftharpoons$	$CaCO_3 + CO_2 + H_2O$
$2\ NaHCO_3$	$\rightleftharpoons$	$Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$

Τὸ μόριο τοῦ ὄξινου ἀνθρακικοῦ νατρίου $NaHCO_3$ περιέχει ὑδρογόνο, ὅπως καὶ τὸ μόριο τοῦ ὄξινου ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου $Ca(HCO_3)_2$. Τὸ ὑδρογόνο ἔχει μείνει στὰ δύο αὐτὰ ἅλατα ἀπὸ τὸ ἀνθρακικὸ ὀξὺ H_2CO_3 ἀπὸ ὅπου προέρχονται.

Τὸ ὑδρογόνο τῶν μορίων τῶν ὄξινων ἁλάτων μπορεῖ, ὅπως καὶ τὸ ὑδρογόνο τῶν ὀξέων, ν' ἀντικατασταθεῖ ἀπὸ μέταλλο (συμπλήρωμα 7ης σειρᾶς ἀσκήσεων).

$$NaHCO_3 + NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$
$$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 \longrightarrow 2\ CaCO_3 + 2H_2O$$

Γενικά, τὸ ἀνθρακικὸ ὀξὺ σχηματίζει δύο εἰδῶν ἅλατα : οὐδέτερα ἀνθρακικὰ ἅλατα (π.χ. οὐδέτερο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο $CaCO_3$, οὐδέτερο ἀνθρακικὸ νάτριο Na_2CO_3, οὐδέτερο ἀνθρακικὸ κάλιο K_2CO_3) καὶ ὄξινα ἀνθρακικὰ ἅλατα (π.χ. ὄξινο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο $Ca(HCO_3)_2$, ὄξινο ἀνθρακικὸ νάτριο $NaHCO_3$, ὄξινο ἀνθρακικὸ κάλιο $KHCO_3$).

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Ὀξικὸ ὀξὺ 4
2. Ὑδροχλωρικὸ ὀξὺ..... 6
3. Θειικὸ ὀξὺ 9
4. Νιτρικὸ ὀξὺ..... 12
5. Ὀξέα..... 15

Ἀσκήσεις, 1η σειρά: ὀξέα..... 18

6. Καυστικὸ νάτριο..... 20
7. Ἀσβέστης..... 22
8. Ἀμμωνία..... 25
9. Βάσεις..... 28

Ἀσκήσεις, 2η σειρά: βάσεις ... 30

10. Ὀξέα καὶ βάσεις..... 31
11. Ἅλατα..... 34

Ἀσκήσεις, 3η σειρά: ἅλατα. ... 37

12. Διάσπαση τοῦ νεροῦ..... 38
13. Σύνθεση τοῦ νεροῦ..... 41
14. Σώματα καθαρὰ καὶ μείγματα. Χημικὲς ἑνώσεις (σύνθετα σώματα). Ἁπλὰ σώματα..... 43

Ἀσκήσεις, 4η σειρά: διάσπαση καὶ σύνθεση τοῦ νεροῦ 47

15. Ὀξυγόνο (παρασκευή, φυσικὲς Ἰδιότητες)..... 48
16. Ὀξυγόνο (χημικὲς Ἰδιότητες: ἐπίδραση στὰ ἀμέταλλα)..... 51
17. Ὀξυγόνο (χημικὲς Ἰδιότητες: ἐπίδραση στὰ μέταλλα)..... 54

Ἀσκήσεις, 5η σειρά: ὀξυγόνο .. 57

18. Φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα..... 59
19. Μόρια καὶ ἄτομα 62
20. Γραμμομόριο καὶ γραμμάτομο ... 65
21. Ὁ χημικὸς τύπος τοῦ νεροῦ..... 68

Ἀσκήσεις, 6η σειρά: στοιχεῖα γενικῆς χημείας..... 71

Ἐλεύθερο ἀνάγνωσμα: τὰ ἄτομα 72

22. Χημικὰ σύμβολα. Χημικοὶ τύποι. Χημικὲς ἐξισώσεις..... 74
23. Ἀσκήσεις καὶ χημικὲς ἐξισώσεις.. 78
24. Τὰ κάρβουνα..... 83
25. Τὰ παράγωγα τῶν λιθανθράκων. 85
26. Ἄνθρακας 88
27. Διοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (παρασκευή, φυσικὲς Ἰδιότητες) 90
28. Οἱ κυριότερες χημικὲς Ἰδιότητες τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακα. 93
29. Οἱ ἀναγωγικὲς Ἰδιότητες τοῦ ἄνθρακα 96
30. Οἱ ἀναγωγικὲς Ἰδιότητες τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακα 99

Ἀσκήσεις, 7η σειρά: μελέτη τοῦ ἄνθρακα 101

31. Ἀσβεστόλιθος καὶ ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο..... 104
32. Δύο ἅλατα ἀσβεστίου: τὸ οὐδέτερο καὶ τὸ ὄξινο ἀνθρακικὸ ἀσβέστιο..... 107
33. Συμπληρώματα..... 109

Ἀσκήσεις, 8η σειρά: ἀνθρακικὰ ἀσβέστια 113

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

ΕΚΔΟΣΙΣ Θ', 1976 (VII) — ΑΝΤΙΤ. 143.000 — ΣΥΜΒΑΣΙΣ : 2724/28-4-76

ΕΚΤΥΠΩΣΙΣ - ΒΙΒΛΙΟΔ.: «ΑΤΛΑΝΤΙΣ - Μ. ΠΕΧΛΙΒΑΝΙΔΗΣ & ΣΙΑ» Α.Ε.

024000019638

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Digitized by Digital Library of Greek Literature, Hellenic Parliament Library