





Πολυζωίδης  
Κωνσταντίνος

Α. Π. Π.

4



3546  
ΤΙΜ. Α. ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΥ  
Τακτικού καθηγητού της Φυσικής ἐν τῷ Ἑθν. Πανεπιστημίῳ

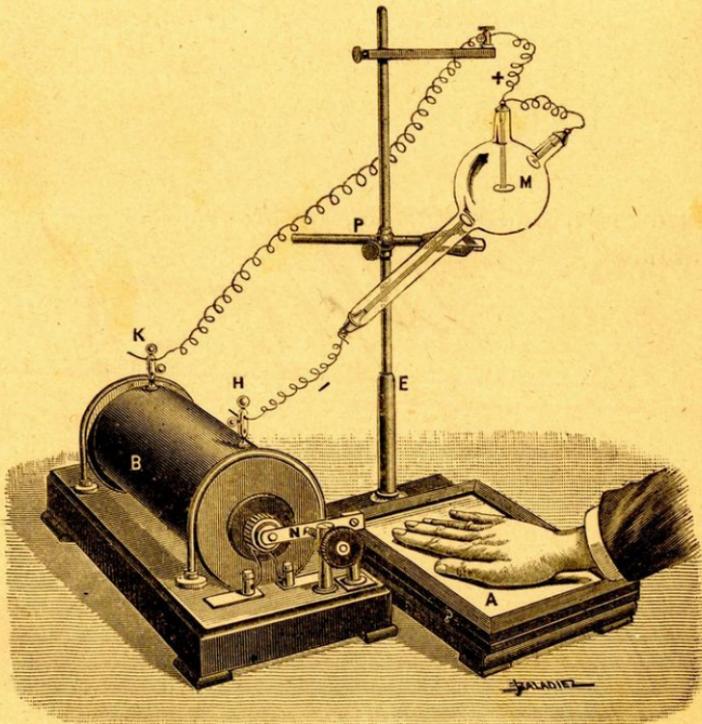


# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΒΡΑΒΕΥΘΕΝΤΑ

ΕΝ Τῶ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜῶ ΤΩΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚῶΝ ΒΙΒΛΙῶΝ

ΕΚΔΟΣΙΣ ΤΡΙΤΗ  
μετὰ προσθηκῶν καὶ βελτιώσεων



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ  
ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΑΝΕΣΤΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΟΥ  
1899

Πᾶν ἀντίτυπον μὴ φέρον τὴν ὑπογραφήν μου εἶνε κλο-  
πιμαῖον.

Παπαδόπουλος

# ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

Κεφ. Α' . Εἰσαγωγή . . . . .	Σελ.	1
» Β' . Γενικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων . . . . .	»	5
» Γ' . Περὶ δυνάμεων καὶ κινήσεως . . . . .	»	10

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

### ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

Κεφ. Α' . Κατακόρυφος. Βάρος. Κέντρον βάρους . . . . .	»	28
» Β' . Περὶ ἰσορροπίας τῶν στερεῶν σωμάτων . . . . .	»	32
» Γ' . Περὶ ἀπλῶν μηχανῶν . . . . .	»	36
» Δ' . Νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων. Ἐκκρεμές . . . . .	»	52

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

### ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

Κεφ. Α' . Ὑδροστατικὴ ἀρχή. Πίεσεις τῶν υγρῶν ἐν ἰσορροπία . . . . .	»	65
» Β' . Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους. Εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν καὶ υγρῶν. Πυκνόμετρα. Ἀραιόμετρα . . . . .	»	79
» Γ' . Συνοχή. Συνάφεια. Τριχοειδῆ φαινόμενα. Διαχύσεις. Διαπίδουςις . . . . .	»	94

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

### ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

Κεφ. Α' . Ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις. Βαρόμετρα. Ἀερόστατα . . . . .	»	99
» Β' . Μέτρησις τῆς ἐλαστικῆς τῶν ἀερίων δυνάμεως. Μανόμετρα . . . . .	»	118
» Γ' . Πνευματικαὶ μηχαναί. Σίφων. Ὑδραντλία . . . . .	»	123

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

### ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

Κεφ. Α' . Διαστολὴ ὑπὸ τῆς θερμότητος. Θερμόμετρα . . . . .	»	135
» Β' . Περὶ τήξεως καὶ πήξεως . . . . .	»	154
» Γ' . Περὶ ἀτμῶν . . . . .	»	157
» Δ' . Περὶ ἐξατμίσεως καὶ βρασμοῦ. Ὑγροποίησις τῶν ἀερίων. Ὑγρομετρία . . . . .	»	161
» Ε' . Περὶ θερμοχωρητικότητος τῶν σωμάτων. Θερμότης τήξεως καὶ ἐξαερώσεως . . . . .	»	176
» Ϛ' . Ὑποθέσεις περὶ θερμότητος . . . . .	»	182
» Ζ' . Περὶ διαδόσεως τῆς θερμότητος . . . . .	»	185
» Η' . Περὶ ἀτμομηχανῶν . . . . .	»	197
» Θ' . Ὑδρομετέωρα. Ἄνεμοι. Κλιματολογία . . . . .	»	200

## BIBLION EKTON

### ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

Κεφ. Α' . Ίδιότητες τῶν μαγνητῶν. Μέθοδοι μαγνητίσεως. Σελ.	214
» Β' . Γηγενῆς μαγνητισμός. Πυξίδες . . . . .	» 220

## BIBLION EBΔOMON

### ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ. Α' . Γενικά φαινόμενα . . . . .	» 228
» Β' . Ἡλεκτρισμός ἐξ ἐπιδράσεως. Ἡλεκτρικαὶ μηχαναί. Πυκνωτὰ ἠλεκτρικῆς . . . . .	» 235
» Γ' . Ἀτμοσφαιρικός ἠλεκτρισμός. Ἀλεξικέραυνον . .	» 252

## BIBLION OΓΔOON

### ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ. Α' . Ἡλεκτροχημικὸν ζεύγος. Ἡλεκτρικαὶ στήλαι. .	» 259
» Β' . Ἡλεκτρικαὶ μονάδες. Νόμος τοῦ Ohm. Ἀποτε- λέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. . . . .	» 269
» Γ' . Ἡλεκτρομαγνητισμός. Ἡλεκτρικὸς τηλεγράφος .	» 285
» Δ' . Περὶ τῶν ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων. Μηχαναὶ μα- γνητοηλεκτρικαὶ καὶ δυναμοηλεκτροικαὶ . . . . .	» 294

## BIBLION ENATON

### ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Κεφ. Α' . Περὶ ἤχου. Διάδοσις καὶ ἀνάκλασις τοῦ ἤχου. .	» 309
» Β' . Περὶ ὕψους καὶ ἰσχύος τοῦ ἤχου . . . . .	» 322
» Γ' . Περὶ παλμικῆς κινήσεως τῶν χορδῶν. Φυσικὴ θεω- ρία τῆς μουσικῆς. . . . .	» 327
» Δ' . Περὶ ἠχητικῶν σωλήνων. Χροιά τοῦ ἤχου. . . .	» 334
» Ε' . Περὶ φωνογράφου, τηλεφώνου καὶ μικροφώνου . .	» 338
» Σ' . Φωνητικὸν καὶ ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου.	» 344

## BIBLION ΔΕΚΑΤΟΝ

### ΟΠΤΙΚΗ

Κεφ. Α' . Περὶ διαδόσεως, ταχύτητος καὶ ἰσχύος τοῦ φω- τός. Φωτομετρία . . . . .	» 347
» Β' . Διάχυσις καὶ ἀνάκλασις τοῦ φωτός. Ἐπίπεδα καὶ σφαιρικὰ κάτοπτρα. Πόλωσις τοῦ φωτός .	» 357
» Γ' . Περὶ διαθλάσεως τοῦ φωτός ἀπλῆς καὶ διπλῆς .	» 370
» Δ' . Περὶ φακῶν. . . . .	» 380
» Ε' . Ὀπτικὸν πρίσμα. Ἀνάλυσις τοῦ φωτός . . . . .	» 386
» Σ' . Ὀπτικά ὄργανα. . . . .	» 396
» Ζ' . Περὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ. . . . .	» 403
» Η' . Φωτεινὰ μετέωρα . . . . .	» 413

# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Ὅρισμός καὶ διαίρεσις φυσικῶν ἐπιστημῶν. Φυσικαὶ ἐπιστῆμαι (Φυσιογνωσία) καλοῦνται αἱ ἐξετάζουσαι τὰ περὶ ἡμᾶς ποικίλα δημιουργήματα καὶ τὰς ἐν αὐτοῖς συμβαινούσας μεταβολάς, ἅτινα πάντα συγκροτοῦσι τὴν καλουμένην *Φύσιν*. Τὰ μὲν δημιουργήματα καλοῦνται προσέτι *φυσικὰ σώματα*, αἱ δὲ μεταβολαὶ ὡς φαινόμενα ἡμῖν, ἤτοι ὡς ὑποπίπτουσαι εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν, καλοῦνται καὶ *φαινόμενα*.

Τὰ φυσικὰ σώματα διαστέλλονται τῶν γεωμετρικῶν, διότι ἔχουσι οὐ μόνον σχῆμα, ἀλλὰ καὶ περιεχόμενον. Τὸ περιεχόμενον δὲ τοῦτο εἶνε ἢ καλουμένη *ἔλη*, ἣτις προκαλοῦσα τὰς ιδιότητας τῶν σωμάτων παράγει τὰς ἐντυπώσεις, ἃς δεχόμεθα παρ' αὐτῶν. Ἐν παντὶ σώματι διακρίνεται τοῦτο μὲν τὸ ποσὸν τῆς ἐν αὐτῷ ἔλης, ἤτοι ἢ καλουμένη *μάζα* αὐτοῦ, τοῦτο δὲ ὁ τρόπος, καθ' ὃν περιορίζεται ἐξωτερικῶς, ἤτοι τὸ *σχήμα* αὐτοῦ, τὸ ὁποῖον ἐξετάζει ἢ *Γεωμετρία*.

Αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι διαιροῦνται εἰς δύο μεγάλας τάξεις· α΄) τὴν *Φυσιογραφίαν* ἢ *Φυσικὴν ἱστορίαν*, ἣτις ἐξετάζει μόνον τὰ δημιουργήματα, ἤτοι τὰς ἐξωτερικὰς καὶ ἐσωτερικὰς ιδιότητας ἢ γνωρίσματα ἀπάντων τῶν φυσικῶν σωμάτων, ταξινομοῦσα ἅμα ταῦτα ἀναλόγως τῶν ιδιοτήτων αὐτῶν καθ' ὠρισμένον τι σύστημα, καὶ β΄) τὴν *Γεωμετρικὴν Φυσικὴν*, ἣτις ἐρευνᾷ οὐχὶ πλέον τὰ δημιουργήματα, ἀλλὰ

## BIBAIION EKTON

### ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

Κεφ. Α' . Ίδιότητες τῶν μαγνητῶν. Μέθοδοι μαγνητίσεως. Σελ. 214	
» Β' . Γηγενῆς μαγνητισμός. Πυξίδες . . . . . » 220	

## BIBAIION EBΔOMON

### ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ. Α' . Γενικά φαινόμενα . . . . . » 228	
» Β' . Ἡλεκτρισμοὶ ἐξ ἐπιδράσεως. Ἡλεκτρικὰ μηχαναί. Πυκνωτὰ ἠλεκτρικῆς . . . . . » 235	
» Γ' . Ἀτμοσφαιρικός ἠλεκτρισμός. Ἀλεξικέραυνον . . » 252	

## BIBAIION OΓΔOON

### ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Κεφ. Α' . Ἡλεκτροχημικὸν ζεύγος. Ἡλεκτρικὰ στήλαι. . » 259	
» Β' . Ἡλεκτρικὰ μονάδες. Νόμος τοῦ Ohm. Ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. . . . . » 269	
» Γ' . Ἡλεκτρομαγνητισμός. Ἡλεκτρικὸς τηλεγράφος. » 285	
» Δ' . Περὶ τῶν ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων. Μηχαναὶ μαγνητοηλεκτρικαὶ καὶ δυναμοηλεκτρικαὶ . . . . » 294	

## BIBAIION ENATON

### ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Κεφ. Α' . Περὶ ἤχου. Διάδοσις καὶ ἀνάκλασις τοῦ ἤχου. . » 309	
» Β' . Περὶ ὕψους καὶ ἰσχύος τοῦ ἤχου . . . . . » 322	
» Γ' . Περὶ παλμικῆς κινήσεως τῶν χορδῶν. Φυσικὴ θεωρία τῆς μουσικῆς. . . . . » 327	
» Δ' . Περὶ ἠχητικῶν σωλήνων. Χροιά τοῦ ἤχου. . . . » 334	
» Ε' . Περὶ φωνογράφου, τηλεφώνου καὶ μικροφώνου . . » 338	
» Σ' . Φωνητικὸν καὶ ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου. » 344	

## BIBAIION ΔΕΚΑΤΟΝ

### ΟΠΤΙΚΗ

Κεφ. Α' . Περὶ διαδόσεως, ταχύτητος καὶ ἰσχύος τοῦ φωτός. Φωτομετρία . . . . . » 347	
» Β' . Διάχυσις καὶ ἀνάκλασις τοῦ φωτός. Ἐπίπεδα καὶ σφαιρικὰ κάτοπτρα. Πόλωσις τοῦ φωτός . » 357	
» Γ' . Περὶ διαθλάσεως τοῦ φωτός ἀπλῆς καὶ διπλῆς . » 370	
» Δ' . Περὶ φακῶν. . . . . » 380	
» Ε' . Ὀπτικὸν πρίσμα. Ἀνάλυσις τοῦ φωτός . . . . » 386	
» Σ' . Ὀπτικὰ ὄργανα. . . . . » 396	
» Ζ' . Περὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ. . . . . » 403	
» Η' . Φωτεινὰ μετέωρα . . . . . » 413	

# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

#### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. **Ὅρισμός καὶ διαίρεσις φυσικῶν ἐπιστημῶν.** Φυσικαὶ ἐπιστῆμαι (Φυσιογραφία) καλοῦνται αἱ ἐξετάζουσαι τὰ περὶ ἡμᾶς ποικίλα δημιουργήματα καὶ τὰς ἐν αὐτοῖς συμβαινούσας μεταβολάς, ἅτινα πάντα συγκροτοῦσι τὴν καλουμένην *Φύσιν*. Τὰ μὲν δημιουργήματα καλοῦνται προσέτι *φυσικὰ σώματα*, αἱ δὲ μεταβολαὶ ὡς φαινόμενα ἡμῖν, ἤτοι ὡς ὑποπίπτουσαι εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν, καλοῦνται καὶ *φαινόμενα*.

Τὰ φυσικὰ σώματα διαστέλλονται τῶν γεωμετρικῶν, διότι ἔχουσιν οὐ μόνον σχῆμα, ἀλλὰ καὶ περιεχόμενον. Τὸ περιεχόμενον δὲ τοῦτο εἶνε ἡ καλουμένη *ὕλη*, ἣτις προκαλοῦσα τὰς ιδιότητας τῶν σωμάτων παράγει τὰς ἐντυπώσεις, ἃς δεχόμεθα παρ' αὐτῶν. Ἐν παντὶ σώματι διακρίνεται τοῦτο μὲν τὸ ποσὸν τῆς ἐν αὐτῷ ὕλης, ἤτοι ἡ καλουμένη *μᾶζα* αὐτοῦ, τοῦτο δὲ ὁ τρόπος, καθ' ὃν περιορίζεται ἐξωτερικῶς, ἤτοι τὸ *σχῆμα* αὐτοῦ, τὸ ὁποῖον ἐξετάζει ἡ *Γεωμετρία*.

Αἱ φυσικαὶ ἐπιστῆμαι διαιροῦνται εἰς δύο μεγάλας τάξεις· α΄) τὴν *Φυσιογραφίαν* ἢ *Φυσικὴν ἱστορίαν*, ἣτις ἐξετάζει μόνον τὰ δημιουργήματα, ἤτοι τὰς ἐξωτερικὰς καὶ ἐσωτερικὰς ιδιότητας ἢ γνωρίσματα ἀπάντων τῶν φυσικῶν σωμάτων, ταξινομοῦσα ἅμα ταῦτα ἀναλόγως τῶν ιδιοτήτων αὐτῶν καθ' ὅρισμένον τι σύστημα, καὶ β΄) τὴν *Γεωρικὴν Φυσικὴν*, ἣτις ἐρευνᾷ οὐχὶ πλέον τὰ δημιουργήματα, ἀλλὰ

μόνον τὰς ἐπ' αὐτῶν παρατηρουμένας μεταβολάς, ἤτοι πάντα τὰ φαινόμενα τῆς ἀνοργάνου φύσεως, διότι περὶ τῶν ἐν τῷ ζῶντι ὀργανισμῷ συμβαινόντων πραγματεύεται ἡ *Φυσιολογία*. Ὅριζει δὲ προσέτι ἡ *Γενικὴ Φυσικὴ* καὶ τοὺς νόμους, καθ' οὓς τὰ φαινόμενα ταῦτα τελοῦνται.

Ἐκατέρω δὲ πάλιν τῶν γενικωτέρων τούτων ἐπιστημῶν ὑποδιαιρεῖται εἰς ἄλλας μερικωτέρας. Οὕτως ἡ μὲν Φυσιολογία ὑποδιαιρεῖται εἰς τὴν *Ζωολογίαν*, *Φυτολογίαν* καὶ *Ὄρυκτολογίαν* ἐρευνώσας τὰ ἐξωτερικὰ γνωρίσματα ἀπάντων τῶν σωμάτων [ἐνοργάνων τε (ζῶων καὶ φυτῶν) καὶ ἀνοργάνων (ὄρυκτῶν)] καὶ εἰς τὴν *Ἀνατομικὴν* ἐξετάζουσαν τὰ ἐσωτερικὰ γνωρίσματα μόνον τῶν ἐνοργάνων· ἡ δὲ *Γενικὴ ἢ καθόλου Φυσικὴ* ὑποδιαιρεῖται εἰς τὴν *κυρίως Φυσικὴν* πραγματευμένην περὶ τῶν μηχανικῶν μεταβολῶν τῶν σωμάτων, εἰς τὴν *Χημίαν* ἐρευνῶσαν τὰς ὑλικὰς μεταβολάς, ἤτοι τὰς συνεπαγούσας τὴν ῥιζικὴν ἀλλοίωσιν τῆς ὕλης, ἧς ἐπακολούθημα ἢ παραγωγὴ νέων σωμάτων, καὶ εἰς τὴν *Ἀστρονομίαν* περιγράφουσαν τὰ οὐράνια σώματα καὶ τὴν πρὸς ἄλληλα σχέσιν αὐτῶν.

2. **Φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα.** Ὡς προείρηται, ἡ τε Φυσικὴ καὶ ἡ Χημεία ἐρευνῶσι τὰς ἐπὶ τῶν σωμάτων τελουμένας μεταβολάς, ἤτοι τὰ φαινόμενα. Τῶν μεταβολῶν δὲ τούτων αἱ μὲν δύνανται νὰ εἶνε *ἐπουσιώδεις ἢ παροδικαί*, αἱ δὲ *οὐσιώδεις*. Καὶ ἐπουσιώδεις μὲν καλοῦνται ἐκεῖναι αἱ μεταβολαί, αἵτινες δὲν ἐπιφέρουσι ῥιζικὴν ἀλλοίωσιν εἰς τὴν ὕλην τοῦ σώματος· π. χ. τὸ ὕδωρ, ὅπερ ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ εἶνε ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὑγρὸν, θερμαινόμενον ἢ ψυχόμενον ἐπαρκῶς γίνεται ἀέριον ἢ στερεὸν σῶμα, ἤτοι μεταβάλλεται εἰς ἀτμὸν ἢ πάγον· ἡ ὕλη ὅμως αὐτοῦ καὶ κατὰ τὰς νέας ταύτας καταστάσεις οὐδόλως μεταβάλλεται· ὡσαύτως τὸ ἤλεκτρον προστριβόμενον ἐπὶ μαλλίνου ὑφάσματος ἔλκει ἐλαφρὰ τινα σώματα· τεμάχιον σιδήρου, ἐφ' οὗ ἐπίδραξ μαγνήτης, ἔλκει ῥινήματα σιδήρου, ἐν ᾧ ἡ ὕλη τοῦ ἡλέκτρου καὶ τοῦ σιδήρου οὐδόλως μετεβλήθη. Τοιαῦτα λοιπὸν εἶνε τὰ καλούμενα *φυσικὰ φαινόμενα*, περὶ ὧν πραγματεύεται ἡ *Φυσικὴ*. Οὐσιώδεις δὲ καλοῦμεν ἐκεῖνας τὰς μεταβολὰς τῶν σωμάτων, αἵτινες ἐπιφέρουσι ῥιζικὴν ἀλλοίωσιν εἰς τὴν οὐσίαν ἢ ὕλην αὐτῶν· π. χ. τεμάχιον μαρμάρου πυρούμενον μετατρέπεται εἰς ἄσβεστον, ἧτις ἔχει ὄλως διαφόρους ιδιότητας τῶν τοῦ μαρμάρου· ὡσαύτως σίδηρος ἐκτιθέμενος εἰς ὑγρὸν ἀέρα μετατρέπεται εἰς σκωρίαν, οὐσίαν ὄλως

διαφορον τοῦ σιδήρου. Τοιαῦτα δὲ εἶνε τὰ καλούμενα *χημικὰ φαινόμενα*, ἅτινα ἐρευνᾷ ἡ *Χημεία*.

3. **Φυσικὸς νόμος.** Καλεῖται *φυσικὸς νόμος* σταθερὰ σχέσις, ἣτις ὑφίσταται μεταξύ φαινομένου τινὸς καὶ τῆς αἰτίας, ἣτις παρήγαγεν αὐτό. Οἱ φυσικοὶ νόμοι ἀνευρίσκονται διὰ τῆς παρατηρήσεως τῶν φαινομένων, ἅτινα παράγονται ἐν τῇ φύσει, καὶ τῆς ἐρεῦνης αὐτῶν διὰ τῶν ἐν τοῖς ἐργαστηρίοις ἐκτελουμένων *πειραμάτων*. Οὕτω πιέζοντες ὠρισμένην ποσότητα ἀερίου παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττοῦται. Ἡ σχέση, ἣν διὰ τοῦ πειράματος ἀνευρίσκομεν ὑφιστάμενην μεταξύ τῆς ἀρᾶσεως τῆς πίεσεως ἀφ' ἐνὸς καὶ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου ἀφ' ἐτέρου, ἀποτελεῖ φυσικὸν νόμον.

4. **Φυσικὴ θεωρία.** Ἡ μελέτη διαφόρων νόμων, οἵτινες ἀνάγονται εἰς τὴν αὐτὴν τάξιν φαινομένων, δύναται νὰ καταδείξῃ ὅτι τὸ σύνολον τῶν νόμων τούτων εἶνε τὸ ἐπακολούθημα τῆς αὐτῆς ἀρχῆς ἢ τῆς αὐτῆς ὑποθέσεως· τὸ σύνολον τῶν νόμων τούτων καλεῖται *φυσικὴ θεωρία*· οἷον ἡ *θεωρία τοῦ ἤχου*, ἡ *θεωρία τοῦ φωτὸς κτ.λ.* Παραδέχονται δ' ὅτι πάντες οἱ φυσικοὶ νόμοι δύναται νὰ ὑπαχθῶσιν εἰς μίαν καὶ μόνην φυσικὴν θεωρίαν *γενικὴν*, εἰς τὴν ἀνεύρεσιν τῆς ὁποίας τείνουσι διηγητικῶς αἱ ἐρευναι τῶν φυσικοδιφῶν.

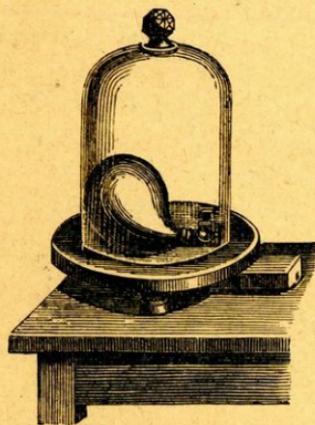
5. **Ἀπλᾶ καὶ σύνθετα σώματα.** Τῶν ἐν τῇ φύσει σωμάτων τὰ πλεῖστα μὲν δύναται νὰ ἀναλυθῶσιν εἰς ἄλλα ἀπλούστερα, ὡς τὸ ὕδωρ εἰς ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, τὸ μαγειρικὸν ἄλας εἰς χλωρίον καὶ νάτριον· ὑπάρχουσιν ὅμως καὶ τινὰ σώματα, ὧν ἀδύνατος ἀποβαίνει, μέχρι σήμερον τοῦλάχιστον, ἡ ἀνάλυσις εἰς ἄλλα ἀπλούστερα, ὡς ὁ χρυσός, τὸ θεῖον, τὸ ἄζωτον κλπ. Τὰ πρῶτα καλοῦνται *σύνθετα σώματα*, τὰ δὲ δεύτερα, ὧν γνωστὰ μέχρι τούδε εἶνε περὶ τὰ 70, καλοῦνται *ἀπλᾶ σώματα ἢ χημικὰ στοιχεῖα*.

6. **Μόρια καὶ ἄτομα.** Πολλὰ φαινόμενα, τὰ μὲν φυσικὰ τὰ δὲ χημικὰ, ἀναγκάζουσιν ἡμᾶς νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ ὕλη δὲν εἶνε ἐπ' ἀπειρον διαίρετὴ, ἀλλ' ὅτι σύγκειται ἐξ ἐλάχιστων μερῶν, ἅτινα οἱ μὲν φιλόσοφοι τῆς ἀρχαιότητος ἐκάλουσαν *ἄτομα*, τουτέστιν ἄτμητα, ἢ δὲ ἐπιστήμη σήμερον καλεῖ *μόρια*. Τὸ μόρια ταῦτα διὰ μηχανικῶν μὲν μέσων δὲν δυνάμεθα νὰ ὑποδιαίρῶμεν, διὰ χημικῶν ὅμως δυνάμεθα νὰ ἀναλύσωμεν εἰς ἔτι μικρότερα μερίδια, ἅτινα καλοῦνται σήμερον *ἄτομα*. Οὕτως ἐν μὲν μόριον ὕδατος ἀναλύεται εἰς δύο ἄτομα ὑδρογό-

νου και ἐν ἄτομον ὄξυγόνου, ἐν δὲ μόριον μαγειρικοῦ ἁλατος (χλωριοῦχον νάτριον) ἀναλύεται εἰς ἐν ἄτομον χλωρίου και εἰς ἐν ἄτομον νατρίου· ἀλλὰ και ἐν μόριον ὕδρογόνου σύγκειται ἐκ δύο ἀτόμων ὕδρογόνου, ἦτοι τὰ μὲν μόρια τῶν συνθέτων σωμάτων συνίστανται ἐξ ἐτεροειδῶν ἀτόμων, τὰ δὲ τῶν ἀπλῶν σωμάτων ἐξ ὁμοειδῶν.

### 7. Διάφοροι τρόποι τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων.

Τὰ σώματα παρουσιάζονται ἡμῖν ὑπὸ τρεῖς διαφόρους καταστάσεις, τὴν στερεάν, ὑγρὰν και ἀέριον. Καὶ **στερεά** μὲν καλοῦνται τὰ σώματα ἐκεῖνα, εἰς τὰ ὅποια τὰ μόρια συνέχονται πρὸς ἄλληλα μᾶλλον ἢ ἤττον ἰσχυρῶς και ἔνεκα τούτου τὰ σώματα ταῦτα κέκτηνται ὠρισμένον ὄγκον και σχῆμα (σίδηρος, ξύλον, μάρμαρον), ἀπαιτοῦσι δὲ ἐξωτερικὴν δύναμιν μᾶλλον ἢ ἤττον ἰσχυράν, ὅπως μεταβάλωσιν ὄγκον ἢ σχῆμα. Ὑγρὰ δὲ καλοῦνται τὰ σώματα ἐκεῖνα, ὧν τὰ μόρια συνέχονται πρὸς ἄλληλα πολὺ ἀσθενῶς, ἔνεκα δὲ τούτου ταῦτα ἔχουσι μὲν ὠρισμένον ὄγκον, οὐχὶ ὅμως και σχῆμα, λαμβάνοντα ἔνεκα τοῦ εὐμεταθέτου τῶν μορίων αὐτῶν τὸ σχῆμα τῶν περιεχόντων αὐτὰ δοχείων, οἷον τὸ ὕδωρ, ὁ ὑδράργυρος. Μικραὶ ὅμως μᾶζαι ὑγροῦ, οἷον βανίδες ὕδατος, ἔνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἐλξέως τῶν μορίων αὐτῶν λαμβάνουσι σχῆμα σφαιρικόν. **Αἲρια** δὲ καλοῦνται τὰ σώματα, εἰς τὰ ὅποια ἐλξίς μεταξὺ τῶν παρακειμένων



Σχ. 1.

μορίων σχεδὸν δὲν ὑπάρχει και ἔνεκα τούτου ταῦτα οὔτε ὄγκον οὔτε σχῆμα ὠρισμένον ἔχοντα, ἀλλὰ τείνοντα διηνεκῶς νὰ καταλάβωσι μεγαλύτερον χῶρον, (1) πληροῦσι τὰ πανταχόθεν κλειστὰ δοχεῖα, ἐντὸς τῶν ὁποίων εἰσάγονται τοιαῦτα εἶνε ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, τὸ ὕδρογόνον, τὸ ὄξυγόνον, τὸ ἄζωτον κτλ.

Ἴνα καταδείξωμεν τὴν τάσιν ταύτην τῶν ἀερίων, λαμβάνομεν κύστιν (σχ. 1) ἐμπεριέχουσαν μικρὰν ποσότητα ἀέρος ἢ ἀερίου τινός και θέτομεν αὐτὴν κεκλεισμένην ὑπὸ ὑάλινον κώδωνα, ἐκ τοῦ ὁποίου ἀφαιροῦμεν τὸν περιβάλλοντα τὴν κύστιν ἀέρα. Κατὰ

(1) Παραδέχονται ὅτι τὰ μόρια τῶν ἀερίων εὐρίσκονται ἔνεκα τῆς θερμότη-

τὴν ἐξαγωγὴν ταύτην τοῦ ἀέρος ἢ κύστις ἐξογκοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, διότι ἐκλείπει βαθμηδὸν ἢ ἐξῶθεν ἐπιφερομένη ἐπ' αὐτῆς πίεσις, δύναται δ' ἐπὶ τέλος νὰ διαρραγῇ ἔνεκα τῆς τάσεως τῶν μορίων τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος πρὸς μάκρυνσιν ἀπ' ἀλλήλων. Ὅταν δ' ἐκ νέου εἰσαχθῇ ἀήρ εἰς τὸν κώδωνα, ἢ κύστις συστέλλεται ἀναλαμβάνουσα τὸν ἀρχικὸν αὐτῆς ὄγκον. Ὑαλίνη φιάλη πλήρης ἀέρος καλῶς πωματισθεῖσα ἐκπωματίζεται ὑπὸ τὸν κώδωνα, ὅταν ἀραιώσωμεν τὸν πέριξ αὐτῆς ἀέρα.

Σημ. Τὰ ὄργανα καὶ τὰ ἀέρια ἔχοντα κοινὴν ιδιότητα τὸ εὐμετάθετον τῶν μορίων αὐτῶν καλοῦνται ῥευστά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

### ΓΕΝΙΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

8. Καλοῦμεν *ιδιότητας* τῶν σωμάτων τοὺς διαφοροὺς τρόπους, καθ' οὓς ταῦτα ὑποπίπτουσιν εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν. Αἱ *ιδιότητες* αὗται διαιροῦνται εἰς *γενικάς*, αἵτινες ἀπαντῶσιν εἰς πάντα ἀνεξαιρέτως τὰ σώματα, καὶ εἰς *μερικάς*, αἵτινες εἰς τινα μόνον σώματα ἀπαντῶσιν, ὡς τὸ *διαφανές*, τὸ *λευκόν*, τὸ *ἐρυθρόν*, ἢ *ῥευστότης* κτλ.

Γενικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων εἶναι κυρίως αἱ ἐξῆς: ἡ *ἔκτασις*, τὸ *ἀδιαχώρητον*, τὸ *διαιρετόν*, τὸ *συμπιεστόν*, τὸ *διασταλιτόν*, τὸ *πορῶδες*, ἢ *ἐλαστικότης*, τὸ *κινητόν* καὶ ἡ *ἀδράνεια*.

9. **Ἐκτασις.** Ἐκτασις καλεῖται ἡ γενικὴ ἐκείνη ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα κατέχουσιν ὀρισμένον χῶρον. Πρὸς καταμέτρησιν δὲ τῶν διαστάσεων (μῆκος, πλάτος, ὕψος) τῶν σωμάτων καὶ εὗρεσιν τῆς ἐκτάσεως, ἤτοι τοῦ ὄγκου αὐτῶν, ὡς διδάσκει ἡ Γεωμετρία, γίνεται χρῆσις διαφορῶν μονάδων μήκους, ὧν ἡ μᾶλλον ἐν χρήσει εἶνε τὸ *γαλλικὸν μέτρον* (*βασιλικὸς πῆχυς*), ὅπερ ἰσοῦται *περίπου* πρὸς τὸ δεκάκις ἑκατομμυριοστὸν τοῦ τετάρτου τοῦ μεσημβρινοῦ τῆς Γῆς.

τος εἰς διηγετικῆ εὐθύγραμμον κίνησιν καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, κατὰ δὲ τὴν πορείαν αὐτῶν ἢ συγκρούονται ἀμοιβαίως ἢ συναντῶσι τὰ τοιχώματα τοῦ δοχείου ὡς σφαῖραι ἐπὶ τοῦ σφαιριστηρίου. Ἐὰν δὲ δὲν συναντήσωσι τοιχώματα, ἀπομακρύνονται πληροῦντα πάντα τὸν αὐτοῖς παρεχόμενον χῶρον.

10. **Ἄδιαχώρητον.** Ἄδιαχώρητον καλεῖται ἐκεῖνη ἡ γενικὴ ἰδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν δύο διακεκριμένα σώματα δὲν δύναται νὰ κατέχωσι συγχρόνως τὸν αὐτὸν χῶρον. Ἦλος εἰσαγόμενος εἰς ξύλον ἐκτοπίζει τὰ μόρια τοῦ ξύλου καὶ καταλαμβάνει τὴν θέσιν αὐτῶν. Λίθος ριπτόμενος εἰς τὸ ὕδωρ ἐκτοπίζει τὰ μόρια αὐτοῦ· ἀλλὰ τὰ σώματα ταῦτα δὲν καταλαμβάνουσι συγχρόνως τὸν αὐτὸν χῶρον. Εἰς τεμάχιον κρητίδος ἐν τῷ ὕδατι ἐμβαπτιζόμενον τὸ ὕδωρ εἰσδύει ἐντὸς μικρῶν κοιλοτήτων τῆς κρητίδος καὶ ἐκδιώκει τὸν ἐν αὐταῖς προϋπάρχοντα ἀέρα. Μίγμα ἴσων περιῶν ὄγκων ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος καταλαμβάνει ὄγκον μικρότερον τοῦ ἀθροίσματος τῶν ὄγκων τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ οἰνοπνεύματος ἕνεκα τῆς συμπλησιάζσεως τῶν μορίων αὐτῶν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς μεταλλικὰ κράματα, ὧν ὁ ὄγκος γίνεται μικρότερος τοῦ ἀθροίσματος τῶν ὄγκων τῶν συνιστῶντων μετάλλων.

Αἱ δύο αὗται ἰδιότητες, ἥτοι ἡ κατ' ὄγκον ἕκτασις τῶν σωμάτων καὶ τὸ ἀδιαχώρητον τῆς ὕλης αὐτῶν, εἶνε οὐ μόνον γενικαὶ ἀλλὰ καὶ οὐσιώδεις, διότι ἀδυνατοῦμεν νὰ νοήσωμεν φυσικὸν σῶμα στερούμενον τῶν ἰδιοτήτων τούτων καὶ κατ' ἀκολουθίαν δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι καλεῖται *φυσικὸν σῶμα πᾶν τὸ ἔχον ἕκτασιν καὶ ὄν ἀδιαχώρητον*.

11. **Διαιρετόν.** Διαιρετόν καλεῖται ἐκεῖνη ἡ γενικὴ τῶν σωμάτων ἰδιότης, καθ' ἣν πᾶν σῶμα δύναται νὰ διαιρεθῆ διὰ μηχανικῶν μέσων εἰς μέρη ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερα. Παραδείγματα λεπτομερεστάτης ὑποδιαιρέσεως τῆς ὕλης παρέχουσιν ἡμῖν ὁ χρυσός, ὅστις δύναται νὰ ἐκταθῆ εἰς λεπτότατα φύλλα ἔχοντα πάχος τὸ  $\frac{1}{10000}$  τοῦ χιλιοστομέτρου, ὁ λευκὸς χρυσός, ὅστις δύναται νὰ μεταβληθῆ εἰς σύρματα λεπτότατα ἔχοντα πάχος τὸ  $\frac{1}{1200}$  τοῦ χιλιοστομέτρου· ὡσαύτως αἱ ὀσμηραὶ οὐσίαι, οἷον ἡ *καμφορά*, ὁ *μόσχος*, τὸ *λίαν* ὀσμοσμον *μηδικὸν οἰλίριον* (*asa foetida*) καὶ αἱ χρωστικαὶ οὐσίαι, οἷον τὸ *ὄσγινον* (*carmin*), ἡ *ρόδαλινη* (φουζίνη), ὧν ἑκατομμυριοστὰ τοῦ χιλιοστογράμμου καθίστανται αἰσθητὰ εἰς τὴν ὄσφρησιν ἢ εἰς τὴν ὄρασιν.

12. **Συμπιεστόν.** Πάντα τὰ σώματα ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν μᾶλλον ἢ ἥττον ἰσχυρὰν ἐλαττοῦνται κατὰ τὸν ὄγκον. Ἡ γενικὴ αὕτη ἰδιότης τῶν σωμάτων καλεῖται *συμπιεστόν*. Ἐκ πάντων τῶν σωμάτων

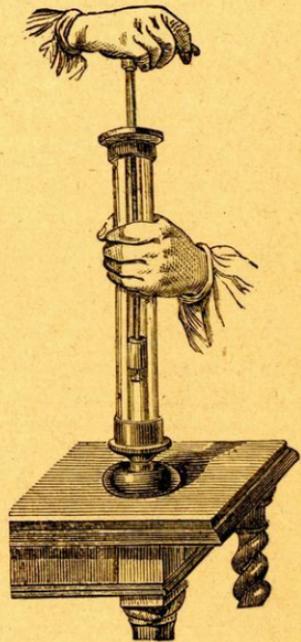
τὰ μᾶλλον συμπιεστὰ εἶνε τὰ ἀέρια, πολὺ δὲ ὀλίγον τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά.

Τὸ λίαν συμπιεστὸν τῶν ἀερίων ἀποδεικνύεται δι' ὄργανου, ὅπερ καλεῖται **ἀεροθλίπτης** καὶ σύγκειται ἐξ ὑαλίνου κοίλου κυλίνδρου ἔχοντος παχέα τοιχώματα καὶ κεκλεισμένου κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων καὶ ἐντὸς τοῦ ὁποίου δύναται νὰ εἰσαχθῇ ἐμβολεὺς κλείων ἀεροστεγῶς (σχ. 2). Ἐὰν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐπενέγκωμεν διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἰκανὴν πίεσιν, δυνάμεθα νὰ ἐλαττώσωμεν λίαν αἰσθητῶς τὸν ὄγκον τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐγκλεισμένου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.

13. **Διασταλτόν.** *Διασταλτόν* καλεῖται ἡ γενικὴ ἐκείνη ιδιότης τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα θερμαινόμενα μὲν διαστέλλονται καὶ μάλιστα πάντων τὰ ἀέρια, ὀλιγώτερον τούτων τὰ ὑγρά καὶ ἔτι ὀλιγώτερον τὰ στερεὰ, ψυχόμενα δὲ συστέλλονται.

Ἡ ἐλάττωσις αὕτη τοῦ ὄγκου τῶν σωμάτων κατὰ τὴν πίεσιν ἢ ψύξιν προέρχεται ἐκ τῆς συμπλησιασσεως τῶν μορίων αὐτῶν.

14. **Πορῶδες.** Ἐπειδὴ τὰ σώματα εἶνε συμπιεστὰ καὶ διὰ τῆς ψύξεως συσταλτά, ἀναγκαζόμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι μεταξὺ τῶν μορίων τῶν σωμάτων ὑπάρχουσι κενὰ διαστήματα, **φυσικοὶ πόροι** καλούμενοι. Ἄλλ' εἰς πάντα τὰ σώματα ὑπάρχουσι καὶ ἄλλα χάσματα ἀσυγκρίτως μείζονα τῶν φυσικῶν πόρων, **πόροι** συνήθως καλούμενοι. Οἱ **αἰσθητοὶ** δ' οὔτοι πόροι εἰς τινὰ μὲν τῶν σωμάτων εἶνε ὄρατοι διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ, εἶον εἰς τὸν σπάγγον, ξύλον κλπ. εἰς ἄλλα δὲ μόνον διὰ τοῦ μικροσκοπίου, ὡς εἰς τὴν κρητίδα κλπ., εἰς ἄλλα δὲ πάλιν οἱ πόροι καθίστανται αἰσθητοὶ δι' ἄλλων φυσικῶν μέσων. Π. χ. κοίλη σφῆρα ἐκ χρυσοῦ πλήρης ὕδατος ἰσχυρῶς πιεζομένη καλύπτεται ὑπὸ λεπτοτάτης δρόσου προερχομένης ἐκ τοῦ διὰ τῶν πόρων τοῦ



Σχ. 2.

χρυσού ἐκθλιβόμενου ὕδατος. Ἐνεκα τοῦ πορώδους ἡ κρητὶς ἐμποτί-  
ζεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος καὶ τὸ μάρμαρον ὑπὸ τοῦ ἐλαίου. Τὰ διυλιστή-  
ρια ἐκ χάρτου, ἄνθρακος, λίθου, δι' ὧν διυλίζομεν τὰ ὑγρά, εἶνε  
ἐφαρμογὴ τοῦ πορώδους. Ὁ ὑδράργυρος καθαρίζεται τιθέμενος ἐν δέρ-  
ματι καὶ ἐκθλιβόμενος διὰ τῶν πόρων αὐτοῦ. Πολλὰ πορώδεις οὐσίαι  
συγκρατοῦσι κατὰ τὴν διήθησιν σώματα *διαλελυμένα* ἐν ὑγροῖς, οἷον  
ὁ ζωϊκὸς ἄνθραξ τὰς χρωστικὰς ὕλας, τὸ χῶμα τὰ ἄλατα κτλ.

15. **Ἐλαστικότητα.** Ἡ *ἐλαστικότητα* εἶνε γενικὴ τῶν σωμάτων  
ιδιότης, καθ' ἣν ταῦτα ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν ἐξωτερικῆς δυ-  
νάμεως καὶ μεταβαλλόμενα κατὰ τὸ σχῆμα τείνουσι ν' ἀναλάβωσι τὴν  
ἀρχικὴν αὐτῶν μορφήν, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ δύναμις παύσῃται ἐνερ-  
γοῦσα. Ἡ ιδιότης αὕτη εἰς τὰ στερεὰ σώματα ἐκφαίνεται ἰδίως, ὅταν  
ταῦτα ὑποβάλλωνται: *α'*) εἰς *πίσεις*. Στυλὸς ἐκ μαρμάρου πιεζόμενος  
ἰσχυρῶς σμικρύνεται κατὰ τὸ ὕψος· ἐὰν δὲ παύσῃται ἡ πίσις, ὁ στῦ-  
λος ἀναλαμβάνει τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ ὕψος· *β'*) εἰς *διάτασιν* ἢ *ἀντιμέ-  
θεξιν*. Σωλὴν ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος τεινόμενος διὰ βάρους ἐπιμηκύν-  
νεται, ἀναλαμβάνει δὲ τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ μῆκος, ὅταν τὸ ἐλαῦον βάρ-  
ος ἀφαιρεθῇ· *γ'*) εἰς *κάμψιν*. Ράβδος σιδηροδρομικὴ κατὰ τὴν δίοδον  
τῆς ἀτμαμάξης κάμπτεται, ἀναλαμβάνει δὲ τὸ πρῶτον αὐτῆς σχῆμα,  
ὅταν ἡ ἀτμαμάξα παρέλθῃ· *δ'*) εἰς *στρέψιν* ἢ *σπείρασιν*. Ὁ σιδηροῦς  
ἄξων τῶν τροχῶν ἀτμαμάξης ἢ ὁ ἄξων, δι' οὗ στρέφεται ἡ ἐλιξ ἀτ-  
μοπλοίου, ὑφίστανται στρέψιν κατὰ τὴν κίνησιν τῆς ἀτμαμάξης ἢ τοῦ  
ἀτμοπλοίου, ἥτις ἐκλείπει μετὰ τὴν παῦσιν τῆς κινήσεως. Τὰ ἐλα-  
στικώτερα τῶν στερεῶν σωμάτων εἶνε ὁ χάλυψ (ἐλατήρια ὥρολογίων,  
ἀμαξῶν), τὸ ἐλαστικὸν κόμμι κλπ.

Ἄλλ' ἐν τοῖς στερεοῖς ὑπάρχει *ὄριον ἐλαστικότητος* διάφορον εἰς  
τὰ διάφορα σώματα, πέραν τοῦ ὁποίου τὰ σώματα ὑποβαλλόμενα εἰς  
πίσιν, διάτασιν, κάμψιν ἢ στρέψιν διηνεκῶς αὐξανομένας δὲν ἀναλα-  
θάνουσι τὸ ἀρχικὸν αὐτῶν σχῆμα ἢ μῆκος ἢ ὄγκον, ἀλλὰ παραμορ-  
φοῦνται μονίμως ἢ καὶ ἐπὶ τέλους θραύονται, ὅταν ὑπερβῶμεν καὶ τὸ  
*ὄριον τῆς στερεότητος ἢ θραύσεως*. Ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων ἐλα-  
στικώτερα καὶ στερεώτερα εἶνε ὁ σίδηρος καὶ ἰδίᾳ ὁ χάλυψ, ὀλιγώτε-  
ρον ὁ χαλκός, ὁ ἀργυρός καὶ ὁ χρυσός καὶ ἐλάχιστον ὁ ψευδάργυρος  
καὶ ἰδίᾳ ὁ κασίτερος καὶ ὁ μόλυθος.

Τὰ ὑγρά καὶ τὰ ἀέρια εἶνε μὲν σώματα τελείως ἐλαστικά, ἢ ἐλα-

στικότης δ' ὅμως αὐτῶν ἐκδηλοῦται οὐχὶ κατὰ σχῆμα, ὡς εἰς τὰ στερεά, ἀλλὰ μόνον κατ' ὄγκον, ἥτοι ὅταν ταῦτα ὑποβάλλωνται εἰς πίεσιν. Ἡ τελεία δὲ ἐλαστικότης τῶν ἀερίων ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἀεροθλίπτου (§ 12. σχ. 2). Ἐάν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐπενέγκωμεν οἰανδήποτε πίεσιν, ὅταν αὕτη παύσῃται ἐνεργούσα, πάραυτα ὁ ἐμβολεὺς ἀνέρχεται ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἐμπεριεχομένου ἀερίου.

**16. Κινητόν.** Τὸ *κινητόν* εἶνε γενικῆ τῶν σωμάτων ιδιότης, καθ' ἣν ταῦτα δύνανται νὰ μεταβάλλωσι θέσιν εἰς τὸν χῶρον, ὡς π.χ. ὅταν ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἡρεμίας, καθ' ἣν διατηροῦσιν ἐν τῷ χῶρῳ θέσιν ἀμετάβλητον, μεταβαίνωσιν εἰς τὴν τῆς κινήσεως. Ἐπειδὴ δὲ κρίνομεν, ἐὰν σῶμά τι ἡρεμῇ ἢ κινῆται, παραβάλλοντες τὴν θέσιν αὐτοῦ πρὸς τὴν τῶν παρακειμένων σωμάτων, πολλάκις ἀπατώμεθα ἐκλαμβάνοντες τὸ ἡρεμοῦν ὡς κινούμενον καὶ τανάπαλιν, ὡς τοῦτο συμβαίνει, ὅταν ταξιδεύωμεν διὰ σιδηροδρόμου ἢ πλοίου. Ὁσαύτως ἐκλαμβάνομεν τὴν γῆν ἀκίνητον καὶ τὸν οὐρανὸν στρεφόμενον μετὰ τῶν ἀστέρων.

**17. Ἀδράνεια.** Ἀδράνεια καλεῖται ἡ ιδιότης ἐκείνη, καθ' ἣν δὲν δύναται σῶμά τι ἀφ' ἑαυτοῦ νὰ μεταβάλλῃ τὴν κατάστασιν τῆς ἡρεμίας ἢ κινήσεως, εἰς ἣν εὐρίσκεται, ἥτοι νὰ μεταβῇ ἐκ τῆς ἡρεμίας εἰς τὴν κίνησιν ἢ ἐκ τῆς κινήσεως εἰς τὴν ἡρεμίαν ἢ ἐκ τῆς εὐθυγράμμου κινήσεως εἰς τὴν καμπυλόγραμμον, ἐὰν δὲν ἐπενεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ ἐξωτερικὴ τις αἰτία. Π. χ. λίθος ἀφινόμενος ἐλεύθερος ἐξ ὕψους καταπίπτει οὐχὶ ἀφ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἑλξέως τῆς γῆς. Ἀτμῶπιον ἐν κινήσει εὐρισκόμενον καὶ μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ ἐξακολουθεῖ κινούμενον ἕνεκα τῆς ιδιότητος ταύτης, ἡρεμειῖ δὲ τελευταῖον οὐχὶ ἀφ' ἑαυτοῦ, ἀλλ' ἕνεκεν ἀντιστάσεως ὑπὸ τῆς θαλάσσης παραγομένης. Σιδηροδρομικῆς ἀμαξοστοιχίας ἢ κινήσεις καταστρέφεται μετὰ τὴν παῦσιν τῆς ἐνεργείας τοῦ ἀτμοῦ οὐχὶ ἀφ' ἑαυτῆς, ἀλλ' ἕνεκα τῆς τριβῆς τῶν τροχῶν ἐπὶ τῶν σιδηρῶν τροχιῶν ἢ καὶ τῆς τροχοπέδης ἐπὶ τοῦ ἐπισώτρου τῶν τροχῶν.

Ὅταν τις ἴσταται ὀρθίος ἐφ' ἀμάξης κινουμένης αἰφνιδίως, κλίνει πρὸς τὰ ὀπίσω, ἐὰν δὲ ἴσταται ἐφ' ἀμάξης κινουμένης καὶ αὕτη αἰφνιδίως σταματήσῃ, κλίνει πρὸς τὰ πρόσω. Ἐάν τις θελήσῃ νὰ κατέλθῃ ἐξ ἀμάξης ταχέως κινουμένης ἐστραμμένος ὦν πρὸς τὸ μέρος πρὸς ὃ κινεῖται ἡ ἀμάξα, δύναται νὰ καταπέσῃ πρηγῆς, ἐὰν δὲν κλίνη τὸ σῶμα ἀρκούντως πρὸς τὰ ὀπίσω. Ἀδέξιος ἵππεὺς ἐκτινάσσεται,

ὅταν ὁ ὠκυπορῶν ἵππος ἀποτόμως σταματήσῃ. Ἄν ἀκαριαίως σταματήσῃ ἀμαξοστοιχία κινουμένη μετὰ μεγάλης ταχύτητος, ὡς τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὰς συγκρούσεις, τότε αἱ ἄμαξαι αὐτῆς τείνουσαι νὰ ἐμμείνωσιν εἰς τὴν κατάστασιν τῆς κινήσεως θραύονται συγκρούμεναι.

Ὅταν πρόκειται νὰ ὑπερπηδῶμεν τάφρον, λαμβάνομεν φορὰν, τουτέστι παρέχομεν κίνησιν εἰς τὸ σῶμα ἡμῶν, οὕτω δ' εὐχερέστερον ὑπερπηδῶμεν αὐτήν, διότι ἡ κτηθεῖσα ταχύτης ἡμῶν ἐπιπροστίθεται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῶν μυῶν, ἣν καταβάλλομεν διὰ νὰ πεδῶμεν.

Ἡ ἀρχὴ τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης ἐφαρμόζεται ὡσαύτως εἰς τὴν σφύραν, τὸν πέλεκυν, τὸν σφόνδυλον ἡλακάτης καὶ τὸν τῆς ἀτμομηχανῆς κτλ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

# ΜΗΧΑΝΙΚΗ

### ΠΕΡΙ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

18. **Μηχανική.** *Μηχανικὴ* καλεῖται τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, ἐν τῷ ὁποίῳ ἐρευνῶνται οἱ νόμοι τῆς ἰσορροπίας καὶ τῆς κινήσεως τῶν σωμάτων (στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων). Διαίρεται δὲ εἰς *Στατικὴν* καὶ *Δυναμικὴν*.

Ἡ μὲν *Στατικὴ* πραγματευομένη περὶ τῆς ἰσορροπίας διαίρεται εἰς ἰδίως *Στατικὴν* ἢ *Στατικὴν τῶν στερεῶν*, εἰς *Ἵδροστατικὴν* καὶ *Ἀεροστατικὴν*. Ἡ δὲ *Δυναμικὴ* πραγματευομένη περὶ τῆς κινήσεως διαίρεται εἰς *Δυναμικὴν τῶν στερεῶν*, *Ἵδροδυναμικὴν* καὶ *Ἀεροδυναμικὴν*.

19. **Δύναμις.** *Δύναμις* καλεῖται πᾶσα αἰτία, ἥτις μεταβάλλει τὴν κατάστασιν τῆς ἡρεμίας ἢ κινήσεως σώματος, ἢ αἰτία ὁηλαδὴ, ἥτις σῶμα ἡρεμοῦν θέτει εἰς κίνησιν ἢ τούναντίον σῶμα κινούμενον ἐπαναφέρει εἰς ἡρεμίαν ἢ σῶμα εὐθυγράμμως κινούμενον ἀναγκάζει νὰ κινήθῃ καμπυλογράμμως.

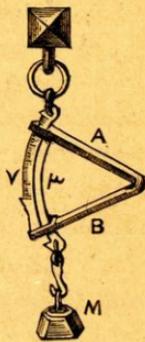
20. **Γνωρίσματα δυνάμεως.** Τέσσαρα εἶνε τὰ γνωρίσματα πάσης δυνάμεως: α') τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς, ἥτοι τὸ σημεῖον τοῦ σώματος, καθ' ὃ ἡ δύναμις ἐφαρμόζεται· β') ἡ διεύθυνσις, καθ' ἣν ἡ δύναμις ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ σώματος· γ') ἡ φορὰ, ἥτοι ἡ πρὸς τὰ ἄνω ἢ κάτω, δεξιὰ ἢ ἀριστερὰ κτλ. ἐνέργεια τῆς δυνάμεως, καὶ δ') ἡ

έντασις, ἤτοι ἡ ἰσχύς, μεθ' ἧς ἡ δύναμις ἐνεργεῖ. Ἡ ἐνέργεια δυνάμει οὐδόλως μεταβάλλεται, ἂν τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς μετατεθῆ εἰς οἰονδήποτε ἄλλο σημεῖον ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμειος κείμενον καὶ ἀδιασπᾶστος μετὰ τοῦ πρώτου συνδεδεμένον, ὡς π.χ. ὅταν σύρωμεν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους βαρὺ τι σῶμα εἴτε ἀπ' εὐθείας εἴτε διὰ σχοινίου ἐπὶ τοῦ σώματος προσδεδεμένου, ὅτε τὸ ἀποτέλεσμα εἶνε τὸ αὐτό, ἀρκεῖ μόνον εἰς ἀμοιότατας τὰς περιστάσεις νὰ ἔλκωμεν μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

21. **Μονὰς δυνάμειος.** Πρὸς καταμέτρησιν πάσης δυνάμειος λαμβάνομεν κατὰ συνθήκην ὡς μέτρον ὀρισμένην τινὰ δύναμιν, πρὸς ἣν συγκρίνομεν πᾶσαν ἄλλην δύναμιν καὶ ἣν καλοῦμεν **μονάδα δυνάμειος**. Ὡς τοιαύτη δὲ μονὰς λαμβάνεται τὸ βάρος ἐνὸς κυβικοῦ ὑποδεκαμέτρου (λίτρου) ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας  $4^{\circ}$ , ἤτοι τὸ καλούμενον **Χιλιόγραμμα** (312 ὄρ., 512).

22. **Δυναμόμετρον.** Πρὸς καταμέτρησιν δυνάμειος οἰασδήποτε, οἷον τῆς τῶν μυῶν ἡμῶν, μεταχειρίζομεθα ὄργανα καλούμενα **δυναμόμετρα**. Τὸ ἀπλούστερον δὲ τούτων σύγκειται ἐκ χαλυβδίνου ἐλάσματος AB (σχ. 3) ἠγκωνισμένου κατὰ τὸ μέσον αὐτοῦ. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἀνωτέρου βραχίονος A προσκολλᾶται μεταλλικὸν τόξον  $\mu$ , ὅπερ διερχόμενον ἐλευθέρως διὰ τοῦ κατωτέρου βραχίονος ἀπολήγει εἰς ἀγκίστρον, ἐξ οὗ δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν βάρος τι M ἢ νὰ ἐφαρμόσωμεν τὴν δύναμιν, ἣν πρόκειται νὰ καταμετρήσωμεν. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ κατωτέρου βραχίονος B προσκολλᾶται ὡσαύτως μεταλλικὸν τόξον  $\nu$ , ὅπερ διερχόμενον ἐλευθέρως διὰ τοῦ ἀνωτέρου βραχίονος φέρει εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον δακτύλιον, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν τὸ ὄργανον ἀπὸ ἀλονήτου τινὸς στηρίγματος. Ὅπως βαθμολογήσωσι τὸ ὄργανον, ἐξαρτῶσιν ἐκ τοῦ ἀγκίστρον ὀρισμένα βάρη M ἐνός, δύο, τριῶν χιλιογράμμων· τότε τὸ ἐκ χάλυθος ἐλασμα κάμπτεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἢ δ' ἐλαστικότης αὐτοῦ ἰσορροπεῖ τὸ βάρος. Εἰς τὸ σημεῖον δὲ τοῦ ἐξωτερικοῦ τόξου, εἰς ὃ ἀντιστοιχεῖ τὸ ἄκρον τοῦ βραχίονος A, σημειοῦσιν 1, 2, 3 κτλ.

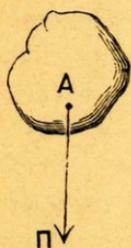
Προκειμένου νὰ καταμετρήσωμεν δύναμιν τινὰ, στερεοῦμεν τὸ ὄργανον διὰ τοῦ δακτυλίου καὶ ἐφαρμόζομεν τὴν δύναμιν εἰς τὸ ἀγκί-



Σχ. 3.

στρον· τότε, ἂν τὸ ἄκρον τοῦ βραχίονος Α συμπέσῃ μετὰ τῆς διαιρέσεως π.χ. 3, λέγομεν ὅτι ἡ δύναμις αὕτη ἰσοῦται πρὸς 3 χιλιόγραμμα. Ἐὰν ἔλκοντες διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν ἐπενέγκωμεν τοιαύτην πλησίασιν τῶν ἄκρων τοῦ ἐλάσματος, ὡς ἐπιφέρουσι π.χ. 40 χιλιόγραμμα, τότε λέγομεν ὅτι ἡ δύναμις τῶν μυῶν ἡμῶν εἶνε ἴση πρὸς 40 χιλιόγραμμα.

**23. Γραφικὴ παράστασις τῶν δυνάμεων.** Πᾶσα δύναμις παρίσταται γραφικῶς δι' εὐθείας ΑΠ (σχ. 4) ὑπὸ μορφήν βέλους, ἧς τὸ ἐν πέρας Α παριστᾷ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως, ἡ δὲ διεύθυνσις τῆς εὐθείας ΑΠ καὶ ἡ φορὰ τοῦ βέλους τὴν διεύθυνσιν καὶ φορὰν τῆς δυνάμεως καὶ τέλος τὸ μῆκος τῆς αὐτῆς εὐθείας παριστᾷ τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως. Πρὸς τοῦτο δὲ λαμβάνομεν μῆκος τι εὐθείας, ὡς ἐν ὑφεκατόμετρον, ὅπερ κατὰ συνθήκην παριστᾷ τὴν μονάδα τῆς δυνάμεως. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν θέλωμεν νὰ παραστήσωμεν δύναμιν τινα ἐνεργούσαν κατὰ τὸ σημεῖον Α σώματός τινος, κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΑΠ καὶ ἴσην πρὸς 2 χιλιόγραμμα, λαμβάνομεν εὐθεῖαν ΑΠ μήκους 2 ὑφεκ.



Σχ. 4.

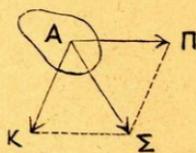
**24. Ἴσορροπία δυνάμεων.** Δύο ἢ καὶ πλείονες δυνάμεις ἐπὶ τινος σώματος ἐνεργούσαι εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἀμοιβαίως καταστρέφονται ἢ ἐξουδετερῶνται. Οὕτως αἱ δυνάμεις διαφόρων ἀνδρῶν, οἵτινες ἔλκοντες σιδηροῦν δακτύλιον κατὰ διαφόρους διεύθυνσεις τηροῦσιν αὐτὸν ἀμετάθετον, εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ.

Δύο ἴσαι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις, ἐνεργούσαι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὑλικῷ σημείου, ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως.

**25. Σύνθεσις δυνάμεων.** Ὅταν πολλαὶ δυνάμεις ἐπὶ τινος σώματος ἐφηρμοσμέναι εὐρίσκωνται ἐν ἰσορροπίᾳ, εἶνε φανερόν ὅτι ἐκάστη αὐτῶν ἰσορροπεῖ πάσας τὰς λοιπὰς καὶ ἐπομένως πᾶσαι αἱ λοιπαὶ δυνάμεις δύνανται ν' ἀντικατασταθῶσιν ὑπὸ μιᾶς καὶ μόνης ἴσης τῇ πρώτῃ καὶ ἀντιρρόπου. Κατὰ ταῦτα δυνάμεθα ἐνίοτε δύο ἢ πλείονας δυνάμεις ν' ἀντικαταστήσωμεν δι' ἄλλης παραγούσης τὸ αὐτό, ὅπερ καὶ ἐκεῖναι, ἀποτέλεσμα· τὸ τοιοῦτον δὲ καλεῖται **σύνθεσις δυνάμεων**. Ἡ δύναμις, ἧτις δύναται ν' ἀντικαταστήσῃ δύο ἢ πλείονας δυνάμεις, καλεῖται **συνισταμένη**, ἐκεῖναι δὲ **συνιστώσαι**.

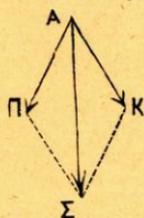
**26. Σύνθεσις δυνάμεων ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων.** Ἡ συνισταμένη δύο ἢ καὶ πλείονων δυνάμεων ἐνεργουσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματος κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ φοράν ἰσοῦται τῷ ἀθροίσματι αὐτῶν. Π. χ. δύο ἢ πλείονες ἀλιεῖς ἔλκοντες ὁμοῦ διὰ σχοινίου ἐπὶ τῆς παραλλίας τὰ δίκτυα δύνανται ν' ἀντικατασταθῶσιν ὑφ' ἐνὸς μόνου ἵππου ἔλκοντος διὰ τῆς αὐτῆς καὶ ἐκεῖνοι δυνάμεις. Ἐὰν δὲ ἄνθρωποι τινες ἔλκωσι διὰ σχοινίων σῶμά τι, οἷον σιδηροῦν δακτύλιον, οἱ μὲν κατὰ τινὰ φοράν, οἱ δὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον, εὐρίσκωμεν τὴν συνισταμένην τῶν δυνάμεων αὐτῶν ἀθροίζοντες τὰς δυνάμεις, αἵτινες ἐνεργοῦσι κατὰ μίαν φοράν καὶ εἶτα τὰς ἐνεργούσας κατ' ἀντίθετον, καὶ ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ μείζονος ἀθροίσματος τὸ ἔλασσον. Ἡ ζητούμενη συνισταμένη ἔχει ἔντασιν μὲν ἴσην τῇ διαφορᾷ, ἣν εὐρίσκωμεν, φοράν δὲ τὴν τῶν δυνάμεων τοῦ μείζονος ἀθροίσματος. Οὕτως, ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι τρεῖς μὲν ἄνδρες ἔλκωσι σῶμά τι κατὰ μίαν φοράν μετὰ δυνάμεων ἴσων πρὸς 5, 10 καὶ 15 χιλιόγραμμα, δύο δὲ ἄνδρες κατ' ἀντίθετον φοράν μετὰ δυνάμεων ἴσων πρὸς 8 καὶ 9 χιλιόγραμμα, ἡ συνισταμένη αὐτῶν ἰσοῦται πρὸς δύναμιν  $5+10+15-(8+9)=13$  χιλιογρ. καὶ ἐνεργεῖ κατὰ τὴν φοράν, καθ' ἣν ἔλκωσιν οἱ πρῶτοι.

**27. Παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων.** Δύο δυνάμεις ΑΠ καὶ ΑΚ (σχ. 5) ἐφηρμοσμένα ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματος κατὰ διάφορον διεύθυνσιν ἔχουσι συνισταμένην δύναμιν, ἥτις παρίσταται διὰ τῆς διαγωνίου ΑΣ τοῦ παραλληλογράμου ΣΚΑΠ, ὅπερ σχηματίζομεν ἐπὶ τῶν εὐθειῶν ΑΠ καὶ ΑΚ.



Σχ. 5.

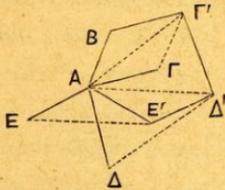
Καὶ ἂν μὲν αἱ δύο δυνάμεις εἶνε ἴσαι (σχ. 6), ἡ συνισταμένη αὐτῶν βαίνει κατὰ τὴν διχοτομοῦσαν τὴν γωνίαν ΠΑΚ, καθ' ἣν θέλει κινήθῃ καὶ τὸ σημεῖον Α, ἐὰν μείνῃ ἐλεύθερον. Ἐὰν ὅμως αἱ δυνάμεις εἶνε ἄνισοι, ἡ συνισταμένη αὐτῶν πλησιάζει πρὸς τὴν μείζονα δύναμιν.



Σχ. 6.

**28. Σύνθεσις πολλῶν δυνάμεων.** Ὑποθέσωμεν νῦν ὅτι πλείονες δυνάμεις ΑΒ, ΑΓ, ΑΔ, ΑΕ (σχ. 7) ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου Α καθ' οἷας δῆποτε διευθύνσεις. Πρὸς εὔρεσιν τῆς συνισταμένης αὐτῶν εὐρίσκωμεν κατὰ πρῶτον τὴν συνισταμένην δύο

οἰωνόηποτε ἐκ τῶν δοθεισῶν δυνάμεων, οἶον τῶν  $AB$  καὶ  $AG$ , διὰ τοῦ παραλληλογράμμου  $ABΓΓ'$ . Ἐἴτα τὴν συνισταμένην τῆς μερικῆς ταύτης συνισταμένης  $AG'$  καὶ ἄλλης τινὸς δυνάμεως οἶας ἄποτε, τῆς  $AD$ , διὰ τοῦ παραλληλογράμμου  $AG'Δ'Δ$ , καὶ τέλος τὴν



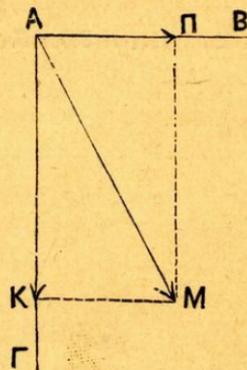
Σχ. 7.

συνισταμένην τῆς δευτέρας μερικῆς συνισταμένης  $AD'$  καὶ τῆς τετάρτης δυνάμεως  $AE$ . Ἡ  $AE'$  εἶνε ἡ ζητούμενη τελικὴ συνισταμένη.

Ἄν εἰς τὸ σημεῖον  $A$  ἐφαρμόσωμεν δύναμιν ἴσην καὶ ἀντίρροπον πρὸς τὴν εὑρεθεῖσαν τελικὴν συνισταμένην  $AE'$ , αὕτη μόνη ἰσοροποεῖ πάσας τὰς δοθείσας δυνάμεις ὁμοῦ ἐνεργοῦσας.

Ἄλλ' ἐὰν κατὰ τὴν γεωμετρικὴν κατασκευὴν τὸ  $E'$  συμπέσῃ μετὰ τοῦ  $A$ , συνάγομεν ὅτι μόναι αἱ δοθεῖσαι δυνάμεις ἰσοροποῦσιν ἀλλήλας.

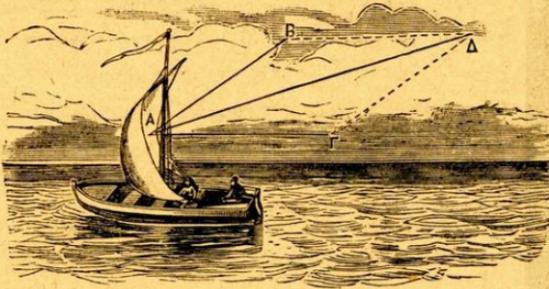
**29. Ἀνάλυσις δυνάμεως.** Ὅπως συνθέτομεν δύο δυνάμεις ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος ἐνεργοῦσας, οὕτω δυνάμεθα ἀντιστρόφως ν' ἀναλύσωμεν μίαν δύναμιν εἰς τὰς συνιστώσας αὐτῆς. Συνηθέστατα δὲ ἀναλύεται μία δύναμις εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Ἐστω π.χ. δύναμις τις  $AM$  (σχ. 8) ἐπὶ τοῦ ὕλικου σημείου  $A$  ἐνεργοῦσα, ἣτις πρόκειται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο συνιστώσας κατὰ τὰς διευθύνσεις  $AB$  καὶ  $AG$  καθέτους πρὸς ἀλλήλας. Πρὸς τοῦτο ἄγομεν ἐκ τοῦ σημείου  $M$  τὰς εὐθείας  $MK$  καὶ  $MP$  καθέτους ἐπὶ τὰς  $AG$  καὶ  $AB$ , ἥτοι παραλλήλους πρὸς τὰς δοθείσας διευθύνσεις, αἵτινες τέμνονται ὑπὸ τῶν καθέτων κατὰ τὰ σημεῖα  $K$  καὶ  $P$ . Αἱ εὐθεῖαι  $AP$  καὶ  $AK$  παριστώσι τὰς ζητούμενας συνιστώσας τῆς δυνάμεως  $AM$ .



Σχ. 8.

**Παραδείγματα ἀναλύσεως δυνάμεως.** Ὅταν ὁ ἄνεμος πνέῃ ἐπὶ τῶν ἰστιῶν πλοίου οὐχὶ ἀκριβῶς ἐκ τῶν ὀπισθεν ἀλλ' ὀλίγον ἐκ τῶν πλαγίων, ἡ ὥσις τοῦ ἀνέμου εἶνε δύναμις  $DA$  (σχ. 9), ἣτις δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις  $GA$  καὶ  $BA$ , ἥτοι τὴν μὲν  $GA$  διευθυνομένην ἐκ τῶν ὀπισθεν πρὸς τὰ πρόσθεν κατὰ τὸ διάμηκες ἐπίπεδον τοῦ πλοίου, ἣτις ὡθεῖ τὸ πλοῖον πρὸς τὰ πρόσω, τὴν δὲ  $BA$  διευθυνομένην πλαγίως, ἣτις διηνεκῶς τείνει νὰ παρασύρῃ τὸ πλοῖον πρὸς τὰ πλάγια, ἀλλὰ καταργεῖται ἐν μέρει ἐκ τῆς ἀντιδράσεως τοῦ ὕδατος ἐπὶ τῆς γάστρας τοῦ πλοίου.

Πολλάκις εἰς μεγάλους ποτάμους κινουσι φορτηγίδας καὶ ἐναντίον τοῦ ρεύματος τοῦ ποταμοῦ δι' ἵππων, οἵτινες ἐκ τῆς μιᾶς μόνον ὄχθης ἔλκουσιν αὐτὰς δι' ἐπιμήκους σχοινίου ΑΦ (σχ. 10). Ἡ δύναμις ΑΔ, ἣν καταβάλλουσιν οἱ ἵπποι, ἔχουσα διεύθυνσιν σχηματίζουσαν ὀξεῖαν γωνίαν α μετὰ τῆς ὄχθης τοῦ

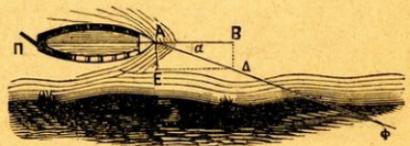


Σχ. 9.

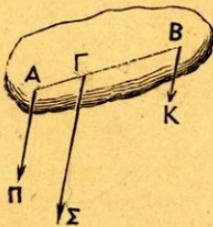
ἐνεργείᾳ τοῦ πηδαλίου Π τὸ πλοῖον φέρεται συνεχῶς παραλλήλως τῇ ὄχθῃ τοῦ ποταμοῦ.

ποταμοῦ, παραλλήλως τῇ ὁποῖα πρόκειται νὰ κινηθῇ ἡ φορτηγίς, δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις ΑΒ καὶ ΑΕ, ὧν ἡ μὲν πρώτη ΑΒ κινεῖ τὸ πλοῖον πρὸς τὰ πρόσω, ἡ δὲ δευτέρα ΑΕ τείνει νὰ φέρῃ αὐτὸ πρὸς τὴν ὄχθην, ἀλλὰ τῇ

**30. Σύνθεσις παραλλήλων δυνάμεων.** Ὅταν δύο δυνάμεις ἴσαι ἢ ἄνισοι Π καὶ Κ (σχ. 11), παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς εἶναι ἐφηρμοσμένα εἰς δύο σημεῖα Α καὶ Β σώματός τινος ἀδιασπάστως συνδεδεμένα, ἡ συνισταμένη αὐτῶν ΓΣ εἶνε παράλληλος πρὸς τὰς δυνάμεις, τῆς αὐτῆς φορᾶς καὶ ἴση πρὸς τὸ ἄθροισμα αὐτῶν. Τὸ δὲ σημεῖον Γ, καθ' ὃ ἐνεργεῖ ἡ συνισταμένη, διαιρεῖ τὴν εὐθείαν ΑΒ τὴν ἐνοῦσαν τὰ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν τῶν δύο δυνάμεων εἰς δύο μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων, οὕτως ὥστε ἔχομεν τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν  $ΓΑ : ΓΒ = ΒΚ : ΑΠ$ . Ἐὰν αἱ δύο δυνάμεις Π καὶ Κ εἶνε ἴσαι, τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς Γ τῆς συνισταμένης Σ κεῖται ἐν τῷ μέσῳ τῆς ΑΒ· ἐὰν ἡ δύναμις Π εἶνε διπλασία τῆς Κ, τὸ μέρος ΑΓ τῆς εὐθείας ΑΒ θὰ εἶνε τὸ ἕμισυ τοῦ μέρους ΓΒ.



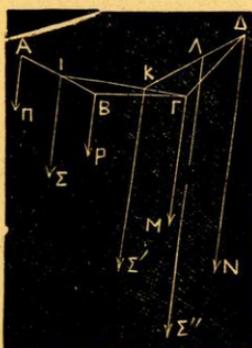
Σχ. 10.



Σχ. 11.

Ἐὰν πλείονες δυνάμεις παράλληλοι Π, Ρ, Μ, Ν (σχ. 12) καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς εἶνε ἐφηρμοσμένα εἰς διάφορα σημεῖα Α, Β, Γ, Δ

ένος σώματος, πρὸς εὐρέσειν τῆς συνισταμένης αὐτῶν ζητοῦμεν κατὰ πρῶτον τὴν συνισταμένην  $\Sigma$  δύο οἰωνόηποτε ἐκ τῶν δοθεισῶν δυνάμεων, οἷον τῶν  $\Pi$  καὶ  $P$ , εἶτα τὴν συνισταμένην  $\Sigma'$  τῆς μερικῆς ταύτης



Σχ. 12.

συνισταμένης  $\Sigma$  καὶ ἄλλης τινὸς δυνάμεως οἰασθήποτε, οἷον τῆς  $M$ , εἶτα τὴν συνισταμένην  $\Sigma'$  τῆς δευτέρας ταύτης μερικῆς συνισταμένης  $\Sigma'$  καὶ τετάρτης δυνάμεως  $N$  καὶ οὕτως ἐξακολουθοῦμεν μέχρις ὅτου συνθέσωμεν καὶ τὴν τελευταίαν δύναμιν. Ὅθεν ἡ τελικὴ συνισταμένη  $\Sigma''$  ἰσοῦται πρὸς τὸ ἄθροισμα τῶν δεδομένων δυνάμεων, εἶνε παράλληλος πρὸς αὐτὰς καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς. Τὸ δὲ σημεῖον  $\Lambda$  τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς εὐρίσκουμεν ὡς ἐξῆς· διαιροῦμεν τὴν εὐθεῖαν  $AB$  εἰς δύο μέρη  $AI$  καὶ  $BI$  ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων  $\Pi$  καὶ  $P$ , εἶτα τὴν εὐθεῖαν  $IK$  εἰς δύο μέρη  $IK$  καὶ  $KG$  ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων  $\Sigma$  καὶ  $M$  καὶ τέλος τὴν εὐθεῖαν  $K\Delta$  εἰς δύο μέρη  $K\Delta$  καὶ  $\Delta\Delta$  ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων  $\Sigma'$  καὶ  $N$ .

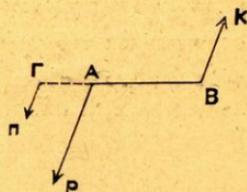
Ἐπιθέσωμεν νῦν ὅτι αἱ δοθεῖσαι δυνάμεις, μένουσαι παράλληλοι καὶ τηροῦσαι τὰ αὐτὰ σημεία ἐφαρμογῆς, γίνονται διπλάσιαι, τριπλάσιαι, τετραπλάσιαι, ἢ ὑποδιπλάσιαι, ὑποτριπλάσιαι, ὑποτετραπλάσιαι· ἐπειδὴ ὁ λόγος τῶν ἐντάσεων αὐτῶν δὲν μεταβάλλεται, ἔπεται ὅτι καὶ ἡ συνισταμένη αὐτῶν θέλει γίνεαι μὲν διπλασία, τριπλασία ἢ ὑποδιπλασία, ὑποτριπλασία, ἀλλὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς  $\Lambda$  μένει ἀμετάβλητον. Ὅταν ὡσαύτως αἱ δοθεῖσαι δυνάμεις μεταβάλλωσι μὲν πᾶσαι διεύθυνσιν, μένωσιν ὅμως παράλληλοι, τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης αὐτῶν μένει τὸ αὐτό. Τὸ σημεῖον τοῦτο  $\Lambda$  καλεῖται ἕνεκα τούτου *κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων*.

Ὅταν δύο δυνάμεις ἄνισοι καὶ παράλληλοι ἄλλ' ἀντιθέτου φορᾶς  $AP$  καὶ  $BK$  (σχ. 13) εἶνε ἐφηρμοσμέναι εἰς δύο σημεία  $A$  καὶ  $B$  ἐνός σώματος, ἅτινα εἶνε ἀδιασπᾶστος συνδεδεμένα, ἡ συνισταμένη αὐτῶν  $\Gamma\Pi$  εἶνε παράλληλος πρὸς αὐτὰς καὶ ἰσοῦται κατὰ τὴν ἔντασιν τῇ διαφορᾷ αὐτῶν  $AP - BK$ , ἐνεργεῖ δὲ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, πρὸς ὃ καὶ ἡ μεγαλύτερα δύναμις· τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς  $\Gamma$  εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς εὐθείας  $BA$  τῆς ἐνούσης τὰ σημεία τῶν ἐφαρ-

μογῶν τῶν δύο δυνάμεων καὶ κείται εἰς τι σημεῖον Γ, οὔτινος αἱ ἀποστάσεις ἀπὸ τῶν σημείων τῆς ἐφαρμογῆς Α καὶ Β τῶν δυνάμεων ΑΡ καὶ ΒΚ εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἐντάσεις τῶν δυνάμεων τούτων, οὕτως ὥστε θέλομεν ἔχει τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν·

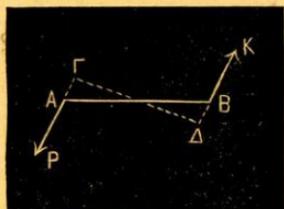
$$ΒΓ : ΑΓ = ΑΡ : ΒΚ.$$

**31. Ζευγὸς δυνάμεων.** Ὄταν αἱ παράλληλοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις ΑΡ καὶ ΒΚ (σχ. 13) τείνωσι νὰ ἐξισωθῶσιν, ἢ συνισταμένη αὐτῶν ἐλαττοῦται, τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς ἀπομακρύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς εὐθείας ΒΑ. Ὄταν δὲ αἱ δυνάμεις ἐξισωθῶσι, συνισταμένη δὲν ὑπάρχει, τουτέστι δὲν ὑπάρχει δύναμις, ἥτις μόνη νὰ δυναθῆ νὰ παραγάγῃ τὸ αὐτὸ ἐπὶ τοῦ σώματος ἀποτέλεσμα, ὅπερ παράγουσιν αἱ δύο ἴσαι, παράλληλοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις. Τὸ τοιοῦτο σύστημα δυνάμεων καλεῖται **δυναμικὸν ζευγὸς** (σχ. 14), ὅπερ τείνει



Σχ. 13.

νὰ μεταδώσῃ εἰς τὸ σῶμα, ἐφ' οὗ εἶνε ἐφρημοσμένον, περιστροφικὴν κίνησιν. Οὕτω μαγνητικὴ βελόνη ἐρειδομένη διὰ τοῦ μέσου αὐτῆς ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος καὶ ἔχουσα διεύθυνσιν ἀπ' ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων ἴσων καὶ παραλλήλων ἐνεργουσῶν κατὰ τὰ πέρατα



Σχ. 14.

αὐτῆς, ὧν ἡ μὲν διευθυνομένη πρὸς βορρᾶν ἢ δὲ πρὸς νότον τείνουσι νὰ στρέψωσι τὴν βελόνην περὶ τὸ μέσον αὐτῆς.

Ἡ **ρόπη** ἐνός ζεύγους δυνάμεων ἴσων, ἥτοι ἡ ἰσχὺς αὐτοῦ, καθορίζεται διὰ τοῦ γινομένου τῆς μιᾶς ἐκ τῶν δύο δυνάμεων ΑΡ ἢ ΒΚ ἐπὶ τὴν ἀπόστασιν ΓΔ (**βραχίον**) τῶν διευθύνσεων αὐτῶν. Οὕτως οἱ ναῦται, ὅτινες διὰ μογλῶν στρέφουσιν ἐπὶ τοῦ καταστρώματος πλοίου τὸ μηχανήμα, δι' οὗ ἀνασύρουσι τὴν ἄγκυραν, ἀποτελοῦσιν ἀνὰ δύο δυναμικὸν ζευγὸς, οὔτινος ἡ ἰσχὺς εἶνε ἀνάλογος οὐ μόνον τῆς δυνάμεως, ἣν καταβάλλουσιν οἱ ναῦται, ἀλλὰ καὶ τῆς ἀποστάσεως τῶν διευθύνσεων τῶν δυνάμεων αὐτῶν.

Καλεῖται **ἄξων** τοῦ ζεύγους εὐθεῖα κάθετος ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τῶν

παραλλήλων δυνάμεων. Δύο δὲ ζεύγη ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ ἐνεργοῦντα καὶ ἔχοντα ἴσας μὲν, ἀλλ' ἀντιθέτους ῥοπὰς, ἰσορροποῦσιν ἄλληλα.

### ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

32. Ὄταν ὕλικόν τι σημεῖον μεταβάλλῃ διαρκῶς θέσιν εἰς τὸν γῶρον, λέγομεν ὅτι εὐρίσκεται ἐν κινήσει, ὁ δὲ γεωμετρικὸς τόπος τῶν θέσεων, ἃς τὸ σημεῖον τοῦτο καταλαμβάνει διαδοχικῶς εἰς τὸ διάστημα, καλεῖται **τροχιά** αὐτοῦ, οὔσα **εὐθύγραμμος** ἢ **καμπυλόγραμμος**.

33. **Κίνησις ἰσοταχῆς.** Ὄταν κινήτῳ τι διανύῃ ἴσα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἦτοι ὅταν διανύῃ τὸ αὐτὸ διάστημα καθ' ἐκάστην μονάδα τοῦ χρόνου, ὅσον μικρὰ καὶ ἂν ὑποθετῇ ἡ μονὰς αὕτη, τότε ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται **ἰσοταχῆς**. Τὸ ἐν ἐκάστη δὲ μονάδι τοῦ χρόνου διανυόμενον διάστημα καλεῖται **ταχύτης**.

Ἐπειδὴ ἡ ταχύτης ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει εἶνε ἀμετάβλητος, τὸ δὲ κινήτῳ διανύει εἰς χρόνον διπλάσιον, τριπλάσιον, τετραπλάσιον κτλ. διάστημα διπλάσιον, τριπλάσιον, τετραπλάσιον κτλ. ἦτοι ἀνάλογον τοῦ χρόνου, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ  $\tau$  τὴν ταχύτητα, ἔπεται ὅτι εἰς δύο μονάδας τοῦ χρόνου θὰ διανυθῇ διάστημα  $2\tau$ , εἰς 3 διάστημα  $3\tau$  καὶ εἰς  $\chi$  μονάδας τοῦ χρόνου διάστημα  $\tau\chi$ . Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ  $\delta$  τὸ εἰς  $\chi$  μονάδας τοῦ χρόνου διανυθὲν διάστημα, θέλομεν ἔχει τὸν ἐξῆς γενικὸν τύπον:

$$\delta = \tau \cdot \chi, \quad (1)$$

τουτέστιν εὐρίσκομεν τὸ διάστημα ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει πολλαπλασιάζοντες τὴν ταχύτητα ἐπὶ τὸν χρόνον.

Ἐκ τοῦ τύπου τούτου λαμβάνομεν

$$\tau = \frac{\delta}{\chi}, \quad (2)$$

τουτέστιν ἡ ταχύτης ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει ἰσοῦται τῷ λόγῳ τοῦ διαστήματος πρὸς τὸν χρόνον.

Ἐκ τοῦ τύπου (1) λαμβάνομεν ὡσαύτως

$$\chi = \frac{\delta}{\tau}, \quad (3)$$

τουτέστιν ὁ χρόνος ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει ἰσοῦται τῷ λόγῳ τοῦ διαστήματος πρὸς τὴν ταχύτητα.

**34. Κίνησις ἀνισοταχῆς.** Ὅταν κινητόν τι διανύῃ ἄνισα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἤτοι ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ μεταβάλληται, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται ἀνισοταχῆς ἢ μεταβαλλομένη.

Ἐν τῇ ἀνισοταχεῖ κινήσει διακρίνομεν τὴν μέσην ταχύτητα καὶ τὴν ταχύτητα καθ' ὠρισμένην τιὰ στιγμήν χρόνου.

Καλεῖται μέση ταχύτης ἐν τῇ ἀνισοταχεῖ κινήσει ἡ ταχύτης ἐκεῖνη, τὴν ὅποιαν ἂν εἶχε διηνεκῶς τὸ κινητόν, θὰ διήνυε τὸ αὐτὸ διάστημα ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Εὐρίσκομεν δὲ τὴν μέσην ταύτην ταχύτητα διαιρούντες τὸ ἀνισοταχῶς διανυθὲν διάστημα διὰ τοῦ σαπανηθέντος χρόνου. Ὑποθέσωμεν π.χ. ὅτι σιδηροδρομικὴ ἄμαξα διανύει ἀνισοταχῶς καὶ ἄνευ στάσεως 144 χιλιόμετρα εἰς 4 ὥρας. Ἄν διαιρέσωμεν τὰ 144000 μέτρα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δευτερολέπτων τῶν περιεχομένων εἰς 4 ὥρας, ἤτοι διὰ 14400, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ μέση ταχύτης τῆς σιδηροδρομικῆς ταύτης ἀμάξης εἶνε 10 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον ἢ 36 χιλιόμετρα καθ' ὥραν.

Κατὰ τὴν ἀρχὴν τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης, σῶμα ἐν κινήσει εὐρισκόμενον καὶ μὴ ὑποκείμενον εἰς τὴν ἐνέργειαν μηδεμιᾶς δυνάμεως κινεῖται εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς· ἐπομένως, ἂν σῶμά τι κινῆται καμπυλογράμμως ἢ ἀνισοταχῶς, πρέπει νὰ συμπεράνωμεν ὅτι ἐπὶ τοῦ σώματος τούτου ἐνεργοῦσι μία ἢ πλείονες δυνάμεις· ἂν δὲ κατὰ χρονικὴν τινα στιγμήν αἱ δυνάμεις παύσωσι νὰ ἐνεργῶσιν ἐπὶ τοῦ σώματος, τούτο θέλει ἐξακολουθήσει κινούμενον εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς καὶ θέλει διατηρήσει τὴν διεύθυνσιν καὶ ταχύτητα, ἃς εἶχε, καθ' ἣν στιγμήν αἱ ἐπ' αὐτοῦ ἐφηρμοσμένα δυνάμεις ἔπαυσαν ἐνεργοῦσαι. Ὅθεν, διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ταχύτητα καθ' ὠρισμένην χρονικὴν στιγμήν κινητοῦ κινουμένου ἀνισοταχῶς, παύομεν κατὰ τὴν στιγμήν ταύτην τὴν ἐνέργειαν τῶν παραγουσῶν τὴν κίνησιν δυνάμεων, ὅποτε τὸ κινητόν θέλει ἐξακολουθήσει νὰ κινῆται κίνησιν εὐθυγράμμων καὶ ἰσοταχῆ· προσδιορίζοντες δὲ τὴν ταχύτητα τοῦ κινητοῦ ἐν τῇ ἰσοταχεῖ ταύτῃ κινήσει ἀνευρίσκομεν τὴν ταχύτητα αὐτοῦ κατὰ τὴν ὠρισμένην ἐκεῖνην χρονικὴν στιγμήν.

**35. Κίνησις ὁμαλῶς μεταβαλλομένη.** Ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ μεταβάλληται οὐχὶ ἀνωμάλως ἀλλ' ὁμαλῶς, ἤτοι

ὅταν ἡ ταχύτης αὐτοῦ αὐξάνηται ἢ ἐλαττωταί κατ' ἴσας ποσότητες ἐν ἴσοις χρόνοις, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται **ὀμαλῶς μεταβαλλομένη**. Καὶ ὅταν μὲν ἡ ταχύτης αὐξάνηται ὀμαλῶς, ἡ κίνησις αὐτοῦ καλεῖται **ὀμαλῶς ἐπιταχυνομένη**, ὅταν δ' ἐλαττωταί ὀμαλῶς, καλεῖται **ὀμαλῶς ἐπιβραδυνομένη**. Π.χ. σῶμα πίπτων ἐλευθέρως ἐξ ὑψους ἐν τῷ κενῷ ἔχει κίνησιν ὀμαλῶς ἐπιταχυνομένην· σῶμα δὲ βαλλόμενον πρὸς τὰ ἄνω ἐν τῷ κενῷ ἔχει κίνησιν ὀμαλῶς ἐπιβραδυνομένην.

Ἡ σταθερὰ ποσότης, καθ' ἣν αὐξάνεται (ἢ ἐλαττωταί) ἡ ταχύτης καθ' ἐκάστην μονάδα τοῦ χρόνου (ἐν δευτερολέπτου), καλεῖται **ἐπιτάχυνσις (ἢ ἐπιβράδυνσις)**.

Ἐὰν διὰ τοῦ γ παραστήσωμεν τὴν ἐπιτάχυνσιν σώματος κινουμένου μετ' ὀμαλῶς ἐπιταχυνομένης κινήσεως, ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι τὸ σῶμα ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς ἡρεμίας, ἡ ταχύτης αὐτοῦ κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου θά εἶνε γ, κατὰ τὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερολέπτου 2γ, τοῦ τρίτου 3γ καὶ κατὰ τὸ τέλος χ δευτερολέπτων γχ. Ὅθεν ἔχομεν τὸν τύπον

$$v = \gamma x. \quad (1)$$

ἔνθα τ παρίστα τὴν κτηθεῖσαν ταχύτητα τοῦ σώματος μετὰ χρόνον χ.

Ἄν τὸ κινητὸν δὲν ἀναχωρῇ ἐκ τῆς ἡρεμίας, ἀλλὰ κέκτηται ἀρχικὴν τινα ταχύτητα α (ὡς π. χ. ὅταν βάλλωμεν πρὸς τὰ κάτω σῶμα εἰς τὸ κενόν), ἡ ταχύτης μετὰ χρόνον χ δίδεται ὑπὸ τῆς ἐξισώσεως

$$v = a + \gamma x.$$

Ὅταν τὸναντίον ἡ κίνησις εἶνε ὀμαλῶς ἐπιβραδυνομένη, τότε ἡ ἀρχικὴ ταχύτης α ἐλαττωταί κατὰ τὴν ποσότητα γ ἐν ἐκάστη μονάδι τοῦ χρόνου (ὡς ὅταν βάλλωμεν κατακορύφως πρὸς τὰ ἄνω σῶμα εἰς τὸ κενόν), ἡ δὲ ταχύτης τ μετὰ χρόνον χ εὑρίσκειται διὰ τῆς ἐξισώσεως

$$v = a - \gamma x.$$

Ἄν τὸ κινητὸν ἀναχωρῇ ἐκ τῆς ἡρεμίας, ὁπότε ἔχει ἀρχικὴν ταχύτητα 0, μετὰ χρόνον χ δευτερολέπτων θά ἔχη ταχύτητα γχ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ταχύτης ἐν τῷ μεταξύ αὐξάνεται ὀμαλῶς, τὸ κατὰ τὰ χ δευτερολέπτα διανυόμενον διάστημα εἶνε τόσον, ὅσον ἤθελε διανύσει τὸ κινητὸν, ἂν ἐν τῷ χρόνῳ χ ἐκινεῖτο ἰσοταχῶς μετὰ τῆς μέσης ταχύτητος  $\frac{0 + \gamma x}{2} = \frac{1}{2} \gamma x$ . Ἐπομένως τὸ εἰς χ δευτερολέπτα διανυόμενον διάστημα δ παρίσταται διὰ τοῦ τύπου

$$s = \frac{1}{2} \gamma x^2 \quad (2).$$

"Οθεν ἐκ τῶν τύπων (1) καὶ (2) συνάγομεν τὸν ἐξῆς νόμον.

Ἐν τῇ ὁμαλῶς μεταβαλλομένη κινήσει σώματος ἀναχωροῦντος ἐκ τῆς ἠρεμίας ἢ μὲν ταχύτης εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὸν χρόνον, τὰ δὲ διανυόμενα διαστήματα ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων ἐν οἷς διηνύθησαν.

36. **Μᾶζα σώματος.** Ἐὰν δυνάμεις τις Δ ἐνεργοῦσα συνεχῶς ἐπὶ τι σῶμα μεταδίδη εἰς αὐτὸ ἐπιτάχυνσιν γ, δυνάμεις 2Δ θέλει μεταδώσει ἐπιτάχυνσιν 2γ, δυνάμεις 3Δ ἐπιτάχυνσιν 3γ, ἥτοι αἱ δυνάμεις εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἐπιτάχυνσεις, ἃς μεταδίδουσιν εἰς τὸ αὐτὸ σῶμα. "Οθεν καλοῦντες Δ<sub>1</sub> καὶ Δ<sub>2</sub> δύο δυνάμεις, γ<sub>1</sub> καὶ γ<sub>2</sub> τὰς ὑπ' αὐτῶν παραγομένας ἐπιτάχυνσεις ἔχομεν

$$\frac{\Delta_1}{\Delta_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} \quad \eta \quad \frac{\Delta_1}{\gamma_1} = \frac{\Delta_2}{\gamma_2} = \frac{\Delta_3}{\gamma_3} = \mu,$$

ἥτοι ὁ λόγος δυνάμεως ἐνεργοῦσης ἐπὶ τι σῶμα πρὸς τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣν μεταδίδει πρὸς αὐτὸ, εἶνε ποσότης σταθερά, ἣτις καλεῖται μᾶζα τοῦ σώματος.

Ἄλλὰ καὶ τὸ βάρος Β σώματός τινος εἶνε δυνάμεις συνεχῆς μεταδίδουσα εἰς τὸ σῶμα ἐπιτάχυνσιν g. "Ωστε καὶ ὁ λόγος  $\frac{B}{g}$  παριστᾷ τὴν μᾶζαν τοῦ σώματος.

"Οθεν μᾶζα σώματος καλεῖται ὁ λόγος τοῦ βάρους αὐτοῦ πρὸς τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣν μεταδίδει εἰς αὐτὸ ἡ βαρύτης.

37. **"Εργον τῶν δυνάμεων.** Δύναμις ἐνεργοῦσα ἐπὶ τι σῶμα καὶ μετακινουσα τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς παράγει **ἔργον**. Οὕτως ὅταν διὰ τῆς δυνάμεως τῶν μυῶν αὐτοῦ ἐργάτης ἀναβιβάξη ὕδωρ ἐκ τοῦ βᾶθους φρέατος, ἢ λίθους ἀπὸ τοῦ ἐδάφους εἰς οἰκοδομὴν, παράγει ἔργον. Ὡς μονὰς δὲ τοῦ ἔργου λαμβάνεται τὸ ἔργον, ὅπερ παράγει δυνάμεις ἀναβιβάζουσα τὸ βάρος ἐνὸς χιλιογράμμου εἰς ὕψος ἐνὸς μέτρου καὶ ὅπερ καλεῖται **χιλιογραμμόμετρον**. Οὕτως ἐργάτης, ὅστις ἀνεβίβασεν εἰς ὕψος 5 μέτρων λίθους βάρους 60 χιλιογράμμων, παράγαγεν ἔργον  $5 \times 60 = 300$  χιλιογραμμόμετρων. **Δύναμις ἴππου**, δι' ἧς μετρεῖται ἡ δυνάμεις τῶν ἀτμομηχανῶν, καλεῖται ἡ δυνάμεις ἐκείνη, ἣτις ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ παράγει ἔργον 75 χιλιογραμμόμετρων. Κατὰ ταῦτα μηχανὴ ἔχουσα δυνάμιν 10 ἴππων εἶνε ἰκανὴ ν' ἀνυψώσῃ ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ 75 χιλιόγραμμα εἰς ὕψος 10 μέτρων ἢ 750 χιλιόγρ. εἰς ὕψος 1 μέτρ. ἢ 10 χιλιόγρ. εἰς ὕψος 75 μέτρων.

38. **Ἐνέργεια.** Ἐνέργεια (energie) καλεῖται ἡ ἰδιότης ἐκείνη τῶν σωμάτων, καθ' ἣν ταῦτα καθ' ὠρισμένους περιστάσεις δύνανται νὰ παραγάγωσιν ἔργον. Λίθος, ὅστις καταπίπτει, σφαῖρα βαλλομένη διὰ τηλεβόλου, τὸ ρέον ὕδωρ ποταμοῦ ἐνέχουσιν ἐν τῇ καταστάσει ταύτῃ τῆς κινήσεως ἐνέργειαν· διότι ὁ

λίθος πίπτων ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἢ σφαῖρα προσκρούουσα ἐπὶ θώρακος, τὸ ὕδωρ τοῦ ποταμοῦ θέτον εἰς κίνησιν ὑδραυλικὸν τροχὸν δύνανται νὰ παραγάγῃσι μηχανικὰ ἀποτελέσματα, τουτέστιν ἔργον.

Κατὰ τὰς τρεῖς ταύτας περιστάσεις ἡ ἐνέργεια εἶνε οὕτως εἰπεῖν ὁρατὴ καὶ προέρχεται ἐξ αὐτῆς τῆς κινήσεως τοῦ σώματος οὔσα ἀνάλογος τῆς μάζης αὐτοῦ καὶ τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος αὐτῆς. Καλέσωμεν ταύτην ἔργω ἐνέργειαν. Ἄλλ' ἡ ἐνέργεια δύνανται νὰ εἶνε καὶ ἄλλης φύσεως, οἷον εἰς λανθάνουσα. Σῶμα βαρὺ κρεμάμενον εἰς ὕψος ἐνέχει ἐνέργειαν, διότι ἂν ἀποκόψωμεν τὸ νῆμα, δι' οὗ κρέμαται, δύνανται τοῦτο καταπίπτειν νὰ παραγάγῃ ἔργον. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς ἐλατήριον τεταμένον, ὅταν ἀφεθῇ ἐλευθερον. Ὡσαύτως ἡ πυρίτις καθίσταται αἰφνιδίως ἱκανὴ νὰ ἐκσφενδονίσῃ βαρῦτατον βλήμα, ὅταν πέσῃ ἐπ' αὐτῆς σπινθὴρ καὶ τὴν ἀναφλέξῃ. Τὸ κρεμάμενον ἄρα σῶμα, τὸ τεταμένον ἐλατήριον καὶ ἡ πυρίτις ἐνέχουσιν ἐνέργειαν. Ὅθεν ὑπάρχει ἐκτὸς τῆς ἔργω ἐνεργείας, ἣν ἐνέχει σῶμά τι ἐν κινήσει, καὶ ἄλλη τις λανθάνουσα οὕτως εἰπεῖν ἐνέργεια, ἣτις προκύπτει ἢ ἐκ τῆς φύσεως σωματίων τινῶν (πυρίτις) ἢ ἐκ τῆς μορφῆς αὐτῶν (ἐλατήριον) ἢ ἐκ τῆς θέσεως αὐτῶν (βάρος κρεμάμενον) οὔσα ἀνάλογος τῆς μάζης τοῦ κρεμαμένου σώματος καὶ τοῦ ὕψους, εἰς ὃ τοῦτο κρέμαται. Αὕτη εἶνε δυνάμει ἐνέργεια, ἣτις δύνανται ἐν δεδομένῃ στιγμήν νὰ μεταβληθῇ εἰς ἔργω ἐνέργειαν. Καλέσωμεν ταύτην δυνάμει ἐνέργειαν.

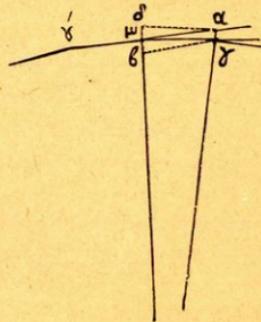
Πάντα τὰ φυσικὰ φαινόμενα καταδεικνύουσιν ὅτι, ὅταν ἡ ἔργω ἐνέργεια σώματος τινος μεταβάλληται, ἡ δυνάμει ἐνέργεια μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον. Λίθου π.χ. ῥιπτομένου ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἡ ταχύτης διηλεκτικῶς ἐλαττοῦται, ἐφ' ὅσον ὁ λίθος ἀνέρχεται. Τὸ σῶμα ἐπομένως τοῦτο ἀνερχόμενον ἀποβάλλει ἀκαταπαύστως ἔργω ἐνέργειαν. Ἄλλ' ὅταν τὸ σῶμα ἀνεληθὸν εἰς ὕψος καταπέσῃ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, θὰ δυνηθῇ νὰ παραγάγῃ ἔργον τοσοῦτον μεγαλύτερον, ὅσῳ μεγαλύτερον εἶνε τὸ ὕψος ἐξ οὗ κατέπεσεν. Ἡ δυνάμει ἄρα ἐνέργεια τοῦ ἀνερχομένου σώματος συνεχῶς αὐξάνεται μετὰ τοῦ ὕψους, ἐν ᾧ συγχρόνως ἡ ἔργω ἐνέργεια ἐλαττοῦται. Σώματος τούναντιον καταπίπτοντος ἡ μὲν δυνάμει ἐνέργεια ἐλαττοῦται, ἡ δὲ ἔργω ἐνέργεια αὐξάνεται. Ἡ μία κερδίζει πᾶν ὅ,τι ἡ ἄλλη ἀποβάλλει, οὕτω δὲ ἡ ἔργω ἐνέργεια μετατρέπεται μὲν εἰς δυνάμει ἐνέργειαν ἢ τὰνάπαλιν, ἀλλὰ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν μὲνει σταθερόν.

Ἐνίοτε κατὰ τὰς ἀμοιβαίας ταύτας μετατροπὰς φαίνονται μὲν καὶ ἡ ἔργω καὶ ἡ δυνάμει ἐνέργεια ὡς συγχρόνως ἐξαφανιζόμενα, ἀλλὰ τότε μένου εἶδους φαινόμενα ἀναφαίνονται, διότι αναπτύσσεται θερμότης, φῶς ἢ ἡλεκτρισμὸς. Ἡ δὲ θερμότης αὕτη, τὸ φῶς ἢ ὁ ἡλεκτρισμὸς καταλαμβάνουσιν οὕτως εἰπεῖν τὴν θέσιν τῆς ἐκλιπούσης ἐνεργείας. Ἄντι δὲ ὀρισμένης ποσότητος ἐνεργείας ἐξαφανιζομένης ἀναφαίνεται ὀρισμένη ποσότης θερμότητος ἢ ἡλεκτρισμοῦ, ἣτις ἰσοδυναμεῖ πρὸς ἐκείνην. Ὅθεν ἡ ἐνέργεια ποσῶς δὲν ἀπόλυται, ἀλλ' ἀενάως μετατρέπεται. Ὡς δ' ἐν τῇ Χημείᾳ ἀποδεικνύεται ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τοῦ Lavoisier διὰ πάσης χημικῆς ἐξισώσεως ὅτι ἡ ὑπάρχουσα ὕλη δὲν ἐξαφανίζεται οὐδὲ

νέα ὕλη γεννᾶται, ἀλλ' ἡ ὑπάρχουσα διηλεκτῶς μετατρέπεται, ὡς δηλ. ἐν τῇ Χημείᾳ διηλεκτῶς ἀποδεικνύεται ἡ ἀρχὴ τῆς ἀφθαρείας τῆς ὕλης, οὕτω καὶ ἐν τῇ Φυσικῇ ἡ ἔρευνα τῶν φυσικῶν φαινομένων διηλεκτῶς καταδεικνύει τὴν ἀρχὴν τῆς ἀφθαρείας τῆς ἐνεργείας, ἥτις ἐμφανιζομένη ὡς θερμότης, ὡς φῶς, ὡς ἠλεκτρικὴ, ὡς μαγνητικὴ ἢ ὡς χημικὴ ἐνέργεια οὔτε αὐξάνεται, οὔτε ἐλαττοῦται. Τοῦτέστιν ἡ διαθέσιμος ἐνέργεια ἐν τῇ φύσει εἶνε ὠρισμένη καὶ πάντοτε ἡ αὐτή. Πᾶσαι δ' αἱ προσπάθειαι ἡμῶν δύνανται διαφοροτρόπως νὰ μετατρέψωσι τὴν ἐνέργειαν, οὐδέποτε ὅμως νὰ καταστρέψωσιν αὐτήν· τὸ δημιουργεῖν ἢ καταστρέφειν τὴν ἐνέργειαν ἢ τὴν ὕλην εἶνε ὑπέροτερον τῶν δυνάμεων ἡμῶν καὶ τῶν μέσων, ἅτινα μεταχειρίζομεθα.

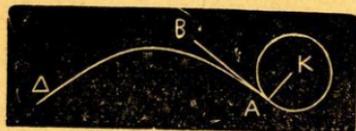
39. **Περὶ φυγοκέντρου δυνάμεως.** Πᾶν σῶμα ἐν κινήσει εὐρισκόμενον καὶ εἰς μηδενίᾳς δυνάμεως τὴν ἐνέργειαν ὑποκείμενον κινεῖται ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς· ἵνα δὲ ἀναγκάσωμεν τὸ σῶμα νὰ μεταβάλλῃ τροχιάν καὶ ἐκ τῆς εὐθυγράμμου μεταβῇ εἰς τὴν καμπυλόγραμμον κίνησιν, οἷον τὴν κυκλικήν, δεόν νὰ ἐνεργῶμεν ἐπ' αὐτοῦ συνεχῶς διὰ δυνάμεως πρὸς τὸ κέντρον τοῦ κύκλου διευθυνομένης, ἥτις καλεῖται **κεντρομόλος δύναμις** ἢ **δύναμις ἐπὶ τὸ κίτρον**. Ἀλλὰ τὸ σῶμα ἕνεκα τῆς ἀδρανείας αὐτοῦ τείνει διηλεκτῶς νὰ κινήθῃ εὐθυγράμμως κατὰ τὴν διεύθυνσιν ἐφαπτομένης τινὸς τῆς κυκλικῆς τροχιάς, ἡ δὲ τάσις αὕτη εἶνε δύναμις ἴση καὶ ἀντίρροπος τῇ κεντρομόλῳ, καλεῖται δὲ **φυγοκέντρος δύναμις**. Ὅταν δὲ ἡ κεντρομόλος δύναμις παύσῃται ἐνεργοῦσα, ἀμέσως παύεται καὶ ἡ ἐνέργεια τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως, τὸ δὲ σῶμα ἐξακολουθεῖ κινούμενον εὐθυγράμμως καὶ ἰσοταχῶς.<sup>(1)</sup>

(1) Ὅπως κάλλιον ἐνόησωμεν τὸν ἀδιάκοπον τοῦτον ἀνταγωνισμόν τῶν κεντρικῶν δυνάμεων, τῆς κεντρομόλου δηλονότι καὶ τῆς φυγοκέντρου, ἀντὶ περιφερείας θεωρήσωμεν πολύγωνον ἔχον ἀπείρους καὶ ἐλαχίστας πλευράς, καλουμένας στοιχεῖα, οἷον τὰ γ'μ, μγ (σχ. 15). Τὸ ἀπείρως μικρὸν στοιχεῖον μγ τῆς περιφερείας σχηματίζει μετὰ τῆς διεύθυνσεως γ'μα τοῦ ἀμέσως προηγούμενου στοιχείου γ'μ γωνίαν αμγ ἀπείρως μικράν. Ἐνώσωμεν τὰ ἄκρα τοῦ στοιχείου μγ μετὰ τοῦ κέντρου τῆς περιφερείας καὶ ἀγάγωμεν τὴν βγ παράλληλον τῆς μα. Τὸ σχῆμα μέγα δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς παραλληλόγραμμον, διότι τὸ στοιχεῖον μγ εἶνε ἀπείρως μικρὸν καὶ αἱ ἀκτῖνες μβ καὶ αγ δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς παράλληλοι. Εἶνε δὲ γνωστὸν ὅτι αἱ ταχύτερες δύναν-



Σχ. 15.

Ἐὰν εἰς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων σχοινίου ΚΑ (σχ. 16) προσδέσωμεν λίθον Α καὶ κρατοῦντες τὸ ἕτερον ἄκρον Κ ἐν τῇ χειρὶ δώσωμεν εἰς τὸν λίθον περιστροφικὴν κίνησιν, ἐπὶ μὲν τῆς χειρὸς ἡμῶν Κ ὑπάρχει ἡ κεντρομόλος δύναμις, ἐπὶ δὲ τοῦ λίθου Α ἀντιδρῶντος ἀδιακόπως τῇ χειρὶ ἡμῶν ἀναπτύσσεται ἡ φυγόκεντρος δύ-



Σχ. 16.

ναμις, διότι κατὰ τὴν Μηχανικὴν ἐν πάσῃ δράσει ἀναπτύσσεται ἴση ἀντίδρασις. Ἐνεκα δὲ τῆς ἀντιδράσεως ταύτης τῶν δύο δυνάμεων τὸ σχοινίον ΚΑ τείνεται, καὶ ὅταν διαρραγῇ, ἀμφότεραι αἱ δυνάμεις παύονται ἐνεργεῖσαι, ὁ δὲ λίθος λαμβάνει πρὸς στιγμὴν τὴν διεύθυνσιν τῆς εἰς τὸ σημεῖον Α τοῦ διαγραφομένου κύκλου ἀγομένης ἐφαπτομένης ΑΒ· ἀλλ' εἶτα ἔνεκα τῆς ἔλξεως τῆς γῆς διαγράφει τὴν καμπύλην ΑΔ.

**40. Νόμοι φυγόκεντρον δυνάμεως.** Οὗτοι περιλαμβάνον-

ται ἐν τῷ τύπῳ 
$$A = \frac{v^2}{a} \quad (1),$$
 ἔνθα  $A$  παριστᾷ τὴν φυγόκεντρον δύ-

ται νὰ συνθεθῶσι καὶ ἀναλυθῶσιν, ὡς αἱ δυνάμεις κατὰ τὸ παραλληλόγραμμον· ἐπομένως ἡ ταχύτης  $v$  δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας κατὰ τὸ παραλληλόγραμμον  $\mu\alpha\beta$ . Τὸ κινητὸν ἐπομένως, ὅπερ διατρέχει τὸ ἀπείρως μικρὸν τόξον  $\mu\gamma$ , θὰ ἠδύνατο νὰ διανύσῃ τὸ διάστημα  $\mu\alpha$  δυνάμει τῆς ταχύτητος αὐτοῦ κατὰ τὸ στοιχείον  $\gamma\mu$ , ἂν εἰς μηδεμίαν δυνάμει τὴν ἐνεργεῖαν ὑπέκειτο· ὡσαύτως θὰ διήνευ τὸ διάστημα  $\mu\beta$  τῇ ἐνεργείᾳ δυνάμεως διευθυνομένης πρὸς τὸ κέντρον τῆς περιφερείας, ἂν ἡ ταχύτης κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $\gamma\mu$  δὲν ὑπῆρχεν. Ἡ δύναμις αὕτη εἶνε ἡ κεντρομόλος δύναμις, ἣτις μόνη μὲν ἐνεργοῦσα ἐπὶ τοῦ ὕλικου σημείου  $\mu$  μεταδίδει εἰς αὐτὸ ταχύτητα  $\mu\beta$ , συντιθεμένη δὲ μετὰ τῆς ταχύτητος, ἣν ἔχει τὸ κινητὸν κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $\mu\alpha$ , παράγει τὴν κίνησιν κατὰ τὸ στοιχείον  $\mu\gamma$ .

Ἄν ἦδῃ ἀγάγωμεν τὴν  $\delta\alpha$  παράλληλον τῆς  $\mu\gamma$ , σχηματίζεται τὸ παραλληλόγραμμον  $\mu\alpha\beta\delta$ . Ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ κατὰ τὴν διαγώνιον  $\mu\delta$  δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας, μίαν τὴν  $\mu\gamma$  κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς περιφερικῆς κινήσεως, καὶ ἄλλην τὴν  $\mu\delta$  πρὸς τὸ κέντρον τῆς ἀκτίνας. Ἡ τελευταία αὕτη παριστᾷ τὴν φυγόκεντρον δύναμιν καὶ ἐπειδὴ ἔχομεν  $\delta\mu = \alpha\gamma = \mu\delta$ , ἔπεται ὅτι καθ' ἑκάστην χρονικὴν στιγμὴν ἡ φυγόκεντρος δύναμις ἰσορροπεῖται ὑπὸ τῆς κεντρομόλου δυνάμεως, πρὸς ἣν διηνεκῶς εἶνε ἴση καὶ ἀντίρροπος. Ἐὰν ἡ κεντρομόλος δύναμις παύσῃται ἐνεργεῖσαι, ἡ συνισταμένη τῶν ταχυτήτων  $\mu\gamma$  καὶ  $\mu\delta$  ἐκσφενδονίζει τὸ κινητὸν κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς  $\mu\alpha$ , ἥτοι κατὰ τὴν ἐφαπτομένην τῆς καμπύλης.

ναμιν,  $\mu$  τὴν μάζαν τοῦ σώματος,  $\tau$  τὴν ταχύτητα αὐτοῦ καὶ  $a$  τὴν ἀκτίνα τῆς περιφερείας τῆς ὑπὸ τοῦ κινητοῦ διαγραφομένης. Ἐὰν δὲ καλέσωμεν  $\theta$  τὸν χρόνον μιᾶς ὀλοκλήρου περιφορᾶς καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ κινητὸν διαγράφει τὴν περιφέρειαν  $2\pi a$  ἰσοταχῶς, ὅτε τὸ διάστημα  $2\pi a$  ἰσοῦται τῇ ταχύτητι  $\tau$  ἐπὶ τὸν χρόνον  $\theta$ , θέλομεν ἔχει  $2\pi a = \tau\theta$  (2). Ἀπαλείφοντες δ' ἐκ τῶν ἐξισώσεων (1) καὶ (2) τὴν ταχύτητα  $\tau$  λαμβάνομεν 
$$D = 4\pi^2 \mu \frac{a}{\theta^2}$$
 (3). Ἐκ τῶν τύπων (1) καὶ (3) συνάγομεν τοὺς ἐξῆς νόμους.

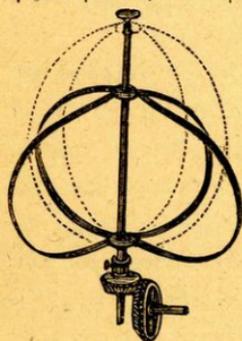
Α'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν μάζαν τοῦ περιστρεφομένου σώματος. Π.χ. ἀμαξοστοιχία πλήρης βαρέων σωμάτων διερχομένη διὰ καμπύλης γραμμῆς μεθ' ὀρισμένης ταχύτητος ὑπόκειται εἰς μείζονα φυγόκεντρον δύναμιν ἢ ἄλλη ἀμαξοστοιχία φέρουσα ἐλαφρότερα σώματα καὶ κινουμένη ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς μετὰ τῆς αὐτῆς καὶ ἡ πρώτη ταχύτητος.

Β'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ταχύτητος τοῦ κινητοῦ. Π.χ. εἰς ἰππέως τις Α περιελαύνη τὸ ἵπποδρόμιον μετὰ ταχύτητος διπλασίας ἄλλου ἵππέως Β, ὁ πρῶτος ἵππέως Α ὑπόκειται εἰς φυγόκεντρον δύναμιν τετραπλασίαν τῆς τοῦ δευτέρου Β.

Γ'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς καμπύλότητος, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ἡ αὐτή. Π.χ. ἐκ δύο ἀμαξοστοιχιῶν διατρεχουσῶν μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος δύο διαφόρους κατὰ τὴν ἀκτίνα καμπύλας γραμμᾶς, ὧν ἡ μὲν π.χ. ἀκτῖνος 400 μέτρων, ἡ δὲ 800, ἡ πρώτη ὑπόκειται εἰς φυγόκεντρον δύναμιν διπλασίαν τῆς δευτέρας. Διὰ τοῦτο ἐν ταῖς σιδηροδρομικαῖς γραμμαῖς ἀποφεύγουσιν ὅσον ἔνεστι τὴν κατασκευὴν καμπύλων γραμμῶν ἢ κατασκευάζουσι τοιαύτας δι' ἀκτῖνος ὅσον ἔνεστι μείζονος.

Δ'. Ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν ἀκτίνα τῆς καμπύλότητος, ὅταν ὁ χρόνος τῆς περιφορᾶς εἶνε σταθερός. Οὕτως ἐν ταῖς περὶ τὸν ἰσημερινὸν χώραις ἡ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε μείζων ἢ εἰς πάντα ἄλλον τόπον τῆς Γῆς, οἷον εἰς Ἀθήνας, διότι τὰ ἐπὶ τῶν Ἀθηῶν κείμενα σώματα διαγράφουσιν εἰς 24 ὥρας περὶ τὸν γήινον ἄξονα περιφέρειαν κύκλου, ἧς ἡ ἀκτίς εἶνε ἐλάσσων τῆς ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ.

41. Παραδείγματα και εφαρμογαί φυγοκέντρου δυνάμεως. Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν δοχεῖον περιέχον ὕδωρ εἰς τὸ ἄκρον σχοινίου, οὕτως τὸ ἕτερον ἄκρον κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ καὶ περιστρέψωμεν τὸ ὅλον ὡς σφενδόνην μεθ' ἰκανῆς ταχύτητος, τὸ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδωρ δὲν καταρρέει. Ἐὰν ἐπὶ ὀριζοντίου κυκλικοῦ δίσκου βίψωμεν ἄμμος καὶ διὰ στελέγους καθέτου ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον τοῦ δίσκου περιστρέψωμεν αὐτὸν περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἄμμος φέρεται πρὸς τὴν περιφέρειαν τοῦ δίσκου. Ἔνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως θραύονται πολλάκις οἱ μυλόλιθοι, ἀλλὰ καὶ διὰ τῆς δυνάμεως ταύτης ἐπίσης κατορθοῦται ἡ ἄλεσις τοῦ σίτου, διότι οἱ κόκκοι αὐτοῦ κατατεμνόμενοι φέρονται πρὸς τὰ ἔξω, μέχρις οὗ φθάσωσιν εἰς τὰ πέρατα τοῦ μυλόλιθου, ὅπουθεν καταπίπτουσιν ὑπὸ μορφήν ἀλεύρου. Ἔνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως βλέπομεν ἐν τοῖς ἵπποδρομίαις τὸν ἀναβάτην κλίνοντα πρὸς τὸ κέντρον τοῦ ἵπποδρομίου καὶ λαμβάνοντα οὕτω τὴν διεύθυνσιν τῆς συνισταμένης τῶν δύο δυνάμεων, τῆς φυγοκέντρου καὶ τοῦ βάρους τοῦ σώματος. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον αἱ σιδηροδρομικαὶ γραμμαὶ εἰς τὰς καμπύλας ἔχουσι τὴν ἐξωτερικὴν ῥάβδον ὑψηλοτέραν τῆς ἐσωτερικῆς, τῆς κειμένης πρὸς τὸ κέντρον τῆς καμπυλότητος. (1)



Σχ. 17.

Ἐὰν εἰς ἀγγεῖον ἐμπεριέχον ὕδωρ καὶ ἔχον σχῆμα ἐκ περιστροφῆς δώσωμεν ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρη αὐτοῦ ἐπιφάνεια κοιλοῦται καὶ τοσοῦτω μᾶλλον, ὅσῳ ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶνε ταχύτερα.

Οἱ γεωλόγοι παραδέχονται ὅτι ἡ Γῆ ἤτο ποτε διάπυρος καὶ τετηκυῖα σφαιρικὴ μᾶζα, ἔνεκα δὲ τῆς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικῆς κινήσεως αὐτῆς ὑπέστη συμπίεσιν περὶ τοὺς πόλους καὶ ἐξόγκωσιν κατὰ τὸν ἰσημερινόν, ὡς συμβαίνει καὶ εἰς δύο ἐλάσματα ἐκ γάλυθος (σχ. 17) ἔχοντα κυκλικὸν σχῆμα καὶ περιστρεφόμενα περὶ κατακόρυφον ἄξονα, ἐφ' ὧν παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν κατακόρυφος διάμετρος αὐτῶν ἐλαττοῦται, τοῦναντίον δ' ἡ ὀριζοντία αὐξάνεται. Ἡ συμπίεσις δ' αὕτη αὐξάνεται, ὅταν ἡ περιστροφικὴ κίνησις εἶνε ταχύτερα.

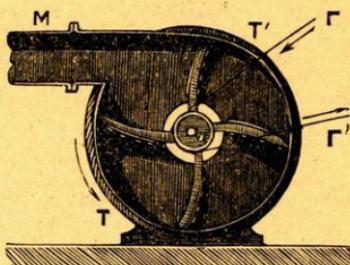
Καὶ τὰ ἀέρια ὡσαύτως ὑπόκεινται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς φυγοκέντρου δυνά-

(1) Ἐστω AK (§ 29 σχ. 8) τὸ βᾶρος B, ΑΠ ἡ φυγοκέντρος δύναμις Δ καὶ  $\alpha = \text{KAM}$  ἡ γωνία τῆς κλίσεως. Ἐχομεν  $\epsilon\phi\alpha = \frac{\Delta}{B}$ .

ἀλλὰ  $\Delta = \mu \frac{v^2}{a} = \frac{B}{g} \frac{v^2}{a}$ , ὅθεν  $\frac{\Delta}{B} = \frac{v^2}{ga}$  καὶ  $\epsilon\phi\alpha = \frac{v^2}{ga}$ . Ἐπομένως γνωστῆς οὖσης τῆς ταχύτητος καὶ τῆς ἀκτίνος εὐρίσκωμεν τὴν γωνίαν τῆς κλίσεως.

μεως· ἀποδείξεις δὲ τούτου εἶνε τὸ ριπίδιον, ἔνθα ὁ ἀήρ ἐκσφενδονίζεται ἐκ τῶν πτυχῶν, μόνον ὅταν τὸ ριπίδιον ὑπόκειται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν, οὐχὶ δὲ καὶ ὅταν μετατίθῃται παραλλήλως ἑαυτῶ.

Ἐφαρμογὴ τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως τῶν ἀερίων γίνεται εἰς τὸν καλούμενον φυγοκεντρικὸν ἀνεμιστήρα (σχ. 18). Σύγκειται δ' οὗτος ἐκ τυμπάνου κυλινδρικοῦ  $TT'$ , εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ ὁποίου σιρέφεται μετὰ μεγάλης ταχύτητος ἄξων  $O$  φέρων πτέρυγας, ὧν τὰ πέρατα διέρχονται πολὺ πλησίον τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ τυμπάνου. Ὁ μεταξὺ τῶν πτερύγων ἐγκλεισμένος ἀήρ δεχόμενος περιστροφικὴν κίνη-



(Sch. 18)

σιν συμπίεζεται ἔνεκα τῆς φυγοκέντρου δυνάμεως ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ τυμπάνου, φθάνων δ' εἰς τὸν σωλῆνα  $M$ , διευθυνόμενον κατὰ τὴν ἐφαπτομένην, ἐκσφενδονίζεται ἐντὸς αὐτοῦ μετὰ μεγάλης ταχύτητος. Ὅπαι δὲ ἀνοιχθεῖσαι εἰς τὸ μέσον τῶν δύο βάσεων τοῦ τυμπάνου, δι' ὧν διέρχεται ὁ ἄξων, ἐπιτρέπουσιν εἰς τὸν ἀέρα ν' ἀνανεῶται ἀδιαλείπτως. Ὁ ἄξων τίθεται εἰς κίνησιν δι' ἰμάντος  $\Gamma\Gamma'$ , ὃν κινεῖ μηχανὴ χειροκίνητος, ἀτμοκίνητος ἢ ἠλεκτροκίνητος. Τοῦ μηχανήματος τούτου γίνεται χρῆσις πρὸς καθαρισμόν τοῦ σίτου, πρὸς ἐμφύσησιν ἀέρος εἰς τὰς καμίνους ἐν τοῖς μεταλλουργείαις, πρὸς ἀερισμὸν διαφόρων μερῶν π. γ. ἀνθρακωρυχείων. Πρὸς τοῦτο σωλῆν ἀναχωρῶν ἐκ τοῦ μέρους, ἐξ οὗ πρόκειται νὰ ἐξαχθῇ ὁ μεμολυσμένος ἀήρ, προσαρτᾶται εἰς τὰς ὀπὰς, ἃς φέρει τὸ τύμπανον εἰς τὸ μέσον τῶν βάσεων αὐτοῦ. Τιθεμένης δὲ τῆς μηχανῆς εἰς κίνησιν, ὁ μεμολυσμένος ἀήρ ἀντλούμενος ἐκδιώκεται καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ καθαροῦ ἀέρος ἐξωθεν εἰσρέοντος.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

## ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

#### ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΣ, ΒΑΡΟΣ, ΚΕΝΤΡΟΝ ΒΑΡΟΥΣ

42. **Βαρύτης.** Καλεῖται *βαρύτης* ἡ ἐλκτική δύναμις τῆς Γῆς, ἣτις παράγει τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων ἀφιεμένων ἐλευθέρων, ἢ τὴν πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος, ἐφ' οὗ τὰ σώματα ἐρείδονται, ἢ τέλος τὴν τάσιν τοῦ νήματος, ἐξ οὗ ταῦτα εἶνε ἐξηρητημένα. Ἡ βαρύτης ταυτίζεται πρὸς τὴν ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἀνακαλυφθεῖσαν *παγκόσμιον ἔλξιν ἢ γερικὴν βαρύτητα*, καθ' ἣν πάντα τὰ μέρη τῆς ὕλης ἔλκουσιν ἀλλήλα διὰ δυνάμεως κατ' εὐθεῖαν ἀναλόγου πρὸς τὸ γινόμενον τῶν μαζῶν αὐτῶν καὶ ἀντιτρόφως ἀναλόγου πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν μεταξὺ αὐτῶν ἀποστάσεων. <sup>(1)</sup> Τὰ σώματα δὲ ὡς ὑπείκοντα εἰς τὴν ἐνεργεῖαν τῆς βαρύτητος καλοῦνται *βαρέα*.

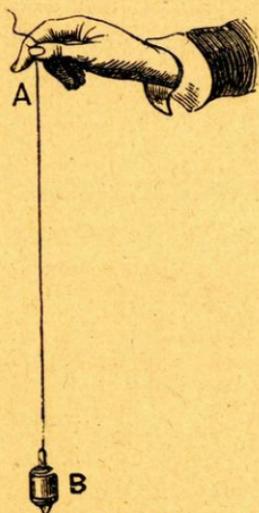
Πᾶν σῶμα ἄνευ ὑποστηρίγματος ἢ ἐξαρτήσεως πῖπτον ἐλευθέρως διευθύνεται πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς, διότι κατὰ τὴν Μηχανικὴν ἢ ἔλξις σφαίρας ὁμοιομεροῦς ἢ ἐξ ὁμοιομερῶν ὁμοκέντρων στιβάδων συγ-

(1) Ἀποδεικνύεται ἐν τῇ Μηχανικῇ ὅτι ἡ ἐλκτικὴ δύναμις  $E$  ἢ ἐνεργοῦσα μεταξὺ δύο μαζῶν  $\mu$  καὶ  $\mu'$  εὐρισκομένων εἰς ἀπόστασιν  $\rho$  δίδεται διὰ τοῦ ἐξῆς τύπου

$$E = \varphi \frac{\mu \mu'}{\rho^2},$$

ἐνθα  $\varphi$  παριστᾷ τὴν ἔλξιν μεταξὺ δύο μαζῶν ἴσων τῇ μονάδι τῆς μάζης καὶ εὐρισκομένων εἰς τὴν μονάδα τῆς ἀποστάσεως.

κειμένης (τοιαύτη δὲ κατὰ τὴν Γεωλογίαν εἶνε περίπου καὶ ἡ Γῆ) ἐπὶ τινος ὑλικοῦ μορίου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας ἢ ἐκτὸς αὐτῆς κειμένου εἶνε ἴση πρὸς ἐκείνην, ἣν θὰ ἐξήσκουν ἐπὶ τοῦ ὑλικοῦ τούτου σημείου πάντα τὰ μόρια (μᾶζα) τῆς σφαίρας, ἐὰν ἦσαν συγκεντρωμένα εἰς τὸ κέντρον αὐτῆς· ἐπομένως ἡ ἔλξις αὕτη διευθύνεται κατὰ τὴν εὐθείαν γραμμὴν τὴν ἐνοῦσαν τὸ ὑλικὸν τοῦτο σημεῖον μετὰ τοῦ κέντρον τῆς σφαίρας. Ἡ διεύθυνσις δ' αὕτη καλεῖται **κατακόρυφος**.



Σχ. 19.

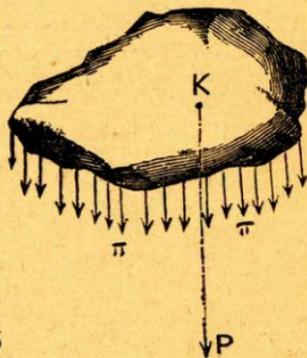
Τὴν κατακόρυφον σημείον τινὸς τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς παρέχει ἡμῖν τὸ καλούμενον **νήμα τῆς στάθμης** (κατευθυντήρ) (σχ. 19), ἀποτελούμενον ἐκ τινος νήματος, ὅπερ κατὰ μὲν τὸ ἐν ἄκρον αὐτοῦ φέρει βαρὺ τι σῶμα οἰονόηποτε, οἷον κύλινδρον ἢ κῶνον ἐκ μολύβδου B, τὸ δ' ἕτερον ἄκρον A κρατεῖται ἀκλονήτως. Ἄν νῦν ἀφεθῆ τὸ βάρος ἐλεύθερον, τὸ νήμα ἡρεμοῦν λαμβάνει τὴν κατακόρυφον διεύθυνσιν.

Ἐπειδὴ αἱ κατὰ πάντα τὰ σημεία τῆς Γῆς κατακόρυφοι διευθύνονται πρὸς τὸ κέντρον αὐτῆς, δὲν εἶνε παράλληλοι. Ἄλλὰ τὰς κατακόρυφους δύο σημείων ὀλίγον ἀπ' ἀλλήλων ἀπεχόντων, οἷα εἶνε τὰ μόρια ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν πα-

ραλλήλους χωρὶς νὰ ὑποπέσωμεν εἰς αἰσθητὸν λάθος.

Πᾶν ἐπίπεδον περιέχον τὴν κατακόρυφον καλεῖται ἐπίσης **κατακόρυφον**. Πᾶν δ' ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τὴν κατακόρυφον καλεῖται **ὀριζόντιον**, τοιοῦτο δὲ εἶνε τὸ ἐπίπεδον τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕγρου.

43. **Βάρος**. Ἡ Γῆ ἔλκει πάντα τὰ μόρια, ἐξ ὧν εἶπομεν ὅτι ἀποτελεῖται πᾶν σῶμα, αἱ δ' ἐπὶ τὰ διάφορα μόρια τοῦ σώματος ἔλξεις τῆς Γῆς ἀποτελοῦσι σύστημα δυνάμεων  $\pi, \pi$  (σχ. 20), αἵτινες διευθύνονται μὲν πᾶσαι πρὸς



Σχ. 20.

τὸ κέντρον τῆς Γῆς, ἀλλ' ἕνεκα τῆς μεγίστης αὐτοῦ ἀποστάσεως δύ-  
νανται νὰ θεωρῶνται ὡς παράλληλοι. Ἡ συνισταμένη ΚΡ τῶν ἐκ  
τῆς Γῆς ἐκπορευομένων ἑλξεων π, π καὶ ἐνεργουσῶν ἐπὶ πάντων τῶν  
μορίων τοῦ σώματος καλεῖται **βάρος** τοῦ σώματος.

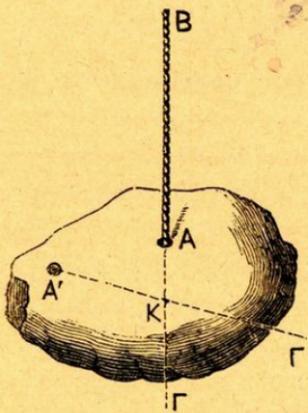
Ἐν παντὶ σώματι διακρίνομεν τὸ **ἀπόλυτον βάρος** καὶ τὸ **σχετι-  
κὸν βάρος**. Καὶ ἀπόλυτον μὲν βάρος εἶνε ἡ συνισταμένη τῶν ἑλξεων  
τῆς βαρύτητος, ἣτις τείνει τὸ σχοινίον, δι' οὗ ἐξαρτᾶται βαρὺ τι  
σῶμα, ἢ πιέζει τὸ ὑποστήριγμα, ἐφ' οὗ τὸ σῶμα ἐρείδεται. Τὸ ἀπό-  
λυτον βάρος συγκρίνεται πρὸς ἄλλο τι ἀπόλυτον βάρος, ὅπερ λαμ-  
βάνεται ὡς μονὰς βάρους. Ἡ σχέσις αὕτη παρίσταται δι' ἀριθμοῦ,  
ὅστις εἶνε τὸ καλούμενον **σχετικὸν βάρος** τοῦ σώματος ἢ ἀπλῶς **βάρος**.

**44. Κέντρον τοῦ βάρους.** Τὸ βάρος παντὸς σώματος (τὸ  
προκαλοῦν τὴν πτώσιν αὐτοῦ, τὴν πίεσιν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος  
καὶ τὴν τάσιν τοῦ νήματος) εἶνε δύναμις ΚΡ κατακόρυφος ἐνεργούσα  
εἰς τι σημεῖον Κ, ὅπερ ὡς τὰ πολλὰ κεῖται ἐπ' αὐτοῦ τοῦ σώματος,  
τὸ σημεῖον δὲ τοῦτο καλούμενον **κέντρον τοῦ βάρους** τοῦ σώματος  
τηρεῖ τὴν αὐτὴν ὡς πρὸς τὸ σῶμα θέσιν, ὅπως δῆποτε καὶ ἂν τοῦτο  
μετακινήθῃ ἢ στραφῇ (κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων § 30).

Ὅταν σῶμά τι εἶνε ὁμοιομερές, ἤτοι ὅταν ἕκαστον ἴσον ἀπειρο-  
στόν μέρος αὐτοῦ ἐμπεριέχῃ ἴσον ποσὸν μάζης, τότε ἡ θέσις τοῦ κέν-  
τρον τοῦ βάρους αὐτοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ μόνου τοῦ σχήματος. Τὸ κέν-  
τρον τοῦ βάρους εὐθείας γραμμῆς ἐξ ὑλικῶν σημείων συγκειμένης κεῖ-  
ται εἰς τὸ μέσον αὐτῆς. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς περιφερείας, τοῦ  
κύκλου, τῆς σφαίρας, τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας εἶνε αὐτὸ τοῦτο τὸ  
κέντρον αὐτῶν. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους παντὸς παραλληλογράμμου  
ὁμοιομεροῦς κεῖται εἰς τὸ σημεῖον, καθ' ὃ τέμνονται αἱ δύο αὐτοῦ  
διαγώνιοι· τοῦ κυλίνδρου εἰς τὸ μέσον τοῦ ἄξονος. Τὸ κέντρον τοῦ  
βάρους παντὸς πρίσματος κεῖται εἰς τὸ μέσον τῆς εὐθείας, ἣτις συνενεῖ  
τὰ κέντρα τοῦ βάρους τῶν δύο βάσεων. Τριγώνου ὁμοιομεροῦς κεῖται  
ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἀγομένης ἀπὸ τινος κορυφῆς εἰς τὸ μέσον τῆς  
ἀπέναντι πλευρᾶς καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς κορυφῆς ἴσην πρὸς τὰ  
δύο τρίτα τῆς εὐθείας ταύτης. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς πυραμίδος  
καὶ τοῦ κώνου κεῖται ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τὴν κορυφὴν μετὰ  
τοῦ κέντρον τοῦ βάρους τῆς βάσεως καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς κορυ-  
φῆς ἴσην πρὸς τὰ  $\frac{3}{4}$  τῆς εὐθείας ταύτης.

#### 45. Πειραματική εύρεσις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους.

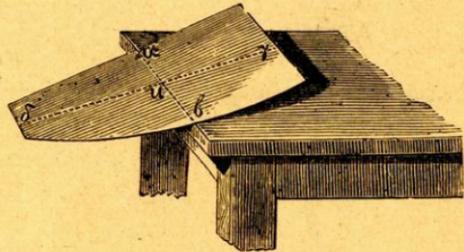
Τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος μὴ λίαν βαρέος εὐρίσκεται ὡς ἐξῆς: Ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα ἐκ τινος σχοινίου BA (σχ. 21) καί,



Σχ. 21.

ὅταν ἠρεμήσῃ, σημειοῦμεν τὴν ἐπέκτασιν ΑΓ τοῦ σχοινίου BA διὰ τοῦ σώματος, ἐφ' ἧς εὐθείας θὰ κεῖται τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος. Ἐὰν νῦν ἐξαρτήσωμεν τὸ σῶμα ἐξ ἄλλου σημείου Α', καί, ἀφ' οὗ ἠρεμήσῃ, σημειώσωμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ σχοινίου Α'Γ', ἢ κοινὴν τομὴν Κ τῶν δύο εὐθειῶν ΑΓ καὶ Α'Γ' εἶνε τὸ ζητούμενον κέντρον τοῦ βάρους. Τὸ κέντρον τοῦ βάρους κρῖκου ἢ δακτυλίου κεῖται εἰς τὸ κέντρον αὐτοῦ, ἦτοι ἐκτὸς τοῦ σώματος.

Διὰ νὰ εὕρωμεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους σωμάτων λεπτῶν καὶ ἐπιπέδων, ὅσον τεμαχίου μεταλλικοῦ ἐλάσματος, ἰσορροποῦμεν αὐτὸ εἰς δύο διαφόρους θέσεις ἐπὶ ὀριζοντιοῦ ἀκμῆς, ὅσον ἐπὶ πέρατος τραπέζης, μετακινούντες αὐτὸ πρὸς τὸ ἓν ἢ τὸ ἕτερον μέρος, μέχρις ὅτου ἰσορροπήσῃ (σχ. 22). Τὸ κέντρον τοῦ βάρους κεῖται τότε ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἀφῆς αβ. Ἀναζητοῦμεν ὡσαύτως δευτέραν θέσιν ἰσορροπίας, καθ' ἣν ἡ γραμμὴ τῆς ἀφῆς εἶνε π.χ. ἡ εὐθεῖα γδ. Ἐπειδὴ δὲ τὸ κέντρον τοῦ βάρους πρέπει νὰ κεῖται καὶ ἐπὶ τῆς αβ καὶ ἐπὶ τῆς γδ, εὐρίσκεται εἰς τὴν κοινὴν αὐτῶν τομὴν κ, ἐντὸς τοῦ σώματος καὶ εἰς ἴσην ἀπὸ τῶν δύο ἐπιφανειῶν ἀπόστασιν.



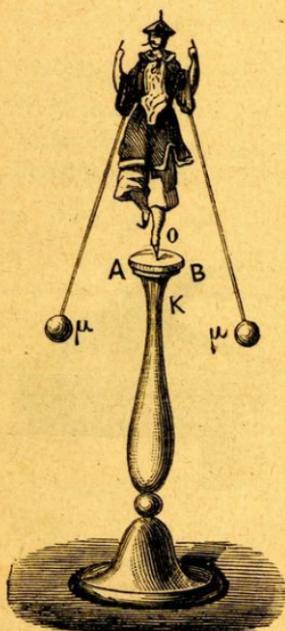
Σχ. 22.

Τὸ κέντρον τοῦ βάρους ἀνθρώπου ἰσταμένου καὶ τηροῦντος κανονικὴν στάσιν, ὅταν ὁ ἀρχόμενος τῶν γυμνασίων στρατιώτης, κεῖται εἰς τὸ ἐσωτερικόν τοῦ νοτιαίου σωλήνος τῆς σπονδυλικῆς στήλης καὶ εἰς τὸ μέσον περίπου τοῦ τελευταίου ὀσφυϊκοῦ σπονδύλου τοῦ κειμένου πλησίον τοῦ ἱεροῦ ὀστού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

## ΠΕΡΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

46. Α΄). **Περὶ ἰσορροπίας σώματος ἐρειδουμένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.** Στερεόν τι σῶμα ἐρειδόμενον ἐπὶ τινος ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς ἢ καὶ πλειοτέρων σημείων καὶ ὑποκείμενον εἰς μόνην τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέρχεται διὰ τῆς βάσεως, δι' ἧς τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, διότι τότε τὸ βᾶρος τοῦ σώματος (δραῖσις) ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιρρόπως ἐνεργούσης ἀντιστάσεως (ἀντίδρασις) τοῦ ἐπιπέδου. Οὕτω γραφίς, ἣν θέλομεν νὰ στηρίξωμεν διὰ τῆς ἀκίδος αὐτῆς ὀρθίαν ἐπὶ ὀριζοντίας τραπέζης, τότε μόνον θὰ εὐρεθῆ ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἢ



Σχ. 23.

ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέλθῃ διὰ τοῦ σημείου, δι' οὗ ἡ γραφίς ἐρείδεται ἐπὶ τῆς τραπέζης· διότι τότε κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἀφῆς ἐνεργοῦσι δύο ἴσαι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις, αἵτινες ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως. Ἄλλ' ἡ ἰσορροπία αὕτη καλεῖται **εὐσταθής**, διότι, ἐὰν καὶ ἐλάχιστον ἢ γραφίς παρεκκλίνῃ ἐκ τῆς θέσεως ταύτης τῆς ἰσορροπίας, καταπίπτει. Ἐὰν ὅμως καταβιβάσωμεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σώματος τοῦ ἐρειδουμένου ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς μόνον σημείου, κάτωθεν τοῦ σημείου τούτου, ἡ ἰσορροπία καθίσταται **εὐσταθής**, ἦτοι τὸ σῶμα ὄν ἀνατρέπεται, καὶ ἂν λίαν παρεκκλίνωμεν αὐτὸ ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἀλλ' ἐπανέρχεται ἀφ' ἑαυτοῦ εἰς τὴν ἀρχικὴν αὐτοῦ θέσιν. Οὕτως ἀνθρωπάριον ἐρειδόμενον ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου AB (σχ. 23) δι' ἐνὸς μόνου σημείου O εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ ἰσορροπία, ἐὰν δι' ἀκάμπτων

συρμάτων ἐξαρτήσωμεν ἐξ αὐτοῦ δύο σφαῖρας μολυβδίνας  $\mu, \mu$ , δι' ὧν καταβιβάζομεν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ ἀνθρωπαρίου τούτου εἰς τὸ σημεῖον  $K$ , κατώτερον τοῦ σημείου τῆς βάσεως  $O$ .

Ἐὰν σῶμά τι στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ δύο σημείων, οἷον διαθήτης ἢ ἀνθρωπος ἰστάμενος ἐπὶ καλοβάθρων, τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία καὶ δὲν ἀνατρέπεται, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος συναντᾷ τὴν εὐθεῖαν τὴν ἐνοῦσαν τὰ δύο σημεία, δι' ὧν τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Καὶ ἡ τοιαύτη ὅμως ἰσορροπία εἶνε ἀσταθής, ἥτοι ἐὰν ὀλίγον παρεκκλίνη τὸ σῶμα ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἀμέσως καταπίπτει.

Ἐὰν δὲ τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τριῶν σημείων, μὴ ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων, οἷον τρίπους (σχ. 24),



Σχ. 24.

τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους  $K$  καταβιβαζομένη κατακόρυφος πίπτῃ ἐντὸς τοῦ τριγώνου  $\alpha\beta\gamma$ , οὔτινος κορυφαὶ εἶνε τὰ τρία σημεία  $\alpha, \beta, \gamma$ , δι' ὧν ὁ τρίπους ἐρείδεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐδάφους. Ἐνταῦθα δὲ ἡ ἰσορροπία εἶνε εὐσταθής, ἥτοι, ἐὰν ὁ τρίπους ὀλίγον ἀνυψωθῇ ἐκ τοῦ ἐνὸς μέρους, ἐπανέρχεται εἰς

τὴν πρώτην αὐτοῦ θέσιν, ὅταν ἀφεθῇ ἐλεύθερος.

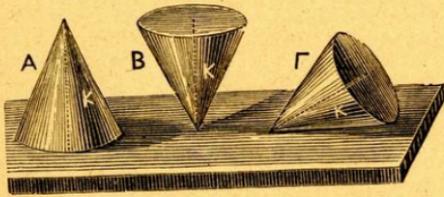
Ἐὰν δὲ τέλος τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ πολλῶν σημείων, οἷον ἀνθρωπος ἰστάμενος ὄρθιος, τότε μόνον εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, ὅταν ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ καταβιβαζομένη κατακόρυφος διέρχεται δι' ἐνὸς σημείου τῆς βάσεως αὐτοῦ, ἥτις εἶνε τὸ σχῆμα τὸ παραγόμενον ἐπιζευγνυμένων τῶν ἐξωτερικῶν σημείων, δι' ὧν οἱ πόδες ἄπτονται τοῦ ἐδάφους· τουτέστι βᾶσις ἀνθρώπου ἰσταμένου εἶνε οὐ μόνον τὰ πέλματα τῶν ποδῶν αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ τὸ μεταξὺ αὐτῶν περιλαμβανόμενον μέρος τοῦ ἐδάφους (σχ. 25).



Σχ. 25.

**47. Εὐσταθής, ἀσταθής καὶ ἀδιάφορος ἰσορροπία.** Σῶμά τι στηριζόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου δι' ἐνὸς ἢ πλειόνων σημείων εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ

μὲν ἰσορροπία, ὅταν μετακινούμενον ὀλίγον τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας τείνη νὰ ἐπανέλθῃ πάλιν εἰς αὐτήν, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν ὁμοιομερῆ κῶνον Α (σχ. 26), τὸν ἐρειδόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς βάσεως αὐτοῦ· ἐν ἀσταθεῖ δὲ ἰσορροπία, ὅταν ὀλίγον μετακινούμενον ἐκ τῆς θέσεως ταύτης τῆς ἰσορροπίας τείνη ν' ἀπομακρυνθῇ ἔτι μᾶλλον αὐτῆς, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν κῶνον Β τὸν ἐρειδόμενον ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ· καὶ



Σχ. 26.

τέλος ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπία εὐρίσκεται σῶμά τι, ὅταν μετακινούμενον ὀλίγον τηρεῖ τὴν νέαν ταύτην θέσιν, ὡς συμβαίνει εἰς τὸν κῶνον Γ τὸν ἐρειδόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου διὰ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπι-

φανείας, ἢ εἰς σφαῖραν ἐπὶ τοῦ σφαιριστηρίου π.χ. κειμένην.

Ἐν γένει δὲ σῶμά τι εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ μὲν ἰσορροπία, ὅταν διὰ μικρᾶς μετακινήσεως τοῦ σώματος τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ ἀνυψοῦται, ἐν ἀσταθεῖ δὲ ἰσορροπία, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ κατέρχεται, καὶ ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπία, ὅταν τοῦτο μήτε ἀνυψῶται μήτε κατέρχεται. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῶν σωμάτων ἔχει πάντοτε τάσιν νὰ κατέλθῃ μετὰ τοῦ σώματος, καὶ ἀνυψούμενον μὲν κατέρχεται, καταβιβαζόμενον δὲ δὲν ὑψαίνεται ἀφ' ἑαυτοῦ ν' ἀνέλθῃ, ἀλλὰ κατέρχεται ἔτι μᾶλλον, ἐὰν δὲν ὑπάρχῃ κώλυμα.

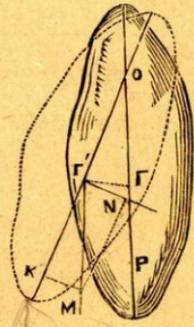
#### 48. Συνθῆκαι εὐσταθείας τῶν στερεῶν σωμάτων.

Ἐκ δύο σωμάτων ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου στηριζομένων εὐσταθέστερον εἶνε τὸ δυσκολώτερον μετακινούμενον, ἤτοι τὸ ἀπαιτοῦν μείζονα δύναμιν, ὅπως ἐξέλθῃ ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ. Ἡ εὐστάθεια δὲ σώματός τινος εἶνε τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ βάσις, δι' ἧς τοῦτο στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Διὰ ταῦτα οἱ προβεβηκότες τὴν ἡλικίαν μεταχειρίζονται βακτηρίαν, ὅπως μεγεθύνωσι τὴν βάσιν αὐτῶν. Ὡσαύτως οἱ παλαισταὶ καὶ οἱ ναῦται ἀνοίγουσι τὰ σκέλη αὐτῶν, ἵνα εὐρύνωσι τὴν βάσιν καὶ οὕτω καθιστῶνται εὐσταθέστεροι.

Προσέτι: ἡ εὐστάθεια σώματός τινος εἶνε τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ τὸ

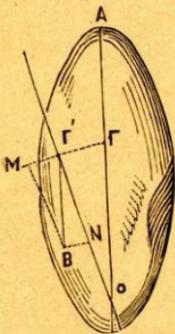
κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ κεῖται πλησιέστερον πρὸς τὴν βάσιν, δι' ἧς τὸ σῶμα ἐρείδεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Διὰ τοῦτο εἰς τὰ μεγάλα κηροπήγια πρῶτ. τῶν ναῶν τίθεται μόλυθος πρὸς τὴν βάσιν, συντελῶν εἰς τὸν καταβίθασμόν τοῦ κέντρου τοῦ βάρους καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἰς τὴν εὐστάθειαν τοῦ κηροπήγιου, οἱ δὲ παλαισταὶ κάμπτουσιν ὀλίγον τὰ γόνατα διὰ τὸν αὐτὸν λόγον.

49. Β'). **Περὶ ἰσορροπίας σώματος ἐξηρημένου ἐξ ὀριζοντίου ἄξονος.** Βαρύ τι σῶμα ἐξηρημένον ἐλευθέρως ἐκ στερεοῦ ὀριζοντίου ἄξονος  $O$ , ἦτοι στρεπτόν περὶ τὸν ἄξονα τοῦτο (σχ. 27), εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ἢ κατακόρυφος, ἢ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους  $\Gamma$  διερχομένη, διέρχεται διὰ τινός σημείου τοῦ ἄξονος τοῦτου. Καὶ ὄντως ἀντὶ τῶν ἐλξων, αἵτινες ἐνεργοῦσιν εἰς ὅλα τὰ μέρη τοῦ σώματος, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν μόνον τὴν συνισταμένην αὐτῶν ἐνεργοῦσαν εἰς τὸ κέντρον τοῦ βάρους  $\Gamma$  τοῦ σώματος. Ἡ δύναμις δ' αὕτη  $\Gamma P$  τότε μόνον ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σταθεροῦ ἄξονος  $O$ , ὅταν ἢ  $OG$  εἴη κατακόρυφος. Ἄν τούναντίον τὸ σῶμα ἔχη ἄλλην διεύθυνσιν καὶ ἢ εὐθεῖα  $OG'$  δὲν εἴη κατακόρυφος, ἢ δύναμις  $\Gamma'M$ , ἢ παριστώσα τὸ βάρος τοῦ σώματος, δύναται ν' ἀναλυθῇ εἰς δύο ἄλλας  $\Gamma'K$  καὶ  $\Gamma'N$ , τὴν μὲν  $\Gamma'K$  διευθυνομένην κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς  $OG'$ , ἣτις ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σταθεροῦ ἄξονος  $O$ , καὶ τὴν ἄλλην  $\Gamma'N$  κάθετον ἐπὶ ταύτῃ, ἣτις θέλει στρέψῃ τὸ σῶμα περὶ τὸν ἄξονα  $O$  καὶ οὕτω δὲν θέλει εὐρεθῆ τοῦτο ἐν ἰσορροπίᾳ.



Σχ. 27.

Σῶμά τι ἐξηρημένον ἐλευθέρως ἐξ ὀριζοντίου ἄξονος, περὶ ὃν δύναται νὰ περιστραφῇ, εὐρίσκεται ἐν εὐσταθεῖ μὲν ἰσορροπίᾳ, ὅταν τὸ κέντρον τοῦ βάρους  $\Gamma$  εἴη κατώτερον τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως  $O$ . Καὶ ὄντως, ἂν μετακινήσωμεν ὀλίγον τὸ σῶμα στρέφοντες αὐτὸ περὶ τὸν ἄξονα  $O$  οὕτως, ὥστε νὰ λάβῃ τὴν θέσιν, ἣτις ἐπὶ τοῦ σχήματος 27 παρίσταται δι' ἐστιγμένης γραμμῆς, ἀνευρίσκωμεν τότε, ὡς εἶδομεν ἄνωτέρω, τὴν συνιστώσαν  $\Gamma'N$ , τὴν ἐπαναφέρουσαν τὸ σῶμα εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας, ὅταν τοῦτο ἀφεθῆ ἐλεύθερον. Τούναντίον δὲ εὐρίσκεται ἐν ἀσταθεῖ ἰσορροπίᾳ, ὅταν ὁ ἄξων διέρχεται διὰ σημείου τινός  $O$  (σχ. 28) κατωτέρου τοῦ κέντρου τοῦ βάρους  $\Gamma$ . Κατὰ τὴν περίπτωσιν δὲ ταύτην ἢ μόνη θέσις τῆς ἰσορροπίας εἴη ἐκείνη, ἐν ἣ ἢ κατακόρυφος  $AGO$ , ἢ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους  $\Gamma$  διερχομένη, διέρχεται καὶ διὰ τοῦ ἄξονος  $O$ . Ἄν τὸ σῶμα ὀλίγον τι στραφῇ περὶ τὸν ἄξονα  $O$



Σχ. 28.

οὕτως, ὥστε ἡ ΟΓ νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν ΟΙ', δυνάμεθα ν' ἀνυψώσωμεν τὴν δύναμιν Γ'Β τὴν παριστώσαν τὸ βάρος τοῦ σώματος εἰς τὰς συνιστώσας Γ'Ν. ἥτις ἐξουδετεροῦται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἄξονος, καὶ τὴν Γ'Μ, ἥτις τείνει ν' ἀπομακρύνῃ τὸ σῶμα ἐπὶ μᾶλλον τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας καὶ στρέφει αὐτὸ περὶ τὸν ἄξονα Ο, ὅταν ἀφεθῇ ἐλευθέρων, ὅπως λάβῃ τὴν θέσιν τῆς εὐσταθοῦς ἰσορροπίας. Ὅταν τὸ ὑναντίον ὁ ἄξων, δι' οὗ στηρίζεται τὸ σῶμα, διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ σώματος, τὸ σῶμα τότε εὐρίσκειται ἐν ἀδιαφόρῳ ἰσορροπία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

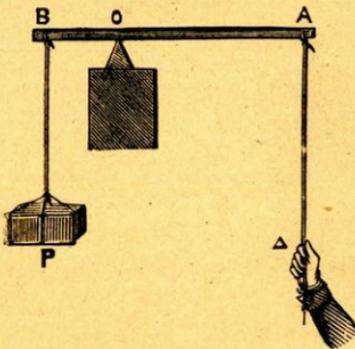
### ΠΕΡΙ ΑΠΛΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

50. **Μηχανή.** Καλεῖται ἐν γένει *μηχανή* πᾶν ὄργανον, διὰ τοῦ ὁποίου δυνάμεθα νὰ χρησιμοποιήσωμεν δύναμιν τινα οἰανδήποτε, οἷον τὴν τοῦ πίπτοντος ὕδατος, τὴν τοῦ ἀνέμου, τὴν τοῦ ἀτμοῦ, πρὸς παραγωγὴν διαφόρων ἔργων, οἷον τὴν δι' ὑδρομύλου ἢ ἀνεμομύλου ἢ ἀτμομύλου ἄλεσιν τοῦ σίτου. Αἱ ἀπλούστεραι δὲ τῶν μηχανῶν εἶνε ὁ *μοχλός*, ἡ *τροχαλία*, τὸ *βαροῦλκον*, τὸ *κεκλιμένον ἐπιπέδον*, ὁ *κοχλίας*, ὁ *σφήν* κτλ., αἵτινες χρησιμεύουσιν, ὅπως τῇ ἐνεργείᾳ δυνάμεων ὑπερνικήσωμεν ἀντίστασιν τινα οἰανδήποτε, οἷον τὸ βάρος σώματός τινος.

51. **Μοχλός.** Ὁ *μοχλός* ἀποτελεῖται ἐν γένει μὲν ἐκ στερεοῦ σώματος οἰουδήποτε, συνήθως ὅμως ἐκ βάρθδου ὅσον ἔνεστιν ἀκάμπτου, ἥτις ἐρείδεται ἐπὶ ὑποστηρίγματος ὅσον ἔνεστιν ἀνευδότου, καλουμένου *ὑπομοχλίου*, περὶ ὃ δύναται νὰ στραφῇ, ὑποκειμένη ἄμα εἰς τὴν ἐνεργείαν δύο δυνάμεων, ὧν ἡ μὲν καλεῖται *κυρίως δύναμις*, ἡ δὲ *ἀντίστασις*. Διακρίνομεν δὲ τρία εἶδη μοχλῶν.

Α'. **Μοχλός τοῦ πρώτου εἶδους.** Ὁ *μοχλός* τοῦ πρώτου εἶδους ἔχει τὸ ὑπομόχλιον αὐτοῦ εἰς ἓν σημεῖον ἐνδιάμεσον τῆς βάρθδος ΒΑ (σχ. 29) ἐρείδεται ἐπὶ ὀξείας ἀκμῆς κατὰ τὸ σημεῖον Ο καὶ ὅτι κατὰ μὲν τὸ ἐν ἄκρον αὐτῆς Β κρέμαται διὰ σχοινίου τὸ βάρος Ρ, τὸ ὁποῖον προτιθέμεθα ν' ἀνυψώσωμεν, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἄκρον

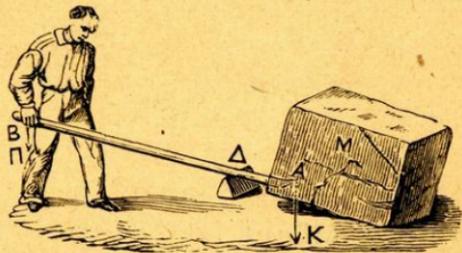
Α προσδένομεν σχοινίον, ἐφ' οὗ ἐφαρμόζομεν κατακορύφως ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω τὴν δύναμιν τῆς χειρὸς ἡμῶν. Ἡ συσκευή αὕτη ἀποτελεῖ μοχλὸν τοῦ πρώτου εἴδους. Καὶ ἂν μὲν τὸ ὑπομόχλιον Ο κεῖται ἀκριβῶς εἰς τὸ μέσον τῆς ράβδου ΒΑ, ἡ καταβαλλομένη δύ-  
μις Δ εἶνε ἴση πρὸς τὴν ἀντίστασιν Ρ, ὡς εἰς τὸν ζυγόν· ἂν δὲ τὸ



Σχ. 29.

ὑπομόχλιον κεῖται πλησιέστερον πρὸς τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς Β τῆς ἀντιστάσεως, τότε δι' ἐλάσσονος δυνά-  
μεως δυνάμεθα νὰ ὑπερικήσωμεν μείζονα ἀντίστασιν. Διὰ τοῦτο, ὅταν ἐργάτης προτίθεται νὰ μετακινήσῃ λίθον Μ (σχ. 30), ὃν διὰ τῶν ἰδίων χειρῶν ἀδυνατεῖ ἀπ' εὐθείας νὰ ὑψώ-  
σῃ, μεταχειρίζεται μοχλὸν ΒΑ πλη-  
σιάζων τὸ ὑπομόχλιον Δ ὅσον ἔνεστι  
περισσότερον πρὸς τὸν λίθον.

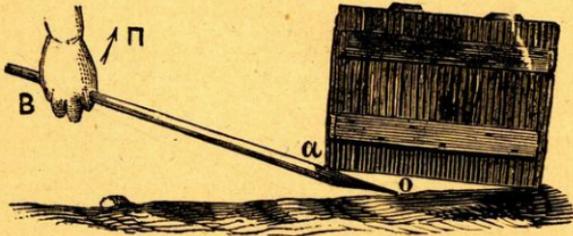
Ἡ διὰ τοῦ μοχλοῦ καταβαλλομένη δύναμις Δ (σχ. 29) ἔχει τοι-  
οῦτον λόγον πρὸς τὴν ἀντίστασιν Ρ, οἷον λόγον ἔχουσιν αἱ ἀποστάσεις  
ΟΒ καὶ ΟΑ, αἵτινες καλοῦνται *μοχλοβραχίονες* (ὁ μὲν μοχλοβρα-  
χίων τῆς ἀντιστάσεως, ὁ δὲ μοχλοβραχίων τῆς δυνάμεως), ἥτοι ἔχο-  
μεν τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν  $\Delta : P = OB : OA$ · τουτέστιν αἱ ἐν ἰσορ-  
ροπία ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ ἐνεργοῦσαι δυνάμεις εἶνε ἀντιστρόφως ἀνά-  
λογοι τῶν μοχλοβραχιδίων. Τοῦτο δέ, διότι διὰ νὰ ὑπάρξῃ ἰσορ-  
ροπία, πρέπει ἡ συνισταμένη  
τῶν δύο παραλλήλων δυνά-  
μεων Δ καὶ Ρ νὰ διέρχεται  
διὰ τοῦ σημείου Ο καὶ ἐπο-  
μένως αἱ ἀποστάσεις ΟΑ καὶ  
ΟΒ νὰ εἶνε ἀντιστρόφως ἀνά-  
λογοι πρὸς τὰς δυνάμεις Δ  
καὶ Ρ. Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἀνα-  
λογίας συνάγομεν ὅτι, ἐὰν ὁ μοχλοβραχίων ΟΑ, δι' οὗ ἐνεργεῖ ἡ δύ-  
ναμις, εἶνε διπλάσιος, πενταπλάσιος ἢ δεκαπλάσιος τοῦ μοχλοβρα-  
χίονος ΟΒ, δι' οὗ ἐνεργεῖ ἡ ἀντίστασις, ἡ καταβαλλομένη δύναμις  
Δ εἶνε ὑποδιπλασία, ὑποπενταπλασία ἢ ὑποδεκαπλασία τῆς ἀντιστά-



Σχ. 30.

σεως, ἦτοι τοῦ βάρους P. Μοχλὸς τοῦ πρώτου εἶδους εἶνε ἡ ψαλῖς, ἡ ἠλάγρα, ὁ ζυγὸς, ὁ στατήρ, ἡ τροχαλία, τὸ βαροῦλκον, ἄτινα περιγράφωμεν κατωτέρω, καὶ πολλὰ ἄλλα μηχανήματα.

**Β'. Μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἶδους.** Εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ δευτέρου εἶδους τὸ μὲν ὑπομόχλιον εὐρίσκεται εἰς τὸ ἓν ἄκρον O (σχ. 31), περὶ τὸ ὁποῖον ὁ μοχλὸς δύναται νὰ περιστραφῆ, ἡ δὲ δύ-



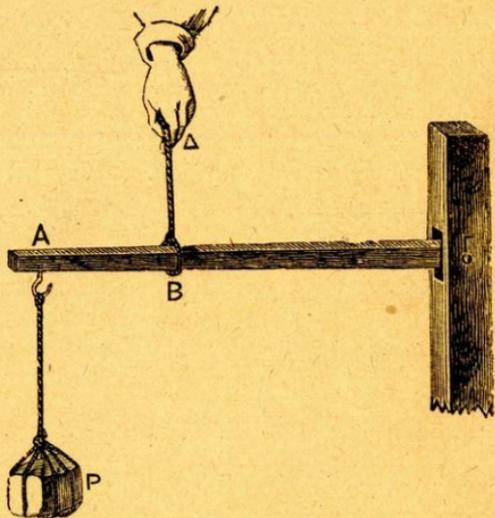
Σχ. 31.

ναμὶς ἐνεργεῖ κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον B ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἡ ἀντίστασις, ὡς τὸ βᾶρος σώματος, ἐνεργεῖ εἰς τι σημεῖον ἐνδιάμεσον α ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω.

Ἐν τῷ μοχλῷ δὲ τούτῳ ἡ μὲν δύναμις ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοβραχίονος BO, ἡ δ' ἀντίστασις διὰ τοῦ α O, καὶ ἐπομένως ἡ δύναμις εἶνε ἐλάσσων τῆς ἀντιστάσεως. Μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἶδους εἶνε ἡ χειρᾶμαξα, ὁ καρυκατάκτης, ἡ κόπη λέμβου, εἰς ἣν τὸ μὲν ὑπομόχλιον κεῖται εἰς τὸ μέρος τῆς θαλάσσης τὸ ὑπὸ τῆς κόπης πληττόμενον, ἡ δὲ δύναμις τοῦ ἐρέτου ἐνεργεῖ εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον, ἡ δὲ ἀντίστασις τῆς λέμβου εἰς τὸν σκαρμὸν.

**Γ'. Μοχλὸς τοῦ τρίτου εἶδους.** Εἰς

τὸν μοχλὸν τοῦ τρίτου εἶδους τὸ μὲν ὑπομόχλιον κεῖται κατὰ τὸ ἓν ἄκρον



Σχ. 32.

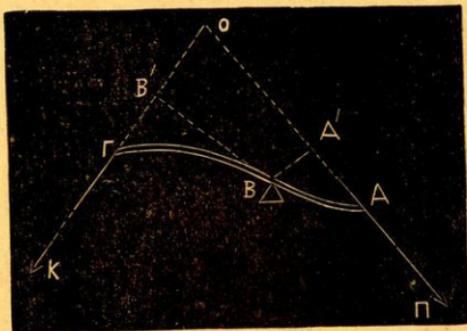
Γ (σχ. 32), περὶ τὸ ὁποῖον ὁ μοχλὸς στρέφεται ἐλευθέρως, ἡ ἀντίστασις P ἐνεργεῖ κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον A, ἡ δὲ δύναμις Δ εἰς τι ση-

μείον ἐνδιάμεσον Β. Ἐπειδὴ ὁμοῦς ὁ μοχλοβραχίων ΒΓ τῆς δυνάμεως Δ εἶνε ἐλάσσων τοῦ ΑΓ τῆς ἀντιστάσεως Ρ, ἡ δύναμις ἢ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν εἶνε ὑπερτέρα ταύτης. Μοχλὸς τοῦ τρίτου εἴδους εἶνε ἡ πυράγγρα, ὁ πῆχυς τῆς χειρὸς, ἐν τῷ ὁποίῳ τὸ μὲν ὑπομόχλιον κεῖται κατὰ τὴν ἄρθρωσιν τοῦ ἀγκῶνος, δύναμις εἶνε ὁ δικέφαλος βραχιόνιος μῦς, ἀντίστασις δὲ τὸ βᾶρος τοῦ πῆχους ἢ καὶ προσθετὸν τι βᾶρος τιθέμενον ἐπὶ τῆς παλάμης.

52. Ὁ μοχλός, ὁ ἔχων τοὺς βραχίονας αὐτοῦ οὐχὶ ἐπὶ εὐθείας, καλεῖται *γωνιώδης ἢ ἀγκωνοειδῆς μοχλός*. Δι' αὐτοῦ ἐπιτυγχάνονται μεταβολαὶ τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως. Ἐφαρμογὴ τοιοῦτου γωνιώδους μοχλοῦ γίνεται ἐπὶ τῶν διὰ σύρματος ἐλκόμενων καὶ ἠχρῶντων κωδῶνων τῶν οἰκιῶν.

Ἡ πίεσις, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑπομόχλιον, ἐπὶ μὲν τῶν ἀμφιρρεπῶν μοχλῶν (μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους) εἶνε ἴση τῷ ἀθροίσματι τῶν δυνάμεων, ἐπὶ δὲ τῶν ἑτερορρεπῶν (μοχλοὶ τοῦ δευτέρου καὶ τρίτου εἴδους) ἴση τῇ διαφορᾷ αὐτῶν, μὴ λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν τοῦ βάρους τοῦ μοχλοῦ.

53. Ἐπειδὴ πολλάκις ὁ μοχλός δυνατὸν νὰ μὴ εἶνε εὐθύς (σχ. 33), αἱ δὲ δυνάμεις ΑΠ καὶ ΓΚ καίπερ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου κείμεναι μὴ παράλληλοι, τότε ὡς μοχλοβραχίονες λαμβάνονται αἱ ἐκ τοῦ ὑπομοχλίου Β πρὸς τὰς διευθύνσεις τῶν δυνάμεων ἀγόμεναι κάθετοι ΒΒ' καὶ ΒΑ'. Ὄταν δ' αἱ δυνάμεις ἰσορροπῶσιν ἀλλήλας, ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν



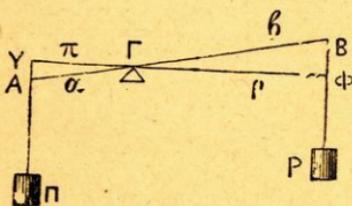
Σχ. 33.

$$ΑΠ : ΓΚ = ΒΒ' : ΒΑ', \text{ ἢτοι } ΑΠ \times ΒΑ' = ΓΚ \times ΒΒ'.$$

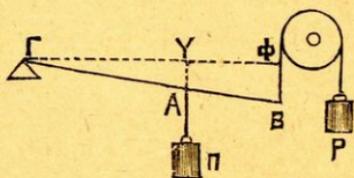
Τὰ γινόμενα ταῦτα καλοῦνται *στατικά ρόπα* τῶν δυνάμεων ὡς πρὸς τὸ σημεῖον Β τοῦ ὑπομοχλίου. Ὄθεν συνάγμεν ὅτι, ὅταν ὁ μοχλός εὐρίσκηται ἐν ἰσορροπίᾳ, αἱ στατικά ρόπα τῶν δυνάμεων

ὡς πρὸς τὸ ὑπομόχλιον εἶνε ἴσαι. Ὁ αὐτὸς κανὼν ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ τρία εἶδη τοῦ μοχλοῦ.

54. Ἐὰν καὶ εἰς τὰ τρία εἶδη τῶν μοχλῶν αὐξήσωμεν τὴν ἔντασιν τῆς δυνάμεως, ἀμέσως ἢ ἰσορροπία καταστρέφεται, τὰ δὲ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν τῶν δυνάμεων P (σχ. 34 καὶ 35) καὶ τὰ τῶν ἀντιστάσεων Π θὰ διανύσῃσι τόξα κύκλου ΒΦ καὶ ΑΥ, ἅτινα εἶνε ἀνάλογα τῶν μοχλοβραχιόνων ΓΒ καὶ ΓΑ. Ἄλλ' ὁ λόγος τῶν τόξων τούτων παριστᾷ ἢ τὸν λόγον τῶν ὁρόμων, οὗς διανύσῃσι τὰ σημεῖα τῶν ἐφαρμογῶν Β καὶ Α τῶν δυνάμεων P καὶ ἀντιστάσεων Π, ἢ τὸν λό-



Σχ. 34.



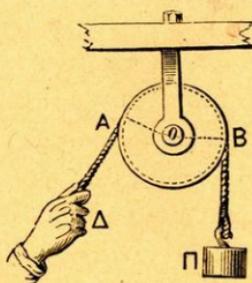
Σχ. 35.

γον τῶν ταχυτήτων, ἢ τὸν λόγον τῶν δαπανωμένων χρόνων. Ἐπομένως διὰ τοῦ μοχλοῦ ἀποδεικνύεται ἡ ἐξῆς ἀρχὴ τῆς Μηχανικῆς, ἣτις ἐφαρμόζεται καὶ εἰς πᾶσαν ἄλλην μηχανήν. Πᾶν ὅ,τι διὰ μηχανικῆς τι-  
νος κερδαίνομεν εἰς δύναμιν, ἀποβάλλομεν αὐτὸ εἰς ὁρόμον ἢ εἰς ταχύτητα ἢ εἰς χρόνον· καὶ ἀντιστρόφως πᾶν ὅ,τι κερδαίνομεν εἰς ὁρόμον ἢ εἰς ταχύτητα ἢ εἰς χρόνον, ἀποβάλλομεν εἰς δύναμιν.

55. **Τροχαλία καὶ πολύσπαστα.** Ἡ τροχαλία εἶνε δί-  
σκος ξύλινος ἢ μεταλλινός φέρων αὐλάκα καθ' ὅλην τὴν περιφέρειαν αὐτοῦ καὶ δυνάμενος νὰ στρέφῃται ἐλευθέρως περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ. Ὁ ἄξων οὗτος πολλάκις εἶνε στερεῶς συνδε-  
μένος μετὰ τῆς τροχαλίας, ὅποτε τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ ἔνθεν καὶ ἔνθεν στρέφονται ἐντὸς κυκλικῶν ὁπῶν, ἃς φέρει ἡ καλουμένη τροχαλιοθήκη ἢ ψαλῖς, ἐντὸς τῆς ὁποίας στρέφεται ἡ τροχαλία. Τὸ ἄνω δὲ μέρος τῆς αὐλάκος περιβάλλει σχοινίον, ὅπερ κρέμαται ἔνθεν καὶ ἔνθεν καὶ διὰ τοῦ ὁποίου ἡ δύναμις ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἀντιστάσεως.

Ὅταν ὁ ἄξων τῆς τροχαλίας δὲν μετακινῆται ἀλλ' ἀπλῶς περιστρέφεται, ἡ τροχαλία καλεῖται παγία ἢ ἀμετάθετος (σχ. 36). Εἰς τὴν παγίαν τροχαλίαν ἢ τροχαλιοθήκην προσηλοῦται ἀκλονήτως, καὶ

ἡ μὲν ἀντίστασις  $\Pi$  ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἑνὸς ἄκρου τοῦ σχοινίου, ἡ δὲ δύναμις  $\Delta$  ἢ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου. Ἡ τροχαλία δὲ αὕτη εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, εἰς τὸν ὅποιον οἱ μοχλοβραχιόνες  $OA$  καὶ  $OB$  εἶνε ἴσοι ὡς ἀκτῖνες τοῦ αὐτοῦ κύκλου. Ὅθεν ἡ δύναμις ἰσοῦται πρὸς τὴν ἀντίστασιν, ἡ δὲ παγία τροχαλία παρέχει μόνον τὸ πλεονέκτημα τῆς μεταβολῆς τῆς διευθύνσεως τῆς δυνάμεως· τουτέστιν ὁ ἀναβιβάζων τὸ βάρος  $\Pi$ , ἀντὶ νὰ ἔλκῃ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἐνεργεῖ διὰ τῆς αὐτῆς μὲν δυνάμεως, ἀλλ' ἔλκων ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ὅπερ εἰς αὐτὸν εἶνε εὐκολώτερον.

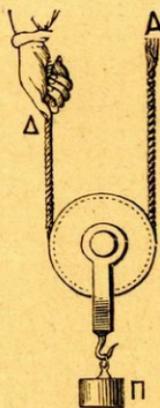


Σχ. 36.

Ὅταν ἡ τροχαλία μετακινήται ἐν τῷ διαστήματι, ἐν ᾧ συγχρόνως στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καλεῖται **ἐλευθέρα** ἢ **μετάθετος** τροχαλία (σχ. 37). Εἰς τὴν περίπτωσιν δὲ ταύτην τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σχοινίου προσδέεται εἰς ἀκλόνητον σημεῖον  $A$ , ἐπὶ τοῦ ἑτέρου δ' ἄκρου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις  $\Delta$ , τὸ δὲ βάρος  $\Pi$  κρέμεται δι' ἀγκίστρου ἐκ τῆς τροχαλιοθήκης.

Ὅταν ἐπέλθῃ ἰσορροπία, ἡ ἀντίστασις  $\Pi$  ἰσοῦται τῷ ἀθροίσματι τῆς δυνάμεως  $\Delta$  καὶ τῆς ἔλξεως, ἣν ὑφίσταται τὸ ἀκλόνητον σημεῖον  $A$ . Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ δύναμις  $\Delta$  ἰσοῦται πρὸς τὴν ἐπὶ τοῦ σημείου  $A$  ἔλξιν, ἡ ἀντίστασις  $\Pi$  εἶνε διπλασία τῆς δυνάμεως  $\Delta$ . Ὅθεν διὰ τῆς ἐλευθέρου τροχαλίας ἰσορροποῦμεν δεδομένην ἀντίστασιν  $\Pi$  διὰ δυνάμεως ἴσης πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς ἀντιστάσεως ταύτης. Ἡ δύναμις ἐνταῦθα ἐνεργεῖ μὲν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἀλλὰ διὰ παγίας τροχαλίας δυνάμεθα νὰ μεταβάλωμεν τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς.

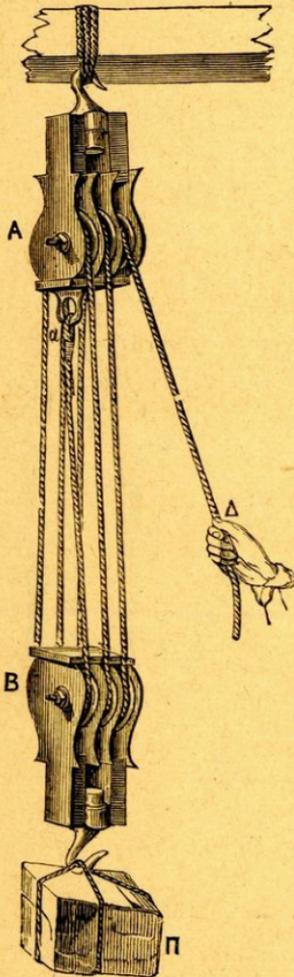
Ἄντὶ δὲ νὰ ἐφαρμόσωμεν τὴν δύναμιν  $\Delta$  εἰς τὸ ἄκρον τοῦ σχοινίου, δυνάμεθα νὰ προσδέσωμεν τὸ ἄκρον τοῦτο εἰς τὴν τροχαλιοθήκην δευτέρας ἐλευθέρου τροχαλίας καὶ δι' ἄλλου σχοινίου προσδεδεμένου διὰ τοῦ ἑνὸς ἄκρου εἰς ἀκλόνητον σημεῖον  $\nu$  ἀνασύρωμεν τὸ βάρος, ἔλκοντες τὸ σχοινίον διὰ τοῦ ἄλλου ἄκρου. Τότε θέλομεν δυνηθῆν νὰ ἰσορροπήσωμεν δεδομένην ἀντίστασιν διὰ δυνάμεως τετράκις μικροτέ-



Σχ. 37.

ρας. Προσθέτοντες οὕτως ἐλευθέρως τροχαλίας τὴν μίαν κατόπιν τῆς ἄλλης δυνάμεθα ἐπὶ τέλος διὰ δυνάμεως ὅσον θέλομεν μικρᾶς νὰ ἰσοροπήσωμεν οἰανδήποτε ἀντίστασιν. Εἰς τοῦτο δὲ χρησιμεύουσι τὰ καλούμενα *πολύσπαστα* (moufle, palan).

Τὸ διὰ τοῦ σχήματος 38 ἀπεικονιζόμενον πολὺσπαστον σύγκειται ἐκ δύο τροχαλιοθήκων Α καὶ Β, ὧν ἑκατέρα φέρει τρεῖς τροχαλίας περιστρεφομένης ἐλευθέρως περὶ τὸν αὐτὸν ἄξονα. Ἡ ἀνωτέρα ἀμετάθετος τροχαλιοθήκη Α φέρει κρίκον α, εἰς τὸν ὁποῖον προσδένεται σχοινίον, ὅπερ κατερχόμενον περιβάλλει τὴν αὐλακα μιᾶς τῶν τριῶν τροχαλιῶν, ἃς φέρει ἡ κατωτέρα μετάθετος τροχαλιοθήκη Β, εἶτα δὲ ἀνερχόμενον περιβάλλει τὴν αὐλακα μιᾶς τῶν ἄνωθεν τροχαλιῶν καὶ οὕτω διαδοχικῶς διερχόμενον δι' ὅλων τῶν τροχαλιῶν ἐξέρχεται τέλος ἐκ τῆς τελευταίας τῶν ἀνωτέρων. Εἰς τὸ ἐλεύθερον δ' ἄκρον τοῦ σχοινίου ἐφαρμόζεται ἡ δύναμις Δ, ἣτις ἰσοροπεῖ τὸ βάρος ἢ τὴν ἀντίστασιν Π. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀντίστασις αὕτη τείνει ἐξ σχοινία, ἡ τάσις, εἰς ἣν ὑπόκειται ἕκαστον σχοινίον, ἰσοῦται πρὸς τὸ ἕκτον τῆς ἀντιστάσεως Π. Τὴν τάσιν δὲ ταύτην τοῦ ἐνὸς σχοινίου ἰσοροπεῖ ἡ δύναμις Δ. Ὅθεν διὰ τοῦ πολὺσπάστου τούτου, εἰς τὸ ὁποῖον ὑπάρχουσι τρεῖς ἐλεύθεραι τροχαλίας (διότι αἱ ἀνωτεραι εἶνε ἀμετάθετοι), δυνάμεθα νὰ ἰσοροπήσωμεν δεδομένην ἀντίστασιν διὰ δυνάμεως ἐξάκις μικροτέρας.



Σχ. 38.

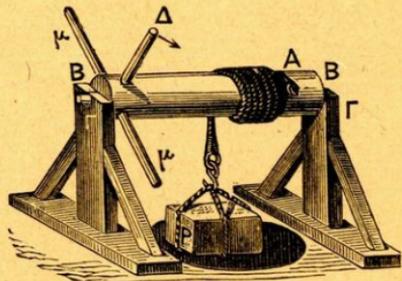
Ὑποθέσωμεν νῦν ὅτι τὸ βάρος Π πρόκειται ν' ἀνυψωθῆ κατὰ ἓν μέτρον· τότε τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως Δ πρέπει νὰ κινηθῆ ἐξ ὅλα μέτρων κατὰ τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς, διότι ἕκαστον τῶν ἐξ σχοινίων, δι' ὧν κρέμαται τὸ βάρος Π, πρέπει νὰ γίνῃ

κατὰ ἓν μέτρον βραχύτερον. Ὡστε ἰσορροποῦμεν μὲν διὰ τῆς μηχανῆς ταύτης δεδομένην ἀντίστασιν διὰ δυνάμειος ἐξίσκις μικροτέρας, ἀλλὰ διὰ ν' ἀνέλθῃ τὸ βάρος κατὰ ἓν μέτρον, ὀφείλει ἡ χεὶρ ἡμῶν νὰ κατέλθῃ κατὰ ἐξέ μέτρα. Κατὰ ταῦτα ἀνευρίσκομεν καὶ ἐνταῦθα τὴν ῥηθεῖσαν γενικὴν ἀρχὴν τῆς Μηχανικῆς, καθ' ἣν

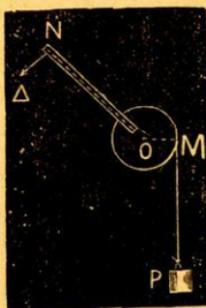
*Πᾶρ ὅ,τι διὰ μηχανῆς τιος κερδαίνομεν εἰς δύναμιν, ἀποβάλλομεν αὐτὸ εἰς ὁρόμον, εἰς ταχύτητα ἢ εἰς χρόνον.*

56. **Βαροῦλκον.** Τὸ βαροῦλκον χρησιμεύει πρὸς ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων. Σύγκειται δ' ἐκ κυλίνδρου Α (σχ. 39), συνήθως μὲν

ἐκ ξύλου ἐνίοτε δ' ἐκ χυτοσιδήρου, κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ ὁποίου διέρχεται σιδηρὰ ράβδος ΒΒ, ἣτις ἐξέχουσα ἐνθεν καὶ ἐνθεν ἐρείδεται ἐπὶ ὑποστηρικμάτων ΓΓ, ἐντὸς τῶν ὁποίων δύναται νὰ περιστραφῇ. Σχοινίον, τοῦ ὁποίου τὸ ἓν ἄκρον εἶνε προσδεδεμένον ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου, φέρει εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον δι' ἀγκίστρου τὸ πρὸς ἀνύψωσιν βάρος Ρ. Ὁ κύλινδρος στρέφεται διὰ τῶν ράβδων μμ ἐπ' αὐτοῦ προσηρμοσμένων, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ὁποίων ἐνεργεῖ καθέτως ἡ δύναμις Δ, οὕτω δὲ τοῦ σχοινίου περιελισσομένου ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου τὸ βάρος ἀνυψοῦται.



Σχ. 39.



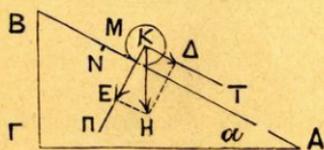
Σχ. 40.

Τὸ βαροῦλκον εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους, ἐνθα ὑπομόχλιον μὲν εἶνε ὁ ἄξων Ο (σχ. 40), μοχλοβραχίον δὲ τῆς μὲν ἀντιστάσεως Ρ εἶνε ἡ ἀκτὴς ΟΜ τοῦ κυλίνδρου, τῆς δὲ δυνάμειος Δ τὸ μῆκος τῆς ράβδου ΝΟ τῆς ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐμπεπηγυίας, ὅπερ λογίζεται μέχρι τοῦ ἄξονος Ο τοῦ κυλίνδρου. Ἡ δύναμις Δ, ἡ ἰσορροποῦσα τὴν ἀντίστασιν Ρ, εἶνε τοσάκις μικροτέρα ταύτης, ὅσάκις ὁ μοχλοβραχίον ΟΝ τῆς δυνάμειος Δ εἶνε μεγαλύτερος τοῦ μοχλοβραχίονος ΟΜ τῆς ἀντιστάσεως Ρ. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ βραχίον ΟΝ εἶνε πενταπλάσιος τῆς ἀκτίνος ΟΜ τοῦ τυμπάνου, τότε ἡ δύναμις Δ ἰσορροπεῖ ἀντίστασιν Ρ πενταπλασίαν· ἐὰν ὅμως τὸ βάρος Ρ πρόκειται ν' ἀνυψωθῇ, ὁ δὲ κύ-

κλινδρος ἐκτελέσῃ μίαν ἀκραιάν στροφήν, τὸ βάρος P θέλει ἀνυψωθῆ κατὰ ὕψος ἴσον πρὸς τὴν περιφέρειαν τοῦ κλινδρου· ἀλλὰ διὰ νὰ στραφῇ τὸ τύμπανον κατὰ μίαν στροφήν, πρέπει τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς N τῆς δυνάμεως Δ νὰ διαγράψῃ ὀλόκληρον περιφέρειαν, ἧς ἡ ἀκτίς ON εἶνε πενταπλασία τῆς OM. Ἐπειδὴ ὅμως αἱ περιφέρειαι εἶνε ἀνάλογοι τῶν ἀκτίνων, ὁ δρόμος, ἐν διανύει τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως, εἶνε πενταπλάσιος τοῦ δρόμου, ἐν διανύει τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς ἀντιστάσεως καὶ ἐπομένως διὰ τοῦ βαρούλκου ὁ, *τι κερδαίνομεν εἰς δύναμιν ἀποβάλλομεν αὐτὸ εἰς δρόμον.*

Πολλάκις ὁ κλινδρος τοποθετεῖται οὕτως, ὥστε ὁ ἄξων αὐτοῦ εἶνε κατακόρυφος, ἧτοι κάθετος πρὸς τὸ ἔδαφος ἢ πρὸς τὸ κατάστρωμα πλοίου καὶ τότε καλεῖται *ἐργάτης*, χρησιμεύων πρὸς ἀνύψωσιν βαρέων σωμάτων, οἷον τῆς ἀγκύρας.

57. **Κεκλιμένον ἐπίπεδον.** Καλεῖται *κεκλιμένον ἐπίπεδον* πᾶν ἐπίπεδον BA (σχ. 41), ὅπερ σχηματίζει γωνίαν μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΑΓ διάφορον τῆς ὀρθῆς. Οὕτω π.χ. πᾶσα ἀνωφερῆς ὁδὸς εἶνε κεκλιμένον ἐπίπεδον. Ἡ AB παριστᾷ τὸ καλούμενον *μῆκος* τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἡ ΒΓ τὸ *ὑψος* αὐτοῦ, ἧτοι τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν σημείων B καὶ A, καὶ ἡ γωνία *a* τὴν *κλίσι* αὐτοῦ.



Σχ. 41.

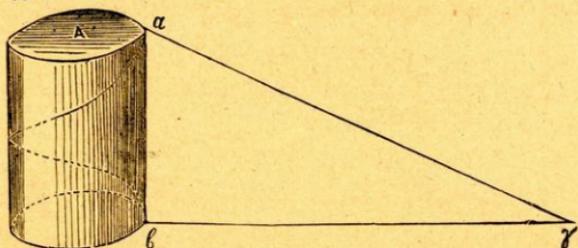
Ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου σφαιρικόν τι σῶμα ὁμοιομερές M, τοῦτο καταφέρεται ἐπ' αὐτοῦ μεταβαῖνον ἀπὸ τοῦ K εἰς τὸ T, εἰ καὶ τὸ βάρος τῆς σφαίρας ἐνεργεῖ εἰς τὸ κέντρον K αὐτῆς κατὰ τὴν κατακόρυφον ΚΗ ἀλλ' ἐμποδίζεται νὰ πέσῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κατακορύφου ἔνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου. Τοῦτο δὲ κατανοοῦμεν ἀναλύοντες τὴν δύναμιν ΚΗ, ἧτις παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ σώματος, εἰς δύο ἄλλας δυνάμεις ΚΕ καὶ ΚΔ, διευθυνομένας τὴν μὲν καθέτως ἐπὶ τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, τὴν δὲ παραλλήλως αὐτῷ. Ἐκ τούτων δ' ἡ μὲν πρώτη ἡ ΚΕ ἐξουδετερώνεται, ἧτοι τὸ ἀποτέλεσμα αὐτῆς καταστρέφεται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἐπιπέδου, ἡ δὲ δευτέρα ἡ ΚΔ μόνη ἐνεργοῦσα ἀναγκάζει τὴν σφαῖραν νὰ κατέλθῃ ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου. Ἐπομένως διὰ νὰ ἐμ-

ποδίσωμεν τὸ σῶμα νὰ κατέλθῃ, ὀφείλομεν νὰ ἐνεργήσωμεν ἐπ' αὐτοῦ διὰ δυνάμεως ἴσης καὶ ἀντιρρόπου τῆ ΚΔ. Τοιαύτην δυνάμιν π.χ. ὀφείλει νὰ καταβάλῃ ἵππος ἔλκων φορτηγὸν ἄμαξαν ἐπὶ ἀνωφεροῦς ὁδοῦ.

Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγῶνων ΚΔΗ καὶ ΒΓΑ ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν  $ΚΔ : ΚΗ = ΒΓ : ΒΑ$ , ὅθεν  $ΚΔ = \frac{ΚΗ}{ΒΑ} ΒΓ$ , ἐξ οὗ συνάγομεν ὅτι ἡ δύναμις ΚΔ εἶνε ἀνάλογος τοῦ ὕψους ΒΓ.

Ἐφαρμογὴ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου εἶνε ἡ κοχλίας.

58. **Κοχλίας.** Ὁ κοχλίας εἶνε κύλινδρος ξύλινος ἢ μετάλλινος



Σχ. 42.

φέρων ἑλικοειδῆ ἐνσκαφήν, ἧς ἡ διεύθυνσις ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου Α (σχ. 42) καθορίζεται διὰ τῆς ὑποτείνουσας αγ ὀρθογωνίου τριγῶνου αβγ ἐκ χάρτου ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἐλισσομένου οὕτως, ὥστε ἡ μὲν μία τῶν καθέτων πλευρῶν ἡ αβ νὰ ἐφαρμόζεται



Σχ. 43.

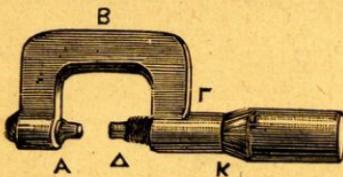


Σχ. 44.

κατὰ μίαν γεννήτριαν τοῦ κυλίνδρου, ἢ δ' ἄλλη ἡ βγ ἐπὶ τῆς περιφερείας τῆς βάσεως τοῦ αὐτοῦ κυλίνδρου. Ἡ ἀπόστασις αβ δύο διαδοχικῶν ἐλιγμῶν καλεῖται βῆμα τοῦ κοχλίου. Ὁ κοχλίας οὗτος (σχ. 43) στρέφεται ἐντὸς κοίλου κυλίνδρου φέροντος ἐσωτερικῶς ὁμοίας ἐνσκαφᾶς καὶ καλουμένου περικοχλίου (σχ. 44). Ἐὰν τὸ περικοχλίου

μένη ἀμετάθετον, ὁ δὲ κοχλίας περιστρέφεται κατὰ μίαν ἀκεραίαν στροφήν, τότε ὀλισθαίνει ἀνερχόμενος σύναμα ἢ κατερχόμενος κατὰ ποσότητα ἴσην πρὸς τὸ βῆμα αὐτοῦ· ἢ ὀλισθησις δ' αὐτῆ τῶν ἐλικοειδῶν προεξοχῶν τοῦ κοχλίου ἐντὸς τῶν ἐλικοειδῶν ἐνσκαφῶν τοῦ περικοχλίου εἶνε ὁμοία τῇ κινήσει ἐπὶ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ἀλλὰ γινομένη καθ' ὅλον τὸ μῆκος τῆς ἔλικος ἐπιφέρει μεγάλην τριβήν, ἕνεκα τῆς ὁποίας δαπανᾶται οὐκ ὀλίγη δύναμις ἀνωφελῶς. Συνήθως ὁ κοχλίας, ὅταν χρησιμεύῃ ὡς μηχανή, ὡς πρὸς πίεσιν σωμάτων (πιεστήρια ἐλαιοτριβείων, σιδηρουργείων, ξυλουργείων, βιβλιοδετῶν κ.τ.λ.) φέρει καθέτως ἐπὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ κοχλόν, εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ὁποίου ἐνεργεῖ ἡ δύναμις. Ἡ πίεσις, ἣν διὰ κοχλίου ὠρισμένης διαμέτρου δυνάμεθα νὰ ἐπενέγκωμεν τῇ ἐνεργείᾳ ὠρισμένης δυνάμεως, εἶνε τοσοῦτον μεγαλυτέρα, ὅσον τὸ βῆμα αὐτοῦ εἶνε μικρότερον.

Ὁ κοχλίας δὲν χρησιμεύει μόνον ὡς μηχανή, ἀλλὰ καὶ ὡς μέσον πρὸς σύνδεσιν σωμάτων (κοινὸς κοχλίας), πρὸς συναρμογὴν τῶν διαφόρων μερῶν ὄργανου, ὡς τῆς τηλεσκοπίου, πρὸς βραδυτάτην μετακίνησιν μέρους ὄργανου, ὡς τῶν φακῶν εἰς τὰς διόπτρας· πρὸς τοῦτοις εἰς τὰ μικρομετρικὰ ὄργανα, ὡς εἰς τὸν μικρομετρικὸν κοχλίαν ἢ Palmer (σχ. 45), ὅστις χρησιμεύει πρὸς ἀκριβῆ καταμέτρησιν τοῦ πάχους ἐλάσματος ἢ σύρματος. Σὺγκριταὶ δ' εἰς ἐπιχαμποῦς



Σχ. 45

σιδηροῦ ἐλάσματος ΑΒΓ, ὅπερ πρὸς τὸ ἐν ἄκρον Γ φέρει ὀπήν, ἐν ἣ ὡς ἐν περικοχλίῳ στρέφεται ὁ κοχλίας Δ. Ἐὰν τὸ βῆμα τοῦ κοχλίου εἶνε ἴσον πρὸς ἐν χιλιοστόμετρον, στραφῆ δὲ οὗτος ἐν τῷ περικοχλίῳ κατὰ μίαν ὀλοκλήρον στροφήν, τὸ ἄκρον αὐτοῦ προβαίνει κατὰ ἐν χιλιοστόμετρον. Ἄν δὲ στραφῆ ὁ κοχλίας κατὰ ἐν δέκατον ἢ ἐν ἑκατοστὸν

ἢ ἐν χιλιοστὸν ὀλοκλήρου στροφῆς, τότε σύναμα προβαίνει κατὰ  $\frac{1}{10}$ ,  $\frac{1}{100}$  ἢ  $\frac{1}{1000}$  τοῦ χιλιοστόμετρου. Ὅθεν ἀρκεῖ νὰ μετρήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν καὶ τῶν ὑποδιαιρέσεων ἐκάστης στροφῆς, ὅπως εὕρωμεν κατὰ πόσον προέβη τὸ ἄκρον τοῦ κοχλίου, τοῦθ' ὅπερ πρέχει ἡμῖν ἢ ἐπὶ τοῦ ὄργανου κλιμαξ Κ. Πρὸς εὔρεσιν τοῦ πάχους σύρματος ἢ ἐλάσματος παρεντίθεται τοῦτο μεταξὺ τῶν δύο ἤλων Α καὶ Δ, ὧν ὁ μὲν εἰς μένει ἀμετάθετος, ὁ δ' ἕτερος ἀποτελῶν τὴν κεφαλὴν τοῦ στρεφομένου κοχλίου Κ προβαίνει, μέχρις ὅτου ἐπενέγκῃ ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος ἢ τοῦ σύρματος ἐλαφρὰν πίεσιν. Ἡ μὲν εὐθύγραμμος ἐπὶ τοῦ ὄργανου κλιμαξ παρέχει ἡμῖν τὰ χιλιοστόμετρα, ἢ δὲ περιφερικὴ τὰ ἑκατοστὰ τοῦ χιλιοστόμετρου.

59. Σφῆιν. Ὁ πέλεκυς, ἡ μάχαιρα, ἡ ψαλὶς καὶ καθόλου τὰ διάφορα τη-

τικὰ ὄργανα εἶνε σφήνες. Ὁ σφήν ἐν γένει εἶνε τριγωνικὸν πρίσμα, οὗτινος ἡ ἐγκασία τομὴ εἶνε τριγώνου ἰσοσκελὲς  $AB\Gamma$  (σχ. 46) ἡ γωνία  $\Gamma$  τῆς κορυφῆς τοῦ τριγώνου τούτου εἶνε μᾶλλον ἢ ἥττον ὀξεῖα. ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν ἀκμὴν τοῦ σφήνος, καὶ ἡ μὲν βᾶσις αὐτοῦ  $AB$  ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν κλυομένην κεφαλήν τοῦ σφήνος, ἐφ' ἧς ἐνεργεῖ καθέτως ἡ δύναμις, αἱ δὲ δύο ἴσαι πλευραὶ  $A\Gamma$  καὶ  $B\Gamma$  τοῦ αὐτοῦ τριγώνου ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὰ πλευρώματα τοῦ σφήνος, ἐφ' ὧν ἐνεργοῦσι καθέτως αἱ ἀντιστάσεις. Ὑποθέσωμεν νῦν ὅτι μεταλλίνος σφήν εἰσῆχθη εἰς σχισμὴν ξύλου καὶ ὅτι ἐπὶ τῶν πλευρωμάτων τοῦ σφήνος τούτου κατὰ τὰ σημεῖα  $\Delta$  καὶ  $E$  ἐνεργοῦσι καθέτως ἴσαι ἀντιπτάσεις παριστώμεναι διὰ τῶν εὐθειῶν  $OM$  καὶ  $ON$ , ὧν τὴν συνισταμένην  $OP$  ἰσορροποῦμεν διὰ δυνάμεως καθέτως ἐπὶ τῆς κεφαλῆς τοῦ σφήνος ἐνεργούτης. Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων  $OPM$  ἢ  $OPN$  καὶ  $AB\Gamma$  εὐρίσκωμεν ὅτι ἡ δύναμις αὕτη ἢ ἴση τῇ  $OP$  ἔχει λόγον πρὸς τὴν ἀντίστασιν  $OM$  ἢ  $ON$ , ὃν λόγον ἔχει τὸ μῆκος  $AB$  τῆς βᾶσεως τοῦ ἰσοσκελοῦς τριγώνου τοῦ παριστῶντος τὴν ἐγκασίαν τομὴν τοῦ σφήνος πρὸς τὸ μῆκος μιᾶς τῶν ἴσων πλευρῶν  $A\Gamma$  ἢ  $B\Gamma$  τοῦ αὐτοῦ τριγώνου, ἥτοι  $OP : OM = AB : A\Gamma$ . Ὅθεν, ἐφ' ὅσον ἡ μὲν κεφαλὴ τοῦ σφήνος εἶνε στενωτέρα, ἢ δ' ἀκμὴ ὀξυτέρα, ἐπὶ τοσοῦτον ἡ δύναμις εἶνε μικροτέρα τῆς ἀντιστάσεως. Εἶνε δὲ γνωστὸν ὅτι τὰ τμητικὰ ὄργανα πρέπει νὰ ἔχωσιν ἀκμὴν ὅσον ἔνεστιν ὀξυτέραν, διότι τότε εὐχερέτερον δι' αὐτῶν τέμνομεν τὰ σκληρὰ καὶ ἀνεκτικὰ σώματα. Ὁ σφήν χρησιμεύει ὡσαύτως πρὸς ἀποχωρισμὸν δύο σωμάτων ἢ δύο μερῶν τοῦ αὐτοῦ σώματος, ὅταν ὁ ἀποχωρισμὸς οὗτος ἀπαιτῆ ἰσχυρὰν δύναμιν.



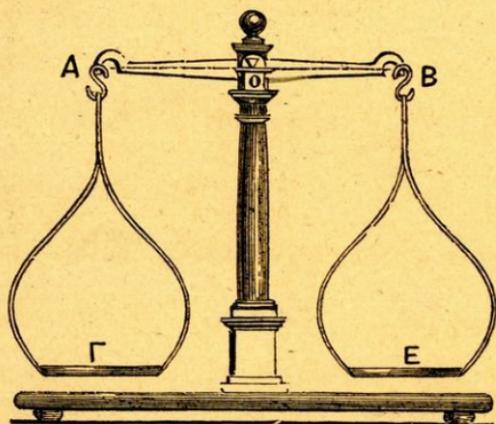
Σχ. 46.

## ΖΥΓΟΣ, ΣΤΑΘΗΡ, ΠΛΑΣΤΙΚΕ.

**60. Ζυγός.** Ὁ ζυγός εἶνε ὄργανον χρησιμεῦον πρὸς εὑρεσιν τοῦ σχετικοῦ βάρους τῶν σωμάτων, ἥτοι πρὸς σύγκρισιν τοῦ βάρους αὐτῶν πρὸς ἕτερον βάρος, ὅπερ λαμβάνομεν ὡς μονάδα (χιλιόγραμμα, ὀκᾶ). Σύγκριται δὲ ἐκ μεταλλίνης ράβδου  $AB$  (σχ. 47) ὅσον ἔνεστιν ἀκμῆς καὶ ἐλαφρᾶς, ἥτις καλεῖται *φάλαγξ* καὶ ἐρείδεται διὰ τῆς εἰς τὸ μέσον αὐτῆς ὀξεῖας ἀκμῆς ἐπὶ ἀκλονήτου ὑποστηρίγματος. Ἐξ ἐκαστέρου δὲ τῶν ἄκρων τῆς φάλαγγος ἐξαρτῶνται δι' ἀγκίστρων δύο οἰσκοὶ  $\Gamma$  καὶ  $E$ , ὧν ὁ μὲν εἰς δέχεται τὸ σταθμητέον σῶμα, ὁ δ' ἕτερος ὄρισμένα βάρη, *σταθμὰ* καλούμενα, οἷον τὸ χιλιόγραμμα, τὸ γράμμον καὶ τὰ πολλαπλάσια καὶ ὑποπολλαπλάσια αὐτῶν.

**61. Ἀκρίβεια τοῦ ζυγοῦ.** Διὰ νὰ εἶνε ἀκριβὴς ὁ ζυγός,

πρέπει νὰ ἐκπληρῶνται αἱ ἐξῆς συνθήκαι· α') τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος ἐν ὀριζοντιότητι εὐρισκομένης νὰ κεῖται ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διερχομένῳ διὰ τῆς ὀξείας ἀκμῆς, δι' ἧς ἡ φάλαγξ ἐρείδεται ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος αὐτῆς· β') οἱ δύο βραχίονες ΑΟ καὶ ΒΟ τῆς φάλαγγος νὰ εἶνε ἴσοι πρὸς ἀλλήλους. Πειθόμεθα δὲ περὶ τῆς πληρώσεως τῆς πρώτης συνθήκης τῆς ἀκριβείας ζυγοῦ, ἐὰν ἀφαιροῦντες τοὺς δίσκους παρατηρήσωμεν ὅτι ἡ φάλαγξ λαμβάνει ἀφ' ἑαυτῆς τὴν ὀριζοντιότητα.



Σχ. 47.

Ἐξελέγχωμεν δὲ τὴν ἰσότητα τῶν βραχιόνων τῆς φάλαγγος θέτοντες εἰς μὲν τὸν ἓνα δίσκον, οἷον τὸν Γ, βαρὺ τι σῶμα οἰονδήποτε, εἰς δὲ τὸν ἕτερον Ε σταθμὰ, μέχρις ὅτου ἐπέλθῃ ἰσορροπία καὶ ἡ φάλαγξ λάβῃ τὴν ὀριζοντιάν θέσιν. Εἶτα ἀνταλλάσσωμεν τὴν θέσιν τοῦ βαρέος σώματος καὶ τῶν σταθμῶν, θέτοντες τὰ μὲν σταθμὰ εἰς τὸν δίσκον Γ, τὸ δὲ σῶμα εἰς τὸν Ε, καὶ παρατηροῦμεν ἂν ἡ φάλαγξ λαμβάνῃ καὶ πάλιν ὀριζοντιάν θέσιν. Ἐὰν δὲ τοῦτο συμβαίνει, συνάγομεν ὅτι ὁ ζυγὸς εἶνε ἀκριβής, ἂν δὲ μή, οὐχί.

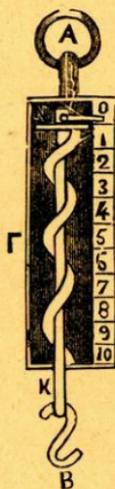
**62. Μέθοδος τῆς διπλῆς σταθμύσεως.** Διὰ νὰ προσδιορίσωμεν ἀκριβῶς τὸ βάρος σώματος καὶ διὰ ζυγοῦ μὴ ἀκριβοῦς, ἐπὶ τοῦ ἐνός μὲν δίσκου θέτομεν τὸ σῶμα, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου ἄμμον μέχρις ὅτου ἐπέλθῃ ἰσορροπία. Εἶτα ἀφαιροῦντες τὸ σῶμα θέτομεν ἀντ' αὐτοῦ σταθμὰ μέχρις ὅτου ἐπανέλθῃ πάλιν ἡ ἰσορροπία. Εἶνε φανερόν ὅτι τὰ σταθμὰ ταῦτα θὰ παριστῶσιν ἀκριβῶς τὸ βάρος τοῦ σώματος.

**63. Εὐπάθεια τοῦ ζυγοῦ.** Ἐάν ἡ φάλαγξ ζυγοῦ φέροντος ἐφ' ἑκατέρου τῶν δίσκων ἴσα βάρη, ὅσον 100 γράμματα, ῥέπη ὑπὸ αἰσθητὴν γωνίαν διὰ τῆς προσθήκης ἐπὶ τοῦ ἐτέρου τῶν δίσκων ἐλαχίστου βάρους, ὅσον  $\frac{1}{40}$  τοῦ χιλιοστογράμμου, λέγομεν ὅτι ὁ ζυγὸς οὗτος εἶνε εὐπαθὴς μέχρις  $\frac{1}{40}$  τοῦ χιλιοστογράμμου, ἦτοι φανερώσει καὶ τὸ  $\frac{1}{1000000}$  τοῦ σταθμωμένου σώματος· τουτέστιν ἐκ δύο ζυγῶν ἐκείτος εἶνε εὐπαθέστερος, οὐτινος ἡ γωνία, καθ' ἣν ῥέπει ἡ φάλαγξ, εἶνε μειζῶν, προστιθεμένου καὶ τοῦ ἐλαχίστου βάρους εἰς τὸν ἕτερον τῶν δίσκων αὐτοῦ.

Αἱ δὲ συνθήκαι αἱ ἀναγκαῖαι πρὸς κατασκευὴν εὐπαθεστάτου ζυγοῦ εἶνε αἱ ἐξῆς: α') ἡ φάλαγξ πρέπει νὰ εἶνε ὅσον ἐνεστιν ἐπιμήκης καὶ ἐλαφρὰ· β') τὸ κέντρο τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος πρέπει νὰ κεῖται ὅσον ἐνεστι πλησιέστερον πρὸς τὸ ὑπομόχλιον αὐτῆς καὶ γ') ἡ κατὰ τὰ σημεῖα τῆς ὑποστηρίξεως τῆς φάλαγγος καὶ τῆς ἐξαρτήσεως τῶν δίσκων τριβὴ πρέπει νὰ εἶνε ὅσον ἐνεστι μικροτέρα.

**64. Ζυγὸς μετ' ἐλατηρίου.** Ὁ ζυγὸς οὗτος εἶνε μὲν εὐχρηστος, ἀλλὰ δεικνύει ἡμῖν τὸ βάρος τῶν σωμάτων οὐχὶ μετὰ τῆς ἀκριβείας, ἣν παρέχει ὁ μετὰ φάλαγγος ζυγός. Ἀποτελεῖται δὲ συνήθως ἐκ μεταλλίνου κοίλου κυλίνδρου Γ (σχ. 48), ὅστις φέρει πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος δακτύλιον Α, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν τὸ ὄργανον ἀπὸ ἀνεκδοῦτου τινὸς στηρίγματος, καὶ ἐμπεριέχει σπειροειδὲς τι ἐλατήριον, οὐτινος τὸ μὲν κατώτερον πέρασ στηρίζεται ἐπὶ τῆς κάτω βάσεως τοῦ κυλίνδρου, τὸ δὲ ἀνώτερον φέρει κινητὸν δίσκον Ν, εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου εἶνε προσκεκολλημένον μεταλλινόν κινητὸν στέλεχος ΜΚ φέρον πρὸς τὸ κατώτερον μέρος αὐτοῦ ἄγκιστρον Β, ἐξ οὗ δυνάμεθα νὰ ἐξαρτήσωμεν τὸ σταθμητέον σῶμα.

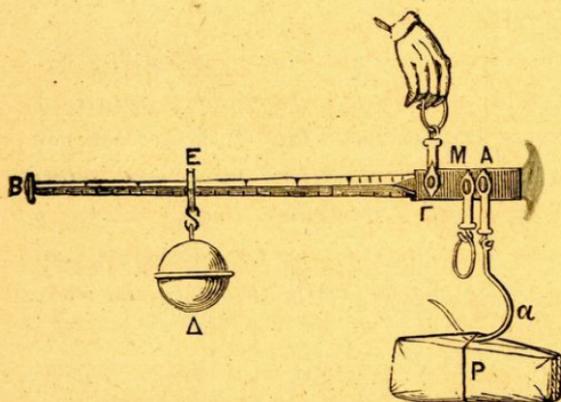
Ὅπως βαθμολογήσωμεν τὸ ὄργανον τοῦτο, ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἀγκίστρου ὠρισμένα βάρη 1, 2, ... 10 χιλιογρ. ἢ ὀκάδων, ὅποτε τὸ ἐλατήριον κάμπτεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἢ ὁ ἐλαστικότης αὐτοῦ ἰσορροπεῖ τὸ ἐκάστοτε βάρος· εἰς τὰ σημεῖα δὲ, εἰς ἃ ἀντιστοιχεῖ ὁ δείκτης, ὃν φέρει τὸ στέλεχος ΜΚ ἄνωθεν τοῦ δίσκου Ν, σημειοῦμεν



Σχ. 48.

τους ἀριθμούς 1, 2, ... 10. Ἀπὸ καιροῦ δ' εἰς καιρὸν ὁ μετ' ἐλατηρίου ζυγὸς εἶνε ἀνάγκη νὰ ὑποβάλληται εἰς ἔλεγχον, διότι μετὰ πολλὰς σταθμῆσεις, τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἐλατηρίου μεταβαλλομένης, αἱ ἐνδείξεις τοῦ ζυγοῦ δὲν εἶνε ἀκριβεῖς.

65. **Στατήρ.** Ὁ στατήρ εἶνε μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους ἔχων ἀνίσους τοὺς βραχίονας. Σύγκειται δ' ἐκ ῥάβδου σιδηρᾶς (σχ. 49), ἣτις δύναται νὰ περιστραφῆ περὶ σταθερὸν ἄξονα Γ κείμενον πλησιέ-



Σχ. 49.

στερον πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων Α τῆς ῥάβδου. Ἐκ τοῦ ἄκρου Α ἐξαρτᾶται ἄγκιστρον α, ἐξ οὗ κρέμαται τὸ πρὸς στάθμησιν σῶμα Ρ, ἐπὶ δὲ τοῦ βραχίονος ΓΒ μετακινεῖται τὸ βαρῦδιον Δ, ἕως οὗ ὁ μοχλὸς ἰσορροπήσῃ ὀριζοντίως. Τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σημείου Α, ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοβραχίονος ΑΓ, ἐν ᾧ τὸ κινητὸν βάρος Δ ἐνεργεῖ διὰ τοῦ μοχλοβραχίονος ΓΕ, τὸν ὁποῖον δυνάμεθα κατὰ βούλησιν νὰ μεταβάλλωμεν, καὶ διὰ τοῦτο δυνάμεθα διὰ τοῦ αὐτοῦ βάρους Δ νὰ ζυγίσωμεν διάφορα τὸ βάρος σώματα.

Αἱ διαιρέσεις, τὰς ὁποίας φέρει ὁ βραχίον ΓΒ, εὐρίσκονται ὡς ἐξῆς:

Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἄγκιστρον α βάρος γνωστὸν, ὅσον μιᾶς ὀκάς, μετακινουῦμεν τὸ βάρος Δ μέχρις οὗ ἐπέλθῃ ἰσορροπία, ἐκεῖ δὲ χαρασσόμεν γραμμὴν δεικνύουσαν τὸ βάρος μιᾶς ὀκάς. Ἐξαρτῶμεν εἶτα ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἄγκιστρον βάρη 2, 3, 4 ὀκάδων καὶ οὕτω καθεξῆς καὶ σημειοῦμεν τὰ σημεία, εἰς τὰ ὁποῖα τιθέμενον τὸ κινητὸν βάρος Δ ἰσορ-

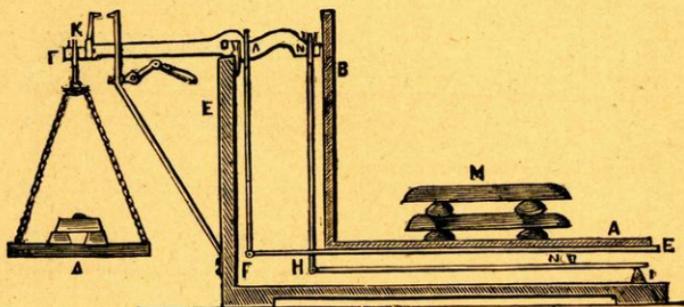
ροπεῖ τὰ βάρη ταῦτα. Εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα χαράσσομεν γραμμὰς δεικνύουσας τὰ βάρη 2, 3, 4 ὀκάδων καὶ οὕτω καθεξῆς. Τὰ μεταξὺ τῶν γραμμῶν τούτων διαστήματα διακρούμεν εἰς δύο, τέσσαρα, ὁκτὼ ἴσα μέρη καὶ οὕτως ἔχομεν καὶ ὑποδιαίρεσεις τῆς ὀκάς.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι, ἂν τὸ ὠρισμένον βᾶρος  $\Delta$  τὸ προωρισμένον διὰ τина στατήρα μεταβληθῆ, ὡς ἐλαττωθῆ, ὁ στατήρ θὰ δεικνύη διὰ μικρότερα βάρη μεγαλυτέρους ἀριθμούς πρὸς ζημίαν τοῦ ἀγοραστοῦ.

Ὁ αὐτὸς στατήρ διὰ τοῦ αὐτοῦ ὠρισμένου βάρους χρησιμεύει ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον καὶ πρὸς στάθμησιν βαρυτέρων σχετικῶς σωμάτων. Πρὸς τοῦτο ὑπάρχει καὶ δεύτερος ἄξων  $M$  εἰς σημεῖον πλησιέστερον πρὸς τὸ ἄκρον  $A$ , ἐξ οὗ ἐξαρτῶνται τὰ πρὸς στάθμησιν σώματα. Ἐπειδὴ νῦν ὁ μοχλοβραχίον  $AM$  τοῦ σταθμητέου σώματος ἠλαττώθη, ἐν ᾧ ὁ μοχλοβραχίον  $ME$  τοῦ κινητοῦ βάρους  $\Delta$  ηὔξηθη, ἔπεται ὅτι τὸ αὐτὸ σταθερὸν βᾶρος  $\Delta$  δύναται νῦν νὰ ἰσοροπήσῃ σώματα πολὺ μειζονος βάρους. Βαθμολογεῖται δὲ καὶ κατὰ τὴν περίπτωσιν ταύτην ὁ στατήρ ὡς καὶ εἰς τὴν προηγουμένην· τουτέστιν ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ ἀγλίστρου  $a$  βάρη 10, 20, 30 ὀκάδων καὶ σημειοῦνται τὰ σημεῖα, εἰς τὰ ὁποῖα τιθέμενον τὸ κινητὸν βᾶρος  $\Delta$  ἐπιφέρει ἰσοροπίαν. Εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα χαράσσοσι γραμμὰς δεικνύουσας τὰ βάρη 10, 20, 30 ὀκάδων.

66. **Πλάστιγξ.** Ἡ κοινῶς καλουμένη **πλάστιγξ** χρησιμεύει πρὸς στάθμησιν ἱκανῶς βαρέων σωμάτων, ἅτινα κατέχουσι μεγάλην σχετικῶς ἔκτασιν, ὡς χελῶναι ἐκ μολύβδου, φορηγόν ἀμάξιον· ἡ δὲ στάθμησις γίνεται διὰ σταθμῶν πολὺ μικροτέρων τοῦ σταθμητέου σώματος. Σύγκειται δ' ἐξ ὀριζοντίας πλακὸς  $A$  (σχ. 50), ἣτις φέρει τὰ πρὸς στάθμησιν σώματα  $M$  καὶ στηρίζεται πρὸς τὸ ἐν μὲν μέρος, ἥτοι πρὸς τὰ δεξιὰ, διὰ τῆς ἀκμῆς  $N$  ἐπὶ τοῦ δευτερογενοῦς μοχλοῦ  $HI$ , πρὸς τὸ ἕτερον δὲ ἄκρον, ἥτοι πρὸς τὰ ἀριστερά, ἐξαρτᾶται διὰ τοῦ σιδηροῦ στελέχους  $ΓΛ$  ἐκ τοῦ σημείου  $\Lambda$  τῆς φάλαγγος  $ΓΟΝ$  τῆς στρεπτῆς περὶ τὸν ὀριζόντιον ἄξονα  $O$ . Ὁ δευτερογενὴς μοχλὸς  $HNI$  ὁ στρεπτὸς περὶ τὴν ὀξείαν ἀκμὴν  $I$  φέρει κατὰ τὸ ἄκρον  $H$  σιδηροῦν στέλεχος  $HN$ , δι' οὗ ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἐνὸς ἄκρου  $N$  τῆς αὐτῆς φάλαγγος  $ΝΟΓ$ , ἣτις φέρει κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον  $K$  τὸν δίσκον  $\Delta$ , ἐφ' οὗ τίθενται τὰ σταθμά. Τὰ δύο τμήματα  $ΛΟ$  καὶ  $ΟΚ$  τῆς φάλαγγος

εἶνε ἄνισα, συνήθως δ' ὁ βραχίον OK εἶνε δεκαπλάσιος ἢ καὶ ἑκατον-  
ταπλάσιος τοῦ ΟΛ, ὅτε τὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου Δ σταθμὰ ἔχουσι βάρος



Σχ. 50.

τὸ δέκατον ἢ τὸ ἑκατοστόν τοῦ σταθμητέου σώματος, ὅταν ἐπέλθῃ  
ἰσορροπία· τότε ἡ πλάστιγξ καλεῖται **δεκατεύουσα** ἢ **ἑκατοστεύουσα**.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

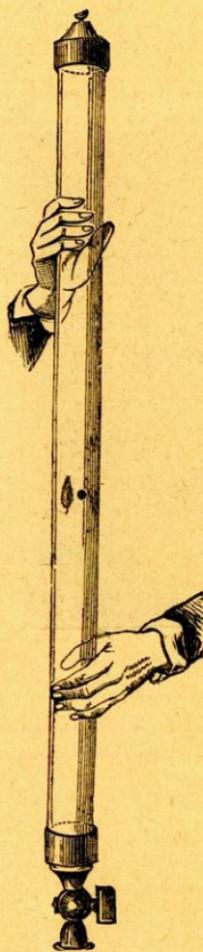
### ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. ΕΚΚΡΕΜΕΣ

67. Τὰ διάφορα σώματα ἀφινόμενα ἐλεύθερα ἐξ ὕψους φέρονται  
πρὸς τὸ ἔδαφος, ἤτοι πίπτουσι, ἀλλὰ μετὰ διαφόρου ταχύτητος ἕνεκα  
τῆς ἀντιστάσεως, ἣν ἐπιφέρει ὁ περιβάλλον τὴν γῆν ἀτμοσφαιρικός  
ἀήρ. Ἐὰν ὅμως διάφορα σώματα διαφόρου φύσεως, ὅσον σφαῖρα ἐκ μο-  
λύβδου, πτίλον, ἀφεθῶσιν ἐλεύθερα ἐν χώρῳ τελείως κενῷ, ἤτοι μὴ  
ἐμπεριέχοντι μὴδὲ ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, πίπτουσι μετὰ τῆς αὐτῆς τα-  
χύτητος, διότι τὰ μέρη τῶν σωμάτων ἔλκονται ὑπὸ τῆς Γῆς μετ'  
ἴσης ἐντάσεως. Καὶ ὄντως, ἂν λάβωμεν τὸν σωλῆνα τοῦ Νεύτωνος,  
ἤτοι κοῖλον ὑάλινον κύλινδρον ἔχοντα μῆκος δύο μέτρων περίπου καὶ  
ἐμπεριέχοντα πτίλον καὶ σφαιρίδιον ἐκ μολύβδου, κεκλεισμένον δὲ κατ'  
ἀμφοτέρα τὰ ἅκρα, ἀφ' οὗ προηγουμένως διὰ τῆς ἀεραντλίας ἀφη-  
ρέθη καλῶς ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀήρ, παρατηροῦμεν, ὅταν βιαίως ἀναστρέ-  
ψωμεν τὸν σωλῆνα, ὅτι τὰ ἐν αὐτῷ σώματα πίπτουσι ταυτοχρό-

ως (σχ. 51). "Οθεν συναγομεν τὸν ἐξῆς Α' τῆς πτώσεως νόμον.  
*Πάντα τὰ σώματα πίπτουσι ἐν τῷ κενῷ μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.*

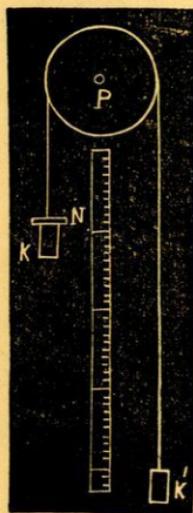
**68. Νόμος τῶν διαστημάτων.** Ἐάν βαρὺ τι σῶμα ἀφεθῆ  
 ἐλεύθερον ἐξ ὕψους, διανύει κατὰ μὲν τὸ πρῶτον  
 δευτερόλεπτον τέσσαρα μέτρα καὶ ἐνενήκοντα ὑφε-  
 κατόμετρα (ἐν Ἀθήναις 4,899), κατὰ δὲ τὸ δεύτε-  
 ρον τριπλάσιον διάστημα, ἤτοι  $3 \times 4,90 = 14,70$ ,  
 κατὰ δὲ τὸ τρίτον δευτερόλεπτον πενταπλάσιον,  
 $5 \times 4,90 = 24,50$  καὶ καθεξῆς: ἤτοι τὰ κατὰ  
 τὰς διαδοχικὰς μονάδας τοῦ χρόνου διανυόμενα δια-  
 στήματα βαίνουσι ὡς οἱ περιττοὶ ἀριθμοὶ 1, 3, 5,  
 7 κ.λ.π., ἐν ᾧ τὰ διαστήματα τὰ ἀπὸ τῆς ἀρχῆς  
 τῆς πτώσεως διανυόμενα βαίνουσι ὡς οἱ ἀριθμοὶ  
 1, 4, 9, 16... τούτέστιν ὡς τὰ τετράγωνα τῶν  
 ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4 κ.λ.π. "Οθεν συναγομεν τὸν  
 ἐξῆς Β' τῆς πτώσεως νόμον. *Τὰ διανυόμενα δια-  
 στήματα ὑπὸ σώματος πίπτοντος ἐν τῷ κενῷ εἶνε  
 ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων, ἐν οἷς  
 διηγήθησαν.* Οὕτω τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον κατὰ  
 μὲν τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον εἶδομεν ὅτι εἶνε  
 4,70, τὸ διανυόμενον κατὰ τε τὸ πρῶτον καὶ  
 δεύτερον δευτερόλ. ὁμοῦ εἶνε  $4 \times 4,90 = 19,60$   
 κατὰ τὸ πρῶτον, δεύτερον καὶ τρίτον δευτερόλ.  
 ὁμοῦ εἶνε  $9 \times 4,90 = 44,10$  καὶ ἐξῆς.

Τὸν νόμον τοῦτον ἀπέδειξε πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος  
 μεταχειρισθεὶς τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, ὅπερ ἀπετε-  
 λεῖτο ἐκ δοκοῦ, ἣν ἐνέσκαψε κατὰ τὸ μῆκος αὐτῆς  
 ἀποτελέσας αὐλακα, ἧς τὰ τοιχώματα κατέστησεν  
 ὅσον ἕνεστι λεῖα, ὅπως ἐλαττώσῃ τὴν τριβὴν, καὶ  
 στηρίζας τὴν δοκὸν ὑπὸ κλίσειν τινὰ ἔθηκεν ἐντὸς τῆς  
 αὐλακος λεῖαν μεταλλινὴν σφαῖραν, ἣτις ἀφεθεῖσα ἐλευθέρα  
 κατήρχετο κυλιομένη. Προσδιορίσας δὲ τὰ διαστήματα,  
 τὰ ὅποια ἡ σφαῖρα κυλιομένη διήνευε κατὰ τὰς  
 διαδοχικὰς μονάδας τοῦ χρόνου, εὔρεν ὅτι ταῦτα ἔβαινον  
 ὡς οἱ περιττοὶ ἀριθμοὶ 1, 3, 5, 7 κ. λ. π. ὑπὸ οἰανδήποτε  
 κλίσειν καὶ ἂν ἐτίθετο ἡ δοκός, μετὰ μόνῃς τῆς διαφορᾶς, ὅτι  
 τὰ διαστήματα ταῦτα ἦσαν



Σχ. 51.

μείζονα, όταν ή δοκός έσχημάτιζε μείζονα γωνία μετά του όριζοντίου επιπέδου, έλάσσονα δέ, όταν και ή γωνία της κλίσεως της δοκού ήτο έλάσσων. Τοῦτο δέ προέρχεται εκ τούτου, ότι, ως είπομεν (σχ. 41. § 57), ή συνιστώσα  $AD$  ή παράλληλος τῶ κεκλιμένῳ επιπέδῳ αύξάνεται ή έλαττοῦται αύξανόμενου ή έλαττουμένου του ύψους  $BΓ$ . Ἄλλ' ή μεταξὺ τῶν διαστημάτων σχέσις ὑπὸ ώρισμένην κλίσιν ήτο σταθερά, οἷαν δεικνύει ο προμνημονευθείς δεύτερος νόμος. Ἐκ τούτου δέ συνεπέρανεν ότι και τὰ κατά τήν κατακόρυφον πίπτοντα σώματα ακολουθοῦσι τὸν αὐτὸν νόμον, ὃν δυνάμεθα ν' αποδείξωμεν πειραματικῶς δια της μηχανῆς του Atwood.



Σχ. 52.

69. **Μηχανή του Atwood.** Ἡ μηχανή αὕτη σύγκειται εκ δοκού κατακορύφου ύψους  $2\frac{1}{2}$  μέ. έστηριγμένης επί του εδάφους και φερούσης εις τήν κορυφήν τροχαλίαν  $P$  (σχ. 52) κατασκευαζομένην συνήθως εκ του λίαν έλαφροῦ μετάλλου αργιλίου (aluminium), διὰ νά εἶνε ὅσον ἔνεστιν ευκίνητος. Εἰς τήν κατά τήν περιφέρειαν ἐνσκαφήν της τροχαλίας εισάγεται νήμα εκ μετάξης πολὺ λεπτόν, ὥστε τὸ βάρος αὐτοῦ νά μὴ ληφθῆ ὑπ' ὄψιν, εις τὰ πέρατα δ' αὐτοῦ προσδέονται δύο μέταλλοι κύλινδροι  $K$  και  $K'$  ἔχοντες τὸ αὐτὸ βάρος  $B$ . Ἡ κατακόρυφος δοκός φέρει κανόνα, ἐφ' οὔ εἶνε κεχαραγμέναί αἱ διαιρέσεις και αἱ ὑποδιαιρέσεις του γαλλικοῦ μέτρου. Εἰς οἰανδήποτε δὲ θέσιν και ἂν θέσωμεν τὰ βάρη  $K$  και  $K'$ , ἰσορροποῦσιν ἄλληλα, διότι ἐνεργοῦντα δι' ἴσων βραχιόνων ἔχουσι συνισταμένην διερχομένην διὰ του ἀκλονήτου ἄξονος της τροχαλίας, τὸ δὲ βάρος του μικροῦ τμήματος του νήματος, τὸ ὅποῖον δύναται νά ὑπάρχη ἐπὶ πλεόν πρὸς τὸ ἓν ή πρὸς τὸ ἕτερον μέρος, ὡς ελάχιστον, δὲν λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν.

Ἄν νῦν ἐπὶ του ἑνὸς κυλίνδρου  $K$  ἐπιθέσωμεν μικρὸν πρόσθετον βάρος  $N$ , ή ἰσορροπία θέλει ταραχθῆ και ὁ μὲν κύλινδρος  $K$ , ἐφ' οὔ κείται τὸ πρόσθετον βάρος, συμπαρασυρόμενος ὑπ' αὐτοῦ φέρεται πρὸς τὰ κάτω, ὁ δὲ κύλινδρος  $K'$  ἀνέρχεται· ἄλλ' ή κίνησις αὕτη θά εἶνε πολὺ βραδυτέρα της κινήσεως, ἣν θά ἐλάμβανεν ή μᾶζα του προσθέτου σώματος  $N$  καταπίπτοντος ἐλευθέρως, διότι ἤδη ή δύναμις ή προκύ-

πτουσα ἐκ τοῦ βάρους τῆς προσθέτου μάζης  $N$  εἶνε ἠναγκασμένη νὰ συμπαρασύρῃ καὶ τὰς μάζας τῶν κυλίνδρων  $K$  καὶ  $K'$ , διότι αἱ δυνάμεις αἱ προκύπτουσαι ἐκ τοῦ βάρους αὐτῶν ἰσορροποῦσιν ἀλλήλας.

Ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κανόνος ὑπάρχει κινητὸς δίσκος ὀριζόντιος, τὸν ὁποῖον διὰ τινος κοχλίου προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν τοῦ κανόνος, εἰς ἣν φθάνει ὁ μετὰ τοῦ προσθέτου βάρους κύλινδρος  $K$  κατὰ τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου, τὴν ὁποίαν δεικνύει ἡμῖν ἡ ἐκκρεμὴς ἢ χρονοδείκτης τις οἰοσθήποτε. Ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι τὸ διάστημα τοῦτο εἶνε 20 ὑφεκατομέτρων. Θέτομεν εἶτα τὸν κινητὸν δίσκον εἰς τὴν διαίρεσιν 80, ἤτοι εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ μηδενὸς τῆς κλίμακος τετραπλασίαν τῆς πρώτης, καὶ παρατηροῦμεν ὅτι τὸ διάστημα τοῦτο διανύεται εἰς δύο μονάδας τοῦ χρόνου. Μετὰ τοῦτο θέτοντες τὸν δίσκον εἰς τὴν διαίρεσιν 180 παρατηροῦμεν ὅτι τὸ διάστημα τοῦτο διανύεται εἰς τρεῖς μονάδας τοῦ χρόνου. Ἐπομένως, ὅταν οἱ χρόνοι εἶνε 1, 2, 3..., τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶνε 20, 80, 180..., ἀνάλογα τῶν ἀριθμῶν 1, 4, 9..., οἵτινες εἶνε τὰ τετράγωνα τῶν ἄνω ἀριθμῶν τῶν παριστάντων τοὺς χρόνους. Τὰ διαστήματα ἄρα τὰ διανυόμενα ὑπὸ τῆς προσθέτου μάζης  $N$  συμπαρασυρούσης καὶ τὰς μάζας τῶν κυλίνδρων  $K$  καὶ  $K'$  εἶνε ἀνάλογα πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηγύθησαν.

Δυνάμεθα νῦν νὰ ἐπαναλάβωμεν τὴν αὐτὴν σειρὰν πειραμάτων διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood ἢ διπλασιάζοντες, τριπλασιάζοντες κ.τ.λ. τὴν πρόσθετον μάζαν, ἢ τούναντίον ὑποδιπλασιάζοντες, ὑποτριπλασιάζοντες κτλ. τὰς δύο ἴσας μάζας τῶν κυλίνδρων  $K$  καὶ  $K'$ . Καὶ κατὰ τὰς δύο δὲ ταύτας περιπτώσεις εὐρίσκομεν ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα ἔχουσι τὴν αὐτὴν πρὸς ἀλλήλα σχέσιν, ἣν καὶ εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν εὐρομεν· τουτέστιν εἰς δύο μονάδας τοῦ χρόνου ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως διανύεται διάστημα τετραπλάσιον, εἰς τρεῖς ἐνεαπλάσιον καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅθεν δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν ὅτι, καὶ ὅταν αἱ μάζαι τῶν κυλίνδρων  $K$  καὶ  $K'$  μηδενισθῶσιν, ὅτε τὸ πρόσθετον σῶμα  $N$  θὰ πίπτῃ ἐλευθέρως, τὰ διανυόμενα διαστήματα θὰ εἶνε μὲν μεγαλύτερα, ἀλλ' ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηγύθησαν. (1)

(1) Παραστήσωμεν διὰ τοῦ  $M$  τὴν μάζαν ἑκατέρου τῶν κυλίνδρων  $K$  καὶ  $K'$ ,

**70. Νόμος τῶν ταχύτητων.** Ἡ ταχύτης, ἣν κτᾶται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πῖπτον ἐλευθέρως ἐν τῷ κενῷ ἐπὶ ἐν δευτερόλεπτον, εἶνε ἴση πρὸς 9, μέ. 80 (ἐν Ἀθήναις 9, 799). τουτέστιν ἐὰν τὸ σῶμα κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου παύσῃται ὑπέικον εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, θέλει ἐξακολουθήσει διανύον 9, μέ. 80 καθ' ἕκαστον δευτερόλεπτον. Ἐὰν ὅμως ἐνεργῇ ἐπ' αὐτοῦ ἡ βαρύτης καὶ καθ' ὅλον τὸ δεύτερον δευτερόλ., κτᾶται ταχύτητα εἰς τὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερόλ.  $2 \times 9$ , μέ. 80, εἰς τὸ τέλος τοῦ τρίτου  $3 \times 9$ , 80 κ. ἐξ. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς Γον νόμον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἐν τῷ κενῷ, ὅστις καλεῖται **νόμος τῶν ταχυτήτων.** Ἡ ταχύτης, ἣν κτᾶται σῶμα ἀναχωροῦν ἐκ τῆς ἡρεμίας καὶ πῖπτον ἐν τῷ κενῷ, εἶνε ἀνάλογος τοῦ χρόνου τῆς πτώσεως. Ὁ νόμος οὗτος ἀληθεύει καὶ ἐν τῷ ἀέρι, ὅταν τὰ πίπτοντα σώματα ἔχωσι μέγα βάρος ὑπὸ μικρὸν ὄγκον, οἷον σφαῖρα σιδηρᾶ, καὶ δὲν καταπίπτουσιν ἐξ ὑπερμέτρου ὕψους. Ὁ νόμος δ' οὗτος εἶνε ἀναγκαῖα ἀκολουθία τοῦ προηγουμένου νόμου, καθ' ὃν εἶδομεν ὅτι, ἐὰν τὸ διάστημα τὸ διανυόμενον κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλ. εἶνε  $\delta = 4$ , μέ. 90, τότε τὰ διαστήματα τὰ διανυόμενα κατὰ τὰ ἐπόμενα δευτερόλεπτα εἶνε 3δ, 5δ, 7δ, κ.λ.π. Τὰ διαστήματα δὲ ταῦτα διανύονται καὶ ἔνεκα τῆς βαρύτητος καὶ ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος κατὰ τὸ τέλος τῆς προηγουμένης μονάδος τοῦ χρόνου. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἔνεκα τῆς βαρύτητος ἐνεργούσης ἐπὶ ἐν δευτερόλεπτον διανύεται διάστημα δ, συνάγομεν ὅτι τὰ ὑπολειπόμενα διαστήματα 2δ, 4δ, 6δ διανύονται ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος εἰς τὸ τέλος τοῦ πρώτου, δευτέρου

διὰ τοῦ  $\mu$  τὴν μᾶζαν τοῦ προσθέτου βάρους  $N$ , διὰ τοῦ  $g$  τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣν παρέχει ἡ βαρύτης εἰς τὴν μᾶζαν  $\mu$  καταπίπτουσαν ἐλευθέρως· καὶ διὰ τοῦ  $\gamma$  τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς μάζης  $\mu$  παρασυρούσης τὰς δύο ἴσας μάζας  $M$ .

Ἐπειδὴ αἱ ἐπιτάχυνσεις, ἃς ἡ αὐτὴ δύναμις μεταδίδει εἰς δύο διαφόρους μάζας, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς μάζας ταύτας, θέλομεν ἔχει

$$\frac{\gamma}{g} = \frac{\mu}{2M + \mu} = \frac{N}{2B + N} \quad \text{διότι } N = \mu g \text{ καὶ } B = Mg \text{ (§ 36)}$$

Ἐὰν  $N = 20$  γρ. καὶ τὰ ἴσα βάρη  $K$  καὶ  $K'$  εἶνε ἴσα πρὸς 90 γρ. ἑκάτερον,

θέλομεν ἔχει  $\gamma = \frac{1}{10}g = 0$ , μέ. 98 καὶ  $\delta = 0$ , μέ. 49.

καὶ τρίτου δευτερολέπτου, ἅτινα εἶνε ἀνάλογα τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, ἦτοι τῶν χρόνων τῆς πτώσεως.

Ἡ ἐλευθέρα πτώσις σώματος εἶνε κίνησις ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη, διότι ἡ βαρύτερη ἐνεργοῦσα ἀδιαλείπτως ἐπὶ τοῦ σώματος μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως ἐπιφέρει ἐν ἐκάστη μονάδι τοῦ χρόνου (δευτερόλεπτον) ἴσην αὐξήσιν ταχύτητος. Ἡ σταθερὰ δ' αὐτῆς αὐξήσις τῆς ταχύτητος, ἡ καλουμένη *ἐπιτάχυνσις*, εἶνε ἴση πρὸς 9,80 ἦτοι ἀριθμὸς διπλάσιος τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸ διάστημα 4,90 τὸ διανυόμενον κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον.

**71. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ νόμου τῶν ταχυτήτων.** Καὶ ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Atwood. Ἀλλὰ πρὸς τοῦτο πρέπει νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι ἐν τῇ μεταβαλλομένη κινήσει καλεῖται ταχύτης καθ' ὠρισμένην χρονικὴν στιγμήν ἡ ταχύτης τῆς ἰσοταχοῦς κινήσεως, ἣτις θὰ διεδέχετο τὴν μεταβαλλομένην κίνησιν, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ δύναμις ἡ παράγουσα ταύτην παύεται ἀπὸ τῆς χρονικῆς ἐκείνης στιγμῆς (§ 34). Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον ἡ μηχανὴ τοῦ Atwood φέρει ἐπὶ τοῦ κατακορύφου κανόνος μετάθετον δίσκον διάτρητον, φέροντα δηλαδὴ ἐν τῷ μέσῳ κυκλικὴν ὀπήν, ἧς ἡ διάμετρος εἶνε μικροτέρα τοῦ μήκους τῆς προσθέτου μάζης N. Καὶ τοῦτον μὲν προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν 20, ἔνθα, ὡς γνωρίζομεν ἐκ τῶν προηγουμένων πειραμάτων, φθάνει ὁ μετὰ τοῦ προσθέτου βάρους κύλινδρος K κατὰ τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου, τὸν δὲ δευτερον δίσκον τὸν πλήρη προσαρμόζομεν εἰς τὴν διαίρεσιν 60. Τότε κατὰ τὸ τέλος τοῦ πρώτου δευτερολέπτου ἡ μὲν πρόσθετος μάζα N θέλει ἐμποδισθῆ ὑπὸ τοῦ διατρήτου δίσκου, ἐν ᾧ αἱ μάζαι τῶν κυλίνδρων K καὶ K' θέλουσιν ἐξακολουθήσει κινούμεναι ἰσοταχῶς δυνάμει τῆς κτηθείσης ταχύτητος διανύουσαι ἐν μιᾷ μονάδι τοῦ χρόνου διάστημα 40 ὑφεκατομέτρων. (Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου βλέπομεν ὅτι ἡ ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ κτηθεμένη ταχύτης ἐκφράζεται δι' ἀριθμοῦ διπλασίου τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ διανυθὲν διάστημα.) Ἐὰν νῦν προσαρμόσωμεν τὸν διάτρητον δίσκον εἰς τὴν διαίρεσιν 80, ἔνθα φθάνει ὁ κύλινδρος K εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου, τὸν δὲ πλήρη εἰς τὴν διαίρεσιν 160, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ κύλινδρος K φθάνει εἰς τὴν διαίρεσιν 160 εἰς τὸ τέλος τῆς τρίτης μονάδος τοῦ χρόνου, ἦτοι ὅτι ἡ ταχύτης, ἣν

κτᾶται εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου, εἶνε ἴση πρὸς 80, τουτέστι διπλασία τῆς ταχύτητος, ἣν εἶχεν ὁ κύλινδρος K εἰς τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου· διότι διὰ μὲν τῆς εἰς τὸ τέλος τῆς δευτέρας μονάδος τοῦ χρόνου κτηθείσης ταχύτητος διηγήθη διάστημα 80 ὑφεκ., διὰ δὲ τῆς εἰς τὸ τέλος τῆς πρώτης μονάδος τοῦ χρόνου διάστημα 40 ὑφεκ. Ὅθεν αἱ ταχύτητες, ἃς κτᾶται σῶμα πῖπτον ἐν τῷ κενῷ, εἶνε ἀνάλογοι τῶν χρόνων τῶν δαπανηθέντων ἀπὸ τῆς ἀρχῆς τῆς πτώσεως.

72. Οἱ νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἐν τῷ κενῷ ἐμπεριέχονται εἰς τοὺς ἐξῆς τύπους

$$\delta = \frac{1}{2} g x^2 \quad (1)$$

$$\text{καὶ } \tau = g x \quad (2)$$

εἰς τοὺς ὁποίους τὸ  $\delta$  παριστᾶ εἰς μέτρα τὸ εἰς  $x$  δευτερόλεπτα διανυθὲν διάστημα, τὸ  $\tau$  τὴν μετὰ χρόνον  $x$  κτηθεῖσαν ταχύτητα, καὶ τὸ  $g$  τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος ἴσην πρὸς 9,4·80. Ἀπαλείφοντες ἐκ τῶν ἐξισώσεων (1) καὶ (2) τὸν χρόνον  $x$  λαμβάνομεν τὸν τύπον

$$\tau = \sqrt{2g\delta} \quad (3).$$

Διὰ τῶν ἐξισώσεων (1) καὶ (2) εὐρίσκομεν τὸ διάστημα ἢ τὴν ταχύτητα δοθέντος τοῦ χρόνου καὶ τάνάπαλιν τὸν χρόνον δοθέντος τοῦ διαστήματος ἢ τῆς ταχύτητος. Διὰ τοῦ τύπου δὲ (3) εὐρίσκομεν τὴν ταχύτητα δοθέντος τοῦ διαστήματος ἢ τάνάπαλιν τὸ διάστημα δοθείσης τῆς ταχύτητος.

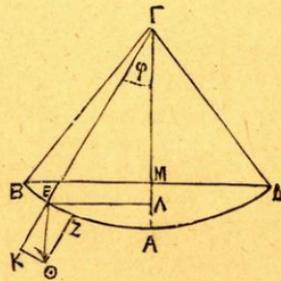
73. **Ἐκκρεμές.** Ἐκκρεμές ἐν γένει καλεῖται πᾶν σῶμα βαρὺ κινήτὸν περὶ ὀριζόντιον ἄξονα. Συνήθως ὅμως κατασκευάζουσι τοῦτο ἐκ λεπτῆς ξυλίνης ἢ μεταλλίνης ράβδου φεροῦσης εἰς τὸ κατώτερον μὲν πέρασ ἀυτῆς βαρὺ σῶμα φακοειδές, εἰς τὸ ἀνώτερον δὲ χαλύβδινον ἔλασμα πρὸς ἐξάρτησιν (ἐκκρεμές ὠρολογίων). Τὸ ἀπλούστατον δὲ τῶν ἐκκρεμῶν ὁμοιάζον ἀρκεῖντως πρὸς τὸ θεωρητικὸν ἐκκρεμές (1) σύγκριται ἐκ τινος νήματος λεπτοῦ, ὅπερ κατὰ μὲν τὸ ἐν ἄκρον προσ-

(1) Καλεῖται ἐν τῇ Μηχανικῇ θεωρητικῶν ἢ ἀπλοῦν ἢ μαθηματικὸν ἐκκρεμές τὸ ἐκκρεμές ἐκεῖνο, εἰς ὃ νοοῦμεν τὴν μᾶζαν τοῦ βαρέος σώματος συγκεντρωθεῖσαν εἰς ἓν καὶ μόνον ὕλικὸν σημεῖον A (σχ. 53) ἐξηρητημένον ἐκ σταθεροῦ σημείου Γ διὰ νήματος ΓΑ ὑποτιθεμένου ἀβαροῦς, εὐλυγίστου καὶ ἀνευδότητος, ὅπερ δηλ. δὲν δύναται νὰ ἐκταθῇ.

δένεται εἰς σταθερόν τι σημεῖον  $\Gamma$  (σχ. 53), κατὰ τὸ ἕτερον δὲ φέρει σῶμα οἰονδήποτε, ὡς μικρὸν μετάλλινον σφαιρίδιον, οὗτινος τὸ κέντρον τοῦ βάρους ἔστω τὸ σημεῖον  $A$ .

Ἐὰν ἐκτοπίσαντες τὸ ἐκκρεμές τοῦτο ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσοροπίας φέρωμεν αὐτὸ εἰς τὴν θέσιν  $\Gamma B$  καὶ τὸ ἀφήσωμεν ἐλεύθερον, τοῦτο ἕνεκα τῆς βαρύτητος τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσοροπίας, τὸ δὲ κέντρον τοῦ βάρους  $B$  τοῦ σφαιριδίου διαγράφει τόξον κύκλου  $BA$  μετὰ κινήσεως ἐπιταχυνομένης μὲν, ἀλλ' οὐχὶ ὀμαλῶς ἐπιταχυνομένης· διότι, ἂν εἰς διάφορα σημεῖα τῆς τροχιᾶς, ὡς εἰς τὸ  $E$ , ἀναλύσωμεν τὴν κατακόρυφον δύναμιν  $E\Theta$  τὴν παριστῶσαν τὸ βᾶρος τοῦ σφαιριδίου εἰς δύο συνιστώσας  $EK$  καὶ  $EZ$

καθέτους πρὸς ἀλλήλας, τουτέστι τὴν μὲν κατὰ τὴν προέκτασιν τοῦ νήματος  $GE$  ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ ἀναιρουμένην, τὴν δὲ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην  $EZ$ , δι' ἧς τὸ ἐκκρεμές φέρεται πρὸς τὸ  $A$ , ἀνευρίσκομεν ὅτι ἡ τελευταία αὕτη συνιστῶσα ἐλαττοῦται ἐλαττομένης τῆς γωνίας  $\varphi$ . Ἄλλ' ὅταν τὸ ἐκκρεμές φθάσῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσοροπίας  $GA$ , δὲν ἡρεμεῖ, καίπερ τῆς συνιστώσας  $EZ$  μηδενισθείσης, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ κινου-



Σχ. 53.

μενον ἕνεκα τῆς ταχύτητος, ἣν κτᾶται κατὰ τὴν κἀθοδον, καθ' ἣν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σφαιριδίου κατῆλθεν ἐκ τοῦ κατὰ τὴν κατακόρυφον ὕψους  $MA$ . Ἐνεκα δὲ τῆς κτηθείσης ταύτης ταχύτητος τὸ κέντρον τοῦ βάρους τοῦ σφαιριδίου ἀνέρχεται εἰς τὸ αὐτὸ κατακόρυφον ὕψος  $AM$ , ἐξ οὗ κατέπεσε διαγράφον τὸ τόξον  $A\Delta$ , ἀλλὰ μετὰ κινήσεως ἐπιβραδυνομένης, διότι κατὰ τὴν ἄνοδον ἀπὸ τοῦ  $A$  εἰς τὸ  $\Delta$  ἢ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην συνιστῶσα ἐνεργεῖ ἀντιθέτως τῇ κινήσει τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κίνησις τοῦ ἐκκρεμοῦς τοσοῦτον ἐπιβραδύνεται κατὰ τὴν ἄνοδον, ὅσον ἐπιταχύνθη κατὰ τὴν κἀθοδον, τὰ τόξα  $BA$  καὶ  $A\Delta$  ἔπρεπε νὰ εἶνε ἴσα· ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, τῆς τριβῆς κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρτήσεως ἢ τῆς κάμψεως τοῦ νήματος, τὸ κέντρον τοῦ βάρους  $B$  τοῦ σφαιριδίου διαγράφει τόξα βαθμηδὸν μικρότερα καὶ ἐπὶ τέλους τὸ ἐκκρεμές ἀκίνητεϊ.

Καλεῖται αἰώρησις τοῦ ἐκκρεμοῦς ἢ μετάβασις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς θέ-

σεως ΓΒ εἰς τὴν ΓΔ, *πλάτος τῆς αἰωρήσεως* τὸ τόξον ΒΑΔ καὶ *μῆκος τοῦ ἔκκρεμοῦς* ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως Γ ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους Α τοῦ σφαιριδίου ἢ ἐν γένει τοῦ σώματος.

Σημ. Κυρίως τὸ μῆκος τοῦ ἔκκρεμοῦς εἶνε κατὰ τι μεῖζον τῆς ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ σώματος ἀποστάσεως τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως· ἀλλ' εἰάν τὸ ἔκκρεμὸς ἀποτελῆται ἐκ βαρέος σώματος μικροῦ ὄγκου ἐξηρητημένου ἐκ λεπτοτάτου νήματος ἐλαχίστου σχετικῶς πρὸς τὸ τοῦ σώματος βάρους, ἡ διαφορὰ αὕτη ὡς ἐλαχίστη δύναται νὰ παραλειφθῇ.

**74. Νόμοι τοῦ ἔκκρεμοῦς.** Οἱ νόμοι οὔτοι περιλαμβάνονται ἐν τῷ ἐξῆς τύπῳ

$$x = \pi \sqrt{\frac{\mu}{g}}$$

ἐνθα  $x$  παριστᾷ τὸν χρόνον μιᾶς αἰωρήσεως,  $\pi$  τὸν λόγον τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον,  $\mu$  τὸ μῆκος τοῦ ἔκκρεμοῦς καὶ  $g$  τὴν ἐπιτάχυνσιν τῆς βαρύτητος.

**Α'.** Ἐὰν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως ἔκκρεμοῦς δὲν ὑπερβαίῃ τὰς 2 ἢ 3 μοίρας, αἱ αἰωρήσεις εἶνε ἰσοχρόνοι. Ὁ νόμος οὔτος ἀληθεύει καὶ ἐν τῷ ἀέρι, εἰάν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως εἶνε μικρὸν καὶ τὸ σφαιρίδιον ἐκ πυκνῆς οὐσίας, οἷον μετάλλινον.

**Β'.** Οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ῥίζαν τοῦ μῆκους τοῦ ἔκκρεμοῦς. Οὔτως, εἰάν λάθωμεν διάφορα ἔκκρεμῆ, ὧν τὰ μήκη ἔχουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9..., εὐρίσκομεν ὅτι οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων θὰ ἔχωσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3.... Κατὰ ταῦτα ἔκκρεμὸς ἔχον μῆκος 1 μέτρ. (ἀκριθέστερον 993 χ.μ. ἐν Ἀθήναις) ἐκτελεῖ μίαν αἰωρήσιν εἰς ἓν δευτερόλεπτον, 4 μέτρων εἰς 2 δευτερόλεπτα, 9 μέτρ. εἰς 3 δευτερόλεπτα καὶ οὕτω καθεξῆς.

**Γ'.** Οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων ἔκκρεμοῦς ἐν διαφόροις τόποις τῆς Γῆς εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὴν τετραγωνικὴν ῥίζαν τῆς ἐπιταχύνσεως.

**75. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῶν νόμων τοῦ ἔκκρεμοῦς.** Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ πρώτου τῶν τριῶν τούτων νόμων λαμβάνομεν οἰονδήποτε ἔκκρεμὸς καὶ ἐκτοπίσαντες αὐτὸ κατὰ μεγάλην γωνίαν μετροῦμεν τὸν χρόνον 10 π. χ. αἰωρήσεων καὶ εἶτα τὸν χρόνον 10 ἐπομένων αἰωρήσεων καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐξακολου-

θούντες οὕτω μέχρις ὅτου τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως γίνῃ ἀνεπαίσθητον, παρατηροῦμεν ὅτι οἱ χρόνοι κατ' ἀρχὰς μὲν ἐλαττοῦνται, εἶτα δὲ μένουσι σταθεροί, ὅταν τὸ πλάτος τῆς αἰωρήσεως γίνῃ ἐλαττον τῶν 2 ἕως 3 μοιρῶν. Ἀλλὰ καὶ μέχρι γωνίας 10 ἕως 15 μοιρῶν δὲν εὐρίσκομεν πειραματικῶς αἰσθητὴν διαφορὰν εἰς τοὺς χρόνους τῶν αἰωρήσεων. Διὰ ν' ἀποδειχθῇ δὲ πειραματικῶς καὶ ὁ δεῦτερος νόμος ὁ τῶν μηκῶν, λαμβάνομεν δύο ἐκκρεμῆ, ὧν τὸ μὲν πρῶτον νὰ ἔχῃ μῆκος ἑνὸς μέτρου, τὸ δὲ δεῦτερον 25 ὑφεκ. καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, ἐν ᾧ χρόνῳ τὸ πρῶτον ἐκτελεῖ μίαν μόνον αἰώρησιν, τὸ δεῦτερον ἐκτελεῖ δύο αἰωρήσεις.

**76. Χρῆσις τοῦ ἐκκρεμοῦς.** Τὸ ἐκκρεμές ἐχρησίμισε πρὸς εὔρεσιν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος  $g$  εἰς διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς καὶ ἐπομένως καὶ τοῦ διαστήματος τοῦ διανυομένου κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον. Καὶ ὄντως ἐκ τοῦ τύπου

$$x = \pi \sqrt{\frac{\mu}{g}}$$

λαμβάνομεν

$$g = \frac{\pi^2 \mu}{x^2}$$

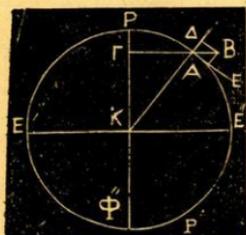
Προσδιορίζοντες λοιπὸν τὸ μῆκος  $\mu$  ἐκκρεμοῦς καὶ τὸν χρόνον  $x$  μιᾶς αἰωρήσεως εὐρίσκομεν τὴν τιμὴν τοῦ  $g$ .

Τοιαῦτα πειράματα γενόμενα κατέδειξαν ὅτι ἡ ἐπιτάχυνσις  $g$  δὲν εἶνε ἡ αὐτὴ εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, ἀλλ' ὅτι βαίνει ἀξανομένη ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, ἤτοι τὰ σώματα πίπτουσι ταχύτερον εἰς τοὺς πόλους καὶ βραδύτερον εἰς τὸν ἰσημερινόν.

Αἰτία δὲ μεταβάλλουσαι τὴν ἐπιτάχυνσιν  $g$  εἶνε ἡ περὶ τὸν ἄξονα περιστροφῆς τῆς Γῆς καὶ τὸ περὶ τοὺς πόλους πεπιεσμένον αὐτῆς.

Ἡ περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικὴ κίνησις τῆς Γῆς ἀναπτύσσει φυγόκεντρον δύναμιν εἰς πάντα τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς κείμενα σώματα καὶ τοσοῦτω μείζονα, ὅσω μείζων εἶνε ἡ ἀκτίς τῆς περιστροφῆς, τουτέστιν ἡ ἀπόστασις  $ΑΓ$  (σχ. 54) τοῦ ὑλικοῦ σημείου  $A$  ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς  $ΡΦ'$ , ἐπομένως εἶνε μείζων εἰς τὸν ἰση-

μερινόν  $EE'$  καὶ ἐλάσσων π.χ. εἰς τὰς Ἀθήνας  $A$ . Ἄλλ' ἡ φυγό-  
κεντρος δύναμις  $AB$ , ἥτις εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸν ἄξονα τῆς  $\Gamma\eta$ , εἰς  
μὲν τὸν ἰσημερινὸν εἶνε ἀπ' εὐθείας ἀντίρροπος τῇ βαρύτητι, εἰς δὲ  
τὰς Ἀθήνας  $A$  οὐχί, καὶ κατ' ἀκολουθίαν δύναται ν' ἀναλυθῆ εἰς  
δύο ἄλλας, τὴν μὲν κατὰ τὴν κατακόρυφον  $AD$ , ἥτοι κατὰ τὴν



Σχ. 54.

προέκτασιν τῆς ἀκτίνος τῆς  $\Gamma\eta$ , τὴν δὲ κατὰ  
τὴν ἐφαπτομένην  $AE$  εἰς τὸ σημεῖον  $A$  τοῦ με-  
σημβρινοῦ. Ἡ δὲ κατὰ τὴν  $AD$  συνιστώσα, ἡ  
ἀντιδρῶσα εἰς τὴν βαρύτητα, εἶνε ἐλάσσων τῆς  
 $AB$  ὑποτείνουσας τοῦ ὀρθογωνίου τριγώνου  
 $ADB$ . Ἐπειδὴ λοιπὸν ἐν Ἀθήναις οὐ μόνον ἡ  
φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἐλάσσων ἢ εἰς τὸν ἰση-  
μερινόν, ἀλλὰ καὶ μέρος αὐτῆς ἀντιδρᾷ εἰς  
τὴν βαρύτητα, ἡ ἐπιτάχυνσις ἐν Ἀθήναις εἶνε μείζων ἢ ἐν τῷ  
ἰσημερινῷ.

Διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ εὐρίσκουσιν ὅτι ἡ ἔντασις τῆς φυγόκεντρος  
δυνάμεως εἰς τὸν ἰσημερινὸν εἶνε ἴση πρὸς τὸ  $1/289$  περίπου τῆς ἐντά-  
σεως τῆς βαρύτητος. Ἐπειδὴ δὲ τὸ 289 εἶνε τὸ τετράγωνον τοῦ 17,  
ἡ δὲ φυγόκεντρος δύναμις εἶνε ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύ-  
τητος, ἔπεται ὅτι, ἐὰν ἡ περιστροφικὴ κίνησις τῆς  $\Gamma\eta$  γίνῃ δεκαε-  
πτάκι ταχύτερα, ἡ ἔλξις αὐτῆς ἐπὶ τῶν σωμάτων τῶν κειμένων εἰς  
τὸν ἰσημερινὸν θὰ ἰσορροπῆται περίπου ὑπὸ τῆς φυγόκεντρος δυνάμεως,  
μόλις ἐμποδίζουσα τὰ σώματα ταῦτα ν' ἀπομακρυνθῶσιν ἀπὸ τῆς  
ἐπιφανείας τῆς  $\Gamma\eta$ .

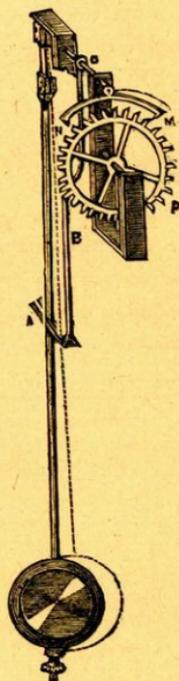
Δευτέρα αἰτία, δι' ἣν μεταβάλλεται ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος,  
εἶνε, ὡς εἶπομεν, τὸ πεπιεσμένον περὶ τοὺς πόλους τῆς  $\Gamma\eta$  καὶ ἡ  
ἐξόγκωσις αὐτῆς περὶ τὸν ἰσημερινόν, ἥτις προῆλθεν ἐκ τῆς φυγόκεν-  
τρος δυνάμεως, ὅτε ἡ  $\Gamma\eta$  ἦν ἔτι ἐν διαπύρῳ καὶ τετρηκία καταστά-  
σει. Ἐνεκα τούτου τὰ περὶ τοὺς πόλους σώματα τὰ κείμενα ἐπὶ τῆς  
ἐπιφανείας τῆς  $\Gamma\eta$  εἶνε πλησιέστερα πρὸς τὸ κέντρον αὐτῆς, εἰς ὃ  
δύναται νὰ θεωρηθῆ ὅτι εἶνε συγκεντρωμένη ὅλη ἡ ἐλκτικὴ δύναμις,  
τὰ δὲ περὶ τὸν ἰσημερινὸν ἀπώτερα, καὶ διὰ τοῦτο τὰ πρῶτα ἔλκονται  
πλειότερον τῶν δευτέρων, ἡ δ' ἔντασις τῆς βαρύτητος αὐξάνεται ἀπὸ  
τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

Ἡ μεταβολὴ αὕτη τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐπιφέρει καὶ τὴν

αύξησιν τοῦ βάρους σώματος μεταφερομένου ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, ἥτις ὅμως δὲν δύναται νὰ εὑρεθῇ διὰ ζυγοῦ μετὰ φάλαγγος, διότι τὴν αὐτὴν αὐξήσιν βάρους ὑφίστανται καὶ τὰ σταθμά. Ἐὰν ὅμως σταθμῆσωμεν σῶμα τι δι' εὐπαθεστάτου μετ' ἐλατηρίου ζυγοῦ, ἀνευρίσκωμεν αἰσθητὴν διαφορὰν βάρους· οὕτως ὑπολογίζουσιν ὅτι τὸ ἀπόλυτον βάρος σώματος, ὅπερ εἰς τὸν ἰσημερινὸν ἔλκει ἐν χιλιογράμμων, αὐξάνεται κατὰ 5118 χιλιοστόγραμμα, ὅταν μετενέγκωμεν αὐτὸ εἰς τὸν πόλον.

77. **Πείραμα τοῦ Foucault διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς.** Ὁ Foucault κατὰ τὸ 1851 ἐξέτελεσεν ἐν Παρισίοις πείραμα διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς καταδεικνύον τὴν περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικὴν κίνησιν τῆς Γῆς. Τὸ ἐκκρεμές τοῦ Foucault συνέκειτο ἐκ σφαίρας μεταλλίνης ὁμοιομεροῦς ἐξηρτημένης ἐκ σύρματος ἐπιμήκους (64 μέτρων) λεπτοῦ καὶ ἀστρέπτου. Ὑποθέσωμεν ὅτι διὰ τοιοῦτου ἐκκρεμοῦς πειρώμεθα εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων τῆς Γῆς καὶ ὅτι τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρτήσεως εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τοῦ ἄξονος αὐτῆς, ὅστις εἰς τὸν πόλον ταυτίζεται μετὰ τῆς κατακόρυφου. Τοιοῦτον ἐκκρεμές αἰωρούμενον εἰς τὸν βόρειον π.χ. πόλον τῆς Γῆς κινεῖται δυνάμει τῆς ἀδρανείας πάντοτε ἐν τῷ αὐτῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ Γῆ στρέφεται μὲν περὶ τὴν κατακόρυφον ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολάς, ὁ δὲ παριστάμενος παρατηρητῆς στρεφόμενος μετ' αὐτῆς δὲν ἔχει συνείδησιν τῆς περὶ τὴν κατακόρυφον περιφορᾶς αὐτοῦ, νομίζει ὅτι τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον, ἐν τῷ ὁποίῳ αἰωρεῖται τὸ ἐκκρεμές, στρέφεται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς παρακολουθοῦν τὴν κίνησιν τῶν ἀστέρων, καὶ ὅτι εἰς 24 ὥρας στρέφεται στροφὴν 360 μοιρῶν. Ἐν Ἀθήναις δὲ ἡ ἐν Παρισίοις ἢ φαινομένη στροφή τοῦ ἐπιπέδου τῆς αἰωρήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς εἰς 24 ὥρας εἶνε ἐλάσσων τῶν 360 μοιρῶν, ἐν δὲ τῷ ἰσημερινῷ ἴση τῷ μηδενί.

78. **Ἐφαρμογὴ τοῦ ἐκκρεμοῦς εἰς τὰ ὥρολόγια.** Διὰ τὸ ἰσόχρονον τῶν μικρῶν αἰωρήσεων ὁ Huyghens ἐφῆρμωσε κατὰ τὸ ἔτος 1657 τὸ ἐκκρεμές εἰς τὰ ὥρολόγια ὡς χρονομετρικὸν ὄργανον. Πρὸς τοῦτο τὸ στέλεχος τοῦ ἐκκρεμοῦς (σχ. 55) διέρχεται διὰ δικράνου Α, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει πρὸς μετάδοσιν τῆς κινήσεως εἰς δεῦτερον στέλεχος Β συνδεδεμένον μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἄξονος Ο. Εἰς τὸν ἄξονα τοῦτον προσαρτᾶται ἡ ἄγκυρα ΝΜ φέρουσα εἰς τὰ δύο ἄκρα αὐτῆς δύο ὄνυχας, οἵτινες εἰσέρχονται διαδοχικῶς καὶ καθ' ἐκάστην



Σχ. 55.

αίωρησιν τοῦ ἐκκρεμοῦς μεταξύ τῶν ὀδόντων τοῦ τροχοῦ P. Ὁ τροχὸς δ' οὗτος τείνει νὰ λάβῃ συνεχῆ καὶ ἐπιταχυνομένην κίνησιν κατὰ τὴν φοράν τῶν δεικτῶν ὠρολογίου δυνάμει ἐλατηρίου ἢ βάρους, ὅπερ διατηρεῖ τὴν κίνησιν τοῦ ὠρολογίου. Ἐὰν τὸ ἐκκρεμές ἀκίνητῃ, ὁ τροχὸς συγκρατεῖται διὰ τοῦ ὄνυχος M καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὅλος ὁ μηχανισμὸς τοῦ ὠρολογίου. Τούναντίον δέ, ὅταν τὸ ἐκκρεμές αἰωρῆται λαμβάνον τὴν ἐστιγμένην ἐν τῷ σχήματι θέσιν, ὁ συγκρατῶν ὄνυξ ἐκφεύγει καὶ ὁ τροχὸς στρέφεται μόνον κατὰ τὸ ἥμισυ τοῦ τόξου τοῦ μεταξύ δύο ὀδόντων περιλαμβανομένου, διότι ὁ ἕτερος ὄνυξ N συναντῶν τὸν ὀδοντωτὸν τροχὸν ἐμποδίζει τὴν κίνησιν αὐτοῦ. Ἄλλ' εἰς τὴν ἐπομένην αἰώρησιν, τοῦ ὀδόντος τούτου μένοντος ἐλευθέρου, ὁ τροχὸς στρέφεται καὶ αὖθις κατὰ τὸ αὐτὸ τόξον οὕτως, ὥστε εἰς ἐκάστην διπλὴν αἰώρησιν στρέφεται κατὰ τὸ τόξον, τὸ ὁποῖον διαχωρίζει δύο ὀδόντας. Ἐπειδὴ δ' αἱ αἰωρήσεις εἶνε ἰσόχρονοι, ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὅλος ὁ μετ' αὐτοῦ συνδεόμενος μηχανισμὸς τίθεται διαδοχικῶς εἰς κίνησιν καὶ εἶτα ἀκίνητῃ κατὰ ἴσα χρονικὰ διαστήματα. Σημειωτέον ὅμως ὅτι ὁ ὀδοντωτὸς τροχὸς δυνάμει τοῦ κινουῦντος αὐτὸν βάρους διδεῖ μικράν τινα ὤθησιν εἰς τὸ ἐκκρεμές καθ' ἐκάστην αὐτοῦ αἰώρησιν διὰ τῶν κεκλιμένων ἐπιπέδων, εἰς ἃ ἀπολήγουσιν οἱ ὄνυχες τῆς ἀγκύρας καὶ ἐπὶ τῶν ὁποίων ὀλισθαίνουσιν οἱ ὀδόντες τοῦ τροχοῦ, οὕτω δὲ τὸ ἐκκρεμές διατηρεῖ πάντοτε τὸ αὐτὸ πλάτος, ἂν καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος καὶ ἡ κάμψις τοῦ ἐκ χάλυβος ἐλάσματος, δι' οὗ τὸ ἐκκρεμές κρέμαται, τείνουσι διηνεκῶς νὰ καταστρέψωσι τὴν κίνησιν αὐτοῦ.

79. **Ῥυθμόμετρον** (métronome) τοῦ Maelzel. Τὸ ὄργανον τοῦτο χρήσιμον εἰς πολλὰ πειράματα πρὸς μέτρησιν τοῦ χρόνου, οἷον εἰς τὴν μηχανὴν τοῦ Atwood, σύγκεται ἐκ βραχέος ἐκκρεμοῦς, οὗτινος τὸ στελέχος φέρει δύο βάρη ἐν μὲν κάτωθεν τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως τηρούμενον ἀμετάθετον, ἕτερον δὲ ἄνωθεν μετατιθέμενον ἐπὶ τοῦ στελέχους, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ὀλισθαίνει μετ' ἡπίας τριβῆς. Ἐπὶ τοῦ στελέχους ἐχαράχθη κλιμαξ φέρουσα ἀριθμούς, οἵτινες δεικνύουσι τὸν ἀριθμὸν τῶν αἰωρήσεων, ἃς ἐκτελεῖ τὸ ἐκκρεμές εἰς ἓν πρῶτον λεπτόν, ὅταν τὸ κινητὸν βᾶρος εὐρίσκηται ἐπ' ἐκείνης τῆς διαιρέσεως τῆς κλιμακος, ἣτις φέρει τὸν ἀριθμὸν τούτου. Ἐὰν π. χ. τὸ κινητὸν βᾶρος τεθῇ ἐπὶ τῆς διαιρέσεως 60, τότε τὸ ἐκκρεμές ἐκτελεῖ 60 αἰωρήσεις εἰς ἓν λεπτόν, ἣτοι δεικνύει δευτερόλεπτα.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

## ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

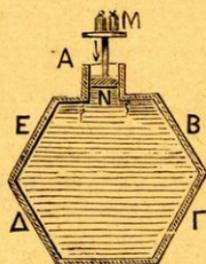
### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

#### ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΑΡΧΗ. ΠΙΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

80. Ἡ ὑδροστατικὴ πραγματεύεται περὶ τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν πιέσεων, ὡς ταῦτα ἐπιφέρουσιν ἢ εἰς τὸ ἐσωτερικόν τῆς μάζης αὐτῶν ἢ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν ἀγγείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων τὰ ὑγρά περιέχονται.

Τὰ μόρια τῶν ὑγρῶν, οἷον τοῦ ὕδατος, ἔχουσι μεγίστην εὐκίνησιαν ἕνεκα τῆς ἐλαχίστης μεταξὺ αὐτῶν ἐλκτικῆς δυνάμεως (τῆς συνοχῆς). εἶνε δὲ τὰ ὑγρά τελείως ἐλαστικὰ σώματα καὶ ἐλάχιστον συμπιεστά.

81. Ὑδροστατικὴ ἀρχὴ ἢ ἀρχὴ τοῦ **Pascal**. Τὰ ὑγρά μεταδίδουσι πᾶσαν πίεσιν ἐπιφερομένην ἐπὶ ἐπιπέδου μέρους τῶν τοιχωμάτων δοχείου πεπληρωμένου ὑγροῦ μετ' ἴσης ἰσχύος ἐπὶ παντὸς ἴσου ἐπιπέδου μέρους ληφθέντος ἢ ἐν τῷ ὑγρῷ ἢ ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου. Οὕτω π. χ. εἰς ἀγγεῖον πολυεδρικὸν ΒΓΔΕ (σχ. 56) πεπληρωμένον ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, ἐφαρμύζομεν εἰς μίαν τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ κυλινδρικὸν σωλήνα Α καὶ ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβολέα Ν ἀκριβῶς ἐφαρμύζοντα ἀλλ' ἄνευ τριβῆς. Ἐὰν δ' ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐπιθέσωμεν βάρος τι Μ, ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφέρεται πίεσις μεταδιδόμενη δι' αὐτοῦ καθέτως ἐφ' ὅλων τῶν ἐσωτερικῶν τοῦ δοχείου τοιχωμάτων. Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἐμβολεὺς ἔχει ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς ἓν τετραγ. ὄψεκατ. καὶ ὅτι τὸ ἐπιτεθέν βάρος Μ ἰσοῦται πρὸς 1 χιλιόγρ.

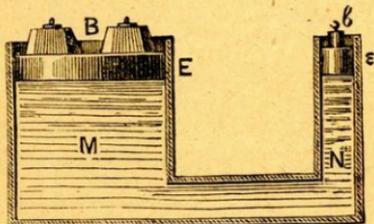


Σχ. 56.

τότε ἢ ἐπὶ παντός τετραγ. ὑφεκατ. τῶν τοιχωμάτων Β, Γ, Δ, Ε τοῦ δοχείου ἐπιφερομένη πίεσις εἶνε ἡ αὐτὴ καὶ ἴση πρὸς 1 χ.γ. Κατ' ἀκολουθίαν, ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια ἐνός τῶν τοιχωμάτων, π.χ. τοῦ Γ, εἶνε ἴση πρὸς 10 τ. ὑφ., τὸ τοίχωμα τοῦτο δέχεται καθέτως πίεσιν 10 χιλιογρ. καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

ΣΗΜ. Ἡ ὑδροστατικὴ ἀρχή, ἀπόρροια οὐσα τῆς φύσεως τῶν ὑγρῶν, εἶνε ἀνεξάρτητος τοῦ βάρους αὐτῶν.

**82. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τῆς ὑδροστατικῆς ἀρχῆς.** Δύο κοῖλοι κύλινδροι κατακόρυφοι Μ καὶ Ν (σχ. 57) διαφόρου διαμέτρου, συγκοινωνοῦντες κάτωθεν δι' ὀριζοντίου σωλήνος, πληροῦνται ὕδατος, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζονται οἱ ἐμβολεῖς Ε καὶ ε, οἵτινες κλείουσιν ὕδατοστεγῶς τοὺς κύλινδρους, ἀλλ' ἄνευ τριβῆς. Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶνε

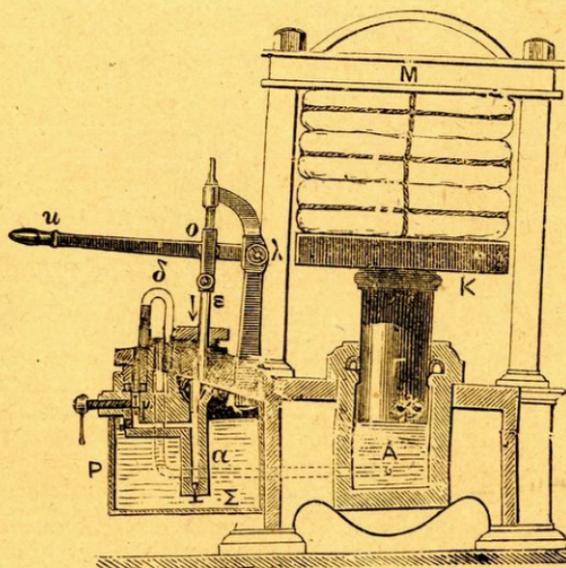


Σχ. 57.

εἰκοσιπενταπλασία τῆς τοῦ μικροῦ, βάρους β ἐνός χιλιογρ. ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβολέως ε ἐπιτιθέμενον ἰσορροπεῖ βάρη Β 25 χιλιογρ. τιθέμενα ἐπὶ τοῦ μεγάλου ἐμβολέως Ε. Ὅθεν συναγομεν ὅτι πᾶν μέρος τῆς κάτω βάσεως τοῦ μεγάλου ἐμβολέως ἴσον πρὸς τὴν κάτω βᾶσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολέως δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἴσην πρὸς 1 χιλιογρ.

**83. Ὑδραυλικὸν πιεστήριον.** Ἡ ὑδροστατικὴ αὕτη ἀρχὴ ἐφαρμόζεται εἰς τὸ καλούμενον *ὕδραυλικὸν πιεστήριον*, ὄργανον χρησιμεῦον πρὸς παραγωγὴν παμμεγίστων πιέσεων. Συνίσταται δὲ ἐκ κοίλου κυλίνδρου Α (σχ. 58) ἐκ χυτοσιδήρου μεγάλης διαμέτρου μετὰ παχέων τοιχωμάτων, ἐν τῷ ὁποίῳ κινεῖται ὁ κυλινδρικός ἐμβολεὺς Γ φέρων ἄνωθεν μεταλλίνην πλάκα σιδηρᾶν Κ, ἐφ' ἧς τίθεται τὸ πιεστέον σῶμα. Ἐπὶ τεσσάρων σιδηρῶν στύλων κεῖται ἀκλονήτως σιδηρᾶ πλάξ Μ παράλληλος τῇ πρώτῃ. Παρὰ τὸν κύλινδρον Α ὑπάρχει ὑδραντλία συγκειμένη ἐκ κοίλου κυλίνδρου α, οὔτινος ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος εἶνε πολὺ μικροτέρα τῆς διαμέτρου τοῦ κυλίνδρου Α. Ἐντός δὲ τοῦ μικροῦ κυλίνδρου α κινεῖται διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ δευτέρου εἶδους *λοκ* ὁ πλήρης ἐμβολεὺς ε. Ὅταν οὗτος ἀνέρχεται, ἡ ἐπιστομὴ Σ

ἀνοίγεται καὶ ὕδωρ ἐκ τῆς δεξαμενῆς P εἰσρέει εἰς τὸν κύλινδρον α' ὅταν δὲ τὸ ναντίον ὁ ἐμβολεὺς καταπιέζηται, ἡ ἐπιστομὴ Σ καταπίπτουσα φράττει τὸν ὄχετόν τοῦ ὕδατος, ὅπερ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου α' καταθλιβόμενον ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα μ, καὶ διὰ τοῦ ἐπικαμπουῶς σωλῆρος δ συνωθεῖται πρὸς τὸν κύλινδρον Α. Κατὰ τὴν ἐπομένην δ' ἀνέλκυσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολεῶς α τὸ ὕδωρ τὸ εἰς τὸν κύλινδρον Α εἰσρεῦσαν δὲν δύναται νὰ ἐπανέλθῃ ἐκ τοῦ μεγάλου εἰς τὸν μικρὸν κύλινδρον, διότι ἡ ἐπιστομὴ μ κλείει τὸν ὄχετόν δ. Οὕτω δὲ καθ' ἑκάστην ἀνέλκυσιν καὶ καταπίεσιν τοῦ μικροῦ ἐμβολεῶς ποσότης ὕδατος συνωθεῖται ὑπὸ τὸν μέγα ἐμβολέα Γ, ὅστις οὕτως ἀνυψούμενος διηγεκῶς πιέζει τὸ σῶμα τὸ κείμενον μεταξὺ τῶν πλακῶν K καὶ M. Ἐὰν νῦν



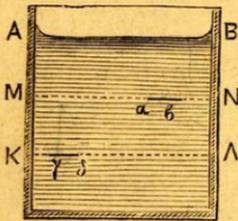
Σχ. 58

ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολεῶς εἶνε ἑκατονταπλασία τῆς τοῦ μικροῦ καὶ ὅτι ὁ βραχίον κλ τοῦ μοχλοῦ α.β. εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ α.δ, δύναμις 50 χιλιογρ. κατὰ τὸ σημεῖον κ ἐπιφερομένη δεκαπλασιάζεται μὲν διὰ τοῦ μοχλοῦ, ἑκατονταπλασιάζεται δὲ κατὰ τὴν ὑδροστατικὴν ἀρχήν, ἤτοι γίνεται ἐν ὄλῳ ἕσῃ πρὸς 50,000 χιλιόγραμμα. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμεύει πρὸς τοῦτοις πρὸς δεκάκιμην τῆς ἀντοχῆς τῶν τηλεβόλων, τῶν ἀτμολεβήτων, τῶν καλφ-

δίων, τῶν ἀλύσεων τῶν πλοίων κ.λ.π. καὶ πρὸς ἀνύψωσιν βαρυτάτων σωμάτων, πρὸς ἀναθίβασιν ἀνθρώπων εἰς μεγάλα ὕψη, ὡς ἐν τοῖς μεταλλωρύχειοις, μεγάλαις οἰκοδομήμασι (ἀναβοκαταβάτης ascenseur) κ.τ.λ.

ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ

84. **Θεμελιῶδες θεώρημα.** Ἡ διαφορὰ τῶν πιέσεων, ἃς δέχονται δύο ἴσα ἐπιπέδα στοιχεῖα ἐπιφανείας κείμενα ἐν ὑγρῷ ἐν ἰσορροπία εὐρισκομένῳ, εἶνε ἴση τῷ βάρει ὑγροῦ κυλινδρῶν ἔχοντος ὡς βάσις ἐν τῶν στοιχείων τούτων καὶ ὕψος τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν δύο τούτων στοιχείων. Οὕτω καλοῦντες  $\omega$  (σχ. 59) τὴν



ἐπιφάνειαν τῶν δύο στοιχείων  $αβ$  καὶ  $γδ$ ,  $H$  τὴν ἀπόστασιν τῶν δύο ὀριζοντίων ἐπιπέδων  $MN$  καὶ  $KL$ ,  $\delta$  τὸ βᾶρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ ὑγροῦ καὶ  $\pi, \pi'$  τὰς ἐπὶ τῶν στοιχείων  $αβ$  καὶ  $γδ$  πιέσεις, θέλομεν ἔχει κατὰ τὸ ἀνωτέρω θεώρημα

$$\pi' - \pi = \omega H \delta \quad (1).$$

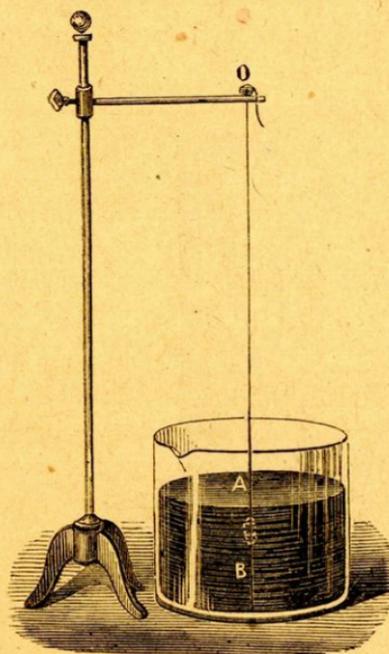
Σχ. 59.

85. **Α'.** Ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια ὑγροῦ τιος ἐν ἰσορροπία ἐντὸς ἀγγείου εὐρισκομένου εἶνε ἐπιπέδον ὀριζόντιον, τουτέστιν εἰς πάντα αὐτῆς τὰ σημεῖα εἶνε κάθετος ἐπὶ τὴν διεύθυνσιν τοῦ νήματος τῆς στάθμης.

Τοῦτο ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς, ἀν ὑπεράνω ἀγγείου  $A$  (σχ. 60) ἐμπεριέχοντος ὕδωρ κεχρωματισμένον ἐξαρθήσωμεν διὰ λεπτοῦ νήματος, ὅπερ στερεοῦμεν κατὰ τὸ  $O$ , σφαιραν ἐκ μολύβδου οὕτως, ὥστε αὐτὴ νὰ καταδύηται ἐν τῷ ὑγρῷ. Τότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ νῆμα ἀπεικονίζεται ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ κατὰ τὴν προέκτασιν αὐτοῦ, τουτέστι τὸ νῆμα καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας. Ἐπειδὴ δὲ τὸ εἶδωλον τὸ σχηματιζόμενον ἐν ἐπιπέδῳ κατόπτρῳ εἶνε συμμετρικὸν τοῦ ἀντικειμένου ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου, συνάγομεν ὅτι τὸ νῆμα τῆς στάθμης εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ἡρεμοῦντος ὑγροῦ, διότι, ἀν ἦτο κεκλιμένον ἐπ' αὐτῆς, ἔπρεπε καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ ν' ἀπεικονίζηται κεκλιμένον.

86. **Ἀεροστάθμη.** Ὅπως γνωστῆ, ἐὰν ἐπίπεδόν τι εἶνε ὀριζόντιον, γίνεται γρήσις ὄργανου, ὅπερ καλεῖται ἀεροστάθμη καὶ συγκεῖται ἐξ ὑαλίνου σωλήνος

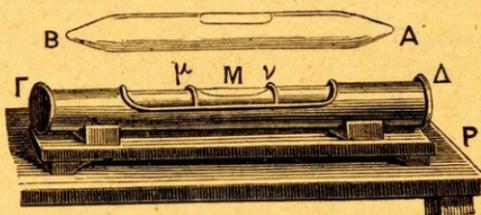
κυλινδρικού ΒΑ (σγ. 61) κεκαμπυλωμένου κατ' ἐλάχιστον πρὸς τὸ ἄνω μέρος αὐτοῦ. Ὁ σωλὴν πληροῦται οἴνουπνεύματος ἢ αἰθέρος, δηλ. ὑγρῶν, ἅτινα εἶνε



Σγ. 60.

πολὺ εὐκρινέστερα τοῦ ὕδατος καὶ δὲν πῆγνυνται εὐκόλως ὡς αὐτό. Ὁ σωλὴν κλείεται ἀεροστεγῶς κατ' ἀμφότερα τὰ ἄκρα καὶ ἀφίεται μικρὰ ποσότης αἰέρος, ὅστις παράγει φυσαλίδα καταλαμβάνουσαν τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ σωλῆνος, πρὸς προφύλαξιν δὲ τίθεται ἐντὸς ὀρειχαλκίνης θήκης ΓΔ, ἥτις πρὸς τὸ ἄνω μέρος φέρει ἀνοιγμα διὰ νὰ εἶνε ἡ φυσαλίς ὄρατή. Κάτωθεν ἡ θήκη προσκολλάται ἐπὶ κανόνος, ὅστις στερεοῦται οὕτως, ὥστε ἡ ἐπίπεδος βᾶσις αὐτοῦ νὰ εἶνε παράλληλος τῷ ἐφαπτομένῳ ἐπιπέδῳ τῷ εἰς τὸ μέσον σημεῖον Μ τοῦ σωλῆνος ἀγομένῳ. Ἀμφότερα δὲ τὰ ἐπιπέδα ταῦτα εἶνε ὀριζόντια, ὅταν ἡ φυσαλίς κείται ἐν τῷ μέσῳ καὶ τὰ ἄκρα αὐτῆς ἀντιστοιχῶσιν εἰς τοὺς δύο σταθεροὺς δείκτας μ καὶ ν.

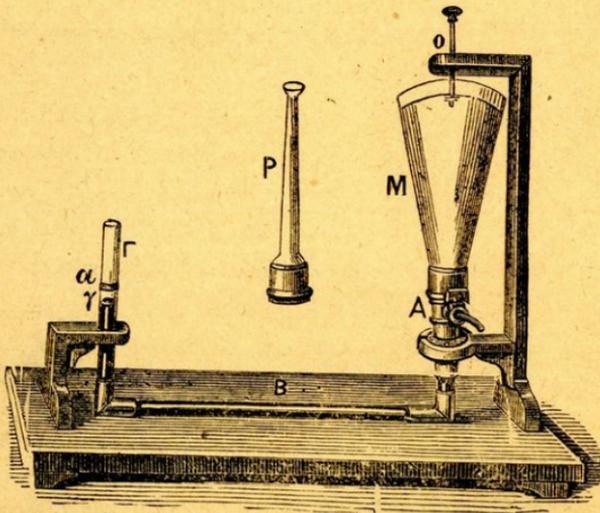
87. Β'. Ἡ πίσις, ἣν ὑγρὸν τι ἔνεκα τοῦ βάρους αὐτοῦ ἐπιφέρει ἐπὶ ἐπιπέδῳ καὶ ὀριζοντίῳ πυθμένῳ ἀγγείου, ἰσοῦται πρὸς τὸ βᾶρος ὑγροῦ κυλίνδρου ἔχοντος βᾶσιν μὲν τὸν πυθμένα καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ· τουτέστιν οἱ ἴσας ἐπιφανείας ὀριζόντιοι πυθμένες δοχείων ἐχόντων τὸ αὐτὸ βάθος ἀλλὰ διάφορον σχῆμα καὶ πεπληρωμένων τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ δέχονται ἴσας πιέσεις καὶ ἐπομένως ἀνεξαρτήτους τῆς ποσότητος τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ. Τοῦτο δὲ καὶ πειραματικῶς ἀποδεικνύεται διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Haldat.



Σγ. 61.

88. **Συσκευή τοῦ Haldat.** Ἡ συσκευή αὕτη σύγκειται ἐκ

σωλήνος ΑΒΓ (σχ. 62), ὅστις κάμπτεται εἰς ἀμφοτέρα τὰ ἅκρα κατ' ὀρθὴν γωνίαν. Κατὰ τὸ ἕτερον ἅκρον αὐτοῦ Α δύνανται νὰ κοχλιωθῶσι διαδοχικῶς διάφορα ἑτεροσχήμονα δοχεῖα ὑάλινα, εἶεν τὰ Μ καὶ Ρ



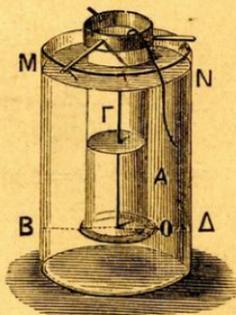
Σχ. 62.

ἔχοντα τὸ αὐτὸ ὕψος ἀλλὰ διάφορον χωρητικότητα. Ἐντὸς τοῦ σωλήνος ΓΒΑ χέομεν ὑδράργυρον, ὅστις ἀνυψοῦται εἰς ἀμφοτέρους τοὺς βραχίονας Γ καὶ Α μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου οὕτως, ὥστε ὡς πυθμὴν τοῦ δοχείου Μ ἢ Ρ χρησιμεύει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου. Χέομεν εἶτα ὕδωρ εἰς τὸ δοχεῖον Μ μέχρις ὀρισμένου ὕψους, ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τοῦ μεταθέτου δείκτη Ο. Ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφάνειας τοῦ ὑδραργύρου ἐπιφερομένη πίεσις ἀνυψοῖ αὐτὸν ἐν τῷ σωλήνῳ Γ μέχρι σημείου τινὸς α, ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τοῦ δακτυλίου α. Ἀφαιροῦντες εἶτα τὸ δοχεῖον Μ καὶ κοχλιοῦντες εἰς τὴν θέσιν αὐτοῦ τὸ δοχεῖον Ρ καὶ πληροῦντες αὐτὸ ὕδατος μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους, ὅπερ δεικνύει ἡμῖν ὁ δείκτης Ο, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος εἰς τὸν ἄλλον βραχίονα Γ ἀνέρχεται ἀκριβῶς εἰς τὸ αὐτὸ καὶ πρότερον ὕψος.

Ἐὰν καλέσωμεν  $\delta$  τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πυθμένος,  $v$  τὸ ὕψος τῆς ὑγρας στήλης καὶ  $\delta$  τὸ βᾶρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ ὑγροῦ, ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος πίεσις ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου  $\Pi = \delta \times v \times \delta$ .

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι μικρὰ ποσότης ὑγροῦ δύναται πολλάκις νὰ ἐπιφέρῃ μεγίστας πιέσεις. Πρὸς τοῦτο ἐφαρμόζομεν εἰς τὴν ἄνω βᾶσιν ξύλινου κάδου σωλῆνα μικρᾶς διαμέτρου καὶ ἀρκετοῦ ὕψους, ὅσον 10 μέτρων, καὶ πληροῦμεν καὶ τὸν κάδον καὶ τὸν σωλῆνα ὕδατος. Ὁ Pascal ἠδυνήθη οὕτω νὰ διαρρήξῃ τὸν ξύλινον κάδον.

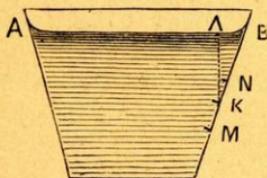
**89. Ἄνωσις τῶν ὑγρῶν.** Τὰ ἀνώτερα στρώματα ὑγροῦ ἐν ἰσορροπία εὐρισκομένου πιέζοντα τὰ κατώτερα ἀναπτύσσουσιν ἐπὶ τούτων ἀντίδρασιν ἐνεργοῦσαν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἣτις καλεῖται *ἄνωσις τοῦ ὑγροῦ*. Ἡ ἄνωσις αὕτη, τὴν ὁποίαν ἀρκούντως αἰσθανόμεθα ἐμβαπτιζόντες τὴν χεῖρα ἡμῶν ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἢ κάλλιον ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου, δύναται νὰ καταδειχθῇ πειραματικῶς ὡς ἐξῆς. Λαμβάνομεν κοίλον κύλινδρον ὑάλινον *A* (σχ. 63) ἀνοικτὸν καὶ κατὰ τὰ δύο ἅκρα καὶ ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ ἕτερον τῶν ἅκρων λεπτὴν ὑάλινην πλάκα *O* ἢ κάλλιον φύλλον χάρτου διὰ νήματος διερχομένου διὰ τοῦ κυλίνδρου καὶ εἶτα ἐμβαπτιζομεν αὐτὸν ἐντὸς ἀγγείου *ΜΔ* ἐμπεριέχοντος ὕδωρ. Παρατηροῦμεν δὲ τότε ὅτι ἡ πλάξ μένει προσκεκολλημένη καὶ ἂν χύσωμεν καὶ ὀλίγον ὕδωρ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου *Γ*, τοῦθ' ὕπερ ἀποδεικνύει ὅτι αὕτη δέχεται πίεσιν ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ὅταν κλίνωμεν τὸν κύλινδρον ἢ λάθωμεν σωλῆνα, οὕτως τὸ κατώτερον ἅκρον νὰ κάμπτηται οὕτως, ὥστε ἡ πλάξ νὰ τηρῇ θέσιν κεκλιμένην ἢ κατακόρυφον, ὅποτε ἀνευρίσκομεν τὴν πίεσιν, ἣν ἐπιφέρει τὸ ὑγρὸν ἐντὸς τῆς ἰδίας αὐτοῦ μάζης. Τότε δὲ μόνον καταπίπτει ἡ λεπτὴ πλάξ *O* ἢ ὁ χάρτης, ὅταν χύσωμεν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου *Γ* ὕδωρ μέχρι τῆς ἐπιφανείας *MN* τοῦ ὑγροῦ ἐν τῷ ἐξωτερικῷ δοχείῳ. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου συνάγομεν ὅτι ἐπιφάνειά τις ἐντὸς ὑγροῦ ἐν ἰσορροπία εὐρισκομένου δέχεται ἄνωσιν ἴσῃν τῷ βάρει τῆς ὑπερκειμένης στήλης τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐπομένως ὅσον ἡ ἐπιφάνεια αὕτη εὐρίσκεται εἰς μείζον βάθος, τόσον δέχεται μείζονα ἄνωσιν· τουτέστιν ἡ ἐπὶ ἐπιφανείας ἐντὸς ὑγροῦ πίεσις αὐξάνεται ἀναλόγως τοῦ βάθους.



Σχ. 63.

**90. Γ'. Πίεσις ἐπὶ ἐπιπέδου τοιχώματος ἀγγείου.**  
Θεωρήσωμεν ἀγγεῖον ἐμπεριέχον ὑγρὸν τι, ὅσον ὕδωρ, ἐν ἰσορροπία,

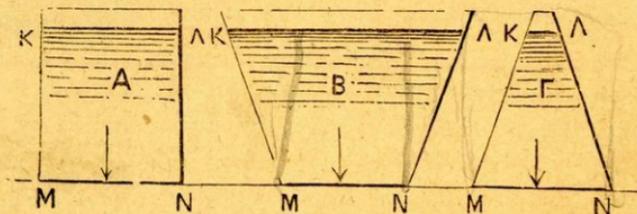
μέχρι τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου  $AB$  (σχ. 64). Ἡ ἐπὶ ὀρισμένου μέρους  $MN$  ἐπιπέδου τοιχώματος τοῦ ἀγγείου ἐπιφερομένη πίεσις εἶνε κάθετος ἐπὶ τὸ τοίχωμα καὶ ἴση τῷ βάρει ὀρθῆς στήλης ὑγροῦ ἐχούσης βάσιν μὲν τὸ  $MN$ , ὕψος δὲ τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν  $ΚΛ$  τοῦ κέντρου τοῦ βάρους  $K$  τοῦ μέρους τούτου τοῦ τοιχώματος ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ὅθεν συνά-



Σχ. 64.

γομεν ὅτι, ὅσον τὸ τμήμα τοῦ τοιχώματος λαμβάνεται εἰς μείζον βάθος, τοσοῦτον καὶ ἡ πίεσις, ἣν δέχεται ἐκ τοῦ ὑγροῦ, βαίνει ἀύξανομένη. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς δοχεῖον κενὸν ἐπιπλέον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, οἷον πλοῖον. Τμήμα τι τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ὑπὸ τοῦ ὕδατος καλυπτομένου μέρους τοῦ πλοίου δέχεται πίεσιν ἐξῶθεν, οἷαν θὰ ἐδέχετο ἔσωθεν, ἂν ἦτο πεπληρωμένον μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.

Ἡ ἐπὶ τοῦ μέρους  $MN$  τοῦ τοιχώματος πίεσις  $\Pi$  ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου  $\Pi = \delta \times v \times \delta$ , ἐνθα  $\delta$  παριστᾷ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μέρους τούτου τοῦ τοιχώματος,  $v$  τὴν ἀπόστασιν  $ΚΛ$  καὶ  $\delta$  τὸ βᾶρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ ὑγροῦ, ἧτοι τὴν πυκνότητα αὐτοῦ.

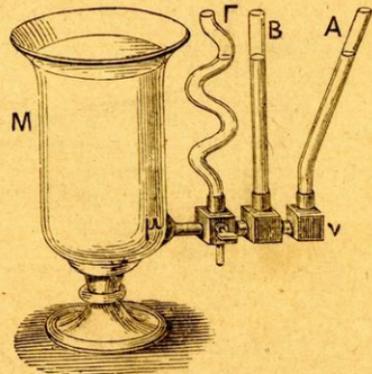


Σχ. 65.

91. Πίεσις ἐπὶ τοῦ συνόλου τῶν τοιχωμάτων ἀγγείου. Ὅσον τι ἐν ἰσορροπῇ ἐντὸς δοχείου εὐρισκόμενον ἐπιφέρει ἐφ' ὅλων ἐν γένει τῶν σημείων τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου, αὐτὰ διαβρέχει, πίεσις, αἰτίαις ἔχουσι συνισταμένην δύναμιν κατακόρυφον καὶ ἴσην πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος πίεσις δυνατὸν ἄλλοτε μὲν νὰ εἶνε μικροτέρα τοῦ βάρους τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ, ἄλλοτε δὲ μεγαλυτέρα καὶ ἄλλοτε πάλιν ἴση πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ὑγροῦ. Ὅτως ὑποθέσωμεν ὅτι τρεῖς ἀβαρῆ ἀγγεῖα  $A, B, \Gamma$  (σχ. 65)

νεπληρωμένα ὑγροῦ πῖνος μέχρι τοῦ αὐτοῦ ἀκριβῶς ὕψους ἔχουσιν ἴσους ὀριζοντίους πυθμένας MN καὶ ὅτι τὸ ἐμπεριεχόμενον ὑγρὸν ἐν μὲν τῷ δοχείῳ A ἔχει βάρος 2 χιλιογρ. ἐν τῷ B 3 χιλιογρ. καὶ ἐν τῷ Γ 1 χιλιογρ. Κατὰ τὰ προειρημένα ἕκαστος τῶν πυθμένων τῶν τριῶν τούτων δοχείων δέχεται πίεσιν δύο χιλιογρ., ἥτις ἐν μὲν τῷ A εἶνε ἴση τῷ βάρει τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ, ἐν δὲ τῷ B μικροτέρα καὶ ἐν τῷ Γ ὑπερτέρα τοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν ὁμως τὰ τρία ταῦτα δοχεῖα θέσωμεν ἀλληλοδιαδόχως ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ, θέλομεν εὑρεῖν ὅτι τὸ βάρος τοῦ ἐμπεριεχομένου ὑγροῦ εἶνε διάφορον τῆς ἐπὶ τοῦ πυθμένος πίεσεως διὰ τὰ δοχεῖα B καὶ Γ, διότι ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ δὲν ἐπιδρᾷ μόνον ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμένος ἐπιφερομένη πίεσις, ἀλλὰ καὶ αἱ κατακόρυφοι συνιστῶσαι πασῶν τῶν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων καθέτως ἐπιφερομένων πίεσεων· αἱ συνιστῶσαι δ' αὐταὶ εἰς μὲν τὸ δοχεῖον B βαίνουνσιν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, εἰς δὲ τὸ Γ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, εἰς δὲ τὸ A δὲν ὑπάρχουσι.

92. Δ'. **Ἴσορροπία τῶν ὑγρῶν εἰς τὰ συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα.** "Ὅταν δύο ἢ πλεονα ἀγγεῖα ἐμπεριέχοντα τὸ αὐτὸ ὑγρὸν συγκοινωνῶσι πρὸς ἀλλήλα δι' ὀχετοῦ μν (σχ. 66), ἐπιθούσης ἰσορροπίας αἱ ἐλεύθερα ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ ἐν ἅπασιν τοῖς ἀγγείοις A, B, Γ καὶ M εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Τοῦτο καλεῖται ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούτων ἀγγείων.



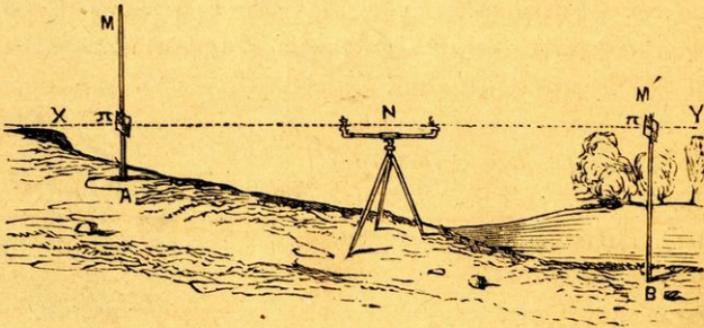
Σχ. 66.

Θεωρήσωμεν ἐπίπεδον κατακόρυφον καθέτως τέμνων τὸν ὀριζόντιον ὀχετὸν μν καὶ διαχωρίζον τὸ ὑγρὸν τὸ εὐρισκόμενον εἰς δύο δοχεῖα, οἷον τὸ A καὶ τὸ B. Καλέσωμεν ω τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ὑγρᾶς ταύτης τομῆς, H δὲ καὶ H' τὰς ἀποστάσεις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς τομῆς ταύτης ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ εἰς τὰ δοχεῖα A καὶ B. Τὰ ὑγρά μέρη τὰ ἀποτελοῦντα τὴν τομὴν ταύτην εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ καὶ ἐπομένως αἱ δύο πίεσεις Π καὶ Π' ἔνθεν καὶ ἔνθεν εἶνε ἴσαι. Ἀλλὰ κατὰ τὰ προειρημένα ἔχομεν

$$\Pi = \omega \chi \text{H} \chi \delta \quad \text{καὶ} \quad \Pi' = \omega \chi \text{H}' \chi \delta,$$

ἔνθα δ παριστᾶ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὕγρου τοῦ ὕγρου. Ἐπειδὴ δὲ  $\Pi = \Pi'$ , ἔχομεν  $\omega \chi \text{H} \chi \delta = \omega \chi \text{H}' \chi \delta$ , ὅθεν  $\text{H} = \text{H}'$ .

Ἐὰν δεξαμενὴ ὕδατος τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν διὰ σωλῆνων μετὰ διαφόρου σχήματος καὶ χωρητικότητος δοχείων, παρατηροῦμεν ὅτι παρευθὺς τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐντὸς τῶν δοχείων εἰς τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς ὕψος, εἰς ὃ εὐρίσκεται καὶ ἐν τῇ δεξαμενῇ. Ἐὰν δὲ εἰς τῶν σωλῆνων ἀποτμηθῆ κατὰ τὸ κατώτερον αὐτοῦ μέρος, τὸ ὕδωρ θέλει σχηματίσει *πίδακα*, ὅστις θεωρητικῶς μὲν ὄφειλε νὰ ἐξικινῆται μέχρι τοῦ ὕψους τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῇ δεξαμενῇ, ἀλλ' ἐν τῇ ἐφαρμογῇ οἱ πίδακες δὲν φθάνουσιν εἰς τὸ ὕψος τοῦτο, διότι ἡ ταχύτης τῶν ἀναρριπτομένων μορίων τοῦ ὕδατος ἐλαττοῦται ἕνεκα τῆς τριβῆς τῆς παραγομένης ἐντὸς τῶν ὑδραγωγῶν σωλῆνων καὶ ἐπὶ τῶν χειλέων τῆς ὀπῆς, ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος καὶ ἕνεκα τοῦ βάρους τῶν καταπιπτόντων μορίων.

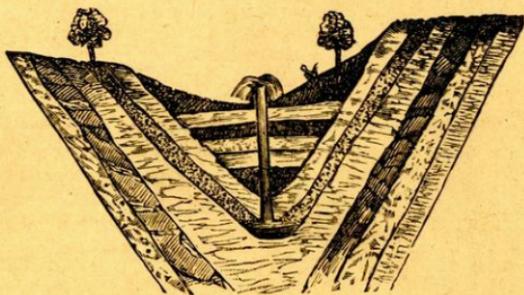


Σχ. 67.

93. Ἡ ἀρχὴ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ὑδραγωγεῖα τῶν πόλεων καὶ εἰς ὄργανόν τι καλούμενον ὑδροστάτης ἢ ὑδροχωροστάθμη, ὅπερ χρησιμεύει, ὅπως εὐρωμεν κατὰ πόσον σημείον τι A (σχ. 67) τοῦ ἐδάφους εἶνε ἀνώτερον ἄλλου τινὸς σημείου B. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐξ ὀριζοντίου ὀρειχαλκίνου σωλῆνος N μήκους ἐνὸς περίπου μέτρου, ὅστις καμπτόμενος κατ' ὀρθὴν γωνίαν κατὰ τὰ ἅκρα, ἐφ' ὧν κοχλιοῦνται δύο ὑάλινοι κυλίνδροι, στηρίζεται ἐπὶ τρίποδος καὶ πληρούμενος ὕδατος μέχρι τοῦ μέσου τῶν ὑάλινων κυλίνδρων τοποθετεῖται μεταξύ τῶν δύο σημείων A καὶ B, ὧν τὴν διαφορὰν τοῦ ὕψους προτιθέμεθα ν' ἀνεύρωμεν. Εἶτα διευθύνομεν διὰ τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὕδατος ὀπτικήν ἀκτῖνα ΧΨ πρὸς τοὺς κανόνας MA καὶ M'B, οἵτινες ἀναστηλοῦνται κατακορύφως κατὰ τὰ σημεῖα A καὶ B τοῦ ἐδάφους καὶ

φέρουσι κινητάς πλάκας π,π έχουσας χρωματισμένα εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν σημεία σκοπεύσεως, ἅτινα φέρομεν εἰς τὸ ὕψος τῆς ὀπτικῆς ἀκτῖνος ΧΨ. Μετροῦντες δ' εἶτα τὰ ὕψη τῶν σημείων τούτων ἀπὸ τοῦ ἐδάφους καὶ ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ μείζονος ὕψους πΒ τὸ ἔλασσον πΑ, εὐρίσκομεν κατὰ πόσον τὸ σημεῖον Α τοῦ ἐδάφους κεῖται ὑψηλότερον τοῦ σημείου Β.

**94. Φυσικαὶ πηγαὶ καὶ ἀρτεσιανὰ φρέατα.** Τὰ ὕδατα τῆς βροχῆς καὶ τὰ ἐκ τῆς τήξεως τῶν χιόνων προερχόμενα εἰσδύοντα εἰς τὸ ἔδαφος καὶ διηθούμενα διὰ πορωδῶν στρωμάτων ἀναφαίνονται δυνάμει τῶν νόμων τῆς ὑδροστατικῆς εἰς τὰς κλιτύς τῶν ὄρεων παράγοντα τὰς φυσικὰς πηγὰς καὶ τὰς κρήνας. Ἐνεκα τῆς ὑδροστατικῆς πίεσεως τὸ ὕδωρ ῥέον ἐντὸς ὑπογείων ὀχετῶν συναθροίζεται εἰς τὸν πυθμένα τῶν φρεάτων, ἅτινα κατασκευάζονται τεχνητῶς διὰ τρυπήσεως τοῦ ἐδάφους. Διὰ τῆς ἀρχῆς δὲ τῶν συγκοινωνούντων δοχείων, δι' ὧν, ὡς εἶδομεν, παράγεται πίδαξ, ἐξηγῆται ἡ ἀνάβασις τοῦ ὕδατος εἰς τὰ φρέατα τὰ κληθέντα ἀρτεσιανὰ (artésiens) ἐκ τῆς ἐπαρχίας τῆς Γαλλίας Artois, ἐν ἧ κατὰ πρῶτον ὠρύχθησαν τοιαῦτα. Πρὸς κατασκευὴν δ' αὐτῶν διατρυπῶσι κατακορύφως τὸ ἔδαφος (σχ. 68) μέχρις ὅτου ἀνεύρωσιν ὑπόγειον στρώμα ὕδατος κείμενον μεταξύ δύο κοιτασμάτων ἀδιαθρόχων, ὅποια ἰδίως εἶνε τὰ ἀργιλώδη. Πολλάκις συμβαίνει τοιαῦτα ἀδιάθροχα κοιτάσματα ἀρχόμενα ἀπὸ ὑψηλοτέρας τινὸς χώρας καὶ πλαγίως κατερχόμενα ὑπὸ τὸ ἔ-



Σχ. 68.

δαφος νὰ σχηματίζωσιν ὑπὸ κοιλάδα τινὰ λεκάνας ἀδιαθρόχους, μεταξύ τῶν ὁποίων περιλαμβάνεται διάθροχον κοιτάσμα, εἶεν εἶνε τὸ ἀμμώδες. Τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς τῆς καταπιπτούσης εἰς τὴν ὑψηλοτέραν ταύτην χώραν εἰσδύον εἰς τὸ ἔδαφος συναθροίζεται μεταξύ τῶν δύο ἀδιαθρόχων κοιτασμάτων. Ἐὰν ὅμως διατρυπηθῇ τὸ ἔδαφος μέχρι τοῦ ἀνωτέρου ἀδιαθρόχου στρώματος, τότε τὸ ὕδωρ ἀναβαίνει διὰ τοῦ κατακορύφου τούτου πόρου καὶ σχηματίζει πολλάκις πίδακα δυνάμει τῆς

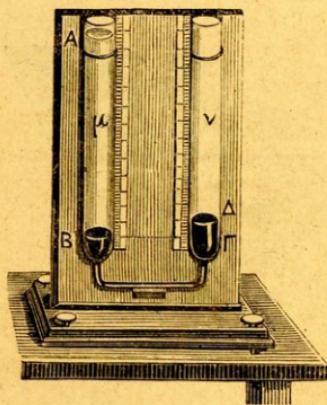
υδροστατικής πίεσεως. Τὰ βαθύτατα ἀρτεσιανὰ φρέατα εἶνε τὸ τοῦ Minden ἐν Πρωσσίᾳ βάθος 696 μέτρων καὶ θερμοκρασίας 33 βαθμῶν ἑκατομβάθμου, τὸ τῆς Grenelle καὶ τὸ τοῦ Passy ἐν Παρισίοις, ὧν τὸ πρῶτον ἔχει βάθος 548 μέτρων καὶ παρέχει ὕδωρ θερμοκρασίας 27 βαθμῶν, τὸ δὲ δευτέρον ἔχει βάθος 570 μέτρων καὶ παρέχει ὕδωρ 28 βαθμῶν.

95. **Ἴσορροπία τῶν ὑπερκειμένων ὑγρῶν.** Ὅταν διάφορα ὑγρά μὴ ἐπιδεκτικὰ μίξεως, οἷον ὑδράργυρος καὶ ὕδωρ ἢ ὕδωρ καὶ ἔλαιον, ρίψωμεν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ἀγγείου, ἐπελθούσης ἰσορροπίας παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πυκνότερον εἶνε κατώτερον, τὸ δ' ἀραιότερον ἀνώτερον, ἢ δὲ ἐπιφάνεια MN (σχ. 69) ἢ διαχωρίζουσα τὰ ὑγρά ταῦτα ἐπίπεδον ὀριζόντιον.



Σχ. 69.

96. **Σ'. Ἴσορροπία ἕτερογενῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων ἀγγείων.** Ἐὰν εἰς δύο ὑαλίνοις κυλίνδρους  $\mu$ ,  $\nu$  (σχ. 70) συγκοινωνούντας κάτωθεν δι' ὀριζοντίου ὀχετοῦ χύσωμεν κατὰ



Σχ. 70.

πρῶτον ὑδράργυρον, οὗτος συμφῶνως τῇ προεκτεθείσῃ ἀρχῇ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων ἀνέρχεται εἰς ἀμφοτέρους μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ἐὰν δ' εἶτα τὸν ἕτερον τῶν κυλίνδρων, οἷον τὸν  $\mu$ , πληρώσωμεν ὕδατος, τότε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς μὲν τοῦ σωλήνος  $\mu$  κατέρχεται μέχρι τοῦ σημείου B, ἐντὸς δὲ τοῦ ἑτέρου  $\nu$  ἀνέρχεται μέχρι τοῦ σημείου Δ ἕνεκα τοῦ βάρους τῆς ὑδατίνης στήλης AB. Ἐὰν δὲ νῦν προεκβάλωμεν τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον BG τὸ διαχωρίζον τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ὑδραργύρου μέχρις ὅτου τέμῃ τὸν ἕτερον κύλινδρον, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη AB εἶνε τοσάκις μείζων τῆς ὑδραργυρικῆς ΓΔ, ὡσάκις ὁ ὑδράργυρος εἶνε πυκνότερος τοῦ ὕδατος· ἦτοι τὰ ὕψη τῶν στηλῶν τῶν δύο τούτων ὑγρῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν. Ἐὰν π.χ. ἡ ὑδραργυρική στήλη ΓΔ εἶνε ἴση πρὸς 10 χιλιοστόμ.,

ἡ ὑδατίνη AB θὰ εἶνε ἴση πρὸς 136 χιλιοστόμ. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐντὸς τῶν συγκοινωνούντων τούτων δοχείων χύσωμεν κατὰ πρῶτον μὲν ὕδωρ, εἶτα δ' εἰς τὸ ἕτερον αὐτῶν ἔλαιον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐλαίου φθάνει εἰς ὕψος ἀνώτερον τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος.

Ἡ ἐπίπεδος καὶ ὀριζοντία ἐπιφάνεια B ἡ διαχωρίζουσα τὸ ὕδωρ καὶ τὸν ὑδράργυρον πιέζεται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ὑπὸ πίεσεως Π ἴσης τῷ βάρει τῆς ὑπερκειμένης στήλης τοῦ ὕδατος. Ὅθεν  $\Pi = \omega \chi AB \chi \mu$ , ἔνθα  $\mu$  τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου, ἥτοι ἡ πυκνότης τοῦ ὕδατος. Ἐκ τῶν κάτω δὲ πρὸς τὰ ἄνω ἡ αὐτὴ ἐπιφάνεια δέχεται πίεσιν Π' ἴσην τῷ βάρει τῆς στήλης τοῦ ὑδραργύρου ΓΔ, ἥτοι  $\Pi' = \omega \chi \Gamma \Delta \chi \mu$ , ἔνθα  $M$  τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ ὑδραργύρου, ἥτοι ἡ πυκνότης αὐτοῦ.

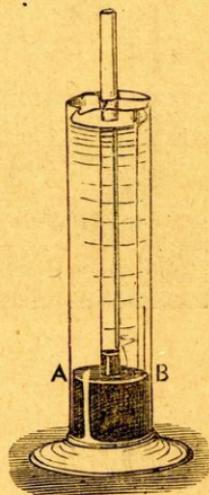
Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια  $\omega$  εὐρίσκεται ἐν ἰσοροπίᾳ,  $\Pi = \Pi'$  καὶ ἐπομένως

$$\omega \chi AB \chi \mu = \omega \chi \Gamma \Delta \chi \mu, \text{ ἥτοι } AB \chi \mu = \Gamma \Delta \chi \mu$$

$$\text{καὶ } \frac{AB}{\Gamma \Delta} = \frac{M}{\mu},$$

ἥτοι τὰ ὕψη τῶν ὑγρῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν.

97. Πειραματικῶς δύναται νὰ καταδειχθῇ ἡ ἰσοροπία τῶν ἑτερογενῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων ἀγγείων καὶ ὡς ἐξῆς. Ἐντὸς ὑαλίνου ὑποδοχείου (σχ. 71) χύνομεν ὀλίγον ὑδράργυρον καὶ ἐμβαπτιζομεν ἐντὸς αὐτοῦ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων ὑαλίνου σωλῆνος ἀνοικτοῦ κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα. Εἶτα χύνομεν ἐν τῷ δοχείῳ περὶ τὸν σωλῆνα ὕδωρ, τὸ ὅποιον πιέζον τὸν ὑδράργυρον ἀναβιβάξει αὐτὸν ἐν τῷ κεντρικῷ σωλῆνι. Ἄν ἤδη μετρήσωμεν τὴν στήλην τοῦ ὕδατος καὶ τὴν στήλην τοῦ ὑδραργύρου ἀρχόμενοι ἀπὸ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου AB τοῦ διαχωρίζοντος τὸ ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ὑδραργύρου, εὐρίσκομεν ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη εἶνε 13,6 φορές μεγαλύτερα τῆς ὑδραργύρικῆς.

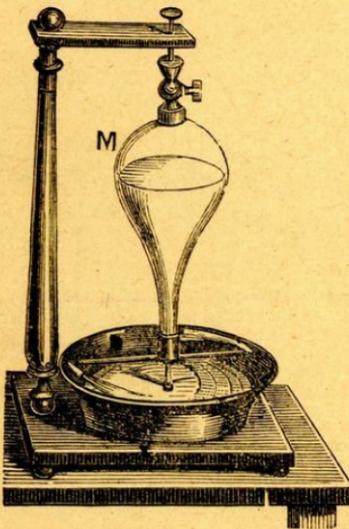


Σχ. 71.

98. **Κίνησις παραγομένη κατὰ τὴν ἐκροὴν ὑγροῦ.** Στερεοῦντες δοχεῖον M (σχ. 72) ἐπὶ τεμαχίου φελλοῦ οὕτως, ὥστε νὰ ἐπιπλέῃ ἐπὶ τῆς ἐπιφα-

νείας του ύδατος και ανοίγοντες όπήν τινα Α πλησίον του πυθμένος του δοχείου, παρατηρούμεν ότι τό μόν ύδωρ έκρέει εκ τής όπης, τό δε δοχείον κινείται κατά φοράν αντίθετον, ήν δεικνύει τό βέλος Α' Τοῦτο δέ συμβαίνει, διότι εν ω πρότερον αί εις τά σημεΐα Α και Α' πιέσεις ίσορροποῦντο άμοιβαίως, ήδη τής όπης άνοιχθείσης ή μόν εις τό Α πίεσις αναγκάζει τό ύγρόν νά έκρεύσῃ και έπομένως έκλείπει ή επί του δοχείου ένέργεια αύτῆς, ή δε εις τό Α' θέτει εις κίνησιν τό δοχείον κατ' αντίθετον φοράν.

99. **Ύδραυλικός στρόβιλος.** Όμοίως λειτουργεί και τό όργανον τό καλούμενον **ύδραυλικός στρόβιλος**, όπερ άποτελεΐται εξ υαλίνου δοχείου Μ (σχ. 73) εύχερῶς περιστρεφόμενου περι κατακόρυφον άξονα και πεπληρωμένου ύδατος, φέροντος δε κάτωθεν μετάλλινον σωλήνα Γ όριζόντιον και

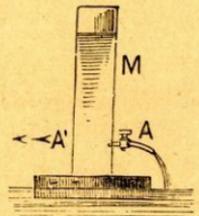


Σχ. 73.

κεκαμμένον κατ' άμφοτέρα τά άκρα όριζοντίως, αλλά κατ' αντίθετους φοράς. Τό εν τῷ δοχείῳ ύδωρ έκρέει εκ τῶν άκρων του όριζοντίου σωλήνος, αλλά κατ' αντίθετους φοράς, τό δε δοχείον στρέφεται περι τόν κατακόρυφον αύτου άξονα κατά φοράν αντίθετον τής έκροῆς του ύδατος. Η αύτή άρχή εφαρμόζεται και εις άλλας ύδραυλικάς κινήτηριους μηχανάς, αίτινες καλοῦνται **ύδροστρόβιλοι** (turbines).

100. **Ύδραυλικός τροχός.** Η πτώσις του ύδατος εΐνε δύναμις, ής ποιούμεθα χρῆσιν προς παραγωγήν διαφόρων έργων, οία εΐνε π. χ. ή άλεσις του σίτου. Άλλά προς μετατροπήν

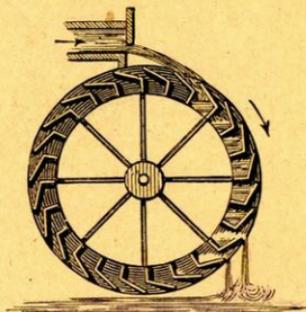
της δυνάμεως ταύτης εις μηχανικόν έργον άπαιτεΐται μηχανή, ήτις καλεΐται **ύδραυλικός τροχός**. Ό μάλλον εν χρῆσει ύδραυλικός τροχός (σχ. 74) άποτελεΐται εκ μεγάλου τροχού φέροντος σκαφίδας κεκλεισμένες εκπτέρωθεν. Τό ύδωρ καταρρέον εις τάς σκαφίδας στρέ-



Σχ. 72.

φει διὰ τοῦ βάρους αὐτοῦ τὸν τροχόν, ὅστις διὰ τοῦ ἄξονος αὐτοῦ δύναται νὰ κινήσῃ ποικίλα μηχανήματα, οἷον μολολίθους.

Ἐὰν ἡ διάμετρος τοῦ τροχοῦ, ἦτοι τὸ ὕψος τῆς πτώσεως τοῦ ὕδατος, εἶνε 10 μέτρων, πίπτωσι δὲ καθ' ἕκαστον δευτερόλεπτον 75 χιλιογράμματα ὕδατος (παροχὴ debit), λέγομεν ὅτι ὁ ὑδραυλικὸς οὗτος τροχὸς ἔχει δύναμιν 750 χιλιογραμμομέτρων, ἦτοι 10 ἵππων (§ 37).



Σχ. 74.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

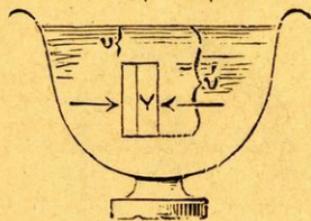
ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ.

ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΚΑΙ ΥΓΡΩΝ.  
ΠΥΚΝΟΜΕΤΡΑ, ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΑ.

101. **Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.** Πᾶν σῶμα εἴτε ἐν τινι ὑγρῷ εἴτε ἐκτὸς αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὑφίσταται τὴν αὐτὴν ἔλξιν τῆς Γῆς αποτελοῦσαν τὸ βάρος αὐτοῦ. Ἄλλ' ἐν τοῖς ὑγροῖς πρὸς τῇ ἔλξει ταύτῃ τὸ σῶμα ὑφίσταται καὶ τὴν ἐνέργειαν ἄλλης δυνάμεως ἐκ τοῦ ὑγροῦ ἐκπορευομένης, ἐνεργούσης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω κατακόρυφως καὶ ἴσης πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τοῦ σώματος ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. Τὴν ἀρχὴν ταύτην ἀνακαλυφθεῖσαν ὑπὸ τοῦ μεγάλου Ἑλληνικοῦ μαθηματικοῦ Ἀρχιμήδους κατὰ τὸν 3ον π. Χ. αἰῶνα καλοῦμεν ἐκ τοῦ ὀνόματος αὐτοῦ *ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους* καὶ συντόμως διατυποῦμεν ὡς ἑξῆς. *Πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτιζόμενον ἐν τῷ ὑγρῷ ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον, ὅσον εἶνε τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.* Οὕτως, ἐὰν ἐκ τοῦ μετ' ἐλατηρίου ζυγοῦ ἐξαρτήσωμεν διὰ λεπτοῦ νήματος τεμάχιον μολύβδου 114 γραμμ. καὶ βυθίσωμεν αὐτὸ ἐν δοχείῳ πεπληρωμένῳ ὕδατος μέχρι στεφάνης, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ μὲν ζυγὸς δεικνύει ἡμῖν βάρος 100 γραμμ., τὸ δ' ἕνεκα τῆς ἐμβεβαπίσεως τοῦ μολύβδου ἐκχυθὲν ὕδωρ συλλεγόμενον εὐρίσκεται ἔχον βάρος 14 γραμμ. ἦτοι τὸ ἐν τῷ ὕδατι ἀπολεσθὲν βάρος τοῦ μολύβδου ἰσοῦται τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος.

102. **Ἀπόδειξις θεωρητικῆ.** Ἐν ἀγγεῖῳ πλήρει ὑγροῦ διατελοῦντος ἐν

ισορροπία υποθέσωμεν ἐμβαπτισμένον ὀρθὸν τετραγωνικὸν πρίσμα  $\Upsilon$  (σχ. 75), οὗτινος αἱ περίξ ἔδραι ἔστωσαν κατακόρυφοι. Αἱ πρὸς τὰ πλάγια ἔδραι ὑφίστανται πιέσεις ἴσας καὶ ἀντίθετους, διότι ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἔκτασιν καὶ εἶνε εἰς τὸ αὐτὸ βάθος.

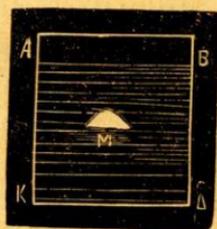


Ρχ. 75.

Αἱ ἐπὶ τῶν κατακορύφων παραπλευρῶν ἐπομένως ἐδρῶν πιέσεις ἐξουδετερῶνται ἀμοιβαίως. Ἄν νῦν θεωρήσωμεν τὰς πιέσεις, αἳ ὑφίστανται αἱ δύο ὀριζόντιαι ἔδραι ἤτοι, ἡ ἄνω καὶ ἡ κάτω βάσις, βλέπομεν ὅτι ἡ μὲν ἄνω βάσις τοῦ πρίσματος δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἴσην τῷ βάρει στήλης ὕδατος, τῆς ὁποίας βάσις μὲν εἶνε ἡ ἔδρα αὕτη, ὕψος δὲ ἡ ἀπόστασις αὐτῆς ὑπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Ὡσαύτως ἡ κατωτέρα ὀριζόντια βάσις τοῦ πρίσματος δέχεται πίεσιν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἴσην τῷ βάρει στήλης ὕδατος ἐχούσης βάσιν μὲν τὴν βάσιν ταύτην, ὕψος δὲ τὴν ἀπόστασιν αὐτῆς ὑπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Τὸ πρίσμα ἐπομένως ὠθεῖται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ὑπὸ δυνάμεως ἴσης τῇ διαφορᾷ τῶν δύο τούτων πιέσεων, ἥτοι ἴσης πρὸς τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν τοῦ πρίσματος.

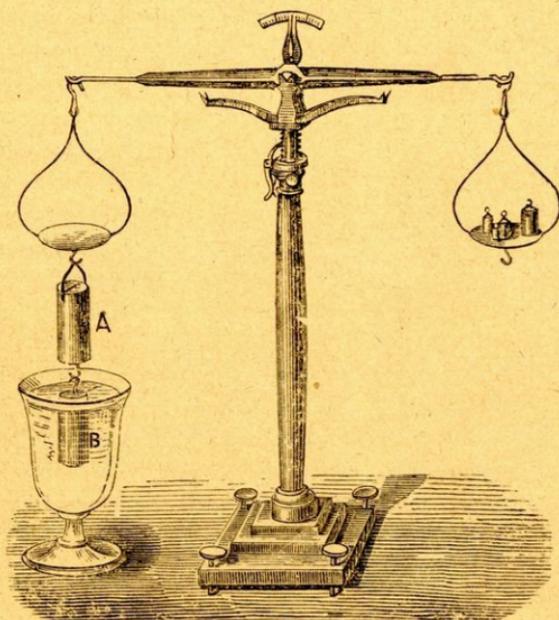
Ἐνταῦθα ὑπέθεσαμεν ὅτι τὸ ἐμβαπτισμένον σῶμα εἶνε ὀρθὸν πρίσμα. Ἄλλ' οἰονδήποτε μορφὴν καὶ ἂν ἔχη τὸ σῶμα, δυνάμεθα νὰ νοήσωμεν αὐτὸ ὡς συγκεῖμενον ἐξ ἀπειρίας ὀρθῶν καὶ κατακορύφων πρισμαμάτων, ὧν ἡ βάσις νὰ ἔχη ἔκτασιν ἀπείρως μικράν. Εἶνε φανερὸν ὅτι ἕκαστον ἐξ αὐτῶν ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον, ὅσον εἶνε τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὑγροῦ τὸ σύνολον ἐπομένως τῶν ἀποτελούντων τὸ σῶμα πρισμαμάτων ὑφίσταται ἀπώλειαν βάρους ἴσην τῷ βάρει τοῦ ὑγροῦ, ὅπερ τὸ σῶμα ἐκτοπίζει.

Τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους δυνάμεθα ν' ἀποδείξωμεν θεωρητικῶς καὶ διὰ τοῦ ἐξῆς συλλογισμοῦ. Ἐκ τινος ὑγροῦ  $ABKA$  (σχ. 76) εὐρισκομένου ἐν δοχείῳ εἰς ἰσορροπίαν ἀποχωρίζομεν διὰ τῆς φαντασίας ὄγκον τινὰ ὑγρὸν  $M$  ἔχοντα οἰονδήποτε σχῆμα. Ἡ ὑγρὰ αὕτη μᾶζα καίπερ ἔχουσα βάρος οὔτε καταπίπτει οὔτε ἀνέρχεται, ἀλλ' ἀκίνηται ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πολλοῦ ὑγροῦ ὅθεν συμπεραίνομεν ὅτι τὸ περίξ ὑγρὸν ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς ὑγρᾶς ταύτης μάζης πιέσεις, ὧν ἡ συνισταμένη εἶνε ἴση καὶ ἀντίθετος τῷ βάρει αὐτῆς. Ἄν νῦν φαντασθῶμεν τὰ μέρη τῆς ὑγρᾶς ταύτης μάζης στερεοποιούμενα, ἥτοι μεταβαλλόμενα εἰς μέρη ξύλου, μαρμάρου, σιδήρου, εἶνε εὐνόητον ὅτι αἱ περίξ ἐπιφερόμεναι πιέσεις δὲν θὰ μεταβληθῶσι, διότι αὐταὶ ἐξαρτῶνται μόνον ἐκ τοῦ σχήματος τῆς μάζης ταύτης, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς ὕλικῆς συστάσεως αὐτῆς. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἡμεμονωμένη αὕτη μᾶζα, ἐξ οἰασδήποτε ἴλης καὶ ἂν σύγκεται, ὑφίσταται ἄνωσιν ἴσην τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.



Σχ. 76.

103. Ἀπόδειξις πειραματικὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους. Ἐξαρτῶμεν ἐκ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος τοῦ ζυγοῦ δύο μικροὺς κυλίνδρους A καὶ B (σχ. 77), τῶν ὁποίων ὁ μὲν ἀνώτερος A εἶνε κοῖλος, ὁ δὲ κατώτερος B στερεός, ὅστις δύναται εἰσερχόμενος εἰς τὸν κοῖλον νὰ πληρώσῃ ἀκριβῶς τὴν κοιλότητα αὐτοῦ, ἤτοι ὁ ὄγκος τοῦ στερεοῦ εἶνε ἴσος ἀκριβῶς τῇ χωρητικότητι τοῦ κοίλου. Εἰς δὲ

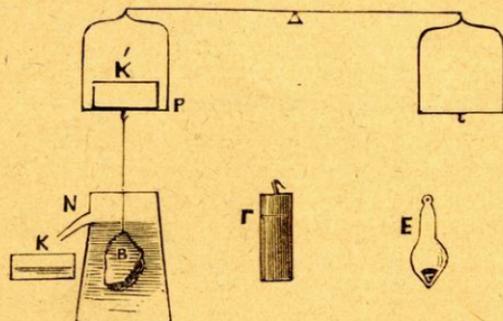


Σχ. 77.

τὴν ἐτέραν πλάστιγγα τοῦ ζυγοῦ θέτομεν σταθμὰ οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγξ νὰ λάβῃ τὴν ὀριζοντιότητα. Ἐπειτα βυθίζοντες τὸν στερεὸν κύλινδρον εἰς τὸ ὕδωρ ἢ εἰς ἄλλο τι ὑγρὸν, βλέπομεν ὅτι ἀμέσως ἡ ἰσορροπία ταράσσεται, ἡ δὲ φάλαγξ ῥέπει πρὸς τὸ μέρος, ἐνθα ὑπάρχουσι τὰ σταθμὰ, ἀλλὰ πάλιν ἀποκαθίσταται ἡ ἰσορροπία, ἐὰν πληρώσωμεν ὑγροῦ τὸν κοῖλον κύλινδρον A, οἷον εἶνε τὸ ὑγρὸν, ἐν τῷ ὁποίῳ εἶνε ἐμβεβαπτισμένος ὁ στερεὸς κύλινδρος B. Ὡστε συνάγομεν ὅτι ὁ καταβυθισθεὶς στερεὸς κύλινδρος B ὑφίσταται ἄνωσιν ὑπὸ τοῦ

ύγρου ἴσην τῷ βάρει τοῦ ὑγροῦ τοῦ πληροῦντος τὸν κοίλον κύλινδρον Α, ἥτοι ἴσην τῷ βάρει τοῦ ὑγροῦ, ὅπερ ἐξετόπισεν.

104. Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους δύναται ν' ἀποδειχθῆ γενικώτερον διὰ τῆς ἀκολουθοῦσας συσκευῆς τοῦ Boudréaux, δι' ἧς ἀποδεικνύονται πειραματικῶς, α') "Ὅτι πᾶν σῶμα καίπερ βαρύτερον τοῦ ὑγροῦ, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζεται, εἴτε καθ' ὅλοκληρίαν ἐμβαπτίζεται εἴτε ἐν μέρει, ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους αὐτοῦ τόσον,



Σχ. 78.

ὅσον εἶνε τὸ βῆρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ β')

"Ὅτι πᾶν σῶμα εἴτ' αἰωρούμενον εἴτ' ἐπιπολάζον ἐλευθέρως ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἔχει βῆρος ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

Ἡ ῥηθεῖσα συσκευὴ συγκροτεῖται ἐκ τινος δοχείου (σχ. 78) φέροντος πρὸς τὰ πλάγια μικρὸν σωλῆνα Ν, μέχρι τοῦ ὁποίου πληροῦμεν τὸ δο-

χεῖον ὕδατος. Θέτοντες ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ τὸ σῶμα Β καὶ μικρὸν τι ἄγγεϊον Κ' ἰσορροποῦμεν ταῦτα διὰ σταθμῶν. Εἶτα ἐξερτῶμεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐκ τοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ διὰ νήματος καὶ τὸ ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς τοῦ ἄγγεϊου πεπληρωμένου ὕδατος μέχρι τοῦ σωλῆνος Ν, καὶ συλλέγομεν ἐν τῷ ἄγγεϊῳ Κ τὸ ἐκτοπισθὲν ὕδωρ, ὅπερ θέτοντες εἰς τὸν δίσκον Ρ τοῦ ζυγοῦ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἐπανερχεται. Ὁμοίως δυνάμεθα νὰ πειραματισώμεν διὰ τοῦ κυλίνδρου Γ ἐμβαπτίζοντες αὐτὸν μέχρι ὀρισμένου ὕψους αὐτοῦ, ὅπερ δεικνύει ἡμῖν ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου κεχαραγμένη γραμμὴ. Ὡσαύτως λαμβάνομεν τὴν μικρὰν συσκευὴν Ε, ἥτις εἶνε ὑαλίνη καὶ κοίλη, φέρει δὲ ὀλίγον ὑδράργυρον οὕτως, ὥστε τιθεμένη ἐπὶ τοῦ ὕδατος νὰ ἐπιπολάζη μὲν, ἀλλὰ νὰ ἐμβαπτίζεται ὀλόκληρος καὶ ἰσορροποῦμεν ταύτην ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ μετὰ τοῦ μικροῦ ἄγγεϊου Κ κενοῦ· εἶτα ἐμβαπτίζοντες αὐτὴν ἐν τῷ ἄγγεϊῳ Ν συλλέγομεν ἐν τῷ ἄγγεϊῳ Κ τὸ ὕδωρ, ὅπερ ἐκτοπίζει· θέτοντες δ' εἶτα τὸ ἄγγεϊον Κ μετὰ τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδατος ἐπὶ τοῦ δίσκου Ρ τοῦ ζυγοῦ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται, τὸ ὅποῖον ἀποδεικνύει ὅτι ἡ συσκευὴ Ε ἔχει βῆρος ἴσον πρὸς τὸ βῆρος τοῦ ὑπ' αὐτῆς ἐκτοπιζομένου ὕδατος. Τὸ αὐτὸ δυνάμεθα νὰ ἐπαναλάβωμεν διὰ τεμαχίου ξύλου, ὅπερ ὡς γνωστὸν ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Παρατηροῦμεν δ' ὅτι τοῦτο ἔχει βῆρος ἀκριβῶς ἴσον τῷ βάρει τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος, ὅταν ἐπιπολάζη.

105. Ἐκ τῶν εἰρημένων συνάγομεν ὅτι, ὅταν καταδύωμεν διὰ τῆς

χειρὸς ἡμῶν ἐν τῷ ὕδατι σῶμά τι καὶ ἀφίνωμεν αὐτὸ ἐλεύθερον, τρία τινὰ δύνανται νὰ συμβῶσιν.

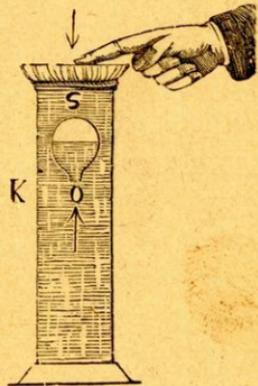
Α'. ( $B > A$ ). Τὸ σῶμα βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένος, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἶνε μείζον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὑγροῦ, οἷον τεμάχιον μολύβδου, νωπὸν ῥὸν ἐν καθαρῷ ὕδατι.

Β'. ( $B = A$ ). Τὸ σῶμα ἐναιωρεῖται ἐν τῷ ὑγρῷ, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἶνε ἴσον τῷ βάρει ἴσου ὄγκου ὑγροῦ, οἷον νωπὸν ῥὸν ἐν ὕδατι περιέχοντι ὀλίγον μαγειρικὸν ἄλας.

Γ'. ( $B < A$ ). Τὸ σῶμα ἀναδύεται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ὅταν τὸ βάρος αὐτοῦ εἶνε ἔλασσον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὑγροῦ, οἷον φελλὸς ἐν τῷ ὕδατι καταδύμενος. Κατὰ τὴν τρίτην ταύτην περίπτωσιν τὸ καταδύμενον ἐν τῷ ὑγρῷ σῶμα, ὡς ὁ φελλὸς ἐν τῷ ὕδατι, ἐφ' ὅσον μὲν εὐρίσκεται ὅλος ἐν τῷ ὕδατι, ἐκτοπίζει ὕδωρ, οὕτινος τὸ βάρος εἶνε μείζον τοῦ βάρους τοῦ φελλοῦ· ὅταν ὅμως φθάσῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος καὶ ἐπιπλέων ἰσορροπήσῃ, ἔχει βάρος ἴσον τῷ βάρει τοῦ ὕδατος, ὅπερ τὸ ἐμβεβαπτισμένον μέρος τοῦ φελλοῦ ἐκτοπίζει. Τοῦτο δὲ παρατηρεῖται εἰς πάντα τὰ ἐπιπολάζοντα σώματα, οἷον εἰς λέμβον, πλοῖον κ.λ.π., ἅτινα ἔχουσι βάρος ἐν ὅλῳ ἴσον τῷ βάρει τοῦ θαλασσίου ὕδατος, ὅπερ ἐκτοπίζουσι. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν εἰς λέμβον εἰσέλθῃ τις ἔχων βάρος 75 χιλιόγρ., ἡ λέμβος θέλει βυθισθῆ ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε νὰ ἐκτοπίσῃ ἐπὶ πλέον 75 χιλιόγρ. θαλασσίου ὕδατος.

#### 106. Κολυμβητὴς τοῦ Καρτεσίου.

Διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης πραγματοποιοῦνται πᾶσαι αἱ περιπτώσεις, καθ' ἃς σῶμά τι ἐπιπολάζει, αἰωρεῖται ἢ βυθίζεται ἐν ὑγρῷ. Συνίσταται δ' αὕτη ἐκ μικρᾶς κείλης ὑαλίνης σφαίρας  $\epsilon$  (σχ. 79) διατηρούσης ὄγκον σταθερὸν, φεροῦσης ὑποκάτωθεν μικρὰν ὀπὴν  $\text{O}$  καὶ ἐμπεριεχοῦσης ἀέρα καὶ τόσον ὕδωρ, ὥστε ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος τοῦ πληροῦντος τὸν κύλινδρον  $\text{K}$ , ὅστις κλείεται ἄνωθεν καλῶς διὰ λεπτοῦ δέρματος ἢ ἐλαστικοῦ κόμματος. Ἐὰν τότε πιέσωμεν τὸ δέριμα διὰ τοῦ δακτύλου, ἢ πιέσις αὕτη μεταδίδεται εἰς τὸν ἀέρα καὶ δι' αὐτοῦ εἰς τὸ ὕδωρ, ὅπερ πιέζον τὸν ἐν τῇ σφαίρᾳ ἀέρα εἰσέρχεται ἐν μέρει ἐντὸς αὐτῆς καὶ



Σχ. 79.

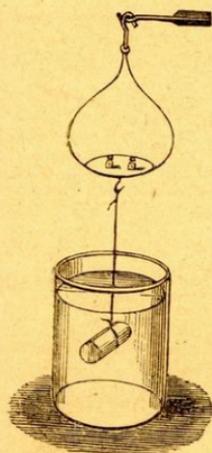
καθιστᾶ αὐτὴν βαρυτέραν τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος, οὕτω δὲ αὐτὴ βυθίζεται. Ἐὰν κανονίσωμεν τὴν πίεσιν οὕτως, ὥστε ἡ σφαῖρα διὰ τοῦ εἰσερχομένου ὕδατος νὰ καταστῇ ἰσοβαρὴς πρὸς τὸ ἐκτοπιζόμενον ὕδωρ, τότε αὐτὴ ἐναιωρεῖται εἰς οἰονδήποτε βάθος θέλομεν. Ἄν αὐξήσωμεν τὴν πίεσιν, ἡ σφαῖρα κατέρχεται, ἂν δ' ἐλαττώσωμεν αὐτὴν τὸ εἰς τὴν σφαῖραν εἰσελθόν ὕδωρ ἐξέρχεται, ἡ σφαῖρα καθίσταται ἐλαφροτέρα καὶ ἀνέρχεται μέχρι τῆς ἐπιφανείας.

**107. Κολύμβησις.** Τὸ ἀνθρώπινον σῶμα ἔχει ἐν γένει βάρος μικρότερον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ὕδατος γλυκέος καὶ ἔτι μᾶλλον θαλασσίου, διότι τοῦτο εἶνε πυκνότερον τοῦ πρώτου. Ὡστε φυσικῶς τὸ ἀνθρώπινον σῶμα ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Ἀλλὰ παρὰ τῷ ἀνθρώπῳ ἡ κεφαλὴ ἔχει πολὺ βάρος σχετικῶς πρὸς τὸ βάρος τῶν κάτω ἄκρων, ὃ δὲ θέλων νὰ διατηρήσῃ τὸ σῶμα αὐτοῦ κατακόρυφον ἐν τῷ ὕδατι εὐρίσκεται ἐν ἀσταθεῖ ἰσορροπίᾳ καὶ ἡ κεφαλὴ αὐτοῦ τείνει νὰ βυθισθῇ. Εἰς τὰ τετράποδα ὅμως ζῷα τὸναντίον ἡ κεφαλὴ ἔχει βάρος σχετικῶς μικρότερον καὶ διὰ τοῦτο ταῦτα εὐρισκόμενα ἐν εὐσταθεῖ ἰσορροπίᾳ φύσει κολυμβῶσιν. Ὁ πνιγὸς ἀνέρχεται μετὰ τινος ἡμέρας εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, διότι αὐξάνεται κατὰ τὸν ὄγκον ἀναπτυσσομένων ἐν αὐτῷ ἀερίων.

**108. Εἰδικὸν βάρος.** Ἐὰν διάφορα σώματα, οἷον ξύλον, χαλκόν, μόλυβδον λάβωμεν ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὄγκον καὶ σταθμίσωμεν αὐτά, εὐρίσκομεν ὅτι ἔχουσι διάφορον βάρος. Ἐὰν δὲ τὸ βάρος ἐνὸς ἐξ αὐτῶν λάβωμεν ὡς μονάδα καὶ πρὸς αὐτὸ συγκρίνωμεν τὸ βάρος πάντων τῶν ἄλλων σωμάτων, εὐρίσκομεν τὸ καλούμενον **εἰδικὸν βάρος** αὐτῶν. Κατὰ συνθήκην δ' ἐλήφθη ὡς μονὰς τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν ὕδωρ ἀπεσταγμένον θερμοκρασίας 4° πληροῦν ποτήριον ζυγίζῃ 100 γραμμ., ὑδράργυρος δὲ πληρῶν τὸ αὐτὸ ποτήριον ζυγίζῃ 1359 γραμμ., τοῦτο δηλοῖ ὅτι ὁ ὑδράργυρος εἶνε 13,59 φορές πυκνότερος τοῦ ὕδατος. Ἐκ τούτων συνάγομεν τὸν ἐξῆς ὀρισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων. **Εἰδικὸν βάρος σώματός τινος καλεῖται ὁ λόγος τοῦ βάρους τοῦ σώματος τούτου ὑπὸ τῆν θερμοκρασίαν 0° πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 4°.**

**109. Μέθοδοι πρὸς εὔρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν**

**στερεῶν σωμάτων.** Ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐνὸς δίσκου τοῦ ζυγοῦ διὰ λεπτοτάτου νήματος τὸ σῶμα (σχ. 80) καὶ ἰσορροποῦμεν αὐτὸ διὰ σταθμῶν B τιθεμένων ἐν τῷ ἐτέρῳ δίσκῳ, ἅτινα παριστῶσι τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐν τῷ ἀέρι. Μετὰ ταῦτα φέρομεν κάτωθεν τοῦ σώματος δοχεῖον πλήρες ὕδατος, ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὸ σῶμα νὰ βυθισθῇ ἐν τῷ ὕδατι, ὅτε ἡ ἰσορροπία ταράσσεται. Χωρὶς δὲ ν' ἀφαιρέσωμεν τὰ σταθμὰ ἐκ τοῦ ἐτέρου δίσκου, ἐπαναφέρομεν τὴν ἰσορροπίαν διὰ σταθμῶν β, ἅτινα θέτομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου, κάτωθεν τοῦ ὁποίου κρέμαται τὸ σῶμα, καὶ τὰ ὁποῖα κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους παριστῶσι τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ σώματος. Τούτων γενομένων εὐρίσκομεν ὅτι τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος δ ἰσοῦται τῷ λόγῳ τῶν βαρῶν B καὶ β, ἧτοι ἔχομεν



Σχ. 80.

$$\delta = \frac{B}{\beta}$$

Ὑποθέσωμεν π.χ. ὅτι τεμάχιον μαρμάρου ἔχει βάρος 284 γραμμ. ἐν τῷ ἀέρι καὶ ὅτι ἐν τῷ ὕδατι καταδυόμενον, ὡς δεῖκνύει τὸ σχῆμα, ὑψίσταται ἄνωσιν, ἢν ἰσορροποῦμεν διὰ σταθμῶν ἴσην πρὸς 100 γραμμ. Τοῦτο δηλοῖ ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ μαρμάρου εἶνε  $\frac{284}{100} = 2,84$ .

Πρὸς εὐρεσιν ὁμοῦ τοῦ εἰδικοῦ βάρους ἀκριβεστέρα εἶνε ἡ μέθοδος διὰ τῆς λήκυθου, ἧτις εἶνε μικρὰ φιάλη φρασσομένη διὰ πώματος ἐσφυρισμένου ἀλλὰ κοίλου, φέροντος πρὸς τὰ ἄνω μικρὸν καὶ στενὸν σωλήνα A (σχ. 81) ἀπολήγοντα εἰς ἄλλον πλατύτερον. Ἐπὶ τοῦ λεπτοῦ σωλήνος ὑπάρχει κεχαραγμένον σημεῖόν τι, μέχρι τοῦ ὁποίου πληροῦμεν τὴν λήκυθον ὕδατος ἀπεσταγμένου. Θέτομεν ἔπειτα ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου τοῦ ζυγοῦ τὴν λήκυθον πλήρη ὕδατος καὶ παρακειμένως μικρὰ τεμάχια τοῦ σώματος, οὕτως θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος, καὶ ἰσορροποῦμεν τὸ ὅλον διὰ λεπτῶν χυόνδρων μαλύθδου. Εἶτα ἀφαιροῦμεν τὸ σῶμα καὶ



Σχ. 81.

ἀντ' αὐτοῦ θέτομεν σταθμὰ, μέχρις ὅτου ἐπανεῖλθῃ ἡ αὐτὴ ἰσοροπία. Τὰ σταθμὰ ταῦτα Β παριστώσι τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐν τῷ ἀέρι. Κατόπιν ἀφαιροῦμεν τὰ σταθμὰ καὶ εἰσάγομεν τὰ τεμάχια τοῦ σώματος ἐν τῇ ληκύθῳ, ἀφαιροῦμεν δὲ τὸ πλεονάζον ὕδωρ διὰ ναστοῦ χάρτου καὶ σπογγίζομεν ἐπιμελῶς τὴν λήκυθον. Εἶνε φανερόν ὅτι τὸ σῶμα ἐξεδίωξεν ἐκ τῆς ληκύθου ὄγκον ὕδατος ἴσον τῷ ἑαυτοῦ. Θέτομεν μετὰ ταῦτα τὴν λήκυθον ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου τοῦ ζυγοῦ καὶ διὰ σταθμῶν β ἐπαναφέρομεν τὴν ἰσοροπίαν· τὰ σταθμὰ β παριστώσι τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν τοῦ σώματος, ὅθεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος εἶνε

$$\delta = \frac{B}{\beta} \quad (1).$$

ΠΙΝΑΞ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΤΕΡΕΩΝ ΤΙΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Λευκόχρυσος . . . . .	21,35	Κασσίτερος . . . . .	7,29
Χρυσός . . . . .	19,33	Ψευδάργυρος . . . . .	7,2
Μόλυβδος . . . . .	11,38	Ἀδάμας . . . . .	3,5
Ἄργυρος . . . . .	10,5	Μάρμαρον . . . . .	2,84
Χαλκός . . . . .	8,9	Ἀργίλλιον . . . . .	2,57
Νικέλιον . . . . .	8,28	Ἰαλός . . . . .	2,5
Χάλυψ . . . . .	7,7	Θεῖον . . . . .	2
Σιδήρεος χυτός . . . . .	7,6	Φελλός . . . . .	0,24

110. Ὄταν τὸ σῶμα εἶνε διαλυτὸν ἐν τῷ ὕδατι, προσδιορίζομεν τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ βάρος πρὸς ἄλλο ὕγρον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τοῦτο εἶνε ἀδιάλυτον. π. χ. τοῦ σακχάρου ἐν τῷ ἐλαίῳ, ἐν τῷ ὁποίῳ τοῦτο εἶνε ἀδιάλυτον καὶ οὐτινας τὸ εἰδικὸν βάρος εἶνε γνωστόν. Ἐστω Β τὸ βάρος τεμαχίου σακχάρου, Β' τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ἐλαίου καὶ β τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος. Τὸ  $\frac{B}{B'}$  παριστᾷ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σακχάρου ὡς πρὸς τὸ ἔλαιον. Ὁμοίως τὸ  $\frac{B'}{\beta}$  παριστᾷ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἐλαίου ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ. Καὶ ἐπομένως διὰ νὰ εὑρωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σακχάρου ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ, ἀρκεῖ νὰ λάβωμεν τὸ γινόμενον τῶν εἰδικῶν τούτων βαρῶν, διότι  $\frac{B}{B'} \times \frac{B'}{\beta} = \frac{B}{\beta}$ , τὸ ὁποῖον εἶνε τὸ ζητούμενον.

Εἰς τὸν τύπον (1)  $\delta = \frac{B}{\theta}$  ὁ παρονομαστής  $\theta$  παριστᾷ τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν τοῦ σώματος. Ἄλλ' ἐν τῷ δεκαδικῷ μετρικῷ συστήματι ἐν κυβ. ὑφεκ. ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρασίας  $4^{\circ}$  ζυγίζεται ἐν γραμμ., καὶ  $\theta$  κυβ. ὑφεκ. ζυγίζουσι  $\theta$  γραμμάρια· ἐπομένως διὰ τὸ ὕδωρ ὁ ἀριθμὸς ὁ παριστῶν τὸ βάρος αὐτοῦ παριστᾷ καὶ τὸν ὄγκον αὐτοῦ, ἥτοι

$$\theta = \theta,$$

ἔνθα  $\theta$  παριστᾷ τὸν ὄγκον τοῦ ὕδατος. Ἄλλὰ τοιοῦτος εἶνε καὶ ὁ ὄγκος τοῦ σώματος, οὕτινος τὸ βάρος εἶνε  $B$ . Ὡστε ὁ ἀνωτέρω τύπος (1) δύναται νὰ γραφῆ καὶ οὕτω

$$\delta = \frac{B}{\theta} \quad \text{καὶ} \quad B = \theta \times \delta$$

Ἐνεκα τούτου δυνάμεθα νὰ εἰπώμεν ὅτι εἰδικὸν βάρος σώματός τινος εἶνε ὁ λόγος τοῦ βάρους τοῦ σώματος πρὸς τὸν ὄγκον αὐτοῦ ἢ τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ σώματος. Ὡσαύτως δὲ ὅτι τὸ βάρος σώματός τινος ἰσοῦται τῷ γινομένῳ τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὸ εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ.

Παράδειγμα. Ζητήσωμεν τὸ βάρος πρισματικῆς στήλης ἐκ μαρμάρου, ἥς ἡ βάσις εἶνε τετράγωνον, οὕτινος ἡ πλευρὰ ἰσοῦται πρὸς 50 ὑφεκ. τὸ δὲ ὕψος πρὸς 2 μέτρα, τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ μαρμάρου ὄντος ἴσου πρὸς 2,837. Ὁ ὄγκος τοῦ μαρμαρίνου τούτου πρίσματος εἶνε ἴσος πρὸς  $5 \times 5 \times 20$  κυβ. ὑποδ. τὸ δὲ βάρος ἴσον πρὸς  $5 \times 5 \times 20 \times 2,837$  χιλιόγραμμα.

**111. Εἰδικὸν βάρος ὑγρῶν.** Καὶ τῶν ὑγρῶν τὸ εἰδικὸν βάρος δύναται νὰ εὑρεθῆ διὰ τοῦ ζυγοῦ. Πρὸς τοῦτο ἐξαρτῶμεν ἐκ τοῦ ἐτέρου τῶν δίσκων ζυγοῦ διὰ λεπτοτάτου σύρματος λευκοχρύσου ὑάλινον δοχεῖον ἀεροστεγῶς κεκλεισμένον καὶ ἐμπεριέχον ὑδράργυρον ἢ χόνδρους μολύβδου, ὅπως βυθίζεται καὶ ἐντὸς τῶν πυκνοτέρων ὑγρῶν, καὶ ἰσορροποῦμεν τοῦτο διὰ βαρῶν, τὰ ὅποια θέτομεν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου δίσκου τοῦ ζυγοῦ. Εἶτα ἐμβαπτιζόμεν τὸ δοχεῖον (σχ. 82) ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος γνωστῆς θερμοκρασίας καὶ ἔστω  $B$  τὸ βάρος, ὅπερ ὀφείλομεν νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου, ἐξ οὗ κρέμαται τὸ δοχεῖον, ἵνα ἐπανέλθῃ ἡ ἰσορροπία. Ἐμβαπτιζόμεν ἔπειτα αὐτὸ ἐν τῷ ὑγρῷ, τοῦ ὁποίου τὸ εἰδικὸν βάρος πρόκειται νὰ εὑρεθῆ, ἀλλ' ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἔστω δὲ  $\beta$  τὸ βάρος τὸ ἐπαναφέρων ὡς πρότερον τὴν ἰσορροπίαν. Εἶνε φανερὸν ὅτι τὰ βάρη  $B$  καὶ  $\beta$  παριστῶσι τὰ βάρη ἴσων ὄγκων τὸ μὲν τοῦ ὑγροῦ, οὕτινος πρό-



Σχ. 82.

κειται να εύρεθῆ τὸ εἰδικὸν βάρους, τὸ δὲ ὕδατος. Ἐπομένως τὸ ζυγούμενον εἰδικὸν βάρους τοῦ ὑγροῦ εἶνε

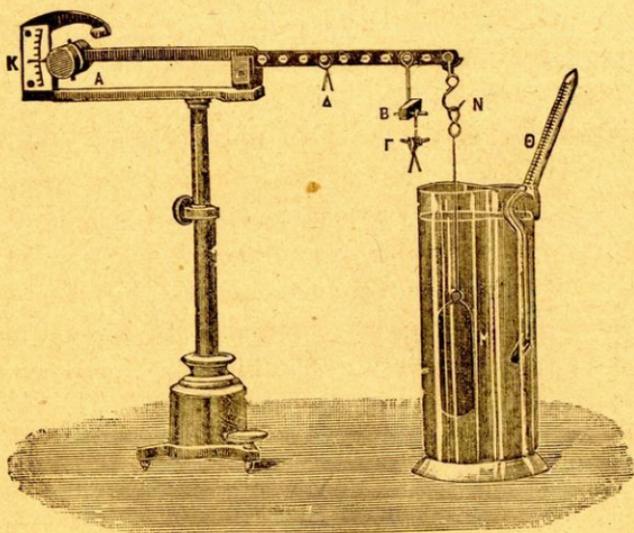
$$d = \frac{\beta}{B} \quad (2).$$

112. Τὸ εἰδικὸν βάρους τῶν ὑγρῶν εὐρίσκεται ἀκριβέστερον διὰ τῆς ληκύθου. Πρὸς τοῦτο λαμβάνομεν μικρὰν ὑαλίνην λήκυθον, ἣτις σύγκειται ἐκ κυλινδρικοῦ δοχείου φέροντος πρὸς τὰ ἄνω λεπτὸν σωλήνα ἀπολήγοντα εἰς ἄλλον πλατύτερον πεπωματισμένον δι' ὑαλίνου πώματος χρησιμεύοντος πρὸς κώλυσιν τῆς ἐξατμίσεως τοῦ ὑγροῦ, ἐὰν τοῦτο τυγχάνη πτητικόν, ὡς τὸ οἶνόπνευμα, ὁ αἰθέρ κ.λ.π. Ἐπὶ τοῦ λεπτοῦ σωλήνος εἶνε κεχαραγμένον σημεῖόν τι, μέχρι τοῦ ὁποίου πέριπε ἑκάστοτε να πληρῶται ἡ συσκευὴ ὑγροῦ. Ζυγίζομεν τὴν συσκευὴν τὸ μὲν πρῶτον κενήν, εἶτα δὲ πεπληρωμένην ὕδατος ἀπεσταγμένου μέχρι τοῦ ὠρισμένου σημείου καὶ εἶτα πλήρη μέχρι τοῦ αὐτοῦ σημείου τοῦ ὑγροῦ, οὕτως ζητεῖται τὸ εἰδικὸν βάρους. Ἐὰν π.χ. ἡ λήκυθος κενὴ μὲν ζυγίξῃ 50 γραμμ., πλήρης δ' ὕδατος ἀπεσταγμένου 130 γραμμ. καὶ πλήρης οἶνοπνεύματος 118 γραμμ., συνάγομεν ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρους τοῦ οἶνοπνεύματος εἶνε ἴσον πρὸς

$$\frac{118 - 50}{130 - 50} = 0,85.$$

113. **Ὑδροστατικὸς ζυγὸς τοῦ Mohr.** Πολλάκις μεταχειρίζονται πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν τὸν ἄνω σταθμῶν ὑδροστατικὸν ζυγὸν τοῦ Mohr. Ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ τούτου φέρει πρὸς τὸ ἓν ἄκρον ἐξηρητημένον ὑαλίνον πλωτήρα Μ (σχ. 83), ὅστις καταδύεται καὶ ἐντὸς τῶν πυκνοτέρων ὑγρῶν ὁ πλωτήρ οὗτος ἰσορροπεῖται ἐν τῷ ἀέρι διὰ τινος σταθεροῦ βάρους Α, ὅπερ κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄλλου ἄκρου τῆς φάλαγγος. Ὁ πρὸς τὰ δεξιὰ βραχίον τῆς φάλαγγος φέρει 10 διαιρέσεις ἴσον ἀπ' ἀλλήλων ἀπεχούσας, ἐκ τῶν ὁποίων δύνανται να ἐξαρτηθῶσι διάφορα βάρη Β, Γ, Δ, ὧν τὸ πρῶτον Β παριστᾷ τὴν ἄνωσιν, ἣν ὑφίσταται ὁ πλωτήρ βυθιζόμενος ἐν ἀπεσταγμένῳ ὕδατι θερμοκρασίας 15°, ἣν παρέχει τὸ θερμομέτρον Θ, τὰ δὲ δύο ἄλλα Γ καὶ Δ ἔλκουσι τὸ δέκατον καὶ τὸ ἑκατοστὸν τοῦ

πρώτου. Πρὸς εὕρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους ὑγροῦ τινος ἀραιωτέρου τοῦ ὕδατος ὁ μὲν πλωτήρ Μ καταδύεται ἐν τῷ ὑγρῷ τούτῳ, ὁ δὲ ζυγὸς ἰσορροπεῖται διὰ τῶν βαρῶν Β, Γ, Δ τιθεμένων εἰς τὰς διαιρέσεις οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγγξ νὰ λάβῃ τὴν ὀριζοντιότητά. Οἱ ἀριθμοί, οὓς φέρουσιν αἱ διαιρέσεις ἐξ ὧν ἐξηρήθησαν τὰ βάρη, δεικνύουσιν ὁ μὲν πρῶτος τὰ δέκατα, ὁ δὲ δεύτερος τὰ ἑκατοστὰ καὶ ὁ τρίτος τὰ χιλιοστὰ τῆς ζητουμένης πυκνότητος. Οὕτως ἐὰν ὁ πλωτήρ βυθισθῇ ἐντὸς



Σχ. 83.

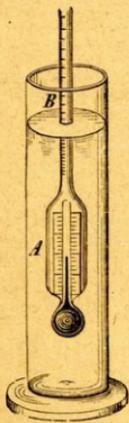
οἰνοπνεύματος καὶ πρὸς ἰσορροπίαν τὸ μὲν πρῶτον βᾶρος Β κεῖται εἰς τὴν διαίρεσιν 8, τὸ δὲ δεύτερον εἰς τὴν διαίρεσιν 2 καὶ τὸ τρίτον εἰς τὴν διαίρεσιν 5, ἡ ζητουμένη πυκνότης τοῦ ὑγροῦ τούτου εἶνε ἴση πρὸς 0,825. Ἐὰν πλείονα βάρη, οἷον τὸ Β καὶ τὸ Γ, εἶνε ἐξηρητημένα ἐκ τῆς αὐτῆς διαιρέσεως, οἷον τῆς διαιρέσεως 8, τὸ δὲ τρίτον Δ ἐκ τῆς διαιρέσεως 4, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα, τότε ἡ ζητουμένη πυκνότης εἶνε 0,884. Ἐὰν τὸ ὑγρὸν εἶνε πυκνότερον τοῦ ὕδατος, τότε ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ ἀγκίστρου Ν ἐν ἧ δύο βάρη ἴσα τῷ Β, ὧν ὁ ἀριθμὸς παρέχει τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀκεραίων μονάδων τῆς ζητουμένης πυκνότητος.

## ΠΙΝΑΞ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΥΓΡΩΝ ΤΙΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Υδράργυρος..	13,596	Θαλάσσιον ὕδωρ..	1,026	Πετρέλαιον.	0,891
Βρώμιον.....	3,187	Ἐλαιον .....	0,915	Αἰθέρ .....	0,736

114. **Πυκνόμετρα.** Ἐν πολλαῖς περιστάσεσι πρὸς εὑρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν γίνεται χρῆσις ὀργάνων, ἅτινα δι' ἀπλῆς καταδύσεως ἐν ὑγροῖς παρέχουσιν ἡμῖν τὸ εἰδικὸν βᾶρος αὐτῶν. Τὰ ὄργανα ταῦτα καλοῦνται **πυκνόμετρα**, ὧν ὑπάρχουσι δύο εἶδη. Τὸ μὲν πρῶτον χρησιμεύει διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά, τὸ δὲ δεύτερον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος.

α'). **Πυκνόμετρον διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά.** Τὸ πυκνόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ κόλλου ὑαλίνου πλωτήρος Α (σχ. 84) φέροντος πρὸς τὰ ἄνω στενωτέρου κυλινδρικοῦ σω-



Σχ. 84.

λῆνα Β, πρὸς τὰ κάτω δὲ μικρὰν κόλλην σφαῖραν, ἐντὸς τῆς ὁποίας τίθεται ὑδράργυρος πρὸς ἐρματισμὸν τοσοῦτος, ὥστε καταδυομένη ἡ συσκευή ἐντὸς δοχείου περιέχοντος ὕδωρ ἀπεστατημένον νὰ ἐπιπλήη μὲν ἀλλ' ὀλόκληρος νὰ βυθίζηται ἐν τῷ ὕδατι μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου τοῦ σωλήνος Β, ἔνθα σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,00. Μετὰ τοῦτο ἐμβαπίζεται ἡ συσκευή ἐντὸς ὑγρῶν, ὧν ἡ πυκνότης εἶνε 1,10, 1,20, 1,30, .... 1,80 ἤτοι ἀνωτέρα τῆς τοῦ ὕδατος. Ἐν τοῖς ὑγροῖς τούτοις ἡ συσκευή καταδύεται τόσῳ ὀλιγώτερον, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ πυκνότης αὐτῶν. Ἐὰν π.χ. ἐντὸς ὑγροῦ, οὔτινος ἡ πυκνότης εἶνε 1,40, ἡ συσκευή καταδύεται μέχρι τοῦ σημείου Β τοῦ σωλήνος, ἐκεῖ σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,40. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν καταβυθίσωμεν τὴν συσκευὴν ἐντὸς θεϊκοῦ ὀξέος καὶ παρατηρήσωμεν ὅτι αὕτη ἐπιπλάζει μέχρι τῆς διαιρέσεως 1,80, συναγομεν ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ τούτου εἶνε ἴση πρὸς 1,80 τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος λαμβανομένης ἴσης πρὸς τὴν μονάδα.

ΣΗΜ. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται ὑπὸ ὠρισμένην θερμοκρασίαν, οἷον τὴν τῶν 15° ἑκατομβάθμου, τοιαύτην δὲ θερμοκρασίαν πρέπει νὰ ἔχη καὶ τὸ ὑγρὸν, οὔτινος προσδιορίζομεν τὴν πυκνότητα.

Τὴν θερμοκρασίαν ταύτην ἀγευρίσκομεν διὰ τοῦ ἐν τῷ πλωτῆρι Α θερμομέτρου, οὕτινος ὁ ὑδράργυρος χρησιμεύει καὶ ὡς ἔρμα εἰς τὴν συσκευὴν.

β'). **Πυκνόμετρον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά.** Τὸ πυκνόμετρον τοῦτο εἶνε ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ, διαφέρει δ' αὐτοῦ κατὰ τοῦτο, ὅτι ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐντὸς ἀπεσταγμένου ὕδατος ἐμβαπτιζόμενον νὰ ἐπιπολάζη μέχρι τοῦ κατωτέρου ἄκρου τοῦ σωλῆνος Β, ἔνθα σημειοῦται ὁ ἀριθμὸς 1,00. Εἶτα ἐμβαπτιζεται ἐντὸς ὑγρῶν ἐχόντων πυκνότητα 0,90, 0,80, 0,70 κτλ., ἐντὸς τῶν ὁποίων ἡ συσκευή καταδύεται τόσῳ μᾶλλον, ὅσῳ ἡ πυκνότης αὐτῶν εἶνε ἐλάσσων. Εἰς τὰ σημεία τῆς ἐπιπολῆς σημειοῦνται οἱ ἀριθμοὶ 0,90, 0,80, 0,70 κτλ. Οὕτως, ἐὰν ἡ συσκευὴ αὕτη καταδυομένη ἐντὸς αἰθέρος ἐπιπολάζη μέχρι τῆς διαιρέσεως 0,73, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ αἰθέρος εἶνε ἴση πρὸς τὰ 0,73 τῆς τοῦ ὕδατος.

**115. Ἑκατόμβαθμον οἶνοπνευματόμετρον τοῦ Gay-Lussac.** Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει πρὸς εὔρεσιν τοῦ ἐν τοῖς οἶνοπνεύμασι περιεχομένου ἀπολύτου οἶνοπνεύματος, τουτέστι διὰ τοῦ ὄργανου τούτου εὐρίσκομεν εἰς ἑκάτον ὄγκους κράματος ὕδατος καὶ οἶνοπνεύματος πόσοι ὄγκοι ἐμπεριέχονται ἀπολύτου οἶνοπνεύματος. Ἡ συσκευὴ αὕτη ὅμοια οὔσα πρὸς τὰ ἀνωτέρω περιγραφέντα πυκνόμετρα ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζομένη ἐντὸς τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος θερμοκρασίας  $15^{\circ}$  νὰ καταδύηται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου τοῦ σωλῆνος Β, ἔνθα χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 0. Εἶτα βυθίζεται διαδοχικῶς εἰς κράματα ἀνύδρου οἶνοπνεύματος καὶ ἀπεσταγμένου ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν  $15^{\circ}$  ἐμπεριέχοντα εἰς 100 ὄγκους 10, 20, 30 κτλ. ὄγκους οἶνοπνεύματος καὶ εἰς τὰ σημεία τῆς ἐπιπολῆς σημειοῦνται οἱ ἀριθμοὶ 10, 20, 30 κτλ. καὶ διαιροῦνται εἶτα τὰ μεταξὺ διαστήματα εἰς 10 ἴσα μέρη, οὕτω δὲ παράγεται κλίμαξ φέρουσα 100 διαιρέσεις, ἧς ὁ 100ὸς βαθμὸς δεικνύει τὸ ἀπόλυτον οἶνόπνευμα. Τούτων γενομένων, ἐὰν τὸ ὄργανον τοῦτο ἐμβαπτισθῆν εἰς οἶνόπνευμά τι θερμοκρασίας  $15^{\circ}$  ἐπιπολάζη μέχρι τῆς διαιρέσεως 87, συνάγομεν ὅτι εἰς τὸ οἶνόπνευμα τοῦτο ἐμπεριέχονται 87 ὄγκοι ἐπὶ τοῖς 100 ἀπολύτου οἶνοπνεύματος. Ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ οἶνοπνεύματος εἶνε

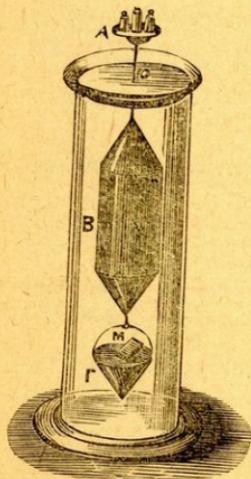
διάφορος τῶν  $15^{\circ}$ , δὲν εἶνε δὲ εὐκόλον νὰ δώσωμεν εἰς αὐτὸ τὴν θερμοκρασίαν τῶν  $15^{\circ}$ , ποιούμεθα χρῆσιν τῶν πινακῶν τοῦ Gay-Lussac, δι' ὧν ἀνάγομεν τὸν παρατηρηθέντα βαθμὸν εἰς τὸν πραγματικόν.

### ΠΕΡΙ ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΩΝ

116 Τὰ ἀραιόμετρα εἶνε ὄργανα χρησιμεύοντα πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους ἢ τῆς πυκνότητος τῶν στερεῶν ἢ ὑγρῶν σωμάτων. Διακρίνονται ἐν δύο κατηγορίαι ἀραιομέτρων. Α') Ἀραιόμετρα σταθεροῦ ὄγκου καὶ μεταβλητοῦ βάρους καὶ Β') Ἀραιόμετρα σταθεροῦ βάρους καὶ μεταβλητοῦ ὄγκου.

Α'). Ἀραιόμετρα σταθεροῦ ὄγκου, τὸ τοῦ Nicholson διὰ τὰ στερεὰ καὶ τὸ τοῦ Fahrenheit διὰ τὰ ὑγρά.

α'). Ἀραιόμετρον τοῦ Nicholson Τὸ ἀραιόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ τινος ὀρειχαλκίνου κοίλου κυλίνδρου Β (σχ. 85) περατουμένου ἐκατέρωθεν εἰς



Σχ. 85.

δύο κώνους. Ὁ μὲν ἀνώτερος κῶνος ἀπολήγει εἰς στέλεχος, τὸ ὁποῖον φέρει δισκάριον Α, ὃ δὲ κατώτερος ἀπολήγει εἰς ἄγκιστρον, ἐκ τοῦ ὁποίου κρέμαται ὁ κῶνος Γ, ὅστις πληροῦται μολύβδου χρησιμεύοντος ὡς ἔρμα, οὕτω δὲ τὸ ὄργανον τιθέμενον ἐπὶ τοῦ ὕδατος οὐ μόνον ἐπιπολάζει, ἀλλὰ καὶ διατηρεῖ κατακόρυφον θέσιν. Τὸ στέλεχος φέρει ἐρυθρόν τι σημεῖον Ο καλούμενον σημεῖον ἐπιπολῆς, μέχρι τοῦ ὁποίου πρέπει εἰς ἕκαστον πείραμα τὸ ὄργανον νὰ καταδύηται, ὅπως ἐκτοπιζομένου πάντοτε τοῦ αὐτοῦ ὄγκου ὑγροῦ ἢ ἄνωσις μὲνη σταθερά. Πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους σώματός τινος διὰ τοῦ ἀραιομέτρου τοῦ Nicholson θέτομεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐπὶ τοῦ δισκαρίου Α, προσθέτομεν δὲ καὶ ἄλλα βάρη, εἰς χόνδρους μολύβδου ἢ ἄμμον, μέχρις ὅτου τὸ ὄργανον κατέλθῃ μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐπιπολῆς Ο. Εἶτα ἀφαιροῦμεν μόνον τὸ σῶμα καὶ ἀντ' αὐτοῦ θέτομεν σταθμὰ ὠρισμένα μέχρις ὅτου κατέλθῃ

καὶ αὐθις ἡ συσκευή μέχρι τοῦ αὐτοῦ σημείου Ο. Εἶνε φανερὸν ὅτι τὰ σταθμὰ ταῦτα, ἅτινα ἔτρωσαν Β, παριστώσι τὸ βᾶρος τοῦ σώματος. Μετὰ ταῦτα ἀφαιροῦμεν τὰ σταθμὰ ταῦτα, ἐξάγομεν τὸ ἀραιόμετρον ἐκ τοῦ ὕδατος καὶ μεταθέτομεν τὸ σῶμα ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ ἀνεστραμμένου κώνου Γ εἰς τὸ Μ. Ἐμβαπτιζόντες δὲ καὶ πάλιν τὴν συσκευὴν ἐν τῷ ὕδατι παρατηροῦμεν ὅτι αὕτη δὲν καταδύεται μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐπιπολῆς Ο, ἀλλὰ μέχρι σημείου κατωτέρου. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι τὸ σῶμα ἐκτοπίσθη ὑδρὸς ὑψίσταται ὧσιν πρὸς τὰ ἄνω ἴσην τῷ βάρει ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν ὄγκον τοῦ σώματος. Ἴνα δὲ κατέλθῃ καὶ αὐθις ἡ συσκευή μέχρι τοῦ σημείου Ο, πρέπει νὰ ἐπιθέσω-

μέν ἐπὶ τοῦ δισκαρίου  $A$  βάρος τι  $\theta$ , τὸ ὁποῖον παριστᾷ τὸ βῆρος ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸν τοῦ σώματος. Ἐπομένως τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βῆρος εἶνε

$$d = \frac{B}{\theta}$$

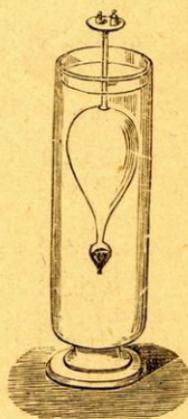
Ἄν τὸ σῶμα, οὕτινος τὸ εἰδικὸν βῆρος πρόκειται νὰ προσδιορισθῆ, εἶνε ἐλαφρότερον τοῦ ὕδατος, οἷον τεμάχιον φελλοῦ, ἐπειδὴ ἐμβυπτιζόμενον ἐν τῷ ὕδατι ἀνέρχεται μέχρι τῆς ἐπιφανείας, ἀναστρέφωμεν τὸν κῶνον  $\Gamma$ , ὃν κρεμῶμεν ὀρθὸν ἐκ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ καὶ θέτομεν τὸ σῶμα ὑπὸ τὴν βᾶσιν τοῦ ἀνορθωθέντος ἤδη κῶνου, οὕτω δὲ ἡ ἀνάδυσσις τοῦ σώματος ἐμποδίζεται καὶ πειραματίζομεν κατὰ τὸν προεκτεθέντα τρόπον.

β'). **Ἀραιόμετρον τοῦ Fahrenheit.** Τὸ ὄργανον τοῦτου σύγκειται ἐκ κοίλου ὑαλίνου πλωτήρος (σχ. 86) φέροντος κάτωθεν σφίραν ἐμπεριέχουσαν ὑδράργυρον διὰ τὴν εὐστάθειαν καὶ στελέχος ἀπολήγον εἰς ὀριζόντιον δισκάριον. Ἐπὶ τοῦ στελέχους τούτου ὑπάρχει γραμμὴ παριστῶσα τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς μέχρι τοῦ ὁποίου ἡ συσκευή καταδύεται ἐκάστοτε καὶ ἐκτοπίζει τὸν αὐτὸν ὄγκον ὕγρου, οὕτινος τὸ βῆρος ἰσοῦται τῷ βῆρει τοῦ ἀραιόμετρον καὶ τῶν ἐπ' αὐτοῦ σωμάτων.

Κατὰ πρῶτον προσορίζομεν ἀκριβῶς τὸ βῆρος τοῦ ὄργανου ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἔστω τοῦτο  $B$ , εἶτα ἐμβυπτιζόμενον αὐτὸ ἐν τῷ ὕγρῳ, οὕτινος πρόκειται νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἰδικὸν βῆρος, θέτοντες ἐπὶ τοῦ δισκαρίου σταθμὰ οὕτως, ὥστε νὰ κατέλθῃ ἡ συσκευή μέχρι τοῦ ὠρισμένου σημείου τῆς ἐπιπολῆς καὶ ἔστωσαν  $B'$  τὰ ἀναγκαῖα σταθμὰ. Ἐὰν ὡσαύτως τὸ  $B'$  ἐμφάνη νὰ ἀναγκαῖα σταθμὰ, ὅπως τὸ ὄργανον κατέλθῃ μέχρι τοῦ αὐτοῦ σημείου ἐν τῷ ἀπεσταγμένῳ ὕδατι, φανερὸν ὅτι τὰ βῆρη  $B+B'$  καὶ  $B+B'$  παριστῶσι τὰ βῆρη ἴσων ὄγκων ὕγρου καὶ ὕδατος καὶ ἐπομένως τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βῆρος εἶνε

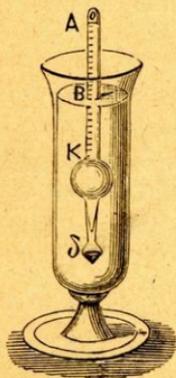
$$d = \frac{B+B'}{B+B'}$$

β'). **Ἀραιόμετρα σταθεροῦ βάρους.** Ἀραιόμετρον, ἰμοίων τὴν κατασκευὴν πρὸς τὰ πυκνόμετρα, γίνεται ἐτι χρῆσις ἐν τῷ ἐμπορίῳ καὶ τῇ βιομηχανίᾳ διὰ διάφορα ὑγρά, οἷον ὀξέα, διαλύματα ἀλάτων, ἀλλ' ἡ βαθμολογία αὐτῶν οὕσα αὐθίχρετος οὐδόπως δεικνύει τὴν πυκνότητά τοῦ ὕγρου συγκρινομένην πρὸς τὴν τοῦ ὕδατος. Τὰ μᾶλλον ἐν χρῆσει εἶνε τὰ ἀραιόμετρα τοῦ Baumé. Καὶ τὸ μὲν ἀραιόμετρον τὸ χρησιμεῖον διὰ τὰ πυκνότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβυπτιζόμενον ἐντὸς ὕδατος ἀπεσταγμένου θερμοκρα-



Σχ. 86.

σίας  $12^{\circ}$ , 5 εκατομβάθμου νά καταδύηται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου Α (σχ. 87) τοῦ σωλῆνος, ἔνθα χαράσσεται τὸ 0 τῆς κλίμακος. Εἶτα ἐμβαπτιζεται εἰς διάλυμα 15 μερῶν κοινοῦ ἄλατος ξηροῦ εἰς 85 μέρη ὕδατος, ὅπερ ἔχει



Σχ. 87.

θερμοκρασίαν  $12^{\circ}$ , 5, καὶ χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 15 κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς. Τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ 15 διάστημα διαιρεῖται εἰς 15 ἴσα μέρη, εἶτα δὲ αἱ διαιρέσεις ἐπεκτείνονται καθ' ὅλον τὸ μήκος τοῦ σωλῆνος. Τὸ ἀραιόμετρον δὲ τὸ χρησιμεῦον διὰ τὰ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ὑγρά ἐρμκτιζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον εἰς διάλυμα παρασκευασθὲν διὰ διαλύσεως 10 μερῶν κοινοῦ ἄλατος ξηροῦ εἰς 90 μέρη ὕδατος θερμοκρασίας  $12^{\circ}$ , 5 νά καταδύηται μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου Κ τοῦ σωλῆνος, ἔνθα χαράσσεται 0. Ἐμβαπτιζεται εἶτα εἰς ἀπεσταγμένον ὕδωρ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας καὶ εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπολῆς χαράσσεται ὁ ἀριθμὸς 10. Εἶτα τὸ μεταξὺ τῶν ἀριθμῶν 0 καὶ 10 διάστημα διαιρεῖται εἰς 10 ἴσα μέρη, αἱ δὲ διαιρέσεις αὗται ἐπεκτείνονται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου ἄκρου Α τοῦ σωλῆνος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'

### ΣΥΝΟΧΗ. ΣΥΝΑΦΕΙΑ.

#### ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ. ΔΙΑΧΥΣΙΣ. ΔΙΑΠΗΔΥΣΙΣ.

117. **Συνοχή, συνάφεια.** Συνοχή μὲν καλεῖται ἡ ἑλξίς ἢ ἀναπτυσσομένη μεταξὺ ὁμοφυῶν μορίων τῶν σωμάτων, συνάφεια δὲ ἡ μεταξὺ ἑτεροφυῶν μορίων, ὅταν ταῦτα εὐρίσκωνται εἰς ἐλάχιστην ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν. Ἡ μεταξὺ τῶν μορίων ἐλκτική αὕτη δύναμις ἀποδεικνύεται διὰ πολλῶν πειραμάτων.

Ἐὰν λάβωμεν σφαῖραν μολυβδίνην καὶ τέμνωμεν αὐτὴν εἰς δύο μέρη κατ' ἐπιφάνειαν ἐπίπεδον, ἐφαρμόσαντες δ' ἀμέσως ἐπ' ἀλλήλας τὰς προκυψάσας ἐπιπέδους ἐπιφανείας συμπίεσωμεν τὰ δύο μέρη, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπαιτεῖται ἰκανὴ δύναμις διὰ νὰ ἀποχωρισθῶσι ταῦτα. Δύο μετάλλιναι ἢ ὑάλιναι πλάκες ἔχουσαι ἐπιφάνειαν ἐπίπεδον καὶ ἐντελῶς λείαν ἐπιτιθέμεναι καὶ καλῶς ἐφαρμοζόμεναι ἐπ' ἀλλήλας δυσκόλως εἶτα ἀποχωρίζονται. Εἰς τὰ ὑαλοεργεῖα ἀποχωρίζουσι τὰς ὑάλιναις πλάκας, ἄλλως συγκολλῶνται. Δίσκος ὑάλινος εἰς ἐπαφήν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος εὐρίσκόμενος, διὰ ν' ἀποσπασθῇ, ἀπαιτεῖ δύ-

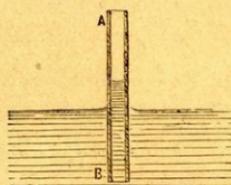
ναμιν ἀρκούντως μεγάλην. Ἔνεκα τῆς συναφείας προσκολλᾶται ἡ λεπτή κόνις ἐπὶ τῶν τοίχων ὀωματίου ἔνεκα τῆς συναφείας ταύτης δυνάμεθα νὰ γράψωμεν διὰ χρητίδος ἐπὶ τοῦ πίνακος, ἐπίσης διὰ μολυβδοκονδύλου ἢ μελάνης ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ νὰ συγκολλησωμεν δύο μέταλλα διὰ κασσιτέρου. Ὡσαύτως διὰ τὴν συνοχὴν τῶν ὑγρῶν μορίων πρὸς ἄλληλα ὑδράργυρος ριπτόμενος ἐπὶ ἐπιπέδου ὑάλου μεταβάλλεται εἰς σφαιρίδια, ἔνεκα δὲ τῆς συναφείας ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν ῥάβδον ὑαλίνην ἐντὸς τοῦ ὕδατος καὶ ἔπειτα ἀνασύρωμεν αὐτήν, παρατηροῦμεν σταγόνα προσκεκολλημένην εἰς τὸ ἄκρον αὐτῆς, ἥτις καίπερ ἔχουσα βάρος δὲν πίπτει. Ἡ συνάφεια αὕτη μεταξὺ στερεῶν καὶ ὑγρῶν εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα ὑγρά. Ἡ ὑάλος π. χ. ἔλκει μᾶλλον τὸ οἰνόπνευμα ἢ τὸ ὕδωρ διὰ τοῦτο ἐὰν ἐπὶ ὑαλίνης πλακῶς ἐπιχύσωμεν ὀλίγον ὕδωρ, ὥστε ν' ἀποτελέσῃ λεπτὴν στιβάδα καὶ εἶτα ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ὕδατος ἐπισταλάζωμεν σταγόνα οἰνοπνεύματος ἐρυθρωθέντος διὰ νὰ διακρίνηται τοῦ ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ οἰνόπνευμα ἐκδιώκει πρὸς τὰ πλάγια τὸ ὕδωρ, ὅπως ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ὑάλου.

Ἐὰν ἡ συνοχὴ τῶν μορίων ὑγροῦ τινος πρὸς ἄλληλα εἶνε μεγαλύτερα τῆς μεταξὺ τοῦ ὑγροῦ τούτου καὶ ἄλλου ὑγροῦ συναφείας, ὡς τοῦτο συμβαίνει μεταξὺ κοινοῦ ἐλαίου καὶ ὕδατος, τότε τὸ ἔλαιον ἐπισταλαζόμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος σχηματίζει μικρὰν σφαιροειδῆ μάζαν. Ἐὰν ὅμως ἡ συνοχὴ εἶνε μικροτέρα τῆς συναφείας, τότε τὸ πρῶτον ὑγρὸν κατὰ σταγόνα ἐπισταζόμενον ἐπὶ τοῦ δευτέρου ἐξαπλοῦται ἐπ' αὐτοῦ, ὡς τοῦτο παρατηροῦμεν, ὅταν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐπιστάζωμεν σταγόνα τερεβινθελαίου· τὸ τερεβινθέλαιον τότε ἐξαπλοῦται καὶ σχηματίζει λεπτότατον στρώμα. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τεμάχιον καφουράς ριπτόμενον ἐπὶ τοῦ ὕδατος κινεῖται.

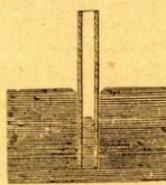
Ἔνεκα τῆς συναφείας μεταξὺ ὑγρῶν καὶ στερεῶν, ὑγρὸν περιεχόμενον ἐντὸς ἀγγείου, τοῦ ὁποίου τοὺς τοίχους διαβρέχει, ἴσταται ἐκεῖ, ἔνθα ἐφάπτεται τούτων ὑψηλότερον ἢ κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀποτελεῖ ἐπιφάνειαν κοίλην. Ἄλλ' ὅταν ἡ μεταξὺ τῶν ὑγρῶν μορίων συνοχὴ εἶνε ὑπερτέρα τῆς συναφείας, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν ὑδράργυρον ἐν ὑαλίῳ δοχείῳ, ὁπότε τὸ ὑγρὸν δὲν διαβρέχει τὸ στερεὸν σῶμα, ὁ ὑδράργυρος ἴσταται χαμηλότερον ἐκεῖ, ἔνθα ἐφάπτεται τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου ἢ κατὰ τὸ μέσον καὶ ἀποτελεῖ ἐπιφάνειαν κυρτήν.

Τὸ αὐτὸ ἐπίσης συμβαίνει, ὅταν ἐμβαπτίσωμεν ῥάβδον ὑάλινην ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἢ τοῦ ὑδαργύρου. Αἱ λιπαραὶ οὐσίαι δὲν διαβρέχονται ὑπὸ τοῦ ὕδατος, οἷον ἡ χεῖρ ἡμῶν ἀηλιμμένη διὰ λίπους, ἢ τὰ πτερὰ τῶν νηκτικῶν πτηγῶν. Διὰ τοῦτο μεταλλινὴ ῥαβδος κεχρισμένη λεπτῶ στρώματι παχείας ὕλης καὶ ῥιπτομένη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐπιπολάζει. Πολλὰ ἔντομα δύνανται νὰ βαδίζωσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, διότι παχεῖά τις ὕλη καλύπτουσα τὰ ἄκρα τῶν ποδῶν αὐτῶν προφυλάσσει αὐτὰ ἀπὸ τοῦ ὑγροῦ. Ἐὰν ὅμως δι' αἰθέρος διαλύσωμεν τὴν παχεῖαν ταύτην ὕλην, τὰ ἔντομα ἀμέσως βυθίζονται.

118. **Τριχοειδῆ φαινόμενα.** Ἐὰν ἐντὸς ὑγροῦ τινος, οἷον τοῦ ὕδατος, ἐμβαπτίσωμεν σωλῆνα ὑάλινον AB (σχ. 88), οὕτινος ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος νὰ εἶνε ἴση πρὸς ὀλίγα χιλιοστόμετρα, παρατη-



Σχ. 88.



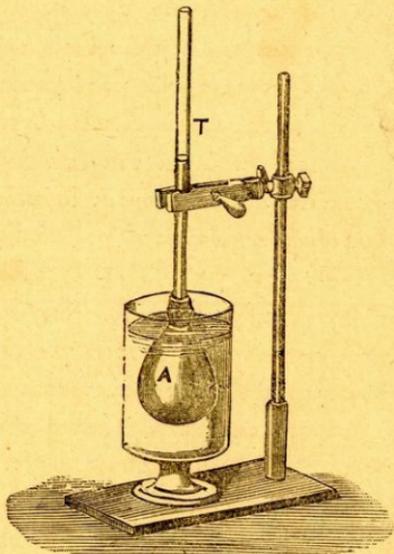
Σχ. 89.

ροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ὑψοῦται ἐντὸς αὐτοῦ καὶ τοσοῦτῳ μᾶλλον, ὅσῳ ὁ σωλῆν εἶνε στενωτέρως. Ἐὰν ὅμως τοιοῦτον σωλῆνα ἐμβαπτίσωμεν ἐντὸς ὑδαργύρου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται ἐν αὐτῷ (σχ. 89) κάτωθεν τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῷ δοχείῳ. Καὶ ἐν γένει παρατηρεῖται ὅτι ἀνυψοῦται μὲν τὸ ὑγρὸν ἐν τῷ σωλῆνι, ὅταν διαβρέχη αὐτόν, κατέρχεται δὲ, ὅταν δὲν διαβρέχη τὸν σωλῆνα. Αἰτίαι δὲ τῶν φαινομένων τούτων, ἅτινα ὡς συμβαίνοντα εἰς τριχοειδεῖς σωλῆνας, ἦτοι ἔχοντας διάμετρον ἴσην περίπου πρὸς τὴν τῆς τριχός, ἐκλήθησαν **τριχοειδῆ φαινόμενα**, εἶνε ἡ ἐλξις ἢ ἀναπτυσσομένη τοῦτο μὲν μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ πρὸς ἄλληλα, ἦτοι ἡ **συνοχή**, τοῦτο δὲ μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ καὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ τριχοειδοῦς σωλῆνος, ἦτοι ἡ **συνάφεια**. Διὰ τῆς ἀνυψώσεως δὲ ὑγρῶν ἐντὸς τριχοειδῶν σωλῆνων ἐρμηγεύονται πολλὰ ἄλλα φαινόμενα. Οὕτω π. χ. σωρὸς ἄμμου ξηρᾶς καθυγραίνεται, ὅταν μόνον ἡ βᾶσις

αὐτοῦ διαβραχῆ· ὁ σπόγγος, τὸ σάκχαρον, ἡ κρητὶς καὶ ἄλλα πορώδη σώματα καθ' ὅλοκληρίαν διαβρέχονται, ὅταν ἐν μέρος αὐτῶν ἐμβαπτισθῆ ἐν τῷ ὕδατι· τὸ οἰνόπνευμα, τὸ ἔλαιον, ὁ τετηκὼς κηρὸς ἀνέρχονται διὰ τῆς θρυαλλίδος δυνάμει τοῦ τριχοειδοῦς φαινομένου· ζηρὸν ξύλον διαβρεχόμενον ἐξογκοῦται, σχοινίον δ' ἐξογκούμενον βραχύνεται.

*Ἡ ἀνύψωσις ἢ ἡ κατάδυσις ὑγροῦ τιнос ἐντὸς τριχοειδοῦς σωλῆνος, ἐξαρθρωμένη ἐκ τε τῆς φύσεως τοῦ ὑγροῦ καὶ ἐκ τῆς ὕλης τοῦ σωλῆνος, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὴν διάμετρον τοῦ σωλῆνος ἐν ὁμοίαις περιστάσεσιν.*

**119. Διαχύσις Διαπίδουσις.** Ἐὰν ἐν τινι δοχείῳ ρίψωμεν ὑδράργυρον, ὕδωρ καὶ ἔλαιον, ἀναταράξαντες δὲ τὰ ὑγρά ταῦτα ἀφήσωμεν εἴτα ἡρεμα, παρατηροῦμεν ὅτι ταῦτα χωρίζονται πάλιν ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἰσορροποῦσιν (§ 95). Ὁ χωρισμὸς δ' οὗτος ἐπέρχεται, διότι ἐν ἐκάστῳ ὑγρῷ ἡ συνοχὴ εἶνε ὑπερτέρα τῆς συναφείας μεταξὺ ἐκάστου τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν δύο ἄλλων. Ἐὰν ὅμως ἐπὶ τοῦ ὕδατος π. χ. ἐπιχύσωμεν βραδέως ἄλλο τι ὑγρὸν ἀραιότερον αὐτοῦ, ἀλλὰ τοιοῦτον, ὥστε τελείως νὰ μινγνῆται μετ' αὐτοῦ, οἷον οἰνόπνευμα, ἢ ἐπὶ διαλύματος ἄλατος, οἷον θειϊκοῦ χαλκοῦ, ἐπιχύσωμεν ὕδωρ, ἐπέρχεται βαθμιαία ἀνάμιξις αὐτῶν, οὕτως ὥστε μετὰ τινα χρόνον ἀνευρίσκομεν μίγμα ὁμοιομερὲς ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ μέχρι τοῦ πυθμένου τοῦ δοχείου· τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἡ



Σχ. 90.

μεταξὺ τῶν δύο ὑγρῶν συναφεία οὔσα ἀρκούντως ἰσχυρὰ ὑπερτερῆ τῆς ἐν ἐκάστῳ ὑγρῷ συνοχῆς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *διάχυσις*, καθ' ἣν τὰ δύο ὑγρά διαλύουσιν ἀλλήλα. Τοιαύτη μίξις ἐπέρχεται καὶ ὅταν δύο τοιαῦτα ὑγρά διαχωρίζωνται διὰ τινος πορώδους διαφράγματος, οἷον ἐξ ἀργίλλου ἢ γύψου ἢ διὰ φυτικῆς ἢ ζωϊκῆς μεμβράνης. Π. χ. ἐὰν ἐντὸς κύστεως Α (σχ. 90) θέσωμεν διάλυμα ἄλατος ἢ σακχάρου

καὶ προσδέσωμεν εἰς τὸ στόμιον αὐτῆς σωλῆνα Τ ἀνοικτὸν ἑκατέρωθεν καὶ βυθίσωμεν εἶτα τὴν κύστιν ἐντὸς δοχείου περιέχοντος καθαρὸν ὕδωρ, ἀλλ' οὕτως, ὥστε αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν νὰ εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ἀφήσωμεν δὲ τὴν συσκευὴν οὕτω διατεθεῖσαν ἐπὶ ἓν ἡμερονύκτιον, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ εἰσερρῦθι διὰ τῶν πόρων τῆς κύστεως καὶ ἕνεκα τούτου τὸ ἐντὸς τῆς κύστεως ὑγρὸν ἀνῆλθεν εἰς ὕψος πολλῶν ὑποδεκαμέτρων ἐν τῷ σωλῆνι, ἐν ᾧ ἐν τῷ δοχείῳ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ταυτοχρόνως κατῆλθεν. Οὐ μόνον δὲ τὸ ὕδωρ εἰσερρῦθι διὰ τῶν πόρων τῆς κύστεως, ἀλλὰ καὶ διάλυμα ἁλατος ἢ σακχάρου, ἐν ἐλάσσονι ὅμως ποσότητι, ἐξῆλθεν ἐκ τῆς κύστεως, οὕτως ὥστε ἐπέρχεται ἐπικοινωνία τῶν μορίων τῶν δύο ὑγρῶν διὰ τοῦ διαφράγματος. Ἐπειδὴ δὲ συνήθως διέρχονται ἀντιθέτως διάφορα ποσὰ τῶν δύο ὑγρῶν, ἐὰν ἀρχικῶς αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν ἐντὸς τῆς κύστεως καὶ τοῦ δοχείου εὐρίσκωνται εἰς τὸ αὐτὸ ἐπίπεδον, μετὰ τινα χρόνον ἡ ἑτέρα αὐτῶν κατέρχεται καὶ ἡ ἄλλη ἀνέρχεται. Ἡ ἐπικοινωνία δ' αὕτη μεταξὺ τῶν δύο ὑγρῶν οὐσα ἰσχυροτέρα, ὅταν ταῦτα εἶνε θερμότερα, παύεται ὅταν τὰ ὑγρά καταστῶσιν ἰσόπυκνα, ὅποτε αἱ ἐπιφάνειαι αὐτῶν γίνονται ἰσόπεδοι. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλούμενον **διαπίδους** συμβαίνει εἰς τε τὰ ζῶα καὶ τὰ φυτὰ κατὰ τὰς ὀργανικὰς αὐτῶν λειτουργίας. Ἐν ᾧ δὲ οὐδὲ διὰ τοῦ μικροσκοπίου ἀνευρίσκωμεν αἰσθητοὺς πόρους ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν ἀγγείων καὶ τῶν κυττάρων, ἐν τούτοις δι' αὐτῶν γίνεται ἐπικοινωνία τῶν χυμῶν καὶ δι' αὐτῶν προσλαμβάνονται αἱ τροφαὶ πρὸς ἀφομοίωσιν. Ἐνεκα τῆς διαπίδουσεως τὰ ἄκρα τῶν ριζιδίων τῶν φυτῶν ἀπορροφῶσιν ὕδωρ ἐκ τοῦ ἐδάφους, ὅπερ οὕτω φθάνει μέχρι τῶν φύλλων.

Διὰ μεμβράνης ἐξ ὕλης κολλώδους, οἷος ὁ περγαμηνῆς χάρτης, εὐκόλως μὲν διαπιδύουσι τὰ διαλύματα κρυσταλλικῶν οὐσιῶν, οἷον τοῦ σακχάρου, τῶν μεταλλικῶν ἀλάτων, πολὺ δὲ δυσκόλως τὰ μὴ κρυσταλλικὰ σώματα, οἷον τὸ λεύκωμα ψοῦ.

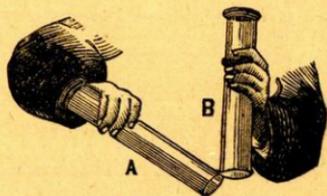
# ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

## ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

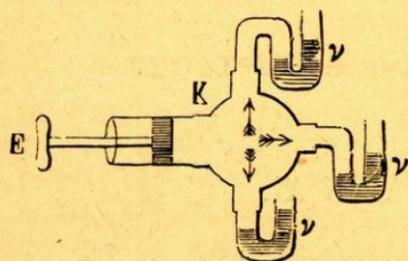
ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ. ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ. ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ.

120. Τὰ αέρια καθόλου, οἷον ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, εἶνε σώματα λίαν βρώδη, βρωδέστερα καὶ τῶν ὑγρῶν, τελείως ἐλαστικά καὶ λίαν συμπιεστά, ἤτοι πιεζόμενα δύνανται νὰ καταλάβωσιν ὄγκον ἐλάχιστον. Καὶ τὸ μὲν βρώδες τῶν αερίων ἀποδεικνύεται λ. χ. διὰ τοῦ εὐκόλου μεταγγισμοῦ αερίων ἐκ τινος δοχείου εἰς ἄλλο δι' ἀπλῆς κλίσεως τοῦ ἐνὸς ἐπὶ τοῦ ἐτέρου. Καὶ προκειμένου μὲν περὶ αερίου βαρύτερου τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος, οἷον περὶ τοῦ διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος (ἀνθρακικοῦ ὀξέος), κλίνομεν τὸ περιέχον τὸ αέριον τοῦτο δοχεῖον εἰς ἕτερον πλήρες ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος, ὅστις ἐκδιώκεται ὑπὸ τοῦ βαρύτερου ἀνθρακικοῦ ὀξέος, ὡς ὅταν μεταγγίζωμεν ὕδωρ ἐκ τινος δοχείου εἰς ἕτερον. Προκειμένου δὲ περὶ ἐλαφροτέρου τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αέρος αερίου, οἷον τοῦ ὑδρογόνου ἢ τοῦ φωταερίου, κλίνομεν τὸ πλήρες τούτου ἀνεστραμμένον δοχεῖον (σχ. 91) κάτωθεν τοῦ στομίου ἐπίσης ἀνεστραμμένου ἐτέρου δοχείου Β, εἰς ὃ μεταγγίζεται τὸ ὑδρογόνον ἐκτοπίζον τὸν βαρύτερον αὐτοῦ ἀτμοσφαιρικὸν αέρα, ὡς δύτης ἐν τῇ ὕδατι καταδυθεὶς ἤθελε μεταγγίσει ἔλαιον ἐκ τινος δοχείου εἰς ἕτερον. Ὁ δὲ εὐκόλος ἐκτοπισμὸς τῶν μορίων τῶν αερίων, οἷον τοῦ αέρος, ἀποδεικνύεται



Σχ. 91.

διὰ τῆς ἐλευθέρως κινήσεως ἡμῶν ἐν τῷ ἀτμοσφαιρικῷ ἀέρι, τὸ δὲ μέγα συμπιεστὸν τῶν ἀερίων ὡς καὶ τὸ ἐλαστικὸν αὐτῶν ἀποδεικνύονται, ὡς εἶδόμεν (§ 12. σχ. 2), διὰ τοῦ ἀεροθλίπτου. Ἡ πίεσις δ' αὕτη, ἦν διὰ τοῦ ἐμβολέως ἐπιφέρομεν, διαδίδεται μετ' ἴσης ἰσχύος κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, ὡς ἀποδεικνύει συσκευή, ἥς τομὴν παριστᾷ τὸ σχ. 92. Ἐν τῇ συσκευῇ ταύτῃ ὁ ὑδράργυρος ὁ ἐντὸς τῶν σωλήνων  $r r$  εὐ-



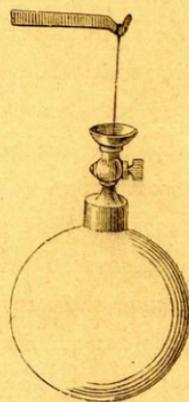
Σχ. 92.

ρισκόμενος ἐξωθεῖται μέχρι τοῦ αὐτοῦ ὕψους εἰς πάντας ὑπὸ τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ  $K$  διὰ τοῦ ἐμβολέως  $E$  συμπιεζομένου ἀέρος.

**121. Βάρος τῶν ἀερίων.** Πάντα τὰ ἀέρια καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ ὡς σώματα ὑλικὰ ἔχουσι βάρος. Πρῶτος δ' ὁ Ἀριστοτέλης ἀπέδειξεν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε βαρῦς, διότι ἀνεῦρεν ὅτι *ἀσκὸς πεφουσημένος*, δηλαδὴ ἐγγλεῖων ἀέρα πεπιεσμένον καὶ κατ' ἀκολουθίαν πυκνότερον τοῦ ἐξωτερικοῦ, *ἐλκει πλεῖον ἀσχοῦ κενοῦ*, τουτέστιν εἶνε βαρύτερος ἀσχοῦ κενοῦ. Καὶ ὄντως, ἂν ζυγίσωμεν κατὰ πρῶτον μὲν κύστιν κενὴν ἀέρος, εἶτα δὲ τὴν αὐτὴν κύστιν πλήρη ἀέρος μὴ πεπιεσμένου, ἤτοι ἰσοπύκνου τῷ ἐξωτερικῷ, δὲν εὐρίσκομεν αἰσθητὴν διαφορὰν βάρους, διότι ὁ εἰς τὴν κύστιν εἰσαγόμενος ἀήρ ὡς ἐκτοπιζων ἴσον ὄγκον ἰσοπύκνου ἀέρος ἀποβάλλει κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους τὸ βάρος αὐτοῦ. Ἐὰν ὅμως ὁ ἐντὸς τῆς κύστεως ἀήρ εἶνε *πεπιεσμένος*, ἤτοι πυκνότερος τοῦ ἐξωτερικοῦ, τότε εὐρίσκομεν ὅτι, ὅταν ἡ κύστις ἐμπαριέχη ἀέρα, ἔχει βάρος μείζον ἢ ὅταν εἶνε κενή.

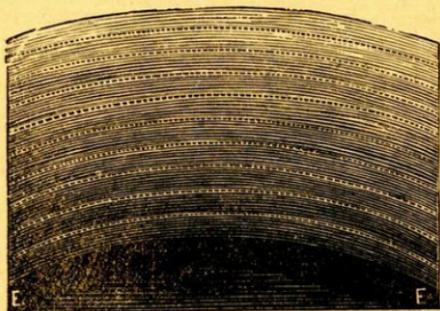
### 122. Εὐρεσις τοῦ βάρους τῶν ἀερίων.

Ὅπως δ' εὐρωμεν τὸ βάρος ὠρισμένου ὄγκου ἀερίου τινὸς οἰουδήποτε, ὡς τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, ἰσορροποῦμεν εἰς τὸν ζυγὸν διὰ σταθμῶν κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν φέρουσαν ὀρειχαλκίνην στρόφιγγα, ἥτις κλείει τὴν σφαῖραν ἀεροστεγῶς (σχ. 93). Εἶτα δι' ἀεραντλίας ἀφαιροῦμεν τὸν ἐντὸς τῆς σφαίρας



Σχ. 93.

ἀέρα καὶ ἐξαρτῶμεν πάλιν αὐτὴν ἐκ τοῦ ζυγοῦ, ὅτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ταράσσεται, διότι ἡ φάλαγξ ῥέπει πρὸς τὸ μέρος τῶν σταθμῶν. Δι' ἄλλων δὲ σταθμῶν, ἅτινα θέτομεν ἐπὶ τοῦ δισκαρίου, ὅπερ φέρει ἄνωθεν ἡ σφαῖρα, ἐπαναφέρομεν τὴν φάλαγγα εἰς τὴν ὀριζοντιότητα. Τὰ σταθμὰ δὲ ταῦτα παριστῶσι τὸ βάρος τοῦ ἀέρος, ὅστις ἐπλήρου τὴν σφαῖραν. Ἐὰν δὲ τὴν κενωθείσαν σφαῖραν πληρῶσωμεν ἄλλου τινὸς ἀερίου, οἷον τοῦ ὑδρογόνου, καὶ ζυγίσωμεν αὐτὴν πλήρη καὶ κενήν, εὐρίσκομεν διὰ τῆς διαφορᾶς τοῦ βάρους τὸ βάρος τοῦ ἀερίου τούτου. Διὰ τοιούτων δ' ἀκριβῶν πειραμάτων εὐρέθη ὅτι τὸ βάρος ἑνὸς κυβικοῦ μέτρου ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καθαροῦ καὶ ξηροῦ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ  $0^{\circ}$  ἔλκει 1293,2 γραμμάρια, ἥτοι ὁ ἀήρ εἶνε 1000000: 1293,2 ἥτοι 773 περίπου φορές ἀραιότερος τοῦ ὕδατος θερμοκρασίας  $4^{\circ}$  καὶ 10517 ἐλαφρότερος τοῦ ὕδατος γύρου· τὸ δ' ἐλαφρότατον πάντων τῶν γνωστῶν ἀερίων εἶνε τὸ ὑδρογόνον, ὅπερ εἶνε 1293,2:89,6 ἥτοι  $14\frac{1}{2}$  περίπου φορές ἀραιότερον τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος.



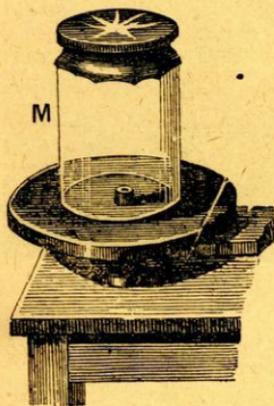
Σχ. 94.

123. **Ἀτμόσφαιρα.** Τὸ ἀερῶδες περίβλημα τῆς Γῆς καλεῖται **ἀτμόσφαιρα**, μετέχουσα τῆς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικῆς κινήσεως αὐτῆς καὶ οὕσα κράμα ἰδίως ἀζώτου καὶ ὀξυγόνου. Εἰς 100 δὲ ὄγκους ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος περιέχονται 79 περίπου ὄγκοι ἀζώτου καὶ 21 ὀξυγόνου. Πλὴν δὲ τούτων ὁ ἀήρ ἐμπεριέχει μικρὰν ποσότητα ἀνθρακικοῦ ὀξέος καὶ ὕδατμούς.

124. **Πίεσις καὶ ὕψος τῆς ἀτμοσφαίρας.** Ἐπειδὴ ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ἔχει βάρος, εἶνε δὲ καὶ λίαν συμπίεστός, ἔπεται ὅτι τὸ κατώτερον στρώμα τῆς ἀτμοσφαίρας τὸ ἀπτόμενον τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης ΕΕ (σχ. 94) δεχόμενον τὸ βάρος ὅλων τῶν ὑπερκειμένων στρωμάτων εἶνε τὸ πυκνότετον πάντων, τὸ ἀμέσως ἀνώτερον στρώμα κατὰ τι ἀραιότερον ὡς ὑποβαστάζον ὀλιγώτερον βάρος, τὸ μετὰ τοῦτο ἔτι ἀραιότερον καὶ οὕτω καθεξῆς ἡ πυκνότης τῶν ὑπερ-

κειμένων στρωμάτων βαίνει ἐλαττωμένη, ἐφ' ὅσον ἀνερχόμεθα. Λαμβάνοντες δ' ὑπ' ὄψιν τὸ βάρος τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος καὶ τὴν βαθμιαίαν ἐλάττωσιν τῆς πυκνότητος αὐτοῦ, ὑπολογίζουσιν ὅτι τὸ ὕψος τῆς ἀτμοσφαιρας εἶνε ἴσον ἢ ἀνώτερον τῶν 75 χιλιομ. οὐχὶ ὅμως κατώτερον αὐτῶν.

**125. Πειράματα ἀποδεικνύοντα τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιρας.** Ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρας φέρεται οὐ μόνον ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, εἶον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῶν πλαγίων καὶ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἐν γένει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐπὶ τινος σώματος. Καὶ τὴν μὲν ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ

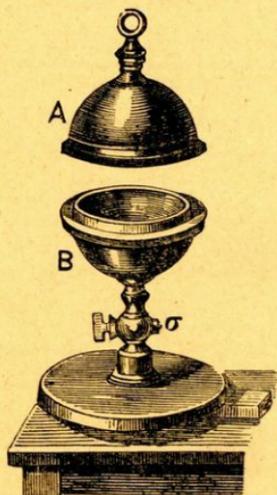


Σχ. 95.

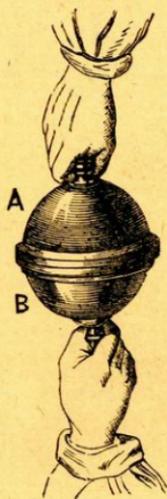
κάτω πίεσιν ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς δι' ὑαλίνου κοίλου κυλίνδρου M (σχ. 95) ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν, ἐπὶ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ ὁποίου προσδένομεν ἀεροστεγῶς μεμβράναν ἢ λεπτὸν φύλλον ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος. Ἐφαρμόζοντες τὸν κύλινδρον ἐπὶ δίσκου φέροντος ἐν τῷ μέσῳ ὀπήν, ἐξ ἧς ἐξάγομεν διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μεμβράνα κοιλοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καὶ ἐπὶ τέλους ῥήγνυται παράγουσα ἰσχυρὸν κρότον, τὸ δ' ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος φύλλον καταθλιβόμενον ἀποτελεῖ εἶδος σφαιρικοῦ σάκκου πληροῦντος τὸν κύλινδρον. Ἴνα δ' ἀποδείξωμεν ὅτι ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρας φέρεται ἐξ ἴσου καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, λαμβάνομεν δύο ὀρειχάλκινα ἡμισφαίρια A καὶ B (σχ. 96), τὰ καλούμενα τοῦ Μαγδεμβούργου, ὧν τὸ μὲν ἐν φέρει κρίκον, τὸ δ' ἕτερον στρόφιγγα σ καὶ κατάλληλον στόμιον, διὰ τοῦ ὁποίου κοχλιοῦται ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας· τὰ χεῖλη δ' αὐτῶν ἀκριβῶς ἐφαρμόζουσιν ἐπ' ἄλληλα. Ὅταν ἀρκούντως ἀραιώσωμεν τὸν ἐντὸς τῶν ἡμισφαιρίων ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι ἀπαιτεῖται νὰ καταβάλωμεν ἰκανὴν διὰ τῶν χειρῶν δύναμιν (σχ. 97), ὅπως ἀποσπάσωμεν τὰ ἡμισφαίρια ταῦτα καὶ πάντοτε τὴν αὐτήν, καθ' οἷανδήποτε διευθύνσιν καὶ ἂν ἐλκύσωμεν αὐτά, εἴτε ὀριζοντιῶς εἴτε κατακορυφῶς εἴτε πλαγίως.

**126. Πείραμα τοῦ Torricelli.** Διὰ τῶν ἀνωτέρω δύο πει-

ραμάτων αποδεικνύεται απλῶς ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει τὰ σώματα κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Ὁ Torricelli ὅμως ἠδυνήθη νὰ εὔρη καὶ τὸ μέτρον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, τουτέστι τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον παριστᾷ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐπὶ ὠρισμένης ἐπιφανείας. Πρὸς τοῦτο ἔλαβε σωλῆνα ὑάλινον ΓΔ (σχ. 98) μήκους 1 μέτρου περίπου καὶ ἐσωτερικῆς διαμέτρου 5—6 χιλιοστομ. πεφραγμένον μὲν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον Δ, ἀνοικτὸν δὲ κατὰ τὸ ἕτερον Γ. Πληρώσας δ' αὐτὸν ὕδραρ-



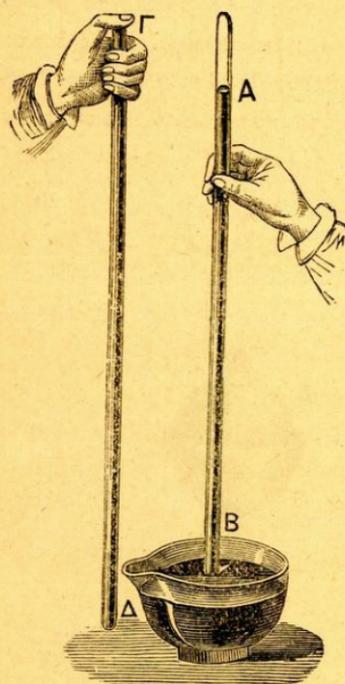
Σχ. 96.



Σχ. 97.

γύρου καὶ κλείσας διὰ τοῦ ἀντίχειρος τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον αὐτοῦ Γ καὶ ἀναστρέψας ἐβύθισε τὸ ἄκρον τοῦτο εἰς δοχεῖον πλήρες ὕδαργύρου. Ὅτε δὲ κατόπιν ἀπέσυρε τὸν ἀντίχειρα, παρατήρησεν ὅτι ὁ ἐν τῷ σωλῆνι ὕδαργυρος δὲν κατέρρευσε καθ' ὅλοκληρίαν, ἀλλὰ κατῆλθεν ὀλίγον, μείνας ἀπηρωρημένος μέχρις ὕψους BA ἴσου πρὸς 76 περίπου ὑψεκατ., ὅταν τὸ πείραμα ἐκτελεῖται εἰς τόπους, οἵτινες δὲν ὑπέρκεινται πολὺ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Ὁ δ' ἄνωθεν τοῦ ὕδαργύρου ἐν τῷ σωλῆνι χῶρος εἶνε ἐντελῶς κενός, οὕτως ὥστε οὐδεμίαν πίεσιν φέρεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδαργύρου ἔσωθεν, ἀλλ' ἡ ὕδαργυρικὴ στήλη BA ἴσταται μετέωρος, διότι τὸ βάρος αὐτῆς ἰσορροπεῖται ὑπὸ τοῦ βάρους κατακορύφου ἀτμοσφαιρικῆς στήλης, ἣτις ἔχουσα τομὴν ἴσην τῇ τῆς ὕδαργυρικῆς στήλης ἄρχεται ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδαργύρου ἐν τῷ δοχείῳ καὶ φθάνει μέχρι τῶν περᾶ-

των τῆς ἀτμοσφαιρας. Ὡς δ' ἐν τῷ πειράματι τῆς σελίδος 77 (σχ. 71) εἶδομεν, ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη ἰσορροπεῖ τὴν ὑδραργυρικὴν, οὕτω



Σχ. 98.

καὶ ἐνταῦθα ἡ ἀερίνη στήλη ἰσορροπεῖ τὴν ὑδραργυρικὴν ὑψους 76 ὑφ εκατ. Ὡστε συμπεραίνομεν ἐκ τούτου ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα πιέζει ὠρισμένην ἐπιφάνειαν, ὅσην 1 τετραγ. ὑφ εκατ. τοσοῦτον, ὅσον θὰ ἐπίεζε ταύτην στήλη ὑδραργυρικὴ ἔχουσα βάσιν 1 τετρ. ὑφ εκα. καὶ ὕψος 76 καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὄγκον 76 κυβικῶν ὑφ εκατ. Ἀλλὰ 76 κυβικὰ ὑφ εκατόμ. πλήρη μὲν ὕδατος ἔχουσι βάρος 76 γραμμ., πλήρη δ' ὑδραργύρου  $76 \times 13,6$  ἤτοι 1033 γραμμ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐπὶ ἐπιφανείας ἐνὸς μὲν τετραγωνικοῦ ὑφ εκατ. εἶνε ἴση πρὸς 1 χιλιόγρ. καὶ 33 γραμμ., ἐπὶ ἐνὸς δὲ τετραγωνικοῦ ὑποδεκαμέτρου ἴση πρὸς 103 χιλιογρ. καὶ 300 γραμμ. καὶ ἐπὶ ἐνὸς τετραγωνικοῦ μέτρου ἴση πρὸς 10330 χιλιογρ. Σημειωτέον δὲ ὅτι

τὴν πίεσιν ταύτην δέχεται ἐπιφάνειά τις ἢ ἐν ὑπαίθρῳ εὐρισκομένη ἢ ὑπὸ στέγῃ ἢ ἐν χώρῳ κεκλεισμένῳ μὲν, ἀλλὰ συγκοινωνοῦντι μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος ἔστω καὶ δι' ἐλαχίστης ὀπῆς.

127. Ὁ Pascal ἐπανέλαβε τὸ πείραμα τοῦ Torricelli μεταχειρισθεὶς ἀντὶ ὑδραργύρου ὕδωρ, ἀλλὰ πρὸς τοῦτο ἔλαβε σωλῆνα μῆκους 11 περίπου μέτρων, ὃν ἐστερέωσε κατακορύφως πλησίον οἰκοδομηῆς τινος καὶ κλείσας τὸ κατώτερον ἄκρον αὐτοῦ ἐπλήρωσεν αὐτὸν ἄνωθεν ὕδατος. Εἶτα ἔκλεισε τὸν σωλῆνα ἄνωθεν καὶ ἐνθάπτισε τὸ κατώτερον αὐτοῦ ἄκρον ἐντὸς σκάφης πλήρους ὕδατος. Μετὰ τοῦτο ἀνοίξας τὸ κατώτερον ἄκρον τοῦ σωλῆνος παρετήρησεν ὅτι ἡ ὑδατίνη στήλη κατῆλθε μὲν ὀλίγον, ἀλλ' ἔμεινε μετέωρος εἰς ὕψος 10, μ. 33, ὅπερ εἶνε 13,6 φορές μείζον τοῦ ὕψους τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ πειράματι τοῦ Torricelli. Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαι-

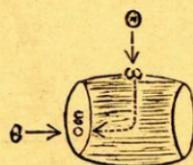
ρική πίεσις δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ στήλην ὑδατίνην ὕψους 10 περίπου μέτρων παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Τοῦτων τεθέντων εὐκόλως ἐρμηνεύονται καὶ τὰ ἐξῆς πειράματα.



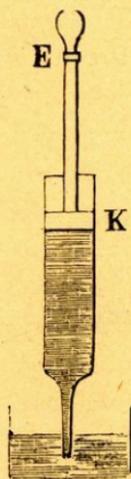
Σχ. 99.

128. Ἐὰν εἰς δοχεῖον ἐμπεριέχον ὕδωρ ἢ ὑδράργυρον ἐμβαπτίσωμεν καθ' ὅλοκληρίαν ποτήριον καὶ εἶτα ἀνασύρωμεν αὐτὸ ἀνεστραμμένον (σχ. 99), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἢ ὁ ὑδράργυρος μένουσιν ἀπρωρημένα ἐν τῷ ποτηρίῳ, διότι ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρας εἶνε ἰκανὴ νὰ ἰσορροπήσῃ οὐ μόνον τὴν μικρὰν ταύτην στήλην τοῦ ὕδατος ἢ τοῦ ὑδραργύρου, ἀλλὰ καὶ στήλην πολὺ μείζονα ταύτης.

Ὡσαύτως ἐὰν εἰς βυτίον (σχ. 100) πεπληρωμένον ὑγροῦ καὶ ἀεροστεγῶς ἄνωθεν κεκλεισμένον ἀνοίξωμεν ὅπῃν εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ ἐνὸς ἐπιπέδου πλευρώματος τοῦ βυτίου, τὸ ὑγρὸν δὲν ἐκρέει ἔνεκα τῆς ὀριζοντίως ἐπιφερομένης ἀτμοσφαιρικής πίεσεως  $\Theta$ . Ἐὰν ὅμως ἀφαιρέσωμεν τὸ ἄνωθεν βύσμα  $\omega$ , ἀμέσως τὸ ὑγρὸν ἐκρέει, διότι ἡ ἄνωθεν ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρική πίεσις  $\Theta$  ἰσορροπεῖ τὴν ἐπὶ τοῦ στομίου  $\epsilon$  ἐπιφερομένην ἴσην  $\Theta$ , οὕτω δὲ τὸ ὑγρὸν ὑπέικον εἰς τὸ βάρος αὐτοῦ καταρρέει ὀρμητικῶς.



Σχ. 100.



Σχ. 101.

Ἡ καλουμένη **σύριγξ** σύγκειται ἐκ κοίλου ὑαλίνου κυλίνδρου  $K$  (σχ. 101) φέροντος κάτωθεν στενώτερον ὑαλινὸν σωλῆνα ἀπολήγοντα εἰς ὅπῃν, ἄνωθεν δὲ εἰσάγεται ἐμβολεὺς  $E$  ἐφαρμύζων καλῶς. Ἄν καταβιβάσωμεν ἐντελῶς τὸν ἐμβολέα, ἐμβαπτίσαντες δὲ τὸ κωνικὸν ἄκρον εἰς ὑγρὸν ἀνασύρωμεν εἶτα αὐτόν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑγρὸν καταπιεζόμενον ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρας παρακολουθεῖ τὸν ἀνελκόμενον ἐμβολέα.

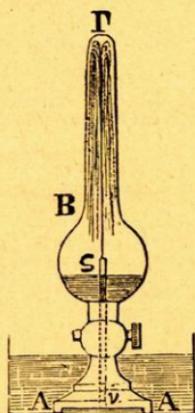
Ἄν πληρώσωμεν ὕδατος ποτήριον μέχρι στεφάνης καὶ ἐπιθέσωμεν ἐπ' αὐτοῦ τεμάχιον χάρτου, εἶτα δ' ἀναστρέψωμεν αὐτὸ (σχ. 102), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ

ὕδωρ δὲν καταπίπτει ἕνεκα τῆς ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἐπιφερομένης πίεσεως τῆς ἀτμοσφαιρας.

129. **Πίδαξ ἐν τῷ κενῷ.** Λαμβάνομεν κωνικὸν ὑάλινον κώδωνα Γ (σχ. 103) πανταχόθεν κεκλεισμένον καὶ μόνον κάτωθεν συγκοινωνοῦντα μετὰ σωλήνος *en* φέροντος στρόφιγγα καὶ δυναμένου νὰ κοχλιωθῇ ἐπὶ τῆς ἀεραντλίας. Ὁ σωλὴν οὗτος ἀπολήγει ἄνωθεν εἰς



Σχ. 102.

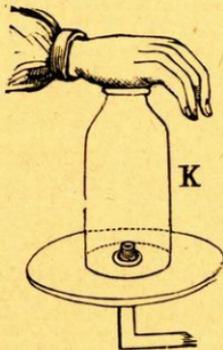


Σχ. 103.

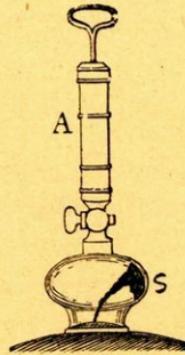
μικρὰν ὀπὴν *c*. Ἐὰν κενώσωμεν τὸ ἀγγεῖον Β τοῦ ἐμπεριεχομένου ἀέρος καὶ θέσωμεν τὸ κατώτερον μέρος αὐτοῦ ἐντὸς λεκάνης ΑΑ ἐμπεριεχομένης ὕδωρ καὶ ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα, τὸ ὕδωρ εἰσέρχεται μετὰ μεγίστης ὀρμῆς σχηματίζον πίδακα. Ἄν ὁ κώδων Γ ἔχη ὕψος ὑπὲρ τὰ δέκα μέτρα καὶ παραγάγωμεν τέλειον κενὸν ἐντὸς αὐτοῦ, θέλει σχηματισθῆ πίδαξ ὕψους δέκα περίπου μέτρων, διότι τοιαύτην στήλην ὕδατος δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρας.

130. Ἐπειδὴ ἡ ὀλικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος εἶνε περίπου ἴση πρὸς 1 τετραγων. μέτρον καὶ  $\frac{3}{4}$  αὐτοῦ, δέχεται ἐν ὅλῳ πίεσιν ἴσην πρὸς 18000 χιλιόγρ. περίπου. Τὴν πίεσιν δὲ ταύτην δὲν αἰσθανόμεθα, διότι ὑπάρχει ἐντὸς τοῦ σώματος ἡμῶν ἀήρ ἐξουδετερωμένη, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς σφαῖραν κοίλην ἐκ διαλύματος σάπωνος κατασκευαζομένην, ἥτις καίπερ λεπτοτάτη ἀνθίσταται εἰς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν ἕνεκα τοῦ ἐντὸς αὐτῆς ὑπάρχοντος ἀέρος. Ἄν δ' ἡ ἐπὶ τοῦ σώματος ἡμῶν ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττωθῇ ἢ ἐκλίπη, τότε ὁ ἀήρ ὁ ἐντὸς τοῦ αἵματος καὶ τοῦ ἵστοῦ τῶν σαρκῶν ἡμῶν

καὶ ὁ ἐντὸς πάντων τῶν ὄργάνων εὐρισκόμενος ἐξογκοῦται. Οὕτως ἂν λάβωμεν πτηνὸν καὶ θέσαντες αὐτὸ ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας ταχέως ἀντλήσωμεν τὸν ἀέρα, τοῦτο πρὶν πάθῃ ἐξ ἀσφυξίας ἐξογκοῦται, αἷμα δ' ἐκρέει ἐκ τοῦ στόματος αὐτοῦ ἕνεκα τῆς διαρρήξεως τριχοειδῶν ἀγγείων. Ὡσαύτως ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας ὑάλινον κύλινδρον K (σχ. 104) ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν καὶ κλείσωμεν αὐτὸν ἄνωθεν διὰ τῆς παλάμης, ἀφαιρέσωμεν δὲ διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν αὐτῷ ἀέρα, οὐ μόνον ἡ χεὶρ ἡμῶν πιέζεται ὑπὸ



Σχ. 104.

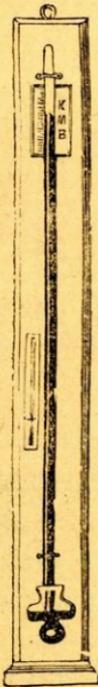


Σχ. 105.

τῆς ἀτμοσφαιρας ἄνωθεν, ὥστε νὰ μὴ δυνώμεθα ν' ἀποσπάσωμεν αὐτήν, ἀλλὰ καὶ ἡ παλάμη ἡμῶν ἐξογκοῦται καὶ τὸ αἷμα συνωθεῖται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος ἕνεκα τῆς διασταλτικῆς δυνάμεως τῶν ἐντὸς τῶν ἰστῶν ἡμῶν περιεχομένων ἀερίων. Τοῦτ' αὐτὸ ἀποδεικνύει καὶ ἡ *σικία* (ventouse), ἥτις σύγκειται ἐκ τινος μικροῦ ὑαλίνου κώδωνος ς (σχ. 105), ὅστις ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τινος μέρους τοῦ σώματος ἡμῶν, διὰ μικρᾶς δὲ ἀεραντλίας A ἀφαιρεῖται ὁ ἐντὸς ἀήρ καὶ κλείεται ἡ ἐν τῷ μεταξὺ στρόφιγξ. Τότε ἀμέσως ἡ σὰρξ ἐξογκοῦται ἕνεκα τῆς διαστολῆς τῶν ἐντὸς τῶν ἰστῶν ἀερίων, αἷμα δ' ἐκπηδᾷ, ἐὰν προηγουμένως διὰ ξυραφίου χαράξωμεν ὀλίγον τὸ δέρμα.

131. **Βαρόμετρα.** *Βαρόμετρον* καλεῖται συσκευὴ χρησιμεύουσα πρὸς καταμέτρησιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως. Τοιαῦται ὅμως μεταβολαὶ παρατηροῦνται οὐ μόνον ὅταν μεταβαίνωμεν ἀπὸ τόπου εἰς τόπον, ἀλλὰ καὶ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ. Πρὸς τοιαύτην δὲ καταμέτρησιν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ἡ συσκευὴ τοῦ Toricelli,

ἀλλὰ πρέπει ὁ ὑπεράνω τοῦ ὑδραργύρου χῶρος νὰ εἶνε τελείως κενός, ὁ ὑδραργυρος καθαρὸς καὶ ξηρὸς καὶ ὁ σωλὴν νὰ στηρίζεται ἐπὶ κατακορύφου σανίδος (σχ. 106) φερούσης πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος κεχαραγμένας ὑποδιαίρεσεις τοῦ μέτρου, ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος νὰ συμπίπτῃ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ. Τοιοῦτο δ' εἶνε τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον *κουδὸν βαρομέτρον*.



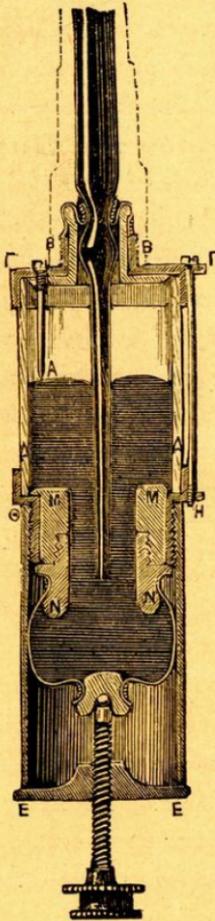
Σχ. 106.

Ἐὰν τοιαύτην συσκευὴν τοποθετήσωμεν μόνιμως εἰς τόπον τινά, παρατηροῦμεν ὅτι ἄλλοτε μὲν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται ἐν τῷ σωλὴνι καὶ ἀνέρχεται ἐν τῇ λεκάνῃ, ἄλλοτε δὲ τὸναντίον κατέρχεται ἐν τῇ λεκάνῃ καὶ ἀνέρχεται ἐν τῷ σωλὴνι. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις δὲν μένει σταθερὰ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον, ἀλλὰ διηνεκῶς μεταβάλλεται. Ὅπως δ' εὖρωμεν ἀκριβῶς τὸ μέτρον τῆς μεταβολῆς ταύτης, ὀφείλομεν ἐκάστοτε νὰ καταμετρώμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλὴνι ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ. Ἴνα δ' ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἀντιστοιχῇ πάντοτε πρὸς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος, ἡ λεκάνη κατασκευάζεται συνήθως πολὺ εὐρυτέρα τοῦ σωλὴνος, ὥστε αἱ ἐν τῷ σωλὴνι ἀνυψώσεις καὶ καταπτώσεις τοῦ ὑδραργύρου νὰ ἐπιφέρωσιν ἀνεπαίσθητον μεταβολὴν τοῦ ὕψους τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ, ἢ συνήθως μεταχειρίζονται κλίμακα, τῆς ὁποίας αἱ διαίρεσεις δὲν παριστῶσι χιλιοστόμετρα, ἀλλ' ἐκάστοτε τὰς ἀποστάσεις εἰς χιλιοστόμετρα τῆς ἐπιφανείας τοῦ

ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐν τῷ σωλὴνι. Κατὰ ταῦτα ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλὴνι ἀντιστοιχῇ εἰς τὴν διαίρεσιν 740 ἢ 770 τῆς κλίμακος, συνάγομεν ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ λογιζόμενον εἶνε ἴσον πρὸς 740 ἢ 770 χιλιοστόμ.

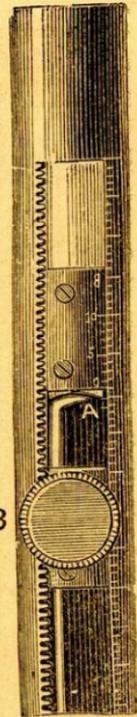
132. **Βαρομέτρον τοῦ Fortin.** Διὰ τοῦ βαρομέτρου δυνάμεθα νὰ καταμετρήσωμεν τὸ ὕψος τῶν ὀρέων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς

θαλάσσης, τὸ ὕψος εἰς ὃ φθάνουσιν οἱ ἀεραναῦται καὶ τὰ ὅμοια. Ἄλλὰ πρὸς τοῦτο τὸ βαρόμετρον δεόν νὰ εἶνε εὐμετακόμιστον καὶ τοιοῦτον εἶνε τὸ τοῦ Fortin, ὅπερ σύγκειται ἐξ ὑαλίνου κυλίνδρου ΔΔ (σχ. 107) φέροντος δερμάτινον πυθμένα, ὅστις ὑψοῦμενος ἢ ταπεινούμενος διὰ τοῦ κάτωθι ὑπάρχοντος μεγάλου κοιλίου χρησιμεύει μετὰ τοῦ κυλίνδρου ὡς λεκάνη τοῦ βαρομέτρου. Ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας δὲ ξυλίνης



Σχ. 107.

βάσειως ΓΓ τῆς κυλινδρικής λεκάνης στερεοῦται ἔνδοθεν λεπτόν ἐλεφάντινον στέλεχος Α, οὔτινος τὸ κατώτερον ἄκρον πρέπει νὰ ἄπτηται πάντοτε τῆς ἐν τῇ λεκάνῃ ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου. Ἐκ τίνος ὀπῆς, ἣν φέρει ἐν τῷ μέσῳ ἢ ἄνω βάσις τῆς λεκάνης, διέρχεται ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν, οὔτινος τὸ κατώτερον ἄκρον τὸ ἀνοικτὸν βυθίζεται εἰς τὸν ὑδραργυρον. Ὁ σωλὴν οὔτος προσδένεται ἐπὶ τῆς προεξοχῆς ΒΒ τῆς ἄνω βάσειως τοῦ κυλίνδρου διὰ τεμαχίου δέρματος, διὰ τῶν πόρων τοῦ ὁποίου μεταδίδεται ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, καὶ περιβάλλεται δι' ὀρειχαλκίνου σωλῆνος, ὅστις πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος φέρει ἔνθεν καὶ ἔνθεν δύο ἐπιμήκεις θυρίδας, δι' ὧν καθίσταται ὀρατὴ ἢ ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλῆνι ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου Α (σχ. 108). Ἐπὶ τῆς ὀρειχαλκίνης δὲ ταύτης θήκης εἶνε κεχαραγμένη κλίμαξ ὑποδιηρημένη εἰς χιλιοστόμετρα, ἥς τὸ μηδὲν



Σχ. 108.

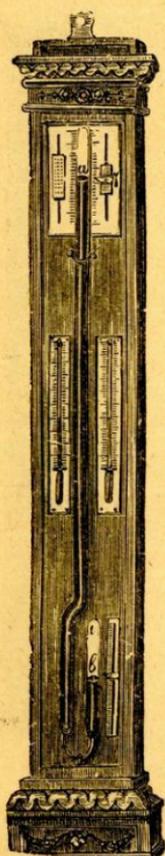
ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ἐλεφάντινου στελέχους. Τὸ ὄργανον τοῦτο διὰ κρίκου εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος ὑπάρχοντος ἐξαρτᾶται ἐκ σταθεροῦ ὑποστηρίγματος ἢ διὰ δακτυλίου περὶ τὸ μέσον τῆς

ὄρειχαλκίνης θήκης κειμένου στηρίζεται ἐπὶ τρίποδος. Ἴνα δὲ προσδιορίσωμεν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τόπον τινά, στρέφωμεν ὑποκάτωθεν τὸν κοχλίαν, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ ἐφάψηται τοῦ ἄκρου τοῦ στελέχους, καὶ εἶτα προσδιορίζομεν μετὰ τίνος διαιρέσεως τῆς κλίμακος συμπίπτει ἡ κυρτὴ ἐπιφάνεια Α τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλῆνι. Ὅταν δὲ πρόκειται νὰ μετακομίσωμεν τὸ ὄργανον εἰς ἄλλον τόπον, στρέφωμεν τὸν κοχλίαν, μέχρις ὅτου πληρωθῇ καὶ ἡ λεκάνη καὶ ὁ βαρομετρικὸς σωλῆν ὑδραργύρου, ὁπότε πλέον δυνάμεθα καὶ νὰ ἀναστρέψωμεν τὸ ὄργανον θέτοντες αὐτὸ ἐντὸς δερματίνης θήκης πρὸς μεταφοράν. (1)

### 133. Σιφωνοειδὲς βαρόμετρον τοῦ Gay-

**Lussac.** Τὸ βαρόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ σωλῆνος ὑαλίνου ἐπικαμποῦς *αβι* (σχ. 109) φέροντος δύο βραχίονας ἀνίσους, ὧν ὁ μείζων εἶνε κλειστὸς ἄνωθεν, ὁ δ' ἐλάσσων φέρει πρὸς τὰ πλάγια ὀπήν *ι*, δι' ἧς δέχεται ἐλευθέρως τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Ἄνωθεν δὲ τοῦ ὑδραργύρου ἐν μὲν τῷ μείζονι βραχίονι κατὰ τὸ *α* εἶνε τέλειον κενόν, ἐν δὲ τῷ ἐλάσσονι ὑπάρχει ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, ὅστις πιέζων τὸν ὑδραργυρον ἀναγκάζει αὐτὸν ν' ἀνέλθῃ εἰς ὕψος τι ἀνώτερον ἐν τῷ μείζονι βραχίονι, οὕτως ὥστε τὸ βαρομετρικὸν ὕψος λογίζεται διὰ τῆς κατακορύφου ἀποστάσεως τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας *α* τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ μείζονι βραχίονι ἀπὸ τῆς *β* ἐν τῷ ἐλάσσονι. Πρὸς μέτρησιν δὲ τῆς ἀποστάσεως ταύτης, ἦτοι τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους, ὑπάρχουσιν ἄνω καὶ κάτω μικροὶ κανόνες φέροντες τὰς διαιρέσεις τοῦ μέτρου, ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὸ *θ* τῶν διαιρέσεων τούτων νὰ κεῖται εἰς τὸ μέσον περίπου τοῦ σωλῆνος. Ἀθροίζοντες τοὺς δύο ἀριθμοὺς τοὺς ἀντιστοιχοῦντας εἰς τὰς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου *α* καὶ *β* εὐρίσκομεν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος.

Κατὰ τὸ μέσον τοῦ σωλῆνος ὑπάρχουσιν ἐκατέρωθεν αὐτοῦ δύο θερμομέτρα, τὸ μὲν ὑδραργυρικὸν τὸ δὲ οἶνο-

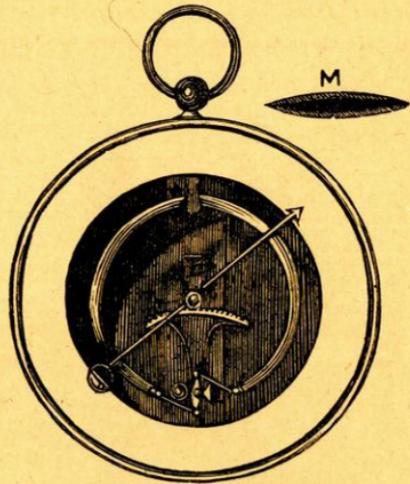


Σχ. 109.

(1) Βαρόμετρον τοῦ Renou. Τὸ βαρόμετρον τοῦτο διαφέρει τοῦ τοῦ Fortin

πνευματικόν, πρὸς μέτρησιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ τε ἀέρος καὶ τοῦ ὑδραργύρου τοῦ βαρομέτρου.

134. **Μετάλλινα βαρόμετρα.** Τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν δυνάμεθα νὰ καταμετρήσωμεν καὶ δι' ὀργάνων ἄνευ ὑδραργύρου, οἷα τὰ μετάλλινα βαρόμετρα, ἐκ τῶν ὁποίων εὐχρηστότερα εἶνε τὰ τοῦ Bourdon καὶ Vidi. Καὶ τὸ μὲν τοῦ Bourdon σύγκειται ἐξ ἐπικαμποῦς ὀρειχαλκίνου σωλῆνος πεπλατυσμένου, οὔτινος ἡ ἐγκαρσία τομῆ M (σχ. 110) δεῖκνυται πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σχήματος, κλειστοῦ κατ' ἀμφότερα τὰ ἄκρα, κενοῦ ἀέρος καὶ ἀκλονήτως ἐστηριγμένου κατὰ τὸ ἐν τῷ ἀνωτέρῳ μέρει μέσον αὐτοῦ ἐπὶ τῆς θήκης τοῦ ὀργάνου. Εἰς τὰ ἐλεύθερα αὐτοῦ πέρατα διαθροῦνται δύο μικρὰ στελέχη, ὧν τὰ ἄκρα συνδέονται ὡσαύτως δι' ἄρθρωσεων μετὰ τῶν περάτων μικροῦ ἀμφιρροποῦς μοχλοῦ στρεπτοῦ περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ καὶ φέροντος μικρὸν ὀδοντωτὸν



Σχ. 110.

κατὰ τὴν λεκάνην, ἥτις εἶνε πολὺ εὐρυτέρα ἔχουσα ἐπιφάνειαν ἑκατονταπλασίαν τῆς ἐσωτερικῆς τομῆς τοῦ βαρομετρικοῦ σωλῆνος, οὕτως ὥστε, ὅταν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι ἀνέρχεται κατὰ 1 χ. μ., κατέρχεται συγχρόνως ἐν τῇ λεκάνῃ κατὰ  $\frac{1}{100}$  τοῦ χ. μ. Ἐπειδὴ δὲ ἐκάστη τῶν διαιρέσεων τῆς κλίμακος εἶνε ἴση πρὸς  $\frac{100}{101}$  τοῦ χ. μ., ἔπεται ὅτι, ὅταν ὁ ὑδραργύρος

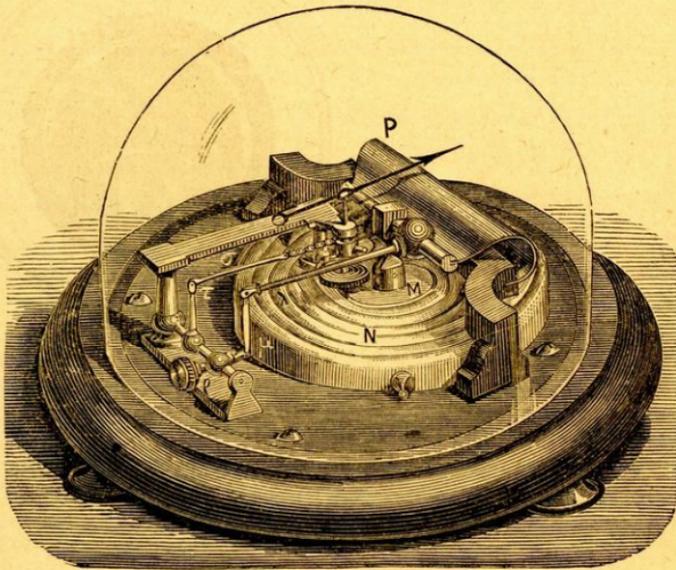
ἀνέρχεται κατὰ  $v$  διαιρέσεις ἐν τῷ σωλῆνι, κατέρχεται συγχρόνως κατὰ  $\frac{v}{100}$

ἐν τῇ λεκάνῃ, ὥστε ἡ ὀλικὴ μεταβολὴ εἶνε  $v + \frac{v}{100}$  διαιρέσεις ἢ

$\left( +v \frac{v}{100} \right) \frac{100}{101} = v$  χιλιοστὸμ. Ἐνεκα δὲ τούτου δὲν ὑπάρχει τὸ ἐλε-

φάντινον στέλεχος ἐν τῇ λεκάνῃ, παρατηροῦντες δὲ μόνον μετὰ τινος διαιρέσεως τῆς κλίμακος συμπίπτει ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι εὐρίσχομεν τὸ ζητούμενον βαρομετρικὸν ὕψος.

τομέα, οὔτινος οἱ ἐπὶ τῆς περιφέρειας ὀδόντες ἐμπλέκονται μετὰ τῶν ὀδόντων μικροῦ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὄργανου ὑπάρχοντος καὶ στρεπτοῦ περὶ ἄξονα, ὅστις φέρει ἐστερεωμένον δείκτην. Ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἐλαττωταί, ὁ ἐπικαμπῆς σωλὴν στρογγυλούμενος κατὰ τὴν ἐγκαρσίαν αὐτοῦ τομῆν τείνει νὰ καταστῇ εὐθύγραμμος, τὰ πέρατα αὐτοῦ ἀφίστανται ἔτι μᾶλλον, ὁ ἀμφιρρεπῆς μοχλὸς καὶ ὁ ὀδοντωτὸς τομεὺς στρέφονται ὀλίγον καὶ δι' αὐτῶν καὶ ὁ δείκτης στρέφεται κατὰ τινα διεύθυνσιν. Ὅταν δὲ τούναντίον ἡ



Σχ. 111.

ἀτμοσφαιρική πίεσις αὐξάνηται, ὁ σωλὴν πλατυνόμενος κυρτοῦται ἔτι μᾶλλον, τὰ πέρατα αὐτοῦ πλησιάζουσι πρὸς ἄλληλα καὶ ὁ δείκτης στρέφεται κατὰ φορὰν ἀντίθετον τῆς προηγουμένης. Βαθμολογεῖται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο συγχεριτικῶς πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

Τὸ δὲ μετάλλινον βαρόμετρον τοῦ Vidi σύγκειται ἐκ μεταλλικοῦ τινος κυλινδρικοῦ τυμπάνου N (σχ. 111) κενοῦ ἀέρος, τοῦ ἑποίου ἡ μὲν κάτω βᾶσις στηρίζεται ἐπὶ τῆς θήκης τοῦ ὄργανου, οὔσα διὰ τοῦ κέντρου αὐτῆς προσκεκολλημένη ἐπ' αὐτῆς, ἡ δ' ἄνω οὔσα κυματοειδῆς κοιλοῦται εὐχερῶς καὶ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις βαίνει αὐξανομένη. Ἐπικαμποῦς χαλυβδίνου ἐλάσματος P τὸ μὲν ἐν πέρασ στηρίζεται ἀκλονήτως ἐπὶ τῆς θήκης, τὸ δὲ ἕτερον εἶνε συνδεμένον μετὰ τοῦ κέντρου τῆς ἄνω

βάσεως τοῦ τυμπάνου, οὕτως ὥστε, τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως αὐξανομένης καὶ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ τυμπάνου κοιλουμένης ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, τὸ ἐλατήριον P κάμπτεται ταυτοχρόνως. Ὅταν δὲ τὸ ὑψόμενον ἢ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐλαττωταί, ἢ ἄνω βάσις τοῦ τυμπάνου κυρτοῦται τῇ ἐνεργείᾳ τοῦ καμψθέντος ἐλατηρίου P. Ἡ πρὸς τὰ κάτω δὲ καὶ ἄνω κινήσεις αὕτη τῆς ἄνω βάσεως τοῦ τυμπάνου μεταδίδεται διὰ σειρᾶς στελεχῶν συνηνωμένων δι' ἀρθρώσεων εἰς δείκτην στρεπτόν περὶ ἄξονα διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ διερχόμενον. Καὶ τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται συγκριτικῶς πρὸς ὑδραργυρικὸν βαρόμετρον.

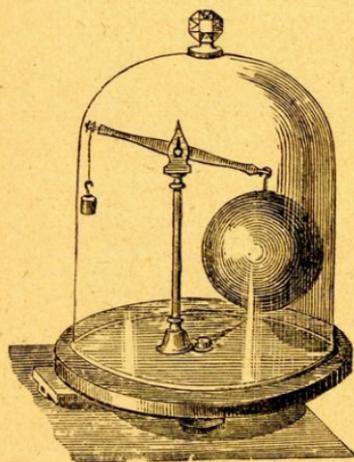
135. Τοιαῦτα ὄντα τὰ βαρόμετρα διττῶς χρησιμεύουσι· πρῶτον μὲν πρὸς καταμέτρησιν τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, περὶ ὧν γενήσεται λόγος ἐν τῷ περὶ μετεωρολογίας κεφαλαίῳ, δεύτερον δὲ πρὸς εὐρεσιν τοῦ ὕψους, εἰς ὃ κεῖται τόπος τις ἄνωθεν ἄλλου ἢ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Τοῦτο δὲ διὰ μικρὰ ὕψη ἐπιτυγχάνεται ὡς ἐξῆς. Ἐὰν π. χ. βαρόμετρον εὐρισκόμενον ἐν Πειραιεῖ παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δεικνύῃ ἐν ὠρισμένῃ στιγμῇ βαρομετρικὸν ὕψος 760 χιλιοστόμ., ἕτερον βαρόμετρον ἐν Ἀθήναις παρὰ τὰ Ἀνάκτορα θὰ δεικνύῃ 750 χιλιοστόμετρα. Ἡ διαφορὰ δ' αὕτη τῶν βαρομετρικῶν ὕψων προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι τὸ στρώμα τοῦ ἀέρος τὸ μεταξὺ Ἀθηνῶν καὶ Πειραιῶς κείμενον, ἐν ᾧ πιέζει τὸν ὑδράργυρον τοῦ ἐν Πειραιεῖ βαρομέτρου, δὲν πιέζει τὸν ὑδράργυρον τοῦ ἐν Ἀθήναις. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τὸ βάρος τοῦ στρώματος τούτου τοῦ ἀέρος ἰσοροπεῖται ὑπὸ στήλης ὑδραργυρικῆς ἐχούσης ὕψος ἴσον τῇ διαφορᾷ τῶν βαρομετρικῶν ὕψων, ἧτοι 10 χιλιοστόμ. Ἀλλ' ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος εἶνε 10500 περίπου φορές βαρύτερος τοῦ ἀέρος τοῦ κατωτέρου τούτου στρώματος, τὸ στρώμα τοῦτο ἔχει ὕψος 10500 φορές 10 χιλιοστόμ. κατὰ τὴν ἀρχὴν τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων τῶν ἐμπεριεχόντων ἕτερογενῆ ὑγρά. Ἀλλὰ 10500 φορές 10 χιλιοστόμ. εἶνε ἴσον πρὸς 105 μέτρα, ὅπερ εἶνε τὸ ὕψος τῶν Ἀνακτόρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Οὕτως, ὅταν ἀναχωροῦντες ἀπὸ τοῦ Πειραιῶς καὶ κρατοῦντες βαρόμετρον ἀνερχόμεθα εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ βλέπωμεν ὅτι τὸ βαρομετρικὸν ὕψος ἐλαττοῦται κατὰ 1, 2, 3, χιλιοστόμ. συνάγομεν ὅτι ἀνήλθομεν ἀπαξ, δις, τρίς 10 μέτρα καὶ ἡμισυ. Τοῦτο δ' ἀληθεύει μόνον, ὅταν εὐρισκώμεθα εἰς τὸ κατώτερον στρώμα τῆς ἀτμοσφαίρας· διότι, ἐὰν ἀναχωρήσωμεν π. χ. ἐκ Τριπόλεως, ἧτις κεῖται εἰς ὕψος 700 περίπου μέτρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσ-

σης, πρέπει ν' ανέλθωμεν εἰς ὕψος 11 περίπου μέτρων, ἵνα ἐλαττωθῇ τὸ βαρομετρικὸν ὕψος κατὰ 1 χιλιοστόμ., διότι εἰς τὸ ὕψος τοῦτο ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ εἶνε ἀραιότερος ἢ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. (1)

**136. Πιέσεις ἐπὶ τῶν ἐν τῷ ἀέρι ἐμβεβαπτισμένων σώματων.** Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐπὶ τῶν ὑγρῶν δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ ἐπίσης καὶ ἐπὶ τοῦ ἀέρος· δηλονότι

*Πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς τοῦ ἀέρος ὑψίσταται ἄνωσιν ἴσην πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ἀέρος, τὸν ὁποῖον ἐκτοπίζει.*

Τὴν ἄνωσιν ταύτην ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς διὰ συσκευῆς, ἣτις καλεῖται **βαροσκόπιον** (σχ. 112). Αὕτη εἶνε εἶδος μικροῦ ζυγοῦ, εἰς



Σχ. 112.

τὴν φάλαγγα τοῦ ὁποίου ἐξαρτῶμεν ἐκ μὲν τοῦ ἐνὸς ἅκρου σφαιραν ἐκ φελλοῦ ἢ μεγάλην μεταλλίνην σφαιραν κοίλην, ἐκ δὲ τοῦ ἑτέρου μικρὸν κύλινδρον μολύβδινον στερεόν, ὅστις δύναται νὰ ἰσοροπήσῃ τὴν σφαιραν ἐν τῷ ἀέρι καὶ τηρήσῃ τὴν φάλαγγα ὀριζοντίαν. Τὴν συσκευὴν ταύτην θέτοντες ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀεραντλίας καὶ ἀντλοῦντες ἐκ τούτου τὸν ἀέρα, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐφ' ὅσον ὁ ἀήρ ἀραιούται, ἡ φάλαγγ' κλίνει πρὸς τὴν μεγάλην σφαιραν. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι ἡ σφαῖρα αὕτη εἶνε μὲν πραγματικῶς βαρύτερα τοῦ μολυβδίνου κυ-

λίνδρου, ἰσοροπεῖ δ' αὐτὸν ἐν τῷ ἀέρι, διότι ἐν αὐτῷ ὑψίσταται ἄνωσιν μείζονα ἐκείνης, ἣν ὑψίσταται ὁ στερεὸς κύλινδρος.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι σῶμά τι ἀφεθὲν ἐλεύθερον ἐν τῷ

(1) Διὰ ὕψη μὴ ὑπερβαίνοντα τὰ 1000 μέτρα γίνεται χρῆσις τοῦ ἐξῆς τύπου τοῦ Babinet.

$$\Gamma = 16000 \left( \frac{H - H'}{H + H'} \right) \left[ 1 + \frac{2(\theta + \theta')}{1000} \right]$$

ἔνθα  $\Gamma$  τὸ ζητούμενον ὕψος εἰς μέτρα,  $H$  καὶ  $H'$  τὰ βαρομετρικὰ ὕψη (ἀνηγμένα εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0) καὶ  $\theta$ ,  $\theta'$  αἱ θερμοκρασίαι τοῦ ἀέρος εἰς τοὺς δύο σταθμούς.

ἀέρι καταπίπτει, ἐὰν ἔχη βάρος ὑπέρτερον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, αἰωρεῖται δ' ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ἐὰν τὸ βᾶρος τοῦ σώματος εἴνε ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος. Ἐὰν δὲ τὸ βᾶρος τοῦ σώματος εἴνε κατώτερον τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ἀέρος, τότε τὸ σῶμα ἀνυψοῦται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, μέχρις οὗ φθάσῃ εἰς στρῶμα ἀέρος, ἐν τῷ ὁποίῳ τὸ βᾶρος τοῦ σώματος εἴνε ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, ἔνθα αἰωρεῖται· οὗτος εἴνε ὁ λόγος τῆς ἐν τῷ ἀέρι ἀνυψώσεως τῶν ἀεροστάτων.

**137. Ἀερόστατα.** Πολλὰ ἀέρια, οἷον τὸ ὕδρογόνον, τὸ φωταέριον, ὁ θερμὸς ἀήρ, εἴνε εἰδικῶς ἐλαφρότερα τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ἐὰν λοιπὸν ἐν τῶν ἀερίων τούτων ἐγκλείσωμεν ἐντὸς περιβλήματος κατεσκευασμένου ἐξ ἐλαφροῦ τινος ὑφάσματος, οἷον σηρικοῦ, τὸ οὕτως ἀποτελεσθησόμενον ἀερόστατον θέλει ἀνυψωθῆ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, μέχρις ὅτου φθάσῃ εἰς στρῶμα, εἰς τὸ ὁποῖον τὸ βᾶρος τοῦ ἐγκλεισμένου ἀερίου καὶ τοῦ περιβλήματος νὰ ἐξισωθῆ πρὸς τὸ βᾶρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ἐν τῷ στρώματι τούτῳ ἀέρος. Τῆν ἀρχὴν ταύτην πρῶτοι ἐφήρμοσαν οἱ ἀδελφοὶ Montgolfier ἀνυψώσαντες τὸ πρῶτον ἀερόστατον ἐκ τῆς πόλεως Annonay τῆς Γαλλίας κατὰ τὸ ἔτος 1783. Ἡ πρώτη αὕτη ἀεροπόρος σφαῖρα ἔχουσα διάμετρον 2 περίπου μέτρων συνέκειτο ἐκ τινος ἐξ ὑφάσματος περιβλήματος ἐπικεκαλυμμένου διὰ χάρτου, εἰς τὸ κατώτερον δὲ μέρος ἔφερε στόμιον κυκλικὸν ἔχον ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς τινὰς τετραγωνικοὺς πόδας, ὀλίγον δὲ ὑποκάτωθεν ἐλαφρόν τι πλέγμα ἐκ σιδηρῶν συρμάτων πλήρες εὐφλέκτων σωματίων. Ὁ ἐντὸς ἀήρ θερμανθεὶς ἐγένετο εἰδικῶς κουφότερος, οὕτω δ' ἡ σφαῖρα ἀφειθεῖσα ἐλευθερὰ ἀνῆλθεν εἰς ὕψος 2000 μέτρων, ἤρξατο δὲ κατερχομένη, ὅταν ἐσθέσθη τὸ πῦρ καὶ ἐψύχθη ὁ ἐσωτερικὸς ἀήρ, ὅστις οὕτως ἐγένετο ἰσόπυκνος πρὸς τὸν ἐξωτερικόν.

Αἱ διὰ θερμοῦ ἀέρος ἀεροπόροι σφαῖραι, αἵτινες καλοῦνται Μογγολφιέραι, εἴνε λίαν ἀτελεῖς, διότι τὸ μὲν περίβλημα ὑπόκειται εἰς ἐμπρησμόν ἢ καὶ εἰς διάρρηξιν, ἢ δ' ἀνυψοῦσα τὸ ἀερόστατον δύνამις, ἢ ἄνωσις, δυσκόλως δύναται νὰ αὐξήθῃ ἢ μειωθῇ, ὅταν ὁ ἀεροναύτης θέλῃ ἔτι μᾶλλον ν' ἀνέλθῃ ἢ νὰ κατέλθῃ. Ἐπειδὴ δ' ὁ ἐσωτερικὸς ἀήρ δὲν εἴνε δυνατόν νὰ θερμανθῇ ἰσχυρῶς, ἡ πυκνότης αὐτοῦ δὲν διαφέρει πολὺ τῆς ἀρχικῆς καὶ οὕτως ἡ ἄνωσις εἴνε μικρὰ καὶ ἡ ἀνάβασις κατ' ἀκαλουθίαν γίνεται εἰς ὕψη σχετικῶς μικρὰ.

Κατὰ τὸ αὐτὸ ἔτος ὁ Γάλλος Φυσικὸς Charles κατασκευάσεν ἀερόπλοον σφαῖραν ἐκ σηρικῶν ἐρρητινωμένου (βερνικωμένου) ἔξωθεν, τὴν ὁποίαν ἐπλήρωσεν ὑδρογόνου, τοῦ κουφωτάτου πάντων τῶν γνωστῶν ἀερίων (σχ. 113). Τὸ ἀνώτερον ἡμισφαίριον περιβάλλεται διὰ πλέγματος ἐκ λεπτοῦ σχοινίου, τοῦ ὁποίου τὰ νήματα προεκτεινόμενα ἐκ τῶν πέριξ πρὸς τὰ κάτω προσδέονται εἰς στεφάνην, ἐξ ἧς κρέματα



Σχ. 113.

ὁ τοῖς ἀεροναύταις χρησιμεύων κάλαθος. Ὅσαι εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τῆς σφαίρας κείμεναι κλείονται ἀεροστεγῶς δι' ἐπιστομίων πιεζομένων ὑπὸ ἐλατηρίων, ἐν ἀνάγκῃ δ' ἀνοίγονται διὰ σχοινίου, δι' οὗ ὁ ἀεροναύτης ἔλκει τὰ ἐπιστόμια. Πληροῦται δ' ὑδρογόνου δι' ὀπῆς, ἣτις ὑπάρχει εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς σφαίρας καὶ ἣτις κλείεται μετὰ ταῦτα ἀεροστεγῶς. Ἡ ὑδρογόνου πεπληρωμένη ἀερόπλοος σφαῖρα δὲν πληροῦται μέχρι τελείας ἐξογκώσεως, διότι κατὰ τὴν ἀνύψωσιν αὐτῆς εἰς ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, ἔνθα ἡ ἐξωτερικὴ

πίσεις ἐλαττοῦται, δὲν θὰ ἐξουδετεροῦτο ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ὑδρογόνου, οὕτω δὲ τὸ ἄλλως λεπτόν περίβλημα τῆς ἀεροπόρου σφαίρας πιεζόμενον ἰσχυρότερον ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω ἦθελε διαρραγῆ.

Ὅταν ὁ τῆς ἀεροπόρου σφαίρας ἐπιβάτης προτιθῆται νὰ κατέλθῃ, ἀνοίγει τὸ ἐπιστόμιον, ὑδρογόνον ἐξέρχεται, ἡ σφαῖρα μειοῦται κατὰ τὸν ὄγκον, ἐκτοπίζει μικρότερον ὄγκον ἀέρος, τὸ βᾶρος δὲ τοῦ ἀεροστάτου καθίσταται οὕτω μεγαλύτερον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, ἡ δὲ ἀεροπόρος σφαῖρα κατέρχεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς διαφορᾶς ταύτης τῶν δύο δυνάμεων. Ἡ δύναμις αὕτη κατὰ τὴν κάθοδον μένει σταθερά, διότι τὸ μὲν βᾶρος τῆς ἀεροπόρου σφαίρας εἶνε ἀμετάβλητον, αὕτη δὲ κατερχομένη εἰσέρχεται μὲν εἰς στρώματα πυκνότερα, ἀλλὰ μειουμένη τὸν ὄγκον ἐκτοπίζει ὀλιγώτερον ἀέρα. Ὁ ἀεροναύτης δύναται νὰ ἐπιβραδύνῃ τὴν κατάβασιν ἢ καὶ αὐθις ν' ἀνέλθῃ ῥίπτων ἔρμα (ἄμμον), τὸ ὁποῖον πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον θέτει ἐν τῷ καλάθῳ πρὸ τῆς ἀνυψώσεως. Τὸ ὕψος, εἰς ὃ ἀνέρχεται τὸ ἀερόστατον, ἀνευρίσκεται διὰ βαρομέτρου, τὸ ὁποῖον φέρει μεθ' ἑαυτοῦ ὁ ἀεροναύτης.

Τὰ ἀερόστατα ἐφοδιάζονται πολλάκις διὰ συσκευῆς, ἣτις καλεῖται *ἀλεξιπτωτον* ἢ *πρωσίωτρον*, διὰ τοῦ ὁποῖου ὁ ἀεροναύτης κατέρχεται ἀκινδύνως. Εἶνε δὲ τοῦτο εἶδος ἀλεξηλίου παμμέγιστον ἐκ χονδροῦ ὑφάσματος κατεσκευασμένον κυκλοτερές καὶ φέρων ὀπλὴν ἐν τῷ μέσῳ. Ἐκ τούτου κρέματατά κάλαθος διὰ σχοινίων ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ ἀλεξιπτώτου προσδεδεμένων. Ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος ἐκπτώσει αὐτό, τοῦτο δὲ κατέρχεται βραδέως ἕνεκα τῆς μεγάλης ἐπιφανείας, ἣν παρουσιάζει. Τὸ ἀλεξιπτωτον ἐπενοήθη κυρίως, ὅπως ἔχη ὁ ἀεροναύτης μέσον καθόδου, ἐν ἧ περιπτώσει ἦθελε διαρραγῆ τὸ ἀερόστατον, πολλάκις ὅμως γίνεται χρῆσις αὐτοῦ καὶ ἄνευ τῆς ἀνάγκης ταύτης.

Πολλὰ ἀεροστατικά ἀναβάσεις ἐγένοντο ἐπὶ ἐπιστημονικῷ σκοπῷ, ἐκ τῶν ὁποίων μᾶλλον ἀξιωμαθὸς εἶνε ἡ πρώτη ἐν ἔτει 1804 ὑπὸ τοῦ Gay-Lussac γενομένη. Ὁ Gay-Lussac ἀναχωρήσας ἐκ Παρισίων τὴν πρωΐαν τῆς 16 Σεπτεμβρίου 1804 ἀνῆλθε μόνος εἰς ὕψος 7016 μέτρων, εἰς ὃ τὸ μὲν βαρόμετρον ἐδείκνυε 328,8 χ. μ., τὸ δὲ θερμομέτρον 10<sup>0</sup> περίπου *κάτωθεν* τοῦ μηδενικοῦ, ἐν ᾧ κατὰ τὴν στιγμήν τῆς ἀναβάσεως τὸ μὲν βαρόμετρον ἐδείκνυε 765,2, τὸ δὲ θερμομέτρον 28<sup>0</sup> ἄνωθεν τοῦ μηδενικοῦ. Μετὰ ἐξάωρον ἀεροπορίαν κατήλθεν εἰς Rouen, τουτέστιν εἰς ἀπόστασιν 140 χιλιομέτρων ἀπὸ τῶν Παρισίων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β .

ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΣ.  
ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ.

138. Εἰς κυλινδρικὸν δοχεῖον ΒΑ (σχ. 114) κλειστὸν κάτωθεν καὶ ἀνοικτὸν ἄνωθεν πλήρες αἰερίου τινός, π.χ. ἀτμοσφαιρικοῦ αἰερος, ἐφαρμόζομεν ἐμβολέα κλειόντα τὸν κύλινδρον ἀεροστεγῶς καὶ θέτομεν



Σχ. 114.

βάρος τι ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως. Παρατηροῦμεν τότε ὅτι ὁ ἐμβολεὺς κατέρχεται μέχρι τοῦ Β π. χ. καὶ εἶτα μένει στάσιμος. Ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως βάρος μείζον, οὗτος κατέρχεται ἔτι μᾶλλον μέχρι τοῦ Γ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι, ὅταν ὁ ὄγκος αἰερίου ἐλαττωῖται, ἡ ἐλαστικότητα αὐτοῦ αὐξάνεται ἰσοροποῦσα ἐκάστοτε τὴν ἐπιφερομένην πίεσιν. Ἐνεκα τῆς ἰσότητος ταύτης μεταξύ ἐλαστικότητος τοῦ αἰερίου καὶ ἐπιφερομένης πίεσεως, ὅταν ἐπέλθῃ ἰσοροπία, λέγομεν ἀδιαφόρως πίεσις τοῦ αἰερίου ἀντὶ ἐλαστικότητος τοῦ αἰερίου καὶ ἀντιστρόφως.

Ὁ Mariotte ἀνεῦρε σχέσιν ὠρισμένην μεταξύ τοῦ ὄγκου, ὃν καταλαμβάνει ὠρισμένη ποσότης αἰερίου, καὶ τῆς ἐπιφερομένης πίεσεως, ὅταν ἐπέλθῃ ἰσοροπία. Ἡ σχέσις αὕτη εἶνε γνωστὴ ὑπὸ τὸ ὄνομα νόμος τοῦ Μαριόττου.

139. **Νόμος τοῦ Μαριόττου.** Οἱ ὄγκοι, οὓς καταλαμβάνει ὠρισμένη ποσότης αἰερίου ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πίεσεων, ἃς τοῦτο ὑφίσταται. Τουτέστιν, ὅταν ἡ ἐπὶ τοῦ αἰερίου ἐπιφερομένη πίεσις διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ., ὁ ὄγκος αὐτοῦ γίνεται δις, τρις κτλ. μικρότερος. Ὅταν δὲ τούναντίον ὁ ὄγκος τοῦ αἰερίου διπλασιασθῇ, τριπλασιασθῇ κτλ., ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ γίνεται δις, τρις κτλ. μικροτέρα. Οὕτως, ἐὰν ἐντὸς τοῦ κυλινδρικοῦ δοχείου ΒΑ ἐγκλεισθῇ ἀήρ ὑπὸ τὴν κανονικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τῶν 760 χ.μ., ἕκαστον τετραγωνικὸν ὑφεκατόμετρον τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου δέχεται πίεσιν ὑπὸ τοῦ αἰερος 1033 γραμμαρίων. Ἐὰν δὲ καταπίεσωμεν τὸν ἐμβολέα οὕτως, ὥστε ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκλεισμένου αἰερος νὰ γίνῃ τὸ ἕμισυ τοῦ ἀρχικοῦ, ἡ πίεσις ἐφ' ἐκάστου τετραγ. ὑφεκ. γίνεται ἴση πρὸς δύο φορές 1033 γραμμάρια· καὶ ἐὰν ὁ ὄγκος τοῦ αἰερος ὑπο-

τριπλασιασθῆ, ἢ πίεσις γίνεται τρεῖς φορές 1033 γραμμάρια καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ Β τὸν ὄγκον ὠρισμένης ποσότητος ἀερίου ὑπὸ πίεσιν Π καὶ διὰ τοῦ Β' τὸν ὄγκον αὐτοῦ ὑπὸ πίεσιν Π', κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου συνάγομεν  $B : B' = \Pi' : \Pi$  (1) ἢ  $B \chi \Pi = B' \chi \Pi'$ . τουτέστιν ὠρισμένης ποσότητος ἀερίου ὑπὸ σταθερὰν θερμοκρασίαν τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν πίεσιν μένει ἀμετάβλητον.

Ὅταν συμπιέζωμεν ἀερίον τι, καθιστῶμεν αὐτὸ πυκνότερον. Ἄν δὲ καλέσωμεν Β καὶ Β' τοὺς ὄγκους ὠρισμένης ποσότητος ἀερίου καὶ δ καὶ δ' τὰς ἀντιστοίχους πυκνότητας, θέλωμεν ἔχει

$$B \chi \delta = B' \chi \delta',$$

ὅπερ ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος τῆς ὠρισμένης ποσότητος τοῦ ἀερίου. Ὅθεν

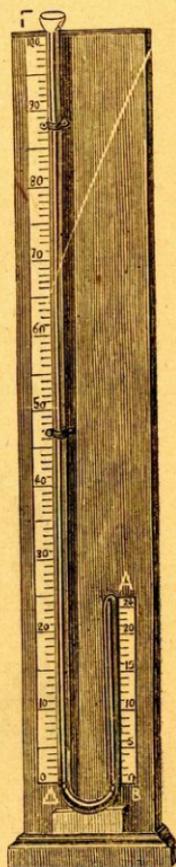
$$B' : B = \delta : \delta'.$$

Ἄλλὰ  $B' : B = \Pi : \Pi'$ , ὅθεν λαμβάνομεν  $\delta : \delta' = \Pi : \Pi'$ , ἥτοι ἢ πυκνότης ἀερίου μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς πίεσεως, ἢν τοῦτο ὑφίσταται.

#### 140. Πειραματικὴ ἀπόδειξις τοῦ νόμου τοῦ Μαριόττου.

Ἴνα τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς ἀποδείξωμεν, λαμβάνομεν σωλήνα ὑάλινον ἐπικαμπῆ ἔχοντα δύο βραχίονας ἀνισομήκεις, ὧν ὁ μὲν βραχύτερος ΑΒ (σχ. 115) εἶνε κλειστός ἄνωθεν καὶ ὑποδιηρημένος εἰς ἴσας χωρητικότητας, ὁ δὲ δεύτερος ΓΔ ἐπιμηκέστερος ἀνοικτός ἄνωθεν καὶ φέρων παρακειμένως κλίμακα ὑποδιηρημένην εἰς ὑφεικατόμετρα. Χέομεν κατὰ πρῶτον διὰ τοῦ γωνίου Γ ὀλίγον ὑδράργυρον, οὕτως ὥστε ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καὶ εἰς τοὺς δύο βραχίονας νὰ εὐρίσκηται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον καὶ εἰς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος, ὅτε ὁ ἐγκλεισμένος ἀήρ ἔχει ὄγκον ἴσον π. χ. πρὸς 24 καὶ ἐλαστικότητα ἴσην πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρας.

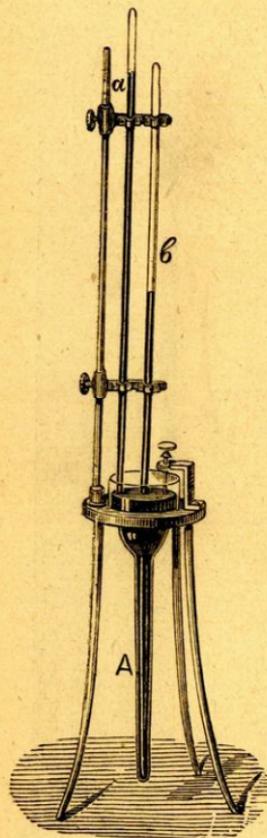
Ἐὰν δὲ νῦν ἐγχύσωμεν καὶ ἄλλον ὑδράργυρον μέχρις ὅτου ὁ ἐγκλεισμένος ἀήρ συσταλῆ εἰς τὸ ἡμισυ τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου, ἥτοι γίνῃ ἴσος πρὸς 12, καὶ μετρήσωμεν τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς δύο βραχίονας, εὐρίσκομεν



Σχ. 115.

αὐτὴν ἴσην πρὸς τὸ βαρομετρικὸν ὕψος. Εἰς τὴν πίεσιν, ἣν ἐπιφέρει ἡ ὑδραργυρική αὐτὴ στήλη καὶ ἥτις ἰσοῦται πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρας, προστίθεται καὶ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, ἥτις φέρεται διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου Γ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἐλαστικότητα τοῦ ἀέρος, οὕτινος ὁ ὄγκος ἐγένετο ἴσος πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ, ἰσορροπεῖ τὴν πίεσιν δύο ἀτμοσφαιρῶν.

Ἴνα δ' ἀποδείξωμεν καὶ τὸ ἀντίστροφον, ἦτοι ὅτι διπλασιαζόμενον



Σχ. 116.

τοῦ ὄγκου τοῦ ἀέρος ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ ὑποδιπλασιάζεται, λαμβάνομεν βαθύ δοχεῖον Α (σχ. 116) πεπληρωμένον ὑδραργύρου, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀναστρέφομεν βαρομετρικὸν σωλῆνα α πεπληρωμένον ὡσαύτως ὑδραργύρου ὡς ἐν τῷ πειράματι τοῦ Torricelli (§ 126 σχ. 98). Λαμβάνομεν προσέτι καὶ δεύτερον σωλῆνα β διπλασίου μήκους, κλειστὸν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον καὶ ὑποδιηρημένον εἰς ἴσας χωρητικότητας καὶ πληροῦμεν αὐτὸν ὑδραργύρου μόνον κατὰ τὰ  $\frac{9}{10}$  περίπου, οὕτως ὥστε τὸ ὑπολειφθὲν μέρος νὰ μείνη πλήρες ἀέρος. Κλείσαντες δὲ τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλῆνος τούτου διὰ τοῦ ἀντιχειρὸς καὶ ἀναστρέψαντες καταδύομεν αὐτὸν ἐντὸς τοῦ δοχείου, μέχρις ὅτου ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου φθάσῃ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ἐν τῷ σωλῆνι τούτῳ καὶ ἐν τῇ λεκάνῃ τοῦ δοχείου Α, ὅποτε ὁ μὲν ὄγκος τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος εἶνε ἴσος πρὸς 10 κυβ. ὕψεκ. π. χ., ἡ δ' ἐλαστικότης αὐτοῦ ἴση τῇ ἀτμοσφαιρική πιέσει. Μετὰ ταῦτα ἀνασύρομεν τὸν σωλῆνα β μέχρις ὅτου ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος διπλασιασθῇ, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν ἐπι-

φανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τοὺς δύο σωλῆνας α καὶ β γίνεται ἴση τῷ ἥμισυ τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους α, ἦτοι ἴση πρὸς τὸ ἥμισυ τῆς πίεσεως μιᾶς ἀτμοσφαιρας. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τοῦ ὄγκου διπλασιασθέντος ἡ ἐλαστικότης ὑποδιπλασιάσθη.

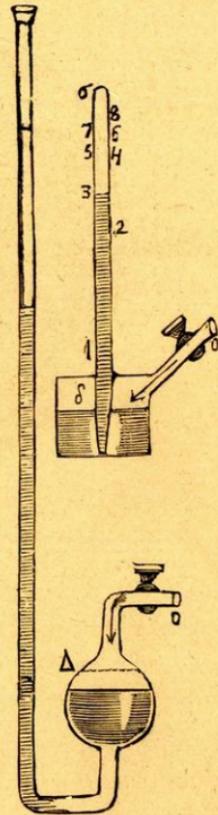
Ὁ νόμος οὗτος δὲν ἀληθεύει ἐξ ἴσου διὰ πάντα τὰ ἀέρια, ὅταν αἱ πιέσεις εἶνε μεγάλαι. Οὕτω τὸ ὑδρογόνον, τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον ἀκολουθοῦσι τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου ὑποβαλλόμενα καὶ εἰς πίεσιν εἴκοσιν ἀτμοσφαιρῶν, ἐν ᾧ τὸ ἀνθρακικόν ὀξύδεν ἀκολουθεῖ αὐτόν, ὅταν ὑποβληθῆ εἰς πίεσιν μείζονα τῶν 10 περίπου ἀτμοσφαιρῶν.

**141. Μανόμετρα.** Πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἐλαστικότητος τῶν αερίων ποιούμεθα χρῆσιν συσκευῶν, αἵτινες καλοῦνται **μανόμετρα**. Ὑπάρχουσι δὲ τριῶν εἰδῶν, τὸ **ἀνοικτόν**, τὸ **κλειστόν** καὶ τὸ **μετάλλινον μανόμετρον**.

α'). **Μανόμετρον ἀνοικτόν.** Τοῦτο σύγκειται ἐξ ὑαλίνου σωλήνος βεβαθμολογημένου (σχ. 117) ἀνοικτοῦ ἄνωθεν καὶ συνδεομένου κάτωθεν μετὰ τοῦ πλήρους ὑδραργύρου δοχείου Δ, τὸ ὁποῖον τίθεται εἰς συγκοινωνίαν διὰ στρόφιγγος μετὰ τοῦ ἀεροφυλακείου τοῦ ἐμπεριέχοντος πεπιεσμένον ἀέριον, οὕτινος πρόκειται νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἐλαστικότητα. Ἡ πίεσις τοῦ αερίου ἐπιφερομένη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἀνυψοῖ αὐτόν ἐν τῷ σωλήνῳ, ἐκ τοῦ ὕψους δὲ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης λογιζομένης ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ δοχείῳ ἀνευρίσκομεν τὴν ἐλαστικότητα εἰς ἀτμοσφαιρας.

β'). **Μανόμετρον κλειστόν.** Τὸ μανόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐκ τινος σιδηροῦ δοχείου δ (σχ. 117) πεπληρωμένου ὑδραργύρου, ἐντὸς τοῦ ὁποῖου ἐμβαπτίζεται παχύς καὶ ἀνθεκτικὸς κρυστάλλινος σωλὴν κυλινδρικός κλειστός κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον σ, περιέχων ξηρὸν ἀέρα καὶ ἐπὶ τοῦ δοχείου δ ἀεροστεγῶς προσκεκολλημένος.

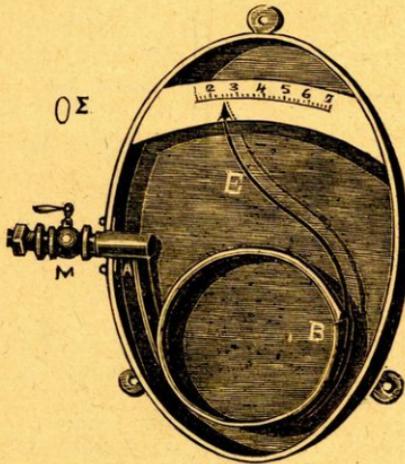
Αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑδραργύρου ἐν τε τῷ σωλήνῳ καὶ τῇ λεκάνῃ κεῖνται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον ὑπὸ τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρας. Τὸ πανταχόθεν κεκλεισμένον δοχεῖον συγκοινωνεῖ διὰ παραπλεύρου σωλήνος φέροντος στρόφιγγα μετὰ τοῦ ἀεροφυλακείου τοῦ ἐμπεριέχοντος τὸ πεπιεσμένον ἀέριον ἢ τὸν ἀτμόν, ὅστις εἰσδύων ἐν τῷ δοχείῳ δ ὠθεῖ τὸν ὑδράργυρον ἐντὸς τοῦ κρυστάλλινου σωλή-



Σχ. 117.

νος καὶ συμπιέζει τὸν ἐγκλεισμένον ἀέρα. Τὸ μανόμετρον τοῦτο βαθμολογεῖται συγκριτικῶς πρὸς ἀνοικτὸν μανόμετρον.

γ'). **Μετἀλλινον μανόμετρον τοῦ Bourdon.** Τὸ μανόμετρον τοῦτο χρῆσιμον ἐν τῇ βιομηχανίᾳ πρὸς προσδιορισμὸν τῆς πίεσεως ἢ ἐλαστικότητος ἀερίων ἢ ἀτμῶν (ἀτμομηχαναὶ) ἢ ὑγρῶν (ὕδραυλικὸν πιεστήριον) σύγκειται ἐκ μεταλλίνου σωλῆνος ΑΒ (σχ. 118) εὐκάμπτου καὶ συμπεπιεσμένου, οὕτως ὥστε ἡ ἐγκαρσία αὐτοῦ τομῆ Σ



Σχ. 118.

νά εἶνε ἑλλειπτική, καὶ περιειλιγμένον ἐν σχήματι ἑλικος. Ὁ ἐλικοειδῆς οὗτος σωλῆν εἶνε κλειστὸς μὲν κατὰ τὸ ἐν ἄκρον Β, ἀνοικτὸς δὲ κατὰ τὸ ἕτερον Μ, ἐνθα ὑπάρχει στρόφιγξ, δι' ἧς τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ὁ σωλῆν οὗτος μετὰ τοῦ ἀτμογόνου λέβητος. Τὸ ἕτερον ἄκρον Β τοῦ σωλῆνος ὃν ἐλεύθερον φέρει δείκτην Ε, οὗτινος τὸ ἄκρον διαγράφει τόξον κύκλου. Ὅταν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος τούτου συμπιεσθῇ ἀήρ ἢ ἀτμός ἢ ὕδωρ ἢ ἄλλο τι ὑγρὸν,

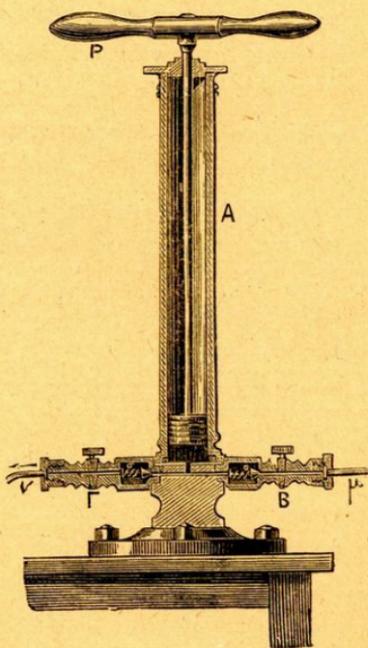
τότε ἡ μὲν ἐγκαρσία αὐτοῦ τομῆ τείνει ν' ἀποθῆ κυκλική, ὁ δὲ σωλῆν ἐξελίσσεται καὶ ὁ δείκτης Ε μετακινεῖται πρὸς τὰ δεξιά. Ἡ βαθμολογία τοῦ ὄργανου τούτου γίνεται εἰς ἀτμοσφαίρας ἢ κάλλιον εἰς χιλιογράμματα (γαλλικὰ μανόμετρα) ἢ καὶ εἰς ἀγγλικὰς λίτρας (ἀγγλικὰ μανόμετρα). Οὕτως ἐὰν τὸ ὄργανον συγκοινωνῆσαν μετ' ἀτμογόνου λέβητος δεικνύη πίεσιν πέντε χιλιογράμμων ἢ 75 λιτρῶν, τότε συνάγομεν ὅτι εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν ὁ ἀτμός πιέζει ἕκαστον τετραγ. ὕψεκ. τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ λέβητος διὰ πίεσεως πέντε χιλιογράμμων, εἰς δὲ τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἕκαστον τετραγ. δάκτυλον ἀγγλικὸν (inch=2,54 ὕψεκ.) διὰ πίεσεως 75 ἀγγλικῶν λιτρῶν (pound). (1)

(1) Στήλη ὑδραυλικὴ ἔχουσα βάσιν 1 τετραγ. δακτ. ἀγγλ. καὶ ὕψος 76 ὕψεκ. ἐπιφέρει πίεσιν ἴσην πρὸς  $2,54 \times 2,54 \times 76 \times 13,6 = 6668,4$  γρ. = 15 λί-

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

## ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ. ΣΙΦΩΝ. ΥΔΡΑΝΤΙΑΙ.

142. **Πνευματικά μηχαναί.** Καλοῦνται πνευματικά μηχαναί αἱ συσκευαί, δι' ὧν δυνάμεθα νὰ ἀραιώσωμεν τὸν ἀέρα τὸν ἐμπεριεχόμενον ἐν τινι κλειστῷ χώρῳ ἢ νὰ συμπιέσωμεν ἀέρα ἢ ἄλλο τι ἀέριον οἷονδῆποτε ἐν κλειστῷ χώρῳ. Ποικίλαι δ' εἶνε αἱ τοιαῦται συσκευαί, ἐξ ὧν ἐνταῦθα θὰ περιγράψωμεν ἰδίᾳ τὴν ἀπλουστέραν, ἐπαρκούσαν εἰς τὰ ἐν τῇ παρουσίᾳ φυσικῇ περιγραφόμενα πειράματα. Ἡ συσκευή αὕτη σύγκειται ἐκ τινος ὀρειχαλκίνου σωλήνος Α (σχ. 119) ἐξεσμένου ἐνδοθεν εἰς τέλειον κυλινδρον, ἐν τῷ ὁποίῳ ἀνέλκεται καὶ καταπιέζεται διὰ τῆς λαβῆς Ρ ἐμβολεύς ἀποτελούμενος ἐκ δύο ὀρειχαλκίνων δίσκων, μεταξύ τῶν ὁποίων συμπιέζονται δίσκοι ἐκ δέρματος πεποτισμένοι δι' ἐλαίου καὶ καλῶς ἐφαρμόζοντες ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ κυλίνδρου, ὥστε νὰ μὴ εἰσέρχεται ἀήρ μεταξύ τῶν τοιχωμάτων τούτων καὶ τοῦ ἐμβολεύς. Παρὰ τὸν πυθμένα τοῦ κυλίνδρου Α ὑπάρχουσι δύο πόροι  $\Gamma$  καὶ  $\mu$  ἄγοντες εἰς κυλινδρικές κοιλότητας  $\sigma$  καὶ  $\theta$ , ἐν αἷς κεῖνται κωνικαὶ ἐπιστομίδες δι' ἐλατηρίων πιεζόμεναι ἐντὸς κωνικῶν κοιλοτήτων, ἃς φέρουσιν οἱ δύο πόροι. Ἐκ τῶν ἐπιστομίδων τούτων ἡ μὲν πρὸς τὰ ἀριστερὰ  $\sigma$  ἔξωθεν μὲν ὠθυμένη κλείει τὸν πρὸς τὰ ἀριστερὰ πόρον  $\Gamma$ , ἀλλ' ἔσωθεν ὠθυμένη ὑποχωρεῖ ὀλίγον, οὕτω δ' ὁ πόρος ἀνοίγεται καὶ δύναται ἔσωθεν νὰ



Sch. 119.

τρας ὡς ἔγγιστα, μιᾶς ἀγγλικῆς λίτρας ἰσοδυναμούσης πρὸς 453,4 γρ. = 142 δράμια.

εξέλθη ἀήρ συμπεπιεσμένος· ἡ δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ ο ἔσωθεν μὲν ὠθειμένη κλείει τὸν δεξιὸν πόρον Β, ἀλλ' ἔξωθεν ὠθειμένη ἐπιτρέπει τὴν εἴσοδον τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος εἰς τὸν κύλινδρον, ὅταν ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀήρ εἶνε ἀραιότερος τοῦ ἐξωτερικοῦ. Καὶ διὰ τὰ ἀραιώσωμεν μὲν τὸν ἀέρα τὸν εὐρισκόμενον ἐν τινι χώρῳ, εἶεν τὸν ἐν τῷ ὑαλίῳ κώδωνι (σελ. 4 σχ. 1), τὸν ἐν τῷ σωλῆνι τοῦ Νεύτωνος (σελ. 53 σχ. 51), τὸν ἐν τῇ κοίλῃ ὑαλίῃ σφαίρᾳ (σελ. 100 σχ. 93), θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν χώρον τοῦτον μετὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ πόρου μΒ διὰ σωλῆνος παχέος ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος. Καὶ ὅταν μὲν ὁ ἐμβολεὺς ἀνέλκηται διὰ τῆς λαβῆς Ρ ἐν τῷ κυλίνδρῳ Α μέχρι τοῦ ἀνωτάτου μέρους αὐτοῦ (1), τείνει νὰ παραχθῇ ἐν αὐτῷ κενὸν καὶ τότε ἡ μὲν πρὸς ἀριστερὰ ἐπιστομὴς ὠθειμένη ὑπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος τηρεῖ κεκλεισμένον τὸν πόρον Γ, ἐν ᾧ ἡ πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπιστομὴ πιεζομένη ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος ὑποχωρεῖ καὶ ἀήρ ἐκ τοῦ χώρου ἐρχόμενος εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον Α καὶ πληροῖ αὐτόν. Ὅταν δὲ ὁ ἐμβολεὺς καταπιέζηται μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου, ὁ ἐν αὐτῷ πυκνούμενος ἀήρ πιεζει τὴν πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπιστομίδα ο καὶ οὕτω φράσσεται ὁ πόρος Βμ καὶ κωλύεται ἡ παλινδρόμησις τοῦ ἀέρος εἰς τὸν χώρον. Ἄλλ' ἡ πρὸς ἀριστερὰ ἐπιστομὴ σ πιεζομένη ὑποχωρεῖ καὶ ἀφίνει ἐλευθέραν τὴν ἐξοδὸν εἰς τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ συμπιεζόμενον ἀέρα. Ἀνελκύνοντες καὶ καταπιέζοντες ἐπανειλημμένως τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐμβολέα ἀφαιροῦμεν ἐκάστοτε μέρος τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος καὶ καθιστῶμεν αὐτὸν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀραιότερον. (2) Δὲν

(1) Πολλάκις ὁ κύλινδρος εἶνε ἄνωθεν ἀεροστεγῶς κεκλεισμένος καὶ φέρει εἰς τὴν ἄνω βᾶσιν αὐτοῦ ἐπιστομίδα ἀνοίγουσαν ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω. Κατὰ τὴν πρώτην ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως ὁ ἄνωθεν αὐτοῦ ἀήρ ἐκδιώκεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, οὕτω δὲ παράγεται ἄνωθεν κενόν, ὥστε κατὰ τὰς ἐπομένως ἀνελκύνσεις δὲν εἴμεθα ἠναγκασμένοι νὰ ὑπερπικρῶσωμεν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

(2) Ἐστω Β ἡ χωρητικότης τοῦ κώδωνος καὶ β ἡ τοῦ κυλίνδρου ἡ ὑπὸ τὸν ἐμβολέα, ὅταν οὗτος εὐρίσκηται εἰς τὴν ἀνωτάτην αὐτοῦ θέσιν. Ἄν παραστήσωμεν διὰ τοῦ Η τὴν ἀρχικὴν πίεσιν τοῦ ἐν τῷ κλειστῷ χώρῳ ἀέρος, ἡ πίεσις αὐτοῦ Η<sub>1</sub> μετὰ τὴν πρώτην ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως εὐρίσκηται διὰ τοῦ τύπου

$$H.B = (B + \beta) H_1, \text{ ἤτοι } H_1 = H \frac{B}{B + \beta}.$$

δυνάμεθα ὅμως νὰ ἀφαιρέσωμεν αὐτὸν ἐντελῶς, ἀλλὰ θὰ ὑπολειφθῆ μέρος τι, διότι μεταξὺ τοῦ πυθμένος τοῦ κυλίνδρου καὶ τῆς κάτω βάσεως τοῦ ἐμβολέως εὐρίσκομένου εἰς τὴν κατωτάτην αὐτοῦ θέσιν ὑπάρχει χωρητικότης τις, ἡ ἐπιζήμιος χωρητικότης καλουμένη, ἐν τῇ ὁποίᾳ συμπιεζόμενος ὁ ὑπὸ τὸν ἐμβολέα ἀήρ δύναται μὲν νὰ ἐξέλθῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἐφ' ὅσον ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ εἶνε ὑπερτέρα τῆς ἐξωτερικῆς πίεσεως, ὅταν ὅμως εἶνε ἐπὶ τοσοῦτον ἀραιὸς πρὸ τῆς καταπίεσεως τοῦ ἐμβολέως, ὥστε συνωθούμενος ἐν τῇ ἐπιζημίᾳ χωρητικότητι νὰ ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἴσην τῇ ἐξωτερικῇ πίεσει, τότε δὲν δύναται πλέον νὰ ἐξέλθῃ εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καὶ ἡ περιτέρω ἀνέλκυσις ἀποβαίνει ἀνωφελής. Ἐννοοῦμεν δὲ ὅτι ἐφθάσαμεν εἰς τὸ ὄριον τῆς ἀραιώσεως τοῦ ἐν τῷ χώρῳ ἀέρος, ὅταν δὲν ἀκούωμεν ἐκφυσόμενον ἀέρα διὰ τοῦ πόρου Γγ τῆς συσκευῆς. Τοιαύτη οὔσα ἡ πνευματικὴ αὐτῆ μηχανὴ καλεῖται *ἀεραρτία*.

Ἐὰν δὲ τὴν αὐτὴν συσκευὴν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ μὲν πόρου γ μετὰ χώρου κεκλεισμένου, διὰ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ δὲ πόρου μ μετὰ τῆς ἀτμοσφαιρας, δυνάμεθα ἐν τῷ χώρῳ τούτῳ νὰ συμπιέσωμεν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα. Καὶ ὄντως ἀνέλκυντες τὸν ἐμβολέα τείνομεν νὰ παραγάγωμεν κενὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ Α, ὅπερ πληροὶ ἀήρ ἐξῶθεν ἐρχόμενος καὶ ἐξῶθων τὴν δεξιὰν ἐπιστομίδα ο, ἐν ᾗ ἡ ἀριστερὰ σ δὲν δύναται νὰ μετακινήθῃ. Καταπιεζομένου δὲ τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀήρ πυκνούμενος τὴν μὲν δεξιὰν ἐπιστομίδα ἐφαρμόζει τελειότερον ἐν τῷ πόρῳ, τὴν δὲ ἀριστερὰν μετακινεῖ καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν χῶρον. Οὕτω δὲ κατὰ τὰς διαδοχικὰς

Μετὰ τὴν δευτέραν ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως ἡ πίεσις  $H_2$  τοῦ ἐν τῷ κλειστῷ χώρῳ ὑπολειφθέντος ἀέρος εὐρίσκεται διὰ τοῦ τύπου

$$H_2(B+\theta) = H_1 \cdot B, \text{ ὅθεν } H_2 = H_1 \frac{B}{B+\theta} = H \left( \frac{B}{B+\theta} \right)^2$$

Ὁμοίως μετὰ τὴν τρίτην ἀνέλκυσιν αὐτοῦ ἔχομεν

$$H_3 = H \left( \frac{B}{B+\theta} \right)^3$$

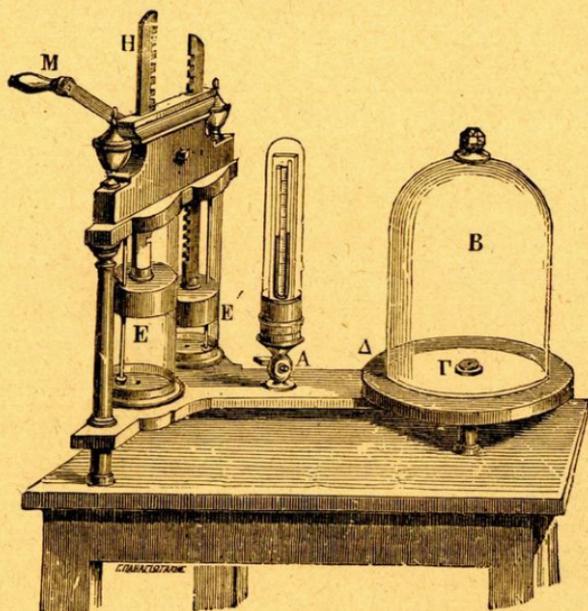
καὶ μετὰ τὴν ν<sup>την</sup> ἀνέλκυσιν

$$H_n = H \left( \frac{B}{B+\theta} \right)^n$$

ἀνεγκύσεις καὶ καταπιέσεις τοῦ ἐμβολέως ἀήρ ἐξῴθεν λαμβανόμενος συμπυκνοῦται ἐν τῷ χώρῳ, ἀλλ' ἢ συμπύκνωσις αὕτη παύεται, ὅταν ὁ εἰς τὸν κύλινδρον ἐξῴθεν εἰσελθὼν ἀήρ καὶ συμπιεσθεὶς ἐν τῇ ἐπιζήμιῳ χωρητικότητι ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἴσην τῇ ἐλαστικότητι τοῦ ἐν τῷ χώρῳ συμπιεσθέντος ἤδη ἀέρος, ὅτε δὲν δύναται νὰ μετακινήσῃ πλέον τὴν ἀριστερὰν ἐπιστομίδα, ἅτε ἐξ ἴσου ἐκατέρωθεν πιεζομένην, καὶ νὰ εἰσέλθῃ εἰς τὸν χώρον. Οὕτω δ' ἐνεργοῦσα ἡ συσκευή καλεῖται **ἀεροθλιπτικὴ μηχανή**, χρησιμεύουσα εἰς πολλὰς περιστάσεις, οἷον εἰς τὰ **σκάφανδρα** τῶν δυτῶν, δι' ὧν οὗτοι περιβαλλόμενοι καταδύονται εἰς τὸν πυθμένα τῆς θαλάσσης. Ἡ περιβολὴ αὕτη σύγκειται ἐκ χιτῶνος καὶ περισκελίδος εὐρέων ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος, συνηγμένων μετὰ πεδίλων, ὑπὸ τὰ ὁποῖα προσαρμύζονται πλάκες μολύβδιαι διὰ τὴν κατάδυσιν, καὶ ἐκ μεταλλίνου ἐπινωτίου, δι' οὗ συνδέεται ὑδατοστεγῶς ἡ ὅλη περιβολὴ τοῦ σώματος μετὰ μεταλλίνης περικεφαλαίας ἐχούσης σχῆμα φροιδῆς καὶ εὐρισκομένης εἰς συγκοινωνίαν δι' εὐκάμπου σωλήνος μετὰ τῆς ἀεροθλιπτικῆς μηχανῆς τῆς ἐν τῷ πλοίῳ κειμένης, δι' ἧς καταθλίβεται ἀήρ ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε ν' ἀποκτήσῃ ἐλαστικότητα ἴσην τῇ πιέσει, ἣν τὸ ὕδωρ ἐπιφέρει ἐπὶ τοῦ σώματος τοῦ δύτου. Ὁ συμπιεζόμενος ἀήρ φερόμενος εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῆς περικεφαλαίας ἐξέρχεται διὰ στομίου, ἐφ' οὗ ἐφαρμόζεται βαλβὶς ἐπιτρέπουσα μὲν τὴν ἐξοδὸν τοῦ ἀέρος, ἀλλ' οὐχὶ καὶ τὴν εἰσδυσιν τοῦ ὕδατος. Διὰ θυρίδων κεκλεισμένων ὑδατοστεγῶς δι' ὑαλίνων πλακῶν καθοδηγεῖται ὁ δύτης εἰς τὰς ὑποβρυχίους αὐτοῦ ἐργασίας. Ἐὰν δ' οὗτος κλείσῃ ἐρμητικῶς τὴν βαλβίδα, δι' ἧς ὁ ἀήρ ἐξέρχεται, ἡ περιβολὴ αὐτοῦ ἐξογκοῦται διὰ τοῦ ἐν αὐτῇ συνωθουμένου ἀέρος, ὁ ὄγκος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ ἄνωσις αὐξάνεται, οὕτω δ' ὁ δύτης ἀνέρχεται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν.

143. **Ἀεραντλία μετὰ δύο κυλίνδρων.** Πολλάκις εἰς τὰς ἀεραντλίας ἀντὶ ἐνὸς ὑπάρχουσι δύο κύλινδροι Ε, Ε' (σχ. 120), ἐν ἐκατέρῳ τῶν ὁποίων κινεῖται ἐμβολεύς, εἰς ὃν κοχλιοῦται ὀρειχάλκινος κανὼν Η φέρων ὀδόντας, μετὰ τῶν ὁποίων συμπλέκονται οἱ ὀδόντες ὀδοντωτοῦ τροχοῦ. Οὗτος διὰ τοῦ στροφάλου Μ στρέφεται ὅτε μὲν ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερά, ὅτε δὲ ἐκ τῶν ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιά, οὕτω δ' ἀνέλκονται καὶ καταπιέζονται οἱ ἐμβολεῖς ἐναλλάξ. Ἐκάτερος τῶν ἐμβολέων κατὰ τὸν ἄξονα αὐτοῦ φέρει ὄχετόν, ἐντὸς

τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ἐπιστομὴ ἀνοιγομένη ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Οἱ δύο κύλινδροι προσκολλῶνται ἀεροστεγῶς διὰ τῆς κατωτέρας αὐτῶν βάσεως ἐπὶ ὀρειχαλκίνης πλακῆς, ἣτις φέρει εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον ὀριζόντιον ὑάλινον δίσκον Δ, ἐφ' οὗ ἐφαρμόζεται καλῶς ὁ ὑάλινος κώδων Β. Εἰς τὸν πυθμένα ἐκατέρου τῶν κυλινδρῶν ὑπάρχει κωνικὴ ὀπή κλειομένη διὰ κωνικοῦ πώματος φέροντος σιδηροῦν στέλεχος, ὅπερ διαπερᾶ τοὺς ἐμβολεῖς, οὔτινες ὀλισθαίνουνσιν ἐπ' αὐτῶν μετ' ἡπίας τριβῆς.

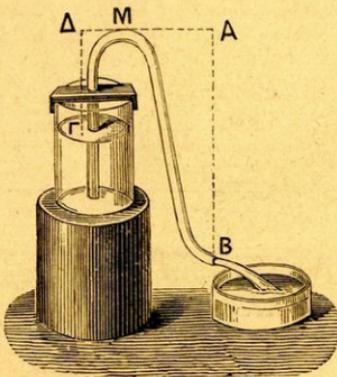


Σχ. 120.

Τὸ πῶμα τοῦτο ἀνοίγει καὶ κλείει ἐναλλάξ τὸν πόρον Γ, δι' οὗ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ὁ κύλινδρος μετὰ τοῦ κώδωνος. Οὕτως ὅταν ὁ ἐμβολεὺς ἀνελκυσθῆ, συμπαρασύρει μεθ' ἑαυτοῦ τὸ στέλεχος καὶ ἡ ὀπή ἀνοίγεται· ὅταν δὲ ὁ ἐμβολεὺς κατέρχηται, τότε καταπιέζεται τὸ στέλεχος καὶ ἡ ὀπή κλείεται.

Ἴνα δὲ γνωρίζωμεν ἐκάστοτε τὸν βαθμὸν τοῦ κενοῦ τοῦ παραγομένου διὰ τῆς ἀεραντλίας, τίθεται ἐπ' αὐτῆς συσκευή, ἣτις καλεῖται **δοκιμαστήριον**. Τοῦτο σύγκειται ἐκ τινος κρυσταλλίνου κώδωνος ὀρειχαλκίνου πρὸς τὴν βάση, ὅστις κοχλιοῦται κατὰ τὸ Α ἐπὶ τοῦ ὀχε-

του, δι' οὗ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ὁ κώδων Β μετὰ τῶν κυλινδρῶν. Ἐντὸς τοῦ κρυσταλλίνου κώδωνος ὑπάρχει σιφωνοειδὲς κολοβὸν βαρόμετρον, ἧτοι βραχὺς ἐπικαμπῆς σωλήν, οὗτινος τὸ μὲν ἐν σκέλος εἶνε ἀνοικτόν, τὸ δ' ἕτερον κλειστόν καὶ πλήρες ὑδραργύρου. Καὶ ἐν ὅσῳ μὲν ὁ ἐν τῷ κώδωνι ἀήρ ἔχει ἐλαστικὴν δύναμιν τοσαύτην, ὥστε νὰ δύνηται νὰ ἰσοροπήσῃ πίεσιν πολὺ ὑπερτέραν τοῦ βάρους τῆς ἐν τῷ κολοβῷ βαρομέτρῳ στήλης τοῦ ὑδραργύρου, τὸ κλειστόν σκέλος διατελεῖ πλήρες. Ἄλλ' ὅταν ἀρκούντως ἀραιωθῇ ὁ ἀήρ τοῦ κώδωνος καὶ ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις ἐλαττωθῇ ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε νὰ μὴ δύνηται πλέον νὰ ἰσοροπήσῃ τὸ βάρος τῆς στήλης ταύτης τοῦ ὑδραργύρου, τότε οὗτος ἄρχεται κατερχόμενος ἐν τῷ κλειστῷ σκέλει καὶ ἀνερχόμενος ἐν τῷ ἀνοικτῷ, ἐκάστοτε δὲ ἡ ὑπολειπομένη πίεσις παρέχεται διὰ τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὰ δύο σκέλη.



Σχ. 121.

144. **Σίφων.** Ὁ σίφων χρησιμεύων πρὸς μεταγγισμὸν ὑγροῦ ἐκ τίνος δοχείου εἰς ἕτερον εἶνε σωλήν ἐπικαμπῆς ἔχων δύο βραχίονας ἀνισομήκεις, ἐκ τῶν ὁποίων ὁ βραχύτερος Γ (σχ. 121) βυθίζεται ἐντὸς ὑγροῦ τίνος, οἷον ὕδατος, πληροῦντος δοχείου. Ἀναμυζῶντες διὰ τοῦ στόματος, ἕπερ ἐφαρμόζομεν εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον Β τοῦ ἐπιμηκέστερου βραχίονος, ἀραιοῦμεν τὸν ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀέρα, οὕτω δὲ ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις

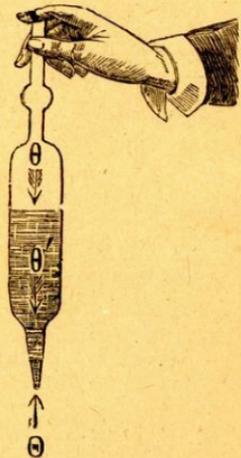
καταθλίβουσα τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ὕδατος ἀναθίβει αὐτὸ εἰς τὸν βραχύτερον βραχίονα ΓΜ καὶ τέλος πληροῖ καὶ τὸν ἐπιμηκέστερον βραχίονα ΜΒ. Ἄν τότε ἀποσύρωμεν τὸ στόμα ἡμῶν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἐξακολουθεῖ ἐκρέειν ἐκ τοῦ ἄκρου Β· ἂν δὲ ὁ βραχίον Γ βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένος τοῦ δοχείου, τοῦτο ἐκκενοῦται τελειῶς μεταγγιζομένου τοῦ ὕδατος διὰ τοῦ σίφωτος. Ὁ μεταγγισμὸς οὗτος εἶνε ἀποτέλεσμα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως (10,33 μέτρα), ἧτις ἐνεργοῦσα καὶ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας Γ τοῦ ὕδατος ἐν τῷ δοχείῳ καὶ ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου Β κατὰ φορὰν ἀντίρροπον, ὑφίσταται μεταδιδο-

μένη μέχρι τοῦ ἀνωτάτου μέρους M τοῦ σίφωνος μείωσιν ἐκ τῶν ἀριστερῶν μὲν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἤτοι ἀπὸ τοῦ Γ πρὸς τὸ Β, ἴσην πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης, ἥς τὸ ὕψος ΔΓ (10,33—ΔΓ), ἐκ δεξιῶν δὲ πρὸς τὰ ἀριστερά, ἤτοι ἀπὸ τοῦ Β πρὸς τὸ Γ, ἴσην πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης ὕψους ΒΑ (10,33—ΒΑ). Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπὸ τοῦ Γ πρὸς τὸ Β πίεσις εἶνε ὑπερτέρα τῆς ἀπὸ τοῦ Β πρὸς τὸ Γ, τὸ ὕδωρ ἐκρέει ὑπεῖκον εἰς τὴν διαφορὰν τῶν δύο τούτων πιέσεων,

$$10,33 - \Delta\Gamma - (10,33 - \text{BA}) = \text{BA} - \Delta\Gamma,$$

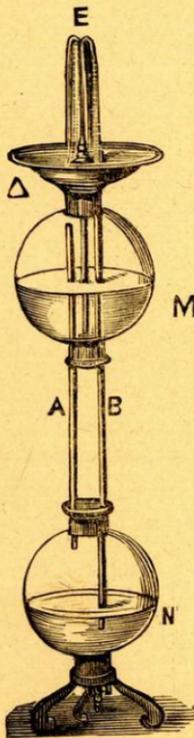
ἣτις ἰσοῦται πρὸς τὸ βάρος ὑδατίνης στήλης ἐχούσης μὲν βάσιν τὴν τομὴν τοῦ σωλήνος, ὕψος δὲ τὴν διαφορὰν ΒΑ—ΓΔ, ἤτοι τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τοῦ ἄκρου Β τοῦ μεγάλου βραχίονος ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῷ δοχείῳ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἡ ἐκροὴ τοῦ ὕδατος εἶνε τοσοῦτῃ ταχύτερα, ὅσῳ μείζων εἶνε ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τοῦ ἄκρου Β ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου Γ. Πρὸς τούτοις συνάγομεν ὅτι ἐν τῷ κενῷ ὁ σίφων δὲν λειτουργεῖ, ὡσαύτως δὲ καὶ τῷ ἀέρι, ὅταν τὸ ὕψος ΓΔ τοῦ ἀνωτάτου μέρους M τοῦ σίφωνος ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος Γ εἶνε μείζον τῶν 10 μέτρων.

145. **Οἰνήρυσις (pipette).** Ἡ οἰνήρυσις, ἣ τὸ ἄλλως καλούμενον ἀντλῖον ἢ σιφώνιον, εἶνε σωλὴν ἐπιμήκης μετάλλινος ἢ ὑάλινος (σχ. 122) ἐν τῷ μέσῳ ἐξωγκωμένος καὶ ἀπολήγων κατὰ τὰ δύο ἄκρα εἰς στόμια, ὧν τὸ μὲν κατώτερον εἶνε στενωτέρον, τὸ δ' ἀνώτερον εὐρύτερον. Βυθίζομεν αὐτὸ εἰς τὸ ὕγρον ἀφίνοντες τὰ δύο στόμια ἀνοικτά, ὅτε τὸ μὲν ὕγρον εἰσέρχεται ἰσοπεδούμενον καὶ ἐντὸς καὶ ἐκτὸς, ὁ δ' ἀήρ ἐξέρχεται ἄνωθεν. Φράττοντες τότε διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἀνώτερον στόμιον ἐκβάλλομεν τὸ ὄργανον ἐκ τοῦ ὕγρου καὶ παρατηροῦμεν ὅτι κατὰ τὰς πρώτας μὲν στιγμὰς ὀλίγαι σταγόνες ἐκρέουσιν, ἀλλ' εἴτα ἡ ἐκροὴ παύεται, εἰ καὶ ὁ σωλὴν εἶνε ἀνεστραμμένος, τὸ ἀνοικτὸν στόμιον πρὸς τὰ κάτω, ἄνωθεν δὲ τοῦ ὕγρου ὑπάρχει ἔτι ἀήρ. Ἀλλ' ὁ ἐγκλεισθεὶς ἀήρ ἀραιωθείς ὀλίγον ἕνεκα τῆς ἐκροῆς μικρᾶς ποσότητος ὕγρου ἐπιφέρει ἐπ' αὐτοῦ πίεσιν θ μικροτέραν τῆς ἐξωτερικῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως Θ, οὕτως ὥστε ἡ τελευταία αὕτη ἰσορροπεῖ τὴν ἐσωτερικὴν θ καὶ τὴν θ' τὴν ἐκ τοῦ βάρους τῆς ὑγρᾶς στήλης προερχομένην, ἣτοι  $\Theta = \theta + \theta'$ .



Σχ. 122.

146. **Κρήνη τοῦ Ἡρώου.** Ἡ κρήνη τοῦ Ἡρώου τῆς Ἀλεξανδρείας (120 π.Χ.) σύγκειται ἐκ λεκάνης Δ (σχ. 123), ὑπὸ τὴν ὁποίαν ὑπάρχει ὑαλίνη σφαῖρα Μ καὶ ὑπ' αὐτὴν δευτέρα σφαῖρα Ν. Ἀπὸ τοῦ πυθμένος τῆς λεκάνης ἀναχωρεῖ σωλὴν Β, ὅστις διαπερᾷ τὴν ἀνωτέραν σφαῖραν χωρὶς νὰ συγκοινωνήσῃ μετ' αὐτῆς, εἰσέρχεται εἰς τὴν κατωτέραν καὶ ἀπολήγει εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῆς σφαίρας ταύτης. Δεύτερος σωλὴν Α θέτει εἰς συγκοινωνίαν τὰς δύο σφαίρας διὰ τοῦ ἀνωτέρου μέρους αὐτῶν. Τρίτος δὲ σωλὴν ἀναχωρῶν ἀπὸ τοῦ πυθμένος περιπύου τῆς ἀνωτέρας σφαίρας διαπερᾷ τὴν λεκάνην καὶ ἀνερχόμενος ὀλίγον ἄνωθεν αὐτῆς κλείεται διὰ στρόφιγγος. Χύνομεν ὕδωρ ἄνωθεν καὶ πληροῦμεν σχεδὸν τὴν ἀνωτέραν σφαῖραν, εἶτα δὲ κλείομεν τὴν στρόφιγγα



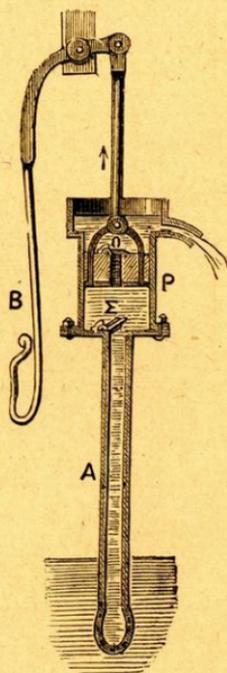
Σχ. 123.

τοῦ μεσαίου σωλῆνος καὶ χύνομεν ὀλίγον ὕδωρ καὶ εἰς τὴν σφαῖραν Ν διὰ τοῦ σωλῆνος Β, τέλος δὲ πληροῦμεν ὕδατος καὶ αὐτὸν τὸν σωλῆνα Β καὶ τὴν λεκάνην Δ. Ἄν τότε ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα, τὸ ὕδωρ τῆς ἀνωτέρας σφαίρας σχηματίζει πίδακα. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ὁ ἐν τῇ σφαίρᾳ Ν ὑπερκείμενος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ ἔχει ἐλαστικὴν δύναμιν μεγαλυτέραν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως κατὰ τὴν πίεσιν τῆς στήλης τοῦ ὕδατος ΔΝ, διότι ἰσορροπεῖ καὶ τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ τὴν στήλην ταύτην τοῦ ὕδατος ΔΝ. Ἄλλ' ἐπειδὴ τὸσαύτην ἐλαστικὴν δύναμιν ἔχει καὶ ὁ ἀήρ τῆς ἀνωτέρας σφαίρας Μ, διότι αἱ δύο αὗται σφαῖραι εὐρίσκονται εἰς ἄμεσον συγκοινωνίαν, ἔπεται ὅτι καὶ ὁ τῆς σφαίρας ταύτης ἀήρ δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ οὐ μόνον τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαιρας, ἀλλὰ καὶ στήλην ὕδατος ἴσῃν τῇ ΔΝ λογιζομένην ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας Μ. Ἔνεκα τούτου σχηματίζεται πίδαξ, ὅστις θεωρητικῶς ἔπρεπε ν' ἀνέλθῃ μέχρως ὕψους ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας Μ ἴσου τῷ ΔΝ, ἀλλὰ δὲν ἀνέρχεται ἔνεκα τῆς τριβῆς τοῦ ὕδατος ἐν τῷ σωλῆνι καὶ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος.

147. **Ὑδραντλίας.** Ὑδραντλίας καλοῦνται μηχαναὶ χρησιμεύουσαι πρὸς ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος. Ὑδραντλιῶν ὑπάρχουσι τρία εἶδη, αἱ ἀναρροφητικαὶ, αἱ καταθλιπτικαὶ καὶ αἱ ἀναρροφητικαὶ τε καὶ καταθλιπτικαὶ.

148. **Ἀναρροφητικὴ ὕδραντλία.** Αὕτη σύγκειται ἐκ κοίλου κυλίνδρου Ρ (σχ. 124), ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἀνέλκεται καὶ καταπιέζεται ἐμβολεὺς φέρων ἐν τῷ μέσῳ πόρον κλειόμενον δι' ἐπιστομίδος Ο ἀνοιγομένης ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἡ ἐπιστομὶς αὕτη συνήθως ἀποτελεῖται ἐκ παχέος τεμαχίου δέρματος κυκλικῶ προση-

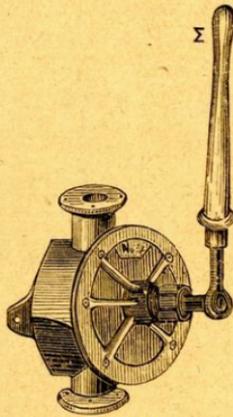
λωμένου κατὰ τὸ ἓν μέρος δι' ἐξοχῆς ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως καὶ ὀπλισμένου ἄνωθεν διὰ μεταλλίνου ἐλάσματος καθιστῶντος τὸ δέρμα δύσκαμπτον. Εἰς τὸ ἄνωτερον μέρος τοῦ κυλίνδρου ὑπάρχει πρὸς τὰ πλάγια ἐπιστόμιον διὰ τὴν ἐκροὴν τοῦ ἀντλουμένου ὕδατος, εἰς δὲ τὸν πυθμένα προσκολλᾶται σωλὴν μεταλλίνος **A** ἀναρροφητικὸς καλούμενος, οὗτινος τὸ μὲν ἄνωτερον ἄκρον φέρει ἐπιστομίδα **Σ** ἀνοιγομένην ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, τὸ δὲ κατώτερον ἄκρον φέρον ἐξόγκωσιν εἰς πολλὰ σημεῖα διάτρητον βυθίζεται εἰς τὸ πρὸς ἀντλησιν ὕδωρ. Ὁ ἐμβολεύς φέρει ἄνωθεν σιδηροῦν στέλεχος, δι' οὗ ἀνασύρεται καὶ καταπιέζεται οὐχὶ ἀπ' εὐθείας, ἀλλὰ διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ πρώτου εἴδους **B**, ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ ὁ ἀντλῶν. Ὅταν ὁ ἐμβολεύς ἀνέλκηται, τείνει νὰ σχηματισθῇ ὑπ' αὐτὸν κενόν, τὸ ὁποῖον δὲν δύναται νὰ πληρώσῃ ὁ ἐξωτερικὸς ἀήρ, διότι ἡ ἐπιστομὶς **O** κλείει τὸν πόρον τοῦ ἐμβολέως. Ἄλλ' ἡ ἀτμοσφαιρική πῆσις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῷ φρέατι ἐπιφερομένη ἀναθιβάσει αὐτὸ ἐν τῷ ἀναρροφητικῷ σωλῆνι **A** μέχρις ὕψους τινός. Ἄν νῦν καταπιέσωμεν τὸν ἐμβολέα, ὁ ὑποκάτωθεν ἀήρ θλιβόμενος κλείει τὴν ἐπιστομίδα **Σ**, ἀνωθεὶ τὴν ἐπιστομίδα **O** καὶ ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμοσφαιραν. Ὅταν δὲ καὶ δεύτερον ἀνασύρωμεν τὸν ἐμβολέα, ἡ ἀτμοσφαιρική πῆσις ἀνωθεὶ τὸ ὕδωρ εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα, ὅπερ ἀνοίγει τὴν ἐπιστομίδα **Σ** καὶ εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον. Ἄν δὲ καὶ αὖθις καταπιεσθῇ ὁ ἐμβολεύς, τὸ ὑπ' αὐτὸν ὕδωρ κλείει μὲν τὴν ἐπιστομίδα **Σ** δὲν δύναται νὰ παλινδρομήσῃ εἰς τὸν σωλῆνα **A**, ἀνοίγον δὲ τὴν ἐπιστομίδα **O** διέρχεται διὰ τοῦ πόρου τοῦ ἐμβολέως καὶ πληροῖ τὸν ἄνωθεν αὐτοῦ χῶρον τοῦ κυλίνδρου. Κατὰ τὴν ἐπομένην ἀνέλκυσιν τοῦ ἐμβολέως τὸ μὲν ἄνωθεν αὐτοῦ ὕδωρ ἐκρέει διὰ τοῦ πρὸς τὰ πλάγια ἐπιστομίου, ὕδωρ δ' ἐκ τοῦ φρέατος εἰσρέει δυνάμει τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως εἰς τὸν ἀναρροφητικὸν σωλῆνα καὶ παρακολουθεῖ τὸν ἐμβολέα εἰς τὴν πρὸς τὰ ἄνω κίνησιν αὐτοῦ. Τὸ ὕδωρ διὰ τῶν ἀναρροφητικῶν



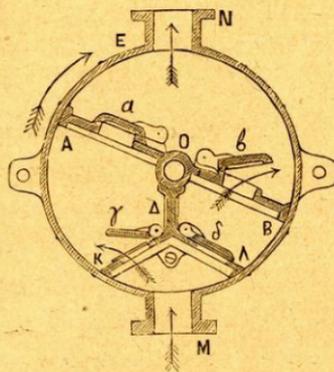
Σχ. 124.

ὕδραντλιῶν δύναται νὰ ἀναβιθασθῆ εἰς ὕψος θεωρητικῶς μὲν δέκα μέτρων, πρακτικῶς δὲ ὀκτὼ τὸ πολὺ μέτρων.

149. **Ὑδραντλία ἀμφίροπῆς.** Εἰς τὴν ὕδραντλιαν ταύτην, ἥς τὸ μὲν σύνολον παρίσταται διὰ τοῦ σχήματος 125, ἡ δὲ ἐσωτερικὴ διάταξις διὰ τοῦ σχήματος 126, ὁ ἐμβολεὺς ἀντικαθίσταται διὰ μεταλλίνης πλακῆς AB, ἥτις ταλαντεύεται περὶ τὸν ἄξονα O διὰ τῆς λαβῆς Σ, ἐφ' ἧς ἐνεργεῖ ὁ ἀντλῶν. Εἰς τὸ κατώτερον μέρος M προσαρμόζεται ὁ ἀναρροφητικὸς σωλὴν, εἰς δὲ τὸ ἀνώτερον N ὁ σωλὴν τῆς ἐκροῆς. Τὸ κυλινδρικὸν τύμπανον, ἐξ οὗ ἀποτελεῖται ὁ πυρῆν τῆς ὕδραντλίας, ὑποδιαιρεῖται διὰ τοῦ στερεοῦ κατακορύφου διαφράγ-



Σχ. 125.



Σχ. 126.

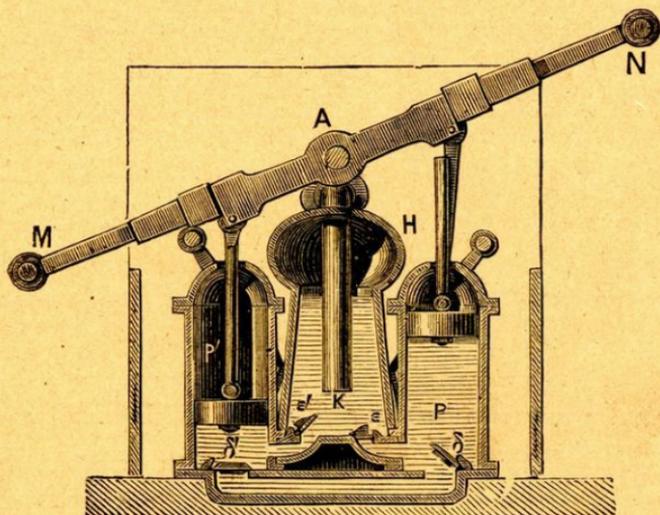
ματος Δ καὶ τῶν ἀμεταθέτων μεταλλίνων πλακῶν ΔΚ καὶ ΔΛ εἰς δύο διαμερίσματα A καὶ B, ἐκάτερον τῶν ὁποίων συγκοινωνεῖ ἀλληλοδιαδόχως μετὰ τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος M καὶ εἶτα μετὰ τοῦ σωλῆνος τῆς ἐκροῆς N διὰ τῶν τεσσάρων ἐπιστομίδων α, β, γ, δ, ὧν αἱ μὲν δύο πρῶται α καὶ β εἶνε προσηρμοσμένα ἐπὶ τῆς στρεπτήης πλακῆς AB, αἱ δὲ δευτέραι γ καὶ δ ἐπὶ τῶν ἀμεταθέτων πλακῶν ΔΚ καὶ ΔΛ. Ἐν τῇ θέσει τῇ ὑπὸ τοῦ σχήματος δεικνυμένη ἡ στρεπτή πλάξ στρεφόμενη κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους E ἀφ' ἐνὸς μὲν ἀναρροφῶν ὕδωρ ἐν τῷ διαμερίσματι A, ἀνοιγομένης τῆς ἐπιστομίδος γ καὶ κλειομένης τῆς α, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἀναβιβάζει τὸ ἐν τῷ διαμερίσματι B ὕδωρ εἰς τὸν σωλῆνα τῆς ἐκροῆς N κλειομένης τῆς ἐπιστομίδος δ καὶ ἀνοιγομένης τῆς β. Τὸ ἀντίθετον θέλει συμβῆ, ὅταν ἡ στρεπτή πλάξ στραφῆ κατὰ φορὰν ἀντίθετον τῆς τοῦ βέλους E.

Ἡ ὕδραντλία αὕτη δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ἢ ὡς ἀναρροφητικὴ ἢ ὡς καταθλιπτικὴ ἢ ὡς ἀναρροφητικὴ τε καὶ καταθλιπτικὴ ὕδραντλία.

ΣΗΜ. Πολλάκις αἱ ἐπιστομίδες ἀντικαθίστανται διὰ μεταλλίνων σφαιρῶν.

150. **Πυροδυστικὴ ὕδραντλία.** Διὰ τῆς καταθλιπτικῆς ταύτης ὕδραντλίας τὸ ὕδωρ δὲν ἀνυψοῦται διὰ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέ-

σεως, ἀλλὰ διὰ τῆς καταθλίψεως, ἣν δι' ἐμβολέων ἐπιφέρομεν ἐπ' αὐτοῦ. Ἡ πυροσβεστικὴ ὑδραντλία συνίσταται ἐκ δύο κυλίνδρων P καὶ P' (σχ. 127), ἐντὸς τῶν ὁποίων κινοῦνται ἐμβολεῖς πλήρεις. Οἱ ἐμβολεῖς οὗτοι φέρουσι στελέχη, ἅτινα προσαρμύζονται εἰς δύο σημεῖα τοῦ μοχλοῦ MN τοῦ στρεπτοῦ περὶ τὸ μέσον αὐτοῦ A διὰ λαβῶν, αἵτινες προσαρμύζονται εἰς ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα M καὶ N καὶ ἐφ' ὧν ἐνεργοῦ-



Σχ. 127.

σιν οἱ πυροσβέσται οὕτως, ὥστε ὅταν ὁ ἐμβολεὺς P ἀνέλκηται, ὁ ἐμβολεὺς P' καταπιέζεται καὶ ἀντιστρόφως. Μεταξὺ τῶν δύο κυλίνδρων κεῖται μετάλλινος κώδων H κοίλος καὶ πλήρης ἀέρος, εἰς τὸν ὁποῖον εἰσέρχεται μετάλλινος σωλὴν ἀνοικτὸς ἐκατέρωθεν, οὗτινος τὸ μὲν ἄκρον K φθάνει ὀλίγον ἄνωθεν τοῦ πυθμένος τοῦ κώδωνος, εἰς δὲ τὸ ἕτερον ἄκρον προσαρμύζεται ὁ εὐκαμπτος σωλὴν, δι' οὗ ἐκσφενδονίζεται τὸ ὕδωρ. Οἱ κύλινδροι εὐρίσκονται ἐντὸς δεξαμενῆς πληρομένης διηνεκῶς ὕδατος καὶ φέρουσιν εἰς τὸν πυθμένα αὐτῶν ἐπιστομίδας δ καὶ δ' κλειούσας τὰ στόμια, δι' ὧν τὸ ὕδωρ μεταβαίνει ἐκ τῆς δεξαμενῆς εἰς τοὺς κυλίνδρους. Εἰς τὴν βᾶσιν δὲ τοῦ κώδωνος H ὑπάρχουσιν αἱ ἐπιστομίδες e καὶ e', αἵτινες κλείουσι τὰ στόμια, δι' ὧν τὸ ὕδωρ μεταβαίνει ἐκ τῶν κυλίνδρων εἰς τὸν κώδωνα. Ὅταν δ' ὁ εἰς τῶν ἐμβολέων ἀνέλκηται, εἶλον ὁ P, ἡ ὑποκάτωθεν ἐπιστομὶς δ ἀνοίγεται, ἐν ᾧ ἡ e κλείεται καὶ ὕδωρ ἐκ τῆς δεξαμενῆς εἰσρέει εἰς

τὸν κύλινδρον καὶ πληροῖ αὐτόν, ταυτοχρόνως δὲ ὁ ἕτερος ἐμβολεὺς Ρ' καταπιέζεται, ἢ ἐπιστομὴς δ' κλείεται, ἢ ἐπιστομὴς ε' ἀνοίγεται καὶ τὸ καταθλιβόμενον ὕδωρ εἰσρέει εἰς τὸν κώδωνα Η, καὶ τοῦτο μὲν συμπίεζει τὸν ἐν αὐτῷ ἀέρα, τοῦτο δὲ ἐξωθεῖται εἰς τὸν σωλήνα Κ καὶ δι' αὐτοῦ ἀνατινάσσεται. Ὁ δ' ἐν τῷ κώδωνι Η συμπιεζόμενος ἐκάστοτε ἀπὸ συντελεῖ εἰς τὴν συνεχῆ ἐξακόντισιν τοῦ ὕδατος, ὅπερ, καθ' ἣν στιγμὴν οἱ ἐμβολεῖς ἀλλάσσουν πορείαν, δὲν καταθλίβεται ὑπ' αὐτῶν, ἀλλ' ἐξωθεῖται διὰ τοῦ συμπιεσθέντος ἀέρος.

ΣΗΜ. Ἡ πυροσβεστικὴ ὑδραντλία δύναται καὶ αὕτη νὰ χρησιμεύσῃ ἢ ὡς ἀναρροφητικὴ ἢ ὡς καταθλιπτικὴ ἢ ὡς ἀναρροφητικὴ τε καὶ καταθλιπτικὴ ὑδραντλία.

Πρὸς ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος χρησιμεύουσι πλὴν τῶν ὑδραντλιῶν καὶ οἱ ὑδραυλικοὶ τροχοὶ (1) καὶ ὁ ἐν μεγάλῃ χρήσει *ἀντλητῆρ* ὁ καλούμενος *Νόρια* (τὸ κοινῶς *μαγγανοπήγαδον*). Ἡ μηχανὴ αὕτη χρησιμεύουσα ἰδίως πρὸς ἄρδευσιν ἀποτελεῖται ἐκ πολυεδρικοῦ τυμπάνου, ὅπερ περιβάλλει ἀτέρμων ἄλυσις, συγκειμένη ἐξ ἐνάρθρων σιδηρῶν τεμαχιῶν, ἕκαστον τῶν ὁποίων φέρει σκαφίδα. Στρεφομένου τοῦ τυμπάνου περὶ ὀριζόντιον ἄξονα τὸ ἐν μὲν μέρος τῆς ἀλύσεως μετὰ τῶν ἀντιστοίχων σκαφίδων κατέρχεται, τὸ ἕτερον δὲ ἀνέρχεται. Αἱ σκαφίδες καταδύμεναι μὲν ἐν τῷ φρέατι πληροῦνται ὕδατος, ἀνυψούμεναι δὲ ἐκκενοῦσι τὸ ὕδωρ τοῦτο ἐντὸς αὐλακος ἢ δεξαμενῆς.

(1) Ἐὰν ὁ ὑδραυλικὸς τροχὸς (σχ. 74 § 100) στρέφεται ἀντιθέτως δι' ἐτέρας μηχανῆς, μεταβάλλεται εἰς ἀντλητῆρα. Αἱ σκαφίδες κατέρχόμεναι μὲν καταδύονται ἐν αὐλακι καὶ πληροῦνται ὕδατος ἀνερχόμεναι δὲ κενοῦνται εἰς δευτέραν αὐλακα ὑψηλότερον κειμένην.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

## ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

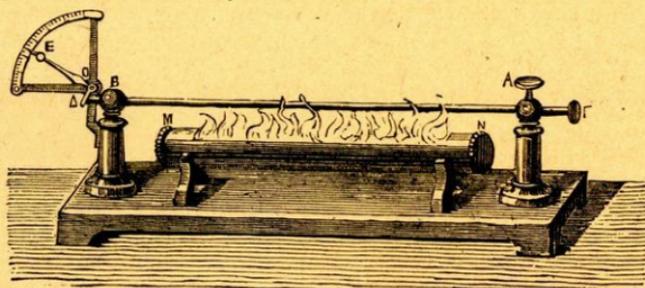
### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

#### ΔΙΑΣΤΟΛΗ. ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ.

151. **Θερμότης.** Ἀπτόμενοι διαφόρων σωμάτων αἰσθανόμεθα ὅτι ταῦτα εἶνε μᾶλλον ἢ ἥττον θερμὰ ἢ ψυχρά. Τὸ αἶσθημα τοῦτο ἀποδίδεται εἰς φυσικὴν δύναμιν καλουμένην **θερμότητα** (§ 212), ἣτις εἶνε συγχρόνως ἡ αἰτία ἢ παράγουσα τὴν διαστολὴν τῶν σωμάτων, τὴν τῆξιν τῶν στερεῶν καὶ τὴν ἐξαέρωσιν τῶν ὑγρῶν. Αἱ κυριώτεραι πηγαὶ τῆς θερμότητος εἶνε ὁ ἥλιος, ἡ καῦσις, ἤτοι ἡ χημικὴ ἔνωσις ἰδίᾳ τοῦ ἄνθρακος μετὰ τοῦ ὀξυγόνου, ἡ τριβή, ἣς χρῆσιν ποιοῦνται καὶ νῦν εἰσέτι οἱ ἄγριοι πρὸς παραγωγὴν πυρὸς τρίβοντες δύο ξηρὰ ξύλα, ἡ κροῦσις, ὅσον κατὰ τὴν σφυρηλασίαν ψυχροῦ μετάλλου, ἡ πίεσις κτλ. Ἀλλὰ διὰ τῆς ἀφῆς δὲν δυνάμεθα ἀσφαλῶς νὰ διαγνώσωμεν κατὰ πόσον σῶμά τι εἶνε θερμότερον ἢ ψυχρότερον ἄλλου, διότι πολλάκις ἀπατώμεθα ἕνεκα προηγουμένων ἐντυπώσεων. Οὕτω π. χ. ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν τὴν ἀριστερὰν ἡμῶν χεῖρα εἰς ὕδωρ ἐμπεριέχον πάγον καὶ τὴν δεξιὰν εἰς ὕδωρ ἀρκούντως θερμὸν καί, ἀφ' οὗ ἀφήσωμεν αὐτὰς ἐπὶ τινὰς στιγμάς, ἐμβαπτίσωμεν ἀμφοτέρας εἰς ὕδωρ χλιαρὸν, αἰσθανόμεθα διὰ μὲν τῆς ἀριστερᾶς χειρὸς τὸ ὕδωρ τοῦτο θερμὸν, διὰ δὲ τῆς δεξιᾶς ψυχρόν. Ἐὰν ὡσαύτως διὰ τῆς μιᾶς μὲν χειρὸς λάβωμεν τεμάχιον ξύλου, διὰ δὲ τῆς ἐτέρας τεμάχιον μετάλλου, ἅτινα παρέμειναν ἐφ' ἰκανὸν χρόνον ἐν τῇ αὐτῇ ψυχρᾷ αἰθούσῃ, τὸ μέταλλον φαίνεται ἡμῖν ψυχρότερον τοῦ ξύλου, ἂν καὶ ἀμφοτέρα ἔχουσι τὸν αὐτὸν βαθμὸν θερμότητος, διότι, ὡς θέλομεν ἴδει, τὸ μέταλλον ἔχει τὴν ἰδιότητα νὰ ὑποκλέπτῃ ταχέως τὴν θερμότητα τῆς χειρὸς ἡμῶν. Ἐκ τῶν δύο λοιπὸν τούτων πειραμάτων κατέστη δῆλον, ὅτι

αί ἡμέτεραι αἰσθήσεις δὲν δύνανται νὰ διαγινώσκωσιν ἀκριβῶς ἂν σῶμά τι καὶ κατὰ πόσον εἶνε θερμότερον ἄλλου σώματος. Διὰ τοῦτο εἶνε ἀνάγκη νὰ καταφύγωμεν εἰς ἄλλο μέσον πρὸς διάγνωσιν τοῦ βαθμοῦ τῆς θερμότητος, τουτέστι τῆς καλουμένης **θερμοκρασίας** τῶν σωμάτων, καὶ τοιοῦτον εἶνε ἡ διαστολὴ αὐτῶν ὑπὸ τῆς θερμότητος.

152. **Διαστολή.** Τὰ διάφορα σώματα στερεά, ὑγρὰ ἢ ἀέρια ὑποβαλλόμενα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος διαστέλλονται, καὶ μάλιστα μὲν πάντων τὰ ἀέρια, ὀλιγώτερον τούτων τὰ ὑγρὰ καὶ ἔτι ὀλιγώτερον τὰ στερεά.

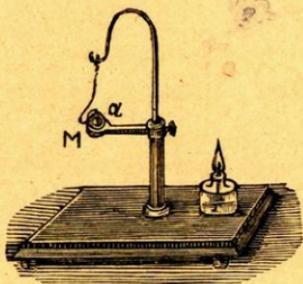


Σχ. 128.

α'). **Διαστολὴ τῶν στερεῶν.** Ἡ διαστολὴ τῶν στερεῶν, ὡς τῶν μετάλλων, ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῶν ἐξῆς συνήθως πειραμάτων.

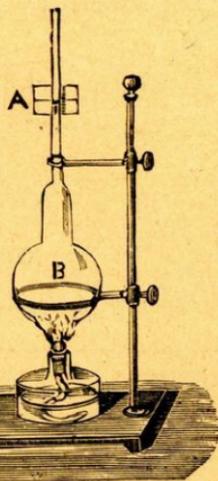
Μεταλλίνης ῥάβδου ΔΓ (σχ. 128) τὸ μὲν ἓν πέρασ τηρεῖται ἀμετάθετον διὰ τοῦ πιεστικοῦ κοιλίου Α, ἐν ᾧ τὸ ἕτερον Δ διερχόμενον ἐλευθέρως δι' ὀπῆς, ἣν φέρει ὁ στυλίσκος Β, ὥθει τὸν μικρότερον βραχίονα ΔΟ τοῦ ἠγωνισμένου μοχλοῦ ΔΟΕ τοῦ στρεπτοῦ περὶ τὸν ἄξονα Ο, καὶ τοῦ ὁποῦ ὁ μείζων βραχίον OE διαγράφει διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ Ε τὸξον κύκλου ὑποδιηρημένον εἰς χιλιοστόμετρα. Ἡ ῥάβδος ΓΔ θερμαινόμενη διὰ τῆς φλογὸς καιομένου οἴνοπνεύματος κειμένου ἐν τῷ δοχείῳ ΜΝ ἐπιμηκύνεται, ὁ δὲ δείκτης Ε μετακινεῖται. Ἐὰν δ' ὁ βραχίον OE εἶνε δεκαπλάσιος τοῦ ΟΔ καὶ τὸ πέρασ τοῦ δείκτη Ε μετακινήθῃ κατὰ 6 ἢ 7 χ. μ., συναγόμεν ὅτι ἡ ῥάβδος ὑπέστη ἐπιμήκυνσιν 0,6 ἢ 0,7 τοῦ χ. μ. Ἐὰν δ' ἡ φλόξ ἀποσβεσθῇ, ἡ ῥάβδος ψυχόμενη συστέλλεται καὶ ὁ δείκτης ἐπανάρχεται εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν. Ὅτι δὲ ἡ διαστολὴ τῶν σωμάτων

συμβαίνει οὐ μόνον κατὰ μήκος, ἀλλὰ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀποδεικνύει τὸ ἐξῆς ἀπλοῦν πείραμα. Σφαῖρα χαλκοῦ  $\alpha$  (σχ. 129) ψυχρὰ οὔσα διέρχεται ἐλευθέρως διὰ μεταλλίνου δακτυλίου  $M$ , ἀλλ' ἐὰν θερμανθῆ ἰσχυρῶς, δὲν δύναται πλέον νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ αὐτοῦ δακτυλίου, ὅπωςδῆποτε καὶ ἂν στρέψωμεν αὐτήν, ψυχεῖσα ὅμως διέρχεται πάλιν ἐλευθέρως.



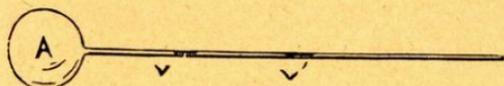
Σχ. 129.

β'). *Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν.* Σφαιρικὸν ὑάλινον δοχεῖον  $B$  (σχ. 130) ἀπολήγον ἄνωθεν εἰς στενὸν σωλῆνα πληροῦμεν ὕδατος ἢ οἴνοπνεύματος μέχρι σημείου τινὸς  $A$ , ὅπερ σημειοῦμεν διὰ τινος δείκτου ἐκ χάρτου καὶ εἶτα θερμαίνομεν αὐτὸ διὰ τῆς φλογὸς λύχνου οἴνοπνεύματος. Καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ κατέρχεται ἔνεκα τῆς διαστολῆς, ἢν ὑφίσταται πρῶτον τὸ δοχεῖον· εὐθὺς ὅμως ἡ θερμότης εἰσχωρεῖ καὶ εἰς τὸ ἐντὸς ὑγρὸν καὶ, ἐπειδὴ τοῦτο διαστέλλεται πλείοτερον τοῦ δοχείου, ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ ὑψοῦται ἐν τῷ σωλῆνι ἄνω τοῦ δείκτου  $A$ .



Σχ. 130.

γ'). *Διαστολὴ τῶν ἀερίων.* Σφαῖραν ὑάλινην  $A$  (σχ. 131) πεπληρωμένην ἀέρος ἢ ἀερίου τινὸς οἴουδῆποτε καὶ φέρουσαν λεπτὸν σωλῆνα, ἐν τῷ ὁποίῳ ὑπάρχει μικρὰ σταγὼν ὑδραργύρου  $r$  διακόπτουσα τὴν συγκοινωνίαν τοῦ



Σχ. 131.

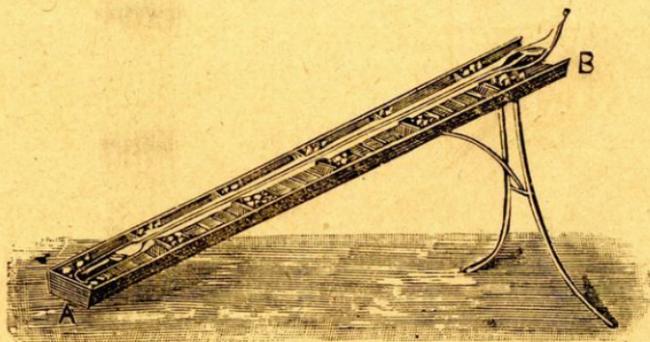
ἑσωτερικοῦ ἀέρος μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ, θερμαίνομεν ἀσθενῶς ἐγγίζοντες αὐτήν διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν καὶ ἀμέσως παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ἐξ ὑδραργύρου δείκτης  $r$  μετατίθεται ἀποτόμως εἰς τὸ  $r'$ , ἐπανερχεται δὲ εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν, ὅταν ἀπομακρύνωμεν τὰς χεῖρας ἡμῶν καὶ ἀψήσωμεν τὴν σφαῖραν νὰ ψυχθῇ.

153. **Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων.** Τὰς σιδηρᾶς ῥάβδους τῶν σιδηροδρόμων τὰς ἐπὶ τῆς αὐτῆς σειρᾶς κειμένας τοποθετοῦσι πάντοτε εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, ἵνα ἐλευθέρως διαστελλῶνται. Αἱ σιδηραὶ ῥάβδοι αἱ ἀποτελοῦσαι τὴν ἐσχάραν π.χ. ἀτμολέβητος κατὰ τὸ ἐν μόνον πέρασ αὐτῶν στερεοῦνται ἀκλονήτως, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον ἀπλῶς στηρίζονται, μένουσαι ἐλεύθεραι νὰ διασταλῶσι κατὰ τὴν θέρμανσιν. Οἱ ἀμαξοπηγοὶ κατασκευάζουσι τὴν σιδηρᾶν στεφάνην τὴν καλουμένην **ἐπίσωτρον**, δι' ἧς περιβάλλουσι τὸν ξύλινον τροχὸν ἀμάξης, ὀλίγον τι μικροτέραν τῆς περιφερείας τοῦ τροχοῦ, ἥτις καλεῖται **σῶτρον**. Εἶτα θερμαίνοντες τὸ ἐπίσωτρον περιβάλλουσιν εὐκόλως δι' αὐτοῦ τὸ σῶτρον, ὅπερ ἰσχυρότατα περισφίγγεται ψυχομένου τοῦ ἐπισώτρου.

154. **Θερμόμετρα.** Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι πάντα τὰ σώματα θερμαινόμενα διαστελλονται καὶ ψυχόμενα συστέλλονται πλὴν ὀλιγίστων, ὡς τῆς ἀργίλλου, ἥτις πυρουμένη συστέλλεται καὶ διατηρεῖ τὴν συστολὴν ταύτην καὶ μετὰ τὴν ψύξιν, καὶ ὅτι πρὸς διάγνωσιν τοῦ βαθμοῦ τῆς θερμότητος, ἦτοι τῆς θερμοκρασίας σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ (ἢ ἀερίου ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν), ὀφείλομεν νὰ γνωρίζωμεν τὰς διαστάσεις αὐτοῦ, διότι αὐταὶ αὐξανόμεναι μὲν ἐλέγχουσι προσθήκην θερμότητος, ἐλαττούμεναι δὲ ἀφαίρεσιν τοιαύτης. Ἐὰν π.χ. ἐν αἰθούσῃ ὑπάρχῃ σῶμά τι, ὡς ποσότης τις ὕδατος ἢ ὕδατος ἢ ὕδατος ἢ ὕδατος, καὶ ἴδωμεν ὅτι ὁ ὄγκος αὐτοῦ αὐξάνεται, μένει σταθερὸς ἢ ἐλαττοῦται, συνάγομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τῆς αἰθούσης αὐξάνεται, μένει σταθερὰ ἢ ἐλαττοῦται. Πρὸς καταμέτρησιν δὲ τῆς θερμοκρασίας χώρου τινός, ὡς τοῦ ἀέρος τῆς αἰθούσης, ποιούμεθα χρῆσιν ὀργάνων, ἅτινα καλοῦνται **θερμόμετρα**. Ταῦτα ἀναλόγως τῆς θερμομετρικῆς οὐσίας καλοῦνται **ὑδραργυρικά, οἶνοπνευματικά, μεταλλικά, ἀερικά** κ.τ.λ.

155. **Ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον.** Πρὸς κατασκευὴν τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου λαμβάνομεν σωλῆνα ὑάλινον μικρᾶς ἐσωτερικῆς διαμέτρου, ὅστις φέρει κατὰ τὸ ἐν μὲν ἄκρον δοχεῖον σφαιρικόν ἢ κυλινδρικόν, κατὰ τὸ ἕτερον δὲ ἐξόγκωσιν δι' ἐμφυσήσεως παραχθεῖσαν καὶ ἀπολήγουσαν εἰς λεπτόν κωνικὸν σωλῆνα. Ὅπως δὲ πληρώσωμεν τὴν συσκευὴν ὑδραργύρου, θαύομεν ὀλίγον τὴν ἀκίδα, θερμαίνομεν τὸν σωλῆνα καὶ μάλιστα τὸ δοχεῖον διὰ τῆς φλογὸς λύχνου οἶνοπνεύματος ἢ κάλλιον θέτομεν τὴν συσκευὴν ἐπὶ κεκλιμένης ἐσχάρας AB (σχ. 132) καὶ θερμαίνομεν αὐτὴν διὰ διαπύρων ἀνθράκων,

ὅποτε ὁ ἐντὸς αὐτῆς ἀήρ θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἐν μέρει ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν. Ἐὰν τότε ἀναστρέψαντες τὸν σωλῆνα βυθίσωμεν ἀμέσως τὴν ἀκίδα ἐντὸς δοχείου πλήρους ὑδραργύρου, οὗτος ἀνέρχεται καὶ πληροῖ τὴν σφαιρικὴν ἐξόγκωσιν ἕνεκα τῆς συστολῆς, ἣν ὑφίσταται ὁ ὀλίγος ἐναπομείνας ἐν τῇ συσκευῇ ἀήρ κατὰ τὴν ψύξιν αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ καὶ αὖθις θερμάνωμεν τὴν συσκευὴν ἐπὶ τῶν διαπύρων ἀνθράκων καὶ ἀφήσωμεν εἶτα αὐτὴν νὰ ψυχθῇ, μέρος τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται καὶ ἐν τῷ δοχείῳ. Ἐὰν δὲ καὶ τρίτον θερμάνωμεν τὴν συσκευὴν καθ' ὅλον αὐτῆς τὸ μῆκος διὰ διαπύρων ἀνθράκων ἐπὶ τῆς κεκλιμένης ἐσχάρας, μέχρις ὅτου ὁ ἐν τῷ δοχείῳ ὑδράργυρος

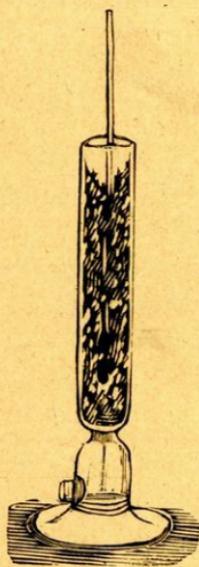


Σχ. 132.

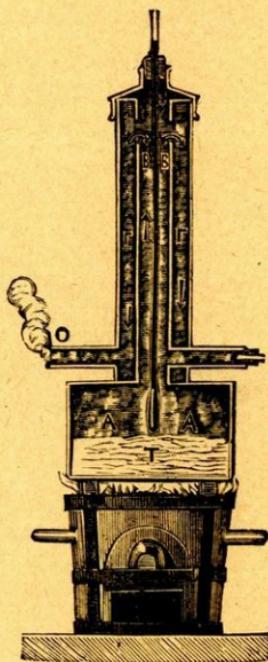
ἀναβράσῃ ἐπὶ τινὰς στιγμάς, ὅλος ὁ ἐμπεριεχόμενος ἀήρ ἐκδιώκεται τέλος καὶ ἡ συσκευὴ τελείως ψυχθεῖσα πληροῦται ἐντελῶς ὑδραργύρου. Εἶτα διὰ βίης χαράσσοιτες τὸν σωλῆνα κατὰ τὸ πρὸς τὸ ἀνοικτὸν μέρος πέρας αὐτοῦ ἀποκόπτομεν τὴν ἐξόγκωσιν καὶ ἐμβαπτίζομεν τὸ δοχεῖον τῆς συσκευῆς ἐντὸς ζέοντος ὕδατος ἐμπεριέχοντος ἄλας διαλελυμένον, τοῦτο δέ, ὅπως ἐκδιώξωμεν τὸν πλεονάζοντα ὑδράργυρον. Ἄφ' οὗ δὲ παύσῃται ὁ ὑδράργυρος ἐκρέων ἄνωθεν, κλείομεν τὴν συσκευὴν συντήκοντες τὴν ὕαλον κατὰ τὸ ἀνώτατον μέρος καὶ οὕτως ἅπαντα τὸν ἐν τῇ συσκευῇ ἀέρα ἐκδιώκομεν.

**156. Βαθμολογία τοῦ θερμομέτρου.** Διὰ νὰ βαθμολογήσωμεν νῦν τὸ θερμομέτρον, χαράσσομεν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος δύο σημεῖα τοιαῦτα, εἰς τὰ ὅποια φθάνων ὁ ὑδράργυρος νὰ δεικνύῃ ὠρισμένους καὶ σταθεροὺς βαθμοὺς θερμότητος, οὓς εὐκόλως νὰ δυνώμεθα νὰ παραγάγωμεν. Τοιοῦτοι δὲ βαθμοὶ εἶνε ὁ τῆς τήξεως τοῦ πάγου καὶ ὁ τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος, ὧν ὁ μὲν πρῶτος καλεῖται κατὰ συνθήκην θερ-

μοκρασία τοῦ μηδενός, ὁ δὲ δεύτερος θερμοκρασία τῶν 100 βαθμῶν. Καὶ ἵνα εὗρωμεν τὸ 0 τοῦ θερμομέτρου, εἰσάγομεν ὄλην τὴν συσκευὴν εἰς ὑποδοχέα (σχ. 133) πλήρη τετριμένου πάγου καὶ φέροντα κάτωθεν ὀπήν, ἐξ ἧς ἐκρέει τὸ ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου προερχόμενον ὕδωρ καὶ ἀφίνομεν ἐντὸς τοῦ πάγου τὴν συσκευὴν, μέχρις ὅτου ὁ ὑδράργυρος παύσῃται συστελλόμενος καὶ ἡ ἐν τῷ σωλῆνι ἐλευθέρα ἐπιφάνεια αὐτοῦ μείνη στάσιμος. Χαράσσομεν τότε εἰς τὸ ση-



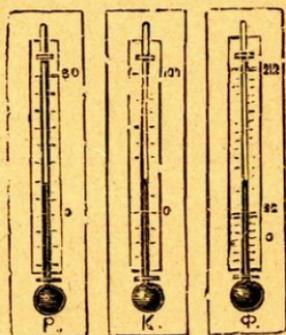
Σχ. 133.



Σχ. 134.

μείον τοῦτο τὸ μηδὲν τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος. Μετὰ ταῦτα τίθεται ἡ συσκευὴ ἐντὸς θερμοαντήρος, τοῦ ὁποίου κατακόρυφος τομὴ δείκνυται ἐν τῷ σχήματι 134. Ὁ θερμοαντήρ οὗτος εἶνε δοχεῖον ὀρειχάλκινον, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται ὕδωρ T ὑποβαλλόμενον εἰς βρασμόν. Ὁ θερμομετρικὸς σωλῆν κρέμαται ἐν τῷ θερμοαντήρι οὕτως, ὥστε τὸ δοχεῖον αὐτοῦ νὰ εὐρίσκηται ὀλίγον ἄνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ζέοντος ὕδατος. Οἱ ἀτμοὶ οἱ ἐκ τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος ἀναδιδόμενοι ἀνέρχονται κατὰ πρῶτον διὰ τοῦ κεντρικοῦ σωλῆνος BB περιβάλλοντες ὄλον τὸν θερμομετρικὸν σωλῆνα καὶ εἶτα κατερχόμενοι διὰ

τοῦ περιβλήματος ΓΓ', ὅπερ προφυλάττει ἀπὸ τῆς ψύξεως τὸν ἐσω-  
 τερικὸν σωλήνα, ἐξέρχονται διὰ τῆς ὀπῆς Ο. Ἄφ' οὗ δὲ τὸ θερμο-  
 μετρον παραμένει ἐπὶ τινα χρόνον ἐντὸς τῶν ἀτμῶν καὶ παύσεται ὁ  
 ὑδράργυρος διαστελλόμενος, σημειούμεν εἰς τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ἀνήλθε,  
 τὸν ἀριθμὸν 100, ἐὰν ἡ βαρομετρικὴ πίεσις κατ' ἐκείνην τὴν στιγ-  
 μὴν εἶνε ἴση πρὸς 760 χιλιοστόμ. Ἐκ τούτου λοιπὸν βλέπομεν ὅτι  
 θερμοκρασία τοῦ μηδενὸς καλεῖται ἡ θερ-  
 μοκρασία τοῦ τηχομένου πάγου, θερμοκρασία  
 δὲ τῶν 100 βαθμῶν ἡ θερμοκρασία τῶν  
 ἀτμῶν τοῦ ὕδατος τοῦ ζέοντος ὑπὸ τὴν  
 ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τῶν 760 χ. μ. Μετὰ  
 ταῦτα τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ 100 διάστημα  
 ὑποδιαίρουμεν εἰς ἑκατὸν ἴσα μέρη καὶ ἐπε-  
 κτείνουμεν τὰς διαιρέσεις καὶ ἄνωθεν τοῦ 100  
 καὶ κάτωθεν τοῦ 0. Οἱ ἄνωθεν δὲ τοῦ 0  
 βαθμοὶ διακρίνονται διὰ τοῦ σημείου + κα-  
 λούμενοι **βαθμοὶ θερμότητος**, οἱ δὲ κάτωθεν  
 τοῦ 0 διὰ τοῦ σημείου - καλούμενοι **βαθμοὶ ψύχους**, καὶ παρίσταν-  
 ται ἐν γένει ὡς ἑξῆς  $+17^{\circ}$ ,  $-5^{\circ}$ .



Σχ. 135.

Ἡ κλίμαξ αὕτη τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου καλεῖται **ἑκατόμ-  
 βαθμος** ἢ τοῦ Κελσίου K (σχ. 135). Ἐκτὸς ὅμως τῆς κλίμακος  
 ταύτης γίνεται χρῆσις καὶ ἄλλης τῆς **ὀγδοηκονταβάθμου** ἢ τοῦ Ῥεω-  
 μύρου P, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος ση-  
 μειοῦται διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 80, οὕτως ὥστε 100 βαθμοὶ Κελσίου ἰσο-  
 δυναμοῦσι πρὸς 80 Ῥεωμύρου καὶ ἐπομένως εἰς βαθμοὺς K. ἰσοδυνα-  
 μεῖ πρὸς  $\frac{8}{10}$  ἢ  $\frac{4}{5}$  βαθμῶν P. καὶ x βαθμοὶ K. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς  
 $\frac{4}{5} x$  βαθμῶν P. Ἄλλ' ἀντὶ νὰ λάβωμεν τὰ  $\frac{4}{5}$  τοῦ ἀριθμοῦ x,  
 ἐλαττοῦμεν αὐτὸν κατὰ τὸ  $\frac{1}{5}$  αὐτοῦ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι **διὰ τὰ  
 μετατρέψωμεν βαθμοὺς K. εἰς βαθμοὺς P. ἐλαττοῦμεν τὸν ἀριθμὸν  
 τὸν παριστώοντα τοὺς βαθμοὺς τοῦ K. κατὰ τὸ πέμπτον αὐτοῦ.**  
 Κατὰ ταῦτα 35 K. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 28 P. Τούναντίον δὲ ἐπειδὴ  
 80 P. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 100 K., εἰς βαθμὸς P. ἰσοδυναμεῖ πρὸς  
 $\frac{10}{8}$  ἢ  $\frac{5}{4}$  K. καὶ ἐπομένως ρ βαθμοὶ P. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς  $\frac{5}{4} \rho$   
 βαθμῶν K. Ἄλλ' ἀντὶ νὰ πολλαπλασιάσωμεν ἀριθμὸν τινα ἐπὶ  $\frac{5}{4}$ ,  
 αὐξάνομεν αὐτὸν κατὰ  $\frac{1}{4}$  αὐτοῦ. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι **διὰ τὰ μετα-  
 τρέψωμεν βαθμοὺς P. εἰς βαθμοὺς K., ὀφείλομεν τὰ αὐξήσωμεν**

τὸν ἀριθμὸν τὸν παριστῶντα τοὺς βαθμοὺς τοῦ 'Ρ. κατὰ τὸ  $\frac{1}{4}$  αὐτοῦ. Οὕτω 24 'Ρ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 30 Κ.

Εἰς Ἀγγλίαν ἰδίως γίνεται χρῆσις τρίτης τινὸς βαθμολογίας, τῆς τοῦ Φαρνεϊέτου Φ (σχ. 135), καθ' ἣν τὸ μὲν 0 ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ψῦχος τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἀναμιζέως ἴσων βαρῶν ἀμμωνιακοῦ ἁλατος καὶ τετριμμένου πάγου ( $-17^{\circ},78$  Κ.), ἡ θερμοκρασία τῆς τήξεως τοῦ πάγου ἀντιστοιχεῖ εἰς τοὺς 32 βαθμοὺς τῆς κλίμακος ταύτης καὶ ἡ τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος εἰς τοὺς 212 βαθμοὺς. Ἐπειδὴ λοιπὸν 100 διαιρέσεις Κ. ἢ 80 Ρ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς  $212-32=180$  διαιρέσεις Φ. μετατρέπομεν βαθμοὺς Κ. ἢ 'Ρ. εἰς Φ. πολλαπλασιάζοντες τὸν μὲν ἀριθμὸν, ὅστις παριστᾷ τοὺς βαθμοὺς Κ., ἐπὶ  $\frac{9}{5}$ , τὸν δ' ἀριθμὸν τὸν παριστῶντα τοὺς τοῦ 'Ρ. ἐπὶ  $\frac{9}{4}$  καὶ προσθέτομεν ἐν ἀμφοτέροις ταῖς περιπτώσεσι τὸν ἀριθμὸν 32. Οὕτω 55 Κ. ἢ 44 'Ρ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 131 Φ. Τούναντίον δὲ μετατρέπομεν βαθμοὺς Φ. εἰς βαθμοὺς Κ. ἢ 'Ρ. ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τοὺς τοῦ Φ. τὸν ἀριθμὸν 32 καὶ πολλαπλασιάζοντες τὸ ὑπόλοιπον ἐπὶ  $\frac{5}{9}$  μὲν, ὅταν θέλωμεν γὰ εὐρωμεν τὸν ἀντιστοιχοῦντα βαθμὸν Κ., ἐπὶ  $\frac{4}{9}$  δέ, ὅταν θέλωμεν βαθμὸν 'Ρ. Οὕτω 77 βαθμοὶ Φ. ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 25 μὲν Κ., πρὸς 20 δὲ 'Ρ. Καὶ γενικῶς μετατρέπομεν θερμομετρικοὺς βαθμοὺς ἐπιλύοντες τὰς ἐξισώσεις

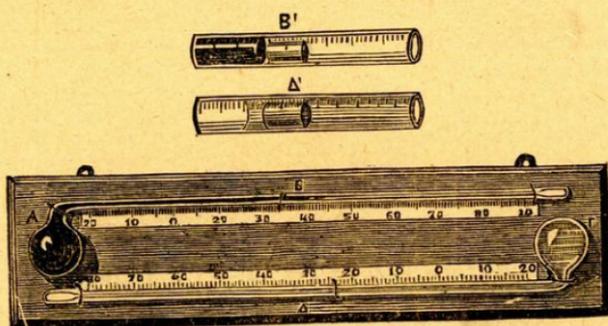
$$\frac{K}{5} = \frac{P}{4} = \frac{\Phi - 32}{9} .$$

ΣΗΜ. Σήμερον κατασκευάζουσιν ὑδραργυρικὰ θερμομέτρα δεικνύοντα θερμοκρασίας μέχρι 500 βαθμῶν, ἧτοι πολὺ ἀνωτέρας τῆς θερμοκρασίας τῶν 357,25 βαθμῶν, καθ' ἣν βράζει ὁ ὑδράργυρος, εἰσάγοντες εἰς τὸν θερμομετρικὸν σωλῆνα ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἀέρια, οἷον ἄζωτον ὑπὸ μεγάλῃ πιέσει.

**157. Οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον.** Ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος πήγνυται εἰς  $-39^{\circ},4$  Κ., διὰ τὰ μεγάλα ψύχη γίνεται χρῆσις καθαροῦ οἶνοπνεύματος, ὅπερ δυσκόλως πήγνυται (εἰς  $-140^{\circ}$  πυκνόρρευστον). Ἐπειδὴ δὲ τὸ οἶνόπνευμα ἔχει φαινομένην ἐν ὑαλίνῳ δοχείῳ διαστολὴν ἐπταπλασίαν τῆς τοῦ ὑδραργύρου, δὲν γίνεται χρῆσις τριχοδιαμετρικοῦ σωλῆνος διὰ τὴν κατασκευὴν τοῦ οἶνοπνευματικοῦ θερμομέτρου. Καὶ ἐπειδὴ τὸ οἶνόπνευμα ἀναβράζει εἰς  $78^{\circ},4$  Κ., βαθμολογεῖται τὸ οἶνοπνευματικὸν θερμομέτρον παραβολικῶς πρὸς ὑδραρ-

γυρικόν, χρωματίζεται δὲ τὸ οἰνόπνευμα συνήθως ἐρυθρόν διὰ νὰ εἶνε ὄρατόν ἐν τῷ σωλῆνι.

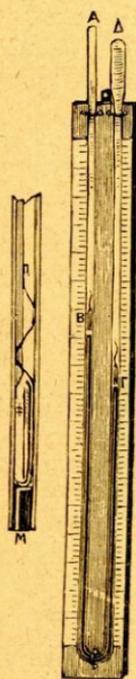
158. **Ἀκροβάθμια θερμοόμετρα.** Τὰ θερμοόμετρα ταῦτα χρησιμεύουσι διὰ νὰ γνωρίσωμεν τὴν μεγίστην (μεγιστοβάθμιον) καὶ ἐλαχίστην (ἐλαχιστοβάθμιον) θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος τόπου τινὸς ἐν ὀρισμένῳ χρονικῷ διαστήματι, οἷον ἐντὸς ἐνὸς ἡμερονοκτίου. Καὶ ὡς μεγιστοβάθμιον μὲν θερμοόμετρον χρησιμεύει συνήθως ὑδραργυρικόν θερμοόμετρον AB (σχ. 136) ὀριζοντίως τεθειμένον καὶ ἐμπεριέχον ἐν τῷ σωλῆνι αὐτοῦ δείκτην B, ἥτοι μικρὸν κύλινδρον ἐκ σιδήρου ἐκτὸς τοῦ



Σχ. 136.

ὑδραργύρου κείμενον, ὅστις φαίνεται ἐπηυξημένος εἰς B' ἄνωθεν τοῦ σχήματος. Καὶ ὅταν μὲν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, ὁ ὑδράργυρος διαστελλόμενος ὠθεῖ τὸν δείκτην πρὸς τὰ πρόσω· ὅταν δ' ἡ θερμοκρασία ἐλαττώται, ὁ ὑδράργυρος συστέλλεται φερόμενος πρὸς τὸ δοχεῖον, ἀλλὰ δὲν συμπαρασύρει τὸν δείκτην, διότι ἡ μεταξὺ ὑδραργύρου καὶ σιδήρου ἔλξις δὲν εἶνε ἰκανὴ πρὸς τοῦτο, τουτέστι τοῦ ὑδραργύρου μὴ διαβρέχοντος τὸν σίδηρον δὲν ὑπάρχει συνάφεια μεταξὺ τούτων. Τὸ πέρασ τοῦ δείκτη τοῦ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου ἐστραμμένον δεικνύει τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν. Ὡς θερμοόμετρον δὲ ἐλαχίστου χρησιμεύει συνήθως οἰνοπνευματικόν θερμοόμετρον ΓΔ φέρον ἐντὸς τοῦ σωλῆνος δείκτην Δ, ἥτοι μικρὸν ὑάλινον κύλινδρον, ὅστις κείται ἐντὸς τοῦ οἰνοπνεύματος καὶ φαίνεται ἐπηυξημένος εἰς τὸ Δ' ἄνωθεν τοῦ σχήματος. Καὶ ὅταν μὲν ἡ θερμοκρασία ἐλαττώται, τὸ οἰνόπνευμα συστέλλόμενον συμπαρασύρει καὶ τὸν δείκτην, ὅστις οὕτως ἀδυνατεῖ νὰ ἐξέλθῃ τῆς ἐπιφανείας τοῦ οἰνοπνεύματος ἕνεκα τῆς συναφείας, ἥτοι τῆς μεταξὺ ὑάλου καὶ οἰνοπνεύματος ἔλξεως. Ὅταν

δὲ ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, τὸ οἰνόπνευμα διαστελλόμενον διέρχεται ἐλευθέρως πέραν τοῦ δείκτη, ἀλλὰ δὲν παρασύρει πλέον αὐτὸν καὶ τοιουτοτρόπως οὗτος παραμένει ἐμβεβαπτισμένος ἐν τῷ ὑγρῷ δεικνύων διὰ τοῦ πέρατος αὐτοῦ τοῦ ἐστραμμένου πρὸς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ οἰνόπνευματος τὴν ἐλαχίστην θερμοκρασίαν. Τοιαῦτα ὄντα τὰ θερμομέτρα τοῦ μεγίστου καὶ ἐλαχίστου χρησιμεύουσιν εἰς τοὺς μετεωρολογικοὺς σταθμοὺς πρὸς εὗρεσιν τῆς μεγίστης καὶ ἐλαχίστης θερμοκρασίας τοῦ ἀέρος καθ' ἑκάστην ἡμέραν. Ὁ μετεωρολόγος δηλονότι ποιήσας μίαν παρατήρησιν ἐν ὀρισμένῃ ὥρᾳ τῆς ἡμέρας καὶ σημειώσας τὴν μεγίστην καὶ ἐλαχίστην θερμοκρασίαν, ἢ τὰ θερμομέτρα ταῦτα κατὰ τὸ αὐτὸ ἡμερονύκτιον δεικνύουσιν, ἐπαναφέρει τοὺς δείκτας εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου καὶ τοῦ οἰνόπνευματος κλίνων ὀλίγον τοὺς σωλῆνας, ὅπως τὰ θερμομέτρα ταῦτα ὡς παρεσκευασμένα διὰ τὰς ἐνδείξεις τῆς ἐπομένης ἡμέρας.



Σχ. 137.

#### 159. Θερμομετρογράφος τοῦ Six καὶ Bellani.

Τὸ ὄργανον τοῦτο παρέχει καὶ τὴν ἐλαχίστην καὶ τὴν μεγίστην θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος. Σύγκειται ἐκ δοχείου Δ (σχ. 137) ὑαλίνου πεπληρωμένου οἰνοπνεύματος ἢ κάλλιον ἀμυλικοῦ πνεύματος (1), ἐξ ἑνὸς σιφωνοειδοῦς σωλῆνος ΔΓΒ ἐμπεριέχοντος τὴν στήλην τοῦ ὑδραργύρου ΓΒ καὶ ἀπολήγοντος ἄνωθεν εἰς τὸν εὐθὺν σωλῆνα ΒΑ ἐμπεριέχοντα οἰνόπνευμα καὶ εἰς τὸ ἄνω ἄκρον Α χωρὸν πλήρη ἀέρος, ὅστις

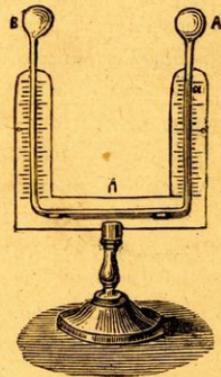
διὰ τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ τηρεῖ συνεχῶς εἰς ἐπαφὴν τὸν ὑδραργύρον καὶ τὸ ὑπερκειμένον ὑγρὸν κατὰ τὸ Γ. Ὄταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνηται, τὸ ἐν τῷ δοχείῳ Δ ὑγρὸν διαστέλλεται, οὕτω δὲ ὁ ὑδραργύρος ὠθούμενος κατέρχεται μὲν εἰς τὸ Γ, ἀνέρχεται δὲ εἰς τὸ Β, συμπιέζων τὸν ἐν τῷ δοχείῳ Α ἀέρα. Ἐπὶ τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν Β καὶ Γ τοῦ ὑδραργύρου ὑπάρχουσι δείκταις συγκείμενοι ἐξ ὑαλίνου τινὸς κυλίνδρου, ὅστις παρίσταται κατ' ἰδίαν εἰς τὸ Φ. Οὗτος ἐμπεριέχει λεπτὸν κύλινδρον ἐκ σιδήρου καὶ τηρεῖται ἐν τῷ σωλῆνι διὰ τῆς πίεσεως, ἢ ἐπιφέρει ἐπὶ τῶν ἰσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλῆνος τὸ ἐξ ὑάλου ἐλατήριον Ρ. Ὄταν ὁ ὑδραργύρος ἀνέρχεται ἢ εἰς τὸ Γ ἢ εἰς τὸ Β, ὁ ὑπερκειμένος δείκτης ἀνωθεῖται. Ἄλλ' ὅταν ὁ ὑδραργύρος κατέρχεται, ὁ δείκτης ἀκίνητεν ἐν τῷ ὑπερκειμένῳ ὑγρῷ εἰς τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ὁ παρωθούμενος

(1) Τὸ μὲν ἀμυλικὸν πνεῦμα ζεεῖ εἰς  $131^{\circ},7$  ἐν ᾧ τὸ οἰνόπνευμα εἰς  $78^{\circ},4$ .

υδράργυρος μετέφερον αὐτόν. Οὕτως ὁ μὲν δείκτης Β δεικνύει τὴν μεγίστην, ὁ δὲ Γ τὴν ἐλάχιστην θερμοκρασίαν. Μετὰ τὴν ἀνάγνωσιν τῶν στάσεων τῶν δύο δεικτῶν φέρομεν πάλιν τοὺς δείκτας ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ υδράργυρου διὰ μαγνήτου, ὅστις ἔλκει ἕξωθεν τοὺς ἐξ σιδήρου κυλίνδρους, οὓς φέρουσιν οἱ δείκται.

Τὰ θερμομέτρα, ἅτινα μεταχειρίζονται οἱ ἰατροὶ πρὸς εὑρεσιν τῆς θερμοκρασίας τῶν ἀρρώστων, εἶνε θερμομέτρα μεγίστου δεικνύοντα θερμοκρασίας ἀπὸ  $+34^{\circ}$  ἕως  $+44^{\circ}$  ἑκατομβάθμου. Ἡ θερμοκρασία τῶν  $+37^{\circ}$ , ἧτις εἶνε ἡ μέση κανονικὴ θερμοκρασία τοῦ ὑγιοῦς ἀνθρώπου, σημειοῦται δι' ἐρυθρᾶς γραμμῆς. Εἰς τὰ θερμομέτρα ταῦτα ὁ πῶρος τοῦ θερμομετρικοῦ σωλῆνος ἀποστενοῦται κατὰ τὸ κατώτερον ἄκρον αὐτοῦ πλησίον τοῦ δοχείου διὰ τῆς εἰσαγωγῆς μικροῦ ὑαλίνου νήματος, οὕτως ὥστε κατὰ τὴν ὑψοσιν μὲν τῆς θερμοκρασίας ὁ υδράργυρος δύναται νὰ διέλθῃ διαστελλόμενος, ὅταν ὁμοῦς ἡ θερμοκρασία κατέρχεται, ἢ ὑδραργυρικὴ στήλη διακόπτεται κατὰ τὴν ἀποστενωσιν ταύτην τοῦ σωλῆνος καὶ ὁ ἐν τῷ σωλῆνι υδράργυρος μένει ἐν αὐτῷ ἀκίνητος. Δι' ἐλαφρῶν προσκρούσεων ἢ τιναγμῶν δύναται καὶ αὖθις νὰ εἰσαχθῇ ὁ υδράργυρος εἰς τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου.

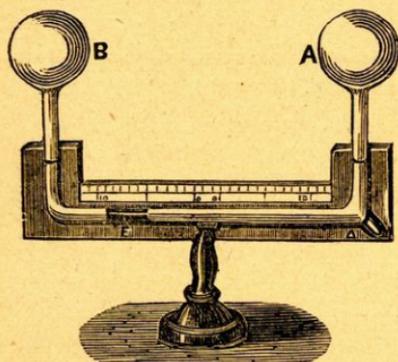
**160. Διαφορικὸν θερμομέτρον.** Διὰ τὴν μέτρησιν τῆς διαφορᾶς τῶν θερμοκρασιῶν δύο γειτνιαζόντων σημείων ὁ Leslie ἐπενόησε τὸ ὄργανον, ὃ παριστᾷ τὸ σχῆμα 138. Σύγκειται ἐκ σιφωνοειδοῦς ὑαλίνου σωλῆνος ΒΛΑ, ὅστις ἀπολήγει εἰς δύο σφαίρας Β καὶ Α ἰσομεγέθεις ἀεροστεγῶς κεκλεισμένας καὶ πλήρεις ἀέρος. Στήλη θειϊκοῦ ὀξέος χρωματισμένου κατέχει τὸ κατώτερον μέρος τοῦ σιφωνοειδοῦς σωλῆνος, αἱ δὲ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ εὐρίσκονται εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον καὶ εἰς τὰ δύο σκέλη, ὅταν αἱ θερμοκρασίαι εἰς τὸ Β καὶ Α εἶνε αἱ αὐταί. Ἄμα θερμανθῇ καὶ κατ' ἐλάχιστον ἢ μία τῶν σφαιρῶν, οἷον ἡ Β, ἀμέσως ὁ ἐντὸς ἀήρ διαστέλλεται καὶ παρωθεῖ τὸ ὑγρὸν, τὸ ὁποῖον κατέρχεται πρὸς τὸ μέρος τοῦτο καὶ ἀνέρχεται ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πρὸς τὴν σφαιραν Α. Βαθμολογοῦσι τὸ ὄργανον τοῦτο θέτοντες τὰς δύο σφαίρας ἐν τῷ ὕδατι, οὕτως ὥστε νὰ ὑπάρχῃ διαφορὰ θερμοκρασίας  $10^{\circ}$  καὶ σημειοῦσι 10 εἰς τὰ σημεία, εἰς ἃ τὸ ὑγρὸν ἴσταται ἑκατέρωθεν καὶ 0 εἰς τὰ σημεία, εἰς ἃ ἴστατο ἀρχικῶς· εἶτα διαιροῦσι τὸ μεταξὺ 0 καὶ 10



Σχ. 138.

διάστημα εἰς 10 ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνουνσι τὰς διαιρέσεις ὑπεράνω καὶ ὑποκάτω τοῦ μηδενὸς καθ' ὅλον τὸ μήκος τῶν σκελῶν.

161. **Θερμοδρόμιον τοῦ Rumford.** Εἰς τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 139) αἱ δύο σφαιρῆαι ἔχουσι μείζονας διαστάσεις, ὁ δὲ ὀριζήντιος σωλὴν εἶνε μακρότερος.



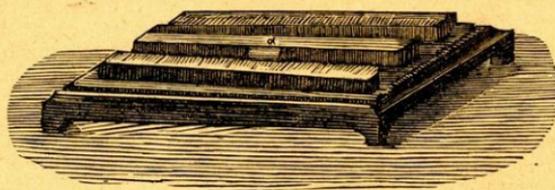
Σχ. 139.

Ἡ στήλη τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος ἀντικαθίσταται ἐνταῦθα διὰ σταγόνος ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, ἣτις ἀποτελεῖ ὑγρὸν δείκτην δύο ὕψεω. Οὗτος, ὅταν αἱ δύο σφαιρῆαι ἔχουσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον τοῦ ὀριζήντιου σωλῆνος. Τὸ ὄργανον τοῦτο βαθμολογεῖται ὡς καὶ τὸ προηγούμενον καὶ δεικνύει ἐλαχίστας διαφορὰς θερμοκρασίας.

162. **Πυρόμετρα.** Τὰ ὄργανα ταῦτα χρησιμεύουσιν, ὅπως διαγνώσωμεν ἂν χῶρός τις, οἶον κάρβουνος, ἐθερμάνθη μέχρι τῆς ἀπαιτουμένης

θερμοκρασίας, ὡς ἐν τῇ κεραμεικῇ. Τὰ μάλιστα ἐν χρήσει εἶνε τὸ τοῦ Wedgwood καὶ τὸ τοῦ Brongniart.

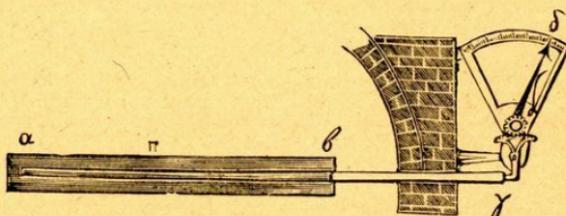
Τὸ πυρόμετρον τοῦ Wedgwood στηρίζεται ἐπὶ τῆς ιδιότητος, ἣν ἔχει ἡ ἄργιλλος πυρομένη νὰ συστέλληται καὶ διατηρῆ τὴν συστολὴν ταύτην καὶ μετὰ τὴν ψύξιν. Σύγκειται δὲ (σχ. 140) ἐκ μεταλλίνης πλακῶς, ἐφ' ἧς προσαρμύζονται τρεῖς κανόνες ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου ὀλίγον συγκλίνοντες, ὥστε ν' ἀποτελῶσιν αὐλακας, ὧν τὸ πλάτος βαίνει κανονικῶς ἐλαττούμενον. Ἡ μία αὐλαξ εἶνε ἡ ἐξακολουθήσις τῆς ἐτέρας, ὑποδιαιροῦνται δὲ κατὰ μήκος εἰς 240 ἴσα μέρη, ἅτινα παριστῶσι τοὺς βαθμοὺς τοῦ πυρομέτρου. Κύλινδροι ἐξ ἄργιλλου α, ἔχοντες διάμετρον ἴσην πρὸς τὸ μέγιστον πλάτος τῆς αὐλακας, τίθενται ἐντὸς τῆς καμίνου, ἧς πρόκειται νὰ προσδιορισθῇ ὁ βαθμὸς τῆς θερμάνσεως. Μετ' ὀλίγον ἐξάγεται εἰς ἐξ αὐτῶν καὶ ψυχθεὶς τίθεται εἰς τὴν αὐλακα καὶ ὠθεῖται ἐφ' ὅσον δύναται νὰ προχωρήσῃ, δεικνύει δὲ τὸν σχετικὸν βαθμὸν τῆς θερμάνσεως τῆς καμίνου.



Σχ. 140.

Παραδέχονται, εἰ καὶ τοῦτο δὲν εἶνε ἐντελῶς ἀκριβές, ὅτι τὸ 0 τοῦ πυρομέτρου ἀντιστοιχεῖ εἰς 580° ἑκατοναδικούς καὶ ὅτι ἕκαστος βαθμὸς τοῦ πυρομέτρου ἰσοδυναμεῖ πρὸς 72 τοῦ ἑκατομβάθμου θερμομέτρου. Κατ' ἀκολουθίαν μ βαθμοὶ τοῦ πυρομέτρου ἰσοδυναμοῦσι πρὸς 580+72 μ ἑκατοναδικούς βαθμούς.

Τὸ πυρόμετρον τοῦ Brongniart σύγκειται ἐκ σιδηρᾶς ράβδου (σχ. 141) ἐναρμολομένη εἰς αὐλακὰς κατασκευασθεῖσαν ἐπὶ πλακῶς π ἐκ πορσελάνης. Τῆς σιδηρᾶς ράβδου τὸ μὲν ἐν ἄκρον α στηρίζεται ἀνευδότης ἐπὶ τοῦ πέ-  
 ρατος τῆς αὐλακῆς, τὸ δὲ ἕτερον β εἶνε ἐλεύ-  
 θερον καὶ ὡθεῖ ράβδον ἐκ πορσελάνης βγ, ἣτις διέρχεται δι' ὀπῆς κα-  
 τασκευασθείσης ἐπὶ τῶν τοίχων τῆς καμίνου



Σχ. 141.

καὶ στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ἄκρου μοχλοῦ στρέφοντος δι' ὄδοντωτοῦ τόξου δεί-  
 κτην δ. Ὁ δείκτης οὗτος διαγράφει διὰ τοῦ ἄνωτέρου αὐτοῦ ἄκρου τόξον, ἐφ' οὗ σημειοῦνται οἱ διάφοροι βαθμοὶ τοῦ πυρομέτρου.

**163. Μέτροις τῆς γραμμικῆς ἢ κατὰ μῆκος διαστολῆς τῶν στερεῶν σωμάτων.** Ἐὰν λάβωμεν ράβδον ἐκ τι-  
 νος μετάλλου, οἷον σιδήρου, καὶ θέσωμεν αὐτὴν κατὰ πρῶτον μὲν ἐν τῷ τηχομένῳ πάγῳ, ὅποτε λαμβάνει τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός, εἶτα δὲ μεταφέρωμεν αὐτὴν ἐντὸς ζέοντος ὕδατος θερμοκρασίας 100°, εἶνε φανερόν ὅτι ἡ ράβδος θέλει ἐπιμηκυνθῆ. Ἐὰν ἤδη μετρήσωμεν τὴν ὀλικὴν ἐπιμήκυνσιν τῆς ράβδου, ἦτοι τὴν διαφορὰν τῶν μηκῶν αὐτῆς εἰς 0° καὶ 100°, καὶ διαιρέσωμεν αὐτὴν διὰ τοῦ 100 καὶ τοῦ μήκους τῆς ράβδου εἰς 0°, εὐρίσκομεν τὴν ἐπιμήκυνσιν, ἣν ὑφίσταται ἡ μονὰς τοῦ μήκους σιδήρου, ἦτοι ράβδος ἐνὸς μέτρου θερμοκλινομένη ἀπὸ τοῦ 0° μέχρις 1°. Ἡ οὕτως εὐρισκομένη ἐπιμήκυνσις καλεῖται *συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς ἢ κατὰ μῆκος διαστολῆς* τῶν στερεῶν σωμάτων. Διὰ τοιαύτης ἐργασίας εὐρέθη ὅτι ἐκ τῶν εὐχρήστων ἐν τῇ βιομηχανίᾳ με-  
 τάλλων τὸ μᾶλλον διασταλτὸν εἶνε ὁ ψευδάργυρος (0,000029416) καὶ ὁ μόλυβδος (0,000028484), ὀλιγώτερον διασταλτὰ ὁ ἄργυρος (0,000019097) καὶ ὁ χαλκός (0,000017173), ἔτι ὀλιγώτερον ὁ σίδηρος (0,000012204) καὶ ὀλιγώτερον πάντων ὁ λευκόχρυσος (0,000008841). Οὕτω ράβδος ἐκ ψευδαργύρου μήκους 100 μέτρων θερμοκλινομένη κατὰ 100° διαστέλλεται ἐν ὄλῳ κατὰ 294,16, ἐν ᾧ ἴση τὸ μήκος ράβδος ἐκ λευκοχρύσου καὶ ἴσον τῇ πρώτῃ θερμοκλινομένη διαστέλλεται κατὰ 88,41. Ράβδος δ' ἐκ σιδήρου συνεχῆς ἔχουσα μήκος 8 χιλιομέτρων, οἷα εἶνε περίπου ἢ ἀπ' Ἀθηνῶν εἰς Πειραιᾶ ἀπόστασις, θερμοκλινομένη κατὰ 45 βαθμούς, οἷα περίπου εἶνε

ἡ διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας ἐν Ἀθήναις ἀπὸ τοῦ χειμῶνος μέχρι τοῦ θέρους, διαστέλλεται κατὰ  $8000 \times 45 \times 0,0000122 = 4,4^{\circ} 392$ .

164. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ  $\delta$  τὸν συντελεστὴν τῆς κατὰ μῆκος διαστολῆς, διὰ  $\mu$  καὶ  $\mu'$  τὰ μῆχη τῆς ράβδου εἰς  $0^{\circ}$  καὶ  $\theta^{\circ}$ , θέλομεν ἔχει

$$\mu' = \mu + \mu\delta\theta = \mu(1 + \delta\theta),$$

$$\text{ὅθεν } \mu = \frac{\mu'}{1 + \delta\theta}.$$

Διὰ τῶν τύπων τούτων εὐρίσκομεν τὸ μῆκος ράβδου εἰς  $0^{\circ}$ , ὅταν γνωρίζωμεν τὸ μῆκος ταύτης εἰς  $\theta^{\circ}$  καὶ ἀντιστρόφως.

165. Πλὴν τοῦ συντελεστοῦ τῆς κατὰ μῆκος διαστολῆς ὑπάρχουσι καὶ οἱ συντελεσταὶ τῆς κατ' ἐπιφάνειαν καὶ τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς. Καὶ ὁ μὲν συντελεστὴς τῆς κατ' ἐπιφάνειαν διαστολῆς δεικνύων τὴν ἐπέκτασιν, ἣν ὑφίσταται μετάλλινον π. χ. ἔλασμα ἔχον ἐπιφάνειαν ἴσην πρὸς ἓν τετραγωνικὸν μέτρον ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ  $0^{\circ}$  θερμαινόμενον ἀπὸ τοῦ  $0^{\circ}$  εἰς  $1^{\circ}$ , παρίσταται δι' ἀριθμοῦ διπλασίου (κατὰ μεγίστην προσέγγισιν) τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸν συντελεστὴν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς, ὁ δὲ συντελεστὴς τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς δεικνύων τὴν ἐξόγκωσιν, ἣν ὑφίσταται ἐν κυβικὸν μέτρον σώματος τινος θερμαινόμενον ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $1^{\circ}$  παρίσταται δι' ἀριθμοῦ τριπλασίου τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ παριστῶντος τὸν συντελεστὴν τῆς κατὰ μῆκος διαστολῆς.

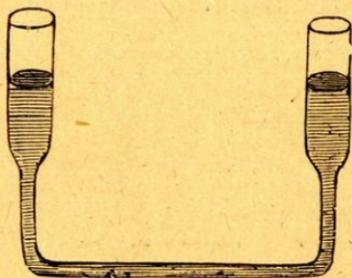
166. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ  $\Delta$  τὸν συντελεστὴν τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς σώματος τινος καὶ διὰ  $O$  καὶ  $O'$  τὸν ὄγκον αὐτοῦ εἰς  $0^{\circ}$  καὶ  $\theta^{\circ}$ , θέλομεν ἔχει  $O' = O(1 + \Delta\theta)$ .

### 167. Μέτρησις τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τῶν ὑγρῶν.

Εἰς τὰ ὑγρά διακρίνομεν τὴν ἀπόλυτον κατ' ὄγκον καὶ τὴν φαινομένην κατ' ὄγκον διαστολήν. Καὶ φαινομένη μὲν διαστολὴ καλεῖται ἡ διαστολὴ, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑγρὸν μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς διαστολῆς τοῦ δοχείου. Τοιαύτη εἶνε π.χ. ἡ ἐν τῷ ὑδραργυρικῷ ἢ οἶνοπνευματικῷ θερμομέτρῳ παρατηρουμένη διαστολὴ τοῦ ὑδραργύρου ἢ τοῦ οἶνοπνεύματος, ἥτις εἶνε ἐλάσσων τῆς πραγματικῆς κατὰ τὴν διαστολήν, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑάλινον δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου. Οὕτω λ. χ. ἡ φαινομένη διαστολὴ τοῦ οἶνοπνεύματος ἐν ὑάλινῳ δοχείῳ εἶνε ἑπτα-

πλασία τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, ἐν ᾧ ἡ πραγματικὴ εἶνε μόνον πενταπλασία περίπου τῆς τοῦ ὑδραργύρου. Ἀπόλυτος δὲ διαστολὴ καλεῖται ἡ ὀλικὴ διαστολὴ, ἣν ὑφίσταται τὸ ὑγρὸν θερμαινόμενον καὶ ἣν δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν προσθέτοντες εἰς τὴν φαινομένην διαστολὴν τοῦ ὑγροῦ τὴν τοῦ δοχείου.

168. Πρὸς ἀκριβῆ εὐρεσιν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς καὶ μάλιστα τοῦ ὑδραργύρου μετεχειρίσθησαν ὁ Dulong καὶ ὁ Petit δύο συγκοινωνοῦντα δοχεῖα (σχ. 142) ἐμπεριέχοντα καθαρὸν ὑδραργυρον, ὧν τὸ μὲν ἐν ἐψύχθῃ μέχρι τοῦ  $0^{\circ}$ , τὸ δ' ἕτερον ἐθερμάνθη μέχρις ὠρισμένης θερμοκρασίας, ὅσον  $100^{\circ}$ . Ἡ ἐλευθέρᾳ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ θερμότερῳ δοχείῳ εὕρισκετο ἀνώτερον τῆς ἐν τῷ ἐτέρῳ ἐπιφανείας, διότι ὁ θερμότερος ὑδραργυρος εἶνε ἀραιότερος τοῦ ψυχροτέρου. Μετρήσαντες τὴν κατακόρυφον ἀπόστασιν τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὰ δύο δοχεῖα καὶ τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ ψυχρῷ δοχείῳ εὕρον τὸν συντελεστὴν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου ὡς ἐξῆς.



Σχ. 142.

Παραστήσωμεν διὰ τοῦ  $\gamma'$  καὶ  $\gamma''$  τὰ ὕψη τῶν ὑδραργυρικῶν στηλῶν εἰς  $0^{\circ}$  καὶ εἰς  $\theta^{\circ}$ , ἅτινα κατὰ τὴν ἀρχὴν τῶν συγκοινωνιούντων ἀγγείων (§ 96) εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων  $\pi$  καὶ  $\pi'$  τοῦ ὑδραργύρου εἰς  $0^{\circ}$  καὶ εἰς  $\theta^{\circ}$ , ἥτοι

$$\frac{\gamma''}{\gamma'} = \frac{\pi}{\pi'}.$$

Ἄλλ' ἐπειδὴ τὸ βᾶρος ὠρισμένης ποσότητος ὑδραργύρου μένει τὸ αὐτὸ εἰς  $0^{\circ}$  καὶ εἰς  $\theta^{\circ}$ , συνάγομεν ὅτι αἱ πυκνότητες  $\pi$  καὶ  $\pi'$  εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ὄγκων  $O$  καὶ  $O'$ , ὅς καταλαμβάνει ὁ ὑδραργυρος εἰς  $0^{\circ}$  καὶ εἰς  $\theta^{\circ}$ , ἥτοι

$$\frac{\pi}{\pi'} = \frac{O'}{O} = \frac{O(1+\Delta\theta)}{O} = 1 + \Delta\theta = \frac{\gamma''}{\gamma'} \quad (1),$$

ἐνθα  $\Delta$  ὁ ζητούμενος συντελεστὴς τῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου.

Ἐκ τῆς τελευταίας ἐξισώσεως (1) λαμβάνομεν

$$\Delta = \frac{\gamma'' - \gamma'}{\gamma'\theta}.$$

Διὰ τῆς μεθόδου ταύτης εὐρέθη ὅτι ὁ συντελεστὴς τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου μεταξὺ  $0^{\circ}$  καὶ  $100^{\circ}$  εἶνε ἴσος πρὸς  $0,00018 = \frac{1}{5550}$ . Ὄτω 5550

κυβικά ύφεκ. ὑδραργύρου θερμαινόμενα ἀπὸ τοῦ 0<sup>ο</sup> μέχρι 1<sup>ο</sup> γίνονται 5551 κυβ. ύφεκ.

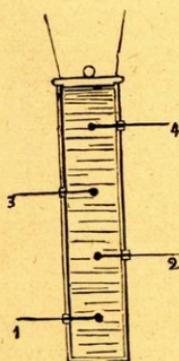
Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἐξισώσεως (1) λαμβάνομεν

$$\gamma' = \frac{\gamma''}{1 + \Delta\theta}$$

Διὰ τοῦ τύπου τούτου γίνεται ἡ ἀναγωγή τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηδενός, ἤτοι εὐρίσκομεν τὸ ὕψος  $\gamma'$  τῆς ὑδραργυρικής στήλης ἐν τῷ βαρομέτρῳ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0<sup>ο</sup>, ἐὰν γνωρίζωμεν τὸ ὕψος  $\gamma''$  ὑπὸ θερμοκρασίαν οἰανδήποτε  $\theta^{\circ}$ . (Τύπος Babinet σελ. 114).

ΣΗΜ. Τὸ διώνυμον  $1 + \Delta\theta$  καλεῖται διώνυμον τῆς διαστολῆς.

169. **Διαστολὴ τοῦ ὕδατος.** Τὸ ὕδωρ θερμαινόμενον παρου-



Σχ. 143.

σιάζει παράδοξον ἀνωμαλίαν. Οὕτως ἀπὸ τοῦ 0<sup>ο</sup> μέχρι 4<sup>ο</sup> ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττοῦται καὶ κατ'ἀκολουθίαν ἡ πυκνότης αὐτοῦ αὐξάνεται, ἀπὸ δὲ τῶν 4<sup>ο</sup> καὶ ἄνω διαστελλεται καὶ ἐπομένως ἡ πυκνότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται, οὕτως ὥστε τὸ ὕδωρ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4<sup>ο</sup> κέκτηται τὴν μεγίστην αὐτοῦ πυκνότητα.

Πολλὰ δὲ πειραματικὰ τούτου ἀποδείξεις ἐγένοντο, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὴν ἀπλουστέραν. Ἄγγειον κλειστόν ἄνωθεν καὶ πλήρες ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0<sup>ο</sup>, φέρον δὲ πρὸς τὰ πλάγια τέσσαρα θερμομέτρα 1, 2, 3, 4 (σχ. 143) ἔχοντα τὸ μὲν δοχεῖον αὐτῶν ἐν τῷ ὕδατι τοῦ ἀγγείου, τὸν δὲ σωλῆνα

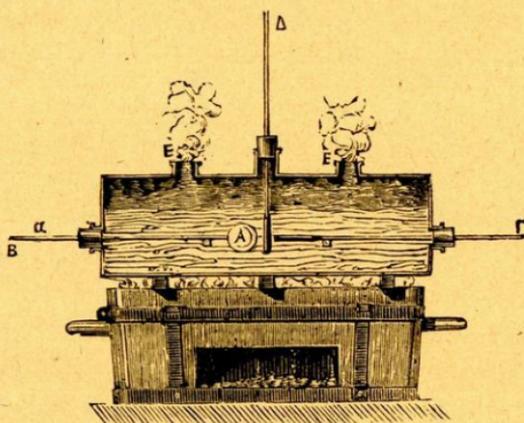
ἐκτὸς αὐτοῦ, ἐκτίθεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν ἔχουσαν θερμοκρασίαν πολλῶ ἀνωτέραν τῶν 4<sup>ο</sup>, οἷον 20<sup>ο</sup> ἢ 30<sup>ο</sup>, ἐν τῇ ὁποίᾳ τὸ ἀγγεῖον τοῦτο θερμαίνεται βαθμηδόν. Ἡ ἐξωτερικὴ θερμότης εἰσχωροῦσα εἰς τὸ ἀγγεῖον θερμαίνει κατὰ πρῶτον τὰ μέρια τοῦ ὕδατος τὰ εὐρισκόμενα εἰς ἐπαφήν μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ἀγγείου, ἅτινα καθιστάμενα πυκνότερα κατέρχονται μέχρι τοῦ πυθμένος καὶ ἀντ' αὐτῶν ἀνέρχονται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τὰ ψυχρότερα ὡς ἀραιότερα. Κατ'ἀκολουθίαν ἡ θερμοκρασία τῶν θερμομέτρων ἀνέρχεται καὶ τοῦ μὲν 1 ταχέως, τοῦ 2 βραδύτερον καὶ τῶν 3 καὶ 4 βραδύτατα. Μετὰ τινα χρόνον τὸ 1 δεικνύει 4 βαθμοὺς καὶ διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην, διότι τὰ περιβάλλοντα αὐτὸ μέρια τοῦ ὕδατος ἔλαβον τὴν μεγίστην αὐτῶν πυκνότητα. Εἶτα ἐπέρχεται τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καὶ ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου 2 καὶ διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ 3 καὶ 4 καὶ οὕτω τὸ ἐν μετὰ

τὸ ἄλλο τὰ θερμομέτρα λαμβάνουσι περίπου τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°, ἣν τηροῦσιν ἐπὶ τινὰ χρόνον. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ θέρμανσις τοῦ ἀγγείου ἐξακολουθεῖ, τὰ μόρια τοῦ ὕδατος τὰ ἐφαπτόμενα τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ ἀγγείου λαμβάνουσι θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν 4° καὶ γινόμενα ἀραιότερα ἀνέρχονται πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ἕνεκα δὲ τούτου τὸ θερμομέτρον 4, ὅπερ προηγουμένως ἔδειξε τελευταῖον τὴν θερμοκρασίαν τῶν 4°, ἤδη πρῶτον δεικνύει θερμοκρασίαν ἀνωτέραν ταύτης, εἶτα τὸ θερμομέτρον 3 καὶ οὕτω καθεξῆς ἀπὸ τοῦ ἀνωτέρου πρὸς τὸ κατώτερον θερμομέτρον, μέχρις ὅτου ὅλον τὸ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ὕδωρ λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τῆς περιβαλλούσης ἀτμοσφαιρας. Ὅμοιον πείραμα δύναται νὰ ἐπαναληφθῇ τιθεμένου τοῦ ἀγγείου πλήρους ὕδατος ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ἐν ἀτμοσφαίρᾳ θερμοκρασίας τοῦ 0°. Διὰ διαφόρων δὲ πειραμάτων κατεδείχθη ὅτι τὸ ὕδωρ ὑπὸ τὰς θερμοκρασίας 3° καὶ 5° ἔχει περίπου τὴν αὐτὴν πυκνότητα, ὡσαύτως ὑπὸ τὰς θερμοκρασίας 2° καὶ 6°, 1° καὶ 7°, 0° καὶ 8°.

Ἡ ἀνώμαλος αὕτη διαστολὴ τοῦ ὕδατος ἐξηγεῖ τὸ συμβαῖνον εἰς τὰς λίμνας τῆς Ἑλβετίας, ἐν αἷς ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος εἰς τὸν πυθμένα εἶνε πάντοτε ἴση περίπου πρὸς 4°, ἐν ᾧ ἡ θερμοκρασία τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς λίμνης ἀνέρχεται κατὰ τὸ θέρος μέχρις 25° περίπου καὶ κατέρχεται κατὰ τὸν χειμῶνα μέχρι πῆξεως τοῦ ὕδατος. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἀρχομένου τοῦ χειμῶνος τὸ ὕδωρ ψύχεται διηλεκτῶς κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν μέχρι 4°, ὁπότε ὡς πυκνότερον πίπτει εἰς τὸν πυθμένα καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ ἀραιότερου ὡς θερμότερου, μέχρις ὅτου ὅλον περίπου τὸ ὕδωρ τῆς λίμνης λάβῃ θερμοκρασίαν 4°. Ἀπὸ τοῦ χρόνου δὲ τούτου τὰ ἐπιπόλαια στρώματα ψυχόμενα κάτω τῶν 4° μένουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ὡς ἀραιότερα καὶ ἐπὶ τέλους πήγνυνται. Κατὰ δὲ τὸ θέρος τὸ ὕδωρ τὸ προερχόμενον ἐκ τῆς τήξεως τῶν χιόνων, αἵτινες καλύπτουσι τὰ πέριξ τῶν λιμνῶν ὄρη, καταρρέον διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ κατωτέρου στρώματος εἰς 4° περίπου.

**170. Μέτρησις τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.** Τὴν κατ' ὄγκον διαστολὴν τῶν ἀερίων εὔρεν ὁ Gay-Lussac ὡς ἑξῆς. Κοίλην ὑαλίνην σφαιρὰν Α (σχ. 144) γνωστῆς χωρητικότητος φέρουσαν μακρὸν καὶ στενὸν σωλῆνα Β ἠριθμημένον ἐπλήρωσε ξηροῦ ἀέρος ἢ ἄλλου ἀερίου οἰουδήποτε. Ἐν τῷ σωλῆνι σταγὼν ὑδραργύρου α χρησιμεύουσα ὡς δείκτης διέκοπτε τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐντὸς τῆς σφαιρας ἀέρος καὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ. Εἶτα κατὰ πρῶτον μὲν ἐψύξε τὴν σφαιρὰν μέχρι

τοῦ 0<sup>ο</sup> προσδιορίσας τὸν ὄγκον τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος, ἔπειτα δ' ἐθέρμανεν αὐτὴν μέχρις 100<sup>ο</sup> διὰ ζέοντος ὕδατος, οὕτως τὴν θερμοκρασίαν παρεῖχον τὰ θερμομέτρα Γ καὶ Δ. Διὰ τῆς μετατοπίσεως δὲ τοῦ ἐξ ὑδραργύρου δείκτου προσδιορίζων ἐκάστοτε τὴν διαστολὴν τοῦ ἀέρος ἢ ἀερίου ἀνεῦρεν ὅτι πάντα τὰ ἀέρια ἔχουσι τὸν αὐτὸν συντελεστὴν τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς. Καὶ κατεδείχθη μὲν βραδύτερον ὅτι τὰ διάφορα ἀέρια διαφόρως διαστέλλονται ὑπὸ τῆς θερμότητος, ἀλλ' ἐπειδὴ αἱ διαφοραὶ εἶνε ἐλάχισται, παραδέχονται σήμερον ὅτι



Σχ. 144.

πάντα τὰ ἀέρια ἔχουσι τὸν αὐτὸν συντελεστὴν τῆς διαστολῆς  $\frac{1}{273}$  (εἰκοσαπλάσιον τοῦ συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου), τοῦτέστι 273 ὄγκοι ἀερίου γίνονται 274, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξηθῇ κατὰ ἓνα βαθμὸν, ἢ δ' ἐπὶ τοῦ ἀερίου πίεσις μείνη σταθερά, ἢ ὅπερ τὸ αὐτό, ὁ ὄγκος ἀερίου λαμβανομένου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0<sup>ο</sup> διπλασιάζεται, ὅταν θερμανθῇ μέχρι 273<sup>ο</sup>, τῆς πίεσεως μενούσης σταθερᾶς.

171. Ἀναγωγὴ τοῦ ὄγκου ἀερίου εἰς 0<sup>ο</sup> καὶ 760 χ.μ. Ἐστῶσαν B, H καὶ θ ὁ ὄγκος, ἡ πίεσις καὶ ἡ θερμοκρασία ὀρισμένης ποσότητος ἀερίου. Ἀναζητήσωμεν τὸν ὄγκον B<sub>0</sub> τῆς αὐτῆς ποσότητος τοῦ ἀερίου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0 καὶ τὴν κανονικὴν πίεσιν 760 χ.μ. Κατὰ πρῶτον ἂν ἡ πίεσις μὲνη ἀμετάβλητος, ὁ ὄγκος B εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0 θέλει γίνεαι  $\frac{B}{1+\alpha\theta}$ ,

ὥστε ἔχομεν ὄγκον  $\frac{B}{1+\alpha\theta}$  ὑπὸ πίεσιν H καὶ ὄγκον B<sub>0</sub> ὑπὸ πίεσιν 760.

Ἐφαρμόζοντας τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου λαμβάνομεν

$$B_0 \times 760 = \frac{BH}{1 + \alpha\theta} \quad \eta \quad B_0 = \frac{B}{1 + \alpha\theta} \cdot \frac{H}{760} \quad (1).$$

Διὰ τοῦ τύπου τούτου εὐρίσκομεν τὸν ὄγκον  $B_0$  ὑπὸ πίεσιν 760 καὶ θερμοκρασίαν τοῦ 0, ὅταν γνωρίζωμεν τὸν ὄγκον τῆς αὐτῆς ποσότητος ἀερίου ὑπὸ πίεσιν  $H$  καὶ θερμοκρασίαν  $\theta$  καὶ τὰνάπαλιν.

172. **Νόμος τοῦ Μαριόττου καὶ τοῦ Gay-Lussac.** Ἐν τῆς αὐτῆς ποσότητος τοῦ ἀερίου μεταβάλλωμεν τὴν πίεσιν  $H$  εἰς  $H'$  καὶ τὴν θερμοκρασίαν ἀπὸ  $\theta$  εἰς  $\theta'$ , ὁ ὄγκος ἀπὸ  $B$  μεταβληθῆσεται εἰς  $B'$ . Ὅθεν ἔχομεν

$$B_0 = \frac{B'}{1 + \alpha\theta'} \cdot \frac{H'}{760}, \quad \text{διότι ὁ τύπος (1) εἶνε γενικός· ἐξισοῦντες τὰς τιμὰς τοῦ}$$

$$B_0 \text{ λαμβάνομεν} \quad \frac{BH}{1 + \alpha\theta} = \frac{B'H'}{1 + \alpha\theta'} \quad (2).$$

Ὁ τύπος οὗτος ἐκφράζει νόμον γνωστὸν ὑπὸ τὴν ἑπωνυμίαν νόμον τοῦ Μαριόττου καὶ τοῦ Gay-Lussac. Τούτέστιν ὠρισμένης ποσότητος ἀερίου ἂν διαιρέσωμεν ἐκάστοτε τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν ἀντίστοιχον πίεσιν διὰ τοῦ διωνύμου τῆς διαστολῆς, εὐρίσκομεν ποσότητα σταθεράν.

173. **Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.** Ἡ μεγάλη διαστολή, ἣν ὑφίστανται τὰ ἀέρια θερμαινόμενα, συντελεῖ εἰς τὴν ἀνανέωσιν τοῦ ἀέρος αἰθούσης, ἐν ἣ παραμένουσι πολλοὶ ἄνθρωποι. Διότι ὁ ἐντὸς τῆς αἰθούσης ἀήρ θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται εἰς τὰ ἀνώτερα μέρη τῆς αἰθούσης, ὁπότεν ἐξέρχεται, ἐὰν ὑπάρχωσιν αἱ πρὸς ἀερισμὸν ἀπαιτούμεναι ὀπαί, καὶ ἀντικαθίσταται διὰ καθαροῦ ἀέρος εἰσδύοντος διὰ τῶν θυρῶν καὶ παραθύρων. Ὡσαύτως αἱ ἡλιακαὶ ἀκτίνες θερμαίνουσι τὸ ἔδαφος καὶ δι' αὐτοῦ τὸ στρώμα τοῦ ἀέρος τὸ ὑπερκείμενον τοῦ ἐδάφους, ἐν ᾧ ζῶμεν. Θερμαινόμενος δὲ ὁ ἀήρ τοῦ στρώματος τούτου διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται ἀντικαθιστάμενος ὑπὸ ἀέρος ψυχροτέρου, οὕτω δὲ τὸ κατώτερον τοῦτο στρώμα δὲν υπερθερμαίνεται, ἀλλ' ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ διατηρεῖται τοιαύτη, ὥστε νὰ δύνωνται νὰ ὑπάρξωσιν ἐντὸς αὐτοῦ τὰ φυτὰ καὶ τὰ ζῶα. Ὡσαύτως ὁ ἐν τῇ καπνοδόχῳ ἐργοστασίου ἀήρ θερμαινόμενος ὑπὸ τοῦ πυρὸς γίνεται ἀραιότερος καὶ ἀνέρχεται, οὕτω δὲ γεννᾶται ἰσχυρὸν ρεῦμα ἀέρος, ὅστις διερχόμενος διὰ τῆς ἐστίας ἐπιταχύνει τὴν καύσιν καὶ θερμαινόμενος ἀνέρχεται συμπαρασύρων τὰ προϊόντα τῆς καύσεως. Ὅσαυ δὲ ἡ θερμὴ στήλη εἶνε μείζων, τοσοῦτω τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ἰσχυρότερον καὶ ἐπομένως καὶ ἡ ἰσχὺς τοῦ

πυρός και διὰ τοῦτο ἐν τοῖς ἐργοστασίοις, ἐν οἷς ἀπαιτεῖται ἰσχυρὰ θέρμανσις ἀτμολεβήτων, κατασκευάζουσιν ὑψηλὰς τὰς καπνοδόχους. Ὡσαύτως πρὸς θέρμανσιν μεγάλων οἰκοδομῶν μεταχειρίζονται τὰ καλούμενα *ὑπόκαυστα*, ἧτοι θερμαίνουσιν ἀέρα ἐντὸς σιδηροῦ θαλάμου εἰς τὰ ὑπόγεια τῆς οἰκοδομῆς κειμένου, ὅστις τίθεται εἰς συγκοινωνίαν ἀφ' ἐνὸς μὲν δι' ὄχετοῦ μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος, ἀφ' ἐτέρου δὲ μετὰ σιδηρῶν σωλῆνων, οἵτινες ἐκστομοῦνται εἰς τὰς αἰθούσας τῆς οἰκοδομῆς δι' ὀπῶν ἐπὶ τοῦ πατώματος ἀνεφγμένων. Ὁ ἐντὸς τοῦ θαλάμου ἀήρ θερμαινόμενος ἀνέρχεται καὶ εἰσρέει διὰ τῶν σωλῆνων εἰς τὰς αἰθούσας, ἐν ᾧ καθαρὸς ἀήρ ἐξῶθεν ἐρχόμενος εἰσρέει διηνηκῶς εἰς τὸν σιδηροῦν θάλαμον, ἐνθα καὶ οὗτος θερμαίνεται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

### ΠΕΡΙ ΤΗΞΕΩΣ ΚΑΙ ΠΗΞΕΩΣ

174. Πάντα μὲν τὰ στερεὰ σώματα θερμαινόμενα διαστέλλονται, ἀλλ' ὅμως ὑπάρχει ἐν ὅριον διαστολῆς, πέρα τοῦ ὁποίου ταῦτα μεταβαίνουν ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἧτοι τήκονται. (1) Τὰ τακέντα δὲ στερεὰ σώματα ψυχόμενα ἀναλαμβάνουσι τὴν στερεὰν κατάστασιν, ἧτοι πήγνυνται. Τῶν φαινομένων τούτων τὸ μὲν πρῶτον καλεῖται *τήξις*, τὸ δὲ δεύτερον *πήξις*.

175. **Νόμοι τήξεως καὶ πήξεως.** Ἐκαστον σῶμα ἀρχεται *τηγόμενον* ἢ *πηγνύμενον* ἐν ὀρισμένῃ τινὶ θερμοκρασίᾳ, ἧτις εἶνε ἡ αὐτὴ πάντοτε, τοῦ σώματος εὐρισκομένου ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις. Οὕτως ὁ καθαρὸς πάγος τήκεται πάντοτε καὶ τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ πήγνυται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°. Ἀφ' ἧς δὲ στιγμῆς ἀρχεται ἡ *τήξις* ἢ ἡ *πήξις*, ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος μένει σταθερὰ καὶ ἀμετάβλητος, μέχρις οὗ ἡ *τήξις* ἢ ἡ *πήξις* γίνῃ *τελεία*. Οὕτως ἂν ψύξωμεν ὕδωρ συνήθους θερμοκρασίας καὶ φθάσῃ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0°, ἀμέσως ἀρχεται ἡ *πήξις* καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ πηγνυ-

(1) Σώματά τινα πυρούμενα ἀποσυντίθενται εἰς ἄλλα ἀπλούστερα σώματα, οἷον τὸ μάρμαρον εἰς ἀνθρακικὸν ὀξύ καὶ ἄσθεστον, ἄλλα δὲ σώματα, ὡς ὁ χάρτης, τὸ ξύλον, ὁ φελλὸς πυρούμενα ἐν τῷ ἀέρι μὲν καίονται, ἐν ἀεροστεγῶς δὲ κλειστῷ χώρῳ ἀποσυντίθενται.

μένου ύδατος διατηρεῖται ἀμετάβλητος, μέχρις οὗτου ὅλον τὸ ὕωρ μεταβληθῆ εἰς πάγον. Ἐὰν δὲ ἐξακολουθήσωμεν ψύχοντες τὸν πάγον, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ δύναται νὰ κατέλθῃ καὶ κάτωθεν τοῦ 0°. Ὡσαύτως, ἐὰν θερμάνωμεν ἐντὸς χύτρας μικρὰ τεμάχια θείου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀνέρχεται μέχρις 111°, ὁπότε τὸ θεῖον ἀρχεται τηρόμενον καὶ μένει στάσιμος, μέχρις οὗτου ὅλον τὸ θεῖον τακῆ καὶ εἶτα ἀρχεται πάλιν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψουμένη. Ἡ θερμότης δ' αὕτη, ἡ δαπανωμένη κατὰ τὴν τήξιν τοῦ σώματος καὶ μὴ γινομένη αἰσθητῆ εἰς τὸ θερμόμετρον, καλεῖται *θερμότης τήξεως* ἢ καὶ *λανθάνουσα θερμότης*.

176. Τὰ διάφορα σώματα τήκονται εἰς διαφόρους θερμοκρασίας, ὡς δεικνύει ὁ ἐπόμενος πίναξ.

Διοξειδίου τοῦ ἄνθρακος	—	58°	Μόλυβδος	+	330°
Υδροάργυρος	—	39°,4	Ψευδάργυρος	+	360°
Πάγος		0°	Ἄργυρος	+	1000°
Στέαρ	+	40°	Χαλκός	+	1050°
Φωσφόρος	+	44°	Χυτοσίδηρος	+	1200°
Κάλιον	+	58°	Χρυσός	+	1250°
Κηρός	+	68°	Χάλυψ	+	1350°
Νάτριον	+	90°	Ἐλατὸς σίδηρος	+	1600°
Θεῖον	+	111°,6	Λευκόχρυσος	+	1779°
Κασσίτερος	+	230°	Ἰρίδιον	+	1950°

Σώματά τινα, ὡς ἡ ὑαλος, πρὸ τῆς τελείας τήξεως λαμβάνουσιν ἡμίρρευστὸν τινα κατάστασιν, οἷα ἡ τοῦ μέλιτος, ἧς ἐπωφελοῦνται ἐν τῇ βιομηχανίᾳ πρὸς κατασκευὴν ὑαλίνων σκευῶν διαφόρων σχημάτων.

177. Τὰ μεταλλικὰ κράματα, τουτέστιν αἱ ἐνώσεις μετάλλων, οἷα τὰ χρυσᾶ ἢ ἀργυρᾶ νομίσματα τὰ ἐκ χρυσοῦ καὶ χαλκοῦ ἢ ἀργύρου καὶ χαλκοῦ συνιστάμενα, τήκονται εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν ἐκείνης, εἰς ἣν τήκεται κατ' ἴδιαν τὸ δυστηκτότερον τῶν συνιστῶντων τὸ κράμα μετάλλων, ἐνίοτε δὲ εἰς θερμοκρασίαν ταπεινοτέραν καὶ τῆς θερμοκρασίας τῆς τήξεως τοῦ εὐτηκτοτέρου τῶν συστατικῶν μετάλλων. Οὕτω κράμα ἐκ δύο μερῶν βισμούθιου, ἐνὸς μολύβδου καὶ ἐνὸς κασσιτέρου τήκεται μόνον εἰς 94°, ἐν-ᾧ καὶ τὰ τρία ταῦτα μέταλλα τήκονται κατ' ἴδιαν ἕκαστον εἰς πολὺ ἀνωτέραν θερμοκρασίαν.

178. *Κατὰ τὴν τήξιν ἢ πῆξιν τῶν σωμάτων ὁ ὄγκος αὐτῶν πάσχει αἰφριδίαν τινὰ μεταβολήν.* Καὶ συνήθως μὲν ὁ ὄγκος αὐτῶν αὐξάνεται κατὰ τὴν τήξιν, ἐλαττοῦται δὲ κατὰ τὴν πῆξιν, ὡς ὁ τοῦ μολύβδου, καὶ διὰ τοῦτο στερεὸς μολύβδος ριπτόμενος ἐν τετηκῶτι μολύβῳ βυθίζεται μέχρι τοῦ πυθμένος τῆς χύτρας. Ἄλλ' εἰς τινὰ σώματα συμβαίνει τὸ ἐναντίον, τουτέστι κατὰ τὴν πῆξιν αὐτῶν ὁ ὄγκος αὐξάνεται, ὡς εἰς τὸ ὕδωρ, καὶ διὰ τοῦτο ὁ πάγος ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὕδατος. Κατὰ τὴν πῆξιν δὲ τοῦ ὕδατος ἀναπτύσσεται τοσαύτη διασταλτικὴ δύναμις, ὥστε θραύονται οὐ μόνον ἀγγεῖα ἐξ ὕαλου πλήρη ὕδατος, ἀλλὰ καὶ ῥήγνυνται κλειστοὶ σιδηροὶ σωληνες, οὓς ἐντελεῶς ἐπλήρου τοῦ ὕδατος.

179. **Διάλυσις. Κρυστάλλωσις.** Πολλαὶ στερεαὶ οὐσίαι ριπτόμεναι ἐντὸς ὑγρῶν μεθίστανται ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἤτοι διαλύονται. Οὕτω τὸ μαγειρικὸν ἅλας, τὸ ἀμμωνιακὸν ἅλας, τὸ νίτρον διαλύονται ἐν τῷ ὕδατι. Ἐὰν τὸ ὕδωρ τοῦ διὰ τῆς διαλύσεως τῶν ἀλάτων παραχθέντος διαλύματος ἐξαερωθῇ διὰ βραδείας π.χ. ἐν τῷ ἀέρι αὐτομάτου ἐξατμίσεως, τότε τὸ ἅλας ἀποχωρίζεται καὶ πάλιν ἐν στερεᾷ καταστάσει καὶ λαμβάνει σχῆμα ὠρισμῆνον καὶ κανονικὸν περατούμενον εἰς ἕδρας ἐπιπέδους, ἤτοι κρυσταλλοῦται.

180. **Ψυκτικὰ μίγματα.** Τὰ διάφορα ἅλατα, ἵνα διαλυθῶσιν ἐν τῷ ὕδατι, ἀπαιτοῦσι θερμότητα, ἣν λαμβάνουσιν ἐξ αὐτοῦ τούτου τοῦ ὑγροῦ, οὕτινος κατέρχεται ἐπαισθητῶς ἡ θερμοκρασία. Διὰ τοῦτο ἂν ἀναμίξωμεν ἅλας μαγειρικὸν μετὰ χιόνος, ἐπειδὴ τὸ ἅλας εἶνε διαλυτὸν ἐν τῷ ὕδατι, μέρος τῆς χιόνος τήκεται, ἐν δὲ τῷ ὕδατι τῷ ἐκ τῆς τήξεως προερχομένῳ διαλύεται τὸ ἅλας. Ἀλλὰ καὶ διὰ τὴν τήξιν τῆς χιόνος καὶ διὰ τὴν διάλυσιν τοῦ ἁλατος ἀπαιτεῖται θερμότης, ἣτις λαμβάνεται ἐξ αὐτοῦ τούτου τοῦ μίγματος, ἁλατος καὶ πάγου, ὅπερ ψύχεται κάτωθεν τοῦ 0<sup>0</sup> καὶ καλεῖται διὰ τοῦτο *ψυκτικὸν μίγμα*. Τὸ ὕδωρ τὸ φέρον διαλελυμένας ἄλλας οὐσίας τιθέμενον ἐντὸς πάγου ψύχεται μὲν μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ 0<sup>0</sup>, ἀλλὰ δὲν πῆγνυται, διότι πρὸς τοῦτο ἀπαιτεῖται ψῦξις εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῆς τοῦ 0<sup>0</sup>, ὅποια παράγεται διὰ μίξεως ἴσων βαρῶν μαγειρικοῦ ἁλατος καὶ πάγου τετριμμένου ἢ χιόνος, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία δύναται νὰ κατέλθῃ ἀπὸ τοῦ 0<sup>0</sup> μέχρι —21<sup>0</sup> περίπου. Νιτρικὸν ἀμμώνιον διαλυόμενον εἰς ἴσον βάρους ὕδατος +10<sup>0</sup> καταβιβάζει τὴν θερμοκρασίαν εἰς —16<sup>0</sup>.

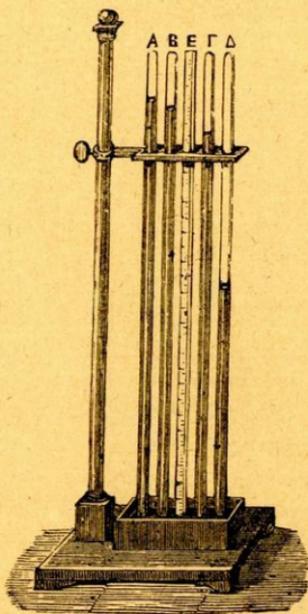
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

## ΠΕΡΙ ΑΤΜΩΝ.

181. Καλεῖται *ἀτμός* τὸ ἀέριον, εἰς ὃ μεταβάλλεται ὑγρὸν τι διὰ τῆς θερμότητος.

Υπάρχουσιν ὑγρά, ἅτινα παρέχουσιν ἀτμούς εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν καὶ εἰς χαμηλοτέραν τῆς συνήθους· ταῦτα καλοῦνται *ἐξατμιστὰ* ἢ *πτητικὰ*, ἅτινα βράζουσιν ἐν ὠρισμένη ἕκαστον θερμοκρασίᾳ ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν εὐρισκόμενα καὶ κατὰ τὴν ἐξαέρωσιν δὲν ὑφίστανται χημικὴν ἀλλοίωσιν, οἷον τὸ ὕδωρ, τὸ οἰνόπνευμα, ὁ αἰθήρ, τὸ τερεβινθέλαιον καὶ ἄλλα. (1)

Τὰ πτητικὰ ὑγρά εἰς χῶρον κενὸν εἰσαγόμενα, οἷον εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον, ἐξαερούνται ἀκαριαίως. Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ τούτου ἀναστρέφομεν ἐντὸς λεκάνης περιεχούσης ὑδράργυρον τέσσαρας βαρομετρικοὺς σωλῆνας Α, Β, Γ, Δ, (σχ. 145) πλήρεις ὑδραργύρου, ἐν οἷς ὁ ὑδράργυρος ἴσταται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, ὅπερ δεικνύει ὁ ἐν τῷ μέσῳ κανὼν Ε. Εἴτα εἰσάγοντες κάτωθεν εἰς μὲν τὸν σωλῆνα Β σταγόνας ὕδατος, εἰς δὲ τὸν Γ σταγόνας οἰοπνεύματος καὶ εἰς τὸν Δ σταγόνας αἰθέρος παρατηροῦμεν ὅτι, καθ' ἣν στιγμήν τὰ ὑγρά ταῦτα ἀνερχόμενα φθάσωσι μέχρι τῶν ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου βαρομετρικῶν θαλάμων, πάραυτα ἐξαερούνται. Συγχρόνως δὲ παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ὑδραργυρικαὶ στήλαι κατέρχονται, ἀλλ' ὀλιγώτερον μὲν εἰς τὸν Β τὸν περιέχοντα ἀτμούς ὕδατος, περισσότερον δὲ εἰς τὸν Γ τὸν περιέχοντα ἀτμούς οἰοπνεύματος καὶ

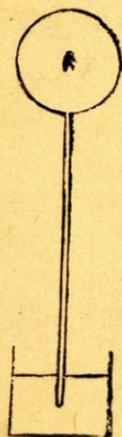


Σχ. 145.

(1) Καλοῦνται ἔμμονα ὑγρά τὰ μὴ παράγοντα ἀτμούς εἰς οἰανδήποτε θερμοκρασίαν, τοιαῦτα δὲ εἶνε π. χ. τὰ λιπαρὰ ἔλαια, οἷον τὸ κοινὸν ἔλαιον. Ταῦτα θερμαινόμενα ἰσχυρῶς ἀποσυντίθενται παρέχοντα ἀέρια φύσεως διαφό-

ἔτι περισσότερον εἰς τὸν Δ τὸν περιέχοντα ἀτμούς αἰθέρος. Ἐκ τοῦ φαινομένου τούτου συνάγομεν δύο τινά, πρῶτον ὅτι οἱ ἀτμοὶ τῶν διαφόρων ὑγρῶν ἔχουσιν ἔλαστικὴν τινα δύναμιν καλουμένην τάσιν καὶ δεύτερον ὅτι ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν εἶνε διάφορος, μείζων μὲν ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ αἰθέρος, ἐλάσσων δ' ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ οἴνουπνεύματος καὶ ἔτι ἐλάσσων ἢ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος.

**182. Χῶρος κεκορεσμένος ἢ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν.** Ἐὰν εἰς χῶρον κενόν, οἷον εἰς σφαιρὰν ὑαλίνην Α (σχ. 146)



σχ. 146.

ἀποτελοῦσαν βαρομετρικὸν θάλαμον, εἰσαγάγωμεν διαδοχικῶς σταγόνας τινὰς ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι ἐκάστη σταγὼν ἅμα ἐξαερούμενη ἐπιφέρει κατὰπτωσιν τῆς ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργυρικῆς στήλης. Καὶ ἐφ' ὅσον μὲν παρατηροῦμεν τοιαύτην κατὰπτωσιν, ὁ χῶρος Α διατελεῖ μὴ κεκορεσμένος ἀτμῶν. Ὅταν ὅμως σταγὼν ὕδατος εἰσαχθεῖσα δὲν ἐξαερωταὶ πλέον, ὁπότε καὶ ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη παύεται κατερχομένη, τότε ὁ χῶρος Α εἶνε κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἢ δ' ὀλικὴ κατὰπτωσις, ἣν πάσχει ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη, δεικνύει τὴν ἔλαστικότητα τῶν ἀτμῶν, οἷτινες κορεννύουσι τὸν χῶρον Α. Ἡ ἔλαστικότης δ' αὕτη καλεῖται **μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν** τοῦ ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν, ὑφ' ἣν πειρώμεθα.

**183. Ἰδιότητες τῶν ἀτμῶν ἐν μὴ κεκορεσμένῳ καὶ ἐν κεκορεσμένῳ χῶρῳ.** Α'). Χῶρος μὴ κεκορεσμένος. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει ἡ συσκευή, δι' ἧς ἀπεδείχθη ὁ νόμος τοῦ Μαριόττου διὰ πίεσις μικροτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς. Ὁ ὑάλινος ὑποδηρημένος σωλῆν Α φέρων ὀλίγας σταγόνας πηκτικῆς τινος ὑγροῦ (σχ. 147) δύναται ν' ἀναβιβασθῆ καὶ νὰ καταβιβασθῆ, οὕτως ὥστε νὰ δυνώμεθα ἐκάστοτε νὰ μετρήσωμεν τὴν κατὰπτωσιν ἢ ἀνύψωσιν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης. Ἀνευρίσκομεν δὲ οὕτω ὅτι μεταβάλλοντες τὸν ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ κατεχόμενον χῶρον μεταβάλλομεν ὡσαύτως καὶ τὴν ἔλαστικότητα αὐτοῦ καὶ ὅτι ἐκάστοτε τὸ γινόμενον τοῦ ὄγκου ἐπὶ τὴν πίεσιν εἶνε αἰσθητῶς σταθερόν, τουτέστιν ὁ νόμος τοῦ Μαριόττου ἐφαρμόζεται καὶ ἐπὶ τῶν ἀτμῶν τῶν μὴ κορεννύοντων τὸν χῶρον, ὅπως καὶ ἐπὶ τῶν ἀερίων.

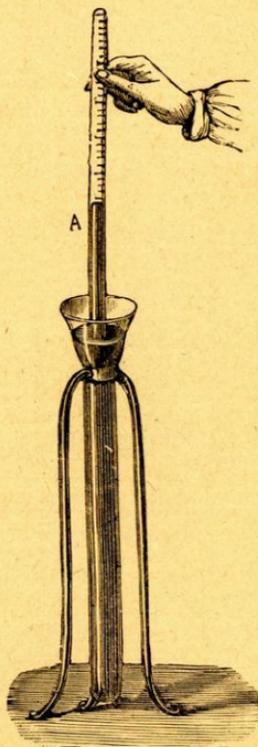
ροῦ τῆς τῶν ὑγρῶν ἐξ ὧν παρήχθησαν. Ὑπάρχουσιν ὡσαύτως τὰ καλούμενα ξηραντικὰ ἔλαια, οἷον τὸ λινέλαιον, ἅτινα ἀποξηραίνονται οὐχὶ δι' ἐξατμίσεως ἀλλὰ δι' ἀπορρητιώσεως.

Β'). Χῶρος κεκορεσμένος. Ὄταν ὁ χῶρος εἶνε κεκορεσμένος, τουτέστιν ὅταν ἐν τῷ σωλῆνι ὑπάρχη πλεονάζον ὑγρὸν, παρατηροῦμεν τὰ ἐξῆς φαινόμενα.

α'). Ἐὰν ἀνυψώσωμεν τὸν σωλῆνα Α, ἡ κορυφή τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης δὲν ὑψοῦται ποσῶς, ἀλλὰ μένει διηνεκῶς εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος Α. τουτέστιν ἡ ἐλαστικότητα τοῦ ἀτμοῦ μένει ἀμετάβλητος, διότι μέρος τοῦ ὑγροῦ ἐξαερούται εὐθὺς ὡς ὁ ὑπερκεῖμενος χῶρος αὐξηθῆ. Ἐξακολουθοῦσι δ' ἀτμοὶ παραγόμενοι ἐφ' ὅσον ὑπάρχει ὑγρὸν πρὸς ἐξαέρωσιν.

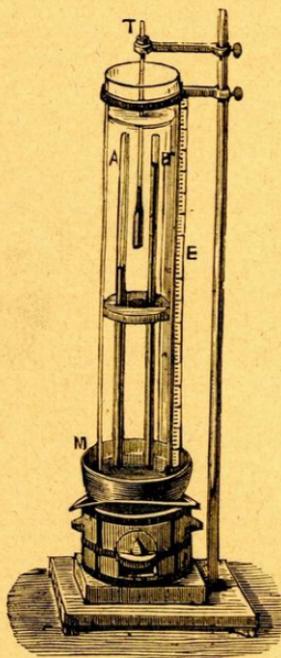
β'). Ὄταν καταβιάσωμεν τὸν σωλῆνα Α, παράγεται ἀντίθετον φαινόμενον· ὁ ἀτμὸς ἐπανάεργεται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἐφόσον ὁ χῶρος, ὃν κατέχει, ἐλαττωταί, ἡ δὲ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου διηνεκῶς μένει εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος Α. Ὄταν δὲ ἡ κορυφή τοῦ σωλῆνος κατερχομένου φθάσῃ εἰς τὸ ὕψος τοῦτο, ὁ ἀτμὸς ἐκλείπει καὶ τὸ ὑγρὸν ἀναφαίνεται καθ' ὀλοκληρίαν. Τὸ πείραμα τοῦτο δεικνύει ἡμῖν, ὅτι ἔχει μόνον ἡ ἐλαστικότης μένει σταθερά, ἀλλ' ὅτι δὲν δύναται ν' αὐξηθῆ διὰ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου. Λέγομεν δὲ τότε ὅτι εἶνε μεγίστη, ὅτι ὁ χῶρος εἶνε κεκορεσμένος καὶ ὅτι ὁ ἀτμὸς εὐρίσκεται εἰς τὴν κατάστασιν τοῦ κόρου.

184. *Ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν βαίνει ἀξιομενῆ ἀξιομενῆς τῆς θερμοκρασίας.* Ἀποδεικνύομεν τὸν νόμον τοῦτον πειραματικῶς καὶ μετροῦμεν συγχρόνως τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος μεταξὺ  $0^{\circ}$  καὶ  $100^{\circ}$  διὰ τῆς ἐξῆς τοῦ Δάλτωνος συσκευῆς (σχ. 148). Εἰς γύτρην Μ περιέχουσαν ὑδραργύρον ἀναστρέφομεν δύο βαρομετρικοὺς σωλῆνας Α καὶ Β πλήρεις ὑδραργύρου, ὧν ὁ ἕτερος Α περιέχει μικρὰν ποσότητα ὕδατος ἄνωθεν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομετρικῷ θαλάμῳ. Οἱ σωλῆνες οὔτοι περιβάλλονται δι' ὑαλίνου κυλίνδρου ἀνοικτοῦ ἐκατέρωθεν, ἐρειδομένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου καὶ πλήρους ὕδατος, οὔτινος ἡ θερμοκρασία δεικνύεται διὰ τοῦ θερμομέτρου Τ ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβεβαπτισμένου. Κανὼν Ε ὑποδιηρημένος δεικνύει ἐκάστοτε τὴν κατάπτωσιν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ σωλῆνι Α, ἥτοι τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὰς διαφόρους θερμοκρασίας. Διὰ πυ-



Σχ. 147.

ρὰς κάτωθεν τεθείσης θερμαίνεται ὁ ὑδραργυρος καὶ ταυτοχρόνως τὸ ὑπερκείμενον καὶ τὸ ἐν τῷ σωλῆνι A ὕδωρ. Ὑψουμένης διηλεκτῶς τῆς θερμοκρασίας, ἢ ἐν τῷ σωλῆνι A ὑδραργυρική στήλη κατέρχεται συνεχῶς, εἰς δὲ τὴν θερμοκρασίαν τῶν  $100^{\circ}$  φθάνει μέχρι τῆς ἐπιφα-



Σχ. 148.

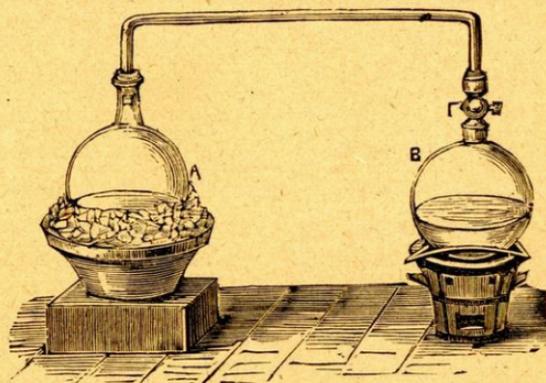
νείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ χύτρᾳ. Ὄθεν συνάγομεν ὅτι ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν  $100^{\circ}$  εἶνε ἴση πρὸς τὴν πίεσιν μιᾶς ἀτμοσφαιρας, ἐν ᾗ εἰς θερμοκρασίαν  $50^{\circ}$  εὐρίσκομεν ὅτι δὲν εἶνε ἴση πρὸς τὴν πίεσιν ἡμισείας ἀτμοσφαιρας, ἀλλὰ πρὸς τὸ  $1/8$  περίπου αὐτῆς καὶ κατ' ἀκολουθίαν διπλασιαζομένης τῆς θερμοκρασίας τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος τῶν κορεννουόντων τὸν χῶρον π.χ. λέβητος δὲν διπλασιάζεται ἡ μεγίστη τάσις, ἀλλ' ὑπερδιπλασιάζεται. Τοῦτο δὲ συμβαίνει καὶ εἰς θερμοκρασίας ἀνωτέρας τῶν  $100^{\circ}$ . Οὕτω διὰ νὰ γίνῃ ἡ μεγίστη τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ἐν λέβητι ὕδατος ἴση πρὸς δύο ἀτμοσφαιρας, ἀρκεῖ νὰ θερμάνωμεν τὸ ὕδωρ τὸ ἐντὸς τοῦ λέβητος κεκλεισμένον μέχρις  $120^{\circ}$  περίπου, διὰ νὰ γίνῃ δὲ ἴση πρὸς 10 ἀτμοσφαιρας, ὀφείλομεν νὰ θερμάνωμεν μόνον μέχρις  $180^{\circ}$

περίπου. Ἡ ἐλαστικότης δ' αὕτη τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος ἢ τοσοῦτω ταχέως αὐξανόμενη μετὰ τῆς θερμοκρασίας χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, περὶ ὧν ποιούμεθα λόγον ἐν τινι τῶν ἐπομένων κεφαλαίων.

185. Ἡ τῆς ψυχρᾶς παρειᾶς ἀρχὴ τοῦ Watt. Ἐὰν λάβωμεν δύο ἀγγεῖα, ὅσον δύο σφαιρας ὑαλίνους A καὶ B (σχ. 149) συγκοινωνούσας πρὸς ἀλλήλας καὶ ἐμπεριεχούσας ὕδωρ, ἐξ ὧν ἡ μὲν A εὐρίσκεται ἐντὸς τηκομένου πάγου, ἦτοι ὑπὸ θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$ , ἢ δὲ B ὑπὸ θερμοκρασίαν  $100^{\circ}$ , πρὶν καταστήσωμεν ταύτας εἰς συγκοινωνίαν διὰ τῆς στρόφιγγος Γ, ἐν μὲν τῇ πρώτῃ ἢ τάσιν τῶν ἀτμῶν εἶνε ἴση πρὸς 4 χ.μ., 6, ἐν δὲ τῇ B θέλει εἶνε 760 χ.μ. Εὐθὺς δ' ὡς ἀνοίξωμεν τὴν συγκοινωνίαν ὁ ἀτμός τῆς σφαιρας B διαχεόμενος ἐν

τῆ σφαίρα Α ψύχεται καὶ ὑγροποιεῖται, νέα δὲ ποσότης ἀτμῶν παράγεται ἐν τῇ σφαίρα Β, ἧτις ὑγροποιεῖται εἰς Α, ὥστε ἐπέρχεται διηνεκῆς ἀπόσταξις ἀπὸ τοῦ Β εἰς Α, μέχρις ὅτου ἅπαν τὸ ἐν τῇ σφαίρα Β ὑγρὸν ἐξαερωθῆ καὶ συμπυκνωθῆ ἐν τῇ σφαίρα Α. Ἐκ τούτων συμπεραίνομεν, ὅτι διὰ νὰ ὑγροποιήσωμεν ἀτμοὺς δὲν εἶνε ἀπαραίτητον νὰ

ψύξωμεν ἅπαντα τὸν ὑπ' αὐτῶν κατεχόμενον χῶρον, ἀλλ' ἀπλῶς μέρος τῶν παρειῶν τοῦ δοχείου, ἐν ᾧ ἐγκλείεται ὁ ἀτμός, καὶ ὅτι ὅταν δύο δοχεῖα περιέχοντα τὸ αὐτὸ ὑγρὸν ἐν θαψιλῇ ποσότητι ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας τεθῶσιν εἰς συγκοινωνίαν, ἡ τάσις



Σχ. 149.

τοῦ ἀτμοῦ καὶ εἰς τὰ δύο δοχεῖα εἶνε ἡ αὐτὴ καὶ ἴση τῇ ἀντιστοιχούσῃ εἰς τὴν χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν. Ἡ ἀρχὴ αὕτη γνωστὴ ὑπὸ τὴν ἑπωνυμίαν ἀρχὴ τῆς ψυχρᾶς παρειᾶς ἐφαρμόζεται εἰς τὰ ἀποστακτικὰ σκευῆ καὶ τοὺς καλουμένους πυκνωτὰς (§ 232) τῶν ἀτμομηχανῶν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΠΕΡΙ ΕΞΑΤΜΙΣΕΩΣ ΚΑΙ ΒΡΑΣΜΟΥ. ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ.  
ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ.

186. **Ἐξάτμισις.** Ἐξάτμισις καλεῖται ἡ βραδεία παραγωγὴ ἀτμῶν ἢ γινομένη κατὰ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν πολλῶν ὑγρῶν. Δι' ἐξατμίσεως ξηραίνονται αἱ διαβραχεῖσαι σανίδες τῶν ὀρωμάτων, τὰ βεβρεγμένα ὑφάσματα, τὸ ὑγρὸν ἕδαφος. Δι' ἐξατμίσεως ὡσαύτως ἀναδίδονται ἀτμοὶ ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῶν λιμνῶν καὶ τῶν θαλασσῶν συμπυκνούμενοι εἶτα εἰς νέφη καὶ βροχὴν.

187. Τὸ ὕδωρ, ὡς καὶ τὰ πλεῖστα τῶν ἄλλων ὑγρῶν, ἀναδίδει ἀτμοὺς εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν. Αἰτίαι δὲ ἐπιταχύνουσαι τὴν ἐξάτμωσιν εἶνε αἱ ἑξῆς.

Α'. *Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ*, ἥτις ὑψηλοτέρα οὔσα ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμισιν, διότι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τῶν ἀναδιδομένων ἀτμῶν εἶνε τότε ἀνωτέρα.

Β'. *Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος*, ὅστις θερμότερος ὢν δύναται νὰ ἐμπεριλάβῃ μείζονα ποσότητα ἀτμῶν καὶ τούτου ἕνεκα ἐπιταχύνεται ἡ ἐξάτμισις.

Γ'. *Ἡ μείζων ἀπόστασις τοῦ ἀέρος ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου*, διότι, ὅταν μὲν ὁ ὑπερκειμένος ἀήρ εἶνε κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἡ ἐξάτμισις παύεται, ὅταν δὲ εἶνε ἐντελῶς ξηρὸς, ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχίστη. Οὕτω διάθροχα ὑφάσματα ξηραίνονται ταχέως μὲν, ἐὰν πνέῃ ξηρὸς βορρᾶς, βραδέως δέ, ὅταν πνέῃ ὑγρὸς νότος. Πνέοντος δὲ ἀνέμου ἐν γένει ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχύτερα, διότι ὁ ὑπερκειμένος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ ἀνανεούμενος παρασύρει τοὺς ὑπερκειμένους ἀτμούς, ἐν ᾧ ὅταν ὁ ὑπερκειμένος τοῦ ὑγροῦ ἀήρ μὲν ἰστάσιμος, κορέννυται σχεδὸν ἀτμῶν καὶ παρακωλύεται ἡ ἐξάτμισις.

Δ'. *Ἡ ἔκτασις τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ*, διότι, ὅταν αὕτη εἶνε μείζων, παρέχει ἀτμούς ἐκ πλειόνων σημείων. Οὕτω ποσότης τις ὕδατος ἐξατμιζέται ταχύτερον ἐν εὐρυχωρῇ λεκάνῃ ἢ ἐν στενολαίμῳ ἀνοικτῇ φιάλῃ.

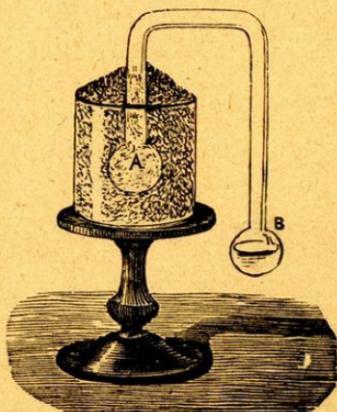
188. **Ψῦχος παραγόμενον κατὰ τὴν ἐξάτμισιν.** Ἡ ἐξάτμισις ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, αἰθέρος, οἶνοπνεύματος, εἶνε μετὰστασις αὐτοῦ ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀέριον κατάστασιν, ἥτις ἀπαιτεῖ κατανάλωσιν θερμότητος. Ὅταν δὲ εἰς τὸ ἐξατμιζόμενον ὑγρὸν ὀδὴν προσκομιζώμεν ἕξωθεν θερμότητα, τότε αὐτὸ τοῦτο τὸ ὑγρὸν παρέχει τὴν πρὸς ἐξάτμισιν ἀναγκαίαν αὐτῷ θερμότητα καὶ ἕνεκα τούτου ψύχεται καὶ ψύχει καὶ πᾶν ἄλλο σῶμα εἰς ἐπαφήν μετ' αὐτοῦ εὐρισκόμενον. Οὕτως, ἐὰν χύσωμεν αἰθέρα ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν, αἰσθανόμεθα ψύξιν. Θερμόμετρον, οὕτινος τὸ δοχεῖον διαβρέχουμεν δι' αἰθέρος, δεικνύει ταχέαν κατάπτωσιν θερμοκρασίας. Τὰ πορώδη ἀγγεῖα, οἷα τὰ παρ' ἡμῖν Αἰγυπτιακά, ψύχουσι τὸ ὕδωρ, ὅταν ἰδίως τεθῶσιν εἰς ῥεῦμα ἀέρος, διότι τὸ διὰ τῶν πόρων τοῦ ἀγγείου διερχόμενον ὕδωρ καὶ καθυγραίνον διηγεκῶς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ ἐξατμιζόμενον ψύχει τὸ ἀγγεῖον καὶ ἐπομένως καὶ τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ. Ὅσαύτως, ἐὰν ἐν ὑαλίνῳ σωλῆνι κάτωθεν κλειστῷ θέσωμεν ὀλίγον ὕδωρ καὶ ἐμβαπίσωμεν αὐτὸν εἰς ποτήριον περιέχον αἰθέρα (σχ. 150) καὶ διαβιβάσωμεν διὰ φουσητηρίου ῥεῦμα ἀέρος, ἐπέρχεται ταχέια ἐξάτμισις

τοῦ αἰθέρος καὶ ἐπομένως ψύξις καὶ τέλος πήξις τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ὕδατος.



Σχ. 150.

**189. Κρυοφόρος τοῦ Wollaston.** Ἐν τῇ συσκευῇ ταύτῃ ἢ κατὰ τὴν ἐξάτμισιν τοῦ ὕδατος λανθάνουσα γινομένη θερμότης ἀφαιρεῖται διηλεκρῶς ἀπὸ τοῦ ἐναπολειπομένου ὕδατος, οὕτω δὲ ἐπέρχεται ψύξις καὶ κατ' ἀκολουθίαν πήξις αὐτοῦ. Συνίσταται δὲ ἐκ σωλῆνος ὑαλίνου δις κεκαμμένου κατ' ὀρθὴν γωνίαν καὶ ἀπολήγοντος εἰς σφαῖρας A καὶ B (σχ. 151), ὧν ἡ μὲν B ἐμπεριέχει ὕδωρ ἀλλ' ἄνευ αἵρος, ἡ δὲ A μόνον ἀτμοὺς ὕδατος. Περιβάλλοντες τὴν σφαῖραν A διὰ πάγου, ἢ κάλλιον διὰ μίγματος πάγου καὶ ἁλατος, παρατηροῦμεν μετὰ τινα χρόνον τὴν πήξιν τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ B ὕδατος, διότι οἱ ἐν τῇ σφαίρᾳ A ὑπάρχοντες ἀτμοὶ ψυχόμενοι ὑγρο-



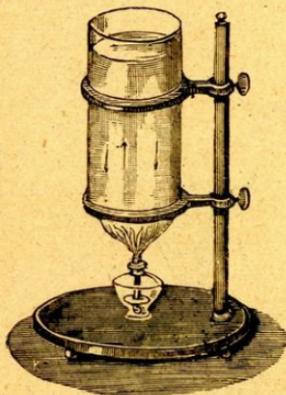
Σχ. 151.

ποιούνται και οὕτω προκαλείται ταχέως ἐξάτμισις τοῦ ἐν τῇ σφαίρα Β ὕδατος, ὅπερ τούτου ἕνεκα φύχεται και τέλος πήγνυται. Ἐν τῷ ὄργάνῳ δηλαδή τούτῳ γίνεται διηλεκτής ἀπόσταξις ἐκ τῆς σφαίρας Β τῆς θερμότερας πρὸς τὴν σφαῖραν Α τὴν ψυχροτέραν.

Τοιαύτη τις ἀρχὴ (§ 185) ἐφαρμόζεται και εἰς πάντα τὰ ἀποστακτικὰ σκεύη, περὶ ὧν κατωτέρω πραγματευόμεθα.

### 190. Βρασμός. Βρασμός καλεῖται ἡ ταχέια παραγωγή ἀτμῶν

ἐξ ὅλης τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ κατὰ πομφόλυγας μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλας. Ὄταν θερμαίνωμεν ὕδωρ ἐντὸς ὑαλίνου δοχείου ἐκ τοῦ πυθμένος αὐτοῦ, παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον κινήσιν ἐν τῷ ὑγρῷ, ἧτις εἶνε καταφανής, ὅταν τὸ ὑγρὸν ἐμπεριέχῃ ἐλαφρά τινα σωμάτια, οἷον βινήματα ζύλου. Ἐν τῇ κινήσει δὲ ταύτῃ διακρίνομεν δύο βεύματα (σχ. 152), ἐν μὲν ἀνερχόμενον κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ δοχείου, ἕτερον δὲ κατερχόμενον κατὰ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ, ἅτινα βεύματα προέρχονται ἐκ τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίσταται τὸ ὕδωρ



σχ. 152.

τοῦ πυθμένος διὰ τῆς θερμάνσεως τῆς καθιστώσης αὐτὸ ἀραιότερον τοῦ ὑπερκειμένου ψυχροτέρου ὕδατος, ὅπερ ὡς πυκνότερον κατέρχεται πρὸς τὸν πυθμένα. Ἐὰν δὲ ἐξακολουθήσῃ ἡ θέρμανσις, ἀναφαίνονται μετ' ὀλίγον ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ και ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου φυσαλίδες ἀέρος προερχόμεναι ἐκ τοῦ ἐν τῷ ὕδατι διαλελυμένου ἀέρος, ὅστις θερμαίνόμενος διαστέλλεται και ἐκλύεται. Μετ' ὀλίγον ἀναφαίνονται ἐκ τινος σημείου τοῦ πυθμένος πομφόλυγες ἀτμῶν, αἵτινες κατ' ἀρχὰς ἀνερχόμεναι μειοῦνται κατὰ τὸν ὄγκον και συμπυκνοῦνται, διότι τὰ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὑγροῦ εἶνε ἔτι ψυχρά. Ἡ συμπύκνωσις δ' αὕτη τῶν ἀτμῶν παράγει σιγμὸν τινα, ὅστις προηγεῖται πάντοτε τοῦ βρασμοῦ. Ὄταν δὲ και τὰ ἀνώτερα στρώματα ἀρκούντως θερμανθῶσιν, αἱ παραγόμεναι πομφόλυγες τῶν ἀτμῶν ἀνερχόμεναι μεγεθύνονται ἕνεκα τῆς ἐλαττώσεως τῆς ὑδροστατικῆς πίεσεως και φθάνουσαι μέχρι τῆς ἐπιφανείας διαρρήγνυται και οὕτω παράγεται τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ (σχ. 153).

191. Ὁ βρασμός ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

Α'. Ὁ βρασμὸς ἀρχεται ἐν ὀρισμένη θερμοκρασίᾳ, ἣτις εἶνε μὲν διάφορος εἰς τὰ διάφορα ὑγρά, ἀλλ' ἢ αὐτὴ πάντοτε εἰς τὸ αὐτὸ ὑγρὸν εὐρισκόμενον ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις. Ἡ θερμοκρασία δ' αὕτη καλεῖται σημεῖον ἢ βαθμὸς ζέσεως. Διατηρεῖται δ' ἡ θερμοκρασία ἀμετάβλητος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶνε ἡ ἰσχὺς τῆς θερμαντικῆς πηγῆς, ἀρκεῖ μόνον ἡ ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρική πίεσις νὰ διατηρῆται ἀμετάβλητος.

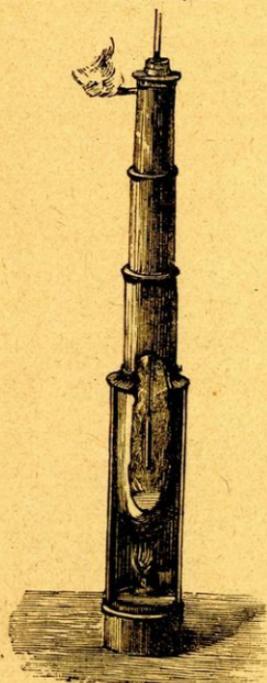
Β'. Ἡ ἐλαστικότης τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὑγροῦ ἰσοῦται πάντοτε τῇ πίσει, ἢ ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ ἢ ἀτμόσφαιρα, ἢ ἡμεῖς ἐπιφέρομεν τεχνητῶς δι' αἴρος, ὃν συμπιέζομεν ἢ ἀραιοῦμεν διὰ πνευματικῆς μηχανῆς. Οὕτω τὸ ὕδωρ ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ ὑπὸ τὴν κανονικὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν εὐρισκόμενον βράζει εἰς 100°, ἐὰν ὅμως ἐγγλείσωμεν αὐτὸ ἐν δοχείῳ καὶ συμπιέσωμεν ἐντὸς αὐτοῦ αἶρα μέχρι πίσεως δύο ἀτμοσφαιρῶν, βράζει εἰς 120° περίπου, ἐὰν δὲ τὸ ὑδατὸν ἀραιώσωμεν τὸν ὑπερκειμένον τοῦ ὕδατος αἶρα μέχρις ἡμισείας ἀτμοσφαιρας, τότε βράζει εἰς 80° περίπου.



Σχ. 153.

192. Ὑψοθερμόμετρον. Ἐλαττωμένης τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίσεως κατὰ 1 χ. μ. ἐπέρχεται ἐλάττωσις τῆς θερμοκρασίας τῶν ἀτμῶν τοῦ ζέοντος ὕδατος κατὰ  $\frac{1}{27}$  βαθμοῦ περίπου. Δυνάμεθα ἐπομένως νὰ μεταχειρισθῶμεν ἀντὶ τοῦ βαρομέτρου τὸ θερμομέτρον πρὸς εὐρεσιν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίσεως καὶ κατ' ἀκολουθίαν τοῦ ὕψους τόπου τινὸς ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει τὸ ὑψοθερμόμετρον (σχ. 154), τὸ ὁποῖον εἶνε ὑδραργυρικὸν θερμομέτρον φέρον κλίμακα περιλαμβάνουσαν βαθμοὺς ἀπὸ τοῦ 85° μέχρι τοῦ 101° ὑποδιηρημένους εἰς δέκατα. Διὰ τοῦ θερμομέτρου τούτου ἀναζητοῦμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ζέοντος ὕδατος εἰς τὸ χωρίον, οὗτινος θέλομεν νὰ εὐρωμεν τὸ ὕψος ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς

θαλάσσης και διὰ πινάκων τὴν ἀντίστοιχον ἐλαστικότητα, ἥτις παριστᾷ τὸ βαρομετρικὸν ὕψος εἰς τὸ χωρίον τοῦτο.



Σχ. 154.

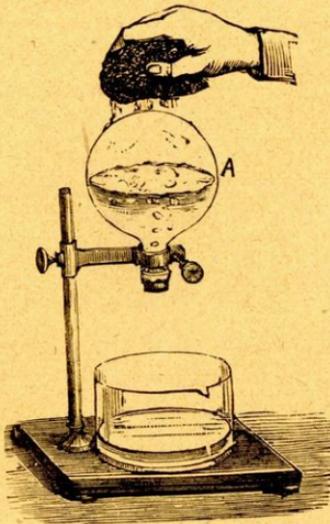
Ἐπὶ τοῦ ὄροπέδιου τῆς Quito, κειμένον 2914 μέ. ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, τὸ ὕδωρ βράζει εἰς  $90^{\circ}$ , 1 διότι ἡ μέση βαρομετρικὴ πῆσις εἶνε ἴση πρὸς 523 χ. μ. Ἐπὶ τῆς κορυφῆς δὲ τοῦ Montblanc τῆς Ἑλβετίας (4811 μέ.) τὸ ὕδωρ βράζει εἰς  $85^{\circ}$  διότι ἡ μέση πῆσις εἶνε ἴση πρὸς 433 χ. μ.

193. Ὁ βαθμὸς τῆς ζέσεως ὑγροῦ τινος ἀνυψοῦται, ὅταν τὸ ὑγρὸν περιέχη οὐσίας διαλελυμένας. Οὕτω τὸ ὕδωρ τὸ κεκορησμένον διὰ κοινου ἄλατος βράζει εἰς  $109^{\circ}$  καὶ ἐπομένως καὶ τὸ θαλάσσιον ὕδωρ βράζει εἰς θερμοκρασίαν ὀλίγον τι ἀνωτέραν τῶν  $100^{\circ}$ . Ὡσαύτως ἐν πηλίνῳ ἢ ὑάλινῳ σκευεῖ τὸ ὕδωρ βράζει εἰς θερμοκρασίαν ὀλίγον τι ἀνωτέραν τῶν  $100^{\circ}$ , ἐν ᾧ ἐν μεταλλίνῳ βράζει εἰς  $100^{\circ}$  ὑπὸ πῆσιν 760 χ. μ.

#### 194. Πείραμα τοῦ Φραγκλίνου.

Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι, ὅταν ἐλαττώσωμεν τὴν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐπιφερομένην πῆσιν, παράγεται τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ καὶ εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν  $100^{\circ}$ . Οὕτως, ἐὰν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας θέσωμεν ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο ἀναβράζει καὶ ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν καὶ εἰς θερμοκρασίαν πολὺ κατωτέραν ὡς τὴν τοῦ  $0^{\circ}$ , ἀρκεῖ μόνον νὰ ἀραιώσωμεν ἀρκούντως τὸν ἐν τῷ κώδωνι ἀέρα. Ὅτι δὲ τὸ ὕδωρ δύναται νὰ βράσῃ εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν τῶν  $100^{\circ}$ , ἀπέδειξε καὶ ὁ Φραγκλῖνος διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν ὑάλινον ἀγγεῖον Α, ἐν ᾧ βράζομεν ὕδωρ ἐπὶ τινα χρόνον, ὅπως ἐκδιώξωμεν οὐ μόνον τὸν ἐντὸς τοῦ ὕδατος διαλελυμένον ἀέρα, ἀλλὰ καὶ τὸν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ὑπερκεῖμενον τοῦ ὑγροῦ. Εἶτα κλείοντες ἀμέσως διὰ πώματος τὸ ἀγγεῖον καὶ ἀναστρέφοντες (σχ. 155) παρατηροῦμεν ὅτι ὁ βρασμὸς ἐξακολουθεῖ καὶ ἄνευ θερμοκρατικῆς πηγῆς, διότι οἱ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ ἀγγείου ὑπάρχοντες ἀτμοὶ φύχον-

ται ταχύτερον τοῦ ὕδατος, ἢ δ' ἐλαστικότης αὐτῶν διατελεῖ μικροτέρα τῆς τῶν ἐν τῷ ὕδατι ἀτμῶν, μέχρις ὅτου τὸ ὕδωρ λάβῃ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ὅποτε ὁ βρασμὸς παύεται. Ἐπαναλαμβάνεται δ' ὁ βρασμὸς, ἐὰν ἐπιχύσωμεν ψυχρὸν ὕδωρ διὰ σπόγγου ἢ θέσωμεν



Σχ. 155.

ἐπὶ τοῦ ἀγγείου τεμάχιον πάγου, διότι τότε ψύχομεν τοὺς ὑπερκειμένους ἀτμούς κάτωθεν τῆς συνήθους θερμοκρασίας, ἣν ἔλαβε τὸ ἐντὸς αὐτοῦ ὕδωρ καὶ μειοῦμεν οὕτω τὴν ἐλαστικότητα αὐτῶν καθιστῶντες αὐτὴν κατωτέραν τῆς τῶν ἐν τῷ ὕδατι ἀτμῶν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον ἰδρόσφυρα (σχ. Σχ. 156

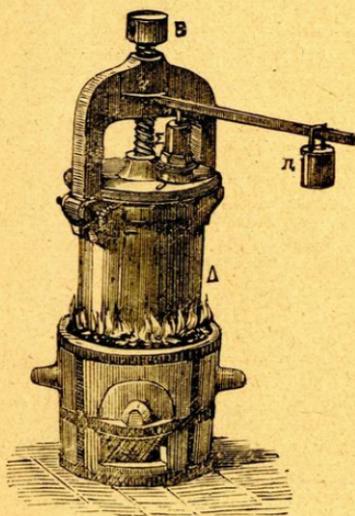


156) καὶ ἀποτελούμενον ἐκ σωλῆνος ἐμπεριέχοντος ὕδωρ ἄνευ ἀέρος. Ἐὰν λάβωμεν ἐν τῇ χειρὶ τὴν σφαιρὰν τῆς ἰδρόσφυρας καὶ ἀνορθώσωμεν τὸν σωλῆνα ὑπὸ μικρὰν ὡς πρὸς τὸν ὀρίζοντα κλί-

σιν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑγρὸν ἀνατινάσσεται, καὶ ἰδίως ὅταν ψαύωμεν τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ σωλῆνος διὰ τεμαχίου πάγου.

**195. Χύτρα τοῦ Παπίνου.** Διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης δυνάμεθα νὰ θερμάνωμεν τὸ ὕδωρ εἰς θερμοκρασίαν πολὺ ὑπερτέραν τῶν  $100^{\circ}$ , ὡς ἐν εἰς  $200^{\circ}$  καὶ ἐπέκεινα, ὅπερ ἐν ἀνοικτῷ δοχείῳ δὲν δυνάμεθα νὰ κατορθώσωμεν. Ἀποτελεῖται δ' ἐξ ὀρειχαλκίνου ἢ σιδηροῦ δοχείου Δ (σχ. 157), ἐμπεριέχοντος ὕδωρ κατὰ τὰ  $\frac{2}{3}$  καὶ κλειομένου ἄνωθεν διὰ δίσκου ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, ὅστις ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ δοχείου καὶ πιέζεται διὰ μεγάλου πιεστικῆς κοιλίας Α, κλείων οὕτως ἀεροστεγῶς τὸ δοχεῖον. Ὁ δίσκος οὗτος φέρει κωνικὴν ὀπὴν κλειομένην διὰ κολούρου μεταλλίνου κώνου Σ, ἐφ' οὗ πιέζει ἢ περὶ τὸ σημεῖον α στρεπτή σιδηρὰ ῥάβδος ἢ φέρουσα τὸ μετάθετον βάρος π καὶ ἀποτελοῦσα μετ' αὐτοῦ μοχλὸν τοῦ δευτέρου εἴδους. Ἐὰν θερμάνωμεν κάτωθεν τὸ δοχεῖον Δ, τὸ ἐν αὐτῷ ὕδωρ θερμαίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ἢ δὲ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψοῦται μὲν διηγεκῶς, ἀλλὰ τὸ ὕδωρ δὲν βράζει, διότι τὸ

ελαστικότητος τῶν ἀνωθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος συνωθουμένων ἀτμῶν αὐξανομένη ἰσορροπεῖ τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἐν τῷ ὕδατι ἰσοθέρμων ἀτμῶν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐλαστικότης τῶν ἐν τῷ δοχείῳ ἀτμῶν βαίνει ἀδιαλείπτως αὐξανομένη, δύναται ἐπὶ τέλος νὰ ὑπερβῇ τὴν ἀντοχὴν τῶν τοιχωμάτων τοῦ δοχείου καὶ νὰ διαρρήξῃ αὐτό. Πρὶν ὁμῶς συμβῆ τούτο, οἱ ἀτμοὶ ἐξωθοῦσι τὴν κωνικὴν ἐπιστομίδα Σ, ἀνυψοῦσιν ὀλίγον τὴν φέρουσαν τὸ βάρος π σιδηρᾶν ῥά-



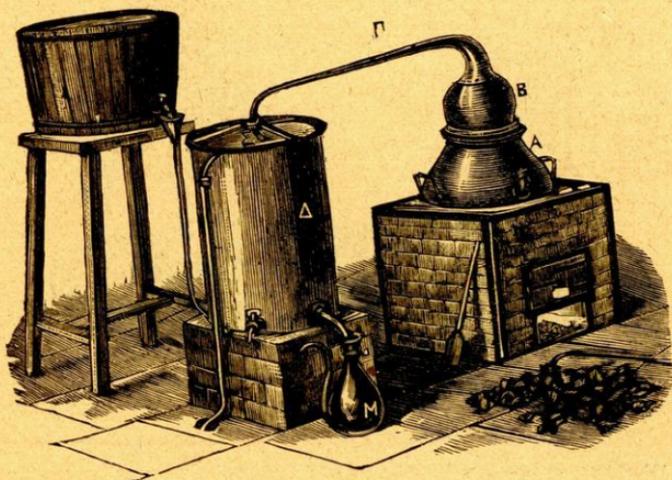
Σχ. 157.

βδον καὶ ἐξέρχονται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, οὕτω δὲ ἡ ἐκρηξις προλαμβάνεται. Ἐὰν δέ, ὅταν ἴδωμεν τὴν ἐπιστομίδα ἐξωθουμένην ὀλίγον ὑπὸ τῶν ἐντὸς ἀτμῶν, ἀνασπάσωμεν διὰ τῆς χειρὸς τὴν σιδηρᾶν ῥάβδον, παράτα ὁ μὲν ἀτμὸς ἐξέρχεται βιαίως μετὰ συριγμοῦ ἀνερχόμενος εἰς ἰκανὸν ὕψος, τὸ δ' ἐμπεριεχόμενον ὕδωρ, ὅπερ ἄχρις ἐκείνης τῆς στιγμῆς, καίπερ ἔχον θερμοκρασίαν πολὺ ἀνωτέραν τῶν 100°, δὲν εἶχε βράσει, ἀναζέει ἀμέσως μετὰ σφοδρότητος ὡς ὑφιστάμενον πλέον πίεσιν μικροτέραν καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ κατέρχεται ταχέως εἰς τοὺς 100° καὶ ἔτι κατωτέρω. Τοιαύτη εἶνε τὴν κατασκευὴν

καὶ τὴν λειτουργίαν ἢ χύτρα τοῦ Παπίνου, ἧς ποιοῦνται χρῆσιν πρὸς ἀποστείρωσιν τοῦ ὕδατος, τοῦ γάλακτος ἢ πρὸς ἀπολύμανσιν ἀντικειμένων ἢ ἐν τῇ βιομηχανίᾳ, πρὸς ἐξαγωγὴν τῆς ζωϊκῆς κόλλας ἐκ τῶν ὀστέων.

196. **Ἀπόσταξις.** Ἡ ἀπόσταξις εἶνε ἐργασία, δι' ἧς ἀποχωρίζεται ὑγρὸν τι ἀπὸ τῶν οὐσιῶν, ἃς ἐν ἑαυτῷ περιέχει διαλυμένας, οἷον τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ἀπὸ τοῦ ἐμπεριεχομένου ἁλατος, ἢ ἀποχωρίζονται δύο ἢ πλείονα ὑγρά κεκραμένα ἀλλ' ἔχοντα διάφορον σημεῖον ζέσεως, ἥτοι εἶνε διάφορος πτητικὰ, οἷον οἶνον πνευμα καὶ ὕδωρ, ὧν τὸ μὲν πρῶτον βράζει εἰς 79° περίπου, τὸ δ' ἕτερον εἰς 100°. Τὰ ἀποστακτικὰ σκεύη, ἅτινα συνήθως κατασκευάζονται ἐκ χαλκοῦ καὶ εἶνε κεκασσιτερωμένα, σύγκεινται ἐκ τινος λέβητος Α (σχ. 158), ἐν ᾧ

τίθεται τὸ πρὸς ἀποστάζιν ὑγρὸν. Ὁ λέβης κλείεται ἄνωθεν διὰ τοῦ ἄμβικου Β, ὅστις εὐρίσκεται εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ σωλήνος Γ μετὰ ὀφιοειδοῦς σωλήνος Σ ἐμβεβαπτισμένου ἐντὸς μεταλλίνου ἀγγείου Δ ἐμπεριέχοντος ψυχρὸν ὕδωρ διηλεκτῶς ἀνανεούμενον (ψυκτῆρ) καὶ ἀπολήγοντος κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον εἰς δοχεῖον Μ, ἐν τῷ ὁποίῳ καταρρέει τὸ ἀποσταχθὲν ὑγρὸν. Καὶ ἂν μὲν ἐν τῷ λέβητι Α θέσωμεν θαλάσσιον ὕδωρ καὶ θερμάνωμεν διὰ πυρᾶς κάτωθεν μέχρι βρασμοῦ, οἱ ἀναδιδόμενοι ἀτμοί, ὄντες χημικῶς καθαρῶτατοι, διερχόμενοι διὰ

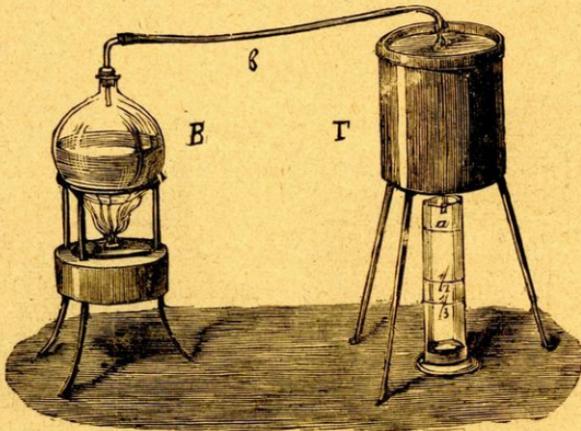


Σχ. 158.

τοῦ ὀφιοειδοῦς σωλήνος καὶ ψυχόμενοι ἐν τῷ ψυκτῆρι Δ συμπυκνοῦνται καὶ καταρρέουσιν εἰς τὸ δοχεῖον Μ καὶ οὕτως ἐκ τοῦ θαλασίου ὕδατος ἀπολαμβάνομεν ἀπεσταγμένον ὕδωρ, ἥτοι χημικῶς καθαρῶτατον ὕδωρ. Σημειωτέον ὅμως ὅτι δὲν πρέπει ν' ἀποστάξωμεν ὅλον τὸ ἐν τῷ λέβητι θαλάσσιον ὕδωρ, διότι περὶ τὸ τέλος τῆς ἀποστάξεως συμπαρασύρεται καὶ διάλυμα ἁλατος. Ὅταν δ' ἐν τῷ λέβητι θέσωμεν κρᾶμά τι ὕδατος καὶ οἴνοπνεύματος, ὡς τὴν παρ' ἡμῶν κοινῶς καλούμενην *σοῦμαρ*, ἥτις εἶνε κρᾶμα κυρίως ὕδατος καὶ οἴνοπνεύματος ἐμπεριέχον ἕλαττον τῶν 36 ἐπὶ τοῖς 100 οἴνοπνευμα, καὶ θερμάνωμεν τὸ ὑγρὸν τοῦτο μέχρι βρασμοῦ, τότε τὸ κατ' ἀρχᾶς ἀποστάζον εἶνε καθαρὸν οἴνοπνευμα κεκραμένον μετὰ μικρᾶς ποσότητος ὕδατος.

197. Οἴνοπνευματόμετρον τοῦ Salleron δι' ἀποστάξεως. Τὸ ποσοστὸν τοῦ εἰς οἴνοπνευματοῦχον ὑγρὸν περιεχομένου οἴνοπνεύματος ἀνευρίσκομεν

διὰ τοῦ ἑκατομβάθμου οἴνοπνευματομέτρου τοῦ Gay-Lussac (§ 115). Ἐὰν ὁμοίως ἐμπεριέχωνται καὶ ἄλλαι οὐσίαι, οἷον σάκχαρον, χρωστικαὶ οὐσίαι, γλυκερίνη κτλ. (οἶνος, ζύθος, πνευματώδη ποτά), τότε ὑποβάλλεται κατὰ πρῶτον τὸ οἴνοπνευματοῦχος ὑγρὸν εἰς ἀπόσταξιν διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Salleron (σχ. 159). Πρὸς τοῦτο ἐν σφαιρικῷ ὑακίμφῳ δοχείῳ Β τίθεται ποσότης τοῦ ὑπὸ δοκιμασίαν ὑγροῦ ἴτη πρὸς τὴν χωρητικότητα τοῦ κυλινδρικοῦ δοχείου α τοῦ καλουμένου δοκιμαστήρος, θερμαίνεται διὰ τῆς φλογὸς λύχνου, οἱ δὲ παρχόμενοι ἀτμοὶ δια-



Σχ. 159.

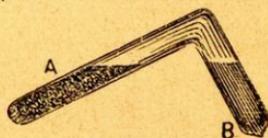
εἰβάζονται διὰ τοῦ σωλῆνος β εἰς τὸν ψυκτῆρα Γ, ὅστις τηρεῖται ψυχρὸς διὰ τοῦ ἐπιχειομένου ψυχροῦ ὕδατος. Ὄταν τὸ ἀπόσταγμα πληρώσῃ τὸν δοκιμαστήρα α μέχρι τοῦ μέσου, διακόπτεται ἡ ἀπόσταξις καὶ πληροῦται καὶ τὸ ἕτερον ἥμισυ τοῦ κυλίνδρου ἀπεσταγμένου ὕδατος. Εἰς τὸ ἀπόσταγμα τοῦτο, τὸ ὅποτον ἔχει ὄγκον ἴσον πρὸς τὸν ἀρχικῶς ληφθέντα ὄγκον τοῦ ὑπὸ ἐξέτασιν οἴνοπνευματοῦχου ὑγροῦ, ἐνυπάρχει ὅλον τὸ οἴνοπνευμα, ἀλλὰ μόνον μεθ' ὕδατος κεκρομένον. Ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν εἶτα ἐν τούτῳ τὸ οἴνοπνευματόμετρον μετὰ τοῦ θερμομέτρου ἀνευρίσκομεν ἐν αὐτῷ τὸ ποσοστὸν τοῦ περιεχομένου οἴνοπνεύματος.

198. **Υγροποίησις τῶν ἀερίων.** Τὰ διάφορα ἀέρια λαμβάνουσι τὴν ὑγρὰν κατάστασιν ἢ διὰ πίεσεως ἢ διὰ ψύξεως ἢ διὰ πίεσεως ἅμα καὶ ψύξεως. Καὶ διὰ πίεσεως μὲν ὑγροποιούνται καὶ ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ πολλὰ τῶν ἀερίων, οἷον τὸ χλωρίον, ἡ ἀέριος ἀμμωνία, (1) τὸ διοξειδίον τοῦ θείου, τὸ διοξειδίον τοῦ ἀνθρακος ἢ ἀνθρακικὸν ὄξύ, ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν μείζονα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς

(1) Ἡ ὑγροποίησις τοῦ χλωρίου καὶ τῆς ἀμμωνίας τελεῖται ἐν τῷ σωλῆνι

ἀλλ' οὐχί τὴν αὐτὴν διὰ πάντα. Τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ λ. χ. ὑγροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν τῶν  $30^{\circ}$  ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 74 περιπόου ἀτμοσφαιρῶν, ἐὰν ὅμως ψυχθῆ μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ  $0^{\circ}$ , ὑγροποιεῖται ὑποβαλλόμενον εἰς πίεσιν 36 μένον ἀτμοσφαιρῶν. Τὰ αὐτὰ δὲ ἀέρια δύνανται νὰ ὑγροποιηθῶσι καὶ ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἀρκούντως ψυχόμενα. Οὕτω τὸ διοξειδίον τοῦ θείου, τὸ πηγρὸν ἐκεῖνο ἀέριον, τὸ ὁποῖον παράγεται κατὰ τὴν καῦσιν τοῦ θείου ἢ ἀνάφλεξιν τῶν διὰ θείου πυρῶν, ὑγροποιεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν μὲν  $-11^{\circ}$  ὑπὸ τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, εἰς δὲ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ὑπὸ πίεσιν 4—5 ἀτμοσφαιρῶν. Ἐκ τούτων δὲ καταφαίνεται ὅτι τὰ αὐτὰ ταῦτα ἀέρια δύνανται νὰ ὑγροποιηθῶσιν ὑποβαλλόμενα εἰς πίεσιν ἅμα καὶ ψύξιν οὐχί μεγάλας. Ἐν γένει δὲ παρατηρήθη ὅτι διὰ πᾶν σῶμα ὑπάρχει θερμοκρασία τις κρίσιμος καλουμένη, ὑπεράνω τῆς ὁποίας τὸ σῶμα μόνον ἐν ἀερίῳ καταστάσει δύναται νὰ ὑπάρχη ὑφ' οἰανῶποτε πίεσιν καὶ ἂν ὑποβληθῆ. Οὕτως ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος εὗρεθη ἴση πρὸς  $+31^{\circ}$ , τουτέστι τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ κάτωθεν μὲν τῆς θερμοκρασίας τῶν  $+31^{\circ}$ Κ. δύναται νὰ ὑγροποιηθῆ διὰ πιέσεως, ἄνωθεν δ' αὐτῆς ἀδύνατον, εἰς οἰανῶποτε πίεσιν καὶ ἂν ὑποβληθῆ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κρίσιμος θερμοκρασία τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ἄζωτου, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, εἶνε κατωτέρα τῶν  $140^{\circ}$  κάτωθεν τοῦ μηδενός, μόλις ἐσχάτως ἠδυνήθησαν νὰ ὑγροποιήσωσι τὸ ὀξυγόνον, τὸ ἄζωτον, τὸ ὕδρογόνον καὶ πάντα ἀνεξαιρέτως τὰ τέως ἔμμονα ἀέρια δι' ἰσχυροτάτης ψύξεως καὶ παμμεγίστης πιέσεως. Οὕτω δὲ νῦν ἡ βιομηχανία παρέχει εἰς τὸ ἐμπόριον τὰ διάφορα ἀέρια ἐν ὑγρᾷ καταστάσει ἐντὸς κεκλεισμένων σιδηρῶν δοχείων ἐχόντων ἱκανῶς παχέα τοιχώματα.

τοῦ Faraday (σχ. 160), ὅστις εἶνε κεκαμμένος ὑάλινος σωλὴν, εἰς τὸ ἐν σκέλος Α τοῦ ὁποίου εἰσάγονται ἢ κρύσταλλοι ἐνύδρου χλωρίου ἢ κεκορσεμένον διάλυμα ἀερώδου: ἀμμωνίας ἐν χλωριούχῳ ἀργύρῳ ἔχοντι τὴν ιδιότητα ν' ἀπορροφᾷ 320 ὄγκους ἀμμωνιακοῦ ἀερίου. Ἐὰν μετὰ τὴν εἰσαγωγὴν συντήξωμεν τὸ ἄκρον Β τοῦ ἐτέρου σκέλους καὶ ἐμβαπτίσωμεν τὸ μὲν σκέλος Α ἐν ὑποθερμῷ ὕδατι. τὸ δὲ σκέλος Β ἐν ψυχτικῷ μίγματι, ἀναπτύσσεται διὰ τῆς θερμάνσεως ἀερώδες γλώριον ἢ ἀερώδης ἀμμωνία, ἅτινα πιέζοντα ἑαυτὰ καὶ καταψυχόμενα ἐντὸς τοῦ σκέλους Β ὑγροποιοῦνται ἐν αὐτῷ



Σχ. 160.

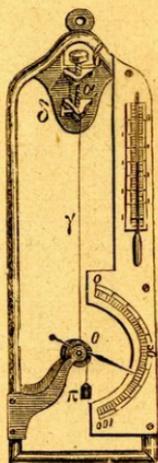
199. **Ύγρομετρία.** Τὰ κατώτερα τῆς ἀτμοσφαιρας στρώματα εὐρισκόμενα εἰς ἀέναον ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐπιφανείας τῶν θαλασσῶν, ποταμῶν, λιμνῶν προσλαμβάνουσιν ὕδατμούς προερχομένους οὐ μόνον ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τῶν ὑδάτων τούτων, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς διαπνοῆς τῶν φυτῶν. Ὅτι δὲ ἡ ἀτμόσφαιρα ἐμπεριέχει πάντοτε ὕδατμούς, ἀποδεικνύεται διὰ τῆς εἰς τὸν ἀέρα ἐκθέσεως οὐσιῶν, αἵτινες ἔχουσι τὴν ιδιότητα ν' ἀπορροφῶσιν ὕδατμούς ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ κалуονται διὰ τοῦτο **οὐσαι ὑγροσκοπικαί**, ὡς εἶνε τὸ ἄνυδρον χλωριοῦχον ἀσβέστιον, ὅπερ καθυγραίνεται διαρρέον ἐπὶ τέλους ἕνεκα τῶν ὕδατμῶν, οὗς ἀπερρόφησε, καὶ αὐξάνομενον αἰσθητῶς κατὰ τὸ βάρος αὐτοῦ. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν καθ' οἷαν δῆποτε ὥραν τοῦ ἡμερονυκτίου καὶ τοῦ ἔτους ὑάλινον δοχεῖον πεπληρωμένον ψυκτικοῦ μίγματος, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καλύπτεται ὑπὸ λεπτοτάτου στρώματος δρόσου διηγεκῶς αὐξανομένης καὶ μεταβαλλομένης τελευταῖον εἰς πάχνην, ἥτοι πεπηγυῖαν δρόσον. Ἡ δρόσος δ' αὕτη προέρχεται ἐκ τῶν ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ ἐμπεριεχομένων ἀοράτων ὕδατμῶν, οἵτινες ψυχόμενοι ὑγροποιούνται καὶ ἐπικάθηται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου. Ἡ ποσότης δὲ τῶν ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ ὕδατμῶν αὐξάνεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας, οὗσα μείζων μὲν κατὰ τὴν ἡμέραν καὶ τὸ θέρος, ἐλάσσων δὲ κατὰ τὰς νύκτας καὶ τὸν χειμῶνα. Ὡσαύτως ἡ ποσότης τῶν ὕδατμῶν εἶνε μείζων εἰς τὰ παράλια μέρη, εἰς τόπους δασώδεις, ἐλάσσων δὲ εἰς τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, εἰς τὰς ψιλὰς χώρας καὶ εἰς τὰς ἀμμώδεις ἐρήμους.

200. Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ φαίνεται ἡμῖν ξηρὸς ἢ ὑγρὸς οὐχὶ ἕνεκα τῆς ἐλάσσονος ἢ μείζονος ποσότητος τῶν ἐμπεριεχομένων ὕδατμῶν, ἀλλ' ἕνεκα τῆς **μείζονος** ἢ **ἐλάσσονος** ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ βαθμοῦ τοῦ κόρου. Τουτέστι φαίνεται ἡμῖν ξηρὸς μὲν, ὅταν ἀπαιτῆ μείζονα ποσότητα ὕδατμῶν διὰ νὰ κορεσθῆ, ὑγρὸς δὲ, ὅταν ἀπαιτῆ ἐλάσσονα. Οὕτως ὁ ἀήρ ὡματίου ψυχροῦ, ὅστις φαίνεται ἡμῖν ὑγρὸς, ἀποβαίνει ξηρότατος **διὰ τῆς αὐτῆς ποσότητος ὕδατμῶν** θερμοινομένου τοῦ ὡματίου, διότι ὁ ἀήρ οὗτος ψυχρὸς μὲν ὢν ἀπαιτεῖ μικρὰν ποσότητα ἀτμῶν διὰ νὰ κορεσθῆ, θερμὸς δὲ πολὺ μείζονα. Ὡσαύτως κατὰ χειμερινῆν ἡμέραν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία εἶνε π. χ. 5°, ἕκαστον κυβικὸν μέτρον ἀέρος δυνατὸν νὰ περιέχῃ 5 γραμμάρια ὕδατμῶν, διὰ νὰ κορεσθῆ δὲ ἀπαιτεῖ προσέτι δύο περίπου γραμμάρια

ρια, ἐν ᾧ κατὰ θερινὴν ἡμέραν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία εἶνε π.χ. 30°, ἐν κυβ. μέτρον ἀέρος δυνατόν νὰ περιέχη 15 γραμμάρια ὑδρατμῶν, ἤτοι ποσότητα τριπλασίαν τῆς κατὰ τὴν χειμερινὴν ἡμέραν· ἀλλὰ διὰ νὰ κορεσθῇ ὁ ἀήρ κατὰ τὴν θερινὴν ταύτην ἡμέραν, ἀπαιτεῖ προσέτι 16 γραμμάρια ὑδρατμῶν, καὶ διὰ τοῦτο ἡ θερινὴ αὕτη ἡμέρα εἶνε πολὺ ξηροτέρα τῆς χειμερινῆς. "Ὅθεν ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος ὀρίζεται διὰ τοῦ λόγου τῆς ποσότητος τῶν περιεχομένων ὑδρατμῶν πρὸς τὴν ποσότητα, ἣν θὰ ἐμπεριεῖχεν ὁ ἀήρ, ἂν ἦτο κεκορεσμένος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Κατὰ ταῦτα, ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τῆς μὲν εἰρημένης χειμερινῆς ἡμέρας ἰσοῦται πρὸς  $\frac{3}{7}$ , τῆς δὲ θερινῆς πρὸς  $\frac{13}{31}$ , ὅπερ κλάσμα εἶνε πολὺ μικρότερον τοῦ  $\frac{3}{7}$ . Σκοπὸς δὲ τῆς ὑγρομετρίας εἶνε ἡ εὕρεσις τοῦ λόγου τούτου, ὃν εὐρίσκωμεν δι' ὀργάνων, ἅτινα καλοῦνται ὑγρόμετρα.

201. **Ὑγρόμετρον ἀπλοῦν.** Τὸ κύριον μέρος τούτου ἀποτελεῖ μικρὰ συνεστραμμένη χορδὴ ἐξ ἐντέρου μήκουσ ὀλίγων ὑφεκ., ἣτις συνελίσσεται μὲν ἐν ξηρῷ ἀέρι τιθεμένη, ἐξελίσσεται δὲ ἐν ὑγρῷ. Ταύτης τὸ μὲν ἓκρον κρατεῖται ἀμετάθετον εἰς σταθερὸν στήριγμα, τὸ δ' ἕτερον φέρει δείκτην σχηματίζοντα μετὰ τῆς χορδῆς ὀρθὴν γωνίαν, οὔτινος τὸ πέρασ διαγράφει τόξον κύκλου καὶ δεικνύει κινούμενον κατὰ μίαν μὲν φορὰν ὑγρασίαν, κατὰ δὲ τὴν ἀντίθετον ξηρασίαν. Τὸ ὄργανον τοῦτο, καίπερ στερούμενον ἐπιστημονικῆς ἀκριβείας, εἶνε ἐν πολλοῖς χρήσιμον.

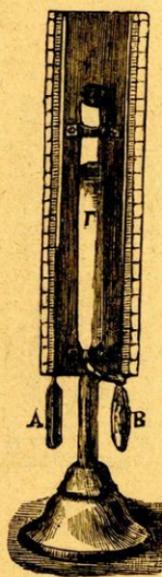
202. **Ὑγρόμετρον τοῦ Σωδούρου.** Τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο σύγκειται ἐξ ἀνθρωπίνης τριχῆς γ (σχ. 161) λείας καὶ οὐχὶ οὔλης, ἥς τὸ μὲν ἐν ἄκρον ἐμπιέζεται ἀκλονήτως εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος δ' ὀρειχαλκίνου πλαισίου, τὸ δ' ἕτερον ἐλισσόμενον περὶ μικρὰν τροχαλίαν ο στερεοῦται ἐντὸς τῆς αὐλακὸς αὐτῆς. Ἐκ τῆς τροχαλίας δὲ ταύτης ἐξαρτᾶται διὰ λεπτοῦ νήματος μικρὸν βάρος π, ὅπερ τηρεῖ τὴν τρίχα ἀσθενῶς τεταμένην. Εἰς τὸν ἄξονα τῆς τροχαλίας τὸν στρεφόμενον μετ' αὐτῆς στερεοῦται δεικτης, οὔτινος τὸ πέρασ διαγράφει τόξον κύκλου. Ἐπὶ τοῦ ὀρειχαλκίνου δὲ πλαισίου στηρίζεται καὶ μικρὸν θερμόμετρον. Βαθμολογεῖται δὲ τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο τιθέμενον ὑπὸ ὑάλινον κώδωνα, οὔτινος ὁ ἀήρ



Σχ. 161.

κατὰ πρῶτον ἀποξηραίνεται δι' ὑγροσκοπικῶν οὐσιῶν, οἷον δι' ἀσθέστου μὴ ἐσθεσιμένης. Ξηραίνομένου διηλεκτῶς τοῦ ἀέρος, ἡ θορὶξ βραχύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καὶ ὁ δείκτης κινεῖται πρὸς τὰ ἄνω μένων μετὰ τινα χρόνον στάσιμος. Εἰς τὸ σημεῖον δὲ τοῦτο σημειοῦμεν 0 δεικνύον τελείαν ξηρασίαν. Εἶτα ὁ αὐτὸς κώδων διαβρέχεται κατὰ τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα αὐτοῦ δι' ὕδατος καὶ τίθεται ἐπὶ πινακίου πλήρους ὕδατος, ἀφ' οὗ προηγουμένως ἐξαρτηθῆ ἑντὸς τοῦ κώδωνος τὸ ὑγρόμετρον. Τοῦ ἐντὸς δὲ τοῦ κώδωνος ἀέρος καθισταμένου ὑγροῦ, ἡ θορὶξ ἐπιμηκύνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, τὸ δὲ πρόσθετον βᾶρος π στρέφον τὴν τροχαλίαν οὕτως, ὥστε ἡ θορὶξ νὰ εἶνε τεταμένη, στρέφει καὶ τὸν δείκτην, ὅστις κατερχόμενος μένει στάσιμος, ὅταν ὁ ἐντὸς ἀὴρ κορεσθῆ ἀτμῶν. Εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο τοῦ τόξου σημειοῦμεν 100, ὅπερ δεικνύει τελείαν ὑγρασίαν, τὸ δὲ μεταξὺ τῶν σημείων τούτων διάστημα διαιροῦμεν εἰς 100 ἴσα μέρη.

Τὸ ὄργανον τοῦτο τίθεται ἐντὸς τοῦ χώρου ἐκείνου, οὗτινος θέλομεν νὰ γνωρίζωμεν τὴν σχετικὴν ὑγρασίαν καὶ ξηρασίαν. Καὶ ὅταν μὲν ὁ δείκτης πλησιάσῃ πρὸς τὸ 100, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος αὐξάνεται καὶ δύναται νὰ ἐπέλθῃ καὶ βροχή, ὅταν δὲ πλησιάσῃ πρὸς τὸ 0, εἰς ὃ οὐδέποτε φθάνει, συμπεραίνομεν ὅτι ὑπάρχει μεγάλη ξηρασία.



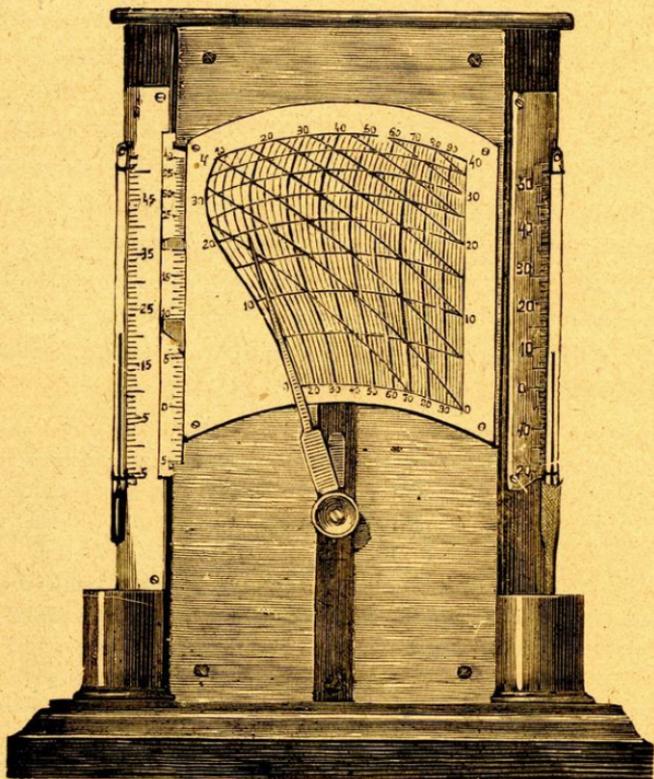
Σχ. 162.

**203. Ψυχρόμετρον τοῦ Αὐγούστου.** Τὸ ὑγρόμετρον τοῦτο, κληθὲν *ψυχρόμετρον* ὑπὸ τοῦ ἐπινοήσαντος αὐτὸ καθηγητοῦ ἐν Βερολίῳ Αὐγούστου, ἀποτελεῖται ἐκ δύο εὐπαθεστάτων καὶ ἀκριβεστάτων ὑδραργυρικῶν θερμομέτρων A καὶ B (σχ. 162) ἐστερεωμένων ἑνθεν καὶ ἑνθεν κατακορύφου πίνακος, ὧν τοῦ ἐτέρου B τὸ δοχεῖον περιβάλλεται δι' ὑφάσματος διηλεκτῶς βρεχομένου δι' ὕδατος, ὅπερ καταρρέον ἐκ τοῦ ἐν τῷ μέσῳ κειμένου δοχείου Γ διὰ δέσμης βαμβάκινων νημάτων χρησιμεύει ὅπως ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ δοχείου B τοῦ θερμομέτρου τούτου γίνηται διηλεκτῶς ἐξάτμισις καὶ ἐπομένως ψύξις αὐτοῦ. Καὶ ὅσῳ μὲν ὁ ἀὴρ εἶνε ξηρότερος, τοσοῦτῳ καὶ ἡ ἐξάτμισις εἶνε ταχύτερα καὶ ἡ κατάπτωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ θερμομέτρου B μείζων καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν, ἃς δει-

κνύουσι τὰ δύο θερμομέτρα, εἶνε μείζων. Τουναντίον δὲ ὅσω ὁ ἀήρ εἶνε ὑγρότερος, τοσούτω καὶ ἡ ἐξάτμισις κατὰ τὸ Β ἐπιβραδύνεται καὶ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν ἐλάσσων καὶ ἴση τῷ μηδενί ἐν ἀέρι κεκορεσμένῳ ὑδρατμῶν. Ἐπομένως, ὅταν μὲν παρατηρῶμεν ὅτι ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν βραίνῃ αὐξανομένη, συμπεραίνομεν ὅτι ἐπέρχεται ξηρασία, τουναντίον δὲ τῆς διαφορᾶς ταύτης ἐλαττωμένης, ὁ ἀήρ καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὑγρότερος. Ὁ μετεωρολόγος, ὁ ποιοῦμενος χρῆσιν τοῦ ὄργάνου τούτου πρὸς ἀκριβῆ εὑρεσιν τῆς ὑγρομετρικῆς καταστάσεως τοῦ ἀέρος, προσδιορίζων τὴν διαφορὰν τῶν θερμοκρασιῶν, τὴν βαρομετρικὴν πίεσιν καὶ τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς τὴν θερμοκρασίαν, ἣν δεικνύει τὸ διαβρεχόμενον θερμομέτρον, δι' εἰδικῶν πινάκων ἀνευρίσκει ποία εἶνε ἡ σχετικὴ ὑγρασία τοῦ ἀέρος.

204. Πρὸς ἀποφυγὴν τῆς χρήσεως πινάκων ὁ Lowe ἐτροποποίησε τὸ ψυχρόμετρον τοῦ Αὐγούστου ὡς ἐξῆς (σχ. 163). Μεταξὺ τῶν δύο θερμομέτρων ἐστρέψε λευκὴν πλάκα ἐκ πορσελάνης καὶ πρὸς ἀριστερὰ αὐτῆς παρὰ τὸ ξηρὸν θερμομέτρον βοθητικὴν τινα κλίμακα, ἧς τὰς διαίεσεις ἐχάραξεν ἐμπειρικῶς. Ἐνώπιον τῆς πλακῆς ἔθηκε δείκτην, ὃν δυνάμεθα νὰ ἀναβιάσωμεν ἢ νὰ καταβιάσωμεν ἢ καὶ νὰ στρέψωμεν πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ ἀριστερὰ διὰ λαβῆς εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ δείκτου κειμένης. Ἐπὶ τῆς λευκῆς πλακῆς ἐχάραξε διαφοροὺς καμπύλας. τὰς μὲν ἐξ ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, αἵτινες εἶνε τόξα κύκλου, ἅτινα διαγράφει τὸ πέρασ τοῦ δείκτου στρεφομένου περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ, τὰς δὲ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω' εἰς τὰ πέρατα τῶν μὲν πρώτων καμπύλων ἐσημείωσεν ἀριθμοὺς ἀπὸ 0 ἕως 40 σημαίνοντας θερμοκρασίας, εἰς τὰ πέρατα δὲ τῶν δευτέρων καμπύλων ἀριθμοὺς ἀπὸ 10 ἕως 100 παριστώοντας τοὺς διαφοροὺς ὑγρομετρικοὺς βαθμοὺς. Πρὸς χρῆσιν τοῦ ὄργάνου τούτου παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ξηροῦ θερμομέτρου καὶ διὰ τῆς λαβῆς ἀνυψοῦμεν ἢ καταβιάζομεν τὸν δείκτην, μέχρις ὅτου τὸ ἀνώτερον πέρασ πλακιδίου μετ' αὐτοῦ κινουμένου ἐπὶ τῆς βοθητικῆς κλίμακος συμπίσῃ μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ δεικνύοντος τὴν θερμοκρασίαν ταύτην. Εἶτα παρατηροῦμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρεχομένου θερμομέτρου καὶ στρέφομεν τὴν λαβὴν τοῦ δείκτου, οὕτως ὥστε τὸ ἀνώτερον πέρασ δευτέρου κατωτέρου πλακιδίου, ἐπὶ τῆς βοθητικῆς ὡσαύτως κλίμακος κινουμένου, νὰ συμπίσῃ μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ δεικνύοντος τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρεχομένου θερμομέτρου. Τότε τὸ ἄκρον τοῦ δείκτου συμπίπτει μετὰ τινος καμπύλης, ἣν ἂν παρακολοθησῶμεν ἢ πρὸς τὰ ἄνω ἢ πρὸς τὰ κάτω, θέλομεν εὑρεῖ εἰς τὰ πέρατα αὐτῆς ἀριθμὸν δεικνύοντα τὴν σχετικὴν ὑγρασίαν τοῦ ἀέρος. Ἐὰν παρακολοθησῶμεν τὴν διαγώνιον καμπύλην, μεθ' ἧς συμπίπτει τὸ ἄκρον τοῦ δείκτου, εὑρίσκομεν εἰς τὸ πρὸς τὰ δεξιὰ πέρασ αὐτῆς τὸν βαθμὸν τῆς ὀρόσου, ἧτοι τὴν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν

ἄρχεται ἐναποτιθεμένη ἢ δρόσος, ἢ καθ' ἣν ὁ ἀήρ θὰ ᾖτο κεκορησμένος διὰ τῶν ὑπαρχόντων ἀτμῶν.



Σχ. 163.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΟΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.  
ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΤΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΕΞΑΕΡΩΣΕΩΣ.

205. **Θερμοχωρητικότης.** Τὰ διάφορα σώματα ὑπὸ τὸ αὐτὸ βάρος καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν λαμβανόμενα ἀπαιτοῦσι διάφορον ποσὸν θερμότητος, ὅπως θερμανθῶσιν ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας ταύτης μέχρις ἄλλης τινὸς ἀνωτέρας, οἷον ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $100^{\circ}$ , ἥτοι ἔχουσι διάφορον θερμοχωρητικότητα. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ διαφόρων πειραμάτων, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ ἐξῆς δύο.

Α'. Ἐντὸς λίαν θερμοῦ ἐλαίου ἔχοντος θερμοκρασίαν  $150^{\circ}$  ἕως

180° θέτομεν σφαίρας *ισοβαρείς* ἐκ διαφόρων οὐσιῶν, ὡς τὴν μὲν ἐκ μολύβδου, τὴν δ' ἐκ κασσιτέρου, ἄλλην ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἄλλην ἐκ σιδήρου, καὶ ἀρίνομεν αὐτὰς ἐπὶ τινα χρόνον, ὥστε νὰ λάθωσι πᾶσαι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, καὶ ἐμβαπτίζομεν εἶτα ταχέως αὐτὰς εἰς 4 διακεκριμένα ὅμοια δοχεῖα, περιέχοντα πάντα τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Μετ' ὀλίγον θέλομεν παρατηρήσει ὅτι τὰ διάφορα ταῦτα *ισοβαρῆ* ὕδατα ἐθερμάνθησαν διαφόρως καὶ τὸ μὲν ἐμπεριέχον τὸν σίδηρον περισσότερον, τὸ δ' ἐμπεριέχον τὸν ψευδαργυρον ὀλιγώτερον, ἔτι δ' ὀλιγώτερον τὸ ἐμπεριέχον τὸν κασσίτερον καὶ ἐλάχιστον πάντων τὸ ἐμπεριέχον τὸν μολύβδον.

Β'. Ἐὰν τὰς *ισοβαρεῖς* ταύτας σφαίρας τὰς προθερμανθείσας μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ὡς ἀνωτέρω, ἐπιθέσωμεν ἐπὶ πλακοῦντος ἐκ κιτρίνου κηροῦ ἔχοντος πάχος 1 ὑφεκ. περίπου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν πρώτη ἢ ἐκ σιδήρου τήξασα τὸν κηρὸν καταπίπτει, εἶτα δ' ἢ ἐκ ψευδαργύρου, ἐν ᾧ ἢ ἐκ κασσιτέρου τήκει μὲν τὸν κηρὸν καθ' ὅλον τὸ πάχος αὐτοῦ, ἀλλὰ δὲν δύναται νὰ διέλθῃ δι' αὐτοῦ, καὶ τέλος ἢ ἐκ μολύβδου μόλις δύναται νὰ φθάσῃ εἰς τὸ μέσον τοῦ πάχους τοῦ κηρίνου πλακοῦντος. Τὰ δύο λοιπὸν ταῦτα πειράματα ἐναργῶς καταδεικνύουσιν ὅτι διάφορα σώματα ὑπὸ τὸ αὐτὸ βάρος καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν λαμβανόμενα, ψυχόμενα μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ἀποδίδουσι διάφορον ποσὸν θερμότητος.

Ἐὰν λάθωμεν ἐν χιλιόγρ. ὕδατος, ὑάλου, σιδήρου, ὑδραργύρου, ὄξυγονοῦ, ἄζωτου, ὑδρογόνου κ.τ.λ. ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0 καὶ θελήσωμεν νὰ θερμάνωμεν τὰ διάφορα ταῦτα σώματα μέχρι τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ὡς τῆς τῶν 100°, ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν διάφορον ποσὸν θερμότητος, ὅπερ εἶνε τὸ μείζον διὰ τὸ ὕδωρ, μέγιστον δὲ διὰ τὸ ὑδρογόνον. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι ἐκ πάντων μὲν τῶν γνωστῶν *στερεῶν* καὶ *ὑγρῶν* σωμάτων τὸ θερμοχωρητικώτατον εἶνε τὸ ὕδωρ, ἐκ πάντων δ' ἐν γένει τῶν γνωστῶν σωμάτων (στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων) τὸ ὑδρογόνον.

**206. Εἰδικὸν θερμαντικόν.** *Εἰδικὸν θερμαντικὸν* σώματος *τινος* καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται διὰ νὰ θερμανθῇ ἐν χιλιόγρ. τοῦ σώματος τούτου ἀπὸ τοῦ 0° μέχρις 1°. Τὸ εἰδικὸν δὲ θερμαντικὸν τοῦ ὕδατος, ἦτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται, ὅπως ὑψωθῇ ἡ θερμοκρασία ἐνὸς χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ 0° εἰς 1°, λαμβάνεται ὡς μονὰς θερμότητος (*calorie*).

207. Τὸ ποσὸν Π τῆς θερμότητος, ὅπερ δαπανῶμεν πρὸς θέρμανσιν σώματος ἀπὸ θερμοκρασίας τινὸς θ εἰς ἄλλην ἀνωτέραν θ', εἶνε ἀνάλογον τοῦ βάρους Β τοῦ σώματος καὶ ἀνάλογον τῆς ὑψώσεως θ' — θ τῆς θερμοκρασίας, ἥτοι ἔχομεν  $\Pi = B(\theta' - \theta)\gamma$ , ἔνθα γ παριστᾷ τὸ εἰδικὸν θερμαντικὸν τοῦ σώματος. Καὶ τὸ μὲν πρῶτον δὲν χεῖζει πειραματικῆς ἀποδείξεως, διότι εἶνε πρόδηλον ὅτι διπλάσιον βάρους σώματος ἀπαιτεῖ διπλάσιον ποσότητα θερμότητος, ἵνα θερμανθῇ κατὰ τοὺς αὐτοὺς βαθμούς. Τὸ δὲ δεύτερον ἀποδεικνύεται πειραματικῶς, ἐὰν ἀναμιξῶμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 0° μεθ' ἑνὸς χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 50°, ὁπότε ἀπολαμβάνομεν δύο χιλιόγρ. ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν 25°. Ὅπωςδὴποτε δὲ καὶ ἂν ποικίλωμεν τὸ πείραμα καὶ λάβωμεν δύο ἴσα βάρη ὕδατος ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας θ καὶ θ' καὶ ἀναμιξῶμεν, ἡ τελικὴ θερμοκρασία θά εἶνε ἴση πρὸς τὴν μέσθην θερμοκρασίαν τῶν ὑδάτων τούτων, ἥτοι πρὸς τὸ ἡμίχροισμα  $\frac{\theta + \theta'}{2}$  τῶν δύο ἀρχικῶν θερμοκρασιῶν.

Δὲν συμβαίνει ὅμως τὸ αὐτό, ἐὰν ἀναμιξῶμεν ἴσα βάρη δύο διαφόρων σωμάτων ἐχόντων διάφορον θερμοκρασίαν, οἷον 1 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 0° καὶ 1 χιλιόγρ. ὕδραργύρου θερμοκρασίας 100°, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ τελικὴ θερμοκρασία τοῦ τε ὕδατος καὶ τοῦ ὕδραργύρου εἶνε ἴση πρὸς 3° περίπου. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται πρὸς θέρμανσιν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ 0° εἰς 3°, ἥτοι κατὰ 3 βαθμούς, ἐπαρκεῖ πρὸς θέρμανσιν 1 χιλιόγρ. ὕδραργύρου ἀπὸ 3° ἕως 100°, ἥτοι κατὰ 97 βαθμούς. Ὅθεν τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται διὰ νὰ θερμανθῇ ἓν χιλιόγρ. ὕδατος κατὰ ἓνα βαθμὸν, ἥτοι ἡ μονὰς θερμότητος, ἐπαρκεῖ πρὸς θέρμανσιν ἑνὸς χιλιόγρ. ὕδραργύρου κατὰ 97:3 = 32 βαθμούς, καὶ κατ' ἀκολουθίαν διὰ νὰ θερμανθῇ ἓν χιλιόγρ. ὕδραργύρου κατὰ ἓνα βαθμὸν, ἐπαρκεῖ τὸ  $\frac{1}{32}$  τῆς μονάδος τῆς θερμότητος, ἥτοι τὸ ὕδωρ εἶνε 32 φορές θερμοχωρητικώτερον τοῦ ὕδραργύρου.

208. **Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ θερμαντικοῦ τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν.** Ἐν χαλκίῳ δοχείῳ (σχ. 164) ἔχοντι λίαν λεπτὰ τοιχώματα καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἐλάχιστον σχετικῶς βάρους καὶ ἐμπεριέχοντι ὠρισμένον βάρους ὕδατος, οἷον 1 χιλιόγρ., ὑφ' ὠρισμένην θερμοκρασίαν, οἷον 10°, ἐμβαπτίζομεν ὠρισμένον βάρους ἄλλου τινὸς σώματος, οἷον 1 χιλιόγρ. χαλκοῦ ὑφ' ὠρισμένην θερ-

μοκρασίαν, εἶν τὴν τῶν 100°. Ταράσσομεν τὸ ὕδωρ μετὰ τὴν ἐμβάπτισιν τοῦ χαλκοῦ δι' ὑαλίνου λεπτοῦ ραβδίου  $\alpha$  καὶ προσδιορίζοντες τὴν τελικὴν θερμοκρασίαν εὐρίσκομεν αὐτὴν ἴσην πρὸς 18 βαθμοῦς. Ὅθεν συνάγομεν ὅτι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἐθέρμανεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ἀπὸ 10° εἰς 18°, ἦτοι κατὰ 8 βαθμοῦς, δύναται νὰ θερμάνῃ 1 χιλιόγρ. χαλκοῦ ἀπὸ 18° μέχρις 100°, ἦτοι κατὰ 82 βαθμοῦς. Ἐπομένως τὸ εἰδικὸν θερμομαντικὸν τοῦ χαλκοῦ εἶνε ἴσον πρὸς  $8:82=0,09$ .

Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εὐρωμεν τὸ εἰδικὸν θερμομαντικὸν σώματός τινος προσδιορίζοντες κατὰ πόσους βαθμοῦς τὸ αὐτὸ ποσὸν θερμότητος θερμαίνει πρῶτον μὲν 1 χιλιόγρ. ὕδατος καὶ εἶτα 1 χιλιόγρ. τοῦ σώματος τούτου καὶ διαιροῦντες τὴν ὑψωσιν τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος διὰ τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἄλλου σώματος. Κατὰ ταῦτα, τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ θερμαίνει 1 χιλιόγρ. ὕδατος κατὰ 3 βαθμοῦς, θερμαίνει 1 χιλιόγρ. μολύβδου κατὰ 97 βαθμοῦς, καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὸ εἰδικὸν θερμομαντικὸν τοῦ μολύβδου εἶνε ἴσον πρὸς  $3:97=0,03$ .



Σγ. 164.

Ἐν γένει καλέσωμεν  $B$  τὸ βῆρος σώματος,  $\Theta$  τὴν θερμοκρασίαν καὶ  $\epsilon$  τὸ ζητούμενον εἰδικὸν θερμομαντικὸν αὐτοῦ· πρὸς τούτοις καλέσωμεν  $b$  τὸ βῆρος τοῦ ὕδατος καὶ  $\theta$  τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ κατωτέραν τῆς τοῦ σώματος. Ἐὰν μετὰ τὴν ἐμβάπτισιν τοῦ σώματος ἐν τῷ ὕδατι εὐρωμεν ὡς τελικὴν θερμοκρασίαν  $\tau$ , θέλομεν ἔχει τὴν ἐξίσωσιν

$$B(\Theta - \tau) \epsilon = b(\tau - \theta),$$

ὅθεν ἐξάγομεν τὴν τιμὴν τοῦ  $\epsilon$ .

Διὰ τοιαύτης μεθόδου εὐρέθη ὅτι ἡ θερμοχωρητικότης τοῦ μὲν σιδήρου, ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ εἶνε ἴση πρὸς τὸ  $\frac{1}{10}$  περίπου τῆς τοῦ ὕδατος, ἡ τοῦ κασσιτέρου καὶ ἀργύρου πρὸς τὸ  $\frac{1}{20}$  καὶ ἡ τοῦ ὑδραργύρου, χρυσοῦ, λευκοχρυσοῦ καὶ μολύβδου ἴση πρὸς τὸ  $\frac{1}{32}$  περίπου τῆς τοῦ ὕδατος.

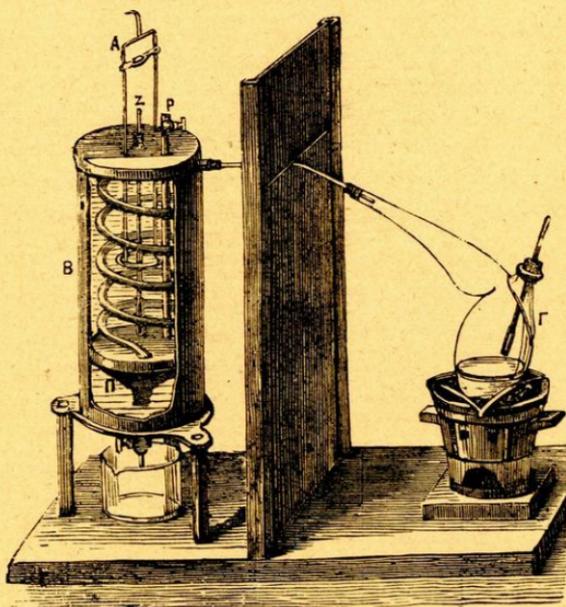
**209. Εἰδικὸν θερμομαντικὸν τῶν ἀερίων.** Δι' ἡμῶν περὶ τοῦ μεθόδου εὐρέθη καὶ τὸ εἰδικὸν θερμομαντικὸν τῶν ἀερίων ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν, ἐγνώσθη δὲ ὅτι τὸ θερμοχωρητικώτατον τῶν ἀερίων εἶνε τὸ ὑδρογόνον ἔχον θερμοχωρητικότητα τρεῖς καὶ ἡμίσειαν φορὰς μεί-

ζονα τῆς τοῦ ὕδατος, ἐν ᾧ τὸ ἄζωτον καὶ τὸ ὀξυγόνον ἔχουσι θερμοχωρητικότητα ἴσην πρὸς τὸ  $\frac{1}{4}$  καὶ  $\frac{1}{8}$  τῆς τοῦ ὕδατος.

**210. Θερμότης τήξεως.** Καλεῖται *θερμότης τήξεως* ἢ καὶ *λαθάνουσα θερμότης* τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ἀπαιτεῖται, ἵνα τήξη 1 χιλιόγρ. σώματός τινος χωρὶς νὰ μεταβάλῃ τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Οὕτως, ἵνα μεταβάλωμεν 1 χιλιόγρ. πάγου θερμοκρασίας τοῦ 0° εἰς ὕδωρ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν ποσὸν τι θερμότητος, ὅπερ καλεῖται *θερμότης τήξεως τοῦ πάγου*. Πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς θερμότητος ταύτης ῥίπτομεν εἰς ἓν χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 80° ἐν χιλιόγρ. πάγου θερμοκρασίας 0°, ὅποτε λαμβάνομεν 2 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 0°, καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἐν χιλιόγρ. πάγου μόνον διὰ νὰ τακῆ, ἀπαιτεῖ 80 (ἀκριβέστερον 80,03) μονάδας θερμότητος. Δηλαδή ὅση ποσότης θερμότητος ἀπαιτεῖται διὰ μόνην τὴν τήξιν 1 χιλιόγρ. πάγου, τοσαύτη ἐπαρκεῖ πρὸς βρασμὸν 1 χιλιόγρ. ὕδατος ληφθέντος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 20°. Δι' ὁμοίας περιπτου μεθόδου εὑρέθη καὶ ἡ θερμότης τήξεως τῶν διαφόρων σωμάτων, ὡς τοῦ μολύβδου ἴση πρὸς 5,37 μονάδας, τοῦ κασσιτέρου πρὸς 14,25, τοῦ ἀργύρου πρὸς 21,07, τοῦ ψευδαργύρου πρὸς 28,13 κ.τ.λ. Ἡ μικρὰ θερμοχωρητικότης τοῦ μολύβδου καὶ ἡ ὀλίγη θερμότης τήξεως αὐτοῦ ἐξηγοῦσι τὸ φαινόμενον, ὅπερ ἐκ πρώτης ὄψεως δύναται νὰ φανῆ παράδοξον, ὅτι πολὺ ταχύτερον διὰ τῆς αὐτῆς θερμοκρατικῆς πηγῆς τήκομεν βάρος τι μολύβδου ἢ βράζομεν ἴσον βάρος ὕδατος, εἰ καὶ ὁ μὲν μολύβδος τήκεται εἰς 330°, τὸ δ' ὕδωρ βράζει εἰς 100°.

**211. Θερμότης ἐξαερώσεως.** Καλεῖται *θερμότης ἐξαερώσεως* τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ ὀφείλομεν νὰ δαπανήσωμεν, ἵνα μεταβάλωμεν εἰς ἀτμὸν 1 χιλιόγρ. ὑγροῦ τινος, οἷον ὕδατος, χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Οὕτως, ἵνα μεταβάλωμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 100° εἰς ἀτμοὺς τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, δεόν νὰ δαπανήσωμεν ποσὸν τι θερμότητος, ὅπερ καλεῖται *θερμότης ἐξαερώσεως*. Πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς θερμότητος ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος θέτομεν ὀλίγον ὕδωρ ἐν ὑαλίῳ κερατίνῳ Γ (σχ. 165), εὐρισκομένην εἰς συγκοινωνίαν μετὰ ὀφιοειδοῦς σωλήνος ἐμβεβαπτισμένου ἐντὸς ὕδατος πληροῦντος δοχεῖόν τι Β, θερμαίνομεν τὸ ἐν τῇ κερατίνῳ ὕδωρ μέχρι βρασμοῦ, ὅποτε οἱ ἀναδιδόμενοι ἀτμοὶ διερχόμενοι διὰ τοῦ ὀφιοειδοῦς σωλήνος ἀποδίδουσιν ὑγροποιούμενοι εἰς τὸ

περιβάλλον ὕδωρ τοῦ δοχείου B τὴν θερμότητα ἐξαερώσεως, ἣν προσέλαβον ἐκ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς. Διὰ τοῦ βάρους τῶν ὑγροποιουμένων ἀτμῶν καὶ τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ B ὕδατος, οὐτινος γνωρίζομεν τὸ βάρος, προσδιώρισαν τὴν θερμότητα τῆς ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος ἴσην πρὸς 536 μονάδας, ἧτοι μόνον διὰ



Σχ. 165.

νὰ ἐξαερώσωμεν 1 χιλιόγρ. ὕδατος, δαπανῶμεν τσαύτην θερμότητα, ὅση ἀπαιτεῖται πρὸς βρασμὸν 6 χιλιόγρ. ὕδατος θερμοκρασίας 11° περιπίου. Ἐκ τούτου ἐξηγεῖται ὅτι, ἐάν τις θελήσῃ παρατείνων τὸν βρασμὸν ὕδατος ἐν χύτρᾳ νὰ ἐξαερώσῃ τελείως αὐτό, ὀφείλει νὰ δαπανήσῃ οὐ μικρὰν ποσότητα καυσίμου ὕλης. Ὡσαύτως κατανοοῦμεν ὅτι οἱ ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ ὑπάρχοντες ἀτμοὶ περιέχουσι παμμεγίστην ποσότητα θερμότητος ἐν λανθανούσῃ καταστάσει, ἣν ἀποδίδουσιν ὑγροποιούμενοι. Ἐνεκα δὲ τῆς μεγάλης ποσότητος θερμότητος, ἣν προσλαμβάνει ἐν λανθανούσῃ καταστάσει ἐξαερούμενον τὸ ὕδωρ, ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος δὲν ὑψοῦται ὑπερμέτρως εἰς τινὰς περιστάσεις, διότι ἡ ταχεῖα ἐξάτμισις ὕδατος, ἥτις τότε συμβαίνει, ἀπορροφᾷ μέρος τῆς

Θερμότητος ταύτης καὶ συγκρατεῖ αὐτὴν ἐν λανθανούσῃ καταστάσει, ἵνα τὴν ἀποδῶσῃ εἰς ἄλλην περίστασιν, καθ' ἣν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος τείνει ὑπερμέτρως νὰ κατέλθῃ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

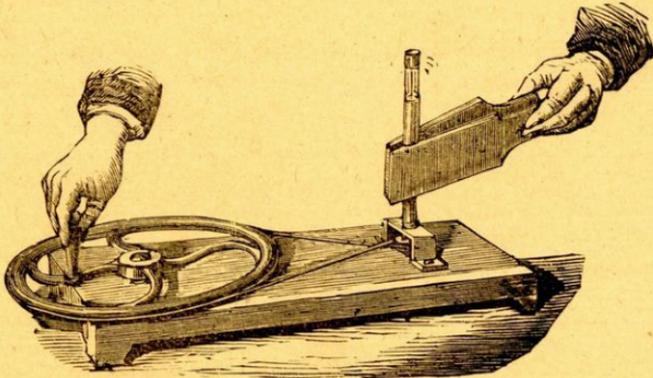
### ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

212. Δύο ὑποθέσεις ἐγένοντο πρὸς ἐξήγησιν τῆς θερμότητος· κατὰ τὴν πρώ-  
την τούτων, τὴν τῆς ἐκπομπῆς, ἡ θερμότης εἶνε ἀβαρὲς τι ρευστόν, ὅπερ οὔτε  
γεννᾶται οὔτε καταστρέφεται, ἀλλ' ἀπλῶς μεταβαίνει ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα  
εἰσδύον μεταξὺ τῶν μορίων. Ὑποθέτουσιν, ὅτι ἡ θερμότης ἀποθεῖ τὰ μόρια  
τῶν σωμάτων, παράγουσα οὕτω 1<sup>ον</sup> τὴν διαστολὴν, 2<sup>ον</sup> τὴν τῆξιν ἐν ὠρισμέ-  
νῃ θερμοκρασίᾳ, 3<sup>ον</sup> τὸν βρασμόν, ὅταν ἡ δύναμις αὕτη ὑπερνήκησῃ τὴν τῶν  
μορίων συνοχὴν καὶ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ὡσαύτως ὑποθέτουσιν, ὅτι ἡ  
θερμότης εἰσδύουσα εἰς τὰ σώματα διανέμεται εἰς δύο διακεκριμένα μέρη. Τὸ  
ἐν μέρος τῆς θερμότητος ἐνοῦται μετὰ τῶν μορίων τοῦ σώματος, τὸ δὲ ἕτερον  
χρησιμεύει πρὸς ἀνύψωσιν τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ. Τὸ πρῶτον μέρος αὐξάνεται,  
ὅταν αἱ οὐσίαι τήκωνται ἢ ἐξαερῶνται, ἀπορροφῶσαι λανθάνουσαν θερμότητα·  
ἡ θερμότης δ' αὕτη ἀποδίδεται ἐν μέρει κατὰ τὴν τριτὴν, κατὰ τὰς χημικὰς  
συνθέσεις, ἰδίᾳ δὲ κατὰ τὴν καύσιν.

Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην τῆς ἐκπομπῆς πᾶν σῶμα θερμανθὲν μέχρι ἐρυ-  
θροπυρώσεως ἐκπέμπει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις δι' ἀκτινοβολίας δύο εἰδῶν  
λεπτότατα μόρια διάφορα τὴν φύσιν, μόρια θερμότητος καὶ μόρια φωτός, ἅτινα  
προβαίνουν μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος καὶ ἀκολουθοῦσι τοὺς αὐτοὺς νόμους.  
Ἄλλὰ διὰ πολλῶν πειραμάτων κατεδείχθη, ὅτι τὸ φῶς καὶ ἡ θερμότης εἶνε δύο  
διάφοροι ἰδιότητες, προσερχόμεναι ἐκ τῆς αὐτῆς αἰτίας καὶ ἐπομένως, ἂν τὸ φῶς  
προέρχεται ἐκ τῆς παλμικῆς κινήσεως τῶν μορίων τοῦ αἰθέρος, καὶ ἡ ἀκτινο-  
βολία θερμότης εἶνε ἰσοία παλμικῇ κίνησις· εἰσδύουσα δ' εἰς τὰ σώματα ἡ  
θερμότης δὲν εἶνε δυνατόν νὰ μεταβληθῇ εἰς ἀβαρὲς ρευστόν, ἀλλὰ πρέπει καὶ  
ἐν τοῖς σώμασιν ἡ θερμότης νὰ εἶνε κίνησις. Οὕτως ἀγόμεθα εἰς νέαν ὑπόθεσιν,  
τὴν μηχανικὴν θεωρίαν τῆς θερμότητος. Κατὰ ταύτην τὰ μόρια παν-  
τός στερεοῦ ἢ ὑγροῦ σώματος ἐκτελοῦσι κατ' ἰδίαν ἕκαστον, ὅταν τὸ σῶμα θερ-  
μαίνεται, παλμικὰς κινήσεις ἐλαχίστας κατὰ τὸ πλάτος καὶ ταχίστας· ἐπειδὴ  
δὲ τὰ σώματα περιβάλλονται ὑπὸ ρευστοῦ τινος ἐξόχως ἐλαστικοῦ, τοῦ αἰθέρος,  
κραδαίνουσι τὰ ἀμέσως εἰς ἐπαφὴν εὐρισκόμενα μόρια αὐτοῦ, ταῦτα δὲ πάλιν  
κραδαίνουσι τὰ ἀμέσως ἐπόμενα, ἡ δὲ κίνησις διαδίδεται κατὰ σφαιρικὰ ἐμό-  
κεντρα κύματα. Ἄν δ' εἰς ἀπόστασίν τινα εὐρίσκηται σῶμα ψυχρόν, δέχεται  
τὸ μέρος τῆς θερμότητος, ὅπερ διευθύνεται πρὸς αὐτό. Ἡ θερμότης αὕτη δια-  
μοιράζεται εἰς τρία μέρη· τὸ μὲν πρῶτον μέρος ἀναχλαῖται, τὸ δεύτερον διέρχεται  
διὰ τοῦ σώματος καὶ τὸ τρίτον μεταδίδεται εἰς τὰ σταθμητὰ μόρια τῆς  
ὑλης αὐτοῦ, ἅτινα κραδαίνονται παλλόμενα μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης· ἡ

κίνησις αὐτὴ μεταδίδεται ἀπὸ μορίου εἰς μόριον δι' ἀγωγῆς. Οὕτω δὲ βαθμηδὸν τὸ σῶμα θερμαίνεται.

**213. Μετατροπὴ τοῦ ἔργου εἰς θερμότητα.** Πλείστα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν ὅτι παράγεται πολλάκις θερμότης διὰ δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου, οἷον κατὰ τὴν τριβὴν, κρούσιν, πίεσιν κ.τ.λ. Οὕτως ἀναφαινεται θερμότης εἰς τοὺς μὴ λιπανθέντας ἄξονας τῶν τροχῶν ἀμάξης, εἰς τὰ νομίσματα, ἅτινα δι' ἰσχυρᾶς κρούσεως κατασκευάζονται ἐν τοῖς νομισματοκοπείοις, κατὰ τὴν σφρηλασίαν τῶν μετάλλων, κατὰ τὴν κρούσιν τοῦ χάλυβος διὰ πυρίτου λίθου, εἰς τὴν ἐπὶ σιδηρᾶς πλακῆς βυλλομένην δι' ὄπλου βολίδα, ἣτις καταθλιβομένη ὑπερθερμαίνεται. Τὸ αὐτὸ ἀποδεικνύει καὶ ὁ καλούμενος ἀεροθλίπτῃς ἢ ἀερικὸν πυρεῖον (σελ. 7, σχ. 2). Ἐὰν εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν κύλινδρον ἐμβολέα ἐφαρμόζοντα ἀκριβῶς καὶ φέροντα κάτωθεν μικρὸν τεμάχιον ἀγαρικοῦ (ἴσκας), καταθιβάσωμεν δ' αὐτὸν ὀρμητικῶς, ὁ ἀήρ συνθλίβεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ καὶ θερμαίνεται ἐπὶ τοσούτου, ὥστε τὸ ἀγαρικὸν ἀναφλέγεται. Ὡσαύτως σωλῆνα



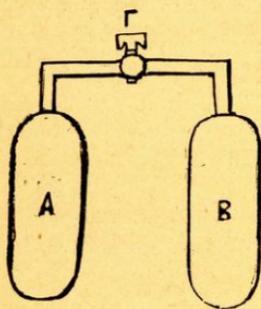
Σχ. 166.

μετάλλινον ἐμπεριέχοντα ὕδωρ καὶ κεκλεισμένον διὰ πώματος θέτομεν εἰς ταχείαν περιστροφικὴν κίνησιν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περισφίγγοντες αὐτὸν μεταξὺ δύο τεμαχίων ξύλου (σχ. 166) καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἔνεκα τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται θερμότης, τὸ ὕδωρ θερμαίνομενον ἀναβράζει, οἱ δὲ παραγόμενοι ἀτμοὶ ἀνατινάσσουσι τὸ πῶμα.

Ταῦτα πάντα λοιπὸν ἀποδεικνύουσι ὅτι θερμότης δύναται νὰ παραχθῇ καὶ διὰ δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου. Πρῶτος δ' ὁ Joule ἀπέδειξεν ὅτι ὑπάρχει σταθερὰ σχέσις μεταξύ δαπανωμένου ἔργου καὶ ἀναφαινομένης θερμότητος, τοῦτέστιν ὅτι ἀπαιτεῖται ἔργον 424 χιλιογραμμομέτρων, ἵνα παραχθῇ μία μονὰς θερμότητος. Οὕτω σιδηρᾶ π.χ. μάζα πίπτουσα ἐξ ὕψους ἐπὶ ὄγκου μολυβδίνου θερμαίνει αὐτόν. Ἐὰν δ' ἡ σιδηρᾶ μάζα ἔχῃ βάρος 106 χιλιογράμμων καὶ πίπτῃ ἐξ ὕψους 4 μέτρων, δαπανᾶται ἔργον 424 χιλιογραμμομέτρων (§ 37), τὸ δὲ ποσὸν τῆς ἐκ τῆς κρούσεως παραγομένης θερμότητος ἀνευρίσκεται ἴσον πρὸς μίαν μονάδα θερμότητος. Καὶ ἐπομένως, ἐὰν δαπανᾶται ἔργον 424 χιλιο-

γραμμομέτρων, αναφαίνεται, πόσον τι θερμότητος ἴσον πρὸς μίαν μονάδα. Τὸ μηχανικὸν δὲ τοῦτο ἔργον τῶν 424 χιλιογραμμομέτρων καλεῖται μηχανικὸν ἰσοδύναμον τῆς θερμότητος.

**214. Μετατροπὴ τῆς θερμότητος εἰς ἔργον.** Διὰ πολλῶν πειραμάτων κατεδείχθη ὡσαύτως καὶ τὸ ἀντίθετον, ἧτοι ὅταν μίαν μονάδα θερμότητος δαπανᾷται ἀκεραία πρὸς παραγωγὴν ἔργου, τὸ παραγόμενον ἔργον εἶνε ἴσον πρὸς 424 χιλιογραμμομέτρα. Οὕτως αἰερίον διαστελλόμενον ὡς ἐν ταῖς διὰ θερμοῦ αἰέρος λειτουργούσαις μηχαναῖς καὶ παράγον ἔργον ψύχεται. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς λαμβάνοντες δύο γαλκᾶ δοχεῖα Α καὶ Β (σχ. 167)



Σχ. 167.

συγκοινωνούντα διὰ σωλῆνος φέροντος στρόφιγγα Γ. Τῶν δοχείων τούτων τὸ μὲν Α εἶνε πλήρες αἰέρος πεπιεσμένου ὑπὸ πίεσιν 22 π.χ. ἀτμοσφαιρῶν, τὸ δὲ Β κενὸν αἰέρος, ἀλλ' ἀμφότερα ἔχουσι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος αἰέρος. Καταδύομεν ἀμφότερα εἰς ἀγγεῖα πλήρη ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν καὶ ἀνοίγομεν τὴν στρόφιγγα Γ, ὅποτε αἴρ ἐκ τοῦ Α εἰσέρει ἁρμητικῶς εἰς τὸ Β. Τότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ τοῦ μὲν ἀγγείου τοῦ περιβάλλοντος τὸ Α ψύχεται, τὸ δὲ τοῦ περιβάλλοντος τὸ Β θερμαίνεται καὶ ὅτι ὅση θερμότης ἐξέλπεν ἐκ τοῦ Α ἀνεφάνη εἰς τὸ Β, διότι ὁ αἴρ τοῦ δοχείου Α διασταλεῖς παρήγαγεν ἔργον συμπίε-

σας εἰς τὸ δοχεῖον Β τὸν κατὰ πρῶτον εἰς αὐτὸ εἰσερεύσαντα αἶρα. Τοιαύτη ἀπώλεια θερμότητος πρὸς παραγωγὴν ἔργου συμβαίνει καὶ εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, εἰς ἃς ὁ ἤδη ἐνεργήσας ἀτμὸς διασταλεῖς ψύχεται.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι, ὅταν δαπανῶμεν πόσον τι μηχανικοῦ ἔργου καὶ δὲν καρδαίνωμεν ἐκ τῆς δαπάνης ταύτης ἀντίστοιχόν τι μηχανικὸν ἔργον, οἷον κατὰ τὴν τριβὴν ἢ τὴν πίεσιν, γεννᾶται πόσον τι θερμότητος ἀνάλογον τοῦ μηχανικοῦ ἔργου, ὅπερ ἔδαπανήσαμεν. Δαπανῶντες δὲ τούναντιον θερμότητα δυνάμεθα νὰ ἐκτελέσωμεν διάφορα μηχανικὰ ἔργα, οἷον νὰ ὑψώσωμεν βάρη, νὰ ὑπερικήσωμεν τὴν μεταξὺ τῶν μορίων τῶν στερεῶν σωμάτων ἑλξιν (τῆξις) ἢ καὶ τὴν μεταξὺ τῶν ἀτόμων ἐν τῷ μορίῳ χημικὴν συγγένειαν (ἀποσύνθεσις διὰ τῆς θερμότητος τοῦ ὕδατος εἰς ὀξυγόνον καὶ ὕδρογόνον).

Ἐξηγουμέν τὴν μετατροπὴν ταύτην τῆς θερμότητος εἰς μηχανικὸν ἔργον καὶ τἀνάπαλιν, παραδεχόμενοι ὅτι ἡ θερμότης εἶνε εἰδὸς τι τρομώδους κινήσεως τῶν ἐλαχίστων μορίων τῶν σωμάτων παραγομένης διὰ τῆς δαπάνης μηχανικοῦ ἔργου, οἷον κατὰ τὴν κρούσιν. Ἡ τρομώδης δ' αὕτη κίνησις τῶν μορίων θερμοῦ σώματος, οἷον τοῦ ἀτμοῦ, μεταδιδόμενη ὡς κρούσις εἰς ἄλλο σῶμα, οἷον εἰς τὸν ἐμβολέα τοῦ κυλίνδρου ἀτμομηχανῆς, μετακινεῖ αὐτὸν παράγουσα μηχανικὸν ἔργον, ἐν ᾧ συγχρόνως ἢ ταχύτες τῆς τρομώδους ταύτης κινήσεως τῶν μορίων τοῦ ἀτμοῦ ἐλαττοῦται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ΄.

## ΠΕΡΙ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

215. Ἡ θερμότης διαδίδεται κατὰ δύο τρόπους, α΄) δι' ἀγωγῆς, β΄) δι' ἀκτινοβολίας. Δι' ἀγωγῆς μὲν διαδίδεται ἡ θερμότης, ὅταν μεταβαίη ἀπὸ μέρους εἰς μέρος ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ σώματος ἢ ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα μεθ' οὗ εὐρίσκεται εἰς ἐπαφήν. Δι' ἀκτινοβολίας δὲ, ὅταν μεταβαίη ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα ἐξ ἀποστάσεως καὶ ὅταν μεταξὺ τῶν σωμάτων ὑπάρχη ἢ δὲν ὑπάρχη σταθμητὴ ὕλη. Οὕτως ἔρχεται πρὸς ἡμᾶς ἡ ἡλιακὴ θερμότης ἢ ἡ θερμότης διαπύρων σωμάτων.

## Α΄. ΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

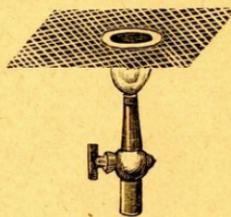
216. Ράβδος μεταλλίνη θερμαινομένη κατὰ τὸ ἓν ἄκρον αὐτῆς μεταδίδει τὴν θερμότητα μέχρι τοῦ ἑτέρου, ἐν ᾧ ράβδος ξυλίνη καὶ πυρουμένη ἰσχυρῶς κατὰ τὸ ἓν ἄκρον μέχρις ἀναφλέξεως δὲν κατορθοῖ νὰ μεταδώσῃ τὴν θερμότητα διὰ τῆς μάζης αὐτῆς οὐδ' εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ πυρουμένου ἄκρου ἀπόστασιν. Ἐνεκα τούτου διήρσαν τὰ σώματα εἰς *καλοὺς ἀγωγοὺς τῆς θερμότητος*, ἧτοι εἰς σώματα ἔχοντα μεγάλην θερμαγωγὸν δύναμιν, οἷα εἶνε πάντα τὰ μέταλλα, καὶ *καχοὺς ἀγωγοὺς τῆς θερμότητος*, ἧτοι εἰς σώματα ἔχοντα ἐλαχίστην θερμαγωγὸν δύναμιν, οἷα τὰ ξύλα, ἡ ὕαλος, τὸ θεῖον, ἡ ρητίνη κτλ. Τὴν διάφορον δὲ θερμαγωγὸν δύναμιν τῶν στερεῶν σωμάτων δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν καὶ ὡς ἐξῆς. Εἰσερχόμενοι εἰς αἶθουσαν ἔχουσαν ταπεινὴν θερμοκρασίαν, οἷον τὴν τοῦ 0°, καὶ πλήρη διαφόρων ἀντικειμένων τῆς αὐτῆς μὲν θερμοκρασίας, διαφόρου δ' ὅμως φύσεως, οἷον τῶν μὲν ἐκ μετάλλου, τῶν δὲ ἐκ μαρμάρου καὶ ἄλλων ἐκ ξύλου, καὶ ἐγγίζοντες διαδοχικῶς τὰ διάφορα ταῦτα σώματα εὐρίσκομεν τὰ μὲν μετάλλινά ψυχρότερα, τὰ μαρμάρινα ἤττον ψυχρὰ καὶ τὰ ξύλινα θερμότερα, καίτοι πάντα ταῦτα τὰ σώματα εὐρίσκονται ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι τὰ μὲν μέταλλα ὡς *καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος* ὑφαρπάζουσι θερμότητα ἐκ τῆς χειρὸς ἡμῶν, ἣν μεταφέρουσιν εἰς τὴν ἑαυτῶν μᾶζαν, τὸ δὲ μάρμαρον ὑφαρπάζει μὲν καὶ αὐτὸ θερμότητα, ἀλλὰ δὲν μεταφέρει αὐτὴν οὕτως εὐχερῶς ὡς τὰ μέταλλα εἰς τὴν ἑαυτοῦ μᾶζαν, ἐν ᾧ τὸ ξύλον μὴ

δυνάμενον εύκόλως νά μεταφέρη θερμότητα εἰς τήν ἑαυτοῦ μάζαν ὄν προσλαμβάνει τοιαύτην ἐκ τῆς ἡμετέρας χειρός καί διὰ τοῦτο φαίνεται ἡμῖν θερμότερον τοῦ μαρμάρου καί τοῦ μετάλλου. Τό ἀντίθετον δέ συμβαίνει, ὅταν τάντικείμενα ταῦτα ἔχωσι τήν αὐτήν μὲν πρὸς ἄλληλα θερμοκρασίαν, ὑπερτέραν ὅμως τῆς τῆς χειρός ἡμῶν, οἷον  $50^{\circ}$  ἢ  $60^{\circ}$ , ὁπότε τὸ μὲν μέταλλον φαίνεται ἡμῖν θερμότερον τοῦ μαρμάρου καί τοῦτο τοῦ ξύλου, διότι τὸ μέταλλον ὡς καλὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος μεταφέρει θερμότητα διὰ τῆς μάζης αὐτοῦ, ἣν μεταδίδει εἰς τήν χεῖρα ἡμῶν, περισσοτέραν ἢ τὸ μάρμαρον, τὸ δὲ ξύλον μὴ δυνάμενον εύκόλως νά μεταφέρη τοιαύτην φαίνεται ἡμῖν ψυχρότερον, καίπερ ἔχον τήν αὐτήν τῶ μετάλλῳ καί μαρμάρῳ θερμοκρασίαν. Ἐκ τούτου λοιπὸν καταφαίνεται ὅτι μεταξὺ τῶν καλῶν καί τῶν κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος ὑπάρχουσιν ἄλλα σώματα, ἅτινα ἔχουσι μείζονα μὲν θερμοαγωγὸν δύναμιν τῆς τοῦ ξύλου, ἐλάσσονα δὲ τῆς τῶν μετάλλων, οἷα εἶνε τὸ μάρμαρον, τὰ διάφορα ὀρυκτὰ καί ἄλλα.

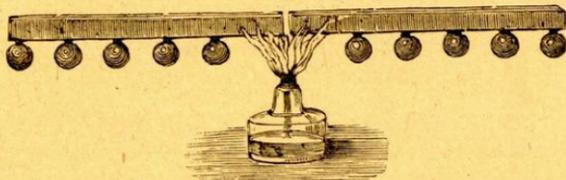
217. Πολλὰ φαινόμενα ἐξηγοῦνται διὰ τῆς διαφόρου θερμοαγωγῶν δυνάμεως τῶν σωμάτων. Οὕτως, ἐὰν καλύψωμεν τήν παλάμην τῆς χειρός ἡμῶν δι' ὀλίγης τέφρας ψυχρᾶς καί ἐπιθέσωμεν διάπυρον ἄνθρακα, δυνάμεθα νά κρατῶμεν αὐτόν ἐπὶ πολὺν χρόνον χωρὶς νά αισθανθῶμεν θερμότητα ἕνεκα τῆς μικρᾶς ἀγωγῆς δυνάμεως τῆς τέφρας. Ἐὰν μεταλλίνην σφαῖραν καλύψωμεν καλῶς διὰ λευκοῦ μεταξωτοῦ ὑφάσματος καί ἐπιθέσωμεν ἐπ' αὐτῆς εἶτα διάπυρον ἄνθρακα, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὑφασμα ὄν καίεται, διότι τὸ μέταλλον ὑφάρπαζει ἀμέσως τήν εἰς τὸ ὑφασμα παρεχομένην θερμότητα. Ὡσαύτως ἐντὸς χαρτίνου κυτίου δυνάμεθα νά τήξωμεν κασσίτερον θερμαίνοντες κάτωθεν διὰ μικρᾶς φλογός χωρὶς ὁ χάρτης νά ἀναφλεχθῆ, διότι ὁ κασσίτερος προσλαμβάνει ἀμέσως τήν θερμότητα, ἣν ἡ φλόξ μεταδίδει εἰς τὸν χάρτην, ὅστις διὰ τὴν ἀναφλεχθῆ ἀπαιτεῖ θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τῶν  $228^{\circ}$ , καθ' ἣν τήκεται ὁ κασσίτερος. Ἐπίσης, ἐὰν εἰς μικρὰν φλόγα εἰσαγάγωμεν ἐλικοειδῆς μεταλλινὸν σύρμα, ἢ φλόξ ἀποσβέννεται, διότι τὸ μεταλλινὸν σύρμα ἀφαιροῦν ταχέως θερμότητα ἐκ τῆς φλογός ψύχει αὐτήν μέχρι θερμοκρασίας κατωτέρας ἐκείνης, ἣτις ἀπαιτεῖται πρὸς ἐξακολούθησιν τῆς φλέξεως.

218. **Ἀσφαλιστικὴ λυχνία τοῦ Davy.** Τὰ πλέγματα τὰ διὰ μεταλλινῶν συρμάτων κατασκευαζόμενα ἕνεκα τῆς θερμοαγωγῆς δυνάμεως αὐτῶν τιθέμενα ἐπὶ μεγάλης φλογός κόπτουσιν αὐτήν

(σχ. 168), διότι τὸ μεταλλίνον πλέγμα φύγει τὰ ἀέρια τῆς φλογός, ὧν ἡ χημικὴ ἔνωσις παράγει θερμότητα. Διὰ τοιούτων δὲ μεταλλίνων πλεγμάτων περιβάλλει ὁ Davy τὴν φλόγα λυχνίας πέριξ καὶ ἄνωθεν, ἄτινα ἐπιτρέπουσι μὲν ἐλευθέραν τὴν εἴσοδον εἰς τὸν πρὸς καῦσιν ἀπαιτούμενον ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα, κωλύουσιν ὅμως τὴν ἐκ τῆς λυχνίας ἐξοδὸν τῆς φλογός. Διὰ τῆς λυχνίας ταύτης ρωτιζονται οἱ ἐργάται τῶν ἀνθρακωρυχείων, ἐντὸς τῶν ὁποίων ἐκλύεται πολλὰκις ἀέριον ἀναφλέξιμον **καταχθόνιον** καλούμενον. Τὸ ἀέριον τοῦτο εἰσδύον μετ' ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος ἐντὸς τοῦ μεταλλίνου πλέγματος τοῦ περιβάλλοντος τὴν φλόγα ἀναφλέγεται μετὰ μικροῦ ψόφου, ἀλλ' ἡ παραγομένη φλοῦξ δὲν δύναται νὰ μεταδοθῆ καὶ εἰς τὸ ἐκτὸς ἀναφλέξιμον ἀέριον ἕνεκα τοῦ μεταλλίνου πλέγματος. Μετὰ τὴν ἀνάφλεξιν μάλιστα τοῦ ἐν τῷ ἐσωτερικῷ χώρῳ τοῦ λυχνοῦ ἀερίου ἢ φλοῦξ αὐτοῦ ἀποσβέννυται. Τότε δὲ οἱ ἐργάται ἐννοοῦσιν ὅτι τὸ καταχθόνιον ἀέριον ἐκλύεται εἰς τὰς σταδὰς τοῦ ἀνθρακωρυχείου καὶ ἀπέρχονται σωζόμενοι ἐκ τοῦ κινδύνου. Ὄταν ὅμως οἱ ἐργάται ἀφαιρῶσι τὸ προφυλακτικὸν πλέγμα, ἐπέρχεται ἰσχυροτάτη ἐκρηξίς ἐκ τῆς ἀναφλέξεως τοῦ καταχθονίου ἀερίου ἐπιφέρουσα τὸν θάνατον μεγάλου ἀριθμοῦ ἐργατῶν πολλὰκις.



Σχ. 168.



Σχ. 169

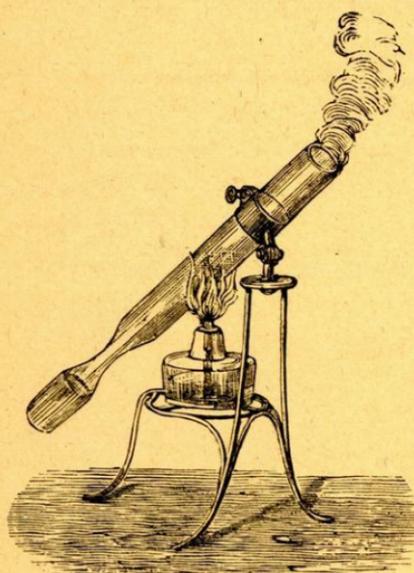
219. Τὰ μέταλλα εἶνε μὲν πάντα, ὡς εἶπομεν, καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος, ἀλλὰ δὲν ἔχουσι πάντα τὴν αὐτὴν θερμοαγωγὸν δύναμιν, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων. Λαμβάνομεν δύο ῥάβδους, τὴν μὲν χαλκῆν, τὴν δὲ σιδηρᾶν (σχ. 169), καὶ προσκολλῶντες κάτωθεν αὐτῶν διὰ κηροῦ μικρὰς σφαίρας ξυλίνας εἰς ἴσας ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις θερμαίνομεν εἴτα τὰς ῥάβδους κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων διὰ τῆς αὐτῆς φλογός λυχνοῦ, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τινὰ χρόνον πίπτουσι πλείονες σφαῖραι ἐκ τῆς χαλκῆς ῥάβδου, ὀλιγώτεραι δ'



ράβδου. Ἡ θερμοκρασία τῶν θερμομέτρων 1,2,3,...7, ὧν τὰ δοχεῖα εἰσάγονται εἰς κοιλώματα τετροπημένα ἐπὶ τῶν ράβδων καὶ πλήρη ὑδραργύρου, βαθμηδὸν ἀνυψοῦται καὶ ἐπὶ τέλους μένει μὲν στάσιμος εἰς ἕκαστον θερμοῦμετρον, ἀλλὰ βαίνει μειουμένη ἀπὸ τοῦ θερμομέτρου 1 πρὸς τὸ θερμοῦμετρον 7. Διὰ τὰ φύχονται δὲ πᾶσαι αἱ ράβδοι ἐξ ἴσου διὰ τε τῆς πρὸς τὰ ἐκτὸς ἀποβολῆς τῆς κτηθείσης θερμότητος καὶ διὰ τῆς μετὰ τοῦ ἀέρος ἐπαφῆς, καλύπτονται διὰ λεπτοτάτου στρώματος ἀργύρου. Οὕτω πειρώμενοι διὰ διαφορῶν οὐσιῶν καὶ σημειοῦντες τὰς θερμοκρασίας τῶν διαφορῶν θερμομέτρων παρατηροῦμεν εἰς ἄλλας μὲν οὐσίας ἀγούσας κακῶς τὴν θερμότητα μεγάλην κατάπτωσιν θερμοκρασίας εἰς μικρὰν ἀπὸ τοῦ θερμαινομένου ἄκρου ἀπόστασιν, εἰς ἄλλας δὲ τὸναντίον ἀγούσας καλῶς τὴν θερμότητα μικρὰν κατάπτωσιν θερμοκρασίας καὶ εἰς μεγάλην ἀπὸ τοῦ ἄκρου ἀπόστασιν. Διὰ τοιούτων πειραμάτων εὐρέθη ἡ θερμοαγωγὸς δύναμις τῶν διαφορῶν μετάλλων, ἧτις παρίσταται διὰ τῶν ἐξῆς σχετικῶν ἀριθμῶν. Ἄργυρος 1000, Χαλκὸς 736, Χρυσὸς 532, Ψευδάργυρος 281, Κασσίτερος 141, Σιδηρὸς 112, Μόλυβδος 85, Λευκόχρυσος 84.

220. **Θερμοαγωγὸν τῶν ὑγρῶν.** Ἐκ πάντων τῶν ὑγρῶν τὴν μείζονα ἀγωγὸν δύναμιν ἔχει ὁ ὑδράργυρος ἕνεκα τῆς μεταλλικῆς αὐτοῦ φύσεως, πάντα δὲ τὰ λοιπὰ ὑγρά εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Καὶ εἶνε μὲν ἀληθές ὅτι, ὅταν κάτωθεν θερμαίνωμεν δοχεῖον τι πλήρες ὕδατος, ἡ θερμότης διανέμεται περίπου ὁμοιομερῶς καθ' ὅλην τὴν μᾶζαν τοῦ ὕδατος καὶ μέχρι τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἀλλὰ τοῦτο δὲν συμβαίνει δι' ἀγωγῆς τῆς θερμότητος, τουτέστι διὰ μεταδόσεως τῆς θερμότητος ἀπὸ μορίου εἰς μόριον, τῶν μορίων τοῦ ὕδατος μενόντων ἀκινήτων, ἀλλὰ δι' ἀναβατικῶν καὶ καταβατικῶν ρευμάτων προσερχομένων, ὡς εἴπομεν (§ 190 σχ. 152), ἐκ τῆς διαστολῆς, ἣν ὑφίστανται θερμαινόμενα τὰ κατώτερα στρώματα τοῦ ὕδατος. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον δυνάμεθα νὰ θερμάνωμεν μέχρι βρασμοῦ ὕδωρ ἐν χαρτίνῳ κυτίῳ, διότι ἡ θερμότης τῆς φλογός, ἣν προσλαμβάνει ὁ χάρτης κάτωθεν, μεταδιδόμενη εἰς τὰ τοῦ πυθμένος τοῦ κυτίου ἀπτόμενα ὑδάτινα μόρια διαστέλλει αὐτά, ἅτινα ἀνερχόμενα μεταφέρουσι τὴν θερμότητα πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν, ἐν ᾗ τὰ ἀνώτερα μόρια ὡς ψυχρότερα καὶ ἐπομένως βαρύτερα κατέρχονται εἰς τὸν πυθμένα, ἔνθα προσλαμβάνουσι καὶ ταῦτα θερμότητα ἐκ τῆς θερμοκρατικῆς πηγῆς. Ὅπως δ' ἀποδείξωμεν πειραματικῶς ὅτι τὸ ὕδωρ εἶνε κακὸς

ἀγωγός τῆς θερμότητος, λαμβάνομεν σωλήνα ὑάλινον (σχ. 172) φέροντα κατὰ τὸν πυθμένα τεμάχιον πάγου καὶ πληροῦμεν αὐτὸν ὕδατος, εἶτα δὲ κλίνοντες αὐτὸν ὀλίγον θερμαίνομεν τὰ ἀνώτερα στρώ-



Σχ. 172.

ματα τοῦ ὕδατος διὰ τῆς φλογὸς λύχου οἰνοπνεύματος. Μετ' ὀλίγον τὸ ὕδωρ βράζει κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν καὶ δυνάμεθα νὰ παρατείνωμεν τὸν βρασμὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον, ἐν ᾧ ὁ πάγος εἰς τὸν πυθμένα δὲν τήκεται. Ἀντὶ πάγου δυνάμεθα νὰ ἐμβαπτίσωμεν ἐν τῷ ὕδατι μικρὸν θερμόμετρον εἰς τὸν πυθμένα τοῦ σωλήνος, ὅπερ καὶ μετὰ παρατεταμένον βρασμὸν τοῦ ὕδατος δὲν δεικνύει ὑψωσιν θερμοκρασίας. Ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι, ὅταν τὰ μέρη τοῦ ὕδατος εὐρίσκονται εἰς ἀκίνησιαν, πολὺ δυσκόλως μεταφέρουσι τὴν θερμότητα.

## 221. Θερμαγωγὸν τῶν

**ἀερίων.** Τὰ ἀέρια ὡσαύτως εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Καὶ διανέμεται μὲν ὁμοιομερῶς καθ' ὅλα τὰ μέρη αἰθούσης ἢ θερμότης, ὅταν εἰς τι μέρος αὐτῆς ὑπάρχη θερμαντικὴ πηγὴ, ἀλλὰ τοῦτο συμβαίνει οὐχὶ δι' ἀγωγῆς τῆς θερμότητος, ἀλλὰ δι' ἐκπομπῆς θερμαντικῶν ἀκτίνων καὶ διὰ ρευμάτων, ἅτινα παράγονται περὶ τὴν θερμαντικὴν πηγὴν· τούτέστιν ὁ ἀήρ ὁ περιβάλλων τὴν θερμαντικὴν πηγὴν θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀντικαθίσταται δὲ ὑπ' ἄλλου ἀέρος ψυχροτέρου, ὅστις θερμαινόμενος ἐπίσης φέρεται πρὸς τὰ ἄνω, οὕτω δὲ παράγονται ἐντὸς τῆς αἰθούσης ρεύματα ἀέρος μεταφέροντα τὴν θερμότητα εἰς ὅλα τὰ μέρη αὐτῆς. Διὰ νὰ καταδειξώμεν λοιπὸν ὅτι ὁ ἀήρ εἶνε κακὸς ἀγωγός τῆς θερμότητος, ὀφείλομεν νὰ θέσωμεν αὐτὸν εἰς ἀκίνησιαν, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται διὰ νηματωδῶν οὐσιῶν, ὁποῖαι εἶνε ὁ βάμβαξ, τὸ ἔριον, τὰ πτίλα, ἢ καὶ ἄλλων, οἷα εἶνε τὰ ἄχυρα, τὰ ρινήματα τοῦ ξύλου, ἅτινα τὸν ἐν ἑαυτοῖς ὑπάρχοντα ἀέρα ἐμποδίζουσι νὰ κινήθῃ, ὅποτε ἀποδεικνύεται κακὸς ἀγω-

γός τῆς θερμότητος. Οὕτως ἐὰν λάβωμεν δύο ὁμοίως ὑαλίνας σφαίρας καὶ τὴν μὲν μίαν πληρώσωμεν βάμβακος, ἐνθέσαντες δ' εἰς ἀμφοτέρας θερμόμετρα ἐμβαπτίσωμεν αὐτάς ἐντὸς ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ θερμόμετρον τῆς μὲν ἄνευ βάμβακος σφαίρας ταχέως ἀνυψοῦται, τῆς δὲ μετὰ βάμβακος μένει σχεδὸν στάσιμον ἐπὶ πολὺν χρόνον, διότι εἰς μὲν τὴν πρώτην σφαῖραν παράγονται ρεύματα ἀέρος μεταφέροντα θερμότητα ἐκ τῶν θερμῶν τοιχωμάτων αὐτῆς πρὸς τὸ θερμόμετρον, ἐν ᾧ εἰς τὴν ἑτέραν τοιαῦτα ρεύματα δὲν δύνανται νὰ παραχθῶσιν ἕνεκα τῶν νηματίων τοῦ βάμβακος, ἅτινα παρακωλύουσι τὴν κίνησιν τῶν ἀερίων μορίων. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι τὰ ἐκ βάμβακος ὑφάσματα, τὰ ἐξ ἐρίου ἐνδύματα ἡμῶν εἶνε ὡς κοινῶς λέγομεν θερμά, ἤτοι διατηροῦσι τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν, κυρίως ἕνεκα τοῦ ἐμπεριεχομένου ἐν ἀκίνησις ἀέρος, ὅστις ὢν κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος ἐμποδίζει τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν νὰ ἐξέλθῃ. Προτιμότερον λοιπὸν εἶνε νὰ ἐνδύωμεθα διὰ πολλῶν καὶ ἐλαφρῶν ἐνδυμάτων ἢ δι' ἐνὸς βαρέος καὶ ἰσοβαροῦς πρὸς ὅλα ὁμοῦ, διότι μετὰ τῶν πολλῶν ἐνδυμάτων παρεντιθέμενα λεπτὰ στρώματα ἀέρος ὡς πλείοτερα τὸν ἀριθμὸν διατηροῦσι μᾶλλον τὴν θερμότητα τοῦ σώματος ἡμῶν. Ὡς δὲ αἱ οὐσίαι αὗται ἐμποδίζουσι τὴν ἐσωτερικὴν θερμότητα νὰ ἐξέλθῃ, οὕτω δὲν ἀφίνουσι καὶ τὴν ἐξωτερικὴν νὰ εἰσέλθῃ. Ἐπομένως θέλοντες νὰ διατηρήσωμεν ἐν δοχείῳ ζέον ὕδωρ θερμὸν ἐπὶ πολὺν χρόνον, ὀφείλομεν νὰ περιβάλλωμεν αὐτὸ διὰ βαμβακίνου ἢ κάλλιον δι' ἐριούχου ὑφάσματος ἢ καὶ διὰ ῤινημάτων ξύλου ἢ δι' ἀχύρων. Διὰ τῶν αὐτῶν οὐσιῶν περιβαλλόμενος ὁ πάγος διατηρεῖται ἄτηκτος ἐπὶ πολὺν χρόνον καὶ ἐν ὥρᾳ θέρους.

#### Β'. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

222. Ὁ ἥλιος, τὰ διάπυρα σώματα καὶ πάντα ἀνεξαιρέτως τὰ σώματα καὶ ἐκεῖνα ὅσα φαίνονται ἡμῖν ψυχρότατα, οἷον ὁ πάγος, ἐκπέμπουσι θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας, ἥτις καλεῖται *ἀκτινοβόλος θερμότης*. Οὕτως ἔρχεται εἰς τὴν γῆν ἡ θερμότης τοῦ ἡλίου καὶ οὕτω θερμαίνουσιν ἡμᾶς ἐξ ἀποστάσεως οἱ ἐν πυραύλῳ διάπυροι ἄνθρακες. Ἐὰν δ' ἐντὸς αἰθούσης εἰσαχθῇ διάπυρος μεταλλίνη σφαῖρα, αὕτη μὲν ψύχεται, τὰ δὲ πέριξ σώματα θερμαίνονται, διότι ἡ μὲν σφαῖρα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ περὶ αὐτὴν σώματα θερμότητα πλείονα ἐκεῖνης, ἣν ἐξ αὐτῶν δέχεται, τὸναντίον δὲ ταῦτα δέχονται

ἐκ τῆς σφαίρας θερμότητα περισσοτέραν ἐκείνης, ἣν ἐκπέμπουσι μέχρις ὅτου καὶ ἡ σφαῖρα καὶ τὰ σώματα λάβωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὅποτε ἡ ἀκτινοβολία δὲν παύεται μὲν, ἀλλὰ ἕκαστον σῶμα ἐκπέμπει δι' ἀκτινοβολίας πρὸς τὰ λοιπὰ τὸσαύτην θερμότητα, ὅσην παρ' αὐτῶν δέχεται καὶ ἔνεκα τούτου ἡ θερμοκρασία αὐτῶν παραμένει πλέον σταθερά. Ἡ ἀνταλλαγὴ αὕτη τῆς θερμότητος καλεῖται *κινητὴ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας*. Καὶ αὐτὰ δὲ τὰ ψυχρότατα τῶν σωμάτων ἐκπέμπουσι θερμαντικὰς ἀκτῖνας. Οὕτως ἰστάμενοι πλησίον ψυχροῦ τοίχου ἢ στήλης ἐκ πάγου αἰσθανόμεθα ψῦχος, οὐχὶ διότι ὁ πάγος ἐκπέμπει ψυχρὰς ἀκτῖνας, ὅποια δὲν ὑπάρχουσιν, ἀλλὰ διότι τὸ σῶμα ἡμῶν ἐκπέμπει πρὸς τὸν πάγον θερμότητα δι' ἀκτινοβολίας πολλῶ μείζονα ἐκείνης, ἣν παρ' αὐτοῦ δέχεται.

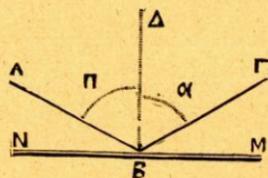
223. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης διαδίδεται ὡς καὶ τὸ φῶς κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις καὶ εὐθυγράμμως, ἐὰν τὸ περιέχον, ὅπερ διαπερᾶ, εἶνε ὁμοιομερές· ἄλλως μεταβάλλει πορείαν, ἥτοι θλάται κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους, καθ' οὓς θλάται καὶ τὸ φῶς, περὶ ὧν πραγματευόμεθα ἐν τῇ Ὀπτικῇ. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης ὡς καὶ τὸ φῶς διαδίδεται καὶ διὰ τοῦ κενοῦ, ὡς ἀποδεικνύει ἡ ἡλιακὴ θερμότης, ἥτις φθάνει μέχρι τῆς Γῆς διανύουσα τὸ μεταξὺ Ἡλίου καὶ Γῆς κενὸν διάστημα, τουτέστι τὸ μὴ ἐμπεριέχον σταθμητὴν ὕλην, ἀλλὰ πεπληρωμένον ὕλης ἀσταθμητοῦ, ἥτις καλεῖται *αἰθήρ*. Ὁ αἰθήρ οὗτος εὕρισκόμενος καὶ μεταξὺ τῶν μορίων πάντων τῶν σωμάτων, οἷον τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, τοῦ ὕδατος, τῆς ὑάλου, χρησιμεύει ὡς ὄχημα τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος τῆς διὰ τῶν σωμάτων διερχομένης καὶ οὐχὶ αὐτὰ ταῦτα τὰ μόρια τοῦ σώματος. Οὕτως ἡ ἡλιακὴ θερμότης διερχομένη διὰ τῆς ἀτμοσφαιρας διαδίδεται οὐχὶ διὰ τῶν μορίων τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ τοῦ μεταξὺ αὐτῶν ὑπάρχοντος αἰθέρος. Τοῦτο δὲ ἀριδῶλως ἀποδεικνύει καὶ τὸ πείραμα τοῦ Tyndall, ὅστις κατασκευάσας ἀμφίκυρτον φακὸν ἐκ πάγου καὶ ἐκθέσας αὐτὸν εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἠδυνήθη νὰ συγκεντρώσῃ εἰς τὴν ἐστίαν αὐτοῦ τὸσαύτην θερμότητα, ὥστε ἀνέφλεξεν εὐφλέκτους ὕλας καὶ ἔτηξε διάφορα μέταλλα.

224. **Ἰσχὺς τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος.** Ἡ ἰσχὺς τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος, ἥτοι τὸ ποσὸν τῆς θερμότητος, ὅπερ σῶμα τι δέχεται ἐκ θερμαντικῆς πηγῆς, οἷον ἐκ διαπύρου σφαίρας, μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως· τουτέστιν ἐὰν τὸ σῶμα τεθῇ εἰς ἀποστάσεις ἀπὸ τῆς διαπύρου σφαίρας

Ίσας πρὸς 1, 2, 3, μέτρα, τὰ ποσὰ τῆς θερμότητος, ἄπερ ἐκ ταύτης δέχεται εἰς τὰς διαφόρους ταύτας ἀποστάσεις, βαίνουσιν ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{9}$ , ἤτοι εἰς διπλασίαν ἀπὸ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς ἀπόστασιν δέχεται τις τετράκις ὀλιγωτέραν θερμότητα, εἰς τριπλασίαν ἐνάκις ὀλιγωτέραν κτλ. Ἡ ἰσχὺς τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος μεταβάλλεται ὡσαύτως μετὰ τῆς πλαγιότητος τῶν ἀκτίνων, αἵτινες προσπίπτουσιν ἐπὶ τινα ἐπιφάνειαν. Οὕτως αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσαι καθέτως ἐπὶ τινα ἐπιφάνειαν θερμαίνουσιν αὐτὴν μᾶλλον ἢ ὅταν προσπίπτουσιν ἐπ' αὐτὴν πλαγίως. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ἐν τῇ πρώτῃ περιπτώσει ἢ αὐτῇ ἐπιφάνειᾳ δέχεται μείζονα ἀριθμὸν ἡλιακῶν ἀκτίνων, ἐν δὲ τῇ δευτέρᾳ ἐλάσσονα. Εἰς τοῦτο δ' ὀφείλεται κυρίως καὶ ἡ ἰσχυροτέρα θέρμανσις τοῦ ἐδάφους καὶ ἐπομένως καὶ τοῦ ἀέρος ἐν ὥρᾳ θέρους καὶ ἡ ἐλάσσω ἐν ὥρᾳ χειμῶνος, διότι κατὰ μὲν τὸ θέρος ὁ ἥλιος ὑψύεται ἐν ὥρᾳ μεσημβρίας ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες σχηματίζουσι μετὰ τοῦ ἐδάφους γωνίαν πλησιάζουσαν πρὸς τὴν ὀρθήν, περισσότερον μὲν εἰς τὰς περὶ τὸν ἰσημερινὸν χώρας, ὀλιγώτερον δὲ εἰς τὰς πρὸς τοὺς πόλους, ἐν ᾧ κατὰ τὸν χειμῶνα ἡ γωνία αὕτη εἶνε πολὺ μικροτέρα τῆς ὀρθῆς. Σημειωτέον ὅμως ὅτι ἡ ἐν ὥρᾳ θέρους ὑψηλοτέρα θερμοκρασία τοῦ ἐδάφους καὶ τοῦ ἀέρος δὲν ὀφείλεται μόνον εἰς τὴν ὑπὸ μείζονα γωνίαν πρόσπτωσιν τῶν ἀκτίνων, ἀλλὰ καὶ εἰς ἄλλας αἰτίας, ὅσον εἰς τὸ μείζον μέγεθος τῆς ἡμέρας, ἕνεκα τοῦ ὁποῦ οὗ ὁ ἥλιος θερμαίνει τὸ ἔδαφος ἐπὶ περισσότερον χρόνον.

### 225. Ἀνάκλασις τῆς θερμότητος. Δέσμη AB (σχ.173)

Θερμαντικῶν ἀκτίνων προσπίπτουσα ἐπὶ ἐπιφάνειαν NM λείαν καὶ στιλπνὴν ἀνακλᾶται, τουτέστι λαμβάνει τοιαύτην διεύθυνσιν ΒΓ, ἥτις μετὰ τῆς καθέτου ΔΒ σχηματίζει γωνίαν  $\alpha$  ἴσην τῇ γωνίᾳ  $\pi$ , ἣν ἡ προσπίπτουσα δέσμη AB σχηματίζει μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου. Ἡ προσπίπτουσα δὲ καὶ ἡ ἀνακλωμένη δέσμη κεῖνται ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὴν ἀνακλωσαν ἐπιφάνειαν. Ἡ ἀκτινοβόλος δὲ θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ σῶμά τι διανέμεται εἰς τὰ ἐξῆς μέρη· μέρος μὲν αὐτῆς ἀνακλᾶται κανονικῶς, μέρος δὲ διασκοδάννυται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, μέρος δ' ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ σώματος καὶ μέρος διέρχεται ἀκωλύτως δι' αὐτοῦ. Καὶ ἡ μὲν ἀνακλαστικὴ δύναμις τῶν σωμάτων εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ μᾶλλον τὸ



Σχ. 173.

σῶμα παρουσιάζει ἐπιφάνειαν λείαν καὶ στιλπνήν. Οὕτως ἐὰν πλάξῃ ἀργυρᾶ σφυρηλατηθεῖσα καλῶς λεανθῆ, ἀνακλᾷ τὸ πλεῖστον τῆς ἐφ' αὐτὴν προσπίπτουσας ἀκτινοβόλου θερμότητος. Ἐὰν ὅμως ἡ ἐπιφάνεια τῆς πλακῆς εἶνε τραχεῖα καὶ μὴ στιλπνή, τότε ἡ ἐπ' αὐτὴν προσπίπτουσα ἀκτινοβόλος θερμότης διασκεδάννυται ἐν μέρει καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

**226. Ἀπορροφητικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων.** Πολλὰ σώματα ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ ἀπορροφῶσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ποσότητα τῆς ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῶν προσπίπτουσας θερμότητος. Καὶ μείζονα μὲν ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἔχουσι τὰ σώματα τὰ κεκαλυμμένα δι' αἰθάλης, ἐλάσσονα δὲ τὰ μεταλλικὰ σώματα τὰ λείαν καὶ στιλπνήν ἐπιφάνειαν ἔχοντα. Οὕτως ἐὰν λάβωμεν δύο ἐντελῶς ὅμοια μετάλλινα δοχεῖα περιέχοντα τὸ αὐτὸ ποσὸν ὕδατος ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἀλλὰ τοῦ μὲν ἐνός ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια νὰ εἶνε κεκαλυμμένη δι' αἰθάλης, τοῦ δ' ἑτέρου λεία καὶ στιλπνὴ καὶ θερμάνωμεν ἀμφοτέρα διὰ τῆς αὐτῆς θερμαντικῆς πηγῆς, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ θερμαίνεται ταχύτερον, διότι ἡ μὲν ἠθαλωμένη ἐπιφάνεια ἀπορροφᾷ μείζονα θερμότητα, ἡ δὲ λεία καὶ στιλπνὴ ἀνακλᾷ ταύτην. Τὰ σώματα τὰ ἔχοντα λευκὴν ἐπιφάνειαν ἔχουσι ἐλάσσονα ἀπορροφητικὴν δύναμιν ἢ τὰ μέλανα. Διὰ τοῦτο ἐὰν ἐκτεθῶμεν ἐν ὥρᾳ θέρους εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας φοροῦντες λευκὰ ἐνδύματα, αἰσθανόμεθα ὀλιγώτερον τὴν ἐπίδρασιν αὐτῶν ἢ ἂν ἐφοροῦμεν μέλανα. Ἡ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους χιὼν καλυπτομένη εἰς τι μέρος αὐτῆς διὰ μέλανος ὑφάσματος ἢ ἐπιπασσομένη διὰ κόνειος ἀνθράκων ἢ καὶ διὰ χρώματος καὶ ὑποκειμένη εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτῖνων τήκεται ταχύτερον κατὰ τὸ μέρος τοῦτο ἕνεκα τῆς μείζονος ἀπορροφήσεως τῶν ἡλιακῶν ἀκτῖνων. Ὁ κονιορτός, ἡ ἄμμος ἔχουσι ἐπίσης μεγάλην ἀπορροφητικὴν δύναμιν. Ἐὰν δ' ἐνθέσῃ τις ἐν ὥρᾳ θέρους ἐν τῷ κονιορτῷ τοῦ ἐδάφους θερμόμετρον, τοῦτο δεικνύει θερμοκρασίαν πολὺ ὑπερτέραν τῆς τοῦ ὑπερκειμένου ἀέρος. Ἐὰν δ' ἐν τῷ ἀέρι αἰωρῆται κόνις, αὕτη ἀπορροφῶσα ἡλιακὴν θερμότητα θερμαίνει καὶ τὸν ἀέρα.

**227. Ἀφειτικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων.** Τὰ σώματα, ἅτινα εὐχερέστερον ἀπορροφῶσι τὴν ἐφ' αὐτὰ προσπίπτουσαν ἀκτινοβόλον θερμότητα, εὐχερέστερον ἐπίσης ἀφίνουσι νὰ ἐξέλθῃ ἡ ἐντὸς αὐτῶν ἀποταμιευθεῖσα θερμότης καὶ ἐπομένως τὴν

μείζονα ἀφετικήν δύναμιν ἔχουσι τὰ σώματα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε ἠθαλωμένη, ἐλάσσονα δ' ἐκεῖνα, ὧν ἡ ἐπιφάνεια εἶνε λεία καὶ στιλπνή. Οὕτως ἐὰν εἰς δύο ὅμοια μετάλλινα δοχεῖα, ὧν τὸ μὲν ἐν εἶνε ἐξωτερικῶς ἠθαλωμένον, τὸ δὲ ἕτερον λείον καὶ στιλπνόν, ἐγγύσωμεν τὸ αὐτὸ ποσὸν ζέοντος ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι εἰς τὸ πρῶτον τὸ ὕδωρ ψύχεται ταχύτερον ἢ εἰς τὸ δεύτερον ἕνεκα τῆς μείζονος ἀφετικής δυνάμεως τῆς αἰθάλης. Διὰ τοῦτο ὅταν θέλωμεν νὰ διατηρήσωμεν θερμὸν ὕδωρ ἐπὶ πολὺν χρόνον ἐν μεταλλίῳ ἀγγεῖῳ, πρέπει τὸ ἀγγεῖον ἐξωτερικῶς νὰ εἶνε ὅσον ἕνεστι λειότερον καὶ στιλπνότερον. Τὴν ἐφαρμογὴν δὲ τούτων καθ' ἐκάστην βλέπομεν ἐν τῇ οἰκιακῇ οἰκονομίᾳ. Ὡσαύτως ἡ διάφορος ἀφετικὴ δύναμις τῶν σωμάτων καταδεικνύεται καὶ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὸ ὑπαίθρον ἐν νυκτὶ ἀνεφέλῳ πρὸ πάντων τοῦ ἕαρος ἢ τοῦ φθινοπώρου τρεῖς ὁμοίας μεταλλίνας πλάκας, ὧν τὴν μὲν πρώτην ἐκαλύψαμεν καλῶς δι' αἰθάλης, τὴν δὲ δευτέραν διὰ λευκοῦ φύλλου χάρτου καὶ τὴν τρίτην κατεστήσαμεν λείαν καὶ στιλπνοτάτην, παρατηροῦμεν πολλάκις τὴν πρώτην ὅτι ἡ μὲν πρώτη ἐκαλύφθη διὰ μεγάλων σταγόνων δρόσου, ἡ δευτέρα διὰ μικροτέρων καὶ ἡ τρίτη ἢ στίλβουσα δι' ἐλαχίστων. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τῆς διαφορῆς ἀφετικής δυνάμεως τῶν διαφορῶν τούτων σωμάτων, ἕνεκα τῆς ὁποίας περισσότερον μὲν ψύχεται ὁ ἀήρ ὁ ὑπερκείμενος τῆς ἠθαλωμένης πλακός, ὀλιγώτερον δὲ ὁ ὑπερκείμενος τῆς λείας πλακός, ὁ δὲ ὕδρατμός μὴ δυνάμενος νὰ παραμείνῃ διαλυμένος ἐν τῷ οὕτω ψυχρομένῳ διηνεκῶς ἀέρι ὑγροποιεῖται καὶ ἐπικάθηται ἐπὶ τῶν διαφορῶν σωμάτων.

## 228. Θερμοπερατὸν ἢ θερμοδιαβατὸν τῶν σωμάτων.

Θερμοπερατὰ ἢ θερμοδιαβατὰ σώματα καλοῦνται ἐκεῖνα, δι' ὧν διέρχεται ἀκωλύτως ἡ ἀκτινοβολία θερμότητος, ὡς διὰ τῶν διαφανῶν τὸ φῶς. Δὲν πρέπει δὲ νὰ συγχέωμεν τὴν θερμοαγωγὸν δύναμιν τῶν σωμάτων πρὸς τὸ θερμοπερατὸν αὐτῶν, διότι ἐν μὲν τοῖς σώμασιν, ἅτινα εἶνε καλοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος, αὕτη διαδίδεται δι' αὐτῶν τούτων τῶν μορίων τοῦ σώματος, ἅτινα τούτου ἕνεκα θερμαίνονται, ἐν ᾧ τούτωναντίον ἐν τοῖς θερμοπερατοῖς ἡ θερμότης διαδίδεται οὐχὶ διὰ τῶν μορίων τοῦ σώματος, ἀλλὰ διὰ τοῦ αἰθέρος τοῦ μεταξὺ τῶν μορίων ὑπάρχοντος, καὶ τούτου ἕνεκα τὰ θερμοπερατὰ σώματα ἢ οὐδόλως ἢ ἐλάχιστα θερμαίνονται. Π. χ. ὁ ξηρὸς ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, οἷος εἶνε ὁ τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαιρας, εἶνε λίαν θερμοπερατὸς

καὶ διὰ τοῦτο ἡ ἡλιακὴ θερμότης διαπερῶσα τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ἐλάχιστον θερμαίνει αὐτά, ἅτινα ἕνεκα τούτου καὶ ἐν ὥρᾳ θέρους ἔχουσι ταπεινοτάτην θερμοκρασίαν. Τουναντίον σῶμα μὴ θερμοπερατὸν εἶνε τὸ ὕδωρ ἐν οἰκλήποτε καταστάσει εὐρισκόμενον. Οὕτως ἡ ἡλιακὴ θερμότης προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης δὲν δύναται νὰ κατεισδύσῃ μέχρι τοῦ πυθμένος αὐτῆς, ἀλλ' ἀπορροφᾶται ὑπὸ τοῦ ἀνωτέρου στρώματος, ὅπερ τούτου ἕνεκα καθίσταται θερμότερον τοῦ βαθύτερον κειμένου.

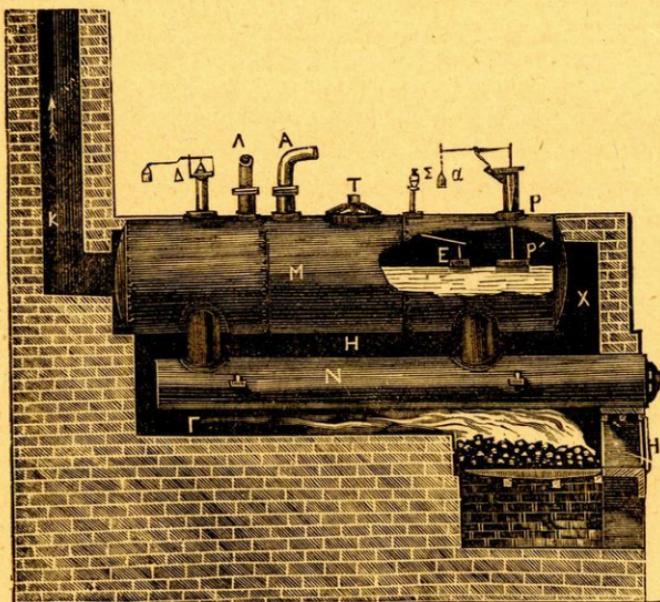
229. Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης, ἣν τὰ διάφορα σώματα ἐκπέμπουσι, καλεῖται *φωτεινὴ* μὲν, ἐὰν τὸ ἐκπέμπον αὐτὴν σῶμα φωτοβολῆ, οἷον διάπυροι ἄνθρακες· τουναντίον δὲ *σκοτεινὴ*, ὅταν τὸ ἐκπέμπον αὐτὴν σῶμα δὲν φωτοβολῆ, οἷον δοχεῖον πλήρες ζέοντος ὕδατος. Τινὰ σώματα, οἷον τὸ ὄρυκτόν ἄλας, εἶνε ἐπίσης θερμοπερατὰ καὶ εἰς τὴν φωτεινὴν καὶ εἰς τὴν σκοτεινὴν θερμότητα, ἐν ᾧ ἄλλα, οἷον ἡ ὕαλος, εἶνε μὲν θερμοπερατὰ εἰς τὴν φωτεινὴν, οὐχὶ δὲ καὶ εἰς τὴν σκοτεινὴν θερμότητα. Διὰ τοῦτο οἱ γεωργοὶ εἰς τὰ ψυχρὰ κλίματα καλύπτουσι τὰ φυτὰ αὐτῶν δι' ἐνός ἢ καὶ δύο ὑαλίνων κωδῶνων, δι' ὧν εἰσδύει μὲν ὀπωσσοῦν ἐλευθέρως ἡ φωτεινὴ ἡλιακὴ θερμότης, ἀλλ' εἰσδύσασα καὶ μεταβληθεῖσα εἰς σκοτεινὴν δυσχερῶς ἐξέρχεται καὶ οὕτως ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀέρος εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τῆς ἐξωτερικῆς. Αὐτὸ τοῦτο ἐφαρμόζουσι καὶ εἰς τὰ θερμοκήπια, ἅτινα εἶνε παρατήγματα ὑαλόφρακτα, ἐντὸς τῶν ὁποίων τίθενται φυτὰ ἐν ὥρᾳ χειμῶνος. Ἡ ἐντὸς τῶν θερμοκηπίων τούτων θερμοκρασία τοῦ ἀέρος εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τῆς ἐξωτερικῆς, διότι ἡ διὰ τῶν ὑάλων εἰσδύουσα ἡλιακὴ θερμότης ἀποταμιεύεται διηνεκῶς ἐντὸς τοῦ θερμοκηπίου. Τέλος ὑπάρχουσι καὶ ἄλλα σώματα, ἅτινα εἶνε θερμοπερατὰ εἰς τὴν σκοτεινὴν, οὐχὶ δὲ καὶ εἰς τὴν φωτεινὴν θερμότητα. Οὕτως ἐὰν σφαιραν ὑαλίνην πληρῶσωμεν διαλύματος ἰωδίου ἐν θειούχῳ ἄνθρακι, ἥτοι σώματος ὅλως ἀδιαφανοῦς, καὶ ἐκθέσωμεν τὴν σφαιραν ταύτην εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας, δυνάμεθα ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους ν' ἀναφλέξωμεν ἀγαρικόν. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ ἄλλα σώματα, ἅτινα οὔτε εἰς τὴν φωτεινὴν οὔτε εἰς τὴν σκοτεινὴν θερμότητα εἶνε θερμοπερατὰ, ὡς μετάλλιναι πλάκες κ.τ.λ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'.

## ΠΕΡΙ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ.

230. Καλοῦνται ἀτμομηχαναὶ ἐκεῖναι τῶν μηχανῶν, εἰς ἃς κινητήριος δύναμις εἶνε ἡ ἐλαστικότης τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος. Τὴν ἀτμομηχανὴν ἐπενόησε μὲν ὁ Papin (1690) ἐτελειοποίησε δὲ ὡς ἔχει σχεδὸν σήμερον ὁ Watt (1736—1819). Σὺγκριταὶ δὲ πᾶσα ἀτμομηχανὴ ἐκ τριῶν ἰδίως μερῶν.

α'). Ἐκ τοῦ ἀτμογόνου λέβητος, ἐν ᾧ τὸ ὕδωρ τῆς ἐνεργείας τῆς θερμότητος μετατρέπεται εἰς ἀτμόν.



Σχ. 174.

β'). Ἐκ τοῦ κυλίνδρου, ἐν ᾧ διοχετευόμενος ὁ ἀτμὸς κινεῖ εὐθυγράμμως τὸν ἐν αὐτῷ ἐμβολέα καὶ

γ'). Ἐκ μηχανισμοῦ, δι' οὗ ὁ εὐθυγράμμως καὶ παλινδρομικῶς κινούμενος ἐμβολεὺς θέτει εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τὸν ἄξονα τῆς μηχανῆς καὶ δι' αὐτοῦ ποικίλα μηχανήματα.

231. **Ἀτμογόνος λέβης.** Εἰς ἐκ τῶν συνήθων λεβήτων εἶνε ὁ μετὰ βραστήρων (σχ. 174) συγχείμενος ἐξ ὀριζοντίου σιδηροῦ κοίλου κυλίνδρου M, κλειστοῦ ἐκατέρωθεν καὶ συγκοινωνούντος κάτωθεν διὰ σωλῆνων μετὰ δύο ἄλλων κοίλων κυλίνδρων N κελουμένων βραστήρων, πεπληρωμένων ὕδατος καὶ δεχομένων τὴν ἄμεσον ἐπίδρασιν τῶν κάτωθι ἐπὶ ἐσχάρας εὕρισκομένων δια-

πύρων ἀνθράκων. Ὁ ἄνωθεν μείζων κύλινδρος μέχρι τοῦ μέσου μὲν ἐμπεριέχει ὕδωρ, κατὰ τὸ ἀνώτερον δὲ μέρος πληροῦται διὰ τῆς ἐξαερώσεως τοῦ ὕδατος ἀτμῶν, οὔτινες διοχετεύονται διὰ τοῦ σωλήνος  $A$  εἰς τὸν κύλινδρον τῆς ἀτμομηχανῆς. Αἱ φλόγες τῆς ἐστίης καὶ τὰ ἐκ τῆς καύσεως προερχόμενα θερμὰ ἀέρια ἠναγκασμένα ὄντα διὰ διαφραγμάτων  $\nu$  ἀκολουθήσωσι τὴν πορείαν  $ΓΗΧΚ$ , λείγοντα κατὰ πρῶτον τὰ κατώτερα τοιχώματα τῶν βραστήρων  $N$  εἶτα τὰ ἀνώτερα τῶν βραστήρων καὶ τὰ κατώτερα τοῦ ἰδίου λέβητος  $M$  καὶ τέλος τὰ πλάγια τοιχώματα τοῦ λέβητος ἐξέρχονται διὰ τῆς καπνοδόχου  $K$  εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

232. Ἐπὶ τοῦ λέβητος στερεοῦνται αἱ ἐξῆς συσκευαί.

α'). Μετάλλινον μανόμετρον (σχ. 118 § 141 γ') δεικνύον διηνεκῶς τὴν ἐλαστικότητα τῶν ἐν τῷ λέβητι ἀτμῶν.

β'). Συσκευαί, αἵτινες δεικνύουσι τὸ ὕψος τῆς ἐλευθερᾶς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῷ λέβητι. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύει σωλὴν ὑάλινος κατακόρυφος εἰς τὸ πρόσθιον μέρος τοῦ λέβητος ἐστερεωμένος, ὅστις διὰ τοῦ κατωτέρου μὲν πέρατος αὐτοῦ συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐν τῷ λέβητι ὕδατος, διὰ τοῦ ἀνωτέρου δὲ μετὰ τοῦ ἐν αὐτῷ ἀτμοῦ. Τὸ ὕδωρ ἐν τε τῷ λέβητι καὶ τῷ σωλῆνι παραμένει διηνεκῶς εἰς τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον. Δευτέρα τις συσκευή  $PP'$  πρὸς τὸν αὐτὸν σκοπὸν χρησιμεύουσα ἀποτελεῖται ἐκ μικροῦ ὀριζοντίου μοχλοῦ, ἐκ τοῦ ἐνὸς πέρατος τοῦ ὁποίου κρέματα δι' ἀλύσεως καὶ μεταλλίνου στελέχους ὀρθογώνιος λίθος  $P'$ , ὅστις ἰσορροπούμενος διὰ τοῦ ἐκ τοῦ ἐτέρου πέρατος τοῦ μοχλοῦ κρεμαμένου βάρους  $a$  καὶ διὰ τῆς ἀνώσεως τοῦ ὕδατος ἐπιπολάζει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, οὕτως ὥστε κατερχομένης ἢ ἀνερχομένης τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐν τῷ λέβητι τὸ βᾶρος  $a$  ἀνέρχεται ἢ κατέρχεται. Ἐπειδὴ δέ, ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐν τῷ λέβητι ὕδατος ὑπερμέτρως κατέλθῃ καὶ εἰσαχθῇ αἰφνιδίως ὕδωρ εἰς τὸν λέβητα, τοῦτο ἐρχόμενον εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν διαπύρων τοιχωμάτων τοῦ λέβητος θέλει ἐξαερωθῆ βιαίωτα καὶ θέλει ἐπενέγκῃ τὴν ἔκρηξιν αὐτοῦ, στερεοῦται ἐπὶ τοῦ λέβητος σῦριγγ  $\Sigma$  συρίττουσα ὀξύτατα, εὐθὺς ὡς ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος κατέλθῃ καὶ ἐπ' ἐλάχιστον κάτωθεν τοῦ κανονικοῦ αὐτῆς ὕψους. Πρὸς τοῦτο ἡ σῦριγγ αὕτη φέρεται ἐπὶ σωλήνος, οὔτινος ὁ πόρος κλείεται διὰ βαλβίδος, ἣν διὰ μοχλοῦ πιέζει ἐπὶ τῆς κατωτέρας ὀπῆς τοῦ σωλήνος ὁ πλωτῆρ  $B$ , ὅστις πολὺ ἐλαφρότερος ὢν τοῦ ὕδατος ἐπιπολάζει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, οὕτως ὥστε, ἐὰν αὕτη ὑπερμέτρως κατέλθῃ, ἡ ὀπῆ τοῦ σωλήνος ἀνοίγεται καὶ ὁ ἀτμὸς βιαίως ἐξερχόμενος καὶ διὰ τῆς σύριγγος διερχόμενος παράγει ὀξύτατον συριγμόν.

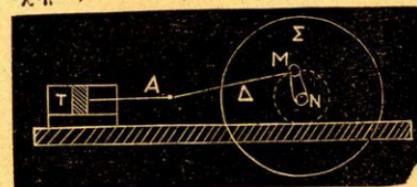
γ'). Ἀσφαλιστικὴν δικλῖδα  $\Delta$ , ἥτις, ὡς εἰς τὴν χύτραν τοῦ Παπίου (σχ. 157 § 195), ἀνοίγεται, ὅταν ἡ τάσις τῶν ἐν τῷ λέβητι ἀτμῶν ὑπερβῇ ὄρισμένον ὄριον, μέχρι τοῦ ὁποίου ἀντέχει ὁ λέβης, οὕτω δὲ προλαμβάνεται ἡ ἔκρηξις αὐτοῦ.

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω συσκευῶν ὑπάρχει εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ λέβητος καὶ ὀπῆ  $T$  κλειομένη ἐρμητικῶς διὰ σιδηρᾶς πλακῶς. Διὰ τῆς ὀπῆς ταύτης ἀνοιγομένης δύναται νὰ εἰσέλθῃ ἐργάτης καὶ καθάριση τὸν λέβητα ἀπὸ τοῦ

ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ ἐναποτιθεμένου ἐκ τοῦ ὕδατος ἀβεστολιθοῦ τοῦ καλούμενου λεβητολίθου. Πρὸς τούτοις πλησίον τοῦ ἀτμαγωγοῦ σωλῆνος Α ὑπάρχει καὶ δεύτερος σωλὴν Λ, ἐντὸς τοῦ ὕδατος τοῦ λέβητος ἐμβαπτιζόμενος, δι' οὗ εἰσάγεται ὕδωρ εἰς τὸν λέβητα δι' ὑδραντλίας, ἣν θέτει εἰς κίνησιν αὐτὴ ἢ ἰδία ἀτμομηχανή.

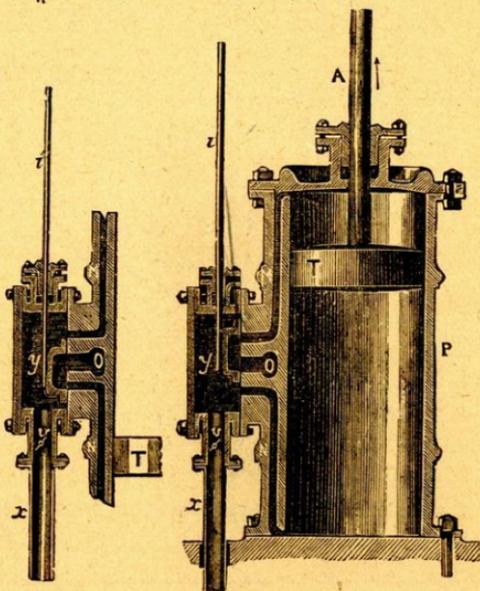
233. **Κύλινδρος.** Ἀνοιγομένης τῆς στρόφιγγος, ἣν φέρει ὁ ἀτμαγωγὸς σωλῆν, ὁ ἀτμὸς εἰσέρχεται ἐντὸς σιδηροῦ κοίλου κυλίνδρου Ρ (σχ. 175) ὀριζοντίου ἢ κατακλύφου κεκλει-

σμένου ἑκατέρωθεν, ἐν τῷ ὁποίῳ κινεῖται ὁ ἐμβολεὺς Τ πρὸς ἑκατέραν τῶν βάσεων τοῦ κυλίνδρου, φέρων σιδηροῦν στέλεχος Λ βάκτρον καλούμενον, ὅπερ διέρχεται μετὰ τριβῆς δι' ὀπῆς ἐπὶ τῆς ἐτέρας τῶν βάσεων τοῦ κυλίνδρου εὐρισκομένης. Ὅπως δ' ἐπιτευχθῆ ἢ παλινδρομικὴ πρὸς ἑκατέραν τῶν βάσεων τοῦ κυλίνδρου κίνησις τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἀτμὸς διὰ τοῦ ἀτμαγωγοῦ σωλῆνος Χ εἰσάγεται κατὰ πρῶτον εἰς τὸν ἀτμοθάλαμον ψ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται διὰ τοῦ στελέχους ε ὁ ἀτμονόμος σύρτης, καὶ εἶτα εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον δι' ὀχετῶν ἀνεωγμένων εἰς τὰ τοιχώματα αὐτοῦ. Ὅταν ὁ σύρτης οὗτος κατέχη τὴν θέ-



Σχ. 176.

διὰ τοῦ βάκτρου Α καὶ τοῦ διωστήρος Δ εἰς τὸν στρόφαλον ΜΝ, ὅστις στρέφει



Σχ. 175.

ἦν δεικνύει τὸ πρὸς τὰ δεξιὰ σχῆμα, τότε ὁ ἀτμὸς εἰσέρχεται εἰς τὸν κύλινδρον διὰ τοῦ κατωτέρου ὀχετοῦ Ν καὶ ὥθει τὸν ἐμβολέα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ὅταν δ' ὁ ἐμβολεὺς φθάσῃ πλησίον τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου, ὁ ἀτμονόμος σύρτης λαμβάνει τὴν θέσιν, ἣν δεικνύει τὸ πρὸς τὰ ἀριστερὰ σχῆμα, ὁ δὲ ἀτμὸς διερχόμενος διὰ τοῦ ἀνωτέρου ὀχετοῦ Μ εἰσέρχεται εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ κυλίνδρου καὶ ὥθει τὸν ἐμβολέα ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἐν ᾧ ταυτοχρόνως ὁ κατωθεν τοῦ ἐμβολέως ἀτμὸς διὰ τοῦ κατωτέρου ὀχετοῦ καὶ τῆς ὀπῆς Ο ἐξέρχεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν.

Ἡ παλινδρομικὴ αὕτη κίνησις τοῦ ἐμβολέως Τ (σχ. 176) μεταδίδεται

τὸν κύριον ἄξονα Ν τῆς ἀτμομηχανῆς καὶ μεταβάλλει οὕτω τὴν παλινδρομικὴν κίνησιν εἰς περιστροφικὴν. Ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς μηχανῆς στερεοῦται μέγας σιδηροῦς τροχὸς Σ, σφόνδυλος (volant) καλούμενος, ὅστις καθιστᾷ ὅσον ἔνεστιν ἴσοταχῆ τὴν περιστροφικὴν κίνησιν τοῦ ἄξονος τῆς ἀτμομηχανῆς. Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δ' ἄξονος προσαρμόζεται μετάλλινος δίσκος, ὅστις περιστρέφεται περὶ τὴν σημειῶν ἐκτὸς τοῦ κέντρου αὐτοῦ κείμενον ὁ δίσκος οὗτος περιβάλλεται διὰ δακτυλίου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου προσαρμόζεται τὸ στέλεχος ε (σχ. 175) τοῦ ἀτμονόμου σύρτου. Διὰ τοῦ μηχανήματος τούτου, ὅπερ καλεῖται ἔκκεντρον, κατορθοῦται ἡ αὐτόματος παλινδρομικὴ κίνησις τοῦ ἀτμονόμου σύρτου.

Ὡς πρὸς τὴν τάσιν τῶν ἐν τῷ λέβητι ἀτμῶν διακρίνουσιν ἀτμομηχανὰς ὑψηλῆς πίεσεως, εἰς ἃς ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ εἶνε ὑπερέτερα τῶν 5 ἀτμοσφ., μέσης 2—4 ἀτμοσφ. καὶ χαμηλῆς πίεσεως 1 ἕως 1 1/2 ἀτμοσφ. Εἰς τὰς τελευταίας ταύτας μηχανὰς ὁ ἀτμὸς ὁ ἐπιβεγχῶν ἤδη τὴν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως ἐνέργειαν αὐτοῦ δὲν ἐκδιώκεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, ἀλλ' εἰσάγεται εἰς τὸν καλούμενον πυκνωτὴν (§ 185), ἔνθα διὰ ψυχροῦ ὕδατος διηλεκτῶς ὑγροποιούμενος καὶ ἀποβάλλων τὴν ἐλαστικότητα αὐτοῦ δὲν ἀντιδρᾷ αἰσθητῶς εἰς τὴν ἀντίρροπον κίνησιν τοῦ ἐμβολέως, ἣν ἐπιφέρει ὁ εἰς τὸ ἕτερον μέρος τοῦ κυλίνδρου εἰσερχόμενος ἀτμὸς. Εἰς τὰς ὑψηλῆς πίεσεως ἀτμομηχανὰς ἐπέρχεται μεγάλη οἰκονομία καυσίμου ὕλης διὰ τῆς καλουμένης ἔκτονώσεως ἢ χαλάσεως. Εἰς τὰς μηχανὰς δηλαδὴ ταύτας ὁ ἐμβολεὺς ὠθεῖται διὰ τῆς πλήρους πίεσεως τοῦ ἀτμοῦ οὐχὶ καθ' ὅλον τὸ μήκος τῆς διαδομῆς αὐτοῦ, ἀλλὰ μέχρις ὠρισμένου σημείου, ὅποτε ἡ εἰσροὴ τοῦ ἀτμοῦ εἰς τὸν κύλινδρον διακόπτεται διὰ καταλήλου κατασκευῆς τοῦ ἀτμονόμου σύρτου. Τὸ ὑπόλοιπον δὲ διάστημα διονύει ὁ ἐμβολεὺς ὠθούμενος ὑπὸ τῆς διασταλτικῆς δυνάμεως τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἐγκλεισθέντος ἤδη ἀτμοῦ. Ἡ ἐκτόνωσις αὕτη ἐφαρμόζεται ἰδίως εἰς τὰς ἀτμομηχανὰς τὰς καλουμένας συνθέτους, εἰς ἃς ὁ ἀτμὸς ἐξερχόμενος τοῦ κυλίνδρου δὲν ἀποβάλλεται, ἀλλ' ὡς ἐγκλείων ἔτι ἀρκοῦσαν ἐλαστικὴν δύναμιν διοχετεύεται εἰς δευτέρον μείζονα κύλινδρον ἢ καὶ εἰς τρίτον ἔτι μείζονα καὶ οὕτω καταναλίσκεται ὀλιγωτέρα καύσιμος ὕλη δι' οἰκονομίας ἀτμοῦ καὶ πληρεστέρας χρησιμοποίησεως αὐτοῦ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'.

### ΥΔΡΟΜΕΤΕΩΡΑ. ΑΝΕΜΟΙ. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.

234. **Υδρομετέωρα.** Καλοῦνται *υδρομετέωρα* ἢ *ὀμίχλη*, ἢ *ἀχλὺς*, τὰ *νέφη*, ἢ *βροχὴ*, ἢ *χιὼν*, ἢ *χάλαξα*, ἢ *δρόσος* καὶ ἡ *πάχνη*.

235. **Ὄμιχλη.** Ὁ ὑδρατμὸς εἶνε ὡς διαφανέστατος ἀόρατος. Οὕτως ἐν αἰθούσῃ πεπληρωμένη ἀνθρώπων ὑπάρχουσι πολλοὶ ὑδρατμοί, ἀλλὰ διαμένουσιν ἀόρατοι. Ἐὰν ὅμως διὰ τινος μέσου ψύζωμεν ἀποτόμως τοὺς ὑδρατμοὺς τούτους, ὡς τοῦτο συμβαίνει ἐν χειμῶνος ὥρα, ὅποτε ἐκπνέομεν εἰς τὸν ψυχρὸν ἀέρα τὸν θερμὸν καὶ

ὕγρον ἀέρα τῶν πνευμόνων ἡμῶν, τότε μέρος τῶν ἀτμῶν τούτων ὑγροποιούμενον μεταβάλλεται εἰς λεπτότατα σταγονίδια, ἅτινα σχηματίζοντα μικρὸν νέφος καθιστῶσι τὸν ἀέρα ἀδιαφανῆ. Ἐκ τοιούτων δὲ ὑγρῶν σταγονιδίων ἀποτελεῖται ἡ ὀμίχλη καὶ τὰ νέφη. Καὶ ἡ μὲν ὀμίχλη παράγεται συνήθως ἄνωθεν ἐδάφους ὑγροῦ καὶ θερμοῦ ἢ ἄνωθεν λίμνης ἢ ποταμοῦ, ὅταν ὁ ὑπερκείμενος ἀῆρ ψυχθῆ κάτωθεν τῆς θερμοκρασίας τοῦ κόρου. Πολλάκις ὅμως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ποταμῶν ἀναδίδεται ὀμίχλη, καὶ ὅταν ἄνεμος θερμὸς καὶ ὑγρὸς διέλθῃ ἄνωθεν αὐτῶν, ὅστις ψυχόμενος ἐπιφέρει συμπύκνωσιν μέρους τῶν ἐν ἑαυτῷ ἀτμῶν.

236. **Ἀχλύς.** Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι ὁ ὕδρατμὸς εἶνε διαφανέστατος· ἐὰν ὅμως ἐνυπάρχῃ ἐν τῷ κατωτέρῳ στρώματι τῆς ἀτμοσφαιρας ἄφθονος ὕδρατμὸς ἐπὶ μεγάλῃς ἐκτάσεως, ὁ ἀῆρ καθίσταται ὀλίγον ἀδιαφανῆς, ὡς συμβαίνει πολλάκις κατὰ τὰς πρωίας. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται **ἀχλύς** καὶ δὲν πρέπει νὰ συγχέηται πρὸς τὴν ὀμίχλην, δι' ἧς δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν ἀντικείμενα καὶ εἰς μικρὰν σχετικῶς ἀπόστασιν κείμενα, ἐν ᾧ διὰ τῆς ἀχλύος διακρίνομεν καὶ λίαν μεμακρυσμένα ἀντικείμενα.

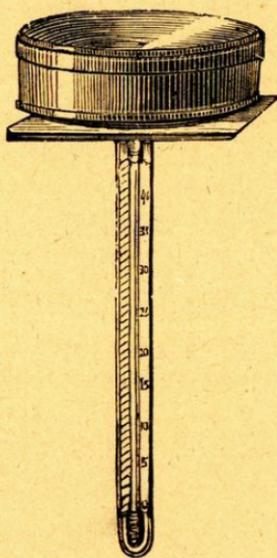
237. **Νέφη.** Τὰ νέφη ἀποτελοῦνται ἐκ λεπτότατων ὑδατίνων σταγονιδίων ἢ μικρῶν κρυστάλλων πάγου σχηματιζομένων ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαιρας εἰς διάφορα ὕψη. Τὰ νέφη παράγονται ἄλλοτε μὲν, ὅταν θερμὸς καὶ ὑγρὸς ἀῆρ ἀνυψῶται εἰς τὰ ἀνώτερα τῆς ἀτμοσφαιρας στρώματα, ἔνθα ψύχεται· ἄλλοτε δὲ, ὅταν ρεῦμα ὑγροῦ ἀέρος συναντήσῃ τὰς ψυχρὰς κορυφὰς τῶν ὄρεων, ἔνθα ἐπέρχεται ἀπότομος ψύξις καὶ ὑγροποίησις τῶν ἐμπεριεχομένων ἀτμῶν. Εἰς τὴν αἰτίαν ταύτην ὀφείλεται ὁ σχηματισμὸς τῶν λευκοτάτων νεφῶν, ἅτινα αἰφνιδίως ἀναφαίνονται ὑπὲρ τὰς κορυφὰς ὄρεων καὶ πολλάκις ὡς ἀκίνητα φαίνονται, ἐν ᾧ ἀδιαλείπτως μετακινοῦνται καὶ ἀπομακρύνονται. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι εἰς τινὰ μὲν ἀπὸ τῆς κορυφῆς τοῦ ὄρους ἀπόστασιν διαλυόμενα τὰ νέφη ἐκλείπουσιν, ἐν ᾧ συγχρόνως ἄλλα ἀναπαράγονται ἐπὶ τῶν κορυφῶν τῶν ὄρεων. Τοῦτ' αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς νέφη, ἅτινα φαίνονται ἀκίνητα, καίπερ ἀκαταπαύστως κατερχόμενα, διότι τὸ κατώτερον μέρος αὐτῶν εἰσερχόμενον εἰς στρῶμα ἀέρος θερμότερον ἐξαεροῦται, ἐν ᾧ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος γίνεται διηνεκῆς ὑγροποίησις νέων ἀτμῶν. Τὰ νέφη ἔχουσι διαφόρους μορφὰς· ἄλλα μὲν τούτων αἰωρούμενα εἰς ὕψη ὑπέριστα τοῦ τῶν ὑψηλοτέρων ὄρεων τῆς Γῆς καὶ

συγκείμενα πιθανῶς ἐκ μικρῶν παγοκρυστάλλων εἶνε λεπτὰ καὶ λευκά, ὁμοιάζοντα ἄλλοτε μὲν πρὸς πτερόν, ἄλλοτε δὲ πρὸς ἐξεσμένον ἔριον καὶ καλοῦνται *θήσαιοι* ἢ *λόφοι* (*cirrus*). ἄλλα ἐμφανίζονται εἰς *σωροῦς* (*cumulus*) ἔχοντα βάσιν ὀριζόντιον καὶ ὁμοιάζοντα πρὸς σωροῦς βάμβακος, ταῦτα δὲ παράγονται ἰδίως κατὰ τὸ θέρος μετὰ παρατεταμένην αἰθρίαν ἐξ ἀνερχομένων ρευμάτων ὑγροῦ ἀέρος· ἄλλα δὲ πάλιν ἐμφανίζονται ὡς ἐπιμήκεις ταινίαι παρὰ τὸν ὀριζόντα ἐπὶ μεγάλης ἐκτάσεως καὶ καλοῦνται *στιβάδες* ἢ *στρώματα* (*stratus*), καὶ ἄλλα τέλος καλύπτουσι μεγάλας ἐκτάσεις τοῦ οὐρανοῦ ἔχοντα χρῶμα τεφρὸν καὶ σκοτεινὸν καὶ καλοῦνται *μελαρία* (*nimbus*).

238. **Βροχή.** Ἡ βροχὴ προέρχεται ἐκ τῆς συνενώσεως πολλῶν μικρῶν σταγόνων ὕδατος, αἵτινες συρρέουσαι καὶ συνενούμεναι πρὸς ἀλλήλας σχηματίζουσι μείζονας σταγόνας, αἵτινες καταπίπτουσι ὡς βροχὴ. Καὶ κατ' ἀρχὰς μὲν αἱ πρῶται σταγόνες πίπτουσι καὶ διερχόμεναι διὰ τῶν κατωτέρων στρωμάτων σχετικῶς ξηροτέρων ἐξασροῦνται ἢ ἐν ὄλῳ ἢ ἐν μέρει καὶ ἢ δὲν φθάνουσι διόλου μέχρι τοῦ ἐδάφους ἢ ἐλάχιστον αὐτῶν μέρος. Μετ' ὀλίγον ὅμως καὶ ὁ ἀήρ τῶν κατωτέρων στρωμάτων καθίσταται ὑγρὸς καὶ ψυχρὸς, ὅποτε αἱ πίπτουσαι σταγόνες μεγεθύνονται καὶ διὰ τοῦτο εἰς τὴν κορυφὴν π.χ. πύργου πίπτει ὀλιγωτέρα βροχὴ ἢ παρὰ τὴν βάσιν αὐτοῦ ἐπὶ ἴσης ἐπιφανείας. Ὅταν ρεῦμα ὑγροῦ καὶ θερμοῦ νότου συναντήσῃ στρῶμα ἀέρος ψυχρόν, ἐπέρχεται συνήθως βαθμιαία ὑγροποίησις τῶν ἀτμῶν καὶ βροχὴ διαρκεστέρα καὶ ὁμαλωτέρα, ἣτις καλεῖται *ὕετος*. Ὅταν δὲ τούναντιον ψυχρὸς βορρᾶς συναντήσῃ στρῶμα ἀέρος ὑγροῦ καὶ θερμοῦ, ἐπιφέρει ἀπότομον ὑγροποίησιν τῶν ἀτμῶν καὶ βροχὴν, ἣτις συνήθως εἶνε παροδική, ἀλλὰ ῥαγδαία καὶ μετὰ μεγάλων σταγόνων καλουμένη *ὄμβρος*.

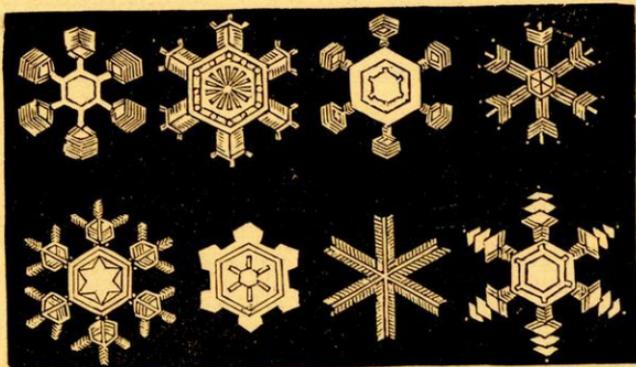
239. **Βροχόμετρον δεκαπλασιαστικόν.** Οὕτω καλεῖται ὄργανόν τι, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὸ ὕψος τῆς βροχῆς, ἣτις πίπτει εἰς τινὰ χώραν. Τοιοῦτου εἶδους ὄργανα ὑπάρχουσι πολλά, ὧν περιγράφομεν ἐν τῶν συνηθεστέρων ἀποτελούμενον ἐκ δοχείου κυλινδρικοῦ κλειομένου ἀνωθεν διὰ χωνίου (σχ. 177), οὔτινος τὰ χεῖλη ἔχουσι ἐπεξεργασθῆ μετὰ πολλῆς ἀκριθείας, οὕτως ὥστε ἡ ἐπιφάνεια ἢ δεχομένη τὴν βροχὴν νὰ ἔχῃ ὠρισμένην ἔκτασιν, οἷον τεσσάρων τετραγωνικῶν ὑποδεκαμέτρων. Τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς καταπίπτει ἐντὸς τοῦ χωνίου τούτου καταρρέει κάτωθεν εἰς στενωτέρον κυλινδρικόν δοχεῖον

φέρον πρὸς τὰ πλάγια ὑάλινον σωλήνα, μεθ' οὗ συγκοινωνεῖ ἄνωθεν καὶ κάτωθεν, καὶ κλίμακα, δι' ἧς μετροῦμεν τὸ ἐν τῷ κυλινδρικῷ τούτῳ δοχείῳ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ἐγκάρσια τομὴ τοῦ κάτωθεν ὑποδοχείως εἶνε ἴση πρὸς τὸ  $\frac{1}{10}$  τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωνίου, ἐπεταὶ ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδατίνης στήλης δεκαπλασιάζεται, ἥτοι τὰ μὲν ὑφεκ. παριστῶσι τὸ ὕψος καταπεσοῦσης βροχῆς εἰς χιλιοστόμετρα, τὰ δὲ χιλιοστόμετρα τῆς κλίμακος παριστῶσι δέκατα τοῦ χιλιοστομέτρου. Ἀναγράφοντες δὲ τὸ ἐκάστοτε πίπτον ὕδωρ καὶ ἀθροίζοντες τὰ ὕψη εὐρίσκομεν τὸ ἐτησίως πίπτον εἰς τινα χῶραν ὕδωρ, ἥτοι τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος, ὅπερ ἤθελε καλύψει ἐτησίως τὸ ἔδαφος, ἂν δὲν συνέβαιεν ἐξάτμισις, διήθησις καὶ ἀπορροή τῶν ὕδατων. Οὕτως εὐρέθη ὅτι ἐν ταῖς Ἀθήναις πίπτει ἐτησίως ὕδωρ, ὅπερ κατὰ μέσον ὄρον θὰ ἐσχημάτιζε λίμνην βάθους 41 ὑφεκατομέτρων.



Σχ. 177.

240. **Χιών.** Τὸ ὕδωρ, ὡς γνωστόν, ψυχόμενον μέχρι τῆς θερμο-



Σχ. 178.

κρασίας τοῦ  $0^{\circ}$  ἄρχεται πηγνύμενον, ἥτοι μεταβαλλόμενον εἰς πάγον. Ἐὰν δὲ ἡ πῆξις εἶνε βραδεία, σχηματίζονται ἄπειροι τὸν ἀριθμὸν καὶ ἐλάχιστοι τὸ μέγεθος κρύσταλλοι, ὧν τὸ σχῆμα εἶνε πάντοτε κα-

νονικὸν ἐξάγωνον (σχ. 178). Ἐκτοιούτων δὲ κρυσταλλίων ἀποτελεῖται καὶ ἡ χιών, ἣτις παράγεται εἰς ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας ἐμπεριέχοντα ὕδατμοῦς, ὅταν οὗτοι ψυχθῶσι κάτωθεν τοῦ 0°. Δυνάμεθα δ' εὐχερῶς διὰ μεγεθυντικοῦ φακοῦ νὰ παρατηρήσωμεν τὰ κανονικὰ ταῦτα σχήματα ἐν ἡμέρᾳ, καθ' ἣν τὸ ψῦχος εἶνε ὀριμὸν καὶ ξηρὸν καὶ πίπτει ἀραιὰ χιών, ἣν δεχόμεθα ἐπὶ μέλανος ἐριούχου ὑφάσματος ἢ κάλλιον ἐπὶ μελαίνης πλακῆς ψυχθείσης προηγουμένως ὑπὸ τὸ 0°.

241. **Χάλαζα.** Ἡ χάλαζα ἀποτελεῖται ἐκ σφαιριδίων πάγου μείζονος ἢ ἐλάσσονος μεγέθους, ἅτινα καταπίπτουσιν ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας. Οἱ κόκκοι τῆς χαλάζης ἐγκλείουσι συνήθως πυρῆνα ἐκ χιόνος ἀδιαφανοῦς περιβαλλόμενον ὑπὸ στρωμάτων ἐκ πάγου διαφανοῦς. Οἱ κόκκοι οὗτοι εἶνε συνήθως σφαιρικοί, διαμέτρου ἑνὸς ἢ δύο ὕφεκ. ἢ καὶ μείζονος, πολλὰκις ὁμοῦ καὶ ἡμισφαιρικοί ἢ πυραμιδοειδεῖς μετὰ σφαιρικῆς βάσεως. Ἡ χάλαζα πίπτει συνήθως κατὰ τὸ ἑσπ. καὶ τὸ θέρος, συχνότερον τὴν ἡμέραν καὶ σπανιώτερον τὴν νύκτα, περιορίζεται δ' ἐπὶ ζώνης στενῆς μὲν ἀλλὰ λίαν ἐπιμήκουσ. Πρὸ τῆς πτώσεως τῆς χαλάζης ἀκούεται ἐνίοτε ἰσχυρότατος κρότος ὅμοιος τῷ τοῦ κερανοῦ. Μέχρι τοῦδε δὲν εἶνε ἀκριβῶς γνωστὰ ἐν τῇ ἐπιστήμῃ τὰ αἷτια τὰ παράγοντα τὴν χάλαζαν.

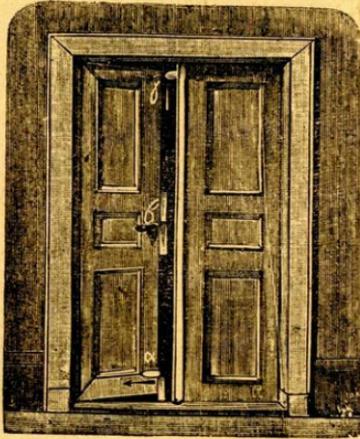
242. **Δρόσος.** Ὁ ἥλιος καθ' ὅλην τὴν ἡμέραν θερμαίνων τὸ ἔδαφος ἐξατμίζει τὰ διάφορα ὕδατα τὰ καλύπτοντα αὐτό. Μετὰ τὴν δύσιν δ' αὐτοῦ ἄρχεται ἡ νυκτερινὴ ψύξις, διότι ἡ θερμότης ἢ κατὰ τὴν ἡμέραν ἀπορροφηθεῖσα ἀκτινοβολεῖται πρὸς τὸ ἀχανές. Καὶ ἂν μὲν ὁ οὐρανὸς εἶνε νεφελώδης, μέγα μέρος τῆς θερμότητος ταύτης ἐπανέρχεται εἰς τὸ ἔδαφος, ὅπερ τούτου ἕνεκα δὲν ψύχεται ὑπερμέτρως. Ἐὰν ὁμοῦς ὁ οὐρανὸς εἶνε αἰθριώτατος, ὅποτε οἱ ἀστέρες λάμπουσιν, ἡ θερμότης ἀκτινοβολουμένη πρὸς τὸ ἀχανές ἐκφεύγει μὴ δυναμένη πλέον νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν Γῆν. Ἐνεκα δὲ τῆς νυκτερινῆς ταύτης ἀκτινοβολίας ἀποψύχεται τὸ ἔδαφος καὶ μετ' αὐτοῦ καὶ τὸ ὑπερκεῖμενον στρῶμα τοῦ ἀέρος, ὅπερ μάλιστα ὡς πυκνότερον καταρρέον ἐπὶ τῶν κλιτύων πληροῖ τὰς κοιλάδας. Ἄλλ' ἰδίως ψύχονται ἐκεῖνα τὰ μέρη τοῦ ἐδάφους, ἅτινα εἶνε κεκαλυμμένα διὰ σωματίων ἐχόντων μεγάλην ἀφειτικὴν δύναμιν, ὅποια εἶνε ἡ χλόη. Καὶ ἂν μὲν ἡ νύξ εἶνε βραχεῖα, ὡς συμβαίνει κατὰ τὸ θέρος, ἡ ψύξις τοῦ ἐδάφους εἶνε σχετικῶς μικρά. Κατὰ τὰς φθινοπωρινὰς ὁμοῦς καὶ ἐσρινὰς ἀνεφέλους νύκτας ἢ νυκτερινὴ ψύξις εἶνε το-

σαύτη, ὥστε ὁ ὑδρατμὸς ὁ ἐντὸς τοῦ κατωτάτου στρώματος τοῦ ἀέρος διαλελυμένος ὑγροπδεῖται καὶ ἐναποτίθεται ἐπὶ τῶν διαφόρων ἀντικειμένων οἰκῆν μικρῶν ῥανίδων, αἵτινες ἀποτελοῦσι τὴν καλουμένην **δρόσον**. Ἡ δρόσος εἶνε ἀφθονωτέρα εἰς τὰς ἐξοχὰς ἢ ἐντὸς τῶν πόλεων, διότι αἱ ὑψηλαὶ οἰκίαι μειοῦσι τὴν νυκτερινὴν ἀκτινοβολίαν. Ὑπὸ δένδρον ἢ στέγην δρόσος δὲν σχηματίζεται οὐδ' ὑφ' οἰονδήποτε κάλυμμα ἀλλ' ἐπ' αὐτοῦ. Σφοδρὸς ἄνεμος πνέων ἐμποδίζει τὸν σχηματισμὸν τῆς δρόσου, διότι συμπαρασύρει τὸ ψυχρὸν στρῶμα τὸ καλύπτον τὸ ἐδάφος. Ἐντὸς δὲ τῆς χλόης ἀνευρίσκωμεν ἄφθονον δρόσον, οὐ μόνον διότι αὕτη ἔχει μεγάλην ἀφρετικὴν δύναμιν, ἀλλὰ καὶ διότι ὁ ἐν αὐτῇ ἀήρ περιέχει μείζονα ποσότητα ὑδρατμῶν ἐκ τῆς ἀδήλου διαπνοῆς τῶν φυτῶν παραγομένων.

**243. Πάχνη.** Ἐὰν ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία παραταθῆ ὑπερμέτρως ἐνεκα τοῦ μεγέθους τῆς νυκτός, ἢ ψῦξης τοῦ ἐδάφους καὶ τῶν ἐπ' αὐτοῦ ἀντικειμένων εἶνε ἰσχυροτέρα καὶ τότε κατ' ἀρχάς μὲν σχηματίζεται δρόσος, ἀλλὰ μετ' ὀλίγον ἡ δρόσος αὕτη πήγνυται καὶ παράγεται ἡ καλουμένη **πάχνη**, ὑφ' ἧς πολλάκις τὴν πρωΐαν ἀνευρίσκωμεν κεκαλυμμένην τὴν χλόην. Εἰς τὴν αὐτὴν αἰτίαν, εἰς ἣν καὶ ἡ παραγωγή τῆς πάχνης, τουτέστιν εἰς τὴν νυκτερινὴν ἀκτινοβολίαν ὀφείλεται καὶ ἡ πῆξις λιμναζόντων ἀθαθῶν ὑδάτων καὶ ἡ καταστροφή πολλῶν δένδρων καὶ μάλιστα τῶν ἐσπεριδοειδῶν, ἅτινα, ὡς κοινῶς λέγουσι, **καίει ὁ πάγος**. Ἡ νυκτερινὴ ἀκτινοβολία ἐπιφέρουσα τὴν ψῦξιν τοῦ δένδρου τείνει νὰ μεταβάλλῃ εἰς πάγον τοὺς χυμοὺς αὐτοῦ, οἵτινες διαστελλόμενοι ἐπιφέρουσι τὴν διάρρηξιν τῶν ἀγγείων τοῦ φυτοῦ καὶ ἐπομένως τὴν καταστροφὴν αὐτοῦ. Ἐὰν λοιπὸν διὰ τινος μέσου ἐμποδίσωμεν τὴν νυκτερινὴν ἀκτινοβολίαν τοῦ δένδρου ἐν νυκτὶ ἀνεφέλω, δυνάμεθα νὰ προλάβωμεν τὴν καταστροφὴν αὐτοῦ. Ἐν τοιοῦτον μέσον ἀπλούστατον εἶνε νὰ ρίψωμεν ἐπὶ τοῦ δένδρου λεπτὰς ψιάθας ἢ ἄχυρα.

**244. Ἄνεμοι.** Ἐὰν δύο παρακείμενα δωμάτια ἔχοντα ὅλως διάφορον θερμοκρασίαν τεθῶσιν εἰς συγκοινωνίαν διὰ θύρας ὀλίγον ἀνοίχθεισης (σχ. 179), θέσωμεν δὲ τρεῖς ἀνημμένας λαμπάδας, τὴν μὲν πρὸς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ ἀνοίγματος, τὴν ἄλλην πρὸς τὸ ἀνωτέρον καὶ τὴν τρίτην περὶ τὸ μέσον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν κατωτέρα φλόξ **α** φέρεται σφοδρῶς ἀπὸ τοῦ ψυχροτέρου δωματίου πρὸς τὸ θερμότερον, ἀποδεικνύουσα οὕτως ὅτι γεννᾶται ρεῦμα ἀέρος κατώτερον ἐκ τοῦ ψυχροτέρου δωματίου πρὸς τὸ θερμότερον. Ἡ ἀνωτάτη φλόξ

γ κλίνει τούναντίον ἐκ τοῦ θερμότερου πρὸς τὸ ψυχρότερον, ἀποδεικνύουσα τὴν ὑπαρξίν βεύματος ἀέρος ἀντιθέτου πρὸς τὸ πρῶτον καὶ τέλος ἢ περὶ τὸ μέσον τοῦ ἀνοίγματος φλόξ β μένει ἀκίνητος. Τοιαῦτα βεύματα ἀέρος παράγονται καὶ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ὅταν δύο γειννιάζουσαι χώραι τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς ἀνίσως θερμαίνωνται, ὁπότε παράγεται κατὰ τὰ κατώτερα στρώματα ἄνεμος πνέων ἀπὸ τῶν ψυχροτέρων χωρῶν, ἔνθα ὁ ἀήρ πυκνότερος, πρὸς τὰς θερμότερας, ἔνθα ὁ ἀήρ εἶνε ἀραιότερος· ταυτοχρόνως δὲ κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα πνέει συνήθως ἄνεμος ἀντιθέτου φαρᾶς.



Σχ. 179.

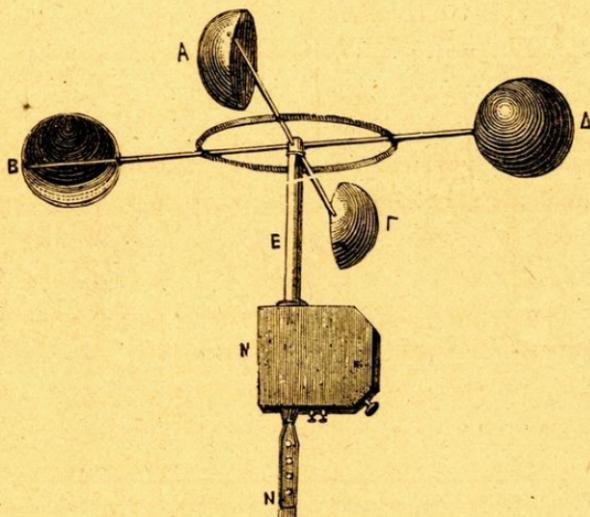
#### 245. Διεύθυνσις τῶν ἀνέμων.

Οἱ ἄνεμοι διακρίνονται ἐκ τῶν σημείων τοῦ ὀρίζοντος, ἐκ τῶν ὁποίων πνέουσιν. Ἄνευρίσκωμεν δὲ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἀνέμου ἢ διὰ στενῆς καὶ κλίαν ἐπιμήκουσ ταινίας, ἣν στερεοῦμεν διὰ τοῦ ἐνὸς πέρατος αὐτῆς ἐπὶ ὑψηλοῦ κοντοῦ, ὃν ἀνυψοῦμεν ὅσον ἔνεστιν ὑψηλότερον, οἷον ἐπὶ τῆς στέγης οἰκίας, ἢ κάλλιον στρέφοντες τὸ πρόσωπον ἡμῶν πρὸς τὸν πνέοντα ἄνεμον, οὕτως ὥστε νὰ αἰσθανώμεθα τὸ αὐτὸ αἶσθημα ψύξεως καὶ ἐπὶ τῶν δύο παρεῖων· τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος, πρὸς ὃ τότε ἔχομεν ἐστραμμένον τὸ πρόσωπον, δεῖκνυε ἡμῖν τὴν διεύθυνσιν, καθ' ἣν πνέει ὁ ἄνεμος. Εἰς τοὺς μετεωρολογικοὺς δὲ σταθμοὺς γίνεται χρῆσις τοῦ *ἀνεμοδείκτου* ἀποτελουμένου ἐκ κατακορύφου σιδηρᾶς βάρθου ἐλευθέρως στρεπτής περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς καὶ ἐστηριγμένης ἐπὶ τῆς στέγης τοῦ σταθμοῦ· ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου πέρατος τῆς βάρθου στερεοῦνται δύο κατακόρυφα ἐλαφρὰ ἐλάσματα ἐξ ἀργιλλίου σχηματίζοντα ὀξεῖαν γωνίαν καὶ ἰσορροπούμενα ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους διὰ βέλους, ὅπερ διηνεκῶς διευθύνεται πρὸς τὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος, ἐξ οὗ πνέει ὁ ἄνεμος.

Οἱ κυριώτεροι τῶν ἀνέμων εἶνε οἱ ἐξῆς ὁκτώ· 1. ὁ *Borῆās* (τραμμοντάνας), 2. ὁ *Βοραιοανατολικὸς* ἢ *Καικίας* (γραῖγος), 3. ὁ *Ἀνατολικὸς* ἢ *Ἀπηνιώτης* (λεβάντες), 4. ὁ *Νοτιοανατολικὸς* ἢ *Εὐρος* (σιρόκος), 5. ὁ *Νότος* (ὄστρια), 6. ὁ *Νοτιοδυτικὸς* ἢ *Μηφ* (γαρμπῆς), 7. ὁ

Αντικὸς ἢ Ζέφυρος (πονέντες) καὶ 8. ὁ Βορειοδυτικὸς ἢ Σκίρων ἢ Ἀργέστης (μαΐστρος).

246. **Ταχύτης τῶν ἀνέμων.** Οἱ ἀνεμοὶ ἔχουσι διάφορον ταχύτητα, ἐκ τῆς ὁποίας λαμβάνουσι διάφορα ὀνόματα. Οὕτως ἔχομεν ἀνεμον ἀσθενῆ, μέτριον, ἰσχυρόν, σφοδρόν, θύελλαν καὶ λαίλαπα. Καὶ ἀσθενὴς μὲν εἶνε ὁ ἀνεμος, ὅταν ἔχη ταχύτητα 2 ἕως 4 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον, μέτριος δέ, ὅταν ἔχη ταχύτητα 6 ἕως 8 μέτρων, ἰσχυρὸς, ὅταν ἔχη ταχύτητα ἴσην πρὸς 10 ἕως 12 μέτρα, σφοδρὸς, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε 12 ἕως 14 μέ., θύελλα δέ, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε



Σχ. 180.

ἴση πρὸς 20 ἕως 30 μέ., ὅποτε θραύει τὰ δένδρα, καὶ λαίλαψ, ὅταν ἡ ταχύτης εἶνε ὑπερτέρα τῶν 30 μέτρων, ὅποτε ἐκρίζωνει δένδρα καὶ δύναται ν' ἀνατρέψῃ κτίρια. Ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου εὐρίσκεται δι' ὀργάνων, ἅτινα καλοῦνται *ἀνεμόμετρα*, ὧν τὸ μᾶλλον σύνηθες εἶνε τὸ τοῦ Ῥοβινσῶνος. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ τεσσάρων κοίλων ἡμισφαιρίων A, B, Γ, Δ (σχ. 180) προσκεκολλημένων εἰς τὰ ἄκρα τεσσάρων ἴσων ὀριζοντίων σιδηρῶν βραχιόνων σχηματιζόντων ὀρθὰς γωνίας καὶ κινήτων περὶ κατακόρυφον ἄξονα E. Ὅταν τὸ ὄργανον ἐκτεθῇ εἰς βεῦμα ἀέρος, ὁ ἀνεμος συναντᾷ πάντοτε ἐν κοίλον ἡμισφαίριον καὶ οὕτως ὁ ἄξων E τοῦ ὀργάνου τίθεται εἰς περιστροφικὴν κίνησιν τοσοῦτω ταχυτέραν, ὅσῳ ἡ ταχύτης τοῦ ἀνέμου εἶνε μεγαλυ-

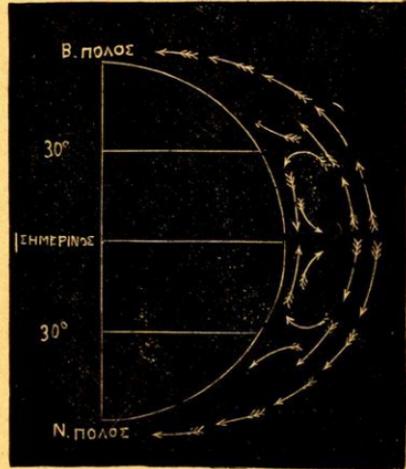
τέρα. Οὕτω δὲ ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν, ἃς ἐκτελεῖ ὁ ἄζων Ε ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ, ἀνευρίσκομεν τὴν ταχύτητα τοῦ ἀνέμου.

247. **Αὔρα.** Αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ ἡλίου πίπτουσι μὲν ἐξ ἴσου ἐπὶ τε τῆς παραλίας καὶ τῆς θαλάσσης, ἀλλὰ θερμαίνουσι ταχύτερον τὴν ξηρὰν ἢ τὴν θάλασσαν, διότι, τοῦ ἐδάφους ἔχοντος μείζονα μὲν ἀπορροφητικὴν δύναμιν, ἐλάσσονα δὲ θερμοχωρητικότητά τῆς τοῦ ὕδατος, ὁ ὑπὲρ τὴν θάλασσαν ἀήρ διατηρεῖται ψυχρότερος τοῦ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν καὶ ἄρχεται συνήθως πνέων ἄνεμος ἐκ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν παραλίαν, οὔτινος ἢ ἰσχύς αὐξανόμενη ἀπὸ τῆς 9 ἢ 10 ὥρας τῆς πρωΐας γίνεται συνήθως μεγίστη περὶ τὴν 2 ἢ 3 ὥραν μ. μ. Ὁ ἄνεμος οὗτος ὁ ἐκ μικρᾶς ἀποστάσεως ἀπὸ τῆς θαλάσσης πνέων καλεῖται *θαλασσία αὔρα*, κοινῶς *ἐμβάτης*, καὶ λήγει συνήθως μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου. Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὴν νύκτα τὸ ἔδαφος ψύχεται ταχύτερον τῆς θαλάσσης ἕνεκα τῆς μείζονος ἀφετικῆς δυνάμεως καὶ ἐλάσσονος θερμοχωρητικότητος αὐτοῦ συγκρινομένου πρὸς τὸ ὕδωρ, ὁ ὑπὲρ τὴν ξηρὰν ἀήρ ψύχεται ταχύτερον τοῦ ὑπὲρ τὴν θάλασσαν καὶ πνέει ἄνεμος ἐκ τῆς ξηρᾶς πρὸς τὴν θάλασσαν ἐν καιρῷ νυκτός, ὅστις καλεῖται *ἀπόγειος αὔρα*· ταύτης δ' ἐπιωφελοῦνται οἱ ἰστιοπλοοῦντες, ὅπως ἀποπλεύσωσιν ἐκ τῶν λιμένων καὶ τῶν ὄρμων.

248. **Ἐτησῖαι ἄνεμοι.** Οὕτω καλοῦνται ἄνεμοι, οὔτινες πνέουσι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ καθ' ὠρισμένας ὥρας τοῦ ἔτους. Τοιοῦτοι εἶνε οἱ καθ' ὄλον τὸ θέρος πνέοντες εἰς τὸ Αἰγαῖον πέλαγος βόρειοι περίπου ἄνεμοι, τὰ κοινῶς καλούμενα *μελέμμα*. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι προέρχονται ἐκ τῆς πρὸς βορρᾶν ἢ πρὸς νότον φαινομένης ἐτησίας κινήσεως τοῦ ἡλίου. Καὶ κατὰ μὲν τὸ θέρος ὁ ἥλιος ῥίπτει καθέτως τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ ἐπὶ τῶν ἐρήμων τῆς Ἀφρικῆς, ἰδίως τῆς Σαχάρας, ἣν ὑπερθερμαίνει, οὕτω δὲ ὁ ὑπερκείμενος ἀήρ θερμαινόμενος διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται, ἀήρ δὲ ἐκ τῶν μεσημβρινῶν μερῶν τῆς Εὐρώπης ἐρχόμενος ῥέει πρὸς τὰς θερμὰς ταύτας χώρας παράγων τοὺς γνωστούς τούτους ἐτησίας ἀνέμους. Ἐπειδὴ δὲ παρερχομένου τοῦ θέρους ὁ ἥλιος φέρεται πρὸς νότον τοῦ ἰσημερινοῦ καὶ δὲν δύναται πλέον ἐν ὥρᾳ χειμῶνος νὰ θερμάνῃ τοσοῦτον ἰσχυρῶς τὰς ἐρήμους ταύτας, οἱ ἄνεμοι οὗτοι λήγουσι κατὰ τὸ φθινόπωρον καὶ ἄρχονται πάλιν μετὰ τὸ ἔαρ. Εἰς ὁμοίαν αἰτίαν ὀφείλονται καὶ οἱ περιοδικοὶ ἄνεμοι οἱ πνέοντες εἰς τὰς θαλάσσας τῶν Ἰνδιῶν καὶ καλούμενοι *μουσσῶνες* (moussons).

249. **Διηνεκεῖς ἄνεμοι.** Καλοῦνται *διηνεκεῖς* ἢ *ἀληγεῖς* οἱ ἄνεμοι οἱ πνέοντες καθ' ὅλην σχεδὸν τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν περίπου διεύθυνσιν. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι εἶνε σταθερώτατοι ἰδίως ἐπὶ τῶν μεγάλων ὠκεανῶν, πνέοντες ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ ἐπὶ δύο ζωνῶν κειμένων μεταξύ  $10^\circ$  καὶ  $30^\circ$  περίπου γεωγραφικοῦ πλάτους, καὶ εἶνε βορειοανατολικοὶ μὲν ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ, νοτιοανατολικοὶ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ. Αἱ δύο δ' αὐταὶ ζῶναι χωρίζονται

ἀπ' ἀλλήλων διὰ τῆς καλουμένης *ζώνης τῆς ρηνεμίας* περιλαμβανούσης τὰς χώρας, ἐφ' ὧν ὁ ἥλιος ῥίπτει τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ καθέτως. Αἰτία τῶν ἀνέμων τούτων εἶνε ἡ μείζων θέρμανσις τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν, ἕνεκα τῆς ὁποίας παράγεται εἰς τὰς χώρας ταύτας ρεύματα θερμοῦ ἀέρος χωροῦντα κατακορυφῶς πρὸς τὰ ἄνω (σχ. 181), ἕνεκα δὲ τῆς ἀραιώσεως ταύτης τῆς ἀτμοσφαιρας ἐπὶ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν διαταρασσομένης τῆς ἰσορροπίας αὐτῆς παράγονται δύο ρεύματα κατώτερα ἀπ' ἀμφοτέρων τῶν



Σχ. 181.

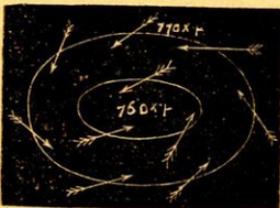
πόλων, ὅπως ἀποκαταστήσῃ τὴν διαταραχθεῖσαν ἰσορροπίαν. Καὶ ἂν μὲν ἡ Γῆ ἔμενεν ἀκίνητος, θὰ εἶχον τὸ μὲν τοῦ βορείου ἡμισφαιρίου πολικὸν ρεῦμα διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ἀπὸ νότου· ἀλλ' ἕνεκα τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς, ἧς μετέχουσι καὶ τὰ μόρια τοῦ ἀέρος τὰ ἀποτελοῦντα τὰ πολικὰ ταῦτα ρεύματα, ἡ διεύθυνσις αὐτῶν μεταβάλλεται· διότι τὰ πολικὰ ρεύματα χωροῦντ' ἐκ μείζονος γεωγρ. πλάτους εἰς ἔλασσον καὶ ἔχοντα ἐπομένως περιστροφικὴν ταχύτητα ἐκ Δ πρὸς Α, ἐλάσσονα τῆς τῶν χωρῶν πρὸς ἄς μεταβαίνουσι, καὶ ὑστεροῦντα τῆς στροφῆς τῆς Γῆς παρεκκλίνουσιν ἀμφοτέρα πρὸς δυσμὰς καὶ οὕτω τὸ πολικὸν ρεῦμα τοῦ μὲν Β. ἡμισφαιρίου λαμβάνει διεύθυνσιν ΒΑ, τοῦ Ν. δὲ ΝΑ. Ἄλλ' ἐπειδὴ καὶ τὸ ἐκ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν ἀναρχόμενον ρεῦμα ἀέρος φέρεται πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους, ὅπως ἀποκαταστήσῃ τὴν ἰσορροπίαν τῆς ἀτμοσφαιρας τὴν διαταραχθεῖσαν ἐκ τῆς ἀραιώσεως, ἣν ἐπήνεγκον τὰ πολικὰ ρεύ-

ματα, παράγονται δύο ίσημερινά ρεύματα πρὸς ἀμφοτέρους τοὺς πόλους κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, τὰ ὅποια ὅμως παρεκκλίνουνσι πρὸς Α, διότι τὰ ἐπὶ τῶν ἰσημερινῶν χωρῶν μόρια τοῦ ἀέρος ἔχουσι μείζονα περιστροφικὴν ταχύτητα ἀπὸ Δ. πρὸς Α. καὶ προτρέχουσι τῆς Γῆς. Οὕτω δὲ τῶν ἰσημερινῶν ρευμάτων τὸ μὲν τοῦ Β. ἡμισφαιρίου λαμβάνει διεύθυνσιν ΝΔ, τὸ δὲ τοῦ νοτίου ΒΔ. Τὰ 4 ταῦτα ρεύματα, ἤτοι τὰ 2 πολικὰ καὶ τὰ 2 ἰσημερινά, πνέουσι κανονικῶς καθ' ὄλην σχεδὸν τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους, ἀλλὰ μέχρι γεωγρ. πλάτους 30° περίπου ἐκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ, κατὰ τὰ πέρατα δὲ τῆς ζώνης ταύτης τὰ ἰσημερινά ρεύματα καταβυθιζόμενα πνέουσι παρὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς ἐν μέρει μὲν ὡς ΝΔ. ἄνεμοι ἐπὶ τοῦ Β. ἡμισφαιρίου καὶ ὡς ΒΔ. ἐπὶ τοῦ Ν., ἐν μέρει δὲ πρὸς τὸν ἰσημερινὸν μετὰ τοῦ πολικοῦ ρεύματος. Οἱ τοῦ Β. ἡμισφαιρίου ΝΔ. οὔτοι ἄνεμοι ὄντες θερμοὶ καὶ ὑγροὶ γίνονται πρόξενοι ἀφθόνων βροχῶν εἰς τὰ Δ. παράλια τῆς Εὐρώπης καὶ αὐτῆς τῆς Ἑλλάδος, ἅτινα, ὡς γνωστόν, εἶνε πολυομβρότερα τῶν Α. μερῶν αὐτῆς.

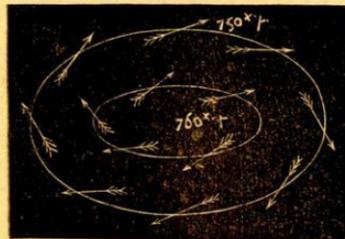
Ἡ ζώνη τῆς νηγεμίας καὶ αἱ ἐκατέρωθεν αὐτῆς ζῶναι τῶν διηγεκῶν ἀνέμων μετατίθενται πρὸς νότον μὲν κατὰ τὸν χειμῶνα τοῦ Β. ἡμισφαιρίου, πρὸς βορρᾶν δὲ κατὰ τὸ θέρος ἕνεκα τῆς πρὸς νότον ἢ πρὸς βορρᾶν τοῦ ἰσημερινοῦ ἀποκλίσεως τοῦ Ἥλιου. Ἐνεκα δὲ τῆς μεταθέσεως ταύτης μετατίθεται καὶ τὸ ΝΔ. ὀμβροφόρον ἰσημερινὸν ρεῦμα, ὅπερ ἐπικρατεῖ παρ' ἡμῖν ἐν Ἑλλάδι κατὰ μῆνα Νοέμβριον.

**250. Ἴσοβαρεῖς καμπύλαι.** Ἡ διεύθυνσις καὶ ταχύτης τῶν ἀνέμων ἔχουσι μεγάλην σχέσιν πρὸς τὰς ἀτμοσφαιρικὰς πίσεις, ἅς, ὡς γνωστόν, προσδιορίζομεν διὰ τοῦ βαρομέτρου. Ἐὰν εἰς διαφόρους τόπους τῆς Γῆς ποιήσωμεν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν βαρομετρικὰς παρατηρήσεις καὶ ἀναγάγωμεν ταύτας εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, ἤτοι, ἐὰν ἀναζητήσωμεν ὅποια θὰ ἦσαν τὰ βαρομετρικὰ ὕψη, ἂν πάντα τὰ βαρομέτρα εὕρισκοντο εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, θέλομεν ἀνεῦρει ὅτι ἡ βαρομετρικὴ πίσις δὲν εἶνε ἢ αὐτὴ εἰς πάντα τὰ σημεῖα μιᾶς χώρας, ἀλλ' εἰς ἄλλα μὲν κατωτέρα, εἰς ἄλλα δὲ ἀνωτέρα. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν διὰ γραμμῆς τοὺς τόπους, εἰς οὓς ἡ βαρομετρικὴ πίσις εἶνε ἢ αὐτὴ κατὰ τὴν αὐτὴν ὥραν, λαμβάνομεν καμπύλας συνήθως κλειστάς, αἵτινες καλοῦνται *ἰσοβαρεῖς καμπύλαι*. Καὶ ἄλλοτε μὲν ἀνευρίσκομεν σημεῖον, ἐν τῷ ὁποίῳ ἡ βαρομετρικὴ πίσις εἶνε μικροτέρα τῆς τῶν πέριξ τόπων (*σύστημα*

κυκλωνικόν) (σχ. 182), ἄλλοτε δὲ τούναντίον σημείον, ἐν ᾧ αὕτη εἶνε μεγαλύτερα (σύστημα ἀντικυκλωνικόν) (σχ. 183). Εἶνε ἤδη φανερόν, ὅτι ἡ τοιαύτη βαρομετρικὴ κατάστασις δὲν δύναται νὰ διατηρηθῆ, θέλει δὲ πνεύσει ἄνεμος ἐκ τῶν μερῶν, ἐν οἷς ἡ πίεσις εἶνε ἀνωτέρα, πρὸς ἐκεῖνα, ἐν οἷς αὕτη εἶνε χαμηλοτέρα, ἤτοι ἀπὸ τῆς περιφερείας πρὸς τὸ κέντρον εἰς τὸ κυκλωνικόν σύστημα καὶ ἀπὸ τοῦ κέντρου πρὸς τὴν περιφέρειαν εἰς τὸ ἀντικυκλωνικόν. Ἔνεκεν ὅμως τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς Γῆς τὰ ρεύματα ταῦτα πνεύουσι σπειροειδῶς πρὸς τὸ κέντρον (σχ. 182) ἢ ἐκπορεύονται σπειροειδῶς ἀπὸ τοῦ κέντρου (σχ. 183). Ὅσῳ δὲ αἱ ἰσοβαρεῖς καμπύλαι αἱ δεῖ-



Σχ. 182.



Σχ. 183.

κνύουσαι διαφορὰν βαρομετρικῆς πίεσεως κατὰ πέντε ἢ δέκα χιλιοστόμετρα πλησιάζουσι μᾶλλον πρὸς ἀλλήλας, τοῦτο δεῖκνυε ὅτι ἡ βαρομετρικὴ πίεσις ἀποτόμως μεταβάλλεται καὶ οἱ ἄνεμοι θὰ εἶνε ἐπομένως σφοδρότεροι. Οὕτω λοιπὸν ὁ μετεωρολόγος ἔχων ὑπ' ὄψιν τὰς βαρομετρικὰς πίεσεις διαφόρων σημείων ἐκτεταμένης χώρας δύναται νὰ συμπεράνη περὶ τε τῆς διευθύνσεως καὶ τῆς ἰσχύος τῶν ἀνέμων, οἵτινες πνεύουσιν εἰς τὰ διάφορα ταῦτα σημεία, ἀσφαλέστατα μὲν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, ἔνθα οὐδεμίαν ἀνωμαλίαν ἐπιφανείας παρεκκλίνει τὰ ρεύματα ταῦτα, ἤττον δ' ἀσφαλῶς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς, ἔνθα ὁ σχηματισμὸς τοῦ ἐδάφους, ἡ διεύθυνσις τῶν ὄρεων καὶ ἄλλαι τοπικαὶ περιστάσεις μεταβάλλουσι τὴν διεύθυνσιν τῶν ἀτμοσφαιρικῶν τούτων ρευμάτων. Ἐκ γένει δὲ παρατηρήθη εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα ὅτι εἰς μὲν τοὺς δυτικούς τόπους οἱ ΝΑ. ἄνεμοι ὄντες θερμοὶ καὶ ὑγροὶ ἐπιφέρουσι τὴν ἐλάττωσιν τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους, διότι τότε ὁ ἀήρ εἶνε κουφότερος ἔνεκα τῆς θερμότητος καὶ τῶν ὑδρατμῶν· τούναντίον δὲ οἱ ΒΑ. ἄνεμοι ὄντες ψυχροὶ καὶ ξηροὶ ἐπιφέρουσι τὴν αὐξήσιν τοῦ βαρομετρικοῦ ὕψους, διότι ὁ ἀήρ εἶνε πυκνότερος. Εἰς δὲ

τοὺς ἀνατολικοὺς τόπους οἱ μὲν ΒΔ. καὶ Δ. ἄνεμοι ἐπιφέρουσι τὴν αὐξήσιν, οἱ δὲ ΝΑ. καὶ Ν. τὴν ἐλάττωσιν. Ἡ πεῖρα ὡσαύτως ἀπέδειξεν ὅτι εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα, ὅταν τὸ βαρομετρικὸν ὕψος αὐξάνηται διηνεκῶς καὶ βραδέως, ἐπέρχεται συνήθως εὐδία, ἥτις καὶ διατηρεῖται, ὅταν δὲ τούναντίον τὸ ὕψος ἐλαττώται βραδέως, ἐπέρχεται συνήθως ἄνεμος καὶ βροχή. Ταχεῖα καὶ ἀπότομος κατάπτωσις τοῦ βαρομέτρου ἐν τῇ θαλασσοπορείᾳ προμηνύει βεβαίως τρικυμίαν.

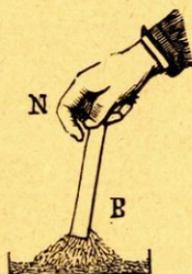
**251. Μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας. Ἰσόθερμοι γραμμαί.** Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ μεταβάλλεται διηνεκῶς ἀπὸ ὥρας εἰς ὥραν ἀνὰ πᾶν ἡμερονύκτιον. Αἰτία δὲ τῶν μεταβολῶν τούτων εἶνε ἡ ἡμερησία κίνησις τῆς Γῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς. Οὕτως ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ὑψοῦται μέχρι τῆς 2ας ὥρας μ.μ. ὁπότε γίνεται συνήθως μεγίστη. Τὸ μέγιστον δὲ τοῦτο ἐπέρχεται οὐχὶ τῇ μεσημβρίᾳ ἀκριβῶς, ἀλλὰ μετὰ μεσημβρίαν, διότι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος ἐξακολουθεῖ ὑψουμένη, ἐφόσον ἡ θερμότης, ἣν ὁ ἀήρ προσλαμβάνει ἐκ τοῦ ἐδάφους καὶ ἀπ' εὐθείας, εἶνε ἀνωτέρα ἐκείνης, ἣν ἀποβάλλει δι' ἀκτινοβολίας. Ἀπὸ τῆς 2ας ὥρας μ.μ. ἡ θερμοκρασία ἄρχεται κατερχομένη κατ' ἀρχὰς μὲν ταχέως, εἶτα δὲ βραδέως κατὰ τὴν νύκτα, ἡ ἐλαχίστη δὲ θερμοκρασία ἐπέρχεται ὀλίγον πρὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου, ἥτοι περὶ τὴν 4ην πρωϊνὴν ὥραν παρ' ἡμῖν κατὰ τὸ θέρος καὶ περὶ τὴν 7ην ἐν ὥρᾳ χειμῶνος. Αἱ μεταβολαὶ δ' αὗται ἐπέρχονται κατὰ τὴν ἡμέραν μὲν ἕνεκα τοῦ μείζονος ἢ ἐλάσσονος ὕψους τοῦ ἡλίου ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα, κατὰ τὴν νύκτα δὲ ἕνεκα τῆς νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας καὶ διὰ τοῦτο ἡ διαφορὰ μεταξὺ μεγίστης καὶ ἐλαχίστης θερμοκρασίας τοῦ ἡμερονυκτίου εἶνε μείζων, ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶνε αἴθριος. Ἀθροίζοντες τὰς διαφόρους θερμοκρασίας κατὰ τὰς διαφόρους ὥρας τοῦ ἡμερονυκτίου καὶ διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παρατηρήσεων εὐρίσκωμεν τὴν μέσην θερμοκρασίαν τοῦ ἡμερονυκτίου. Ἐπαναλαμβάνοντες δὲ τὸ αὐτὸ δι' ὅλας τὰς ἡμέρας τοῦ μηνὸς καὶ ἀθροίζοντες τὰς μέσας ταύτας θερμοκρασίας καὶ διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἡμερῶν τοῦ μηνὸς εὐρίσκομεν τὴν μέσην κανονικὴν θερμοκρασίαν τοῦ μηνός. Ὅμοίως δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὰς μέσας θερμοκρασίας τῶν τεσσάρων ἡρώων τοῦ ἔτους καὶ αὐτοῦ τοῦ ἔτους. Ἐὰν δὲ λάβωμεν ἀριθμὸν τινα ὅσον ἕνεστι μείζονα μέσων ἐτησίων θερμοκρασιῶν τόπου τινός καὶ τὸ ἄθροισμα διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τούτου, ἔχομεν τὴν μέ-

στην θερμοκρασίαν τοῦ τόπου. Οὕτως εὐρέθη διὰ παρατηρήσεων ἐπὶ 25 ἔτη ἡ μέση θερμοκρασία τῶν Ἀθηνῶν ἴση πρὸς 18,2 τοῦ ἑκατομβάθμου. (1) Ἐὰν ἀναζητήσωμεν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὰς μέσας θερμοκρασίας διαφόρων τόπων τῆς Γῆς καὶ διὰ γραμμῶν ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους τοῦ αὐτοῦ ἡμισφαιρίου, τοὺς ἔχοντας τὴν αὐτὴν μέσην θερμοκρασίαν, ἀνευρίσκομεν τὰς καλουμένας *ισοθερμοὺς γραμμάς*. Αἱ γραμμαὶ αὗται εἶναι καμπύλαι ἀκανόνιστοι μὴ συμπίπτουσαι πρὸς τοὺς παραλλήλους τῆς Γῆς, ὅπερ βεβαίως θὰ συνέβαινεν, ἂν ἡ μέση θερμοκρασία ἐξηρτᾶτο ἐκ μόνου τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους. Αἱ ἰσόθερμοι γραμμαὶ εἶνε κανονικαὶ βαίνουσαι περίπου κατὰ τοὺς παραλλήλους κύκλους ἐπὶ τῶν ὠκεανῶν, ἀλλὰ κλίνουσι συνήθως πρὸς τὸν ἰσημερινὸν μὲν, ὅταν διέρχωνται διὰ τῶν ἠπειρῶν, πρὸς τοὺς πόλους δέ, ὅταν διέρχωνται διὰ τῶν ὠκεανῶν. Τοῦτο δὲ συμβαίνει διότι, ἐφόσον εἰσδύομεν εἰς τὰς ἠπείρους, τὸ ὕψος τῶν τόπων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης αὐξάνεται καὶ ἡ μέση θερμοκρασία ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ γεωγραφικοῦ παραλλήλου βαίνει ἐλαττωμένη. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν πάντας τοὺς τόπους, οἵτινες ἔχουσι τὴν αὐτὴν μέσην χειμερινὴν ἢ θερινὴν θερμοκρασίαν, λαμβάνομεν τὰς καλουμένας *ισοχειμερινούς* καὶ *ισοθερινούς* γραμμάς. Ἀνευρίσκομεν δὲ τότε ὅτι δύο τόποι δύνανται νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν μέσην θερμοκρασίαν, ἐν ᾧ ἡ διαφορὰ μεταξύ μέσης χειμερινῆς καὶ θερινῆς θερμοκρασίας εἶνε διάφορος. Οἱ τοιοῦτοι δὲ τόποι ἔχουσι διάφορον κλίμα, ὅπερ καλεῖται *σταθερὸν* μὲν, ἐὰν ἡ διαφορὰ εἶνε μικρά, *μεταβλητὸν* δέ, ὅταν ἡ διαφορὰ αὕτη εἶνε μεγάλη. Σταθερὸν κλίμα ἔχουσιν ἰδίως οἱ παράλιοι τόποι, διότι ἡ θάλασσα μετριάζει τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας. Ἀλλὰ τὸ κλίμα τόπου τινὸς ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ γεωγραφικοῦ πλάτους αὐτοῦ, τῆς γειτνιασεως τῆς θαλάσσης, τοῦ ὕψους αὐτοῦ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, τῆς καταστάσεως τοῦ ἐδάφους, οἷον ἂν εἶνε δασῶδες ἢ μὴ, τοῦ σχηματισμοῦ τῶν ὄρεων καὶ τέλος ἐκ τῆς φορᾶς τῶν συνήθως πνεόντων ἀνέμων.

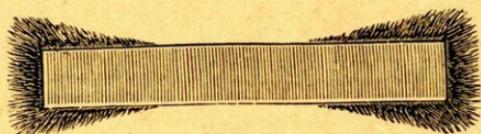
(1) Τοιαύτη περίπου εἶνε διηνεκῶς καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος βαθέος φρέατος ἐν Ἀθήναις.



ἐὰν ἐμβάλωμεν τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων μαγνητικῆς ράβδου ἐντὸς ῥινημάτων σιδήρου, ἅτινα προσκολλώμενα σχηματίζουσι θυσάνους (σχ. 185). Τὰ δύο ἄκρα τῆς χαλυβδίνης ράβδου (σχ. 186) καλοῦνται πόλοι τοῦ μαγνήτου, τὸ δὲ μεταξύ τῶν δύο πόλων μέρος, ἔνθα οὐδεμία ἐλκτική δύναμις ἀσκεῖται, καλεῖται **μέση ἢ οὐδετέρα γραμμὴ**.

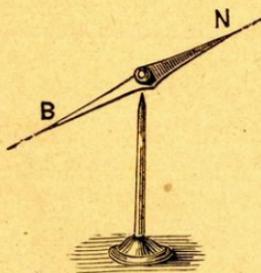


Σχ. 185.

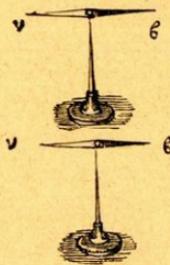


Σχ. 186.

253. Ἐὰν λάβωμεν βελόνην ἐκ χάλυθος BN (σχ. 187) ἔχουσαν σχῆμα στενοῦ καὶ ἐπιμήκους ῥόμβου καὶ μαγνητίζαντες στηρίζωμεν αὐτὴν ἐπὶ κατακρύφου ὀξείας ὀβελοῦ, οὗτινος τὴν ἀκίδα εἰσάγωμεν εἰς μικρὰν κοιλότητα κατασκευασθεῖσαν περὶ τὸ μέσον τῆς μαγνητικῆς βελόνης, οὕτως ὥστε αὐτὴ νὰ δύνηται νὰ στρέφηται ἐλευθέρως ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελόνη μετὰ τινος ταλαντώσεως



Σχ. 187.

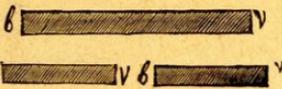


Σχ. 188.

ἴσταται πάντοτε αὐτομάτως κατὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον περίπτου. Τότε δὲ τὸ μὲν ἄκρον B τὸ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένον καλεῖται **βόρειος πόλος**, τὸ δὲ πρὸς νότον N **νότιος πόλος**. Ἐὰν λάβωμεν πλείονας μαγνητικὰς βελόνας καὶ στηρίζωμεν ἐκάστην ἐπὶ τραπέζης, ἀλλ' εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπ' ἀλλήλων, παρατηροῦμεν ὅτι πᾶσαι λαμβάνουσι τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον (σχ. 188).

Τότε δὲ τοὺς μὲν πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον τοῦ ὀρίζοντος ἐστραμμένους πόλους καλοῦμεν **ὁμώνυμους**, τοὺς δὲ πρὸς τὸ ἀντίθετον **ἑτερονύμους**. Ἐὰν νῦν πλησιάσωμεν πρὸς ἀλλήλους τοὺς ὁμώνυμους πόλους, παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἐὰν δὲ τοὺς ἑτερονύμους ἔλξιν. Ὅθεν συναγομεν τὸν ἐξῆς νόμον. **Οἱ μὲν ὁμώνυμοι μαγνητικοὶ πόλοι ἀπωθοῦσιν ἀλλήλους, τοὐναντίον δ' οἱ ἑτερόνυμοι ἔλκουσιν ἀλλήλους.**

254. **Θραυθίς μαγνήτου.** Ἐὰν λάβωμεν μαγνητικὴν ῥάβδον *βγ* (σχ. 189) ἔχουσαν εἰς ἑκάτερον τῶν ἄκρων τὸν ἕτερον τῶν μαγνητικῶν



Σχ. 189.

πόλων καὶ θραύσωμεν αὐτὴν εἰς δύο τμήματα *βγ, βγ*, ἀνευρίσκομεν αὐτὰ τέλειους μαγνήτας ἔχοντας δύο ἀντιθέτους πόλους καὶ μέσσην ἢ οὐδετέραν γραμμὴν, οὕτω δὲ κατὰ τὸ μέρος τῆς διαιρέσεως ἀναφαίνονται

δύο νέοι καὶ ἀντίθετοι πόλοι. Ἐὰν δὲ θραύσωμεν ἐκ νέου ἑκάτερον τῶν δύο τούτων τμημάτων εἰς δύο ἴσα μέρη, ἀνευρίσκομεν ἕκαστον τῶν μερῶν τέλειον μαγνήτην. Ἐπειδὴ δὲ ὅσον καὶ ἂν ἐξακολουθήσωμεν διαιροῦντες τὸν μαγνήτην εἰς ἐλάσσονα τμήματα *βγ* (σχ. 190) ἀνευρίσκομεν ἕκαστον ἐξ αὐτῶν τέλειον μαγνήτην, συμπεραίνομεν ὅτι καὶ τὰ ἐλάχιστα μέρη τοῦ μαγνήτου εἶνε τέλειοι μαγνήται καὶ ὅτι εἰς μαγνήτης εἶνε ἄθροισμα ἀπείρων στοιχειωδῶν μαγνητῶν.



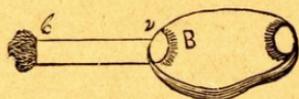
Σχ. 190.

255. **ὑπόθεσις δύο μαγνητικῶν ῥευστῶν.** Πρὸς ἐξήγησιν τῶν μαγνητικῶν φαινομένων παρεδέχθησαν δύο μαγνητικὰ ῥευστά, ἅτινα ἐκλήθησαν τὸ μὲν **βόρειον** τὸ δὲ **νότιον**. Τὰ μαγνητικὰ ῥευστὰ ἔλκουσιν ἀλλήλα, συνενούμενα δὲ παράγουσι τὸ **οὐδέτερον μαγνητικόν ῥευστόν**. Πρὸ τῆς μαγνητίσεως δὲ τοῦ χάλυθος τὰ ῥευστὰ ταῦτα εἶνε συνηωμένα εἰς οὐδέτερον μαγνητικὸν ῥευστόν περὶ ἕκαστον μῦρον τοῦ χάλυθος. Ὅταν δ' ἐπ' αὐτῶν ἐνεργήσῃ ἐξωτερικῶς φυσικὸς μαγνήτης, τὰ μαγνητικὰ τοῦτα ῥευστὰ ἀποχωρίζονται, μένοντα ὁμῶς ἐφ' ἐκάστου μορίου χάλυθος, χωρὶς νὰ δύνωνται νὰ μετακινήθωσιν ἀπὸ μορίου εἰς μῦρον ἢ ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα. Διὰ τοῦτο, ὅταν διὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων φυσικοῦ μαγνήτου προστρίβωμεν ῥάβδον ἐκ χάλυθος, τὰ μαγνητικὰ ῥευστὰ ἀποχωριζόμενα στρέφονται περὶ ἕκαστον μῦρον χάλυθος, τὰ μὲν βόρεια κατὰ τινὰ διεύθυνσιν, τὰ δὲ νότια κατὰ τὴν ἀντίθετον, καὶ διὰ τοῦτο τὸ ἄκρον τῆς ῥάβδου τὸ προστριβόμενον διὰ

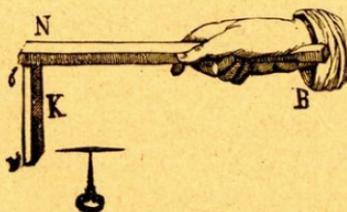
τοῦ βορείου πόλου τοῦ φυσικοῦ μαγνήτου γίνεται νότιος, τὸ δ' ἕτερον βόρειος πόλος.

**256. Νόμος τῶν μαγνητικῶν ἑλξεων καὶ ὤσεων.**  
Αἱ μαγνητικαὶ ἑλξεις καὶ ὤσεις εἶτε ἀνάλογοι πρὸς τὰς ποσότητας τοῦ μαγνητισμοῦ, ὃν φέρουσι τὰ μεμαγνητισμένα σώματα καὶ ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

**257. Μαγνήτιδις ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἐὰν συνάψωμεν μετὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων Β φυσικοῦ μαγνήτου (σχ. 191) τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων ῥάβδου ἐκ μαλακοῦ σφυρηλάτου σιδήρου *rb*, παρατηροῦμεν ὅτι καὶ ἡ ῥάβδος μαγνητίζεται ἑλκουσα διὰ τοῦ ἑτέρου ἄκρου *b* ῥινήματα σιδήρου. Ὡσαύτως ἐὰν εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων Ν μαγνητικῆς ῥάβδου (σχ. 192) προσαγάγωμεν σιδηρᾶν ῥάβδον Κ, αὕτη προσκολλημένη ἐπὶ τοῦ μαγνήτου μεταβάλλεται ὡσαύτως εἰς μαγνήτην, καὶ τὸ μὲν ἐν ἄκρον αὐτῆς *b* τὸ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ νοτίου πόλου Ν τοῦ μαγνήτου εὐρισκόμενον γίνεται βόρειος πόλος, τὸ δ' ἕτερον *r* νότιος, ὡς δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν πλησιάζοντες εἰς τὸ ἄκρον τοῦτο *r* μικρὰν μαγνητικὴν βελόνην, ἧς ὁ μὲν βόρειος πόλος ἑλκεται, ὁ δὲ νότιος ἀπωθεῖται. Ἡ μαγνητικὴ δ' αὕτη ἐπίδρασις γίνεται καὶ ἐπὶ σειρᾶς μικρῶν κυλίνδρων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Οὕτω,



Σχ. 191.



Σχ. 192.

ἑλκεται, ὁ δὲ νότιος ἀπωθεῖται. Ἡ μαγνητικὴ δ' αὕτη ἐπίδρασις γίνεται καὶ ἐπὶ σειρᾶς μικρῶν κυλίνδρων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Οὕτω,



Σχ. 193.

πλησιάζοντες εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων μαγνήτου (σχ. 193) κύλινδρον *ab* ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, παρατηροῦμεν ὅτι οὗτος ἑλκεται καὶ καθίσταται ἰκανὸς πρὸς ἑλξιν καὶ συνοχὴν δευτέρου κυλίνδρου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, καὶ οὗτος πάλιν τρίτου καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρις ὀρίου ἀνα-

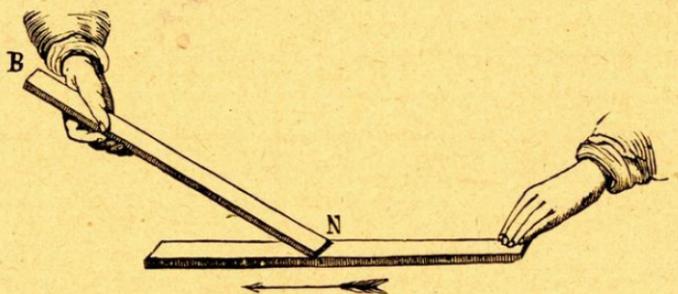
λόγου τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τοῦ μαγνήτου· οὕτω δὲ παράγεται ἡ καλουμένη **μαγνητικὴ ἄλυσις**. Ἄλλ' ὅταν διακόψωμεν τὴν ἐπαφὴν τοῦ πρώτου τεμαχίου **αβ** μετὰ τοῦ πόλου τοῦ μαγνήτου, ἀμέσως καὶ οἱ λοιποὶ κύλινδροι καταπίπτουσιν, οὐδὲν ἔχνος μαγνητίσεως διατηροῦντες. Καθ' ὅμοιον τρόπον σχηματίζονται καὶ οἱ θύσανοι ἐκ ρινημάτων σιδήρου περὶ τοὺς πόλους τοῦ μαγνήτου (σχ. 186 § 252).

Ἡ μαγνητίσις ἐξ ἐπιδράσεως γίνεται πολὺ διαφόρως ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ καὶ ἐν τῷ βεβαμμένῳ χάλυβι, διότι, ἂν θέσωμεν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐτέρου τῶν πόλων μαγνήτου τεμάχιον χάλυθος ἀμαγνητίστου, ὁ χάλυψ μαγνητίζεται μὲν ἀσθενέστερον τοῦ μαλακοῦ σιδήρου ὑπὸ τὴν αὐτὴν μαγνητικὴν ἐπίδρασιν, ἢ διὰ τὰ μαγνητισθῆ ἰσοδυνάμως πρὸς μαλακὸν σιδήρον ἀπαιτεῖ παρατεταμένην ἐπίδρασιν ἢ ἐπανειλημμένην προστριβὴν διὰ μαγνήτου, ἀλλὰ μαγνητισθεὶς μᾶλλον ἢ ἤττον διατηρεῖ τὸν μαγνητισμὸν αὐτοῦ σχεδὸν ἀμετάβλητον καὶ ὅταν ἡ μαγνητικὴ ἐπίδρασις παύσῃται. Ἐκ τῶν ἀνωτέρω καταφαίνεται ὅτι τὰ μαγνητικὰ ρευστὰ εὐκόλως ἀποχωρίζονται ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ, ἀλλὰ καὶ ἀκαριαίως πάλιν συνεννοῦνται πρὸς οὐδέτερον ρευστόν, ἐν ᾧ εἰς τὸν χάλυθα τὰ δύο ρευστὰ εὐρίσκουσιν ἀντίστασιν οὐ μόνον κατὰ τὸν ἀποχωρισμὸν, ἀλλὰ καὶ κατὰ τὴν ἐκ νέου σύνθεσιν αὐτῶν. Ἡ δύναμις αὕτη ἢ ἀνθισταμένη εἰς τὴν συνένωσιν τῶν δύο ρευστῶν καλεῖται **συνεκτικὴ δύναμις**, ἥτις, ὅσα μεγαλυτέρα εἶνε εἰς τὸν χάλυθα, τοσοῦτω καταλληλότερον καθιστᾷ αὐτὸν πρὸς κατασκευὴν μονίμων μαγνητῶν.

**258. Κόρος μαγνητῶν.** Ἡ ποσότης τοῦ μαγνητισμοῦ, ὃν δύναται νὰ συγκρατήσῃ ὠρισμένη ράβδος ἐκ χάλυθος, ἔχει ὄριον τι, ὅπερ καλεῖται **μαγνητικὸς κόρος**.

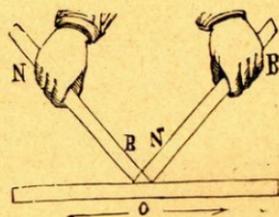
**259. Μέθοδοι μαγνητίσεως.** Πρὸς μαγνήτισιν βελόνης ἢ ράβδου ἐκ χάλυθος δι' ἐνὸς μόνου μαγνήτου θέτομεν τὴν ράβδον ἢ τὴν βελόνην ἐπὶ τραπέζης καὶ προστριβόμεν εἶτα αὐτὴν διὰ τοῦ ἐτέρου τῶν πόλων, οἷον τοῦ νοτίου N, τοῦ μαγνήτου BN (σχ. 194) ἀπὸ τοῦ μέσου μέχρι τοῦ ἐνὸς πέρατος αὐτῆς κρατοῦντες τὸν μαγνήτην κεκλιμένον καὶ ὑψοῦντες αὐτόν, ὅταν ἐξέλθῃ τοῦ πέρατος τούτου· ἐπαναφέροντες δὲ τὸν μαγνήτην πρὸς τὸ μέσον τῆς μαγνητιστέας ράβδου, ἐπαναλαμβάνομεν πολλάκις τὰς προστριβίφεις ἐπὶ τοῦ ἡμίσεως τούτου κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν. Εἶτα προστριβόμεν ὁμοίως τὸ ἕτερον ἡμισυ τῆς μαγνητιστέας ράβδου διὰ τοῦ ἐτέρου πόλου B τοῦ μαγνή-

του και οὕτως ἡ ράβδος μαγνητίζεται, ἀναφαινομένου βορείου πόλου εἰς τὸ πέρασ τὸ προστριβέν διὰ τοῦ νοτίου πόλου τοῦ μαγνήτου καὶ νοτίου εἰς τὸ διὰ τοῦ βορείου πόλου προστριβέν πέρασ. Ἐὰν δ' ἔχω-



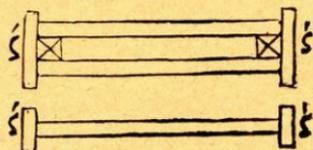
Σχ. 194.

μεν προχείρους δύο μαγνήτας, προστριβόμεν συγχρόνως καὶ ἐπανειλημμένως τὰ δύο ἡμίση τῆς μαγνητιστέας ράβδου (σχ. 195) ἀπὸ τοῦ μέσου ο πρὸς τὰ ἄκρα διὰ τῶν ἀντιθέτων πόλων Β καὶ Ν δύο ἰσοδυνάμων μαγνητῶν NB καὶ BN, ἀλλὰ καθ' ἐκάστην προστριβὴν μέχρι τῶν περάτων ὑψοῦμεν τοὺς μαγνήτας φέροντες πάλιν τοὺς αὐτοὺς πόλους εἰς τὸ μέσον ο τῆς ράβδου.



Σχ. 195.

**260. Μαγνήται εὐθεῖς καὶ πεταλοειδεῖς.** Συνήθως οἱ μαγνήται ἔχουσι σχῆμα ἐπιμήκους καὶ πεπλατυσμένου ὀρθογωνίου



Σχ. 196.

πρίσματος καὶ τίθενται ἀνὰ δύο ἐντὸς ξυλίνης θήκης, ἀλλ' οὕτως ὥστε νὰ εὐρίσκωνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος οἱ ἀντίθετοι πόλοι, μεταξὺ δ' αὐτῶν παρεμβάλλονται μικρὰ τεμάχια ξύλου (σχ. 196), δι' ὧν οἱ μαγνήται τηροῦνται εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, εἰς δὲ τοὺς πόλους αὐτῶν

προσαρμύζονται τεμάχια μαλακοῦ σιδήρου ζ' ζ', ἅτινα καλοῦνται **ὀπλιομοί**. Οἱ ὀπλιομοί οὗτοι ἐξεγείρουσιν ἀδιαλείπτως, τὰς μαγνητικὰς δυνάμεις τῶν μαγνητῶν καὶ οὕτως αὐταὶ οὐ μόνον δὲν ἐλαττοῦνται, ἀλλὰ καὶ αὐξάνονται διηνεκῶς μέχρις ὀρίου. Πολλάκις δ' εἰς τοὺς

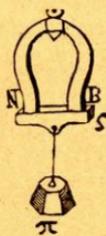
μαγνήτας δίδουσι τὸ σχῆμα ἰππίου πετάλου NB (σχ. 197), ὅποτε καὶ οἱ δύο πόλοι πλησίον κείμενοι δύνανται νὰ ἐλκύσωσι ρινήματα σιδήρου ἢ καὶ αὐτὸν τὸν ὄπλισμόν ε (σχ. 198). Διὰ τοῦτο ὄπλισμέ-



Σχ. 197.

νος πεταλοειδῆς μαγνήτης ἔλκει βάρος π ὑπέρτερον τοῦ διπλασίου ἐκείνου, ὅπερ ἔλκει ἐκάτερος τῶν πόλων. Ἐὰν μάλιστα ἀφήσωμεν ἐπὶ μίαν ἡμέραν τὸ ἐλάχιστον βάρος, ὅπερ ὁ μαγνήτης δύναται διὰ μιᾶς νὰ συγκρατήσῃ, ἐπὶ τινὰς δὲ ἡμέρας προσθέτωμεν εἰς αὐτὸ καὶ ἕτερα μικρὰ βάρη, ἡ δύναμις τοῦ μαγνήτου αὐξάνεται, ἀλλὰ μέχρις ὀρίου, οὕτω δὲ δύναται νὰ συγκρατήσῃ βάρος πολλῶν μείζον τοῦ μεγίστου, ὅπερ διὰ μιᾶς ἡδύνατο νὰ συγκρατήσῃ.

Οἱ μαγνήται οἱ ἀποτελούμενοι ἐκ πλείονων ἐλασμάτων λεπτῶν ἐκ χάλυθος κατ' ἰδίαν μαγνητισθέντων καὶ συνενωθέντων, ἦτοι αἱ καλούμεναι **μαγνητικαὶ δέσμαι**, ἔχουσι ἰσχύϊν πολὺ ὑπερτέραν ἢ ἰσοβαρεῖς καὶ ἰσομεγεθεῖς συμπαγεῖς μαγνήται. Εἰς τοιοῦτος μαγνήτης ἐξ ἀρίστου χάλυθος κατασκευασθεῖς καὶ ἔχων βάρος 500 γρ. αἶρει βάρος 12 χιλιογρ.



Σχ. 198.

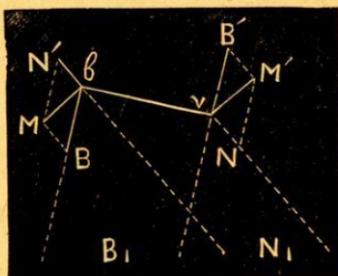
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

### ΓΗΓΕΝΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. ΠΥΞΙΔΕΣ.

261. Ἐὰν λάβωμεν λεπτήν βελόνην ἐκ χάλυθος καὶ μαγνητίσαντες αὐτήν ἐξαρθήσωμεν ἐκ λεπτοῦ μεταξίνου νήματος ἀκλόστου διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς, παρατηροῦμεν ὅτι μετὰ τινὰς αἰωρήσεις ἡ βελὼν ἁμῶν ὠρισμένην διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ περίπου πρὸς νότον καὶ δὲν τίθεται συνήθως ὀριζοντίως, ἀλλ' ὁ μὲν πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ κλίνει ὑπὸ τὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ὁ δὲ πρὸς νότον ἀνυψοῦται ἄνωθεν τοῦ ἐπιπέδου τούτου, τοῦναντίον δὲ συμβαίνει ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελὼν ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῶν δύο μαγνητικῶν πόλῶν τῆς Γῆς. Θεωρήσωμεν π. χ. μαγνητικὴν βελὼν *βγ* (σχ. 199) ἐλευθέρως ἐξηρητημένην καὶ ἔχουσαν πρὸς στιγμαὴν τὴν διεύθυνσιν *βγ*. ὁ μὲν μαγνητικὸς πόλος  $B_1$  τοῦ βορείου

ήμισφαιρίου ἔλκει τὸν βόρειον πόλον  $\beta$  τῆς μαγνητικῆς βελόνης καὶ ἀπωθεῖ τὸν νότιον  $\gamma$ , αἱ δύο δὲ αὗται δυνάμεις  $\beta\beta$  καὶ  $\gamma\gamma'$  ὄσαι ἴσαι, παράλληλοι καὶ ἀντίρροποι ἀποτελοῦσι τὸ ζεύγος  $\beta\beta\gamma\gamma'$ .

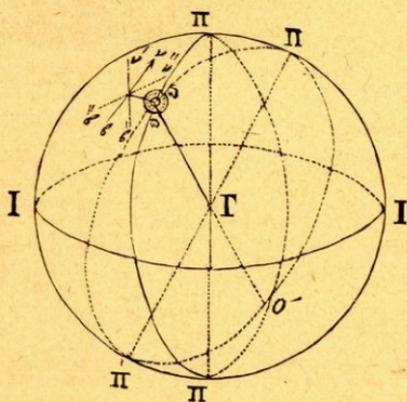
Ὡσαύτως ὁ μαγνητικὸς πόλος  $N_1$  τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου τῆς Γῆς ἀποτελεῖ δεύτερον ζεύγος  $N_1\beta\gamma N_1$ . Ἐὰν συνθέσωμεν τὰς δυνάμεις, αἵτινες εἶνε ἐφηρμοσμένα ἐφ' ἑκατέρου τῶν δύο πόλων, παράγεται τὸ συνιστάμενον ζεύγος  $M\beta\gamma M'$ , τὸ ὅποιον στρέφει τὴν βελόνην  $\beta\gamma$ , μέχρις ὅτου αὕτη λάθῃ τὴν διεύθυνσιν τῶν δυνάμεων  $M\beta$  καὶ  $\gamma M'$  τοῦ ζεύγους, ὅτε αἱ δύο αὗται ἴσαι καὶ ἀντίρροποι δυνάμεις ἀμοιβαίως καταργοῦνται.



Σχ. 199.

262. Καλεῖται **ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ** τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τῆς εὐθείας τῆς ἐνούσης τοὺς δύο πόλους τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἡρεμούσης, ἥτις εὐθεῖα καλεῖται **μαγνητικὸς ἄξων** τῆς βελόνης. Ἡ δὲ γωνία, ἣν σχηματίζει τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ μετὰ τοῦ κατακορύφου ἐπιπέδου τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, καλεῖται **γωνία ἀποκλίσεως**. Ἡ δὲ γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς μαγνητικῆς βελόνης μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, καλεῖται **γωνία ἐγκλίσεως**. Ἐὰν νῦν μεταφέρωμεν τὴν μαγνητικὴν ταύτην βελόνην ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἢ πρὸς βορρᾶν ἢ πρὸς νότον κατὰ τὴν διεύθυνσιν, ἣν αὕτη ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ δεικνύει ἡμῖν, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐφόσον μὲν βαίνομεν πρὸς βορρᾶν, ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως αὐξάνεται καὶ ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς βελόνης τείνει νὰ λάθῃ διεύθυνσιν κατακόρυφον, ἐφόσον δὲ πλησιάζομεν πρὸς τὸν ἰσημερινόν, ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως ἐλαττοῦται καὶ εἰς τινὰς περὶ τὸν ἰσημερινὸν τόπους ἢ οὕτως ἐξηρητημένη βελὸνῃ καθίσταται ὀριζοντία, ἥτοι ἡ γωνία τῆς ἐγκλίσεως μηδενίζεται. Ἐὰν δὲ ὑπερβῶμεν τοὺς τόπους τούτους καὶ βαίνομεν πρὸς νότον ἐπὶ τοῦ νοτίου ἡμισφαιρίου, ἀκολουθοῦντες τὴν διεύθυνσιν, ἣν δεικνύει ἡμῖν ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ πρὸς νότον ἄκρον αὐτῆς κλίνει ὑπὸ τὸν ὀριζόντα καὶ ἡ κλίσις αὕτη αὐξάνεται, ἐφόσον βαίνομεν πρὸς τὸν νότιον πόλον. Ὅμοιον ἐντελῶς φαινόμενον παρουσιάζει μαγνητικὴ βελὸνῃ ἐκ τοῦ μέσου αὐτῆς ἐξαρτηθεῖσα καὶ μεταφερομένη ἄνωθεν μα-

γνητικῆς ράβδου ἀπὸ τοῦ ἑνὸς ἄκρου αὐτῆς πρὸς τὸ ἕτερον· τούτεστιν ἡ μαγνητικὴ βελόνη διηγεκῶς κεῖται ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διὰ τοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος τῆς μαγνητικῆς ράβδου διερχομένῳ· καὶ ἐν τῷ μέσῳ μὲν εὐρισκομένη μένει ὀρίζοντια, μετατιθεμένη δὲ πρὸς τὸ ἐν ἢ τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς ράβδου ῥέπει ἢ πρὸς τὸ ἐν ἢ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος. Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων ὀρμώμενοι ἐξήγαγον τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ Γῆ εἶνε παμμέγιστος μαγνήτης, οὕτινος ὁ μαγνητικὸς ἄξων Π' Π' (σχ. 200) δὲν συμπίπτει μετὰ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς ΠΠ, ἀλλὰ σχηματίζει γωνίαν μετ' αὐτοῦ καὶ διαπερᾶ τὴν ἐπιφάνειαν αὐ-



Σχ. 200.

τῆς εἰς δύο σημεία Π' Π', ἅτινα καλοῦνται **μαγνητικοὶ πόλοι τῆς Γῆς**, κείμενοι μὲν πλησίον τῶν γεωγραφικῶν πόλων ΠΠ, ἀλλὰ μὴ ταυτιζόμενοι μετ' αὐτῶν.

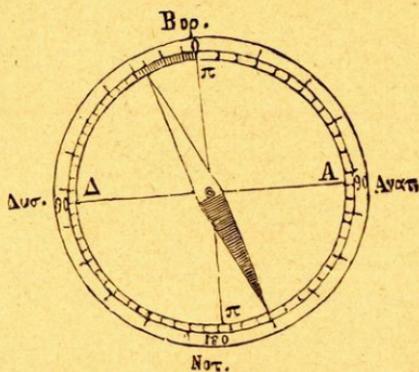
262. Ἡ ἐνέργεια τῆς Γῆς ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην δὲν εἶνε ἐκτοπιστική, ἀλλ' ἀπλῶς διευθυντηρία. Βεβαίως μεθὰ δὲ περὶ τούτου διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων.

Α'. Τοποθετοῦντες ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος

τεμάχιον φελλοῦ καὶ ἐπὶ τούτου μαγνήτην, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ μαγνήτης στρέφεται ἀπλῶς περὶ τὴν κατακόρυφον τὴν διερχομένην διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ λαμβάνων διεύθυνσιν ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον περίπου, ἀλλὰ δὲν ἐκτοπίζεται οὔτε πρὸς βορρᾶν οὔτε πρὸς νότον.

Β'. Ράβδος ἐκ χάλυθος τιθεμένη ἐπὶ τοῦ ζυγοῦ παρουσιάζει τὸ αὐτὸ ἀκριβῶς βάρος καὶ πρὸ τῆς μαγνητίσεως καὶ μετ' αὐτήν· ὥστε ἡ μαγνητικὴ ἐνέργεια τῆς Γῆς δὲν δύναται νὰ μετακινήσῃ μαγνήτην κατὰ τὴν κατακόρυφον. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι ὡς εἶδομεν ἡ ἐνέργεια τῆς Γῆς ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην ἀποτελεῖται ἐκ δύο δυνάμεων ἴσων, παραλλήλων καὶ ἀντιρρόπων, αἵτινες ἐνεργοῦσαι εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς μαγνητικῆς βελόνης στρέφουσι τὴν ἐκ νήματος ἐξηρητημένην βελόνην περὶ τὸ μέσον αὐτῆς, οὕτως ὥστε νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τῶν δύο τούτων δυνάμεων, ὅποτε αὐταὶ ἐξουδετεροῦνται ἀμοιβαίως.

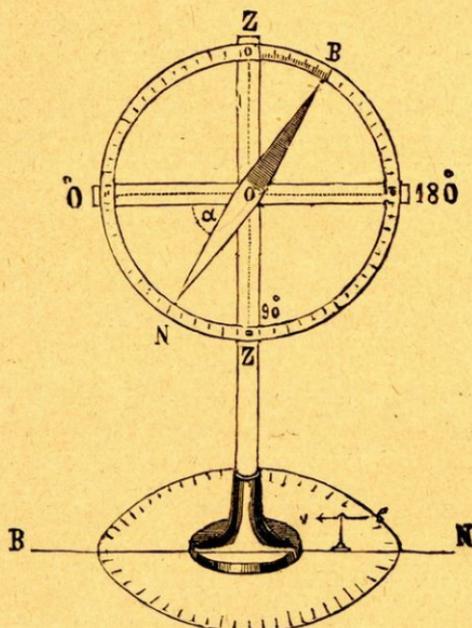
263. **Ἀπόκλισις.** Εἶπομεν ὅτι ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης καλεῖται ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ μαγνητικὸς ἄξων αὐτῆς, τουτέστιν ὁ μαγνητικὸς μεσημβρινὸς μετὰ τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ. Διακρίνομεν δὲ τὴν ἀνατολικὴν καὶ δυτικὴν ἀπόκλισιν, ὅταν ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἦτοι ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος αὐτῆς, ἐκτρέπηται ἢ πρὸς ἀνατολὰς τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ ἢ πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ. Πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς γωνίας τῆς ἀποκλίσεως γίνεται χρῆσις ὄργανου ἀποτελουμένου ἐκ μαγνητικῆς βελόνης, ἣτις στηρίζεται κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς ἐπὶ μικροῦ ὀξέος ὀθελοῦ κειμένου εἰς τὸ κέντρον μικροῦ ὀριζοντίου ὀρειχαλκίνου δίσκου (σχ. 201), οὗτινος ἡ περιφέρεια εἶνε ὑποδιηρημένη εἰς μοίρας. Στρέφομεν κατὰ πρῶτον τὸ ὄργανον, οὕτως ὥστε ἡ διάμετρος 0-180 τοῦ ὑποδιηρημένου δίσκου νὰ λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ τοῦ τόπου, οὗτινος ζητοῦμεν τὴν μαγνητικὴν ἀπόκλισιν, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ λαμβάνει ἄλλην τινὰ διεύθυνσιν, ἡ δὲ γωνία, ἣν σχηματίζει ὁ μαγνητικὸς ἄξων αὐτῆς μετὰ τῆς διαμέτρου 0—180, εἶνε ἡ ζητούμενη γωνία τῆς ἀποκλίσεως. Τὸ αὐτὸ ὄργανον χρησιμεύει πρὸς εὑρεσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ τόπου τινός, γνωστῆς οὔσης τῆς γωνίας τῆς ἀποκλίσεως τοῦ τόπου τούτου. Οὕτως ὁ μὲν τοπογράφος π. χ. στηρίζων τὸ ὄργανον τοῦτο ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, οὕτως ὥστε ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ αὐτοῦ νὰ δείξῃ τὴν γνωστὴν τοῦ τόπου ἀπόκλισιν, ἀνευρίσκει διὰ τῆς διεύθυνσεως τῆς διαμέτρου 0—180 τοῦ ὑποδιηρημένου δίσκου τὴν διεύθυνσιν τοῦ γεωγραφικοῦ μεσημβρινοῦ, ὁ δὲ ναυτιλλόμενος διὰ τῆς ναυτικῆς πυξίδος, ἣτις εἶνε πυξὶς ἀποκλίσεως, ἀνευρίσκει τὴν διεύθυνσιν τοῦ βορείου σημείου τοῦ ὀριζοντος, ὅταν ἐν μέσῳ πελάγει εὐρισκόμενος μῆτε ἀκτὰς μῆτε ἀστέρας διακρίνη.



Σχ. 201.

Ἡ ἀπόκλισις τὴν σήμερον εἶνε δυτικὴ μὲν εἰς ἅπασαν τὴν Εὐρώπην, τὴν Ἀφρικὴν, Μ. Ἀσίαν, Ἀραβίαν, τὸ δυτικὸν μέρος τῆς Αὐ-

στραλλίας και εἰς τὰ ἀνατολικώτερα μέρη τῆς Β. καὶ Ν. Ἀμερικῆς, εἰς πάντας δὲ τοὺς λοιποὺς τόπους ἀνατολική, ἐκτὸς χώρας τινὸς τῆς Ἀσίας παρὰ τὸ Πεκῖνον, ἐχούσης σχῆμα ἐλλείψεως καὶ περιλαμβανούσης τὰς Ἰαπωνικὰς νήσους, ἔνθα αὕτη εἶνε δυτικῆ. Ἡ ἀπόκλισις καὶ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον δὲν μένει σταθερά, ἀλλ' ὑφίσταται διηγεκῶς μεταβολάς, ὧν ἄλλαι μὲν εἶνε αἰώνιαι, ἄλλαι δὲ ἐτήσιαι καὶ ἄλλαι ἡμερήσιαι. Οὕτω παρατηρήθη ὅτι εἰς Λονδῖνον καὶ Παρισίους πρὸ 300



Σχ. 202.

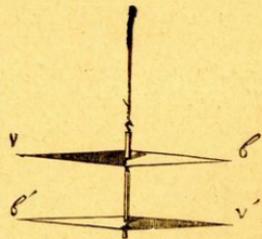
καὶ πλέον ἐτῶν (1580) ἡ ἀπόκλισις ἦτο ἀνατολική ( $11^{\circ}$ — $12^{\circ}$ ), περὶ τὰ μέσα δὲ τοῦ 17ου αἰῶνος (1657—1666) ἐμηδενίσθη, ἔκτοτε δ' ἐγένετο δυτικῆ καὶ ἔβαινε ἀξανομένη μέχρι τῶν ἀρχῶν τοῦ παρόντος αἰῶνος (1814—1818), ὅποτε ἐγένετο μεγίστη ( $22^{\circ}\frac{1}{2}$ — $24^{\circ}\frac{1}{2}$ ), ἔκτοτε δὲ βαίνει ἐλαττουμένη μένουσα πάντοτε δυτικῆ.<sup>(1)</sup> Τοιαύτας ἐκτροπὰς ἀλλὰ πολὺ μικροτέρας ὑφίσταται ἡ μαγνητικὴ βελόνη καὶ ἐντὸς τοῦ ἔτους, πολὺ δὲ μικροτέρας καὶ ἐντὸς τῆς ἡμέρας, αἰτίαι

(1) Ἡ ἀπόκλισις εἰς Ἀθήνας εἶνε τὴν σήμερον δυτικῆ καὶ ἴση πρὸς  $5^{\circ} 56'$ , 6.

τῶν ὁποίων εἶνε πιθανῶς ἡ περὶ τὸν ἥλιον ἐτησία καὶ περὶ τὸν ἄξονα ἡμερησία κίνησις τῆς Γῆς.

264. **Ἐγκλίσις.** Εἶπομεν ὅτι *ἐγκλίσις* τῆς μαγνητικῆς βελόνης καλεῖται ἡ γωνία, ἣν σχηματίζει μετὰ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἥτις στηριζομένη ἐπὶ ὀριζοντίου ἄξονος δύναται νὰ αἰωρῆται ἐλευθέρως ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ. Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς γωνίας τῆς ἐγκλίσεως χρησιμεύει ὀρειχάλκινος κατακόρυφος κύκλος ZZ (σχ. 202), οὗτινος ἡ περιφέρεια εἶνε διηρημένη εἰς μοίρας καὶ κατὰ τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου στηρίζεται μαγνητικὴ βελὸνῃ BN δυναμένη νὰ στραφῇ περὶ τὸν ὀριζόντιον ἄξονα O ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τοῦ κύκλου. Ἐὰν νῦν ὀδηγούμενοι ὑπ' ἄλλης μαγνητικῆς βελόνης  $\gamma\beta$  στρέψωμεν τὸ ὄργανον οὕτως, ὥστε ὁ κατακόρυφος κύκλος ZZ νὰ τεθῇ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, τότε ἡ βελὸνῃ BN λαμβάνει ὀρισμένην κλίσιν, ὁ δὲ μαγνητικὸς ἄξων αὐτῆς σχηματίζει μετὰ τῆς ὀριζοντίας διαμέτρου  $0^{\circ}-180^{\circ}$  τοῦ κύκλου γωνίαν  $\alpha$ , ἥτις εἶνε ἡ ζητούμενη γωνία τῆς ἐγκλίσεως. Καὶ ἡ γωνία  $\delta$  αὕτη ὑφίσταται διαφόρους μεταβολὰς αἰωνίας, ἐτησίας καὶ ἡμερησίας. Ἄλλ' ἐκτὸς τῶν μεταβολῶν τούτων ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ ἐν τῇ πυξίδι τῆς τε ἀποκλίσεως καὶ τῆς ἐγκλίσεως ὑφίσταται καὶ αἰφνιδίως διαταράξεις, ὧν κυριώτερα αἴτια εἶνε οἱ σεισμοί, αἱ ἡφαιστεῖοι ἐκρήξεις, τὸ βόρειον σέλας καὶ αἱ καταιγίδες.

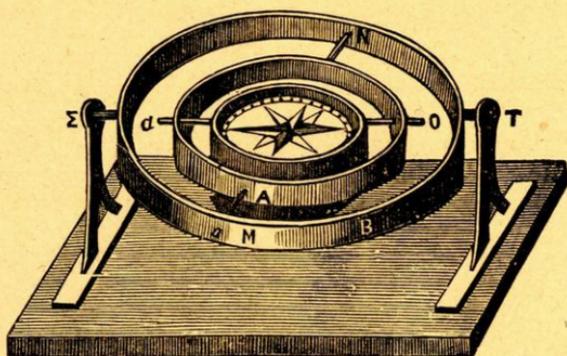
265. **Ἀστατικὸν σύστημα.** Ἄν λάβωμεν δύο μαγνητικὰς βελόνας ὁμοίας καὶ ἐξ ἴσου μεμαγνητισμένας καὶ ἐνώσωμεν αὐτὰς διὰ τοῦ μέσου αὐτῶν (σχ. 203) ἀκλονήτως καὶ οὕτως, ὥστε νὰ ἔχωσιν ἀπέναντι τοὺς ἀντιθέτους αὐτῶν πόλους  $\nu, \beta'$  καὶ  $\beta, \nu'$ , ἡ ἐπὶ τοῦ συστήματος ἐνέργεια τοῦ γηγενοῦς μαγνητισμοῦ καταστρέφεται, διότι τὰ ζεύγη εἶνε ἴσα καὶ ἀντίρροπα, οὕτω δ' αἱ βελόλαι ἰσορροποῦσιν εἰς οἰονδήποτε κατακόρυφον ἐπίπεδον, καὶ διὰ τοῦτο καλοῦνται **ἀστατικάι**. Ἐπειδὴ ὅμως εἶνε σχεδὸν ἀδύνατον δύο μαγνητικὰς βελόνας νὰ εἶνε ἐπακριβῶς ἰσοδύναμοι, ὑπάρχει ἀσθενεστάτη τις διευθυντήρια ἐνέργεια τοῦ γηγενοῦς μαγνητισμοῦ ἐπὶ τοῦ συστήματος.



Σχ. 203.

266. **Πυξίς.** Ἐνεκα τῆς ιδιότητος, ἣν ἔχει ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ νὰ λαμβάνῃ ὀρισμένην πάντοτε καὶ γνωστὴν διεύθυνσιν, μεταχειρί-

ζονται αὐτήν, ὡς εἴπομεν, οἱ ναυτιλλόμενοι, πρὸς ὁδηγίαν αὐτῶν εἰς ὄργανον καλούμενον *πυξίς*. Ἡ ναυτική πυξίς σύγκειται ἐκ μαγνητικής βελόνης ἐλευθέρως κινουμένης ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ ἐπὶ ὀξείῳ ὀβελοῦ. Ἐπὶ τῆς βελόνης προσκολλᾶται λεπτότατος καὶ ἐλαφρότατος δίσκος ἐκ χάρτου ἢ μαρμαρυγίου (*mica*), ὅστις ὑποδιηρημένος ὦν εἰς 64 ἴσα μέρη καλεῖται *ἀνεμολόγιον*. Ὁ ὀβελὸς φέρον τὸ ἀνεμολόγιον κεῖται ἐν τῷ κέντρῳ τῆς δι' ὑάλου κεκλεισμένης ἄνωθεν χαλκῆς κυλινδρικής θήκης, ἣτις δι' ἄξονος *αο* (σχ. 204) ἐξέχοντος ἐκατέρωθεν αὐτῆς στηρίζεται ἐπὶ πρώτου τινὸς δακτυλίου *A*, ὅστις πάλιν



Σχ. 204.

στηρίζεται ἐλευθέρως διὰ δευτέρου ἄξονος *MN* καθέτου τῷ πρώτῳ ἐπὶ δευτέρῳ δακτυλίῳ *B* ἐστερεωμένου διὰ τῶν ὑποστηριγμάτων *Σ* καὶ *Τ* ἐπὶ τοῦ καταστρώματος τοῦ πλοίου. Διὰ τῆς τοιαύτης διατάξεως καὶ τῆς προσθήκης μάζης μολύβδου τιθεμένης δίχην ἕρματος ἐν τῷ πυθμένι τῆς χαλκῆς θήκης ἡ πυξίς διατηρεῖται ὀριζοντία καὶ ὅταν τὸ πλοῖον εὐρίσκηται ἐν σάλῳ. Ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν δὲ τοιχωμάτων τῆς θήκης εἶνε κεχαραγμένη γραμμὴ, καλουμένη *γραμμὴ πλοστεως*, ἣτις δεικνύει τὴν διεύθυνσιν τῆς τρόπιδος τοῦ πλοίου.

Διὰ τῆς πυξίδος οἱ ναυτιλλόμενοι δύνανται νὰ δώσωσιν ὠρισμένην κατεύθυνσιν εἰς τὸ πλοῖον. Πρὸς τοῦτο ὁ πλοίαρχος ὁ ἐγκαταλείπων π.χ. τὸ νοτιώτατον ἀκρωτήριον τῆς Πελοποννήσου Ταίναρον καὶ θέλων νὰ διευθυνθῇ πρὸς τὸν πορθμὸν τὸν μεταξὺ Σικελίας καὶ Καλαθρίας ὀρίζει ἐκ τῶν προτέρων τὴν καλουμένην *γωνίαν τῆς πλεῦσεως*, ἣτοι τὴν γωνίαν, ἣν ἡ μαγνητικὴ βελὸν ἢ ἡ πρώτη διάμετρος τοῦ ἀνεμολογίου, ἢ ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον διευθυνομένη, ὀφείλει νὰ σχημα-

τιζή διηνεκῶς μετὰ τοῦ διαμήκου ἄξονος τοῦ πλοίου, ἤτοι μετὰ τῆς γραμμῆς πίστεως. Τὴν γωνίαν δὲ ταύτην ὀφείλει νὰ διατηρῇ ἀμετάβλητον ὁ πηδαλιούχος καθ' ὅλον τὸν πλοῦν. Ἐὰν δ' ἐν τῷ πλῶ ἐπέλθῃ ἕνεκα ρευμάτων μετατόπισις τοῦ πλοίου, ὁ πλοίαρχος ὀρίζει νέαν γωνίαν πλεύσεως, ἣν καὶ αὐθις ὀφείλει νὰ διατηρήσῃ ὁ πηδαλιούχος ὀδηγούμενος ὑπὸ τῆς πυξίδος. Καὶ εἰς μὲν τὰ παλαιὰ ξύλινα σκάφη ἡ μαγνητικὴ βελόνη τῆς πυξίδος ὑφίσταται μικρὰν ἐκτροπὴν προερχομένην ἐκ τῶν σιδηρῶν μερῶν τοῦ πλοίου, ἀλλ' εἰς τὰ σημερινὰ σιδηρᾶ σκάφη ἡ γωνία αὕτη δύναται νὰ ὑπερβῇ καὶ τὰς 60 μοίρας, οὕτως ὥστε ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἀντὶ τοῦ βορρᾶ νὰ δεικνύῃ τὴν ἀνατολὴν ἢ τὴν δύσιν. Ἡ ἐκτροπὴ αὕτη διορθοῦται διὰ μαγνητῶν καὶ τεμαχίων σιδήρου τιθεμένων καταλλήλως περὶ τὴν πυξίδα, δι' ὧν ἐξουδετεροῦται ἡ ἐπ' αὐτῆς ἐνέργεια τῶν σιδηρῶν μερῶν τοῦ πλοίου.

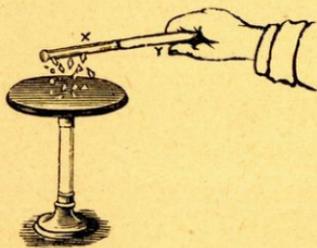
# ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

## ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

#### ΓΕΝΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.

267. Ὁ πρῶτος τῶν Ἑλλήνων φιλοσόφων Θαλῆς ὁ Μιλήσιος (624—546 π.Χ.) παρατήρησε πρῶτος ὅτι τὸ ἤλεκτρον προστριβόμενον ἔλκει ἐλαφρά τινα σώματα. Περὶ τὰς ἀρχὰς δὲ τοῦ 17ου αἰῶνος μ.Χ. ὁ Gilbert παρατήρησεν ὅτι καὶ ἄλλα σώματα, οἷον ἡ ὕαλος, ἡ ῥητίνη, τὸ θείον προστριβόμενα διὰ μαλλίνου ξηροῦ ὑφάσματος προσκτῶνται νέαν ιδιότητα, τουτέστιν ἔλκουσιν ἐλαφρά τινα σώματα, οἷον ῤνήματα ξύλου, λεπτὰ τεμάχια χάρτου, πτίλα, μικρὰ μέταλλα πέταλα, μετὰ δὲ τὴν ἐπαφὴν ἀπωθοῦσιν αὐτά. Πρὸς ἐξήγησιν τοῦ



Σχ. 205.

φαινομένου τούτου ὑποθέτουσιν ὅτι διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτύσσεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων τούτων ρευστόν τι ἀβαρές, ὅπερ ἐκάλεσαν *ἤλεκτρισμὸν* ἢ *ἤλεκτρικὴν*.

268. Πάντα τὰ σώματα τριβόμενα ἤλεκτρίζονται, ἀλλὰ τὰ μέταλλα καὶ ἄλλα σώματα κρατούμενα ἀπ' εὐθείας διὰ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἤλεκτρίζονται μὲν, ἀλλ' ἀποβάλλουσι διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν εἰς τὴν Γῆν τὸν ἤλεκτρισμὸν αὐτῶν· οὕτως ἐὰν μεταλλίνην ῤάβδον X (σχ. 205) προσαρμόσωμεν εἰς τὸ ἄκρον ὕαλινῆς ῤάβδου καὶ τύψωμεν τὸ μέταλλινον μέρος διὰ μαλλίνου ἢ μεταξίνου ὑφάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι καὶ τὸ μέταλλον ἔλκει ἐλαφρά σώματα, ἧτοι ἤλεκτρίζεται. Παρατηρήθη ὡσαύτως ὅτι ἄλλα μὲν σώματα, οἷον ἡ ὕαλος,

ἡ ῥητίνη, τὸ θεῖον κτῶνται ἠλεκτρικὰς ιδιότητας μόνον ἐπὶ τῶν προστριβομένων σημείων, ἡ δὲ ἠλεκτρικὴ αὐτὴ παραμένει ἐπ' αὐτῶν μὴ δυναμένη νὰ μεταδοθῆ εἰς τὴν λοιπὴν μᾶζαν τοῦ σώματος, ὡς τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς τὴν θερμότητα ἐπὶ τῶν κακῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος· ἐν ᾧ τούναντίον τὰ μέταλλα προστριβόμενα εἰς τινα σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν καὶ ἠλεκτριζόμενα κατὰ τὰ σημεῖα ταῦτα μεταδίδουσι τὴν ἠλεκτρικὴν ταύτην εὐθὺς εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν, ὡς τοῦτο περὶπου συμβαίνει καὶ εἰς τὴν θερμότητα ἐπὶ τῶν καλῶν ἀγωγῶν τῆς θερμότητος. Διὰ τοῦτο διήρesan τὰ σώματα εἰς **κακοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ** ἢ ἀπλῶς **μὴ ἀγωγὰ** τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐφ' ὧν ὁ ἠλεκτρισμὸς δυσκόλως κινεῖται, καὶ εἰς **καλοὺς ἀγωγοὺς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ** ἢ ἀπλῶς **ἀγωγὰ** τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐφ' ὧν ὁ ἠλεκτρισμὸς ῥέει εὐκόλως.

Ἐκ τῶν συνηθεστέρων σωμάτων καλοὶ ἀγωγοὶ εἶνε κατ' ἐξοχὴν τὰ μέταλλα, ὁ συμπαγὴς ἄνθραξ, ὁ γραφίτης, τὰ ὀξέα, τὰ διαλύματα τῶν ἀλάτων, ὁ ὑγρὸς ἀήρ, ἡμιαγωγὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τὰ φυτὰ, τὰ ζῶα, οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος, ὁ ὑγρὸς χάρτης, ὁ ὑγρὸς βάμβαξ, τὰ ὑγρά ἄχυρα, κακοὶ δὲ ἀγωγοὶ ὁ πάγος, ἡ κρητὶς, τὸ μάρμαρον, ἡ πορσελάνη, τὸ ἐντελῶς ξηρὸν ξύλον, αἱ τρίχες, τὸ ἔριον, ἡ μέταξα, ἡ ὕαλος, ἡ γουτταπέρη, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, τὸ θεῖον, ἡ ῥητίνη καὶ ἄλλα τινά.

269. Τὰ σώματα, ἅτινα εἶνε κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, καλοῦνται καὶ **ἀπομονωτικά**, διότι, ὅπως διατηρήσωμεν τὴν ἠλεκτρικὴν ἐπὶ τινος καλοῦ ἀγωγοῦ, οἷον ἐπὶ τῆς μεταλλίνης βάρδου X (σχ. 205), ὀφείλομεν νὰ στηρίζωμεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐπὶ κακοῦ ἀγωγοῦ, οἷον ἐφ' ὕαλου, ἥτις τότε καλεῖται **μονωτήρ**.

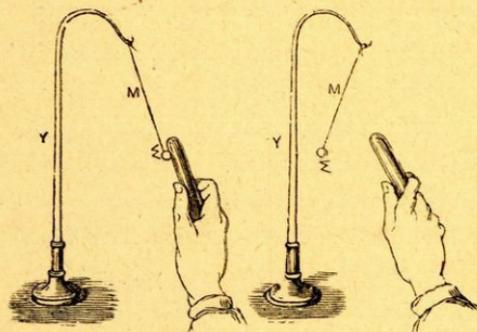
270. Ἐὰν σφαῖραν μεταλλίνην ἠλεκτρισμένην καὶ μεμονωμένην θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν μετ' ἄλλης ὁμοίας σφαίρας μεμονωμένης μὲν ἀλλὰ μὴ ἠλεκτρισμένης, διανέμονται πάραυτα τὴν ἠλεκτρικὴν καὶ ἕκαστέρα φέρει τὸ ἡμισυ τοῦ ὅλου. Ἐὰν ὅμως ἡ δευτέρα σφαῖρα ἢ μὴ ἠλεκτρισμένη ἔχῃ διάμετρον δεκαπλασίαν, ἑκατονταπλασίαν ἢ χιλιαπλασίαν τῆς πρώτης τῆς ἠλεκτρισμένης, τότε αὐτὴ μὲν διατηρεῖ τὸ δέκατον ἢ ἑκατοστὸν ἢ χιλιοστὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὃν ἔφερον, ἐκεῖνη δὲ λαμβάνει τὸ ὑπόλοιπον, τουτέστιν ἡ διανομὴ τῆς ἠλεκτρικῆς γίνεται ἀναλόγως τῆς διαμέτρου τῶν εἰς ἐπαφὴν τιθεμένων σωμάτων, οὕτως ὥστε ἐλαχίστη σφαῖρα ἠλεκτρισμένη τιθεμένη εἰς ἐπαφὴν μετὰ παμ-

μεγίστης μὴ ἠλεκτρισμένης ἢ κατ' ἐλάχιστον ἠλεκτρισμένης ἀποβάλλει σχεδὸν τὸ ὅλον τῆς ἠλεκτρικῆς, ἢν ἔφερον. Ὅθεν ἐὰν σῶμα ἠλεκτρισμένον τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς Γῆς διὰ καλοῦ ἀγωγοῦ, ἢ Γῆ ὡς ἔχουσα μεγίστας σχετικῶς διαστάσεις λαμβάνει τὸ ὅλον τῆς ἠλεκτρικῆς τοῦ σώματος, ὅπερ τούτου ἕνεκα ἀποβάλλει πᾶν ἔχνος ἠλεκτρικῆς.

Ὁ ἠλεκτρισμὸς λοιπὸν καλοῦ τινος ἀγωγοῦ τεθέντος εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς Γῆς ἐκρέει καὶ διαχέεται ἐντὸς αὐτῆς, ἥτις τούτου ἕνεκεν ἐκλήθη *κοινὸν δοχεῖον* τῆς ἠλεκτρικῆς. Διὰ νὰ διατηρήσωμεν δὲ τὸν ἠλεκτρισμὸν ἐπὶ τινος καλοῦ ἀγωγοῦ, δὲν ἀρκεῖ μόνον νὰ στηρίζωμεν αὐτὸν ἐπὶ μονωτήρος, ἀλλὰ καὶ νὰ θέσωμεν αὐτὸν ἐν περιέχοντι μὴ ἀγωγῷ, οἷος εἶνε ὁ ξηρὸς ἀήρ. Διὰ τοῦτο, ὅπως ἀναπτύξωμεν ἠλεκτρισμὸν διὰ τριβῆς, ἢ πρέπει νὰ πειρώμεθα ἐν ἡμέρᾳ, καθ' ἣν ὁ ἀήρ εἶνε ξηρὸς, οἷον ὅταν πνέῃ ξηρὸς βορρᾶς, ἢ νὰ θερμάνωμεν τὸν ἀέρα τῆς αἰθούσης, ὅπως καταστήσωμεν αὐτὸν ὅσον ἕνεστι ξηρότερον.

**271. Στατικὸς καὶ δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς.** Συνθήκως ἐρευνῶσι τὰ ἠλεκτρικὰ φαινόμενα ὑποδιαϊροῦντες αὐτὰ εἰς φαινόμενα τοῦ *στατικοῦ* καὶ εἰς φαινόμενα τοῦ *δυναμικοῦ ἠλεκτρισμοῦ*. Καὶ εἰς τὴν πρώτην μὲν κατηγορίαν ὑπάγονται τὰ φαινόμενα, ἅτινα παράγει ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐν ἡρεμίᾳ ἐπὶ τῶν σωμάτων εὐρισκόμενος, εἰς δὲ τὴν δευτέραν κατηγορίαν περιλαμβάνονται τὰ φαινόμενα, ἅτινα παρέχει ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐν κινήσει εὐρισκόμενος.

**272. Ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές.** Προσφορώτερον ἀνευρίσκωμεν ἂν σῶμα τι εἶνε ἠλεκτρισμένον ἢ μὴ δι' ὄργανου, ὅπερ καλούμενον *ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές* σύγκειται



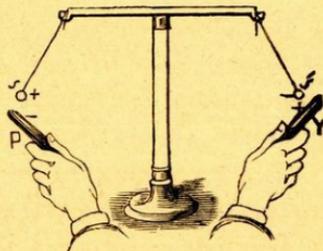
Σχ. 206.

εἶς ἐπικαμποῦς ὑαλί-  
νου στελέχους Υ (σχ. 206)  
στηριζομένου ἐπὶ ὀρειχαλ-  
κίνου ὑποστηρίγματος καὶ  
φέροντος κατὰ τὸ ἄνω ἄκρον  
νήμα μετὰξῆς Μ, ἐξ οὗ  
εἶνε ἐξηρητημένον κουφότα-  
τον σφαιρίδιον Σ ἐξ ἐντε-  
ριώνης ἀκτέας. Τὸ σφαιρί-  
διον τοῦτο, ἐὰν πλησιάζω-

μεν ἠλεκτρισμένον σῶμα εἰς αὐτό, οἷον βάρθρον ὑαλίνην τριβεῖσαν διὰ  
μαλλίνου ὑφάσματος, παρατηροῦμεν ὅτι κατὰ πρῶτον μὲν ἔλκεται ὑπὸ

τῆς ράβδου, ἀλλ' εὐθὺς ὡς ἐπέλθῃ ἐπαφὴ αὐτῶν, ἀπωθεῖται ὑπ' αὐτῆς. Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦμεν ἐπαναλαμβάνοντες τὸ πείραμα τοῦτο διὰ ράβδου ἐκ ρητίνης τριβείσης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος.

**273. Θετικὸς καὶ ἄρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς.** Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι δύο σφαιρίδια ἐλθόντα εἰς ἐπαφὴν τὸ μὲν μετὰ τῆς ὑαλίνης ράβδου τὸ δὲ μετὰ τῆς ἐκ ρητίνης ἀπωθοῦνται ὑπ' αὐτῶν. Ἐὰν ὅμως εἰς τὸ πρῶτον σφαιρίδιον  $c$  (σχ. 207), ὅπερ ἀπωθεῖ ἡ ὑαλίνη ράβδος, πλησιάσωμεν τὴν ἐκ ρητίνης  $P$ , ἢ εἰς τὸ δευτέρον σφαιρίδιον  $c'$ , ὅπερ ἀπωθεῖ ἡ ἐκ ρητίνης ράβδος, πλησιάσωμεν τὴν ὑαλίνην  $Υ$ , παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν ἔλξιν. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι ὅτι ὑπάρχουσι δύο εἶδη ἠλεκτρικῆς, ὧν ἡ μὲν μία εἶνε ὡς ἡ ἐπὶ τῆς ὑάλου προστριβομένης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος ἀναπτυσσομένη, ἥτις ἐκλήθη *θετικὴ*, ἡ δ' ἑτέρα ὡς ἡ ἐπὶ τῆς ρητίνης προστριβομένης καὶ αὐτῆς διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἥτις ἐκλήθη *ἄρνητικὴ*, καὶ ὅτι τὰ ὁμώνυμῶς ἠλεκτριζόμενα σώματα (τουτέστι τὰ φέροντα ἀμφοτέρα θετικὴν ἢ ἀμφοτέρα ἄρνητικὴν ἠλεκτρικὴν) ἀπωθοῦνται, τούναντίον δὲ τὰ ἑτερονύμῶς ἠλεκτριζόμενα (τουτέστι τὰ φέροντα τὸ μὲν ἓν θετικὴν, τὸ δ' ἕτερον ἄρνητικὴν ἠλεκτρικὴν) ἔλκονται. Κατὰ ταῦτα ἐν τῇ ἐπαφῇ τῶν σφαιριδίων μετὰ τῶν ἠλεκτριζμένων ράβδων ἐξ ὑάλου ἢ ρητίνης μεταδίδεται καὶ εἰς ταῦτα ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ (σχ. 206) καὶ διὰ τοῦτο ἐπέρχεται ἄπωσις· ἀλλ' ἐὰν τὴν θετικῶς ἠλεκτριζομένην ὑαλίνην ράβδον πλησιάσωμεν εἰς τὸ ἄρνητικῶς ἠλεκτριζόμενον σφαιρίδιον ἢ τὴν ἄρνητικῶς ἠλεκτριζομένην ἐκ ρητίνης ράβδον πλησιάσωμεν εἰς τὸ θετικῶς ἠλεκτριζόμενον σφαιρίδιον, παρατηροῦμεν ἔλξιν, διότι τὰ σώματα ταῦτα εἶνε ἑτερονύμῶς ἠλεκτριζόμενα.



Σχ. 207.

Τὸ αὐτὸ σῶμα δύναται νὰ ἠλεκτρισθῇ ὅτε μὲν θετικῶς, ὅτε δὲ ἄρνητικῶς κατὰ τὴν φύσιν τοῦ μεθ' οὗ προστρίβεται σώματος. Οὕτω τὸ μάλλινον ὑφασμα ἠλεκτρίζεται ἄρνητικῶς μὲν, ὅταν προστρίβῃ τὴν λεῖαν ὑαλον, θετικῶς δέ, ὅταν προστρίβῃ τὴν ρητίνην. Ἐπίσης διαφόρως ἠλεκτρίζονται τὰ σώματα κατὰ τὴν διάφορον κατάστασιν τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν. Οὕτως ἡ λεῖα ὑαλος ἠλεκτρίζεται διαφόρως ἢ ἡ τραχεῖα καὶ ἀστίλβωτος. Δύο δὲ σώματα προστριβόμενα καὶ μεμονω-

μένα ἀμφοτέρα ἠλεκτρίζονται τὸ μὲν θετικῶς, τὸ δ' ἕτερον ἀρνητικῶς καὶ ἐν γένει παρατηρήθη ὅτι τὸ μᾶλλον θερμαινόμενον ἐκ τῶν προστριβομένων σωμάτων ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς. Δύο ἄνθρωποι δύνανται νὰ ἠλεκτρισθῶσιν ὁ μὲν θετικῶς, ὁ δὲ ἀρνητικῶς, ἀνερχόμενοι ἐπὶ θρακίων ἐχόντων ὑαλίλους πόδας, τῶν ἠλεκτρικῶν θρακίων καλουμένων. Ἐὰν ὁ εἷς τύπτῃ τὸν ἕτερον ἐπανειλημμένως διὰ δορᾶς αἰλούρου, ἀμφοτέροι ἠλεκτρίζονται, ὁπότε αἱ τρίχες αὐτῶν ὀρθοῦνται ὡς ὁμωνύμως ἠλεκτρισμένοι καὶ αἱ χεῖρές των δύνανται νὰ ἐλκύσωσιν ἠλεκτρικὰ ἐκκρεμῆ.

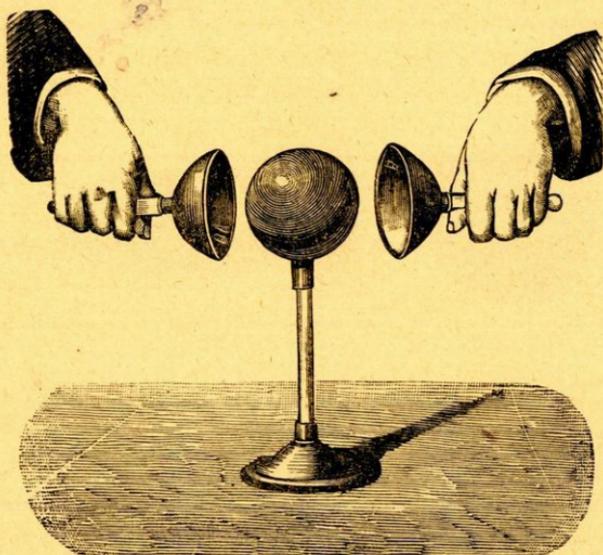
274. **Νόμος τῶν ἠλεκτρικῶν ἔλξεων καὶ ὤσεων.** Ἡ μεταξὺ τῶν ὁμωνύμων ἠλεκτρικῶν ρευστῶν ὥσις καὶ ἡ μεταξὺ τῶν ἑτερονύμων ἔλξις εἶνε κατ' εὐθείαν μὲν ἀνάλογοι πρὸς τὰς ποσότητας αὐτῶν, ἀντιστρόφως δὲ ἀνάλογοι πρὸς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως αὐτῶν.

275. **Ὑπόθεσις πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἠλεκτρικῶν φαινομένων.** Πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἠλεκτρικῶν φαινομένων πολλοὶ μετὰ τοῦ Symmer παραδέχονται ὅτι πᾶν σῶμα ἐν φυσικῇ καταστάσει εὐρισκόμενον φέρει ἄπειρον ποσότητα τοῦ καλουμένου οὐδετέρου ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ, ὅπερ προέρχεται ἐκ τῆς συνθέσεως ἴσων ποσοτήτων θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς, αἵτινες συνηνωμένοι οὔσαι δὲν δύνανται νὰ ἐπιδράσωσιν ἐξωτερικῶς, καὶ τότε τὸ σῶμα εὐρίσκεται ἐν φυσικῇ καταστάσει. Διὰ τῆς τριβῆς δὲ τῶν δύο σωμάτων τὸ οὐδέτερον τοῦτο ρευστὸν ἀποσυντίθεται καὶ τὸ μὲν τῶν σωμάτων δέχεται τὴν θετικὴν, τὸ δ' ἕτερον τὴν ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν. Ἐὰν δ' ἐνώσωμεν τὰς δύο ταύτας ἴσας ποσότητας τῶν ἀντιθέτων ἠλεκτρικῶν, παράγεται καὶ αὖθις οὐδέτερον ρευστόν.

276. **Διάταξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων.** Ἐπειδὴ τὰ ὁμώνυμα ἠλεκτρικὰ ρευστὰ ἀπωθοῦνται, ἔπεται ὅτι δύο ἠλεκτρικὰ μέρη ἐντὸς τῆς μᾶζης καλοῦ ἀγωγοῦ σώματος κείμενα δὲν δύνανται νὰ εὐρεθῶσιν ἐν ἰσορροπίᾳ, ἀλλ' ἀπωθούμενα φέρονται μέχρι τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος, ὁπότεν τείνουσιν ἀμοιβαίως ἀπωθούμενα νὰ ἐκφύγωσιν. Ὅτι δὲ τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστόν φέρεται πάντοτε ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῶν καλῶν ἀγωγῶν σωμάτων ἀποδεικνύεται διὰ πολλῶν πειραμάτων, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ ἀκόλουθα δύο.

Α'). Σφαῖραν ἐξ ὀρειχάλκου μεμονωμένην ἐφ' ὑαλίνου ὑποστηρίγματος ἠλεκτρίσαντες καλύπτομεν διὰ δύο ὀρειχαλκίων ἡμισφαιρίων

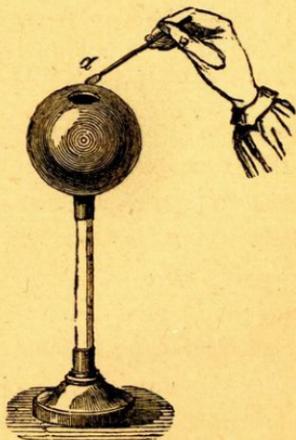
κοίλων και τῆς αὐτῆς διαμέτρου (σχ. 208), ἅτινα δύνανται νὰ καλύψωσι τὴν σφαῖραν ἀκριβῶς και εἶτα ν' ἀποσπασθῶσι δι' ὑαλίνων λαβῶν. Ὅταν ἀπομακρύνωμεν ταυτοχρόνως και ταχέως τὰ δύο ἡμι-



Σχ. 208.

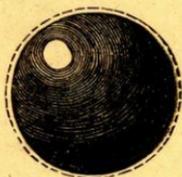
σφαίρια, παρατηροῦμεν πλησιάζοντες αὐτὰ εἰς ἠλεκτρικὸν ἔκκρεμὸς ὅτι εἶνε ἠλεκτρισμένα, ἐν ᾧ ἡ σφαῖρα δὲν φέρει πλεόν αἰσθητὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ.

Β'). Λαμβάνομεν ὀρειχαλκίνην σφαῖραν κοίλην ἐστηρικμένην ἐφ' ὑαλίνου ποδῶς (σχ. 209) και φέρουσαν ἄνωθεν κυκλικὴν ὀπήν. Ἐλεκτρισαντες τὴν σφαῖραν παρατηροῦμεν ὅτι μόνον ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια αὐτῆς φέρει ἠλεκτρικὴν, οὐχὶ δὲ και ἡ ἐσωτερικὴ. Διαγινώσκομεν δὲ τοῦτο ἐγγίζοντες ἢ τὴν ἐσωτερικὴν ἢ τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαίρας διὰ τοῦ καλουμένου δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου, ὄντος μικροῦ μεταλλίνου δίσκου *a* προσκεκολλημένου εἰς τὸ ἄκρον μικροῦ στελέχους ἐκ λακκείου κόμμοος, και εἶτα πλησιάζοντες τὸν δίσκον εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν ἔκκρεμὸς, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἔκκρεμὸς τοῦτο ἔλκεται μὲν ὑπὸ τοῦ δίσκου ἐγγίσαντος τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαίρας, ἀκίνηται δὲ τοῦ δίσκου ἐλθόντος εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας αὐτῆς.

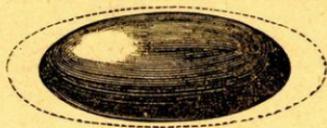


Σχ. 209.

277. **Διανομή τῆς ἠλεκτρικῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σφαιρῶν.** Ἐὰν μεταλλίνην σφαῖραν μεμονωμένην ἠλεκτρίσωμεν, ὁ ἠλεκτρισμὸς διανέμεται ὁμοιομερῶς κατὰ πάντα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς (σχ. 210), οὕτως ὥστε δυνάμεθα νὰ φαντασθῶμεν ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν σχηματίζει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας στρῶμα ἔχον τὸ αὐτὸ πάχος καθ' ὅλην τὴν ἐπιφανείαν αὐ-



Σχ. 210.



Σχ. 211.

τῆς. Ἄλλ' ἐὰν τὸ ἠλεκτρισμένον ἀγωγὸν σῶμα ἔχῃ σχῆμα ἐπίμηκες, ὡς ἑλλειψοειδοῦς ἐπίμηκος, τότε τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν ἐπισωρεύεται κατὰ τὰ ἄκρα τοῦ μεγάλου ἄξονος αὐτοῦ, ἔνθα λαμβάνει τὸ μέγιστον πάχος (σχ. 211). Ἐπὶ κυλινδρικοῦ δ' ἀγωγοῦ περατούμενου ἐκατέρωθεν εἰς ἡμισφαίρια καὶ ἠλεκτρισμένου ἢ ἠλεκτρικῆ ἐν ἐλαχίστη μὲν ποσότητι παραμένει ἐπὶ τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας,



Σχ. 212.



Σχ. 213.

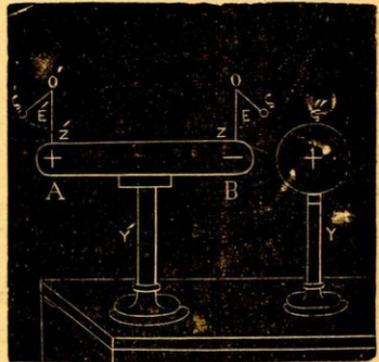
κατὰ τὸ πλεῖστον δὲ συσσωρεύεται κατὰ τὰ ἄκρα ἐπὶ τῶν ἡμισφαιρικῶν ἐπιφανειῶν (σχ. 212). Ἐὰν ὡσαύτως τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα φέρῃ ἀκμὰς ἢ γωνίας, ὡς μεταλλινὸς ἐπίπεδος δίσκος, ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐπισωρεύεται ἐν μείζονι ποσότητι εἰς τὰ πέρατα (σχ. 213), ἐν ἐλαχίστη δὲ περὶ τὸ κέντρον τοῦ δίσκου. Ἐὰν δὲ τέλος ἀγωγὸν σῶμα, ὡς μεταλλινόν, ἀπολήγῃ εἰς ἀκίδα, τότε πᾶσα ἢ ἠλεκτρικὴ τοῦ σώματος ἐπισωρεύεται ἐπὶ τῆς ἀκίδος, ἔνθα τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν ὁμωύμως ἠλεκτρίζει τὰ περὶ τὴν ἀκίδα μέρη τοῦ ἀέρος ἀποθεῖ ταῦτα, οὕτω δὲ ἢ μὲν ἠλεκτρικὴ τῆς ἀκίδος ἐκρέουσα διαχέεται εἰς τὴν ἀτμόσφαιραν, τὰ δὲ ἀπωθούμενα μέρη τοῦ ἀέρος παράγουσι τὸ καλούμενον ἠλεκτρικὸν φύσημα ἱκανὸν νὰ σθέσῃ τὴν φλόγα παρακειμένης λαμπάδος. Κατὰ ταῦτα ὅταν θέλωμεν ταχέως νὰ ἐκφύγῃ ἢ ἠλεκ-

τρική ἔκ τινος ἀγωγοῦ σώματος, ὀπλίζομεν αὐτὸ δι' ἀκίδας, καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται ἡ καλουμένη *δύναμις τῶν ἀκίδων*, ἥτις, ὡς θὰ ἴδωμεν, χρησιμοποιεῖται εἰς τὰ ἀλεξικέραυνα. Ὅταν δὲ τούναντίον θέλωμεν νὰ ἐπισωρεύσωμεν ἠλεκτρικὸν ῥευστὸν ἐπὶ μεμονωμένων ἀγωγῶν σωμάτων, τὰ σώματα ταῦτα δὲν πρέπει νὰ φέρωσιν ἀκμάς ἢ ἀκίδας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΕΞ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΗΧΑΝΑΙ.  
ΠΥΚΝΩΤΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ.

278. **Ἡλεκτροῖσις ἐξ ἐπιδράσεως.** Ἀγωγὸν τι σῶμα μεμονωμένον δυνάμεθα νὰ ἠλεκτρίσωμεν οὐ μόνον διὰ τριβῆς ἢ δι' ἐπαφῆς μετ' ἠλεκτρισμένου σώματος, ἀλλὰ καὶ ὑποβάλλοντες αὐτὸ ἐξ ἀποστάσεώς τινος εἰς τὴν ἐπίδρασιν ἐτέρου ἠλεκτρισμένου σώματος. Οὕτως ἐὰν εἰς σῶμα ἠλεκτρισμένον, εἶον εἰς τὴν θετικῶς ἠλεκτρισμένην καὶ μεμονωμένην μεταλλίνην σφαῖραν  $c'$  (σχ. 214), πλησιάσωμεν ἀγωγὸν σῶμα μεμονωμένον, εἶον ὀρειχάλκινον κύλινδρον  $AB$  ἐστηριγμένον ἐφ' ὑαλίνου ποδῶς  $\Gamma$  καὶ ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει εὐρισκόμενον, παρατηροῦμεν ὅτι ἀμφότερα τὰ ἄκρα  $A$  καὶ  $B$  τοῦ κυλίνδρου φέρουσιν ἠλεκτρισμὸν καὶ ὅτι εἰς μὲν τὸ ἐν ἄκρον  $B$  τὸ ἐστραμμένον πρὸς τὴν ἠλεκτρισμένην σφαῖραν ἐπισωρεύεται ἀρνητικὴ ἠλεκτρικὴ, εἰς δὲ τὸ ἀντίθετον  $A$  θετικὴ. Καὶ ὅτι μὲν ἀμφότερα τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου εἶνε ἠλεκτρισμένα, καταδεικνύεται ἐκ τῶν κατὰ τὰ ἄκρα δύο ἐκκρεμῶν  $c$  καὶ  $c'$  διὰ νήματος ἐκ κανάθειας (καλοῦ ἀγωγοῦ) ἐξητηγμένων, ἅτινα ὁμῶς ἠλεκτρίζονται πρὸς τὰ ἐφ' ὧν στηρίζονται μετάλλια στελέχη  $OZ$  καὶ  $O'Z'$  ἀπωθοῦνται ὑπ' αὐτῶν. Ὅτι δὲ εἰς τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου τούτου ὑπάρχουσιν ἀντίθετοι ἠλεκτρικαί, ἀποδεικνύεται ἐκ τούτου, ὅτι ἐὰν εἰς ἀμφότερα πλησιάσωμεν διαδοχικῶς ῥάβδον ὑαλίνην



Σχ. 214.

τριβείσαν διὰ μαλλίνου ύφάσματος, ήτις, ώς προείπομεν, ήλεκτρίζε-  
ται θετικώς, παρατηρούμεν ότι τὸ μὲν πρὸς τὸ ἄκρον Β ἐκκρεμές Ος  
ἔλκεται ὑπὸ τῆς βάρθδου, ἄρα φέρει ἀρνητικὴν ήλεκτρικὴν, τὸ δὲ Ο' ς'  
τὸ πρὸς τὸ ἄκρον Α ἀπωθεῖται ὑπ' αὐτῆς, ώς φέρων ὁμώνυμον ήλεκ-  
τρικὴν, ήτοι θετικὴν. Ἐὰν ἀπομακρύνωμεν τὸν κύλινδρον ΑΒ ἀπὸ τῆς  
ήλεκτρισμένης σφαίρας, παρατηρούμεν ότι τὰ ἐκκρεμῆ καταπίπτου-  
σιν, ὅπερ ἀποδεικνύει ότι αἱ δύο ήλεκτρικαὶ συνενούμεναι ἀφανίζονται.  
Ἐὰν δὲ τέλος, τοῦ κυλίνδρου εύρισκομένου πλησίον τῆς σφαίρας καὶ  
κατ' ἀκολουθίαν ήλεκτρισμένου πόρρωθεν ἐξ ἐπιδράσεως κατ' ἀμφοτέρα  
τὰ ἄκρα ἑτερονύμως, θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν οἰονόηποτε σημεῖον τῆς  
ἐπιφανείας αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους δι' ἐπιψάυσεως διὰ τοῦ δακτύλου  
ἢ διὰ μεταλλίνης βάρθδου, παρατηρούμεν ότι τὸ μὲν ἐκκρεμές Ο' ς' τοῦ  
ἀπωτέρω ἄκρου Α καταπίπτει, ἐκρεούσης εἰς τὴν Γῆν τῆς ὁμώνυμου  
πρὸς τὴν τῆς ἐπιδρώσης σφαίρας ήλεκτρικῆς, τὸ δὲ ἐκκρεμές Ος τοῦ  
ἄκρου Β ἀνυψοῦται ἔτι μᾶλλον δεικνύον μείζονα συσσώρευσιν ήλεκτρι-  
κῆς κατὰ τὸ ἄκρον τοῦτο. Τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξηγοῦμεν παραδεχόμενοι  
ὅτι ἡ θετικὴ ήλεκτρικὴ τῆς σφαίρας ἐπιδρᾶ πόρρωθεν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου  
βρευστοῦ τοῦ κυλίνδρου ΑΒ, ὅπερ ἀναλῦει εἰς θετικὴν καὶ ἀρνητικὴν  
ήλεκτρικὴν, καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον πρὸς τὰ πλησιέστερα τῆ  
σφαίρα σημεῖα Β τοῦ κυλίνδρου, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ ἀπώ-  
τερα σημεῖα αὐτοῦ Α. Κατὰ ταῦτα ἡ ποσότης τῶν ήλεκτρικῶν βαίνει  
μειουμένη πρὸς τὸ μέσον τοῦ κυλίνδρου, περὶ δ οὐδόλως ὑπάρχει ήλεκ-  
τρισμὸς. Τοῦτο δὲ καταδεικνύεται διὰ πολλῶν ἐκκρεμιῶν τιθεμένων καθ'  
ὄλον τὸ μήκος τοῦ κυλίνδρου, ὧν ἡ ἀπόκλισις, ήλεκτριζομένου ἐξ ἐπι-  
δράσεως τοῦ κυλίνδρου, βαίνει μειουμένη ἀπὸ τῶν ἄκρων πρὸς τὸ μέσον  
καὶ μηδενίζεται περὶ τινὰ σημεῖα, ἔνθα ὑπάρχει ἡ καλουμένη **οὐδετέρα  
ζώνη**. Αὕτη δὲ ὅταν εὔρηται ἀκριβῶς εἰς τὸ μέσον τοῦ κυλίνδρου, ἀλλὰ  
μᾶλλον πρὸς τὸ ἄκρον τὸ πλησιέστερον πρὸς τὸ ἐπιδρῶν ἢ ήλεκτρίζον  
σῶμα καὶ τοσοῦτῳ μᾶλλον πλησιέστερον, ὅσῳ μείζον εἶνε ἡ ποσότης  
τοῦ ήλεκτρίζοντος ἢ ἐπιδρῶντος σώματος ς' καὶ ἐλάσσων ἢ ἀπόστασις  
τοῦ κυλίνδρου ΑΒ ἀπ' αὐτοῦ. Ἐὰν νῦν ὁ ἐξ ἐπιδράσεως ήλεκτρι-  
σθεὶς κύλινδρος ΑΒ τεθῆ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἡ μὲν  
ὁμώνυμος ήλεκτρικὴ ἐκρέει εἰς τὴν Γῆν, ἡ δ' ἑτερόνυμος συσσωρεύεται  
ἔτι μᾶλλον εἰς τὸ ἄκρον Β ὡς μὴ ἔλκομένη πλέον ὑπὸ τῆς ἑτερονύ-  
μου ήλεκτρικῆς Α. Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν κατὰ πρῶτον τὴν μετὰ  
τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίαν τοῦ κυλίνδρου καὶ εἶτα ἀπομακρύνωμεν αὐ-

τόν ἀπό τῆς ἠλεκτρισμένης σφαίρας, παρατηροῦμεν ὅτι ἐπ' αὐτοῦ παραμένει ἠλεκτρικὴ ἑτερόνυμος πρὸς τὴν τῆς σφαίρας.

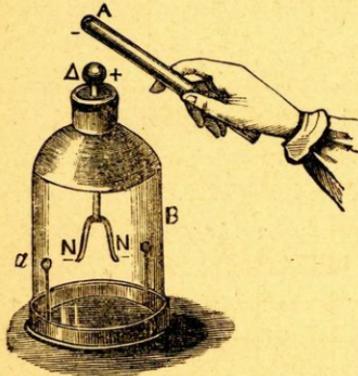
Συγκεφαλαιοῦντες τὰ ἀνωτέρω συνάγομεν ὅτι δυνάμεθα νὰ ἠλεκτρίσωμεν σῶμα ἀγωγὸν Μ μεμονωμένον, ἐὰν θέσαντες εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς Γῆς πλησιάζωμεν αὐτὸ εἰς ἄλλο ἠλεκτρισμένον σῶμα Ν καὶ εἶτα διακόψαντες τὴν μετὰ τῆς Γῆς συγκοινωνίαν ἀπομακρύνωμεν αὐτὸ ἀπὸ τοῦ ἠλεκτρισμένου σώματος, ὅποτε ἐπὶ τοῦ Μ παραμένει ἠλεκτρικὴ ἑτερόνυμος πρὸς τὴν τοῦ Ν. Ὁ ἐξ ἐπιδράσεως δ' ἠλεκτρισμένος κύλινδρος ΑΒ (σχ. 214) φέρων ἐκατέρωθεν τὰς δύο ἠλεκτρικὰς δυνάμεις νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ ἐτέρου ἀγωγοῦ σώματος συγκοινωνοῦντος μετὰ τῆς Γῆς, οἷον ἐπὶ τοῦ σώματος ἡμῶν, ὅταν πλησιάζωμεν εἰς αὐτὸν κατὰ τὸ Α τὸν δάκτυλον τῆς χειρὸς ἡμῶν.

Τότε δ' ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τοῦ ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρισμένου σώματος, ἀναλύουσα τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ δακτύλου ἡμῶν, ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον ἀρνητικὴν, ἣτις ἐπισωρεύεται ἐπὶ τοῦ ἡμετέρου δακτύλου, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὴν Γῆν. Ἐὰν δὲ τότε πλησιάζωμεν ἀρκοῦντως τὸν δάκτυλον ἡμῶν εἰς τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα, αἱ ἀντίθετοι ἠλεκτρικαὶ ἐκπηδῶσαι ἐνοῦνται μετὰ μικροῦ ψόφου καὶ λάμπεως, παράγουσαι τὸν καλούμενον *ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα*.

276. Διὰ τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρίσεως τῶν σωμάτων εὐχερῶς νῦν ἐξηγοῦμεν τὴν ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς ἔλξιν καὶ ἄπωσιν (σχ. 206 § 272). Ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς ὑάλου Υ ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ ἠλεκτραγωγοῦ σφαιριδίου Σ, ἀλλ' ἡ ἀρνητικὴ ἠλεκτρικὴ ὡς ἐπισωρευομένη εἰς τὰ πρὸς τὴν ράβδον Υ πλησιέστερα σημεῖα τοῦ σφαιριδίου Σ ἔλκεται ἰσχυρότερον ἢ ὅσον ἀπωθεῖται ἡ ὁμώνυμος, ἣτις ὡς ἐπισωρευομένη εἰς τὰ ἀπώτερα σημεῖα εὐρίσκεται εἰς μείζονα ἀπόστασιν ὅθεν τῆς ἔλξεως ὑπερνικώσης τὴν ὄσιν, τὸ σφαιρίδιον Σ φέρεται πρὸς τὴν ὑαλον μέχρις ἐπαφῆς, ὅτε τοῦτο τῆς ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς ἐξουδετερουμένης πληροῦται μόνον ὁμώνυμου θετικῆς ἠλεκτρικῆς καὶ ἀμέσως ἀπωθεῖται ὑπὸ τῆς ὑάλου Υ.

279. **Ἠλεκτροσκόπιον.** Τὸ ἠλεκτροσκόπιον εἶνε ὄργανον, δι' οὗ διαγινώσκωμεν οὐ μόνον ἂν σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον, ἀλλὰ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς αὐτοῦ. Σύγκειται δὲ ἐκ μεταλλίνου στελέχους ἀπολήγοντος ἄνωθεν μὲν εἰς μικρὰν σφαῖραν Δ (σχ. 215), κάτωθεν δὲ εἰς δύο λεπτότατα χρυσᾶ φύλλα ΝΝ, ἅτινα μένουσι κατακόρυφα, ὅταν εὐρίσκωνται ἐν οὐδετέρᾳ ἠλεκτρικῇ καταστάσει. Τὸ στέλεχος

τούτο διέρχεται διὰ τοῦ πόματος υαλίνου δοχείου Β ἔχοντος μετάλλινον πυθμένα. Καὶ διαγινώσκωμεν μὲν ὅτι σῶμά τι εἶνε ἠλεκτρισμένον, ἐὰν πλησιάσαντες αὐτὸ εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον παρατηρήσωμεν τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ διστάμενα, ἀνευρίσκωμεν δὲ καὶ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς τοῦ σώματος τούτου ἠλεκτριζόντες τὸ ἠλεκτροσκόπιον θετικῶς ἢ



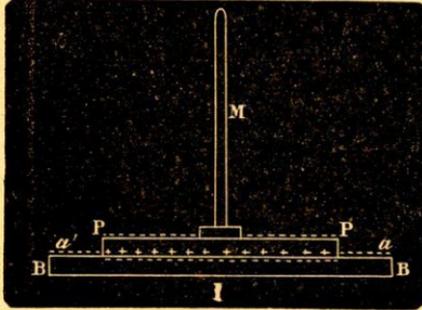
Σχ. 215.

ἀρνητικῶς. Πρὸς τοῦτο πλησιάζομεν εἰς τὴν σφαῖραν Δ σῶμα Α φέρον γνωστὴν ἠλεκτρικὴν, οἷον ἀρνητικὴν, ἥτις ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ τοῦ μεμονωμένου ἀγωγοῦ ΔΝ ἀναλύει αὐτὸ καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον τὴν θετικὴν πρὸς τὴν σφαῖραν Δ, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον τὴν ἀρνητικὴν πρὸς τὰ φύλλα ΝΝ, ἅτινα ὁμώνυμῶς ἠλεκτριζόμενα διίστανται ἀμοιβαίως ἀπωθούμενα. Ἐὰν δὲ τότε ἐπιθέσωμεν τὸν δάκτυλον

ἡμῶν ἐπὶ τῆς σφαίρας Δ, ἡ μὲν ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ ἐκφεύγει εἰς τὸ ἔδαφος καὶ τὰ φύλλα καταπίπτουσιν, ἡ δ' ἑτερόνυμος ἢ θετικὴ ἐπισωρεύεται ἐπὶ τῆς σφαίρας Δ συγγρατουμένη ἐκτὶ ἕνεκα τῆς ἔλξεως τῆς ἐπὶ τῆς ῥάβδου Α ἑτερονύμου ἠλεκτρικῆς. Ἐὰν δ' ἀκολουθῶς ἀπομακρύνωμεν ἀπὸ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου πρῶτον μὲν τὸν δάκτυλον ἡμῶν, εἶτα δὲ τὴν ῥάβδον Α, ἡ θετικὴ ἠλεκτρικὴ τῆς σφαίρας διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν μεταλλίνων φύλλων ΝΝ, ἅτινα διὰ τοῦτο αὖθις ἀπωθούνται. Οὕτω δὲ τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἠλεκτρισθῆ διὰ γνωστοῦ εἶδους ἠλεκτρικῆς, οἷον θετικῆς ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πειράματι, καὶ οὕτω παρασκευασθῆ δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς διάγνωσιν καὶ τοῦ εἶδους τῆς ἠλεκτρικῆς ἠλεκτρισμένου τινὸς σώματος. Κατὰ ταῦτα ἐὰν εἰς τὸ θετικῶς ἠλεκτρισμένον ἠλεκτροσκόπιον πλησιάσωμεν σῶμα θετικῶς ἠλεκτρισμένον, τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ διίστανται ἔτι μᾶλλον, ἐὰν δ' ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένον, τὰ φύλλα καταπίπτουσι.

280. **Ἠλεκτρικαὶ μηχαναί.** Καλεῖται *ἠλεκτρικὴ μηχανή* συσκευή, ἥτις διὰ τριβῆς παράγει ἠλεκτρισμόν. Ἡ ἀπλουστάτη τῶν μηχανῶν τούτων εἶνε τὸ καλούμενον *ἠλεκτροφόρον* τοῦ Βόλτα, ὅπερ σύγκειται ἐκ πλακούντος ΒΒ (σχ. 216) κατεσκευασμένου ἐκ μὴ ἀγωγῶ οὐσίας, οἷον ῥητίνης, καὶ στηριζομένου ἐπὶ ἀγωγῶ ὑποστηρίγ-

ματος, ὅσον μεταλλίνου φύλλου I συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ἐδάφους δι' ἀλύσειως. Ἐάν προστρέψωμεν τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν  $a'$   $a$  τοῦ πλακοῦντος διὰ ξηροῦ μαλλίνου ὑφάσματος ἢ τύψωμεν αὐτὴν διὰ δορᾶς αἰλούρου, ἠλεκτρίζομεν αὐτὴν ἀρνητικῶς, ἢ δ' οὕτως ἀναπτυχοῦσα ἠλεκτρικὴ παραμένει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πλακοῦντος ὡς σώματος



Σχ. 216.

μὴ ἀγωγοῦ. Ἐάν δὲ τότε ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος ἐπιθέσωμεν ξύλινον δίσκον PP φέροντα ὑαλίνην λαβὴν M καὶ κεκαλυμμένον πανταχόθεν διὰ φύλλου κασσιτέρου, ὅπως ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ καταστῆ ἀγωγός, πάραυτα ἢ ἀρνητικὴ ἢ ἠλεκτρικὴ τοῦ πλακοῦντος ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ τοῦ δίσκου ἀνα-

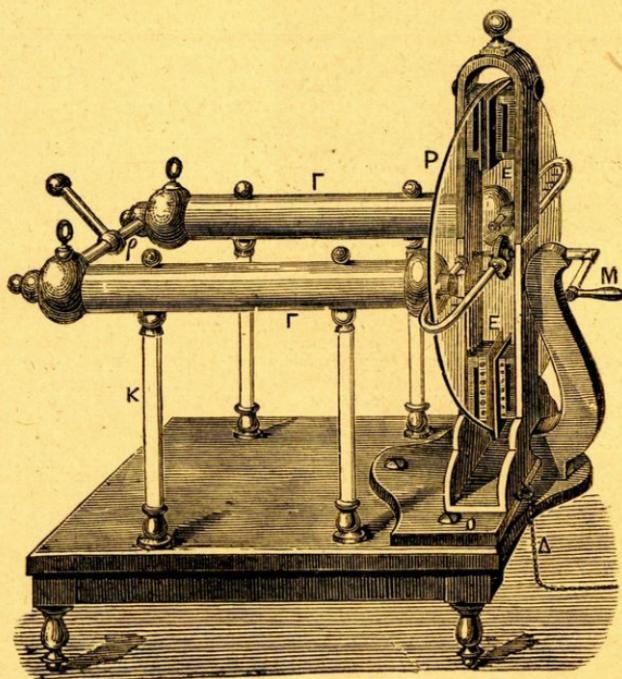
λύει αὐτὸ καὶ ἔλκει μὲν τὴν θετικὴν ἠλεκτρικὴν πρὸς τὴν κατωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου τὴν ἀπτομένην τῆς ἄνω ἐπιφανείας τοῦ πλακοῦντος, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον, ἤτοι τὴν ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, πρὸς τὴν ἀνωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ αὐτοῦ δίσκου. Ἐάν δὲ τότε ἐγγίσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου (σχ. 217), μετασχετεύομεν τὴν ἀπωθουμένην ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν εἰς τὸ ἔδαφος διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν, ὥστε μένει ἐπὶ τοῦ δίσκου ἡ θετικὴ. Ἐάν δὲ ἀπομακρύναντες κατὰ πρῶτον τὸν δακτύλον ὑψώσωμεν τὸν δίσκον διὰ τῆς ὑαλίνης λαβῆς καὶ πλησιάσωμεν τὴν ἑτέραν τῶν χειρῶν ἡμῶν εἰς τὸν δίσκον, παράγεται ἠλεκτρικὸς σπινθήρ. Ἐάν δὲ καὶ αὖθις ἐπιθέσωμεν τὸν δίσκον ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος καὶ ἐγγίσαντες πρὸς στιγμὴν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἐκ κασσιτέρου φύλλον ἄρωμεν εἶτα τὸν δίσκον, ἀποσπῶμεν καὶ δεῦτερον σπινθήρα, ὁμοίως καὶ τρίτον καὶ καθεξῆς, χωρὶς νὰ τύψωμεν ἐκ νέου τὸν πλακοῦντα, διότι οὗτος ἐφ' ἱκανὸν χρόνον δύναται νὰ συγκρατῇ ἐν ἑαυτῷ τὴν ἠλεκτρικὴν.



Σχ. 217.

281. Ἡλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Ramsden. Ἡ μηχανὴ

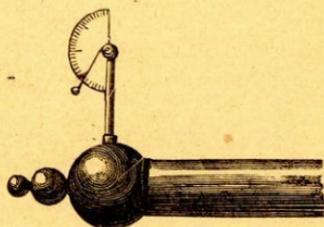
αὕτη χρησιμεύει πρὸς ἐπισώρευσιν ἐπὶ ἀγωγοῦ σώματος μεμονωμένου μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρικῆς, δι' ἧς ποικίλα πειράματα ἐκτελοῦμεν. Ἀποτελεῖται δ' αὕτη α') ἐκ τοῦ τριβομένου σώματος, ὅπερ εἶνε ὑάλινος δίσκος ΕΕ (σχ. 218) στρεφόμενος περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ διὰ στροφάλου Μ, β') ἐκ τοῦ τρίβοντος σώματος, ὅπερ σύγκειται ἐκ τεσσάρων δερματίνων προσκεφαλαίων ἐμπέριεχόντων τρίχας, μεταξύ τῶν



Σχ. 218.

ὁποίων διέρχεται ὁ δίσκος καὶ γ') ἐκ τοῦ σώματος, ἐφ' οὗ ἐπισώρευεται ἡ ἠλεκτρικὴ καὶ ὅπερ σύγκειται ἐκ κοίλων ὀρειχαλκίνων κυλίνδρων ΓΓ ἀποληγόντων πρὸς τὸ ἐν μὲν μέρος εἰς ὀρειχαλκίνας σφαίρας, πρὸς τὸ ἕτερον δὲ τὸ πρὸς τὸν ὑάλινον δίσκον ἐστραμμένον εἰς ἐπικαμπεῖς ὀρειχαλκίνοὺς σωλήνας, μεταξύ τῶν σκελῶν τῶν ὁποίων διέρχεται ὁ ὑάλινος δίσκος. Οἱ ἐπικαμπεῖς οὗτοι ἀγωγοὶ φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν τῆς πρὸς τὸν ὑάλινον δίσκον ἐστραμμένης τοὺς καλουμένους κτέρας, ἧτοι σειρὰν μεταλλίνων ἀκίδων. Οἱ ἀγωγοὶ ΓΓ τῆς μηχανῆς συνάπτονται πρὸς ἀλλήλους δι' ὀρειχαλκίνοῦ σωλήνος ρ

καὶ στηρίζονται ἐπὶ ὑαλίνων στηριγμάτων  $K$ , δι' ὧν τηροῦνται μεμονωμένοι ἀπὸ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν διὰ τοῦ στροφῆλου  $M$  στρέψωμεν τὸν δίσκον, οὗτος τριβόμενος ἐπὶ τῶν προσκεφαλαίων εὐρίσκομένων εἰς διάρχει συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ τῆς ἀλύσειος  $\Delta$  ἠλεκτρίζεται θετικῶς. Ἡ θετικὴ δ' αὕτη ἠλεκτρικὴ τοῦ δίσκου φερομένη διὰ τῆς στροφῆς αὐτοῦ ἐνώπιον τῶν κτενῶν ἀποσυνθέτει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τῶν ἐπικαμπῶν ἀγωγῶν καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἀρνητικὴν ἠλεκτρικὴν, ἣτις ἐκρέουσα διὰ τῶν ἀκίδων πρὸς τὸν δίσκον ἐνοῦται μετὰ τῆς θετικῆς ἠλεκτρικῆς αὐτοῦ καὶ ἐξουδετεροῖ αὐτήν, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὑπολειπομένην θετικὴν ἠλεκτρικὴν τῶν ἐπικαμπῶν ἀγωγῶν, ἣτις φέρεται πρὸς τὰ ἀπώτερα σημεία  $\rho$  τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς. Τοῦ δίσκου δ' ἀδιακόπως περιστρεφομένου, ἢ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἐπισωρευομένη θετικὴ ἠλεκτρικὴ αὐξάνεται, ἀλλὰ μέχρις ὀρίου, καὶ ὅταν ἡ μηχανὴ εἶνε τελειῶς μεμονωμένη καὶ εὐρίσκηται ἐν ξηροτάτῳ ἀέρι. Δὲν δυνάμεθα δηλονότι νὰ ἐπισωρευώμεν ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ὁσηνῶς ποτε ποσότητα ἠλεκτρικῆς, ἀλλ' ὠρισμένην δι' ὠρισμένης μηχανῆς, διότι ἢ ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ τῶν ἀκίδων ἐπίδρασις τῆς θετικῆς ἠλεκτρικῆς τοῦ ἀγωγοῦ τῆς διαρκῶς αὐξανομένης ἰσορροπεῖ τελευταῖον τὴν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ρευστοῦ ἀντίρροπον ἐπίδρασιν τῆς ἠλεκτρικῆς τοῦ δίσκου, ἣτις εἶνε ὠρισμένη, σταθερὰ καὶ ἀνάλογος τῆς μηχανῆς ὡς ἐξαρτωμένη ἐκ τε τῆς ἐπιφανείας τοῦ δίσκου καὶ τῆς περιστροφικῆς ταχύτητος αὐτοῦ καὶ οὕτω κωλύεται ἡ περαιτέρω ἀποσύνθεσις τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ. Ὅπως δὲ διαγνώσωμεν, ἂν ἢ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἐπισωρευομένη ἠλεκτρικὴ αὐξάνεται ἢ μὲν σταθερὰ, θέτομεν ἐν' αὐτοῦ ἠλεκτροσκόπιον (σχ. 219) συγκαίμενον ἐκ μεταλλίνου στελέχους φέροντος εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον ἡμικύκλιον ξύλινον ὑποδιηρημένον εἰς μοίρας, ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ὁποίου κρέματα εὐκίνητον ἄχυρον φέρον κατὰ τὸ ἄκρον σφαιρίδιον ἐξ ἐντεριῶννης τῆς ἀκτέας, ὅπερ ὁμωνύμως τῷ στελέχει ἠλεκτρίζομενον ἀπωθεῖται. Ὅσον δ' ἢ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἐπισωρευομένη ἠλεκτρικὴ αὐξάνεται, τοσοῦτον τὸ ἄχυρον ἀνυψοῦται καὶ μένει στάσιμον, ὅταν ἡ μηχανὴ πληρωθῇ μέχρις ὀρίου. Ἐὰν δὲ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ἄχυρον ἀνυψοῦται μὲν, ὅταν στρέψωμεν τὸν δίσκον, καταπίπτει

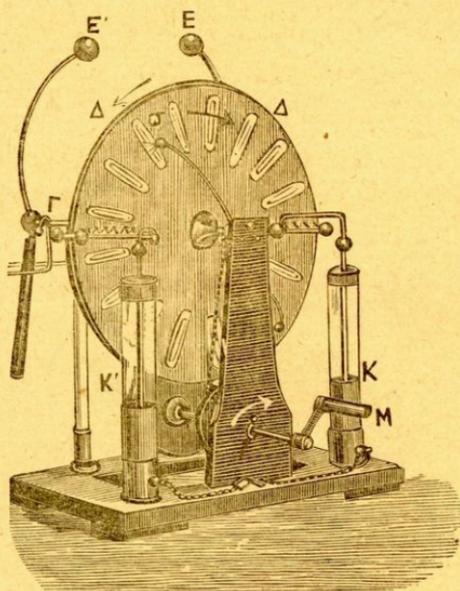


Σχ. 219.

ἠλεκτρικὴ αὐξάνεται ἢ μὲν σταθερὰ, θέτομεν ἐν' αὐτοῦ ἠλεκτροσκόπιον (σχ. 219) συγκαίμενον ἐκ μεταλλίνου στελέχους φέροντος εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον ἡμικύκλιον ξύλινον ὑποδιηρημένον εἰς μοίρας, ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ὁποίου κρέματα εὐκίνητον ἄχυρον φέρον κατὰ τὸ ἄκρον σφαιρίδιον ἐξ ἐντεριῶννης τῆς ἀκτέας, ὅπερ ὁμωνύμως τῷ στελέχει ἠλεκτρίζομενον ἀπωθεῖται. Ὅσον δ' ἢ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἐπισωρευομένη ἠλεκτρικὴ αὐξάνεται, τοσοῦτον τὸ ἄχυρον ἀνυψοῦται καὶ μένει στάσιμον, ὅταν ἡ μηχανὴ πληρωθῇ μέχρις ὀρίου. Ἐὰν δὲ παρατηρήσωμεν ὅτι τὸ ἄχυρον ἀνυψοῦται μὲν, ὅταν στρέψωμεν τὸν δίσκον, καταπίπτει

δέ, όταν δὲν στρέφωμεν αὐτόν, συνάγομεν ὅτι ἡ μηχανὴ εἶνε ἀτελῶς μεμονωμένη καὶ τότε πρέπει τοῦτο μὲν νὰ τρίψωμεν τὰ ὑάλινα ὑποστηρίγματα Κ διὰ μαλλίων ξηρῶν ὑφασμάτων, τοῦτο δὲ ν' ἀποξηράνωμεν διὰ θερμάνσεως τὸν περιβάλλοντα τὴν μηχανὴν ἀέρα.

282. Ἡλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Wimshurst. Ἡ ἠλεκτρομηχανὴ αὕτη (σχ. 220) σύγκειται ἐκ δύο κυκλοτερῶν ὑαλίνων δίσκων Δ καὶ Δ' κατακρόρυφων, παραλλήλων, εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν κειμένων καὶ μεμονωμένων. Οἱ δύο οὗτοι δίσκοι τίθενται εἰς κίνησιν διὰ τοῦ στροφάλου Μ καὶ διὰ καταλλήλων τροχαλιῶν καὶ ἱμάντων, ἀλλ' οὕτως ὥστε ἐν ᾧ ὁ Δ' ὁ πρὸς τὸ



Σχ. 220.

στροφάλου κείμενος καὶ πρόσθιος ἐπὶ τοῦ σχήματος στρέφεται κατὰ τὴν φοράν τῆς κινήσεως τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου, ὁ ἕτερος Δ στρέφεται κατὰ φοράν ἀντίθετον. Δύο διαμετρικοὶ ἀγωγοὶ ππ', ὧν ὁ εἰς κεῖται ἔμπροσθεν τοῦ δίσκου Δ', ὁ δὲ ἕτερος ὀπίσθεν τοῦ δίσκου Δ, φέρουσι κατὰ τὰ ἄκρα μικρὰς μεταλλικὰς ψήκτρας λίαν εὐκάμπτους, αἵτινες ἐγγίζουσι μικρὰς ταινίας ἐκ κασιτέρου ἀκτινηδὸν ἐπὶ τῶν δίσκων προσκεκολλημένας καὶ ὀλίγον ἐν τῷ μέσῳ προεξεχούσας. Οἱ διαμετρικοὶ οὗτοι ἀγωγοὶ ὄντες κάθετοι πρὸς ἀλλήλους σχηματίζουσι γωνίαν 45 μοιρῶν μετὰ τῆς ὀριζοντίας διαμέτρου τῶν δίσκων, συνάπτονται δὲ μεταλλικῶς καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸ ἔδαφος. Οἱ καλῶς μεμονωμένοι ὀρειχάλκινοι ἀγωγοὶ Ε καὶ Ε' ἀπολήγουσιν τοῦτο μὲν εἰς τὰς σφαίρας Ε καὶ Ε', ἀς κατὰ βούλησιν δυνάμεθα νὰ πλησιάσωμεν ἢ ν' ἀπομα-

κρουνα μεν δια μονοητηριων λαβων, τουτο δε εις μεταλλικους κτενας, οτινες απεναντι αλληλων κειμενοι επι οριζοντιος διαμετρου ενθεν και ενθεν των δυο δισκων φεουσαι σειραν ακιδων προς το μέρος το εστραμμενον προς τους υαλιους δισκους.

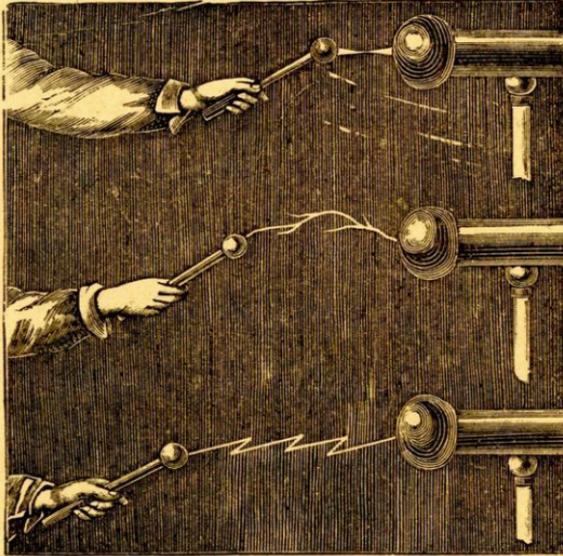
Υποθεσωμεν οτι απλη επαφη η τριθη της ψηκτρας επι ενος των εκ κασιτερου τομεων ηλετριζει αυτον θετικως. Ο τομευς ουτος του προσθιου δισκου Δ' του στρεφόμενου κατα την κίνησιν των δεικτων του ωρολογίου στρεφόμενος μετα του δισκου επιδρα επι των εκ κασιτερου τομεων του οπισθιου δισκου και αναλυει το ουδετερον αυτων ρευστον. Καθ' ην δε στιγμην ο τομευς του οπισθιου δισκου Δ του στρεφόμενου αντιθετως εγγιση τον αλλον διαμετρικον αγωγον τον συγκοινωνουντα μετα του πρωτου και μετα του εδατους, η ομωνυμος ηλετρικη εκρεει εις το εδαφος και ο τομευς μενει αρνητικως ηλετρισημενος. Αλλ' οταν ο τομευς ο θετικω ηλετρισημενος του προσθιου δισκου δια της στροφης πλησιαση εις τας ακιδας των κτενων, επιδρα επι του ουδετερου αυτων ρευστου, και η μεν αρνητικη ηλετρικη ελκομενη εκρεει απο των ακιδων εξουδετερουσα την θετικην ηλετρικην του εκ κασιτερου τομεως, η δε θετικη ηλετρικη απωθουμενη επισω ευεται επι του αγωγου Ε. Παντες δε οι εκ κασιτερου τομεις του προσθιου δισκου Δ', οτινες κατερχονται, και του οπισθιου Δ, οτινες ανερχονται, επιδρωιν ομοιως προσθετοντες θετικην ηλετρικην επι του αγωγου Ε. Παρακολουθησωμεν νυν την εκ κασιτερου τομεα, εστι απο του σημειου π μεχρι του προς τα δεξια κτενος φερει θετικην ηλετρικην, παρερχομενος δε προ των ακιδων αποβαλλει την ηλετρικην αυτου λαμβανων την ουδετεραν καταστασιν. Ευθυς ως εγγιση την ψηκτραν π' του διαμετρικου αγωγου ππ', δεχεται δι' αυτου πρσόν τι αρνητικης ηλετρικης, διοτι ο εκ διαμετρου αντικειμενος τομευς ηλετριζεται θετικως. Ο τομευς ουτος π' ο αρνητικως ηλετρισημενος ανερχομενος και διερχομενος προ των ακιδων του προς τα αριστερα κτενος δι' επιδρασεως πλησι τον αντιστιχον αγωγον ΓΕ' αρνητικης ηλετρικης δυναως επιδρωσιν οι τομεις του οπισθιου δισκου οι κατερχομενοι και αρνητικως ηλετρισημενοι. Και εαν μεν αι σφαιραι Ε και Ε', εις αι αποληγουσιν οι αγωγοι, εγγιζουσιν αλληλας, αι ηλετρικαι ενουνται αφανως και αθουτως, εαν δ' απομακρυνουμεν αυτας, εχομεν αδιαλειπτον εκροην ηλετρικης μετα φωτος και ψφου. εαν δε θεσωμεν εις συγκοινωνιαν τους αγωγους μετα των δυο πυκνωτω Κ, Κ, ωι τη λειτουργιαν θελωμεν εκθεσει βραδυτερον, τότε εχομεν σειραν ηλετρικων σπινθηρων λαμπροτατων, μεγαλυτερου μηκους και λιαν ψοφητικων.

#### ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΕΚΤΕΛΟΥΜΕΝΑ ΔΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΩΝ.

283. Α'. Ηλεκτρικός σπινθήρ. Έβαν εις τον αγωγον της μηχανης πληρωθεντα ηλετρικης πλησιασωμε ενα των δικτυλων ημων, αποσπωμε ηλετρικον σπινθηρα με' ασθεους ψφου αιθανομενοι συγχρονως συγμον τινα εις την χειρα παρερχομενον εκ του υπο της ηλετρικης ερεθισμου των νευρων.

Β. Έδν η μηχανη εινε μεγαλη και δεν θελωμεν να δεχθωμεν την ηλεκ-

τριχὴν ἐκκένωσιν ἀπ' εὐθείας ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν, μεταχειριζόμεθα μετάλλινον ἄγωγόν ἀπολήγοντα εἰς σφαιραν, ἣν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις μεταξύ τῆς σφαίρας καὶ τοῦ ἄγωγου τῆς μηχανῆς (σχ. 221) εἶνε μικρά, ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ εἶνε ἀπλοῦς, εὐθύς καὶ μετὰ εὐκρινῶν περάτων. Ὅταν δ' ἡ ἀπόστασις αὕτη εἶνε μείζων, τότε ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ ὀδεύει συνήθως κατὰ καμπύλην γραμμὴν φέρουσαν πολλὰς διακλαδώσεις. Ὅταν δὲ τέλος ἡ ποσότης τῆς ἐπισωρευομένης ἠλεκτρικῆς εἶνε τοσοῦτον μεγάλη, ὥστε νὰ δύνηται νὰ ἐξακοντισθῇ ἐκ μεγάλης σχετικῶς ἀποστάσεως, τότε ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ ἐμφανίζεται κατὰ πολὺπλαστον γραμμὴν. Ὑπὸ τὸς δύο δὲ ταύτας



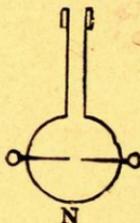
Σχ. 221.

τελευταίας μορφῆς ἐμφανίζεται συνήθως ἡ ἀστραπή καὶ πολλάκις καὶ ὁ κεραυνός. Τὸ χρῶμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος ἐξαρκτάται τοῦτο μὲν ἐκ τῆς φύσεως τῶν μεταλλίνων ἄγωγῶν, μεταξύ τῶν ὁποίων ἐξακοντίζεται καὶ οἱ ὁποιοὶ πολλακίς ἐξαεροῦνται, τοῦτο δὲ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ μεταξύ τῶν ἄγωγῶν τούτων εὐρισκομένου ἀερίου, ὅπερ πυρούμενον κατὰ τὸν ἐξακοντισμὸν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος φωτοβολεῖ.

284. **Ἡλεκτρικὸν πυροβόλον.** Ἐὰν σφαιρικὴν φιάλην N (σχ. 222), ἔχουσαν παχύτατα τοιχώματα καὶ ἐμπεπηγῶτα διὰ τῆξεως ἐν τῇ ὑάλῳ δύο σύρματα ἐκ λευκοχρῶσου, ὧν τὰ ἐντὸς τῆς φιάλης ἄκρα κεῖνται εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, πληρώσωμεν μίγματος ἐκ δύο ὄγκων ὑδρογόνου καὶ ἐνὸς ὀξυγόνου, κλείσαντες δὲ τὸ στόμιον διαβιδάσωμεν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα πλησιάζοντες τὸ ἐν ἐκ τῶν δύο συρμάτων εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν μηχανήν, τοῦ ἐτέρου εὐρισκομένου εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, παρατηροῦμεν ὅτι ἐπέρχεται

ἔνωσις τοῦ ὀξυγόνου καὶ ὑδρογόνου μετὰ ἰσχυροτάτου κρότου, ἕνεκα τοῦ ὁποίου τὸ μίγμα τοῦτο ἐκλήθη κροτοῦν ἀέριον.

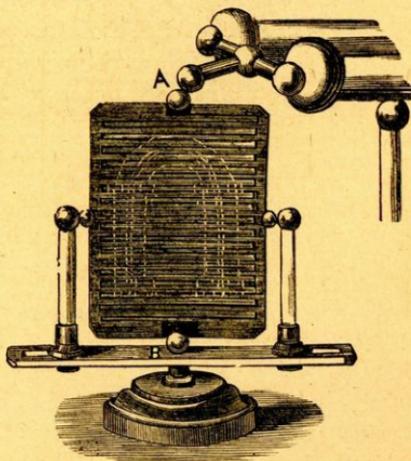
Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ οὐ μόνον συνθέτει ἀπλᾶ ἀέρια, οἷον ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, ἀτινα συντιθέμενα παράγουσιν ἀτμούς ὕδατος, ἢ ὀξυγόνον καὶ ἄζωτον τῆς ἀτμοσφαιρας, ὡς τοῦτο συμβαίνει κατὰ τὴν πτώσιν κεραυνοῦ, ὅποτε πολλάκις τὸ ὀξυγόνον ἐνοῦται μετὰ τοῦ ἄζωτου τῆς ἀτμοσφαιρας κα' παράγεται ὑπεροξειδίου τοῦ ἄζωτου, ἀλλὰ καὶ σύνθετα ἀέρια ἀποσυνθέτει, οἷον τὴν ἀέριον ἀμμωνίαν εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτῆς ὑδρογόνον καὶ ἄζωτον.



Σχ. 222.

285. **Ἡλεκτρικὸς χορδός** Ἐὰν ἐπὶ μεταλλίνου πινακίου, ὅπερ κρατοῦντες διὰ τῆς χειρὸς θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, θέσωμεν πολλὰ σφαιρίδια ἐξ ἐντερικών τῆς ἀκτέας καὶ φέρωμεν τὸ πινάκιον ὑπὸ τὸν ἀγωγὸν τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ σφαιρίδια ἀναπηδῶσιν ἐκ τοῦ πινακίου πρὸς τὸν ἀγωγὸν ἐπανειλημμένως. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι τὰ σφαιρίδια ἠλεκτριζόμενα ἐξ ἐπιδράσεως ὑπὸ τοῦ ἀγωγοῦ ἐτερωνύμως ἔλκονται ὑπ' αὐτοῦ, ἀλλ' ἐρχόμενα εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ ἀποβάλλουσι δι' ἐξουδετέρωσης τὴν ἐτερωνύμον ἠλεκτρικὴν καὶ εἶτα ἠλεκτριζόμενα ὁμωνύμως πίπτουσιν ἀπωθούμενα καὶ μεταδίδουσι τὴν ἠλεκτρικὴν αὐτῶν εἰς τὸ ἔδαφος, ὅποτε καὶ πάλιν ἔλκονται καὶ οὕτω καθεξῆς.

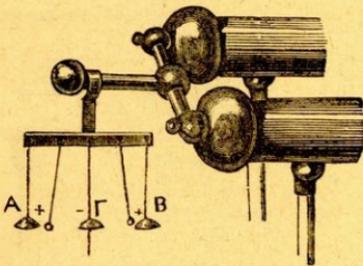
286. **Πίναξ ὀπινθηροδόλος.** Ἐπὶ τῆς μιᾶς ὀψews ὑαλίνου πίνακος προσκολλᾶται στενὴ ταινία ἐκ κασσιτέρου συνεχῆς (σχ. 223), ἧτις βαίνουσα ἐκ τοῦ ἑνὸς πέρατος τοῦ πίνακος πρὸς τὸ ἕτερον ἐπανερχεται παραλλήλως εἰς μικρὰν ἀπὸ τῆς πρώτης γραμμῆς ἀπόστασιν καὶ οὕτω καθεξῆς, ὥστε καλύπτει σχεδὸν ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πίνακος ἀφίνουσα κενὰ διαστήματα μεταξὺ τῶν παραλλήλων αὐτῆς μερῶν. Εἶτα ἀποκόπτεται ἡ ταινία αὕτη εἰς διάφορα μέρη, οὕτως ὥστε νὰ παραχθῶσιν ἐπ' αὐτῆς διακοπαὶ συνεχείας παριστῶσαι εἰκόνα τινά. Τὸ μὲν ἐν πέρασ τῆς μεταλλίνης ταινίας, ὅπερ εἶνε συνημμένον μετὰ ὀρειχαλκίνης μικρᾶς σφαιρας A, τίθεται εἰς συγκοινωνίαν δι' αὐτῆς μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, τὸ δ' ἕτερον πέρασ τὸ συνημμένον μετὰ δευτέρας μεταλλίνης σφαιρας B τίθεται δι' αὐτῆς καὶ διὰ μεταλλίνης ἀλύσεως εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους. Στρέφοντες τὸ στρόφαλον τῆς ἠλεκτρομηχανῆς καὶ ἐπισωρευόντες ἠλεκτρικὴν ἐπὶ τοῦ ἀγω-



Σχ. 223.

γού αὐτῆς, παρατηροῦμεν, πειρώμενοι ἰδίως ἐν τῷ σκότει, ἡλεκτρικούς σπινθη-  
ρας παραγομένους συγχρόνως εἰς ὅλας τὰς διακοπὰς τῆς συνεχείας τῆς μεταλ-  
λίνης ταινίας καὶ παριστῶντας ἀκαριαίως τὴν ἐπὶ τοῦ πίνακος γραφεῖσαν εἰκόνα  
φωτοβόλον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο προέρχεται ἐκ τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἡλεκτρίσεως  
σειρᾶς ἀγωγῶν. Οὕτως ἡ ἡλεκτρικὴ ἢ ἐπισωρευομένη ἐπὶ τῆς μεταλλίνης σφαι-  
ρας Α καὶ τοῦ πρώτου τμήματος τῆς μεταλλίνης ταινίας ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐ-  
δετέρου ρευστοῦ τοῦ δευτέρου τμήματος τῆς ταινίας εἶκει μὲν τὴν ἑτερόνυμον  
ἡλεκτρικὴν πρὸς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ δευτέρου τούτου τμήματος, ἀπωθεῖ δὲ τὴν  
ὁμώνυμον πρὸς τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ αὐτοῦ τμήματος. Ἡ ὁμώνυμος δ' αὕτη  
ἡλεκτρικὴ τοῦ δευτέρου τμήματος ἐπιδρᾷ ὁμοίως ἐπὶ τοῦ τρίτου, αὕτη δὲ πάλιν  
ἐπὶ τοῦ τετάρτου καὶ οὕτω καθέξῃς μέχρι τοῦ τελευταίου τμήματος, αὕτως  
ὥστε εἰς ἐκάστην διακοπὴν συνεχείας τῆς μεταλλίνης ταινίας ἐπισωρεύονται  
ἐκατέρωθεν ἑτερόνυμοι ἡλεκτρικαί, αἵτινες ἐκπηδῶσαι πρὸς ἔνωσιν παράγουσιν  
ἡλεκτρικούς σπινθηρας εἰς ὅλας τὰς διακοπὰς παριστῶντας σπινθηροβόλον τὸ  
ἀπεικονισθὲν ἀντικείμενον. Ὁμοίως κατασκευάζεται ὁ σπινθηροβόλος σωλὴν  
καὶ ἡ σπινθηροβόλος σφαῖρα, αἵτινα εἶνε ἐξ ὑάλου καὶ φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐπι-  
φανείας αὐτῶν ἐλικοειδῶς προσκεκολλημένην ταινίαν ἐκ κασιτέρου μετὰ δια-  
κοπῶν συνεχείας, ἐφ' ὧν παράγονται ἡλεκτρικοὶ σπινθηρες.

287. **Ἡλεκτρικὸν κωδωνίδμα.** Ἡ συσκευή αὕτη (σχ. 224) ἐπινοη-  
θεῖσα ὑπὸ τοῦ Φραγκλίνου σύγκεται ἐξ ὀριζοντίας μεταλλίνης ράβδου κοσμη-  
μένης ἐκ τοῦ μέσου διὰ μεταλλίνου ἀγχίστρου ἐξηρημένου ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ  
τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Ἐκ τῆς ράβδου ἐξαρτῶνται τρία κωδωνία Α, Γ, Β ἄνευ  
ἑσωτερικοῦ πλήκτρου, ὧν τὰ μὲν δύο ἄκρα Α καὶ Β εἶνε ἐξηρημένα διὰ με-  
ταλλίνων ἀλύσεων, τὸ δ' ἐν τῷ μέσῳ Γ δι' ἀπομονωτικοῦ νήματος μετάξης συγ-  
κοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ μεταλλίνης ἀλύσεως. Μεταξὺ τῶν κωδωνίων  
τούτων εἶνε ἐξηρημένα διὰ νημάτων με-  
τάξης μεταλλίνα σφαιρίδια, αἵτινα ἐλκό-  
μενα ὡς ἡλεκτρισθέντα πόρρωθεν ἐξ ἐπι-  
δράσεως ὑπὸ τῶν κωδωνίων Α καὶ Β πε-

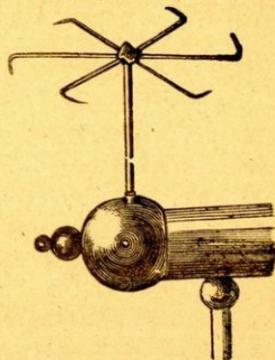


Σχ. 224.

πληρωμένων ἡλεκτρικῆς ἐκ τῆς μηχανῆς κρούουσιν αὐτὰ ἄλλ' εὐθὺς μετὰ  
τὴν ἐπαφὴν ἀπομακρύνονται αὐτῶν οὐ μόνον ὡς ὁμώνυμος πλέον ἡλεκτρι-  
σθέντα πρὸς αὐτὰ, ἀλλὰ καὶ ὡς ἐλκόμενα ὑπὸ τοῦ κωδωνίου Γ, ἐφ' οὗ ἐπισω-  
ρευθῆ ἐξ ἐπιδράσεως ἑτερόνυμος ἡλεκτρικὴ. Οὕτω τὰ σφαιρίδια κρούοντα μὲν  
τὰ κωδωνία Α καὶ Β πληροῦνται θετικῆς ἡλεκτρικῆς, κρούοντα δὲ τὸ μέσον  
κωδωνιον Γ πληροῦνται ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς. Ἡ κωδωνοκρούσα δ' αὕτη  
ἐξακολουθεῖ, ἐφ' ὅσον διὰ τῆς τριβῆς παρέχουσαν ἡλεκτρισμὸν εἰς τὸν διηνεκῶς  
ἐκκενούμενον ἀγωγὸν τῆς μηχανῆς.

288. **Ἡλεκτρικὸς στροβίλος.** Ἡ συσκευή αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ με-  
ταλλίνων συρμάτων, ὧν τὰ ἄκρα κεκαμμένα κατ' ἀντιθέτους φορὰς ἀπολή-

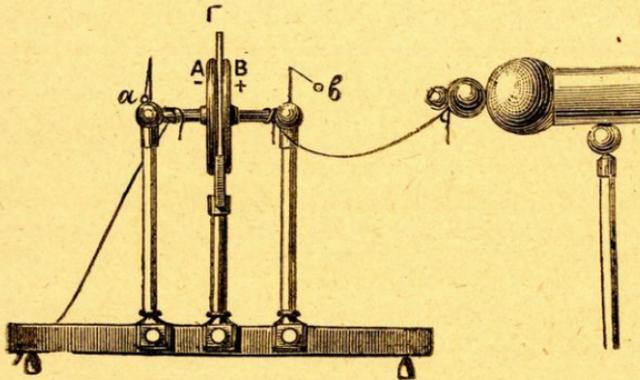
γουσιν εἰς ἀκίδας. Αἱ ἀκίδωται αὐταὶ ἀκτίνες συνδεδεμένοι πρὸς ἀλλήλας δύνανται εὐκόλως νὰ στραφῶσιν ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακρόνον στροφέα, οὕτως ἡ ὄξεια αἰχμὴ εἰσέσχεται εἰς μικρὰν ἐν τῷ μέσῳ κοιλότητα. Ὅταν ἡ συσκευή στερεωθῇ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ ἡλεκτρικῆς μηχανῆς λειτουργοῦσης (σχ. 225), ὁ ἡλεκτροσμός αὐτῆς ἄρχεται ἐκρῶν ἐκ τῶν ἀκίδων καὶ ἡλεκτρίζων ὁμώνυμος τὰ περίε μέρη τοῦ ἀέρος καὶ τὰ ἐν αὐτῷ αἰωρούμενα σωματίαι, ἅτινα ἀπωθούμενα κατα φοράν τινὰ ἀποθῶσιν τὰς ἀκίδας κατὰ τὴν ἀντίθετον καὶ στρέφουσι τὸν στροβίλον κατὰ φοράν ἀντίθετον τῇ ἐκροῇ τῆς ἡλεκτρικῆς. Ὅτι δὲ αἰτία τῆς στροφῆς τοῦ στροβίλου εἶνε ἡ δυνάμις ἡλεκτρικῆς τοῦ περὶ τὰς ἀκίδας ἀέρος καὶ τῶν ἐν αὐτῷ αἰωρουμένων σωματίων, καταφαίνεται καὶ ἐκ τούτων, ὅτι ὁ στροβίλος ἐν τῷ κενῷ καίπερ ἰσχυρῶ ἡλεκτριζόμενος δὲν περιστρέφεται καὶ ὅτι ἐν τῷ ἀέρι μεταλλινὴ ἀκίς ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ἡλεκτρομηχανῆς στερεωθεῖσα καὶ ἰσχυρῶς ἡλεκτριζομένη παράγει φύσημα, ὅπερ οὐ μόνον ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν καθίσταται εἰσθητόν, ἀλλὰ καὶ δύναται νὰ ἐκτρέψῃ ἢ καὶ ἀποσβέσῃ τὴν φλόγα λαμπάδος. Ἐν τῷ σκότει δὲ ἐκτελοῦντες τὸ πείραμα τοῦτο παρατηροῦμεν ἐπὶ τῶν ἀκίδων φωτεινὸν τινὰ θύσανον δεικνύοντα τὴν ἐξ αὐτῶν ἐκροῆν τῆς ἡλεκτρικῆς, φαινόμενον, ὅπερ παρατηρεῖται ἐνίοτε εἰς τὰς ἀκίδας τῶν ἀλεξικραύων, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ἰστῶν τῶν πλοίων (ὁπότε καλεῖται οἱ δύο Διδόσκοροι) καὶ εἰς τὰς λόγχας τῶν στρατιωτῶν ἐν ὥρᾳ νυκτός, καθ' ἣν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πεφοτισμένη ἡλεκτρικῆς, ὁπότε ἡ ἡλεκτρικὴ αὐτὴ ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδ' ἔρου ρευστοῦ τῶν ἰστῶν ἢ τῶν λογχῶν τὴν μὲν ὁμώνυμον ἡλεκτροκίην ἐκδιώκει εἰς τὸ ἔδαφος, τὴν δ' ἑτερόνυμον ἐπισωρεύει ἐπὶ τῶν ἄκρων τῶν ἰστῶν ἢ ἐπὶ τῶν ἀκίδων τῶν λογχῶν. Ἡ ἡλεκτρικὴ δ' αὐτὴ ἐκρέουσα εἰς τὸ ἀχνεὸς γίνεται πρόξενος τοῦ φαινομένου τούτου. Καθ' ὅμοιον τρόπον ἐξηγοῦμεν τὸ φαινόμενον τῆς ἐκτροπῆς ἢ ἀποσβέσεως φλογὸς λαμπάδος ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς κειμένης, εἰς ἣν φλόγα πλησιάζουσα μεταλλινὴν ἀκίδα, ἣν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ.



Σχ. 225.

**289. Πυκνωταὶ ἡλεκτρικῆς.** Πυκνωταὶ καλοῦνται ὄργανα τινὰ, δι' ὧν δυνάμεθα ἐπὶ μεταλλίων ἐπιφανειῶν νὰ ἐπισωρεύσωμεν ποσότητας θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἡλεκτρικῆς πολλῶν μείζονας ἐκείνων, ἃς θὰ ἐδέχοντο αἱ μέταλλιναι αὐταὶ ἐπιφάνειαι, ἂν ἀπλῶς ἐτίθεντο εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Εἰς τῶν πυκνωτῶν τούτων ἀποτελεῖται ἐκ δύο μεταλλίων δίσκων Α καὶ Β (σχ. 226), μετὰ τῶν ὁποίων παρεντίθεται πλάξ ὑαλινὴ Γ. Ὁ ἕτερος τῶν δίσκων τούτων Β ἀπὸ τοῦ ἐδάφους μεμονωμένος συγκοινωνεῖ δι' ἀλύσεως μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, ὁ δ' ἕτερος Α

συγκοινωνεῖ ὁμοίως μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν στρέψωμεν τὸ στρόφαλον τῆς ἠλεκτρομηχανῆς, τὸ ἐκκρεμές  $\beta$  κατ' ἀρχὰς μὲν παραμένει κατακόρυφον, μετ' ὀλίγον δ' ἀρχεται βραδέως ὑψούμενον καὶ μετ' ἀρκετὰς στροφὰς τοῦ δίσκου τῆς μηχανῆς μένει στάσιμον, ἐν ᾧ τὸ ἐκκρεμές  $\alpha$  τὸ εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐτέρου δίσκου  $A$  εὕρισκόμενον παραμένει διηνεκῶς κατακόρυφον. Κατὰ τὴν ἐργασίαν ταύτην ὁ μὲν δίσκος  $B$  πληροῦται θετικῆς ἠλεκτρικῆς, ἥτοι ὁμώνυμου τῇ ἠλεκτρικῇ τῆς μηχανῆς, ὁ δὲ  $A$  ἀρνητικῆς. Ἡ ἠλεκτρικὴ δὲ τοῦ δίσκου  $B$  ἀποτελεῖται ἐκ δύο μερῶν, ἐκ λανθανούσης ἠλεκτρικῆς ἴσης τῇ ἐπὶ τοῦ  $A$ , ἣν συγκρατεῖ καὶ ὑφ' ἧς ἀνθέλκεται, καὶ ἐξ ἐλευθέρως ἠλεκτρικῆς, ἧς τὴν παρουσίαν

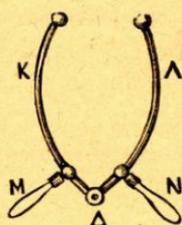


Σχ. 226.

δεικνύει τὸ ἐκκρεμές  $\beta$ . Ὅθεν ἡ ἠλεκτρικὴ τοῦ δίσκου  $B$  τοῦ εὕρισκόμενου εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς εἶνε πάντοτε ὑπερτέρα τῆς τοῦ δίσκου  $A$  τοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνοῦντος.

Ἡ πύκνωσις τῶν δύο ἠλεκτρικῶν γίνεται ὡς ἐξῆς. Ἡλεκτρικὴ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς προσερχομένη ἐπὶ τοῦ δίσκου  $B$  ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τοῦ δίσκου  $A$  καὶ ἔλκει μὲν τὴν ἐτερώνυμον, ἥτις ἐπισωρεύεται ἐπὶ τοῦ δίσκου  $A$ , ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὸ ἔδαφος. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἠλεκτρικαὶ τῶν δίσκων  $B$  καὶ  $A$  ἐλκόμεναι ἀμοιβαίως μεταπίπτουσιν εἰς λανθάνουσαν κατάστασιν, νέα ποσότης ἠλεκτρικῆς δύναται νὰ προσέλθῃ ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς μηχανῆς εἰς τὸν δίσκον  $B$ , ἥτις ἐπισωρεύει ἴσην ποσότητα ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ δίσκου  $A$  καὶ οὕτω καθεξῆς αἱ ἐπὶ τῶν δύο τούτων δίσκων ἐπισωρευόμεναι ἠλεκτρικαὶ βαίνουσιν αὐξανόμεναι μέχρις ὀρίου, τὸ ὅποιον εἶνε τοσοῦτον ὑπέρτερον, ὅσῳ ἡ ἠλεκτρομηχανὴ εἶνε ἰσχυροτέρα, ἢ ἐπιφά-

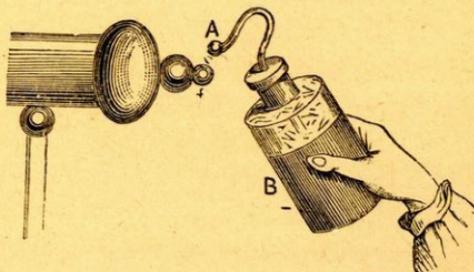
νεια τῶν δίσκων τοῦ πυκνωτοῦ μείζων καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ἐλάσσων, ἤτοι ὅσῳ ἡ ὑάλινη πλαξὶ Γ εἶνε λεπτοτέρα. Ὅπως δ' ἐκκενώσωμεν τὸν πυκνωτὴν τοῦτον, διακόπτομεν τὴν συγκοινωνίαν ἀφ' ἑνὸς μὲν



Σχ. 227.

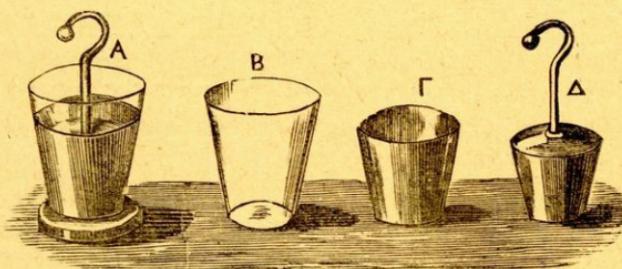
τοῦ δίσκου Β μετὰ τῆς μηχανῆς, ἀφ' ἑτέρου δὲ τοῦ δίσκου Α μετὰ τῆς γῆς καὶ λαμβάνοντες μεταλλινὸν τόξον ΚΛ (σχ. 227), ὅπερ ἐν τῷ μέσῳ μὲν φέρει ἄρθρωσιν Δ, ἐκατέρωθεν δὲ δύο ὑάλινας λαβὰς Μ καὶ Ν, ἤτοι τὸν καλούμενον *ἐκκενωτήν*, κρατοῦμεν αὐτὸν διὰ τῶν ὑάλινων λαβῶν καὶ ἐγγιζομεν διὰ τοῦ ἄκρου τοῦ ἐνὸς μὲν σκέλους Κ τὸν δίσκον Β (σχ. 226), πλησιάζομεν δὲ τὸ ἄκρον τοῦ ἐτέ-

ρου σκέλους Λ εἰς τὸν δίσκον Α, ὅποτε παράγεται ἰσχυρὸς σπινθήρ μετὰ ψόφου προερχόμενος ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων συνηγμένων ἑτερονύμων ἠλεκτρικῶν. Ὁ πυκνωτὴς ἔχει συνήθως σχῆμα φιάλης, ὅποτε καλεῖται *λουγδουρικὴ λάγνηρος*. Σύγκριται δ' ἐκ κοινῆς ὑάλινης φιάλης (σχ. 228) πεπληρωμένης λεπτοτάτων μεταλλίνων φύλλων καὶ περιβεβλημένης ἐξωτερικῶς διὰ φύλλου ἐκ κασσιτέρου Β. Διὰ τοῦ πώματος τῆς φιάλης διέρχεται ὀρειχάλκινον στέλεχος, οὔτινος τὸ μὲν ἓν ἄκρον εὐρίσκεται ἐσωτερικῶς εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν μεταλλίνων φύλλων, τὸ δ' ἕτερον ἐξωτερικὸν ἄκρον ὄν ἐπικαμπεῖς ἀπολήγει εἰς μεταλλινὸν σφαιρίδιον Α. Τὰ μὲν ἐσωτερικὰ μέταλλα φύλλα καλοῦνται *ἐσωτερικὸς ὄπλισμός*, τὰ δ' ἐξωτερικὰ *ἐξωτερικὸς ὄπλισμός*. Πληροῦμεν δ' ἠλεκτρικῆς τὴν λουγδουρικὴν λάγνηρον λαμβάνοντες αὐτὴν εἰς χεῖρας δι' ἑνὸς τῶν δύο ὄπλισμῶν εἴτε τοῦ ἐσωτερικοῦ εἴτε τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ πλησιάζοντες ἢ ἐγγιζόντες τὸν ἕτερον ὄπλισμὸν εἰς τὸν ἀγωγὸν τῆς ἠλεκτρομηχανῆς. Συνήθως ὅμως λαμβάνομεν αὐτὴν διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὄπλισμοῦ καὶ ἐγγιζομεν ἢ πλησιάζομεν τὸ σφαιρίδιον Α τοῦ ἐσωτερικοῦ ὄπλισμοῦ εἰς τὸν ἀγωγὸν τῆς ἠλεκτρομηχανῆς στρέφοντες σὺναμα τὸν δίσκον αὐτῆς ἐφ' ἱκανὸν χρόνον. Τούτων γενομένων παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπὶ τῆς μη-



Σχ. 228.

χανῆς ἐκκρεμές ἀνυψούμενον κατ' ἀρχὰς μένει ἐπὶ τέλους στάσιμον, ὅπερ δεικνύει ὅτι ἡ λαγήνος ἐπληρώθη ἠλεκτρικῆς μέχρις ὀρίου. Ἐκκενοῦμεν δὲ τὴν λαγήνον ἢ βραδέως ἢ ἀκαριαίως. Βραδέως μὲν, ἐὰν στηρίζωμεν αὐτὴν ἐπὶ ἀπομονωτικοῦ ὑποστηρίγματος καὶ πλησιάζωμεν διαδοχικῶς τὸν δάκτυλον ἡμῶν πρῶτον μὲν εἰς τὸν ἐσωτερικὸν ὀπλισμόν, εἶτα δ' εἰς τὸν ἐξωτερικὸν καὶ πάλιν εἰς τὸν ἐσωτερικὸν καὶ οὕτω καθέξης, ὅποτε ἀποσπῶμεν μεγάλην σειρὰν μικρῶν ἠλεκτρικῶν σπινθῆρων προερχομένων ἐκ τῆς περισσεΐας τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣν πάντοτε φέρει ὁ ὀπλισμὸς ὁ μὴ συγκοινωνῶν μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἀκαριαίως δέ, μεταχειριζόμενοι τὸν ἐκκενωτὴν, δι' οὗ θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν πρὸς ἀλλήλους τοὺς δύο ὀπλισμοὺς, ὅποτε παράγεται εἰς ἰσχυρότατος καὶ λίαν ψοφητικὸς σπινθῆρ. Ἀλλὰ καὶ δεύτερος, πολλῶ



Σχ. 229.

ὅμως ἀσθενέστερος, σπινθῆρ δύναται μετ' ὀλίγον νὰ παραχθῆ καὶ τρίτος μάλιστα, ἐὰν τεθῶσι καὶ αὐθις εἰς συγκοινωνίαν οἱ δύο ὀπλισμοὶ διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι αἱ ἠλεκτρικαὶ τῆς λαγήνου δὲν παραμένουσιν ἐπὶ τῶν ὀπλισμῶν, ἀλλ' εἰσδύουσιν ἐντὸς τῆς ὑάλου τῆς λαγήνου ἕνεκα τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἑλξέως, ὡς ἀποδεικνύεται διὰ λαγήνου, ἧς δυνάμεθα εὐχερῶς ν' ἀποχωρίσωμεν τὰ διάφορα μέρη, διότι ἀποτελεῖται ἐξ ὑαλίνου κωνικοῦ δοχείου Β (σχ. 229), ὅπερ ἐφαρμόζει καλῶς ἐντὸς ὁμοίου ὀρειχαλκίνου δοχείου Γ καὶ δύναται νὰ δεχθῆ κοῖλον ὀρειχάλκινον σκεῦος Δ φέρον ἐπικαμπῆς στέλεχος καὶ ἀποτελοῦν τὸν ἐσωτερικὸν ὀπλισμὸν τῆς λαγήνου Α. Ἀφ' οὗ συνθέσαντες τὴν λαγήνον πληρώσωμεν αὐτὴν ἠλεκτρικῆς καὶ ἐπιθέσαντες ἐπὶ ἀπομονωτικοῦ ὑποστηρίγματος, εἶον ἐπὶ τοῦ πλακοῦντος τοῦ ἠλεκτροφόρου τοῦ Βόλτα, διαλύσωμεν αὐτὴν εἰς τὰ μέρη αὐτῆς, ἅτινα ἀποθέτομεν ἐπὶ τῆς τραπέζης καὶ ἐπομένως τὰ φέρομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ μέσου τοῦ τε σώματος ἡμῶν καὶ τῆς τρα-

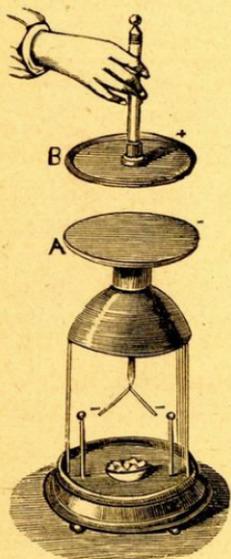
πέζης, οὐδὲν ἴχνος ἠλεκτρικῆς ἀνευρίσκομεν ἐπὶ τῶν ἀποσπασθέντων ὀπλισμῶν. Ἐὰν ὅμως ἐκ νέου συναρμώσωμεν τὴν λάγνηρον καὶ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ τὸν ἐξωτερικὸν ὀπλισμὸν μετὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ, ἀποσπῶμεν ἰσχυρὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα.

**290. Ἡλεκτρικαὶ συστοιχίαι.** Ἡ ποσότης τῆς ἠλεκτρικῆς, ἥτις δύναται νὰ συσσωρευθῆ ἔν τῇ λουγδουρικῇ λαγνήνῳ, εἶνε τοσοῦτῳ μεῖζων, ὅσῳ ἡ ἐπιφάνεια τῶν ὀπλισμῶν εἶνε μεῖζων. Ὅθεν ἐντὸς λουγδουρικῆς λαγνήνου μεγάλων διαστάσεων δυνάμεθα νὰ ἐπισσωρεύσωμεν μεγάλας ποσότητας ἠλεκτρικῆς. Ἀντὶ ὅμως νὰ μεταχειρισθῶμεν μίαν μόνον λάγνηρον μεγάλων διαστάσεων, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν πλείονας τοιαύτας μικροτέρων διαστάσεων καὶ νὰ θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τοῦτο μὲν ὅλους τοὺς ἐξωτερικοὺς (ἢ ἐσωτερικοὺς) ὀπλισμοὺς καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸ ἔδαφος, τοῦτο δὲ ὅλους τοὺς ἐσωτερικοὺς (ἢ ἐξωτερικοὺς) καὶ πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τὸν ἀγωγὸν ἠλεκτρικῆς μηχανῆς. Ἡ τοιαύτη σύνθεσις πολλῶν λουγδουρικῶν λαγνήνων καλεῖται ἠλεκτρικὴ συστοιχία, ἥτις δύναται νὰ παράσχη μέγιστον ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα.

**291. Πειράματα διὰ τῆς λουγδουρικῆς λαγνήνου.** Ἐὰν πληρώσωμεν ἠλεκτρικῆς λουγδουρικῆν λάγνηρον καὶ ἐκκενώσωμεν αὐτὴν διὰ μεταλλίνου κυπέλλου περιέχοντος αἰθέρα ἢ οἰνόπνευμα, ὃ παραγόμενον ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ ἀναφλέγει τὰ εὐφλεκτα ταῦτα ὑγρά. Ἐὰν δὲ τοῦναντίον διαβιβάσωμεν τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα λουγδουρικῆς λαγνήνου ἢ ἠλεκτρικῆς συστοιχίας διὰ λεπτοτάτου μεταλλίνου σώματος ἢ φύλλου, οἷον φύλλου ἐκ χρυσοῦ, τότε ταῦτα θερμαίνονται μέχρι πυρακτώσεως, τήκονται καὶ πολλάκις ἐξεροῦνται. Ἐὰν διὰ τῆς πυρίτιδος ἢ δι' ἄλλων εὐφλέκτων μιγμάτων διαβιβάσθῃ ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ, τὰ μίγματα ταῦτα ἀναφλέγονται. Τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος πολλὰκι γίνεται γρήσις πρὸς ἀνάφλεξιν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν ἐν ταῖς ὑπόνοιμοις καὶ ταῖς ὑποβρυχίαις τοσιπλάσις.

Ἐὰν πολλοὶ ἄνθρωποι συναψάντες τὰς χεῖρας σχηματίσωσι μεγάλην ἄλυσιν καὶ ὃ μὲν πρῶτος κρατῆ ἔν τῇ χειρὶ λουγδουρικῆν λάγνηρον διὰ τοῦ ἐτέρου τῶν ὀπλισμῶν αὐτῆς πεπληρωμένης ἠλεκτρικῆς, ὃ δὲ τελευταῖος πλησιάσῃ τὴν χεῖρα εἰς τὸ σφαιρίδιον, εἰς ὃ ἀπολήγῃ ὁ ἕτερος ὀπλισμὸς, ἢ ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις γίνεται διὰ τοῦ σώματος ὅλων τῶν ἀνθρώπων τούτων ἐπιφέρουσα τιναγμοὺς εἰς τὰς ἀρθρώσεις τῶν χειρῶν αὐτῶν, αἰτίνες ἀποβάνουσιν ὀδυνηραί, ἐὰν γίνῃ γρηῃσις ἠλεκτρικῆς συστοιχίας. Ἐὰν ἠλεκτρικὴ συστοιχία ἐκκενωθῇ διὰ τοῦ σώματος ἐνὸς μόνου ἀνθρώπου ἢ ζώου, ἐπέργεται ἢ παροδικὴ ἀνασθησία ἢ παράλυσις ἢ καὶ αὐτὸς ὁ θάνατος. Ἐὰν τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα λαγνήνου διαβιβάτωμεν δι' ὑαλίνης πλακῆς κειμένης μετὰξὺ δύο μεταλλίνων ἀκίδων, ἢ ὑάλος διατρυπᾶται ὑπὸ τοῦ σπινθῆρος.

292. **Συμπυκνωτικὸν ἤλεκτροσκόπιον.** Τὸ ὄργανον τοῦτο, ὅπερ χρησιμεύει πρὸς εὔρεσιν καὶ αἰσθητοποιήσιν ἀσθενεστάτων πηγῶν ἠλεκτρισμοῦ, οἷα εἶνε ἢ ἐκ χημικῆς δράσεως, περὶ ἧς πραγματευόμεθα ἐν τινι τῶν ἐπομένων κεφαλαίων, σύγκειται ἐκ δύο ἐπιπέδων ὀρειχαλκίνων δίσκων Α καὶ Β (σχ. 230) ἐπιχειρισμένων διὰ λα-



Σχ. 230.

κείου κόμμεος, ὥστε ἐπιτιθέμενοι νὰ χωρίζωνται ἀπ' ἀλλήλων δι' ἀπομονωτικῆς οὐσίας. Καὶ ὁ μὲν κατώτερος δίσκος Α κοχλιοῦται εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ ὀρειχαλκίνου στελέχους τοῦ φέροντος τὰ φύλλα χρυσοῦ κοινοῦ ἠλεκτροσκοπίου (σχ. 215 § 279), ὁ δ' ἀνώτερος δίσκος Β φέρει ὑαλίνην λαβὴν, δι' ἧς αἴρεται διὰ τῆς χειρὸς χωρὶς νὰ συγκοινωνήσῃ ἠλεκτρικῶς μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν μὲν κατώτερον δίσκον Α μετ' ἀσθενεστάτης ἠλεκτρικῆς πηγῆς, οἷον μετ' ἐλάσματος ψευδαργύρου, ὅπερ κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ ἡμῶν καὶ τὸ ὅποιον ἠλεκτρίζεται ἔνεκα τῆς χημικῆς δράσεως τοῦ ἰδρωτὸς τῆς χειρὸς ἡμῶν καὶ τοῦ ὄξυγόνου τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, τὸν δ' ἀνώτερον Β μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἐπισωρεύονται βαθμηδὸν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων αἱ δύο ἀντίθετοι ἠλεκτρικαί. Ἐὰν δὲ τότε διακόψωμεν τὴν μετὰ τῆς

ἠλεκτρικῆς πηγῆς συγκοινωνίαν τοῦ κατωτέρου δίσκου καὶ ἄρωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, ἢ ἠλεκτρικὴ ἢ ἐπισωρευθεῖσα ἐπὶ τοῦ δίσκου Α διαχέεται καὶ ἐπὶ τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ, ἅτινα διὰ τοῦτο διίστανται. Ἀνευρίσκομεν δὲ τὸ εἶδος τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣν συνέλεξεν ὁ δίσκος Α, πλησιάζοντες σῶμα ἠλεκτρισμένον καὶ φέρον γνωστὸν εἶδος ἠλεκτρικῆς. Οὕτω δὲ ἀνευρίσκομεν ὅτι ὁ ψευδαργύρος, ὃν κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ ἡμῶν, ἠλεκτρίζεται ἔνεκα τῆς χημικῆς δράσεως ἀρνητικῶς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

### ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΟΝ.

293. Ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πάντοτε πεφορτισμένη ἠλεκτρικῆς τῆς αὐτῆς φύσεως πρὸς τὴν ἠλεκτρικὴν, ἣν διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτύσσομεν

ἐπὶ τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν. Πρῶτος δὲ διέγνω τοῦτο ὁ Φραγκλῆνος ἐν Φιλαδελφείᾳ τῆς Β. Ἀμερικῆς περὶ τὰ μέσα τοῦ παρελθόντος αἰῶνος ἀνυψώσας ἐν ὥρᾳ καταιγίδος ἀετὸν ὅμοιον πρὸς τὸν τῶν παιδῶν ἐκ μεταξίνου ὑφάσματος, ὃν ὥπλισε διὰ μεταλλίνης ἀκίδος συνδεθείσης μετὰ λινοῦ σχοινοῦ, δι' οὗ ἐκράτει τὸν ἀετὸν προσδεδεμένον ἐπὶ τοῦ δένδρου. Διαβραχέντος τοῦ σχοινοῦ ὑπὸ λεπτῆς βροχῆς καὶ καταστάντος μᾶλλον ἀγωγοῦ, ἀτμοσφαιρικός ἠλεκτρισμὸς κατῆλθε δι' αὐτοῦ καὶ ἐκ τοῦ κατωτέρου ἄκρου, ἐξ οὗ ὁ Φραγκλῆνος εἶχε προσδέσει μεταλλινὴν κλεῖδα, ἠδυνήθη ν' ἀποσπάσῃ σπινθήρας ἰσχυροὺς ὁμοίους πρὸς τοὺς δι' ἠλεκτρικῆς μηχανῆς παραγομένους καὶ προξενούντας τὰ αὐτὰ ἀκριβῶς ἀποτελέσματα, ἅτινα περιεγράψαμεν ἤδη.

Δυνάμεθα δὲ ν' ἀνεύρωμεν, ἂν ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε πάντοτε ἠλεκτρισμένη καὶ ποῖον εἶδος ἠλεκτρικῆς φέρει, διὰ κοινοῦ ἠλεκτροσκοπίου μετὰ φύλλων χρυσοῦ, εἰς τὸ ὅποῖον ὁμως ἡ σφαῖρα Δ συγκοινωνεῖ δι' ἀλύσειος μεμονωμένης μετὰ μεταλλίνου κοντοῦ κατακορύφως ἀναστηλουμένου ἐπὶ τῆς στέγης οἰκίας καὶ ἀπολήγοντος εἰς ἀκίδα. Ἡ ἠλεκτρικὴ τῆς ἀτμοσφαιρας ἐπιδρῶσα ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ῥευστοῦ τοῦ κοντοῦ ἔλκει μὲν τὴν ἐτερόνυμον ἠλεκτρικὴν, ἣτις διὰ τῆς ἀκίδος ἐκρέει εἰς τὸν ἀέρα, ἀπωθεῖ δὲ τὴν ὁμώνυμον εἰς τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ, ἅτινα διίστανται τοσούτω περισσότερον, ὅσῳ ἡ ἀτμόσφαιρα εἶνε μᾶλλον πεφορτισμένη ἠλεκτρικῆς. Πλησιάζοντες δὲ εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον σῶμα φέρον γνωστὸν εἶδος ἠλεκτρικῆς διαγινώσκομεν καὶ τὸ εἶδος τῆς ἀτμοσφαιρικῆς ἠλεκτρικῆς. Διὰ ταιούτων καὶ ἄλλων εὐπαθεστέρων ἠλεκτροσκοπίων ἐγνώσθη ὅτι ἡ ἀτμόσφαιρα φέρει πάντοτε ἠλεκτρικὴν καὶ συνήθως θετικὴν.

**294. Αἷτια τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ.** Παραδέχονται ὡς αἰτίαι παραγούσας τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἠλεκτρισμὸν α') τὴν τριβὴν τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ἐδάφους· (ὅταν βεβαίως πνέη ξηρὸς βορρᾶς ἰσχυρῶς προστρέβων τὸ ἔδαφος, ὁ ἀήρ ἰσχυρῶς θά ἠλεκτρίζηται)· β') τὴν ἐξάτμισιν τοῦ θαλασσοῦ ὕδατος, καθ' ἣν οἱ ἀναδιδόμενοι ἀτμοὶ ἀνέρχονται πεφορτισμένοι ἠλεκτρικῆς, καὶ γ') τὴν βιαίαν συμπύκνωσιν ὑδρατμῶν. Διὰ τοῦτο πολλάκις τὸ αὐτὸ νέφος δύναται νὰ παραγάγῃ πολλοὺς κεραυνοὺς ἕνεκα τῆς ἐπανειλημμένης συμπυκνώσεως τῶν ὑδρατμῶν, ἣτις ἐπιφέρει βροχὴν ἢ χάλαζαν. Ἄλλὰ πλὴν τούτων πιθανῶς καὶ ἄλλα αἷτια τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ ὑπάρχουσιν, ἄγνωστα ὁμως μέχρι τοῦδε.

295. **Ἀστραπή. Βροντή.** Ἡ ἠλεκτρική, ἣν φέρει νέφος τι, δύναται νὰ ἐπιδράσῃ πόρρωθεν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου βευστοῦ ἄλλου νέφους καὶ νὰ ἠλεκτρίσῃ αὐτὸ ἑτερονύμως. Ἐὰν δὲ τὰ δύο ταῦτα νέφη πλησιάσωσιν ἀλλήλα, αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐκπηδῶσαι πρὸς ἀλλήλας ἐνοῦνται μετ' ἰσχυρᾶς λάμπσεως, ἣτις εἶνε ἡ *ἀστραπή*, καὶ κρότου ἀποτελοῦντος τὴν καλουμένην *βροντήν*. Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἀστραπή παράγῃται εἰς τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαιράς, ἔχει χρῶμα λευκόν, εἰς δὲ τὰ ἀνώτερα ἰώδες, διότι ὁ ἀήρ ἐκεῖ εἶνε ἀραιότερος· τοιοῦτόν τι δὲ παρατηροῦμεν διαβιβάζοντες ἠλεκτρικούς σπινθήρας δι' ὑαλίνων σωλήνων πανταχόθεν κεκλεισμένων καὶ περιεχόντων ἀέρα ὑπὸ ἐλαχίστην πίεσιν. Ἡ ἀστραπή ἔχουσα πολλάκις μῆκος πολλῶν χιλιομέτρων βαίνει κατὰ γραμμὴν πολὺθλαστον ἕνεκα τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει ὁ ἀήρ κατὰ τὴν διάβασιν μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρικῆς καὶ δι' ἣν ἀντίστασιν ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ μεταβάλλει ἀποτόμως πορείαν λαμβάνων ἄλλην τινὰ διεύθυνσιν, καθ' ἣν ἡ ἀντίστασις τοῦ περὶ αὐτὸν ἀέρος εἶνε μικροτέρα. Σημειωτέον δὲ ὅτι ἐν χώρῳ κενῷ ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ βαίνει εὐθυγράμμως. Πολλάκις ἀστραπαὶ παραγόμεναι εἰς τὸ ἐσωτερικὸν τῶν νεφῶν φωτίζουν αἴφνης μεγάλην ἔκτασιν τοῦ ὀρίζοντος. Ἐπίστε ἀναφαίνονται εἰς τὸν ὀρίζοντα ἀνέφελον ὄντα κατὰ τὰς θερινὰς νύκτας ἀστραπαὶ μὴ συνοδευόμεναι ὑπὸ βροντῆς. Αὗται πιθανῶς παράγονται ὑπὸ νεφῶν κειμένων εἰς οὕτω μεγάλην ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα ἀπόστασιν, ὥστε ἡ βροντὴ νὰ μὴ γίνηται ἀκουστή. Ἡ διάρκεια τῆς ἀστραπῆς εἶνε ἐλαχίστη· καὶ ὄντως, ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸν τροχὸν ἀμάξης, ἣτις ταχύτατα ἐλαύνουσα ἐν τῷ σκότει φωτίζεται αἴφνης ὑπὸ τῆς ἀστραπῆς, θὰ ἴδωμεν ὅτι ὁ τροχὸς οὗτος φαίνεται ἡμῖν ἀκίνητος, διότι διακρίνομεν εὐκρινῶς τὰς ἀκτῖνας αὐτοῦ, ὡς ὅταν εἶνε ἀκίνητος. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ἡ ἀστραπή φωτίζει τὸν τροχὸν ἐπ' ἐλάχιστον χρόνον καὶ εἰς θέσιν, ἣν πρὸς στιγμὴν κατέχει οὗτος καὶ εἰς ἣν μόνον βλέπομεν αὐτόν, ἐν ᾧ, ὅταν ὁ τροχὸς φωτίζεται ὑπὸ διαρκoῦς οἰουδήποτε φωτός, φαίνεται ἡμῖν ὡς συνεχῆς τις δίσκος, ἐφ' οὗ δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τὰς ἀκτῖνας.

Ὡς ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθήρ, ὃν ἐκ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς ἀποσπῶμεν, συνοδεύεται πάντοτε ὑπὸ ἀσθενoῦς ψόφου, οὕτω καὶ ἡ ἀστραπή συνοδεύεται ὑπὸ τῆς βροντῆς, ἥς αἰτία εἶνε ἡ βιαία δόνησις, εἰς ἣν τίθεται ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ κατὰ τὴν ἔκρηξιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθή-

ρος. Καί ἂν μὲν εὐρισκώμεθα πολὺ πλησίον τοῦ τόπου, ἔνθα ἐκρήγνυται ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ, ὁ κρότος εἶνε ξηρὸς καὶ σχεδὸν ἀκαριαῖος, ἀλλ' εἰς μείζονα ἀπόστασιν ἢ βροντὴ ἔχει μείζονα διάρκειαν καὶ ἀποτελεῖται ἐκ κρότων γινομένων ἐναλλάξ ἀσθενεστέρων καὶ ἰσχυροτέρων. Δὲν ἀκούομεν δὲ τὴν βροντὴν, καθ' ἣν στιγμὴν βλέπομεν τὴν λάμπην τῆς ἀστραπῆς, διότι τὸ μὲν φῶς διανύον 300 ἑκατομμύρια μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον διατρέχει τὸ ἀπὸ τοῦ κεραυνοβόλου νέφος μέχρι τῆς ἀσπιδόσφαιρας ἐν χρόνῳ ἀνεπαισθήτῳ, ἐν ᾧ ὁ ἤχος διανύων μόνον 340 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον διατρέχει τὸ αὐτὸ διάστημα εἰς χρόνον λίαν αἰσθητόν. Οὕτως, ἐὰν τὸ κεραυνοβόλον νέφος ἀπέχη ἀπ' ἡμῶν δεκακισχίλια μέτρα, τὸ μὲν φῶς φθάνει εἰς ἡμᾶς εἰς  $\frac{1}{30000}$  τοῦ δευτερολέπτου, ἐν ᾧ ὁ ἤχος εἰς 30 δευτερόλεπτα περίπου. Ἡ μακρὰ δὲ διάρκεια τῆς βροντῆς ἀποδίδεται εἰς τὸ μέγεθος τῆς ἀστραπῆς καὶ εἰς τὴν ἀνάκλασιν τοῦ ἤχου ἐπὶ τῶν νεφῶν, τῶν ὀρέων καὶ τοῦ ἐδάφους, ὡς τοῦτο συμβαίνει εἰς τὸν κρότον τοῦ πυροβόλου ἐν ὄρεινῃ χώρᾳ.

296. **Κεραυνός.** Ὄταν διέρχεται ἄνωθεν ἡμῶν νέφος ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένον, ἡ ἠλεκτρικὴ αὐτοῦ ἀναλύει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέτερον ῥευστὸν τοῦ ἐδάφους καὶ πάντων τῶν ἐπ' αὐτοῦ σωμάτων, ἅτινα πληροῦνται οὕτως ἀντιθέτου ἠλεκτρικῆς. Ὄταν δὲ ἡ πρὸς ἔνωσιν τάσις τῶν ἀντιθέτων τούτων ἠλεκτρικῶν καταστῆ ἀρκούντως ἰσχυρὰ ἐλαττουμένης τῆς μεταξύ νέφους καὶ ἐδάφους ἀποστάσεως, ἐκρήγνυται ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ μεταξύ τοῦ νέφους καὶ τοῦ ἐδάφους, καὶ τότε λέγομεν ὅτι *πίπτει κεραυνός*, ὅστις πίπτει πάντοτε ἐπὶ τῶν πλησιεστέρων τῶν κεραυνοβόλῳ νέφει σημείων καὶ διὰ τοῦτο προσβάλλει ἰδίως τὰ ὑψηλὰ οἰκοδομήματα καὶ μάλιστα τὰ ὑψηλὰ δένδρα. Ἐνεκα τούτου ἐν ὥρᾳ καταιγίδος εἶνε ἐπικίνδυνον νὰ καταφεύγωμεν ὑπὸ ὑψηλὰ δένδρα καὶ δὴ ὅταν ταῦτα, ὡς ἡ δρυς, ἔχωσι μείζονα ἠλεκτραγωγὸν δύναμιν, ἢ τὰ ῥητινώδη, ὡς ἡ πίσυς. Ὁ κεραυνὸς καταπίπτων κατασυντρίβει σώματα μὴ ἀγωγὰ, τήκει καὶ ἐξατμίζει μέταλλα, ἀναφλέγει εὐφλέκτους ὕλας καὶ πολλακίς φονεύει ἀνθρώπους καὶ ζῶα, ἐνίοτε δὲ πίπτων ἐπὶ πλοίου ἀναστρέφει τοὺς πόλους τῆς μαγνητικῆς βελόνης τῆς πυξίδος, ἄλλοτε δὲ εἰσχωρῶν εἰς ἀμμῶδες ἔδαφος τήκει πολλακίς τὴν ἄμμον καὶ παράγει κόιλους σωλήνας ἔχοντας τοιχώματα ὑαλώδη, οἵτινες ἐκλήθησαν *κεραυνοὶ σωλῆνες* ἢ *κεραυνίται*. Ὁ κεραυνὸς διασχίζων τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα μετατρέπει μέρος τοῦ ὄξυγόνου αὐτοῦ εἰς τὸ καλούμενον *ὄζον*, εἰς τὸ ὁποῖον ὀφείλεται ἡ ὄσμη,

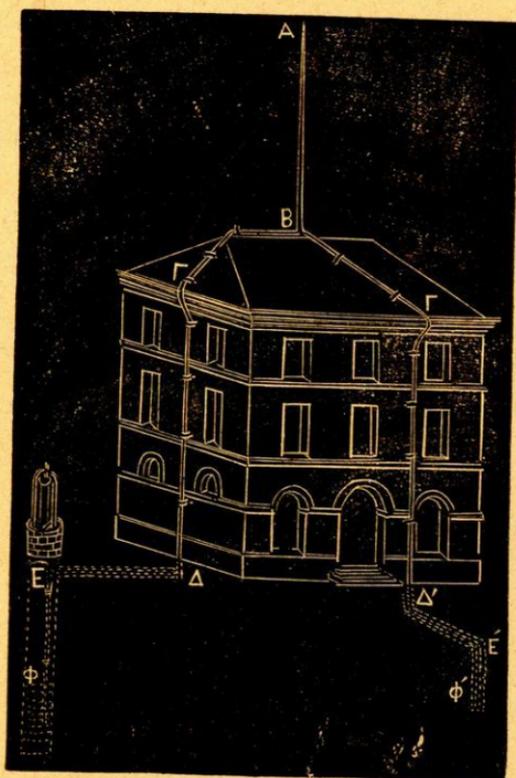
ἦν μετὰ τὴν πτώσιν κεραυνοῦ αἰσθανόμεθα. Ἄλλα καὶ τὴν ἔνωσιν τοῦ ἀζώτου μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἐπιφέρει, ὡς εἶπομεν, ὁ κεραυνὸς καὶ τὴν ἐξ αὐτῶν παραγωγὴν ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου.

**297. Πλῆγμα ἐξ ἐπιστροφῆς.** Ὅταν ἄνωθεν τοῦ ἐδάφους διέρχεται ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένον νέφος, εἶπομεν ὅτι ἄνθρωποι καὶ ζῶα ἰσχυρῶς ἠλεκτρίζονται. Ὅταν δὲ ὁ κεραυνὸς πίπτῃ εἰς τι σημεῖον τοῦ ἐδάφους, οἱ ἄνθρωποι καὶ τὰ ζῶα οἱ εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου εὐρισκόμενοι μεταπίπτουσιν αἰφνιδίως εἰς τὴν οὐδέτεραν κατάστασιν καὶ ἔνεκα τούτου ὑφίστανται βιαίους τιναγμούς ἐπιφέροντας νάρκωσιν καθ' ὅλον τὸ σῶμα καὶ ἐνίοτε καὶ τὸν θάνατον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *πλῆγμα ἐξ ἐπιστροφῆς*.

**298. Ἄλεξικέραυνον.** Τὸ ἀλεξικέραυνον εἶνε συσκευή, ἣτις ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Φραγκλίνου τῷ 1771 χρησιμεύει, ὅπως προφυλάσῃ ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ τὰ οἰκοδομήματα, τοὺς ναοὺς, τὰ πλοῖα, τὰς ἀποθήκας τῶν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κ.τ.λ. Σύγκειται δὲ κυρίως ἐκ δύο μερῶν, ἐκ τοῦ κοντοῦ AB (σχ. 231) καὶ τοῦ ἀγωγοῦ ΒΔΦ. Καὶ ὁ μὲν κοντὸς εἶνε ῥάβδος εὐθεία ἐκ σιδήρου λεπτυνομένη ἀπὸ τῆς βάσεως πρὸς τὴν κορυφήν καὶ ἔχει ὕψος τὸ πολὺ 6 μέτρων καὶ ἀναστηλοῦται κατακορυφῶς ἄνωθεν τοῦ προφυλακτέου οἰκοδομήματος ἐπὶ τοῦ κολοφῶνος τῆς στέγης. Εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ κοντοῦ κοχλιοῦται κωνικὴ ἀκίς ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἐκ χαλκοῦ ἐπιχρύσου, εἰς δὲ τὸ κατώτερον Β προσκολλᾶται καλῶς διὰ κασιτέρου ὁ ἀγωγὸς τοῦ ἀλεξικέραυνου, ὅστις κατασκευάζεται ἢ ἐκ σιδηρῶν ῥάβδων ἐπεψευδαργυρωμένων ἢ κάλλιον ἐκ πολλῶν λεπτῶν συρμάτων καθαροῦ χαλκοῦ ὡς ἔχοντος μείζονα ἠλεκτραγωγὸν δύναμιν. Ὁ ἀγωγὸς οὗτος καλῶς συναπτόνως μεθ' ὄλων τῶν μεγάλων μεταλλίνων ὄγκων τοῦ κτιρίου, ὅποια εἶνε τὰ σιδηρᾶ πατώματα, τὰ μετάλλια στεγάσματα, αἱ ὑδροροαί, οἱ κώδωνες τῶν ναῶν, καὶ ὑποβασταζόμενος διὰ σιδηρῶν ἐπικαμπῶν ἤλων ἐπὶ τῶν τοίχων τοῦ οἰκοδομήματος φθάνει μέχρι τοῦ ὕδατος φρέατος Φ, ἐντὸς τοῦ ὁποῦ ἐμβαπτίζεται φέρων εἰς τὸ ἄκρον εἶδος σιδηρᾶς πολυκεράτου ἀγκύρας καθιστώσης εὐκολωτέραν τὴν εἰς τὸ ἔδαφος ἐκροήν τῆς ἠλεκτρικῆς.

**299. Θεωρία τοῦ ἀλεξικεραύνου.** Ἐὰν ἄνωθεν οἰκοδομήματος φέροντος ἀλεξικέραυνον διέλθῃ νέφος πεπληρωμένον θετικῆς π.χ. ἠλεκτρικῆς, τότε τὸ οὐδέτερον ῥευστὸν τοῦ οἰκοδομήματος ἀποσυντίθεται ἐξ ἐπιδράσεως, καὶ ἡ μὲν ὁμώνυμος ἠλεκτρικὴ ἀπωθεῖται

εἰς τὰ ἀπώτατα σημεῖα ἐντὸς τοῦ ἐδάφους, ἢ δ' ἑτερόνυμος ἐπισω-  
ρεύεται ἐπὶ τῆς ἀκίδας τοῦ ἀλεξικεραύνου καὶ ἐξ αὐτῆς ἐκρέει πρὸς  
τὸ ἠλεκτρισμένον νέφος τείνουσα νὰ ἐξουδετερώσῃ τὴν ἠλεκτρικὴν  
αὐτοῦ. Ἄλλ' ὅταν τὸ νέφος φέρῃ μεγάλην ποσότητα ἠλεκτρικῆς,



Σχ. 231.

αὕτη ἐκκενοῦται πρὸς τὴν ἀκίδα τοῦ ἀλεξικεραύνου ὡς κειμένην εἰς  
ὑψηλότερον σημεῖον καὶ ἁλῶς συγκοινωνοῦσαν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ  
τοῦ ἀγωγῶ. Τότε ἡ ἠλεκτρικὴ τοῦ νέφους καταρρέει διὰ τοῦ ἀγω-  
γῶ καὶ διὰ τοῦ ὕδατος τοῦ φρέατος διαχέεται ἐντὸς τοῦ ἐδάφους.  
Κατὰ τὴν πτώσιν δὲ κεραυνῶ ἐπὶ τῆς ἀκίδας ἀλεξικεραύνου, αὕτη,  
καίπερ ἐκ δυστηκτοτάτου μετάλλου κατασκευασμένη, πολλάκις τήκε-  
ται. Ἐκ παρατηρήσεων δ' ἐγνώσθη ὅτι τὸ ἀλεξικεραυνὸν προφυλάσ-  
σει ἀποτελεσματικῶς ἀπὸ τῆς κεραυνώσεως ἐπιφανείαν κυκλικήν, ἧς  
κέντρον μὲν εἶνε ἡ βᾶσις τοῦ κοντοῦ, ἀκτίς δὲ ἴση πρὸς τὸ διπλάσιον

περίπου του ύψους αὐτοῦ. Ἴνα δὲ καταστῇ τελεσφόρον τὸ ἀλεξικέραυνον καὶ μὴ ἀποθῆ πρόξενον βλάβης καὶ καταστροφῆς, πρέπει α') ἢ ἀκίς νὰ εἶνε ὀξεῖα, β') ὁ ἀγωγὸς νὰ εἶνε συνεχῆς, ἤτοι νὰ μὴ παρουσιάσῃ διακοπὰς συνεχείας, καὶ γ') ἡ συγκοινωνία τοῦ ἀγωγοῦ μετὰ τοῦ ἐδάφους νὰ εἶνε τελεία, ἤτοι νὰ ἐμβαπτίζηται ὁ ἀγωγὸς ἀπολήγων εἰς σιδηρᾶν ἄγκυραν ἐντὸς φρέατος περιέχοντος ἀδιαλείπτως ὕδωρ, ἢ ἐντὸς βόθρου πλήρους συμπαγοῦς ἀνθρακος ἀδιαλείπτως καθυγραινόμενου.

**300. Ἀλεξικέραυνον Melsens.** Ὁ Βέλγος Melsens οὐκ ὀλίγα πειράματα ἐκτελέσας ἐπὶ τῶν ἀλεξικεραυνῶν παραδέχεται ὅτι οἰκοδόμημα προφυλάσσεται τελείως ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ, ἂν καλυφθῇ δι' ὅσον ἔνεστι πλείοτερον ἀγωγῶν, ἔστω καὶ λεπτῶν, οἵτινες νὰ σχηματίζωσι πλέγμα μεταλλικὸν ὠπλισμένον διὰ πλείστον ὄσων μικρῶν πολυσχιδῶν ὀβελῶν. Ἀναφέρει δὲ πρὸς ἀπόδειξιν τούτου τὸ ἐξῆς πείραμα. Βάτραχος, ὁ λίαν ἠλεκτροσκοπικός, καλυπτόμενος διὰ μεταλλικοῦ πλέγματος οὐδόλως ἐνοχλεῖται ὑπὸ τῶν ἰσχυρῶν ἠλεκτροικῶν σπινθήρων, τοὺς ὁποίους ἠθέλομεν προσπαθῆσαι νὰ διαβιβάσωμεν διὰ τοῦ πλέγματος.

Ὁ Melsens ἐν τῷ συστήματι αὐτοῦ μεταχειρίζεται σύρματα ἐκ σιδήρου ἐπεψευδαργυρωμένου, τῶν ὁποίων ἡ διάμετρος εἶνε ἴση πρὸς 6 ἕως 8 χ. μ. Ὁ ἀγωγὸς οὗτος διήκει κατὰ μῆκος τῆς στέγης καὶ συνδέεται μετὰ πολλῶν ἄλλων ἀγωγῶν, οἵτινες κατεργόμενοι παραπλεύρως τῇ οἰκοδομῇ ἐμπήγνυνται διακλαδιζόμενοι εἰς ὑγρὸν ἔδαφος. Ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ κατὰ μῆκος τῆς στέγης τίθενται πολλαὶ πολλαπλαῖ ἀκίδες ἀντὶ τοῦ ἀπλοῦ ὀβελοῦ τοῦ Franklin.

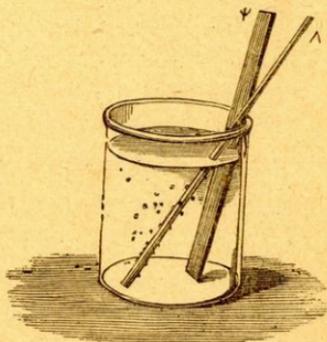
# ΒΙΒΛΙΟΝ ΟΓΔΟΟΝ

## ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΟΝ ΖΕΥΓΟΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΣΤΗΛΑΙ.

301. **Ἡλεκτρισμός ἐκ χημικῆς δράσεως.** Ἐάν ἐντός ποτηρίου περιέχοντος θεικόν ὀξύ πρσαραιωθὲν διὰ δεκαπλασίου ὄγκου ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν ἔλασμα χημικῶς καθαρῷ ψευδαργύρου Ψ (σχ. 232), τὸ μὲν ἔλασμα ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὀξύ, ὅπερ ἐπιδρᾷ χημικῶς ἐπὶ τοῦ μετάλλου, θετικῶς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς, ἐάν συνάψαντες τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου μετὰ τῆς κατωτέρας πλακῆς Α (σχ. 230 § 292) τοῦ συμπυκνωτικοῦ ἠλεκτροσκοπίου θέσωμεν ταυτοχρόνως εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ τὸ ὑγρὸν διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου Λ ἢ χαλκοῦ, ὡς καὶ τὴν ἀνωτέραν πλάκα Β. Ἐάν μετὰ τινὰ χρόνον τοῦτο μὲν διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν τοῦ ἐλάσματος Ψ μετὰ τῆς πλακῆς Α, τοῦτο δὲ ἄρωμεν τὴν πλάκα Β, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ χρυσοῦ διίστανται καὶ πλησιάζοντες εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον σῶμα ἠλεκτρισμένον π.χ. ἀρνητικῶς παρατηροῦμεν ὅτι τὰ φύλλα τοῦ ἠλεκτροσκοπίου διίστανται ἔτι μᾶλλον, τὸ ὁποῖον ἀποδεικνύει ὅτι ταῦτα φέρουσιν ὁμώνυμον ἠλεκτρικὴν πρὸς τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα, ἥτοι ἀρνητικὴν. Ἴνα δ' ἀποδείξωμεν ὅτι τὸ ἐν τῷ ποτηρίῳ θεικόν ὀξύ φέρει



Σχ. 232.

θετικὴν ἠλεκτρικὴν, θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου Α τοῦ ἠλεκτροσκοπίου, τοῦ ἐν οὐδετέρῳ καταστάσει διατελοῦντος, τὸ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρμα, ὅπερ συλλέγει οὕτως εἰπεῖν τὴν ἠλεκτρικὴν τοῦ ὕγρου. Ἐν τῷ πειράματι δὲ τούτῳ μεταχειριζόμεθα χαλκὸν ἢ κάλλιον λευκόχρυσον, διότι οὗτος μὲν οὐδόλως ὑπὸ τοῦ ὕγρου προσβάλλεται, ἐκεῖνος δὲ ἀσθενέστερον τοῦ ψευδαργύρου. Εἶτα θέτοντες εἰς συγκοινωνίαν τὸ ἐκ ψευδαργύρου ἔλασμα Ψ καὶ τὴν ἀνωτέραν πλάκα Β μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ διακόπτοντες μετ' ὀλίγον τὴν μετὰ τοῦ κατωτέρου δίσκου Α συγκοινωνίαν τοῦ ἐκ λευκοχρύσου ἢ χαλκοῦ σύρματος καὶ αἶροντες τὴν ἀνωτέραν πλάκα ἀνευρίσκομεν καθ' ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ τρόπον ὅτι τὸ ἠλεκτροσκόπιον φέρει θετικὴν ἠλεκτρικὴν. Πειρώμενοι δ' ὁμοίως καὶ δι' ἄλλων μετάλλων καὶ ἀραιῶν ὀξέων ἢ διαλυμάτων ἐν ὕδατι ἀλάτων προσβαλλόντων χημικῶς τὰ μέταλλα ταῦτα ἀνευρίσκομεν τὸν ἐξῆς τοῦ Becquerel νόμον: **κατὰ τὴν χημικὴν δράσιν μετάλλου ἐπὶ ὀξέος ἢ διαλύματος ἁλατος τὸ μὲν μέταλλον ἠλεκτριζεῖται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὕγρον θετικῶς.** Ἐὰν νῦν συνάψωμεν τὰ δύο μέταλλα, ψευδάργυρον Ψ καὶ λευκόχρυσον Α, ἢ ἐντὸς τοῦ ὕγρου ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ, αἱ ἠλεκτρικαὶ αὐτῶν ἐνούμεναι πρὸς ἀλλήλας παράγουσιν οὐδέτερον ἠλεκτρικὸν ρεύστων. Ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπαφὴν τοῦ ὀξυμιγοῦς ἢ ἀλατομιγοῦς ὕδατος μετὰ τοῦ ψευδαργύρου ἀναπτύσσεται δύναμις τις καλουμένη **ἠλεκτρογερτική**, ἣτις ἀποσυνθέτουσα οὐδέτερον ἠλεκτρικὸν ρεύστων παράγει νέας ποσότητας θετικῆς καὶ ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς, αἵτινες ἐνούονται διὰ τῶν σημείων τῆς ἐπαφῆς τῶν δύο ἐλασμάτων. Ἡ συνεχὴς δ' αὕτη ἔνωσις τῶν δύο ἠλεκτρικῶν εἶνε τὸ καλούμενον **ἠλεκτρικὸν ρεῦμα**. Τὸ δὲ σύστημα τὸ ἀποτελούμενον ἐκ δύο ἑτερογενῶν ἀγωγῶν σωμάτων, ἅτινα ἐμβαπτίζομεν ἐντὸς ὕγρου ἐπιδρώντος χημικῶς ἐπὶ τοῦ ἑτέρου αὐτῶν, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου ἢ οὐδόλως ἢ ἀσθενέστερον, καλεῖται **ἠλεκτροχημικὸν ζεύγος ἢ ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον**.

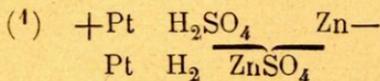
### 302. Χημικὴ θεωρία τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου.

Ὅταν ἐμβαπτίζωμεν εἰς ἀραιὸν θεικὸν ὀξύ (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ἔλασμα χημικῶς καθαρῷ ψευδαργύρου (Zn), ὁ ψευδάργυρος δὲν διαλύεται· ἐὰν ὅμως ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ὕγρου ἐμβαπτίσωμεν καὶ ἕτερον ἔλασμα ἐξ ἄλλου μετάλλου, π. χ. λευκοχρύσου (Pt), καὶ συνάψωμεν τὰ δύο ἐλάσματα πρὸς ἀλλήλα ἢ ἐντὸς τοῦ ὕγρου ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ, πάραυτα ἢ χημικὴ ἐνέργεια ἄρχεται, ὁ ψευδάργυρος διαλύεται μεταβαλλόμενος

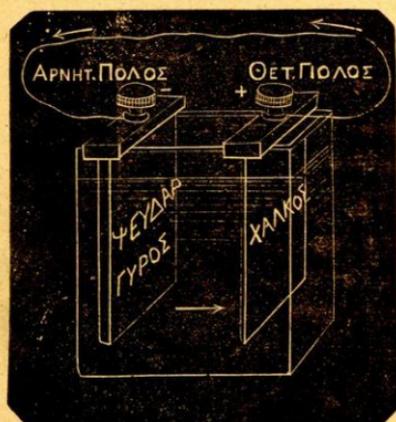
είς θεικόν ψευδάργυρον ( $ZnSO_4$ ), ύδρογόνον (H) δ' ἐκλύεται (1) ὑπὸ μορφήν φυσαλίδων ἐκ τοῦ ἐκ λευκοχρύσου ἐλάσματος. Κατὰ τὴν χημικὴν θεωρίαν ἡ χημικὴ αὐτὴ δρᾶσις τοῦ ὀξέος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου γίνεται πρόξενος ἀποσυνθέσεως οὐδετέρου ἡλεκτρικοῦ ρεύστος καὶ ἐπισωρεύσεως ἀρνητικῆς μὲν ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, ἴσης δὲ ποσότητος θετικῆς ἡλεκτρικῆς ἐπὶ τοῦ λευκοχρύσου. Ἀμφότεραι δ' αὐταὶ αἱ ἡλεκτρικαὶ ἐνοῦμεναι παράγουσιν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διαρκοῦν ἐπὶ τοσοῦτον μόνον, ἐφ' ὅσον ὑπάρχει θεικὸν ὀξὺ ἐν τῷ ὑγρῷ, καὶ ἐκλείπον, ὅταν ὅλον τὸ ἐν τῷ ὑγρῷ θεικὸν ὀξὺ μεταβληθῆ εἰς θεικὸν ψευδάργυρον.

**303. Ἐφουδραργύρωσις τοῦ ψευδαργύρου.** Ἀντὶ χημικῶς καθαρῷ ψευδαργύρου, ὅστις εἶνε πολυδάπανος, δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν ἀγοραῖον ψευδάργυρον, ἤτοι μὴ καθαρὸν ψευδάργυρον τοῦ ἐμπορίου· ἐν τοιαύτῃ ὅμως περιπτώσει ὀφείλομεν νὰ ἐπικαλύψωμεν καλῶς αὐτὸν δι' ἀμαλγάματος ψευδαργύρου (κράματος ὑδραργύρου καὶ ψευδαργύρου), ἤτοι νὰ ἐφουδραργυρώσωμεν αὐτόν. Πρὸς τοῦτο ἐν πινακίῳ ῥίπτομεν ὀλίγον ὑδράργυρον καὶ ἐπ' αὐτοῦ ἐπιχύνομεν ἡ ὑδροχλωρικὸν ὀξὺ ἢ ἀραιὸν θεικὸν ὀξὺ καὶ διὰ ψήκτρας προστρίβομεν τὸν ψευδάργυρον ἐπιρρίπτοντες ἐπ' αὐτοῦ τὸν ὑδράργυρον μετὰ τοῦ ὀξέος καὶ εἶτα ἐκπλύνομεν αὐτόν δι' ἀφθόνου ὕδατος. Τὸ μὲν ὀξὺ χρησιμεύει, ὅπως καθάρισις τὸν ψευδάργυρον, ὁ δὲ ὑδράργυρος, ὅπως παραγάγη ἐπὶ τῆς καθαρισθείσης νῦν ἐπιφανείας τοῦ ψευδαργύρου ἐνούμενος μετ' αὐτοῦ ἀμάλαμα, ὅπερ ἐν τῷ ἡλεκτρικῷ στοιχείῳ ἔχει τὰς αὐτὰς ιδιότητας, ἅς καὶ ὁ χημικῶς καθαρὸς ψευδάργυρος.

**304. Ποικίλα ἡλεκτροχημικὰ ζεύγη.** Ἐκτὸς τοῦ ἀνωτέρω περιγραφέντος ἡλεκτροχημικοῦ ζεύγους τοῦ αποτελουμένου ἐκ ψευδαργύρου, λευκοχρύσου καὶ ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος ὑπάρχουσι καὶ πλεῖστα ἄλλα τοιαῦτα ζεύγη. Οὕτω τὸν λευκοχρυσὸν δυνάμεθα ν' ἀντικαταστήσωμεν δι' ἀργύρου (Ag), χαλκοῦ (Cu) ἢ καὶ ἄνθρακος (C) λίαν συμπαγοῦς, ὁποῖος εἶνε ὁ ἐξαγόμενος ἐκ τῶν πηλίνων χροανῶν, ἐν αἷς διὰ γαιάνθρακος παρασκευάζεται τὸ φωταέριον. Ὡσαύτως ἀντὶ ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν διάλυμα ἀμμωνιακοῦ ἁλατος ( $NH_4Cl$ ) ἢ καὶ κοινοῦ ἁλατος ( $NaCl$ ), ἄτινα προσβάλλου-



σιν ὡς γνωστὸν τὸν ψευδάργυρον. Ἐπειδὴ ὁμοῦς ἡ τοιαύτη χημικὴ δρᾶσις εἶνε ἀσθενεστέρη τῆς διὰ τοῦ θετικοῦ ὀξέος καὶ ψευδαργύρου, ἢ εἰς τὰ ζεύγη ταῦτα ἠλεκτρογενετική δύναμις εἶνε ἀσθενεστέρη καὶ ἐπομένως καὶ τὸ παραγόμενον ρεῦμα ἀσθενέστερον. Ἐκ τῶν συνηθεστέρων ἠλεκτροχημικῶν ζευγῶν εἶνε τὸ ἀποτελούμενον ἐκ χαλκοῦ, ψευδαργύρου καὶ ἀραιοῦ θετικοῦ ὀξέος (σχ. 233) ἢ ἐξ ἄνθρακος, ψευδαργύρου καὶ διαλύματος ἀμμωνιακοῦ ἁλατος. Καὶ τὸ μὲν ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ τὸ ἀσθενέστερον ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ προσβαλλόμενον ἢ τὸ τοῦ



Σχ. 233.

προσβαλλόμενον καλεῖται **θετικὸς πόλος**, τὸ δὲ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου τὸ ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ προσβαλλόμενον καλεῖται **ἀρνητικὸς πόλος**. Ἐὰν συνάψωμεν τοὺς δύο τούτους πόλους διὰ μεταλλίνου σύρματος, αἱ δύο ἀντίθετοι ἠλεκτρικαὶ ἐνοῦμεναι παράγουσι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ, ἀγνώστου οὕτης τῆς φύσεως αὐτοῦ, κατὰ συνθήκην παραδέχονται ὅτι ἐπὶ τοῦ σύρματος τούτου ὁδεύει ἀπὸ τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἀρνητικόν, ὡς δε-

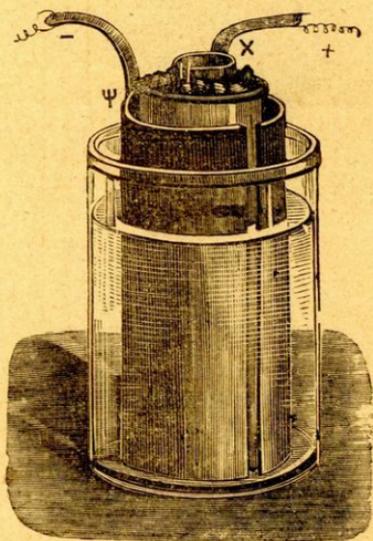
κνύουσι τὰ βέλη. Τὸ μεταλλινὸν σύρμα τὸ συνάπτον ἐξῶθεν τοὺς δύο πόλους καλεῖται **ροηφόρος**, ὅστις μετὰ τῶν δύο ἐλασμάτων καὶ τοῦ μεταξὺ αὐτῶν ὑγροῦ ἀποτελεῖ τὸ καλούμενον **ἠλεκτρικὸν κύκλωμα**. Καὶ ὅταν μὲν ὑπάρχη διακοπή τις εἰς οἰονδήποτε μέρος τοῦ κυκλώματος, λέγομεν ὅτι τὸ κύκλωμα εἶνε **ἀνοικτόν**, ὅταν δὲ τοῦναντίον τὸ κύκλωμα εἶνε συνεχές καὶ δὲν ὑπάρχη διακοπή τις μήτε ἐντὸς μήτε ἐκτός, λέγομεν ὅτι τὸ κύκλωμα εἶνε **κλειστόν**, ὅποτε τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα κυκλοφορεῖ.

**305. Ἐξασθένησις τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου.** Τὸ ἠλεκτρικὸν στοιχεῖον τὸ συνιστάμενον ἐκ δύο ἑτερογενῶν μετάλλων ἐμβεβαπτισμένων ἐντὸς ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ δὲν ἔχει μεγάλην διάρκειαν· τουτέστι τὸ δι' αὐτοῦ παραγόμενον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐξασθενεῖται, πρὶν τὸ ἐν τῷ ὑγρῷ θεικόν ὀξύ μεταβληθῆ ἢ εἰς θεικόν ψευδάργυρον. Αἰτία δὲ τῆς ἐξασθενήσεως ταύτης εἶνε ἡ ἐναπόθεσις τοῦ

υδρογόνου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ χαλκοῦ, ὅπερ ὑδρογόνον ὡς μὴ ἀγωγόν τοῦτο μὲν παρέχει ἀντίστασιν εἰς τὴν ὁδοὸν τοῦ ρεύματος, τοῦτο δὲ παράγει ρεῦμα φορᾶς ἀντιρρόπου τῷ κυρίῳ ρεύματι καὶ ἐπομένως ἐξουδετερᾷ αὐτὸ ἐν μέρει ἢ καθ' ὅλοκληρίαν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *πόλωση* τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου, πᾶν δὲ μέσον καταστρέφον τὴν πόλωσιν ταύτην, τουτέστι παρεμποδίζον τὴν ἐναπόθεσιν ταύτην τοῦ ὑδρογόνου, καθιστᾷ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου σταθερὰν καὶ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα σταθερὸν καὶ διαρκές. Τοῦτο δὲ κατορθώθη εἰς πολλὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα, ἐξ ὧν περιγράφομεν τὰ τελειότερα καὶ μᾶλλον ἐν χρήσει.

#### ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.

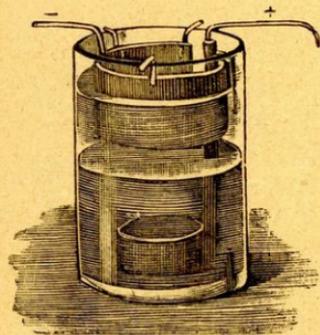
**306. Στοιχεῖον τοῦ Daniell.** Τὸ στοιχεῖον τοῦτο (σχ. 234) σύγκειται ἐξ ἐνὸς ἐξωτερικοῦ ὑαλίνου ἢ πηλίνου δοχείου πεπληρωμένου ὕδατος καθαρῷ ἢ ἐμπεριέχοντος  $\frac{1}{40}$  κατ' ὄγκον πυκνὸν θεικὸν ὄξύ, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζεται κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου ἐσφραγισμένου Ψ, ἀνοικτὸς ἐκατέρωθεν καὶ ἐσχισμένος κατὰ μῆκος. Ἐν τῷ κυλίνδρῳ τούτῳ τίθεται δοχεῖον ἐξ ἀργίλλου ἡμίποτον, πορώδες καὶ πεπληρωμένον διαλύματος θεικοῦ χαλκοῦ ( $\text{CuSO}_4$ ), ἐν ᾧ βυθίζεται ὁ ἐκ χαλκοῦ κύλινδρος X, εἶτα δὲ πληροῦται κρυστάλλων θεικοῦ χαλκοῦ. Ἐπὶ τῶν κυλίνδρων ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ προσκολλῶνται κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον χαλκαῖ ταινίαι, αἵτινες εἶνε οἱ πόλοι τοῦ ἠλεκτρικοῦ στοιχείου. Ἐὰν συνάψωμεν τοὺς δύο τούτους πόλους διὰ μεταλλίνου σύρματος, ἤτοι ἐὰν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα, πάραυτα τὸ μὲν θεικὸν ὄξύ προσβάλλον τὸν ψευδαργυρον παράγει θεικὸν ψευδαργυρον, τὸ δὲ ὑδρογόνον τὸ ἐκ τῆς χημικῆς ταύτης δράσεως προσελθὸν διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου καὶ ἀποσυνθέτον τὸν θεικὸν χαλκὸν παράγει τοῦτο μὲν μεταλλικὸν χαλ-



Σχ. 234.

κόν (Cu), ὅστις ἀναποτίθεται ἐπὶ τοῦ χαλκίνου ἐλάσματος X, τοῦτο δὲ θεικόν ὄξύ, ὅπερ ἐξέσχεται διὰ τοῦ πορώδους δοχείου καὶ διαλύει τὸν ψευδάργυρον (1). Οὕτω δὲ ὁ μὲν χαλκὸς ἠλεκτριζέται θετικῶς, ὁ δὲ ψευδάργυρος ἀρνητικῶς καὶ ἡ πόλωσις ματαιοῦται διὰ τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ.

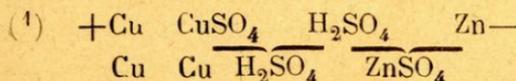
Τοῦ στοιχείου τούτου τροποποιηθέντος κατὰ τι ὑπὸ τοῦ Callaud γίνεται νῦν χρήσις ἰδίως ἐν τοῖς τηλεγραφεῖσι. Ἡ τροποποίησις δ' αὕτη ἐγένετο ὡς ἐξῆς. Ἐν ὑαλίῳ ποτηρίῳ (σχ. 235) τίθεται πρὸς τὸ ἀνώτερον μὲν μέρος κύλινδρος



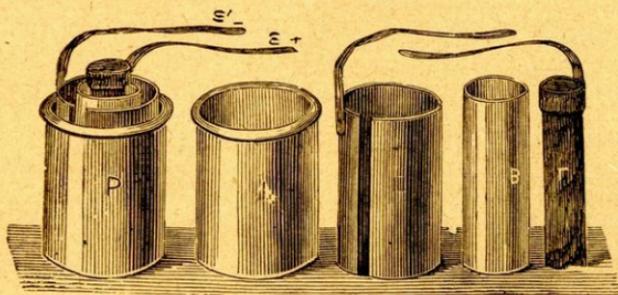
Σχ. 235.

ἐκ ψευδαργύρου, ὅστις ἐξικνούμενος μέχρι σχεδὸν τοῦ μέσου τοῦ ποτηρίου στηρίζεται διὰ τριῶν ἀγκίστρων χαλκῶν ἐπ' αὐτοῦ προσκεκολλημένων καὶ ἐπεριδομένων ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ ποτηρίου. Εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου τίθεται ταινία χαλκῆ ἐλικοειδῶς περιεστραμμένη, ἐφ' ἧς εἶνε προσκεκολλημένον σύρμα χαλκινόν περιβεβλημένον διὰ γουτταπέρκης, ὅπερ ἀνεργόμενον κάμπτεται κατ' ὀρθὴν γωνίαν πρὸς τὰ χεῖλη τοῦ ποτηρίου καὶ ἀποτελεῖ τὸν θετικὸν πόλον τοῦ στοιχείου, ἐν ᾧ σύρμα χαλκοῦν ἐπὶ τοῦ ἐκ ψευδαργύρου κύλινδρου προσκεκολλημένον ἀποτελεῖ τὸν ἀρνητικὸν πόλον. Τούτων οὕτως ἐχόντων, ῥίπτομεν εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ποτηρίου κρυστάλλους θεικοῦ χαλκοῦ (CuSO<sub>4</sub>) καὶ ἐπιχύνομεν ἢ διάλυμα θεικοῦ ψευδαργύρου (ZnSO<sub>4</sub>) ἢ ἀπλῶς καθαρὸν ὕδωρ μέχρι σημείου ὀλίγον τι κατωτέρου τῶν χαλκῶν ἀγκίστρων. Τὸ μετ' ὀλίγον παραγόμενον κεκορεσμένον διάλυμα τοῦ θεικοῦ χαλκοῦ παραμένει εἰς τὸν πυθμένα ὡς πυκνότερον τοῦ ὑπερκειμένου ὕγρου.

307. **Στοιχεῖον Bunsen.** Τὸ τοῦ Bunsen στοιχεῖον πλεονεκτεῖ τοῦ προηγουμένου κατὰ τοῦτο ὅτι, ἐν ᾧ καὶ τοῦτο παράγει ἠλεκτρικὸν ρεῦμα σταθερὸν καὶ συνεχές, ἔχει ἰσχὺν πολλῶ μείζονα ἐκείνου. Σύγκειται δὲ (σχ. 236) ἐκ πηλίνου ἢ ὑαλίνου ἀγγείου P, ἐντὸς τοῦ ὁποίου τίθεται κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου ἐκατέρωθεν ἀνοικτός, ἐσχισμένος κατὰ μῆκος, καλῶς ἐψευδαργυρωμένος καὶ φέρων ταινίαν χαλκῆν ε', ἧτις χρησιμεύει ὡς ἀρνητικὸς πόλος. Ἐν τῷ κύλινδρῳ τούτῳ τίθεται πορώδες δοχεῖον B ἐξ ἀργίλλου ὅμοιον τῷ ἐν

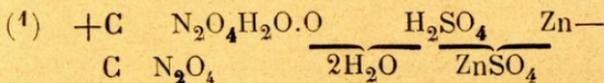


τῷ στοιχείῳ Daniell καὶ ἐν αὐτῷ πρισματικὸν τεμάχιον συμπαγοῦς ἄνθρακος Γ, ὅστις μὴ προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν ὀξέων εἶνε σύναμα καὶ καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ πρισματικοῦ ἄνθρακος προσκολλᾶται χαλκῆ ταινία ε χρησιμεύουσα ὡς θετικὸς πόλος. Καὶ μεταξύ μὲν τοῦ ἐξωτερικοῦ πηλίνου δοχείου καὶ τοῦ πορώδους ἀγγείου, ἐνθα ὑπάρχει ὁ ψευδάργυρος, χύνομεν θεικὸν ὄξυ προσραιωθὲν διὰ δεκαπλασίου ὄγκου ὕδατος, εἰς δὲ τὸ πορώδες ἀγγεῖον, ἐνθα ὑπάρχει ὁ ἄνθραξ, ῥίπτομεν νιτρικὸν ὄξυ ( $\text{HNO}_3$ ). Ὅταν συνά-



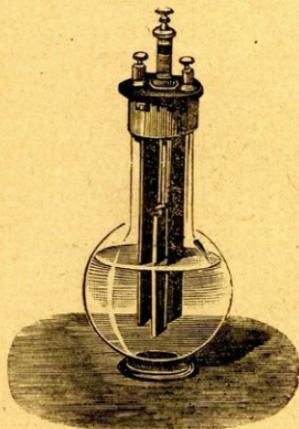
Σχ. 236.

ψωμεν τὰς δύο χαλκᾶς ταινίας ε καὶ ε', ἤτοι ὅταν κλείσωμεν τὸ κύκλωμα τοῦ ἠλεκτρικοῦ τούτου στοιχείου, τὸ κεκραμένον θεικὸν ὄξυ ἀποσυντίθεται διὰ τοῦ ψευδαργύρου καὶ παράγεται θεικὸς ψευδάργυρος καὶ ὑδρογόνον. Διὰ τῆς χημικῆς δὲ ταύτης δράσεως ὁ ψευδάργυρος ἠλεκτριζέται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ ἄνθραξ θετικῶς, τὸ δὲ ὑδρογόνον διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους δοχείου δὲν ἐναποτίθεται ἐπὶ τοῦ ἄνθρακος, ὅπως πολώση αὐτόν, ἀλλὰ δεσμεύεται οὕτως εἰπεῖν ὑπὸ τοῦ νιτρικοῦ ὀξέος, παρ' οὗ ἀφαιροῦν μέρος τοῦ ἐν αὐτῷ ὀξυγόνου μετατρέπεται εἰς ὕδωρ ( $\text{H}_2\text{O}$ ) καὶ ἐπομένως τὸ νιτρικὸν ὄξυ ἀνάγεται μεταβαλλόμενον εἰς ὑπεροξειδίου τοῦ ἀζώτου ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ) (1), ὅπερ ἐν τῷ ἀέρι παρέχει ἐρυθροῦς πνιγροῦς ἀτμοὺς ἀποτελοῦντας τὸ μειονέκτημα τῆς στήλης ταύτης, ὡς ἐκ τῆς ἐπιθλαβοῦς ἐνεργείας αὐτῶν ἐπὶ τῶν ἀναπνευστικῶν ὀργάνων τοῦ ἀνθρώπου. Δυνάμεθα ὅμως ν' ἀντικαταστήσωμεν τὸ νιτρικὸν ὄξυ δι' ὑγροῦ, ὅπερ σύγκειται ἐξ 920 γραμμαρίων ὕδατος, 76,5 γραμμαρίων διχρωμικοῦ καλίου ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) καὶ



153 γραμμ. πυκνού θειικού ὀξέος, ὅποτε τὸ μειονέκτημα τοῦτο ἐκλείπει.

308. **Στοιχείον τοῦ Grenet.** Τὸ λίαν εὐχρηστον τοῦτο στοιχείον σύγκειται ἐκ φιάλης σφαιροειδοῦς φερούσης πώμα ἢ κάλυμμα ἐξ ἑδονίτου, εἰς ὃ προσκολλῶνται δύο πλάκες ἐξ ἄνθρακος συμπαγοῦς κείμεναι παραλλήλως εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν καὶ διήκουσαι μέχρι τοῦ πυθμένος σχεδὸν τῆς φιάλης (σχ. 237). Οἱ δύο οὗτοι ἄνθρακες συγκοινωνοῦσι μεταλλικῶς μετὰ



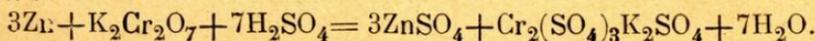
Σχ. 237.

πιστικῷ κοιλίῳ ἐπὶ τοῦ πώματος ἐστερεωμένου καὶ χρησιμεύοντος ὡς θετικοῦ πόλου. Μεταξὺ τῶν δύο ἀνθράκων τίθεται ἔλασμα ψευδαργύρου ἐφυδαργυρωμένου, οὗτινος τὸ μὲν πλάτος εἶνε ἴσον πρὸς τὸ τῶν ἀνθράκων, τὸ δὲ μῆκος τὸ ἥμισυ ἐκείνου. Ὁ ψευδάργυρος οὗτος προσκολλᾶται ἐπὶ ὀρειχαλκίνου στελέγους διερχομένου μετ' ἠπίας τριβῆς διὰ πόρου ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πώματος ὑπάρχοντος· διὰ τοῦ στελέγους δὲ τούτου, ὅπερ συγκοινωνεῖ μετὰ δευτέρου πιστικῷ κοιλίῳ χρησιμεύοντος ὡς ἀρνητικοῦ πόλου καταδύεται ὁ ψευδάργυρος κατὰ βούλησιν εἰς τὸ ἐν τῇ φιάλῃ ὑγρὸν ἢ ἐξάγεται καθ' ὀλοκληρίαν ἐξ αὐτοῦ στερεοῦμενος εἰς τι ὕψος. Ἐν δὲ τῇ φιάλῃ τίθεται μίγμα ὕδατος, θειικοῦ ὀξέος καὶ διχρωμικοῦ καλίου ( $K_2Cr_2O_7$ ). Ἐν τῷ στοιχείῳ

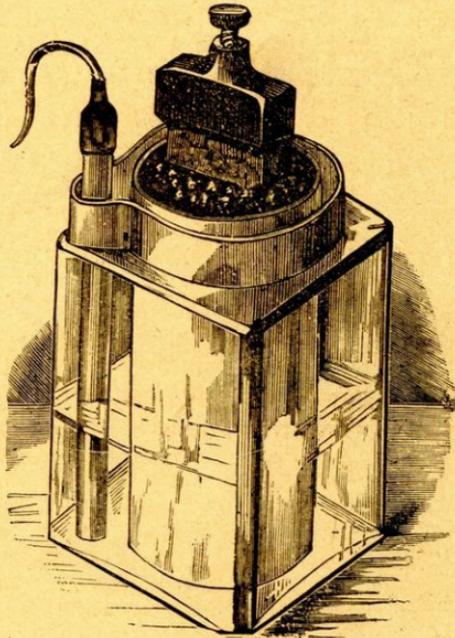
τούτῳ σώμα καταστρέφον τὴν πόλωσιν εἶνε τὸ διχρωμικὸν κάλιον, ὅπερ ὡς παράγον ἐν τέλει κατὰ τὴν μετὰ τοῦ θειικοῦ ὀξέος ἀλληλεπίδρασιν ἐκτός καλικῆς διὰ χρωμίου στυπτηρίας  $[Cr_2(SO_4)_3K_2SO_4]$  καὶ ὀξυγόνον (O), παρέχει τοῦτο εἰς τὸ ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ψευδαργύρου ἐπὶ τοῦ θειικοῦ ὀξέος ἐκλυόμενον ὕδρογόνον, ἅτινα ἐνούμενα χημικῶς σχηματίζουσιν ὕδωρ καὶ οὕτω παρακωλύεται ἢ ἐπὶ τοῦ ἄνθρακος συσσωρεύσεις τοῦ ὕδρογόνου ἢ προκαλοῦσα, ὡς εἶπομεν, τὴν ἐξασθένειαν τοῦ ἠλεκτρικοῦ βεῦματος. (1)

309. **Στοιχείον Leclanché.** Τὸ στοιχείον τοῦτο (σχ. 238), οὗτινος γίνεται συχνοτάτη χρῆσις εἰς τοὺς ἠλεκτρικοὺς ἰδίως κώδωνας, σύγκειται ἐκ τινος ἀγγείου ὑαλίνου ἀποστενωμένου περὶ τὸ στόμιον, ὅπως ἐμποδιζήται ἡ ἐξάτμισις τοῦ ἐντός ὑγροῦ. Ἐντός τοῦ δοχείου τίθεται ῥάβδος ἐκ ψευδαργύρου καὶ πορῶδες δοχεῖον φέρον πλάκα ἐξ ἄνθρακος καὶ πεπληρωμένον ἴσων ποσοτήτων διοξειδίου τοῦ μαγγα-

(1) Αἱ ἐν τῷ στοιχείῳ τούτῳ χημικαὶ δράσεις παρίστανται διὰ τῆς ἐξῆς χημικῆς ἐξισώσεως

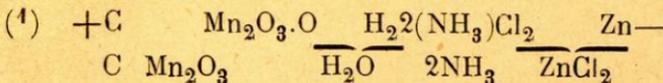


νίου ( $MnO_2$ ) και συμπαγοῦς ἄνθρακος εἰς μικρὰ τεμάχια καὶ κεκλει-  
σμένον ἄνωθεν διὰ πηλοσφάλτου καταλειπομένης μικρᾶς ὀπῆς πρὸς  
ἐξοδὸν τοῦ ἀέρος. Ἐν τῷ ἐξωτερικῷ ἀγγεῖῳ, ἐν ᾧ ὑπάρχει ὁ ψευδάρ-  
γυρος, τίθεται μέχρι τοῦ μέσου μόνον κεκορεσμένον διάλυμα ἀμμω-  
νιακοῦ ἁλατος (κοινῶς νισαντήρι), ὅπερ διερχόμενον διὰ τοῦ πορώδους  
ἀγγείου ἐμποτίζει τὸ μίγμα, ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ὁποίου κεῖται ὁ ἄν-  
θραξ. Τὸ ἀμμωνιακὸν ἅλας,  
ἦτοι τὸ χλωριούχον ἀμμώ-  
νιον ( $NH_4Cl$ ), προσβάλλει τὸν  
ψευδάργυρον, ὅστις οὕτως ἡ-  
λεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ὁ δὲ  
ἄνθραξ θετικῶς. Κατὰ τὴν  
χημικὴν δὲ ταύτην ὄρασιν πα-  
ράγεται τοῦτο μὲν χλωριούχος  
ψευδάργυρος ( $ZnCl_2$ ), τοῦτο  
δὲ ἀμμωνία ( $NH_3$ ) καὶ ὑδρο-  
γόνον, ὅπερ διερχόμενον διὰ  
τοῦ πορώδους δοχείου λαμ-  
βάνει ὀξυγόνον ἐκ τοῦ κατα-  
στρέφοντος τὴν πύλωσιν διο-  
ξειδίου τοῦ μαγγανίου ( $MnO_2$ )  
καὶ μεταβάλλει αὐτὸ εἰς ὀξει-  
διον τοῦ μαγγανίου ( $Mn_2O_3$ ),  
ἐν ᾧ τὸ ὑδρογόνον μετατρέ-  
πεται εἰς ὕδωρ. (4)

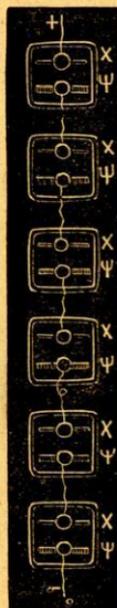


Σχ. 238.

**310. Συνένωσις ἠλεκτρικῶν στοιχείων.** Εἴπομεν ὅτι  
ἐν τῷ ἠλεκτροχημικῷ ζεύγει (σχ. 232 ἢ 301), ὅπερ σύγκειται ἐκ  
χαλκοῦ, ψευδαργύρου καὶ θειικοῦ ὀξέος, ἐδρεύει ἠλεκτρογενετικὴ τις  
δύναμις κατὰ τὴν ἐπαφὴν τοῦ ψευδαργύρου καὶ τοῦ θειικοῦ ὀξέος, δι-  
ῆς ὁ μὲν ψευδάργυρος δέχεται ποσὸν τι ἀρνητικῆς ἠλεκτρικῆς, τὸ δὲ  
ὑγρὸν καὶ ὁ χαλκὸς ὁμοῦ ἴσον ποσὸν θετικῆς ἠλεκτρικῆς. Ὡς δ' ὅταν  
συνάπτωμεν διὰ μεταλλίνης ῥάβδου δύο ἀγωγὰ τῆς θερμότητος σώ-  
ματα, ὧν τὸ μὲν θερμότερον, τὸ δὲ ψυχρότερον, θερμότης μεταβαί-



νει ἀπὸ τοῦ θερμότερου πρὸς τὸ ψυχρότερον καὶ τοσοῦτω μείζων ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, ὅσῳ ἡ διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν τῶν δύο σωμάτων εἶνε μείζων, οὕτω καὶ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸ μετάλλινον σύρμα, τὸ συνάπτον τοὺς δύο πόλους τοῦ ἠλεκτροχημικοῦ ζεύγους, ἔχει ἰσχὴν τοσοῦτω μείζονα, ὅσῳ ἡ καλουμένη διαφορὰ τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους εἶνε μείζων. Ἡ διαφορὰ δ' αὕτη ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ προσβαλλομένου μετάλλου καὶ τοῦ



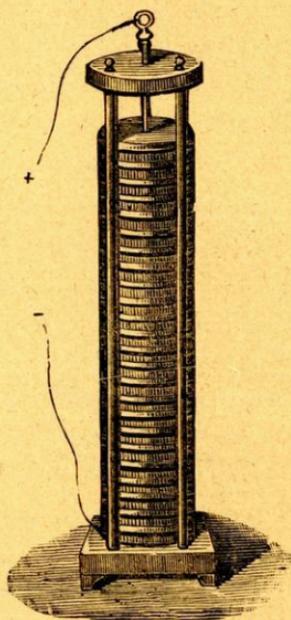
Σχ. 239.

προσβάλλοντος ὑγροῦ, οὔσα μείζων μὲν μεταξύ θεικοῦ ὀξέος καὶ ψευδαργύρου, ἐλάσσων δὲ μεταξύ ἀμμωνιακοῦ ἄλατος καὶ ψευδαργύρου. Ὡς μονὰς δὲ τῆς ἠλεκτρογενετικῆς δυνάμεως ἢ τῆς διαφορᾶς τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ λαμβάνεται ἡ καλουμένη **βόλταιος μονὰς (volt)** ἴση περίπου πρὸς τὴν ἠλεκτρογενετικὴν δυνάμιν ἐνὸς στοιχείου Daniell. Ἐὰν νῦν ἐνώσωμεν πολλὰ ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα Daniell ἐν τάσει, ἡτοι διὰ τῶν ἑτερωνύμων αὐτῶν πόλων καὶ οὕτω σχηματίζομεν τὴν καλουμένην **ἠλεκτρικὴν στήλην**, δυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν τὴν διαφορὰν τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ κατὰ βούλησιν εἰς τοὺς δύο πόλους αὐτῆς. Οὕτω λάθωμεν ἐξ τοιαῦτα στοιχεῖα (σχ. 239) καὶ ἐνώσωμεν τὸν ψευδάργυρον Ψ' τοῦ πρώτου μετὰ τοῦ χαλκοῦ Χ τοῦ δευτέρου, τὸν ψευδάργυρον τούτου μετὰ τοῦ χαλκοῦ τοῦ τρίτου καὶ οὕτω καθέξῃς μέχρι τοῦ ἕκτου στοιχείου, εἰς ὃ ὁ ψευδάργυρος μένει ἐλεύθερος. Ἐν ᾧ ἡ διαφορὰ τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ μεταξύ τῶν δύο πόλων ἐνὸς μόνου στοιχείου εἶνε ἴση πρὸς μίαν βόλταιον, ἡ διαφορὰ αὕτη μεταξύ τῶν δύο πόλων τῆς στήλης τῆς ἀποτελουμένης ἀπὸ ἐξ στοιχείων Daniell συνηνωμένων εἶνε ἐξ βολταίων, ἡτοι ἐξαπλασία. Ἐὰν νῦν συνάψωμεν τοὺς δύο πόλους + καὶ — τῆς στήλης ταύτης διὰ μεταλλίνου ἀγωγοῦ, θέλει παραχθῆ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἕνεκα τῆς διαφορᾶς τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους, ὡς εἴπομεν ὅτι παράγεται θερμοκρασιῶν ρεῦμα διὰ μεταλλίνης ράβδου, ἧς τὸ μὲν ἐν ἄκρον διατρεῖται εἰς θερμοκρασίαν ἀνωτέραν, τὸ δ' ἕτερον εἰς θερμοκρασίαν κατωτέραν.

**311. Ἡλεκτρικὴ στήλη τοῦ Βόλτα.** Πρῶτος ὁ Βόλτας διέγνω ὅτι ἡ διαφορὰ τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἰς τοὺς δύο πόλους τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης βαίνει αὐξανόμενη μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στοι-

χείων αὐτῆς. Ἡ δὲ πρώτη στήλη, ἣν οὗτος ἐπενόησε, σύγκειται ἐκ δίσκου χαλκοῦ μεμονωμένου, τουτέστιν ἐρειδομένου ἐπὶ ξυλίνῃ βάσει, ἐφ' οὗ τίθεται δεύτερος δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἐπ' αὐτοῦ ὕφασμα διαθεβρεγμένον δι' ἀραιοῦ θεικοῦ ὀξέος, εἶτα πάλιν δίσκος χαλκοῦς, δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ διαθεβρεγμένον ὕφασμα καὶ οὕτω καθεξῆς, καὶ τέλος ἐπὶ τοῦ ἀνωτάτου ὕφασματος τίθεται δίσκος χαλκοῦς (σχ. 240). Οἱ δίσκοι οὗτοι ἀποτελοῦντες κατακόρυφον κύλινδρον συγκρατοῦνται διὰ τριῶν πέριξ ὑαλίνων στελεχῶν. Ἔνεκα δὲ τοῦ σχήματος, ὅπερ ἔλαβεν ἡ συσκευή αὕτη, καὶ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐφευρέτου, ἐκλήθη *βολταϊκὴ στήλη* καὶ ἐντεῦθεν πᾶσαν συνένωσιν ἠλεκτρικῶν στοιχείων ἐκάλεσαν *ἠλεκτρικὴν στήλην*.

Ἡ στήλη τοῦ Volta ὅπως ἀποβῆ εὐχρηστος καὶ διαρκεστέρα μετετράπη εἰς τὴν *στήλην ἐν ποτηρίοις* (σχ. 233 § 304)



Σχ. 240.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ. ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΩΜ (Ohm).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.

312. **Ἡλεκτρικαὶ μονάδες. Νόμος τοῦ Ohm.** Ἐὰν τοὺς δύο πόλους ἐνὸς στοιχείου Daniell ἐνώσωμεν διὰ σύρματος, θέλει παραχθῆ, ὡς εἴπομεν, ἠλεκτρικὸν ρεῦμα φερόμενον ἐκτὸς μὲν τοῦ στοιχείου ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ πρὸς τὸν ψευδάργυρον, ἐντὸς δ' αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου πρὸς τὸν χαλκόν. Τὸ ρεῦμα ἐπομένως ἔχει νὰ ὑπερνικήσῃ δύο ἀντιστάσεις, τὴν ἐξωτερικὴν τοῦ σύρματος καὶ τὴν ἐσωτερικὴν τοῦ στοιχείου, αἵτινες μετροῦνται διὰ μονάδος, ἣτις καλεῖται *ὄμμιος* (*ohm*). Ἡ μονὰς αὕτη τῆς ἀντιστάσεως παρίσταται διὰ τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει εἰς τὴν ὁδὸν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος στήλη ὑδραργύρου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 0° ἔχουσα μῆκος 106 ἴψεκ. καὶ τομὴν ἐνὸς τετρ. χιλιοστομ.

313. Καλεῖται *εἰδικὴ ἀντίστασις ἀγωγοῦ* τινος ἡ ἀντίστασις εἰς

ώμειους μονάδας λογιζομένη, ἣν παρέχει ὁ ἀγωγὸς οὗτος ἔχων μῆκος ἐνὸς ὕφεκ. καὶ τομὴν ἐνὸς τετρ. ὕφεκ.

Ἡ ἀντίστασις  $\Omega$  ἀγωγῷ τινος εἶνε ἀνάλογος μὲν τοῦ γινομένου τῆς εἰδικῆς ἀντιστάσεως  $\alpha$  ἐπὶ τὸ μῆκος αὐτοῦ  $\mu$ , ἀντιστρόφως δ' ἀνάλογος τῆς διατομῆς αὐτοῦ  $\delta$ , ἥτοι

$$\Omega = \frac{\alpha \times \mu}{\delta}.$$

314. Ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὅστις διαρρέει τὸ σύρμα ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, ἥτοι ἡ καλουμένη *έντασις τοῦ ρεύματος*, μετρεῖται διὰ τῆς *ἀμπερείου* καλουμένης μονάδος (ampère). Ἡ έντασις τοῦ ρεύματος εἶνε τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ ἡ διαφορά τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἰς βολταίους μονάδας εἶνε μείζων καὶ ἡ ἀντίστασις εἰς ὦμειους ἐλάσσων. Ὅθεν συνάγομεν τὸν ἐξῆς νόμον τοῦ Ohm.

Ἡ έντασις ἠλεκτρικοῦ ρεύματος εἰς ἀμπερείους μονάδας εἶνε ἀνάλογος μὲν τῆς διαφορᾶς τοῦ ἠλεκτροδυναμικοῦ εἰς βολταίους, ἀντιστρόφως δὲ ἀνάλογος τῆς ἀντιστάσεως (ἐσωτερικῆς τε καὶ ἐξωτερικῆς) εἰς ὦμειους μονάδας.

Ὁ νόμος οὗτος ἐκφράζεται διὰ τοῦ τύπου

$$E = \frac{B}{\Omega}.$$

Ἐὰν συνάψωμεν ἐν τάσει (σχ. 239 § 310)  $r$  ἠλεκτρικὰ στοιχεῖα, ὧν ἕκαστον ἔχει ἠλεκτρεγερτικὴν δύναμιν  $B$  βολταίων, ἀντίστασιν δὲ ἐσωτερικὴν  $\omega$  ὦμειων, διὰ σύρματος, οὔτινος ἡ ὀλικὴ ἀντίστασις ἀνέρχεται εἰς  $\Omega$  ὦμειους, θέλομεν ἔχει

$$E = \frac{rB}{\Omega + r\omega}.$$

Αἱ μὲν ἠλεκτρεγερτικαὶ δυνάμεις καὶ ἐσωτερικαὶ ἀντιστάσεις τῶν κυριωτέρων στοιχείων εἶνε αἱ ἐξῆς.

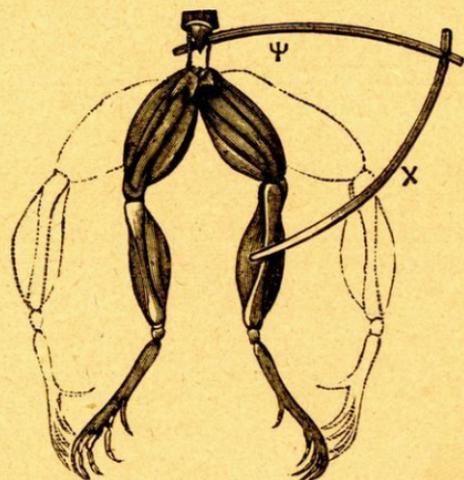
Daniell	1	βολτ.	καὶ	10	ὦμ.
Callaud	1	»	»	6	»
Bunsen	1,8	»	»	0,3-0,6	»
Leclanché	1,45	»	»	0,5-10	»

Αἱ δὲ εἰδικαὶ ἀντιστάσεις μετάλλων τινῶν εἶνε αἱ ἐξῆς εἰς ἑκατομμυριοστὰ ὦμείου μονάδος. Ἄργυρος 1,5. Χαλκός 1,17. Λευκόχρυσος 9. Σίδηρος 9,6.

Γινώσκοντες ἤδη τὸν τρόπον τῆς προπαρασκευῆς τῶν κυριωτέρων ἠλεκτρικῶν στοιχείων καὶ τὴν πρὸς ἄλληλα σύνδεσιν αὐτῶν πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ὅσω θέλομεν ἰσχυροτέρου, μεταβαίνομεν νῦν εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν κυριωτέρων ἀποτελεσμάτων τοῦ ρεύματος.

**315. Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.** Τὰ φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα ἢ μᾶλλον ἢ ἐνέργεια τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τῶν νεύρων καὶ μυῶν τῶν ζῴων καὶ ἰδίᾳ τοῦ βατράχου ἐχρησίμωσεν ὡς πρώτη ἀφετηρία τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ δυναμικοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Ὁ ἐν Βονωνίᾳ ἰατρός Γαλθάνης τῷ 1786 τεμὼν βάτραχον ζῶντα κάτωθεν τῶν ἐμπροσθίων μελῶν ἐξέδαρεν αὐτόν, εἶτα δ' ἀνήρτησε τοὺς μηρούς αὐτοῦ διὰ τῶν ἐκτέρωθεν τῆς σπονδυλικῆς στήλης ψοικῶν νεύρων (σχ. 241) ἐκ τοῦ ἐτέρου τῶν σκελῶν μεταλλίνου τόξου συγκειμένου ἐκ δύο ἐλασμάτων, τοῦ μὲν ἐκ ψευδαργύρου Ψ, τοῦ δ' ἐκ χαλκοῦ Χ. Ἐγγίσας δὲ διὰ τοῦ ἐ-



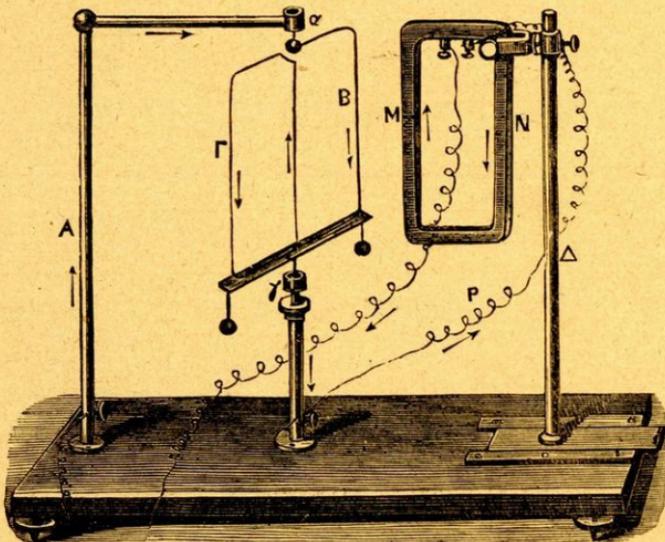
Σχ. 241.

τέρου ἐλάσματος τοὺς μῦς τῶν μηρῶν παρατήρησεν ὅτι εἰς ἐκάστην ἐπαρῆν οἱ μῦες ἔσπαιρον, οἱ δὲ μηροὶ τοῦ βατράχου ἐκινουῦντο σπασματωδῶς, ὡπεὶ ὁ βάτραχος ἦτο ζῶν. Ὁ Γαλθάνης παρεδέχετο ὅτι οἱ σπασμοὶ τῶν μηρῶν τοῦ βατράχου προέρχονται ἐξ ἠλεκτρικῆς παραγομένης ἐκ τῆς ἀμοιβαίας ἐνεργείας τῶν μυῶν καὶ τῶν νεύρων. Καὶ κατεδείχθη μὲν πολὺ βραδύτερον ὅτι ἀδιάλειπτον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διατρέχει τοὺς μῦς καὶ τὰ νεῦρα τῶν μηρῶν ἰδίως τοῦ βατράχου, ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπικρατοῦσαν σήμερον χημικὴν θεωρίαν παραδεχόμεθα ὅτι οἱ σπασμοὶ τῶν μηρῶν τοῦ βατράχου ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πειράματι τοῦ Γαλθάνη προέρχονται ἐξ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος παραγομένου ἐκ τῆς χημικῆς δράσεως τῶν ὑγρῶν τοῦ ζῴου ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου.

Ἐὰν λάβωμεν ἐν ταῖς χερσὶ τοὺς δύο πόλους ἠλεκτρικῆς στήλης

ἐκ πολλῶν στοιχείων Bunsen συγκειμένης περιβάλλοντες διὰ τὸ ἠλεκτραγωγὸν τοὺς βοηθόφους διὰ σπόγγων πεποτισμένων δι' ὕδατος ὀξυμιγοῦς ἢ ἀλατομιγοῦς, αἰσθανόμεθα τιναγμούς, ἰδίᾳ ὅταν ἐπανειλημμένως διακόπτωμεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν τὸ ρεῦμα, ὅτινες εἶνε λίαν ἰσχυροὶ διὰ στήλης 50 στοιχείων Bunsen παραγόμενοι (90 βολτ.) καὶ καθίστανται ἀνυπόφοροι διὰ στήλης 200 τοιούτων στοιχείων (360 βολτ.). Ἐφαρμόζοντες τοὺς δύο βοηθόφους μικρᾶς ἠλεκτρικῆς στήλης εἰς δύο μὲν σημεία ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς γλώσσης αἰσθανόμεθα κέντημα καὶ ἰδιάζουσαν γεῦσιν ὄξινον ἢ ὑφάλμυρον, εἰς δὲ τοὺς κροτάφους διὰ μεταλλίνων πλακιδίων βλέπομεν λάμψεις ἀκαριαίως διερχομένας πρὸ τῶν ὀφθαλμῶν, εἰς δὲ τοὺς ἀκουστικούς πόρους ἀκούομεν θόρυβον. Ἐρεθίζοντες δὲ δι' ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τὰ νεῦρα τῆς κινήσεως, εἶον τὰ ψοϊκά, ὡς ἐν τῷ ἀνωτέρῳ περιγραφέντι πειράματι τοῦ Γαλβάνη, ἐπιφέρομεν συστολὰς τῶν μυῶν, εἰς οὓς ἐπεκτείνονται αἱ ἴνες τῶν ἐρεθιζομένων νεύρων. Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαφόρως διεγείρει τὰ διάφορα τῶν ζώων νεῦρα.

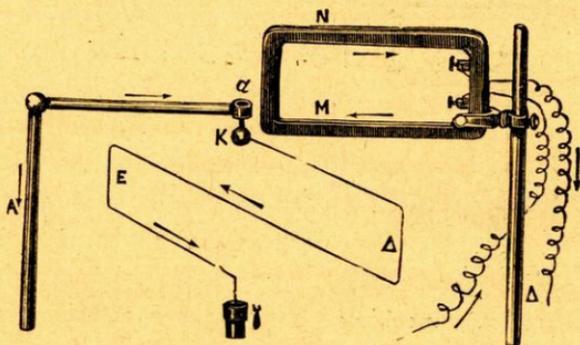
316. **Μηχανικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.** Δύο ἠλεκτρικὰ ρεύματα διαρρέοντα δύο μεταλλίνους ἀγωγούς παραλλήλους



Σχ. 242.

καὶ εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν κειμένους ἔλκουσι μὲν ἀλλήλα, ἐάν εἶνε τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἀπωθοῦσι δ' ἀλλήλα, ἐάν εἶνε ἀντιθέτου φο-

ρᾶς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς ἐξῆς συσκευῆς. Α καὶ Δ (σχ. 242) εἶνε δύο μεταλλικοὶ στῦλοι, μεταξύ τῶν ὁποίων κεῖται τρίτος μικρότερος. Ὁ στῦλος Δ φέρει ξύλινον ὀρθογώνιον πλαίσιον MN, ἐφ' οὗ περιελίσσεται ἐπανειλημμένως κατὰ μῆκος τῶν τεσσάρων πλευρῶν σύρμα χαλκοῦν περιβλημένον διὰ μετάξης. Τὸ πλαίσιον τοῦτο δυνάμεθα ν' ἀνοψώσωμεν ἢ καταβιάσωμεν ἢ καὶ νὰ στρέψωμεν κατὰ βούλησιν. Ὁ στῦλος Α κεκαμμένος κατ' ὀρθὴν γωνίαν λήγει εἰς μικρὰν κοτύλην α περιέχουσαν ὑδράργυρον καὶ φέρουσαν εἰς τὸν πυθμένα ἐλαχίστην ὀπήν, δι' ἧς διέρχεται λεπτοτάτη βελόνη χρησιμεύουσα ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΓΒ. Ὁ ἐν τῷ μέσῳ μικρὸς στῦλος φέρει ἐπίσης κοτύλην γ πλήρη ὑδραργύρου κειμένη ἐπὶ τῆς αὐτῆς τῆ κοτύλη α κατακόρυφον, ἐπὶ τοῦ πυθμένος τῆς ὁποίας στηρίζεται χαλυβδίνη βελόνη χρησιμεύουσα ὡς ὑποστήριγμα καὶ μετὰ τῆς ἀνωτέρας βελόνης ὡς ἄξων περιστροφῆς τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΓΒ. Τὸ ρεῦμα ἡλεκτρικῆς στήλης



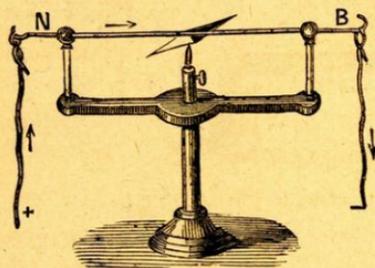
Σχ. 243.

ἐκ 4 ἢ 5 στοιχείων Bunsen συγκειμένης εἰσάγεται εἰς τὴν συσκευὴν διὰ τοῦ στύλου Α, διέρχεται διὰ τῆς κοτύλης α καὶ διὰ τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΒΓ, ὡς δεικνύουσι τὰ βέλη, ἐξέρχεται ἐξ αὐτοῦ διὰ τῆς κοτύλης γ καὶ κατερχόμενον διὰ τοῦ μικροῦ στύλου διέρχεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πλαισίου MN καὶ ἐπανερχεται εἰς τὴν στήλην. Θέτοντες τὸν κινητὸν ἀγωγὸν Β παραλλήλως καὶ πολὺ πλησίον τῆς πλευρᾶς Μ τοῦ πλαισίου παρατηροῦμεν ἄπωσιν μὲν, ὅταν τὰ παράλληλα ρεύματα Μ καὶ Β εἶνε ἀντιθέτου φορᾶς, ἔλξιν δέ, ὅταν τὰ ρεύματα ταῦτα εἶνε τῆς αὐτῆς φορᾶς.

Δύο ρεύματα εὐθύγραμμα, ὧν αἱ διευθύνσεις ἀποτελοῦσι γωνίαν, ἔλκουσι μὲν ἄλληλα, ὅταν ἀμφότερα πλησιάζωσι πρὸς τὴν κορυφὴν τῆς γωνίας ἢ ἀπομακρύνωνται αὐτῆς, ἀπωθοῦσι δ' ἄλληλα, ὅταν τὸ ἕτερον αὐτῶν πλησιάζῃ εἰς τὴν κορυφὴν τῆς γωνίας, τὸ δ' ἕτερον ἀπομακρύνῃται αὐτῆς. Τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται πειραματικῶς διὰ τῆς αὐτῆς συσκευῆς, εἰς ἣν ὅμως ὁ κινητὸς ἀγωγὸς ἀντικαθίσταται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ ΔΕ (σχ. 243) στρεπτοῦ περὶ τὸν κατακόρυφον ἄξονα αγ. Στρέφομεν τὸ πλαίσιον NM ὀριζοντίως καὶ θέτομεν τὸν κινητὸν ἀγωγὸν ΔΕ οὕτως, ὥστε ἡ διεύθυνσις τῶν δύο ρευμάτων Μ

καὶ ΚΔ ν' ἀποτελῆ γωνίαν οἰανδήποτε. Διαβιβάζοντες ρεύμα διὰ τε τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πλαισίου MN καὶ τοῦ κινητοῦ ἀγωγοῦ ΔΕ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ γωνία ἢ ἀποτελουμένη ὑπὸ τῶν δύο ἀγωγῶν ἐλαττοῦται, ὅταν τὰ ρεύματα ἔχωσι τὴν αὐτὴν φοράν, αὐξάνεται δέ, ὅταν ταῦτα ἔχωσι φοράν ἀντίθετον.

**317. Μαγνητικά ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.** Τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τοὺς μαγνήτας καὶ ἀντιστρόφως οἱ μαγνήται ἐπὶ τὰ ρεύματα. Πρῶτος δ' ὁ Oersted ἐν Κοπεγχάγη κατὰ τὸ 1820 ἐξετέλεσε τὸ ἐξῆς πείραμα. Ἔτεινεν ὀριζοντίως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ χαλκοῦν σύρμα NB (σχ. 244) ὑπεράνω μαγνητικῆς βελόνης δυναμένης νὰ περιστραφῆ ἐλευθέρως περὶ κατακόρυφον στροφέα. Εὐθὺς ὡς διέλθῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος, ἡ τέως ἀκίνητος βελὼνῃ ἀποκλίνει ἀπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ ἰσοροπεῖ μετὰ τινος ταλαντώσεως κατὰ διεύθυνσιν τσοσούτῳ πλησιεστέραν εἰς τὴν κάθετον τῷ σύρματι, ὅσῳ τὸ ρεῦμα εἶνε ἰσχυρότερον· ἡ δὲ φορά τῆς ἀποκλίσεως αὐτῆς ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς θέσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἂν τοῦτο διέρχεται ὑπὲρ τὴν βελὼνῃ ἢ ὑπ' αὐτήν, καὶ ἐκ τῆς φορᾶς αὐτοῦ. Ὁ Ampère δ' εὗρεν εὐμνημόνευτον κανόνα, δι' οὗ καθορίζεται εἰς πάσας τὰς περιστάσεις ἢ διεύθυνσεις, καθ' ἣν ἀποκλίνει ἡ μαγνητικὴ βελὼνῃ. Πρὸς τοῦτο ὑποθέτει θεατὴν κεκλιμένον ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος NB οὕτως, ὥστε τὸ ρεῦμα τὸ ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης ἐκπορευόμενον νὰ εἰσέρχεται διὰ τῶν ποδῶν αὐτοῦ N καὶ νὰ ἐξέρχεται διὰ τῆς κεφαλῆς B, ἐστραμμένον δ' ἔχοντα τὸ πρόσωπον πάντοτε πρὸς τὴν βελὼνῃ. Εἰς πάσας τότε τὰς περιστάσεις ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελὼνῃς, ἦτοι ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος, ἀποκλίνει εἰς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηρητοῦ.

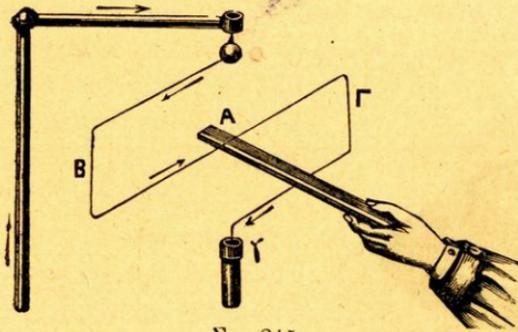


Σχ. 244.

ἦ δὲ φορά τῆς ἀποκλίσεως αὐτῆς ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς θέσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἂν τοῦτο διέρχεται ὑπὲρ τὴν βελὼνῃ ἢ ὑπ' αὐτήν, καὶ ἐκ τῆς φορᾶς αὐτοῦ. Ὁ Ampère δ' εὗρεν εὐμνημόνευτον κανόνα, δι' οὗ καθορίζεται εἰς πάσας τὰς περιστάσεις ἢ διεύθυνσεις, καθ' ἣν ἀποκλίνει ἡ μαγνητικὴ βελὼνῃ. Πρὸς τοῦτο ὑποθέτει θεατὴν κεκλιμένον ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος NB οὕτως, ὥστε τὸ ρεῦμα τὸ ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης ἐκπορευόμενον νὰ εἰσέρχεται διὰ τῶν ποδῶν αὐτοῦ N καὶ νὰ ἐξέρχεται διὰ τῆς κεφαλῆς B, ἐστραμμένον δ' ἔχοντα τὸ πρόσωπον πάντοτε πρὸς τὴν βελὼνῃ. Εἰς πάσας τότε τὰς περιστάσεις ὁ βόρειος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελὼνῃς, ἦτοι ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος, ἀποκλίνει εἰς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηρητοῦ.

Ὡς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἀμετάθετον ἐκτρέπει κινητὴν βελὼνῃ, οὕτω καὶ μαγνητὴς ἀμετάθετος ἐκτρέπει ἠλεκτρικὸν ρεῦμα κινητόν. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου θέτομεν πλησίον εὐμεταθέτου ἀγωγοῦ ΒΓ (σχ. 245) καὶ στρεπτοῦ περὶ κατακόρυφον ἄξονα γ μαγνητικὴν ράβδον Α, ὁπότε παρατηροῦμεν ὅτι, ὅταν διέλθῃ τὸ ρεῦμα, ὁ ἀγωγὸς ἐκτρέπεται κατὰ διεύθυνσιν σύμφωνον πρὸς τὸν ἀνωτέρω κανόνα τοῦ Ampère.

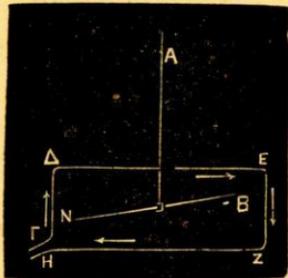
318. **Γηγενές ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.** Ὁ γηγενὴς μαγνητισμὸς καὶ ἡ διευθυντηρία ἐνέργεια τῆς Γῆς ἐπὶ τοὺς μαγνήτας δύνανται νὰ ἐξηγηθῶσιν, ἂν παραδεχθῶμεν ὅτι εἰς ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς κυκλοφορεῖ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα βαῖνον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς καὶ καθέτως τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ. Τὰ ρεύματα ταῦτα πιθανῶς εἶνε θερμοηλεκτρικὰ προερχόμενα ἐκ τῆς ἡλιακῆς θερμότητος, διότι, ὡς θέλομεν ἶδει ἐν



Σχ. 245.

τοῖς θερμοηλεκτρικοῖς ἀποτελέσμασι τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, καὶ ἡ θερμότης δύνανται νὰ παραγάγῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.

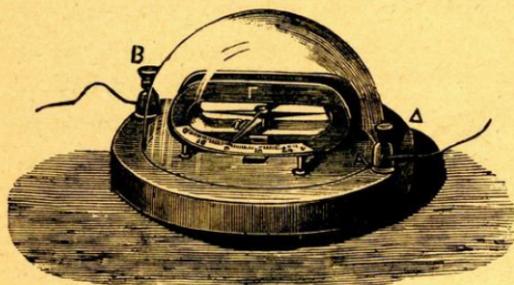
319. **Γαλβανόμετρον ἢ πολλαπλασιαστής.** Ἐπὶ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην στηρίζεται ἡ κατασκευὴ χρησιμωτάτου ὀργάνου, ὅπερ καλεῖται **γαλβανόμετρον** ἢ **πολλαπλασιαστής**. Θεωρήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην NB (σχ. 246) δυναμένην ἐλευθέρως νὰ περιστραφῇ ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα καὶ περιβεβλημένην κατὰ τὸ μήκος αὐτῆς, ἥτοι κατὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ὑπὸ τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ ΓΔΕΖΗ, ὅστις ἐκάμφθη οὕτως, ὥστε νὰ ἀποτελέσῃ ὀρθογώνιον σχῆμα. Ἄν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέῃ τὸν ἀγωγόν, τὰ τέσσαρα τμήματα τοῦ ρεύματος τούτου, ἥτοι τὰ ΓΔ, ΔΕ, ΕΖ καὶ ΖΗ, ἐκτρέπousi τὴν βελόνην κατὰ τὸν κανόνα τοῦ Ampère κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν, διότι ὁ νοητὸς θεατὴς ἔχει τὴν ἀριστερὰν αὐτοῦ χεῖρα πρὸς τὰ ὀπισθεν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ σχήματος, πρὸς τὸ μέρος δὲ τοῦτο θ' ἀποκλίνει ὁ βόρειος πόλος Β τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Ἐὰν ἐπανειλημμένως περιελιχθῇ τὸ σύρμα περὶ τὴν βελόνην ἐν τῷ αὐτῷ πάντοτε ἐπιπέδῳ ἢ καὶ ἐν ἐπιπέδοις παραλλήλοις πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, θέλει οὕτω πολλαπλασιασθῇ ἡ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην, ἥτις θέλει ἀπο-



Σχ. 246.

κλίνει κατὰ γωνίαν λίαν αἰσθητὴν καὶ ὅταν τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἶνε ἀσθενέστατον. Τὸ οὕτω κατασκευαζόμενον ὄργανον καλεῖται **γαλθα-  
ρόμετρον** ἢ **πολλαπλασιαστής**.

Τὸ ἀπλούστερον τῶν γαλθανομέτρων σύγκειται ἐκ ξυλίνου πλαι-  
σίου Γ σχήματος ἑλλειπτικῷ (σχ. 247), περὶ τὸ ὁποῖον περιελίσσεται



Σχ. 247.

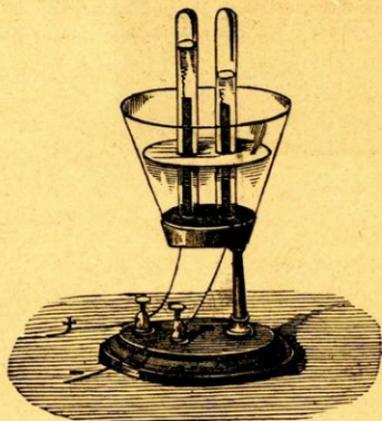
χαλκοῦν σύρμα μεμονω-  
μένον, τουτέστι περιβε-  
θλημένον μετὰ ξη, οὔτινος  
τὰ πέρατα συνάπτονται  
μετὰ τῶν δύο πιεστικῶν  
κοχλιῶν Β καὶ Δ. Ἐντὸς  
τοῦ πλαισίου τούτου κι-  
νεῖται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπι-  
πέδῳ μαγνητικῆ βελόνης  
ἐπὶ ὀβελίσκου ἐκ χάλυθος

φέρουσα ὀρειχάλκινον δείκτην *a* κάθετον ἐπ' αὐτήν, οὔτινος τὸ ἐν ἄκρον διατρέχει τὰς διαιρέσεις μεταλλίνου τόξου. Διὰ τοῦ ὄργάνου τούτου δυνάμεθα *a'*) νὰ διαγνώμεν ἂν δι' ἀγωγῷ διέρχεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, διακόπτοντες τὸν ἀγωγὸν καὶ εἰσάγοντες τὰ οὕτω προκύψαντα πέρατα εἰς τοὺς πιεστικοὺς κοχλίας Β καὶ Δ, ὅτε ἡ βελόνη ἀποκλίνει, ἂν διὰ τοῦ ἀγωγῷ διέρχεται ρεῦμα· *b'*) νὰ εὑρωμεν ποία εἶνε ἡ φορά τοῦ ρεύματος, σημειοῦντες ἐκ τῶν προτέρων τὴν φοράν, καθ' ἣν ἐκτρέπεται ἡ βελόνη, ἂν ὁ μὲν θετικὸς πόλος ἠλεκτρικοῦ στοιχείου τεθῆ εἰς τὸ Β, ὁ δὲ ἀρνητικὸς εἰς τὸ Δ καὶ *γ'*) νὰ καταμετρήσωμεν τὴν ἰσχύν τοῦ ρεύματος διὰ τοῦ μεγέθους τῆς γωνίας τῆς ἀποκλίσεως τῆς μαγνητικῆς βελόνης.

Ἐὰν μὲν αἱ ἐκτροπαὶ τῆς βελόνης εἶνε ἐλάχισται, δυνάμεθα νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἡ ἰσχύς τοῦ ρεύματος εἶνε ἀνάλογος πρὸς τὴν γωνίαν τῆς ἐκτροπῆς, ἂν δὲ μείζονες τῶν  $10^\circ$ , ἀνάλογος περίπου πρὸς τὴν τριγωνομετρικὴν ἑφαπτομένην αὐτῆς.

**320. Χημικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.** Ἐὰν διοχετεύσωμεν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δι' ὕδατος, τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται εἰς τὰ στοιχεῖα αὐτοῦ ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον. Ἡ ἀποσύν-  
θεσις δ' αὕτη τοῦ ὕδατος τελεῖται εἰς συσκευὴν, ἥτις καλεῖται **βολ-  
τάμετρον** (σχ. 248) καὶ σύγκειται ἐκ χωνιοειδοῦς ἀγγείου ἐμπεριέ-  
χοντος ὕδωρ προσζινισθὲν διὰ στογόνων θειικοῦ ὀξέος, ὅπως ἀποθῆ

ἀγωγὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Διὰ τοῦ πυθμένους τοῦ ἀγγείου τούτου διέρχονται δύο ἐλάσματα λευκοχρύσου συγκοινωνοῦντα μετὰ τῶν δύο πόλων ἠλεκτρικῆς στήλης ἐκ δύο τοῦλάχιστον στοιχείων **Bunsen** συγκειμένης. Ἐπὶ τῶν ἐλασμάτων τούτων ἀναστρέφονται δύο ὑάλινοι κύλινδροι κλειστοὶ κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων καὶ πλήρεις ὕδατος. Ὄταν τὸ ρεῦμα διοχετευθῆ, τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ ἐλάσματος, δι' οὗ τὸ ρεῦμα εἰσέρχεται, τοῦ συγκοινωνοῦντος δηλαδὴ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης, ἐκλύεται τὸ ἐνισχύον τὴν καῦσιν τῶν σωμάτων ὀξυγόνον, ἐπὶ δὲ τοῦ δευτέρου ἐλάσματος τοῦ συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης ἀναθρῶσκει τὸ ἀναφλέξιμον ὑδρογόνον· ὁ δὲ κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον ἀποχωρισθεὶς ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου εἶνε διπλάσιος τοῦ τοῦ ὀξυγόνου. Ὅσα δὲ πλεονέκτα στοιχεῖα μεταχειρίζομεθα, τοσοῦτῳ ταχύτερον τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται. Ὄθεν συνάγομεν ὅτι οἱ ὄγκοι τῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ ἐκλυομένων ἀερίων εἶνε ἀνάλογοι πρὸς τὴν ποσότητα τῆς ἠλεκτρικῆς, ἣτις διέρχεται ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, καὶ διὰ τοῦτο τὸ βολτάμετρον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ πρὸς καταμέτρησιν τῆς ἰσχύος ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ἥτοι τῆς ποσότητος τοῦ διὰ τινος ἀγωγοῦ διοχετευομένου ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ.

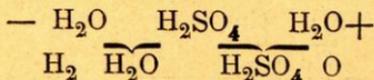


Σχ. 248.

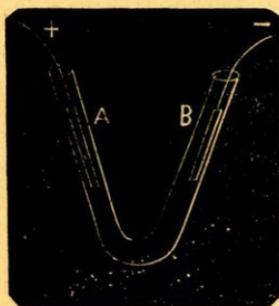
Ὡς μονὰς δὲ τῆς ἰσχύος τοῦ ρεύματος λαμβάνεται, ὡς εἶδομεν, ἡ καλουμένη **ἀμπέρειος** (*ampère*), ἥτοι τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ διοχετεύομενον διὰ καταλλήλου βολταμέτρου ἐκλύει ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ 0,010384 χιλιοστόγραμμα ὑδρογόνου. (1)

Ὁ **Davy** διαβιβάσας τῷ 1807 ἰσχυρότατον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ ὀξειδίου τοῦ καλίου καὶ τοῦ ὀξειδίου τοῦ νατρίου, ἥτοι διὰ σω-

(1) Ἐν τῷ βολταμέτρῳ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἀποσυνθέτει κυρίως τὰ μόρια τοῦ θεικοῦ ὀξέος, ἅτινα ἀνασχηματιζόμενα ἀναλύουσι τὸ ὕδωρ ὡς ἐξῆς:



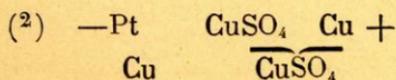
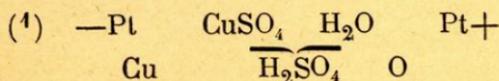
μάτων άπλών τώς θεωρουμένων, ήδυνήθη νά άποσυνθέση αυτά και νά εξαγάγη έξ αυτών τά μέταλλα κάλιον και νάτριον. Τό ήλεκτρικόν ρεύμα διαβιβαζόμενον διά τινων άλάτων, οϊον κυανιούχου άργύρου, χλωριούχου χρυσοῦ, θειικοῦ χαλκοῦ, διαλελυμένων έν τῷ ὕδατι, συμπαρασύρει οὕτως εἰπεῖν τό έν τῷ διαλύματι μέταλλον και έναποθέτει αυτό επί τοῦ ἐλάσματος, δι' οὔ τό ρεύμα ἐξέρχεται έκ τοῦ διαλύματος. Οὕτως, εάν έντός ἐπικαμπουῦς σωλῆνος AB (σχ. 249)



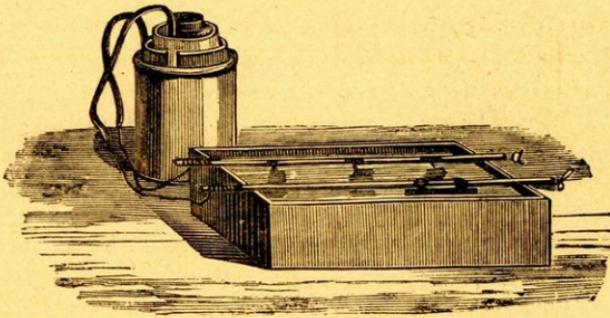
Σχ. 249.

θέσωμεν δύο ἐλάσματα λευκοχρύσου, ὧν τό έν συγκοινωνεῖ μετά τοῦ θετικοῦ πόλου μικρᾶς ήλεκτρικῆς στήλης, τό δ' ἕτερον μετά τοῦ ἀρνητικοῦ, και ἐγχύσωμεν εἰς τόν σωλῆνα διάλυμα θειικοῦ χαλκοῦ, οὔτος άποσυντίθεται ὑπό τοῦ ρεύματος και επί μὲν τοῦ ἐλάσματος B τοῦ συγκοινωνοῦντος μετά τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου έναποτίθεται χαλκός, ἤτοι τό ἔλασμα τοῦτο ἐπιχαλκοῦται, επί δὲ τοῦ ἐλάσματος A τοῦ συγκοινωνοῦντος μετά τοῦ θετικοῦ πόλου ἀναφαίνεται θεικόν δξύ μετ' ὄξυγονοῦ, ὅπερ ἐκλύεται (1). Ἐάν δὲ ἀντικαταστήσωμεν τό έκ λευκοχρύσου ἔλασμα A δι' ἐλάσματος χαλκοῦ, τότε ὁ χαλκός οὔτος διαλυόμενος παράγει αὔθις θεικόν χαλκόν έν ποσότητι ἴση πρὸς τήν τοῦ άποσυντεθέντος ἄλατος, οὔτω δὲ τό ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ διαλύεται, τό διάλυμα διατηρεῖ πάντοτε τήν αὐτήν ποσότητα θειικοῦ χαλκοῦ και ὁ λευκόχρυσος ἐπιχαλκοῦται. (2)

321. **Ἐπιχάλκωσις, ἐπαργύρωσις, ἐπιχρῶσις.** Ἐπί τοῦ ἀνωτέρω ἐκτεθέντος χημικοῦ ἀποτελέσματος τοῦ ήλεκτρικοῦ ρεύματος στηρίζεται χρῆσιμος τῆς βιομηχανίας κλάδος, ἤτοι ἡ ἐπικόλλησις μεταλλίνου στρώματος επί τῆς ἐπιφανείας οἰουδήποτε σώματος. Καί πρὸς ἐπιχάλκωσιν μὲν γίνεται χρῆσις διαλύματος θειικοῦ χαλκοῦ, έν τῷ ὁποίῳ τοῦτο μὲν καταδύεται έκ μεταλλίνου στελέχους β (σχ. 250) ἐξηρητημένη χαλκῆ πλάξ συγκοινωνοῦσα μετά τοῦ



θετικοῦ πόλου ἡλεκτρικῆς στήλης ἐνὸς ἢ δύο στοιχείων Bunsen, τοῦτο δὲ καταδύεται ἐκ τοῦ στελέχους α τὸ πρὸς ἐπιχάλκωσιν ἀντικειμένον, ὅπερ, ἂν δὲν εἶνε μετάλλινον, ἤτοι ἂν εἶνε κακὸς ἄγωγός τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, οἷον γύψινον. ἐπικαλύπτεται διὰ λεπτῆς ψήκτρας ὑπὸ στρώματος λεπτοτάτης κόνεως γραφίτου, ὅστις εἶνε καλὸς ἄγωγός, καὶ διὰ σύρματος τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου τῆς στήλης. Μετὰ τινα χρόνον λεπτὸν στρώμα χαλκοῦ ἐπικαλύπτει τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ γυψίνου ἀντικειμένου. Ὅμοίως γίνεται καὶ ἡ ἐπαργύρωσις ἀντικειμένου τινός, ἐν ᾗ γίνεται χρῆσις κυανιοῦχου ἀργύρου, ὅστις μετὰ δεκαπλάσιου βάρους κυανιοῦχου καλίου διαλύεται εἰς ἑκατονταπλάσιον βᾶρος ἀπεσταγμένου ὕδατος. Ἐν τῷ διαλύματι δὲ τούτῳ καταδύεται ἀργυρᾶ πλάξ. Ὡσαύτως διὰ τὴν ἐπιχρύσωσιν ποιούμεθα χρῆσιν χλωριοῦχου χρυσοῦ, οὗτινος ἐν γραμμάριον μετὰ δέκα γραμμαρίων κυανιοῦχου καλίου διαλύομεν



Σχ. 250.

εἰς 450 γραμμάρια ἀπεσταγμένου ὕδατος. Ἐν τῷ διαλύματι δὲ τούτῳ διατηρουμένῳ ἐν θερμοκρασίᾳ  $70^{\circ}$  περίπου καταδύεται πλάξ χρυσοῦ. Διὰ τὴν ἐπιτύχην ὅμως ἡ ἐπαργύρωσις ἢ ἐπιχρύσωσις χαλκοῦ τινος π.χ. ἀντικειμένου, πυροῦται τοῦτο κατὰ πρῶτον καὶ θερμὸν εἶτι ἐμβαπτίζεται εἰς ἀραιότατον θεικὸν ὀξύ, εἶτα ἐκπλυθὲν καλῶς δι' ὕδατος ἀπεσταγμένου ἐμβαπτίζεται εὐθὺς εἰς τὸ διάλυμα. Ἡ πείρα δὲ κατέδειξεν ὅτι εἶνε προτιμότερον ἢ ἐμβαπτισθῆ εἰς τὸ διάλυμα κατὰ πρῶτον τὸ πρὸς ἐπιχρύσωσιν ἢ ἐπαργύρωσιν ἀντικειμένον καὶ εἶτα τὸ χρυσοῦν ἢ ἀργυροῦν ἔλασμα.

322. **Γαλβανοπλαστικὴ.** Ἡ γαλβανοπλαστικὴ εἶνε τέχνη, δι' ἧς δυνάμεθα ἐξ οἰουδῆποτε μετάλλου νὰ ἀναπαραγάγωμεν ἀντίτυπα διαφόρων ἀντικειμένων, π.χ. νομίσματα, ἀνάγλυφα, ἀγγεῖα, φύλλα δένδρου, καρποὺς κ. τ. λ. Πρὸς τοῦτο κατασκευάζομεν κατὰ πρῶτον τύπον, ὅστις ἐν κοίλῳ παριστᾷ τὸ ἀντικείμενον, οἷον τὴν μίαν ὄψιν νομίσματος ἢ φύλλον δένδρου. Πρὸς παραγωγὴν δὲ τοῦ τύπου τούτου γίνεται χρῆσις τῆς στεατίνης, τῆς γύψου, τοῦ κηροῦ ἢ κάλλιον τῆς γουτταπέρκης, ἣτις τιθεμένη ἐν ζέοντι ὕδατι μαλακύνεται καὶ καθίσταται πλαστικὴ. Τὸ ἀντικείμενον ἀλείφεται πρότερον δι' ὀλίγου ἐλαίου, ὅπερ κωλύει τὴν συγκόλλησιν αὐτοῦ μετὰ τοῦ τύπου, εἶτα ἡ πρὸς κατασκευὴν

τοῦ τύπου γουτταπέρκη ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου. Ὅταν δὲ ὁ τύπος ἀποσπασθῇ, ἡ ἐσωτερικὴ αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἐπικαλύπτεται ὑπὸ στρώματος λεπτοτάτης κόνεως γραφίτου καθιστῶντος αὐτὴν ἀγωγὸν τοῦ ἤλεκτρισμοῦ. Κατόπιν διὰ σύρματος εὐρισκομένου εἰς συνάφειαν μετὰ τοῦ γραφίτου ἐμβαπτίζεται ὁ τύπος ἐντὸς τοῦ διαλύματος τοῦ ἐμπερ ἔχοντος χαλκόν, ἄργυρον, χρυσόν κτλ. καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου μικρᾶς στήλης, ἐν ᾗ ἄφ' ἐτέρου ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ διαλύματι παραλλήλως τῷ τύπῳ πλάξ χαλκῆ, ἄργυρᾶ, χρυσῆ κτλ., ἥτις διηνεκῶς διαλύεται, ἐφ' ὅσον τὸ μέταλλον ἐναποτίθεται ἐπὶ τοῦ τύπου. Μετὰ τινὰ χρόνον σχηματίζεται στρώμα μετάλλινον εἰς τὸ κοῖλον τοῦ τύπου, ὅπερ ἀποσπᾶται εὐκόλως καὶ δύναται νὰ πληρωθῇ γύψου ἢ μολύβδου πρὸς στερεοποίησιν. Διὰ μικρᾶς στήλης, ὡς δύο στοιχείων, τὸ ἀντίτυπον ἀρκετοῦ πάχους σχηματίζεται μετὰ μίαν ἢ δύο ἡμέρας, ἀλλὰ τελειότερον τοῦ διὰ μεγάλης στήλης ταχύτερον παραγομένου.

**323. Ταμιεῖον τῆς ἤλεκτρικῆς.** Ἀπόρροια τῶν χημικῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ἤλεκτρικοῦ ρεύματος εἶνε καὶ ἡ ἐφεύρεσις συσκευῶν, ἐν αἷς δυνάμεθαι ν' ἀποταμιεύσωμεν μεγάλας ποσότητας ἤλεκτρικῆς. Εἴπομεν ὅτι, ἐὰν ἤλεκτρικὸν ρεῦμα διαβιβάσθῃ διὰ τοῦ βολταμέτρου (σχ. 248 § 320), τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ θετικοῦ πόλου ἐκλύεται ὀξυγόνον, ἐπὶ δὲ τοῦ ἀρνητικοῦ ὕδρογόνον. Ἐὰν ἐπὶ τινὰς μόνον στιγμὰς ἐνεργήσῃ τὸ ρεῦμα ἐπὶ τοῦ βολταμέτρου, ἀποσπᾶσωμεν δ' εἶτα τοὺς ἀγωγούς τοὺς συνδέοντας τὴν στήλην μετὰ τοῦ βολταμέτρου καὶ παρεθέσωμεν γαλβανόμετρον μεταξύ τῶν δύο ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ βολταμέτρου ἐστερωμένων πιστικῶν κοχλιῶν, βλέπομεν τὴν βελόνην τοῦ γαλβανομέτρου ἀποκλίνουσαν καὶ ἐλέγχουσαν τὴν διάβασιν ἤλεκτρικοῦ ρεύματος ὑπὸ τοῦ βολταμέτρου παραγομένου, οὕτως θετικὸς μὲν πόλος εἶνε τὸ ἔλασμα τὸ φέρον τὸ ὀξυγόνον, ἀρνητικὸς δὲ τὸ ἔλασμα τὸ φέρον τὸ ὕδρογόνον, τούτεστι τὸ ρεῦμα τοῦτο τὸ καλούμενον δευτερογενὲς βραίνει κατὰ φοράν ἀντίθετον τῇ φορά τῷ κυρίῳ ρεύματι. Τὸ τοιοῦτον φαινόμενον καλεῖται πόλωσις, τὸ δὲ βολτάμετρον τότε καλεῖται δευτερογενὲς ἢ πεπολωμένον ἤλεκτρικὸν στοιχεῖον. Ἐφόσον τὸ δευτερογενὲς τοῦτο ρεῦμα διαρρέει τὸν ἀγωγὸν τοῦ γαλβανομέτρου, τὰ δύο ἀέρια ὀξυγόνον καὶ ὕδρογόνον διηνεκῶς ἐπανασυντίθενται παράγοντα ὕδωρ, ὅταν δὲ ταῦτα ἐκλίπωσι, καὶ τὸ ρεῦμα ἀφανίζεται. Ἴνα δ' ἐκ νέου παραχθῇ, πρέπει καὶ αὖθις ἡ ἤλεκτρικὴ στήλη νὰ ἐνεργήσῃ ὡς πρότερον ἐπὶ τοῦ βολταμέτρου, ὅπερ μεταβάλλεται οὕτως εἰς πρόσκαιρον ἤλεκτρικὸν στοιχεῖον, ἥτοι εἰς ταμιεῖον ἤλεκτρικῆς.

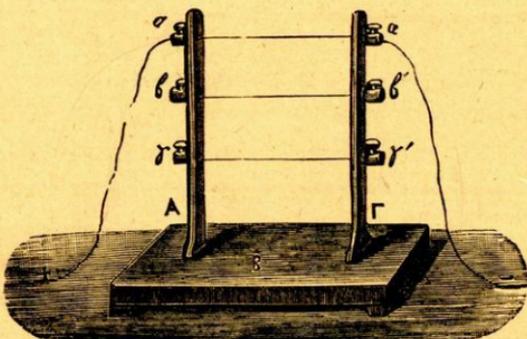
Ὁ Planté ἐπενόησε ταμιεῖον, ἐν τῷ ὁποίῳ δύναται νὰ ἀποταμιευθῇ μεγάλη ποσότης ἤλεκτρικῆς διὰ χημικοῦ ἔ.γου. Πρὸς τοῦτο ἐντὸς ὑαλίνου ἢ πηλίνου δοχείου ἐμπεριέχοντος μίγμα δέκα ὄγκων ὕδατος καὶ ἐνὸς θεικοῦ ὀξέος θέτομεν δύο ἐλάσματα μολύβδου διατηρούμενα εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, ὥστε μηδὲν νὰ ἄπτωνται ἀλλήλων, καὶ διαβιβάζομεν δι' αὐτῶν ἤλεκτρικὸν ρεῦμα παραγομένον ὑπὸ μικρᾶς ἤλεκτρικῆς στήλης, ὅποτε τὸ μὲν ἔλασμα τοῦ μολύβδου τὸ συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου ὀξειδούται τελείως, τὸ δὲ δεύτερον, καὶ ἂν ἦτο ὠξειδωμένον, ἀνάγεται εἰς μεταλλικὸν μολύβδον. Εἰς τὸ

χημικόν τούτο ἔργον ὀφείλεται ἢ ἀποταμίευσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐν τῷ ταμιεῖῳ τούτῳ τῆς ἠλεκτρικῆς. (1)

Τὰ ταμιεῖα τῆς ἠλεκτρικῆς χρησιμοποιεῖσσι σήμερον εἰς τε τὴ τηλεγραφίαν καὶ τὴν τηλεφωνίαν, εἰς τὸν ἠλεκτρικὸν φωτισμὸν, εἰς τὴν κίνησιν ἀμαξῶν, σιδηροδρόμων καὶ πλοίων καὶ εἰς τὴν μεταφορὰν κινητηρίου δυνάμεως.

**324. Θερμαντικὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος.**

Ἐὰν ἐπὶ ξυλίνης ὀριζοντίας βάσεως B (σχ. 251) στηρίξωμεν κατακορύφως δύο ξύλινα στηρίγματα A καὶ Γ καὶ εἰς διάφορα ὕψη στερεώσωμεν διὰ πιέστρων σύρματα  $aa'$ ,  $bb'$ ,  $γγ'$ , ἐκ διαφόρων μὲν μετάλλων, εἶον χαλκοῦ, σιδήρου, λευκοχρύσου, ἀλλὰ τοῦ αὐτοῦ πάχους καὶ μήκους, καὶ διαθιβάσωμεν διαδοχικῶς δι' αὐτῶν ἰσχυρὸν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα παραγόμενον ὑπὸ μεγάλων στοιχείων Bunsen, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν χαλκοῦν σύρμα λίαν ἀσθενῶς θερμαίνε-

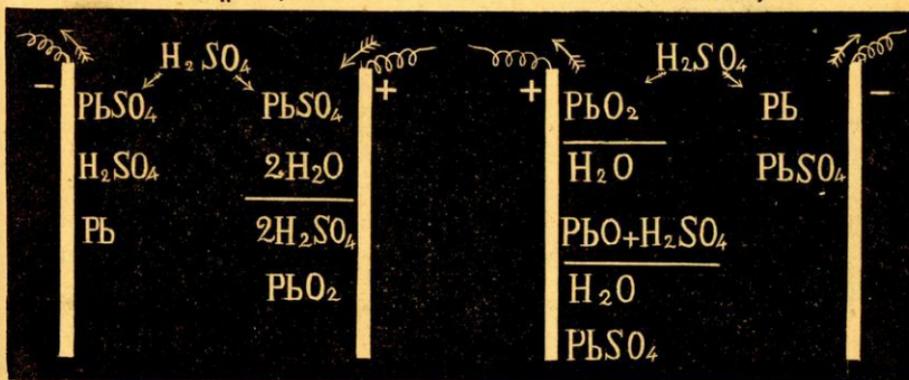


Σχ. 251.

(1) Ὁ Faure ὅπως καταστήτη εὐχερεστέραν τὴν πλήρωσιν τοῦ ταμιεῖου, κλύπτει προηγουμένως τὴν ἐπιφάνειαν τῶν μολυβδίνων πλακῶν διὰ μινίου ( $2PbO, PbO_2$ ) καὶ λιθαργύρου ( $PbO$ ), ἅτινα τῇ ἐπιδράσει τοῦ θεικοῦ ὀξέος μετατρέπονται εἰς θεικὸν μόλυβδον. Αἱ χημικαὶ ἀντιδράσεις κατὰ τε τὴν πλήρωσιν καὶ τὴν κένωσιν εἶνε αἱ ἑξῆς:

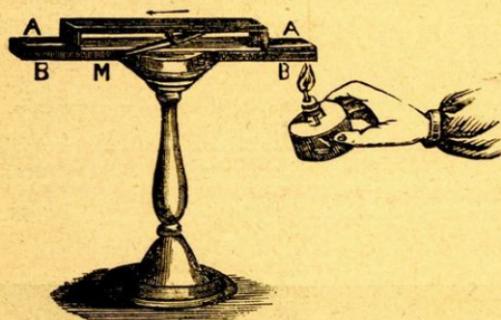
Πλήρωσις

Κένωσις



ται, ἐν ᾧ τὰ ἐκ σιδήρου καὶ λευκοχρύσου λευκοπυροῦνται καὶ πολ-  
λάκις τήκονται καὶ καταρρέουσιν. Ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων εὐκο-  
λώτερον πυροῦνται ὁ σίδηρος καὶ ὁ λευκοχρυσός, ὡς μέταλλα ἔχοντα  
μικρὰν σχετικῶς ἀγωγὸν δύναμιν, ἐν ᾧ ὁ ἄργυρος καὶ ὁ χαλκός δυσ-  
κόλως πυροῦνται, ὡς ἔχοντα τὴν μείζονα ἐκ τῶν συνήθων μετάλλων  
ἠλεκτραγωγὸν δύναμιν. Ἡ δὲ θερμοκρασία τοῦ μεταλλίνου ἀγωγοῦ  
εἶνε τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ τὸ σύρμα εἶνε λεπτότερον· διότι τὸ ἠλεκ-  
τρικὸν ρεῦμα τὸ διακρῖν τὸν ἀγωγὸν ὑφίσταται ἀντίστασιν τοσοῦτω  
μείζονα, ὅσῳ ὁ ἀγωγὸς εἶνε λεπτότερος. Τῆς πυρώσεως μεταλλίνων  
ἀγωγῶν δι' ἠλεκτρικοῦ ρεύματος γίνεται χρῆσις ἰδίως εἰς τὴν ἀνάφλε-  
ξιν ἐκρηκτικῶν ὑλῶν κειμένων ὑπὸ τὴν γῆν ἢ ἐν τῇ θάλασσῃ καὶ ἐν  
τῇ ἰατρικῇ εἰς τὰ καλούμενα *ἠλεκτροκαυτήρια*. Ὅταν δὲ ἐν τῷ μέλ-  
λοντι ἐξευρεθῇ τρόπος πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διὰ μι-  
κρᾶς δαπάνης, ὁ ἠλεκτρισμὸς θέλει ἀντικαταστήσει τὰς νῦν ἐν χρήσει  
καυσίμους ὕλας ἐν τῇ οἰκιακῇ οἰκονομίᾳ πρὸς παραγωγὴν θερμότητος.

325. **Θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα.** Ὡς τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα δύναται νὰ  
μετατραπῇ εἰς θερμότητα, οὕτω καὶ ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῇ εἰς  
ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Οὕτως, ἂν συγκολλήσωμεν δύο ἑτερογενῆ μέταλλα, οἷον



Σχ. 252.

βισμουθίου BB καὶ ἀντιμό-  
νιον AA (σχ. 252), οὕτως  
ὥστε ν' ἀποτελεσθῇ πλήρες  
κύκλωμα καὶ διὰ λύχνου θερ-  
μάνωμεν τὴν ἐτέραν τῶν δύο  
ἐπαφῶν διατηροῦντες τὴν ἄλ-  
λην ψυχράν, παράγεται ἠλεκ-  
τρικὸν ρεῦμα κατὰ τὴν διεύ-  
θυνσιν τοῦ βέλους ἰκανὸν νὰ  
ἐκτρέψῃ τὴν μαγνητικὴν βε-  
λόνην M Ἡ ἰσχὺς τοῦ πα-  
ραγομένου θερμοηλεκτρικοῦ  
ρεύματος εἶνε διάφορος εἰς τὰ

διάφορα μέταλλα, οὕσα μεγίστη μὲν κατὰ τὴν ἐπαφὴν βισμουθίου καὶ ἀντι-  
μονίου, πολλῶ δ' ἐλάσσων κατὰ τὴν ἐπαφὴν χαλκοῦ καὶ ἀντιμονίου, αὐξάνε-  
ται δὲ αὐξανομένης τῆς διαφορᾶς τῆς θερμοκρασίας τῶν δύο ἐπαφῶν, καὶ μένει  
σταθερά, ὅταν καὶ αἱ δύο ἐπαφαὶ τηρῶνται εἰς θερμοκρασίας διαφορᾶς μὲν,  
ἀλλὰ σταθεράς.

Ἡ βιομηχανία σήμερον κατασκευάζει μεγάλας θερμοηλεκτρικὰς στήλας συγ-  
κειμέναις ἐκ μεγάλου ἀριθμοῦ στοιχείων, ἅτινα παρασκευάζει ἐξ ἐλασμάτων  
σιδήρου συγκεκολλημένων μετ' ἐλασμάτων κράματος ἀντιμονίου καὶ ψευδαρ-

γύρου. Αἱ στήλαι αὐταὶ θερμαινόμεναι· χρησιμοποιοῦνται ἰδίως μὲν εἰς τὴν γαλβανοπλαστικὴν, ἐνίοτε δὲ καὶ πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ φωτός.

Ὁ Melloni συνήνωσε πολλὰ μικρὰ θερμοηλεκτρικὰ στοιχεῖα ἀποτελούμενα ἐκ μικρῶν ραβδίων βισμούθιου καὶ ἀντιμονίου, ἅτινα συγκολλώμενα ἀποτελοῦσι κύβον P (σχ. 253), εἰς ὃν αἱ μὲν ἐπαφαὶ M τάξεως περιττῆς κεῖνται



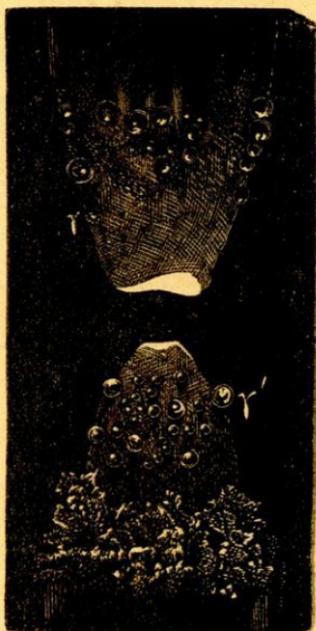
πρὸς μίαν ἑδρὰν τοῦ κύβου, αἱ δὲ ἐπαφαὶ N τάξεως ἀρτίας πρὸς τὴν ἀντίθετον ἑδρὰν αὐτοῦ. Τὸ ὄργανον τοῦτο, ὅπερ καλεῖται θερμοπολλαπλασιαστής, εἶνε τοσοῦτον εὐπαθὲς, ὥστε καὶ τὴν χεῖρα ἡμῶν ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὴν μίαν τῶν ἐδρῶν τοῦ κύβου, οἷον τὴν M, ἡ βελὸνὴ εὐπαθοῦς γαλβανομέτρου συγκοινωνοῦντος μετὰ τῶν δύο πόλων τοῦ θερμοπολλαπλασιαστοῦ ἀμέσως ἐκτρέπεται κατὰ γωνίαν λίαν αἰσθητήν.

Σχ. 253.

Ἐκ τῶν εἰρημένων καταφαίνεται ὅτι ἡ θερμότης δύναται νὰ μετατραπῆ εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ, ὡς προείπομεν, δύναται ν' ἀποταμιευθῆ εἰς τὰ ταμιεῖα τῆς ἠλεκτρικῆς. Εἶνε λοιπὸν λίαν πιθανὸν ὅτι θὰ δυνθῶσιν ὅτε ν' ἀποθηκεύσωσι τὴν ἡλιακὴν θερμότητα μετατρέποντες αὐτὴν εἰς ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ ἀποθηκεύομενον εἰς κατάλληλα ταμιεῖα θὰ χρησιμοποιῆται κατὰ βούλησιν πρὸς παραγωγὴν θερμότητος, φωτός ἢ οἰοῦδη-ποτε χημικοῦ ἢ μηχανικοῦ ἔργου.

**326. Φωτεινὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥεύματος.**

Ἐν ἔτει 1813 ὁ Ἄγγλος φυσικὸς Davy συνῆψε τοὺς δύο πόλους μεγάλης ἠλεκτρικῆς στήλης διὰ μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ δύο ραβδίων συμπαγοῦς ἀνθρακος καὶ θέσας εἰς ἐπαφὴν τὰ πέρατα τῶν δύο ἀνθράκων καὶ εἶτα ἀπομακρύνας ταῦτα βαθμηδὸν καὶ κατ' ὀλίγον παρήγαγε λαμπρότατον φῶς, ὅπερ ἔχον σχῆμα τόξου ἐκλήθη *βολταικὸν τόξον*. Ἄλλ' ἐκτός τῆς μεθόδου ταύτης τῆς παραγωγῆς φωτός δι' ἠλεκτρισμοῦ ὑπάρχει καὶ ἄλλη ἢ διὰ πυρακτώσεως. Οὕτως, ἐὰν παρενθέσωμεν μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἠλεκτρικῆς στήλης λεπτὸν σύρμα λευκοχρῦσου, τοῦτο λευκοπυρούμενον φωτοβολεῖ. Σήμερον τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς παράγεται μετὰξὺ ραβδῶν ἐξ ἀνθρακος λίαν συμπαγοῦς καὶ δυσκαύστου, οἷος εἶνε ὁ ἐναποτιθέμενος ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τῶν πηλίνων ἀμβίκων, δι' ὧν παρασκευάζεται τὸ



Σχ. 254.

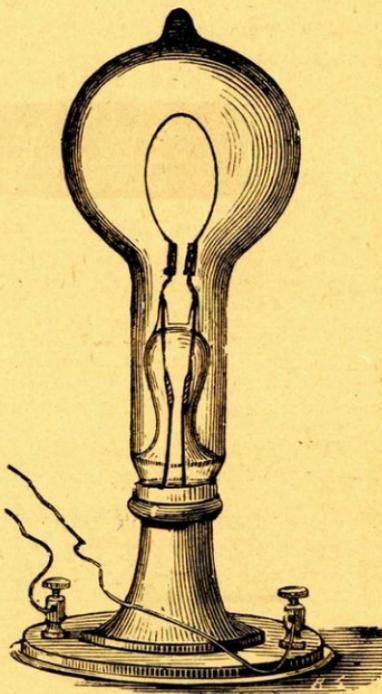
φωταέριον. Τὸ οὕτω παραγόμενον ἠλεκτρικὸν φῶς (σχ. 254) προέρχεται ἐκ τῆς διαπυρώσεως ἀπείρων λεπτοτάτων μορίων ἀποσπωμένων ἐκ τῶν δύο ἀνθράκων, ἅτινα σχηματίζουσι ἄλυσιν, ἥτις ἔχουσα ἐλαχίστην ἀγωγὸν δύναμιν ἰσχυρότατα πυροῦται καὶ φωτοβολεῖ. Ἐὰν διὰ μεγάλης ἀπομακρύνσεως τῶν ἀνθράκων ἢ ἄλυσιν αὕτη διασπασθῇ, τὸ φῶς ἀποσβέννυται καὶ διὰ νὰ παραχθῇ πάλιν, πρέπει οἱ ἀνθρακες νὰ τεθῶσιν εἰς ἐπαφὴν καὶ εἶτα ν' ἀπομακρυνθῶσιν ὀλίγον ἀπ' ἀλλήλων. Τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς δὲν εἶνε ἀποτέλεσμα καύσεως, ἦτοι δὲν ἔχει ἀνάγκη ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος, διότι παράγεται καὶ ἐν χώρῳ ἐντελῶς κενῷ. Ὅταν δὲ τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς παράγεται ἐν τῷ ἀέρι ἕνεκα τῆς ὑψίστης θερμοκρασίας, ἥτις ἀναπτύσσεται, οὐ μόνον οἱ συμπαγέστατοι ἀνθρακες καιόμενοι φθείρονται, ἀλλὰ καὶ αἱ ἐν τῷ ἀνθρακι ἐμπεριεχόμεναι ζένοι δυστηκτόταται γεώδεις οὐσίαι τήκονται ἀποτελοῦσαι μικρὰ σφαιρίδια γ, γ', ἅτινα κυλιόμενα μέχρι τῶν ἄκρων τῶν ἀνθράκων ἐκπηδῶσιν ἀπὸ τοῦ ἐνός αὐτῶν εἰς τὸν ἕτερον. Ὁ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθραξ γ οὐ μόνον καταναλίσκεται ταχύτερον τοῦ ἑτέρου γ' τοῦ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνοῦντος, ἀλλὰ καὶ λευκοπυροῦται εἰς ἀρκετὸν μῆκος καὶ κοιλοῦται κατὰ τὸ ἄκρον σχηματίζων εἰδὸς τι κρατῆρος ἐκπέμποντος ἄπλετον φῶς, ἐν ᾧ ὁ μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου συγκοινωνῶν ἀνθραξ γ' καὶ βραδύτερον καίεται καὶ ὀλιγώτερον πυροῦται ἀπολήγων πάντοτε εἰς ἀκίδα.

Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτός εἶνε μὲν πολλῷ μείζων οἴου-δήποτε ἄλλου τῶν ἐν χρήσει τεχνητῶν φώτων, ὅμως παράγεται ἐν αὐτῷ σχετικῶς ὀλίγη θερμότης καὶ πολὺ πλεονέτερον φῶς καὶ διὰ τοῦτο τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς θεωρεῖται κοινῶς ψυχρόν. Ἐὰν δηλονότι τὴν αὐτὴν αἰθουσαν φωτίσωμεν διαδοχικῶς διὰ βολταικοῦ τόξου, διὰ φωταερίου, διὰ λαμπάδων στεατικῶν, οὕτως ὥστε αὕτη ἐξ ἴσου νὰ φωτίζηται καὶ εἰς τὰς τρεῖς περιστάσεις, πολὺ ὀλίγον σχετικῶς θέλει θερμανθῆναι φωτιζομένη διὰ βολταικοῦ τόξου, πολὺ δὲ πλεονέτερον φωτιζομένη διὰ φωταερίου ἢ λαμπάδων.

Τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτός ὑπὸ μορφήν βολταικοῦ τόξου γίνεται χρῆσις πρὸς φωτισμὸν πόλεων, ἐργοστασίων καὶ ἐν τῷ στρατῷ καὶ ναυτικῷ διὰ τὸν ὀπτικὸν τηλεγράφων καὶ τὰς κατοπτρεύσεις τοῦ ἐχθροῦ.

327. **Ἡλεκτρικὸς λύχνος τοῦ Edison.** Εἰς τὸν λύχνον τοῦτον τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς προέρχεται ἐκ πυρακτώσεως. Σύγκειται δ' ἐκ νήματος ἀνθρακος, ὅπερ κατασκευάζεται ἐξ ἰνῶν καλάμου τῶν Ἴν-

διῶν ἢ κυτταρινοειδοῦς (*celluloïd*), αἵτινες ἀπανθροκοῦνται διὰ καταλήλου συσκευῆς. Τὸ νῆμα τοῦτο καμπτόμενον δίχην ἰππίου πετάλου ἢ ἑλικοειδοῦς σπείρας (σχ. 255) τίθεται ἐντός ὑαλίνου κοίλου δοχείου σφαιροειδοῦς καὶ συνάπτεται διὰ τῶν περάτων αὐτοῦ μετὰ συρμάτων λευκοχρόσου, ἅτινα ἐμπεπηγότα ὄντα διὰ τήξεως ἐν τῇ ὑάλῳ εὐρίσκονται εἰς συγκοινωνίαν διὰ τῶν ἐπὶ τῆς βάσεως τῆς συσκευῆς πιεστικῶν κοχλιῶν μετὰ τῶν ἀγωγῶν, οἵτινες φέρουσιν εἰς τὸ ἐξ ἄνθρακος νῆμα τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Τὸ ὑαλινὸν δοχεῖον κενοῦται τελείως τοῦ ἀέρος καὶ εἶτα κλείεται ἀεροστεγῶς, οὕτω δὲ τὸ νῆμα τοῦ ἄνθρακος τὸ ὑποκείμενον εἰς καῦσιν δὲν καίεται, καίπερ λευκοπυρούμενον κατὰ τὴν ὁδόν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεῦματος, ἐλλείψει ὀξυγόνου. Ὁ λύχνος οὗτος τοῦ **Edison**, ὅστις ἐκπέμπει φῶς σταθερώτερον τοῦ διὰ βολταϊκοῦ τόξου παραγομένου, χρησιμοποιεῖται ἰδίως εἰς τὸν ἐσωτερικὸν φωτισμὸν τῶν οἰκοδομημάτων, ἐπιτρέπει δὲ τὴν διανομὴν τοῦ φωτὸς εἰς διάφορα σημεῖα αἰθούσης τινός, ἀλλ' ἢ πρὸς φωτισμὸν γινομένην τότε δαπάνη εἶνε πολλῶ μείζων τῆς ἀπαιτούμενης δι' ἐν μόνον βολταϊκὸν τόξον ἴσης λαμπρότητος. Μέγιστον πλεονέκτημα τῶν λύχνων τούτων εἶνε ὅτι δὲν φθείρουσι τὸν ἀέρα.



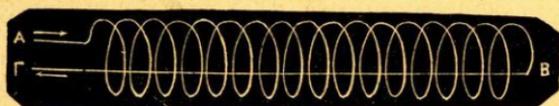
Σχ. 255.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

### ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ.

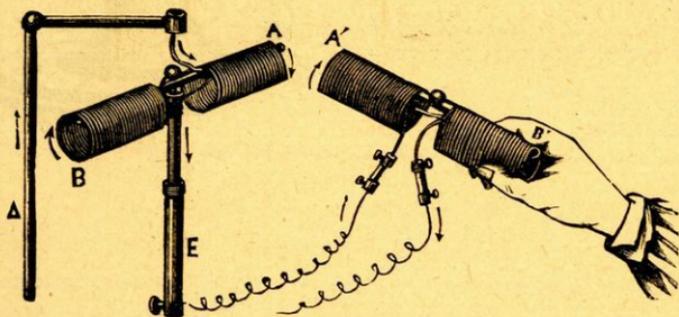
**328. Σωληνοειδές.** Καλεῖται *σωληνοειδές ρεῦμα* ἢ καὶ ἀπλῶς *σωληνοειδές* μετάλλινον σύρμα περιελισσόμενον ἐν σχήματι κυλινδρικής σπείρας AB (σχ. 256), ἀλλ' οὕτως, ὥστε τὰ ἐπίπεδα τῶν

διαδοχικῶν ἐλιγμῶν τῆς σπείρας νὰ εἶνε παράλληλα, καὶ διαρροόμενον ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Τὸ σωληνοειδὲς ἔχει πάσας τὰς ιδιότητες μαγνήτου. Οὕτως, ἐὰν τοιοῦτον σωληνοειδὲς ὑπὸ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος διαρροόμενον στηρίζωμεν οὕτως, ὥστε ἐλευθέρως νὰ κινῆται ἐν ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περὶ κατακόρυφον ἄξονα (σχ. 257), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ σωληνοειδὲς τοῦτο στρέφεται ἕνεκα τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς Γῆς, οὐ-



Σχ. 256.

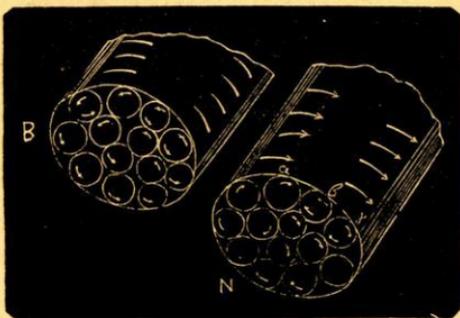
τως ὥστε ὁ γεωμετρικὸς ἄξων αὐτοῦ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν, ἣν καὶ ἡ μαγνητικὴ βελόνη ἐν τῇ πυξίδι τῆς ἀποκλίσεως. Διακρίνομεν δ' ἐπὶ τοῦ σωληνοειδοῦς βόρειον πόλον A καὶ νότιον B, διότι, ἐὰν εἰς τὸν ἕτερον τῶν πόλων A τοῦ σωληνοειδοῦς τούτου πλησιάσωμεν τὸν ὁμώνυμον πόλον A' ἄλλου σωληνοειδοῦς A' B' ἐν τῇ χειρὶ κρατουμένου, παρατηροῦμεν ἄπωσιν, ἐὰν δὲ τὸν ἑτερόνυμον B', ἔλξιν, ὡς συμβαίνει καὶ μεταξύ δύο μαγνητικῶν βελονῶν. Ἐὰν δ' εἰς τοὺς πόλους τοῦ σωληνοειδοῦς πλησιάσωμεν τοὺς πόλους μαγνήτου, παρατηροῦμεν



Σχ. 257.

ἔλξιν μὲν μεταξύ τῶν ἑτερόνυμων πόλων, ἄπωσιν δ' ἐν τοῖς ὁμώνυμοις. Ὡσαύτως ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διερχόμενον πλησίον καὶ παράλληλως σωληνοειδοῦς ἐκτρέπει τοῦτο ὡς ἐκτρέπει καὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην. Ἐκ τῶν φαινομένων λοιπὸν τούτων, ἅτινα ἀποδεικνύουσιν ὅτι τὰ σωληνοειδῆ καὶ οἱ μαγνήται ἔχουσιν ἀκριβῶς τὰς αὐτὰς ιδιότητες, ὁ Ampère συνεπέρανεν ὅτι περὶ πάντα τὰ μέρια μεμαγνητισμένης ῥάβδου χαλυβδίνης κυκλοφοροῦσιν ἠλεκτρικὰ ρεύματα τῆς αὐ-

τῆς φορᾶς παράλληλα καὶ κάθετα ἐπὶ τὸν ἄξονα τοῦ μαγνήτου (σχ. 258). Πρὸ τῆς μαγνητίσεως δὲ τῆς χαλυβδίνης ράβδου τὰ ρεύματα ταῦτα ἔχουσι διάφορον φορὰν καὶ διεύθυνσιν, μετὰ τὴν μαγνήτισιν ὁμῶς στρέφονται οὕτως, ὥστε ἡ φορὰ αὐτῶν νὰ εἶνε εἰς πάντα ἡ αὐτή. Ἐὰν δὲ στρέψαντες τὸν ἕτερον τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου πρὸς ἡμᾶς αὐτοὺς προσβλέψωμεν εἰς αὐτόν, τότε ἐπὶ μὲν τοῦ νοτίου πόλου N τὰ ρεύματα ταῦτα βαίνουνσι κατὰ τὴν φορὰν τῶν δεικτῶν τοῦ ὠρολογίου, ἐπὶ δὲ τοῦ βορείου B κατὰ φορὰν ἀντίθετον.



Σχ. 258.

329. **Μαγνήτισις διὰ τῶν ρευμάτων.** Ἐὰν ἐφ' ὑαλίνου σωλήνος περιελίξωμεν σύρμα χαλκοῦν (σχ. 259) κατὰ τὴν κίνησιν τῶν δεικτῶν τοῦ ὠρολογίου, τουτέστιν ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ὑποκάτω, καὶ ἐντὸς τῆς οὕτω παραχθείσης ἑλικος τῆς **δεξιο-**



Σχ. 259.

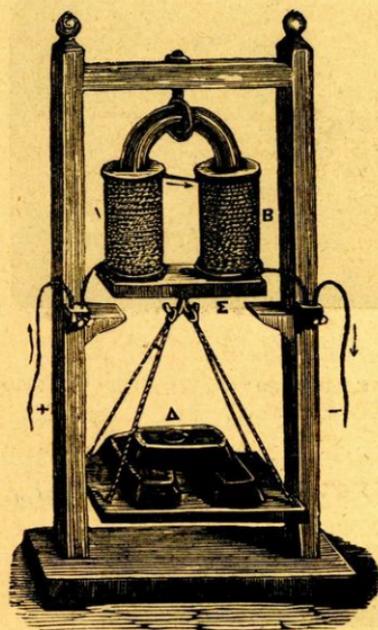
**στρόφου** καλουμένης τεθῆ ράβδος χαλυβδίνη καὶ διαβιβασθῆ διὰ τῆς ἑλικος ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἡ ράβδος μαγνητίζεται καὶ ὁ μὲν νότιος πόλος αὐτῆς ἀναφαίνεται εἰς τὸ ἄκρον N, δι' οὗ τὸ ρεῦμα εἰσέρχεται, ὁ δὲ βόρειος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον B. Ἐὰν δὲ τὸ σύρμα περιελιχθῆ ἀντιθέτως τῇ κινήσει τῶν δεικτῶν τοῦ ὠρολογίου (σχ. 260) καὶ διὰ



Σχ. 260.

τῆς ἑλικος ταύτης τῆς καλουμένης **ἀριστεροστροφου** διαβιβασθῆ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, τότε καὶ πάλιν ἡ χαλυβδίνη ράβδος μαγνητίζεται, ἀλλ' εἰς μὲν τὸ ἄκρον B τὸ κείμενον κατὰ τὴν εἴσοδον τοῦ ρεύματος παράγεται βόρειος πόλος, εἰς δὲ τὸ κατὰ τὴν ἐξοδον N νότιος.

330. **Ἡλεκτρομαγνήτης.** Ἐὰν ἀντὶ χαλυβδίνης εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν σωλῆνα ῥάβδον ἐκ μαλακοῦ σφυρηλάτου σιδήρου, καὶ αὕτη μαγνητίζεται μὲν ὡς ἡ χαλυβδίνη, ἀλλὰ προσκαίρωσ' τουτέστιν, ἐν ᾧ ἡ χαλυβδίνη ῥάβδος ἐξακολουθεῖ οὔσα τέλειος μαγνήτης καὶ μετὰ τὴν



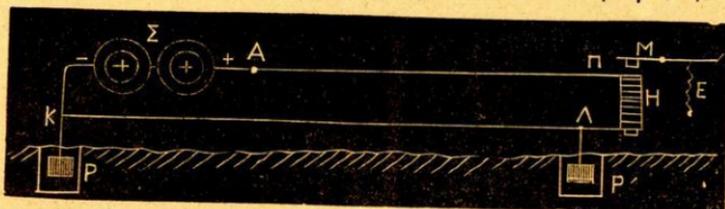
Σχ 261.

σχηματισθῶσι δύο πηνία Α καὶ Β. Ἡ ἰσχὺς τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς ἰσχύος τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν τοῦ χαλκοῦ ἀγωγοῦ. Καταδεικνύεται δὲ πειραματικῶς ἡ ἰσχὺς αὐτῶν, ἐὰν ὑπὸ τοὺς πόλους αὐτῶν φέρωμεν σιδηρᾶν πλάκα Σ, ἣτις καλουμένη **ὄπλισμός** ἔλκεται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου μέχρι προσκολλήσεως, ὅταν τὸν ἀγωγὸν αὐτοῦ διαρρέῃ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Ἐκ τοῦ ὄπλισμοῦ τούτου δυναμέθα νὰ ἐξαρτήσωμεν διάφορα βάρη Δ, ἅτινα ὅμως καταπίπτουσι μετ' αὐτοῦ, εὐθὺς ὡς διακοπῇ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα. Οἱ ἠλεκτρομαγνήται ἔχουσι ποικίλας ἐφαρμογὰς αποτελουῦντες τὸ οὐσιῶδες συστατικὸν πολλῶν ἠλεκτρικῶν συσκευῶν. Ἐνταῦθα δὲ θέλωμεν περιγράψαι τὴν ἐν τῷ ἠλεκτρικῷ τηλεγράφῳ χρῆσιν αὐτῶν.

331. **Ἡλεκτρικὸς τηλεγράφος.** Ὁ ἠλεκτρικὸς τηλεγράφος χρησιμεύει πρὸς ἀνακοίνωσιν συνθημάτων εἰς μεγάλας ἀποστάσεις διὰ

τῆς διαδόσεως ἠλεκτρικῶν ρευμάτων εἰς ἐπιμήκεις μεταλλίνοισ ἀγωγούς. Ἀποτελεῖται δὲ κυρίως ἐκ τεσσάρων μερῶν, τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, τοῦ πομποῦ, τοῦ δέκτου καὶ τοῦ ἀγωγοῦ. Ἐκ τῶν πολλῶν δὲ συστημάτων τηλεγράφου θέλομεν περιγράψαι τὸ τοῦ Μόρσου, τὸ καὶ παρ' ἡμῶν ἐν χρῆσει.

Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ σύστημα τοῦ Μόρσου, εἶνε ἡ ἐξῆς. Φαντασθῶμεν συνεχῆ μεταλλινὸν ἀγωγὸν ἐξ Ἀθηνῶν Α (σχ. 262) φθάνοντα μέχρι Πειραιῶς Π καὶ ἐκ Πειραιῶς εἰς Ἀθήνας καὶ ὅτι εἰς ἐν σημεῖον αὐτοῦ ἐν ταῖς Ἀθήναις παρενθέτομεν ἠλεκτρικὴν στήλην Σ, εἰς ἕτερον δὲ σημεῖον αὐτοῦ ἐν Πειραιεῖ ἠλεκτρομαγνήτην Η. Ἐφ' ὅσον ὁ ἀγωγὸς διατηρεῖται συνεχῆς, τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διαρρέει αὐτὸν καὶ ὁ πυρῆν τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου διατελῶν μαγνήτης ἔλκει

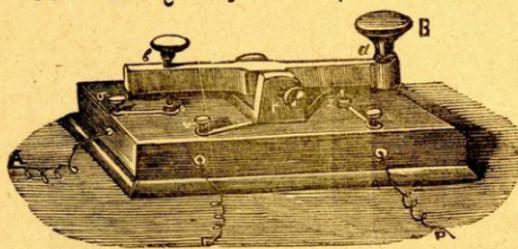


Σχ. 262.

τὸν ἄνωθεν αὐτοῦ εὐρισκόμενον ὀπλισμὸν Μ. Ἐὰν ὅμως εἰς τι σημεῖον ὁ ἀγωγὸς διακοπῆ, οἷον εἰς τὸ σημεῖον Α τὸ ἐν Ἀθήναις παρὰ τὴν ἠλεκτρικὴν πηγὴν π. χ. κείμενον, εὐθύς τὸ ρεῦμα διακόπτεται καὶ ὁ ἠλεκτρομαγνήτης Η δὲν ἔλκει πλέον τὸν ὀπλισμὸν, ὅστις ἀπομακρύνεται τοῦ πυρῆνος διὰ τινος ἐλικοειδοῦς ἐλατηρίου Ε. Ἐκ τούτων καταφαίνεται ὅτι δυνάμεθα ἐξ Ἀθηνῶν κατὰ βούλησιν νὰ μαγνητίζωμεν καὶ ἐκμαγνητίζωμεν τὸν πυρῆνα τοῦ ἐν Πειραιεῖ ἠλεκτρομαγνήτου. Πρὸς τοῦτο δ' ἀπαιτοῦνται δύο ἀγωγοί, ὧν ὁ μὲν ΑΠ χρησιμεύει διὰ τὴν μετάβασιν τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ὁ δ' ἕτερος ΛΚ διὰ τὴν ἐπάνοδον αὐτοῦ. Ἀλλὰ τῷ 1838 ὁ Steinheil ἔδειξεν ὅτι ὁ δεῦτερος οὗτος ἀγωγὸς ΚΛ εἶνε περιττός, δυνάμενος ν' ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τῆς γῆς· τοῦτο δὲ κατορθοῦται, ἐὰν εἰς τὰ σημεῖα Κ καὶ Λ προσκολληθῶσι μετάλλινα σύρματα περατούμενα εἰς μεταλλίνας πλάκας, αἵτινες ἐμβαπτίζονται ἐντὸς ὕδατος τῶν φρεάτων Ρ καὶ Ρ'. Καὶ εἰς μὲν τὸ σημεῖον Α, εἰς τὸ ὅποιον γίνονται αἱ διακοπαὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ κυκλώματος, τίθεται ὄργανον καλούμενον *πομπὸς* ἢ *χειριστήριον*, δι' οὗ διακόπτομεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν εὐχερῶς τὸ ἠλεκτρικὸν κύκλωμα, εἰς

δὲ τὸ μέρος Η τοῦ ἀγωγοῦ, ἔνθα ὑπάρχει ὁ ἠλεκτρομαγνήτης, τίθεται συσκευή καλουμένη **δέκτης**, δι' ἧς ἀποτυπούνται τὰ διάφορα συνθήματα ἐπὶ χαρτίνης ταινίας. Ἐπειδὴ ὁμως οὐ μόνον ἐξ Ἀθηνῶν πρέπει νὰ ἐκπέμπωνται συνθήματα εἰς Πειραιᾶ, ἀλλὰ καὶ ἐκ Πειραιῶς εἰς Ἀθήνας, εἰς ἕκαστον τηλεγραφικὸν σταθμὸν ὑπάρχει ἠλεκτρικὴ στήλη, πομπὸς καὶ δέκτης, ἅτινα συνδέονται πρὸς ἀλλήλα κατὰ τρόπον, ὃν μετὰ τὴν περιγραφὴν τοῦ πομποῦ καὶ τοῦ δέκτου θὰ ἴδωμεν.

**332. Πομπός.** Ὁ πομπός (σχ. 263) σύγκειται ἐκ βραχέος



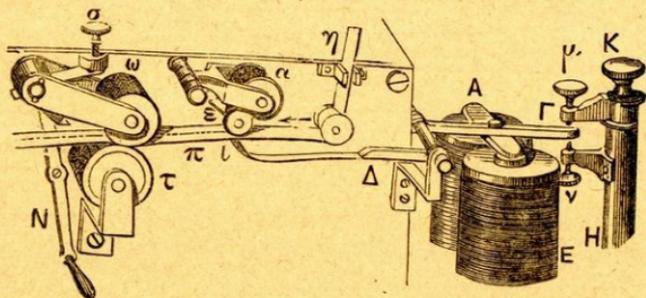
Σχ. 263.

ὀρειχαλκίνου μοχλοῦ **αβ** στρεπτοῦ περὶ ὀριζόντιου ἄξονα, οὔτινος τὸ μετάλλινον στήριγμα **μ** κεῖται ἐπὶ ξυλίνου ὑποβάθρου καὶ συγκοινωνεῖ δι' ἐλάσματος μετὰ τοῦ πιεστικοῦ κοχλίου **ν** καὶ δι' αὐτοῦ

μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ συνδέοντος τοὺς δύο σταθμοὺς, ἦτοι τῆς τηλεγραφικῆς γραμμῆς. Ὁ μοχλὸς οὗτος εἰς μὲν τὸ ἐν ἄκρον φέρει ξυλίνην λαβὴν **Β**, εἰς δὲ τὸ ἕτερον μετάλλινον κοχλίαν **β**, οὔτινος ἡ ἀκίς ἐρείδεται κάτωθεν ἐπὶ μεταλλίνου ἐλάσματος συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ πιεστικοῦ κοχλίου **σ** καὶ δι' αὐτοῦ μετὰ τοῦ ἐν τῷ αὐτῷ σταθμῷ ἠλεκτρομαγνήτου τοῦ δέκτου. Εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον **α** τοῦ μοχλοῦ ὑπάρχει κάτωθεν μεταλλίνη τις ἀκίς τηρουμένη εἰς μικρὰν ἀπὸ μεταλλίνου τινὸς ἄκμονος **χ** ἀπόστασιν διὰ τινος ἐλατηρίου. Ὁ ἄκμων οὗτος συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ πιεστικοῦ κοχλίου **κ** καὶ δι' αὐτοῦ μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς ἐν τῷ αὐτῷ σταθμῷ ἠλεκτρικῆς στήλης. Ἐκ τούτων καταφαίνεται ὅτι, ὅταν ὁ πομπὸς ἐκατέρου σταθμοῦ εὐρίσκηται ἐν ἡρεμίᾳ, ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ εὐρίσκεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐν τῷ αὐτῷ σταθμῷ δέκτου· ἐὰν ὁμως πιέσωμεν τὴν λαβὴν **Β** τοῦ πομποῦ, ὥστε ὁ μοχλὸς **αβ** νὰ ἐγγίση τὸν ἄκμονα **χ**, ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης, ἐν ᾗ ἢ μετὰ τοῦ δέκτου συγκοινωνία αὐτῆς διακόπτεται.

**333. Δέκτης.** Ὁ δέκτης, οὔτινος τὸ κύριον μέρος εἰκονίζεται ἐν τῷ σχήματι 264, σύγκειται ἐξ ὠρολογιακοῦ μηχανισμοῦ θέτοντος εἰς κίνησιν τοὺς δύο ὀριζοντίους καὶ παραλλήλους κυλίνδρους **τ** καὶ **ω**, οὔτινες στρέφονται κατ' ἀντιθέτους φοράς κυλιόμενοι ὁ εἰς ἐπὶ τοῦ ἑτέρου.

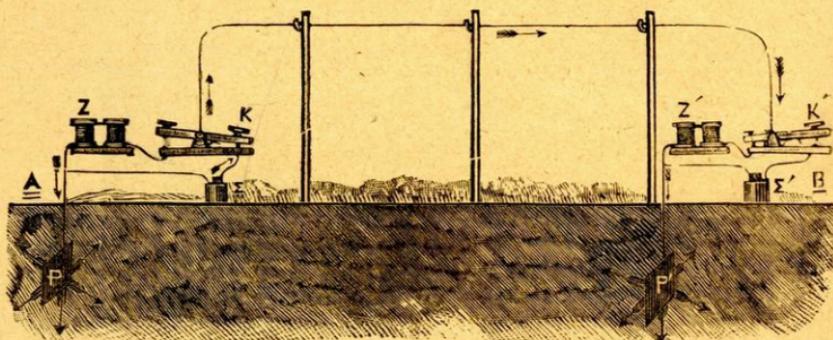
Οἱ δύο οὗτοι κύλινδροι στρεφόμενοι παρασύρουσι τὴν μεταξύ αὐτῶν διερχομένην χαρτίνην ταινίαν  $\pi\eta$ , ἥτις οὕτω φέρεται ἰσοταχῶς πρὸς τὰ πρόσω, τουτέστιν ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἐπὶ τοῦ σχήματος κατὰ τὴν φοράν τὴν ὑπὸ τοῦ βέλους δεικνυομένην. Πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς συσκευῆς ὑπάρχουσιν οἱ ἠλεκτρομαγνήται  $E$ , ὁ ἀγωγὸς τῶν ὁποίων διαρρέεται ὑπὸ τοῦ ρεύματος τοῦ ἐκπεμπομένου διὰ τοῦ πομποῦ ἐκ τοῦ ἐτέρου σταθμοῦ. Ὑπεράνω τῶν πυρήνων τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν ὑπάρχει ὁ ὄπλισμός  $A$ , ἥτοι μικρὸν ἔλασμα ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἑστερωμένον κατ' ὀρθὴν γωνίαν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου τῶν βραχιόνων τοῦ χαλκοῦ μοχλοῦ  $\Delta\Gamma$ , ὅστις δύναται νὰ στρέφηται ὀλίγον περι ὀριζόντιον ἄξονα. Ὁ δεῦτερος βραχίον  $\Delta$  τοῦ μοχλοῦ φέρει εἰς τὸ ἄκρον



Σχ. 264.

αὐτοῦ ἔλασμα χαλύβδινον  $\iota$  κεκαμμένον πρὸς τὰ ἄνω, ὅπερ ἀνυψοῖ τὴν χαρτίνην ταινίαν  $\pi\eta$ , ὅταν ὁ ὄπλισμός  $A$  ἐλκόμενος ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου κατέρχεται. Ὑπεράνω δὲ τῆς ταινίας ὑπάρχει μικρὸς τροχίσκος  $\epsilon$ , οὗτινος τὰ πέρατα λεπτὰ ὄντα ἀλείφονται συνεχῶς διὰ κυανῆς βαφῆς, δι' ἧς εἶνε πεποτισμένοι ὁ δι' ἐριούχου ὑφάσματος κεκαλυμμένος κύλινδρος  $\alpha$ . Ἐφ' ὅσον διὰ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου  $E$  δὲν διέρχεται ρεῦμα, ὁ ὄπλισμός  $A$  τηρεῖται μεμακρυσμένος ἀπὸ τῶν πυρήνων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου διὰ τινος ἐλατηρίου, οὕτω δ' ἡ χαρτίνη ταινία δὲν ἄπτεται τοῦ τροχίσκου  $\epsilon$ . Ἐὰν ὅμως διέλθῃ ρεῦμα διὰ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, ὁ πυρῆν αὐτοῦ μεταβαλλόμενος εἰς μαγνήτην ἔλκει τὸν ὄπλισμὸν  $A$ . Ἡ ταινία ἀνυψουμένη διὰ τοῦ χαλύβδινου ἐλάσματος  $\iota$  τίθεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ τροχίσκου  $\epsilon$  διηνεκῶς περιστρεφομένου, οὕτω δὲ τυποῦται ἐπὶ τῆς ταινίας στιγμὴ μὲν, ἐὰν τὸ ἐκπεμπόμενον ρεῦμα εἶνε ἀκαριαῖον, γραμμὴ δὲ συνεχῆς, ὅταν τὸ ρεῦμα εἶνε διαρκές.

334. **Σύνδεσις τῆς ἠλεκτρικῆς στήλης, τοῦ πομπῶ, τοῦ δέκτου καὶ τῆς τηλεγραφικῆς γραμμῆς.** Ἡ σύνδεσις αὕτη δείκνυται ἐν τῷ σχήματι 265, εἰς ὃ Σ καὶ Σ' εἶνε αἱ ἠλεκτρικαὶ στήλαι τῶν δύο σταθμῶν, αἵτινες συνήθως εἶνε στοιχεῖα Callaud (σχ. 235 § 306), Κ καὶ Κ' οἱ πομπῶ καὶ Ζ καὶ Ζ' οἱ δέκται. Καὶ οἱ μὲν θετικοὶ πόλοι τῶν ἠλεκτρικῶν στηλῶν ὡς καὶ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν Ζ καὶ Ζ' συνάπτονται μετὰ τῶν πομπῶν, οἱ δὲ ἀρνητικοὶ πόλοι καὶ τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν συνάπτονται μετὰ τῆς γῆς διὰ τῶν μεταλλινῶν ἐλασμάτων Ρ καὶ Ρ'. Ἡ τηλεγραφικὴ γραμμὴ ἢ ἀποτελουμένη ἐκ σιδηροῦ σύρματος ἐπεψευδαργυρωμένου πρὸς ἀποφυγὴν



Σχ. 265.

τῆς ὀξειδώσεως καὶ ἐρειδομένου ἐπὶ μονωτήρων, ἐκ πορσελάνης, οὓς φέρουσιν οἱ τηλεγραφικοὶ στῦλοι, συνάπτει πρὸς ἀλλήλους τοὺς μοχλοὺς τῶν δύο πομπῶν (1). Ἐὰν ἡ λαβὴ τοῦ πομπῶ, τοῦ σταθμοῦ Α πιεσθῇ ἐπὶ μίαν π.χ. χρονικὴν στιγμήν, ρεῦμα ἠλεκτρικὸν ἀναχωροῦν ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου τῆς στήλης Σ καὶ μεταβαῖνον εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ πομπῶ Κ διαρρέει τὴν τηλεγραφικὴν γραμμὴν καὶ εὐρίσκον τὸν πομπὸν Κ' τοῦ σταθμοῦ Β ἐν ἡρεμίᾳ διέρχεται δι' αὐτοῦ, διαρρέει τὸν ἠλεκτρομαγνητὴν τοῦ δέκτου Ζ' καὶ εἶτα μεταβαίνει εἰς τὴν γῆν, δι' ἧς συμπληροῦται τὸ κύκλωμα. Οὕτω διὰ τοῦ μοχλοῦ τοῦ δέκτου Ζ' τυποῦται ἐπὶ τῆς ταινίας στιγμή· ἂν δὲ τὸναντίον ἢ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ

(1) Διὰ τὰς ὑποβρυχίους τηλεγραφικὰς γραμμὰς γίνεται χρῆσις ἀγωγῶν μεμονωμένων καλουμένων καλωδίων (σχ. 266), ἅτινα σύγκεινται ἐκ τριῶν μερῶν, ἧτοι ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ, ἐκ τοῦ ἀπομονωτικοῦ περιβλήματος καὶ ἐκ τοῦ ὀπλισμοῦ μρ. Ὁ ἀγωγὸς σύγκειται συνήθως ἐξ ἑπτὰ χαλκίνων συρμάτων

τοῦ πομποῦ πίσις διαρκέσῃ ἐπὶ τρεῖς π.χ. χρονικὰς στιγμὰς, ἦτοι ἐπὶ χρόνον τριπλάσιον τοῦ πρώτου, τυποῦται ἐπὶ τῆς ταινίας μικρὰ γραμμὴ. Ὅμοίως δ' ἀποστέλλονται συνθήματα καὶ ἀπὸ τοῦ σταθμοῦ Β εἰς τὸν Α.

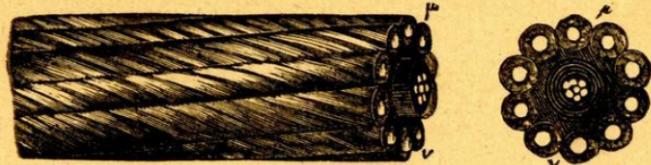
Οἱ ἀπλούστεροι συνδυασμοὶ τῆς στιγμῆς καὶ γραμμῆς παριστῶσι τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου, τὰ ἀριθμητικὰ ψηφία καὶ ἄλλα σημεῖα ἀναγκαῖα εἰς τὴν τηλεγραφικὴν ἀνταπόκρισιν. Οὕτω τὸ γράμμα ε παρίσταται διὰ μιᾶς στιγμῆς, τὸ λ διὰ μιᾶς στιγμῆς, μιᾶς γραμμῆς καὶ δύο στιγμῶν, τὸ α διὰ μιᾶς στιγμῆς, μιᾶς γραμμῆς, καὶ τὸ σ διὰ τριῶν στιγμῶν, καὶ ἐπομένως ἡ λέξις **Ἑλλάς** παρίσταται οὕτω

• . . . . .

**335. Ταχύτης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.** Ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ δι' ἐπιμήκων τηλεγραφικῶν συρμάτων εἶνε μὲν παμμεγίστη, ἀλλὰ συμμεταβάλλεται τῇ ὕλῃ καὶ τῇ ἀντιστάσει τοῦ ἀγωγοῦ καὶ ἐλαττοῦται ἀξανομένου τοῦ μήκους αὐτοῦ. Οὕτως ἐν τηλεγραφικῷ σύρματι διαμέτρου 4 χιλιοστομ. καὶ μήκους 300 χιλιομ. εὐρέθη περίπου ἴση πρὸς 96.000 χιλιομ. κατὰ δευτερόλεπτον. Εἰς ἰσομήκη χάλκινον ἀγωγὸν διαμέτρου 2,5 χιλιοστομ. ἴση πρὸς 178.000 χιλιομέτρων καὶ εἰς ὑποβρύχιον καλώδιον μήκους 4.794 χιλιομέτρ. μήκους ἴση πρὸς 13.700 χιλιομ.

**336. Ἡλεκτρικὸς κώδων.** Ὁ κώδων οὗτος τιθέμενος εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς τηλεγραφικῆς γραμμῆς μετὰ τὸ πέρας τῆς ἀνταποκρίσεως χρησιμεύει, ὅπως εἰδοποιῆται ὁ τηλεγραφητὴς σταθμῷ καλούμενος ἐξ ἄλλου σταθμοῦ, διότι τὰ κτυπήματα τοῦ δέκτου εἶνε ἀκουστὰ μόνον ἐκ μικρᾶς ἀποστάσεως. Ὁ

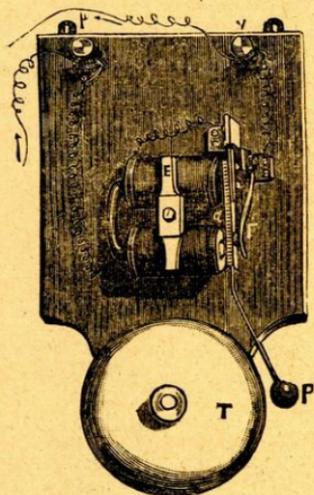
περιβεβλημένων διὰ πολλῶν στρωμάτων ἐκ γουτταπέρκης ἢ ἐλαστικοῦ κόμματος. Ἐπ' αὐτοῦ τίθεται στρῶμα ἰνῶν καννάβως πισασφαλωμένου καὶ τὸ ὅλον περιβάλλεται διὰ χαλυβδίνων συρμάτων  $\mu, \nu$  τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦσι προστα-



Σχ. 266.

τευτικὸν περιχάλυμμα ἢ ἐπισιμὸν καθιστῶντα τὸ καλώδιον ἀνεκτικόν, δυνάμενον οὕτω ν' ἀντέχη εἰς τὴν ἀντιμέθελξιν. εἰς ἣν ὑπόκειται κατὰ τὴν βύθισιν, καὶ εἰς τὴν ἐπὶ τοῦ πυθμένος τριβὴν ἰδίως κατὰ τὰ παράλια μέρη.

ἀπλούστερος τῶν ἡλεκτρικῶν κωδῶνων εἶνε ὁ καλούμενος δονητικός, οὕτως γίνεται χρῆσις καὶ ἐν ταῖς οἰκίαις. Οὗτος σύγνεται ἐκ μικρᾶς ὀρθογωνίου σανίδος (σχ. 267), ἐφ' ἧς στηρίζεται ἡλεκτρομαγνήτης Β, εἰς ὃν φθάνει διὰ τοῦ πιστικοῦ κοχλίου μ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα. Τοῦτο δ' ἐξερχόμενον ἐκ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου διέρχεται διὰ τοῦ πρὸ τῶν πυρῆνων αὐτοῦ



Σχ. 267.

κειμένου ὀπλισμοῦ α, ὅστις ἐκ τοῦ ἐνὸς μὲν μέρους, ὅπουθεν δέχεται τὸ ρεῦμα, στηρίζεται ἐπὶ εὐκάμπτου χαλυβδίου ἐλάσματος, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου ἄκρου φέρει πλῆκτρον Ρ δυνάμενον νὰ πλῆξῃ τὸ κωδῶνιον Τ. Τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἀπὸ τοῦ ὀπλισμοῦ α μεταβαίνει εἰς τὸ ἐλατήριον Γ, μεθ' οὗ εὗρηται εἰς ἐπαφὴν, καὶ ἐκεῖθεν εἰς τὸν πιστικὸν κοχλίαν ν καὶ εἶτα εἰς τὸν ἕτερον πόλον τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης. Ἄλλ' εὐθὺς ὡς τὸ ρεῦμα διέλθῃ, ὁ ὀπλισμὸς α ἔλκεται ὑπὸ τῶν πυρῆνων τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου καὶ τὸ πλῆκτρον Ρ κρούει τὸ κωδῶνιον Τ. Κατὰ τὴν ἔλξιν δὲ ταύτην τοῦ ὀπλισμοῦ ἢ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ ἐλατηρίου Γ ἐπαφὴ διακόπτεται, ὅπότε καὶ τὸ ρεῦμα διακόπτεται, ὁ ὀπλισμὸς δὲν ἔλκεται πλέον, ἀλλ' ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν, ἢ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ ἐλατηρίου Γ ἐπαφὴ ἀποκαθίσταται, τὸ

ρεῦμα διέρχεται αὖθις, τὸ πλῆκτρον κρούει τὸ κωδῶνιον καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅταν τοῦ ἡλεκτρικοῦ τούτου κώδωνος γίνηται χρῆσις ἐν ταῖς οἰκίαις, συνάπτουσιν αὐτὸν μετ' ἡλεκτρικῆς στήλης ἀποτελουμένης συνήθως ἐκ δύο ἢ τριῶν στοιχείων Leclanché (σχ. 238 § 309) καὶ μετ' ἡλεκτρικῶν κομβίων, δι' ὧν κλείεται τὸ ἡλεκτρικὸν κύκλωμα ἐκ διαφόρων σημείων.

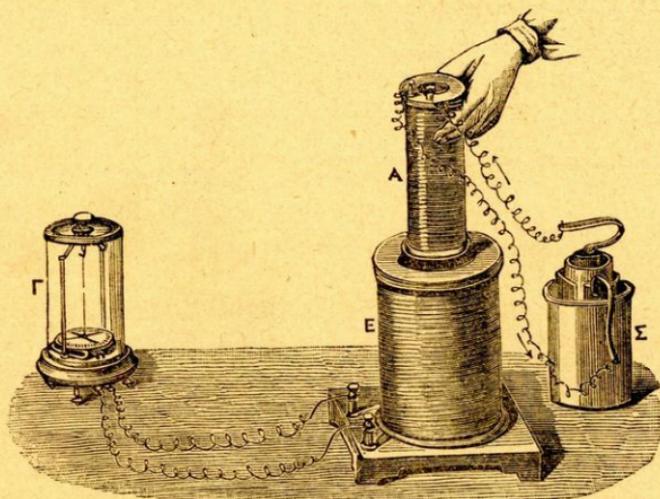
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΕΞ ΕΠΑΓΩΓΗΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.  
ΜΗΧΑΝΑΙ ΜΑΓΝΗΤΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ.

337. **Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς.** Τῷ 1832 ὁ Ἕλληνας φυσικὸς Faraday ἀνεκάλυψεν ὅτι δύνανται ν' ἀναπτυχθῶσιν ἐν μεταλλίνοις ἀγωγοῖς ἡλεκτρικὰ ρεύματα ἀκαριαῖα διὰ τῆς ἐπιδράσεως ἄλλων ἡλεκτρικῶν ρευμάτων ἢ μαγνητῶν. Τὰ ρεύματα ταῦτα καλοῦνται **ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς.**

338. **Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ πνιίου.** Ἴνα παραγάγωμεν ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς δι' ἑτέρου ρεύματος, λαμβά-

νομεν κοίλον κύλινδρον χάρτινον ἢ ξύλινον καὶ περιελίσσομεν ἐπ' αὐ-  
 τοῦ ἐλικοειδῶς σύρμα χαλκοῦν παχὺ καὶ κεκαλυμμένον διὰ μετάξης,  
 ἀποτελοῦντες οὕτω τὸ καλούμενον *ἐσωτερικὸν πηνίον* Α (σχ. 268).  
 Τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγῶ τοῦ πηνίου τούτου συνάπτομεν μετὰ τῶν  
 δύο πόλων ἡλεκτρικοῦ στοιχείου Σ. Ἐπὶ δευτέρου κοίλου κυλίνδρου  
 δυναμένου νὰ δεχθῆ ἑν' ἐαυτῷ ἐλευθέρως τὸ πηνίον Α περιελίσσομεν  
 ἐλικοειδῶς χαλκοῦν σύρμα κεκαλυμμένον διὰ μετάξης, ἀλλὰ λεπτό-  
 τατον, ὥστε ν' ἀποτελεσθῶσι πολλαὶ τὸν ἀριθμὸν σπεῖραι, χωρὶς ἢ  
 διάμετρος τοῦ οὕτω παραχθέντος καὶ *ἐξωτερικοῦ πηνίου* καλουμένου

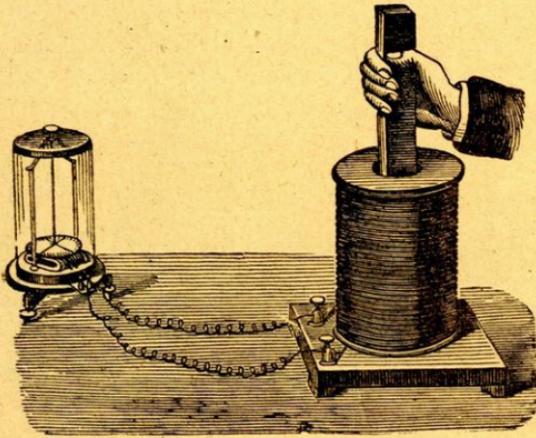


Σχ. 268.

νὰ αὐξήθῃ ὑπερμέτρως. Τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγῶ τοῦ δευτέρου τούτου  
 πηνίου Ε συνάπτομεν μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν τοῦ γαλβανομέ-  
 τρου Γ. Τούτων δὲ γενομένων, εἰσάγομεν διὰ ταχείας κινήσεως τὸ  
 πηνίον Α εἰς τὸ πηνίον Ε, ὅποτε παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγῶ τοῦ ἐξω-  
 τερικοῦ πηνίου ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον τῶ ἐπι-  
 δρωῶντι ρεύματι τῶ διαρρέοντι τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον Α. Ἐὰν δ' ἀνελ-  
 κύσωμεν βιαίως τὸ πηνίον Α, παράγεται ἐν τῷ πηνίῳ Ε ρεῦμα ἐξ  
 ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ὁμόρροπον τῶ ἐπιδρωῶντι ρεύματι. Τὰ δύο δὲ  
 ταῦτα ρεύματα ὄντα ἀντίρροπα ἀποκλίνουσι τὴν βελόνην τοῦ γαλβα-  
 νομέτρου Γ κατ' ἀντιθέτους φορὰς. Ὅμοια ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς  
 παράγονται, ἐὰν θέσωμεν τὸ πηνίον Α ἐν τῷ πηνίῳ Ε ἀκίνητον καὶ  
 εἶτα διακόπτωμεν ἢ ἀποκαθιστῶμεν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τοῦ στοι-

χείου Σ. Καὶ ὅταν μὲν ἀποκαθιστῶμεν τὸ ρεῦμα, παράγεται ἐν τῷ ἀγωγῷ τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου Ε ρεῦμα ἀντίρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι, ὅταν δὲ διακόπτωμεν αὐτό, παράγεται ρεῦμα ὁμόρροπον. Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς παράγονται προσέτι, ἐὰν ἀποτόμως μεταβάλωμεν τὴν ἰσχὺν τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος· καὶ ἐὰν μὲν αὐξήσωμεν τὴν ἰσχὺν αὐτοῦ, τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα εἶνε ἀντίρροπα αὐτῷ, ἐὰν δὲ τοῦναντίον ἐλαττώσωμεν αὐτήν, τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα εἶνε ὁμόρροπα τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι.

339. **Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ μαγνήτου.** Συνάπτοντες τὰ πέρατα τοῦ ἀγωγῷ πηνίου μετὰ τῶν πιεστικῶν κοχλιῶν γαλβανόμετρον (σχ. 269) εἰσάγωμεν διὰ ταχείας κινήσεως μαγνήτην εἰς



Σχ. 269.

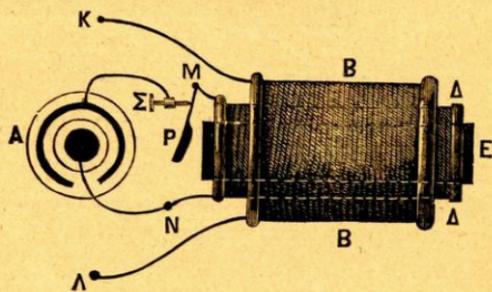
τὸ πηνίον, ὅποτε ἀναπτύσσεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγῷ αὐτοῦ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ἀντίρροπον τῷ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ampère (σχ. 258 § 328) ὑπάρχοντι ἐν τῷ μαγνήτη. Ἐὰν δ' ἀνασπάσωμεν βιαίως τὸν μαγνήτην, παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀγωγῷ τοῦ πηνίου ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀκαριαῖον καὶ ὁμόρροπον τῷ τοῦ μαγνήτου.

Σημειωτέον δ' ὅτι πρέπει νὰ θέσωμεν τὸ γαλβανόμετρον εἰς ἰκανὴν ἀπὸ τοῦ πηνίου ἀπόστασιν, ἵνα μὴ δύνηται νὰ ἐπιδράσῃ ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς αὐτοῦ βελόνῃς ὁ μετακινούμενος μαγνήτης.

340. Ἡ ἐπαγωγή διὰ μαγνήτου δύναται νὰ γίνῃ καὶ κατ' ἄλλους δύο τρόπους. Δυνάμεθα δηλονότι ἢ τὸν μαγνήτην νὰ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ πηνίον, ἄποστε πλησιάζοντες μὲν ταχεῖα κινήσει στερεὸν κύλινδρον

μαλακοῦ σιδήρου εἰς τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ μαγνήτου παράγομεν ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ὁμόροπον τῷ τοῦ μαγνήτου, ἀποσπῶντες δ' ἀπ' αὐτοῦ τὸν μαλακὸν σιδήρον παράγομεν ρεῦμα ἀντίροπον τῷ τοῦ μαγνήτου· ἢ δυνάμεθα νὰ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ πηνίον στερεὸν κύλινδρον μαλακοῦ σιδήρου, ὃν ἀφίνομεν ἡρεμῶντα καὶ πρὸς ὃν πλησιάζομεν ἢ ἀπομακρύνομεν διὰ ταχείας κινήσεως μαγνήτην, ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ὁποῦ οὗ μαλακὸς σιδήρος γίνεται μαγνήτης, καὶ οὕτω παράγεται ἐν τῷ πηνίῳ ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἀντίροπον μὲν κατὰ τὴν προσπέλασιν τοῦ μαγνήτου, ὁμόροπον δὲ κατὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ σιδήρου.

**341. Ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς διὰ πηνίου καὶ μαγνήτου.** Τὰ ἰσχυρότερα ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα παράγονται διὰ τῆς συγχρόνου ἐπιδράσεως πηνίου καὶ μαγνήτου. Ἐστω BB (σχ. 270) τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον καὶ ΔΔ τὸ ἐσωτερικόν, εἰς τὸ ὁποῖον εἰσάγομεν δέσμην ἐκ συρμάτων ἢ κύλινδρον E μαλακοῦ σιδήρου. Τὰ πέρατα M καὶ N τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου Δ θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν δύο πόλων ἡλεκτρικῆς στήλης A. Καὶ καθ' ἣν μὲν στιγμὴν διαθιβάζομεν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου Δ, παράγεται ἐν τῷ ἐξωτερικῷ πηνίῳ B ρεῦμα ἀντίροπον, καθ' ἣν δὲ στιγμὴν διακόπτομεν τὸ ρεῦμα τοῦτο, παράγεται ἐν τῷ αὐτῷ πηνίῳ ρεῦμα ὁμόροπον. Ἀλλὰ τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ἡλεκτρικὰ ταῦτα ρεύματα εἶνε πολὺ ἰσχυρότερα τῶν δι' ἀπλοῦ πηνίου παραγομένων, τουτέστι τῶν ἄνευ πυρῆνος ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, διότι τὸ

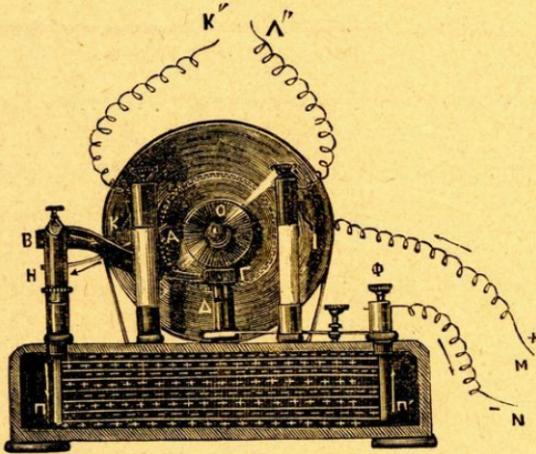


σχ. 270.

ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον οὐ μόνον ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ, ἀλλὰ καὶ μαγνητίζει τὸν μαλακὸν σιδήρον E, ὅστις οὕτω παράγει ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς ἐπὶ τοῦ πηνίου B ὁμόροπον τῷ πρώτῳ. Τῶν δύο δὲ τούτων ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων ἐνουμένων, παράγεται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς λίαν ἰσχυρόν, οὐ μόνον ὅταν τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα ἄρχεται διερχόμενον, ἀλλὰ καὶ ὅταν διακόπτηται· τὸ κατὰ τὴν διακοπὴν δὲ παραγόμενον εἶνε μάλιστα πολὺ ἰσχυρότερον τοῦ πρώτου.

Ἡ διακοπή καὶ ἡ ἀποκατάστασις τοῦ ἐπιδρωῶτος ρεύματος γίνεται διὰ τοῦ **ροητόμου** ΣΜΡ, ὁμοίου πρὸς τὸν τοῦ ἠλεκτρικοῦ κώδωνος (σχ. 267 § 336).

342. **Ἐπαγωγικὸν μὴχάνημα τοῦ Ruhmkorff.** Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐξ ἑνὸς κυλίνδρου ΑΔ (σχ. 271), εἰς τὸν ἄξονα τοῦ ὁποίου ὑπάρχει δέσμη Ο ἐκ συρμάτων μαλακοῦ σιδήρου περιβαλλομένη ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος παχέος καὶ μειονωμένου, ὅπερ

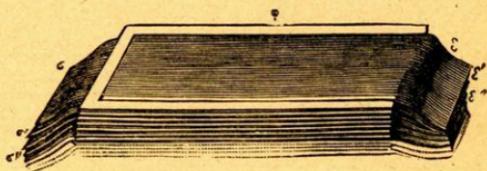


Σχ. 271.

ἀποτελεῖ τὸ ἐσωτερικὸν πηνίον ΑΓ, ἐφ' οὗ ἐλίσσειται σύρμα χαλκοῦν λεπτότατον ἀποτελοῦν τὸ ἐξωτερικὸν πηνίον ΚΔΙ. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα στήλης συγκειμένης ἐξ ὀλίγων στοιχείων Bunsen διαβιβάζεται διὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου, ὅποτε, ὡς εἴπομεν, ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ πηνίου παράγεται ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς. Ἄλλ' ἵνα ἔχωμεν σειρὰν τοιούτων ρευμάτων, ὀφείλομεν νὰ διακόπτωμεν καὶ ἀποκαθιστῶμεν διηνεκῶς τὸ ἐπιδρῶν τοῦτο ρεῦμα· πρὸς τοῦτο δὲ χρησιμεύει ὄργανον καλούμενον **ροητόμος**, ὅστις ἀποτελεῖται ἐκ μεταλλίνου μοχλοῦ ΒΓ δυναμένου νὰ περιστραφῇ περὶ τὸ ἐν ἄκρον αὐτοῦ Β καὶ φέροντος εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου Γ ἐρειδόμενον ἐπὶ τοῦ μεταλλίνου στυλίσκου Δ. Τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα εἰσερχόμενον διὰ τοῦ ἀγωγοῦ Μ διαρρέει τὸν ἀγωγὸν τοῦ ἐσωτερικοῦ πηνίου, ἐξερχόμενον δ' ἐξ αὐτοῦ μεταβαίνει διὰ τοῦ ἀγωγοῦ ΑΗ εἰς τὸν μεταλλινὸν στυλίσκον ΗΒ καὶ διὰ τοῦ μοχλοῦ ΒΓ εἰς τὸν στυλίσκον Δ καὶ ἐξ αὐτοῦ διὰ τοῦ

πιστικῷ κοχλίου Φ ἐπανερχεται εἰς τὸν δεύτερον πόλον τῆς ἡλεκτρικῆς στήλης. Ἄλλ' εὐθὺς ὡς διέλθῃ τὸ ρεῦμα, ὁ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου πυρῆν Ο μαγνητιζόμενος ἔλκει τὴν σφύραν Γ καὶ τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα διακοπτεται· διακοπτομένου δὲ τοῦ ρεύματος, ὁ πυρῆν Ο ἐπανερχεται εἰς τὴν φυσικὴν αὐτοῦ κατάστασιν, ἡ σφύρα Γ καταπίπτει καὶ κλείει αὖθις τὸ κύκλωμα τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος καὶ οὕτω καθεξῆς· οὕτω δ' ἔχουσα σειράν ἐξ ἐπαγωγῆς παλινδρόμων ρευμάτων ἐν τῷ ἐξωτερικῷ πηνίῳ, ἅτινα φθάνοντα εἰς τὰ πέρατα Κ' καὶ Λ' τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου τούτου δύνανται νὰ παραγάγωσι μεταξύ αὐτῶν σειράν ἰσχυρῶν ἡλεκτρικῶν σπινθήρων, ὁποίους δὲν δύναται νὰ παραγάγῃ ἡ στήλη ἢ παρέχουσα τὸ ἐπιδρῶν ρεῦμα. Ἐὰν ἡ ἀπόστασις μεταξύ τῶν δύο περῶτων Κ' καὶ Λ' εἶνε μικρὰ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἢ ἀντίστασις, ἣν πρόκειται νὰ ὑπερνικήσῃ ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ, εἶνε μικρὰ, ἀμφοτέρωθεν τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα, ἥτοι τό τε ὁμόρροπον τῷ ἐπιδρῶντι ρεύματι καὶ τὸ ἀντίρροπον, δύνανται νὰ διέλθωσιν. Ἐὰν ὅμως αὐξήσωμεν τὴν ἀπόστασιν, διέρχονται μόνον τὰ ὁμόρροπα, οὕτως ὥστε τὸ μηχανήμα τότε παρουσιάζει δύο πόλους ὠρισμένους, θετικὸν καὶ ἀρνητικόν, ἥτοι ἀνοδὸν καὶ κάθοδον.

Οἱ ἡλεκτρικοὶ σπινθήρες οἱ διὰ τῆς συσκευῆς ταύτης παραγόμενοι εἶνε ἰσχυρότεροι καὶ μείζονες, ὅταν ἐν τῇ συσκευῇ προστεθῇ καὶ πυκνωτὴς ΠΠ' ὁ ἐν τῷ βάρῳ αὐτῆς εὐρισκόμενος καὶ ἀποτελούμενος ἐκ φύλλων κωσιτέρου, μεταξύ τῶν ὁποίων παρεντίθενται φύλλα χάρτου φ (σχ. 272) ἐμπεποτισμένα διὰ παραφίνης, οὕτως ὥστε καὶ τὰ τάξεως ἀρτίας σσ'σ' ἐξέχοντα πρὸς τὸ ἐν μέρος νὰ συνάπτωνται ἀλλήλοις καὶ τὰ τάξεως περιττῆς εε'ε' ἐξέχοντα ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους νὰ συνάπτωνται ὁμοίως πρὸς ἄλληλα. ἀλλὰ τὰ πρῶτα νὰ εἶνε ἡλεκ-



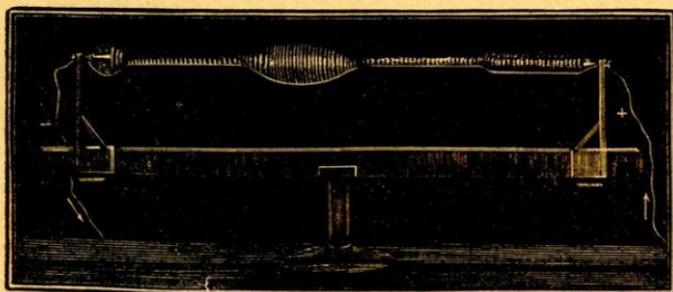
Σχ. 272.

τρικῶς μεμονωμένα ἀπὸ τῶν δευτέρων. Καὶ τὰ μὲν σσ'σ' τίθενται εἰς συχνογωνίαν μετὰ τῆς σφύρας ΒΓ, τὰ δὲ εε'ε' μετὰ τοῦ ἄκμονος Δ τοῦ ῥητόμου. Εἰς τὰς δύο δὲ ταύτας μεταλλίνας ἐπιφανείας τὰς ἀπ' ἀλλήλων μεμονωμένας διαχεόμενα αἱ δύο ἀντίθετοι ἡλεκτρικαὶ τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος κατὰ τὴν διακοπὴν αὐτοῦ δὲν παράγουσι σπινθήρα μεταξύ σφύρας Γ καὶ ἄκμονος Δ, οὕτω δὲ τοῦ ἐπιδρῶντος ρεύματος διακοπτομένου ἀποτόμως τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα εἶνε ἰσχυρότερα.

343. Θέτοντες εἰς συχλογωνίαν τοὺς ἀγωγοὺς Κ' καὶ Λ' μετὰ

τῶν δύο ὀπλισμῶν λουγδουνικῆς λαγῆνου πληροῦμεν ταύτην ἐν ἀκαρεῖ καὶ παράγομεν ἰσχυροτάτους ἠλεκτρικούς σπινθήρας. Διὰ τῶν σπινθῆρων τοῦ μηχανήματος τοῦ Ruhmkorff δύναται νὰ γίνῃ ἀνάφλεξις μεγίστου ἀριθμοῦ ὑπονόμων.

344. **Σωλῆνες Geissler.** Ἐπειδὴ ὁ ἀήρ ἔχει τοσούτῳ μείζονα ἀγωγὸν δύναμιν, ὅσῳ εἶνε ἀραιότερος, τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα ἐν μὲν τῷ ἀέρι ὑπὸ τὴν κανονικὴν πίεσιν παράγουσι σπινθήρας ὀλίγων ὕψεκ., ἀλλὰ διαβιβάζόμενα δι' ὑαλίνων σωλῆνων ἐμπεριεχόντων ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα ἢ ἀέριον ὑπὸ ἐλαχίστην πίεσιν ἴσην πρὸς τὸ  $\frac{1}{1000}$  τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως δύναται νὰ διαδράμωσιν αὐτόν, καίπερ ἔχοντα



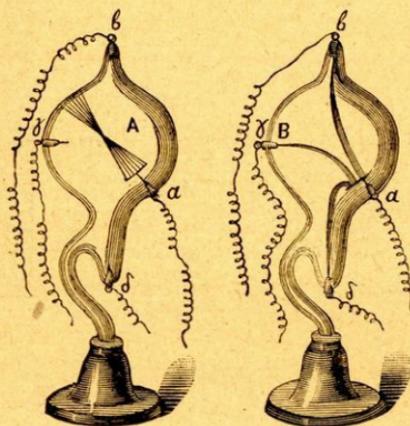
Σχ. 273.

ἱκανὸν μῆκος. Πρὸς τοῦτο χρησιμεύουσιν οἱ σωλῆνες τοῦ Geissler (σχ. 273), οἵτινες ἐκατέρωθεν κεκλεισμένοι ὄντες φέρουσι κατὰ τὰ πέρατα ἐν τῇ ὑάλῳ ἐμπεπηγότα διὰ τήξεως σύρματα λευκοχρύσου, δι' ὧν διαβιβάζομεν τὰ ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρικὰ ρεύματα, καὶ περιέχουσι λίαν ἀραιὰ ἀέρια ἢ ἀτμούς ὑπὸ ἐλαχίστην πίεσιν. Τὸ ρεῦμα τὸ διαρρέον τὸ ἀέριον ἐπιφέρει τὴν φωσφόρησιν αὐτοῦ, οὗτινος τὸ χρῶμα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως αὐτοῦ, ὃν ὑποπράσινον μὲν εἰς τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ, ἐρυθροκίτρινον δ' εἰς τὸ ἄζωτον καὶ ὑπέρυθρον εἰς τὸ ὕδρογόνον.

345. **Σωλὴν Crookes.** Ἔστωσαν δύο ὑάλινα σφαιρικὰ δοχεῖα A καὶ B (σχ. 274) ὅμοια τὸ σχῆμα καὶ πανταχόθεν κεκλεισμένα· ἐκάτερον αὐτῶν φέρει ἐμπεπηγότα διὰ τήξεως ἐν τῇ ὑάλῳ τέσσαρα σύρματα α, β, γ, δ ἐκ λευκοχρύσου, δι' ὧν διαβιβάζεται τὸ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεῦμα. Τὸ ἐκ λευκοχρύσου σύρμα α φέρει εἰς τὸ ἐσωτερικὸν πέρασ αὐτοῦ μικρὸν κοῖλον ἐκ λευκοχρύσου δισκάριον. Τὸ μὲν δοχεῖον B, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὁ ἀήρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν ἴσην πρὸς

$\frac{1}{1000}$  τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἀποτελεῖ σωλῆνα Geissler, τὸ δὲ δοχεῖον A, ἐν τῷ ὁποίῳ ὁ ἀήρ εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν πολὺ μικροτέραν καὶ ἴσην πρὸς τὸ  $\frac{1}{1000000}$  τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀποτελεῖ σωλῆνα τοῦ Crookes.

Ἐὰν πειραθῶμεν ἐπὶ ἐκατέρου τῶν δοχείων A καὶ B ἐφαρμόζοντες τὸν ἀρνητικὸν μὲν πόλον, ἤτοι τὴν κάθοδον, πάντοτε εἰς τὸ σημεῖον a τοῦ δοχείου, τὸν δὲ θετικόν, ἤτοι τὴν ἀνοδὸν, διαδοχικῶς εἰς τὸ



Σχ. 274.

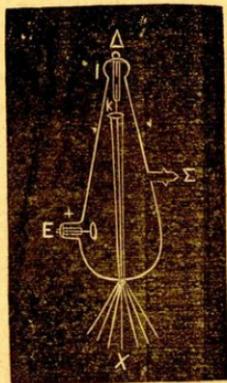
σημεῖον b ἢ γ ἢ δ τοῦ δοχείου, βλέπομεν τότε ἐν μὲν τῷ τοῦ Geissler δοχείῳ B καμπύλην φωσφορίζουσαν δεικνύουσαν τὴν διάβασιν τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος ὡς διὰ γεφύρας ἀρχομένης ἀπὸ τοῦ a καὶ ἐξικνουμένης ἢ εἰς τὸ b ἢ εἰς τὸ γ ἢ εἰς τὸ δ, εἰς τὸ σημεῖον δηλ. εἰς ὃ ἐφηρμόσθη ὁ θετικὸς πόλος, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα.

Δὲν ἔχει ὁμῶς οὕτως, ὅταν πειρώμεθα διὰ τοῦ δοχείου A τοῦ Crookes. Τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου ἐφαρμολθέντος εἰς τὸ a, τοῦ δὲ θετικοῦ εἰς τὸ b ἢ γ ἢ δ, βλέπομεν ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τῷ δισκαρίῳ a τοιχώματος τοῦ δοχείου φωσφορήσιν ἐπὶ κυκλικῆς ἐπιφανείας, ἧτις διατηρεῖ ἐπὶ τοῦ δοχείου ἀμετάβλητον τὴν θέσιν, ὅπουδῆποτε καὶ ἂν ἐφαρμολσθῇ ὁ θετικὸς πόλος.

346. Ἀκτῖνες καθοδικαὶ καὶ ἀκτῖνες τοῦ Röntgen. Αἱ ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ἤτοι ἐκ τῆς καθόδου ΔΚ (σχ. 275), ἐκπορευόμεναι ἀόρατοι αὐταὶ ἀκτῖνες ἐκλήθησαν καθοδικαί. Αὐταὶ προσπί-

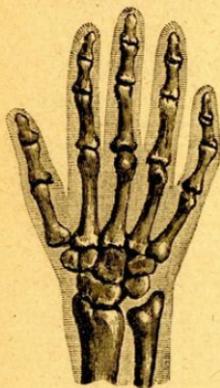
πτουσαι ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τοιχώματος τοῦ δοχείου γίνονται πρό-  
ξενοι νέου εἶδους ἀκτίνων ἀοράτων X, αἵτινες εἶνε αἱ ἀκτῖνες τοῦ  
Röntgen.

Αἱ ἀκτῖνες αὗται εἶνε μὲν ἀόρατοι, ἀλλὰ προσπίπτουσαι ἐν τῷ  
σκοτεινῷ ἐπὶ χαρτίνου διαφράγματος κεκαλυμμένου καὶ δι' ἄλλων μὲν  
οὐσιῶν, ἰδίᾳ ὁμως διὰ κυανιοῦχου βαρυολευκοχρό-  
σου, καθιστῶσιν αὐτὸ φωτεινὸν καὶ λάμπον ὡς ἡ  
πυγολαμπίς. Ἡ αὐτὴ φωσφορήσις παράγεται καὶ  
ὅταν ἐν τελείως σκοτεινῷ θαλάμῳ καλύψωμεν  
τὸ δοχεῖον διὰ μέλανος χάρτου ἢ ὑφάσματος.  
Ἐκ τούτων δὲ συνάγομεν ὅτι ὁ χάρτης καὶ τὸ  
ὑφασμα εἶνε περατὰ διὰ τῶν ἀκτίνων τοῦ Rön-  
tgen. Περαιτὰ σώματα εἶνε τὸ ξύλον, τὸ ἐλα-  
στικὸν κόμμι καὶ τὰ ἐλαφρὰ μέταλλα, ἥττον  
περατὰ ἢ ὕαλος, ἡ ἄργιλλος καὶ ἀπέρατα τὰ  
βαρέα μέταλλα (μόλυβδος, χρυσός, λευκόχρυσος).  
Τὸ ἀπέρατον τῶν σωμάτων εἶνε περίπου ἀνάλο-  
γον τοῦ γινομένου τοῦ πάχους τοῦ σώματος ἐπὶ  
τὴν πυκνότητα αὐτοῦ.



Σχ. 275.

### 347. Ἀκτινοσκοπία καὶ ἀκτινογραφία τοῦ Röntgen.

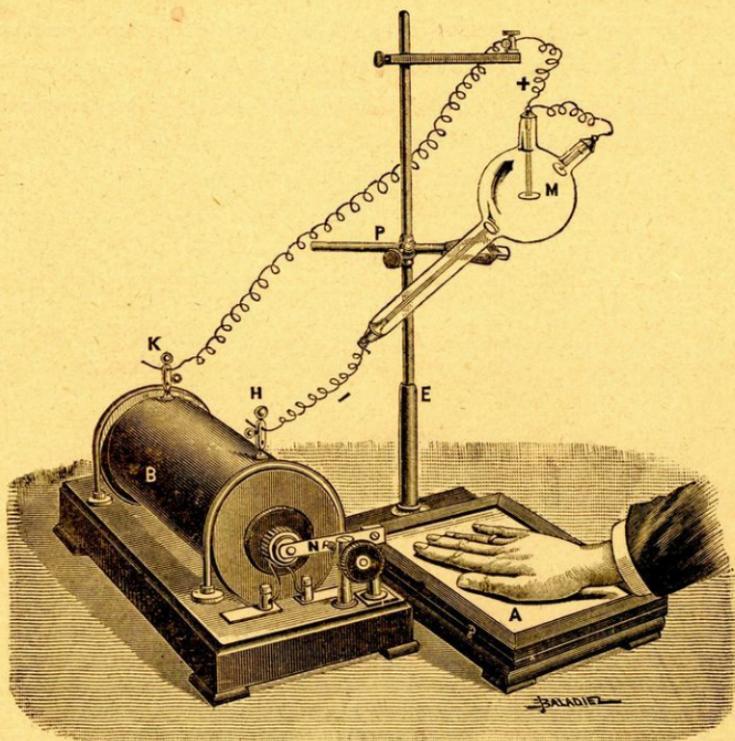


Σχ. 276.

Ἐὰν θέσωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν μεταξὺ τοῦ δο-  
χείου τοῦ ἐκπέμποντος τὰς ἀκτῖνας τοῦ Rön-  
tgen καὶ τοῦ διαφράγματος στρέφοντες πρὸς  
ἡμᾶς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ τὴν διὰ κυανιοῦχου  
βαρυολευκοχρόσου κεκαλυμμένην, βλέπομεν τὴν  
σκιάν τοῦ σαρκώδους μέρους τῆς χειρός, ἐντὸς  
δ' αὐτῆς σκοτεινότεραν τὴν τῶν ὀστέων (σχ.  
276). Πειρώμεθα δὲ ἢ ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ ἢ  
καὶ ἐν φωτεινῷ ὀπλιζόμενοι διὰ τοῦ κρηπτο-  
σκοπίου, εἰς τὸ βάθος τοῦ ὁποίου ὑπάρχει τὸ  
διάφραγμα.

Αἱ ἀκτῖνες τοῦ Röntgen οὐ μόνον γίνονται  
πρόξενοι φωσφορήσεως, ἀλλὰ δύνανται καὶ νὰ  
προσβάλλωσι τὰς φωτοπαθεῖς ἐνώσεις τοῦ ἀρ-  
γύρου, δι' ὧν εἶνε κεκαλυμμένοι αἱ φωτογραφικαὶ πλάκες. Τοιαύτη δὲ  
εἶνε ἡ καλουμένη ἀκτινογραφία Röntgen, ἥτις διὰ τὴν ἀκτινογρα-

φίαν π. χ. τῆς χειρὸς ἐκτελεῖται ὡς ἐξῆς. Ἡ ὑάλινη σφαῖρα M (1) στερεοῦται ἐπὶ καταλλήλου στηρίγματος E P (σχ. 277), οὕτως ὥστε νὰ στρέφῃ τὴν ἐπιφάνειαν M τὴν ἐκπέμπουσαν τὰς ἀκτῖνας τοῦ Röntgen πρὸς τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ πρόκειται νὰ ἀκτινογραφηθῇ, καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν δύο πόλων K καὶ H τοῦ ἐπαγω-



Σχ. 277.

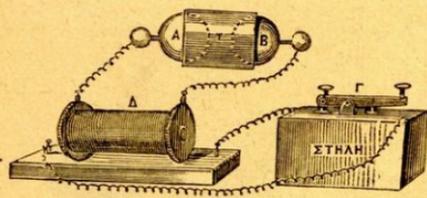
γικοῦ μηχανήματος τοῦ Ruhmkorff B. Ἡ φωτογραφικὴ πλάξ A περιβεβλημένη καλῶς διὰ μέλανος χάρτου τίθεται ἐπὶ τῆς τραπέζης καὶ ἄνωθεν ἐφαρμύζομεν τὴν χεῖρα ἡμῶν, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα.

(1) Αἱ ὑάλινοι σφαῖραι, ὧν γίνεται χρῆσις τὴν σήμερον πρὸς παραγωγὴν ἀκτῖνων τοῦ Röntgen, περιέχουσιν εἰς τὸ κέντρον αὐτῶν δισχάριον ἐπίπεδον M ἐκ λευκοχρύσου ἢ ἰριδίου, ἐπὶ τοῦ ὁποίου προσπίπτουσαι αἱ καθοδικαὶ ἀκτῖνες μετατρέπονται εἰς ἀκτῖνας τοῦ Röntgen.

Διαβιβάζοντες επί τινα λεπτά τῆς ὥρας τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τοῦ δοχείου M, ὑποβάλλομεν εἴτα τὴν φωτογραφικὴν πλάκα εἰς τὰς συνήθεις ἐν τοῖς φωτογραφείοις ἐργασίας, ὅποτε ἐμφανίζεται ἡ ἀρνητικὴ εἰκὼν καὶ δι' αὐτῆς ἡ θετικὴ.

Δι' ἀκτινοσκοπίας δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν οὐ μόνον τὰ ὀστᾶ ζῶντος, ἀλλὰ καὶ τὸ διάφραγμα καὶ τὴν καρδίαν ἐν κινήσει καὶ μεταλλικὸν τι σῶμα, ὡς μολυβδίνην σφαῖραν, ἐν τῷ σώματι ὑπάρχουσαν.

**348. Τηλέγραφος ἄνευ σύρματος.** Πρὸ τινος χρόνου ὁ Ἴταλὸς Marconi ἐπενόησε τρόπον τηλεγραφικῆς ἀνταποκρίσεως ἄνευ σύρματος συνδυάσας δύο ἀνακαλύψεις, τὴν τοῦ Hertz καὶ τὴν τοῦ Branly. Πρὸ τινῶν ἐτῶν ὁ Hertz ἀνεῦρε μέσον, δι' οὗ ἠδυνήθη νὰ παραγάγῃ ἐν τῷ διαστήματι ἠλεκτρικὰς κυμάνσεις ἐχούσας μεγάλην ὁμοιότητα πρὸς τὰς φωτεινὰς κυμάνσεις, ἃς παράγει ἐν τῷ αἰθέρι φωτοβόλον σῶμα, ἣ καὶ πρὸς τὰς ἠχητικὰς κυμάνσεις, ἃς παράγει ἐν



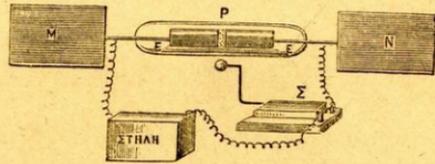
Σχ. 278.

τῷ ἀέρι ἠχογόνον σῶμα. Ἡ συσκευὴ τοῦ Hertz, ὡς ἐτροποποίησεν αὐτὴν ὁ Marconi διὰ τὸν τηλεγράφον αὐτοῦ, ἀποτελεῖται ἐξ ἐπαγωγικοῦ μηχανήματος τοῦ Runkorff Δ (σχ. 278), οὗτινος οἱ δύο πόλοι συνάπτονται μετὰ δύο

χαλκίνων σφαιρῶν Α καὶ Β, ὧν τὸ ἕμισυ εἰσέρχεται ἐντὸς δοχείου Τ πλήρους ἐλαίου. Τὸ ρεῦμα ἠλεκτρικῆς στήλης εἰσάγεται εἰς τὸ ἐπαγωγικὸν μηχανήμα Δ διὰ χειριστηρίου Γ ἐντελῶς ὁμοίου πρὸς τὸν πομπὸν τοῦ τηλεγράφου Μόρσου (σχ. 263 § 332). Ἐὰν ἡ λαβὴ τοῦ πομποῦ πιεσθῇ ἐπὶ μίαν χρονικὴν στιγμήν, παράγονται μετὰ τῶν σφαιρῶν ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες ἐπὶ μίαν ὡσαύτως χρονικὴν στιγμήν. Ἐὰν τούναντίον ἢ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ τοῦ χειριστηρίου πίεσις διαρκέσῃ τριπλάσιον π.χ. ἢ πρότερον χρόνον, καὶ οἱ ἠλεκτρικοὶ σπινθῆρες διαρκούσιν ἴσον χρόνον. Αἱ ἠλεκτρικαὶ αὗται μετὰ τῶν δύο σφαιρῶν Α καὶ Β ἐκκενώσεις ἐγείρουσιν εἰς τὸν πέριξ αἰθέρα ἰδιαιτέρας φύσεως κυμάνσεις, αἵτινες ἔχουσαι ἄλλοτε μὲν μικρὰν διάρκειαν ἄλλοτε δὲ μείζονα βαίνουσι πρὸς τὰ πρόσω καὶ δύναται νὰ δεχθῇ αὐτὰς κατάλληλος δέκτης.

Ὁ Branly ἀνεῦρεν ὅτι, ἂν εἰς ἠλεκτρικὸν κύκλωμα παρενθέσωμεν

λεπτὰ ρινηήματα μετάλλου, ταῦτα δὲν ἄγρουσι καλῶς τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἀλλ' ἐὰν τὰ ρινηήματα ταῦτα δεχθῶσιν ἠλεκτρικὰς κυμάνσεις, ἀποκτῶσιν εἰδὸς τι συνοχῆς καὶ ἀποβαίνουνσιν ἀγωγά τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Τὴν συνοχὴν δὲ ταύτην καταστρέφομεν ἀνακινουήντες τὸν σωλῆνα τὸν περιέχοντα τὰ ρινηήματα, ὅτε ταῦτα πάλιν ἀποβάλλουσι τὴν ἠλεκτραγωγὸν αὐτῶν δύναμιν. Ὁ δέκτης εἰς τὸν τηλέγραφον τοῦ **Marconi** ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἀργυρῶν κυλίνδρων **EE** (σχ. 279) ἐγκελεισμένων ἐν ὑάλινῳ σωλῆνι **P** κενῷ ἀέρος, μεταξὺ τῶν ὁποίων ὑπάρχει διάστημα  $\frac{1}{2}$  χιλιοστ. πεπληρωμένον λεπτοτάτων ρινημάτων νικελίου καὶ ἀργύρου. Παρεμβάλλεται δ' ὁ σωλῆν οὗτος εἰς ἠλεκτρικὸν κύκλωμα περιέχον ἠλεκτρικὴν στήλην καὶ ἠλεκτρικὸν κώδωνα **Σ**, οὔτινος ὅμως τὸ σφαιρικὸν πλήκτρον πλήττει οὐχὶ κωδώνιστον, ὡς εἰς τὸν κοινὸν ἠλεκτρικὸν κώδωνα, ἀλλὰ τὸν ὑάλινον σωλῆνα **P**. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τῆς τοπικῆς ταύτης στήλης δὲν δύναται νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ κώδωνος ἕνεκα τῆς μεγάλης ἀντιστάσεως, ἣν παρέχουσι τὰ ρινηήματα εἰς τὴν δίοδον αὐτοῦ. Τούναντίον ὅμως



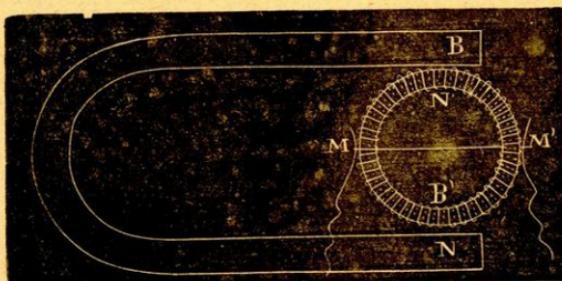
Σχ. 279.

τὸ ρεῦμα τοῦτο καθίσταται ἰκανὸν νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ τοῦ κώδωνος, ὅταν τὰ ρινηήματα εὑρεθῶσιν ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων, ἃς ἐκπέμπει ὁ ἕτερος σταθμὸς καὶ τὰς ὁποίας συλλέγουσιν αἱ μεταλλικαὶ ἐπιφάνειαι **M** καὶ **N**, αἵτινες κείμεναι ἐκατέρωθεν τοῦ σωλῆνος **P** συνάπτονται μεταλλικῶς μετὰ τῶν ἀργυρῶν κυλίνδρων **E, E**. Τὸ πλήκτρον τοῦ κώδωνος κρούει τὸν σωλῆνα, οὔτως ὥστε ἡ μεταξὺ τῶν μεταλλικῶν ρινημάτων συνοχὴ καταστρέφεται, ὅταν ταῦτα δὲν εὑρίσκωνται πλέον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἠλεκτρικῶν κυμάνσεων. Οὔτως εἶνε ἐφικτὸν διὰ τοῦ χειριστηρίου **Γ** νὰ ἐκπέμπωμεν ἠλεκτρικὰς κυμάνσεις ὅτε μὲν ἐλάσσονος διαρκείας, ὅτε δὲ μείζονος, δι' ὧν τὸ πλήκτρον ἐπιφέρει κρούσεις ἢ μικρᾶς διαρκείας ἢ μείζονος, αἵτινες παριστῶσι τὰ σημεῖα καὶ τὰς γραμμὰς τοῦ Μορσικοῦ ἀλφαβήτου. Ἀλλὰ συνήθως παρεντίθεται εἰς τὸ κύκλωμα τοῦ σωλῆνος τοπικὴ στήλη καὶ μικρὸς ἠλεκτρομαγνήτης, ὅστις κλείει τὸ κύκλωμα δευτέρας στήλης, δι' ἧς λειτουργεῖ οὐ μόνον τὸ πλήκτρον, ἀλλὰ καὶ πλήρης Μορσικὴ συσκευή.

Διὰ τοῦ συστήματος τούτου ἐπέτυχεν ὁ **Marconi** τὴν κατὰ θάλασσαν μεταξὺ πλοίων ἢ ἀκτῶν τηλεγραφικὴν ἀνταπόκρισιν μέχρι ἀποστάσεως 60 χιλιομέτρων. Διὰ τὴν ἀνταπόκρισιν ταύτην ἀναστηλοῦνται σιδηροὶ κοντοὶ 54 μέτρων ὕψους συγκοινωνοῦντες μετὰ τῆς ἐτέρας τῶν ἐπιφανειῶν **M** ἢ **N** τοῦ πομποῦ καὶ τῶν σφαιρῶν **A** ἢ **B** τοῦ δέκτου, ἐκ τῆς κορυφῆς δὲ τῶν κοντῶν τούτων ἐκπορεύονται αἱ ἠλεκτρικαὶ κυμάνσεις καθ' ὅλας μὲν τὰς διευθύνσεις, ἀλλ' ἰδίᾳ ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ τῷ ἄξονι τοῦ κοντοῦ κατὰ τὸ ἀνώτατον ἄκρον αὐτοῦ.

**349. Ἡλεκτρομηχαναί.** Αἱ ἠλεκτρομηχαναὶ διαίρουνται εἰς μαγνητοηλεκτρικὰς καὶ δυναμοηλεκτρικὰς. Καὶ μαγνητοηλεκτρικαὶ μὲν μηχαναὶ καλοῦνται ἐκεῖναι, αἵτινες τῇ βοήθειᾳ μονίμων μαγνητῶν μετατρέπουσι τὴν κινουσαν δύναμιν εἰς ἠλεκτρισμόν· δυναμοηλεκτρικαὶ δ' ἐκεῖναι, αἵτινες ἄνευ ἀρχικοῦ μαγνήτου μετατρέπουσι τὴν κινουσαν δύναμιν εἰς ἠλεκτρισμόν.

**350. Ἡλεκτρομηχανὴ τοῦ Gramme.** Αὕτη σύγκειται ἐκ δακτυλίου μαλακοῦ σιδήρου **MN** **M'B'** (σχ. 280) περιβεβλημένου ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος

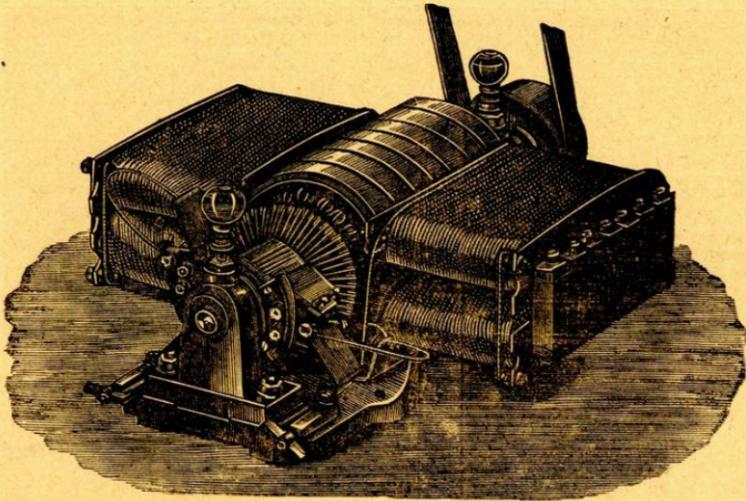


Σχ. 280.

μεμονωμένου, οὔτινος τὰ δύο ἄκρα εἶναι ἠνωμένα πρὸς ἀλλήλα, οὕτως ὥστε σχηματίζεται ἑλιξ συνεχῆς καὶ ἀτέρμων. Τὸ σύρμα τούτου εἶνε ἀπογεγυμνωμένον καθ' ὅλα τὰ σημεῖα αὐτοῦ τὰ πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν περιφέρειαν τοῦ δακτυλίου κείμενα, εἰς ἃ δύο μέταλλα ἐλάσματα τρίβονται κατὰ δύο ἐκ διαμέτρου ἀντίθετα σημεῖα **M** καὶ **M'** τοῦ δακτυλίου. Ὁ δακτύλιος οὗτος κείμενος μεταξὺ τῶν δύο πόλων ἰσχυροῦ πεταλοειδοῦς μαγνήτου **BN** καὶ κατ' ἀκολουθίαν μαγνητιζόμενος τίθεται εἰς ταχεῖαν περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περιστροφικὴν κίνησιν καὶ οὕτως ἐπὶ τοῦ ἀγωγῷ αὐτοῦ ἀναπτύσσονται ἠλεκτρικὰ ρεύματα, ἅτινα συλλέγομεν διὰ τῶν μεταλλίνων ἐλασμάτων **M** καὶ **M'**. Τοιαύτη οὕσα ἢ μηχανὴ αὕτη καλεῖται μαγνητοηλεκτρικὴ. Ἄλλ' ὁ Gramme ἐπήνεγκε σπουδαιωτάτην τροποποίησιν αὐτῆς, οὕτως ὥστε οὐ μόνον ἀπέφυγε τὴν χρῆσιν μονίμων μαγνητῶν, ἀλλὰ καὶ τὰ ἀποτελέσματα αὐτῆς ἠδυνήθη ν' αὐξήσῃ. Πρὸς τοῦτο ὁ δακτύλιος τῆς μηχανῆς περιστρέφεται μεταξὺ τῶν πόλων δύο μεγάλων ἠλεκτρομαγνητῶν, ὧν οἱ ἀγωγοὶ διαρρέονται ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ παραγομένου ἐκ τῷ ἀγωγῷ τοῦ δακτυλίου διὰ τῆς ἀσθενοῦς κατὰ

πρῶτον ἐπιδράσεως τοῦ ἐλευθεροῦ μαγνητικοῦ ρευστοῦ. ὅπερ φέρουσιν οἱ πυρῆνες τῶν ἤλεκτρομαγνητῶν. Ἡ οὕτω δὲ τροποποιηθεῖσα μηχανὴ αὕτη εἶνε αὐτουργός, διὰτι αὐτὸ τοῦτο τὸ ρεῦμα τὸ ἐν τῷ ἀγωγῷ τοῦ δακτυλίου παραγόμενον διαρρέον τὸν ἀγωγὸν τῶν ἤλεκτρομαγνητῶν μαγνητίζει τοὺς πυρῆνας αὐτῶν, οἵτινες ἐπιδρῶντες ἐπὶ τοῦ δακτυλίου παράγουσιν ἤλεκτρικὸν ρεῦμα, οὗτινος ἡ ἰσχύς αὐξάνεται ἐπιταχυομένης τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ δακτυλίου.

351. Ἡλεκτρομηχανὴ Siemens-Halske. Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἤλεκτρομαγνητῶν (σχ. 281). μεταξὺ τῶν πόλων τῶν ὁποίων στρέφεται σιδηροῦς κοῖλος κύλινδρος φέρων κατὰ μῆκος τῆς ἐξωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας τῆς



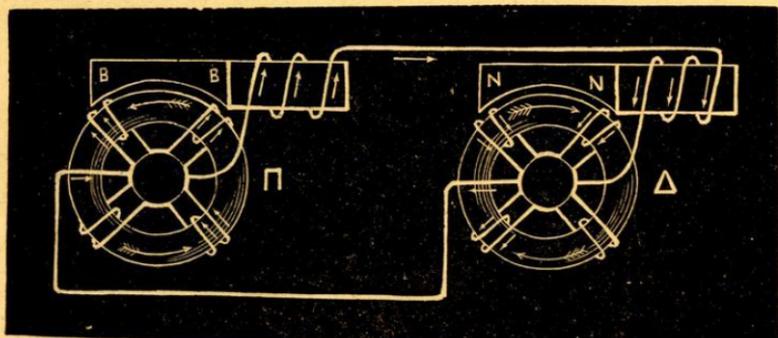
Σχ. 281.

κυρτῆς πειρᾶν γαλκῶν συρμάτων μεμονωμένων, ἐφ' ὧν παράγονται κατὰ τὴν στρεφῆν ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἅτινα συλλέγοντες χρησιμοποιοῦμεν.

### 352. Μεταβίβασις κινήσεως ἐκ τῆς ἀπαιτήσεως διὰ τοῦ ἤλεκτρισμοῦ.

Αἱ ἤλεκτρομηχαναὶ χρῆσιμῶσιν οὐ μόνον εἰς τὸν ἤλεκτρικὸν φωτισμὸν, ἀλλὰ καὶ πρὸς μεταβίβασιν δυνάμεως διὰ τοῦ ἤλεκτρισμοῦ καὶ μάλιστα φυσικῶν δυνάμεων. οἷον πίπτοντος ὕδατος, αἵτινες ἄλλως θ' ἀπώλλυντο. Ἡ μεταβίβασις δηλ. κινήσεως δυνάμεως διὰ τοῦ ἤλεκτρισμοῦ στηρίζεται ἐπὶ τῆς ιδιότητος τῶν ἤλεκτρομηχανῶν, καθ' ἣν αὐταὶ τιθέμεναι μὲν εἰς κίνησιν δι' ἀτμοκινήτου μηχανῆς ἢ δι' ὑδραυλικοῦ τροχοῦ ἢ δι' ἄλλου τινὸς μέσου παράγουσιν ἤλεκτρικὸν ρεῦμα, δεχόμεναι δὲ ἤλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπερ ἢ διὰ στήλης ἢ δι' ἄλλης ὁμοίας μηχανῆς παράγουσιν, τιθενται δι' αὐτοῦ εἰς κίνησιν. Οὕτω π.χ. ὑποθέτωμεν ὅτι θέλομεν νὰ χρησιμοποιήσωμεν ἕν τινα πολεὶ τὴν κινῆσιν οὖσαν δυνάμειν, ἣν ἐνέχει ὕδωρ πίπτον ἐξ ὕψους, ἀλλ' εἰς μέσος μεμικρυσμένον ἀπὸ τῆς πόλεως ταύτης. Ὑπὸ τὸ πίπτον ὕδωρ τοποθετοῦμεν ὑδραυλικὸν τροχὸν ἢ ὑδροστροβίλου, οἵτινες θέτουσιν εἰς κίνησιν παρακειμένην ἤλεκτρομηχα-

νήν Π (σχ. 282). Τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα τὸ ὑπ' αὐτῆς παραγόμενον διοχετευόμενον δι' ἑναερίου ἀγωγοῦ, οἷος εἶνε ὁ τηλεγραφικὸς, μέχρι δευτέρας ἠλεκτρομηχανῆς Δ κειμένης ἐν ἐργοστασίῳ τινὶ τῆς πόλεως, θέτει αὐτὴν εἰς κίνησιν καὶ δι' αὐτῆς κινεῖ ποικίλα μηχανήματα ἢ διαβιβαζόμενον διὰ καταλλήλων ἠλεκτρικῶν λαμπτήρων παράγει φῶς. Οὕτω βλέπομεν σήμερον μικρὰς κώμας ἐντὸς τῶν ὁρέων κειμένας, ὡς εἰς τὰς "Αλλεῖς, φωτιζομένας ἀπλῆτως δι' ἠλεκτρικοῦ φωτός ἐνεκα τοῦ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτῶν ἀπόστασιν καταπίπτοντος ἀφθόνου ὕδατος. Ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς στηρίζεται καὶ ἡ διὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διανομὴ κινούσης δυνάμεως εἰς τὰ διάφορα ἐργοστάσια, οἷον τυπογραφεῖα, ἅτινα ἔχουσι μὲν ἀνάγκη ἰσχυρᾶς κινούσης δυνάμεως, ἀλλ' ἡ τοποθέτησις ἐντὸς αὐτῶν ἀτμομηχανῶν



Σχ. 282.

θ' ἀπέβαινε δυσχερῆς καὶ δαπανηρά. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην αἱ ἠλεκτρομηχαναὶ αἱ χρησιμοποιοῦμεναι διὰ τὸν φωτισμὸν τῆς πόλεως κινουσι μικρὰς ἠλεκτρομηχανὰς ἐν τοῖς ἐργοστασίοις κειμένας, αἵτινες κινουσι τὰ μηχανήματα τοῦ ἐργοστασίου, οἷον τὰ τυπογραφικὰ πιεστήρια. Ἡ μεταφορὰ κινητηρίου δυνάμεως διὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ χρησιμοποιεῖται ὡσαύτως καὶ εἰς τὴν κίνησιν ἀμαξῶν ἐπὶ σιδηρῶν τροχιῶν. Πρὸς τοῦτο μόνιμος κινητήριος ἀτμομηχανὴ κινεῖ ἠλεκτρομηχανήν, ἧς τὸ ρεῦμα διοχετευόμενον δι' ἑναερίων ἢ ὑπογείων μεμονωμένων μεταλλίνων ἀγωγῶν θέτει εἰς κίνησιν δευτέραν ἠλεκτρομηχανήν ἐν τῇ ἀμάξῃ εὐρισκόμενην, ἧς ἡ κίνησις μεταδίδεται μηχανικῶς εἰς τοὺς τροχοὺς αὐτῆς.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΑΤΟΝ

## ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

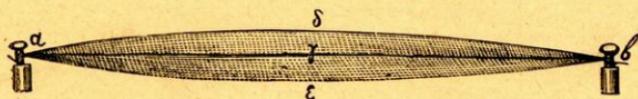
### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΠΕΡΙ ΗΧΟΥ. ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.

353. *Ἀκουστικὴ* καλεῖται τὸ μέρος τῆς φυσικῆς, ὅπερ πραγματεύεται περὶ τῆς γενέσεως καὶ διαδόσεως τοῦ ἤχου, ἤτοι περὶ τοῦ ἰδιαιτέρας φύσεως αἰσθήματος ἐκείνου, ὅπερ παράγεται ἐπὶ τοῦ ἀκουστικοῦ ἡμῶν ὄργανου διὰ τῆς παλμικῆς τῶν ἠχογόνων σωμάτων κινήσεως, ἥτις διαδίδεται διὰ περιέχοντος σταθμητοῦ καὶ ἐλαστικοῦ, οἷος εἶνε ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, τὸ ὕδωρ, ὁ σίδηρος κτλ.

354. Πᾶν σῶμα ἠχογόνον εὐρίσκεται ἐν τρομῶδει κινήσει, τουτέστι κραδαίνεται, ἐφ' ὅσον παράγει ἤχον· τοῦτο δ' ἀποδεικνύεται διὰ πολλῶν πειραμάτων.

α΄) *Παλμικὴ κίνησις χορδῆς*. Ἐὰν λάβωμεν λευκὴν χορδὴν καὶ τείνωμεν αὐτὴν μεταξὺ δύο ἤλων *α, β* (σχ. 283) καὶ μάλιστα ἐνώ-



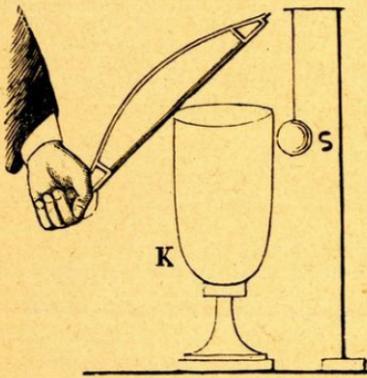
Σχ. 283.

πιον μέλανος πίνακος, εἶτα δὲ ἀπομακρύναντες τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας γ ἀφήσωμεν αὐτὴν ἐλευθέραν, ἢ χορδῆ δυνάμει τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας· ἐπανελθοῦσα δ' εἰς τὴν θέσιν ταύτην, ὑπερβαίνει αὐτὴν ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καὶ φθάνει εἰς τὴν θέσιν ε σχεδὸν συμμετρικὴν τῆς προηγουμένης δ, εἰς ἣν ἀρχικῶς ἐξετοπίσθη. Ἐπανερχομένη δὲ

καὶ αὐθις εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσορροπίας ὑπερβαίνει αὐτήν, οὕτω δ' ἐκτελεῖ σειρὰν παλμικῶν κινήσεων, ὧν τὸ πλάτος εὐθὺ βαίνει ἐλαττούμενον καὶ ἐπὶ τέλους ἢ χορδῇ ἴσμεται. Ἡ παλμικὴ δ' αὕτη κίνησις τῆς χορδῆς παράγουσα τὸν ἦχον εἶνε συγχρόνως καὶ ὁρατὴ, διότι αἱ ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ γινόμεναι ἐντυπώσεις δὲν ἐκλείπουσιν ἀμέσως, ἐξακολουθοῦμεν δὲ βλέποντες τὴν χορδὴν εἰς τὰς διαδοχικὰς θέσεις, ἃς αὕτη καταλαμβάνει, καὶ διὰ τοῦτο χορδῇ παλλομένη παρουσιάζει σχῆμα ἀτρακτοειδές.

β') *Παλμικὴ κίνησις ἐλάσματος*. Ἐὰν βραχὺ ἔλασμα χάλυθος στερεώσωμεν ἀκλονήτως κατὰ τὸ ἐν ἄκρον αὐτοῦ καὶ ἀπομακρύναντες αὐτὸ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας ἀφήσωμεν εἶτα ἐλεύθερον, τὸ ἔλασμα πάλλεται, ὡς εἰς τὸ ἀνωτέρω πείραμα ἢ χορδῇ, δυνάμει τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ παράγον συγχρόνως ἦχον, ἐφ' ὅσον διατελεῖ ἐν τοιαύτῃ παλμικῇ κινήσει.

γ') *Παλμικὴ κίνησις κώδωνος*. Κώδων ὑάλινος ἢ μεταλλινός πλητόμενος παράγει ἦχον. Ὅτι δὲ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ εὐρίσκονται ἐν



Σχ. 284.

παλμικῇ κινήσει, ἀποδεικνύομεν ῥίπτοντες ἐντὸς αὐτοῦ ἄμμον ἢ μικρὰ τεμάχια μετάλλινά, ἅτινα βλέπομεν ἀναπηδῶντα καὶ κρούοντα τὰ τοιχώματα τοῦ κώδωνος. Ἐὰν δὲ πλησίον τοῦ κώδωνος Κ (σχ. 284) ἐξαρτήσωμεν ἐκ νήματος μικρὸν σφαιρίδιον εἰς ἐλεφαντίνου ὀστού ἢ θέσωμεν ἀκίδα μεταλλίνην, εἶτα δὲ κρούσωμεν τὸν κώδωνα διὰ ξυλίνης σφύρας ἢ πλήξωμεν αὐτὸν διὰ τόξου, ἀκούομεν οὐ μόνον τὸν ἦχον τοῦ κώδωνος, ἀλλὰ καὶ τὰ ἐπανει-

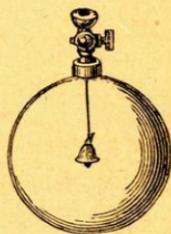
λημμένα κτυπήματα τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ ἐπὶ τῆς ἀκίδος καὶ ἐπὶ τοῦ σφαιριδίου, τὸ ὅποσον μάλιστα ἀναπηδᾷ εἰς ἰκανὸν ὕψος.

δ') *Παλμικὴ κίνησις τεταμένης μεμβράνης*. Τεταμένη μεμβράνα, οἷον τύμπανον κρούομενον, παράγει ἦχον, διότι δονεῖται· διὰ νὰ καταστήσωμεν δ' αἰσθητὰς τὰς δονήσεις τῆς μεμβράνης, ῥίπτομεν ἐπ' αὐτῆς ἄμμον, ἣτις ἀναπηδᾷ.

ε') *Παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος ἐν ἠχητικῷ σωλῆνι*. Ὅταν ἠχη-

τικός σωλήν παράγη ἦχον, εἶνε εὐκολον νὰ δειχθῆ ὅτι ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ἀήρ πάλλεται. Διότι, ἂν εἰσαγάγωμεν ἐντὸς ὑαλίνου σωλήνος ἡχοῦντος μεμβράναν τεταμένην, ἐπὶ τῆς ὁποίας ἐτίθη ὀλίγη ἄμμος, ἀκούομεν τριγμὸν τινα παραγόμενον ὑπὸ τῆς μεμβράνης καὶ συγχρόνως βλέπομεν τὴν ἄμμον ἀναπηδῶσαν. Οὐ μόνον δὲ ὁ ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀήρ κραδαίνεται, ἀλλὰ καὶ τὰ τοιχώματα αὐτοῦ ὡσαύτως πάλλονται, ὡς δυνάμεθα ν' ἀποδείξωμεν στερεοῦντες τὸν ἡχητικὸν σωλήνα ὀριζοντιῶς καὶ ῥίπτοντες ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ ἄμμον, ἣν βλέπομεν ἀναπηδῶσαν, ὅταν ὁ σωλήν ἡχῆ.

355. **Ὁχώματα τοῦ ἡχου.** Διὰ νὰ γίνη ὁμοῦς ἀκουστός ὁ ὑπὸ τοῦ ἡχητικῆς σώματος παραγόμενος ἦχος, δὲν ἀρκεῖ μόνον νὰ ὑπάρχη σῶμα παλλόμενον, ἀλλὰ πρέπει μεταξὺ τοῦ ἡχογόνου σώματος καὶ τοῦ ὠτὸς ἡμῶν νὰ ὑπάρχη περιέχον σταθμητὸν οἰονόηποτε, οἶον ἀήρ, ὕδωρ, μέταλλον καὶ ἐν γένει ἀέριον, ὑγρὸν ἢ στερεὸν οἰονόηποτε· τουτέστι διὰ τοῦ κενοῦ ὁ ἦχος δὲν **διαδίδεται**. Ὅπως δ' ἀποδειχθῆ τοῦτο πειραματικῶς, λαμβάνομεν ὑαλίνην κοίλην σφαιραν (σχ. 285), ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐξαρτῶμεν διὰ λεπτοῦ νήματος κωδωνίσκον καὶ ἀραιοῦμεν διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν αὐτῇ ἀέρα. Ἐφ' ὅσον ἡ ποσότης τοῦ ἐγκλεισμένου ἀέρος ἐλαττοῦται, ἐπὶ τοσοῦτον ὁ ἦχος τοῦ κωδωνίσκου γίνεταί ἀσθενέστερος καὶ ἐπὶ τέλους, ἐὰν ἡ σφαῖρα κενωθῆ ἀέρος ἐντελῶς, οὐδένα ἦχον ἀκούομεν. Ἐὰν δὲ καθ' ὑπόθεσιν ἤθελε συμβῆ ἰσχυροτάτη ἐκρήξις ἐπὶ τῆς σελήνης, δὲν θὰ ἐγίνετο ἀκουστή ἐπὶ τῆς Γῆς, διότι τὸ μεταξὺ τῆς σελήνης καὶ τῆς Γῆς διάστημα εἶνε πεπληρωμένον ὕλης μὴ σταθμητῆς, τοῦ καλουμένου αἰθέρος.



Σχ. 285.

356. Ὁ ἦχος διαδίδεται οὐ μόνον διὰ τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ καὶ διὰ πάντων τῶν ἀερίων καὶ ἀτμῶν. Οὕτως ἐὰν τὴν ὑαλίνην σφαιραν (σχ. 285) πληρῶσωμεν ἀερίου τινὸς οἰονόηποτε ἢ καὶ ἀτμοῦ, ἀκούομεν πάντοτε τὸν ἦχον τοῦ κωδωνίσκου. Ἄλλ' ὁ αὐτὸς ἦχος διαδίδεται τελειότερον διὰ τῶν ὑγρῶν καὶ ἐτι τελειότερον διὰ τῶν στερεῶν. Οὕτω χάλικες ἐν τῷ ὕδατι κρουόμενοι παράγουσιν ἦχον ἀκουστὸν διὰ τοῦ ὕδατος ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως. Ἐὰν δ' ἐκ τοῦ ἐνὸς ἄκρου ξυλίνης ῥάβδου μήκους 5 μέτρων ἐξαρτήσωμεν ὠρολόγιον, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐτέρου ἐφαρμόσωμεν τὸ οὖς ἡμῶν, ἀκούομεν λίαν εὐκρινῶς τοὺς κρότους τοῦ ὠρολογίου, ἐν ᾧ διὰ τοῦ ἀέρος δὲν δυνάμεθα ν' ἀκούσωμεν αὐτοὺς ἐκ τοσαύτης

ἀποστάσεως. Ὅμοιος, ἐὰν θέσωμεν μεταξύ τῶν ἄκρων τῶν δύο σκελῶν πυράγρας ἐπιμήκους ὠρολόγιον, ἀκούομεν εὐκρινῶς τοὺς κρότους αὐτοῦ ἐφαρμύζοντες τὸ οὖς εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον. Ὁ ἀσθενέστατος ἤχος, ὅστις παράγεται διὰ πτεροῦ εἰς τὸ ἓν ἄκρον ἐπιμήκους δοκοῦ ξυλίνης ἢ μεταλλίνης, γίνεται ἀκουστός εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον. Ἐπιθέτοντες τὸ οὖς ἐπὶ τῆς γῆς ἀκούομεν εὐκρινῶς ἄμαξαν συρομένην ἢ ἵππους βαδίζοντας ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως, τὸν ἤχον δὲ πυροβόλου ἐξ ἀποστάσεως πολλῶν χιλιομέτρων. Ὅτι δὲ τὸ ἔδαφος διαδίδον τὸν ἤχον εὐρίσκεται ἐν κραδάνσει, ἀποδεικνύομεν θέτοντες ἐπὶ τοῦ ἐδάφους λεκάνην πλήρη ὕδατος, ὅποτε παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια εὐρίσκεται ἐν τρομῶδει κινήσει.

Ὁ ἤχος διαδίδεται καὶ διὰ λεπτῶν νημάτων, ὅταν ταῦτα εἶνε τεταμένα. Ἐὰν λάθωμεν μετάλλινόν τι ἀντικείμενον, οἷον χαλκοῦν ἔλασμα, καὶ ἐξαρτήσωμεν αὐτὸ ἐκ τοῦ μέσου νήματος, οὔτινος τὰ ἄκρα εἰσάγομεν εἰς τοὺς ἀκουστικούς ἡμῶν πόρους, καθ' ἑκάστην πρόσκρουσιν τοῦ ἐλάσματος ἐπὶ ἄλλου ἀντικειμένου, οἷον τραπέζης, ἀκούομεν ἤχον προσομοιάζοντα πρὸς τὸν τοῦ κώδωνος. Τὸ πείραμα τοῦτο ἐξηγεῖ πληρέστερα ὄργανον καλούμενον **τηλέφωνον μετὰ νήματος**, διὰ τοῦ ὁποίου μεταδίδεται ἡ φωνὴ δι' ἀπλοῦ νήματος μετάξης. Σύγκειται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο ἐκ δύο κυλίνδρων κοίλων, τῶν ὁποίων ἡ μία βᾶσις κλείεται διὰ δέρματος τεταμένου. Ἐὰν ἐνώσωμεν τὰ δύο ταῦτα τύμπανα κατὰ τὰ κέντρα αὐτῶν διὰ νήματος μετάξης 15 ἕως 20 μέτρων μήκους, δυνάμεθα νὰ μεταβιβάσωμεν τὴν φωνὴν ἡμῶν ἔστω καὶ ἀσθενεστάτην ἀπὸ τοῦ ἐνὸς κυλίνδρου εἰς τὸν ἕτερον, ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο ὁ ὀμιλῶν νὰ πλησιάσῃ τὸ στόμα αὐτοῦ εἰς τὸν ὄλμον τοῦ ἐνὸς τυμπάνου, ὁ δὲ ἀκούων νὰ ἐφαρμόσῃ τὸ ἕτερον τύμπανον εἰς τὸ οὖς αὐτοῦ, τὸ δὲ νῆμα νὰ διατελῇ τεταμένον.

**357. Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς ἀερίοις.** Εὐρίσκόμενοι εἰς ἀποστασίην τινα ἀπὸ κροτουῦντος πυροβόλου βλέπομεν κατὰ πρῶτον τὴν λάμπην, μετὰ τινα δὲ χρόνον ἀκούομεν τὸν κρότον, διότι τοῦ μὲν φωτὸς διανύοντος παμμεγίστας ἀποστάσεις ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ βλέπομεν τὴν λάμπην καθ' ἣν στιγμὴν συμβαίνει ἡ ἐκπυρσοκρότησις, τοῦ δὲ ἤχου διαδιδόμενου πολλῶν βραδύτερον ἀκούομεν τὸν κρότον μετὰ τινα χρόνον ἀπὸ τῆς ἐμφανίσεως τῆς λάμπφως. Ὡσαύτως παρατηροῦντες ἐκ τινος ἀποστάσεως τὰ κτυπήματα, ἅτινα καταφέρει ἐργάτης διὰ σφύρας ἐπὶ λίθου, βλέπομεν τὴν σφῦραν καταπίπτουσαν, ἐν

ᾧ δὲν ἀκούομεν κρότον, καθ' ἣν στιγμήν δὲ ἡ σφῦρα ἀνυψωθεῖσα ἐτοιμάζεται ἐκ νέου νὰ καταπέσῃ ἀκούομεν τὸν κρότον.

Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι ἐποποθε-  
τήθησαν πυροβόλα ἐπὶ δύο λόφων, τῶν ὁποίων ἐμετρήθη ἀκριβῶς ἡ  
ἀπόστασις (18612 μέτρα). Εἶτα ἐν ὥρᾳ νυκτός, ὅποτε οἱ ἤχοι εἶνε  
μᾶλλον ἀκουστοί, ἐμετρήθη διὰ χρονομέτρου ὁ χρόνος ὁ παρερχόμενος  
μεταξὺ τῶν δύο διαδοχικῶν ἀντιλήψεων τῆς λάμπσεως καὶ τοῦ κρό-  
του. Εὐρέθη δὲ κατὰ μέσον ὄρον ὅτι ἐδαπάνησεν ὁ ἤχος διὰ νὰ δια-  
νύσῃ τὸ διάστημα τοῦτο 54', 6, τῆς μὲν θερμοκρασίας οὔσης 16  
ἑκατομδάθμου, τῆς δὲ ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως 760 <sup>mm</sup>. Διαιρεθέντος  
εἶτα τοῦ διαστήματος διὰ τοῦ χρόνου εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου  
ἴση πρὸς 340 <sup>m</sup>, 88.

Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς διαφοροῖς ἀερίοις παρέχεται ὑπὸ τοῦ

τύπου τοῦ Νεύτωνος  $v = \sqrt{\frac{\pi}{\delta}}$ , ἐν τῷ ὁποίῳ  $\pi$  παριστᾷ τὴν

ἐλαστικότητα καὶ  $\delta$  τὴν πυκνότητα τοῦ ἀερίου. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ πυ-  
κνότης ἀερίου μεταβάλλεται ἀναλόγως τῆς πίεσεως, ἦν τοῦτο ὑφί-

σταται (§ 139), τουτέστιν ὁ λόγος  $\frac{\pi}{\delta}$  μένει σταθερὸς ἐν τῷ αὐτῷ

ἀερίῳ, ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε ἀνεξάρτητος τῆς πίεσεως ἢ ἐλαστι-  
κότητος αὐτοῦ καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἶνε ἡ αὐτὴ εἰς τε τὰ ἀνώτερα καὶ  
τὰ κατώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν.  
Κατὰ τὸν τύπον τοῦτον ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἰς τὰ διάφορα ἀέρια εἶνε  
ἀνάλογος μὲν τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς ἐλαστικότητος τοῦ ἀερίου καὶ  
ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς πυκνότητος αὐτοῦ,  
καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὑδρογόνῳ π.χ. θὰ εἶνε  
τετραπλασία τῆς ἐν τῷ ὀξυγόνῳ ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, διότι  
τὸ ὀξυγόνον εἶνε δεκαεξάκις πυκνότερον τοῦ ὑδρογόνου.

Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς ἀερίοις αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς  
θερμοκρασίας, οὔσα ἐν τῷ ἀέρι ὑπὸ μὲν τὴν θερμοκρασίαν 0° ἴση πρὸς  
332 <sup>m</sup>, 15, ὑπὸ θερμοκρασίαν 10° ἴση πρὸς 337 <sup>m</sup>, καὶ ὑπὸ θερμο-  
κρασίαν 16° ἴση πρὸς 340 <sup>m</sup>, 88.

Ὁ ἄνεμος ἐπιδρᾷ ἐπὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου, αὐξάνων μὲν τὴν  
ταχύτητα τῶν ἤχων τῶν ἐχόντων τὴν αὐτὴν φοράν, ἐλαττων δὲ τὴν  
ταχύτητα τῶν ἀντιθέτου φοράς ἤχων. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ ταχύτης τῆς

διαδόσεως τοῦ ἤχου εἶνε δεκαπλασία περίπου τῆς τῶν σφοδροτάτων ἀνέμων, συμπεραίνομεν ὅτι εἰς τὰς πλείστας περιστάσεις ἡ ἐπίδρασις τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου εἶνε ἐλαχίστη.

**358. Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι.** Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶνε πολλῶ μείζων ἐν τοῖς ὑγροῖς ἢ ἐν τοῖς ἀερίοις. Εὐρέθη δὲ ἡ ταχύτης ἐν τῷ ὕδατι διὰ πειραμάτων γενομένων ἐπὶ τῆς λίμνης τῆς Γενεύης ὑπὸ τῶν Sturm καὶ Colladon τῷ 1827 ὡς ἐξῆς. Εἰς τι σημεῖον τῆς λίμνης ἐκρέματο ἐκ λέμβου κώδων ἐν τῷ ὕδατι κρουόμενος διὰ σφύρας, τῆς ὁποίας ἡ λαβὴ ἔφερε λαμπάδα, ἣτις ἀνέφλεγε κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς προσκρούσεως μικρὰν ποσότητα πυρίτιδος ἐπὶ τῆς λέμβου ὑπαρχούσης. Εἰς ἰκανὴν δὲ ἀπόστασιν εὐρίσκετο ἐπὶ δευτέρας λέμβου ὁ ἕτερος παρατηρητὴς φέρων παμμέγεθες ἀκουστικὸν κέρας, οὔτινος ὁ ὄλμος κεκλεισμένος διὰ μεμβράνης καὶ ἐμβεβαπτισμένος ἐν τῷ ὕδατι ἦτο ἐστραμμένος πρὸς τὸν κώδωνα. Διὰ τῆς ἀποστάσεως τῶν λέμβων καὶ τοῦ χρόνου, ὅστις παρήρχετο ἀπὸ τῆς ἀναφλέξεως τῆς πυρίτιδος μέχρι τῆς στιγμῆς καθ' ἣν ἠκούετο ὁ κρότος, εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι ὑπὸ θερμοκρασίαν 9<sup>ο</sup> ἴση πρὸς 1435 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, τουτέστιν ὑπερτετραπλασία τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

**359. Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς.** Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς εἶνε πολὺ ὑπερτέρα, ὡς ἀπέδειξεν ὁ Biot ἐκτελέσας πειράματα ἐπὶ σωλῆνων ἐκ χυτοῦ σιδήρου μήκους 951<sup>μ<sup>m</sup></sup>, 25. Σφύρα κατὰ τὸ ἐν ἄκρον ἔκρουε ταυτοχρόνως τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος καὶ κώδωνα. Παρατηρητὴς ἰστάμενος κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον ἤκουε δύο διαδοχικοὺς ἤχους, πρῶτον τὸν διὰ μετάλλου καὶ εἶτα τὸν διὰ τοῦ ἀέρος, ἐσημείου δὲ τὸν χρόνον, ὅστις παρήρχετο μεταξὺ τῶν δύο διαδοχικῶν ἤχων.

\*Ἐστῶσαν  $\mu$  τὸ μῆκος σωλῆνος,  $\delta$  ὁ χρόνος ὁ παρέρχόμενος μεταξὺ τῶν δύο διαδοχικῶν ἤχων,  $T'$  ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ σιδήρῳ καὶ  $T$  ἡ ἐν τῷ ἀέρι. Ἐπειδὴ ὁ χρόνος ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει εἶνε ἴσος τῷ διαστήματι διὰ τῆς ταχύτητος, ἔχομεν τὴν ἐξίσωσιν

$$\frac{\mu}{T} - \frac{\mu}{T'} = \delta, \text{ ὅθεν } T' = \frac{\mu T}{\mu - \delta T}.$$

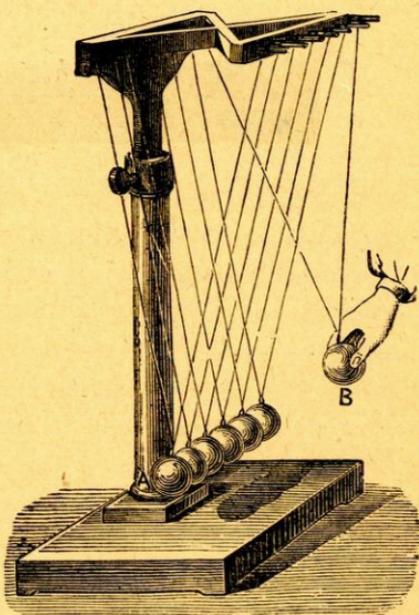
Οὕτως εὐρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ χυτοσιδήρῳ εἶνε ὑπερδεκαπλασία τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

### 360. Τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι.

Ὅπως κάλλιον ἐννοήσωμεν τὴν διάδοσιν τοῦ ἤχου διὰ τοῦ ἀέρος, ἐκτελέσωμεν τὰ ἑξῆς πειράματα.

α') Τοποθετοῦμεν παῖδας τὸν ἓνα κατόπιν τοῦ ἄλλου κατὰ γραμμὴν εὐθείαν, ὧν ἕκαστος ἐπιθέτει τὰς χεῖρας αὐτοῦ στερεῶς ἐπὶ τῶν ὤμων τοῦ προηγουμένου. Ὤθουντες εἶτα βιαίως τὸν τελευταῖον ἐκ τῶν νώτων, βλέπομεν ὅτι ἡ ὄσις αὕτη διαδίδεται ἀπὸ τοῦ τελευταίου πρὸς τὸν πρῶτον, καὶ οἱ μὲν ἐνδιάμεσοι μένουσι σχεδὸν ἀκίνητοι, ὁ δὲ πρῶτος πίπτει ἀκουσίως πρηνής.

β') Λαμβάνοντες σφαῖρας ἰσομεγέθεις ἐλεφαντίου ὁστοῦ ἐξαρτῶμεν αὐτὰς διὰ νημάτων (σχ. 286) τὴν μίαν κατόπιν τῆς ἄλλης εἰς ὀριζοντίαν σειρὰν, οὕτως ὥστε νὰ ἄπτωνται ἀλλήλων καὶ τὰ κέντρα αὐτῶν νὰ κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας γραμμῆς. Ἀνυψώσαντες τὴν πρώτην Β ἀφίνομεν αὐτὴν νὰ καταπέσῃ ἐπὶ τῆς δευτέρας καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ δευτέρα, ἡ τρίτη καὶ αἱ λοιπαὶ μένουσιν ἀκίνητοι, μόνον δὲ ἡ τελευταία Α ἀναπηδᾷ ἐκτελοῦσα τὸ ἕτερον ἥμισυ τῆς αἰωρήσεως, τὸ ὁποῖον δὲν ἐξετέλεσεν ἡ πρώτη. Σημειωτέον δ' ὅτι ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς ἡ πρόσκρουσις μεταδίδεται ἀπὸ τῆς πρώτης εἰς τὴν τελευταίαν σφαῖραν εἶνε πάντοτε ἡ αὐτή, ἐξ οἰουδήποτε ὕψους καὶ ἂν ἀφήσωμεν νὰ καταπέσῃ ἡ σφαῖρα



Σχ. 286.

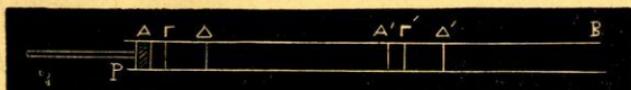
Β, διότι ἡ ταχύτης αὕτη ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ἐλαστικότητος τῶν σφαιρῶν, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς ἰσχύος τῆς κρούσεως. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἰσχύος αὐτοῦ, ἀλλ' ἐκ τῆς ἐλαστικότητος τοῦ περιέχοντος.

Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦμεν καὶ ὅταν ἐπὶ τραπέζης θέσωμεν σειρὰν μικρῶν μεταλλίνων ἢ ξυλίνων δίσκων ἀπτομένων ἀλλήλων καὶ ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας κειμένων. Ἄν ὠθήσωμεν ὅμοιον δίσκον ἐπὶ τὸν

πρῶτον, οἱ μὲν ἐνδιήμεσοι μένουσιν ἀκίνητοι, ὁ δὲ τελευταῖος κινεῖται πρὸς τὰ πρόσω.

γ') Ἐὰν ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος ρίψωμεν λίθον, σχηματίζεται εἰς τὸ μέρος τοῦτο μικρὸν κοίλωμα, περὶ τοῦτο δὲ κυμάτια ὕδατῆρά ὁμόκεντρα, ὧν ἕκαστον σύγκειται ἐξ ὑψώματος καὶ κοιλάσματος, οὕτως ὥστε, ἂν τέμνωμεν τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν διὰ κατακορύφου ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τοῦ κοινουῦ κέντρου, παράγεται κυματοειδὴς καμπύλη, τῆς ὁποίας τὰ κοιλάσματα καὶ τὰ ἐξογκώματα βαθμηδὸν ἐλαττοῦνται καὶ ἐπὶ τέλους ἀφανίζονται.

361. Πυκνώματα καὶ ἀραιώματα τοῦ ἀέρος ἐν κυλίνδρῳ. Ὅπως κατανοήσωμεν νῦν τὰ ἡχητικὰ κύματα τοῦ ἀέρος, φαντασθῶμεν κύλινδρον AB (σχ. 287) πλήρη ἀέρος, ἐν τῷ ὁποίῳ



Σχ. 287.

κινεῖται ἐμβολεὺς P μεταβαίνων ἀπὸ τῆς θέσεως A εἰς τὴν Γ. Ὁ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ἀήρ δὲν κινεῖται ὅλος ὁμοῦ, ἀλλὰ συμπιεστός ὢν συμπυκνοῦται κατὰ τὸ ἄκρον A, οὕτω δὲ σχηματίζεται κατὰ τὴν πρώτην στιγμὴν στρῶμά τι ΓΔ συμπεπυκνωμένου ἀέρος ἐλάχιστον κατὰ τὸ μῆκος. Ἐπειδὴ δὲ τὸ στρῶμα τοῦτο ἀποκτᾷ μείζονα ἐλαστικότητα, ἀμέσως τείνει νὰ ἐπαναλάβῃ τὸν ἀρχικὸν ὄγκον αὐτοῦ συμπιέζον τὸ ἐπόμενον στρῶμα, οὕτινος ἡ ἐλαστικότης εἶνε μικροτέρα. Οὕτω δὲ τὸ μὲν δεῦτερον στρῶμα συμπιέζεται, τὸ δὲ πρῶτον ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον. Ἡ συμπύκνωσις δ' αὕτη διαδίδεται εἰς τὸ τρίτον στρῶμα, ἐν ᾧ τὸ δεῦτερον ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον καὶ ἀπὸ τοῦ τρίτου εἰς τὸ τέταρτον Α' Δ', τὸ ὁποῖον συμπιέζεται καὶ καταλαμβάνει τὸν ὄγκον Γ' Δ' καὶ εἶτα διαστέλλεται, καὶ οὕτω καθέξῃς. Οὕτω δὲ ἡ συμπύκνωσις αὕτη προβαίνει ἰσοταχῶς ἐν τῷ κυλίνδρῳ μετὰ ταχύτητος ἴσης πρὸς τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι.

Ἐὰν νῦν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἐμβολεὺς φθάσας εἰς τὴν θέσιν Γ ἐπα- νέρχεται ἀμέσως πρὸς τὰ ὀπίσω εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν A, τὸ πρῶτον στρῶμα τοῦ ἀέρος καταλαμβάνει μεγαλύτερον χῶρον, οὕτω δ' ἀραιού- νται καὶ ἡ ἐλαστικότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται. Τὸ δεῦτερον στρῶμα ἔχον ἐλαστικότητα μεγαλύτεραν διαστέλλεται συμπιέζον τὸ πρῶτον, ὅπερ

ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον. Οὕτω δ' ἡ ἀραιώσις προβαίνει ἀπὸ στρώματος εἰς στρώμα ἰσοταχῶς καὶ μετὰ ταχύτητος ἴσης πρὸς ἐκείνην, μεθ' ἧς διεορίδετο προηγουμένως ἡ συμπύκνωσις. Ἐὰν δὲ καὶ αὐθις ὁ ἐμβολεὺς κινηθῇ πρὸς τὰ πρόσω καὶ εἴτα πρὸς τὰ ὀπίσω, τὸ ἀραιώμα παρακολουθεῖται ὑπὸ πυκνώματος καὶ τοῦτο ὑπὸ ἀραιώματος καὶ οὕτω καθεξῆς.

Τοποθετήσωμεν νῦν ἀντὶ ἐμβολέως εἰς τὸ ἐν ἄκρον τοῦ κυλίνδρου σῶμα παλλόμενον, οἷον ἔλασμα χαλύβδινον ΑΟ (σχ. 288) ἐστερεωμένον κατὰ τὸ Ο, οὔτινος τὸ μέρος ΑΒ εὐρίσκεται ἐνώπιον τοῦ ανοικτοῦ ἐκατέρωθεν κυλίνδρου. Ἀφ' οὗ ἐκτοπίσωμεν τὸ ἔλασμα ἐκ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἰσοροπίας ΑΒ καὶ φέρωμεν εἰς τὴν θέσιν Α'Β', ἀφίνομεν αὐτὸ ἐλεύθερον, ὅποτε ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ ἐπανερχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν τῆς ἰσοροπίας μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης καὶ κατὰ τὴν θέσιν ταύτην μεγίστης γινομένης. Εἴτα τὸ ἔλασμα ὑπερβαίνει τὴν θέσιν ταύτην καὶ φθάνον εἰς Α'Β' μετὰ ταχύτητος ἐλαττωμένης ἐπανερχεται πρὸς τὴν θέσιν ΑΒ μετὰ ταχύτητος αὐξανομένης καὶ ἀπὸ τῆς θέσεως ταύτης εἰς τὴν Α'Β' μετὰ ταχύτητος ἐλαττωμένης καὶ οὕτω πάλ्लεται ὡς αἰωρεῖται τὸ ἐκκρεμές. Κατὰ τὴν πρώτην δὲ χρονικὴν στιγμήν, καθ' ἣν τὸ ἔλασμα ἀναχωρεῖ ἐκ τῆς θέσεως Α'Β', ἐπειδὴ ἡ ταχύτης αὐτοῦ εἶνε μικρά, τὸ στρώμα τοῦ ἀέρος τὸ εὐρισκόμενον πρὸ τοῦ ἐλάσματος εἰς Α'Β' ὑφίσταται μικρὰν συμπύκνωσιν διαδιδομένην εἰς τὸν κύλινδρον, ταύτην δὲ παρακολουθεῖ δευτέρα συμπύκνωσις κατὰ τι μεγαλυτέρα τῆς πρώτης καὶ ταύτην τρίτη ἐτι μεγαλυτέρα διαδιδομένη πάντοτε μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος. Ὅταν δὲ τὸ ἔλασμα φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν ΑΒ, τότε ἡ συμπύκνωσις εἶνε μεγίστη, διότι εἰς τὴν θέσιν ταύτην ἡ στιγμιαία ταχύτης αὐτοῦ εἶνε ἐπίσης μεγίστη. Τὴν μεγίστην δὲ ταύτην συμπύκνωσιν τὴν μετὰ τῆς αὐτῆς πάντοτε ταχύτητος προβαίνουσιν παρακολουθοῦσιν ἄλλαι συμπυκνώσεις ἀσθενέστεραι, βαθμηδὸν μειούμεναι, μέχρις ὅτου τὸ ἔλασμα φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν Α'Β'. Ἀπὸ δὲ τῆς στιγμῆς ταύτης, τοῦ ἐλάσματος ἐπανερχομένου πρὸς τὰ ὀπίσω, παράγονται ἀραιώματα ἐν τῷ ἀέρι τοῦ κυλίνδρου παρακολουθοῦντα τὰ πυκνώματα μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος καὶ ὑπὸ τοὺς αὐτοὺς ἀκριβῆς νόμους.



Σχ. 288.

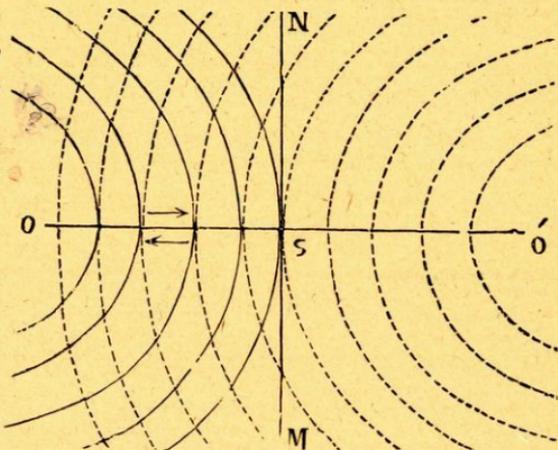
362. Φαντασθῶμεν νῦν ἡχογόνον τι σῶμα, οἷον κώδωνα κρούμενον ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι. Περὶ τὸ παλλόμενον τοῦτο σῶμα σχηματίζονται σφαιρικὰ ὁμόκεντρα στρώματα ἀέρος ἐναλλάξ τὰ μὲν πυκνά, τὰ δὲ ἀραιά, *ἡχητικὰ κύματα* καλούμενα. Εἰς ταῦτα ἡ πυκνότης τοῦ ἀέρος βαίνει ἀξιοσημείωτη κανονικῶς μέχρι μεγίστης τινὸς πυκνότητος, εἶτα δ' ἐλαττουμένη ἐπίσης κανονικῶς μέχρις ἐλαχίστης τινὸς πυκνότητος καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐκάστου δὲ τῶν σφαιρικῶν τούτων στρωμάτων ἡ ἐπιφάνεια ἐξ ἀερίνων μορίων συγκειμένη συστέλλεται καὶ διαστέλλεται καὶ τοσοῦτῳ περισσότερον, ὅσῳ τὸ παλλόμενον σῶμα ἐκτελεῖ εὐρυτέρας παλμικὰς κινήσεις, οὕτω δὲ τὰ μόρια τοῦ ἀέρος τηροῦσι σχεδὸν τὴν αὐτὴν ἐν τῷ διαστήματι θέσιν. Αἱ γεωμετρικαὶ ἀκτῖνες τῶν σφαιρικῶν τούτων ἐπιφανειῶν καλοῦνται *ἡχητικαὶ ἀκτῖνες*.

#### ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.

363. **Ἀνάκλασις ἐλαστικῆς σφαίρας.** Ἐὰν ἐπὶ ἀνευδρότου προσκόμματος, οἷον ἐπὶ μαρμαρίνης πλακῆς, καταπέσῃ ἐλαστικὴ σφαῖρα, οἷον σφαῖρα ἐξ ἐλέφαντος, αὕτη ἀναπηδᾷ εἰς τὸ ὕψος περίπου, ἐξ οὗ κατέπεσεν. Ὅμοια ἀνάκλασις συμβαίνει, ἐὰν εἰς τὸ πείραμα τῶν ἐλεφαντίνων σφαιρῶν (σχ. 286 § 359 β') θέσωμεν πρὸ τῆς σφαίρας Α μαρμαρίνην πλάκα κατακορύφως, οὕτως ὥστε μία ἐπίπεδος αὐτῆς ἕδρα νὰ ἐφάπτηται τῆς σφαίρας Α· ἂν τότε ἀφήσωμεν τὴν σφαῖραν Β νὰ πέσῃ ἐκ μικροῦ ὕψους ἐπὶ τῆς ἐπομένης, ἢ ἐκ τῆς συγκρούσεως πρόωσις διαδίδεται μέχρι τῆς σφαίρας Α, ἣτις προσκρούει εἰς τὴν μαρμαρίνην πλάκα, ὡς ἐὰν κατέπεσεν ἐκ τοῦ αὐτοῦ ἐξ οὗ καὶ ἡ σφαῖρα Β ὕψους· ἡ κρούσις τότε ἐπανέρχεται πρὸς τὰ ὀπίσω, ἥτοι ἀπὸ τῆς σφαίρας Α πρὸς τὴν Β, ἣτις ἀναπηδᾷ εἰς τὸ ὕψος περίπου, ἐξ οὗ κατέπεσεν.

364. **Ἀνάκλασις ὑδατηρῶν κυμάτων.** Ἐὰν εἰς τι σημεῖον Ο (σχ. 289) τῆς ἡρεμούσης ἐπιφανείας ὑγροῦ τινος ῥίψωμεν λίθον, παράγονται κυκλικὰ ὁμόκεντρα ὑδατηρὰ κυμάτια, τὰ ὅποια προσπίπτοντα ἐπὶ κατακορύφου καὶ ἐπιπέδου κωλύματος ΝΜ ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐξ ἧς ἐξορμῶσι κυκλικὰ ὁμόκεντρα ὑδατηρὰ κυμάτια ἔχοντα τὸ κέντρον αὐτῶν εἰς τὸ σημεῖον Ο' συμμετρικὸν τοῦ Ο ὡς πρὸς τὸ κώλυμα ΝΜ.

365. **Ἀνάκλασις ἡχητικῶν κυμάτων.** Ὁμοίως ἀνακλῶνται καὶ τὰ σφαιρικά ὁμόκεντρα ἡχητικὰ κύματα, ὅταν συναντήσωσι κώλυμά τι. Οὕτως, ἂν ὑποθέσωμεν ὅτι εἰς τι σημεῖον  $O$  ὑλικοῦ τινος περιέχοντος, οἷον τοῦ ἀέρος, κρούεται κώδων καὶ ὅτι τὰ ἡχητικὰ κύματα συναντῶσι τὸ ἀνένδοτον ἐπίπεδον  $NM$ , ταῦτα ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, ἐξ ἧς ἐξορμῶσιν ἄλλα ἡχητικὰ κύματα, ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου  $O'$ .



Σχ. 289.

366. **Ἡχὼ καὶ ἀντήχησις.** Καλεῖται ἡχὼ ἡ ἐπανάληψις ἡχου, ὅστις ἀνακλᾶται ἐπὶ κωλύματος καὶ μάλιστα στερεοῦ καὶ τοσοῦτον μεμακρυσμένου, ὥστε νὰ μὴ συγχέωνται ὁ ἀπ' εὐθείας καὶ ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἡχος. Ἐπειδὴ δηλαδή ἡ ἐπὶ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς παραγομένη ἐντύπωσις ὑπὸ ἡχογόνου σώματος δὲν ἐκλείπει ἀμέσως, ἀλλὰ διαρκεῖ καὶ μετὰ τὴν λήξιν τῆς παραγωγῆς αὐτὴν αἰτίας ἐλάχιστόν τινα χρόνον ἴσον περίπου πρὸς  $\frac{1}{40}$  τοῦ δευτερολέπτου, δὲν δυνάμεθα ν' ἀντιληφθῶμεν εὐκρινῶς δύο διαδοχικῶν ἡχων, ἂν παρέλθῃ μεταξύ αὐτῶν χρόνος ἐλάσσων  $\frac{1}{40}$  τοῦ δευτερολέπτου. Ἐπειδὴ δὲ εἰς  $\frac{1}{40}$  τοῦ δευτερολέπτου ὁ ἡχος διανύει 34 μέτρα, ἵνα ἀκούσωμεν εὐκρινῶς τὴν ἡχὼ μιᾶς μόνης συλλαβῆς, ἣν ἡμεῖς αὐτοὶ ἐκφωνοῦμεν ἰστάμενοι ἐνώπιον κωλύματος, ὀφείλομεν νὰ σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν  $O_S$  ἀπ' αὐτοῦ 17 τοῦλάχιστον μέτρων, διότι τότε ὁ ἡχος διὰ νὰ ἐπανεῖθῃ ἀνακλόμενος, ὀφείλων νὰ διανύσῃ τὸ διάστημα  $O_S + S O$ , ἥτοι 34 μέτρα, θὰ δαπανήσῃ  $\frac{1}{40}$  τοῦ δευτερολέπτου, οὕτω δ' ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἡχος μὴ συγχέομενος πρὸς τὸν ἀπ' εὐθείας θὰ εἶνε εὐκρινῆς καὶ θὰ παραχθῇ ἡχὼ. Ἐὰν δ' ἡ ἀπόστασις  $O_S$  εἶνε μικροτέρα τῶν 17 μέτρων, τότε ὁ ἐξ ἀνακλάσεως ἡχος θέλει ἐν μέρει συμπέσει μετὰ τοῦ ἀπ' εὐθείας ἐρχομένου καὶ τότε δὲν γίνεται ἡχὼ ἀλλ' ἀντήχησις, ἥτοι ὁ ἀπ' εὐθείας ἡχος ἐνισχύεται, ὡς συμβαίνει

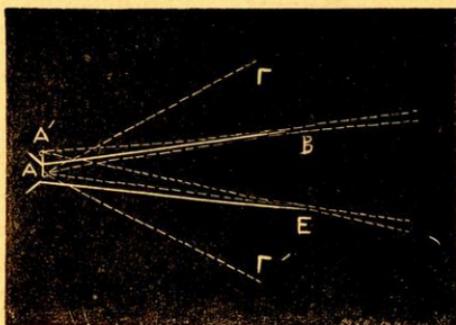
εἰς αἰθούσας, ἐκκλησίας, δεξαμενάς, θόλους, ἐὰν ἐντὸς αὐτῶν φωνήσωμεν. Εἶνε δὲ φανερόν ὅτι διὰ τὴν ἀκούσωμεν εὐκρινῶς τὴν ἡχὴν λέξεως δισυλλάβου, οἷον **Ἑλλάς**, ἣν ἐκφωνοῦμεν ἄνευ διακοπῆς ἐν τῷ μέσῳ τῶν δύο συλλαβῶν, ὀφείλομεν τὴν σταθῶμεν εἰς ἀπόστασιν  $2 \times 17 = 34$  μέτρων ἀπὸ τοῦ κωλύματος καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἀνάκλασις τοῦ ἡχοῦ γίνεται ἐπὶ διαφόρων κωλυμάτων, οἷον ἐπὶ τοίχων, ἐπὶ κρημνῶν ἀποτόμων ἐν χώραις ὄρειναῖς, ἐπὶ νεφῶν (ἀνάκλασις τῆς βροντῆς καὶ τοῦ κρότου τῶν πυροβόλων), ἐπὶ δένδρων καὶ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ὡς τοῦτο παρατηροῦσιν οἱ ἀεροναῦται, οἵτινες ἀκούουσιν ἡχὴν ἐκ τοῦ ἐδάφους ἀνερχομένην. Ὁ δὲ **Biot** ἤκουεν ἡχὴν ἐντὸς ἐπιμήκων σωλήνων ἀνοικτῶν ἐκατέρωθεν.

Ἡ ἡχώ, ἡ ἐπαναλαμβάνουσα ἅπαξ μόνον ἡχὴν τινα, λέγεται **ἀπλή**, ἡ δ' ἐπαναλαμβάνουσα πολλακίς τὸν αὐτὸν ἡχόν, καλεῖται **πολλαπλή**. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, ὅταν ὁ ἡχος ἀνακλᾶται ἐπὶ πολλῶν κωλυμάτων, οἷον ἐπὶ διαφόρων τοίχων ἢ λόφων εἰς διαφόρους ἀποστάσεις κειμένων. Τριπλή ἡχώ ἀκούεται εἰς Πειραιᾶ παρὰ τὸν λιμένα τῆς Μουνηχίας, ὅταν τις εὐρισκόμενος εἰς ὑψηλὸν μέρος φωνήσῃ κατὰ τὴν νύκτα βλέπων πρὸς μεσημβρίαν. Ἡ μὲν πρώτη ἡχώ ἢ καὶ ἰσχυροτέρα προέρχεται ἐκ τοῦ ὑπεράνω τῆς Μουνηχίας πρὸς τὰ ἀριστερὰ πλησιεστέρου παραλίου λόφου, ἡ δὲ δευτέρα ἐκ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ λόφου καὶ ἡ τρίτη ἐκ τοῦ ἀπωτέρω πρὸς τὰ δεξιὰ κειμένου τρίτου λόφου, ἥτις εἶνε καὶ ἀσθενεστέρα. Εἰς τὰς ὄχθας τοῦ Ῥήνου μεταξὺ **Bingen** καὶ **Coblentz** παράγεται ἡχώ ἐπαναλαμβάνουσα δεκαεπτὰκις τὸν αὐτὸν ἡχόν. Ἡ ἡχώ αὕτη φαίνεται ἄλλοτε μὲν πλησιάζουσα, ἄλλοτε δ' ἀπομακρυνομένη. Ἀξιοσημείωτος εἶνε καὶ ἡ ἡχώ τοῦ **Verdun** ἐν Γαλλίᾳ, ἥτις ἐπαναλαμβάνει δωδεκάκις τὸν αὐτὸν ἡχόν, παράγεται δ' ἀπὸ δύο πύργων ἀπεχόντων ἀλλήλων 52 μέτρα.

367. **Ἀντήχησις**. Εἴπομεν ὅτι **ἀντήχησις** καλεῖται ἡ ἐνίσχυσις, ἣν ὑφίσταται ἡχὸς τις ἐν κεκλεισμένῳ χώρῳ, οἷον ἐν αἰθούσῃ, καὶ ἥτις προέρχεται ἐκ τῶν ἐπὶ τῶν περὶ τὸν τοίχων καὶ ἐπὶ τῆς ὀροφῆς ἀνακλάσεων τῶν ἡχητικῶν κυμάτων. Οὕτω βαδίζοντες ἐντὸς αἰθούσης ἐντελῶς κενῆς ἐπίπλων ἀκούομεν τὸν κρότον τῶν βημάτων ἡμῶν ἰσχυρῶς ἀντηχοῦντα, διότι οὗτος ἀνακλᾶται ἐπὶ τῶν τοίχων καὶ τῆς ὀροφῆς. Ἄν ὅμως καλύψωμεν τοὺς τοίχους διὰ ταπήτων ἢ θέσωμεν ἔπιπλα καὶ ἄλλα ἀντικείμενα, τοιαύτη ἀντήχησις δὲν γίνεται, διότι τὰ ἡχητικὰ κύματα προσπίπτοντα ἐπὶ τῶν ἐπίπλων ἀπορρο-

φῶνται κατὰ τὸ πλεῖστον, κατ' ἐλάχιστον δὲ ἢ οὐδὲως ἀνακλῶνται.

368. **Τηλεβόας ἢ φωνοβόλος σάλπιγξ.** Ὁ τηλεβόας χρησιμεύει πρὸς ἐνίσχυσιν τῆς φωνῆς, τῆς ὁποίας ἡ ἰσχύς ἐλαττοῦται, ὅταν ἡ ἀπόστασις αὐξάνηται. Συνίσταται δ' ὁ τηλεβόας ἐκ κωνικοῦ μεταλλίνου σωλήνος, οὐτίνος τὸ μὲν ἐν ἄκρον εἶνε πολὺ εὐρύτερον καὶ καλεῖται κώδων (σχ. 290), τὸ δ' ἕτερον ἀπολήγει εἰς ὄλμον A, ἐντὸς τοῦ ὁποίου φωνεῖ τις στρέφων τὸν κώδωνα πρὸς τὸ μέρος, πρὸς ὃ θέλει νὰ γίνῃ ἀκουστός. Τὸ σχῆμα δεικνύει τομὴν τοῦ ὄργανου κατὰ τὸν ἄξονα αὐτοῦ. Ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ἦχος παράγεται εἰς τὸ σημεῖον A. Αἱ ἠχητικαὶ ἀκτῖνες αἱ περιλαμβανόμεναι ἐν τῇ γωνίᾳ BAE διαδίδονται ὥσει μὴ ὑπῆρχεν ὁ τηλεβόας.



Σχ. 290.

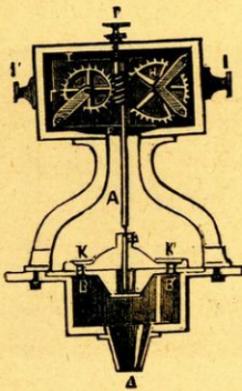
Ἄλλ' αἱ ἠχητικαὶ ἀκτῖνες αἱ περιλαμβανόμεναι ἐν τῇ γωνίᾳ ΓAB ἀνακλῶνται ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοιχωμάτων τῆς σάλπιγγος καὶ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν ταύτην ἐκπέμπονται εἰς τὴν γωνίαν BA'E, ὥσει προήρχοντο ἐκ τοῦ σημείου A' συμμετρικοῦ τοῦ A καὶ ἐπιπροστίθενται εἰς τὰς ἀκτῖνας BAE. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ἀποτέλεσμα ἐπέρχεται καθ' ὅλα τὰ ἐπίπεδα τὰ διὰ τοῦ ἄξονος τοῦ τηλεβόα διερχόμενα, ὁ κῶνος ΓAG' τῶν ἠχητικῶν ἀκτῖνων συγκεντροῦται εἰς τὸν κῶνον BAE μικροτέρου ἀνοίγματος, οὕτω δ' αἱ ἠχητικαὶ ἀκτῖνες καθίστανται σχεδὸν παράλληλοι τῷ ἄξονι τοῦ τηλεβόα. Εἶνε δ' εὐνόητον ὅτι καὶ ἄλλαι ἠχητικαὶ ἀκτῖνες ἀνακλῶμεναι, αἱ μὲν ἅπαξ, ἄλλαι δὲ δις καὶ τρίς, καθίστανται αἰσθητῶς παράλληλοι τῷ ἄξονι τῆς φωνοβόλου σάλπιγγος, ὥστε συμβαδίζουσαι καθιστῶσι τὸν ἦχον πορρωτέρω ἀκουστόν.

369. **Ἀκουστικὸν κέρας.** Τὸ ἀκουστικὸν κέρας χρήσιμον εἰς τοὺς βαρυηκούς δέχεται τὰς ἀκουστικὰς ἀκτῖνας διὰ τοῦ εὐρέος αὐτοῦ ὄλμου καὶ ἀνακλῶν ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας φέρει αὐτὰς πρὸς τὸ στενὸν αὐτοῦ στόμιον τὸ εἰσαγόμενον εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον τοῦ βαρυηκού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΠΕΡΙ ΥΨΟΥΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.

370. "Υψος τοῦ ἤχου. Ἡ ὀξύτης ἢ τὸ ὕψος τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμικῶν κινήσεων, τὰς ὁποίας τὸ ἤχο-



Σχ. 291.

γόνον σῶμα ἐκτελεῖ κατὰ δευτερόλεπτον. Ὁ ἤχος δηλ. εἶνε τοσοῦτω ὀξύτερος, ὅσῳ ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμικῶν κινήσεων εἶνε μείζων, καὶ το-  
τούτω βαρύτερος, ὅσῳ ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν εἶνε ἐλάσσων ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ· τοῦτο δ' ἀποδει-  
κνύεται πειραματικῶς πρὸς τοῖς ἄλλοις καὶ διὰ  
τῆς σειρῆνος τοῦ Cagniard de Latour.

371. Σειρῆν. Ἡ σειρῆν, ἥς κατακόρυφος τομὴ διὰ τοῦ ἄξονος διερχομένη παρίσταται ἐν τῷ σχήματι 291, σύγκειται ἐκ κυλινδρικής πυξίδος ΔΒΒ', εἰς ἣν διὰ τοῦ στομίου Δ ἐμφυσᾶται συνεχῆς ρεῦμα ἀέρος ἐκ φουσητηρίου.

Ἡ ἄνω βᾶσις τῆς πυξίδος κλείεται διὰ κυκλι-  
κῆς πλακὸς ΒΒ', ἣτις φέρει κυκλικὰς ὀπάς ἴσον ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἀπὸ  
τοῦ κέντρου ἀπεχούσας. Δίσκος μεταλλίνος ΚΚ' ἐπὶ τῆς πλακὸς ΒΒ'  
κειμένος καὶ φέρων ἰσαριθμούς κυκλικὰς ὀπάς, αἵτινες δύνανται νὰ  
ἐφαρμοσθῶσιν ἀκριβῶς ἐπὶ τῶν ὀπῶν τῆς κάτωθεν πλακὸς, στρέφεται ἐν  
ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ περι κατακόρυφον ἄξονα Α. Ὁ ἀνώτερος δίσκος  
στρεφόμενος ταχέως ἀνοίγει καὶ κλείει διαδοχικῶς τὰς ὀπάς τῆς κα-  
τωτέρας πλακὸς ΒΒ' καὶ πρὸς τοῦτο οἱ ὀχετοὶ τῶν ὀπῶν τούτων  
δὲν ἀνεψῆχθησαν καθέτως ἐπὶ τῶν ἐπιπέδων τῶν δίσκων, ἀλλ' ὑπὸ  
κλίσει καὶ κατ' ἀντιθέτους φοράς. Οὕτως, ὅταν ἰσχυρὸν ρεῦμα ἀέρος  
φθάσῃ ἐκ τοῦ φουσητηρίου εἰς τὴν πυξίδα, διερχόμενον διὰ τῶν ὀπῶν  
ΒΒ' καὶ μεταβάλλον ἀποτόμως διεύθυνσιν πλήττει τὰ τοιχώματα  
τῶν ὀχετῶν ΚΚ' τοῦ ἀνωτέρου δίσκου καὶ μεταδίδει εἰς αὐτὸν τα-  
χεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, ἣτις εἶνε τοσοῦτω ταχύτερα, ὅσῳ μεγα-  
λυτέρα εἶνε ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος ἐν τῇ πυξίδι.

Ἐὰν θέσωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸ φουσητήριον μετὰ τῆς πυξίδος  
διὰ τοῦ στομίου Δ, ὁ ἀνωθεν δίσκος ἄρχεται στρεφόμενος καὶ αἱ ὀπαὶ  
τῆς κατωτέρας πλακὸς ΒΒ' ἀνοίγονται καὶ κλείονται διαδοχικῶς,

οὕτω δὲ συμβαίνει ἔξοδος ἀέρος καὶ παύσις ἐκροῆς ἐναλλάξ, ἕνεκα τῶν ὁποίων παράγονται ἐν τῷ ἀέρι διαδοχικὰ στρώματα πυκνοτέρου καὶ ἀραιότερου ἀέρος, ἥτοι ἠχητικὰ κύματα. Ἐὰν π.χ. ὁ δίσκος ἔχη 8 ὀπὰς, τότε ἐν μιᾷ στροφῇ αὐτοῦ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος ἀποκαθίσταται καὶ διακόπτεται ὀκτάκις. Ὁ παραγόμενος δ' ἦχος γίνεται τοσοῦτον ὀξύτερος, ὅσῳ ἡ περιστροφικὴ κίνησις τοῦ ἀνωτέρου δίσκου εἶνε ταχύτερα, ἥτοι ὅσῳ μεγαλύτερος ἀριθμὸς παλμῶν τοῦ ἀέρος παράγεται ἐν ὠρισμένῳ χρόνῳ. Ὅπως δὲ μετρήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν τοῦ ἄξονος A, οὗτος φέρει πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος ἀπέραντον κοχλίαν, ὅστις ἐμπλέκεται μετὰ τῶν ὀδόντων τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ὀδοντωτοῦ τροχοῦ, ὃν στρέφει κατὰ ἓνα ὀδόντα καθ' ἑκάστην αὐτοῦ περιστροφῇ. Ὄταν ὁ πρῶτος οὗτος τροχὸς ἐκτελέσῃ μιάν ὀλόκληρον στροφῇν, βραχίων T στρεφόμενος μετὰ τοῦ τροχοῦ τούτου στρέφει κατὰ ἓνα ὀδόντα δεῦτερον ὀδοντωτὸν τροχὸν H, τὸν πρὸς τὰ δεξιὰ ἐπὶ τοῦ σχήματος φέροντα τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ὀδόντων, ὃν καὶ ὁ πρῶτος. Δεῖξται, ὅς φέρουσιν οἱ ἄξονες τῶν τροχῶν τούτων, κινούμενοι ἐπὶ διηρημένων κύκλων δεικνύουσι τὸν ἀριθμὸν τῶν στροφῶν ἐν ὠρισμένῳ χρόνῳ. Διὰ τοῦ ἀριθμοῦ δὲ τῶν στροφῶν, τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ὀδόντων καὶ τοῦ τῶν ὀπῶν εὐχερῶς εὐρίσκουμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ. (1)

Ἡ σειρὴν παράγει ἦχον, ἂν ἐμφυσήσωμεν εἰς τὴν πυξίδα κάτωθεν τὸ μόνον ἀέρα, ἀλλὰ καὶ οἰονόηποτε ἄλλο ἀέριον· ὅταν δ' ἡ ταχύτης ἢ περιστροφικὴ εἶνε πάντοτε ἡ αὐτὴ, παράγεται ἦχος τοῦ αὐτοῦ ὕψους. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει ὅτι ἡ ὀξύτης τοῦ ἤχου προέρχεται μόνον ἐκ τοῦ μείζονος ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος. Ἀλλὰ καὶ ἐν τῷ ὕδατι καὶ ἐν σίφῳδῳποτε ἄλλῳ ὑγρῷ ἢ σειρὴν παράγει ἦχον ἰσοῦψῃ, ὅταν ἡ περιστροφικὴ ταχύτης εἶνε ἡ αὐτὴ. Ὅπως δ' ἠγήσῃ ἢ σειρὴν διὰ τοῦ ὕδατος, βυθίζεται ὀλόκληρος εἰς τὸ ὕδωρ δοχείου καὶ τίθεται εἰς συγκοινωνίαν διὰ σωλῆνος μετὰ μικρᾶς δεξαμενῆς πεπληρωμένης ὕδατος

(1) Ἐὰν ὁ μὲν δίσκος φέρῃ 8 ὀπὰς, ἑκάτερος δὲ τῶν τροχῶν 100 ὀδόντας, εὐρωμεν δὲ ὅτι ἐν χρονικῷ διαστήματι τ δευτερολέπτων ὁ μὲν δεῦτερος τροχὸς ἐστράφη κατὰ ν διαιρέσεις, ὁ δὲ πρῶτος κατὰ ν', συναγομεν ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν ἐν 1' εἶνε ἴσος πρὸς  $(100ν + ν')$  8

καὶ εὐρισκομένης εἰς ὕψος 3 ἕως 4 μέτρων ὑπὲρ τὴν σειρήνα. Τὸ ὕδωρ καταρρέον μεθ' ἱκανῆς ταχύτητος παράγει ἤχον λίαν ἀκουστόν.

Ἡ σειρὴν ἠχοῦσα ἰσχυρότατα δι' ἀτμοῦ ὑπὸ μεγάλην πίεσιν χρησιμοποιεῖται εἰς τοὺς φάρους πρὸς ὀδηγίαν τῶν ναυτιλλομένων, ὅταν πυκνὴ ὀμίχλη καλύπτῃ τὸ ὑπὸ τοῦ φάρου ἐκπεμπόμενον φῶς. Ὁ ἤχος, ὃν παράγει ἡ δι' ἀτμοῦ σειρὴν, εἶνε μᾶλλον ἀκουστός τοῦ κρότου τοῦ πυροβόλου, ἀκουόμενος ὑπὸ τῶν ναυτιλλομένων ἐξ ἀποστάσεως ἀνωτέρας τῶν 6 ναυτικῶν μιλίων.

372. **Ἰσχύς τοῦ ἤχου.** Εἶνε γνωστὸν ὅτι οἱ διάφοροι ἤχοι εἶνε μᾶλλον ἢ ἥττον εὐδιάκριτοι, ἤτοι ἔχουσι μείζονα ἢ ἐλάσσονα ἰσχύς, ἥτις ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἐξῆς αἰτιῶν.

α') **Ἐκ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν.** Ὁ ὑπολογισμὸς ἀποδεικνύει ὅτι ἡ ἰσχύς τοῦ ἤχου εἶνε ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν. Καὶ ὄντως χορδὴν πληττομένην ἐνώπιον μέλανος πίνακος (σχ. 283 § 354) βλέπομεν κατ' ἀρχὰς μὲν παλλομένην πλατύτερον καὶ ἀκούομεν αὐτὴν παράγουσαν ἤχον ἰσχυρότερον, βαθμηδὸν δὲ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν ἐλαττουμένου καὶ ὁ ἤχος τῆς χορδῆς γίνεται ἀσθενέστερος. Ὅθεν οἱ ἤχοι εἶνε ἰσχυρότεροι, ὅταν τὸ ἠχογόνον σῶμα πάλληται πλατύτερον, διότι ἕνεκα τοῦ ἰσοχρόνου τῶν ἀνίσων τὸ πλάτος παλμῶν ἢ στιγμιαία ταχύτης, ἣν ἔχουσι τὰ μέρη τοῦ ἠχογόνου σώματος διερχόμενα διὰ τῆς ἀρχικῆς θέσεως τῆς ἡμερίας, εἶνε μεγαλύτερα, ὅταν ὁ παλμὸς εἶνε πλατύτερος, καὶ κατ' ἀκολουθίαν τὸ μὲν πυκνὸν ἡμίκυμα εἶνε ἔτι πυκνότερον, τὸ δ' ἀραιὸν ἔτι ἀραιότερον ἢ ὅταν τὸ σῶμα ἐκτελῇ στενωτέρον παλμόν.

β') **Ἐκ τῆς ἐκτάσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος.** Χορδὴ πληττομένη παράγει ἤχον ἀσθενέστερον ἢ κώδων, διότι ἡ ἐπιφάνεια, δι' ἧς πλήττει οὗτος τὸν ἀέρα, εἶνε μεγαλύτερα.

γ') **Ἐκ τῆς γειτνιάσεως ἠχητικῶν σωμάτων.** Διαπασῶν παλλόμενον ἐν τῷ ἀέρι παράγει ἤχον ἀσθενῆ, τιθέμενον ὅμως ἐπὶ ξυλίνου κιθωτίου ἔχοντος λεπτὰ τοιχώματα παράγει ἤχον ἰσχυρότερον, διότι μεταδίδεται ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ διαπασῶν καὶ ἐπὶ τοῦ κιθωτίου, ὅπερ συμπαλλόμενον πλήττει τὸν ἀέρα διὰ μεγάλης ἐπιφανείας. Οὕτω καθίσταται μὲν ὁ ἤχος ἰσχυρότερος, ἀλλὰ διαρκεῖ ὀλιγώτερον χρόνον. Ἡ κιθάρα, τὸ τετράχορδον καὶ πάντα τὰ ἔγχορδα ὄργανα ἀποδεικνύουσι τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου τῶν χορδῶν, αἵτινες τείνονται ἐπὶ ἠχητικῶν κιθωτίων καλουμένων *ἀντηχείων*.

δ') *Ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ περιέχοντος, ἐν ᾧ ὁ ἦχος παράγεται.*

Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου αὐξάνεται, ὅταν τὸ περιέχον, ἐν ᾧ ὁ ἦχος παράγεται, εἶνε πυκνότερον, τοῦ πλάτους ὄντος τοῦ αὐτοῦ. Οὕτως ὁ ἦχος κώδωνος ἠχοῦντος ἐν κοίλῃ ὑαλίνῃ σφαίρᾳ (σχ., 285 § 355) καθίσταται ἐπὶ τοσοῦτον ἀσθενέστερος, ἐφ' ὅσον ἀραιούμεν τὸν ἀέρα. Ὡσαύτως ἐν τῷ ὑδρογόνῳ ὁ παραγόμενος ἦχος εἶνε ἀσθενέστερος, ἐν δὲ τῷ ἀνθρακικῷ ὀξεῖ ἰσχυρότερος ἢ ἐν τῷ ἀέρι, ὅταν τὸ αὐτὸ ἠχογόνον σῶμα πάλληται ὑπὸ τὸ αὐτὸ πλάτος εἰς τὰ τρία ταῦτα ἀέρια εὐρισκόμενα ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν. Εἰς τὴν κορυφὴν ὄρους, οἷον ἐπὶ τῶν Ἄλπεων, ἢ ἐκπυρσοκρότησις ὄπλου ὁμοιάζει κατὰ τὸν Saussure πρὸς κρότον ξύλου θραυομένου, καὶ διὰ τὰ νὰ γίνηται ἀκουστὸς ὁ παριστάμενος, ὀφείλει νὰ ὁμιλῇ μεγαλοφώνως, ἤτοι νὰ κραδαίνῃ πλατύτερον τὰς φωνητικὰς αὐτοῦ χορδὰς, ὡς τοῦτο συμβαίνει καὶ εἰς τοὺς ἀεροναύτας κατὰ τὰς δι' ἀεροστάτου ἀναβάσεις. Διὰ τὸν αὐτὸν ἐπίσης λόγον ἦχος παραγόμενος εἰς κλιτὺν ὄρους, ἔνθα ὁ ἀὴρ ἀραιότερος, δὲν εἶνε τοσοῦτον ἀκουστὸς εἰς τὴν πεδιάδα, ὅσον ὁ αὐτὸς ἦχος παραγόμενος εἰς τὴν πεδιάδα, δηλ. εἰς περιέχον πυκνότερον, εἶνε ἀκουστὸς τῷ εὐρισκόμενῳ εἰς τὴν ὑψηλότερον κειμένην κλιτὺν τοῦ ὄρους. Ἐν τῷ ὕδατι ὁ ἦχος ὁ ὑπὸ τὸ αὐτὸ πλάτος παραγόμενος εἶνε ἰσχυρότερος ἢ ἐν τῷ ἀέρι, ὡς παρετήρησεν ὁ Colladon ἐν τῇ λίμνῃ τῆς Γενεύης.

ε') *Ἐκ τῆς ἀποστάσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος.* Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου μεταβάλλεται κατὰ λόγον ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως ἡμῶν ἀπὸ τοῦ ἠχογόνου σώματος. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ὁ ἦχος διανέμεται ἐπὶ ἀερίνων σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, αἱτινες αὐξάνονται ἀναλόγως τοῦ τετραγώνου τῶν ἀκτίων.

Πειραματικῶς ἀποδεικνύεται ὁ νόμος οὗτος, ἂν παρατηρήσωμεν ὅτι 4 ὅμοιοι κώδωνες ἐξ ἴσου καὶ συγχρόνως πληττόμενοι τιθέμενοι εἰς ἀπόστασιν ἀφ' ἡμῶν 200 π. χ. μέτρων, παράγουσιν ἦχον ἀκουστὸν μετὰ τῆς αὐτῆς ἰσχύος, μεθ' ἧς ἀκούομεν ἦχον, ὃν παράγει εἰς μόνος ὅμοιος κώδων ἐξ ἴσου πληττόμενος, ὅταν τεθῇ εἰς ἀπόστασιν ἀφ' ἡμῶν 100 μέτρων, τοῦ ἀέρος εὐρισκόμενου ὑπὸ τὰς αὐτὰς περιστάσεις καὶ κατὰ τὰς δύο περιπτώσεις.

Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου δὲν ἀκολουθεῖ τὸν ἀνωτέρω νόμον, ὅταν διαδίδηται διὰ σωλῆνων, ἐντὸς τῶν ὁποίων μειοῦται μόνον ἕνεκα τῆς τριβῆς τοῦ δονουμένου ἀέρος ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλῆνος. Ἐπειδὴ δηλονότι τὰ διαδοχικῶς δονούμενα στρώματα ἔχουσι τὴν αὐτὴν μᾶζαν,

ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου θὰ ἔμεινεν ἢ αὐτῇ, ἂν δὲν ὑπῆρχεν ἡ τριβὴ. Ὁ Biot πειρώμενος διὰ σιδηρῶν σωλήνων μήκους 951 μέτρων παρετήρησεν ὅτι ὀμιλία χαμηλῆ τῆ φωνῆ ἐγένετο ἀκουστῆ ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου τῆς σωλήνος εἰς τὸ ἕτερον ἄνευ αἰσθητῆς μειώσεως τῆς ἰσχύος αὐτῆς. Τούτου δ' ἕνεκα ὅταν θέλωσι νὰ μεταδώσωσι τὸν ἤχον εἰς μεγάλης ἀποστάσεις, ποιοῦνται χρῆσιν τῶν καλουμένων **φωναγωγῶν σωλήνων**, οἵτινες κατασκευάζονται συνήθως ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος. Κατὰ τὴν τοποθέτησιν τοιούτων σωλήνων ὀφείλομεν ν' ἀποφεύγωμεν τὴν ἀπότομον κάμψιν αὐτῶν ὑπὸ γωνίας, διότι οὕτως ἐπέρχεται ἀνάκλασις καὶ ἐπομένως ἐξασθένησις τοῦ ἤχου· τούναντίον δ' ἡ κάμψις κατὰ συνεχῆ καμπύλην δὲν μειοῖ αἰσθητῶς τὴν ἰσχύον αὐτοῦ. Δέον ὡσαύτως τὸ ἐσωτερικὸν τοῦ σωλήνος νὰ εἶνε ὅσον ἕνεστι λεῖον, διότι οὕτως ὁ ἤχος κάλλιον διαδίδεται ἐλαττωμένης τῆς τριβῆς.

Ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου, ὅταν διαδίδεται δι' ἡμισωλήνος ἢ δι' αὐλακος, μειοῦται ὀλιγώτερον ἢ ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι. Οὕτως ἂν συνενώσωμεν ἐπιμήκεις σανίδας, ὥστε νὰ σχηματισθῇ διεδρος γωνία μήκους 15 μέτρων, καὶ εἰς τὸ ἐν ἄκρον θέσωμεν ὠρολόγιον, ἀκούομεν τὸν ἤχον αὐτοῦ εὐκρινῶς εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον, ἐν ᾧ ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι μόλις ἀκούεται εἰς ἀπόστασιν ἐνὸς μέτρου. Ἐν τῷ ἀστεροσκοπεῖῳ τῶν Παρισίων ὑπάρχει αἰθούσα, εἰς ἣν αἱ ἀντίθετοι γωνίαὶ ἐνοῦνται δι' αὐλακος διασχιζούσης τὴν ὀροφὴν τῆς αἰθούσης. Ὀμιλία χαμηλῆ τῆ φωνῆ γινόμενη εἰς μίαν γωνίαν τῆς αἰθούσης ταύτης ἀκούεται εὐκρινῶς εἰς τὴν ἀντίθετον. Τοιοῦτον φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ εἰς βῶγγας σπηλαίων.

ς') **Ἐπίδρασις τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῆς ἰσχύος τοῦ ἤχου.** Ὁ ἤχος διαδίδεται κάλλιον ἐν ἡρεμοῦντι ἢ ἐν τεταραγμένῳ ἀέρι. Ἐξαρτάται δ' ἡ ἰσχὺς τοῦ ἤχου καὶ ἐκ τῆς φορᾶς τοῦ ἀνέμου· διότι, ὅταν ὁ ἤχος ἔχη τὴν αὐτὴν ἦν καὶ ὁ ἄνεμος φορᾶν, ἡ ἰσχὺς αὐτοῦ εἶνε μείζων ἢ ἐν νηνεμίᾳ.

ζ') **Ἀῦξησης τοῦ ἰσχύος τοῦ ἤχου κατὰ τὴν νύκτα.** Οἱ ἤχοι καθὼς καὶ ἡ ἠχώ εἶνε μᾶλλον ἀκουστοὶ κατὰ τὴν νύκτα, ὅποτε ὁ ἀῆρ εἶνε μᾶλλον ἡρεμος καὶ **ἰσόπυκνος**, τουτέστιν ἔχει μᾶλλον ὀμοιομερῆ σύστασιν. Κατὰ δὲ τὴν ἡμέραν, τῆς ἡλιακῆς θερμότητος καθιστώσης τὸν ἀέρα ἀνισόπυκνον, ὁ ἤχος διαδιδόμενος διὰ περιέχοντος μὴ ὀμοιομεροῦς ἀνακλᾶται καὶ διαθλᾶται κατὰ διαφόρους διευθύνσεις καὶ ἐπομένως ἐξασθενοῦται.

η') **Ἐπίδρασις τοῦ ψύχους.** Ὁ ἤχος εἶνε ἰσχυρότερος, ὅταν ὁ ἀῆρ

εἶνε ψυχρότερος καὶ ἐπομένως πυκνότερος. Ἐν ταῖς πολικαῖς χώραις ὀμιλία γίνεται ἀκουστή ἐξ ἀποστάσεως 1600 μέτρων. Ἀλλὰ τοῦτο προέρχεται οὐ μόνον ἐκ τοῦ ψυχροῦ, ἀλλὰ καὶ ἐκ τοῦ ἰσοπύκνου τοῦ ἀέρος τῶν πολικῶν χωρῶν.

373. **Ἔθρια τῶν αἰσθητῶν ἤχων.** Ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ ἠχογόνου σώματος αὐξάνηται ἢ ἐλαττωταί, παράγονται ἐπὶ τέλος ἤχοι ὀξύτατοι ἢ βαρύτερατοι, οἵτινες δὲν εἶνε πλέον ἀκουστοί. Ἄλλοτε παρεδέχοντο ὅτι τὰ δύο ταῦτα ἔθρια ἦσαν ὠρισμένα καὶ ὅτι ὁ μὲν βαρύτερος ἀκουστός ἤχος παράγεται ὑπὸ 16 παλμῶν κατὰ δευτερόλεπτον, ὁ δὲ ὀξύτατος ὑπὸ 48,000. Ἀλλὰ πειράματα κατέδειξαν ὅτι τὰ ἔθρια ταῦτα εἶνε διάφορα εἰς διαφόρους ἀνθρώπους καὶ ὅτι ἐξαρτῶνται καὶ ἐκ τοῦ πλάτους τῆς δονήσεως, τουτέστι καὶ ἐκτὸς τῶν ὀρίων τούτων δύναται ἤχοι νὰ γίνωσιν ἀκουστοί, ἐὰν ἔχωσι μεγάλην ἰσχύν.

374. **Ἠχογόνον σῶμα ἐν κινήσει.** Τὸ ὕψος τοῦ ἤχου μεταβάλλεται, εἰ καὶ ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ ἠχογόνου σώματος κατὰ πᾶν δευτερόλεπτον μένει σταθερός, ὅταν τὸ ἠχογόνον σῶμα πλησιάζῃ πρὸς τὸν ἀκρατήν ἢ ἀπομακρύνηται ἀπ' αὐτοῦ μένοντος ἀκινήτου, ἢ ὅταν ὁ ἀκρατὴς πλησιάζῃ πρὸς τὸ ἠχογόνον σῶμα ἢ ἀπομακρύνηται αὐτοῦ μένοντος ἀμεταθέτου. Ὅντως δ' ἀκούομεν τὸν συριγμὸν τῆς ἀτμοσύριγγος ἀτμαμάξης γινόμενον ὀξύτερον, ὅταν ἡ ἀτμάμαξα πλησιάζῃ πρὸς ἡμᾶς, καὶ βαρύτερον, ὅταν αὕτη ἀπομακρύνηται ἀφ' ἡμῶν. Τοῦτο δὲ συμβαίνει, διότι εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ οὖς ἡμῶν δέχεται μείζονα ἀριθμὸν ἠχητικῶν κυμάτων, εἰς δὲ τὴν δευτέραν ἐλάσσονα ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ἢ ὅταν τὸ ἠχογόνον σῶμα μένη ἀμετάθετον.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

ΠΕΡΙ ΠΑΛΜΙΚΗΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΤΩΝ ΧΟΡΔΩΝ.

ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ.

375. **Παλμοὶ τῶν τεταμένων χορδῶν.** Αἱ χορδαὶ αἰ τεταμέναι μεταξὺ δύο σταθερῶν σημείων τίθενται εἰς ἐγκαρσίαν παλμικὴν κίνησιν κατὰ πολλοὺς τρόπους· ἢ διὰ τοῦ δακτύλου ὡς εἰς τὴν *κitháρα*, ἢ διὰ πληκτροῦ (τόξου) ὡς εἰς τὸ *τετράχορδον* (βιολίον),

ἢ διὰ πλήκτρον ὑπὸ μορφήν μικρᾶς σφύρας ὡς εἰς τὸ *κλειδοκῆ-βαλον* κ.τ.λ.

### 376. Νόμοι τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν τῶν χορδῶν.

Οἱ νόμοι οὔτοι περιέχονται εἰς τὸν τύπον

$$v = \frac{1}{\delta\mu} \sqrt{\frac{B}{\pi \cdot \epsilon}};$$

ἐνθα  $\mu$  τὸ μῆκος τῆς χορδῆς,  $\delta$  ἡ διάμετρος τῆς ἐγκαρσίας τομῆς αὐτῆς,  $B$  τὸ τείνον τὴν χορδὴν βάρος,  $\epsilon$  ἡ πυκνότης αὐτῆς καὶ  $\pi$  ὁ λόγος τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον.

Οἱ νόμοι οὔτοι εἶνε τέσσαρες.

α') *Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν*, οὓς ἐκτελοῦσι δύο διάφοροι χορδαὶ ἐκ τῆς αὐτῆς ὕλης καὶ τοῦ αὐτοῦ πάχους ἐξ ἴσου τεταμέναι, ἀλλὰ διαφόρου μήκους, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τοῦ μήκους αὐτῶν.

Ὁ νόμος οὔτος ἀποδεικνύεται πειραματικῶς δι' ὄργανον, ὅπερ καλεῖται *ἠχομέτρον* καὶ σύγκειται ἐξ ἐπιμήκους ξυλίνου κιθωτίου ἔχοντος λίαν λεπτὰ τοιχώματα πρὸς ἐνίσχυσιν τῶν ἤχων. Ἄνωθεν τοῦ κιθωτίου κατὰ τὸ ἐν ἄκρον προσδέονται στερεῶς δύο ἢ τρεῖς χορδαί, αἵτινες ἐρειδόμεναι κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα ἐπὶ ξυλίνων ἀκμῶν τείνονται διὰ βαρῶν, ἅτινα μεταβάλλομεν κατὰ βούλησιν. Κινητὴ ξυλίνη ἀκμὴ ἢ ὑπαγωγέος μετατίθεται ἐπὶ τοῦ ἀντηχείου, οὕτως ὥστε νὰ δυνώμεθα νὰ μεταβάλλομεν κατ' ἀρέσκειαν τὸ παλλόμενον μέρος τῆς χορδῆς.

Πρὸς ἀπόδειξιν τῆς πρώτου τούτου νόμου ἐφαρμόζομεν ἐπὶ τοῦ ἠχομέτρου δύο ἐντελῶς ὁμοίας χορδὰς, ἃς τείνομεν δι' ἴσων βαρῶν καὶ αἱ ὅποιαι πληττόμεναι παράγουσιν ἤχους ἰσοῦσῆς. Ἐὰν μετακινούντες εἶτα τὸν ὑπαγωγέα ἐλαττώμεν διαδοχικῶς τὸ μῆκος τῆς μιᾶς τῶν χορδῶν καὶ πληττώμεν ἐκάστοτε τὴν χορδὴν ταύτην, εὐρίσκομεν ὅτι ὁ ἤχος γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὀξύτερος. Ἐὰν δὲ διὰ τῆς σειρῆνος προσδιορίσωμεν τοὺς ἀριθμοὺς τῶν παλμῶν, εὐρίσκομεν ὅτι οὔτοι εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰ μήκη τῶν χορδῶν.

β') *Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν χορδῶν*, αἵτινες διαφέρουσι μόνον κατὰ τὸ πάχος αὐτῶν, εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν διαμέτρων αὐτῶν. Οὕτως, ἂν τείνωμεν τρεῖς χορδὰς, ὧν αἱ διαμέτροι εἶνε ὡς οἱ ἀριθμοὶ 2, 3, 6, ἡ μὲν πρώτη παράγει ὀξύτερον ἤχον, ἡ δὲ τρίτη

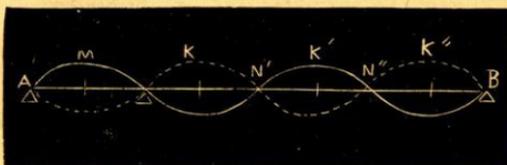
βαρύτερον τῆς δευτέρας, ἢ ἀκριθέστερον, οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι λόγον ὡς οἱ ἀριθμοὶ 3, 2, 1, ἤτοι ἡ πρώτη παράγει ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ τριπλασίους, ἡ δὲ δευτέρα διπλασίους παλμοὺς τῶν ὑπὸ τῆς τρίτης τῆς παχυτέρας παραγομένων.

γ') *Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶνε ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν ταυόντων τὰς χορδὰς βαρῶν.* Οὕτως, ἂν λάβωμεν τρεῖς χορδὰς ἐκ τῆς αὐτῆς ὕλης ἰσοπαχεῖς καὶ ἰσομήκεις καὶ τείνωμεν τὴν μὲν πρώτην διὰ βάρους ἐνὸς χιλιογρ., τὴν δευτέραν διὰ 4 καὶ τὴν τρίτην δι' 9, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν τρίτη παράγει τριπλασίους παλμούς, ἡ δὲ δευτέρα διπλασίους ἐκείνων, οὓς παράγει ἡ πρώτη χορδὴ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.

δ') *Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν πυκνοτήτων.* Οὕτως, ἂν λάβωμεν δύο σύρματα ἰσοπαχῆ, ἰσομήκη καὶ ἐξ ἴσου τεταμένα ἐκ δύο διαφόρων μετάλλων, τῶν ὁποίων ἡ πυκνότης νὰ εἶνε ὡς 1 πρὸς 4, τὸ ἀραιότερον σύρμα παράγει διπλασίους παλμούς ἢ τὸ πυκνότερον ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.

Οἱ νόμοι οὗτοι δὲν ἐφαρμόζονται εἰς χορδὰς ἐξ ἐντέρου, αἵτινες περιερίσσονται διὰ μεταλλίνου σύρματος.

377. **Δεσμοὶ καὶ κοιλίαι παλλομένων χορδῶν.** Ἐὰν ἐγγίσωμεν ἐλαφρῶς χορδὴν ἢ λεπτὸν τεταμένον σύρμα διὰ τοῦ δα-

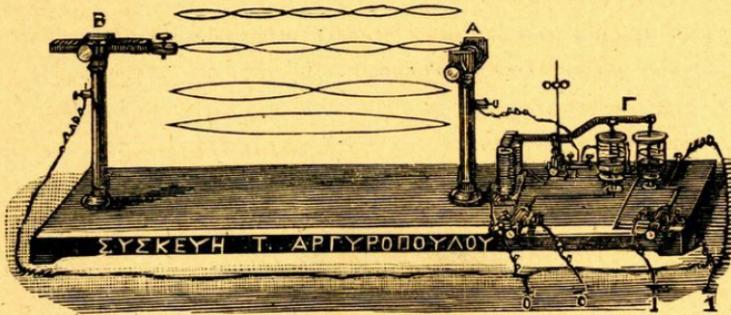


Σχ. 292.

κτύλου ἢ κάλλιον διὰ πτεροῦ εἰς τι σημεῖον αὐτῶν κείμενον ἢ εἰς τὸ μέσον ἢ εἰς τὸ  $\frac{1}{3}$  ἢ εἰς τὸ  $\frac{1}{4}$  καὶ εἶτα πλῆξωμεν αὐτὰ διὰ τόξου ἢ κατὰ τὸ μέσον τοῦ ἡμίσεος αὐτῶν ἢ κατὰ τὸ μέσον τοῦ  $\frac{1}{3}$  ἢ κατὰ τὸ μέσον N τοῦ  $\frac{1}{4}$  (σχ. 292), παρατηροῦμεν ὅτι τότε ταῦτα ὑποδιαίρουνται εἰς 2 ἢ εἰς 3 ἢ 4 μέρη καλούμενα *καμαρώσεις* καὶ εἰς μὲν τὰ σημεῖα K, K', K'' σχηματίζονται *κοιλίαι*, εἰς δὲ τὰ σημεῖα N, N' *δεσμοί*. Ἀποδεικνύομεν δὲ πειραματικῶς τὴν ὑπαρξίν τῶν δεσμῶν καὶ τῶν κοιλιῶν, θέτοντες μικρὰ τεμάχια ἐπικαμπῆ ἐκ χάρτου, λευκὰ μὲν π.χ. ἐπὶ τῶν σημείων N' καὶ N'', ἐρυθρὰ δ' ἐπὶ τῶν

σημείων  $K, K', K''$  και εἶτα πλήττομεν τὴν χορδὴν. Τὰ μὲν ἐρυθρὰ τεμάχια χάρτου ἀνατρέπονται, οὐχὶ δὲ καὶ τὰ λευκὰ τὰ ἐπὶ τῶν δεσμῶν κείμενα.

**378. Συσκευὴ Τ. Ἀργυροπούλου.** Τὴν ὑποδιαίρεισιν κραδαινόμενου σύρματος εἰς καμαρώσεις ἀποδεικνύομεν πειραματικῶς καὶ ὡς ἐξῆς. Τείνομεν ὀριζοντικῶς σύρμα ἐκ λευκοχρύσου μήκους 70 περίπου ὑφεκατομ. καὶ διαμέτρου ἴσης πρὸς κλάσμα τι τοῦ χιλιοστομέτρου καὶ διαβιβάζομεν ἰσχυρὸν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, ἵνα θερμάνωμεν τὸ σύρμα τοῦτο μέχρι λευκοπυρώσεως, παρειαγόντες εἰς τὸ κύκλωμα αὐτόματον ῥοητόμον ἥτοι διακοπτήρα τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος (σχ. 293).



Σχ. 293.

Εὐθὺς ὡς λειτουργήσῃ ὁ ῥοητόμος καὶ ἐπέλθωσιν ἐπανειλημμέναι διακοπαὶ τοῦ ρεύματος, τὸ σύρμα τοῦ λευκοχρύσου ἄρχεται κραδαινόμενον καὶ ὑποδιαιρούμενον εἰς ἀριθμὸν τινα στασίμων δονήσεων. Δύναται τις δὲ νὰ παρατηρήσῃ λίαν εὐκρινῶς μίαν, δύο, τρεῖς καὶ μέχρι πέντε κοιλίων χωριζομένων διὰ δεσμῶν, οἵτινες φαίνονται ὡς ἀκίνητοι. Ἐλαττοῦντες βραδέως τὴν τάσιν τοῦ σύρματος τοῦ λευκοχρύσου αὐξάνομεν τὸν ἀριθμὸν τῶν δεσμῶν, τὸναντίον δέ, ἐὰν τείνωμεν μᾶλλον τὸ σύρμα, ὁ ἀριθμὸς τῶν δεσμῶν ἐλαττοῦται, τὸ δὲ διάπυρον σύρμα κραδαίνεται ἐπὶ τέλους καθ' ὅλον τὸ μήκος αὐτοῦ καὶ σχηματίζει μίαν μόνην ἐν τῷ μέσῳ κοιλίαν.

#### ΦΥΣΙΚΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ.

**379. Διάστημα.** Καλεῖται διάστημα δύο ἤχων ὁ λόγος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ὀξυτέρου πρὸς τὸν τοῦ βαρυτέρου ἐν ἴσῳ χρόνῳ. Οὕτως, ἐὰν μία χορδὴ παράγῃ 900 π. χ. παλμούς, ἑτέρα δὲ

800 ἐν ἴσῳ χρόνῳ, τὸ διάστημα τῶν δύο ἤχων, οὓς παράγουσιν αἱ δύο χορδαί, εἶνε ἴσον πρὸς  $\frac{900}{800}$ , ἤτοι  $\frac{9}{8}$ . Ὅταν δ' ἀκούωμεν δύο ἤχους συγχρόνως ἢ διαδοχικῶς, αἰσθανόμεθα εἰς τὸ οὓς ἡμῶν ἐπὶ τοσοῦτον εὐάρεστον αἴσθημα, ἐφ' ὅσον τὸ διάστημα αὐτῶν ἐκφέρεται δι' ὅσον ἔνεστιν ἀπλουστέρων ἀριθμητικῶν λόγων, οἳ οἱ εἶνε οἱ ἐξῆς :

$$\frac{1}{1}, \frac{2}{1}, \frac{3}{2}, \frac{4}{3}, \frac{5}{4}, \frac{6}{5}.$$

380. **Μουσικὴ κλίμαξ.** Ἡ μουσικὴ παρεδέξατο σειρὰν διαδοχικῶν ἤχων, τῶν μὲν ὀξυτέρων τῶν δὲ βαρυτέρων, οἵτινες συντελοῦσιν εἰς διαστήματα ὅσον ἔνεστιν ἀπλουστέρα, τουτέστιν εἶνε τοιοῦτοι, ὥστε διαδοχικῶς παραγόμενοι ἢ καὶ τινες αὐτῶν συγχρόνως ἀνά δύο ἢ καὶ πλείότεροι ὁμοῦ νὰ παράγωσι τὸ μᾶλλον εὐάρεστον εἰς τὴν ἀκοὴν ἡμῶν αἴσθημα. Ἡ σειρὰ τῶν φθόγγων, οὓς μεταχειρίζεται ἡ μουσικὴ, καλεῖται **μουσικὸν διάγραμμα**.

Οἱ διαδοχικοὶ ἤχοι ἢ φθόγγοι τῆς μουσικῆς εἶνε τοιοῦτοι, ὥστε τὰ διαστήματα ἐπαναλαμβάνονται περιοδικῶς τὰ αὐτὰ κατὰ ἑπτάδα. Τουτέστι λαμβάνοντες ἤχόν τινα ὡς βᾶσιν καὶ ἀναχωροῦντες ἀπ' αὐτοῦ κατὰ τὰ διαστήματα τὰ ἐν χρήσει εἰς τὴν μουσικὴν, εὐρίσκομεν ἑπτὰ διάφορα διαστήματα, ἀλλ' εἶτα ἀνευρίσκομεν πάλιν τὰ αὐτὰ περιοδικῶς ἐπαναλαμβανόμενα κατὰ τὴν αὐτὴν σειρὰν. Οἱ ἑπτὰ πρῶτοι φθόγγοι τοῦ μουσικοῦ διαγράμματος ἀποτελοῦσι μουσικὴν κλίμακα, ὡσαύτως δ' οἱ ἑπτὰ ἐπόμενοι καὶ οὕτω καθεξῆς, παριστώμενοι διὰ τῶν συμβόλων do, re, mi, fa, sol, la, si. Τῶν διαδοχικῶν δὲ κλιμάκων οἱ φθόγγοι παρίστανται διὰ τῶν αὐτῶν συμβόλων μετὰ δεικτῶν, οἷον do<sub>1</sub>, mi<sub>2</sub>, sol<sub>3</sub>, κτλ.

Οἱ δὲ λόγοι τῶν ἀριθμῶν τῶν παλμῶν τῶν ἑπτὰ φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακος πρὸς τὸν τοῦ πρώτου εἶνε οἱ ἐξῆς :

$$\begin{array}{cccccccc} \text{do}_0 & \text{re}_0 & \text{mi}_0 & \text{fa}_0 & \text{sol}_0 & \text{la}_0 & \text{si}_0 & \text{do}_1 \\ 1 & \frac{9}{8} & \frac{5}{4} & \frac{4}{3} & \frac{3}{2} & \frac{5}{3} & \frac{15}{8} & 2. \end{array}$$

Ἐὰν παραδεχθῶμεν ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ do τῆς πρώτης ἤτοι βαρυτάτης κλίμακος εἶνε ἴσος πρὸς 24, τότε οἱ ἀριθμοὶ τῶν

παλμῶν τῶν ἐπτὰ φθόγγων τῆς μουσικῆς ταύτης κλίμακος εἶνε οἱ ἐξῆς, 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45, 48.

Πολλαπλασιάζοντες τοὺς ἀριθμοὺς τῶν παλμῶν τῶν φθόγγων τῆς κλίμακος ταύτης ἐπὶ 2, 4, 8 κτλ. εὐρίσκομεν τοὺς ἀριθμοὺς τῶν παλμῶν τῶν φθόγγων τῶν ὑψηλοτέρων κλιμάκων.

Κατὰ τὸν Helmholtz ἡ μουσικὴ ποιεῖται χρῆσιν φθόγγων, ὧν ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν περιλαμβάνεται μεταξύ 40 καὶ 4000 κατὰ δευτερόλεπτον. Οἱ φθόγγοι οὗτοι περιλαμβάνουσιν 7 περίπου μουσικὰς κλίμακας.

Ἀναζητοῦντες τὰ διαστήματα τὰ μεταξύ δύο διαδοχικῶν φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακος ἀνευρίσκομεν τοὺς ἐξῆς ἀριθμοὺς:

$$\frac{re}{do} = \frac{9}{8}, \frac{mi}{re} = \frac{10}{9}, \frac{fa}{mi} = \frac{16}{15}, \frac{sol}{fa} = \frac{9}{8}, \frac{la}{sol} = \frac{10}{9}, \frac{si}{la} = \frac{9}{8}, \frac{do}{si} = \frac{16}{15}$$

ἤτοι ἀνευρίσκομεν τρεῖς διάφορα διαστήματα.

1) Τὸ διάστημα  $\frac{9}{8}$ , τὸ ὁποῖον εἶνε τὸ μεγαλύτερον καὶ καλεῖται *τόνος μείζων*.

2) Τὸ διάστημα  $\frac{10}{9} = \frac{9}{8} \cdot \frac{80}{81}$ , τὸ ὁποῖον καλεῖται *τόνος ἐλάσσων*.

Τὰ δύο ταῦτα διαστήματα ὄντα σχεδὸν ἴσα, διότι εἰς 80 παλμοὺς διαφέρουσι καθ' ἓνα, καλοῦνται καὶ ἀπλῶς *τόνοι*.

3) Τὸ διάστημα  $\frac{16}{15} = \frac{10}{9} \times \frac{24}{25}$ , ὅπερ καλεῖται *ἡμιτόνιον* καὶ

ἰσοῦται πρὸς τὸ διάστημα ἐνὸς τόνου πολλαπλασιαζόμενον ἐπὶ τὸ κλάσμα  $\frac{24}{25}$ . Ὡστε τὰ διαστήματα εἰς τὴν μουσικὴν κλίμακα εἶνε τὰ ἐξῆς :

(do)τόν.(re)τόν.(mi)ἡμιτ.(fa)τόν.(sol)τόν.(la)τόν.(si)ἡμιτ.(do).  
ἤτοι δύο τόνοι, ἓν ἡμιτόνιον, τρεῖς τόνοι, ἓν ἡμιτόνιον.

381. **Διέσεις καὶ ὑφέσεις.** Ἐνίοτε λαμβάνεται ὡς ἀρχικὸς φθόγγος τῆς μουσικῆς κλίμακος ἄλλος τις ὀξύτερος ἢ βαρύτερος τοῦ do, τοῦτο δὲ πρὸς μετάθεσιν ἄσματος ἐπὶ τὸ ὀξύτερον ἢ ἐπὶ τὸ βαρύτερον. Ἀλλὰ τότε ἐν τῇ νέᾳ κλίμακῃ δὲν θὰ ὑπάρχη ἡ αὐτὴ ὡς ἀνωτέρω σειρὰ 2 τόνων 1 ἡμιτον. 3 τόνων καὶ 1 ἡμιτονίου. Ἐὰν π. χ. λάβωμεν ὡς ἀρχικὸν φθόγγον τὸν sol, ἔχομεν σειρὰν διάφορον τῆς πρώτης τὴν ἐξῆς, (sol)τόν. (la)τόν. (si)ἡμιτ. (do)τόν. (re)

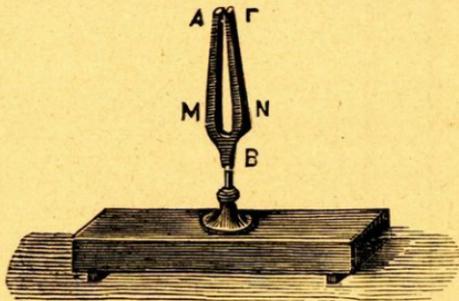
τόν. (mi) ἡμιτ. (fa) τόν. (sol), ἤτοι 2 τόνους 1 ἡμιτ. 2 τόνους, 1 ἡμιτ. 1 τόνον.

"Ἴνα δ' ἔχωμεν τὴν αὐτὴν σειρὰν, ὑψοῦμεν τὸν fa κατὰ ἡμιτόνιον, ἤτοι ἐν τῷ λόγῳ τοῦ 25 πρὸς τὸ 24, καὶ τότε τὸ διάστημα μεταξὺ mi καὶ fa γίνεται τόνος, τὸ δὲ μεταξὺ fa καὶ sol ἡμιτόνιον, καὶ οὕτως ἔχωμεν τὴν αὐτὴν σειρὰν διαστημάτων ὡς ἐν τῇ καλουμένῃ φυσικῇ κλίμακι. Ἡ τοιαύτη ὕψωσις τοῦ la καλεῖται *διεσις* (dièze).

"Ἄν τούναντίον λάβωμεν ὡς ἀρχικὸν φθόγγον τὸν fa, θέλομεν ἔχει (fa) τόν. (sol) τόν. (la) τόν. (si) ἡμιτ. (do) τόν. (re) τόν. (mi) ἡμιτ. (fa). Διὰ γὰρ ἔχωμεν δὲ τὴν αὐτὴν σειρὰν ὡς καὶ ἐν τῇ φυσικῇ κλίμακι, πρέπει νὰ καταβιβάσωμεν τὸν si κατὰ ἡμιτόνιον, ἤτοι ἐν τῷ λόγῳ τοῦ 24 πρὸς τὸ 25, τοῦτο δὲ καλεῖται *ὑφεσις* (bémol) τοῦ si.

**382. Τελεία συμφωνία.** Καλεῖται τελεία συμφωνία ἡ σύγχρονος παραγωγή τριῶν φθόγγων, τῶν ὁποίων οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι λόγον πρὸς ἀλλήλους, ὃν καὶ οἱ ἀριθμοὶ 4, 5 καὶ 6. Τοιαύτας συμφωνίας ἀποτελοῦσιν οἱ φθόγγοι do, mi, sol—sol, si, re—fa, la, do— οἵτινες συγχρόνως ἀκούμενοι παράγουσι λίαν εὐάρεστον εἰς τὸ οὖς αἴσθημα.

**383. Διαπασῶν.** Καλεῖται *διαπασῶν* ὄργανον συγκείμενον ἐκ βάρθδου χαλυβδίνης κεκαμπυλωμένης εἰς σχῆμα ψαλίδος καὶ φερομένης εἰς τὸ μέσον ἐξέχουσαν λαβὴν, ἣτις χρησιμεύει ὡς ποδὸς (σχ. 294). Πληττόμενα τὰ σκέλη ταῦτα AM καὶ ΓN τίθενται εἰς παλμικὴν κίνησιν ἀντίθετον πρὸς τὰ ἐντὸς καὶ πρὸς τὰ ἐκτὸς καὶ ἐκτελοῦσι πάντοτε τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμῶν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ. Ἐκαστον ἐπομένως διαπα-



Σχ. 294.

σῶν παράγει τὸν αὐτὸν πάντοτε φθόγγον τοῦ αὐτοῦ ὕψους καὶ διὰ τοῦτο ταῦτα χρησιμεύουσι πρὸς *ἀρμολίαν* τῶν μουσικῶν ὀργάνων. Πρὸς ἐνίσχυσιν δὲ τοῦ παραγομένου φθόγγου στηρίζουσι τὸ διαπασῶν διὰ τῆς λαβῆς B ἐπὶ ξυλίνου κιβωτίου ἀνοικτοῦ κατὰ τὸ ἐν ἄκρον, τοῦ ὁποίου τὰς διαστάσεις κανονίζουσι ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ διαπασῶν. Τὸ κιβώτιον τοῦτο ἐνισχύον τὸν ἦχον τοῦ διαπασῶν καλεῖται καὶ ἐνταῦθα *ἀντηχεῖον*.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄.

## ΠΕΡΙ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ. ΧΡΟΙΑ ΤΟΥ ΗΧΟΥ.

384. Εἰς τοὺς ἠχητικούς σωλήνας, οἵτινες εἶνε σωλήνες μετὰ στερεῶν τοιχωμάτων, ὁ ἦχος παράγεται διὰ τοῦ ἐντὸς αὐτῶν περιεχομένου ἀέρος, ὅστις δονεῖται διὰ διαφόρων μέσων. Ἀποδεικνύεται δὲ πειραματικῶς ὅτι ἡ ὕλη τῶν σωλήνων δὲν ἐπιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ὕψους καὶ τῆς ἰσχύος τοῦ ἦχου, ὅστις εἶνε πάντοτε ὁ αὐτός, ἐάν τε ὁ ἠχητικός σωλήν εἶνε ἐκ ξύλου, ἐάν τε ἐκ χάρτου, ἐάν τε ἐκ μετάλλου, ἀρκεῖ αἱ διαστάσεις τῶν διαφόρων τούτων σωλήνων νὰ εἶναι αἱ αὐταί.

Ἐάν ἐντὸς σωλήνος ἐμφυσήσωμεν ἀέρα, δὲν θέλει παραχθῆ ἦχος, ἀλλὰ μόνον συνεχῆς κίνησις τοῦ ἀέρος. Ἴνα δὲ παραχθῆ ἦχος, πρέπει διὰ τινος μέσου νὰ τεθῆ ὁ ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀήρ εἰς δόνησιν. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ δύο τρόπων, τουτέστιν ὁ ἀήρ ἐν τοῖς ἐμπνευστοῖς ὀργάνοις τίθεται συνήθως εἰς παλμικὴν κίνησιν κατὰ δύο τρόπους, διὸ τὰ ὄργανα ταῦτα εἶνε δύο εἰδῶν.

α΄) Ὄργανα ἐμπνευστὰ φέροντα στόμα.

β΄) Ὄργανα ἐμπνευστὰ φέροντα γλωττίδα.

385. **Ὄργανα φέροντα στόμα.** Εἰς τὰ ὄργανα ταῦτα ρεῦμα ἀέρος ἐμφυσᾶται διὰ ψυκτηρίου, ἐφ' οὗ τοποθετεῖται ὁ ἠχητικός σωλήν διὰ τοῦ ποδῶς P (σχ. 295). Ὁ ἐμφυσώμενος ἀήρ διέρχεται δι' ὄχετοῦ, ὅστις καλεῖται *διὰνυιον*, καὶ ἐξερχόμενος διὰ στενῆς σχισμῆς I προσκρούει ἐπὶ τῆς ἀπέναντι ἀκμῆς A, ἣτις καλεῖται *χειλος τοῦ στόματος* B. Τὸ ἀνώτερον τοῦτο χεῖλος εἶνε μὲν λοξῶς τετμημένον, ἀλλ' ἀπολήγει εἰς ἐπιφάνειαν ἐπίπεδον λίαν στενήν. Ὄταν δὲ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ἀρκούντως ταχύ, παράγεται ἦχος, ὅστις εἶνε τοσοῦτῳ ὀξύτερος, ὅσω τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ταχύτερον καὶ ὅσω τὸ ἀνώτερον χεῖλος A πλησιάζει πρὸς τὸ στόμιον I τοῦ διανυγίου.

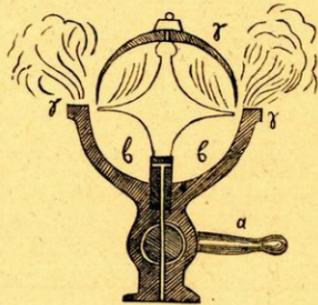
Οἱ παλμοὶ τοῦ ἀέρος καὶ κατ' ἔκκολουθίαν καὶ ὁ ἦχος προέρχονται ἐκ τῆς προσκρούσεως τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου χεῖλους, ῥυθμιζόμενοι διὰ τῆς ἐν τῷ ἠχητικῷ σω-

ληνι ἀερίνης στήλης. Ὁ ἀήρ ὀηλ. προσκρούων εἰς τὴν στενήν ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν, εἰς ἣν καταλήγει τὸ ἀνώτερον χεῖλος, συμπιέζεται καὶ ἀντιδρᾷ εἶτα διὰ τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ, ὅταν αὐτῇ



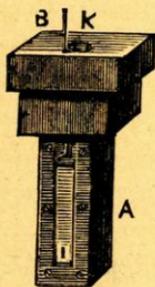
Σχ. 295.

καταστῆ ἀρκούντως μεγάλη, παρακωλύουσα ἐν μέρει τὴν ἐξοδὸν τοῦ φυσωμένου ρεύματος τοῦ ἀέρος. Εἶτα ὁ ἀήρ ὁ πρὸ τοῦ χείλους διαστέλλεται καὶ αὖθις συμπιέζεται, οὕτω δ' ὁ ἐκ τοῦ στόματος Β ἐξερχόμενος ἀήρ δὲν ἐξέρχεται συνεχῆς, ἀλλὰ κατὰ διαλείμματα, ἅτινα παρακολουθοῦσιν ἄλληλα τοσοῦτον ταχύτερον, ὅσω τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος εἶνε ταχύτερον καὶ τὸ χεῖλος Α πλησιέστερον πρὸς τὸ διαύγιον Ι. Ἔνεκα τῶν διαλειμμάτων δὲ τούτων παράγονται εἰς τὸν ἀέρα παλμοί, τουτέστι διαδοχικὰ στρώματα ἀέρος πυκνοτέρου καὶ ἀραιότερου, ἅτινα παράγουσι τὸν ἤχον. Καθ' ὅμοιον τρόπον παράγεται ὁ συριγμὸς τοῦ ἀνέμου ἐπὶ τῶν κλάδων τῶν δένδρων καὶ ἐπὶ τῶν σχοινίων τῶν πλοίων. Εἰκόνα δὲ τῆς καταστάσεως τοῦ πρὸ τοῦ χείλους ἢ πρὸ τοῦ κλάδου ἢ σχοινίου ἀέρος παρέχει ἡμῖν ταχὺ ρεῦμα ὕδατος, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζομεν ῥάβδον κατακορύφως. Πρὸς τὸ μέρος, ἐνθα τὸ ὕδωρ πλήττει τὴν ῥάβδον, σχηματίζονται λεπτὰ ὕδατηρὰ κυμάτια, ἅτινα συσπειροῦνται πρὸς τὴν ῥάβδον, ὅπως βλέπομεν τοῦτο παραγόμενον καὶ παρὰ τοὺς ἐν ποταμῷ στύλους γεφύρας. Δι' ὁμοίου δὲ τρόπου παράγεται ὁ ἤχος εἰς συρίκτραν ἢ εἰς κούλην κλειδα, ὅταν δι' αὐτῆς συρίζωμεν, εἰς τὸν *πλαγιανλор*, ὅστις πρὸς τοῦτο φέρει πρὸς τὸ ἀνώτερον μέρος πλάγιον κυκλικὸν τρυπήμα, ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ ὁποίου ἐφαρμόζων ὁ αὐλῶν τὰ χεῖλη του ἐμφυσᾷ ρεῦμα ἀέρος προσκρούον ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι χείλους τοῦ τρυπήματος, οὕτω δ' ὁ ἐντὸς τοῦ σωλήνος ἀήρ δονούμενος παράγει διαφόρους ἤχους. Ὁμοίως λειτουργεῖ καὶ ἡ ἐν χρήσει εἰς τοὺς σιδηροδρόμους καὶ εἰς πάσας τὰς ἀτμομηχανὰς *ἀτμοσυριγξ*, ἥτις σύγκειται ἐκ δύο μεταλλίνων ἡμισφαιρίων β καὶ γ (σχ. 296), ἅτινα χωρίζονται δι' ὀριζοντίου κυκλικοῦ μεταλλίνου δίσκου. Στρεφόμενου τοῦ στροφάλου α ἀτμὸς ἐκ τοῦ λέβητος, διερχόμενος διὰ τοῦ κατὰ τὸν ἄξονα πόρου, εἰσορμᾷ εἰς τὸν χώρον ββ τοῦ κατωτέρου ἡμισφαιρίου, ὁποῦθεν ἐξερχόμενος βιαίως διὰ τοῦ στενοῦ δακτυλιοειδοῦς χάσματος τοῦ ὑπάρχοντος μεταξὺ τῶν χειλέων τοῦ κατωτέρου ἡμισφαιρίου καὶ τῶν περάτων τοῦ ἐν τῷ μέσῳ δίσκου προσκρούει ἐπὶ τῆς ἀπέναντι ὀξείας ἀκμῆς, εἰς ἣν ἀπολήγει τὸ ἀνώτερον ἡμισφαίριον, παράγεται δ' οὕτως ἤχος ὀξύτατος καὶ λίαν διαπεραστικός.



Σχ. 296.

386. **Όργανα μετὰ γλωττίδος.** Εἰς τὰ ὄργανα ταῦτα παράγεται ἡ παλμικὴ κίνησις ἀέρος δι' ἐλαστικῆς γλωττίδος μεταλλίνης ἢ ξυλίνης I (σχ. 297), ἥτις οὔσα προσηλωμένη μόνον διὰ τοῦ ἀνωτέρου πέρατος αὐτῆς φράττει ἐν ἡρεμίᾳ εὐρισκομένη ἐπιμήκη ὀρθογώνιον θυρίδα, ἣν φέρει τὸ ξύλινον κιβώτιον A ἐπὶ τῆς προσθίας ἑδρας αὐτοῦ· παλλομένη ὁμως διέρχεται ἐλευθέρως διὰ τῆς θυρίδος, χωρὶς νὰ ἐφάπτηται τῶν χειλέων αὐτῆς, ἀφίνουσα ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος. Ἐὰν ἐνθέσαντες τὸ μικρὸν κιβώτιον ἐν τῷ στόματι ἡμῶν ἀφήσωμεν τὸ ἀνωτέρον μέρος αὐτοῦ B ἐκτός καὶ ἐμφυσήσωμεν ρεῦμα ἀέρος, ἡ γλωττίς I κάμπτεται πρὸς τὰ ἔσω τοῦ κιβωτίου ἀφίνουσα ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος, ὅστις ἐξέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς K. Ἔνεκα δὲ τῆς ἐξόδου ταύτης τοῦ ἀέρος ἡ



Σχ. 297.

πίεσις τοῦ ἐν τῇ κοιλότητι τοῦ στόματος ἡμῶν ἀέρος πρὸς στιγμὴν ἐλαττοῦται καὶ ἡ γλωττίς ἐπανέρχεται μὲν ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς εἰς τὴν πρώτην αὐτῆς θέσιν κλείουσα τὴν θυρίδα καὶ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος διακόπτουσα, ἀλλ' ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος καμπτομένη ἀντιθέτως ἀφίνει καὶ πάλιν ἐλευθέραν τὴν δίοδον τοῦ ἀέρος. Οὕτω δὲ τῆς θυρίδος ἀνοιγομένης διηνεκῶς καὶ κλειομένης παράγονται παλμικαὶ κινήσεις εἰς τὸν ἀέρα καὶ ἐπομένως καὶ ἦχος, τοῦ ὁποίου ἡ ὀξύτης ἐξαρτᾶται οὐ μόνον ἐκ τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος τοῦ ἀέρος, ἀλλὰ καὶ ἐκ τοῦ μήκους τῆς γλωττίδος γινόμενος βαρύτερος ἢ ὀξύτερος, ὅταν αὐξάνηται ἢ ἐλαττώται τὸ μῆκος τοῦ κραδαινομένου μέρους αὐτῆς.

Ἡ γλωττίς αὕτη ἡ παλλομένη ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς ἐπιμήκους θυρίδος, χωρὶς νὰ ἀπτηται τῶν χειλέων αὐτῆς, καλεῖται **ἐλευθέρη**. Πολλὰκις ὁμως οὔσα πλατυτέρα τῆς θυρίδος κραδαινεται μόνον ἐκ τοῦ ἐνὸς μέρους πλήττουσα τὰ χεῖλη τῆς ὀπῆς καὶ τότε καλεῖται **πλήττουσα**. Αἱ πλήττουσαι γλωττίδες παράγουσιν ἦχον μᾶλλον τρίζοντα.

Ὁ **εὐθύναυλος**, ὁ **βαρύναυλος** καὶ ὁ **ὀξύναυλος** φέρουσι τοιαύτας γλωττίδας ἐκ ξύλου (δόνακος)· εἰς ἄλλα δ' ὄργανα αἱ γλωττίδες εἶνε μετάλλιναι. Τὸ μῆκος τῆς γλωττίδος κανονίζει ἐκάστοτε ὁ αὐτῶν πιέζων αὐτὴν διὰ τῶν χειλέων αὐτοῦ.

Εἰς πολλὰ **χάλκινα** ὄργανα, οἷον εἰς τὴν **σάλπιγγα**, τὸ **κέρα**, ἡ γλωττίς ἀντικαθίσταται ὑπὸ τῶν χειλέων τοῦ σαλπικτοῦ, τὰ ὁποῖα

κραδαίνονται ὑπὸ τοῦ ἐκπνευομένου ἀέρος τεινόμενα μᾶλλον ἢ ἦττον ἐν κωνικῷ ὄλμῳ.

**387. Κλειστοὶ καὶ ἀνοικτοὶ ἡχητικοὶ ὠληῖνες.** Ἐκ τῶν ἡχητικῶν σωλήνων ἄλλοι μὲν εἶνε ἀνοικτοὶ καὶ κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων, ἄλλοι δὲ κλειστοί. Ὁ αὐτὸς δὲ ἡχητικὸς σωλήν εἶτε ἀνοικτὸς εἶτε κλειστὸς δύναται νὰ παραγάγῃ σειρὰν ἡχῶν διὰ τῆς ἐμφυσήσεως βεύματος ἀέρος ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἰσχυροτέρου. Καὶ ὁ μὲν βαρύτερος τῶν οὕτω παραγομένων ἡχῶν καλεῖται θεμελιώδης, οἱ δὲ λοιποὶ οἱ ὀξύτεροι ἀρμονικοί. Καὶ ἂν μὲν ὁ σωλήν εἶνε κλειστὸς, δύναται νὰ παραγάγῃ διαδοχικῶς ἡχους, ὧν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι πρὸς ἀλλήλους ὡς οἱ περιττοὶ ἀριθμοὶ 1, 3, 5, 7, ἦτοι ἂν ὁ πρῶτος εἶνε τὸ  $do_1$ , ὁ σωλήν δύναται νὰ παραγάγῃ τοὺς φθόγγους  $do_1$ ,  $sol_2$ ,  $mi_3$ , κ. τ. λ. Ἐὰν δ' ὁ σωλήν εἶνε ἀνοικτὸς, δύναται νὰ παραγάγῃ σειρὰν φθόγγων, ὧν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν ἔχουσι τὸν αὐτὸν λόγον, ὃν ἡ σειρὰ τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4. Κατ' ἀκολουσίαν ἂν ὁ πρῶτος εἶνε ὁ  $do_1$ , οἱ φθόγγοι, οὓς δύναται νὰ παραγάγῃ ὁ αὐτὸς σωλήν, εἶνε  $do_1$ ,  $do_2$ ,  $sol_2$ ,  $do_3$ ,  $mi_3$ ,  $sol_3$ , κτλ.

Δύο σωλήνες, ὧν ὁ μὲν ἀνοικτὸς ὁ δὲ κλειστὸς, παράγουσι τὸν αὐτὸν θεμελιώδη ἦχον, ὅταν ὁ ἀνοικτὸς ἔχη μῆκος διπλάσιον τοῦ κλειστοῦ. Τέλος δὲ σωλήνες εἶτε ἀνοικτοὶ εἶτε κλειστοὶ διαφόρων μηκῶν παράγουσι θεμελιώδεις ἡχους, ὧν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶνε ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μηκῶν τῶν σωλήνων, ὅταν αἱ διαστάσεις τῶν ἐγκαρσίων τομῶν αὐτῶν εἶνε αἱ αὐτὰ καὶ πολὺ μικραὶ συγχρινόμενα πρὸς τὸ μῆκος αὐτῶν. Οὕτως, ἐὰν θέλωμεν δι' ἡχητικῶν σωλήνων ἀνοικτῶν ἢ κλειστῶν νὰ παραγάγωμεν τὴν σειρὰν τῶν φθόγγων τῆς μουσικῆς κλίμακος, πρέπει τὰ μήκη αὐτῶν νὰ εἶνε πρὸς ἄλληλα ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1,  $\frac{8}{9}$ ,  $\frac{4}{5}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{8}{15}$ .

**388. Χροιά ἢ ποιὸν τοῦ ἡχου.** Ἡ χροιά ἀποτελεῖ μετὰ τῆς ἰσχύος καὶ τοῦ ὕψους τὰ τρία χαρακτηριστικὰ ἢ γνωρίσματα τοῦ ἡχου. Οἱ ἡχοὶ ἢ οἱ φθόγγοι, οὓς παράγουσι τὰ διάφορα μουσικὰ ὄργανα καὶ ὁ ἀνθρώπινος λάρυγξ, δύναται μὲν νὰ ἔχωσι τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ τὴν αὐτὴν ἰσχύον, ἀλλὰ διάφορον χροιάν, ἐξ ἧς ἀναγνωρίζομεν τὸ ὄργανον τὸ παράγον τὸν φθόγγον καὶ πρόσωπον γνωστὸν λαλοῦν, καίτοι δὲν βλέπομεν αὐτά. Τὰ διάφορα δηλ. μουσικὰ ὄργανα καὶ ὁ ἀνθρώπινος λάρυγξ δὲν ἐκπέμπουσιν ἓνα μόνον κύριον ἦχον, τὸν βαρύτερον, ἀλλὰ καὶ ἄλλους ὀξυτέρους, ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ καὶ τῆς ἰσχύος τῶν ὁποίων, ὄντων ἀσθενεστέρων καὶ συνοδευόντων τὸν κύριον ἦχον τὸν ἰσχυρότατον πάντων, προέρχεται κατὰ τὸν Helmholtz ἡ χροιά ἢ τὸ ποιὸν τῶν διαφόρων ἡχῶν καὶ αὐτῆς τῆς φωνῆς τοῦ ἀνθρώπου. Ἡ συνήχησις δ' αὕτη τῶν δευτερευόντων ἡχῶν καὶ τοῦ κυρίου μεταβάλλει τὴν μορφήν τοῦ ἡχητικοῦ κύματος. Ὅθεν καὶ τὰ τρία χαρακτηριστικὰ τοῦ ἡχου (ὕψος, ἰσχύς, χροιά) ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς φύσεως

τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἠχογόνου σώματος, ἦτοι τὸ μὲν ὕψος ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν, ἡ δὲ ἰσχύς ἐκ τοῦ πλάτους καὶ ἡ χροιά ἐκ τῆς μορφῆς αὐτῶν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

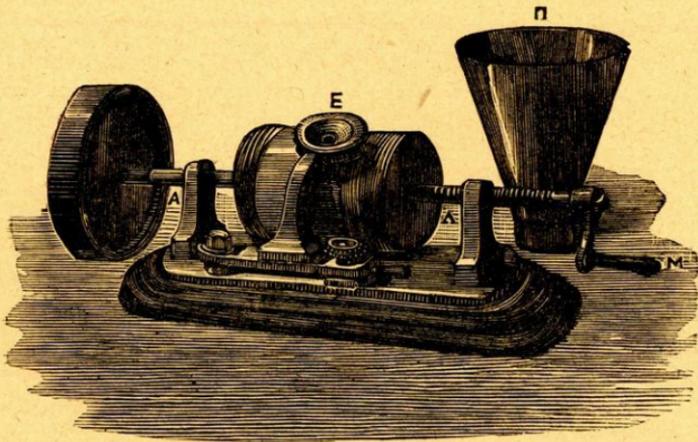
ΠΕΡΙ ΦΩΝΟΓΡΑΦΟΥ, ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΦΩΝΟΥ.

389. **Μετάδοσις παλμικῆς κινήσεως ἀπὸ ἐνὸς ἠχογόνου σώματος εἰς ἕτερον διὰ τοῦ ἀέρος.** Ἐὰν τείνωμεν ἐξ ἴσου δύο ὁμοίας χορδὰς ἐπὶ ἀντηχείου καὶ πλήξωμεν τὴν ἑτέραν αὐτῶν, ἀφ' οὗ προηγουμένως ἐπιθέσωμεν μικρὸν τεμάχιον χάρτου ἐπικαμπὲς ἐπὶ τοῦ μέσου τῆς ἑτέρας, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ τεμάχιον τοῦ χάρτου ἀνατινασσόμενον πίπτει, ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι χορδῇ παλλομένη μεταδίδει διὰ τοῦ ἀέρος τὴν παλμικὴν κίνησιν αὐτῆς εἰς ἑτέραν χορδὴν ἠρεμοῦσαν καὶ τοιαύτην, ὥστε νὰ δύνηται νὰ παραγάγῃ τὸν αὐτὸν τῆ παλλομένη ἀκριβῶς ἦχον. Ὡσαύτως, ἐὰν εἰς τὰ δύο πέρατα αἰθούσης θέσωμεν δύο διαπασῶν ἐντελῶς ὅμοια, πλήξαντες δὲ τὸ ἐν αὐτῶν πλησιάζωμεν τὸ οὖς ἡμῶν εἰς τὸ ἕτερον, ἀκούομεν καὶ τοῦτο παράγον τὸν αὐτὸν ἀκριβῶς ἦχον. Τὸ αὐτὸ φαινόμενον συμβαίνει καὶ μετὰξὺ διαπασῶν καὶ χορδῆς, ὅταν ταῦτα δύνωνται νὰ παραγάγωσιν ἦχους ἰσοῦψεῖς. Τέλος καὶ ἡ φωνὴ τοῦ ἀνθρώπου δύναται νὰ θέσῃ εἰς παλμικὴν κίνησιν χορδῆς ἢ διαπασῶν. Οὕτως, ἂν φωνήσωμεν ἐνώπιον τῶν χορδῶν κλειδοκυμβάλου, παρατηροῦμεν ὅτι πολλαὶ τούτων κραδαινόμεναι ἠχοῦσιν. Ὁ Helmholtz μάλιστα διὰ σειρᾶς διαπασῶν μετ' ἀντηχείων, ἦτοι κοίλων μεταλλίνων κυλίνδρων διαφόρων διαστάσεων, ἠδυνήθη ν' ἀναλύσῃ καὶ συνθέσῃ τὴν ἀνθρωπίνην φωνὴν καὶ οὕτως ἀνεῦρεν ὅτι αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ σειρᾶς ἀρμονικῶν ἠχων. Ἡ φωνὴ δὲ τοῦ ἀνθρώπου δύναται νὰ θέσῃ εἰς παλμικὴν κίνησιν οὐ μόνον χορδᾶς τεταμένης, ἀλλὰ καὶ μεμβράναν τεταμένην ἢ λεπτὸν μετάλλινον ἔλασμα.

390. **Φωνογράφος.** Ὡς εἴπομεν ἀνωτέρω, ὅταν ὀμιλῇ τις ἐνώπιον λεπτοῦ μεταλλίνου ἔλασματος κειμένου ἐπὶ τυμπάνου, τὸ ἔλασμα πάλλεται. Ἄν δὲ ἠθέλομεν δυνήθῃ νὰ μεταδώσωμεν μηχανικῶς εἰς τὸ ἔλασμα τὰς αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, ἃς ἡ φωνὴ ἡμῶν παράγει ἐπ' αὐτοῦ, αὐταὶ θὰ μετεδίδοντο εἰς τὸν ἀέρα καὶ θὰ ἠκούοντο

αὶ αὐτοὶ φθόγγοι τοῖς πρότερον ὑφ' ἡμῶν πρὸ τοῦ ἐλάσματος παραχθεῖσιν. Ἐπὶ τοιαύτης ἀρχῆς στηριχθεὶς ὁ Edison ἐπενόησεν ἐν ἔτει 1878 τὸν *φωτογράφον*, ἥτοι συσκευὴν, ἐν ἣ ἀποτυπουμένη ἡ ἀνθρωπίνη φωνὴ ἀναπαράγεται εἴτα κατὰ βούλησιν.

Τὸ λεπτὸν ἔλασμα, πρὸ τοῦ ὁποίου ὀμιλεῖ τις, κατασκευάζεται ἐκ χάλυθος καὶ στηρίζεται διὰ τῶν περάτων αὐτοῦ εἰς τὸν πυθμένα τοῦ κωνικοῦ ὄλμου E (σχ. 298). Ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ ἐλάσματος



Σχ. 298.

στηρίζεται διὰ μικροῦ τεμαχίου ἐξ ἐλαστικοῦ κόμματος ὀξεῖα ἀκίς, ἣτις ἐρείδεται ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας μεταλλίνου κυλίνδρου, τοῦ ὁποίου ὁ ἄξων ΑΑ φέρει κοχλίαν, δι' οὗ ὁ κύλινδρος στρεφόμενος ἰσοταχῶς περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ διὰ τοῦ στροφάλου Μ μετατίθεται ἰσοταχῶς πρὸς τὰ πρόσω καὶ ὀριζοντίως. Ὁ κύλινδρος προσέτι φέρει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐλικοειδῆ ἐνσκαφήν, τῆς ὁποίας τὸ βῆμα εἶνε ἴσον τῷ βῆματι τοῦ ἐπὶ τοῦ ἄξονος κοχλίου, οὕτως ὥστε ἂν ἀπαξ τεθῆ ἡ ἀκίς ἐπὶ τῆς ἐνσκαφῆς, διαμένει ἐπ' αὐτῆς τοῦ κυλίνδρου περιστρεφόμενου. Ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου τέλος ἐφαρμόζεται καλῶς φύλλον οὐχὶ πολὺ λεπτὸν ἐκ κασσιτέρου, οὔτινος ἐλαφρῶς ἄπτεται ἡ ἀκίς.

Στρεφόμενου τοῦ κυλίνδρου ἐνώπιον τῆς ἀκίδος, αὕτη καταθλίβει τὸ φύλλον τοῦ κασσιτέρου καὶ χαράσσει ἐπ' αὐτοῦ ἕλικα· ἀλλ' ἂν συγχρόνως ὀμιλῶμεν ἐνώπιον τοῦ ὄλμου E, ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἐλάσματος μεταδίδεται εἰς τὴν ἀκίδα, ἣτις χαράσσει ἐπὶ τοῦ φύλλου

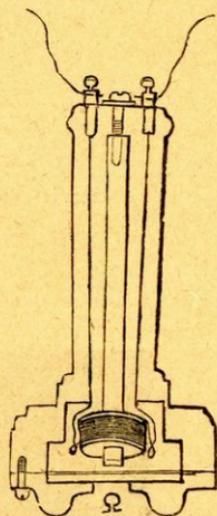
τοῦ κασσιτέρου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἑλικος σειρὰν κοιλότητων, ὧν ἡ μὲν ἀπόστασις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μείζονος ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τοῦ ἐλάσματος, τὸ δὲ βάθος ἐκ τοῦ πλάτους τῶν αὐτῶν παλμῶν. Οὕτω καθ' ὅλον τὸ μήκος τῆς ἑλικος παράγεται ὑπὸ τῆς ἀκίδος ἐπὶ τοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου σειρὰ κοιλότητων καὶ προεξοχῶν.

Πρὸς ἀναπαραγωγὴν τῶν φθόγγων ἐπαναφέρομεν τὴν ἀκίδα εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἑλικος καὶ στρέφομεν ἐκ νέου τὸν κύλινδρον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς καὶ προηγουμένως ταχύτητος. Ἡ ἀκίς συναντῶσα τὰς κοιλότητας καὶ τὰς προεξοχὰς τῆς ἑλικος, ὡς αὐτὴ αὐτὴ παρήγαγε προηγουμένως, ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται συμπαρασύρουσα τὸ ἐκ χάλυθος ἔλασμα, ὅπερ ἐκτελεῖ τὰς αὐτὰς παλμικὰς κινήσεις, τὰς ὁποίας προηγουμένως ἡ φωνὴ τοῦ λαλοῦντος μετέδωκεν εἰς αὐτό. Αἱ παλμικαὶ δ' αὐταὶ κινήσεις μεταδιδόμεναι εἰς τὸν ἀέρα ἀναπαράγουσι τοὺς προηγουμένους φθόγγους. Διὰ ν' ἀκούωνται δ' εὐκρινέστερον οἱ φθόγγοι, ὀπλίζομεν τὸν ὄλμον διὰ χαρτίνου κώνου Π, διότι οἱ φθόγγοι, οὗς ἐκπέμπει ὁ φωνογράφος, εἶνε πάντοτε ἀσθενέστεροι καὶ ὀλίγον ὑπόρρινοι. Ὁ δὲ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ἄξονος σφόνδυλος χρησιμεύει, ὅπως καταστήσῃ ὀμαλωτέραν τὴν περιστροφικὴν κίνησιν τοῦ κυλίνδρου. Ἐπαναφέροντες δὲ τὴν ἀκίδα εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἑλικος δυνάμεθα καὶ ἐκ δευτέρου ν' ἀκούσωμεν τὴν αὐτὴν ὁμιλίαν ἐπαναλαμβανομένην. Δυνατὸν δὲ καὶ δύο διάφοροι ὁμιλίας ν' ἀποτυπωθῶσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου καὶ εἶτα ν' ἀναπαραχθῶσι καὶ αἱ δύο ὁμοῦ.

Κατὰ τοὺς τελευταίους τούτους χρόνους ἐτελειοποίησαν τὸν φωνογράφον ἀντικαταστήσαντες τὸν κασσίτερον διὰ μίγματος κηροῦ καὶ βητίνης ἢ διὰ κυτταρινοειδοῦς (Celluloïd), τὸ δὲ κραδαινόμενον μετὰλλινον ἔλασμα διὰ λεπτοτάτης ὑαλίνης πλακῆς ἢ διὰ πετάλλου μαρμαρυγίου.

391. **Τηλέφωνον.** Ὁ Graham Bell τῷ 1877 ἐπενόησεν ἐν Ἀμερικῇ ὄργανον, δι' οὗ ἠδυνήθη νὰ μεταβιβάσῃ τοὺς ἤχους εἰς μεγάλας ἀποστάσεις δι' ἠλεκτρικῶν βευμάτων διαβιβαζομένων διὰ μετὰλλινου ἀγωγοῦ. Τὸ ὄργανον τοῦτο κληθὲν *τηλέφωνον* σύγκειται ἐκ λεπτοῦ σιδηροῦ ἐλάσματος Ω (σχ. 299), ὅπερ εὑρίσκεται εἰς τὸν πυθμένα ξυλίνου ὄλμου. Παρὰ τὸ ἕτερον μέρος τοῦ ἐλάσματος κεῖται ἰσχυρῶς μεμαγνητισμένη βάρδος, ἧς ὁ ἕτερος τῶν πόλων εὑρίσκεται πολὺ πλησίον τοῦ ἐλάσματος μὴ ἀπτόμενος αὐτοῦ. Κατὰ τὸ ἄκρον

δὲ τοῦτο τοῦ μαγνήτου τὸ πλησίον τοῦ ἐλάσματος εὐρισκόμενον περιελίσσεται λεπτότατον σύρμα χάλκινον, μεμονωμένον διὰ μετάξης, σχηματίζον μικρὸν πηνίον. Ἡ μαγνητικὴ βάρδος μετὰ τοῦ πηνίου ἐγκλείονται ἐν ξυλίνῳ κοίλῳ κυλίνδρῳ, ἐφ' οὗ στηρίζεται ὁ μαγνήτης διὰ κοχλίου. Τὰ πέρατα δὲ τοῦ χάλκινου ἀγωγοῦ τοῦ πηνίου ἐξερχόμενα τῆς κυλινδρικῆς θήκης συνάπτονται διὰ δύο μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ τῶν περάτων τοῦ ἀγωγοῦ ἄλλου ἐντελῶς ὁμοίου ὄργανου. Ἐὰν νῦν κρατοῦντες τὸ ἐν τηλεφῶνον ἐν τῇ χειρὶ προσεγγίσωμεν τὸν ὄλμον αὐτοῦ εἰς τὸ οὖς ἡμῶν, ἀκούομεν εὐκρινῶς τὴν ὁμιλίαν ἄλλου λαλοῦντος ἐν τῷ ὄλμῳ τοῦ ἐτέρου τηλεφῶνου τοῦ εὐρισκόμενου εἰς τὸ ἄλλο ἄκρον τῶν ἀγωγῶν συρμάτων.

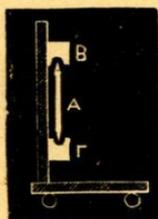


Σχ. 299.

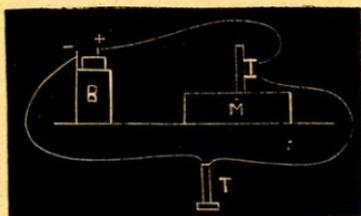
**Θεωρία τοῦ τηλεφῶνου.** Ὅταν λαλῇ τις μεγαλοφῶνως καὶ εὐκρινῶς ἐνώπιον τοῦ ὄλμου τηλεφῶνου τινός, ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἀέρος ἢ διὰ τῆς φωνῆς αὐτοῦ παραγομένη μεταδίδεται εἰς τὸ ἔλασμα, τὸ ὁποῖον κραδαινόμενον κοιλοῦται καὶ κυρτοῦται μᾶλλον ἢ ἥττον καὶ ἐπομένως πλησιάζει μᾶλλον ἢ ἥττον πρὸς τὸν μαγνητικὸν πυρῆνα τοῦ πηνίου ἢ ἀπομακρύνεται αὐτοῦ, οὕτω δ' ἐπέρχεται μεταβολὴ ἐν τῇ διανομῇ τοῦ μαγνητισμοῦ τοῦ μαγνητικοῦ πυρῆνος (§ 340). Ἐνεκα δὲ τῶν μαγνητικῶν τούτων μεταβολῶν παράγονται ἐν τῷ πηνίῳ τούτῳ ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς, ἅτινα διαρρέοντα τοὺς ἀγωγούς καὶ τὸ πηνίον τοῦ δευτέρου ὁμοίου ὄργανου μειοῦσιν ἢ αὐξάνουσι τὴν ἰσχύον τοῦ μαγνήτου τοῦ δευτέρου τηλεφῶνου, ἐὰν εἶνε ἀντίρροπα ἢ ὁμόρροπα πρὸς τὰ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ **Ampère** (§ 328) ἠλεκτρικὰ ρεύματα τοῦ μαγνήτου, οὕτω δὲ τὸ ἔλασμα τοῦ ἐτέρου τηλεφῶνου ἔλκεται ὑπὸ τοῦ μαγνήτου ὅτε μὲν ἰσχυρότερον, ὅτε δ' ἀσθενέστερον. Τὸ ἔλασμα ἄρα τοῦ δευτέρου τηλεφῶνου κραδαινόμενον ἐκτελεῖ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμικῶν κινήσεων ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, ἀλλ' ὑπὸ μικρότερον πλάτος. Τῶν παλμικῶν δὲ τούτων κινήσεων μεταδιδόμενων εἰς τὸν ἐν τῷ ὄλμῳ ἀέρα, ὁ ἐπ' αὐτοῦ ἔχων ἐφηρμοσμένον τὸ οὖς ἀκούει μὲν τοὺς αὐτοὺς ἀκριβῶς φθόγγους, ἀλλ' ἀσθενεστέρας, ἅτε τοῦ πλάτους τῆς παλμικῆς κινήσεως ἐλαττωμένου, καὶ λαμβάνοντας σύναμα χροιάν ὑπόρρινον παρεμφορῆ πρὸς τὴν

τῆς φωνῆς τοῦ ἐγγαστριμύθου. Ἀπεδείχθη πειραματικῶς ὅτι, καὶ ἂν ἀντικατασταθῇ τὸ σιδηροῦν ἔλασμα διὰ χαλκίνου ἢ ξυλίνου ἢ καὶ ἐντελῶς ἀφαιρεθῇ, δύναται ὁ ἦχος νὰ μεταδίδηται, ἀλλὰ πολὺ ἀσθενέστερος. Ὡς δ' εἰς τὴν τηλεγραφικὴν οὕτω καὶ εἰς τὴν τηλεφωνικὴν ἀνταπόκρισιν δυνάμεθα ν' ἀντικαταστήσωμεν τὸν δευτέρον ἀγωγὸν διὰ τῆς γῆς, συνάπτοντες τοὺς ἀγωγοὺς τῶν πηνίων τῶν δύο τηλεφῶνων διὰ μεταλλίνων ἀγωγῶν μετὰ μεταλλίνων πλακῶν, ἅς ἐμβαπτίζομεν εἰς τὸ ὕδωρ φρέατος.

392. **Μικροφῶνον.** Ἡ δι' ἀπλῶν τοιούτων τηλεφῶνων μετάδοσις τῆς φωνῆς ἀποβίνει δυσχερὴς εἰς μεγάλας σχετικῶς ἀποστάσεις. Ἡ χρῆσις ἄρα αὐτῶν θὰ ἦτο περιορισμένη, ἂν μὴ ὁ Hughes ἐν Ἀγγλίᾳ τῷ 1878 ἐπευείη τὸ *μικροφῶνον*, ὄργανον, δι' οὗ τοῦτο μὲν



Σχ. 300.

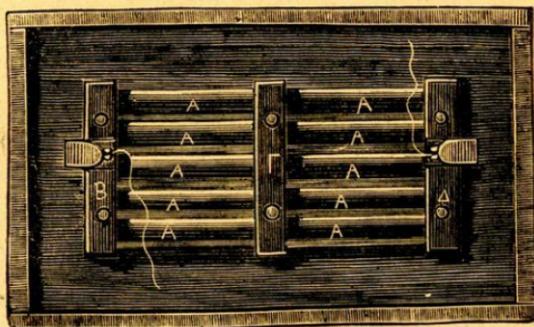


Σχ. 301.

ἐνισχύονται ἦχοι λίαν ἀσθενεῖς, τοῦτο δὲ καθίστανται ἀκουστοὶ ἦχοι μὴ ἄλλως ἀκουστοὶ διὰ τοῦ γυμνοῦ ὠτός, ὡς διὰ τοῦ μικροσκοπίου βλέπομεν ελάχιστα ἀντικείμενα μὴ ὄρατὰ διὰ τοῦ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ. Τὸ πρῶτον μικροφῶνον τὸ ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ Hughes σύγκειται ἐκ κυλινδρῶν A (σχ. 300) ἐξ ἄνθρακος, ὅστις περατοῦται εἰς ἀκίδα κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα καὶ στηρίζεται κατακορυφῶς εἰς μικρὰς κοιλότητες ἐσκαμμένας ἐντὸς δύο τεμαχίων B καὶ Γ ἐξ ἄνθρακος ἐστηριγμένων ἐπὶ κατακορυφῶν σανίδος. Ὁ ἐξ ἄνθρακος κύλινδρος ἐλευθέρως δυνάμενος νὰ περιστραφῇ ἢ νὰ κινηθῇ τηρεῖται ὀρθὸς ἐν ἀσταθεῖ ἰσορροπίᾳ. Ἄν δὲ παρενθέσωμεν εἰς τὸ κύκλωμα ἡλεκτρικῆς στήλης B (σχ. 301) κατὰ σειρὰν τὴν συσκευὴν ταύτην M καὶ τηλεφῶνον T, τότε τὸ βέμμα ἀναχωροῦν ἀπὸ τῆς στήλης καὶ διερχόμενον διὰ τοῦ κυλινδρικοῦ ἄνθρακος τοῦ μικροφῶνου καὶ εἶτα διὰ τοῦ πηνίου τοῦ τηλεφῶνου ἐπανερχεται εἰς τὸν δευτέρον πόλον αὐτῆς. Καὶ ἂν μὲν ὁ κυλινδρικός ἄνθραξ A τηρηθῇ εἰς τελείαν ἀκίνησιαν καὶ θέσωμεν τὸ τηλεφῶνον εἰς τὸ οὖς ἡμῶν, οὐδὲν ἀκούομεν, διότι τοῦ ἡλεκτρικοῦ βέμματος δια-

τηροῦντος σταθερὰν ἰσχύϊν ἢ ἔλξις τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ τηλεφώνου μένει ἀμετάβλητος καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ τὸ ἔλασμα μένει ἀκίνητον. Ἐλάχιστος ὅμως κραδασμὸς παραγόμενος εἰς τὸ μικροφῶνον μεταβάλλει τὰ σημεῖα ἐπαφῆς τὰ μεταξὺ τοῦ κυλινδρικοῦ ἄνθρακος καὶ τῶν ἐξ ἄνθρακος ὑποστηριγμάτων αὐτοῦ. Μεταβαλλομένης δ' οὕτω τῆς ὀλικῆς ἀντιστάσεως τοῦ κυκλώματος μεταβάλλεται καὶ ἡ ἰσχύς τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ τηλεφώνου καὶ κατ' ἀκολουθίαν ὁ μαγνήτης τοῦ τηλεφώνου ὅτε μὲν γίνεται ἰσχυρότερος, ὅτε δ' ἀσθενέστερος. Οὕτω τῆς ἔλξεως τοῦ μαγνήτου ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος μεταβαλλομένης, τίθεται τὸ ἔλασμα εἰς παλμικὴν κίνησιν καὶ παράγεται ἤχος ἀρκούντως εὐκρινῆς. Τροσάυτην δ' εὐπάθειαν ἔχει ἡ συσκευή αὕτη, ὥστε δύναται νὰ καταστήσῃ ἀκουστοὺς ἐν τῷ τηλεφῶνῳ ἤχους ἀσθενεστάτους, οἷοι εἶνε οἱ διὰ τῆς προστριβῆς πτεροῦ ἐπὶ τοῦ ὑποβάθρου τοῦ ὄργανου παραγόμενοι καὶ οἱ ὑπὸ τῶν βημάτων τῆς μυίας ἐν χαρτίνῳ κλωθῶ ἐγκεκλεισμένης τιθεμένῳ ἐπὶ τοῦ ὑποβάθρου. Μικροῦ ὥρολογίου ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ ὄργανου τιθεμένου ἀκούομεν οὐ μόνον τὰ κτυπήματα τοῦ μηχανισμοῦ αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ τὸν ἐκ τῆς τριβῆς τῶν τροχῶν πρὸς ἀλλήλους παραγόμενον ἀσθενέστατον ἤχον. Οὕτως εἰς τὴν τηλεφωνικὴν σήμερον ἀνταπόκρισιν πομπὸς μὲν τῆς φωνῆς (φωνοπομπὸς) εἶνε τὸ μικροφῶνον, φωνοδέκτης δὲ τὸ τηλέφωνον.

393. **Φωνοπομπὸς τοῦ Ader.** Μετὰ τὴν ὑπὸ τοῦ Hughes ἀνακάλυψιν τοῦ μικροφῶνου ὁ Ader θέλων νὰ ἐπαυξήσῃ τὰ σημεῖα ἐπαφῆς μεταξὺ τῶν ἀνθράκων ἐτροποποίησεν ὡς εἴξῃς τὸ μικροφῶνον. Ἐπὶ λεπτοτάτην σανίδα ἐξ ἐλαφροῦ ξύλου ἐλάτης σχήματος ὀρθογωνίου (σχ. 302) τοποθετοῦνται τρεῖς πρισματικοὶ ἄνθρακες Β, Γ καὶ Δ παραλλήλως. Ἐντὸς δ' ὁπῶν ἐσκαμμένων ἐπὶ τῶν

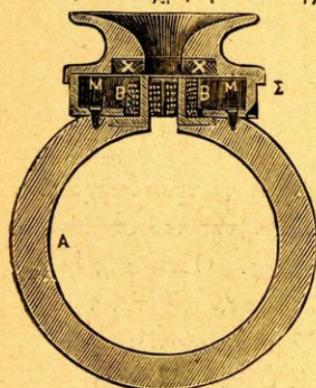


Σχ. 302.

πλαγίων ἐδρῶν τῶν ἀνθράκων στηρίζονται ἐγκαρσίως ἀνὰ πέντε κυλινδρικὰ ραβδία ἐξ ἄνθρακος ΑΑ, τὸ δὲ ὅλον παριστᾷ εἶδος μικρᾶς διπλῆς ἐσχάρας.

394. **Φωνοδέκτης τοῦ Ader.** Ὁ Ader ἐπήνεγκε τροποποίησιν καὶ εἰς τὸ τηλέφωνον καταστήσας αὐτὸ ἔτι μᾶλλον εὐπαθές. Ὁ τηλεφωνικὸς δέκτης τοῦ

Ader, ούτινος τομήν παριστᾷ τὸ σχῆμα 303, συγκείται ἐκ ψελισειδοῦς μαγνήτου **A**, ὅστις χρησιμεύει συγχρόνως καὶ ὡς λαβή. Οἱ πόλοι τοῦ μαγνήτου φέρουσι προσηρμοσμένα μικρὰ τεμάχια μαλακοῦ σιδήρου, ἅτινα περιβαλλόμενα ὑπὸ χαλκοῦ σύρματος μεμονωμένον ἀποτελοῦσι τὰ δύο πηνία **BB**,



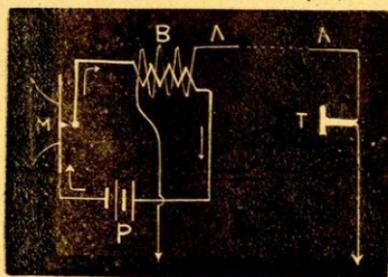
Σχ. 303.

ἄνωθεν τῶν ὁποίων κεῖται τὸ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἔλασμα **MM** ἐπικεχρισμένον διὰ βερνικίου, ὅπως μὴ ὀξειδῶται. Ἄνωθεν δὲ τοῦ ἐλάσματος τούτου προστίθεται δακτύλιος **XX** ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, οὔτινος ἡ παρουσία προκαλεῖ μεταβολὴν ἐν τῇ διανομῇ τοῦ μαγνητισμοῦ τοῦ ψελισειδοῦς μαγνήτου **A**, τῶν μεταβολῶν δὲ τούτων ἐπιδρωσῶν ἰσχυρότερον ἐπὶ τοῦ παλλομένου ἐλάσματος **MM**, οἱ ἀποδιδόμενοι ὑπ' αὐτοῦ ἤχοι εἶνε μᾶλλον ἐντατικοί.

### 395. Συνδεσμολογία φωνοπομποῦ καὶ

φωνοδέκτου. Ὁ Edison πρὸς τοῦτο μετεχειρίσθη τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα

τούτέστιν ἀντὶ ν' ἀποστείλῃ ἀπ' εὐθείας τὸ ἐκ τῆς στήλης ἐκπορευόμενον ρεῦμα καὶ διὰ τοῦ μικροφώνου διερχόμενον, μεταχειρίζεται ἐπαγωγικὸν μηχανήμα **B** (σχ. 304) ἄνευ βοητήμου καὶ τότε τὸ κύκλωμα τοῦ μικροφώνου **M** περιλαμβάνει τὴν στήλην **P** καὶ μόνον τὸ παχὺ σύρμα, ἧτοι τὴν ἐσωτερικὴν σπεῖραν τοῦ πηνίου **B**. Τὸ δὲ κύκλωμα τοῦ λεπτοῦ σύρματος τοῦ αὐτοῦ πηνίου **B**, ἧτοι ἡ ἐξωτερικὴ σπεῖρα, περιλαμβάνει τὴν τηλεφωνικὴν γραμμὴν **ΛΛ**, τὸ τηλέφωνον **T** τοῦ ἄλλου σταθμοῦ καὶ τὴν γῆν. Διὰ τοῦ μέσου τούτου ἡ φωνὴ μεταδίδεται εἰς μεγάλας ἀποστάσεις ἄνευ αἰσθητῆς μειώσεως τῆς ἰσχύος αὐτῆς.



Σχ. 304.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

### ΦΩΝΗΤΙΚΟΝ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΝ ΟΡΓΑΝΟΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ.

396. Α'). **Φωνητικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου.** Τὸ φωνητικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου εἶνε ὁ λάρυγξ, ὅστις κείμενος ἔμπροσθεν τοῦ κατώτερου μέρους τοῦ φάρυγγος καὶ εἰς τὸ ἀνώτερον ἄκρον τῆς τραχηλίας ἀρτηρίας εἶνε σωλὴν συγκείμενος ἐκ χόνδρων (σχ. 305), ὧν ὁ μὲν δακτυλοειδῆς ἢ κρικοειδῆς σα κεῖται εἰς τὸ κατώτερον μέρος, ἐπ' αὐτοῦ δ' ἐπικάθηται ἔμπροσθεν μὲν ὁ θυρεοειδῆς, ὀπισθεν δὲ οἱ δύο ἀρυταινοειδεῖς. Ὅπισθεν τῆς γλώσσης καὶ ἔμπροσθεν τῆς εἰσόδου τοῦ λάρυγγος κεῖται ἡ ἐπιγλωττίς, ἧτις εἶνε χόνδριος

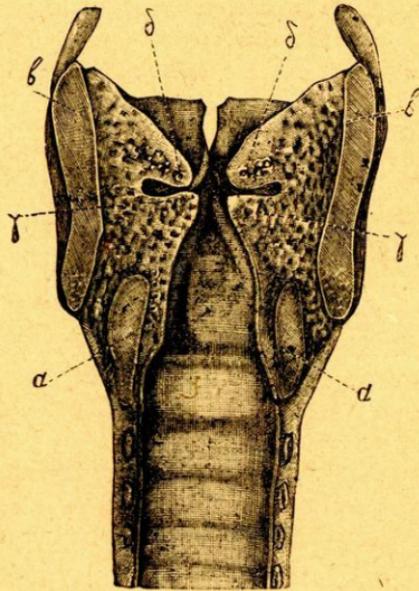
ἐπιστομῆς φράττουσα τὸν λάρυγγα κατὰ τὴν κατάποσιν. Μεταξὺ τοῦ θυροσειδοῦς καὶ τῶν δύο ἀρυταινοσιδεῶν χόνδρων κεῖνται: ἄνωτέρω μὲν οἱ ἄνω φωνητικοὶ σύνδεσμοι δδ, κατωτέρω δὲ οἱ κάτω ἢ γνήσιοι φωνητικοὶ σύνδεσμοι γγ, οἵτινες χωρίζονται διὰ τριγωνικῆς ἐπιμήκουσς σχισμῆς, ἣτις εἶνε ἡ καλουμένη γνησία γλωττίς, ἀποτελοῦσα τὸ στενωτάτον μέρος τοῦ λάρυγγος. Οἱ μύες τοῦ λάρυγγος μετακινοῦντες τοὺς ἀρυταινοσιδεῖς χόνδρους καὶ τὸν θυροσειδῆ μεταβάλλουσι τὸ μῆκος, τὴν τάσιν καὶ τὴν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν τῶν κάτω ἢ γνησίων φωνητικῶν συνδέσμων καὶ ἔνεκα τούτου ἡ ἐν τῷ μεταξὺ γλωττίς τεινομένη μᾶλλον ἢ ἥττον στενοῦται ἢ εὐρύνεται. Καὶ ὅταν μὲν ἀναπνέωμεν, ἡ γλωττίς τηρεῖται ἀνεωγμένη ἀφίνουσα ἐντελῶς ἐλευθέρην τὴν διόδον τοῦ ἀέρος: κατὰ τὴν φώνησιν ὁμοῦς στενοῦται εἰς στενωτάτην σχισμῆν, τὸ δὲ ρεῦμα τοῦ ἀέρος τὸ ἐκ τῶν πνευμόνων διὰ τῆς τραχείας ἀρτηρίας ἐκφυσώμενον, ὡς τὸ διὰ τοῦ φουσητηρίου δι' οὗ ἠχοῦσιν οἱ ἤχητικοὶ σωλῆνες, διερχόμενον διὰ τῆς τεταμένης γλωττίδος θέτει εἰς κραδασμὸν τὰ χεῖλη τῆς σχισμῆς ταύτης, οὕτω δὲ παράγεται ἡ φωνή, ἣτις εἶνε τοσοῦτ' ὀξύτερα, ὅσῳ ἡ γλωττίς τείνεται πλείοτερον.

Ἐκ τῶν ἄνωτέρω καταφαίνεται ὅτι τὸ φωνητικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου εἶνε παρεμφερὲς πρὸς τοὺς γλωσσοφόρους ἤχητικούς σωλῆνας.

397. Β'). **Ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου.** Τὸ ἀκουστικὸν ὄργανον τοῦ ἀνθρώπου εἶνε τὸ οὖς, τὸ ὁποῖον διαιρεῖται εἰς τρία μέρη. α'). Εἰς τὸ ἔξω οὖς β'). Εἰς τὸ μέσον οὖς ἢ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου καὶ γ'). Εἰς τὸ ἐνδότερον οὖς ἢ τὸν λαβύρινθον.

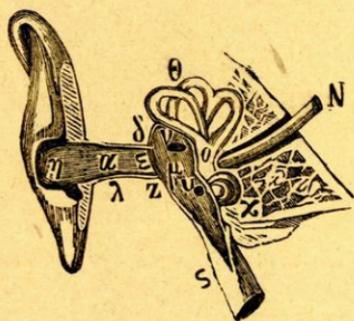
α'). Τὸ ἔξω οὖς σύγκειται ἐκ τοῦ ὄρατοῦ ἐκ χόνδρου πτερυγίου (σχ. 306), ὅπερ φέρει διάφορα ἐπάσματα καὶ κοιλώματα, δι' ὧν, ὡς παραδέχονται, τὰ ἤχητικὰ κύματα συνάγονται πρὸς κοιλότητα ἢ ἐν τῷ μέσῳ τοῦ πτερυγίου ὑπάρχουσαν, τὴν καλουμένην κόγχην, ἣτις ἄγει εἰς τὸν ἔξω ἀκουστικὸν πόρον α. Ὁ πόρος οὗτος φράττεται διὰ κυκλοτεροῦς ἐλαστικῆς μεμβράνης ε, ἣτις καλεῖται τυμπανικὸς ὕμνην ἢ τυμπανόφραγμα.

β'). Τὸ μέσον οὖς ἢ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου εἶνε μικρὰ κοιλότης, ἣς τὸ ἔξω τοίχωμα ε (σχ. 307) ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ τυμπανικοῦ ὕμνης, δι' οὗ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου χωρίζεται ἀπὸ τοῦ ἔξω ἀκουστικοῦ πόρου: ἐπὶ δὲ τοῦ ἔσω τοιχώματος τοῦ κειμένου ἀπέναντι τοῦ τυμπανοφράγματος καὶ διαχωρίζοντος

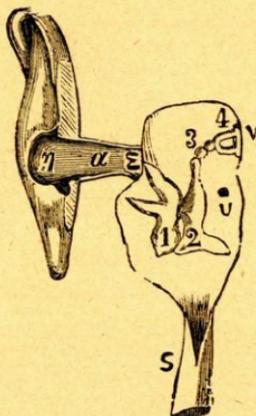


Σχ. 305.

τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου ἀπὸ τοῦ ἐνδοτάτου ὠτὸς ὑπάρχουσι δύο θυρίδες, ἡ ῥοειδῆς ν ἄνωτέρα καὶ ἡ στρογγύλη υ κατωτέρα, φραττόμεναι ὑπὸ λεπτοῦ ὑμένους. Διὰ τῆς ὠτιαίας ἢ Εὐσταχιανῆς σάλπιγγος σ συγκοινωνεῖ τὸ κοῖλον τοῦ τυμπάνου μετὰ τῆς ἀτμοσφαιρας καὶ οὕτως εἶνε πάντοτε πλήρες ἀέρος. Μεταξὺ τοῦ ὑμένους τοῦ τυμπάνου καὶ τῆς ῥοειδοῦς θυρίδος ὑπάρχει ἡ ἄλυσις τῶν τεσσάρων ἀκουστικῶν ὄσταριων, ἧτοι τῆς σφύρας (1), τοῦ ἄκμονος (2), τοῦ φακοειδοῦς ὄσταριου (3) καὶ τοῦ ἀναβολέως (4).



Σχ. 306.



Σχ. 307.

γ). Τὸ ἐνδοτάτον οὖς ἢ ὁ λαβύρινθος ἀποτελεῖται ἐκ τῆς αἰθούσης ο (σχ. 306), ἐκ τῶν τριῶν ἡμικυκλίων σωλήνων θ καὶ ἐκ τοῦ κοχλίου κ, ὅστις εἶνε κωνικός σωλὴν φερόμενος ἐλικοειδῶς περὶ ἑαυτὸν καὶ διαιρούμενος διὰ τοῦ ἐλικοειδοῦς πετάλου εἰς δύο ἐλικοειδεῖς κοιλότητας συγκοινωνούσας πρὸς ἀλλήλας διὰ τοῦ ἀνωτέρου μέρους. Ἐκ τούτων ἡ μὲν πρώτη ἐκβάλλει εἰς τὴν αἴθουσαν, ἡ δὲ δευτέρα καταλήγει εἰς τὴν στρογγύλην θυρίδα τοῦ κοίλου τοῦ τυμπάνου φραττόμενη διὰ τοῦ λεπτοτάτου ὑμένους αὐτῆς. Τὸ δ' ἀκουστικὸν νεῦρον Ν εἰσερχόμενον εἰς τὸν λαβύρινθον, ὅστις εἶνε πεπληρωμένος ὑγροῦ τινος καλουμένου λέμφου, διακλαδοῦται ἐν αὐτῷ.

Λειτουργία τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ἀκοῆς. Ὅταν ἡχογόνον σῶμα πάλληται ἐν περιέχοντί τινι ἐλαστικῷ, ὡς ἐν τῷ ἀέρι, εἴπομεν ὅτι παράγει ἡχητικὰ κύματα, ἅτινα συναγόμενα διὰ τῆς κόγχης καὶ εἰσδύοντα εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον πλήττουσι τὸν ὑμένα τοῦ τυμπάνου, ὅστις οὕτω πάλλεται. Ἡ παλμικὴ δ' αὕτη κίνησις τοῦ τυμπανικοῦ ὑμένους μεταβιβάζεται καὶ εἰς τὸν ἐν τῷ κοίλῳ τοῦ τυμπάνου ἀέρα καὶ εἰς τὴν ἐν αὐτῷ ἄλυσιν τῶν ἀκουστικῶν ὄσταριων, οὕτω δ' οἱ ὑμένες οἱ φράττοντες τὴν ῥοειδῆ καὶ τὴν στρογγύλην θυρίδα δονοῦνται, ὁ μὲν πρῶτος διὰ τῆς βίας τοῦ ἀναβολέως, εἰς ἣν περατοῦται ἡ ἄλυσις, ὁ δὲ δευτερός διὰ τοῦ ἀέρος. Διὰ τῶν ὑμένων τῶν θυρίδων τούτων ἡ δόνησις μεταδίδεται εἰς τὸ ὑγρὸν τοῦ λαβύρινθου καὶ διὰ τούτου εἰς τὸ ἀκουστικὸν νεῦρον, ὅπερ τὸ ἐν ἑαυτῷ παραχθὲν αἶσθημα μεταβιβάζει εἰς τὸν ἐγκέφαλον ὡς ἦχον.

# ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ

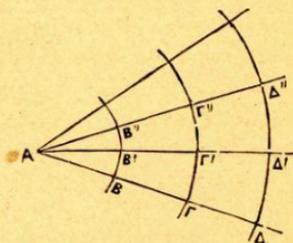
## ΟΠΤΙΚΗ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

ΠΕΡΙ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ, ΤΑΧΥΤΗΤΟΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.  
ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ.

398. Καλεῖται *ὀπτική* τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγμάτευόμενον περὶ τοῦ φωτός, ἤτοι τοῦ αἰσθήματος, ὅπερ αἰσθανόμεθα διὰ τοῦ αἰσθητηρίου τῆς ὀράσεως, καὶ τοῦ αἰτίου τοῦ προκαλοῦντος τὸ αἶσθημα τοῦτο καὶ καθιστῶντος τὰ σώματα ὀρατά.

Ἄλλοτε παρεδέχοντο ὅτι τὰ φωτοβόλα σώματα ἐκπέμπουσι σειρὰν λεπτεπιλέπτων μορίων καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἀλλὰ κατὰ τὴν ἐπικρατοῦσαν σήμερον θεωρίαν τὸ φῶς διαδίδεται δι' ὕλης ἀσταθμητοῦ, τελείως ἐλαστικῆς, συνεχοῦς, πληροῦσης τὸ διάστημα καὶ εἰσδούσης μεταξὺ τῶν μορίων πάντων τῶν σωμάτων. Ἡ τοιαύτη δ' ὕλη καλεῖται *αἰθήρ*, οὔτινος τὰ μόρια δέχονται καὶ μεταδίδουσι τὰς παλμικὰς κινήσεις, ἅς παράγουσιν ἐν αὐτῷ τὰ φωτοβόλα σώματα, ὡς τὰ ἐλαστικά σταθμητὰ περιέχοντα, οἷον ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ, δέχονται καὶ διαδίδουσι τὰς κραδάνσεις τῶν ἠχογόνων σωμάτων. Κατὰ ταῦτα, ἐὰν φαντασθῶμεν φωτοβόλον τι σημεῖον Α (σχ. 308), ἡ ἐξ αὐτοῦ ἐκπορευομένη κρᾶδανσις τοῦ αἰθέρος διαδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις κατὰ σφαιρικὰς ὁμοκέντρους ἐπιφανείας ΒΒ' Β'', ΓΓ' Γ'', ΔΔ' Δ'', ὡς συμβαίνει καὶ ἐν τῷ ἀέρι κατὰ τὴν διάδοσιν τοῦ ἤχου. Αἱ γεωμετρικαὶ ἀκτῖνες ΑΔ, ΑΔ', ΑΔ'' τῶν σφαιρικῶν τούτων κυ-

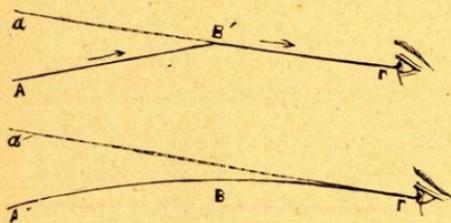


Σχ. 308.

μάτων καλοῦνται *φωτεινὰ ἀκτῖνες*. Ἄλλ' ὁ τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ φωτός διὰ τοῦ αἰθέρος διαφέρει τοῦ τρόπου τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου διὰ τοῦ ἀέρος κατὰ τοῦτο, ὅτι εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν τὰ μόρια τοῦ αἰθέρος κραδαίνονται καθέτως τῇ φωτεινῇ ἀκτίνι, εἰς δὲ τὴν δευτέραν τὰ μόρια τοῦ ἀέρος κραδαίνονται κατ' αὐτὴν ταύτην τὴν διεύθυνσιν τῆς ἡχητικῆς ἀκτίνος.

399. Καλεῖται *δίσμη* φῶς τὸ σύνολον πολλῶν ἀκτίνων, αἵτινες ἐκπέμπονται ἐκ τῆς αὐτῆς πηγῆς καὶ ἀποτελοῦσι μέρος τῆς ὅλης ἀκτινοβολίας, ἣν ἐκπέμπει ἡ πηγὴ. Διακρίνουσι δὲ δέσμας *κωνικάς συγκλινούσας* ἢ *ἀποκλινούσας*, καθόσον αἱ συνιστῶσαι αὐτὰς ἀκτῖνες βαίνουνσι συγκλίνουσαι ἢ ἀποκλίνουσαι, καὶ δέσμας *κυλινδρικές* ἢ *παραλλήλους*, ὅταν αἱ ἀκτῖνες, ὡς ἐκ τῆς μεγάλης ἀποστάσεως τῆς φωτοβόλου πηγῆς, ἐκλαμβάνωνται παράλληλοι, οἷαι αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες.

Ὅταν τὸ φῶς ἐκπορευόμενον ἐκ φωτοβόλου σημείου ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι ὁμοιομερεῖ, οἷον ἐν ἰσοπύκνῳ ἀέρι, τὰ φωτεινὰ κύματα προβαίνουνσι κατὰ σφαιρικὰς ἐπιφανείας καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες εἶνε εὐθεῖαι γραμμαί. Ὅταν ὅμως ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι μὴ ὁμοιομερεῖ, τούτέστιν ἀπὸ ἐνὸς περιέχοντος μεταβαίῃ εἰς ἄλλο, οἷον ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, ἢ ὁδεύῃ ἐν περιέχοντι μεταβάλλοντι διηγεκῶς πυκνότητα, οἷα εἶνε ἡ ἀτμόσφαιρα, τότε κατὰ μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν ἡ φωτεινὴ ἀκτίς



Σχ. 309.

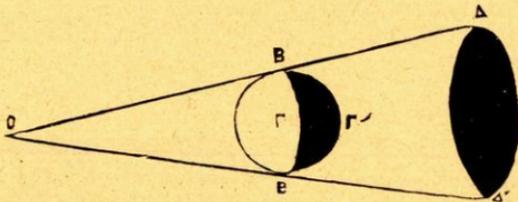
εἶνε συνήθως τεθλασμένη γραμμὴ  $AB\Gamma$  (σχ. 309), κατὰ δὲ τὴν δευτέραν καμπύλην  $A'B\Gamma$ . Ἐν ἀμφοτέραις δὲ ταύταις ταῖς περιστάσεσι θέτοντες τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν εἰς τὸ σημεῖον  $\Gamma$  δὲν βλέπομεν τὸ φωτεινὸν σημεῖον  $A$  ἢ  $A'$  εἰς τὴν θέσιν, ἣν ὄντως κατέχει, ἀλλ' εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν εἰς τὸ  $a$  κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς εὐθείας  $GB'$ , εἰς δὲ τὴν δευτέραν εἰς τὸ  $\alpha'$  κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς ἐφαπτομένης  $\Gamma\alpha'$  τῆς κατὰ τὸ σημεῖον  $\Gamma$  τῆς καμπύλης ἀγομένης.

400. **Σώματα φωτογόνα καὶ σκοτεινά.** Καλοῦνται *φωτογόνα* ἢ *αὐτόφωτα σώματα*, ὅσα εἶνε πηγαὶ φωτός, οἷον ὁ ἥλιος, αἱ ἀπλανεῖς ἀστέρες, τὰ διάφωρα σώματα, τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς καὶ ἄλλα. *Σκοτεινὰ* δὲ ἢ *ετερόφωτα* τὰ στερούμενα μὲν ἰδίου φωτός, ἐκπέμποντα

δὲ τὸ φῶς τὸ προσπίπτον ἐπ' αὐτῶν ἐξ ἄλλων φωτογόνων σωμάτων καὶ οὕτω καθιστάμενα ὀρατά, ὡς οἱ πλανῆται, ἡ σελήνη κ.τ.λ.

**401. Σώματα διαφανῆ καὶ σκιερά.** Ἐκ τῶν σωμάτων τὰ μὲν ἔχουσι τὴν ιδιότητά ν' ἀφίνωσι τὸ φῶς ν' διέρχεται δι' αὐτῶν, ἅτινα καλοῦνται *διαφανῆ*, ὡς ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ, ἡ ὕαλος κ.τ.λ. Ὅταν δυνάμεθα δι' αὐτῶν σαφῶς νὰ διορῶμεν τὰ ἐκεῖθεν κείμενα ἀντικείμενα, καλοῦνται *διειδή*. Δι' ἄλλων ὅμως σωμάτων δὲν διέρχεται τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτον φῶς καὶ ταῦτα καλοῦνται *σκιερά ἢ ἀδιαφανῆ*, ὡς τὰ μέταλλα. Ἐπάρχουσι δὲ καὶ σώματα, δι' ὧν ἀδυνατοῦμεν μὲν νὰ ἴδωμεν ἀντικείμενα, τὸ ἐσωτερικὴν ὅμως τῆς μάξης αὐτῶν φωτίζεται εἰσχωροῦντος εἰς αὐτὰ φῶς, ὡς ἡ λευκὴ ἢ γαλακτόχρους ὕαλος· τὰ σώματα ταῦτα καλοῦνται *διαφώτιστα*. Ἀλλὰ καὶ σώματα διαφανῆ, ὡς τὸ ὕδωρ, ὑπὸ μέγιστον πάχος λαμβανόμενα καθίστανται τελείως σκιερά, σώματα δὲ ἀδιαφανῆ, ὡς φύλλα χρυσοῦ ἢ ἀργύρου, λαμβανόμενα ὑπὸ ἐλάχιστον πάχος διαβιάζουσι δι' αὐτῶν φῶς γινόμενα διαφώτιστα.

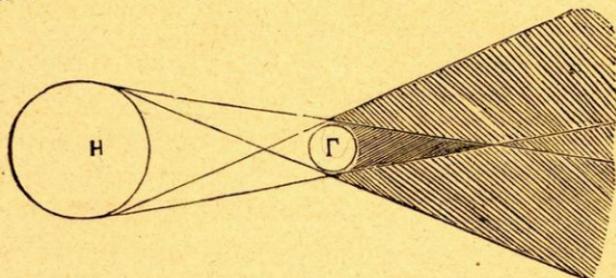
**402. Σκιά.** Καλεῖται *σκιά* σώματος τὸ μέρος τοῦ χώρου, εἰς ὃ τὸ φῶς τὸ ἐκπεμπόμενον ὑπὸ φωτοβόλου πηγῆς δὲν φθάνει ἕνεκα τῆς



Σχ. 310.

παρουσίας αὐτοῦ τούτου τοῦ σκιεροῦ σώματος. Οὕτως, ἐὰν ἐνώπιον φωτοβόλου σημείου  $O$  (σχ. 310) θέσωμεν σκιεράν σφαιραν  $BB'$ , αὕτη ῥίπτει ὀπισθεν αὐτῆς σκιὰν ἔχουσαν σχῆμα κολούρου κώνου  $BB'\Delta\Delta'$ , οὗτινος αἱ γενέτειραι εἶνε εὐθεῖαι διερχόμεναι διὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου  $O$  καὶ ἐφαπτόμεναι τῆς σφαίρας  $BB'$ . Ἐπὶ λευκοῦ δὲ ὀπισθεν πετάσματος καθέτου τῷ ἄξονι τοῦ κολούρου κώνου ῥίπτεται κυκλικὴ σκιά  $\Delta\Delta'$ . Ἐὰν ὅμως ἡ φωτοβόλος πηγὴ ἢ κειμένη ἐνώπιον τῆς σκιεραῦ σφαίρας ἔχῃ διαστάσεις, τουτέστιν εἶνε σφαῖρα φωτοβόλος, ὡς ὁ ἥλιος  $H$  φωτίζων τὴν  $\Gamma\eta\eta\Gamma$  (σχ. 311), τότε διακρίνομεν ὀπισθεν τῆς σκιεραῦ σφαίρας *σκιά* ἢ *ὑποσκίασμα*, ἧτοι χῶρον ὑπὸ μέρους τινὸς μόνον

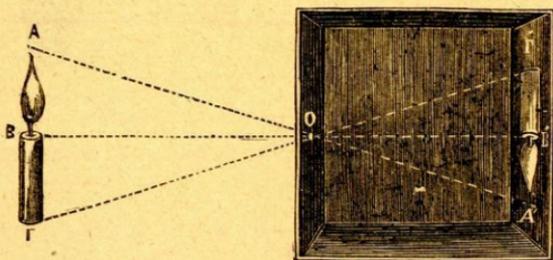
τῆς φωτοβόλου πηγῆς φωτιζόμενον. Καί ἡ μὲν σκιά ἐπικρατεῖ καθ' ὅλον τὸ μέρος τοῦ ἐξωτερικῶς περιγεγραμμένου εἰς ἀμφοτέρας τὰς σφαίρας κώνου, τὸ κείμενον ὀπίσθεν τῆς σκιερᾶς σφαίρας, τὸ δὲ ὑποσκίασμα ἔχει ἐξωτερικὰ μὲν ὄρια τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κώνου τοῦ ἐσω-



Σχ. 311.

τερικῶς περιγεγραμμένου εἰς ἀμφοτέρας τὰς σφαίρας, ἐσωτερικὰ δὲ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐξωτερικῶς περιγεγραμμένου κώνου.

403. **Σκοτεινὸς θάλαμος.** Ὄταν αἱ ἀκτίνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ φωτοβόλου ἀντικειμένου ΑΒΓ (σχ. 312) εἰσδύωσιν εἰς σκοτεινὸν θάλαμον διὰ τινος μικρᾶς ὀπῆς Ο, ἀπεικονίζουσιν ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τῆς ὀπῆς τοίχου τὸ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου τούτου ἀνεστραμμένον, διότι ἐκ τῶν ἀκτίνων τῶν ἐκπεμπομένων ἐκ τοῦ ἀνωτάτου π. χ. σημείου Α μία λεπτή δεσμὶς ΑΟ εἰσερχομένη εἰς τὸν θάλαμον διὰ τῆς ὀπῆς Ο προσπίπτει ἐπὶ τοῦ σημείου Α' τοῦ τοίχου καὶ φωτίζει αὐτό.

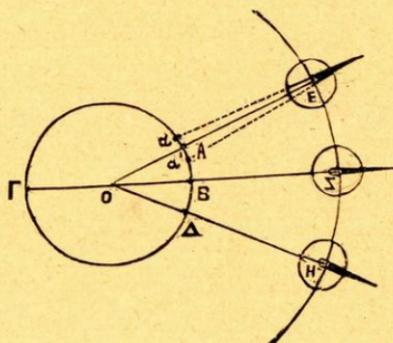


Σχ. 312.

Ὡσαύτως ἐκ τῶν σημείων Β καὶ Γ ἐκπέμπονται φωτειναὶ δεσμίδες ΒΟ καὶ ΓΟ, αἵτινες εἰσδύουσαι εἰς τὸν θάλαμον φωτίζουναι τὰ σημεῖα Β' καὶ Γ'. Τὸ χρῶμα δὲ καὶ τὸ σχῆμα τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ ἀντικειμένου καὶ ὁ διάφορος φωτισμὸς αὐτῶν ἀναπαράγονται ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τοίχου, ἔνθα ἀπεικονίζεται εἶδωλον ἐντελῶς ὅμοιον τῷ ἀντικει-

μένω ἄλλ' ἀνεστραμμένον. Οὕτως, ὁ ἥλιος ἀπεικονίζεται διὰ κύκλου, οὔτινος τὸ μέγεθος αὐξάνεται αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως τοῦ τοίχου ἀπὸ τῆς ὀπῆς. Ἐὰν δ' ὑπάρχωσι πολλαὶ ὀπαί, σχηματίζονται ἰσάριθμα κυκλικὰ εἶδωλα τοῦ ἡλίου, ὡς παρατηροῦμεν πολλάκις τοῦτο ἐν τῇ σκιᾷ δένδρου ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ὅταν διὰ μέσου ὀπῶν τοῦ φυλλώματος διεισδύωσιν ἡλιακαὶ τινες ἀκτῖνες.

**404. Ταχύτης τοῦ φωτός.** Τὸ φῶς ἔχει ταχύτητα παμμεγίστην, ἴσην πρὸς 300 ἑκατομ. μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον, ἧτοι 900 χιλ. φοράς περίπου μείζονα τῆς τοῦ ἤχου, ὥστε δύναται νὰ περιέλθῃ ἐπτάκις ἢ οκτάκις τὴν Γῆν κατὰ μέγιστον κύκλον αὐτῆς ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ. Πρῶτος δ' εὔρε τὴν ταχύτητα τοῦ φωτός ὁ Δανὸς ἀστρονόμος **Roemer** κατὰ τὰ 1675—6 διὰ τῶν παρατηρήσεων αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ πρώτου (1) δορυφόρου τοῦ Διός, ὅστις εἰσερχόμενος περιοδικῶς εἰς τὴν ὑπὸ τούτου ῥιπτομένην σκιὰν ἐξηφανίζετο ὡς φωτοβόλον σῶμα σθεννύμενον καὶ ἀνέλαμπεν αὐθις ἐξερχόμενος τῆς σκιᾶς. Ἡθέλησε δ' ὁ ἀστρονόμος οὗτος ν' ἀνεύρῃ τὸν χρόνον τῆς περιτὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου διὰ τοῦ χρόνου, ὅστις παρήρχετο μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων ἢ ἐμφανίσεων αὐτοῦ. Καὶ κατὰ πρῶτον μὲν προσδιώρισε τὸν χρόνον τὸν παρερχόμενον μεταξύ δύο



Σχ. 313.

διαδοχικῶν ἐκλείψεων, ὅτε ἡ μὲν Γῆ εὔρισκετο εἰς τὸ α (σχ. 313), ὁ δὲ Ζεὺς εἰς τὸ Ε καὶ ὁ ἥλιος εἰς τὸ Ο, ἧτοι ὀλίγον πρὸ τῆς συζυγίας. Μετ' ὀλίγον, ὅτε ἡ Γῆ εὔρισκετο εἰς τὸ α', ἧτοι ὀλίγον μετὰ τὴν συζυγίαν, παρετήρει τὸν χρόνον, ὅστις παρήρχετο μεταξύ δύο διαδοχικῶν ἀναδύσεων ἐκ τῆς σκιᾶς· οὕτω δ' εὔρεν ὅτι ὁ χρόνος τῆς περιτὸν Δία περιφορᾶς τοῦ δορυφόρου κατὰ τὴν συζυγίαν εἶνε ἴσος πρὸς 42 ὥρας 28' καὶ 35''. Ἄλλ' ἀπὸ τῆς συζυγίας οἱ δύο πλανῆται Γῆ καὶ Ζεὺς μετακινούμενοι ἐπὶ τῶν τροχῶν αὐτῶν ἀδιαλείπτως

(1) Κατὰ τὸν Σεπτέμβριον τοῦ 1892 ἀνεκαλύφθη νέος δορυφόρος τοῦ Διός πλησιέστερος αὐτῷ.

ἀπεμακρύνοντο ἀλλήλων, εἰς εἷξ δὲ περίπου μῆνας ὁ μὲν Ζεὺς διήνυσε τὸ διάστημα ΕΖ, ἤτοι τὸ εἰκοστὸν τέταρτον περίπου τῆς τροχιάς αὐτοῦ, ἢ δὲ Γῆ τὸ διάστημα ΑΔΓ, ὅποτε οἱ δύο πλανῆται εὐρέθησαν εἰς ἀντιζυγίαν, οὕτως ὥστε ἡ ἀπόστασις αὐτῶν ηὔξανετο ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ τελευταῖον ἡ αὔξησις αὕτη ἐγένετο ἴση πρὸς τὴν διάμετρον ΒΓ τῆς τροχιάς τῆς Γῆς. Ἐνεκα δὲ τῆς διηνεκοῦς ταύτης ἀπομακρύνσεως τῶν πλανητῶν αἱ χρονικαὶ στιγμαὶ τῶν ἐμφανίσεων τοῦ δορυφόρου ἐπεβραδύνοντο καὶ ἡ ὀλικὴ ἐπιβράδυνσις ἀνῆλθε τέλος εἰς 16' καὶ 26'', ὁ δὲ χρόνος οὗτος παριστᾷ κατὰ τὸν Roemer τὸν χρόνον, ὃν δαπανᾷ τὸ φῶς διὰ τὴν διανύσιν τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς, ἤτοι 76461000 λεύγας. Οὕτως εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ὑπὸ τοῦ Roemer ἴση πρὸς 308333000 μέτρα. Καὶ δι' ἄλλων δὲ πειραμάτων εὐρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ἰσοῦται κατὰ μέσον ὄρον πρὸς 300 χιλ. χιλιόμετρων, οὔσα μείζων μὲν ἐν τῷ κενῷ, ἐλάσσων δ' ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἔτι ἐλάσσων εἰς ἄλλα διαφανῆ περιέχοντα πυκνότερα, οἷον εἰς τὸ ὕδωρ, εἰς τὴν ὕαλον κτλ.

**405. Λαμπρότης τοῦ φωτός.** Τὸ ποσὸν τοῦ φωτός, ὅπερ ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας δέχεται ἔκ τινος φωτεινῆς πηγῆς, ὀρίζει τὴν καλουμένην λαμπρότητα τοῦ φωτός.

Ἐὰν εἰς τὸ κέντρον κοίλης σφαίρας φαντασθῶμεν φωτοβόλον σημείον, τοῦτο ἐκπέμπει ποσότητα φωτός Φ, ἣτις διανέμεται ἐφ' ὅλης τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας. Ὡστε ἂν καλέσωμεν  $a$  τὴν ἀκτίνα τῆς σφαίρας εἰς ὑφεκατόμετρα, ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, τουτέστιν 1 τετρ. ὑφεκ., δέχεται ποσότητα φωτισμοῦ Λ, ἣτις

ἰσοῦμένη πρὸς  $\frac{\Phi}{4\pi a^2}$  παριστᾷ τὴν ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς

σφαίρας ταύτης λαμπρότητα τοῦ φωτοβόλου σημείου. Ἐὰν δ' ἡ ἀκτίς τῆς σφαίρας γίνῃ Α, ἡ μονὰς τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς δευτέρας ταύτης σφαίρας θὰ δεχθῇ ποσότητα φωτός Λ', ἴσην πρὸς

$\frac{\Phi}{4\pi A^2}$ , ἣτις παριστᾷ τὴν ἐπὶ τῆς δευτέρας ταύτης ἐπιφανείας λαμπρό-

τητα τοῦ αὐτοῦ φωτοβόλου σημείου. Ὅθεν λαμβάνομεν  $\frac{\Lambda}{\Lambda'} = \frac{A^2}{a^2} (1)$ .

Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν Α ἴσον πρὸς 2a, 3a, 4a, τότε Λ' ἴσον πρὸς



αί ἀκτῖνες προσπίπτουσι καθέτως. Ἡ δὲ σχέσις μεταξύ τῆς ποσότητος τοῦ φωτός  $\Lambda$ , ἣν δέχεται ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας καθέτως (ἦτοι τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας  $AB\Gamma\Delta$  λαμπρότητος), καὶ τῆς ποσότητος  $\Lambda'$ , ἣν δέχεται ἡ αὐτὴ μονὰς πλαγίως (ἦτοι τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας  $ABEZ$  λαμπρότητος), εἶνε ἡ ἐξῆς·  $\Lambda' = \Lambda \mu\omega$ , ἔνθα  $\omega$  παριστᾷ τὴν γωνίαν, ἣν αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες  $\Phi$  σχηματίζουν μετὰ τῆς ἐπιφανείας  $ABEZ$ , διότι

$$\Lambda : \Lambda' = \frac{\Phi}{(AB\Gamma\Delta)} : \frac{\Phi}{(ABEZ)} = (ABEZ) : (AB\Gamma\Delta) = (AZ) : (A\Delta)$$

$$\text{ὅθεν } \Lambda' = \Lambda \frac{(A\Delta)}{(AZ)} = \Lambda \mu\omega.$$

τουτέστιν ἡ λαμπρότης τοῦ πλαγίως ἐπὶ τινὰ ἐπιφάνειαν προσπίπτοντος φωτός εἶνε ἀνάλογος τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας, ἣν αἱ ἀκτῖνες σχηματίζουν μετὰ τῆς ἐπιφανείας.

407. Ἐὰν δύο φωτιστικαὶ πηγαὶ εἰς διαφόρους ἀποστάσεις ἐκ τινος ἐπιφανείας εὐρισκόμεναι ἐξ ἴσου φωτίζωσιν αὐτήν, ἔχουσι διάφορον ἀπόλυτον λαμπρότητα, ἦτοι φωτιστικὴν ἰσχὺν· τουτέστιν ἡ εἰς μείζονα ἀπόστασιν εὐρισκομένη ἐκπέμπει πλείοτερον φῶς τῆς εἰς ἐλάσσονα ἀπόστασιν κειμένης. Αἱ δὲ σχετικαὶ λαμπρότητες τῶν δύο φωτιστικῶν πηγῶν εἶνε ἀπ' εὐθείας ἀνάλογοι τῶν τετραγῶνων τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας, ἣν ἐξ ἴσου φωτίζουν· διότι, ἂν καλέσωμεν  $E$  καὶ  $E'$  τὰς ποσότητας τοῦ φωτός, ἃς αἱ δύο φωτιστικαὶ πηγαὶ ἐκπέμπουσι,  $\Delta$  δὲ καὶ  $\Delta'$  τὰς ἀκτῖνας τῶν κούλων σφαιρῶν, ὧν τὰς ἐσωτερικὰς ἐπιφανείας ἐξ ἴσου ἀπὸ τοῦ κέντρου αὐτῶν φωτίζουν, τότε αἱ μονάδες τῆς ἐπιφανείας τῶν σφαιρῶν τούτων δέχονται ποσότητας φωτισμοῦ ἴσας πρὸς  $\frac{E}{4\pi\Delta^2}$  καὶ  $\frac{E'}{4\pi\Delta'^2}$ . Ἄλλ' ἐπειδὴ

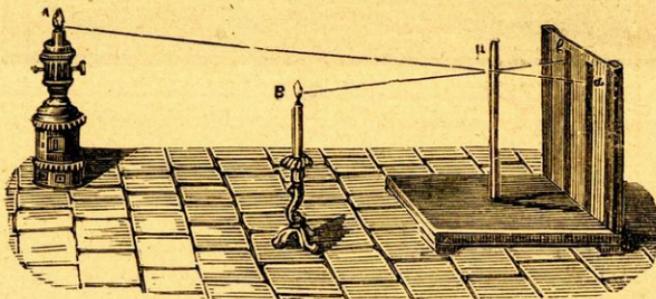
$$\text{αἱ ποσότητες αὐταὶ εἶνε ἴσαι, λαμβάνομεν } \frac{E}{E'} = \frac{\Delta^2}{\Delta'^2}, \text{ ὅπερ ἀποδει-}$$

κνύει τὸν ἀνωτέρω νόμον. Καὶ ὄντως ἀποδεικνύεται πειραματικῶς ὅτι μία λαμπὰς τιθεμένη εἰς ἀπόστασιν τινὰ ἀπὸ τινος ἐπιφανείας φωτίζει αὐτὴν τοσοῦτον, ὅσον τέσσαρες ὅμοιαι λαμπάδες εὐρισκόμεναι εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν ἢ ἐννέα εἰς ἀπόστασιν τριπλασίαν καὶ καθεξῆς. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ὁ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ῥιπτόμενος φωτισμὸς ἐκάστης λαμπάδος ὑποτετραπλασιάζεται, ἐὰν ἡ ἀπόστασις

διπλασιασθῆ καὶ ὑποεννεαπλασιάζεται, ἐὰν ἡ ἀπόστασις τριπλασιασθῆ.

**407. Μονὰς φωτός.** Πρὸς μέτρησιν τῆς ἀπολύτου λαμπρότητος φωτοβόλου τινὸς πηγῆς, ἤτοι τῆς φωτιστικῆς αὐτῆς ἰσχύος, λαμβάνομεν ὡς μονάδα ὀρισμένην φωτοβόλον πηγὴν, ἣτις πρέπει νὰ εἶνε σταθερά, τουτέστιν ἀμετάβλητος κατὰ τὴν λαμπρότητα καὶ εὐχρηστος. Αἱ ἐν χρήσει μονάδες φωτός εἶνε πρῶτον τὸ φῶς, ὅπερ παράγουσι διάφοροι λαμπάδες (ἐν Γαλλίᾳ μὲν ἐκ στέατος, ἐν Ἀγγλίᾳ δ' ἐκ σπέρματος κήτους καὶ ἐν Γερμανίᾳ ἐκ παραφίνης) ἔχουσαι διάμετρον 2 ὑφεκ., αἵτινες ὅμως διὰ τὴν διάφορον αὐτῶν κατασκευὴν δὲν φωτοβολοῦσιν ἐξ ἴσου· δεύτερον τὸ φῶς, ὅπερ παρέχει λύχνος ἐπινοηθεὶς ὑπὸ τοῦ Carcel καίων 42 γραμμάρια κραμβελαίου (*huile de colza*) καθ' ὥραν. Ἡ τελευταία αὕτη μονὰς φωτός, ἣτις καλεῖται *hec carcel*, ἰσοδυναμεῖ πρὸς 6,5 λαμπάδας ἐκ στέατος, πρὸς 7,4 ἐκ σπέρματος κήτους καὶ πρὸς 7,6 ἐκ παραφίνης. Πρὸς σύγκρισιν δὲ τῆς φωτιστικῆς ἰσχύος δύο φώτων, ὧν τὸ ἐν δύναται νὰ εἶνε ἡ μονὰς τοῦ φωτός, χρησιμεύουσιν ὄργανα καλούμενα *φωτόμετρα*, δι' ὧν πειρώμεθα πάντοτε ἐν τελείῳ σκοτεινῷ θαλάμῳ.

**408. Φωτόμετρα.** Τῶν φωτομέτρων εὐχρηστότερα εἶνε τὸ τοῦ Rumford, τὸ τοῦ Bouguer καὶ τὸ τοῦ Bunsen. Τὸ πρῶτον ἀποτελεῖται ἐκ τεμαχίου χάρτου κατακορύφως ἐστηριγμένου, ἐνώπιον τοῦ ὁποίου κεῖται κατακόρυφον ἀδιαφανὲς στέλεχος  $\mu$  (σχ. 315), ὅπερ

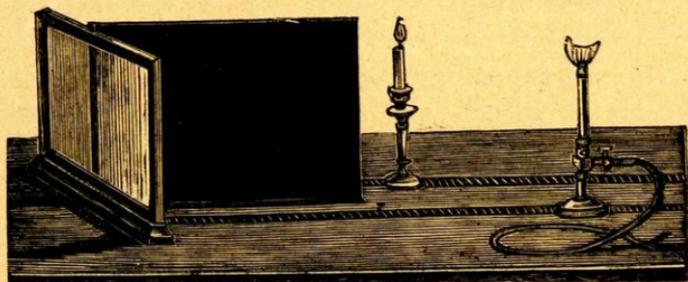


Σχ. 315.

ῥίπτει ἐπὶ τοῦ χάρτου δύο σκιὰς  $a$  καὶ  $\rho$  προσερχομένας ἐκ τῶν δύο φωτοβόλων πηγῶν  $A$  καὶ  $B$ , ὧν τὴν φωτιστικὴν ἰσχύον πρόκειται νὰ συγκρίνωμεν. Ἐκατέρα δὲ τῶν σκιῶν φωτίζεται ὑπὸ τῆς ἐτέρας τῶν φωτοβόλων πηγῶν. Τοποθετοῦμεν τὰ δύο φῶτα εἰς τοιαύτας ἀπὸ τοῦ χαρτίνου διαφράγματος ἀποστάσεις, ὥστε αἱ δύο σκιαὶ νὰ εἶνε ἐξ ἴσου

σκοτειναί, ἤτοι νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν πυκνότητα. Ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων παρέχει ἡμῖν τὴν σχετικὴν λαμπρότητα τῶν δύο φώτων. Οὕτως, ἐὰν ἡ μὲν λαμπὰς Β εὐρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 40 ὑφεκ., ὁ δὲ λαμπτήρ Α εἰς ἀπόστασιν 80 ὑφεκ. ἀπὸ τοῦ διαφράγματος, συνάγομεν ὅτι τὸ φῶς τοῦ λαμπτήρος ἔχει φωτιστικὴν ἰσχὺν 4 τοιούτων λαμπάδων.

Τὸ δὲ τοῦ Bouguer φωτόμετρον ἀποτελεῖται ἐκ λευκῆς ὑάλου ἡμιδιαφανοῦς (σχ 316) κατακορύφως ἐστηριγμένης, εἰς τὸ μέσον τῆς ὁποίας τοποθετεῖται κατ' ὀρθὰς γωνίας σκιερὸν διάφραγμα. Ἐκατέρωθεν τοῦ διαφράγματος τοποθετοῦμεν τὰ δύο συγκριτέα φῶτα, οὕτως ὥστε τὸ ἐν μὲν φῶς νὰ φωτίζῃ τὸ ἐν ἡμισυ τῆς ὑάλου, τὸ δὲ δευτέρον φῶς τὸ ἕτερον ἡμισυ αὐτῆς καὶ εἰς τοιαύτας ἀπὸ τῆς ὑάλου ἀποστάσεις, ὥστε νὰ φωτίζωνται τὰ δύο μέρη αὐτῆς ἐξ ἴσου. Ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τούτων παρέχει ἡμῖν τὴν σχετικὴν λαμπρότητα τῶν δύο φώτων.



Σχ. 316.

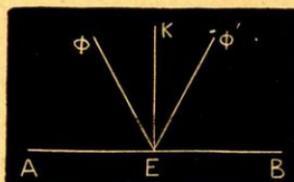
Τὸ δὲ φωτόμετρον τοῦ Bunsen ὑπὸ τὴν ἀπλουστέραν αὐτοῦ μορφήν ἀποτελεῖται ἐκ μικροῦ τεμαχίου χάρτου φέροντος εἰς τὸ μέσον κηλῖδα παραχθεῖσαν διὰ λιπαρᾶς οὐσίας, οἷον ἐλαίου. Τοποθετοῦμεν τὸν χάρτην τοῦτον μεταξὺ τῶν δύο πρὸς σύγκρισιν φώτων, οὕτως ὥστε τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ νὰ εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν εὐθεῖαν τὴν ἐνοῦσαν τὰ δύο φῶτα, ἑκατέρα δὲ τῶν ὀψεων αὐτοῦ νὰ φωτίζηται ὑπὸ τοῦ ἑτέρου τῶν φώτων καὶ εἰς τοιαύτας ἀποστάσεις, ὥστε ἡ κηλὶς νὰ καταστῇ ἀφανῆς, ἀλλὰ κατ' εὐθεῖαν καὶ οὐχὶ πλαγίως ὀρωμένη· τοῦτο δ' ἐπιτυγχάνεται, ἐὰν παρατηρήσωμεν αὐτὴν ἐν κατόπτρῳ σχηματίζοντι γωνίαν  $45^{\circ}$  μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ χάρτου. Καὶ ἐν τῷ φωτομέτρῳ τούτῳ ὁ λόγος τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων τοῦ χάρτου ἀπὸ τῶν δύο φώτων παριστᾷ τὴν σχετικὴν λαμπρότητα αὐτῶν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

ΔΙΑΧΥΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.  
ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΙ ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ.

409. **Διάχυσις τοῦ φωτός.** Τὸ φῶς προσπίπτον ἐπὶ ἐπιφάνειαν τραχεῖαν καὶ ἀνώμαλον διασκορπίζεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις καὶ διὰ τοῦτο τοιαύτη ἐπιφάνεια φωτιζομένη καθίσταται πανταχόθεν ὄρατή. Ἡ φωτιζομένη δ' αὕτη ἐπιφάνεια ἐκπέμπουσα μέρος τοῦ ἐφ' αὐτὴν προσπίπτοντος φωτός πρὸς ἄλλα σώματα φωτίζει αὐτά, ταῦτα δὲ πάλιν φωτίζουν ἄλλα καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς. Διὰ τοῦτο ἀνοιγομένων κατὰ τὴν ἡμέραν τῶν παραθύρων αἰθούσης αὕτη φωτίζεται, καίπερ μὴ εἰσδύοντος ἐντὸς αὐτῆς ἀπ' εὐθείας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός. Τὸ ποσὸν δὲ τοῦ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις διαχεομένου φωτός ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ σώματος καὶ ἐκ τοῦ χρώματος αὐτοῦ. Αἱ λευκαὶ π.χ. οὐσαί, ὡς ἀπορροφῶσαι ἐλάσσονα ποσότητα φωτός καὶ διασκορπίζουσαι μείζονα ἢ αἱ κεχρωματισμέναι καὶ ἰδίως αἱ μέλαιναί, φαίνονται φωτεινότεραι τούτων, καίπερ ἐξ ἴσου φωτιζόμεναι. Τούτου ἕνεκα αἰθουσα ἔχουσα παράθυρον ἀπέναντι λευκοῦ τοίχου φωτίζεται πλείοτερον ἢ ἂν ὁ τοίχος εἶνε κεχρωματισμένος, ἐλάχιστον δὲ τοῦ τοίχου ὄντος μέλανος. Ὡσαύτως ἐὰν ἐν αἰθούσῃ καλύψωμεν τράπεζαν ὑπὸ λαμπτήρα κειμένην διὰ λευκοῦ πετάσματος, ἢ αἰθουσα φωτίζεται πλείοτερον ἢ ἐὰν ἡ τράπεζα καλυφθῇ μέλανι πετάσματι.

410. **Ἀνάκλασις τοῦ φωτός** Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια σώματος τινος εἶνε λεία καὶ στιλπνή, τότε ἐκτρέπεται τὸ ἐπ' αὐτὴν προσπίπτον φῶς καθ' ὠρισμένην διεύθυνσιν, ἥτοι ἀνακλᾶται. Κατὰ ταῦτα ἔστω  $AB$  (σχ. 317) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος, λεία καὶ στιλπνή καὶ  $FE$  ἄκτις φωτός προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην καὶ σχηματίζουσα μετὰ τῆς ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως  $E$  ἀγομένης καθέτου  $KE$  γωνίαν  $FEK$  καλουμένην *γωνίαν προσπτώσεως*. Ἡ ἄκτις αὕτη ἀνακλῶμένη λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν  $EF'$  σχηματίζουσαν μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου γωνίαν  $KEF'$  καλουμένην *γωνίαν ἀνακλάσεως*.



Σχ. 317.

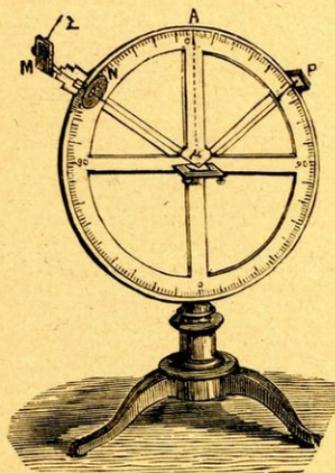
Ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτός ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

Α'. Ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως ἰσοῦται πάντοτε τῇ γωνίᾳ τῆς προσπίπτουσας.

Β'. Τὸ ἐπίπεδον, ὅπερ ὀρίζουσι ἢ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς, εἶνε κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλωσαν ἐπιφάνειαν.

Ἐκ τοῦ πρώτου τῶν νόμων τούτων συναγομεν ὅτι ἀκτίς φωτός προσπίπτουσα καθέτως ἀνακλᾶται πάλιν κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν.

411. Οἱ νόμοι οὔτοι ἀποδεικνύονται πειραματικῶς δι' ὄργανον συγγειμένον ἐξ ὀρειχαλκίνου κύκλου (σχ. 318), ὑποδιηρημένου εἰς μοίρας καὶ οὔτινος τὸ ἐπίπεδον διατίθεται κατακορύφως. Ὁ δίσκος



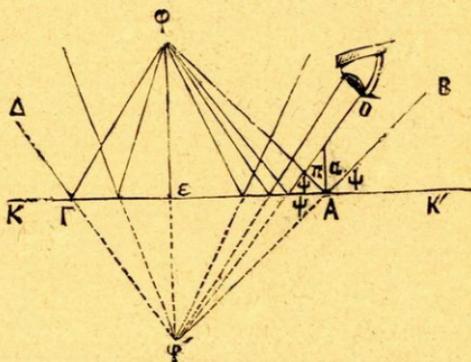
Σχ. 318.

οὔτος φέρει κατὰ μὲν τὸ κέντρον αὐτοῦ ἐπίπεδον κάτοπτρον  $\mu$ , ὅπερ διατίθεται ὀριζοντιῶς, ἐπὶ δὲ τῆς περιφερείας ἐκ τοῦ ἐνὸς μὲν μέρους μικρὰν ὑαλίνην πλάκα  $P$  ἡμιδιαφανῆ, ἐκ δὲ τοῦ ἑτέρου μικρὸν δίσκον ἀδιαφανῆ  $N$  φέροντα ἐν τῷ μέσῳ ὀπήν καὶ ὑπεράνω αὐτοῦ κάτοπτρον  $M$  στρεπτόν κατὰ διαφόρους διευθύνσεις. Ἡ τε πλάξ  $P$  καὶ ὁ δίσκος  $N$  δύνανται νὰ μετακινήθωσιν ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ δίσκου καὶ στερεωθῶσιν εἰς οἰανδήποτε ἐπ' αὐτοῦ θέσιν. Τούτων οὕτως ἐχόντων δεχόμεθα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου  $M$  δέσμην ἀκτί-

νων  $\Sigma M$ , οἷον ἡλιακῶν, ἣν δι' ἀνακλάσεως ἐπ' αὐτοῦ διευθύνομεν οὕτως, ὥστε τὸ ἐλάχιστον μέρος ταύτης τὸ διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ δίσκου  $N$  διερχόμενον νὰ διευθυνθῇ κατ' ἀκτῖνά τινα τοῦ κύκλου καὶ προσπέσῃ ἐπὶ τοῦ ἐν τῷ κέντρῳ τοῦ δίσκου κατόπτρου  $\mu$ . Μετακινουμέν τὴν ὑαλίνην πλάκα  $P$ , οὕτως ὥστε ἡ φωτεινὴ δέσμη ἀνακλωμένη κατὰ τινα ἀκτῖνα τοῦ κύκλου νὰ προσπέσῃ εἰς τὸ κέντρον τῆς πλακῆς ταύτης. Μετροῦντες τὰς γωνίας, ἅς αἱ δύο ἀκτῖνες, ἡ τῆς προσπίπτουσας καὶ ἡ τῆς ἀνακλάσεως, σχηματίζουσι μετὰ τῆς καθέτου  $A\mu$ , εὐρίσκομεν αὐτὰς μὲν ἴσας, τὴν δὲ ἀνακλωμένην ἀκτῖνα ἐν τῷ αὐτῷ κατακορύφῳ ἐπίπεδῳ, ἐν ᾧ κεῖται καὶ ἡ προσπίπτουσα. Τὸ αὐτὸ δ' εὐρίσκομεν πειρώμενοι καὶ ὑπ' ἄλλας γωνίας προσπίπτουσας οἰαςδήποτε.

412. **Κάτοπτρα.** Καλεῖται *κάτοπτρον* πᾶν σῶμα, ὅπερ ἔχον ἐπιφάνειαν λείαν καὶ σπιλπνὴν ἀνακλᾷ τὸ φῶς κατὰ τοὺς προειρημένους δύο νόμους. Κατόπτρων δὲ διακρίνομεν διάφορα εἶδη, τὰ *ἐπίπεδα*, τὰ *σφαιρικά*, τὰ *κωνιδρικά*, τὰ *κωνικά*, τὰ *παραβολικά*, ἐξ ὧν ἐνταῦθα θέλομεν πραγματευθῆ περὶ τῶν *ἐπιπέδων* καὶ *σφαιρικῶν* μόνον.

413. **Α'. Ἐπίπεδα κάτοπτρα.** Καλοῦνται *ἐπίπεδα κάτοπτρα* ἐκεῖνα, ὧν ἡ λεία καὶ σπιλπνὴ ἐπιφάνεια εἶνε ἐπίπεδος. Ἐὰν ἐνώπιον τοιούτου κατόπτρου θέσωμεν ἐν ἡ πλείοτερα φωτοβόλα σημεῖα, ταῦτα ἀπεικονίζονται ἐν αὐτῷ, οὕτως ὥστε ἕκαστον αὐτῶν σχηματίζει τὸ εἶδωλον αὐτοῦ ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον· τουτέστιν αἱ ἔκ τινος φωτοβόλου σημείου  $\phi$  (σχ. 319) ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες, ὡς αἱ  $\phi\Gamma$ ,  $\phi A$  καὶ ἐπὶ ἐπιπέδου κατόπτρου  $KK'$  προσπίπτουσαι λαμβάνουσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν τοιαύτας διευθύνσεις  $\Gamma\Delta$ ,  $AB$ , ὥστε προεκβαλλόμεναι αὗται ἀντιθέτως ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου συναντῶνται πᾶσαι εἰς τι σημεῖον  $\phi'$ , ὥστε ἡ εὐθεῖα  $\phi\phi'$  ἡ ἐνοῦσα τοῦτο μετὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου  $\phi$  εἶνε *κάθετος* ἐπὶ τὸ ἐπίπεδον  $KK'$  τοῦ κα-

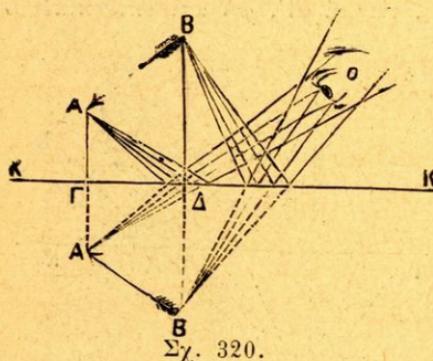


Σχ. 319.

τόπτρου καὶ διχοτομεῖται ὑπ' αὐτοῦ εἰς δύο ἴσα μέρη  $\phi\epsilon$  καὶ  $\epsilon\phi'$ . Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου ἔστω  $\phi A$  μία τῶν πολλῶν ἀκτῖνων, ἥτις ἐκπορευομένη ἀπὸ τοῦ φωτοβόλου σημείου  $\phi$  καὶ προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ἀνακλᾶται κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $AB$  σχηματίζουσα τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως  $\alpha$  ἴσην τῇ τῆς προσπτώσεως  $\pi$ . Ἡ ἀνακλωμένη αὕτη ἀκτίς  $AB$  προεκβαλλομένη ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου θέλει συναντήσῃ βεβαίως τὴν προεκβολὴν τῆς καθέτου  $\phi\epsilon$ , διότι κεῖται ἐν τῷ καθέτῳ ἐπὶ τὸ κάτοπτρον ἐπιπέδῳ  $\phi AB$  τῷ περιέχοντι καὶ τὴν κάθετον  $\phi\epsilon$ . Ἡ δὲ ἀπόστασις  $\phi'\epsilon$  εἶνε ἴση τῇ  $\phi\epsilon$ , διότι τὰ ὀρθογώνια τρίγωνα  $\phi\epsilon A$  καὶ  $\phi'\epsilon A$  εἶνε ἴσα ὡς ἔχοντα τὴν πλευρὰν  $\epsilon A$  κοινὴν καὶ τὰς γωνίας  $\phi A \epsilon$  καὶ  $\phi' A \epsilon$  ἴσας ὡς ἴσας τῇ αὐτῇ γωνίᾳ  $\beta A K' = \pi$ . Ὁμοίως δυνάμεθα ν' ἀποδείξωμεν ὅτι καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς  $\Gamma\Delta$

καὶ πᾶσα ἄλλη προεκβαλλομένη θὰ διέλθῃ διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου  $\varphi'$  συμμετρικοῦ τοῦ  $\varphi$  ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου  $KK'$ . Ἐὰν δὲ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν  $o$  δεχθῆ τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων, ὑπολαμβάνομεν ὅτι εἰς τὸ σημεῖον  $\varphi'$  κεῖται φωτοβόλον τι σημεῖον, ἐν ᾧ πράγματι τοιοῦτον δὲν ὑπάρχει. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται **εἶδωλον κατ' ἔμφασιν** τοῦ φωτοβόλου σημείου  $\varphi$ , ἧτοι ἰδανικόν.

414. Ἐὰν νῦν θέσωμεν ἐνώπιον ἐπιπέδου κατόπτρου φωτοβόλον τι ἀντικείμενον  $AB$  (σχ. 320), ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ σχηματίζει κατὰ τὰ προειρημένα τὸ εἶδωλον αὐτοῦ εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον. Οὕτω διὰ νὰ εὕρωμεν τὰ εἶδωλα τῶν σημείων  $A$  καὶ  $B$ , καταβιβάζομεν τὰς καθέτους  $AG$  καὶ  $BD$  ἐπὶ τὸ κάτοπτρον, προεκ-



βάλλομεν αὐτὰς καὶ ἐπὶ τῶν προεκβολῶν λαμβάνομεν τὰ σημεῖα  $A'$  καὶ  $B'$ , οὕτως ὥστε νὰ ἔχωμεν  $AG = A'G$  καὶ  $BD = B'D$ . Οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ εἶδωλον  $A'B'$  τοῦ ἀντικείμενου  $AB$ . Ἄν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν εὐρίσκεται ἀνωθεν τοῦ κατόπτρου εἰς τὸ  $O$ , τότε βλέπομεν τὸ εἶδωλον  $A'B'$ ,

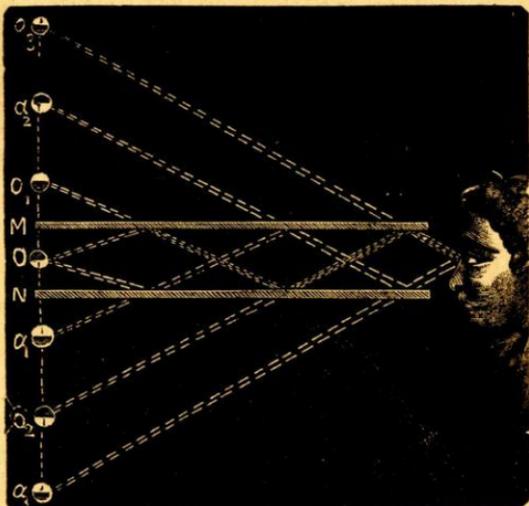
διότι ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν δέχεται τὰς ἀνακλωμένας δεσμίδας καὶ ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ προέρχονται ἐκ τῶν σημείων  $A'B'$ .

415. Αἱ γωνίαι, ἅς τὸ ἀντικείμενον  $AB$  ἐκ τοῦ ἐνὸς μέρους καὶ τὸ εἶδωλον  $A'B'$  ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους τοῦ κατόπτρου  $KK'$  σχηματίζουν μετ' αὐτοῦ, εἶνε ἴσαι πρὸς ἀλλήλας καὶ κατ' ἀκολουθίαν ἡ γωνία, ἣν τὸ ἀντικείμενον σχηματίζει μετὰ τοῦ εἰδώλου αὐτοῦ, εἶνε διπλασία ἑκατέρας αὐτῶν καὶ ἐπομένως ἀντικείμενον κατακόρυφον ἀπεικονίζεται ὀριζόντιον ἐν κατόπτρῳ κεκλιμένῳ κατὰ γωνίαν  $45^\circ$ .

416. Συνήθως τὰ ἐπίπεδα κάτοπτρα εἶνε πλάκες ὑάλινοι ἐπηργυρωμένοι, διότι ὁ ἄργυρος ἔχει τὴν μεγίστην ἀνακλαστικὴν δύναμιν. Ἄλλὰ καὶ ἐν ὑάλῳ μὴ ἐπηργυρωμένῳ δυνάμεθα νὰ κατοπτρισθῶμεν ὡς καὶ ἐν ὕδατι· τότε ὅμως τὰ εἶδωλα εἶνε ἀμυδρότερα, διότι μέρος τοῦ προσπίπτοντος φωτὸς διαπερᾷ τὴν ὑάλον ἢ τὸ ὕδωρ· ὅταν δὲ ὀπισθεν τῆς ὑάλου εἶνε σκότος ἢ τὰ ἀντικείμενα φωτίζονται ἰσχυρῶς, τὰ εἶδωλα εἶνε ζωηρότερα.

#### 417. Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο παραλλήλων κατόπτρων.

Ἐὰν μεταξύ δύο παραλλήλων κατόπτρων  $M$  καὶ  $N$  (σχ. 321) τεθῆ φωτοβόλον τι σῶμα  $O$ , τοῦτο θέλει σχηματίσει ὀπισθεν τοῦ  $M$  πρῶτόν τι εἶδωλον  $O_1$  συμμετρικόν τοῦ  $O$  ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον  $M$ . Τὸ εἶδωλον δὲ τοῦτο δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς κέντρον ἀκτινοβολίας καὶ νὰ σχηματίσῃ ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου  $N$  δεύτερον εἶδωλον  $O_2$  συμμετρικόν τοῦ  $O_1$  ὡς πρὸς τὸ κάτοπτρον  $N$ . Τὸ δεύτερον τοῦτο εἶδωλον θέλει σχηματίσει τρίτον εἶδωλον  $O_3$  ὀπισθεν τοῦ  $M$  καὶ οὕτω καθεξῆς· οὕτω δὲ θέλομεν ἔχει πρώτην τινὰ σειράν εἰδώλων, ὧν ὁ ἀριθμὸς θεωρητικῶς εἶνε ἀπείρος. Ὁμοίως τὸ αὐτὸ φωτοβόλον σῶμα  $O$  θέλει σχηματίσει ὀπισθεν τοῦ  $N$  πρῶτόν τι εἶδωλον  $\alpha_1$  καὶ τοῦτο



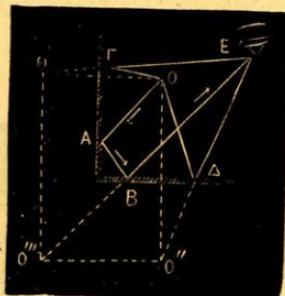
Σχ. 321.

ὀπισθεν τοῦ  $M$  δεύτερον  $\alpha_2$  καὶ τοῦτο τρίτον  $\alpha_3$  καὶ οὕτω καθεξῆς θέλει παραχθῆ δευτέρα σειρά εἰδώλων ἀπείρων τὸ πλῆθος. Τὸ σχῆμα 321 παριστᾷ ὀφθαλμὸν δεχόμενον φωτεινὰς δεσμίδας τρεῖς ἀνακλασθείσας, αἵτινες παρέχουσι τὰ εἶδωλα  $\alpha_3$  καὶ  $O_3$ . Ἄλλ' ἕνεκα τῶν διαδοχικῶν ἀνακλάσεων ἐλαττωμένης τῆς ἰσχύος τοῦ φωτός, ἡ λαμπρότης τῶν διαδοχικῶν εἰδώλων βαίνει ἐξασθενούσα, οὕτως ὥστε ἐπὶ τέλους ταῦτα καθίστανται ἀόρατα.

418. Ἀνάκλασις ἐπὶ κατόπτρων συγκλινόντων. Ἐὰν μεταξύ δύο κατόπτρων ἀποτελούντων π. γ. ὀρθὴν γωνίαν (σχ. 322) τεθῆ φωτοβόλον τι σημεῖον  $O$ , τοῦτο σχηματίζει τρία εἶδωλα  $O'$ ,  $O''$ ,  $O'''$ . Τοῦ ὀφθαλμοῦ δ' ἡμῶν εὐρισκομένου κατὰ τὸ  $E$ , τὰ μὲν εἶδωλα  $O'$  καὶ  $O''$  βλέπομεν ἐκ τῶν ἀπλῶν ἀνακλάσεων  $OΓE$  καὶ  $OΔE$ , τὸ δὲ  $O'''$  ἕνεκα τῆς διπλῆς ἀνακλάσεως  $OABE$ . Ἐὰν τὰ κάτοπτρα σχηματίζωσι γωνίαν  $60^\circ$ , ἐμφανίζονται πέντε εἶδωλα· ἐὰν δὲ γωνίαν

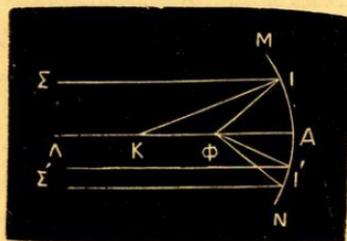
45<sup>0</sup>, εμφανίζονται ἑπτὰ εἰδῶλα διατιθέμενα ἐπὶ τῆς περιφερείας τῆς ἐχούσης κέντρον τὸ σημεῖον, πρὸς ὃ συγκλίνουν τὰ κάτοπτρα, καὶ διὰ τοῦ φωτοβόλου σημείου διερχομένης. Ἐν γένει δὲ πρὸς εὐρεσιν τοῦ ἀριθμοῦ τῶν εἰδῶλων εἰς τὰ συγκλίνοντα κάτοπτρα διαιροῦμεν τὰς 360<sup>0</sup> διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μοιρῶν τῆς γωνίας τῶν κατόπτρων, τὸ δὲ πηλίκον ἡλαττωμένον κατὰ μονάδα παρέχει τὸν ἀριθμὸν τῶν εἰδῶλων.

419. Ἐφαρμογὴ τῶν συγκλινόντων κατόπτρων εἶνε τὸ ὄργανον τὸ καλούμενον **εἰδωλοσκοπίον**, ὅπερ εἶνε σωλὴν κοίλος ἐμπεριέχων δύο κάτοπτρα σχηματίζοντα γωνίαν, μεταξύ τῶν ὁποίων τίθενται διάφορα μικρὰ τεμάχια ὑάλου ποικίλως κεχρωματισμένα. Διορῶντες διὰ τοῦ ὄργανου τοῦτου βλέπομεν πάντοτε κανονικὸν τι σχῆμα, ὅπερ μεταβάλλομεν μετακινούντες τὰ ὑάλινα ἀντικείμενα τοῦ ὄργανου.



Σχ. 322.

420. Β'. **Σφαιρικά κάτοπτρα.** Καλοῦνται **σφαιρικά κάτοπτρα** τὰ ἔχοντα τὴν ἀνακλαστικὴν αὐτῶν ἐπιφάνειαν σφαιρικὴν. Καὶ ὅταν μὲν ἡ λεία καὶ στυλπνὴ ἐπιφάνεια τοῦ κατόπτρου εἶνε ἡ ἐσωτερικὴ, τὸ σφαιρικὸν κάτοπτρον καλεῖται **κοῖλον**, ὅταν δ' ἡ ἐξωτερικὴ, **κυρτόν**. Ἡ ἐπιφάνεια τῶν τοιούτων κατόπτρων γεννᾶται ὑπὸ τῆς κύκλου MN (σχ. 323) στρεφομένου περὶ τὴν διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ A διερχομένην ἀκτῖνα καμπυλότητος KA.



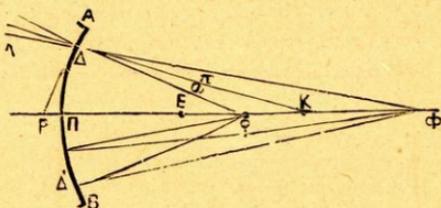
Σχ. 323.

Ἡ ἀπεριόριστος εὐθεῖα AKΛ ἢ διὰ τοῦ κέντρου K καὶ τοῦ μέσου τοῦ κατόπτρου A διερχομένη καλεῖται **κύριος ἄξων** τοῦ κατόπτρου· πᾶσα δ' ἄλλη ἀπεριόριστος εὐθεῖα διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου K καὶ μὴ συμπίπτουσα τῷ κυρίῳ ἄξονι καλεῖται **δευτερεύων ἄξων** τοῦ κατόπτρου. Κάθετος δὲ εἰς τι σημεῖον I σφαιρικοῦ κατόπτρου κοίλου ἢ κυρτοῦ εἶνε ἡ εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο ἀγομένη ἀκτὶς τῆς σφαίρας, εἰς ἣν ἀνήκει τὸ κάτοπτρον. Τέλος ἡ γωνία MKN καλεῖται **πλάτος** τοῦ κατόπτρου.

421. α'. ) **Κοῖλα κάτοπτρα. Κυρία ἐστία.** Ἐὰν σφαιρικὸν κάτοπτρον κοῖλον MN (σχ. 323) μικροῦ πλάτους, εἶον 8<sup>0</sup>—10<sup>0</sup>,

δεχθῆ ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι, ὅσον ἡλιακὰς ΣΙ, αὐταὶ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχονται πᾶσαι αἰσθητῶς διὰ τοῦ μέσου Φ τῆς ἀκτῖνος καμπυλότητος ΑΚ (1). Τὸ σημεῖον τοῦτο Φ καλεῖται *κυρία ἐστία* τοῦ κατόπτρου, ἡ δὲ ἀπόστασις ΑΦ *κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις*. Ἐὰν τὸναντίον θέσωμεν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν Φ φωτοβόλον σημεῖον, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι λαμβάνουσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διευθύνσεις ΙΣ παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι ΑΛ.

**422. Συζυγεῖς ἐστίαι.** Ἐὰν φωτοβόλον τι σημεῖον Φ (σχ. 324) τεθῆ ἐνώπιον κοίλου κατόπτρου ΑΒ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ΠΚΦ πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ, πᾶσαι αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, ὅσον ἡ ΦΔ, καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν σχηματίζουσαι τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως  $\alpha$  ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως  $\pi$  τέμνουσιν ἀλλήλας εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον  $\varphi$  κείμενον πάντοτε μεταξὺ κυρίας ἐστίας Ε καὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ, διότι τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως  $\pi$  οὔσης ἐλάσσονος τῆς γωνίας προσπτώσεως, ἣν σχηματίζει ἡ παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι προσπίπτουσα φωτεινὴ ἀκτίς, καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως  $\alpha$  θὰ εἶνε ἐλάσσων τῆς ΚΔΕ. Τὰ δύο ταῦτα σημεῖα Φ καὶ  $\varphi$  καλοῦνται *συζυγεῖς ἐστίαι* τοῦ κατόπτρου, διότι, ἂν τὸ φωτοβόλον σημεῖον μετατεθῆ ἀπὸ τοῦ Φ εἰς τὸ  $\varphi$ , αἱ ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν συνέρχονται εἰς τὸ Φ, τουτέστιν ἑκάτερον τῶν δύο σημεῖων Φ καὶ  $\varphi$  εἶνε ἐστία τοῦ ἑτέρου. Ἐὰν ἤδη τὸ φωτοβόλον σημεῖον Φ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος πάντοτε κείμενον πλησιάσῃ πρὸς τὸ κέντρον καμπυλότητος Κ, καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἐστία  $\varphi$  πλησιάσῃ πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον, διότι ἐλαττωμένης τῆς  $\pi$  ἐλαττοῦται καὶ ἡ  $\alpha$ . Ἐὰν δὲ τὸναντίον τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρύνηται



Σχ. 324.

(1) Τὸ τρίγωνον ΚΦΙ (σχ. 323) εἶνε ἰσοσκελές, διότι ΚΙΣ=ΚΙΦ ὡς γωνία προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως καὶ ΚΙΣ=ΙΚΦ, διότι ΣΙ παράλληλος τῇ ΑΛ, ὅθεν ΚΙΦ=ΙΚΦ καὶ κατ' ἀκολουθίαν ΚΦ=ΦΙ. Ἄλλ' ἡ ΦΙ εἶνε αἰσθητῶς ἴση τῇ ΦΑ, ἂν τὸ σημεῖον Ι κείτῃ πλησίον τοῦ Α, ὅθεν ΑΦ=ΦΚ ὁ. ἔ. ὁ.



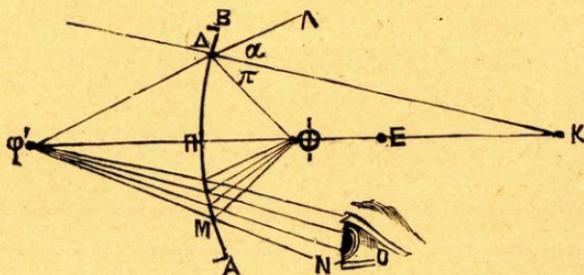
κείμενον πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος αὐτοῦ Κ. Ἐκαστον σημείον τοῦ ἀντικειμένου τούτου πλὴν τοῦ Φ κεῖται ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος· καὶ τοῦ μὲν ἀνωτάτου σημείου Ν ἡ συζυγῆς ἐστὶ σχηματίζεται εἰς τι σημεῖον  $r$  ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δευτερεύοντος ἄξονος ΝΒ κείμενον καὶ μεταξὺ κυρίας ἐστίας τοῦ ἄξονος τούτου καὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος Κ. Ὡσαύτως ἡ συζυγῆς ἐστὶ τοῦ σημείου Μ σχηματίζεται εἰς τὸ  $\mu$ , οὕτω δὲ παράγεται τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον  $\mu r$  ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον πάντοτε τοῦ ἀντικειμένου, ὅταν τοῦτο κεῖται πέραν τοῦ κέντρου καμπυλότητος. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κέντρον καμπυλότητος, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς τὸ αὐτὸ σημεῖον μεγαθυνόμενον. Ἐὰν δὲ τὸ ἀντικείμενον κεῖται ὑπὸ τὸ κέντρον καμπυλότητος Κ, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σχηματίζεται ἀνεστραμμένον ἄνωθεν τοῦ κέντρου καμπυλότητος καὶ ἰσομέγεθες πρὸς τὸ ἀντικείμενον. Οὕτως, ἐὰν ἐνώπιον κοίλου κατόπτρου καὶ ὑπὸ τὸ κέντρον καμπυλότητος αὐτοῦ στηριχθῇ ἀνεστραμμένη ἀνθοδέσμη καὶ ἄνωθεν τοῦ κέντρου τούτου ποτήριον ὀρθόν, ἡ ἀνθοδέσμη ἐμφανίζεται ὀρθή καὶ ἐντὸς τοῦ ποτηρίου ἐστηριγμένη. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον τεθῇ εἰς τὸ  $\mu r$  τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σχηματίζεται εἰς τὸ ΝΜ μείζον πάντοτε τοῦ ἀντικειμένου.

426. **Σχετικὰ μεγέθη ἀντικειμένου καὶ εἶδωλου.** Ἐνεκὰ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγῶνων ΝΜΚ καὶ νμΚ λαμβάνομεν

$$\frac{NM}{\nu\mu} = \frac{\Phi K}{\phi K} = \frac{\Phi\P - \text{ΚΠ}}{\text{ΚΠ} - \phi\P} = \frac{\pi - \alpha}{\alpha - \pi'} = \frac{\pi}{\pi'}$$

διὰ τῶν σχετικῶν τιμῶν τοῦ  $\pi$  καὶ  $\pi'$  εὐρίσκομεν τὰ σχετικὰ μεγέθη.

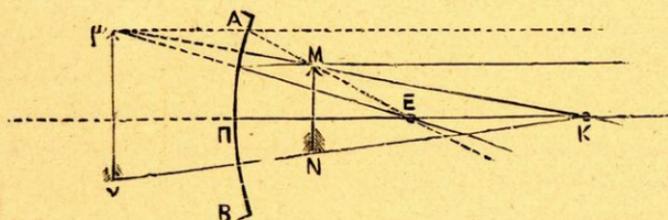
427. **Εἶδωλα καθ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον Φ



Σχ. 326.

τεθῇ μεταξὺ κυρίας ἐστίας Ε καὶ κατόπτρου ΒΑ (σχ. 326), αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι,

οἷον ἡ  $\Phi\Delta$ , μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσιν ἀφιστάμεναι ὡς ἡ  $\Delta\Lambda$  (διότι τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως  $\pi$  οὐσης μείζονος τῆς γωνίας  $E\Delta K$  καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως  $\alpha$  θὰ εἶνε μείζων τῆς γωνίας, ἣν ἡ παράλληλος τῶ κυρίῳ ἄξονι ἢ διερχομένη διὰ τοῦ σημείου  $\Delta$  σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου  $\Delta K$ ) μὴ δυνάμεναι νὰ συνέλθωσιν ἔμπροσθεν τοῦ κατόπτρου καὶ σχηματίσωσι συζυγῆ ἐστίαν καθ' ὑπόστασιν. Ἐὰν ὅμως ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν  $\sigma$  δεχθῆ τινὰς τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτίνων, οἷον τὰς  $MN$ , ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ ἐκπορεύονται ἐκ τινος σημείου  $\phi'$  ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου κειμένου, ὅπερ εἶνε ἡ *κατ' ἔμφασιν ἐστία* τοῦ σημείου  $\Phi$ . Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$  πλησιάσῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ ἡ *κατ' ἔμφασιν ἐστία* αὐτοῦ  $\phi'$  πλησιάσῃ ὡσαύτως, διότι τῆς γωνίας  $\pi$  αὐξανομένης καὶ ἡ  $\alpha$  αὐξάνεται. Ἐὰν



Σχ. 327.

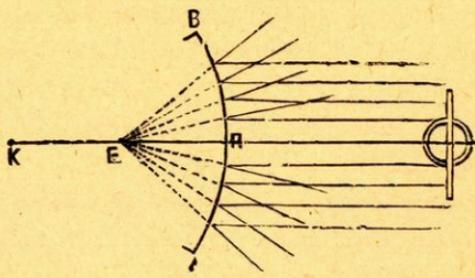
δὲ τούναντιον τὸ φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$  ἀπομακρυνόμενον τοῦ κατόπτρου πλησιάσῃ πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν  $E$ , ἡ *κατ' ἔμφασιν ἐστία* αὐτοῦ ἀπομακρύνεται τοῦ κατόπτρου τάχιστα εἰς μεγάλας ἀποστάσεις. Ὅ,τι δ' ἐλέχθη περὶ τῆς *κατ' ἔμφασιν ἐστίας* φωτοβόλου σημείου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κειμένου μεταξὺ κυρίας ἐστίας καὶ κατόπτρου, τὸ αὐτὸ δύναται νὰ ῥηθῆ καὶ περὶ τῆς *κατ' ἔμφασιν ἐστίας* φωτοβόλου σημείου ἐφ' οἰουδήποτε δευτερεύοντος ἄξονος κειμένου μεταξὺ κατόπτρου καὶ κυρίας ἐστίας τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος.

Ἐὰν ἤδη φωτοβόλον τι ἀντικείμενον  $MN$  (σχ. 327) τεθῆ μεταξὺ τῆς ἐστίας  $E$  καὶ τοῦ κατόπτρου  $AB$ , τὰ διάφορα αὐτοῦ σημεῖα, οἷον τὰ  $M, N$ , κείμενα ἐπὶ διαφόρων δευτερεύοντων ἄξωνων  $KM, KN$ , σχηματίζουσιν ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῶν ἄξωνων τούτων ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου τὰς *κατ' ἔμφασιν ἐστίας* αὐτῶν. Καὶ τοῦ μὲν  $M$  σχηματίζεται εἰς τὸ σημεῖον  $\mu$  (διότι ἡ μὲν  $MA$  ἢ διὰ τοῦ  $E$  διερχομένη ἀνακλᾶται παράλληλως τῇ  $PK$ , ἡ δὲ καθέτως προσπίπτουσα κατὰ τὴν προεκτάσιν τῆς  $KM$  ἀνακλᾶται καθέτως, ἡ δὲ ἐκ τοῦ  $M$  παραλ-

λήλως τῆ ΠΚ προσπίπτουσα ἀνακλωμένη διέρχεται διὰ τοῦ Ε· αἱ τρεῖς δ' αὐταὶ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες προεκβαλλόμεναι συνέρχονται εἰς τὸ σημεῖον μ), τοῦ δὲ Ν εἰς τὸ  $r$  καὶ οὕτω σχηματίζεται τὸ εἶδωλον  $\mu r$  ὀρθὸν καὶ πάντοτε μείζον τοῦ ἀντικειμένου MN. Καὶ ἂν μὲν τὸ ἀντικείμενον πλησιαῖζῃ εἰς τὸ κάτοπτρον, καὶ τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ πλησιαῖζῃ πρὸς αὐτὸ σμικρυνόμενον μὲν, ἀλλὰ μένον πάντοτε μείζον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν δὲ τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρυνῆται τοῦ κατόπτρου πλησιαῖζον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν, καὶ τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ ἀπομακρύνεται τοῦ κατόπτρου ταχέως μεγεθυνόμενον ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον.

**ΣΗΜ.** Περὶ τοῦ σχηματισμοῦ εἰδῶλων καθ' ὑπόστασιν καὶ κατ' ἔμφασιν ἐν κοίλῳ σφαιρικῷ κατόπτρῳ πειθόμεθα τιθέμενοι εἰς διαφοροὺς ἀπὸ τοιοῦτου κατόπτρου ἀποστάσεις, ὅποτε τὸ εἶδωλον ἡμῶν πλησιαζόντων ἐξ ἰκανῆς ἀποστάσεως πρὸς τὸ κάτοπτρον κατ' ἀρχὰς μὲν ἐμφανίζεται ἐν τῷ διαστήματι μεταξὺ ἡμῶν καὶ τοῦ κατόπτρου ἀνεστραμμένον καὶ μικρόν, εἶτα δὲ βαίνει διηνεκῶς μεγεθυνόμενον καὶ πλησιαζόν πρὸς ἡμᾶς καὶ τέλος ἐκλείπει, ὅταν τεθῶμεν ἐπὶ τοῦ κέντρου καμπυλότητος. Ἐὰν τεθῶμεν μεταξὺ τοῦ κέντρου καμπυλότητος καὶ τῆς κυρίας ἐστίας, τὸ εἶδωλον ἡμῶν σχηματίζεται ὀπισθεν ἡμῶν μέγα καὶ ἐπομένως ἀόρατον. Ἐὰν δὲ ἐξακολουθήσωμεν πλησιαζόντες πρὸς τὸ κάτοπτρον τιθέμενοι μεταξὺ κυρίας ἐστίας καὶ κατόπτρου, τὸ εἶδωλον ἡμῶν ἐμφανίζεται ὀρθὸν καὶ μέγιστον ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου, σμικρυνόμενον δέ, ἐφ' ὅσον πλησιαζόμεν πρὸς τὸ κάτοπτρον. Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦμεν μεταθέτοντες τὴν φλόγα λαμπάδος ἐνώπιον κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ καὶ δεχόμενοι τὸ εἶδωλον αὐτῆς ἐπὶ λευκοῦ χάρτου.

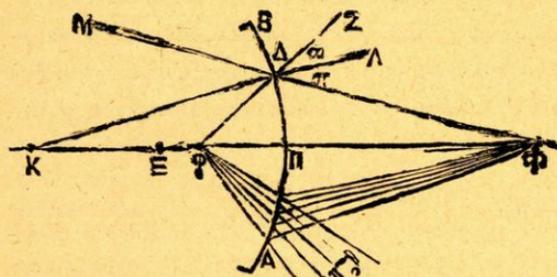
428. β'). **Κυρτὰ κάτοπτρα.** Ἐὰν σφαιρικὸν κάτοπτρον κυρτὸν AB (σχ. 328) δεχθῇ ἀκτῖνας Φ παραλλήλους τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι ΠΚ, αὐταὶ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσιν ἀφιστάμεναι καὶ δὲν δύνανται νὰ σχηματίσωσι καθ' ὑπόστασιν ἐστίαν· ἀλλ' ἂν τις τῶν ἀνακλωμένων τούτων ἀκτῖνων δεχθῇ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὐταὶ προέρχονται ἐκ τινος σημείου Ε κειμένου ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου, ὅπερ εἶνε ἡ *κυρία κατ' ἔμφασιν ἐστία* τοῦ κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, κειμένη εἰς τὸ μέ-



Σχ. 328.

σον τῆς ΚΠ Ἡ ἐστία δ' αὕτη εἶνε τὸ λαμπρὸν ἐκεῖνο σημεῖον, ὅπερ βλέπομεν ἐπὶ λείας καὶ ἐξωτερικῶς στυλπνῆς σφαίρας, ἣν φωτίζει ὁ ἥλιος.

429. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον Φ (σχ. 329) κεῖται ἐνώπιον κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, αἱ ἐξ αὐτοῦ



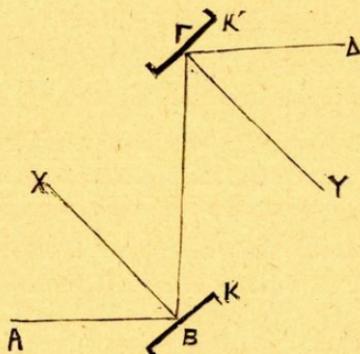
Σχ. 329.

ἐκπεμπόμενα ἀκτίνες, οἷον ἡ ΦΔ, καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν βαίνουσιν ἀφιστάμεναι, ὡς ἡ ΔΖ. Ταύτας δ' ἂν δεχθῆ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι ἐκπο-

ρεύονται ἐκ τοῦ σημείου φ κειμένου ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος ΦΠ μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας Ε καὶ τοῦ κατόπτρου (διότι τῆς γωνίας προσπτώσεως π οὔσης μείζονος τῆς γωνίας, ἣν ἡ εἰς τὸ Δ παράλληλος τῆ ΚΦ σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου ΚΔΛ, καὶ ἡ γωνία ἀνακλάσεως α καὶ ἡ ἴση αὐτῇ ΚΔφ εἶνε μείζονες τῆς ΚΔΕ), ὅπερ σημεῖον φ εἶνε ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ φωτοβόλου σημείου Φ. Ἐὰν τὸ φωτοβόλον σημεῖον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἐστία πλησιάζει ὡσαύτως, ἐὰν δ' ἀπομακρύνηται αὐτοῦ, καὶ ἡ κατ' ἔμφασιν αὐτοῦ ἐστία ἀπομακρύνεται μὲν, ἀλλὰ μένει πάντοτε μεταξὺ τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας.

Ἐὰν νῦν ἐνώπιον κυρτοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου τεθῆ φωτοβόλον ἀντικείμενον, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ σχηματίζει τὴν κατ' ἔμφασιν ἐστίαν ἐπὶ τοῦ ἄξονος, ἐφ' οὗ κεῖται, καὶ μεταξὺ τῆς ἐστίας καὶ τοῦ κατόπτρου, οὕτω δὲ σχηματίζεται εἶδωλον κατ' ἔμφασιν ὀρθὸν καὶ πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς αὐτὸ μεγεθυνόμενον μὲν, ἀλλὰ μένον πάντοτε μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν δὲ τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνηται τοῦ κατόπτρου, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ ἀπομακρύνεται σμικρυνόμενον καὶ σχηματιζόμενον πάντοτε μεταξὺ ἐστίας καὶ κατόπτρου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παρατηροῦμεν κατοπτριζόμενοι ἐπὶ σφαιρικῆς ὑαλίνης φιάλης.

430. **Πόλωσις τοῦ ἠλιώτου δι' ἀνακλάσεως.** Ἐστω AB (σχ. 330) φωτεινὴ τις ἀκτίς, ὅσον ἡλιακὴ, ἣτις εἰσδύουσα εἰς σκοτεινὸν θάλαμον διὰ μικρᾶς στρογγύλης ὀπῆς A προσπίπτει ἐπὶ κατόπτρου K ἐκ μελαίνης ὑάλου ὑπὸ γωνίαν  $ABX = 54^\circ 35'$ , ἀνακλασθεῖσα δὲ κατὰ τὴν διεύθυνσιν BΓ προσπίπτει ἐπὶ δευτέρου ὁμοίου κατόπτρου K' *παράλληλου* τῷ πρώτῳ ὑπὸ γωνίαν προσπτώσεως BΓΥ ἴσην τῇ πρώτῃ ABX, ἀνακλασθεῖσα δὲ καὶ πάλιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΔ πίπτει ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι λευκοῦ τοίχου κατὰ τὸ Δ σχηματίζουσα κυκλοτερῆ φωτεινὴν εἰκόνα τοῦ ἡλίου. Ἐὰν τότε διατηροῦντες ἀμετάθετον τὸ κατόπτρον K στρέψωμεν τὸ K' περὶ τὴν ΓB ὡς περὶ ἄξονα, οὕτως ὥστε ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως BΓΥ νὰ μένη ἀμετάβλητος, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς ΓΔ στρεφόμενη μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τῆς προσπτώσεως BΓΥ γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀμυδροτέρα, τὸ δὲ ἐπὶ τῶν τοίχων τοῦ δωματίου μετακινούμενον περιφερικῶς εἶδωλον τοῦ ἡλίου βαθμηδὸν ἐπισκοπίζεται καὶ εἶτα παντάπασιν ἀφανίζεται, ὅταν τὸ ἀρχικὸν ἐπίπεδον BΓΔ, ὅπερ ὀρίζουσιν ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς BΓ καὶ ἡ ἀνακλωμένη ΓΔ, στραφῇ κατὰ  $90^\circ$ , ὅταν δηλονότι τὸ ἐπίπεδον BΓΔ γίνῃ κάθετον τῷ ABΓ. Ἐὰν ἤδη ἐξακολουθήσωμεν στρέφοντας τὸ κατόπτρον K' περὶ τὴν ΓB κατὰ ἑτέρας  $90^\circ$ , ὅτε τὸ ἐπίπεδον BΓΔ θὰ συμπέσῃ μετὰ τοῦ ABΓ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς ΓΔ καὶ τὸ ἐπὶ τῶν τοίχων εἶδωλον τοῦ ἡλίου ἀναφαίνονται καὶ πάλιν, βαθμηδὸν φωτεινότερα γινόμενα καὶ ἀναλαμβάνοντα τὴν ἀρχικὴν αὐτῶν λαμπρότητα.



Σχ. 330.

πάλιν δὲ ἀμαυρότερα καθίστανται, ὅταν ἡ στροφή τοῦ κατόπτρου K' περὶ τὴν BΓ ἐξακολουθήσῃ καὶ πέραν τῶν  $180^\circ$ , τέλος δ' ἀφανίζονται, ὅταν ἡ γωνία τῆς στροφῆς ἐξισωθῇ πρὸς  $270^\circ$ .

Ἐκ τοῦ φαινομένου τούτου συνάγομεν ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς, ἡ προσελθοῦσα ἐκ συνήθους φωτεινῆς ἀκτίνος προσπεσούσης ἐπὶ ὑαλίνης πλακῶς ὑπὸ γωνίαν  $54^\circ 35'$  ἔχει νέαν τινὰ ἰδιότητα, ἣς στερεῖται

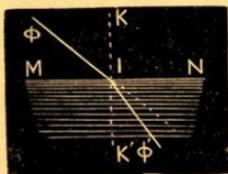
ἡ συνήθης φωτεινὴ ἀκτίς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *πόλωση τοῦ φωτός*, ἢ δὲ ἀκτίς *πεπολωμένη*.

"Ὅθεν καλεῖται *πόλωση τοῦ φωτός ἐξ ἀνακλάσεως ἡ ἰδιότης ἐκείνη τῶν φωτειῶν ἀκτίνων*, ἧς ἔνεκα *ἀνακλασθεῖσαι αὐταὶ ἀπαξ δὲν δύνανται κατὰ τινὰς διευθύνσεις ἢ ἀνακλασθῶσιν ἐκ δευτέρου*.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

### ΠΕΡΙ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

431. Καλεῖται *διάθλασις τοῦ φωτός* ἡ μεταβολὴ διευθύνσεως, ἢ πάσχουσιν αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτός, ὅταν προσπίπτουσαι *πλαγίως* ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς διαχωρίζουσας δύο διαφανῆ περιέχοντα μεταβαίνουσιν ἀπὸ τοῦ ἐνός αὐτῶν εἰς τὸ ἕτερον. Ἐστω π. χ. MN (σχ. 331)



Σχ. 331.

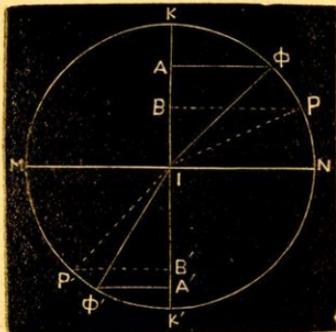
ἢ ἐπίπεδος ἐπιφάνεια ἢ χωρίζουσα τὰ δύο διαφανῆ περιέχοντα, οἷον τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος, καὶ ΦΙ ἀκτίς φωτός προσπίπτουσα *πλαγίως* ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Ἡ ἀκτίς αὕτη ἅμα μὲν ἀνακλᾶται κατὰ τοὺς γνωστούς νόμους, ἅμα δὲ εἰσδύουσα εἰς τὸ ὕδωρ δὲν ἀκολουθεῖ τὴν εὐθύγραμμον πορείαν αὐτῆς ΦΙ, ἀλλ' ἐκτρέπεται

ταύτης λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν ΙΦ', ἧτοι διαθλᾶται. Τοιαύτη δὲ διάθλασις συμβαίνει μόνον, ὅταν ἡ ἀκτίς προσπίπτῃ *πλαγίως* καὶ οὐχὶ καθέτως κατὰ τὴν ΚΙ, ὅποτε δὲν ἐκτρέπεται, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ φερομένη κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν ΚΙΚ'. Ἡ ἀκτίς ΦΙ καλεῖται *προσπίπτουσα*, ἢ δὲ ΙΦ' *διαθλωμένη*· ὡσαύτως ἡ γωνία ΦΙΚ καλεῖται *γωνία προσπτώσεως*, ἢ δὲ Φ'ΙΚ' *γωνία διαθλάσεως*.

432. **Νόμοι διαθλάσεως τοῦ φωτός.** Ἡ διάθλασις τοῦ φωτός ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

Α'. Τὸ ἐπίπεδον τὸ ὑπὸ τῆς προσπίπτουσας καὶ τῆς διαθλωμένης ἀκτίνος ὀριζόμενον εἶνε *κάθετον* ἐπὶ τὴν διαθλῶσαν ἐπιφάνειαν.

Β'. Ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων τῶν γωνιῶν προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως εἶνε *σταθερὸς ἐν τοῖς αὐτοῖς περιέχουσιν*. Ὅπως κάλλιον κατανοηθῇ ὁ δεύτερος οὗτος νόμος, θεωρήσωμεν



Σχ. 332.

δύο περιέχοντα διαχωριζόμενα ὑπὸ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου MN (σχ. 332) καὶ φωτεινὴν ἀκτῖνα ΦΙ προσπίπτουσαν κατὰ τὸ σημεῖον I καὶ διαθλωμένην κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΙΦ'. Διαγράφωμεν ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς προσπτώσεως περιφέρειαν ἔχουσαν κέντρον τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως I καὶ ἀκτῖνα ΦΙ ἴσην τῇ μονάδι. Ἐκ τῶν σημείων Φ καὶ Φ' φέρομεν ἐπὶ τὴν κάθετον τῆ MN διάμετρον ΚΚ' τὰς καθέτους ΦΑ καὶ Φ'Α', αἵτινες παριστῶσι τὰ ἡμίτονα τῶν γωνιῶν ΦΙΚ καὶ Φ'ΙΚ'. Ἐὰν τῶν δύο τούτων περιεχόντων τὸ μὲν ἀνώτερον εἶνε ἀήρ, τὸ δὲ κατώτερον ὕδωρ, εὐρίσκομεν ὅτι τὰ μήκη τῶν καθέτων ΦΑ καὶ Φ'Α' ἔχουσι πρὸς ἄλληλα λόγον ἴσον πρὸς  $\frac{4}{3}$ . Ἔστω καὶ δευτέρα τις φωτεινὴ ἀκτίς ΡΙ λαμβάνουσα μετὰ τὴν διάθλασιν τὴν διεύθυνσιν ΙΡ'. Καὶ πάλιν, ἐὰν μετρήσωμεν τὰς ἐπὶ τὴν διάμετρον ΚΚ' καθέτους ΡΒ καὶ Ρ'Β', εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος τῶν μηκῶν αὐτῶν εἶνε  $\frac{4}{3}$ , ἥτοι ἴσος τῷ προηγουμένῳ. Ἐὰν ὅμως τὰ δύο περιέχοντα εἶνε ἀήρ καὶ ὕαλος, ὁ λόγος οὗτος εἶνε ἴσος πρὸς  $\frac{3}{2}$ . Ὁ ἀριθμὸς οὗτος, ὅστις εἶνε μὲν σταθερὸς διὰ τὰ αὐτὰ περιέχοντα, μεταβάλλεται δὲ μεταβαλλομένων τῶν περιεχόντων, καλεῖται *δείκτης*

διαθλάσεως καὶ παρίσταται διὰ τοῦ τύπου  $\frac{\eta_{\mu. \pi}}{\eta_{\mu. \delta}} = r$ , ἐνθα  $\pi$  καὶ  $\delta$  εἶνε αἱ γωνίαι προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως.

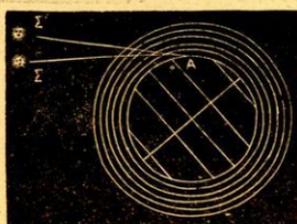
Ὅταν τὸ φῶς μεταβαίνει ἀπὸ περιέχοντος ἀραιότερου εἰς πυκνότερον, οἷον ἀπὸ ἀέρος εἰς ὕδωρ, συνήθως ἡ γωνία διαθλάσεως εἶνε μικρότερα τῆς γωνίας προσπτώσεως, ἥτοι τὰ πυκνότερα σώματα εἶνε συνήθως καὶ θλαστικώτερα τῶν ἀραιότερων. Ὑπάρχουσιν ὅμως καὶ ἐξαιρέσεις, ὡς τὸ οἰνόπνευμα, τὸ τερεβινθέλαιον καὶ ὁ αἰθήρ, ἅτινα καίπερ ἀραιότερα τοῦ ὕδατος εἶνε θλαστικώτερα αὐτοῦ.

433. Οἱ νόμοι τῆς διαθλάσεως ἀποδεικνύονται πειραματικῶς διὰ συσκευῆς (σχ. 333) συγκειμένης ἐκ κυκλικοῦ δίσκου βεβαθμολογημένου, οὗτινος τὸ ἐπίπεδον τίθεται κατακορύφως. Δύο κανόνες κινούμενοι ἐπὶ τῆς περιφερείας τοῦ δίσκου φέρουσι μικροὺς σωλήνας  $\gamma$  καὶ Κ, ὧν οἱ ἄξονες λαμβάνουσι πάντοτε τὴν διεύθυνσιν ἀκτίνων τοῦ κυκλικοῦ δίσκου, εἰς τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ὑάλινον ἡμικυλινδρικὸν δοχεῖον Ρ πληρὲς ὕδατος, οὗτινος ἡ ἐλευθέρη καὶ ὀριζοντία ἐπίπεδος ἐπιφάνεια διέρχεται ἀκριβῶς διὰ τοῦ κέντρου τοῦ δίσκου. Στρέφομεν τὸ κάτοπτρον Μ οὕτως, ὥστε φωτεινὴ ἀκτίς ΣΜ ἀνακλασθεῖσα ἐπ' αὐτοῦ καὶ διελθοῦσα διὰ τοῦ σωλήνος  $\gamma$  νὰ διευθυνθῇ κατὰ τινὰ γεω-





ὅταν ὁδεύῃ ἐν τῷ αὐτῷ περιέχοντι μεταβάλλοντι πυκνότητα, οἷος ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ ὁ ἔχων πυκνότητα αὐξανόμενην ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω. Ὅθεν εἶνε ἐπόμενον ὅτι αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες αἱ ἐκ τῶν ἀστέρων, ἐκ τοῦ ἡλίου Σ (σχ. 337) ἢ ἐκ τῆς σελήνης ἐπιπεμπούμεναι, ἀφ' οὗ διαδράμωσι τὸ πέραν τῆς ἀτμοσφαίρας διάστημα, εἰσερχόμεναι εἰς αὐτὴν καὶ ὁδεύουσαι πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν Α ὑφίστανται διάθλασιν ἀκολουθοῦσαι καμπύλην, ἧς ἡ κοιλότης εἶνε ἐστραμμένη πρὸς τὴν γῆν. Καὶ τότε δὲν βλέπομεν τοὺς ἀστέρας κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν



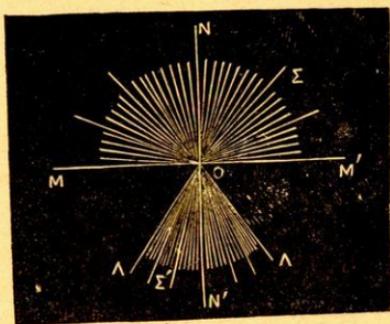
Σχ. 337.

εὐθειῶν γραμμῶν, αἵτινες ἐνοῦσιν ἕκαστον αὐτῶν μετὰ τῆς θέσεως, ἣν κατέχομεν ἐπὶ τῆς γῆς, ἀλλὰ κατὰ τὴν προέκτασιν τῆς τελικῆς διευθύνσεως τῶν εἰσερχομένων εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἀκτίνων, οὗ ἕνεκα καὶ ὁ παρατηρητὴς Α ἀντὶ νὰ ἴδῃ π. χ. τὸν ἥλιον ἐν τῇ πραγματικῇ αὐτοῦ θέσει κατὰ τὸ Σ, θέλει ἴδῃ αὐτὸν ὑψηλότερον κατὰ τὸ Σ'. Ἐξαιροῦνται μόνον ὅσοι

ἀστέρες εὐρίσκονται εἰς τὸ κατακόρυφον σημεῖον, οὓς βλέπομεν εἰς τὴν πραγματικὴν αὐτῶν θέσιν, διότι αἱ κατακορύφως προσπίπτουσαι ἀκτῖνες δὲν ὑφίστανται διάθλασιν. Ἡ ἀνύψωσις δ' αὕτη, ἣν ὑφίσταται ὁ ἥλιος ἢ ἀστὴρ τις ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως, εἶνε μεγίστη εἰς τὸν ὀρίζοντα, βαίνει δὲ μειουμένη καθ' ὅσον ὁ ἥλιος ἢ ὁ ἀστὴρ πλησιάζει πρὸς τὸ κατακόρυφον, ἐπ' αὐτοῦ δὲ τοῦ ὀρίζοντος ἢ ἀνύψωσις φθάνει εἰς 34' περίπου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ φαινόμενη διάμετρος τοῦ ἡλίου καὶ τῆς σελήνης εἶνε μικροτέρα τῶν 34', ἔπεται ὅτι ὁ ἥλιος ἢ ἡ σελήνη φαίνονται ἄνω τοῦ ὀρίζοντος, πρὶν τὸ ἀνώτατον σημεῖον τοῦ δίσκου αὐτῶν πράγματι ἀνέλθῃ ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος. Οὕτω παρ' ἡμῶν ἡ φυσικὴ διάρκεια τῆς ἡμέρας, ἧτοι ὁ χρόνος ὁ παρερχόμενος ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς μέχρι τῆς δύσεως τοῦ ἡλίου, αὐξάνεται ἕνεκα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως κατὰ 3 περίπου λεπτὰ τῆς ὥρας τὴν πρωΐαν καὶ κατὰ 3 τὴν ἑσπέραν.

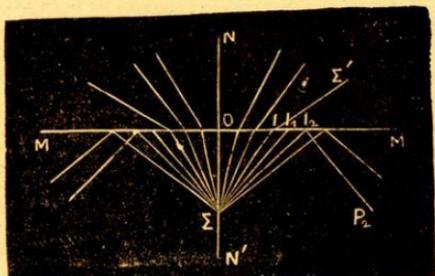
436. **Ὅρικὴ γωνία.** Ἐστω MM (σχ. 338) ἡ ἐπιφάνεια ἡ διαχωρίζουσα δύο διαφανῆ περιέχοντα, οἷον ἀέρα καὶ ὕδωρ. Ἡ ἀκτὶς NO ἢ καθέτως προσπίπτουσα εἰσερχεται, ὡς εἴπομεν, εἰς τὸ ὕδωρ ἄνευ διαθλάσεως ἀκολουθοῦσα τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ON'. Ἡ δ' ἀκτὶς SO προσπίπτουσα ὑπὸ τὴν γωνίαν SON διαθλάται κατὰ τὴν εὐθειᾶν

ΟΣ' σχηματίζουσαν μετὰ τῆς καθέτου ΟΝ' γωνίαν διαθλάσεως Ν' ΟΣ' ἐλάσσονα τῆς γωνίας προσπτώσεως ΣΟΝ, διότι τὸ ὕδωρ εἶνε θλαστικώτερον τοῦ ἀέρος· τῆς γωνίας δὲ τῆς προσπτώσεως αὐξανομένης καὶ ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως αὐξάνεται, μένουσα ὅμως πάντοτε ἐλάσσων ἐκείνης. Ὅταν δ' ἡ γωνία προσπτώσεως γίνῃ μεγίστη, τότεστὶν ἴση πρὸς  $90^\circ$ , δηλαδὴ ὅταν ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς ἄπτηται τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, τότε ἡ γωνία διαθλάσεως λαμβάνει μεγίστην τινὰ τιμὴν ΛΟΝ' ἐλάσσονα τῆς ὀρθῆς καὶ καλεῖται ὀρίκη γωνία. Ἡ γωνία αὕτη εἶνε διάφορος εἰς τὰ διάφορα περιέχοντα, ἐν μὲν τῷ ὕδατι ἴση περίπου πρὸς  $48^\circ$ , ἐν δὲ τῇ ὑάλῳ πρὸς  $41^\circ$  κτλ.



Σχ. 338.

437. **Ὁλικὴ ἀνάκλασις.** Ἐστω ΜΜ' (σχ. 339) ἐπιφάνεια ἐπίπεδος διαχωρίζουσα τὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ὕδατος καὶ Σ φωτοβόλον τι σημεῖον ἐντὸς τοῦ ὕδατος κείμενον. Ἡ ἀκτὶς ΣΟ ἢ καθέτως τῇ ἐπιφανείᾳ τοῦ ὕδατος προσπίπτουσα ἐξέρχεται εἰς τὸν ἀέρα ἄνευ διαθλάσεως. Αἱ πλαγίως δὲ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες, οἷον ἡ ΣΙ, ἐν μέρει μὲν ἀνακλῶνται, ἐν μέρει δὲ διαθλῶνται κατὰ διευθύνσεις, οἷα ἡ ΙΣ', σχηματίζουσας μετὰ τῆς καθέτου γωνίας διαθλάσεως πάντοτε μείζονας τῶν τῆς προσπτώσεως,

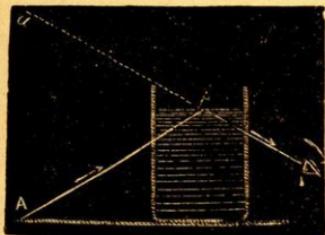


Σχ. 339.

αὐτοῦ. Πᾶσα δὲ ἄλλη ἀκτὶς, οἷα ἡ ΣΙ<sub>2</sub>, προσπίπτουσα ὑπὸ γωνίαν μείζονα τῆς ὀρίκης δὲν δύναται πλέον γὰ διαθλασθῆναι, ἀλλ' ὀφίσταται ὀλικῆν ἐν τῷ ὕδατι ἀνάκλασιν κατὰ τὴν διεύθυνσιν Ι<sub>2</sub>Ρ<sub>2</sub>. Διὰ τοῦτο

ὅταν καταδυόμενοι ἡρέμα εἰς τὴν θάλασσαν ἀναβλέψωμεν εἶτα πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῆς, παρατηροῦμεν φωτεινὸν κύκλον ἐπ' αὐτῆς, ὅστις εἶνε ἡ βᾶσις κώνου ἀνεστραμμένου ἔχοντος κορυφὴν μὲν τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν Σ, ἄνοιγμα δὲ τὴν γωνίαν ΟΣΙ, ἴσην πρὸς  $48^\circ$ , ἥτις εἶνε ἡ ἐν τῷ ὕδατι ὀρικὴ γωνία.

Ἡ ὀλικὴ ἀνάκλασις δύναται ν' ἀποδειχθῆ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος (σχ. 340). Ἐνώπιον ὑαλίνου ἀγγείου πλήρους ὕδατος θέτομεν ἀντικείμενόν τι, οἷον ἐν νόμισμα Α. Εἶτα παρατηροῦντες ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω βλέπομεν κατὰ τὸ α ὑπεράνω τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου τὸ εἶδωλον τοῦ νομίσματος Α λῖαν εὐκρινὲς σχηματιζόμενον ὑπὸ τῶν ἀκτίνων Αμ, αἵτινες ὑπέστησαν ἐσωτερικῶς ὀλικὴν ἀνάκλασιν.



Σχ. 340.

Ἐὰν ἐντὸς ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν πλαγίως κενὸν ὑαλινὸν σωλῆνα κλειστὸν κάτωθεν, βλέπομεν τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ πλαγίως φωτιζομένου λάμπουσαν ἀργυροειδῶς ἕνεκα τῆς ὀλικῆς ἀνακλάσεως, ἥτις ἐπέρχεται ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν τοιχωμάτων τοῦ σωλῆνος. Ἐὰν πληρώσωμεν τὸν σωλῆνα ὕδατος, ἡ λάμψις αὕτη ἐκλείπει,

διότι ἡ ὀλικὴ ἀνάκλασις μεταβάλλεται εἰς μερικὴν ἀνάκλασιν καὶ εἰς διάθλασιν. Χνοῶδης καρπὸς ἐντὸς ὕδατος ἐμβαπτιζόμενος λάμπει κατ' ἐπιφάνειαν ἀργυροειδῶς, διότι ἕνεκα τοῦ παρεντεθέντος στρώματος τοῦ ἀέρος ἐπέρχεται ὀλικὴ ἀνάκλασις. Ἡ λάμψις δ' αὕτη ἐκλείπει, ὅταν καλῶς διαβρέξωμεν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ καρποῦ καὶ ἐκδιώξωμεν τὸν ἐπὶ τοῦ χνοῦ αὐτοῦ ἀέρα. Τὸ αὐτὸ παρατηροῦμεν καὶ ἐπὶ βάμβακος εἰς ὕδωρ ἐμβαπτισθέντος.

438. **Ἄτμοσφαιρικός κατοπτρισμός.** Ὁ ἀτμοσφαιρικός κατοπτρισμὸς εἶνε φαινόμενον προερχόμενον ἐκ τῆς διαθλάσεως καὶ ὀλικῆς ἀνακλάσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ. Παρατηρεῖται δ' ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἰς τὰς ἀμμώδεις πεδιάδας τῆς Αἰγύπτου, ὅταν αὗται θερμαίνονται καθ' ὑπερβολὴν ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, ὅποτε τὰ διάφορα ἀντικείμενα κατοπτρίζονται ὡς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος· ἡ δὲ ὀπτικὴ ἀπάτη εἶνε τοιαύτη, ὥστε

ὁ κατὰ πρῶτον βλέπων τὸ φαινόμενον τοῦτο νομίζει ὅτι πράγματι ἔμπροσθεν αὐτοῦ ἐκτείνεται λίμνη τις.

Ἡ ὀπτική δ' αὕτη ἀπάτη προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες θερμαίνουσιν ἰσχυρῶς τὸ ἔδαφος, ἐν ᾧ τὰ ὑπεράνω αὐτοῦ στρώματα τῆς ἀτμοσφαιρας, δι' ὧν διήλθον, ἕνεκα τοῦ θερμοδιαβατοῦ αὐτῶν τηροῦνται ψυχρότερα. Ἡ θερμότης δ' αὕτη τοῦ ἐδάφους μεταδίδεται εἰς τὸ ἀμέσως εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ στρώμα τοῦ ἀέρος καὶ δι' αὐτοῦ εἰς τὰ ὑπερκείμενα στρώματα. Οὕτω δ' ὁ ἀήρ κατὰ τὴν μεσημβρίαν πρὸ πάντων παρὰ τὸ ἔδαφος σύγκριται ἐκ στρωμάτων, ὧν ἡ πυκνότης βαίνει αὐξανομένη μέχρι τινὸς ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω.

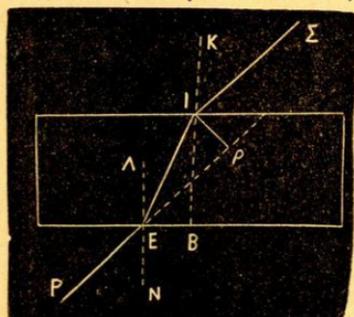


Σχ. 341.

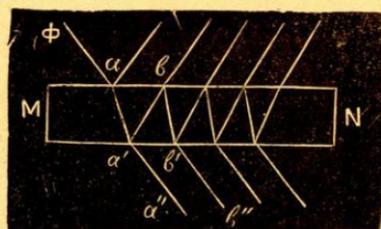
Θεωρήσωμεν λεπτήν τινα δέσμην φωτεινῶν ἀκτίνων φερομένην πλαγίως πρὸς τὸ ἔδαφος ἀπὸ τοῦ σημείου A (341) μεμακρυσμένου τινὸς καὶ ὑψηλοῦ δένδρου. Ἡ δέσμη αὕτη μεταβαίνουσα ἀπὸ πυκνοτέρου εἰς ἀραιότερον στρώμα ἀποκλίνει ἀπομακρυνομένη τῆς καθέτου καὶ ἡ ἀπόκλισις αὕτη βαίνει αὐξανομένη, μέχρις ὅτου ἡ δέσμη φθάσασα εἰς στρώμα, ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποίου σχηματίζει γωνίαν μείζονα τῆς ὀρικῆς, ὑποστῆ τὴν ὀλικὴν ἀνάκλασιν. Ἀπὸ τοῦ σημείου δὲ τούτου O ἡ φωτεινὴ δέσμη ἀκολουθεῖ ἀντίθετον πορείαν πλησιάζουσα συνεχῶς πρὸς τὴν κάθετον καὶ συναντᾷ τὸν ὀφθαλμὸν παρατηρητοῦ, ὅστις βλέπει τὸ εἶδωλον τοῦ σημείου A εἰς A', ἔνθα συναντῶνται αἱ προεκβολαὶ τῶν ἀκτίνων τῶν ἀποτελουσῶν τὴν φωτεινὴν δέσμη. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει διὰ πάντα τὰ σημεῖα τοῦ ἀντικειμένου, ὅπερ οὕτω παρίσταται ἀνεστραμμένον. Ἐπειδὴ δὲ καὶ ὁ οὐρανὸς κατοπτρίζεται, προσγίγνεται ἡ φαινόμενη στιλπνότης τοῦ ἐδάφους εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπὸ

τοῦ παρατηρητοῦ ἀπατῶσα τὸν ὀφθαλμὸν αὐτοῦ ὑπολαμβάνοντος ὅτι εὐρίσκεται πρὸ τινος λίμνης.

439. **Διάδοσις τοῦ φωτὸς διὰ πλακῶν διαφανῶν.**  
 Ὅταν τὸ φῶς διέρχεται διὰ πλακῶς διαφανοῦς (σχ. 342), οἷον ὑαλί-  
 νης, ἐν τῷ ἀέρι π. γ. κειμένης καὶ ἐχούσης ἀμφοτέρας τὰς ἑδρας, καὶ  
 τὴν ἐφ' ἧς προσπίπτει τὸ φῶς καὶ τὴν ἀπέναντι δι' ἧς τοῦτο ἐξέρ-  
 χεται, ἐπιπέδους καὶ παραλλήλους, τότε ἡ ἐξιοῦσα ἀκτὶς EP εἶνε  
 πάντοτε παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ ΣΙ (διότι τῆς γωνίας ΒΙΕ  
 οὔσης πάντοτε ἴσης τῇ ΙΕΑ καὶ αἱ γωνίαι ΣΙΚ καὶ ΝΕΡ θὰ εἶνε  
 ὡσαύτως ἴσαι πρὸς ἀλλήλας). Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἀκτὶς προσπίπτῃ καθέτως,  
 ἐξέρχεται ἄνευ γωνιώδους ἐκτροπῆς, ἐὰν δὲ πλαγίως, ὡς ἡ ΣΙ, ἐξέρ-



Σχ. 342.



Σχ. 343.

χεται μὲν κατὰ διεύθυνσιν EP παράλληλον τῇ ΣΙ, ἀλλ' ὑφίσταται  
 παράλληλον ἐκτροπὴν Ιρ, ἣτις εἶνε ἀνεπαίσθητος, ὅταν τὸ πάχος τῆς  
 πλακῶς εἶνε ἐλάχιστον. Ἄκτις δὲ φωτεινὴ Φα (σχ. 343) προσπίπτουσα  
 ἐφ' ὑαλίνης πλακῶς MN οὐ μόνον διαθλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $aa'$ ,  
 ἀλλὰ καὶ ἀνακλᾶται κατὰ τὸ σημεῖον  $a$  ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἑδρας τῆς  
 πλακῶς· ἡ διαθλωμένη δὲ πάλιν ἀκτὶς  $aa'$  οὐ μόνον διαθλάται κατὰ  
 τὴν διεύθυνσιν  $a'a'$ , ἀλλὰ καὶ ἀνακλᾶται ἐπὶ τῆς κατωτέρας ἑδρας  
 τῆς πλακῶς κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $a'\beta$ . Ὅμοιος ἡ ἀκτὶς  $a'\beta$  καὶ δια-  
 θλάται καὶ ἀνακλᾶται ὡς καὶ ἡ  $\beta\beta'$  καὶ οὕτω καθεξῆς, ὥστε ἔχομεν  
 σειρὰν ἀνακλωμένων ἀκτίνων καὶ σειρὰν διαθλωμένων. Ἐὰν ὁ ὀφθαλ-  
 μὸς ἡμῶν δεχθῇ ἢ τὰς πρώτας ἢ τὰς δευτέρας, βλέπομεν σειρὰν εἰ-  
 δώλων ὅλον ἐν ἀμυδροτέρων ἕνεκα τῶν ἐπανεπιλημμένων ἀνακλάσεων  
 καὶ διαθλάσεων. Ἐὰν ὅμως τῆς πλακῶς ταύτης ἡ κατωτέρα ἑδρα εἶνε  
 ἐπάργυρος, ὡς συμβαίνει εἰς τὰ κοινὰ κάτοπτρα, τότε αἱ ἀκτῖνες ἀνα-  
 κλῶνται μὲν καὶ ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἑδρας, ἀλλ' ἰδίως ἐπὶ τῆς κατω-

τέρας τῆς ἐπαργύρου. Ἐὰν ἐν τοιούτῳ κατόπτρῳ παρατηρήσωμεν ὀλίγον πλαγίως ἐν σκοτεινῷ ἰδίῳ θαλάμῳ τὴν φλόγα λαμπάδος, βλέπομεν σειρὰν εἰδώλων, ὧν τὸ πρῶτον εἶνε ἀμυδρόν, ἄτε προερχόμενον ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἑδρας ἀνακλάσεως, τὸ δὲ δεύτερον λαμπρότατον πάντων, ἄτε προερχόμενον ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἐπαργύρου ἐπιφανείας ἀνακλάσεως, τὰ λοιπὰ δ' εἶδωλα σχηματίζονται ἀμυδρότερα, διότι προέρχονται ἐκ διαδοχικῶν ἀνακλάσεων.

440. **Διπλῆ διάθλασις τοῦ φωτός.** Ἀπλὴν τοῦ φωτός διάθλασιν ἀπεργάζονται ἅπαντα τὰ διαφανῆ σώματα καὶ ἐκ τῶν κρυσταλλικῶν τὰ ἀνήκοντα εἰς τὸ κυβικὸν σύστημα (1). Πάντες ὅμως οἱ διαφανεῖς κρύσταλλοι οἱ ἀνήκοντες εἰς τὰ ἄλλα πέντε κρυσταλλικὰ συστήματα κέκτηνται τὴν ιδιότητα νὰ διχάζωσι τὰς εἰς αὐτοὺς εἰσδούσας φωτεινάς ἀκτῖνας εἰς δύο ἄλλας, ὧν ἡ μὲν καλουμένη *συνήθης ἀκτίς* ἀκολουθεῖ τοὺς συνήθεις τῆς *διαθλάσεως νόμους*, ἡ δὲ καλου-



Σχ. 344.

μένη *ἐκτακτος ἀκτίς* ἀκολουθεῖ ὅπως *ιδιάζοντας* αὐτῇ νόμους. Ἡ *διάθλασις* αὕτη τοῦ φωτός καλουμένη *διπλῆ διάθλασις* εἶνε λίαν καταφανὴς καὶ ἀνελάθεν γνωσπὴ εἰς τὴν καλουμένην *ἰσλανδικὴν κρυστάλλου*, ἥτοι εἰς τὸν κεκρυσταλλωμένον *ἀσβεστίτην*.

441. Ἄν ἐπὶ λευκοῦ χάρτου, ἐφ' οὗ ὑπάρχουσι μέλανα γράμματα, ἐπιθέσωμεν ῥομβόεδρον ἰσλανδικῆς κρυστάλλου, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ὑπὸ τοῦ κρυστάλλου κεκαλυμμένα γράμματα ἐμφανίζονται εἰς τὸν

(1) Ἐν τῇ ὀρυκτολογίᾳ διακρίνουσιν ἐξ κρυσταλλικῶν συστημάτων τὸ κυβικὸν ἢ κανονικόν, τὸ πρισματικὸν τετραγωνικὸν ἢ βασιτετράγωνον, τὸ πρισματικὸν ἐξαγωνικὸν ἢ βασιεξάγωνον, τὸ πρισματικὸν ῥομβικὸν ἢ βασιρρομβόν ὀρθόν, τὸ πρισματικὸν λοξορρομβικὸν ἢ βασιρρομβόν προκλινές καὶ τὸ πρισματικὸν λοξορρομβοειδικὸν ἢ βασιρρομβοειδικὸν ἑτεροκλινές.

ὄφθαλμὸν ἡμῶν διπλᾶ (σχ. 344). Ἐὰν δὲ λεπτή δέσμη ἡλιακοῦ φωτὸς προσπέσῃ ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ ἐπὶ μιᾶς τῶν ἐδρῶν τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου, ἐξέρχεται οὐχὶ ἀπλή ἀλλὰ διπλή, σχηματίζονται δ' οὕτω ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος δύο κυκλοτερεῖς φωτεινὰ εἰκόνες τοῦ ἡλίου. Ἀμφότεραι δὲ αἱ ἐκ τῆς ἰσλανδικῆς κρυστάλλου ἀναδυόμεναι ἀκτῖνες εἶνε **πεπολωμένοι** (§ 430), ὅπερ ἀποδεικνύομεν δεχόμενοι τὰς δύο ταύτας ἀκτῖνας ἐπὶ μελαίνης ὑάλου ὑπὸ τὴν γνωστὴν γωνίαν τῆς πολώσεως.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

### ΠΕΡΙ ΦΑΚΩΝ.

442. **Φακὸς** καλεῖται σῶμα διαφανές, συνήθως ὑάλινον, περιοριζόμενον ἔνθεν καὶ ἔνθεν ὑπὸ ἐπιφανειῶν ἐπιπέδων καὶ σφαιρικῶν. Τῶν φακῶν ἄλλοι μὲν εἶνε παχύτεροι περὶ τὸ μέσον καὶ λεπτότεροι πρὸς τὰ ἄκρα καὶ οὗτοι ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ συγκεντρῶσι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας καλούμενοι **συγκλίνοντες**, οἷοι εἶνε ὁ **ἀμφικύρτος** Α (σχ. 345), ὁ **ἐπιπεδόκυρτος** Β καὶ ὁ **κοιλόκυρτος** Γ ἢ **μητρίσκος**



Σχ. 345.

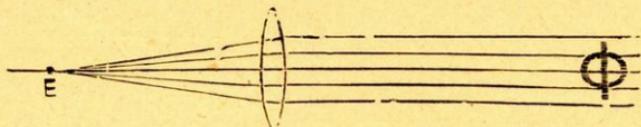
**συγκλίνων.** Ἄλλοι τούναντίον εἶνε λεπτότεροι περὶ τὸ μέσον καὶ παχύτεροι κατὰ τὰ ἄκρα· ἐπειδὴ δὲ ἀποκλίνουσι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας, καλοῦνται **ἀποκλίνοντες**, οἷοι εἶνε ὁ **ἀμφικόλιος** Δ, ὁ **ἐπιπεδόκοιλος** Ε καὶ ὁ **κοιλόκυρτος** ἢ **μητρίσκος**

**ἀποκλίνων** Ζ. Ἐνταῦθα θέλομεν πραγματευθῆ μόνον περὶ τοῦ ἀμφικύρτου Α καὶ ἀμφικόλιου Δ, παραδεχόμενοι τὰς δύο ἀκτῖνας καμπυλότητος, ἧτοι τὰς ἀκτῖνας τῶν ἐκατέρωθεν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ἴσας.

443. Ἡ εὐθεῖα ἢ διερχομένη διὰ τῶν κέντρων καμπυλότητος, ἧτοι τῶν κέντρων τῶν δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, φακοῦ ἀμφικόλιου ἢ ἀμφικύρτου καλεῖται **κέρως ἀξων** τοῦ φακοῦ. Τὸ δὲ μέσον τῆς εὐθείας ταύτης, τὸ καὶ ἐν τῷ μέσῳ τοῦ φακοῦ τοῦ ἔχοντος ἴσας ἀκτῖνας καμπυλότητος κείμενον, καλεῖται **ὀπτικὸν κέντρον** τοῦ ἀμφικύρτου ἢ ἀμφικόλιου φακοῦ. Πᾶσα δ' ἄλλη εὐθεῖα διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου διερχομένη καὶ μὴ συμπύπτουσα τῷ κυρίῳ ἄξονι καλεῖται **δευτερείων ἀξων** τοῦ φακοῦ.

## Α'. ΑΜΦΙΚΥΡΤΟΣ ΦΑΚΟΣ.

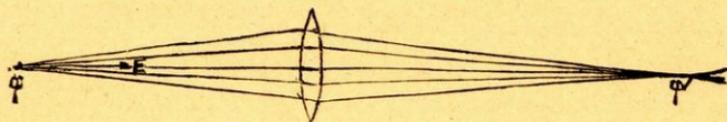
444. **Κυρία έστία.** Έάν αμφικυρτος φακός (σχ. 346) δεχθῆ ἀκτῖνας παραλλήλους πῶ κυρίῳ ἄξονι, ὡς ἡλιακὰς ἀκτῖνας Φ, αὐται συγκεντροῦνται μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ διόδον εἰς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον Ε ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος κείμενον, ὅπερ καλεῖται *κυρία έστία* τοῦ φακοῦ. Εἶνε δὲ φανερόν ὅτι καὶ ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους τοῦ φακοῦ ὑπάρχει *κυρία έστία* εἰς ἴσην ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου ἀπόστασιν κα-



Σχ. 346.

λουμένην *κυρίαν έστιακὴν ἀπόστασιν*. Σημειωτέον δ' ὅτι εἰς τοὺς συνήθεις φακοὺς, ὧν γίνεται χρῆσις εἰς τὰ ὀπτικὰ ὄργανα, αἱ κύριας έστία συμπίπτουσι σχεδὸν τοῖς κέντροις καμπυλότητος. Ἡ *κυρία έστία* αμφικύρτου φακοῦ καλεῖται *καθ' ὑπόστασιν*, διότι εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο συνέρχονται αὐτὰ αὐτὰ αἱ φωτεινὰ ἀκτῖνες.

445. **Συζυγεῖς έστία.** Έάν φωτοβόλον σημεῖον φ (σχ. 347) τεθῆ ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος αμφικύρτου φακοῦ πέραν τῆς κυρίας έ-



Σχ. 347.

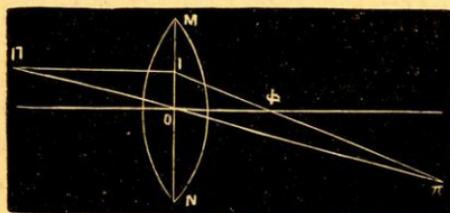
στίας Ε, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι συνέρχονται περίπου πᾶσαι εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον φ', ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη *καθ' ὑπόστασιν συζυγὴς έστία* τοῦ φωτοβόλου σημείου φ· καλεῖται δὲ *συζυγὴς*, διότι, ἐάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον μετατεθῆ εἰς τὸ φ', αἱ ἀκτῖνες θὰ συνέλθωσιν εἰς τὸ σημεῖον φ. Έάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον τεθῆ εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἴσην τῷ διπλασίῳ τῆς κυρίας έστιακῆς ἀποστάσεως, τότε καὶ μόνον τότε ἡ συζυγὴς αὐτοῦ έστία θέλει σχηματισθῆ εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους. Έάν τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρυνόμενον τοῦ φακοῦ τεθῆ εἰς ἀπόστασιν μείζονα τοῦ διπλασίου, ἡ συζυγὴς αὐτοῦ έστία πλησιάζουσα πρὸς τὸν φακὸν σχηματίζεται πάντοτε μεταξὺ τῆς κυρίας

έστιας καὶ τοῦ σημείου τοῦ ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν διπλασίαν τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ἐὰν δὲ τοῦναντίον τὸ φωτοβόλον σημεῖον πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν τεθῆ μεταξύ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ σημείου τοῦ ἀπέχοντος ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν διπλασίαν τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως, ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἐστία ἀπομακρυνομένη τοῦ φακοῦ σχηματίζεται πάντοτε εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ μείζονα τοῦ διπλασίου τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως. Ὅ,τι δ' ἐλέχθη περὶ τοῦ κυρίου ἄξονος τοῦ φακοῦ, αὐτὸ τοῦτο δύναται νὰ ῤηθῆ καὶ περὶ παντός δευτερεύοντος ἄξονος. Οὕτως, ἐὰν ἀμφικυρτος φακὸς δεχθῆ δέσμη ἀκτίνων παραλλήλων δευτερεύοντι ἄξονι, αὗται συνέρχονται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, ὅπερ καλεῖται κυρία ἐστία τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος. Ἐὰν φωτοβόλον σημεῖον τεθῆ ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος πέραν τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας, ἐπ' αὐτοῦ τούτου τοῦ ἄξονος θέλει σχηματισθῆ καὶ ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἐστία πλησιάζουσα πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρυνομένη αὐτοῦ, ὅταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον ἀπομακρύνηται τοῦ φακοῦ ἢ πλησιάζῃ πρὸς αὐτόν.

Ἡ σχέσις δὲ, ἧτις ὑφίσταται μεταξύ τῶν ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ ἀποστάσεων  $\pi$  καὶ  $\pi'$  τῶν συζυγῶν ἐστιῶν  $\phi$  καὶ  $\phi'$  καὶ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως  $\varepsilon$ , παρίσταται διὰ τοῦ τύπου  $\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\varepsilon}$ .

Δίδοντες εἰς τὸ  $\pi$  διαφόρους τιμὰς  $\varepsilon$ ,  $2\varepsilon$ ,  $3\varepsilon$ , εὐρίσκωμεν τὰς ἀντιστοίχους τιμὰς τοῦ  $\pi'$ .

**446. Γεωμετρικὴ κατασκευὴ πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας.** Πρὸς εὕρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας φωτοβόλου σημείου  $\Pi$  (σχ. 348) ἄγομεν κατὰ πρῶτον τὸν διὰ τοῦ σημείου τούτου

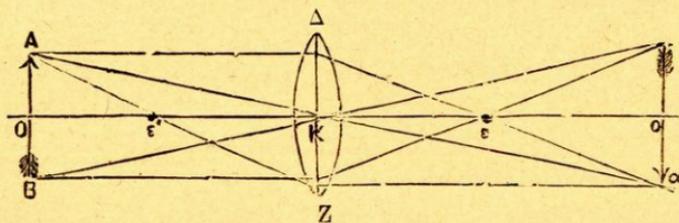


Σχ. 348.

διερχόμενον δευτερεύοντα ἄξονα  $\Pi O \pi$  καὶ εἶτα ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου  $\Pi$  τὴν εὐθεῖαν  $\Pi I$  παράλληλον τῶ κυρίῳ ἄξονι. Ζευγνύοντες δὲ τὸ σημεῖον  $I$  μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας  $\Phi$  προεκβάλλωμεν τὴν εὐθεῖαν  $I\Phi$ , μέχρις ὅτου συ-

ναντήσῃ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα εἰς τὸ σημεῖον  $\pi$ , ὅπερ εἶνε ἡ συζυγῆς ἐστία τοῦ σημείου  $\Pi$ .

447. **Εἶδωλα καθ' ὑπόστασιν.** Ἐάν φωτοβόλον ἢ πεφωτισμένον ἀντικείμενον  $AB$  (σχ. 349) τεθῆ πέραν τῆς κυρίας ἐστίας  $\epsilon'$  ἀμφικύρτου φακοῦ, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος κείμενον θέλει σχηματίσαι τὴν συζυγῆ αὐτοῦ ἐστίαν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἄξονος. Οὕτως αἱ ἐκ τοῦ  $A$  ἢ τοῦ  $B$  ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι συνέρχονται εἰς τὰ σημεῖα  $a$  καὶ  $b$ , σχηματίζεται δὲ εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν  $\beta a$ , ἀλλ' ἀνεστραμμένον καὶ ἴσον, μεῖζον ἢ ἕλασσον τοῦ ἀντικειμένου. Καὶ ὅταν μὲν τὸ ἀντικείμενον τεθῆ



Σχ. 349.

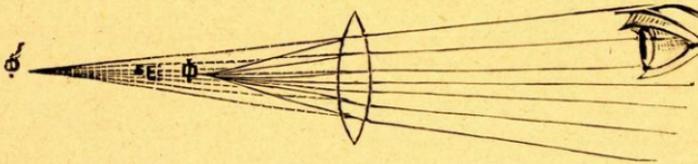
εἰς ἀπόσπασιν  $KO$  ἴσην τῷ διπλασίῳ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως  $K\epsilon'$ , τότε καὶ μόνον τότε τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σχηματίζεται εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου μέρους καὶ συγχρόνως ἰσομέγεθες τῷ ἀντικειμένῳ. Ἐάν τὸ ἀντικείμενον ἀναχωροῦν ἐκ τῆς θέσεως ταύτης ἀπομακρυνθῆ τοῦ φακοῦ ἢ πλησιάσῃ πρὸς αὐτόν, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν σμικρύνεται ἢ ἀπομακρυνόμενον αὐτοῦ μεγεθύνεται.

Ἐκ τῆς ὁμοιότητος τῶν τριγώνων  $AKB$  καὶ  $aKb$  συμπεραίνομεν ὅτι

$AB:a\beta = KO:Ko = \pi:\pi'$ . Ἐξάγοντες ἐκ τοῦ τύπου  $\frac{1}{\pi} + \frac{1}{\pi'} = \frac{1}{\epsilon}$  τὰς σχετικὰς τιμὰς τοῦ  $\pi$  καὶ  $\pi'$  συναρτήσῃ τοῦ  $\epsilon$  εὐρίσκομεν τὰ σχετικὰ μεγέθη τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοῦ εἰδώλου.

448. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐάν φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$  (σχ. 350) τεθῆ μεταξύ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας  $E$ , αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ διὰ τοῦ φακοῦ διερχόμεναι βαίνουν ἀποκλίνουσαι καὶ κατ' ἀκολουθίαν δὲν δύνανται νὰ συναντηθῶσι πρὸς τὸ μέρος τοῦτο τοῦ φακοῦ καὶ σχηματίσωσι καθ' ὑπόστασιν ἐστίαν· ἐάν δὲ τινος τῶν ἀκτίνων τούτων δεχθῆ ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι αὗται ἐκπέμπονται ἐκ τινος σημείου  $\Phi'$  κειμένου

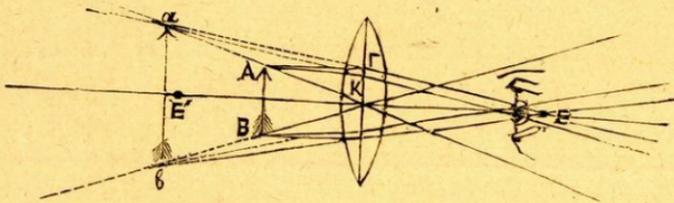
πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, πρὸς ὃ κεῖται καὶ τὸ φωτοβόλον σημείον  $\Phi$ , ὅπερ καλεῖται κατ' ἔμφασιν ἑστία τοῦ σημείου τούτου. Ὄταν τὸ φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$  πλησιάζῃ πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρύνηται αὐτοῦ μένον πάντοτε μεταξύ κυρίας ἑστίας καὶ φακοῦ, καὶ ἢ κατ' ἔμφασιν ἑστία αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρύνεται αὐτοῦ μένουσα πάντοτε πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ φακοῦ, πρὸς ὃ



Σχ. 350.

κεῖται καὶ τὸ φωτοβόλον σημείον. Τὰ λεχθέντα δὲ περὶ φωτοβόλου σημείου κειμένου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ἀληθεύουσι καὶ ὅταν τὸ φωτοβόλον σημείον κεῖται ἐπὶ δευτερεύοντος ἄξονος.

449. Ἐάν νῦν πρὸ ἀμφικύρτου φακοῦ  $K$  θέσωμεν φωτεινὸν τι ἀντικείμενον  $AB$  (σχ. 351) μεταξύ τῆς κυρίας ἑστίας  $E'$  καὶ τοῦ φακοῦ, αἱ ἐκ τῶν διαφόρων σημείων  $A$  καὶ  $B$  τοῦ ἀντικειμένου τούτου

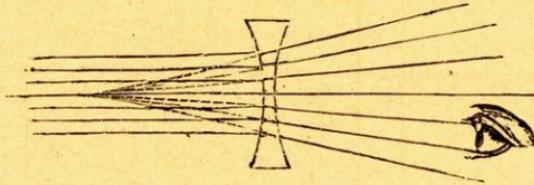


Σχ. 351.

ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι μετὰ τὴν δι' αὐτοῦ ὁδὸν βαίνουσι ἀποκλίνουσαι ἀπὸ τῶν δευτερεύοντων ἄξόνων  $AK$  καὶ  $BK$ . ἂν δὲ ταύτας δεχθῶμεν ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν, ὑπολαμβάνομεν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων  $\alpha$  καὶ  $\beta$  κειμένων ἐπὶ τῶν αὐτῶν δευτερεύοντων ἄξόνων  $\alpha AK$  καὶ  $\beta BK$ , ἐφ' ὧν κεῖνται καὶ τὰ σημεία  $A$  καὶ  $B$  καὶ εἰς μείζονα ἢ αὐτὰ ἀπὸ τοῦ φακοῦ ὑπόστασιν. Οὕτω σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον  $\alpha\beta$  πάντοτε ὀρθὸν καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου καὶ τοσοῦτω μείζον, ὅσω πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἑστίαν  $E'$  κεῖται τὸ ἀντικείμενον  $AB$ .

## Β'. ΑΜΦΙΚΟΙΛΟΣ ΦΑΚΟΣ.

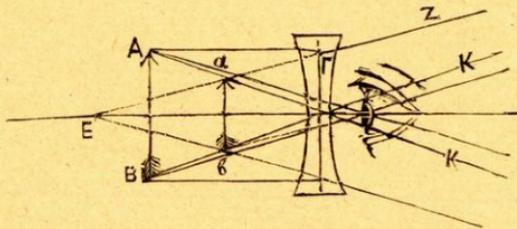
450. Ἐὰν ἀμφικίλλος φακὸς (σχ. 352) δεχθῆ ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι, αὗται μετὰ τὴν διὰ τοῦ φακοῦ δίοδον βαίνουνσιν ἀφιστάμεναι, ἀλλ' αἱ γεωμετρικαὶ αὐτῶν προεκβολαὶ συνέρχονται εἰς τὸ αὐτὸ περίπτου σημεῖον, ὅπερ εἶνε ἡ καλουμένη *κατ' ἔμ-*



Σχ. 352.

*φασιν κυρία ἐστία* τοῦ φακοῦ καὶ ἔνθα ὑπολαμβάνομεν ὅτι κεῖται φωτοβόλον σημεῖον, ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν εὐρισκόμενος ὀπισθεν τοῦ φακοῦ δεχθῆ τινὰς τῶν ἀφισταμένων τούτων ἀκτῖνων.

451. **Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.** Ἐὰν φωτοβόλον ἢ πεφωτισμένον ἀντικειμένον AB (σχ. 353) τεθῆ ἐνώπιον ἀμφικίλλου φακοῦ, ἕκαστον σημεῖον αὐτοῦ θὰ κεῖται ἐπὶ δευτερεύοντός τινος ἄξονος. Αἱ



Σχ. 353.

δ' ἐκ τῶν διαφόρων σημείων τοῦ ἀντικειμένου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, οἷον αἱ ἐκ τοῦ A ἢ B, καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι, μετὰ τὴν δι' αὐτοῦ δίοδον μεταβάλλονται εἰς δέσμας ἀφισταμένων ἀκτῖνων· οὕτως ἡ μὲν φωτεινὴ ἀκτὶς ΑΓ ἢ παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν τῆς εὐθείας ΓΖ τῆς διὰ τῆς κυρίας ἐστίας E διερχομένης, ἡ δὲ φωτεινὴ ἀκτὶς ΑΚ, ἡ ἔχουσα τὴν διεύθυνσιν δευτερεύοντος ἄξονος, διέρχεται ἄθλαστος. Δεχόμενοι δ' ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ τὰς ἀφισταμένας ταύτας ἀκτῖνας ὑπολαμβάνομεν ὅτι αἱ μὲν ἐκπεμπόμεναι ὑπὸ τοῦ φωτοβόλου σημείου A ἐκπορεύονται ἀπὸ τοῦ ση-

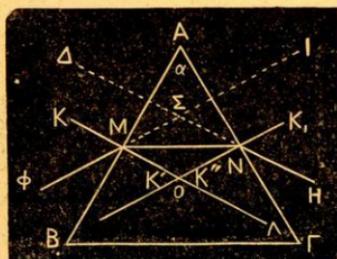
μείου  $\alpha$ , αὐτὴ δὲ ἐκπεμπόμενα ὑπὸ τοῦ  $B$  ἐκπορεύονται ἀπὸ τοῦ  $\beta$ . οὕτω δὲ σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον  $\alpha\beta$  ὀρθὸν καὶ πάντοτε ἔλασσον τοῦ ἀντικειμένου. Ἐὰν τὸ ἀντικείμενον πλησιάζῃ πρὸς τὸν φακόν, καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς αὐτὸν μεγεθυνόμενον, ἀλλὰ μένον πάντοτε ἔλασσον τοῦ ἀντικειμένου καὶ μεταξύ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας  $E$ . Ὅταν δὲ τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρύνηται τοῦ φακοῦ, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σμικρύνεται πλησιάζον πρὸς τὴν κυρίαν αὐτοῦ ἐστίαν  $E$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

### ΟΠΤΙΚΟΝ ΠΡΙΣΜΑ. ΑΝΑΛΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.

452. Καλεῖται *ὀπτικὸν πρίσμα* πᾶν διαφανὲς σῶμα, συνήθως ἐξ ὑάλου, ἔχον δύο ἐπιφανείας ἐπιπέδους καὶ συγκλινοῦσας, ἧτοι μὴ παραλλήλους. Ἡ τομὴ τῶν δύο ἐδρῶν καλεῖται *ἀκμὴ* τοῦ πρίσματος, ἡ δὲ ὑπὸ τῶν δύο ἐδρῶν σχηματιζομένη διεδρος γωνία καλεῖται *διαθλαστικὴ γωνία* τοῦ πρίσματος. Ἡ τομὴ ἢ παραγομένη δι' ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τὴν ἀκμὴν καλεῖται *κυρία τομὴ τοῦ πρίσματος*. Τὰ ὀπτικά δὲ πρίσματα συμπληροῦσιν εἰς πρίσματα γεωμετρικά, ὧν ἡ τομὴ εἶνε ἰσοσκελὲς, ἰσόπλευρον ἢ καὶ ὀρθογώνιον τρίγωνον. Καλεῖται *βάσις* τοῦ πρίσματος ἡ ἔδρα ἢ κειμένη ἀπέναντι τῆς ἀκμῆς τῆς διαθλαστικῆς γωνίας αὐτοῦ.

Ἐστω  $AB\Gamma$  (σχ. 354) ἡ κυρία τομὴ ὀπτικοῦ πρίσματος ἐξ ὑάλου καὶ  $\Phi M$  ἀκτὶς φωτὸς προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἔδραν αὐτοῦ  $AB$  καὶ σχηματίζουσα γωνίαν προσπτώσεως  $\Phi M K$ . Ἡ ἀκτὶς αὕτη μεταβαίνουσα ἀπὸ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὑάλον θλάται λαμβάνουσα τὴν διεύθυνσιν  $MN$  σχηματίζουσαν μετὰ τῆς καθέτου  $MK'$  γωνίαν διαθλάσεως  $NMK'$  ἐλάσσονα τῆς  $KM\Phi$  καὶ κατ' ἀκολουθίαν πλησιάζουσαν πρὸς τὴν κάθετον.



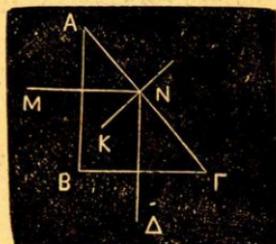
Σχ. 354.

Ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς  $MN$  προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν δευτέραν ἔδραν  $AC$  τοῦ πρίσματος καὶ ἐξερχομένη ἐκ τῆς ὑάλου εἰς τὸν ἀέρα θλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $NH$  σχηματίζουσα γωνίαν διαθλάσεως  $HNK_1$  μείζονα

τῆς γωνίας προσπτώσεως  $MNK'$ . Ἐκ τούτων συνάγομεν ὅτι ἡ ἀκτίς  $\Phi M$ , ἣτις θά ἠκολούθει τὴν εὐθύγραμμον πορείαν  $\Phi MI$ , ἂν μὴ παρενετίθετο τὸ πρίσμα, βαίνει κατὰ τὴν τεθλασμένην γραμμὴν  $\Phi MNH$ , ἧτοι θλάται δις πρὸς τὴν βάσιν  $B\Gamma$  τοῦ πρίσματος. Ἐὰν δ' εἰς μὲν τὸ σημεῖον  $\Phi$  θέσωμεν τὴν φλόγα λαμπάδος, εἰς δὲ τὸ  $H$  τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν, δεχόμενοι τὰς ἐκ τῆς φλογὸς ἐκπεμπομένας ἀκτῖνας κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $NH$ , ὑπολαμβάνομεν ὅτι ἡ φλόξ  $\Phi$  κεῖται κατὰ τὴν προέκτασιν τῶν ἀκτῖνων  $HN$ , ἧτοι εἰς τὸ σημεῖον  $\Delta$  ὥστε τὰ διὰ τοῦ πρίσματος ὁρώμενα ἀντικείμενα φαίνονται ἐκτρέπόμενα πρὸς τὴν ἀκμὴν  $A$  τοῦ πρίσματος. Ἡ γωνία  $\Phi\Sigma\Delta$  ἢ ἡ ἴση αὐτῇ  $H\Sigma I$ , καθ' ἣν ἐκτρέπεται τὸ φωτοβόλον σημεῖον  $\Phi$ , καλεῖται **γωνία ἐκτροπῆς**. Ἡ γωνία αὕτη αὐξάνεται πρῶτον, ἐὰν αὐξήσωμεν τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ πρίσματος καὶ δεύτερον, ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ πρίσμα τοῦτο δι' ἄλλου ἐξ ὑάλου θλαστικωτέρας· μεταβάλλεται δὲ μεταβαλλομένης τῆς γωνίας προσπτώσεως  $\Phi MK$ . Οὕτως, ἐὰν ἡ φλόξ  $\Phi$  τεθῇ πολὺ πλησίον τῆς ἑδρας  $AB$  πρὸς τὸ  $B$ , ὥστε αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐξ αὐτῆς ἐκπεμπομένης νὰ προσπίπτωσιν ἐπὶ τὴν ἑδραν  $AB$  ὑπὸ γωνίαν πλησιάζουσαν τὴν ὀρθήν, στρέφοντες δὲ τὸ πρίσμα περὶ τὴν ἀκμὴν αὐτοῦ προσθλιέμενον πρὸς τὴν ἑτέραν ἑδρὰν  $AG$  ἐκ τῆς θέσεως  $H$ , βλέπομεν κατὰ πρῶτον τὸ εἶδωλον τῆς φλογὸς λίαν ἐκτετοπισμένον πρὸς τὴν ἀκμὴν τοῦ πρίσματος καὶ πλησιάζον βαθμηδὸν πρὸς τὴν βάσιν αὐτοῦ. Ἐὰν ὅμως ἐξακολουθῶμεν στρέφοντες τὸ πρίσμα περὶ τὴν ἀκμὴν αὐτοῦ κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν, βλέπομεν ὅτι τὸ εἶδωλον  $\Delta$  πλησιάζαν ἀρκούντως τὴν φλόγα  $\Phi$  ἄρχεται ἐκτρέπόμενον κατὰ φορὰν ἀντίθετον, ὥστε ὑπάρχει θέσις τοῦ πρίσματος, καθ' ἣν ἡ ἐκτροπὴ εἶνε ἐλαχίστη, ὅταν ἡ γωνία προσπτώσεως  $\Phi MK$  ἐξισωθῇ τῇ τῆς διαθλάσεως  $HNK$ . Ἡ θέσις τότε, ἣν λαμβάνει τὸ πρίσμα, καλεῖται **ρευτωνικὴ θέσις** αὐτοῦ.

#### 453. Πρίσμα ὀλικῆς ἀνακλάσεως.

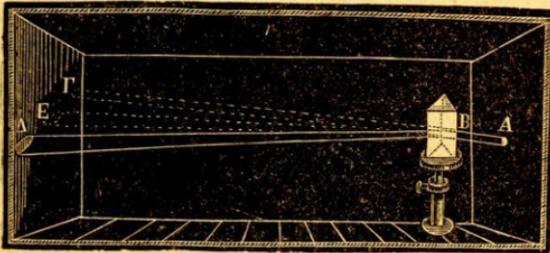
Καλεῖται πρίσμα ὀλικῆς ἀνακλάσεως ὑάλινον πρίσμα, οὗτινος ἡ κυρία τομὴ  $AB\Gamma$  (σχ:355) εἶνε συνήθως τρίγωνον ὀρθογώνιον καὶ ἰσοσκελές. Ἀκτίς φωτὸς  $MN$  προσπίπτουσα καθέτως ἐπὶ τὴν ἑδραν  $AB$  καὶ εἰσερχομένη εἰς τὸ πρίσμα ἄνευ διαθλάσεως προσπίπτει ἐπὶ τὴν ὑποτείνουσαν ἑδραν  $AG$  ὑπὸ γωνίαν  $MNK$   $45^\circ$ , ἧτοι μείζονα τῆς μεταξύ ὑάλου καὶ ἀέρος ὀρικῆς



Σχ. 355.

γωνίας τῶν  $42^\circ$ . Ὅθεν ἡ ἀκτίς MN ὑφίσταται τὴν ὀλικὴν ἀνάκλασιν κατὰ τὸ σημεῖον N καὶ ἐξέρχεται τοῦ πρίσματος κατὰ τὴν διεύθυνσιν NΔ ἄνευ διαθλάσεως. Τοῦ τοιοῦτου πρίσματος ἰσοδυναμοῦντος τελείῳ κατόπτρῳ γίνεται χρῆσις εἰς πολλὰ ὀπτικά ὄργανα.

154. **Ἀνάλυσις τοῦ φωτός.** Ὅταν δέσμη ἡλιακοῦ φωτός εἰσερχομένη εἰς ὀματίον σκοτεινὸν διὰ μικρᾶς στρογγύλης ὀπῆς A (σχ. 356) προσπέσῃ πλαγίως ἐπὶ μιᾶς τῶν ἐδρῶν ὑαλίνου πρίσματος B καὶ διέλθῃ διὰ τῆς κυρίας αὐτοῦ τομῆς, ἐξέρχεται οὐχὶ ἀπλή καὶ ἄχρους ὡς εἰσῆλθεν, ἀλλ' ἀναλελυμένη εἰς πολλὰς κεχρωματισμένας ἀκτῖνας, οὕτως ὥστε προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τῆς ὀπῆς λευκοῦ τοίχου δὲν σχηματίζει ἄχρουν καὶ κυκλοτερῆ φωτεινὴν εἰκόνα τοῦ ἡλίου, οἷαν θὰ ἐσηματίζεν, ἂν μὴ παρενετίθετο τὸ πρίσμα, ἀλλὰ εἰκόνα ταινιοειδῆ Δ, ἣτις ἔχει μὲν τὸ αὐτὸ τῆ κυκλοτερεῖ εἰκόνη Γ πλάτος, μῆκος δ' ὅμως πολὺ ὑπέρτερον ταύτης. Ἡ δὲ ταινιοειδὴς αὕτη εἰκὼν, ἣτις εἶνε ἐκτετοπισμένη πρὸς τὴν βάσιν τοῦ



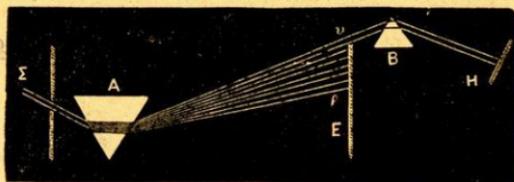
Σχ. 356.

πρίσματος, φέρει τὰ χρώματα τῆς Ἱριδος τεταγμένα τὸ ἓν παρά τὸ ἄλλο. Καὶ τὸ μὲν ἄκρον τῆς ταινιοειδοῦς εἰκόνης τὸ κείμενον πρὸς τὴν διαθλαστικὴν γωνίαν τοῦ

πρίσματος τὸ ἦττον ἐκτοπισθὲν εἶνε *ἐρυθρόν*, τὸ μετὰ τοῦτο *πορτογαλλιοχρουν*, εἶτα *κίτρινον*, *πράσινον*, *ἀροικτὸν κυανοῦν*, *βαθὺ κυανοῦν* καὶ *ιοειδὲς ἢ ἰόχρουν*, τὸ μᾶλλον ἐκτοπισθὲν πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος. Ἡ ἐπτάχρους αὕτη εἰκὼν ἐκλήθη ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος *ἡλιακὸν φάσμα*.

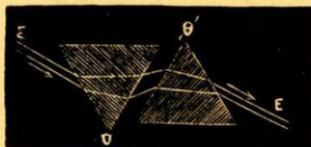
Ἐκ τῶν χρωμάτων τούτων τὴν μεγίστην μὲν ἔκτασιν ἔχει τὸ ἰοειδές, τὴν δ' ἐλαχίστην τὸ πορτογαλλιοχρουν, τὸ φωτεινότερον δὲ πάντων εἶνε τὸ κίτρινον. Ἐκ τοῦ πειράματος τούτου ὁ Νεύτων, ὅστις πρῶτος ἐξετέλεσεν αὐτὸ τῷ 1668, συνεπέρανεν ὅτι τὸ ἡλιακὸν φῶς σύγκειται ἐξ ἀπλῶν φωτεινῶν ἀκτῖνων, αἵτινες ἔχουσι διάφορον δείκτην διαθλάσεως ἐν τῷ αὐτῷ περιέχοντι καὶ διὰ τοῦτο ἀποχωρίζονται διὰ τοῦ ὀπτικοῦ πρίσματος διαθιβαζόμενα. Αἱ κεχρωματισμέναι αὗται ἀκτῖνες, εἰς ἃς ἀναλύεται τὸ λευκὸν φῶς, εἶναι ἀπλάϊ,

τουτέστι δὲν δύνανται νὰ ἀναλυθῶσιν εἰς ἄλλας ἀπλουστέρας. Καὶ ὄντως ἐὰν τὴν δέσμη τῶν ἡλιακῶν ἀκτῖνων  $\Sigma$  (σχ. 357) ἀναλύσαντες διὰ πρώτου πρίσματος  $A$  ρίψωμεν ἐπὶ ἀδιαφανοῦς διαφράγματος  $E$ , ἀφήσωμεν δ' ἐλευθέρως νὰ διέλθωσι τὰς ἰσοειδεῖς π.χ. ἀκτῖνας  $v$  καὶ ρίψωμεν αὐτὰς ἐπὶ δευτέρου πρίσματος  $B$ ,

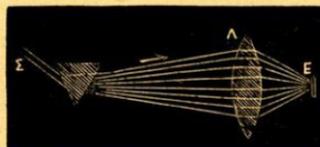


Σχ. 357.

παρατηροῦμεν ὅτι συμβαίνει μὲν διάθλασις, ἀλλὰ τὸ χρῶμα τῶν ἐκ τοῦ δευτέρου τούτου πρίσματος ἐξερχομένων ἀκτῖνων καὶ προσπιπτουσῶν ἐπὶ λευκοῦ χάρτου  $H$  παραμένει ἀμετάβλητον. Ὅτι δὲ τὸ λευκὸν φῶς σύγκειται ἐκ τῶν ἀπλῶν τούτων ἀκτῖνων, ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τῆς ἀνασυνθέσεως αὐτῶν καὶ ἀναπαραγωγῆς λευκοῦ φωτός. Καὶ ὄντως ἐὰν τὰς διὰ πρώτου πρίσματος  $\Theta$  (σχ. 358) ἀναλυθείσας ἡλιακὰς ἀκτῖνας  $\Sigma$  δεχθῶμεν ἐπὶ δευτέρου πρίσματος  $\Theta'$  ἐντελῶς ὁμοίου τῷ πρώτῳ καὶ τεθειμένῳ οὕτως, ὥστε αἱ διαθλαστικαὶ γωνίαι νὰ εἶναι ἀντίθετοι, αἱ δὲ ἀκμαὶ τῶν πρισματῶν παράλληλοι, παρατηροῦμεν ὅτι αἱ ἐξιούσαι ἀκτῖνες  $E$  παρέχουσιν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος εἰκόνα ἄχρου τῆς ὀπῆς, δι' ἧς αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες εἰσδύουσιν εἰς τὸν σκοτεινὸν θάλαμον. Ὡσαύτως ἐὰν τὰς διὰ τοῦ πρίσματος ἀναλυθείσας ἡλιακὰς ἀκτῖνας  $\Sigma$  (σχ. 359) δεχθῶμεν ἐπὶ



Σχ. 358.

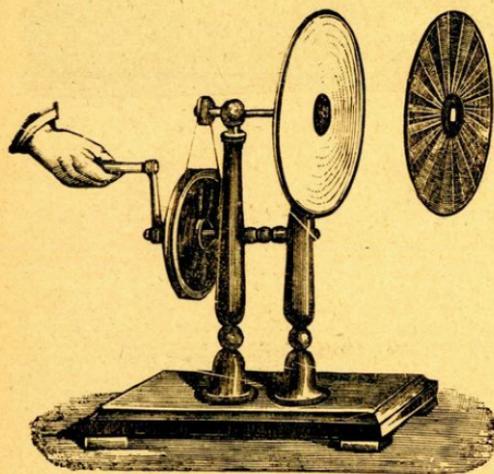


Σχ. 359.

ἀμφικύρτου φακοῦ  $\Lambda$  καὶ ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους μετακινήσωμεν λευκὸν τεμάχιον χάρτου  $E$ , ἀνευρίσκομεν θέσιν τινά, καθ' ἣν ἐπὶ τοῦ χάρτου σχηματίζεται λευκὸν εἶδωλον τῆς ὀπῆς τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου.

**455. Δίσκος τοῦ Νεύτωνος.** Ὁ Νεύτων πρὸς σύνθεσιν τῶν ἐπτὰ χρωμάτων μετεχειρίσθη δίσκον μετάλλινον κινητὸν περὶ ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ (σχ. 360). Ἐπ' αὐτοῦ προσεκλό-

λησε ταινίας ἐκ χάρτου κεχρωματισμένας διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος καὶ ἔχουσας σχῆμα τομείας, ὧν ἕκαστος εἶχεν ἐμβαδὸν ἀνάλογον τῇ σχετικῇ ἐκτάσει τοῦ αὐτοῦ χρώματος ἐπὶ τοῦ φυσικοῦ φάσματος. Ἐὰν δώσωμεν εἰς τὸν δίσκον ταχθεῖαν περιστροφικὴν



Σχ. 360.

κίνησιν, ἐπειδὴ ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ τὰ διάφορα χρώματα διέρχονται πρὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, οὗτος δὲ δέχεται ἐν ἐλαχίστῳ χρόνῳ τὴν ἐντύπωσιν τῶν ἑπτὰ χρωμάτων, ὁ δίσκος φαίνεται λευκός, ἰδίως ὅταν φωτισθῇ ἰσχυρῶς δι' ἡλιακοῦ φωτός.

**456. Θεωρία τῶν χρωμάτων κατὰ τὸν Νεύτωνα.** Καλεῖται φυσικὸν χρῶμα σώματός τινος τὸ χρῶμα ἐκεῖνο, ὑπὸ τὸ ὁποῖον τὸ σῶμα

τοῦτο ἀναφαίνεται, ὅταν φωτίζεται ὑπὸ καθαρῶτάτου λευκοῦ φωτός, οἷον εἶνε π.χ. τὸ ἡλιακόν. Κατὰ δὲ τὸν Νεύτωνα σῶμά τι εἶνε λευκόν, ὅταν δεχθὲν λευκὸν φῶς δύνηται νὰ ἐκπέμψῃ πάντα τὰ ἀπλᾶ χρώματα καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν, ὅφ' ἦν ταῦτα εὐρίσκονται ἐν τῷ λευκῷ φωτί. Ἡ χιὼν π.χ. φαίνεται λευκοτάτη, διότι δεχομένη πάσας ὁμοῦ τὰς διαφόρους κεχρωματισμένας ἀκτῖνας, ἐξ ὧν σύγκειται τὸ ἡλιακόν φῶς, ἐκπέμπει πάσας καὶ ὑπὸ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν. Ἐφ' ὅσον δ' ἡ ἀναλογία αὕτη τῶν ἐκπεμπομένων πρὸς τὰς παραλαμβανόμενας ἀκτῖνας ἐλαττοῦται, ἡ λευκότης τοῦ σώματος βαίνει βαθμηδὸν μειουμένη καὶ τέλος τὸ σῶμα ἐμφανίζεται τεφρόχρουν. Τὰ μέλανα δὲ σώματα ἔχουσι τοιαύτην σύστασιν, ὥστε οὐδὲν τῶν ἀπλῶν χρωμάτων, ἄτινα δέχονται ἐκ τοῦ λευκοῦ φωτός, ἐκπέμπουσιν. Ἐὰν δ' ὅμως ἡ σύστασις τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος εἶνε τοιαύτη, ὥστε ἐκ τῶν ἀπλῶν κεχρωματισμένων ἀκτίνων, ἄς δέχεται, νὰ δύνηται νὰ ἐκπέμψῃ μόνον τὰς πράσιναις π.χ. τότε τὸ σῶμα τοῦτο φαίνεται ἡμῖν πράσινον. Ἐὰν δὲ τινες τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων

ἐκπέμπη σῶμά τι, τὸ χρῶμα αὐτοῦ εἶνε τὸ προερχόμενον ἐκ τῆς συμμίξεως τῶν ἐκπεμπομένων τούτων ἀπλῶν ἀκτίνων. Ἐντεῦθεν δ' ἐξηγεῖται καὶ ὁ μέγας ἀριθμὸς τῶν χρωμάτων, ὑπὸ τὰ ὅποια τὰ διάφορα σῶματα ὑποπίπτουσιν εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν καὶ ἄτινα χρώματα εἶνε ποικιλώτερα καὶ τῶν τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Ἐκ τούτων καταφαίνεται ὅτι τὰ διάφορα σῶματα δὲν δημιουργοῦσι τὸ ἑαυτῶν χρῶμα, ἀλλ' ἐκ τῶν ἀπλῶν κεχρωματισμένων ἀκτίνων τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ἐκλέγουσιν τινάς, ἃς ἀκτινοβολοῦσι ταύτας δ' ἡμεῖς δεχόμενοι εἰς τὸν ὀφθαλμὸν λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα τοῦτο ἔχει τοιοῦτον ἢ τοιοῦτον χρῶμα. Ταῦτα δὲ ἀποδεικνύουσι καὶ τὰ ἐξῆς πειράματα.

Ἐὰν λευκὸν σῶμα, οἷον λευκὸν χάρτην, ἐκθέσωμεν διαδοχικῶς εἰς τὰς ἀκτῖνας ἡλιακοῦ φάσματος, ὅπερ παράγομεν ἐν σκοτεινῇ θαλάμῳ, ὁ χάρτης φαίνεται ἐρυθρὸς μὲν εἰς τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, πράσινος δ' εἰς τὰς πράσινάς κτλ. καὶ κατ' ἀκολουθίαν πᾶν λευκὸν σῶμα δεχόμενον οἰασθῆποτε ἀπλᾶς ἀκτῖνας τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς δύναται νὰ ἐκπέμψῃ αὐτάς. Τούναντίον δὲ μέλαν σῶμα παραμένει μέλαν ἐκτιθέμενον ἐν τῇ σκοτεινῇ θαλάμῳ εἰς οἰανδῆποτε ἀκτῖνα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Τέλος σῶμα π. χ. ἐρυθρὸν εἰς μὲν τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας τοῦ φάσματος τιθέμενον φαίνεται ζωηρῶς ἐρυθρὸν, τελείως δὲ μέλαν εἰς τὰς πράσινάς, κιτρίνας ἢ τὰς ἄλλας ἀκτῖνας. Ὑπάρχουσιν ὅμως σῶματα κεχρωματισμένα, ἄτινα ἐκπέμποσιν τινάς τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων καὶ ὑπὸ ἀναλογίαν διάφορον ἐκείνης, ὑφ' ἣν αὐταὶ εὐρίσκονται ἐν τῇ λευκῇ φωτῇ. Οὕτω τὸ τεχνητὸν ἐρυθρὸν κιννάβαρι (vermillon) ἐκπέμπει μάλιστα μὲν ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, ὀλίγας δὲ πορτογαλλιόχρους καὶ κιτρίνας, οὐδὲν δὲ πράσινās καὶ κυανᾶς, καὶ διὰ τοῦτο προσβαλλόμενον ὑπὸ τῶν ἐρυθρῶν μὲν ἀκτίνων φαίνεται ζωηρῶς ἐρυθρὸν, ὑπὸ δὲ τῶν πορτογαλλιόχρων ἢ κιτρίνων ἐμφανίζεται πορτογαλλιόχρου ἢ κίτρινον ἀλλ' ἤττον ζωηρόν, ἐν δὲ τῇ πράσινῳ καὶ τοῖς λοιποῖς χρώμασι φαίνεται σχεδὸν μέλαν. Αἱ ἀπλαῖ δ' αὐταὶ ἀκτῖνες, ἃς δύναται νὰ ἐκπέμψῃ, μιγνύμεναι δίδουσιν εἰς τὸ σῶμα τοῦτο τὸ χρῶμα, ὑπὸ τὸ ὅποιον ἐμφανίζεται διὰ λευκοῦ φωτὸς φωτιζόμενον. Ὡσαύτως τὸ πράσινον χρῶμα τῶν φύλλων δένδρου δὲν εἶνε ἀπλοῦν, ἀλλὰ σύνθετον, συγκεῖμενον ἰδίως μὲν ἐκ πράσινων ἀκτίνων, εἰς ἃς συμμιγνύμεναι καὶ ἄλλαι ἀπλαῖ ἀκτῖνες ὑπὸ ἐλάσσονα ἀναλογίαν παρέχουσιν εἰς τὰ φύλλα τῶν δένδρων τὴν μεγάλην ποικιλίαν πράσινου χρώματος, ὑπὸ τὸ ὅποιον βλέπομεν αὐτά. Τὰ αὐτὰ φαινόμενα συμβαίνουσι καὶ εἰς δια-

φανή σώματα. Οὕτω π. χ. ἡ ἄχρους καὶ διαφανῆς ὕαλος ἀφίνει νὰ διέλθωσιν δι' αὐτῆς πᾶσαι αἱ ἀκτίνες, ἡ ἐρυθρὰ ἰδίως μόνας τὰς ἐρυθράς, ἡ κιτρινή ἰδίως μόνας τὰς κιτρίνας κτλ.

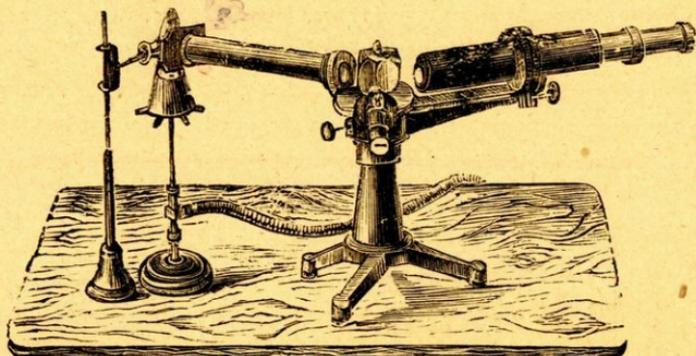
Ὁ ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, ὅταν εἶνε καθαρώτατος, ἔχει χρῶμα κυανοῦν, διότι ἐκ τῶν ἀκτίνων, ἃς ἐκ τοῦ ἡλιακοῦ φωτός δέχεται, διασκορπίζει ἰδίως τὰς κυανᾶς. Ἐὰν δὲ τὸ ἡλιακὸν φῶς διέρχεται διὰ μεγάλου πάχους ἀτμοσφαιρας πεφορτισμένης ἰδίᾳ ὑδρατμῶν, ὡς συμβαίνει πολλάκις κατὰ τὴν ἀνατολὴν καὶ δύσιν τοῦ ἡλίου, ὁ ὀρίζων πρὸς τὸ μέρος τοῦτο φαίνεται ἐρυθρός, διότι οἱ ὑδρατμοὶ ἐπιτρέπουσι τὴν δι' αὐτῶν δίοδον ἰδίᾳ ταῖς ἐρυθραῖς ἀκτῖσιν.

**457. Συμπληρωτικὰ χρώματα.** Συμπληρωτικὰ χρώματα καλοῦνται ἐκεῖνα, ἅτινα ἐνούμενα παράγουσι τὸ λευκόν. Ἐκ τῶν ἀπλῶν χρωμάτων συμπληρωτικὰ ἐν γένει εἶνε τὸ ἐρυθρὸν τοῦ πρασίνου, τὸ πορτογαλλιοχρῶν τοῦ κυανοῦ καὶ τὸ κίτρινον τοῦ ἰσοιδούς. Ἄλλὰ καὶ ἂν τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος χωρίσωμεν ὅπωςδὴποτε εἰς δύο μέρη καὶ ἐνώσωμεν κατ' ἰδίαν τὰ χρώματα ἑκάτερου τῶν μερῶν, λαμβάνομεν δύο μικτά, ἅτινα εἶνε συμπληρωτικά, διότι ἐνούμενα ὀφείλουσι νὰ παραγάγωσι τὸ λευκὸν χρῶμα. Τὰ τεχνητὰ ὅμως χρώματα δὲν εἶνε ὁμοίως τοῖς φυσικοῖς συμπληρωτικά· οὕτως ἐὰν ἐνώσωμεν τὰς κιτρίνας καὶ τὰς κυανᾶς ἀκτῖνας τοῦ ἡλιακοῦ φάματος, παράγομεν λευκόν, ἐν ᾧ τεχνητὰ χρώματα κίτρινον καὶ κυανοῦν μιγνύμενα παράγουσι πράσινον· τοῦτο δέ, διότι τὰ τεχνητὰ ταῦτα χρώματα δὲν εἶνε ἀπλᾶ, ὡς τὰ τοῦ φάματος, ἀλλὰ σύνθετα ἀποδίδοντα καὶ πράσινον ἐν ἐλάσσονι ποσότητι, οὕτως ὥστε κατὰ τὴν μῖξιν τὸ μὲν κίτρινον καὶ τὸ κυανοῦν παράγουσι λευκόν, ἐκπέμπεται δὲ ταυτοχρόνως τὸ πράσινον.

**458. Ῥαβδώσεις τοῦ φάματος.** Τὸ ἡλιακὸν φῶς τὸ εἰσερχόμενον διὰ λεπτῆς σχισμῆς εἰς τελείως σκοτεινὸν θάλαμον, ἀναλυόμενον διὰ πρίσματος κατεσκευασμένου ἐξ ὑάλου λίαν θλαστικῆς καὶ ἔχοντος μεγάλην διαθλαστικὴν γωνίαν, οἷον 60 μοιρῶν, οὕτως ὥστε τὸ παραγόμενον ἡλιακὸν φάσμα νὰ ἔχη πολὺ μῆκος, δὲν ἐμφανίζεται συνεχές, ἀλλὰ παρουσιάζει πλείστας λεπτοτάτας σκοτεινὰς γραμμὰς, αἵτινες καλοῦνται **ραβδώσεις τοῦ φάματος**. Αἱ ραβδώσεις αὗται εὐρίσκονται εἰς διαφόρους ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις, ὁκτῶ δ' ἐξ αὐτῶν αἱ κυριώτεραι καλοῦνται ραβδώσεις τοῦ **Fraunhofer** ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ πρώτου καταδείξαντος τὴν σημασίαν αὐτῶν φυσικοῦ, αἵτινες

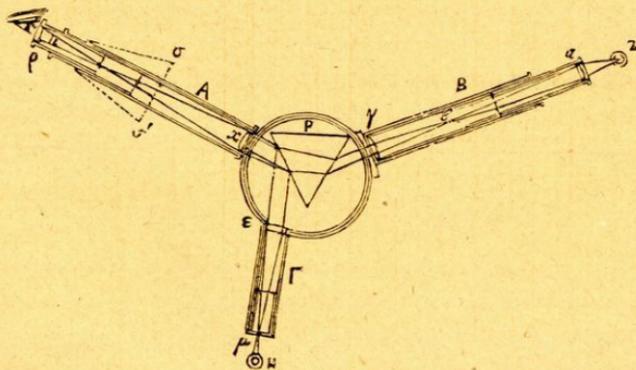
διατηροῦσιν ἀμετάβλητον ἐν τῷ φάσματι θέσιν καὶ διακρίνονται διὰ τῶν γραμμῶν A, B, C, D, E, F, G, H.

459. **Φασματοσκόπιον.** Τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 361) ἐπινοή-



Σχ. 361.

θεν ὑπὸ τῶν φυσικῶν Bunsen καὶ Kirchhoff κατὰ τὸ 1860 ἐν Ἐι-  
δελβέργῃ ἐχρησίμωσε πρὸς ἀκριβεστέρας παρατηρήσεις ἐπὶ τοῦ φάσμα-  
τος. Σύγκειται δ' ἐκ τεσσάρων ἰδίως μερῶν, ἧτοι ἐκ τοῦ ὑαλίνου  
πρίσματος P (σχ. 362) καὶ ἐκ τριῶν διοπτρῶν.



Σχ. 362.

1ον. Ἐκ τῆς διοπτρας B, δι' ἧς ῥίπτεται ἐπὶ τοῦ πρίσματος  
πρὸς ἀνάλυσιν δέσμη ἀκτίνων παραλλήλων.

2ον. Ἐκ τῆς διοπτρας A, δι' ἧς παρατηροῦμεν τὸ σχηματισθὲν  
φάσμα καὶ

3ον. Ἐκ τῆς διοπτρας Γ, ἧτις ἐγκαλεῖται μικρομετρικὴν κλίμακα μ.

Τὰ τέσσαρα ταῦτα μέρη τοῦ ὄργανου κείνται ἐπὶ ὑποστηρίγματος, οἱ δὲ ἄξονες τῶν τριῶν διοπτρῶν συμβάλλουσι πρὸς τὰς δύο ἔδρας τοῦ πρίσματος τῆς τρίτης ἔδρας P φερύσσης αἰθάλην. Τὸ πρὸς ἀνάλυσιν φῶς τίθεται εἰς τὸ Z καὶ εἰσέρχεται διὰ σχισμῆς, ἣν φέρει ἡ διόπτρα B. Αἱ ἐκ τοῦ φωτός Z ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες συγκεντρούμεναι διὰ τοῦ φακοῦ α εἰς τὴν σημείον β κείμενον εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ γ καὶ καθιστάμεναι δι' αὐτοῦ παράλληλοι προσπίπτουσι ἐπὶ τοῦ πρίσματος P, ἔνθα διαθλασθεῖσαι εἰσέρχονται εἰς τὴν διόπτραν A καὶ διὰ τοῦ φακοῦ χ σχηματίζεται εὐκρινὲς εἶδωλον τοῦ φάσματος, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ρ κατὰ τὸ σσ'. Τὸ ἐκ τῆς φλογός H φῶς εἰσερχόμενον φωτίζει τὸ μικρότερον μ συγκείμενον ἐξ ὑαλίνης πλάκας, ἐφ' ἧς ὑπάρχει κεχαραγμένη κλιμαῶν χιλιοστομέτρων. Τὸ οὕτω πεφωτισμένον μικρόμετρον κείμενον εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ ε ἐκπέμπει ἀκτῖνας, αἵτινες διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ τούτου καὶ ἀνακλῶμεναι ἐπὶ τῆς ἔδρας τοῦ πρίσματος τῆς πρὸς τὰς διόπτρας A καὶ Γ ἐστραμμένης εἰσέρχονται εἰς τὴν διόπτραν A καὶ σχηματίζουσι τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον τοῦ μικρομέτρου, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ ρ συμπίπτον μετὰ τοῦ εἰδώλου τοῦ φάσματος τοῦ διὰ τῆς φλογός Z παραγομένου. Οὕτω δὲ δυνάμεθα νὰ παραβάλωμεν οὐ μόνον τὴν θέσιν τῶν διαφόρων χρωμάτων τοῦ φάσματος, ἀλλὰ καὶ τὴν θέσιν τῶν ῥαβδώσεων.

**460. Φάσματοςκοπικὴ ἀνάλυσις.** Διὰ τοῦ φάσματοςσκοπίου εὐρέθη ὅτι τὸ ἥλιακὸν φάσμα ἐγκλείει ὑπερτρισχιλίας περίπου ῥαβδώσεις. Τὰ φάσματα τῶν τεχνητῶν φώτων, οἷον ἐλαίου, πετρελαίου, φωταερίου, κηρίου, παρουσιάζουσι συνεχῆς φάσμα. Ἐὰν ὅμως ἐντὸς ἄχρου φλογός φωταερίου ἢ οἶνοπνεύματος ἐμβάλωμεν διὰ σύρματος ἐκ λευκοχρύσου χλωριούχον νάτριον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν ἄχρους φλόξ γίνεται κιτρίνη, τὸ δὲ φάσμα αὐτῆς σύγκειται ἐκ μιᾶς λαμπρᾶς κιτρίνης ῥαβδώσεως ἀντιστοιχοῦσης πρὸς τὴν ῥαβδῶσιν D τοῦ ἥλιακοῦ φάσματος. Ὅμοίως παρατηρήθη ὅτι τὸ φάσμα τοῦ λιθίου σύγκειται ἐκ μιᾶς ἐρυθρᾶς ταινίας ἀντιστοιχοῦσης πρὸς τὴν σκοτεινὴν ῥαβδῶσιν C τοῦ ἥλιακοῦ φάσματος, τὰ δὲ φάσματα τοῦ ἀσβεστίου, στροντίου καὶ βαρίου ἀποτελοῦνται ἐκ σειρᾶς λαμπρῶν ταινιῶν. Οὕτω λοιπὸν τὰ πλεῖστα τῶν μετάλλων χαρακτηρίζονται ἐν τῷ φάσματοςσκοπίῳ διὰ μιᾶς ἢ πλείονων λαμπρῶν ταινιῶν, δι' ὧν δυνάμεθα ν' ἀνακαλύψωμεν αὐτὰ καὶ ἐλάχιστα ἔχνη αὐτῶν, ἐὰν ὑπάρχωσιν ἐν τινι διαλύματι.

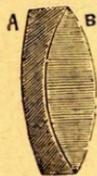
Διὰ τῆς φασματοσκοπικῆς ταύτης ἀναλύσεως ἀνεκαλύφθησαν πολλὰ νέα μέταλλα, τὸ καίσιον, τὸ βρουίδιον, τὸ Ἰνδιον, τὸ θάλλιον, τὸ γάλλιον καὶ ἄλλα πολλά.

**461. Ἀνάλυσις τῆς ἀτμοσφαιρας τοῦ ἡλίου.** Ὁ Kirchhoff πειρώμενος διὰ τοῦ φασματοσκοπίου καὶ παραβάλλων τὴν θέσιν τῶν λαμπρῶν ταινιῶν, ἃς παρέχουσι τὰ φάσματα πολλῶν μετάλλων, πρὸς τὰς σκοτεινὰς βιβδῶσεις τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, ἀνεῦρεν ὅτι τὰ διάφορα σώματα ἀπορροφῶσιν ἐκείνας τῶν ἀπλῶν ἀκτίνων τοῦ δι' αὐτῶν διαβιβαζομένου λευκοῦ φωτός, ἃς πυρακτοίμενα δύνανται νὰ ἐκπέψωσιν. Ἐὰν π. χ. ἔχωμεν ἐν φλογί ἀτμούς νατρίου ἐν διαπύρῳ καταστάσει, εἶδόμεν ὅτι οὗτοι ἐκπέμπουσι κίτρινὰς ἀκτίννας ἀντιστοιχοῦσας πρὸς τὰς σκοτεινὰς βιβδῶσεις D τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος. Ἐὰν τοῦναντίον διὰ φλογός περιεχούσης διαπύρους ἀτμούς νατρίου διέλθωσιν ἀκτίνες διαφόρου θλαστότητος ἀπὸ τῶν ἐρυθρῶν μέχρι τῶν ἰσοιδῶν, θέλουσιν ἀπορροφηθῆ αἱ κίτριναὶ ἀκτίνες τῆς ὠρι-σμένης θλαστότητος τῆς ἀντιστοιχοῦσης πρὸς τὴν βιβδῶσιν D. Περὶ τούτου πειθόμεθα διαβιβάζοντες δέσμη ἀκτίνων ἡλεκτρικοῦ π.χ. φωτός, παράγοντος φάσμα πλῆρες ἄνευ σκοτεινῶν βιβδῶσεων, διὰ φλογός ἐμπεριεχούσης ἀτμούς νατρίου, ὅποτε ἐπὶ τοῦ παραγομένου φάσματος παρατηροῦμεν τὴν σκοτεινὴν βιβδῶσιν D.

Ἐπὶ τῶν πειραμάτων τούτων στηριζόμενος ὁ Kirchhoff συνεπέ-ρανεν ὅτι ἡ σκοτεινὴ βιβδῶσις D τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος προέρχεται ἐξ ἀτμῶν νατρίου, οὓς παρέχει ἡ περιβάλλουσα τὸν πυρῆνα τοῦ ἡλίου διάπυρος ἀτμοσφαῖρα. Ὡσαύτως κατέδειξεν ὅτι αἱ σκοτειναὶ βιβδῶ-σεις, ἃς παρουσιάζει τὸ ἡλιακὸν φάσμα, προέρχονται κατὰ μέγα μέ-ρος ἐκ διαφόρων ἀερίων καὶ ἀτμῶν τῆς ἀτμοσφαιρας τοῦ ἡλίου, ὡς υδρογόνου, βαρίου, ἀσβεστίου, ἀργιλίου, σιδήρου, μαγγανίου, νικε-λίου, χρωμίου, ψευδαργύρου, χαλκοῦ καὶ τιτανίου. Πολλὰ τῶν σκο-τεινῶν βιβδῶσεων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ὀφείλονται κατὰ τὸν Janssen εἰς τὸ ἀπορροφητικὸν τῆς ἀτμοσφαιρας τῆς Γῆς καὶ ἰδίως τῶν ὑδρατμῶν.

**462. Ἀχρωστικοὶ φακοί.** Ὡς διὰ τοῦ πρίσματος, οὕτω καὶ διὰ φακοῦ διερχόμενον τὸ λευκὸν φῶς ἀναλύεται· διότι ὁ φακὸς δύνα-ται νὰ θεωρηθῆ ὡς σύνολον πρισμάτων, ὧν ἡ διαθλαστικὴ γωνία βαί-νει μεταβαλλομένη ἀπὸ τοῦ μέσου τοῦ φακοῦ πρὸς τὰ πέρατα αὐ-τοῦ. Καὶ ὄντως, ἂν δι' ἀπλοῦ φακοῦ παραγάγωμεν ἐπὶ λευκοῦ πετά-σματος τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον λευκοῦ τινος ἀντικειμένου, βλέπο-

μεν αὐτὸ περιβαλλόμενον ὑπὸ ἕγχρου παρυφῆς. Ὡς δὲ συνδυάζοντες δύο ὀπτικά πρίσματα διαφόρου ὕλης καὶ διαθλαστικῆς γωνίας, οὕτως ὥστε αἱ μὲν ἕδραι αὐτῶν νὰ εἴνε παράλληλοι, αἱ δὲ διαθλαστικαὶ γωνίαι ἀντίθετοι, αἴρομεν τὸν διασκεδασμὸν τοῦ φωτός, τουτέστι τὴν ἀνάλυσιν αὐτοῦ, οὐχὶ δὲ καὶ τὴν διάθλασιν τῶν ἀκτίνων, οὕτω συνδυάζοντες δύο φακοὺς τὸν μὲν συγκλίνοντα Β (σχ. 363), τὸν δ' ἕτερον ἀποκλίνοντα Α, ἐκ διαφόρου ὕλου κατασκευασμένους, λαμβάνομεν φακὸν καλούμενον ἀχρωστικόν, δι' οὗ ὁρῶντες τὰ φωτοβόλα ἢ πεφωτισμένα λευκὰ π.χ. ἀντικείμενα βλέπομεν αὐτὰ μὴ περιβαλλόμενα ὑπὸ ἕγχρου παρυφῆς. Τοιούτων μόνον φακῶν γίνεται χρῆσις εἰς τὰς διαφόρους διόπτρας καὶ τὰ τηλεσκόπια.

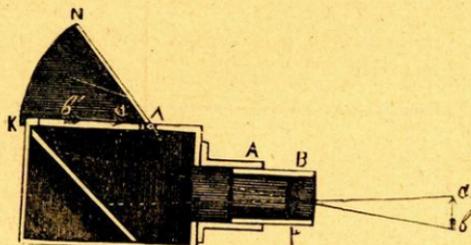


Σχ. 363.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Σ'.

### ΟΠΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ.

463. Σκοτεινὸς θάλαμος μετὰ φακοῦ. Ὁ σκοτεινὸς οὗτος θάλαμος σύγκειται ἐκ ξυλίνου κιβωτίου (σχ. 364) φέροντος ἐπὶ ἐνὸς τῶν τοιχωμάτων αὐτοῦ κυλινδρικήν ὀπὴν Α, ἐν ἣ ὀφείνεται νὰ ὀλισθήσῃ κοίλος κύλινδρος Β φέρων ἀμφικυρτον φακὸν μ. Αἱ ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων αβ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι εἰσερχόμεναι εἰς τὸν σκοτεινὸν θάλαμον ἀπεικονί-



Σχ. 364.

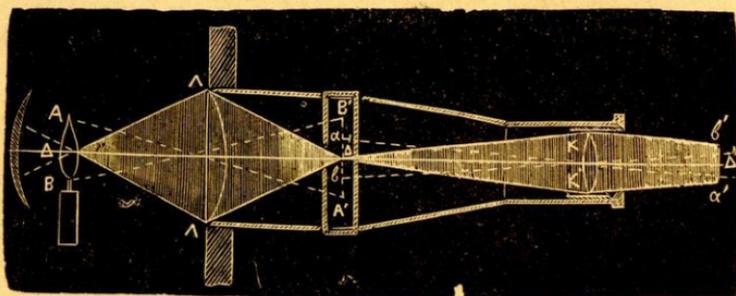
ζουσιν ἐπὶ τοῦ τοιχωμάτος τοῦ κιβωτίου κειμένου ἀπέναντι τοῦ φακοῦ, προσηκόντως ἐστερωμένου, πιστῶς καὶ εὐκρινῶς τὰ ἐξωτερικὰ ταῦτα ἀντικείμενα. Ἴνα δ' αἱ εἰκόνες σχηματίζωνται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, τίθεται ἐντὸς τοῦ κιβωτίου κάτωπτρον σχηματίζον γωνίαν  $45^\circ$  μετὰ τῆς βάσεως τοῦ κιβωτίου. Αἱ ἀκτῖνες ἀνακλόμεναι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου σχηματίζουσι τὸ εἶδωλον α' β' τοῦ ἀντικειμένου αβ ἐπὶ ὑαλίνης πλακῆς ΚΑ φερούσης χάρτην, ἐφ' οὗ ἀπεικονίζεται τοῦτο.

Τὴν εἰκόνα τοῦ εἰδώλου δυνάμεθα νὰ σχεδιάσωμεν ἐπὶ τοῦ χάρτου τούτου διὰ γραφίδος. Κάλυμμα ΛΝ ἄνωθεν τοῦ χάρτου κείμενον χρησιμεύει, ὅπως κωλύῃ τὸ διακεχυμένον φῶς νὰ προσπίπτῃ ἐπὶ τοῦ εἰδώλου καὶ ἐλαττοῖ οὕτω τὴν ἐνέργειαν αὐτοῦ.

464. **Φωτογραφικὸς θάλαμος.** Ὁ θάλαμος οὗτος οὐσιωδῶς δὲν διαφέρει τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου. Σύγκειται ἐξ ἑνὸς ἀχρωστικοῦ φακοῦ, ὃν μεταθέτοντες κατορθοῦμεν, ὥστε τὸ εἶδωλον ἀντικειμένου εὐρισκομένου εἰς ἀπόστασιν οἰανδήποτε ἀπὸ τῆς συσκευῆς νὰ σχηματισθῇ ἐναργῶς ἐπὶ τῆς ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἕδρας τῆς ἀποτελουμένης ἐκ λευκῆς ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου. Τοῦτ' αὐτὸ δὲ κατορθοῦμεν, ἐὰν πλησιάζωμεν πρὸς τὸν φακὸν ἢ ἀπομακρύνωμεν ἀπ' αὐτοῦ τὴν ἕδραν τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου τὴν φέρουσαν τὴν λευκὴν ὑαλοχ. Ἡ διὰ τῆς φωτογραφίας παραγωγή πολλῶν εἰκόνων ἀντικειμένου τινὸς στηρίζεται τοῦτο μὲν εἰς τὰς χημικὰς ιδιότητας τοῦ ἡλιακοῦ φωτός, τοῦτο δὲ εἰς τὰς ιδιότητες φωτοπαθῶν τιῶν ἐνώσεων τοῦ ἀργύρου. Τὸ ἡλιακὸν φῶς δηλονότι ἐκτός τῆς φωτιστικῆς καὶ θερμαντικῆς αὐτοῦ ιδιότητος ἔχει καὶ ἄλλην τινὰ ιδιότητα καλουμένην χημικὴν, καθ' ἣν δύναται νὰ παραγάγῃ χημικὰς ἐνώσεις καὶ ἀποσυνθέσεις. Οὕτω κεχρωματισμένα μὲν ὑφάσματα διάβροχα ἔκτιθέμενα ἐφ' ἱκανὸν χρόνον εἰς τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας λευκαίνονται. Ἐὰν δὲ πληρώσωμεν φιάλην ἴσων ὄγκων ὑδρογόνου καὶ χλωρίου καὶ ρίψωμεν ἐπ' αὐτῆς ἡλιακὰς ἀκτῖνας ἢ τὸ τεχνητὸν τοῦ μαγνησίου φῶς, ἐπέρχεται πάραυτα ἔνωσις μετ' ἐκπυρσοκροτήσεως τοῦ ὑδρογόνου καὶ χλωρίου καὶ παραγωγή ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐκθέσωμεν εἰς τὴν ἐπίδρασιν τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων διαφόρους ἐνώσεις τοῦ ἀργύρου, οἷον χλωριούχον, ἰωδιούχον ἢ βρωμιούχον ἄργυρον, αἱ ἐνώσεις αὗται ἀποσυντίθενται καὶ ὁ ἄργυρος ἀποχωρίζεται ὑπὸ μορφὴν μελαίνης λεπτοτάτης κόνης. Τῆς τοιαύτης ὑπὸ τοῦ φωτός προκαλουμένης ἀποσυνθέσεως ποιεῖται χρῆσιν σήμερον ἡ φωτογραφία μεταχειριζομένη ἰδίως μίγμα βρωμιούχου ἀργύρου καὶ κολλωδίου ἢ πηκτῆς, ὅπερ ὑπὸ λεπτότατον στρώμα ἐφαρμόζεται ἐφ' ὑαλίνης πλακῆς, ἣτις τίθεται εἰς τὴν θέσιν τῆς λευκῆς ὑαλίνης πλακῆς, ἐφ' ἧς, ὡς εἶπομεν, σχηματίζεται τὸ ἐναργὲς εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου τεθέντος πρὸ τοῦ φωτογραφικοῦ θαλάμου. Τὸ φῶς τὸ ἐκ τοῦ ἀντικειμένου τούτου ἐκπεμπόμενον καὶ εἰς τὸν φωτογραφικὸν θάλαμον εἰσδύον ἐπίδρᾷ ἐπὶ τῆς φωτοπαθοῦς ἐνώσεως τοῦ ἀργύρου, εἰς ἣν ἐπιφέρει τοιαύτην ἀλλοίωσιν, ὥστε, ἐὰν μετὰ ταῦτα ἡ πλᾶξ ἐμβαπτισθῇ ἐντὸς καταλλήλου διαλύματος (θεικοῦ σιδήρου καὶ ὀξαλικοῦ καλίου ἢ πυρογαλλικοῦ ὀξέος μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου ἢ ὑδροκινίνης μετ' ἀνθρακικοῦ νατρίου), ὁ βρωμιούχος ἄργυρος ἀποσυντίθεται καὶ ἀποχωρίζεται μέλας μεταλλικὸς ἄργυρος· οὕτω δ' ἐμφανίζεται ἡ εἰκὼν, ἀλλὰ τὰ μέρη αὐτῆς τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὰ λευκὰ μέρη τοῦ ἀντικειμένου εἶνε μέλανα, τὰ δὲ εἰς τὰ μέλανα λευκά, διότι τὰ πρῶτα ὑπέστησαν μείζονα ἐπίδρασιν τοῦ φωτός καὶ κατ' ἀκολουθίαν εἰς ταῦτα ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ βρωμιούχου ἀργύρου εἶνε μείζων ἢ εἰς τὰ μέρη τὰ ἀντιστοιχοῦντα εἰς σκοτεινότερα μέρη τοῦ ἀντικειμένου. Ἡ εἰκὼν αὕτη καλεῖται ἀρνητικὴ καὶ

χρησιμεύει πρὸς παραγωγὴν ἐπὶ φωτοπαθοῦς χάρτου πολλῶν θετικῶν εἰκόνων, ἧτοι φωτογραφιῶν, ἐφ' ὧν τὰ λευκὰ μέρη τοῦ ἀντικειμένου παρίστανται λευκὰ, τὰ δὲ μέλανα μέλανα. Πρὸς τοῦτο ἡ ἀρνητικὴ εἰκὼν πρῶτον μὲν ἐμβαπτίζεται ἐντὸς διαλύματος ὑποθειώδους νατρίου, δι' οὗ ἀφαιρεῖται τὸ μέρος τοῦ βρωμιούχου ἀργύρου, ὅπερ δὲν ὑπέστη ἀποσύνθεσιν, εἶτα ξηραίνουμένη ἐφαρμόζεται καλῶς ἐπὶ τοῦ φωτοπαθοῦς χάρτου, ἐκτίθεται εἰς τὸν ἥλιον οὕτως, ὥστε αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες διερχόμεναι διὰ τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνος προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ χάρτου καὶ ἀποσυνθέτουσι τὴν ἐπ' αὐτοῦ φωτοπαθῆ ἔνωσιν τοῦ ἀργύρου, ἧτις συνήθως εἶνε χλωριούχος ἀργυρος ἐντὸς λευκώματος ἢ ἐντὸς πηκτῆς ἢ κολλωδίου (ἀριστοτυπικὸς χάρτης). Ἐπειδὴ ὅμως τὸ φῶς διέρχεται εὐκόλως μὲν διὰ τῶν λευκῶν μερῶν τῆς ἀρνητικῆς εἰκόνος ὡς διαφανῶν, οὐδολως δὲ ἢ ἐλάχιστον διὰ τῶν σκοτεινῶν μερῶν, παράγεται ἐπὶ τοῦ χάρτου ἡ θετικὴ εἰκὼν. Μετὰ ταῦτα ὁ χάρτης οὗτος ἐμβαπτίζεται κατὰ πρῶτον μὲν εἰς διάλυμα χλωριούχου χρυσοῦ, ὅπερ ἐγκαταλείπον μεταλλικὸν χρυσὸν εἰς τὰ μέρη τοῦ χάρτου τὰ κεκαλυμμένα ὑπὸ ἀργύρου παρέχει εἰς τὴν εἰκόνα χρομα λαμπρότερον καὶ διαρκέστερον, εἶτα δὲ εἰς διάλυμα ὑποθειώδους νατρίου, δι' οὗ ἀφαιρεῖται ὁ ὑπόλοιπος μὴ ἀποσυνθεθεὶς χλωριούχος ἀργυρος, τέλος δ' ἐκπλύνεται καλῶς καὶ ἀποξηραίνεται.

465. **Μαγικὸς λύχνος.** Ὁ λύχνος οὗτος χρησιμεύει πρὸς προβολὴν ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος μικρᾶς εἰκόνος διαφανοῦς, οἷα εἶνε αἱ ἐπὶ ὑάλου φωτογραφίαι, αἵτινες πολλάκις χρωματίζονται καὶ διὰ διαφανῶν χρωμάτων. Ἀποτελεῖται δ' ἡ συσκευὴ αὕτη ἐκ τινος φωτεινῆς πηγῆς AB (σχ. 365), ἧτις δύναται νὰ εἶνε φλόξ λαμπάδος ἢ

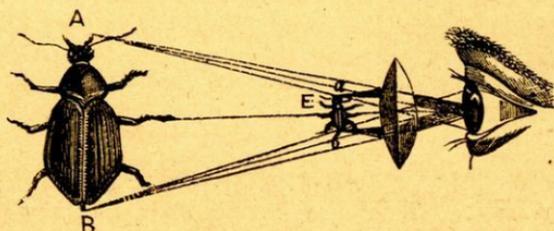


Σχ. 365.

λύχνου πετρελαίου, ὅταν δὲν θέλωμεν ὑπερμέτρως νὰ μεγεθύνωμεν τὴν προβεβλημένην εἰκόνα, ἄλλως δέον νὰ μεταχειρισθῶμεν τὸ ἡλεκτρικὸν ἢ ἡλιακὸν φῶς. Ἡ φωτοδόλος πηγὴ τίθεται ἐν κιβωτίῳ πανταχόθεν κεκλεισμένῳ, εἰς τὴν προσθίαν ἑδραν τοῦ ὀπίου ὑπάρχει λίαν συγκεντρωτικὸς φακὸς ΛΛ, ὅστις συγκεντροῖ τὰς ἀκτῖνας τῆς φωτεινῆς πη-

γῆς  $AB$  ἐπὶ τῆς ἀνεστραμμένης διαφανοῦς εἰκόνας  $ab$ , ἥτις ἰσχυρῶς φωτιζομένη χρησιμεύει ὡς φωτοβόλον ἀντικείμενον· διὰ τοῦ συγκεντρωτικοῦ δὲ φακοῦ  $KK'$  σχηματίζεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος τὸ εἶδωλον  $\beta' a'$  τῆς εἰκόνας ἠνωρθωμένον καὶ πολὺ μείζον τοῦ ἀντικείμενου, ὄρατόν δὲ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Ἀπομακρύνοντες τὴν συσκευὴν ἀπὸ τοῦ πετάσματος καὶ πλησιάζοντες τὸν φακὸν  $KK'$  εἰς τὴν εἰκόνα  $ab$  μεγεθύνομεν ὅσον θέλομεν τὸ ἐπὶ τοῦ πετάσματος εἶδωλον, ἀρκεῖ ὁ φωτισμὸς νὰ εἶνε ἰσχυρὸς, ἵνα τὸ εἶδωλον διατηρῆται ἐναργές. Ἐπαυξάνομεν δὲ τὸν φωτισμὸν τῆς εἰκόνας  $ab$  θέτοντες ὀπισθεν τῆς φωτεινῆς πηγῆς  $AB$  κοῖλον σφαιρικὸν κάτοπτρον, εἰς τὸ κέντρον καμπυλότητος τοῦ ὁποίου νὰ εὐρίσκηται ἡ φωτοβόλος πηγὴ· τὸ κάτοπτρον τοῦτο ἀνακλᾷ πλείστας ἀκτῖνας ἐκ τῆς φωτοβόλου πηγῆς ἐκπορευομένας καὶ ῥίπτει αὐτὰς ἐπὶ τῆς πρὸς προβολὴν εἰκόνας.

466. **Ἄπλουν μικροσκοπίον.** Τὸ ἀπλουν μικροσκόπιον σύγκειται ἐξ ἐνὸς ἀμφικύρτου φακοῦ ἔχοντος βραχυεῖαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν· τὸ ἀντικείμενον  $ab$  (σχ. 366) τίθεται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ

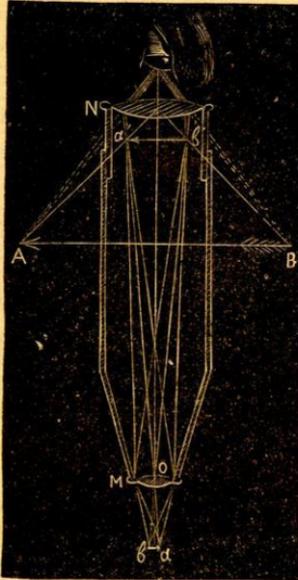


Σχ. 366.

τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας  $E$ , ὁ δὲ ὀφθαλμὸς ἐκ τοῦ ἄλλου μέρους πλησίον τοῦ φακοῦ. Διορῶντες διὰ τοῦ φακοῦ τὸ ἀντικείμενον  $ab$  δεχόμεθα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τὰς ἐκ τῶν διαφορῶν σημείων αὐτοῦ ἐκπεμπόμενας ἀκτῖνας ὡσεὶ προήρχοντο ἐκ τοῦ εἰδώλου  $AB$ , ὅπερ βλέπομεν ὀρθόν καὶ μείζον τοῦ ἀντικείμενου. Ἡ μεγέθυνσις  $\delta'$  αὕτη εἶνε τοσούτῳ μείζων, ὅση τὸ ἀντικείμενον κεῖται πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν  $E$  τοῦ φακοῦ, μένον πάντοτε μεταξὺ αὐτῆς καὶ τοῦ φακοῦ. Οὕτως, ἐὰν τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρυνθῇ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ λάβῃ πλησιεστέραν πρὸς τὸν φακὸν θέσιν, τὸ εἶδωλον  $AB$  μετατίθεται πλησιάζον πρὸς τὸν φακὸν καὶ γινόμενον μικρότερον, ἐὰν δὲ τοῦναντίον τὸ ἀντικείμενον ἀπομακρυνθῇ τοῦ φακοῦ καὶ πλησιάζῃ πρὸς

τήν ἐστίναν Ε, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ μεγεθύνεται. Ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ μικρὰ ὑαλίνη σφαῖρα πλήρης ὕδατος ἢ καὶ ἀπλῶς ῥαβδὸς ὕδατος.

467. **Σύνθετον μικροσκόπιον.** Τὰ κυριώτατα συστατικὰ



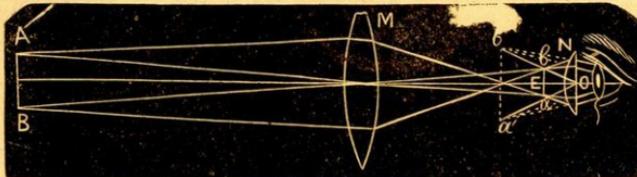
Σχ. 367.

τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου εἶναι δύο φακοὶ συγκλίνοντες, ὧν ὁ μὲν εἰς Ν (σχ. 367) στρεφόμενος πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν καλεῖται **προσοφθάλμιος**, ὁ δὲ Μ πρὸς τὸ ἀντικείμενον **ἀντοφθάλμιος**. Καὶ ὁ μὲν ἀντοφθάλμιος φακὸς Μ παράγει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον  $a'b'$  τοῦ μικροσκοπικοῦ ἀντικειμένου  $ab$  ἀνεστραμμένον καὶ πολὺ μεγαλύτερον αὐτοῦ, ὅπερ παρατηροῦμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ Ν, ὅστις ἐνεργεῖ ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον καὶ βλέπομεν οὕτω τὸ καθ' ἔμφασιν εἶδωλον ΑΒ πολὺ μείζον τοῦ εἰδώλου  $a'b'$  καὶ ἔτι μείζον τοῦ ἀντικειμένου  $ab$ .

468. **Τηλεσκόπια.** Τὰ τηλεσκόπια εἶνε δύο εἰδῶν, **διοπτρικά** καὶ **κατοπτρικά**. Καὶ διοπτρικά μὲν καλοῦνται

ἐκεῖνα, ἐν οἷς γίνεται χρῆσις φακῶν πρὸς σχηματισμὸν εἰδώλων καθ' ὑπόστασιν, οἷα εἶνε τὸ ἀστρονομικόν, τὸ τῶν ἐπιγείων καὶ τὸ τοῦ Γαλιλαίου, κατοπτρικά δ' ἐκεῖνα, εἰς ἃ τὰ εἶδωλα τῶν μακροκρυσμένων ἀντικειμένων σχηματίζονται διὰ κοίλων κατόπτρων, οἷον τὸ τοῦ Νεύτωνος.

469. **Ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον.** Τοῦτο ὑπὸ τὴν ἀπλου-

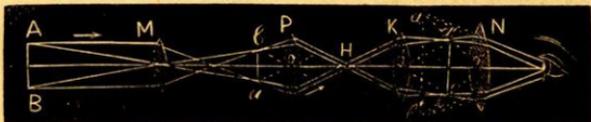


Σχ. 368.

στάτην αὐτοῦ μορφήν σύγκειται ἐκ δύο φακῶν συγκλίνοντων Μ καὶ Ν (σχ. 368), ὧν ὁ ἀντοφθάλμιος Μ παρέχει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶ-

ὄωλον  $αβ$  τοῦ μεμακρυσμένου ἀντικειμένου  $ΑΒ$  ἀνεστραμμένον, κείμενον μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ  $N$  καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας  $E$ . Τὸ ἐλάχιστον τοῦτο εἶδωλον ὀρώμεν διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ  $N$ , ὡς δι' ἄπλου μικροσκοπίου, δι' οὗ σχηματίζεται τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον  $α'β'$ . Τουτέστιν ἐν  $\phi$  διὰ ψιλῶν ὀφθαλμοῦ βλέπομεν τὸ ἀντικείμενον ὑπὸ τὴν μικρὰν ὀπτικήν γωνίαν  $ΑοB$ , ὀπλιζόμενοι διὰ τηλεσκοπίου βλέπομεν αὐτὸ ὑπὸ τὴν πολὺ μείζονα γωνίαν  $α'οβ'$ , εἰς τοῦτο δὲ συνίσταται ἢ διὰ τηλεσκοπίου μεγέθυνσις παρατηρουμένου τινὸς ἀντικειμένου, οἷον πλανήτου.

**470. Τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων.** Ἡ διὰ τοῦ ἀστρονομικοῦ τηλεσκοπίου ἀνεστραμμένη ὄψις τῶν οὐρανίων σωμάτων οὐδὲως παραβλάπτει τὴν παρατήρησιν. Διὰ τὴν συνήθη ὁμῶς παρατήρησιν ἐπιγείων ἀντικειμένων δέον τὰ διὰ τῶν τηλεσκοπίων ὀρώμενα εἶδωλα νὰ εἶνε ἠνωρθωμένα καὶ οὐχὶ ἀνεστραμμένα ὡς ἐν ἐκείνοις. Πρὸς ἀνόρθωσιν δὲ τοῦ εἰδώλου παρεμβάλλεται μεταξὺ ἀποφθαλμίου καὶ προσοφθαλμίου φακοῦ σωλὴν ἐγκλείων δύο ἀμφικύρτους φακοὺς  $P$  καὶ  $K$  (σχ. 369). Τοῦ ἀντικειμένου ὄντος εἰς τὸ  $ΑΒ$ , σχηματίζεται τὸ κατ'

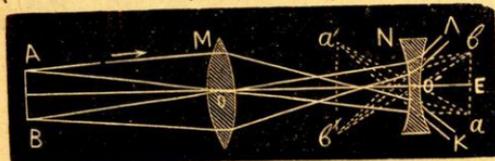


Σχ. 369.

ὑπόστασιν εἶδωλον αὐτοῦ ἀνεστραμμένον καὶ πολὺ μικρὸν εἰς τὸ  $αβ$ , τουτέστιν εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ  $P$ . Αἱ δ' ἀκτῖνες αἱ ἐκ τοῦ εἰδώλου τούτου ἐκπεμπόμεναι καὶ διὰ τοῦ φακοῦ  $P$  διερχόμεναι μεταβάλλονται εἰς δέσμας παραλλήλων ἀκτίνων, διότι πάντα τὰ σημεῖα τοῦ εἰδώλου  $αβ$  κείνται ἐπὶ κυρίων ἐστῶν διαφόρων δευτερευόντων ἀξόνων. Οὕτως αἱ ἐκ τοῦ σημείου  $β$  ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες μετὰ τὴν διόδον διὰ τοῦ φακοῦ  $P$  μεταβάλλονται εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ δευτερεύοντι ἄξονι  $βο$  τῷ διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχομένῳ, διότι τὸ σημεῖον  $β$  κείται ἐπὶ τῆς κυρίας ἐστίας αὐτοῦ τούτου τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος. Ὅμοίως αἱ ἐκ τοῦ σημείου  $α$  τοῦ εἰδώλου  $αβ$  ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες μεταβάλλονται εἰς ἀκτῖνας παραλλήλους τῷ δευτερεύοντι ἄξονι  $αο$ . Αἱ δέσμαι δ' αὗται διασταυρούμεναι κατὰ τὸ  $H$  προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ δευτέρου φακοῦ  $K$  καὶ συνέρχονται εἰς τὰς κυρίας ἐστίας τῶν δευτερευόντων ἀξόνων τῶν παραλλήλων πρὸς τὰς

δέσμας ταύτας. Οὕτως ἡ μὲν δέσμη τῶν παραλλήλων ἀκτίνων PH, ἡ προελθοῦσα ἀπὸ τοῦ σημείου β, ὡς προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ φακοῦ K παραλλήλως τῷ δευτερεύοντι ἄξονι ο'β' συνέρχεται εἰς τὸ σημεῖον β', κυρίαν ἐστὶν τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος, ἡ δὲ δέσμη ἡ ἐκ τοῦ σημείου α προελθοῦσα συνέρχεται εἰς τὸ σημεῖον α', κυρίαν ἐστὶν τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος ο'α'. Σχηματίζεται λοιπὸν κατὰ τὸ α'β' εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου AB ἠνωρθωμένον. Τὸ ὀρθὸν τοῦτο εἶδωλον σχηματιζόμενον μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ N καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας ὀρώμεν διὰ τοῦ φακοῦ τούτου ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου, οὕτω δ' ἐμφανίζεται κατὰ τὸ α'β' εἶδωλον κατ' ἔμφασιν καὶ ὀρθόν.

**471. Διόπτρα τοῦ Γαλιλαίου.** Τοῦ τηλεσκοπίου τούτου πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος (τῷ 1609) ἐποίησατο χρῆσιν διὰ τὰς ἀστρονομικὰς αὐτοῦ παρατηρήσεις. Συνίσταται δ' ἐκ δύο φακῶν, ἐνὸς ἀντοφθαλμίου συγκλίνοντος M



Σχ. 370.

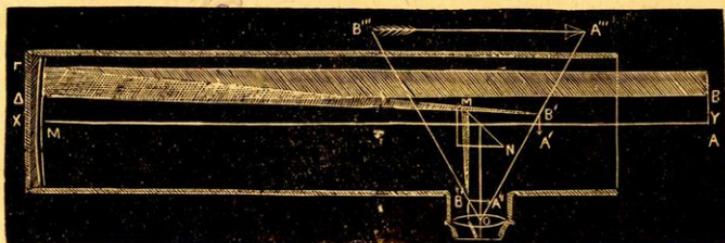
καὶ ἐνὸς προσοφθαλμίου ἀποκλίνοντος N (σχ. 370). Ὁ ἀντοφθάλμιος φακὸς ἤθελε σχηματίσει τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδω-

λον αβ ἀνεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ μακρὰν κειμένου ἀντικειμένου AB, ἂν δὲν ὑπῆρχεν ὁ ἀποκλίνων προσοφθάλμιος φακός. Ἄλλὰ πρὶν ἢ αἱ ἐκ τῶν σημείων A καὶ B ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες συνέλθωσιν εἰς τὰ σημεῖα α καὶ β, διερχόμεναι διὰ τοῦ φακοῦ N διαθλώνται καὶ ἀποκλίνουναι τῶν δευτερεύοντων ἄξωνων βΟ' καὶ αΟ', ὥστε ἐξεπέμποντο ἐκ τῶν σημείων α' καὶ β'. Οὕτω τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν δεχομένου τὰς ἐξιούσας καὶ ἀποκλινοῦσας ταύτας δέσμας, ὑπολαμβάνομεν ὅτι προέρχονται ἐκ τῶν σημείων α' καὶ β' καὶ οὕτω βλέπομεν τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον α'β' ὀρθόν.

**472. Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια.** Ἐν τοῖς κατοπτρικοῖς τηλεσκοπίοις ὁ τῶν διοπτρικῶν ἀντοφθάλμιος φακὸς ἀντικαθίσταται ὑπὸ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου, ἐφ' οὗ γίνεται ἀνάκλασις τοῦ φωτός καὶ διὰ τοῦτο τὰ τοιαῦτα καλοῦνται κατοπτρικὰ τηλεσκόπια.

Ἔστω AB (σχ. 371) ἀντικείμενον λίαν μακρυσμένον, ὡς ἀστὴρ, ΓΔ τὸ κοῖλον κάτοπτρον καὶ Α'Β' τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου ἀνεστραμμένον. Ὁ Herschel ἐν τῷ τηλεσκοπίῳ αὐτοῦ ἔκλινεν ὀλίγον τὸ κοῖλον κάτοπτρον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ

τηλεσκοπίου, ὥστε τὸ εἶδωλον τοῦ παρατηρουμένου ἀστέρος νὰ σχηματίζεται κατὰ τὸ χεῖλος τοῦ τηλεσκοπίου, εἰς οὗ τὸ βάθος ἔκειτο τὸ κάτοπτρον, καὶ παρατήρει τὸ εἶδωλον τοῦτο διὰ φακοῦ ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου. Ὁ Νεύτων ἔθετε κατὰ τὸ MN πρὸ τοῦ εἰδώλου



Σχ. 371.

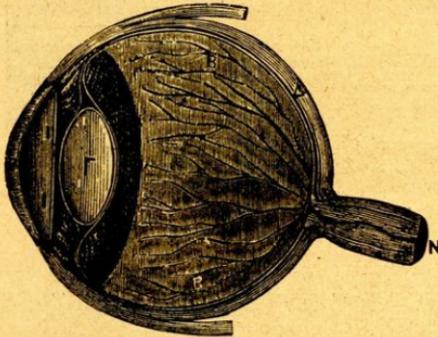
μικρὸν κάτοπτρον ἐπίπεδον κεκλιμένον ὑπὸ γωνίαν  $45^\circ$  πρὸς τὸν ἄξονα XY τοῦ τηλεσκοπίου, ἀπελάμβανε δ' οὕτω τὸ εἶδωλον  $A'B''$ , ὅπερ παρατήρει διὰ τοῦ προσοφθαλμίου φακοῦ O ὡς δι' ἀπλοῦ μικροσκοπίου καὶ ἔβλεπεν οὕτω τὸ κατ' ἔμφρασιν εἶδωλον  $A'''B'''$ . Ὁ Foucault ἐσχάτως ἐτελειοποίησε τὰ τηλεσκόπια ταῦτα ἐπινοήσας ὑάλινα κάτοπτρα, ἐπάργυρα, δι' ὧν αὐξάνεται ἡ ποσότης τοῦ ἀνακλωμένου φωτός καὶ κατ' ἀκολουθίαν καὶ ἡ λαμπρότης τοῦ εἰδώλου καὶ ἀντικαταστήσας τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον διὰ πρίσματος MN ὀλικῆς ἀνακλάσεως, ἐφ' οὗ ἀνακλωμένον τὸ εἶδωλον  $A'B'$  σχηματίζει τὸ κατ' ὑπότασιν εἶδωλον  $A'B'$  εἰς θέσιν συμμετρικὴν ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον MN· τὸ εἶδωλον τοῦτο  $A'B'$  ὄραται δι' ἀπλοῦ ἢ καὶ συνθέτου μικροσκοπίου, οὕτω δ' ἐμφανίζεται τὸ κατ' ἔμφρασιν εἶδωλον  $A'''B'''$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

### ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

473. Ὁ ὀφθαλμὸς εἶνε τὸ ὄργανον ἢ αἰσθητήριον τῆς ὁράσεως. Τὸ κύριον μέρος δ' αὐτοῦ εἶνε ὁ βολβός, ἔστι κεῖται ἐντὸς κοιλότητος τοῦ κρανίου καλουμένης κόγχης καὶ περιβάλλεται ἐξωτερικῶς ὑπὸ χιτῶνος ἰνώδους ΔΡΔ (σχ. 372), ὅστις πρὸς τὰ ὀπισθεν μὲν κατὰ τὸ ΔΔ εἶνε λευκός, στίλβων καὶ ἀδιαφανής, καλούμενος σκληρωτικός ἢ καὶ ἀπλῶς σκληρὸς χιτῶν, πρὸς τὰ ἔμπροσθεν δὲ κατὰ τὸ Ρ διαφανής καὶ μᾶλλον κυρτός, καλούμενος κερατοειδῆς χιτῶν. Ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ σκληρωτικοῦ χιτῶνος καλύπτεται ὑπὸ λεπτοῦ μέλανος ὑμένους, καλούμενου χοριοειδοῦς. Ἐπὶ δὲ τοῦ χοριοειδοῦς χιτῶνος ἐξαπλοῦνται αἱ ἴνες τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου N,

αίτινες ἀποτελοῦσι νεύρινον χιτῶνα κλυόμενον ἀμφιβληστροειδῆ, ὅστις προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μεταδιβάξει τὸν παραγόμενον ἐρεθισμόν διὰ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν ἐγκέφαλον. Ὁ χοριοειδὴς χιτῶν πρὸς τὰ ἔμπροσθεν σχηματίζει τὴν ἴριδα Π, ἥτοι δίσκον κυκλοτερεῆ ποικίλης διαχρώσεως, ὅστις ἐν τῷ μέσῳ φέρει κυκλικὴν ὀπὴν πρὸς διόδον τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, τὴν καλουμένην κόρην, ἥτις συστελλομένη καὶ διαστελλομένη κα-



Σχ. 372

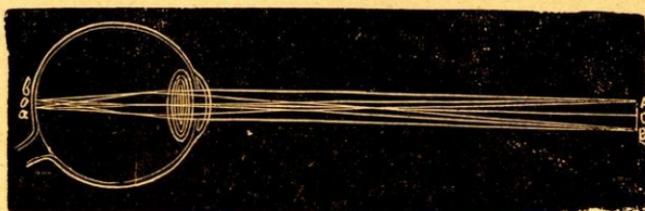
νονίζει τὴν ποσότητα τοῦ εἰσερχομένου φωτός. Ὅπισθεν δ' ἀκριβῶς τῆς ἴριδος ὑπάρχει φακὸς Γ ἀμφικυρτός διαφανὴς καὶ ἄχρους, κρυσταλλοειδῆς ἢ κρυσταλλώδης καλούμενος, ὅστις σύγκειται ἐκ πολλῶν στιβάδων, ὧν αἱ ἐνδότεραι εἶνε πυκνότεραι, συμπαγέστεραι καὶ θλαστικώτεραι τῶν ἐξωτερικῶν. Ὁ φακὸς οὗτος διαιρεῖ τὸν βολθὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ εἰς δύο χώρους, τὸν πρόσθιον, ὅστις εἶνε πε-

πληρωμένος τοῦ ὕδατοειδοῦς ὑγροῦ, καὶ τὸν ὀπίσθιον τὸν μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς, ὅστις κατέχων τὸ πλεῖστον μέρος τῆς κοιλότητος τοῦ βολθοῦ εἶνε πεπληρωμένος ὑγροῦ πηκτώδους, τοῦ καλουμένου ὑαλοειδοῦς, λαστικωτέρου τοῦ πρώτου.

Πάντα τὰ σημεῖα τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν εὐπάθειαν, τούτεστι δὲν ἐρεθίζονται ἐξ ἴσου ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων. Ἐπάρχει μάλιστα σημεῖον τοῦ χιτῶνος τούτου, εἰς ὃ οὐδὲλως αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες δύνανται νὰ ἐπιδράσωσιν. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλούμενον τυφλὸν σημεῖον κεῖται ἀκριβῶς εἰς τὴν εἰσόδον τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν βολθὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ. Εἰς μικρὰν δ' ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου ἀπόστασιν ὑπάρχει ἡ καλουμένη ὠχρὰ κηλίς, ἥτις οὔσα εὐπαθεστάτη ὑπὸ τοῦ φωτός παρέχει ἡμῖν μᾶλλον ἀντιληπτάς τὰς ἐπ' αὐτῆς παραγομένας φωτεινάς ἐντυπώσεις· ἐν τῷ μέσῳ τῆς ὠχρᾶς κηλίδος ὑπάρχει τὸ καλούμενον κεντρικὸν βόθριον, ὅπερ εἶνε ὁ τόπος τῆς ἐναργεστάτης δράσεως. Ἡ εὐθεῖα, ἡ ἐνοῦσα τὸ κεντρικὸν τοῦτο βόθριον μετὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ, καλεῖται ὀπτικὸς ἄξων. Ὅταν δὲ θέλωμεν νὰ ἴδωμεν ἐναργῶς καὶ σαφῶς φωτοβόλον σημεῖον, στρέφωμεν τὸν βολθὸν τοῦ ὀφθαλμοῦ οὕτως, ὥστε ὁ ὀπτικὸς οὗτος ἄξων προεκβαλλόμενος νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ σημείου τούτου.

**474. Πορεία τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων εἰς τὸν ὀφθαλμόν.** Ὁ ὀφθαλμὸς ὁμοιάζει πρὸς σκοτεινὸν θάλαμον φέροντα συγκεντρωτικὸν φακὸν (σχ. 364, § 463)· τούτεστιν ἡ μὲν κόρη τοῦ

ὄφθαλμοῦ παριστᾶ τὴν ὁπὴν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, δι' ἧς αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες εἰσέρχονται εἰς αὐτόν, ὁ δὲ κρυσταλλοειδῆς φακὸς τὸν συγκεντρωτικὸν φακὸν τοῦ θαλάμου, ὁ δὲ ἀμφιβληστροειδῆς χιτῶν τὴν ἀπέναντι τοῦ φακοῦ ἕδραν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, ἐφ' ἧς ἀπεικονίζονται τὰ εἶδωλα τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων μικρὰ καὶ ἀνεστραμμένα. Ὡς δὲ αἱ ἕδραι τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου εἶνε ἀδιαφανεῖς καὶ ἐσωτερικῶς μέλαινα, οὕτω καὶ ὁ ὄφθαλμὸς φέρει ἐσωτερικῶς τὸν χοριοειδῆ χιτῶνα, ἐφ' οὗ ἐξαπλοῦται τὸ ὀπτικὸν νεῦρον. Οὕτως ἐὰν φωτοβόλον ἀντικείμενον  $AB$  (σχ. 373) κεῖται ἐνώπιον τοῦ ὄφθαλμοῦ, ἐν

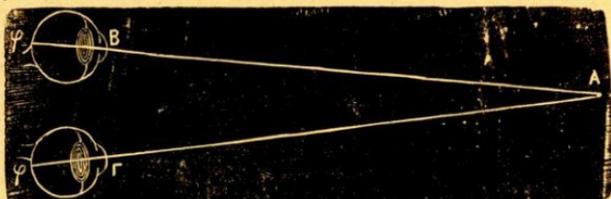


Σχ. 373.

τῶν σημείων τοῦ ἀντικειμένου π.χ. τὸ  $A$  ἐκπέμπει ἀκτῖνας, αἵτινες διερχόμεναι διὰ τοῦ κερατοειδοῦς χιτῶνος εἰσέρχονται εἰς τὸ ὑδατοειδῆς ὑγρὸν, ἔνθα ὑφίστανται πρῶτην τινὰ διάθλασιν. Ἐἶτα εἰσερχόμεναι διὰ τῆς κόρης τοῦ ὄφθαλμοῦ συναντῶσι τὸν κρυσταλλοειδῆ φακὸν καὶ ἐντὸς αὐτοῦ, ὄντος θλαστικώτερου, θλῶνται αἱ ἀκτῖνες πλησιάζουσαι πρὸς τὸν ὀπτικὸν ἄξονα  $Oo$  τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ καὶ εἶτα εἰσερχόμεναι εἰς τὸ ὑδατοειδῆς ὑγρὸν θλῶνται καὶ πάλιν πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ φακοῦ, διότι τὸ ὑγρὸν τοῦτο εἶνε ἥττον θλαστικόν, καὶ τέλος συνέρχονται εἰς τι σημεῖον  $a$  σχηματίζουσαι τὸ εἶδωλον τοῦ  $A$ . Ὡσαύτως αἱ ἐκ τοῦ  $B$  ἐκπορευόμεναι ἀκτῖνες σχηματίζουσιν εἰς τὸ  $b$  τὸ εἶδωλον αὐτοῦ, οὕτω δ' ἀπεικονίζεται τὸ εἶδωλον  $ab$  μικρὸν καὶ ἀνεστραμμένον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος· ἐὰν δ' ὁ ὄφθαλμὸς καταλλήλως προσαρμοσθῇ, αἱ καθ' ὑπόστασιν συζυγεῖς ἐστίαὶ τῶν σημείων  $A$  καὶ  $B$  κεῖνται ἐπ' αὐτοῦ τούτου τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος.

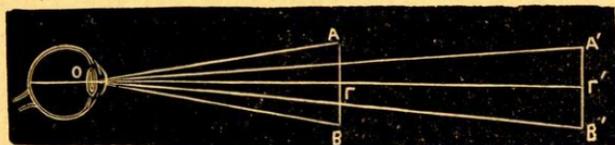
Εἴπομεν ὅτι ὀπτικὸς ἄξων καλεῖται ἡ εὐθεῖα ἢ ἐνοῦσα τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ κρυσταλλοειδοῦς μετὰ τοῦ κεντρικοῦ βοθρίου τῆς ὠχρᾶς κηλίδος. Ὄταν προσβλέπωμεν φωτοβόλον τι σημεῖον  $A$  (σχ. 374), οἱ βολβοὶ τῶν ὀφθαλμῶν ἡμῶν στρέφονται οὕτως, ὥστε οἱ ὀπτικοί

οὔτοι ἄξονες νὰ διέλθωσι διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου  $A$ , σχηματίζοντες γωνίαν  $BAΓ$ , καλουμένην γωνίαν τῶν ὀπτικῶν ἄξόνων καὶ τοσοῦτον ἐλαττωμένην, ὅσον τὸ φωτεινὸν σημεῖον  $A$  κεῖται ἀπωτέρω.



Σχ. 374.

Ὀπτικὴ γωνία ἢ φαινομένη διάμετρος ἀντικειμένου τινὸς καλεῖται ἡ γωνία  $AOB$  (σχ. 375) ἢ σχηματιζομένη ὑπὸ τῶν εὐθειῶν τῶν ἀγομένων ἀπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου τοῦ κρυσταλλοειδοῦς φακοῦ πρὸς τὰ πέρατα τοῦ ἀντικειμένου. Δι' ἀντικείμενα κείμενα εἰς τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν ἡ ὀπτικὴ γωνία αὐξάνεται αὐξανόμενου τοῦ μεγέθους αὐτῶν, ἀλλὰ διὰ τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον ἡ ὀπτικὴ γωνία ἐλαττοῦται αὐξανόμενης τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ, ὡς τοῦτο καταφαίνεται, ὅταν τὸ ἀντικείμενον  $AB$  μετατεθῆ εἰς τὴν θέσιν  $A'B'$ , ὁπότε ἡ ὀπτικὴ γωνία



Σχ. 375.

$AOB$  γίνεται  $A'OB'$ , ἧτοι ἐλαττοῦται. Ἔνεκα τούτου ἀντικείμενόν τι φαίνεται σμικρυνόμενον, ὅταν ἀπομακρυνῆται ἀφ' ἡμῶν, διότι ἡ ὀπτικὴ γωνία ἐλαττοῦται, τὸ δὲ μέγεθος τοῦ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἀπεικονιζομένου εἰδώλου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς ὀπτικῆς ταύτης γωνίας.

475. **Ἐκτίμησις τῆς ἀποστάσεως καὶ τοῦ μεγέθους τῶν ἀντικειμένων.** Γνωρίζοντες τὴν ἀπόστασιν ἀντικειμένου τινὸς ἐκτιμῶμεν τὸ μέγεθος αὐτοῦ διὰ τῆς φαινομένης διαμέτρου αὐτοῦ· γνωρίζοντες δὲ τὸ μέγεθος ἀντικειμένου ἐκτιμῶμεν τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ διὰ τῆς αὐτῆς ὀπτικῆς γωνίας. Οὕτω βλέποντες ἀπὸ τῆς παραλίας πλοῖον εὐρισκόμενον εἰς γνωστὴν ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν ἐκτιμῶμεν τὸ μέγεθος αὐτοῦ ἐκ τῆς ὀπτικῆς γωνίας, ὡσαύτως γνωρίζον-

τες ἐκ πείρας τὸ ἀνάστημα ἀνδρὸς ἐκτιμῶμεν τὴν ἀπόστασιν, εἰς ἣν εὐρίσκεται ἀφ' ἡμῶν, ἐκ τῆς αὐτῆς γωνίας. Ὁ ἥλιος καὶ ἡ σελήνη φαίνονται ἡμῖν ἰσομεγέθη, διότι βλέπομεν αὐτὰ ὑπὸ τὴν αὐτὴν ὀπτικήν γωνίαν καὶ σφαλλόμενοι νομίζομεν ὅτι ἀμρότερα τὰ οὐράνια ταῦτα σώματα κεῖνται εἰς ἴσην ἀφ' ἡμῶν ἀπόστασιν.

Εἰς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως συντελεῖ ὡσαύτως καὶ ἡ γωνία ΒΑΓ (σχ. 374) τῶν ὀπτικῶν ἄξόνων, διότι ἡ γωνία αὕτη αὐξάνεται, ὡς εἶπομεν, ὅταν τὸ σημεῖον ἐφ' οὗ προσβλέπομεν πλησιάζῃ, τούναντιον δὲ γίνεται ἔξυτέρα, ἐφ' ὅσον τοῦτο ἀπομακρύνεται, καὶ διὰ τὰ λίαν μεμακρυσμένα σημεῖα οἱ ἄξονες γίνονται σχεδὸν παράλληλοι. Ἔνεκα δὲ τούτου διὰ τῶν δύο ὀφθαλμῶν κρίνομεν ἀσφαλέστερον περὶ τῆς ἀποστάσεως ἀντικειμένου ἢ δι' ἑνὸς καὶ μόνου ὀφθαλμοῦ.

Πρὸς ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως ἀγνώστων ἡμῖν τὸ μέγεθος ἀντικειμένων συντελοῦσι καὶ τὰ παρακείμενα σώματα, ὧν γνωρίζομεν τὸ μέγεθος, οἷον ὅταν πλησίον μεμακρυσμένου ἀντικειμένου ἴσταται ἀνὴρ. Συντελεῖ ὡσαύτως εἰς τὴν ἐκτίμησιν τῆς ἀποστάσεως καὶ ἡ εὐκρίνεια τῶν εἰδώλων, ἅτινα, αὐξανομένης τῆς ἀποστάσεως, ἀμαυροῦνται ἔνεκα τῆς ἐξασθενήσεως τοῦ φωτὸς διερχομένου διὰ παχύτερου στρώματος ἀέρος. Διὰ τοῦτο ὅταν ὁ ἀνὴρ εἶνε διαφανέστατος, τὰ περίξ ἡμῶν ὄρη φαίνονται ἡμῖν πλησιέστερα.

**476. Διόφθαλμος ὄρασις.** Καίπερ ἔχοντες δύο ὀφθαλμούς, ἐν ἑκατέρῳ τῶν ὁποίων σχηματίζεται τὸ εἶδωλον φωτοβόλου ἀντικειμένου, βλέπομεν ἐν μόνον ἀντικείμενον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγοῦσι παραδεχόμενοι ὅτι τὰ εἶδωλα εἰκονίζονται ἐπὶ σημείων φ, φ, ἀκριβῶς συστοίχων τῶν δύο ἀμφιβληστροειδῶν χιτώνων (σχ. 374). Οὕτως ὅταν διὰ τῶν ὀφθαλμῶν προσβλέπωμεν τὸ αὐτὸ σημεῖον Α, στρέφομεν τοιουτοτρόπως τοὺς ὀπτικούς ἄξονας αὐτῶν, ὥστε τὰ εἶδωλα νὰ σχηματισθῶσιν εἰς σημεῖα σύστοιχα, ἅτινα μεταθιβάξουσιν εἰς τὸν ἐγκέφαλον μίαν καὶ μόνην ἐντύπωσιν. Ὅτι δὲ τοῦτο ἀληθεύει, ἀποδεικνύεται καὶ ἐκ τούτου ὅτι, ἂν πιέσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸν ἕτερον τῶν ὀφθαλμῶν, τότε τὰ εἶδωλα σχηματίζονται εἰς σημεῖα μὴ σύστοιχα καὶ ἀντὶ ἀπλῶν βλέπομεν διπλᾶ τὰ ἀντικείμενα.

**477. Ἀντίληψις τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων.** Γνωστὸν ὅτι τὰ στερεὰ σώματα ἔχουσιν οὐ μόνον ὕψος καὶ πλάτος, ἀλλὰ καὶ μήκος ἢ βάθος· ἡ δὲ ἀντίληψις τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων δύναται νὰ γίνῃ μόνον διὰ τῆς διορθήσεως ὁρά-

σεως· καὶ ἀντιλαμβανόμεθα μὲν τῶν τριῶν διαστάσεων τῶν σωμάτων καὶ διὰ τῆς μονοφθάλμου ὀράσεως, ἀλλὰ τοῦτο προέρχεται ἰδίᾳ ἐκ τῆς κτηθείσης συνηθείας. Ἀποδεικνύεται δὲ πειραματικῶς ὅτι ἡ διόφθαλμος ὄρασις συντελεῖ εἰς τὴν ἀντίληψιν τῆς κατὰ βάθος ἐκτάσεως τῶν σωμάτων ὡς ἑξῆς. Ἐὰν παρατηρήσωμεν τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον διαδοχικῶς δι' ἑκατέρου τῶν ὀφθαλμῶν, αἱ εἰκόνες αἱ ἐπὶ τῶν δύο ἀμφιβληστροειδῶν χιτώνων σχηματίζονται εἶνε ἀνόμοιοι καὶ μὴ γεωμετρικῶς ἐφαρμοσίμοι. Οὕτως ὀρθὴ βασιεξάγωγος πυραμὶς (σχ. 376)



Σχ. 376.

ἄνωθεν ὀρωμένη εἰς μὲν τὸν ἀριστερὸν ὀφθαλμὸν παρέχει τὴν ὄψιν Α, εἰς δὲ τὸν δεξιὸν τὴν ὄψιν Β, εἰς ἀμφοτέρους δὲ ταυτοχρόνως τὴν ὄψιν Γ. Ἡ συγχώνευσις δὲ τῶν δύο εἰκόνων παρέχει ἡμῖν τὴν ἀντίληψιν τῶν τριῶν διαστάσεων τῆς πυραμίδος. Τοῦτο δ' ἀπέδειξεν ὁ Wheatstone δι' ὄργανου, ὅπερ ἐκάλεσε *στερεοσκόπιον*.

478. **Στερεοσκόπιον.** Τὸ ὄργανον τοῦτο, ὅπερ ἐπὶ τὸ τελειότερον διεσκεύασεν ὁ Brewster, σύγκειται ἐκ



Σχ. 377.

τινος κιβωτίου ὑποδιηρημένου εἰς δύο μέρη, εἰς ἑκάτερον τῶν ὁποίων τίθεται ἡ εἰκὼν ἀντικειμένου τινός, ἀλλ' εἰς τὸ Α (σχ. 377) ὡς ὄραται διὰ τοῦ ἑνὸς ὀφθαλμοῦ, καὶ εἰς τὸ Β ὡς ὄραται διὰ τοῦ ἑτέρου. Τὰς εἰκόνας ταύτας ὀρωμεν διὰ δύο πρισματικῶν φακῶν  $\mu$  καὶ  $\nu$ , τουτέστι διὰ δύο πρισμάτων, ὧν αἱ ἕδραι εἶνε ὀλίγον κυρταί. Οἱ δύο οὔτοι πρισματικοὶ φακοί, χρησιμεύοντες ὡς προσοφθαλμοὶ φακοὶ εἰς τοὺς δύο ὀφθαλμούς, ἐκτρέπουσι τὰς ἐκ τῶν σημείων Α καὶ Β ἐκπορευομένας ἀκτῖνας πρὸς τὰ ἐκτός· αὗται δὲ εἰσερχόμεναι εἰς τὸν ὀφθαλμὸν καὶ προεκβαλλόμεναι συναντῶνται εἰς τὸ

Γ καὶ οὕτως ἐνούονται εἰς μίαν ἀντίληψιν Γ αἱ δύο διάφοροι εἰκόνες

Α καὶ Β. Τὸ φακοειδὲς τῶν δύο πρισμμάτων ἐπιφέρει τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου, οὕτω δ' ἢ ἐκ τῆς συγχωνεύσεως τῶν δύο εἰκόνων Α καὶ Β προελθοῦσα εἰκὼν Γ ταυτοχρόνως μεγεθύνεται.

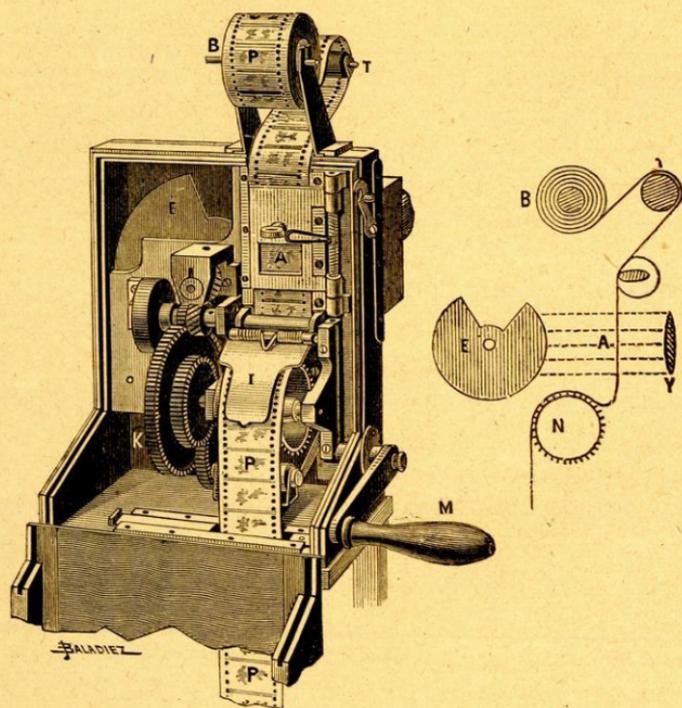
**479. Διάρκεια τῆς ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐντυπώσεως ἢ μεταίσθημα.** Ἐὰν στρέψωμεν ταχέως διάπυρον σῶμα, τοῦτο φαίνεται ὡς συνεχῆς φωτοβόλος ταινία κυκλωτερῆς. Αἱ πίπτουσαι σταγόνες τῆς βροχῆς φαίνονται ὡς σειρά ὑδατίνων νημάτων. Τροχὸς ἀκτινοφόρος ταχέως στρεφόμενος φαίνεται ὡς συνεχῆς δίσκος. Χορδὴ παλλομένη λαμβάνει σχῆμα ἀτρακτοειδὲς (σχ. 283 § 354). Ὁ δίσκος τοῦ Νεύτωνος, ὁ φέρων τὰ ἐπτὰ χρώματα, ταχέως στρεφόμενος (σχ. 360 § 455) φαίνεται λευκός. Ἐὰν ὅμως τὸν ταχέως ἐν τῷ σκότει στρεφόμενον τροχὸν ἢ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος φωτίσῃ ἀκαριαῖον φῶς, οἷον τὸ τῆς ἀστραπῆς ἢ τὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος, τότε ὁ μὲν τροχὸς φαίνεται ἀκίνητων, εἰς δὲ τὸν δίσκον τοῦ Νεύτωνος διακρίνομεν τὰ διάφορα χρώματα αὐτοῦ. Τὰ διάφορα ταῦτα φαινόμενα ἀποδεικνύουσιν ὅτι ἢ ἐπὶ τινος χώρος τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς φωτεινὴ ἐντύπωσις διατηρεῖται ἐπὶ τινὰ βραχύτατον χρόνον, ἐν ᾧ τὸ ἀντικείμενον, ὅπερ παρήγαγε ταύτην, ἐξηφανίσθη ἢ ἐξετοπίσθη. Ἡ διάρκεια τῆς ἐντυπώσεως εἶνε διάφορος, ἐξαρτᾶται δ' ἐκ τῆς εὐαισθησίας τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου καὶ ἐκ τῆς λαμπρότητος τοῦ φωτός, ἀνερχομένη εἰς  $\frac{1}{30}$  ἢ  $\frac{1}{20}$  δευτερολέπτου περίπου.

**480. Κινηματοσκόπιον.** Τὸ κινηματοσκόπιον εἶνε συσκευή, δι' ἧς προβάλλονται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος φωτογραφικαὶ εἰκόνες εἰλημμένοι ἐκ τοῦ φυσικοῦ ἀντικειμένων ἐν κινήσει εὐρισκομένων καὶ ἐν κινήσει ἀπεικονιζομένων.

Ἡ ἀρχή, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ κινηματοσκόπιον, εἶνε ἡ ἐξῆς. Ὅταν προσβλέπωμεν πεφωτισμένον τι ἀντικείμενον, ἢ ἐπὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν φωτεινὴ ἐντύπωσις διατηρεῖται ἐπὶ τινὰ χρόνον, ἐν ᾧ ἢ ἡ φωτεινὴ πηγὴ, ἣτις ἐφώτιζε τὸ ἀντικείμενον, ἐξέλιπε καὶ τοῦτο εὐρίσκειται ἐν τῷ σκότει. Ἡ διάρκεια αὕτη τοῦ ὀπτικοῦ αἰσθήματος ἀνέρχεται ὡς εἴπομεν εἰς  $\frac{1}{30}$  τοῦ δευτερολέπτου περίπου. Ἐὰν ἐπομένως φωτίζωμεν *περιοδικῶς* ἐν ἀντικείμενον κατὰ χρονικὰ διαλείμματα μικρότερα τοῦ  $\frac{1}{30}$  τοῦ δευτερολέπτου, ἡμεῖς θὰ ὑπολάβωμεν ὅτι τὸ ἀντικείμενον φωτίζεται *διαρκῶς*. Ἐὰν δὲ κατὰ τὰς διαδοχικὰς ἐκλείψεις, κατὰ τὰς χρονικὰς δηλονότι στιγμὰς καθ' ἃς τὸ ἀντικείμενον δὲν φω-

τίζεται, μεταθέτουμεν αὐτὸ κατ' ἐλάχιστον, θὰ ἔχωμεν τὴν ἐντύπω-  
σιν ἀντικειμένου κινουμένου συνεχῶς.

Φαντασθῶμεν νῦν σειρὰν φωτογραφικῶν εἰκόνων εἰλημμένων ἐκ τοῦ  
φυσικοῦ κατὰ χρονικὰ διαλείμματα ἐλάχιστα, οἷον δύο παλαιστῶν ἐν  
πάλλῃ διατελούντων. Ἐὰν προβάλωμεν τὰς εἰκόνας ταύτας διαδοχι-  
κῶς ἐπὶ πετάσματος, τοῦ φωτισμοῦ ἐκλείποντος κατὰ τὸν χρόνον τῆς  
ἀντικαταστάσεως τῆς μιᾶς εἰκόνης διὰ τῆς ἐπομένης, καὶ τοῦ χρόνου



Σχ. 378.

τούτου τῆς ἀντικαταστάσεως ὄντος ἐλάσσονος τοῦ  $\frac{1}{30}$  τοῦ δευτερολέ-  
πτου, θὰ βλέπωμεν τοὺς παλαιστάς ἐν πάλλῃ ὡς βλέπομεν αὐτοὺς καὶ  
ἐν τῇ πραγματικότητι.

Ὡστε πᾶσα ἡ ἐργασία πρὸς προβολὴν ἀντικειμένων ἐν κινήσει  
συνίσταται εἰς τὴν ταχίστην διαδοχικῶς ἀλλαγὴν τῶν εἰκόνων καὶ ἔκ-  
λειψιν τοῦ φωτός κατὰ τὸν χρόνον τοῦτον τῆς ἀλλαγῆς. Τοῦτο δὲ  
κατορθοῦται ὡς ἐξῆς.

Ἐπιμήκης ταινία (18—20 μέτ.) ἐκ κυτταριναιοειδοῦς (Celluloïd) διαφανῆς καὶ εὐκαμπτος, ἐφ' ἧς ἐγένοντο αἱ διαδοχικαὶ φωτογραφίαι (800—1000) ἀντικειμένων ἐν κινήσει εὐρισκομένων, διέρχεται κατὰ διαλείμματα πρὸ μικρᾶς θυρίδος, ἧτις μένει κεκλεισμένη ἐφ' ὅσον ἡ ταινία εὐρίσκεται ἐν κινήσει, ἀνοίγεται δὲ πρὸς στιγμὴν, ὅταν ἡ εἰκὼν παραμένῃ ἀκίνητος. Ὁ μηχανισμὸς, δι' οὗ τοῦτο κατορθοῦται, παρίσταται διὰ τοῦ σχήματος 378. Ἡ ταινία P P' περιτετυλιγμένη ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου B κατέρχεται διερχομένη πρὸ τῆς θυρίδος A καὶ διὰ τοῦ ἐλατηρίου I πιέζεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας κυλίνδρου N στρεφομένου διὰ τοῦ στροφάλου M. Ὁ κύλινδρος οὗτος φέρει ἐκατέρωθεν ἐπὶ τῆς κυρτῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας ὀδόντας, ὅτινες εἰσέρχονται εἰς ὅπας ἀνεωγμένας ἐκατέρωθεν ἐπὶ τῆς ταινίας, οὕτω δὲ στρεφομένου τοῦ κυλίνδρου διὰ τοῦ στροφάλου M ἡ ταινία παρασύρεται κατερχομένη. Ὁ ἄξων τοῦ στρεφομένου κυλίνδρου φέρει ὀδόντωτους τροχοὺς K, δι' ὧν ἀφ' ἐνὸς μὲν στρέφεται ἕκκεντρον παρέχον εἰς τὴν ταινίαν κίνησιν κατὰ διαλείμματα, ἀφ' ἑτέρου δὲ δίσκος κυκλικὸς χάρτινος E, ἐκ τοῦ ὁποίου ἐλλεῖπει εἰς κυκλικὸς τομεύς. Ὁ δίσκος οὗτος διερχόμενος πρὸ τῆς εἰκόνης παρουσιάζει τὸ μὲν πλήρες αὐτοῦ μέρος ἐμποδιζὼν τὴν διόδον τοῦ φωτός, ὅταν ἡ ταινία εὐρίσκηται ἐν κινήσει, τὸ δὲ ἐλλεῖπον αὐτοῦ μέρος, ὅταν ἡ ταινία πρὸς στιγμὴν μὲν ἀκίνητος, ὅτε τὸ φῶς A τοῦ λύχνου δύναται νὰ διέλθῃ καὶ ἡ εἰκὼν προβάλλεται ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος διὰ τοῦ φακοῦ Γ' τοῦ κειμένου εἰς τὸ ὕψος τῆς θυρίδος A καὶ πρὸς τὴν ἐτέραν ἐπιφάνειαν τῆς ταινίας P.

**481. Περιλαμψις ἢ αἴγλη (irradiation).** Ὁ ἐρεθισμὸς, ὅστις ἐπέρχεται εἰς ὠρισμένην χώραν τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ὑπὸ φωτοβόλου σώματος, ἐξαπλοῦται καὶ ἐπεκτείνεται ἐπὶ μείζονος χώρας καὶ οὕτω τὸ φωτοβόλον σῶμα φαίνεται κατὰ τι μείζον τοῦ ἀληθοῦς. Οὕτως ἂν ἐπὶ λευκοῦ μὲν χάρτου κατασκευάσωμεν μέλαν τετράγωνον, ἐπὶ μέλανος δὲ χάρτου ἰσομέγεθες λευκὸν, τὸ δεῦτερον τοῦτο τετράγωνον φαίνεται μείζον τοῦ πρώτου. Τὸ φαινόμενον τοῦτο καλεῖται *περιλαμψις ἢ αἴγλη*. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τὸ πεφωτισμένον μέρος τῆς σελήνης φαίνεται ἐξέχον τοῦ λοιποῦ δίσκου αὐτῆς. Τὸ φαινόμενον τοῦτο τῆς ἐξαπλώσεως τοῦ ἐρεθισμοῦ εἶνε τοσοῦτον ἰσχυρότερον, ὅσαυ τὸ φωτοβόλον σῶμα ἔχει μείζονα λαμπρότητα.

**482. Φυσιολογικὰ ἢ ἐξ ὑποκειμένου ὀπτικὰ φαινόμενα.** Ἐὰν προσβλέψαντες ἰσχυρὸν φῶς, οἷον τὸ ἠλεκτρικὸν ἢ τὸ

ήλιακόν, κλείσωμεν εἴτα τὰ βλέφαρα ἢ ἀτενίσωμεν εἰς σκοτεινόν μέρος, βλέπομεν φωτεινά εἰδῶλα διὰ τοῦτο, ὅτι ὁ ἐρεθισμός ἐπὶ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου δὲν ἐκλείπει ἀμέσως, ἀλλὰ διαρκεῖ εἰσέτι ἐπὶ χρόνον τοσοῦτον μείζονα, ὅσῳ ἢ ἐντύπωσις ἦν διαρκεστέρα καὶ ἰσχυροτέρα καὶ μάλιστα ἂν πρὸ τοῦ λαμπροῦ αἰσθήματος ὁ ὀφθαλμὸς διετέλει εἰς σκότος. Ἐὰν ὡσαύτως προσβλέψωμεν ἐπὶ τινα χρόνον πρὸς ἰσχυρῶς φωτοβολοῦν σῶμα, οἷον τὸν ἥλιον, στρέψωμεν εἴτα τὸ βλέμμα πρὸς λευκὸν πετάσμα, βλέπομεν ἐπ' αὐτοῦ καίπερ φωτιζομένου μέλαν εἰδῶλον. Τοῦτο ἐξηγοῦσι παραδεχόμενοι ὅτι τὸ μέρος τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου, ὅπερ ἐδέχθη τὸν ἐρεθισμὸν ἀπὸ τοῦ φωτοβόλου σώματος, ἀμβλύνεται καὶ καθίσταται ἥττον εὐπαθὲς ἐπὶ τινα χρόνον. Ὅμοιως ἐξηγεῖται καὶ τὸ φαινόμενον τὸ καλούμενον *ὑποκειμενικὴ χρωμάτωσις*, καθ' ὃ, ὅταν προσβλέπωμεν ἐρυθρὸν π. χ. φωτοβόλον σῶμα, βλέπομεν εἴτα ἐπὶ λευκοῦ πετάσματος εἰδῶλον πρασίνου χρώματος, τὸ ὅποῖον ὡς γνωστὸν εἶνε τὸ συμπληρωτικὸν τοῦ ἐρυθροῦ. Συμβαίνει δηλ. καὶ ἐνταῦθα ἀμβλυνσις τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου ὡς πρὸς τὰς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας· ὅταν δὲ προσβλέπωμεν ἐπὶ τοῦ λευκοῦ πετάσματος, τοῦτο ἐκπέμπει εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν πάσας τὰς ἀπλᾶς ἀκτῖνας, ἐξ ὧν ὅμως αἱ ἐρυθραὶ δὲν δύνανται νὰ ἐρεθίσωσι τὸ ὀπτικὸν νεῦρον, αἱ δὲ λοιπαὶ ὁμοῦ ἐρεθίζουσιν αὐτὸ ἀποτελοῦσαι πράσινον χρῶμα.

**483. Ἐμμέτρωψ. μύωψ. πρεσβύωψ.** Καλεῖται *ἐμμέτρωψ* ὁ ἔχων εὐ πεφυκότας ὀφθαλμούς, τουτέστι κανονικὴν τὴν ὄρασιν. Ὁ ὀφθαλμὸς δηλονότι τοῦ ἐμμέτρωπος εἶνε τοιοῦτος, ὥστε δύναται νὰ σχηματίσῃ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος τὰς εἰκόνας ἀντικειμένων κειμένων μεταξὺ τοῦ ἀπείρου καὶ ἀποστάσεως 10 περίπου ὕψεκ. ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ. Ὁ δὲ μύωψ ἔχει τοιοῦτον ὀφθαλμόν, ὥστε δύναται νὰ ἴδῃ εὐκρινῶς μόνον τὰ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν κείμενα ἀντικείμενα. Πρεσβύωψ δὲ καλεῖται ὁ δυνάμενος μὲν νὰ ἴδῃ εὐκρινῶς ἀντικείμενα κείμενα εἰς μεγάλην ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπόστασιν, ἀλλ' οὐχὶ καὶ τὰ εἰς ἀπόστασιν ἐλάσσονα τοῦ ἐνός ἢ καὶ ἡμίσεος μέτρου ἀπ' αὐτοῦ.

Καὶ ἡ μὲν ἐμμετρωπία ἔχει τὰς ιδιότητας ταύτας, διότι εἰς τὸν τοῦ ἐμμέτρωπος ὀφθαλμὸν ὁ κρυσταλλοειδῆς φακὸς δύναται νὰ λαμβάνῃ μείζονα ἢ ἐλάσσονα κυρτότητα, δι' ἧς δύναται νὰ σχηματίσῃ πάντοτε ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος τὰ εἰδῶλα καὶ τῶν πόρρω καὶ τῶν ἐγγὺς ἀντικειμένων. Διότι τὸ εἰδῶλον ἀντικειμένου τιθεμένου

ένώπιον φακού κατά πρώτον μὲν κυρτοτέρου, εἶτα δ' ἤττον κυρτοῦ, δύναται νὰ σχηματισθῆ καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις εἰς τὴν αὐτὴν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν, ἂν εἰς μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν τὸ ἀντικείμενον τεθῆ πλησιέστερον τῷ κυρτοτέρῳ φακῷ, εἰς δὲ τὴν δευτέραν ἀπωτέρω τοῦ ἤττον κυρτοῦ φακοῦ. Ἐπειδὴ δὲ τὴν αὐτὴν ἐλάσσονα κυρτότητα δύναται νὰ λάβῃ καὶ ὁ κρυσταλλοειδῆς φακὸς τοῦ πρεσβύωπος, οὐχὶ ὅμως καὶ τὴν αὐτὴν μείζονα, ὁ πρεσβύωψ δὲν δύναται νὰ ἴδῃ ὡς ὁ ἐμμέτρωψ καὶ τὰ εἰς πολὺ μικρὰν ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπόστασιν κείμενα σώματα, οἷον εἰς 10 ὑφεκ. Ἡ δὲ μυωπία ὀφείλεται εἰς τὸ ἐπίμηκες τοῦ βολβοῦ τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἔνεκα τοῦ ὁποῖου τῶν μὲν πόρρω ἀντικειμένων τὰ εἰδῶλα σχηματίζονται πρὸ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἐν τῷ ὀφθαλμῷ τοῦ μύωπος, μόνον δὲ τῶν ἐγγυτάτων τῷ ὀφθαλμῷ ἀντικειμένων τὰ εἰδῶλα σχηματίζονται εὐκρινῶς ἐπ' αὐτοῦ. Μεταχειρίζονται δὲ καὶ ὁ μύωψ καὶ ὁ πρεσβύωψ διοπτῆρας, ὅπως δυνηθῶσι νὰ σχηματίσωσιν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἴσχιτων εὐκρινῆ εἰδῶλα ἀντικειμένων κειμένων εἰς ἀπόστασιν 30 περίπου ὑφεκ. ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἥτις εἶνε ἡ συνήθης κανονικὴ ἀπόστασις, εἰς ἣν ἀναγινώσκομεν ἢ γράφομεν. Ἄλλ' ὁ μὲν μύωψ φέρει διοπτῆρας μετὰ φακῶν ἀποκεντρωτικῶν (ἀμφικόιλων), ὁ δὲ πρεσβύωψ μετὰ φακῶν συγκεντρωτικῶν (ἀμφικύρτων).

484. Ἡ συγκεντρωτικὴ ἢ ἀποκεντρωτικὴ δύναμις τῶν φακῶν εἰς τοὺς διοπτῆρας μετρεῖται διὰ μονάδος, ἥτις καλεῖται διοπτηρία (dioptrie). Φακὸς, τοῦ ὁποῖου ἡ κύρια ἔστιακὴ ἀπόστασις εἶνε ἴση πρὸς ἓν μέτρον, ἔχει δύναμιν μιᾶς διοπτηρίας. Ἐν γένει δὲ εὐρίσκομεν τὴν δύναμιν Δ φακοῦ εἰς διοπτηρίας διαιροῦντες τὴν μονάδα διὰ τῆς κυρίας ἔστιακῆς ἀποστάσεως E ἐκπεφρασμένης εἰς μέτρα, ἥτοι  $\Delta = \frac{1}{E}$ . Οὕτω φακοῖ, ὧν αἱ κύριαι ἔστιακαὶ ἀποστάσεις εἶνε 0,ᾠ·50, 0,ᾠ·25, 0,ᾠ·20 ἔχουσι δύναμιν 2, 4, 5 διοπτηριῶν.

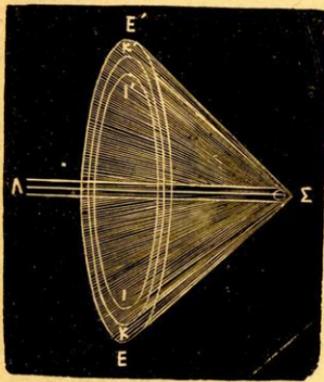
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'.

### ΦΩΤΕΙΝΑ ΜΕΤΕΩΡΑ.

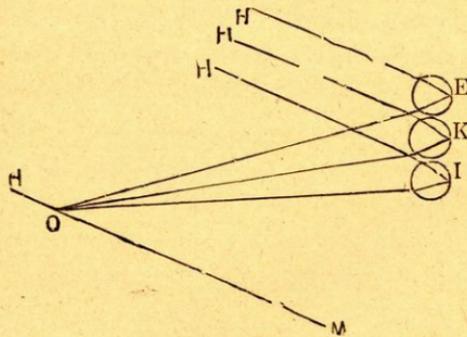
485. Οὐράνιον τόξον ἢ Ἴρις. Τὸ μετέωρον τοῦτο προερχόμενον ἔκ τε τῆς ἀνακλάσεως καὶ διαθλάσεως τοῦ φωτὸς ἐντὸς μικρῶν ὑδατίνων σταγονιδίων, ἐξ ὧν ἀποτελοῦνται τὰ νέφη, ἀποτελεῖται—

νιοειδῆς τόξον φαινομένης ἀκτίνος  $40^\circ$  ἕως  $42^\circ$  κεχρωματισμένον διὰ τῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, τοῦ ἐρυθροῦ μὲν κειμένου πρὸς τὰ ἔξω, τοῦ ἰσοειδοῦς δὲ πρὸς τὰ ἔσω. Τὸ οὐράνιον τόξον ἐμφανίζεται εἰς πάντα παρατηρητὴν ἰστάμενον μεταξύ νέφους μεταβαλλομένου εἰς βροχὴν καὶ τοῦ ἡλίου, ἀλλὰ πρέπει ὁ μὲν παρατηρητὴς νὰ στρέφῃ τὰ νῶτα πρὸς τὸν ἥλιον, τὸ δὲ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ὕψος τοῦ ἡλίου φωτίζοντος τὸ νέφος νὰ μὴ ὑπερβαίνει τὰς 40 μοίρας. Ἐπειδὴ δὲ τὸ κέντρον τοῦ οὐρανοῦ τόξου κεῖται πάντοτε ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς εὐθείας τῆς ἐνοῦσης τὸ κέντρον τοῦ ἡλίου μετὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ, ἔπεται ὅτι τὸ τόξον τοῦτο εἶνε τοσοῦτω μεγαλύτερον, ὅσῳ ὁ ἥλιος κεῖται πλησιέστερον τῷ ὀρίζοντι καὶ γίνεται ἴσον πρὸς ἡμιπεριφέρειαν, ὅταν οὗτος εὐρίσκηται εἰς τὸν ὀρίζοντα.

Αἱ παράλληλοι ἡλιακαὶ ἀκτίνες  $\Lambda$  (σχ. 379) προσπίπτουσαι ἐπὶ



Σχ. 379.



Σχ. 380.

τῆς ὑδατίνης σταγόνας  $\Sigma$  διαθλώμεναι, ἀνακλώμεναι ἄπαξ καὶ πάλιν διαθλώμεναι, ἐξέρχονται ἐκ τῆς σταγόνας μεταβαλλόμεναι εἰς ἑπτὰ κῶνους πλήρεις κεχρωματισμένων ἀκτίνων, ὧν ὁ ἐξώτερος  $E'\Sigma E$  ἔχων γωνίαν κορυφῆς  $\Lambda\Sigma E$  ἴσην πρὸς  $42^\circ$  καὶ περιλαμβάνων πάντας τοὺς λοιποὺς ἀποτελεῖται ἐξ ἐρυθρῶν ἀκτίνων, ὁ δὲ ἐσώτερος  $\Gamma'\Sigma I$  ὁ ἐντὸς πάντων τῶν λοιπῶν κείμενος καὶ ἔχων γωνίαν κορυφῆς ἴσην πρὸς  $40^\circ$  ἀποτελεῖται ἐξ ἰσοειδῶν ἀκτίνων. Οἱ κῶνοι τῶν ἄλλων χρωμάτων, οἷον ὁ τοῦ κιτρίνου  $K'\Sigma K$ , κεῖνται ἐντὸς τοῦ ἐρυθροῦ κῶνου καὶ περιβάλλουσι τὸν ἰσοειδῆ. Αἱ δὲ κατὰ τὰς γενετείρας τῶν κῶνων τούτων βαίνουσαι κεχρωματισμέναι ἀκτίνες οὔσαι πολυπληθέστεραι, ἤτοι πυκνότεραι, καλοῦνται ἐνεργοὶ τῆς ἰριδος ἀκτίνες. Ἐστω  $O$  (σχ. 380) ὁ

ὄφθαλμός τοῦ παρατηρητοῦ,  $HOM$  ἢ διεύθυνσις τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ  $EKI$  σειρά σταγόνων κειμένων ἐν τῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ τῷ διερχομένῳ διὰ τῆς εὐθείας  $HOM$ . Ὁ ὄφθαλμός  $O$  τοῦ παρατηρητοῦ δέχεται κατὰ μὲν τὴν διεύθυνσιν  $EO$  ἐνεργοῦς ἐρυθρὰς ἀκτῖνας, ἐὰν ἡ σταγὼν  $E$  εὐρίσκηται εἰς τοιοῦτον ὕψος, ὥστε ἡ γωνία  $EOM$  νὰ εἶνε ἴση πρὸς  $42^\circ$ , κατὰ δὲ τὴν διεύθυνσιν  $IO$  ἐνεργοῦς ἰσοειδεῖς ἀκτῖνας, ἐὰν ἡ γωνία  $IOM$  εἶνε ἴση πρὸς  $40^\circ$ , καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $KO$  κίτρινας ἐνεργοῦς ἀκτῖνας. Ἐὰν νῦν περιστρέψωμεν τὸ σχῆμα  $EKIO$  περὶ τὴν  $HM$  ὡς περὶ ἄξονα οὕτως, ὥστε νὰ περιλάβωμεν πάσας τὰς ὑδατινας σταγόννας, ὅσαι εἶνε δυνατόν νὰ ὑπάρχωσιν ἐπὶ τῆς κυκλοτεροῦς ταύτης ταινίας, ἣν ἡ εὐθεῖα  $EI$  διαγράφει, τότε αἱ μὲν σταγόνες αἱ κείμεναι ἐπὶ τοῦ τόξου, ὅπερ διαγράφει τὸ σημεῖον  $E$ , ἐκπέμπουσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν ἐρυθρὰς ἀκτῖνας κειμένας ἐπὶ κωνικῆς ἐπιφανείας ἐχούσης γενέτειραν μὲν τὴν  $EO$ , ἄξονα δὲ τὴν  $OM$  καὶ ἐπομένως γωνίαν κορυφῆς  $MOE$  ἴσην πρὸς  $42^\circ$ . ὡσαύτως αἱ σταγόνες αἱ κείμεναι ἐπὶ τοῦ τόξου, ὅπερ διαγράφει τὸ σημεῖον  $I$ , θὰ ἐκπέμψωσι πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν ἰσοειδεῖς ἀκτῖνας, αἵτινες ἀποτελοῦσι κωνικὴν ἐπιφάνειαν, ἣς ἡ γωνία τῆς κορυφῆς  $IOM$  εἶνε ἴση πρὸς  $40^\circ$ . Μεταξὺ δὲ τῶν δύο τούτων κεχρωματισμένων τόξων, τοῦ ἐρυθροῦ ἕξωθεν καὶ τοῦ ἰσοειδοῦς ἔσωθεν, θὰ κεῖνται ἄλλα τόξα κεχρωματισμένα διὰ τῶν λοιπῶν χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, πάντα δὲ ὁμοῦ ἀποτελοῦσι τὸ ταινιοειδὲς οὐράνιον τόξον. Τὸ φαινόμενον τῆς ἰριδὸς παράγεται καὶ διὰ τοῦ φωτὸς τῆς σελήνης ἀλλὰ σπανίως, τότε δὲ τὰ χρώματα τοῦ τόξου εἶνε πολὺ ἀμυδρά.

**486. Ἄλωσ.** Περὶ τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην ἐμφανίζονται πολλάκις κεχρωματισμένοι κύκλοι ἐρυθροὶ ἐσωτερικῶς, οἵτινες ἔχουσι φαινομένην ἀκτῖνα  $22^\circ$  ἕως  $23^\circ$  καὶ ἐνίοτε περιβάλλονται καὶ ὑπὸ δευτέρου ὁμοίως κεχρωματισμένου κύκλου ἀκτῖνος διπλασίας περίπου τῆς τοῦ πρώτου, οὔτινος ὅμως ἐλάχιστα μόνον τμήματα συνήθως ἀναφαίνονται. Οἱ κύκλοι οὗτοι καλούμενοι *ἡλιακὴ ἄλωσ* καὶ *σεληνιακὴ ἄλωσ* προέρχονται ἐκ τῆς ἀνακλάσεως καὶ διαθλάσεως τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς ἢ τοῦ φωτὸς τῆς σελήνης ἐπὶ τῶν πρισματικῶν παγοκρυστάλλων, οἵτινες αἰωροῦνται ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ.

**487. Στέμματα.** Νέφη ἐξ ὑγροσφαιρίων ἀποτελούμενα διερχόμενα πρὸ τοῦ ἡλίου καὶ μάλιστα πρὸ τῆς σελήνης παράγουσι πολλάκις περὶ αὐτὰ φωτεινοὺς κύκλους ὁμοκέντρους κεχρωματισμένους, ἐρυ-

θρούς ἐξωτερικῶς καὶ ἔχοντας φαινομένην ἀκτίνα πολὺ μικροτέραν τῆς τῆς ἄλλω. Οἱ κύκλοι οὗτοι καλοῦνται *στέμματα* προερχόμενοι ἐκ τῆς διὰ τῶν ὑγροσφαιρίων τοῦ νέφους διόδου τῶν ἀκτίνων. Τοιοῦτοι φωτεινοὶ κύκλοι ἐμφανίζονται ὡσαύτως, ὅταν παρατηρῶμεν τὴν φλόγα λαμπάδος δι' ὑάλου, ἐφ' ἧς ἐναποθέτομεν διὰ τῆς ἀναπνοῆς λεπτότατον στῤῷμα ὀρόσου ἢ κόνιν τινὰ λεπτοτάτην, οἷον λυκοπόδιον. Τὸ τελευταῖον τοῦτο πείραμα ἐξηγεῖ τὰ στέμματα, ἅτινα παρατηροῦνται ἐνίοτε περὶ τὸν ἥλιον, ὅταν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ αἰωρῆται λεπτοτάτη κόνις, ὡς συμβαίνει ἐνίοτε μετ' ἐκρήξεις ἠφαιστείων, ὅποτε τὰ στέμματα εἶνε χαλκόχροα. Ἐπειδὴ δ' ἡ φαινομένη διάμετρος τῶν στεμμάτων ἐλαττοῦται ἀύξανόμενου τοῦ μεγέθους τῶν ὑγροσφαιρίων καὶ τὰνάπαλιν, συμπεραίνομεν ὅτι ἐπίκειται βροχή, ὅταν βλέπωμεν ὅτι ἡ διάμετρος αὕτη ἐλαττοῦται.

ΤΕΛΟΣ

Κοσμοει ζ.

⊙ 249



Συνολικά 1864  
5360  
1864

Ⓟ

26

*Davidson*



