

30  
ΛΕΩΝ. ΛΙΩΚΗ — ΚΛ. Δ. ΚΑΡΝΑΒΟΥ

# ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ



ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ Ι. ΣΙΔΕΡΗ  
ΑΘΗΝΑΙ



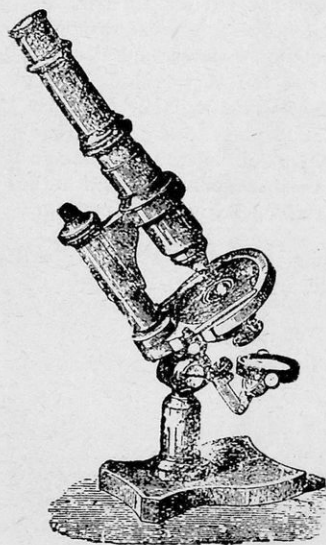
ΛΕΩΝΙΔΑ ΛΙΩΚΗ  
Διευθύντρια Βαρβακείου Σχολής

ΚΛ. Δ. ΚΑΡΝΑΒΟΥ  
Δημοδιδασκάλου

# ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ

ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΤ' ΤΑΞΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ  
Καί το Β' χρόνο συνδιδασκαλίας Ε' και Στ' τάξεων

Εγκεκριμένη υπό του Υπουργείου Παιδείας  
διά της υπ' αριθ. 50707/1950 απόφασεως



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ  
ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ ΙΩΑΝΝΟΥ ΣΙΔΕΡΗ  
ΟΔΟΣ ΤΣΩΡΤΣΙΑ 44<sup>Α</sup>

17372

ΒΑΣΙΛΕΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΝ ΘΡΗΣΚ. ΚΑΙ ΕΘΝ. ΠΑΙΔΕΙΑΣ

Δίσις Διδακτ. Βιβλίων

Ἄριθ. Πρωτ. 50707

Ἀθήναι τῆ 12-6-50

Πρὸς

τὸν κ. Δ. Διώκην—Κλ. Δ. Κάρναβον

Ὀδὸς Τσῶρτσιλ 44 (Ἐκδ. Οἶκος Ι. Σιδέρη)

Ἐνταῦθα

Ἀνακοινοῦμεν ὑμῖν ὅτι διὰ τῆς ὑπ' ἀριθ. 49528]1950 ἀποφάσεως τοῦ Ὑπουργείου μετὰ σύμφωνον γνωμοδότησιν τοῦ Κεντρικοῦ Γνωμοδοτικοῦ καὶ Διοικητικοῦ Συμβουλίου τῆς Ἐκπαίδεψεως, ἐνεκρίθη ὅπως χρησιμοποιηθῆ ὡς βοηθητικὸν βιβλίον τοῦ μαθήματος τῆς Φυσικῆς καὶ Χημείας διὰ τοὺς μαθητὰς τῆς ΣΤ' τάξεως τοῦ Δημοτικοῦ Σχολείου τὸ ὑπὸ τὸν τίτλον Φυσικὴ καὶ Χημεία βιβλίον ἡμῶν ἐπὶ μίαν τριετίαν.

Παρακαλοῦμεν ὅθεν ὅπως μεριμνήσητε διὰ τὴν ἔγκαιρον ἐκτύπωσιν τοῦ βιβλίου τούτου, συμμορφὸς ὕμενος πρὸς τὰς ὑποδείξεις τοῦ Ἐκπαιδευτικοῦ Συμβουλίου καὶ τὸν κανονισμὸν ἐκδόσεως βοηθητικῶν βιβλίων τοῦ Δημοτικοῦ Σχολείου.

Κοινοποιήσις  
Κ.Γ.Α.Σ.Ε

Ἐντολῇ Ὑπουργοῦ  
Ὁ Διευθυντῆς  
Χ. Μούστρης

Κάθε γνήσιον ἀντίτυπον φέρει τὴν ὑπογραφήν τοῦ ἐνὸς τῶν συγγραφέων ἰδιοχείρως ἢ μὲ σφραγίδα



# ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τί είναι ἡ φύση—Τί λέγονται σώματα

Τὰ ζῶα, τὰ φυτά, οἱ πέτρες καὶ τὰ ἄλλα δημιουργήματα, ποὺ βλέπουμε γύρω μας καὶ στὸν οὐρανό, καθὼς καὶ οἱ διάφορες μεταβολές, ποὺ συμβαίνουν, ἀποτελοῦν ἓνα σύνολο, τὸ ὁποῖον λέγεται **φύση**.

Ἔοια αὐτὰ τὰ δημιουργήματα, ποὺ τὰ λέμε **φυσικά σώματα**, ἀποτελοῦνται ἀπὸ κάτι τι, ποὺ μπορούμε νὰ τὸ ἰδοῦμε, νὰ τὸ πιάσουμε, νὰ τὸ αἰσθανθοῦμε. Αὐτὸ τὸ κάτι λέγεται **ὄλη** καὶ ἀποτελεῖται ἀπὸ πολὺ μικρὰ κομματάκια, ποὺ ὀνομάζονται **μόρια**, τὰ ὁποῖα δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ τὰ ἰδοῦμε, οὔτε μὲ τὸ ἰσχυρότερο μικροσκόπιο. Τὰ μόρια αὐτὰ δὲν ἐγγίζουσι τὸ ἓνα τὸ ἄλλο, ἀλλὰ βρίσκονται σὲ κάποια ἀπόσταση μεταξύ τους.

### Φυσικὲς καταστάσεις τῶν σωμάτων

Οἱ πέτρες, τὰ μέταλλα, τὰ ξύλα βρίσκονται σὲ διαφορετικὴ κατάσταση ἀπὸ τὸ νερό, τὸ λάδι, τὸ οἰνόπνευμα. Ὁ δὲ ἀέρας καὶ τὸ φωταέριο, σὲ ἐντελῶς διαφορετικὴ κατάσταση ἀπὸ τίς δύο προηγούμενες κατηγορίες.

Τὰ σώματα τῆς πρώτης κατηγορίας: οἱ πέτρες, τὰ μέταλλα, τὰ ξύλα, ἔχουν ὠρισμένον ὄγκο καὶ ὠρισμένο σχῆμα. Καὶ ἂν δοκιμάσουμε νὰ μεταβάλουμε τὸ σχῆμα τους, θὰ συναντήσουμε μεγάλην ἀντίσταση, γιατί τὰ μόριά τους κρατοῦνται μεταξύ τους πολὺ δυνατά, μὲ μιὰ ἑλκτικὴ δύναμη, ποὺ λέγεται **συνοχή**.

Τὰ σώματα αὐτὰ, ποὺ ἔχουν ὠρισμένον ὄγκο καὶ ὠρισμένο

σχῆμα, γιατί ἡ συνοχή τῶν μορίων τους εἶναι πολὺ μεγάλη, τὰ λέμε **στερεά** ἢ ὅτι βρίσκονται σὲ στερεὰ κατάσταση.

Τὰ σώματα τῆς δευτέρας κατηγορίας : τὸ νερὸ, τὸ λάδι, τὸ κρασί, ἔχουν μὲν ὄρισμένον ὄγκο, δὲν ἔχουν ὅμως καὶ ὄρισμένον σχῆμα, ἀλλὰ παίρνουν τὸ σχῆμα τοῦ δοχείου, μέσα στὸ ὁποῖο βρίσκονται. Τοῦτο συμβαίνει γιατί ἡ συνοχή τῶν μορίων τους εἶναι πολὺ μικρῆ.

Τὰ σώματα αὐτά, ποὺ ἔχουν ὄρισμένον ὄγκο ἀλλ' ὄχι καὶ ὄρισμένο σχῆμα, γιατί ἡ συνοχή τῶν μορίων τους εἶναι μικρῆ, τὰ λέμε **ὑγρὰ** ἢ ὅτι βρίσκονται σὲ ὑγρὴ κατάσταση.

Τὰ σώματα τέλος τῆς τρίτης κατηγορίας : ὁ ἀέρας, τὸ φωταέριο, δὲν ἔχουν οὔτε ὄγκον ὄρισμένο οὔτε σχῆμα, ἀλλὰ γεμίζουν πάντοτε ὀλόκληρο τὸ δοχεῖο, μέσα στὸ ὁποῖο βρίσκονται, παίρνοντας φυσικὰ καὶ τὸ σχῆμα του. Τοῦτο συμβαίνει γιατί τὰ μόριά τους δὲν κρατοῦνται μεταξύ τους μὲ καμμιά **συνοχή**, ἀλλὰ κινοῦνται ἐλεύθερα, πρὸς ὅλες τὶς διευθύνσεις.

Τὸ φωταέριο π. χ. ἅμα μένη ἀνοιχτὴ ἢ στρόφιγγα, γεμίζει ὀλόκληρο τὸ χῶρο τοῦ δωματίου καὶ τοῦτο μποροῦμε νὰ τὸ ἔξακριβώσουμε, γιατί παντοῦ εἶναι αἰσθητὴ ἢ μυρωδιά του.

Τὰ σώματα αὐτά, ποὺ σὰν τὸν ἀέρα καὶ τὸ φωταέριο, δὲν ἔχουν οὔτε ὄρισμένο σχῆμα, οὔτε ὄρισμένον ὄγκο, τὰ λέμε **ἀέρια** ἢ ὅτι βρίσκονται σὲ ἀέριο κατάσταση.

Ἀπὸ τὰ πάρα πάνω βλέπουμε ὅτι τὰ διάφορα σώματα βρίσκονται σὲ τρεῖς **φυσικὲς καταστάσεις** : τὴ στερεά, τὴν ὑγρὰ καὶ τὴν ἀέριο.

### Οἱ φυσικὲς καταστάσεις τῶν σωμάτων μεταβάλλονται

Τὸ νερὸ τὸ χειμῶνα, ὅταν συμβῆ τὸ κρύο νὰ εἶναι πολὺ δυνατὸ, μεταβάλλεται σὲ πάγο, δηλαδή ἀπὸ σῶμα ὑγρὸ ποὺ εἶναι γίνεται σῶμα στερεό. Ἐὰν δὲ τὸ θερμάνουμε ἀρκετὰ μεταβάλλεται σὲ ὑδρατμὸ, γίνεται δηλαδή σῶμα ἀέριο.

Ἄν τώρα θερμάνουμε τὸ στερεὸ πάγο ἢ ψύξουμε τὸν ἀέριο ὑδρατμὸ, θὰ ξαναπάρουμε πάλι τὸ ὑγρὸ νερὸ.

Βλέπουμε λοιπὸν ὅτι ἓνα καὶ τὸ αὐτὸ σῶμα - τὸ νερὸ - μπορεῖ νὰ πάρη καὶ τὶς τρεῖς καταστάσεις : τὴ στερεά, τὴν ὑγρὰ καὶ τὴν ἀέριο, ἀνάλογα μὲ τὴ θερμοκρασία, ποὺ ἐπικρατεῖ.

Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ μὲ ὅλα τὰ σώματα, ὅσα δὲν παθαίνουν ἀποσύνθεση, ὅταν θερμομανθοῦν.

## Φυσικὰ καὶ Χημικὰ φαινόμενα Φυσικὴ καὶ Χημεία

Ἄν κρατοῦμε στὸ χέρι μας μιὰ πέτρα καὶ τὴν ἀφήσουμε ἐλεύθερη, θὰ πέση. Ἄν θερμάνουμε τὸν πάγο, θὰ λυώση. Ἄν βάλουμε τὸ ξύλο στὴ φωτιά, θὰ καῖ. Ἄν ρίξουμε ἀλάτι μέσα στὸ νερό, θὰ διαλυθῆ.

Ὅλες αὐτὲς οἱ μεταβολές, ποὺ παθαίνουν τὰ διάφορα σώματα, λέγονται στὴν ἐπιστημονικὴ γλῶσσα **φαινόμενα**.

Ἄν ἐξετάσουμε τώρα λεπτομερέστερα αὐτὲς τὶς μεταβολές, ποὺ ἀποτελοῦν τὰ διάφορα φαινόμενα, θὰ ἴδοῦμε ὅτι δὲν εἶναι ὅλες ὅμοιες.

Ὅταν πέφτη ἡ πέτρα, μόνον ἡ θέση της ἀλλάζει, ὄχι ὅμως καὶ ἡ οὐσία της. Ὅταν λυώνη ὁ πάγος καὶ ἀπὸ στερεὸ σῶμα ποὺ εἶναι γίνεται ὑγρὸ νερό, μόνον ἡ φυσικὴ του κατάσταση μεταβάλλεται, ὄχι ὅμως καὶ ἡ ὕλη, ἀπὸ τὴν ὁποίαν ἀποτελεῖται. Γιατὶ ξέρουμε ὅτι, ἐὰν ψύξουμε δυνατὰ τὸ νερό, θὰ ξαναπάρουμε πάλι τὸν πάγο.

Βλέπουμε δηλαδὴ ὅτι, στὰ πάρα πάνω παραδείγματα, οἱ μεταβολές, ποὺ παθαίνουν τὰ σώματα, εἶναι ἐπιπόλαιες καὶ παροδικές.

Ὅταν ὅμως καίγεται τὸ ξύλο καὶ μεταβάλλεται σὲ στάχτη, ἡ μεταβολή, ποὺ παθαίνει, εἶναι πολὺ σοβαρώτερη καὶ ὀριστικὴ, γιατί μὲ κανένα μέσον ἡ στάχτη δὲν μπορεῖ νὰ γίνῃ πάλιν ξύλο.

Ἡ μεταβολὴ στὴν περίσταση αὐτὴ εἶναι ριζικὴ καὶ μόνιμη. Τέτοια εἶναι καὶ ἡ μεταβολή, ποὺ παθαίνει ὁ μοῦστος, ὅταν μεταβάλλεται σὲ κρασί, γιατί τὸ κρασὶ δὲν γίνεται πάλι μοῦστος.

Βλέπουμε λοιπὸν ὅτι οἱ μεταβολές, ποὺ παθαίνουν τὰ σώματα, εἶναι δύο εἰδῶν. Πρῶτον ἐκεῖνες, ποὺ εἶναι ἐπιπόλαιες καὶ παροδικές καὶ δεύτερον ἐκεῖνες, ποὺ εἶναι ριζικές καὶ μόνιμες.

Οἱ ἐπιπόλαιες καὶ παροδικές μεσαβολές τῶν σωμάτων λέγονται **φυσικὰ φαινόμενα**, οἱ δὲ ριζικές καὶ μόνιμες μεταβολές τῶν σωμάτων, λέγονται **χημικὰ φαινόμενα**.

Τὸ μάθημα, ποὺ ἐξετάζει τὰ φυσικὰ φαινόμενα λέγεται **Φυσικὴ**, τὸ δὲ μάθημα, ποὺ ἐξετάζει τὰ χημικὰ φαινόμενα, λέγεται **Χημεία**.

# ΜΕΡΟΣ Α΄.

## ΑΠΟ ΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α΄.

#### ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Ἡ *Ἀκουστική* λέγεται τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς ποὺ ἐξετάζει τὰ φαινόμενα, τὰ ὁποῖα ὀφείλονται στὸν ἦχο.

#### ΗΧΟΣ—ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

##### Τί εἶναι ὁ ἦχος

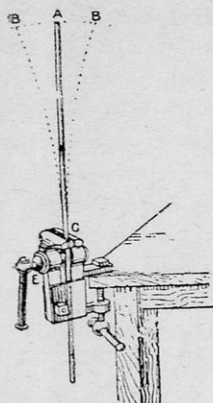
Ὅταν χτυπή ἢ καμπάνα, ὅταν μιλή ἓνας ἄνθρωπος, ὅταν ἐκπυροσκοροτεῖ ἓνα ὄπλο, λέμε ὅτι παράγεται ἦχος. Τοὺς ἦχους τοὺς ἀντιλαμβανόμεθα μὲ τὰ αὐτιά μας, δηλαδή μὲ τὰ αἰσθητήρια ὄργανα τῆς ἀκοῆς.

Ἡ *ἦχος* ἐπομένως εἶναι τὸ αἶτιο, ποὺ προκαλεῖ τὸ αἶσθημα τῆς ἀκοῆς.

##### Πῶς παράγεται ὁ ἦχος

*Πείραμα* 1. Παίρνουμε ἓνα μακρὸ καὶ στενὸ ἔλασμα ἀπὸ ἀτσάλι καὶ ἀφοῦ στερεώσουμε καλὰ τὸ ἓνα του ἄκρο, ἀπομακρύνουμε μὲ τὸ δάκτυλό μας τὸ ἄλλο ἄκρο ἀπὸ τὴ θέση του καὶ κατόπιν τὸ ἀφήνουμε ἐλεύθερο (Σχ. 1). Θὰ παρατηρήσουμε τότε ὅτι τὸ ἔλασμα, σὰν ἐλαστικὸ σῶμα ποὺ εἶναι, *πάλλεται*, κάνει δηλαδή πολὺ γρήγορες κινήσεις πρὸς τὸ ἓνα μέρος καὶ πρὸς τὸ ἄλλο τῆς ἀρχικῆς του θέσεως, ποὺ λέγονται *παλμικὲς κινήσεις*, ἐνῶ συγχρόνως ἀκούγεται ἓνας ἦχος.

**Πείραμα 2.** Στερεώνουμε επάνω σε μια σανίδα με καρφιά



Σχ. 1

τά άκρα μιās χορδής ελαστικής και στο μέσον της κολλάμε ένα μικρό κομματάκι χαρτί. Απομακρύνουμε ύστερα με τὸ δάχτυλό μας τὸ μέσον τῆς χορδῆς ἀπὸ τῆ θέσης του και τὸ αφήνουμε κατόπιν ἐλεύθερο. Θὰ ἰδοῦμε τότε ὅτι ἡ χορδὴ πάλλεται, ὅπως φαίνεται ἀπὸ τὶς κινήσεις τοῦ χαρτιοῦ, ἐνὼ συγχρόνως παράγεται ἕνας ἦχος (Σχ. 2).

**Πείραμα 3.** Ἐάν χτυπήσουμε τὰ χεῖλη ἑνὸς λεπτοῦ ποτηριοῦ με τὸ μολύβι μας ἢ μ' ἕνα χάρακα, θὰ ἀκούσουμε ἕναν ἦχο εὐχάριστο. Ἐάν τώρα πλησιάσουμε στὰ χεῖλη τοῦ ποτηριοῦ ἕνα μικρὸ ἔκκρεμές, πὸν ἀποτελεῖται

ἀπὸ ἕνα νῆμα λεπτὸ με μιὰ μικρὴ σφαῖρα μεταλλινὴ στὸ ἄκρο του, θὰ ἰδοῦμε ὅτι ἡ σφαῖρα ἀναπηδάει ἀπὸ τὶς παλμικὲς κινήσεις, πὸν κάνουν τὰ χεῖλη τοῦ ποτηριοῦ (Σχ. 3).



Σχ. 2

**Συμπέρασμα.** Ἐπὸ τὰ πάρα πάνω πειράματα βγαίνει τὸ συμπέρασμα ὅτι ὁ ἦχος παράγεται κάθε φορὰ, πὸν ἕνα σῶμα βρίσκεται σὲ παλμικὴ κίνηση.

## Διάδοση τοῦ ἦχου

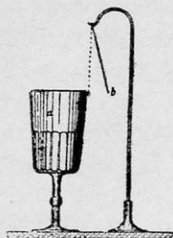
**Πείραμα 1.** Μέσα σὲ μιὰ γυάλινη σφαῖρα κρέμεται ἕνα μικρὸ κουδούνι Κ (Σχ. 4). Ὅταν κουνᾶμε τὴ σφαῖρα, ἀκούγεται καθαρὰ ὁ ἦχος τοῦ κουδουνιοῦ. Ἐάν ὅμως ἀφαιρέσουμε τὸν ἀέρα τῆς σφαίρας, με μιὰ ἀεραντλία, ὁ ἦχος τότε τοῦ κουδουνιοῦ δὲν ἀκούγεται πιά. Ὅστε ὁ ἦχος διαδίδεται με τὸν ἀέρα.

**Παρατηρήσεις.** α) Οἱ δύτες, πὸν βρίσκονται μέσα στὴ θάλασσα, ἀκοῦνε τοὺς κρότους, πὸν παράγονται στὴν παραλία.

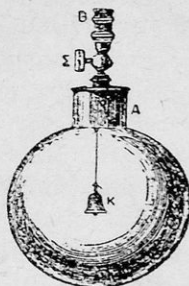
β) Οἱ ψαράδες ἔχουν παρατηρήσει, ὅτι στὸν ἐλάχιστο θόρυβο τὰ ψάρια τρομάζουν.



Ὅστε : ὁ ἦχος διαδίδεται καὶ μὲ τὰ ὑγρά.



Σχ. 3



Σχ. 4

**Πείραμα 3.** Ἄν τοποθετήσουμε ἓνα ρολοῦ στὸ ἄκρο ἑνὸς τραπεζιοῦ καὶ στὸ ἄλλο ἄκρο βάλουμε τὸ αὐτί μας, θὰ ἀκούσουμε καθαρὰ τοὺς ἦχους τοῦ ρολοιοῦ, πὸν διαφορετικὰ δὲν θὰ τοὺς ἀκούγαμε.

Ἄρα ὁ ἦχος διαδόθηκε μὲ τὸ ξύλο τοῦ τραπεζιοῦ.

**Συμπέρασμα.** Γιὰ νὰ διαδοθῇ ὁ ἦχος ἀπὸ ἐκεῖ πὸν παράγεται ἕως τὸ αὐτί μας πρέπει νὰ ὑπάρχη στὸ μεταξὺ ἓνα σῶμα εἴτε στερεό, εἴτε ὑγρό, εἴτε ἀέριο, πὸν καὶ αὐτὸ πάλλεται ὅπως ἔχει ἐξακριβωθῇ. Στὸ κενὸ ὁ ἦχος δὲν διαδίδεται.

## Ἥχητικὰ κύματα

Ὅταν ἓνα σῶμα, π.χ. ἓνα κουδούνι, παράγει ἦχο στὸν ἀέρα, τότε τὸ σῶμα αὐτὸ βρίσκεται σὲ παλμικὴ κίνηση, ὅπως εἶδαμε πάρα πάνω.

Στὴν περίστασι αὐτῇ ὁ ἀέρας, πὸν βρίσκεται γύρω ἀπὸ τὸ κουδούνι, μπαίνει καὶ αὐτὸς σὲ παλμικὴ κίνηση τέτοια, ὥστε σχηματίζονται κύματα, πὸν λέγονται **ἡχητικὰ κύματα** καὶ εἶναι ἀνάλογα μὲ κείνα, πὸν σχηματίζονται στὴν ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ μιᾶς δεξαμενῆς, ὅταν ρίξουμε μέσα μιὰ πέτρα.

Τὰ ἡχητικὰ κύματα τοῦ ἀέρος εἶναι σφαιρικὰ καὶ ἔχουν γιὰ κέντρο, τὸ σῶμα, πὸν παράγει τὸν ἦχο. Τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ κατὰ τὴ διάδοσι τοῦ ἡχου στὰ ὑγρά καὶ στὰ στερεὰ.

## Πόση εἶναι ἡ ταχύτητα τοῦ ἡχου

**Παρατηρήσεις.** 1) Ὅταν παρατηροῦμε ἀπὸ μακρὰ τὴν ἀτμομηχανὴ τοῦ σιδηροδρόμου ἢ τοῦ ἀτμοπλοίου, πὸν κινεῖται,



πρῶτα βλέπουμε τὸν ἀτμὸ τῆς σφυρίχτρας καὶ ἔπειτα ἀκοῦμε τὸ σφύριγμα.

2) Ὄταν εἶναι θύελλα, πρῶτα βλέπουμε τὴν ἀστραπή καὶ ὕστερα ἀκοῦμε τὴ βροντή.

**Συμπέρασμα.** Ἐνῶ τὸ φῶς διαδίδεται στὴ γῆ σχεδὸν στιγμιαία, ὁ ἦχος διαδίδεται πολὺ βραδύτερα.

## Πῶς μετροῦμε τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου

Ἄν παρατηρήσουμε ἀπὸ μακρὰ ἓνα κανόνι, πὺ ἐκπυροσοχοτεῖ, πρῶτα θὰ ἴδοῦμε τὴ λάμψη του καὶ ὕστερα θὰ ἀκούσουμε τὸν κρότο.

Ἄν τώρα γνωρίζουμε τὴν ἀπόσταση, πὺ μᾶς χωρίζει ἀπὸ τὸ κανόνι καὶ τὴ διατρέσουμε διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δευτερολέπτων πὺ περνοῦν, ἀπὸ τὴ λάμψη ἕως τὸν κρότο, θὰ βροῦμε τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου στὸν ἀέρα.

Ἄν π. χ. ἡ ἀπόσταση εἶναι 680 μέτρα καὶ τὰ δευτερόλεπτα 2 τότε ἡ ταχύτητα θὰ εἶναι  $680 : 2 = 340$  μ.

Ἀκριβῆ πειράματα ἔδειξαν ὅτι ἡ ταχύτητα τοῦ ἤχου εἶναι :

α) Στὸν ἀέρα 340 μέτρα στὸ δευτερόλεπτο.

β) Στὸ νερὸ 1435 μέτρα στὸ δευτερόλεπτο.

γ) Στὸ σίδηρο 5000 μέτρα στὸ δευτερόλεπτο.

Βλέπουμε δηλαδὴ ὅτι στὰ ὑγρὰ εἶναι μεγαλύτερη ἀπὸ τὸν ἀέρα καὶ στὰ στερεὰ ἀκόμη μεγαλύτερη.

**Ἀσκηση.** Ἀπὸ τὴν ὥρα πὺ εἶδαμε τὴ λάμψη ἑνὸς κανονιοῦ, ὡς τὴν ὥρα πὺ ἀκούσαμε τὸν κρότο, πέρασαν 4 δευτερόλεπτα. Πόσο μακρὰ βρίσκεται τὸ κανόνι ;

## ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΤΟΥ ΗΧΟΥ—ΗΧΩ ΚΑΙ ΑΝΤΗΧΗΣΗ

### Ἀνάκλαση τοῦ ἤχου

Ὄταν ὁ ἦχος, καθὼς διαδίδεται, συναντήσῃ ἓνα ἐμπόδιο π. χ. ἓναν τοῖχο, τότε δὲν μπορεῖ νὰ διαδοθῆ πάρα πέρα, ἀλλ' ἐπιστρέφει πρὸς τὰ ὀπίσω. Ἡ ἀλλαγὴ αὐτὴ στὴ διεύθυνση τοῦ ἤχου, λέγεται **ἀνάκλαση** τοῦ ἤχου.

## Τί είναι ἡ ἡχώ

Συμβαίνει καμμιά φορά, ὅταν βρεθοῦμε σέ ἀπόσταση ἀπὸ ἓνα ἐμπόδιο (ἓναν τοῖχο ἢ ἓνα βράχο) τουλάχιστον 17 μέτρων καὶ φωνάξουμε δυνατὰ ἓνα γράμμα τοῦ ἀλφαβήτου, π. χ. τὸ Α, νὰ ἀκούσουμε ὕστερα ἀπὸ λίγο νὰ ἐπαναλαμβάνεται καθαρὰ ὁ ἦχος αὐτός, σὰν νὰ ὑπάρχη κάποιος ἄλλος, ποὺ ἀπαντᾷ. Ἡ καθαρὴ αὐτὴ ἐπανάληψη ἐνὸς ἡχου λέγεται **ἡχώ** καὶ ὀφείλεται στὴν ἀνάκλαση. Συνήθως ὁ ἦχος ἐπαναλαμβάνεται μιὰ φορά μόνον καὶ τότε ἡ ἡχώ λέγεται **ἀπλῆ**, κάποτε ὅμως ἐπαναλαμβάνεται καὶ περισσότερες φορές καὶ τότε λέγεται **πολλαπλῆ**. Τοῦτο συμβαίνει ὅταν ὁ ἦχος ἀνακλᾶται ἐπάνω σὲ πολλὰ ἐμπόδια π. χ. ἐπάνω σὲ διάφορους τοίχους ἢ βράχους, ποὺ βρίσκονται σὲ διαφορετικὲς ἀποστάσεις.

## Τί είναι ἡ ἀντήχηση

Ἄν ἡ ἀπόσταση, ποὺ μᾶς χωρίζει ἀπὸ ἓνα ἐμπόδιο εἶναι μικρότερη ἀπὸ 17 μέτρα, τότε ὁ ἦχος δὲν ἐπαναλαμβάνεται καθαρὰ ἀλλὰ μόνον δυναμώνει. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ λέγεται τότε **ἀντήχηση** καὶ συμβαίνει μέσα σὲ κλειστοὺς χώρους, στὶς αἴθουσες τῶν σπιτιῶν μας, στὶς ἐκκλησίες, στὰ θεάτρα, ὅπου οἱ ἦχοι παθαίνουν ἀνάκλαση ἐπάνω στοὺς τοίχους καὶ στὴν ὀροφή.

Ἔτσι, ὅταν βαδίζουμε μέσα σὲ μιὰ αἴθουσα, ἐντελῶς ἄδεια ἀπὸ ἔπιπλα, ἀκοῦμε τὸν κρότο τῶν βημάτων μας, γιατί ἀνακλᾶται ἐπάνω στοὺς τοίχους καὶ στὴν ὀροφή. Ἄν ὅμως σκεπάσουμε τοὺς τοίχους μὲ τάπητες ἢ βάλουμε ἔπιπλα καὶ ἄλλα ἀντικείμενα μέσα στὴν οἴθουσαν αὐτή, τότε ἀντήχηση δὲν γίνεται, γιατί τὰ ἡχητικὰ κύματα, ποὺ πέφτουν ἐπάνω τους, ἀπορροφῶνται τὰ περισσότερα καὶ πολὺ λίγο ἀνακλῶνται.

## ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

Οἱ διάφοροι ἦχοι, τοὺς ὁποίους ἀκοῦμε, δὲν εἶναι ὅλοι ἴδιοι, ἀλλὰ διαφέρουν μεταξύ τους κατὰ τὸ ὕψος, τὴν ἔνταση καὶ τὴ χροιά.

## Τί είναι τὸ ὕψος τοῦ ἤχου

Μερικοὶ ἀπὸ τοὺς ἤχους ποὺ ἀκοῦμε γύρω μας λέμε ὅτι εἶναι βαρεῖς, π. χ. οἱ φωνῆς τῶν ἀνδρῶν· ἄλλοι δὲ ἤχοι λέμε ὅτι εἶναι δξείεις, π. χ. οἱ φωνῆς τῶν γυναικῶν ἢ τῶν παιδιῶν.

Ἡ βαρύτητα ἢ ἡ δξύτητα ἐνὸς ἤχου ἀποτελοῦν ἐκεῖνο ποὺ ὀνομάζεται **ὕψος** τοῦ ἤχου.

Ἄς δοῦμε τώρα ἀπὸ τί ἐξαρτᾶται τὸ ὕψος ἐνὸς ἤχου.

**Πείραμα.** Ἄς ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα, ποὺ κάναμε πάρα πάνω (Σχ. 1).

Ἄς πάρουμε δηλαδὴ ἓνα στενὸ καὶ μακρὸ ἔλασμα ἀπὸ ἀτσάλι καὶ ἄς στερεώσουμε καλὰ τὸ ἓνα ἄκρο του σὲ μιὰ μέγκενη. Ἐὰν ἀπομακρύνουμε ἔπειτα μὲ τὸ δάχτυλό μας τὸ ἄλλο ἄκρο του ἀπὸ τὴν ἀρχικὴ του θέση Α καὶ τὸ ἀφήσουμε κατόπιν ἐλεύθερο, βλέπουμε ὅτι ἀρχίζει νὰ πάλλεται καὶ συγχρόνως ἀκοῦμε ἓναν ἤχο.

Ἄν ὕστερα στερεώσουμε τὸ ἔλασμα βαθύτερα στὴν μέγκενη, ἔτσι ὥστε νὰ ἐλαττωθῇ τὸ μῆκος του, καὶ τὸ θέσουμε πάλιν σὲ παλμικὴ κίνηση, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι οἱ παλμικὲς κινήσεις ποὺ κάνει εἶναι περισσότερες, ὁ δὲ ἤχος ποὺ θὰ ἀκούσουμε θὰ εἶναι δξύτερος. Ἐὰν δὲ ἐλαττώσουμε τὸ μῆκος τοῦ ἐλάσματος ἀκόμη περισσότερο, ἡ παλμικὴ του κίνηση θὰ γίνῃ ἀκόμη ταχύτερη καὶ ὁ ἤχος ποὺ θὰ ἀκούσουμε θὰ εἶναι περισσότερον δξύς.

Ἄπὸ τὸ πείραμα αὐτὸ βγάζουμε τὸ συμπέρασμα ὅτι «ὅσον περισσότερες εἶναι οἱ παλμικὲς κινήσεις ἐνὸς σώματος τόσον ὁ ἤχος ποὺ παράγει ἔχει μεγαλύτερο ὕψος, εἶναι δξύτερος».

## Τί εἶναι ἡ ἔνταση τοῦ ἤχου

Ὅταν ἓνας ἤχος ἀκούγεται σὲ μεγάλη ἀπόσταση, λέμε ὅτι ὁ ἤχος αὐτὸς εἶναι ἰσχυρὸς ἢ ὅτι ἔχει μεγάλη ἔνταση, ἐνῶ ὅταν δὲν ἀκούγεται καλά, λέμε ὅτι εἶναι ἀδύνατος ἢ ὅτι ἔχει μικρὴ ἔνταση.

Γιὰ νὰ ἴδοῦμε ἀπὸ τί ἐξαρτᾶται ἡ ἔνταση ἐνὸς ἤχου, ἄς κάνομε πάλιν ἓνα πείραμα.

**Πείραμα.** Στὸ προηγούμενο πείραμα, τὸ ἄκρο Α τοῦ ἐλάσματος

τος, κατὰ τὴ διάρχεια πὺν κάνει τὶς παλμικὲς του κινήσεις, διαγράφει ἓνα τόξο BAB'. Τὸ τόξον αὐτὸ λέγεται *πλάτος* τῆς παλμικῆς κινήσεως.

Ἐὰν λοιπόν, στὸ πείραμα πὺν κάναμε πάρα πάνω, ἀπομακρύνουμε τὸ ἄκρον Α τοῦ ἐλάσματος πολὺ περισσότερο ἀπὸ τὴ θέση τῆς ἰσοροπίας, ὥστε τὸ τόξο πὺν θὰ διαγράψῃ νὰ εἶναι μεγαλύτερο, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ὁ ἦχος πὺν θὰ παραχθῇ, θὰ ἔχει βέβαια τὸ ἴδιο ὕψος, ἀλλὰ θὰ εἶναι πολὺ ἰσχυρότερος· θὰ μπορούμε νὰ τὸν ἀκούσουμε ἀπὸ πολὺ μακρότερα. Λέμε τότε ὅτι ἔχει μεγαλύτερη ἔνταση.

Βλέπουμε λοιπόν ὅτι *ἡ ἔνταση* ἐνὸς ἤχου ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ πλάτος τῶν παλμικῶν του κινήσεων καὶ εἶναι τόσο ἐντατικώτερος, ὅσο τὸ πλάτος τῶν παλμῶν εἶναι μεγαλύτερο.

Ἀπὸ πολλὰ δὲ πειράματα, πὺν ἔκαναν οἱ εἰδικοί, παρετήρησαν ὅτι ἡ ἔνταση τοῦ ἤχου ἐπηρεάζεται καὶ ἀπὸ τὰ ἑξῆς αἰτία :

α) *Ἀπὸ τὴν ἀπόσταση τοῦ σώματος, πὺν παράγει τὸν ἦχο.* Βρέθηκε μάλιστα ὅτι, ἂν ἡ ἀπόσταση διπλασιασθῇ ἡ ἔνταση τοῦ ἤχου γίνεται 4 φορές μικρότερη. Αὐτὸ τὸ ξέρουμε καὶ ἀπὸ τὴν καθημερινὴ πείρα. Ὅσο περισσότερο πλησιάζουμε στὴν ἐκκλησία, τόσο δυνατώτερα ἀκοῦμε τὴν καμπάνα τῆς, πὺν χτυπάει. Ὅταν θέλουμε νὰ ἀκούσουμε καλὰ τὴ μουσικὴ πρέπει νὰ βρισκώμαστε ὅσον τὸ δυνατόν πλησιέστερα σ' αὐτή. Ὅταν ὅμως ὁ ἦχος δὲν παράγεται στὸν ἐλεύθερο ἀέρα, ἀλλὰ μεταδίδεται μέσα στὸν ἀέρα ἐνὸς σωλήνος, τότε μπορεῖ νὰ ἀκουστῇ σὲ μεγάλη ἀπόσταση χωρὶς νὰ ἐξασθενήσῃ πολὺ. Αὐτὸ μπορούμε νὰ τὸ παρατηρήσουμε στὰ πλοῖα, ὅπου ὁ πλοίαρχος, πὺν στέκει ἐπάνω στὴ γέφυρα, δίνει διαταγὲς στὸ μηχανικὸ, πὺν βρίσκεται κάτω στὴν αἴθουσα τῶν μηχανῶν, μιλώντας μέσα σὲ ἓνα σωλήνα.

Ἐὰν δὲ ἔχουμε ἓνα μακρὸ σωλήνα μπορούμε νὰ διαπιστώσουμε, ὅτι μιλώντας κάποιος στὸ ἓνα ἄκρο τοῦ σωλήνος γίνεται ἀκουστὸς ἀπὸ ἓναν ἄλλον, ὁ ὁποῖος ἔχει βάλει τὸ αὐτί του στὸ ἄλλο ἄκρο.

β) *Ἀπὸ τὸν ἀνεμο πὺν φυσάει.* Στὴν περίσταση αὐτὸς ὁ ἦχος πρὸς μὲν τὴ διεύθυνση τοῦ ἀνέμου γίνεται ἰσχυρότερος, πρὸς δὲ τὴν ἀντίθετη ἀσθενέστερος.

## Τί είναι ή χροιά του ήχου

Δύο ήχοι, πού έχουν τὸ ἴδιο ὕψος καὶ τὴν ἴδια ἔνταση, ἀλλὰ προέρχονται ἀπὸ δύο διαφορετικὰ μουσικὰ ὄργανα, δὲν προκαλοῦν στὸ αὐτί μας τὸ ἴδιο αἰσθημα, Λέμε τότε ὅτι οἱ ήχοι αὐτοὶ ἔχουν διαφορετικὴ **χροιά**, δηλαδὴ διαφορετικὸ χρώμα.

Χάρη στὴ διαφορετικὴ χροιά τῶν ήχων κατορθώνουμε νὰ ξεχωρήσουμε τὸν ήχο τοῦ βιολιοῦ ἀπὸ τὸν ήχο τοῦ πιάνου, καὶ νὰ διακρίνουμε τὴ φωνὴ τῶν γνωστῶν μας ἀνθρώπων.

## ✓ Η ΦΩΝΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

Ἡ φωνὴ τοῦ ἀνθρώπου εἶναι ὁ ήχος, ὁ ὁποῖος παράγεται ἀπὸ τὸ φωνητικὸ του ὄργανο - **τὸ λάρυγγα** - ὅταν ὀμιλεῖ ἢ ὅταν τραγουδᾷ. Εἶναι δὲ ὁ λάρυγγας ἕνας σωλήνας ἀρκετὰ φαρδύς, ἀπὸ χόνδρους, πού στὴ μέση του ἔχει δύο πτυχές, πού λέγονται **φωνητικὲς χορδές**.

## ✓ Πῶς παράγεται ἡ φωνή

Ὅταν θέλουμε νὰ μιλήσουμε, οἱ φωνητικὲς μας χορδές τεντώνονται ἔτσι, πού στὴ μέση μένει ἀνοιχτὴ μιὰ στενωτάτη σχισμὴ. Καθὼς λοιπὸν ὁ ἀέρας, πού βγαίνει ἀπὸ τὰ πνευμόνια μας, περνάει ἀπὸ μέσα ἀπὸ τὴ σχισμὴ αὐτὴ, βάζει σὲ παλμικὴ κίνηση τὶς χορδές καὶ ἔτσι παράγεται ἡ φωνή. Ἡ σχισμὴ αὐτὴ στενεύει ἢ φαρδαίνει, ὅταν θέλουμε, μὲ ἰδιαίτερους μῦς, μὲ τοὺς ὁποῖους οἱ φωνητικὲς χορδές τεντώνονται περισσότερο ἢ ὀλιγώτερο.

Στὴ διαμόρφωση τῆς φωνῆς τοῦ ἀνθρώπου λαμβάνουν μέρος καὶ οἱ κοιλότητες τοῦ στόματος καὶ τῆς μύτης, καθὼς καὶ ἡ γλῶσσα καὶ τῆς δύνουν ἐκεῖνο πού λέμε χρώμα τῆς φωνῆς καὶ πού εἶναι διαφορετικὸ στὸν κάθε ἀνθρωπο.

## ✓ ΤΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΟΡΓΑΝΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

Ὅπως ξέρουμε, τὸ αἰσθητήριό μας ὄργανο, μὲ τὸ ὁποῖον ἀκοῦμε, εἶναι τὸ αὐτί μας. Τὸ κάθε αὐτί τοῦ ἀνθρώπου ἀπο-



τελείται από τρία μέρη : τὸ ἔξωτερικό, τὸ μέσον καὶ τὸ ἔσω-  
τερικό.

Τὸ ἔξωτερικό μέρος ἀποτελεῖται ἀπὸ τὸ πτερύγιο καὶ ἀπὸ  
τὸν ἀκουστικό πόρο, πὺν εἶναι ἕνας ὀχετός, ὁ ὁποῖος καταλή-  
γει στὸ τύμπανο.

Εἶναι δὲ τὸ τύμπανο μιὰ μεμβράνη, πολὺ καλὰ τεντωμένη,  
στὸ βάθος τοῦ ἀκουστικοῦ πόρου, ὅπως εἶπαμε.

Στὸ μέσο μέρος τοῦ αὐτιοῦ, τὸ ὁποῖον εἶναι ἕνα κοίλωμα  
γεμάτο μὲ ἀέρα, ὑπάρχουν τρία μικρὰ κοκκαλάκια, ἀπὸ τὰ ὁποῖα,  
τὸν μὲν πρῶτο ἀκουμβάει ἐπάνω στὸ τύμπανο, τὸ δὲ τελευταῖο  
φθάνει ἕως τὸ ἔσωτερικό μέρος τοῦ αὐτιοῦ, πὺν εἶναι καὶ τὸ  
πὺν περίπλοκο. Στὸ μέρος αὐτὸ ὑπάρχει κάποιον ὑγρὸ, μέσα στὸ  
ὁποῖο ἀπλώνονται οἱ διακλαδώσεις τοῦ ἀκουστικοῦ νεύρου.

### Πῶς λειτουργεῖ τὸ αὐτί μας

Ὅπως μάθαμε, ὅταν ἕνα σῶμα παράγει ἦχον, βρῖσκεται σὲ  
παλμική κίνηση, ἀπὸ τὴν ὁποῖα σχηματίζονται στὸν ἀέρα ἠχη-  
τικά κύματα.

Τὰ ἠχητικά αὐτὰ κύματα μπαίνουν μέσα στὸ αὐτί μας ἀπὸ  
τὸν ἀκουστικό πόρο καὶ φθάνουν ἕως τὸ τύμπανο, τὸ ὁποῖον  
ἀρχίζει νὰ πάλεται. Ἡ παλμική αὐτή κίνηση τοῦ τυμπάνου,  
μὲ τὰ κοκκαλάκια καὶ τὸν ἀέρα, πὺν βρῖσκονται στὸ μέσο μέ-  
ρος τοῦ αὐτιοῦ, μεταδίδεται ἕως τὸ ὑγρὸ τοῦ ἔσωτερικοῦ μέρους,  
ὅπου ἀπλώνονται ὅπως εἶπαμε, οἱ διακλαδώσεις τοῦ ἀκουστι-  
κοῦ νεύρου.

Ὁ ἐρεθισμὸς αὐτὸς τοῦ ἀκουστικοῦ νεύρου φθάνει ἕως τὸν  
ἐγκέφαλον καὶ ἔτσι ἀκοῦμε τὸν ἦχον.

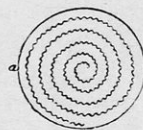
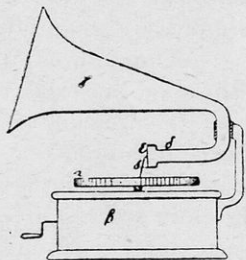
### Ο ΦΩΝΟΓΡΑΦΟΣ

Ὁ φωνογράφος εἶναι ἕνα ὄργανον, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει  
γιὰ νὰ καταγράφη καὶ νὰ ἀναπαράγη τοὺς διαφόρους ἦχους  
(τῆς φωνῆς, τῶν μουσικῶν ὀργάνων κλπ.)

Τὸ κυριώτερον μέρος τοῦ φωνογράφου εἶναι ἕνας δίσκος α,  
(Σχ. 5) ὁ ὁποῖος περιστρέφεται γύρω ἀπὸ ἕναν ἄξονα κατακό-  
ρυφον, μὲ μηχανισμό ὥρολογίου, πὺν βρῖσκεται μέσα στὸ κιβώ-



τιο β. Ἀπάνω ἀπὸ τὸ δίσκο βρίσκεται ἓνα μεγάλο χωνὶ γυριστὸ γ, πὸν στήν ἄκρη του δ ἔχει ἓνα λεπτὸ ἔλασμα ἀπὸ ἀτσάλι, μὲ μιὰ λεπτὴ βελόνα S', στερεωμένη στὸ κέντρο του. Ἐὰν μιλήσουμε μπροστὰ στὸ χωνί, τὸ ἔλασμα ε, ἐπειδὴ εἶναι ἔλαστικό, ἀρχίζει νὰ πᾶλλεται, καθὼς καὶ ἡ βελόνα S'. Ἐὰν τώρα, κατὰ τὸ χρόνον αὐτό, ὁ δίσκος περιστρέφεται γύρω ἀπὸ τὸν ἄξονά του, τότε ἡ βελόνα S', πὸν ἀκουμβάει ἀπάνω του, θὰ χαράξῃ στήν ἐπιφάνειά του, πὸν ἀποτελεῖται ἀπὸ μιὰ οὐσία μαλακὴ σὰν τὸ κερὶ, ἓνα αὐλάκι μὲ κοιλώματα περισσότερα ἢ λιγώτερο βαθειά.



Σχ. 5

Ἐπειτα ἀπὸ μιὰ δλόκληρη περιστροφή τοῦ δίσκου ἡ βελόνα μετακινεῖται λίγο πρὸς τὰ μέσα, ἔτσι ὥστε νὰ μὴ ξαναπεράσῃ ἀπὸ τὸ ἴδιον μέρος τοῦ δίσκου. Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸ τὸ αὐλάκι, πὸν γράφεται ἀπάνω στὸ δίσκο, ἔχει τὸ σχῆμα πὸν φαίνεται στήν εἰκόνα τοῦ βιβλίου αὐτοῦ.

Γιὰ νὰ ἀναπαραχθοῦν τώρα οἱ ἦχοι, πὸν ἔχουν χαραχθῆ ἀπάνω στὸ δίσκο, ἀρκεῖ νὰ τὸν βάλουμε σὲ περιστροφικὴ κίνηση, ἀφοῦ προηγουμένως τοποθετήσουμε τὴ βελόνα στὸ σημεῖο, πὸν ἀρχίζει τὸ αὐλάκι.

Ἡ βελόνα τότε, ἐπειδὴ ἀναγκάζεται νὰ ἀκολουθήσῃ τὴν ἀνωμαλίαν, πὸν ἔχει τὸ αὐλάκι, ἀρχίζει νὰ πᾶλλεται· τὴν παλμικὴν κίνησιν αὐτὴν τὴ μεταδίδει στὸ ἔλασμα καὶ στὸν ἀέρα καὶ ἔτσι παράγονται οἱ ἦχοι, πὸν ἔχουν χαραχθῆ στὸ δίσκο.

Στὴ μορφῇ, πὸν περιγράψαμε πάρα πάνω, ὁ φωνογράφος ὀνομάζεται καὶ **γραμμόφωνο**.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

— Ἦχος παράγεται, ὅταν ἓνα σῶμα βρίσκεται σὲ γρήγορην παλμικὴν κίνησιν.

— Ὁ ἦχος δὲν διαδίδεται στὸ κενόν. Γιὰ νὰ διαδοθῆ ἔχει ἀνάγκην ἀπὸ ἓνα ὑλικὸ σῶμα : στερεό, ὑγρὸ ἢ ἀέριο,

—Ἡ ταχύτητα τοῦ ἤχου στὸν ἀέρα εἶναι ἴση περίπου μὲ 340 μέτρα στὸ δευτερόλεπτο. Στὰ ὑγρά καὶ στὰ στερεὰ εἶναι μεγαλύτερη. Π. χ. στὸ νερὸ εἶναι ἴση μὲ 1435 στὸ δευτερόλεπτο καὶ στὸ σίδηρο ἴση μὲ 5000 μέτρα στὸ δευτερόλεπτο.

—Ὅταν ὁ ἤχος συναντήσῃ στὸ δρόμο του ἓνα ἐμπόδιο ἀνακλάται καὶ προκαλεῖ τὸ φαινόμενο πὸν λέγεται **ἤχώ**.

—Ἡ ἤχώ γιὰ νὰ ἀκούγεται καλὰ πρέπει ὁ ἤχος νὰ παράγεται σὲ ἀπόσταση ἀπὸ τὸ ἐμπόδιο τοῦλάχιστον ἴση μὲ 17 μέτρα.

—Ἄν ἡ ἀπόσταση εἶναι μικρότερη ἀπὸ 17 μέτρα, τότε ὁ ἤχος δὲν ἐπαναλαμβάνεται καθαρὰ, ἀλλὰ μόνον δυναμώνει. Ἔχουμε τότε τὸ φαινόμενο, πὸν λέγεται ἀντήχηση.

—Σὲ κάθε ἤχο διακρίνουμε τρία γνωρίσματα : τὸ ὕψος, τὴν ἔνταση καὶ τὴν χροιά.

—Ἡ φωνὴ τοῦ ἀνθρώπου παράγεται ἀπὸ τὴν παλμικὴ κίνηση τῶν φωνητικῶν χορδῶν, πὸν ἔχει ὁ λάρυγγας, καθὼς περνάει μέσα ἀπὸ αὐτὲς ὁ ἀέρας τῶν πνευμόνων μας, κατὰ τὴν ἐκπνοὴν μας.

—Ὅργανο τῆς ἀκοῆς εἶναι τὰ αὐτιά μας.

—Ὁ φωνόγραφος εἶναι ἓνα ὄργανο, πὸν χρησιμεύει νὰ ἀναπαράγῃ τοὺς ἤχους, οἱ ὅποιοι ἔχουν ἀποτυπωθῆ ἑπάνω σὲ πλάκες ἀπὸ κατάλληλη οὐσία.

### **Ἄσκηση**

Ἀπὸ τὴ στιγμὴ, πὸν εἶδαμε τὴν ἀστραπή, ἕως τὴ στιγμὴ, πὸν ἀκούσαμε τὴ βροντὴ πέρασαν 12 δευτερόλεπτο. Σὲ ποίαν ἀπόσταση παρήχθη ἡ ἀστραπή ;

### **Ἐρωτήσεις**

—Πότε ἓνα σῶμα παράγει ἤχον ; Φέρτε παραδείγματα.

—Ὁ ἤχος διαδίδεται στὸ κενόν ;

—Ἀναφέρετε παραδείγματα, ἀπὸ τὰ ὅποια φαίνεται ὅτι ὁ ἤχος διαδίδεται καὶ στὰ στερεὰ σώματα καὶ στὰ ὑγρά.

—Ποιά εἶναι ἡ ταχύτητα τοῦ ἤχου στὸν ἀέρα ;

—Τί εἶναι ἡ ἤχώ καὶ τί εἶναι ἡ ἀντήχηση ;

—Γιατί ἀκοῦμε τὸν κρότο τῶν βηματικῶν μας σὲ μιὰ αἴθουσα ἐντελῶς ἄδεια ἀπὸ ἐπιπλα ;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β΄.

### ΟΠΤΙΚΗ

**Ὀπτική** λέγεται τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, πού ἐξετάζει τὰ φαινόμενα, τὰ ὁποῖα ὀφείλονται στὸ φῶς.

### Τί εἶναι τὸ φῶς

Φῶς εἶναι τὸ αἶτιο, πού μᾶς κάνει νὰ βλέπουμε· τὸ αἶτιο δηλαδῆ, πού προκαλεῖ τὸ αἶσθημα τῆς ὁράσεως.

### Σώματα φωτεινὰ καὶ σώματα σκοτεινὰ

Τὰ σώματα, πού βγάζουν δικό τους φῶς, ὅπως ὁ ἥλιος, μιὰ λάμπα ἀναμμένη, ἓνα διάπυρο κάρβουνο, λέγονται **φωτεινὰ σώματα** ἢ **πηγὲς φωτός**.

Καὶ ὁ μὲν ἥλιος εἶναι μιὰ **φυσικὴ πηγὴ φωτός**, ἡ κυρία καὶ ἡ μόνη πηγὴ, πού στέλνει τὸ λαμπρὸν της φῶς στὴ γῆ, ἐνῶ μιὰ λάμπα ἀναμμένη ἢ ἓνα κερί ἀναμμένο εἶναι **τεχνητὲς πηγὲς φωτός**.

Ὅλα τὰ ἄλλα σώματα, πού δὲν βγάζουν δικό τους φῶς, λέγονται **σκοτεινὰ σώματα** καὶ εἶναι ἀόρατα στὸ μάτι μας, ἐφ' ὅσον δὲν φωτίζονται ἀπὸ μιὰ πηγὴ φωτός. Τέτοια εἶναι τὰ ζῶα, τὰ φυτὰ, οἱ πέτρες κλπ.

Ἀπὸ τὰ οὐράνια σώματα, πού γνωρίζουμε, ἡ σελήνη εἶναι σῶμα σκοτεινὸ καὶ φαίνεται μόνον γιατί τὴ φωτίζει ὁ ἥλιος. Ἀνάλογα δὲ μὲ τὴ θέση, πού ἔχει στὸν οὐρανό, ἄλλοτε φωτίζεται ἔτσι, ὥστε νὰ μᾶς φαίνεται ὀλοστρόγγυλη καὶ ἄλλοτε φωτίζεται ἔτσι, ὥστε νὰ φαίνεται ὅτι ἔχει διάφορα σχήματα.

Ἡ σελήνη, ἐπειδὴ δὲν ἔχει δικό της φῶς, λέμε πολλὲς φορὲς ὅτι εἶναι σῶμα **ἐτερόφωτο**, ἐνῶ ὁ ἥλιος εἶναι σῶμα **αὐτόφωτο**.

### Σώματα διαφανῆ, ἀδιαφανῆ, διαφώτιστα

Ὅπως ξέρουμε, ἀπὸ μέσα ἀπὸ τὰ τζάμια τῶν παραθύρων μας, μπορούμε καὶ βλέπουμε καθαρὰ τὰ διάφορα ἀντικείμενα.

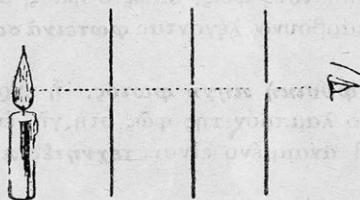
Λέμε στην περίπτωση αυτή ότι το γυαλί, από το οποίο είναι φτιασμένα τα τζάμια, είναι σώμα **διαφανές**. Επίσης σώμα διαφανές είναι και ο αέρας.

Αντίθετα ξέρουμε ότι μέσα από ξύλο ή από τα μέταλλα δεν βλέπουμε τίποτε. Λέμε στην περίπτωση αυτή ότι το ξύλο, τα μέταλλα κλπ. είναι σώματα **άδιαφανή**.

Υπάρχουν όμως και μερικά σώματα, όπως είναι τα θαμπά τζάμια, που δεν μπορούμε να ιδούμε από μέσα τους τα διάφορα αντικείμενα, περνάει όμως από αυτά το φως. Τα σώματα αυτά λέγονται **διαφώτιστα**.

### Πώς διαδίδεται το φως

**Πείραμα.** Μπροστά στη φλόγα ενός κεριού τοποθετούμε τρία διαφράγματα από ξύλο ή από χαρτόνι, που το καθένα τους έχει μια μικρή οπή. Για να κατορθώσουμε να ιδούμε τη φλόγα του κεριού, πρέπει να βρεθούν και οι τρεις οπές σε ευθεία γραμμή (Σχ. 6).



Σχ. 6

**Συμπέρασμα.** Στον αέρα το φως διαδίδεται σε ευθεία γραμμή· το ίδιο συμβαίνει και μέσα στο νερό, το γυαλί κλπ.

Η ευθεία γραμμή, που ακολουθεί το φως, λέγεται **οπτική ακτίνα**. Πολλές οπτικές ακτίνες μαζί αποτελούν μια **φωτεινή δέσμη**. Διακρίνουμε φωτεινές δέσμες παράλληλες και φωτεινές δέσμες συγκλίνουσες ή αποκλίνουσες. Παράλληλες φωτεινές δέσμες σχηματίζουν οι ακτίνες, που μᾶς έρχονται από τον ήλιο.

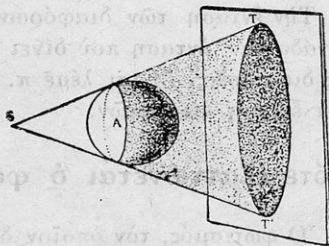
### Ποιά είναι η ταχύτητα του φωτός

Ύστερα από πολλά πειράματα, που έκαναν οι επιστήμονες, βρέθηκε ότι η ταχύτητα του φωτός είναι 300.000 χιλιόμετρα στο δευτερόλεπτο. Είναι τόσο μεγάλη η ταχύτητα αυτή, ώστε σε ένα δευτερόλεπτο το φως μπορεί να διατρέξει 7. 1|2 φορές το γύρο της γης. Βλέπουμε λοιπόν ότι άπάνω στη γη το φως διαδίδεται σχεδόν στιγμιαία.

## ΣΚΙΑ ΚΑΙ ΕΚΛΕΙΨΕΙΣ

### Τί είναι ή σκιά

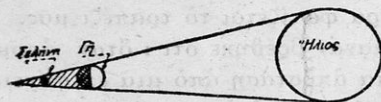
“Αν μέσα σέ μιὰ αΐθουσα σκοτεινή ανάφουμε ένα κερι ή έναν ήλεκτρικό λαμπτήρα S (Σχ. 7) και μπροστά του τοποθετήσουμε ένα σκοτεινό σωμα, π. χ. μιὰ σφαίρα Α, τότε βλέπουμε ότι σχηματίζεται πίσω της ένας χώρος, στον οποίο δέν φθάνει τὸ φῶς, γιατί διαδίδεται, ὅπως μάθαμε κατ’ εὐθείαν γραμμήν. Ὁ χώρος αὐτός λέγεται **σκιά**.



Σχ. 7

**Πῶς γίνονται οἱ ἐκλείψεις.**

Ἡ γῆ, ἐπειδὴ εἶναι σῶμα σκοτεινό, ρίχνει πίσω της σκιά, καθὼς φωτίζεται ἀπὸ τὸν ἥλιο.



Σχ. 8

“Αν τώρα ή σελήνη, καθὼς περφεύρεται γύρω ἀπὸ τὴ γῆ, συμβῆ νὰ πέση μέσα στή σκιά τῆς γῆς, τότε χάνεται ἀπὸ τὰ μάτια μας. Λέμε στήν περίσταση αὐτὴ ὅτι γίνεται ἐκλείψη σελήνης (Σχ. 8).



Σχ. 9

“Αν πάλι ή σελήνη βρεθῆ μπροστά στή γῆ καὶ μᾶς ἐμποδίζει νὰ βλέπουμε τὸν ἥλιο, λέμε

ὅτι γίνεται ἐκλείψη ἡλίου (Σχ. 9).

**Ἀσκηση.** Ὁ ἥλιος ἀπέχει ἀπὸ τὴ γῆ χιλιόμετρα 150.000.000. Πόσο χρόνο χρειάζεται τὸ φῶς του γιὰ νὰ φθάσῃ ἔως τὴ γῆ.

### Τί εἶναι ή ἔνταση τοῦ φωτός

Μιὰ λάμπα τοῦ πετρελαίου φωτίζει πολὺ καλύτερα τὸ τραπέζι πὸ ἐργαζόμεθα, παρὰ ή φλόγα ἑνὸς κεριοῦ. Λέμε τὴν πε-



ρίσταση αὐτὴ ὅτι ἡ λάμπα ἔχει μεγαλύτερη ἔνταση φωτός ἀπὸ τὸ κερί.

Δυὸ φωτεινὲς πηγές, π. χ. ἓνας ἠλεκτρικὸς λαμπτήρας καὶ μιὰ λάμπα πετρελαίου, λέμε ὅτι ἔχουν τὴν ἴδια ἔνταση φωτός, ὅταν φωτίζουν τὸ ἴδιο μιὰ ἐπιφάνεια, π. χ. τὸ τραπέζι πὺ ἐργαζόμεθα, ὅταν βρίσκονται στὴν ἴδια ἀπόσταση ἀπὸ αὐτὸ.

Τὴν ἔνταση τῶν διαφόρων φωτεινῶν πηγῶν τὴ μετροῦμε μὲ μονάδα τὴν ἔνταση πὺ δίνει ἡ φλόγα ἑνὸς κεριοῦ, μὲ ὠρισμένες διαστάσεις. Ἔτσι λέμε π. χ. ὅτι ἓνας ἠλεκτρικὸς λαμπτήρας ἔχει ἔνταση 40 κεριῶν.

### Πότε ἐλαττώνεται ὁ φωτισμὸς μιᾶς ἐπιφάνειας.

Ὁ φωτισμὸς, τὸν ὁποῖον δέχεται μιὰ ὠρισμένη ἐπιφάνεια, π. χ. τὸ τραπέζι πὺ ἐργαζόμεθα, ἐξαρτᾶται ἀπὸ δύο πράγματα 1) ἀπὸ τὴν ἔνταση τῆς φωτεινῆς πηγῆς, πὺ μεταχειριζόμεθα καὶ 2) ἀπὸ τὴν ἀπόσταση, πὺ βρίσκεται αὐτὴ ἡ φωτεινὴ πηγή.

Ἔτσι ξέρουμε ὅτι, ὅσο πιὸ δυνατό λαμπτήρα ἠλεκτρικὸ μεταχειριζόμεθα, τόσο καλύτερα φωτίζεται τὸ τραπέζι μας.

Ἀπὸ πειράματα πὺ ἔκαναν βρέθηκε ὅτι : ὅταν ἀπομακρύνουμε τὴ λάμπα σὲ διπλάσια ἀπόσταση ἀπὸ μιὰ ἐπιφάνεια π. χ. ἀπὸ τὸ τραπέζι μας, ἡ ἐπιφάνεια αὐτὴ φωτίζεται 4 φορές λιγότερο, καὶ ἂν τὴν ἀπομακρύνουμε σὲ ἀπόσταση 3 πλάσια, τότε φωτίζεται 9 φορές λιγότερο κλπ.

Βλέπουμε δηλαδή ὅτι ὁ φωτισμὸς, πὺ δέχεται μιὰ ἐπιφάνεια ἀπὸ μιὰ φωτεινὴ πηγή, ἐλαττώνεται πάρα πολὺ μὲ τὴν ἀπόσταση.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

— Φῶς λέγεται τὸ αἶτιο, πὺ μᾶς κάνει νὰ βλέπουμε.

— Τὰ σώματα, πὺ βγάζουν δικὸ τους φῶς, λέγονται φωτεινὰ ἢ πηγὲς φωτός. Ὑπάρχουν δὲ πηγὲς φωτός φυσικὲς καὶ τεχνητές.

— Ἐνῶ τὰ σώματα, πὺ δὲν ἔχουν δικὸ τους φῶς, λέγονται σκοτεινά.

— Διαφανῆ λέγονται τὰ σώματα, μέσα ἀπὸ τὰ ὁποῖα περνάει τὸ φῶς, ἔτσι ὥστε νὰ βλέπουμε καθαρὰ τὰ σώματα, πὺ βρίσκονται πίσω τους.



—Τὰ σώματα μέσα ἀπὸ τὰ ὁποῖα δὲν περνάει τὸ φῶς καθόλου λέγονται **ἀδιαφανῆ**. Ἐκεῖνα δὲ τὰ σώματα μέσα ἀπὸ τὰ ὁποῖα περνάει μὲν τὸ φῶς, ἀλλὰ δὲν βλέπουμε καθαρὰ τὰ ἀντικείμενα, πὺ εἶναι πίσω τους, λέγονται διαφώτιστα.

—Τὸ φῶς διαδίδεται κατ' εὐθείαν γραμμὴν στὸν ἀέρα, μὲ ταχύτητα 300.000 χιλιομέτρων τὸ δευτερόλεπτο.

—Σκιά λέγεται ὁ χῶρος, πὺ σχηματίζεται πίσω ἀπὸ ἕνα σκοτεινὸ σῶμα, ὅταν φωτίζεται καὶ στὸν ὁποῖο δὲν φθάνει τὸ φῶς.

—Ἡ γῆ καὶ ἡ σελήνη, ὅταν φωτίζονται ἀπὸ τὸν ἥλιο, ρίχνουν πίσω τους σκιά. Καὶ ὅταν μὲν ἡ σελήνη βρεθῆ μέσα στὴ σκιά τῆς γῆς, ἔχουμε τότε ἔκλειψη σελήνης, ὅταν δὲ ἡ σκιά τῆς σελήνης πέση ἐπάνω στὴ γῆ, ἔχουμε τότε ἔκλειψη ἡλίου.

—Οἱ διάφορες φωτεινὲς πηγές, ἔχουν διαφορετικὴ ἔνταση φωτός.

—Ὁ φωτισμὸς μιᾶς ἐπιφανείας ἐξαρτᾶται 1) ἀπὸ τὴν ἔνταση τῆς φωτεινῆς πηγῆς καὶ 2) ἀπὸ τὴν ἀπόσταση στὴν ὁποῖα βρίσκεται ἡ πηγὴ αὐτή.

### Ἔ ρ γ α σ ί α

Ἡ ἔκλειψη τῆς σελήνης δὲν εἶναι καὶ τόσο σπάνιο φαινόμενο. Ὅταν μάθετε ἀπὸ τὶς ἐφημερίδες, ὅτι θὰ γίνῃ ἔκλειψη σελήνης νὰ φροντίσετε νὰ τὴν παρακολουθήσετε μὲ προσοχὴ καὶ κατόπιν νὰ τὴν περιγράψετε μὲ λεπτομέρεια.

### Ἐ ρ ω τ ῆ σ ε ι ς

—Φέрте παραδείγματα ἀπὸ σώματα φωτεινὰ καὶ σκοτεινὰ.—Ἀπὸ σώματα διαφανῆ ἀδιαφανῆ καὶ διαφώτιστα.

—Πῶς ἐξακριβώνουμε, ὅτι τὸ φῶς διαδίδεται κατ' εὐθείαν γραμμὴν ;

—Ποιά εἶναι ἡ ταχύτητα μὲ τὴν ὁποῖα διαδίδεται τὸ φῶς ;—Τί εἶναι ἡ ἔνταση τοῦ φωτός μιᾶς φωτεινῆς πηγῆς ;—Πότε ἐλαττώνεται ὁ φωτισμὸς μιᾶς ἐπιφανείας ;

—Πῶς ἐξηγεῖται ἡ σκιά τῶν διαφόρων σωμάτων ;

—Πότε καὶ γιατί γίνεται ἔκλειψη ἡλίου ; σελήνης ;

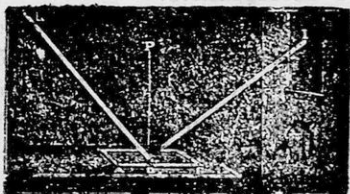
## ΑΝΑΚΛΑΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

### Ἀνάκλαση

**Πείραμα.** Ἐν μέσῳ ἑνὸ σκοτεινοῦ δωματίου πέσουν ἐπάνω σ' ἕνα καθρέφτη ΑΟΒ (Σχ. 10) οἱ ἡλιακὲς ἀκτίνες Η, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι θ' ἀλλάξουν ἀπότομα πορεία καὶ θὰ διευθυν-

θοῦν πρὸς ἓνα ὠρισμένο σημεῖο I τοῦ δωματίου. Ἐάν κινήσουμε τὸν καθρέφτη, μετακινεῖται τότε καὶ τὸ σημεῖο I.

Τὸ φαινόμενο αὐτό, κατὰ τὸ ὅποιο οἱ φωτεινὲς ἀκτῖνες ἀλλάζουν ἀπότομα πορεία πρὸς μιὰ ὠρισμένη διεύθυνση, ὅταν πέσουν ἀπάνω σὲ μιὰ ἐπιφάνεια γυαλιστερή, σὰν τὴν ἐπιφάνεια τοῦ καθρέφτη, λέγεται **ἀνάκλαση τοῦ φωτός**.



Σχ. 10

Οἱ φωτεινὲς ἀκτῖνες, ποὺ πέφτουν ἀπάνω στὸν καθρέφτη, λέγονται **προσπίπτουσες ἀκτῖνες**, οἱ δὲ ἀκτῖνες, ποὺ ἀνακλῶνται **ἀνακλώμενες ἀκτῖνες**.

Ἐάν τώρα στὸ σημεῖον τοῦ καθρέφτη, ποὺ πέφτουν οἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου, φέρουμι μιὰ κάθετη εὐθεῖα. τότε ἡ εὐθεῖα αὐτὴ θὰ σχηματίσῃ μετὰ τὴν προσπίπτουσα ἀκτῖνα μιὰ γωνία, ποὺ λέγεται **γωνία προσπίπτουσας** καὶ μετὰ τὴν ἀνακλώμενη ἀκτῖνα μιὰ ἄλλη γωνία, ποὺ λέγεται **γωνία ἀνακλώσεως**.

Τὸ πείραμα δείχνει ὅτι κάθε φορά, ποὺ γίνεται ἀνάκλαση τοῦ φωτός, ἡ γωνία τῆς προσπίπτουσας εἶναι πάντοτε ἴση μετὰ τὴν γωνία τῆς ἀνακλώσεως.

## Διάχυση

**Πείραμα.** Ἐάν, κατὰ τὸ προηγούμενον πείραμα, ρίξουμε τὴν ἡλιακὴν ἀκτῖνα, ὄχι ἀπάνω σ' ἓνα καθρέφτη, ἀλλ' ἀπάνω σ' ἓνα φύλλον χαρτὶ ἄσπρο, θὰ παρατηρήσουμε τότε ὅτι, οἱ φωτεινὲς ἀκτῖνες θὰ διασκορπισθοῦν πρὸς ὅλες τὴν διευθύνσεις καὶ ὄχι πρὸς μιὰ ὠρισμένη διεύθυνση.

Τὸ φαινόμενο αὐτὸ τοῦ διασκορπισμοῦ τῶν φωτεινῶν ἀκτῖνων λέγεται **διάχυση** τοῦ φωτός.

Στὴν περίπτωσιν αὐτὴν ἡ ἐπιφάνεια, ἣ ὁποία φωτίζεται, στέλνει ἓνα μέρος ἀπὸ τὸ φῶς, ποὺ πέφτει ἐπάνω τους, πρὸς ἄλλα σώματα καὶ τὰ φωτίζει, ἐκεῖνα δὲ πάλιν φωτίζουν ἄλλα.

Γ' αὐτό, ὅταν ἀνοίγουμε τὸ πρῶτ' τὰ παράθυρα τοῦ δωματίου μας, τοῦτο φωτίζεται ὁλόκληρο, ἂν καὶ τὸ φῶς τοῦ ἡλίου δὲι μπαίνει ἀπ' εὐθείας μέσα σ' αὐτό.

Τὸ ποσὸν τοῦ φωτός, ποὺ διασκορπίζεται πρὸς ὅλες τὶς διευθύνσεις, ἐξαρτᾶται καὶ ἀπὸ τὸ εἶδος τῆς ἐπιφανείας, ἐπάνω στὴν ὁποία πέφτει τὸ φῶς καὶ ἀπὸ τὸ χροῶμα τῆς. Οἱ λευκὲς π. χ. ἐπιφάνειες διασκορπίζουν πολὺ περισσότερο φῶς παρὰ οἱ χρωματιστὲς καὶ μάλιστα οἱ μαῦρες, μολοντί φωτίζονται κατὰ τὸν ἴδιον τρόπο.

Γι' αὐτὸ ἓνα δωμάτιο, ποὺ ἔχει τὸ παράθυρό του ἀπέναντι σ' ἓναν τοῖχο λευκὸ φωτίζεται περισσότερο ἀπὸ ὅτι φωτίζεται, ὅταν ὁ τοῖχος εἶναι χρωματιστός.

Ἐπίσης, ἐὰν μέσα σ' ἓνα δωμάτιο σκεπάσουμε τὸ τραπέζι, ποὺ εἶναι ἀπὸ κάτω ἀπὸ τὴ λάμπα, μὲ ἓνα τραπεζομάνδηλο λευκὸ, τὸ δωμάτιο αὐτὸ φωτίζεται πολὺ καλύτερα, παρὰ ἐὰν σκεπάσουμε τὸ τραπέζι μὲ ἓνα τραπεζομάνδηλο χρωματιστό.

## ΚΑΤΟΠΤΡΑ

Ὄνομάζονται κάτοπτρα ὅλες οἱ γυαλιστερὲς ἐπιφάνειες, ἀπάνω στὶς ὁποῖες, ὅταν πέση τὸ φῶς, παθαίνει ἀνάκλαση.

Ἀνάλογα μὲ τὸ σχῆμα, ποὺ ἔχουν οἱ ἐπιφάνειες αὐτὲς τὰ κάτοπτρα λέγονται *ἐπίπεδα* ἢ *σφαιρικά*.

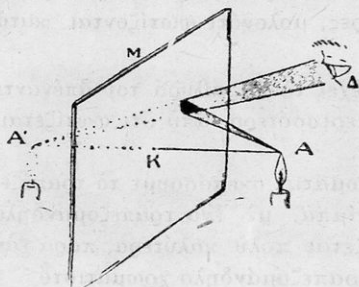
### Ἐπίπεδα κάτοπτρα

Ἐπίπεδο κάτοπτρο, λέγεται κάθε ἐπίπεδη ἐπιφάνεια, ὅταν εἶναι γυαλιστερὴ καὶ ἀπάνω στὴν ὁποία, ὅταν πέση τὸ φῶς, παθαίνει ἀνάκλαση.

Τέτοια ἐπίπεδα κάτοπτρα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ νεροῦ, ἡ ἐπιφάνεια τῶν τζαμιῶν τῶν παραθύρων καὶ ἰδίως οἱ κοινοὶ καθρέφτες, ποὺ ξέρουμε. Εἶναι κατασκευασμένοι ἀπὸ γυαλί, τοῦ ὁποίου ἡ πίσω ἐπιφάνεια εἶναι σκεπασμένη μὲ ἓνα λεπτὸ στρώμα ἀπὸ ἄργυρο ἢ κασσίτερο.

Ὅλοι ξέρουμε, ἀπὸ τὴν καθημερινὴν πείρα, πὼς ὅταν σταθοῦμε μπροστὰ σ' ἓναν καθρέφτη θὰ ἰδοῦμε μέσα σ' αὐτὸν τὴν εἰκόνα μας. Ἡ εἰκόνα αὐτὴ, ποὺ λέγεται *εἶδωλο*, ἔχει τὸ ἴδιον μέγεθος μὲ τὸ πραγματικὸ καὶ σχηματίζεται σὲ ἴση ἀπόσταση πίσω ἀπὸ τὸν καθρέφτη, ὅπως μπορούμε νὰ τὸ δείξουμε μὲ τὸ ἑξῆς πείραμα :

**Πείραμα.** Μέσα σ' ένα σκοτεινό δωμάτιο στερεώνουμε άπάνω σ' ένα τραπέζι δύο όμοια κεριά Α και Α'. Αφού ανάψουμε τὸ ένα ἀπὸ τὰ κεριά, π. χ. τὸ Α, τοποθετοῦμε ἀνάμεσά τους κατα-



Σχ. 11

κόρυφα ἓνα τζάμι σὲ τέτοια θέση Μ, ὥστε, καθὼς στεκόμαστε πλάγια, π. χ. στὴ θέση Δ καὶ παρατηροῦμε τὸ τζάμι, νὰ ἰδοῦμε τὴ φλόγα τοῦ κεριοῦ Α ἀπάνω στὸ φυτίλι τοῦ κεριοῦ Α'. Μᾶς φαίνεται δη-  
δαδῆ ὅτι ἀναψε καὶ τὸ κερι Α', ἐνῶ ξέρουμε πολὺ καλὰ ὅτι εἶναι σβυστό.

Τὸ φαινόμενο αὐτὸ ἐξηγεῖται ὡς ἑξῆς :

Οἱ φωτεινὲς ἀκτίνες, ποὺ προέρχονται ἀπὸ τὴ φλόγα τοῦ κεριοῦ Α, ἀφοῦ ἀνακλασθοῦν ἀπάνω στὸ τζάμι συναντοῦν τὸ μάτι μας Δ, τὸ ὁποῖο, καθὼς εἶναι συνηθισμένο νὰ βλέπη κατ' εὐθείαν γραμμὴν, νομίζει ὅτι οἱ ἀκτίνες προέρχονται ἀπὸ τὸ κερι Α', γιατί ἡ διεύθυνση τῶν ἀκτίνων, ποὺ ἀνακλῶνται εἶναι τέτοια, ὥστε συναντῶνται ἀπάνω στὸ Α', ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμ (Σχ. 11).

Ἄν μετρήσουμε τώρα τὶς ἀποστάσεις ΑΚ καὶ Α'Κ βρούμε ὅτι εἶναι ἴσες.

**Συμπέρασμα.** Ὅταν ἓνα ἀντικείμενο βρεθῆ μπροστὰ σ' ἓνα ἐπίπεδο κάτοπτρο, θὰ σχηματισθῆ πίσω ἀπὸ τὸ κάτοπτρο καὶ σὲ ἴση ἀπόσταση ἀπ' αὐτό, ἡ φανταστικὴ εἰκόνα του, ἡ ὁποία θὰ ἔχη τὸ ἴδιο μέγεθος μὲ αὐτό.

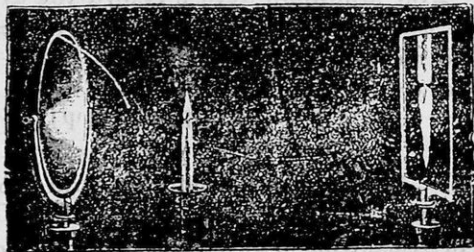
## Σφαιρικὰ κάτοπτρα

Σφαιρικὰ κάτοπτρα λέγονται ἐκεῖνα, τῶν ὁποίων ἡ ἐπιφάνεια εἶναι σφαιρικὴ. Καὶ ἂν μὲν ἡ ἀνακλαστικὴ ἐπιφάνεια ἐνὸς σφαιρικοῦ κατόπτρου εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ, τὸ κάτοπτρο λέγεται **κοίλο**, ἂν δὲ ἡ ἐξωτερικὴ λέγεται **κυρτό**.

## Ποιές ιδιότητες ἔχουν τὰ κοίλα κάτοπτρα

**Πείραμα 1.** Ἄν τοποθετήσουμε ἀπέναντι στὸν ἥλιο ἕνα κοίλο κάτοπτρο, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι οἱ ἀκτίνες τοῦ ἡλίου, ποὺ πέφτουν ἀπάνω του, καὶ ποὺ εἶναι παράλληλες, θὰ ἀνακλασθοῦν καὶ θὰ συγκεντρωθοῦν ὅλες σὲ ἕνα σημεῖο, τὸ ὁποῖο λέγεται **ἐστία** τοῦ κατόπτρου. Στὴν ἐστία αὐτὴ συγκεντρώνεται καὶ πολὺ θερμότητα, ποὺ εἶναι ἱκανὴ νὰ ἀναφλέξῃ ἕνα κομμάτι ἴσκας ἢ λίγη πυρίτιδα. Κάθε κοίλο κάτοπτρο, σύμφωνα μὲ τὸν ὄρισμό, εἶναι μέρος μιᾶς σφαίρας. Τὸ κέντρο τῆς σφαίρας αὐτῆς, στὴν ὁποῖαν ἀνήκει τὸ κοίλο κάτοπτρο, λέγεται **κέντρο καμπυλότητας**. Ἀπὸ πειράματα ποὺ ἔγιναν βρέθηκε ὅτι ἡ ἐστία κάθε κοίλου κατόπτρου βρίσκεται στὸ μέσο τῆς ἀποστάσεως τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητας ἀπὸ τὸ κάτοπτρο.

**Πείραμα 2.** Ἄν μέσα σ' ἕνα σκοτεινὸ δωμάτιο τοποθετήσουμε μπροστὰ σ' ἕνα κοίλο κάτοπτρο ἕνα κερί ἀναμμένο, μεταξὺ τῆς ἐστίας του καὶ τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητας, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι οἱ ἀκτίνες τοῦ κεριοῦ, ἀφοῦ πέσουν ἀπάνω στὸ κάτοπτρο, θὰ ἀνακλασθοῦν καὶ θὰ σχηματίσουν πέραν ἀπὸ τὸ κέντρο καμπυλότητας μιὰ πραγματικὴ εἰκόνα τοῦ κεριοῦ, μεγαλύτερη καὶ ἀνεστραμμένη. Τὴν εἰκόνα αὐτὴ μπορούμε νὰ τὴν ἰδοῦμε, ἂν στὴ θέση αὐτὴ τοποθετήσουμε ἕνα φύλλο χαρτί, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα (Σχ. 12).



Σχ. 12

**Πείραμα 3.** Ἄν ἐπαναλάβουμε τὸ πάρα πάνω πείραμα, τοποθετήσουμε ὅμως τὸ κερί μεταξὺ τῆς ἐστίας καὶ τοῦ κατόπτρου, θὰ παρατηρήσουμε τότε ὅτι δὲν σχηματίζεται πραγματικὴ εἰκόνα τοῦ κεριοῦ, ποὺ νὰ μπορούμε νὰ τὴν ἔχουμε ἀπάνω σ' ἕνα φύλλο χαρτί, ἀλλὰ μιὰ φανταστικὴ εἰκόνα του, ποὺ τὴ βλέπουμε μόνο πίσω ἀπὸ τὸ κάτοπτρο. Ἡ εἰκόνα αὐτὴ ἢ φαν-



ταστική είναι ὄρθια καὶ μεγαλύτερη ἀπὸ τὸ κερί (Σχ. 13).



Σχ. 13

Ἄν κοντὰ σ' ἓνα κοίλο κάτοπτρο βάλουμε τὸ πρόσωπό μας, θὰ ἰδοῦμε πίσω ἀπὸ αὐτὸ τὴν εἰκόνα μας ὄρθια καὶ μεγαλύτερη. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο μεταχειριζόμαστε κοίλα κάτοπτρα γιὰ νὰ ξυριζόμαστε, ἐπειδὴ βλέπουμε τὸ πρόσωπό μας μεγαλύτερο.

### Ποιὲς ιδιότητες ἔχουν τὰ κυρτὰ σώματα

Ἄν τοποθετήσουμε ἓνα κερί ἀναμμένο μπροστὰ σ' ἓνα κυρτὸ κάτοπτρο, μέσα σ' ἓνα σκοτεινὸ δωμάτιο, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι δὲν σχηματίζεται ποτὲ μιὰ εἰκόνα πραγματικὴ τοῦ κεριοῦ, πού νὰ μπορούμε νὰ τὴν ἰδοῦμε ἀπάνω σ' ἓνα φύλλο χαρτί, σ' ὅποιανδήποτε θέση καὶ ἂν τοποθετήσουμε τὸ κερί.

Στὴν περίστασι αὐτὴ ἡ εἰκόνα τοῦ ἀντικειμένου εἶναι πάντοτε φανταστικὴ, ὄρθια καὶ μικρότερη ἀπὸ τὸ ἀντικείμενο. Γι' αὐτὸ τὰ κυρτὰ κάτοπτρα ἔχουν πολὺ μικρότερη σπουδαιότητα ἀπὸ τὰ κοῖλα.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

— Ἀνάκλαση τοῦ φωτὸς λέγεται τὸ φαινόμενο, κατὰ τὸ ὅποιοι οἱ φωτεινὲς ἀκτίνες, ὅταν πέσουν ἐπάνω σὲ μιὰ ἐπιφάνεια γυαλιστερή, ἀλλάζουν πορεία, πρὸς μιὰ ὠρισμένη διεύθυνση.

— Κάθε γυαλιστερὴ ἐπιφάνεια λέγεται **κάτοπτρο** καὶ ἂν μὲν εἶναι ἐπίπεδος τὸ κάτοπτρο λέγεται ἐπίπεδο, ἂν δὲ εἶναι σφαιρική, τὸ κάτοπτρο λέγεται σφαιρικό.

— Στὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα σχηματίζονται εἰκόνες τῶν ἀντικειμένων, πού θὰ βρεθοῦν μπροστὰ τους, φανταστικὲς, ὄρθιες, ἰσομεγέθεις καὶ σὲ ἴση ἀπόστασι πίσω ἀπ' αὐτά.

— Τὰ σφαιρικὰ κάτοπτρα εἶναι δύο εἰδῶν : ἡ κοῖλα, ὅταν ἡ γυαλιστερὴ ἐπιφάνεια εἶναι ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια μιᾶς σφαι-



ρας ή κυρτά, όταν ή γυαλιστερή επιφάνεια είναι ή εξωτερική επιφάνεια τής σφαιρας.

—Στά κοίλα κάτοπτρα σχηματίζονται εικόνες τών αντικειμεμένων, πού βρίσκονται μπροστά τους, άλλοτε πραγματικές άλλ' άνεστραμμένες, άλλοτε δέ φανταστικές, μεγαλύτερες και όρθιες, ανάλογα με τήν απόστασή τους από τό κάτοπτρο.

—Στά κυρτά κάτοπτρα, οί εικόνες τών αντικειμεμένων είναι πάντοτε φανταστικές, μικρότερες και όρθιες.

#### Ερωτήσεις

—Τί λέγονται : προσπίπτουσες άκτίνες, ανακλώμενες άκτίνες, γωνία προσπτώσεως, γωνία ανακλάσεως ; —Αναφέρετε επιφάνειες επάνω στις όποιες γίνεται ανάκλαση, όπως και στα κάτοπτρα.

—Τί λέγεται εστία ενός σφαιρικού κατόπτρου ;

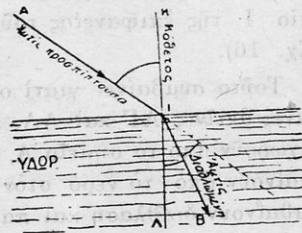
—Τί είδους εικόνες σχηματίζουν τά επίπεδα κάτοπτρα ; Τά κοίλα κάτοπτρα, τά κυρτά κάτοπτρα ;

### ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

#### Τί είναι ή διάθλαση του φωτός

Είδαμε ότι τό φώς μέσα στον άέρα διαδίδεται σε ευθεία γραμμή. Όταν όμως μιá φωτεινή άκτίνα πηγαίνει από τον άέρα στο νερό και πέφτει πλάγια άπάνω στην επιφάνεια του νερού, τότε δέν ακολουθει πια τήν ευθεία γραμμή, αλλά αλλάζει διεύθυνση. Λέμε τότε ότι ή φωτεινή άκτίνα παθαίνει **διάθλαση** ή ότι διαθλάται. Τό ίδιο φαινόμενο συμβαίνει όταν περνάει μιá φωτεινή άκτίνα από τό νερό στον άέρα, ή από τον άέρα στο γυαλί - και γενικά από ένα διαφανές σώμα σε ένα άλλο - και πέφτει πλάγια στην επιφάνεια, πού τά διαχωρίζει.

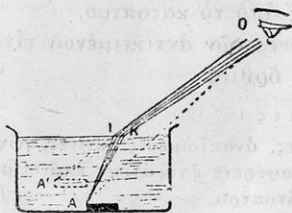
Στήν περίπτωση αυτή ή άκτίνα, πού πέφτει άπάνω στην επιφάνεια, πού χωρίζει τά δύο διαφανή σώματα, λέγεται **προσπίπτουσα άκτίνα**, ή δέ άκτίνα, πού διαθλάται λέγεται **διαθλωμένη άκτίνα** (Σχ. 14).



Σχ. 14

## Ποια αποτελέσματα έχει ή διάθλαση τού φωτός

**Πείραμα 1.** Στόν πυθμένα μιᾶς ἄδειας λεκάνης βάζουμε ἓνα νόμισμα  $A$  (Σχ. 15) καὶ στεκόμαστε σὲ τέτοια θέση ἀπὸ αὐτή, ὥστε τὸ μάτι μας  $O$  νὰ μὴ βλέπη σχεδὸν τὸ νόμισμα. Ἐὰν τότε χύσουμε νερὸ μέσα στὴ λεκάνη, θὰ μᾶς φανῆ ὅτι τὸ νόμισμα ἀνυψώ- νεται στὴ θέση  $A'$ , ὅπου τὸ βλέ- πουμε καθαρά. Τοῦτο συμβαίνει γιατί οἱ φωτεινὲς ἀκτῖνες  $AI$  καὶ  $AK$ , ποὺ ξεκινοῦν ἀπὸ τὸ σημεῖο  $A$ , καθὼς περνοῦν ἀπὸ τὸ νερὸ ἀέρα, παθαίνουν διάθλαση καὶ ἀ- κολουθοῦν τὴ διεύθυνσει  $IO$  καὶ

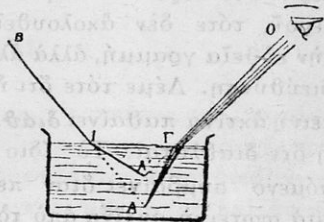


Σχ. 15

$KO$ , οἱ ὁποῖες συναντοῦν τὸ μάτι μας  $O$ . Ἐπειδὴ δὲ τὸ μάτι μας εἶναι συνηθισμένο νὰ βλέπη σὲ εὐθεῖα γραμμὴ, νομίζει ὅτι οἱ ἀκτῖνες αὐτὲς  $OI$  καὶ  $OK$  προέρχονται ἀπὸ τὸ σημεῖο  $A'$ , ὅπου συναντῶνται· νομίζει δηλαδὴ ὅτι τὸ νόμισμα ἀνυψώθη, ἐνῶ στὴν πραγματικότητα ἔμεινε στὴ θέση του.

**Πείραμα 2.** Ἐὰν μέσα σὲ μιὰ λεκάνη μὲ νερὸ βάλουμε πλάγια μιὰ ράβδο  $BIA$ , ἡ ράβδος αὐτὴ μᾶς φαίνεται σπασμένη στὸ ση- μεῖο  $I$  τῆς ἐπιφανείας τοῦ νεροῦ (Σχ. 16).

Τοῦτο συμβαίνει γιατί οἱ φω- τεινὲς ἀκτῖνες  $AI$  καὶ  $AD$ , ποὺ ἀ- ναχωροῦν ἀπὸ τὸ σημεῖο  $A$ , καθὼς βγαίνουν ἀπὸ τὸ νερὸ στὸν ἀέρα, παθαίνουν διάθλαση καὶ παίρνουν τὴ διεύθυνση  $IO$  καὶ  $DO$ . Ἐὰν τώ- ρα τὸ μάτι μας βρεθῇ στὸ σημεῖο  $O$ , ἐπειδὴ εἶναι συνηθισμένο νὰ βλέπη σὲ εὐθεῖα γραμμὴ, νομίζει ὅτι οἱ ἀκτῖνες αὐτὲς προ- ἔρχονται ἀπὸ τὸ σημεῖο  $A'$ , ὅπου συναντῶνται. Ἐτσι ἡ ρά- βδος μᾶς φαίνεται ὅτι ἔχει τὴ θέση  $BIA'$ , δηλαδὴ μᾶς φαίνε- ται σπασμένη στὸ σημεῖο  $I$ .



Σχ. 16

## Ἀτμοσφαιρική διάθλαση

Διάθλαση συμβαίνει ὄχι μόνον, ὅταν μιὰ φωτεινὴ ἀκτίνα μεταβαίνει ἀπὸ ἓνα σῶμα διαφανὲς σὲ ἓνα ἄλλο ἐπίσης διαφανὲς ἀλλὰ διαφορετικόν, ἀλλὰ καὶ ὅταν διέρχεται μέσα ἀπὸ ἓνα σῶμα, τοῦ ὁποίου μεταβάλλεται ἡ πυκνότητα. Αὐτὸ συμβαίνει στὴν ἀτμόσφαιρα. Πράγματι ἡ ἀτμόσφαιρα, ὅπως ξέρουμε, ἀποτελεῖται ἀπὸ στρώματα ἀέρος, ποὺ δὲν ἔχουν ὅλα τὴν ἴδια πυκνότητα. Τὰ στρώματα, ποὺ βρίσκονται κοντὰ στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς εἶναι πυκνότερα ἀπὸ ἐκεῖνα, ποὺ βρίσκονται ψηλότερα. Ὅταν λοιπὸν ἀνατέλλῃ ὁ ἥλιος, οἱ ἀκτίνες του, καθὼς προχωροῦν πρὸς τὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς, περνώντας μέσα ἀπὸ τὰ στρώματα τοῦ ἀέρος, παθαίνουν διάθλαση καὶ ἀντὶ τὸ ἀκολουθήσουν μιὰν εὐθεῖαν γραμμὴν, παίρνουν μιὰ καμπύλη διεύθυνση. Ἔτσι ὁ παρατηρητής, ποὺ βρίσκεται ἐπάνω στὴν ἐπιφάνεια τῆς γῆς, βλέπει τὸν ἥλιο ὄχι στὴν πραγματικὴ θέση, ποὺ ἔχει στὸν οὐρανόν, ἀλλὰ λιγάκι ψηλότερα. Γι' αὐτὸ ἐνῶ ὁ ἥλιος τὸ πρῶτ' εἶναι ἀκόμη λίγο κάτω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα, ἔμεῖς τὸν βλέπουμε ἐπάνω ἀπ' αὐτόν, σὰν νὰ εἶχε ἀνατεῖλει. Τὸ βράδυ πάλιν, γιὰ τὸν ἴδιον λόγον, ἐνῶ ὁ ἥλιος ἔχει δύσει καὶ βρίσκεται κάτω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα, ἔμεῖς τὸν βλέπουμε, γιὰ λίγη ὥρα ἀκόμη, ἐπάνω ἀπ' αὐτόν.

Μὲ τίς δύο αὐτὲς ἀνυψώσεις ἐπάνω ἀπὸ τὸν ὀρίζοντα, ποὺ συμβαίνουν στὸν ἥλιο, ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικήν διάθλαση, αὐξάνει ἡ διάρκεια τῆς ἡμέρας λίγα λεπτὰ τῆς ὥρας.

## ΦΑΚΟΙ

### Τί εἶναι οἱ φακοὶ

Οἱ φακοὶ εἶναι σώματα διαφανῆ, συνήθως ἀπὸ γυαλί, ποὺ περιορίζονται ἀπὸ δύο σφαιρικὰς ἐπιφάνειες ἢ ἀπὸ μιὰ σφαιρικὴ καὶ μιὰ ἐπίπεδη.

### Συγκλίνοντες καὶ ἀποκλίνοντες φακοὶ

Ἀπὸ τοὺς φακοὺς ἄλλοι μὲν εἶναι παχύτεροι στὴ μέση καὶ λεπτότεροι στὰ ἄκρα καὶ λέγονται *συγκλίνοντες ἢ συγκεντρω-*

**τικοί**, άλλοι δὲ εἶναι λεπτότεροι στὴ μέση καὶ παχύτεροι στὰ ἄκρα καὶ λέγονται **ἀποκλίνοντες** ἢ **ἀποκεντρωτικοί**.



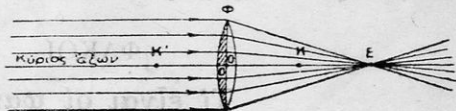
Σχ. 17

Οἱ συγκλίνοντες φακοὶ ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ συγκεντρώνουν τὶς φωτεινὲς ἀκτίνες, ποὺ περνοῦν ἀπὸ μέσα τους. Τέτοιοι εἶναι οἱ φακοὶ Α, Β, Γ. (Σχ. 17). Ἀπὸ τοὺς φακοὺς αὐτοὺς σπουδαιότερος εἶναι ὁ ἀμφίκυρτος φακὸς Α, ποὺ λέγεται ἔτσι, γιατί εἶναι κυρτὸς καὶ ἀπὸ τὶς δύο πλευρές.

Οἱ ἀποκλίνοντες φακοί, ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ ἀπομακρύνουν τὶς φωτεινὲς ἀκτίνες μεταξύ τους, ὅταν περνοῦν ἀπὸ μέσα τους. Τέτοιοι εἶναι οἱ φακοὶ Δ, Ε, Ζ (Σχ. 17). Ἀπὸ αὐτοὺς σπουδαιότερος εἶναι ὁ ἀμφίκυλλος φακὸς Δ, ποὺ λέγεται ἔτσι, γιατί εἶναι κοίλος καὶ ἀπὸ τὶς δύο πλευρές.

### Ἀμφίκυρτος φακὸς

**Ἔστιά τοῦ φακοῦ.** Ἄς τοποθετήσουμε τὸν ἀμφίκυρτο φακὸ Φ (Σχ. 18), ἀέναντι στὸν ἥλιο ἔτσι ὥστε οἱ ἀκτίνες του νὰ πέφτουν κάθετα ἐπάνω σ' αὐτόν. Ἄν κρατήσουμε τότε πίσω ἀπὸ τὸ φακὸ καὶ σὲ κάποια ἀπόσταση ἀπ' αὐτόν, ἓνα φύλλο χαρτί, θὰ ἰδοῦμε ὅτι σχηματίζεται ἀπάνω σ' αὐτὸ ἓνα λαμπρὸ σημεῖο Ε, τὸ ὁποῖο λέγεται **ἔστιά** τοῦ φακοῦ. Εἶναι τὸ σημεῖο στὸ ὁποῖο συγκεντρώνονται οἱ ἥλιακὲς ἀκτίνες, περνώ-  
 ντας μέσα ἀπὸ τὸ φακὸ. Ὑστερὰ ἀπὸ λίγη ὥρα παρατηροῦμε ὅτι τὸ χαρτί στὸ σημεῖο αὐτὸ ἀρχίζει νὰ καίγεται. Αὐτὸ σημαίνει ὅτι στὴν ἔστιά τοῦ φακοῦ συγκεντρώνονται καὶ οἱ θερμαντικὲς ἀκτίνες τοῦ ἥλιου.



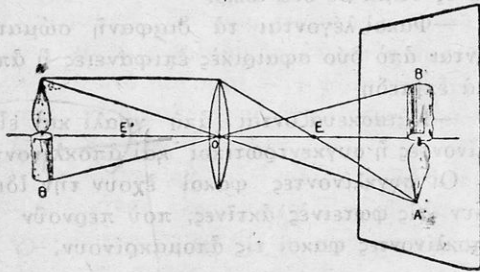
Σχ. 18

Ἡ ἀπόσταση ΟΕ, ἀπὸ τὸ φακὸ ἕως τὴν ἔστιά, ὀνομάζεται **ἔστιακή ἀπόσταση** τοῦ φακοῦ.

**Πραγματικές εικόνες.** Για να ίδουμε τί συμβαίνει, όταν ένα φωτεινό αντικείμενο βρεθῆ μπροστά σ' έναν ἀμφίκυρτο φακό, παίρνουμε ένα φακό, με γνωστή ἐστιακὴ ἀπόσταση, π.χ. 15 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου καὶ κάνουμε τὰ ἑξῆς πειράματα, μέσα σ' ένα σκοτεινὸ δωμάτιο.

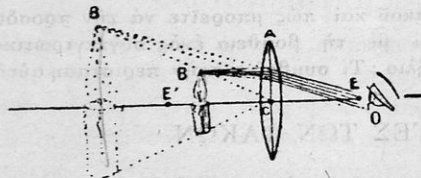
**Πείραμα 1ον.** Τοποθετοῦμε μπροστά στὸ φακό ένα κερί ἀναμμένο σὲ ἀρκετὰ μεγάλη ἀπόσταση ἀπὸ αὐτόν, π.χ. σὲ ἀπόσταση ἑνὸς μέτρου (Σχ. 19). Ἀπὸ τὴν ἄλλη μεριά τοῦ φακοῦ κρατοῦμε ὄρθιο ένα χαρτόνι λευκὸ καὶ τὸ μετακινοῦμε πέρα δῶθε. Θὰ ἰδοῦμε τότε ὅτι σὲ κάποια θέση σχηματίζεται ἀπάνω στὸ χαρτόνι ἡ εἰκόνα τοῦ κεριοῦ ἀνάποδη καὶ μικρότερη.

Ἄν μετακινήσουμε τὸ κερί πρὸς τὸ φακό, ἕως μιὰ ἀπόσταση μεγαλύτερη ἀπὸ 30 ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου, δηλαδή διπλασία ἀπὸ τὴν ἐστιακὴ, τότε καὶ ἡ εἰκόνα μετακινεῖται ἀπὸ τὸ φακό καὶ μεγαλώνει. Μένει ὅμως πάντοτε ἀνάποδη καὶ μικρότερη ἀπὸ τὸ κερί.



Σχ. 19

**Πείραμα 2.** Ἄν τοποθετήσουμε τὸ κερί μπροστά στὸ φακό σὲ ἀπόσταση μεγαλύτερη ἀπὸ τὴν ἐστιακὴ ἀλλὰ μικρότερη ἀπὸ τὸ διπλασίο, δηλαδή με-



Σχ. 20

ταξὺ 15 καὶ 30 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου, τότε ἡ εἰκόνα σχηματίζεται καὶ πάλιν ἀνάποδη ἐπάνω στὸ χαρτόνι, ἀπὸ τὴν ἀντίθετη πλευρὰ τοῦ φακοῦ, ἀλλὰ εἶναι

τώρα μεγαλύτερη ἀπὸ τὸ κερί καὶ σὲ ἀπόσταση μεγαλύτερη ἀπὸ 30 ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου (Σχ. 19).

**Πείραμα 3.** Ἄν τώρα τοποθετήσουμε τὸ κερί σὲ ἀπόσταση



ἀπὸ τὸ φακὸ μικρότερη ἀπὸ τὴν ἔστιακὴ, μικρότερη δηλαδὴ ἀπὸ 15 ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου, τότε πιά δὲν σχηματίζεται πραγματικὴ εἰκόνα ἀπάνω στὸ χαρτόνι. Στὴν περίστασι ὅμως αὐτῆ, ἂν βάλουμε τὸ μάτι μας στὴ θέσι O, θὰ ἰδοῦμε στὴ θέσι B' τὸ κερὶ μεγαλύτερο καὶ ὄρθιο. Αὐτὸ ὅμως θὰ εἶναι μιὰ φανταστικὴ εἰκόνα τοῦ κεριοῦ καὶ ὄχι πραγματικὴ, γιὰτὶ ἂν βάλουμε στὴ θέσι αὐτῆ τὸ χαρτόνι, δὲν θὰ σχηματισθῆ τίποτε ἐπάνω του (Σχ. 20).

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

— Διάθλασι τοῦ φωτὸς λέγεται ἡ ἀλλαγὴ διευσθύνσεως, ποὺ παθαίνει μιὰ φωτεινὴ ἀκτίνα, ὅταν πέφτει πλάγια ἀπὸ ἓνα διαφανὲς σῶμα σὲ ἓνα ἄλλο.

— Φακοὶ λέγονται τὰ διαφανῆ σώματα, τὸ ὁποῖα περιορίζονται ἀπὸ δύο σφαιρικὰς ἐπιφάνειες ἢ ἀπὸ μιὰ σφαιρικὴ καὶ μιὰ ἐπίπεδη.

— Κατασκευάζονται ἀπὸ γυαλὶ καὶ εἶναι δύο εἰδῶν : συγκλίνοντες ἢ συγκεντρωτικοὶ καὶ ἀποκλίνοντες ἢ ἀποκεντρωτικοί.

Οἱ συγκλίνοντες φακοὶ ἔχουν τὴν ἰδιότητα νὰ συγκεντρῶνουν τὶς φωτεινὰς ἀκτῖνες, ποὺ περνοῦν ἀπὸ μέσα τους, οἱ δὲ ἀποκλίνοντες φακοὶ τὶς ἀπομακρύνουν.

### Ἑρωτήσεις

— Τί εἶναι ἡ διάθλασι τοῦ φωτὸς ;

— Νὰ ἀναφέρετε μερικὰ παραδείγματα, τὰ ὁποῖα ἐξηγοῦνται μὲ τὴν διάθλασι τοῦ φωτὸς.

— Πῶς μπορεῖτε νὰ γνωρίσετε ἂν ἓνας φακὸς εἶναι συγκεντρωτικὸς ἢ ἀποκεντρωτικὸς ;

— Τί λέγεται ἐστία ἐνὸς φακοῦ καὶ πῶς μπορεῖτε νὰ τὴν προσδιορίσετε ; Ἐχετε ἰδῆ ὅτι μερικοὶ μὲ τὴ βοήθεια ἐνὸς συγκεντρωτικοῦ φακοῦ ἀνάβουν τὴν ἴσκα στὸν ἥλιο ; Τί συμβαίνει στὴν περίστασι αὐτῆ ;

## ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΩΝ ΦΑΚΩΝ

### Ματογυάλια μυωπικὰ καὶ πρεσβυωπικὰ

Ὁ ἄνθρωπος κατορθώνει νὰ βλέπῃ χάρις σ' ἓναν ἀμφίκυρτο φακὸ, ποὺ ἐμπεριέχουν τὰ μάτια του καὶ μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ὁποῖου σχηματίζονται οἱ εἰκόνες τῶν διαφόρων ἀντικειμέ-

νων, σὲ ὁποιαδήποτε ἀπόσταση καὶ ἂν βρίσκονται, ἀπάνω στὸ λεγόμενο ἀμφιβληστροειδῆ χιτῶνα, ὁ ὁποῖος εἶναι συνέχεια τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου. Καθὼς λοιπὸν σχηματίζεται ἡ εἰκόνα τῶν διαφόρων ἀντικειμένων ἐπάνω στὸν ἀμφιβληστροειδῆ χιτῶνα, προκαλεῖται ἕνας ἐρεθισμὸς τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου, ὁ ὁποῖος φθάνει ἕως τὸν ἐγκέφαλο καὶ ἔτσι βλέπουμε. Ὅταν ἕνας ἄνθρωπος βλέπει καθαρὰ τὰ διάφορα ἀντικείμενα, σὲ ὁποιαδήποτε ἀπόσταση καὶ ἂν βρίσκονται, λέμε τότε ὅτι τὰ μάτια του εἶναι κανονικά.

Μερικοὶ ὅμως ἄνθρωποι δὲν κατορθώνουν νὰ ἴδουν καθαρὰ τὰ ἀντικείμενα ποὺ βρίσκονται μακριά, γιατί σ' αὐτοὺς ἡ εἰκόνα τῶν διαφόρων ἀντικειμένων δὲν σχηματίζεται μέσα στὰ μάτια τους στὴ θέση ποὺ πρέπει, δηλαδή ἐπάνω στὸν ἀμφιβληστροειδῆ χιτῶνα, ἀλλὰ λίγο πιὸ μπροστά. Ἡ πάθηση αὐτῆ τῶν ματιῶν λέγεται **μυωπία** καὶ διορθώνεται, ἂν οἱ μύopes μεταχειρισθοῦν γυαλιὰ μὲ φακοὺς ἀποκεντρωτικούς.

Ἀντίθετα πάλι, ὑπάρχουν ἄνθρωποι, οἱ ὁποῖοι δὲν βλέπουν καθαρὰ τὰ ἀντικείμενα ποὺ εἶναι πλησίον, γιατί σ' αὐτοὺς ἡ εἰκόνα τῶν διαφόρων ἀντικειμένων σχηματίζεται μέσα στὰ μάτια τους πιὸ πέραν ἀπὸ τὴ θέση, ποὺ πρέπει.

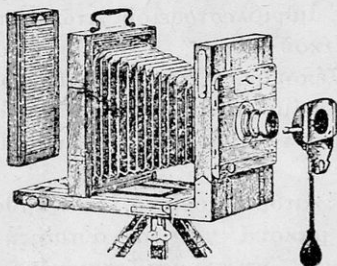
Ἡ πάθηση αὐτῆ τῶν ματιῶν λέγεται **πρεσβυωπία** καὶ παρατηρεῖται κυρίως στοὺς ἡλικιωμένους ἄνθρώπους. Διορθώνεται δὲ ἂν οἱ πρεσβύopes μεταχειρισθοῦν ματογυαλιὰ μὲ φακοὺς συγκεντρωτικούς.

### Φωτογραφικὴ μηχανή

Ἡ φωτογραφικὴ μηχανὴ ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα μικρὸ ξύλινο κιβώτιο, στὴ μιὰ πλευρὰ τοῦ ὁποῖου ὑπάρχει μιὰ ὀπή. Στὴν ὀπή αὐτὴ ἐφαρμόζεται ἕνας φακὸς συγκεντρωτικός. Ἄν τώρα βρεθῆ ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἕνα ἀντικείμενο, ποὺ φωτίζεται καλά, οἱ φωτεινὲς ἀκτῖνες, ποὺ προέρχονται ἀπὸ αὐτό, περνώντας ἀπὸ μέσα ἀπὸ τὸ φακό, θὰ σχηματίσουν στὴν ἀπέναντι πλευρὰ τῆς μηχανῆς, ὅπου βρίσκεται μιὰ θαμπὴ γυάλινη πλάκα, τὴν εἰκόνα τοῦ ἀντικειμένου πραγματικὴ, μικρὴ καὶ ἀνεστραμμένη (Σχ. 21).

**Πὼς φωτογραφίζουμε.** Ὁ φωτογράφος κανονίζει τὴν ἀπόσταση τοῦ ἀντικειμένου, ποὺ πρόκειται νὰ φωτογραφῆσῃ, ἀπὸ

τήν μηχανή του, ἔτσι ὥστε νὰ σχηματίζεται ἡ εἰκόνα του κα-  
θαρὰ ἀπάνω στὴ θαμπὴ γυάλινη πλάκα. Ἐπειτα κλείνει τὸ



Σχ. 21

φακὸ τῆς μηχανῆς του μὲ ἕ-  
να σκέπασμα, γιὰ νὰ μὴ  
μπαίνει φῶς καὶ στὴ θέση  
τῆς θαμπῆς πλάκας βάζει τὴ  
φωτογραφικὴ πλάκα, ἡ ὁποία  
εἶναι ἀλειμμένη μὲ μιὰ χη-  
μικὴ οὐσία, πού ἐπηρεάζεται  
ἀπὸ τὸ φῶς. Ἀφαιρεῖ τότε  
τὸ σκέπασμα τοῦ φακοῦ γιὰ  
λίγα δευτερόλεπτα καὶ σχη-  
ματίζεται ἔτσι ἡ εἰκόνα τοῦ  
ἀντικειμένου ἀπάνω στὴν

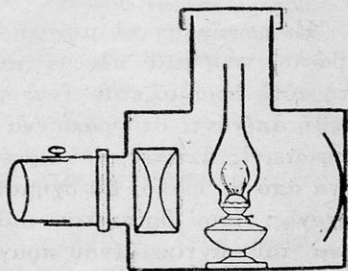
εὐαίσθητη πλάκα. Ἡ εἰκόνα ὅμως αὐτὴ δὲν φαίνεται ἀκόμη.

Γιὰ νὰ γίῃ ὁρατὴ πρέπει νὰ τὴν ἐμβαπτίσουμε μέσα σὲ  
κατάλληλα ὑγρά, ὅποτε ἐμφανίζεται πιά ἡ εἰκόνα τοῦ ἀντικει-  
μένου **ἀρνητικῆ**.

Λέγεται δὲ ἀρνητικῆ, γιατί τὰ λευκὰ μέρη τοῦ ἀντικειμέ-  
νου εἶναι σ' αὐτὴ μαῦρα καὶ τὰ μαῦρα λευκά. Ἀπὸ τὴν ἀρνη-  
τικὴ αὐτὴ εἰκόνα μποροῦμε νὰ ἀποτυπώσουμε ἀπάνω σὲ εἰδικὸ  
φωτογραφικὸ χαρτὶ τὴ **θετικῆ** εἰκόνα, πού παριστάνει τὸ ἀντι-  
κείμενο, ὅπως εἶναι στὴν πραγματικότητά.

## Προβολέας

Ἐννοεῖται ὅτι ὁ προβολέας εἶναι μιὰ  
συσκευή, ἡ ὁποία μᾶς χρησι-  
μεύει γιὰ νὰ προβάλλουμε,  
ἀπάνω σ' ἕνα ἄσπρο πανί, σὲ  
μεγέθυνση, τὴ μικρὴ εἰκόνα  
ἑνὸς ἀντικειμένου, σχεδια-  
σμένη ἀπάνω σὲ γυάλι ἢ σὲ  
ἄλλη διαφανῆ οὐσία. Ἀπο-  
τελεῖται κυρίως ἀπὸ ἕνα φα-  
κὸ συγκεντρωτικὸ, μπροστὰ  
στὸν ὁποῖο ἱσοπεθεῖται ἡ  
εἰκόνα τοῦ ἀντικειμένου, πού πρόκειται νὰ προβάλλουμε, ἀνε-



Σχ. 22

στραμμένη και σε απόσταση από το φακό λίγο μεγαλύτερη από την εστιακή.

Ἡ εἰκόνα αὐτὴ φωτίζεται δυνατὰ ἀπὸ μιὰ φωτεινὴ πηγὴ ποὺ βρίσκεται μέσα σ' ἓνα κιβώτιο κλειστό, καὶ τῆς ὁποίας οἱ ἀκτῖνες συγκεντρώνονται ἐπάνω της μὲ τὴ βοήθεια ἑνὸς δευτέρου συγκεντροῦ φακοῦ (Σχ. 22).

### Κινηματογράφος

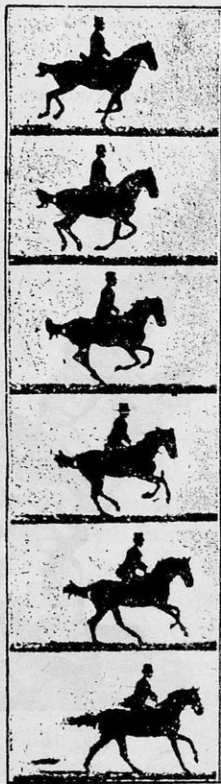
Ἄν πάρουμε ἓνα κάρβουνο ἀναμμένο καὶ τὸ περιστρέψουμε γρήγορα, θὰ ἴδουμε μιὰ συνεχῆ γραμμὴ. Ἐπίσης ἂν κινούμε γρήγορα τὸ χέρι μας μπροστὰ στὰ μάτια μας, μπορούμε νὰ διαβάζουμε ἓνα βιβλίο χωρὶς διακοπὴ, ἐνῶ ἔπρεπε νὰ μὴν τὸ βλέπουμε, ὅταν τὸ χέρι μας περνᾷ μπροστὰ στὰ μάτια μας.

Τὰ φαινόμενα αὐτὰ συμβαίνουν, γιατί τὸ μάτι μας ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ διατηρῆ τις φωτεινὲς ἐντυπώσεις ἐπὶ ἓνα εὐλάχιστο χρονικὸ διάστημα (1/15 τοῦ δευτερολέπτου), ἂν καὶ ἔχει  $\frac{1}{2}$  λείψη στὸ μεταξὺ ἢ αἰτία ποὺ τις προκάλεσαν.

Στὴν ιδιότητα αὐτὴ, ποὺ λέγεται **μεταίσθημα**, στηρίζεται ὁ κινηματογράφος, ὁ ὁποῖος λειτουργεῖ ὡς ἑξῆς :

Ἐπάνω σὲ μιὰ ταινία ἀπὸ διαφανῆ οὐσία (φίλμ), παίρνουν φωτογραφίες ἀντικειμένων, ποὺ κινοῦνται σὲ χρονικὰ διαστήματα μικρότερα ἀπὸ τὸ 1/15 τοῦ δευτερολέπτου (Σχ. 23). Τὴν ταινία αὐτὴ τὴν τοποθετοῦν ἔπειτα μπροστὰ στὸ φακὸ ἑνὸς ἰσχυροῦ προβολέα, ἐφωδιασμένου μὲ ἓνα μηχανισμό, ποὺ τὴν ξετυλίγει κανονικά, ἔτσι ὥστε κάθε φωτογραφία νὰ σταματᾷ σὲ εὐλάχιστο χρονικὸ διάστημα μπροστὰ στὸ φακὸ καὶ νὰ προβάλλεται ἐπάνω στὸ πανί.

Κατὰ τὸ εὐλάχιστο χρονικὸ διάστημα, ποὺ χρειάζεται γιὰ νὰ



Σχ. 23

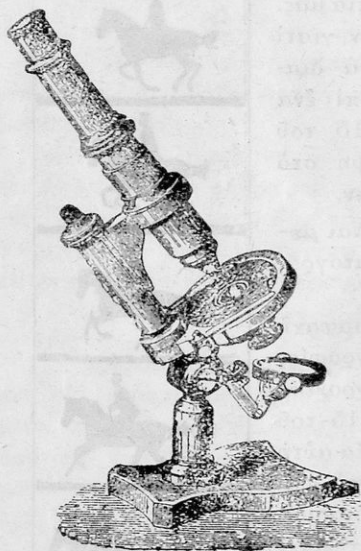
ἀντικατασταθῆ ἢ μία φωτογραφία ἀπὸ τὴν ἄλλη μπροστὰ στὸ φακὸ τοῦ προβολέα, διακόπτεται, μὲ ἓνα κατάλληλο μηχανισμό, ὁ φωτισμὸς τῆς ταινίας.

Χάρη στὸ μεταίσθημα, οἱ διακοπὲς αὐτὲς τοῦ φωτὸς περνοῦν ἀπαράτηρες ἀπὸ τὸ μάτι μας καὶ ἔτσι ἡ γρήγορη διαδοχὴ τῶν εἰκόνων, δίνει τὴν ἐντύπωση ὅτι ἡ κίνηση εἶναι συνεχής.

Ὁ κινηματογράφος, ὁ ὁποῖος ἀποδίδει συγχρόνως καὶ τοὺς ἤχους, λέγεται ἠχητικὸς ἢ ὁμιλῶν κινηματογράφος.

## Μικροσκόπιο

Τὸ μικροσκόπιο εἶναι ἓνα ὄργανο, μὲ τὸ ὁποῖο βλέπουμε σὲ μεγέθυνση, ἀντικείμενα πολὺ μικρά, ποὺ βρῖσκονται πλησίον. Διακρίνουμε τὸ ἀπλὸ μικροσκόπιο καὶ τὸ σύνθετο μικροσκόπιο.



Σχ. 24

Τὸ ἀπλὸ μικροσκόπιο ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα συγκεντρωτικὸ φακὸ, τὸν ὁποῖο τοποθετοῦμε κοντὰ στὸ μάτι μας, ἐνῶ τὸ ἀντικείμενο, ποὺ πρόκειται νὰ παρατηρήσουμε, τὸ τοποθετοῦμε ἀνάμεσα στὸ φακὸ καὶ στὴν ἐστία του. Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸ ὁ φακὸς μᾶς δίνει τὴν φανταστικὴ εἰκόνα τοῦ ἀντικειμένου ποὺ παρατηροῦμε, ὀρθὴ καὶ μεγαλωμένη. (Σχ. 20).

Τὸ ἀπλὸ μικροσκόπιο τὸ χρησιμοποιοῦν κυρίως οἱ βοτανικοὶ καὶ οἱ ὥρολογιοποιοί.

Ἐπίσης τὸ χρησιμοποιοῦμε γιὰ νὰ διαβάσουμε πολὺ ψιλὰ γράμματα κλπ.

Τὸ σύνθετο μικροσκόπιο ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα μεταλλινὸ



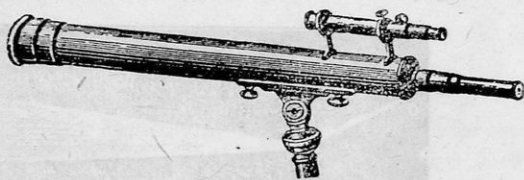
σωλήνα, στὰ ἄκρα τοῦ ὁποίου εἶναι στερεωμένοι δύο κατάλληλοι φακοί.

Ὁ φακός, πού εἶναι ἐστραμμένος πρὸς τὸ ἀντικείμενο, λέγεται **ἀντικειμενικός**, ὁ δὲ φακός, στὸν ὁποῖο βάζουμε τὸ μάτι μας, λέγεται **προσοφθάλμιος**. Τὸ σύνθετο αὐτὸ μικροσκόπιο δίνει πολὺ μεγαλύτερη μεγένθυση καὶ ἔτσι μὲ αὐτὸ μπορούμε νὰ ἴδοῦμε ἀντικείμενα ἀόρατα μὲ γυμνὸ ὄφθαλμό, ὅπως εἶναι π. χ. τὰ μικροβία (Σχ. 24). Τέτοια μικροσκόπια χρησιμοποιοῦν κυρίως οἱ μικροβιολόγοι.

### ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟ

Τὸ τηλεσκόπιο εἶναι ὄργανο, μὲ τὸ ὁποῖο βλέπουμε τὰ μακρυνὰ ἀντικείμενα, σὰν νὰ βρίσκονται πλησίον. Ἀποτελεῖται

καὶ αὐτὸ ἀπὸ ἓνα μακρὸν μεταλλينو σωλήνα, στὰ ἄκρα τοῦ ὁποίου εἶναι στερεωμένοι δύο κατάλληλοι φακοί, ὁ **ἀντικειμενικός**, πού εἶναι ἐστραμ-



Σχ. 25

μένος πρὸς τὸ ἀντικείμενο, καὶ ὁ **προσοφθάλμιος**, στὸν ὁποῖο βάζουμε τὸ μάτι μας (Σχ. 25). Τέτοιο τηλεσκόπιο μεταχειρίζονται κυρίως οἱ ἀστρονόμοι καὶ γι' αὐτὸ λέγεται **ἀστρονομικὸ τηλεσκόπιο**.



Σχ. 26

Οἱ εἰκόνες πού δίνει τὸ ἀστρονομικὸ τηλεσκόπιο εἶναι ἀνεστραμμένες. Καὶ γιὰ μὲν τὶς ἀστρονομικὲς παρατηρήσεις τοῦτο δὲν βλάπτει, ὅταν ὁμως θέλουμε νὰ παρατηρήσουμε ἀντικείμενα ἐπάνω στὴ γῆ, πρέπει οἱ εἰκόνες νὰ εἶναι ὀρθιες. Γι' αὐτὸ τοποθετοῦνται μεταξύ τῶν δύο φακῶν, τοῦ προσοφθάλμιου καὶ τοῦ ἀντικειμενικοῦ καὶ δύο ἄλλοι φακοί, πού σκοπὸν ἔχουν νὰ ἀνορθώσουν τὶς εἰκόνες.

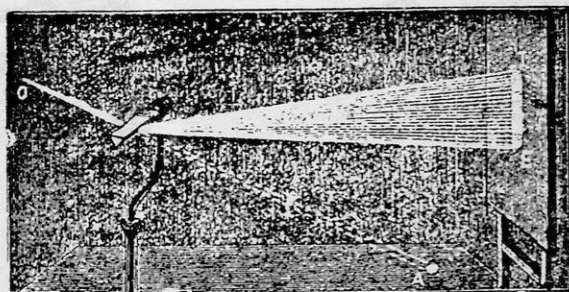
Τέτοια είναι και τὰ συνήθη τηλεσκόπια, πού λέγονται **διόπτρες** (κ. κιάλια) και ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο σωλῆνας, ἕναν γιὰ τὸ κάθε μάτι. Μὲ αὐτὰ βλέπουμε τὰ μακρυνὰ ἀντικείμενα ὄρθια ἀλλ' ὄχι και πολὺ μεγάλα (Σχ. 26).

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ ΜΕ ΤΟ ΠΡΙΣΜΑ ΟΥΡΑΝΙΟ ΤΟΞΟ

Τὸ **πρῖσμα** στὴν ὀπτική, εἶναι ἕνα σῶμα διαφανές, κατασκευασμένο ἀπὸ πολὺ καθαρὸ γυαλί, πού ἔχει σχῆμα πρισματικό, μὲ βάση τριγωνική.

### Ἀνάλυση τοῦ φωτὸς μὲ τὸ πρῖσμα

**Πείραμα.** Ἐν μέσῳ σ' ἕνα σκοτεινὸ δωμάτιο εἰσέλθῃ ἀπὸ



Σχ. 27

μιὰ μικρὴ ὀπὴ  $\odot$  μιὰ δέσμη ἀπὸ ἡλιακὰς ἀκτῖνες (Σχ. 27), ἡ δέσμη αὐτὴ θὰ σχηματίσῃ στὸν ἀπέναντι τοῖχο ἕναν κύκλο λευκὸ Α.

Ἐν ὅμως βάλουμε μέσα στὴ δέσμη τῶν ἡλιακῶν ἀκτῖνων ἕνα πρῖσμα, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα, τότε θὰ ἴδουμε ὅτι θὰ σχηματισθῇ στὸν ἀπέναντι τοῖχο, ὄχι πιά ἕνας κύκλος λευκός, ἀλλὰ μιὰ ταινία πολυχρωμὴ ΕΙ (Σχ. 28).

Στὴν ταινία αὐτὴ διακρίνουμε ἀπὸ κάτω πρὸς τὰ πάνω 7 κύρια χρώματα: τὸ κόκκινο Ε, τὸ πορτοκαλλί, τὸ κίτρινο, τὸ πράσινο, τὸ ἀνοιχτὸ κυανοῦν, τὸ βαθὺ κυανοῦν και τὸ ἰώδες Ι.

Τὸ φαινόμενο αὐτὸ λέγεται **ἀνάλυση τοῦ φωτὸς**, ἡ δὲ ἐπιτά-

χρωμη φωτεινή ταινία **ηλιακό φάσμα**. Το φαινόμενο της αναλύσεως του φωτός το παρατηρούμε πολλές φορές στα γυαλιά των πολυελαίων της έκκλησίας.

**Συμπέρασμα.** Από το πείραμα αυτό συμπεραίνουμε ότι, το λευκό φως του ήλιου είναι σύνθετο από 7 χρώματα απλά, από τα οποία περισσότερο μὲν από όλα, διαθλάται το ιώδες και λιγότερο το κόκκινο.

Ἡ ἀνάλυση αὐτῆ τοῦ φωτός γίνεται γὰρ τὸ λόγο, ὅτι οἱ ἀκτῖνες τῶν 7 ἀπλῶν χρωμάτων, ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀποτελεῖται τὸ λευκὸ ἡλιακὸ φῶς, δὲν διαθλῶνται κατὰ τὸν ἴδιο τρόπο, ἀλλ' οἱ μὲν ἐρυθρὲς ἀκτῖνες διαθλῶνται λιγότερο ἀπὸ ὅλες, οἱ δὲ ἰώδεις περισσότερο.



Σχ. 28

## Σύνθεση τοῦ φωτός

Ὅτι τὸ λευκὸ φῶς εἶναι πράγματι σύνθετο ἀπὸ 7 ἀπλῶν χρώματα, μποροῦμε νὰ τὸ δείξουμε μὲ τὸν ἑξῆς τρόπο.

Παίρουμε ἓνα δίσκο κυκλικὸ ἀπὸ χαρτόνι καὶ ἐπάνω σ' αὐτὸν κολλοῦμε, κατὰ τὴ διεύθυνση τῶν ἀκτῖνων τοῦ κύκλου, ταινίες ἀπὸ χαρτί, χρωματισμένες μὲ τὰ 7 χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, πὺν νὰ ἔχουν τὴν ἀνάλογη ἔκταση, πὺν ἔχουν στὸ ἡλιακὸ φάσμα.

Ἐὰν ἔπειτα περιστρέψουμε μὲ κάποιον τρόπο τὸ δίσκο αὐτὸ γρήγορα, γύρω ἀπὸ ἓνα ἀξονα ὀριζόντιο ὃ ὁποῖος νὰ διέρχεται ἀπὸ τὸ κέντρο τοῦ κυκλικοῦ δίσκου, θὰ παρατηρήσουμε, ὅτι ὁ δίσκος θὰ μᾶς φανῆ σχεδὸν λευκός.

Τοῦτο συμβαίνει γιὰτὶ ὁ δίσκος περιστρέφεται γρήγορα καὶ ἔτσι τὸ μάτι μας βλέπει σχεδὸν συγχρόνως καὶ τὰ 7 χρώματα, τὸ ἓνα ἐπάνω στὸ ἄλλο, χάρη δὲ στὸ μεταίσθημα, ἔχει τὴν ἐντύπωση, ὅτι ὁ δίσκος εἶναι λευκός.

## Οὐράνιο τόξο

Πολλὲς φορές, ὕστερα ἀπὸ βροχή, τὸ πρῶτὶ ἢ τὸ ἀπόγευμα, ὅταν δηλαδὴ ὁ ἥλιος βρῖσκεται ἀρκετὰ χαμηλά, βλέπουμε στὸν οὐρανὸ ἓνα τόξο φωτεινὸ, πὺν ἔχει τὰ 7 χρώματα τοῦ φάσματος.

τος. Τὸ τόξο αὐτὸ λέγεται *οὐράνιο τόξο ἢ ἕριδα*, καὶ σχηματίζεται, γιατί τὸ φῶς τοῦ ἡλίου παθαίνει ἀνάλυση καθὼς περνάει ἀπὸ μέσα ἀπὸ τὰ σταγονίδια, ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται τὰ σύννεφα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κυριώτερες ἐφαρμογές τῶν φακῶν εἶναι :

—1) *Τὰ ματογνάλια*, τὰ ὁποῖα εἶναι δύο εἰδῶν : α) μυωπικά, ποὺ ἀποτελοῦνται ἀπὸ φακοὺς ἀποκεντρωτικούς καὶ β) πρεσβυωπικά, ποὺ ἀποτελοῦνται ἀπὸ φακοὺς συγκεντρωτικούς.

—2) *Ἡ φωτογραφικὴ μηχανή*, τῆς ὁποίας τὸ κυριώτερο μέρος εἶναι ἓνας φακὸς συγκεντρωτικός.

—3) *Ὁ προβολέας*, στὸν ὁποῖο χρησιμοποιοῦνται δύο φακοὶ συγκεντρωτικοί, ὁ ἓνας γιὰ νὰ συγκεντρώσῃ τὴν φωτεινὴν ἀκτῖνα ἐπάνω στὴ μικρὴ εἰκόνα, ποὺ πρόκειται νὰ προβάλουμε καὶ ὁ ἄλλος γιὰ νὰ σχηματίσῃ τὴ μεγαλωμένη εἰκόνα ἐπάνω στὸ πανί.

—4) *Ὁ κινηματογράφος*, εἶναι προβολέας ἐφωδιασμένος μὲ κατάλληλο μηχανισμό, μὲ τὸν ὁποῖο προβάλλεται ἐπάνω στὸ πανί μιὰ σειρὰ ἀπὸ φωτογραφίες ἀντικειμένων, ποὺ κινοῦνται. Χάρη στὴ διάρκεια τῶν φωτεινῶν ἐντυπώσεων ἐπάνω στὸ μάτι μας, ποὺ λέγεται *μεταίσθημα*, ἡ γρήγορη διαδοχὴ τῶν εἰκόνων, ποὺ προβάλλονται, μᾶς δίνει τὴν ἐντύπωση ὅτι ἡ κίνηση εἶναι συνεχής.

—5) *Τὸ μικροσκόπιο*, εἶναι ἓνα ὄργανο μὲ τὸ ὁποῖο βλέπουμε σὲ μεγένθυση ἀντικείμενα πολὺ μικρά, ποὺ βρίσκονται πλησίον. Καὶ τὸ μὲν ἀπλὸ μικροσκόπιο ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα καὶ μόνο συγκεντρωτικὸ φακὸ καὶ δίνει μικρὴ μεγένθυση, τὸ δὲ σύνθετο μικροσκόπιο ἀποτελεῖται ἀπὸ δύο φακοὺς συγκεντρωτικούς, τοποθετημένους στὰ ἄκρα ἑνὸς μετάλλινου σωλήνος καὶ δίνει πολὺ μεγαλύτερη μεγένθυση.

—6) *Τὸ τηλεσκόπιο*, εἶναι ὄργανο μὲ τὸ ὁποῖο βλέπουμε τὰ μακρυνὰ ἀντικείμενα ὡς νὰ βρίσκονται πλησίον. Καὶ τὸ μὲν ἀστρονομικὸ τηλεσκόπιο ἀποτελεῖται ἀπὸ 2 μόνον φακοὺς, τοποθετημένους στὰ ἄκρα ἑνὸς σωλήνος μετάλλινου, δίνει δὲ εἰκόνας ἀνεστραμμένες, τὸ δὲ τηλεσκόπιο μὲ τὸ ὁποῖο παρατηροῦμε τὰ ἐπὶ τῆς γῆς ἀντικείμενα, ποὺ πρέπει νὰ δίνει εἰκό-

νες τῶν ἀντικειμένων ὄρθιες, ἔχει καὶ ἄλλους φακοὺς στὸ μέσον τοῦ σωλῆνος, γιὰ νὰ ἀνορθώσουν τὶς εἰκόνες.

—Τὸ ἥλιακὸ φῶς, ὅταν περάσῃ μέσα ἀπὸ ἓνα γυάλινο πρῖσμα, παθαίνει ἀνάλυση σὲ 7 ἀπλᾶ χρώματα : τὸ κόκκινο, τὸ πορτοκαλλί, τὸ κίτρινο, τὸ πράσινο, τὸ ἀνοιχτὸ κυανοῦν, τὸ βαθὺ κυανοῦν καὶ τὸ ἰώδες.

#### Ἐ ρ γ α σ ί α ι

1) Νὰ περιγράψετε τὴ φωτογραφικὴ μηχανή καὶ τὸν τρόπο τῆς λειτουργίας της.

2) Νὰ συγκρίνετε τὸ μικροσκόπιο καὶ τὸ ἀστρονομικὸ τηλεσκόπιο. Σὲ τί ὁμοιάζουν καὶ σὲ τί διαφέρουν.

#### Ἐ ρ ω τ ῆ σ ε ι ς

—Τί εἶναι τὸ μετρίσθημα :

—Τί εἶναι ὁ κινηματογράφος καὶ πῶς λειτουργεῖ ; Τί εἶναι τὰ πρῖσμα καὶ τί ἀποτελέσματα ἔχει στὶς φωτεινὲς ἀκτῖνες ;

—Ποῦ ἔχετε παρατηρήσει τὴν ἀνάλυση τοῦ φωτός ; Τί λέγεται σύνθεση τοῦ φωτός ;

—Τί εἶναι τὸ οὐράνιο τόξο καὶ ποιὲς ὄρες τῆς ἡμέρας μπορεῖ νὰ παρατηρηθῇ ;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ Γ'. 110χι

### ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

### ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΜΑΓΝΗΤΕΣ

### ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

Μερικὰ τεμάχια τοῦ ὀρυκτοῦ, ποὺ λέγεται μαγνητίτης, ἔχουν τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκουν μικρὰ κομματάκια ἀπὸ σίδηρο, π. χ. ριπίσματα σιδήρου, βελόνες, καρφίτσες, καρφάλια.

Τὰ τεμάχια αὐτὰ τοῦ μαγνητίτου λέγονται **φυσικοὶ μαγνήτες**.

Ἄν τώρα μὲ ἓναν τέτοιο φυσικὸ μαγνήτη προσεγγίσουμε ἓνα τεμάχιο ἀπὸ ἀτσάλι, π. χ. τὴ λεπίδα ἐνὸς σουγιά, ἀποκτᾷ καὶ τοῦτο τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκη τὸ σίδηρο, γίνεται δηλαδὴ καὶ αὐτὸ μαγνήτης.

Οἱ μαγνήτες αὐτοὶ ἀπὸ ἀτσάλι, ποὺ γίνονται μὲ τὸν τρόπο αὐτό, λέγονται **τεχνητοὶ μαγνήτες**.



Ἡ ιδιότητα, πού ἔχουν οἱ μαγνήτες νὰ ἔλκουν τὸ σίδηρο, λέγεται **μαγνητισμός**.

## Πόλοι τῶν μαγνητῶν. Ἀλληλεπίδραση τῶν πόλων

**Πόλοι τῶν μαγνητῶν.** Οἱ τεχνητοὶ μαγνήτες κατασκευάζονται, ὅπως εἶπαμε ἀπὸ ἀτσάλι καὶ ἔχουν τὸ σχῆμα ράβδου, βελόνας ἢ πετάλου.

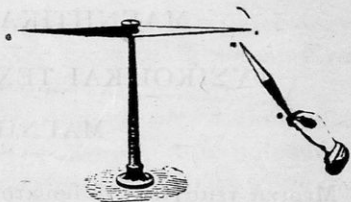
**Πείραμα 1.** Ἄν ἓνα μαγνήτη, ἀπὸ αὐτοὺς πού ἔχουν τὸ σχῆμα ράβδου, τὸν βάλουμε μέσα σὲ ρινίσματα σιδήρου, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι αὐτὰ θὰ συγκεντρωθοῦν μόνον στὰ ἄκρα του, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα (Σχ. 29), ἐνῶ στὴ μέση δὲν προσκολλῶνται καθόλου.



Σχ. 29

Τὰ ἄκρα αὐτὰ τοῦ μαγνήτου, στὰ ὁποῖα φαίνεται συγκεντρωμένος ὁ μαγνητισμός, λέγονται **πόλοι** τοῦ μαγνήτου.

**Πείραμα 2.** Ἄν πάρουμε μαγνήτη, πού ἔχει τὸ σχῆμα βελόνας καὶ τὸν κρεμάσουμε ἀπὸ τὴ μέση του μὲ μιὰ λεπτή κλωστή, ἢ ἂν τὸν στηρίξουμε ἐπάνω σ' ἓναν κατακόρυφο ἄξονα (Σχ. 30), θὰ παρατηρήσουμε ὅτι, ἀφοῦ τάλαντευθῆ λίγo, θὰ πάρῃ ὑστερα μιὰ ὠρισμένη διεύθυνση ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον, στὴν ὁποία καὶ θὰ ἰσοροπήσῃ.



Σχ. 30

Ἄν τώρα μετακινήσουμε τὴ βελόνα ἀπὸ τὴ θέση τῆς ἰσοροπίας, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ἐπανερχεται καὶ πάλι στὴ θέση αὐτή, μὲ τὸ ἴδιο ἄκρο ἐστραμμένο πρὸς βορρᾶν. Τὸ ἄκρο αὐτὸ λέγεται **βόρειος πόλος**, τὸ δὲ ἀντίθετο **νότιος πόλος** τοῦ μαγνήτου.

## Πώς μαγνητίζεται ο μαλακός σίδηρος

Ἐάν ἐγγίσουμε μὲ ἓνα μαγνήτη ἓνα κομμάτι ἀπὸ μαλακὸ σίδηρο, π. χ. ἓνα καρφὶ σιδερένιο, τὸ καρφὶ αὐτὸ ἔλκει τὰ ρι- νίσματα τοῦ σιδήρου ἢ ἓνα ἄλλο καρφί. Βλέπουμε δηλαδὴ ὅτι μετεβλήθη καὶ αὐτὸ σὲ μαγνήτη. Ἐάν ὁμως ἀποσπᾶσουμε τὸ καρφὶ ἀπὸ τὸ μαγνήτη, χάνει τότε ἀμέσως τὶς μαγνητικὰς του ιδιότητες.

Τὰ ἴδια φαινόμενα παρατηροῦμε καὶ ὅταν τὸ καρφὶ δὲν ἐγ- γίξει τὸ μαγνήτη, ἀλλὰ βρίσκεται πολὺ κοντὰ σ' αὐτόν.

Τὸ συμπέρασμα εἶναι ὅτι : ὁ μαλακὸς σίδηρος μαγνητίζεται ὅταν βρίσκεται πολὺ κοντὰ στὸ μαγνήτη, χάνει ὁμως τὶς μαγνη- τικὰς του ιδιότητες μόλις ἀπομακρυνθῇ ἀπ' αὐτόν.

## Πώς μαγνητίζεται τὸ ἀτσάλι

Ἐάν προστρίψουμε μὲ ἓνα μαγνήτη μιὰ βελόνα ἢ ἓνα ἔλα- σμα ἀπὸ ἀτσάλι, ὅπως εἶναι ἡ λεπίδα ἐνὸς σουγιά, τότε τὰ σώ- ματα αὐτὰ ἀποκτοῦν μαγνητικὰς ιδιότητες, πού τὶς διατηροῦν καὶ ἀφοῦ ἀπομακρύνουμε τὸ μαγνήτη.

Βλέπουμε δηλαδὴ ὅτι : τὸ ἀτσάλι διατηρεῖ τὶς μαγνητικὰς του ιδιότητες καὶ μετὰ τὴν ἀπομάκρυνση τοῦ μαγνήτου.

Τὴν ιδιότητα αὐτή, πού ἔχει τὸ ἀτσάλι, τὴ χρησιμοποιοῦν γιὰ νὰ κατασκευάζουν τοὺς τεχνητοὺς μαγνήτες.

## Ἀλληλεπίδραση τῶν πόλων

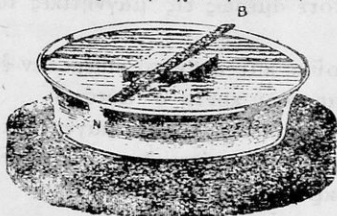
**Πείραμα.** Παίρουμε δύο μαγνητικὰς βελόνας, κρεμασμένες μὲ κλωστή ἢ στερεωμένες σὲ κατακόρυφο ἄξονα, ἔτσι πού νὰ μποροῦν νὰ περιστρέφονται καὶ πλησιάζουμε τὴν μιὰ στὴν ἄλλη. Θὰ παρατηρήσουμε τότε πῶς, ὅταν πλησιάζουν οἱ βόρειοι ἢ οἱ νότιοι πόλοι, δηλαδὴ οἱ **ὁμώνυμοι πόλοι**, σπρώχνονται. Ὅταν δὲ πλησιάζει ἓνας βόρειος καὶ ἓνας νότιος, δηλαδὴ **ετε- ρώνυμοι πόλοι**, ἔλκονται (Σχ. 30).

**Συμπέρασμα.** Οἱ μὲν ὁμώνυμοι πόλοι τῶν μαγνητῶν σπρώ- χνονται, οἱ δὲ ετερώνυμοι ἔλκονται.

ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΓΗΣ—ΝΑΥΤΙΚΗ ΠΥΞΙΔΑ

Ἐπίδραση τῆς γῆς στοὺς μαγνήτες

**Πείραμα.** Ἄν τοποθετήσουμε μιὰ μαγνητικὴ βελόνα ἐπάνω σ' ἓνα μικρὸ τεμάχιο φελλοῦ, ποὺ ἐπιπλέει στὸ νερὸ μιᾶς λεκάνης (σχ. 31), θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ὁ φελλὸς θὰ στραφῆ ἔτσι ὥστε ἡ βελόνα νὰ πάσῃ διεύθυνση ἀπὸ Βορρᾶν πρὸς Νότον, χωρὶς ὅμως νὰ μετατοπισθῆ.



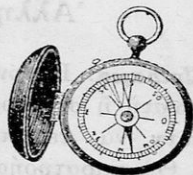
Σχ. 31

**Συμπέρασμα.** Ἡ γῆ ἐπηρεάζει τὴ διεύθυνση μόνον τῆς μαγνητικῆς βελόνας, δὲν μπορεῖ ὅμως νὰ τὴν μετατοπίσῃ. Ἐνεργεῖ δηλαδὴ στὴν περιστάση αὐτὴ ἡ γῆ ὡς ἓνας πελώριος μαγνήτης, τοῦ ὁποῖου ὁ μὲν βόρειος πόλος βρίσκεται πρὸς νότον, ὁ δὲ νότιος πόλος πρὸς βορρᾶν.

**Ἡ ναυτικὴ πυξίδα**

Ἡ ναυτικὴ πυξίδα ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα κιβώτιο κυκλικὸ χάλκινο, μέσα στὸ ὁποῖο βρίσκεται μιὰ μαγνητικὴ βελόνα, ποὺ στηρίζεται σὲ κατακόρυφο ἄξονα, ἔτσι ὥστε νὰ μπορῆ νὰ περιστρέφεται ἐλεύθερα γύρω ἀπὸ αὐτόν.

Χάρη στὴν ἰδιότητα ποὺ ἔχει ἡ μαγνητικὴ βελόνα νὰ παίρνῃ πάντοτε ὠριμένη διεύθυνση, ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον, μπορεῖ νὰ μᾶς χρησιμεύσῃ ἡ ναυτικὴ πυξίδα, γιὰ νὰ βρῖσκουμε σὲ κάθε τόπο καὶ χρόνῳ τὰ σημεῖα τοῦ ὀρίζοντα. Εἶναι



Σχ. 32

γι' αὐτὸ πολυτιμότερο ὄργανο στοὺς ναυτικούς καὶ στοὺς ἀεροπόρους, οἱ ὁποῖοι μποροῦν μὲ αὐτὸ νὰ διευθύνουν τὸ πλοῖον ἢ τὸ ἀεροπλάνον, ὅπου θέλουν (σχ. 32).

## Ἡ ἀνακάλυψη τῆς πυξίδας

Τὴν ιδιότητα ποὺ ἔχει ἡ μαγνητικὴ βελόνα, νὰ παίρῃ πάντοτε τὴ διεύθυνση ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον, φαίνεται πὼς τὴν ἐγνώριζαν οἱ Κινέζοι πολλὰ χρόνια πρὸ Χριστοῦ. Ἔτσι ἀναφέρει κάποιος γάλλος ἱεραπόστολος, Ἄπὸ τοὺς Κινέζους τὴν ἔμαθαν οἱ Ἀραβες πρῶτοι καὶ ὕστερα ἀπὸ αὐτοὺς τὴν πῆραν καὶ οἱ Εὐρωπαῖοι. τὴν ἐποχὴ τῶν σταυροφοριῶν.

Ἡ χρῆση τῆς πυξίδας ἐπέτρεψε στοὺς ναυτικούς νὰ ταξιδέψουν στοὺς ὠκεανούς καὶ ἔγινεν ἀφορμὴ τῶν μεγάλων ναυτικῶν ἀνακαλύψεων, ἰδίως τῆς Ἀμερικῆς ἀπὸ τὸ Χριστόφορο Κολόμβο.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

— Ὁ μαγνήτης εἶναι μία ράβδος ἀπὸ ἄτσάλι, τῆς ὁποίας τὰ ἄκρα, ποὺ ὀνομάζονται πόλοι, ἔλκουν τὰ ρινίσματα τοῦ σιδήρου.

— Ἐνας μαγνήτης κινητὸς γύρω ἀπὸ ἓναν ἄξονα κατακόρυφον, παίρνει πάντοτε μιὰ ὄρισμένη διεύθυνση, ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον.

— Ἡ ιδιότητα αὐτὴ τοῦ μαγνήτου μᾶς ἐπιτρέπει νὰ ἐξακριβώσουμε ποῖος πόλος αὐτοῦ εἶναι ὁ βόρειος καὶ ποῖος εἶναι ὁ νότιος.

— Οἱ ἑτερόνυμοι πόλοι δύο μαγνητῶν ἔλκονται καὶ οἱ ὁμόνυμοι ἀπωθοῦνται.

— Ἡ ναυτικὴ πυξίδα εἶναι ἓνα κιβώτιο χάλκινο, μέσα στὸ ὁποῖο βρῖσκεται μιὰ μαγνητικὴ βελόνη, ποὺ μπορεῖ νὰ περιστραφῇ γύρω ἀπὸ ἓναν ἄξονα κατακόρυφο.

### Ἐρωτήσεις

— Πῶς μποροῦμε εὐκόλα νὰ μαζέψουμε τὶς καρφίτσες, ποὺ ἔχουν πέσει στὸ πάτωμα ;

— Πῶς μπορεῖς νὰ κατασκευάσῃς μόνος σου ἓνα μαγνήτη μόνιμο

— Τί εἶναι μαγνήτης ; Τί ὀνομάζονται πόλοι τοῦ μαγνήτου ;

— Τί ἐπίδραση ἔχει ἡ γῆ ἐπάνω σ' ἓναν μαγνήτη ;

— Τί ἐπίδραση ἔχουν οἱ πόλοι ἑνὸς μαγνήτου στοὺς πόλους ἑνὸς δευτέρου μαγνήτου ;

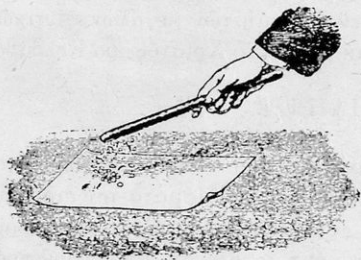
— Τί εἶναι ἡ ναυτικὴ πυξίδα καὶ σὲ τί μᾶς χρησιμεύει ;

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄

### ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

#### ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΜΕ ΠΡΟΣΤΡΙΒΗ

**Πείραμα.** Προστρίβουμε με μάλλινο ύφασμα μιὰ ράβδο από βουλοκέρι και ύστερα την πλησιάζουμε σὲ μικρὰ τεμάχια ἀπὸ χαρτί ἢ σὲ τρίχες. Παρατηροῦμε τότε ὅτι ἡ ράβδος ἔλκει τὰ μικρὰ τεμάχια τοῦ χαρτιοῦ ἢ τὶς τρίχες, ἀλλὰ μόνον μετὸ μέρος της, ποὺ ἔχει προστριβῆ (Σχ. 33).



Σχ. 33

Τὸ ἴδιο πείραμα μπορεῖ νὰ γίνῃ και με μιὰ ράβδο ἢ ἓνα σωλῆνα ἀπὸ γυαλί, με ἓνα κομμάτι θειάφι, με ἔβρονίτη\*, με ἤλεκτρο (κ. χειρομάρσι) κλπ.

Ἡ αἰτία ποὺ προκαλεῖ τὸ φαινόμενο αὐτὸ λέγεται *ἠλεκτρισμός*, γιατί πρώτη φορά παρατηρήθηκε στὸ ἤλεκτρο ἀπὸ τὸ Θαλῆ τὸ Μιλήσιο, ἐνάν ἀπὸ τοὺς ἐπὶ τὰ σοφοὺς τῆς Ἑλλάδος.

#### Καλοὶ και κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ

Ἄν προστρίψουμε με μάλλινο ύφασμα μιὰ ράβδο ἀπὸ σίδηρο ἢ ἀπὸ χαλκό, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι τὰ σώματα αὐτὰ δὲν ἠλεκτριζονται.

Ἄν ὅμως στερεώσουμε τὴ μεταλλινὴ ράβδο σὲ μιὰ λαβὴ ἀπὸ γυαλί και ύστερα τὴν προστρίψουμε, θὰ ἰδοῦμε ὅτι τότε ἠλεκτριζεται (Σχ. 34). Ἐνῶ ὅμως τὸ βουλοκέρι ἢ τὸ γυαλί ἠλεκτριζονται μόνον στὸ μέρος, ποὺ ἔγινεν ἡ προστριβή, ὁ σίδηρος και ὁ χαλκὸς ἠλεκτριζονται σὲ ὅλη τους τὴν ἐπιφάνεια.

Λέμε στὴν περίσταση αὐτὴ ὅτι τὸ βουλοκέρι, τὸ γυαλί, τὸ θειάφι, ἢ ρητσίνα, ὁ ἔβρονίτης κλπ. εἶναι *κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ*

\* Ἐβρονίτης εἶναι μιὰ οὐσία σκληρὴ και στιλπνὴ, ποὺ ἔχει χροῶμα μαῦρο και κατασκευάζεται ἀπὸ καουτσούκ και θειάφι.



**ήλεκτρισμοῦ**, ἐνῶ ὁ σίδηρος, ὁ χαλκὸς καὶ γενικὰ τὰ μέταλλα, καθὼς καὶ ἄλλα σώματα, εἶναι **καλοὶ ἄγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ**.

## Πῶς ἠλεκτρίζουμε τὰ σώματα

Όταν θέλουμε νὰ ἠλεκτρίσουμε ἓνα σῶμα μέταλλινο, πρέπει νὰ τὸ κρατοῦμε μὲ λαβὴ ἀπὸ γυαλί ἢ ἀπὸ ἔβονίτη, τὰ ὁποῖα εἶναι κακοὶ ἄγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, γιατί διαφορετικά, ὁ ἠλεκτρισμός, πὸν ἀναπτύσσεται μὲ τὴν προστριβὴ ἀπάνω στὸ μέταλλο, μεταδίδεται στὸ χέρι μας καὶ σὲ ὅλο μας τὸ σῶμα, πὸν εἶναι κι αὐτὸ καλὸς ἄγωγός τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, καὶ ἔπειτα στὴ γῆ. Γε' αὐτὸ δὲν γίνεται αἰσθητός.

Τὰ σώματα, πὸν εἶναι κακοὶ ἄγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, λέγονται καὶ **μονωτικά**, γιατί μόνον μὲ αὐτὰ μπορούμε νὰ ἀπομονώσουμε τὸν ἠλεκτρισμό, πὸν σχηματίζεται ἀπάνω στοὺς καλοὺς ἄγωγούς μὲ προστριβή.

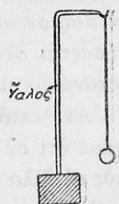
**Συμπέρασμα.** Ἀπὸ ὅσα εἶπαμε παρὰ πάνω βλέπουμε δι' ὅλα τὰ σώματα ἠλεκτρίζονται μὲ προστριβή, μὲ τὴ διαφορὰ δι' ἣν νὰ γίνῃ αἰσθητός ὁ ἠλεκτρισμός, πὸν σχηματίζεται στὰ σώματα, πὸν εἶναι καλοὶ ἄγωγοὶ, πρέπει νὰ τὰ κρατοῦμε μὲ μιὰ λαβὴ ἀπὸ μονωτικὴ οὐσία.

## Θετικὸς καὶ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμός Ἔλξη καὶ ἄπωση τῶν ἠλεκτρισμένων σωμάτων

**Ἡλεκτρικὸ ἐκκρεμές.** Τὸ ἠλεκτρικὸ ἐκκρεμές ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα ἐλαφρότατο σῶμα, π. χ. ἓνα σφαιρίδιο ἀπὸ ψίχα κουφοξυλιάς, πὸν κρέμεται μὲ μιὰ κλωστή μεταξωτὴ (σῶμα μονωτικὸ) ἀπὸ ἓνα στέλεχος γυάλινο (σῶμα μονωτικὸ). Τὸ ἀπλούστατο αὐτὸ ὄργανο μᾶς χρησιμεύει γιὰ τὰ πειράματα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ (σχ. 35).

**Πείραμα.** Παίρνουμε δύο ἠλεκτρικὰ ἐκκρεμῆ καὶ ἀφοῦ ἠλεκτρίσουμε μὲ προστριβὴ μιὰ ράβδο ἀπὸ γυαλί καὶ μιὰ ράβδο ἀπὸ βουλοκέρι ἢ ἔβονίτη κάνουμε τὰ ἑξῆς :

α) Πλησιάζουμε στὸ πρῶτο ἐκκρεμές τὴ ράβδο ἀπὸ γυαλί

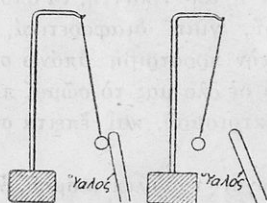


Σχ. 35.

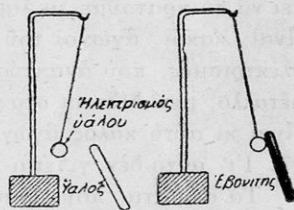
τὸ σφαιρίδιο τοῦ ἔκκρεμοῦς στὴν ἀρχὴ ἔλκεται, μόλις ὁμως ἔρθει εἰς ἐπαφὴ μὲ τὸ γυαλί ἀμέσως ἀπωθεῖται (σπρώχνεται) (σχ. 36).

β) Πλησιάζουμε στὸ δεύτερο ἔκκρεμὸς τὴ ράβδο ἀπὸ ἔβονιτη· θὰ ἔχουμε τὰ ἴδια ἀποτελέσματα.

γ) Πλησιάζουμε ἔπειτα στὸ πρῶτο ἔκκρεμὸς τὴ ράβδο ἀπὸ



Σχ. 36



Σχ. 37

ἔβονιτη· τὸ σφαιρίδιό του, πού τὸ ἀπώθησε τὸ γυαλί, βλέπουμε ὅτι ἔλκεται ἀπὸ τὸν ἔβονιτη (σχ. 37).

δ) Πλησιάζουμε τέλος στὸ δεύτερο ἔκκρεμὸς τὴ ράβδο ἀπὸ γυαλί· θὰ ἴδουμε ὅτι τὸ σφαιρίδιο, πού ἀπώθησεν ὁ ἔβονιτης, ἔλκεται ἀπὸ τὸ γυαλί.

**Συμπέρασμα.** Ἀπὸ τὸ πάρα πάνω πείραμα συμπεραίνουμε τὰ ἑξῆς :

1) Ὁ ἠλεκτρισμὸς, πού σχηματίζεται μὲ προστριβὴ ἀπάνω στὸ γυαλί, εἶναι διαφορετικὸς ἀπὸ τὸν ἠλεκτρισμὸ, πού ἀναπτύσσεται ἀπάνω στὸ βουλοκέρι ἢ στὸν ἔβονιτη. Ὀνομάζουμε τὸν μὲν ἠλεκτρισμὸ, πού ἀναπτύσσεται στὸ γυαλί, **θετικὸ** καὶ τὸν παριστάνουμε μὲ τὸ + (σύν), τὸν δὲ ἠλεκτρισμὸ, πού ἀναπτύσσεται στὸ βουλοκέρι ἢ τὸν ἔβονιτη, **ἀρνητικὸ** καὶ τὸν παριστάνουμε μὲ τὸ - (πλήν).

Ἄν ἐπαναλάβουμε τὸ πείραμα καὶ μὲ ἄλλα σώματα βλέπουμε ὅτι σὲ ἄλλα μὲν σώματα ἀναπτύσσεται θετικὸς ἠλεκτρισμὸς σὲ ἄλλα δὲ ἀρνητικὸς.

2) Ὄταν δύο σώματα ἔχουν τὸν ἴδιο ἠλεκτρισμὸ ἀπωθοῦνται, ἐνῶ ὅταν ἔχουν διαφορετικὸ ἠλεκτρισμὸ ἔλκονται.

Ἀπὸ πολλὰ πειράματα πού ἐγιναν βρέθηκε ὅτι ὅταν προσ-

τρίβουμε δύο σώματα μεταξύ τους, στο ένα από αυτά αναπτύσσεται θετικός ηλεκτρισμός και στο άλλο αρνητικός.

**Σημ.** Παραδεχόμαστε ότι κάθε σώμα, που δεν είναι ηλεκτρισμένο, περιέχει ίσες ποσότητες θετικού και αρνητικού ηλεκτρισμού, οι οποίες είναι ένομενες. Λέμε τότε ότι το σώμα βρίσκεται σε ούδ'έτερη κατάσταση.

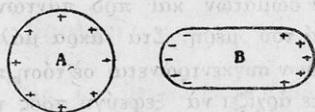
### Ἡλέκτριση ἐξ ἐπιδράσεως

Ἄν ἔχουμε ένα σώμα ηλεκτρισμένο Α και τὸ πλησιάσουμε σ' ένα άλλο σώμα Β, πού βρίσκεται σε ούδέτερη κατάσταση, τὸ δεύτερο τοῦτο σώμα ηλεκτρίζεται ἀπὸ τὸ πρῶτο ἐξ ἐπιδράσεως (Σχ. 38).

Ἄν τὸ σώμα Α εἶναι ηλεκτρισμένο θετικά, τότε τὸ σώμα Β ηλεκτρίζεται ἀρνητικά μὲν στὸ ἄκρο, πού βρίσκεται κοντὰ στὸ Α, θετικά δὲ στὸ ἄλλο ἄκρο, ἐνῶ στὸ μέσον δὲν εἶναι διόλου ηλεκτρισμένο. Τοῦτο συμβαίνει γιατί μόλις πλησιάση τὸ ηλεκτρισμένο σώμα Α, οἱ δύο ἴσοι καὶ ἀντίθετοι ηλεκτρισμοὶ τοῦ σώματος Β χωρίζονται. Καὶ ὁ μὲν ἀρνητικὸς ἔλκεται ἀπὸ τὸ θετικὸν ηλεκτρισμὸν τοῦ Α, ἐνῶ ὁ θετικὸς ἀπωθεῖται καὶ συγκεντρώνεται στὸ ἄλλο ἄκρο.

Ἄν τώρα ἀπομακρύνουμε τὴν ηλεκτρισμένη σφαῖρα Α, τότε οἱ δύο ἴσοι καὶ ἀντίθετοι ηλεκτρισμοὶ τοῦ κυλίνδρου Β ἐνώνονται καὶ ὁ κύλινδρος ἐπανέρχεται στὴν ούδέτερη κατάσταση, πού βρισκόταν καὶ πρὶν.

Ἄν ὅμως πρὶν ἀπομακρύνουμε τὴ σφαῖρα Α, ἐγγίσουμε τὸν κύλινδρο Β μὲ τὸ δάχτυλό μας, τότε ὁ θετικὸς του ηλεκτρισμὸς περνάει ἀπὸ τὸ σώμα μας στὸ ἔδαφος καὶ χάνεται, ὅταν δὲ ἀπομακρύνουμε πρῶτα τὸ δάχτυλό μας ἀπὸ τὸν κύλινδρο καὶ ὕστερα τὴ σφαῖρα Α, ὁ κύλινδρος μένει ηλεκτρισμένος μὲ ἀρνητικὸν ηλεκτρισμὸν.

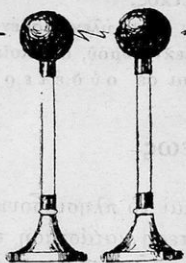


Σχ. 38

### Τί εἶναι ὁ ηλεκτρικὸς σπινθήρας

Ἄν πλησιάσουμε ἀργὰ δύο σώματα ηλεκτρισμένα, τὸ ένα μὲ θετικὸν ηλεκτρισμὸν καὶ τὸ ἄλλο μὲ ἀρνητικὸν, οἱ δύο αὐτοὶ Φυσικὴ καὶ Χημεία ΣΤ'. Δημοτικῶ

ηλεκτρισμοί, προσπαθοῦν νὰ ἐνωθοῦν· ὁ ἀέρας ὅμως, ποὺ βρίσκεται μεταξύ τους καὶ ὁ ὁποῖος εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τοῦ ηλεκτρισμοῦ, τοὺς ἐμποδίζει. Ὅταν ὅμως τὰ δύο σώματα πλησιάζουν ἀρκετά, οἱ δύο ἀντίθετοι ἠλεκτρισμοὶ κατορθώνουν νὰ υπερνικήσουν τὴν ἀντίσταση τοῦ ἀέρος καὶ νὰ ἐνωθοῦν. Παράγεται τότε ἕνας ηλεκτρικὸς σπινθήρας, δηλαδὴ μιὰ φωτεινὴ γραμμὴ, ποὺ συνοδεύεται ἀπὸ ἕναν κρότο (Σχ. 39).



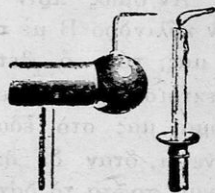
Σχ. 39

### Ἡ δύναμη τῶν ἀκίδων

**Πείραμα.**—Ἐπάνω σ' ἕναν καλὸν ἀγωγὸ τοῦ ηλεκτρισμοῦ στερεώνουμε μιὰ μικρὴ μετάλλινη ἀκίδα καὶ κοντὰ σ' αὐτὴ τοποθετοῦμε ἕνα κερί ἀναμμένο (Σχ. 40). Ἄν ηλεκτρίσουμε τὸν ἀγωγὸ αὐτό, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ἡ φλόγα τοῦ κεριοῦ γέρνει καὶ εἶναι δυνατόν μάλιστα καὶ νὰ σβύση.

Ἀπομακρύνουμε τώρα τὸ κερί καὶ πλησιάζουμε στὴν ἀκίδα τὸ χέρι μας. Θὰ αἰσθανθοῦμε ἔπάνω σ' αὐτὸ ἕνα ἐλαφρὸ φύσημα.

Τοῦτο συμβαίνει γιατί ὁ ἠλεκτρισμὸς ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ συγκεντρώνεται στὴν ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια τῶν σωμάτων καὶ πρὸ πάντων στὰ μύτερά του μέρη. Στὰ ἄκρα μάλιστα τῶν ἀκίδων συγκεντρώνεται οὐ τόσο ποσότητα, ὥστε ἀρχίζει νὰ ξεφεύγῃ πρὸς τὸν ἀέρα, τοῦ ὁποῖου τὰ μόρια ηλεκτρίζονται ὅλα μὲ τὸ ἴδιο εἶδος ηλεκτρισμοῦ καὶ γι' αὐτὸ σπρώχνονται μεταξύ τους. Γι' αὐτὸ τὸ λόγο σχηματίζεται ἕνα δυνατὸ ρεῦμα ἀέρος, τὸ ὁποῖο προκαλεῖ ἕνα φύσημα, ποὺ λέγεται **ηλεκτρικὸ φύσημα**.



Σχ. 40

Ἀπὸ τὸ πείραμα αὐτὸ συμπεραίνουμε ὅτι: οἱ μεταλλικὲς ἀκίδες διευκολύνουν τὸν ἠλεκτρισμὸ τῶν σωμάτων νὰ ξεφεύγῃ πρὸς τὸν ἀέρα.

Ἡ ἰδιότης αὐτῆ τῶν ἀκίδων ὀνομάζεται *δύναμη τῶν ἀκίδων* καὶ χρησιμοποιεῖται, καθὼς θὰ ἰδοῦμε, στὰ ἀλεξικέρανα.

### Ἀτμοσφαιρικός ἠλεκτρισμός

Ἡ ἀτμόσφαιρα, πού βρίσκεται γύρω ἀπὸ τὴ γῆ, εἶναι πάντοτε ἠλεκτρισμένη. Τοῦτο τὸ παρειήρησε πρῶτος ὁ Ἀμερικανὸς φυσικὸς καὶ φιλόσοφος Φραγκλῖνος, μὲ τὸ ἑξῆς πείραμα :

Μίαν ἡμέρα κακοκαιρίας, μὲ ἀστραπὲς καὶ βροντὲς, ἀνύψωσε ἓνα χαρταετό, τὸν ὁποῖον κρατοῦσε δεμένο σ' ἓνα δένδρο μὲ ἓνα λινοῦ σχοινί. Στὸ κάτω ἄκρο τοῦ σχοινοῦ εἶχε δέσει ἓνα μεγάλο κλειδί, στὸ ὁποῖο ἀπὸ καιροῦ σὲ καιρό, πλησίαζε τὸ δάχτυλό του, γιὰ νὰ ἰδῆ ἂν θὰ ἀποσπᾶση κανένα σπινθῆρα. Στὴν ἀρχὴ δὲν κατώρθωνε τίποτε, ὅταν ὅμως ἄρχισε νὰ ψιχάλιζι τὸ νῆμα βράχηκε καὶ ἔγινε καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τότε πλησιάζοντας τὸ δάχτυλό του στὸ κλειδί, ἀπέσπασε πολλοὺς ἠλεκτρικοὺς σπινθῆρες. Ἀπ' αὐτὸ ἔβγαλε τὸ συμπέρασμα ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ κλειδιοῦ ὀφείλεται στὴν ἐπίδραση τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς ἀτμοσφαιρας στὸ χαρταετό.

Ἀπὸ τὸ πείραμα αὐτὸ τοῦ Φραγκλῖνου καὶ πολλὰ ἄλλα ἀκριβέστερα, πού ἔγιναν κατόπιν, μὲ εἰδικὰ ὄργανα, τὰ ὁποῖα λέγονται ἠλεκτροσκόπια, βρέθηκε ὅτι τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας εἶναι πάντοτε ἠλεκτρισμένα καὶ μάλιστα μὲ θετικὸ ἠλεκτρισμό.

### Ἀστραπή καὶ βροντὴ

Τὰ σύννεφα εἶναι ἠλεκτρισμένα ἄλλα μὲ θετικὸ ἠλεκτρισμὸ καὶ ἄλλα μὲ ἀρνητικὸ. Ὁ ἠλεκτρισμὸς τους αὐτὸς προέρχεται ἢ ἀπὸ τὴν ἀτμόσφαιρα ἢ ἀπὸ ἄλλα ἠλεκτρισμένα σύννεφα.

Ἄν τώρα δύο σύννεφα ἠλεκτρισμένα μὲ ἀντίθετο ἠλεκτρισμὸ πλησιάσουν ἀρκετὰ μεταξύ τους γίνεται ἓνας ἰσχυρότατος ἠλεκτρικὸς σπινθήρας, ὁ ὁποῖος λέγεται *ἀστραπή*.

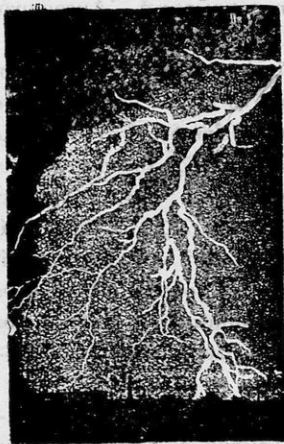
Ἦστερα ἀπὸ λίγες στιγμὲς ἀκούγεται ἓνας κρότος, ὁ ὁποῖος λέγεται *βροντὴ*. Ἡ βροντὴ ὀφείλεται στὴ βίαια δόνηση, πού παθαίνει ὁ ἀέρας, ὕστερα ἀπὸ τὴν ἐκρηξὴ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθήρα.

Ἡ ἀστραπή καὶ ἡ βροντὴ παράγονται πάντοτε τὴν ἴδια στιγμή.



Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ταχύτητα τοῦ φωτός, ὅπως ἐμάθαμε, εἶναι πάρα πολὺ μεγάλη, ἐνῶ ἡ ταχύτητα τοῦ ἤχου κατὰ πολὺ μικρότερη, γι' αὐτὸ πρῶτα βλέπουμε τὴν ἀστραπή και ὕστερα ἀπὸ ἀρκετὴν ὥρα ἀκοῦμε τὴ βροντή.

Ἡ ἀστραπή ἔχει συνήθως τὸ σχῆμα τεθλασμένης ἢ καμπύλης γραμμῆς μετὰ διακλαδώσεις (Σχ 41), τὸ δὲ μῆκος της εἶναι πολλὲς φορές ὀλόκληρα χιλιόμετρα. Ἡ διάρκειά της ὅμως εἶναι ἐλαχίστη.



Σχ. 41

### Κεραυνός

Ὅταν ἓνα σύννεφο ἠλεκτρισμένο πλησιάζει ἀρκετὰ στὸ ἔδαφος, μπορεῖ νὰ τὸ ἠλεκτρίσει ἐξ ἐπιδράσεως μετὰ ἀντίθετο ἠλεκτρισμό. Ἄν δὲ ἡ ἀπόσταση, ποὺ χωρίζει τὸ σύννεφο ἀπὸ τὸ ἔδαφος, ἐλαττώθῃ ἀρκετὰ, τότε ἀναπηδάει μεταξὺ τους ἓνας ἰσχυρὸς ἠλεκτρικὸς σπινθήρας, ὁ ὁποῖος λέγεται **κεραυνός** καὶ συνοδεύεται πάντοτε ἀπὸ ἓναν ἰσχυρότατο ξεροῦ κρότο. Ἐπειδὴ δὲ ὅπως γνωρίζουμε, ὁ ἠλεκτρισμὸς συγ-

κεντρώνεται στὰ ἄκρα τῶν σωμάτων καὶ μάλιστα τὰ μυτερά, καταβαίνουμε γιὰ τὸν κεραυνὸς πέφτει συνήθως στὰ ψηλὰ δένδρα, τὰ καμπαναριά τῶν ἐκκλησιῶν κλπ., ποὺ βρίσκονται πλησιέστερα στὸ ἠλεκτρισμένο σύννεφο.

Τὰ ἀποτελέσματα τοῦ κεραυνοῦ εἶναι σοβαρώτατα. Σπάζει δένδρα, γρομμίζει τοίχους, σκοτώνει ἀνθρώπους καὶ ζῶα. προκαλεῖ πυρκαϊῆς κλπ. Γι' αὐτὸ ὅταν ἐπικρατεῖ καταιγίδα καὶ βροχόμασσε σιτὴν ἐξοχή, δὲν πρέπει νὰ καταφεύγουμε κάτω ἀπὸ ψηλὰ δένδρα.

### Ἄλεξικέραυνο

Τὸ ἄλεξικέραυνο εἶναι ἓνα ὄργανο, ποὺ τὸ ἀνακάλυψε ὁ Φραγκίνος καὶ χρησιμοποιεῖ γιὰ τὴν προφύλαξη τῶν σπιτιῶν, τῶν ἐκκλησιῶν κλπ. ἀπὸ τὸν κεραυνό. Ἀποτελεῖται ἀπὸ μιὰ μακρὰ

μεταλλική ράβδος, ή οποία είναι περρωμένη στο ψηλότερο σημείο του σπιτιού και καταλήγει σε μιὰ ακίδα από λευκόχρυσο ή από χαλκό επιχρυσωμένο. Η ράβδος αυτή συνδέεται με το έδαφος με ένα σύρμα αρκετά χονδρό. (Σχ. 42).

Το αλεξικέραυνο λειτουργεί ως εξής : "Αν ένα σύννεφο ηλεκτρισμένο π. χ. με θετικό ηλεκτρισμό, περάσει από πάνω από το αλεξικέραυνο, τότε στο άκρο του, που είναι κοντά στο σύννεφο, παράγεται εξ επιδράσεως άρνητικός ηλεκτρισμός, ο οποίος φεύγει από την ακίδα προς το σύννεφο σε μικρές ποσότητες, ενώ στο άλλο άκρο παράγεται θετικός ηλεκτρισμός, ο οποίος με το σύρμα διοχετεύεται στο έδαφος.



Σχ. 42

Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται ο ηλεκτρικός σπινθήρας, δηλαδή ο κεραυνός.

Συμβαίνει όμως καμμιά φορά να πέση κεραυνός επάνω στο αλεξικέραυνο, το σπίτι όμως δεν παθαίνει τίποτε, γιατί ο ηλεκτρισμός διοχετεύεται με το σύρμα στη γη. Όπως βλέπουμε το αλεξικέραυνο στηρίζεται στη δύναμη των ακίδων.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

— Ηλεκτρισμός λέγεται ή ιδιότητα, που έχουν μερικά σώματα, όταν τα προστρίψουμε με μάλλινο ύφασμα, να έλκουν ελαφρά σώματα.

— Τα διάφορα σώματα διακρίνονται εις καλούς και κακούς άγωγούς του ηλεκτρισμού.

— Υπάρχουν δύο είδη ηλεκτρισμού : ο θετικός και ο άρνητικός.

— Όταν δύο σώματα έχουν τον ίδιο ηλεκτρισμό άπωθούνται, ενώ όταν έχουν διαφορετικό ηλεκτρισμό έλκονται.

— Ο ηλεκτρικός σπινθήρας είναι μιὰ φωτεινή γραμμή, που αναπηδάει ανάμεσα σε δυο σώματα ηλεκτρισμένα με αντίθετους ηλεκτρισμούς, όταν πλησιάσουν αρκετά μεταξύ τους. Συνοδεύεται πάντοτε από έναν κρότο ξηρό.

— Ἀστραπή λέγεται ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρας, ποὺ σχηματίζεται ἀνάμεσα σὲ δύο σύννεφα ἠλεκτρισμένα μὲ ἀντίθετο ἠλεκτρισμό, ὅταν πλησιάσουν ἀρκετὰ μεταξύ τους. Ὁ κρότος ποὺ συνοδεύει τὴν ἀστραπή λέγεται βροντή.

— Κεραυνὸς εἶναι ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρας, ποὺ ἀναπηδάει ἀπὸ ἓνα σύννεφο ἠλεκτρισμένο, ὅταν πλησιάσῃ ἀρκετὰ στὸ ἔδαφος.

— Τὸ ἀκεξικέραυνο εἶναι ἓνα ὄργανο, ποὺ προστατεύει τὰ οἰκοδομήματα ἀπὸ τὸν κεραυνό.

### Ἐ ρ ω τ ῆ σ ε ι ς

— Πῶς ἠλεκτρίζονται τὰ σώματα διὰ τριβῆς ;

— Ὅταν γρατοῦμε στὸ χέρι μας μιὰ ράβδο μετάλλινη μποροῦμε νὰ τὴν ἠλεκτρίσουμε διὰ τριβῆς ; Τί πρέπει νὰ κάνουμε γιὰ νὰ τὸ κατορθώσουμε ;

Ποιά σώματα λέγονται καλοὶ ἢ κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ Ἐναφέρετε παραδείγματα.

— Τί εἶναι ἡ ἠλέκτριση ἐξ ἐπιδράσεως ;

— Τί εἶναι τὸ ἠλεκτρικὸ ἔκκερμες ;

— Τί ξέρετε γιὰ τὴ δύναμη τῶν ἀκίδων ; Τί εἶναι ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρας ;

— Τί διαφέρει ἡ ἀστραπή ἀπὸ τὸν κεραυνό ;

— Τί εἶναι τὸ ἀκεξικέραυνο καὶ πῶς λειτουργεῖ ;

## ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. — ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

Συνδέουμε μὲ σύρμα ἓνα σῶμα Α εὐηλεκτραγωγό, ποὺ εἶναι ἠλεκτρισμένο, μὲ ἓνα ἄλλο εὐηλεκτραγωγό σῶμα Β, ποὺ δὲν εἶναι ἠλεκτρισμένο. Τότε μιὰ ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ μεταβαίνει ἀπὸ τὸ πρῶτο σῶμα στὸ δεύτερο διὰ μέσου τοῦ σύρματος, στὸ ὁποῖο σχηματίζεται ἔτσι ἓνα ρεῦμα ἠλεκτρισμοῦ, ποὺ λέγεται **ἠλεκτρικὸ ρεῦμα**. (Σχ. 43).

Τὸ σύρμα στὴν περίστασι αὐτῇ, μποροῦμε νὰ τὸ παρομοιάσουμε μὲ ἓνα σωλῆνα, διὰ μέσου τοῦ ὁποίου, διοχετεύεται νερὸ ἀπὸ ἓνα δοχεῖο στὸ ἄλλο.

Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα γίνεται αἰσθητό, ἀπὸ τὰ ἀποτελέσματά:

του. Τὸ σύρμα π. χ. πὺν μεταφέρει τὸν ἠλεκτρισμὸ θεομαίνεται, μιά μαγνητικὴ βελόνη, ἂν βρεθῆ κοντὰ στὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, ἀλλάζει διεύθυνση, κλπ.

Ὁ ἠλεκτρισμὸς αὐτὸς, πὺν βρίσκεται σὲ κίνηση, λέγεται **δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς**, ἐνῶ ὁ ἠλεκτρισμὸς, πὺν ἐξετάσαμε στὰ προηγούμενα, μένει ἀκίνητος καὶ λέγεται **στατικὸς ἠλεκτρισμὸς**.

### Ἡλεκτρικὰ στοιχεῖα. Πόλοι

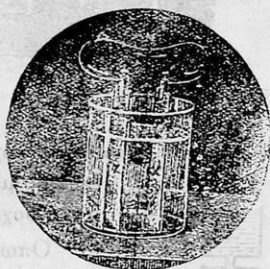
Εἶδαμε στὰ προηγούμενα, ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς παράγεται διὰ τριβῆς. Θὰ ἰδοῦμε τώρα ὅτι μπορεῖ νὰ παραχθῆ καὶ μὲ ἄλλα μέσα.

Ἄν μέσα σ' ἓνα δοχεῖο, τὸ ὁποῖον ἐμπεριέχει ἀραιὸ θεϊκὸν ὀξύ, ἐμβιπτίσουμε ἓνα ἔλασμα ἀπὸ ψευδάργυρο, (σίγικο) Z καὶ ἓνα ἔλασμα ἀπὸ χαλκὸ X, θὰ ἰδοῦμε ὅτι ὁ μὲν ψευδάργυρος ἠλεκτρίζεται ἀρνητικὰ, ὁ δὲ χαλκὸς θετικὰ (Σ. 44).

Ἄν τώρα ἐνώσουμε τὰ ἄκρα τοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ ψευδαργύρου μὲ ἓνα σύρμα M, θὰ ἔχουμε ἓνα ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖο κινεῖται ἀπὸ τὸ χαλκὸ πρὸς τὸν ψευδάργυρο.

Ἡ συσκευή αὐτὴ, πὺν ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα δοχεῖο μὲ θεϊκὸ ὀξύ, τὸ χαλκὸ καὶ τὸν ψευδάργυρο καὶ παράγει ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, λέγεται **ἠλεκτρικὸ στοιχεῖο**, τὰ δὲ ἄκρα τῶν μετάλλων, πὺν βρίσκονται ἔξω ἀπὸ τὸ θεϊκὸν ὀξύ, λέγονται **πόλοι** τοῦ στοιχείου. Καὶ τὸ μὲν ἄκρο τοῦ ψευδαργύρου λέγεται **ἀρνητικὸς πόλος** τὸ δὲ ἄκρον τοῦ χαλκοῦ **θετικὸς πόλος**.

Ἐκτὸς ἀπὸ τὸ ἠλεκτρικὸ αὐτὸ στοιχεῖο, πὺν περιγράψαμε, ὑπάρχουν καὶ ἄλλα, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦνται ἀπὸ ἄλλα ὑγρὰ καὶ διαφορετικὰ μέταλλα.



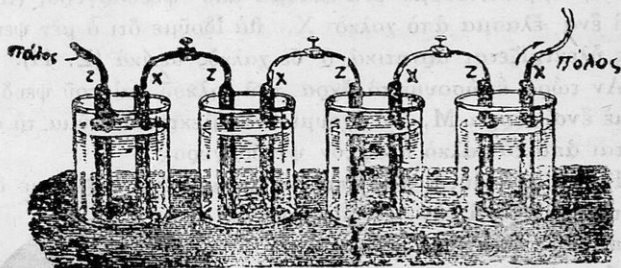
Σχ. 44

### Ἡλεκτρικὴ στήλη.—Διαφορὰ δυναμικοῦ καὶ ἔνταση τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος

Ἄν πάροουμε πολλὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα καὶ ἐνώσουμε τὸ θετικὸ πόλο X τοῦ πρώτου στοιχείου μὲ τὸν ἀρνητικὸ πόλο Z τοῦ

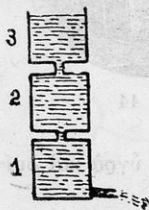
δευτέρου στοιχείου, και τὸ θετικὸ πόλο τοῦ δευτέρου στοιχείου μὲ τὸν ἀρνητικὸ πόλο τοῦ τρίτου στοιχείου και οὕτω καθεξῆς, θὰ ἔχουμε μιὰ συσκευή ἀπὸ πολλὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα, πού λέγεται **ἠλεκτρικὴ στήλη** (Σχ. 45). Ἄν τώρα ἐνώσουμε μὲ ἓνα σύρμα τοὺς δύο ἀκρινούς πόλους τῆς ἠλεκτρικῆς αὐτῆς στήλης, θὰ ἔχουμε ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον θὰ κινεῖται μὲ δύναμη πολὺ μεγαλύτερη παρὰ ὅταν ὑπάρχη ἓνα και μόνο στοιχεῖο.

Τὸ φαινόμενο αὐτὸ εἶναι ἀνάλογο μὲ τὸ ἐξῆς : Ἄν ἔχουμε πολλὰ δοχεῖα γεμάτα μὲ νερὸ, π. χ 3, και βάλουμε τὸ ἓνα ἐπάνω στὸ ἄλλο και τὰ ἐνώσουμε (Σχ. 46), τότε τὸ νερὸ θὰ τρέχη ἀπὸ



Σχ. 45

τὴν ὀπὴ τοῦ κατωτέρου δοχείου μὲ πίεση πολὺ μεγαλύτερη ἀπὸ ἐκείνη μὲ τὴν ὁποία θὰ ἔτρεχε ἀπὸ ἓνα και μόνο δοχεῖο.



Σχ. 46

Ὅπως δὲ σὲ κάθε ρεῦμα νεροῦ, τὸ ὁποῖο περνάει ἀπὸ ἓνα σωλῆνα, διακρίνουμε τὴν πίεση μὲ τὴν ὁποία τρέχει τὸ νερὸ, και τὴν ποσότητα, πού χύνεται ἀπὸ τὸ ἄνοιγμα τοῦ σωλῆνα σὲ ἓνα δευτερόλεπτο και πού λέγεται **παροχὴ**, ἔτσι και στὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα διακρίνουμε τὴν πίεση μὲ τὴν ὁποία κινεῖται τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, πού λέγεται **διαφορὰ δυναμικοῦ** τοῦ ρεύματος και τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, πού περνάει ἀπὸ τὸ σύρμα σὲ ἓνα δευτερόλεπτο και ἡ ὁποία λέγεται **ἐνταση τοῦ ρεύματος**.

Ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος με-



τρείται με μία μονάδα, πού λέγεται **βόλτ**, ή δέ ένταση αὐτοῦ με-  
τρείται με μία μονάδα, πού λέγεται **ἀμπέρ**.

Ἔ ρ ω τ ή σ ε ι ς

- Τί είναι τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα καὶ πότε παράγεται ;
- Τί είναι τὸ ἠλεκτρικὸ στοιχεῖο καὶ τί ὀνομάζονται πόλοι αὐτοῦ ;
- Τί είναι ἡ ἠλεκτρικὴ στήλη ;
- Τί είναι ἡ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ με ποιά μονάδα τὴ μετροῦμε ;
- Τί είναι ἡ ένταση τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος καὶ με ποιά μονάδα τὴ μετροῦμε ;

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα δὲν μποροῦμε νὰ τὸ ἰδοῦμε, ὅπως βλέ-  
πουμε τὸ ρεῦμα τοῦ νεροῦ, ἀντιλαμβανόμεθα ὅμως τὴν παρου-  
σία του ἀπὸ τὰ ἀποτελέσματά του, τὰ ὁποῖα περιγράφουμε  
πέρα κάτω.

### α) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΚΑΙ ΦΩΤΕΙΝΑ

Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα θερμαίνει τὸ σύρμα ἀπὸ τὸ ὁποῖο διέρ-  
χεται. Ὅσο δὲ τὸ ρεῦμα εἶναι έντατικώτερο καὶ τὸ σύρμα λεπτό-  
τερο, τόσο περισσότερο θερμαίνεται. Μπορεῖ μάλιστα νὰ θερ-  
μανθῆ τόσο πολὺ, ὥστε νὰ διαπυρωθῆ με λαμπρὸ φῶς.

Στὶς ιδιότητες αὐτὲς τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος στηρίζεται ἡ  
κατασκευὴ τῆς ἠλεκτρικῆς θερμάστρας καὶ ἡ παραγωγή τοῦ  
ἠλεκτρικοῦ φωτός.

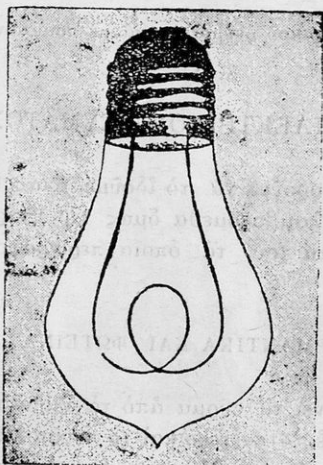
### Ἡλεκτρικὴ θερμάστρα

Κατασκευάζεται ἀπὸ ἓνα σύρμα ἀνοξειδωτο καὶ δύστηκτο  
(ἀπὸ χρώμιο καὶ νικέλιο), τὸ ὁποῖον εἶναι τυλιγμένο πολλὰς φορὰς  
γύρω ἀπὸ μιὰ μονωτικὴ οὐσία ἀπὸ ἄργιλλο ἢ ἀμίαντο. Καθὼς  
λοιπὸν διαβιβάζεται ἠλεκτρικὸ ρεῦμα ἀπὸ τὴν ἠλεκτρικὴ ἐγκατά-  
σταση τοῦ σπιτιοῦ, τὸ σύρμα διαπυρώνεται καὶ ἀπ' αὐτὸ θερ-  
μαίνεται καὶ ἡ μονωτικὴ οὐσία. Ἔτσι ἀκτινοβολεῖται θερμότητα  
στὸ δωμάτιο, πού εἶναι τοποθετημένη ἡ θερμάστρα.

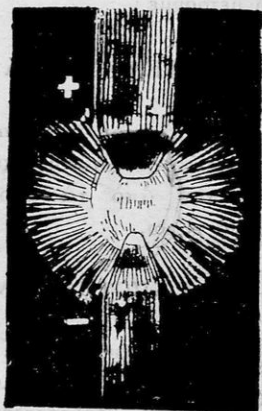
Οἱ ἠλεκτρικὲς θερμάστρες εἶναι πολὺ ὑγιεινές, ἀλλὰ καὶ πολὺ διαπανθρές. Μὲ ἀνάλογο τρόπο εἶναι κατασκευασμένες καὶ οἱ ἠλεκτρικὲς κουζίνες καὶ τὰ ἠλεκτρικὰ σίδερα τοῦ σιδερώματος.

### Τὸ ἠλεκτρικὸ φῶς

Μέσα σὲ μιὰ γυάλινη σφαῖρα, ἀπὸ τὴν ὁποῖαν ἔχουν ἀφαι-



Σχ. 47



Σχ. 48

ρέσει τὸν ἀέρα, ὑπάρχει ἓνα σύρμα πολὺ λεπτό, ἀπὸ ἓνα δύστηκτο μέταλλο (Σχ. 47). Ὅταν λοιπὸν διαβιβάσουμε ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, τὸ λεπτὸ αὐτὸ σύρμα θερμαίνεται τόσο πολὺ, ὥστε διαπυρρώνει καὶ ἔτσι φωτοβολεῖ.

Ὁ ἠλεκτρικὸς αὐτὸς φωτισμὸς, καθὼς βλέπουμε, ὀφείλεται στὴ διαπύρωση τοῦ σύρματος. Μποροῦμε ὅμως νὰ ἐπιτύχουμε ἠλεκτρικὸ φωτισμὸ καὶ μὲ ἄλλον τρόπο, μὲ τὸ βολταϊκὸ τόξο.

### Βολταϊκὸ τόξο

Ἄν διαβιβάσουμε ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, ἀρκετὰ ἰσχυρό, σὲ δύο ραβδία ἀπὸ ἄνθρακα, τὰ ὁποῖα ἐγγίζουν τὸ ἓνα τὸ ἄλλο, καὶ

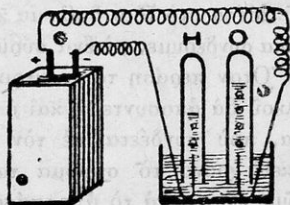
ἀρχίσουμε νὰ τὰ ἀπομακρύνουμε σιγά - σιγά, βλέπουμε νὰ ἀνα-  
κηδάη ἀνάμεσα στὰ δύο ἄκρα τους μιὰ φλόγα, τῆς ὁποίας τὸ  
φῶς εἶναι πολὺ δυνατὸ. Τὸ φαινόμενο αὐτὸ λέγεται ἠλεκτρικὸ ἢ  
βολταϊκὸ τόξο (Σχ. 48). Μὲ βολταϊκὸ τόξο φωτίζονται οἱ πλα-  
τεῖες, οἱ σιδηροδρομικοὶ σταθμοί, οἱ μεγάλοι δρόμοι κλπ. Ἐπί-  
σης μὲ βολταϊκὸ τόξο λειτουργοῦν οἱ προβολεῖς, οἱ κινηματο-  
γράφοι κλπ.

## β) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΧΗΜΙΚΑ

### Ἡλεκτρόλυση

Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, ὅταν περάσῃ ἀπὸ μέσα ἀπὸ τὸ νερὸ,  
στὸ ὁποῖον ἔχουμε προσθέσει καὶ λίγες σταγόνες θειϊκοῦ ὀξέος, τὸ  
ἀποσυνθέτει στὰ δύο ἀέρια, ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀποτελεῖται, δηλαδὴ  
τὸ ὀξυγόνο καὶ τὸ ὑδρογόνο.

Τὰ ἀέρια αὐτὰ μποροῦμε νὰ τὰ συλλέξουμε, ἐὰν ἀπὸ πάνω  
ἀπὸ τὰ ἄκρα τῶν δύο σύρματων, τὰ ὁποῖα ἔχουμε συνδέσει μὲ  
τοὺς πόλους μιᾶς ἠλεκτρικῆς στήλης, ἀναποδογυρίσουμε δύο σω-  
λῆνες γεμάτους μὲ νερὸ, ὅπως φαίνεται στὸ σχῆμα (Σχ. 49). Ἐν-  
ἔξειάσουμε τὰ ἀέρια, πὺ ἐκλύονται, θὰ ἴδουμε ὅτι τὸ μὲν ὀξυ-  
γόνο ἐκλύεται μόνον στὸ ἄκρο τοῦ σύρματος, πὺ συνδέεται μὲ  
τὸ θετικὸ πόλο τῆς στήλης, τὸ δὲ ὑδρογόνο μόνον στὸ ἄκρο τοῦ  
σύρματος, πὺ συνδέεται μὲ τὸν ἀρνητικὸ πόλο τῆς στήλης. Ἐκτὸς  
ἀπὸ τὸ νερὸ καὶ ἄλλα σώματα παθαίνουν ἀποσύνθεση μὲ τὸ  
ἠλεκτρικὸ ρεῦμα. Ἐν π. χ. δια-  
βιάσουμε ρεῦμα μέσα ἀπὸ ἓνα  
διάλυμα θειϊκοῦ χαλκοῦ, τότε στὸ  
μὲν ἄκρο τοῦ σύρματος, πὺ συν-  
δέεται μὲ τὸ θετικὸ πόλο τῆς  
ἠλεκτρικῆς στήλης, ἐκλύεται ὀξυ-  
γόνο, ἐνῶ στὸ ἄκρο τοῦ σύρμα-  
τος, πὺ συνδέεται μὲ τὸν ἀρνη-  
τικὸ πόλο, ἀποβάλλεται χαλκός.



Σχ. 49

Ἡ ἀποσύνθεση αὐτὴ τοῦ νεροῦ, τοῦ θειϊκοῦ χαλκοῦ καὶ ἄλ-  
λων συνθέτων σωμάτων, μὲ τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, λέγεται ἠλε-  
κτρόλυση.

## Έπαργύρωση - Έπιχρύσωση - Έπινικέλωση

Τὴ μέθοδο αὐτὴ τῆς ἠλεκτρολύσεως, τὴ χρησιμοποιοῦμε, ὅταν θέλουμε νὰ καλύψουμε τὴν ἐπιφάνεια τῶν διαφόρων ἀντικειμένων μὲ ἓνα λεπτὸ μεταλλικὸ στρώμα ἀπὸ ἄργυρο, χρυσό, νικέλιο κλπ.

Ὅταν θέλουμε π.χ. νὰ ἐπαργυρώσουμε ἓνα κουταλάκι, τὸ κρεμοῦμε ἀπὸ τὸ σύρμα, πὺν συνδέεται μὲ τὸν ἀρνητικὸ πόλο τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης καὶ τὸ βυθίζουμε μέσα σ' ἓνα διάλυμα ἄλατος ἀργύρου, ἐνῶ ἀπὸ τὸ ἄκρο τοῦ σύρματος, πὺν συνδέεται μὲ τὸ θετικὸ πόλο κρεμοῦμε μιὰ πλάκα ἀργύρου.

Ἄν διαβιβάσουμε τώρα τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, τὸ διάλυμα θὰ ἀποσυντεθῆ καὶ ὁ ἄργυρος θὰ ἐπικαθῆσῃ ἐπ' αὐτὸ κουταλάκι, τὸ ὁποῖον ἔτσι θὰ ἐπαργυρωθῆ. Ἡ ἐργασία αὐτὴ λέγεται ἐπαργύρωση. Μὲ ἀνάλογο δὲ τρόπο γίνεται καὶ ἡ ἐπιχρύσωση, ἡ ἐπινικέλωση κλπ.

## Γαλβανοπλαστική

Μὲ τὴν ἠλεκτρολύση ἐπίσης μπορούμε νὰ κατασκευάσουμε ἀντίτυπα ἀγαμάτων, νομισμάτων κλπ.

Πρὸς τοῦτο κατασκευάζουμε τὸ πρόπλασμα τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ κερὶ ἢ ἀπὸ γύψο. Τὸ πρόπλασμα αὐτὸ γιὰ νὰ τὸ κάνουμε καλὸ ἀγωγὸ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὸ καλύπτουμε μὲ λεπτὴ σκόνη γραφίτου, τὸ συνδέουμε μὲ ἓνα σύρμα μὲ τὸν ἀρνητικὸ πόλο μιᾶς ἠλεκτρικῆς στήλης καὶ τὸ κρεμοῦμε μέσα σὲ διάλυμα θεϊκοῦ χαλκοῦ. Μέσα στὸ ἴδιο διάλυμα κρεμοῦμε καὶ μιὰ πλάκα χαλκοῦ, τὴν ὁποία συνδέουμε, μὲ ἓνα σύρμα, μὲ τὸ θετικὸ πόλο τῆς στήλης.

Ὅταν περάσῃ τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, τὸ διάλυμα τοῦ θεϊκοῦ χαλκοῦ θὰ ἀποσυντεθῆ καὶ ὁ χαλκὸς θὰ ἐπικαθῆσῃ στὸ πρόπλασμα, πὺν συνδέεται μὲ τὸν ἀρνητικὸ πόλο. Ὅταν ὕστερα ἀπὸ ἀρκετὸ χρόνον, τὸ στρώμα τοῦ χαλκοῦ γίνῃ ἀρκετὰ παχύ, μπορούμε εὐκόλα νὰ τὸ ἀποσπάσουμε καὶ νὰ τὸ διατηρήσουμε.

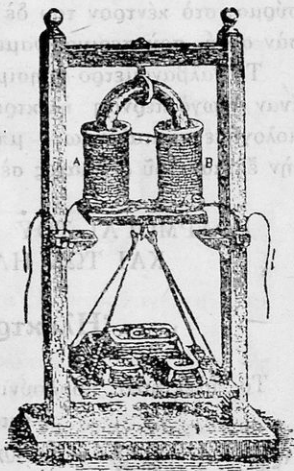
Μὲ ὅμοιο τρόπο κατασκευάζουμε ἀποτυπώματα νομισμάτων, σφραγίδων κλπ.

Ἡ μέθοδος αὐτὴ ὀνομάζεται γαλβανοπλαστική.

## γ) ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ

### Ήλεκτρομαγνήται

Ἄν πάρουμε μιὰ ράβδο ἀπὸ μαλακὸ σίδηρο καὶ περιτυλίξουμε γύρω τῆς σύρμα χάλκινο ντυμένο, πολλές βόλτες, ὥστε νὰ σχηματισθῆ ἓνα πηνίο (κουβαρίστρα), καὶ διαβιβάσουμε ἀπὸ τὸ σύρμα αὐτὸ ἤλεκτρικὸ ρεῦμα, ἢ ράβδος μαγνητίζεται. Ὅταν ὅμως τὸ ρεῦμα διακοπῆ, τότε καὶ ὁ σίδηρος χάνει τὴ μαγνητικὴ του ιδιότητα. Τὸ ὄργανο αὐτό, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ μιὰ ράβδο ἀπὸ μαλακὸ σίδηρο γύρω ἀπὸ τὴν ὁποία εἶναι τυλιγμένο σὲ σχῆμα πηνίου σύρμα χάλκινο ντυμένο μὲ νῆμα μετάξινο, ἀπὸ τὸ ὁποῖο διέρχεται ἤλεκτρικὸ ρεῦμα, λέγεται **ἤλεκτρομαγνήτης**.



Σχ. 50

Συνήθως στοὺς ἤλεκτρομαγνήτας δίνουν τὸ σχῆμα πετάλου, καὶ στὴν περίστασι αὐτὴ τὸ σύρμα τὸ τυλίγουν μόνον γύρω ἀπὸ τὰ δύο ἄκρα του (Σχ. 50).

Ὅταν ὁ ἤλεκτρομαγνήτης ἔχει μεγάλες διαστάσεις ἔλκει μὲ τόση δύναμη μιὰ πλάκα, ἀπὸ σίδηρο, ποὺ λέγεται **ὀπλισμός**, ὥστε μπορεῖ ἡ πλάκα αὐτὴ νὰ κρατήσῃ μεγάλη βάρη.

### Γαλβανόμετρο

Ἄν πάρουμε μιὰ μαγνητικὴ βελόνα, ποὺ νὰ στηρίζεται ἐπάνω σ' ἓναν ἄξονα, γύρω ἀπὸ τὸν ὁποῖο νὰ μπορῆ νὰ περιστρέφεται ἐλεύθερα, ξέρουμε ὅτι ἡ βελόνα αὐτὴ θὰ πάρῃ μιὰν ὠρισμένη διεύθυνση ἀπὸ βορρὰν πρὸς νότον.

Ἄν τώρα, ἐπάνω ἀπὸ τὴ βελόνα αὐτὴ καὶ παράλληλα πρὸς αὐτὴν τοποθετήσουμε ἓνα σύρμα, ἀπὸ τὸ ὁποῖο διέρχεται ἤλεκ-



τρικό ρεύμα, θα παρατηρήσουμε ότι η μαγνητική βελόνα θα αποκλίνει από την αρχική της διεύθυνση. Η απόκλιση δε αυτή θα είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο ισχυρότερο είναι το ηλεκτρικό ρεύμα, π.ν. διέρχεται από το σύρμα.

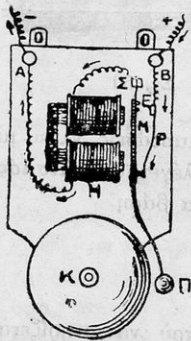
Στην ιδιότητα αυτή στηρίζεται η κατασκευή ενός όργανου, που λέγεται **γαλβανόμετρο**. Αποτελείται από ένα ξύλινο πλαίσιο γύρω από το οποίο έχει τυλιχθή ένα κατάλληλο χάλκινο σύρμα, στο κέντρον του δε έχει στηριχθή μιὰ μαγνητική βελόνα σαν αυτή, που περιγράψαμε πάρα πάνω.

Το γαλβανόμετρο χρησιμεύει για να εξακριβώνουμε, αν από έναν άγωγο περνάει ηλεκτρικό ρεύμα. Όταν δε το έχουν βαθμολογήσει καταλλήλως, μπορούμε να μετρήσουμε με αυτό και την ένταση του ρεύματος σε άμπέρ.

## ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΩΝ

### Ηλεκτρικό κουνούνι

Το ηλεκτρικό κουνούνι αποτελείται από έναν πεταλοειδή ηλεκτρομαγνήτη Η, απέναντι στον οποίο υπάρχει ο όπλισμός Μ, δηλ. ένα τεμάχιο μαλακού σιδήρου, το οποίο στο άκρο του φέρει μιὰ μικρή σφαιρά Π, μπροστά στο κουνούνι Κ.



Σχ. 51

Ο όπλισμός είναι στερεωμένος στο έλασμα Χ και βρίσκεται σε επαφή με την άκίδα ενός άλλου ελάσματος Ρ (Σχ. 51).

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα περάσει από τον ηλεκτρομαγνήτη, ο μαλακός σίδηρος έλκεται και η σφαιρά του χτυπάει το κουνούνι. Κατά την έλξη όμως αυτή ο όπλισμός απομακρύνεται από την άκίδα και έτσι το ρεύμα διακόπτεται.

Μόλις διακοπή το ρεύμα η μαγνήτιση παύει και το ελαστικό έλασμα Σ, ξαναφέρει τον όπλισμό σ' επαφή με την άκίδα, όποτε

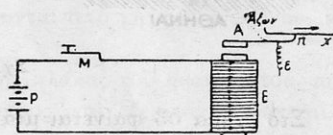
τὸ ρεῦμα διέρχεται πάλι, ἢ σφαῖρα τοῦ ὄπλισμοῦ ξαναχτυπάει τὸ κουδούνι καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

Ἔχουμε ἔτσι μιὰ σειρὰ ἀπὸ χιτυπήματα τοῦ κουδουνιοῦ, τὰ ὁποῖα ἐξακολουθοῦν ὅσο πιέζουμε τὸ κουμπὶ καὶ διέρχεται τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα.

## Ἡλεκτρικὸς τηλέγραφος

Ὁ ἠλεκτρικὸς τηλέγραφος χρησιμεύει γιὰ τὴ μετάδοση γραπτῶν σημείων σὲ μεγάλες ἀποστάσεις, μὲ τὴ βοήθεια τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.

Ἄς συνδέσουμε δύο τόπους μὲ διπλὸ σύρμα καὶ ἄς ἐγκαταστήσουμε στὸν ἓνα τόπο μιὰ ἠλεκτρικὴ στήλη Ρ καὶ ἓνα διακόπτη Μ καὶ στὸν ἄλλο τόπο ἓνα ἠλεκτρομαγνήτη Ε μὲ τὸν ὄπλισμό του Α (Σχ. 52).



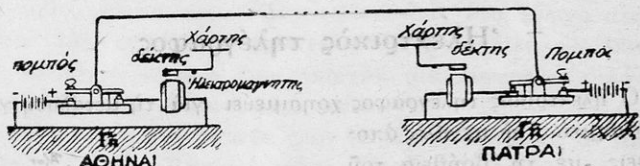
Σχ. 52

Ὅταν πιέσουμε τὸ κουμπὶ τοῦ διακόπτη Μ, τὸ ρεῦμα τῆς στήλης διέρχεται καὶ ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἔλκει τὸν ὄπλισμό του. Τὴ στιγμὴ ὅμως, ποὺ ἔλκεται ὁ ὄπλισμός Α, τὸ ἄλλο ἄκρο του Π, τὸ ὁποῖον ἀποτελεῖται ἀπὸ μιὰ πέννα μὲ μελάνη, ἀνυψώνεται καὶ ἐγγίζει μιὰ ταινία χαρτίνη Σ, ἡ ὁποία μετακινεῖται μὲ κίνηση ὁμαλή. Ἔτσι γράφεται ἐπάνω τῆς μιὰ γραμμὴ, τῆς ὁποίας τὸ μῆκος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὸ χρόνο κατὰ τὸν ὁποῖο διέρχεται τὸ ρεῦμα. Ἄν συνδυάσουμε μὲ κατάλληλο τρόπο γραμμὲς μεγάλες καὶ γραμμὲς μικρὲς ἢ τελεῖες, κατορθώνουμε νὰ ἔχουμε σύμβολα, τὰ ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν στὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου. Ἔχουμε ἔτσι τὸ ἀλφάβητο τοῦ Μόρς π.χ.  $\alpha = \cdot -$ ,  $\beta = \dots$ ,  $\gamma = - - -$ , κλπ.

## Ἀπὸ ποῖα μέρη ἀποτελεῖται μιὰ τηλεγραφικὴ ἐγκατάσταση

Κάθε τηλεγραφικὴ ἐγκατάσταση ἑνὸς τόπου περιλαμβάνει τὰ ἑξῆς μέρη: α) Μιὰ ἠλεκτρικὴ στήλη, γιὰ νὰ δίνει τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα. β) Σύρμα μεταλλικό, γιὰ νὰ μεταβιβάζεται τὸ ἠλεκτρικὸ

ρεύμα. γ) Μιά συσκευή για να διακόπτη και να ἀποκαθιστά τὸ ρεύμα, πὸν λέγεται *πομπὸς* ἢ *χειριστήριο*. δ) Μιά συσκευή, για να καταγράφη τὰ σήματα, πὸν στέλλει ὁ πομπὸς τοῦ ἄλλου τόπου καὶ τοῦ ὁποίου τὸ κυριώτερο μέρος καθὼς εἶδαμε εἶναι ἕνας ἠλεκτρομαγνήτης.



Σχ. 53

Στὸ σχῆμα 53 φαίνεται μιὰ τηλεγραφικὴ ἐγκατάσταση μεταξύ τῶν δύο τόπων.

Σημ. Για να συνδεθοῦν δύο τηλεγραφεῖα δὲν εἶναι ἀνάγκη νὰ ὑπάρχη καὶ δεύτερο σύρμα, για να ἐπιστρέφῃ τὸ ρεύμα, γιατί αὐτὸ μπορεῖ νὰ τὸ ἀναπληρώσῃ τὸ ἔδαφος.

## Τηλέφωνο

Τὸ τηλέφωνο εἶναι ὄργανο μὲ τὸ ὁποῖο μπορούμε νὰ συνομιλήσουμε μὲ ἕνα πρόσωπο, πὸν βρῖσκεται μακράν.

Πρὸς τοῦτο σὲ κάθε σταθμὸ ὑπάρχει ἕνα τηλέφωνο, τοῦ ὁποίου τὰ κύρια μέρη εἶναι ὁ φωνοπομπὸς καὶ ὁ φωνοδέκτης. Ὁ φωνοπομπὸς τοῦ ἑνὸς σταθμοῦ συνδέεται μὲ τὸ φωνοδέκτη τοῦ ἄλλου σταθμοῦ μὲ ἕνα σύρμα στὸ ὁποῖο κυκλοφορεῖ ἠλεκτρικὸ ρεύμα. Ὁ *φωνοπομπὸς* ἀποτελεῖται ἀπὸ μιὰ λεπτὴ ξύλινη πλάκα, πίσω ἀπὸ τὴν ὁποία βρῖσκονται 2—3 πλάκες ἀπὸ ἄνθρακα μὲ κοιλότητες, στὶς ὁποῖες εἰσέρχονται ἐλεύθερα τὰ ἄκρα ραβδίων ἀπὸ ἄνθρακα.

Ὅταν μιλοῦμε μπροστὰ στὴν πλάκα τοῦ φωνοπομποῦ, αὐτὴ ἀρχίζει νὰ πάλλεται καὶ ἡ παλμικὴ τῆς κίνηση μεταδίδεται καὶ στὰ ραβδία τοῦ ἄνθρακα. Ἐξ αἰτίας τῶν παλμικῶν αὐτῶν κινήσεων τὸ ἠλεκτρικὸ ρεύμα, πὸν διέρχεται ἀπὸ τὰ ραβδία, μεταβάλλεται στὴν ἔντασή του καὶ ἔτσι μεταβεβλημένο φθάνει στὸν φωνοδέκτη τοῦ ἄλλου σταθμοῦ.

Ὁ **φωνοδέκτης** ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ ἓνα ἠλεκτρομαγνήτη μὲ πυρῆνα ἀπὸ μαγνητισμένο ἄτσάλι. Μπροστὰ στοὺς πόλους τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου βρίσκεται μιὰ λεπτὴ πλάκα ἀπὸ σίδηρο, στερεωμένη στὸ βάθος ἑνὸς χωνιοῦ. Ἡ πλάκα αὐτὴ ἔλκεται ἀπὸ τὸν ἠλεκτρομαγνήτη.

Ὅταν λοιπὸν οἱ παλμικὲς κινήσεις, ποὺ γίνονται στὸ φωνοπομπὸ τοῦ πρώτου σταθμοῦ ἀπὸ τὴν ὀμίλια μας, φθάσουν στὸ φωνοδέκτη τοῦ δευτέρου σταθμοῦ, μεταβάλλουν τὴ δύναμη τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου καὶ γι' αὐτὸ δὲν ἔλκει οὗτος σταθερὰ τὴν ἀπὸ σίδηρο πλάκα τοῦ φωνοδέκτου. Τὴν ἀναγκάζει ἔτσι νὰ κἀνη παλμικὲς κινήσεις, οἱ ὁποῖες ρυθμίζονται ἀπὸ τὴ φωνὴ ἐκείνου, ποὺ μιλάει στὸν πρῶτο σταθμό.

Οἱ παλμικὲς αὐτὲς κινήσεις τῆς πλάκας τοῦ φωνοδέκτου, προκαλοῦν παλμικὲς κινήσεις τοῦ ἀέρος καὶ ἔτσι ἀναπαράγεται ἡ φωνὴ ἐκείνου, ὁ ὁποῖος ὀμιλεῖ στὸν πρῶτο σταθμό.

Σήμερα τὰ τηλέφωνα ἔχουν τελειοποιηθῆ πολὺ καὶ ἡ συνομιλία μὲ αὐτὰ εἶναι εὐκολωτάτη. Στὰ σημερινὰ τελειοποιημένα τηλέφωνα, ὁ φωνοπομπὸς καὶ ὁ φωνοδέκτης βρίσκονται ἐπάνω στὸ ἴδιο ὄργανο, ποὺ τὸ λέμε **ἀκουστικό**. Καὶ ἐκεῖνο μὲν τὸ τὸ μέρος τοῦ ἀκουστικοῦ, ποὺ τὸ βάζουμε στὸ αὐτί μας εἶναι ὁ φωνοδέκτης, ἐνῶ τὸ χωνάκι, μέσα στὸ ὁποῖο μιλοῦμε, εἶναι ὁ φωνοπομπός.

### Ἄσυρματος τηλεγράφου

Ὅπως, ὅταν πάλλεται ἓνα σῶμα, δημιουργοῦνται στὸν ἀέρα ἤχητικὰ κύματα, ἔτσι καὶ ὅταν παράγονται ἠλεκτρικοὶ σπινθήρες, δημιουργοῦνται κύματα ἠλεκτρικά.

Τὰ ἠλεκτρικὰ αὐτὰ κύματα μεταδίδονται μὲ ταχύτητα 300.000 χιλιομέτρων τὸ δευτερόλεπτο, ὅπως καὶ τὸ φῶς, μὲ ἓνα μέσον, τὸ ὁποῖον οἱ ἐπιστήμονες τὸ ὀνομάζουν **αἰθέρα**.

Ὅταν τὰ ἠλεκτρικὰ κύματα συναντήσουν ὠρισμένα εὐαίσθητα ὄργανα, τὰ μετατρέπουν ἀπὸ κακοὺς ἀγωγούς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ σὲ καλοὺς καὶ ἔτσι ἐπιτρέπουν νὰ διέρχεται τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα μιᾶς ἠλεκτρικῆς πηγῆς.

Στὰ φαινόμενα αὐτὰ στηρίζεται ἡ λειτουργία τοῦ ἀσυρμάτου τηλεγράφου.

Μιὰ ἐγκατάσταση ἀσυρμάτου τηλεγράφου ἀποτελεῖται ἀπὸ  
Φυσικὴ καὶ Χημεῖα ΣΤ' Δημοτικοῦ

έναν πομπό και από ένα δέκτη, όπως και στον κοινό τηλεγράφο.

Στον πομπό, με τη βοήθεια ενός τοπικού ηλεκτρικού ρεύματος και μιᾶς καταλλήλου συσκευῆς, παράγονται, με ένα χειριστήριο, ηλεκτρικοί σπινθήρες μικροτέρας ἢ μεγαλυτέρας διαρκείας, οἱ ὁποῖοι, όπως εἶπαμε παραπάνω, προκαλοῦν τὸ σχηματισμὸν ηλεκτρικῶν κυμάτων.

Τὰ ηλεκτρικὰ αὐτὰ κύματα μεταδίδονται εἰς τὸν δέκτην ἑνὸς ἄλλου σταθμοῦ, ὁ ὁποῖος περιλαμβάνει μιὰ συσκευή κατάλληλη νὰ καταγράφη τὰ σήματα, πὺν στέλλει ὁ πομπὸς τοῦ πρώτου σταθμοῦ. Κυριώτερο ἐξάρτημα τῆς συσκευῆς ταύτης εἶναι ἕνας ηλεκτρομαγνήτης, ὅπως και στον κοινό τηλεγράφο, ὁ ὁποῖος ἐργάζεται με ἕνα τοπικὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον ἀποκαθίσταται ἢ διακόπτεται, ἐφόσον πέφτουν ἐπάνω του τὰ ηλεκτρικὰ κύματα, πὺν στέλλει ὁ πομπὸς τοῦ ἄλλου σταθμοῦ.

Σήμερον τὰ ηλεκτρικὰ κύματα στον πομπὸ τοῦ ἀσυρμάτου τηλεγράφου δὲν παράγονται διὰ σπινθήρων, ἀλλὰ με μιὰ ἄλλη συσκευή, πὺν λέγεται *ηλεκτρονικὴ λυχνία*.

### Ἄσυρματο τηλεφώνον

Ὅπως ὑπάρχει ἀσύρματος τηλεγράφος ἔτσι ὑπάρχει και ἀσύρματο τηλεφώνον, πὺν ἀποτελεῖται και αὐτὸ ἀπὸ δύο μέρη, τὸν πομπὸ και τὸ δέκτη.

Ὁ πομπὸς περιλαμβάνει ἕνα μικρόφωνον, τὸ ὁποῖο μετατρέπει τὰ ἡχητικὰ κύματα τῆς φωνῆς σὲ ηλεκτρικὰ ρεύματα, τὰ ὁποῖα, διὰ μιᾶς ηλεκτρονικῆς λυχνίας, προκαλοῦν τὸ σχηματισμὸν ηλεκτρικῶν κυμάτων.

Ὁ δέκτης ἀποτελεῖται ἀπὸ μιὰ ηλεκτρονικὴ λυχνία, ἣ ὁποῖα μετατρέπει τὰ ηλεκτρικὰ κύματα, πὺν στέλλει ὁ πομπὸς, σὲ ηλεκτρικὰ ρεύματα, τὰ ὁποῖα διὰ τῶν ἀκουστικῶν μετατρέπονται σὲ ἡχητικὰ κύματα και ἔτσι τὰ ἀκοῦμε.

### Ραδιόφωνον

Τὸ ραδιόφωνον, πὺν εἶναι τόσο πολὺ διαδεδομένο σήμερον σὲ ὅλο τὸν κόσμον και τόσες ὑπηρεσίες προσφέρει, δὲν εἶναι τίποτε ἄλλο παρὰ ἕνας δέκτης ἀσυρμάτου τηλεφώνου, τελειοποιημένος και



ἐνισχυμένος με ἓνα μεγάφωνο. Εἶναι δὲ τὸ μεγάφωνο μιὰ συσκευή, ἣ ὁπρία δυναμώνει τὰ ἠχητικὰ κύματα τόσον πολὺ, ὥστε νὰ εἶναι ἀκουστά, χωρὶς τὴ βοήθεια τῶν ἀκουστικῶν τοῦ τηλεφώνου.

#### Ἐ ρ ω τ ῆ σ ε ι ς

- Ποιὲς εἶναι οἱ κυριώτερες ἐφαρμογές τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος
- Πῶς λειτουργοῦν οἱ ἠλεκτρικοὶ λαμπτήρες ;
- Τί εἶναι ἡ ἠλεκτρικὴ θερμάστρα ; ἡ ἠλεκτρικὴ κουζίνα ; Τὸ ἠλεκτρικὸ σίδερο τοῦ σιδερώματος ;
- Πῶς γίνεται ἡ ἐπιχρῶση, ἡ ἐπαργύρωση, ἡ ἐπινικέλωση ;
- Τί εἶναι οἱ ἠλεκτρομαγνήτες καὶ ποῦ βρῖσκουν ἐφαρμογὴ ;
- Τί εἶναι τὸ γαλβανόμετρο ;
- Πῶς λειτουργεῖ τὸ ἠλεκτρικὸ κουδούνι ; ὁ ἠλεκτρικὸς τηλεγράφος ; τὸ τηλέφωνο ;
- Τί εἶναι ὁ ἀσύρματος τηλεγράφος ; τὸ ἀσύρματο τηλέφωνο ; τὸ ραδιόφωνο ;

### ΠΩΣ ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

Στὰ προηγούμενα ἐγνωρίσαμε τὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος : τὰ θερμαντικὰ καὶ φωτεινά, τὰ χημικὰ καὶ τὰ μαγνητικὰ, καὶ περιγράψαμε μερικὲς ἀπὸ τὶς ἐφαρμογές τους, ὅπως εἶναι τὸ ἠλεκτρικὸ κουδούνι, ὁ ἠλεκτρικὸς τηλεγράφος, τὸ τηλέφωνο.

Ἄς δοῦμε τώρα ποῖα εἶναι τὰ μέσα, ποιὲς εἶναι οἱ συσκευές, μὲ τίς ὁποῖες παράγεται τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, πού τόσες ὑπηρεσίες προσφέρει στὸν ἄνθρωπο καὶ εἶναι τὸ χαρακτηριστικὸ γνώρισμα τοῦ σημερινοῦ μας πολιτισμοῦ.

Οἱ κυριώτερες συσκευές, πού παράγουν τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, εἶναι :

- 1) Οἱ ἠλεκτρικὲς στήλες.
- 2) Οἱ ἠλεκτρικοὶ συσσωρευτές.
- 3) Οἱ δυναμο - ἠλεκτρικὲς μηχανές.

### ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΤΗΛΕΣ

Πάρα πάνω μάθαμε ὅτι ἡ ἠλεκτρικὴ στήλη ἀποτελεῖται ἀπὸ πολλὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα, τὸ δὲ ἠλεκτρικὸ στοιχεῖο εἶναι μιὰ συ-

σκενή, πὸν ἀπαρτίζεται ἀπὸ ἓνα δοχεῖο γυάλινο μὲ ἀραιὸ θεϊκὸ-  
δξύ, μέσα στὸ ὁποῖο ἔχουμε ἐμβαπτίσει ἓνα ἔλασμα ἀπὸ ψευδάρ-  
γυρο καὶ ἓνα ἔλασμα ἀπὸ χαλκόν.

Τὸ ἠλεκτρικὸ αὐτὸ στοιχεῖο λέγεται στοιχεῖο τοῦ Βόλτα, ἀπὸ  
τὸ ὄνομα ἐνὸς περιφήμου ἰταλοῦ φυσικοῦ, ὁ ὁποῖος τὸ ἀνε-  
κάλυψεν.

Τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, πὸν παράγει τὸ στοιχεῖο τοῦ Βόλτα ἀδυνα-  
ταίξει πολὺ γρήγορα. Ἐνεκάλυψαν ὁμως καὶ ἄλλα ἠλεκτρικὰ  
στοιχεῖα, τὰ ὁποῖα παρέχουν ρεῦμα σταθερό.

Ἐν ὅλα αὐτὰ τὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα περιέχουν πάντοτε μέσα  
τους ἓνα ὑγρὸ καὶ παρουσιάζουν πολλὰς δυσκολίας κατὰ τὴν με-  
ταφορὰ τους. Ὑπάρχουν ὁμως καὶ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα χωρὶς  
ὑγρὸ. Τὰ στοιχεῖα αὐτὰ περιέχουν μέσα τους κάποια στερεὰ οὐ-  
σία κατάλληλη καὶ λέγονται **ξηρὰ στοιχεῖα**.

Τέτοια εἶναι τὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα, πὸν μεταχειρίζομασθε  
στὰ ἠλεκτρικὰ φανάρια τῆς τσέπης, πὸν τόσο πολὺ μᾶς ἐξυπηρέ-  
τησαν τὸν καιρὸ τῆς κατοχῆς, πὸν δὲν ἐφωτίζοντο οἱ δρόμοι  
τῆ νύχτα.

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ

Στὰ χημικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, εἶδαμε  
ὅτι, ἂν διοχετεύσουμε τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα μέσα σὲ νερό, στὸ  
ὁποῖον ἔχουμε προσθέσει καὶ λίγες σταγόνες θεϊκοῦ δξύ, τότε τὸ  
νερὸ ἀποσπντίζεται στὰ δύο ἀέρια, ἀπὸ τὰ ὁποῖα ἀποτελεῖται,  
δηλαδὴ τὸ δξύγονο καὶ τὸ ὑδρογόνο.

Ἐν ὁμως, στὴν περίστασι αὐτῇ, διοχετεύσουμε τὸ ἠλεκτρικὸ  
ρεῦμα μὲ σύρματα, τὰ ὁποῖα καταλήγουν σὲ μικρὰς πλάκες ἀπὸ  
μολύβι, τότε θὰ παρατηρήσουμε τὰ ἑξῆς :

1) Ὅτι δὲν ἐκλύονται πιά ἀέρια.

2) Ὅτι ἢ μὲν μία πλάκα ἀπὸ μολύβι διατηρεῖ τὸ χρωμα τῆς,  
ἐνῶ ἢ ἄλλη πλάκα παίρνει ἓνα χρωμα σοκολατί.

Ἐφ' οὗ διεῖλθη τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα ἐπὶ ἀρκετὰ λεπτὰ τῆς ὥρας,  
τὸ διακόπτουμε, ἀφίνοντας ὁμως μέσα στὸ νερὸ τὶς πλάκες ἀπὸ  
μολύβι.

Ἐν τότε ἐνώσουμε μὲ σύρματα τὰ ἄκρα τῶν πλακῶν αὐτῶν  
μὲ ἓνα γαλβανόμετρο, θὰ διαπιστώσουμε ὅτι ἀπὸ τὰ σύρματα  
αὐτὰ διέρχεται ἓνα ἠλεκτρικὸ ρεῦμα.

Τὸ ρεῦμα αὐτὸ δὲν διαρκεῖ βέβαια πολὺ ἂν ὅμως μεταχειρισθοῦμε μεγάλες πλάκες ἀπὸ μολύβι καὶ διοχετεύσουμε ἠλεκτρικὸ ρεῦμα μέσα ἀπὸ αὐτές, μὲ τὸν τρόπο, πὺ εἶπαμε πάρα πάνω, ἐπὶ πολὺν χρόνον, τότε μποροῦμε νὰ ἔχουμε ἔπειτα ἓνα ρεῦμα, πὺ διαρκεῖ πολὺ περισσότερο.

Ἡ συσκευή, πὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ πλάκες μολυβιῦ καὶ νερὸ μὲ λίγο θεικὸ ὄξυ μέσα του, ἀποτελεῖ ἓνα *ἠλεκτρικὸ συσσωρευτὴ* (μπαταρία).

### Γέμισμα καὶ ἄδειασμα ἑνὸς συσσωρευτῆ

Τὸ πρῶτο μέρος τοῦ πειράματος, πὺ περιγράψαμε πάρα πάνω, κατὰ τὸ ὁποῖον ἀφήνουμε νὰ περάσῃ τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα μέσα στὸ συσσωρευτὴ, λέγεται γέμισμα· ὁ δὲ συσσωρευτὴς τότε δέχεται ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον ἀποθηκεύει μέσα του.

Τὸ δεῦτερο μέρος τοῦ πειράματος, κατὰ τὸ ὁποῖον ὁ συσσωρευτὴς λειτουργεῖ, ὅπως ἡ ἠλεκτρικὴ στήλη, λέγεται ἄδειασμα· ὁ συσσωρευτὴς τότε δίνει ἠλεκτρικὸ ρεῦμα.

**Ἐφαρμογές.** Οἱ ἠλεκτρικοὶ συσσωρευτῆς (οἱ μπαταρίες) εἶναι στὴν πραγματικότητα συσκευὲς μέσα στὶς ὁποῖες ἀποθηκεύουμε ἠλεκτρισμό, γιὰ νὰ τὸν χρησιμοποιήσουμε κατόπιν, ὅταν θὰ μᾶς χρειασθῇ.

Μεγάλῃ χρήσῃ τῶν συσσωρευτῶν γίνεται, καθὼς ξέρομε, στὰ αὐτοκίνητα, ὅπου χρειάζονται γιὰ νὰ δίνουν τὸν ἠλεκτρικὸ σπινθήρα, μὲ τὸν ὁποῖον ἀνάβει τὸ ἐκρηκτικὸ μείγμα τῶν ἀτμῶν τῆς βενζίνης καὶ τοῦ ἀέρα, μὲ τὸν ὁποῖον κινεῖται τὸ αὐτοκίνητον καὶ γιὰ νὰ τροφοδοτοῦν τὰ φανάρια τους μὲ ἠλεκτρισμό.

### ΔΥΝΑΜΟ· ΗΛΕΚΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Στὰ ἠλεκτρικὰ ἐργοστάσια, τὸ ρεῦμα παράγεται ἀπὸ μεγάλες καὶ ἰσχυρὲς μηχανές, πὺ λέγονται δυναμο-ἠλεκτρικὲς μηχανές. Ἀποτελοῦνται ἀπὸ δύο κύρια μέρη: ἓνα μέρος σταθερὸ καὶ ἀκίνητο, στὸ ἐσωτερικὸ τοῦ ὁποῖου περιστρέφεται ἓνα ἄλλο μέρος κινητό.

Τὸ σταθερὸ μέρος ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα ἢ περισσοτέρους ἠλεκτρο-μαγνήτες τεράστιους· τὸ δὲ κινητὸ ἀπαρτίζεται ἀπὸ πη-

νία, δηλαδή από σύρμα χάλκινο τυλιγμένο γύρω από τεμάχια από σίδηρο.

Ἡ περιστροφή τοῦ κινητοῦ μέρους μέσα στοῦ σταθεροῦ καί ἀκίνητο μέρος εἶναι ἐκεῖνη, πού παράγει τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα.

### Πῶς κινοῦνται οἱ ἠλεκτρικὲς μηχανές

Γιὰ νὰ βάλουμε σὲ περιστροφικὴ κίνηση τὸ κινητὸ μέρος τῆς δυναμο - ἠλεκτρικῆς μηχανῆς μπορούμε νὰ χρησιμοποιήσουμε:

1) **Μιὰ ἀτμομηχανή.** Στὴν περίσσεια αὐτὴ παίρνουμε ἠλεκτρικὸ ρεῦμα ξοδεύοντας κάρβουνο.

2) **Μιὰ ὑδατοπίτωση,** ἡ ὁποία βάζει σὲ περιστροφικὴ κίνηση ἓναν τροχό, παρόμοιο μὲ ἐκεῖνον μὲ τὸν ὁποῖον κινοῦνται οἱ ὑδρομύλοι ἢ ἓναν ἄλλο τροχό, πού λέγεται **τουρμπίνα.** Ὁ τροχὸς αὐτὸς μεταδίδει τὴν κίνησή του στοῦ κινητὸ μέρος τῆς δυναμο - ἠλεκτρικῆς μηχανῆς.

Ὅταν ἡ ὑδατοπίτωση τροφοδοτεῖται ἀπὸ τὰ χιόνια, πού βρίσκονται ἀπάνω στὰ ψηλὰ βουνά, τότε μπορούμε νὰ ποῦμε, ὅτι τὰ χιόνια εἶναι ἐκεῖνα, πού παράγουν τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, ὅπως στὴν πάρα πάνω περίπτωση, τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα τὸ δίνει τὸ κάρβουνο. Γι' αὐτὸ τὶς ὑδατοπτώσεις τὶς λένε καί «**λευκὸ ἀνθρακὰ**».

### Ὁ ἠλεκτρικὸς κινητήρας

Ὅταν διοχετεύουμε σὲ μιὰ δυναμο - ἠλεκτρικὴ μηχανὴ τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον παράγει μιὰ ἄλλη δυναμο - ἠλεκτρικὴ μηχανή, τὸ κινητὸ μέρος τῆς πρώτης ἀρχίζει νὰ περιστρέφεται· μπορεῖ ἔτσι νὰ βάλῃ σὲ κίνηση καί μίαν ἄλλη μηχανή, π.χ. ἓνα τράμ. Μία δυναμο - ἠλεκτρομηχανή, πού χρησιμοποιεῖται γιὰ τὸ σκοπὸ αὐτὸ λέγεται **ἠλεκτρικὸς κινητήρας.**

### Πῶς μεταφέρεται ἡ δύναμη

Στὰ μέρη ὅπου ὑπάρχει ἄρθρο κάρβουνο, ὅπως εἶναι τὰ ἀνθρακωρυχεῖα, ἢ στὰ μέρη ὅπου ὑπάρχουν ὑδατοπτώσεις, π.χ. κοντὰ σὲ ψηλὰ βουνά μὲ χιόνια, ἐγκαθιστοῦν μεγάλα ἠλεκτρικὰ ἐργοστάσια, πού τὰ λένε **Κεντρικὰ Ἡλεκτρικὰ Ἐργοστάσια.**

Τὸ ρεῦμα, πὸν παράγεται στὰ ἐργοστάσια αὐτά, μεταφέρεται κατόπιν μὲ σύρματα ἢ καλώδια ἀπὸ χαλκὸ σὲ κινητῆρας ἢ σὲ λάμπες, πὸν μπορεῖ νὰ βρίσκωνται ἑκατοντάδες χιλιόμετρα μακρῶν.

Ἐνα τέτοιο ρεῦμα εἶναι πολὺ ἐπικίνδυνο, γι' αὐτὸ δὲν πρόπει ποτὲ κανένας νὰ ἐγγίξη τὰ ἠλεκτρικὰ καλώδια· ὑπάρχει κίνδυνος θανάτου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

— Ὄταν ἐνώσουμε τὰ ἄκρα μιᾶς ἠλεκτρικῆς στήλης, πὸν λέγονται πόλοι, μὲ ἓνα σύρμα μάτάλλινο, θὰ ἔχουμε τότε ἓνα ἠλεκτρικὸ ρεῦμα.

— Ἡ παρουσία τοῦ ἠλεκτρισμοῦ γίνεται αἰσθητὴ ἀπὸ τὰ ἀποτελέσματά του, τὰ ὁποῖα εἶναι : θερμαντικὰ (ἠλεκτρικὴ θερμάστρα), φωτεινὰ (ἠλεκτρικὸ φῶς), χημικὰ (ἀποσύνθεση τοῦ νεροῦ), μαγνητικὰ (ἠλεκτρομαγνητες).

— Σὲ κάθε ἠλεκτρικὸ ρεῦμα διακρίνουμε : τὴ διαφορὰ τοῦ δυναμικοῦ, πὸν τὴ μετροῦμε μὲ μονάδα τὸ **βόλτ**, καὶ τὴν ἔνταση, πὸν τὴ μετροῦμε μὲ μονάδα τὸ **ἀμπέρ**.

— Κυριώτερες ἐφαρμογές τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι : τὸ ἠλεκτρικὸ κουδούνι, ὁ ἠλεκτρικὸς τηλέγραφος, τὸ τηλέφωνο κλπ.

— Οἱ κυριώτερες συσκευές, πὸν παράγουν ἠλεκτρικὸ ρεῦμα εἶναι : 1) οἱ ἠλεκτρικὲς στήλες, 2) οἱ ἠλεκτρικοὶ συσσωρευτές, 3) οἱ δυναμο - ἠλεκτρικὲς μηχανές.

— Οἱ δυναμο - ἠλεκτρικὲς μηχανὲς κινουῦνται ἢ μὲ ἀτμομηχανὲς ἢ μὲ ὕδατοπτώσεις.

— Οἱ ἠλεκτρικοὶ κινητῆρες κινουῦνται μὲ τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα καὶ χρησιμοποιουῦνται γιὰ νὰ βάζουν σὲ κίνηση ἄλλες μηχανὲς π. χ. τὰ τραίμ, τοὺς σιδηροδρόμους κλπ.

### Ἐ ρ ω τ ἦ σ ε ι ς

— Μὲ πόσους τρόπους μπορεῖ νὰ παραχθῇ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα ;

— Τί εἶναι οἱ ἠλεκτρικὲς στήλες ; Οἱ ἠλεκτρικοὶ συσσωρευτές ; Τὰ ξηρὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα ;

— Πῶς παράγεται τὸ ἠλεκτρικὸ ρεῦμα στὰ ἠλεκτρικὰ ἐργοστάσια

— Πῶς κινουῦνται οἱ ἠλεκτρικὲς μηχανές ;

— Τί εἶναι οἱ ὕδατοπτώσεις ; Καὶ πῶς ἄλλοιῶς λέγονται ,



## Μ Ε Ρ Ο Σ Β'.

# Α Π Ο Τ Η Χ Η Μ Ε Ι Α

### Ο ΑΝΘΡΑΞ · ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

Ὁ ἄνθραξ εἶναι ἓνα στοιχεῖο, πολὺ διαδομένο στὴ φύση, μὲ διάφορες μορφές, ποὺ λέγονται μ' ἓνα ὄνομα *φυσικοὶ ἄνθρακες*. Ὑπάρχουν ὅμως καὶ *τεχνητοὶ ἄνθρακες*, τοὺς ὁποίους κατασκευάζουν οἱ ἄνθρωποι.

#### Α' ΦΥΣΙΚΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

Φυσικοὶ ἄνθρακες εἶναι : τὸ διαμάντι, ὁ γραφίτης καὶ οἱ γαιάνθρακες.

#### Διαμάντι

Τὸ διαμάντι εἶναι καθαρὸς ἄνθραξ, κρυσταλλικός. Συνήθως εἶναι ἄχρωμος, ὑπάρχουν ὅμως καὶ διαμάντια χρωματιστά. Εἶναι τὸ σκληρότερο ἀπὸ ὅλα τὰ σώματα καὶ ἔχει πολὺ μεγάλη λάμψη. Τὰ καλύτερα διαμάντια χρησιμοποιοῦνται γιὰ κοσμήματα, τὰ δὲ ἄλλα γιὰ νὰ κόβουν τὸ γυαλὶ ἢ νὰ τρυποῦν σκληρὰ πετρώματα.

Βρίσκεται στὴ Βραζιλία, στὶς Ἰνδίες καὶ στὴ Ν. Ἀφρική, τὸ κατεργάζονται δὲ μὲ τὴ σκόνη του.

#### Γραφίτης

Εἶναι καὶ αὐτὸς καθαρὸς ἄνθραξ, ἔχει δὲ χρῶμα σταχτόμαυρο. Ἀντίθετα ἀπὸ τὸ διαμάντι εἶναι πολὺ μαλακὸς καὶ ἀφήνει ἴχνη

μαῦρα, ὅταν τὸ σύρουμε ἐπάνω στὸ χαρτί γι' αὐτὸ χρησιμο-  
ποιεῖται γιὰ νὰ κατασκευάζουν μολυβδοκόνδυλα. Χρησιμεύει ἐπί-  
σης γιὰ νὰ προφυλάξῃ τὸ σίδηρο ἀπὸ τὸ σκούριασμα. Εἶναι καλὸς  
ἄγωγος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Βρίσκεται στὴν Αὐστρία, τὴ Σιβηρία, τὴ Κεϋλάνη κ. ἄ.

## Πῶς κατασκευάζονται τὰ μολυβδοκόνδυλα

Τὰ μολυβδοκόνδυλα ὀνομάζονται ἔτσι, γιατί ἄλλοτε τὰ κατα-  
σκεύαζαν ἀπὸ μολύβι. Σήμερα κατασκευάζονται ἀπὸ μείγμα γρα-  
φίτου καὶ ἀργίλλου, μὲ τὸν ἑξῆς τρόπο: Ἀναμειγνύουν σκόνη  
γραφίτου μὲ σκόνη ἀργίλλου σὲ διάφορες ποσότητες, ἀνάλογα μὲ  
τὴν σκληρότητα, ποὺ θέλουν νὰ δώσουν στὸ μολυβδοκόνδυλο.  
Τὸ μείγμα αὐτὸ τὸ ὑγραίνουν καὶ τὸ πλάθουν σὲ ραβδία, τὰ  
ὁποῖα τὰ ξηραίνουν καὶ τὰ διαπυρώνουν μέσα σὲ εἰδικὸ φούρνο.  
Τέλος τοποθετοῦν καθένα ἀπὸ τὰ ραβδία αὐτὰ μὲ κατάλληλο  
τρόπο μέσα σ' ἓνα κύλινδρο ἀπὸ ξύλο καὶ ἔτσι τὰ μολυβδοκόν-  
δυλα εἶναι ἕτοιμα γιὰ χρῆση.

## Γαιάνθρακες

Οἱ γαιάνθρακες βρίσκονται μέσα στὴ γῆ καὶ ἐμπεριέχουν  
ἐκτὸς ἀπὸ ἄνθρακα καὶ ἄλλες οὐσίες. Ἐσχηματίσθησαν ἀπὸ φυτά,  
ποὺ ἔζησαν πρὸ ἑκατομμυρίων ἐτῶν, κατεπλακώθησαν σὲ με-  
γάλο βάθος καὶ ἐκεῖ ἀπὸ τὴ θερμότητα τῆς γῆς καὶ τὴ μεγάλη  
πίεση, σιγά-σιγά ἀπανθρακώθηκαν. Ὑπάρχουν πολλὰ εἶδη γαι-  
ανθράκων, ἀνάλογα μὲ τὸν τρόπο, κατὰ τὸν ὁποῖον ἐσχηματί-  
σθησαν :

α) **Ἀνθρακίτης.** Εἶναι ὁ ἀρχαιότερος καὶ πλουσιώτερος σὲ  
ἄνθρακα γαιάνθραξ. Εἶναι πολὺ μαῦρος, γυαλιστερός καὶ σκλη-  
ρός. Ἀνάβει δύσκολα καὶ καίγεται ἀργά, δίνει ὅμως πολλὴ θερ-  
μότητα καὶ ἀφήνει λίγη στάχτη. Τὸν χρησιμοποιοῦν πολὺ στὶς  
θερμάστρες τῶν σπιτιῶν.

β) **Διθάνθραξ.** Ἐμπεριέχει λιγώτερο ἄνθρακα καὶ χρησιμο-  
ποιεῖται πρὸ πάντων στὰ ἐργοστάσια, τοὺς σιδηροδρόμους καὶ τὰ  
ἀτμόπλοια. Ἀπ' αὐτὸν παρασκευάζεται καὶ τὸ φωταέριο.

γ) **Λιγνίτης.** Ὁ λιγνίτης εἶναι ἀκόμη φτωχότερος σὲ ἄν-

θρακα και καίγεται με δσμη δυσάρεστη και φλόγα, που καπνίζει. Είναι το μόνον είδος γαιάνθρακος, που βρίσκεται στην Ελλάδα.

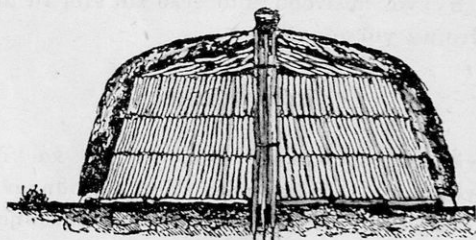
δ) Τύρφη. Η τύρφη είναι γαιάνθραξ, που σχηματίζεται άκόμα και σήμερα, από την άπανθράκωση φυτικών ουσιών μέσα στα έλη. Έμπεριέχει λίγο άνθρακα και πολλήν ύγρασία.

## Β'. ΤΕΧΝΗΤΟΙ ΑΝΘΡΑΚΕΣ

Τεχνητοί άνθρακες είναι : οι ξυλάνθρακες, το κώκ, η αιδάλη, ο ζωικός άνθραξ.

### Ξυλάνθρακες

Οι ξυλάνθρακες παρασκευάζονται με άτελή καύση των ξύλων. Κόβουν τα ξύλα στα δάση σε μικρά τεμάχια και τα τοποθετούν σε σωρούς, τους όποιους σκεπάζουν με λάσπη (σχ. 54). Στη μέση



Σχ. 54

των σωρών αφήνουν μιάν όπή, από την όποία ρίχνουν άναμμένα κάρβοννα. Παίρνουν λοιπόν φωτιά τα ξύλα και αρχίζουν να καίγονται, αλλά χωρίς πολόν άέρα. Έτσι η καύση είναι άτελής και γι' αυτό τα ξύλα σιγά - σιγά άπανθρακώνονται.

### Κ ώ κ

Στα έργοστάσια του φωταερίου θερμαίνουν λιθάνθρακα μέσα σε κλειστά δοχεία. Σχηματίζεται έτσι φωταέριο και άλλα προϊόντα μεγάλης άξιας μένει δε μέσα στα δοχεία ένα στερεό υπόλειμμα, που είναι το κώκ.

Τὸ κῶκ εἶναι πορῶδες, ἀνάβει δύσκολα καὶ καίγεται χωρὶς φλόγα, δίδοντας πολλὴ θερμότητα.

### Αἰθάλη (κ. φοῦμο)

Ὅταν κάψουμε μέσα σὲ κλειστοὺς χώρους πίσσα, ρητίνη, νέφτι, λίπη καὶ λάδια, οἱ τοῖχοι τους καλύπτονται ἀπὸ ἀφθονὴ καπνιά, τὴν ὁποία καὶ συλλέγουν. Αὕτῃ εἶναι ἡ αἰθάλη. Χρησιμεύει γιὰ νὰ φτιάχνουν τυπογραφικὴ μελάνη, ἐλαιοχρώματα, βερνίκια καὶ ἓνα εἶδος μολυβδοκόνδυλα.

### Ζωϊκὸς ἄνθραξ

Ὁ ζωϊκὸς ἄνθραξ σχηματίζεται ἀν θερμάνουμε μέσα σὲ κλειστὰ δοχεῖα ζωϊκὲς οὐσίες, πρὸ πάντων κόκκαλα. Εἶναι πορῶδης καὶ ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ απορροφᾷ τις χρωστικὲς οὐσίες. Τὸν χρησιμοποιοῦν γιὰ νὰ ἀποχρωματίζουν τὸ σιρόπι στὰ ζαχαροποιεῖα καὶ γιὰ ἄλλους παρόμοιους σκοποὺς. X

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ — BENZINĤ — ΦΩΤΑΕΡΙΟ

### Πετρέλαιο

Τὸ πετρέλαιο εἶναι ὑγρὸ πυκνότερο, σὰν λάδι, μὲ χρῶμα καστανόμαυρο καὶ ὁμῆ χαρακτηριστικὴ, πρὸ τὸ βγάζουν ἀπὸ τὴ γῆ, ἀνοίγοντας πηγάδια. Βρίσκεται στὴν Ἀμερικὴ, στὴ Ρωσία (κοντὰ στὸ Καύκασο), στὴ Ρουμανία κλπ.

Τὸ ἀκάθαρτο αὐτὸ πετρέλαιο, ποτὲ δὲν τὸ χρησιμοποιοῦν ὅπως εἶναι ὅταν βγαίνει ἀπὸ τὴ γῆ, ἀλλὰ τὸ κατεργάζονται σὲ εἰδικὰ ἐργοστάσια καὶ παίρνουν ἔτσι διάφορα προϊόντα, ἀπὸ τὰ ὁποῖα σπουδαιότερα εἶναι τὰ ἑξῆς :

α) Ὁ **πετρελαϊκὸς αἰθέρας**, ὁ ὁποῖος εἶναι ἓνα ὑγρὸ πολὺ πτητικὸ καὶ εὐανάφλεκτο, μὲ εὐχάριστη μυρωδιά. Διαλύει εὐκόλα τὰ λίπη καὶ γι' αὐτὸ χρησιμοποιεῖται πολὺ γιὰ τὸν καθαρισμὸ τῶν ἔνδυμάτων.

β) Ὁ **βενζίνη**. Εἶναι καὶ αὕτῃ ὑγρὸ πτητικὸ καὶ εὐανάφλεκτο καὶ χρησιμοποιεῖται πρὸ πάντων γιὰ τὴν κίνηση τῶν μη-

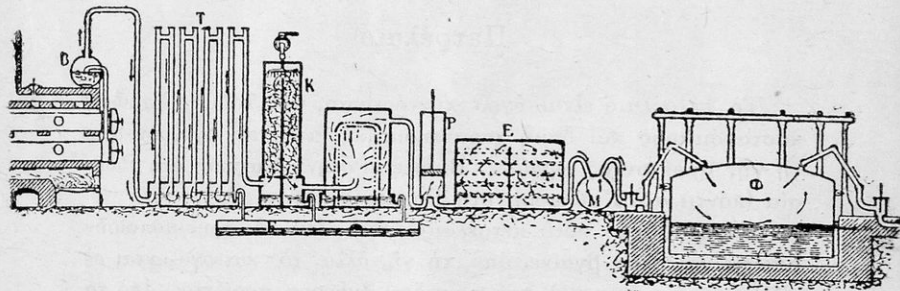
χαῶν τῶν αὐτοκινήτων καὶ τῶν ἀεροπλάνων, ὅπου ξοδεύεται σὲ πολὺ μεγάλες ποσότητες. Χρησιμοποιεῖται ἐπίσης γιὰ φωτισμό, σὲ εἰδικὲς λάμπες, καὶ γιὰ καθαρισμὸ τῶν ἐνδυμάτων ἀπὸ τὰ λίπη. Σήμερον ἡ βιομηχανία παρασκευάζει καὶ τεχνητὴ βενζίνη ἀπὸ ἄνθρακα καὶ ὑδρογόνο.

γ) **Τὸ φωτιστικὸ πετρέλαιον.** Χρησιμοποιεῖται γιὰ φωτισμὸ σὲ λάμπες μὲ φυτίλι καὶ γιὰ θέρμανση.

δ) **Τὰ βαρῆα ἔλαια.** Ἀπὸ αὐτὰ βγάζουν 1) τὴν **παραφίνην**, ποὺ εἶναι μιὰ οὐσία σάν τὸ κερί, ἀπὸ τὴν ὁποία κατασκευάζουν κεριά· 2) τὴ **βαζελίνη**, ποὺ εἶναι μιὰ οὐσία σάν τὸ λίπος καὶ χρησιμεύει στὰ φαρμακεία γιὰ ἀλοιφές καὶ 3) τὰ **δρυκτέλαια**, ποὺ εἶναι ὑγρὰ ἐλαιώδη καὶ χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν ἐπάλειψη τῶν μηχανῶν.

## Φωταέριο

Τὸ φωταέριο (κ. γκάζι) εἶναι ἓνα ἀέριο καύσιμο, ποὺ χρησιμοποιεῖται πολὺ στὶς μεγάλες πόλεις γιὰ καύσιμη ὕλη στὰ μαγειρεῖα, ἄλλοτε δὲ ἐχρησιμοποιεῖτο καὶ γιὰ φωτισμό. Ἔχει μιὰ χαρακτηριστικὴ ὄσμη, εἶναι ἐλαφρότερο ἀπὸ τὸν ἀέρα καὶ δηλητη-



Σχ. 55

ριώδες, γι' αὐτὸ χρειάζεται μεγάλη προσοχὴ στὴ χρῆση του.

Τὸ παρασκευάζουν, σὲ εἰδικὰ ἐργοστάσια, ἀπὸ λιθάνθρακα (σχ. 55) μὲ τὸν ἐξῆς τρόπον : Θερμαίνουν μέσα σὲ ἡμικυλινδρικὰ δοχεῖα ἀπὸ ἄργιλλο τὸ λιθάνθρακα σὲ θερμοκρασία 1000°—1200°. Μὲ τὸν τρόπο αὐτὸ βγαίνουν ἀπὸ μέσα ἀπὸ τὸ λιθάν-



θρακα διάφορα αέρια, τὰ ὁποῖα ἀναγκάζουν νὰ περάσουν :

α) ἀπὸ μέσα ἀπὸ ἓνα δοχεῖο, πὺν ἔμπεριέχει νερό. Ἐκεῖ κατακάθεται ἡ πίσσα καὶ διαλύεται ἡ ἀμμωνία πὺν ἔμπεριέχουν.

β) Ἀπὸ μέσα ἀπὸ μεγάλα κιβώτια, πὺν περιέχουν κατάλληλες χημικὲς οὐσίαι, οἱ ὁποῖαι κατακρατοῦν τὰ αέρια, πὺν δὲν εἶναι καύσιμα (διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, ὑδροθείου). Ἔτσι ἀπομένει ἓνα μείγμα ἀπὸ καύσιμα αέρια, πὺν ἀποτελεῖ τὸ φωταέριον, τὸ ὁποῖο καὶ συγκεντρώνεται μέσα σ' ἓνα μεγάλο δοχεῖο, σὲ ἓνα ἀεροφυλάκιο, ὅπως τὸ λένε—ἀπὸ τὸ ὁποῖον ὕστερα τὸ διοχετεύουν στὴν πόλιν.

Μέσα στὰ ἡμικυλινδρικὰ δοχεῖα, πὺν θερμαίνονται τὸ λιθάνθρακα, μὲ τὸν ὁποῖο παρασκευάζουν τὸ φωταέριον, μένει στὸ τέλος ἓνα εἶδος ἀνθρακος, πὺν λέγεται κῶκ, καὶ πὺν χρησιμοποιεῖται, ὅπως εἶδαμε, γιὰ καύσιμη ὕλη.

## Ἡ πίσσα

Ἡ πίσσα (κατράμι) εἶναι ἓνα ὑγρὸ πυκνόρρευστο μαῦρον, μὲ μιὰ ἰδιαιτέρη μυρωδιά. Καθὼς εἶδαμε, πάρα πάνω, εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ δευτερεύοντα προϊόντα τῆς παρασκευῆς τοῦ φωταερίου καὶ χρησιμεύει : 1) γιὰ τὴν πισσόστρωση τῶν δρόμων· 2) γιὰ τὴν ἐπάλειψη τῶν ξύλων, μὲ τὸ σκοπὸ νὰ τὰ προφυλάξουν ἀπὸ τὴ σήψη· 3) γιὰ τὴν παρασκευὴ χάρτου ἀδιαβρόχου, μὲ τὸν ὁποῖο σκεπάζουν τὰ σπίτια κλπ.

Τὴν πίσσα τὴν ἀποστάζουν σὲ ἰδιαιτέρα ἐργαστῆσια καὶ παίρνουν διάφορα προϊόντα, πολὺ μεγάλης ἀξίας, ὅπως εἶναι τὸ βενζόλιο, ἡ ναφθαλίνη κ.ἄ.

## Ναφθαλίνη

Ἡ γνωστὴ μας ναφθαλίνη, εἶναι μιὰ οὐσία λευκὴ κρυσταλλικὴ, πὺν ἔχει μιὰ δυνατὴ χαρακτηριστικὴ μυρωδιά. Εἶναι ἀδιάλυτη στὸ νερό, τήκεται εὐκόλα καὶ καίγεται μὲ φλόγα πὺν καπνίζει.

Τὴν χρησιμοποιοῦμε, ὅπως ὅλοι ξέρουμε, γιὰ νὰ προφυλάξουμε τὰ μάλλινα υφάσματα καὶ τὰ γουναρικά ἀπὸ τὸ σκόρον. Χρησιμεύει ἐπίσης γιὰ τὴν παρασκευὴν χρωμάτων. Παρασκευάζεται ὑπὸ τῆς βιομηχανίας ἀπὸ τὰ ἀποστάγματα τῆς πίσσης τῶν λιθάνθρακων.

## Χρώματα τῆς ἀνιλίνης

Τὰ λεγόμενα χρώματα τῆς ἀνιλίνης, εἶναι τεχνητὲς χρωστικὲς οὐσίαι, ποὺ παρασκευάζονται κυρίως ἀπὸ τὴν ἀνιλίνη. Ἡ ἀνιλίνη ὅμως παρασκευάζεται ἀπὸ τὸ βενζόλιο, τὸ ὁποῖο εἶναι ἓνα ἀπὸ τὰ ἀποστάγματα τῆς πίσης τῶν λιθανθράκων. Ὡστε βλέπουμε ὅτι τὰ ποικιλώτατα καὶ ὠραιότατα χρώματα τῆς ἀνιλίνης ἔχουν τὴν προέλευσίν τους ἀπὸ τὴ μαύρη πίσσα τῶν λιθανθράκων. Ὁραῖα τεχνητὰ χρώματα παρασκευάζονται καὶ ἀπὸ τὴ ναφθαλίνη, ὅπως εἶπαμε πάρα πάνω.

## Τὸ ἀνθρακικὸ νάτριο (σόδα)

Τὸ ἀνθρακικὸ νάτριο ἢ ἀνθρακική σόδα ἢ σόδα τοῦ ἐμπορίου εἶναι ἓνα σῶμα στερεό, κρυσταλλικόν, ποὺ παρασκευάζεται σὲ μεγάλες ποσότητες ἀπὸ τ' ἄλατι (χλωριούχο νάτριο) καὶ χρησιμοποιεῖται πολὺ στὴν ὑαλοουργία καὶ τὴ σαπωνοποιία.

Ἐκτὸς ὅμως ἀπὸ τὴ σόδα αὐτὴ τοῦ ἐμπορίου, ὑπάρχει καὶ ἡ γνωστὴ μας σόδα τῶν φαρμακείων, ποὺ τὸ ἐπιστημονικὸ της ὄνομα εἶναι διανθρακικὸ νάτριο καὶ τὴ χρησιμοποιοῦμε πολλὰ φορὲς στὰ σπίτια μας γιὰ φάρμακο ἢ τὴ ρίχνουμε μέσα στὴ λεμονάδα μας, γιὰ νὰ τὴ κάνουμε νὰ ἀφρίση.

## Τὸ ἀνθρακικὸ κάλιο (ποτάσσα)

Τὸ ἀνθρακικὸ κάλιο λέγεται κοινῶς ποτάσσα καὶ εἶναι παρόμοιο πρὸς τὸ ἀνθρακικὸ νάτριο. Χρησιμοποιεῖται στὰ σπίτια μας γιὰ τὸ πλύσιμο τῶν πιάτων, τῶν ἀσπρορούχων κλπ. Ἡ βιομηχανία τὸ χρησιμοποιεῖ κυρίως στὴν ὑαλοουργία καθὼς καὶ στὴ σαπωνοποιία.

Παρασκευάζεται ἀπὸ τὸ χλωριούχο κάλιο, μὲ τὸν ἴδιον τρόπο, ποὺ παρασκευάζεται καὶ τὸ ἀνθρακικὸ νάτριο ἀπὸ τὸ χλωριούχο νάτριο, δηλ. τὸ κοινὸ ἄλατι.

## ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΣΑΠΟΥΝΙΑ ΚΑΙ ΠΩΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΖΟΝΤΑΙ

Τὰ σαποῦνια εἶναι σῶματα στερεά, περισσότερο ἢ λιγώτερο κληρὰ, μὲ χρῶμα λευκὸ ἢ πράσινο καὶ μιὰ γεύση χαρακτηριστικὴ

(σαπωνοειδή). Διαλύονται στο νερό, και χρησιμοποιούνται, όπως όλοι μας ξέρουμε, για τον καθαρισμό του σώματός μας και των άσπρορροούχων μας.

Τα σαπούνια παρασκευάζονται με τον εξής τρόπο: Μέσα σ' ένα μεγάλο καζάνι θερμαίνουν το λάδι ή άλλες λιπαρές ουσίες και κατά μικρές ποσότητες προσθέτουν το διάλυμα της καυστικής σόδας, ανακατεύοντας διαρκώς. Ύστερα από αρκετή ώρα σχηματίζεται ένας πολτός. Την στιγμή αυτή προσθέτουν μέσα στο καζάνι άραιό διάλυμα μαγειρικού άλατος, πού έχει σκοπό να άποχωρήσει το σαπούνι, το όποιο συγκεντρώνεται έτσι στην επιφάνεια και επιπλέει.

Τόν πολύ αυτό του σαπουνιού τόν μεταφέρουν από το καζάνι και τόν χύνουν μέσα σε κατάλληλα καλούπια, όπου κρύνει και ξεραίνεται. Τόν κόβουν τότε με το μαχαίρι σε κατάλληλα τεμάχια, τά όποια είναι πιά έτοιμα για χρήση.

Υπάρχουν πολλών ειδών σαπούνια: α) τά σκληρά τά όποια κατασκευάζουν από λάδι ή λίπος και από καυστική σόδα. β) Τά μαλακά, τά όποια κατασκευάζουν από λάδι ή λίπος και καυστική ποτάσσα γ) Τά άρωματικά, τά όποια κατασκευάζουν από λιπαρές ουσίες άνωτέρας ποιότητας και καυστική σόδα, προσθέτουν δε άρωματικές ουσίες και χρώματα και δ) Τά φαρμακευτικά, τά όποια κατασκευάζονται όπως τά άρωματικά με τη διαφορά ότι περιέχουν και διάφορα φάρμακα, κυρίως φαινικόν δξύ.

## Ο ΦΩΣΦΟΡΟΣ ΚΑΙ ΤΑ ΣΠΙΡΤΑ

### Ο φωσφόρος

Ο φωσφόρος είναι σώμα στερεό, υποκίτρινο, αρκετά μαλακό, ώστε να κόβεται με το μαχαίρι και έχει μία όση σαν το σκόρδο. Στο σκοτάδι λάμπει, δηλαδή φωσφορίζει και από αυτήν την ιδιότητα πήρε το όνομά του.

Είναι πολύ επικίνδυνο σώμα και χρειάζεται μεγάλη προσοχή στο χειρισμό του: α) Γιατί αναφλέγεται μόνο του, από την έπίδραση του δξυγόνου του άερος. Γι' αυτό τόν φυλάσσουμε μέσα στο νερό και ποτέ δεν τόν πιάνουμε με τά δάχτυλά μας, γιατί θα πάθουμε εγκαύματα. β) Γιατί είναι ισχυρότατο δηλητήριο. Γι'

αὐτὸ μάλιστα τὸν χρησιμοποιοῦν γιὰ νὰ φτιάκουν ποντικοφάρμακα.

Ἄν θερμάνουμε τὸν κίτρινο αὐτὸ φωσφόρο μέσα σὲ κλειστὰ δοχεῖα χωρὶς ἀέρα, ἐπὶ πολλὰς ἡμέρας, μεταβάλλεται σὲ **ἐρυθρὸ φωσφόρο**, ὃ ὁποῖος οὔτε φωσφορίζει, οὔτε ἀναφλέγεται μόνος του. οὔτε εἶναι δηλητηριώδης.

Ὁ φωσφόρος δὲν βρίσκεται ἐλεύθερος στὴ φύση ἀλλὰ παρασκευάζεται ἀπὸ τὸ ὀρυκτὸ, ποὺ λέγεται φωσφορίτης ἢ ἀπὸ τὰ κόκκαλα τῶν ζώων, τὰ ὁποῖα περιέχουν ἀρκετὴ ποσότητα φωσφόρου. Εἶναι ἀπαραίτητο συστατικὸ γιὰ τὴν ἀνάπτυξη τῶν ζώων καὶ τῶν φυτῶν. Καὶ τὰ μὲν ζῶα τὸν προμηθεύονται ἀπὸ τὶς τροφὰς ποὺ τρώγουν, τὰ δὲ φυτὰ ἀπὸ τὸ ἔδαφος.

### Τὰ σπύρτα

Ἄλλοτε τὰ σπύρτα τὰ κατασκευάζαν ἀπὸ θειάφι καὶ κίτρινο φωσφόρο. Ἐπειδὴ ὁμως τὰ σπύρτα αὐτὰ ἔπαιρναν φωτιά πολὺ εὐκόλα καὶ ἦσαν καὶ δηλητηριώδη τὰ κατάργησαν.

Σήμερα ἔχουμε τὰ σπύρτα ἀσφαλείας ἢ σουηδικά, τὰ ὁποῖα δὲν ἐμπεριέχουν οὔτε θειάφι, οὔτε φωσφόρο. Αὐτὰ κατασκευάζονται ἀπὸ μικρὰ ξυλαράκια, τὰ ὁποῖα τὰ ἐμβαπτίζουν πρῶτα μέσα σὲ λυωμένη παραφίνη καὶ ὕστερα μέσα σὲ μιὰ μάζα ἀπὸ θειοῦχο ἀντιμόνιο καὶ γλωρικὸ κάλι. Τὰ σπύρτα αὐτὰ ἀνάβουν μόνον ἅμα τὰ τρίψουμε στὰ πλευρὰ τοῦ κουτιοῦ, τὰ ὁποῖα εἶναι ἀλειμμένα μὲ ἓνα μείγμα ἀπὸ θειοῦχο ἀντιμόνιο, ἐρυθρὸ φωσφόρο, γυαλὶ καὶ γόμα.

Τὰ σπύρτα αὐτὰ τὰ λένε **σπύρτα ἀσφαλείας**, γιὰτὶ δὲν ἀνάβουν εὐκόλα καὶ δὲν εἶναι δηλητηριώδη.

## ΤΟ ΝΙΤΡΙΚΟ ΚΑΛΙΟ ΚΑΙ Η ΠΥΡΙΤΙΔΑ

### Νιτρικὸ κάλιο ἢ νίτρο

Τὸ νιτρικὸ κάλιο ἢ νίτρο εἶναι σῶμα στερεό, λευκό, κρυσταλλικό, σὰν τὸ κοινὸ ἀλάτι. Διαλύεται πολὺ εὐκόλα μέσα στὸ νερὸ.

Εἶναι σῶμα ὀξειδωτικό, ἐμπεριέχει δηλ. ἄφθονο ὀξυγόνο καὶ ἡ σπουδαιότερα χρῆση του γίνεται στὴν κατασκευὴ τῆς μαύρης πυρίτιδας.

## Τί είναι ή μαύρη πυρίτιδα NDX

Ἡ μαύρη πυρίτιδα (κ. μαρούτι) είναι μιὰ ἐκρηκτικὴ ὕλη, πὸν ἄλλοτε μὲν τὴ χρησιμοποιοῦσαν σ' ὅλα τὰ ὅπλα, σήμερον ὅμως ἡ χρῆσις τῆς εἶναι περιορισμένη. Παρασκευάζεται ἀπὸ νιτρικὸ κάλιο (75 0/0), θειάφι (12 0/0), καὶ λιθάνθρακα (12 0/0). Τὰ τρία αὐτὰ συστατικά, τὰ ~~καθαρὰ~~ καὶ τὰ ἀναμειγνύουσιν τελείως μέσα σὲ περιστρεφόμενα τύμπανα. Τὸ νίτρο τὸ προσθέτουν γιὰ νὰ δώσῃ τὸ δξυγόνο, πὸν χρειάζεται, γιὰ νὰ καοῦν τὰ δύο ἄλλα συστατικά. Σχηματίζονται τότε διάφορα ἀέρια καὶ συγχρόνως ἡ θερμοκρασία φθάνει τοὺς 2.000°. Γιὰ τὸ λόγο αὐτὸ τὰ ἀέρια πιέζουν πολὺ δυνατὰ καὶ σ' αὐτὸ δρφεύλονται οἱ ἐκρηκτικὲς ιδιότητες τῆς πυρίτιδας.

Ἐπειδὴ ἡ πυρίτιδα αὐτὴ παράγει πολὺ καπνὸ, δὲν χρησιμοποιεῖται πιά στὰ πολεμικὰ ὅπλα. Σ' αὐτὰ γίνεται χρῆσις τῆς **ἀκαπνῆς πυρίτιδας**, ἡ ὁποία ἀποτελεῖται ἀπὸ νιτροκυτταρίνη.

## ΤΟ ΝΙΤΡΙΚΟ ΝΑΤΡΙΟ ΚΑΙ ΤΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

### Νιτρικὸ νάτριο ἢ Νίτρο τῆς Χιλῆς NDX

Τὸ νιτρικὸ νάτριο ἔχει τὶς ἴδιες ιδιότητες μὲ τὸ νιτρικὸ κάλιο, εἶναι ὅμως σῶμα ὑγροσκοπικόν, τὸ ὁποῖον σημαίνει ὅτι ἀπορροφᾷ εὐκολὰ τὴν ὑγρασία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος· γι' αὐτὸ εἶναι ἀκατάλληλον γιὰ τὴν κατασκευὴ τῆς πυρίτιδας. Βρίσκεται ἀφθονο στὴ Χιλῆ τῆς Νοτίου Ἀμερικῆς, ἀπ' ὅπου τὸ προμηθεύεται ὅλος ὁ κόσμος, γι' αὐτὸ λέγεται καὶ νίτρο τῆς Χιλῆς. Χρησιμοποιεῖται πολὺ γιὰ τὴν παρασκευὴ τοῦ νιτρικοῦ δξέος καὶ πρὸ πάντων γιὰ λίπασμα.

### Τί εἶναι τὰ λιπάσματα

Τὰ φυτὰ γιὰ νὰ ἀναπτυχθοῦν καὶ νὰ καρποφορήσουν ἔχουν ἀνάγκη ἀπὸ διάφορα συστατικά.

Ἀπὸ πειράματα πὸν ἔγιναν ἐπὶ χρόνια ἀπὸ τοὺς εἰδικοὺς βρέθηκε, ὅτι οἱ ἀπαραίτητες γιὰ τὴ ζωὴ τῶν φυτῶν οὐσίαι εἶναι :

τὸ δξυγόνο, τὸ διοξειδίου τοῦ ἀνθρακος, τὸ νερό, τὸ ἄζωτο, τὸ



φωσφορικόν ὄξύ, τὸ κάλι, τὸ ἀσβέστιο καὶ μερικὰ ἄλλα στοιχεῖα.

Καὶ τὸ μὲν ὀξυγόνο καὶ τὸ διοξειδίο τοῦ ἀνθρακος τὰ παίρνει τὸ φυτὸν ἀπὸ τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα μὲ τὰ φύλλα του, ὅλα δὲ τὰ ἄλλα συστατικὰ τὰ παίρνει ἀπὸ τὸ ἔδαφος, μὲ τὶς ρίζες του.

Τὰ περισσότερα ἀπὸ τὰ ἀπαραίτητα γιὰ τὰ φυτὰ συστατικὰ βρίσκονται πάντοτε στὸ ἔδαφος σὲ ἀρκετὴ ποσότητα, ὅπως ἔδειξεν ἡ χημικὴ ἀνάλυση. Μερικὲς ὅμως ἀπὸ αὐτὲς ἢ βρίσκονται σὲ πολὺ μικρὴ ποσότητα ἢ ἐξαντλοῦνται μὲ τὸν καιρό. Τέτοιες εἶναι κυρίως τρεῖς : 1) τὸ ἄζωτο, 2) τὸ φωσφορικὸν ὄξύ καὶ 3) τὸ κάλι.

Στὴν περίστασι αὐτὴ γιὰ νὰ βελτιώσουν τὴ σύστασι τοῦ ἔδαφους προσθέτουν σ' αὐτὸ ὀρισμένες οὐσίες, ποὺ λέγονται **λιπάσματα**.

Τὰ λιπάσματα εἶναι εἴτε φυσικά, εἴτε τεχνητά. Κυριώτερο ἀπὸ τὰ φυσικά λιπάσματα εἶναι ἡ κοπριά, τῶν ζώων (τοῦ ἀλόγου, τῆς ἀγελάδας, τῶν προβάτων, τῶν πουλερικῶν). Εἶναι τὸ ἀρχαιότερο καὶ τὸ καλύτερο ἀπὸ τὰ λιπάσματα, γιὰτὶ περιέχει ὅλα τὰ ἀναγκαῖα γιὰ τὴ θρέψι τῶν φυτῶν στοιχεῖα καὶ γιὰτὶ κάνει τὸ ἔδαφος ἀφράτο καὶ ἔτσι διευκολύνει τὸν ἀερισμὸ του καὶ τὴν ἀπορρόφησι τοῦ νεροῦ.

Τεχνητὰ ἢ **χημικὰ λιπάσματα** λέγονται οἱ οὐσίες τὶς ὁποῖες προσθέτουν στὸ ἔδαφος, ἀφοῦ προηγουμένως τὶς ὑποβάλλουν σὲ κάποια χημικὴ κατεργασία. Τὰ λιπάσματα αὐτὰ εἶναι τριῶν εἰδῶν : ἄζωτοῦχα, φωσφοροῦχα ἢ καλιοῦχα, ἀνάλογα μὲ τὸ κύριο συστατικὸ, ποὺ περιέχουν.

Τὰ κυριώτερα ἄζωτοῦχα λιπάσματα εἶναι : 1) τὸ νιτρικὸν νάτριο ἢ νίτρο τῆς Χιλῆς, ποὺ περιγράψαμε πάρα πάνω. Εἶναι λίπασμα, ποὺ διαλύεται εὐκόλα στὸ νερὸ καὶ περιέχει 15—16 ο]ο ἄζωτο, 2) ἡ θεικὴ ἀμμωνία, ποὺ παρασκευάζεται στὰ ἐργοστάσια τοῦ φωταερίου, ἀπὸ τὰ ἀμμωνιοῦχα νερά. Εἶναι καὶ αὐτὴ λίπασμα, ποὺ διαλύεται εὐκόλα στὸ νερὸ καὶ περιέχει 20—21 ο]ο ἄζωτο.

Ἀπὸ τὰ φωσφοροῦχα λιπάσματα, σπουδαιότερο εἶναι τὸ ὑπερφωσφορικὸν, τὸ ὁποῖο παρασκευάζεται ἀπὸ φωσφορικὸν ὄρυκτά, εἶναι διαλυτὸ καὶ περιέχει 16—18 ο]ο φωσφορικὸν ὄξύ.

Τέλος καλιοῦχα λιπάσματα εἶναι τὸ θεικὸν κάλι καὶ τὸ γλωριοῦχο κάλι, ποὺ περιέχουν 48—52 ο]ο κάλι.

Τὰ χημικά λιπάσματα, πού περιεγράψαμε πάρα πάνω, λέγονται ἀπλᾶ, γιατί περιέχουν ἓνα καὶ μόνο λιπαντικὸ στοιχεῖο. Στὸ ἐμπόριο ὅμως φέρουν καὶ μείγματα ἀπὸ αὐτά, πού λέγονται σύνθετα λιπάσματα καὶ περιέχουν καὶ τὰ τρία λιπαντικὰ στοιχεῖα.

Ἀπὸ τὰ σύνθετα αὐτὰ λιπάσματα κυκλοφοροῦν στὸ ἐμπόριο πολλοὶ τύποι. Κάθε τύπος λιπάσματος χαρακτηρίζεται ἀπὸ τρεῖς ἀριθμούς, ἀπὸ τοὺς ὁποίους ὁ πρῶτος δείχνει τὴν περιεκτικότητά του, σὲ ἄζωτο, ὁ δεύτερος τὴν περιεκτικότητα σὲ φωσφορικὸν ὀξὺ καὶ ὁ τρίτος τὴν περιεκτικότητά του σὲ κάλι π. χ. ὁ τύπος 2—12—4 σημαίνει ὅτι τὸ λίπασμα αὐτὸ περιέχει 2 ὀ]ο ἄζωτο, 12 ὀ]ο φωσφορικὸν ὀξὺ καὶ 4 ὀ]ο κάλι.

Ἀπὸ τὴν πείρα πολλῶν ἐτῶν βρέθηκεν ὅτι ἡ χρῆση τῶν χημικῶν λιπασμάτων ἀυξάνει τὴ γεωργικὴ παραγωγή τοῦλάχιστον κατὰ 50 ὀ]ο, ὅταν φυσικὰ καὶ οἱ κλιματολογικὲς συνθῆκες εἶναι εὐνοϊκές.

## Η ΖΑΧΑΡΗ

### α) Καλαμοζάχαρη

Καλαμοζάχαρη εἶναι ἡ κοινὴ ζάχαρη, πού μεταχειρίζομαστε κάθε μέρα γιὰ τροφὴ μας. Εἶναι, ὅπως ξέρουμε, ἓνα σῶμα λευκό, κρυσταλλικόν, μὲ γεύση πολὺ γλυκιὰ.

Διαλύεται εὐκόλα μέσα στὸ νερό, ὄχι ὅμως καὶ στὸ οἰνόπνευμα. Τὴ χρησιμοποιοῦμε γιὰ νὰ γλυκαίνουμε τὸ γάλα μας καὶ τὸ τσάι, γιὰ νὰ φτιάχνουμε τὸν καφέ μας, γιὰ νὰ κατασκευάζουμε γλυκίσματα κλπ. Ἡ ζάχαρη αὐτὴ ὑπάρχει μέσα σὲ μερικὲς φυτικὲς οὐσίες, κυρίως στὸ ζαχαροκάλαμο καὶ σ' ἓνα εἶδος κοκκινούλια (ζαχαροτεῦτλα) ἀπὸ τὰ ὁποῖα καὶ παρασκευάζεται μὲ τὸν ἐξῆς τρόπο :

Κόβουν τὸ ζαχαροκάλαμο ἢ τὰ ζαχαροτεῦτλα σὲ μικρὰ κομμάτια καὶ τὰ κατεργάζονται μὲ ζεστὸ νερό, τὸ ὁποῖο διαλύει ὅλη τὴ ζάχαρη πού ἐμπεριέχουν, ἀλλὰ μαζί μὲ αὐτὴ καὶ μερικὲς ἄλλες οὐσίες βλαβερές, τις ὁποῖες ἀπομακρύνουν μὲ διάφορα χημικὰ μέσα. Ἔτσι ἀπομένει ἓνα καθαρὸ διάλυμα ἀπὸ ζάχαρη μέσα στὸ νερό, τὸ ὁποῖο, ἐπειδὴ εἶναι ὑποκίτρινο, τὸ ἀποχρωματίζουν, τὸ

θερμαίνουν για να συμπυκνωθῆ και τὸ ἀφήνουν να κρυσταλλωθῆ. Μετὸν τρόπο αὐτὸ παίρνουν ζάχαρη κρυσταλλική, σὲ πολὺ καθαρή κατάσταση.

Μετὰ τὴν ἀπομάκρυνση ὅμως τῶν κρυστάλλων μένει ἕνα σιρόπι αὐτὸ λέγεται **μελάσσα** και χρησιμεύει για να φτιάνουν ἀπὸ αὐτὸ οἰνόπνευμα.

## β) Σταφυλοζάχαρη

Σταφυλοζάχαρη λέγεται ἕνα εἶδος ζάχαρης, πὸν βρίσκειται μέσα στὰ ὄριμα σταφύλια και σὲ ἄλλα ὄριμα φρούτα, (σῦκα, πεπόνια κλπ.), τὰ ὁποῖα για τὸ λόγο αὐτὸ εἶναι γλυκά. Βρίσκειται ἐπίσης ἢ ζάχαρη αὐτὴ και στὸ μέλι. Εἶναι μιὰ οὐσία λευκή, ὅταν εἶναι καθαρή και λιγώτερο γλυκειὰ ἀπὸ τὴν κοινὴ ζάχαρη.

Τὴν παρασκευάζουν ἢ ἀπὸ σταφίδα και λέγεται στὸ ἐμπόριο **σταφιδίνη** ἢ ἀπὸ τὸ ἄμυλο τῶν σιτηρῶν, κυρίως τοῦ καλαμποκιοῦ και λέγεται τότε **γλυκόζη**. Χρησιμοποιεῖται ἀντὶ τῆς κοινῆς ζάχαρης, κυρίως γιατί εἶναι φθηνότερη.

## ΤΟ ΟΙΝΟΠΝΕΥΜΑ

Τὸ οἰνόπνευμα εἶναι ἕνα ὑγρὸ ἄχρωμο μὲ μιὰ εὐχάριστη χαρακτηριστικὴ ὄσμη. Εἶναι ἐλαφρότερο ἀπὸ τὸ νερὸ και βράζει σὲ 78°. Ἀναμειγνύεται μὲ τὸ νερὸ, σὲ ὁποιαδήποτε ἀναλογία, ἔχει μεγάλη διαλυτικὴ δύναμη και καίγεται μὲ φλόγα κωνή. Ἄν τὸ πιόῦμε σὲ μικρὲς δόσεις και ἀραιωμένο μὲ νερὸ ἐνεργεῖ σὰν διεγερτικὸ, σὲ μεγαλύτερες ὅμως ποσότητες προκαλεῖ μέθη, ἀκόμη και δηλητηρίαση. Τὸ χρησιμοποιοῦμε για να φτιάνουμε ἀρώματα ἢ και για καύσιμη ὕλη (π. χ. στὰ καμινέτα). Τὸ οἰνόπνευμα, πὸν χρησιμοποιεῖται για τὰ καμινέτα, ἔχει μιὰ δυσάρεστη ὄσμη και τὸ ἔχρυν χρωματίζει πράσινο, για να διακρίνεται.

Τὸ οἰνόπνευμα παρασκευάζεται ἀπὸ σταφυλοζάχαρη μὲ τὸν τρόπο πὸν θὰ ἴδοῦμε πάρα κάτω.

## ZYΜΩΣΕΙΣ

Ζυμώσεις λέγονται οἱ βραδεῖς χημικὲς ἀποσυνθέσεις, πὸν παθαίνου μερικὲς ὀργανικὲς οὐσίες, ὅταν ἐπιδράσουν σ' αὐτὲς κάτι

μικροοργανισμοί, που ονομάζονται **φυράματα**. Κυριότερες ζυμώσεις είναι η οίνοπνευματική και η όξεική.

### α) Οίνοπνευματική ζύμωση

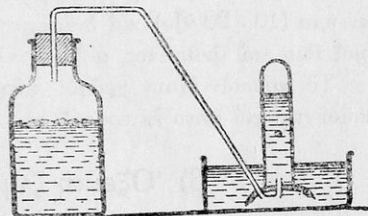
**Πείραμα.** Μέσα σε μιὰ φιάλη βάζουμε 50 γραμ. σταφυλοζάχαρη, 250 γραμ. νερό, προσθέτουμε μερικά γραμμάρια μαγιάς της μύρας και τη βουλώνουμε καλά με ένα φελλό, από τον όποιον περνάει ένας απαγωγός γυάλινος σωλήνας (Σχ. 56).

“Αν φροντίσουμε ώστε το διάλυμα να έχει θερμοκρασία 25° - 30°, θα παρατηρήσουμε ύστερα από λίγες ώρες, ότι το υγρό της φιάλης αναβράζει.

Τούτο συμβαίνει, γιατί σχηματίζεται ένα αέριο, το όποιο αν το συλλέξουμε μέσα σ' ένα γυάλινο κύλινδρο, θα ιδούμε ότι είναι διοξείδιο του άνθρακος, γιατί θολώνει το ασβεστόνερο.

“Από το πείραμα αυτό συμπεραίνουμε ότι το διάλυμα της σταφυλοζάχαρης, από την επίδραση της μαγιάς της μύρας, έπαθε μιὰ αποσύνθεση, από την όποία σχηματίσθησε οινόπνευμα και διοξείδιο του άνθρακος. Η αποσύνθεση αυτή ονομάζεται **οίνοπνευματική ζύμωση**.

“Η μαγιά της μύρας, που προκάλεσε την αποσύνθεση της σταφυλοζάχαρης, δηλαδή τη ζύμωση, είναι ένα φύραμα. “Αν την εξετάσουμε με το μικροσκόπιο, θα ιδούμε ότι αποτελείται από κάτι μικροοργανισμούς, που λέγονται μύκητες.



Σχ. 56

### Τί είναι το κρασί

“Όλοι ξέρουμε ότι αν στίψουμε ώριμα σταφύλια θα πάρουμε ένα υγρό, το όποιο είναι πολύ γλυκό, γιατί έμπεριέχει σταφυλοζάχαρη. Το υγρό αυτό λέγεται **μούστος**.

“Αν αφήσουμε το μούστο, μέσα σε άνοιχτές δεξαμενές, θα

ιδούμε ότι ύστερα από λίγο αρχίζει νά αναβράζει, γιατί παθαίνει οίνοπνευματική ζύμωση, από την επίδραση των μικροοργανισμῶν (μυκήτων), πού βρίσκονται στὸν ἀέρα.

Όταν πάψη ὁ ὀρμητικὸς ἀναβρασμὸς καὶ μεταφέρουμε τὸ ὑγρὸ μέσα σὲ βαρέλια, θὰ παρατηρήσουμε ὅτι ξεακολουθεῖ καὶ ἐκεῖ ἡ οίνοπνευματικὴ ζύμωση, ἀλλ' εἶναι τώρα ἡπιωτέρα. Όταν τελειώσει καὶ ἡ ζύμωση αὐτή, τὸ οίνοπνευματοῦχο ὑγρὸ, πὸν ἔχει σχηματισθῆ, λέγεται **κρασί**.

Τὸ κρασί ἀποτελεῖται κυρίως ἀπὸ νερὸ (80 - 85 οἶο), οἰνόπνευμα (10 - 20 οἶο) καὶ διάφορες ἄλλες οὐσίες χρωστικῆς, ἄλατα, διοξειδίου τοῦ ἀνθράκος, αἰθέρες κλπ).

Τὰ κρασιά ἔχουν χρῶμα κίτρινο ἢ κόκκινο καὶ χρησιμοποιοῦνται γιὰ ποτὸ ἐπιτραπέζιο.

## β) Ὁξεικὴ ζύμωση - Ξύδι

Ἄν βάλουμε μέσα σ' ἓνα βαρέλι ἀνοιχτό, λίγο κρασί ἀραιωμένο μὲ νερὸ καὶ προσθέσουμε καὶ ἓνα εἰδικὸ φυτόμα, θὰ ἰδοῦμε ὅτι ὕστερα ἀπὸ ἡμέρες, τὸ κρασί ξυνίζει, γίνεται δηλαδὴ ξύδι.

Τοῦτο συμβαίνει γιὰτὶ μὲ τὴν επίδραση τοῦ εἰδικοῦ φυτομάτος, πὸν βάλουμε, τὸ οἰνόπνευμα τοῦ κρασιοῦ ἔγινεν ὀξεικὸν ὀξύ.

Ἡ ἀλλοίωση αὐτή, πὸν ἔπαθε τὸ κρασί, λέγεται **ὀξεικὴ ζύμωση**, τὸ δὲ ὑγρὸ πὸν πήραμε λέγεται **ξύδι**.

Τὸ ξύδι, ὅπως ξέρουμε ὅλοι μας, τὸ μεταχειριζόμαστε στὶς σαλάτες μας καὶ στὴ μαγειρικὴ.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ ΧΗΜΕΙΑ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τί είναι ή φύση—Τί λέγονται σώματα—Φυσικές καταστάσεις τῶν σωμάτων	σελ.	3
Οί φυσικές καταστάσεις τῶν σωμάτων μεταβάλλονται—Φυσικά καί Χημικά φαινόμενα—Φυσική καί Χημεία		4
		5

### ΑΠΟ ΤΗ ΦΥΣΙΚΗ

#### Α'. Ἀκουστική

Ἦχος—Παραγωγή τοῦ ἤχου	>	6
Διάδοση τοῦ ἤχου	>	7
Πόση είναι ή ταχύτητα τοῦ ἤχου	>	8
Ἀνάκλαση τοῦ ἤχου—Ἠχώ καί ἀντήχηση	>	9
Γνωρίσματα τοῦ ἤχου	>	10
Ἡ φωνή τοῦ ἀνθρώπου	>	13
Τό ἀκουστικό ὄργανο τοῦ ἀνθρώπου	>	13
Ἐμφωνογράφος	>	14
Περίληψη	>	15

#### Β'. Ὀπτική

Τί είναι τὸ φῶς—Σώματα φωτεινά καί σώματα σκοτεινά	>	17
Σώματα διαφανή, ἀδιαφανή, διαφώτιστα—Πῶς διαδίδεται τὸ φῶς	>	18
Ποία είναι ή ταχύτητα τοῦ φωτός—Σκιά καί ἐκλείψεις	>	19
Τί είναι ή ἔνταση τοῦ φωτός	>	19
Πότε ἐλατώνεται ὁ φωτισμός μιᾶς ἐπιφανείας	>	20
Περίληψη	>	20
Ἀνάκλαση καί διάχυση τοῦ φωτός	>	21
Κάτοπτρα—Ἐπίπεδα κάτοπτρα	>	23
Σφαιρικά κάτοπτρα	>	24
Περίληψη	>	26
Διάθλαση τοῦ φωτός	>	27
Ἀτμοσφαιρική διάθλαση	>	29
Φακοί—Διάφορα εἶδη φακῶν	>	29
Ἀμφίκυρτος φακός	>	30
Περίληψη	>	32
Ἐφαρμογές τῶν φακῶν—Ματογῶνια μυωπικά καί πρεσβυωπικά	>	32
Φωτογραφική μηχανική	>	33
Προβολέας	>	34
Κινηματογράφος	>	35
Μικροσκόπιο	>	36
Τηλεσκόπιο	>	37
Ἀνάλυση τοῦ φωτός, μὲ τὸ πρίσμα	>	38
Σύνθεση τοῦ φωτός	>	39
Ὁὐράνιο τόξο	>	39
Περίληψη	>	40

Γ'. Μαγνητικά φαινόμενα

Φυσικοί και τεχνητοί μαγνήτες—Μαγνητισμός	>	41
Πόλοι των μαγνητών—'Αλληλεπίδραση των πόλων	>	42
Πώς μαγνητίζεται ο μαλακός σίδηρος	>	43
Πώς μαγνητίζεται το άτσάλι	>	43
Μαγνητισμός της γής—Ναυτική πυξίδα	>	44

Δ'. 'Ηλεκτρικά φαινόμενα

Παραγωγή ηλεκτρισμού με προστριβή—Καλοί και κακοί	>	46
άγωγοι του ηλεκτρισμού	>	47
Θετικός και άρνητικός ηλεκτρισμός	>	49
'Ηλεκτριση έξ επιδράσεως	>	49
Τί είναι ο ηλεκτρικός σπινθήρας	>	50
'Η δύναμη των ακίδων	>	51
'Ατμοσφαιρικός ηλεκτρισμός	>	51
'Αστραπή και βροχή	>	52
Κεραυνός—'Αλεξικέραυνο	>	54
Δυναμικός ηλεκτρισμός—'Ηλεκτρικό ρεύμα—'Ηλεκτρικά στοιχεία	>	55
'Ηλεκτρική στήλη—Διαφορά δυναμικού και ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος	>	57
'Αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος θερμαντικά και φωτεινά	>	59
'Αποτελέσματα χημικά—'Ηλεκτρόλυση	>	61
'Αποτελέσματα μαγνητικά—'Ηλεκτρομαγνηται	>	61
Γαλβανόμετρο	>	62
'Ηλεκτρικό κουδούνι	>	63
'Ηλεκτρικός τηλεγράφος	>	64
Τηλέφωνο	>	67
Πώς παράγεται το ηλεκτρικό ρεύμα	>	68
'Ηλεκτρικοί συσσωρευτές	>	69
Δυναμο—ηλεκτρικές μηχανές	>	

ΑΠΟ ΤΗ ΧΗΜΕΙΑ

'Ο άνθραξ—Φυσικοί άνθρακες—Διαμάντι	>	72
Γραφίτης—Μολυβδοκόνδυλα	>	73
Γαϊάνθρακες	>	74
Τεχνητοί άνθρακες—Ξυλάνθρακες—Κώκ	>	75
Αιθάλη—Ζωϊκός άνθραξ—Πετρέλαιο	>	76
Φωταέριο	>	77
Πίσσα—Ναφθαλίνη	>	78
Χρώματα άνηλίνης—'Ανθρακικό νάτριο (σόδα)	>	78
'Ανθρακικό κάλιο (ποτάσσα)	>	78
Τί είναι τὰ σαπούνια και πώς παρασκευάζεται	>	79
'Ο φωσφόρος	>	80
Τὰ σπρίτα	>	80
Το νιτρικό κάλιο και η πυρίτιδα	>	81
Νιτρικό νάτριο και λιπάσματα	>	83
'Η ζάχρη	>	84
Το οινόπνευμα—Ζυμώσεις	>	85
Τί είναι το κρασί—'Οξεική Ζύμωση—Ξύδι	>	



ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ Ι. ΣΙΔΕΡΗ — ΑΘΗΝΑΙ

ΤΑ ΝΕΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΒΙΒΛΙΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ

ΒΑΣ. ΚΩΝ. ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ

- |  |            |
|--|------------|
| 1. 'Ιστορία του Νεωτ. Ἑλληνισμοῦ γιὰ τὴν Στ' τάξη  | 'Εγκριμένη |
| 2. 'Ιστορία τῆς Βυζ. Αυτοκρατορίας γιὰ τὴν Ε' τάξη |            |
| 3. 'Ιστορία Ἀρχαίας Ἑλλάδας γιὰ τὴν Δ' τάξη        |            |
| 4. Μυθικοὶ χρόνοι γιὰ τὴν Γ' τάξη                  |            |

Δ'. ΦΥΣΙΚΑ

ΔΗΜ. ΔΟΥΚΑ—ΜΑΡ. Γ. ΠΑΠΑΓΩΑΝΝΟΥ

- |   |            |
|---|------------|
| 1. Φυσικὴ Πειραματικὴ καὶ Χημεία γιὰ τὴν Στ' τάξη | 'Εγκριμένη |
| 2. Φυσ. Πειραματικὴ καὶ Χημεία γιὰ τὴν Ε' τάξη    |            |
| 3. Φυσικὴ Ἱστορία γιὰ τὴν Στ' τάξη                | Συνιστάται |
| 4. Φυσικὴ Ἱστορία γιὰ τὴν Ε' τάξη                 | Συνιστάται |
| 5. Φυσικὴ Ἱστορία γιὰ τὴν Δ' τάξη                 |            |
| 6. Φυσικὴ Ἱστορία γιὰ τὴν Γ' τάξη                 |            |

Α. ΔΙΩΚΗ—ΚΛ. Δ. ΚΑΡΝΑΒΟΥ

- |   |            |
|---|------------|
| 1. Φυσ. Πειραματικὴ καὶ Χημεία γιὰ τὴν Ε' τάξη  | 'Εγκριμένη |
| 2. Φυσ. Πειραματικὴ καὶ Χημεία γιὰ τὴν Στ' τάξη | 'Εγκριμένη |

Ε'. ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΙ

Μ. ΘΕΟΔ. ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΥ

- |   |            |
|---|------------|
| 1. Γεωγραφία Ἑδρώπης γιὰ τὴν Στ' τάξη           | 'Εγκριμένη |
| 2. Γεωγραφία Ἠπείρων γιὰ τὴν Ε' τάξη            | 'Εγκριμένη |
| 3. Γεωγραφία τῆς Ἑλλάδος γιὰ τὴν Γ' καὶ Δ' τάξη |            |

Β. ΚΩΝ. ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ—ΜΑΡ. Γ. ΙΩΑΝΝΙΔΟΥ

- |   |            |
|---|------------|
| 1. Γεωγραφία τῆς Ἑδρώπης γιὰ τὴν Στ' τάξη | 'Εγκριμένη |
|---|------------|

Α. ΔΙΩΚΗ—ΚΛ. Δ. ΚΑΡΝΑΒΟΥ

- |  |            |
|--|------------|
| 1. Γεωγραφία τῶν Ἠπείρων γιὰ τὴν Ε' τάξη | 'Εγκριμένη |
|--|------------|

ΣΤ'. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

ΓΕΩΡΓ. Α. ΠΑΠΑΓΩΑΝΝΟΥ

- |  |            |
|--|------------|
| 1. Ἀριθμητικὴ γιὰ τὴν Στ' τάξη               | Συνιστάται |
| 2. Ἀριθμητικὴ γιὰ τὴν Ε' τάξη                | Συνιστάται |
| 3. Ἀριθμητικὴ καὶ Προβλήματα γιὰ τὴν Δ' τάξη |            |
| 4. Ἀριθμητικὴ καὶ Προβλήματα γιὰ τὴν Γ' τάξη |            |
| 5. Γεωμετρία γιὰ τὴν Ε' καὶ Στ' τάξη         | Συνιστάται |