

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ Ι. ΘΕΟΔΟΣΙΑΔΗ

# φυσική πειραματική καί χημεία

Ε΄ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ



002  
ΚΛΣ  
ΣΤ2Α  
326

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΑΔΙΚΤΙΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ ΑΘΗΝΑ 1982

Η προσαρμογή έγινε από το Κέντρο του Εκπαιδευτικής Πολιτικής

11.11.2020

ΦΥΣΙΚΗ Ε/Δ 232

ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ  
ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ

Ε' ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ

**ΔΩΡΕΑΝ**



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΛΟΓΕΙΑ



ΣΤ

89

ΣΧΒ

ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ Ι. ΘΕΟΔΟΣΙΑΔΗ

Θεοδοσιάδου, Αλέξανδρος. ]

# ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ

Ε΄ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΑΘΗΝΑ 1982



009  
KHΣ  
ET2A  
396

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΗΣ ΒΟΥΛΗΣ  
ΕΔΩΡΗΣΑΤΟ

Αρχ. Γραφ. Βιβλίων  
Αρ. Πρωτ. Είσευ. 3762 Έτος 1982

Εικονογράφηση: ΣΤΑΥΡΙΑΝΟΣ ΚΑΤΣΙΡΕΑΣ  
Ψηφιοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### ‘Η ύλη

#### 1. Φυσικά σώματα – Φύση

Ρίχνοντας μιά ματιά γύρω μας παρατηρούμε ότι βρισκόμαστε μέσα σ’ ένα κόσμο γεμάτο από διάφορα αντικείμενα πού πιάνουν κάποιο χώρο. Στο σχολείο μας βλέπουμε μαθητές, θρανία, πίνακες κτλ. Έξω από τό σχολείο βλέπουμε δέντρα, κτίρια, βουνά, θάλασσες και άλλα. Στόν ουρανό βλέπουμε τόν ήλιο, τό φεγγάρι, τ’ αστέρια, τά σύννεφα κτλ.

“Όλα αυτά τά ονομάζουμε *φυσικά σώματα* .

Έκτός από τά σώματα πού βλέπουμε, υπάρχουν και πολλά άλλα πού δέν τά βλέπουμε και όμως υπάρχουν και πιάνουν κάποιο χώρο μέσα στό διάστημα. Τέτοια είναι: ό αέρας, τό οξυγόνο, τό υδρογόνο και άλλα. ‘Η ουσία από τήν όποία αποτελούνται τά φυσικά σώματα λέγεται ύλη. Γι’ αυτό τά φυσικά σώματα ονομάζονται και *ύλικά σώματα* ή *άπλως σώματα*. “Όλα μαζί τά φυσικά σώματα αποτελούν τή φύση.

Καθετί λοιπόν πού πιάνει κάποιο χώρο στό διάστημα, λέγεται φυσικό σωμα.

#### 2. ‘Απλά και σύνθετα σώματα

Τά ύλικά σώματα χωρίζονται σέ άπλά και σέ σύνθετα.

α) ‘**Απλά σώματα**. “Ένα κομμάτι καθαρού χρυσού, σίδηρου, άνθρακα, θείου ή μιά ποσότητα οξυγόνου, υδρογόνου, υδραργύρου κ.τ.λ. είναι σωμα άπλό.

“Αν ένα από τά άπλά σώματα επιχειρήσουμε νά τό κάνουμε πιο άπλό, διαιρώντας το, θά διαπιστώσουμε ότι αυτό είναι αδύνατο.

Και πράγματι, όσες φορές κι άν διαιρέσουμε ένα κομμάτι άν-

θρακα ή άλλου άπλου σώματος, όσο μικροσκοπικά κομματάκια κι αν τό κάνουμε, αυτά πάντοτε θά εξακολουθοϋν ν' αποτελοϋνται από τήν ίδια οϋσία πού αποτελείται και τό πρώτο κομμάτι και θά έχουν τίς ίδιες μ' αυτό βασικές ιδιότητες.

Γι' αυτό λέμε οτι: τά άπλά σώματα είναι αδύνατο νά διασπα-  
σοϋν και νά γίνονν πίο άπλά ή από ένα άπλό σωμα είναι αδύνατο νά  
προέλθονν άλλα σώματα (εικ. 1).

Στή φύση γνωρίζουμε σήμερα οτι υπάρχουν 105 άπλά σώματα,  
πού λέγονται άλλιώς στοιχειά.

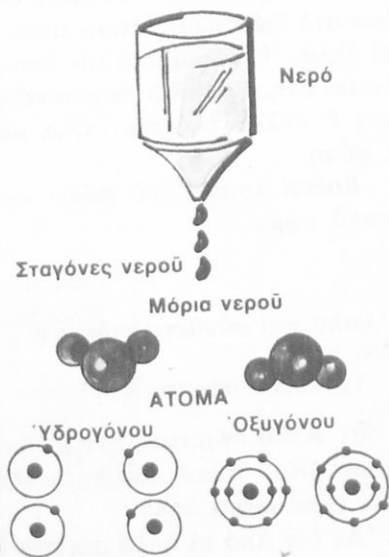
Μέ τό συνδυασμό τών διαφόρων στοιχείων και σύμφωνα μέ δρι-  
σμένους νόμους, δημιουργοϋνται μυριάδες σύνθετα σώματα πού  
υπάρχονν στή φύση.

Συμβαίνει δηλαδή ο,τι μέ τά 24 γράμματα τής άλφαβήτου και μέ  
τά 10 αριθμητικά ψηφία, πού μπορούμε νά φτιάξουμε μυριάδες λέ-  
ξεις και άπειρους αριθμούς.



Εικ. 1.

Ό άνθρακας είναι άπλό σωμα



Εικ. 2

Τό νερό είναι σύνθετο σωμα



β) **Σύνθετα σώματα.** Τό νερό, τό γάλα, τό χῶμα, τό κρασί, τά ξύλα, οί τροφές καί ἑκατοντάδες χιλιάδες ἄλλα ὑλικά σώματα προήλθαν ἀπό τό συνδυασμό δύο ἢ περισσοτέρων ἀπλῶν σωμάτων. Τά σώματα αὐτά λέγονται σύνθετα σώματα.

Τό νερό λ.χ., ὅπως θά δοῦμε πιο κάτω, ἀποτελεῖται ἀπό δύο ἀπλά σώματα, τό ὀξυγόνο καί τό ὑδρογόνο, ἐνῶ τό χλωριούχο νάτριο (ἀλάτι) ἀπό τό χλώριο καί τό νάτριο.

- 1) Ποιά λέγονται ὑλικά σώματα;
- 2) Τί εἶναι ὕλη;
- 3) Τί εἶναι φύση;
- 4) Σέ τί διακρίνονται τά σώματα;
- 5) Ποιά σώματα ὀνομάζονται ἀπλά ἢ στοιχεῖα;
- 6) Ποιά σώματα λέγονται σύνθετα;
- 7) Ποιές λέξεις φανερώουν ὕλη: ψομί, ἀέρας, ἀγάπη, λόγος, χαρτί, χθές, ὀξυγόνο, ἤχος

### 3. Φυσικά καί Χημικά φαινόμενα

Στή φύση τά διάφορα φυσικά σώματα παθαίνουν ἀπό διάφορες αἰτίες μεταβολές. Ἔτσι ἄλλα σώματα κινοῦνται καί ἀλλάζουν θέση, ἄλλα ἀλλάζουν χρῶμα, ἄλλα σχῆμα, ἄλλα θερμαίνονται, ἄλλα ψύχονται, ἄλλα καίγονται, ἄλλα σκουριάζουν, ἄλλα παράγουν ἤχο κλπ. Ὁ οὐρανός ἄλλοτε εἶναι γεμάτος μέ σύννεφα καί ἄλλοτε καθαρός. Ἄλλοτε πάλι κάνει δυνατό κρύο καί πέφτουν χιόνια καί ἄλλοτε ζέστη, πού τά λιώνει.

Ὅλες αὐτές οἱ ἀτέλειωτες μεταβολές, πού γίνονται στή φύση, ὀνομάζονται *φαινόμενα*. Τά φαινόμενα εἶναι φυσικά καί χημικά.

α) **Φυσικά φαινόμενα:** Ἄν παρακολουθήσουμε τά φαινόμενα, θά δοῦμε ὅτι δέν ἔχουν ὅλα τά ἴδια ἀποτελέσματα. Σ' ἄλλα ἀπό αὐτά ἀλλάζει ἡ θέση τῶν σωμάτων στό χῶρο, σ' ἄλλα τό σχῆμα καί τό μέγεθος, σ' ἄλλα τό χρῶμα καί τό βάρος, σ' ἄλλα ἡ ταχύτητα, σ' ἄλλα ἡ κατάσταση πού βρίσκονται τά σώματα κλπ.

Σέ ὅλα τά φαινόμενα αὐτά παρατηροῦμε ὅτι δέν ἀλλάζει ριζικά ἡ οὐσία ἀπό τήν ὁποία ἀποτελοῦνται τά σώματα. Μιά πέτρα πού ἀλλάζει θέση, ἐξακολουθεῖ νά εἶναι πέτρα. Ἐνα χαρτί πού τό σχίζουμε, ἐξακολουθεῖ νά εἶναι χαρτί. Τό νερό πού παγώνει, ἀλλάζει μέν κατάσταση, ἀλλά ἡ σύστασή του παραμένει ἡ ἴδια. Βλέπουμε, λοιπόν,

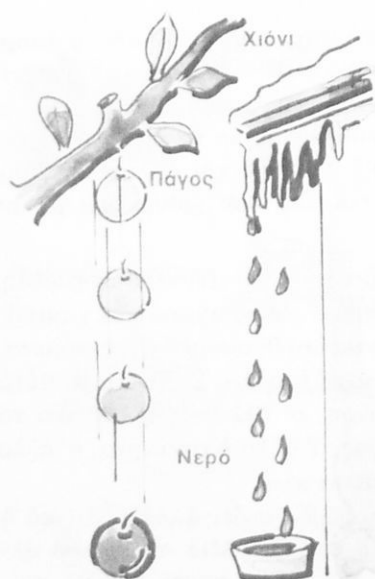
ὅτι στὶς παραπάνω μεταβολές — φαινόμενα — ἡ οὐσία ἀπὸ τὴν ὁποία ἦταν φτιαγμένα ἡ πέτρα, τὸ χαρτί καὶ τὸ νερὸ δὲν ἄλλαξε, παράμεινε ἡ ἴδια.

Τὰ φαινόμενα αὐτά, στὰ ὁποία δὲν ἀλλάζει ριζικά ἡ ὕλη τῶν σωμάτων, λέγονται *φυσικά φαινόμενα* καὶ ἐξετάζονται στὸ μάθημα τῆς *Φυσικῆς Πειραματικῆς* (εἰκ. 3).

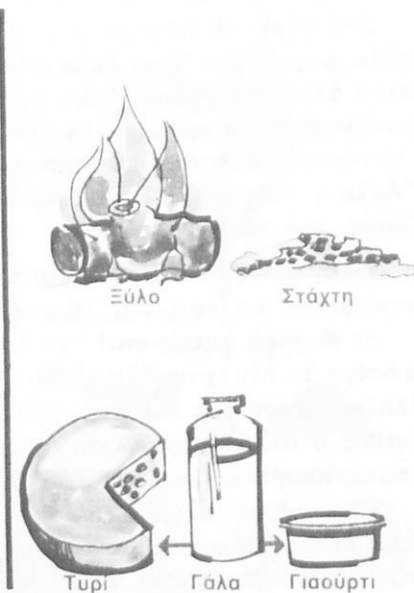
β) **Χημικά φαινόμενα:** Ἀντίθετα σ' ἄλλα φαινόμενα ἀλλάζει ριζικά ἡ ὕλη τῶν σωμάτων. Ἄν κάψουμε ἓνα κομμάτι χαρτί ἢ ξύλο, τὰ νέα σώματα πού θά προκύψουν μετὰ τὴν καύση, στάχτη καὶ διάφορα ἀέρια, δέ θά ἔχουν καθόλου τὴν ἴδια σύσταση μέ τὸ χαρτί ἢ τὸ ξύλο.

Τὰ φαινόμενα αὐτά, στὰ ὁποία ἀλλάζει ριζικά ἡ σύσταση τῆς ὕλης τῶν σωμάτων, λέγονται *χημικά φαινόμενα* καὶ ἐξετάζονται στὸ μάθημα τῆς *Χημείας* (εἰκ. 4).

Τώρα πιά μπορούμε νά ξεχωρίσουμε τὰ δυὸ μαθήματα, Φυσικὴ καὶ Χημεία, προσδιορίζοντας μέ ἀκρίβεια τὸ ἀντικείμενο τοῦ καθε-



Εἰκ. 3  
Φυσικά φαινόμενα



Εἰκ. 4  
Χημικά φαινόμενα

νός και σε τί διαφέρει τό ένα από τό άλλο. Ἡ Φυσική μελετᾶ τά φαινόμενα πού δέν ἀλλοιώνουν τή σύνθεση και τή σύσταση τῆς ὕλης, ἐνῶ ἡ Χημεία ἀσχολεῖται μέ τίς οὐσιαστικές μεταβολές πού παθαίνει ἡ ὕλη, πού, ὅταν συμβοῦν, δέν εἶναι δυνατόν τό σῶμα νά ἐπιστρέψει στήν προηγούμενῃ του κατάσταση ἢ τουλάχιστο δέν εἶναι εὐκόλο.

Πολύ συχνά ἡ διάκριση ἀνάμεσα στή Φυσική και στή Χημεία εἶναι δύσκολη. Τά φυσικά και τά χημικά φαινόμενα, γιά νά μελετηθοῦν και ν' ἀνακαλυφθοῦν οἱ νόμοι πού τά διέπουν, ἀπομονώνονται και ἐπαναλαμβάνονται μέσα σέ εἰδικά ἐργαστήρια φυσικῆς και χημείας ἀπό ἐρευνητές και τῶν δύο ἐπιστημῶν, πού κάνουν πειράματα.

Ἔτσι οἱ δύο ἐπιστῆμες, Φυσική και Χημεία, προχωροῦν παράλληλα, προσφέροντας βοήθεια ἢ μιά στήν ἄλλη. Ὅχι μόνο ἐξηγοῦν τά φαινόμενα, ἀλλά προσφέρουν τίς γνώσεις πού ἀπόχτησαν στίς βιομηχανίες, στίς τέχνες και ἄλλοῦ.

### Ἐρωτήσεις

- 1) Τί ὀνομάζονται φαινόμενα;
- 2) Πόσων εἰδῶν φαινόμενα ἔχουμε;
- 3) Τί ὀνομάζονται φυσικά και τί χημικά φαινόμενα;
- 4) Τί εἶναι ἡ Φυσική και τί ἡ Χημεία;
- 5) Τί εἶναι τά πειράματα και γιατί γίνονται;
- 6) Τί φαινόμενα εἶναι: τό σκούριασμα τοῦ σίδηρου, ἡ μετατροπῆ τοῦ νεροῦ σέ ἀτμούς, ἡ μετατροπῆ τοῦ γάλακτος σέ γιαούρτι; Βρές και ἄλλα.

## ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ὙΛΗΣ

### 1. Λίγα λόγια γιά τά μόρια και τίς ιδιότητές τους

Ἀπό τήν πείρα πού ἀπόχτησε καθένας μας παρατηρώντας τά ὕλικά σῶματα, ἔχει διαπιστώσει, ὅτι ἄλλα ἀπό αὐτά βρίσκονται σέ ὑγρή κατάσταση, ἄλλα σέ στερεή και ἄλλα σέ ἀέρια.

Γιά νά ἐξηγήσουμε τί συμβαίνει μέ τίς καταστάσεις τῆς ὕλης, πρέπει νά γνωρίζουμε ὅτι τά ὕλικά σῶματα ἀποτελοῦνται ἀπό πάρα πολύ μικρά κομματάκια, πού λέγονται *μ ὀ ρ ι α*.

Οί επιστήμονες μετά από αυτή την ανακάλυψη προχώρησαν ακόμα παραπέρα. Βρήκαν πώς και τὰ μόρια αποτελούνται από άλλα πιο μικροσκοπικά τεμάχια ύλης, πού λέγονται **άτομα**

Πρώτοι οί αρχαίοι Έλληνες γοητεύτηκαν από τήν ιδέα ν' ανακαλύψουν τή σύνθεση τής ύλης. Ο Δημόκριτος και ο Λεύκιππος διατύπωσαν τή θεωρία, ότι τὰ υλικά σώματα αποτελούνται από πολύ μικρά κομματάκια ύλης, πού δέν τέμνονται και ονομάζονται **άτομα**.

Οί σύγχρονοι επιστήμονες, πού ασχολήθηκαν μέ τή μελέτη τών μορίων, ανακάλυψαν ότι τὰ μόρια έχουν δυό βασικές ιδιότητες:

α) **Συνέχεια κινούνται** πρὸς κάθε κατεύθυνση (εἰκ. 5) και

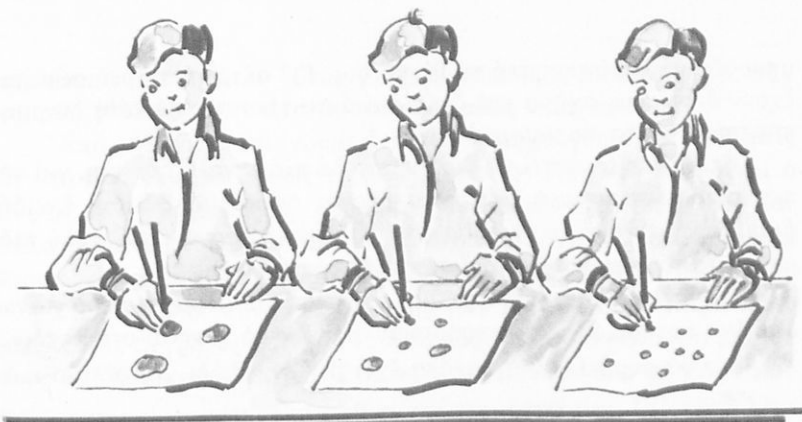
β) **Συνέχεια ἔλκονται μεταξύ τους** (εἰκ. 6).



Εἰκ. 5

Τὰ μόρια μέ τή γρήγορη κίνησή τους ξεφεύγουν από τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τών ὑγρῶν και κινούνται μέ μεγάλη ταχύτητα στόν ἀέρα. "Όσα ἀπ' αὐτά φτάσουν στή μύτη μας, ἐρεθίζουν τό αἰσθητήριο νεῦρο τής ὁσφρήσεως και ἀντιλαμβανόμαστε τό σῶμα από τό ὅλοιο προέρχονται.

Μέ τήν κίνηση τὰ μόρια προσπαθοῦν ν' ἀπομακρυνθοῦν τό ἕνα από τό ἄλλο, ἐνῶ μέ τήν ἔλξη προσπαθοῦν τό ἕνα νά πλησιάσει στό



Εικ. 6

Όταν φέρουμε δύο σταγόνες πολύ κοντά, τότε ή μιά τραβάει τήν άλλη καί ένώνονται σέ μιά σταγόνα. Έάν μπορούσαμε νά επαναλάβουμε τό πείραμα μέ διαρκώς μικρότερες σταγόνες καί φτάναμε στά μόρια πού τίς αποτελοϋν τό ίδιο θά συνέβαινε.

άλλο. Όσο πιά κοντά βρίσκονται τά μόρια μεταξύ τους, τόσο μεγαλύτερες είναι οί δυνάμεις έλξεως ή συνοχής, όπως λέγονται.

Η κίνηση λοιπόν καί ή έλξη, πού παρουσιάζονται στά μόρια; όφείλονται σέ δυό δυνάμεις άντιμέτωπες ή μιά στήν άλλη. Όποια τελικά από τίς δυό υπερνικήσει, αυτή θά καθορίσει καί τήν κατάσταση τής ύλης: στερεή, υγρά, άέρια.

### Έρωτήσεις - Άσκήσεις

- 1) Ποιές είναι οί καταστάσεις τής ύλης;
- 2) Από τί αποτελείται κάθε υλικό σώμα;
- 3) Ποιές είναι οί βασικές ιδιότητες τών μορίων;
- 4) Τί είναι οί δυνάμεις συνοχής καί τί καθορίζουν;

## 2. Σώματα στερεά, υγρά καί άέρια. Ιδιότητες αυτών

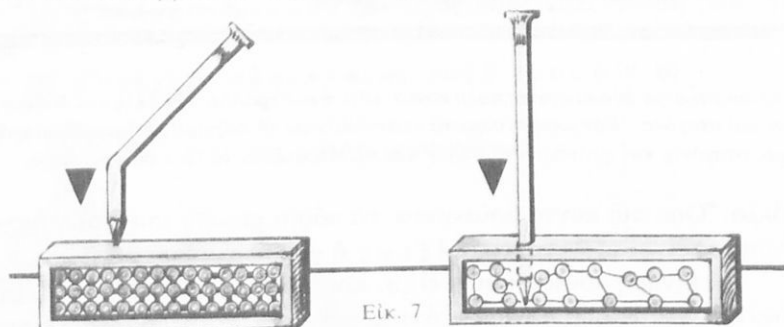
α) **Στερεά:** Όσα υλικά σώματα είναι αυτή τή στιγμή μπροστά μας: βιβλία, χάρακες, μολύβια, καθίσματα, θρανία, έδρες, πίνακες κλπ. είναι σώματα στερεά.

Σ' αυτά οί δυνάμεις συνοχής τών μορίων είναι πολύ μεγάλες καί έτσι τά μόρια κρατιοϋνται κοντά τό ένα στό άλλο, χωρίς νά

μπορούν να ξεφύγουν από τη θέση τους. Γι' αυτό τὰ στερεά σώματα έχουν δικό τους σχήμα και όγκο και αντιστέκονται σε κάθε δύναμη που πάει να τὰ παραμορφώσει.

Έτσι θά χρειαστεί να βάλουμε πολύ πιο μεγάλη δύναμη, για να παραμορφώσουμε μία σιδερένια βέργα, παρά μία ξύλινη, επειδή άκριβώς ή συνοχή των μορίων στη σιδερένια βέργα είναι πολύ πιο μεγάλη από εκείνη των μορίων της ξύλινης βέργας (είκ. 7).

β) **Υγρά:** Αν γείρουμε μία κανάτα που περιέχει νερό πάνω από ένα ποτήρι, θά παρατηρήσουμε ότι τό νερό χύνεται στο ποτήρι. Τό ίδιο θά συμβεί, αν ή κανάτα έχει βενζίνη, λάδι, πετρέλαιο κ.ά.



Η πυκνότητα των μορίων στο σίδηρο είναι πιο μεγάλη άπ' ότι στο ξύλο και οι δυνάμεις συνοχής πιο ισχυρές, γι' αυτό και τό καρφί λυγίζει.

Στό ξύλο σπάζουν πιο εύκολα οι δυνάμεις συνοχής των μορίων, γι' αυτό και τό καρφί εισχωρεί.

Αυτά τὰ σώματα – λάδι, νερό, πετρέλαιο κλπ. – λέγονται **ύγρά**.

Στά ύγρά οι δυνάμεις συνοχής των μορίων και εκείνες που προκαλούν την κίνηση, βρίσκονται σε κάποια σχέση ισορροπίας.

Έτσι τὰ μόρια μπορούν να ξεγλιστρούν τό ένα δίπλα στο άλλο, αλλάζοντας συνέχεια θέσεις, χωρίς όμως να μπορούν και να ξεφύγουν, όπως συμβαίνει με τὰ σκάγια που είναι μέσα σ' ένα ποτήρι κι άναταράσσονται.

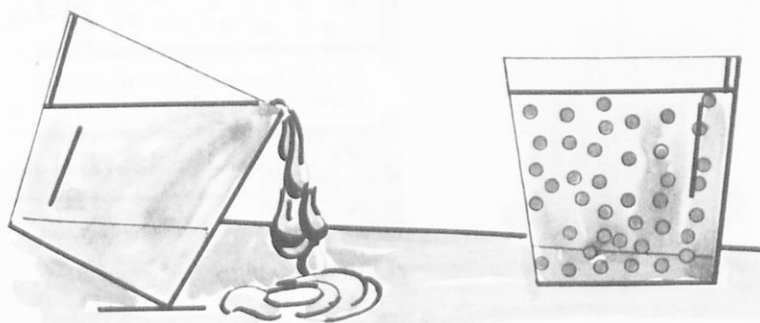
Γι' αυτό τὰ ύγρά δέν έχουν δικό τους σχήμα, αλλά παίρνουν τό σχήμα του δοχείου που περιέχονται (είκ. 8). Έχουν όμως σταθερό όγκο, που ελάχιστο μπορεί να ελαττωθεί ύστερα από τεράστια συμπίεση.

γ) **Αέρια:** Όταν φυσάει άνεμος, τὰ κλαδιά των δέντρων κινούνται,

σηκώνεται σκόνη κτλ. "Όταν βρισκόμαστε έξω, αισθανόμαστε σαν να μᾶς χαϊδεύει κάτι στο πρόσωπο, καθώς προχωρούμε.

Ἀπό αὐτά συμπεραίνουμε ὅτι κάτι ὑπάρχει γύρω μας πού ἐμεῖς δέν τό βλέπουμε καί ὁμως τό αισθανόμαστε. Αὐτό τό κάτι εἶναι ὁ ἀέρας πού γεμίζει ὅλη τήν ἀτμόσφαιρα. Σάν τόν ἀέρα ὑπάρχουν καί ἄλλα σώματα, πού λέγονται μ' ἓνα ὄνομα ἀέρια. Τέτοια εἶναι: οἱ διάφοροι ἀτμοί, τό ὀξυγόνο, τό ὕδρογόνο, τό ἄζωτο καί ἄλλα πολλά.

Στά ἀέρια οἱ δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων εἶναι πάρα πολύ μικρές. Μέ τή γρήγορη κίνησή τους τά μόρια ἀπομακρύνονται μεταξύ τους καί διασκορπίζονται. Ἔτσι καταλαμβάνουν ὅλο τό χῶρο πού βρίσκουν καί παίρνουν τό σχῆμα καί τόν ὄγκο του. Γι' αὐτό λέμε ὅτι τά ἀέρια δέν ἔχουν οὔτε δικό τους σχῆμα οὔτε δικό τους ὄγκο, ἀλλά παίρνουν τό σχῆμα καί τόν ὄγκο τοῦ χώρου ὅπου βρίσκονται. Ποτέ δέ θά μπορούσαμε νά ἔχουμε μισή φιάλη ὀξυγόνο ἢ ὕδρογόνο, γιατί τά ἀέρια γεμίζουν ὅλο τό χῶρο πού τούς δίνεται.



Εἰκ. 8

Τά ὑγρά χίνονται καί δέν ἔχουν δικό τους σχῆμα. Τά μόρια στά ὑγρά ἀλλάζουν θέσεις συνεχῶς.

Τά ἀέρια, ἐπειδή οἱ ἀποστάσεις τῶν μορίων τους εἶναι πολύ μεγάλες σέ σχέση μέ τό μέγεθός τους, μπορούν νά συμπιεστοῦν καί νά ἐλαττωθεῖ ὁ ὄγκος τους πολύ (εἰκ.9). "Όταν ὁμως συμπιεστοῦν πολύ, τότε τά μόριά τους πλησιάζουν πολύ κοντά τό ἓνα στό ἄλλο, μέ ἀποτέλεσμα ν' ἀναπτυχθοῦν δυνάμεις συνοχῆς, ἀνάλογες μ' ἐκεῖνες τῶν ὑγρῶν καί νά μετατραποῦν κι αὐτά σέ ὑγρά.

Όλα τὰ ὑλικά σώματα, λοιπόν, βρίσκονται σέ μιά ἀπό τίς τρεῖς καταστάσεις: στερεή, ὑγρή, ἀέρια.

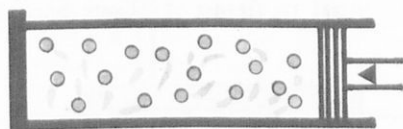
Εἶναι ὅμως δυνατό τό ἴδιο σῶμα νά βρεθεῖ διαδοχικά καί στίς τρεῖς καταστάσεις; Αὐτό θά τό δοῦμε στό κεφάλαιο τῆς θερμότητας.

Πάντως, σ' ὁποιαδήποτε κατάσταση καί ἂν βρεθεῖ ἓνα ὑλικό σῶμα, ὁποιαδήποτε κι ἂν εἶναι ἡ μοριακή του σύνθεση, θά ἔχει μερικά κοινά γνωρίσματα μέ τά ἄλλα ὑλικά σώματα καί μερικά ξεχωραπού θά τό χαρακτηρίζουν.

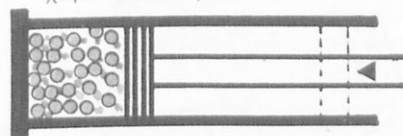
Ἔτσι, παρατηρώντας προσεχτικά ἓνα μολύβι, διαπιστώνουμε ὅτι ἔχει κάποιο ὄγκο καί κάποιο βάρος, ὅτι εἶναι κυλινδρικό, μαῦρο καί μαλακό, ὅτι σπάει εὐκολά καί ἀφήνει μαύρη γραμμή πάνω στό χαρτί ὅταν τό σέρνουμε, ὅτι ἔχει λάμψη μεταλλική καί πολλά ἄλλα.



Τά ἀέρια διασκορπίζονται



Τά ἀέρια καταλαμβάνουν ὅλο τόν χώρο πού τούς δίνεται



Τά ἀέρια συμπιέζονται πολύ.

Εἰκ. 9

Μερικά ἀπό αὐτά τά γνωρίσματα, ὅπως ὁ ὄγκος καί τό βάρος, δέν εἶναι μόνο γνωρίσματα τοῦ μολυβιοῦ, ἀλλά κάθε ὑλικοῦ σώματος. Ἐνῶ τό χρῶμα, ἡ γραμμή πού ἀφήνει στό χαρτί καί ἄλλα, εἶναι γνωρίσματα μόνο τοῦ μολυβιοῦ.

Τά γνωρίσματα αὐτά, κοινά καί μή κοινά (σχῆμα, χρῶμα, μέγεθος, βάρος κλπ.) πού χρησιμοποιήσαμε, γιά νά περιγράψουμε τό μολύβι, λέγονται *ιδιότητες* τῶν σωμάτων.

Οἱ ιδιότητες τῶν σωμάτων διακρίνονται σέ *γενικές*, πού τίς ἔχουν ὅλα τά σώματα: ὄγκος, βάρος κλπ. καί σέ *μερικές*, πού χα-



ρακτηρίζουν ένα σώμα και τό κάνουν νά διακρίνεται από ένα άλλο: χρώμα, σκληρότητα, λάμψη κλπ.

### Ἐρωτήσεις

- 1) Τί ὀνομάζουμε σώματα στερεά; τί ὑγρά; τί ἀέρια; νά ἀναφέρεις μερικά ἀπό αὐτά.
- 2) Σέ ποιά κατάσταση συμπιέζονται περισσότερο τά ὑλικά σώματα καί γιατί;
- 3) Τί ὀνομάζουμε ιδιότητες τῶν σωμάτων καί σέ τί διακρίνονται;
- 4) Ποιά κοινή ιδιότητα ἔχουν τά στερεά καί τά ὑγρά;

# ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

## Φυσική Πειραματική

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

## ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

#### 1. Έννοια τής θερμότητας

Όλοι έχουμε παρατηρήσει ότι τό χειμώνα πέφτουν χιόνια καί τά νερά παγώνουν, τά χέρια μας καί τά πόδια μας ξεπαγιάζουν, τό σώμα μας περιμαζεύεται καί ντυνόμαστε μέ βαριά ρούχα, γιατί αισθανόμαστε κρύο. Αντίθετα, τό καλοκαίρι ντυνόμαστε όσο πιό ελαφρά μπορούμε, πίνουμε κρύο νερό καί κάνουμε ντους, γιά νά δροσιστούμε καί όλα αυτά, γιατί αισθανόμαστε ζέστη. Όλα αυτά μās οδηγούν στό συμπέρασμα ότι: τόσο τό χειμώνα όσο καί τό καλοκαίρι, παράγεται γύρω μας κατιτί πού δέν τό βλέπουμε καί όμως υπάρχει καί τό αισθανόμαστε μέ τό δέρμα μας.

Τά ίδια αισθήματα μπορούμε νά έχουμε εκτελώντας τό ἐξῆς πείραμα.

Βάζουμε πάνω στή φλόγα ενός καμινέτου ἕνα δοχείο μέ κρύο νερό καί κάθε τόσο βυθίζουμε τό χέρι μας μέσα στό νερό καί τό παρακολουθοῦμε. Ὑστερα ἀπό λίγο δέ θά αισθανόμαστε τό νερό κρύο, ἀλλά ζεστό καί μάλιστα όσο ἐξακολουθεῖ νά βρίσκεται τό νερό πάνω στή φλόγα, τόσο πιό ζεστό θά τό αισθανόμαστε. Αντίθετα, ἂν σβήσουμε τή φλόγα, όσο περνᾷ ὁ χρόνος, τόσο πιό κρύο θά νιώθουμε τό νερό.

Ἀπό τό παραπάνω πείραμα συμπεραίνουμε ότι: τό νερό πάνω στή φλόγα δέχτηκε κάτι πού ἔγινε αἰτία νά ζεσταθεῖ καί ὅταν ἔπαψε νά τό δέχεται, νά κρυώσει.

Αὐτό λοιπόν τό κάτι πού κάνει τά σώματα νά ζεσταίνονται ὅταν τό δέχονται καί νά κρυώνουν ὅταν τό χάνουν, εἶναι ἕνα φυσικό ποσό πού λέγεται θερμότητα.

#### 2. Έννοια τής θερμοκρασίας

Στό παραπάνω πείραμα εἶχαμε διαπιστώσει ότι τό νερό ζεσταί-

νόταν σιγά σιγά όσο ήταν πάνω στη φλόγα και κρύωνε πάλι σιγά σιγά όταν σβήσαμε τη φλόγα. Μ' άλλα λόγια η θερμική του κατάσταση είχε διάφορες διαβαθμίσεις. Γι' αυτό, για να χαρακτηρίσουμε πόσο θερμό ή πόσο ψυχρό είναι ένα σώμα, χρησιμοποιούμε ένα άλλο φυσικό μέγεθος που λέγεται *θερμοκρασία*.

Τή θερμοκρασία των σωμάτων μπορούμε να την αντιληφθούμε και να την εκτιμήσουμε με την αφή μας και πολλές φορές από το χρώμα που βλέπουμε να παίρνουν τα σώματα, όταν θερμαίνονται. Ο προσδιορισμός αυτός της θερμοκρασίας δεν είναι ακριβής και μάλιστα πολλές φορές ούτε καν σωστός.

Παίρνουμε τρεις λεκάνες και τις γεμίζουμε με νερό κρύο, χλιαρό και ζεστό. Βάζουμε τό ένα μας χέρι στο κρύο νερό και τό άλλο στο ζεστό και λέμε: αυτό τό νερό είναι ζεστό κι εκείνο τό νερό είναι κρύο. "Αν τώρα βγάλουμε τά χέρια μας από τό κρύο και από τό ζεστό νερό και τά βάλουμε γρήγορα στο χλιαρό, θά έχουμε ταυτόχρονα δύο αισθήματα: τό αίσθημα του θερμού και τό αίσθημα του ψυχρού. Τί είναι λοιπόν τό νερό, θερμό ή ψυχρό; Ασφαλώς ούτε τό ένα ούτε τό άλλο, γιατί έμεις γνωρίζουμε από πρώτα πώς τό νερό είναι χλιαρό. Έπομένως, ο προσδιορισμός της θερμικής καταστάσεως των σωμάτων με την αφή δεν είναι πάντοτε σωστός. Γι' αυτό χρησιμοποιούμε ειδικά όργανα, που λέγονται *θερμόμετρα*. Γι' αυτά θά μιλήσουμε στα παρακάτω μαθήματα.

### **3. Πηγές της θερμότητας**

Η μεγαλύτερη φυσική πηγή θερμότητας για τή γη μας είναι ο ήλιος. Η γη δέχεται καθημερινά τεράστια ποσά θερμότητας απ' αυτόν. Με την ήλιακή θερμότητα γίνονται όλες οι μεταβολές πάνω στον πλανήτη μας και χωρίς τον ήλιο θά ήταν αδύνατο να υπάρξει ζωή πάνω στη γη.

"Άλλη φυσική πηγή θερμότητας είναι τά έγκατα της γης. Αυτό φαίνεται από τή λάβα των ήφαιστέων, τίς θερμές πηγές κτλ.

Στήν πράξη όμως παίρνουμε μεγάλα ποσά θερμότητας από τήν καύση διαφόρων υλικών: ξύλων, γαιανθράκων, πετρελαίου, οινόπνεύματος, ύγραερίου και άλλων.

"Όλοι γνωρίζουμε τίς διάφορες ηλεκτρικές συσκευές. Σ' αυτές ή θερμότητα παράγεται από τό ηλεκτρικό ρεύμα, που είναι μιά σύγχρονη τεχνητή πηγή θερμότητας.

Οί πρωτόγονοι άνθρωποι άναβαν τή φωτιά μέ τήν τριβή.

Κι έμεις πολλές φορές τριβουμε ή χτυπάμε τά χέρια μας γιά νά ζεσταθοῦν. Ή τριβή λοιπόν καί ή κρούση αποτελοῦν άρχέγονους τρόπους παραγωγής θερμότητας (εϊκ. 10).

Έκτός άπό τίς παραπάνω πηγές θερμότητας ύπάρχουν καί άλλες. Μερικές άπό αυτές θά γνωρίσουμε άργότερα, όπως τίς χημικές αντιδράσεις καί άλλες.



Εϊκ. 10  
Οί πρωτόγονοι άναβαν  
φωτιά μέ τήν τριβή

### Έρωτήσεις - Άσκήσεις

- 1) Τί εΐναι θερμότητα καί τί θερμοκρασία;
- 2) Μέ τί μετροῦμε τή θερμοκρασία τών σωμάτων;
- 3) Ποιές φυσικές καί ποιές τεχνητές πηγές θερμότητας γνωρίζεις;
- 4) Μάθε τί συμβαίνει μέ τούς μετεωρίτες, όταν εισέρχονται στήν άτμόσφαιρα τής γής.
- 5) Οί πύραυλοι κατασκευάζονται άπό ύλικά πού άντέχουν σέ μεγάλες θερμοκρασίες· γιατί;
- 6) Πάρε ένα σφυρί καί χτύπα το πάνω σ' ένα σίδερο πολλές φορές. Τί θά παρατηρήσεις;

## ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

### 1. Διαστολή τών στερεών

α) **Γραμμική διαστολή.** Άν παρατηρήσουμε μέ προσοχή τά ήλεκτροφόρα σύρματα στό δίκτυο τής Δ.Ε.Η. κατά τή διάρκεια τοῦ χειμώνα καί κατά τή διάρκεια τοῦ καλοκαιριοῦ, θά δοῦμε, ότι τό χειμώνα εΐναι τεντωμένα καί τό καλοκαίρι χαλαρά. Αυτό συμβαίνει, γιατί ή θερμοκρασία τους τό χειμώνα πέφτει καί τό καλοκαίρι άνεβαίνει.

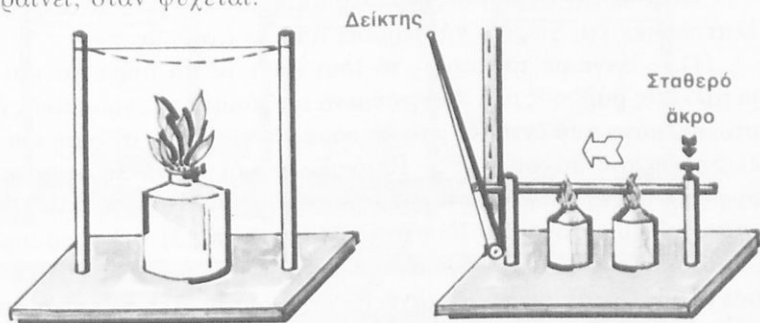
Τό ίδιο φαινόμενο μπορούμε νά έπαναλάβουμε κι έμεις εκτελώντας τό άκόλουθο πείραμα:

Διοχετεύουμε ρεῦμα μπαταρίας σ' ένα καλά τεντωμένο σύρμα ή

τό θερμαίνουμε με φλόγα. Παρατηρούμε ότι τό τεντωμένο σύρμα χαλαρώνεται, γιατί μέ τήν αύξηση τής θερμοκρασίας του αύξήθηκε καί τό μήκος του σύρματος.

Αν άποσυνδέσουμε τά δύο άκρα του σύρματος από τήν μπαταρία ή πάψουμε νά τό θερμαίνουμε, θά δούμε, ότι τό σύρμα πάλι τεντώνεται, γιατί μέ τήν πτώση τής θερμοκρασίας του έλαττώθηκε τό μήκος του σύρματος (Εϊκ. 11).

Επαναλαμβάνοντας τό ίδιο φαινόμενο μέ τή συσκευή τής γραμμικής διαστολής (εϊκ. 12), διαπιστώνουμε καί έδω ότι τό μήκος τής στενόμακρης μεταλλικής ράβδου μεγαλώνει, όταν θερμαίνεται καί μικραίνει, όταν ψύχεται.



Εϊκ. 11

Καθώς θερμαίνεται τό τεντωμένο σύρμα χαλαρώνεται, γιατί διαστέλλεται.

Εϊκ. 12

Καθώς θερμαίνεται ή μεταλλική ράβδος μακραίνει καί σπρώχνει τό δείκτη άριστερά

Τό φαινόμενο αυτό λέγεται *γραμμική διαστολή* ή *διαστολή κατά μήκος*.

Στά παραπάνω πειράματα άν τό σύρμα καί ή μεταλλική ράβδος είναι από χαλκό, τό μήκος τους αύξάνει περισσότερο, παρά άν είναι από άλουμίνιο ή άλλο μέταλλο.

Ό,τι συμβαίνει μέ τά μέταλλα, τό ίδιο συμβαίνει καί μέ όλα τά στερεά. Μόνο πού τό καθένα διαστέλλεται διαφορετικά, γιατί έχει, όπως λέμε, διαφορετικό *συντελεστή* διαστολής.

β) **Κυβική διαστολή.** Στά προηγούμενα πειράματα είδαμε ότι αύξήθηκε τό μήκος του σύρματος καί τής μεταλλικής ράβδου, όταν τά θερμάναμε. Δέν είδαμε όμως άν αύξήθηκε καί τό πάχος τους. Αυτό θά τό έλέγξουμε μέ τά ακόλουθα πειράματα:

Παίρνουμε ένα μεταλλικό κουτί κι ανοίγουμε μ' ένα χονδρό καρφί μιὰ τρύπα. Παρατηρούμε ότι τό καρφί μπαινοβγαίνει στο άνοιγμα μέ εύκολία. Κατόπιν θερμαίνουμε τό καρφί άρκετά καί δοκιμάζουμε νά τό περάσουμε άπό τήν ίδια τρύπα. Βλέπουμε ότι δέ χωράει.

Ώστε μέ τήν αύξηση τής θερμοκρασίας του καρφιου τό πάχος του αύξήθηκε καί δέ χωράει νά περάσει άπό τό άνοιγμα.

Άν τώρα αφήσουμε τό καρφί νά κρυώσει καλά καί δοκιμάσουμε νά τό ξαναπεράσουμε άπό τό ίδιο άνοιγμα, θά δούμε ότι περνάει μέ τήν ίδια όπως πρώτα εύκολία.

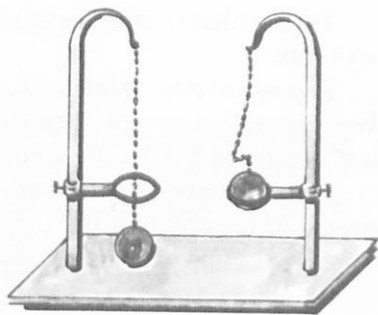
Ώστε μέ τήν πτώση τής θερμοκρασίας του καρφιου τό πάχος του έλαττώθηκε καί χωράει νά περάσει άπό τό άνοιγμα.

Ό,τι έγινε μέ τό καρφί, τό ίδιο έγινε μέ τά σύρματα καί τίς μεταλλικές ράβδους στά προηγούμενα πειράματα τής γραμμικής διαστολής, μόνο πού εκεί δέν μπορούσαμε νά δούμε τήν αύξηση καί τήν έλάττωση του πάχους τους. Έπαναλαμβάνοντας τό πείραμα μέ τή συσκευή τής κυβικής διαστολής πού έστειλε τό Έπουργείο Παιδείας στα σχολεία, έχουμε τό ίδιο άποτέλεσμα (εικ. 13). Η κρεμασμένη μεταλλική σφαίρα, όταν είναι κρύα, περνάει άνεμπόδιστα άπό τό δακτύλιο. Όταν όμως θερμανθεί, αύξάνονται όλες της οί διαστάσεις, δηλαδή ό όγκος της μεγαλώνει καί δέ χωράει πιά νά περάσει.

Άν τώρα αφήσουμε τή σφαίρα νά κρυώσει καλά, παρατηρούμε ότι καί πάλι περνάει άπό τό δακτύλιο μέ τήν ίδια όπως πρώτα εύκολία.

Τό φαινόμενο αυτό λέγεται *κυβική διαστολή* ή διαστολή ως προς τόν όγκο τους.

Άπό όλα τά παραπάνω πειράματα συμπεραίνουμε ότι: *τά στερεά σώματα διαστέλλονται, όταν αύξάνεται ή θερμοκρασία τους καί συστέλλονται, όταν έλαττώνεται αυτή.*



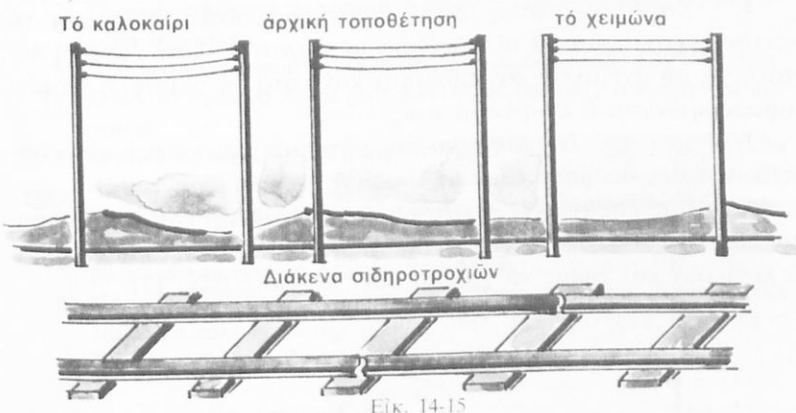
Εικ. 13

Η μεταλλική σφαίρα όταν θερμανθεί, δέ χωράει νά περάσει άπό τό δακτύλιο

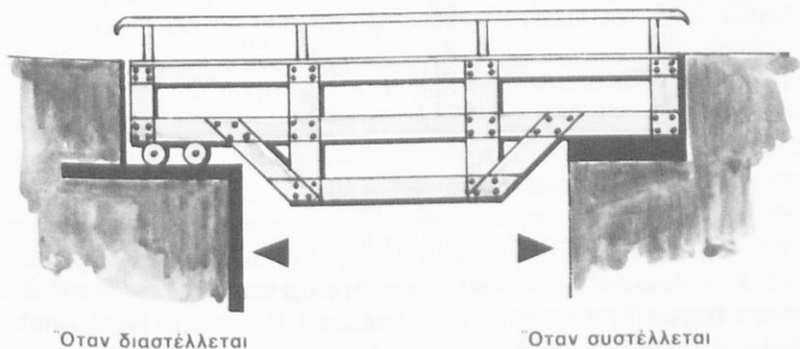
## Εφαρμογές τῆς Διαστολῆς τῶν Στερεῶν

Τό φαινόμενο τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων λαμβάνεται σοβαρά ὑπόψη στίς διάφορες κατασκευές.

1. – Οἱ τεχνικοί τῆς Δ.Ε.Η. καί τοῦ Ο.Τ.Ε., ὅταν κατασκευάζουν τό καλοκαίρι τά δίκτυά τους, τοποθετοῦν τά σύρματα ἀνάμεσα στούς στύλους ἔτσι ὥστε νά εἶναι χαλαρά γιά νά μήν κοποῦν ἤ νά μήν προκαλέσουν πτώση τῶν στύλων, ἐξαιτίας τῶν ἰσχυρῶν δυνάμεων πού ἐμφανίζονται κατά τή συστολή τῶν συρμάτων τό χειμῶνα (εἰκ. 14-15).



2. – "Ὁμοιες, ἀλλ' ἀντίθετες, δυνάμεις ἀναπτύσσονται, ἂν ἐμποδίσουμε τή διαστολή. Γι' αὐτό οἱ κατασκευαστές τῶν σιδηροδρο-



Εἰκ. 16

Ἐφαρμογή τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν στίς μεταλλικές γέφυρες

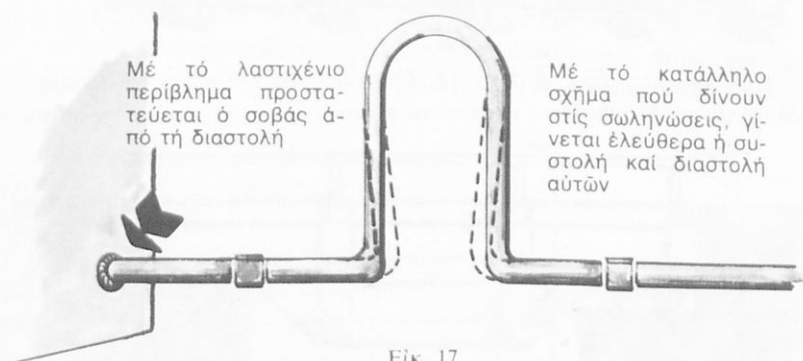
μικῶν γραμμῶν ἀφήνουν ἓνα διάκενο μεταξύ τῶν σιδηροτροχιῶν, ὥστε τὸ καλοκαίρι μὲ τὴ ζέστη τοῦ ἡλίου νὰ γίνεται ἐλεύθερα ἡ διαστολή, καὶ νὰ μὴ λυγίζουν οἱ σιδηροτροχιές μὲ δυσάρεστα γιὰ τίς συγκοινωνίες ἀποτελέσματα (εἰκ. 14-15).

3. – Τὰ ἴδια μέτρα λαμβάνουν καὶ οἱ μηχανικοὶ πού κατασκευάζουν γέφυρες μεταλλικές. Ἐνῶ τὸ ἓνα ἄκρο τῆς γέφυρας τὸ στερεώνουν καλά, τὸ ἄλλο τὸ στηρίζουν ἐλεύθερα πάνω σὲ κυλίνδρους ἢ ρουλεμάν, γιὰ νὰ μὴ ἐμποδίζεται ἡ διαστολὴ καὶ παραμορφθεῖ ἡ γέφυρα (εἰκ. 16).

4. – Στὴν οἰκοδομική, ὅταν οἱ κατασκευαστὲς φτιάχνουν τὰ δάπεδα, φροντίζουν νὰ τὰ χωρίζουν μὲ ἄρμούς, ὥστε κατὰ τὴ συστολὴ νὰ μὴ σχίζονται ἀνεπιθύμητα καὶ κατὰ τὴ διαστολὴ νὰ μὴ παραμορφώνεται ἡ ἐπιφάνειά τους.

Τὰ ἴδια μέτρα λαμβάνονται καὶ κατὰ τὴν κατασκευὴ τῶν κρυσπέδων στοὺς δρόμους κλπ.

5. – Στὶς ὑδραυλικὲς ἐγκαταστάσεις τοποθετοῦνται οἱ σωλῆνες ἔτσι, ὥστε νὰ γίνεται ἐλεύθερα ἡ συστολὴ καὶ διαστολὴ αὐτῶν, χωρὶς νὰ λυγίζουν καὶ χωρὶς νὰ χαλοῦν τοὺς σοβάδες (εἰκ. 17).



Εἰκ. 17

*Ἐφαρμογὴ τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν στὶς σωληνώσεις*

6. – Μιά πολὺ σπουδαία ἐφαρμογὴ τῆς συστολῆς καὶ διαστολῆς τῶν στερεῶν ἔχουμε στὰ **διμεταλλικά ἐλάσματα**. Αὐτὰ ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο μέταλλα μὲ διαφορετικοὺς συντελεστὲς διαστολῆς, πού εἶναι καλὰ κολλημένα μεταξύ τους καὶ φαίνονται σάν ἓνα. Ὅταν



αυτά ζεσταθούν, τό μέταλλο πού διαστέλλεται περισσότερο λυγίζει πρὸς τό μέρος τοῦ μετάλλου πού διαστέλλεται λιγότερο καί ὅταν ψυχθοῦν, συμβαίνει τό ἀντίθετο.

“Ὅλες οἱ αὐτόματες ἠλεκτρικές συσκευές στηρίζουν τή λειτουργία τους στά διμεταλλικά ἐλάσματα.

### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

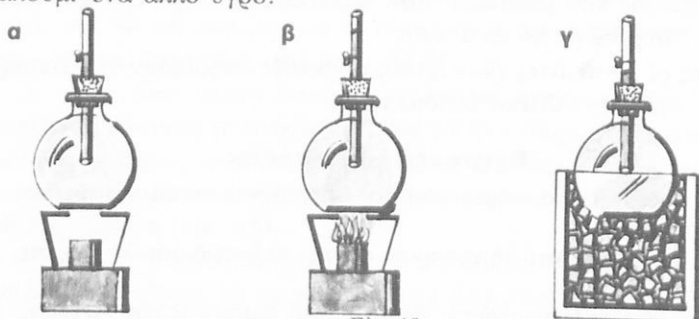
- 1) Τί παθαίνουν τά στερεά σώματα ὅταν θερμαίνονται καί τί ὅταν ψύχονται;
- 2) Τί συμβαίνει κατά τή γραμμική καί τήν κυβική διαστολή τῶν στερεῶν σωμάτων;
- 3) Πού γίνεται ἐφαρμογή τῆς συστολῆς καί διαστολῆς τῶν στερεῶν;
- 4) “Ὅταν τό γυάλινο πῶμα μιᾶς φιάλης δέ βγαίνει, τί πρέπει νά κάνομε;
- 5) “Ὅταν ἕνας τεχνίτης δέν μπορεῖ νά ξεβιδώσει μιᾶ ὀρειχάλκινη βίδα σέ μιᾶ ζεστή μηχανή, τί πρέπει νά κάνει;
- 6) Γιατί οἱ καρροποιοί ζεσταίνουν τά σιδερένια στεφάνια τῶν τροχῶν, πρὶν τά τοποθετήσουν σ’ αὐτά;
- 7) Γιατί τά τοιμεντένια δάπεδα πού δέν ἔχουν ἄρμους σχίζονται;
- 8) Πάρε ἕνα παλιό γυάλινο ποτήρι καί ζεστάνέ το λίγο. “Υστερα χύσε ἀπότομα πολύ κρύο νερό μέσα σ’ αὐτό. Τί παρατηρεῖς; Θά ἔχεις τό ἴδιο ἀποτέλεσμα, ἂν κάνεις τό ἀντίθετο;

## 2. Διαστολή τῶν ὑγρῶν

“Ὅπως τά στερεά, ἔτσι καί τά ὑγρά διαστέλλονται καί συστέλλονται ἕξαιτίας τῆς αὐξησεως ἢ ἐλαττώσεως τῆς θερμοκρασίας. “Ἄς παρακολουθήσουμε ὁμως τό φαινόμενο ἐκτελώντας τό ἀκόλουθο πείραμα:

Γεμίζουμε μιᾶ μικρή φιάλη μέ χρωματισμένο νερό γιά νά φαίνεται. Κατόπιν πωματίζουμε τή φιάλη μ’ ἕνα φελλό ἀπό τό κέντρο τοῦ ὁποίου ἔχουμε περάσει ἕνα λεπτό γυάλινο σωλήνα. Καθώς ὠθοῦμε τό πῶμα στό στόμιο, βλέπουμε τό νερό ν’ ἀνεβαίνει μέσα στό λεπτό σωλήνα. Ἐκεῖ πού θά σταματήσει, δένουμε μιᾶ χρωματιστή κλωστή. “Υστερα θερμαίνουμε τό νερό καί παρατηροῦμε ὅτι αὐτό ἀνεβαίνει μέσα στό σωλήνα πιό ψηλά. Ἀφήνομε τό νερό νά κρυώσει. Βλέπουμε τώρα ὅτι τό νερό μέσα στό σωλήνα κατεβαίνει. “Ἄν μάλιστα τή φιάλη τή βάλουμε μέσα σέ παγάκια, τότε ἡ στήλη τοῦ νεροῦ θά κατέβει ἀκόμα πιό χαμηλά (εἰκ. 18).

Τό ίδιο θά παρατηρήσουμε, ἂν μέσα στή φιάλη ἀντί γιά νερό βάλουμε ἕνα ἄλλο ὑγρό.



Εἰκ. 18

*Τά ὑγρά δταν θερμαίνονται διαστέλλονται καί δταν ψύχονται συστέλλονται*

Ὅστε καί τά ὑγρά, δταν θερμαίνονται, διαστέλλονται καί δταν ψύχονται, συστέλλονται.

Ἐφαρμογή τῆς διαστολῆς καί συστολῆς τῶν ὑγρῶν ἔχουμε κατά τήν ἐμφιάλωση τῶν διαφόρων ὑγρῶν γενικά. Ποτέ δέ γεμίζουμε τίς φιάλες ἐντελῶς, γιά νά γίνεται μέσα σ' αὐτές ἐλεύθερα ἡ διαστολή τοῦ περιεχομένου τους.

#### Ἡ ἀνώμαλη διαστολή τοῦ νεροῦ

Τό χειμῶνα μέ τίς μεγάλες παγωνιές οἱ νεροσωλῆνες πού εἶναι ἐκτεθειμένοι στό πολύ κρύο καί οἱ γεμάτες μέ νερό στάμνες πού μένουν ἔξω τίς παγερές βραδιές σπάζουν, γιὰτί τά νερά τους παγώνουν.

Κι ἐμεῖς ἂν γεμίσουμε καλά μιά φιάλη μέ νερό, τήν πωματίσουμε καί τή βάλουμε στήν κατάψυξη ἢ μέσα σ' ἕνα ψυκτικό μείγμα (σελ. 41), παρατηροῦμε ὅτι σπάζει μόλις τό νερό γίνει πάγος.

Γιὰτί ὁμως ὅλα αὐτά τά δοχεῖα σπάζουν; Μήπως γιὰτί τό νερό πού γίνεται πάγος, δέ χωράει πιά μέσα σ' αὐτά;

Τήν ἐξήγηση αὐτοῦ τοῦ φαινομένου θά τήν καταλάβουμε πιά καλά, ἂν ἐκτελέσουμε τό ἐξῆς πείραμα:

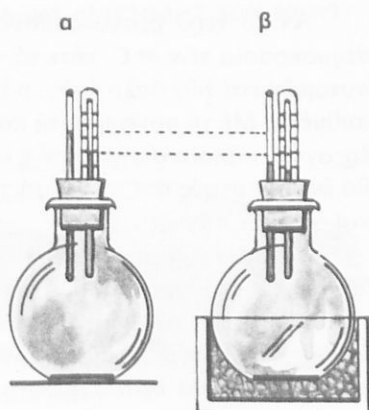
Γεμίζουμε μιά φιάλη πού ἔχει μεγάλο στόμιο μέ νερό μέχρι τά χεῖλη. Τήν πωματίζουμε μ' ἕνα φελλό στόν ὁποῖο ἔχουμε ἀνοίξει δυό τρύπες καί ἔχουμε τοποθετήσει σφιχτά ἕνα θερμοῦμετρο καί ἕνα λεπτό γυάλινο σωλῆνα μήκους 30-40 ἐκ. Ἐπειτα βυθίζουμε τή φιάλη μέσα σέ μιά λεκάνη πού περιέχει ψυκτικό μείγμα (εἰκ. 19).

Παρατηρούμε στο θερμόμετρο ότι η θερμοκρασία του νερού πέφτει και η στήλη του νερού μέσα στο σωλήνα κατεβαίνει.

Όταν το θερμόμετρο δείξει  $4^{\circ}C$ , τότε η στήλη του νερού παύει να κατεβαίνει και ενώ το θερμόμετρο δείχνει ότι η θερμοκρασία του νερού εξακολουθεί να πέφτει, η στήλη του νερού στο σωλήνα ανεβαίνει, προφανώς, γιατί το νερό διαστέλλεται. Αυτή άκριβως είναι η ανωμαλία που παρουσιάζει το νερό ως προς τη διαστολή του. (εικ. 20).

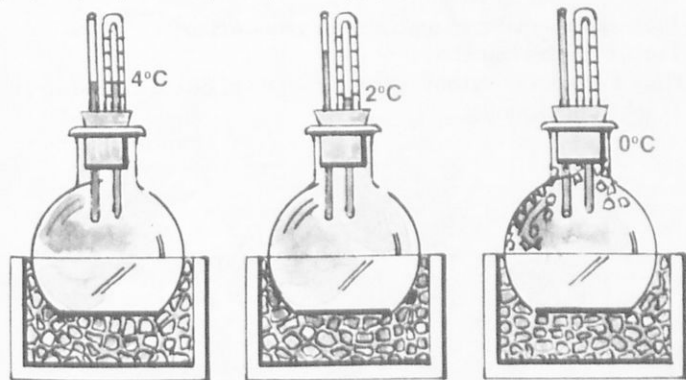
Τώρα εξηγείται καλά, γιατί οι νεροσωλήνες και οι γεμάτες με νερό στάμνες σπάζουν το χειμώνα. Το νερό που περιέχουν κάτω από τους  $4^{\circ}C$  διαστέλλεται και καθώς γίνεται πάγος, ό όγκος του μεγαλώνει και δέ χωράει πλέον μέσα στα ίδια δοχεία. Έτσι πιέζει τα τοιχώματα των δοχείων εσωτερικά, με αποτέλεσμα να τα σπάζει.

Η ανωμαλία που παρουσιάζει το νερό ως προς τη διαστολή του, έχει μεγάλη σημασία για τη διατήρηση της ζωής πάνω στη γη.



Εικ. 19

Το νερό όταν ψύχεται συστέλλεται



Εικ. 20

α) Η συστολή του νερού σταματάει στους  $4^{\circ}C$  β) Κάτω από τους  $4^{\circ}C$  το νερό διαστέλλεται γ) Στους  $0^{\circ}C$  γίνεται πάγος

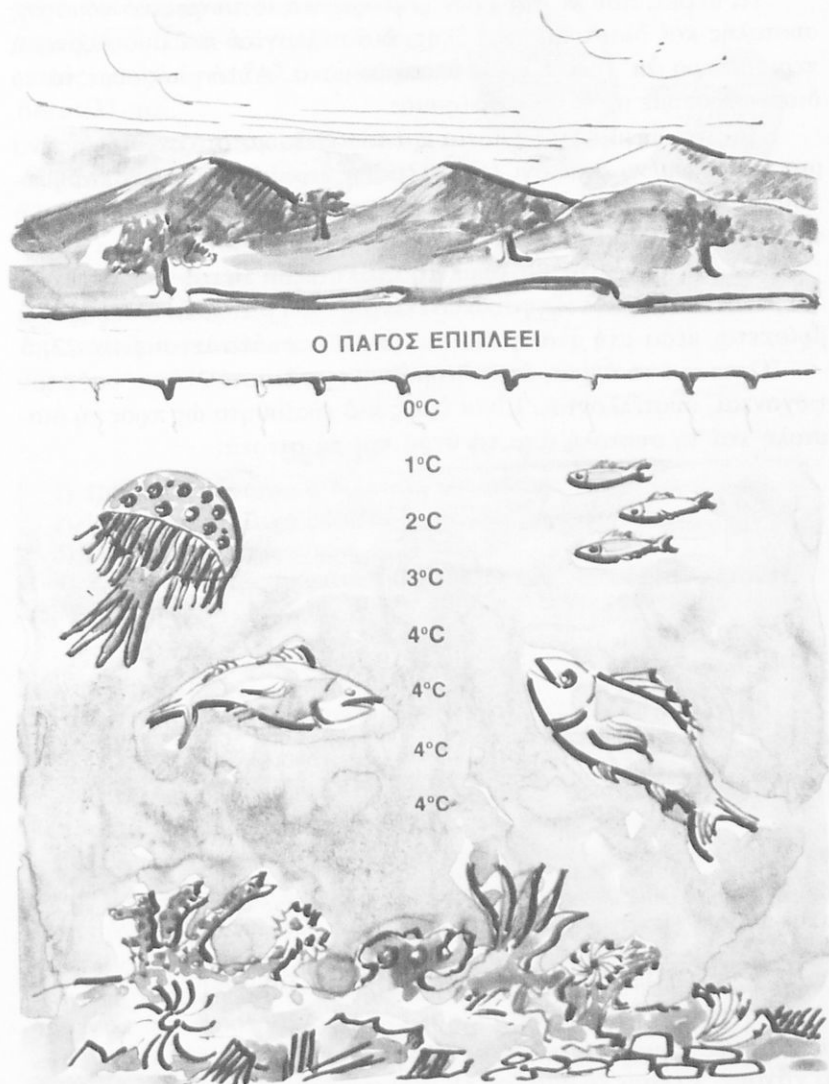
Ἄν τὸ νερὸ ἐξακολουθοῦσε νὰ συστέλλεται καὶ κάτω ἀπὸ τὴ θερμοκρασία τῶν 4° C, τότε τὰ νερά τῆς ἐπιφάνειας τῶν λιμνῶν, τῶν ποταμῶν καὶ τῶν θαλασσῶν, σάν πιό βαριά, θά κατέβαιναν πρὸς τὸν πυθμένα. Μὲ τὴ συνεχῆ αὐτὴ κάθοδο ὅλο καὶ πιό ψυχρῶν νερῶν, θά ἔρχονταν κάποια στιγμή πού ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ στὸν πυθμένα θά ἔφτανε στοὺς 0 °C. Σ' αὐτὴ τὴ θερμοκρασία ὅμως τὸ νερὸ ἀρχίζει καὶ γίνεται πάγος.

Ἔτσι σιγὰ σιγὰ θά πάγωναν τὰ νερά στὸν πυθμένα. Καὶ καθὼς θά συσσωρεύονταν διαρκῶς νέα στρώματα πάγου, θά ἦταν ἀδύνατο νὰ λιώσουν ἀπὸ τὸν ἥλιο καὶ τότε θά πάγωναν μέχρι τὴν ἐπιφάνεια οἱ λίμνες, οἱ θάλασσες καὶ τὰ ποτάμια. Τὰ ὑδροβία ζῶα καὶ φυτὰ θά πέθαιναν καὶ θά ἐξαφανίζονταν κάθε ἴχνος ζωῆς σ' αὐτά. Οἱ καταστρεπτικὲς συνέπειες αὐτοῦ τοῦ φαινομένου δέ θά περιορίζονταν μόνο στὰ ὑδροβία ζῶα καὶ φυτὰ, ἀλλὰ καὶ στὰ ἔμβια τῆς ξηρᾶς. Ὅμως, γιὰ μιὰ ἀκόμα φορὰ ἀποδεικνύεται, πὼς ἡ Θεία Πρόνοια φρόντισε νὰ μὴ χαθεῖ ἡ ζωὴ πάνω στὴ γῆ. (εἰκ. 21).

### Ἑρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Ποῦ ἔχουμε ἐφαρμογὴ τῆς διαστολῆς τῶν ὑγρῶν;
- 2) Τί ἀνωμαλία παρουσιάζει τὸ νερὸ κατὰ τὴ διαστολὴ του;
- 3) Ποιὰ εἶναι ἡ σημασία τῆς ἀνώμαλης διαστολῆς τοῦ νεροῦ γιὰ τὴν οἰκονομία τῆς φύσεως;
- 4) Γιατί οἱ νεροσωλῆνες σπάζουν τὸ χειμῶνα;
- 5) Γιατί ὁ πάγος ἐπιπλέει;
- 6) Πάρε ἓνα κύπελο σχεδόν γεμάτο μὲ νερὸ καὶ βάλτο στὴν κατάψυξη. Τί θά παρατηρήσεις;

## ΑΓΑΘΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΝΩΜΑΛΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ



Εικ. 21

Ἡ ζωὴ ἐξακολουθεῖ νά ὑπάρχει καί κάτω ἀπό τά παγωμένα νερά τῶν λιμνῶν καί τῶν θαλασσῶν, ὅπου ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ εἶναι πάνω ἀπό μηδέν βαθμοῦς Κελσίου

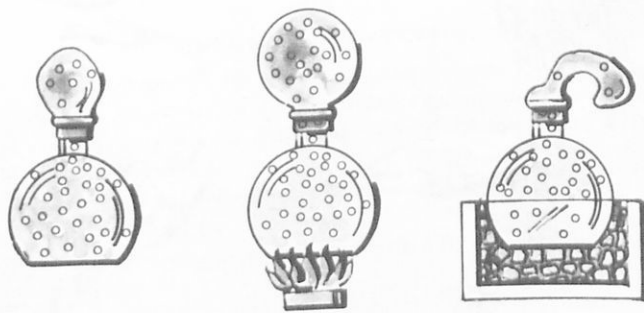
### 3. Διαστολή τῶν ἀερίων

Τά ἀέρια, πού κι αὐτά δέν ξεφεύγουν ἀπό τό φυσικό νόμο τῆς συστολῆς καί διαστολῆς τῆς ὕλης, διαστέλλονται καί συστέλλονται περισσότερο ἀπ' ὅλα τ' ἄλλα ὑλικά σώματα. Αὐτό μπορούμε νά τό διαπιστώσουμε μέ τό ἑξῆς πείραμα:

Παίρνουμε μιά φιάλη ἄδεια καί τοποθετοῦμε στό στόμμό της ἓνα μισοφουσκωμένο μπαλόνι (εἰκ. 22). Τή θερμαίνουμε λίγο καί βλέπουμε ὅτι τό μπαλόνι φουσκώνει θεαματικά. Αὐτό συμβαίνει, γιατί ὁ ἀέρας πού εἶναι μέσα σ' αὐτό καί στή φιάλη διαστέλλεται.

Ἄν στή συνέχεια βάλουμε τή φιάλη μέσα σέ ψυχρό νερό, θά δοῦμε ὅτι τό μπαλόνι ξεφουσκώνει. Αὐτό γίνεται, γιατί ὁ ἀέρας πού βρίσκεται μέσα στή φιάλη καί στό μπαλόνι συστέλλεται (εἰκ. 22).

Ὡστε καί τά ἀέρια, ὅταν θερμαίνονται, διαστέλλονται καί ὅταν ψύχονται, συστέλλονται. Εἶναι ὅμως πιό εὐαίσθητα ὡς πρός τή διαστολή καί τή συστολή ἀπό τά ὑγρά καί τά στερεά.



Εἰκ. 22

*Τά ἀέρια διαστέλλονται καί συστέλλονται περισσότερο ἀπό ὅλα τά ἄλλα ὑλικά σώματα*

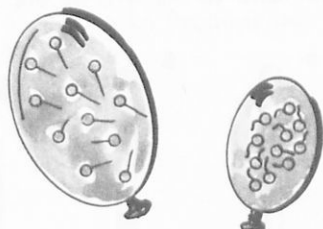
### 4. Πῶς ἐξηγεῖται ἡ διαστολή καί συστολή τῆς ὕλης

Εἶπαμε ὅτι ἡ θερμότητα εἶναι ἓνα φυσικό ποσό πού κάνει τά σώματα νά θερμαίνονται ὅταν τό παίρνουν καί νά ψύχονται ὅταν τό χάνουν. Εἶπαμε ἀκόμα ὅτι τά σώματα ἀποτελοῦνται ἀπό μόρια, πού συνέχεια ἔλκονται μεταξύ τους καί συνέχεια κινοῦνται.

Ὡταν, λοιπόν, ἓνα ὑλικό σῶμα παίρνει αὐτό τό φυσικό ποσό, τότε

τά μόρια του κινούνται γρηγορότερα και απλώνονται σε μεγαλύτερο χώρο. Έτσι ο όγκος του σώματος μεγαλώνει δηλ. το σώμα διαστέλλεται.

Αντίθετα, όταν ένα υλικό σώμα χάνει αυτό το φυσικό ποσό, ή κίνηση των μορίων του περιορίζεται και τότε αυτά πλησιάζουν πιο κοντά το ένα στ' άλλο. Έτσι ο όγκος του σώματος μικραίνει δηλ. το σώμα συστέλλεται (εικ. 23).



Εικ. 23

### Ερωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Πώς αποδεικνύεται η διαστολή των αερίων;
- 2) Ποιά από τα υλικά σώματα διαστέλλονται περισσότερο;
- 3) Πώς εξηγείς τη διαστολή της ύλης;
- 4) Κάνε κι έσύ τα πειράματα της συστολής και διαστολής των αερίων, βλέποντας τις εικόνες.

## 5. Θερμόμετρα — Κατασκευή και βαθμολογία αυτών

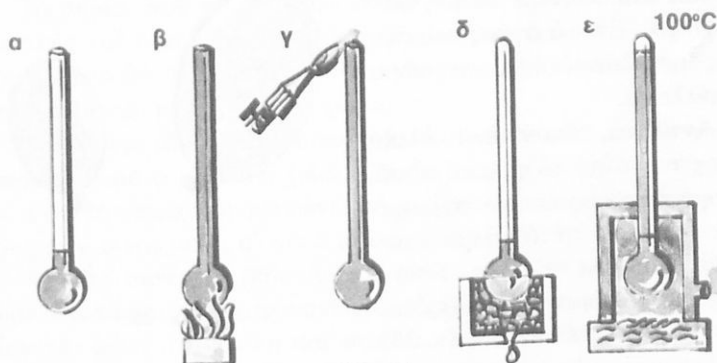
Τά θερμόμετρα είναι όργανα πού μᾶς δείχνουν ακριβῶς τή θερμοκρασία τοῦ σώματος πού θέλουμε νά γνωρίσουμε.

Ἡ λειτουργία τους στηρίζεται στό φυσικό νόμο τῆς συστολῆς καί διαστολῆς τῆς ὕλης, καθώς καί σέ μιά ἄλλη σπουδαία ιδιότητα πού λέει: ὅταν δύο υλικά σώματα ἔχουν διαφορετική θερμοκρασία καί ἔλθουν σέ ἐπαφή μεταξύ τους, ἡ θερμότητά τους θά μοιραστεῖ ἔτσι, ὥστε στό τέλος καί τά δύο σώματα νά ἔχουν τήν ἴδια θερμοκρασία.

Πρῶτος πού κατασκεύασε θερμόμετρο στά 1730 ἦταν ὁ Σουηδός φυσικός Κέλσιος (CELSIUS).

Αὐτός πῆρε ἕνα λεπτό γυάλινο σωλήνα πού κατάληγε σέ μιά σφαιρική κοιλότητα (εικ. 24). Γέμισε τήν κοιλότητα καί ἕνα μικρό

μέρος από τό σωλήνα μέ υδράργυρο. Ύστερα θέρμανε τόν υδράρ-



Είκ. 24

Κατασκευή καί βαθμολογία θερμομέτρου

γυρο καί μέ τή διαστολή πού ξπαθε γέμισε τό σωλήνα μέχρι επάνω, διώχνοντας όλο τόν άέρα. Κατόπιν μέ μία δυνατή φλόγα έλιωσε τό επάνω μέρος τοῦ σωλήνα καί τό γυαλί κόλλησε.

Έπειτα τή συσκευή αὐτή τή βύθισε μέσα σέ τρίμματα πάγου πού έλιωνε. Ὁ υδράργυρος τότε άρχισε νά συστέλλεται καί ή στήλη του νά κατεβαίνει. Στο σημείο πού σταμάτησε τράβηξε μία γραμμή καί σημείωσε τό μηδέν (0).

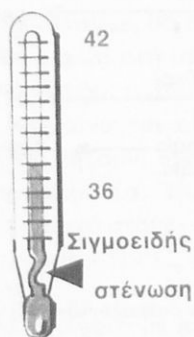
Μετά άπ' αὐτό τοποθέτησε τή συσκευή του πάνω σέ άτμούς νεροῦ πού έβραζε. Ὁ υδράργυρος τότε άρχισε νά διαστέλλεται καί ή υδραργυρική στήλη ν' ανεβαίνει. Στο σημείο πού σταμάτησε ν' ανεβαίνει τράβηξε πάλι μία γραμμή καί σημείωσε τό (100). Τό διάστημα αὐτό τοῦ σωλήνα ανάμεσα στίς δυό γραμμές τό χώρισε σέ 100 ἴσα μέρη καί τ' άριθμήσε από τό 0 ἔως τό 100 (είκ. 24). Τό 1/100 αὐτῆς τῆς υδραργυρικής στήλης από τό μηδέν ἔως τό ἑκατό τό ονομάζουμε 1°C (ένα βαθμό Κελσίου).

Έτσι βλέπουμε ὅτι ὁ Κέλσιος, γιά νά χαράξει τήν κλίμακα στοῦ θερμομέτρου του, διάλεξε δυό πολύ σημαντικές θερμοκρασίες: τή θερμοκρασία πού λιώνει ὁ πάγος καί τή θερμοκρασία πού βράζει τό νερό.

Τούς βαθμούς τῆς θερμοκρασίας στήν κλίμακα Κελσίου τούς σημειώνουμε μέ ένα σύν (+) ὅταν εἶναι πάνω από τό μηδέν καί μέ ένα πλήν (-) ὅταν εἶναι κάτω από τό μηδέν. ἔτσι: + 10°C ἢ - 10°C.



Τό θερμόμετρο του Κελσίου, καί κάθε άλλο πού ή λειτουργία του στηρίζεται στόν ύδραργυρο, λέγεται ύδραργυρικό θερμόμετρο. Ύδραργυρικό είναι καί τό ιατρικό θερμόμετρο.



Είκ. 25

Ίατρικό θερμόμετρο

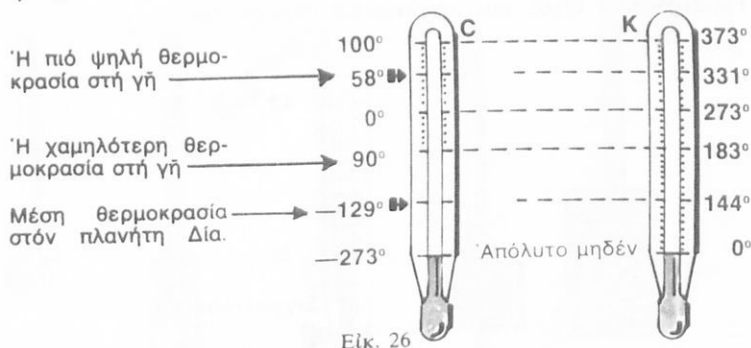
Τό ιατρικό θερμόμετρο (είκ. 25) είναι ένα θερμόμετρο πού δείχνει τή θερμοκρασία του άρρωστου ανθρώπου σε βαθμούς Κελσίου. Δέν περιέχει όλη τήν κλίμακα, γιατί δέν είναι απαραίτητο, αφού ή θερμοκρασία του ανθρώπου κυμαίνεται μεταξύ των 35,5 καί 42,5 βαθμών Κελσίου. Κάθε βαθμός ύποδιαιρείται σε άλλα 10 μέρη καί έτσι μπορούμε νά μετρήσουμε ακόμα καί τά δέκατα του ενός βαθμού θερμοκρασίας.

Στό κάτω μέρος καί στην άρχή του λεπτού σωλήνα φέρει μία απότομη σιγμοειδή στένωση, για νά μήν μπορεί ό ύδραργυρος νά επιστρέφει, χωρίς τίναγμα, μετά τή διαστολή του στο σφαιρικό δοχείο του θερμόμετρου καί έτσι νά μπορούμε νά διαβάζουμε τή θερμοκρασία πού δείχνει στην κλίμακα.

Μέ τά ύδραργυρικά θερμόμετρα μπορούμε νά μετρήσουμε θερμοκρασίες μέχρι  $-39^{\circ}\text{C}$ . Από κει καί κάτω δέν είναι δυνατό, γιατί ό ύδραργυρος πήζει.

Γιά πιό χαμηλές θερμοκρασίες καί μέχρι  $-100^{\circ}\text{C}$  χρησιμοποιούμε τά οίνοπνευματικά θερμόμετρα καί για πιό χαμηλές ακόμα, άλλους τύπους θερμομέτρων, πού ή λειτουργία τους στηρίζεται σε ήλεκτρικά φαινόμενα. Για πολύ ύψηλές θερμοκρασίες έχουμε άλλα θερμόμετρα,

πού ή λειτουργία τους στηρίζεται σέ όπτικά φαινόμενα καί λέγονται πυρόμετρα.



Εικ. 26 'Αντιστοιχία βαθμολογιών στίς κλίμακες Κέλβιν καί Κελσίου

### Ερωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Τί είναι τά θερμοόμετρα καί πού στηρίζεται ή λειτουργία τους;
- 2) Ποιός κατασκεύασε πρώτος θερμοόμετρο καί πώς;
- 3) Τί είναι τό ιατρικό θερμοόμετρο;
- 4) Σέ τί διαφέρουν τά ύδραργυρικά θερμοόμετρα από τά οίνοπνευματικά;
- 5) Τί θερμοόμετρα χρησιμοποιεί ό άνθρωπος γιά νά μετρήσει πολύ χαμηλές ή πολύ ύψηλές θερμοκρασίες;

## ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

### 1. Η τήξη καί ή πήξη τών σωμάτων

Ένα σώμα μπορεί νά βρεθεί διαδοχικά καί στίς τρεις καταστάσεις τής ύλης: στή στερεή, στήν ύγρή καί στήν άέρια. Αυτό εξαρτάται από τή θερμοότητα πού θ' άπορροφήσει ή θά χάσει τό σώμα.

Τό χειμώνα πού κάνει πολύ κρύο τά νερά πολλές φορές παγώνουν (πήζουν) καί από ύγρά γίνονται στερεά, δηλ. πάγοι. Τό φαινόμενο αυτό λέγεται *πήξη*.

Αντίθετα, όταν τήν άνοιξη άρχίζουν οί ζέστες, οί πάγοι καί τά χιόνια λιώνουν (τήκονται) καί ξαναγίνονται ύγρά, δηλ. νερά. Τό φαινόμενο αυτό λέγεται *τήξη*.

Όπως βλέπουμε, τόσο ή τήξη όσο καί ή πήξη τών σωμάτων όφεί-

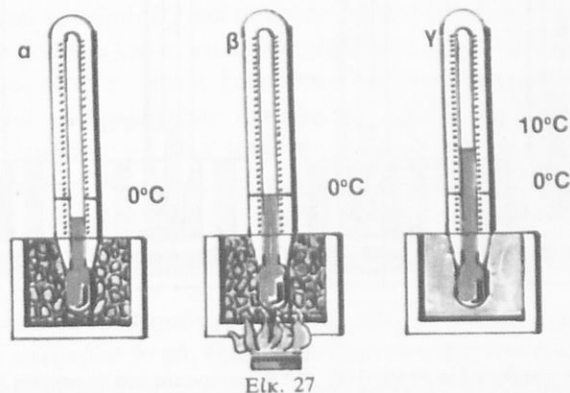
λονται στή θερμότητα πού παίρνουν ή πού δίνουν τά σώματα. Αυτό μπορούμε νά τό έπαληθέψουμε κι έμεις μέ τό ακόλουθο πείραμα:

Βάζουμε στό τηγάνι λίγο βούτυρο καί τό θερμαίνουμε. Παρατηρούμε σέ λίγο τό βούτυρο νά μεταπηδάει από τή στερεή στήν υγρή κατάσταση. Αν πάψουμε νά τό θερμαίνουμε, θά δούμε ύστερα από λίγο τό υγρό βούτυρο νά μεταπηδάει πάλι στή στερεή κατάσταση.

“Ο,τι γίνεται μέ τό νερό καί τό βούτυρο, τό ίδιο γίνεται μέ όλα τά στερεά καί υγρά σώματα. “Όταν θερμαίνονται τά στερεά τήκονται (λιώνουν) καί όταν ψύχονται τά υγρά πήζουν. Μόνο πού κάθε σώμα τήκεται ή πήζει σέ μιá δρισμένη θερμοκρασία. Έτσι τό καθαρό νερό πήζει καί τήκεται στους  $0^{\circ}\text{C}$ , τό θαλασσινό στους  $-25^{\circ}\text{C}$ . ‘Ο ύδραργυρος στους  $-39^{\circ}\text{C}$ , τό οινόπνευμα στους  $-114^{\circ}\text{C}$ , ό μόλυβδος στους  $327^{\circ}\text{C}$ , ό σίδηρος στους  $1500^{\circ}\text{C}$  κ.ο.κ.

Υπάρχουν υλικά σώματα πού άντέχουν σέ πολύ ύψηλές θερμοκρασίες χωρίς νά λιώνουν, γιατί είναι, όπως λέμε, *δύστηκτα*. Τέτοια είναι: τό βολφράμιο, πού άντέχει μέχρι τούς  $3370^{\circ}\text{C}$  καί τό χρησιμοποιούν για νά κατασκευάζουν σκληρά καί άνθεκτικά σέ πολύ ύψηλές θερμοκρασίες *κράματα*, τά πυρίμαχα τουβλα,  $3000^{\circ}\text{C}$ , μέ τά όποια χτίζουν έξωτερικά τίς θερμάστρες, ό γραφίτης,  $3000^{\circ}\text{C}$ , μέ τόν όποιο φτιάχνουν χωνευτήρια για νά λιώνουν άλλα μέταλλα μέσα σ' αυτά, τό άλουμίνιο,  $660^{\circ}\text{C}$  καί άλλα.

*Πείραμα 1ο.* Μέσα σ' ένα ποτήρι μέ τρίμματα πάγου τοποθετούμε ένα θερμομετρο για νά παρακολουθούμε τή θερμοκρασία (είκ. 27).



Είκ. 27

Μέχρις ότου λιώσει όλος ό πάγος ή θερμοκρασία του παραμένει σταθερή στους  $0^{\circ}\text{C}$  (β)

Στήν ἀρχή τό θερμόμετρο μᾶς δείχνει μερικούς βαθμούς κάτω ἀπό τό μηδέν. Θερμαίνουμε τό ποτήρι μέ τά τρίμματα τοῦ πάγου καί βλέπουμε ὅτι ἡ θερμοκρασία του ἀνεβαίνει, ὡσότου φτάσει στοὺς  $0^{\circ}\text{C}$ . Συνεχίζουμε νά θερμαίνουμε τό ποτήρι μέ τόν πάγο καί παρατηροῦμε ὅτι ἡ θερμοκρασία του παραμένει σταθερή στοὺς  $0^{\circ}\text{C}$ . Αὐτό θά παρατηροῦμε, μέχρις ὅτου λιώσει ὅλος ὁ πάγος καί γίνει νερό. Μετά ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ θ' ἀρχίσει ν' ἀνεβαίνει.

Ἔτσι ὁ πάγος τήκεται στοὺς  $0^{\circ}\text{C}$ .

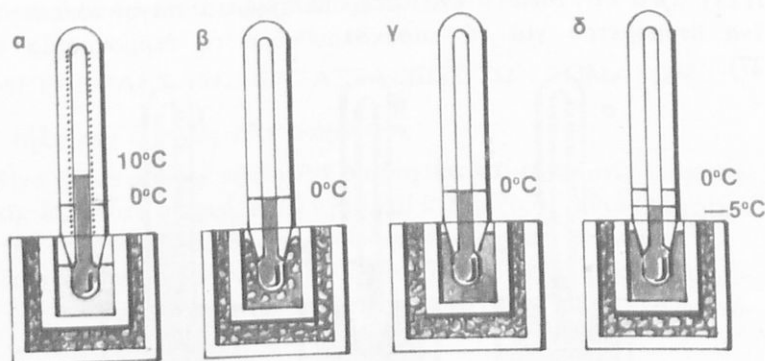
*Πείραμα 2ο.* Μέσα σέ μιά λεκάνη πού περιέχει 4 μέρη τρίμματα πάγου καί ἕνα μέρος ἀλατιοῦ, τοποθετοῦμε ἕνα ποτήρι μέ νερό. (εἰκ. 28).

Παρακολουθώντας τήν πτώση τῆς θερμοκρασίας τοῦ νεροῦ παρατηροῦμε νά σταματᾶει στοὺς  $0^{\circ}\text{C}$ . Σ' αὐτή τή θερμοκρασία παραμένει, μέχρις ὅτου μετατραπῆ ὅλο τό νερό σέ πάγο.

Μετά ἡ θερμοκρασία τοῦ παγωμένου πλέον νεροῦ ἀρχίζει νά κατεβαίνει κάτω ἀπό τό μηδέν.

Ἔτσι τό νερό πῆζει πάλι στοὺς  $0^{\circ}\text{C}$ .

Λέμε, λοιπόν, ὅτι ἡ θερμοκρασία τήξεως καί πήξεως τοῦ νεροῦ εἶναι  $0^{\circ}\text{C}$ .



Εἰκ. 28

Μέχρις ὅτου παγώσει ὅλο τό νερό (β, γ) ἡ θερμοκρασία του παραμένει σταθερή στοὺς  $0^{\circ}\text{C}$

*Πείραμα 3ο.* Έπαναλαμβάνουμε τό ίδιο πιό πάνω πείραμα και αντί για κοινό νερό βάζουμε μέσα στο ποτήρι νερό μέ λίγο άλάτι.

Παρατηρούμε ότι τό άλατόνερο δέ θ' άρχίσει νά πήξει στους 0°C, αλλά σέ ποιό χαμηλή θερμοκρασία. Άν μάλιστα μέσα στο νερό διαλύσουμε πιό πολύ άλάτι, τότε ή θερμοκρασία πήξεως του άλατόνερου θά γίνει άκόμα πιό χαμηλή.

Τό ίδιο, βέβαια, θά συμβεί, άν μέσα στο νερό αντί για άλάτι διαλύσουμε σόδα κλπ. ή τό άνακατώσουμε μέ άλλα υγρά.

Ώστε τό σημείο τήξεως και πήξεως του νερου αλλάζει, άν μέσα σ' αυτό διαλύσουμε ένα άλλο στερεό ή τό άνακατώσουμε μ' ένα άλλο υγρό.

Άπό τά παραπάνω πειράματα μαθαίνουμε τό εξής:

α) "Ότι κάθε σωμα λώνει και στερεοποιείται στην ίδια θερμοκρασία, πού λέγεται θερμοκρασία ή σημείο τήξεως και πήξεως του σώματος.

β) "Ότι κάθε υλικό σώμα έχει δική του θερμοκρασία τήξεως και πήξεως, και

γ) "Ότι καθ' όλη τή διάρκεια της τήξεως ή της πήξεως ή θερμοκρασία του σώματος παραμένει σταθερή.

### Λανθάνουσα θερμότητα τήξεως

Παρατηρήσαμε στα πειράματά μας ότι κατά τή διάρκεια της τήξεως ή της πήξεως ή θερμοκρασία του σώματος παράμενε σταθερή, παρ' όλο πού τό σώμα έξακολουθούσε νά παίρνει ή νά χάνει θερμότητα. Αυτό γινόταν, γιατί κατά τήν τήξη ή ποσότητα της θερμότητας πού άπορροφούσε τό σώμα ξοδευόταν για νά μετατραπεί σέ υγρό. Γι' αυτό και τό θερμόμετρο δέν έδειχνε άνοδο της θερμοκρασίας.

Αυτή, λοιπόν, τήν ποσότητα της θερμότητας, πού άπορροφάει τό σώμα κατά τή διάρκεια της τήξεως του και τήν ξοδεύει για νά μετατραπεί σέ υγρό, χωρίς τό θερμόμετρο νά δείχνει άνοδο της θερμοκρασίας, τήν ονομάζουμε *λανθάνουσα (κρυφή) θερμότητα τήξεως*.

Η λανθάνουσα θερμότητα τήξεως, πού άπαιτείται για νά μετατραπεί ένα στερεό σέ υγρό, έξαρτάται από τή φύση του υλικού σώματος και από τήν ποσότητα της ύλης του. Σέ άλλα υλικά σώματα είναι μικρή και σέ άλλα μεγάλη. Στόν πάγο π.χ. ή λανθάνουσα θερμότητα

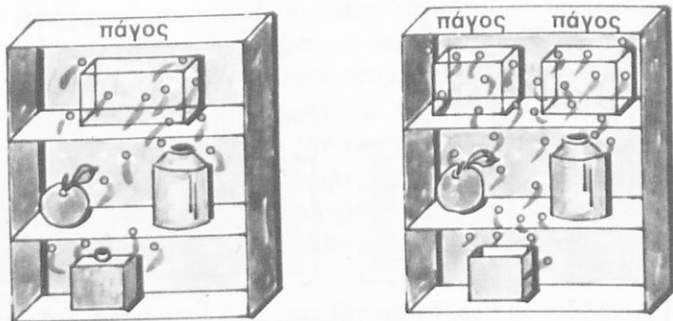
τήξεως είναι πολύ μεγάλη, ενώ στο χαλκό δυό φορές μικρότερη και στο μόλυβδο 14 φορές πιά μικρή.

ΎΑν μέσα σ' ένα κλειστό θάλαμο, πού έχει θερμοκρασία 20°C, βάλουμε μιά ποσότητα πάγου, θά πετύχουμε τήν πτώση τής θερμοκρασίας του έστω κατά 10°C. ΎΑν όμως διπλασιάσουμε ή τριπλασιάσουμε τήν ποσότητα του πάγου, τότε ή πτώση τής θερμοκρασίας του θαλάμου θά είναι πιά μεγάλη (είκ. 29).

Αυτό γίνεται, γιατί ο πάγος απορροφάει θερμότητα από τό περιβάλλον του θαλάμου και φυσικά άπ' ό,τι βρίσκεται μέσα σ' αυτόν και ρίχνει τή θερμοκρασία του. Μέ τήν αύξηση τής ποσότητας του πάγου αυξάνεται και ή ποσότητα τής θερμότητας πού απορροφάει από τό περιβάλλον του θαλάμου, μέ αποτέλεσμα νά πέφτει πιά πολύ ή θερμοκρασία του. ΎΕτσι λειτουργούν τά ψυγεία πάγου.

Είδαμε κατά τήν πήξη του νερού ότι ή θερμοκρασία του παράμενε σταθερή, μέχρις ότου μετατράπηκε όλο σέ πάγο. Αυτό γινόταν, γιατί τό νερό έχανε κατά τή διάρκεια τής πήξεώς του όλο τό ποσό τής θερμότητας πού είχε απορροφήσει κατά τήν τήξη του. ΎΈχανε, δηλαδή, τή λανθάνουσα θερμότητα τήξεώς του, γι' αυτό και τό θερμομετρο δέν έδειχνε πτώση τής θερμοκρασίας του.

Ό,τι γίνεται φυσικά μέ τό νερό, γίνεται και μέ όλα τ' άλλα σώματα.



Είκ. 29

ΎΟ πάγος απορροφάει τή θερμότητα μέσα από τό περιβάλλον του θαλάμου και ή θερμοκρασία πέφτει

## Πώς εξηγείται τό φαινόμενο τής τήξεως καί πήξεως τών σωμάτων

Ἐν θυμηθοῦμε ὅ,τι εἶπαμε στή σελ. 12 γιά τά στερεά καί ὑγρά καί στή σελ. 28 γιά τήν ἐξήγηση τής διαστολῆς τής ὕλης, εὐκολα θά καταλάβουμε τήν ἐξήγηση κι αὐτοῦ τοῦ φαινομένου.

Μέ τή θερμότητα πού ἀπορροφοῦν τά στερεά, τά μόριά τους κινοῦνται ὄλο καί πιό γρήγορα. Ἔτσι ἐρχεται κάποια στιγμή, πού οἱ δυνάμεις συνοχῆς τών μορίων τοῦ σώματος δέν εἶναι ἱκανές νά τά συγκρατήσουν στή θέση τους κι ἔτσι τά μόρια μποροῦν ἐλεύθερα νά κινοῦνται τό ἓνα δίπλα στό ἄλλο, ἀλλάζοντας συνέχεια θέσεις, ὅπως συμβαίνει στά ὑγρά.

Ὅταν συμβεῖ αὐτό, τό στερεό ἤδη βρίσκεται στήν ὑγρή κατάσταση.

Τό ἀντίθετο ἀκριβῶς γίνεται, ὅταν ἓνα ὑγρό χάνει θερμότητα. Ἡ κίνηση τών μορίων του ὄλο καί περιορίζεται. Ἔτσι ἐρχεται κάποια στιγμή κατά τήν ὁποία οἱ δυνάμεις συνοχῆς τών μορίων ὑπερνικᾶνε τίς δυνάμεις πού προκαλοῦν τήν κίνησή τους.

Ὅταν συμβεῖ αὐτό, τότε μεταξύ τών μορίων ἐπικρατοῦν οἱ ἴδιες συνθήκες πού ἐπικρατοῦν στά στερεά καί τό ὑγρό στερεοποιεῖται.

## Ἐφαρμογές

Τό φαινόμενο τής τήξεως καί πήξεως τών σωμάτων ἔχει μεγάλη ἐφαρμογή στήν πράξη:

1) Χάρη στήν τήξη καί πήξη τών μετάλλων γίνονται ὄλα τά ἔξαρτήματα τών μηχανῶν, τά ἐργαλεῖα καί κάθε εἶδος μεταλλικοῦ ἀντικειμένου.

2) Μέ τήν τήξη καί πήξη τοῦ κασσίτερου γίνεται τό γάνωμα τών μαγειρικῶν σκευῶν καί ἡ ἐπικάλυψη τοῦ σιδήρου γιά νά μή σκουριάζει.

## Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι τήξη καί πήξη τών σωμάτων;
- 2) Ποιά σώματα λέγονται δόσηκτα καί πιά εὐθηκτα;
- 3) Τί λέγεται θερμοκρασία τήξεως καί πήξεως;
- 4) Σέ ποιά θερμοκρασία τήκεται ὁ πάγος, τό σίδηρο καί τό ἀλουμίνιο καί σέ ποιά θερμοκρασία πήζουν;
- 5) Πότε ὁ καιρός εἶναι πιό ψυχρός: ὅταν χιονίζει ἢ ὅταν λιώνουν τά χιόνια;

- 6) Τι είναι η λανθάνουσα θερμότητα τήξεως;
- 7) Πότε τα ποτάμια έχουν πολλά νερά, χωρίς να βρέξει;
- 8) Πώς εξηγείται το φαινόμενο της τήξεως και πήξεως των σωμάτων;
- 9) Κάνε το δεύτερο και τρίτο πείραμα.

## 2. Διάλυση

Σ' ένα ποτήρι με νερό ρίχνουμε λίγη ζάχαρη και το ανακατώνουμε μ' ένα κουταλάκι. Σέ λίγο παρατηρούμε ότι η ζάχαρη δέ φαίνεται διόλου μέσα στο νερό. Δοκιμάζουμε το νερό και διαπιστώνουμε πώς είναι γλυκό.

Άρα υπάρχει ζάχαρη μέσα στο νερό, μόνο πού δέ φαίνεται. Αυτό έγινε, γιατί η ζάχαρη μέ τή βοήθεια του νερού διαλύθηκε και τά μόριά της διασκορπίστηκαν ομοίμορφα σ' όλη τή μάζα του νερού και τό έκαναν γλυκό.

Τό φαινόμενο αυτό λέγεται *διάλυση*, τό νερό πού διάλυσε τή ζάχαρη, *διαλυτικό μέσο* και τό μείγμα του νερού και τής ζάχαρης μαζί *διάλυμα*.

Άν τώρα μέσα στό διάλυμα ρίξουμε διαδοχικά 1,2,3... κουταλάκια ζάχαρη και τό ανακατώσουμε,, θά διαπιστώσουμε τά έξης: α) "Όσο προσθέτουμε ζάχαρη στό διάλυμα, τόσο πιά δύσκολα γίνεται ή διάλυση και β) Έρχεται κάποια στιγμή πού τό νερό δέν μπορεί νά διαλύσει άλλη ζάχαρη και τή βλέπουμε νά κατακάθεται στόν πάτο του ποτηριού.

Στήν περίπτωση αυτή λέμε ότι τό διάλυμα έχει κορεσθεί (χορτάσει) και δέν μπορεί πλέον νά διαλύσει άλλη ποσότητα ζάχαρης.

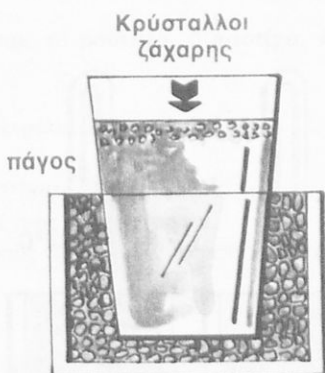
Αυτό τό διάλυμα λέγεται *κορεσμένο*. Τό πρώτο όμως διάλυμα, πού είχε τή δυνατότητα νά διαλύσει κι άλλη ζάχαρη, λέγεται *άκόρεστο*.

"Ένα κορεσμένο διάλυμα μπορούμε νά τό κάνουμε άκόρεστο, άρκει νά τό θερμάνουμε. Μάλιστα, όσο περισσότερο τό θερμάνουμε, τόσο περισσότερη ζάχαρη μπορούμε νά διαλύσουμε σ' αυτό.

Τό αντίθετο άκριβώς άποτέλεσμα θά έχουμε, αν ψύξουμε τό διάλυμα. Τότε ένα μέρος τής ζάχαρης δέν μπορεί νά συγκρατηθεί από τό νερό και αποβάλλεται άπ' αυτό μέ τή μορφή κρυστάλλων, που κάθονται στόν πυθμένα και στά τοιχώματα του δοχείου (είκ. 30). Αυτό τό φαινόμενο λέγεται *κρυστάλλωση*.



Τό νερό ἐκτός ἀπό τή ζάχαρη διαλύει καί ἄλλα σώματα: τό ἄλατι, τή σόδα, τό χλωριούχο ἄμμώνιο, τό νίτρο κτλ. Ὅσα ἀπό αὐτά διαλύονται εὐκόλα στό νερό, λέγονται *εὐδιάλυτα*. Τέτοια εἶναι ἡ σόδα, τό ἄλατι, ἡ ζάχαρη κλπ. Ὅσα διαλύονται δύσκολα καί σέ μικρή ποσότητα, λέγονται *δυσδιάλυτα*. Τέτοια εἶναι ὁ γύψος ὁ ἀσβεστόλιθος κτλ. Ὅσα δέν διαλύονται διόλου στό νερό, λέγονται *ἀδιάλυτα*. Τέτοια εἶναι τό σίδηρο, ὁ ὑδράργυρος, τά λίπη κτλ.



Εἰκ. 30  
Τό κορεσμένο διάλυμα τῆς ζάχαρης, δταν ψυχθεῖ κρυσταλλώνει

Τό ζεστό νερό διαλύει ἀκόμα καί πολλές οὐσίες πού βρίσκονται μέσα στά φύλλα, στά ἄνθη, στίς ρίζες, στούς φλοιούς καί στούς καρπούς τῶν διαφόρων φυτῶν. Τά διαλύματα αὐτά, ἐγγυλίσματα, τά χρησιμοποιοῦμε σάν ροφήματα (τσάι, καφέ) ἢ σάν φάρμακα.

Ὅπως καταλαβαίνουμε τό νερό ἔχει μεγάλη διαλυτική ικανότητα. Διαλύει πάρα πολλά στερεά, ὄχι ὅμως καί ὅλα.

Τά λίπη, ἡ ρητίνη, ἡ μαστίχα, τό κερί, τό ἰώδιο, τό καουτσούκ καί ἄλλα δέ διαλύονται στό νερό· διαλύονται ὅμως σέ ἄλλα διαλυτικά μέσα, ὅπως στή βενζίνη, στό οἰνόπνευμα, στόν αἰθέρα κτλ.

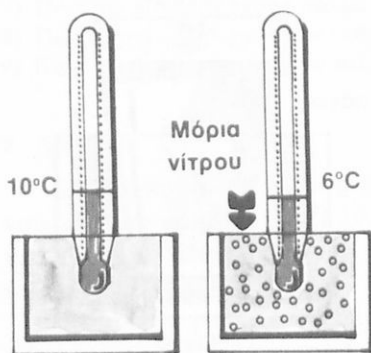
Ἐκτός ἀπό τά στερεά, μπορούμε νά διαλύσουμε στά ὑγρά ἄλλα ὑγρά ἢ ἀέρια. Ἔτσι μπορούμε νά διαλύσουμε μέσα στό νερό οἰνόπνευμα ἢ διοξειδίο τοῦ ἄνθρακα, πού εἶναι ἀέριο.

Τά ἀεριοῦχα ποτά περιέχουν διοξειδίο τοῦ ἄνθρακα καί τό νερό τῆς θάλασσας ἀέρα, πού τόν ἀναπνέουν τά ὑδρόβια ζῶα καί φυτά.

Τά ἀέρια, ἀντίθετα μέ τά στερεά, διαλύονται πιό εὐκόλα καί πιό πολύ μέσα σ' ἓνα διαλυτικό ὑγρό πού εἶναι ψυχρό, παρά σ' ἓνα ἄλλο πού εἶναι θερμό.

Κατά τή διάλυση παράγεται ψύχος. Αὐτό μπορούμε νά τό διαπιστώσουμε μέ τά ἑξῆς πειράματα:

**Πείραμα: 1°.** Παίρνουμε ἓνα ποτήρι νερό καί μετράμε τή θερμο-



Είκ. 31

Κατά τη διάλυση του νίτρου τὰ μόρια του απορροφούν ένα μέρος της θερμοκρασίας του νερού και τή ρίχνουν

ποτήρι νερό και μετράμε τή θερμοκρασία του (είκ. 31). Έστω ότι είναι 10°C. Έπειτα ρίχνουμε μέσα στο ποτήρι αρκετό χλωριούχο άμμωνίο ή νίτρο σε σκόνη και τό ανακατεύουμε γρήγορα. Μετράμε τώρα τή θερμοκρασία του διαλύματος και βρίσκουμε πώς είναι κατά 4-6 βαθμούς κατώτερη. Τόν έλεγχο αυτό μπορούμε νά τόν κάνουμε και μέ τό χέρι μας ακόμα. Άμέσως θ' ανακαλύψουμε τή διαφορά τής θερμοκρασίας ανάμεσα στό νερό και στό διάλυμα.

*Ώστε κατά τή διάλυση πάντοτε παράγεται ψύχος.*

Άν καμιά φορά δέ γίνεται άντιληπτό, αυτό δέ σημαίνει ότι δέν παράγεται ψύχος, άλλ' ότι τό ψύχος πού παράγεται δέ γίνεται αίσθητό.

Τό φαινόμενο αυτό τό εκμεταλλευόμαστε, γιά νά δημιουργήσουμε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες μέ τὰ ψυκτικά μείγματα. Ψυκτικό μείγμα μπορούμε νά κάνουμε, άν ανακατώσουμε 4 μέρος πάγου μέ ένα μέρος άλατιού. Η θερμοκρασία πού δημιουργούμε σ' αυτό τό ψυκτικό μείγμα φτάνει στους -20°C.

#### Έρωτήσεις - Άσκήσεις

- 1) Τί είναι διάλυση, τί διάλυμα και τί διαλυτικό μέσο;
- 2) Πότε ένα διάλυμα λέγεται κορεσμένο και πότε άκόρεστο;
- 3) Πώς μπορούμε ένα κορεσμένο διάλυμα νά τό κάνουμε άκόρεστο;
- 4) Ποιά σώματα λέγονται διαλυτά και ποιά δυοδιάλυτα;

κρασία του. Έστω ότι είναι 20°C. Διαλύουμε μέσα σ' αυτό 1-2 κουταλάκια άλάτι και μετράμε άμέσως τή θερμοκρασία του διαλύματος. Βρίσκουμε ότι είναι 1-2 βαθμοί κατώτερη από πρίν.

Αυτό γίνεται, γιατί τό άλάτι καθώς διαλύεται και μεταβαίνει από τή στερεή στην υγρή κατάσταση, αφαιρεί θερμότητα από τό νερό και έτσι ρίχνει τή θερμοκρασία του.

Τήν πώση αυτή τής θερμοκρασίας μπορούμε νά τή διαπιστώσουμε πίο καλά, άν έργαστούμε ως έξης:

**Πείραμα 2ο.** Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

Παίρνουμε ένα

- 5) Δοκίμασε νά βρεις μέ τί διαλύονται: τό βούτυρο, ή μαστίχα, ή ρητίνη, τό ιδώδιο.
- 6) Δοκίμασε νά ανακατώσεις:
  - α) οινόπνευμα στό νερό καί στό πετρέλαιο,
  - β) πετρέλαιο στό λάδι,
  - γ) ιδώδιο στή βενζίνη καί στό οινόπνευμα. Τί παρατηρείς;
- 7) Τί παράγεται κατά τή διάλυση καί πώς ἐξηγείται;
- 8) Τί είναι τά ψυκτικά μείγματα καί πώς ἐξηγείς τήν πτώση τῆς θερμοκρασίας σ' αὐτά;

### 3. Ἐξαέρωση

Ἐξαέρωση εἶναι ἓνα φυσικό φαινόμενο πού τό ἔχουμε παρακολουθήσει πολλές φορές μέχρι τώρα.

Κάθε φορά πού παρατηροῦμε ἓνα ὑγρό σῶμα νά μεταβαίνει ἀπό τήν ὑγρή στήν ἀέρια κατάσταση, ἔχουμε τό φαινόμενο τῆς ἐξαερώσεως.

Ἡ ἐξαέρωση ἑνός ὑγροῦ γίνεται μέ δύο τρόπους: α) μέ τήν ἐξάτμιση καί β) μέ τό βρασμό.

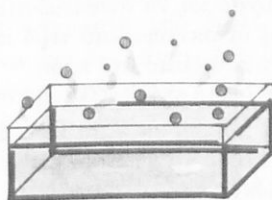
α) **Ἐξάτμιση.** "Ὅσες φορές εἶδαμε βρεγμένη τήν αὐλή τοῦ σπιτιοῦ μας ἢ τοῦ σχολείου μας, θά εἶδαμε ἀσφαλῶς σέ μερικές μεριές, ὅπου εἶχε βαθουλώματα, συγκεντρωμένο λίγο νερό. Θά εἶχαμε παρατηρήσει τότε ὅτι ἡ καταβρεγμένη αὐλή ὕστερα ἀπό λίγο εἶχε στεγνώσει καί ἀργότερα τό συγκεντρωμένο στά βαθουλώματα νερό εἶχε ἐξαφανιστεῖ.

Τό ἴδιο θά παρατηρήσουμε καί τώρα, ἂν ρίξουμε λίγο νερό στή βεράντα, ἂν βρέξουμε τά χέρια μας ἢ ἓνα ροῦχο καί τ' ἀπλώσουμε ἢ ἂν βάλουμε μέσα σ' ἓνα πιάτο λίγο νερό καί τ' ἀφήσουμε στόν ἥλιο. Αὐτό γίνεται, γιατί τό νερό μέ τή βοήθεια τῆς θερμότητας ἐξαερώνεται, γίνεται ἀέριο, ἐξατμίζεται, ὅπως λέμε. Γι' αὐτό καί τό φαινόμενο τό ὀνομάζουμε ἐξάτμιση

Τό φαινόμενο τῆς ἐξατμίσεως μποροῦμε νά τό παρακολουθήσουμε πιό ἔντονα, ἂν μέσα σ' ἓνα πλατύ δοχεῖο βάλουμε ζεστό νερό. Θά δοῦμε τότε νά βγαίνουν ἀτμοί ἀπό τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ καί νά διασκορπίζονται στόν ἀέρα. Γι' αὐτό λέμε ὅτι ἡ ἐξάτμιση γίνεται μόνο ἀπό τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τῶν ὑγρῶν γενικά.

Ἐκτός ἀπό τό νερό ὑπάρχουν καί πολλά ἄλλα ὑγρά πού ἐξατμίζονται ἄλλα πιό γρήγορα καί ἄλλα πιό ἀργά ἀπό τό νερό. Ὑγρά πού

ἐξατμίζονται πιό γρήγορα ἀπό τό νερό εἶναι: ἡ ἀμμωνία, ὁ αἰθέρας, ἡ βενζίνη, τό οἰνόπνευμα κ.ἄ. Αὐτά τά ὑγρά τά ὀνομάζουμε π τ η τ ι κ ά , ἐνῶ ἄλλα ὑγρά, ὅπως τά διάφορα ἔλαια, πού ἐξατμίζονται πιό ἀργά ἀπό τό νερό, τά ὀνομάζουμε μ ἡ π τ η τ ι κ ά . Μή πτητικό ὑγρό εἶναι καί τό νερό.



Εἰκ. 32

### Πῶς ἐξηγεῖται ἡ ἐξάτμιση

Γιά νά ἐξηγήσουμε τό φαινόμενο τῆς ἐξατμίσεως, ἄς θυμηθοῦμε ὅ,τι εἴπαμε γιά τή μοριακή δομή τῆς ὕλης στά ὑγρά.

“Ὅπως μάθαμε, τά μόρια στά ὑγρά κινοῦνται ἀδιάκοπα καί γρήγορα πρὸς τυχαῖες διευθύνσεις, ἀλλάζοντας διαρκῶς θέση μέσα στή μάζα τοῦ ὑγροῦ. Σ’ ὁποιαδήποτε ὁμως θέση κι ἂν βρεθοῦν, συνδέονται μέ τά γειτονικά μόρια ἀπ’ ὅλες τίς μεριές μέ τίς δυνάμεις συνοχῆς (εἰκ. 32).

“Ὅσα μόρια, καθὼς κινοῦνται, φτάσουν στά τοιχώματα τῶν δοχείων πού περιέχονται, προσκρούουν σ’ αὐτά, ἀλλάζουν κατεύθυνση καί συνεχίζουν τό ταξίδι τους μέσα στή μάζα τοῦ ὑγροῦ, χωρὶς νά ἐλαττώνονται οἱ δυνάμεις συνοχῆς τους.

Τά μόρια ὁμως πού φτάνουν στήν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ, καθὼς κινοῦνται μέ κατεύθυνση πρὸς τά πάνω, ἐξαιτίας τῆς κινητικότητας πού ἔχουν καί τῆς μειωμένης συνοχῆς τους, ξεφεύγουν στόν ἀέρα καί κινοῦνται μέσα σ’ αὐτόν.

Αὐτό ἔχει σάν συνέπεια νά λιγοστεύει ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων τῆς μάζας τοῦ ὑγροῦ, πού συνεχῶς ἐλαττώνεται καί τέλος ἐξαφανίζεται.

*Ἡ βαθμιαία αὐτὴ ἐλάττωση τοῦ ὑγροῦ, πού ὀφείλεται στή διαφυγὴ μορίων ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια αὐτοῦ, ὀνομάζεται ἐξάτμιση.*

Γιά νά γίνῃ ἐξάτμιση, πρέπει νά ὑπάρχει μιὰ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια στό ὑγρό καί ἐπὶ πλέον πάνω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ἕνας χῶρος μέσα στόν ὁποῖο νά χωροῦν τά μόρια πού διαφεύγουν ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ. Ἄν δέν ὑπάρχουν αὐτές οἱ δυὸ προϋποθέσεις, ἐξάτμιση δὲ γίνεται σὲ συνηθισμένες συνθήκες.

## Ἐξαρτᾶται ἡ ταχύτητα τῆς ἐξατμίσεως

Ἄπ' ὅσα μάθαμε μέχρι τώρα γιὰ τὴν ἐξάτμιση, καταλαβαίνομε, πὼς ἡ ταχύτητα τῆς ἐξατμίσεως ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὰ ἑξῆς:

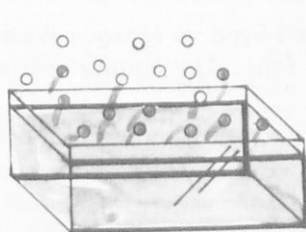
1) Ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν φύσιν τοῦ ὑγροῦ. Ὅσο πιοῦ ἀσθενεῖς εἶναι οἱ δυνάμεις συνοχῆς μεταξὺ τῶν μορίων, τόσο πιοῦ εὐκόλα γίνεται ἡ διαφυγὴ μορίων ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ καὶ ἡ ἐξάτμιση ταχύτερα.

2) Ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὑγροῦ. Ὅσο μεγαλύτερη θερμοκρασία ἔχει τὸ ὑγρὸν, τόσο πιοῦ γρήγορα γίνεται ἡ ἐξάτμισή του, γιατί μετὰ τὴν ἀύξηση τῆς θερμοκρασίας χαλαρώνουν οἱ δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων τοῦ πού μποροῦν νὰ κινουῦνται γρηγορότερα καὶ νὰ διαφεύγουν πιοῦ εὐκόλα στὸν ἀέρα.

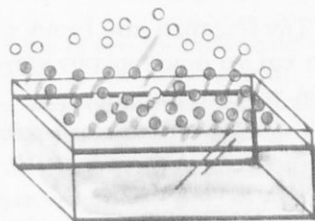
3) Ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ. Ὅσο μεγαλύτερη εἶναι αὐτή, τόσο ταχύτερα γίνεται ἡ ἐξάτμιση, γιατί μποροῦν καὶ διαφεύγουν περισσότερα μόρια στὸν ἀέρα.

4) Ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸν ὄγκον καὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτμῶν πού βρῖσκονται πάνω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ. Ὅσο μεγαλύτερος εἶναι ὁ ὄγκος αὐτὸς καὶ ὅσο πιοῦ πολὺ ἀπαλλαγμένος εἶναι ἀπὸ ἀτμούς, τόσο ταχύτερα γίνεται ἡ ἐξάτμιση, γιατί σ' ἓνα τέτοιο ἀκόρεστο ὄγκον μποροῦν νὰ διαφεύγουν πολλὰ μόρια ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ. Ἀντίθετα, ἂν ὁ ὄγκος αὐτὸς εἶναι μικρὸς ἢ κορεσμένος, δηλαδὴ γεμάτος μετὰ ἀτμούς, τότε ἡ ἐξάτμιση εἶναι ἐλάχιστη καὶ σταματᾶτε τελείως μόλις κορεσθεῖ γιὰ καλὰ ὁ ὄγκος (εἰκ. 33).

Ἀκόρεστη ἀτμόσφαιρα



Κορεσμένη ἀτμόσφαιρα



Εἰκ. 33

Στὴν ἀκόρεστη ἀτμόσφαιρα διαφεύγουν πολλὰ μόρια, ἐνῶ στὴν κορεσμένη πολλὰ ἀπὸ τὰ μόρια πού διαφεύγουν, ἐπιστρέφουν πάλι στὸ ὑγρὸν

### **Κατά τήν ἐξάτμιση παράγεται ψύχος**

Ἐκ παρατηρήσεως πού ἔγιναν μέχρι τώρα, ἔχει διαπιστωθεῖ, ὅτι κατά τήν ἐξάτμιση παράγεται ψύχος.

Καί πράγματι, ἂν βρέξουμε τά χέρια μας μέ νερό καί τά κινήσουμε γρήγορα μπρός πίσω, θά τά αισθανθοῦμε δροσερά. Αὐτό ὀφείλεται στήν ἐξάτμιση τοῦ νεροῦ.

Ἄν γιά μιὰ στιγμή πάψουμε νά κινεῖται τό ἓνα μας χέρι, τότε θά νιώσουμε τό ἄλλο, πού ἐξακολουθεῖ νά κινεῖται, πιό δροσερό. Αὐτό πάλι ὀφείλεται στήν ταχύτητα μέ τήν ὁποία γίνεται ἡ ἐξάτμιση.

Ἐπαναλαμβάνουμε τό πείραμα μέ διαρκῶς πτητικότερα ὑγρά: οἰνόπνευμα, αἰθέρα κτλ. Κάθε φορά διαπιστώνουμε ὅτι τό ψύχος πού παράγεται κατά τήν ἐξάτμιση εἶναι ἐντονότερο.

*Ὡστε κατά τήν ἐξάτμιση παράγεται ψύχος καί μάλιστα τόσο περισσότερο, ὅσο πιό γρήγορα γίνεται ἡ ἐξάτμιση.*

Ἡ ἐξήγηση τοῦ φαινομένου εἶναι ἀπλή.

Γιά νά ἐξαερωθεῖ ἓνα ὑγρό ἀπαιτεῖται θερμότητα, πού, ἂν δέν τοῦ τήν προσφέρουμε, τήν παίρνει ἀπό τό περιβάλλον καί στήν περίπτωση τῶν πειραμάτων μας ἀπό τά χέρια μας, πού τά αισθανόμαστε ψυχρότερα.

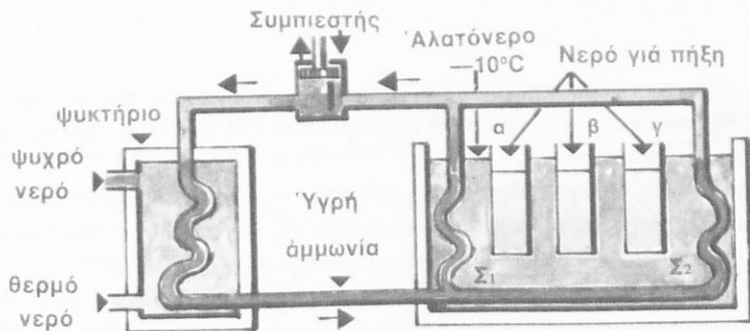
Τώρα μπορούμε νά ἐξηγήσουμε, γιατί καταβρέχουμε τό καλοκαίρι τίς αὐλές τῶν σπιτιῶν μας, γιατί στίς ἀκρογιαλιές καί στά δάση ἡ ἀτμόσφαιρα εἶναι δροσερή, γιατί ὅταν εἴμαστε ἰδρωμένοι δέν πρέπει νά καθόμαστε σέ ρεύματα κτλ.

### **Κατασκευή τεχνητοῦ πάγου**

Τήν ιδιότητα πού ἔχουν τά πτητικά ὑγρά νά ἐξαερώνονται γρήγορα καί νά δημιουργοῦν ψύχος, τήν ἐκμεταλλεῖται στήν κατασκευή τεχνητοῦ πάγου.

Στά ἐργοστάσια κατασκευῆς πάγου ὑπάρχουν μεγάλες δεξαμενές γεμάτες μέ ἀλατόνερο (εἰκ. 34). Ἀπό τόν πυθμένα καί τά τοιχώματα τῶν δεξαμενῶν αὐτῶν περνοῦν πολλοί σωληνες. Μέσα ἀπό τοῦς σωληνες αὐτούς περνάει ὑγρή ἀμμωνία πού ἐξαερώνεται καί ἀφαιρεῖ θερμότητα ἀπό τό ἀλατόνερο, τοῦ ὁποῦ ἡ θερμοκρασία πέφτει πολύ κάτω ἀπό τοῦς 0° C.

Ἔτσι τό καθαρό νερό, πού βρίσκεται μέσα στά βυθισμένα στό



Εικ. 34

Όταν το έμβολο του συμπιεστή ανεβαίνει, η υγρή άμμωνία εξαερώνεται και απορροφάει θερμότητα από το άλατόνερο. Έτσι η θερμοκρασία της άλης πέφτει πολύ κάτω από τους  $0^{\circ}\text{C}$  και το καθαρό νερό στα α, β, γ δοχεία παγώνει

άλατόνερο καλούπια, γίνεται πάγος.

Κατά τον ίδιο τρόπο λειτουργούν και τα ηλεκτρικά ψυγεία.

Σ' αυτά όμως, αντί για υγρή άμμωνία, χρησιμοποιούν ένα άλλο πτητικό υγρό που προκαλεί την ψύξη και λέγεται φρεόν. Αυτό είναι πιο κατάλληλο για τα ψυγεία, γιατί είναι άοσμο και ακίνδυνο.

### Ερωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Ποιό φαινόμενο ονομάζουμε εξαέρωση;
- 2) Ποιά υγρά ονομάζουμε πτητικά και ποιά μη πτητικά. Άναφερε παραδείγματα.
- 3) Τι είναι εξάτμιση; Πώς εξηγείται τό φαινόμενο της εξατμίσεως;
- 4) Για νά γίνει εξάτμιση, τί πρέπει νά υπάρχει;
- 5) Άπό τί εξαρτάται ή ταχύτητα της εξατμίσεως;
- 6) Τι παράγεται κατά την εξάτμιση και πώς εξηγείται;
- 7) Πώς κατασκευάζεται ό τεχνητός πάγος;
- 8) Γιατί, όταν είμαστε ιδρωμένοι, δέν πρέπει νά καθόμαστε στα ρεύματα;
- 9) Γιατί, όταν θέλουμε νά στεγνώσουμε ένα ρούχο, τό άπλώνουμε;
- 10) Γιατί, όταν φυσάει άέρας, στεγνώνουν πιο εύκολα τά ρούχα;
- 11) Ποιό νερό εξατμίζεται πιο γρήγορα: τό κρύο ή τό ζεστό; γιατί;
- 12) Κάνε πειράματα μέ νερό και οινόπνευμα, για νά διαπιστώσεις και σύ τό ψύχος που παράγεται κατά την εξάτμιση.

β) **Βρασμός.** Πάρα πολλές φορές μέχρι τώρα έχουμε παρακολουθήσει τό φαινόμενο του βρασμού. Όλοι γνωρίζουμε πώς ή επιφάνεια του νερού άναταράζεται συνέχεια, όταν αυτό βράζει και άκούεται ένας χαρακτηριστικός ήχος, που προέρχεται από τό σκά-

σιμο τῶν φυσαλίδων πού βγαίνουν μέσα ἀπό τή μάζα τοῦ νεροῦ.

Ἐπειδὴ ἐπαναλάβουμε ὁμῶς τὸ φαινόμενο μ' ἓνα πείραμα, γιὰ νὰ τὸ καταλάβουμε πιὸ καλὰ.

Μέσα σὲ μιὰ πυρίμαχη φιάλη βάζουμε νερὸ καί τὸ θερμαίνουμε, ἐνῶ μ' ἓνα θερμοῦμετρο παρακολουθοῦμε τὴ θερμοκρασία του, πού συνεχῶς ἀνεβαίνει. Τὸ πρῶτο πού παρατηροῦμε, καθὼς ζεσταίνεται τὸ νερὸ, εἶναι οἱ μικρὲς φυσαλίδες πού ἐμφανίζονται στὸν πυθμένα καί στὰ τοιχώματα τῆς φιάλης (εἰκ. 35).

Ἐπειτα ἀπὸ λίγο ἀρχίζει ν' ἀκούγεται ἓνα ἐλαφρὸ σφύριγμα καί τέλος ἀρχίζουν νὰ βγαίνουν ἀπὸ τὸν πυθμένα καί ἀπ' ὅλη τὴ μάζα τοῦ νεροῦ νέες πολυάριθμες φυσαλίδες.

Οἱ φυσαλίδες αὐτές, πού ἀποτελοῦνται ἀπὸ ὕδρατιοὺς, ἀνεβαίνουν στὴν ἐπιφάνεια, σπάζουν μὲ θόρυβο κι ἐλευθερώνονται οἱ ὕδρατιοι. Τὸ νερὸ τότε ἀναταράζεται ζωηρά κι ἀκούγεται ὁ χαρακτηριστικὸς ἤχος τοῦ βρασμοῦ. Τώρα τὸ θερμοῦμετρο δείχνει  $100^{\circ}\text{C}$  καί τὸ νερὸ βράζει.

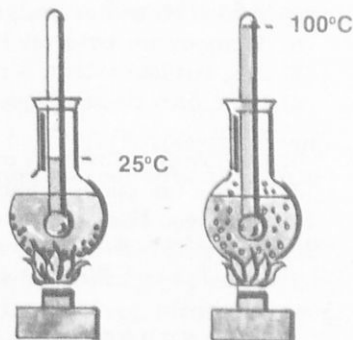
Ἐποὶς βρασμὸς εἶναι τὸ φαινόμενο κατὰ τὸ ὁποῖο παράγονται ἀφθονοὶ ἀτμοὶ ἀπ' ὅλη τὴ μάζα τοῦ ὑγροῦ.

### Σημεῖο ζέσεως ἢ βρασμοῦ

Ἐπειδὴ ὡρα βράζει τὸ νερὸ, ἡ θερμοκρασία του παραμένει σταθερή, παρ' ὅλο πού ἐμεῖς συνεχίζουμε νὰ τὸ θερμαίνουμε. Καί ἂν ἀκόμα ἀυξήσουμε τὸ ποσὸ τῆς θερμότητας πού προσφέρουμε στὸ νερὸ, ἡ θερμοκρασία του θὰ ἐξακολουθεῖ νὰ παραμένει σταθερή, μόνο πού θὰ βράζει πιὸ πολὺ καί θὰ βγάξει περισσότερους ἀτμούς (εἰκ. 36).

Τὴ σταθερὴ αὐτὴ θερμοκρασία στὴν ὁποία βράζει τὸ νερὸ τὴν ὀνομάζουμε *θερμοκρασία βρασμοῦ ἢ σημεῖο ζέσεως* τοῦ νεροῦ.

Ἐπαναλαμβάνοντας τὸ πείραμα μὲ ἄλλα ὑγρά βρισκουμε γιὰ τὸ καθένα καί ξεχωριστὸ σημεῖο ζέσεως.



Εἰκ. 35

Τὸ νερὸ βράζει στοὺς  $100^{\circ}\text{C}$



Έτσι τó κανονικό σημείο ζέσεως τών παρακάτω υγρών είναι:

- 1) τού αιθέρα 35°C.
- 2) τού οίνοπνεύματος 78°C.
- 3) τού νερού 100°C.
- 4) τού ύδραργύρου 375°C.
- 5) τού μολύβδου 1750°C.
- 6) τού σίδερου 2730°C κτλ.

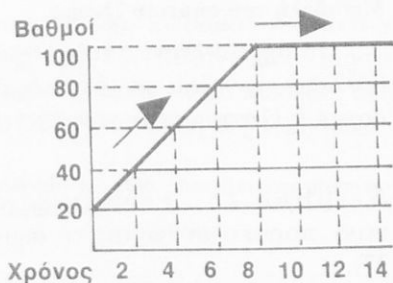
Υπάρχουν υγρά πού δέ βράζουν, γιατί, μόλις ή θερμοκρασία τους φτάσει στό σημείο ζέσεως, άποσυντίθενται καί καπνίζουιν.

Τέτοια υγρά είναι τó λάδι, ή γλυκερίνη καί άλλα.

#### Λανθάνουσα θερμότητα βρασμού

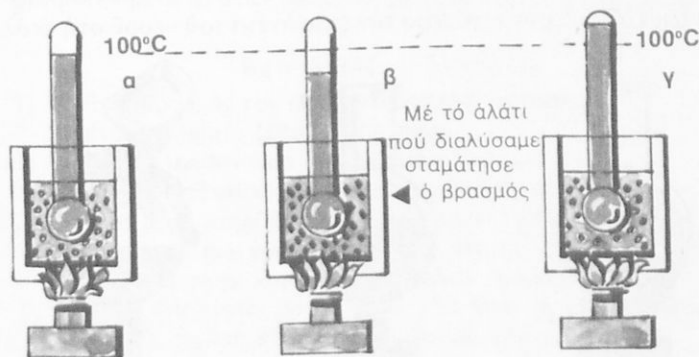
Είδαμε προηγουμένως ότι ή θερμότητα πού προσφέρεται στό νερό κατά τή διάρκεια τού βρασμού δέν άνυψώνει τή θερμοκρασία του, γι' αυτό καί τó θερμόμετρο δέ δείχνει άνοδο. Τί γίνεται όμως; άπλούστατα, ξοδεύεται γιά νά μετατραπεί τó νερό σέ άτμό.

Τό ποσό αυτό τής θερμότητας, πού ξοδεύεται κατά τó βρασμό γιά νά έξαερωθεί ένα υγρό καί δέ φαίνεται στό θερμόμετρο, λέγεται λανθάνουσα θερμότητα βρασμού ή έξαερώσεως.



Είκ. 36

Όση ώρα βράζει τó νερό, ή θερμοκρασία του παραμένει σταθερή στους 100°C



Είκ. 37

Όταν αύξησουμε τήν πυκνότητα ενός υγρού διαλύοντας μέσα σ' αυτό κάποιο ξένο σώμα, τότε τó σημείο ζέσεως τού υγρού μεγαλώνει

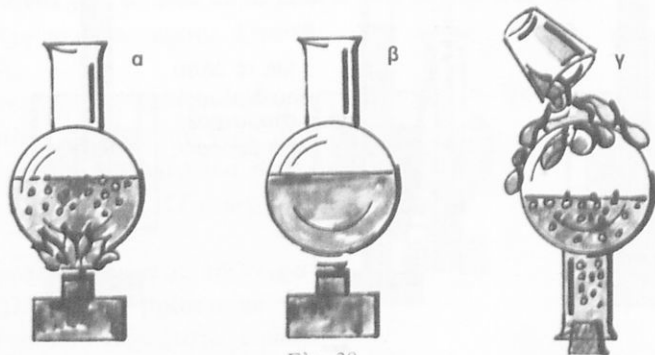
## Μεταβολή τοῦ σημείου ζέσεως

Τό σημείο ζέσεως ἑνός ὑγροῦ δέν εἶναι πάντοτε τό ἴδιο. Μεταβάλλεται, ἂν μέσα στό ὑγρό διαλύσουμε ἕνα ἄλλο σῶμα ἢ ἂν αὐξήσουμε ἢ ἐλαττώσουμε τήν ἐξωτερική πίεση.

*Πείραμα 1ο.* Ἐπαναλαμβάνουμε τό πείραμα τοῦ βρασμοῦ μέ τό νερό, παρακολουθώντας τό σημείο ζέσεως μ' ἕνα θερμόμετρο (εἰκ. 37).

Τήν ὥρα πού βράζει τό νερό ρίχνουμε ἄρκετό ἅλατι καί τό ἀνακατώνουμε. Ὅπως μάθαμε στό μάθημα τῆς διαλύσεως, ὁ βρασμός σταματάει γιά λίγο καί ὕστερα ἀρχίζει πάλι. Ἄν προσέξουμε τό θερμόμετρο τή στιγμή πού ξαναρχίζει τό βράσιμο, θά δοῦμε, ὅτι δείχνει δυό τρεῖς βαθμούς ψηλότερη θερμοκρασία. Αὐτό ὀφείλεται στό ξένο σῶμα πού διαλύθηκε μέσα στό νερό.

*Πείραμα 2ο.* Θερμαίνουμε πάλι μέσα σέ μιά φιάλη νερό, μέχρι νά βράσει. Ἐπειτα παύουμε νά θερμαίνουμε τό νερό καί ἀμέσως πωματίζουμε τή φιάλη. Ἀναποδογυρίζουμε τώρα τή φιάλη καί χύνουμε πάνω της κρύο νερό (εἰκ. 38). Ὅπως εἶναι φυσικό, ἡ φιάλη καί τό περιεχόμενό της ψύχονται καί ἡ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ πέφτει σημαντικά. Παρ' ὅλα αὐτά, τό νερό στή φιάλη ξαναρχίζει νά βράζει. Αὐτό ὀφείλεται στό ὅτι οἱ ὕδρατμοί τῆς φιάλης ψύχονται, συμπυκνώνονται καί πιέζουν λιγότερο τήν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ στή φιάλη.



Εἰκ. 38

Τό νερό στή φιάλη γ βράζει, παρ' ὅλο πού τῆς περιχύνουμε ψυχρό νερό

*Πείραμα 3ο.* Ήπινα λαμβάνουμε τό ίδιο πείραμα\* καί αντί νά έλαττώσουμε τήν πίεση μέσα στή φιάλη, τήν αύξάνουμε. Παρατηρούμε τότε, ότι τό νερό, έξαιτίας τής αύξημένης τώρα πίεσεως, δέ θ' άρχίσει νά βράζει στους 100°C, αλλά σέ πιό ψηλή θερμοκρασία.

\* **Προσοχή:** Τό πείραμα είναι πολύ επικίνδυνο· γι' αυτό δάσκαλοι καί μαθητές ν' άρκεστούν στήν παρατήρηση τής χύτρας ταχύτητας.

Στήν άρχή αυτή στηρίζεται καί ή λειτουργία τής χύτρας πίεσεως. Ή χύτρα αυτή στό σκέλασμά της έχει μιá βαλβίδα ασφαλείας άπό τήν όποία φεύγει ένα μέρος τών άτμών πού παράγονται καί ή πίεση στό έσωτερικό της δέν υπερβαίνει τά όρια ασφαλείας.

### **Συμπεράσματα άπό τή μελέτη τού βρασμού**

1. Κατά τό βρασμό παράγονται άφθονοί άτμοί άπ' όλη τή μάζα τού ύγρου.
2. Κάθε ύγρό βράζει σέ όρισμένη θερμοκρασία, πού λέγεται θερμοκρασία βρασμού ή σημείο ζέσεως.
3. Σ' όλη τή διάρκεια τού βρασμού ή θερμοκρασία τού ύγρου παραμένει σταθερή, έφ' όσον καί ή έξωτερική πίεση δέν αλλάζει.
4. Τό σημείο ζέσεως μεταβάλλεται: α) όταν μεταβάλλεται ή έξωτερική πίεση καί β) όταν διαλύσουμε μέσα στό ύγρό ένα ξένο σώμα.

### **Ήρωτήσεις - Άσκήσεις**

- 1) Τί είναι βρασμός καί τί παρατηρούμε σ' αυτόν;
- 2) Τί είναι τό σημείο ζέσεως ή βρασμού;
- 3) Τί είναι ή λανθάνουσα θερμοκρασία βρασμού;
- 4) Άπό τί έξαρτάται τό σημείο ζέσεως ενός ύγρου;
- 5) Σέ ποιá άρχή στηρίζεται ή λειτουργία τής χύτρας πίεσεως;
- 6) Ποϋ ψήνεται πιό γρήγορα τό ίδιο φαγητό: στήν επιφάνεια τής θάλασσας ή στήν κορυφή ενός ψηλού βουνού; γιατί;
- 7) Μέσα σ' ένα μπρίκι βράσε νερό. Ρίξε λίγη ζάχαρη τήν ώρα πού βράζει. Τί παρατηρείς; γιατί συμβαίνει αυτό;

#### 4. Ὑγροποίηση τῶν ἀτμῶν

α) Μέ ψύξη. Ἐάν σηκώσουμε τό κάλυμμα μιᾶς χύτρας μέσα στήν ὁποία βράζει νερό, θά δοῦμε στήν ἐσωτερική ἐπιφάνεια τοῦ καλύμματος νά υπάρχουν πολλές σταγόνες νεροῦ. (εἰκ. 39).

Ἐάν βάλουμε τά χέρια μας πάνω ἀπό τό νερό πού θερμαίνεται, θά αἰσθανθοῦμε σέ λίγο τά χέρια μας ὑγρά. Ἐπίσης, ὅταν ἔχουμε τά παραθύρα τῆς κουζίνας κλειστά καί μέσα σέ μιά χύτρα βράζουμε νερό, θά παρατηρήσουμε τά τζάμια τῶν παραθύρων νά θαμπώνουν στήν ἀρχή καί μετά νά σχηματίζονται σταγόνες νεροῦ σ' αὐτά.

Ὅλες αὐτές οἱ σταγόνες προῆλθαν ἀπό τούς ἀτμούς τοῦ νεροῦ, πού ἤλθαν σέ ἐπαφή μέ τό ψυχρό κάλυμμα τῆς χύτρας, μέ τά κρούα χέρια μας καί τά ψυχρά τζάμια τῶν παραθύρων καί ὑγροποιήθηκαν. Τό φαινόμενο αὐτό λέγεται *ὑγροποίηση ἢ συμπύκνωση τῶν ἀτμῶν*.

Ἡ ἐξήγηση τοῦ φαινομένου εἶναι ἀπλή. Ἄρκει νά θυμηθοῦμε, ὅτι τό νερό γιά νά γίνει ἀτμός, ξοδεύτηκε κάποιο ποσό θερμότητας πού τό πήρε μαζί του, γι' αὐτό καί οἱ ἀτμοί εἶναι ζεστοί. Ἐάν τώρα οἱ ἀτμοί χάσουν μ' ἓνα ὁποιοδήποτε τρόπο τή θερμότητα αὐτή, πού λέγεται *λανθάνουσα θερμότητα ἐξαερώσεως*, τότε ξαναγίνονται νερό.

Αὐτό ἀκριβῶς ἔγινε μέ τό ψυχρό κάλυμμα τῆς χύτρας, τά κρούα χέρια μας καί τά ψυχρά τζάμια: οἱ ἀτμοί, μόλις ἤρθαν σ' ἐπαφή μέ τά ψυχρά αὐτά ἀντικείμενα, ἔδωσαν σ' αὐτά τή θερμότητά τους, συμπυκνώθηκαν καί ἔγιναν πάλι νερό. Παράλληλα ὁμως καί τ' ἀντικείμενα πού δέχτηκαν τή θερμότητα ζεστάθηκαν. Εἶναι φανερό ὅτι ὅσο περισσότερο εἶναι τό ποσό τῆς θερμότητας πού ἔχουν οἱ ἀτμοί, τόσο πιά πολύ θερμαίνονται τ' ἀντικείμενα πού ἔρχονται σ' ἐπαφή μ' αὐτούς. Ἐπομένως, ἂν βάλουμε τά χέρια μας πάνω σέ πολύ ζεστοῦς ἀτμούς, κινδυνεύουμε νά καοῦμε.

Οἱ ἀτμοί δέ φαίνονται. Αὐτό τουλάχιστον ἔχουμε παρατηρήσει μέχρι τώρα κατά τήν ἐξάτμιση τοῦ οἴνοπνεύματος, τῆς βενζίνης, τοῦ



Εἰκ. 39

*Οἱ ἀτμοί τοῦ νεροῦ ψύχονται στό καπάκι τῆς κατασφράδας καί ὑγροποιοῦνται*

νερού κτλ. Τί είναι όμως τό συννεφάκι πού βλέπουμε νά βγαίνει, όταν τό νερό βράζει;

Τό συννεφάκι αυτό συνηθίζουμε νά τό ονομάζουμε ατμό. Στην πραγματικότητα όμως δέν είναι ακριβώς ατμός. Είναι πολύ μικρά σταγονίδια νερού, πού προήλθαν από τήν ύγροποίηση τών ατμών από τήν επαφή τους μέ τόν ψυχρό αέρα.

Οί ατμοί του νερού δέ φαίνονται, όπως δέ φαίνεται ο αέρας, τό οξυγόνο, τό υδρογόνο καί πολλά άλλα αέρια, πού δέν έχουν χρώμα.

β) **Μέ συμπίεση.** Ἡ ύγροποίηση ενός σώματος πού βρίσκεται στην αέρια κατάσταση δέ γίνεται μόνο μέ ψύξη, αλλά καί μέ συμπίεση (εἰκ. 40).

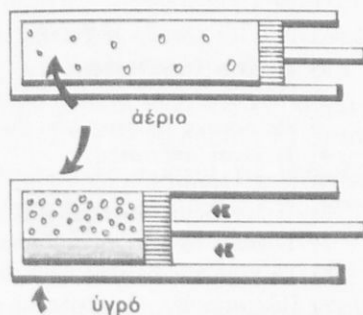
Μέ συμπίεση τό διοξείδιο του άνθρακα, πού είναι αέριο, ύγροποιείται καί κυκλοφορεῖ στό ἐμπόριο μέσα σέ χαλύβδινες φιάλες σάν υγρό.

Τό ἴδιο γίνεται καί μέ τά υγραέρια πού χρησιμοποιοῦμε σάν καύσιμη ὕλη ἀντί του φωταερίου.

### Ἀπόσταξη

Σπουδαία ἐφαρμογή τῆς ἐξαερώσεως καί τῆς ύγροποίησεως τών ατμών έχουμε στην ἀπόσταξη. Μέ τήν ἀπόσταξη ἀπαλλάσσουμε ἕνα υγρό ἀπό τίς ξένες διαλυμένες ουσίες πού περιέχει ἢ ξεχωρίζουμε δύο ἢ περισσότερα υγρά πού είναι ἀνακατωμένα.

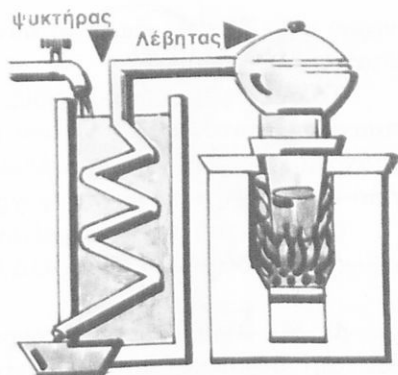
Ἡ ἀπόσταξη γίνεται μέ μία εἰδική συσκευή, πού λέγεται ἀποστακτήρας. Αὐτός ἀποτελεῖται κυρίως ἀπό ἕνα λέβητα - καζάνι - μέσα στόν ὁποῖο βράζει τό υγρό πού θέλουμε ν' ἀποστάξουμε καί ἀπό τόν ψυκτήρα μέσα στόν ὁποῖο ψύχονται οἱ ατμοί πού ὀδηγοῦνται σ' αὐτόν καί ύγροποιούνται. *Τά αέρια όταν συμπιέζονται πολύ ύγροποιούνται*



Εἰκ. 40

Οι υγροποιημένοι ατμοί συγκεντρώνονται στο κάτω μέρος του ψυκτήρα μέσα σε δοχεία και είναι απαλλαγμένοι από τις ξένες ουσίες και τα διάφορα άλατα που περιείχε πρώτα το υγρό. Το καθαρό αυτό υγρό το λέμε *άποσταγμένο*.

Μερικά υγρά, όπως τα οινόπνευματώδη ποτά, τα αποσταίνουν δυό και περισσότερες φορές και τότε λέμε, πώς είναι διπλής, τριπλής κτλ. αποστάξεως.



Είκ. 41  
Ύποστακτήρας

Όταν θέλουμε να ξεχωρίσουμε δυό ή περισσότερα ανακατωμένα υγρά, ρίχνουμε τό μείγμα των υγρών στο λέβητα του άποστακτήρα και τό θερμαίνουμε. Μέ τή θέρμανση τά ανακατωμένα υγρά εξαερώνονται μέ τή σειρά: πρώτα έκείνο που έχει μικρό σημείο ζέσεως και έπειτα ακολουθούν τά άλλα μέ μεγαλύτερο σημείο ζέσεως.

Αυτού του είδους ή άπόσταξη που μās δίνει μέ τή σειρά τά διάφορα προϊόντα λέγεται *κλασματική άπόσταξη*.

Μέ κλασματική άπόσταξη παίρνουμε από τό άκάθαρο πετρέλαιο τά διάφορα προϊόντα του: πετρελαϊκό αϊθήρα, βενζίνες, φωτιστικό πετρέλαιο, διάφορα όρυκτέλαια κτλ.

### Έρωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Τί είναι υγροποίηση;
- 2) Πώς έξηγείται τό φαινόμενο;
- 3) Μέ ποιους τρόπους γίνεται ή υγροποίηση;
- 4) Τί είναι άπόσταξη;
- 5) Πώς γίνεται ή άπόσταξη;
- 6) Τί έννοοϋμε, όταν λέμε κλασματική άπόσταξη;
- 7) Τί είναι τό άποσταγμένο νερό: Μάθε που χρησιμεϋει.
- 8) Τό νερό τής βροχής είναι άποσταγμένο;
- 9) Πώς μπορείς να κάνεις τό νερό τής θάλασσας πόσιμο;

### 5. Ύδατώδη μετέωρα

Ή σπουδαιότερη και μεγαλύτερη έφαρμογή του φαινομένου τής

εξαερώσεως και της υγροποιήσεως των ατμών γίνεται στη φύση.

Η ατμόσφαιρα είναι γεμάτη με υδρατμούς που προέρχονται κυρίως από την εξάτμιση των θαλασσών, των λιμνών, των ποταμών και γενικά όλων των νερών που βρίσκονται στην επιφάνεια της γης. Τα μόρια των υδρατμών αυτών αιωρούνται στην ατμόσφαιρα και παρασύρονται από τα ρεύματα του αέρα. Όταν μ' αυτό τον τρόπο ή κάποιον άλλο βρεθούν σ' ένα ψυχρό περιβάλλον, ψύχονται και υγροποιούνται.

Αυτό μπορούμε να το εξακριβώσουμε με τον εξής απλό τρόπο: Μέσα σ' ένα στεγνό ποτήρι βάζουμε παγωμένο νερό. Ύστερα από λίγη ώρα παρατηρούμε την εξωτερική επιφάνεια του ποτηριού να θαμπώνει. Το θάμπωμα αυτό προέρχεται από την υγροποίηση των υδρατμών της ατμόσφαιρας που ήλθαν σ' επαφή με τα ψυχρά τοιχώματα του ποτηριού.

Στους υδρατμούς της ατμόσφαιρας, που είναι μετέωροι, όφειλονται διάφορα φαινόμενα, που μ' ένα όνομα τά λέμε *υδατώδη μετέωρα*. Αυτά είναι:

α) *Η δροσιά*. Την άνοιξη και τις δροσερές νύχτες του καλοκαιριού, όταν ο ουρανός είναι αίθριος και χωρίς σύννεφα, ή γη ψύχεται, γιατί χάνει με την ακτινοβολία της τη θερμότητα που έχει. Τότε οι υδρατμοί της ατμόσφαιρας που έρχονται σ' επαφή με το ψυχρό έδαφος, ψύχονται κι αυτοί και υγροποιούνται. Έτσι σχηματίζονται μικρά σταγονίδια τά όποια κατά τις πρωινές ώρες, που έχει περισσότερο ψύχος, αυξάνονται σε αριθμό και μέγεθος και κάθονται πάνω στο έδαφος, στη χλόη, στα φυλλάκια και άλλοι. Οι σταγόνες αυτές που βλέπουμε τά πρωινά είναι ή γνωστή σε όλους μας δροσιά.

Η δροσιά για τά φυτά είναι ευεργετική και έχει μεγάλη σημασία. Τό καλοκαίρι που κάνει μεγάλες ξηρασίες με τη δροσιά τά φυτά αναζωογονούνται, ενώ την άνοιξη θερμαίνονται κατά τις ψυχρές νύχτες, γιατί οι υδρατμοί, όταν υγροποιούνται, αποδίδουν τη λανθάνουσα θερμότητα που έχουν στα φυτά με τά όποια έρχονται σ' επαφή.

β) *Η πάχνη*. Κατά τις ξαστερες νύχτες του χειμώνα ή της άνοιξης, εξαιτίας της θερμότητας που ακτινοβολείται από τη γη, τό έδαφος ψύχεται τόσο, ώστε ή θερμοκρασία του κατεβαίνει κάτω από τους 0°C. Τότε οι υδρατμοί που έρχονται σ' επαφή με τό έδαφος

κρυσταλλώνονται και σχηματίζουν πάνω σ' αυτό ένα λεπτό στρώμα από κρύσταλλα πάγου, που μοιάζει σαν χιόνι και λέγεται *πάχνη*.

γ) *Τά νέφη*. Οί επιστήμονες μᾶς πληροφοροῦν πῶς τὰ μόρια τῶν ὑδρατμῶν εἶναι πολύ πιό ἐλαφριά ἀπό τὰ μόρια τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα. Γι' αὐτόν ἀκριβῶς τό λόγο ἔχουν τήν τάση νά κινουῦνται πρὸς τὰ ἄνω καί νά φτάνουν σέ ψηλά στρώματα τῆς ἀτμόσφαιρας, ὅπου ἡ θερμοκρασία εἶναι πολύ χαμηλή. Ἐκεῖ ψύχονται, ὑγροποιουῦνται καί σχηματίζουν πάρα πολύ μικρά σταγονίδια νεροῦ ἢ παγοκρύσταλλα, πού αἰωροῦνται μέσα στήν ἀτμόσφαιρα. Ἀπό τὰ ἄπειρα αὐτά σταγονίδια καί παγοκρύσταλλα σχηματίζονται *τά νέφη*, πού συνέχεια μετακινουῦνται ἀπό τούς ἀνέμους καί παίρνουν διάφορα σχήματα καί ὀνόματα.

Γενικά τὰ νέφη σχηματίζονται σέ ὕψη μέχρι 12.000 μ. Ὅσα σχηματίζονται στά ἀνώτερα στρώματα, 6.000 μ. καί ἄνω, ἀποτελοῦνται ἀπό παγοκρύσταλλα καί φαίνονται λευκά. Ὅσα σχηματίζονται στά μεσαῖα στρώματα, ἀποτελοῦνται ἀπό παγοκρύσταλλα καί σταγονίδια νεροῦ καί φαίνονται γκριζα. Ὅσα σχηματίζονται στά κατώτερα στρώματα, 2.000 μ. καί κάτω, ἀποτελοῦνται κυρίως ἀπό σταγονίδια νεροῦ καί φαίνονται σκοῦρα μελανά.

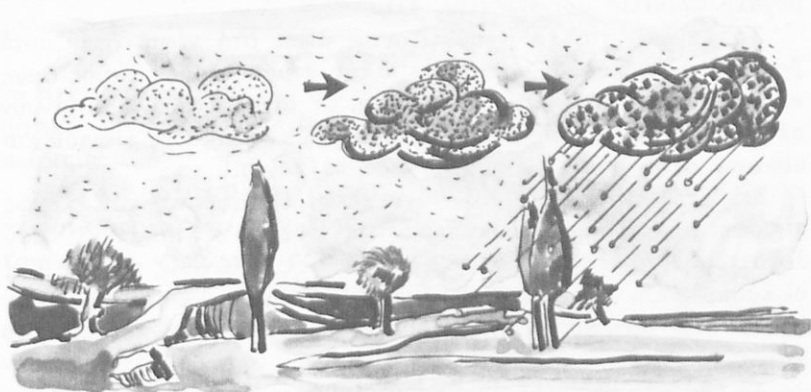
δ) *Ἡ ὀμίχλη*. Πολλές φορές τὰ νέφη σχηματίζονται πολύ κοντά στό ἔδαφος καί σκεπάζουν τίς πολιτείες, τὰ χωριά, τούς κάμπους, τίς θάλασσες καί τούς λόφους. Αὐτά τὰ νέφη ἀποτελοῦν τήν *ὀμίχλη* ἢ ἀλλιῶς *ἀντάρα*.

Ἡ ὀμίχλη, καί μάλιστα ἡ πολύ πυκνή, ἐμποδίζει τήν ὀρατότητα καί γίνεται ἐπικίνδυνη γιά τίς συγκοινωνίες· γιατί εἶναι αἰτία νά γίνονται ἀεροπορικά, αὐτοκινητιστικά καί θαλάσσια ἀτυχήματα.

Ἡ ὀμίχλη ἔχει δυσμενῆ ἐπίδραση καί στήν ὑγεία μας. Περιορίζει τήν ἀναπνοή καί γίνεται περισσότερο ἐπιβλαβής, ὅταν μάλιστα συνδυάζεται μέ τή ρύπανση τῆς ἀτμόσφαιρας.

ε) *Ἡ βροχή*. Ὅπως εἶπαμε τὰ κατώτερα νέφη ἀποτελοῦνται ἀπό σταγονίδια νεροῦ πού αἰωροῦνται μέσα στήν ἀτμόσφαιρα. Ὅταν στά νέφη αὐτά, καθὼς μετακινουῦνται, προστεθοῦν νέοι ὑδρατμοί, τότε τὰ αἰωρούμενα σταγονίδια τοῦ νεροῦ δέχονται καί ἄλλα μόρια ὑδρατμῶν καί μεγαλώνουν. Ἐτσι σιγά σιγά γίνονται βαρύτερα καί δέν μποροῦν νά κρατηθοῦν στόν ἀέρα. Πέφτουν, λοιπόν, στή γῆ





Εικ. 42

δημιουργώντας τό φυσικό φαινόμενο, πού λέγεται βροχή (είκ. 42).

στ) *Τό χαλάζι*. Μερικές φορές τό καλοκαίρι, όταν κάνει καταιγίδα, πέφτουν από τόν ούρανό μέ όρμή στό έδαφος μικρές ή μεγάλες άκανόνιστες σφαιρες πάγου, προξενώντας ζημιές στις καλλιέργειες. Αυτά τά άκανόνιστα σφαιρικά παγοκρύσταλλα είναι τό γνωστό μας χαλάζι.

Τό χαλάζι σχηματίζεται άρχικά μέσα στό νέφος από τά ύδροσταγονίδια όταν βρεθούν σε θερμοκρασία κάτω από 0°C. Οί άρχικοί αυτοί πυρήνες στη συνέχεια αυξάνονται σε μέγεθος κατά ένα τρόπο πολύπλοκο. Μετά πέφτουν στό έδαφος μέ μεγάλη σφοδρότητα, πού σπάνια ή διάρκειά τους υπερβαίνει μερικά δευτερόλεπτα της ώρας.

ζ) *Τό χιόνι*. Τό χιόνι είναι ένα από τά σπουδαιότερα μετεωρολογικά φαινόμενα. Αποτελείται από πάρα πολύ μικρά παγοκρύσταλλα, πού έχουν σχήμα εξαγωνικό μέ



Εικ. 43

*Νιφάδες χιονιού*

μεγάλη ποικιλία μορφῶν (εἰκ. 43).

Τά παγοκρύσταλλα σχηματίζονται μέσα στά νέφη, ὅταν αὐτά βρεθοῦν σέ πολύ ψυχρά στρώματα τῆς ἀτμόσφαιρας. Καθώς ὁμως προστίθενται νέοι ὕδρατμοί στά νέφη, τά παγοκρύσταλλα αὐξάνουν σέ ὄγκο, ἐνώνονται μεταξύ τους, σχηματίζουν νιφάδες χιονιοῦ καί πέφτουν στή γῆ σκεπάζοντας ἀπαλά τά πάντα.

Στίς πολικές χῶρες τά χιόνια πέφτουν ἄφθονα καί, καθώς συσσωρεύονται, δημιουργοῦν τεράστιες *χιονοστιβάδες*, πού ἀργότερα μεταβάλλονται σέ *παγετώνες*, αἰώνιους πάγους. Καί οἱ κορυφές τῶν ψηλῶν βουνῶν εἶναι σκεπασμένες μέ αἰώνια χιόνια, πού μέ τήν ἀργόχρονη τήξη τους τροφοδοτοῦν τοὺς ποταμούς τό καλοκαίρι.

Τά ὕδατώδη μετέωρα εἶναι πολύπλοκα φαινόμενα καί ἐξαρτῶνται ἀπό πολλούς παράγοντες. "Ὅσο ἀπλή καί ἂν μᾶς φαίνεται ἡ διαδικασία τῶν φαινομένων πού περιγράψαμε, στίς λεπτομέρειές της εἶναι ἓνα πολύπλοκο φαινόμενο.

Μέ τά ὕδατώδη μετέωρα ἀσχολεῖται σήμερα μιά πολύ σπουδαία καί πολύ χρήσιμη ἐπιστήμη, πού λέγεται *μετεωρολογία*. Οἱ μετεωρολόγοι μέ τίς γνώσεις πού κατέχουν καί τά ἐπιστημονικά ὄργανα πού διαθέτουν, μᾶς δίνουν πολύτιμες πληροφορίες γιά τήν πρόγνωση τοῦ καιροῦ.

### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί λέμε ὕδατώδη μετέωρα καί ποιὰ εἶναι;
- 2) Πῶς μποροῦμε ν' ἀποδείξουμε ὅτι στήν ἀτμόσφαιρα ὑπάρχουν ὕδρατμοί;
- 3) Πῶς σχηματίζεται ἡ ὄροσιά καί σέ τί ὠφελεῖ;
- 4) Πῶς σχηματίζεται ἡ πάχνη;
- 5) Πῶς σχηματίζονται τά νέφη καί σέ τί διακρίνονται;
- 6) Πῶς σχηματίζεται τό χαλάζι καί τό χιόνι;
- 7) Τί εἶναι οἱ παγετώνες καί πού ὑπάρχουν;
- 8) Τί εἶναι ἡ μετεωρολογία;

### ΔΥΝΑΜΗ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ

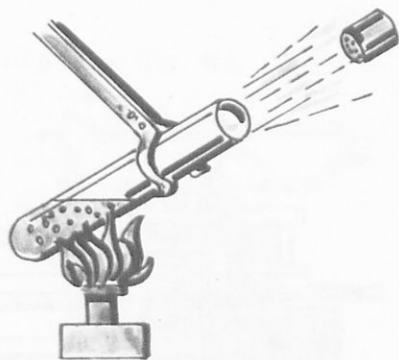
#### 4. Ἐλαστική δύναμη τῶν ἀτμῶν

Πολλές φορές παρατηροῦμε τό σκέπασμα τῆς κατασάρολας ν' ἀνασηκώνεται πότε-πότε ἢ καί νά χοροπηδᾷ κυριολεκτικά, ὅταν μέσα σ' αὐτή βράζει νερό. Αὐτό γίνεται, γιατί οἱ ἄφθονοι ὕδρατμοί

πού παράγονται με τό βρασμό, πιέζουν τό σκέπασμα καί τό ἀνασηκώνουν, γιά νά τούς δοθεῖ διέξοδος.

Τό ἴδιο φαινόμενο μπορούμε νά τό παρακολουθήσουμε πιό θεαματικά ἐκτελώντας τό ἀκόλουθο πείραμα:

Μέσα σ' ἓνα μεταλλικό σωλήνα, κλειστό ἀπό τό ἓνα ἄκρο του, βάζουμε λίγο νερό καί τό θερμαίνουμε, ἀφοῦ πρῶτα κλείσουμε τό στόμιό του μ' ἓνα πῶμα. Ὅπως εἶναι φυσικό τό νερό μέσα στόν κλειστό σωλήνα παράγει ἀτμούς, πού ὀλοένα αὐξάνονται καί πιέζουν τά τοιχώματα καί τό πῶμα. Ὅταν ἡ πίεση αὐτή αὐξηθεῖ σημαντικά, τότε τό πιό ἀδύνατο σημεῖο τῶν τοιχωμάτων, πού στήν προκειμένη περίπτωση εἶναι τό πῶμα τοῦ σωλήνα, ἐκτινάσσεται ἀπότομα καί ἀκούγεται ἓνας κρότος (εἰκ. 44).



Εἰκ. 44

*Ἡ δύναμη τῶν ἀτμῶν ἐκτινάζει τό πῶμα*

Ἄρα, οἱ ἀτμοὶ ἔχουν κάποια δύναμη καί πιέζουν ὅλα τά τοιχώματα τῶν δοχείων μέσα στά ὁποῖα βρῖσκονται. Τή δύναμη αὐτή τήν ὀνομάζουμε *ἐλαστική δύναμη τῶν ἀτμῶν*.

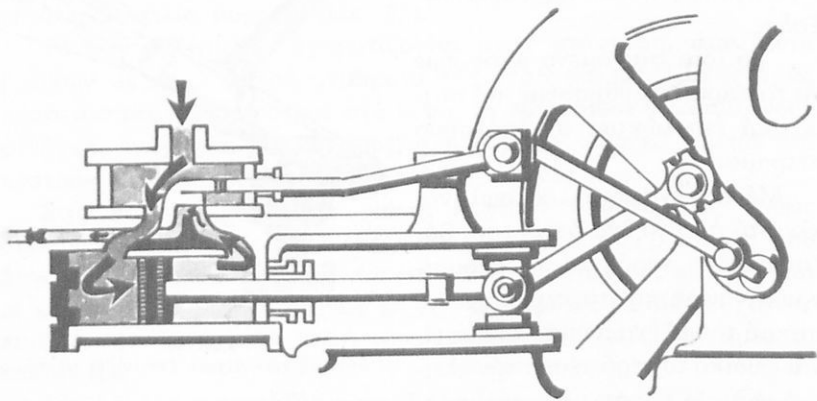
Τήν ἐλαστική δύναμη τῶν ἀτμῶν τήν ἐκμεταλλεύομαστε, γιά νά κινήσουμε ἰσχυρές μηχανές καί μ' αὐτές νά παράγουμε κάποιο ἔργο. Οἱ μηχανές αὐτές, πού ἔχουν ὡς κινήτρια δύναμη τήν ἐλαστική δύναμη τῶν ἀτμῶν, ὀνομάζονται *ἀτμομηχανές*. Οἱ ἀτμομηχανές διακρίνονται σέ ἀτμομηχανές μέ ἔμβολο καί ἀτμομηχανές μέ στρόβιλο, δηλαδή μ' ἓνα περιστρεφόμενο ἀπό τόν ἀτμό μέρος τῆς μηχανῆς.

## 2. Ἡ ἀτμομηχανή

Ἡ ἀτμομηχανή σήμερα σχεδόν δέ χρησιμοποιεῖται, γιατί ἀντικαταστάθηκε ἀπό ἄλλες πιό εὐχρηστες, πιό οἰκονομικές καί πιό ἀποδοτικές μηχανές. Πλὴν ὁμως ἡ μελέτη τῆς θεωρεῖται ἀπαραίτητη καί ὠφέλιμη, γιατί ἔτσι θά μπορούσαμε νά κατανοήσουμε ἀργότερα ἄλλες πολυπλοκότερες κατασκευές.

Μιά ἀτμομηχανή ἀποτελεῖται ἀπό τά ἑξῆς κυρίως μέρη (εἰκ. 45).

α) **Ἀπό τό λέβητα.** Αὐτός εἶναι ἓνα μεγάλο μεταλλικό καζάνι, συνήθως κυλινδρικό, μέ πολύ ἰσχυρά τοιχώματα μέσα στό



Είκ. 45  
 Ἀτμομηχανή (ἀρχή)

ὁποῖο παράγονται ἄφθονοὶ ὕδρατμοί.

β) Ἀπὸ τὸν κύλινδρο. Κι αὐτὸς εἶναι μεταλλικός με πολὺ ἰσχυρὰ τοιχώματα, γιὰ ν' ἀντέχει σὲ μεγάλες πιέσεις. Μέσα στὸν κύλινδρο μπορεῖ νά κινεῖται παλινδρομικά, δεξιὰ-ἀριστερά, ἕνα ἔμβολο με τὴν πίεση τῶν ἀτμῶν πού ἔρχονται ἀπὸ τὸ λέβητα καὶ διοχετεύονται ἐναλλακτικὰ στὰ δύο ἄκρα τοῦ κυλίνδρου με τὴ βοήθεια ἑνὸς εἰδικοῦ ἔξαρτήματος, πού λέγεται *ἀτμοσύρτης*.

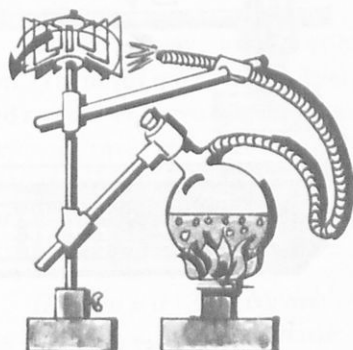
γ) Ἀπὸ ἕνα πολὺπλοκο σύστημα μετατροπῆς τῆς παλινδρομικῆς κινήσεως τοῦ ἐμβόλου σὲ περιστροφικὴ καί

δ) Ἀπὸ τὸ συμπυκνωτή. Ὁ συμπυκνωτὴς εἶναι ἕνα δοχεῖο μέσα στὸ ὁποῖο διοχετεύονται οἱ ἀτμοὶ ἀπὸ τὸν κύλινδρο καὶ ὑγροποιοῦνται, γιὰ νά ἐπιστρέψουν καί πάλι στὸ λέβητα... Μερικὲς ἀτμομηχανές, ὅπως τῶν σιδηροδρόμων, δέν ἔχουν συμπυκνωτή. Οἱ ἀτμοὶ σ' αὐτές τίς μηχανές διαφεύγουν ἀπὸ τὸν κύλινδρο στὸν ἀέρα.

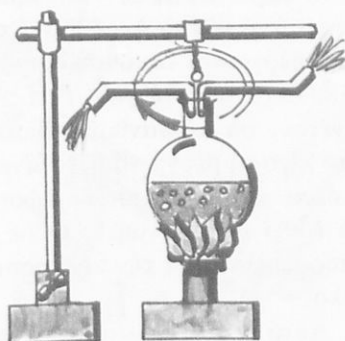
Ἄλλο εἶδος ἀτμομηχανῆς εἶναι ὁ ἀτμοστρόβιλος. Αὐτὸς ἔχει ἕναν ἢ περισσότερους ἄξονες ἐφοδιασμένους με μικροὺς καὶ μεγάλους τροχοὺς, πού ἔχουν περὺγια. Ὅταν ὁ ἀτμὸς πού παράγεται στὸ λέβητα ὀδηγηθεῖ κατάλληλα στὰ περὺγια, κάνει τοὺς τροχοὺς καί τὸν ἄξονα νά περιστρέφονται. Ἡ κίνηση αὐτὴ κατόπιν με ἱμάντες καὶ γρανάζια μεταδίδεται σ' ὅλο τὸ ἐργοστάσιο πού τὸ κινεῖ.

Οἱ ἀτμοστρόβιλοι διακρίνονται σὲ ἀτμοστρόβιλους δράσεως

(εἰκ. 46) καὶ σὲ ἀτμοστροβίλους ἀντιδράσεως (εἰκ. 46).



Ἄτμοστροβίλος  
δράσεως



Ἄτμοστροβίλος  
ἀντιδράσεως

Εἰκ. 46

Ἄτμοστροβίλο ἀντιδράσεως γιὰ πρώτη φορὰ κατασκεύασε ὁ Ἑλληνας μαθηματικός καὶ μηχανικός ἀπὸ τὴν Ἀλεξάνδρεια Ἡρώων, γύρω στὰ 100 π.Χ. Ὁ ἀτμοστροβίλος αὐτός σήμερα δὲν ἔχει καμιά πρακτικὴ ἀξία. Φανερόν ἐστι τὴν ἀρχὴ πάντων στὴν ὁποία στηρίζεται ἡ λειτουργία τῶν σύγχρονων κινητῶν τῶν ἀεριοθουμένων ἀεροπλάνων καὶ τῶν πυραύλων, πού θὰ γνωρίσουμε παρακάτω.

### Ἑρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι ἐλαστικὴ δύναμι τῶν ἀτμῶν καὶ πού χρησιμεύει;
- 2) Τί εἶναι οἱ ἀτμομηχανές καὶ σὲ τί διακρίνονται;
- 3) Ποιά εἶναι τὰ κύρια μέρη τῆς ἀτμομηχανῆς;
- 4) Τί εἶναι ὁ ἀτμοστροβίλος καὶ πῶς λειτουργεῖ;
- 5) Πόσων εἰδῶν ἀτμοστροβίλους ἔχουμε;
- 6) Βλέποντας τὴν εἰκ. 46 κάνε ἓναν ἀτμοστροβίλο δράσεως καὶ ἓναν ἀντιδράσεως.

### ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος ἀπὸ σῶμα σὲ σῶμα εἶναι ἓνα φαινόμενο πού τό παρατηροῦμε γύρω μας.

Ἡ θερμότητα μεταδίδεται στὰ σῶματα καὶ ἀπὸ αὐτὰ σὲ ἄλλα σῶματα μέ τρεῖς τρόπους: 1) μέ ἀγωγή, 2) μέ ρεύματα καὶ 3) μέ ἀκτινοβολία.

## 1. Μέ αγωγή

*Πείραμα 1ο.* Αν κρατήσουμε από τό ένα άκρο μιά μεταλλική βέργα και τοποθετήσουμε τό άλλο άκρο της στή φλόγα ενός καμινέτου, θά αισθανθοῦμε ὕστερα από λίγο τή βέργα νά θερμαίνεται ὁλόενα και περισσότερο, ὥσπου θά ἔρθει μιά στιγμή, πού δέ θά μπορούμε πιά νά τήν κρατήσουμε άλλο.

Αὐτό ὀφείλεται στό ὅτι ἡ θερμότητα πρῶτα μεταδόθηκε στό άκρο τῆς βέργας πού ἤρθε σ' ἐπαφή μέ τή φλόγα και στή συνέχεια από μόριο σέ μόριο μεταδόθηκε σ' ὅλο τό μήκος τῆς μεταλλικῆς βέργας. (εἰκ. 47).

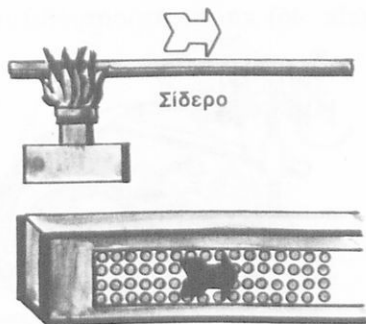
Ὁ τρόπος αὐτός πού ἄγεται, μεταφέρεται, ἡ θερμότητα μέσα από τή μάζα τοῦ σώματος από μόριο σέ μόριο, λέγεται μετάδοση τῆς θερμότηας μέ *αγωγή*.

*Πείραμα 2ο.* Ἐτοιμάζουμε 4 ὅμοιες βέργες από διάφορα ὕλικά: μιά από χαλκό, μιά από σίδηρο, μιά από γυαλί και μιά από ξύλο.

Παίρνουμε στό ένα μας χέρι τή χάλκινη βέργα και στό άλλο τή σιδερένια. Ἐπειτα βυθίζουμε ταυτόχρονα τά ἐλεύθερα άκρα τους στή φλόγα ενός καμινέτου. Σέ λίγο αισθανόμαστε τή χάλκινη βέργα νά θερμαίνεται, ἐνῶ ἡ σιδερένια ἐξακολουθεῖ νά διατηρεῖ τήν ἀρκετή της θερμοκρασία.

Ὅταν ὕστερα από λίγο νιώσουμε τή σιδερένια βέργα νά ζεσταίνεται, τή χάλκινη δέ θά μπορούμε νά τήν κρατᾶμε άλλο, γιατί θά καίει (εἰκ. 48).

Ἄρα, ἡ θερμότητα στό χαλκό



Εἰκ. 47

Ἡ θερμότητα στό σίδηρο μεταδίδεται από μόριο σέ μόριο και φτάνει ὡς τό άλλο άκρο τῆς βέργας



Εἰκ. 48

Στό χαλκό ἡ θερμότητα μεταδίδεται πού γρήγορα από τό σίδηρο

μεταδόθηκε πιο γρήγορα απ' ό τι στο σίδηρο.

Λέμε, λοιπόν, για τό χαλκό ό τι έχει μεγάλη *θερμική αγωγιμότητα*. Τή μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα τήν έχει ό άργυρος και ακολουθοϋν ό χαλκός, τό αλουμίνιο, τό σίδηρο ό χάλυβας κτλ.

*Πείραμα 3ο.* Δυναμώνουμε τή φλόγα τοϋ καμινέτου και επαναλαμβάνουμε τό πείραμα με τίς δυό άλλες βέργες: τή γυάλινη και τήν ξύλινη. Σέ λίγο παρατηροϋμε τή μέν ξύλινη βέργα νά καίγεται, τή δέ γυάλινη νά λιώνει, ένω τά άκρα τους μόλις πού τά αισθανόμαστε ζεστά. Αυτό οφείλεται στο ό τι ή θερμότητα σ' αυτά τά υλικά μεταδίδεται πολύ δύσκολα μέσα από τήν ύλη τους.

"Ωστε άλλα σώματα επιτρέπουν τή θερμότητα νά περάσει εύκολα και γρήγορα από τήν ύλη τους και λέγονται *εϋθερμαγωγά ή καλοί άγωγοί* τής θερμότητας και άλλα πολύ δύσκολα και πολύ άργά και λέγονται *δυσθερμαγωγά ή κακοί άγωγοί* τής θερμότητας.

Καλοί άγωγοί τής θερμότητας είναι όλα τά μέταλλα και κακοί άγωγοί τά περισσότερα υγρά και άέρια, καθώς επίσης και πολλά στερεά, όπως τό γυαλί, ή πορσελάνη, τό ξύλο, τό μάρμαρο, τό χώμα, ή στάχτη, τά φτερά, τά μαλλιά, τό λίπος κτλ.

Γιά ν' αποδείξουμε ό τι τά υγρά είναι κακοί άγωγοί τής θερμότητας εκτελοϋμε τό έξής πείραμα:

*Πείραμα 4ο.* Μέσα σ' ένα δοκιμαστικό σωλήνα βάζουμε κρύο νερό και τό θερμαίνουμε κοντά στην επιφάνεια μέχρι νά βράσει (είκ. 49). Παρατηροϋμε ό τι τό νερό στο κάτω μέρος όχι μόνο δέ βράζει, αλλά είναι και κρύο. Θ' αρχίσει νά ζεσταίνεται βέβαια, αλλά ύστερα από αρκετή ώρα. Αυτό γίνεται, γιατί ή θερμότητα δέ μεταδίδεται γρήγορα μέσα στο νερό, επειδή αυτό είναι κακός άγωγός τής θερμότητας.

Τό ίδιο θα παρατηρήσουμε, αν εκτελέσουμε τό πείραμα και με



Ή δύναμη τών άτμών εκτινάζει τό πώμα

Είκ. 49  
Τό νερό είναι κακός άγωγός τής θερμότητας

άλλα ύγρά, έκτός από τόν ύδράργυρο πού διατηρεῖ τίς ιδιότητες τῶν μετάλλων.

### Ἐφαρμογές

1. Ὅλα τά ἐργαλεῖα τοῦ σιδηρουργοῦ καί ὅλα τά μαγειρικά σκεῦη πού θερμαίνονται ἔχουν λαβές ἀπό κακό ἀγωγό τῆς θερμότητας.
2. Στίς οἰκοδομικές κατασκευές χρησιμοποιοῦμε στά δάπεδα, στούς τοίχους κτλ. ὑλικά πού δέν ἐπιτρέπουν τή θερμότητα νά περάσει μέσα ἀπό τήν ὕλη τους. Ἔτσι τό μέν χειμῶνα διατηρεῖται θερμό τό σπίτι, τό δέ καλοκαίρι δροσερό.
3. Τό φελιζόλ εἶναι κακός ἀγωγός τῆς θερμότητας καί χρησιμοποιεῖται στήν κατασκευή ἐκδρομικῶν ψυγείων, στήν οἰκοδομική καί ἄλλου.
4. Ἡ Θεία Πρόνοια φρόντισε νά σκεπαστεῖ τό σῶμα τῶν ζώων μέ τρίχωμα καί τῶν πτηνῶν μέ φτερά γιά νά τά προφυλάξει ἀπό τό ψύχος τοῦ χειμῶνα. Πῶς προφυλάσσονται;

### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Πῶς μεταδίδεται ἡ θερμότητα μέ ἀγωγή;
- 2) Ἀπό τί ἐξαρτᾶται ἡ ταχύτητα μεταδόσεως τῆς θερμότητας μέ ἀγωγή;
- 3) Ποιά σώματα εἶναι καλοί ἀγωγοί τῆς θερμότητας καί ποιά κακοί;
- 4) Τί ἐννοοῦμε, ὅταν λέμε θερμική ἀγωγιμότητα;
- 5) Τί παρατηροῦμε στούς καλοῦς καί τί στούς κακοῦς ἀγωγούς τῆς θερμότητας;
- 6) Ποῦ χρησιμοποιοῦμε τούς καλοῦς ἀγωγούς τῆς θερμότητας καί ποῦ τούς κακοῦς;
- 7) Θέριμανε ἕναν καλό καί ἕναν κακό ἀγωγό τῆς θερμότητας καί πές τί παρατηρεῖς.

## 2. Μέ ρεύματα

Ἡ θερμότητα στά ὑγρά καί στά ἀέρια μεταδίδεται μόνο μέ ρεύματα. Ἡ μετάδοση τῆς θερμότητας σ' αὐτά μέ ἀγωγή εἶναι ἀμελητέα,

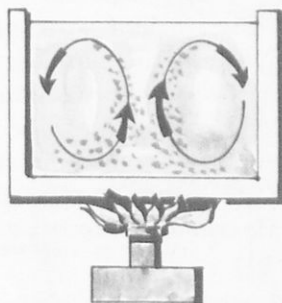


γιατί, όπως είπαμε, και τα δύο είναι κακοί αγωγοί της θερμότητας.

Ας παρακολουθήσουμε όμως στα παρακάτω πειράματα με ποιό τρόπο μεταδίδεται ή θερμότητα στα υγρά και στα αέρια.

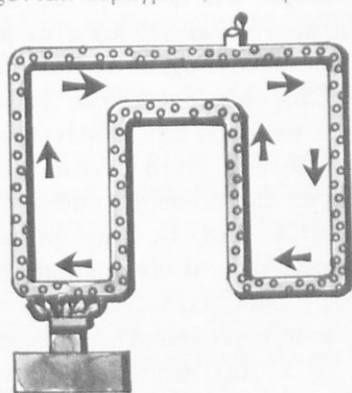
*Πείραμα 1ο.* Μέσα σ' ένα μεγάλο γυάλινο δοχείο βάζουμε νερό και λίγο πριονίδι. Αφήνουμε τό πριονίδι νά κατακαθίσει στόν πυθμένα και μετά βάζουμε τό δοχείο στή φλόγα ενός καμινέτου, πού θερμαίνει τόν πυθμένα πίο πολύ στό κέντρο του (είκ. 50). Ύστερα από λίγο παρατηρούμε ότι τά πριονίδια πού εἶναι πρὸς τό κέντρο τοῦ πυθμένα, ἀνεβαίνουν πρὸς τήν ἐπιφάνεια και στή συνέχεια κατεβαίνουν ἀπό τά πλάγια πάλι πρὸς τόν πυθμένα, γιά νά ἐξακολουθήσουν τήν ἴδια κυκλική πορεία, ὅσο τό δοχείο μέ τό νερό θά βρίσκεται στή φωτιά.

Εἶναι φανερό ότι τά πριονίδια παρασύρονται ἀπό ρεύματα πού σχηματίζονται μέσα στό νερό. Πρέπει, λοιπόν, νά συμπεράνουμε ότι ὅλο τό νερό τοῦ δοχείου θερμαίνεται, χάρις στά ρεύματα πού σχηματίζονται. Πράγματι, τό νερό πού ἔρχεται σ' ἐπαφή μέ τόν πυθμένα

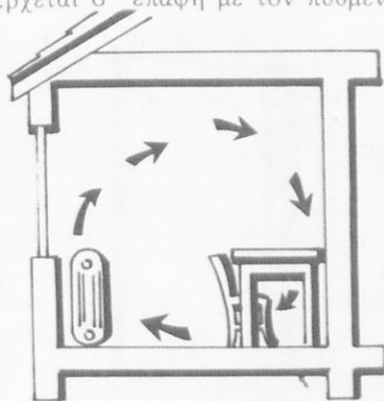


Είκ. 50

Ἡ θερμότητα στό νερό μεταδίδεται μέ ρεύματα



Μετάδοση τῆς θερμότητας στό νερό



Είκ. 51

Μετάδοση τῆς θερμότητας στόν ἀέρα

θερμαίνεται καί διαστέλλεται. Έτσι γίνεται ελαφρύτερο καί ανεβαίνει προς τήν επιφάνεια. Από τήν επιφάνεια πάλι τό ψυχρότερο νερό, σάν πιό βαρύ, κατεβαίνει προς τόν πυθμένα μέ τόν όποιο έρχεται σ' έπαφή καί ζεσταίνεται. Έτσι μέ τή συνεχή έπαφή καί μέ τά ρεύματα πού σχηματίζονται, ζεσταίνεται όλο τό νερό του δοχείου.

Μέ τή συσκευή τής εικ. 51 μπορούμε νά παρακολουθήσουμε πιό καλά τό ρεύμα του νερού, πού δημιουργείται κατά τή θέρμανσή του.

Ό,τι γίνεται μέ τό νερό, τό ίδιο γίνεται μέ όλα τά υγρά.

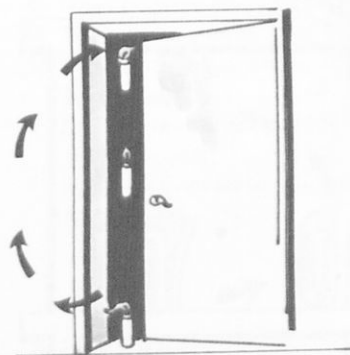
Μέ παρόμοιο τρόπο μεταδίδεται ή θερμότητα καί στόν άέρα (εικ. 51).

*Πείραμα 2ο.* Κλείνουμε όλα τά παράθυρα τής αίθουσας κι άνοίγουμε λίγο τήν πόρτα. Άνάβουμε ένα κερί καί τό κρατάμε στό πάνω μέρος του άνοίγματος τής πόρτας (εικ. 52).

Παρατηρούμε ότι ή φλόγα του κεριού γέρνει προς τά έξω καί είναι σχεδόν όριζόντια, γιατί παρασύρεται από τό θερμό ρεύμα του άέρα πού κινείται προς τά έξω.

Έπειτα κατεβάζουμε σιγά σιγά τό χέρι μας κατά μήκος του άνοίγματος καί βλέπουμε, ότι ή φλόγα του κεριού αρχίζει νά ίσιώνει. Όταν τό χέρι μας φτάσει στό μέσο του άνοίγματος τής πόρτας, τότε ή φλόγα είναι έντελώς όρθια, γιατί δέν παρασύρεται από κανένα ρεύμα άέρα.

Άν συνεχίσουμε νά κατεβάζουμε τό χέρι μας μέ τόν ίδιο ρυθμό,



Εικ. 52

Μετάδοση τής θερμότητας μέ ρεύματα

θά δούμε, ότι ή φλόγα αρχίζει σιγά σιγά νά κλίνει προς τά μέσα καί γίνεται σχεδόν όριζόντια, γιατί παρασύρεται από τό ψυχρό ρεύμα του άέρα πού μπαίνει μέσα στην αίθουσα. Αυτό γίνεται, γιατί ό άέρας τής αίθουσας καθώς ζεσταίνεται από τίς θερμάστρες, διαστέλλεται καί γίνεται ελαφρύτερος. Έτσι ανεβαίνει προς τά άνω καί φεύγει από τό πάνω άνοιγμα τής πόρτας. ταυτόχρονα όμως ό έξωτερικός άέρας, σάν πιό ψυχρός καί πιό βαρύς, μπαίνει στην

αΐθουσα από τό κάτω άνοιγμα, γιά νά καταλάβει τό χώρο πού άφησε ό θερμός άέρας.

Άπό τά παραπάνω μπορούμε νά συμπεράνουμε πώς, άν έμποδί-σουμε τήν κυκλοφορία του άέρα ή του νερού, έμποδίζουμε καί τή μετάδοση τής θερμότητας.

### Έφαρμογές

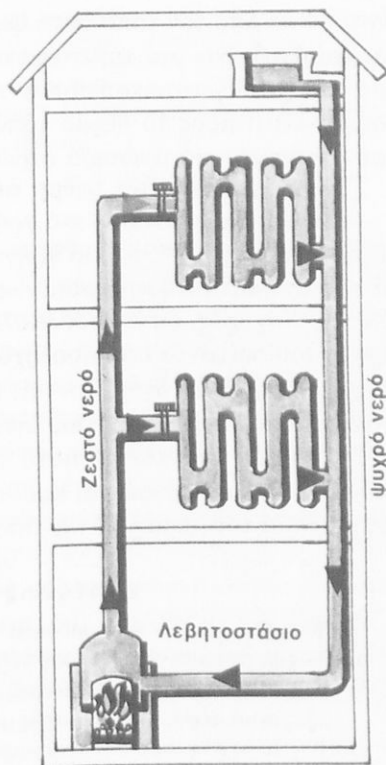
1. Η σπουδαιότερη έφαρμογή τής διαδόσεως τής θερμότητας μέ ρεύματα γίνεται μέ τήν κεντρική θέρμανση (καλοριφέρ) στίς πολυ-κατοικίες.

Τό νερό θερμαίνεται μέσα σ' ένα μεγάλο λέβητα (είκ 53) πού βρίσκεται στό ύπόγειο τής πολυ-κατοικίας. Μέ διάφορες μονωμέ-νες σωληνώσεις τό ζεστό νερό φτάνει ώς τά θερμαντικά σώματα όλων τών όρόφων καί κυκλοφορεί μέσα σ' αυτά. Τό νερό, αφού χάσει ένα μέρος από τή θερμότητά του κατά τήν κυκλοφορία στά θερμαν-τικά σώματα, φεύγει από τό κάτω μέρος αυτών καί έπιστρέφει στό λέ-βητα ψυχρότερο, γιά νά ξαναζεσταθεί καί νά ξανακυκλοφορήσει.

2. Γιά ν' ανανεώσουμε τήν άτμόσφαιρα ενός κλειστού χώρου καί νά τήν απαλλάξουμε από τίς σκόνες καί τά έπιβλαβή γιά τήν ύγεία μας άέρια, δημιουργούμε φυσικά ρεύματα άέρα, άνοίγοντας τίς πόρτες καί τά παράθυρα ή τεχνητά μέ έξαεριστήρες καί άνεμιστή-ρες.

3. Οί άνεμοι είναι ρεύματα άέρα πού δημιουργούνται εξαιτίας τής διαφοράς τής θερμοκρασίας μεταξύ δυό γειτονικών τόπων.

Όπως γνωρίζουμε όλα τά μέρη τής γής ή ενός τόπου δέ θερμαίνονται εξίσου από τόν ήλιο. Άν ύποθέσουμε ότι ένας τόπος θερμαίνε-ται περισσότερο από έναν άλλο γειτονικό, τότε καί ό άέρας πού



Είκ. 53

Κεντρική θέρμανση

είναι πάνω από τον τόπο αυτό θερμαίνεται περισσότερο, διαστέλλεται και ανεβαίνει στα ψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Ο αέρας όμως του γειτονικού τόπου που είναι ψυχρότερος και βαρύτερος, κινείται προς το θερμό τόπο, για ν' αντικαταστήσει τον αέρα που ανεβαίνει στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας.

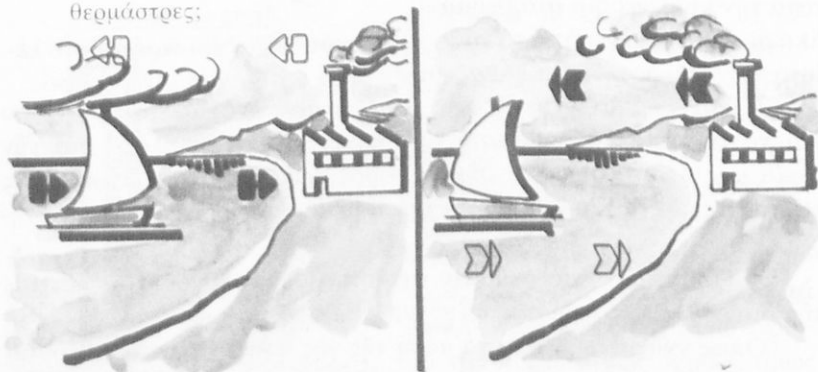
Έτσι δημιουργείται ρεύμα αέρα, δηλαδή *άνεμος*.

Είναι φανερό ότι όσο πιο γρήγορα θερμαίνεται και ανέρχεται ο αέρας ενός τόπου, τόσο πιο γρήγορα κινείται και ο αέρας που πάει να τον αντικαταστήσει· επομένως και ο άνεμος που δημιουργείται είναι πιο ισχυρός. Οι άνεμοι ανάλογα με την ταχύτητα που έχουν, τό σημείο του ορίζοντα που προέρχονται, τον τόπο, τον τρόπο και την εποχή που φυσούν ονομάζονται: θύελλες, τυφώνες, βόρειοι, νότιοι, θαλάσσια και απόγεια αέρα, άνεμοστρόβιλοι κ τ λ. (είκ. 54).

4. Όπως γίνονται ρεύματα αέρα στην ατμόσφαιρα, κατά τον ίδιο τρόπο, δημιουργούνται και θαλάσσια ρεύματα από τους πόλους της γης προς τον ισημερινό και από τον ισημερινό προς τους πόλους.

#### Έρωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Πώς μεταδίδεται ή θερμότητα στα υγρά και στα αέρια;
- 2) Πώς λειτουργεί ή κεντρική θέρμανση μιάς πολυκατοικίας;
- 3) Τό χειμώνα, αν σταθούμε στη μισάνοιχτη έξωπορτα του σπιτιού μας, ποιο μέρος του σώματός μας θά κρυώσει πιο πολύ και γιατί;
- 4) Πώς αναενώνουμε την ατμόσφαιρα ενός κλειστού χώρου;
- 5) Τί χρειάζονται οι καπνοδόχοι στα τζάκια και τί οι σωλήνες στις θερμάστρες;



Είκ. 54

Απόγεια και θαλάσσια αέρα

- 6) Τι είναι άνεμος και πώς δημιουργείται;
- 7) Τι είναι η θαλάσσια και τί η απόγεια αύρα;
- 8) Ξαναλάβε το 2ο πείραμα στο σπίτι σου.
- 9) Τι θερμικά αποτελέσματα θά έχουμε, αν κατασκευάσουμε ένα σπίτι με διπλά τοιχώματα και διπλά τζάμια;

### 3. Μέ ακτινοβολία

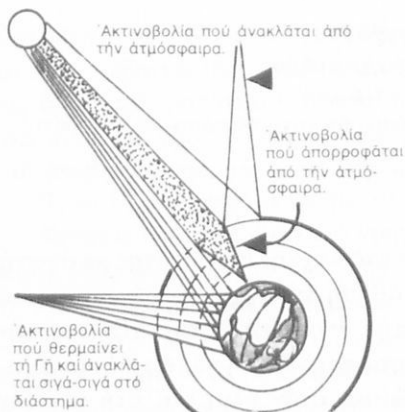
Μέχρι τώρα γνωρίσαμε ότι η μετάδοση της θερμότητας με αγωγή ή με ρεύματα γίνεται με τη μεσολάβηση ενός υλικού σώματος πού βρίσκεται είτε στη στερεή, είτε στην υγρή, είτε στην αέρια κατάσταση. Πώς όμως η ήλιακή θερμότητα φτάνει στη γη, αφού στο άχανές διάστημα, πού μεσολαβεί ανάμεσα στον ήλιο και στη γη, δέν υπάρχει ύλη; Πρέπει νά παραδεχτούμε, λοιπόν, ότι η θερμότητα μεταδίδεται και μ' έναν άλλο τρόπο, πού δέν είναι απαραίτητη η παρουσία της ύλης. Ο τρόπος αυτός λέγεται *μετάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία* και μοιάζει με τόν τρόπο πού μεταδίδεται τό φώς. Παράδειγμα ό ηλεκτρικός λαμπτήρας: αν και είναι έσωτερικά κενός, ακτινοβολεί παράλληλα με τό φώς και θερμότητα. Αυτό τό έξακριβώνουμε, πλησιάζοντας τό χέρι μας στό λαμπτήρα (εικ. 55).

Μέ ακτινοβολία μεταδίδουν τή θερμότητά τους και όλες οι άλλες πηγές θερμότητας, όπως τό αναμμένο τζάκι, ή θερμάστρα, τό καλοριφέρ και κάθε θερμό σώμα (εικ. 55).



Εικ. 55

*Μετάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία*



Εικ. 56.

*Η Γη θερμαίνεται από τον Ήλιο*

με μερικά αντικείμενα και καθόμαστε κι εμείς. Παρατηρούμε ότι η ηλεκτρική θερμάστρα ακτινοβολεί θερμότητα, που διαπερνά τον αέρα και θερμαίνει τ' αντικείμενα κι εμάς.

Αν σβήσουμε τη θερμάστρα, αισθανόμαστε νά κρυώνουμε, γιατί χάνουμε θερμότητα. Αλλά και τ' αντικείμενα που ζεστάθηκαν κι αυτά χάνουν θερμότητα, όπως μπορούμε νά διαπιστώσουμε μ' ένα θερμομέτρο. Η θερμότητα αυτή που χάνεται από τό σώμα μας και από τ' αντικείμενα, ακτινοβολείται στο περιβάλλον.

Ας θεωρήσουμε λοιπόν και τή γη σαν ένα μεγάλο κομμάτι ύλης, που θερμαίνεται από μιά τεράστια θερμάστρα, τον ήλιο, που δέ σβήνει ποτέ και που ακτινοβολεί θερμότητα στο διάστημα (εικ. 56).

Οί επιστήμονες μās πληροφορούν πώς η γη ακτινοβολεί στο διάστημα τόση θερμότητα, όση και δέχεται από τον ήλιο. Νά, λοιπόν, γιατί διατηρείται σταθερή ή θερμοκρασία της γης.

Η ήλιακή θερμότητα στο πέρασμά της από τή γη απορροφάται από τή ύλη, μεταφέρεται από σώμα σέ σώμα, προκαλεί τήν εξάτμιση στους ώκεανούς, τίς βροχές, τό μεγάλωμα τών φυτών, τούς ανέμους και συντελεί μέ κάθε τρόπο στή διατήρηση τής ζωής στόν πλανήτη μας.

#### **Απορρόφηση και ανάκλαση τής θερμικής ακτινοβολίας**

Η θερμική ακτινοβολία, που πέφτει πάνω στά διάφορα υλικά σώματα είτε απορροφάται από αυτά και τά θερμαίνει είτε ανακλά-

Η ήλιακή θερμική ακτινοβολία τρέχει μέ τήν ταχύτητα του φωτός (300.000.000μ. στό 1") και μεταφέρει καθημερινά από τόν ήλιο στή γη τεράστια ποσά θερμότητας.

Αφού όμως η γη δέχεται καθημερινά τόση μεγάλα ποσά θερμότητας, γιατί δέν ανεβαίνει ή θερμοκρασία της, παρά παραμένει σταθερή; Πρίν απαντήσουμε στό ερώτημα αυτό, ας έκτελέσουμε τό ακόλουθο πείραμα:

Απέναντι σέ μιά άναμμένη ηλεκτρική θερμάστρα τοποθετού-

ται από την επιφάνειά τους είτε συμβαίνουν και τὰ δυό μαζί. Αυτό εξαρτάται: α) από την επιφάνεια του σώματος, κατά πόσο είναι γυαλιστερή ή όχι, β) από τό χρώμα και γ) από τή φύση του ὕλικου του σώματος.

Ἐξ ακριβῶς καί πειραματικά τὰ παραπάνω.

*Πείραμα 1ο.* Τοποθετοῦμε πάνω στό τραπέζι πού φωτίζεται ἀπό τόν ἥλιο ἕναν καθρέφτη καί δίπλα ἕνα χαρτόνι μέ τραχιά ἐπιφάνεια. Παρατηροῦμε ὅτι οἱ φωτεινές ἀκτίνες τοῦ ἡλίου πού πέφτουν πάνω στόν καθρέφτη ἀνακλῶνται καί φωτίζουν τόν τοίχο σ' ἕνα σημεῖο. Ἐάν στό σημεῖο αὐτό βάλουμε τό χέρι μας, θά διαπιστώσουμε ὅτι θερμαίνεται. Αὐτό γίνεται, γιατί ἡ ἡλιακή θερμότητα ἀνακλᾶται σχεδόν ἐξ ὀλοκλήρου πάνω στή γυαλιστερή ἐπιφάνεια τοῦ καθρέφτη, γι' αὐτό καί ὁ καθρέφτης ἐλάχιστα θερμαίνεται.

Δέ συμβαίνει ὁμως τό ἴδιο μέ τή θερμική ἀκτινοβολία πού πέφτει πάνω στό χαρτόνι. Αὐτό μέ τήν τραχιά του ἐπιφάνεια ἀπορροφᾷ σχεδόν ἐξ ὀλοκλήρου τήν ἀκτινοβολία καί ἐλάχιστη ἀνακλᾷ, γι' αὐτό θερμαίνεται πιό πολύ.

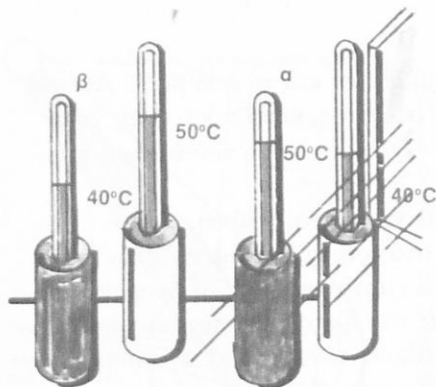
Τό ἴδιο θά γινόταν, ἂν ἡ θερμική ἀκτινοβολία προερχόταν ὄχι ἀπό τόν ἥλιο ἀλλά ἀπό ὁποιαδήποτε ἄλλη πηγή.

Ἐποῦτε τὰ σώματα πού ἔχουν γυαλιστερή ἐπιφάνεια, ἀνακλοῦν τήν περισσότερη θερμότητα πού δέχονται καί ἀπορροφοῦν ἐλάχιστη. Ἐνῆθετα, τὰ σώματα πού ἔχουν τραχιά ἐπιφάνεια ἀπορροφοῦν τήν περισσότερη θερμότητα καί ἀνακλοῦν ἐλάχιστη.

*Πείραμα 2ο.* Παίρνουμε δυό γάντια, ἕνα μαῦρο καί ἕνα ἄσπρο, ἀλλά ἀπό τό ἴδιο ὕφασμα καί τὰ φορᾶμε. Ἐπειτα πλησιάζουμε τὰ χέρια μας σέ μιά πηγή θερμότητας ἢ τὰ ἐκθέτουμε στήν ἡλιακή ἀκτινοβολία. Σέ λίγο αἰσθανόμαστε τό χέρι μέ τό μαῦρο γάντι νά ζεσταίνεται περισσότερο ἀπό τό ἄλλο μέ τό ἄσπρο. Αὐτό γίνεται, γιατί τό μαῦρο ὕφασμα ἀπορροφᾷ περισσότερη θερμότητα ἀπό τό ἄσπρο.

Τό ἀντίθετο θά συμβεῖ, ἂν ἀπομακρύνουμε τὰ χέρια μας ἀπό τήν πηγή τῆς θερμότητας. Θά νιώσουμε τό χέρι μας μέ τό μαῦρο γάντι νά κρυώνει πιό γρήγορα, γιατί τό μαῦρο ὕφασμα ἀκτινοβολεῖ περισσότερη θερμότητα ἀπό τό ἄσπρο.

Τό ἴδιο γίνεται μέ ὅλα τὰ σώματα πού διαφέρουν κατά τό χρώμα. Ὅσο πιό σκοῦρο εἶναι τό χρώμα τους, τόσο περισσότερη θερμότητα ἀπορροφοῦν, ἀλλά καί ἀκτινοβολοῦν (εἶκ. 57).



Εικ. 57

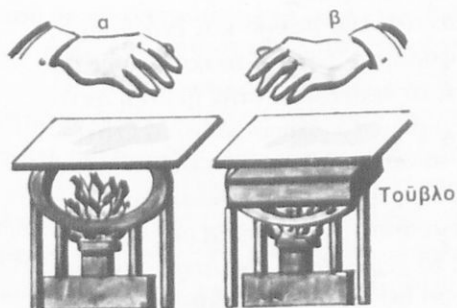
α) Το νερό στο μαύρο δοχείο ζεσταίνεται γρηγορότερα

β) Το νερό στο μαύρο δοχείο ψύχεται γρηγορότερα

άκτινοβολείται από τον ήλιο περνάει από τα τζάμια και θερμαίνει ό,τι είναι πίσω από αυτά (εικ. 57-58);

Αυτό συμβαίνει, γιατί η θερμότητα που άκτινοβολείται από τον ήλιο συνοδεύεται από φως, ενώ η θερμότητα που άκτινοβολείται από το ηλεκτρικό μάτι δε συνοδεύεται από φως.

Η άκτινοβόλος θερμότητα που συνοδεύεται από φως, όπως του ήλιου και κάθε φωτεινής πηγής, λέγεται *φωτεινή άκτινοβόλος θερμότητα* και διαπερνά τα διαφανή σώματα.



Εικ. 58

α) Η φωτεινή άκτινοβόλος θερμότητα διαπερνάει το τζάμι

β) Η σκοτεινή άκτινοβόλος θερμότητα δε διαπερνάει το τζάμι

*Πείραμα 3ο.* Θερμαίνουμε το «μάτι» μιάς ηλεκτρικής κουζίνας ή ένα αντικείμενο και πλησιάζουμε το χέρι μας σ' αυτό. Αμέσως αισθανόμαστε τη θερμότητα που άκτινοβολείται.

Αν τώρα τοποθετήσουμε ανάμεσα σ' αυτά και στο χέρι μας ένα τζάμι, η θερμότητα δε γίνεται πιά αισθητή από το χέρι μας, παρ' όλο που εξακολουθεί να άκτινοβολείται. Φαίνεται πως η θερμότητα αυτή δεν μπορεί να περάσει το τζάμι. Πώς όμως η θερμότητα που

Η άκτινοβόλος θερμότητα που δε συνοδεύεται από φως, λέγεται *σκοτεινή άκτινοβόλος θερμότητα* και δε διαπερνά τα διαφανή σώματα.

Τά διαφανή σώματα άλλοτε απορροφούν πολύ την άκτινοβόλο θερμότητα που τά διαπερνά και άλλοτε ελάχιστα. Αυτό εξαρτάται από τη φύση του υλικού. Το νερό π.χ. και οι ύδρατμοί απορροφούν πολλή θερμότητα, ενώ το γυαλί και η ξερή ατμόσφαιρα ελάχιστη θερμότητα απορροφούν.



## Ἐφαρμογές

1. Ἐφαρμογή τοῦ φαινομένου τῆς ἀνακλάσεως τῆς θερμότητας ἔχουμε σέ πολλές ἠλεκτρικές θερμάστρες. Σ' αὐτές πίσω ἀπό τήν ἠλεκτρική ἀντίσταση ὑπάρχει μιά γυαλιστερή κυλινδρική ἐπιφάνεια πάνω στήν ὁποία ἀνακλᾶται ἡ ἀκτινοβόλος θερμότητα καί κατεύθνεται πρὸς τὰ ἔμπρός.

Τό ἴδιο γίνεται καί σέ πολλές θερμάστρες ὑγραερίου κτλ.

2. Στήν ιδιότητα τῆς σκοτεινῆς ἀκτινοβόλου θερμότητας στηρίζεται ἡ λειτουργία τῶν ἐγκαταστάσεων τῶν θερμοκηπίων.

3. Πολλές μεταλλικές χύτρες ἢ λέβητες αἰθαλώνονται ἐξωτερικά, γιά ν' ἀπορροφῶν μεγαλύτερη θερμότητα.

4. Τό καλοκαίρι φορᾶμε ἀνοιχτόχρωμα ἐνδύματα, γιά νά μὴν ἀπορροφῶν πολλή θερμότητα καί ζεσταινόμαστε. Γιά τόν ἴδιο λόγο σίς θερμές χῶρες φοροῦν λευκά ἐνδύματα.

5. Οἱ θερμάστρες καί οἱ σωλῆνες τους ἔχουν συνήθως σκούρα χρώματα, γιά νά ἀκτινοβολοῦν περισσότερη θερμότητα.

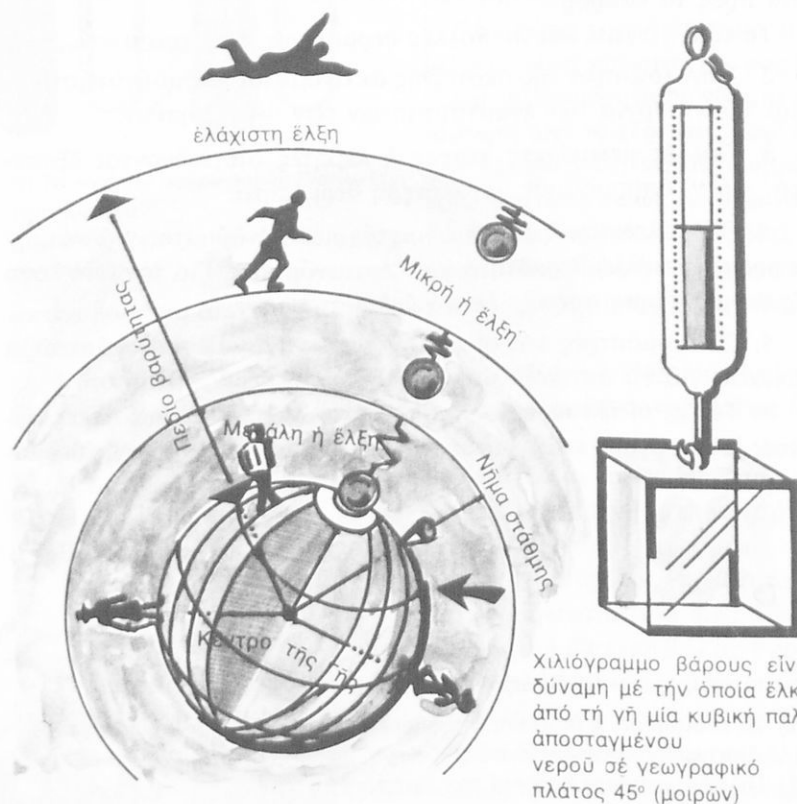
6. Τέλος, οἱ ἠλιακοὶ θερμοσίφωνες, τὰ «θερμὸς» καί ἄλλες συσκευές λειτουργοῦν καί μέ τούς τρεῖς τρόπους διαδόσεως τῆς θερμότητας.

## Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Σέ τί διαφέρει ἡ διάδοση τῆς θερμότητας μέ ἀκτινοβολία ἀπό τούς ἄλλους τρόπους διαδόσεως;
- 2) Πῶς θερμαίνεται ἡ γῆ καί πῶς διατηρεῖται σταθερή ἡ θερμοκρασία της;
- 3) Τί συμβαίνει μέ τή θερμική ἀκτινοβολία, ὅταν συναντᾶ τὰ ὑλικά σώματα;
- 4) Πότε ἡ θερμική ἀκτινοβολία ἀπορροφᾶται περισσότερο;
- 5) Σέ τί διακρίνεται ἡ ἀκτινοβόλος θερμότητα καί τί ιδιότητες ἔχει ἡ κάθε μιά;
- 6) Τί θά συνέβαινε, ἂν δέν ὑπῆρχαν ὕδρατμοὶ στήν ἀτμόσφαιρα;
- 7) Μέτρησε τή θερμοκρασία στό ἐσωτερικό ἑνὸς αὐτοκινήτου μέ κλει-

στά παράθυρα και έκτεθιμένοι στον ήλιο. Σύγκρινέ την με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και εξήγησε γιατί υπάρχει τόσο μεγάλη διαφορά.

- 8) Έξακριβωσε και μόνος σου τη διαφορά ανάμεσα στη φωτεινή και σκοτεινή ακτινοβολία θερμότητα.



Είκ. 59

## ΜΗΧΑΝΙΚΗ

## ΒΑΡΥΤΗΤΑ

## 1. Τί είναι βαρύτητα

Ἄν ἀφήσουμε ἐλεύθερη τὴν κιμωλία πού κρατᾶμε στό χέρι μας, θά πέσει στό ἔδαφος. Αὐτό συμβαίνει μέ κάθε ἀντικείμενο καί σέ κάθε τόπο τῆς γῆς, ἀρκεῖ νά μὴν ὑπάρχει ἄλλη αἰτία πού ν' ἀντιστέκεται στήν κίνησή τους.

Ἡ πτώση αὐτῆ τῶν σωμάτων ὀφείλεται στήν ἰδιότητα πού ἔχει ἡ γῆ νά ἔλκει πρὸς τὸ κέντρο τῆς ὅλα τὰ σώματα πού εἶναι γύρω τῆς καί σέ κάποια ἀπόσταση ἀπὸ αὐτήν.

Ἡ ἰδιότητα αὐτῆ τῆς γῆς ὀνομάζεται *βαρύτητα* καί ὁ χῶρος, μέσα στόν ὁποῖο ἀσκεῖται, *πεδίο βαρύτητας* (εἰκ. 59).

Τό φαινόμενο αὐτό εἶναι γενικό καί παρατηρεῖται ὄχι μόνο στά σώματα πού εἶναι κοντά στή γῆ ἀλλά καί μεταξὺ τῶν οὐρανίων σωμάτων. Ἐτσι ὁ ἥλιος ἔλκει τή γῆ καί ἡ γῆ τόν ἥλιο μέ ἀνάλογες πρὸς τή μάζα τους δυνάμεις. Ἡ ἔλξη αὐτῆ τῶν οὐρανίων σωμάτων μεταξὺ τους ὀνομάζεται *παγκόσμια ἔλξη* καί πρῶτος τὴν ἀνακάλυψε καί τὴ μελέτησε ὁ Ἄγγλος σοφὸς Ἰσαάκ Νεύτων.

## 2. Τί είναι βάρος

Ἄφοῦ, λοιπόν, ἡ γῆ ἔλκει ὅλα τὰ σώματα, ἔμεις πρέπει νά καταβάλουμε μεγαλύτερη δύναμη ἀπὸ τὴν ἑλκτική δύναμη τῆς γῆς, προκειμένου νά σηκώσουμε ἓνα σῶμα.

Αὐτὴ τὴν ἑλκτική δύναμη τῆς γῆς τὴν ἀντιλαμβανόμαστε ὡς *βάρος* τοῦ σώματος.

Δηλαδή, *βάρος ἑνὸς σώματος εἶναι ἡ δύναμη μέ τὴν ὁποία ἡ γῆ ἔλκει αὐτό τὸ σῶμα*. Τὸ βάρος εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς βαρύτητας.

Ὅταν ἀπομακρύνεται ἓνα σῶμα ἀπὸ τὴ γῆ, ἐλαττώνεται τὸ βάρος του. Αὐτό τουλάχιστον παρατηρήθηκε μέ τοὺς ἀστροναῦτες, ὅταν βρέθηκαν πολὺ μακριά ἀπὸ τὴ γῆ (εἰκ. 59).

Ὅλα ὅμως τὰ σώματα ἔχουν κάποιο βάρος, πού τὸ μετράμε μ' ἓνα εἰδικὸ ὄργανο πού λέγεται *δυναμόμετρο* (εἰκ. 59).

### 3. Κατακόρυφος. Νήμα τῆς στάθμης. Διεύθυνση τῆς βαρύτητας

Στήν ἄκρη ἑνός νήματος δένουμε ἕνα μικρό βαρὺ σῶμα\*καί τό ἀφήνουμε νά πέσει, κρατώντας σταθερά τήν ἄλλη ἄκρη τοῦ νήματος. Βλέπουμε ὅτι τό σῶμα πέφτει πρὸς τά κάτω, ἀκολουθώντας ἕνα δρόμο πού εἶναι εὐθεία γραμμή. Τό δρόμο πού διαγράφει τό σῶμα μᾶς τόν φανερώνει τό τεντωμένο νήμα, ἀφοῦ πάψει νά κινεῖται.

Τή διεύθυνση αὐτοῦ τοῦ δρόμου τήν ὀνομάζουμε *κατακόρυφο* καί τό νήμα μαζί μέ τό βαρὺ σῶμα *νήμα τῆς στάθμης*.

\*Αν ἀφήσουμε καί ἄλλα σώματα νά πέσουν δίπλα ἀπό τό παραπάνω τεντωμένο νήμα τῆς στάθμης, θά δοῦμε ὅτι πέφτουν κατευθείαν πρὸς τά κάτω – ἐφ' ὅσον δέν ἐμποδίζονται ἀπό τίποτα – διαγράφοντας ἕνα δρόμο παράλληλο πρὸς τό νήμα, δηλ. κατακόρυφο.

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ὅτι ὅλα τά σώματα πέφτουν κατακόρυφα, ἐφ' ὅσον δέν ἐμποδίζονται ἀπό τίποτα.

Γι' αὐτό λέμε ὅτι: *ἡ διεύθυνση τῆς βαρύτητας εἶναι κατακόρυφη*.

Οἱ ἐπιστήμονες, πού μελέτησαν κι αὐτό τό θέμα, μᾶς πληροφοροῦν πὼς κάθε κατακόρυφος, ἂν προεκταθεῖ πρὸς τά κάτω, περνáει ἀπό τό κέντρο τῆς γῆς (εἰκ. 59).

#### Ἑρωτήσεις – Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι βαρύτητα καί τί βάρους;
- 2) Τί εἶναι τό πεδίο βαρύτητας τῆς γῆς;
- 3) Τί εἶναι ἡ παγκόσμια ἔλξη καί ποιός τήν ἀνακάλυψε;
- 4) Τί εἶναι τό δυναμόμετρο;
- 5) Τί εἶναι κατακόρυφος;
- 6) Πὼς θά ἐλέγξουμε ἂν ἕνας τοῖχος εἶναι κατακόρυφος;
- 7) Χάραξε πάνω σ' ἕνα χαρτί, πού εἶναι κολλημένο στόν τοῖχο, μιά κατακόρυφη γραμμή.

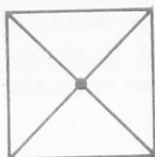
### 4. Κέντρο βάρους

\*Αν μέ τό διαβήτη χαράξουμε ἕναν κύκλο πάνω σ' ἕνα χαρτόνι, κόψουμε τόν κύκλο σωστά καί τό στηρίζουμε πάνω στή μύτη τοῦ μολυβιοῦ μας ἀπό τό γεωμετρικό κέντρο τοῦ κύκλου, θά σταθεῖ καί

## ΚΕΝΤΡΟ ΒΑΡΟΥΣ ΚΑΝΟΝΙΚΩΝ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ



κύκλος



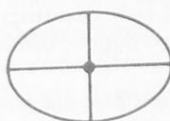
τετράγωνο



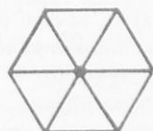
Τρίγωνο



σφαίρα



έλλειψη



κανονικό πολύγωνο

Εικ. 60

δέ θά πέσει. Τό ίδιο θά παρατηρήσουμε, αν μέ τό δάχτυλό μας στηρίξουμε ακριβώς από τό μέσον ένα χάρακα, ένα μολύβι, ένα κομμάτι σωλήνα κτλ. Κάθε σώμα δηλαδή έχει ένα σημείο στό όποιο, όταν στηρίζεται, δέν πέφτει.

Αυτό τό σημείο, πού φαίνεται νά συγκεντρώνει όλο τό βάρος του σώματος, λέγεται *κέντρο βάρους* του σώματος.

Τό κέντρο βάρους των σωμάτων πού αποτελούνται από όμοιομερές ύλικό και έχουν κανονικό γεωμετρικό σχήμα μπορούμε εύκολα νά τό προσδιορίσουμε. Έτσι τό κέντρο βάρους του κύκλου και της σφαίρας είναι τό γεωμετρικό της κέντρο. Του τετραγώνου και του παραλληλογράμμου είναι τό σημείο πού τέμνονται οί διαγώνιοί τους. Του τριγώνου είναι τό σημείο πού τέμνονται οί διάμεσοι αυτού κτλ. (είκ. 60).

Όταν τό σώμα έχει ακανόνιστο σχήμα ή αποτελείται από άνομοιομερές ύλικό, τότε, γιά νά βρούμε τό κέντρο βάρους του σώματος, έργαζόμαστε ως έξης:

Κρεμάμε τό σώμα διαδοχικά από δύο τυχαία σημεία, Α και Β, μ' ένα νήμα και τό αφήνουμε νά ήρεμήσει, όποτε τό νήμα παίρνει κατακόρυφη διεύθυνση. Έπειτα προεκτείνουμε πάνω στό σώμα, έφ' όσον είναι επίπεδο ή μέσα στή μάζα του φανταστικά, έφ' όσον έχει όγκο, τής κατακόρυφες πού περνάνε από τά σημεία στηρίξεως Α και Β.

Έκει όπου συναντιώνται οί κατακόρυφες είναι τό κέντρο βάρους του σώματος, γιατί όλες οί κατακόρυφες πού περνούν από τά

σημεία αναρτήσεως, περνούν και από το κέντρο βάρους του σώματος. Αυτό συμβαίνει με κάθε σώμα που κρέμεται.

Υπάρχουν σώματα που το κέντρο βάρους τους βρίσκεται έξω από τη μάζα τους, όπως στο δαχτυλίδι, στο κάθε στεφάνι, σε όρισμένα, δοχεία κτλ.

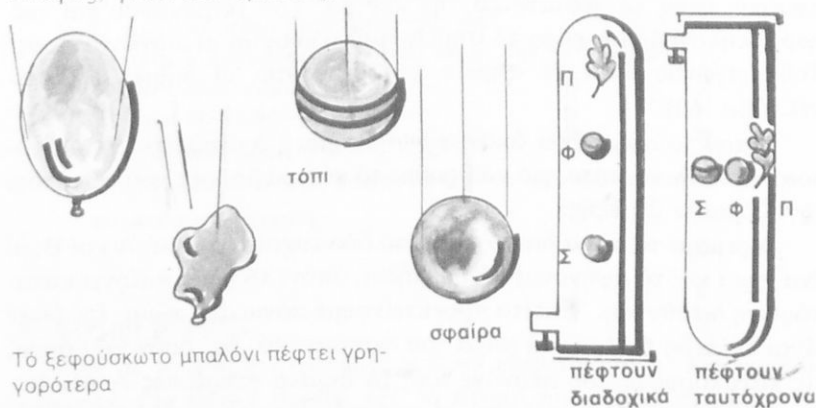
### Ερωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Τι είναι κέντρο βάρους ενός σώματος;
- 2) Πώς βρίσκουμε το κέντρο βάρους στα σώματα που έχουν ακανόνιστα σχήματα;
- 3) Τι θέση παίρνει ένα σώμα που κρέμεται;
- 4) Κατασκεύασε με χαρτόνι διάφορα γεωμετρικά σχήματα και βρες το κέντρο βάρους.

## 5. Πτώση των σωμάτων

Για να μελετήσουμε την πτώση των σωμάτων και να βρούμε τους νόμους που τη διέπουν, πρέπει να εκτελέσουμε όρισμένα πειράματα: *Πείραμα 1ο*. Αφήνουμε ταυτόχρονα να πέσουν από το ίδιο ύψος δυο όμοια μπαλόνια, το ένα φουσκωμένο και το άλλο ξεφούσκωτο (είκ. 61).

Θά δούμε ότι το ξεφούσκωτο μπαλόνι θά φτάσει νωρίτερα στο έδαφος, γιατί δεν εμποδίζεται από τον αέρα τόσο πολύ.



Είκ. 61

*Πείραμα 2ο.* Ἀφήνουμε ταυτόχρονα νά πέσουν ἀπό τό ἴδιο ὕψος ἕνα τόπι καί μιὰ σφαίρα σιδερένια τό ἴδιο μεγάλη (εἰκ. 61).

Θά δοῦμε ὅτι ἡ σφαίρα θά φτάσει νωρίτερα στό ἔδαφος ἀπό τό τόπι, γιατί εἶναι πιό βαριά.

*Πείραμα 3ο.* Ἐάν μέσα σ' ἕνα γυάλινο σωλήνα, μήκους δύο μέτρων περίπου, βάλουμε ἕνα πούπουλο, ἕνα κομματάκι φελλό καί ἕνα βόλο ξύλινο καί ἀναποδογυρίσουμε ἀπότομα τό σωλήνα, θά δοῦμε πρῶτο νά φτάσει στό κάτω μέρος τοῦ σωλήνα τό πιό βαρῦ, δηλαδή ὁ ξύλινος βόλος, ἔπειτα ὁ φελλός καί τελευταῖο τό πούπουλο (εἰκ. 61). Ἐάν ἐπαναλάβουμε τό πείραμα, ἀφαιρώντας τόν ἀέρα μέσα ἀπό τό σωλήνα, τότε θά φτάσουν ταυτόχρονα ὅλα τά σώματα στό κάτω μέρος τοῦ σωλήνα. Αὐτό γίνεται, γι α τ ῖ ὅ λ α τ ἄ σ ὶ μ α τ α σ τ ὴ κ ε ν ὴ π ῆ φ τ ο υ ν μ ῆ τ ῆ ν ἴ δ ι α τ α χ ῦ τ η τ α.

*Πείραμα 4ο.* Ἐπάνω σ' ἕναν ξύλινο ἢ πλαστικό δίσκο τοποθετοῦμε: ἕνα κομμάτι φελλό, ἕνα πούπουλο, μιὰ κιμωλία καί δύο μπαλόνια ἀπό τά ὁποῖα τό ἕνα νά εἶναι τελείως ξεφουσκωτο καί τό ἄλλο ἐλάχιστα φουσκωμένο.

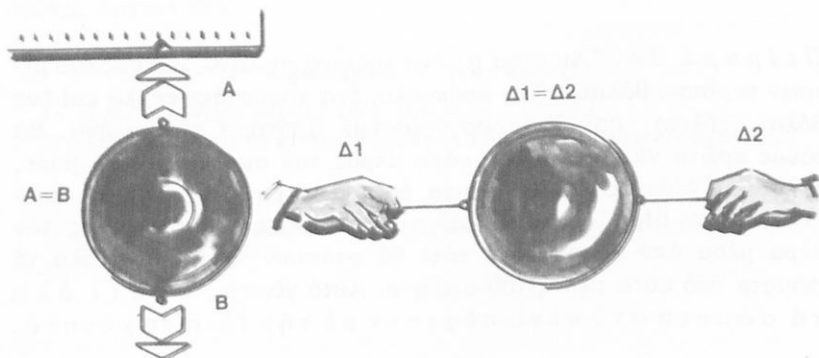
Σηκώνουμε τό δίσκο ψηλά καί τόν ἀφήνουμε νά πέσει. Βλέπουμε ὅτι ὅλα τά σώματα πού εἶναι ἐπάνω στό δίσκο φτάνουν ταυτόχρονα στό ἔδαφος.

Αὐτό γίνεται, γιατί ὁ δίσκος πού πέφτει ἐκτοπίζει τόν ἀέρα καί δημιουργεῖ διαδοχικά πάνω ἀπό αὐτόν καί στό χῶρο πού βρίσκονται τ' ἀντικείμενα ἕνα κενό. Ἐτσι τά σώματα πού εἶναι ἐπάνω στό δίσκο, εἶναι σάν νά πέφτουν στό κενό, γι' αὐτό καί φτάνουν ὅλα μαζί στό ἔδαφος.

### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Πῶς πέφτουν τά σώματα στό κενό;
- 2) Γιά ποιά αἰτία δέν πέφτουν ὅλα τά σώματα μέ τήν ἴδια ταχύτητα στόν ἀέρα;
- 3) Ἐφῆσε στήν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ, πού βρίσκεται μέσα σ' ἕνα δοχεῖο, ἕνα βόλο μολυβένιο καί ἕνα γυάλινο τό ἴδιο μεγάλους. Παρα-

- τήρησε ποιός από τούς δύο βόλους θά φτάσει νωρίτερα στον πυθμένα του δοχείου και εξήγησε τό φαινόμενο.
- 4) Κάνε καί σύ τά πειράματα του μαθήματος αυτού.



Εικ. 62

## ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

### 1. Τί είναι ισορροπία – Συνθήκη ισορροπίας

Κάθε στερεό σώμα πού στηρίζεται σ' ένα ή περισσότερα σημεία του καί ηρεμεί, λέμε ότι βρίσκεται σέ κατάσταση *ισορροπίας* ή *ισορροπεί*.

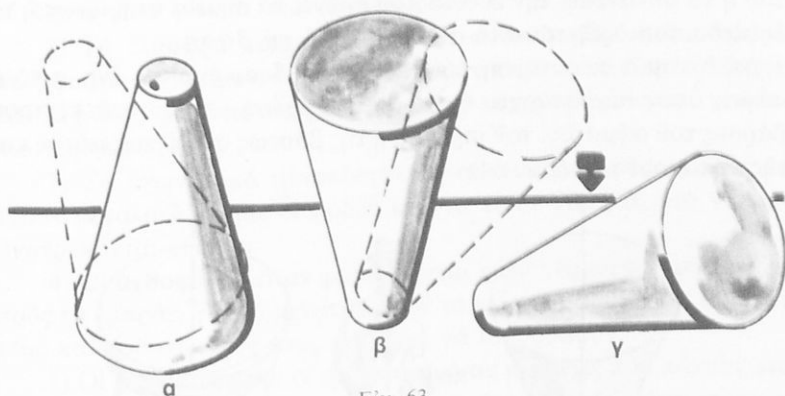
Γιά νά ισορροπεί ένα σώμα, πάνω στό οποιο εφαρμόζονται δύο δυνάμεις, πρέπει οί δυνάμεις αυτές νά είναι ίσες καί αντίθετες (εικ. 62). Αν δέν υπάρχει αυτή ή συνθήκη, δέν υπάρχει καί ισορροπία.

### 2. Είδη ισορροπίας

Η ισορροπία τών σωμάτων μπορεί νά είναι ευσταθής (σταθερή), ασταθής καί αδιάφορη.

**α) Ευσταθής ισορροπία.** Παίρνουμε ένα μπουκάλι κυλινδρικό ή ένα χωνί ή ένα σώμα κωνικό καί τό στηρίζουμε επάνω στό τραπέζι μέ τή μεγάλη βάση. Βλέπουμε ότι τό σώμα ισορροπεί. Κατόπιν γέρνουμε λίγο τό σώμα καί τό αφήνουμε ελεύθερο. Παρατηρούμε ότι επανέρχεται μόνο του στή θέση ισορροπίας. Λέμε λοιπόν γιά τό σώμα αυτό, ότι έχει *σταθερή* ισορροπία (εικ. 63 α).





Είκ. 63

**β) Άσταθής ισορροπία.** Με τα ίδια πιά πάνω υλικά εργαζόμενα ως έξηξ: Στηρίζουμε τά σώματα πάνω σ' ένα όριζόντιο επίπεδο μέ τή μικρή τους βάση. Βλέπουμε ότι τό μπουκάλι καί τό χωνί ισορροπούν, αλλά μόλις τά γείρουμε λιγάκι, χάνουν τήν ισορροπία τους καί δέν επανέρχονται πιά σ' αυτήν μόνα τους.

Τό κωνικό σώμα ελάχιστα ισορροπεί (είκ. 63 β).

Σ' αυτή τήν περίπτωση λέμε ότι τά σώματα δέν έχουν σταθερή ισορροπία ή ότι ή ισορροπία τους είναι *άσταθής*.

**γ) Αδιάφορη ισορροπία.** Στήν παραπάνω περίπτωση τά σώματα πού έχασαν τήν ισορροπία τους ισορρόπησαν καί πάλι αλλά μέ τήν κυρτή τους επιφάνεια.

Κυλώντας τώρα τά σώματα πάνω στό όριζόντιο επίπεδο, διαπιστώνουμε ότι ισορροπούν σ' όλες τίς θέσεις (είκ. 63 γ).

Τή θέση αυτή τής ισορροπίας τών σωμάτων τή λέμε *αδιάφορη ισορροπία*.

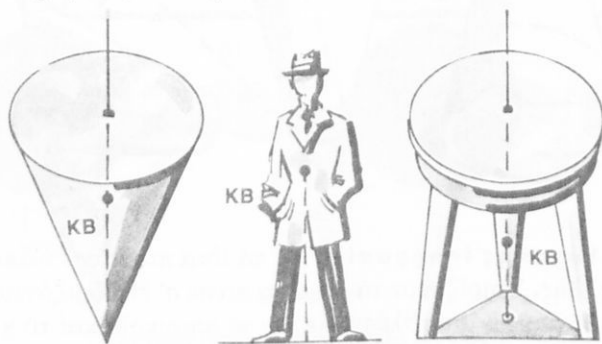
### 3. Σχέση ισορροπίας

Ένα στερεό σώμα μπορεί νά ισορροπεί στηριζόμενο είτε σ' ένα του σημείο είτε σέ δυό ή περισσότερα σημεία πού βρίσκονται στήν ίδια ευθεία είτε σέ τρία καί περισσότερα σημεία του πού δέ βρίσκονται στήν ίδια ευθεία.

Σέ κάθε περίπτωση πρέπει ή κατακόρυφος πού περνάει από τό

κέντρο βάρους του σώματος να περνάει και από το σημείο στηριξέως του ή να συναντάει την εϋθεία που ένώνει τά σημεία στηριξέως ή τό επίπεδο που όρίζεται από αυτά, δηλαδή *τή βάση*.

Σέ καμιά περίπτωση δέν μπορεί νά ισορροπήσει ένα στερεό σώμα, όταν δέν ύπάρχει ή παραπάνω σχέση μεταξύ του κέντρου βάρους του σώματος, του σημείου ή τής βάσεως στηριξέως αυτού και τής κατακορύφου (είκ. 64)



Είκ. 64

Ένα σώμα ισορροπεί, όταν ή κατακόρυφος που περνάει από τό κέντρο βάρους του σώματος, συναντάει τό σημείο στηριξέως του ή τήν εϋθεία που ένώνει τά σημεία στηριξέως του ή τή βάση στηριξέως

#### 4. Από τί έξαρτάται ή σταθερότητα τής ισορροπίας

Ή σταθερότητα τής ισορροπίας ενός σώματος έξαρτάται: α) 'Από τή θέση που βρίσκεται τό κέντρο βάρους του σώματος σέ σχέση μέ τό σημείο ή τά σημεία στηριξέως του. β) 'Από τήν έκταση τής βάσεως που στηρίζεται. Έτσι, ένα σώμα που ισορροπεί και τό κέντρο βάρους του είναι πιο χαμηλά από τό σημείο στηριξέως του, έχει πάντοτε σταθερή ισορροπία. Όταν όμως τό κέντρο βάρους του σώματος είναι πιο ψηλά, έχει άσταθή ισορροπία και όταν συμπίπτει μέ τό σημείο στηριξέως του άδιάφορη (είκ. 64).

Έπίσης όσο πιο βαρύ είναι ένα σώμα, όσο πιο μεγάλη βάση στηριξέως έχει και όσο πιο κοντά στή βάση βρίσκεται τό κέντρο βάρους του, τόσο πιο σταθερή ισορροπία έχει.

#### ε) Έφαρμογές

- 1) Τά διάφορα έπιπλα του σπιτιού: πολυθρόνες, καρέκλες, τρα-

πέζια κτλ. για να ισορροπούν σταθερά κατασκευάζονται έτσι, ώστε να έχουν όσο γίνεται πιο μεγάλη βάση στηρίξεως.

2) Τα διάφορα μεταφορικά μέσα: αυτοκίνητα, πλοία, κάρρα κτλ. φορτώνονται έτσι, ώστε τα βαριά αντικείμενα να είναι πιο κάτω και τα ελαφριά πιο πάνω, για να είναι το κέντρο βάρους όσο γίνεται πιο χαμηλά.

3) Τα αγωνιστικά αυτοκίνητα κατασκευάζονται έτσι, ώστε να έχουν μεγάλο άνοιγμα οί ρόδες και να είναι χαμηλά, για να μην ανατρέπονται εύκολα.

4) Οί άχθοφόροι, όταν φορτώνονται κάτι, γέρνουν το σώμα τους προς τα εμπρός, για να μετατοπίζουν το κέντρο βάρους του φορτίου τους και του σώματός τους μαζί και να ισορροπούν.

5) Οί ακροβάτες και οί χορευτές με τίς κινήσεις πού κάνουν και τα διάφορα όργανα πού μεταχειρίζονται, ισορροπούν πάντοτε, γιατί τό κέντρο βάρους του σώματός τους και τό σημείο στηρίξεώς τους βρίσκονται πάντα στην ίδια κατακόρυφο.

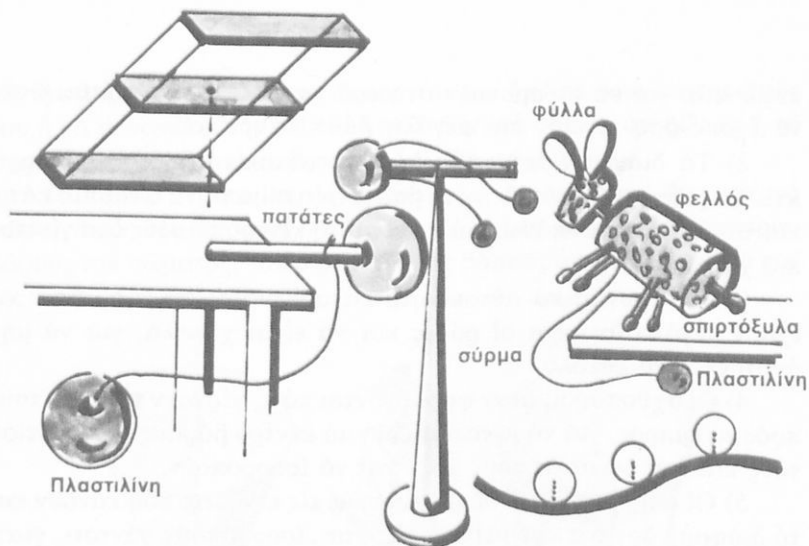
6) Οί διάφορες οικοδομικές κατασκευές: τοίχοι, πολύροφες κατοικίες, πύργοι κτλ. για να έχουν πιο σταθερή ισορροπία, κατασκευάζονται έτσι, ώστε να έχουν μεγαλύτερη βάση.

7) Μέσα στό αυτοκίνητο πού κινείται, οί όρθιοι επιβάτες ανοίγουν τά πόδια τους, για να έχουν πιο σταθερή ισορροπία.

8) "Ενας πύργος, στην πόλη Πίζα της 'Ιταλίας, παρ' όλο πού γέρνει δέν πέφτει, γιατί ή κατακόρυφος πού περνάει από τό κέντρο βάρους του πύργου συναντάει τή βάση στηρίξεώς του.

### Ερωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Πότε ένα σώμα ισορροπεί;
- 2) Πόσα είδη ισορροπίας έχουμε;
- 3) Ποιά ισορροπία ονομάζουμε ευσταθή, ασταθή και αδιάφορη;
- 4) Πότε ένα σώμα έχει πιο σταθερή ισορροπία;
- 5) Τί είδους ισορροπία έχει ή τραμπάλα, ό ζυγός και ή κούνια; γιατί;
- 6) Γιατί οί πυγμάχοι και οί παλαιστής ανοίγουν τά πόδια τους;
- 7) Γιατί ένα αυτοκίνητο φορτωμένο μέ χόρτα ανατρέπεται πιο εύκολα από ένα άλλο φορτωμένο μέ σίδερα;
- 8) Πώς πρέπει να φορτωθεί ένα κάρρο μέ χόρτα και τουβλα μαζί;
- 9) Κάνε μερικές κατασκευές βλέποντας τά σχέδια (είκ. 65) και φρόντισε να τίς ισορροπήσεις. Τί είδους ισορροπία έχουν;



Εικ. 65

Ποιές από τις παραπάνω κατασκευές δέν ισορροπούν και γιατί;

## ΑΠΛΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Ο άνθρωπος από πολύ νωρίς είχε ανακαλύψει ότι οι δυνάμεις του ήταν πολύ περιορισμένες και ότι δέν μπορούσε νά έκτελέσει πολλές εργασίες, άκόμα και όταν μεταχειριζόταν τή δύναμη τών ζώων. Έτσι σιγά σιγά άρχισε νά έπινοεί άπλά συστήματα, τά όποια χρησιμοποιώντας τα πολλαπλασίαζε τίς δυνάμεις του. Τά άπλά αυτά συστήματα πού έπινόησε και κατασκεύασε ό άνθρωπος για νά πολλαπλασιάσει τίς δυνάμεις του, όνομάζουμε σήμερα άπλές μηχανές.

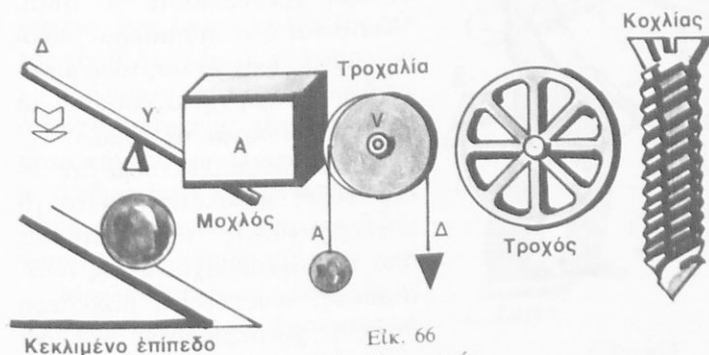
Όσο κι άν μās φαίνεται παράξενο, οί πρώτες αυτές μηχανές ήταν ίσως οί μεγαλύτερες ανακαλύψεις πού έκανε στον τομέα αυτό ό άνθρωπος. Άκόμα και σήμερα, άν εξετάσουμε μιá πολύπλοκη μηχανή, θά διαπιστώσουμε ότι αποτελείται από τό συνδυασμό πολλών άπλών μηχανών.

Οί άπλές αυτές μηχανές είναι: ό μοχλός, ό τροχός, ή τροχαλία ό κοχλίας, τό κεκλιμένο έπίπεδο και ή σφήνα (είκ. 66).

### 1. Μοχλός

#### α) Τί είναι μοχλός

Ο μοχλός είναι μιá άπλή μηχανή, πού μās έπιτρέπει μέ λίγη δύναμη



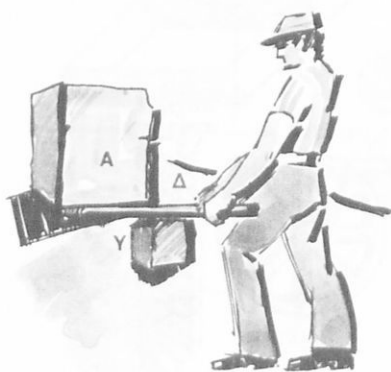
Είκ. 66  
Απλές μηχανές

νά μετατοπίζουμε μεγάλα βάρη. Αποτελείται από μία μακριά και άνθεκτική ράβδο, πού μπορεί νά περιστρέφεται γύρω από ένα άκλόνητο άξονα ή πάνω σ' ένα σταθερό ύποστήριγμα.

Οί έργατες, όταν θέλουν νά μετατοπίσουν ένα βαρύ σῶμα, μεταχειρίζονται τό μοχλό. Τοποθετοῦν τό ένα άκρο μιᾶς ράβδου, ξύλινης ή μεταλλικῆς, κάτω από τό βαρύ σῶμα πού θέλουν νά μετατοπίσουν καί συγχρόνως βάζουν κοντά στό άκρο αυτό καί κάτω από τή ράβδο ένα στερεό ύποστήριγμα, πού λέγεται *ύπομόχλιο* (Y). Τέλος πιέζουν πρὸς τά κάτω τό άλλο άκρο τῆς ράβδου καί τό βαρύ σῶμα ἀνασηκώνεται μέ τή λίγη δύναμη πού καταβάλλουμε. Τό βάρος τοῦ σώματος, πού θέλουμε νά ἀνασηκώσουμε, λέγεται *ἀντίσταση* (A) καί τό σημείο πού ἐφαρμόζεται ἡ ἀντίσταση, σημείο ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως. Τό ἀντίθετο άκρο τῆς ράβδου, όπου ἐφαρμόζεται ἡ *δύναμη* (Δ), λέγεται σημείο ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως (είκ. 67).

Σέ κάθε μοχλό διακρίνουμε δυό μέρη, πού ονομάζονται *βραχίονες* τοῦ μοχλοῦ. Αὐτά εἶναι: ὁ *μοχλοβραχίονας* τῆς δυνάμεως (Μ.Δ.), πού ἀρχίζει ἀπό τό σημείο ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως καί φτάνει ὡς τό ύπομόχλιο καί ὁ *μοχλοβραχίονας* τῆς ἀντιστάσεως (Μ.Α.), πού ἀρχίζει ἀπό τό σημείο ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως καί φτάνει ὡς τό ύπομόχλιο. Καί οί δυό λοιπὸν βραχίονες καταλήγουν στό ύπομόχλιο.

Μέ δοκιμές βρίσκουμε ὅτι ὅσο τοποθετοῦμε τό ύπομόχλιο πιό



Είκ. 67  
Μοχλός

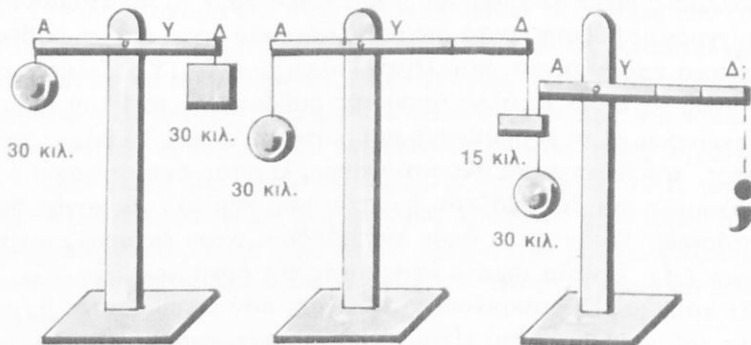
κοντά στο σώμα πού θέλουμε νά μετατοπίσουμε, τόσο μικρότερη δύναμη χρειαζόμαστε γι' αυτό. Αντίθετα, όσο πιό μακριά τοποθετούμε τό ύπομόχλιο, τόσο μεγαλύτερη δύναμη χρειαζόμαστε, γιά νά μετατοπίσουμε τό σώμα.

Έτσι ανακαλύπτουμε ότι όσες φορές μεγαλύτερος είναι ό μοχλοβραχίονας τής δυνάμεως από τό μοχλοβραχίονα τής αντίστασεως, τόσες φορές μικρότερη δύναμη χρειαζόμαστε, γιά νά μετακινήσουμε τό αντικείμενο (είκ. 68).

### β) Είδη μοχλῶν

1. Όταν σ' ένα μοχλό συμβαίνει τό ύπομόχλιο νά βρίσκεται ανάμεσα στή δύναμη καί στήν αντίσταση, τότε λέμε ότι ό μοχλός αυτός είναι πρώτου είδους.

Στό μοχλό του πρώτου είδους, όταν οί μοχλοβραχίονες είναι



Είκ. 68

Σχέσεις δυνάμεως, ύπομοχλίου καί αντίστασεως

ίσοι, ούτε κερδίζουμε ούτε χάνουμε σέ δύναμη, ενώ όταν είναι άνισοι, άλλοτε χάνουμε καί άλλοτε κερδίζουμε.

Μοχλοί πρώτου είδους είναι: τό ψαλίδι, ή τανάλια, ή ζυγαριά, ό στατήρας, ή πλάστιγγα κτλ. (είκ. 69).

2. Όταν συμβαίνει σ' ένα μοχλό ή αντίσταση να βρίσκεται ανάμεσα στη δύναμη και στο υπομόχλιο, τότε λέμε ότι ο μοχλός αυτός είναι δευτέρου είδους.

Στό μοχλό του δευτέρου είδους ο μοχλοβραχίονας της δύναμης είναι πάντοτε μεγαλύτερος από το μοχλοβραχίονα της αντίστασης. Έτσι κερδίζουμε πάντοτε σε δύναμη, χρησιμοποιώντας τον.

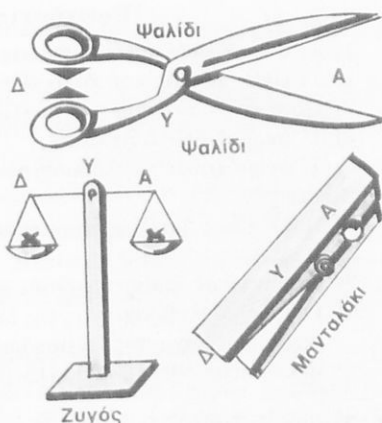
Μοχλοί δευτέρου είδους είναι: η χειράμαξα, ο καρυοθραύστης τάκουπιά της βάρκας κτλ. (εικ. 70).

3. Τέλος όταν σ' ένα μοχλό συμβαίνει η δύναμη να βρίσκεται ανάμεσα στην αντίσταση και στο υπομόχλιο, τότε λέμε ότι ο μοχλός αυτός είναι τρίτου είδους.

Στό μοχλό του τρίτου είδους ο μοχλοβραχίονας της δύναμης είναι πάντοτε μικρότερος από το μοχλοβραχίονα της αντίστασης και συνεπώς, χρησιμοποιώντας αυτό το μοχλό, πάντα χάνουμε σε δύναμη.

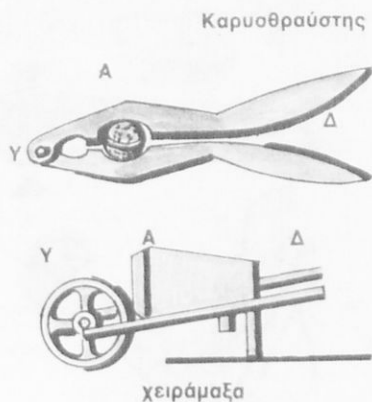
Μοχλοί τρίτου είδους είναι: η τοιμπίδα, το άκονιστήρι, το χέρι μας όταν κρατάμε βάρος στην παλάμη, το σαγόνι των ανθρώπων και των ζώων, τά μηχανικά φτιάγια των έσκαφών κτλ. (εικ. 71).

Τους νόμους των μοχλών πρώτος μελέτησε και διατύπωσε ο μεγάλος Έλληνας μαθηματικός της αρχαιότητας Άρχιμήδης τόν 3ο π.Χ. αιώνα. Ο Άρχιμήδης είναι ο έφευρέτης του πολύσπαστου και του κοχλία.



Εικ. 69

Μοχλοί πρώτου είδους



Εικ. 70

Μοχλοί δευτέρου είδους

## Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

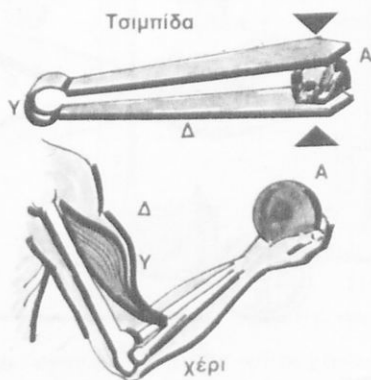
- 1) Τί ὀνομάζουμε ἀπλές μηχανές καί ποιές εἶναι;
- 2) Τί εἶναι μοχλός καί πόσα εἶδη μοχλῶν ἔχουμε;
- 3) Ποιά εἶναι τὰ μέρη τοῦ μοχλοῦ;
- 4) Τί ὀνομάζουμε ἀντίσταση;
- 5) Τί ὀνομάζουμε μοχλοβραχίονα τῆς δυνάμεως καί τί τῆς ἀντιστάσεως;
- 6) Ποιό εἶδος μοχλοῦ παριστάνουν οἱ σχέσεις: Δ.Υ.Α., Δ.Α.Υ., Υ.Δ.Α.
- 7) Πότε καί μέ ποιούς μοχλοῦς κερδίζουμε δύναμη;
- 8) Ὃταν ὁ μοχλοβραχίονας τῆς δυνάμεως εἶναι πενταπλάσιος ἀπό τὸ μοχλοβραχίονα τῆς ἀντιστάσεως, μέ πόση δύναμη μποροῦμε νά σηκώσουμε 50,100, 200 κιλά βάρους;

## 2. Ζυγός ἢ ζυγαριά

Ἡ ζυγαριά εἶναι ἓνα ὄργανο μέ τὸ ὁποῖο μετῶμε τὸ βᾶρος τῶν σωμάτων καί πιό συγκεκριμένα τὴ μάζα τους, δηλαδή τὸ ποσό τῆς ὕλης πού περιέχεται σ' ἓνα σῶμα.

Εἶναι μοχλός πρῶτου εἴδους μέ ἴσους μοχλοβραχίονες καί ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ τὰ ἑξῆς μέρη: (εἰκ. 72).

α) Ἀπὸ τὴ *φάλαγγα*. Αὐτὴ εἶναι μιά μεταλλικὴ ράβδος πού ταλαντεύεται γύρω ἀπὸ ἓναν ὀριζόντιο ἄξονα. Ὁ ἄξονας αὐτός διασπείρει τὴ φάλαγγα ἀκριβῶς στὸ μέσο καί στηρίζεται πάνω σὲ μιά κατακόρυφη βάση. Στὸ μέσο τῆς φάλαγγας ὑπάρχει ἓνας δείκτης πού



Εἰκ. 71  
Μοχλοῖ τρίτου εἴδους



Εἰκ. 72  
Ζυγός



είναι κάθετος προς αυτή και παίρνει κατακόρυφη διεύθυνση, όταν ή φάλαγγα ισορροπεί οριζόντια.

β) Ἐκτός ἀπό δύο *δίσκους* ἐλαφριοῦς καί ἰσοβαρεῖς, πού κρέμονται ἀπό τά ἄκρα τῆς φάλαγγας. Στόν ἕνα δίσκο βάζουμε τό σῶμα πού θέλουμε νά ζυγίσουμε καί στόν ἄλλο τά *σταθμά*.

Τά σταθμά εἶναι γνωστά βάρη καί συνοδεύουν πάντοτε τή ζυγαριά. Μιά καλή σειρά σταθμῶν πρέπει νά περιλαμβάνει σταθμά τῶν 2, 3, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000 καί 5000 γρ. Μέ μία τέτοια σειρά σταθμῶν μπορούμε νά ζυγίσουμε ὅποιοδήποτε βάρος μέχρι 8 κιλά.

*Πῶς ζυγίζουμε.* Στόν ἕνα δίσκο τοποθετοῦμε τό σῶμα πού θέλουμε νά ζυγίσουμε καί στόν ἄλλο τά σταθμά. Ὄταν ή φάλαγγα ἰσορροπήσει στήν οριζόντια ἀκριβῶς θέση, τότε τά σταθμά πού χρησιμοποιήσαμε μᾶς δείχνουν τό βάρος τοῦ σώματος.

*Ἀκρίβεια ζυγοῦ.* Γιά νά εἶναι ὁ ζυγός ἀκριβής, πρέπει ή φάλαγγα νά ἰσορροπεί οριζόντια, ὅταν οἱ δίσκοι εἶναι ἄδειοι ἢ ὅταν ἔχουν ἴσες μάζες.

Γιά νά ἐλέγξουμε τήν ἀκρίβεια μᾶς ζυγαριᾶς ἐργαζόμαστε ὡς ἑξῆς: Βάζουμε στόν ἕνα δίσκο ἕνα σῶμα καί στόν ἄλλο σταθμά ἕως ὅτου ἰσορροπήσει ή φάλαγγα οριζόντια. Κατόπιν ἀλλάζουμε στούς δίσκους τό σῶμα μέ τά σταθμά. Ἐάν καί μετά τήν ἀλλαγὴ ή φάλαγγα ἰσορροπεί οριζόντια, τότε ή ζυγαριά εἶναι ἀκριβής καί κάνει σωστές ζυγίσεις. Μιά ζυγαριά δέ φτάνει νά εἶναι μόνο ἀκριβής, ἀλλά καί *εὐαίσθητη*, δηλαδή μέ τό παραμικρό βάρος νά γέρνει ή φάλαγγα πρὸς τό μέρος πού τοποθετήσαμε τό σῶμα.

**Εἶδη ζυγῶν.** Παλαιότερα στό ἐμπόριο ή πιό συνηθισμένη ζυγαριά ἦταν τοῦ Ρόμπερβαλ ἢ ἄλλιῶς παλάντζα.

Ἡ παλάντζα διαφέρει ἀπό αὐτή πού περιγράψαμε στό ὅτι ἔχει τοὺς δίσκους τοποθετημένους ἐπάνω ἀπό τά δύο ἄκρα τῆς φάλαγγας καί ὄχι κρεμασμένους.

Σήμερα παντοῦ χρησιμοποιοῦνται οἱ αὐτόματες ζυγαριές. Σ' αὐτές ἕνας δείκτης μᾶς δείχνει αὐτόματα τό βάρος τοῦ σώματος πού ζυγίζουμε (εἰκ. 73).

### 3. Στατήρας

Ἄλλο ὄργανο μέ τό ὅποιο μετροῦμε τό βάρος τῶν σωμάτων εἶναι ὁ στατήρας (καντάρι). Αὐτός εἶναι μοχλός πρώτου εἴδους μέ ἄνισους

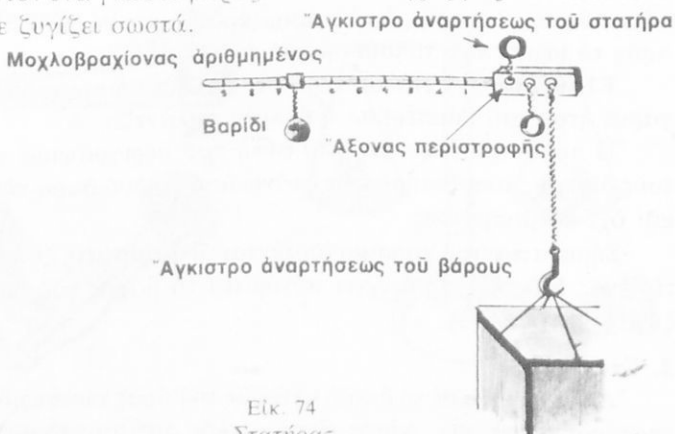


Εικ. 73  
Αυτόματος ζυγός

νοῦμε τό βαρίδι, μέχρις ὅτου ὁ μοχλοβραχίονας ἰσορροπήσει σέ ὀριζόντια θέση. Ἐπειτα διαβάζουμε τόν ἀριθμό πού στάθηκε τό βαρίδι καί ἔχουμε τό βάρος τοῦ σώματος.

Κάθε στατήρας ἔχει δικό του βαρίδι μέ ὀρισμένο βάρος. Ἐτσι, ἂν ἀλλαχτεῖ τό βαρίδι μ' ἕνα ἄλλο ἐλαφρύτερο, τότε τό σῶμα πού ζυγίζουμε θά φαίνεται πιό βαρῦ ἀπ' ὅτι εἶναι στήν πραγματικότητα καί ἀντίστροφα.

Γιά νά ἐλέγξουμε τήν ἀκρίβεια ἑνός στατήρα, ἀρκεῖ νά ζυγίσουμε μ' αὐτόν ἕνα γνωστό βάρος. Ἐν ὁ στατήρας μᾶς δώσει αὐτό τό βάρος, τότε ζυγίζει σωστά.



Εικ. 74  
Στατήρας

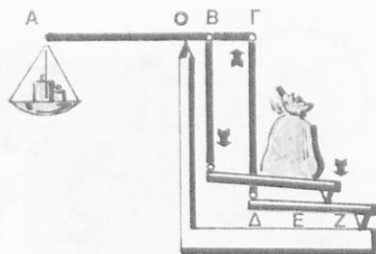
μοχλοβραχίονες. Ἀποτελεῖται ἀπό μιᾶ ἀριθμημένη σιδερένια ράβδο, ἕνα βαρίδι, ἕνα ἄγκιστρο ἢ δίσκο γιά τό βάρος καί ἕνα ἢ δύο ἄλλα ἄγκιστρα, γιά νά τόν σηκῶνουμε (εἰκ. 74).

### Πῶς ζυγίζουμε

Κρεμοῦμε τό σῶμα πού θέλουμε νά ζυγίσουμε ἀπό τό ἄγκιστρο ἢ τό βάζουμε στό δίσκο. Μέ τό ἕνα χέρι σηκώνουμε τό στατήρα, μέχρις ὅτου τό σῶμα σηκωθεῖ ἀπό τό ἔδαφος καί μέ τό ἄλλο χέρι μετακι-

#### 4. Πλάστιγγα

Ἡ πλάστιγγα εἶναι ἓνα ὄργανο, πού στηρίζεται σ' ἓνα σύστημα μοχλῶν καί μέ τό ὁποῖο μπορούμε νά ζυγίσουμε μεγάλα βάρη, χρησιμοποιώντας σταθμά μικροῦ βάρους (Σχ. 75). Ἔτσι χρησιμοποιώντας σταθμά 1,2,3,... χιλ./μῶν ζυγίζουμε βάρη 10, 20, 30,... χιλ./μῶν.



Εἰκ. 75  
Πλάστιγγα

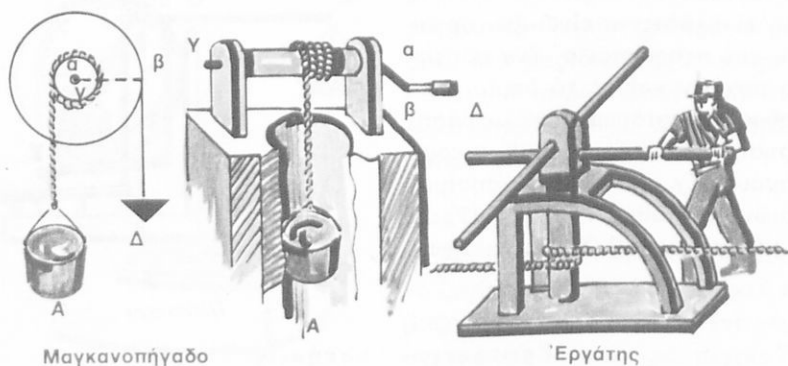
#### Ἑρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι ζυγός καί ἀπό τί ἀποτελεῖται;
- 2) Τί εἶναι τά σταθμά καί πού τά χρησιμοποιοῦμε;
- 3) Πῶς ζυγίζουμε ἓνα σῶμα μέ τό ζυγό;
- 4) Πότε μιά ζυγαριά εἶναι ἀκριβής καί πῶς ἐλέγχουμε τήν ἀκρίβειά της;
- 5) Πότε μιά ζυγαριά εἶναι εὐαίσθητη;
- 6) Τί εἶναι ὁ στατήρας καί ἀπό τί ἀποτελεῖται;
- 7) Πῶς ζυγίζουμε μέ τό στατήρα;
- 8) Τί θά συμβεῖ, ἂν ἀλλάξουμε τό βαρίδι τοῦ στατήρα;
- 9) Τί εἶναι ἡ πλάστιγγα καί πού χρησιμοποιεῖται;
- 10) Πῶς ἐλέγχουμε τήν ἀκρίβεια τοῦ στατήρα καί τῆς πλάστιγγας;
- 11) Πάρε ἓνα σῶμα καί ζύγισέ το σέ διάφορους ζυγούς. Ἄν δέ δείχνουν οἱ ζυγοί τό ἴδιο βάρους, τότε κάποιος ἀπ' αὐτούς δέ ζυγίζει μέ ἀκρίβεια. Μπορεῖς νά τόν ἀνακαλύψεις;

#### 5. Τό βαροῦλκο

Τό βαροῦλκο εἶναι ἓνα ὄργανο πού χρησιμεύει γιά νά ἀνυψώσουμε διάφορα βάρη. Εἶναι μοχλός πρώτου εἶδους καί ἀποτελεῖται ἀπό ἓναν κύλινδρο ξύλινο ἢ μεταλλικό, πού περιστρέφεται γύρω ἀπό ἓναν ἄξονα μέ χερουλί ἢ μέ ραβδιά στερεωμένα ἀκτινωτά στόν κύλινδρο.

Πάνω στόν κύλινδρο περιτυλίγεται ἓνα σχοινί τοῦ ὁποῖου τό ἓνα ἄκρο εἶναι δεμένο στόν κύλινδρο καί τό ἄλλο στό βαρῦ σῶμα πού θέλουμε νά μετατοπίσουμε. Ὄταν ὁ κύλινδρος περιστρέφεται, τό σχοινί τυλίγεται σ' αὐτόν καί τό βαρῦ σῶμα μετακινεῖται (εἰκ. 76)



Εικ. 76

Ο κύλινδρος μπορεί νά περιστρέφεται όριζόντια ή κάθετα. Όταν περιστρέφεται όριζόντια, όπως στά πηγάδια, τό βαρύ σώμα άνυψώνεται.

Τό βαρουλκο πού είναι τοποθετημένο σέ πηγάδι λέγεται μαγκάνι καί τό πηγάδι μαγκανοπήγαδο.

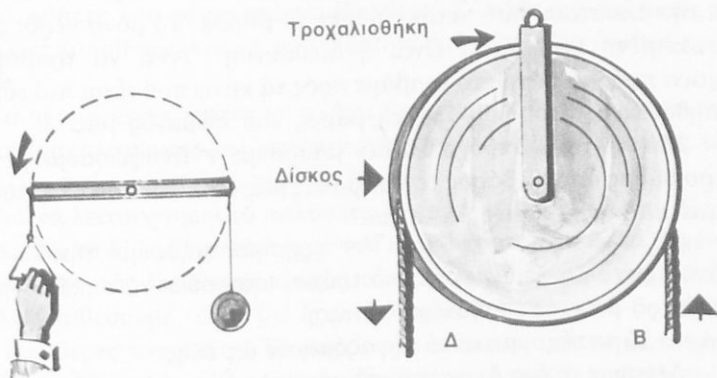
Όταν ό κύλινδρος περιστρέφεται κατακόρυφα, τότε σέρνουμε μέ τό σχοινί διάφορα βαριά σώματα πάνω στό έδαφος καί λέγεται έργατης. Ό έργατης χρησιμοποιείται κυρίως γιά νά βγάζουν στή στεριά μικρά πλοία.

## 6. Τροχαλίες

Αν πάρουμε ένα μοχλό α' είδους μέ ίσους μοχλοβραχίονες καί τόν περιστρέψουμε γύρω από τό ύπομόχλιό του κατά  $360^\circ$  θά διαγράψει άμέσως έναν τροχό. Ό τροχός, δηλαδή, είναι μοχλός α' είδους μέ ίσους μοχλοβραχίονες πού λειτουργεί κυκλικά καί τό ύπομόχλιό του όνομάζεται άξονας περιστροφής (εικ 77).

Αν τώρα στά δυό άκρα του άξονα αυτου προσθέσουμε μία θήκη μ' ένα άγκιστρο κι ανοίξουμε ένα αυλάκι στήν περιφέρεια του δίσκου του τροχου, θά έχουμε μία τροχαλία. Η θήκη τής τροχαλίας όνομάζεται τροχαλιοθήκη.

Όστε καί ή τροχαλία είναι μοχλός α' είδους καί χρησιμοποιείται



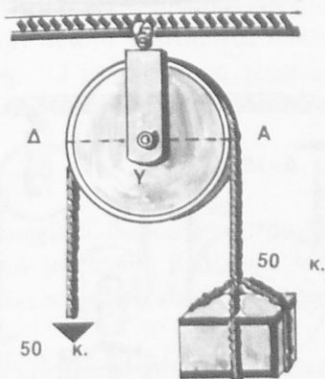
Είκ. 77

για ν' ανυψώνουμε ή νά κατεβάζουμε μεγάλα βάρη.

Ανάλογα μέ τόν τρόπο πού χρησιμοποιείται, ονομάζεται πάγια ή έλεύθερη τροχαλία.

α) **Πάγια τροχαλία.** Όταν θέλουμε ν' ανυψώσουμε ή νά κατεβάσουμε ένα βάρη χρησιμοποιώντας τήν τροχαλία, εργαζόμαστε ως έξης:

Στερεώνουμε τήν τροχαλία από τό άγκιστρο τής τροχαλιοθήκης κάπου καί περνάμε από τό αὐλάκι πού έχει ό δίσκος ένα σχοινί. Δένουμε κατόπιν στό ένα άκρο τοῦ σχοινοῦ τό βάρη πού θέλουμε ν' ανυψώσουμε καί τραβᾶμε από τό άλλο άκρο τό σχοινί. Παρατηροῦμε ότι τό βάρη ανεβαίνει, χωρίς ν' αλλάζει θέση ή τροχαλία. Αυτό τό είδος τής τροχαλίας ονομάζεται *άμετάθετη ή πάγια τροχαλία*.



Είκ. 78  
Πάγια τροχαλία

Η πάγια τροχαλία είναι μοχλός α' είδους μέ ίσους μοχλοβραχίονες. Έπομένως, δέν κερδίζουμε δύναμη χρησιμοποιώντας την (είκ. 78).

Ἐάν μετρήσουμε τό σχοινί πού τραβήξαμε, θά δοῦμε ὅτι εἶναι ἴσο μέ τήν ἀπόσταση πού μετακινήθηκε τό βάρος. Τό μόνο κέρδος στήν προκειμένη περίπτωση εἶναι ἡ διεύθυνση. Ἐντί νά τραβᾶμε τό σχοινί πρὸς τά πάνω, τό τραβᾶμε πρὸς τά κάτω πού εἶναι πιό εὐκόλο, βοηθοῦμενοι ἔτσι καί ἀπό τό βάρος τοῦ σώματός μας.

Μέ τήν πάγια τροχαλία δέν μποροῦμε ν' ἀνυψώσουμε μεγαλύτερο βάρος ἀπό τό βάρος τοῦ σώματός μας οὔτε καί νά κατεβάσουμε, γιατί παρασυρόμαστε ἀπ' αὐτό.

**β) Ἐλεύθερη τροχαλία.** Ἐάν χρησιμοποιήσουμε τήν ἴδια πιό πάνω τροχαλία μέ διαφορετικό τρόπο, μποροῦμε νά σηκώσουμε μεγαλύτερο βάρος μέ λιγότερη δύναμη.

Γιά νά τό πετύχουμε αὐτό ἐργαζόμαστε ὡς ἐξῆς:

Δένουμε τό ἓνα ἄκρο τοῦ σχοινοῦ τῆς τροχαλίας σ' ἓνα σταθερό σημεῖο καί κρεμάμε ἀπό τό ἄγκιστρο τῆς τροχαλιοθήκης τό βάρος πού θέλουμε ν' ἀνυψώσουμε. Ἐπειτα τραβᾶμε ἀπό τό ἄλλο ἄκρο τό σχοινί καί παρατηροῦμε ὅτι τό βάρος μαζί μέ τήν τροχαλία ἀνεβαίνει.

Αὐτό τό εἶδος τῆς τροχαλίας λέγεται *ἐλεύθερη* τροχαλία ἢ *μεταθετή*.

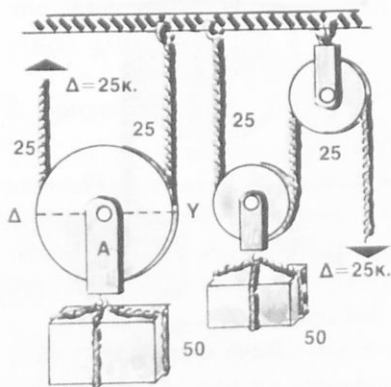
Ἡ ἐλεύθερη τροχαλία εἶναι μοχλός β' εἴδους μέ διπλάσιο τό μο-

χλοβραχίονα τῆς δυνάμεως ( $\Delta.Y.$ ) ἀπό τό μοχλοβραχίονα τῆς ἀντιστάσεως ( $A.Y.$ ). Ἐπομένως, μέ μιᾶ ἄλφα δύναμη μποροῦμε ν' ἀνεβάσουμε διπλάσιο βάρος (εἰκ. 79).

Ἐάν μετρήσουμε τό σχοινί πού τραβήξαμε, θά δοῦμε ὅτι κι αὐτό εἶναι διπλάσιο ἀπό τήν ἀπόσταση πού μετακινήθηκε τό βάρος. Ὅ,τι κερδίσαμε δηλαδή σέ δύναμη, τό χάσαμε σέ ἀπόσταση.

## 7. Πολύσπαστο.

Οἱ ἄνθρωποι γιά ν' ἀνυψώσουν ἢ νά κατεβάσουν μεγάλα βάρη ἐπινόησαν τά πολύσπαστα. Αὐτά εἶναι κατάλληλα συστήματα ἀπό



Εἰκ. 79  
Ἐλεύθερη τροχαλία

πάγιες και ελεύθερες τροχαλίες. Ἀποτελοῦνται συνήθως ἀπὸ δυὸ τροχαλιοθήκες, μιά πάγια και μιά ελεύθερη. Σέ κάθε μιά ἀπ' αὐτές οἱ τροχαλίες τοποθετοῦνται σέ κοινό ἄξονα και ἔχουν ἴσο ἀριθμὸ τροχαλιῶν.

Τὸ σχοινί προσδένεται μέ τὸ ἓνα ἄκρο του σ' ἓνα ἄγκιστρο τῆς πάγιας τροχαλιοθήκης και κατόπιν περνάει διαδοχικά ἀπὸ ὅλες τίς τροχαλίες και πρῶτα ἀπὸ μιά ελεύθερη.

Γιά νά λειτουργήσει τὸ πολύσπαστο τραβᾶμε ἢ ἀφήνουμε, κατά περίπτωσι, τὸ ἄλλο ἄκρο τοῦ σχοινοῦ και τὸ βάρος πού εἶναι δεμένο στό ἄγκιστρο τῆς ελεύθερης τροχαλιοθήκης ἀνεβαίνει ἢ κατεβαίνει.

Ἄς ὑποθέσουμε τώρα ὅτι ἔχουμε ἓνα πολύσπαστο μέ 5 πάγιες και 5 ελεύθερες τροχαλίες. Τὸ βάρος τοῦ σώματος πού σηκώνουμε μοιράζεται ἐξίσου στά 10 σχοινιά. Ἐπομένως, μποροῦμε ν' ἀνυψώσουμε τὸ σῶμα μέ δύναμη 10 φορές μικρότερη ἀπὸ τὸ βάρος του (εἰκ. 80).

Ἄν ἀνυψώσουμε τὸ βάρος κατά 2 μέτρα και μετρήσουμε τὸ σχοινί πού τραβήξαμε, θά δοῦμε ὅτι εἶναι 10 φορές μεγαλύτερο ἀπὸ τὴν ἀπόστασι τῶν 2 μέτρων πού μετακινήθηκε τὸ βάρος. Ὅ,τι κερδίσαμε δηλαδή κι ἐδῶ σέ δύναμη, τὸ χάσαμε σέ ἀπόστασι.

Οἱ γερανοί πού βλέπουμε στά λιμάνια, στά ἐργοστάσια και στά μεγάλα οἰκοδομικά ἔργα, χρησιμοποιοῦν τέτοια συστήματα πολύσπαστων και σηκώνουν τεράστια βάρη. Ὁ μεγαλύτερος γερανὸς στήν Ἑλλάδα βρίσκεται στά ναυπηγεῖα τῆς Ἐλευσίνας και σηκώνει μέχρι 500.000 κιλά βάρος.

### **Ἁ χρυσὸς κανὼνας τῆς μηχανικῆς**

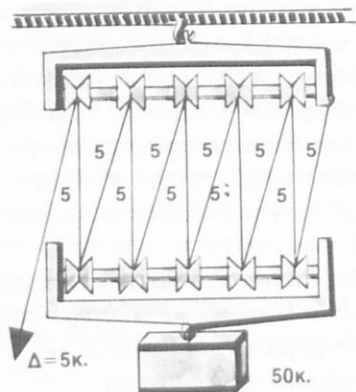
Ἀπὸ τὴ μελέτη τῶν ἀπλῶν μηχανῶν: μοχλοῦ, βαροῦλκου, τροχαλιῶν, πολύσπαστου και ὄλων γενικά τῶν μηχανῶν, βγάζουμε ἓνα πολὺ σπουδαῖο συμπέρασμα, πού ἀποτελεῖ τὸ χρυσὸ κανόνα τῆς μηχανικῆς:

*Ὅ,τι κερδίζουμε σέ δύναμη μέ τίς μηχανές, τὸ χάνουμε σέ ἀπόστασι.*

### **Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις**

- 1) Τί εἶναι τὸ βαροῦλκο και ἀπὸ τί ἀποτελεῖται;
- 2) Τί εἶναι τὸ μαγκάνι και τί ὁ ἐργάτης;

- 3) Τι είναι ο τροχός;
- 4) Τι είναι τροχαλία και πού χρησιμοποιείται;
- 5) Τι είναι πάγια και τί ελεύθερη τροχαλία και τί κερδίζουμε χρησιμοποιώντας τις;
- 6) Τι είναι τό πολύσπαστο και πώς λειτουργεί;



Εικ. 80  
Πολύσπαστο  
Κάθε σχοινί σηκώνει 5 κιλ.

- 7) Τι λέει ο χρυσός κανόνας της μηχανικής;
- 8) Βλέποντας τις εικόνες κάνε, αν μπορείς, ένα βαρούλκο χρησιμοποιώντας ένα καρούλι για κύλινδρο και ένα άδαιο κουτί για πηγάδι ή κάνε έναν έργατη.



## ΕΚΚΡΕΜΕΣ

### 1. Έννοια του χρόνου

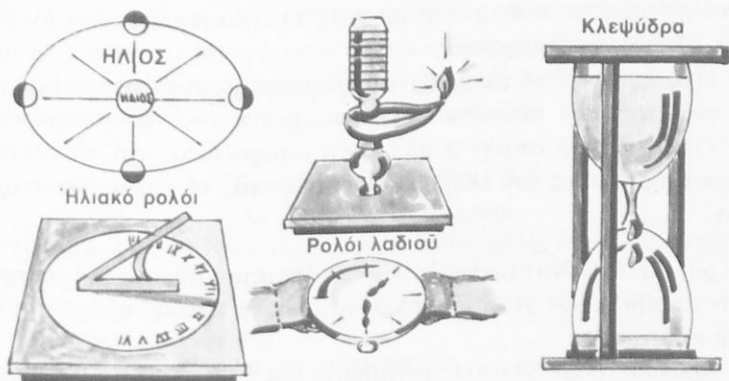
Τό παρόν, τού παρελθόν καί τό μέλλον, μποροῦν νά μᾶς δώσουν τήν έννοια τοῦ χρόνου.

Ὁ χρόνος εἶναι ἀξεπέραστος. Δέν ἔχει οὔτε ἀρχή οὔτε τέλος. Μέσα σ' αὐτόν γίνονται ὅλες οἱ μεταβολές στή φύση καί μέσα σ' αὐτόν ἐκτυλίσσονται διαδοχικά ὅλα τά γεγονότα: περασμένα, παρόντα καί μελλοντικά.

Γιά τόν ἄνθρωπο ὁ χρόνος ἔχει μεγάλη σημασία. Καθορίζοντας ὁ ἄνθρωπος τή διάρκεια τῶν χρονικῶν διαστημάτων ρυθμίζει τή ζωή του μέσα σ' αὐτά.

Μονάδα μετρήσεως τοῦ χρόνου εἶναι ἡ ἡμέρα. Ἡμέρα εἶναι ἡ διάρκεια τοῦ χρόνου πού ἀπαιτεῖται νά συμπληρώσει ἡ γῆ μιᾶ πλήρη περιστροφή γύρω ἀπό τόν ἄξονά της. Πολλαπλάσια τῆς ἡμέρας εἶναι οἱ μῆνες, τά ἔτη, οἱ αἰῶνες καί οἱ χιλιετηρίδες. Ὑποδιαιρέσεις αὐτῆς εἶναι οἱ ὥρες, τά λεπτά, τά δευτερόλεπτα κτλ. Στή Φυσική μονάδα μετρήσεως τοῦ χρόνου εἶναι τό 1'' (ἓνα δευτερόλεπτο).

Γιά τή μέτρηση τοῦ χρόνου χρησιμοποιοῦμε εἰδικά ὄργανα, πού λέγονται *χρονόμετρα* (εἰκ. 81).



Εἰκ. 81  
*Διάφορα χρονόμετρα*

### 2. Ἐκκρεμές

Τό ἀκριβέστερο χρονόμετρο πού χρησιμοποίησε ὁ ἄνθρωπος

πρίν από πολλά χρόνια είναι τό έκκρεμές.

Τό έκκρεμές είναι ένα πολύ απλό όργανο πού μπορεί καθένας μας νά τό κατασκευάσει, άρκεί από τήν άκρη μιās κλωστής νά δέσει ένα βάρος και νά τό κρεμάσει μέ τήν άλλη άκρη από ένα σταθερό σημείο (είκ. 82).

“Αν τώρα απομακρύνουμε τό βάρος από τήν κατακόρυφη θέση τής ισορροπίας του, παρατηρούμε ότι κινείται δεξιά κι άριστερά.

Οί κινήσεις αυτές λέγονται *αίωρήσεις* του έκκρεμοϋς. Η κίνηση πού κάνει από τή μιá άκρσία θέση στήν άλλη λέγεται *άπλή* αίωρηση, ενώ ή κίνηση πού κάνει από τή μιá άκρσία θέση στήν άλλη και ή έπιστροφή σ' αυτή λέγεται *πλήρης* αίωρηση. Ο χρόνος πού χρειάζεται για νά γίνει μιá πλήρης αίωρηση λέγεται *περίοδος* του έκκρεμοϋς.

Καθώς κινείται τό έκκρεμές σχηματίζεται ανάμεσα στίς δύο άκρσιες θέσεις του και τή θέση ήρεμίας από μιá γωνία  $\alpha$ , πού ονομάζεται *πλάτος* του έκκρεμοϋς.

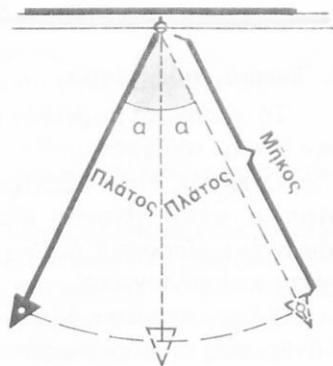
Η απόσταση από τό σημείο αναρτήσεως μέχρι τό κέντρο βάρους του σώματος, πού αίωρείται, λέγεται *μ ή κ ο ς* του έκκρεμοϋς.

“Ολα αυτά τά στοιχειά μās είναι απαραίτητα, για νά μελετήσουμε τούς νόμους του έκκρεμοϋς, εκτελώντας τά ακόλουθα πειράματα:

**Πείραμα 1ο.** Κατασκευάζουμε ένα έκκρεμές μήκους ενός μέτρου (στήν άκρίβεια 994 χιλ.) και τό αφήνουμε νά εκτελεί αίωρήσεις μικροϋ πλάτους.

Χρονομετράμε 30 άπλές αίωρήσεις και βρίσκουμε ότι διαρκούν 30 δευτερόλεπτα. “Αν ξαναμετρήσουμε τό χρόνο των 30 αίωρήσεων τή στιγμή πού πάει νά σταματήσει τό έκκρεμές και οί αίωρήσεις του έχουν πιό μικρό πλάτος, θά δοϋμε, ότι και τώρα γίνονται στήν ίδιο χρόνο.

“Αρα, οί αίωρήσεις μικροϋ πλάτους είναι ισόχρονες.



Είκ. 82  
Έκκρεμές

*Πείραμα 2ο.* Κάνουμε 4 φορές πλιό μικρό τό μήκος τοῦ παραπάνω ἔκκρεμοῦς καί χρονομετροῦμε τίς 30 ἀπλές αἰωρήσεις του. Βρίσκουμε ὅτι τίς ἐκτελεῖ στό μισό χρόνο, δηλαδή σέ 15 δευτερόλεπτα.

Ἄρα, ἡ περίοδος τοῦ ἔκκρεμοῦς ἐξαρτᾶται ἀπό τό μήκος του· μάλιστα, ὅταν αὐτό γίνεται 4 φορές μικρότερο, ἡ περίοδος του γίνεται δυό φορές μικρότερη.

*Πείραμα 3ο.* Παίρνουμε δυό τρία ἔκκρεμή πού ἔχουν τό ἴδιο μήκος, ἀλλά διαφορετικά βάρη. Τά θέτουμε σέ ταυτόχρονη κίνηση καί παρατηροῦμε ὅτι οἱ αἰωρήσεις πού ἐκτελοῦν εἶναι ἰσόχρονες.

Ἄρα, ἡ περίοδος τοῦ ἔκκρεμοῦς δέν ἐξαρτᾶται ἀπό τό βάρος του.

Ἐκεῖνος πού μελέτησε πρῶτος τούς νόμους τοῦ ἔκκρεμοῦς ἦταν ὁ Γαλιλαῖος, πού ἔζησε γύρω στά 1600 μ.Χ. στήν Πίζα τῆς Ἰταλίας.

Τό ἔκκρεμές χρησιμοποιεῖται στήν κατασκευή τῶν ρολογιῶν τοῦ τοίχου. Ἡ λειτουργία τους στηρίζεται στό νόμο τῶν ἰσόχρονων αἰωρήσεων. Σέ κάθε αἰώρηση τοῦ ἔκκρεμοῦς μετακινοῦνται μέ κατάλληλους μηχανισμούς οἱ δείκτες τοῦ ρολογιοῦ καί μᾶς δείχνουν τήν ὥρα.

Ὅπως καταλαβαίνουμε, οἱ κινήσεις τῶν δεικτῶν τοῦ ρολογιοῦ ἐξαρτῶνται ἀπό τίς αἰωρήσεις τοῦ ἔκκρεμοῦς κι αὐτές ἀπό τό μήκος του. Ὄταν οἱ αἰωρήσεις γίνονται γρήγορα καί οἱ δείκτες τοῦ ρολογιοῦ θά κινοῦνται γρήγορα καί τό ρολοῖ θά πηγαίνει μπροστά. Ὄταν οἱ αἰωρήσεις γίνονται ἀργά καί οἱ κινήσεις τῶν δεικτῶν τοῦ ρολογιοῦ θά γίνονται ἀργά καί τό ρολοῖ θά μένει πίσω.

### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Ποιά εἶναι ἡ μονάδα μετρήσεως τοῦ χρόνου;
- 2) Ποιά εἶναι τά πολλαπλάσια τῆς μονάδας αὐτῆς καί ποιές οἱ ὑποδιαιρέσεις τῆς;
- 3) Μέ τί μετροῦμε τό χρόνο;
- 4) Τί εἶναι τό ἔκκρεμές;
- 5) Ποιοί εἶναι οἱ νόμοι τοῦ ἔκκρεμοῦς;
- 6) Τί πρέπει νά κάνουμε, ὅταν ἕνα ἔκκρεμές ρολοῖ πηγαίνει μπροστά καί τί πίσω;
- 7) Κάνε καί σύ ἕνα ἔκκρεμές καί μελέτησε τούς νόμους του.

## 1. Ήρεμία – Κίνηση

Γύρω μας υπάρχουν πολλά σώματα πού τά βλέπουμε κάθε μέρα στην ίδια θέση. Λέμε λοιπόν γι' αυτά τά σώματα ότι βρίσκονται σέ άκίνησία ή ότι βρίσκονται σέ *κ α τ ά σ τ α σ η ή ρ ε μ ί α ς*.

Άλλα όμως σώματα, όπως έμεις, τ' αυτοκίνητα, τό φεγγάρι κτλ. αλλάζουν συνεχώς θέσεις, ακολουθώντας κάποιο δρόμο.

Ή συνεχής αλλαγή τών θέσεων ενός σώματος μέσα στό χώρο, λέγεται *κίνηση* και ό δρόμος πού ακολουθούν *τροχιά*. Ή τροχιά άλλοτε είναι ευθεία γραμμή, όπως συμβαίνει μ' ένα βαρύ σωμα πού πέφτει και άλλοτε καμπύλη γραμμή, όπως συμβαίνει μέ μιá πέτρα πού πετάμε πλάγια (είκ. 83).

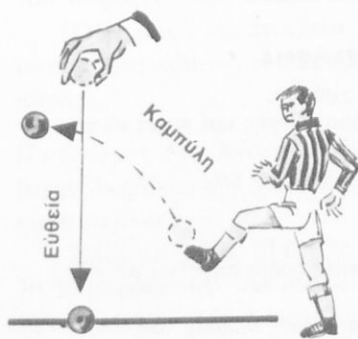
## 2. Δύναμη – Άρχή τής Άδράνειας

Ένα σωμα πού βρίσκεται σέ ήρεμία, γιά νά κινηθεί, πρέπει κάποια αίτια νά προκαλέσει τήν κίνησή του. Επίσης, όταν βρίσκεται σέ κίνηση, γιά νά σταματήσει, πρέπει κάποια αίτια πάλι νά προκαλέσει τό σταμάτημά του. Ή αίτια αυτή πού κάνει τά σώματα νά κινούνται, όταν ήρεμούν ή πού κάνει τά σώματα νά σταματούν, όταν κινούνται, λέγεται *δύναμη*.

*“Όστε ή δύναμη είναι ή αίτια πού μεταβάλλει τήν κινητική κατάσταση τών σωμάτων.*

Επομένως, αν πάνω σ' ένα σωμα πού ήρεμεί δέν ενεργήσει καμιά δύναμη, τότε αυτό τό σωμα θά εξακολουθεί νά βρίσκεται συνέχεια σέ ήρεμία.

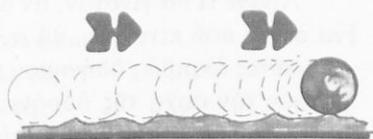
Επίσης, αν πάνω σ' ένα σωμα πού κινείται δέν ενεργήσει πάλι καμιά δύναμη, τότε αυτό τό σωμα θά εξακολουθεί νά κινείται συνέχεια μέ τήν ίδια ταχύτητα και ευθύγραμμα.



Είκ. 83  
Τροχιές

Σ' αυτά τουλάχιστον τά συμπεράσματα κατέληξαν οί δύο κορυφαίοι επιστήμονες τής Φυσικής, ο Γαλιλαίος καί ο Νεύτωνας, ύστερα από προσεκτικές μελέτες καί έρευνες πού έκαναν πάνω στό θέμα αυτό.

Ή ανακάλυψη αυτή του Γαλιλαίου πρώτα καί του Νεύτωνα μετά, σήμερα είναι γνωστή ως *αρχή τής αδράνειας*.



Εικ. 84

*Έξαιτίας τής τριβής ή μπάλα πού κυλάει στό έδαφος σταματάει*

### 3. Τριβή

Ή αρχή τής αδράνειας στό δεύτερο μέρος της έρχεται σέ αντίθεση μέ τίς καθημερινές μας έμπειρίες.

Καί πράγματι, αν κυλίσουμε μιά σφαίρα πάνω σ' ένα οριζόντιο επίπεδο, δέ θά κινείται συνέχεια καί ούτε μέ τήν ίδια ταχύτητα. Αν μάλιστα τό επίπεδο έχει αρκετά ανώμαλη επιφάνεια, θά δούμε ότι ή σφαίρα θά κινηθεί στην αρχή μέ κάποια ταχύτητα, πού σιγά σιγά θά μειώνεται, ώσπου στό τέλος θά μηδενιστεί καί θά σταματήσει. Αυτό συμβαίνει, γιατί ή σφαίρα, καθώς κυλάει πάνω στην ανώμαλη επιφάνεια, σκοντάφτει στίς ανωμαλίες της πού προβάλλουν έτσι κάποια αντίσταση στην κίνησή της καί μειώνουν τήν ταχύτητά της, μέ αποτέλεσμα νά τή μηδενίσουν καί ή σφαίρα νά σταματήσει (εικ. 84).

Όπως καταλαβαίνουμε, όσο πιό ανώμαλη είναι ή επιφάνεια τόσο πιό μεγάλη θά είναι καί ή αντίσταση πού θά προβάλλουν οί ανωμαλίες της στην κίνηση τής σφαίρας.

Αντίθετα, όσο πιό λίγες είναι οί ανωμαλίες αυτές τόσο πιό μικρή θά είναι καί ή αντίσταση καί ή σφαίρα θά διανύσει πιό μεγάλο διάστημα.

Αντίσταση στην κίνηση τής σφαίρας παρουσιάζει καί ο άέρας, αλλά γι' αυτήν θά μās δοθεί ευκαιρία νά μιλήσουμε έκτενέστερα σ' άλλα μας μαθήματα.

Ἡ ἀντίσταση αὐτὴ πού προβάλλει ἡ ἐπιφάνεια μέ τίς λίγες ἢ πολλές ἀνωμαλίες της, καθὼς καὶ ὁ ἀέρας, στήν κίνηση τῆς σφαίρας, λέγεται *τριβή*. Ὅ,τι συμβαίνει μέ τή σφαίρα, τό ἴδιο συμβαίνει καί μέ κάθε σῶμα πού κινεῖται. Πάντοτε στήν κίνησή του παρουσιάζεται ἡ ἀντίθετη δύναμη τῆς τριβῆς, πού τό κάνει νά σταματήσει.

Ἄραγε τί θά γινόταν, ἂν δέν ὑπῆρχε καθόλου τριβή; Ἀσφαλῶς, ἓνα σῶμα πού κινιόταν, θά συνέχιζε νά κινεῖται ἀδιάκοπα. Οἱ σκέψεις αὐτές ἀκριβῶς ὀδήγησαν τό Γαλιλαῖο καί τό Νεύτωνα νά διατυπώσουν τήν ἀρχή τῆς ἀδράνειας, πού ἀναφέραμε πιό πάνω.

Ἡ σημασία τῆς τριβῆς εἶναι τεράστια. Χάρη στή δύναμη τῆς τριβῆς μπορούμε καί βαδίζουμε σταθερά στό δρόμο. Ἴσως δοκιμάσατε πόσο δύσκολο εἶναι τό βάδισμα πάνω σέ παγωμένο δρόμο, ὅπου ἡ τριβή εἶναι πολύ μικρή. Θά ἦταν τελείως ἀδύνατο, ἂν δέν ὑπῆρχε καθόλου τριβή. Ἐπίσης θά ἦταν ἀδύνατο νά κινήσουμε ἓνα ὄχημα ἢ νά μεταδώσουμε τήν κίνηση μέ ἱμάντες. Τά φρένα τῶν ὀχημάτων θά μᾶς ἦταν τελείως ἄχρηστα, χωρὶς τήν τριβή.

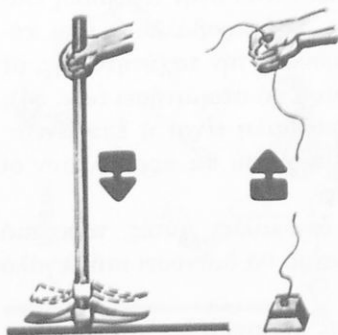
#### 4. Ἡ ἀδράνεια τῆς ὕλης καί οἱ ἐφαρμογές της

Εἶπαμε ὅτι τά σῶματα πού βρίσκονται σέ ἠρεμία ἢ σέ κίνηση, γιά νά περάσουν ἀπό τή μιά κατάσταση στήν ἄλλη, πρέπει νά ἐνεργήσει πάνω τους μιά δύναμη.

Τά σῶματα ὁμως ἀντιδρῶν στή δύναμη πού πάει νά μεταβάλλει

τήν κινητική τους κατάσταση, γιατί θέλουν νά τή διατηρήσουν. Τή χαρακτηριστική αὐτή ιδιότητα τῶν σωμάτων, πού θέλουν νά διατηρήσουν τήν κινητική κατάσταση στήν ὁποία βρίσκονται καί ἀντιδρῶν σέ κάθε δύναμη πού πάει νά τή μεταβάλλει, τήν ὀνομάζουμε *ἀδράνεια*.

Ἡ ἀδράνεια αὐτὴ τῶν σωμάτων ἐκδηλώνεται πιό ἔντονα, ὅταν ἐπιχειροῦμε νά μεταβάλλουμε τήν κατάσταση τῶν σωμάτων ἀπότομα (εἶκ. 85).



Εἶκ. 85

Ἀποτελέσματα τῆς ἀδράνειας

Καί πράγματι· μέ τό άπότομο ξεκίνημα του άυτοκινήτου, οί έπιβάτες γέρονουν προς τά πίσω. "Όταν όμως τό ξεκίνημα γίνεται σιγά σιγά, τότε δέ συμβαίνει αυτό, γιατί ή μεταβολή τής κινητικής καταστάσεως των σωμάτων γίνεται βαθμιαία και ή αντίσταση που παρουσιάζουν είναι μηδαμινή και άνεπαίσθητη.

### Έρωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Πότε ένα σώμα ήρεμεί και πότε κινείται;
- 2) Τί είναι ή τροχιά και πόσα τά είδη της;
- 3) Τί είναι δύναμη;
- 4) Τί λέει ή αρχή τής αδράνειας; Ποιός τή διατύπωσε;
- 5) Τί είναι ή τριβή; Πότε είναι μεγαλύτερη και πότε μικρότερη;
- 6) "Αν δέν ύπήρχε καθόλου τριβή, θά μπορούσαμε νά κινήσουμε ή νά σταματήσουμε ένα άυτοκίνητο ή ένα τραίνο; Οί άνθρωποι και τά ζώα θά μπορούσαν νά περπατάνε; Πώς τό έξηγείς;
- 7) Τί είναι ή αδράνεια τής ύλης; Πότε έκδηλώνεται έντονότερα;
- 8) Τί πρέπει νά κάνεις, όταν κατεβαίνεις από ένα όχημα που κινείται, για νά μήν πέσεις;
- 9) Τί θά συμβεί, αν τραβήξεις άπότομα ένα πιάτο μέ νερό; έξηγήσέ το.
- 10) Πάρε τά πούλια από τό τάβλι και βάλτα τό ένα πάνω στό άλλο. Μ' ένα άλλο πούλι χτύπα δυνατά τό πρώτο από κάτω. Τί θά παρατηρήσεις; έξηγήσε τό φαινόμενο.

## 1. Τί είναι κεντρομόλος δύναμη

Όταν τρέχουμε μ' ένα ποδήλατο σ' εὐθύ καί ὀμαλό δρόμο χωρὶς νά καταβάλουμε, γιὰ λίγο φυσικά, μέ τό «πεντάλ» δύναμη, θά κινούμαστε εὐθύγραμμα ἕξαιτίας τῆς ἀδράνειας. Μόλις ὅμως μποῦμε στό δρόμο μιᾶς κυκλικῆς πλατείας, τότε πρέπει νά γείρουμε τό σῶμα μας καί τό ποδήλατο μαζί πρός τό ἐσωτερικό τῆς πλατείας, γιὰ νά μήν κινήθουμε εὐθύγραμμα καί βγοῦμε ἔξω ἀπό τό δρόμο.

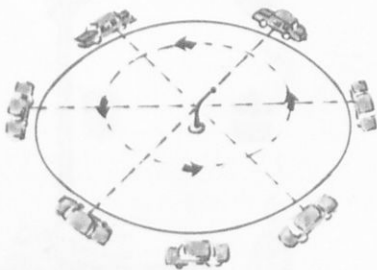
Αὐτό ἐξηγεῖται ὡς ἑξῆς: Τό σῶμα μας καί τό ποδήλατο ἕξαιτίας τῆς ἀδράνειας κινοῦνται εὐθύγραμμα σέ κάθε σημεῖο τῆς καμπῆς τοῦ δρόμου.

Ἄν δέ γείρουμε πρός τό ἐσωτερικό τῆς πλατείας, γιὰ ν' ἀντιδράσουμε μέ τό βάρος μας στήν ἀδράνεια πού μᾶς κινεῖ εὐθύγραμμα, τότε ἡ ἴδια ἡ ἀδράνεια θά μᾶς κινήσει εὐθύγραμμα καί θά βγοῦμε ἔξω ἀπό τό δρόμο.

*Πείραμα :*

Σ' ἓνα δάπεδο μέ ὅσο γίνεται πιό ὀμαλή ἐπιφάνεια στερεώνουμε κάθετα ἓνα ἀτσάλινο σύρμα μήκους 20 ἑκ. (εἰκ. 86).

Στήν κορυφή του δένουμε μιά γερή κλωστή – μισό μέτρο περίπου – καί στήν ἄλλη ἄκρη τῆς κλωστής ἓνα αὐτοκινητάκι κοντά ἀπό τό κέντρο βάρους του καί βάζουμε τό μηχανισμό του σέ λειτουργία.



Εἰκ. 86

*Κεντρομόλος καί φυγόκεντρη δύναμη*

Τό αὐτοκινητάκι στήν ἀρχή κινεῖται εὐθύγραμμα. Μόλις ὅμως τενωθεῖ ἡ κλωστή, ἡ εὐθύγραμμη κίνηση του μεταβάλλεται σέ κυκλική, γιατί τό σύρμα, πού βρίσκεται στό κέντρο τῆς κυκλικῆς τροχιᾶς, διά μέσου τῆς κλωστής ἀσκεῖ πάνω στό αὐτοκινητάκι μιά δύναμη πού προσπαθεῖ νά τό φέρει πρός τό μέρος του καί δέν τό ἀφή-



νει ν' απομακρυνθεί. Η δύναμη αυτή λέγεται *κεντρομόλος* δύναμη και είναι ή αιτία πού κάνει ν' αλλάζει τήν εϋθύγραμμη πορεία του τό αυτοκινητάκι. Αυτό γίνεται σέ κάθε κυκλική κίνηση.

*"Ωστε ένα σώμα πού κινείται, γιά νά κάνει κυκλική τροχιά, πρέπει νά ασκηθεί πάνω του ή κεντρομόλος δύναμη.*

"Όσο τό αυτοκινητάκι κινείται κυκλικά, τό άτσάλινο σύρμα λυγίζει πρós τό μέρος του, γιατί εξαιτίας τής αδράνειας θά έπρεπε νά κινείται εϋθύγραμμα, ένω ή κεντρομόλος δύναμη τό τραβάει πρós τό κέντρο και τό αναγκάζει νά κινείται κυκλικά.

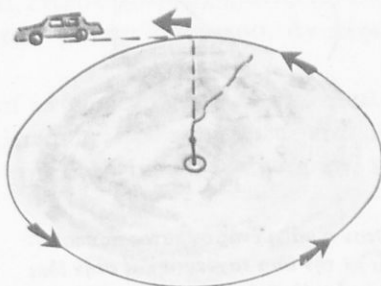
"Αν κατά τήν περιστροφική κίνηση του αυτοκινήτου μας κόψουμε μ' ένα ψαλίδι τήν κλωστή και πάψει νά ασκείται πάνω στό αυτοκινητάκι ή κεντρομόλος δύναμη, τότε αυτό θά κινηθεί εϋθύγραμμη, όπως λέει ή αρχή τής αδράνειας. (εικ. 87).

*"Ωστε ή αδράνεια είναι εκείνη πού κάνει τά σώματα νά ξεφεύγουν από τήν κυκλική τους τροχιά.*

## 2. Νόμοι τής κεντρομόλου δυνάμεως

*Πείραμα 1ο.* Δένουμε δύο διαφορετικά βάρη στά δύο άκρα μιās γερής κλωστής και τά περιστρέφουμε διαδοχικά μέ τήν ίδια ταχύτητα, κρατώντας σφιχτά στό χέρι μας πότε τό ένα βάρη και πότε τό άλλο. (εικ. 88).

Παρατηρούμε ότι: όταν περιστρέφουμε τό βαρύτερο σώμα, χρειάζεται νά καταβάλουμε πιό μεγάλη κεντρομόλο δύναμη, γιά νά τό συγκρατήσουμε ή τό αντίθετο: ή φυγόκεντρη δύναμη πού αναπτύσσεται από τό βαρύτερο σώμα στό χέρι μας είναι πιό μεγάλη από αυτήν πού αναπτύσσεται από τό πιό έλαφρό.

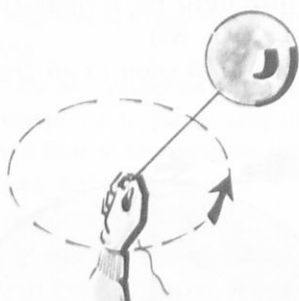
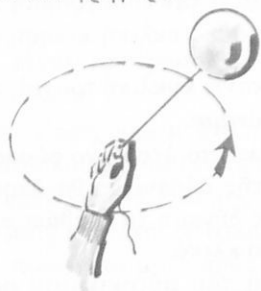


Εικ. 87

*Εξαιτίας τής αδράνειας τό αυτοκινητάκι ακολουθεί εϋθύγραμμη πορεία*

*Πείραμα 2ο.* Έάν τό ένα από τά δύο βάρη τό περιστρέφουμε ή μά φορά σιγά και τήν άλλη πιό γρήγορα, θά διαπιστώσουμε ότι

ἀναπτύσσεται πολύ μεγαλύτερη κεντρομόλος δύναμη, ὅταν τὸ σῶμα κινεῖται πιό γρήγορα.



Εἰκ. 88

Ὅταν ἡ μάζα ἐνὸς σώματος πού κινεῖται μέ τήν ἴδια ταχύτητα καί στήν ἴδια τροχιά ἀύξηθεῖ, ἀύξάνεται καί ἡ κεντρομόλος δύναμη

*Πείραμα 3ο.* Ἐάν περιστρέψουμε πάλι τὸ ἓνα ἀπό τὰ δύο βάρη τή μιὰ φορά μέ ὅλο τὸ μήκος τῆς κλωστής καί τήν ἄλλη φορά μέ τὸ μισό μήκος τῆς κλωστής, ἀλλά μέ τήν ἴδια ταχύτητα, θά διαπιστώσουμε ὅτι τή δεύτερη φορά ἀναπτύσσεται μεγαλύτερη κεντρομόλος δύναμη (εἰκ. 88).

Ὡστε ἡ κεντρομόλος καί ἡ φυγόκεντρον δύναμη ἐξαρτῶνται: α) ἀπό τήν ταχύτητα πού κινεῖται τὸ σῶμα, β) ἀπό τὸ βᾶρος τοῦ σώματος καί γ) ἀπό τήν ἀκτίνα περιστροφῆς.

### Ἐφαρμογές

Μέ τήν κεντρομόλο δύναμη ἐξηγοῦνται πολλά φαινόμενα. Ἐχοντας ὑπόψη μας τοὺς νόμους τῆς κεντρομόλου δυνάμεως, κάνουμε μελετημένες κατασκευές καί συμπεριφερόμαστε ἀνάλογα, ὅπου ἀναπτύσσεται αὐτή:

1. Στῆς στροφές τῶν δρόμων τ' αὐτοκίνητα, τὰ τραίνα, τὰ ποδήλατα κτλ. ἐλαττώνουν ταχύτητα, γιά νά μήν ἀνατραποῦν.
2. Ὅταν ἓνας ποδηλάτης, ἓνας δρομέας, ἓνας καβαλάρης, κτλ. κινεῖται κυκλικά, γέρνει τὸ σῶμα του πρὸς τὸ ἐσωτερικό μέρος τοῦ κύκλου, γιά ν' ἀντιδράσει μέ τὸ βᾶρος τοῦ σώματός του στήν ἀδράνεια, πού θέλει νά τόν κινήσει εὐθύγραμμα
3. Οἱ κατασκευαστές τῶν σιδηροδρομικῶν γραμμῶν κάνουν τήν ἐξωτερική γραμμή στῆς στροφές ψηλότερα ἀπό τήν ἐσωτερική, ἔτσι ὥστε οἱ συρμοί νά γέρνουν πρὸς τὰ μέσα, γιά τόν ἴδιο πιό πάνω λόγο.

Τό ίδιο γίνεται καί στίς στροφές τῶν δρομῶν.

4. Στά στεγνοπήρια τῶν πλυντηρίων τά βρεγμένα ροῦχα περιστρέφονται μέ μεγάλη ταχύτητα μέσα σ' ἕνα τρυπητό κάδο.

Ἔτσι, οἱ σταγόνες τοῦ νεροῦ, πού θά βρεθοῦν μπροστά στίς τρύπες, θά πεταχτοῦν πρὸς τά ἔξω, γιατί δέ θ' ἀσκεῖται πλέον πάνω του ἡ κεντρομόλος δύναμη ἀπό τά τοιχώματα τοῦ κάδου καί τά ροῦχα θά στεγνώσουν.

5. Ὁ μελιτοεξαγωγέας εἶναι ἕνα μηχανήμα μέ τό ὁποῖο παίρνουμε τό μέλι ἀπό τίς κυρῆθρες, χωρίς νά τίς χαλάσουμε μέ φυγοκέντρωση.

6. Ἡ κατασκευή τῶν κυλινδρικών σωλήνων, τῶν φιαλῶν κτλ. γίνεται μέ φυγοκέντρωση.

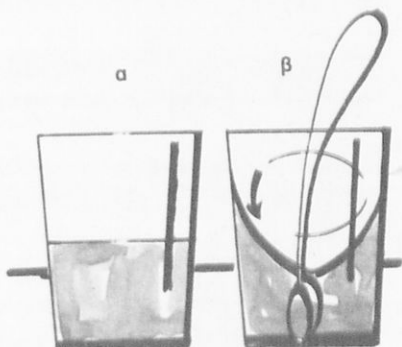
*Πείραμα:* Βάζουμε σ' ἕνα ποτήρι νερό μέχρι τή μέση καί μ' ἕνα κουταλάκι τό περιστρέφουμε γρήγορα (εἰκ. 89).

Βλέπουμε ὅτι τό νερό σπρώχνεται πρὸς τά τοιχώματα τοῦ ποτηριοῦ καί ἀνεβαίνει ψηλότερα σ' αὐτά, ἐνῶ στή μέση σχηματίζεται ἕνα κοίλωμα. Τό κοίλωμα πού ἀνοίγεται, γίνεται βαθύτερο, ἂν περιστρέψουμε τό νερό πιό γρήγορα.

Κατά τόν ἴδιο τρόπο ὠθεῖται καί τό λιωμένο μέταλλο ἢ τό γυαλί στά τοιχώματα τῶν κυλινδρικών καλουπιῶν, πού περιστρέφονται μέ μεγάλη ταχύτητα καί σχηματίζουν τούς διάφορους σωλήνες καί τ' ἄλλα κυλινδρικά ἀντικείμενα.

7. Οἱ τεχνητοί δορυφόροι ἀναγκάζονται νά περιστρέφονται γύρω ἀπό τή γῆ, ἐξαιτίας τῆς κεντρομόλου δυνάμεως πού ἀναπτύσσεται πάνω σ' αὐτούς ἀπό τήν ἔλξη τῆς γῆς.

8. Ἡ διαπλάτυση τῆς γῆς ὀφείλεται στήν περιστροφική κίνηση γύρω ἀπό τόν ἄξονα της, ὅπως ἀποδεικνύεται μέ τή φυγοκεντρική μηχανή καί τούς διαπλάτνόμενους δακτυλίους.



Εἰκ. 89

Μέ τήν περιστροφική κίνηση τό νερό ὠθεῖται στά τοιχώματα καί σχηματίζει κοίλωμα

## Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

1. Πότε ἓνα κινητό σῶμα κάνει κυκλική τροχιά;
  2. Τί εἶναι ἡ κεντρομόλος δύναμη;
  3. Ποῦ ἀσκεῖται ἡ κεντρομόλος δύναμη;
  4. Ποιά αἰτία εἶναι ἐκείνη πού ἐκτρέπει ἓνα κινητό σῶμα ἀπό τήν κυκλική του πορεία;
  5. Ποιοί εἶναι οἱ νόμοι τῆς κεντρομόλου δυνάμεως;
  6. Γιατί ὁ ποδηλάτης γέρνει στή στροφή τοῦ δρόμου;
  7. Ποῦ ἔχουμε ἐφαρμογή τῆς κεντρομόλου δυνάμεως;
  8. Ποιά δύναμη ἀναγκάζει τοὺς τεχνητοὺς δορυφόρους νά κινοῦνται γύρω ἀπό τή γῆ;
- Κάνε μόνος σου τά πειράματα καί ἐξακρίβωση τήν ἀλήθεια τῶν νόμων τῆς κεντρομόλου δυνάμεως.

## ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

## 1. Τί είναι πίεση

Τοποθετούμε πάνω στο χέρι μας ένα σώμα βαρύ και άμεσως αισθανόμαστε το χέρι μας να ώθειται από το σώμα προς τα κάτω με δύναμη. Τότε λέμε ότι το βαρύ σώμα πιέζει το χέρι μας ή ότι ασκεί πίεση πάνω σ' αυτό.

*Πείραμα.* Τοποθετούμε το μολύβι μας ὀρθια πάνω σ' έναν κύβο από πλαστελίνη.\* Ήπειτα στηρίζουμε πάνω σ' αυτό ένα βαρύ σώμα. Παρατηρούμε ότι το μολύβι εισχωρεί μέσα στην πλαστελίνη.

Αυτό γίνεται, γιατί το βαρύ σώμα δημιουργεί πίεση, εξαιτίας του βάρους του, στην επιφάνεια πού ἔρχεται σ' ἐπαφή.

Ἐπαναλαμβάνουμε το πείραμα σέ μιά ἄλλη ἔδρα τοῦ κύβου μέ τά ἴδια ὑλικά καί παρεμβάλλουμε ἀνάμεσα στό μολύβι καί στην πλαστελίνη μιά δραχμή. Παρατηροῦμε ὅτι ἡ δραχμή ἐλάχιστα βυθίζεται στην πλαστελίνη.

Αυτό γίνεται, γιατί το βάρος τοῦ σώματος τώρα μοιράζεται σέ μεγαλύτερη ἐπιφάνεια.

Ἐπαναλαμβάνουμε καί πάλι τά ἴδια πειράματα σέ ἄλλες ἔδρες τοῦ κύβου, βάζοντας ἐπάνω στό μολύβι ἄλλο σώμα πιό βαρύ. Παρατηροῦμε ὅτι το μολύβι καί ἡ δραχμή βυθίζονται ἀκόμα περισσότερο μέσα στην πλαστελίνη.

Ἀπό τά παραπάνω πειράματα βγάζουμε τό ἐξῆς συμπέρασμα: Ἐνα βαρύ σώμα πού τοποθετεῖται πάνω σέ μιά ἐπιφάνεια τήν πιέζει ἐξαιτίας τοῦ βάρους του.

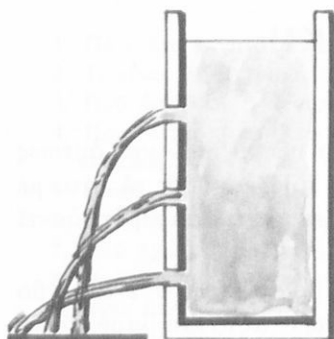
Ἡ πίεση αὐτή εἶναι τόσο μεγαλύτερη, ὅσο μεγαλύτερο εἶναι τό βάρος τοῦ σώματος καί ὅσο μικρότερη εἶναι ἡ ἐπιφάνεια στην ὁποία μοιράζεται αὐτό τό βάρος.

Γνωρίζουμε ὅτι τό βάρος τῶν σωμάτων εἶναι δύναμη. Ἔτσι, πίεση μποροῦμε νά δημιουργήσουμε μέ ὁποιαδήποτε δύναμη.

Τήν ἔννοια τῆς πίεσεως δέν τή συναντᾶμε μόνο στά στερεά ἀλλά καί στά ὑγρά καί στά ἀέρια, ὅπως θά δοῦμε στά παρακάτω μαθήματα.

\* Ἡ πλαστελίνη πρέπει νά εἶναι μαλακιά.

## Ἐφαρμογές



Εἰκ. 90  
Ὑδροστατική πίεση

Σέ πολλές περιπτώσεις ὁ ἄνθρωπος ἐνδιαφέρεται νά ἐλαττώσει ἢ νά αὐξήσει τήν πίεση πού δημιουργεῖται. Ὅταν θέλει νά τήν ἐλαττώσει, χρησιμοποιεῖ ἐργαλεῖα πού ἔχουν μεγάλη ἐπιφάνεια ἐπαφῆς καί ὅταν θέλει νά τήν αὐξήσει, χρησιμοποιεῖ ἐργαλεῖα πού ἔχουν μικρή ἐπιφάνεια ἐπαφῆς.

Ἐτσι, μέ τά χιονοπέδιλα μπορεῖ καί βαδίζει στά χιόνια, χωρίς νά βυθίζεται καί μέ τά διάφορα κοπτικά ἐργαλεῖα μαχαίρι, κοπίδι, ψαλίδι κτλ. μπορεῖ καί κόβει εὐκολα.

## Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

1. Τί δημιουργοῦν τά σώματα μέ τό βάρος τους στίς ἐπιφάνειες πού ἔρχονται σ' ἐπαφή;
2. Πῶς μπορούμε νά αὐξήσουμε καί νά ἐλαττώσουμε τήν πίεση πού δημιουργεῖται ἀπό ἕνα σῶμα;
3. Γιατί ἀκονίζουμε τά κοπτικά ἐργαλεῖα;
4. Κάρφωσε δύο ἴδια καρφιά, τό ἕνα μέ μύτη καί τό ἄλλο χωρίς μύτη, σ' ἕνα ξύλο. Τί παρατηρεῖς καί πῶς ἐξηγεῖται αὐτό πού παρατηρεῖς;

## 2. Ὑδροστατική πίεση

Παίρνουμε ἕνα βαθύ κυλινδρικό δοχεῖο κι ἀνοίγουμε τρεῖς τρύπες σέ διάφορα ὕψη ἀπό τή βάση. Ἄμα γεμίσουμε τό δοχεῖο μέ νερό, θά παρατηρήσουμε ὅτι τό νερό τρέχει μέ μεγαλύτερη ὀρμή ἀπό τήν πῶ χαμηλή τρύπα (εἰκ. 90).

Αὐτό γίνεται, γιατί τά στρώματα τοῦ νεροῦ πού βρισκονται πάνω ἀπό τίς τρύπες πιέζουν μέ τό βάρος τους τό νερό στά σημεῖα αὐτά καί τό ὠθοῦν μέ ὀρμή πρὸς τά ἔξω. Τήν πίεση αὐτή, πού ὀφείλεται στό βάρος τῶν στρωμάτων τοῦ νεροῦ πού εἶναι πιθ' ψηλά, τήν ὀνομάζουμε *ὑδροστατική πίεση*.

Τήν ὑδροστατική πίεση μπορούμε νά τήν παραβάλουμε μέ τήν

πίεση πού ασκοῦν 3-4 ὄμοια τοῦβλα πάνω σέ ἰσάριθμα ὄμοια σφουγγάρια τοποθετημένα ἐναλλακτικά τό ἕνα πάνω στό ἄλλο.

Ὅπως τό κατώτερο σφουγγάρι δέχεται τήν περισσότερη πίεση καί πατιέται πιά πολύ ἀπό τ' ἄλλα, ἔτσι καί τά κατώτερα στρώματα τοῦ νεροῦ δέχονται περισσότερη πίεση ἀπό τ' ἀνώτερα.

### 3. Ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τῶν ὑγρῶν πού ἰσορροποῦν

Μέσα σέ μιά λεκάνη χύνουμε νερό καί περιμένουμε λίγο νά ἡρεμήσει. Μόλις γίνει αὐτό, τό νερό παίρνει τό σχῆμα τῆς λεκάνης καί σχηματίζει στό ἐπάνω μέρος μιά ἐπίπεδη ἐπιφάνεια πού ἔρχεται σ' ἐπαφή μέ τόν ἀτμοσφαιρικό ἀέρα. Αὐτή ἡ ἐπιφάνεια λέγεται *ἐλεύθερη ἐπιφάνεια* τοῦ νεροῦ.

Ὅ,τι γίνεται μέ τό νερό, γίνεται μέ κάθε ὑγρό.

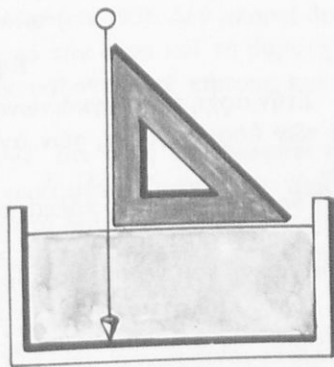
Ἐλέγχοντας τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τῶν ὑγρῶν πού ἰσορροποῦν μ' ἕνα γνώμονα καί τό νῆμα τῆς στάθμης (εἰκ. 91), διαπιστώνουμε ὅτι εἶναι *ὀριζόντιο ἐπίπεδο*.

### 4. Συγκοινωνοῦντα δοχεῖα

Τά δοχεῖα πού ἔχουν κάποιο ἄνοιγμα κοντά στόν πυθμένα καί συγκοινωνοῦν μεταξύ τους μέ τό ἄνοιγμα αὐτό, λέγονται *συγκοινωνοῦντα δοχεῖα*.

Χαρακτηριστικό γνώρισμα τῶν συγκοινωνούντων δοχείων εἶναι ὅτι ὅταν σ' ἕνα ἀπό αὐτά χύσουμε νερό ἢ ἕνα ἄλλο ὑγρό, αὐτό θά πάει σέ ὅλα τά δοχεῖα.

Παίρνουμε λοιπόν τή συσκευή τῶν συγκοινωνούντων δοχείων πού μᾶς διέθεσε τό Ὑπουργεῖο Παιδείας καί χύνουμε χρωματιστό νερό σ' ἕνα ἀπό αὐτά. Βλέπουμε ὅτι τό νερό πηγαίνει καί σ' ἄλλα δοχεῖα. Μάλιστα, ὅταν ἡρεμήσει, τότε σέ ὅλα τά δοχεῖα βρίσκεται στό ἴδιο ὀριζόντιο ἐπίπεδο. (εἰκ. 92).



Εἰκ. 91

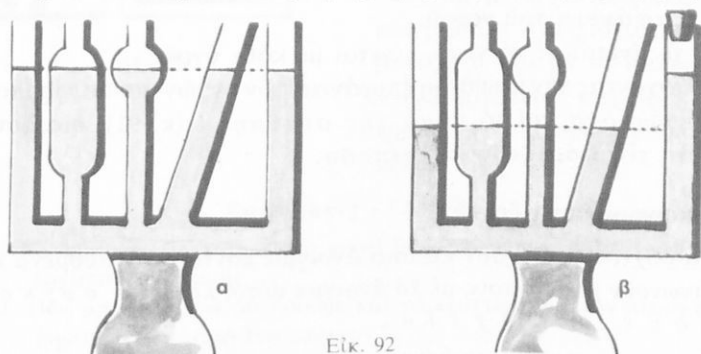
Ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τῶν ὑγρῶν πού ἰσορροποῦν εἶναι ὀριζόντιο ἐπίπεδο

Ἄν τώρα πωματίσουμε καλά ἓνα ἀπό τά δοχεῖα – τό πιό λεπτό καλύτερο – καί χύσουμε ἀπό τά ἄλλα λίγο νερό, θά δοῦμε ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ στό δοχεῖο πού πωματίσαμε, βρίσκεται ψηλότερα ἀπό τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ τῶν ἄλλων δοχείων (εἰκ. 92).

Ἀπό τά παραπάνω πειράματα βγάζουμε τό ἑξῆς συμπέρασμα:

*Ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια ἑνός καί τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, πού εἶναι μέσα σέ συγκοινωνοῦντα δοχεῖα, βρίσκεται στό ἴδιο ὀριζόντιο ἐπίπεδο.*

Τό συμπέρασμα αὐτό εἶναι γνωστό ὡς ἀρχή τῶν συγκοινωνούντων δοχείων καί ἔχει πολλές ἐφαρμογές στήν καθημερινή ζωή.



Εἰκ. 92

*Μόνο ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ στά συγκοινωνοῦντα δοχεῖα βρίσκεται στό ἴδιο ὀριζόντιο ἐπίπεδο*

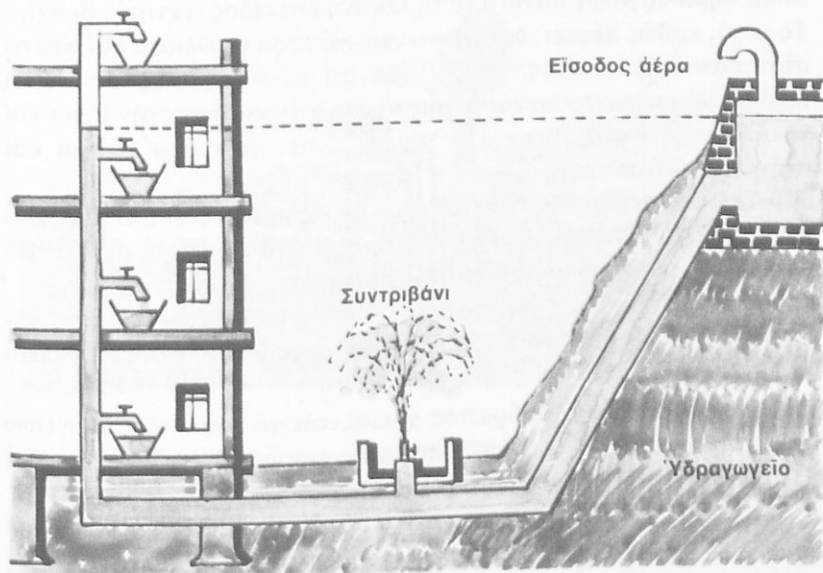
### Ἐφαρμογές

Στήν ἀρχή τῶν συγκοινωνούντων δοχείων στηρίζεται ἡ λειτουργία τῶν ὑδραγωγείων, τῶν ἀναβρυτηρίων, τῶν ἀρτεσιανῶν νερῶν κτλ.

**α) Ὑδραγωγεῖα.** Στίς πόλεις καί στά περισσότερα χωριά ἡ διανομή τοῦ νεροῦ γίνεται μέ ὑπόγειους σωλῆνες, οἱ ὁποῖοι συγκοινωνοῦν μέ τή δεξαμενή τοῦ νεροῦ πού βρίσκεται στό ψηλότερο συνήθως μέρος τῆς πόλης καί καταλήγουν στίς βρύσες τῶν σπιτιῶν. Ὁλόκληρο τό σύστημα τῆς ἀποθηκεύσεως καί διοχετεύσεως τοῦ πόσιμου νεροῦ, λέγεται *ὑδραγωγεῖο* (εἰκ. 93).

Τό νερό στή δεξαμενή τοῦ ὑδραγωγείου μεταφέρεται ἀπό τίς διάφορες πηγές.





Είκ. 93  
Υδραγωγείο

**β) Άναβρυτήρια (συντριβάνια).** Στ' άναβρυτήρια τό νερό πηδάει ψηλά, προσπαθώντας νά φτάσει τήν ελεύθερη επιφάνεια τοῦ νεροῦ τῆς δεξαμενῆς ἀπό τήν ὁποία προέρχεται (είκ. 93). Δέν μπορεί ὁμως νά φτάσει ὡς ἐκεῖ, γιατί ἐμποδίζεται ἀπό τόν ἀέρα καί τή βαρῦτητα.

Τ' άναβρυτήρια συνήθως κατασκευάζονται σέ κήπους καί σέ πλατείες γιά ὁμορφιά.

**γ) Ἀρτεσιανά νερά.** "Ολοι γνωρίζουμε ὅτι ἡ γῆ ἀπορροφάει ἕνα μέρος ἀπό τά νερά τῶν βροχῶν. Τά νερά αὐτά, ὅταν συναντήσουν στρώματα τῆς γῆς πού δέν μποροῦν νά τά διαπεράσουν, συγκεντρώνονται σέ διάφορα κοιλώματα καί σχηματίζουν ὑπόγειες δεξαμενές.

Οἱ ὑπόγειες αὐτές δεξαμενές δέ μοιάζουν καθόλου μ' αὐτές πού ξέρουμε. Σ' αὐτές τό νερό δέν εἶναι μόνο του. Εἶναι ἀνακατωμένο μαζί μέ ἄλλα ὑλικά. Γιά νά πάρουμε μιά εἰκόνα πῶς εἶναι περίπου, ἐργαζόμαστε ὡς ἑξῆς:

Μέσα σέ μιά λεκάνη μέ διαφανή τοιχώματα βάζουμε μέ τή σειρά μερικά στρώματα ἀπό διάφορα ὑλικά: χαλίκια, ἄμμο, χῶμα κτλ.

Μετά δημιουργούμε πάνω από τη λεκάνη ένα είδος τεχνητής βροχής. Το νερό, καθώς πέφτει, διαπερνάει τα διάφορα στρώματα και φτάνει στον πάτο της λεκάνης, που δεν μπορεί να τον διαπεράσει. Έτσι αρχίζει να συγκεντρώνεται ανάμεσα-στά χαλίκια και στην άμμο και να δημιουργεί μία υπόγεια δεξαμενή. Κάτι παρόμοιο γίνεται και στην πραγματικότητα.

Στις υπόγειες δεξαμενές το νερό δε βρίσκεται πάντοτε στο ίδιο ύψος. Άλλου είναι ψηλά κι άλλου χαμηλά, ανάλογα με το σχήμα που δίνουν σ' αυτές τα αδιαπέραστα πετρώματα της γης.

Όταν με την πάροδο του χρόνου ανοιχτεί σ' αδιαπέραστα πετρώματα μία σχισμή, τότε το νερό έρχεται μόνο του στην επιφάνεια και σχηματίζεται *πηγή*.

Πολλές φορές ο άνθρωπος χρειάζεται τα νερά των υπογείων δεξαμενών και ανοίγει τρύπες, που φτάνουν ως αυτές. Έτσι φτάνει ένα *πηγάδι* και άντλει το νερό με διάφορα μέσα.

Μερικές φορές το νερό φτάνει μόνο του στην επιφάνεια του εδάφους, μόλις τρυπήσουμε τη γη. Κάποτε μάλιστα πετιέται με όρμη ψηλά, σχηματίζοντας πίδακα. Αυτά τα νερά λέγονται *αρτεσιανά*, γιατί παρατηρήθηκαν για πρώτη φορά στην πόλη Άρτουά της Γαλλίας (εϊκ. 94)

### Έρωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Τι είναι πίεση γενικά;
- 2) Τι είναι υδροστατική πίεση;
- 3) Ποιά ονομάζουμε ελεύθερη επιφάνεια των υγρών και τί είδους είναι;
- 4) Τι λέγει η αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων και πού γίνεται εφαρμογή αυτής;
- 5) Πώς σχηματίζονται οι υπόγειες δεξαμενές νερού;
- 6) Τι είναι τα αρτεσιανά νερά;
- 7) Γιατί στις δεξαμενές υδρεύσεως αφήνουν ένα ανοίγμα;
- 8) "Ανοιξε σ' ένα κουτί γεμάτο γάλα μία τρύπα και βγάλε λίγο γάλα" άνοιξε κατόπιν κι άλλη μία τρύπα και βγάλε κι άλλο γάλα. Εξήγησε αυτό που παρατηρείς.



Εικ. 94

Άρτεσιανά νερά

## 5. Πιέσεις τῶν ὑγρῶν πού ἰσορροποῦν

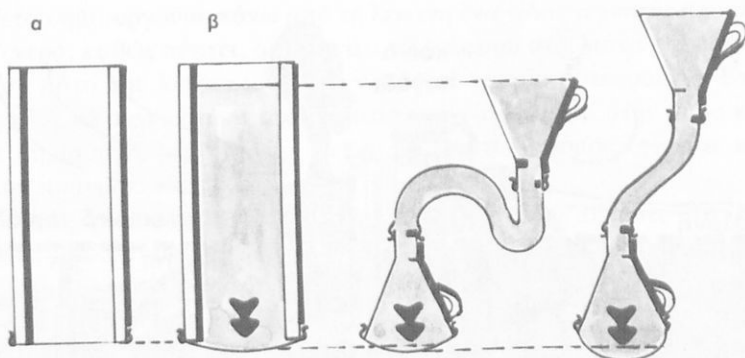
α) **Σέ ὀριζόντιο πυθμένα.** Κάθε ὑλικό σῶμα ἔλκεται ἀπό τή γῆ μέ κάποια δύναμη, πού λέγεται βάρος τοῦ σώματος. Ἔτσι ἕνα ὑγρό πού ἰσορροπεῖ μέσα σ' ἕνα δοχεῖο, ἐξαιτίας τοῦ βάρους του, ἔξασκεῖ μιά δύναμη πάνω στόν πυθμένα τοῦ δοχείου πού περιέχεται, γιατί τό ἐμποδίζει νά κινηθεῖ πρὸς τό κέντρο τῆς γῆς. Τό ἴδιο συμβαίνει καί μέ τά νερά τῶν λιμνῶν, τῶν θαλασσῶν κτλ. Πιέζουν τόν πυθμένα τῶν κοιλωμάτων μέσα στά ὁποῖα βρίσκονται.

Ἄς ἐκτελέσουμε ὅμως μερικά πειράματα, γιά νά μελετήσουμε πιό καλά τό φαινόμενο.

**Πείραμα 1ο.** Παίρνουμε ἕνα γυάλινο κυλινδρικό σωλήνα ἀνοιχτό καί ἀπό τά δύο ἄκρα του καί δένουμε στό ἕνα του ἄκρο ἕνα μπαλόνι καλά τετνωμένο. Ἀπό τό ἄλλο ἄκρο γεμίζουμε τό δοχεῖο μέ νερό. Βλέπουμε ὅτι τό μπαλόνι, πού ἀποτελεῖ τόν πυθμένα τοῦ δοχείου μας, ἐξογκώνεται πρὸς τά κάτω (εἰκ. 95). Αὐτό γίνεται, γιατί τό νερό πιέζει τόν πυθμένα τοῦ δοχείου πού τό ἐμποδίζει νά κινηθεῖ πρὸς τό κέντρο τῆς γῆς.

Βέβαια, ὅ,τι γίνεται μέ τό νερό, γίνεται καί μέ κάθε ὑγρό.

Ἔτσι τά ὑγρά πιέζουν τόν πυθμένα τῶν δοχείων μέσα στά ὁποῖα βρίσκονται.



Εικ. 95

*Τά ύγρά πιέζουν τόν πυθμένα τῶν δοχείων*

*Πείραμα 2ο.* Παίρνουμε δυό χωνιά – τό ἕνα μεγάλο– καί τά συνδέουμε μ' ἕνα λαστιχένιο σωλήνα ἑνός μέτρου. Στό μεγάλο χωνί προσαρμόζουμε ἕνα μπαλόνι καλά τεντωμένο. Ἀδειάζουμε μέσα στό ἀνοιχτό χωνί ὅλη τήν ποσότητα τοῦ νεροῦ ἀπό τό προηγούμενο πείραμα καί φροντίζουμε ἡ ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ μέσα στό ἀνοιχτό χωνί νά βρίσκεται στό ἴδιο ὕψος μέ ἐκεῖνη πού βρισκόταν στό γυάλινο σωλήνα. Παρατηροῦμε ὅτι τό μπαλόνι τοῦ χωνιοῦ ἐξογκώνεται περισσότερο ἀπό τό μπαλόνι τοῦ γυάλινου σωλήνα, παρ' ὅλο πού ἔχει τήν ἴδια ποσότητα νεροῦ καί βρίσκεται στό ἴδιο ὕψος. Αὐτό γίνεται, γιατί τό μπαλόνι στό χωνί ἔχει μεγαλύτερη ἐπιφάνεια ἀπό ἐκεῖνο στό γυάλινο σωλήνα.

Ἄν τώρα ἀνυψώσουμε τό ἀνοιχτό χωνί, ὅσο φτάνει ὁ λαστιχένιος σωλήνας, τότε τό μπαλόνι θά ἐξογκωθεῖ ἀκόμα περισσότερο κι ἄς μήν ἔχουμε προσθέσει οὔτε μιὰ σταγόνα νερό (εἰκ. 95). Αὐτό γίνεται, γιατί τό ὕψος τῆς ἐλεύθερης ἐπιφάνειας τοῦ νεροῦ ἀπό τόν πυθμένα ἀδξάνεται.

Ἀπό τά παραπάνω βγάζουμε τό συμπέρασμα ὅτι:

*Ἡ δύναμη μέ τήν ὁποία πιέζεται ὁ πυθμένας ἑνός δοχείου ἀπό ἕνα ὕγρό, ἐξαρτᾶται ἀπό τό ἐμβαδόν τοῦ πυθμένα καί ἀπό τό ὕψος τῆς ἐλεύθερης ἐπιφάνειας τοῦ ὕγρου ἀπό τόν πυθμένα. Ὅσο μεγαλύτερος εἶναι ὁ πυθμένας τοῦ δοχείου καί ὅσο μεγαλύτερο εἶναι τό ὕψος τῆς ἐλεύθερης ἐπιφάνειας τοῦ ὕγρου ἀπό τόν πυθμένα, τόσο*

μεγαλύτερη είναι και η δύναμη που πιέζει τόν πυθμένα.

Η δύναμη αυτή μετρήθηκε και βρέθηκε ότι είναι ίση με τό βάρος της κατακόρυφης στήλης του υγρού, που έχει βάση τόν πυθμένα και ύψος τήν απόσταση της ελεύθερης επιφάνειας από τόν πυθμένα.

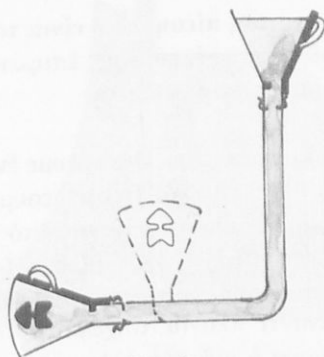
**β) Στα τοιχώματα τῶν δοχείων.** Τά υγρά δέν πιέζουν μόνο τόν πυθμένα τῶν δοχείων μέσα στά ὁποῖα βρίσκονται, ἀλλά καί ὅλα τ' ἄλλα τοιχώματα μέ τά ὁποῖα ἔρχονται σ' ἐπαφή.

Ἄς κάνουμε πάλι μερικά πειράματα, γιά νά ἐξακριβώσουμε αὐτή τήν ἀλήθεια καί νά μελετήσουμε πιό καλά τό φαινόμενο.

**Πείραμα 1ο.** Χρησιμοποιοῦμε τά ὑλικά τοῦ προηγουμένου πειράματος, δηλαδή τά δύο χωνιά μέ τό λάστιχο.

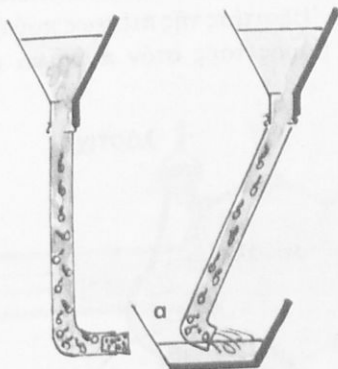
Γεμίζουμε τό σύστημα μέ νερό καί κρατάμε τό ἀνοιχτό χωνί, ὅσο γίνεται πιό ψηλά, ἐνῶ τό ἄλλο χωνί μέ τό μπαλόνι τό στρέφουμε ἔτσι, ὥστε ὁ πυθμένας του μέ τό μπαλόνι νά γίνει πλάγιο τοίχωμα τή μία φορά καί ἄνω βάση τή δεύτερη. Παρατηροῦμε ὅτι τό μπαλόνι ἐξογκώνεται καί στίς δύο περιπτώσεις, γιατί πιέζεται ἀπό τό νερό (εἰκ. 96). Κατεβάζοντας τώρα τό ἀνοιχτό χωνί λίγο πιό κάτω, τό μπαλόνι ξεφουσκώνει λίγο, γιατί ἐλαττώνεται ἡ πίεση που δέχεται.

Ἄρα, ἐκτός ἀπό τόν πυθμένα, τά υγρά πιέζουν καί ὅλα τ' ἄλλα τοιχώματα τῶν δοχείων μέ τά ὁποῖα ἔρχονται σ' ἐπαφή.



Εἰκ. 96.

Τά υγρά πιέζουν ὅλα τά τοιχώματα τῶν δοχείων



Εἰκ. 97

Ἡ κλίση τοῦ σωλήνα ὀφείνεται στή δύναμη που ἐξακολουθεῖ νά ἀσκείται στό σημεῖο α.

Μάλιστα ή πίεση αυτή είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερο είναι τό ύψος τής ελεύθερης επιφάνειας του υγρού από τό μέρος του τοιχώματος πού πιέζεται.

*Πείραμα 2ο.* Παίρνουμε ένα χωνί και ένα σωλήνα λυγισμένο στο ένα άκρο του και τά συνδέουμε μ' ένα κομμάτι λαστιχένιου σωλήνα. Πωματίζουμε τό σωλήνα από τό λυγισμένο μέρος και χύνουμε νερό στο χωνί μέχρι νά γεμίσει. Παρατηρούμε ότι ό σωλήνας ισορροπεί κατακόρυφα, γιατί οι δυνάμεις πού ασκούνται από τήν πίεση στά άπέναντι πλάγια τοιχώματα είναι ίσες και αντίθετες και εξουδετερώνουν ή μιá τήν άλλη.

Αν τώρα βγάλουμε τό πώμα από τό σωλήνα, τό νερό θά τρέχει μέ όρμη και ό σωλήνας θά κλίνει προς τήν αντίθετη μεριά. Αυτό γίνεται, γιατί ή δύναμη πού πίεζε τό πώμα δέν υπάρχει πλέον, ενώ ή αντίθετη δύναμη πού πίεζε τό άπέναντι από τό πώμα τοίχωμα, εξακολουθεί νά ασκείται, μέ αποτέλεσμα νά κλίνει ό σωλήνας προς τή φορά τής δυνάμεως αυτής και αντίθετα προς τήν κατεύθυνση πού τρέχει τό νερό (είκ. 97).

Πάνω στο φαινόμενο αυτό στηρίζεται ή λειτουργία του ύδροστροβίλου, του καταιονητήρα, των πυραύλων και των αεριοθουμένων αεροπλάνων, για τά όποια θά μιλήσουμε αργότερα (είκ. 98).

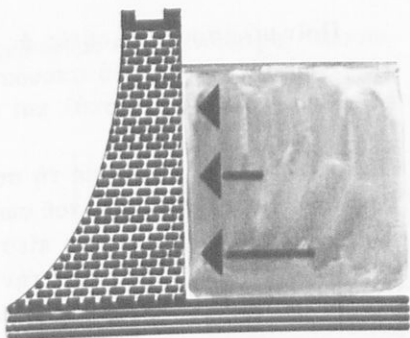
Εξαιτίας τής πιέσεως πού ασκούν τά υγρά και κυρίως τό νερό μέ τό βάρος τους στον πυθμένα και στα τοιχώματα των δοχείων, οι



Είκ. 98

δυνάμεις που αναπτύσσονται πάνω σ' αυτά παίρνουν τεράστιες τιμές, όταν τό βάθος του νερού και τό έμβαδόν της έπιφάνειας που πιέζεται είναι μεγάλο. Π.χ. Μιά έπιφάνεια 10 τ.μ. που βρίσκεται σέ βάθος 50μ. δέχεται πίεση 500 τόνων.

Άκριβώς γι' αυτό τό λόγο, όταν κατασκευάζονται μεγάλα τεχνικά έργα, φράγματα κτλ. λαμβάνονται σοβαρά υπόψη οί τεράστιες αυτές πιέσεις (είκ. 99).



Είκ. 99

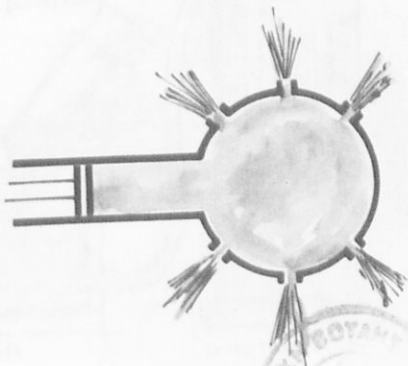
Τομή τεχνητού φράγματος  
Η πίεση που δέχεται τό φράγμα αυξάνεται μέ τό βάθος

### Έρωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Γιατί τά ύγρα πιέζουν τόν πυθμένα και τά τοιχώματα τών δοχείων στα όποια βρίσκονται;
- 2) Σέ ποίο μέρος του δοχείου ή υδροστατική πίεση είναι μεγαλύτερη;
- 3) Πώς κατασκευάζονται τά φράγματα και γιατί;
- 4) Κάνε και σύ μερικά από τά πειράματα που έμαθες.

### 6. Αρχή του Πασκάλ

Στό κεφάλαιο της μηχανικής είχαμε μάθει, πώς κατορθώνει ό άνθρωπος και πολλαπλασιάζει ή δύναμή του, χρησιμοποιώντας τίς άπλές μηχανές. Σ' αυτό τό κεφάλαιο θά γνωρίσουμε, πώς μπορούμε νά πετύχουμε τό ίδιο χρησιμοποιώντας πάλι μηχανές, που λειτουργούν όμως μέ ύγρα και λέγονται υδραυλικές μηχανές.



Είκ. 100

Συσκευή του Πασκάλ

Πρίν μιλήσουμε γι' αυτές, ἄς ἐκτελέσουμε μερικά πειράματα, γιὰ νά γνωρίσουμε μιά πολύ σπουδαία ἀρχή πού διατύπωσε ὁ Γάλλος φυσικομαθηματικός Πασκάλ καί φέρει τό ὄνομά του.

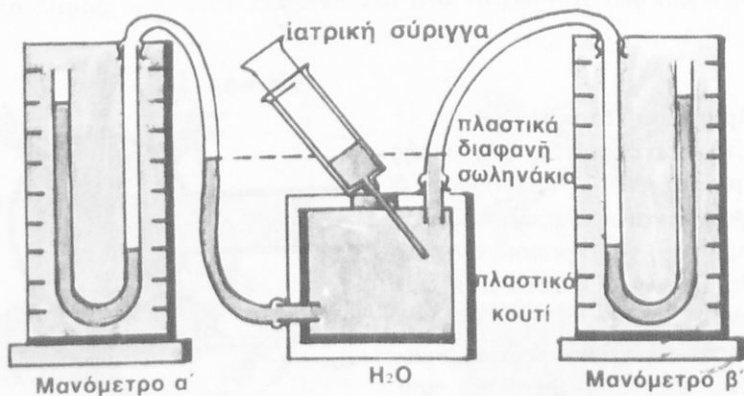
*Πείραμα 1ο.* Παίρνουμε τή συσκευή Πασκάλ (εἰκ. 100) καί βάζουμε νερό μέχρι τό μέσον τοῦ σωλήνα. Ἐπειτα ἀσκοῦμε δύναμη στό ἔμβολο (E) καί προκαλοῦμε πίεση στό ἐσωτερικό τοῦ ὑγροῦ. Βλέπουμε ὅτι τό νερό πετιέται μέ τήν ἴδια ὀρμή καί κάθετα ἀπ' ὅλες τίς τρύπες τῆς συσκευῆς. Αὐτό γίνεται:

α) γιατί ἡ πίεση πού δέχεται τό νερό, καί κάθε ὑγρό, μεταβιβάζεται πρὸς ὅλες τίς κατευθύνσεις ἀμετάβλητη καί β) γιατί ἡ δύναμη μέ τήν ὁποία πιέζονται τά τοιχώματα τοῦ δοχείου εἶναι κάθετη πρὸς αὐτά.

*Πείραμα 2ο.* Τήν ἀρχή τοῦ Πασκάλ μπορούμε νά τήν ἀποδείξουμε καί μέ τή συσκευή πού δείχνει ἡ εἰκόνα 101 τοῦ βιβλίου μας.

Συνδέοντας διαδοχικά τίς τρύπες τῆς συσκευῆς μ' ἓνα μανόμετρο, διαπιστώνουμε, ὅτι ἡ πίεση πού προέρχεται ἀπό τό ἔμβολο, εἶναι ἴδια σέ ὅλα τά σημεῖα τῆς μάζας τοῦ ὑγροῦ, στόν πυθμένα, στά πλάγια τοιχώματα, στήν ἄνω βάση καί μέσα στό ὑγρό.

Μανόμετρο. Τό μανόμετρο εἶναι ἓνα ὄργανο μέ τό ὁποῖο μετράμε τήν πίεση τῶν ὑγρῶν ἢ τῶν ἀερίων.



Εἰκ. 101

Τά μανόμετρα δείχνουν τήν ἴδια πίεση



Μπορούμε εύκολα νά κατασκευάσουμε ένα μανόμετρο, βλέποντας την εικόνα 101.

## 7. Ύδραυλικές μηχανές

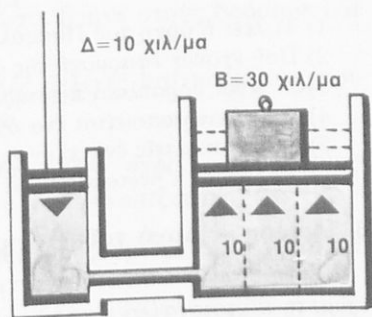
Έφαρμογή τής αρχής του Πασκάλ γίνεται στα υδραυλικά πιεστήρια, στα υδραυλικά φρένα των αυτοκινήτων και άλλου.

Τά υδραυλικά πιεστήρια είναι υδραυλικές μηχανές μέ τίς όποιες άσκοϋμε πολύ μεγάλες δυνάμεις, χρησιμοποιώντας λίγη δύναμη. Αποτελοϋνται κυρίως άπό δύο συγκοινωνοϋντα δοχεία μέ ίσχυρά τοιχώματα καί δύο έμβολα, ένα μικρό καί ένα μεγάλο. Άν πάνω στό μικρό έμβολο άσκήσουμε μιά δύναμη, τότε ή πίεση πού θά προέλθει άπό αυτό, σύμφωνα μέ τήν αρχή του Πασκάλ, θά μεταδοθεί άμετάβλητη πρός όλες τίς κατευθύνσεις καί θά πιέσει τό μεγάλο έμβολο πρός τά πάνω (είκ. 102).

Τά υδραυλικά πιεστήρια χρησιμοποιοϋνται για τό στίψιμο των έλιών, τήν έλάττωση του όγκου διαφόρων υλικών, τήν άνύψωση διαφόρων βαριών άντικειμένων κτλ.

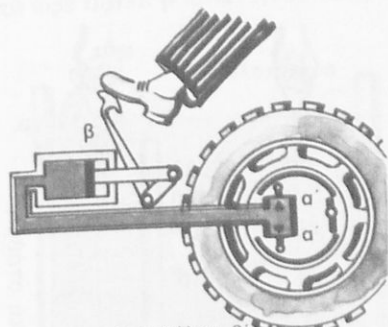
Στήν αρχή του Πασκάλ στηρίζεται καί ή λειτουργία των υδραυλικών φρένων των αυτοκινήτων (είκ. 103).

Ή δύναμη πού εφαρμόζεται μέ τό «πεντάλ» του φρένου στό μικρό έμβολο, μεταβιβάζεται μέ τά ύγρά των φρένων στα μεγάλα έμβολο-



Είκ. 102

*Άρχή υδραυλικού πιεστηρίου  
Άν ή δύναμη των 10 χιλ/μων άυξηθεί,  
τότε τό βάρος θ' άνέρχεται*



*Ή τομή του έμβολου β  
είναι πολύ μικρότερη  
των έμβολων α'.*

Είκ. 103

*Ύδραυλικά φρένα αυτοκινήτου*

λα πολλαπλασιασμένη. Τά έμβολα πιέζουν τίς σιαγόνες πρὸς τό τύμπανο καί ἀκίνητοποιείται τό ὄχημα.

### Ἐρωτήσεις

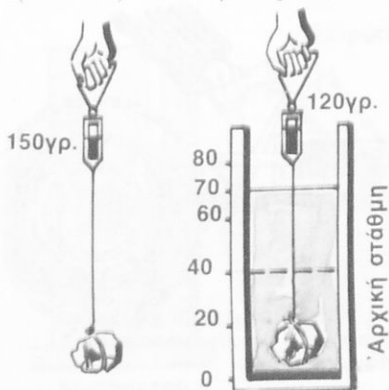
- 1) Τί λέει ἡ ἀρχή τοῦ Πασκάλ;
- 2) Ποῦ ἔχουμε ἐφαρμογή τῆς ἀρχῆς τοῦ Πασκάλ;
- 3) Τί εἶναι ὑδραυλικό πιεστήριο καί πὼς λειτουργεῖ;
- 4) Πὼς ἀκίνητοποιεῖται ἓνα ὄχημα μέ τά ὑδραυλικά φρένα;
- 5) Νά ἐπισκεφτεῖς ἓνα πλυντήριο αὐτοκινήτων καί νά δεῖς πὼς ἀνυψώνονται τ' αὐτοκίνητα μέ τό ὑδραυλικό πιεστήριο.

### 8. Ἄνωση – Ἀρχή τοῦ Ἀρχιμήδη

Στή θάλασσα πού κάνατε μπάνιο τό καλοκαίρι θά ἔτυχε νά σηκώσετε κάποιο φίλο σας μέσα καί ἔξω ἀπό τό νερό. Ἴσως εἶχατε προσέξει τότε, πόσο ἐλαφρὺς ἦταν ὁ φίλος σας μέσα στό νερό καί πόσο βαρὺς ἔξω ἀπ' αὐτό.

Ἵσοι πάλι ἔτυχε νά βγάλετε νερό ἀπό πηγάδι μέ κουβά, τραβώντας τον μέ τό σχοινί, θά παρατηρήσατε ὅτι, ὅσο ὁ κουβάς ἦταν βυθισμένος μέσα στό νερό, φαινόταν ἐλαφρὺς· μόλις ὁμως ἔβγαине ἔξω ἀπό τό νερό, βάραινε ἀπότομα.

Τό ἴδιο μποροῦμε νά παρατηρήσουμε καί τώρα, ἀρκεῖ νά δέσουμε μιά πέτρα σ' ἓνα σχοινί καί νά τή βυθίσουμε μέσα στό νερό (εἰκ. 104). Ἐνῶ ἡ πέτρα ἔξω ἀπό τό νερό εἶναι ἀρκετά βαριά, μόλις



Εἰκ. 104

Μέσα στό νερό ἡ πέτρα γίνεται πιο ἐλαφριά

τή βυθίσουμε στό νερό τήν αἰσθανόμαστε νά γίνεται πιο ἐλαφριά. Αὐτό γίνεται, γιατί κάποια δύναμη σπρώχνει τήν πέτρα ἀπό κάτω πρὸς τά πάνω. Τῆ δύναμη αὐτή μποροῦμε νά τή νιώσουμε πιο ἔντονα, ἂν βυθίσουμε μέσα στό νερό σιγά σιγά ἓνα μεγάλο τόπι.

Αὐτή ἡ δύναμη, πού προέρχεται ἀπό τό νερό καί ἔχει διεύθυνση ἀπό κάτω πρὸς τά ἄνω, ὀνομάζεται ἄνωση καί ὀφείλεται στήν πίεση πού ἀσκοῦν τά ὑγρά σέ κάθε σῶμα πού βυθίζεται σ' αὐτά.

Πρώτος μελέτησε καί μέτρησε τήν άνωση τών υγρών ό μεγάλος Έλληνας σοφός καί μαθηματικός τής άρχαιότητας Άρχιμήδης, πού έζησε στίς Συρακοῦσες τής Σικελιάς τόν 3ο π.Χ. αιώνα. Λέγεται, πώς όταν παρατήρησε καί υπολόγισε τήν άνωση τών υγρών τήν ώρα πού έκανε λουτρό, τόσο ένθουσιάστηκε, ώστε βγήκε στούς δρόμους καί φώναζε: «Εϋρηκα, εϋρηκα».

Ό Άρχιμήδης ύστερα από πολλές μελέτες καί μετρήσεις πού έκανε, κατέληξε στό έξής συμπέρασμα:

*Κάθε σῶμα, πού βυθίζεται μέσα σ' ένα υγρό, δέχεται τόση άνωση, όσο είναι τό βάρος τοῦ υγροῦ πού έκτοπίζεται.*

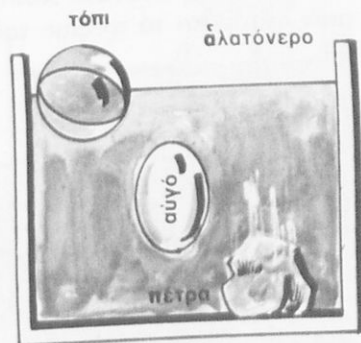
Στό ίδιο συμπέρασμα θά καταλήξουμε κι έμεῖς, άν έργαστοῦμε ως έξής:

Παίρνουμε ένα βαρú σῶμα, τό κρεμάμε από τό άγκιστρο ενός δυναμόμετρου καί μετράμε τό βάρος του. Έστω ότι είναι 150 γραμμάρια. Έπειτα βυθίζουμε τό σῶμα μέσα στό νερό πού περιέχεται σ' έναν όγκομετρικό σωλήνα καί παρατηροῦμε ότι τό βάρος τοῦ σώματος, εξαιτίας τής άνώσεως, γίνεται μικρότερο καί ή στάθμη τοῦ νεροῦ μέσα στόν όγκομετρικό σωλήνα ανεβαίνει μερικές γραμμές, γιατί τό νερό έκτοπίζεται από τό σῶμα (εἰκ. 104).

Άν τό βάρος τοῦ σώματος γίνει κατά 30 γρ. βαρúς ελαφρύτερο, τότε μετρώντας τόν όγκο τοῦ νεροῦ πού έκτοπίζεται, βρίσκουμε πώς είναι 30 κ. έκ. Έπειδή όμως τό βάρος τών 30 κ. έκ. τοῦ νεροῦ είναι ἴσο μέ 30 γρ. βαρúς, συμπεραίνουμε ότι: ή άνωση τών 30 γρ. βαρúς πού δέχεται τό σῶμα μέσα στό νερό, είναι όσο καί τό βάρος τοῦ νεροῦ πού έκτοπίζεται.

#### Περιπτώσεις πλεύσεως

Όταν ένα σῶμα βρίσκεται μέσα στό νερό, εφαρμόζονται πάνω του ταυτόχρονα δύο δυνάμεις: α) ή δύναμη τοῦ βαρúς του, πού



Εἰκ. 105  
Περιπτώσεις πλεύσεως

προέρχεται από την έλξη της γής και β) ή άνωση, πού προέρχεται από την επίδραση του νερού. Οί δυνάμεις αυτές είναι αντίθετες και έξαιτίας της ταυτόχρονης ενέργειάς του είναι δυνατό νά συμβεί: α) Τό σῶμα νά βυθιστεί ὡς τόν πυθμένα του δοχείου, ἄν τό βάρος του εἶναι μεγαλύτερο από τήν άνωση του νερού, β) τό σῶμα νά ανέλθει, ἄν τό βάρος του εἶναι μικρότερο από τήν άνωση και γ) τό σῶμα νά αιώρεται μέσα στή μάζα του νερού, ἄν τό βάρος του εἶναι ἴσο μέ τήν άνωση (εἰκ. 105).

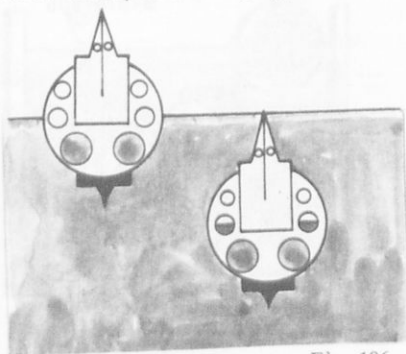
### Ἐφαρμογές τῆς άνώσεως

Τή σπουδαιότερη εφαρμογή τῆς άνώσεως τήν ἔχουμε στά διάφορα πλωτά μέσα: πλοία, ύποβρύχια, πλωτές δεξαμενές κτλ.

1. Τά τεράστια σιδερένια πλοία μπορούν και επιπλέουν στό νερό, γιατί τό βάρος τους εἶναι ἴσο μέ τήν άνωση πού δέχονται. Ὅταν φορτώνονται γίνονται πύ βαριά και βυθίζονται περισσότερο στό νερό, αλλά συγχρόνως και ἡ άνωση μεγαλώνει, γιατί έκτοπίζεται πύ πολύ νερό.

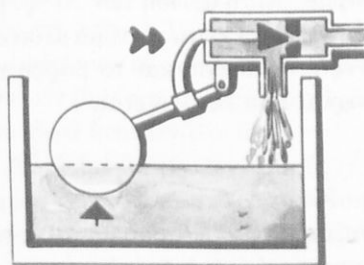
2. Τά ύποβρύχια, γεμίζοντας και άδειάζοντας τά στεγανά διαμερίσματα πού ἔχουν μέ θαλάσσιο νερό, επιτυγχάνουν και τίς τρεῖς περιπτώσεις τῆς πλεύσεως (εἰκ. 106).

3. Οί άσφαλιστικοί πλωτήρες στίς διάφορες δεξαμενές σταματούν αυτόματα τό τρέξιμο του νερού, μόλις γεμίσουν (εἰκ. 106).



Τομή ύποβρυχίων

Εἰκ. 106



Ἄσφαλιστικός πλωτήρας δεξαμενῆς

## Ερωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Τι είναι άνωση;
- 2) Ποιός μελέτησε πρώτος την άνωση και σέ ποιό συμπέρασμα κατέληξε;
- 3) Ποιές δυνάμεις ενεργούν πάνω σ' ένα σώμα πού είναι βυθισμένο στο νερό;
- 4) Πού έχουμε εφαρμογή της ανώσεως; Βρες μερικές ακόμα εφαρμογές εκτός απ' αυτές πού αναφέραμε.
- 5) Σ' ένα άδειο μπουκάλι βάλε μερικά κομματάκια σίδηρου και χύσε λίγο λιωμένο κερί, γιά νά στερεωθούν. Προσάρμοσε σ' ένα πώμα δυό σωληνάκια και κλείσε μ' αυτό τό μπουκάλι αεροστεγώς (εικ. 107). Προσθέτοντας ή αφαιρώντας άέρα από τό μπουκάλι, πού είναι βυθισμένο στο νερό, επιτυγχάνουμε την κατάδυση και ανάδυση του μπουκαλιού, όπως γίνεται στα ύποβρύχια.

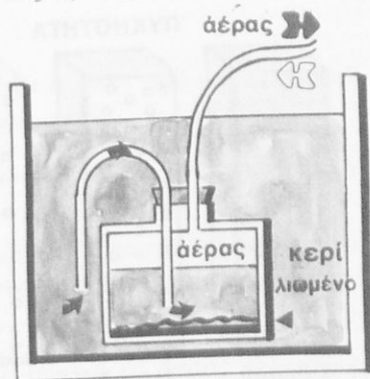
### 9. Πυκνότητα και ειδικό βάρος

Όπως μάθαμε μιά από τίς γενικές ιδιότητες τών σωμάτων είναι και ο **όγκος**. Όγκος είναι ο χώρος πού καταλαμβάνει κάθε υλικό σώμα.

Μέσα στον όγκο κάθε σώματος περικλείεται ένας όρισμένος αριθμός μορίων ή άλλως μιά όρισμένη ποσότητα ύλης. Η ποσότητα αυτή της ύλης, πού περιέχεται μέσα στον όγκο κάθε σώματος, λέγεται **μάζα**.

Δυό σώματα μπορεί νά έχουν ίσους όγκους, αλλά νά μήν περικλείουν μέσα στον όγκο τους ίσες ποσότητες ύλης, νά μήν έχουν δηλαδή ίσες μάζες. Επίσης δυό σώματα μπορεί νά έχουν διαφορετικούς όγκους, αλλά νά περικλείουν μέσα στον όγκο τους ίσες ποσότητες ύλης, νά έχουν δηλ. ίσες μάζες.

Αυτό συμβαίνει, γιατί ή ύλη δέν είναι τό ίδιο πυκνή σ' όλα τά υλικά σώματα. Σέ άλλα είναι περισσότερο συμπυκνωμένη και σέ άλλα λιγότερο. Στο σίδηρο ή ύλη είναι πιό συμπυκνωμένη από τό νερό και στο νερό πιό συμπυκνωμένη από τόν άέρα. Λέμε, λοιπόν,



Εικ. 107

Αναρροφώντας τόν άέρα από τό μπουκαλάκι, μπαίνει νερό σ' αυτό και βυθίζεται

ὅτι τὸ σίδηρο ἔχει μεγαλύτερη *πυκνότητα* ἀπὸ τὸ νερὸ καὶ τὸ νερὸ ἀπὸ τὸν ἀέρα (εἰκ. 108).

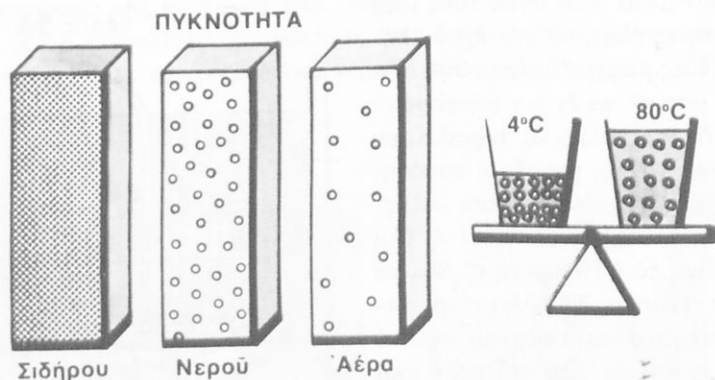
Γιὰ νὰ μετρήσουμε τὴν πυκνότητα ἑνὸς σώματος τὴ συγκρίνουμε μὲ τὴν πυκνότητα πού ἔχει τὸ νερὸ στοὺς 4°C.

Ὡς μονάδα μετρήσεως τῆς μάζας χρησιμοποιοῦμε τὸ *χιλιόγραμμο*.

*Χιλιόγραμμο* εἶναι ἡ μάζα πού ἔχει μιά κυβική παλάμη ἀποσταγμένο νερὸ 4°C. Μὲ βάση τὴ μάζα αὐτὴ κατασκευάστηκε τὸ «*πρότυπο χιλιόγραμμο*» ἀπὸ ἰριδιοῦχο λευκόχρυσο, πού φυλάγεται στὸ Διεθνὲς Γραφεῖο Μέτρων καὶ Σταθμῶν κοντὰ στὸ Παρίσι καὶ ἀντιγράφεται ἀπὸ ὅλα τὰ ἐργοστάσια πού κατασκευάζουν μονάδες μετρήσεως τῆς μάζας (εἰκ. 109).

Στὴ φυσικὴ ὡς μονάδα μετρήσεως τῆς μάζας χρησιμοποιεῖται τὸ γραμμάριο, πού εἶναι τὸ 1/1000 τοῦ χιλ./μου.

Ὅταν ἡ μάζα ἑνὸς σώματος εἶναι 1,2,3,... χιλ./μα, τότε τὸ σῶμα αὐτὸ στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς ἔλκεται μὲ δύναμη 1,2,3,... χιλ./μων βάρους. Αὐτὸ συμβαίνει, βέβαια, γιὰ τὰ σώματα πού βρίσκονται στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς καὶ ὄχι ὅταν μεταφερθοῦν μακριὰ ἀπὸ αὐτὴν ἢ σ' ἕναν ἄλλο πλανήτη. Π.χ. ἂν ἕνα σῶμα ἔχει 10 χιλ./μα μάζα, δηλ. ὅσο 10 κυβικὲς παλάμες ἀποσταγμένο νερὸ 4° C, τότε τὸ σῶμα αὐτὸ θά ἔλκεται ἀπὸ τὴ γῆ μὲ δύναμη 10 χιλ./μων βάρους, ἀπὸ τὴ σελήνη μὲ



Εἰκ. 108

*Ἡ μάζα σὲ διαφορετικοὺς ὄγκους*

μικρότερη δύναμη και από τον πλανήτη Δία με μεγαλύτερη. Συνεπώς η ίδια μάζα στη Σελήνη θα έχει λιγότερο βάρος και στο Δία περισσότερο.

Αν έχουμε κατασκευασμένο από σίδηρο ένα κυβικό εκατοστόμετρο και το ζυγίσουμε, θα βρούμε ότι η μάζα του είναι 7,8 φορές μεγαλύτερη από τη μάζα ίσου όγκου νερού. Αυτό σημαίνει, πώς και η πυκνότητά του είναι 7,8 φορές μεγαλύτερη από την πυκνότητα του νερού.

Αν ζυγίσουμε κι άλλα σώματα του ενός κυβικού εκατοστόμετρου θα βρούμε:

για το χαλκό  
για το μόλυβδο  
για το μάρμαρο

8,8 γραμμάρια  
11,5 γραμμάρια  
2,8 γραμμάρια κ.λ.π.

Όστε πυκνότητα ενός σώματος είναι η μάζα που περιέχεται σ' ένα κυβικό εκατοστόμετρο από το σώμα αυτό.

Οί παραπάνω αριθμοί μᾶς φανερώνουν ακόμα πόσες φορές πιο πυκνό είναι ένα σώμα από το αποσταγμένο νερό των 4° C.

Η μάζα που περιέχεται σ' ένα κυβικό εκατοστόμετρο ενός σώματος, ἔλκεται από τη γῆ με κάποια δύναμη, έχει δηλ. κάποιο βάρος. Αυτό το βάρος λέγεται ειδικό βάρος του σώματος.

Όστε ειδικό βάρος ενός σώματος λέγεται το βάρος της μάζας ενός κυβικού εκατοστόμετρου από το σώμα αυτό.



Εἰκ. 109  
Μονάδα μάζας

## 10. Πώς βρίσκουμε την πυκνότητα και τό ειδικό βάρος τών σωμάτων

### α) Τών στερεών

1. Ζυγίζουμε ένα στερεό σώμα και βρίσκουμε τή μάζα και συγχρόνως τό βάρος του. Έπειτα βυθίζουμε τό σώμα στό νερό πού περιέχεται σ' ένα όγκομετρικό δοχείο και παρατηρούμε ότι τό νερό ανεβαίνει μερικές ύποδιαιρέσεις.

Αν μετρήσουμε τίς ύποδιαιρέσεις πού ανέβηκε τό νερό, βρίσκουμε τόν όγκο του σώματος.

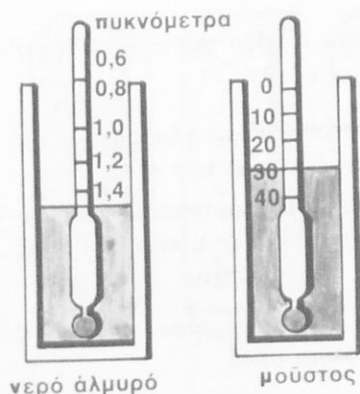
Διαιρώντας τώρα τή μάζα ή τό βάρος του σώματος διά του όγκου του, βρίσκουμε αντίστοιχως τήν πυκνότητα και τό ειδικό βάρος αυτού.

2. Ζυγίζουμε ένα στερεό σώμα στον άέρα και βρίσκουμε τή μάζα και τό βάρος του. Έπειτα ξαναζυγίζουμε τό σώμα βυθισμένο στό νερό και βρίσκουμε τήν άνωση πού δέχεται. Στο νερό όμως ή άνωση εκφράζει τόν όγκο του σώματος. Διαιρώντας πάλι τή μάζα ή τό βάρος του σώματος διά του όγκου του, βρίσκουμε τήν πυκνότητα ή τό ειδικό βάρος αυτού.

### β) Τών υγρών

Ζυγίζουμε μία ποσότητα ενός υγρού και βρίσκουμε τή μάζα και τό βάρος του. Έπειτα χύνουμε τό υγρό σ' ένα όγκομετρικό δοχείο και βρίσκουμε τόν όγκο του. Διαιρώντας και πάλι τή μάζα ή τό βάρος διά του όγκου, βρίσκουμε τήν πυκνότητα και τό ειδικό βάρος του σώματος.

Τήν πυκνότητα τών υγρών μπορούμε νά τή βρούμε και μέ άλλους τρόπους, αλλά στήν πράξη συνηθίζουμε νά τή μετράμε μέ ειδικά όργανα πού λέγονται *πυκνόμετρα* και *αραιόμετρα* (είκ. 110).



Είκ. 110



## Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι ὄγκος ἑνός σώματος;
- 2) Τί εἶναι μάζα;
- 3) Τί εἶναι πυκνότητα;
- 4) Τί εἶναι τό χιλ/μο καί τί τό γραμμάριο;
- 5) Πῶς βροσκοῦμε τήν πυκνότητα ἑνός σώματος;
- 6) Τί εἶναι εἰδικό βάρος;
- 7) Τί ἐκφράζει ἡ πυκνότητα καί τί τό εἰδικό βάρος ἑνός σώματος;
- 8) Μέ τί μετροῦμε συνήθως τήν πυκνότητα τῶν ὑγρῶν;
- 9) Μέσα σ' ἕνα μπουκάλι βάλε νερό καί λάδι. Μπορεῖς νά βγάλεις πρῶτα τό νερό;
- 10) Ἐνα δοχεῖο μικρό πού χωράει δύο κιλά μέλι, χωράει καί 2 κιλά νερό: γιατί;

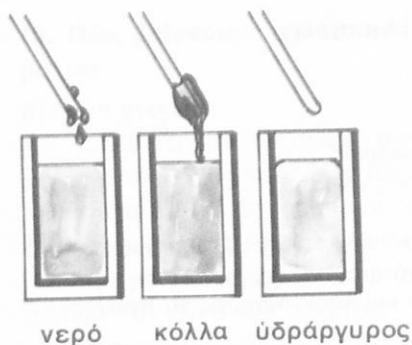
### 1. Τριχοειδή φαινόμενα

Πολλοί ἄνθρωποι δέν μποροῦν νά ἐξηγήσουν πῶς τό πετρέλαιο ἀνεβαίνει ψηλά στό φυτίλι καί καίγεται, πῶς τό σφουγγάρι καί τό παξιμάδι ἀπορροφοῦν τό νερό, γιατί μιά σταγόνα λάδι στά ροῦχα μας ἀπλώνει, ἐνῶ στό τζάμι μένει συμπαγῆς κτλ. Ὅλα αὐτά τά φαινόμενα θά μπορέσουμε νά τά ἐξηγήσουμε, ἀφοῦ πρῶτα καταλάβουμε τί εἶναι οἱ δυνάμεις συνάφειας πού ἐμφανίζονται μεταξύ δύο ὑλικῶν σωμάτων, ὅταν ἔλθουν σέ στενή ἐπαφή.

Πολλές φορές μέχρι τώρα μᾶς δόθηκε ἡ εὐκαιρία νά μιλήσουμε γιά τίς δυνάμεις συνοχῆς πού συγκρατοῦν τά μόρια τῶν ὑλικῶν σωμάτων. Εἶπαμε ὅτι οἱ δυνάμεις αὐτές εἶναι πολύ ἰσχυρές στά στερεά, πῶς ἀσθενεῖς στά ὑγρά καί ἀνύπαρκτες σχεδόν στά ἀέρια. Παρόμοιες ἐλκτικές δυνάμεις ἐμφανίζονται καί μεταξύ τῶν μορίων διαφορετικῶν σωμάτων, ὅταν αὐτά ἔλθουν σέ στενή ἐπαφή μεταξύ τους. Οἱ δυνάμεις αὐτές λέγονται δυνάμεις συνάφειας ἢ ἀπλῶς συνάφεια. Οἱ δυνάμεις συνάφειας σέ μερικά ὑλικά εἶναι πολύ ἰσχυρές, σέ μερικά ἀσθενεῖς καί σέ πολλά σχεδόν ἀνύπαρκτες. Αὐτό ἐξαρτᾶται ἀπό τό εἶδος τῆς ὑλης τῶν σωμάτων, ὅπως συμβαίνει καί μέ τίς δυνάμεις συνοχῆς.

Ἄς διαπιστώσουμε καί πειραματικά τήν ὑπαρξη τῶν δυνάμεων αὐτῶν.

*Πείραμα 1ο.* Ἐτοιμάζουμε τρία ποτήρια: ἕνα μέ νερό, ἕνα μέ κόλλα καί ἕνα μέ ὑδράργυρο. Ἐπειτα βυθίζουμε στά ποτήρια ἀπό



Εικ. 111

Ἡ συνάφεια τῆς κόλλας εἶναι πολύ μεγάλη

μιά γυάλινη βέργα. Ἀνασύρουμε τὶς βέργες μιά μιά καὶ παρατηροῦμε τὰ ἑξῆς:

α) Στὴ βέργα (εἰκ. 111) ποὺ ἀνασύραμε ἀπὸ τὸ νερὸ ὑπάρχουν μιά δυὸ σταγόνες νεροῦ, ποὺ, μόλις τινάξουμε λίγο τὴ βέργα, ἀποσπῶνται καὶ πέφτουν.

β) Στὴ βέργα ποὺ ἀνασύραμε ἀπὸ τὴν κόλλα ὑπάρχει ἀρκετὴ ποσότητα κόλλας, ποὺ, ὅσο καὶ ἂν τινάξουμε τὴ βέργα, εἶναι ἀδύνατο ν' ἀποκολληθεῖ ὅλη ἡ κόλλα καὶ νὰ πέσει.

γ) Στὴ βέργα ποὺ ἀνασύραμε ἀπὸ τὸν ὑδράργυρο δέν ὑπάρχει οὔτε ἴχνος ὑδραργύρου σ' αὐτή.

Ἡ ἐξήγηση τῶν παρατηρήσεών μας εἶναι ἀπλή.

Ὅταν βυθίσουμε τὶς βέργες στὰ ὑγρά, τὰ μόρια τοὺς ἤλθαν σὲ στενὴ ἐπαφὴ μὲ τὰ μόρια τῶν ὑγρῶν καὶ ἐμφανίστηκαν τότε οἱ δυνάμεις συνάφειας. Οἱ δυνάμεις αὐτές στὶς δυὸ πρῶτες περιπτώσεις ἦταν πιὸ ἰσχυρές ἀπὸ τὶς δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων τοῦ νεροῦ καὶ τῆς κόλλας. Ἔτσι, ὑπερνικήσανε οἱ δυνάμεις συνάφειας καὶ μιά μικρὴ ποσότητα τῶν δύο ὑγρῶν συγκρατήθηκε ἀπὸ τὶς βέργες.

Οἱ σταγόνες τοῦ νεροῦ ποὺ συγκρατήθηκαν ἀπὸ τὴ βέργα πέφτουν μὲ τὸ πρῶτο τίναγμά της, γιατί οἱ δυνάμεις συνάφειας εἶναι ἀσθενεῖς. Ἡ ποσότητα ὅμως τῆς κόλλας ποὺ συγκρατήθηκε ἀπὸ τὴ βέργα εἶναι γερὰ προσκολλημένη σ' αὐτή, γιατί οἱ δυνάμεις συνάφειας εἶναι πολὺ ἰσχυρές. Τὴν ιδιότητα αὐτὴ ποὺ ἔχουν οἱ κόλλες, τὴν ἐκμεταλλευσάμε γιὰ νὰ κολλᾶμε διάφορα ἀντικείμενα.

Στὴν περίπτωση τῆς βέργας μὲ τὸν ὑδράργυρο οἱ δυνάμεις συνάφειας ἦταν πολὺ μικρές, ὥστε ἦταν ἀδύνατο νὰ συγκρατηθεῖ ἔστω καὶ λίγος ὑδράργυρος στὴ βέργα.

Τὸ ἴδιο θὰ γινόταν, ἂν στὸ νερὸ βυθίζαμε ἓνα κερί ἢ ἓνα ἀντικείμενο λαδωμένο. Αὐτὸ γίνεται, γιατί τὸ νερὸ δὲ διαβρέχει, ὅπως λέμε, τὸ κερί οὔτε καὶ τὸ λίπος, ἐνῶ διαβρέχει τὸ ξύλο, τὸ γυαλί, τὰ μέταλλα κτλ.

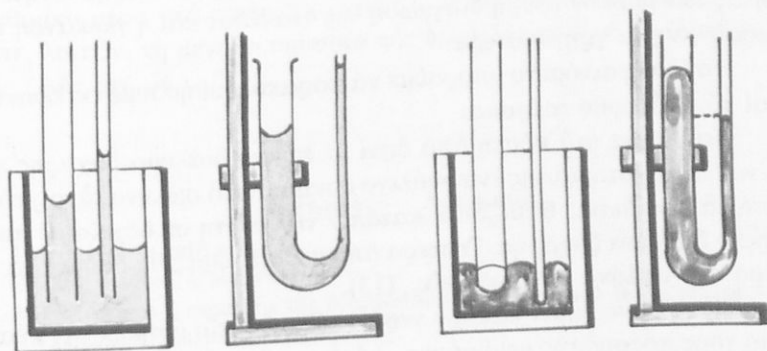
*Πείραμα 2ο.* Βυθίζουμε σ' ένα ποτήρι με χρωματισμένο νερό ένα λεπτό γυάλινο σωλήνα. Παρατηρούμε ότι το νερό ανεβαίνει μέσα στο σωλήνα και η επιφάνειά του είναι κοίλη, παρ' όλο που θα έπρεπε, σύμφωνα με την αρχή των συγκοινωνούντων δοχείων, να βρίσκεται στο ίδιο ύψος με την επιφάνεια του νερού μέσα στο ποτήρι. Αυτό γίνεται, γιατί οι δυνάμεις συνάφειας υπερνικάνε το βάρος της λεπτής στήλης του νερού μέσα στο σωλήνα και το ανυψώνουν (είκ. 112).

Αν στο νερό βυθίζαμε έναν άλλο γυάλινο σωλήνα, πιό λεπτό, θα βλέπαμε το νερό ν' ανυψώνεται ακόμα πιό πολύ. Τό ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και στη συσκευή των τριχοειδών φαινομένων.

*Πείραμα 3ο.* Αν εκτελέσουμε τό παραπάνω πείραμα με υδράγγυρο, θα παρατηρήσουμε τό αντίθετο φαινόμενο. Ο υδράγγυρος στό λεπτό σωλήνα βρίσκεται χαμηλότερα από τήν επιφάνειά του στό δοχείο και ότι η χαμηλότερη επιφάνεια είναι κυρτή (είκ. 112).

Τά φαινόμενα αυτά, επειδή συμβαίνουν σέ σωλήνες μέ πολύ μικρή διάμετρο, σάν τρίχα, λέγονται *τριχοειδή φαινόμενα*.

Τώρα εξηγείται, πώς τό πετρέλαιο ανεβαίνει στό φυτίλι και καίγεται, πώς τό σφουγγάρι και τό παξιμάδι απορροφούν τό νερό, γιατί μία σταγόνα στά ρούχα μας άπλώνει κτλ.



Είκ. 112

Όσο πιό λεπτός είναι ό σωλήνας, τόσο πιό ψηλά ανεβαίνει τό νερό

Στό λεπτότερο σωλήνα ό υδράγγυρος κατεβαίνει πιό πολύ

## Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι οἱ δυνάμεις συνάφειας καί πότε ἐμφανίζονται;
- 2) Τί ιδιότητα ἔχουν οἱ διάφορες κόλλες καί ποῦ ὀφείλεται;
- 3) Ποιά σώματα διαβρέχει τό νερό καί ποιά ὄχι;
- 4) Τί εἶναι τά τριχοειδή φαινόμενα καί ποῦ ὀφείλονται;
- 5) Πῶς ἀνεβαίνει τό νερό ἀπό τίς ρίζες τῶν φυτῶν ὡς τήν κορυφή τους;
- 6) Γιατί τό φτέρωμα τῶν ὑδροβίων πτηνῶν δέ βρέχεται;
- 7) Ρίξε μιά σταγόνα λάδι σέ μιά ἐφημερίδα καί παρατήρησε τί γίνεται. Πῶς τό ἐξηγεῖς;
- 8) Προσπάθησε νά γράψεις σέ μιά λαδόκολλα. Γιατί δέν μπορεῖς;
- 9) Πῶς ἐξηγεῖται ὅτι μποροῦμε νά γράφουμε στόν πίνακα καί στό χαρτί;

### 12. Διαπίδωση

Ἄν μέσα σ' ἕνα ποτήρι μέ νερό βάλουμε λίγες σταφίδες, θά παρατηρήσουμε ὕστερα ἀπό ἀρκετή ὥρα ὅτι οἱ σταφίδες διογκώνονται καί τό νερό γίνεται γλυκύτερο.

Αὐτό ὀφείλεται στό ὅτι μόρια τοῦ νεροῦ, καθῶς κινουῦνται, εἰσχωροῦν ἀπό τούς πόρους τῆς φλούδας μέσα στή σταφίδα, τή διογκώνουν καί διαλύουν τό ζάχαρο. Συγχρόνως μόρια τοῦ διαλύματος ἐξέρχονται ἀπό τό ἐσωτερικό τῆς σταφίδας στό νερό καί τό γλυκαίνουν, ἀλλά μέ βραδύτερο ρυθμό.

Ὅταν τό νερό θερμαίνεται, ἕξαιτίας τῆς μεγαλύτερης κινητικότητας τῶν μοριῶν του, ἡ διόγκωση τῆς σταφίδας καί ἡ γλύκανση τοῦ νεροῦ γίνεται γρηγορότερα.

Τό ἴδιο φαινόμενο μποροῦμε νά παρακολουθήσουμε ἐκτελώντας καί τό ἀκόλουθο πείραμα:

Γεμίζουμε μιά κύστη ἀπό ἀρνί μέ πυκνό διάλυμα ζάχαρης καί δένουμε στό στόμιό της ἕνα γυάλινο δοκιμαστικό σωλήνα, ἀνοιχτό κι ἀπό τά δύο ἄκρα. Βυθίζουμε κατόπιν τήν κύστη σέ δοχεῖο μέ πολύ ἀραιό διάλυμα ζάχαρης. Ὑστερα ἀπό μερικές ὥρες θά δοῦμε ὅτι τό νερό στό σωλήνα ἀνέβηκε (εἰκ. 113).

Αὐτό ἐγινε, γιατί καθαρό νερό ἀπό τό δοχεῖο μπήκε στήν κύστη ἀπό τούς πόρους τῆς μεμβράνης. Αὐτό συμβαίνει πάντοτε, ὅταν μιά μεμβράνη ζωική ἢ φυτική διαχωρίζει δυό διαλύματα. Τό ἀραιότερο διάλυμα εἰσχωρεῖ στό πυκνότερο, ἕως ὅτου καί τά δυό διαλύματα γίνουν τό ἴδιο πυκνά.

Βέβαια και τό πυκνότερο διάλυμα εισχωρεί στο αραιότερο, αλλά μέ πολύ αργό ρυθμό.

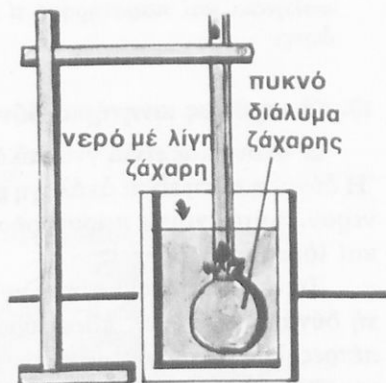
Τό φαινόμενο αυτό λέγεται *δι α π ί δ υ σ η*. "Όστε, *διαπίδωση* λέγεται τό φαινόμενο κατά τό όποιο δύο υγρά διαφορετικής πυκνότητας, πού χωρίζονται μέ μία πορώδη μεμβράνη, ανακατώνονται διαπερνώντας τού πόρους τής μεμβράνης.

Η διαπίδωση έχει μεγάλη σημασία για τή ζωή τών φυτών και τών ζώων. Τά κύτταρα τών ζώων και τών φυτών περικλείονται μέσα σέ

τέτοιες πορώδεις μεμβράνες και οί χυμοί τους μεταβαίνουν από τό αραιότερο στο πυκνότερο. Έτσι επιτυγχάνεται ή τροφοδότηση και ή ανάπτυξη τους.

Μέ τή διαπίδωση τό σωμα τών ζώων και τών ανθρώπων παίρνει τά θρεπτικά συστατικά από τό χυλό τών εντέρων τους.

Στήν αναπνοή ή ανταλλαγή του όξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα μέσα στα πνευμόνια γίνεται μέ τή διαπίδωση. Καταλαβαίνετε, λοιπόν, τή μεγάλη σημασία τής διαπιδύσεως για τή διατήρηση τής ζωής στή γή.



Είκ. 113  
Διαπίδωση

### Έρωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Τί είναι διαπίδωση;
- 2) Πώς γίνεται ή διαπίδωση;
- 3) Ποιά είναι ή σημασία τής διαπιδύσεως στή ζωή τών ζώων και τών φυτών;
- 4) Πάρε ένα κοντόχοντρο καρότο χωρίς σκασίματα και κάνε μέ προσοχή ένα βαθύ κοίλωμα σ' αυτό. Έπειτα γέμισε τό κοίλωμα μέ πυκνό διάλυμα αλατόνερου και σφράγισε καλά τό άνοιγμα μ' ένα πώμα στο όποιο έχεις προσαρμόσει ένα καλαμάκι πορτοκαλάδας ή ένα γυάλινο σωληνάκι. Τοποθέτησε κατόπιν τό καρότο μέσα σ' ένα

ποτήρι με καθαρό νερό, μέχρι εκεί που ανέβηκε το αλατόνερο στο σωληνάκι και παρατήρησε τί θα συμβεί ύστερα από δύο τρεις ώρες.

### 13. Τό νερό ως κινητήρια δύναμη

Σ' όλους μας είναι γνωστό ότι τό νερό όταν κινείται έχει δύναμη. Η δύναμη αυτή είναι ανάλογη με τήν ποσότητα και τήν ταχύτητα του νερού. Αυτό έχουμε παρατηρήσει σε πολλές περιπτώσεις μέχρι τώρα και ιδίως όταν βρέχει.

Τό νερό τής βροχής, πού κυλάει πάντοτε προς τά χαμηλότερα, με τή δύναμη πού έχει, παρασύρει ό,τι βρεϊ στο δρόμο του: χώματα, πέτρες, ξύλα, κορμούς δέντρων και πολλά άλλα. Τή δύναμη αυτή του νερού τήν εκμεταλλεύτηκε ο άνθρωπος από πολύ παλιά, για να κινήσει σχεδίες, βάρκες, να μεταφέρει κορμούς δέντρων με τό ρεύμα των ποταμών κτλ. Ακόμα και ο Ήρακλής κατά τή μυθολογία, για να καθαρίσει τήν κόπρη από τούς σταύλους του Αύγεία, εκμεταλλεύτηκε τή δύναμη του νερού.

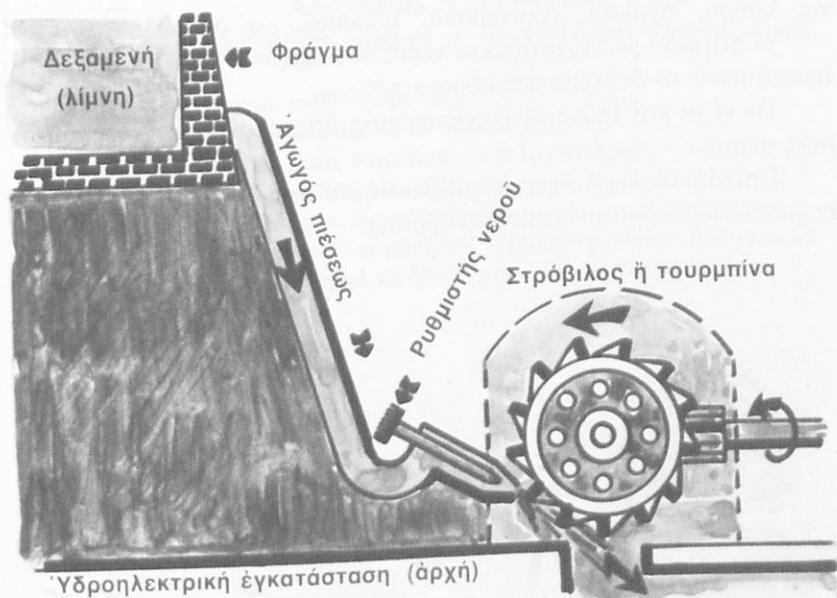
*Οί νερόμυλοι*, πού άλεθαν παλαιότερα οί γεωργοί τά δημητριακά, είχαν για κινητήρια δύναμη τό νερό.

Αυτό έλεφετε με δύναμη πάνω σε μιά φτερωτή, πού τή γύριζε γρήγορα. Η περιστροφική δύναμη τής φτερωτής μ' ένα σύστημα από γρανάζια, άξονες και ιμάντες, μεταδιδόταν στην επάνω μυλόπετρα, πού γύριζε και άλεθε τό σιτάρι.

Σήμερα έχουν κατασκευαστεί κινητήριες μηχανές πού εκμεταλλεύονται τή δύναμη του νερού χωρίς άπώλειες και δίνουν κίνηση σε μεγάλα εργοστάσια. Οί μηχανές αυτές είναι έφοδιασμένες μ' ένα περιστρεφόμενο μέρος - τό στροφέα - και λέγονται στρόβιλοι. Οί στρόβιλοι πού κινούνται με τή δύναμη του νερού λέγονται *ύδρο-στρόβιλοι* (εικ. 114).

Για να κινηθεί ένας ύδροστρόβιλος, χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού και μάλιστα νερού πού να πέφτει από ψηλά. Γι' αυτό εκεί πού σχηματίζονται καταρράκτες κτίζονται διάφορα εργοστάσια και κυρίως εργοστάσια πού παράγουν ήλεκτρικό ρεύμα.

Όπου δέν υπάρχει αυτή ή φυσική ύδατόπτωση-καταρράκτες- οί άνθρωποι κατασκευάζουν σε κατάλληλες θέσεις *φράγματα*, για να συγκρατήσουν τά νερά μερικων ποταμων.

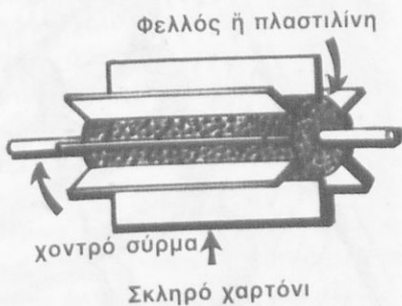


Είκ. 114

Πίσω από τά φράγματα αυτά δημιουργούνται μεγάλες τεχνητές λίμνες, μέσα στις οποίες συγκεντρώνονται και αποθηκεύονται τά νερά πού προέρχονται από τά ποτάμια, τίς βροχές, τά χιόνια κτλ.

Τό νερό αυτό κατόπιν μέ τεράστιους αγωγούς διοχετεύεται χαμηλότερα, όπου βρίσκονται οί ύδροστόβιοι καί τούς κινεί.

Όλα αυτά τά έργα, πού αποβλέπουν στην παραγωγή ήλεκτρικού ρεύματος, λέγονται ύδροηλεκτρικά έργα. Τέτοια έργα υπάρχουν σ' όλο τόν πολιτισμένο κόσμο σήμερα. Στην Έλλάδα έχουν γίνει στους ποταμούς Μέγδοβα, Λάδω-



Είκ. 115

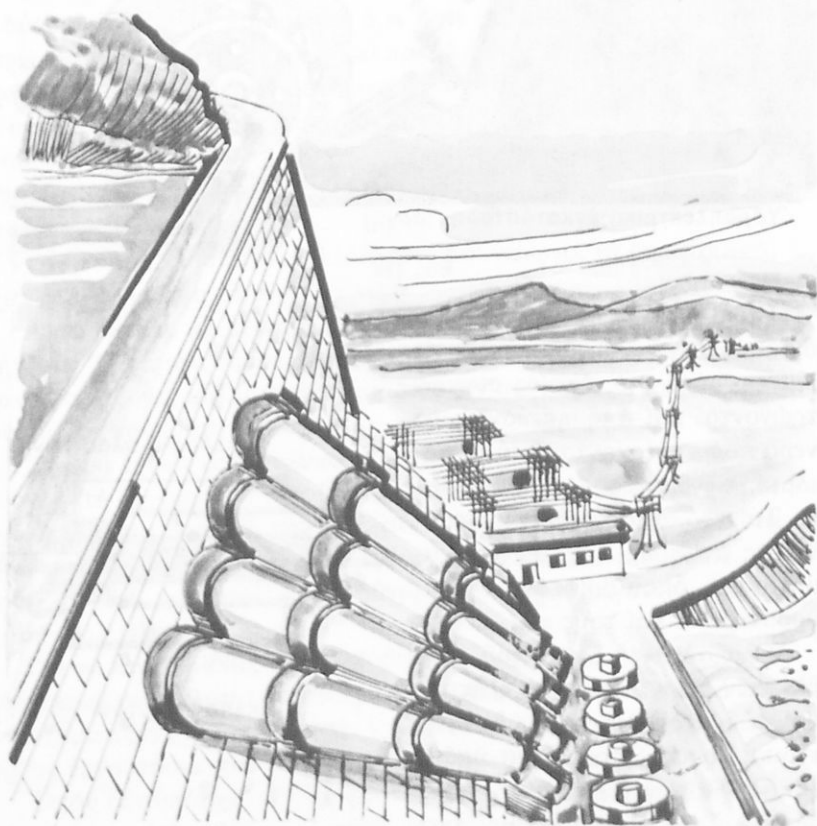
Κατασκευή άπλου στροβίλου

να, Λοῦρο, Ἀχελῷο, Ἀλιάκμονα, Ἐδεσσαῖο καί ἄλλοῦ.

Ἡ πατρίδα μας ἔχει ἀρκετά νερά, πού ἀρχισαν ν' ἀξιοποιοῦνται σωστά μετά τό δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο.

Τά νερά καί ἰδίως οἱ ὕδατοπτώσεις ἀποτελοῦν φυσικό πλοῦτο μιᾶς χώρας.

Ἐπειδή τό νερό ἔχει ἀντικαταστήσει τόν ἄνθρακα σέ πολλές περιπτώσεις, λέγεται λευκός ἄνθρακας.



Ἵδρωηλεκτρικό ἐργοστάσιο



## Ερωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Από πότε ο άνθρωπος άρχισε νά έκμεταλλεύεται τή δύναμη του νερού;
- 2) Τί γνωρίζεις γιά τούς νερόμυλους;
- 3) Τί είναι οί στρόβιλοι και τί οί ύδροστροβίλοι;
- 4) Ποϋ κατασκευάζονται ύδροηλεκτρικά έργοστάσια;
- 5) Ποϋ υπάρχουν στή Έλλάδα ύδροηλεκτρικά έργοστάσια;
- 6) Τί κάνουν οί άνθρωποι, όταν δέν υπάρχουν φυσικές ύδατοπτώσεις;
- 7) Κάνε μιά φτερωτή σαν κι αυτή του σχήματος 115 και βάλ' την σε περιστροφική κίνηση μέ τή δύναμη του νερού τής βρύσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

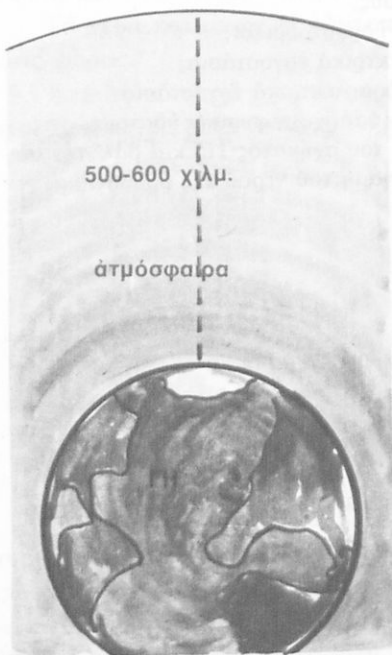
# ΑΕΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

### 1. Η άτμόσφαιρα

Γύρω μας, εκτός από τά στερεά και τά υγρά σώματα, υπάρχουν και τά άέρια. Τό πιό γνωστό σ' όλους μας άέριο σῶμα είναι ο άέρας. Μέσα σ' αυτόν ζοϋμε και αναπνεύουμε. Δέν τόν βλέπουμε, αλλά αντιλαμβανόμαστε τήν παρουσία του από τ' αποτελέσματά του: κινεί τά φύλλα τῶν δέντρων, σηκώνει σκόνη, μᾶς χαϊδεύει τό πρόσωπο, γεμίζει τά πνευμόνια μας, όταν παίρνουμε αναπνοή κτλ.

Ο άέρας είναι τό αφθονότερο άέριο σῶμα. Περιβάλλει ὅλη τή γῆ σέ μεγάλο ὕψος και ἔχει σχῆμα σφαιρικό, ὅπως ἡ γῆ. Ἐπειδή δέ περιέχει και ὕδρατμούς, ὀνομάζεται *ἀτμοσφαιρικός* άέρας ἢ ἀπλῶς ἀτμόσφαιρα. Τό ὕψος πού φτάνει ἡ ἀτμόσφαιρα δέν είναι ἀκριβῶς καθορισμένο· κυμαίνεται γύρω στά 500 μέ 600 χιλιόμετρα. Ἡ ἀτμόσφαιρα, ὅσο ἀνεβαίνουμε πιό ψηλά, γίνεται ἀραιότερη, ὥστε στό τέλος σβήνει και δέν ὑπάρχει τίποτε ἀπό κει και πέρα (εἰκ. 116).

Ο ἀτμοσφαιρικός άέρας είναι ὑλικό σῶμα, πού βρίσκεται σέ άέρια κατάσταση. Σάν ὑλικό σῶμα πού είναι πιάνει κάποιον χῶρον, ἔχει βάρος, συμπιέζεται κτλ. Ὅλα αυτά ἀποδεικνύονται μέ τά ἀκόλουθα πειράματα:



Εικ. 116

Ἡ ἀτμόσφαιρα περιβάλλει τὴ Γῆ σὲ ὕψος 500-600 χιλμ.

**Πείραμα 2ο.** Μὲ μιά ἀεραντλία (τρόμπα) γεμίζουμε μιά μπάλα ποδοσφαίρου μὲ ὅσο μπορούμε περισσότερο ἀέρα. Ἐπειτα κρεμάμε τὴν μπάλα ἀπὸ τὴν ἄκρη τῆς φάλαγγας ἑνὸς εὐπαθοῦς ζυγοῦ καὶ τὴν ἰσορροποῦμε ὀριζόντια μὲ σταθμά.

Ἄν τώρα ξεφουσκώσουμε τὴν μπάλα καλά, θά δοῦμε τὴ φάλαγγα νά γέρνει πρὸς τὸ μέρος τῶν σταθμῶν. Ἄρα, ὁ ἀέρας πού ἦταν μέσα στὴν μπάλα εἶχε κάποιο βάρος.

Μὲ ἀκριβεῖς ζυγίσεις βρῆκαν οἱ ἐπιστήμονες ὅτι μιά κυβική παλάμη ἀέρα μὲ κανονικὲς συνθηκὲς θερμοκρασίας καὶ πίεσεως (0°C καὶ 1 Atm) ἔχει 1,293 γραμ. βάρους.

**Πείραμα 1ο.** Παίρνουμε μιά σύριγγα καὶ κλείνουμε μὲ τὸ δάκτυλό μας τὴν ἔξοδο τοῦ ἀέρα (εἰκ. 117).

Ἐπειτα ὠθοῦμε τὸ ἔμβολο καὶ καθὼς αὐτὸ πλησιάζει πρὸς τὴ βάση τῆς σύριγγας, πιέζει τὸν ἀέρα πού εἶναι μέσα σ' αὐτὴν, ἐνῶ ταυτόχρονα αἰσθανόμαστε μιά ἀντίθετη δύναμη νά ὠθεῖ τὸ ἔμβολο πρὸς τὰ πίσω. Ἡ δύναμη αὐτὴ λέγεται *ἐλαστικὴ δύναμη* τοῦ ἀέρα καὶ προέρχεται ἀπὸ τὴν ἀντίδρασή του πρὸς τὴν πίεση πού ἀσκοῦμε.

Ἄν ὠθήσουμε ἀκόμα ποιοὺ πολὺ τὸ ἔμβολο, θά δοῦμε ὅτι δὲ μετακινεῖται ἄλλο πρὸς τὴν βάση τῆς σύριγγας, γιατί ὁ χῶρος πού εἶναι ἀνάμεσα στὸ ἔμβολο καὶ στὴν βάση καταλαμβάνεται ἀπὸ τὸ συμπιεσμένο ἀέρα. Ἀφήνοντας τώρα τὸ ἔμβολο ἐλεύθερο, ἡ ἐλαστικὴ δύναμη τοῦ ἀέρα τὸ ἐπαναφέρει στὴν ἀρχικὴ του θέση.

Ὅτι ὁ ἀέρας, ὡς ὑλικὸ σῶμα πού εἶναι, πιάνει κάποιο χῶρο, φαίνεται στὴν εἰκόνα 118.

## 2. Ἀτμοσφαιρική πίεση

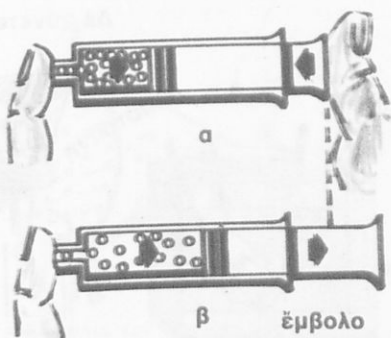
Ἄφου λοιπόν ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀέρας ἔχει βάρος, τὰ ὑψηλότερα στρώματα αὐτοῦ πιέζουν τὰ χαμηλότερα καί κατά συνέπεια τὰ κατώτερα στρώματα τοῦ ἀέρα εἶναι πυκνότερα ἀπό τὰ ἀνώτερα (εἰκ. 116). Ὅπως τὸ νερό, ἔξαιτίας τοῦ βάρους του, πιέζει τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου πού βρίσκεται, καθὼς καί ὅλα τὰ σώματα πού εἶναι μέσα σ' αὐτό, ἔτσι καί ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀέρας πιέζει τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς καί ὅλα τὰ σώματα πού εἶναι μέσα σ' αὐτόν ἀπ' ὅλες τὶς διευθύνσεις.

Γιὰ νὰ τ' ἀποδείξουμε αὐτό, ἐκτελοῦμε τὸ ἀκόλουθο πείραμα:

Παίρουμε ἓνα χωνί καί κλείνουμε τὸ πλατὺ ἀνοιγμά του μ' ἓνα φύλλο χαρτιοῦ, πού τὸ κρατᾶμε, γιὰ νὰ μὴ πέσει. Ἐπειτα ἀναρροφώντας μὲ τὸ στόμα μας τὸν ἀέρα μέσα ἀπὸ τὸ χωνί παρατηροῦμε τὸ χαρτί νὰ κάνει ἓνα κοίλωμα καί νὰ κολλάει στὰ χεῖλη τοῦ χωνιοῦ. Ἄν ἀφήσουμε τὸ χαρτί, θὰ δοῦμε ὅτι δέν πέφτει σ' ὀποιαδήποτε διεύθυνση κι ἂν στρέψουμε τὸ χωνί (εἰκ. 119). Αὐτὸ γίνεται, γιατί ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀέρας πιέζει ἐξωτερικά τὸ χαρτί καί τὸ κολλάει στὰ χεῖλη τοῦ χωνιοῦ πού προβάλλουν ἀντίσταση, ἐνῶ στὸ κέντρο, πού δέν ὑπάρχει ἀντίσταση, τὸ χαρτί κάνει κοίλωμα.

Ἡ πίεση πού δέχεται ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς καί κάθε ἐπιφάνεια πού εἶναι βυθισμένη μέσα στὴν ἀτμόσφαιρα λέγεται *ἀτμοσφαιρική πίεση*. Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεση πού δέχεται ἓνα σῶμα, ἔξαρτᾶται κυρίως ἀπὸ τὸ ὕψος πού βρίσκεται τὸ σῶμα μέσα στὴν ἀτμόσφαιρα. Ἔτσι, ὅσο πιο χαμηλά βρίσκεται τοῦτο, τόσο πιο μεγάλη πίεση δέχεται.

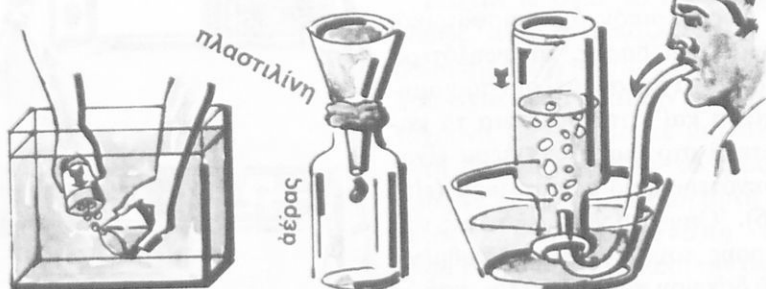
«Στὴν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας βρέθηκε ὅτι ἡ δύναμη πού ἐξασκεῖται ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα στὴν ἐπιφάνεια ἑνὸς σώματος σ' ἓνα τετραγωνικὸ ἑκατοστό, εἶναι 1033 γραμ. βάρους ἢ 1,033 χιλ/μα βάρους.



Εἰκ. 117

Τὸ ἔμβολο ὠθεῖται πρὸς τὰ πίσω (β) ἀπὸ τὸ συμπιεσμένο ἀέρα

## Δέ χύνεται τό νερό



Είκ. 118

Αυτό σημαίνει πώς, αν η επιφάνεια του σώματός μας είναι ένα τετραγωνικό μέτρο ( $100 \times 100 = 10.000$  τ.έκ.), η δύναμη με την οποία πιέζεται τό σώμα μας στην επιφάνεια της θάλασσας είναι ίση μέ  $10.330$  χιλ. βάρους ( $1,033 \times 10.000 = 10.330$  χιλ/μα βάρους).

Κάτω από την πίεση μιᾶς τόσο μεγάλης γιά τόν ὄργανισμό μας δυνάμεως, κανονικά θά ἔπρεπε νά συνθλιβοῦμε. Δέ συμβαίνει ὁμως αὐτό, γιατί ἡ ἔξωτερική πίεση ἐξισορροπείται ἀπό τήν ἐσωτερική τοῦ ὄργανισμοῦ μας καί ἔτσι δέν αἰσθανόμαστε τό τεράστιο αὐτό βάρος πού μᾶς πιέζει.

Μελετώντας τήν εἰκόνα 120 καί ἐκτελώντας τά ἀνάλογα πειράματα, διαπιστώνουμε κάθε φορά ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει ὅλα τά σώματα πού εἶναι βυθισμένα μέσα σ' αὐτήν ἀπ' ὄλες τίς διευθύνσεις.

### Ἑρωτήσεις - Ἀσκήσεις

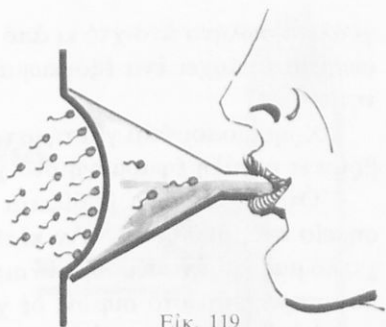
- 1) Τί γνωρίζετε γιά τήν ἀτμόσφαιρα;
- 2) Πώς μπορεῖς νά ἀποδείξεις ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀέρας εἶναι ὕλικό σῶμα;
- 3) Τί εἶναι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεση καί ἀπό ποῦ προέρχεται;
- 4) Ἀπό τί ἐξαρτᾶται ἡ ἀτμοσφαιρική πίεση πού δέχεται ἕνα σῶμα;
- 5) Μέ τί τρόπο μπορεῖς ν' ἀποδείξεις τήν ἀτμοσφαιρική πίεση;
- 6) Πόση εἶναι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεση στήν ἐπιφάνεια τῆς θάλασσας;
- 7) Μέτρησε τήν ἀτμοσφαιρική πίεση πού δέχεται ἡ ἄνω ἐπιφάνεια τοῦ τραπέζιού σου.
- 8) Πολλοί ἄνθρωποι, ὅταν μέ τ' αὐτοκίνητό τους ἀνεβαίνουν ἢ κατεβαίνουν ἀπό ἕνα βουνό, αἰσθάνονται μιᾶ ἐνόχληση στ' αὐτιά· γιατί;

## Εφαρμογές της ατμοσφαιρικής πίεσης

Πολλά φαινόμενα στή φύση όφείλονται στην ατμοσφαιρική πίεση και πολλά γνωστά όργανα λειτουργούν χάρη στην ύπαρξή της. Μερικά από αυτά θά γνωρίσουμε εϑϑύς άμέσως.

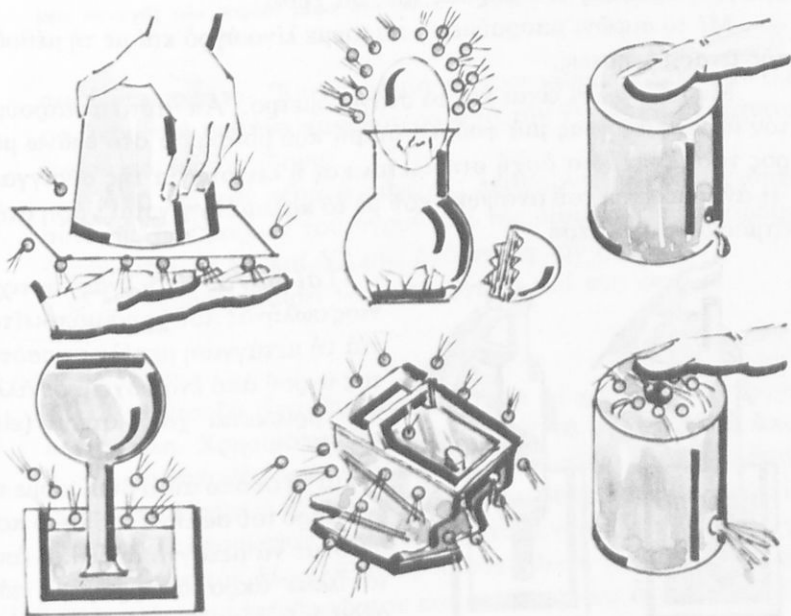
### Α) Οινήρευση - Σιφόνιο - Σίφωνα

Τό σιφόνιο είναι ένα άπλό όργανο πού άποτελείται από ένα



Είκ. 119

Τά μόρια του άτμοσφαιρικού άέρα πιέζουν τό χατόνι και τό προσκολλάνε στά χείλη του χωνιοϑ



Είκ. 120

Ό άέρας πιέζει όλα τά σώματα πού είναι βυθισμένα μέσα σ' αυτόν άπ' όλες τίς μεριές. Ζήτησε από τό δάσκαλό σου νά μάθεις πώς γίνονται τά πειράματα αυτής της εικόνας

γυάλινο σωλήνα ανοιχτό κι από τὰ δύο ἄκρα. Στὸ μέσον περίπου τοῦ σωλήνα ὑπάρχει ἓνα ἐξόγκωμα, γιὰ νὰ ἔχει πῶς μεγάλη χωρητικότητα.

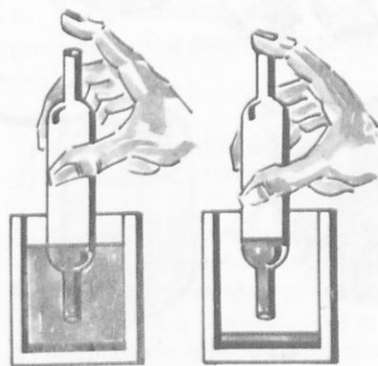
Χρησιμοποιεῖται γιὰ τὴ μετάγγιση μικρῶν ποσοτήτων ὑγρῶν καὶ βρῖσκει μεγάλη ἐφαρμογὴ στὰ χημικὰ ἐργαστήρια.

Ὅταν τὸ σιφῶνι βυθίζεται μέσα σ' ἓνα ὑγρὸ, γεμίζει μέχρι τὸ σημεῖο πού βυθίζεται. Ἄν κλείσουμε τὸ ἐπάνω ἀνοιγμα μὲ τὸ δάχτυλό μας καὶ ἀνασύρουμε τὸ σιφῶνι, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι τὸ ὑγρὸ πού περιέχεται στὸ σιφῶνι δὲ χύνεται (εἰκ. 121).

Αὐτὸ ὀφείλεται στὴ διαφορά τῆς πιέσεως μεταξύ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τοῦ ὑγροῦ πού περιέχεται στὸ σιφῶνι. Ἡ ἄνω ἐπιφάνεια πιέζεται λιγότερο ἀπὸ τὴν κάτω πού ἐπικοινωνεῖ μὲ τὸν ἀτμοσφαιρικό ἀέρα. Ἄν ὅμως ἀνοίξουμε τὸ ἐπάνω στόμιο τοῦ σιφωνιοῦ, τότε καὶ οἱ δύο ἐπιφάνειες τοῦ ὑγροῦ θὰ πιέζονται μὲ τὴν ἴδια δύναμη καὶ τὸ ὑγρὸ, ἐξαιτίας τοῦ βάρους του, θὰ χυθεῖ.

Μὲ τὸ σιφῶνι μποροῦμε νὰ πάρουμε λίγο ὑγρὸ καὶ μὲ τὴ μέθοδο τῆς ἀναρροφῆσεως.

Μικρὸ σιφῶνι εἶναι καὶ τὸ σταγονόμετρο. Ἀπ' αὐτὸ ἀφαιροῦμε τὸν ἀέρα, πιέζοντας μιά φούσκα μικρὴ πού βρῖσκεται στὸ ἐπάνω μέρος του. Στὴν ἴδια ἀρχὴ στηρίζεται καὶ ἡ λειτουργία τῆς σύριγγας. Ἡ ἀναρρόφηση τοῦ ἀναψυκτικοῦ μὲ τὸ καλαμάκι γίνεται χάρις στὴν ἀτμοσφαιρική πίεση.

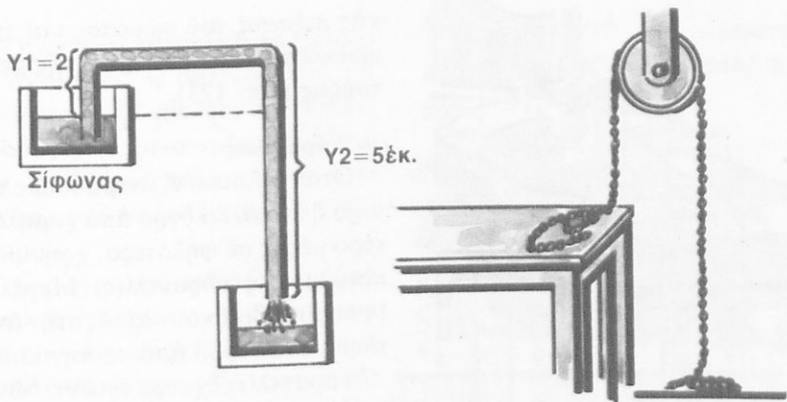


Εἰκ. 121

Μὲ τὸ σιφῶνι μεταγγίζουμε μικρὲς ποσότητες ὑγρῶν

Ὁ σίφωνας εἶναι ἓνας λαστιχένιος σωλήνας πού χρησιμοποιεῖται γιὰ τὴ μετάγγιση μεγάλης ποσότητας ὑγροῦ ἀπὸ ἓνα δοχεῖο σὲ ἄλλο πού βρῖσκεται χαμηλότερα (εἰκ. 122).

Γιὰ τὸ σκοπὸ αὐτὸ βυθίζουμε τὸ ἓνα ἄκρο τοῦ σωλήνα στὸ ὑγρὸ πού θέλουμε νὰ μεταγγίσουμε καὶ ἀπὸ τὸ ἄλλο ἄκρο ἀναρροφᾶμε τὸν ἀέρα πού εἶναι μέσα σ' αὐτόν. Τότε τὸ ὑγρὸ, ἐξαιτίας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, ἀνεβαίνει στὸ σίφωνα, γιὰ νὰ καταλάβει τὸ κενό



Εικ. 122

Ὁ σίφωνας λειτουργεῖ χάρις στίς δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων μέσα στό σωλήνα

Μηχανικός παραλληλισμός γιά τήν κατανόηση τῆς λειτουργίας τοῦ σίφωνα

πού δημιουργεῖται. Ἐπειτα μέ μιὰ γρήγορη κίνηση φέρουμε τό ἐλεύθερο ἄκρο τοῦ σωλήνα χαμηλότερα ἀπό τήν ἐλεύθερη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ πού μεταγγίζοῦμε.

Ἀπό δῶ καί πέρα ὁ σίφωνας λειτουργεῖ χάρις στίς δυνάμεις συνοχῆς τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ καί τῆς διαφορᾶς τοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν στηλῶν  $Y_1$  καί  $Y_2$  στά δύο σκέλη τοῦ σίφωνα.

Ὁ σίφωνας μπορεῖ νά λειτουργήσῃ καί στό κενό.

### β) Βεντούζα.

Ἡ βεντούζα εἶναι ἓνα μικρό ποτήρι μέ χοντρά ἀποστρογγυλωμένα χεῖλη. Χρησιμοποιεῖται κυρίως γιά τά θεραπευτικά ἀποτελέσματα πού φέρνει, ὅταν προσκολλᾶται στό σῶμα τοῦ ἀρρώστου. Γιά νά προσκολληθεῖ ἡ βεντούζα στό δέρμα, βυθίζουμε μέσα σ' αὐτή τή φλόγα ἑνός ἀναμμένου βαμβακιοῦ ποτισμένου μέ οἰνόπνευμα, γιά νά ἀραιώσουμε τόν ἀέρα. Ἐπειτα προσκολλᾶμε γρήγορα τή βεντούζα πάνω στό σῶμα τοῦ ἀρρώστου καί παρατηροῦμε ὅτι κολλάει σ' αὐτό σταθερά, ἔξαιτίας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Ἐπίσης βλέπουμε τό μέρος τοῦ σώματος πού βρίσκεται κάτω ἀπό τή βεντούζα νά ἐξογκώνεται καί νά μπαίνει μέσα σ' αὐτή, ἔξαιτίας τῆς αὐξημένης ἐσωτερικῆς πίεσεως.



Είκ. 123

Ἡ βεντούζα χρησιμοποιεῖται σάν μέσο  
θεραπείας τοῦ κροιογήματος

κῆς πίεσεως τοῦ σώματος καί τῆς  
μειωμένης στό ἔσωτερικό τῆς βεν-  
τούζας (εἰκ. 123).

### γ) Ὑδραντλίες

Ὅταν θέλουμε ν' ἀνεβάσουμε τό  
νερό ἢ ἕνα ἄλλο ὑγρό ἀπό χαμηλό-  
τερο μέρος σέ ψηλότερο, χρησιμο-  
ποιούμε τίς ὑδραντλίες. Μεγάλη  
ἐφαρμογή βρίσκουν αὐτές στήν ἀν-  
τληση τοῦ νεροῦ ἀπό τά πηγάδια.

Ὑδραντλίες ἔχουμε τριῶν εἰδῶν:  
τίς ἀναρροφητικές, τίς καταθλι-  
πτικές καί τίς σύνθετες.

## 1. Ἀναρροφητική ὑδραντλία

Αὐτή τοποθετεῖται στά χεῖλη τοῦ πηγαδιοῦ καί ἡ λειτουργία της  
στηρίζεται στήν ἀτμοσφαιρική πίεση. Ἀποτελεῖται κυρίως ἀπό ἕναν  
κύλινδρο, ἕνα σωλήνα καί ἕνα ἔμβολο (εἰκ. 124).

Ὁ κύλινδρος στό ἐπάνω μέρος ἔχει ἕνα στόμιο, γιά νά τρέχει  
τό νερό καί στή βάση μιά τρύπα, πού σκεπάζεται μέ μιά βαλβίδα καί  
ἀνοίγει μόνο ἀπό κάτω πρὸς τά πάνω.

Ὁ σωλήνας συνδέεται μέ τό ἀνοιγμα τῆς βάσεως καί καταλήγει  
μέσα στό νερό.

Τό ἔμβολο βρίσκεται μέσα στόν κύλινδρο καί κινεῖται μέ τή  
βοήθεια ἑνός μοχλοῦ ἢ καί μέ ἄλλο τρόπο. Στό κέντρο τοῦ ἐμβόλου  
ἔχει ἕνα ἀνοιγμα πού ἀνοίγει καί κλείνει μέ μιά βαλβίδα, ἡ ὁποία  
κινεῖται μόνο ἀπό κάτω πρὸς τά πάνω.

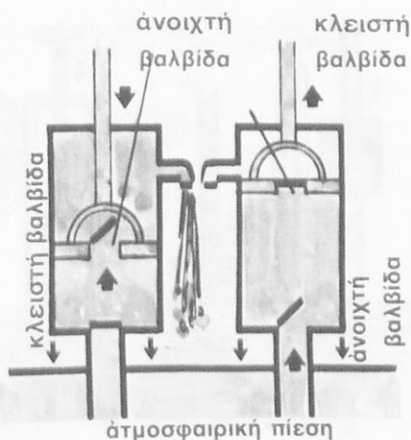
*Πῶς λειτουργεῖ:* Ὅταν τό ἔμβολο βρίσκεται στή βάση τοῦ  
κυλίνδρου οἱ δύο βαλβίδες εἶναι κλειστές. Μόλις ὁμως κινηθεῖ πρὸς  
τά πάνω, τότε δημιουργεῖται ἕνα κενό μέσα στόν κύλινδρο. Αὐτό τό  
κενό ἀμέσως ἐρχεται νά συμπληρώσει ὁ ἀέρας τοῦ σωλήνα σπρώ-  
χνοντας τή βαλβίδα τοῦ κυλίνδρου. Ὅταν τώρα τό ἔμβολο ἀρχίζει νά  
κατεβαίνει, συμπιέζεται ὁ ἀέρας πού μῆκε στόν κύλινδρο καί κλεί-  
νει τή βαλβίδα τοῦ κυλίνδρου, ἐνῶ πιέζει πρὸς τά πάνω τή βαλβίδα  
τοῦ ἐμβόλου, πού τήν ἀνοίγει καί φεύγει.



Όταν θ' ἀρχίσει πάλι τὸ ἔμβολο ν' ἀνεβαίνει, ἡ βαλβίδα του θά κλείσει καί θ' ἀνοίξει τοῦ κυλίνδρου, γιὰ νά ξαναγεμίσει μέ ἀέρα, πού θά φύγει πάλι μέ τόν ἴδιο τρόπο κατά τὸ κατέβασμα τοῦ ἐμβόλου.

Ἀπό τή στιγμή πού ὁ ἀέρας μέ τὰ ἀνεβοκατεβάσματα τοῦ ἐμβόλου φεύγει, δημιουργεῖται ἕνα κενό μέσα στό σωλήνα. Τό κενό αὐτό ἔρχεται καί συμπληρώνει κάθε φορά τὸ νερό τοῦ πηγαδιοῦ πού πιέζεται ἀπό τόν ἀτμοσφαιρικό ἀέρα.

Ἔτσι σιγά σιγά τὸ νερό ἀνεβαίνει μέσα στό σωλήνα καί γεμίζει τόν κύλινδρο. Στὴ συνέχεια, ἀντὶ νά φεύγει ἀέρας ἀπὸ τὴ βαλβίδα τοῦ ἐμβόλου, βγαίνει νερό, πού χύνεται ἀπὸ τὸ στόμιο τῆς ἀντλίας. Μέ τὴν ἀναρροφητικὴ ὑδραντλία τὸ νερό δέν ἀνεβαίνει στὴν πράξη περισσότερο ἀπὸ 8-9 μ. ψηλά.



Εἰκ. 124

Κατὰ τὴ λειτουργία τῆς ὑδραντλίας πάντοτε ἢ μία βαλβίδα εἶναι κλειστή καί ἢ ἄλλη ἀνοιχτή

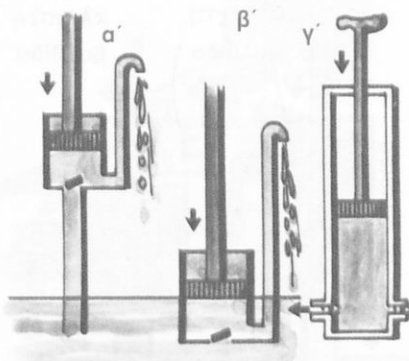
## 2. Καταθλιπτικὴ ὑδραντλία

Γιὰ ν' ἀνεβάσουμε τὸ νερό σέ μεγαλύτερο ὕψος, χρησιμοποιοῦμε ἕνα ἄλλο εἶδος ὑδραντλίας, πού καταθλίβει (συμπιέζει) τὸ νερό καί λέγεται *καταθλιπτικὴ* (εἰκ. 125).

Αὐτὴ τοποθετεῖται μέσα στό νερό τοῦ πηγαδιοῦ καί λειτουργεῖ ὅπως καί ἡ ἀναρροφητικὴ, μέ τὴ διαφορά ὅτι τὸ ἔμβολό της δέν ἔχει ἀνοιγμα καί ἔτσι, ὅταν κατεβαίνει συμπιέζει τὸ νερό καί τὸ σπρώχνει πρὸς τὸ σωλήνα ἐξόδου, χωρὶς νά ἔχει τὴ δυνατότητα νά ἐπιστρέψει στὸν κύλινδρο.

## 3. Σύνθετη ὑδραντλία

Ἡ σύνθετη ὑδραντλία εἶναι συγχρόνως ἀναρροφητικὴ καί καταθλιπτικὴ (εἰκ. 125). Τοποθετεῖται στὰ χεῖλη τοῦ πηγαδιοῦ, ὅπως καί



Είκ. 125

- α) Σύνθετη ύδραντλία  
 β) Καταθλιπτική ύδραντλία  
 γ) Ύδραντλία

ή αναρροφητική. Στην αρχή αναρροφάει τό νερό, πού ανεβαίνει μέχρι τόν κύλινδρο καί στή συνέχεια τό συμπιέζει καί τό ανεβάζει ψηλά.

Οί καταθλιπτικές ύδραντλίες χρησιμοποιούνται κυρίως από τούς πυροσβέστες για τό σβήσιμο τών πυρκαϊών.

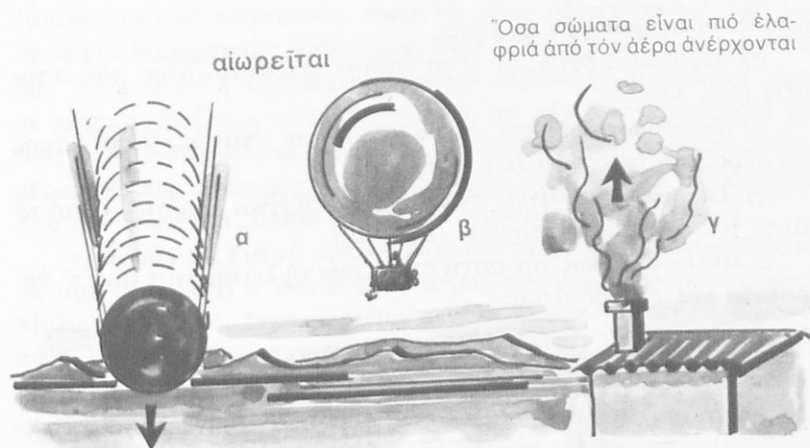
δ) Ύδραντλίες

Όταν τίς άντλίες τίς χρησιμοποιούμε για ν' αφαιρέσουμε ή να προσθέσουμε άέρα σ' ένα χώρο, τότε τίς ονομάζουμε άεραντλίες (είκ. 125).

Οί άεραντλίες είναι δύο ειδών: αναρροφητικές καί καταθλιπτικές. Τίς πρώτες τίς χρησιμοποιούμε, για ν' αφαιρέσουμε άέρα από ένα χώρο καί τίς δεύτερες, για να προσθέσουμε. Η λειτουργία τους είναι όμοια μέ τή λειτουργία τών ύδραντλιών μόνο πού τό έμβολο πρέπει να εφαρμόζει πολύ καλά στά τοιχώματα του κυλίνδρου καί οί βαλβίδες να κλείνουν άεροστεγώς.

Έρωτήσεις - Άσκήσεις

- 1) Πού γίνεται εφαρμογή τής ατμοσφαιρικής πίεσεως;
- 2) Τί είναι τό σιφώνι καί πού χρησιμοποιείται;
- 3) Πώς λειτουργεί τό σιφώνι;
- 4) Ποιά άλλα όργανα λειτουργούν όπως τό σιφώνι;
- 5) Τί είναι οί βεντούζες καί πώς χρησιμοποιούνται;
- 6) Πόσων ειδών άντλίες έχουμε καί πού στηρίζεται ή λειτουργία τους;
- 7) Σέ τί διαφέρει ή αναρροφητική από τήν καταθλιπτική ύδραντλία;
- 8) Τί είναι οί άεραντλίες;
- 9) Μέσα σ' ένα δοχείο πού περιέχει καθαρό νερό, ρίξε λίγα πριονίδια καί λίγη άμμο. Όστερα από λίγη ώρα καί άφου κατασταλάξει τό νερό, μετάγγισέ τό σ' ένα άλλο δοχείο, χωρίς να τό θλώσεις. τί θά χρειαστείς;
- 10) Τί θά κάνεις για να δείς, αν σ' ένα δοχείο μέ λάδι ύπάρχει καί νερό;



Τά βαριά σώματα πέφτουν

Είκ. 126

#### 4. Άνωση καί Άρχή του Άρχιμήδη στόν άέρα

Μελετώντας τή φυσική συμπεριφορά τών υγρών καί τών αερίων βρίσκουμε ότι έχουν μεγάλη όμοιότητα μεταξύ τους.

Τόσο τά υγρά, όσο καί τά άέρια ρέουν, κινούνται, πρός μιá κατεύθυνση, γι' αυτό ονομάζονται καί ρευστά.

Μάθαμε σέ προηγούμενα μαθήματα, ότι τά υγρά πιέζουν όλα τά σώματα πού βρίσκονται βυθισμένα μέσα σ' αυτά άπ' όλες τίς διευθύνσεις. Τό ίδιο ακριβώς παρατηρήσαμε καί στά άέρια.

Άκόμα μάθαμε, ότι ή πίεση πού δέχεται κάθε βυθισμένο σώμα σ' ένα υγρό άπό κάτω πρός τά άνω, είναι ίση μέ τό βάρος του υγρού πού έκτοπίζεται καί λέγεται άνωση.

Στό ίδιο συμπέρασμα καταλήγουμε καί γιά τά άέρια. Άφού κι αυτά πιέζουν τά σώματα πού είναι βυθισμένα μέσα στή μάζα τους άπ' όλες τίς διευθύνσεις κι έδώ υπάρχει άνωση, πού είναι ίση μέ τό βάρος του αερίου πού έκτοπίζεται άπό τό σώμα.

Όστε ή άρχή του Άρχιμήδη βρίσκει πλήρη εφαρμογή καί στά άέρια.

Σύμφωνα μέ τήν άρχή αυτή, όταν ένα σώμα άφθεθεί έλεύθερο

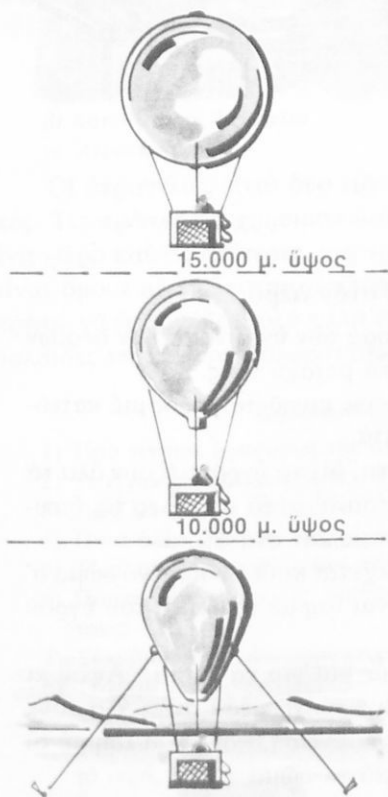
στόν αέρα συμβαίνουν τὰ ἑξῆς:

α) Τό σῶμα πέφτει, ἂν εἶναι βαρύτερο ἀπό τόν αέρα πού ἐκτοπίζει (εἰκ. 126).

β) Τό σῶμα αἰωρεῖται, ἂν τό βάρος του εἶναι ἴσο μέ τό βάρος τοῦ αέρα πού ἐκτοπίζει (εἰκ. 126) καί

γ) Τό σῶμα ἀνεβαίνει, ἂν τό βάρος του εἶναι μικρότερο ἀπό τό βάρος τοῦ αέρα πού ἐκτοπίζει (εἰκ. 126).

Σ' αὐτήν ἀκριβῶς τήν ἀρχή στηρίζουν τή λειτουργία τους τ' αερόστατα καί τ' αερόπλοια.



Εἰκ. 127

Ὅσο ἀνεβαίνει τό αερόστατο ὁ ὄγκος του μεγαλώνει καί ἡ ἀνωση ἐλαττώνεται

## 5. Ἀερόστατα

α) Ἱστορία. Ἡ προσπάθεια τοῦ ἀνθρώπου νά πετάξει, ὅπως τὰ πουλιά, ἦταν ἓνα πανάρχαιο ὄνειρο πού βασάνισε γιά πολλούς αἰῶνες τό μυαλό του. Κατά τήν ἀρχαία ἐλληνική μυθολογία ὁ Δαίδαλος καί ὁ Ἴκαρος θεωροῦνται οἱ πρῶτοι ἀνθρώποι πού πέταξαν καί ἔφυγαν ἀπό τό παλάτι τοῦ βασιλιᾶ Μίνωα τῆς Κρήτης.

Ἀπό τότε ἔγιναν πολλά πειράματα καί μόνο πρὸς τό τέλος τοῦ 18ου μ.Χ. αἰ. οἱ Γάλλοι ἀδελφοί Μογγολφιέ κατασκεύασαν μιά τεράστια αεροστατική σφαῖρα μέ ἀδιαπέραστο ἀπό τόν αέρα ἕφασμα, πού τήν ἀνύψωσαν στόν οὐρανό 300 μ. Μετά ἀκολούθησαν πολλά πειράματα καί ἔγιναν πολλές παρόμοιες κατασκευές.

β) Κατασκευή. Σύμφωνα μέ τήν ἀρχή τοῦ Ἀρχιμήδη κατασκευάζονται τεράστιες σφαῖρες ἀπό πλαστική ὕλη ἢ ἀπό ἕφασμα

έμποτισμένο σέ καουτσούκ, ὥστε νά εἶναι ἀδιαπέραστες ἀπό τόν ἀέρα καί ἐλαφρότερες ἀπό αὐτόν, ὅταν γεμίζουν μ' ἕνα ἐλαφρό ἀέριο. Ἐξωτερικά ἡ ἀεροστατική σφαῖρα περιβάλλεται ἀπό ἕνα δίχτυ μέ σχοινιά. Στά σχοινιά πού κρέμονται προσδένεται ἕνα καλάθι γιά μέ τούς ἀεροναῦτες καί τά διάφορα ἐπιστημονικά ὄργανα. Στό ἐπάνω μέρος τῆς ἀεροστατικῆς σφαίρας ὑπάρχει ἕνα ἀνοίγμα μέ βαλβίδα, πού ἀνοίγοκλείνει, ὅποτε θέλουν οἱ ἀεροναῦτες.

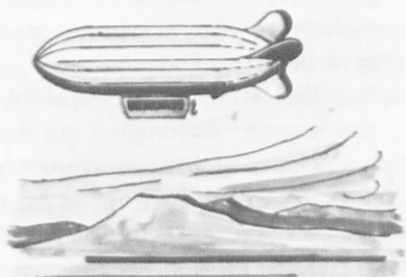
γ) Ἄνύψωση. Γιά νά πετάξει τό ἀερόστατο πρέπει ἡ ἀεροστατική σφαῖρα νά γεμίσει μ' ἕνα ἐλαφρό ἀέριο, συνήθως ὑδρογόνο ἢ ἥλιο. Μόλις γίνει αὐτό, δημιουργεῖται μεγάλη ἄνωση καί τό ἀερόστατο, ἀφοῦ λυθεῖ ἀπό τά σχοινιά τόν ἀρχίζει ν' ἀνεβαίνει. Καθώς ἀνυψώνεται, συναντάει ἀραιότερα στρώματα ἀέρα καί ἡ ἀεροστατική σφαῖρα διογκώνεται (εἰκ. 127). Κάποια στιγμή παύει ἡ ἀνύψωση τοῦ ἀερόστατου καί οἱ ἀεροναῦτες, ἂν θέλουν ν' ἀνέβουν πιό ψηλά, ἀδειάζουν μερικούς σάκους ἄμμου πού ἔχουν μαζί τους.

δ) Προσγείωση. Ὅταν θέλουν οἱ ἀεροναῦτες νά κατέβουν, τραβοῦν τό σχοινί κι ἀνοίγουν τή βαλβίδα ἐξόδου τοῦ ἀερίου. Τότε φεύγει ἕνα μέρος ἀπό τό ἀέριο τῆς σφαίρας, ὁ ὄγκος τῆς μικραίνει καί ἡ ἄνωση ἐλαττώνεται.

Ἔτσι τό ἀερόστατο ἀρχίζει νά κατεβαίνει.

Ὅταν τό ἀερόστατο πλησιάζει στό ἔδαφος, οἱ ἀεροναῦτες ρίχνουν ἕνα σχοινί μέ ἄγκιστρο γιά νά σκαλώσει κάπου καί μετά τό τραβοῦν καί προσγειώνονται.

ε) Πηδαλιοχούμνα ἀερόστατα. Μέ τά ἀερόστατα πού περιγράψαμε δέν μπορούσαν οἱ ἄνθρωποι νά πάνε ὅπου ἤθελαν, γιατί παρασύρονταν ἀπό τά ρεύματα τοῦ ἀέρα. Ἀργότερα κατασκεύασαν ἀερόστατα πού εἶχαν πηδάλιο καί τά ὀδηγοῦσαν ἐκεῖ πού ἤθελαν. Αὐτά τά ἀερόστατα τά ὀνόμασαν πηδαλιοχούμνα ἀερόστατα ἢ ἀερόπλοια (εἰκ. 128).



Εἰκ. 128

Τά ἀερόπλοια εἶναι πρόδρομοι τῶν σημερινῶν ἀεροπλάνων.

Τά αερόπλοια θεωροῦνται ὡς οἱ πρόδρομοι τῶν σημερινῶν αεροπλάνων.

στ) **Χρησιμότητα.** Παλαιότερα τά πηδαλιοχούμενα αερόστατα χρησιμοποιήθηκαν ἀπό τόν ἄνθρωπο γιά διάφορους σκοπούς. Σήμερα αὐτοῦ τοῦ εἴδους τά αερόστατα ἔχουν ἀντικατασταθεῖ ἀπό τ' αεροπλάνα, ἐνῶ τά ἄλλα χρησιμοποιοῦνται μόνο ἀπό τούς ἐπιστήμονες γιά μετεωρολογικές παρατηρήσεις.

### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί ὁμοιότητες ἔχουν τά ὑγρά καί τά ἀέρια;
- 2) Τί θά συμβεῖ, ἂν ἀφεθεῖ ἕνα σῶμα ἐλεύθερο στόν ἀέρα;
- 3) Σέ ποιά ἀρχή στηρίζεται ἡ κατασκευή τῶν αερόστατων καί τί λέει αὐτή;
- 4) Τί εἶναι τά αερόστατα καί πῶς κατασκευάζονται;
- 5) Ποιοί καί πότε κατασκεύασαν τό πρῶτο αερόστατο;
- 6) Πῶς γίνεται ἡ ἀνύψωση τοῦ αερόστατου;
- 7) Πῶς γίνεται ἡ προσγείωση;
- 8) Τί εἶναι τά πηδαλιοχούμενα αερόστατα;
- 9) Ποῦ χρησιμοποιοῦνται σήμερα τ' αερόστατα;

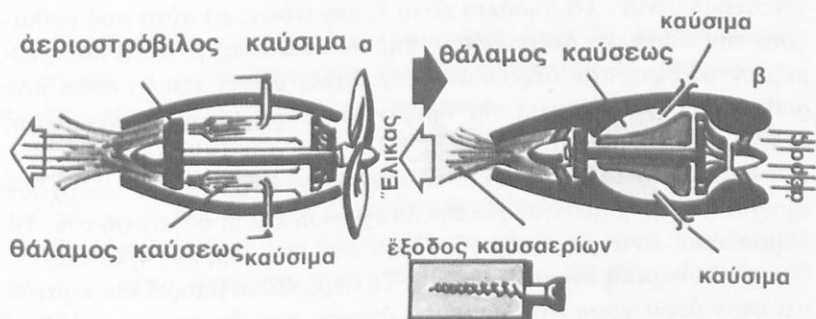
## 6. Ἀεροπλάνα

α) **Ἱστορία.** Πολλοί ἄνθρωποι κατά καιροῦς, κάνοντας τή σκέψη νά πετάξουν κι αὐτοί σάν τά πουλιά, ἔκαναν τολμηρά πειράματα. Προσάρμοζαν στό σῶμα τους μεγάλες καί τεντωμένες ἐπιφάνειες σάν φτερά, ρίχνονταν στό κενό ἀπό μεγάλα ὕψη καί κατέβαιναν σιγά σιγά στό ἔδαφος.

Τό 1903 οἱ δυό ἀδελφοί Ράιτ ἀπό τήν Ἀμερική κατώρθωσαν νά πετάξουν μέ αεροπλάνο γιά πρώτη φορά.

Ἡ πτήση τους κράτησε λίγα δευτερόλεπτα καί τό αεροπλάνο μαζί μέ τόν κυβερνήτη του ἔπεσε πάνω στήν ἀμμουδιά σέ ἀπόσταση 36μ. Ἐκτοτε ἔγιναν πολλά πειράματα ἀπό τούς ἴδιους, ἀλλά καί ἀπό ἄλλους σέ διαφορετικά μέρη τῆς γῆς.

Κάθε φορά δοκιμάζονταν καί νέα αεροπλάνα καί πραγματοποιοῦνταν καινούρια «ρεκόρ» πτήσεων. Ἔτσι φτάσαμε σ'α σημερινά τελειοποιημένα αεροπλάνα, πού βλέπουμε νά διασχίζουν τούς αἰθέρες καί νά προκαλοῦν τό θαυμασμό.



Είκ. 129

*Κινητήρες αεροπλάνων*

- α) Έλικοφόρων: Ο έλικας περιστρέφεται από τον αεριοστρόβιλο και βιδώνεται στον άερα, όπως η βίδα στο ξύλο
- β) Αεριοθωμένων: Κινητήρα αντίδρασης έχουν όλα τα σύγχρονα αεροπλάνα

β) **Κατασκευή.** Η κατασκευή του αεροπλάνου δέ στηρίζεται στην αρχή του Αρχιμήδη, όπως συμβαίνει με τ' αερόστατα και τ' αερόπλοια, γιατί αυτό είναι πολύ πιό βαρύ από τον άερα που έκτοπίζει. Η κατασκευή του είναι πολύπλοκη.

Τό κύριο σώμα του αεροπλάνου, τό σκάφος, έχει σχήμα άτρακτοειδές, αεροδυναμικό, όπως λέγεται. Κατασκευάζεται έτσι για νά παρουσιάζει, όσο γίνεται μικρότερη αντίσταση στον άερα. Μέσα σ' αυτό τακτοποιούνται οι επιβάτες, τά έμπορεύματα κτλ.

Οί κινητήρες είναι ισχυρές μηχανές, πολύπλοκες, πού κινούν τό αεροπλάνο προς τά εμπρός είτε μέ τήν έκτόξευση ισχυρού ρεύματος καυσαερίων προς τά πίσω (είκ. 129) είτε μέ τήν περιστροφική κίνηση τής έλικας (είκ. 129).

Τά φτερά επίσης κατασκευάζονται κατά τρόπο αεροδυναμικό, ώστε νά παρουσιάζουν κι αυτά μικρή αντίσταση στον άερα και ν' αναπτύσσεται πάνω τους, όσο γίνεται, μεγαλύτερη δυναμική άνωση κατά τήν κίνηση του αεροπλάνου.

Στά φτερά επάνω είναι και τά πηδάλια διεθύνσεως του αεροπλάνου. Αυτά βρίσκονται στο πίσω μέρος των φτερών και ρυθμίζουν, ανάλογα μέ τήν κλίση πού δίνει σ' αυτά ο πιλότος, τήν πορεία

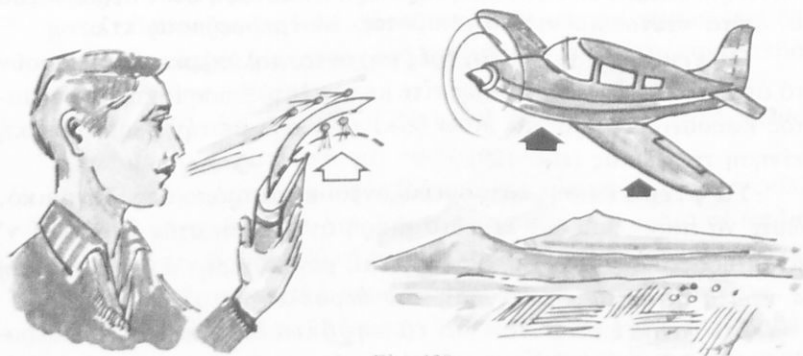
του αεροπλάνου. Τα πηδάλια είναι τριών ειδών: α) αυτά που ρυθμίζουν την κλίση του αεροπλάνου, πηδάλια κλίσεως, β) αυτά που ρυθμίζουν το ύψος του αεροπλάνου, πηδάλια ύψους και γ) αυτά που ρυθμίζουν τη διεύθυνση της οριζόντιας πορείας του αεροπλάνου, κατακόρυφα πηδάλια.

Κάτω από το σκάφος και τα φτερά του αεροπλάνου υπάρχουν τροχοί, που χρησιμεύουν για την απογείωση και προσγείωσή του. Τα υδροπλάνα αντί για τροχούς έχουν κλειστές λέμβους (βάρκες).

γ) **Δυναμική άνοση – Πτήση.** Το αεροπλάνο μπορεί και κρατιέται στον αέρα χάρη στη δυναμική άνοση, που αναπτύσσεται πάνω στο σκάφος και ιδίως στα φτερά του, όταν κινείται. Για να καταλάβουμε καλύτερα τι είναι αυτή η δυναμική άνοση, τότε και πώς αναπτύσσεται, εργαζόμαστε ως εξής:

Παίρνουμε ένα χοντρό χαρτόνι και το κρατάμε στα χέρια μας, χωρίς να το κινούμε. Αν το αφήσουμε ελεύθερο θα πέσει κάτω εξαιτίας της βαρύτητας. Αν όμως το έκσφενδονίσουμε οριζόντια δίνοντας σ' αυτό ταχύτητα, τότε θ' ανυψωθεί λίγο στον αέρα και μετά θ' αρχίσει να πέφτει, όσο ελαττώνεται ή ταχύτητά του.

Το ίδιο θα συμβεί αν αντί για χαρτόνι χρησιμοποιήσουμε μία μικρή πλατιά πέτρα. Επίσης, αν τρέξουμε γρήγορα, κρατώντας ένα πανί από την άκρη, θα δούμε ότι το πανί θ' ανασηκώνεται οριζόντια, όσο θά τρέχουμε και θ' αρχίσει να πέφτει σιγά σιγά, όταν αρχίσουμε να ελαττώνουμε την ταχύτητά μας.



Είκ. 130

Με την πιο γρήγορη κίνηση του αέρα στην επάνω επιφάνεια του χαρτιού και των φτερών του αεροπλάνου δημιουργείται δυναμική άνοση



Τό ίδιο γίνεται καί μέ τό χαρταετό, όταν δέ φυσάει αέρας. Ἄνυψώνεται, μόνο όταν τρέχουμε σέροντάς τον μέ τό σχοινί καί πέφτει, μόλις σταματήσουμε νά τρέχουμε.

Ἄπό τίς παρατηρήσεις μας αὐτές ὀδηγούμαστε στό συμπέρασμα ὅτι: όταν ἕνα σῶμα κινεῖται μέσα στόν αέρα, δέχεται μιὰ δύναμη, πού τό συγκρατεῖ καί δέν τό ἀφήνει νά πέσει.

Ἡ δύναμη αὐτή, πού δέν ἀφήνει τό σῶμα νά πέσει καί ἐνεργεῖ πάνω σ' αὐτό ἀντίθετα πρὸς τό βάρος του, λέγεται *δυναμική ἄνωση*.

Ἡ δυναμική ἄνωση εἶναι διαφορετική ἀπό τήν ἄνωση πού γνωρίσαμε στήν ἀρχή τοῦ Ἀρχιμήδη. Αὐτή ἐκδηλώνεται, μονάχα όταν τό σῶμα κινεῖται μέσα στή μάζα τοῦ αέρα ἀλλά καί κάθε ρευστοῦ. Δέν εἶναι ὅμως ἀπαραίτητο πάντα τό σῶμα νά κινεῖται· μπορεῖ νά συμβαίνει καί τό ἀντίθετο: νά κινεῖται ὁ αέρας σέ σχέση πρὸς τό σῶμα, ὅπως συμβαίνει μέ τό χαρταετό πού πετάει, όταν φυσάει αέρας, τή σημαία πού κυματίζει κτλ.

Τό πῶς δημιουργεῖται ἡ δυναμική ἄνωση πάνω σ' ἕνα σῶμα πού κινεῖται μέσα σ' ἕνα ρευστό ἢ μέ τήν κίνηση τοῦ ρευστοῦ, μποροῦμε νά τό ἐξηγήσουμε μέ τό ἀκόλουθο πείραμα:

Παίρνουμε μιὰ λουριδα χαρτιοῦ καί τοποθετοῦμε τό ἕνα ἄκρο τῆς ἀνάμεσα στίς σελίδες ἑνός βιβλίου, πού τό κρατάμε ὀρθιο μπροστά μας (εἰκ. 130). Τό χαρτί, ἐξαιτίας τοῦ βάρους του, γέρνει πρὸς τά κάτω καί δέχεται τήν ἴδια πίεση στίς δυό ἐπιφάνειές του.

Μόλις ὅμως δημιουργήσουμε μέ τό φύσημα ρεῦμα αέρα στήν ἐπάνω ἐπιφάνεια, τότε αὐτό ἀνασηκώνεται. Αὐτό γίνεται, γιατί τά μῦρια τοῦ αέρα στήν ἐπάνω ἐπιφάνεια ἀποκτοῦν ταχύτητα καί πιέζουν λιγότερο ἀπό πρὶν τό χαρτί πρὸς τά κάτω. Μάλιστα ὅσο πῖο γρήγορα κινεῖται ὁ αέρας στήν ἐπάνω ἐπιφάνεια, τόσο πῖο λίγο τήν πιέζει πρὸς τά κάτω.

Ἔτσι δημιουργεῖται μιὰ ὑποπίεση στήν ἐπάνω ἐπιφάνεια, ἐνῶ στήν κάτω ἐπιφάνεια, ἐξαιτίας τῆς μειωμένης ταχύτητας τοῦ αέρα, δημιουργεῖται ὑπερπίεση πού ἀναγκάζει τό χαρτί νά κινηθεῖ πρὸς τά πάνω.

Τό ίδιο γίνεται καί μέ τό ἀεροπλάνο. Ὄταν αὐτό κινεῖται στό διάδρομο ἀπογειώσεως, ὁ αέρας στήν ἐπάνω ἐπιφάνεια τῶν φτερῶν του ἔχει μεγαλύτερη ταχύτητα ἀπό τόν αέρα στήν κάτω ἐπιφάνεια

των φτερῶν (εἰκ. 130). Αυτό ἔχει σάν ἀποτέλεσμα ἢ ἐπάνω ἐπιφάνεια τῶν φτερῶν νά πιέζεται λιγότερο ἀπό τήν κάτω καί νά ἐμφανίζεται ἡ δυναμική ἄνωση, πού, ὅταν γίνει μεγαλύτερη ἀπό τό βάρος τοῦ ἀεροπλάνου, τό ἀνασηκώνει καί τότε αὐτό ἀπογειώνεται καί πετάει.

Γιά νά προσγειωθεῖ, ὁ πιλότος ἐλαττώνει τήν ταχύτητά του, ὁπότε ἐλαττώνεται καί ἡ δυναμική ἄνωση μέ ἀποτέλεσμα νά χάνει σιγά σιγά ἕψος τό ἀεροπλάνο καί νά προσγειώνεται μέ τή βοήθεια τῶν τροχῶν του στό διάδρομο προσγειώσεως.

### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Ποιοί ἦσαν οἱ πρῶτοι ἀεροπόροι;
- 2) Ποιά εἶναι τά κύρια μέρη τοῦ ἀεροπλάνου;
- 3) Πῶς κινεῖται τό ἀεροπλάνο;
- 4) Πῶς εἶναι κατασκευασμένα τά φτερά τοῦ ἀεροπλάνου καί ποιός εἶναι ὁ ρόλος τους;
- 5) Πῶς ρυθμίζεται ἡ πορεία τοῦ ἀεροπλάνου;
- 6) Πόσων εἰδῶν εἶναι τά πηδάλια;
- 7) Ποιά δύναμη συγκρατεῖ στόν ἀέρα τ' ἀερόστατα καί ποιά τ' ἀεροπλάνο;
- 8) Τί εἶναι δυναμική ἄνωση; Πότε ἀναπτύσσεται καί πῶς;
- 9) Πῶς ἀπογειώνεται τό ἀεροπλάνο καί πῶς προσγειώνεται;
- 10) Κάνε ἀπό τίς ἐργασίες καί τά πειράματα τοῦ μαθήματος ὅσα μπορεῖς.

## 7. Πύραυλοι

Σήμερα ζοῦμε σέ μιά ἐποχή, πού κάθε μέρα ἡ ἐπιστήμη καί ἡ τεχνική σημειώνουν νέα βήματα προόδου, πού πολλές φορές ξεπερνοῦν κι αὐτά τά ὅρια τῆς φαντασίας μας.

Μετά τήν κατάκτηση καί ἐξερεύνηση τῆς ξηρᾶς, τῆς θάλασσας καί τοῦ ἀέρα, ἤρθε ἡ σειρά τοῦ διαστήματος, τοῦ χώρου πού βρίσκεται πέρα ἀπό τήν ἀτμόσφαιρα. Ἐδῶ καί λίγα χρόνια ὁ ἄνθρωπος ἄρχισε νά ἐρευνᾷ τό χώρο τοῦ διαστήματος, ἐξορμώντας σ' αὐτόν γιά τήν κατάκτησή του μέ *πυραύλους*.

Οἱ πύραυλοι εἶναι σύγχρονες κατασκευές πού ἔχουν σχῆμα ἀεροδυναμικό καί μποροῦν νά κινηθοῦν μέ μεγάλη ταχύτητα πρὸς τά ἔμπροσ, ἄκόμα καί στό κενό, χάριη στήν ἐκτόξευση τῶν καυσαερίων τους πρὸς τά πίσω (εἰκ. 131).

Γιά νά καταλάβουμε πιό καλά πῶς κινεῖται ὁ πύραυλος δέν

έχουμε παρά να φτιάξουμε κι εμείς έναν απλό πυραύλο.

Παίρνουμε, λοιπόν, ένα στενόμακρο μπαλόνι και τό φουσκώνουμε καλά. Δένουμε κατόπιν τό στόμιό του και τό αφήνουμε ελεύθερο πάνω σ' ένα τραπέζι. Παρατηρούμε ότι τό μπαλόνι παραμένει στή θέση του (είκ. 132).

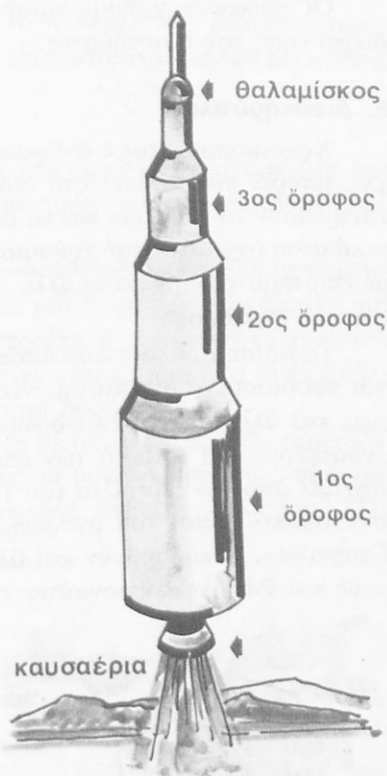
Αν όμως μ' ένα ψαλίδι κόψουμε στήν άκρη τό στόμιό του, τότε τό μπαλόνι έκτοξεύεται μέ ταχύτητα πρός τά έμπρός, καθώς ό συμπιεσμένος άέρας βγαίνει μέ όρμή από τό άνοιχτό πλέον στόμιο του μπαλονιού πρός τά πίσω.

Τό φαινόμενο αυτό έξηγηται ως έξης:

Ο συμπιεσμένος μέσα στο μπαλόνι άέρας πιέζει τά τοιχώματα του μπαλονιού πρός όλες τίς διευθύνσεις μέ τήν ίδια δύναμη (είκ. 132).

Έτσι, ή πίεση πού δέχονται τά άπέναντι τοιχώματα του μπαλονιού έξουδετερώνεται, αφού είναι ίση και αντίθετη και τό μπαλόνι δέ μετακινείται. Μόλις όμως κόψουμε τό στόμιο του μπαλονιού και ό συμπιεσμένος άέρας βρει διέξοδο, τότε στο σημείο αυτό ή πίεση εξαφανίζεται, ενώ εξακολουθεί νά υπάρχει στο άπέναντι σημείο και νά τό πιέζει. Έτσι τό μπαλόνι κινείται πρός τή φορά αυτής τής δυνάμεως και αντίθετα πρός τή φορά έξόδου του συμπιεσμένου άέρα.

Τό ίδιο άκριβώς γίνεται και μέ τους πυραύλους πού έκτοξεύονται γιά τό διάστημα. Φυσικά γιά τήν προώθησή τους δέ χρησιμο-



Είκ. 131  
ΠΥΡΑΥΛΟΣ

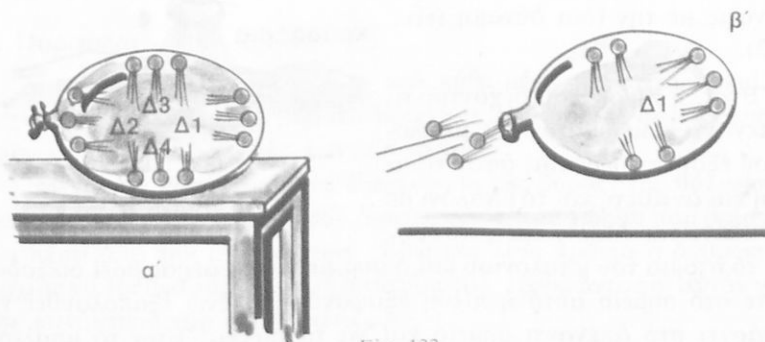
ποιείται συμπιεσμένος αέρας, αλλά αέρια που παράγονται αποκλειστικά από την καύση χημικών ενώσεων που φέρουν μαζί τους οι πύραυλοι.

Οι πύραυλοι χρησιμοποιούνται στην πολεμική τέχνη και στη διερεύνηση του διαστήματος.

## 8. Διαστημόπλοια

Χρησιμοποιώντας ο άνθρωπος τους πυραύλους που κατασκευάζει, μπορεί και στέλνει στο διάστημα κοσμικά όχημα που του επιτρέπουν να γνωρίσει και να διερευνήσει το διάστημα. Τα διαστημικά αυτά όχημα, που χρησιμοποιούνται για ταξίδια στο διάστημα με επιστημονικό ή κάποιο άλλο ενδιαφέρον, ονομάζονται διαστημόπλοια ή θαλαμίσκοι.

Τα διαστημόπλοια που αποστέλλονται στο διάστημα, άλλοτε είναι εφοδιασμένα με επιστημονικά όργανα για διάφορες παρατηρήσεις και άλλοτε είναι επανδρωμένα και τότε παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον. Η ιστορία των επανδρωμένων διαστημικών πτήσεων αρχίζει από τον Απρίλιο του 1961, όποτε εγκαινιάζεται το πρώτο διαστημικό ταξίδι του ανθρώπου με το Ρώσο κοσμοναύτη Γιούρι Γκαγκάριν. Ακολουθούν και άλλες πολλές πτήσεις από Αμερικανούς και Ρώσους κοσμοναύτες και σε λίγα χρόνια, τον Ιούλιο του



Είκ. 132

α) Το μπαλόνι μένει ακίνητο, γιατί οι δυνάμεις  $\Delta_1$  και  $\Delta_2$  αλληλοεξουδετερώνονται, ως ίσες και αντίθετες. Το ίδιο και οι  $\Delta_3$  και  $\Delta_4$

β) Το μπαλόνι κινείται εξαιτίας της δύναμης  $\Delta_1$  που εξακολουθεί να πιέζει το μπαλόνι προς τα έμπροσ

1969, ο Άμερικανός κοσμοναύτης Άρμστρονγκ πατάει στη σελήνη και στήνει την άμερικανική σημαία στο σεληνιακό έδαφος.

Μέ τη διαπλανητική αυτή πτήση, πού ήταν τό άποκορύφωμα τών προσπαθειών του άνθρώπου στον τομέα της άστροναυτικής, άνοιγεται ένας ευρύς ορίζοντας για τούς άστροναύτες του μέλλοντος.

## 9. Δορυφόροι (τεχνητοί)

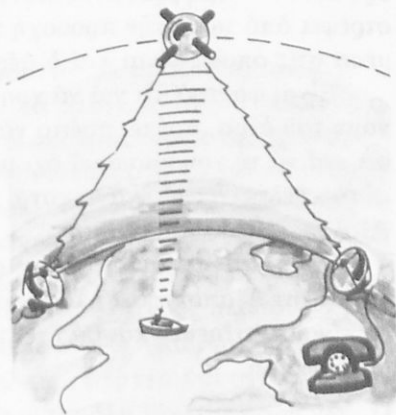
Οί τεχνητοί δορυφόροι είναι έπιστημονικές κατασκευές πού στέλνει ο άνθρωπος στο διάστημα μέ προωθητικούς πυραύλους. Είναι δηλ. διαστημόπλοια.

Τά σώματα αυτά, αφού μεταφερθούν στο χώρο του διαστήματος και αφού άποκτήσουν μέ τη βοήθεια τών πυραύλων τήν άπαραίτητη ταχύτητα, 8 χιλ. περίπου στο δευτερόλεπτο, μπαίνουν σε τροχιακή κίνηση και περιφέρονται αιώνια ή πρόσκαιρα γύρω από τή γή ή άλλο ουράνιο σώμα. Γίνονται δηλ. τεχνητοί δορυφόροι.

Οί τεχνητοί δορυφόροι, ανάλογα μέ τό σκοπό πού έξυπηρετούν, διακρίνονται σε τηλεπικοινωνιακούς, σε μετεωρολογικούς, σε δορυφόρους πού έξυπηρετούν στρατιωτικούς σκοπούς κτλ. (είκ. 133).

### Έρωτήσεις - Άσκήσεις

- 1) Τί είναι οί πύραυλοι;
- 2) Πώς κινείται ο πύραυλος;
- 3) Σέ τί διαφέρουν τά αεριωθούμενα αεροπλάνα από τούς πύραυλους;
- 4) Πού χρησιμοποιούνται οί πύραυλοι;
- 5) Τί είναι διαστημόπλοια;
- 6) Πότε άρχισαν τά επανδρωμένα διαστημικά ταξίδια και ποιά από αυτά αποτελούν σταθμούς στον τομέα της άστροναυτικής;
- 7) Τί είναι οί τεχνητοί δορυφόροι και πού χρησιμοποιούνται;
- 8) Κάνε έναν πύραυλο μέ μπαλόνη.



Είκ. 133.

Τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος

## 10. 'Ο αέρας ως κινητήρια δύναμη

'Ο ατμοσφαιρικός αέρας ποτέ δέ βρίσκεται σέ απόλυτη ήρεμία, αλλά πάντοτε κινεῖται.

'Ο αέρας πού κινεῖται λέγεται άνεμος καί ὅπως κάθε σῶμα πού κινεῖται ἔχει δύναμη, ἔτσι καί ὁ άνεμός. Τή δύναμη αὐτή τή χρησιμοποιήσῃσ ὁ άνθρωπος ἀπό τά πανάρχαια χρόνια γιά νά κινήσει τά ἱστιοφόρα πλοῖα καί ἀργότερα νά θέσει σέ λειτουργία τούς διάφορους άνεμόμυλους. Μέ ἄλλους άνεμοκινητήρες πάλι άντλοῦσε νερό ἀπό τά πηγάδια ἢ ἄλλα χαμηλά μέρη καί πότιζε τά χωράφια του ἢ κινούσε μικρές γεννήτριες ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Στίς Κάτω Χῶρες μέ τούς άνεμοκινητήρες άνέβαζαν τό νερό ψηλά καί τό διοχέτευαν μέ κανάλια στή θάλασσα.

Μέχρι τόν περασμένο αἰώνα ὁ άνεμος ἦταν ἡ μοναδική σχεδόν κινητήρια δύναμη τῶν πλοίων καί πολλῶν ἄλλων μηχανικῶν κατασκευῶν. Μέ τήν ἀνακάλυψη τῶν ατμομηχανῶν ἔπαψε ὁ άνεμος ν' ἀποτελεῖ πηγή δυνάμεως καί παραχώρησε τή θέση του σ' ἄλλες πηγές ἐνέργειας πῖό εἰχρηστες, ὅπως τοῦ πετρελαίου, τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τῶν γαιανθράκων κτλ.

'Η ἀσυλλόγιστη ὄμως σπατάλη αὐτῶν θά ὀδηγήσει κάποτε ἀσφαλῶς στήν ἐξάντληση τῶν ἀποθεμάτων τοῦ πετρελαίου καί τῶν γαιανθράκων καί αὐτό θά ἔχει δυσάρεστες συνέπειες γιά τόν άνθρωπο. Γιά νά μή βρεθεῖ, λοιπόν, σέ ἀδιέξοδο ὁ άνθρωπος ἀργότερα, στρέφει ἀπό τώρα τήν προσοχή του σέ ἄλλες πηγές ἐνέργειας, ἀνάμεσα στίς ὁποῖες εἶναι καί ὁ αέρας.

Εἶναι φανερό ὅτι γιά νά χρησιμοποιήσει ἀποτελεσματικά τή δύναμη τοῦ αέρα, πρέπει πρῶτα νά βρεῖ ἕναν τρόπο νά τήν ἀποθηκεύσει καί νά τή χρησιμοποιεῖ ὄχι μόνο ὅταν φυσᾷ άνεμος, ἀλλά ὅποτε αὐτός θέλει, ὅπως ἔκανε κατά τήν ἀρχαία ἑλληνική μυθολογία ὁ Αἴολος, ὁ θεός τοῦ άνέμου.

'Αν τό πανάρχαιο αὐτό ὄνειρο τοῦ άνθρώπου γίνει πραγματικότητα, τότε θ' ἀποκτήσει ἡ ἀνθρωπότητα μιά νέα πηγή ἐνέργειας, πού θά εἶναι ἀστεῖρευτη καί θά ἔχει τό πλεονέκτημα νά μή ρυπαίνει τήν ἀτμόσφαιρα.

## 11. Οἱ άνεμόμυλοι

Μιά ἀπό τίς πῖό παλιές μηχανικές κατασκευές τοῦ άνθρώπου εἶναι καί οἱ άνεμόμυλοι. Αὐτοῖ εἶναι μύλοι πού λειτουργοῦν μέ τή

δύναμη τοῦ ἀνέμου χάρις σ' ἓναν ἀνεμοκινητήρα, πού ἔχουν ἐκτεθειμένο στόν ἀέρα.

Ὁ ἀνεμοκινητήρας αὐτός ἀποτελεῖται ἀπό ἓνα μεγάλο ἀκτινωτό τροχό πού εἶναι ἐλαφρῦς καί ἔχει 5-10 πτερύγια πάνινα ἢ μεταλλικά μέ κάποια κλίση (εἰκ. 134).

Ὅταν φυσᾷ ἄνεμος, ὁ τροχός περιστρέφεται γύρω ἀπό ἓναν ὀριζόντιο ἄξονα. Ἡ περιστροφική αὐτή κίνηση μεταδίδεται μ' ἓνα σύστημα ἀπό ἄλλους ἄξονες καί γρανάζια στή μυλόπετρα πού τή γυρίζει κι ἀλέθει τό σιτάρι.



Εἰκ. 134

Ἄνεμοκινητήρες

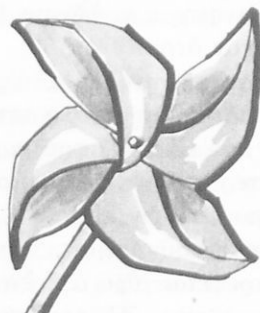
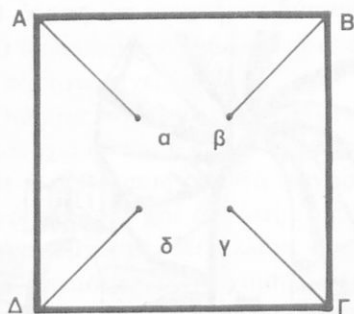
Ἐνας ἄλλος τύπος ἀνεμοκινητήρα εἶναι αὐτός πού ἀποτελεῖται ἀπό ἓνα τύμπανο, πού στρέφεται γύρω ἀπό ἓναν κατακόρυφο ἄξονα μέ τή βοήθεια πτερυγίων πού ἔχει (εἰκ. 134).

Πολλοί ἀνεμόμυλοι ὑπάρχουν στή Ρόδο, στή Μύκονο, στήν Κρήτη καί ἄλλοῦ.

## 12. Τά ἱστιοφόρα πλοῖα

Ἰστιοφόρα εἶναι τά πλοῖα πού κινοῦνται μέ τή δύναμη τοῦ ἀνέμου χρησιμοποιώντας ἱστιά (πανιά). Τά πλοῖα αὐτά γιά πολλούς αἰῶνες ἐξυπηρέτησαν τόν ἄνθρωπο σέ ὅλους τούς τομεῖς τῆς δραστηριότητάς του στή θάλασσα. Σήμερα ἔχουν καταργηθεῖ καί τή θέση τους πῆραν τά ἀτμόπλοια, τά βενζινόπλοια καί ἄλλα. Μόνο στίς θαλάσσιες ἱστιοδρομίες καί στίς ἱστιοδρομίες στόν πάγο ἐξακολουθοῦν νά ὑπάρχουν καί νά παρέχουν τίς ὑπηρεσίες τους ἀποκλειστικά καί μόνο γιά ψυχαγωγικούς λόγους καί ἀγωνιστικούς σκοπούς.

Στούς διάφορους τύπους τῶν ἱστιοφόρων σκαφῶν τά ἱστιά προσδένονται κατάλληλα ἐπάνω σέ ψηλά κατάρτια καί σχεδόν κάθετα πρὸς τό κατάστρωμα, ὥστε νά δέχονται ὅλη τήν πίεση τοῦ ἀνέμου καί νά ὠθοῦν τό σκάφος. Εἶναι φανερό ὅτι, γιά νά κινηθεῖ τό σκάφος πρὸς τά ἔμπρός, πρέπει νά φυσᾷ οὔριος ἄνεμος, δηλαδή



Είκ. 135

Μ' ένα ψαλίδι κόψτε το τετράγωνο χαρτί κατά μήκος των διαγωνίων του μέχρι τα σημεία α, β, γ, δ. Έπειτα γυρίστε τις τέσσερις γωνίες προς το κέντρο και άφου τις καρφιτσώσετε προσαρμόστε όλο το σχήμα πάνω σε μία ξύλινη βέργα. Έτσι θα έχετε έναν άνεμοκινητήρα

άπο την πρύμη-ούρά-του πλοίου.

Αν όμως δέ συμβαίνει αυτό και ο άνεμος φυσάει άπο τά πλάγια, τότε η προώθηση του σκάφους έπιτυγχάεται μέ κατάλληλη κλίση που δίνουν στά πανιά και μέ μερικούς άλλους χειρισμούς.

### Έρωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Τί είναι άνεμος και τί έχει;
- 2) Άπο πότε και που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος την κινητήρια δύναμη του άέρα;
- 3) Σήμερα χρησιμοποιείται η κινητήρια δύναμη του άέρα; γιατί;
- 4) Τί πλεονεκτήματα έχει ο άέρας σάν κινητήρια δύναμη;
- 5) Τί είναι άνεμόμυλοι και πώς λειτουργούν;
- 6) Τί είναι τά ιστιοφόρα πλοία και πώς κινούνται;
- 7) Κατασκεύασε κι έσύ χάρτινους άνεμοκινητήρες βλέποντας τις εικόνες .....135....



## Χημεία

### 1. Εισαγωγή

Ἡ Φυσική πού σπουδάζουμε καί ἡ Χημεία πού θά γνωρίσουμε εἶναι δύο ἐπιστήμες πού θριαμβεύουν στήν ἐποχή μας. Ὅσα μᾶς ἐξασφαλίζουν σήμερα μιά ἀνετη ζωή, εἶναι καρπός τῆς πρακτικῆς ἐφαρμογῆς τῶν δύο αὐτῶν ἐπιστημῶν.

Ἡ Χημεία ἀποτελεῖ τή βάση τῆς σύγχρονης βιομηχανίας. Στά χημικά ἐργαστήρια, οἱ χημικοί, μελετώντας τή σύνθεση τῶν φυσικῶν σωμάτων, ἀνακάλυψαν τή σύσταση τῆς ὕλης καί πέτυχαν νά φτιάσουν νέες σύνθετες ὕλες, πού δέν ὑπάρχουν στή φύση.

Ἔτσι, κοντά στά φυσικά προϊόντα μαλλί, βαμβάκι, δέρματα ζῶων κτλ., πού χρησιμοποιεῖ ὁ ἄνθρωπος γιά τίς ἀνάγκες τῆς ζωῆς του, προστέθηκαν καί νέα τεχνητά ἢ συνθετικά προϊόντα, πού κατασκεύασαν οἱ βιομηχανίες μέ τή βοήθεια τῶν χημικῶν. Γιά νά γίνουν χρησιμοποιοῦνται ὕλικά πού παίρνονται ἀπό τή φύση καί μετατρέπονται σέ ἄλλα εἶδη τελειῶς διαφορετικά, πού δέ μοιάζουν σέ τίποτε μ' ἐκεῖνα ἀπό τά ὅποια προῆλθαν. Γι' αὐτό λέμε ὅτι ἡ Χημεία εἶναι ἡ ἐπιστήμη πού ἀσχολεῖται μέ τῖς οὐσιαστικές μεταβολές τῆς ὕλης.

Παρακάτω θά δοῦμε πῶς βλέπουν οἱ χημικοί τήν ὕλη.

#### Ἐρωτήσεις — Ἀσκήσεις

- 1) Ποιά ὀνομάζουμε φυσικά καί ποιά τεχνητά προϊόντα;
- 2) Νά βρεῖτε μερικά τεχνητά-συνθετικά — προϊόντα πού χρησιμοποιοῦν: οἱ γεωργοί, οἱ μαθητές, οἱ νοικοκυρές, οἱ ξυλουργοί κτλ.

### 2. Χημικά στοιχεῖα

Εἶπαμε ὅτι στά χημικά ἐργαστήρια οἱ χημικοί μελετοῦν τή σύνθεση τῶν ὕλικῶν σωμάτων, ἀνακαλύπτουν τά συστατικά τους καί φτιάχνουν νέες ὕλες πού δέν ὑπάρχουν στή φύση.

Αὐτό πού σήμερα εἶναι πραγματικότητα, ὑπῆρχε σάν πρόβλημα καί σάν ἰδέα στήν ἀρχαιότητα, πού γοήτευε τούς ἀρχαίους Ἑλλήνες φιλόσοφους. Στήν προσπάθειά τους ν' ἀνακαλύψουν τίς βασικές οὐ-

οίες πού συνθέτουν τόν κόσμο, δηλαδή τά ἀρχικά *στοιχεῖα* ἀπ' ὅπου προῆλθαν ὅλα τά φυσικά σώματα, ἔκαναν πολλές ὑποθέσεις καί διατύπωσαν ἀρκετές θεωρίες πού ἀργότερα λησμονήθηκαν. Διατηρήθηκε ὅμως ἡ λέξη «στοιχεῖο» πού φανερώνει τήν πρωταρχική οὐσία ἀπό τήν ὁποία γίνονται ὅλα τά πράγματα καί πού εἶναι τόσο ἀπλή, ὥστε νά μήν μπορεῖ νά γίνει ἀπλούστερη.

Κατά τούς ἀρχαίους "Ἕλληνες τά στοιχεῖα ἦσαν τεσσερα: ἡ γῆ, τό νερό, ὁ ἀέρας καί ἡ φωτιά. Μ' αὐτά γίνονταν ὅλα τά εἶδη τῶν ὑλικῶν σωμάτων. Στά ἐργαστήριά τους ὅμως οἱ ἀλλημιστές διαπίστωναν ὅτι πολλά στερεά ἀπό τό στοιχεῖο γῆ δέν ἦταν ἀπλά καί ὅτι μπορούσαν νά διαιρεθοῦν σέ πλιό ἀπλά, ἐνῶ ἄλλα, ὅπως ὁ σίδηρος, ὁ χαλκός, ὁ μόλυβδος, ὁ ἄνθρακας, τό θεῖο κτλ. ἦσαν πραγματικά ἀπλά, ἦσαν δηλαδή *χημικά στοιχεῖα*. Γιά πολλούς αἰῶνες ὁ ἀνθρώπος πίστευε ὅτι τό νερό καί ὁ ἀέρας ἦταν στοιχεῖα, δηλ. ἀπλά σώματα. "Ὁμως τό 18ο αἰῶνα ἀνακάλυψε πῶς δέν ἦταν ἀπλά σώματα καί πῶς μπορούσαν νά χωριστοῦν σέ ἄλλα, πού ἦσαν πραγματικά ἀπλά.

Σήμερα τά γνωστά στοιχεῖα εἶναι 104. Ἀπό αὐτά τά 92 ὑπάρχουν στή φύση καί τά 12 εἶναι τεχνητά. Αὐτά τά δημιούργησαν οἱ χημικοί μέ τή *μεταστοιχείωση* ὀρισμένων γνωστῶν στοιχείων, ὅπως τοῦ οὐρανίου καί ἄλλων.

Μέ τούς διαφορετικούς συνδυασμούς αὐτῶν τῶν στοιχείων γίνονται τά χιλιάδες εἶδη σύνθετα σώματα, πού ἀποτελοῦν τόν κόσμο. Συμβαίνει δηλ. ὅ,τι καί μέ τά 24 γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου πού κάνομε χιλιάδες λέξεις μ' αὐτά.

Κάθε στοιχεῖο φέρει τό δικό του ὄνομα καί, ὅταν γράφεται, γιά εὐκολία, συμβολίζεται μέ τό πρῶτο ἢ μέ τά δυό πρῶτα γράμματα τῆς λατινικῆς ὀνομασίας του. Ἔτσι, ἀντί νά γράφουμε τή λέξη:

Ἵδρογόνο		H
Ὁξυγόνο	γράφουμε τό	O
Νάτριο	σύμβολο	Na
Χλώριο		Cl

Τά σύμβολα αὐτά ὀνομάστηκαν *χημικά σύμβολα* καί εἶναι ὅσα τά εἶδη τῶν στοιχείων.

Τά περισσότερα στοιχεῖα δέ βρίσκονται ἐλεύθερα στή φύση,

άλλά είναι ένωμένα μαζί με άλλα στοιχεία και σχηματίζουν σύνθετα σώματα. Τά σύνθετα σώματα γράφονται κι αυτά σύντομα με τά χημικά σύμβολα τών στοιχείων πού αποτελούνται. Τό άλάτι π.χ. πού αποτελείται από χλώριο και νάτριο γράφεται: NaCl και διαβάζεται: χλωριούχο νάτριο.

Η γραφή αυτή του χλωριούχου νατρίου ονομάζεται *χημικός τύπος*. Κάθε σύνθετο σώμα έχει τό δικό του χημικό τύπο.

### 3. Σέ τί διαφέρουν τά στοιχεία μεταξύ τους

Γνωρίζουμε πιά ότι ο σίδηρος, ο άνθρακας, τό θεϊο, τό όξυγόνο, τό ύδρογόνο κτλ. είναι άπλά σώματα, στοιχεία. Σέ τί όφείλεται



Εικ. 136

*Σχηματική παράσταση ατόμων και πυρήνα*

όμως ή διαφορά πού έχουν μεταξύ τους;

Οί έπιστήμονες πού μελέτησαν προσεχτικά κι αυτό τό θέμα μάς λένε: Τά άτομα όποιουδήποτε στοιχείου αποτελούνται από τόν πυρήνα, στόν όποιο βρίσκεται συγκεντρωμένη όλη ή μάζα του ατόμου και από τά ηλεκτρόνια πού κινούνται με άσύλληπτη ταχύτητα γύρω από τόν πυρήνα, όπως ή γη γύρω από τόν ήλιο. Ο πυρήνας πάλι αποτελείται από τά πρωτόνια και από τά νετρόνια (εικ. 136).

Τά πρωτόνια στόν πυρήνα κάθε ατόμου είναι όσα και τά ηλεκ-

τρόνια. Αυτά είναι εκείνα που καθορίζουν το είδος του ατόμου και του στοιχείου που ανήκει. Έτσι, άτομα με ένα πρωτόνιο και ένα ηλεκτρόνιο αποτελούν το στοιχείο υδρογόνο, άτομα με δύο πρωτόνια και δύο ηλεκτρόνια το στοιχείο ήλιο, με όκτώ το στοιχείο οξυγόνο με 6 το στοιχείο άνθρακα κ.ο.κ.

### Έρωτήσεις - Ασκήσεις

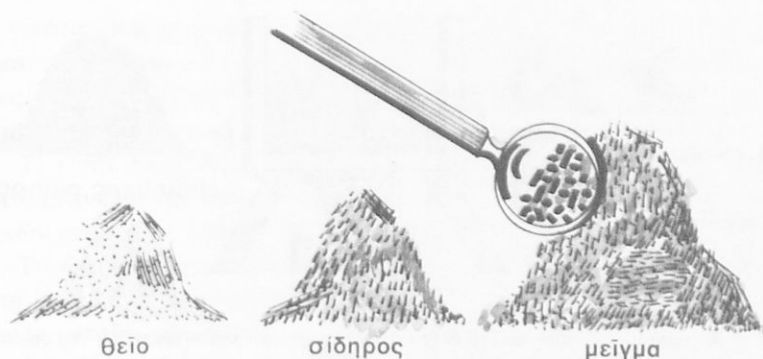
- 1) Τί είναι τά χημικά στοιχεία;
- 2) Πόσα στοιχεία γνωρίζουμε σήμερα;
- 3) Πόσα είδη υλικών σωμάτων έχουμε;
- 4) Πώς γράφονται τά στοιχεία;
- 5) Πώς γράφονται τά σύνθετα σώματα;
- 6) Από τί αποτελούνται τά άτομα;
- 7) Σέ τί όφείλεται ή διαφορά που έχουν τά στοιχεία μεταξύ τους;
- 8) Κάψε ένα σπύρο, λίγη ζάχαρη και λίγο ψωμί. Μετά τήν καύση θά μείνει μιά μαύρη ούσια; είναι τό στοιχείο άνθρακας.  
Τί συμπέρασμα βγάξεις;

### 4. Μείγματα και χημικές ενώσεις

Όπως είπαμε τά περισσότερα στοιχεία στή φύση δέ βρίσκονται ελεύθερα, αλλά είναι ενωμένα με άλλα στοιχεία και σχηματίζουν σύνθετα σώματα. Τά σύνθετα σώματα λέγονται και χημικές ενώσεις και γίνονται με όρισμένες προϋποθέσεις που, αν δέν τηρηθούν, δέ γίνεται καμιά χημική ένωση. Δέν μπορούμε δηλαδή, βάζοντας μέσα σε μιά φιάλη όξυγόνο και υδρογόνο, να κάνουμε νερό ή ανακατώνοντας σίδηρο και θείο να φτιάσουμε μιά νέα χημική ένωση, χωρίς να χρησιμοποιήσουμε μιά ειδική μέθοδο για να πετύχουμε τήν ένωση των χημικών στοιχείων

Στήν παραπάνω περίπτωση τά προϊόντα που θά έχουμε δέ θά είναι χημικές ενώσεις, άλλ' άπλως μείγματα όξυγόνου-υδρογόνου και θείου-σιδήρου. Μείγματα μπορούμε να φτιάσουμε ανακατώνοντας με οποιαδήποτε αναλογία δύο ή περισσότερα στοιχεία ή χημικές ενώσεις.

Τά μείγματα των μετάλλων, ειδικά, λέγονται κράματα και των υγρών διαλύματα.



Είκ. 137

Στό μείγμα μ' ένα φακό μπορούμε νά διακρίνουμε τούς κόκκους τού θείου καί τά ρινίσματα τού σίδηρου

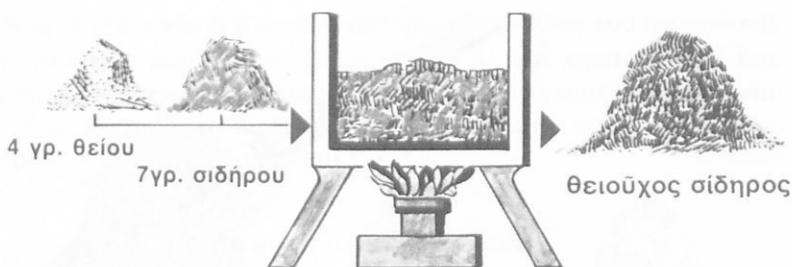
Ἄλλ' ἄς δοῦμε εἰδικότερα, πῶς γίνονται τά μείγματα καί οἱ χημικές ἐνώσεις καί σέ τί διαφέρουν μεταξύ τους.

**Πείραμα 1ο.** Πάνω σ' ἓνα χαρτί βάζουμε χωριστά μιὰ ὁποιαδήποτε ποσότητα ἀπό ρινίσματα σίδηρου καί σκόνη θείου (εἰκ. 137). Παρατήροῦμε ὅτι τά ρινίσματα τού σίδηρου ἔχουν χρῶμα γκρι σκοτεινό, ἐνῶ ἡ σκόνη τού θείου κίτρινο. Ἄν πλησιάσουμε ἓνα μαγνήτη στά ρινίσματα τού σίδηρου, θά δοῦμε ὅτι ἔλκονται ἀπό τό μαγνήτη, ἐνῶ ἡ σκόνη τού θείου δέν ἔλκεται. Ἀνακατώνουμε τώρα τά δύο ὑλικά καλά καί κάνουμε ἓνα νέο σῶμα, πού εἶναι μείγμα σίδηρου καί θείου.

Παρατηρώντας τό μείγμα μ' ἓνα φακό βλέπουμε ξεκάθαρα τά ρινίσματα τού σίδηρου καί τούς κόκκους τού θείου νά εἶναι δίπλα δίπλα καί νά διατηροῦν τό χρῶμα τους. Ἄν στό μείγμα πλησιάσουμε ἓνα μαγνήτη, τότε τά ρινίσματα τού σίδηρου θά ἔλκονται ἀπό αὐτόν καί θά μᾶς εἶναι εὐκόλο νά ξεχωρίσουμε τά δύο ὑλικά τού μείγματος.

Ὡστε στά μείγματα τά συστατικά ὑλικά διατηροῦν τίς ἰδιότητές τους καί γίνονται μέ ὁποιοσδήποτε ἀναλογίες.

**Πείραμα 2ο.** Κάνουμε πάλι ἓνα μείγμα ἀπό σίδηρο καί θείο, ἀλλά μέ ὁρισμένες αὐτή τή φορά ἀναλογίες: 7 γραμμάρια σίδηρου καί 4 γραμ. θείου. Οὔτε λιγότερο οὔτε περισσότερο (εἰκ. 138).



Είκ. 138

*Μέ τη θέρμανση ο σίδηρος και το θείο ενώνονται χημικά και γίνεται ένα νέο σώμα, ο θειούχος σίδηρος*

Βάζουμε το μείγμα μέσα σ' ένα δοκιμαστικό σωλήνα και τό θερμαίνουμε. Σέ όρισμένη θερμοκρασία τό μείγμα αρχίζει νά κοκκινίζει και ν' αποδίδει θερμότητα και μυρωδιά. "Όταν τό κοκκίνισμα σταματήσει, αποσύρουμε τό σωλήνα από τή φωτιά και τόν αφήνουμε λίγο νά κρυώσει. "Επειτα σπάζουμε τό δοκιμαστικό σωλήνα και εξετάζουμε τό περιεχόμενό του. Τό νέο σώμα αποτελεί μιά σκληρή μαύρη ένιαία μάζα, στήν όποία δέν μπορούμε πιά νά ξεχωρίσουμε μέ τό φακό τούς κόκκους του θείου και τά ρινίσματα του σίδηρου. Τί έγιναν, λοιπόν, οί κόκκοι του θείου και τά ρινίσματα του σίδηρου; "Ενώθηκαν μεταξύ τους χημικά και σχημάτισαν ένα νέο σώμα μέ δικές του ιδιότητες. Καί πράγματι· αν πλησιάσουμε στό νέο σώμα ένα μαγνήτη, δέ θά έλκει πιά τό σίδηρο.

*"Όστε στίς χημικές ενώσεις τά υλικά δέ διατηρούν τίς ιδιότητές τους και γίνονται μόνο μέ άκριβείς αναλογίες των συστατικών υλικών, πού τίς αποτελούν.*

Τό θειούχο σίδηρο δέν είναι εύκολο τώρα νά τόν χωρίσουμε στα συστατικά του. Για νά γίνει αυτό, θά χρειαστεί νά χρησιμοποιήσουμε μιά άρκετά πολύπλοκη έπεξεργασία, στήν όποία θά λάβουν μέρος κι άλλες χημικές ενώσεις και θά γίνουν άρκετές χημικές αντιδράσεις.

Χημική αντίδραση είχαμε στό προηγούμενο πείραμα κατά τήν ένωση του θείου μέ τό σίδηρο. "Αν δέ γινόταν χημική αντίδραση δέ

θά γινόταν καί χημική ένωση, όπως δέν έγινε καί στό πρῶτο πείραμα. Δηλ. ἡ χημική ένωση εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς χημικῆς ἀντιδράσεως. Μέ ἄλλα λόγια ἡ χημική ένωση εἶναι προϊόν τῆς χημικῆς ἀντιδράσεως καί ἡ χημική ἀντίδραση εἶναι χημικό φαινόμενο.

Τί εἶναι ὁμως ἀκριβῶς ἡ χημική ἀντίδραση καί πότε γίνεται; Πρὶν ἀπαντήσουμε στήν ἐρώτηση, ἄς θυμηθοῦμε ὅτι: τὰ μόρια τῶν ὑλικῶν σωμάτων, ἀπλῶν καί συνθέτων, ἀποτελοῦνται ἀπό ἄτομα.

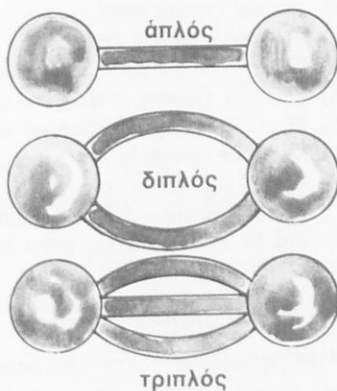
Τά ἄτομα ὁμως στά μόρια συγκρατιοῦνται ἐνωμένα μέ μιά δύναμη, πού λέγεται *χημικός δεσμός*. Γιά νά δημιουργηθεῖ χημικός δεσμός μεταξύ τῶν ἀτόμων, πρέπει τὰ ἄτομα νά πλησιάσουν πολύ κοντά τό ἓνα στό ἄλλο. Αὐτό ἐπιτυγχάνεται μέ τή θερμότητα, μέ τή διάλυση, μέ τήν πίεση κτλ.

Ὁ χημικός δεσμός παριστάνεται μέ μιά γραμμή καί μπορεῖ νά εἶναι ἀπλός, διπλός, τριπλός κτλ. (εἰκ. 139). Κάθε φορά πού δημιουργεῖται ἓνας τέτοιος δεσμός, γίνεται καί μιά χημική ἀντίδραση, ὅπως έγινε στό πείραμα 2 κατά τήν ένωση τοῦ θείου μέ τό σίδηρο. Χημική ἀντίδραση γίνεται καί ὅταν καταστρέφονται οἱ χημικοί δεσμοί μεταξύ τῶν ἀτόμων, πάλι μέ τή βοήθεια τῆς θερμότητας κτλ.

Οἱ χημικές ἀντιδράσεις ἄλλοτε γίνονται σιγά σιγά, ἄλλοτε ἔντονα καί ἄλλοτε βίαια καί προκαλοῦνται ἐκρήξεις. Γι' αὐτό κατά τήν ἐκτέλεση τῶν πειραμάτων μας πρέπει νά εἴμαστε προσεχτικοί.

**Συμπερασματικά** μποροῦμε νά ποῦμε ὅτι:

α) Μείγματα εἶναι τὰ σώματα πού παρασκευάζονται ἀπό τήν ἀνάμειξη δύο ἢ περισσοτέρων ἀπλῶν ἢ συνθέτων σωμάτων μέ ὅποιοσδήποτε ἀναλογίες. Στά μείγματα τὰ ὑλικά σώματα πού τά ἀποτελοῦν παραμένουν ἀμετάβλητα καί διατηροῦν τίς ιδιότητές τους.



Εἰκ. 139

*Χημικοί δεσμοί*

β) Χημικές ενώσεις είναι τὰ σώματα πού παρασκευάζονται από τήν ένωση δυό ή περισσοτέρων άπλών ή συνθέτων σωμάτων με όρισμένες πάντοτε αναλογίες και σταθερές για κάθε σώμα. Ή χημική ένωση δέν έχει πιά τίς ιδιότητες τών σωμάτων πού τήν άποτελούν, αλλά νέες ιδιότητες πού είναι τελείως διαφορετικές.

γ) Χημικοί δεσμοί είναι οί δυνάμεις πού συγκρατούν ένωμένα τὰ άτομα στά μόρια.

δ) Χημικές αντίδράσεις είναι φαινόμενα χημικά κατά τὰ όποια μετατρέπονται μόνιμα τὰ ύλικά σώματα σέ άλλου είδους σώματα, με διαφορετικές ιδιότητες.

### Έρωτήσεις - Άσκήσεις

- 1) Τί είναι μείγματα, κράματα και διαλύματα;
- 2) Μπορούμε νά κάνουμε ένα μείγμα με λάδι και νερό; Δικαιολόγησε τήν άπάντησή σου.
- 3) Τί είναι χημικές ενώσεις;
- 4) Ποιανού χημικού φαινομένου άποτέλεσμα είναι ή χημική ένωση;
- 5) Τί είναι χημική αντίδραση και πότε γίνεται;
- 6) Τί είναι οί χημικοί δεσμοί και πότε δημιουργούνται;
- 7) Μέσα σέ λίγο ξίδι, δυνατό καλύτερα, ρίξε ψιλά τρίμματα από τσόφλι αύγου. Οί φυσαλίδες, πού θά παρατηρείς νά βγαίνουν, είναι τό άέριο διοξειδίο του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), τό όποιο άποτελείται από C και O πού ύπήρχαν μέσα στό τσόφλι.

### 5. Ή άτμοσφαιρικός άέρας

Ή γή περιβάλλεται από ένα παχύ στρώμα άέρα πού τό βάθος του είναι μερικές έκατοντάδες χιλιόμετρα και λέγεται άτμοσφαιρικός άέρας. Κατά τούς αρχαίους ό άέρας ήταν ένα από τὰ 4 στοιχεία τής φύσεως.

Κατά τό 18ο μ.Χ. αιώνα άποδείχτηκε ότι ό άέρας πού αναπνέουμε είναι μείγμα από άχρωμα και άγευστα άέρια. Τά άέρια αυτά είναι: άζωτο 78%, όξυγόνο 21% και 1% διάφορα άλλα άέρια, όπως: άργό, κρυπτό, διοξειδίο του άνθρακα κ.ά.

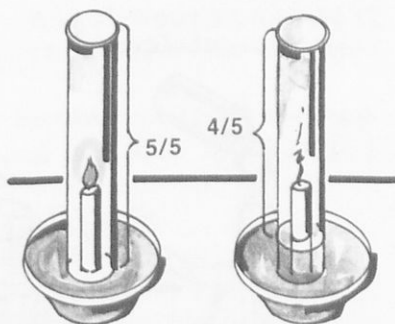
Μερικά από τὰ συστατικά του άέρα μπορούμε νά τὰ άνιχνεύσουμε με τὰ ακόλουθα πειράματα:

*Πείραμα 1ο.* Μέσα σ' ένα πιάτο στερεώνουμε κάθετα ένα



μικρό κεράκι και χύνουμε λίγο νερό. 'Ανάβουμε τό κεράκι και τό σκεπάζουμε μ' ένα ποτήρι ή καλύτερα μ' ένα γυάλινο όγκομετρικό δοχείο (είκ. 140).

Παρατηρούμε ότι τό νερό σιγά σιγά άρχίζει νά ανεβαίνει στό ποτήρι και ή φλόγα του κεριού νά ελατώνεται, ώσπου στό τέλος σβήνει. Κατόπιν μετράμε τό ύψος της στήλης του νερού μέσα στό ποτήρι και βρίσκουμε ότι είναι τό  $1/5$  του όλου ύψους και της χωρητικότητας του ποτηριού.



Είκ. 140

*Τά  $4/5$  του άτμοσφαιρικού άέρα είναι άζωτο και τό  $1/5$  'Οξυγ.*

Οί επιστήμονες μäs λένε ότι τό χώρο πού έπιασε τό νερό μέσα στό ποτήρι πρώτα τόν κατείχε τό στοιχείο όξυγόνο, πού ήταν μέσα στον άέρα του ποτηριού και κάηκε. Τά υπόλοιπα  $4/5$  του χώρου καταλαμβάνονται από τό στοιχείο άζωτο,\* πού δέ διατηρεί την καύση, γι' αυτό και τό κεριό έσβησε.

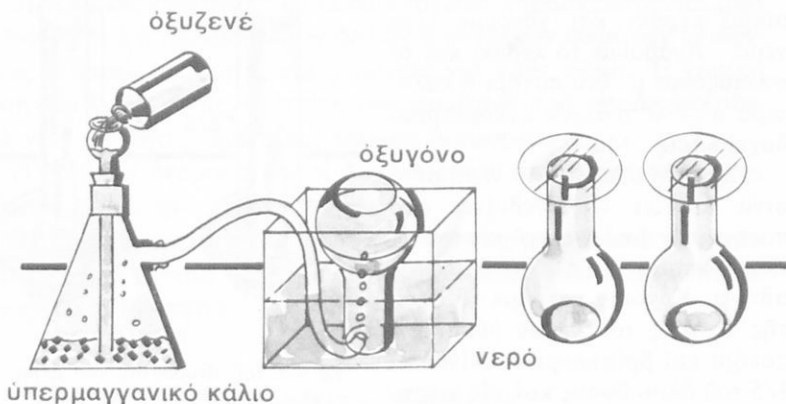
*"Όστε τά  $4/5$  του όγκου του άέρα είναι άζωτο και τό  $1/5$  όξυγόνο.*

**Πείραμα 2ο.** Γεμίζουμε με καθαρό άσβεστόνερο ένα ποτήρι και τό αφήνουμε άνοιχτό. Τήν άλλη μέρα θά παρατηρήσουμε ότι στό άσβεστόνερο έχει σχηματιστεί μιά κρούστα, πού όφείλεται στό διοξειδίο του άνθρακα ( $CO_2$ ) πού υπάρχει στον άέρα και άπορροφήθηκε από τό άσβεστόνερο.

Στόν άέρα αίωρούνται ακόμα διάφορες όργανικές ύλες: σκόνη, ύδρατμοί και άλλα, πού ή ποσότητά τους σε περιεκτικότητα είναι άνάλογη με την εποχή και την τοποθεσία.

'Ο καθαρός άέρας είναι άοσμος και ύγιεινός. Γι' αυτό πρέπει ό άέρας πού αναπνέουμε νά είναι πάντοτε καθαρός. 'Ο άνθρωπος μπορεί νά ζήσει χωρίς τροφή αρκετές ήμέρες και χωρίς νερό λίγες· χωρίς άέρα όμως θά πέθαινε μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα.

\* Μέσα στον όγκομετρικό σωλήνα υπάρχει και μιά ελάχιστη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα ( $CO_2$ ) πού προήλθε από την καύση του κεριού.



Είκ. 141

Παρασκευή όξυγόνου

## 6. Τό Όξυγόνο

α) **Ίστορικό.** Τό όξυγόνο ήταν γνωστό στους Κινέζους από τόν 8ο μ.Χ. αιώνα καί τό θεωρούσαν σάν ένα από τά συστατικά του άέρα. Μόλις όμως τό 18ο μ.Χ. αϊ. οί Εύρωπαίοι χημικοί κατόρθωσαν νά τό απομονώσουν καί νά διαπιστώσουν τήν ύπαρξή του. Ή όνομασία πού πήρε όφείλεται στό Γάλλο χημικό καί φιλόσοφο Λαβουαζιέ, πού θεωρούσε τό όξυγόνο ως βασικό συστατικό όλων των *όξέων*.

β) **Πού βρίσκεται.** Τό όξυγόνο είναι πολύ διαδομένο στή φύση. Έχει ύπολογιστεί ότι αποτελεί τό μισό σχεδόν όλης τής ύλης πού είναι στή γή. Βρίσκεται έλεύθερο στόν ατμοσφαιρικό άέρα, όπως είδαμε, σε αναλογία 21% του όγκου του καί αποτελεί τό 1/3 του όγκου των συστατικών του νερού καί τό 89% του βάρους του.

Τό όξυγόνο είναι βασικό συστατικό όλων των ζωντανών όργανισμών. Στο ανθρώπινο σώμα τό 65% είναι όξυγόνο.

Σέ μεγάλη αναλογία βρίσκεται στους άσβεστούχιθους καί στό βωξίτη (48% περίπου).

γ) **Παρασκευή όξυγόνου.** Όξυγόνο μπορούμε νά παρασκευάσουμε σε μικρές ποσότητες μέ τή μέθοδο τής ηλεκτρολύσεως του νε-

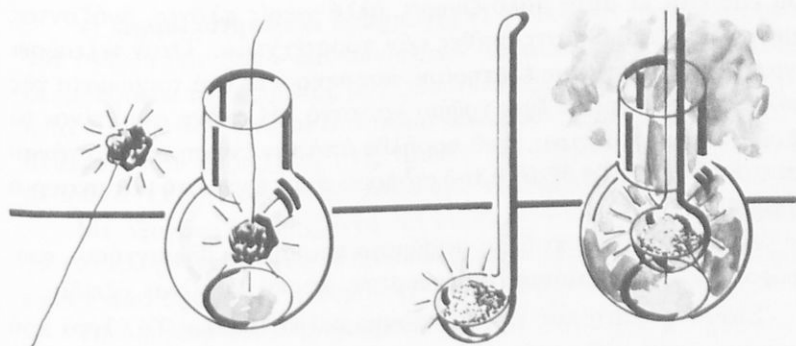
ροῦ, πού θά γνωρίσουμε παρακάτω καί μέ τή θέρμανση ἢ χωρίς τή θέρμανση πολλῶν ὀξειδίων – ἐνώσεων πού περιέχουν ὀξυγόνο– ὅπως φαίνεται στήν εἰκόνα 141.

Ἡ βιομηχανική παρασκευή τοῦ ὀξυγόνου γίνεται μέ τήν ὑδροποίηση τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα. Κατά τή φυσική αὐτή μέθοδο ὁ ἀέρας ὑδροποιεῖται καί τά κύρια συστατικά του, τό ὀξυγόνο καί τό ἄζωτο, ἀποχωρίζονται μέ κλασματική ἀπόσταξη.

δ) **Ἰδιότητες.** Τό ὀξυγόνο εἶναι ἀέριο ἀχρωμο, ἄοσμο καί ἀγευστο. Ἔχει τήν ἰδιότητα νά ἐνώνεται μέ ὅλα σχεδόν τά στοιχεῖα καί νά σχηματίζει ἐνώσεις πού ὀνομάζονται *ὀξείδια*.

Σέ πολλές περιπτώσεις κατά τήν *ὀξείδωση*, δηλ. κατά τήν ἐνωσή τοῦ ὀξυγόνου μέ ἄλλα σώματα, παράγεται αἰσθητή ποσότητα θερμότητας καί φῶς. Τό φαινόμενο αὐτό λέγεται *καύση*. Ἡ καύση διακρίνεται σέ *ταχεία καύση*, ὅταν συνοδεύεται ἀπό αἰσθητή θερμότητα καί φῶς καί σέ *βραδεία καύση*, ὅταν δέ συνοδεύεται ἀπό αἰσθητή θερμότητα καί φῶς.

Τό ἴδιο τό ὀξυγόνο δέν καίγεται. Ἡ παρουσία του ὅμως εἶναι ἀπαραίτητη γιά νά γίνει καύση. Ὅλα τά σώματα, πού πυρακτώνονται καί καίγονται στόν ἀέρα, μέσα σέ καθαρό ὀξυγόνο καίγονται



Εἰκ. 142

Καύση ἄνθρακα

Καύση θείου

ζωηρότερα, όπως θά δοῦμε στά παρακάτω πειράματα.

*Πείραμα 1ο.* Μέσα σέ μιά φιάλη μέ ὀξυγόνο βυθίζουμε ἓνα μισοσβησμένο κάρβουνο. Παρατηροῦμε ὅτι τό κάρβουνο καίγεται πολύ ζωηρά καί σπινθηροβολεῖ (εἰκ. 142).

Ἄν τώρα μέσα στή φιάλη χύσουμε λίγο ἀσβεστόνερο, θά δοῦμε, ὅτι θολώνει. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ὅτι μέσα στή φιάλη ὑπάρχει *διοξειδίο τοῦ ἀνθρακα*, πού προήλθε ἀπό τήν ἔνωση τοῦ ὀξυγόνου μέ τόν ἀνθρακα.

*Πείραμα 2ο.* Σ' ἓνα εἰδικό κουταλάκι βάζουμε λίγο θεῖο καί τό καίμε. Παρατηροῦμε ὅτι, καθώς καίγεται, βγάξει μιά κυανή φλόγα πού δέν εἶναι ζωηρή. Μόλις ὅμως βυθίσουμε τό κουταλάκι μέ τό θεῖο μέσα στή δεύτερη φιάλη μέ τό ὀξυγόνο, τότε καίγεται πάρα πολύ ζωηρά μέ λαμπερή φλόγα καί βγάξει πολλούς καπνούς μέ ἀποπνικτική μυρωδιά (εἰκ. 142). Οἱ καπνοί αὐτοί εἶναι τό ἀέριο *διοξειδίο τοῦ θείου*, πού προήλθε ἀπό τήν ἔνωση ὀξυγόνου καί θείου.

*Πείραμα 3ο.* Στήν ἄκρη ἑνός λεπτοῦ σιδερένιου ἐλατηρίου στερεώνουμε ἓνα σπίρτο. Ἐπειτα τό ἀνάβουμε καί βλέπουμε ὅτι τό σπίρτο καίγεται ὅλο, χωρίς νά πάθει τίποτε τό ἐλατήριο. Ἄν τώρα στήν ἄκρη τοῦ ἐλατηρίου στερεώσουμε ἓνα ἄλλο σπίρτο καί τό ἀνάψουμε καί τό βυθίσουμε μέσα σέ ὀξυγόνο, θά παρατηρήσουμε ὅτι ἡ φλόγα τοῦ σπίρτου γίνεται πολύ ζωηρή καί μεταδίδεται στό ἐλατήριο πού καίγεται κι αὐτό πολύ ζωηρά ἀλλά χωρίς φλόγες, βγάζοντας ταυτόχρονα ἀναρίθμητες σπίθες σάν πυροτέχνημα. Ὅταν τελειώσει ἡ καύση τοῦ σιδερένιου ἐλατηρίου, παρατηροῦμε στά τοιχώματα τῆς φιάλης μιά σκόνη πού ἔχει χρῶμα καστανό. Ἡ σκόνη αὐτή εἶναι τό *ὀξειδίο τοῦ σιδήρου*, πού προήλθε ἀπό τήν ἔνωση τοῦ ὀξυγόνου καί τοῦ σιδήρου. Τό ὀξειδίο τοῦ σιδήρου εἶναι ἡ γνωστή μας σκουριά (εἰκ. 143).

Ἄν ἐκτελέσουμε κι ἄλλα παρόμοια πειράματα μέ μαγνήσιο, φωσφόρο κτλ., τά προϊόντα τῆς καύσεως γενικά θά εἶναι ὀξειδία.

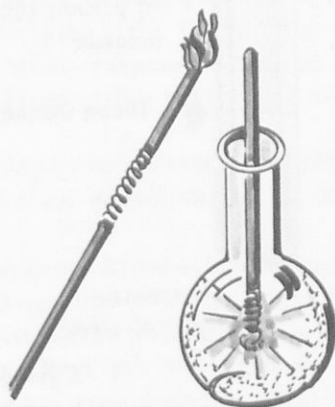
Στά πειράματα πού κάναμε εἶδαμε καί κάτι ἄλλο: Τά ὑλικά πού κάηκαν – ἀνθρακας, θεῖο, σίδηρο – δέ χάθηκαν, ἀλλ' ἀπλῶς μετατράπηκαν σέ νέα σώματα ἄλλης μορφῆς. Τό θεῖο καί ὁ ἀνθρακας ἔγιναν διοξειδία τοῦ θείου καί τοῦ ἀνθρακα. πού εἶναι ἀέρια καί τό σίδηρο ὀξειδίο τοῦ σιδήρου, πού εἶναι στερεό. Τό ἴδιο γίνεται σέ

ὅλες τίς καύσεις.

Ὡστε τὰ καύσιμα ὑλικά δέν ἐξαφανίζονται, ἀλλά μετατρέπονται σέ νέα διαφορετικά σώματα, πού εἶναι ἄλλα ἀέρια, ἄλλα στερεά καί ἄλλα ὑγρά.

Ἀπό τό φυσικό αὐτό νόμο ὀδηγήθηκε ὁ Λαβουαζιέ στό σπουδαῖο συμπέρασμα ὅτι: «τίποτε στόν κόσμο δέ δημιουργεῖται καί τίποτε δέν καταστρέφεται· ἀπλῶς τά πάντα μετατρέπονται».

Τό συμπέρασμα αὐτό τοῦ Λαβουαζιέ, πού πρῶτος διατύπωσε θεωρητικά μόνο ὁ Ἕλληνας φιλόσοφος Δημόκριτος πρῖν ἀπό 2.000 χρόνια, ἀποτελεῖ τό γνωστό νόμο τῆς ἀφθαρσίας τῆς ὕλης.



Εἰκ. 143  
Καύση αἰθῆρου

ε) **Χρησιμότητα καί ἐφαρμογές.** Τό ὀξυγόνο εἶναι ἀπαραίτητο γιά τή ζωή τῶν ζώων καί τῶν φυτῶν. Σ' αὐτό ὀφείλεται ἡ σταθερή θερμοκρασία τοῦ σώματος τῶν ζώων καί τοῦ ἀνθρώπου. Μέ τή βραδεία καύση, πού γίνεται στό σῶμα μας, τό ὀξυγόνο ἐνώνεται μέ τόν ἀνθρακα πού περιέχεται στίς τροφές καί παράγεται διοξειδίο τοῦ ἀνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), πού ἀποβάλλεται ἀπό τόν ὀργανισμό μέ τήν ἐκπνοή.

Μέ ὀξυγόνο ἐφοδιάζονται τὰ ὑποβρύχια καί τὰ διαστημόπλοια γιά τὰ πληρώματά τους. Ὄξυγόνο δίνουν ἀκόμη καί σέ ὄσους πάσχουν ἀπό ὀρισμένες πνευμονικές ἢ καρδιακές ἀνεπάρκειες.

Τό ὀξυγόνο εἶναι βιομηχανικό ἀέριο. Χρησιμοποιεῖται γιά τό κόψιμο καί τή συγκόλληση τῶν μετάλλων, ὀξυγονοκόλληση. Σ' αὐτή τήν περίπτωσι τό ὀξυγόνο ἐνώνεται μαζί μέ ἕνα ἄλλο ἀέριο, πού λέγεται ἀσετυλίνη καί ἀπό αὐτήν παράγεται πολύ μεγάλη θερμοτήτα (πάνω ἀπό  $2000^\circ\text{C}$ ) πού λιώνει τὰ μέταλλα.



Είκ. 144  
Φιάλη οξυγόνου

Οί πύραυλοι είναι εφοδιασμένοι με υγρό οξυγόνο, γιατί στό διάστημα πού ταξιδεύουν δέν υπάρχει τό απαραίτητο οξυγόνο γιά τήν καύση.

Στό ελεύθερο εμπόριο τό οξυγόνο φέρεται μέσα σέ ισχυρές χαλύβδινες φιάλες (είκ. 144).

### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι τό οξυγόνο καί πότε ἔγινε γνωστό;
- 2) Ποῦ βρίσκεται καί τί ιδιότητες ἔχει τό οξυγόνο;
- 3) Τί εἶναι ἡ ὀξειδωση καί τί τά ὀξειδία;
- 4) Τί εἶναι καύση καί σέ τί διακρίνεται; ἀνάφερε παραδείγματα.
- 5) Πῶς παρασκευάζεται τό οξυγόνο;
- 6) Τί λέει ὁ νόμος τής ἀφθορείας τής ὕλης;
- 7) Ποῦ χρησιμοποιεῖται τό οξυγόνο;
- 8) Ἐναψε ἕνα κεράκι καί σκέπασέ το μέ ἕνα ποτήρι· ἐξήγησε τό ἀποτέλεσμα.
- 9) Σκέπασε ἕνα φυτό μ' ἕνα ποτήρι, ὥστε νά μήν ἀερίζεται καθόλου καί ἐξήγησε τό ἀποτέλεσμα ὕστερα ἀπό 1-2 μέρες.

## 7. Τό Ὑδρογόνο

α) **Ἱστορία.** Τό ὕδρογόνο ( $H_2$ ) σάν στοιχεῖο ἀνακαλύφθηκε στό μέσα τοῦ 18ου μ.Χ. αἰ. ἀπό τόν Ἄγγλο χημικό Κάβεντις. Τήν ὀνομασία του ὁμως τή χρωστάει στό Λαβουαζιέ, πού χρησιμοποίησε τίς ἑλληνικές λέξεις ὕδωρ-γεννῶ.

β) **Ποῦ βρίσκεται.** Τό ὕδρογόνο μαζί μέ τό οξυγόνο καί τό πυρίτιο εἶναι τά πλιό διαδομένα στοιχεῖα στή φύση. Ἐλεύθερο ὑπάρχει ἄφθονο στόν ἥλιο, σ' ἀστέρια, στήν ἀτμόσφαιρα πάνω ἀπό 100 χιλ. στίς πετρελαιοπηγές καί ἀναφυσᾶσαι ἀπό τίς σχισμές τῶν ἠφαιστείων.

Στή γη συνήθως βρίσκεται ένωμένο με άλλα σώματα. Ὑπάρχει στό νερό, στό λίπη, στό πετρέλαια, σέ πολλά ὀρυκτά, στό σῶμα τῶν ζῶων καί τῶν φυτῶν καί σέ πολλά ἄλλα σώματα.

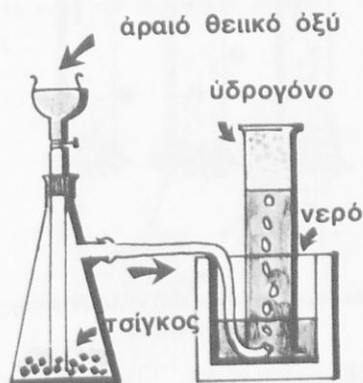
γ) **Πῶς παρασκευάζεται.** Ὑδρογόνο\* σέ μικρές ποσότητες μπορούμε νά παρασκευάσουμε μέ τό βολτάμετρο (εἰκ. 150) δι' ἠλεκτρολύσεως τοῦ νεροῦ ἢ μέ τήν ἐπίδραση ὀξέων σέ ὀρισμένα μέταλλα. Π.χ. ὅταν τό θεϊκό ἢ τό ὑδροχλωρικό ὄξύ πέσει πάνω στόν τσίγκο παράγεται ὑδρογόνο (εἰκ. 145).

Ἡ βιομηχανική παραγωγή τοῦ ὑδρογόνου γίνεται μέ τή μέθοδο τῆς ἠλεκτρολύσεως τοῦ νεροῦ, πού εἶναι πολυέξοδη καί μέ ἄλλες πολυπλοκές μεθόδους

δ) **Ἰδιότητες.** Τό ὑδρογόνο εἶναι ἀέριο ἄχρωμο, ἄοσμο καί χωρίς γεύση. Εἶναι 14,5 φορές ἐλαφρύτερο ἀπό τόν ἀέρα, πολύ δραστικό καί ἀναφλέγεται εὐκολά. Ὅταν ἀναμειγνύεται μέ τόν ἀέρα δημιουργεῖ μείγμα ἐκρηκτικό, ἐπικίνδυνο γιά τίς συσκευές πού παρασκευάζεται καί γιά μᾶς. Ὅταν καίγεται, ξνώνεται μέ τό ὄξυγόνο καί παράγεται πολύ ὑψηλή θερμοκρασία πού φτάνει σχεδόν τοῦς 3.000° C. Γι' αὐτό τό ὑδρογόνο εἶναι ἐξαιρετικό καύσιμο.

Μερικές ἀπό τίς ἰδιότητες τοῦ ὑδρογόνου μπορούμε νά τίς διαπιστώσουμε κι ἐμεῖς πειραματικά.

**Πείραμα 1ο.** Πλησιάζουμε στό στόμιο ἑνός γυάλινου κυλίνδρου μέ καθαρό ὑδρογόνο τή φλόγα ἑνός κεριοῦ (εἰκ. 146). Ἀμέσως ἀκοῦμε μιά μικρή ἐκρηξη καί βλέπουμε νά ἀναφλέγεται στό χεῖλη τοῦ κυλίνδρου μέ φλόγα πού δέ διακρίνεται εὐκολά. Βυθίζοντας τό κέρι στό ἐσωτερικό τοῦ κυλίνδρου βλέπουμε νά σβήνει ἡ φλόγα του. Ἄν τραβήξουμε ὁμως πρός τά ἔξω τό κέρι, θ' ἀνάψει πάλι ἀπό τή φλόγα



Εἰκ. 145

Παρασκευή ὑδρογόνου

\* **Προσοχή:** Ἐπειδή τά πειράματα τῆς καύσεως τοῦ ὑδρογόνου εἶναι ἀρκετά ἐπικίνδυνα, φρόνιμο εἶναι ν' ἀποφεύγονται.

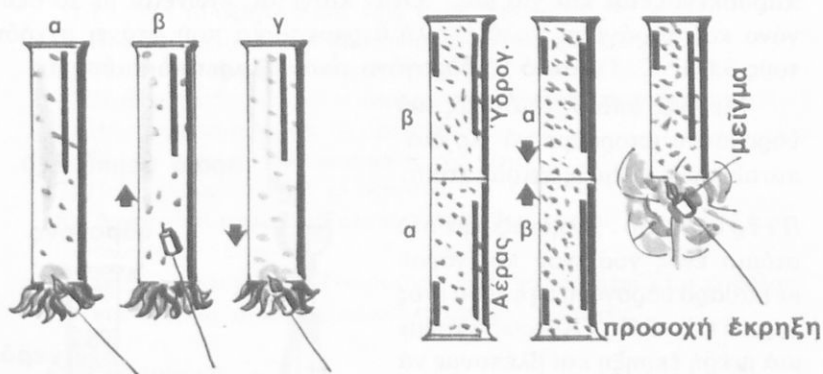
του ὑδρογόνου πού καίγεται στά χείλη του κυλίνδρου.

“Ωστε τό ὑδρογόνο εἶναι καύσιμο ὑλικό, ἀλλά δέ διατηρεῖ τήν καύση καί τά σώματα πού εἶναι μέσα σ’ αὐτό δέν καίγονται.

**Πείραμα 2ο.** Παίρνουμε ἕναν κύλινδρο μέ ὑδρογόνο καί μετακινώντας τον ὀρθία φέρνουμε τό στόμιό του σ’ ἐπαφή μέ τό στόμιό ἑνός ἄλλου ὁμοίου κυλίνδρου πού περιέχει ἀέρα (εἰκ. 146).

Κρατώντας τούς δύο κυλίνδρους ἐνωμένους τούς ἀντιστρέφουμε. “Αν τώρα πλησιάσουμε τή φλόγα ἑνός κεριοῦ στό στόμιό ἑνός κυλίνδρου, ἀκούγεται ἕνας δυνατός κρότος καί μιά φλόγα γεμίζει τό ἐσωτερικό του. Αὐτό γίνεται, γιατί τό ὑδρογόνο ἀνεβαίνει, σάν πιό ἐλαφρό, ἀπό τόν κάτω κύλινδρο στόν ἑπάνω καί σχηματίζει μείγμα ἐκρηκτικό μέ τό ὀξυγόνο τοῦ ἀέρα, πού λέγεται *κροτοῦν ἀέριο*.

“Ωστε τό ὑδρογόνο μέ τόν ἀέρα καίγεται βίαια καί προκαλεῖ ἐκρηξη (γι’ αὐτό χρειάζεται προσοχή).



Εἰκ. 146

Τό ὑδρογόνο καίγεται, ἀλλά δέ διατηρεῖ τήν καύση. Μείγμα ὑδρογόνου καί ἀέρα, δταν ἀναφλεγεί, προκαλεῖ ἐκρηξη

**Πείραμα 3ο.** “Οταν παρασκευάζουμε ὑδρογόνο, μπορούμε νά γεμίσουμε μερικά μπαλόνια, δένοντας στό στόμιό τῆς φιάλης πού βγαίνει τό ὑδρογόνο τό στόμιό τοῦ μπαλονιοῦ (εἰκ. 147). “Αν ἀφήσουμε ἐλεύθερα τά μπαλόνια, θ’ ἀνεβαίνουν ψηλά στόν ἀέρα, ὥσπου θά τά χάσουμε ἀπ’ τά μάτια μας. Αὐτό γίνεται, γιατί τό ὑδρογόνο εἶναι πολύ ἐλαφρύτερο ἀπό τόν ἀέρα.



### ε) Χρησιμότητα και εφαρμογές

1) Τό υδρογόνο επειδή είναι πολύ ελαφρύτερο από τόν άερα, παλαιότερα τό χρησιμοποιούσαν για νά γεμίζουν μ' αυτό τά αερόστατα και τ' αερόπλοια. Σήμερα έχει αντικατασταθεῖ μ' ἕνα άλλο άέριο, τό ήλιο, πού δέν αναφλέγεται.

2) Ήξαιτίας τής μεγάλης θερμοκρασίας πού αναπτύσσει, όταν καίγεται, χρησιμοποιεῖται στίς δευρονοκολλήσεις

3) Οἱ πύραυλοι σάν καύσιμο ύλικό χρησιμοποιοῦν υγρό υδρογόνο.

4) Ἡ βιομηχανία χρησιμοποιεῖ τό υδρογόνο για τήν παρασκευή τής άμμωνίας, τήν υδρογόνωση τών λαδιών και τή μετατροπή του σε στερεά λίπη, όπως τή φυτίνη, τή μαργαρίνη κτλ.

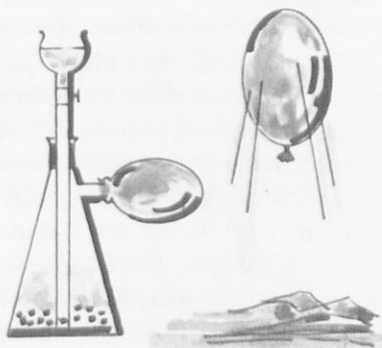
### Ἑρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Πότε έγινε γνωστό τό υδρογόνο και σε ποιόν οφείλει τήν ονομασία του;
- 2) Πού βρίσκεται ελεύθερο υδρογόνο;
- 3) Πώς τό βρίσκουμε στή γή;
- 4) Πώς παρασκευάζεται τό υδρογόνο;
- 5) Τί ιδιότητες έχει;
- 6) Γιατί, όταν βυθίζουμε ἕνα αναμμένο κερί στό υδρογόνο, σβήνει;
- 7) Πού χρησιμοποιεῖται τό υδρογόνο;
- 8) Ποιό είναι τό οξειδίο τοῦ Η;

### 8. Τό Ἄζωτο (N<sub>2</sub>)

α) Ἱστορία. Τό άζωτο άνακαλύφθηκε κι αυτό τό 18ο μ. Χ. αἰώνα, όταν απομονώθηκε από τόν άτμοσφαιρικό άερα. Τήν ονομασία του τήν οφείλει στο ὅτι δέ διατηρεῖ τή ζωή (α στερητικό-ζωή).

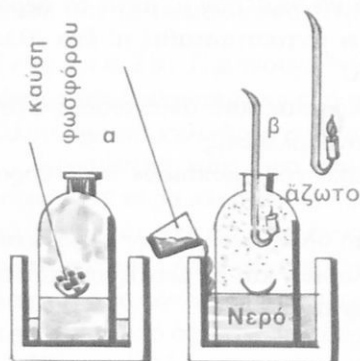
β) Πού βρίσκεται. Τό άζωτο βρίσκεται ελεύθερο στόν άτμοσφαιρικό άερα και άποτελεῖ τό 78% τοῦ ὄγκου του, στά ήφαίστεια, στά ὄρυχεῖα, σε πηγές νεροῦ κτλ.



Εἰκ. 147

Τό υδρογόνο είναι πιό ελαφρό από τόν άερα, γι' αυτό και τό μπαλόνι ανεβαίνει

Πρὶν ἀφαιρέσουμε τὸ πῶμα, φέρνουμε τὶς δύο ἐπιφάνειες τοῦ νεροῦ στὸ ἴδιο ἐπίπεδο



Εἰκ. 148

Ὁ ἄσπρος καπνὸς ποὺ παράγεται, διαλύεται σιγά σιγά στὸ νερὸ καὶ ἀπομένει τὸ ἄζωτο τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρα, γιὰ τὸ ὄξυγόνο κἀκεῖ

Στὸ ἔδαφος βρίσκεται ἐνωμένο μὲ ἄλλα στοιχεῖα καὶ εἶναι οὐσιώδεις συστατικὸ τοῦ σώματος τῶν ζῶων καὶ τῶν φυτῶν. Στὰ λευκώματα καὶ σ' ἄλλες ὀργανικὲς οὐσίες, καθὼς ἐπίσης καὶ στὸ ὄρυκτὸ νίτρο τῆς Χιλῆς εἶναι πολὺ ἄφθονο.

γ) Πῶς παρασκευάζεται. Ἄζωτο σὲ μικρὲς ποσότητες μποροῦμε νὰ παρασκευάσουμε, ἂν ἀφαιρέσουμε τὸ ὄξυγόνο ἀπὸ τὸν ἀτμοσφαιρικό ἀέρα μὲ τὴ μέθοδο τῆς καύσεως (εἰκ. 148).

Βιομηχανικῶς καὶ σὲ μεγάλες ποσότητες παρασκευάζεται τὸ ἄζωτο ἀπὸ τὸν ὑγροποιημένο ἀέρα μὲ τὴ μέθοδο τῆς κλασματικῆς

ἀποστάξεως. Μικρὲς καὶ μεγάλες ποσότητες ἀζώτου παρασκευάζονται καὶ μὲ τὴ θέρμανση ὀρισμένων ἀζωτούχων ἐνώσεων.

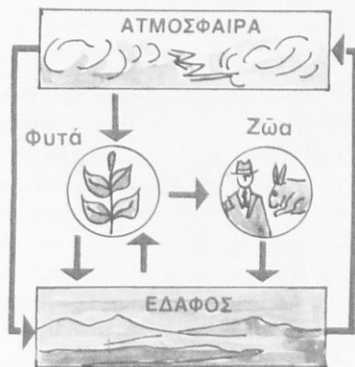
δ) Ἰδιότητες. Εἶναι ἀέριο ἀχρωμο, ἄοσμο καὶ ἄγευστο. Δέν καίγεται καὶ οὔτε διατηρεῖ τὴν καύση, γι' αὐτὸ καὶ τὸ κερί σβήνει, ὅταν βυθιστεῖ σ' αὐτό. Ἐπίσης δὲ διατηρεῖ τὴ ζωή. Ἄν μέσα στὸ ἄζωτο βάλουμε ἓνα μικρὸ ζώακι, θά πεθάνει ἀπὸ ἀσφυξία.

Τὸ ἄζωτο εἶναι στοιχεῖο ἀδρανές, δηλαδή δύσκολα σχηματίζει ἐνώσεις μὲ ἄλλα σώματα. Μὲ τὸ ὄξυγόνο, τὸ ὕδρογόνο, τὸ νάτριο καὶ ὀρισμένα ἄλλα στοιχεῖα ἐνώνεται καὶ σχηματίζει ἐνώσεις, ποὺ λέγονται *ἄζωτουχες ἐνώσεις*. Οἱ σπουδαιότερες ἀζωτουχες ἐνώσεις εἶναι τὸ νιτρικὸ ὄξύ καὶ ἡ ἀμμωνία.

ε) Ἐνώσεις τοῦ ἀζώτου - λιπάσματα. Τὸ νιτρικὸ ὄξύ ἀποτελεῖται ἀπὸ ὕδρογόνο, ἄζωτο καὶ ὄξυγόνο ( $\text{HNO}_3$ ). Εἶναι δραστηκότερο δηλητηριῶδες ὑγρὸ. Χρησιμοποιεῖται στὴν κατασκευὴ ἐκρηκτικῶν ὑλῶν, χρωμάτων καὶ προπαντὸς λιπασμάτων. Ἡ ἀμμωνία ( $\text{NH}_3$ ) ἀποτελεῖται ἀπὸ ἄζωτο καὶ ὕδρογόνο. Εἶναι ἀέριο ποὺ ὑγροποιεῖται εὐκόλα, ἔχει χαρακτηριστικὴ μυρωδιά καὶ προσβάλλει τὰ μάτια προκαλώντας δάκρυα. Χρησιμοποιεῖται, ὅπως εἶδαμε, στὴν ἀρρασκευὴ

του πάγου και κυρίως στην παραγωγή λιπασμάτων.

Τά λιπάσματα είναι ουσίες που πλουτίζουν το έδαφος και το κάνουν πιο γόνιμο. Περιέχουν κυρίως άζωτο, φώσφορο και κάλιο. Διακρίνονται σε φυσικά και χημικά λιπάσματα. Φυσικά λιπάσματα είναι όλα γενικά τά απορρίματα των ζώων, τά σάπια φύλλα κτλ. Χημικά λιπάσματα είναι αυτά που παρασκευάζονται στα χημικά εργοστάσια. Διακρίνονται σε άζωτοϋχα, φωσφορικά, καλιούχα και μεικτά λιπάσματα, ανάλογα με τό στοιχείο που περιέχουν.



Εικ. 149

Ο κύκλος του αζώτου στη φύση.  
(Ατμόσφαιρα-έδαφος-φυτά, ζώα-έδαφος-ατμόσφαιρα)

στ) **Χρησιμότητα και ανακύκλωση του αζώτου.** Τό άζωτο είναι απαραίτητο συστατικό για τή διάπλαση του σώματος των ζώων και των φυτών. Βοηθά τήν αύξηση των κυττάρων που αποτελούν τό σωμα των ζωντανών οργανισμών, συμμετέχει στον πολλαπλασιασμό αυτών και στην αναπαραγωγή των όντων.

Χωρίς άζωτο περιορίζεται ή και σταματάει έντελώς ή ανάπτυξη των φυτών. Τά ζώα όμως και τά φυτά που έχουν τόσο πολύ ανάγκη άπ' αυτό δέν μπορούν νά τό πάρουν άπ' εύθείας από τόν άέρα, που τόσο άφθονεί. Τά φυτά παραλαμβάνουν τό άζωτο μόνο από τό έδαφος, εκτός από μερικά, που τό παίρνουν από τόν άέρα με τή βοήθεια μικροοργανισμών. Ο άνθρωπος και τά ζώα τό παίρνουν από τά φυτά.

Μετά τό θάνατο των ζώων και των φυτών, τό άζωτο επιστρέφει και πάλι στο έδαφος για ν' απορροφηθεί και πάλι από τά φυτά που θρέφουν τά ζώα. Έτσι γίνεται ό κύκλος του αζώτου που ύπάρχει στο έδαφος.

Στήν ανακύκλωση αυτή παίρνει μέρος και τό άζωτο του άτμοσφαιρικού άέρα, τό όποιο αποδίδεται πάλι στην άτμόσφαιρα και έτσι διατηρείται σταθερή ή περιεκτικότητα αυτής σε άζωτο (εικ. 149).

## Ἐρωτήσεις

- 1) Πότε ανακαλύφθηκε τὸ ἄζωτο καὶ γιατί ὀνομάστηκε ἔτσι;
- 2) Ποῦ βρίσκεται, πῶς παρασκευάζεται καὶ τί ιδιότητες ἔχει;
- 3) Τί εἶναι οἱ ἄζωτοῦχες ἐνώσεις;
- 4) Τί εἶναι τὸ νιτρικὸ ὀξύ καὶ τί ἡ ἁμμωνία;
- 5) Τί εἶναι τὰ λιπάσματα καὶ σέ τί διακρίνονται;
- 6) Ποῦ βρίσκουν τὰ ζῶα καὶ τὰ φυτὰ τὸ ἄζωτο;
- 7) Ἄν μέσα σέ τρεῖς φιάλες ἔχουμε ὀξυγόνο, ὕδρογόνο καὶ ἄζωτο, πῶς θὰ ξεχωρίσεις τὸ ἄζωτο;

## 9. Τὸ νερό

α) **Ἱστορία.** Οἱ ἀρχαῖοι πίστευαν γιὰ τὸ νερό ὅτι εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ τέσσερα στοιχεῖα (γῆ, ὕδωρ, ἀήρ, πῦρ) πού συνθέτουν τὸν ὑλικὸ κόσμο. Ἡ θεωρία αὕτη, πού τὴν ἀσπάζστηκαν ἀργότερα καὶ ἄλλοι λαοί, κράτησε γιὰ πολὺ καιρὸ. Πρὸς τὸ τέλος τοῦ 18ου μ.Χ. αἰ. ὁ Ἄγγλος φυσικὸς Κάβεντις καὶ ὁ Γάλλος Λαβουαζιέ ἀπόδειξαν, ὅτι τὸ νερό εἶναι σύνθετο σῶμα καὶ ὅτι ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο ἀπλά σῶματα, τὸ ὀξυγόνο καὶ τὸ ὕδρογόνο.

β) **Ποῦ βρίσκεται.** Τὸ νερό βρίσκεται στὴ φύση ἀφθονο καὶ μάλιστα σέ τρεῖς καταστάσεις: τὴν ὑγρή, τὴν ἀέρια καὶ τὴ στερεή.

Ὡς ὑγρὸ σχηματίζει τίς θάλασσες, τίς λίμνες, τοὺς ποταμούς καὶ ἀναβλύζει ἀπὸ τίς πηγές. Ὡς ἀέριο ὑπάρχει στὴν ἀτμόσφαιρα μέ τὴ μορφή τῶν ὕδρατμῶν καὶ ὡς στερεὸ ἀποτελεῖ τὰ χιόνια, τοὺς πάγους καὶ τὸ χαλάζι.

Ἄκόμα βρίσκεται στό ἐσωτερικὸ πολλῶν πετρωμάτων, καθὼς ἐπίσης στό σῶμα τῶν ζῶων καὶ τῶν φυτῶν σέ ἀναλογία 60% καὶ περισσότερο τοῦ βάρους τους.

Γιὰ νὰ ἀντιληφθοῦμε πόσο νερό περιέχουν π.χ. τὰ χόρτα, ἀρκεῖ νὰ ζυγίσουμε μιά ποσότητα ἀπὸ αὐτὰ καὶ νὰ τὰ ξαναζυγίσουμε ὕστερα ἀπὸ καιρὸ, ἀφοῦ ξεραθοῦν καλά.

γ) **Ἀπὸ τί ἀποτελεῖται τὸ νερό.** Ὅλες οἱ τεράστιες ποσότητες τοῦ νεροῦ, πού προαναφέραμε, προήλθαν ἀπὸ τὴν ἔνωση τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ὕδρογόνου. Αὐτὸ τουλάχιστον ἀποδείχθηκε ἕως τώρα ἀπὸ τίς ἐρευνες καὶ τὰ πειράματα πού ἔγιναν. Κι ἐμεῖς μπόροῦμε νὰ

διαπιστώσουμε την αλήθεια αυτή, αναλύοντας τό νερό μέ μία ειδική συσκευή πού λέγεται βολτάμετρο (είκ. 150).

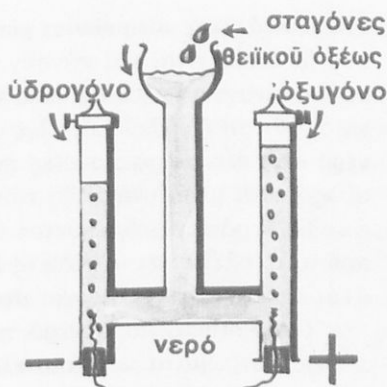
Γεμίζουμε λοιπόν τή συσκευή αυτή μέ καθαρό νερό καί προσθέτουμε μερικές σταγόνες θειικού ὀξέος. Ὑστερα ἐνώνουμε τά δύο ἄκρα της, πού λέγονται ἠλεκτρόδια, μέ τούς πόλους μιᾶς ἠλεκτρικής πηγῆς. Γύρω στά ἠλεκτρόδια παρατηροῦμε νά σχηματίζονται μικρές φυσαλίδες, πού ἀνεβαίνουν πρὸς τά πάνω. Οἱ φυσαλίδες αὐτές εἶναι ἀέριο ὀξυγόνο καί ὑδρογόνο, πού συγκεντρώνεται στό πάνω μέρος τῶν σωλήνων. Στόν ἕνα σωλήνα μάλιστα συγκεντρώνεται 2/πλάσια ποσότητα αερίου σέ ὄγκο. Ἐλέγχοντας τήν ταυτότητα τῶν αερίων διαπιστώνουμε ὅτι τό περισσότερο ἀέριο εἶναι ὑδρογόνο καί τό λιγότερο ὀξυγόνο.

Ἡ ἐργασία αὐτή μέ τήν ὁποία ἀναλύουμε τό νερό στά συστατικά του, χρησιμοποιώντας τό ἠλεκτρικό ρεῦμα, λέγεται ἠλεκτρόλυση.

Ὡστε μέ τήν ἠλεκτρόλυση τοῦ νεροῦ ἐξακριβώνουμε ὅτι τό νερό ἀποτελεῖται σέ ὄγκο ἀπό δύο μέρη ὑδρογόνου καί ἕνα μέρος ὀξυγόνου· γι' αὐτό καί ὁ χημικός του τύπος εἶναι  $H_2O$ , πού σημαίνει ὅτι: γιά νά σχηματιστεῖ ἕνα μόριο νεροῦ, πρέπει νά ἐνωθοῦν δύο ἄτομα ὑδρογόνου καί ἕνα ἄτομο ὀξυγόνου (είκ. 151).

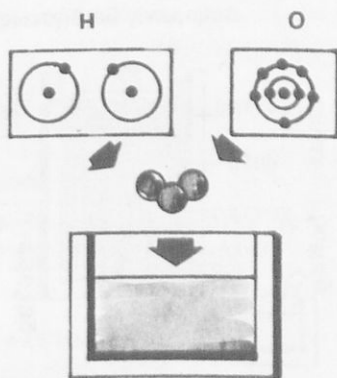
#### δ) Καθαρισμός τοῦ νεροῦ.

Μέσα στά φυσικά νερά ἄλλοτε ὑπάρχουν διαλυμένες οὐσίες, ὅπως ἀλάτι, ἀσβέστιο, θειο, σίδηρος



Εἰκ. 150

Ἡλεκτρόλυση τοῦ νεροῦ



Εἰκ. 151

Τό νερό ἀποτελεῖται ἀπό ὀξυγόνο καί ὑδρογόνο

κτλ. και άλλωτε αιώρουνται μέσα σ' αυτά διάφορες στερεές ουσίες. πού δέ διαλύονται και κάνουν τά νερά νά χάνουν τή διαύγειά τους και νά γίνονται θολά. Τά θολά νερά μπορούμε νά τά καθαρίσουμε μέ τή *διήθηση* ή άλλωως *διύλιση*. Μέ τή διήθηση αφαιρούμε από τό νερό όλες τίς στερεές ουσίες πού δέν είναι διαλυμένες σ' αυτό και αιώρουνται μέσα στή μάζα του.

Τό νερό πού ύδρευονται οί πόλεις, έπειδή δέν είναι καθαρό, πρώτα *διυλίζεται* σέ ειδικές εγκαταστάσεις, πού λέγονται *διυλιστήρια* και ύστερα δίδεται στήν κατανάλωση.

Όταν διυλίζεται τό νερό, περνάει διαδοχικά μέσα από διάφορα πορώδη στρώματα πού αποτελούνται από χαλίκια, άμμο και άλλα φίλτρα, όπου κατακρατούνται όλες οί αδιάλυτες στερεές ουσίες και τό νερό γίνεται διαυγές (εικ. 152).

Τά νερά των πηγών είναι καθαρά, γιατί διυλίζονται από τά στρώματα του έδάφους πού περνούν.

Οί διαλυμένες στερεές ουσίες στο νερό δέν αφαιρούνται μέ τή διήθηση αλλά μέ τήν απόσταξη.

Τό καθαρό νερό πολλές φορές μολύνεται από διάφορους μικροοργανισμούς και μπορεί νά μεταδώσει διάφορες επικίνδυνες αρρώστιες, όπως τόν τύφο, τή χολέρα και άλλες. Γι' αυτό, προτού τό νερό δοθεί στήν κατανάλωση, περνάει μέσα από ειδικές δεξαμενές, όπου απολυμαίνεται μέ διάφορες απολυμαντικές ουσίες: χλωρίο, όζο



Εικ. 152

*Διυλιστήριο νερού (άρχη)*

κτλ. και απαλλάσσεται έτσι από τά παθογόνα μικρόβια. Η έργασία αυτή λέγεται αποστείρωση του νερού και είναι ή τελευταία έργασία κατά τή διαδικασία του καθαρισμού του. Τό νερό αποστειρώνεται ακόμα μέ τό βράσιμο και τήν απόσταξη.

ε) **Πόσιμο νερό.** Τό νερό πού πίνουμε λέγεται πόσιμο νερό. Για νά χρησιμοποιηθεϊ τό νερό σαν πόσιμο, πρέπει νά είναι διαυγές, άχρωμο και χωρίς καμιά όσμή και γεύση. Νά είναι δροσερό, νά πε-

περιέχει διαλυμένο άερα, νά είναι άπαλλαγμένο από παθογόνα μικρόβια καί νά μήν είναι σκληρό.

στ) **Σκληρά καί μαλακά νερά.** Άν μέσα σέ μιά κατσαρόλα βάλουμε 1000 γραμμάρια νερό καί τό βράσουμε μέχρις ότου εξατμισθεί όλο, θά παρατηρήσουμε στά τοιχώματα καί στόν πυθμένα τής κατσαρόλας νά παραμένει μιά ύπόλευκη στερεή ούσία. Ή στερεή αυτή ούσία προέρχεται από τά διαλυμένα στό νερό άλατα του άσβεστίου καί του μαγνησίου κυρίως, πού δέν εξατμίστηκαν. Άν οί στερεές αυτές ούσίες πού περιέχονται σέ 1000 γραμμάρια νερού είναι περισσότερες από μισό γραμμάριο, τότε τό νερό αυτό λέγεται σκληρό, άν όμως είναι λιγότερες, λέγεται *μαλακό*.

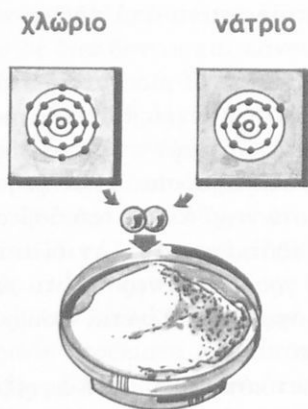
Τό μαλακό νερό έχει μεγάλη διαλυτικότητα. Σ' αυτό άφρίζει τό σαπούνι καί καθαρίζονται εύκολα οί ρύποι (άκαθαρσίες). Άντίθετα, τό σκληρό νερό δέν έχει μεγάλη διαλυτικότητα. Σ' αυτό δέν άφρίζει τό σαπούνι καί δέν καθαρίζονται εύκολα οί ρύποι.

στ) **Ίαματικά νερά.** Πολλά από τά νερά τής επιφάνειας τής ξηράς είσχωρούν πολύ βαθιά στό έδαφος. Έκεϊ, έπειδή επικρατεί ύψηλή θερμοκρασία, τά νερά θερμαίνονται πολύ. Όταν βρούν διέξοδο πρós τήν επιφάνεια τής γής άνεβαίνουν καί σχηματίζουν πηγές, άλλοτε μέ θερμά νερά καί άλλοτε μέ κρύα. Τά νερά αυτά έχουν ίαματικές ιδιότητες, γιατί κατά τήν άνοδό τους από τά βάθη τής γής διαλύουν διάφορες ούσίες, πού έχουν θεραπευτικά άποτελέσματα καί ονομάζονται *ίαματικά νερά*. Τά ίαματικά νερά, άνάλογα μέ τήν περιεκτικότητα καί τό είδος των άλάτων πού περιέχουν, χρησιμοποιούνται είτε γιά λουτροθεραπείες είτε ως πόσιμα.

Τέτοιες ίαματικές πηγές στήν πατρίδα μας έχουμε στό Λουτράκι, στήν Αίδηψό, στήν Ύπάτη, στήν Άλεξανδρούπολη, στή Ρόδο, στό Μέθανα καί σέ πολλά άλλα μέρη. Οί πόλεις αυτές έχουν χαρακτηριστεί σάν λουτροπόλεις καί κάθε καλοκαίρι χιλιάδες άνθρωποι πηγαίνουν σ' αυτές νά κάνουν λουτροθεραπεία.

### Έρωτήσεις - Άσκήσεις

- 1) Τί πίστευαν οί άρχαιοί γιά τό νερό καί ποιοί άπόδειξαν ότι είναι σύνθετο σωμα;
- 2) Πού βρίσκεται τό νερό;
- 3) Άπό τί άποτελείται τό νερό;



Εικ. 153

Τό άλάτι άποτελείται άπό χλώριο και νάτριο

- 4) Τί εξακριβώνουμε μέ τήν ήλεκτρόλυση του νερού;
- 5) Ποιά νερά λέγονται θολά και μέ ποιό τρόπο καθαρίζονται;
- 6) Μπορούμε μέ τή διήθηση νά κάνουμε πόσιμο τό νερό τής θάλασσας; άν όχι, πώς μπορούμε;
- 7) Πότε τό νερό είναι πόσιμο;
- 8) Ποιά νερά λέγονται σκληρά και ποιά μαλακά; Τί ιδιότητες έχουν;
- 9) Ποιά νερά λέγονται ιαματικά και πού οφείλουν τίς ιαματικές τους ιδιότητες;
- 10) Τό νερό τής βροχής μαλακό είναι ή σκληρό; γιατί;
- 11) Σαπούνισε τά χέρια σου μέ θαλασσινό νερό και εξήγησε αυτό πού παρατηρείς.

## 10. Χλωριούχο νάτριο (NaCl), άλάτι

Στή χημεία τό μαγειρικό άλάτι λέγεται χλωριούχο νάτριο, γιατί άποτελείται άπό δύο στοιχεία: τό χλώριο και τό νάτριο. Είναι δηλαδή σώμα σύνθετο (εικ. 153).

α) **Πού βρίσκεται.** "Όπως γνωρίζουμε τό άλάτι, βρίσκεται άφθονο στό νερό τής θάλασσας. Σέ 100 κιλά θαλασσινού νερού ύπάρχει περίπου 3 μέ 4 κιλά άλάτι διαλυμένο. Επίσης άλάτι βρίσκεται και στό έδαφος, σαν όρυκτό. Τά πλουσιότερα κοιτάσματα όρυκτου άλατιού βρίσκονται στήν Πολωνία, στήν Ίσπανία, στή Γερμανία, στήν Άγγλία, στήν Άμερική και στήν Αυστρία.

Σ' αυτά τά μέρη τό άλάτι σχηματίστηκε μετά τήν άποξήρανση των θαλασσών πού ύπήρχαν στά πολύ παλιά χρόνια. "Υστερα άπό χιλιάδες χρόνια τό άλάτι αυτό σκεπάστηκε μέ χώματα, πέτρες κτλ. και κλείστηκε στή γή. Έτοι σχηματίστηκαν τά στρώματα του όρυκτου άλατιού, πού βγάζουν σήμερα στά άλατωρυχεία.

"Όπου δέν ύπάρχει όρυκτό άλάτι, τό παίρνουν άπό τό νερό τής θάλασσας.

β) **Πώς βγαίνει τό θαλασσινό άλάτι.** Κοντά στή θάλασσα και σε χαμηλά μέρη κατασκευάζουν μεγάλες και άβαθειές δεξαμενές τή μά





Είκ. 154  
Άλυκές

δίπλα στην άλλη. Τίς δεξαμενές αυτές τίς γεμίζουν τό καλοκαίρι μέ θαλασσινό νερό είτε άντλώντας το από τή θάλασσα είτε ανοίγοντας τίς ειδικά κατασκευασμένες εισόδους του νερού, όταν οί δεξαμενές είναι χαμηλότερα από τήν έπιφάνεια τής θάλασσας.

Στίς πρώτες δεξαμενές, πού λέγονται δεξαμενές τροφοδοτήσεως, τό νερό κατασταλάζει γιά λίγες ημέρες καί μετά διοχετεύεται στίς έσωτερικές δεξαμενές, όπου τό νερό θερμαίνεται καί εξατμίζεται. "Όταν εξατμισθεί όλο τό νερό, απομένει τό άλάτι πού τό μαζεύουν καί τό κάνουν σωρούς (είκ. 154). 'Από εκεί τό άλάτι μεταφέρεται στίς αποθήκες του δημοσίου, γιατί τό άλάτι είναι μονοπώλιο του κράτους.

Οί διαμορφωμένοι αυτοί χώροι, πού είναι κοντά στή θάλασσα καί παίρνουμε τό άλάτι, ονομάζονται άλυκές καί λειτουργούν μέ τή φροντίδα του κράτους. Στήν πατρίδα μας υπάρχουν πολλές άλυκές: στό Μεσολόγγι, στήν 'Ανάβυσσο, στήν Κρήτη, στή Λευκάδα, στήν Κατερίνη καί άλλου.

γ) **Ίδιότητες.** Τό άλάτι είναι σώμα στερεό, λευκό κρυσταλλικό και έχει γεύση άλμυρή. Διαλύεται εύκολα στό νερό και όταν τό ρίξουμε στό φωτιά σκάζει μέ κρότο. Ο κρότος αυτός οφείλεται στόν άπότομη διαστολή των σταγονιδίων του νερού που έχουν μείνει μέσα στό άλάτι και τό σπάζουν. Έχει άντισηπτικές ιδιότητες και δέν επιτρέπει τήν ανάπτυξη μικροοργανισμών στό μάζα του.

Τό άλάτι που δέν είναι τελείως καθαρό, αλλά περιέχει και άλλα σώματα, όπως μαγνήσιο και ασβέστιο, έχει τήν ιδιότητα ν' απορροφάει τούς ύδρατους της άτμόσφαιρας και νά ύγραίνεται γι' αυτό λέγεται ύγροσκοπικό.

δ) **Χρησιμότητα και εφαρμογές.** Τό άλάτι είναι άπαραίτητο συστατικό του σώματος των ζώων και των φυτών. Τά φυτά τό παίρνουν από τό έδαφος, ενώ τά ζώα και ο άνθρωπος από τά φυτά και άπ' ό,τι άποτελεί τήν τροφή του. Κάθε άτομο χρειάζεται 6-7 κιλά άλάτι τό χρόνο. Μιά άλόγιστη όμως αύξηση ή έλάττωση του άλατιού προκαλεί σοβαρές άνωμαλίες στόν οργανισμό.

Μέ χλωριούχο νάτριο και άποσταγμένο νερό παρασκευάζουν όρους για άσθενείς που έχασαν πολύ αίμα.

Στή βιομηχανία χρησιμοποιείται για τήν παρασκευή της σόδας, του γυαλιού, τήν κατεργασία των δερμάτων κτλ. Μέ άλάτι διατηρούνται για πολύ καιρό οί έλιές, τό τυρί, τά ψάρια και γενικά όλα τά *άλίπαστα*.

### Έρωτήσεις - Ασκήσεις

- 1) Από τί άποτελείται τό άλάτι;
- 2) Πού βρίσκεται τό άλάτι;
- 3) Πώς σχηματίστηκε τό όρυκτό άλάτι;
- 4) Πού υπάρχουν μεγάλα άλατωρυχεία;
- 5) Τί είναι οί άλυκές και πού υπάρχουν στην πατρίδα μας;
- 6) Τί ιδιότητες έχει τό άλάτι;
- 7) Πού χρησιμοποιείται τό άλάτι;
- 8) Ρίξε αρκετό άλάτι σ' ένα μέρος που έχει χόρτα. Ύστερα από λίγο καιρό δές ποιό θά είναι τό άποτέλεσμα.

### 11. Τό σαπούνι

α) **Προέλευση.** Τό σαπούνι είναι σώμα σύνθετο. Όπως θά δούμε, παράγεται από ιδιαίτερες ένώσεις του καλίου και του νατρίου μέ

διάφορα λίπη και λάδια.

Τό νάτριο και τό κάλιο εἶναι ἀπλά σώματα. Εἶναι πολύ διαδομένα στή φύση, ἀλλά ποτέ δέν τά συναντᾶμε ἐλεύθερα· πάντοτε εἶναι ἐνωμένα μέ ἄλλα σώματα και σχηματίζουν χημικές ἐνώσεις. Μέ τήν ἠλεκτρόλυση μερικῶν ἀπ' αὐτῶν τῶν ἐνώσεων, παίρνομε τό καθαρό κάλιο και νάτριο. Ἐάν μέσα στό νερό ριζοῦμε μερικά τεμάχια καλίου ἢ νατρίου, σχηματίζεται μιὰ νέα χημική ἐνωση, πού λέγεται, ἀντίστοιχα, καυστικό κάλιο (ποτάσα) ἢ καυστικό νάτριο (σόδα).

β) **Πῶς παρασκευάζεται τό σαποῦνι.** Ὄταν τά λίπη ἢ τά ἔλαια θερμαίνονται μαζί μέ τό καυστικό κάλιο ἢ καυστικό νάτριο, ἀποσυντίθενται και δημιουργοῦνται νέες ἐνώσεις τοῦ καλίου και τοῦ νατρίου, πού λέγονται σαποῦνια.

Ἡ βιομηχανία σαπωνοποιίας χρησιμοποιεῖ διάφορες ποιότητες λαδιοῦ και λίπους και παράγει πολλά εἶδη σαπουνιῶν. Τά σκληρά σαποῦνια παρασκευάζονται μέ καυστικό νάτριο και τά μαλακά μέ καυστικό κάλιο. Τά σαποῦνια πολυτελείας συνήθως ἀρωματίζονται και χρωματίζονται μέ τήν προσθήκη ἀρωματικῶν και χρωστικῶν οὐσιῶν κατά τήν πρόοδο τῶν ἐργασιῶν τῆς σαπωνοποιήσεως.

Σέ πολλά χωριά τῆς πατρίδας μας παρασκευάζουν σαποῦνια μέ πρόχειρα μέσα ὡς ἐξῆς: Μέσα σέ μιὰ μεγάλη χύτρα βάζουν λάδι, συνήθως κατώτερης ποιότητας, και διάλυμα καυστικοῦ νατρίου σέ ἴση ποσότητα. Βράζουν τό μείγμα ἀρκετές ὥρες ἀντικαθιστώντας τό νερό πού ἐξατμίζεται μέ νέο διάλυμα καυστικοῦ νατρίου. Ὄταν τό λάδι σταματήσει νά μυρίζει, ἡ σαπωνοποίηση τελειώνει και προσθέτουν τότε μαγειρικό ἀλάτι.

Ἐπιπλέον ἀπό 10'-15' τῆς ὥρας διακόπτουν τή θέρμανση και τό σαποῦνι ἀνεβαίνει στήν ἐπιφάνεια. Κατόπιν τό χύνουν μέσα σέ καλούπια, ὅπου πῆζει και ξηραίνεται.

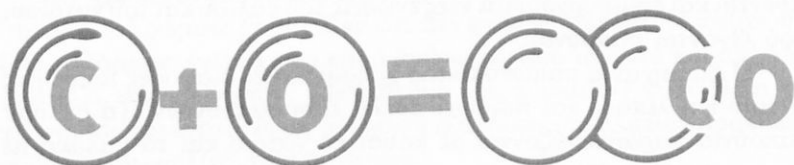
γ) **Ἰδιότητες.** Τό σαποῦνι ἔχει τήν ιδιότητα νά διαλύεται εὐκολα στά μαλακά νερά και νά καθαρίζει τούς ρύπους (ἀκαθαρσίες), γι' αὐτό συγκαταλέγεται στήν κατηγορία τῶν ἀπορρυπαντικῶν μέσων.

δ) **Χρησιμότητα και ἐφαρμογές.** Ἀπ' ὄλο τόν πολιτισμένο κόσμο γίνεται μεγάλη χρέση σαπουνιῶν. Ἡ ποσότητα τῶν σαπουνιῶν πού χρησιμοποιεῖται ἀπό μιὰ κοινωνία, δείχνει κατά κάποιον τρόπο και τόν πολιτισμό τῆς.

Τό σαπούνι χρησιμοποιείται ακόμα στην Ιατρική, στή γεωργία ως φάρμακο έναντίον διαφόρων ασθενειών τών φυτών καί άλλου.

### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί σῶμα εἶναι τό σαπούνι καί ἀπό ποῦ προέρχεται;
- 2) Τί εἶναι τό κάλιο καί τό νάτριο καί τί μᾶς δίνουν μέ τό νερό;
- 3) Πῶς παρασκευάζεται τό σαπούνι;
- 4) Πῶς παρασκευάζεται σαπούνι μέ πρόχειρα μέσα;
- 5) Τί ιδιότητες ἔχει τό σαπούνι καί ποῦ χρησιμοποιεῖται;



## 12. Τό μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα (CO)

α) Τό μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα εἶναι ἀέριο σῶμα, σύνθετο καί ἀποτελεῖται ἀπό ἄνθρακα καί ὀξυγόνο (CO).

β) **Ποῦ βρίσκεται.** Στή φύση δέ βρίσκεται συχνά ἐλεύθερο. Ἰσχυρὸ μονοξείδιό τοῦ ἄνθρακα ὑπάρχουν στόν ἀέρα τών μεγάλων πόλεων, πού προέρχονται ἀπό τὰ καυσαέρια τών αὐτοκινήτων, τών ἐργοστασίων κτλ. Ἐπίσης εὐκόλα σχηματίζεται σέ κλειστούς χώρους ἀπό τήν ἀτελή καύση τοῦ πετρελαίου, τοῦ ἄνθρακα καί ἄλλων οὐσιῶν.

γ) **Πῶς παράγεται.** Ὄταν καίγονται οἱ ἄνθρακες ἢ καί ἄλλες ἐνώσεις πού περιέχουν ἄνθρακα, ὅπως τό πετρέλαιο, τὰ ξύλα κτλ. μέσα σέ κλειστό χῶρο, ὅπου δέν ἐπαρκεῖ ὁ ἀέρας καί κατά συνέπεια δέν ὑπάρχει ἀφθονό ὀξυγόνο, παράγεται ἓνα ἀέριο, πού λέγεται *μονοξείδιο τοῦ ἄνθρακα*. Αὐτό προέρχεται ἀπό τήν ἔνωση ἑνός ἀτόμου ἄνθρακα καί ἑνός ἀτόμου ὀξυγόνου.

Ἐνα μέρος τοῦ μονοξειδίου τοῦ ἄνθρακα τό βλέπουμε συχνά νά καίγεται πάνω στά ἀναμμένα κάρβουνα ἢ στίς θερμάστρες πετρε-

λαίου με κυανή φλόγα, πού αναβοσβήνει.

δ) **Ιδιότητες.** Τό μονοξειδίο του άνθρακα είναι άεριο, άχρωμο, άοσμο καί άγευστο. Έχει τήν ιδιότητα νά ένώνεται πολύ εύκολα μέ τό όξυγόνο καί καίγεται μέ κυανή φλόγα. Μέ τήν αίμοσφαιρίνη, συστατικό του αίματος, έχει πολύ μεγάλη συγγένεια καί σχηματίζει ένώσεις μέ πολύ ίσχυρούς δεσμούς. Η συγγένεια αυτή είναι 250 φορές ίσχυρότερη από τή συγγένεια πού έχει ή αίμοσφαιρίνη μέ τό όξυγόνο. Έτσι, όταν ένωθεί τό μονοξειδίο του άνθρακα μέ τήν αίμοσφαιρίνη του αίματος, κάνει τό αίμα άνίκανο νά μεταφέρει πλέον όξυγόνο από τούς πνεύμονες στους ιστούς. Γι' αυτό τό λόγο τό μονοξειδίο του άνθρακα είναι φοβερό δηλητήριο. Προκαλεί τό θάνατο ύπουλα, γιατί δέν τό άντιλαμβάνομαστε, όταν τό αναπνέουμε, επειδή είναι άχρωμο, άοσμο καί άγευστο.

ε) **Χρησιμότητα καί εφαρμογές.** Τό μονοξειδίο του άνθρακα χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη στή βιομηχανία των χυτοσιδήρων καί στήν παρασκευή διαφόρων ένώσεων.

#### **Έρωτήσεις - Άσκήσεις**

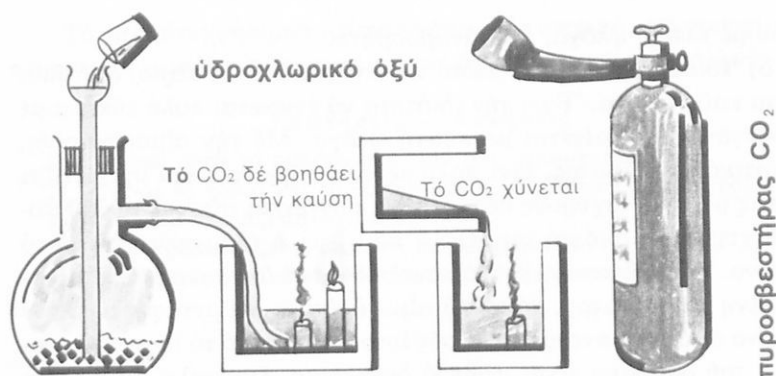
- 1) Τί είναι τό μονοξειδίο του άνθρακα καί πού βρίσκεται;
- 2) Πώς παράγεται καί τί ιδιότητες έχει;
- 3) Ποϋ χρησιμοποιείται;
- 4) Άναψε κάρβουνα καί παρατήρησε τήν κυανή φλόγα πού βγάζουν. Έξήγησε τί είναι.

### **13. Τό διοξειδίο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)**

α) **Τί είναι.** Τό διοξειδίο του άνθρακα είναι άεριο σωμα, σύνθετο καί είναι αυτό πού προκαλεί τό άφρισμα στήν μπύρα, στή λεμονάδα κτλ. Τό μόριό του αποτελείται από ένα άτομο άνθρακα καί δύο όξυγόνου (είκ. 155).

β) **Ποϋ βρίσκεται.** Καθώς είδαμε, τό CO<sub>2</sub> βρίσκεται στή φύση ελεύθερο, ανακατωμένο μέ τόν άέρα, σέ αναλογία 0,03%.

Σέ μεγαλύτερη ποσότητα τό συναντάμε στίς άναθυμιάσεις των ήφαιστειών, στά φυσικά άέρια καί σέ πολλά άλλα μέρη τής γής, όπου αναφυσάται από τίς σχισμές του έδάφους. Τέτοιες σχισμές υπάρχουν: α) στήν Έλλάδα, στό Σουσάκι κοντά στό Μέγαρο, β) στήν Ίταλία, στή σπηλιά των σκύλων, γ) στήν Ίάβα, στήν κοιλάδα του θανάτου καί άλλου.



θρίμματα άσβεστόλιθου

Εικ. 155

Παρασκευή και ιδιότητες του διοξειδίου του άνθρακα

γ) **Πώς παράγεται.** Διοξείδιο του άνθρακα παράγεται κατά την καύση των ανθράκων, καθώς επίσης και όλων των ενώσεων που περιέχουν άνθρακα. Σχηματίζεται άκόμα κατά τη βραδεία καύση στο σώμα των ζώων και των φυτών, κατά τη ζύμωση του μούστου και κατά την άποσύνθεση των ανθρακικών ενώσεων. Στη βιομηχανία παράγεται με την πύρωση του άσβεστόλιθου και του κώκ.

Μικρή ποσότητα CO<sub>2</sub> μπορούμε να παρασκευάσουμε ως εξής:

Μέσα σε μία φιάλη βάζουμε λίγη σκόνη μάρμαρου ή μερικά κομματάκια άσβεστόλιθου και από τό χωνί χύνουμε λίγο ύδροχλωρικό όξύ. Παρατηρούμε τότε ένα ζωηρό άναβρασμό, κατά τόν όποιο παράγεται διοξείδιο του άνθρακα. Τό CO<sub>2</sub> τό συγκεντρώνουμε μέσα σε άνοιχτές φιάλες, όπως φαίνεται στην εικόνα 155.

δ) **Ιδιότητες.** Τό CO<sub>2</sub> που συγκεντρώσαμε στις φιάλες δέ φαίνεται και ούτε μυρίζει, γιατί είναι άχρωμο και άοσμο. Θολώνει όμως τό άσβεστόνερο. Έτσι διαπιστώνουμε, αν ένα άέριο είναι CO<sub>2</sub>.

Διαλύεται εύκολα στο νερό και εύκολότερα στο οινόπνευμα. Τό διάλυμα του CO<sub>2</sub> με τό νερό λέγεται *άνθρακικό όξύ* και έχει γεύση υπόξινη έρεθιστική. Αυτό τό διαπιστώνουμε, όταν πίνουμε νερά και άεριούχα ποτά που περιέχουν άνθρακικό όξύ.

Τέλος τό CO<sub>2</sub> είναι βαρύτερο από τόν άέρα και δέ διατηρεί ούτε την καύση ούτε και τη ζωή.

ε) **Χρησιμότητα και εφαρμογές.** Η σημασία του CO<sub>2</sub> για τη ζωή είναι μεγάλη. Τα φυτά με την άφομοίωση παίρνουν τό CO<sub>2</sub> από

τήν ατμόσφαιρα και χρησιμοποιώντας το σαν πρώτη ύλη, σχηματίζουν όλο τους τό σῶμα. Χωρίς αυτό δέ θά ὑπῆρχαν φυτά και κατά συνέπεια οὔτε ζῶα και ἄνθρωποι.

Ἡ βιομηχανία χρησιμοποιεῖ τό  $\text{CO}_2$  στήν παρασκευή τῆς σόδας, τῆς ποτάσας, και ὄλων τῶν ἀεριούχων ποτῶν. Ἀκόμα χρησιμοποιεῖται γιά τήν κατάσβεση τῶν πυρκαϊῶν και σαν ψυκτικό ὑλικό. Οἱ πυροσβεστήρες περιέχουν  $\text{CO}_2$  πού ἐκτοξεύεται στή φωτιά και τή σβίηνει.

### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι τό  $\text{CO}_2$  και ἀπό τί ἀποτελεῖται;
- 2) Πού βρίσκεται ἐλεύθερο στή φύση;
- 3) Πῶς παράγεται τό  $\text{CO}_2$ ;
- 4) Τί ιδιότητες ἔχει;
- 5) Τί εἶναι τό ἀνθρακικό δξύ;
- 6) Ποιά εἶναι ἡ σημασία τοῦ  $\text{CO}_2$  γιά τή ζωή;
- 7) Πού χρησιμοποιεῖται στή βιομηχανία;
- 8) Ἄν βυθίσουμε ἕνα ἀναμμένο κερί μέσα σ' ἕνα ἀχρωμο ἀέριο, πῶς θά καταλάβουμε ἄν εἶναι  $\text{CO}_2$  ἢ ἄζωτο;
- 9) Ἄν βρεθοῦμε μέσα σέ μιά ατμόσφαιρα μέ πολύ  $\text{CO}_2$ , πεθαίνουμε γιατί;
- 10) Πῶς θά καταλάβουμε, ἄν ἡ ατμόσφαιρα τοῦ ὑπογείου πού βράζει ὁ μούστος, ἔχει πολύ  $\text{CO}_2$ ;
- 11) Μ' ἕνα καλαμάκι πορτοκαλάδας φύσησε μέσα στό ἀσβεστόνερο γιά λίγη ὥρα γιατί θολώνει;

### 14. Τό θεῖο (κ. θειάφι) (S)

α) **Τί εἶναι.** Τό θεῖο (θειάφι), γνωστό ἀπό τούς ἀρχαίους Αἰγύπτιους, εἶναι ἕνα ἀπό τά 92 φυσικά στοιχεῖα. Εἶναι σῶμα στερεό και ἔχει χρῶμα κίτρινο.

β) **Πού βρίσκεται.** Στή φύση βρίσκεται ἐλεύθερο μέσα σέ κοιτάσματα και πάνω ἀπό πετρώματα σέ ἠφαιστιογενεῖς περιοχές. Τά μόνα γνωστά κοιτάσματα παλαιότερα ἦταν τῆς Σικελίας.

Ἀργότερα ἀνακαλύφθηκαν και ἄλλα κοιτάσματα θείου, πλουσιότερα και καθαρότερα. Στή Λουϊζιάννα τῶν Η.Π.Α. ὑπάρχουν τά μεγαλύτερα θειορυχεῖα ἀπ' ὅπου ἐξάγεται τό μισό θεῖο τῆς παγκόσμιας παραγωγῆς. Μεγάλες ποσότητες θείου βρίσκονται ἐπίσης στό Μεξικό, στόν Καναδά, στή Χιλή, στήν Πολωνία και ἄλλοῦ. Στήν

Ἑλλάδα ὑπάρχουν κοιτάσματα θείου στή Μήλο καί στή Θήρα.

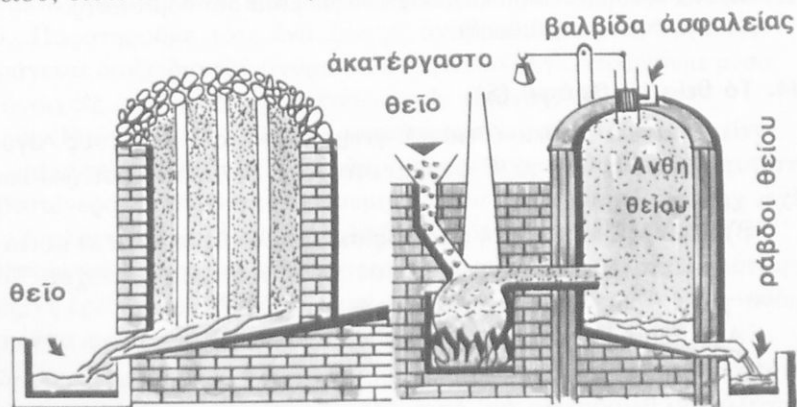
Τό θείο συναντᾶται ἔνωμένο μέ ἄλλα σώματα καί σχηματίζει διάφορες ἐνώσεις, ὅπως εἶναι ὁ σιδηροπυρίτης πού βγαίνει στή Χαλκιδική, ὁ γαληνίτης πού βγαίνει στό Λαύριο, τό ὑδρόθειο καί τό διοξείδιο τοῦ θείου πού βγαίνουν στίς ἰαματικές πηγές καί στούς κρατήρες τῶν ἠφαιστειῶν.

γ) **Πῶς ἐξάγεται.** Μέ δύο κυρίως τρόπους ἐξάγεται τό θείο: α) μέ τήν καύση τῶν θειοχωμάτων καί β) μέ τήν ἐξόρυξη τοῦ ἀπό τά θειουρυχεῖα.

1) **Ἀπό τά θειοχώματα.** Γιά νά πάρουν τό θείο ἀπό τά θειοχώματα, τά συγκεντρώνουν σωρούς μέσα σέ καμίνια. Αὐτά εἶναι ἀνοιχτά ἀπό πάνω καί ἔχουν ἐπικλινές δάπεδο, γιά νά διευκολύνεται ἡ ροή τοῦ θείου. Ὅταν σχηματιστεῖ ὁ σωρός, σκεπάζεται μέ ὑπολείμματα θειοχωμάτων ἀπό προηγούμενες καυσεις.

Κατόπιν ἀνάβουν τά θειοχώματα στό καμίρι καί μέ τή θερμότητα πού ἀναπτύσσεται ἀπό τήν καύση τῶν θειοχωμάτων τό μεγαλύτερο μέρος τοῦ θείου, 60-70%, λιώνει καί τρέχει ἀπό τό ἐπικλινές δάπεδο μέσα σέ καλούπια τῶν 50-60 κιλῶν, ὅπου στερεοποιεῖται. Τό θείο ὁμως αὐτό δέν εἶναι τελειῶς καθαρό, γι' αὐτό γίνεται ἀπόσταξη αὐτοῦ σέ εἰδικούς φούρνους (εἰκ. 156).

Ἡ ἀπλή αὐτή μέθοδος, παρ' ὅλη τή σημαντική ἀπώλεια τοῦ θείου, διότι τό 30-40% καίγεται, καί παρ' ὅλους τούς κινδύνους γιά



Εἰκ. 156

Ἐξαγωγή θείου ἀπό τήν καύση τῶν θειοχωμάτων

Ἀπόσταξη τοῦ θείου



τά άτομα και τά φυτά του περιβάλλοντος, εξαιτίας τών δηλητηριωδών αερίων πού παράγονται, χρησιμοποιείται ακόμη στή Σικελία και άλλου.

2) *Άπό τά θειορυχειά.* Στήν Ἀμερική και σέ άλλα μέρη τά μέσα ἐκμεταλλεύσεως τών θειοστρωμάτων είναι πιό τέλεια.

Σ' αὐτά τά μέρη τρυπάνε τή γῆ μέ γεωτρύπανα, ὥσπου νά συναντήσουν τά θειοστρώματα. Τοποθετοῦν κατόπιν στό ἄνοιγμα τρεῖς σωλήνες τόν ἕνα μέσα στόν ἄλλο (εἰκ. 157).

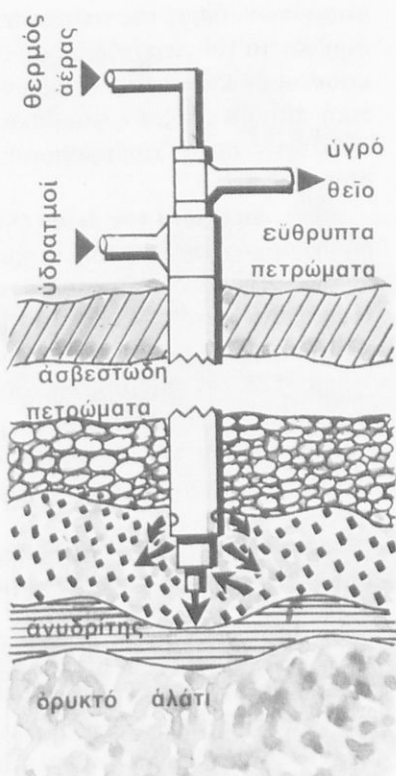
Ἐπειτα διοχετεύουν ἀπό τόν ἐξωτερικό σωλήνα ὑδρατμούς μέ ὑψηλή θερμοκρασία πού λιώνουν τά στρώματα τοῦ θείου. Ἀπό τόν ἐσωτερικό σωλήνα διοχετεύουν θερμό ἀέρα μέ πίεση μεγάλη, ὁπότε τό ὑγρό θεῖο, καθώς πιέζεται, ἀνεβαίνει ἀπό τόν μεσαῖο σωλήνα στήν ἐπιφάνεια, ὅπου χύνεται σέ εἰδικά δοχεῖα και στερεοποιεῖται.

Τό θεῖο πού παίρνεται μ' αὐτή τή μέθοδο εἶναι κατά 99,5% καθαρό.

δ) **Ἰδιότητες.** Τό θεῖο εἶναι σῶμα στερεό πού σπάζει εὐκολά. Ἐχει χροῶμα κίτρινο και εἶναι ἀδιάλυτο στό νερό. Ὅσμη και γεύση δέν ἔχει.

Ἐπὶ ὅταν θερμαίνεται λιώνει στούς 115° C και στή συνέχεια βράζει και βγάξει κόκκινους ἀτμούς. Στόν ἀέρα καίγεται μέ κυανή φλόγα και παράγει ἕνα πνιγηρό ἀέριο μέ χαρακτηριστική ὄσμη, πού λέγεται διοξειδίο τοῦ θείου (SO<sub>2</sub>).

ε) **Χρησιμότητα και ἐφαρμογές.** Τό θειάφι εἶναι πολύ χρήσιμο στοιχείο και ἔχει μεγάλη βιομηχανική σημασία. Χρησιμοποιεῖται γιά τό θειάφισμα τών ἀμπελιῶν και εἶναι συστατικό πολλῶν γεωργικῶν



Εἰκ. 157  
Ἐξόρυξη θείου

φαρμάκων, όπως της γαλαζόπετρας, με την οποία καταπολεμείται η άρρώστεια του περονόσπορου των φυτών. Με θειάφι σκληραίνουν το καουτσούκ και κατασκευάζουν τη μαύρη μπαρούτη. Στη φαρμακευτική παρασκευάζουν φάρμακα για δερματικές παθήσεις. Μεγάλες ποσότητες θείου χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του διοξειδίου του θείου.

στ) **Διοξείδιο του θείου** ( $\text{SO}_2$ ). Το διοξείδιο του θείου είναι αέριο σώμα, άχρωμο και δηλητηριώδες. Έχει πνιγηρή χαρακτηριστική όσμη και είναι δυό φορές πυκνότερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Παράγεται κατά την καύση του θείου στον αέρα και χρησιμοποιείται:

α) Για την παρασκευή του θειικού οξέος. β) Για τη λεύκανση της ψάθας, του μαλλιού, του μεταξιοῦ, τῶν σπόγγων κτλ. γ) Για την κατάσβεση τῶν πυρκαϊῶν. δ) Για τή συντήρηση τῶν τροφίμων. ε) Για τήν ἀπολύμανση διαφόρων χώρων κτλ.

#### Ἐρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι τό θείο καί ποῦ βρίσκεται ἐλεύθερο;
- 2) Σέ ποιές ἐνώσεις συναντᾶμε τό θείο;
- 3) Πῶς ἐξάγεται ἀπό τά θειοχῶματα;
- 4) Πῶς ἐξάγεται ἀπό τά θειορυχεῖα;
- 5) Τί ἰδιότητες ἔχει τό θείο;
- 6) Ποῦ χρησιμοποιεῖται τό θείο;
- 7) Τί εἶναι τό διοξείδιο τοῦ θείου καί ποῦ χρησιμοποιεῖται;
- 8) Ἄν περάσεις ἀπό τήν Ὑπάτη Λαμίας, ζήτησε νά ἐπισκεφτεῖς τᾶ θερμά λουτρά.
- 9) Μέσα σ' ἕνα κουτάκι κονσέρβας βάλτε λίγο θείο καί ἀναψέ το. Πάνω ἀπό τοῦς καπνοῦς καί τή φλόγα κράτησε ἕνα λουλούδι μέ ἔντονο χρῶμα καί παρακολούθησε τήν ἀλλαγὴ τοῦ χρώματος τοῦ ἀνθους. Ποῦ ὀφείλεται;

#### 15. Τό πυρίτιο ( $\text{Si}$ )

α) **Τί εἶναι καί ποῦ βρίσκεται.** Τό πυρίτιο εἶναι ἀπλό σῶμα, ἀλλά δέν ὑπάρχει μόνο του στή φύση. Τό συναντᾶμε πάντοτε ἐνωμένο μέ ἄλλα στοιχεῖα καί προπαντός μέ τό ὀξυγόνο. Ἀποτελεῖ τό 27% τοῦ στερεοῦ φλοιοῦ τῆς γῆς. Μερικές ἀπό τίς ἐνώσεις τοῦ πυριτίου ἦταν γνωστές ἀπό τήν παλαιολιθική ἐποχή. Σάν στοιχεῖο ἔγινε γνωστό μόλις τό 18ο μ.Χ. αἰώνα. Ἡ γνωστή μας ἄμμος, ὁ γρανίτης, ὁ

σχιστόλιθος καί ὅλα σχεδόν τά σκληρά πετρώματα, εἶναι ἐνώσεις τοῦ πυριτίου. Τό πυρίτιο ἀκόμα βρίσκεται στά ὄστα τῶν ζώων, στό κέλυφος μερικῶν θαλασσίων ὀργανισμῶν, στά στάχια καί στά καλάμια σάν στερεωτική οὐσία αὐτῶν καί ἄλλου.

β) **Τί ἰδιότητες ἔχει.** Εἶναι σῶμα στερεό καί παρουσιάζεται μέ δύο μορφές: α) σάν κρύσταλλο σκληρό, ἀλλά πού σπάζει εὐκόλα, μέ λάμψη μεταλλική καί χρῶμα μελανωπό καί β) σάν σκόνη, μέ χρῶμα καστανό.

Όταν θερμαίνεται στόν ἀέρα, ἐνώνεται μέ τό ὀξυγόνο καί σχηματίζει τό διοξείδιο τοῦ πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ), μιά ἀπό τίς σπουδαιότερες ἐνώσεις τοῦ πυριτίου.

γ) **Ποῦ χρησιμοποιεῖται.** Τό πυρίτιο χρησιμοποιεῖται στή βιομηχανία, γιά ν' ἀφαιρέσουν ἀπό μερικούς χάλυβες τό ὀξυγόνο καί τοὺς ὕδρατμούς, καθῶς ἐπίσης καί γιά τήν παρασκευή διαφόρων κραμάτων πού ἀντέχουν στά διάφορα ὀξεᾶ. Μέ πυρίτιο καί διάφορες ὀργανικές οὐσίες παρασκεύασαν τώρα τελευταῖα νέες ἐνώσεις, πού ὀνομάζονται *σιλικόνες* καί ἔχουν τεράστια πρακτική σημασία, γιατί χρησιμοποιοῦνται στήν οἰκοδομική, στήν ξυλουργική, στήν ὑφαντική, στήν κατασκευή ἐλαστικῶν, βερνικῶν, πλαστικῶν ὑλῶν κτλ.

δ) **Τό διοξείδιο τοῦ πυριτίου ( $\text{SiO}_2$ ).** Τό διοξείδιο τοῦ πυριτίου εἶναι ἀφθονο στή φύση. Τό συναντᾶται χωρῆς μορφή στήν ἄμμο τῆς θάλασσας καί κρυσταλλικό στό χαλαζία, ἓνα πολύ σκληρό ὀρυκτό, πού χαράζει τό γυαλί. Ὁ καθαρὸς χαλαζίας ἀποτελεῖται ἀποκλειστικά καί μόνο ἀπό διοξείδιο τοῦ πυριτίου καί σχηματίζει ὠραῖα χρώματα καί διαυγή κρύσταλλα, πού χρησιμοποιοῦνται στήν κατασκευή ὀπτικῶν ὀργάνων (εἰκ. 158). Πολλές φορές, ὅταν ἔχει ξένες ὑλες, ἀποκτᾶ διάφορα ὠραῖα χρώματα καί τότε χρησιμοποιεῖται σάν διακοσμητικὸς λίθος.



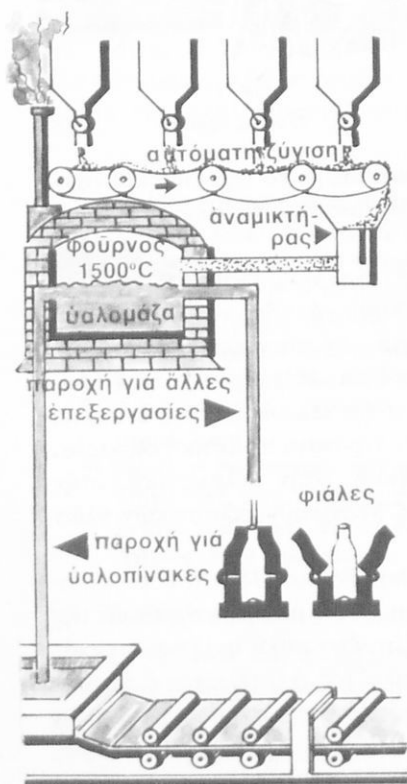
Εἰκ. 158

Ὀπτικά ὄργανα

Τό διοξείδιο του πυριτίου, δηλ. ή άμμος, χρησιμοποιείται στην οικόδομηκή καί στην κατασκευή του γυαλιού.

ε) **Τό γυαλί.** Οί άνθρωποι γνώριζαν νά κατασκευάζουν τό γυαλί από τά πολύ παλιά χρόνια. Αυτό τουλάχιστον απόδειξαν οί άνασκαφές, πού έγιναν καί έφεραν στό φώς διάφορα γυάλινα άντικείμενα. Λέγεται ότι τό γυαλί τό ανακάλυψαν έντελώς τυχαία Φοίνικες έμποροι, όταν κάποτε, προσπαθώντας νά ψήσουν τό φαί μέ φωτιά πού άναψαν πάνω στην άμμο, παρατήρησαν ότι σχηματίστηκε μιά παχύ-

πυρίτης σόδα	άσβεστιο	χρωστικές	ρευστη διαφανής μάζα, πού, όταν κρύωσε έγινε τό γνωστό μας γυαλί.
75%	13%	11%	ουσίες 1%



Είκ. 159

Παρασκευή καί έπεξεργασία γυαλιού

Σήμερα γνωρίζουμε ότι τό γυαλί παρασκευάζεται μέ άμμο, άσβεστόλιθο καί σόδα (άνθρακικό νάτριο). Οί πρώτες αυτές ύλες άφού άλεσθούν καλά καί άνακατωθούν μέ ορισμένες αναλογίες, τοποθετούνται μέσα σε ειδικούς φούρνους, όπου, καθώς θερμαίνονται, λιώνουν καί μετατρέπονται σε μιά παχύρευστη διαφανή μάζα, την ύαλομάζα.

Κατόπιν αυτή ή ύαλομάζα, πού πολλές φορές χρωματίζεται μέ διάφορα όξειδια μετάλλων, διοχετεύεται σε ειδικούς κυλίνδρους καί καλούπια, όπου μέ ειδική έπεξεργασία μεταβάλλεται σε ύαλοπίνακες καί διάφορα γυάλινα άντικείμενα (είκ. 159).

Τά όνομαστά βοημικά γυαλιά παρασκευάζονται από άμμο, άσβεστόλιθο καί ποτάσα, αντί για σόδα.

Αν στό μείγμα, αντί για άσβεστόλιθο, βάλουν μιά ένωση του

μολύβδου, πού λέγεται λιθάργυρος, τότε γίνεται ή πιό άριστοκρατική ποιότητα γυαλιού, πού λέγεται κρύσταλλο.

### Ἐρωτήσεις – Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι καί πού βρίσκεται τό πυρίτιο;
- 2) Τί ιδιότητες ἔχει;
- 3) Πού χρησιμοποιεῖται τό πυρίτιο;
- 4) Τί εἶναι ή θαλασσινή ἄμμος καί πού χρησιμοποιεῖται;
- 5) Τί γνωρίζεις γιά τό χαλαζία;
- 6) Ἐπό πότε ἄρχισαν οἱ ἄνθρωποι νά κατασκευάζουν γυαλί καί πῶς ἀνακαλύφθηκε;
- 7) Πῶς παρασκευάζεται τό γυαλί;
- 8) Ποιά εἶναι τά καλύτερα γυάλινα εἶδη;
- 9) Παρατήρησε ἕνα κοινό μπουκάλι καί ἕνα κρυστάλλινο ποτήρι ποιό εἶναι πιό λαμπερό καί ποιό βγάζει καθαρότερο ἦχο;

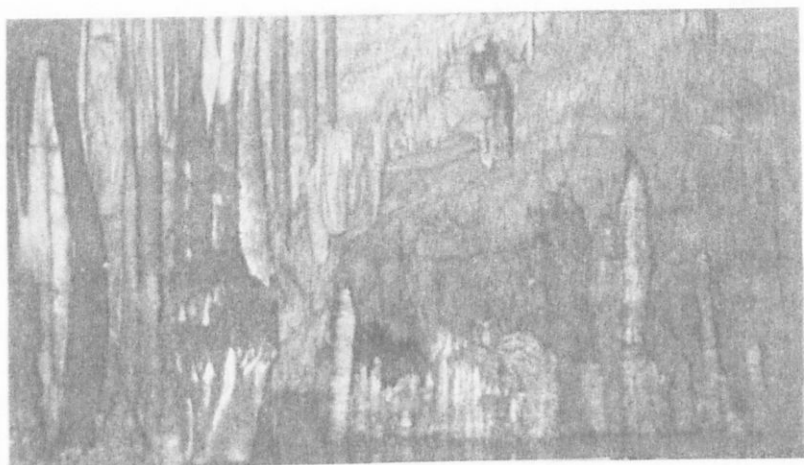
### 16. Τό ἀσβέστιο (Ca)

Τό ἀσβέστιο εἶναι ἄπλό σῶμα, σάν ἀργυρόλευκο μέταλλο καί πολύ διαδομένο στή φύση. Βρίσκεται πάντοτε ἐνωμένο μέ ἄλλα σώματα. Περιέχεται στά μάρμαρα καί στούς ἀσβεστόλιθους πού εἶναι κατάσπαρτα τά βουνά μας ἀπ' αὐτά, στήν κιμωλία, στό γύψο, στά ὄστρακα, στά τσόφλια τῶν ἀγῶν, στά φυτά, στό σῶμα τῶν ζώων καί σέ πολλές τροφές. Τό ἀσβέστιο εἶναι ἀπαραίτητο συστατικό τοῦ ὀργανισμοῦ μας. Μ' αὐτό σχηματίζονται τά ὀστά καί τά δόντια καί μέ τήν παρουσία αὐτοῦ γίνεται ή πήξη τοῦ αἵματος, ὅταν τραυματιζόμαστε.

Ἡ ἔλλειψη ἀσβεστίου ἀπό τόν ὀργανισμό μας, ἀντιστοιχεῖ μέ διάφορες παθήσεις, ὅπως τοῦ ραχιτισμοῦ τῆς ὀστεομαλακίας κτλ. Ὁ ἄνθρωπος παίρνει τό ἀσβέστιο πού τοῦ χρειάζεται ἀπό τό γάλα, τό τυρί, τό γιαούρτι κτλ.

Οἱ ἐνώσεις τοῦ ἀσβεστίου εἶναι πολυάριθμες καί σημαντικές, ἀλλά οἱ σπουδαιότερες εἶναι οἱ ἑξῆς: Τό ἀνθρακικό ἀσβέστιο, τό θεικῶ ἀσβέστιο καί τό ὀξειδίο τοῦ ἀσβεστίου.

α) Ἐνθρακικό ἀσβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ). Τό ἀνθρακικό ἀσβέστιο ἀποτελεῖται ἀπό ἀσβέστιο, ἄνθρακα καί ὀξυγόνο. Εἶναι ἀφθονο στήν πατρίδα μας. Τά 2/3 τῆς ἐπιφάνειας τῶν βουνῶν τῆς εἶναι ἀνθρακικό ἀσβέστιο. Τά μάρμαρα, οἱ ἀσβεστόλιθοι, ή κιμωλία, τό τσόφλι τῶν



Είκ. 160

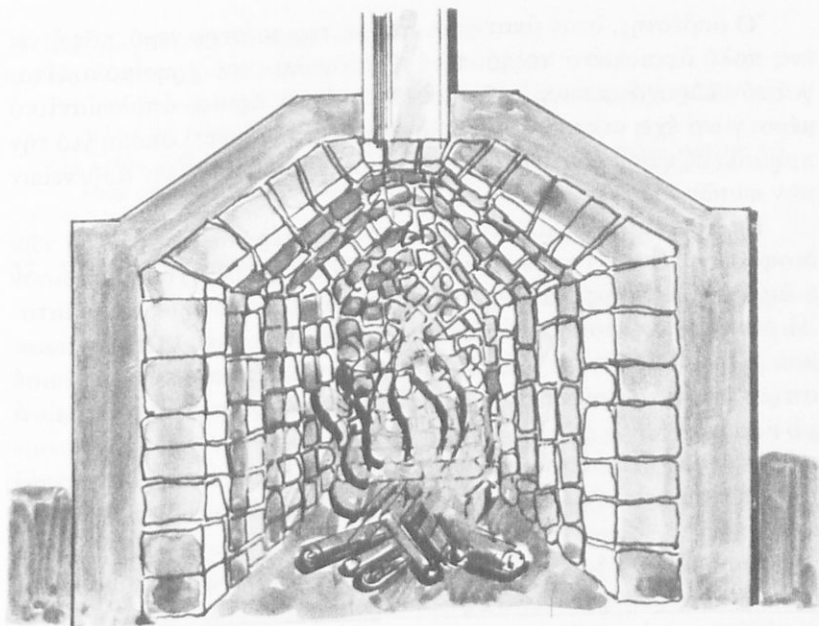
*Σπήλαιο μέ σταλακτίτες καί σταλαγμίτες*

αύγων κτλ. αποτελοῦνται ἀπό ἀνθρακικό ἀσβέστιο. Οἱ σταλακτίτες καί οἱ σταλαγμίτες τῶν σπηλαίων σχηματίστηκαν ἀπό τήν ἀπόθεση τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου πού ἦταν διαλυμένο στίς στάλες τοῦ νεροῦ πού ἔπεφτε ἀπό τήν ὀροφή τῶν σπηλαίων (εἰκ. 160).

Οἱ διάφορες μορφές τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου ἔχουν μεγάλη πρακτική ἐφαρμογή. Τά μάρμαρα, λευκά ἢ χρωματιστά, χρησιμοποιοῦνται στήν οἰκοδομική καί στήν καλλιτεχνία. Οἱ ἀσβεστόλιθοι στήν οἰκοδομική καί στήν παρασκευή τοῦ γυαλιοῦ, τοῦ τσιμέντου καί τοῦ ἀσβέστη. Ἡ κιμωλία χρησιμοποιεῖται γιά νά γράφουμε στόν πίνακα καί τό ἰσλανδικό κρύσταλλο, πού εἶναι τό πιό καθαρό ἀνθρακικό ἀσβέστιο, στήν κατασκευή ὀπτικῶν ὀργάνων.

β) **Θεϊκό ἀσβέστιο** ( $\text{CaSO}_4$ ). Τό θεϊκό ἀσβέστιο, ὁ γνωστός μας γύψος, εἶναι σύνθετο σῶμα καί ἀποτελεῖται ἀπό ἀσβέστιο, θεῖο καί ὀξυγόνο. Εἶναι ὄρυκτό καί βρίσκεται ἀφθονο στή γῆ. Στήν Ἑλλάδα ὑπάρχει στή Μήλο, στή Ζάκυνθο, στήν Κρήτη καί ἄλλοῦ. Χρησιμοποιεῖται στήν οἰκοδομική, στήν ἀγαλματοποιία, στήν ἰατρική καί ἄλλοῦ.

γ) **Ὁξειδίο τοῦ ἀσβεστίου** ( $\text{CaO}$ ). Ὁξειδίο τοῦ ἀσβεστίου ὀνομάζεται ὁ κοινός ἀσβέστης. Εἶναι κι αὐτό σύνθετο σῶμα καί ἀποτελεῖται ἀπό ἀσβέστιο καί ὀξυγόνο.



Εικ. 161  
Ἀσβεστοκάμινο

Μόνο του στή φύση δέν τό συναντᾶμε, ἀλλά παρασκευάζεται πολύ εὔκολα ἀπό τούς ἀσβεστόλιθους. Ἐάν θερμανθοῦν πολύ οἱ ἀσβεστόλιθοι μέσα σέ εἰδικά καμίγια, πού λέγονται *ἀσβεστοκάμινα* (εἰκ. 161), τό ἀνθρακικό ἀσβέστιο διασπᾶται σέ διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα, πού φεύγει στόν ἀέρα καί σέ ὀξείδιο τοῦ ἀσβεστίου, πού εἶναι ὁ γνωστός μας ἀσβέστης πού μένει.

Ὁ ἀσβέστης εἶναι πολύ πιό ἑλαφρῦς ἀπό τόν ἀσβεστόλιθο. Ἐχει τήν ιδιότητα νά ἐνώνεται πολύ ζωηρά μέ τό νερό καί νά προκαλεῖ ἔντονο ἀναβρασμό. Μετά τήν παύση τοῦ ἀναβρασμοῦ σχηματίζεται ἕνας λευκός πολτός, πού λέγεται *οβησμένος ἀσβέστης*. Ἀνακατωμένος αὐτός ὁ ἀσβέστης μέ ἄμμο μᾶς δίνει τήν οἰκοδομική λάσπη γιά χτίσιμο, σουβάτισμα κτλ.

Ὁ ἀσβέστης αὐτῆς τῆς λάσπης ἔχει τήν ιδιότητα νά παίρνει πάλι ἀπό τόν ἀτμοσφαιρικό ἀέρα τό διοξείδιο τοῦ ἀνθρακα πού ἔχασε κατά τή θέρμανσή του καί νά ξαναγίνεται στερεό ἀνθρακικό ἀσβέστιο, ἀσβεστόλιθος.

Ἡ ἄσβεστος, ὅταν ἀνακατώνεται μέ περισσότερο νερό, μᾶς δίνει ἕνα πολύ ἀραιωμένο πολτό, τό ἀσβεστόγαλα, πού χρησιμοποιεῖται γιά τόν ὑδροχρωματισμό τῶν τοίχων καί σάν ἄριστο ἀπολυμαντικό μέσο, γιατί ἔχει μικροβιοκτόνες ἰδιότητες. Χρησιμεύει ἀκόμα γιά τήν παρασκευή φαρμάκων, γιά τήν καταπολέμηση ὀρισμένων ἀσθενειῶν τῶν φυτῶν κτλ.

δ) **Κονιάματα.** Στίς οἰκοδομικές ἐργασίες γιά τή σύνθεση τῶν διαφόρων ὑλικῶν (τουῖβλα, πέτρες, χαλίκια κ.λ.π.) χρησιμοποιοῦν διάφορους πολτούς, λάσπες, πού λέγονται μ' ἕνα ὄνομα κονιάματα. Ἡ οἰκοδομική λάσπη πού προαναφέραμε εἶναι ἕνα ἀπλό κονίαμα, πού στερεοποιεῖται στόν ἀέρα. Ὑπάρχουν ὅμως καί κονιάματα πού στερεοποιοῦνται μέσα στό νερό καί ὀνομάζονται *ὑδραυλικά κονιάματα*.

Σήμερα χρησιμοποιοῦνται πολύ γιά τήν παρασκευή κονιαμάτων τό γνωστό μας *τσιμέντο*. Τό τσιμέντο γίνεται μέ ἀσβεστόλιθο καί ἄργιλο.

Τά ὑλικά αὐτά ἀλέθονται, ἀνακατώνονται καί ψήνονται μέσα σέ εἰδικούς φούρνους σέ πολύ ὑψηλή θερμοκρασία (1450° C). Μετά ξανααλέθονται, ἀφοῦ ἀνακατωθοῦν μέ λίγο γύψο καί γίνεται ἡ σκόνη τοῦ τσιμέντου.

Τό τσιμεντένιο κονίαμα, πού γίνεται μέ νερό, ἄμμο καί χαλίκια, ὅταν στερεοποιηθεῖ γίνεται πολύ σκληρό καί λέγεται *σκυρόδεμα ἢ μπετόν*. Ὅταν δέ περιέχει σίδηρα, λέγεται *ὀπλισμένο σκυρόδεμα ἢ μπετόν ἀρμέ*.

### Ἑρωτήσεις - Ἀσκήσεις

- 1) Τί εἶναι τό ἀσβέστιο καί πού βρίσκεται;
- 2) Ποιά ἡ σημασία τοῦ ἀσβεστίου στόν ἀνθρώπινο ὄργανισμό;
- 3) Ποιές εἶναι οἱ σπουδαιότερες ἐνώσεις τοῦ ἀσβεστίου;
- 4) Τί εἶναι τό ἀνθρακικό ἀσβέστιο καί πού βρίσκεται;
- 5) Ποῦ χρησιμοποιοῦνται οἱ διάφορες μορφές τοῦ ἀνθρακικοῦ ἀσβεστίου;
- 6) Τί εἶναι ὁ γύψος καί πού χρησιμοποιεῖται;
- 7) Πῶς παρασκευάζεται ὁ ἀσβέστης;
- 8) Τί ἰδιότητα ἔχει ὁ ἀσβέστης;
- 9) Ποῦ χρησιμοποιεῖται ὁ σβησμένος ἀσβέστης;
- 10) Τί εἶναι τά κονιάματα;
- 11) Τί κονίαμα γίνεται μέ τή θηραϊκή γῆ;



- 12) Πώς γίνεται τό τσιμέντο;
- 13) Τί είναι τό μπετόν και τί τό μπετόν άρμέ;
- 14) Άν βάλεις μέσα στή φωτιά κόκκαλα και καουόν, ό,τι μείνει στό τέλος θά είναι άνθρακικό άσβέστιο.
- 15) Γιατί άσβεστώνουν τούς κορμούς τών δέντρων; κάνε και σύ τό ίδιο στά δέντρα του κήπου σου.

## 17. Κατασκευή σπύρων

Παλαιότερα τά σπύρα κατασκευάζονταν από λιωμένο θείο ή παραφίνη και κίτρινο φωσφόρο. Έπειδή όμως αυτά τά σπύρα ήταν επικίνδυνα, γιατί άναβαν μέ τήν παραμικρή τριβή σ' όποιαδήποτε άνώμαλη επιφάνεια, καθώς και δηλητηριώδη, γιατί περιείχαν κίτρινο φωσφόρο, κατασκευάζονται σήμερα για νά είναι ακίνδυνα ως έξής:

Έτοιμάζονται πρώτα μέ τίς μηχανές μικρά ξυλαράκια. Τό ένα άκρο τους βυθίζεται μέσα σέ λιωμένο θείο ή παραφίνη, ώστε τό κάψιμό τους νά γίνεται όμαλά. Έπειτα τό ίδιο άκρο τό βυθίζουν μέσα σέ μιá ζύμη πού άποτελείται από εύφλεκτες ύλες, δηλ. από ύλες πού άνάβουν εύκολα (χλωρικό κάλιο και θειούχο άντιμόνιο) και τά σπύρα είναι έτοιμα.

Πολλές φορές αντί για ξυλαράκια χρησιμοποιοιοϋν χοντρά νήματα από βαμβάκι πού βυθίζονται μέσα σέ παραφίνη και κόβονται σέ μικρά τεμάχια.

Τά σπύρα πού κατασκευάζονται μ' αυτό τόν τρόπο δέν άνάβουν σ' όποιαδήποτε άνώμαλη επιφάνεια, παρά μόνο στίς πλευρές τών σπυροκουτιών, πού έχουν μιá ιδιαίτερη έπάλειψη από κόκκινο φωσφόρο και λεπτή σκόνη από γυαλί ή άμμο.

Τά σπύρα στήν Ελλάδα είναι μονοπώλιο του κράτους, όπως και τό μαγειρικό άλάτι.

### Έρωτήσεις - Άσκήσεις

- 1) Μέ τί ύλικά κατασκευάζονταν τά σπύρα παλαιότερα και γιατί ήταν επικίνδυνα;
- 2) Πώς κατασκευάζονται σήμερα τά σπύρα;
- 3) Ποιά είδη μονοπωλεί τό κράτος;

## ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟ ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

Α		Β	
*Αδιάλυτα σώματα . . . . .	40	Βάρος . . . . .	74
*Αδράνεια τών σωμάτων . . . . .	101	Βαρούλκο . . . . .	91
*Αέρας . . . . .	13	Βαρύτητα . . . . .	74
*Αεραντλίες . . . . .	145	Βάση στηρίξεως . . . . .	81
*Αεροπλάνα . . . . .	149	Βεντούζα . . . . .	142
*Αερόπλοια . . . . .	148	Βραδεία καύση . . . . .	170
*Αερόστατα . . . . .	147	Βρασμός . . . . .	47
*Ακόρεστο διάλυμα . . . . .	39	Βροχή . . . . .	55
*Ακτινοβολία θερμότητας . . . . .	68		
*Αλυκές . . . . .	184	Γ	
*Αναβρυτήρια . . . . .	112	Γερανός . . . . .	95
*Αναρροφητική ύδραν- τλία . . . . .	143		
*Άνεμος . . . . .	66	Δ	
*Ανεμόμυλος . . . . .	157	Διάλυμα . . . . .	39
*Αντάρα . . . . .	55	Διάλυση . . . . .	39
*Αντίσταση (μοχλοῦ) . . . . .	84	Διαλυτικό μέσο . . . . .	39
*Άνωση . . . . .	121, 146, 151	Διαπίδυση . . . . .	131
*Απλά σώματα . . . . .	5	Διαστημόπλοια . . . . .	155
*Απλές μηχανές . . . . .	83	Διαστολή αερίων . . . . .	28
*Απόλυτος κλίμακα . . . . .	32	Διαστολή γραμμική . . . . .	18
*Απόλυτο μηδέν . . . . .	32	Διαστολή κυβική . . . . .	19
*Αποσταγμένο ὕγρo . . . . .	53	Διαστολή ὕγρoν . . . . .	23
*Αποστακτήρας . . . . .	52	Διμεταλλικά ἐλάσματα . . . . .	22
*Απόσταξη . . . . .	52	Δίσηκτα σώματα . . . . .	34
*Αραιόμετρα . . . . .	127	Διήθηση ἢ διύλιση . . . . .	181
*Αρχή τῆς ἀδράνειας . . . . .	99	Διυλιστήρια . . . . .	181
*Αρχή τοῦ Ἀρχιμήδη . . . . .	122, 146	Δορυφόροι (τεχνητοί) . . . . .	156
*Αρχή τοῦ Πασκάλ . . . . .	118	Δροσιά . . . . .	54
*Ατμομηχανή . . . . .	58	Δύναμη . . . . .	99
*Ατμοστρόβιλος . . . . .	59, 60	Δυνάμεις ἐλξέως . . . . .	11
*Ατμοσύρτης . . . . .	59	Δυνάμεις συνάφειας . . . . .	128
*Ατομα . . . . .	10, 162	Δυνάμεις συνοχῆς . . . . .	11
*Ατμόσφαιρα . . . . .	136, 166	Δυσδιάλυτα σώματα . . . . .	40
*Ατμοσφαιρική πίεση . . . . .	137		

Δυσθερμαγωγιά .....	62	Ίσορροπία σωμάτων .....	79
		Ίστιοφόρα πλοία .....	158

## E

Εϊδικό βάρος .....	126
Εϊδη ίσορροπίας .....	79,80
Έκκρεμές .....	96
Έλαστική δύναμη άτμών .....	57
Έλεύθερη επιφάνεια .....	110
Έξαέρωση .....	42
Έξάτμιση .....	42
Έργάτης (βαροϋλκο) .....	91
Ευδιάλυτα σώματα .....	40
Ευθερμαγωγιά σώματα .....	62

## Z

Zύγιση άκριβής .....	88
Zυγός ή ζυγαριά .....	87

## H

Ήλεκτρόλυση νερού .....	180
Ήλεκτρόνια .....	162-163
Ήμέρα .....	96
Ήρεμία .....	99

## Θ

Θειουρυχεία .....	192
Θειοχρώματα .....	191
Θερμική άγωγιμότητα .....	62
Θερμοκρασία βρασμού .....	47
Θερμόμετρο .....	29
Θερμότητα .....	16

## I

Ίαματικά νερά .....	182
Ίδιότητες των σωμάτων .....	15

## K

Κακοί άγωγοί της θερμότητας .....	62
Καλοί άγωγοί της θερμότητας .....	62
Καντάρι .....	88, 89
Καταθλιπτική ύδραντία .....	144
Καταιονητήρας .....	117
Καύση .....	170
Κέντρο βάρους .....	76
Κεντρομόλος δύναμη .....	104
Κιλοπόντ .....	75
Κίνηση .....	99
Κλασματική άπόσταση .....	53
Κλίμακα Κέλβιν .....	32
Κορεσμένο διάλυμα .....	39
Κράματα .....	34,164
Κροτούν άεριο .....	175
Κρυστάλλωση .....	39

## Λ

Λανθάνουσα θερμότητα .....	36,54, 51
Λεπτά .....	96
Λιπάσματα .....	177

## M

Μαγκάνι .....	91,92
Μαγκανοπήγαδο .....	91,92
Μάζα .....	124
Μαλακό νερό .....	182
Μανόμετρο .....	119
Μείγματα .....	163-164
Μετεωρολογία .....	57
Μόρια .....	10,11

Μογλοβραχίονες .....	84
Μοχλός .....	83

## N

Νερόμυλος .....	133
Νετρόνια .....	162-163
Νέφη .....	55
Νιφάδες χιονιοῦ .....	56

## O

Όγκος .....	15,124
Οινήρυση .....	140
Όμίχλη .....	55
Όξειδια .....	170
Όξειδωση .....	170
Όριζόντιο επίπεδο .....	110

## Π

Παγετώνες .....	57
Πάγια τροχαλία .....	93
Παγκόσμια ἔλξη .....	74
Παλάντζα .....	88
Πάχνη .....	54
Πεδίο βαρύτητας .....	74
Πείραμα .....	8
Πηγάδι .....	113,114
Πηγές θερμότητας .....	17
Πηγή (νεροῦ) .....	113,114
Πήξη .....	33
Πίεση .....	108
Πλάστιγγα .....	90
Πλωτά μέσα .....	123
Πολύσπαστο .....	94, 95
Πρατόνια .....	162-163
Πτητικά σώματα .....	42
Πυκνόμετρα .....	127

Πυκνότητα .....	124, 126
Πύραυλοι .....	153-154

## P

Ρεύματα ἀέρα .....	66,67
--------------------	-------

## Σ

Σημείο ζέσεως .....	47
Σιλικόνες .....	194
Σίφωνας .....	141
Σιφόνι .....	140
Σκληρά νερά .....	182
Σκοτεινή ἀκτινοβολία .....	71
Σταθμά .....	88,125
Στατήρας .....	88
Στοιχειά .....	6
Συγκοινωνοῦντα δοχεῖα .....	110
Σύνθετη ὕδραντλία .....	144
Συνθετικά προϊόντα .....	160
Συντελεστής διαστολῆς .....	19
Συνθήκη ἰσορροπίας .....	79
Συντριβάνι .....	112
Σώματα .....	5
Σώματα ἀέρια .....	13
Σώματα ἀπλά .....	5
Σώματα στερεά .....	12
Σώματα σύνθετα .....	7
Σώματα ὑγρά .....	12,13
Σώματα ὑλικά .....	-5
Σώματα φυσικά .....	5

## T

Ταχεία καύση .....	168
Τεχνητά προϊόντα .....	159
Τήξη .....	33

Τριβή .....	100	Φυσικά προϊόντα .....	159
Τριχοειδή φαινόμενα ...	130	Φυσική .....	8
Τροχαλία .....	92	Φωτεινή ακτινοβολία ...	71
Τροχαλιθήκη .....	92		
Τροχιά .....	99		
Τροχός .....	92		

X

Y		Χαλάζι .....	56
		Χημεία .....	8
		Χημικά φαινόμενα .....	8
Ύαλομάζα .....	195	Χημικά στοιχεία .....	161
Ύγροποίηση ατμών ...	51	Χημικές αντιδράσεις ...	166
Ύδατώδη μετέωρα .....	53	Χημικές ενώσεις .....	165
Ύδραγωγεία .....	111	Χημικός δεσμός .....	166
Ύδραντλίες .....	143	Χιλιόγραμμο .....	73,125
Ύδραυλικές μηχανές ...	120	Χιόνι .....	56
Ύδροστατική πίεση ...	109	Χιονοστιβάδες .....	57
Ύδροστρόβιλος .....	117,133	Χρόνος .....	96
Ύποβρύχια .....	123	Χρονόμετρα .....	96
Ύπομόχλιο .....	84		

Ψ

Φ		Ψυκτικό μείγμα .....	41
Φαινόμενα .....	7		
Φυσικά φαινόμενα .....	8		
Φράγματα .....	118,133		
Φυγοκέντρωση .....	106		
		Ω	
		Ωρα .....	96

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### Η Ύλη

#### Μάθημα

1ο	1. Φυσικά σώματα - Φύση .....	5
	2. Ἐπλά καί σύνθετα σώματα .....	5
2ο	3. Φυσικά καί χημικά φαινόμενα .....	7

#### ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΎΛΗΣ

3ο	1. Λίγα λόγια γιά τά μόρια καί τίς ιδιότητές τους .....	9
4ο	2. Σώματα στερεά, ὑγρά, καί ἀέρια. Ἰδιότητες αὐτῶν .....	11

#### ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

### ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ

#### ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

#### Θερμότητα

5ο	1. Ἐννοια τῆς θερμότητας .....	16
	2. Ἐννοια τῆς θερμοκρασίας .....	16
	3. Πηγές τῆς θερμότητας .....	17

#### ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

6ο	1. Διαστολή τῶν στερεῶν .....	18
	α) Γραμμική διαστολή .....	18
	β) Κυβική διαστολή .....	19
	Ἐφαρμογές τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν .....	21
7ο	2. Διαστολή τῶν ὑγρῶν .....	23
	Ἡ ἀνώμαλη διαστολή τοῦ νεροῦ .....	24
8ο	3. Διαστολή τῶν ἀερίων .....	28
	Πῶς ἐξηγεῖται ἡ διαστολή καί συστολή τῆς ὑλης .....	28
9ο	5. Θερμόμετρα-Κατασκευή καί βαθμολογία αὐτῶν .....	29

## ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

<b>10ο</b>	1. Ἡ τήξη καί ἡ πήξη τῶν σωμάτων.....	32
	Λανθάνουσα θερμότητα τήξεως .....	35
	Πῶς ἐξηγεῖται τό φαινόμενο τῆς τήξεως καί πήξεως τῶν σωμάτων.....	37
	Ἐφαρμογές .....	37
<b>11ο</b>	2. Διάλυση.....	38
<b>12ο</b>	3. Ἐξαέρωση .....	41
	α) Ἐξάτμιση.....	41
	Πῶς ἐξηγεῖται ἡ ἐξάτμιση .....	42
	Ἐπί τι ἐξαρτᾶται ἡ ταχύτητα τῆς ἐξατμίσεως .....	43
	Κατά τήν ἐξάτμιση παράγεται ψύχος.....	44
	Κατασκευή τεχνητοῦ πάγου .....	44
<b>13ο</b>	β) Βρασμός.....	45
	Σημεῖο ζέσεως ἢ βρασμοῦ .....	46
	Λανθάνουσα θερμότητα βρασμοῦ .....	47
	Μεταβολή τοῦ σημείου ζέσεως .....	48
	Συμπεράσματα ἀπό τή μελέτη τοῦ βρασμοῦ .....	49
<b>14ο</b>	4. Ὑγροποίηση τῶν ἀτμῶν .....	50
	α) Μέ ψύξη.....	50
	β) Μέ συμπύεση .....	51
	Ἀπόσταξη .....	51
<b>15ο</b>	5. Ὑδατώδη μετέωρα .....	52
	Δροσιά, πάχνη, νέφη, ὀμίχλη .....	53-54
	βροχή, χαλάζι, χιόνι .....	54-56

## ΔΥΝΑΜΗ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ

<b>16ο</b>	1. Ἡ ἐλαστική δύναμη τῶν ἀτμῶν .....	56
	2. Ἡ ἀτμομηχανή .....	57

## ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

<b>17ο</b>	1. Μέ ἀγωγή .....	60
	Ἐφαρμογές .....	62
<b>18ο</b>	2. Μέ ρεύματα .....	62
	Ἐφαρμογές .....	65
<b>19ο</b>	3. Μέ ἀκτινοβολία .....	67
	Ἀπορρόφηση καί ἀνάκλαση τῆς ἀκτινοβολίας .....	68
	Ἐφαρμογές .....	71

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

### Μηχανική

#### ΒΑΡΥΤΗΤΑ

<b>20ο</b>	1. Τί είναι βαρύτητα .....	73
	2. Τί είναι βάρος .....	73
	3. Κατακόρυφος-Νήμα τής στάθμης-Διεύθυνση τής βαρύτητας .....	74
	4. Κέντρο βάρους .....	74
<b>21ο</b>	5. Πτώση τών σωμάτων .....	76

#### ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

<b>22ο</b>	1. Τί είναι Ισορροπία-Συνθήκη Ισορροπίας .....	78
	2. Είδη Ισορροπίας .....	78
	3. Σχέση Ισορροπίας .....	79
	4. 'Από τί εξαρτάται ή σταθερότητα τής Ισορροπίας .....	80
	'Εφαρμογές .....	80

#### ΑΠΛΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

<b>23ο</b>	1. Μοχλός .....	82
	α) Τί είναι μοχλός .....	82
	β) Είδη μοχλών .....	84
<b>24ο</b>	2. Ζυγός ή ζυγαριά .....	86
	3. Στατήρας .....	87
	4. Πλάστιγγα .....	89
<b>25ο</b>	5. Βαροῦλκο .....	89
	6. Τροχαλίες .....	90
	α) Πάγια τροχαλία .....	91
	β) 'Ελεύθερη τροχαλία .....	92
	7. Πολύσπαστο .....	92
	'Ο χρυσός κανόνας τής μηχανικής .....	93

#### ΕΚΚΡΕΜΕΣ

<b>26ο</b>	1. 'Εννοια τού χρόνου .....	95
	2. Τό έκκρεμές .....	95



## ΑΔΡΑΝΕΙΑ

<b>27ο</b>	1. Ήρεμία κίνησης.....	98
	2. Δύναμη – Αρχή της αδράνειας .....	98
	3. Τριβή .....	99
	4. Ή αδράνεια της ύλης και οι εφαρμογές της .....	100

## ΚΕΝΤΡΟΜΟΛΟΣ ΔΥΝΑΜΗ

<b>28ο</b>	1. Τί είναι κεντρομόλος δύναμη .....	102
	2. Νόμοι της κεντρομόλου δυνάμεως .....	103
	Έφαρμογές .....	104

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

### Ύδροστατική

<b>29ο</b>	1. Τί είναι πίεση .....	107
<b>30ο</b>	2. Ύδροστατική πίεση .....	108
	3. Ή ελεύθερη επιφάνεια των υγρών .....	109
	4. Συγκοινωνούντα δοχεία.....	109
	Έφαρμογές .....	110
	α) Ύδραγωγεία .....	110
	β) Αναβρυτήρια .....	111
	γ) Αρτεσιανά νερά .....	111
<b>31ο</b>	5. Πιέσεις των υγρών που ισορροπούν .....	113
	α) Σέ όριζόντιο πυθμένα .....	113
	β) Στά τοιχώματα των δοχείων .....	115
<b>32ο</b>	6. Αρχή του Πασκάλ .....	117
	7. Ύδραυλικές μηχανές .....	119
<b>33ο</b>	8. Άνωση-Άρχή του Άρχιμήδη .....	120
	Έφαρμογές της Άνώσεως .....	122
<b>34ο</b>	9. Πυκνότητα και ειδικό βάρος .....	123
	10. Πώς βρίσκουμε την πυκνότητα και τό ειδικό βάρος των σωμάτων .....	126
	α) των στερεών .....	126
	β) των υγρών .....	126
<b>35ο</b>	11. Τριχοειδή φαινόμενα .....	127
<b>36ο</b>	12. Διαπίδυση.....	130
<b>37ο</b>	13. Τό νερό ως κινητήρια δύναμη .....	132

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

### Ἄεροστατική

<b>38ο</b>	1. Ἡ ἀτμόσφαιρα .....	135
	2. Ἀτμοσφαιρική πίεση .....	137
<b>39ο</b>	Ἐφαρμογές τῆς ἀτμοσφαιρικής πίεσεως .....	139
	α) Οἰνήρυση-σιφώνι-σίφωναs .....	139
	β) Βεντούζα .....	141
	γ) Ὑδραντλίες .....	142
	Ἄναρροφητική, καταθλιπτική, σύνθεση. Ἄεραντλίες ....	142-144
<b>40ο</b>	3. Ἄνοση καὶ Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδη στὸν ἀέρα .....	145
	4. Ἀερόστατα .....	146
<b>41ο</b>	5. Ἀεροπλάνα .....	148
<b>42ο</b>	6. Πύραυλοι .....	152
	7. Διαστημόπλοια .....	154
	8. Δορυφόροι .....	155
<b>43ο</b>	9. Ὁ ἀέρας ὡs κινητήρια δύναμη .....	156
	α) Ἀνεμόμυλοι .....	156
	β) Ἴστιοφόρα πλοῖα .....	157

## ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

### ΧΗΜΕΙΑ

<b>44ο</b>	1. Εἰσαγωγή .....	159
	2. Χημικά στοιχεῖα .....	159
	3. Σέ τί διαφέρουν τὰ χημικά στοιχεῖα .....	161
<b>45ο</b>	4. Μείγματα καὶ χημικές ἐνώσεις .....	162
<b>46ο</b>	5. Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀέρας .....	166
	6. Τό ὀξυγόνο .....	168
<b>47ο</b>	7. Τό ὑδρογόνο .....	172
<b>48ο</b>	8. Τό ἄζωτο .....	175
<b>49ο</b>	9. Τό νερό .....	178
<b>50ο</b>	10. Τό χλωριούχο Νάτριο (άλατι) .....	182
<b>51ο</b>	11. Τό σαποῦνι .....	184
<b>52ο</b>	12. Τό μονοξειδίο τοῦ ἀνθρακα .....	186
	13. Τό διοξειδίο τοῦ ἀνθρακα .....	187
<b>53ο</b>	14. Τό θεῖο (θειάφι) .....	189
<b>54ο</b>	15. Τό πυρίτιο .....	192
	Τό γυαλί .....	194

<b>55o</b>	16. Τό ασβέστιο .....	195
<b>56o</b>	17. Κατασκευή σπέρτων .....	199
	Ἐλφαβητικό εὔρετήριο .....	200





«Τά αντίτυπα τοῦ βιβλίου φέρουν τό κάτωθι βιβλιοσήμο γιά ἀπόδειξη τῆς γνησιότητος αὐτῶν.

Ἄντίτυπο στερούμενο τοῦ βιβλιοσήμου τούτου θεωρεῖται κλεψίτυπο. Ὁ διαθέτων, πωλῶν ἢ χρησιμοποιοῦν αὐτό διώκεται κατά τίς διατάξεις τοῦ ἀρθροῦ 7 τοῦ Νόμου 1129 τῆς 15/21 Μαρτίου 1946 (Ἐφ. Κυβ. 1946, Α' 108)».



0020555877

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΒΟΥΛΗΣ

ΕΚΔΟΣΗ Δ' 1982 (V) — ΑΝΤΙΤΥΠΑ 185.000 — ΣΥΜΒΑΣΗ 3728 / 14-1-82

ΕΚΤΥΠΩΣΗ - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ : Δ. ΒΑΣΙΛΑΚΟΥ & ΣΙΑ Ε.Π.Ε.



