

ΣΥΣΤΗΜΑ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΟΥΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Γ. ΒΕΛΕΖΕ

Η ΦΥΣΙΚΗ

ΔΙΔΑΣΚΟΜΕΝΗ ΕΙΣ ΠΡΩΤΟΠΕΙΡΟΥΣ

ΜΕΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΕΝ ΤΩ ΚΕΙΜΕΝΩ:

ΥΠΟ

ΜΑΞΙΜΟΥ Δ. ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ

κατά την ένδεκάτην γαλλικὴν ἔκδοσιν.



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ,

ΠΑΡΑ ΤΩ ΕΚΔΟΤΗ: Σ. Κ. ΒΑΛΪ Δ.

ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΝ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ
Πλ. Ῥόμης 9. Ὁδ. Ἐρμού 178.

1875.



844



ΣΥΣΤΗΜΑ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΟΥΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Γ. ΒΕΛΕΖΕ .

Η ΦΥΣΙΚΗ

ΔΙΔΑΣΚΟΜΕΝΗ ΕΙΣ ΠΡΩΤΟΠΕΙΡΟΥΣ

ΜΕΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ ΕΝ ΤΩ ΚΕΙΜΕΝΩ:

ΥΠΟ

ΜΑΞΙΜΟΥ Δ. ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ

κατὰ τὴν ἑνδεκάτην γαλλικὴν ἔκδοσιν.



ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ,

ΠΑΡΑ ΤΩ ΕΚΔΟΤΗ Σ. Κ. ΒΛΑΣΤΩ:

ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΝ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ
Πλ. Ρόμβης 9. Ὁδ. Ἐρμού 178.

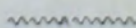
~~~~~  
1875.







## ΠΡΟΛΟΓΟΣ.



**Ε**ΑΝ οἱ ἐκ τῶν ἡμετέρων γυμνασίων ἀποφοιτῶντες νέοι οὐδαμῶς Φυσικὴν γινώσκωσιν ἢ ἀτελεστάτας γνώσεις λαμβάνωσιν, ἀποδοτέον οὐχί, ὡς τινες λέγουσιν, εἰς τὸ σύντομον ἢ τὸ ὀγκῶδες τῶν ἐν χρήσει διδακτικῶν βιβλίων, ἀλλ' εἰς τὸ σύστημα τῆς ἐπικρατοῦσης περὶ τὸ μάθημα τοῦτο διδασκαλίας.

Ἐν Εὐρώπῃ οἱ μαθηταί, πρὶν εἰσέλθωσιν εἰς μαθηματικὰς θεωρίας καὶ ἐκτενεῖς περιγραφὰς τῶν σχημάτων, παρασκευάζονται διὰ βιβλίων ἐπιτηδείως συντεταγμένων, ἐν οἷς τὰ μὲν πράγματα ἐξηγοῦνται δι' εὐλήπτου καὶ πρακτικῆς, ὡς εἶπεῖν, διδασκαλίας, τὰ δὲ κυριώτατα τῶν σχημάτων περιγράφονται ὅσον ἔνεστι βραχέως καὶ μετὰ σαφηνείας· παρ' ἡμῖν ὅμως οἱ νέοι κατάρχονται ὅλως ἀπαράσκευοι τοῦ σπουδαίου μαθήματος τῆς Φυσικῆς, καὶ οἶονεὶ τῆς θεωρητικῆς ἀριθμητικῆς, ἄνευ προηγουμένης γνώσεως τῆς πρακτικῆς, ἀμέσως ἐπιλαμβάνονται.

Κατὰ τὴν γνώμην λοιπὸν πολλῶν ἐκ τῶν διδασκόντων, παραδεχόμενοι, ὅτι ἡ παρ' ἡμῖν ἀποτυχία τῆς σπουδαζούσης νεότητος περὶ τὴν Φυσικὴν προέρχεται ἐκ τῆς παραλείψεως τοιαύτης τινὸς προκαταρκτικῆς στοιχειώσεως, καὶ ἐπιθυμοῦντες νὰ συντελέσωμεν ὅσον καθ' ἡμᾶς δυνατὸν εἰς τὴν ἀναπλήρωσιν τῆς ἐλείψεως ταύτης, ἐκδίδομεν τὸ ἀνά χειρας ὑπὸ τοῦ Κ. Μαξίμου Δ. Δασκαλάκη, κατ' ἐντολὴν ἡμῶν, μεταφρασθὲν ἐκ τῆς γαλλικῆς γλώσσης εὐσύνοπτον συνταγμάτιον.

Τὸ πρωτότυπον μετὰ τῆς Φυσικῆς ἐν ἐνὶ καὶ τῷ αὐτῷ τόμῳ συμπεριλαμβάνει καὶ τὴν Χημείαν· ἀλλ' ὅμως ἀπεκόψαμεν ταύτην ἐπὶ τοῦ παρόντος, ἐπειδὴ παρ' ἡμῖν τὸ μάθημα τοῦτο δὲν ἀποτελεῖ εἰσέτι μέρος τῆς στοιχειώδους παιδείσεως.

Ἐν τούτοις εὐκταῖον ἦτα, εἰ καὶ τὰ στοιχεῖα τῆς χημείας εὐθὺς μετὰ τὴν Φυσικὴν ἐδιδάσκοντο ὡς ἐν Εὐρώπῃ· διότι, ἐὰν διὰ τῶν φυσικῶν γνώσεων οἱ νέοι μαθάνωσι νὰ ἐρευνῶσι τὰς αἰτίας τῶν φαινομένων καὶ οὐδέποτε προληπτικοὶ ἢ δεισιδαίμονες γίνωνται, διὰ τῶν χημικῶν γνώσεων τὰ πρῶτα στοιχεῖα τῶν τεχνῶν, τοῦ ἐμπορίου καὶ τῆς γεωργίας περίπου κατέχοντες, πρὸς πάντα τὰ ἔργα διευκολύνονται καὶ οὐδὲν κατὰ τὸν βίον τυφλοῖς ὄμμασι πράττουσι.

Προειλόμεθα δὲ μετάφρασιν μᾶλλον ἢ συγγραφὴν καθ' ἡμᾶς πρωτότυπον, ἵνα μὴ ἀμφιβάλλωμεν περὶ τῆς ἀρετῆς τοῦ εἰς χεῖρας πρωτοπεύρων ἐντιθεμένου βιβλίου, ἔχωμεν δὲ πλήρη βεβαιότητα ὅτι παρέσχομεν αὐτοῖς Φυσικὴν συντεταγμένην κατὰ δεδοκιμασμένον ἐν τῇ ἐπιστήμονι Εὐρώπῃ σύστημα, ὁποῖον εἶναι τὸ τοῦ γνωστοῦ εἰς τὰ ἐκπαιδευτήρια τῆς Γαλλίας συγγραφέως **G. BELEZE.**

Ἄλλως τε διατί καὶ πάντα τὰ πρὸς διδασκαλίαν τῆς σπουδαζούσης νεότητος στοιχειώδη τῶν ἐπιστημῶν συγγράμματα νὰ μὴ μετάγονται εἰς τὴν Ἑλληνικὴν ἀπαραλλάκτως κατὰ τὰ ἄριστα τῶν Εὐρωπαϊῶν εἰς ἕκαστον εἶδος καὶ βαθμὸν πρωτότυπα; Ἡμεῖς τοῦλάχιστον πεισθέντες, ὅτι πισταὶ καὶ ὀρθοεπεῖς μεταφράσεις δύνανται νὰ συντελέσωσι παρ' ἡμῖν τὰ μέγιστα εἰς τὴν ἐπιτυχίαν τῆς στοιχειώδους τῶν ἐπιστημῶν διδασκαλίας, διαβουλευόμεθα, ὅσα δυνηθῶμεν δόκιμα καὶ συστηματικὰ τοιαῦτα συγγράμματα, ἐκ τῆς σοφῆς Εὐρώπης εἰς τὸ ἡμέτερον ἔθνος νὰ μεταδώσωμεν, καὶ ἤδη ἀπὸ τῆς ὑπὸ πολλῶν ἀκαδημιακῶν συμβουλιῶν ἐγκριμένης ταύτης **ΦΥΣΙΚΗΣ** τοῦ ἔργου ἀρχόμεθα.

Ἀθήναι 6 Αὐγούστου 1873.

Ὁ ἐκδότης



## ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.

- ΚΕΦΑΛ. Α'. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑΙ ΓΝΩΣΕΙΣ. — Φυσικαὶ ἐπιστῆμαι. — Ἔργον τῆς φυσικῆς. — Ὑλῃ. — Σώματα. — Διάφοροι καταστάσεις τῶν σωμάτων. — Γενικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων. — Ταχύτης καὶ κινήσεις. — Δυνάμεις — Κεντρόφυξ δυνάμεις. — Ἐφαρμογὴ τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως. 1
- ΚΕΦΑΛ. Β'. ΒΑΡΥΤΗΣ. — Ἐλξις, βαρύτης. — Νόμοι τῆς ἐλξεως. — Δυνάμεις τῆς βαρύτητος. — Διεθύνσεις τῆς βαρύτητος. — Πτώσις τῶν σωμάτων νόμοι αὐτῆς. — Κεκλιμένον ἐπίπεδον τοῦ Γαλιλαίου. — Μηχανὴ τοῦ Ἀτεούδου. — Κέντρον τοῦ βάρους. — Ἐφαρμογαὶ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους. 10
- ΚΕΦΑΛ. Γ'. — Ἐκκρεμῆς. — Νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς. — Ἐφαρμογαὶ τοῦ ἐκκρεμοῦς. — Μάζα, βάρος, πυκνότης. — Ἰσορροπία τῶν βαρέων σωμάτων. — Μοχλοί. — Τρυτάναι. 20
- ΚΕΦΑΛ. Δ'. — Πίσεις τῶν ὑγρῶν. — Ἀρχὴ τῆς ἰσότητος τῆς πιέσεως. — Συνθῆκαι τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν — Πίσεις ἐνεργούμεναι ὑπὸ τῶν ὑγρῶν. — Ἰσορροπία τῶν ὑγρῶν ἐν τοῖς συγκοινωνουσίαι ἀγγείαις. — Ὑδραυλικὸν πιεστήριον. — Διωρυγογώμονες. — Κρῆναι. — Πίδακες καὶ ἀναθροτικά πηγαί — Ἀρτεσιανὰ φρέατα. 30
- ΚΕΦΑΛ. Ε'. — Σώματα ἐμβεβαπτισμένα ἐν τοῖς ὑγροῖς. — Ὑδροστατικὴ τρυτάνη. — Συνθῆκαι τῆς ἰσορροπίας τῶν ἐν τοῖς ὑγροῖς ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων. — Εἰδικὸν βάρος τῶν σωμάτων. — Εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν. — Εἰδικὸν βάρος τῶν ὑγρῶν. — Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων. — Ἀραιόμετρα. — Ἀραιόμετρα σταθεροῦ ὄγκου. — Ἀραιόμετρα σταθεροῦ βάρους. 39
- ΚΕΦΑΛ. ΣΤ'. — Πίσεις ἀτμοσφαιρική — Βάρος τοῦ ἀέρος. — Μέτρησις τῆς πιέσεως τοῦ ἀέρος. — Βαρόμετρον — Διάφορα εἶδη βαρομέτρων. — Σύνθηεις λεκανοφόρον βαρόμετρον. — Λεκανοφόρον βαρόμετρον τοῦ Φορτίνου. — Βαρόμετρον σιφωνοειδές ὅμοιον τοῦ Γαλιουσσάκη. — Γνωμονικὸν βαρόμετρον. — Ἐφαρμογαὶ τοῦ βαρομέτρου. 48
- ΚΕΦΑΛ. Ζ'. — Ἐλαστικὴ δυνάμεις τῶν ἀερίων. — Νόμος τοῦ Μαρτέττου. — Μέτρησις τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τῶν ἀερίων. — Ὀργανα στηριζόμενα ἐπὶ

τῶν ἰδιοτήτων τῶν ἀερίων καὶ ἰδίως τοῦ ἀέρος. — Ἀεραντλικὴ μηχανή. —  
Συνθλιπτικὴ μηχανή. — Συνθλιπτικὴ ἀντλία. 57

ΚΕΦΑΛ. Η΄. — Ἰσορροπία τῶν ἐν τῷ ἀέρι ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων. —  
Ἀερόστατα. — Μογγολφιέρια ἢ ἀερόστατα μετὰ θερμοῦ ἀέρος. — Κώρυκοι ἢ  
ἀερόστατα μεθ' ὑδρογόνου ἀερίου. — Ἀντλία. — Ἀντλία ἀναρροφητικὴ. —  
Ἀντλία καταθλιπτικὴ. — Ἀντλία ἀναρροφολιπτικὴ. — Σίφων. — Φυσητι-  
καὶ μηχαναί. 67

ΚΕΦΑΛ. Θ΄. ΘΕΡΜΟΤΗΣ. — Θερμότης καὶ θερμογόνον. — Μεταβολαὶ τῶν  
σωμάτων ἐκ τῆς θερμότητος. — Θερμόμετρα. — Θερμόμετρα δι' ὑγρῶν. —  
Θερμόμετρα διὰ στερεῶν. — Θερμόμετρα δι' ἀερίων. 77

ΚΕΦΑΛ. Ι΄. — Ἀκτινοβόλος θερμότης. — Διάδοσις τῆς ἀκτινοβόλου θερμό-  
τητος. — Ἀνάκλασις τῆς θερμότητος καὶ νόμοι τῆς ἀνακλάσεως ταύτης. —  
Δύναμις ἀκτινοβόλος ἢ ἀφεικτική. — Δύναμις ἀπορροφητικὴ. — Δύναμις ἀνα-  
κλαστικὴ. — Ἐφαρμογαὶ τῶν δυνάμεων τούτων. — Κινητὴ ἰσορροπία τῆς  
θερμοκρασίας. — Φαινομένη ἀνάκλασις τοῦ ψύχους. 85

ΚΕΦΑΛ. ΙΑ΄. — Διάδοσις τῆς θερμότητος. — Θερμαγωγὸν τῶν σωμάτων. —  
Θερμαγωγὸν τῶν στερεῶν σωμάτων. — Θερμαγωγὸν τῶν ὑγρῶν. — Θερμα-  
γωγὸν τῶν ἀερίων. — Ἐφαρμογαὶ τοῦ θερμαγωγοῦ τῶν σωμάτων. 94

ΚΕΦΑΛ. ΙΒ΄. — Ἀποτελέσματα παραγόμενα ὑπὸ τῆς θερμότητος. — Δια-  
στολὴ τῶν σωμάτων. — Τρόπος προσδιορισμοῦ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων.  
— Διαστολὴ τῶν στερεῶν. — Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν. — Ἡ μεγίστη πυκνότης  
τοῦ ὕδατος. — Διαστολὴ τῶν ἀερίων. — Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν σω-  
μάτων. — Μεταβολὴ τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων. — Τήξεις. — Ψυκτικὰ  
μίγματα. — Στερεοποιήσεις. 102

ΚΕΦΑΛ. ΙΓ΄. — Ἐξάτμισις. — Σχηματισμὸς τῶν ἀτμῶν ἐν τῷ κενῷ. — Με-  
γίστη τάσις ἢ ἐλαστικὴ δύναμις τῶν ἀτμῶν. — Μέτρησις τῆς τάσεως τῶν  
ἀτμῶν ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας. — Μίγμα τῶν ἀτμῶν καὶ τῶν ἀερίων.  
— Τρόπος τῆς τελέσεως τῆς ἐξάτμισεως. — Βρασμός. — Ἀναθυμιάσις. —  
Συμπύκνωσις. — Ἀπόσταξις. 113

ΚΕΦΑΛ. ΙΔ΄. — Ἐφαρμογαὶ τοῦ ἀτμοῦ. — Ἀτμομηχαναί· κατάταξις αὐτῶν.  
— Μηχαναὶ πρὸς χρῆσιν τῶν ἐργοστασίων. — Συσκευαὶ πρὸς παραγωγὴν  
τοῦ ἀτμοῦ. — Μέσα ἀσφαλείας. — Συσκευὴ τῆς χρήσεως τοῦ ἀτμοῦ. — Συ-  
σκευὴ τῆς μεταδίδεως τῆς κινήσεως. — Μηχαναὶ τῶν σιδηροδρόμων· ἐλκύν-  
θραι. — Μηχαναὶ τῆς ναυτιλίας· ἀτμόπλοια. 122

ΚΕΦΑΛ. ΙΕ΄. — Ὑγρομετρία. — Ὑγρόμετρα. — Ὑγρόμετρον διὰ τριχῶς. — Ὑγρο-



μετρική κατάστασις. — Όμίχλαι. — Νέφη. — Βροχή. — Δρόσος. — Πάχνη. — Κρυστάλλιον. — Χιών. — Νηματογάλαζα. — Διθρία. — Χάλαζα. — Άνεμοι. — Κανονικοί, περιοδικοί, ἄστατοι ἄνεμοι. — Κλίματα. — Πηγαί θερμότητος. 135

**ΚΕΦΑΛ. ΙΣΤ'.** ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. — Στατικὸς ἠλεκτρισμὸς. — ἠλεκτρισμὸς διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτυσσόμενος. — Εὐηλεκτράγωγα καὶ δυσηλεκτράγωγα σώματα. — Ἀπομονωτήρια ἢ ἀπομονωτικὰ σώματα. — Δύο εἶδη ἠλεκτρισμοῦ. — Νόμοι τῶν ἠλεκτρικῶν ἔλξεων καὶ ἀπώσεων. — ἠλεκτρικὴ τρυπάνη ἢ τοῦ Κουλόμβου. — Διανομὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων. 146

**ΚΕΦΑΛ. ΙΖ'.** — ἠλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως. — ἠλεκτρικὸς σπινθήρ. — Μηχαναὶ καὶ συσκευαὶ ἠλεκτρικαί. — Κοινὴ ἠλεκτρικὴ μηχανή. — Πειράματα. — ἠλεκτροσκόπια. — ἠλεκτρόμετρα. 154

**ΚΕΦΑΛ. ΙΗ'.** — Λαυθάνων ἠλεκτρισμὸς. — Συμπυκνωταί. — Κοινὸς συμπυκνωτής. — Λουγδουνικὴ λάγηνος. — Ἀποτελέσματα τῆς λουγδουνικῆς λαγήνου. — Στάμνοι καὶ συστοιχίαι ἠλεκτρικαί. — Ἀποτελέσματα τῶν ἠλεκτρικῶν συστοιχιῶν. 163

**ΚΕΦΑΛ. ΙΘ'.** — Ἄτμοσφαιρικὸς ἠλεκτρισμὸς. — Πηγαί τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. — Σχηματισμὸς τῶν θυελλωδῶν νεφῶν. — ἠλεκτρισμὸς ἐν ταῖς θυέλλαις. — Κεραυνός. — Ἄστραπή. — Βροντή. — Ἀποτελέσματα τοῦ κεραυνοῦ. — Πληγὴ ἄμεσος καὶ πληγὴ ἐξ ἐπιστροφῆς. — Ἄλεξικέραυνα' κατασκευὴ αὐτῶν. 171

**ΚΕΦΑΛ. Κ'.** ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. — Μαγνηταί. — Ἐλξις μαγνητικῆ. — Πόλοι τῶν μαγνητῶν. — Ὑπόθεσις τῶν δύο μαγνητικῶν ῥευστῶν. — Οὐσίαι μαγνητικά. — Νόμοι τῶν μαγνητικῶν ἔλξεων καὶ ἀπώσεων. — Γήινος μαγνητισμὸς. — Μαγνητικὸς μεσημβρινός. — Ἀπόκλισις. — Ἐγκλισις. — Μαγνητικὸς ἰσημερινός. — Πυξίδες. — Πυξίς ἀποκλίσεως. — Πυξίς ἐγκλίσεως. — Διαταράξεις τῆς μαγνητικῆς βελόνης. — Μαγνητίσις. 180

**ΚΕΦΑΛ. ΚΑ'.** ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΟΣ. — Δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς. — Πείραμα τοῦ Γαλβάνη. — Πείραμα τοῦ Βόλτα. — Βολταϊκὴ στήλη. — Διάφορα εἶδη στηλῶν. — Στηλαὶ μεθ' ἑνὸς μόνου ὕγρου. — Στηλαὶ μετὰ δύο ὕγρῶν. — Ξηραὶ στηλαὶ. — Ἀποτελέσματα τῆς στήλης. — Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα. — Φυσικὰ ἀποτελέσματα. — Χημικὰ ἀποτελέσματα. 191

**ΚΕΦΑΛ. ΚΒ'.** ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ. — Ἐνέργεια τῶν ῥευμάτων ἐπὶ τοὺς μαγνήτας. — Μέτρησις τῶν ἠλεκτρικῶν ῥευμάτων' γαλβανόμετρον. — Ἐνέργεια τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τὰ ῥεύματα. — Ἐνέργεια τῶν ῥευμάτων ἐπὶ τὰ ῥεύματα. — ἠλεκτρομαγνηταί. — ἠλεκτρικοὶ τηλέγραφοι. 203

**ΚΕΦΑΛ. ΚΓ'. ΟΠΤΙΚΗ.** — Φῶς. — Φωτεινὰ σώματα. — Ἀφεγγῆ σώματα.  
— Σκιά καὶ ὑποσκίασμα. — Ταχύτης τοῦ φωτός. — Διάδοσις τοῦ φωτός ἐν  
ὁμογενεῖ μέσῳ. — Ἐντασις τοῦ φωτός. — Μέτρησις τῆς σχετικῆς ἐντάσεως  
δύο φώτων. — Ἀνάκλασις τοῦ φωτός. — Κάτοπτρα. — Κάτοπτρα ἐπίπεδα. —  
Κάτοπτρα σφαιρικὰ κυρτά. — Κάτοπτρα σφαιρικὰ κοίλα. 214

**ΚΕΦΑΛ. ΚΔ'.** — Διάθλασις τοῦ φωτός· ἀποτελέσματα. — Πρίσμα. — Ἡλια-  
κὸν φάσμα. — Ἀποσύνθεσις καὶ ἀνασύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός. — Φακοί. —  
Ὀπτικὰ ὄργανα. — Ἀπλοῦν μικροσκόπιον. — Σύνθετον μικροσκόπιον. — Δίο-  
πτρα. — Δίοπτρον Γαλιλαίου. — Δίοπτρον ἀστρονομικὸν καὶ δίοπτρον γήι-  
νον. — Τηλεσκόπιον. — Σκοτεινὸς θάλαμος. — Δαγχεροτυπία. — Φωτο-  
γραφία. 225

**ΚΕΦΑΛ. ΚΕ'. ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ.** — Γένεσις τοῦ ἤχου. — Ὑψος, ἐντασις, καὶ  
τόνος τοῦ ἤχου. — Διάδοσις τοῦ ἤχου. — Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι, ἐν  
τοῖς ὑγροῖς, καὶ ἐν τοῖς στερεοῖς. — Τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου· τηλέ-  
φωνον, ἀκουστικὸν κέρασ, σωλῆνες φωνητικοί. — Ἀνάκλασις τοῦ ἤχου· ἠχοί.  
— Μουσικὰ ὄργανα. — Παλμοὶ τῶν χορδῶν· ἔγχορδα ὄργανα. — Παλμοὶ τοῦ  
ἀέρος ἐν τοῖς σωλῆσιν· ἐμπνευστὰ ὄργανα. 238





# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

### ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑΙ ΓΝΩΣΕΙΣ.

Φυσικὰ ἐπιστῆμαι. — Ἔργον τῆς φυσικῆς. — Ὑλῃ — Σώματα. — Διάφοροι καταστάσεις τῶν σωμάτων. — Γενικὰ καὶ ἰδιότητες τῶν σωμάτων. — Ταχύτης καὶ κινήσεις. — Δυνάμεις. — Κεντρόφυξ δύναμις. — Ἐφαρμογὴ τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως.

Φυσικὰ ἐπιστῆμαι. — Αἱ φυσικὰ ἐπιστῆμαι πραγματεύονται περὶ τῶν φαινομένων τῆς φύσεως καὶ περὶ τῶν νόμων εἰς οὓς ταῦτα ὑπόκεινται. Μία τῶν ἐπιστημῶν τούτων εἶναι καὶ ἡ κυρίως καλουμένη Φυσική.

Ἔργον τῆς φυσικῆς. — Ἡ φυσικὴ ἔχει ἔργον τὴν ἔρευναν τῶν γενικῶν ἰδιοτήτων τῶν σωμάτων καὶ τῶν τυχαίων καὶ παροδικῶν ἀλλοιώσεων, αἷς ὑφίστανται, ἄνευ μεταβολῆς τῆς συνιστώσης ταῦτα οὐσίας.

Διαίρεται δὲ καὶ ἡ φυσικὴ εἰς πολλοὺς κλάδους ἀποτελοῦντας σχεδὸν ἰσαριθμοὺς χωριστὰς ἐπιστήμας. Ὅθεν, μετὰ τὰς γενικὰς ἰδιότητας τῶν σωμάτων, σπουδάζομεν ἐφεξῆς τὴν βαρύτητα, τὸ θερμογόγον ἢ τὴν θερμότητα, τὸν ἠλεκτρισμόν, τὸν μαγνητισμόν, τὴν ἀκουστικὴν καὶ τὴν ὀπτικὴν.

Ὑλῃ. — Αἱ φυσικὰ ἐνέργειαι τῶν σωμάτων ἐπ' ἀλλήλα, εἶναι ἀποτελέσματα, ἐκ τῶν ἰδιοτήτων τῆς ὕλης προερχόμενα.

Ὀνομάζεται δὲ ὕλῃ πᾶν τὸ ὑποπίπτον εἰς τὰς ἡμετέρας αἰσθήσεις, ἥτοι πᾶν ὅτι δυνάμεθα νὰ ἀντιληφθῶμεν δι' ἐνὸς ἐκ τῶν αἰσθητηρίων, ἅπερ ἐχορήγησεν ἡμῖν ὁ Πλάστης.

**Σώματα.**— Ὀρισμένη ποσότης ὕλης ἀποτελοῦσα ἐν ὄλον διακεκριμένον ὀνομάζεται *σῶμα*· ὥστε λίθος, σταγῶν ὕδατος, πομφόλυξ ἀέρος εἶναι σώματα. Μὴ θεωρῶμεν ὅμως ταῦτα ὡς ἐξ ἐνὸς μόνου τεμαχίου συγκείμενα ἕκαστον, ἀλλ' ὡς ἄθροισμα πλήθους ἀορίστου μικρῶν στοιχείων, φυσικῶς ἀδιαιρέτων.

Τὰ ἐλάχιστα τῶν στοιχείων, ἅπερ συνιστῶσι τὴν ὕλην, ὀνομάζονται *ἄτομα*· ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἀνεπαρκειᾶς τῶν μέσων τῆς διαιρέσεως δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποσπάσωμεν ἀπὸ τῶν σωμάτων τοιαῦτα· διότι, διὰ τῶν μέχρι τοῦδε γνωστῶν μέσων, καὶ τὸ ἐλάχιστον ἀποχωριζόμενον μέρος σύγκειται ἐξ ἀτόμων.

Τὰ ἐλάχιστα τῶν μερῶν, ἅπερ δυνάμεθα νὰ ἀποχωρίσωμεν ἀπὸ τῆς ὕλης, ὀνομάζονται *μόρια*, καὶ οὐδέποτε διαφέρουσι τοῦ σώματος εἰς ὃ ἀνήκουσι, πολλάκις δ' ἔχουσι καὶ σχῆμά τι ὀρισμένον· ἀλλ' ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἀδιαφόρως λέγομεν ἄτομα ἢ μόρια.

**Διάφοροι καταστάσεις τῶν σωμάτων.**— Ὑπὸ τρεῖς διαφόρους καταστάσεις παρουσιάζονται ἡμῖν πάντα τὰ σώματα· τὴν *στερεάν*, τὴν *ὕγρην* καὶ τὴν *ἀερίαν*.

Τὸ σῶμα εἶναι *στερεόν*, ὅταν καὶ ἐν μόνον μόριον ἀποσπώμενον μεταβάλλῃ τὸν σχηματισμὸν αὐτοῦ. Οὕτως, ἐὰν ἀφαιρηθῇ μόριον τι ἀπὸ ἐλάσματος σιδήρου ἢ ἀπὸ σφαίρας μαρμάρου, ἀποτελεῖται κοιλότης, μὴ ὑπάρχουσα πρότερον· ὥστε τὸ στερεὸν σῶμα δὲν ἔχει μετὰ ταῦτα ἀκριβῶς τὸ πρῶτον αὐτοῦ σχῆμα.

Τὸ σῶμα εἶναι *ὕγρον*, ὅταν τὰ μόρια αὐτοῦ ὀλισθαίνωσιν ἐν ἀλλήλοις κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Λαμβάνουσι δὲ τὰ ὕγρά τὸ σχῆμα τῶν περιεχόντων ταῦτα ἀγγείων, ἐκτὸς τῆς ἄνω ἐπιφανείας, ἣν διατηροῦσιν ὀριζοντίαν.

Τὸ σῶμα εἶναι *ἀερίον*, ὁπότεν τὰ μόρια αὐτοῦ τείνωσιν ἀδια-



κῶπως εἰς ἀποχώρισιν. Λαμβάνουσι δὲ τὰ ἀέρια ἐντελῶς τὸ σχῆμα τῶν περιεχόντων ταῦτα ἀγγείων.

Τὰ ὑγρά καὶ τὰ ἀέρια ὀνομάζονται ἐνίοτε περιληπτικῶς καὶ βρευστά.

Ἐπάρχουσι δὲ σώματα παρουσιαζόμενα ἐναλλάξ ὑπὸ τὰς τρεῖς καταστάσεις. Οὕτω τὸ ὕδωρ, ὑπερ ἀπαντᾶται συνήθως ὑπὸ τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, μεταβαίνει εἰς τὴν στερεάν, διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ψύχους, καὶ γίγνεται πάχος, καὶ εἰς τὴν ἀερίαν, διὰ τῆς ἐνεργείας τῆς θερμότητος μεταβαλλόμενον εἰς ἀτμόν.

Ὅπως δ' ἐννοήσωμεν καλῶς τοὺς μετασχηματισμοὺς τούτους, ἀνάγκη νὰ μάθωμεν, ὅτι ἐν πᾶσι τοῖς σώμασιν ἐνυπάρχουσι δύο δυνάμεις ὅλως ἀντίθετοι, τὸ θερμογόνον ἢ ἡ θερμότης καὶ ἡ ἀτομικὴ ἔλξις. Καὶ ἡ μὲν θερμότης τείνει ἀδιαλείπτως εἰς τὸ νὰ ἀποχωρίσῃ ἀπ' ἀλλήλων τὰ μέρια, ἡ δὲ ἀτομικὴ ἔλξις εἰς τὸ νὰ προσεγγίσῃ ταῦτα πρὸς ἀλληλα.

Γενικαὶ ἰδιότητες τῶν σωμάτων.—Γενικαὶ ἰδιότητες τῶν σωμάτων ὀνομάζονται αἱ κοιναὶ εἰς πάντα τὰ στερεὰ καὶ τὰ βρευστά σώματα ἰδιότητες. Ἀλλὰ μεταξὺ τούτων διακριτέον ἐν πρώτοις, ὡς οὐσιωδестаτάτας πασῶν, τὴν ἔκτασιν καὶ τὸ ἀδιαχώρητον, ὧν ἄνευ ἀδύνατον νὰ ἐννοηθῶσι τὰ σώματα, καὶ ἔπειτα τὸ διαιρετόν, τὸ πορώδες, τὸ πιεστόν, τὴν ἐλαστικότητα, τὸ κινητόν καὶ τὴν ἀδράνειαν, οὐχὶ ἀπαραιτήτους ἰδιοτήτας τῆς ὕλης.

Ἐκτασις.—Ἐκτασις εἶναι ἡ ἰδιότης καθ' ἣν πᾶν σῶμα, λίθος παραδείγματος χάριν ἢ δοκός, κατέχει πάντοτε μέρος τι τοῦ χώρου, ἥτοι τῆς ἀπείρου ἐκτάσεως, ἐν ἣ περιλαμβάνονται πάντα τὰ σώματα, οὐράνια καὶ ἐπίγεια. Καὶ τοῦτο μὲν τὸ μέρος ὀνομάζεται ὄγκος τοῦ σώματος, ἡ δὲ ἐκτασις ἔχει πάντοτε μῆκος, πλάτος καὶ πάχος, ἢ βάθος.

**Ἄδιαχώρητον.**—Τὸ ἀδιαχώρητον εἶναι ἡ ιδιότης καθ' ἣν πᾶν σῶμα κατέχει ἀποκλειστικῶς ἓν μέρος τοῦ χώρου, ὥστε δύο σώματα δὲν δύνανται συγχρόνως νὰ κατέχωσι τὸν αὐτὸν τόπον. Καὶ ἐὰν μὲν ἐμπήξωμεν ἥλον εἰς τεμάχιον ξύλου, ὁ ἥλος φαίνεται βεβαίως εἰσχωρῶν εἰς τοῦτο, ἀλλ' ὅμως ἀπομακρύνει πρότερον ἢ παραμερίζει τὰς ἵνας αὐτοῦ· ὅθεν ἀδύνατον νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι ἓν σημεῖον τοῦ χώρου κατέχεται συγχρόνως καὶ ὑπὸ τοῦ ξύλου καὶ ὑπὸ τοῦ ἥλου.

**Διαιρετόν.**—Τὸ διαιρετόν εἶναι ἡ ιδιότης καθ' ἣν τὰ σώματα δύνανται νὰ διαιρεθῶσιν εἰς πλῆθος μέγα διακεκριμένων μερῶν.

Ὁ χρυσοῦς σφυρηλατούμενος παρέχει φύλλα τοσοῦτον λεπτά, ὥστε τὸ πάχος ἐνὸς τῶν φύλλων τούτων δὲν ὑπερβαίνει τὸ χιλιοστὸν τοῦ ὑποχιλιομέτρου. Κατεσκευάσθησαν δ' ἕκ λευκοχρύσου σύρματα τοσαύτης λεπτότητος, ὥστε τὸ πάχος αὐτῶν εἶναι ἓν χιλιοδιακοσιοστὸν τοῦ ὑποχιλιομέτρου. Μία σταγὼν μίλτου ἀρκεῖ εἰς χρωματισμὸν τόσον μεγάλης ποσότητος ὕδατος, ὥστε ἀνάγκη νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι ἡ σταγὼν αὕτη χωρίζεται εἰς πολλὰ ἑκατομμύρια μερῶν. Καὶ τὰ μύρα, ἢ κάφουρα, ὁ μόσχος, ὧν ἡ διάδοσις γίνεταί διὰ μυρίων μορίων ἀπορρέοντων ἐκ τῆς οὐσίας τῶν σωμάτων τούτων, εἶναι ἕτεραι τῆς ἀπειρίας τοῦ διαιρετοῦ ἀποδείξεις.

**Πορώδες.**—Τὸ πορώδες εἶναι ἡ ιδιότης καθ' ἣν τὰ σώματα παρουσιάζουσι πόρους, ἧτοι διαστήματα κενὰ τῆς ἰδίας αὐτῶν οὐσίας. Οὕτως αἱ εἰς τὸν σπόγγον ὀρώμεναι ὁπαὶ εἶναι πόροι μεγάλης διαστάσεως.

Πάντα τὰ σώματα εἶναι πορώδη, ἀλλὰ κατὰ διαφόρους βαθμούς. Οἱ ἠθμοειδεῖς λίθοι, δι' ὧν διυλίζομεν τὸ ὕδωρ, εἰς τὸ λίαν πορώδες αὐτῶν ὀφείλουσι τὴν ιδιότητα ταύτην. Τὸ ξύλον



ἐμβαπτιζόμενον εἰς τὸ ὕδωρ γίγνεται βαρύτερον καὶ ὀγκωδέστερον, ἐκτιθέμενον δὲ εἰς τὸν ἀέρα συστέλλεται μὲν ἐν ἀνυδρίᾳ, ἐξογκοῦται δὲ ἐν ὑγρασίᾳ, ἕνεκα τῆς λίαν πορώδους ιδιότητος αὐτοῦ. Καὶ ὁ ἐλέφας, καὶ τοὶ πυκνοῦφής, κηλιδοῦται τοσοῦτον βαθέως ὑπὸ τῆς μελάνης, ὥστε μετὰ δυσχερείας ἀπαλλάττεται μετὰ ταῦτα τῶν κηλίδων.

**Πιεστόν.**—Τὸ *πιεστόν* εἶναι ἡ ιδιότης καθ' ἣν τὰ σώματα σμικρύνονται κατὰ τὸν ὄγκον, πιεζόμενα.

Τὰ λίαν πορώδη σώματα εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον λίαν πιεστά. Διὰ τοῦτο ὁ σπόγγος, ὁ βάμβαξ, ἡ μέταξα δύνανται νὰ σμικρυνθῶσιν εἰς τὸ ἥμισυ, εἰς τὸ τέταρτον, καὶ εἰς τὸ δέκατον τοῦ ὄγκου αὐτῶν. Τὰ δὲ ἀέρια εἶναι τὰ πιεστότερα τῶν σωμάτων, ἐνῶ ἐξ ἐναντίας τὰ ὑγρά ὀλίγον μετέχουσι τῆς ιδιότητος ταύτης.

**Ἐλαστικότης.**—Ἡ *ελαστικότης* εἶναι ἡ ιδιότης καθ' ἣν τὰ σώματα ἀναλαμβάνουσι τὸ πρῶτον αὐτῶν σχῆμα, ἀφοῦ παύσῃ ἡ ἐπὶ τούτων πίεσις.

Τὰ στερεὰ σώματα εἶναι ἐλαστικά, ἀλλ' οὐχ ὅσον τὰ ὑγρά καὶ μάλιστα τὰ ἀέρια· ἐλαστικώτατα δὲ τῶν στερεῶν εἶναι ὁ βεβαμμένος χάλυψ, ὁ φελλὸς, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, καὶ ὁ ἐλέφας.

Τὰ ὑγρά σώματα, πιεσθέντα, δὲν φαίνονται διατηροῦντα σημεῖόν τι τῆς πίσεως, ἢν ὑπέστησαν, ἀλλ' ἀναλαμβάνουσι τὸν ἀρχικὸν αὐτῶν ὄγκον, ἅμα ἐκλείψῃ ἡ ἐπανεργεῖα τῶν αἰτιῶν, αἵτινες ἐπέφερον ταύτην.

Τὰ ἀέρια σώματα κέκτηνται τὴν τελειοτέραν ἐλαστικότητα. Διὰ τοῦτο, ἐὰν πιέσωμεν κύστιν ἡμίπλευον ἀέρος, δυνάμεθα ἐπισθητῶς νὰ σμικρύνωμεν τὸν ὄγκον αὐτῆς, ἀλλ' ἐπανερχεται ἀείποτε αὕτη εἰς τὴν πρῶτην κατὰστασιν, ἅμα παύσῃ ἡ πίεσις.

αὐτὸ δὲ τοῦτο συμβαίνει εἰς πάντα τὰ ἀέρια, διὰ καὶ ὀνομάζονται *ρευστὰ ἐλαστικά*.

**Κινητόν.**—Τὸ *κινητόν* εἶναι ἡ ἰδιότης καθ' ἣν πᾶν σῶμα δύναται νὰ βληθῆ εἰς κίνησιν, ἥτοι νὰ ἀλλάξῃ θέσιν ἐν τῷ χώρῳ.

Πάντα τὰ σώματα κατέχουσιν ἓνα τινὰ τόπον, ἥτοι μέρος τι τοῦ χώρου· ἀλλ' ὅμως ἐκ τῆς ἐνεργείας δυνάμεων τινῶν δύναται τὸ σῶμα νὰ ἀλλάξῃ τόπον, καὶ ἡ ἀλλαγὴ αὕτη τοῦ τόπου ὀνομάζεται *κίνησις*, ἐνῶ, ἐὰν τὸ σῶμα ἐμμένῃ εἰς τὸν αὐτὸν τόπον τοῦ χώρου, ἡ κατάστασις αὕτη ὀνομάζεται *ἀκίνησις* ἢ *ἡρεμία*.

**Ἀδράνεια.**—Ἡ *ἀδράνεια* εἶναι ἡ παντελὴς ἀνικανότης τῶν ἀνοργάνων σωμάτων εἰς τὸ νὰ ἀλλοιωσῇ καὶ κατ' ἐλάχιστον τὴν ἐν ἡρεμίᾳ ἢ ἐν κινήσει κατάστασιν αὐτῶν.

Ἡ καθημερινὴ δὲ πεῖρα ἀποδεικνύει, ὅτι τὸ ἐν ἡρεμίᾳ σῶμα ἐμμένει οὕτως ἐπ' ἄπειρον, ἐκτὸς ἐὰν ἐξωτερικὴ τις αἰτία ἐξαγάγῃ τοῦτο ἐκ τῆς καταστάσεως ταύτης, καὶ ὅτι τὸ κινούμενον σῶμα δὲν δύναται νὰ μεταβάλλῃ ἀφ' ἑαυτοῦ οὔτε τὴν διεύθυνσιν οὔτε τὴν ταχύτητα τῆς ἰδίας αὐτοῦ κινήσεως. Ὅτι δ' ἐπὶ τέλους τὰ κινούμενα σώματα ἴστανται, τοῦτο προέρχεται ἐκ τῶν ἀντιστάσεων ἃς ὑφίστανται. Οὕτω σφαῖρα κυλιομένη ἐπὶ σφαιριστηρίου παρεμποδίζεται ἀνεπαισθῆτως ὑπὸ τῆς τραχύτητος τοῦ ὑφάσματος· ἢ ἐκ τοῦ ὄπλου ἐξερχομένη σφαῖρα ἀναχαιτίζεται ἀκαταπαύστως πρὸς τὴν γῆν ὑπὸ τοῦ ἰδίου βάρους αὐτῆς καὶ ἀπαντᾷ ἐν τῷ ἀέρι ἀντίστασιν, καθ' ἧς ὀλίγον μόνον χρόνον θριαμβεύει.

**Ταχύτης καὶ κίνησις.**—*Ταχύτης* εἶναι τὸ ὑπὸ κινουμένου σώματος διανυόμενον διάστημα ἐπὶ διάρκειαν τινὰ χρόνου, λαμβανομένην ὡς μονάδα. Καὶ μονὰς μὲν χρόνου λαμβάνεται συνήθως τὸ δευτερόλεπτον, μονὰς δὲ ἐκτάσεως, πρὸς καταμέτρησιν τῶν διανυομένων διαστημάτων, τὸ μέτρον. Οὕτω λα-



πὸν ἢ ταχύτης σώματός τινος εἶναι ἴση πρὸς τὴν ταχύτητα ἄλλου τινος, ἢ τὸ διπλάσιον, τὸ τριπλάσιον κτλ. καθ' ὅσον ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου διανύει διάστημα ἰσόμετρον ἢ διπλάσιον, τριπλάσιον κτλ.

Ἐξετάζοντες δὲ τὴν ταχύτητα τῶν σωμάτων καθ' ἕκαστον δευτερόλεπτον τῶν κινήσεων αὐτῶν, δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν τρία εἶδη κινήσεων·

1<sup>ῶν</sup>. Τὴν ὁμοειδῆ, ὅταν τὸ σῶμα διανύῃ ἀείποτε ἴσον διάστημα ἐν ἴσῳ χρόνῳ· καὶ παράδειγμα τῆς κινήσεως ταύτης δυνάμεθα νὰ ἀναφέρωμεν τοὺς δείκτας καλῶς διορθωμένου ὥρολογίου.

2<sup>ῶν</sup>. Τὴν ποικίλλουσαν κίνησιν, ἣτις σύγκειται ἐκ κινήσεων διαφόρου ταχύτητος. Κανονίζεται δὲ αὕτη ἐκ τῆς συνεχοῦς ἐνεργείας δυνάμεως τινός, ἣτις αὐξεται ἢ ἐλαττοῦται καθ' οἷονδῆποτε τρόπον, διαρκούσης τῆς κινήσεως· καὶ δυνάμεθα νὰ ἀναφέρωμεν ὡς παράδειγμα τὴν πορείαν ἰστιοφόρου πλοίου, οὔτινος ἢ ταχύτης ποικίλλει κατὰ τὴν δύναμιν τοῦ ἀνέμου.

3<sup>ῶν</sup>. Τὴν ὁμοειδῶς ποικίλλουσαν κίνησιν, καθ' ἣν τὸ σῶμα διανύει, ἐν ἴσοις χρόνοις, διαστήματα αὐξανόμενα ἢ ἐλαττούμενα κατὰ σταθερὰν ποσότητα. Καὶ ἐν μὲν τῇ πρώτῃ περιπτώσει ἡ κίνησις λέγεται ὁμοειδῶς ἐπισπευδομένη, ὡς, παραδείγματος χάριν, ἡ πτώσις λίθου ἐλευθέρως καταρχομένου· ἐν δὲ τῇ δευτέρᾳ περιπτώσει, ἡ κίνησις λέγεται ὁμοειδῶς ἐπιβραδυνομένη, ὡς, παραδείγματος χάριν, ἡ ἀνάβασις λίθου ἐκσπενδονισθέντος καθέτως εἰς τὸν ἀέρα. Ἡ δὲ ὁμοειδῶς ποικίλλουσα κίνησις ἔχει ὡς αἰτίαν πάντοτε σταθερὰν τινὰ συνεχῆ δύναμιν.

Ἡ κίνησις λέγεται εὐθύγραμμος, ὅταν χωρῆ κατ' εὐθείαν γραμμὴν, καμπυλόγραμμος δέ, ἐὰν τὸ σῶμα κινῆται κατὰ καμπύλην οἰκονδῆποτε.

**Δυνάμεις.**— *Δύναμις* καλεῖται πᾶσα αἰτία δυναμένη νὰ βάλη εἰς κίνησιν σῶμά τι ἢ νὰ ἀλλοιώσῃ ἢν ἤδη ἔλαβε τοῦτο. Οὕτω λοιπὸν ἡ τοῦ ἀνέμου ἐνέργεια ἢ διώκουσα τὰ νέφη, ἢ τῆς θερμότητος ἐνέργεια ἢ διαστέλλουσα τὰ σώματα, ἢ πίεσις τῆς χειρὸς ἐπὶ τῶν πραγμάτων ἄπερ ἀνυψοῖ, ἢ ἐνέργεια τῆς βαρύτητος δι' ἧς πίπτει ἡ χιών ἢ ἡ βροχή, εἶναι δυνάμεις.

Διακριοῦσι δὲ τὰς δυνάμεις εἰς ἀκαριαίας καὶ εἰς συνεχεῖς. Καὶ ἀκαριαία μὲν λέγεται ἡ ἐνεργοῦσα στιγμιαίως ἐπὶ σώματός τινος καὶ καταλείπουσα τοῦτο ἔπειτα εἰς ἑαυτό, οἷα ἡ δύναμις ἢ ἐξωθοῦσα τὴν σφαῖραν ἐκ τοῦ τηλεβόλου· συνεχῆς δὲ ἡ ἐπισπενστική ἢ ἐπισπεύδουσα τὸ σῶμα καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς κινήσεως αὐτοῦ, οἷα ἡ τῆς βαρύτητος εἰς ἣν ὑπόκεινται πάντα τὰ γῆινα σώματα.

**Κεντρόφυξ δυνάμεις.**— Ὅσάκις κινούμενον σῶμα διαγράφει γραμμὴν καμπύλην, ὑπόκειται εἰς δυνάμιν τινα, τείνουσαν νὰ ἀπομακρύνῃ τοῦτο ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς περιστροφῆς, καὶ ὀνομαζομένην *κεντρόφυγα δύναμιν*.

Οὕτως, ἐὰν βάλωμεν εἰς ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν λίθον ἐξαρτώμενον ἐκ σχοινίου, τὸ σχοινίον τοῦτο, κατὰ τὴν κίνησιν, λαμβάνει τάσιν ἀνάλογον ἐκείνης, ἣν παράγει δύναμις τις ἀμέσως ἐνεργοῦσα νὰ ἀποσπάσῃ τὸν λίθον ἐκ τῆς κρατούσης χειρὸς· διό, ἐὰν θραυσθῇ τὸ κρατοῦν τὸν λίθον σχοινίον, ἐκσπενδονίζεται οὗτος κατὰ τὴν ἐκ τοῦ σημείου τῆς ἀναχωρήσεως ἀγομένην ἐφαπτομένην εἰς τὸν κύκλον τῆς κινήσεως, ἦτοι κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν ἀπτομένην τοῦ περιγραφομένου κύκλου μόνον κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἀναχωρήσεως τοῦ λίθου.

Τοιαύτης δὲ οὔσης τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως, ἡ ἔντασις ταύτης ὑπόκειται εἰς τοὺς ἐξῆς νόμους·

1<sup>ο</sup>. Ἡ κεντρόφυξ δύναμις αὐξάνει ὡς τὸ τετράγωνον τῆς



ταχύτητος τοῦ κινουμένου σώματος ἤτοι, τῆς ταχύτητος τοῦτου οὔσης τριπλασίας ἢ τετραπλασίας, ἡ κεντρόφυξ δύναμις γίνεταί ἐνεξαπλασία ἢ δεκαεξαπλασία.

2<sup>ο</sup>. Ἡ κεντρόφυξ δύναμις ποικίλλει κατὰ τὴν ἀκτίνα τοῦ διαγραφομένου κύκλου τῆς κινήσεως<sup>(1)</sup>· ἤτοι, ἐὰν πολλοὶ κύκλοι, διαφόρων ἀκτίνων, διαγραφῶσιν ἐν ἴσοις χρόνοις, ἡ κεντρόφυξ δύναμις εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀκτίνος τοῦ διαγραφομένου κύκλου. Παράδειγματος χάριν, τῆς ἀκτίνος ἐνὸς τῶν κύκλων οὔσης πενταπλασίας, ἡ κεντρόφυξ δύναμις τούτου καθίσταται πενταπλασία τῶν ἄλλων, ἐὰν πάντες οἱ κύκλοι διαγράφονται ἐν ἴσῳ χρόνῳ κινήσεως.

3<sup>ο</sup>. Ἡ ἔντασις τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως εἶναι κατ' εὐθεΐαν ἀνάλογος τῆς μάζης<sup>(2)</sup> τοῦ κινουμένου σώματος· ἤτοι ἡ κεντρόφυξ δύναμις εἶναι τόσῳ μείζων, ὅσῳ πλείονα ὕλην ἔχει τὸ σῶμα.

Ἐφαρμογαὶ τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως. — Ἡ καλλιστη τῶν ἐφαρμογῶν τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως ὑπάρχει ἐν τῇ περιστροφικῇ κινήσει τῆς γῆς καὶ τῶν πλανητῶν. Γινώσκομεν, ὅτι ἡ γῆ στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς ἐντὸς χρονικοῦ διαστήματος 24 ὥρῶν· ὥστε τὰ ὑπὸ τὸν ἰσημερινὸν κείμενα σώματα διαγράφουσιν ἐντὸς τῶν ὥρῶν τούτων περιφέρειαν ὑπολογιζομένην εἰς 9000 λευγῶν περίπου, ἐνῶ τὰ ἐπὶ τῶν πόλων, ὡς περὶ ἑαυτὰ μόνον στρεφόμενα ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ χρόνου, διαγράφουσιν ἐλαχίστας περιφερείας. Ὅθεν ἡ κεντρόφυξ δύναμις

(1) Ἀκτίς λέγεται ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ κύκλου εἰς ἓν σημεῖον τῆς περιφέρειας ἀγομένη γραμμὴ· ἐννοεῖται δὲ ὅτι οἱ μεγαλειότεροι κύκλοι ἔχουσι καὶ μεγαλειτέρας ἀκτῖνας.

(2) Μάζαν ἐννοοῦμεν τὸ ποσὸν τῆς ὕλης τὸ περιεχόμενον εἰς ἓν σῶμα ὑπ' οἷονδὴποτε ἄγκυον.

οὔσα μηδὲν κατὰ τοὺς πόλους, φθάνουσα δὲ τὸν ἀνώτατον βαθμὸν τῆς δυνάμεως ἐπὶ τοῦ ἰσημερινοῦ, ἐπήνεγκεν ἐξόγκωσιν πρὸς τὸν ἰσημερινὸν καὶ πλατυσμὸν εἰς τοὺς πόλους.

Οἱ ἵππεῖς τοῦ κίρκου, ταχέως ἐλαύνοντες περὶ τὸν ἵππόδρομον, κλίνουσιν ἀκινδύνως πρὸς τὰ ἔσω τοῦ κύκλου, ὃν διαγράφουσιν, ἐπειδὴ ἡ ἀποκρούουσα αὐτοὺς κεντρόφυξ δύναμις ἐξουδετεροῖ τὸ ἀποτέλεσμα τῆς κλίσεως ταύτης· ὥστε, ἀντὶ νὰ καθηνηται, στηρίζονται, ὡς εἶπειν, μόνον ἐπὶ τῶν νώτων τῶν ἵππων, καὶ ἡ κεντρόφυξ δύναμις διατηρεῖ αὐτοὺς ἐν θέσει, ὁποῖαν δὲν ἠδύναντο νὰ διατηρήσωσιν, ἐὰν ὁ δρόμος δὲν ἐγίγνετο μετὰ μεγίστης ταχύτητος. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ἐν ταχείᾳ κυκλικῇ κινήσει σφενδόνης, περιστρέφεται ποτήριον πλήρες ὕδατος, χωρὶς νὰ ἐκχυθῇ οὐδεμίᾳ ῥάνις τοῦ ὑγροῦ τούτου, καὶ τὸ ἐπὶ βεβρεγμένου στρόμβου ὕδωρ ἀναρρίπτεται, καὶ ὁ εἰς τοὺς τροχοὺς τῶν ἀμαξῶν προσκολλώμενος πηλὸς ἀποσπᾶται καὶ ἐκσφενδονίζεται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

### ΒΑΡΥΤΗΣ.

Ἐλξις, βαρύτης. — Νόμοι τῆς ἔλξεως. — Δύναμις τῆς βαρύτητος. — Διεύθυνσις τῆς βαρύτητος. — Πτώσις τῶν σωμάτων· νόμοι αὐτῆς. — Κεκλιμένον ἐπίπεδον τοῦ Γαλιλαίου. — Μηχανὴ τοῦ Ἀτουόδου. — Κέντρον τοῦ βάρους. — Ἐφαρμογὰὶ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους.

Ἐλξις, βαρύτης. — Δι' ἀμοιβαίας τινὸς ἐνεργείας πάντα τὰ σώματα τείνουσι νὰ προσεγγίσωσιν εἰς ἄλληλα. Ἡ ἰδιότης αὕτη ὀνομάζεται ἔλξις· καὶ ὅταν μὲν ἐνεργῆται μεταξὺ μορίων,



εἶδομεν, ὅτι καλεῖται ἀτομικὴ ἔλξις· ὅταν δὲ μεταξὺ μαζῶν μεγάλων, ὡς ἀποχωρίζουσι μέγιστα ἀποστάσεις, ὡς μεταξὺ τοῦ ἡλίου, τῆς γῆς καὶ τῶν ἄλλων πλανητῶν, ὀνομάζεται φορὰ ἢ οὐρανία ἔλξις· ὅταν δὲ μεταξὺ τῆς γῆς καὶ τῶν ἐπὶ ταύτης σωμάτων, λέγεται βαρύτης.

**Νόμοι τῆς ἔλξεως.**— Αἱ κινήσεις τῶν οὐρανίων σωμάτων ἀφ' οὗτου παρατηροῦνται, ἀποδεικνύουσι τὴν ὀρθότητα τῶν ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἀνακαλυφθέντων δύο νόμων· α<sup>ον</sup>· ὅτι τὰ σώματα ἔλκουσιν ἄλληλα κατ' εὐθὺν λόγον τῶν μαζῶν· β<sup>ον</sup>· ὅτι τὰ σώματα ἔλκουσιν ἄλληλα κατ' ἀντίστροφον λόγον τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων. Οὕτως, ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι σῶμά τι ἔχει μάζαν τετραπλασίαν ἄλλου τινός, θὰ ἔχη δύναμιν ἔλξεως τετραπλασίαν· ἐὰν δὲ ἡ ἀποχωρίζουσα τὰ δύο σώματα ἀπόστασις ᾖ τὴν τετραπλασία, θὰ ἔλκωσιν ἄλληλα δεκαεξάκις ὀλιγώτερον, κτλ.

Καὶ ἡ πτώσις τῶν σωμάτων ἐπὶ τοῦ ἐδάφους εἶναι συνέπεια τούτων τῶν μεγάλων νόμων τῆς φύσεως. Ἐὰν δηλαδὴ καταλίπωμεν λίθον τινὰ εἰς ἑαυτὸν, ἢ μεταξὺ τούτου καὶ τῆς γῆς ἔλξις θὰ ἐνεργήσῃ ἐλευθέρως καὶ τὰ δύο σώματα κινούμενα θὰ ἐνωθῶσι κατὰ τὸν ἀνωτέρω ἐξαγγεληθέντα νόμον. Ἄλλ' ὅμως, ἐπειδὴ ἡ ἔλξις γίνεταί κατ' εὐθὺν λόγον τῶν μαζῶν, ἡ γῆ, ἅτε ἔχουσα μάζαν ἀπειράκις μείζονα, θὰ μετατοπισθῆ ἀπειράκις ὀλιγώτερον τοῦ λίθου, καὶ ἡ μετατόπισις αὐτῆς θὰ ᾖ ὡς μηδέν.

**Δύναμις τῆς βαρύτητος.**— Πάντα τὰ σώματα εἶναι βαρέα ἕνεκα τῆς ἔλξεως, ἥτοι, ὅταν καταλείπωνται εἰς ἑαυτά, πίπτουσι μέχρις οὗ φθάσωσιν εἰς τὴν γῆν ἢ εἰς ἄλλο σῶμα δυνάμενον νὰ κρατήσῃ ταῦτα. Τοῦτο δὲ τὸ φαινόμενον δὲν παράγεται μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους, ἀλλὰ καὶ εἰς μεγάλα ὕψη ἐν τῷ οὐρανῷ, καὶ εἰς μεγάλα βάθη ὑπὸ τὴν γῆν. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ὕλη, ἀδρανῆς οὖσα, δὲν δύναται νὰ λάβῃ κίνησιν ἀφ' ἑαυ-

τῆς, οὐδὲ νὰ μεταβάλη ἦν ἔλαβεν, ἔπεται, ὅτι ὑπάρχει δύναμις τις προκαλοῦσα τὴν πτώσιν, καὶ αὕτη εἶναι ἡ βαρύτης.

Ἄλλ' ἐκτὸς τῆς πτώσεως, ἡ βαρύτης παρουσιάζει καὶ ἄλλα διάφορα ἀποτελέσματα, ἃ κινδυνεύει τις νὰ ἀποδώσῃ κατ' ἀρχὰς εἰς ἄλλας αἰτίας. Αὕτη παράγει τὰς κινήσεις τῶν ὑγρῶν, ἅτινα χύνονται ἐκ τῶν ἀγγείων, καὶ τῶν ποταμῶν, οἵτινες ρέουσι πρὸς τὴν θάλασσαν· ἕνεκα ταύτης ἐπιπλέει ὁ φελλὸς καὶ τὰ ἐλαφρὰ σώματα ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ἀνυψοῦνται δὲ οἱ ἀτμοὶ καὶ τὰ ἀερόστατα εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν.

Διεύθυνσις τῆς βαρύτητος. — Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς διευθύνσεως τῆς βαρύτητος, γίνεταί καθ' ἐκάστην χρῆσιν τοῦ αἰείποτε ἀνά χειρὰς τῶν τεκτόνων καὶ οἰκοδόμων εὐρισκομένου νήματος τῆς στάθμης, μικρᾶς συσκευῆς συνισταμένης ἐκ νήματος φέροντος κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον σφαῖραν μολυβδίνην. Ἡ διεύθυνσις τοῦ νήματος τούτου, τεταμένου καὶ ἐν ἡρεμίᾳ, δεικνύει ἀκριβῶς τὴν διεύθυνσιν τῆς βαρύτητος· διότι, ἐὰν ἡ δύναμις αὕτη ἐνῆργει κατὰ γραμμὴν ἄλλην, θὰ εἴλκε καὶ παρέσυρε τὸ νῆμα πρὸς τὸ ἑαυτῆς μέρος.

Ἡ βαρύτης εἶναι κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἡρεμούντων ὑδάτων, καὶ, ἐπειδὴ ἡ γῆ ἔχει τὸ σχῆμα σφαίρας, ἔπεται, ὅτι πᾶσαι αἱ διεύθυνσεις τῆς βαρύτητος συντρέχουσι πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς· ἡ δὲ διεύθυνσις τοῦ νήματος τῆς στάθμης ἐν παντὶ τόπῳ ὀνομάζεται κατακόρυφος τοῦ τόπου τούτου, καὶ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἡρεμούντος ὕδατος, ἐφ' οὗ εὐρίσκεται κάθετος, καλεῖται ὀριζόντιον ἐπίπεδον ἢ ἐπιφάνεια.

Πτώσις τῶν σωμάτων. — Ἐὰν ἀφήσωμεν νὰ πέσωσιν ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὕψους μολυβδίνη σφαῖρα, τεμάχιον φελλοῦ, λίθος καὶ πτερόν, ἐκπληττόμεθα ἐκ τῆς διαφορᾶς τῶν ταχυτήτων τῶν σωμάτων τούτων· διότι ἡ μὲν σφαῖρα καὶ ὁ λίθος πίπτουσι



ταχύτετα, ὁ δὲ φελλὸς καὶ τὸ πτερόν βραδύτετα. Ἄλλ' ὅμως παρατηρητέον συνάμα, ὅτι τὰ μὲν πίπτοντα ταχύτερον ἀκολουθοῦσιν ἀκριβῶς καὶ τὴν κατακόρυφον, τὰ δὲ ἄλλα παρεκκλίνουσι τόσῳ μᾶλλον, ὅσῳ βραδύτερον πίπτουσι. Τοῦτο τὸ γεγονός ἀρκεῖ ἡμῖν πρὸς ἀνακάλυψιν διαταρακτικῆς τινος αἰτίας ἐνεργούσης ἰσχυρότερον ἐπὶ τῶν τελευταίων ἢ ἐπὶ τῶν πρώτων, τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος.

Πρὸς εὐρεσιν ἄρα τῆς ἀληθοῦς κινήσεως τῶν βαρέων σωμάτων, ἀνάγκη νὰ ἀφήσωμεν νὰ πέσωσι ταῦτα ἐν τῷ κενῷ, ἤτοι ἐντὸς διαστήματος τινός, ὅπου νὰ μὴ ὑπάρχη οὔτε ἀήρ οὔτε ἄλλο σῶμα δυνάμενον νὰ παρεμβάλη ἀντίστασιν, καὶ πρὸς ἐπίτευξιν τοῦ κενοῦ τούτου, ὑπάρχει μηχανή τις ὀνομαζομένη *ἀεραντλία*, δι' ἧς, ὡς μέλλομεν νὰ ἴδωμεν βραδύτερον, ἀναρροφᾶται ὁ ἀήρ. Προσαρμόζομεν λοιπὸν εἰς τὴν μηχανὴν ταύτην μακρὸν κύλινδρον ὑάλινον, ἐν ᾧ τίθενται προηγουμένως διάφορα σώματα, οἷον πτερόν, χάρτης, φελλός, τεμάχιον μολύβδου, καὶ ἀφοῦ ἀφαιρεθῆ ὁ ἀήρ, ἀναστρεφόμενου αἰφνιδίως τοῦ κυλίνδρου, παρατηροῦμεν πάντα τὰ σώματα καταπίπτοντα συγχρόνως ἐπὶ τοῦ πυθμένου. Ἄλλ' ἐὰν, ἀφοῦ ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ ἐν τῷ κυλίνδρῳ μικρὰ ποσότης ἀέρος, ἐπαναληφθῆ τὸ πείραμα, τὰ ἐλαφρότερα σώματα ἄρχονται νὰ ὑστερῶσιν ὀλίγον, ἅμα δὲ εἰσέλθῃ καθ' ὅλοκληρίαν ὁ ἀήρ, τὰ σώματα καταπίπτουσι πάλιν μετ' ἀνίσου ταχύτητος.

Ἐτερόν τι πείραμα συνίσταται εἰς τὸ νὰ ἀφήσωμεν νὰ καταπέσωσιν ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὕψους δίσκος μεταλλικὸς καὶ ἴσος δίσκος χάρτινος· διότι δὲν θὰ φθάσωσιν οὔτοι συγχρόνως ἐπὶ τῆς γῆς. Ἐὰν ὅμως ἐπιθέσωμεν τὸν δίσκον τοῦ χάρτου ἐπὶ τοῦ μεταλλικοῦ, τότε καὶ ὁ χάρτης, προφυλαττόμενος ὑπὸ τοῦ μετάλλου κατὰ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, καταπίπτει ἐξίσου ταχέως.

Νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων. — Τὰ πίπτοντα σώ-

ματὰ δὲν διατηροῦσι τὴν αὐτὴν ταχύτητα καθ' ὅλην τὴν διάρ-  
κειαν τῆς πτώσεως αὐτῶν· διότι ἡ δύναμις τῆς βαρύτητος εἶναι  
δύναμις ἐπισπενστικῆ, ἐνεργοῦσα ἀκαταπαύστως ἐπὶ τῶν σωμά-  
των καὶ κατὰ πᾶσαν στιγμὴν προσθέτουσά τι εἰς τὴν δοθεισαν  
κίνησιν. Τὰ σπουδαῖα λοιπὸν ἀποτελέσματα, τὰ καλούμενα νό-  
μοι τῆς βαρύτητος, ἐξάγονται ἐκ τῶν φαινομένων ἄπερ παρου-  
σιάζει τῶν σωμάτων ἢ πτώσις, καὶ ἡ ἀνακάλυψις τούτων ὀφεί-  
λεται εἰς τὸν Γαλιλαῖον, περιφανῆ φυσικὸν τοῦ 16<sup>ου</sup> αἰῶνος· εἶ-  
ναι δὲ δύο·

1<sup>ον</sup>. *Τὰ διακνόμενα διαστήματα ἀξάνουσι* ὡς τὰ τετρά-  
γωνα<sup>(1)</sup> τῶν χρόνων ἐν οἷς διηγήθησαν ταῦτα· ἦτοι σώματι,  
ἔχον τὴν πτώσιν ἐλευθέραν, διανύει ἐντὸς διπλασίου χρόνου διά-  
στημα τετραπλάσιον, ἐντὸς τριπλασίου ἔννεαπλάσιον καὶ καθε-  
ξῆς. Εὐρέθη δέ, ὅτι σῶμα πίπτον ἐλευθέρως ἐν Παρισίοις<sup>(2)</sup> ἀφ' ὑ-  
ψηλοῦ τινος τόπου διανύει 4<sup>μ</sup>, 9 . . . κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλε-  
πτον· ὥστε, ἐὰν ἐξακολουθήσῃ πίπτον ἐπὶ 6 δευτερόλεπτα, τὸ  
διανυθὲν διάστημα εἶναι τὸ γινόμενον τοῦ 4<sup>μ</sup>, 9 . . . ἐπὶ τὸ τε-  
τράγωνον τοῦ 6 ἦτοι τοῦ 36, καὶ ὁ ἀριθμὸς 176, 4 . . . ἀκριβῶς  
τὸ διανυθὲν διάστημα ὑπὸ τοῦ καταπεσόντος σώματος.

2<sup>ον</sup>. *Αἱ τελικαὶ ταχύτητες ἀξάνουσι* ὡς οἱ χρόνοι τῶν  
πτώσεων· ἦτοι, ἐὰν ἡ βαρῦτης κατέλιπε τὸ ἐπὶ τινὰ χρόνον πί-  
πτον σῶμα, τοῦτο θὰ διήνυεν ἐπὶ χρόνον ἴσον διάστημα διπλά-

(1) Τετράγωνον ἀριθμοῦ τινος λέγεται τὸ γινόμενον τοῦ ἀριθμοῦ  
τούτου πολλαπλασιαζομένου ἐφ' ἑαυτόν· οἷον τὸ τετράγωνον τοῦ 3 εἶναι 9  
κτλ. Τετράγωνον δὲ τοῦ χρόνου καλεῖται τὸ τετράγωνον τοῦ ἀριθμοῦ  
τῶν δευτερολέπτων, ἅτινα παρήλθον ἀπὸ τῆς ἐνάρξεως τῆς πτώσεως τοῦ  
σώματος.

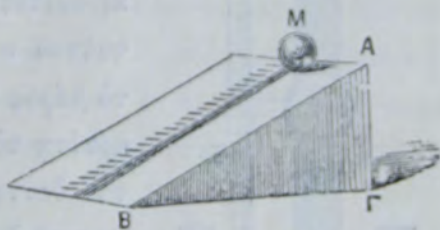
(2) Δὲν εἶναι τὸ αὐτὸ ἐφ' ἔλων τῶν σημείων τῆς σφαίρας· διότι, τῆς ἔλ-  
ξεως τῆς γῆς οὐσῆς ἰσχυροτέρας εἰς τὸν πόλον ἢ εἰς τὸν ἰσημερινόν, ἔπεται,  
ὅτι τὸ σῶμα διανύει ὑπὲρ τὰ 4μ, 9 εἰς τὸν πόλον καὶ ἦττον τῶν 4μ, 9 εἰς τὸν  
ἰσημερινόν, ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου.



σιον τοῦ τέως διανυθέντος. Οὕτως ἐν σώμα, ὅπερ πίπτων ἐν Παρισίοις ἐπὶ 4 δευτερόλεπτα διανύει δεκαεξάκις  $4^u$ , 9... ἤτοι  $78^u$ , 4... ἐάν, μετὰ τὸ τέλος τοῦ χρόνου τούτου ἐξέλειπεν ἢ ἐκ τῆς γῆς ἐνέργεια, τὸ σῶμα θὰ ἐξηκολούθει αὐθις τὴν πτώσιν αὐτοῦ μετὰ κινήσεως ὁμοειδοῦς, διανύον ἀείποτε δις  $78^u$ , 4... ἐντὸς 4 δευτερολέπτων, ἤτοι  $39^u$ , 2... κατὰ δευτερόλεπτον.

Οἱ δὲ νόμοι τῆς βαρύτητος ἀποδεικνύονται μὲν ἀκριβῶς διὰ μαθηματικῶν μέσων, ἀλλὰ κατωρθώθη καὶ ἡ πειραματικὴ ἐπιβεβαίωσις, διὰ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου τοῦ Γαλιλαίου καὶ διὰ τῆς μηχανῆς τοῦ Ἀτουόδου.

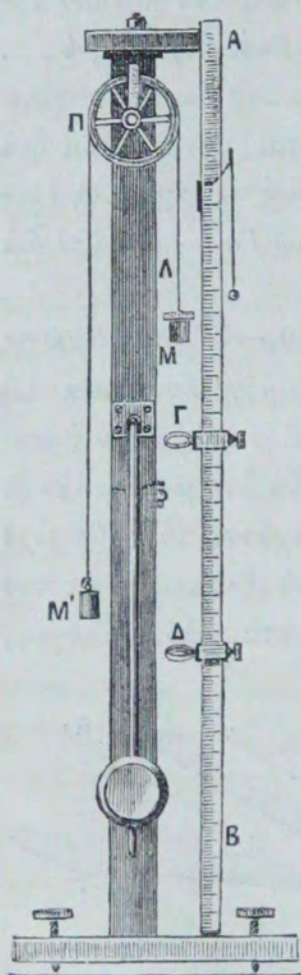
**Κεκλιμένον ἐπίπεδον τοῦ Γαλιλαίου.**—Τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον τοῦ Γαλιλαίου (Σχ. 1) εἶναι κεκλιμένη ἐπιφάνεια AB ἐπὶ τῆς ὁποίας κυλίομεν σφαῖράν τινα M. Ἐάν ἐτύγχανεν ἡ ἐπιφάνεια ὀριζοντία, ἢ ταχύτης τῆς σφαίρας θὰ ἦτο μηδέν, ἐάν δὲ ἡ ἐπιφάνεια εὐρίσκετο κατακόρυφος, ἢ ταχύτης αὕτη θὰ εἶχε πᾶσαν τὴν ἔντασιν αὐτῆς. Ἦδη λοιπὸν διὰ κλίσεως τινὸς τοῦ ἐπιπέδου, ἢ ταχύτης τῆς σφαίρας ἐλαττοῦται μὲν ἀναλόγως, ἀλλ' ὅμως διατηρεῖται ἡ σχέσις τῶν διανυομένων διαστημάτων μετὰ τῶν δεδομένων χρόνων ὥστε, πρὸς ἐπιβεβαίωσιν τοῦ νόμου, δυνάμεθα οὕτω νὰ ὑπολογίσωμεν τὸ διανυθὲν διάστημα, ἐντὸς τοῦ πρώτου δευτερολέπτου, ἐντὸς τοῦ δευτέρου, ἐντὸς τοῦ τρίτου κτλ., καὶ ἐπομένως νὰ παρατηρήσωμεν, ὅτι ἐντὸς δύο δευτερολέπτων ἡ σφαῖρα διανύει τετραπλάσιον διάστημα, καὶ ἐντὸς τριῶν ἐννεαπλάσιον τοῦ διανυθέντος κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον.



Σχ. 1.—Ἐπίπεδον κεκλιμένον.

**Μηχανὴ τοῦ Ἀτουόδου.**—Ἡ μηχανὴ τοῦ Ἀτουόδου

(Σχ. 2) ὀνομασθεῖσα οὕτω ἐκ τοῦ εὐρέτου, σύγκειται ἐκ μιᾶς ῥάβδου εὐθείας  $AB$  καὶ ἐκ μιᾶς τροχιλίας  $\Pi$  στρεφομένης μετὰ μεγάλης εὐκολίας περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, περιειλιγμένης δὲ κατὰ



Σχ. 2.

Μηχανὴ Ἀτουίδου.

τὸν λαιμὸν ὑπὸ νήματος μεταξίνου βαστάζοντος ἐκ τῶν ἄκρων δύο ἴσα βάρη  $M$  καὶ  $M'$ . Καὶ ἡ μὲν ῥάβδος διηρημένη εἰς μέρη ἴσα, εἰς ὑφεκατόμμετρα παραδείγματος χάριν, φέρει κρίκον τινὰ  $\Gamma$  καὶ κατωτέρω δίσκον τινὰ  $\Delta$ , ἀμφοτέρους κινητούς, ὥρολόγιον δὲ δευτερολέπτων, παρακείμενον, δεικνύει τὸν χρόνον τῆς πτώσεως.

Οὕτω, πρὸς ἐπιβεβαίωσιν τοῦ πρώτου νόμου, προσθέτομεν εἰς τὸ βᾶρος  $M$  μικρὸν ἐπίμηκες ἔλασμα  $\Lambda$  προεξέχον· ἡ δὲ μάζα αὕτη ὑπέκει εἰς τὴν βαρύτετητα, ἀλλὰ πίπτουσα ὠθεῖ πρὸ αὐτῆς τὸ βᾶρος  $M$  καὶ συμπαρασύρει ἐπομένως τὸ βᾶρος  $M'$ . Μετακινούντες λοιπὸν τὸν δίσκον  $\Delta$  καὶ θέτοντες τοῦτον κατ' ἀποστάσεις τοιαύτας, ὥστε τὸ βᾶρος  $M$  τὸ φέρον τὸ ἔλασμα  $\Lambda$  νὰ κρούσῃ τὸν δίσκον ἅμα τῇ λήξει τοῦ πρώτου δευτερολέπτου, καὶ ἔπειτα ὡσαύτως, ἅμα τῇ λήξει 2, 3, 4 δευτερολέπτων, εὐρίσκομεν ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶναι τετραπλάσια, ἐνεαπλάσια, δεκαεξαπλάσια, ἧτοι αὐξάνουσιν ὡς τὰ τετρά-

γωνα τῶν χρόνων, καθ' οὓς διηλύθησαν.

Πρὸς ἐπιβεβαίωσιν δὲ τοῦ δευτέρου νόμου, διατάσσομεν τὸν κρίκον  $\Gamma$  οὕτως, ὥστε τὸ βᾶρος  $M$  τὸ φέρον τὸ ἔλασμα  $\Lambda$ ,



νά δυνηθῆ νά ἐπιψύσῃ τοῦτον ἄμα τῇ λήξει ἀριθμοῦ τινος δευτερολέπτων, τριῶν λόγου χάριν. Τότε τὸ μὲν ἐλασμάτιον ὡς προεξέχον, κρατεῖται ἐπὶ τοῦ κρίκου, τὸ δὲ βάρος  $M$  διερχόμενον ἐξακολουθεῖ καὶ μόνον τὴν δοθεῖσαν κίνησιν, ἂν καὶ ἡ ἐκ τῆς γῆς ἐνέργεια ἐξέλιπεν, ἥτοι ἔπαυσε νά ἐνεργῆ ἐπ' αὐτοῦ ἡ βαρύτης, ὡς ἀντισοροπουμένου ὑπὸ τοῦ βάρους  $M'$ . Ἀναγνωρίζομεν λοιπὸν τότε, ὅτι ἡ κίνησις εἶναι ὁμοειδῆς, καὶ εὐρίσκομεν ὅτι τὸ διανυθὲν διάστημα ἐντὸς τριῶν δευτερολέπτων ὑπερέχει διπλασίως τοῦ κατὰ τὰ τρία προηγούμενα δευτερόλεπτα διανυθέντος διαστήματος· ὅπερ συμφωνεῖ ἐντελῶς πρὸς τὸν δεύτερον νόμον.

Ὁ πρῶτος νόμος τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων δίδει τὸ μέσον τοῦ ὑπολογίζεσθαι τὸ ὕψος οἰκοδομῆς τινος. Ἐὰν ἀφήσωμεν νά πέσῃ λίθος ἀπὸ τοῦ ὑψώματος πύργου καὶ παρέλθωσι, καθ' ὑπόθεσιν, πέντε δευτερόλεπτα, μέχρις οὗ φθάσῃ εἰς τὸ ἔδαφος, μανθάνομεν τὸ ὕψος τοῦ πύργου, πολλαπλασιάζοντες  $4^h, 9 \dots$  ἐπὶ τὸ τετράγωνον τοῦ  $5$ , ἥτοι ἐπὶ  $25$ , ὅπερ εἶναι  $122^h, 5 \dots$ . Κατὰ τὸν αὐτὸν δὲ τρόπον δυνάμεθα νά μετρήσωμεν καὶ τὸ βάθος ἐνὸς φρέατος, ὁπότε ἡ στιγμή τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἐπὶ τοῦ ὕδατος εἰδοποιεῖται ὑπὸ τοῦ ἤχου· ἀλλ' ὁμοως, ἐπειδὴ ἀπαιτεῖται χρόνος τις, ἵνα φθάσῃ ὁ ἤχος εἰς τὸ ὠτίον, πρέπει νά συνυπολογίζωμεν καὶ τὴν μικρὰν ταύτην διαφορὰν, μὴ ὑπερβαίνουσαν τὸ ἕκτον δευτερολέπτου.

**Κέντρον τοῦ βάρους.**— Πᾶν σῶμα βαρὺ δύναται νά θεωρηθῆ ὡς ἄθροισμα βαρυδίων ὑλικῶν, ἐφ' ὧν ἐκάστου ἐπενεργεῖ ἡ βαρύτης. Αἱ διάφοροι αὗται δυνάμεις, καίτοι ἀπειράριθμοι, δύνανται νά ἀντικατασταθῶσιν ὑπὸ μιᾶς μόνης, ἥτις ὀνομάζεται *κεφάλαιον* αὐτῶν ἢ *συνισταμένη* καὶ τὸ σημεῖον ἐφ' οὗ ἐφαρμόζεται αὕτη ἡ συνισταμένη, καλεῖται *κέντρον τοῦ βάρους*. Οὐσιώδης δὲ χαρακτηρ τοῦ σημείου τούτου εἶναι ὅτι, ὅταν ἐπε-

ρείδεται ἢ ὑποστηρίζεται, ἥτοι ὁσάκις ἡ κατακόρυφος ἢ διερχομένη διὰ τοῦ σημείου τούτου ἀπαντᾷ στήριγμα, τὸ σῶμα ἰσορροπεῖ καὶ δὲν πίπτει.

Διακρίνουσι δὲ τρία εἶδη ἰσορροπίας, τὴν εὐσταθῆ ὅταν τὸ σῶμα ἀπομακρυνόμενον ἀπὸ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἐπανέρχεται πάλιν εἰς ταύτην διὰ τῶν ταλαντώσεων, ὡς τὸ ρυθμότροχον τοῦ ἐκκρεμούχου ὥρολογίου· τὴν ἀσταθῆ, ὅταν τὸ σῶμα, καὶ ὀλίγον ἀπομακρυνόμενον τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, δὲν ἐπανέρχεται πλέον εἰς ταύτην, ὡς τὸ ὠδὸν ἐπὶ τῆς ἑαυτοῦ ἄκρας· τὴν ἀδιάφορον, ὅταν τὸ σῶμα ἰσορροπῆ καθ' ὅλας τὰς θέσεις αὐτοῦ ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, ὡς ἡ σφαῖρα ἧς πάντα τὰ μέρη εἶναι ὁμογενῆ, ἥτοι ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας.

Ἐξαρτᾶται δὲ ἡ θέσις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους καὶ ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ σώματος καὶ ἐκ τοῦ τρόπου καθ' ὃν ἐνυπάρχει διανεμημένη ἡ ὕλη. Οὕτω τὸ κέντρον τοῦ βάρους ξυλίνης ἢ μεταλλικῆς σφαίρας κεῖται ἐν αὐτῷ τῷ κέντρῳ τῆς σφαίρας, ἐπειδὴ τὰ μέρη αὐτῆς εἶναι ὁμογενῆ· ἀλλ' ἐν σφαίρᾳ ἧς τὸ ἥμισυ θὰ ἦτο ἐκ ξύλου καὶ τὸ ἕτερον ἥμισυ ἐκ μετάλλου, τὸ κέντρον τοῦ βάρους δὲν θὰ ὑπῆρχεν ἐν τῷ κέντρῳ.

Ἐφαρμογαὶ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους. — Θεμελιώδης ἀρχὴ τῆς ἰσορροπίας εἶναι, ἡ κατακόρυφος ἢ διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους νὰ εὐρίσκη σημεῖα στηρίξεως στερεά. Οὕτως ἐν τῷ ἀνθρώπῳ, ὅταν διατελῆ ὄρθιος, τῶν βραχιόνων τεθειμένων κατακορύφως, τὸ κέντρον τοῦ βάρους κεῖται πρὸς τὸ κάτω μέρος τῆς λεκάνης· ὥστε εἶναι ἀνάγκη πρὸς διατήρησιν τῆς ἰσορροπίας, ἡ ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους καταγομένη κατακόρυφος νὰ πίπτῃ εἰς τὸ ὑπὸ τῶν ποδῶν ἀποτελούμενον στήριγμα, καὶ ἡ εὐστάθεια θὰ ἦναι τόσῳ μείζων, ὅσῳ εὐρυτέρα ἡ περιοχὴ τῆς στηρίξεως.



Ὁ ἄνθρωπος παρασυρόμενος πρὸς ἓν μέρος ὑφ' οἰασδήποτε ὠθήσεως ἢ ὑπὸ τυχαίου τινὸς βάρους, προεκβάλλει ἑαυτὸν πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος, ὅπως ἐπαναγάγη εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν τὸ μετατοπισθὲν κέντρον τοῦ βάρους· διὸ μετὰ φορτίου μὲν ἐπὶ τῆς ῥάχεως κλίνει πρὸς τὰ ἔμπρως, ἐὰν δὲ ἔχη τὸ φορτίον ἐστηριγμένον ἐπὶ τοῦ στήθους ἢ τῆς κοιλίας, φέρεται πρὸς τὰ ὀπίσω· ὁ ἐκ τῆς ἡλικίας κεκυφὼς γέρον, οὗ τὸ κέντρον τοῦ βάρους προεκβάλλεται πρὸ τῶν ποδῶν, αὐξάνει διὰ τῆς ῥάβδου τὴν περιοχὴν τῆς στηρίξεως αὐτοῦ· οἱ ναῦται, εἰθισμένοι πρὸς τὸν σάλον τοῦ πλοίου, διατηροῦσι σχεδὸν σταθερῶς ἀνοικτοὺς τοὺς πόδας· τέλος οἱ σχοινοβάται διατηροῦσι τὴν οἰκείαν θέσιν οὕτως, ὥστε τὸ κέντρον τοῦ βάρους νὰ διέρχηται ἀείποτε διὰ τοῦ σχοινίου πρὸς τὸ σημεῖον ἐφ' οὗ στηρίζουσι τὸν πόδα, καὶ διὰ τοῦτο κρατοῦσιν ἀντίρροπὸν τι, ὅπερ φέρουσι ποτὲ μὲν πρὸς τὸ ἓν, ποτὲ δὲ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος, ἢ ἐκτείνουσι κατὰ διαφόρους τρόπους τοὺς βραχίονας ὡς ἀντίρροπον.

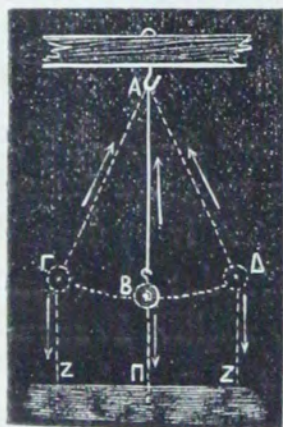
Αἱ ἀρχαὶ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους εὐρίσκουσι τὴν καθημερινὴν αὐτῶν ἐφαρμογὴν ἐν τῇ ἀρχιτεκτονικῇ, πρὸς κρείττονα διάταξιν τοῦ εἰς τὰς οἰκοδομὰς προσωρισμένου ὕλικου· ἐν τῇ φορτώσει τῶν ἀμαξῶν, πρὸς ἐξασφάλισιν τῆς εὐσταθείας αὐτῶν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους· καὶ τέλος ἐν τῇ συσκευασίᾳ τῶν πλοίων, ὧν καταφορτίζουσι τὸν πυθμένα, ἵνα δοθῇ εἰς ταῦτα πλατεῖα βάσις ἢ ἐπίπεδον στηρίξεως καὶ κατορθωθῇ νὰ ἀποβῇ ὅσον ἔνεστι χαμηλὸν τὸ κέντρον τοῦ βάρους.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

Ἐκκρεμές. — Νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς. — Ἐφαρμογαὶ τοῦ ἐκκρεμοῦς. — Μάζα, βάρος, πυκνότης. — Ἴσορροπία τῶν βαρέων σωμάτων. — Μοχλοί. — Τρυτάναι.

**Ἐκκρεμές.** — Διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ καὶ διὰ τῆς πείρας ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ βαρύτης δὲν ἐνεργεῖ μετὰ τῆς αὐτῆς δυνάμεως ἐπὶ πάντων τῶν σημείων τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς. Τὸ δὲ ὄργανον τὸ χρησιμεῦον εἰς τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τῶν διαφόρων βαρυτήτων καλεῖται ἐκκρεμές, καὶ συνήθως σύγκειται ἐκ μικρᾶς μεταλλικῆς σφαίρας Β (Σχ. 3) ἐξηρητημένης ἐκ νήματος προσδεδεμένου ἀπὸ τῆς ἄνω ἄκρας αὐτοῦ εἰς σταθερόν τι σημεῖον Α. Τὸ ἐκκρεμές λοιπὸν ἰσορροπεῖ, ὅταν ἡ διεύθυνσις τοῦ νήματος, ἐξ οὗ



Σχ. 3.—Ἐκκρεμές.

ἐξαρτᾶται ἡ σφαῖρα, τυγχάνη κατακόρυφος· διότι τότε ἡ ἐνέργεια τῆς βαρύτητος ἐπὶ τούτου τοῦ κινητοῦ καταστρέφεται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σταθεροῦ σημείου, ἐξ οὗ ἐξαρτᾶται. Ἐὰν ὁμως ἀπομακρύνωμεν τὸ ἐκκρεμές ἀπὸ τῆς κατακορύφου θέσεως, καὶ, ἀφοῦ φθάσῃ εἰς τὸ Γ, ἀφήσωμεν αὐτὸ εἰς ἑαυτό, δὲν μένει πλέον ἐν ἰσορροπία, ἐπειδὴ ἡ ἀντίστασις τοῦ νήματος ΓΑ καὶ ἡ ἔλξις τῆς γῆς ΓΖ δὲν εἶναι τότε ἀπ' εὐθείας ἀντίθετοι ὥστε τὸ ἐκκρεμές κατέρχεται εἰς Β,

καὶ ἀφοῦ φθάσῃ εἰς τοῦτο τὸ σημεῖον, ὑπερβαίνει, ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος, καὶ ἔρχεται εἰς Δ. Τότε ὑποβάλλεται αὖθις εἰς τὴν ἀντίστασιν τοῦ νήματος ΔΑ καὶ εἰς τὴν βαρύτητα ΔΖ· καταστρέφεται πᾶσα ἡ κτηθεῖσα ταχύτης, καὶ κατέρχεται πάλιν εἰς Β, ἵνα ἐπαναλάβῃ τὰς αὐτὰς κινήσεις, ἐπισπεῦδον τὴν

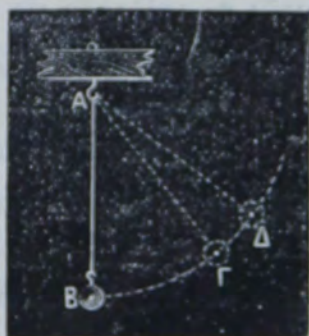


ταχύτητα κατὰ τὴν ἐκ Γ εἰς Β ἢ ἐκ Δ εἰς Β κίνησιν, καὶ ἐπι-  
 θραδύνον ταύτην μετὰ τῆς αὐτῆς ἀναλογίας, κατὰ τὴν ἐκ Β  
 εἰς Γ ἢ ἐκ Β εἰς Δ κίνησιν.

Ἡ ἐκ Δ εἰς Γ κίνησις ὀνομάζεται αἰώρησις, ἡ δὲ ἐκ Δ εἰς Β ἢ  
 ἐκ Γ εἰς Β ἡμιαἰώρησις· τὸ δὲ τόξον ΔΓ (Σχ. 3) καλεῖται πλά-  
 τος τῆς αἰωρήσεως, καὶ ἡ διάρκεια αἰωρήσεώς τινος εἶναι ὁ χρόνος  
 καθ' ὃν διανύεται τοῦτο τὸ τόξον. Δύο δὲ αἰτίαι ἐμποδίζουσι τὴν  
 διαίωσιν τῆς κινήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς· πρῶτον ἡ προστριβὴ τοῦ  
 σημείου τῆς ἐξαρτήσεως Α, καὶ ἔπειτα ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος  
 ὃν ἡ σφαῖρα ὠθεῖ πρὸ αὐτῆς, καὶ ὅστις ἐλαττων κατ' ὀλίγον τὸ  
 πλάτος τῶν αἰωρήσεων, καταστρέφει ἐπὶ τέλους ταύτας ἐντελῶς.

Νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς. — Ἰδιότητες τοῦ ὄργανου τούτου,  
 νόμοι τοῦ ἐκκρεμοῦς λεγόμενοι, εἶναι αἱ ἑξῆς·

1<sup>ον</sup>. Αἱ αἰωρήσεις εἶναι ἰσόχρονοι ὅταν τὸ πλάτος αὐτῶν  
 ὑπάρχη ἐλάχιστον· τουτέστι τοῦ αὐτοῦ ἐκκρεμοῦς αἱ αἰωρήσεις  
 ἔχουσι τὴν αὐτὴν διάρκειαν, ἐὰν τὸ πλάτος αὐτῶν δὲν ᾖ μέγι-  
 στον. Οὕτως ἐὰν τὸ κινητὸν τοῦ ἐκκρεμοῦς  
 ΑΒ (Σχ. 4) ἀναχωρήσῃ ἐκ τοῦ σημείου Γ,  
 ἢ ἐκ τοῦ σημείου Δ, θὰ φθάσῃ συγχρόνως  
 εἰς τὸ σημεῖον Β. Καὶ ἀναχωροῦν μὲν ἐκ  
 τοῦ σημείου Δ τὸ κινητὸν ἔχει νὰ δια-  
 νύσῃ μακροτέραν ὁδὸν· ἐπειδὴ ὁμως φθά-  
 σαν εἰς τὸ σημεῖον Γ ἔχει κεκτημένην  
 ταχύτητα καὶ ἐπομένως βαδίζει ταχύ-  
 τερον ἢ ἐὰν ἀνεχώρῃ ἐκ τοῦ σημείου τού-  
 του, τὸ μῆκος τῆς ὁδοῦ ἀντισταθμίζεται ὑπὸ τῆς ταχύτητος  
 ταύτης.



Σχ. 4.

2<sup>ον</sup>. Ἡ διάρκεια τῶν αἰωρήσεων εἶναι κατ' εὐθείαν ἀνά-

λογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης<sup>(1)</sup> τοῦ μήκους τοῦ ἐκκρεμοῦς ἦτοι ἐκκρεμὲς τετράκις μακρότερον ἑτέρου, δαπανᾷ διπλάσιον χρόνον πρὸς ἐκτέλεσιν τῆς αἰωρήσεως αὐτοῦ καὶ ἐκτελεῖ μίαν μόνην, ἐνῶ τὸ ἕτερον πραγματοποιεῖ δύο.

3<sup>ον</sup>. Ἡ διάρκεια τῶν αἰωρήσεων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος· τουτέστιν, ἐὰν ἡ βαρύτης ἔχη τετραπλασίαν, ἐννεαπλασίαν, δεκαεξαπλασίαν ἔντασιν, τὸ ἐκκρεμὲς κροτεῖ διπλασίως, τριπλασίως, τετραπλασίως ταχύτερον.

Πᾶσαι αἱ ἀνωτέρω θεωρίαι ἐφαρμόζονται ἐπὶ ἐκκρεμοῦς ἀπλοῦ, τουτέστιν ἐπὶ ἐκκρεμοῦς ἰδανικοῦ, ὅπερ ἀδυνατοῦμεν νὰ κατασκευάσωμεν, ὡς ἐξ ἀτόμου ὕλης καὶ ἐξ ἀνεκτάτου καὶ ἀβαροῦς νήματος ὑποτιθέμενον, ὅτι συνίσταται. Ὅθεν ἡ ἐπιστήμη καὶ αἱ τέχναι ἔχουσιν ἐν χρήσει ἐκκρεμῆ σύνθετα, τουτέστιν ἐκκρεμῆ δυνάμενα νὰ κατασκευασθῶσιν, ὡς τὰ ρυθμότροχα τῶν ὠρολογίων, συγκαίμενα ἐκ μεταλλικῆς τινος μάζης ἐξαρθρωμένης ἐκ ῥάβδου.

Ἐφαρμογαὶ τοῦ ἐκκρεμοῦς. — Αἱ αἰωρήσεις τοῦ ἐκκρεμοῦς συνετέλεσαν εἰς τὴν καταμέτρησιν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος κατὰ τὰ διάφορα μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας καὶ εἰς τὸν προσδιορισμὸν τοῦ πλατυσμοῦ τῆς γῆς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ βαρύτης εἶναι ἡ παράγουσα τὴν πτώσιν τοῦ ἐκκρεμοῦς αἰτία, δσάκις ἀπομακρύνεται ἡ ῥάβδος αὐτοῦ ἀπὸ τῆς κατακορύφου, ἔπεται ὅτι πᾶσα μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἔχει ἐπιρροὴν ἐπὶ τῆς διαρκείας τῶν αἰωρήσεων. Κατὰ τὸν ἰσημερινόν, λόγου χάριν, ὅπου ἡ ἐπιφάνεια τῆς γῆς ἀπέχει πλείοτερον ἀπὸ τοῦ κέντρου, ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἀσθενέστερον, καὶ τὸ ἐκκρεμὲς αἰωρεῖται μετὰ πλείονος βραδύτητος, ἐνῶ κατὰ τοὺς πόλους,

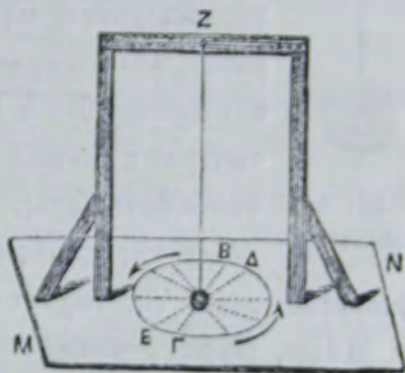
(1) Καλεῖται τετραγωνικὴ ρίζα ποσότητος τινὸς ὁ ἀριθμὸς, ὅστις, πολλαπλασιαζόμενος ἐφ' ἑαυτόν, παράγει τὴν ποσότητα ταύτην.



ἔπου ἡ γῆ τυγχάνει πεπλατυσμένη καὶ ἡ ἀπόστασις ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας εἰς τὸ κέντρον μικροτέρα, τὸ ἐκκρεμές αἰωρεῖται ταχύτερον, κατὰ δὲ τὰ μεταξὺ μέρη, αἱ αἰωρήσεις ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς μᾶλλον ἢ ἥττον ἀποστάσεως ἡμῶν ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ ἢ ἀπὸ τῶν πόλων.

Διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς κατωρθώθη ὡσαύτως ἡ φυσικὴ ἀπόδειξις τῆς ἡμερησίας περιστροφῆς τῆς γῆς, ἥτοι τῆς περὶ ἑαυτὴν κινήσεως ἐντὸς εἰκοσιτεσσάρων ὥρων· διότι, ἐὰν ἐξαρτήσωμεν ἀπὸ ἐνὸς σημείου Z (Σχ. 5) ἐκκρεμές κινήτων πανταχόθεν, δυνάμεθα κατὰ τὸ δοκοῦν νὰ αἰωρήσωμεν τοῦτο κατὰ μίαν τῶν διαμέτρων ΒΓ, ΔΕ κτλ. διὰ τὸν αὐτὸν δὲ λόγον, ἐὰν προκαλέσωμεν διὰ τῆς συσκευῆς ΜΝ περιστροφικὴν κίνησιν κατὰ τὸ ὑπὸ τῶν βελῶν δεικνυόμενον μέρος, τὸ ἐκκρεμές αἰωρούμενον πάντοτε κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, θὰ ἀνταποκριθῆ ἀλληλοδιαδόχως πρὸς πάσας τὰς διαμέτρους. Τώρα, ἐὰν ἐκκρεμές τι, ἱκανῶς μακρὸν καὶ ἱκανῶς κινήτων πρὸς ἀδιάκοπον αἰώρησιν, ἐξαρτηθῆ οὕτως, ὥστε νὰ αἰωρῆται ἐλευθέρως κατὰ πᾶν μέρος πέριξ τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως αὐτοῦ, θὰ ἴδωμεν τὸ ἐπίπεδον τῆς αἰωρήσεως ἐκτοπιζόμενον σχετικῶς πρὸς τοὺς τοίχους τοῦ δωματίου· ἀλλ' ἐκ τοῦ προηγουμένου πειράματος συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἐκτόπισις αὕτη εἶναι φαινομένη μόνον, καὶ ὅτι ἐξηγεῖται διὰ τῆς ἐκτοπίσεως τῆς γῆϊνης σφαίρας.

Τὸ ἐκκρεμές πρὸς τούτοις εἶναι τὸ ἀκριβέστατον καὶ πολυτιμότερον ὄργανον τῆς μετρήσεως τοῦ χρόνου, καὶ ὑπὸ τὸ ὄνομα



Σχ. 5.—Συσκευή ἀποδεικνύουσα τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς.

ρυθμότροχον χρησιμεύει ὡς κανὼν εἰς πάντα τὰ ὥρολόγια. Πρὸς ταύτην δὲ τὴν χρῆσιν τὸ ἐκκρεμές ἀποτελεῖται ἐκ βαρέος φακοῦ Π ἐξηρητημένου ἐκ ράβδου ΤΤ' ἐρειδομένης διὰ κοπίδος τινὸς



Σχ. 6.  
Ρυθμότροχον

χαλυβίνης ἐπὶ ἐτέρας κοπίδος ἐκ χάλυθος λείου. Τὸ ἐκκρεμές ἔχει καὶ ἄγκυραν διεκφευκτικὴν ΓΔ (Σχ. 6) ἣτις παρεμβάλλεται μεταξὺ τῶν ὀδόντων τροχοῦ τινος Ρ, κινουμένου ὑπὸ τοῦ ἐλατηρίου ἢ τοῦ κινητηρίου βάρους τοῦ ὥρολογίου. Καὶ ὅταν μὲν τὰ ἐκκρεμές ὑπάρχη κατακόρυφον, οἱ ἄνυχες τῆς ἀγκύρας εἰσέρχονται εἰς τοὺς ὀδόντας τοῦ τροχοῦ ἑκατέρωθεν, καὶ ὁ μηχανισμὸς ἴσταται· ὅταν δὲ μακρύνηται ἀριστερόθεν ἢ δεξιόθεν, διαφεύγει εἰς τῶν ὀδόντων καὶ ἡ κίνησις ἐπανέρχεται. Παράγεται δ' ἐκάστοτε δόνησις τις, δι' ἧς ἀποδίδεται εἰς τὸ ἐκκρεμές τὸ ἐκ τῆς τριβῆς καὶ ἐκ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος ἀπολεσθὲν μέρος τῆς ταχύτητος.

**Μάζα, βάρος, πυκνότης.** — *Μάζα* τοῦ σώματος εἶναι ἡ ποσότης τῆς ὕλης ἢ ὁ ἀριθμὸς τῶν μορίων, ἅπερ περιλαμβάνει τὸ σῶμα τοῦτο. *Βάρος* δὲ καλεῖται ἡ πίεσις ἣν τὸ σῶμα ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας, τῆς ὑποβασταζούσης τοῦτο καὶ ἐμποδίζούσης νὰ πέσῃ ἐν ἄλλαις λέξεσι, τὸ βάρος εἶναι ἡ ὀλικὴ ἐνέργεια τῆς βαρύτητος αὐτοῦ ἐπί τινος σώματος, ὃν δὲ ἀνάλογον τῆς ἑαυτοῦ μάζης, δὲν πρέπει νὰ συγχέηται μετὰ τῆς βαρύτητος· διότι ἡ μὲν βαρύτης εἶναι ἡ ἐνεργοῦσα δύναμις, τὸ δὲ βάρος εἶναι τὸ μέτρον τῆς ὑπὸ τῆς βαρύτητος ἰδίᾳ ἐφ' ἐκάστου σώματος ἐπενεργουμένης δυνάμεως. *Πυκνότης* δὲ εἶναι ἡσχέσις τῆς μάζης τοῦ σώματος πρὸς τὸν ὄγκον αὐτοῦ, καὶ πυκνότερον σῶμα τὸ ὑπὸ δεδομένον τινὰ ὄγκον περιλαμβάνον πλειότερα μόρια. Ὁ ὑδράργυρος, λόγου χάριν, εἶναι δεκατρὶς καὶ  $\frac{1}{2}$  πυκνότε-



ρος τοῦ ὕδατος, ἐπειδὴ κατ' ἴσους ὄγκους ὁ ὑδράργυρος ζυγίζει 13 καὶ  $\frac{1}{2}$  πλέον τοῦ ὕδατος.

**Ἰσορροπία τῶν βαρέων σωμάτων.**—Ἐπειδή, ὡς εἶδομεν, δύναται νὰ περισταλῆ ἀείποτε ἢ ἐπὶ τινος σώματος ἐνέργεια τῆς βαρύτητος εἰς μίαν μόνην δύναμιν, κατακόρυφον, ἐφαρμοζομένην ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους, ἀρκεῖ πρὸς ἰσορροπίαν, νὰ ἀντιτάξωμεν εἰς ταύτην ἴσην τινὰ δύναμιν τῆς αὐτῆς διευθύνσεως καὶ κατὰ τὸ αὐτὸ σημεῖον ἐφαρμοζομένην.

Οὕτω δι' ἐνὸς ὄργάνου καλουμένου *μοχλοῦ* ἀνυψοῦμεν ἢ ἰσορροποῦμεν τὸν ὄγκον τῶν σωμάτων καὶ δι' ἑτέρου τινὸς ὄργάνου καλουμένου *τρυτάνης* μετροῦμεν τὸ βᾶρος αὐτῶν.

**Μοχλοί.**—Ὁ *μοχλός* εἶναι ῥάβδος οἰαδήποτε, ἄκαμπτος ὅμως καὶ κινητὴ περὶ στερεὸν σημεῖον. Καὶ τὸ μὲν στερεὸν σημεῖον, περὶ ὃ δύναται νὰ περιστραφῆ ὁ *μοχλός*, καλεῖται *ὑπομόχλιον*, ἢ δὲ ἰσχὺς ἢ κινούσα τοῦτον ὀνομάζεται *δύναμις* τοῦ *μοχλοῦ*, καὶ τὸ ἀνυψούμενον βᾶρος *ἀντίστασις*.

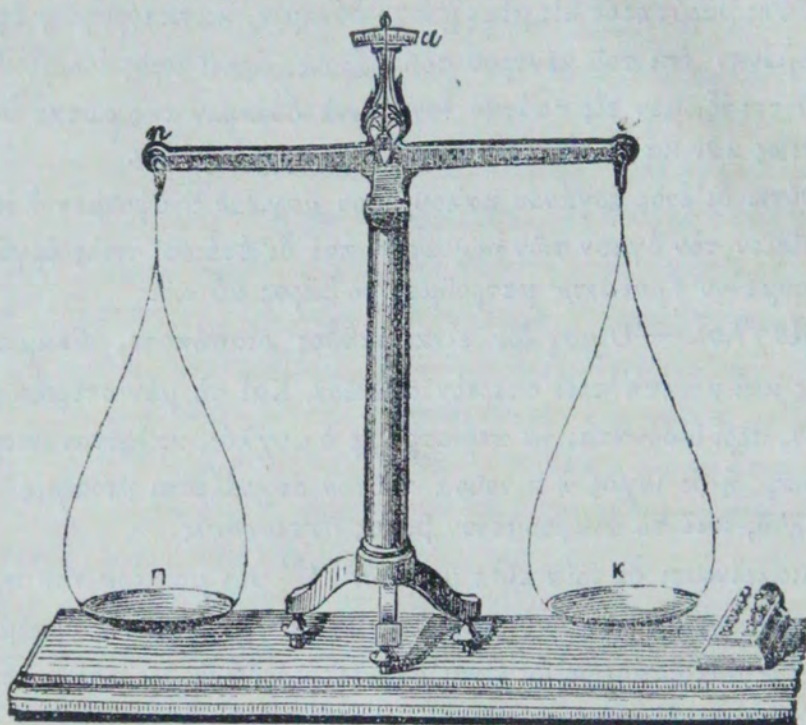
Διακρίνουσι δὲ τρία εἶδη *μοχλῶν*. 1<sup>ον</sup> τὸν *μοχλὸν* τοῦ πρώτου εἶδους, καθ' ὃν τὸ ὑπομόχλιον κεῖται μεταξὺ τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως ὡς εἶναι ὁ ἀναφορεύς, ἢ ψαλὶς καὶ ἡ λαβὴς. 2<sup>ον</sup> τὸν *μοχλὸν* τοῦ δευτέρου εἶδους, καθ' ὃν ἡ ἀντίστασις κεῖται μεταξὺ τοῦ ὑπομοχλίου καὶ τῆς δυνάμεως, ὡς εἶναι τὰ χειραμάξια τῶν ἐργατῶν, καὶ αἱ κῶπαι δι' ὧν κινοῦνται τὰ πλοιάρια. 3<sup>ον</sup> τὸν *μοχλὸν* τοῦ τρίτου εἶδους, καθ' ὃν ἡ δύναμις κεῖται μεταξὺ τοῦ ὑπομοχλίου καὶ τῆς ἀντιστάσεως, ὡς εἶναι οἱ διωστήρες, μεγάλοι καὶ μικροί.

Αἱ δύο ἀποστάσεις τῆς δυνάμεως καὶ τῆς ἀντιστάσεως ἀπὸ τοῦ ὑπομοχλίου ὀνομάζονται *βραχίονες* τοῦ *μοχλοῦ*.

**Τρυτάναι.**—Αἱ *τρυτάναι* εἶναι *μοχλοὶ* τοῦ πρώτου εἶδους, ἀείποτε εἰς εὐρεσιν τοῦ βάρους τῶν σωμάτων χρησιμεύοντες. Διακρίνουσι δὲ πολλὰ εἶδη· τὴν *κοιτὴν τρυτάνην*, τὴν *ὀριζού-*

τίαν τρυτάνην, τὸν κήλωρα, τὸν στατήρα, τὸ τρυτάριον, οἷς προσθετέον καὶ τὸ δυναμόμετρον.

**Κοινὴ τρυτάνη.**—Ἡ κοινὴ τρυτάνη ἢ ζυγὸς (Σχ. 7) σύγκειται ἐξ εὐθέος μοχλοῦ  $\eta \nu$  τοῦ πρώτου εἴδους, ὀνομαζομένου



Σχ. 7.—Κοινὴ τρυτάνη.

φάλαγγος, κινητοῦ δὲ περὶ τὸν ἄξονα τῆς ἐξαρτήσεως  $\alpha$ . Οἱ δύο βραχίονες  $\eta$  καὶ  $\nu$  τῆς φάλαγγος εἶναι ἴσοι κατὰ τε τὸ βάρος καὶ τὸ μῆκος, καὶ ἐκ τῶν ἄκρων αὐτῶν κρέμανται δύο πλαστιγγες ἢ λεκάναι  $\Pi$  καὶ  $K$ , ἐφ' ὧν τίθενται τὰ σταθμιζόμενα σώματα καὶ τὰ σταθμὰ πρὸς ἃ μέλλουσι νὰ ἰσοροπήσωσι.

Κενὴ οὔσα ἡ τρυτάνη κρατεῖται ἀφ' ἑαυτῆς ὀριζοντία, βελόνῃ δέ, κατακορύφως μεταξὺ τῶν δύο βραχιόνων κειμένη, δεικνύει διὰ τῶν ταλαντώσεων αὐτῆς ἐπὶ μιᾶς διηρημένης πλακῆς  $\alpha$ , λόγου χάριν, τὸν ἐλάχιστον ἐκτοπισμὸν τῆς φάλαγγος, τοῦ ἐπὶ τῆς



πλακὸς ταύτης μηδενικοῦ ἀντιστοιχοῦντος πρὸς τὴν κατακόρυφον θέσιν τῆς βελόνης καὶ τὴν ὀριζοντίαν τοῦ μοχλοῦ (1).

Θέλοντες λοιπὸν νὰ σταθμίσωμεν ἢ ζυγίσωμεν ἐν σώμα, θέτομεν τοῦτο ἐπὶ μιᾶς τῶν πλαστίγγων, καὶ ἐπὶ τῆς ἐτέρας ὀριζομένην σταθμῶν, μέχρις οὗ ἀποτελεσθῇ ἰσορροπία, καὶ ἡ φάλαγξ καταστῆ ὀριζοντία· τότε τὸ βάρος τοῦ σώματος παρίσταται ὑπὸ τοῦ ἀριθμοῦ τοῦ βάρους τῶν σταθμῶν, ἅτινα εὐρίσκονται ἐπὶ τῆς ἐτέρας τῶν πλαστίγγων· διότι μόνον δύο βάρη ἴσα δύνανται, κατὰ τὰς αὐτὰς περιπτώσεις, νὰ ἀποτελέσωσιν ἰσορροπίαν.

Ἡ τρυτάνη δὲν εἶναι καλὴ, ἂν δὲν ὑπάρχη ἀκριβῆς καὶ οὐδύροπος. Καὶ ἵνα μὲν δεικνύῃ ἀκριβῶς τὸ βάρος, πρέπει 1<sup>ον</sup> οἱ βραχίονες τοῦ μοχλοῦ νὰ ἴηαι ἴσοι καὶ ἄκαμπτοι· 2<sup>ον</sup> τὸ κέντρον τοῦ βάρους καὶ τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρτήσεως νὰ εὐρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακορύφου, ὅταν ἡ φάλαγξ ἴηαι ὀριζοντία. Ἴνα δὲ ῥέπη εὐκόλως καὶ δεικνύῃ τὰ ἐλάχιστα βάρη, πρέπει 1<sup>ον</sup> ἡ εὐκινησία τῆς φάλαγγος περὶ τὸν ἄξονα τῆς ἐξαρτήσεως νὰ ἴηαι τελεία· ὅπερ κατορθοῦται ἐξαρτωμένης τῆς φάλαγγος ἀπὸ χαλυβίνης κοπίδος, ἧς τὸ στόμα νὰ ἐρείδῃται ἐπὶ μικροῦ λείου ἐπιπέδου ἐκ χάλυβος· 2<sup>ον</sup> τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος νὰ ἴηαι πάντοτε κάτωθεν τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως.

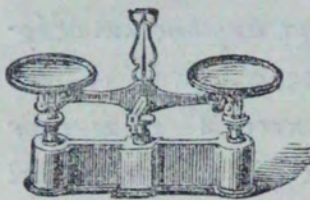
Ἐὰν τὸ κέντρον τοῦ βάρους τύχη πολὺ κάτω, ἡ τρυτάνη λέγεται ὀκνηρά, διότι ἀπαιτεῖται μάζα ἱκανῶς μεγάλη, ὅπως ἐτεροροπήσῃ· ἐὰν δ' εὐρεθῇ ἄνωθεν τῆς αἰωρήσεως, ἡ τρυτάνη ἀποθαίνει παράφορος, διότι δὲν δύναται νὰ ἰσοροπήσῃ· ἐὰν δὲ ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως, ἡ τρυτάνη μένει ἀδιάφορος, διότι κατὰ πᾶσαν θέσιν ἰσορροπεῖ.

Τὸ ἀκριβὲς βάρος τῶν σωμάτων δύναται νὰ εὐρεθῇ καὶ δι' ἀνακριβοῦς τρυτάνης, κατὰ τὴν ὑπὸ τοῦ φυσικοῦ Βόρδα ἐπινοηθεῖ-

(1) Τοιαύτη τρυτάνη, ἀλλ' ἀτελειότερα, εἶναι ἡ κοινῶς λεγομένη ζυγαριὰ.

σαν μέθοδον τῶν διπλῶν σταθμίσεων. Πρὸς τοῦτο θέτομεν ἐπὶ μιᾶς τῶν πλαστίγγων τὸ ζυγιστέον σῶμα, καὶ ἀποτελοῦμεν τὴν ἰσορροπίαν βάλλοντες ἐπὶ τῆς ἐτέρας ἄμμον ξηροτάτην ἢ χόνδρους μολύβδου. Ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν μετὰ ταῦτα δι' ὠρισμένων σταθμῶν τὸ σῶμα, μέχρι νέας ἰσορροπίας, τὰ σταθμὰ ταῦτα εἶναι φανερόν, ὅτι παριστῶσιν ἀκριβῶς τὸ βάρος τοῦ σώματος, ἐπειδὴ, κατὰ τὰς αὐτὰς περιπτώσεις, ἀπετέλεσαν ἰσορροπίαν πρὸς τὴν αὐτὴν μάζαν.

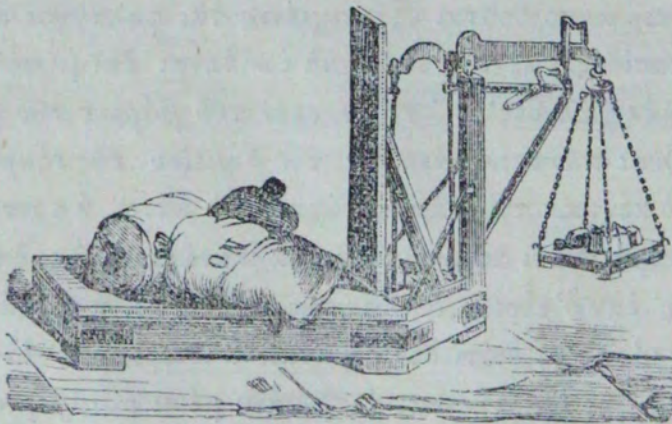
**Ὅριζοντία τρυτάνη.**—Καὶ ἡ ὀριζοντία τρυτάνη ὀλίγον



διαφέρει τῆς κοινῆς τρυτάνης· αἱ πλαστίγγες μόνον ἀντὶ νὰ ἐξαρτῶνται ἀπὸ ἀλύσσεων, εἶναι τεθειμέναι ἐπὶ τῶν ἄκρων τῶν βραχιόνων μοχλοῦ τινὸς τοῦ πρώτου

Σχ. 8.—Ὅριζοντία τρυτάνη εἴδους μετ' ἴσων βραχιόνων.

**Κήλων.**—Ὁ κήλων ἢ τρυτάνη τοῦ Κουϊντένσου (Σχ. 9), ἐκ τοῦ ἐφευρέτου, εἶναι εἰς χρῆσιν πρὸ πάντων παρὰ τοῖς ἐμπό-



Σχ. 9.—Κήλων.

ροις διὰ τὰ μεγάλα βάρη καὶ ἐν τοῖς σταθμοῖς τῶν σιδηροδρόμων διὰ τὰ φορτία.

Διὰ τὸ λίαν ἄνισον τῶν βραχιόνων τοῦ μοχλοῦ, σταθμὰ ἐλά-



χίστα ἰσορροποῦσι πρὸς μάζας μεγάλας. Λέγεται δὲ ὅτι ἡ τρυτάνη εἶναι εἰς τὸ δέκατον, ὅταν ὁ βραχίων, ὅπου βάλλονται τὰ σταθμά, ᾗναι δεκάκις μακρότερος τοῦ ἑτέρου, ὅπου τίθεται τὸ σῶμα ὥστε πρὸς στάθμισιν 30 χιλιογράμων ἀρκοῦσιν εἰς τὴν πλάστιγγα 3 χιλιογράμματα.

**Στατήρ.**—Ὁ στατήρ ἢ ῥωμαϊκὴ τρυτάνη εἶναι μοχλὸς μετὰ βραχιόνων ἀνίσων. Ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ βραχυτέρου βραχίονος τὸ ζυγίζομενον σῶμα, ὁ δὲ μακρότερος βραχίων, εἰς βαθμοὺς διηρημένος, βαστάζει βάρος τι ὀλισθαῖνον καθ' ἅπαν τὸ μῆκος. Ὅστε τὸ πλεονέκτημα τῆς τρυτάνης ταύτης εἶναι, ὅτι ζυγίζει δι' ἑνὸς μόνου βάρους σταθεροῦ, ὅπερ πλησιάζομεν ἢ ἀπομακρύνομεν ἀπὸ τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως, κατὰ τοὺς δεικνυομένους βαθμοὺς, καθ' ὅσον τὸ σῶμα τυγχάνει ἐλαφρότερον ἢ βαρύτερον· ἀλλ' ὅμως ὁ στατήρ κατὰ προσέγγισιν μόνον δεικνύει τὸ βάρος τῶν ζυγίζομένων πραγμάτων.

**Τρυτάνιον.**—Τὸ τρυτάνιον σύγκειται ἐξ ἀγκωνοειδοῦς μοχλοῦ, κινητοῦ περὶ τι στερεὸν σημεῖον, καὶ ἔχει βραχίονας ἀνίσους ἀποτελοῦντας πρὸς ἀλλήλους ὀρθὴν γωνίαν. Τὸ ζυγιστέον σῶμα, ἐξαρτώμενον ἐκ τῆς ἄκρας τοῦ βραχυτέρου βραχίονος, καταβιβάζει τοῦτον, ἀναβιβάζει δὲ συγχρόνως τὸν ἕτερον βραχίονα, ὅστις καταλήγει εἰς βελόνην διανύουσαν τὰς ἐπὶ τόξου τινὸς δεικνυομένας διαιρέσεις. Τοιαῦται τρυτάναι ἰδίως πρὸς ζυγισιν ἐπιστολῶν προωρισμέναι ὀνομάζονται ἐπιστολοζύγια.

**Δυναμόμετρα.**—Τὰ δυναμόμετρα δὲν εἶναι κυρίως εἰπεῖν τρυτάναι, ἀλλ' ὅμως δύνανται νὰ χρησιμεύσωσιν ὡς τοιαῦται. Ὅποιον καὶ ἂν ἔχωσι σχῆμα, αἰείποτε συνίστανται ἐξ ἑνὸς χαλυβίνου ἐλατηρίου, ὅπερ κάμπτεται πλέον ἢ ἔλαττον ὑπὸ τοῦ βάρους τοῦ ζυγιστέου σώματος. Καὶ ἄλλοτε μὲν τὸ ἐλατήριο τοῦτο κινεῖ βελόνην τινὰ ἐπὶ διηρημένης πλακῆς, ἄλλοτε δὲ διὰ

μόνης τῆς ἐκτοπίσεως τοῦ ἐλατηρίου ἐκτιμᾶται τὸ βάρος τοῦ σώματος. Συνηθίζονται δὲ ἐν τῇ ζυγίσει τῶν χόρτων καὶ τῶν ξύλων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

Πίσεις τῶν ὑγρῶν. — Ἀρχὴ τῆς ἰσότητος τῆς πίσεως. — Συνηθῆσαι τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν. — Πίσεις ἐνεργούμεναι ὑπὸ τῶν ὑγρῶν. — Ἰσορροπία τῶν ὑγρῶν ἐν τοῖς συγκοινωνουσίαις ἀγγείαις. — Ὑδραυλικὸν πιεστήριον. — Διωρυγογνώμονες. — Κρῆναι. — Πίδακες καὶ ἀναβρυτικαὶ πηγαί. — Ἀρτεσιανὰ φρέατα.

**Πίσεις τῶν ὑγρῶν.** — Τὰ ὑγρά ὑπέικουσιν εἰς τὴν βαρύτητα, καὶ προσέτι ὑφίστανται τὴν πίεσιν τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ δύνανται νὰ ὑποστῶσιν ἐτέρας πίσεις. Κύριον δὲ χαρακτήρισμα αὐτῶν εἶναι ἡ ὑπερβάλλουσα εὐκινησία ἐν τοῖς μορίοις, ἧς ἕνεκα αἰείποτε λαμβάνουσι τὸ σχῆμα τῶν περιεχόντων ἀγγείων. Καὶ ἐτέρα ἰδιότης αὐτῶν εἶναι ὅτι, εἰ μὴ παντελῶς, ἐλάχιστον πιέζονται, ἐξ οὗ δῆλον ὅτι δύνανται νὰ μεταβάλωσι σχῆμα ἄνευ μεταβολῆς ὄγκου.

**Ἀρχὴ τῆς ἰσότητος τῆς πίσεως.** — Τὰ ὑγρά ὑπόκεινται εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ἰσότητος τῆς πίσεως, ἥτοι μεταδίδουσιν ἐξ ἴσου καὶ πανταχόθεν, ἃς ὑφίστανται πίσεις· καὶ ἡ ἀλήθεια τῆς ἀρχῆς ταύτης εἶναι εὐαπόδεικτος.

Ὅποταν ὑγρὸν τι ἡρεμῇ ἐντὸς ἀγγείου, δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἐξ ἀριθμοῦ τινος στρωμάτων ἢ ἐπαλλήλων λεπτοτάτων ἐπιπέδων ὀριζοντίων συγκείμενον. Ἐκαστα λοιπὸν τῶν στρωμάτων τούτων ἔχουσι βάρος, καὶ τὰ ἄνω πιέζουσι τὰ κάτω, ὥστε πᾶν στρώμα πιέζεται τόσῳ μᾶλλον, ὅσῳ πλησιέστερον κεῖται εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ἀγγείου.

Ἄς φαντασθῶμεν ἀγγεῖον πλήρες ὑγροῦ, ὑποτιθεμένου προσ-



καίρως, ὅτι στερεΐται βαρύτητος καὶ ὅτι δὲν πιέζεται, καὶ ἄς καλύψωμεν ἀκριβῶς πᾶσαν τὴν ἄνω ἐπιφάνειαν αὐτοῦ δι' ἐμβολέως. Ἐὰν ἐπενέγκωμεν ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως τούτου πίεσιν οἰανδήποτε, πίεσιν ἑκατὸν χιλιογράμμων παραδείγματος χάριν, αὐθωρεῖ ἡ πίεσις αὕτη μεταδίδεται καθ' ἅπασαν τὴν ἐσωτερικὴν μάζαν τοῦ ὑγροῦ, ἐπειδὴ τὸ ἄνω στρώμα πιέζει τὸ ἀκόλουθον στρώμα, ὅσον πιέζεται καὶ τοῦτο ὑπὸ τοῦ ἐμβολέως, καὶ καθεξῆς μέχρι τοῦ πυθμένου. Ὡστε ἡ ὑπ' ἀπάσης τῆς ἐπιφανείας τοῦ πυθμένου ὑφισταμένη πίεσις εἶναι ἑκατὸν χιλιογράμματα, καὶ φανερόν, ὅτι τὸ ἡμισυ τῆς ἐπιφανείας ταύτης ὑφίσταται μόνον πεντήκοντα, τὸ δὲ ἑκατοστὸν ὑφίσταται τὸ ἑκατοστημόριον τῆς ὅλης πίεσεως, ἤτοι ἓν χιλιογράμματον.

Ἐκ τούτου δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν τὰς ἀκολούθους ἀρχάς. 1<sup>ον</sup> Ἡ πίεσις μεταδίδεται ἐκ τῶν ἄνω εἰς τὰ κάτω· 2<sup>ον</sup> εἶναι ἴση καθ' ἕκαστον σημεῖον· 3<sup>ον</sup> εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐκτάσεως τῆς θεωρουμένης ἐπιφανείας.

Τὸ αὐτὸ φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ ἐπὶ τῶν πλευρικῶν τοίχων· διότι, ἐὰν ἀνοίξωμεν ὀπήν ἐπὶ ἐνὸς πλευρικοῦ μέρους τοῦ ἀγγείου, τὸ ὑγρὸν ἐκρέει, καὶ ἡ ἐκροή γίγνεται τοσοῦτον δυνατώτερον, ὅσον ἡ μάζα τοῦ περιεχομένου ὕδατος κεῖται ὑψηλότερον, ἤτοι ὅσον πλησιέστερον τοῦ πυθμένου ὑπάρχει ἡ ὀπή· καὶ ἡ δύναμις αὕτη ὀνομάζεται *πλευρικὴ πίεσις*.

Τέλος ἐὰν καὶ ἐπ' αὐτοῦ τοῦ ἐμβολέως ἠνοίγετο ὀπή, τὸ ὑγρὸν θὰ ἀνεπίδυσεν ἐκ τῶν κάτω εἰς τὰ ἄνω· ὅπερ ἀποδεικνύει, ὅτι καὶ ὁ ἄνω τοίχος, ὅταν ὑπάρχη, πιέζεται καὶ αὐτὸς ὡς οἱ ἄλλοι.

Ἐνεκα τῆς πλευρικῆς πίεσεως, μὴ ἀντέχοντα ἐνίοτε ῥήγνυνται τὰ προχώματα, δι' ὧν στέγονται τὰ ὕδατα τῶν δεξαμενῶν καὶ τῶν αὐλάκων, καὶ ἔνεκα τῆς ἐκ τῶν κάτω εἰς τὰ ἄνω πίεσεως, τὸ ὕδωρ ἐξορμαῖ ἐκ τοῦ πλοίου, ἐὰν τρυπηθῇ κατὰ τὸν πυθμέναν.

Οὕτω τὰ ὑγρά μεταδίδουσιν ἐξίσου καὶ πανταχόθεν τὰς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν ἐνεργουμένας πιέσεις· καὶ ἡ ἀρχὴ αὕτη, ἐφαρμοζομένη εἰς ὑγρὸν ὑποτεθὲν ἄνευ βαρύτητος, ἐφαρμόζεται ὁμοιοτρόπως εἰς τὰ ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος ἢ τὰ βαρέα· ἀλλ' ὅμως τότε ὑπάρχουσι πιέσεις τινὲς ἐφ' ἐκάστου μορίου ἐνεργούμεναι καὶ ἐκ τῆς ἰδίας αὐτῶν βαρύτητος προσερχόμεναι.

**Συνθήκαι τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν.**— Δὲν ἰσορροπεῖ τὸ βαρὺ ὑγρὸν ἄνευ τῆς ὑπάρξεως δύο συνθηκῶν

1<sup>ο</sup>. Ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ἰσορροποῦντος ὑγροῦ ἀναγκαίως εἶναι κάθετος ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς προκαλούσης τοῦτο βαρύτητος (1). Καὶ βεβαίως καθίσταται ἀδύνατος ἡ ἰσορροπία, ἐὰν δὲν ὑπάρχη ὀριζοντία ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ· τοιαύτη δὲ δὲν γίγνεται, ἐὰν δὲν ὑπάρχη κάθετος ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς βαρύτητος.

2<sup>ο</sup>. Οἰορδήποτε μῶριον τοῦ ἰσορροποῦντος ὑγροῦ ἀναγκαίως ὑφίσταται πανταχόθεν ἀντιθέτους μὲν πιέσεις, ἀλλ' ἴσας. Καὶ βεβαίως, ἐὰν θεωρήσωμεν μόνον τὴν ὑπὸ τοῦ μορίου τούτου ὑφισταμένην ἐκ τῶν ἄνω εἰς τὰ κάτω πιέσιν κατὰ διεύθυνσιν κατακόρυφον, εὐρίσκομεν ὅτι αὕτη ἔχει μέτρον τὸ βάρος τοῦ κατακόρυφου ὑγριδίου, ὅπερ ἐρείδεται ἐπὶ τούτου τοῦ μορίου· καὶ οὕτω συμβαίνει εἰς πάντα τὰ κατὰ τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον στρώμα παραλλήλως τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ κείμενα μῶρια. Ἐὰν ὅμως αἱ πιέσεις δὲν ἐγίγνοντο ἐξ ἴσου, ἐὰν δηλαδή αἱ ἐπὶ ἐνὸς μέρους πιέσεις ἐτύγχανον ἰσχυρότεραι, τὸ μῶριον θὰ παρυσύρετο πρὸς τὸ μέρος τῶν ἀσθενεστέρων, καὶ δὲν θὰ ἀποτελεῖτο ἰσορροπία.

(1) Ἡ ἀρχὴ αὕτη ἀληθεύει καθ' ὅσον τὸ ὑγρὸν ὑπόκειται εἰς τὴν βαρύτητα μόνον· διότι ἐὰν ὑποβληθῇ καὶ εἰς ἄλλας δυνάμεις, πρέπει ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια νὰ ἦναι κάθετος ἐπὶ τῆς συνισταμένης πασῶν τῶν προκαλουσῶν τοῦτο δυνάμεων.



“Όταν πολλά ὑγρά διαφόρου πυκνότητος περιέχωνται ἐν τῷ αὐτῷ ἀγγείῳ, ἢ ἀπ’ ἀλλήλων χωρίζουσα ταῦτα ἐπιφάνεια πρέπει νὰ ἦναι ὀριζοντία· διότι, ἐὰν δὲν ἦτο τοιαύτη, ἕτερον σημειον τοῦ πυθμένου τοῦ ἀγγείου θὰ ὑφίστατο πίεσιν ἰσχυροτέραν, ἕτερον δὲ ἀσθενεστέραν, καὶ ἐπομένως ἰσορροπία ἐν τῇ ὑγρᾷ μάζῃ δὲν θὰ ἠδύνατο νὰ ὑπάρξῃ. Ἀλλὰ πρὸς τούτοις, ἵνα ὑπάρξῃ εὐσταθῆς ἰσορροπία, πρέπει τὰ ὑγρά νὰ εὐρεθῶσιν ἐπ’ ἀλλήλων κείμενα κατὰ τὴν τάξιν τῆς πυκνότητος αὐτῶν. Οὕτως, ἐὰν λάβωμεν φιάλιον περιλαμβάνον ἔλαιον, ὕδωρ καὶ ὑδράργυρον, καὶ ταράξωμεν ἰσχυρῶς, τὰ διάφορα ταῦτα ὑγρά θὰ ἀναμιχθῶσιν· ἀλλ’ ἀφοῦ ἀφήσωμεν ταῦτα εἰς ἡρεμίαν, θὰ ἀποκαταστῇ αὐθις ἡ ἰσορροπία, καὶ ἕκαστον ὑγρὸν θὰ διαταχθῇ κατὰ τὴν τάξιν τῆς ἑαυτοῦ πυκνότητος, ἦτοι ὁ ὑδράργυρος ἐπὶ τοῦ πυθμένου, ἔπειτα τὸ ὕδωρ, καὶ μετὰ ταῦτα τὸ ἔλαιον.

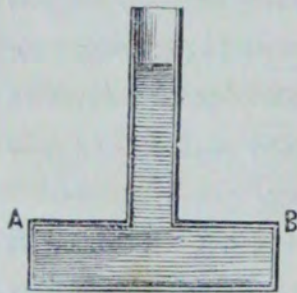
**Πιέσεις ἐνεργούμεναι ὑπὸ τῶν ὑγρῶν.**—Τὰ ἐν ἰσορροπία ὑγρά ἐνεργοῦσι, διὰ τῆς βαρύτητος, πιέσεις ἐπὶ τῶν τοίχων τῶν περιεχόντων ταῦτα ἀγγείων. Μετροῦμεν δὲ τὰς πιέσεις ταύτας, ἐξετάζοντες διαδοχικῶς 1<sup>ο</sup> τὰς κατακορύφους πιέσεις ἐκ τῶν ἄνω εἰς τὰ κάτω· 2<sup>ο</sup> τὰς κατακορύφους πιέσεις ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω· 3<sup>ο</sup> τὰς πλευρικὰς πιέσεις.

**Πιέσεις κατακόρυφοι ἐκ τῶν ἄνω εἰς τὰ κάτω.**—Ἡ ὑπὸ ἰσορροποῦντος ὑγροῦ ἐνεργουμένη πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένου τοῦ ἀγγείου οὐδὲν ἕξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ ἀγγείου τούτου, ἀλλ’ ἐκ τῆς ἐκτάσεως τοῦ πιεζομένου τοίχου, ἢ, ὡς λέγουσιν, ἐκ τῆς ἐπιφανείας τῆς βάσεως καὶ ἐκ τοῦ ὕψους τοῦ ὑγροῦ ὑπὲρ τὸν τοίχον τοῦτον· ἔχει δὲ μέτρον τὸ βᾶρος κατακορύφου στήλης ὑγροῦ, ἧς βάσις εἶναι ὁ πυθμὴν τοῦ ἀγγείου καὶ ὕψος ἡ ἀπὸ τοῦ πυθμένου τούτου ἀπόστασις τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Ὡστε, ἐὰν φαντασθῶμεν πολλὰ ἀγγεῖα σχημάτων διαφόρων,



ἐχόντων ὅμως πυθμένας ἴσης ἐπιφανείας, ἰσοῦψές δὲ τὸ δριζόντιον ἐπίπεδον, τὸ ὑγρὸν θὰ ἐνεργήσῃ πιέσεις ἴσας ἐφ' ἐκάστου τῶν πυθμένων τούτων, καίτοι περιέχουσι τὰ ἀγγεῖα ἀνισωτάτας ποσότητος ὑγροῦ· καὶ ἡ ἀρχὴ αὕτη παρέχει τὸ μέσον τοῦ ἐνεργῆσαι πιέσεις μεγάλας διὰ μικρᾶς ποσότητος ὕδατος ἱκανοῦ ὕψους. Ἐάν, λόγου χάριν, προσαρμόσωμεν εἰς κάδον πληρωθέντα ὕδατος, σωλῆνα κατακόρυφον, μακρότατον καὶ στενότατον, δυνάμενα νὰ διαρρήξωμεν τοῦτον, ἐγγέοντες ἐν τῷ σωλῆνι τὴν μικρὰν ποσότητα τοῦ ἀναγκαίου ὕδατος πρὸς πλήρωσιν· καὶ βεβαίως συμβαίνει τοῦτο, ἐπειδὴ ὁ πυθμὴν τοῦ κάδου ὑφίσταται πίεσιν ἴσην πρὸς τὸ μέγα βάρος στήλης ὕδατος ἐχούσης βάσιν μὲν τὸν πυθμὴνα τοῦ κάδου, ὕψος δὲ τὸ ὕψος τοῦ ὑγροῦ ἐν τῷ σωλῆνι.

**Πιέσεις κατακόρυφοι ἐκ τῶν κάτω εἰς τὰ ἄνω.**—Ἡ ὑπὸ ἰσορροποῦντος ὑγροῦ ἐνεργουμένη πίεσις ἐπὶ τοῦ πυθμένου τῶν ἀγγείων ἀντιδρᾷ ἐκ τῶν κάτω εἰς τὰ ἄνω, καὶ ὀνομάζεται ἀνωσις τῶν ὑγρῶν. Ἄς θεωρήσωμεν,



Σχ. 10.

παραδείγματος χάριν, ἀγγεῖον μετὰ διπλοῦ πυθμένου ἔχοντος τὸ σχῆμα 10. Προκύπτει ἐκ τῆς ἀρχῆς τῆς ἰσότητος τῆς πίεσεως, ὅτι ὁ ἄνω πυθμὴν AB ὑφίσταται ἐκ τῶν κάτω εἰς τὰ ἄνω, πίεσιν ἴσην πρὸς τὸ βάρος μιᾶς στήλης ὑγροῦ ἐχούσης βάσιν τὴν ἐπιφανείαν AB, ὕψος δὲ τὸ

ὕψος τοῦ οἰκείου δριζοντίου ἐπιπέδου ὑπὲρ τὸν κάτω τοῖχον.

**Πιέσεις πλευρिकाί.**—Τὰ ὑγρά ἐνεργοῦσι πίεσιν καὶ ἐπὶ τῶν πλευρικῶν τοίχων τῶν ἀγγείων· διότι, ἐάν μίαν μόνην ὀπὴν ἀνοιξώμεν ἐν οἴωδήποτε σημείῳ ὁμοίου τοίχου, τὸ ὑγρὸν ἐκρέει παρευθῆς. Ἡ δὲ ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἐνεργουμένη πίεσις ἐπὶ τοῦ πλευρικοῦ τοίχου τοῦ ἀγγείου εἶναι ἴση πρὸς τὸ βάρος στήλης ἐχούσης



βάσιν τὸν τοῖχον τοῦτον, ὕψος δὲ τὸ ὕψος τοῦ υγροῦ ὑπὲρ τὸ κέντρον τοῦ τοίχου.

**Ἴσορροπία τῶν ὑγρῶν ἐν τοῖς συγκοινωνοῦσιν ἀγγείοις.**  
 — Ὁ νόμος τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ἢ ἡ ἰσορροπία τῶν ὑγρῶν ἐν τοῖς συγκοινωνοῦσιν ἀγγείοις προσφέρει δύο τινὰ πρὸς ἐξέτασιν, καθ' ὅσον τὰ περιεχόμενα υγρὰ ἔχουσιν ἴσην ἢ διάφορον πυκνότητα.

1<sup>ο</sup>. Ὅταν υγρὰ ἴσης πυκνότητος περιέχωνται ἐν ἀγγείοις συγκοινωνοῦσι πρὸς ἄλληλα, αἱ ἐπιφάνειαι κεῖνται κατὰ τὸ αὐτὸ ὕψος, ἥτοι ἐπὶ ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Καὶ βεβαίως, ἐὰν δύο ἢ πλείονα ἀγγεῖα, οἰωνδήποτε σχημάτων καὶ διαστάσεων, συγκοινωνήσωσι πρὸς ἄλληλα διὰ σωλῆνος ἢ τινος ὄχετοῦ, καὶ βάλωμεν ὕδωρ ἐν ἐνὶ τῶν ἀγγείων τούτων, θὰ ἴδωμεν ὅτι αἱ ἐπιφάνειαι ἔχουσιν ἅπασαι τὸ αὐτὸ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, ἥτοι ἡ τοῦ υγροῦ ἐπιφάνεια ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος ἐν ἐκάστω ἀγγεῖῳ. Οὕτω τὸ ὕδωρ διατηρεῖται κατὰ τὸ αὐτὸ ὕψος ἐν τοῖς φρέασι τὰ ὁποῖα συγκοινωνοῦσι πρὸς ἄλληλα, αἱ πηγαὶ ῥέουσι πρὸς τὰ ποτάμια, ταῦτα πρὸς τοὺς ποταμοὺς καὶ οὗτοι πρὸς τὴν θάλασσαν, ἐπειδὴ τὸ ὕδωρ ζητεῖ τὴν ἑαυτοῦ ἐπιφάνειαν. Τέλος καὶ πᾶσαι αἱ θάλασσαι ἀποτελοῦσιν εὐρὸν σύστημα συγκοινωνούντων ἀγγείων, ἐνθα τὰ ὕδατα θὰ ἰσορροποῦν ἐντελῶς καὶ θὰ εἶχον τὴν αὐτὴν ἐπιφάνειαν, ἐὰν δὲν ἐταράττοντο ἀδιαιλίπτως ὑπὸ τῶν παλιρροιῶν, τῶν ρευμάτων, τῶν ἀνέμων καὶ τῶν κλυδώνων.

2<sup>ο</sup>. Ὅταν υγρὰ διαφόρων πυκνοτήτων περιέχωνται, μεμονωμένως ἕκαστον, ἐν ἀγγείοις συγκοινωνοῦσι, τὰ ὕψη τῶν ὑγρῶν στηλῶν, αἵτινες ἰσορροποῦσι πρὸς ἀλλήλας, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν ἰδίων πυκνοτήτων. Ἄς ὑποθέσωμεν, παραδείγμα-  
 τος χάριν, ὅτι δύο συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα περιέχουσι, τὸ μὲν,

ὔδωρ, τὸ δέ, ὑδράργυρον· ἐπειδὴ ἡ στήλη τοῦ ὕδατος καὶ ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου θὰ ἐνεργήσωσι πίεσιν ἴσην ἐφ' οἴουδήποτε μορίου κειμένου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς ἀποχωρήσεως, ὁ δὲ ὑδράργυρος εἶναι περίπου  $13\frac{1}{2}$  πυκνότερος τοῦ ὕδατος, ἀναγκάτως ἡ στήλη τοῦ ὕδατος θὰ ὑψωθῆ πλεόν τῆς πρὸς αὐτὸ ἰσορροπούσης στήλης τοῦ ὑδραργύρου κατὰ  $13\frac{1}{2}$ .

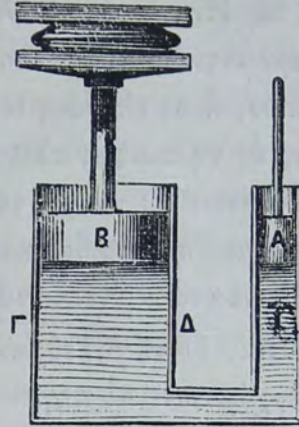
Ἐφαρμογαὶ τῶν ἀρχῶν τῆς ὑδροστατικῆς (1).—Αἱ ἀρχαὶ τῆς ὑδροστατικῆς ἔλαβον πλείστας ἐφαρμογάς, ὧν σπουδαιότεραι εἶναι αἱ ἑξῆς·

**Πιεστήριον ὑδραυλικόν.**—Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον εἶναι μηχανήμα τεχνικώτατον, ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ Πασκάλου, στηριζόμενον δὲ ἐπὶ τῆς ἀρχῆς τῆς ἰσότητος τῆς πίεσεως. Ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ΓΔ (Σχ. 44), ἔχοντος τοὺς τοίχους παχυτάτους, κινεῖται ἐμβολεὺς Β μετὰ πλατείας ἐπιφανείας καὶ προστριβῆς ἀκριβεστάτης, καθὼς καὶ ἐντὸς τοῦ μικροῦ κυλίνδρου Ι ὁ ἐμβολεὺς Α, ἀμφοτέρων συγκοινωνούντων πρὸς ἀλλήλους καὶ ὕδατος πεπληρωμένων. Ἐὰν λοιπὸν ἐνεργήσωμεν ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβολέως πίεσιν οἰανδήποτε, πίεσιν 30 χιλιογράμμων παραδείγματος χάριν, ἡ πίεσις αὕτη θὰ μεταδοθῆ καθ' ὅλην τὴν ὑγρὰν μάζαν καὶ εἰς τὸν μέγαν ἐμβολέα. Ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶναι πολλῶ μείζων τῆς ἐπιφανείας τοῦ μικροῦ, θὰ ὑπάρξωσιν ἐφ' ἀπάσης τῆς ἐπιφανείας τοῦ μεγάλου ἐμβολέως τόσαι πίεσεις ἴσαι πρὸς τὴν τοῦ μικροῦ, ὅσον ἡ ἐπιφάνεια τούτου περιέχεται ἐν τῇ ἐπιφανείᾳ τοῦ μεγάλου· ὥστε ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως ᾖ πρὸς τὴν τοῦ μικροῦ ὡς 36 πρὸς 1, ἤτοι τριακονταεξαπλασία, τῆς εἰς τὸν μικρὸν ἐμβολέα

(1) Τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τῶν νόμων τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν καὶ περὶ τῶν πίεσεων ἃς ἐνεργοῦσι ταῦτα καλεῖται ὑδροστατικὴ.



ἐφαρμοζομένης πίεσεως οὔσης 30 χιλιογράμμων, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως θὰ ὑποστῇ 36 πιέσεις 30 χιλιογράμμων, ἢ φορτίον 1080 χιλιογράμμων. Ὁ ἐμβολεύς B φέρει ἐπὶ τῆς κορυφῆς δίσκον μεταλλικὸν παχύτατον, καὶ ὑπεράνω τοῦ δίσκου πλαίσιον μεταλλικὸν στερέωτατον, ὧν μεταξὺ τίθενται τὰ εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου ὑποβαλλόμενα σώματα.



Σχ. 11.

Πιεστήριον ὑδραυλικόν.

Τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου γίνεταί κυρίως χρῆσις ἐν τῇ κατασκευῇ τῆς πυρίτιδος καὶ ἐν τῇ παρασκευάσει τῶν λιπαρῶν ἐλαίων, κτλ. Προσέτι δέ, πρὸς πύλησιν τῶν ἑρεῶν, σύνθλιψιν τοῦ βάμβακος, καὶ τέλος ἐν πάσῃ ἐργασίᾳ χρηζούση μεγάλης πίεσεως.

**Κρήναι δημόσιαι.**—Ὅπως διανεμηθῶσι τὰ ὕδατα ἀνά πόλιν τινα, ἀρκεῖ νὰ ὑψώσωμεν ταῦτα, δι' ἀτμομηχανῶν ἢ δι' ἐτέρας δυνάμεως, ἐντὸς ὑδροδοχείου μεγάλου κατασκευασμένου εἰς ἰκανὸν ὕψος ὑπεράνω τοῦ ἐδάφους, καὶ νὰ καταστήσωμεν κοινωνίαν διὰ χυτῶν σωλήνων, μεταξὺ τοῦ γενικοῦ τούτου ὑδροδοχείου καὶ τῶν ἰδιαίτερον σωλήνων, οἵτινες καταλήγουσιν εἰς τὰς διαφόρους κρήνας τῆς πόλεως: Ἄμα ἀνοιγομένου τοῦ κρουνοῦ τοῦ κλείοντος ἕκαστον τῶν στομιῶν, τὸ ὕδωρ ἐκρέει, ἐπειδὴ ζητεῖ νὰ ἰσορροπήσῃ, ἤτοι νὰ λάβῃ τὴν ἑαυτοῦ ἐπιφάνειαν, κατὰ τὴν θεωρίαν τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων καὶ τὸν νόμον τῆς ἰσότητος τῆς πίεσεως.

**Πίδακες.**—Οἱ πίδακες εἶναι ἀπλῶς ὑψηλά τινα ὑδροδοχεῖα φέροντα σωλήνα κυρτὸν λήγοντα εἰς στόμιον. Τὰ μόρια τοῦ ὕδατος τὰ πίπτοντα ἐκ τοῦ ὑδροδοχείου ἐξέρχονται τοῦ στομίου



μετὰ ταχύτητος ἴσης τῇ ταχύτητι, ἣν θὰ εἶχον ἐὰν ἐπιπτον ἐλευθέρως ἐξ ὕψους ἴσου τῷ ὕψει τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδροδοχείου. Ἡ ταχύτης δὲ αὕτη ἀναγκάζει τὰ ἀναβρύοντα ταῦτα ὕδατα νὰ ἀνέρχωνται εἰς ὕψος ἴσον τῷ ὕψει τοῦ σημείου τῆς ἀναχωρήσεως αὐτῶν, ἥτοι εἰς ὕψος ἴσον τῇ ὑψώσει τοῦ ὑδροδοχείου. Ἀλλ' ὅμως ἐν τῇ πράξει, πλεῖστα αἴτια κωλύουσι τὴν ἀνοδὸν τῶν ἀναπιδυόντων εἰς τοῦτο τὸ ὕψος ὑδάτων, αἱ εἰς τοὺς τοίχους τῶν σωλήνων προστριβαὶ καὶ ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος πρὸ πάντων.

**Φρέατα ἀρτεσιανά.**—Ἀνοίγοντες διὰ καθετῆρος ὀπήν τινα βαθεῖαν ἐν τῇ γῆ, εὐρίσκομεν ἄφθονον ὕδωρ ὡς πηγὴ ἀναβρυτικὴ ἀνερχόμενον. Αἱ πηγαὶ αὗται, *τρυπητὰ φρέατα λεγόμενα*, καλοῦνται καὶ *ἀρτεσιανά*, ἐκ τῆς ἐπαρχίας Ἀρτεσίας (*Artois*) ἔνθα τὸ πρῶτον ἀνωρύχθησαν τοιαῦτα· συμβαίνει δὲ τὸ ἐξῆς· Ὑπάρχουσι ἐν τοῖς ἐγκάτοις τῆς γῆς μάζαι ὕδατος κυκλοφοροῦσαι μὲν κατωφερῶς πῶς, διὰ τῶν πορίμων στρωμάτων τῆς γῆς, οἷων τῶν ἀμμωδῶν, συναγόμεναι δὲ μεταξὺ δύο στρωμάτων ὑδατοστεγῶν, οἷων τῶν ἀργιλωδῶν. Ἀνορύττοντες λοιπὸν τὸ ἔδαφος καθ' οἷονδήποτε σημεῖον, ἀπαντῶμεν μίαν τῶν σινδόνων τούτων εἰς βάθος μεῖζον ἢ ἔλαττον· καὶ ἐπειδὴ ἡ σινδὼν αὕτη κατέρχεται ἐξ ὑψηλοτέρου τύπου, εἶδους φυσικοῦ ὑδροδοχείου, τὸ ὕδωρ ἀναβρῦει κατὰ τὴν ἐν τοῖς συγκοινωνοῦσιν ἀγγείοις ἰσορροπίαν, καὶ φθάνει εἰς ὕψος τι, ὀριζόμενον ἐκ τῆς μεταξὺ τοῦ φυσικοῦ ὑδροδοχείου καὶ τῆς ὀπῆς τοῦ καθετῆρος διαφορᾶς τῆς ἐπιφανείας, σημείων δυναμένων νὰ ἀπέχῃσι πολὺ ἀπ' ἀλλήλων. Χρησιμεύουσι δὲ τὰ ἀρτεσιανὰ φρέατα πρὸς προμήθευσιν ποτίμου ὕδατος ἐν ἀνύδροις χώραις, πρὸς ἄρδευσιν λειμώνων καὶ πρὸς τροφὴν ἐργοστασίων ἢ τεχνητῶν ποταμίων κλ.

**Διωρυγογνώμονες.**—Αἱ διώρυγες δι' ὧν συγκοινωνοῦσιν οἱ ποταμοὶ ἢ αἱ θάλασσαι, διέρχονται δι' ἔδαφῶν ἐπιφανειῶν ἀνίσων,



ἐφ' ὧν τὸ ὕδωρ ῥέει κατωφερῶς ἀείποτε. Πρὸς διόρθωσιν λοιπὸν κατασκευάζουσιν διωρυγογνώμονας (écluses) ἢ δεξαμενάς, δι' ὧν εἰσβιβάζονται εἰς διώρυγα καὶ τὰ βαρύτερα πλοῖα, ἐξ ἐπιφανείας ταπεινοτέρας εἰς ἄλλην ὑψηλοτέραν. Αἱ δύο δεξαμεναὶ χωρίζονται διὰ ξυλίνων ἢ σιδηρῶν πυλῶν, αἵτινες ἀνοίγονται ἢ κλείονται κατὰ τὸ δοκοῦν. Ἀνοιγομένου τοῦ καταρράκτου (1), τὸ ὕδωρ ἐκρέει ἐκ τῆς ἄνω δεξαμενῆς εἰς τὴν κάτω, καὶ καθ' ὅσον αὕτη δέχεται ὕδωρ, τὸ πλοῖον ἀνυψοῦται· καθιστωμένης δὲ τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας μεταξὺ τῶν δύο δεξαμενῶν, ἀνοίγονται αἱ πύλαι τοῦ διωρυγογνώμονος, καὶ τὸ πλοῖον διέρχεται ἐκ τῆς μιᾶς δεξαμενῆς εἰς τὴν ἑτέραν.

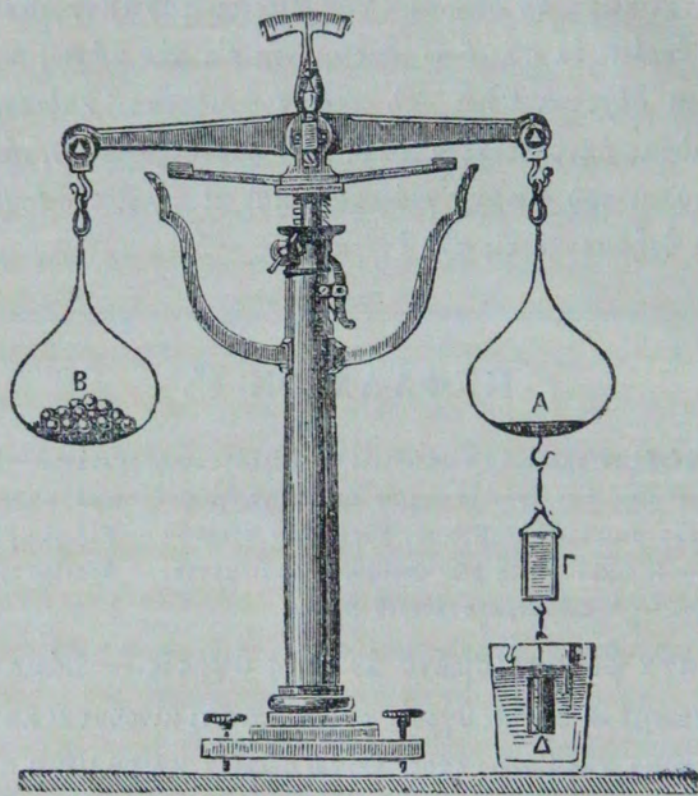
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

Σώματα ἐμβεβαπτισμένα ἐν τοῖς ὑγροῖς. — Ὑδροστατικὴ τρυτάνη. — Συνθήκαι τῆς ἰσορροπίας τῶν ἐν τοῖς ὑγροῖς ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων. — Εἰδικὸν βάρος τῶν σωμάτων. — Εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν. — Εἰδικὸν βάρος τῶν ὑγρῶν. — Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων. — Ἀραιόμετρα. — Ἀραιόμετρα σταθεροῦ ὄγκου. — Ἀραιόμετρα σταθεροῦ βάρους.

Σώματα βεβαπτισμένα ἐν τοῖς ὑγροῖς. — Σώματά τινα ἐμβεβαπτισμένα ἐν τοῖς ὑγροῖς φαίνονται ὅτι κινοῦνται κατ' ἀντίθετον ἔννοιαν τῆς βαρύτητος. Οὕτω σφαῖρα κηροῦ μένει ἀίωρητὴ ἐν τῷ ὕδατι, παρὰ τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος τεινούσης εἰς καταβύθισιν αὐτῆς· καὶ φελλὸς, καταδυθεὶς ἐν τῷ ὕδατι, ἀνερχόμενος ἐπιπλέει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας· καὶ ὁ σίδηρος ἐπιπλέει ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου· ταῦτα τὰ φαινόμενα καὶ ἕτερα, περὶ ὧν μέλλομεν νὰ πραγματευθῶμεν βραδύτερον, ἐξηγοῦνται διὰ μιᾶς μόνης

(1) Εἶδος ξυλίνης θύρας συνήθως ἀποτελούσης μέρος τῆς πύλης τοῦ ὀχετογνώμονος, ἀναθιβαζομένης καὶ καταθιβαζομένης κατὰ βούλησιν, ἵνα ἐκρεύσῃ ἢ κρατηθῇ τὸ ὕδωρ.

ἀρχῆς, καλουμένης ἀρχιμηδείου ἀρχῆς, ἀπὸ τοῦ ἀνακαλύψαντος ταύτην Ἀρχιμήδους, περιφανεστάτου σοφοῦ τῆς ἀρχαιότητος· Πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐν ρευστῷ ἀποβάλλει ἐκ τοῦ ἑαυτοῦ βάρους μέρος ἴσον τῷ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένῳ ρευστῷ.  
 Ὑδροστατικὴ τρυτάνη.—Ἡ ὑδροστατικὴ τρυτάνη (σχ. 12)



Σχ. 12. — Τρυτάνη ὑδροστατικὴ.

ἀποδεικνύει πειραματικῶς τὴν ἀλήθειαν τῆς ἀρχῆς ταύτης. Διαφέρει δὲ αὕτη τῆς κοινῆς τρυτάνης μόνον κατὰ τοῦτο, ὅτι ἔχει ἔλικα δι' ἧς κατὰ τὸ δοκοῦν ἀναβιάζεται ἢ καταβιάζεται ἢ φάλαγξ, καὶ ἄγκιστρον ἐγκεκολλημένον ὑποκάτω τῆς ἐτέρας τῶν πλαστίγγων, τῆς πλαστίγγος Α. Ἐκ τοῦ ἀγκίστρου τούτου ἐξαρτῶσι κύλινδρον κοῖλον χαλκοῦ Γ, καὶ ὑποκάτω τοῦ κυ-



λίνδρου τούτου ἕτερον στερεὸν Δ ἀναπληροῦντα ἀκριβῶς τὴν χωρητικότητα τοῦ πρώτου. Ἐν τῇ ἑτέρᾳ πλάστιγγι Β τίθενται σταθμὰ ἰκανὰ πρὸς ἀποκατάστασιν τῆς ἰσορροπίας ἐν τῷ ἀέρι, καὶ ἔπειτα ἐμβαπτίζεται ὁ στερεὸς κύλινδρος Δ ἐντὸς ἀγγείου πλήρους ὕδατος. Ἡ ἰσορροπία τότε καταστρέφεται, ἀλλὰ πληρουμένου τοῦ κενοῦ κυλίνδρου Γ, ἀποκαθίσταται αὖθις. Ὡστε ἡ ἀποβολὴ τοῦ βάρους τοῦ σώματος εἶναι ἴση τῷ βάρει ἴσου ὄγκου τοῦ ὑγροῦ ἐν ᾧ ἐνεβαπίσθη.

Ἡ ἐλάττωσις τοῦ βάρους ἦν ὑφίστανται τὰ σώματα, ὅταν ἐμβαπτίζονται ἐν ὑγρῷ προέρχεται ἐκ τῆς ἐκ τῶν κάτω εἰς τὰ ἄνω πιέσεως, ἣν ἐνεργεῖ τὸ ὑγρὸν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἐμβαπτισμένων σωμάτων. Ἡ πίεσις αὕτη καλεῖται ὤθησις τῶν ὑγρῶν, καὶ εἶναι ἀείποτε ἴση τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

Συνθῆκαι ἰσορροπίας τῶν ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων ἐν τοῖς ὑγροῖς.—1<sup>ov</sup> Ὅταν τὸ βάρος τοῦ ἐν ὑγρῷ ἐμβεβαπτισμένου σώματος ἦναι ἴσον τῷ βάρει τοῦ ἐκτοπιζομένου ρευστοῦ, τὸ σῶμα δὲν δύναται οὔτε νὰ πέσῃ οὔτε νὰ ὑψωθῇ, ἐπειδὴ ἡ δύναμις ἢ τείνουσα εἰς τὴν κατὰδυσιν αὐτοῦ εἶναι ἴση τῇ τεινούσῃ εἰς τὴν ἀνάδυσιν τοῦ αὐτοῦ. Οὕτω σφαῖρα κηροῦ, τὸ ἡλεκτρον, αἱ ῥητίναι εἰς κόνιν, δύναται νὰ μένωσι αἰωρηταὶ ἐν μέσῳ τοῦ ὕδατος.

2<sup>ov</sup> Ὅταν τὸ βάρος τοῦ σώματος ἦναι ἔλαττον τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ρευστοῦ, τὸ σῶμα τείνει εἰς ἀνάδυσιν καὶ ἀναδύομενον ἴσταται, μόνον ὅταν ἐκτοπίσῃ ὄγκον ὕδατος ἴσον τῷ ἑαυτοῦ· οἶον ὁ φελλός, τὸ ξύλον, ὁ πάγος ἐπιπλέουσιν ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ὁ δὲ σίδηρος, τὸ μάρμαρον καὶ σχεδὸν πάντα τὰ σώματα ἐπιπλέουσιν ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου.

Καὶ πυκνότερα τῶν σωμάτων δύναται νὰ ἐπιπλεύσωσιν ἐπὶ πάντων τῶν ὑγρῶν ἐὰν δοθῇ εἰς τὰ σώματα ταῦτα σχῆμα τιοιού-



τον, ὥστε τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος ὑπὸ τοῦ καταδεδυμένου μέρους νὰ ᾖ ἴσον τῷ βάρει ὀλοκλήρου τοῦ σώματος. Οὕτω καὶ σφαῖρα μετάλλου, ὄγκου ἴσου ἑκατὸν λίτραις ὕδατος καὶ βάρους ἴσου ἐξήκοντα χιλιογράμμοις, καταδύεται ἐν τῷ ὕδατι μόνον εἰς βάθος ἱκανὸν νὰ ἐκτοπίσῃ 60 λίτρας· διότι τὸ ἐκτοπιζόμενον ὑγρὸν θὰ ἔχῃ βάρος 60 χιλιογράμμων, ἴσον τῷ βάρει τοῦ σώματος. Καὶ πλοῖον ὀγκῆς ἑνὸς ἑκατομμυρίου, παραδείγματος χάριν, δὲν δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ, ἐὰν δὲν ἐκτοπίσῃ χίλια κυβικὰ μέτρα ὕδατος, ἅτινα ἔχουσι βάρος ἑνὸς ἑκατομμυρίου χιλιογράμμων, ἥτοι ὅσον τὸ πλοῖον· ὥστε ἡ συνθήκη τῆς ἰσορροπίας τοῦ ἐπιπλέοντος σώματος εἶναι νὰ ἰσῶται τὸ βάρος αὐτοῦ τῷ βάρει τοῦ ὄγκου τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

**Εἰδικὸν βάρος τῶν σωμάτων.**—Τὰ σώματα ἔχουσι ἀνίσον πυκνότητα, ἥτοι ὑπὸ ὄγκους ἴσους περιλαμβάνουσιν ἀνίσους ποσότητας ὕλης, καὶ ἐπομένως ἔχουσι βάρη ἀνίσα. Τὰ διάφορα ταῦτα βάρη τῶν σωμάτων, λαμβανόμενα ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὄγκον ἢ ὑπὸ τὴν μονάδα τοῦ αὐτοῦ ὄγκου ὀνομάζονται εἰδικὰ βάρη. Οὕτω δυνατὸν εἰπεῖν, ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος ἑνὸς στερεοῦ, ὑγροῦ ἢ ἀερίου σώματος εἶναι ἡ πυκνότης αὐτοῦ ἐκτιμωμένη συγκριτικῶς πρὸς τὴν πυκνότητα ἐτέρου σώματος λαμβανομένην ὡς μονάδα. Μονὰς δὲ πυκνότητος παραδεδεγμένη διὰ τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ἀπεσταγμένου ὕδατος ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ 4°. Ὅθεν σῶμά τι θὰ ἔχῃ πυκνότητα ἴσην τῷ 2, τῷ 3, τῷ 4 κτλ., καθ' ὅσον θὰ ἔχῃ δῖς, τρίς, τετράκις κτλ. τὸ βάρος ὕδατος ἀπεσταγμένου ἴσον τῷ ἑαυτοῦ. Ἴνα δὲ εὐρωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος σώματός τινος, ζητοῦμεν τὸ βάρος οἴουδῆποτε ὄγκου τοῦ σώματος τούτου, ἔπειτα τὸ βάρος τοῦ αὐτοῦ ὄγκου ὕδατος, καὶ διαιροῦμεν τὸ βάρος τοῦ σώματος διὰ τοῦ ὕδατος, τὸ δὲ πηλίκον δεικνύει τὴν πυκνότητα τοῦ σώματος σχετι-



κῶς πρὸς ἕν ὕδωρ· διότι ἡ ποσότης τῆς ὕλης τοῦ σώματος περιέχει τοσάκις τὸ ποσὸν τῆς ὕλης τοῦ ὕδατος, ὅσον τὸ βάρος τοῦ σώματος περιέχει τὸ βάρος τοῦ ὕδατος.

**Εἰδικὸν βάρος τῶν στερεῶν.**—Πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν σωμάτων, εἶναι συνήθως ἡ μέθοδος τοῦ *φιαλίου*, τοιάδε. Προσδιορίζουσιν ἐν πρώτοις ἀκριβέστατα διὰ τῆς κοινῆς τρυτάνης ὁποῖον εἶναι τὸ βάρος τοῦ σώματος ἐν τῷ ἀέρι· ἔπειτα βάλλουσι τὸ σῶμα ἐπὶ μιᾶς τῶν πλαστίγγων τῆς τρυτάνης καὶ μετὰ τούτου ἐπὶ τῆς αὐτῆς πλαστιγγος φιάλιον πλατύστομον, ἀκριβέστατα πεπληρωμένον ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ στεγανῶς ἐσφηνωμένον· καθιστῶσι τὴν ἰσορροπίαν βάλλοντες τὰ ἀναγκαῖα σταθμὰ ἐπὶ τῆς ἄλλης πλαστιγγος, καὶ τούτου γινομένου, ἀνοίγουσι τὸ φιάλιον καὶ εἰσάγουσι τὸ σῶμα, μὴ δυνάμενον νὰ εἰσέλθῃ ἄνευ ἀποβολῆς ὄγκου ὕδατος ἴσου πρὸς τὸ ἑαυτοῦ. Σταθμίζοντες λοιπὸν αὐθις, εὐρίσκουσι βάρος ἕλαττον ἢ πρότερον, καὶ προφανῶς ἡ διαφορὰ παριστᾷ τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου τῷ ὄγκῳ τοῦ σώματος· οὕτω δ' ἔχοντες τὸ βάρος τοῦ σώματος τούτου καὶ τὸ βάρος τοῦ αὐτοῦ ὄγκου καθαροῦ ὕδατος, ἐὰν ζητηθῇ ποσάκις τὸ πρῶτον περιέχει τὸ δεύτερον, εὐρίσκεται τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος. Ἐστὼ, παραδείγματος χάριν, ἔλασματιον χρυσοῦ 57 γραμμαρίων, ἡ δὲ ἀπώλεια τοῦ βάρους, μετὰ τὴν εἰσαγωγὴν αὐτοῦ ἐν τῷ φιαλίῳ, 3 γραμμαρίων· ὁ πρῶτος τῶν δύο ἀριθμῶν διαιρούμενος διὰ τοῦ δευτέρου δίδει πηλίκον 19, ὅπερ εἶναι ἡ πυκνότης τοῦ ἔλασματιοῦ.

**Εἰδικὸν βάρος τῶν ὑγρῶν.**—Πρὸς εὔρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν, μεταχειρίζονται τὴν αὐτὴν μέθοδον, ἀλλ' ὁ τρόπος εἶναι ἀπλούστερος. Λαμβάνομεν φιάλιον ὅμοιον τῷ προηγουμένῳ, καὶ ζυγίσαντες τοῦτο κενόν, πληροῦμεν ἔπειτα καθα-



ροῦ ὕδατος, καί, διὰ τῆς κοινῆς τρυτάνης, προσδιορίζομεν ἀκριβῶς τὸ βάρος τοῦ ὄγκου τούτου τοῦ ὕδατος. Ἐπαναλαμβάνομεν τὸ αὐτὸ πείραμα μετὰ τοῦ αὐτοῦ φιαλίου δι' ἕκαστον τῶν ὑγρῶν, ὧν θέλομεν νὰ μάθωμεν τὴν πυκνότητα, καὶ τὸ βάρος τῶν ὑγρῶν τούτων διαιρούμενον διὰ τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος δίδει τὸ εἰδικὸν βάρος ἑκάστου. Ἐστὼ, παραδείγματος χάριν, ὅτι ἐν τοιαύτῃ ἐργασίᾳ τὸ βάρος τοῦ ὕδατος εἶναι 250 γραμμάρια, καὶ ὅτι τὸ βάρος τοῦ αὐτοῦ ὄγκου ἐλαίου εἶναι 232 γραμμάρια· διαιροῦντες 232 διὰ 250 ἔχομεν πηλίκον 0,92, τὸ ὁποῖον ἐκφράζει τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἐλαίου σχετικῶς πρὸς τὸ ὕδωρ.

**Εἰδικὸν βάρος τῶν ἀερίων.**—Τοιοῦτοι τινὲς τρόποι ὑπάρχουσιν ἐν χρήσει καὶ πρὸς εὔρεσιν τῶν πυκνοτήτων τῶν ἀερίων, ἀλλὰ τότε λαμβάνεται ὁ ἀὴρ καὶ οὐχὶ τὸ ὕδωρ ὡς μονάς· ἡ δὲ πυκνότης τοῦ ἀέρος εἶναι  $770^{x15}$  μικροτέρα τῆς τοῦ ὕδατος. Προσέτι, ἀντὶ φιαλίου, λαμβάνεται σφαιρα ὑαλίνη, ἔχουσα λαιμὸν μεταλλικὸν μετὰ κρουνοῦ, δι' ἧς ἀφαιροῦνται κατὰ τὸ δοκοῦν τὰ εἰς τὸ πείραμα ὑποβαλλόμενα ἀέρια. Εὐρίσκεται λοιπὸν τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ἀερίου, ἐὰν διαιρεθῇ τὸ βάρος ὄγκου οἴουδήποτε τοῦ ἀερίου τούτου διὰ τοῦ βάρους ἴσου ὄγκου ἀέρος.

**Ἀραιόμετρα.**—Ἐν ταῖς ὀρυκτολογικαῖς ἐρεῦναις καὶ ἐν τῷ ἐμπορίῳ γίγνεται χρῆσις μικρῶν τινῶν ὀργάνων, ἀραιομέτρων καλουμένων, δι' ὧν προσδιορίζονται προχειρῶς αἱ σχετικαὶ πυκνότητες τῶν σωμάτων, ἢ αἱ ἀναλογίαι καθ' αἷς οὐσίαις τινὲς εὐρίσκονται μεμιγμέναι ἐν αὐτοῖς.

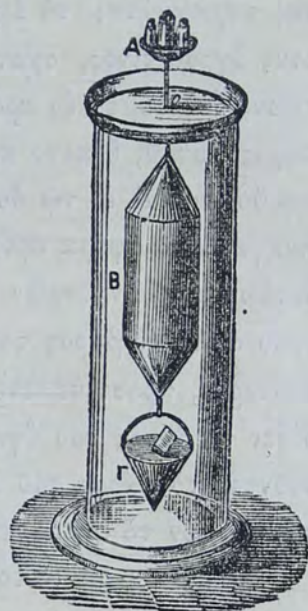
ὑπάρχουσι δύο εἶδη· 1<sup>ον</sup> τὰ ἀραιόμετρα τοῦ σταθεροῦ ὄγκου, ἥτοι τὰ καταδυόμενα μέχρι τοῦ αὐτοῦ σημείου ἐν πᾶσι τοῖς ὑγροῖς· 2<sup>ον</sup> τὰ ἀραιόμετρα τοῦ σταθεροῦ βάρους, ἥτοι τὰ ἔχοντα πάντοτε τὸ αὐτὸ βάρος, καταδυόμενα δὲ ἀνίσως ἐν τοῖς ὑγροῖς ἀναλόγως τῆς πυκνότητος αὐτῶν.



Ἄραιόμετρα τοῦ σταθεροῦ ὄγκου.— Μεταξὺ τῶν ἀραιομέτρων τοῦ σταθεροῦ ὄγκου διακρίνονται τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Νιχολσῶνος, ὅπερ χρησιμεύει πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν στερεῶν, καὶ τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Φαρεγχαίτου, ὅπερ χρησιμεύει πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους μόνον τῶν ὑγρῶν.

Τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Νιχολσῶνος συνίσταται ἐκ κοίλου κυλίνδρου ὑελίνου ἢ μεταλλικοῦ Β (Σχ. 13), φέροντος ῥάβδον, ἣτις υποβαστάζει δισκάριον Α, καὶ περατούμενον πρὸς τὰ κάτω ὑπὸ θηκίου Γ, καδίσκου τινὸς πληρουμένου ἔρματος πρὸς ἰσοροπίαν. Οὕτω δύναται τὸ ἀραιόμετρον, τιθεμένων σταθμῶν ἐπὶ τοῦ δισκαρίου, νὰ καταδυθῆ μέχρι τοῦ ὠρισμένου σημείου ο, ὅπερ καλεῖται σημεῖον ἐπιψύσεως.

Πρὸς εὗρεσιν λοιπὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους στερεοῦ τινος σώματος, θέτομεν τὸ σῶμα τοῦτο ἐπὶ τοῦ δισκαρίου, ἀφοῦ ἐμβαπτίσωμεν τὸ ἀραιόμετρον εἰς ἀγγεῖον σχεδὸν πλήρες ὕδατος. Προσθέτομεν ἔπειτα ἐπὶ τοῦ δισκαρίου σταθμὰ ἀπροσδιόριστα, μέχρις οὗ φθάσῃ τὸ σημεῖον τῆς ἐπιψύσεως εἰς τὸ ὕδωρ καὶ μετὰ ταῦτα



Σχ. 13.— Ἄραιόμετρον σταθεροῦ ὄγκου.

ἀφαιροῦντες τὸ σῶμα, ἀντικαθιστῶμεν τοῦτο διὰ σταθμῶν ὠρισμένων, μέχρις οὗ αὐθις φθάσῃ τὸ αὐτὸ σημεῖον εἰς τὸ ὕδωρ, καὶ προφανῶς τὰ τελευταῖα σταθμὰ παριστῶσι τὸ βᾶρος τοῦ σώματος ἐν τῷ ἀέρι, τὸ δὲ ἀραιόμετρον ἐχρησίμευσεν ὡς τρυπάνη. Τότε, ἐὰν θέσωμεν τὸ σῶμα εἰς τὸ κάτωθι τοῦ ὄργανου θηκίον, ἐμβαπτίζομενον τὸ ὄργανον ἐν τῷ ὕδατι, θὰ ἀπολέσῃ μέρος



τοῦ ἑαυτοῦ βάρους καὶ δὲν καταδύεται μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐπιψάσεως, εἰ δὲν προστεθῶσι σταθμὰ ἐπὶ τοῦ δισκαρίου· τὰ σταθμὰ λοιπὸν ταῦτα παριστώσι τὴν ἀπώλειαν τοῦ βάρους τοῦ σώματος ἐν τῷ ὕδατι, καὶ ἐπομένως τὸ βάρος τοιοῦτου ὄγκου ὕδατος· ὥστε πρὸς εὔρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους, ἀρκεῖ νὰ διαιρεθῇ τὸ βάρος τοῦ σώματος διὰ τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος.

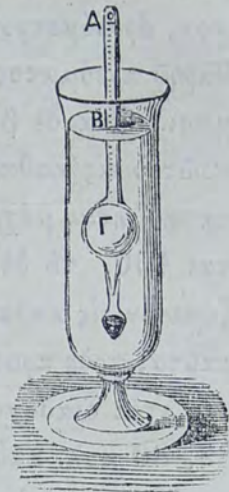
Τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Φαρεγγαίτου κατασκευάζεται ὁμοίως, ἀλλ' ἀντὶ τοῦ θηκίου περατοῦται πρὸς τὰ κάτω ὑπὸ μιᾶς σφαίρας περιεχοῦσης τὸ ἔρμα. Πρὸς εὔρεσιν λοιπὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους ὑγροῦ τινος, σχετικῶς πρὸς τὸ ὕδωρ, δι' ἐνὸς τῶν ἀραιομέτρων, ζυγίζομεν ἐν πρώτοις τὸ ἀραιόμετρον, ἵνα γνωρίσωμεν τὸ βάρος αὐτοῦ, ἔπειτα προκαλοῦμεν διαδοχικῶς τὴν ἐπίψασιν ἐν τῷ ὕδατι καὶ ἐν τῷ δοκιμαστέῳ ὑγρῷ, ἀλλὰ πρὸς τοῦτο εἶναι ἀναγκαῖα διάφορα πρόσθετα βάρη. Τὸ πρῶτον λοιπὸν τῶν προσθετέων τούτων βαρῶν προστιθέμενον εἰς τὸ βάρος τοῦ ἀραιομέτρου δίδει τὸ βάρος τοῦ ὄγκου τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος, τὸ δὲ δεύτερον, προστιθέμενον ὡσαύτως εἰς τὸ βάρος τοῦ ἀραιομέτρου, δίδει τὸ βάρος τοῦ ὄγκου τοῦ ἐκτοπισθέντος ὑγροῦ· ὥστε διαιροῦντες τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ τούτου διὰ τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος εὐρίσκομεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος.

**Ἀραιόμετρα σταθεροῦ βάρους.**—Τὰ ἀραιόμετρα τοῦ σταθεροῦ βάρους, ἢ τὰ κυρίως λεγόμενα ἀραιόμετρα, ἐν οἷς διακρίνεται τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Βωμαίου, ὡς συνηθέστερα, χρησιμεύουσιν ἐν τῷ ἐμπορίῳ πρὸς ἐκτίμησιν τοῦ βαθμοῦ τῆς συμπυκνώσεως τῶν οἴνοπνευμάτων, τῶν ὀξέων, καὶ τῶν ἀλατούχων διαλύσεων, ὀνομαζόμενα πνευματοζύγια, ὀξυζύγια, ἀλατοζύγια, κατὰ τὰς διαφόρους χρήσεις αὐτῶν.

Τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Βωμαίου συνίσταται συνήθως ἐκ κοίλου ὑελίνου κυλίνδρου Γ, φέροντος ῥάβδον ἄνωθεν καὶ ἠρματισμένου



πρὸς τὰ κάτω ὑπὸ μικρᾶς υελίνης σφαίρας (Σχ. 14) πλήρους ὑδραργύρου ἢ χόνδρων μολύβδου. Ὄταν τοιοῦτον τι ἀραιόμετρον ἰσορροπῇ ἐν ὑγρῷ, ἐκτοπίζεται ὄγκος ὑγροῦ ἴσος τῷ ἑαυτοῦ, καὶ ἐπομένως καταδύεται ἀναλόγως τῆς πυκνότητος τοῦ ὑγροῦ τούτου. Ὅθεν ἀναγνωρίζομεν τὸ πλεόν ἢ ἔλαττον τῆς πυκνότητος ἐκ τῆς ποσότητος, καθ' ἣν καταδύεται τὸ ἀραιόμετρον.



Σχ. 14. — Ἀραιόμετρον σταθεροῦ βάρους.

Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς ποσότητος ταύτης, βαθμολογοῦμεν τὸ ὄργανον κατὰ τὸν ἐξῆς τρόπον. Ἐὰν τὸ ἀραιόμετρον μέλλῃ νὰ χρησιμεύσῃ ὡς ὀξύζυγιον ἢ ὡς ἀλατοζύγιον, ἐμβαπτιζομεν τοῦτο εἰς καθαρὸν ὕδωρ καὶ σημειοῦμεν 0 ἐπὶ τοῦ σημείου τῆς ἐπιψύσεως, ἀλλ' ἐπιμελούμενοι διὰ τοῦ ἐρματισμοῦ ὥστε τὸ μηδενικὸν τοῦτο νὰ χαραχθῇ πλησίον τῆς ἄνω ἄκρας τῆς ῥάβδου. Ἐμβαπτιζομεν ἔπειτα τὸ ὄργανον εἰς διάλυσιν συγκειμένην ἐξ 85 μερῶν ὕδατος καὶ 15 μερῶν θαλασσίου ἄλατος, καὶ σημειοῦμεν 15 ἐπὶ τοῦ σημείου τῆς ἐπιψύσεως. Τὸ μεταξὺ τῶν δύο περιλαμβανόμενον διάστημα διαιρεῖται μετὰ ταῦτα εἰς 15 ἴσα μέρη ἢ βαθμούς, καὶ αἱ διαιρέσεις αὗται ἐπεκτείνονται μέχρι τῆς βάσεως τοῦ σωλήνος.

Ἐὰν τὸ ἀραιόμετρον μέλλῃ νὰ χρησιμεύσῃ ὡς πνευματοζύγιον, ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον εἰς διάλυσιν συγκειμένην ἐξ 90 μερῶν ὕδατος καὶ 10 μερῶν θαλασσίου ἄλατος νὰ καταδύηται μέχρι τῆς βάσεως τοῦ σωλήνος, ἔνθα ἐπισημειοῦσι 0. Ἐπειτα ἐμβαπτιζομεν τὸ ὄργανον εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ καὶ σημειοῦμεν 10 ἐπὶ τοῦ σημείου τῆς ἐπιψύσεως· διαιροῦμεν μετὰ ταῦτα τὸ μεταξὺ διάστημα εἰς δέκα μέρη καὶ ἐξακολουθοῦ-

μεν τὴν βαθμολόγησιν ταύτην μέχρι τῆς κορυφῆς τοῦ σωλῆνος. Ὁ Γαίλουσσάκης ἐπενόησεν οἰνοπνευματόμετρον ἑκατόμβαθμον, ἀραιόμετρον χρησιμεῦον εἰς δεῖξιν τῆς ποσότητος τοῦ καθαροῦ πνεύματος τοῦ περιεχομένου ἐν τοῖς ἐμπορικοῖς οἰνοπνεύμασι. Ἴνα δὲ βαθμολογηθῇ τὸ ὄργανον τοῦτο ἐμβαπτίζεται πρῶτον εἰς καθαρὸν πνεῦμα, καὶ ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε νὰ καταδύηται μέχρι τῆς κορυφῆς τοῦ σωλῆνος, ἔνθα ἐπισημειοῦνται 100, τὸ δὲ 0 ἐπὶ τοῦ μέρους ἔνθα τὸ ὄργανον ἐμβαπτίζομενον εἰς καθαρὸν ὕδωρ ἐπιψάσει τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Μετὰ ταῦτα, πρὸς προσδιορισμὸν ἐκάστου τῶν μεταξὺ βαθμῶν, ἐμβαπτίζεται διαδοχικῶς τὸ ἀραιόμετρον εἰς μίγμα ὄγκου 95, 90, 85, 80 κτλ. καθαροῦ πνεύματος μετὰ 5, 10, 15, 20 κλ. μερῶν ὕδατος, καὶ σημειοῦνται 95, 90, 85, 80 κλ. ἐπὶ τῶν ἀντιστοίχων σημείων τῆς ἐπιψάσεως. Οὕτω λοιπὸν ὅταν τὸ ὄργανον τοῦτο ἐμβαπτίζομενον εἰς οἰνόπνευμα δεικνύῃ 60°, τὸ πνευματῶδες ὑγρὸν περιέχει 60 τοῖς 100 καθαροῦ πνεύματος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ'.

Πίεσις ἀτμοσφαιρική. — Βάρος τοῦ ἀέρος. — Μέτρησις τῆς πίεσεως τοῦ ἀέρος. — Βαρόμετρον. — Διάφορα εἶδη βαρομέτρων. — Σύνηθες λεκανοφόρον βαρόμετρον. — Λεκανοφόρον βαρόμετρον τοῦ Φορτίνου. — Βαρόμετρον σιφωνοειδές ὅμοιον τοῦ Γαίλουσσάκη. — Γνωμονικὸν βαρόμετρον. — Ἐφαρμογαὶ τοῦ βαρομέτρου.

Πίεσις ἀτμοσφαιρική. — Καλεῖται ἀτμοσφαῖρα τὸ πανταχόθεν περιβάλλον τὴν γῆν ἀέριον στρώμα, καὶ ἔχει ὕψος 60000 μέτρων περίπου ἢ 60 χιλιομέτρων ὑπὲρ τὴν γῆν, ἡ δὲ δύναμις



μεθ' ἧς τὸ ἀέριον τοῦτο στρώμα πιέζει τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς ἐνομάζεται ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις.

**Βάρος τοῦ ἀέρος.**—Ὁ ἀήρ εἶναι ἀέριον σῶμα καί, καθὼς πάντα τὰ σώματα τῆς φύσεως, ὑπόκειται εἰς τοὺς νόμους τῆς βαρύτητος· πείραμα δέ τι ἀπλούστατον χρησιμεύει πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος. Ζυγίζομεν ἐν πρώτοις ὑαλίνην σφαιρᾶν, ἐν ἧ ἀπετελέσθη τὸ κενὸν διὰ τῆς ἀεραντλίας, καὶ ἔπειτα ζυγίζομεν αὐτὴν ταύτην πλήρη ἀέρος· εὐρίσκομεν τότε, ὅτι τὸ βάρος τῆς σφαίρας ηὐξήθη ἐπαισθητῶς, διότι ὑπάρχει διαφορὰ 45 γραμμαρίων περίπου ἐν σφαίρᾳ 45 λιτρῶν· ὥστε ὁ ἀήρ εἶναι βαρῦς, καὶ μία λίτρα ἀέρος ξηροῦ ἔχει βάρος ἐνὸς γραμμαρίου καὶ τριῶν δεκάτων, μιᾶς δὲ λίτρας ὕδατος ἐχούσης βάρος 4000 γραμμαρίων, ὁ ἀήρ ζυγίζει περίπου 770<sup>χις</sup> ὀλιγώτερον ἴσου ὄγκου ὕδατος.

Περὶ τὰ μέσα τοῦ 17<sup>ου</sup> αἰῶνος ἀνεκάλυψεν ὁ Γαλιλαῖος τὸ βάρος τοῦ ἀέρος, ἀναζητῶν τὴν αἰτίαν τὴν προκαλοῦσαν τὴν ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος ἐν ταῖς κεναῖς ἀέρος ὑδραντλίαις, καὶ διατηροῦσαν τοῦτο καθ' ὕψος σχεδὸν σταθερὸν ὑπεράνω τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας. Κρηνοποιοὶ τῆς Φλωρεντίας, κατασκευάσαντες ὑδραντλίαν ἀσυνήθους μεγέθους, εἶδον μετ' ἐκπλήξεως, ὅτι τὸ ὕδωρ δὲν ἀνυψοῦτο ὑπὲρ τὰ 10 μέτρα καὶ 33 ἑκατοστὰ περίπου· ὁ δὲ Γαλιλαῖος ὑπόπτεισεν, ὅτι τὸ φαινόμενον τοῦτο προήρχετο ἐκ τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος ὅστις, ἐπιφέρων πίεσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, ἐγίγνετο παραίτιος τῆς ὑψώσεως τούτου ἐν τῇ ὑδραντλίᾳ, μέχρι τῆς ἰσορροπήσεως τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἀέρος.

Πρὸς βεβαίωσιν δέ, ὅτι ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος ἀναβιβάζει τὸ ὕδωρ ἐν τῷ κενῷ μέχρι 40<sup>α</sup>, 33, ὁ Τορικέλλης, μαθητῆς τοῦ Γαλιλαίου, ἐπειράθη ὁποῖον ἀποτέλεσμα θὰ παρήγεν ἡ αὐτὴ αἰ-



τία ἐπὶ ὑγροῦ πυκνότητος διαφόρου τοῦ ὕδατος. Λαβὼν λοιπὸν ὑδράργυρον, ὄντα περίπου 13 καὶ  $\frac{1}{2}$  πυκνότερον τοῦ ὕδατος, ἐσκέφθη, ὅτι, ἐὰν ἠλῆθειεν, ὅτι ἡ πίεσις τοῦ ἀέρος εἶναι αἰτία τῆς ὑψώσεως τοῦ ὕδατος ἐν τῷ κενῷ μέχρις ὕψους τινός, ὁ ὑδράργυρος θὰ ὑψοῦτο ἐν τῷ κενῷ, διὰ τοῦ ἀποτελέσματος αὐτῆς ταύτης τῆς πιέσεως, 13  $\frac{1}{2}$  ὀλιγώτερον· τὰ δὲ ἐξαγόμενα ἐπεβεβαίωσαν ἐντελῶς τὴν ὑπόθεσιν ταύτην, καὶ εὐκόλως δύναται νὰ ἐπαναληφθῇ τὸ πείραμα τοῦ Τορρικέλλη.

Λαμβάνομεν ὑάλινον σωλῆνα μήκους 80 ὑφεκατομμέτρων περίπου, κλειστὸν κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον· πληροῦντες δὲ τοῦτον ὑδραργύρου, καὶ φράττοντες μετὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον ἀναστρέφομεν κατακορύφως καὶ ἐμβαπτίζομεν τοῦτο εἰς λεκάνην ὑδραργύρου πλήρη. Ἄμα ἀποσύρωμεν τότε τὸν δάκτυλον, βλέπομεν τὸν ὑδράργυρον καταβαίνοντα μὲν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, διαμένοντα ὅμως εἰς ὕψος 76 ὑφεκατομμέτρων ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑδραργύρου.

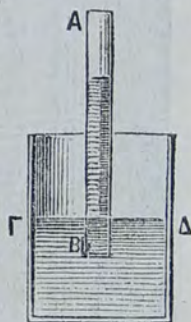
Ἄλλὰ πρὸς ἄρσιν πάσης ἀμφιβολίας περὶ τῆς ὑπάρξεως τῆς πιέσεως τοῦ ἀέρος, ἐκτὸς τοῦ πειράματος τοῦ Τορρικέλλη, ἔπρεπε νὰ βεβαιωθῇ καὶ ὅτι, ἐλαττουμένου τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ πιεζόντων στρωμάτων τοῦ ἀέρος, ἐλαττοῦται ὡσαύτως καὶ ἡ ἐν τῷ σωλῆνι στήλη τοῦ ὑδραργύρου. Τοῦτο ἐβεβαίωσεν ὁ Πασκάλης, στήσας τὸν σωλῆνα τοῦ Τορρικέλλη κατὰ διάφορα ὕψη ἐπὶ τοῦ ὄρους Πουϋδεδόμου, καὶ ἀναγνωρίσας τῷ ὄντι, ὅτι ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη ἐταπεινοῦτο, καθ' ὅσον τὸ ὕψος, ἐφ' οὗ εὐρίσκατο τὸ ὄργανον, ἐτύγχανε μείζον.

**Μέτρον τῆς πιέσεως τοῦ ἀέρος.**— Πᾶσαι αἱ προεκτεθεῖσαι ἀρχαὶ περὶ τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν καὶ περὶ τῶν πιέσεων, ἃς ἐπιφέρουσιν ἢ μεταδίδουσιν, ἐφαρμόζονται ὡσαύτως εἰς τὰ ἀέρια ρευστὰ καὶ ἐπομένως εἰς τὸν ἀέρα· ὥστε ἡ ἀτμοσφαῖρα



ὑπόκειται εἰς τοὺς νόμους τῆς βαρύτητος, ὅπως αἱ ὑγραὶ μάζαι αἰσ συνθλίβει, καὶ ἀνευρίσκομεν ὑπὸ τὰ βαθέα στρώματα τοῦ ἀέρος πάσας τὰς ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν ὑγρῶν μάζων ἐνεργουμένας πιέσεις· ὥστε ὑποτιθεμένης τῆς ἀτμοσφαιρας ἐν ἡρεμίᾳ, ἢ ὑπ' αὐτῆς ἐνεργουμένη πίεσις ἐπὶ ἐπιφανείας οἴασδήποτε, ὀριζοντίας, κατακορύφου ἢ κεκλιμένης, ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἢ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, θὰ εἶχε μέτρον, κατὰ τοὺς νόμους τῆς ὑδροστατικῆς, τὸ βάρος στήλης ἀέρος, ἐχούσης βάσιν τὴν πιεζομένην ἐπιφάνειαν καὶ ὕψος τὴν ἀπὸ τῆς βάσεως μέχρι τῶν ὀρίων τῆς ἀτμοσφαιρας ἀπόστασιν.

Ἐὰν λάβωμεν σωλῆνα AB (Σχ. 15) ἀνοικτὸν κατὰ τὰ ἄκρα A καὶ B καὶ καταδύοντα ἐκ τοῦ ἄκρου B εἰς ἀγγεῖον ΓΔ πληρὲς ὑγροῦ, ἐπειδὴ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐνεργεῖται ἐπὶ ΓΔ καὶ ἐπὶ A, τὸ ὑγρὸν θὰ ὑψωθῆ μέχρι τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας ἐντός τε καὶ ἐκτός. Ἐὰν ὅμως κατορθώσωμεν νὰ ἀπορροφήσωμεν τὸν ἀέρα διὰ τῆς ὀπῆς A, καθόσον θὰ ἐλαττωῦται ἢ ἐν τῷ σωλῆνι περιεχομένη ποσότης τοῦ ἀέρος, θὰ βλέπωμεν τὸ ὑγρὸν ἀνερχόμενον, ἐπειδὴ ἡ ἐνεργουμένη πίεσις ἐπὶ ΓΔ δὲν θὰ ἀντισταθμίζεται πλέον ὑπὸ τῆς ἐνεργουμένης πιέσεως ἐπὶ AB. Ἴνα δὲ εὔρωμεν καὶ μετρήσωμεν τὴν ἐπὶ ΓΔ ἐνεργουμένην ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν ἀρκεῖ νὰ ἀφαιρέσωμεν ὅλον τὸν ἐν τῷ σωλῆνι AB περιεχόμενον ἀέρα, καὶ ἐπὶ τοῦ ἀπλουστάτου τούτου πειράματος στηρίζεται τὸ βαρόμετρον. Ἀπεδείχθη δὲ διὰ πειραμάτων, ὅτι ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρας εἶναι ἴση στήλῃ ὕδατος 40<sup>ῳ</sup>, 33 ἢ στήλῃ ὑδραργύρου περίπου 76 ὑφεικατομμέτρων ὕψους.

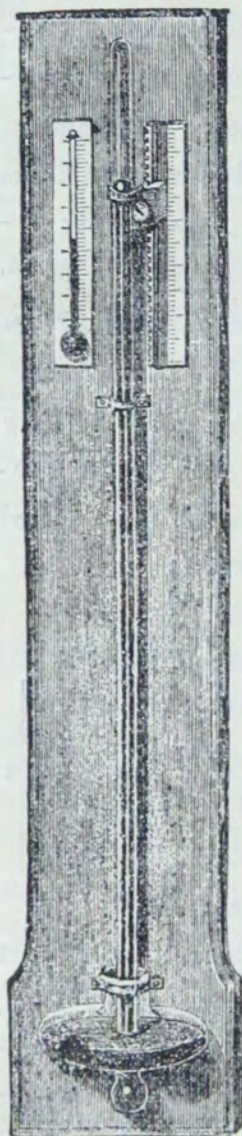


Σχ. 15.

**Βαρόμετρον.**—Τὸ βαρόμετρον εἶναι ὄργανον δι' οὗ μετρεῖται ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις. Χρησιμεύει προσέτι εἰς δεξιὸν τοῦ



κχιροῦ καὶ εἰς μέτρησιν τῶν ὑψῶν, καὶ κατασκευάζεται κατὰ διαφόρους τρόπους. Κυριώτερα δὲ τῶν βαρομέτρων εἶναι τὸ *λεκανοφόρον*, τὸ *σιφωνοειδές*, καὶ τὸ *γναυμονικόν*.



Σχ. 16.— Βαρόμετρον λεκανοφόρον.

βεβιαιωθῶμεν διὰ τῆς ἀναστροφῆς τοῦ σωλήνος, ὅτι δὲν ἔναπελείφθησαν φουσαλίδες ἀέρος, πρέπει νὰ στρέψωμεν τοῦτον σφο-

*λεκανοφόρον βαρόμετρον*.— Τὸ ὑπὸ Τορρικέλλη ἐπινοηθὲν βαρόμετρον εἶναι τὸ συνηθέστερον καὶ συνίσταται ἐξ ἑνὸς ὑαλίνου σωλήνος (σχ. 16) 8ῷ ὑφεκατομμέτρων περίπου, κλειστοῦ κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον· ὁ σωλήν πληροῦται διυλισμένου ὑδραργύρου καὶ ἔπειτα, ἐφαρμοζομένου μὲν τοῦ δακτύλου ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου, ἀναστρέφεται καὶ ἐμβαπτίζεται ἐκ τούτου τοῦ ἄκρου εἰς λεκάνιον ὑδραργύρου πλήρες καὶ τοῦτο, ἀποσυρομένου δὲ τοῦ δακτύλου, ὁ πληρῶν τὸν σωλήνα ὑδράργυρος κατέρχεται κατὰ πολλὰ ὑφεκατόμμετρα καὶ διαμένει εἰς ἓν ὕψος. Τὸ ὑπεράνω τῆς ὑδραργυρικής στήλης ἐλεύθερον διάστημα, ὃ βαρομετρικὸς λεγόμενος *θάλαμος*, εἶναι κενὸν διάστημα, καὶ ἀνάγκη νὰ ἦναι ἐντελές τὸ κενὸν τοῦτο· διότι ἐὰν ἐνέμενεν ὀλίγος ἀήρ, ἐνεργῶν ἀδιακόπως διὰ τῆς ἐλαστικῆς αὐτοῦ δυνάμεως ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου, θὰ ἐκώλυε τοῦτον νὰ ἀνέλθῃ εἰς τὴν ἀληθῆ αὐτοῦ ἐπιφάνειαν. Ὅθεν ὁ ὑδράργυρος εἰσάγεται κατὰ μικρὰς ποσότητας θερμαινομένης ἐκάστοτε, πρὸς ἀποδιώξιν τῶν φουσαλίδων τοῦ ἀέρος, αἵτινες θὰ ἔμενον προσκεκολλημέναι εἰς τοὺς τοίχους. Ἴνα δὲ



δρῶς, καὶ ἐὰν ὁ ὑδράργυρος, φθάνων εἰς τὴν κορυφὴν, προσκρούη ξηρῶς, τὸ κενὸν ἐπετεύχθη ἐντελῶς.

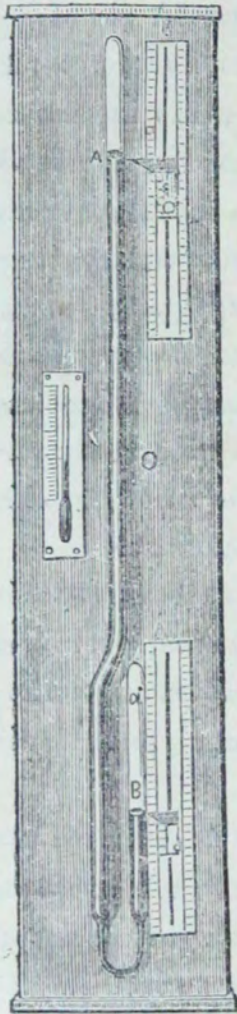
Ὅσω βαρύτερος εἶναι ὁ ἀήρ, τόσω μᾶλλον ἀπωθεῖ τὸν ὑδράργυρον, διὰ τῆς λεκάνης καὶ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου, ἐντὸς τοῦ σωλῆνος. Ἄλλ' ἵνα ἀναγνωρίζωμεν εὐκόλως εἰς ποίαν ἐπιφάνειαν ἀνέρχεται ἢ κατέρχεται ὁ ὑδράργυρος ἐν τῷ σωλῆνι, ἐδέησε νὰ βαθμολογηθῇ τὸ βαρόμετρον· διὸ βλέπομεν, ὅτι προσηρμύσθησαν ὁ σωλὴν καὶ ἡ λεκάνη εἰς σανίδιον, ἐφ' οὗ διαίρεσεις κεχαραγμέναι δεικνύουσι τὸ κατακόρυφον ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης. Αἱ διαίρεσεις αὗται ἀποτελοῦσι τὴν λεγομένην *βαρομετρικὴν κλίμακα*, καὶ ἐκάστη παριστῶσα ἐν ὑφεκατόμμετρον, ὑποδιαίρεται εἰς ὑποχιλιόμετρα· τὸ δὲ 0 ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑδραργύρου καὶ τὸ ἄνω ἄκρον τῆς κλίμακος προεκτείνεται μέχρις 80 ἢ 82 ὑφεκατομμέτρων.

Ὁ Φορτίνος ἐτροποποίησεν ἐπιτυχῶς τὸ λεκανοφόρον βαρόμετρον, κλείσας τὸν πυθμένα διὰ δέρματος ἐλάφου, δυναμένου νὰ ἀναβιβάζηται καὶ καταβιβάζηται κατὰ τὸ δοκοῦν διὰ κοχλίου, ὅπως ἐπαναφέρηται σταθερῶς ἢ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ μηδενικόν.

**Βαρόμετρον σίφωνοειδές.** — Τὸ ὑπὸ τοῦ Δελύκου ἐφευρεθὲν βαρόμετρον, σύγκειται ἐξ ἑνὸς μόνου ἐπικαμποῦς σωλῆνος ἢ σίφωνος μετὰ δύο ἀνίσων βραχιόνων, ὧν ὁ βραχύτερος ἐπέχει τόπον λεκάνης, δι' ἧς ὁ ἀήρ ἐνεργεῖ τὴν πίεσιν αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου. Τὸ ὕψος τῆς βαρομετρικῆς στήλης τῆς ἰσορροπούσης πρὸς τὴν πίεσιν τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος εἶναι ἡ κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν δύο ἐπιφανειῶν· καὶ τὸ ὕψος τοῦτο μετρεῖται ἐπὶ παρακειμένης κλίμακος, ἧς τὸ 0 δύναται νὰ τεθῇ εἴτε μεταξὺ τῶν δύο ἐπιφανειῶν, εἴτε κάτωθεν τῆς ὑποκειμένης ἐπιφανείας.

Ὁ Γελουσσάκης ἐπενόησε νὰ συνενώσῃ τὰ δύο ἄκρα τοῦ σί-

φωνος (Σχ. 17) διὰ σωλήνος τριχοειδοῦς<sup>(1)</sup> καὶ νὰ κλείσῃ τὸν μικρὸν βραχίονα B, συγκοινωνοῦντα μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος



Σχ. 17.—Βαρόμετρον σιφωνοειδές.

μόνον διὰ τῆς ἐν τῷ σημείῳ α ὀπῆς, δι' ἧς οὐσῆς ἐλαχίστης δὲν δύναται νὰ διέλθῃ ὁ ὑδράργυρος. Εὐκόλως δὲ μετακομίζεται τὸ βαρόμετρον τοῦτο, ἐὰν ἀνατραπῆ οὕτως, ὥστε ὁ ὑδράργυρος νὰ μεταβῆ εἰς τὸν μακρὸν βραχίονα Α, ὁπότε, ἐὰν περισσεύῃ ὑγρὸν, πίπτει εἰς τὸν μικρὸν βραχίονα καὶ δὲν δύναται νὰ ἐκφύγῃ, ἐκτὸς προσκρούσεως μεγάλης διὰ τῆς ὀπῆς α, καὶ ἀναλαμβάνει τὴν πρώτην αὐτοῦ θέσιν, ἐὰν ἐπαναστραφῆ μετὰ προσοχῆς· διότι, ἐπειδὴ εἰς τριχοειδῆ σωλήνα δύο ῥευστὰ δὲν δύνανται νὰ διέλθωσι δι' ἀλλήλων, ὁ ὑδράργυρος κατέρχεται ὀλοσχερῆς καὶ δὲν ἀφήνει τὸν ἀέρα νὰ εἰσέλθῃ εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον.

**Βαρόμετρον γνωμονικόν.**—Ἐπὶ τοῦ γνωμονικοῦ βαρομέτρου, συγκειμένου ἐκ σιφωνοειδοῦς βαρομέτρου καὶ ἀποτελοῦντος λίαν κομψὸν ἔπιπλον δι' αἰθούσας (Σχ. 18), αἱ μεταβολαὶ τοῦ ὀργάνου δεικνύονται ὑπὸ μεγάλου τινὸς γνώμονος στρεφομένου ἐπὶ μιᾶς πλακῆς, καλυπτούσης τὸ βαρόμετρον. Ὁ ἄξων τοῦ γνώμονος τούτου φέρει ὀπισθεν τῆς πλακῆς τροχιλίαν τινὰ Β μεταξίνῃ νήματι περιελιγμένην, καὶ ἐλκομένην ἀφ' ἑνὸς μὲν ὑπ' ἀντιρρόπου Γ, ἀφ' ἑτέρου δὲ ὑπὸ δύτου ἐμβεβαπτισμένου ἐν μέρει εἰς τοῦ ἀνοικτοῦ βρα-

(1) Ὁ σωλήν λέγεται τριχοειδής, ἔταν ἡ διάμετρος αὐτοῦ ᾗναι στενατάτη.







ἔπιφέρει βάρος 403,30 χιλιογράμμων ἐπὶ ἐνὸς τετραγωνικοῦ ὑποδεκατομμέτρου ἢ περίπου ἐνὸς χιλιογράμμου ἐπὶ ἐνὸς τετραγωνικοῦ ὑφεκατομμέτρου. Ὡστε ἐὰν ὑπολογίσωμεν τὴν ὑπὸ ἀέρος ἐπιφερομένην πίεσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος ἀνθρώπου μεσαίου ἀναστήματος, εὐρίσκομεν ὅτι εἶναι ἴση τῇ βαρυτάτῃ πιέσει 42500 χιλιογράμμων· ἀλλὰ δὲν αἰσθανόμεθα ταύτην, ὡς ἀντισταθμιζομένην ὑπὸ τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τῶν ρευστῶν τοῦ ἡμετέρου σώματος καὶ ὑπὸ τῆς θαυμαστῆς διατάξεως τῶν ὀργάνων, δι' ὧν ἐφωδίασεν ἡμᾶς ὁ Πλάστης. Ἀλλ' ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ποικίλλει κατὰ τε τοὺς τόπους, τὰς ὥρας τῆς ἡμέρας καὶ τὰ κλίματα.

**Δεῖξις τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας.**—Αἱ παραλλαγὰι τοῦ βαρομέτρου, ἐφαρμοζόμεναι πρὸς τὰς χρήσεις τοῦ βίου, δεικνύουσι τὴν ἐνδεχομένην μεταβολὴν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ. Παρατηρήθη δέ, τοῦλάχιστον ἐν τοῖς ἡμετέροις κλίμασιν, ὅτι ἡ βαρομετρικὴ στήλη γενικῶς ἀναβαίνει ἐν εὐδίᾳ, καταβαίνει δὲ ἐν ἐπομβρίᾳ· καὶ προσέτι, ὅτι τείνει εἰς ἀνάβασιν ἢ εἰς κατάβασιν ὀλίγον χρόνον πρὸ τῆς καταστάσεως ταύτης τοῦ οὐρανοῦ. Διὸ πρὸς σημείωσιν τῶν δεξίσεων τοῦ καιροῦ, διηρέθη ἡ βαρομετρικὴ στήλη ἀπὸ 0<sup>υ</sup>, 734 μέχρι τοῦ 0<sup>υ</sup>, 785 εἰς 7 μέρη, 9 ὑποχιλιόμετρων ἕκαστον, καὶ πρὸς ἑκάστην τῶν διαιρέσεων τούτων ἀντιστοιχεῖ ἡ κατάστασις τοῦ οὐρανοῦ, ἣτις φαίνεται, ὅτι συμπίπτει μετὰ τῆς δεικνυομένης πιέσεως τῆς ἀτμοσφαίρας.

*Κατάστασις τοῦ οὐρανοῦ παριστωμένη καθ' ὑποχίλιόμετρα διὰ τῶν κατωτέρω ἀριθμῶν.*

|                             |     |                         |     |
|-----------------------------|-----|-------------------------|-----|
| Μεγάλη ξηρασία. . . . .     | 785 | Βροχὴ ἢ ἄνεμος. . . . . | 749 |
| Ὁραῖος σταθερὸς καιρὸς. . . | 776 | Μεγάλη βροχὴ. . . . .   | 740 |
| Ὁραῖος καιρὸς. . . . .      | 767 | Τρικυμία. . . . .       | 734 |
| Ἄστατος καιρὸς. . . . .     | 758 |                         |     |



**Μέτρησις τῶν ὑψῶν.**—Ἐπειδὴ ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπιφέρει τὴν ἀνάβασιν ἢ κατὰβασιν τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ βαρομετρικῇ στήλῃ, εἶναι προφανές, ὅτι ἡ πίεσις αὕτη μειοῦται καθ' ὅσον ἀνυψούμεθα εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν, ὡς ἐλαττωμένον τοῦ ὕψους τῆς στήλης τοῦ αἵρος· ὅθεν εὐκόλως ἐννοεῖται πῶς, διὰ τοῦ βαρομέτρου, δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὸ ὕψος τόπου τινός. Ὑποθεθείσθω, λόγου χάριν, ὅτι τὸ βαρόμετρον δεικνύει ὑπὸ τοὺς πόδας πύργου τινός 76 ὑφεκατόμμετρα καὶ ὅτι ἐπὶ τῆς κορυφῆς δεικνύει 75 ὑφεκατόμμετρα καὶ 6 ὑποχιλιόμετρα· ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν ποῖον ὕψος στρώματος αἵρος, ἐπιφέρει ὅσην πίεσιν ἐπιφέρουσι 4 χιλιοστὰ ὑδραργύρου. Γνωστοῦ δὲ ὄντος ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ αἵρος εἶναι τὸ 770 μέρος τῆς τοῦ ὕδατος καὶ ἐπομένως τὸ 40464 μέρος τῆς τοῦ ὑδραργύρου, ἡ παχύτης τοῦ στρώματος ἢ τὸ ὕψος τοῦ πύργου, θὰ ἦναι  $4^{x15} 10^u, 464$  ἢ περίπου 41 μέτρα.

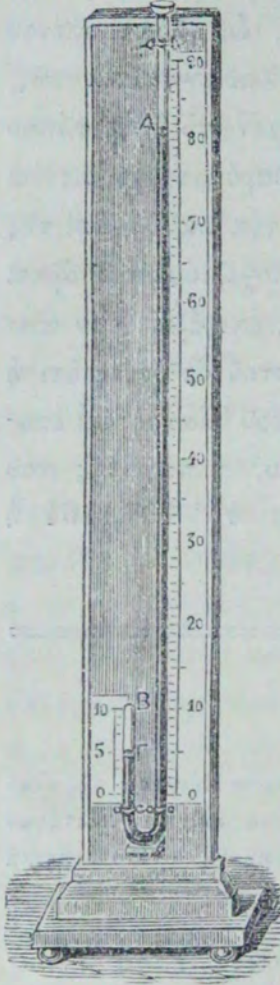
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ΄.

**Ἐλαστικὴ δύναμις τῶν αἰρίων.**—Νόμος τοῦ Μαριόττου.—Μέτρησις τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τῶν αἰρίων.—Ὀργανα στηριζόμενα ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τῶν αἰρίων καὶ ἰδίως τοῦ αἵρος.—Ἀεραντικὴ μηχανή.—Συνθλιπτικὴ μηχανή.—Συνθλιπτικὴ ἀντλία.

**Δύναμις ἐλαστικὴ τῶν αἰρίων.**—Καλεῖται *τάσις* ἢ *ἐλαστικὴ δύναμις* τοῦ αἰρίου ἢ ὑπὸ τούτου ἐπιφερομένη πίεσις, διὰ τῆς εὐπετάστου δυνάμεως αὐτοῦ, ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῶν περιεχόντων ἀγγείων. Ἡ πίεσις αὕτη, ἀλλοτρία τοῦ βάρους τοῦ αἰρίου, ἔχει στενὴν σχέσιν μετὰ τοῦ ὄγκου ὃν κατέχει, καὶ ἡ μεταξὺ τοῦ ὄγκου καὶ τῆς ἐλαστικότητος τοῦ αἰρίου σχέσις αὕτη ὀνομάζεται *νόμος τοῦ Μαριόττου*, ἀπὸ τοῦ

φυσικοῦ ἐκείνου, ὅστις πρῶτος κατὰ τὸν δέκατον ἑβδομον αἰῶνα ἐγνώρισε τοῦτον.

**Νόμος τοῦ Μαριόττου.**—Ὁ νόμος οὗτος ἐκτίθεται ὡς ἑξῆς·



Σχ. 19.

Ἡ δὲ ἀπόδειξις τοῦ νόμου τοῦ Μαριόττου γίνεταί διὰ τινος ἐπικαμποῦς ἀνισοσκελοῦς σωλῆνος (Σχ. 19), ὧν τὸ μέγα σκέλος A εἶναι ἀνοικτόν, τὸ δὲ μικρὸν B κλειστόν. Ἐγχεῖται ὑδράργυρος εἰς τὸ ὄργανον μέχρις οὗ ὑψωθῆ ἐν ἀμφοτέροις τοῖς σκέλεσιν εἰς τὸ O, εὐκόλως κατορθουμένου διὰ τῆς ἀποδιώξεως ὀλίγου ἀέρος ἐκ τοῦ κλειστοῦ σκέλους. Οὕτω δ' ἔχομεν ὄγκον ἀέρος μενονωμένον BO, ἐντελῶς γνωστὸν ἐκ τῶν διακρίσεων τοῦ σωλῆνος, καὶ μετὰ πίεσεως ἴσης πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ἐγχεομένου τότε τοῦ Σωλῆν τοῦ Μαριόττου. ὑδραργύρου διὰ τοῦ μεγάλου σκέλους μέχρις οὗ ἐξισωθῆ ἡ διαφορὰ τῶν ἐπιφανειῶν A, Γ πρὸς τὸ ὕψος τοῦ βαρομέτρου, ὁ ἀήρ θὰ περιέλθῃ εἰς τὸν ὄγκον ΓB, ὄντα ἴσον πρὸς τὸ ἥμισυ τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου, καὶ ὑποφέροντα διπλῆν πίεσιν, τὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς στήλης, ἐπενεργούσης διὰ τοῦ στομίου A καὶ

οἱ ὄγκοι τῶν ἀερίων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πιέσεων ἃς ὑφίσταται, τουτέστιν ὅσον μεγάλη εἶναι ἡ πίεσις, τοσοῦτον μικρὸς γίνεταί ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου. Ὡστε, ἐὰν τὸ εἰς πίεσιν ἑνὸς χιλιογράμμου ὑποβαλλόμενον ἀέριον ἔχη ὄγκον μιᾶς λίτρας, ὁ ὄγκος οὗτος θὰ ᾔηται ἡμισείας λίτρας ὑπὸ πίεσιν δύο χιλιογράμμων, καὶ ἑνὸς τρίτου ὑπὸ πίεσιν τριῶν χιλιογράμμων καὶ καθεξῆς.

Ἡ δὲ ἀπόδειξις τοῦ νόμου τοῦ Μαριόττου γίνεταί διὰ τινος ἐπικαμποῦς ἀνισοσκελοῦς σωλῆνος (Σχ. 19), ὧν τὸ μέγα σκέλος A εἶναι ἀνοικτόν, τὸ δὲ μικρὸν B κλειστόν. Ἐγχεῖται ὑδράργυρος εἰς τὸ ὄργανον μέχρις οὗ ὑψωθῆ ἐν ἀμφοτέροις τοῖς σκέλεσιν εἰς τὸ O, εὐκόλως κατορθουμένου διὰ τῆς ἀποδιώξεως ὀλίγου ἀέρος ἐκ τοῦ κλειστοῦ σκέλους.

Οὕτω δ' ἔχομεν ὄγκον ἀέρος μενονωμένον BO, ἐντελῶς γνωστὸν ἐκ τῶν διακρίσεων τοῦ σωλῆνος, καὶ μετὰ πίεσεως ἴσης πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ἐγχεομένου τότε τοῦ



τὴν τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ΑΓ, οὔσαν ἰσοδύναμον. Ἐγγεομένης δὲ νέας ποσότητος ὑδραργύρου ἴσης πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου θὰ περιήρχετο εἰς τὸ τρίτον τοῦ ἀρχικοῦ ὄγκου, ὑποφέρων τότε τρεῖς ἀτμοσφαιρικὰς πιέσεις, ὧν δύο παριστωμένας ὑπὸ τοῦ ὑδραργύρου· ὥστε οἱ ὄγκοι τῶν ἀερίων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πιέσεων ἃς ὑφίστανται.

Πειράματα ἐπιμελῶς ἐκτελεσθέντα ἀπέδειξαν ὅτι ὁ νόμος τοῦ Μαριόττου ἀληθεύει περὶ τοῦ ἀέρος μέχρι 27 ἀτμοσφαιρῶν καὶ περὶ πιέσεων μικροτέρων μιᾶς μόνης ἀτμοσφαιράς. Γενικῶς δὲ ἀληθεύει καὶ περὶ πάντων τῶν ἀερίων, ἀπλῶν τε καὶ συνθέτων, καὶ περὶ τῶν ἀτμῶν προσέτι, ἐφ' ὅσον τὰ ἀέρια ταῦτα ἢ οἱ ἀτμοὶ δὲν ἔφθασαν ἢ δὲν ἐπλησίασαν εἰς τὸ σημεῖον τῆς ὑγροποιήσεως αὐτῶν· διότι τὰ πλεῖστα τῶν ἀερίων, ὑποβαλλόμενα εἰς ἰσχυρὰν πίεσιν καὶ εἰς ταπεινοτάτην θερμοκρασίαν, ἀποβάλλουσι τὴν ἀερίαν κατάστασιν καὶ μετασχηματιζόμενα εἰς ὑγρὰ εἰσέρχονται ἐν ταῖς συνθήκαις τῶν ἀτμῶν.

**Μέτρησις τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τῶν ἀερίων.**— Αὐτοὶ ἐκεῖνοι οἱ ἀριθμοὶ οἱ παριστῶντες τὰς σχέσεις τῶν πιέσεων εἰς ἃς ὑπεβλήθη τὸ ἀέριον, δεικνύουσι καὶ τὰς σχέσεις τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως αὐτοῦ πρὸς τὰς διαφόρους πιέσεις, ἐπειδὴ διὰ τῶν δυνάμεων τούτων ἰσορροπεῖ τὸ ἀέριον πρὸς τὰς πιέσεις. Συνάγεται δ' ἐκ τούτου, ὅτι ἐπειδὴ, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου, αἱ πυκνότητες αὐξάνουσιν ἀναλόγως μετὰ τῶν πιέσεων, ἡ ἐλαστικὴ δύναμις ἀερίου τινὸς εἶναι ἀνάλογος τῆς πυκνότητος αὐτοῦ.

Ἀκριβέστατα μετρεῖται ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀερίου, ἐὰν ζητηθῇ τὸ ὕψος τῆς ὑγρᾶς στήλης, πρὸς ἣν δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ ἡ δύναμις αὕτη. Καὶ διὰ μὲν τὰ ἀέρια, ὧν ἡ ἐλαστικότης διαφέρει ὀλίγον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως, δύναται νὰ χρησιμεύσῃ



βαρομετρικὸς τις σωλὴν μετὰ διπλῆς ἐπικαμπῆς, περιέχων ὑδράργυρον ἐν τῇ κάτω, καὶ καταδύων εἰς τὸ ἀέριον ἐκ τοῦ μακροῦ ἀνοικτοῦ σκέλους· ἡ διαφορὰ τῶν δύο ἐπιφανειῶν παριστᾷ τὸ μέτρον τῆς ὑπεροχῆς τῆς ἐξωτερικῆς πίεσεως πρὸς τὴν ἐσωτερικὴν.

Ὅταν δὲ θέλωμεν νὰ μετρήσωμεν τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν ἰσχυρῶς πιεζομένου αἰρίου, ἢ τὰς ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ εἰς τοὺς λέβητας τῆς μηχανῆς ἐπιφερομένας πιέσεις, χρησιμεύει ἐν ὄργανον, *μανόμετρον* λεγόμενον. Ἀπλούστατον τοιοῦτον εἶναι σωλὴν τις ἀνάλογος πρὸς τὸν βαρομετρικὸν σωλῆνα, διαφέρων δὲ μόνον κατὰ τοῦτο, ὅτι τὸ ἀέριον ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ ὑδραργύρου τῆς κάτω λεκάνης καὶ ὅτι ὁ σωλὴν εἶναι ἀνοικτὸς ἐκ τοῦ ἄνω ἄκρου· ἡ διαφορὰ τῆς ἐπιφανείας μετρεῖ τὴν ὑπεροχὴν τῆς πίεσεως τοῦ αἰρίου πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

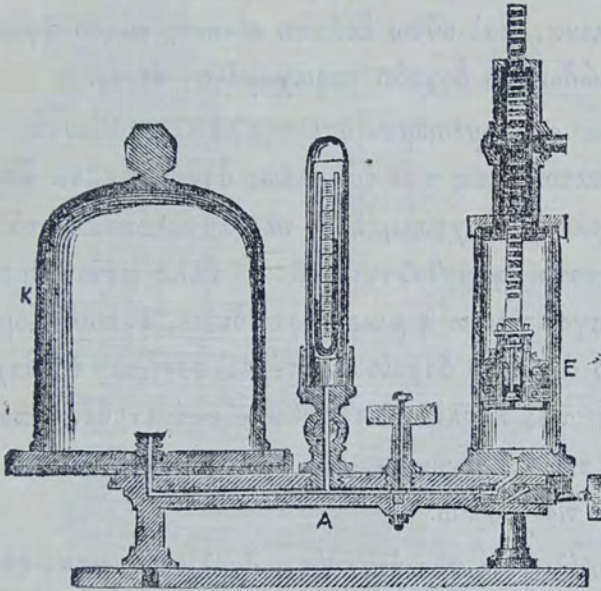
**Ὅργανα στηριζόμενα ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τῶν αἰρίων καὶ τοῦ αἴρος ἰδίᾳ.**—Ἐὰν ἀραιώσωμεν τὸν αἶρα ἐντὸς διαστήματος ἀρμοδίας ἐκτάσεως ἢ ἐὰν πιέσωμεν τοῦτον μέχρι βαθμοῦ τινος, δυνάμεθα νὰ ἐκτελέσωμεν περιέργα καὶ σπουδαῖα πειράματα· ἀλλ' ἀνάγκη νὰ γνωρίσωμεν πρῶτον τὰς πρὸς τὴν ἐργασίαν ταύτην συσκευάς, καὶ μάλιστα τὴν ἀεραντλικὴν μηχανὴν ὡς ἀξιολογωτάτην πασῶν.

**Ἀεραντλικὴ μηχανή.**—*Ἀεραντλικὴ μηχανή* ἢ *ἀεραντλία* εἶναι ὄργανον, δι' οὗ ἀποτελοῦμεν τὸ κενὸν ἐντὸς δεδομένου τινὸς χώρου, ἢ τοῦλάχιστον ἀραιοῦμεν πολὺ τὸν περιεχόμενον αἶρα· ἐφευρέθη δέ, κατὰ τὸν δέκατον ἑβδομον αἰῶνα, ὑπὸ τοῦ Ὄθωνος Γουερικαίου, δημάρχου τοῦ Μαγδεβούργου.

Ἐν τῇ ἀπλουστάτῃ αὐτῆς κατασκευῇ, ἡ μηχανὴ αὕτη συνίσταται ἐξ ἑνὸς κυλίνδρου E, ὑαλίνου ἢ μεταλλικοῦ, ὅστις ὀνομάζεται στέλεχος τῆς ἀντλίας καὶ ἔχει ἐμβολέα (Σχ. 20). Κατὰ



τὸ κάτω ἄκρον τοῦ στελέχους τούτου τῆς ἀντλίας ὑπάρχει ὀριζόντιός τις σωλὴν A, ὅστις ὀνομάζεται σύριγξ τῆς ἀντλήσεως καὶ συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ κώδωνος ἢ τοῦ δοχείου K, ἐν ᾧ ἀποτελεῖται τὸ κενόν. Δύο γλωττίδες, ἀνοιγόμεναι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἐνυπάρχουσιν, ἡ μὲν ἐντὸς τοῦ ἐμβολέως, ἐσκαμμένου ἔσωθεν ὡς ὄχετου, ἡ δὲ εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐνώσεως τοῦ στελέχους τῆς ἀντλίας μετὰ τῆς σύ-



Σχ. 20. — Ἐντομή τῆς ἀεραντικῆς μηχανῆς.

ριγγος τῆς ἀντλήσεως· ἀμφότεραι δὲ αἱ γλωττίδες αὗται κλείονται φυσικῶς ὑπὸ τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους, ἀλλ' ὅμως ἀνοίγονται ἅμα αἱ κάτω ἐπιφάνειαι αὐτῶν πιέζονται πλέον τῶν ἄνω.

Ἴδου δὲ πῶς ἐνεργεῖ ἡ μηχανή. Ἀναβαίνοντος τοῦ ἐμβολέως σχηματίζεται κενὸν ὑποκάτω, ἡ γλωττίς αὐτοῦ μένει κεκλεισμένη ἔνεκα τῆς πίεσεως τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος, καὶ ὁ ἐν τῷ κώδωνι K καὶ ἐν τῷ σωλῆνι A περιερχόμενος ἀήρ διαστέλλεται,

ἀνεγείρει τὴν γλωττίδα τῆς ἐνώσεως καὶ εἰσορμαῖ εἰς τὸ στέλεχος τῆς ἀντλίας. Καταβαίνοντος δὲ τοῦ ἐμβολέως, ὁ ὑποκάτω ἀήρ, ἀδυνατῶν νὰ ἐξέλθῃ διὰ τῆς γλωττίδος ταύτης, ὡς μόνον ἐκ τῶν κάτω ἀνοιγομένης, συνθλίβεται αἰεὶ μᾶλλον, καὶ ἡ πίεσις, ἣν ἐπιφέρει ἐπὶ τῆς γλωττίδος τοῦ ἐμβολέως, γιγνομένη ἰσχυροτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἀνοίγει τὴν γλωττίδα ταύτην καὶ παρέχει δίοδον εἰς ποσότητά τινα ἀέρος ἐκφεύγουσαν εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν. Δευτέρα ὁμοία ἐνέργεια τοῦ ἐμβολέως ἐπιφέρει τὰ αὐτὰ φαινόμενα, καὶ οὕτω ἐκάστη κίνησις αὐτοῦ ἀφαιρεῖ μέρος τοῦ ἐν τῷ κώδωνι ἢ δοχείῳ περιεχομένου ἀέρος.

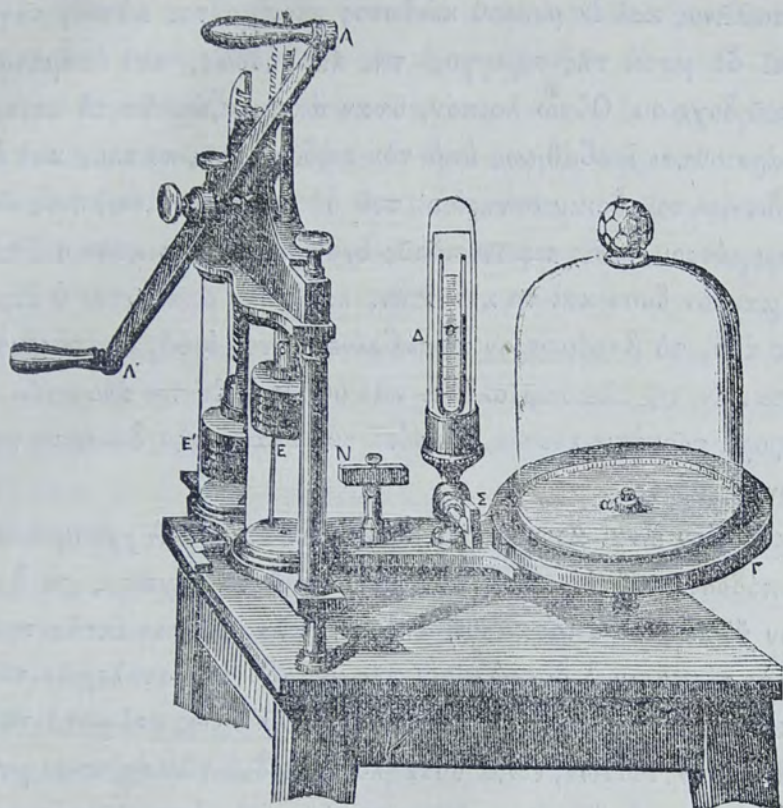
Ἄλλ' ὅμως μὴ νομίσωμεν ὅτι πολλαπλασιάζοντες τὰς ἀναβάσεις καὶ καταβάσεις τοῦ ἐμβολέως δυνάμεθα νὰ ἀποσύρωμεν ὅλον τὸν ἀέρα τοῦ δοχείου, ἥτοι νὰ ἀποτελέσωμεν τὸ κενὸν ἐντελές· οὐδέποτε κατορθοῦται τοῦτο, ἀλλὰ μόνον ἀραιοποίησις τοῦ ἀέρος μεγαλειτέρα ἢ μικροτέρα· διότι, ἀναβιβαζομένου τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἀήρ τοῦ δοχείου κατέχει συνάμα τὸ δοχεῖον καὶ τὸ στέλεχος τῆς ἀντλίας, καταβιβαζομένου δέ, ἀποδιώκεται μόνον ἡ ἐν τῷ στελέχει περιεχομένη ποσότης· ὥστε πάντοτε μένει ἀήρ ἐν τῷ δοχείῳ.

Πρὸς διευκόλυνσιν τῆς ἐργασίας, διπλασιάζονται τὰ στελέχη τῆς ἀντλίας (Σχ. 21), καὶ οἱ ἐμβολεῖς διατάττονται οὕτως, ὥστε ἀνερχομένου τοῦ ἐνὸς κατέρχεται ὁ ἕτερος. Ἀμφότεραι δὲ αἱ γλωττίδες σχηματίζονται ἐκάστη ἐξ ἐνὸς κολοβοῦ κώνου, προσηρμοσμένου εἰς κοιλότητα κωνικὴν καὶ ταύτην, ἀκριβῶς δὲ κλειομένην. Ὅστε ἐὰν ὁ ἐμβολεὺς εὐρεθῇ κατὰ τὸ κατώτατον σημεῖον τῆς πορείας αὐτοῦ, ἢ μετὰ τοῦ δοχείου συγκοινωνία διακόπτεται· ἐὰν δὲ ἀνεγερθῇ, ἢ κάτω γλωττίς ἀνυψοῦται μόνον μέχρις 1 ἢ 2 ὑποχιλιομέτρων ἀπὸ τῆς ὀπῆς, ἐπειδὴ ἀμφότεραι αἱ γλωττίδες εἶναι στερεῶς ἠδραιωμένοι ἐπὶ τῶν δύο ἄκρων σιδη-



ράς τινος ράβδου, και ἐπειδὴ ἡ ἄνω γλωττίς κλείει τότε τὴν τοῦ ἐμβολέως ὀπήν.

Τὰ στελέχη τῆς ἀντλίας Ε' Ε', ἐν οἷς κινουῦνται οἱ ἐμβολεῖς, συγκοινωνοῦσι μεθ' ἑνὸς κατακορύφως κεκαμμένου ὀχετοῦ, ἀρ-



Σχ. 21. — Ἀεραντικὴ μηχανή.

χομένου ἀπὸ τοῦ κέντρου ἑνὸς δίσκου ΣΓ ἐξ ἀμαυρᾶς ὑέλου, ὅστις καλεῖται πλάξ τῆς μηχανῆς. Ἐπὶ τοῦ δίσκου τούτου τίθενται τὰ δοχεῖα, ἐν οἷς ἀποτελεῖται τὸ κενόν, και εἶναι συνήθως ταῦτα ἢ σφαῖραι κεκοχλιωμέναι κατὰ τὸ κέντρον τῆς πλακός, ἢ ὑέλινοι κώδωνες, ὧν τὰ χεῖλη εἶναι ἐντελῶς κατηρτισμένα πρὸς ἀκριβῆ ἐφαρμογὴν αὐτῶν ἐπὶ τῆς πλακός. Καὶ τέλος διὰ τοῦ στροφάλου ΛΛ' κινεῖται ἡ μηχανή.

Πρὸς συμπλήρωσιν δὲ τῆς ἀεραντλικῆς μηχανῆς συνάπτονται ἐν δοκιμαστήριον Δ, καὶ ἐν κλειδίον Ν.

Τὸ δοκιμαστήριον, δι' οὗ μετρεῖται ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀέρος, ὅστις μένει ἐν τῷ δοχείῳ, συνίσταται ἐκ καμπύλου ὑαλίνου σωλῆνος καὶ ἐκ μικροῦ κώδωνος περιέχοντος αὐτόν, συγκοινωνεῖ δὲ μετὰ τῆς σύριγγος τῆς ἀντλήσεως, καὶ ἐπομένως μετὰ τοῦ δοχείου. Οὕτω λοιπόν, ὅταν ἀπεργαζόμεθα τὸ κενόν, ὁ ἀήρ ἀραιούται ἰσοβάθμως ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς πλακὸς καὶ ἐν τῷ κωδωνίῳ τοῦ δοκιμαστηρίου· τοῦ δὲ καμπύλου σωλῆνος ἄντος βαρομέτρου τινὸς σιφωνοειδοῦς ἔχοντος τὸ ἀνοικτὸν σκέλος τόσον μακρὸν ὅσον καὶ τὸ κλειστὸν, καθ' ὅσον ἀραιούται ὁ ἐσωτερικὸς ἀήρ, τὸ βαρόμετρον καταβαίνει, ἥτοι ὁ ὑδράργυρος χαμηλοῦται ἐν τῷ κλειστῷ σκέλει καὶ ὑψοῦται ἐν τῷ ἀνοικτῷ· ἡ δὲ διαφορὰ τῶν ἐπιφανειῶν δεικνύει τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἐμμένοντος ἀέρος.

Τὸ κλειδίον εἶναι κρουνὸς τις, δύο ἔχων ὁπὰς καὶ χρησιμεύων πρὸς ἀπόδοσιν τοῦ ἀέρος εἰς τὸν κώδωνα ἢ τὸ δοχεῖον, μὴ δυνατόν ἄλλως νὰ ἀποσπασθῇ ἀπὸ τῆς πλακὸς· καὶ ἐκτὸς τούτου, πρὸς σύστασιν ἢ διακώλυσιν τῆς μεταξὺ τῶν στελεχῶν τῆς ἀντλίας καὶ τοῦ κώδωνος συγκοινωνίας. Ἀλλ' ὅμως καὶ μετὰ τῶν τελειποιήσεων τούτων, εἶναι δύσκολον καὶ διὰ τῶν ἀρίστων μηχανῶν, νὰ κατορθωθῇ τὸ κενὸν κατωτέρω ἐνὸς ὑποχιλιομέτρου, ἥτοι ἐμμένει ἔτι  $\frac{1}{760}$  τοῦ ἀέρος, ὅστις ἐνουπῆρχεν ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν.

Χρήσεις τῆς ἀεραντλικῆς μηχανῆς. — Ἡ ἀεραντλικὴ μηχανὴ εἶναι πολυτιμότερον παρασκευάσμα πρὸς σπουδὴν τῶν φυσικῶν φαινομένων, ὡς χρησιμεύουσα εἰς τὴν ἐκτέλεσιν πλήθους πειραμάτων, ὧν ἀρκεῖ νὰ ἐκθέσωμεν ὀλίγα τινά.

Τοῦ ἀέρος ὄντος ἀναγκαίου στοιχείου εἰς τὴν ἀναπνοήν, διὰ



τῆς ἀεραντλίας σπουδάζομεν τὰ προκύπτοντα φαινόμενα ἐν τοῖς ζώοις ἐκ τῆς ὀλιγῆς ἢ μερικῆς στερήσεως τοῦ ἀέρος. Ἐὰν θέσωμεν πτηνὸν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς μηχανῆς, καθ' ὅσον ἀραιούται ὁ ἀήρ, τὸ ζῶον αἰσθάνεται καχεξίαν, ταράττεται καὶ μετ' οὐ πολὺ πίπτει· οὐδὲ θὰ ἐβράδυνε νὰ ἀποθάνῃ, ἐὰν δὲν ἐπανεισῆρχετο ἀὴρ δυνάμενος νὰ ἐπαναγάγῃ τοῦτο ἐν τῇ ζωῇ.

Τοῦ ἀέρος ὄντος ὡσαύτως ἀναγκαίου στοιχείου εἰς τὴν καῦσιν, ἐὰν θέσωμεν ὑπὸ τὸ δοχεῖον τῆς μηχανῆς ἡμμένην λαμπάδα, καθ' ὅσον ἀραιούται ὁ ἀήρ, ἡ φλόξ ἐξασθενεῖ, ταλαντεύεται καί, ἐὰν ἐξακολουθήσῃ ἢ τοῦ κενοῦ ἀπεργασία, σβέννυται παρευθῆς.

Διὰ τῆς αὐτῆς μηχανῆς ἀποδεικνύεται καὶ ὅτι τὰ σώματα, ἑλαφρὰ καὶ βαρέα, καταπίπτουσι πάντα μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος ἐν τῷ κενῷ· τὸ πείραμα δὲ τοῦτο, ὡς ἤδη εἶπομεν ἀνωτέρω, συνίσταται εἰς τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ ἀέρος ἀπὸ μακροῦ τινος σωλῆνος, ἐν ᾧ τίθενται σώματα διαφόρου πυκνότητος, οἷα μύλυθος, χάρτης, φελλὸς κτλ. Ἀμα γενομένου τοῦ κενοῦ καὶ ἀναστραφέντος τοῦ σωλῆνος, πάντα τὰ σώματα καταπίπτουσι μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.

Ἀποδεικνύεται πρὸς τούτοις, δι' ἀπλουστάτου περιεργοτάτου πειράματος, ὅτι ὁ ἀήρ εἶναι τὸ ὄχημα τοῦ ἤχου, καὶ ὅτι ἐν τῷ κενῷ δὲν παράγεται ἤχος. Τίθεται ὑπὸ τὸ δοχεῖον τῆς μηχανῆς μικρὸς τις μηχανισμὸς ὠρολογίου δυνάμενος νὰ σημάνη ἐπὶ πολλὰ λεπτὰ τῆς ὥρας, ὅταν δοθῇ ἐλευθερία εἰς τὸ κινεῖν ἐλατήριο. Τότε λοιπόν, καθ' ὅσον ποιεῖται τὸ κενόν, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ ἤχος, ὁ κατ' ἀρχὰς ἐντελῶς ἀκούμενος, ἐξασθενεῖ βαθμηδόν, μέχρις οὗ γίνεται ἀνεπαίσθητος, καὶ ἐνῶ βλέπομεν τὴν σφύραν κρούσαν τὸ τύμπανον, οὐδένα ἤχον ἀκούομεν· ἀλλ' ἄφες τὸν ἀέρα νὰ εἰσέλθῃ, ὁ ἤχος ἀναγεννᾶται ὀλίγον κατ' ὀλίγον, μέχρις οὗ, ἀναλαβόντος τοῦ κώδωνος τὸν ἐξ ὑπαρ-



χῆς περιεχόμενον ἀέρα, ἀνακτᾶ ἐντελῶς τὴν ἔντασιν αὐτοῦ.

Τέλος οἱ ἀτμοσφαιρικοὶ σιδηρόδρομοι, ὧν παράδειγμα δύνανται τις νὰ ἴδῃ ἐν τῷ Ἀγίῳ Γερμανῶ, πλησίον τῶν Παρισίων, εἶναι ἡ νεωτάτη καὶ εὐφυσστάτη ἐφαρμογὴ τῆς ἀεραντλικῆς μηχανῆς. Ἄς φαντασθῶμεν σωλῆνα χυτὸν διατεταγμένον ἐπὶ πάσης τῆς ὁδοῦ μεταξὺ τῶν δύο τροχιῶν, καὶ ἔχοντα κατὰ τὸ ἄνω μέρος αὐτοῦ σχίσμα ἐπίμηκες στεγανῶς κεκλεισμένον ὑπὸ τελαμῶνος δερματίνου περισιδήρου, καμπτοῦ δὲ ὑπὸ δεδομένην τινὰ τάσιν. Ἀποτελεῖται τὸ κενὸν ἐν τῷ ἐμπροσθίῳ μέρει τοῦ σωλῆνος δι' ἰσχυρῶν πνευματικῶν ἀντλιῶν<sup>(1)</sup>· ὁ ἐξωτερικὸς ἀήρ ὠθεῖ ὀπισθεν ἐμβολέα προσηρμοσμένον εἰς ῥάβδον καταβαίνουσαν ἀπὸ τῆς πρώτης ἀμάξης καὶ ἐμπλεκομένην ἐν τῷ σχίσματι, ἡ δὲ πίεσις αὕτη τοῦ ἀέρος ἀρκεῖ νὰ κινήσῃ ὅλην τὴν ἀμαξοστοιχίαν, ἐπειδὴ ἐπιφέρει ἐνέργειαν τοσοῦτον ἰσχυράν, ὅσον ὁ ἀτμὸς τοῦ ὕδατος ἐπὶ τῶν συνήθων σιδηροδρόμων.

**Μηχανὴ συνθλιπτικὴ.**— Διὰ τῆς *συνθλιπτικῆς μηχανῆς* συνθλίβεται ὁ ἀήρ ἐν δοχείῳ τινί. Διαφέρει δὲ αὕτη τῆς πνευματικῆς μόνον κατὰ τοῦτο, ὅτι αἱ γλωττίδες, ἀντὶ νὰ ἀνοίγωνται ἐκ τῶν κάτω εἰς τὰ ἄνω, ἀνοίγονται ἐκ τῶν ἄνω εἰς τὰ κάτω, ἥτοι ἀντιθέτως, καὶ ὅτι τὸ δοχεῖον εὐρίσκεται ἀμετακινήτως ἠδραιομένον ἐπὶ τῆς πλάκῃς. Τὸ δὲ δοκιμαστήριον τῆς μηχανῆς ταύτης εἶναι σωλὴν εὐθύς, ἔμπλεως ἀέρος, κεκλεισμένος ἐκ τῆς κορυφῆς καὶ καταδύων ἐκ τοῦ κάτω ἄκρου εἰς λεκάνην ὑδραργύρου. Καθ' ὅσον λοιπὸν συνθλίβεται ὁ ἀήρ ἐν τῷ δοχείῳ, ὁ ὑδράργυρος ἀναβαίνει ἐν τῷ σωλῆνι, ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος μειοῦται διαδοχικῶς εἰς τὸ ἥμισυ, τὸ τρίτον, τὸ τέταρτον τοῦ ἰδίου ὄγκου, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου, καὶ κρίνομεν

(1) Ἡ ἀεραντλικὴ μηχανὴ ἢ ἀεραντλία καλεῖται συνήθως ἐν τῇ φυσικῇ πνευματικῇ ἀντλίᾳ ἢ μηχανῇ.



ἐντεῦθεν, ὅτι εὐρίσκεται ὑπὸ πίεσιν δύο, τριῶν ἢ τεσσάρων ἀτμοσφαιρῶν.

**Συνθλιπτική ἀντλία.**— Ἀντὶ τῆς συνθλιπτικῆς μηχανῆς, γίνεται συχνάκις χρήσις ἀπλῆς τινος συνθλιπτικῆς ἀντλίας, συνισταμένης ἐξ ἐνὸς στελέχους μεταλλικοῦ ἀντλίας, ἔχοντος ἐμβολέα ἄνευ γλωττίδος. Πρὸς τὸ ἄνω τοῦ τοίχου τοῦ στελέχους τῆς ἀντλίας ὑπάρχει κατασκευασμένη πλευρική τις ὀπή, καὶ γλωττίς κατὰ τὸ κάτω ἄκρον ἀνοιγομένη ἐκ τῶν ἄνω εἰς τὰ κάτω. Ἀνεγειρομένου τοῦ ἐμβολέως, σχηματίζεται ὑποκάτω κενὸν εἰς ὃ εἰσορμαῖ ὁ ἀήρ πρὸς ἀναπλήρωσιν, εὐθὺς ἅμα ὑψωθῆ ὁ ἐμβολεὺς ὑπεράνω τῆς πλευρικῆς ὀπῆς· ταπεινουμένου δὲ τοῦ ἐμβολέως, ὁ ἐσωτερικὸς ἀήρ οὐδεμίαν τότε ἔχων διέξοδον, συνθλίβεται, ἀνοίγει τὴν γλωττίδα καὶ καταβαίνει εἰς τὸ δοχεῖον· ἐκάστη δὲ κίνησις τοῦ ἐμβολέως συνθλίβει ἐν τῷ δοχείῳ τὴν αὐτὴν ποσότητα ἀέρος.

Διὰ τοιαύτης τινὸς συσκευῆς κατασκευάζονται τὰ ἀερώδη ὕδατα, διὰ τῆς συνθλίψεως ἀναγκαζομένου τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος νὰ συσσωρευθῆ εἰς φιάλας ἤδη πεπληρωμένας ὕδατος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Η'.

Ἰσορροπία τῶν ἐν τῷ ἀέρι ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων. — Ἀερόστατα. — Μογγολφιέρια ἢ ἀερόστατα μετὰ θερμοῦ ἀέρος. — Κώρυκοι ἢ ἀερόστατα μετ' ὑδρογόνου αἰρίου. — Ἀντλία. — Ἀντλία ἀναρροφητική. — Ἀντλία καταθλιπτική. — Ἀντλία ἀναρροφηθλιπτική. — Ἀντλία πυροσβεστική. — Σίφων. — Φυσητικὰ μηχαναί.

Ἰσορροπία τῶν ἐν τῷ ἀέρι ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων. — Ἡ τοῦ Ἀχιμήδους ἀρχὴ περὶ τῶν ὑγρῶν ἀληθεύει καὶ περὶ τῶν ἀερίων. Πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐν ἀερίῳ ἀποβάλλ-

λει μέρος τοῦ ἑαυτοῦ βάρους ἴσον πρὸς τὸ βάρος τοῦ ὄγκου τοῦ ὑπὸ τούτου ἐκτοπιζομένου ἀερίου· ὥστε ἐὰν ᾖναι βαρύτερον τοῦ ἀέρος ὑπὸ τὸν αὐτὸν ὄγκον, πίπτει, καὶ πίπτει μετὰ δυνάμεως ἴσης τῇ ὑπεροχῇ τοῦ ἑαυτοῦ βάρους πρὸς τὴν ἄνωσιν τοῦ ρευστοῦ· ἐὰν ᾖναι ἰσοβαρές, διατηρεῖται μετέωρον ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ, ἐπειδὴ ἡ ἄνωσις τοῦ ρευστοῦ ἰσορροπεῖ πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος· τέλος, ἐὰν ᾖναι ἐλαφρότερον, ὑψοῦται, καὶ ἡ ὑψωτικὴ αὐτοῦ δύναμις ἔχει μέτρον τὴν ὑπεροχὴν τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος. Ὡστε ὁ ἀτμὸς τοῦ ὕδατος, ὁ καπνός, ὁ θερμὸς ἀήρ, ἀναβαίνουσιν, ἐπειδὴ τὸ βάρος αὐτῶν εἶναι μικρότερον ἴσου ὄγκου ἀέρος, καὶ ἐπὶ τῆς ἀπλουστάτης ταύτης ἀρχῆς στηρίζεται ἡ ἐφεύρεσις τῶν ἀεροστάτων ἢ τῶν κωρύκων, δι' ὧν ἀνυψούμεθα ἐν τῷ ἀέρι.

**Ἀερόστατα.**— Διακρίνονται δύο εἶδη ἀεροστάτων, καὶ τὰ μὲν πεπληρωμένα θερμοῦ ἀέρος ὀνομάζονται ἰδίως *μογγολφιέρια*, τὰ δὲ πεπληρωμένα ὑδρογόνου ἀερίου λέγονται κυρίως *κώρυκοι*.

**Μογγολφιέρια ἢ ἀερόστατα μετὰ θερμοῦ ἀέρος.**— Ἡ ἐφεύρεσις τῶν ἀεροστάτων ὀφείλεται εἰς τοὺς ἀδελφοὺς *Μογγολφιέριους*, χαρτοποιοὺς ἐν Ἀννόνη, ποιήσαντας τὸ πρῶτον αὐτῶν πείραμα τῷ 1783. Τὸ *μογγολφιέριον*, ὀνομασθὲν οὕτω ἐκ τοῦ ὀνόματος τῶν ἐφευρετῶν, σύγκειται ἐκ κωρύκου χαρτίνου βεβερνικωμένου ἢ ἐκ λεπτοῦ μεταξίνου ὑφάσματος· κατὰ τὸ κάτω μέρος ὑπάρχει ὀπή, ἀφ' ἧς ἀναρτᾶται κἀνίστρον ἐκ μεταλλικοῦ σύρματος, περιέχον ἄχυρα λεπτά ἢ στυππία ἐμβεβρεγμένα ἐν οἴνοπνεύματι. Ἀμα ἀναφλεχθῶσι ταῦτα, ὁ ἀήρ διαστελλόμενος ὑπὸ τῆς θερμότητος ἐξογκοῖ τὸν κώρυκον, τοῦ δὲ θερμοῦ ἀέρος ὄντος, ἐν ἴσῳ ὄγκῳ, ὀλιγώτερον πυκνοῦ τοῦ ψυχροῦ ἀέρος, τὸ βάρος τῆς σφαίρας γίγνεται ἐπὶ τέλους μικρότερον τοῦ ὑπὸ



τούτου έκτοπιζομένου ἐξωτερικοῦ ἀέρος· ὥστε ἀναβαίνει ὁ κώρυκος καὶ ἀνυψοῦται φέρων τὴν παράγουσαν τὴν ὑψωτικὴν αὐτοῦ δύναμιν εὐφλεκτον ὕλην· ἀλλ' ἐπειδὴ, καθ' ὅσον ἀνυψοῦται ἡ σφαῖρα, διέρχεται διὰ τρωμάτων ἀέρος ἀείποτε ἀραιότερων, ἐπέρχεται ὥρα καθ' ἣν ὁ θερμὸς ἀήρ καὶ τὸ περίβλημα τῆς σφαίρας γίνονται ἰσοβαρῆ τῷ ἐκτοπιζομένῳ ἀέρι, καὶ τότε καθισταμένης ἀδυνάτου τῆς περαιτέρω ὑψώσεως, τὸ μογγολφιέριον ἰσορροπεῖ καὶ κατέρχεται, ἐλαττουμένης καὶ ἐκλειπούσης τῆς αἰτίας, ἥτις παρήγαγε τὴν ἀνύψωσιν.

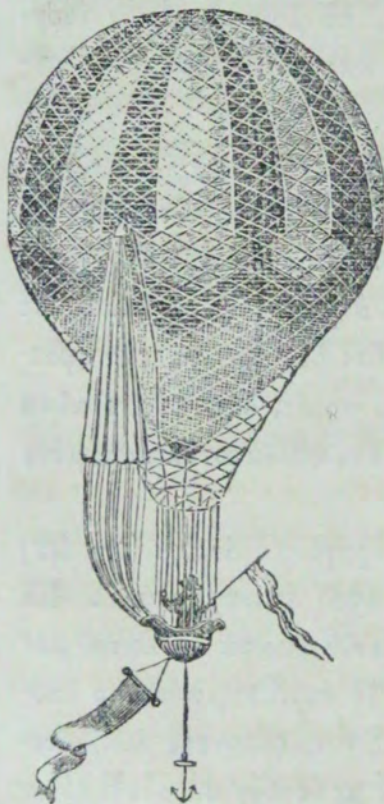
**Κώρυκοι ἢ ἀερόστατα μεθ' ὑδρογόνου ἀερίου.**—Ἐνῶ ἐδοκιμάζοντο τὰ μογγολφιέρια, ὁ φυσικὸς Κάρολος συνέλαβε τὴν ἰδέαν τῆς ἀντικαταστάσεως τοῦ θερμοῦ ἀέρος ὑπὸ τοῦ ὑδρογόνου ἀερίου, ὄντος πολλῶ ἐλαφροτέρου τοῦ ἀέρος. Ἡ κενотоμία δὲ αὕτη εἶχε τὸ τριπλοῦν πλεονέκτημα, ὅτι δὲν ἐξετίθη τὴν σφαῖραν εἰς ἀνάφλεξιν ὑπὸ τοῦ ὑποκειμένου πυρός, ὅτι ἐκτᾶτο αὕτη ὑψωτικὴν δύναμιν πολλῶ μείζονα, καὶ ὅτι ἡδύνατο νὰ παραμῆνῃ πλείονα χρόνον ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ.

Τὸ περίβλημα τῶν κωρύκων μεθ' ὑδρογόνου ἀερίου (Σχ. 22) σχηματίζεται ἐκ λεπτοτάτου μεταξωτοῦ ἐπικεχρισμένου διὰ βερνικίου ἐξ ἐλαστικοῦ κόμμεος, προτενοῦς κατὰ τὸ κάτω μέρος, καὶ λήγοντος εἰς σωλῆνα στενόν. Τὸ περίβλημα τοῦτο ἐπικαλύπτεται ὑπὸ πυκνοῦ δικτύου μεταξίνου, φέροντος κυκλωτερῶς πλεῖστα μετάξινα καλώδια, ἅτινα κρατοῦσι προσδεδεμένον σκαφίδιον ὀλίγα μέτρα ὑποκάτω τοῦ κωρύκου. Ἐντὸς τοῦ σκαφιδίου τούτου τοποθετοῦνται οἱ ἀεροναῦται μετὰ τῶν χρησίμων εἰς αὐτοὺς ὀργάνων καὶ τινων σακκιδίων ἄμμου πρὸς ἐρματισμόν.

Ἴνα ὀγκωθῇ ὁ κώρυκος, εἰσάγεται τὸ ἀέριον ἐκ τοῦ κάτω παραρτήματος διὰ σωλῆνος συγκοινωνοῦντος μετὰ τινος ἀεριομέτρου, ἐὰν ποιήσωμεν χρῆσιν τοῦ διττανθρακούχου ὑδρογόνου



αερίου (αερίοφωτος), ἢ διὰ κάδων περιεχόντων ὕδωρ, θεικόν  
ὀξύ και ψευδάργυρον, εἰάν προτιμῶμεν καθαρὸν ὕδρογόνον (1). Καθ'  
ὅσον εἰσχωρεῖ τὸ αἰερίον ἐν τῷ κωρύκῳ, καταλαμβάνει τὴν ὑψη-  
λοτέρην θέσιν, ἔνεκα τῆς ἐλαφρότητος αὐτοῦ, και ἀποδιώκει  
κατ' ὀλίγον τὸν προϋπάρχοντα αἰερα, ἀλλὰ πρέπει νὰ προσέχω-  
μεν, κατὰ τὴν ὥραν τῆς ἀναχωρήσεως, νὰ μὴ εὐρεθῆ ὁ κώρυκος



Σχ. 22.

Κώρυκος μετὰ σκαφιδίου.

λίαν ἐξωγκωμένος, ἐπειδὴ καθ' ὅσον  
εἰσέρχεται εἰς τὰς χῶρας, ὅπου ὁ αἰερ  
εἶναι μᾶλλον ἠραιωμένος, τὸ αἰερίον  
διαστέλλεται ἔτι πλέον, και ὑπάρ-  
χει φόβος μὴ ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύ-  
ναμις ἐπενέγκῃ ρῆξιν εἰς τὸ περι-  
βλημα.

Κατὰ τὸ ἄνω μέρος τοῦ κωρύκου  
ὑπάρχει γλωττίς, ἣν κυβερνεῖ ὁ ἀε-  
ροναύτης κατὰ τὸ δοκοῦν διὰ καλω-  
δίου λήγοντος εἰς τὸ σκαφίδιον και  
ἀνοιγομένης μὲν ταύτης, μέρος τοῦ  
αερίου ἐκφεύγει, ὁ κώρυκος μειοῦται  
τὸν ὕγκον, και ἐπειδὴ ἐκτοπίζει ὀλι-  
γώτερον αἰερα, τείνει εἰς κατάβασιν·  
ἐξ ἐναντίας δέ, εἰάν θέλωμεν νὰ ὑψω-  
θῆ, ρίπτομεν μέρος τῆς ἄμμου, τῆς  
χρησιμευούσης εἰς ἐρματισμὸν τοῦ  
κωρύκου, και ἡ συσκευὴ, γιγνομένη

τότε ἐλαφροτέρα, ἀναβαίνει πάλιν. Τέλος προσάπτεται εἰς τὸ

(1) Τὸ διττανθρακοῦχον ὕδρογόνον εἶναι εὐθηνότερον τοῦ καθαρῷ ὕδρογό-  
νου, ἀλλὰ μικροτέρας πυκνότητος ὄν, ἀπαιτεῖ περιβλήματα μεγαλειτέρας  
διαστοσεως.



ἀερόστατον καὶ ἐν ἀλεξίδρομον, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ καταβῶμεν, ὅταν θέλωμεν νὰ καταλίπωμεν τὸν κώρυκον ἢ ἐν περιπτώσει συμβάντος τινός· εἶναι δὲ τοῦτο εὐρύ τι ἀλεξίβροχον ἐξ ὑφάσματος ἰσχυρῶς βεβερνικωμένου, ὅπερ ἀναπετάννυται διὰ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, καὶ ἐπιβραδύνει βαθμηδὸν τὴν πτώσιν τοῦ ὑποκάτω ἀνηρητημένου σκαφιδίου οὕτως, ὥστε δύναται νὰ κατέλθῃ ἐπὶ τῆς γῆς ἄνευ κινδυνώδους συγκρούσεως.

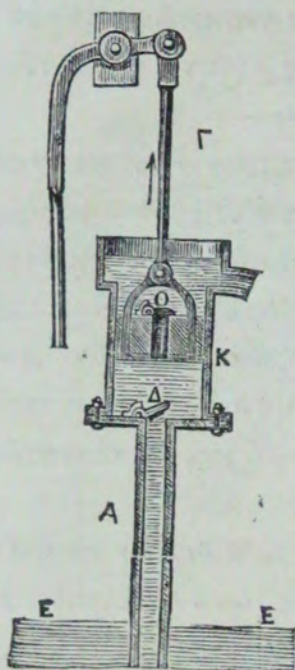
Ὁ ἀερονύτης οὐδὲν ἔχων σταθερὸν σημεῖον δι' οὗ νὰ ἐννοῆ, ἐὰν ἀναβαίνει ἢ καταβαίνει, φέρει πάντοτε μεθ' ἑαυτοῦ βαρόμετρον, οὗτινος αἱ ἀκριβεῖς δεῖξεις παρέχουσι τὸ μέτρον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἐπὶ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης. Καὶ ἐὰν μὲν κατέρχεται ἢ βαρομετρικὴ στήλη, εἶναι βέβαιον ὅτι ἀναβαίνει ὁ κώρυκος, ἐὰν δὲ ἀνέρχεται, καταβαίνει. Διὰ τῆς παρατηρήσεως δὲ τοῦ βαρομέτρου μετρεῖται καὶ τὸ ὕψος, ἐφ' οὗ κατώρθωσε νὰ ἀναβῇ τὸ ἀερόστατον.

Ἔτεραι συσκευαὶ ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τῶν ἀερίων στηρίζομεναι.—Πολλὰ ὄργανα οἰκιακῆς χρήσεως, ὧν ἕνια ἔχουσιν ἔργον τὴν ἐκροὴν τῶν ὑγρῶν, στηρίζονται ὡσαύτως ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τοῦ ἀέρος. Ἐκ τῶν ὀργάνων τούτων ἐξεταστέον τὰς ἀντλίας, τὸν σίφωνα καὶ τοὺς φυσητήρας.

Ἄντλῖαι.—Αἱ ἀντλῖαι εἶναι συσκευαὶ δι' ὧν ἀνυψοῦται τὸ ὕδωρ. Ὑπάρχουσι δὲ τρία εἶδη 1<sup>ον</sup> Αἱ ἀναρροφητικαὶ ἀντλῖαι· 2<sup>ον</sup> αἱ καταθλιπτικαὶ ἀντλῖαι· 3<sup>ον</sup> αἱ ἀναρροφοθλιπτικαὶ καὶ ὑψωτικαὶ ἀντλῖαι.

Ἄντλία ἀναρροφητικὴ.—Ἡ ἀναρροφητικὴ ἀντλία συνίσταται ἐκ κυλίνδρου ἢ στελέχους ἀντλίας K (Σχ. 23) μετ' ἐμβολέως Γ, καὶ ἐκ σωλῆνος ἀναρροφητικοῦ Α ἐμβαπτιζομένου εἰς τὸ ὕδωρ. Δύο γλωττίδες ὑπάρχουσι κατεσκευασμένοι, ἡ μὲν ἐν τῇ συναφῇ τοῦ στελέχους τῆς ἀντλίας μετὰ τοῦ σωλῆνος τῆς

ἀναρροφήσεως, ἢ δὲ ἐντὸς αὐτοῦ τοῦ ἐμβολέως. Ἀμφότεραι αὐ-  
ται ἀνοίγονται ἐκ τῶν κάτω εἰς τὰ ἄνω, καὶ ἐὰν μὲν ὑπο-  
θέσωμεν τὸν ἐμβολέα κατὰ τὸ κάτω ἄκρον τοῦ στελέχους  
τῆς ἀντλίας, εὐρίσκονται κεκλεισμένοι, ἐὰν δὲ ἀνεγείρωμεν



Σχ. 23.

Ἀντλία ἀπορροφητική.

ἰκανὸς νὰ ἀνεγείρῃ τὴν γλωττίδα τοῦ ἐμβο-  
λέως Ο καὶ νὰ ἐκφύγῃ διὰ τῆς ὁδοῦ ταύτης ἐκτὸς τοῦ στελέχους  
τῆς ἀντλίας. Ἀνυψούμενος πάλιν ὁ ἐμβολεύς, καταλείπει αὐθις  
κενὸν ὑφ' ἑαυτὸν, ὁ ἀήρ τοῦ σωλήνος τῆς ἀπορροφήσεως διαχειί-  
ται, ὡς τὸ πρῶτον, ἐν τῷ στελέχει τῆς ἀντλίας, καὶ τὸ ὕδωρ  
ὑψούμενον κατὰ ποσότητα νέαν, φθάνει ἐπὶ τέλους εἰς τὴν γλωτ-  
τίδα Δ, καὶ εἰς τὸ ἐξῆς παρουσιάζεται ἄλλη τις τάξις φαινομέ-  
νων. Κατερχομένου τοῦ ἐμβολέως, ὁ ὑποκάτω μένων ἀήρ ἐξω-  
θεῖται καθ' ὅλοκληρίαν καὶ τὸ ὕδωρ διέρχεται ὑπεράνω τοῦ ἐμ-  
βολέως διὰ τῆς ἐπικειμένης γλωττίδος, ἀνερχομένου δέ, τὸ ὕδωρ

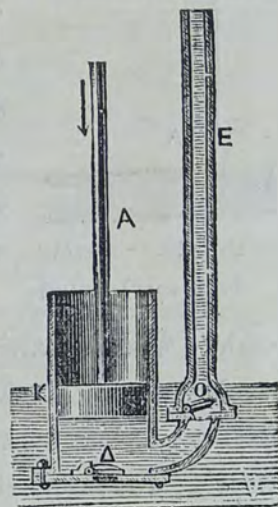
τὸν ἐμβολέα, ἀποτελεῖται κενὸν ὑπο-  
κάτω αὐτοῦ, καὶ ὁ ἀήρ τοῦ σωλήνος τῆς  
ἀπορροφήσεως διὰ τῆς ἐλαστικῆς αὐτοῦ  
δυνάμεως, ἀνεγείρει τὴν γλωττίδα Δ καὶ  
διαχειῖται κατὰ μέρος ἐν τῷ στελέχει τῆς  
ἀντλίας ὥστε τὸ ὕδωρ ὑψοῦται ἐν τῷ  
ἀναρροφητικῷ σωλήνι μέχρις οὗ ἡ ἐλαστι-  
κότης τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος, προστεθεῖσα  
εἰς τὴν πίεσιν τῆς ἀνεγερθείσης ὑδατίνης  
στήλης, ἰσορροπήσῃ πρὸς τὴν πίεσιν τῆς  
ἀτμοσφαιρας.

Ἐὰν πάλιν καταβιβάσθῃ ὁ ἐμβολεύς, ὁ  
εἰς τὸ στέλεχος τῆς ἀντλίας εἰσαχθεὶς ἀήρ  
καταθλίβεται καὶ κτᾶται διὰ τῆς συνθλί-  
ψεως ἐλαστικὴν δύναμιν, δι' ἧς καθίσταται



συναναβαίνει, ώθούμενον υπό τῆς πίεσεως τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος, καὶ τότε κινεῖται ἀδιακόπως ὁ ἐμβολεύς, ὑψῶν μεθ' ἑαυτοῦ, κατὰ πᾶσαν ἀνάβασιν, ὄγκον ὕδατος ἴσον πρὸς τὸ διανυόμενον διάστημα. Ἄλλ' ὅμως, ἵνα φθάνη τὸ ὕδωρ ΕΕ εἰς τὸ στέλεχος τῆς ἀντλίας, ἀνάγκη νὰ ἔχη ὁ σωλὴν τῆς ἀπορροφήσεως μικρότερον τῶν 10<sup>μ</sup>, 33 ὕψος· διότι αὕτη εἶναι ἡ μεγαλειτέρα ὕψωσις καθ' ἣν ἀναβιβάζει ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις τὸ ὕδωρ ἐν τῷ κενῷ.

**Καταθλιπτική ἀντλία.**— Ἡ καταθλιπτική ἀντλία συνίσταται ἐκ στελέχους τινὸς ἀντλίας Κ (Σχ. 24) καὶ ἐκ πλευρικοῦ σωλῆνος Ε, δυναμένου νὰ ἀναβῆ εἰς εἰς ὕψος ἰκανὸν ὑπεράνω τοῦ στελέχους τῆς ἀντλίας. Δύο γλωττίδες, ἀνοιγόμεναι ἀμφοτέρωθεν ἐκ τῶν κάτω εἰς τὰ ἄνω, κεῖνται ἢ μὲν Δ κατὰ τὸ κάτω μέρος τοῦ στελέχους τῆς ἀντλίας, ἢ δὲ Ο κατὰ τὸ κάτω μέρος τοῦ πλευρικοῦ σωλῆνος. Ὁ ἐμβολεύς Α δὲν ἔχει γλωττίδα, τὸ δὲ στέλεχος τῆς ἀντλίας καὶ ὁ πλευρικός σωλὴν καταδύουσιν κατὰ μέρος ἐν τῇ ὑδροθήκῃ.



Σχ. 24.

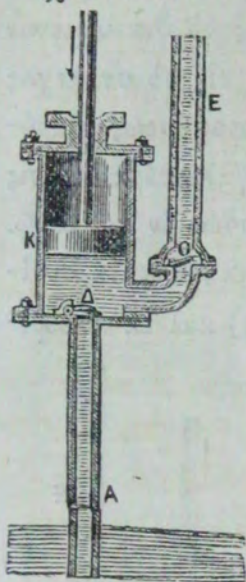
Ἀντλία καταθλιπτική.

Ἐστω ὁ ἐμβολεύς κατὰ τὸ κάτω μέρος τῆς πορείας αὐτοῦ· ἐὰν ἀνυψωθῆ, τὸ ὕδωρ ἀνοίγει τὴν γλωττίδα Δ καὶ ἀνέρχεται εἰς τὸ στέλεχος τῆς ἀντλίας διὰ τῆς πίεσεως ἣν ἐπιφέρει ἡ ἀτμοσφαῖρα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος· ἐὰν δὲ καταβιβάσθῃ ὁ ἐμβολεύς, ἡ κατάθλιψις τοῦ ὕδατος κλείει τὴν γλωττίδα ταύτην, ἀνοίγει δὲ τὴν Ο, καὶ οὕτω τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται εἰς τὸν πλευρικὸν σωλῆνα.

**Ἀντλία ἀναρροφοθλιπτική, ἀντλία ὑψωτική.**— Ἡ ἀναρροφοθλιπτική ἀντλία (Σχ. 25) διαφέρει τῆς προηγουμένης μό-



νον κατὰ τοῦτο, ὅτι ἔχει ἓνα σωλῆνα ἀναρροφήσεως, τὸ δὲ στέλεχος τῆς ἀντλίας κεῖται καθ' ὀλοκληρίαν ἐκτὸς τοῦ ὕδατος.



Σχ. 25.— Ἀντλία τοῦ σωλῆνος ἀναρροφητικὴ.

Ἐστὼ ὁ ἐμβολεὺς κατὰ τὸ κάτω μέρος τῆς πορείας αὐτοῦ ὑψουμένου, τὸ κενὸν ἀποτελεῖται ἐν τῷ στελέχει τῆς ἀντλίας K, ὁ ἀήρ τοῦ σωλῆνος τῆς ἀναρροφήσεως ἀνοίγει τὴν κάτω γλωττίδα καὶ διαβαίνει ἐν μέρει εἰς τὸ στέλεχος τῆς ἀντλίας· καταβιβαζομένου δέ, ἢ κάτω γλωττίς κλείεται, καὶ ὁ ἀήρ ἐκφεύγει διὰ τῆς γλωττίδος τῆς κλειούσης τὸ κάτω ἄκρον τοῦ σωλῆνος E. Τότε καὶ τὸ ὕδωρ ἀνυψοῦται εἰς τὸ στέλεχος τῆς ἀντλίας, κατερχομένου δὲ τοῦ ἐμβολέως, ἀναγκαζόμενον ὑπὸ τῆς θλίψεως ἐκφεύγει διὰ τῆς γλωττίδος

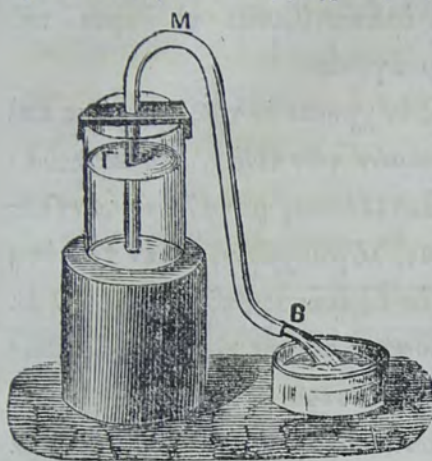
Ἐὰν καὶ ὁ ἐμβολεὺς ἔχη γλωττίδα, ὁ δὲ σωλῆν ἦναι παραπλεύρως ἠδραιωμένος ἐπὶ τοῦ ἄνω ἄκρου τοῦ στελέχους τῆς ἀντλίας, ἢ ἀντλία λέγεται ὑψωτικὴ, καὶ τὸ ὕδωρ φέρεται ὑπὸ τοῦ ἐμβολέως καὶ καταθλίβεται διὰ τῆς ἀνωφεροῦς πορείας τούτου, καὶ οὐχὶ διὰ τῆς κατωφεροῦς.

**Ἀντλία πυροσβεστικὴ.**—Ἡ πυροσβεστικὴ ἀντλία συνίσταται ἐκ δύο καταθλιπτικῶν ἀντλιῶν διατεταγμένων οὕτως, ὥστε εἰς ἐμβολεὺς ἀναβαίνει καὶ ἕτερος καταβαίνει. Αἱ δύο αὐταὶ ἀντλίας καταθλίβουσι τὸ ὕδωρ ἐν τῇ αὐτῇ ὑδροθήκῃ, ὅπου δυνάμεθα νὰ ἀφήσωμεν ποσότητά τινα ἀέρος, καθιστῶσαν τὴν ἐνέργειαν δραστηριωτέραν καὶ συνεχεστέραν ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ. Κάτωθεν δὲ τῆς ὑδροθήκης ταύτης ἔρχεται σωλῆν τις δερμάτινος, δι' οὗ ἐκπιδύει τὸ ὕδωρ ἀδιακόπως.

**Σίφων.**—Ὁ σίφων εἶναι σωλῆν ἐπικαμπῆς ἔχων ἀνισομή-



καις τούς βραχίονας, και χρησιμεύων πρὸς μετάγγισιν τῶν υγρῶν ἄνευ ἐκτοπίσεως τῶν ἀγγείων. Ἐστω, ὅτι πρόκειται νὰ μετεγγίσωμεν υγρὸν τι ἐκ τοῦ ἀγγείου Γ εἰς τὸ ἀγγεῖον Β (Σχ. 26)· ἐμβαπτιζομεν τὸν βραχύτερον βραχίονα τοῦ σίφωνος εἰς τὸ υγρὸν·



Σχ. 26.— Σίφων.

ἀναρροφῶμεν ἔπειτα τὸν ἐσωτερικὸν ἀέρα διὰ τοῦ σώματος, προσαρμόζοντες τοῦτο κατὰ τὸ ἄκρον τοῦ μακροτέρου βραχίονος. Τὸ υγρὸν ἀνυψοῦται εἰς τὸν βραχίονα ΓΜ, ὑπερβαίνει τὸ σημεῖον Μ και πίπτει ἐν τῷ μεγάλῳ βραχίονι· ὁ σίφων ὀνομάζεται τότε ὀπλισμένος και τὸ ὕδωρ ἐξακολουθεῖ ρέον μέχρις οὗ κενωθῇ τὸ ἀγγεῖον.

Εὐκόλως δ' ἐξηγεῖται τὸ ἀπο-

τέλεσμα τοῦτο διὰ τοῦ ἐξῆς συλλογισμοῦ. Τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐπενεργούσης ἐφ' ἕκαστον ἄκρον τοῦ σίφωνος, ἐὰν οἱ δύο βραχίονες τοῦ σίφωνος ἢ αἱ δύο υγραὶ στῆλαι ἐτύγχανον ἴσαι, θὰ ἦσαν ἴσαι και αἱ πιέσεις, ἐπομένως ἀδύνατος ἡ ἐκροή. Ἄλλ' ὅμως ὁ μακρότερος βραχίον περιέχει περίσσευμα υγροῦ, οὔτινος τὸ βᾶρος ἐπιπροστίθεται εἰς τὴν ἐπενέργειαν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως ἐν τῷ ἀγγείῳ Γ· ἡ ἰσορροπία λοιπὸν καταστρέφεται, και τὸ υγρὸν ἐκρέει διὰ τοῦ μακροτέρου βραχίονος. Δὲν δύναται δὲ νὰ παύσῃ ἡ ἐκροή πρὸ τῆς ἐξαντλήσεως τοῦ υγροῦ, διότι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἢ ἐπαρκέσασα εἰς τὸν ὀπλισμὸν τοῦ σίφωνος θὰ διατηρῇ τοῦτον ὀπλισμένον, ἐφ' ὅσον καταδύεται ἐν τῷ υγρῷ.

Ἐν τῷ ἐμπορίῳ μεταχειρίζονται σίφωνα ἐφωδιασμένον ὑπὸ πλευρικοῦ σωλῆνος, δι' οὗ ἀναρροφᾶται ὁ ἀήρ μετὰ τοῦ στόματος, ἀφοῦ προηγουμένως ἐπιπωμασθῇ τὸ στόμιον τοῦ μακροῦ βρα-



χίονος. Δυνατὸν ὡσαύτως νὰ ὀπλισθῆ ὁ σίφων, κλειομένου τοῦ ἄκρου τοῦ βραχυτέρου βραχίονος μετὰ τοῦ δακτύλου καὶ πληρουμένου διὰ τῆς ἐτέρας ὀπῆς ὡς συνήθους ἀγγείου· μετὰ δὲ ταῦτα, ἀφοῦ κλεισθῆ αὕτη μετὰ τοῦ δακτύλου τῆς ἐτέρας χειρὸς, ἀναστρέφεται ὁ σίφων, καὶ ἐμβαπτίζεται τὸ ἄκρον τοῦ βραχέος βραχίονος ἐν τῷ κενωτέῳ ἀγγεῖῳ.

Ὁ σίφων εἶναι σχεδὸν ἀδιακόπως ἐν χρήσει ἐν τοῖς χημείοις καὶ φαρμακείοις, ὡς καὶ πρὸς μεταγγισμὸν τῶν οἴνων. Κατασκευάζεται δὲ μέγας, προκειμένου περὶ ἐκτελέσεως μεγάλων ἐξαντλήσεων, περὶ κενώσεως δεξαμενῆς τινος, λόγου χάριν, καὶ ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει οἱ σωλῆνες γίνονται ἐκ δέρματος βεβρασμένου ἢ ἐκ χυτοῦ σιδήρου, καὶ πληροῦνται ὕδατος ἐκ τῆς κορυφῆς, ἐπιπωμαζομένης προηγουμένως τῆς ὀπῆς ἐκάστου βραχίονος.

**Μηχαναὶ φυσητικαί.**—Αἱ φυσητικαὶ μηχαναὶ εἶναι ὄργανα δι' ὧν ἐκσφενδονίζονται ρεύματα ἀέρος εἰς ἐστίαν οἴανδ' ἢ ποτε, κάμινον ἢ κλίβανον, πρὸς ἐπίσπευσιν τῆς καύσεως. Ἐκ τῶν ὀργάνων τούτων μᾶλλον ἄξια λόγου εἶναι τὸ οἰκιακὸν φυσητήριον, ὁ σιδηρουργικὸς φυσητὴρ καὶ αἱ κυρίως λεγόμεναι φυσητικαὶ μηχαναί.

**Φυσητήριον οἰκιακόν.**—Τὸ οἰκιακόν ἢ κοινὸν φυσητήριον εἶναι εἶδος ἀντλίας ἀναρροφοθλιπτικῆς, καὶ σύγκειται ἐκ δύο ξυλίνων πλακῶν ἀποκεχωρισμένων ὑπὸ πλατέος δερματίνου περιθωρίου καὶ ἐφωδιασμένων κατὰ τὸ κάτω ἄκρον ὑπὸ μεταλλικοῦ σωλῆνος, ὀνομαζομένου συριγγίου. Ἡ κάτω πλάξ φέρει ὀπήν τινα, ἐπικεκαλυμμένην ἔσωθεν ὑπὸ κινητοῦ δέρματος, ἀποτελοῦντος τὴν γλωττίδα ἢ τὴν λεγομένην ψυχὴν τοῦ φυσητηρίου. Ἀπομακρυνομένων λοιπὸν τῶν δύο πλακῶν ἢ τῶν τοίχων τοῦ φυσητηρίου, ὁ ἀὴρ ἀνοίγει τὴν γλωττίδα καὶ εἰσδύει ἐντὸς τοῦ ὄργανου, προσεγγιζομένων δὲ τῶν τοίχων, ὁ ἀὴρ καταθλιβόμενος κλείει τὴν γλωττίδα καὶ ἐκφεύγει διὰ τοῦ συριγγίου.



**Σιδηρουργικός φουσητήρ.**—Πολλάκις τὸ κοινὸν φουσητήριον διασκευάζεται πρὸς συνεχῆ παροχὴν ἀνέμου· τότε λοιπὸν συνίσταται ἐκ δύο σηκῶν ἢ θαλάμων, καὶ τοιουτοτρόπως κατασκευάζεται ὁ σιδηρουργικός φουσητήρ, ἀλλὰ μετὰ διαστάσεων μεγαλειτέρων. Καὶ ὁ μὲν πρῶτος σηκὸς συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ δευτέρου διὰ γλωττίδος ἀνοιγομένης ἔσωθεν τοῦ δευτέρου θαλάμου, ἐν ᾧ εὐρίσκεται συνηρμοσμένον τὸ συρίγγιον. Ὁ ἐν τῷ πρώτῳ θαλάμῳ καταθλιβόμενος ἀήρ, ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω, διέρχεται διὰ τῆς γλωττίδος ταύτης εἰς τὸν δεύτερον θάλαμον, οὗ τινος ἑλατήριόν τι τείνει ἀδιαλείπτως νὰ προσεγγίσῃ τοὺς δύο τοίχους· ὁ ἀήρ λοιπὸν ἐκφεύγει διὰ τοῦ συριγγίου, ἐνῶ ἡ κίνησις τοῦ ὄργανου εἰσάγει εἰς τὸν πρῶτον σηκὸν νέαν ποσότητα, διερχομένην μετὰ ταῦτα εἰς τὸν δεύτερον καὶ ὁμοίως ἐκφεύγουσαν.

**Φυσητικά κυρίως λεγόμενα μηχαναί.**—Αἱ μηχαναὶ αὗται χρησιμεύουσιν εἰς τὴν ἐκσφενδόνισιν μεγάλων μαζῶν ἀέρος προωρισμένων νὰ παρέχωσι τροφήν εἰς τὰ πυρὰ τῶν μεταλλουργικῶν καμίνων. Ὀνομάζονται δὲ διαφόρως, ὡς ἐκ τοῦ σχήματος ἢ τοῦ προορισμοῦ αὐτῶν, σάλπιγγες, ἐμβολοφουσητήρες, βραδυφουσητήρες κτλ., καὶ κινοῦνται δι' ὑδραυλικῶν τροχῶν ἢ δι' ἀτμομηχανῶν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Θ'.

### ΘΕΡΜΟΤΗΣ.

**Θερμότης καὶ θερμογόνον.**—Μεταβολαὶ τῶν σωμάτων ἐκ τῆς θερμότητος.—  
Θερμόμετρα.—Θερμόμετρα δι' ὑγρῶν.—Θερμόμετρα διὰ στερεῶν.—Θερμόμετρα δι' αἰρίων.

**Θερμότης καὶ θερμογόνον.**—Αἱ ἰδιαιτέρας αἰσθήσεις τοῦ θάλπου καὶ τοῦ ψύχους, ὧν καὶ δι' ἐπαφῆς καὶ ἐξ ἀποστάσεως

λαμβάνουσι πείραν τὰ ἡμέτερα ὄργανα, παράγονται ὑπὸ ἀγνώστου τινὸς αἰτίου, ὅπερ καλεῖται *θερμογόνον*. Οἱ δὲ φυσικοὶ παραδέχονται, ὅτι τοῦτο εἶναι ρευστὸν λεπτότατον, ἀόρατον, ἐλαστικώτατον, ἀβαρὲς καὶ ἀκράθεκτον, κυκλοφοροῦν καὶ εἰσχωροῦν ἐν πᾶσι τοῖς σώμασι, διεκφεύγον καὶ παράγον τὰ διάφορα φαινόμενα τῆς θερμότητος. Ὡστε θερμογόνον καὶ θερμότης δὲν σημαίνουσι τὸ αὐτό· διότι ἐκεῖνο μὲν εἶναι ἀρχὴ ἢ αἰτία, αὕτη δὲ ἀποτέλεσμα· καὶ ὁμως πολλάκις ἢ χρῆσις τῶν δύο τούτων λέξεων ἐν τῇ ἐπιστήμῃ γίγνεται ἀδιαφόρως.

**Μεταβολαὶ τῶν σωμάτων ἐκ τῆς θερμότητος.**— Διαφόρους μεταβολὰς ἐπιφέρει ἡ θερμότης ἐπὶ τῶν σωμάτων. Καὶ πρῶτον μὲν διαστέλλει ταῦτα, ἤτοι αὐξάνει τὸν ὄγκον αὐτῶν· διότι βλέπομεν, ὅτι ράβδος σιδηρᾶ, ὑποβαλλομένη εἰς ἰσχυρὸν πῦρ, μηκύνεται ἐπαισθητῶς, καὶ ὅτι τὰ ὑγρά καὶ τὰ ἀέρια ὀγκοῦνται καθ' ὅσον θερμαίνονται. Παρατηρητέον δέ, ὅτι αἰείποτε ὁ αὐτὸς βαθμὸς τῆς θερμότητος περιάγει εἰς τὸν αὐτὸν ὄγκον τὸ σῶμα, καὶ ἐπομένως ὅτι ἡ διαστολὴ γίγνεται ἀναλόγως τῶν καταβαλλομένων βαθμῶν τῆς θερμότητος.

Ἐπειτα δὲ ἡ θερμότης τήκει, ἤτοι μεταβάλλει σχεδὸν πάντα τὰ στερεὰ σώματα εἰς ὑγρά· διότι βλέπομεν ὅτι ὁ πάγος διαρρεῖ καὶ παράγει ὕδωρ, καὶ ὅτι ὁ μόλυβδος, ὁ χρυσοὺς καὶ ὁ ἄργυρος χωνεύονται, ὅταν ὑποβληθῶσιν εἰς μεγάλους βαθμοὺς θερμότητος.

Τέλος ἡ θερμότης, ἐπενεργοῦσα ἐπὶ τῶν ὑγρῶν, τοῦ ὕδατος λόγου χάριν καὶ τοῦ ὑδραργύρου, μεταβάλλει τὴν ὑγρὰν αὐτῶν κατάστασιν εἰς ἀτμώδη, ἤτοι τὰ μόρια τὰ συνιστῶντα τὰ σώματα ταῦτα σχηματίζουσιν ἐλαστικὸν ρευστὸν ἔχον ἀναλογίαν πρὸς τὸν ἀέρα. Ἐὰν δὲ ὁ ἀτμὸς οὗτος συνχθῇ ἐπὶ ψυχροῦ σώματος, ἐπανέρχεται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, καὶ δύναται γὰρ



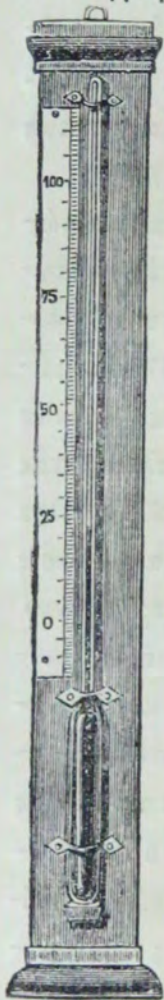
ἀποδειχθῆ, ὅτι ὁ ἀτμὸς οὗτος ἐκφέρει πάλιν ἅπαν τὸ βάρος τοῦ ἐξατμισθέντος ὕδατος ἢ ὑδραργύρου.

**Θερμόμετρα.**—*Θερμόμετρα* καλοῦνται ὄργανά τινα χρησιμεύοντα εἰς μέτρησιν τῶν θερμοκρασιῶν, ἧτοι τῶν διαφόρων βαθμῶν τῆς αἰσθητῆς θερμότητος, ἣν δύνανται νὰ ἔχωσι τὰ σώματα. Ἐπενοήθησαν περὶ τὰς ἀρχάς τοῦ 17<sup>ου</sup> αἰῶνος, καὶ ἡ κατασκευὴ αὐτῶν στηρίζεται ἐπὶ τῆς γενικῆς ἀρχῆς τῆς διαστολῆς.

Καὶ βεβαίως, ἐπειδὴ ἡ θερμότης διαστέλλει πάντα τὰ σώματα, ὁ δὲ ὄγκος αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ βαθμοῦ τῆς κεκτημένης θερμότητος, συνάγεται, ὅτι οἱ βαθμοὶ τῆς διαστολῆς δύνανται νὰ μετρήσωσι τοὺς βαθμοὺς τῆς θερμότητος. Οἱ δὲ διαφοροὶ βαθμοὶ τῆς αἰσθητῆς θερμότητος σώματός τινος, στενῶς συνδεόμενοι μετὰ τῶν μεταβολῶν τοῦ ὄγκου, ἀποτελοῦσι τὰς διαφόρους θερμοκρασίας, δι' ὧν δύναται νὰ διέλθῃ τὸ σῶμα. Ὡστε ἡ *θερμοκρασία* σώματός τινος δύναται νὰ ὀρισθῆ κατὰστασις ὄγκου, ἢν τὸ σῶμα λαμβάνει ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τοῦ θερμογόνου.

Σχεδὸν πάντα τὰ σώματα, ὑγρά, στερεὰ καὶ ἀέρια, δύνανται νὰ χρησιμεύσωσιν εἰς κατασκευὴν θερμομέτρου· καὶ πράγματι ὑπάρχουσι θερμομέτρα δι' ὑγρῶν, διὰ στερεῶν καὶ δι' ἀερίων, ἀλλ' ὅμως ἡ χρῆσις ἐκάστου εἴδους ποικίλλει κατὰ τὰς χρείας. Οὕτως, ἐπειδὴ τὰ στερεὰ σώματα διαστέλλονται ὀλίγον, τὰ διὰ στερεῶν θερμομέτρα δύνανται νὰ χρησιμεύσωσι μόνον εἰς μέτρησιν μεγίστων μεταβολῶν ἐντάσεως τῆς θερμότητος, ἐπειδὴ δὲ τὰ ἀέρια σώματα διαστέλλονται πολὺ, τὰ δ' ἀερίων θερμομέτρα δύνανται νὰ χρησιμεύσωσι μόνον εἰς δεῖξιν μικρῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας· τὰ δὲ διὰ τοῦ ὑδραργύρου ἢ διὰ τοῦ οἶνοπνεύματος θερμομέτρα εὐκόλυνουσι τὰς παρατηρήσεις τῶν μέσων μεταβολῶν, ἐπειδὴ αἱ διαστολαὶ αὐτῶν γίνονται ἐπίσης μὲν κανονικῶς, ἀλλ' εὐκρινέστερον.

Θερμόμετρα δι' ὑγρῶν.—Ὁ ὑδράργυρος καὶ τὸ οἶνόπνευμα εἶναι τὰ ὑγρά, ὧν γίγνεται συνήθως χρήσις πρὸς κατασκευὴν τῶν θερμομέτρων· ὁ μὲν ὑδράργυρος, ἐπειδὴ διαστέλλεται ὁμοιόδωτον τῶν ἄλλων ὑγρῶν, ἐπειδὴ εὐκόλως καθαρίζεται, καὶ ἐπειδὴ πήγνυται μόνον ὑπὸ δριμυτάτου ψύχους καὶ ἀναβράζει μόνον ἐν μεγάλῃ θερμότητι· τὸ δὲ οἶνόπνευμα, ἐπειδὴ ἀντέχει εἰς τὰ δριμύτατα ψύχη καὶ δὲν πήγνυται.



Σχ. 27.

Τὸ ὑδραργυρικὸν θερμοόμετρον συνίσταται ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος στενοτάτου καὶ ἐντελῶς κυλινδρικοῦ, ἥτοι ἔχοντος πανταχοῦ τὴν αὐτὴν ἐσωτερικὴν διαμέτρον (Σχ. 27). Χωνεύομεν διὰ λύχνου οἶνοπνεύματος τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ σωλῆνος, καί, φυσῶντες διὰ τοῦ σωλῆνος εἰς τὴν σταγὸνα τοῦ χωνευθέντος ὑάλου, στρογγυλοῦμεν ταύτην εἰς λεπτὸν σφαιρίδιον, ἢ δι' ἀρμυδιῶν τινὸς τύπου κατορθοῦντες τὴν κυλινδρῶσιν αὐτῆς, ἀποτελοῦμεν τὸ καλούμενον δοχεῖον τοῦ ὄργάνου.

Πρὸς εἰσαγωγὴν τοῦ ὑδραργύρου, θερμαίνομεν μετὰ προσοχῆς μεγάλῃς τὸ δοχεῖον ἐπὶ ἀνθρακιᾶς, ὅπως διαστείλωμεν τὸν ἐσωτερικὸν ἀέρα καὶ ἀποδιώξωμεν μέρος· ἔπειτα ἐμβαπτίζομεν ταχέως τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλῆνος εἰς λουτήρα ὑδραργύρου, ἥτοι εἰς λεκάνην πλήρη καθαροῦ ὑδραργύρου, καὶ οὕτω, συμπυκνουμένου τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος ὑπὸ τῆς ψυχρότητος, ποσότης τις ὑδραργύρου εἰσχωρεῖ εἰς τὸν σωλῆνα καὶ εἰς τὸ δοχεῖον. Τὸ αὐτὸ πράττομεν μέχρι οὗ σχεδὸν πληρωθῶσιν ἀμφότερα, καὶ ἕστερον θερμαίνομεν τὸν ὑδράργυρον μέχρι βράσεως, ἵνα οἱ ἀτμοὶ ἀποδιώξωσι τὸν ἐν τῷ ὄργάνῳ ὑπολειφθέντα



ἄερα, μετὰ δὲ ταῦτα ἐμβαπτίζοντες τὸν σωλῆνα ἐκ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου εἰς τὸν λουτήρα τοῦ ὑδραργύρου, ἔχομεν τὴν βεβαιότητα ὅτι πληροῦται ἐντελῶς.

Ἄλλ' οὕτω παρεσκευασμένον τὸ θερμόμετρον περιέχει ὑπέρμετρον ὑδράργυρον· διό, πρὶν κλείσωμεν, ἐκβάλλομεν τὸ περίσσευμα, φέροντες τὸ δοχεῖον εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ μεγίστου βαθμοῦ, ὃν μέλλει νὰ δεικνύῃ τὸ ὄργανον, καὶ τούτου γενομένου, διαστέλλομεν τελευταίαν φοράν τὸν ὑδράργυρον διὰ τῆς θερμάνσεως, ἵνα μὴ ὑπολειφθῇ διόλου ἀήρ ὑπεράνω αὐτοῦ, ἅμα δὲ φθάσῃ εἰς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλῆνος, κλείομεν τοῦτο τὸ ἄκρον διὰ τοῦ μιλτουργικοῦ λύχνου.

Ἴνα βαθμολογήσωμεν τὸ θερμόμετρον, ἐκλέγομεν δύο σταθερὰ σημεῖα θερμοκρασίας, ἅπερ παρέχουσι, τὸ μὲν, ἡ τῆξις τοῦ πάγου, τὸ δὲ, ἡ βράσις τοῦ ὕδατος· διότι παρατηρήθη, ὅτι ἡ θερμοκρασία μάζης τινος πάγου μένει ἀμετάβλητος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως, καὶ ὅτι συμβαίνει τὸ αὐτὸ κατὰ τὴν βράσιν τοῦ ὕδατος.

Ληφθέντων τῶν δύο τούτων σημείων, χαράττομεν 0 ἐπὶ τοῦ πρώτου καὶ 100 ἐπὶ τοῦ δευτέρου, καὶ διαιροῦμεν τὸ μεταξὺ εἰς 100 ἴσα μέρη, ἅπερ καλοῦνται βαθμοὶ τοῦ θερμομέτρου<sup>(1)</sup>. Αἱ διαίρέσεις δὲ ἐπεκτείνονται καὶ ὑπεράνω τῶν 100 καὶ ὑποκάτω τοῦ 0, ἀποτελουμένης τῆς λεγομένης θερμομετρικῆς κλίμακος, καὶ τὸ κατὰ τὴν βαθμολογίαν ταύτην θερμόμετρον ὀνομάζεται ἑκατόμβαθμον. Ἴνα δὲ διακρίνωμεν τὰς ὑποκάτω τοῦ 0 θερμοκρασίας ἢ τοὺς κοινῶς λεγομένους βαθμοὺς τοῦ ψύχους

(1) Ἄλλοτε τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ τοῦ 100 διηρεῖτο εἰς 80 βαθμοὺς, καὶ τὸ θερμόμετρον ἦτο τοῦ Ρεωμόρου. Καὶ τὴν σήμερον δὲ ἐν Ἀγγλίᾳ ἐξακολουθεῖ ἡ χρῆσις τοῦ θερμομέτρου τοῦ Φααρεγγαίτου, ἐφ' οὗ τὸ αὐτὸ διάστημα διαιρεῖται εἰς 180 βαθμοὺς.



ἀπὸ τῶν ὑπεράνω, προτάττομεν τῶν πρώτων τὸ σημεῖον *π.λὴν* —, δυνάμενοι νὰ προτάξωμεν καὶ πρὸ τῶν τελευταίων τὸ σημεῖον *σὺν* +.

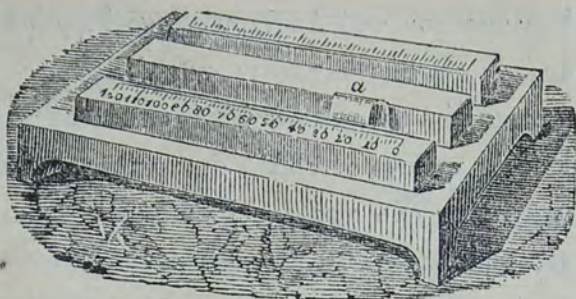
Τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον εἶναι καταλληλότατον πρὸς μέτρησιν τῶν ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν, διότι ὁ ὑδράργυρος δὲν βράζει μέχρι τῆς θερμοκρασίας τῶν  $360^{\circ}$ . Ἐπειδὴ ὅμως ὁ ὑδράργυρος πήγνυται ἀπὸ τοῦ  $40^{\circ}$  κάτωθεν τοῦ 0, αὐτὸ τοῦτο τὸ θερμόμετρον δὲν χρησιμεύει καὶ εἰς τὴν μέτρησιν τῶν ταπεινοτάτων θερμοκρασιῶν, ἀλλὰ τὸ *οἶνοπνευματικὸν θερμόμετρον*, κατασκευαζόμενον καὶ βαθμολογούμενον κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον. Τὸ οἶνόπνευμα βράζει μὲν ἐν θερμοκρασίᾳ  $78^{\circ}$  ὑπεράνω τοῦ μηδενικοῦ, ἀλλὰ δὲν πήγνυται οὐδὲ ὑπὸ τοῦ μεγίστου γνωστοῦ ψύχους· ἐρυθραίνεται δὲ διὰ βαφῆς, ἵνα δεικνύονται εὐκρινέστερον οἱ βαθμοί.

**Θερμόμετρα διὰ στερεῶν ἢ πυρόμετρα.**—“Ὅταν θέλωμεν νὰ μετρήσωμεν ὑψηλοτάτας θερμοκρασίας, οἷας κλιβάνου ἢ καμίνου, τὰ δι' ὑγρῶν θερμόμετρα καθίστανται ἄχρηστα· διότι καὶ τὸ ὑγρὸν ἐξατμίζεται καὶ αὐτὸ τὸ ὄργανον καταστρέφεται ὑπὸ τοῦ πυρός. Τότε λοιπὸν ποιοῦμεν χρῆσιν *θερμομέτρων διὰ στερεῶν*, καλουμένων *πυρομέτρων*.

Τῶν ὀργάνων τούτων συνεθέστερον εἶναι τὸ πυρόμετρον τοῦ Οὐεδγουώδου (Σχ. 28), οὗπερ ἡ ἀρχὴ στηρίζεται ἐπὶ τῆς συστολῆς, ἣν ὑφίσταται ἡ ἀργίλλος ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος. Συνίσταται δὲ ἐκ δύο χαλκῶν κανόνων, μήκους 30 ὑφεκατομμέτρων, ἠδραιομένων ἐπὶ μεταλλικῆς πλακῆς καὶ ὀλίγον συγκλινόντων, ὅπως ἀποτελῶσι κωνικὴν τινα αὐλακα, ἐνὸς δὲ τούτων διηρημένου εἰς 240 μέρη ἢ βαθμοῦς. Οὕτω λοιπὸν, ἐὰν θέλωμεν νὰ γνωρίσωμεν τὴν θερμοκρασίαν καμίνου, εἰσάγομεν ἐντὸς ταύτης κυλινδρῖσκον ἐξ ἀργίλλου α καὶ, ἀφοῦ λάβῃ



τὴν θερμοκρασίαν αὐτῆς, ἀποσύρομεν, ψυχρανθέντα δέ, παρεμβάλλομεν μεταξὺ τῶν κανόνων, καὶ ἡ διαίρεσις, ἐφ' ἧς ἴσταται, δεικνύει τὴν θερμοκρασίαν τῆς καμίνου. Ἐάν, λόγου χάριν, δὲξ ἄργίλλου κύλινδρος, ἕνεκα ἧς ὑπέστη συστολῆς, προχωρεῖ μέχρι τοῦ βαθμοῦ 40, συναγομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία τῆς καμίνου εἶναι 40 βαθμῶν τοῦ πυρομέτρου. Σχηματίζονται δ' ἀείποτε ὁμοιοτρόπως οἱ εἰς τοῦτο χρησιμεύοντες κύλινδροι,



Σχ. 28. — Πυρόμετρον.

ἔχουσιν ὄγκον ἴσον, καὶ ἴστανται εἰς τὸ μηδενικὸν τοῦ πυρομέτρου τοῦ Οὐεδγούδου, ὅταν ἔχωσι θερμοκρασίαν 500 βαθμῶν τοῦ ἑκατομβάθμου θερμομέτρου· διότι ἕκαστος βαθμὸς τοῦ πυρομέτρου τούτου δύναται 72 βαθμοὺς τοῦ θερμομέτρου ἐκείνου.

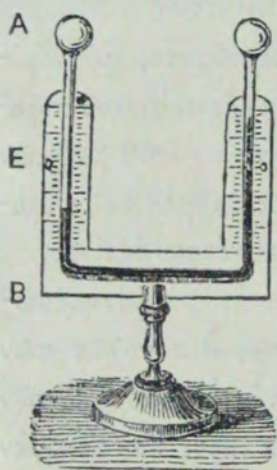
**Θερμόμετρον δι' ἀερίων.**—Ὅταν θέλωμεν νὰ ἐκτιμήσωμεν ἐλαχίστας μεταβολὰς θερμοκρασίας, τῆς διαστολῆς τῶν υγρῶν μὴ οὔσης ἱκανῆς, καταφεύγωμεν εἰς τὰς διαστολὰς τῶν ἀερίων. Μόνον δὲ τὸν ἀέρα μεταχειριζόμεθα πρὸς κατασκευὴν τῶν θερμομέτρων τούτων, ἐν οἷς διακρίνονται τὸ δι' ἀέρος θερμομέτρον καὶ τὸ διαφορικὸν θερμομέτρον τοῦ Λεσίου.

**Θερμόμετρον δι' ἀέρος.**—Τὸ δι' ἀέρος θερμομέτρον εἶναι ἀπλοῦς σωλὴν ὑάλινος μακρότατος, μετὰ μικρᾶς διαμέτρου, ἀνοικτὸς κατὰ τὸ ἓν ἄκρον, λήγων δὲ κατὰ τὸ ἕτερον εἰς σφαῖραν, ἐν ἧ εἰσάγομεν μίαν σταγόνα ὑδραργύρου. Καὶ κατ' ἐλάχιστον δὲ ἐάν μεταβληθῇ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος, δὲν τῇ σφαίρᾳ ἐγκλεισμένους ἀὴρ μεταβάλλεται καὶ ἡ σταγὼν τοῦ ὑδραργύρου περιάγεται ἐν τῷ σωλῆνι. Δυνάμεθα δὲ νὰ βαθμολογήσωμεν τὸ



ὄργανον τοῦτο διὰ παραβολῆς αὐτοῦ πρὸς τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον.

**Θερμόμετρον διαφορικὸν τοῦ Λεσλίου.**—Τὸ διαφορικὸν θερμόμετρον τοῦ Λεσλίου εἶναι θερμόμετρον δι' ἀέρος, προωρισμένον εἰς τὴν μέτρησιν τῆς διαφορᾶς τῶν θερμοκρασιῶν δύο γειτνιαζόντων τόπων. Συνίσταται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο (Σχ. 29) ἐξ ἑνὸς σωλῆνος ΑΒΔΓ δικαμποῦς, μετὰ γωνίας ὀρθῆς, καὶ λήγοντος εἰς δύο σφαῖρας ἴσου ὄγκου Α καὶ Γ. Ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εὐρίσκειται θεϊκὸν ὄξύ κεχρωματισμένον, ἀμφοτέραι δὲ αἱ σφαῖραι περιέχουσιν ἴσην ποσότητα ἀέρος, καὶ ἵνα βαθμολογή-



Σχ. 29. — Θερμόμετρον διαφορικὸν.

σωμεν τὸ θερμόμετρον τοῦτο, καταβιάζομεν ἀέρα ἐκ τῆς μιᾶς σφαίρας εἰς τὴν ἑτέραν, ὅταν δεήσει, δι' ἀνίσου θερμάνσεως, μέχρις οὗ τὸ θεϊκὸν ὄξύ, ψυχρανθέν, σταθῆ κατὰ τὸ αὐτὸ ὕψος ἐν ταῖς ἐπιφανείαις Ε καὶ Ζ, ἔνθα σημειοῦται μηδενικόν. Ὑποβάλλομεν ἀκολουθῶς τὴν ἑτέραν τῶν σφαιρῶν, τὴν σφαῖραν Α λόγου χάριν, εἰς θερμοκρασίαν  $40^{\circ}$  ἀνωτέραν τῆς θερμοκρασίας τῆς σφαίρας Γ, καὶ τότε ἡ ἐλαστικότης τοῦ ἀέρος τοῦ περιεχομένου ἐν τῇ σφαίρᾳ Α, καθισταμένη μεγαλειτέρα, καταβιάζει τὸ ὑγρὸν, ὅσον ἀναβιάζει τοῦτο ἐν τῷ ἑτέρῳ σωλῆνι. Σημειοῦμεν  $40^{\circ}$ , ἔνθα ἴσταται τὸ ὑγρὸν, καὶ διαιροῦμεν τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ  $40$  διάστημα εἰς 10 ἴσα μέρη, ἐπεκτείνοντες τὰς διαιρέσεις ὑπεράνω καὶ ὑποκάτω τῶν σημείων  $40^{\circ}$  καὶ 0. Τούτων δὲ γενομένων, ἐὰν αἱ σφαῖραι ἐκτεθῶσιν εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ὁ περικλειόμενος ἀήρ διαστέλλεται ἐξ ἴσου, καὶ αἱ ὑγραὶ στῆλαι μένουσιν κατὰ τὸ αὐτὸ ὕψος· τὸ δὲ ὄργανον δεικνύει μόνον τὴν



διάφορὰν τῆς θερμοκρασίας μεταξὺ τῶν δύο σφαιρῶν, καὶ ἐπομένως μεταξὺ τῶν δύο μέσων<sup>(1)</sup> ἐν οἷς εὐρίσκονται αὐται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ I'.

Ἀκτινοβόλος θερμότης. — Διάδοσις τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος. — Ἀνάκλασις τῆς θερμότητος καὶ νόμοι τῆς ἀνακλάσεως ταύτης. — Δύναμις ἀκτινοβόλος ἢ ἀφετική. — Δύναμις ἀπορροφητική. — Δύναμις ἀνακλαστική. — Ἐφαρμογαὶ τῶν δυνάμεων τούτων. — Κινητὴ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας. — Φαινομένη ἀνάκλασις τοῦ ψύχους.

Ἄκτινοβόλος θερμότης. — Ἡ καθημερινὴ πείρα πληροφορεῖ ἡμᾶς ὅτι, ὁσάκις ἄνθρακες πεπυρακτωμένοι, ἢ ἄλλα λίαν τεθερμασμένα σώματα, κεῖνται κατ'ἀπόστασίν τινα, πάραυτα καὶ πανταχόθεν τὰ ἡμέτερα ὄργανα αἰσθάνονται ἐπερχομένην προσβολήν, ἧς τὸ ἀποτέλεσμα γίγνεται τοσοῦτον ἐναργέστερον, ὅσον ἡ ἀπόστασις τυγχάνει μικροτέρα. Ὅμοίως, ἐὰν στήσωμεν θερμόμετρον ἐν ἀποστάσει τινὶ ἀπὸ ἐστίας θερμότητος, βλέπομεν, ὅτι ὁ ὑδράργυρος ὑψοῦται κατ'ὀλίγον μέχρις ἐνὸς σημείου, ὅπου μένει στάσιμον. Πλεῖστα δὲ πειράματα ἀποδεικνύουσιν, ὅτι τὸ παραγόμενον ἀποτέλεσμα ἐν ἀμφοτέραις ταῖς περιστάσεσι δὲν προέρχεται ἐκ τῆς διαδοχικῆς θερμάνσεως τῶν μεταξὺ τῶν θερμῶν καὶ τῶν θερμαινομένων σωμάτων παρεγκειμένων στρωμάτων τοῦ ἀέρος· ὥστε παραδεκτέον, ὅτι τὰ θερμὰ σώματα ἐκπέμπουσιν ἀδιαλείπτως θερμότητα, ὥσπερ φῶς τὰ φωτεινὰ σώματα, καὶ ὅτι ἡ θερμότης αὕτη διαδίδεται περίξ αὐτῶν καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Τοῦτο εἶναι ἡ καλουμένη ἀκτι-

(1) Μέσον ὀνομάζεται ἡ οὐσία ἐν ἣ ἐμβαπτίζεται ἐν σῶμα· ὥστε μεταξὺ δύο μέσων σημαίνει, λόγου χάριν, μεταξὺ τοῦ ἀέρος καὶ μεταξὺ τοῦ ὕδατος κλ.

νοβόλος θερμότης, καὶ ὁ τρόπος τῆς διαδόσεως ὀνομάζεται ἀκτινοβολία.

Πάντα τὰ σώματα ἐκπέμπουσι θερμότητα, διότι καὶ τὰ ψυχρότατα δὲν στεροῦνται τοιαύτης· αἰσθανόμεθα δὲ ψυχρὰ ταῦτα, ἐπειδὴ, τῆς ἡμετέρας θερμοκρασίας οὔσης πολλῶ ἀνωτέρας, παρέχουμιν πλέον ἢ ὅτι λαμβάνομεν ὑπὸ τούτων, ἤτοι ἀποβάλλομεν θερμότητα καὶ ἐπομένως αἰσθανόμεθα ψυχός.

Διάδοσις τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος. — Ἡ θερμότης διαδίδεται διὰ τῶν ἀερίων χωρὶς νὰ θερμάνῃ ἐπαισθητῶς τὰ παρακείμενα στρώματα. Οὕτως ἡ ἡλιακὴ θερμότης διέρχεται πάντα τὰ στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ δὲν ἀπορροφᾶται ὑπὸ τούτων. Μόνον τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά σώματα ἀπορροφῶσι τὴν θερμότητα, ἀλλ' ὅμως ὑπάρχουσι καὶ στερεὰ σώματα, δι' ὧν διέρχεται ἡ θερμότης, ὡσεὶ φῶς.

Τινὰ δὲ πειράματα, μετ' ἐπιμελείας ἐκτελούμενα, ἀποδεικνύουσιν, ὅτι ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης μεταδίδεται διὰ τοῦ κενοῦ. Τῷ ὄντι ἐὰν, τελεσθέντος τοῦ κενοῦ ἐν σφαίρᾳ τι περιεχούσῃ θερμόμετρον, ἐμβαπτίσωμεν ταύτην εἰς ζέον ὕδωρ, βλέπομεν πάραυτα, ὅτι τὸ θερμόμετρον δεικνύει ὑψωσιν θερμοκρασίας, τὸ δὲ φαινόμενον τοῦτο δὲν δύναται νὰ ἀποδοθῇ ἢ εἰς τὴν ἐν τῷ κενῷ ἀκτινοβολίαν, ἐπειδὴ ἡ ὕαλος εἶναι δυσθερμαγωγὸν σῶμα καὶ ἐπομένως δὲν δύναται νὰ διαδοθῇ αὕτη διὰ τῶν τοίχων τῆς σφαίρας καὶ διὰ τῆς ῥάβδου τοῦ θερμομέτρου.

Διαδίδεται δὲ ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης κατ' εὐθείαν γραμμὴν, ἐφ' ὅσον μένει ἐν τῷ αὐτῷ μέσῳ. Τῷ ὄντι ἐὰν μεταξὺ ἐστίας θερμότητος καὶ θερμομέτρου τινος θέσωμεν ἀλεξίπυρον παραπέτασμα, τὸ θερμόμετρον οὐδεμίαν ὑψωσιν δεικνύει, αἰρομένου ὅμως τοῦ παραπετάσματος, τὸ θερμόμετρον πάραυτα ἀναβαίνει. Ἐνεκα δὲ τῆς ιδιότητος ταύτης καλεῖται ἀκτὶς θερμότητος πᾶσα εὐθεῖα



ἀγομένη ἐκ τοῦ θερμοῦ σώματος εἰς τὸ περικείμενον, ἢ πᾶσα εὐθύγραμμος διεύθυνσις καθ' ἣν διαδίδεται ἡ θερμότης.

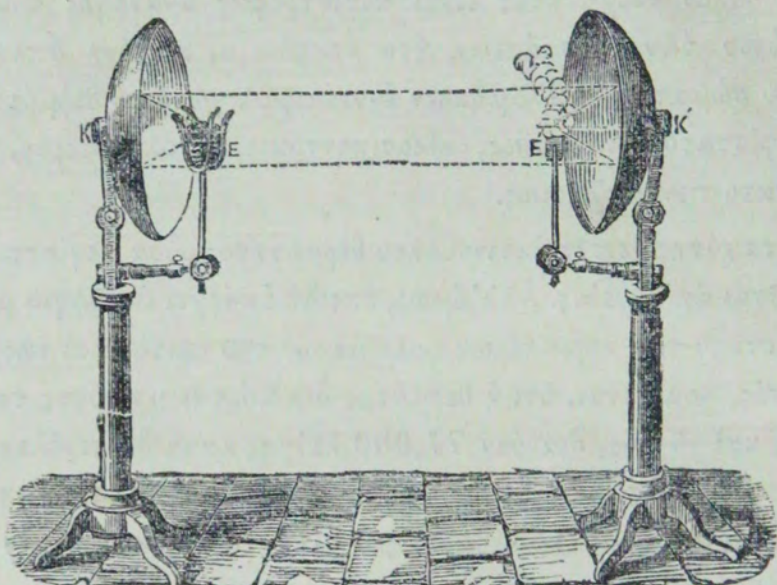
Ἡ δὲ ἔντασις τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος ἐν ἴσῃ ἀποστάσει εἶναι τοσοῦτον μεγαλειτέρα ὅσον τὸ ἀκτινοβολοῦν σῶμα εὐρίσκειται ὑπὸ θερμοκρασίαν ὑψηλοτέραν. Ἄλλως δέ, ἡ ἔντασις τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων, ἥτοι ἐπιφάνεια, κειμένη ἀπέναντι θερμοῦ σώματος, θὰ ἐλάβανεν ἐννεάκις ὀλιγωτέραν θερμότητα, ἐὰν ἀφίστατο τριπλασίως, εἰκοσιπεντάκις δὲ ὀλιγώτερον, ἐὰν ἀφίστατο πενταπλασίως.

Ἡ ταχύτης δὲ τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος οὔσα μεγίστη, δὲν μετρεῖται ἀπ' εὐθείας. Ἄλλ' ὅμως, ἐπειδὴ ὑπάρχει ἀναλογία μεγίστη μεταξὺ τῶν κυριωτέρων φαινομένων τοῦ φωτὸς καὶ τῆς θερμότητος, νομίζεται, ὅτι ἡ θερμότης διαδίδεται μεθ' ὅσης ταχύτητος καὶ τὸ φῶς, διανύον 77,000 λεύγας κατὰ δευτερόλεπτον.

Ἀνάκλασις τῆς θερμότητος καὶ νόμοι τῆς ἀνακλάσεως ταύτης.—Ὅταν ἀκτῖνες θερμότητος προσπίπτωσιν ἐπὶ λείας ἐπιφανείας μετάλλου, ὡς τοῦ κατόπτρου, αἱ ἀκτῖνες φαίνονται ἀμβλυνόμεναι, καὶ ἡ θερμότης τοῦ μετάλλου σχεδὸν δὲν μεταβάλλεται. Τὸ αἷτιον εἶναι, ὅτι αἱ πλεῖσται τῶν ἐπὶ τῆς λείας ἐπιφανείας προσπιπτουσῶν ἀκτίνων ἀποπέμπονται ἢ ἀνακλῶνται ὑπὸ ταύτης· ἡ δὲ ἀνάκλασις τῆς θερμότητος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν λείων σωμάτων καὶ οἱ νόμοι καθ' οὓς γίνεται αὕτη ἀποδεικνύονται διὰ περιεργοτάτου πειράματος.

Δύο σφαιρικὰ κάτοπτρα κοῖλα ἐκ χαλκοῦ λείου, Κ καὶ Κ' (Σχ. 30) τίθενται ἀποσταδὸν ἀπέναντι ἀλλήλων, καὶ ἐν τῇ κυρίᾳ ἐστία Ε τοῦ ἐνὸς τῶν δύο, ἥτοι ἐν τῷ σημείῳ, ὅπου θὰ ἐσχηματίζετο ἡ εἰκὼν φωτός τινος λίαν μεμακρυσμένου ἀπαντικρῶ τοῦ κατόπτρου, τοποθετεῖται σῶμα θερμόν, οἷον σφαῖρα πεπε-

ρακτωμένη, ἐν δὲ τῇ ἐστία  $E'$  τοῦ ἐτέρου κατόπτρου θερμόμετρον ἢ σῶμά τι εὐφλεκτον, ὡς ἔναυσμα λόγου χάριν. Μετ' οὗ πολὺ τὸ ἔναυσμα ἀναφλέγεται ἢ, ἐὰν ὑπάρχη θερμόμετρον, δεικνύεται μεγάλη ὑψωσις θερμοκρασίας. Ἀλλ' ὅμως ἡ παράγουσα τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο θερμότης δὲν μεταδίδεται ἀπ' εὐθείας



Σχ. 30.— Σφαιρικά ἀνάκλαστρα.

διότι, ἐὰν προσεγγίσωμεν τὸ θερμόμετρον μόνον εἰς τὸ ἐν  $E$  κείμενον θερμὸν σῶμα, καταβαίνει, καὶ ἐπομένως δεικνύεται ταπεινωσις θερμοκρασίας. Ἐπειδὴ δὲ ὑπάρχει πλειότερα θερμότης ἐν τῷ σημείῳ  $K'$  ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν τοῦ κατόπτρου  $E'$  ἢ ὅση ἐν τινι σημείῳ πολλῶ μὲν πλησιεστέρω εἰς τὸ σημεῖον  $\Gamma$ , ἢτοι εἰς τὴν πηγὴν τῆς θερμότητος, ἀλλ' οὐχὶ ὑπὸ τὴν ἐπιρροὴν ταύτην, τὸ φαινόμενον μόνον καθ' ἓνα τρόπον δύναται νὰ ἐξηγηθῇ· ὅτι δηλαδὴ ἡ θερμότης, ἀπορρέουσα ἐκ τοῦ σημείου  $E$  καὶ προσπίπτουσα εἰς τὸ κάτοπτρον  $K$ , ἀνακλᾶται ἐκεῖ, ἔπειτα προσπίπτουσα εἰς τὸ κάτοπτρον  $K'$ , ἀνακλᾶται καὶ ἐκεῖ, μετὰ δὲ



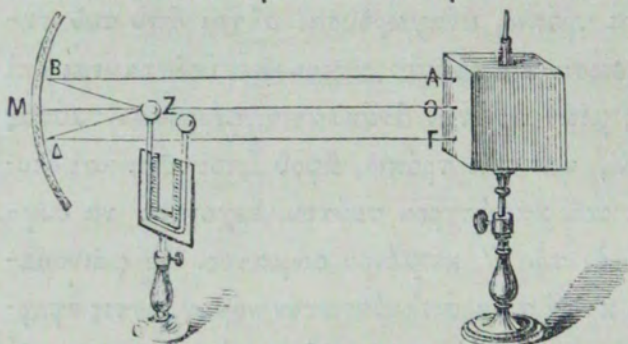
ταῦτα φθάνει εἰς τὸ σημεῖον  $E'$  καὶ ὑπερβαίνει τοῦτο, ἐὰν μὴ ἀπαντήσῃ πρόσκομμα· ἐπειδὴ δὲ πᾶσαι αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες ἔρχονται, μετὰ τὴν διπλὴν ταύτην ἀνάκλασιν, καὶ συγκεντροῦνται ἐν τῷ σημείῳ  $E'$ , ὑπάρχει ἐπὶ τοῦ σημείου τούτου συγκεντρωσις θερμότητος.

Αἱ διάστικτοι γραμμαὶ τοῦ σχήματος δεικνύουσι τὴν διεύθυνσιν τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων, αἵπερ παράγουσι τὰ φαινόμενα ταῦτα. Βλέπομεν τίνι τρόπῳ, ἀναχωροῦσαι αὗται ἀπὸ τοῦ σημείου  $E$  ἵνα προσπέσωσιν εἰς τὸ κάτοπτρον  $K$ , ὑφίστανται ἐπὶ τῆς λείας ἐπιφανείας μίαν πρώτην ἀνάκλασιν, φέρουσιν ταύτας ἐπὶ τοῦ κατόπτρου  $K'$ , καὶ τίνι τρόπῳ, ἀφοῦ ὑποστῶσι καὶ δευτέραν ἀνάκλασιν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου τούτου, ἔρχονται νὰ συγκεντρωθῶσιν ἐπὶ τοῦ ἐν τῷ  $E'$  κειμένου σώματος. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παράγεται κατὰ τινὰ ἀπλούστατον νόμον, ὅστις ἐφαρμόζεται οὐ μόνον ἐπὶ τῆς θερμότητος, ἀλλὰ καὶ ἐπὶ τοῦ φωτός καὶ ἐπὶ τοῦ ἤχου· εἶναι, ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτις καὶ ἡ προσπίπτουσα ἀποτελοῦσι γωνίας ἴσας μετὰ τῆς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας, καὶ ἐντεῦθεν πηγάζουσιν οἱ νόμοι τῆς ἀνακλάσεως τῆς θερμότητος διατυπωθέντες ὡς ἑξῆς·  $1^{\circ}$  Ἡ τῆς ἀνακλάσεως γωνία εἶναι ἴση τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως·  $2^{\circ}$  Ἡ ἀκτις τῆς ἀνακλάσεως καὶ ἡ τῆς προσπτώσεως κεῖνται ἐν ἐνὶ καὶ τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τῆς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας.

**Δύναμις ἀκτινοβόλος ἢ ἀφαιτική.**— Πάντα τὰ σώματα οἷα σδήποτε θερμοκρασίας ἐκπέμπουσιν ἢ ἀφιεῖσι πάντοτε ποσότητά τινα ἀκτίνων θερμαντικῶν ἢ ἰδιότης δὲ αὕτη ὀνομάζεται δύναμις ἀκτινοβόλος ἢ ἀφαιτική.

Δὲν ἐξαρτᾶται δὲ ἡ ἀκτινοβόλος δύναμις τοῦ σώματος ἐκ τῆς ἰδίας αὐτοῦ θερμοκρασίας μόνον, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῆς καταστάσεως τῆς ἐπιφανείας, ἐχούσης μεγίστην ἐπιρροὴν ἐπὶ τῆς ταχύτητος

τῆς ἐκπομπῆς· πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς ἀφετικῆς δυνάμεως τῶν σωμάτων γίνεταί χρῆσις συσκευῆς τινος, ἣτις καλεῖται κύβος τοῦ Λεσλίου (Σχ. 31), καὶ εἶναι κυβικὸν τι ἀγγεῖον ἐκ λευκοσιδήρου A, οὗτινος αἱ τέσσαρες ἐδραὶ ἐπικαλύπτονται ὑπὸ διαφόρων οὐσιῶν, ἡ μὲν ὑπὸ στρώματος αἰθάλης, ἡ δὲ ὑπὸ ἐλάσματος ὑέλου, ἡ δὲ ὑπὸ λευκοῦ χάρτου, ἡ δὲ ὑπὸ λευκοσιδήρου λείου ἢ ἄλλου οἰουδήποτε μετάλλου. Ἀφοῦ λοιπὸν πληρωθῆ ζέοντος ὕδα-



Σχ. 31. — Πείραμα τοῦ κύβου τοῦ Λεσλίου.

τος τὸ κυβικὸν ἀγγεῖον, τίθεται εἰς περίπου ἐνὸς μέτρου ἀπόστασιν ἀπέναντι κατόπτρου ΒΔ, ἔχοντος ἐν τῇ ἐστίᾳ αὐτοῦ μίαν σφαῖραν τοῦ διαφορικοῦ

θερμομέτρου Z, καὶ ἐκάστη τῶν ἐδρῶν τοῦ ἀγγείου περιστρέφεται διαδοχικῶς ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου οὕτως, ὥστε ἡ ὑφ' ἐκάστης τούτων ἀφιεμένη θερμότης ἀνακλᾶται πρὸς τὴν ἐστίαν τῆς σφαίρας τοῦ θερμομέτρου, καὶ οὕτω κρίνομεν, κατὰ τὰς μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας, περὶ τῆς ἀφετικῆς δυνάμεως τῶν διαφόρων σωμάτων. Οὕτως, ἀποδειχθέντος ὅτι πάντων τῶν σωμάτων ἡ αἰθάλη ἐκπέμπει τὴν πλείστην θερμότητα, καὶ περιστωμένης τῆς ἀφετικῆς δυνάμεως αὐτῆς δι' 400, εὐρίσκομεν πρὸς ἄλλας τινὰς οὐσίας τοὺς ἑξῆς ἀριθμοὺς·

|                  |    |  |                         |    |
|------------------|----|--|-------------------------|----|
| Χάρτης . . . . . | 98 |  | Σιδήρος λείος . . . . . | 15 |
| Ἰγάλος . . . . . | 90 |  | Χαλκὸς λείος . . . . .  | 12 |

**Δύναμις ἀπορροφητική.** — Ὅποτεν ἀκτίνες θερμότητος προσπίπτωσιν ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν σώματος, αἱ μὲν ἀπορροφῶνται ὑπὸ τοῦ σώματος καὶ συντελοῦσιν εἰς ὕψωσιν τῆς θερμοκρα-



σίας αὐτοῦ, αἱ δὲ ἀνακλῶνται κατὰ τοὺς ἀνωτέρω τεθέντας νόμους. Ἡ ἰδιότης αὕτη τῶν σωμάτων νὰ ἀπορροφῶσι μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλην ποσότητα θερμότητος ἀποτελεῖ τὴν λεγομένην ἀπορροφητικὴν δύναμιν. Ἀποδεικνύει δὲ ἡ πείρα, ὅτι ἡ ἀφετικὴ δύναμις τῶν σωμάτων ταυτίζεται ἀείποτε μετὰ τῆς ἀπορροφητικῆς δυνάμεως αὐτῶν, ἥτοι τὰ μᾶλλον ἐκπέμποντα τὴν θερμότητα, καὶ μᾶλλον ἀπορροφῶσι ταύτην ὥστε αἱ ἀστιβεῖς, αἱ τραχεῖαι καὶ ἀμαυραὶ ἐπιφάνειαι ἀπορροφῶσιν εὐκολώτερον τὴν θερμότητα, ἢ δὲ αἰθάλη πασσῶν τῶν οὐσιῶν ἔχει τὴν ἀπορροφητικὴν δύναμιν μεγαλειτέραν· διότι, ἐὰν ἐπὶ χιόνος στρώσωμεν, εἰς διάφορα μέρη, κάλυμμα μέλαν καὶ κάλυμμα λευκόν, ἢ χιὼν τήκεται ταχέως ὑπὸ τὸ μέλαν, ὀλίγιστα δὲ ὑπὸ τὸ λευκόν.

**Δύναμις ἀνακλαστικὴ.**— Πάντα τὰ σώματα ἔχουσι τὴν δύναμιν τῆς ἀνακλάσεως τῆς θερμότητος, οὐχὶ ὅμως κατὰ βαθμὸν ἴσον. Τὰ μέταλλα, καὶ μάλιστα τὰ λεῖα, ἀνακλῶσι πλειότερον· ὅσω δὲ μᾶλλον ἀπορροφᾷ τὴν θερμότητα τὸ σῶμα, τόσω ὀλιγώτερον ἀνακλᾷ ταύτην, ἢ ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ἡ ἀνακλαστικὴ δύναμις εἶναι ἀντίστροφος τῆς ἀπορροφητικῆς δυνάμεως, καὶ ἐπομένως τῆς ἀφετικῆς.

Πρὸς μέτρησιν δὲ τῶν ἀνακλαστικῶν δυνάμεων τῶν σωμάτων, λαμβάνομεν κοῖλα κάτοπτρα διαφόρων οὐσιῶν, οἷον χαλκοῦ, κασσιτέρου, ἀργύρου κτλ, βάλλομεν πρὸ τῶν κατόπτρων τούτων θερμὸν σῶμα, μικρὰν διάπυρον σφαιραν, λόγου χάριν, καὶ ἐν τῇ ἐστία τὴν σφαιραν ἑνὸς θερμομέτρου, καὶ εὐκόλως δυνάμεθα τότε νὰ κρίνωμεν περὶ τῶν ἀνακλαστικῶν δυνάμεων τῶν σωμάτων, σημειοῦντες τὴν ὑψωσιν τοῦ θερμομέτρου ἐν δεδομένῳ τινὶ χρόνῳ. Οὕτω δ' ἀποδειχθέντος, ὅτι ὁ ὀρείχαλκος κέκτηται τὴν μεγίστην ἀνακλαστικὴν δύναμιν, καὶ παρασταθείσης τῆς δυνάμεως ταύτης δι' ἑκατόν, εὐρίσκομεν δι' ἄλλας οὐσίας τοὺς ἐξῆς ἀριθμούς.



|                  |    |  |                 |    |
|------------------|----|--|-----------------|----|
| Ἄργυρος. . . . . | 90 |  | Ἐτελος. . . . . | 10 |
| Χάλυψ. . . . .   | 70 |  | Ἀθάλη. . . . .  | 0  |

Ἐφαρμογαὶ τῶν ἀφαιτικῶν, τῶν ἀπορροφητικῶν καὶ τῶν ἀνακλαστικῶν δυνάμεων. — Αἱ προεξαχθεῖσαι ιδιότητες ἔχουσι πολλὰς σπουδαίας καὶ χρησίμους ἐφαρμογὰς. Συνάγεται τῷ ὄντι ἐκ τοῦ συνόλου αὐτῶν, ὅτι τὰ ταχύτερον θερμαινόμενα σώματα διὰ τῆς ἀκτινοβολίας εἶναι καὶ τὰ ψυχραίνόμενα ταχύτερον, καὶ ὅτι τὰ αὐτὰ σώματα ψυχραίνονται τοσοῦτον εὐκολώτερον, ὅσον πλειότερον εἶναι λεῖα καὶ στιλπνά. Διὰ τοῦτο, πρὸς ταχυτέραν θέρμανσιν ὑγροῦ, τὸ μέλαν καὶ ἀμαυρὸν ἀγγεῖον εἶναι ἀρμοδιώτερον, πρὸς διατήρησιν δὲ τῆς θερμότητος αὐτοῦ ἐκείνου τοῦ ὑγροῦ προτιμητέον στιλπνὸν μεταλλικὸν ἀγγεῖον. Ἰωμένος καὶ μέλας σιδηροῦς σωλὴν θερμάστρας θερμαίνει μᾶλλον ἢ ἕτερος ἐκ στιλπνοῦ χαλκοῦ ἢ ἄλλου μετάλλου· αἱ δὲ χαλκαὶ ἢ ἄλλαι λεῖαι πλάκες τοῦ ἐσωτερικοῦ τῶν ἐστιῶν ἔχουσι τὸ πλεονέκτημα νὰ ἀποπέμπωσι πρὸς τὸ δωμάτιον πᾶσαν τὴν ἐπ' αὐτῶν προσπίπτουσαν θερμότητα, ἐνῶ τὸ μέλαν χρῶμα, δι' οὗ ἐπιχρίομεν ἐνίοτε τὸ ἔμπροσθεν καὶ τὴν βᾶσιν τῶν ἐστιῶν, παράγει ὄλως ἀντίθετον ἀποτέλεσμα, ὡς ἀπορροφῶν καὶ μὴ ἀνακλῶν τὴν θερμότητα. Πρὸς δὲ τούτοις καὶ τὸ χρῶμα τῶν ὑφασμάτων ἔχει ἐπιρροὴν ἐπὶ τῆς κυκλοφορίας τῆς θερμότητος· ὥστε τὰ λευκὰ ἐνδύματα εἶναι προτιμότερα κατὰ τε τὸ θέρος καὶ τὸν χειμῶνα, διότι κατὰ μὲν τὸ θέρος, τὸ λευκὸν ὑφασμα ἀπορροφᾷ ὀλιγώτερον τὴν θερμότητα τοῦ ἡλίου, κατὰ δὲ τὸν χειμῶνα ἀνακλᾷ ὀλιγώτερον τὴν θερμότητα τοῦ σώματος, ἤτοι ψυχραίνει ὀλιγώτερον.

**Κινητὴ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας.** — Ὅταν σώματα διαφόρου θερμοκρασίας εὐρίσκωνται ἐν τῷ αὐτῷ περιβάλλῳ, τείνουσιν ἅπαντα νὰ λάβωσιν ὁμοειδῆ θερμοκρασίαν, ἤτοι νὰ ἰσορροπήσωσι κατὰ τὴν θερμοκρασίαν. Τὰ ἔχοντα ἀνωτέραν θερμο-



κρασίαν ἐκπέμπουσι ποσότητα θερμαντικῶν ἀκτίνων ἀνάλογον πρὸς τὴν θερμοκρασίαν ταύτην, τὰ δὲ ἔχοντα κατωτέραν θερμοκρασίαν ἐκπέμπουσι ποσότητα μικροτέραν. Ἄλλ' ὅμως, κατὰ τὴν ἐνέργειαν τῶν ἀπορροφητικῶν δυνάμεων, ἢ ὑπὸ τῶν σωμάτων ἀπορροφωμένη ποσότης τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων εἶναι τόσον μεγαλειτέρα, ὅσον αὐτὰ ταῦτα εὐρίσκονται ὑπὸ κατωτέραν θερμοκρασίαν. Ὅθεν μεταξὺ τῶν διαφόρων τούτων σωμάτων συμβαίνει ἀμοιβαία καὶ συνεχῆς ἀνταλλαγὴ θερμαντικῶν ἀκτίνων, τῶν μὲν πλειοτέρας, τῶν δὲ ὀλιγωτέρας δεχομένων, μέχρις οὗ αἱ ἀκτίνες, ἅς δέχονται, ἰσθῶσι πρὸς τὰς ἀκτῖνας, ἅς ἐκπέμπουσιν, ἥτοι μέχρις οὗ λάβωσι πάντα τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν ἢ, ἐν ἄλλαις λέξεσι, ὑπάρξῃ ἰσορροπία θερμοκρασίας.

Ἀποκατασταθείσης ἅπαξ τῆς ἰσορροπίας ταύτης, τὰ σώματα, καίπερ ἔχοντα τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἐξακολουθοῦσι νὰ ἐκπέμπωσι θερμότητα πρὸς ἄλληλα, ἀλλὰ καὶ ἐκπέμπουσι καὶ λαμβάνουσι ποσότητας ἴσας· ἢ δὲ ἀδιάκοπος αὕτη ἀνταλλαγὴ ἐξ ἧς προέρχεται ἡ σταθερότης τῆς θερμοκρασίας, καλεῖται *κινητὴ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας*.

Κατὰ πᾶσαν δὲ ὥραν αἰσθανόμεθα τὰ ἀποτελέσματα τῆς μεταξὺ πάντων τῶν σωμάτων συμβαινούσης ταύτης συναλλαγῆς τῆς θερμότητος. Οὕτω, λόγου χάριν, ὅταν μεταβαίνωμεν ἐκ τοῦ ἐλευθέρου ἀέρος εἰς ὑπόγειον, τὸν μὲν χειμῶνα αἰσθανόμεθα θερμότητα, τὸ δὲ θέρος ψῦχος· διότι τῆς θερμοκρασίας τῶν ὑπογείων οὔσης σταθερᾶς κατὰ πᾶσαν ὥραν τοῦ ἔτους, τὸν μὲν χειμῶνα τὸ ἡμέτερον σῶμα διατελοῦν ἐξωτερικῶς ψυχρότερον, λαμβάνει παρὰ τοῦ περιβάλλου, ἐν ᾧ εἰσέρχεται, πλειοτέραν θερμότητα ἢ ὅσην παρέχει, τὸ δὲ θέρος, διατελοῦν ἐξωτερικῶς θερμότερον, ἀποβάλλει πλειοτέραν θερμότητα ἢ ὅσην κερδαίνει.

Φαινομένη ἀγάχλασις τοῦ ψύχους.— Ἡ θεωρία τῆς κι-



νητῆς ἰσορροπίας τῆς θερμοκρασίας χρησιμεύει εἰς ἐξήγησιν ἀξιοσημειώτου τινος φαινομένου, ὅπερ καλεῖται *φαινομένη ἀνάκλασις τοῦ ψύχους*.

Ἐὰν τεθῆ ἐν τῇ ἐστίᾳ κοίλου κατόπτρου τινὸς ψυχρότατον σῶμα, λόγου χάριν, τεμάχιον πάγου, καὶ ἐν τῇ ἐστίᾳ ἑτέρου κατόπτρου ἐν θερμόμετρον, βλέπομεν τὸ θερμόμετρον κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς ταπεινούμενον. Ἄλλ' ὅμως μὴ νομίσωμεν, ὅτι τὰ ψυχρὰ σώματα ἐκπέμπουσι ψυκτικὰς ἀκτῖνας, ὡς ἐκπέμπουσι θερμαντικὰς τὰ θερμὰ σώματα, καὶ ὅτι τὸ ψῦχος εἶναι ἄλλο τι ἢ ἡ θερμότης· διότι κυρίως λεγόμενον ψυχρὸν σῶμα δὲν ὑπάρχει, καθόσον παντάπασιν οὐδὲν σῶμα στερεῖται θερμότητος, καὶ εἶναι ἀδύνατον νὰ ἐννοήσωμεν θερμοκρασίαν τοσοῦτον ταπεινήν, ὥστε νὰ μὴ δύναται νὰ ταπεινωθῆ ἔτι μᾶλλον· ὥστε, κατὰ τὰ λεχθέντα περὶ ἀδιακόπου συναλλαγῆς τῆς θερμότητος τῶν σωμάτων, τὸ τεμάχιον τοῦ πάγου ἐκπέπει θερμότητα πρὸς τὸ θερμόμετρον καὶ, διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, τὸ θερμόμετρον ἐκπέπει ὡσαύτως πρὸς τὸν πάγον· ἀλλ' ἐπειδὴ, ἕνεκα τῆς ἀνωτέρας αὐτοῦ θερμοκρασίας, πέμπει πλειοτέραν τῆς λαμβανομένης, ἀναγκαιῶς ἀποβάλλει, ἢ ἐν ἄλλαις λέξεσι, ψύχεται καὶ ἐπομένως ταπεινοῦται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΑ΄.

Διάδοσις τῆς θερμότητος. — Θερμαγωγὸν τῶν σωμάτων. — Θερμαγωγὸν τῶν στερεῶν σωμάτων. — Θερμαγωγὸν τῶν ὑγρῶν. — Θερμαγωγὸν τῶν ἀερίων. — Ἐφαρμογαὶ τοῦ θερμαγωγοῦ τῶν σωμάτων.

Διάδοσις τῆς θερμότητος. — Αἱ ἀκτῖνες τῆς θερμότητος, αἱ προσπίπτουσαι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας σώματός τινος, δὲν ἀπορρο-



φῶνται οὐδὲ ἀνακλῶνται ὁμοιοτρόπως ἀείποτε· διότι ὑπάρχουσι σώματα δι' ὧν διέρχονται κατὰ μέρος καὶ ὅμως δὲν θερμαίνονται. Τὰ ἔχοντα λοιπὸν τὴν ἰδιότητα ταύτην καλοῦνται *διάθερμα* σώματα, ἥτοι διέρχεται δι' αὐτῶν ἡ ἀκτινοβολία θερμότητος, ὅπως διὰ τῶν *διαφανῶν* σωμάτων αἱ ἀκτῖνες τοῦ φωτός, ἐνῶ τοῦναντίον ἄλλα ἀπείργουσι τὰς ἀκτῖνας τῆς θερμότητος, ὅπως τὰ *σκιερά* σώματα τὰς φωτεινὰς ἀκτῖνας, καὶ διὰ τοῦτο ὀνομάζονται *ἀδιάθερμα* σώματα.

Ὁ ἀήρ καὶ τὰ ἀέρια εἶναι τὰ μάλιστα διάθερμα, ἐπειδὴ ἀπορροφῶσιν ἐλάχιστον μέρος τῆς θερμότητος τῶν διερχομένων ἀκτῖνων, τὰ ὑγρά πάντα κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἦττον τοιαῦτα, ἐκ δὲ τῶν στερεῶν τινὰ μόνον, ἐκείνα πρὸ πάντων, δι' ὧν διέρχεται τὸ φῶς. Τὰ μέταλλα καὶ γενικῶς τὰ σκιερά σώματα εἶναι παντάπασιν ἀδιάθερμα· ἀλλ' ὅμως ὑπάρχουσιν ἐντελῶς σκιεραὶ οὐσίαι, δυνάμεναι νὰ μεταδώσωσιν ἀκτῖνας θερμότητος· οἷον ὁ κεκρυσταλλωμένος πυρίτης εἶναι πολλῶ διαθερμότερος τῆς ἐντελῶς διαφανοῦς στυπτηρίας, ἀνεγνωρίσθη δὲ ὅτι καὶ τὸ ὄρυκτὸν ἄλας, ἥτοι τὸ ἐν τοῖς ἐγκάτοις τῆς γῆν εὐρισκόμενον, εἶναι τὸ διαθερμότερον τῶν στερεῶν σωμάτων, ἐπειδὴ διὰ τούτου μόνον δύνανται νὰ διέλθωσιν 92 ἑκατοστὰ τῆς λαμβανομένης θερμότητος, μετὰ δὲ τὸ ἄλας τοῦτο τὰ δευτερεῖα ἔχει ὁ κρύσταλλος, διοῦ δύνανται νὰ διέλθωσιν 77 ἑκατοστὰ, καὶ τέλος εὐρέθη ὅτι τὸ ὕδωρ καὶ ἡ στυπτηρία εἶναι ἐκ τῶν διαφανῶν σωμάτων τὰ ἥκιστα διάθερμα.

**Θερμαγωγὸν τῶν σωμάτων.**—Καλεῖται *θερμαγωγὸν* ἡ ἰδιότης τῶν σωμάτων νὰ μεταδίδωσι τὴν θερμότητα κατ' ὀλίγον καὶ ἐντὸς τῆς μάζης αὐτῶν. Αὕτη δὲ ἡ μετάδοσις τῆς θερμότητος γίγνεται διὰ τῆς ἀκτινοβολίας ἀπὸ μορίου εἰς μόριον. ὥστε μόριόν τι τεθερμασμένον ἀκτινοβολεῖ καὶ μεταδίδει τὴν



ἐαυτοῦ θερμότητα εἰς ἕτερον μῶριον, ἐνεργοῦν ὡσαύτως ἐφ' ἐτέρου καὶ οὕτω καθεξῆς.

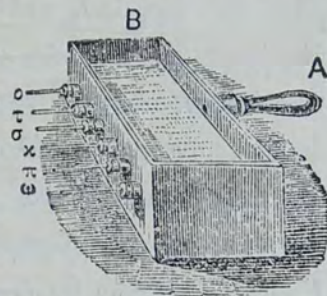
Πάντα τὰ σώματα κέκτηνται τὴν ιδιότητα ταύτην κατὰ διαφοροὺς βαθμοὺς ὁμῶς· διότι οὐδεὶς, λόγου χάριν, ἀγνοεῖ ὅτι ἀργυροῦν κοχλιάριον ἢ ἐξ ἄλλου μετάλλου, ἐμβαπτιζόμενον εἰς ζέον ὕδωρ, θερμαίνεται τοσοῦτον, ὥστε μόλις δυνάμεθα νὰ προσψύσωμεν τοῦτο, ἐνῶ ξύλινον κοχλιάριον ἐμβαπτιζόμενον εἰς τὸ αὐτὸ ὑγρὸν οὐδεμίαν σχεδὸν παράγει αἴσθησιν θερμότητος· ὅτι δυνάμεθα νὰ συλλάβωμεν διὰ τῆς χειρὸς τεμάχιον ἄνθρακος ἡμιφλέκτου καὶ νὰ μὴ καῶμεν, ἀλλ' οὐχὶ καὶ ἔλασμα σιδήρου μετρίως τεθερμασμένον. Τὰ γεγονότα λοιπὸν ταῦτα ἀποδεικνύουσιν, ὅτι ἡ θερμότης μεταδίδεται ἐν τῷ ἀργύρῳ πολλῶ κάλλιον ἢ ἐν τῷ ξύλῳ, καὶ ἐν τῷ σιδήρῳ πολλῶ κάλλιον ἢ ἐν τῷ ἄνθρακι· καὶ τὰ μὲν σώματα, δι' ὧν εὐκόλως καὶ ταχέως διέρχεται ἡ θερμότης, λέγονται εὐθερμάγωγα, τὰ δὲ σώματα, δι' ὧν διέρχεται δυσκόλως καὶ βραδέως, καλοῦνται δυσθερμάγωγα.

Θερμαγωγὸν τῶν στερεῶν σωμάτων.—Τῶν ἐν τῇ φύσει διεσπαρμένων σωμάτων, τὰ στερεὰ καὶ μάλιστα τὰ μέταλλα, εἶναι τὰ κάλλιστα διοχετεύοντα τὴν θερμότητα, οὐχὶ ὁμῶς κατὰ τὸν αὐτὸν βαθμὸν πάντα· πρὸς παραλληλισμὸν δὲ τοῦ θερμαγωγοῦ τῶν στερεῶν σωμάτων, δυνάμεθα νὰ ἐκτελέσωμεν τὸ ἐξῆς πείραμα, διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Ἰγκεχούζου. Συνίσταται αὕτη ἐκ μεταλλικοῦ ἀγγείου Β (Σχ. 32) μετὰ λαβῆς Α, καὶ δι' ἐκάστης τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ διέρχονται κύλινδροι ο, τ, σ, κ, π, ω ἐπιμήκεις μὲν καὶ ἰσοδιάμετροι, ἀλλ' ἐκ διαφόρων οὐσιῶν· οἱ μὲν, μεταλλικοί, ἐξ ἀργύρου, ἐκ χαλκοῦ, ἐκ σιδήρου κτλ. οἱ δὲ, ἐξ ὕλου, ἐκ μαρμάρου, ἐκ ξύλου, ἐκ πλίνθου κτλ. Συνεμβαπτιζονται λοιπὸν οἱ διάφοροι οὔτοι κύλινδροι ἐν διαλελυμένῳ κηρῷ πρῶτον, ἀφοῦ δὲ ψυχρανθῶσιν, εἰσάγονται ἔπειτα ἐκ τῶν κάτω ἄκρων



εις μεταλλικὸν ἀγγεῖον ζέοντος ὕδατος πλήρες, καὶ τότε θερμαينوμένων ἐξ ἴσου τῶν κυλίνδρων, ὁ κηρὸς τήκεται μᾶλλον ἢ ἦττον ἐπὶ τοῦ μήκους ἐκάστου, καθ' ὅσον ἡ θερμότης εἰσχωρεῖ εἰς τὴν μάζαν αὐτῶν, καὶ ἐπομένως τὸ θερμοαγωγὸν ἢ ἡ θερμοαγωγικὴ δύναμις τῶν διαφόρων οὐσιῶν, ἐξ ὧν σύγκεινται, θὰ ἦναι τόσῳ μείζων, ὅσῳ ἐκτενέστερον τὸ στρῶμα τοῦ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ διαλυθέντος κηροῦ.

Τὸ πείραμα τοῦτο ἀποδεικνύει ἀμέσως, ὅτι τὰ μεταλλικὰ σώματα, ὀλίγων τινῶν ἐξαιρουμένων, εἶναι εὐθερμοαγωγότερα τῶν μὴ μεταλλικῶν· ἕτερα δὲ πειράματα σκοπὸν ἔχοντα τὴν ἔρευναν τῶν θερμοαγωγικῶν δυνάμεων τῶν διαφόρων στερεῶν σωμάτων, κατέδειξαν, ὅτι ὁ ἄργυρος κέκτηται τὰ μάλιστα τὴν ιδιότητα τοῦ διοχετεύειν τὴν θερμότητα· μετὰ δὲ τὸν ἄργυρον κατατακτέον τὰς κυριωτέρας στερεᾶς οὐσίας κατὰ τὴν ἐξῆς σειρὰν, ὡς πρὸς τὴν θερμαντικὴν αὐτῶν δύναμιν· χαλκός, χρυσός, ψευδάργυρος, κασσίτερος, σίδηρος, μόλυβδος, πλάτινα, ὕαλος, μάρμαρον, σινοκέραμος, ἄνθραξ, ξύλον.



Σχ. 32.—Συσκευή τοῦ Ἰγγεγχούζου.

Θερμοαγωγὸν τῶν ὑγρῶν σωμάτων.—Τὸ θερμοαγωγὸν τῶν ὑγρῶν εἶναι πολὺ ἀσθενέστερον τοῦ θερμοαγωγοῦ καὶ τῶν δυσθερμοαγωγοτέρων στερεῶν σωμάτων. Καὶ ὅμως κινδυνεύει τις νὰ νομίσῃ κατὰ πρῶτον τὸ ἐναντίον, ὅταν βλέπῃ μετὰ ποίας ταχύτητος θερμαίνεται ἀγγεῖον πλήρες ὕδατος, ἐκτεθειμένον εἰς τὴν ἐνέργειαν ἐστίας θερμότητος. Ἀλλ' ὅμως ἡ ταχύτης τῆς θερμάνσεως τῶν ὑγρῶν δὲν προέρχεται ἐκ τοῦ θερμοαγωγοῦ αὐτῶν, ἀλλ' ἐκ τῆς ἐνεργείας τῶν διαφόρων ρευμάτων, ἅπερ καθίσταν-

ται ἐν τῷ φαινομένῳ τῆς ἀναζέσεως. Τὸ ἐν ἐπαφῇ τοῦ πυθμέ-  
 νος τοῦ ἀγγείου ὑγρὸν στρώμα, τυγχάνον μᾶλλον τεθερμασμέ-  
 νον τῶν ἄλλων στρωμάτων, γίγνεται διὰ τοῦτο ἐλαφρότερον,  
 διαστέλλεται καὶ ἀνέρχεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας· ἀλλὰ τότε ἄλλο  
 ψυχρὸν στρώμα κατερχόμενον, θερμαίνεται καὶ τοῦτο καὶ ἐπο-  
 μένως ἀναβαίνειν ὡς τὸ πρῶτον ὑποχωρεῖ τῆς ἑαυτοῦ θέσεως εἰς  
 ἕτερον· ὥστε ἀνερχομένων τῶν ὑγρῶν μορίων καθ' ὅσον θερμαί-  
 νονται, καὶ κατερχομένων τῶν ψυχροτέρων μορίων εἰς τὸν πυθ-  
 μένα τοῦ ἀγγείου, καθίσταται ἐν τῇ ἀναζεούσῃ ὑγρᾷ μάζῃ πλη-  
 θὺς ρευμάτων ψυχρῶν καταβαινόντων καὶ ρευμάτων θερμῶν ἀνα-  
 βαίνοντων, ἅπερ δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν ἐὰν ρίψωμεν ἐν τῷ  
 ὑγρῷ πριονίσματα ξύλου· διότι βλέπομεν ταῦτα συναναβαίνοντα  
 καὶ συγκαταβαίνοντα μετὰ τῶν ὑγρῶν στρωμάτων, καὶ οὕτω  
 ἀποδεικνύεται ἡ ὑπαρξίς τῶν ἀλλεπαλλήλων ρευμάτων, δι' ὧν  
 ἐξηγεῖται ἡ τῶν ὑγρῶν θέρμανσις.

Ἴνα δ' ἐννοήσωμεν, ἐὰν ὑπάρχη θερμοαγωγικὴ τις δύναμις ἐν  
 τοῖς ὑγροῖς, ἤτοι ἐὰν ἡ θερμότης δύναται νὰ μεταδοθῇ κατὰ  
 στρώματα, θερμαίνομεν ταῦτα ἐκ τοῦ ἄνω μέρους, δηλαδὴ ἐκ  
 τῶν ἄνω εἰς τὰ κάτω, κωλυομένου οὕτω τοῦ σχηματισμοῦ τῶν  
 ρευμάτων. Κατορθοῦται δὲ τοῦτο, ἐὰν λάβωμεν ἀγγεῖον ὑάλι-  
 νον, ἔχον ἠδραιωμένον ἐν τῷ τοίχῳ ὀριζόντιον θερμομέτρον  
 πληροῦμεν τὸ ἀγγεῖον τοῦτο μέχρις ὑψώσεως τοῦ ὑγροῦ, ὀλίγον  
 τι ὑπεράνω τοῦ θερμομέτρου, καὶ ἔπειτα ἐγγέχομεν εἰς τὸ ὑγρὸν  
 μικρὸν τι στρώμα οἴνοπνεύματος, ὅπερ ἀναφλέγομεν. Καίτοι  
 οὕσης τότε μεγάλης τῆς ποσότητος τῆς ὑπὸ τῆς καύσεως ταύ-  
 τῆς ἀναπτυσσομένης θερμότητος, ἡ ὑψώσις τοῦ θερμομέτρου μό-  
 λις γίγνεται ἐπαισθητή, ὅπερ ἀποδεικνύει τρανῶς, ὅτι ἡ θερ-  
 μαγωγικὴ δύναμις τοῦ ὕδατος εἶναι μηδέν. Πάντων δὲ τῶν  
 ὑγρῶν ὁ ὑδράργυρος μόνον εἶναι εὐθερμάγωγος, καὶ διὰ τοῦτο



αίσθανόμεθα ψυχος, ὅταν ἐμβαπτίζωμεν εἰς τὸ ὑγρὸν καὶ ψυχροτάτην τὴν χεῖρα.

Θερμαγωγὸν τῶν ἀερίων σωμάτων.—Τὰ ἀέρια σώματα εἶναι θερμαγωγοὶ ἔτι ἀτελέστεροι τῶν ὑγρῶν· διότι μάζα τις ἀερώδης θερμαίνεται ταχύτατα μόνον διὰ τοῦ σχηματισμοῦ τῶν ρευμάτων, ὅπως συμβαίνει ἐν τοῖς ὑγροῖς. Τὸ δὲ κωλύον τὴν ἀπόδειξιν τοῦ γεγονότος τούτου δι' ἀμέσων πειραμάτων εἶναι τοῦτο, ὅτι θερμινομένων τῶν ἀερίων καὶ ἄνωθεν, τὰ ρεύματα δὲν βραδύνουσι νὰ κατασταθῶσι· διότι, διερχομένης ταχέως τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος διὰ τῆς μάζης αὐτῶν, οἱ τοῖχοι τῶν ἀγγείων θερμαίνονται, καὶ γεννῶσιν εὐθὺς ρεύματα. Οὐχ ἦττον ἐκ παρατηρήσεων ἄλλων τινῶν γεγονότων, συνάγεται, ὅτι ἡ θερμαγωγικὴ δύναμις τῶν ἀερίων, καὶ μὴ οὔσα μὴδέν, εἶναι ἀσθενεστάτη.

Ἐφαρμογαὶ τοῦ θερμαγωγοῦ τῶν σωμάτων.—Τὸ εὐθερμάγωγον τῶν μετάλλων παρέχει τὸ μέσον τῆς προφυλάξεως τῶν ἐφαπτομένων σωμάτων ἀπὸ τῆς καύσεως, καίτοι ὑποβεβλημένων εἰς πηγὴν θερμότητος, δυναμένης νὰ καταστρέψῃ ταῦτα. Ἐάν, λόγου χάριν, περικαλύψωμεν μολυβδίνην σφαῖραν διὰ φύλλου πυκνοτάτου χάρτου, καὶ ἀναρτήσωμεν τὸ σύνολον ὑπὲρ τὴν φλόγα λαμπάδος ἢ λύχνου, ἀλλ' ἐξ ἀποστάσεως τινος, ἡ μὲν μολυβδίνη σφαῖρα θερμαίνεται ἐπὶ τέλους καὶ μέχρις ἀναλύσεως, ὁ χάρτης ὁμῶς δὲν πάσχει οὐδὲ τὴν ἐλαχίστην ἀλλοίωσιν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ἐν τεμαχίῳ σιδήρου, ἐάν περιελίξωμεν τοῦτο διὰ νήματος σφικτοτάτου, ἢ ἐν ἀργυρῷ κοχλιαρίῳ, ἐάν προσκολλήσωμεν τεμαχίον ὀθόνης ἄνευ πτυχῶν· τὸ δὲ φαινόμενον προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι ὁ χάρτης, τὸ νῆμα καὶ ἡ ὀθόνη εἶναι δυσθερμάγωγα καὶ ἐπομένως ἡ φλόξ μεταδίδει, διὰ τοῦ περιβλήματος αὐτῶν, τὸ μέγιστον μέρος τῆς θερμότητος εἰς



τὸ μέταλλον, ὅπερ θερμαίνεται ταχέως καθ' ὅλην τὴν μάζαν αὐτοῦ, ἐνῶ ἡ φυτική οὐσία, μένουσα σχεδὸν ψυχρά, δὲν ἀλλοιοῦται.

Ἡ ἐπιρροή τοῦ θερμοαγωγοῦ τῶν μετάλλων ἐπὶ τῆς φλογός, ἧς ταπεινοῖ τὴν θερμοκρασίαν, ἐκδηλοῦται ἐν τῇ χρήσει τῶν μεταλλικῶν καλυμμάτων, τῶν ἀεριομυκτῆρων τοῦ φωτισμοῦ, κτλ. Ἐάν, λόγου χάριν, ταπεινώσωμεν ὑπεράνω τῆς φλογός λαμπάδος μεταλλικὸν κάλυμμα ἐκ σιδηρῶν ἢ χαλκῶν νημάτων πυκνοτάτων συνιστάμενον, οὐ μόνον δὲν διέρχεται ἡ φλόξ διὰ τοῦ ἴστοῦ, ἀλλὰ καί, πρὶν θερμανθῆ ἐντελῶς τὸ μέταλλον, καταθλίβεται ὑπὸ τοῦ καλύμματος, ὡς ἐάν τοῦτο ἦτο ἔλασμα στερεὸν καὶ συνεχές. Ὡσαύτως δέ, ἐάν εἰς εὐφλεκτόν τι ἀέριον ἀφήσωμεν ἔξοδον διὰ μεταλλικοῦ στενοτάτου σωλήνος, τὸ μὲν ἀέριον δύναται νὰ ἀναφλεχθῆ ἔξερχόμενον, ἀλλὰ δὲν μεταδίδεται ἡ φλόξ ἐντὸς τοῦ ὀχετοῦ τοῦ καταλήγοντος εἰς τοῦτον τὸν σωλήνα.

Ἀμφότερα ταῦτα τὰ φαινόμενα εἶναι ὁμοίας φύσεως, διότι ἐκάτερα προέρχονται ἐκ τούτου, ὅτι ἡ ὑψωσις τῆς ὑπὸ τῆς φλογός παραγομένης θερμοκρασίας ἀπορροφᾶται κατὰ μέγα μέρος ὑπὸ τοῦ μετάλλου, καὶ ἐπομένως δὲν ὑπολείπεται ἰκανὴ πρὸς ἐξακολούθησιν τῆς ἀναφλέξεως τοῦ ἀερίου· ὥστε ἡ καῦσις δὲν δύναται νὰ ἐπεκταθῆ πέραν τοῦ ὑπὸ τοῦ μετάλλου παρεμβαλλομένου κωλύματος.

Μία τῶν σπουδαιωτέρων ἐφαρμογῶν τῆς χρήσεως τῶν μεταλλικῶν καλυμμάτων εἶναι καὶ ἡ τῶν ἀσφαλιστικῶν λύχνων ἢ τῶν λεγομένων λύχνων τοῦ Δάβη, ἐφευρέτου αὐτῶν· διότι διὰ τῶν λύχνων τούτων οἱ ἐργάται δύναται νὰ εἰσέρχωνται εἰς τὰ λατομεῖα, καὶ νὰ μὴ φοβῶνται τὰ τρομερὰ δυστυχήματα, ἅπερ ἐπιφέρει ἡ ἀπόλυσις εὐφλέκτου τινος ἀερίου, καλουμένου πυρός



γριζοῦ, ὄντος δὲ ὑδρογόνου αἰρίου πρωτανθρακούχου ἀναμεμιγμένου μεθ' ἱκανοῦ ποσοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος.

Τῆς ἀτελείας τῆς θερμαγωγικῆς δυνάμεως πολλῶν οὐσιῶν γίγνεται ἐπωφελῆς χρῆσις ἐν ταῖς ἀνάγκαις τοῦ βίου. Τὸ ἔριον, λόγου χάριν, καὶ αἱ τοιαῦται ὕλαι, ἐξ ὧν κατασκευάζονται τὰ ἐνδύματα καὶ τὰ προφυλάττοντα ἡμᾶς ἀπὸ τοῦ ψύχους καλύμματα, ὡς δυσθερμαγωγότατα, συγκεντροῦσι τὴν θερμότητα ἐν τῷ στρώματι τοῦ ἐντὸς τούτων ἐγκλειομένου αἵρος. Καὶ αἱ μαλλωταὶ δὲ δοραὶ φαίνονται οἷονεὶ πρὸς τὸν αὐτὸν σκοπὸν διατεθειμέναι· διότι μεταξὺ τῶν ἀποτελουσῶν ταύτας τριχῶν ὑπάρχουσι διαστήματα, ἐξ ὧν δυσκόλως ἀποδιδράσκει ὁ ἀήρ, καὶ ὁ ἀήρ οὗτος ἄπαξ θερμανθεὶς, ἀποκλείει τὴν μεταξὺ τοῦ ὑφάσματος καὶ τῆς λοιπῆς ἀτμοσφαιρας συγκοινωνίαν· καὶ αἱ συνθῆκαι αὗται ἐκπληροῦνται θαυμασίως ἐν τῷ ὀργανισμῷ τετραπόδων ἢ πτηνῶν τινων προωρισμένων νὰ ζῶσιν ἐν τῷ ὕδατι ἢ ἐν ταῖς ψυχροτάταις χώραις. Ἡ θεία Πρόνοια ἐχορήγησεν εἰς μὲν τὰ τετράποδα ἀντὶ ἐνδυμάτων μηλωτὰς λεπτοδέρμους, πυκνοτάτας καὶ μαλακότριχας, εἰς δὲ τὰ πτηνὰ λεπτά τινα πτερά, πτίλα λεγόμενα, καὶ ὄντα ἴσως τὰ δραστηκώτατα πάντων τῶν σωματῶν πρὸς διατήρησιν τῆς θερμότητος.

Ἐχουσι δίκαιον οἱ γεωργοὶ φοβούμενοι τὰ μεγάλα ψύχη τοῦ χειμῶνος διὰ τὰς σποράς αὐτῶν, ὅταν δὲν καλύπτῃ τὴν γῆν στρώμα χιόνος ἱκανῶς πυκνόν· διότι ἡ χιών ὡς δυσθερμαγωγότατη ἐμποδίζει τὴν ψῦξιν τοῦ ἐδάφους καὶ ἐπομένως προφυλάττει ἀπὸ τῶν παγετῶν πάσας τὰς τρυφεράς ῥίζας· κατ' αὐτὴν δὲ ταύτην τὴν ἀρχὴν καὶ οἱ κηπουροὶ καλύπτουσι τὰ φυτὰ αὐτῶν καὶ τὰ δενδρύλλια δι' ἀχύρων ἢ ψιάθων, ἵνα προφυλάξωσι ταῦτα ἀπὸ τῶν ἐπιβλαβῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ παγετοῦ διὰ τὸν αὐτὸν δὲ λόγον, τὸ θέρος, ὅταν θέλωσι νὰ μετακομίσωσι πάγον,



περικαλύπτουσι τοῦτον διὰ πυκνοτάτων ἐρίων ἢ χόρτων, διότι, ὡς δυσθερμάγωγα ταῦτα, ἐμποδίζουσι τὴν ἐπὶ τοῦ πάγου ἐνεργειαν τῆς ἐξω ἀτμοσφαιρας. Τέλος δὲ τὰ μεταλλικὰ ἀγγεῖα τὰ προωρισμένα εἰς θέρμανσιν φέρουσι λαβὰς ξυλίνας, δι' ὧν, ὡς μεταδιδουσῶν δυσκόλως τὴν θερμότητα, δυνάμεθα νὰ συλλάβωμεν ταῦτα καὶ νὰ μὴ καῶμεν.

Τὰ ἀέρια, ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω, εἶναι δυσθερμαγωγότατα ὥστε ὁ ἀὴρ δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς προφυλακτικὸν περίβλημα πρὸς διατήρησιν τῆς θερμότητος ἢ τῆς δρόσου· καὶ ἀξιοσημεῖωτός τις ἐφαρμογὴ τῆς ἰδιότητος ταύτης ἀπαντᾶται ἐπὶ τῶν διπλῶν παραθύρων οἰκιῶν τινων. Αἱ ὕαλοι, διὰ τῆς ἐπαφῆς αὐτῶν μετὰ τῆς ἀτμοσφαιρας, ψυχραίνουσι πολὺ τὸν ἐσωτερικὸν ἀέρα, ἀλλ' ἐάν, ἐντεῦθεν τῶν ὑάλων ἐκείνων, ἔχωμεν καὶ δεύτερον παράθυρον, τοῦτο χωρίζεται ἀπὸ τοῦ πρώτου διὰ στρώματός τινος ἀέρος, ὅστις δυσκόλως μεταδίδει εἰς τὰς ἐσωτερικὰς ὑέλους τὴν θερμοκρασίαν τῶν ἐξωτερικῶν· ἐπομένως αἱ ἐσωτερικαὶ ὕελοι διατηροῦνται ἐπαισθητῶς ἐν τῇ θερμοκρασίᾳ τοῦ ἀέρος τοῦ δωματίου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΒ'.

Ἀποτελέσματα παραγόμενα ὑπὸ τῆς θερμότητος. — Διαστολὴ τῶν σωμάτων. —

Τρόπος προσδιορισμοῦ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων. — Διαστολὴ τῶν στερεῶν.

— Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν. — Ἡ μεγίστη πυκνότης τοῦ ὕδατος. — Διαστολὴ τῶν ἀερίων. — Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων. — Μεταβολὴ τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων. — Τῆξις. — Ψυκτικὰ μίγματα. — Στερεοποιήσις.

Ἀποτελέσματα παραγόμενα ὑπὸ τῆς θερμότητος. —

Ἡ θερμότης ἐνεργοῦσα ἐπὶ τῶν σωμάτων δύναται νὰ παραγάγῃ τὰ ἐξῆς ἀποτελέσματα· 1<sup>ov</sup> νὰ διαστείλῃ ταῦτα, ἤτοι νὰ αὐξήσῃ τὸν ὄγκον αὐτῶν· 2<sup>ov</sup> νὰ μεταβάλλῃ τὴν κατάστασιν αὐ-



τῶν, ἤτοι νὰ μεταβιβάσῃ ταῦτα ἀπὸ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ὑγρὰν, καὶ ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀερίαν.

**Διαστολὴ τῶν σωμάτων.**— Πάντα τὰ σώματα διαστέλλονται διὰ τῆς ἐνεργείας τῆς θερμότητος, ἤτοι αὐξάνουσι κατὰ τὸν ὄγκον θερμαινόμενα· ὡσαύτως δὲ συστέλλονται ἢ ἐλαττοῦνται κατὰ τὸν ὄγκον ψυχραίνόμενα. Ἄλλ' ἀποδεικνύεται προσέτι ὑπὸ τῆς πείρας, ὅτι ἀναλαμβάνουσι τὸν αὐτὸν ὄγκον, ὅταν ἐπανέρχονται εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἤτοι ἡ συστολὴ εἶναι ἴση τῇ διαστολῇ.

Οὕτω λοιπὸν πάντα τὰ σώματα, στερεά, ὑγρά καὶ ἀέρια, ὑφίστανται μεταβολὰς ὄγκου ὑφ' ἐκάστης τῶν παραλλαγῶν τῆς θερμοκρασίας, εἰς ἃς ὑποβάλλονται. Ἄλλ' ὅμως αἱ ἀλλοιώσεις αὗται δὲν γίνονται ὁμοιοτρόπως κατὰ τὰ διάφορα εἶδη τῶν σωμάτων· διότι εἶναι λίαν ἀσθενεῖς ἐν τοῖς στερεοῖς, ἰσχυρότεροι ἐν τοῖς ὑγροῖς, μέγιστα δὲ ἐν τοῖς ἀερίοις.

**Τρόπος προσδιορισμοῦ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων.**— Προσδιορίζεται ἡ διαστολὴ τῶν σωμάτων κατὰ μίαν, δύο ἢ τρεῖς διαστάσεις· κατὰ μίαν μόνην διάστασιν, τὸ μῆκος, ἡ διαστολὴ εἶναι γραμμικὴ· κατὰ δύο διαστάσεις, τὸ μῆκος καὶ τὸ πλάτος, ἡ διαστολὴ εἶναι ἐπιπόλαιος· τέλος κατὰ τρεῖς διαστάσεις, μῆκος, πλάτος καὶ ὕψος, ἡ διαστολὴ εἶναι κυβικὴ.

Καλεῖται *συντελεστὴς τῆς διαστολῆς* ἡ αὐξήσις ἣν λαμβάνει ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου σώματός τινος, ὅποταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ, ἀριθμουμένη ἐπὶ τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου, ἀναβαίη ἀπὸ τοῦ 0° εἰς 1° ἑκκατομβάθμου.

Τριῶν ὄντων τῶν εἰδῶν τῆς διαστολῆς, τρεῖς εἶναι οἱ προσδιοριστέοι συντελεσταί· ὁ συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς, ἤτοι τῆς διαστολῆς τῆς μονάδος τοῦ μήκους διὰ τὴν μονάδα τῆς θερμοκρασίας· ὁ συντελεστὴς τῆς ἐπιπολαίου διαστο-

λῆς, ἤτοι τῆς διαστολῆς τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας διὰ τὴν μονάδα τῆς θερμοκρασίας· ὁ συντελεστὴς τῆς κυβικῆς διαστολῆς, ἤτοι τῆς διαστολῆς τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου διὰ τὴν μονάδα τῆς θερμοκρασίας.

Ἄρκει δὲ νὰ εὐρεθῇ εἰς τῶν συντελεστῶν τούτων, ἵνα ἐξαχθῶσι καὶ οἱ ἕτεροι δύο· διότι διπλασιάζοντες τὸν γραμμικὸν συντελεστὴν ἔχομεν τὸν ἐπιπόλαιον, τριπλασιάζοντες δὲ αὐτὸν τοῦτον ἔχομεν τὸν κυβικόν.

**Διαστολὴ τῶν στερεῶν σωμάτων.**— Πρὸς προσδιορισμὸν τοῦ γραμμικοῦ συντελεστοῦ στερεοῦ, μετροῦμεν τὸ μῆκος ῥάβδου τινος ἐκ τοῦ στερεοῦ τούτου ὑπὸ τὸ  $0^{\circ}$ , ἔπειτα ἄγομεν τὴν ῥάβδον ταύτην ὑπὸ ἀνωτέραν θερμοκρασίαν καὶ μετροῦμεν ἐκ νέου τὸ μῆκος ταύτης ἐπιμηκυνθείσης ἤδη, λαμβάνοντες δὲ μετὰ ταῦτα τὴν διαφορὰν τῶν δύο μηκῶν διαιροῦμεν ταύτην διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν βαθμῶν τῆς θερμοκρασίας, εἰς ἣν ἤχθη ἡ ῥάβδος (1). Ἐάν, λόγου χάριν, ἐν μιᾷ μεταβολῇ θερμοκρασίας 400 βαθμῶν, κανὼν τις ἐκ ψευδαργύρου διεστάλη κατὰ 0,03 τοῦ μήκους αὐτοῦ ὑπὸ τὸ μηδενικόν, ἐν θερμοκρασίᾳ 1 βαθμοῦ διαστέλλεται κατὰ 0,0003 αὐτοῦ τούτου τοῦ μήκους, καὶ τὸ τελευταῖον τοῦτο κλάσμα εἶναι ὁ συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ ψευδαργύρου.

Πᾶν στερεὸν ἔχει ἴδιον συντελεστὴν τῆς διαστολῆς. Ἀπεδείχθη δὲ ὅτι ἡ διαστολὴ τῶν στερεῶν σωμάτων εἶναι περίπου ὁμοειδῆς μέχρι τῶν  $400^{\circ}$ , ἤτοι ἡ διαστολὴ εἶναι ἀνάλογος τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας· ἀλλὰ διὰ τὰς ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας, οἷον  $150^{\circ}$ ,  $200^{\circ}$  καὶ ἐπέκεινα, ἡ διαστολὴ αὐξάνει ταχύτερον ἢ ἡ θερμοκρασία.

(1) Ἐάν ἡ ῥάβδος δὲν ἔχη τὴν μονάδα τοῦ ὄγκου, ἀνάγκη τότε νὰ διαιρέσωμεν διὰ τοῦ ὄγκου πρὸς ἀναγωγὴν εἰς τὴν μονάδα.



*Πίναξ τῆς γραμμικῆς διαστολῆς στερεῶν τιῶν σωμάτων δι' ἕκαστον βαθμὸν ἀπὸ τοῦ 0° μέχρις 100°.*

| Σώματα.           | Συντελεστής. | Σώματα.               | Συντελεστής. |
|-------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| Πλάτινα . . . . . | 0,00000884   | Ἄργυρος . . . . .     | 0,00001909   |
| Ἰσίδιος . . . . . | 0,00000861   | Κασσίτερος . . . . .  | 0,00002173   |
| Σίδηρος . . . . . | 0,00001220   | Μόλυβδος . . . . .    | 0,00002857   |
| Χρυσός . . . . .  | 0,00001466   | Ψευδάργυρος . . . . . | 0,00002941   |
| Χαλκός . . . . .  | 0,00001718   |                       |              |

Αἱ κυβικαὶ ἢ κατ' ὄγκους διαστολαὶ τῶν αὐτῶν σωμάτων εἶναι τριπλάσιαι τῶν ἐν τῷ πίνακι δεικνυομένων ἀριθμῶν.

**Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν σωμάτων.**—Πρὸς εὑρεσιν τοῦ συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς ὑγροῦ τινος, μετροῦμεν ὄγκον τινα ἐκ τοῦ ὑγροῦ τούτου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 0°, ἄγομεν ἔπειτα τὸν ὄγκον τοῦτον ὑπὸ ἀνωτέραν θερμοκρασίαν καὶ μετροῦμεν τοῦτον ἐκ νέου. Ἐκαστον δὲ ὑγρὸν ἔχει ἴδιον συντελεστήν, καὶ ὁ συντελεστής οὗτος αὐξάνει μὲν, ἀνίσως δέ, μετὰ τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας.

Ἐν τοῖς ὑγροῖς παρατηρεῖται μόνον ἡ κυβικὴ διαστολή, ἥτοι ἡ ὑπάρχουσα σχέσις μεταξὺ τῆς αὐξήσεως τοῦ ὄγκου ἢν λαμβάνουσιν ἀπὸ τοῦ 0° καὶ τοῦ ὄγκου ἢν κατέχουσιν ὑπὸ αὐτὴν ταύτην τὴν θερμοκρασίαν. Πάντων δὲ τῶν ὑγρῶν μόνος ὁ ὑδράργυρος διαστέλλεται ὁμοειδῶς· ἀλλὰ καὶ τὸ ὁμοειδές τοῦτο ἐπέκεινα τῶν 100° δὲν ἐκτείνεται, τῶν δὲ ἄλλων ὑγρῶν ἡ διαστολὴ γίνεταί ἀνωμάλως.

*Πίναξ τῆς κυβικῆς διαστολῆς ὑγρῶν τιῶν σωμάτων δι' ἕκαστον βαθμὸν ἀπὸ τοῦ 0° μέχρις 100°.*

| Σώματα.                | Συντελεστής. | Σώματα.              | Συντελεστής. |
|------------------------|--------------|----------------------|--------------|
| Οἰνόπνευμα . . . . .   | 0,001049     | Αἰθέρ. . . . .       | 0,001513     |
| Χλωροφόρμιον . . . . . | 0,001107     | Ἰδράργυρος . . . . . | 0,000181     |

Τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα ἐφαρμόζονται ἐπὶ τῆς ἀπολύτου

διαστολῆς τῶν υγρῶν, ἤτοι τῆς κατ' ὄγκον αὐξήσεως τῆς υγρᾶς μάζης θεωρουμένης ἀνεξαρτήτως ἀπὸ τοῦ περιέχοντος ταύτην ἀγγείου· ἀλλ' ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον λαμβάνεται ὑπ' ὄψιν ἡ φαινομένη διαστολή, ἤτοι ἡ γιγνομένη ἐν υελίνοις ἀγγείοις κεκλεισμένοις πανταχόθεν, ὡς τὰ θερμοόμετρα. Τῆς περιοχῆς τοῦ ἀγγείου διαστελλομένης ὑπὸ τῆς ἐνεργείας τῆς θερμότητος, τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο συνδυάζεται μετὰ τῆς κυρίας διαστολῆς τοῦ υγροῦ καὶ γενικῶς ἐλαττοῖ ταύτην.

Τὸ μέγιστον τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος. — Τὸ ὕδωρ παρέχει ἐξαιρέσειν μοναδικὴν ἐν τοῖς γενικοῖς νόμοις τῆς διαστολῆς· διότι πάντα τὰ ἄλλα υγρά ἔχουσι διαστολὴν αὐξουσαν ἀπὸ τοῦ 0°, τὸ δὲ ὕδωρ, τὸναντίον, θερμαινόμενον δὲν διαστέλλεται εἰμὴ ἀπὸ τῶν 4° ὥστε ἀρχόμενον ἀπὸ τοῦ 0°, συστέλλεται ἀντὶ νὰ διαστέλληται, καὶ συστέλλεται μέχρι τῶν 4°, ὁπότε περιέρχεται εἰς τὸν ἐλάχιστον αὐτοῦ ὄγκον, ἤτοι λαμβάνει τὴν μεγίστην αὐτοῦ πυκνότητα. Ὑποκάτω δὲ τῶν 4°, ψυχραίνόμενον, ὑπὸ τὰς θερμοκρασίας 3°, 2°, 1°, 0°, διαστέλλεται ἀντὶ νὰ συστέλληται, καὶ τέλος μεταβαλλόμενον εἰς πάγον διαστέλλεται ἔτι μᾶλλον· ἡ δὲ διαστολή ἢ συνοδεύουσα τὸν σχηματισμὸν τοῦ πάγου ἀναπτύσσει τοσοῦτον ὑπερβολικὴν δύναμιν, ὥστε τὸ ὕδωρ, πηγνύμενον, δύναται νὰ θραύσῃ καὶ τὰ στερεώτατα τῶν περιεχόντων τοῦτο ἀγγείων, καὶ νὰ διαρρήξῃ τοὺς σκληροτάτους λίθους. Διὰ τοῦτο εἶναι φρόνιμον, ἐν τοῖς μεγάλοις ψύχεσι τοῦ χειμῶνος, νὰ μὴ ἀφήνωμεν ὕδωρ ἐν τοῖς διαφόροις ἀγγείοις τῆς οἰκιακῆς χρήσεως.

Διαστολὴ τῶν ἀερίων σωμάτων. — Ἡ διαστολὴ τῶν ἀερίων ἐνομίζετο ἐπὶ πολὺν χρόνον ἴση καὶ ὁμοειδῆς ἐν πᾶσι τοῖς ἀερίοις, καὶ κατὰ τὸν Γαίλιουσσάκην συντελεστῆς τῆς διαστολῆς τούτων ἦτο  $\frac{1}{267}$  τοῦ ὄγκου αὐτῶν ὑπὸ τὸ 0°, ἤτοι δι' ἕκαστον



βαθμὸν ἑκατομβάθμου τὸ ἀέριον διεστέλλετο κατὰ  $\frac{1}{267}$  τοῦ ὄγκου, ὃν κατεῖχεν ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ  $0^{\circ}$ . Ἀλλ' ὅμως νεώτερα πειράματα μετ' ἐπιμελείας ἐκτελεσθέντα ἀπέδειξαν, ὅτι δὲν ἔχει ἀκριβῶς οὕτω, καὶ ὅτι, καίτοι πλείστα τῶν ἀερίων ὑφίστανται πιέσεις ἴσας καὶ σταθεράς, ἔχουσιν ὅμως ἕκαστον συντελεστὴν ἴδιον. Προσέτι δ' ἀπεδείχθη, ὅτι ὁ συντελεστής οὗτος αὐξάνει, δι' ἓν καὶ τὸ αὐτὸ ἀέριον, μετὰ τῆς πίεσεως, ἢν ὑποφέρει τὸ ἀέριον τοῦτο, ἦτοι μετὰ τῆς πυκνότητος αὐτοῦ.

*Πίναξ τῆς διαστολῆς τινῶν ἀερίων σωμάτων δι' ἕκαστον βαθμὸν ἀπὸ τοῦ  $0^{\circ}$  μέχρις  $100^{\circ}$ .*

| Σώματα.             | Συντελεστής. | Σώματα.                  | Συντελεστής. |
|---------------------|--------------|--------------------------|--------------|
| Υδρογόνον . . . . . | 0,00366      | Ἀνθρακικὸν ὀξύ . . . . . | 0,00374      |
| Ἄηρ . . . . .       | 0,00367      | Θειῶδες ὀξύ . . . . .    | 0,00390      |

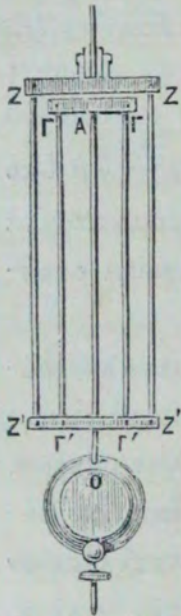
Ἐφαρμογαὶ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων.—Τὰ ὑπὸ τῆς διαστολῆς τῶν σωμάτων παραγόμενα ἀποτελέσματα ἐπὶ τῶν σωμάτων, ἐπὶ τῶν μετάλλων μάλιστα, παρέχουσι σπουδαίας τινὰς ἐφαρμογὰς.

Ἐπειδὴ μεταξὺ τῶν μετάλλων ὁ σίδηρος ἔχει μεγάλην δύναμιν διαστολῆς, ὁσάκις ἐν τοῖς ἔργοις ὑπάρχει χρεῖα νὰ συναρμοσθῶσι σιδηραῖ ῥάβδοι ἢ σωλῆνες ἐπὶ μήκους πολλῶν μέτρων, διατίθενται κατ' ἀπόστασιν τινα, ὥστε τὸ ἄκρον ἑκάστης ῥάβδου ἢ σωλῆνος νὰ ἔχη ἐλευθέραν τὴν κίνησιν διαστελλόμενον καὶ νὰ μὴ πιέζη τὴν κατόπιν εὐρισκομένην ῥάβδον ἢ τὸν σωλῆνα· διότι ἄλλως οἱ ὑπόγειοι ὑδραγωγικοὶ σωλῆνες, λόγου χάριν, καὶ οἱ τροχοὶ τῶν σιδηροδρόμων, θὰ κατεστρέφοντο πάραυτα ὑπὸ τῆς ἀκαταβλήτου πίεσεως τῆς διαστολῆς.

Ἡ ἐπιρροή τῆς διαστολῆς καταφαίνεται καὶ ἐν τοῖς τεμαχίοις τοῦ ὥρολογίου, ὧν μεταβάλλει τὰς διαστάσεις, καὶ ἐπομένως ἐπιφέρει ἀλλοίωσιν εἰς τὴν πορείαν τοῦ ὀργάνου. Τὸν μὲν

χειμῶνα, τὸ μεταλλικὸν ρυθμῶτροχον, δι' οὗ ρυθμίζεται τὸ ὥρο-  
λόγιον, βραχυνόμενον ἐπισπεύδει τὴν κίνησιν τῶν δεικτῶν, τὸ  
δὲ θέρος, μηκυνόμενον, παράγει ἀποτέλεσμα ἀντίστροφον. Πρὸς  
ἐπανόρθωσιν λοιπὸν τῆς σπουδαίας ταύτης βλάβης καὶ ρύθμισιν  
τῆς πορείας τοῦ ὥρολογίου ἐπενοήθη τὸ σύστημα τῶν ἀντιτα-  
λαντωτικῶν ἔλασμάτων ἢ τοῦ ἀντιταλαντωτικοῦ ἐκκρεμοῦς.

Τὸ ἀντιταλαντωτικὸν ἐκκρεμές, ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ γάλλου  
ὥρολογοποιοῦ Λεροῦ, στηρίζεται ἐπὶ τῆς διαφόρου διαστολῆς τοῦ  
χαλκοῦ καὶ τοῦ σιδήρου, ἥτις ἐκφραζομένη διὰ 5 ἐν τῷ χαλκῷ  
θὰ ἦτο 3 ἐν τῷ σιδήρῳ. Αἱ ῥάβδοι ZZ' (σχ. 33) εἶναι σιδηραῖ,



Σχ. 33.--Ἀντι-  
ταλαντωτικὸν  
ἐκκρεμές.

καὶ ἐν τῇ ἐγκαρσίῳ ZZ' εὐρίσκονται συγκεκολλη-  
μέναι κατὰ τὰ δύο σημεῖα Γ' αἱ χαλκαῖ ῥάβδοι  
ΓΓ', ἐν δὲ τῇ ἐγκαρσίῳ ΓΓ, συγκεκολλημένη κατὰ  
τὸ σημεῖον Α, ἡ σιδηρᾶ ῥάβδος Α, διερχομένη  
ἐλευθέρως δι' ὀπῆς τινος τῆς ἐγκαρσίου ZZ', καὶ  
φέρουσα ἐκ τοῦ κάτω ἄκρου τὸν φακὸν Ο. Ἐννοεῖ-  
ται δὲ ὅτι, ἵνα γίνωνται σταθερῶς κανονικαὶ αἱ  
αἰωρήσεις, ἀνάγκη νὰ μένη πάντοτε τὸ κέντρον τῆς  
αἰωρήσεως ἐν τῇ αὐτῇ ἀποστάσει ἀπὸ τοῦ σημείου  
τῆς ἐξαρτήσεως. Ἄλλ' ἡ διαστολὴ τοῦ σιδήρου γι-  
γνομένη ἐκ τῶν ἄνω εἰς τὰ κάτω, καταβιβάζει τὸ  
κέντρον τῆς αἰωρήσεως, ἡ δὲ διαστολὴ τοῦ χαλ-  
κοῦ ἐκτελουμένη ἐκ τῶν κάτω εἰς τὰ ἄνω καταβι-  
βάζει τοῦτο, καὶ ἀποτελεῖ ἀντιταλάντωσιν ὥστε  
τὸ σύστημα διατηρεῖ τὸ αὐτὸ μῆκος, καὶ ἐπομένως

διάρκειαν σταθερὰν αἰωρήσεων.

Ὅταν τὰ στερεὰ σώματα, ἀντὶ νὰ θερμανθῶσι πανταχοῦ ἐξί-  
σου, λαμβάνωσι τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος μόνον ἐπὶ ἑνὸς  
μέρους τῆς μάζης αὐτῶν, τούτου τοῦ μέρους διαστελλομένου



πολλῶ θάττον τῶν ἄλλων, προκύπτει μετασχηματισμός τις τοῦ σώματος, καὶ ἐνίοτε ῥῆξις, ἐὰν τὸ σῶμα τύχη εὐθραυστον. Ἡ φλόξ λαμπάδος, λόγου χάριν, εὐρεθεῖσα πολλὰ πλησίον κατόπτρου δύναται νὰ ἐπενέγκῃ μακρὰ σχίσματα εἰς τὸν ὕελον, καὶ τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα τῶν αἰφνιδίων μεταβολῶν ἐν τῇ θερμοκρασίᾳ συμβαίνουσι πρὸ πάντων εἰς τὰ ἐξ ὕελου ἢ ἐκ σινοκεράμου δοχεῖα, ἅτινα ἔχουσι λίαν ἄνισα πάχῃ· δι' αὐτὸν δὲ τοῦτον τὸν λόγον δὲν δυνάμεθα νὰ ἐγγέωμεν αἴφνης ὑγρὸν ζέον εἰς ψυχρὸν ποτήριον, ἄνευ κινδύνου συντριψέως, ὡς ἐκ τῆς ἀνίσου διαστολῆς τῶν τοίχων αὐτοῦ.

Ὅταν ὁ ἀήρ ὑψῶται ἐν τοῖς σωλῆσι τῶν ἐστιῶν, συνέλκων τὸν καπνὸν καὶ πάντας τοὺς ἀτμοὺς τῆς καύσεως, ἡ διαστολὴ εἶναι αἷτιον τοῦ φαινομένου τούτου. Τὰ εἰς τὰς ἐστίας καὶ τὰς θερμάστρας προσαρμοζόμενα στόμια τῆς θερμότητος δὲν εἶναι ἄλλο ἢ ρεύματα θερμοῦ ἀέρος ἐκ τῆς διαστολῆς προερχόμενα. Καὶ τὰ τόσον ἰσχυρὰ ἀποτελέσματα τῆς πυρίτιδος ὀφείλονται εἰς τὴν αἰφνιδίαν διαστολὴν τῶν ἀερίων, ἅπερ εὐρίσκονται, ὡς εἰπεῖν, συμπεπυκνωμένα ἐν ταῖς οὐσίαις, ἐξ ὧν σύγκειται ἡ πυρῆτις. Ἐννοεῖται δὲ ὅτι, ὁσάκις κόκκοι τινες πυρίτιδος, κατέχοντες ὄγκον τριῶν ἢ τεσσάρων κυβικῶν ὑποχιλιομέτρων, λαμβάνουσι αἴφνης, ὑπὸ τὸ ἀέριον σχῆμα, ὄγκον πολλῶν κυβικῶν μέτρων, προκύπτει αἰφνιδίως τις ἐκτοπισμὸς τοῦ ἀέρος, ὅστις κυρίως εἰπεῖν, εἶναι ἡ ἔκρηξις τῆς πυρίτιδος.

**Μεταβολὴ τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων.**—Τέσσαρα διακεκριμένα φαινόμενα παράγονται ἐν τῇ μεταβολῇ τῆς καταστάσεως τῶν σωμάτων· 1<sup>ον</sup> ἡ τῆξις ἢ τοι ἡ μετάθασις ἀπὸ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ὑγρὰν· 2<sup>ον</sup> ἡ στερεοποίησις, ἢ τοι ἡ μετάθασις ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν στερεάν· 3<sup>ον</sup> ἡ ἐξάτμισις, ἢ τοι ὁ μετασχηματισμὸς τῶν ὑγρῶν εἰς ἀτ-



μούς:  $4^{\circ}$  ἢ συμπύκνωσις ἢ ἡ ὑγροποίησης, ἥτοι ἡ μετάβασις τῶν ἀτμῶν εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν.

**Τήξις.**—Ὅταν σῶμά τι μεταβαίνει ἀπὸ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ὑγρὰν, παρατηροῦνται δύο ἀξιοσημείωτα φαινόμενα: τὸ μὲν, ὅτι ἡ θερμοκρασία, ἐν ᾗ ἐκτελεῖται ἡ τήξις, εἶναι ἀμετάβλητος δι' ἕκαστον σῶμα, τὸ δέ, ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ τηχομένου σώματος μένει σταθερὰ καθ' ἅπασαν τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως. Οἶον, ὁ μύλυθος τήκεται πάντοτε ὑπὸ  $335^{\circ}$  καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ διατηρεῖται αἰείποτε ὑπὸ  $335^{\circ}$  καθ' ἅπασαν τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως, ὁποῖα καὶ ἂν ᾖ ἡ πηγὴ τῆς θερμότητος, ἐν ᾗ ἐκτίθεται: ὥστε τὸ σῶμα ἀπορροφᾷ θερμότητα καὶ κρύπτει ὡς εἶπειν, ἐντὸς ἑαυτοῦ, ἡ δὲ θερμότης αὕτη, οὐδεμίαν ἐπιφέρουσα αἴσθησιν εἰς τὸ θερμόμετρον, εὐρίσκεται καταναλισκομένη ὀλόκληρος εἰς τὴν παραγωγὴν τῆς μεταβολῆς τῆς καταστάσεως, καὶ καλεῖται *λανθάνουσα θερμότης* ἢ *θερμότης τῆς τήξεως*, πρὸς διάκρισιν τῆς *ἐλευθέρου* ἢ *αἰσθητῆς θερμότητος*, ἥτις παράγει τὰ θερμομετρικὰ ἀποτελέσματα.

Τὸ ἐξῆς πείραμα δύναται νὰ δώσῃ ἔννοιαν ἀκριβῆ τῆς *λανθανούσης θερμότητος* καὶ νὰ ἀποδείξῃ συνάμα, ὅτι ἡ ποσότης τῆς ἀπορροφωμένης ἐν τῇ τήξει θερμότητος εἶναι μεγάλη. Ἐὰν εἰς ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος θερμοκρασίας  $79^{\circ}$  βάλωμεν ἐν χιλιόγραμμον πάγου  $0^{\circ}$ , τηχομένου ὀλοκλήρως τοῦ πάγου, ἔχομεν δύο χιλιόγραμμα ὑγροῦ ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$ . ὥστε τὸ χιλιόγραμμον τοῦ θερμοῦ ὕδατος ἀπώλεσεν  $79$  μονάδας<sup>(1)</sup> θερμότητος, τὸ δὲ χιλιόγραμμον τοῦ πάγου δὲν ἐθερμάνθη, ἐπειθ' εὐρίσκεται ὑπὸ  $0^{\circ}$  ὡς καὶ πρότερον, ἀλλὰ μετέβαλε κατὰ

(1) Μονὰς θερμότητος λέγεται ἡ ἀναγκαίουσα ποσότης τῆς θερμότητος πρὸς ὑψωσιν τῆς θερμοκρασίας ἐνὸς χιλιόγραμμου ὕδατος καθαροῦ εἰς ἓνα βαθμὸν ἑκατομβάθμου.



στασιν, ἀπορροφηθείσης πάσης ταύτης τῆς ποσότητος τῆς θερμότητος ὑπὸ τῆς ἐνεργείας τῆς τήξεως· ἐξ οὗ ἔπεται, ὅτι ἐν χιλιόγραμμον πάγου, ἵνα τακῆ, ἀπορροφᾷ ποσότητα θερμότητος ἱκανὴν νὰ ὑψώσῃ ἀπὸ 0° μέχρις 79° ἐν χιλιόγραμμον ὕδατος.

**Ψυκτικὰ μίγματα.**—Καὶ αἱ χημικαὶ ἐνώσεις δύνανται νὰ παραγάγωσι τὴν τήξιν τῶν στερεῶν σωμάτων. Ἐάν, λόγου χάριν, μίξωμεν πάγον ἢ χιόνα τετριμμένην μετὰ ποσότητός τινος θαλασσίου ἄλατος, ἢ ἀμοιβαία συμπάθεια τῶν δύο σωμάτων ἐπιφέρει ταχέως τὴν τήξιν αὐτῶν, ἐπειδὴ μόνον ἐν τῇ ὑγρᾷ καταστάσει δύνανται νὰ ἐνωθῶσιν· ὥστε, ἐκτὸς τῆς θερμότητος τῆς ἀναπτυσσομένης ὑπὸ τῆς χημικῆς ἐνεργείας καί, ἐν μέρει, τῆς τῶν πέριξ στρωμάτων, ἀπορροφῶσιν ἀμοιβαίως ποσότητά τινα τῆς ἐλευθέρως αὐτῶν θερμότητος, καὶ προκύπτει ψῦξις. Τοιαύτη εἶναι ἡ ἀρχὴ τῶν ψυκτικῶν μιγμάτων, ἅτινα χρησιμεύουσι πολυτάκις ἐν ταῖς ἐπιστήμασι καὶ ἐν τῇ βιομηχανίᾳ πρὸς παραγωγὴν τοῦ τεχνητοῦ ψύχους. Σημειωτέον δέ, ὅτι, ὅταν μιγνύωνται δύο σώματα, ἅπερ ἐνούμενα μεταβάλλουσι κατάστασιν, τὸ μίγμα καθίσταται ψυκτικόν, καθόσον μόνον ἢ ποσότης τῆς λαμβανούσης θερμότητος τῆς ἀναγκαίας εἰς τὴν τήξιν τῶν σωμάτων εἶναι μεγαλειτέρα τῆς διὰ τῆς ἐνώσεως ἐκλυομένης θερμότητος.

**Στερεοποιήσις.**—Ὅταν σῶμά τι μεταβαίνει ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως εἰς τὴν στερεάν, παρατηροῦνται δύο φαινόμενα ἀνάλογα πρὸς τὰ φαινόμενα τῆς τήξεως· τὸ μὲν, ὅτι ἡ θερμοκρασία ὑφ' ἣν ἕκαστον σῶμα στερεοποιεῖται ἢ πήγνυται εἶναι ἀκριβῶς ἴση πρὸς τὴν τῆς τήξεως αὐτοῦ· τὸ δέ, ὅτι τὸ ὑγρὸν ἐκλύει, στερεοποιούμενον, πᾶσαν τὴν ἐν τῇ τήξει ἀπορροφηθεῖσαν ὑπὸ τούτου λαμβάνουσαν θερμότητα, καὶ ὅτι μένει ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν μέχρις οὗ καταστῆ τελεία ἢ στερεοποιήσις.

Σώματά τινα φαίνονται ἀποτελοῦντα ἐξάίρεσιν τῆς πρώτης



τῶν συνθηκῶν τούτων. Τὸ ὕδωρ, λόγου χάριν, καθαρῶτατον ὄν καὶ ἤρεμον, δύναται νὰ ταπεινωθῇ εἰς 8, 10 καὶ μάλιστα 12 βαθμοὺς ὑποκάτω τοῦ 0° καὶ νὰ μὴ παγῇ. Ἄλλ' ὅμως, ἐὰν τότε δοθῇ ἡ ἐλαχίστη κίνησις εἰς τὴν ὑγρὰν μάζαν, ἢ ἐὰν ἐμβληθῇ ξένον σῶμα, στερεοποιεῖται ὀλοσχερῶς πάραυτα, καὶ τὸ θερμόμετρον ἀναβαίνει πάλιν εἰς τὸ μηδενικόν.

Σῶμά τι στερεοποιούμενον δύναται νὰ λάβῃ σχήματα καὶ ἰδιότητας διαφόρους. Οὕτω, λόγου χάριν, ὁσάκις παράγεται τὸ φαινόμενον βραδέως καὶ ἡρέμα, κρυσταλλοῦται συνήθως ἡ οὐσία, ἥτοι τὰ μόρια αὐτῆς διατίθενται συμμετρικῶς καὶ σχηματίζουσι στερεόν τι κανονικόν, τὸν καλούμενον κρύσταλλον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο λέγεται κρυστάλλωσις, καὶ ἐὰν μὲν τὸ σῶμα ἦτο ὑγρὸν ἐκ τήξεως, ἢ κρυστάλλωσις λέγεται γιγνομένη διὰ ξηρᾶς ὁδοῦ, ἐὰν δὲ τὸ σῶμα ἦτο ὑγρὸν ἐκ διαλύσεως, ἢ κρυστάλλωσις λέγεται γιγνομένη δι' ὑγρᾶς ὁδοῦ οἶον, τὸ τετηκὸς θεῖον, ψυχόμενον βραδέως, κρυσταλλοῦται διὰ ξηρᾶς ὁδοῦ, ἐνῶ τὸ ἐν τῇ θαλάσῃ διαλελυμένον ἄλας κρυσταλλοῦται δι' ὑγρᾶς ὁδοῦ, ἐξατμιζομένου μέρους τοῦ ὑγροῦ, ὅπερ διετῆρει τοῦτο ἐν διαλύσει.

Τὰ ὑγρά σώματα μεταβαλλόμενα εἰς στερεά, ὑφίστανται γενικῶς ἐλάττωσιν ὄγκου, ἐξαιρεῖται ὅμως τοῦ κανόνος τὸ ὕδωρ διότι πηγνύμενον τοῦτο αὐξάνει πολὺ κατὰ τὸν ὄγκον, καὶ δύναται, ὡς εἶπομεν ἀνωτέρω, νὰ διαρρήξῃ τὰ περιέχοντα τοῦτο ἀγγεῖα. Αὐτὸ δὲ τοῦτο τὸ φαινόμενον ἐξηγεῖ καὶ τὴν διάρρηξιν πορωδῶν τινῶν λίθων, λεγομένων διερρωγῶτων, ὡς καὶ τὰ συχνάκις ἐπὶ τῶν φυτῶν παρατηρούμενα καταστρεπτικὰ ἀποτελέσματα, ὅταν ὁ ἴστος αὐτῶν σχίζεται ὑπὸ τῆς ἐκτατῆς δυνάμεως τοῦ μεταξύ τῶν κυψελῶν παρεγκειμένου καὶ πηγνυμένου ὕδατος. Καὶ δύο ἄλλα σώματα, ὁ χυτὸς σίδηρος καὶ τὸ βισμούθον, αὐξάνουσι κατὰ τὸν ὄγκον στερεοποιούμενα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΓ'.

Ἐξάτμισις. — Σχηματισμὸς τῶν ἀτμῶν ἐν τῷ κενῷ. — Μεγίστη τάσις ἢ ἐλαστικὴ δύναμις τῶν ἀτμῶν. — Μέτρησις τῆς τάσεως τῶν ἀτμῶν ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας. — Μίγμα τῶν ἀτμῶν καὶ τῶν ἀερίων. — Τρόπος τῆς τελέσεως τῆς ἐξατμίσεως. — Βρασμός. — Ἀναθυμίασις. — Συμπύκνωσις. — Ἀπόσταξις.

Ἐξάτμισις. — Ὅταν τὸ ὑγρὸν διατελῇ ἐν ἐπαφῇ μετὰ τοῦ ἀέρος ἢ ἐκτίθεται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος, ἐλαττοῦται βραδέως κατὰ τὸν ὄγκον καὶ ἐπὶ τέλους ἐξαφανίζεται. Αἰτία τῆς ἐξαφανίσεως ταύτης εἶναι, ὅτι τὰ ὑγρά ὑφίστανται μεταβολὴν καταστάσεως καὶ γίνονται ἀέρια· λέγομεν δὲ τότε, ὅτι ἐξατμίζονται ἢ μεταβάλλονται εἰς ἀτμούς, καὶ αὕτη ἡ μεταβολὴ τῆς καταστάσεως καλεῖται ἐξάτμισις.

Τινὰ δὲ σώματα, τὸ ἰώδιον, λόγου χάριν, καὶ τὸ ἀρσενικὸν δύνανται νὰ μεταβῶσι κατ' εὐθείαν ἀπὸ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν κατάστασιν τῶν ἀτμῶν ἄνευ ὑγροποιήσεως αὐτῶν, καὶ τὸ ἀνάπαλιν.

Σχηματισμὸς τῶν ἀτμῶν ἐν τῷ κενῷ. — Οἱ ἀτμοὶ σχηματίζονται ἀκαριαίως ἐν τῷ κενῷ· διότι, ἐὰν εἰσαγάγωμεν σταγόνα αἰθέρος ἐν βαρομέτρῳ, τὸ ὑγρὸν τοῦτο ἀναβαίνει ἕνεκα τῆς εἰδικῆς ἐλαφρότητος αὐτοῦ, καὶ ἀφοῦ φθάσῃ εἰς τὸ κενὸν διάστημα ἢ τὸν λεγόμενον βαρομετρικὸν θάλαμον, ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ταπεινοῦται· ἡ δὲ ταπεινώσις αὕτη τοῦ ὑδραργύρου δὲν προέρχεται βεβαίως ἐκ τοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ, ὡς μικροτάτου καὶ ἐπομένως ἐλάχιστα δυναμένου ἐπὶ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης· διὸ παραδεκτέον ὅτι, καθ' ἣν στιγμὴν τὸ ὑγρὸν εἰσδύει ἐν τῷ βαρομετρικῷ κενῷ, ἐξατμίζεται, καὶ ὅτι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ ταπεινοῖ ἐν ἀκρεῖ τὴν ὑδραργυρικὴν στήλην.

Μέτρον δὲ τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως ἢ τῆς τάσεως τοῦ ἀτμοῦ τούτου εἶναι ἀκριβῶς ἢ ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ ἐπιφερομένη ταπείνωσις.

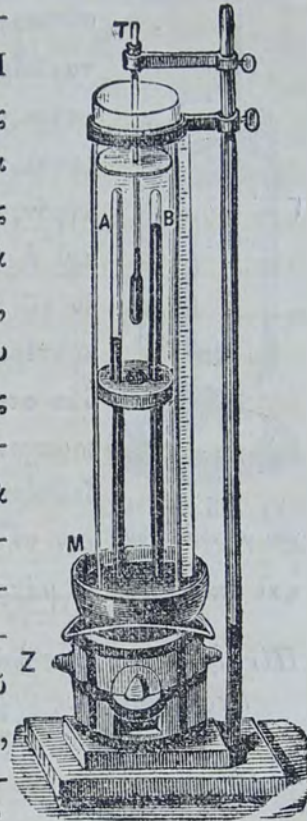
**Μεγίστη τάσις ἢ ἐλαστικὴ δύναμις τῶν ἀτμῶν.**—Οἱ ἀτμοὶ ἔχουσιν, ὡσπερ τὰ ἀέρια, ἐκτατικὴν δύναμιν, δι' ἧς δύνανται νὰ λάβωσιν ὄγκους λίαν μεγάλους· δὲν ἔχουσιν ὅμως καὶ ἐλαστικὴν δύναμιν λίαν αὐξητικὴν πρὸς ἀντίστασιν εἰς τὰς ἐπὶ τούτων ἐπιφερομένας πιέσεις, καὶ ἵνα λαμβάνωσιν, ὡς τὰ ἀέρια, ὄγκους μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικροτέρους. Κατὰ τὴν ἰδιότητα ταύτην διαφέρουσιν οἱ ἀτμοὶ τῶν ἀερίων· καὶ τῷ ὄντι δέ, ἐὰν πιέσωμεν ἀτμὸν, πρὸς αὐξήσιν τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως αὐτοῦ, φθάνομεν εἰς ἓν σημεῖον, καθ' ὃ συμπυκνοῦται ὁ ἀτμὸς οὗτος, ἥτοι ἀντὶ νὰ λάβῃ ἐλαστικὴν δύναμιν μεγαλειτέραν, ἐπανέρχεται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν μᾶλλον. Τὸ ἀνυπερέβλητον τοῦτο ὄριον τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ εἰς τὴν ὑγροποίησιν, ὑπάρχον ὑπὸ πᾶσαν θερμοκρασίαν, καλεῖται *μεγίστη τάσις τοῦ ἀτμοῦ*, μεταβαλλομένη μὲν μετὰ τῆς θερμοκρασίας, ἀλλ' οὔσα ἀείποτε ἀνεξάρτητος τῆς πιέσεως.

**Μέτρησις τῆς τάσεως τῶν ὑγρῶν ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας.**—Πρὸς ἐξήγησιν τῶν πλείστων μετεωρολογικῶν φαινομένων καὶ πρὸς χρῆσιν τῶν ἀτμομηχανῶν, εἶναι ἀναγκαῖα ἡ γνῶσις τῆς τάσεως ἢ τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τῶν ἀτμῶν ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας. Συνηθέσταται δὲ μέθοδοι πρὸς προσδιορισμὸν ταύτης εἶναι αἱ ἑξῆς·

Ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ, ὃν παρέχει ὑγρὸν βράζον ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, μετρεῖται ὑπ' αὐτῆς τῆς πιέσεως τῆς ἀτμοσφαιρας. Οὕτως ὁ ὑδατώδης ἀτμὸς ὑπὸ  $100^{\circ}$ , ὁ οἰνοπνευματώδης ἀτμὸς ὑπὸ  $79^{\circ}$ , ὁ αἰθερώδης ὑπὸ  $35^{\circ}$ , ὃ ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἐλαστικὴν δύναμιν, ἥτοι ἕκαστος τούτων ἀνεγείρει ἐξ ἴσου στήλην 76 ὑφεκατομμέτρων ὑδραργύρου, ἕπερ ἀποτελεῖ τὸ βᾶρος μιᾶς ἀτμοσφαιρας.



1<sup>ov</sup>. Πρὸς εὐρεσιν τῆς τάσεως τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ μεταξὺ 0° καὶ 100°, ἤτοι ὑπὸ θερμοκρασίαν κατωτέραν τοῦ βρασμοῦ, γίνεταί χρῆσις τοῦ συσκευάσματος τοῦ Δάλτωνος (Σχ. 34), ὅπερ σύγκειται ἐκ δύο βαρομέτρων Α, Β, τοθευμένων ἐν τῇ αὐτῇ λεκάνῃ ὑδραργύρου Μ καὶ περιβεβλημένων ὑπὸ περικαλύμματος υαλίνου ὕδατος πλήρους, οὔτινος ὑψοῦται βαθμηδὸν ἡ θερμοκρασία διὰ τῆς πυρεστίας Ζ. Μικρὸν τι θερμόμετρον Τ δεικνύει κατὰ πᾶσαν στιγμὴν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὑγροῦ, εἰσαχθέντος δὲ ἐν τῷ κενῷ τοῦ βαρομέτρου Β ὀλίγου ὕδατος ἐξητμισμένου, ὁ ἀτμὸς οὗτος ὑποβάλλεται εἰς διαφόρους θερμοκρασίας ἀπὸ 100° μέχρι 0°, καὶ μετρεῖται, κατὰ πᾶσαν μεταβολὴν θερμοκρασίας, ἡ ταπείνωσις τοῦ ὑδραργύρου. Αὕτη λοιπὸν ἡ ταπείνωσις, ἤτοι ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι τοῦ βαρομέτρου Β καὶ ἐν τῷ βαρομέτρῳ Α, μετρεῖ τὴν τάσιν τοῦ ἀτμοῦ ὑπὸ θερμοκρασίαν οἵανδήποτε ὑποκάτω τῶν 100°.

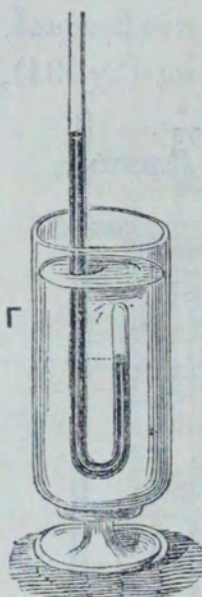


Σχ. 34.—Συσκευάσμα τοῦ Δάλτωνος.

2<sup>ov</sup> Πρὸς εὐρεσιν τῆς τάσεως τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ ὑπὸ θερμοκρασίαν κάτω τοῦ 0°, γίνεταί ὡσαύτως χρῆσις δύο βαρομέτρων, ἀλλὰ τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ δεχομένου τὸν ἀτμὸν βαρομέτρου, ἐπικαμπτόμενον, φθάνει εἰς ἀγγεῖον, ὅπερ πληροῦται διαδοχικῶς ψυκτικῶν μιγμάτων διαφόρων, καὶ ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ παρατηρεῖται ἐπὶ τῆς διαφορᾶς τῶν δύο ἐπιφανειῶν.

3<sup>ov</sup> Πρὸς εὐρεσιν τῆς τάσεως τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ ἄνω τῶν

100°, ἤτοι ὑπὸ θερμοκρασίαν ἀνωτέραν τοῦ βρασμοῦ, εἶναι ἐν



Σχ. 35. — Κοινὸν μανόμετρον.

χρήσει τὸ ἀκόλουθον μανόμετρον (Σχ. 35) συγκείμενον ἐξ ἐπικαμποῦς σωλῆνος, ἀνισοσκελοῦς, οὔτινος τὸ ἐξωγκωμένον βραχὺ σκέλος πληροῦται ὑδραργύρου. Ὑπεράνω δὲ τοῦ ὑδραργύρου εἰσάγεται τὸ ἐξατμιστέον ὑγρὸν, καὶ ἔπειτα ἐμβαπτίζεται τὸ σκέλος τοῦτο εἰς ἀγγεῖον Γ περιέχον ὑγρὸν, ἀγόμενον ὑφ' οἷαν βουλόμεθα θερμοκρασίαν, καὶ ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ ταπεινοῖ τὸν ὑδράργυρον ἐν τῷ βραχεῖ σκέλει, ἀνυψοῖ δὲ τοῦτον ἐν τῷ μακροτέρῳ. Τότε λαμβάνοντες τὴν διαφορὰν τῶν δύο στηλῶν καὶ προστιθέντες ταύτην εἰς τὸ βαρομετρικὸν ὕψος τὸ κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν ἐπὶ δευτέρου τινὸς βαρομέτρου λαμβανόμενον, ἔχο-

μεν τὴν ὀλικὴν πίεσιν πρὸς ἣν ἰσορροπεῖ ὁ ἀτμός, καὶ ἐπομένως τὸ μέτρον τῆς τάσεως αὐτοῦ.

*Πίναξ τῆς τάσεως ἢ ἐλαστικῆς δυνάμεως τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας ἐκτιμωμένης εἰς ὑποχιλιόμετρα ὑδραργύρου καὶ κατ' ἀτμοσφαῖρας (1).*

| Θερμοκρασία. | Τάσις | Θερμοκρασία. | Τάσις            |
|--------------|-------|--------------|------------------|
| — 20         | 0,58  | + 60         | 148,57           |
| — 40         | 1, 9  | + 80         | 354, 6           |
| 0            | 4, 6  | + 100        | 760, ἢ 1 ἀτμοσφ. |
| + 5          | 6, 5  | + 120,6      | 2                |
| + 10         | 9, 2  | + 133,9      | 3                |
| + 20         | 17, 4 | + 144        | 4                |
| + 30         | 31, 5 | + 152,2      | 5                |
| + 40         | 54, 9 | + 180        | 10               |
| + 50         | 91, 9 | + 198,8      | 15               |
|              |       | + 266        | 50               |

(1) Ἡ λέξις ἀτμοσφαῖρα σημαίνει ἐνταῦθα τὴν μονάδα τῆς δυνάμεως, ἤτοι τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τὴν μετρουμένην ἐπὶ τῆς βαρομετρικῆς στήλης.



Οὗτος ὁ πίναξ ἐφαρμόζεται μόνον εἰς τὸν ὑδατώδη ἀτμόν, οὗ συχνοτάτη γίγνεται χρῆσις, ὡς δυνάμειος, ἐν τῇ βιομηχανίᾳ. Πρὸς προσδιορισμὸν δὲ τῆς τάσεως τῶν ἀτμῶν τῶν διαφόρων ὑγρῶν ὑπάρχει ὁ νόμος τοῦ Δάλτωνος, διατετυπωμένος ὡς ἑξῆς· *Αἱ τάσεις δύο ἀτμῶν οὔσαι ἴσαι, μένουσιν ἴσαι καὶ ἐὰν μεταβληθῶσιν αἱ θερμοκρασίαι αὐτῶν κατ' ἰσορίθμους βαθμούς· ὥστε ὁ ὑδατώδης καὶ ὁ οἶνοπνευματώδης ἀτμὸς ἔχοντες τὴν αὐτὴν ἔλαστικὴν δύναμιν, ὁ μὲν ὑπὸ 100° ὁ δὲ ὑπὸ 79°, εἶναι ἰσοδύναμοι καὶ ὑπὸ 121° καὶ 100°, ὑπὸ 80° καὶ 59° κλ. καὶ ἐπομένως, λαμβάνοντες ἐν τῷ πίνακι τὴν τάσιν τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ ὑπὸ 121°, ἔχομεν τὴν τοῦ οἶνοπνεύματος ὑπὸ 100°, οὔσαν 2 ἀτμοσφαίρας.*

**Τρόποι καθ' οὓς γίγνεται ἡ ἐξάτμισις.**—Ἡ ἐξάτμισις ἢ ὁ μετασχηματισμὸς τῶν ὑγρῶν εἰς ἀτμούς δύναται νὰ τελεσθῆ κατὰ δύο διακεκριμένους τρόπους· διὰ τοῦ βρασμοῦ, ὁπότεν οἱ ἀτμοὶ σχηματίζονται ἐντὸς τῆς ὑγρᾶς μάζης· διὰ τῆς ἀναθυμιάσεως, ὁπότεν οἱ ἀτμοὶ σχηματίζονται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας.

**Βρασμός.**—Καλεῖται βρασμὸς ἡ ταχεῖα καὶ παραχώδης μετάβασις ὑγροῦ τινος εἰς τὴν κατάστασιν τοῦ ἀτμοῦ, χαρακτηριζομένη ἐκ τῆς ἐκλύσεως μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλων πομφολύγων. Τῷ ὄντι δέ, ἐὰν παρατηρήσωμεν ὑγρὸν βράζον, βλέπομεν, ὅτι κατὰ πᾶσαν στιγμὴν αἱ ἀτμώδεις πομφόλυγες γεννῶνται ἐπὶ τῶν μᾶλλον θερμαινομένων τοίχων τοῦ ἀγγείου, ὅτι συμπυκνοῦνται κατὰ πρῶτον ἀνερχόμεναι εἰς τὴν ἔτι ψυχρὰν μάζαν, καὶ ἔπειτα ῥήγνυνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Αἱ πομφόλυγες δὲ αὗται μικραὶ οὔσαι τὸ κατ' ἀρχάς, γίγνονται ὀγκωδέστεραι καθ' ὅσον ἀνυψοῦνται, καὶ διακρίνομεν, ὅτι διαδέχονται ταχέως ἀλλήλας, ὅπου ἡ θερμότης τυγχάνει μεγαλύτερα.



Ἴνα ὑπάρξῃ τοιοῦτον φαινόμενον, ἀνάγκη βεβαίως νὰ ᾖναι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τῶν ἀτμῶν τούτων ἀνωτέρα τῆς πίεσεως, ἣν ὑποφέρουσι, διότι ἄλλως θὰ ᾖτο ἀδύνατον εἰς τὰς πομφόλυγας νὰ ὑψωθῶσιν· ὥστε πρέπει πρῶτον μὲν νὰ διατελῇ τὸ ὑγρὸν ὑπὸ ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ἐπειδὴ εἶδομεν ἤδη ὅτι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τῶν ἀτμῶν αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας, ἔπειτα δὲ νὰ ᾖναι καὶ ἡ ἐλαστικὴ αὐτὴ δύναμις ἀνωτέρα οὐ μόνον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἀλλὰ καὶ τῆς ὑπὸ τῆς ὑγρᾶς μάζης ἐνεργουμένης πίεσεως.

Συνάγεται ἄρα ἐκ τῶν θεωριῶν τούτων, ὅτι πᾶν ὅ,τι ἐπιφέρει μεταβολὴν εἰς τὴν ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ πίεσιν, αὐτὸ τοῦτο μεταβάλλει καὶ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ· ὥστε σμικρυνομένης τῆς πίεσεως, ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ γίγνεται πάραυτα ἀνωτέρα, καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ ἐπιταχύνεται, αὐξανομένης δὲ τῆς πίεσεως, ἀπαιτεῖται ὑψηλοτέρα θερμοκρασία, καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ ἐπιβραδύνεται.

Οὕτω λοιπόν, ὅταν ἡ πίεσις ᾖναι ἡ τῆς ἀτμοσφαιρᾶς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, ἦτοι περίπου  $0^u$ , 76, ὡς ἤδη εἶπομεν λόγου γενομένου περὶ βαρομέτρου, καὶ ὡς παρατηρεῖται ἐπὶ τῆς παραλίης, τὸ καθαρὸν ὕδωρ βράζει ὑπὸ  $100^\circ$ , ἐνῶ ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὄρεων, ἐνθα ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρᾶς εἶναι ἀσθενεστέρα, τὸ αὐτὸ ὕδωρ βράζει ὑπὸ  $95$ ,  $90$ ,  $85^\circ$ .

Δυνάμεθα ὡσαύτως, αὐξάνοντες τὴν ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ πίεσιν, νὰ ἐπιβραδύνωμεν ἀπροδιορίστως τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ αὐτοῦ, καθὼς ἀποδεικνύεται κάλλιστα διὰ τῆς χύτρας τοῦ Παπίνου, ἀγγείου τινὸς ἐκ χυτοῦ σιδήρου ἢ χαλκοῦ μετὰ τοίχων ἰσχυροτάτων, στεγανῶς κλειομένου ὑπὸ περιπόματος μετὰ θλιπτικοῦ κοχλίου, ἔχοντος δὲ καὶ μικρὰν ὀπήν κλειομένην διὰ γλωττίδος κρατουμένης ὑπὸ μοχλοῦ, φέροντος κατὰ τὴν ἄκραν ἐξηρητημένα σταθμά. Τὸ συσκευάσμα πληροῦται ὕδατος κατὰ τὰ δύο τρίτα



περίπου, θερμαίνεται, ἀλλὰ τὸ ὕδωρ φθάνον εἰς  $100^{\circ}$ , δὲν βράζει, ἐπειδὴ ὁ ὀλίγος ἀτμός, ὁ σχηματιζόμενος ὑπεράνω τοῦ ὑγροῦ, ἐπιφέρει πίεσιν παρεμποδίζουσαν τὴν ἐξακολούθησιν τῆς ἐξατμίσεως· βαθμηδὸν δὲ ὑψουμένης τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, ἀξάνει καὶ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ, ὥστε θὰ διερρηγνύετο τὸ συσκευάσμα, ἐὰν ἡ γλωττίς, ἀνοιγομένη, ἅμα ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ ὑπερβαίη τὴν ἰσχὺν τῶν συνθλιβόντων τοίχων, δὲν παρῆχεν ἔξοδον εἰς τὸν ἀτμόν, ὅστις ἐκφεύγει μετὰ σφοδρότητος.

Γίγνεται χρῆσις τῆς χύτρας τοῦ Παπίνου πρὸς διάλυσιν τῶν οὐσιῶν, πρὸς ἃς ἀπαιτεῖται θερμοκρασία ἀνωτέρα τῶν  $100^{\circ}$ , ὡς εἰς τὴν πηκτὴν, ὁπότε τὸ συσκευάσμα καλεῖται αὐθέψης.

Σπουδαῖόν τι φαινόμενον παρατηρεῖται ἐν τῷ βρασμῷ, ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ διαμένει ἢ αὐτὴ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ. Ἄλλως τε ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ ὑγροῦ τινος ἐπιβραδύνεται ὑπὸ τῶν οὐσιῶν, αἵτινες δύνανται νὰ ἐνυπάρχωσι διαλελυμένοι, ὡς καὶ ὑπὸ τῆς φύσεως τοῦ περιέχοντος τοῦτο ἀγγείου. Οἶον τὸ κεκορεσμένον θαλασσίου ἁλατος ὕδωρ βράζει ὑπὸ  $109^{\circ}$ · τὸ ἐν ἀβαθεῖ μάζῃ καθαρὸν ὕδωρ, ὑπὸ τὴν πίεσιν  $0^{\mu}$ , 76, ἐντὸς μὲν μεταλλικοῦ ἀγγείου ὑποζέει εἰς  $100^{\circ}$  τοῦ ἑκατομβάθμου, ἐντὸς ὅμως συνήθους ὑελίνου ἀγγείου ἐπιβραδύνεται ὁ βρασμὸς κατὰ  $1^{\circ}$ , 25. Τέλος ὁ βρασμὸς μεταβάλλεται καὶ μετὰ τοῦ βάθους τοῦ ὑγροῦ· διότι ὄντος μεγάλου τοῦ βάθους, ἢ ἐπὶ τῶν στρωμάτων τοῦ πυθμένου πίεσις προστιθεμένη εἰς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν, θὰ παρῆχε διαφορὰν 10 ἕως  $12^{\circ}$  ἐν τῇ θερμοκρασίᾳ τοῦ βρασμοῦ.

Ἄναθυμίασις.— Ἄναθυμίασις καλεῖται ὁ σχηματισμὸς τοῦ ἀτμοῦ ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τῶν ὑγρῶν· τὸ δὲ φαινόμενον τοῦτο παράγεται ὑπὸ πάσας τὰς θερμοκρασίας καὶ ὑπὸ πᾶσαν πίεσιν, καθ' ὃ διαφέρει τοῦ φαινομένου τοῦ βρασμοῦ, ὅστις



ὑπὸ ὠρισμένην πίεσιν, ἀπαιτεῖ ὠρισμένην θερμοκρασίαν. Ἡ δὲ ταχύτης τῆς ἐξατμίσεως ταύτης ἐξαρτᾶται ἐκ πολλῶν περιστάσεων, οἷων τῆς ὑψώσεως τῆς θερμοκρασίας, τῆς ἐκτάσεως τῆς ὑγρᾶς ἐπιφανείας, τῆς ξηρασίας τοῦ ἀέρος, τῆς ταχείας ἀνανεώσεως τῶν ἐν ἐπαφῇ μετὰ τοῦ ὑγροῦ ἀερίων στρωμάτων.

Οὕτω λοιπόν, ὁπότεν ὁ ἐν ἐπαφῇ μετὰ τοῦ ὕδατος ἀῆρ τυγχάνη κεκορεσμένος ὑδατώδους ἀτμοῦ, ἤτοι λίαν ὑγρὸς, ἢ ἀναθυμιάσις εἶναι μηδὲν ἢ σχεδὸν μηδέν, ἐὰν ὅμως ξηρότατος, ἢ ἀναθυμιάσις, τὸναντίον, γίγνεται μετὰ ταχύτητος. Ὅσῳ δὲ ὑψηλότερα εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος, τόσῳ πλείονα δύναται νὰ διαλύσῃ ἀτμόν· διὸ βλέπομεν τὴν ἀναθυμίασιν τελουμένην ταχύτερον ἐν καιρῷ ζέστης ἢ ἐν καιρῷ ψύχους. Προσέτι, εὐδίας μὲν οὔσης, ἢ ἀναθυμιάσις γίγνεται βραδέως, ταραττομένης ὅμως τῆς ἀτμοσφαίρας ὑπὸ ἀνέμων, ἀποβαίνει ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ταχεῖα, ἐπειδὴ τὰ μὴ κεκορεσμένα στρώματα φέρονται ἀδιαλείπτως εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ὑγροῦ.

Παράγει δὲ ἡ ἀναθυμίασις φαινόμενά τινα σπουδῆς ἄξια. Οἶον ψύχει τὰ σώματα, ἐπειδὴ οὐδὲν ὑγρὸν δύναται νὰ μεταβληθῇ εἰς ἀτμούς, ἐὰν δὲν ἀπορροφήσῃ ποσότητά τινα θερμότητος ἀναγκαίαν πρὸς τὴν μεταβολὴν ταύτην τῆς καταστάσεως· ὅσον ταχέως γίγνεται ἡ ἀναθυμίασις, τόσον μᾶλλον ψύχεται τὸ σῶμα· σταγόνες αἰθέρος, ὕδατος τῆς Κολωνίας ἢ οἴνοπνεύματος, χεόμεναι ἐπὶ τῆς χειρός, δὲν βραδύνουσι νὰ παραγάγωσι αἴσθησιν ψύχους· καὶ ἡ δρόσος, ἣν αἰσθανόμεθα ἐξερχόμενοι ἐκ τοῦ λουτροῦ, ἐξηγεῖται διὰ τῆς αὐτῆς αἰτίας, ἤτοι διὰ τῆς ἀναθυμιάσεως τοῦ λεπτοῦ στρώματος τοῦ ὑγροῦ, ὅπερ μένει προσκεκολλημένον ἐπὶ τοῦ δέρματος.

Τὰ ἀλκαράζια<sup>(1)</sup>, ὧν γίγνεται χρῆσις τὸ θέρος πρὸς δροσισμόν τοῦ ὕδατος καὶ τῶν πνευματωδῶν ποτῶν, εἶναι δοχεῖα πορώδη

(1) Ἀνάλογα εἶναι τὰ παρ' ἡμῶν Διγινητικὰ ἢ ἄλλα τοιαῦτα ἀγγεῖα.



παρέχοντα ἰκανῶς εὐρεῖαν ἐπιφάνειαν εἰς τὴν ἀναθυμίασιν. Τὸ ἐμπεριεχόμενον ὕδωρ ἢ ὑγρὸν διηδροῦται κατὰ τοὺς τοίχους τῶν δοχείων καὶ ἐξερχόμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἀναθυμιᾶται, καὶ ἡ συνεχῆς ἀναθυμίασις ἐπιφέρει μεγάλην ταπεινώσιν θερμότητος εἰς τε τὸ ὑγρὸν καὶ τὸ δοχεῖον.

**Συμπύκνωσις.**—*Συμπύκνωσις* ἢ *ὕγροποίησις* εἶναι ἡ μετάθεσις ἀτμοῦ τινος εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, δύο δὲ κύριαι αἰτίαι τοῦ φαινομένου τούτου εἶναι ἡ ψύξις καὶ ἡ πίεσις. Ἡ δὲ θερμοκρασία τῆς συμπυκνώσεως μεταβάλλεται πολὺ κατὰ τὰς πιέσεις, ἃς ὑποφέρουσιν οἱ ἀτμοί· ὥστε οἱ ἰσχυρῶς πιεζόμενοι χρῆζουσι μικροτέρας ταπεινώσεως θερμοκρασίας πρὸς ὕγροποίησιν.

Ὅπότεν συμπυκνῶνται οἱ ἀτμοί, ἐκλύουσι τὴν λανθάνουσαν θερμότητα αὐτῶν, ἀποκαθιστωμένην αἰσθητήν· καὶ ἡ ἰδιότης αὕτη τῶν ἀτμῶν νὰ ἀποκαθιστῶσι τὴν λανθάνουσαν θερμότητα αὐτῶν ἐχρησίμωσεν εἰς τὰς χρήσεις τοῦ βίου, καὶ κυρίως εἰς τὴν θέρμασιν τῶν λουτρῶν, τῶν κατοικιῶν καὶ τῶν φυτοκομείων. Αἱ δὲ πρὸς τοῦτο συνήθειαι συσκευαί συνίστανται γενικῶς ἐκ λέβητος, ἐν ᾧ παράγεται ὁ ἀτμός, καὶ ἐκ συστήματός τινος σωλήνων, ἐν οἷς κυκλοφορεῖ ὁ ἀτμός καὶ συμπυκνοῦται ἐκλύων τὴν λανθάνουσαν αὐτοῦ θερμότητα, ἀποκαθιστωμένην αἰσθητήν.

**Ἀπόσταξις.**—Ἡ λίαν συνήθης ἐν τῇ βιομηχανίᾳ ἀπόσταξις εἶναι ἐργασία, δι' ἧς τὰ ὑγρά ἐξατμίζονται διὰ τῆς θερμότητος καὶ ἐπανέρχονται πάλιν ἔπειτα εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν διὰ τῆς ψύξεως. Κύριον δὲ ἔργον ἔχει αὕτη τὸν χωρισμὸν τῶν ὑγρῶν ἀπὸ ἀνεξατμίστων οὐσιῶν, ἢ τὸν ἀποχωρισμὸν ἐξατμιστῶν μὲν, ἀλλὰ διαφόρων οὐσιῶν. Οὕτω λοιπὸν ἀποστάζεται τὸ ὕδωρ, τὸ οἰνόπνευμα καὶ τὰ μύρα τὰ καλούμενα αἰθέρια ἔλαια, ὡς τὸ καρυοφυλλέλαιον, τὸ ἀνηθέλαιον κλ. Γίγνεται δὲ ἡ ἀπόσταξις δι' εἰδικῶν ὀργάνων, ἅπερ καλοῦνται *αὐβικες*

καὶ ἔχουσι, κατὰ τὰς χρείας τῆς βιομηχανίας, διάφορα σχήματα.

Μία τῶν χρησιμωτέρων ἐφαρμογῶν τῆς ἀποστάξεως εἶναι ἐκείνη δι' ἧς, ἐν ταῖς μεγάλαις θαλασσοπορίαις, τὸ θαλάσσιον ὕδωρ ἀποχωριζόμενον τῶν ἀλατούχων ὑλῶν, διὰ τῆς ἐξατμίσεως καὶ τῆς συμπυκνώσεως μεταβάλλεται εἰς πότιμον.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΔ'.

Ἐφαρμογαὶ τοῦ ἀτμοῦ. — Ἀτμομηχαναί· κατάταξις αὐτῶν. — Μηχαναὶ πρὸς χρῆσιν τῶν ἐργοστασίων. — Συσκευαὶ πρὸς παραγωγὴν τοῦ ἀτμοῦ. — Μέσα ἀσφαλείας. — Συσκευή τῆς χρήσεως τοῦ ἀτμοῦ. — Συσκευή τῆς μεταδόσεως τῆς κινήσεως. — Μηχαναὶ τῶν σιδηροδρόμων· ἐλκύθραι. — Μηχαναὶ τῆς ναυτιλίας· ἀτμόπλοια.

Ἐφαρμογαὶ τοῦ ἀτμοῦ. — Αἱ ἐφαρμογαὶ τοῦ ἀτμοῦ εἶναι τόσον ἐκτεταμέναι καὶ ἐν τοῖς καθ' ἡμᾶς χρόνοις τοσαύτην ἔλαβον σπουδαιότητα, ὥστε χρῆζουσιν ἰδίας μελέτης. Ἄνάγκη νὰ μάθωμεν πῶς σχηματίζεται ὁ ἀτμὸς ἐν ταῖς καλουμέναις ἀτμομηχαναῖς· πῶς παράγει τὸν ἀτμὸν ἢ δύναμις τῆς καύσεως ἐν τῷ λέβητι· πῶς διοχετεύεται ὁ ἀτμὸς οὗτος εἰς τὸν κύλινδρον, ἔνθα κινεῖται ὁ ἐμβολεὺς· πῶς αὐτὸς ὁ ἐμβολεὺς ἐνεργῶν κινεῖ τὴν μηχανὴν τοῦ ἐργοστασίου, τὸ ἀτμόπλοιο, τὴν ἐλκύθραν τοῦ σιδηροδρόμου καὶ τόσα ἄλλα συστήματα μηχανικὰ, πῶς δὲ κατωρθώθη ἢ ἐλάττωσις τῶν ἐκ τῶν ἐκρήξεων τοῦ ἀτμοῦ προερχομένων κινδύνων.

Ἀτμομηχαναί· κατάταξις αὐτῶν. — Αἱ ἀτμομηχαναὶ συνίσταται διὰ συσκευῶν, ἐν αἷς παράγεται καὶ χρησιμεύει ὡς κινητικὴ δύναμις ὁ ἀτμὸς. Δύνανται δὲ νὰ διαιρεθῶσιν αἱ ἀτμομηχαναὶ, 1<sup>ον</sup> κατὰ τὴν φύσιν τῆς χρήσεως αὐτῶν, εἰς ἀκιρήτους



καὶ κινητὰς μηχανὰς· 2<sup>ο</sup> κατὰ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἐμβολέως ἐν τῷ κυλίνδρῳ, εἰς μονομερεῖς καὶ διμερεῖς· 3<sup>ο</sup> κατὰ τὸν τρόπον δι' οὗ καταστρέφεται ὁ παραγαγὼν τὸ ἑαυτοῦ ἀποτέλεσμα ἀτμός, εἰς μηχανὰς συμπυκνωτικὰς ἢ ἀσυμπυκνώτους· 4<sup>ο</sup> κατὰ τὴν δύναμιν τοῦ ἀτμοῦ, εἰς μηχανὰς ταπεινάς, μέσας καὶ ὑψηλάς.

Ἀκίνητοι μηχαναὶ εἶναι αἱ ἄνευ ἐκτοπισμοῦ κινουσαὶ οἷανδὴ ποτε συσκευὴν, οἷον τυπογραφικὸν πιεστήριον, πριονιστήριον, κλωστέιον· κινηταὶ δέ, αἱ ἐκτοπιζόμεναι μετὰ τῶν κινουμένων μαζῶν, ὡς αἱ πρὸς ναυτιλίαν καὶ αἱ τῶν σιδηροδρόμων.

Ἡ μηχανὴ εἶναι μονομερής, ὁπότεν ὁ ἀτμός ἐνεργῆ μόνον ἐπὶ τῆς ἐτέρας τῶν ἐδρῶν τοῦ ἐμβολέως ἐν τῷ κυλίνδρῳ, διμερής δέ, ὅταν ἐνεργῆ ἐναλλάξ ἐφ' ἑκατέρων.

Ἡ μηχανὴ εἶναι συμπυκνωτικὴ, ἐὰν ὁ ἀτμός, ἀφοῦ παραγάγῃ τὸ ἀποτέλεσμα αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ ἐμβολέως τοῦ κυλίνδρου, μεταβαίη εἰς δεξαμενὴν ψυχροῦ ὕδατος καὶ συμπυκνοῦται, ἤτοι ἐπανέρχεται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, καὶ οὕτω γίγνεται οἰκονομία τῆς ἐργασίας καὶ τῆς καυσίμου ὕλης· ἀσυμπυκνωτος δέ, ἐὰν παραγαγὼν ὁ ἀτμός τὸ ἀποτέλεσμα αὐτοῦ ἐκφεύγει εἰς τὸν ἀέρα.

Ἡ μηχανὴ λέγεται ταπεινὴ, ὅταν ἡ τάσις ἢ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ δὲν ὑπερβαίη 1 ἀτμοσφᾶραν καὶ  $\frac{1}{4}$ · μέση ἐὰν ἡ τάσις περιλαμβάνηται μετὰξὺ 1  $\frac{1}{4}$  ἀτμοσφᾶρας καὶ 4 ἀτμοσφαιρῶν· ὑψηλὴ δέ, ἐὰν ἡ τάσις ὑπερβαίη 4 ἀτμοσφᾶρας.

Ἡ δύναμις τῶν ἀτμομηχανῶν ἐκφράζεται δι' ἵππων, οἷον καλεῖται δύναμις ἐνὸς ἵππου ἢ ἀτμίππου, ἡ δύναμις ἡ ἰσοδυναμοῦσα πρὸς τὸ ποσὸν δυνάμεως αἰρούσης, διὰ συνεχοῦς κινήσεως, βάρους 75 χιλιογράμμων εἰς ἓν μέτρον ὕψους, ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου· ὥστε μηχανὴ 12 ἵππων εἶναι μηχανή, ἧς ἡ δύναμις εἶναι

ἴση τῇ δυναμένη νὰ ἄρῃ δωδεκάκις 75 χιλιόγραμμα, ἧτοι 900 χιλιόγραμμα, εἰς ἓν μέτρον ὕψους ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου <sup>(1)</sup>.

Ἐν πάσῃ ἀτμομηχανῇ ὑπάρχουσι συσκευαὶ προωρισμέναι 1<sup>ο</sup>ν εἰς τὴν παραγωγὴν τοῦ ἀτμοῦ· 2<sup>ο</sup>ν εἰς τὴν χρῆσιν τοῦ ἀτμοῦ ὡς δυνάμεως κινητικῆς· 3<sup>ο</sup>ν εἰς τὴν μετάδοσιν τῆς κινήσεως. Ἡ δὲ κατάστασις τῶν μηχανῶν εἶναι διάφορος κατὰ τὸ πολὺ ἢ τὸ ὀλίγον τῆς δυνάμεως αὐτῶν, ἢ κατὰ τὸν προορισμὸν αὐτῶν ἐν τοῖς ἐργοστασίοις, ἐπὶ τῶν σιδηροδρόμων ἢ ἐν τῇ ναυτιλίᾳ.

**Μηχαναὶ πρὸς χρῆσιν τῶν ἐργοστασίων.**—Ἡ συνήθης ἐν τῇ βιομηχανίᾳ μηχανὴ εἶναι κατὰ τὸ εἶδος ἀκίνητος, διμερῆς, ἀσυμπύκνωτος καὶ ὑψηλῆ, ὁ δὲ κύλινδρος διατίθεται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὀριζοντίως, ὡς ἐρχόμεθα νὰ ἴδωμεν ἐν τῇ ἐπομένῃ τῆς μηχανῆς ταύτης περιγραφῇ.

**Συσκευαὶ πρὸς παραγωγὴν τοῦ ἀτμοῦ.**—Αἱ προωρισμέναι νὰ παράγωσι τὸν ἀτμὸν συσκευαὶ κεῖνται ἀθρόαι ἐπὶ στυλώματός τινος ἢ καμίνου πλινθοκτίστου· συνίστανται δὲ κυρίως ἐκ τοῦ λέβητος καὶ ἐκ τῶν θερμαστήρων.

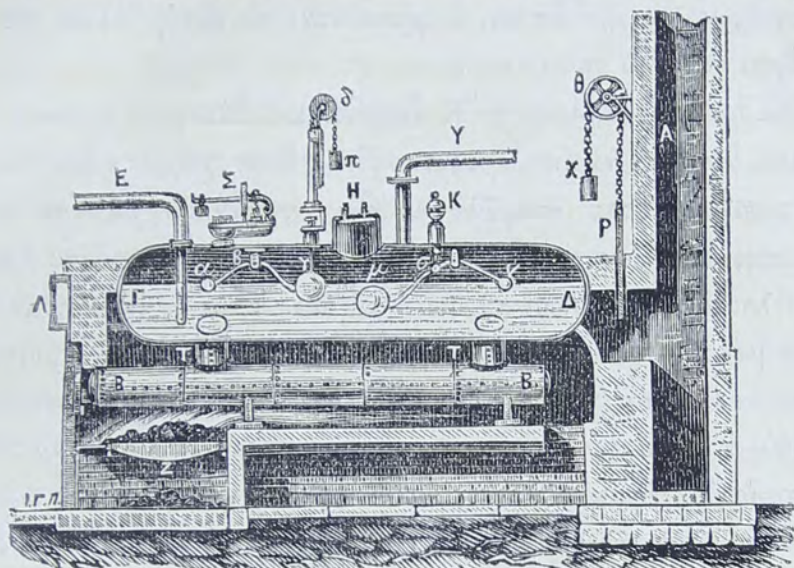
Ὁ λέβης (Σχ. 36) εἶναι κύλινδρος ἐπιμήκης ἐξ ἐλάσματος σιδήρου ΓΔ συγκοινωνῶν ἐκ τοῦ κάτω μέρους διὰ τῶν σωλήνων ΤΤ, μετὰ κυλίνδρων μικροτέρων ΒΒ, καλουμένων θερμαστήρων, καὶ στηριζομένων διὰ τῶν ἄκρων ἐπὶ τῶν πλίνθων τῆς καμίνου. Τὸ μέλλον λοιπὸν νὰ μεταβληθῇ εἰς ἀτμὸν ὕδωρ πληροῦ ἐντελῶς τοὺς θερμαστήρας καὶ τὸ ἥμισυ τοῦ λέβητος, ὅπου ἄγεται διὰ τοῦ σωλήνος Ε.

Τοῦ λέβητος ὄντος περισφιγμένου ἐντὸς τοῦ πλινθοκτίστου ὑποσυλώματος, τοῦ περικρατοῦντος τοὺς τοίχους ὀλίγον ὑποκάτω

(1) Ἡ δύναμις ἐνὸς ἀτμίππου λογίζεται διπλασία τῆς δυνάμεως κοινοῦ φυσικοῦ ἴππου.



τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ἢ φλόξ τῆς ἐστίας Z δὲν δύναται νὰ ψύσῃ τὸ μὴ συναφές μετὰ τοῦ ὕδατος μεταλλικὸν μέρος, διερχομένη δὲ πρῶτον μὲν ὑπὸ τοὺς θερμοστήρας λαμβάνοντας τὴν πρῶτην προσβολὴν τοῦ πυρός, ἔπειτα δὲ συσρεφομένη, διέρχεται μεταξὺ τῶν θερμοστῆρων καὶ τοῦ λέβητος, καὶ θερμαίνει οὕτω τὸ



Σχ. 36. — Κατακόρυφος ἐντομή ἀτμολέβητος.

- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| Ἐστία Z.                    | Σωληνοειδῆς δείκτης A.       |
| Καπνοδόχη A.                | Ἐπιπολάζων μινύτωρ α β γ.    |
| Ῥυθμιστῆς P.                | Ἐπιπολάζων κράκτης μ ο ν.    |
| Λέβης ΓΔ.                   | Γλωττίς ἀσφαλείας Σ.         |
| Θερμοστῆρες BB.             | Σωλὴν ἄγων τὸν ἀτμὸν εἰς τὸν |
| Σωλὴν ἄγων ὕδωρ εἰς τὸν λέ- | κύλινδρον Υ.                 |
| βητα E.                     | Τρόγλη ἀνθρώπου H.           |

ἄνω μέρος τῶν θερμοστῆρων καὶ τὸν πυθμένα τοῦ λέβητος. Καὶ δὲ μὲν καπνὸς ἐξέρχεται διὰ τῆς καπνοδόχης A, τὸ δὲ συσκευασμάτιον ἢ ῥυθμιστῆς P θ χ ἐξ ἀλύσσεως, τροχιλίας καὶ ἀντιρρόπου συγκείμενος, κανονίζει τὴν ὀγκὴν τῆς καπνοδόχης, ἥτοι μινύει, εἰάν ᾗναι ἀναγκαῖον νὰ αὐξήθῃ ἢ νὰ ἐλαττωθῇ ἢ καῦσις.

Τὸ ὕδωρ ὑποζέει ἐντὸς τῶν θερμαστήρων καὶ παράγει ἀτμόν, μεταβαίνοντα διὰ τῶν σωλήνων TT εἰς τὸν λέβητα, ἀνταποδίδοντα δι' αὐτῶν τούτων ὕδωρ εἰς τοὺς θερμαστήρας πρὸς ἀντικατάσασιν τοῦ ἐξατμισθέντος. Συσσωρευόμενος δὲ ἀτμὸς ὑπεράνω τοῦ ὕδατος ἐν τῷ ἀτμοθαλάμῳ, ἤτοι ἐν τῷ ἄνω διαστήματι τοῦ λέβητος, τῷ κενῷ ὕδατος, διοχετεύεται εἰς τὸν ἐμβολέα τοῦ κυλίνδρου διὰ τοῦ σωλήνος Υ.

**Μέσα ἀσφαλείας.**—Ἡ ὑπερβολικὴ δύναμις ἢ τάσις τοῦ ἀτμοῦ δύναται νὰ ἐπενέγκῃ σπουδαία δυστυχήματα διὰ τῆς ῥήξεως τοῦ λέβητος· ὅπερ θὰ συνέβαινεν, ἐὰν ἐθερμαίνετο ὑπερμέτρως, ἢ ἐὰν παρήγετο ἐν ἀκαρεῖ ὑπερμεγέθους ποσότης ἀτμοῦ. Ἴνα λοιπὸν προλάβῳσι τὰ δυστυχήματα ταῦτα, ἐπενόησαν διάφορα μέσα ἀσφαλείας, ὧν κυριώτερα εἶναι τὸ *μαρομέτρον* καὶ αἱ *ἀσφαλιστικαὶ γλωττίδες* κατὰ τῆς ὑπερμέτρου τάσεως τοῦ ἀτμοῦ· ὁ *σωληνοειδὴς δείκτης*, ὁ *ἐπιπολάζων μηνύτωρ* καὶ ὁ *ἐπιπολάζων κράκτης*, δι' ὧν δεικνύεται ἡ τοῦ ὕδατος ἐπιφάνεια. Ἡ δὲ γνῶσις τῆς ἐπιφανείας ταύτης εἶναι οὐσιώδης· διότι, ἐπὶ τῇ ὑποθέσει, ὅτι ἐταπεινώθη ἐπὶ τινα χρόνον, καὶ ὅτι χύνεται μετὰ ταῦτα ὕδωρ εἰς τὸν λέβητα, οἱ ὑπερθερμανθέντες τοῖχοι δύνανται νὰ ἀναπτύξωσιν ἐν ἀκαρεῖ τοσαύτην ἀτμοῦ μάζαν, ὥστε νὰ μὴ ἀνθίστηται ὁ λέβης εἰς τὴν δύναμιν αὐτοῦ.

Ἐπάρχουσι δὲ διάφορα εἶδη *μαρομέτρων*· ἀλλὰ τὸ γενικῶς παραδεδεγμένον διὰ τὰς ὑψηλὰς μηχανὰς καὶ διὰ τὰς ἐλκύθρας εἶναι τὸ τοῦ *Βουρδῶνος*, συγκείμενον ἐκ μεταλλικοῦ σωλήνος, μετὰ λεπτῶν καὶ ἐλαστικῶν τοίχων, ὀλίγον πεπλατυσμένου καὶ ἐλικοειδῶς συνεστραμμένου. Διὰ τοῦ ἐτέρου τῶν ἄκρων αὐτοῦ μένοντος ἀκινήτου, ὁ σωλὴν συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἀτμοῦ τοῦ λέβητος, τὸ δὲ ἕτερον ἄκρον ὃν ἐλεύθερον φέρει γνῶμονα· ὥστε ὅσῳ μᾶλλον ἰσχυρὰ εἶναι ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ, τόσῳ μᾶλ-



λον τείνει τὸ ὄργανον εἰς ἐξέλιξιν, καὶ τὸ ἐλεύθερον ἄκρον τοῦ σωλῆνος παρασύρει τὸν γνώμονα κινούμενον ἐπὶ πλακὸς διηρημένης καὶ δεικνυούσης εἰς ἀτμοσφαίρας τὴν μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλην τάσιν τοῦ ἀτμοῦ.

Ἡ γλωττίς τῆς ἀσφαλείας Σ (Σχ. 36) εἶναι ἠκρωτηριασμένος κῶνος κλείων ὀπὴν τινα τοῦ λέβητος, καὶ διατηρούμενος κεκλεισμένος ὑπὸ μοχλοῦ τινὸς φέροντος ὠρισμένον βᾶρος, ὡς ἐν τῇ χύτρᾳ τοῦ Παπίνου. Ἐὰν λοιπὸν ἡ τάσις ὑπερβῇ τὴν ἀντίστασιν τῆς γλωττίδος, τὸ βᾶρος ἀνεγείρεται καὶ ὁ ἀτμὸς ἐκφεύγει.

Ὁ σωληνοειδῆς δείκτης Λ (Σχ. 36) εἶναι ὑάλινος σωλὴν στερεώτατος, συγκοινωνῶν διὰ δύο μεταλλικῶν ἀγωγῶν μετὰ τοῦ ὕδατος καὶ μετὰ τοῦ ἀτμοῦ τοῦ λέβητος οὕτως, ὥστε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὕδατος διατελεῖ πάντοτε ἡ αὐτὴ ἐν τῷ λέβητι καὶ ἐν τῷ σωλῆνι. Ἐπειδὴ δὲ ἐνδιαφέρει νὰ γιγνώσκωσι κατὰ πᾶσαν στιγμὴν τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην, διότι ἡ ἀτελής τροφοδοσία τοῦ λέβητος δύναται νὰ ἐπενέγκῃ ἔκρηξιν, συμβουλευόνται προσέτι ἐκάστοτε δύο κρουνοὺς οὐχὶ μακρὰν κειμένους, τὸν μὲν ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος καὶ ἐκβάλλοντα ἀτμόν, τὸν δὲ ὑποκάτω τῆς συνήθους ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος καὶ ἐκβάλλοντα ὕδωρ ὥστε, ἐὰν ὁ ἄνω κρουνὸς ἐκβάλλῃ ὕδωρ, ἡ ἐπιφάνεια ἀνυψώθη, ἐὰν δὲ ὁ κάτω ἐκβάλλῃ ἀτμόν, ἡ ἐπιφάνεια ἐταπεινώθη.

Ὁ ἐπιπολάζων μηνύτωρ (Σχ. 36) εἶναι μοχλὸς τις κινήτος  $\alpha\beta\gamma$ , οὗ ἡ σφαῖρα  $\gamma$  ἀκολουθεῖ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος, φέρουσα ῥάβδον ἐξερχομένην ἐκ τοῦ λέβητος καὶ συγκοινωνούσαν, διὰ καλωδίου περιελίσσοντος τὴν τροχιλίαν  $\delta$ , μετὰ τοῦ βάρους  $\pi$ , ὅπερ μηνύει ἕξω ἐπὶ κανόνος τινος βεβαθμολογημένου τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος.

Ὁ ἐπιπολάζων κράκτης (Σχ. 36) εἶναι ὡσαύτως μοχλὸς τις  $\mu\omicron\nu$ , οὗ ὁ βραχίον  $\mu\omicron$  διατηρεῖ κεκλεισμένην ὀπὴν τινα  $\sigma$  ἐν





τὰς τρεῖς ὀπὰς. Ἐν τῷ σχήματι 37, τοῦ ἄνω πλατέος τελαμῶ-  
νος ὄντος ὑπὸ τὸν ἀγωγὸν Β καὶ τοῦ κάτω πλατέος τελαμῶ-  
νος ὑπὸ τὸν ἀγωγὸν Γ, ὁ σύρτης ἀφήνει τὸν εἰς Α εἰσαχθέντα  
ἀτμὸν νὰ ἐπιρρεύσῃ ὑπεράνω τοῦ ἐμβολέως, ἐνῶ καθίσταται ἡ  
συγκοινωνία μεταξὺ τοῦ κάτω μέρους τοῦ κυλίνδρου καὶ τοῦ  
ἐξωτερικοῦ ἀέρος διὰ τῶν ἀγωγῶν Γ καὶ Δ· ὥστε ὁ ἐμβολεὺς  
καταβαίνει. Ἐν δὲ τῷ σχήματι 38, κατὰ διάταξιν ἀντίθετον,  
τὸ ἄνω μέρος τοῦ κυλίνδρου συγκοινωνεῖ ἐν Β μετὰ τοῦ ἐξωτε-  
ρικοῦ ἀέρος, ἐνῶ ὁ ἀτμὸς, φθάνων εἰς Α καὶ εἰσερχόμενος εἰς Γ,  
πιέζει τὴν κάτω ἔδραν· ὥστε ὁ ἐμβολεὺς ἀναβαίνει (1).

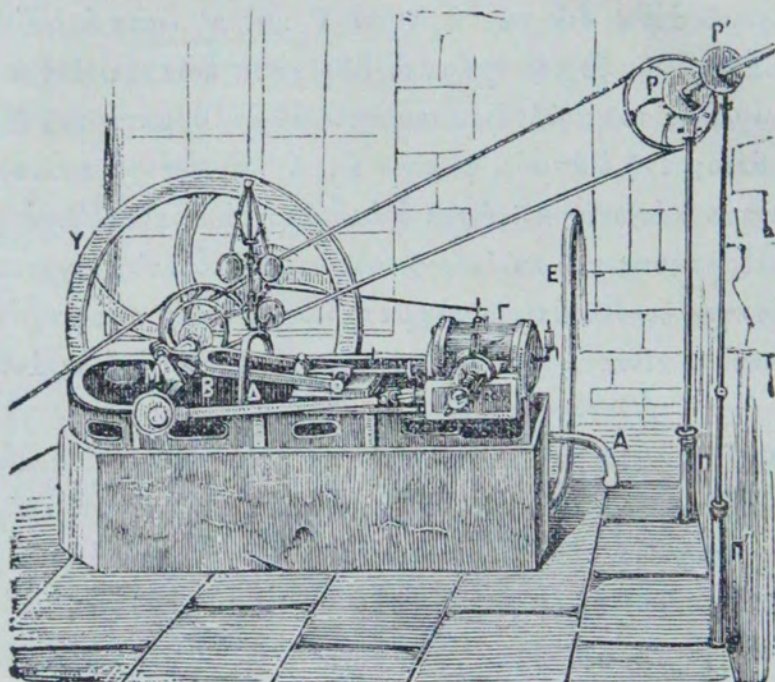
Ἐνεξαρτήτως τοῦ κυλίνδρου, οὔτινος ὁ ἐμβολεὺς δέχεται διὰ  
τῆς εἰσαγωγῆς τοῦ ἀτμοῦ τὴν μεταδιδομένην εἰς τὰς μηχανικὰς  
παρασκευὰς κίνησιν, ἡ μηχανὴ ἔχει συνήθως δύο ἐτέρας ἀντλίας  
κινουμένας ὑπὸ τὴν αὐτὴν ὄθησιν· καὶ ἡ μὲν εἶναι ἀπορροφητικὴ  
ἀντλία, ἀρύουσα τὸ ὕδωρ ἐν φρέατι ἢ ἀλλαγῷ καὶ ἀναβιβά-  
ζουσα τοῦτο εἰς δεξαμενὴν, ἔνθα θερμαίνεται ὑπὸ τοῦ σωλῆνος  
τοῦ ἄγοντος ἔξω τὸν ἐκ τοῦ κυλίνδρου ἐξερχόμενον ἀτμὸν, ἡ δὲ  
εἶναι τροφοδοτικὴ, ὡς μεταβιβάζουσα εἰς τὸν λέβητα, καθόσον  
εἶναι ἀνάγκη, τὸ προηγουμένως θερμανθὲν ὕδωρ τῆς δεξαμενῆς.

Συσκευὴ τῆς μεταδόσεως τῆς κινήσεως. — Πρὸς μετά-  
δοσιν τῆς ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ δοθείσης κινήσεως, ὁ ἐμβολεὺς τοῦ κυ-  
λίνδρου ὑπάρχει συνδεδεμένος μετὰ ῥάβδου τινος προσηθρωμέ-  
νης εἰς τὸν λεγόμενον ὠστήρα, ἐτέραν ῥάβδον προσηθρωμένην  
καὶ ταύτην εἰς τὸν *στροφάλο*· καὶ οὕτω παράγεται κίνησις κυ-  
κλοφορικὴ, καθ' ἣν περιστρέφεται ὁ μετὰ τοῦ στροφάλου συνδε-  
δεμένος ἄξων τῆς μηχανῆς, κανονιζομένη ὑπὸ *ρυθμοτρόχου* τι-  
νὸς ἢ μεγάλου στρεφομένου τροχοῦ. Εἰς δὲ τὸν ἄξονα τῆς μητ-

(1) Ἡ διάταξις τοῦ σύρτου δύναται νὰ ἦναι διάφορος καὶ μᾶλλον ἢ ἥτιον  
περίπλοκος, ἀλλ' ὅμως πάντοτε ὑπάρχει ἡ αὐτὴ ἀρχὴ καὶ ἡ αὐτὴ κίνησις.

χανῆς προσαρμόζονται, δι' ἀτελευτήτων ἰμάντων, ἔδοντωτοὶ τροχοὶ γεγιγγλυμωμένοι, οἵτινες βάλλουσιν εἰς κινήσιν οἰανδήποτε μηχανικὴν παρασκευήν.

Ὁ περιέχων τὸν ἐμβολέα κύλινδρος δύναται νὰ διαταχθῆ κατακορύφως, ὡς ἐν ταῖς κατὰ τὸ σύστημα τοῦ Οὐάττου κατα-



Σχ. 39. — Ἀτμομηχανὴ καθ' ὀριζοντίου κυλίνδρου.

- |                                        |                                    |
|----------------------------------------|------------------------------------|
| A, Ἀγωγὸς τοῦ ἀτμοῦ εἰς τὸν κύλινδρον. | Π, Ἀντλία τροφοδοτικὴ τοῦ λέβητος. |
| Γ, Κύλινδρος.                          | Π', Ἀντλία ἀπορροφητικὴ τῆς δεξι-  |
| Ι, Ἐμβολεύς.                           | μενῆς τοῦ ψυχροῦ ὕδατος.           |
| Β, Ὡστήρ.                              | ΡΡ', Ἄξων κινῶν τὰς ἀντλίας.       |
| Μ, Στρόφαλος.                          | Ε, Ἀγωγὸς τοῦ ἀτμοῦ εἰς τὴν δε-    |
| Υ, Ρυθμότεροχος.                       | ξιμένην καὶ ἐκτός.                 |

σκευαζομέναις μηχαναῖς, συνήθως ὅμως διατίθεται ὀριζοντίως, ὡς ἐν ταῖς μηχαναῖς τῶν ἐργοστασίων (Σχ. 39) καὶ ἐν ταῖς ἐλκύθραις τῶν σιδηροδρόμων (Σχ. 40).

Ἐν ταῖς μηχαναῖς τῶν ἐργοστασίων (Σχ. 39) ἡ ἀτμοθήκη



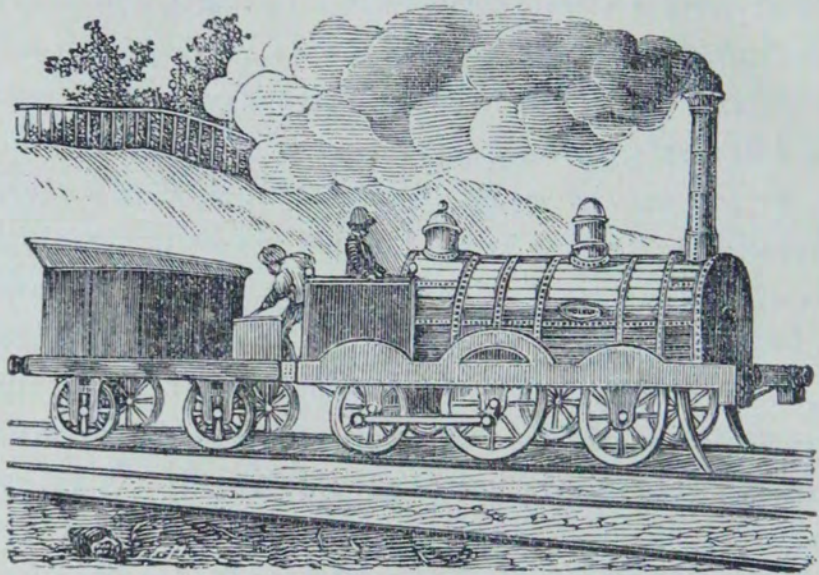
κείται ἀπέναντι τοῦ κυλίνδρου Γ, καὶ διοχετεύει τὸν ἀτμὸν, ὅτε μὲν ἔμπροσθεν, ὅτε δὲ ὀπίσθεν τοῦ ἐμβολέως, εἰς ἃν προσαρμόζεται, ἀντὶ ὠστῆρος, σιδηροῦν τι ἡμικύκλιον Β, ὅπερ, διὰ τοῦ στροφάλου Μ, παρέχει τὴν κυκλοφορικὴν κίνησιν εἰς τὸν ἄξονα τῆς μηχανῆς. Οὗτος δὲ ὁ ἄξων φέρει τρεῖς συγκεντρικοὺς τροχοὺς, ὧν ὁ μέγιστος Υ εἶναι ὁ ῥυθμὸτροχος, ὁ μεσαῖος, ἐφωδιασμένος δι' ἀτελευτήτου ἱμάντος, μεταδίδει, διὰ γιγγλυμῶν ἀρμοδίως διατεθειμένων, τὴν κίνησιν εἰς τὰ διάφορα μέρη τοῦ ἐργαστηρίου, ὁ δὲ μικρὸς, ἐφωδιασμένος καὶ οὗτος δι' ἀτελευτήτου ἱμάντος, στρέφει ἄξονά τινα ΡΡ', ὅστις βάλλει εἰς κίνησιν τὴν τροφοδοτικὴν ἀντλίαν τοῦ λέβητος Π καὶ τὴν ἀναρροφητικὴν ἀντλίαν τῆς δεξαμενῆς Π'. Ἐν δὲ τῷ συστήματι τούτῳ συνήθως δὲν ὑπάρχει συμπυκνωτής· ὥστε, ἐν τῇ μηχανῇ τοῦ σχήματος 39, ὁ ἀτμὸς διοχετεύεται διὰ τοῦ σωλήνος Ε εἰς δεξαμενὴν ψυχροῦ ὕδατος, ἔνθα συμπυκνοῦται ἐν μέρει θερμαίνων τὸ ὕδωρ, τὸ δὲ μὴ συμπυκνωθὲν μέρος φεύγει ἐλευθέρως ἔξω δι' ἐπὶ τούτῳ ἀγωγῷ.

**Μηχαναὶ τῶν σιδηροδρόμων· ἐλκύθραι.** — Αἱ μηχαναὶ τῶν σιδηροδρόμων εἶναι πάντοτε διμερεῖς, ὑψηλαὶ καὶ ἀσυμπύκνωτοι· καλοῦνται δὲ ἐλκύθραι.

Ἡ ἐλκύθρα (Σχ. 40) συνίσταται ἐξ ἐπιμήκους λέβητος κυλινδρικοῦ καὶ ἐκ δύο συσκευῶν τῆς χρήσεως τοῦ ἀτμοῦ ἢ στελεχῶν ἀντλίας, ἐνεργούντων ὑψηλῶς. Ἀμαξία τις καλουμένη ἀκόλουθος, καὶ προσδεδεμένη ὀπίσθεν τῆς ἐλκύθρας φέρει τὰ ἀναγκαῖα πρὸς τροφήν τῆς μηχανῆς ἐφόδια ἀνθράκων καὶ ὕδατος. Ἄπαν τὸ μῆκος τῆς ἐλκύθρας κατέχεται ὑπὸ τοῦ λέβητος, καὶ θερμαστῆρες μὲν δὲν ὑπάρχουσιν, ἀλλὰ ἡ φλόξ διέρχεται διὰ πολλῶν μεταλλικῶν σωλήνων, οἵτινες ἐμβεβαπτισμένοι ὀλοκλήρως ἐν τῷ ὕδατι τοῦ λέβητος παρουσιάζουσιν εὐρείαν θερμάνσεως ἐπιφάνειαν.



Τὰ δὲ δύο σελέχη τῆς ἀντλίας τίθενται συμμετρικῶς πάντοτε ἕμ-  
προσθεν καὶ ἑκατέρωθεν τῆς ἐλκύθρας, ἕκαστος δὲ τῶν ἐμβολέων  
προσαρροῦται εἰς τινὰ ὠστήρα, καὶ ἕκαστος τῶν ὠστήρων εἰς  
στρόφαλον. Ἡ δύναμις λοιπὸν τοῦ ἀτμοῦ παρέχουσα εἰς τοὺς  
ἐμβολεῖς τὴν ἄνω καὶ κάτω κίνησιν, παράγει τὴν κυκλοφορικὴν



Σχ. 40. — Ἐλκύθρα.

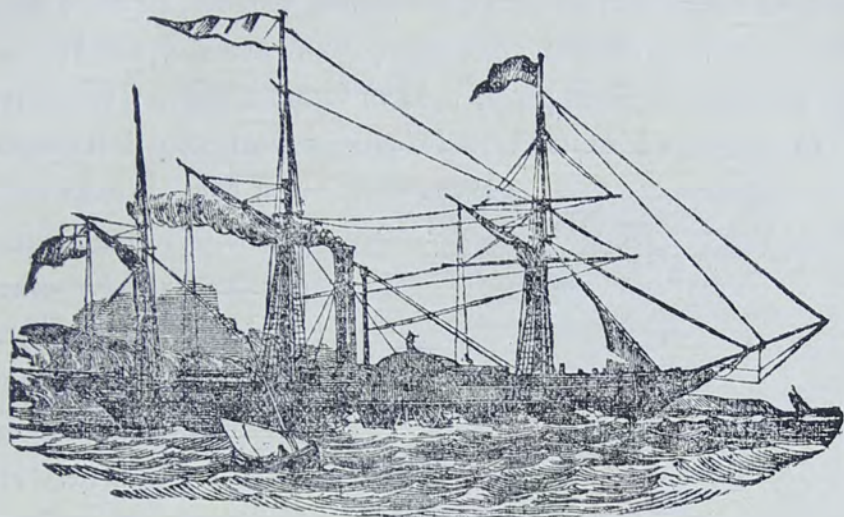
περιστροφὴν τῶν δύο τροχῶν, οἵτινες χρησιμεύουσιν ὡς ῥυθμό-  
τροχοὶ καὶ ὡς κινητικοὶ τροχοὶ συνάμα· ἀλλ' ὅμως δὲν στρέφον-  
ται ἐπὶ τῆς αὐτῆς θέσεως· διότι ἡ προσκόλλησις τῶν τροχῶν ἐπὶ  
τῶν αὐλάκων τοῦ σιδηροδρόμου οὕσα ἰσχυροτάτη, διὰ τὸ μέγα  
βάρος ἀπάσης τῆς συσκευῆς, καθιστᾷ γιγγλυμὸν τινὰ ἀναγκά-  
ζοντα τὴν ἐλκύθραν νὰ ἐκτοπίζηται, ὅταν στρέφονται οἱ τρο-  
χοί. Ὅθεν ἀπαιτεῖται μία ἄνω καὶ κάτω κίνησις τοῦ ἐμβολέως,  
ἵνα περιστραφῇ ὁ τροχός, ἢ, ἐν ἄλλαις λέξεσι, καθ' ἑκάστην  
διπλὴν κροῦσιν τοῦ ἐμβολέως, ἡ ἐλκύθρα προχωρεῖ κατὰ τὸ ἀνα-  
πτυσσόμενον μῆκος τῆς περιφερείας τοῦ τροχοῦ ὥστε ἡ ταχύτης



ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν κρούσεων τοῦ ἐμβολέως καὶ ἐκ τῆς διαμέτρου τῶν κινητηρίων τροχῶν.

Μηχαναὶ τῆς ναυτιλίας.—Αἱ μηχαναὶ τῶν ἀτμοπλοίων εἶναι διμερεῖς, ἄνευ συμπυκνωτοῦ καὶ ἄνευ ρυθμοτρόχου.

Ἡ μηχανὴ κινεῖ δι' ὠστήρων καὶ διὰ στροφάλων τὸν ἄξονα,



Σχ. 41.— Ἀτμόπλοιον συστήματος τροχοφόρου.

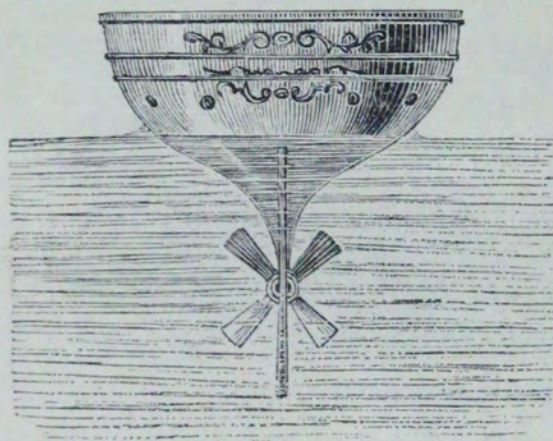
εἰς οὗ τὰ ἄκρα εὐρίσκονται, εἴτε δύο τροχοὶ πτερωτοὶ ἀντὶ κινητηρίων τροχῶν καὶ ρυθμοτρόχων χρησιμεύοντες, εἴτε προώστης τις ἐν εἴδει ἑλικος ἢ σπειροειδῆς ἐμβεβαπτισμένος ἐν τῷ ὕδατι ὀπισθεν τοῦ πλοίου.

Οἱ λέβητες τῶν ἀτμοπλοίων εἶναι παρεσκευασμένοι μετὰ τῆς ἐστίας ἔσωθεν, ἥτοι ἡ ἐστία καὶ οἱ καπναγωγοὶ περικυκλοῦνται πανταχόθεν ὑπὸ ὕδατος μέχρι τοῦ στομίου τῆς ἐξ ἐλάσματος σιδήρου καπνοδόχης. Καὶ διὰ μὲν τὴν ποταμοπλοίαν εἶναι ἐν χρήσει οἱ σωληνοειδεῖς λέβητες, ἔχοντες ὑψηλὴν τὴν πίεσιν, εἰς δὲ τὴν θαλασσοπλοίαν, οἱ λέβητες ὀρθογώνιοι ὄντες, ἔχουσι πολ-  
λὰς ἐστίας, ὧν οἱ ἀγωγοὶ κυκλοφοροῦσιν ἐν τῷ ὕδατι, πρὶν φθά-

σωσιν εἰς τὴν καπνοδόχην, καὶ αἱ πιέσεις εἶναι ταπειναί. Οὕτω δὲ παρασκευάζονται οἱ λέβητες σχεδὸν πάντων τῶν θαλασσίων ἀτμοπλοίων.

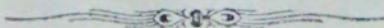
Τὸ σχῆμα 41 παριστᾷ ἐν πορείᾳ ἀτμόπλοιον μετὰ πτερωτῶν τροχῶν. Καὶ ἐπὶ μὲν τῶν πλευρῶν τοῦ πλοίου βλέπομεν τὰ τύμπανα τὰ ἐπικαλύπτοντα τοὺς πτερωτοὺς τροχοὺς, εἰς οὓς ὁ ἄξων τῆς μηχανῆς μεταδίδει τὴν κυκλοφορικὴν κίνησιν, τῶν δὲ πτερῶν ἐρειδομένων διαδοχικῶς πρὸς τὸ ὕδωρ, προβαίνει τὸ πλοῖον.

Τὸ σχῆμα 42 παριστᾷ τὰ ὀπίσθια ἀτμοπλοίου ἐλικοφόρου,



Σχ. 42.—Ἀτμόπλοιον συστήματος ἐλικοφόρου.

ἥτοι ἔχοντος μίαν σπεῖραν κοχλίου διαστάσεως μεγάλης, κειμένην κατὰ τὰ ὀπίσθια καὶ πρὸς τὸ κάτω μέρος τοῦ πλοίου, δυναμένην δὲ νὰ λάβῃ διάφορα σχήματα. Οὕτω λοιπὸν ἐν τῷ σχήματι 42 εἶναι ὁ ἕλιξ διατεταμημένος εἰς τέσσαρας λοξὰς πτέρυγας, οἷον εἰς πτέρυγας ἀνεμομύλου διατεθειμένας, τελεῖ κατὰ πᾶσαν στιγμὴν πλῆθος στροφῶν, λαμβάνει ἐπὶ τοῦ ὕδατος τὸ σημεῖον τῆς στήριξεως αὐτοῦ, ὡσπερ κώπη, καὶ ἀπωθεῖ ταχέως. Δύναται δὲ νὰ ἀναβιθασθῇ ὑπὲρ τὸ ὕδωρ, ὅταν μὲνη ἄχρηστος ἢ σταθμεύῃ τὸ πλοῖον ἐν τῷ λιμένι.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΕ΄.

Υγρομετρία. — Υγρόμετρα. — Υγρόμετρον διὰ τριχός. — Υγρομετρικὴ κατάστασις. — Ομίχλαι. — Νέφη. — Βροχή. — Δρόσος. — Πάχνη. — Κρυστάλλιον. — Χιών. — Νηματοχάλαζα. — Λιθρία. — Χάλαζα. — Άνεμοί. — Κανονικοί, περιδικοί, ἄστατοι άνεμοί. — Κλίματτ. — Πηγαὶ θερμότητος.

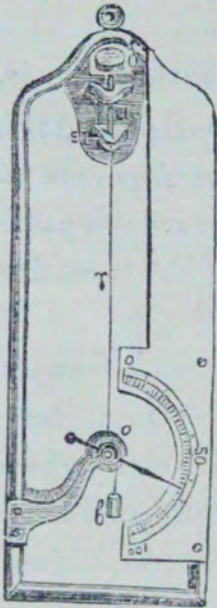
Υγρομετρία. — Ὁ ἀήρ περιέχει πάντοτε ὑδατώδη ἀτμόν, ἐν τοῖς κατωτάτοις σρώμασι μάλιστα. Ἡ δὲ ὑγρομετρία, μεθ' ἧς συνδέονται φαινόμενά τινα καλούμενα ὑδατώδη μετέωρα, οἷα τὰ νέφη, ἡ βροχή, ἡ δρόσος κτλ. ἔργον ἔχει τὴν μέτρησιν τῶν μεταβολῶν τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος, ἢ τῆς ποσότητος τοῦ ἐν τῷ ἀέρι περιεχομένου ὑδατώδους ἀτμοῦ.

Υγρόμετρα. — Τὰ ὑγρόμετρα εἶναι ὄργανα, δι' ὧν ἐπιμαΐται ὁ βαθμὸς τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος, καὶ εἶναι πολλάκις ἀναγκαῖα ἢ ἐκτίμησις αὐτῆ διότι πλῆθος φαινομένων, οἷον ἡ ἐξάτμισις, ἡ τήξις, ἡ ξηρασία, ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς ὑγρομετρικῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαιράς. Πάντα δὲ τὰ σώματα, ἄτινα, δι' ἀπορροφήσεως τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος, μεταβάλλουσι σχῆμα, βάρος ἢ ὄγκον, οἷον τὰ τεταμένα σχοινία, αἱ τρίχες, τὸ χλωροῦχον ἀσβέστιον, τὸ νίτρον, κτλ. δύνανται νὰ χρησιμεύσωσιν εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν ὑγρομέτρων, καὶ διὰ τοῦτο τὰ σώματα ταῦτα ὀνομάζονται ὑγρομετρικὰ σώματα.

Ἐπενοήθησαν πολλὰ εἶδη ὑγρομέτρων, ἐν οἷς ἢ διὰ τῆς συμπυκνώσεως, ἢ διὰ τῆς ἀπορροφήσεως, ἢ καὶ διὰ τῆς ἀπλῆς ἐξάτμισεως δεικνύεται ἡ ὑγρασία, ἀλλ' ὅμως συνηθέστατα πάντων εἶναι τὰ ἀπορροφητικὰ ὑγρόμετρα, στηριζόμενα ἐπὶ τῆς μεταβολῆς τῶν διαστάσεων οὐσιῶν τινων διὰ τῆς ἀπορροφήσεως τῆς ὑγρασίας. Μεταξὺ δὲ τῶν ὑγρομέτρων τούτων διακρίνεται κυρίως τὸ διὰ τριχός ὑγρόμετρον, καλούμενον καὶ ὑγρόμετρον

τοῦ Σωσσύρου, ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐφευρόντος τοῦτο σοφοῦ.

Υγρόμετρον διὰ τριχός. — Αἱ τρίχες κέκτηνται τὴν ιδιότητα νὰ μηκύνωνται διὰ τῆς ὑγρασίας καὶ νὰ βραχύνωνται διὰ τῆς ξηρασίας. Ἐπὶ ταύτης λοιπὸν τῆς ιδιότητος ἐρείδεται ἡ κατασκευὴ τοῦ διὰ τριχός ὑγρομέτρου (Σχ. 43), συγκειμένου



Σχ. 43. — Υγρόμετρον διὰ τριχός.

ἐξ ὀρειχαλκίνης στεφάνης ἐφωδιασμένης κατὰ τὸ ἄνω μέρος ὑπὸ λαβίδος τινος α, δυναμένης νὰ λάβῃ μικροῦς τινὰς ἐκτοπισμοὺς διὰ τοῦ κοχλίου δ καὶ διὰ τοῦ ἐλατηρίου ε. Ἐν τῇ λαβίδι ταύτῃ περισφίγγεται θρῖξ γ ἐκ τοῦ ἑτέρου ἄκρου αὐτῆς, καὶ ἐκ τοῦ ἑτέρου ἄκρου περιελίσσεται αὕτη ἐπὶ τροχιλίας διλαίμου ο, ἧς ὁ ἄξων φέρει δείκτην τινὰ κινούμενον ἐλευθέρως ἐπὶ πλακὸς διηρημένης ἀπέναντι. Ἐπὶ τοῦ δευτέρου δὲ λαιμοῦ τῆς τροχιλίας περιελίσσεται νῆμα μετάξινον, ἐξ οὗ ἐξαρτᾶται μικρόν τι ἀντίροπον β, ἵνα διατηρῆται ἡ θρῖξ εἰς τάσιν συνεχῆ καὶ ἀείποτε ἴσην.

Ὅταν θέλωμεν νὰ βαθμολογήσωμεν τὸ ὄργανον, θέτομεν τοῦτο κατὰ πρῶτον ὑπὸ κώδωνα ὑάλινον μετ' οὔσιων ἀπλήστων ὕδατος, οἷον χλωρούχου ἀσβεστίου, καυστικῆς ποτάσης κλ. καὶ οὕτως ἀποξηρανομένου ἐντελῶς τοῦ ἀέρος, σημειοῦμεν 0 ἐφ' οὗ σημείου ἴσταται ὁ δείκτης. Ἐπειτα δὲ ὑπὸ κώδωνα, οὔτινος ὑγραίνομεν δι' ὕδατος τὰς ἐσωτερικὰς ἐπιφανείας τῶν τοίχων, καὶ οὕτως, ὑγραίνομένου ἐντελῶς τοῦ ἀέρος, σημειοῦμεν 100, ἐφ' οὗ σημείου ἴσταται ὁ δείκτης. Διαίροῦμεν μετὰ ταῦτα τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ τοῦ 100 διάστημα εἰς 100 μέρη ἴσα, καὶ ἀποτελοῦνται οἱ βαθμοὶ τοῦ ὑγρομέτρου.

Οἱ ἀπώτατοι ὅροι, 0 καὶ 100, ἀμφοτέρωι διατελοῦσιν ἀνε-



Ξάρτητοι τῆς θερμοκρασίας· διότι οὐδέποτε πνέομεν ἀέρα ἐντελῶς ξηρόν, οὐδὲ ἐντελῶς ὑγρόν· ὥστε τὸ ὑγρόμετρον δεικνύει συνήθως κατὰ μέσον ὄρον  $72^{\circ}$ , σπανίως δὲ κατωτέρω τῶν  $30^{\circ}$  ἐν ταῖς μεγάλαις ξηρασίαις, καὶ οὐδέποτε φθάνει εἰς 100, οὐδὲ ἐν ταῖς μεγίσταις πολυμοβρίαις.

**Κατάστασις ὑγρομετρικῆ καὶ τρόπος τοῦ προσδιορισμοῦ ταύτης.**—Καλεῖται ὑγρομετρικὴ κατάσταση τῆς τινός ἢ ὑπάρχουσα σχέσις μεταξὺ τῆς ποσότητος τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ, ὃν περιέχει ὁ ἀήρ ὑπὸ δεδομένην θερμοκρασίαν, καὶ τῆς ποσότητος, ἣν θὰ περιεῖχεν ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, ἐὰν ἐτύγχανε κεκορεσμένος. Τὸ δὲ διὰ τριχὸς ὑγρόμετρον δὲν δεικνύει τὴν ὑγρομετρικὴν κατάστασιν, ἀλλ' ἀπλῶς, ὅτι ὁ ἀήρ προσεγγίζει πλέον ἢ ἔλαττον εἰς ἀμφοτέρα τὰ σημεῖα τῶν ἄκρων τῆς ξηρασίας καὶ τῆς ὑγρασίας. Ἄλλ' ἤδη παρατηρηθέντος, ὅτι ἕκαστος βαθμὸς τοῦ ὑγρομέτρου ἀντεστοίχει πρὸς μίαν σταθερὰν ὑγρομετρικὴν κατάστασιν, ὑφ' οἵανδήποτε θερμοκρασίαν, συνετάχθη πίναξ δεικνύων δι' ἕκαστον βαθμὸν τοῦ ὑγρομέτρου τὴν ἀντιστοιχοῦσαν ὑγρομετρικὴν κατάστασιν. Ὡστε δύναται νὰ προσδιορισθῇ ἡ ὑγρομετρικὴ κατάσταση τῆς τινός διὰ τοῦ ὑγρομέτρου καὶ τούτου τοῦ πίνακος.

Ἡ γνῶσις τῆς ὑγρομετρικῆς καταστάσεως εἶναι συχνάκις χρήσιμος εἰς τὰς φυσικὰς ἐρεῦνας. Ἄλλ' ἐκτὸς τούτου, τὸ ὑγρόμετρον ἀγγέλλει κατὰ πιθανότητα, ὅταν μέλλῃ νὰ βρέξῃ ἢ μὴ, διότι δεικνύει, ἐὰν ἡ ἀτμοσφαῖρα τυγχάνῃ κεκορεσμένη ὑγρασίας ἢ οὐ.

**Ὀμίχλη.**—Ἡ Ὀμίχλη σχηματίζεται, ὁπόταν ὁ ἀήρ, κεκορεσμένος ἀτμῶν, ὑποστῇ ψῦξιν ἕνεκα αἰτίας τινός καὶ ἀφήσῃ νὰ συμπυκνωθῇ μέρος αὐτῶν· ἡ δὲ συμπύκνωσις αὕτη λέγεται σφαιροειδής, ἐπειδὴ ὁ ἀτμὸς μετασχηματίζεται εἰς σφαιρίδια κοῖλα, ὡς πομφολύγια σάπωνος.

**Νέφη.** — Τὰ νέφη εἶναι σωροὶ ὀμίχλης μᾶλλον ἢ ἥττον πυκνῆς, αἰωρούμενοι εἰς διάφορα ὕψη, ἔστιν ὅτε ἀκίνητοι, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον δὲ ὑπὸ ρευμάτων ἀέρος τῆδε κάκεισε φερόμενοι. Πᾶσαι δὲ αἱ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς σχηματιζόμεναι ὀμίχλαι ἀποτελοῦσι νέφη, ὅταν παρασυρόμεναι διασκορπίζωνται ὑπὸ τῶν ἀνέμων· ἀλλ' ὅμως δύνανται νὰ σχηματισθῶσι τὰ νέφη, καὶ ὅταν στρώματα ἀέρος, περιέχοντα ἀφθονίαν ἀτμοῦ, ἀνυψῶνται εἰς ψυχροτάτας χώρας, διότι τότε συμπυκνοῦται μέρος τῶν ἀτμῶν τούτων.

**Βροχή.** — Ἡ βροχὴ προέρχεται ἐκ τῆς ψύξεως μάζης τινὸς ἀέρος κεκορεσμένης ὑγρασίας· διότι, ἐὰν τῷ ὄντι ὑγρά τις μάζα ἀέρος ὑγροῦ ὑποστῇ ψύξιν, μέρος τοῦ ἐν σφαιροειδεῖ καταστάσει ἐμπεριεχομένου ὕδατος συμπυκνοῦται καὶ πίπτει ὑπὸ σχῆμα βροχῆς.

Πολλὰ δὲ αἰτίαι ἐπιφέρουσι τὴν ψύξιν ταύτην. Ἐάν, λόγου χάριν, ὁ ἀήρ διέλθῃ δι' ὑψηλῶν ὀρέων καὶ διὰ ψυχροῦ ἐδάφους, ἢ δύο ρεύματα ἀέρος, θερμὸν καὶ ψυχρὸν, συναντηθῶσι, τὸ θερμότερον ψύχεται ὑπὸ τοῦ ἐτέρου, καὶ ἐκ τούτου παράγεται ἡ βροχὴ ἢ τοῦλάχιστον ὁ σχηματισμὸς νέφους τινός.

Τὸν χειμῶνα πίπτει ὀλιγώτερον ὕδωρ, ἐπειδὴ δὲν γίγνεται μεγάλη ἐξάτμισις· ἀλλ' ὅμως τὸ ἔαρ πίπτει πλείοτερον ἢ τὸ θέρος, ἴσως διότι, τῆς θερμοκρασίας οὐσης τότε ἀστάτου, ἡ ὑγρασία τῆς ἀτμοσφαιρας συμπυκνοῦται συχνότερον ὑπὸ ψύξεων αἰφνιδίων· ἡ δὲ ποσότης τῆς ἐτησίας βροχῆς διαφέρει πολὺ κατὰ τὰ γεωγραφικὰ πλάτη. Ἐν Παρισίοις, λόγου χάριν, καθ' ἕκαστον ἔτος πίπτουσι, κατὰ μέσον ὄρον, 56 ὑφεκατόμμετρα ὕδατος ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἥτοι, ἐὰν τὸ ἐντὸς ἐνὸς ἔτους πίπτον ὕδωρ ἔμενεν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καὶ δὲν εἰσῆρχετο εἰς τὴν γῆν ἢ δὲν ἀνεθυμιάτο, θὰ ἀπετέλει στρώμα 56 ὑφεκατομέτρων ὕψους.

**Δρόσος.** — Ἡ δρόσος σχηματίζεται ἐκ τῆς συμπυκνώσεως



τοῦ ὕδατῶδους ἀτμοῦ τοῦ εὐρισκομένου ἐν ἐπαφῇ μετὰ τῶν ψυχρῶν σωμάτων· τὰ δὲ φαινόμενα τῆς δρόσου ἐξηγοῦνται εὐκόλως διὰ τῶν νόμων τῆς ἀκτινοβολίας.

Κατὰ τὰς γαληνεῖς καὶ αἰθρίας νύκτας, τὰ ἐν ὑπαίθρῳ σώματα ἀκτινοβολοῦσι πρὸς τοὺς οὐρανοὺς, καὶ ἐπομένως ἀποβάλλουσι ποσότητα θερμότητος πολλῶ ἀνωτέραν τῆς λαμβανομένης, ἢ δὲ ἐπερχομένη ψύξις εἶναι τοσοῦτον μεγαλειτέρα, ὅσον τὸ σῶμα ἔχει ἀφέσεως δύναμιν μεγαλειτέραν. Ὡστε ὁ ἀήρ, ὡς δυσθερμάγωγος, διατηρεῖ πολλῶ πλεόν τὴν ἑαυτοῦ θερμότητα ἢ τὰ πλείεστα τῶν σωμάτων, καὶ σχεδὸν πάντα τὰ σώματα γίνονται ψυχρότερα αὐτοῦ, τὰ μὲν κατὰ 3 καὶ κατὰ 4, τὰ δὲ κατὰ 10 ἢ καὶ 12 βαθμούς. Ἐὰν λοιπὸν σῶμά τι ἔχον ἰκανῶς μεγάλην τὴν ἀφετικὴν δύναμιν ταπεινωθῆ κατὰ 10 ἢ 12 βαθμούς πλεόν τοῦ ἀέρος, τὰ στρώματα τοῦ ῥευστοῦ τούτου, μεθ' ὧν εὐρίσκεται ἐν ἐπαφῇ τὸ σῶμα, ψύχονται καὶ παραχωροῦσιν ὑδατῶδη ἀτμόν, ὅστις συμπυκνούμενος ἐναποτίθεται ἐπ' αὐτοῦ, ὑπὸ τὸ σχῆμα τῶν ἀποτελουσῶν τὴν δρόσον ῥανίδων. Ἄλλως τε τὸ ἔαρ, καὶ τὸ φθινόπωρον μάλιστα, εἶναι ἢ δρόσος ἀφθονωτέρα, ἔνεκα τῆς μεγίστης διαφορᾶς μεταξὺ τῆς θερμοκρασίας τῆς ἡμέρας καὶ τῆς νυκτός.

Πολλὰ αἰτίαι συντελοῦσι σπουδαίως εἰς τὸ φαινόμενον τῆς δρόσου. Ὅταν ᾗναι, λόγου χάριν, ὁ οὐρανὸς νεφελώδης, τὰ νέφη ταῦτα κωλύουσι τὴν ἐκπεμπομένην ὑπὸ τῆς γῆς θερμότητα καὶ τὰ σώματα δὲν ψύχονται τοσοῦτον, ὥστε νὰ σχηματισθῆ δρόσος· ἐὰν δὲ πνέῃ μᾶλλον ἢ ἦττον σφοδρότερος ἄνεμος, ὁ ἀήρ ἐπαναφέρει τὰ σώματα εἰς τὴν ἑαυτοῦ θερμοκρασίαν, καθ' ὅσον ψυχραίνονται ὑπὸ τῆς ἀκτινοβολίας· καὶ τέλος, ὀλίγη δρόσος σχηματίζεται ἐπὶ τῶν ὑπὸ τοίχων, δένδρων ἢ ἄλλων πραγμάτων στεγάζομένων σωμάτων, ἐπειδὴ ἡ ἀκτινοβολία τῶν διαφθρῶν τού-

των πραγμάτων αντισταθμίζει τὴν ἀκτινοβολίαν τῶν παρακειμένων σωμάτων. Προσέτι δὲ παρατηρητέον, ὅτι τὴν πρῶταν δὲν εὐρίσκεται ἴση ποσότης δρόσου ἐπὶ πάντων τῶν σωμάτων ὕπερ δεικνύει προφανῶς ὅτι ἡ δρόσος δὲν πίπτει.

**Πάχνη.**— Ἡ *πάχνη* ἢ *δροσοπάχνη* εἶναι δρόσος πεπηγυῖα. Ὅποταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος τύχη μικρά, ἤτοι 4 μόνον ἢ 5 βαθμῶν, τὰ σώματα διὰ τῆς ἑαυτῶν ἀκτινοβολίας, δύνανται νὰ κατέλθωσιν ὑπὸ θερμοκρασίαν κατωτέραν τοῦ 0°, καὶ ἐπομένως ἡ ἐπὶ τούτων ἐναποτιθεμένη δρόσος πῆγνυται. Καὶ αἱ πάχλαι δὲ εἶναι ἀφθονώτεραι τὸ ἔαρ καὶ τὸ φθινόπωρον, ἀποθκίνουσαι συχνάκις ὀλέθριαι, ἕνεκα τῶν ἀταξιῶν ἃς ἐπιφέρουσιν εἰς τὰ φυτά· διότι τὸ ἐν τοῖς ἀπαλοῖς βλαστοῖς περιεχόμενον ὕδωρ πῆγνυται ὑπὸ τῆς νυκτερινῆς ἀκτινοβολίας, ὅταν ἡ θερμοκρασία κατέρχεται ὑπὸ τὸ 0°. Ἄλλ' ὅμως πρὸς ἐξασφάλισιν τῶν φυτῶν ἀπὸ τῶν ἀποτελεσμάτων τούτων τῆς πάχνης, ἀρκεῖ νὰ καλυφθῶσι δι' ἀχύρων ἢ ἐλαφρᾶς ὀθόνης, ὡς ἐμποδιζομένης ἐκ τούτων ἐντελῶς τῆς ἀκτινοβολίας καὶ ἐπομένως τῆς ταπεινώσεως τῆς θερμοκρασίας.

**Κρυστάλλιον.**— Τὸ *κρυστάλλιον* εἶναι στρῶμα πάγου λεῖον λεπτὸν καὶ διαφανές, καλύπτον ἐνίοτε ἅπαν τὸ ἔδαφος. Ἴνα δὲ παραχθῆ, ἀνάγκη νὰ ᾖναι ὁ μὲν ἀήρ ἀρκούντως θερμὸς πρὸς γένεσιν τῆς βροχῆς, τὸ δὲ ἔδαφος ἀρκούντως ψυχρὸν πρὸς πῆξιν αὐτῆς ἅμα πεσοῦσης· τὸ δὲ φαινόμενον συμβαίνει πρὸ πάντων τὸν χειμῶνα καὶ ἡ βάδισις καθίσταται ἐκ τούτου ὀλισθηρὰ καὶ δύσκολος.

**Χιῶν.**— Ἡ *χιῶν* προέρχεται ἐκ τῶν βανίδων τῶν νεφῶν, αἵτινες στερεοποιοῦνται εἰς μικροὺς κρυστάλλους κανονικωτάτους καὶ λεπτοτάτους. Νομίζεται δέ, ὅτι ὁ σχηματισμὸς αὐτῶν ἀποτελεῖται κατὰ τὴν αἰφνιδίαν μετάβασιν τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ



εἰς τὴν στερεάν κατάστασιν· διότι καὶ ἐλάχισται τῶν σταγόνων τοῦ ὕδατος δὲν ἦτο δυνατόν νὰ παραγάγῃσι τοσοῦτον λεπτοῦς κρυστάλλους. Ἄλλ' ἐὰν αἱ νιφάδες σχηματίζονται ἀπ' εὐθείας ἢ ἐὰν λαμβάνωσι τὴν ἑαυτῶν αὐξῆσιν διὰ τῶν κατωτέρων στρωμάτων τοῦ ἀέρος διερχόμεναι, ἀγνοεῖται.

**Νηματοχάλαζα.**—Ὀνομάζομεν *νηματοχάλαζαν* μικρά τινα νήματα πάγου συμπεπλεγμένα πρὸς ἄλληλα καὶ σχηματίζοντα συστρεμμάτια ἀρκούντως συμπαγῆ. Καὶ τὸ φαινόμενον δὲ τοῦτο ἀποδοτέον εἰς ὑδατώδη ἀτμὸν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ περιεχόμενον καὶ πηγνύμενον.

**Αἰθρία.**—Ἡ *αἰθρία* εἶναι μικρὰ βροχὴ λεπτοτάτη, πίπτουσα ἐνίοτε χωρὶς νὰ ὑπάρχῃ ἐν τῷ οὐρανῷ νέφος. Τὸ φαινόμενον δὲ τοῦτο παράγεται ἐν τοῖς ἡμετέροις τόποις μόνον μετὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου κατὰ τὸ θέρος. Ἄμα δύσαντος τοῦ ἡλίου, ὁ ἀήρ ἐλαττοῖ αἴφνης θερμοκρασίαν ὥστε συμβαίνει ὁ ἐντὸς αὐτοῦ ὑδατώδης ἀτμὸς νὰ μὴ δύναται νὰ μένῃ ὀλόκληρος εἰς τὴν ἀερίαν κατάστασιν, καὶ τότε μέρος τούτου συμπυκνοῦται καὶ πίπτει ἐν εἶδει ρανίδων.

**Χάλαζα.**—Ἡ *χάλαζα* παράγεται ἐκ ρανίδων ὕδατος πηγνυμένων· ἀλλ' ἀγνοεῖται τίνι τρόπῳ σχηματίζονται τὰ τεμάχια, ὄντα ἐνίοτε παχύτατα. Προηγεῖται δὲ συνήθως τῶν καταιγίδων, καὶ πίπτει σχεδὸν πάντοτε ἐπὶ βραχὺν χρόνον, ὅστις ὅμως ἀρκεῖ ὅπως ἀκολουθήσωσι ζημίαι, καὶ μάλιστα ἐν τοῖς ἀγροῖς ἔνθα καταστρέφει τὰ σπαρτὰ καὶ τοὺς καρπούς.

**Ἄνεμοι.**—Οἱ ἄνεμοι προέρχονται πάντοτε ἐκ χαλαρώσεως τινος τῆς ἰσορροπίας τοῦ ἀέρος ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ· χαλαροῦται δὲ αὕτη εἴτε ἐκ τῆς μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας, ὅποτε θερμαινόμενα τὰ πρὸς τὸ ἔδαφος στρώματα, ἐπειδὴ γίνονται ἐλαφρότερα, ἀναβαίνουσι πρὸς τὰς ἀνωτέρας χώρας, ὁ δὲ ψυχρότερος



ἄηρ τῶν γειτνιαζόντων μερῶν ἐπέρχεται πρὸς ἀντικατάστασιν εἴτε ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ τῆς βροχῆς, ὁπότε ὑγροποιουμένου τοῦ ἀτμοῦ, ἀραιούται ἡ ἀτμοσφαῖρα καὶ ὁ πέριξ ἄηρ σπεύδει νὰ πληρώσῃ τὸ ἀραίωμα τοῦτο· ὥστε οἱ ἄνεμοι εἶναι ρεύματα ἀέρος κατὰ διευθύνσεις καὶ μετὰ ταχυτήτων διαφόρων συμβαίνοντα, καὶ ὡς ἐκ τῆς διευθύνσεως μὲν ὀνομάζονται ἀπὸ τοῦ σημείου τοῦ ὀρίζοντος, ἐξ οὗ πνέουσι, βορρᾶς, ἀπηλιώτης, νότος, ζέφυρος κτλ. ἡ δὲ ταχύτης, μετρουμένη διὰ τινος πτερωτοῦ μύλου, ἀνεμομέτρου λεγομένου, ἀνευρίσκεται καὶ εἶναι κατὰ μέσον ὄρον ἐν τοῖς ἡμετέροις κλίμασι ὅ μὲχρις 6 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον.

Οἱ ἄνεμοι ὡς ἐκ τῶν μᾶλλον ἢ ἥττον σταθεροῦ τῆς διευθύνσεως καθ' ἣν πνέουσι, διαιροῦνται συνήθως εἰς τρεῖς τάξεις, εἰς κατοικικούς, εἰς περιοδικούς καὶ εἰς ἀστάτους ἀνέμους. Οἱ κανονικοί, οἱ καὶ ἐτησίοι λεγόμενοι, ἐπικρατοῦντες ἑκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ μὲχρι 30 μοιρῶν πλάτους πνέουσι διηλεκῶς μακρὰν τῶν παραλίων ἀπὸ τῶν βορειοανατολικῶν πρὸς τὰ νοτιοδυτικὰ ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ, καὶ τὸ ἀνάπαλιν ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ· αἰτία δὲ τοῦ φαινομένου εἶναι, ὅτι, ἔνεκα τῆς ὑπὸ τοῦ ἡλίου θερμάνσεως τῶν ὑπὸ τὸν ἰσημερινὸν χωρῶν, ὁ ἄηρ ὑψούμενος ἀδιαλείπτως ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἀντικαθίσταται ὑπὸ πυκνοτέρου ἀέρος, ἐξ ἑκατέρου τῶν ἡμισφαιρίων ἀπὸ τοῦ πόλου πρὸς τὸν ἰσημερινὸν κατερχομένου, καὶ ἔνεκα τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς γῆς τὰ σχηματιζόμενα ρεύματα λαμβάνουσι κεκλιμένην διεύθυνσιν πρὸς τὸν ἰσημερινόν.

Οἱ περιοδικοί λεγόμενοι ἄνεμοι πνέουσι τακτικῶς κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἐν ταῖς αὐταῖς ὥραις τοῦ ἔτους καὶ διακρίνονται τρεῖς ὁ μουσσώνιος, ὁ σαμούγιος καὶ ἡ αὔρα, ὧν ὁ μὲν μουσσώνιος πνέει ἐξ ἡῆνας κατὰ διεύθυνσιν τινα, καὶ ἐξ ἄλλους μῆ-



νας καθ' ἑτέραν, τὸ μὲν θέρος πρὸς τὰς ἠπείρους, τὸν δὲ χειμῶνα ἀντιθέτως, ἰδίως ἐν τῇ Ἀραβικῇ θαλάσῃ καὶ ἐν τῷ κόλπῳ τῆς Βεγγάλης· ὁ σαμουίνιος λεγόμενος καὶ χαμσίνοσ ἐν Αἰγύπτῳ, ὅπου πνέει ἀπὸ τέλους Ἀπριλίου μέχρι τοῦ Ἰουνίου, εἶναι ὁ παρ' ἡμῖν γνωστὸς ὑπὸ τὸ ὄνομα *σιρόκκος*, ἀλλ' ἐξησθενημένος· διότι ἐν ταῖς ἐρήμοις τῆς Ἀφρικῆς καὶ τῆς Ἀσίας εἶναι καυστικὸς καὶ πνέει σφοδρότατα, συμπαρασύρων καὶ ἄμμον· ἡ δὲ αὔρα εἶναι ἄνεμος πνέων κατὰ τὰ παράλια ἀπὸ τῆς θαλάσσης εἰς τὴν ξηρὰν τὴν ἡμέραν, καὶ ἀπὸ τῆς ξηρᾶς πρὸς τὴν θάλασσαν τὴν νύκτα, τοῦτέστιν ἀπὸ τοῦ ψυχροτέρου πρὸς τὸ θερμότερον μέρος· διότι, τῆς ξηρᾶς θερμαινομένης μᾶλλον τῆς θαλάσσης τὴν ἡμέραν, ὁ ἀήρ, διαστελλόμενος ἐπὶ τῶν ἠπειρῶν μᾶλλον ἢ ἐπὶ τῆς θαλάσσης, ἀνυψοῦται καὶ ἀντικαθίσταται ὑπὸ πυκνοτέρου ἀέρος, ἐρχομένου ἀπὸ τῆς θαλάσσης, τὰνάπαλιν δὲ τὴν νύκτα. Καὶ γειτνιάσις δὲ ὁρέων δύναται νὰ παραγάγῃ τὴν αὔραν.

Οἱ ἄστατοι ἄνεμοι πνέουσιν ἀστάτως, χωρὶς νὰ δυνάμεθα νὰ ἀνακαλύψωμεν νόμον τινὰ ἐπικρατοῦντα ὡς πρὸς τὴν διεύθυνσιν αὐτῶν. Ἐν τούτοις κατὰ τὰ μέσα πλάτη ἢ διεύθυνσις τῶν ἀνέμων τούτων εἶναι λίαν ἄστατος, ὅσον δὲ προχωροῦμεν πρὸς τοὺς πόλους αὐξάνει ἢ ἀστασία αὐτῶν, ἐνῶ, ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τὴν διακεκαυμένην ζώνην, γίνονται κανονικώτεροι· ἐν δὲ τῇ κατεψυγμένῃ ζώνῃ πολλάκις οἱ ἄνεμοι πνέουσι συγχρόνως ἐκ πολλῶν σημείων τοῦ ὀρίζοντος.

**Κλίματα.**— Λέγοντες *κλίμα* ἐννοοῦσι διαίρεσιν τινὰ στηριζομένην ἐπὶ τῆς θερμομετρικῆς καταστάσεως τῶν διαφόρων χωρῶν τῆς γῆς χαρακτηριζομένην ἐκ τῆς μέσης θερμοκρασίας τοῦ τόπου.

Μέση θερμοκρασία τοῦ τόπου εἶναι ὁ μέσος ὅρος τῆς μέσης θερμοκρασίας πολλῶν ἐτῶν, εὐρισκομένη, ἐὰν προστεθῶσιν αἱ μέ-



σαι θερμοκρασίαι πολλῶν ἐτῶν καὶ διαιρεθῆ τὸ ἄθροισμα διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐτῶν ἵνα δὲ εὐρεθῆ ἡ μέση θερμοκρασία ἐνὸς ἔτους, προστίθενται αἱ μέσαι θερμοκρασίαι δώδεκα μηνῶν καὶ τὸ ἄθροισμα διαιρεῖται διὰ τοῦ 12· τοῦ δὲ μηνός, ἐὰν προστεθῶσιν αἱ μέσαι θερμοκρασίαι 30 ἡμερῶν καὶ τὸ ἄθροισμα διαιρεθῆ διὰ 30· ἡ δὲ μέση θερμοκρασία μιᾶς ἡμέρας, ἐὰν προστεθῶσιν 24 παρατηρήσεις θερμομετρικαί, γενόμεναι ἀπὸ ὥρας εἰς ὥραν, καὶ τὸ ἄθροισμα διαιρεθῆ δι' 24.

Οὕτω λοιπὸν διακρίνονται ἑπτὰ κλίματα α) τὸ διακεκαυμένον, οὔτινος ἡ μέση θερμοκρασία εἶναι ἀπὸ 27°, ὅς μὲχρις 25° β) τὸ θερμόν, ἀπὸ 25° μὲχρις 20° γ) τὸ γλυκύ, ἀπὸ 20° μὲχρις 15° δ) τὸ εὐκρατον ἀπὸ 15° μὲχρις 10° ε) τὸ ψυχρόν, ἀπὸ 10° μὲχρις 5° ς) τὸ ψυχρότατον ἀπὸ 5° μὲχρις 0° καὶ ζ) τὸ κατεψυγμένον ὑποκάτω τοῦ 0.

Γενικῶς δὲ ἡ θερμοκρασία τῶν διαφόρων μερῶν τῆς γῆς ἐξαρτᾶται ἐκ πολλῶν αἰτιῶν, ὧν κυριώταται εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος, ἥτοι ἡ ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ ἀπόστασις, τὸ ὕψος τοῦ τόπου ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν, ἡ διεύθυνσις τῶν ἀνέμων καὶ ἡ γειτνιάσις τῶν θαλασσῶν. Τῶντι δέ, ἐπειδὴ ὅσῳ μᾶλλον καθέτως προσπίπτουσιν αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου καὶ ὅσῳ μᾶλλον ὑπερέχει ἡ ἡμέρα τῆς νυκτός, τόσῳ μᾶλλον ἀπορροφᾶται θερμότης ὑπὸ τῆς γῆς, ἔπεται, ὅτι ἐπὶ μὲν τοῦ ἰσημερινοῦ, διὰ τὸ ὅλως κάθετον τῶν ἀκτίνων καὶ διὰ τὸ ἴσον τῶν ἡμερῶν, ἡ θερμοκρασία εἶναι σχεδὸν ἀμετάβλητος, ἀλλὰ προχωροῦντες ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους ἀπαντῶμεν μεγαλειτέραν ἢ μικροτέραν θερμοκρασίαν ἀναλόγως τῆς πλαγίας προσπτώσεως τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ τῆς ἀνισότητος τῶν ἡμερῶν καὶ τῶν νυκτῶν. Ὅτι δὲ τὸ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν ὕψος ἐπιδρᾷ εἰς τὴν θερμοκρασίαν τόπου τινός ἀποδεικνύεται ἐκ τῆς



διηνεκοῦς ὑπάρξεις χιόνων ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὀρέων, οὐ μόνον ἐν τοῖς βορείοις κλίμασιν, ἀλλὰ καὶ ὑπὸ τὸν ἰσημερινόν, οἱ δὲ ἀνεμοὶ ἀναγκαίως μεταλαμβάνοντες τῆς θερμοκρασίας τῶν τόπων, δι' ὧν διέρχονται, ἐπενεργοῦσιν ὅπου διευθύνονται, καὶ ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία τῶν θαλασσῶν μεταβάλλεται πολὺ ὀλιγώτερον τῆς στερεᾶς ἐπιφανείας τῶν ἠπειρῶν, ἐπὶ τῶν νήσων, ὡς γειτνιαζουσῶν μᾶλλον εἰς τὴν θάλασσαν, τὸ θέρος δὲν εἶναι τόσον θερμόν, οὐδὲ ὁ χειμὼν τοσοῦτον ψυχρός, ὅσον δὲ εἰσδύομεν εἰς τὰς ἠπείρους, ὑπὸ τὰ αὐτὰ πλάτη, τὸ μὲν θέρος εἶναι θερμότερον, ὁ δὲ χειμὼν ψυχρότερος.

**Πηγαὶ θερμότητος.**—Κυριώταται πηγαὶ θερμότητος εἶναι ὁ ἥλιος, ἡ γῆ, αἱ χημικαὶ ἐνώσεις, ὁ ἠλεκτρισμὸς καὶ αἱ μηχανικαὶ ἐνέργειαι.

Ἀφθονωτάτη πηγὴ θερμότητος εἶναι ὁ ἥλιος· διότι πάντα τὰ εἰς τὴν ἐπενέργειαν τῶν ἠλιακῶν ἀκτίνων ἐκτιθέμενα σώματα θερμαίνονται ταχέως, ἡ δὲ θερμοκρασία αὐτῶν αὐξάνει διαφόρως κατὰ τὴν φύσιν τῶν οὐσιῶν καὶ κατὰ τὴν κατάστασιν τῶν ἐπιφανειῶν.

Καὶ ἡ σφαῖρα τῆς γῆς εἶναι πηγὴ θερμότητος· διότι ἀνεξαρτήτως τῶν ὑπὸ τοῦ ἡλίου ἐπιχεομένων θερμαντικῶν ἀκτίνων ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἡμετέρου πλανήτου, ἡ γῆ κέκτηται ἰδίαν αὐτῆς θερμότητα. Καὶ τῷ ὄντι ἀπεδείχθη διὰ πειραμάτων, ὅτι ἡ θερμοκρασία τῶν ἐσωτερικῶν στρωμάτων τῆς γῆς εἶναι τοσοῦτον ὑψηλοτέρα, ὅσον βαθύτερον κεῖνται τὰ σώματα, καὶ ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ αὐτοῦ στρώματος, ἐν δεδομένῳ τινὶ βάθει, εὐρίσκεται πάντοτε ἀμετάβλητος. Εὐρέθη δὲ ὅτι ἡ θερμοκρασία τῶν ἐσωτερικῶν στρωμάτων ἐπιτείνεται μετὰ τοῦ βάθους κατὰ περίπου 1 βαθμὸν εἰς 30 μέτρα· διὸ ὑποτίθεται, ὅτι ὑπάρχει ἐν τῇ σφαίρᾳ τῆς γῆς κεντρικὴ τις μεγάλη θερμότης, καὶ προσεπι-

θεβαιούται ἡ ὑπόθεσις ὑπὸ τῶν πηγῶν τῶν θερμῶν ὑδάτων, ἅτινα εἶναι τοσοῦτον θερμότερα, ὅσον τὰ βάθη, ἐξ οὗ πηγάζουσιν, εἶναι μεγαλείτερα.

Πᾶσαι αἱ χημικαὶ ἐνώσεις ἐκλύουσι θερμότητα· καὶ αὕτη δὲ ἢ καῦσις εἶναι χημικὴ τις ἔνωσις τοῦ ὀξυγόνου ἀέρος μετὰ τοῦ ἐν τῇ καυσίμῳ ὕλῃ περιεχομένου ἄνθρακος. Καὶ τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα δύνανται νὰ θεωρηθῶσι πηγαὶ θερμότητος· διότι διὰ τῆς ἐπενεργείας τῆς στήλης, κατορθοῦται, καθ' ἃ μέλλομεν νὰ ἴδωμεν, ἢ τήξις καὶ ἢ ἐξαέρωσις τῶν μετάλλων, ἅπερ μόνον δι' ὑψηλοτάτης θερμοκρασίας χωνεύονται.

Τέλος πάντων αἱ μηχανικαὶ ἐνέργειαι, ὁποῖαι ἢ κρούσις, ἢ τριβὴ καὶ ἢ πίεσις, εἶναι πηγαὶ θερμότητος πολλάκις δραστηριώταται· διότι αἱ σιδηραῖ ράβδοι θερμαίνονται ταχύτατα διὰ τῶν σφυρηλατημάτων, οἱ τροχοὶ τῶν ἀμαξῶν δύνανται νὰ ἀναφλεθῶσι διὰ τῆς τριβῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῶν στρεφόμενοι, ὁ δὲ ἀήρ καὶ ἄλλα ἀέρια, ὡς τὸ ὀξυγόνον, τὸ χλώριον κτλ., ἰσχυρῶς πιεζόμενα ἐκλύουσι θερμότητα καὶ φῶς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΣΤ'.

### ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ.

Στατικὸς ἠλεκτρισμός.—ἠλεκτρισμός διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτυσσόμενος.—Εὐηλεκτράγωγα καὶ δυσηλεκτράγωγα σώματα.—Ἀπομονωτήρια ἢ ἀπομονωτικὰ σώματα.—Δύο εἶδη ἠλεκτρισμοῦ.—Νόμοι τῶν ἠλεκτρικῶν ἐλλξεων καὶ ἀπώσεων.—ἠλεκτρικὴ τρυτάνη ἢ τοῦ Κουλόμβου.—Διανομὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων.

ἠλεκτρισμός.—Ὑπάρχουσι πολλαὶ οὐσίαι, ὡς ἡ ῥητίνη, ὁ σφραγιστικὸς κηρός, τὸ ἠλεκτρον, τὸ θεῖον, ἡ ὕαλος, αἵπινες



τριβόμεναι διὰ μαλλίνου ὑφάσματος ἢ διὰ δέρματος γαλῆς, πορίζονται τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκωσι τὰ πλησιάζοντα ἑλαφρὰ σώματα, οἷον φύλλα χρυσοῦ, σφαίρας ἀκταίας, ἄχυρα, πτίλα κτλ. Ἡ ἄγνωστος αἰτία τῶν φαινομένων τούτων τῆς ἑλξεως ὠνομάσθη *ἠλεκτρισμός* ἐκ τοῦ ἠλέκτρου, ἐπειδὴ ἐπὶ τῆς οὐσίας ταύτης ἐγνώρισε τὸ πρῶτον ὁ Θαλῆς τὴν περὶ ἧς ὁ λόγος ιδιότητα, ἀποδιδομένην ὑπὸ τῶν φυσικῶν εἰς τὴν ὑπαρξίν ῥευστοῦ τινος, ὅπερ καλοῦσιν *ἠλεκτρικὸν ῥευστόν*.

Ἡ σπουδὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ περιλαμβάνει δύο μεγάλα τμήματα· τὸν *στατικὸν ἠλεκτρισμόν*, πραγματευόμενον περὶ τῶν φαινομένων, ἅπερ παράγει ὁ ἐν ἡρεμίᾳ ἠλεκτρισμός, καὶ τὸν *δυναμικὸν ἠλεκτρισμόν*, ἀσχολούμενον περὶ τὰ φαινόμενα, ἅπερ παράγει ὁ ἐν κινήσει ἠλεκτρισμός. Ἀλλὰ τὸν τελευταῖον μέλλομεν νὰ ἐξετάσωμεν βραδύτερον μετὰ τοῦ μαγνητισμοῦ, πρὸς ὃν ἔχει στενὴν σχέσιν.

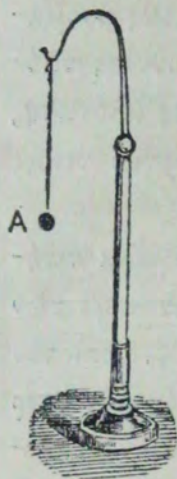
**Στατικὸς ἠλεκτρισμός.**—Ἐν τῇ στατικῇ καταστάσει, ἥτοι ἐν ἡρεμίᾳ, ὁ ἠλεκτρισμός ἔχει κυρίαν αἰτίαν τὴν τριβὴν· ἐπισωρεύεται τότε ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων καὶ διατηρεῖται ἐν ἰσορροπίᾳ ὑπὸ κατάστασιν τάσεώς τινος, ἐκδηλουμένης δι' ἑλξεων καὶ σπινθήρων.

Θεωροῦντες τὸν ἠλεκτρισμόν ἀναπτυσσόμενον διὰ τῆς τριβῆς, δυνάμεθα εἰπεῖν, ὅτι τὸ σῶμα εἶναι *ἠλεκτρισμένον*, ὅταν ἔχῃ τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκῃ τὰ ἑλαφρὰ σώματα ἢ νὰ παράγῃ φωτεινὰ ἀποτελέσματα.

Ἴνα δὲ διακρίνωμεν μετὰ πλείονος βεβαιότητος τὰ ὑπὸ τῆς τριβῆς ἠλεκτριζόμενα σώματα, ποιῶμεν χρῆσιν συσκευασματίου τινος ἢ ἠλεκτροσκοπίου, ἐκκρεμοῦς ἠλεκτρικοῦ καλουμένου (Σχ. 44). Συνίσταται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο ἐκ σφαιριδίου ἐντεριώνῃς ἀκταίας Α ἐξηρητημένου διὰ νήματος μετὰξης ἐξ ἀντη-



ρίδος έχουσης πόδα υάλινον. Ἐὰν λοιπὸν πλησιάσωμεν ἠλεκτρι-  
σμένον σῶμα, ἢ σφαῖρα ἔλκεται καὶ ἀπομακρύνεται τῆς ἐν ἰσορ-  
ροπία θέσεως αὐτῆς. Διὰ τοῦ αὐτοῦ δὲ ἐκκρεμοῦς ἀποδεικνύεται,



Σχ. 44.

Ἠλεκτρικὸν  
ἐκκρεμές.

ὅτι αἱ ἔλξεις ἐλαττοῦνται, ὅταν αὐξάνη ἢ ἀπόστα-  
σις, καὶ ἐὰν ἡ τριβὴ ἐκτελεσθῇ μετὰ δραστηριότητος  
καὶ ἐν σκοτίᾳ, αἱ ἐπιφάνειαι γίνονται φωτειναὶ κά-  
ποτε, καὶ ἐὰν προσαγάγωμεν τὸν δάκτυλον, ἀπα-  
στράπτει σπινθήρ.

Εὐηλεκτράγωγα καὶ δυσηλεκτράγωγα σώ-  
ματα. — Τινὰ σώματα τριβόμενα καὶ κρατούμενα  
ἀμέσως ἐν τῇ χειρί, οἷον ἡ ὕαλος, ἡ ῥητίνη, τὸ ἤλεκ-  
τρον, τὸ θεῖον, ἢ μέταξα, λαμβάνουσι τὰς ἠλεκτρι-  
κὰς ιδιότητας, ἕτερα δέ, καὶ κυρίως τὰ μέταλλα,

δὲν δύνανται νὰ λάβωσιν ἢ νὰ διατηρήσωσι τὰς ἠλεκ-  
τρικὰς ιδιότητας, εἰμὴ καθόσον προφυλάττονται  
τῆς ἐπαφῆς τῆς χειρὸς διὰ μιᾶς τῶν ἀνωτέρω οὐ-  
σιῶν. Προσέτι δέ, ἐὰν ψύσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου ῥάβδον τινὰ  
ῥητίνης ἠλεκτρισμένην, τὸ ψυδόμενον μέρος, ἀλλὰ μόνον τοῦτο,  
παύει νὰ δεικνύη σημεῖα ἠλεκτρισμοῦ, ἐνῶ ἡ λοιπὴ ῥάβδος δια-  
τηρεῖ ὅσον εἶχε, καὶ μόνον, ἐὰν ψύσωμεν διαδοχικῶς πάντα τὰ  
μέρη αὐτῆς, ἀφαιρεῖται ἅπας ὁ ἐνυπάρχων ἠλεκτρισμός. Ἐὰν δὲ  
τοῦναντίον ψύσωμεν ἐν τῶν σημείων τεμαχίου μετάλλου ἠλεκ-  
τρισμένου καὶ ἐξ υάλινης λαβῆς κρατουμένου, ἅπασα ἡ ἐπιφά-  
νεια τοῦ μεταλλικοῦ σώματος εὐρίσκεται ἐν ἀκαρεῖ ἀπεστερη-  
μένη τῶν ἠλεκτρικῶν αὐτῆς ιδιοτήτων.

Ἐκ τούτου διεκρίθησαν δύο τάξεις σωμάτων· τὰ μὲν, παρέ-  
χοντα δίοδον εἰς τὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ διοχετεύοντα τοῦτον ἐλευ-  
θέρως, ἄνευ ἀντιτάξεως κωλύματός τινος, καὶ διὰ τοῦτο καλού-  
μενα εὐηλεκτράγωγα ἢ ἠλεκτραγωγά σώματα· τὰ δέ, ἀντιτασ-



σόμενα, τούναντίον, εἰς τὰς κινήσεις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ διοχετεύοντα τοῦτον μετὰ δυσκολίας, καὶ διὰ τοῦτο καλούμενα *δυσηλεκτράγωγα* ἢ καὶ *ἀνηλεκτράγωγα* σώματα.

Εὐηλεκτράγωγα εἶναι τὰ μέταλλα, ὁ πεφρυγμένος ἄνθραξ, τὸ ὕδωρ, καὶ μάλιστα τὸ ἄλμυρὸν καὶ τὸ ὑποξυ ὕδωρ, ὁ ὕδατώδης ἀτμός, τὸ ἀνθρώπινον σῶμα καὶ ἡ γῆ, ἣτις καὶ ὀνομάζεται *κοινὸν δοχεῖον*, ὡς ἀπορροφῶσα ἐπὶ τέλους πάντα τὸν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν γηίνων σωμάτων ἀναπτυσσόμενον ἠλεκτρισμόν. Δυσηλεκτράγωγα δὲ εἶναι ἡ ὕαλος, ἡ ῥητίνη, τὸ θεῖον, ὁ κηρός, ἡ μέταξα, τὸ ἔριον, ὁ ξηρὸς ἀήρ, τὰ ξηρὰ ἀέρια κτλ.

Ἀπομονωτῆρες ἢ ἀπομονωτικὰ σώματα.—Ἐπειδὴ τὸ ἀνθρώπινον σῶμα εἶναι εὐηλεκτράγωγον, ἔπεται, ὅτι θέλοντες νὰ ἠλεκτρίσωμεν εὐηλεκτράγωγον σῶμα, κρατοῦντες τοῦτο ἐν τῇ χειρὶ, δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ ἐπιτύχωμεν, ἐπειδὴ ὁ ἐπὶ τοῦ σώματος ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς ἐκρέει πάραυτα εἰς τὸ ἔδαφος διὰ τῆς χειρὸς καὶ δι' ὀλοκλήρου τοῦ σώματος τοῦ κρατοῦντος ἀνθρώπου. Ἄλλ' ἔάν, ἀντὶ νὰ ἔχωμεν τὸ ἠλεκτριζόμενον σῶμα ἐν τῇ χειρὶ, στηρίζωμεν τοῦτο ἐπὶ δίσκου δυσηλεκτράγωγου οὐσίας, οἷον ὕαλου, ῥητίνης ἢ μετάξης, τὸ σῶμα ἠλεκτρίζεται πάραυτα, ἐπειδὴ ὁ ἠλεκτρισμὸς ἀδυνατῶν νὰ μεταβῇ εἰς τὸ ἔδαφος, ἀναγκάζεται νὰ μένη ἐπὶ τοῦ ἠλεκτριζομένου σώματος καὶ νὰ ἀναπτύσσεται ὅθεν τὰ δυσηλεκτράγωγα σώματα χρησιμεύοντα ὡς ὑποστηρίγματα, ὅταν θέλωμεν νὰ διατηρηθῇ ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐπὶ εὐηλεκτράγωγου σώματος ὀνομάζονται *ἀπομονωτῆρες* ἢ *ἀπομονωτικὰ σώματα*, καὶ ἡ τοιαύτη κατάστασις λέγεται *ἀπομόνωσις*.

Ἡλεκτρικαὶ ἔλξεις καὶ ἀπώσεις.—Ἐὰν εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμὲς πλησιάσωμεν ῥάβδον ὕελου τριβεῖσαν διὰ μαλλίνου ὑφάσματος ἢ ῥάβδον ῥητίνης τριβεῖσαν διὰ δέρματος γαλῆς, παρα-



τηροῦμεν τὰ ἀκόλουθα φαινόμενα· α) ἡ σφαῖρα ἔλκεται σφοδρῶς καὶ προσκολλᾶται εἰς τὴν ὑαλον· β) ἀπωθεῖται σφοδρῶς ἔπειτα.

Καὶ μέχρι μὲν τούτου οὐδεμία διαφορὰ περὶ τὰς ἔλξεις καὶ τὰς ἀπώσεις μεταξὺ τοῦ ἐπὶ τῆς ὑάλου καὶ τοῦ ἐπὶ τῆς ῥητίνης ἠλεκτρισμοῦ διακρίνεται. Ἄλλ' ἐὰν μετὰ τὴν διὰ τῆς ὑάλου ἄπωσησιν, πλησιάζωμεν τὴν ῥητίνην, παρατηροῦμεν, ὅτι ἐνῶ ἡ ὑαλος ἀπωθεῖ, ἡ ῥητίνη ἔλκει ἰσχυρῶς, καὶ τὸ ἀνάπαλιν, ἐὰν μετὰ τὴν διὰ τῆς ῥητίνης ἄπωσησιν πλησιάζωμεν τὴν ὑαλον, ἐνῶ ἡ ῥητίνη ἀπωθεῖ, ἡ ὑαλος ἔλκει ἰσχυρῶς τὸ σφαιρίδιον τῆς ἀκταίας.

Δύο εἶδη ἠλεκτρισμοῦ. — Ἐκ τῶν προηγουμένων πειραμάτων συμπεραίνονται τὰ ἐξῆς· 1<sup>ον</sup> ὑπάρχουσι δύο εἶδη ἠλεκτρισμοῦ, ὁ μὲν ἐπὶ τῆς ὑάλου, ὁ δὲ ἐπὶ τῆς ῥητίνης ἀναπτυσσόμενος· ἐξ οὗ καὶ τὰ ὀνόματα *υαλώδης* καὶ *ρητινώδης ἠλεκτρισμός*· ὀνομάζεται δὲ *υαλώδης ἠλεκτρισμός* ἢ *θετικὸς* ὁ ταυτιζόμενος μετὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ ἀναπτυσσομένου ἐπὶ λείας ἐπιφανείας ὑάλου τριβομένης δι' ἐρίου, *ρητινώδης* δὲ *ἠλεκτρισμός* ἢ *ἀρνητικὸς* ὁ ταυτιζόμενος μετὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ ἀναπτυσσομένου ἐπὶ ῥητίνης τριβομένης διὰ δέρματος γαλῆς.

2<sup>ον</sup> Πάντα τὰ σώματα κέκτηνται τὸ οὐδέτερον λεγόμενον *ρευστόν*, ἀποτελούμενον ἐξ ἴσων ποσοτήτων θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, καὶ δύνανται νὰ λάβωσιν ἑκάτερον τῶν ἠλεκτρισμῶν, κατὰ τὸ σῶμα δι' οὗ τρίβονται ταῦτα· ἵνα δὲ ἠλεκτρισθῇ τι σῶμα, ἀρκεῖ νὰ προσλάβῃ μείζονα ἐκ τοῦ ἑνὸς εἶδους ποσότητα.

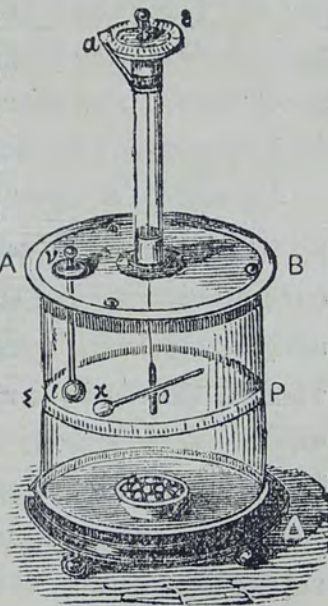
3<sup>ον</sup> Οἱ ὁμώνυμοι ἠλεκτρισμοὶ ἀπωθοῦνται, οἱ δὲ ἑτερόνυμοι ἔλκονται.

Νόμοι τῶν ἠλεκτρικῶν ἔλξεων καὶ ἀπώσεων. — Αἱ ἀμοιβαῖαι τῶν ἠλεκτρισμένων σωμάτων ἐνέργειαι, μεταβαλλόμεναι μετὰ τῶν ἀποστάσεων καὶ τῶν ποσοτήτων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἀπο-



λουθοῦσι τοὺς ἐξῆς δύο νόμους· α) αἱ ἠλεκτρικαὶ ἔλξεις καὶ ἀπώσεις εἶναι κατ' εὐθείαν ἀνάλογοι τῶν ποσοτήτων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ· β) αἱ ἠλεκτρικαὶ ἔλξεις καὶ ἀπώσεις εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων· ἦτοι, ἐὰν ἡ ἀπόστασις ᾖ τρις μικροτέρα, αἱ δυνάμεις αὗται γίνονται ἐννεάκις μεγαλείτεροι. Ἀποδεικνύονται δὲ οὗτοι οἱ νόμοι διὰ τῆς ἠλεκτρικῆς τρυτάνης ἢ τοῦ Κουλόμβου, φυσικοῦ ποιήσαντος πρώτου χρήσιν τοῦ ὄργάνου τούτου πρὸς ἀνακάλυψιν τῶν σπουδαίων τούτων νόμων.

Τρυτάνη τοῦ Κουλόμβου.—Ἡ συσκευὴ αὕτη (Σχ. 45) εἶναι κλωδὸς ὑάλινος ΑΒΓΔ, ἐφ' οὗ ἴσταται σωλὴν στενότερος, κεκλεισμένος κατὰ τὸ ἄνω μέρος καὶ φέρων σύρμα λεπτότατον δυνάμενον νὰ συστραφῇ ἐκατέρωθεν διὰ τοῦ κινητοῦ αε. Ἐκ τοῦ κάτω μέρους ο τοῦ σύρματος ἐξαρτᾶται ὀριζοντίως ὑαλίνη βελόνη ἐλαφροτάτη κεχρισμένη διὰ ῥητίνης, ἔχουσα δὲ προσκεκολλημένον κατὰ τὸ ἄκρον κ πεταλίδιον χρυσοῦ, καὶ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κλωδοῦ ὑπάρχει λωρίς χάρτου ΣΡ διηρημένη εἰς 360 μέρη ἢ βαθμούς.



Σχ. 45.

Τρυτάνη τοῦ Κουλόμβου.

Ἐὰν εἰσαγάγωμεν διὰ τινος ὀπῆς ν, ἠνεωγμένης ἐπὶ τοῦ δίσκου ΑΒ μεταλλικὴν σφαῖραν ι ἀπομεμονωμένην καὶ ἠλεκτρισμένην, ἄμ. προσψαύσῃ αὕτη τὸ πεταλίδιον, λαμβάνον τοῦτο τὸν αὐτὸν ἠλεκτρισμόν, ἀπωθεῖται καὶ διατηρεῖται ἐν ἀποστάσει δυναμένη νὰ μετρηθῇ ἐπὶ τῆς χαρτίνης λωρίδος· καὶ αὕτη ἡ ἀπόστασις ἐκφράζει τὴν δυνάμιν τῆς ἀπόσεως. Ἀντιστρέφοντες τὸ συρμά-

τιον δυνάμεθα νὰ καταστήσωμεν τὴν ἀπόστασιν 2, 3, 4<sup>κ<sup>ς</sup></sup> μικροτέραν, καὶ εὐρίσκομεν τότε, ὅτι ἡ ἀπόσις, μετρουμένη κατὰ τὸν ἀριθμὸν τῶν συστροφῶν, εἶναι 4, 9, 16<sup>κ<sup>ς</sup></sup> μεγαλειτέρα· τὰ αὐτὰ δὲ ἀποτελέσματα παρατηροῦμεν καὶ ἐν ταῖς ἑλξέσιν. Ὡστε αἱ ἠλεκτρικαὶ ἀπόσεις καὶ ἑλξεις ἔχουσι κατὰ τὴν ἔντασιν, σχέσιν ἀντίστροφον τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων, καὶ διὰ τοῦ νόμου τούτου δυνάμεθα ἐν πάσῃ περιπτώσει νὰ μετρήσωμεν τὴν σχετικὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὅστις ἐνυπάρχει ἐν οἴῳδῆποτε σημείῳ τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος.

Ἴνα δὲ ἀποδειχθῇ, ὅτι αἱ ἠλεκτρικαὶ ἑλξεις καὶ ἀπόσεις εἶναι κατ' εὐθείαν ἀνάλογοι τῶν ποσοτήτων τοῦ ῥευστοῦ, προσψαύωμεν τὴν ἠλεκτρισμένην μεταλλικὴν σφαῖραν δι' ἑτέρας ἰσομεγέθους μὴ ἠλεκτρισμένης. Ἀφαιρεῖται οὕτω τὸ ἥμισυ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ αὐτῆς, καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι ἡ ἀπόστασις ἐλαττωῦται ἀναλόγως τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ῥευστοῦ.

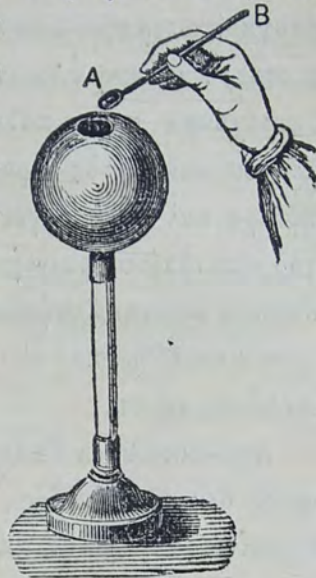
Διανομὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων. — Φαίνεται φυσικὸν νὰ παραδεχθῶμεν, ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς διατίθεται ἐν ἠλεκτραγωγῷ σώματι ὡς τὰ ἀέρια ἐν τῷ κενῷ διαστήματι, τουτέστιν ὅτι δύναται νὰ διαχυθῇ καθ' ὅλα τὰ μέρη τοῦ σώματος καὶ νὰ λάβῃ τὴν αὐτὴν δύναμιν ἢ τὴν αὐτὴν τάσιν. Ἄλλ' ὅμως ἡ πείρα ἀποδεικνύει, ὅτι τὸ πρᾶγμα δὲν ἔχει οὕτω, καὶ ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐδρεύει μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἠλεκτραγωγῶν σωμάτων. Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ γίγνεται χρῆσις κοίλης μεταλλικῆς σφαίρας (Σχ. 46), ἐχούσης ὀπὴν κυκλωτερῆ κατὰ τὸ ἄνω μέρος καὶ στηριζομένης ἐπὶ τινος ἀπομονωτικοῦ ποδός. Τῆς σφαίρας ἀπομονουμένης οὕτως, ἐὰν προσψαύσωμεν διαδοχικῶς ἀμφοτέρως τὰς ἐπιφανείας, ἐσωτερικὴν τε καὶ ἐξωτερικὴν, δι' ὀργάνου τινὸς ὀνομαζομένου δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου, συγκειμένου δ' ἐκ μικροῦ δίσκου χρυσοῦ A φέροντος ῥάβδον



κόμμοις λακείου B, ἀποδεικνύεται ἐν τῇ τρυτάνῃ τοῦ Κουλόμβου, ὅτι μόνῃ ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια τῆς σφαίρας περιέχει ἡλεκτρισμόν, ἡ δὲ ἐσωτερικὴ οὐδόλως.

Ἡ πείρα ἀποδεικνύει προσέτι, ὅτι ὁ ἡλεκτρισμὸς διατηρεῖται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων διὰ τῆς πιέσεως τοῦ ἀέρος· διότι τῶ ὄντι, ἐὰν μετὰ τὴν ἡλέκτρισιν ἡλεκτραγωγῶν σώματος καὶ τὴν ἀπομόνωσιν αὐτοῦ δι' ἐλίνης λαβῆς, θέσωμεν τοῦτο ὑπὸ τὸ δοχεῖον τῆς πνευματικῆς ἀντλίας καὶ ἀποτελέσωμεν τὸ κενόν, ὁ ἡλεκτρισμὸς τοῦ σώματος φεύγει καὶ φέρεται ἐπὶ τῶν γειτνιαζόντων ἀγωγῶν, παράγων κυανοειδῆ λάμψιν, πληροῦσαν ὀλοσχερῶς τὸ κενὸν διάστημα, ὀνομαζομένην δὲ ἡλεκτρικὸν ὠόν, ἐὰν τὸ διάστημα, ὅπου ἐπετελέσθη τὸ κενόν, ἔχη ὠοειδὲς σχῆμα.

Ὁ ἡλεκτρισμὸς διαδίδεται ἐπὶ τῶν διαφόρων σωμάτων ἀναλόγως τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν. Καὶ τὸ μὲν σφαιρικὸν σχῆμα ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ διατηρῇ τὰ μάλιστα τὸν ἡλεκτρισμόν, ὡς οὔσης πανταχοῦ ἴσης τῆς ἡλεκτρικῆς τάσεως· ἐὰν ὅμως τὸ ἡλεκτραγωγὸν σῶμα ἔχη ἔλλειψοειδὲς ἢ ὠοειδὲς σχῆμα, τὸ πάχος τοῦ ἡλεκτρικοῦ στρώματος δὲν εἶναι ὁμοειδές· διότι παρατηρεῖται, ὅτι ἡ ποσότης προβαίνει ἀξάνουσα ἀπὸ τοῦ μέσου τοῦ ἔλλειψοειδοῦς μέχρι τῆς ἄκρας αὐτοῦ, ἐπὶ δὲ ἐλάσματος ἐπιμήκους, ἡ τάσις τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρευστοῦ, οὔσα ἀσθενεστάτη ἐφ' ἀπάσης σχεδὸν τῆς ἐπιφανείας, ἀποβαίνει μεγίστη πρὸς τὰς γωνίας. Ἐὰν δὲ τὸ σῶμα ᾖ κωνοειδές, τὸ ἡλεκτρικὸν πάχος ἀξάνει ταχέως ἀπὸ τῆς βάσεως πρὸς τὴν



Σχ. 46.— Σφαῖρα κοίλη ἀπομεινωμένη καὶ δοκιμαστικὸν ἐπίπεδον.

κορυφήν, καὶ τοσοῦτον γίγνεται μέγα ἐκεῖ, ὥστε ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος δὲν δύναται νὰ ἐμποδίσῃ τὴν ἐκροὴν τοῦ ρευστοῦ. Ἐννοεῖται δ' ἐκ τούτου, ὅτι, ἂν σῶμα ἡλεκτραγωγὸν ἔχῃ πραγματικὴν ἀκίδα, ἡ τάσις ἐπὶ τοῦ ἄκρου τῆς ἀκίδος ταύτης εἶναι ἀσυγκρίτως μεγαλειτέρα τῆς ἐπὶ τῆς λοιπῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος, καὶ ἐπομένως ἡ ἐπὶ τῆς ἀκίδος ὑπέρμετρος αὕτη τάσις ὑπερέχουσα κατὰ πολὺ τὴν πίεσιν τοῦ ἀέρος ἐπιφέρει τὴν ἄνευ κρότου καὶ φωτὸς ἐκροὴν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρευστοῦ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ καὶ ἐν τοῖς γειτνιαζούσι σώμασι. Τοιαύτη εἶναι ἡ αἰτία τοῦ σπουδαίου φαινομένου, ὕπερ ὠνομάσθη δύναμις τῶν ἀκίδων, ἡ δὲ ἀνακάλυψις ὀφείλεται εἰς τὸν Φραγκλῆνον, τὸν ἐξαγαγόντα ἐντεῦθεν καὶ τὸ πρακτικὸν πόρισμα τῆς χρησιμότητος τοῦ ἀλεξικεραύρου.

Ἀποδεικνύεται δὲ διὰ πειραμάτων ἡ ἐκροὴ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρευστοῦ διὰ τῶν ἀκίδων, ἐπειδὴ τὰ ἡλεκτραγωγὰ σώματα, ὅταν ἔχωσιν ἐξαρτήματα ἀκιδωτά, ἀπομονούμενα, οὐδὲ ἐπὶ στιγμὴν δύνανται νὰ φυλάξωσι τὸν εἰς ταῦτα μεταδιδόμενον ἡλεκτρισμόν, καὶ ἐν σκοτίᾳ παρατηρεῖται φωτεινὸς τις λοφίσκος ἐπὶ τῆς ἄκρας τῶν ἀκίδων, καθ' ἣν ὥραν παρέχουσιν αὐταὶ δίοδον εἰς τὸ ἡλεκτρικὸν ρευστόν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΖ'.

Ἡλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως. — Ἡλεκτρικὸς σπινθήρ. — Μηχαναὶ καὶ συσκευαὶ ἡλεκτρικαί. — Κοινὴ ἡλεκτρικὴ μηχανή. — Πειράματα. — Ἡλεκτροσκόπια. — Ἡλεκτρόμετρα.

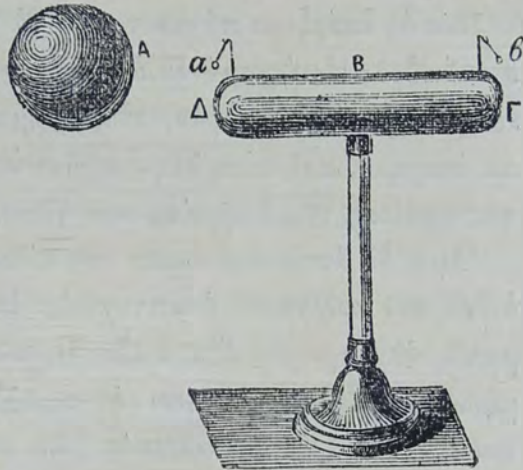
Ἡλέκτρισις ἐξ ἐπιδράσεως. — Σῶμά τι ἡλεκτρίζεται ἐξ ἐπιδράσεως, ὅταν, κείμενον κατ' ἀπόστασιν ἀπὸ τινος πηγῆς



ἤλεκτρισμοῦ, ἤλεκτρίζεται διὰ μόνης τῆς ἀναλύσεως τοῦ ἐνυπάρχοντος οὐδετέρου ρευστοῦ καὶ χωρὶς νὰ εἰσρεύσῃ ἐν τῇ μάζῃ αὐτοῦ ἀνάλογον μέρος τοῦ ἤλεκτρικοῦ ρευστοῦ τῆς πηγῆς.

Πρὸς σπουδὴν τῶν φαινομένων τῆς ἤλεκτρίσεως ἐξ ἐπιδράσεως, ὑπάρχει ἐν χρήσει κύλινδρός τις ἤλεκτραγωγὸς ἀπομεμονωμένος (Σχ. 47), φέρων κατὰ τὰ ἄκρα μικρὰ ἐκκρεμῆ *α*, *β*, ἐκ νημάτων ἤλεκτραγωγῶν ἐξηρητημένων.

Ἐὰν πλησιασωμεν ἀρκούντως τὸν κύλινδρον *ΓΔ* εἰς τὸ θετικῶς ἤλεκτρισμένον σῶμα *A*, ὁ ἤλεκτρισμὸς τοῦ *A* ἐνεργεῖ ἐξ ἐπιδράσεως ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ἤλεκτρισμοῦ τοῦ κυλίνδρου *ΓΔ*, ἔλκει εἰς τὸ μᾶλλον γειτνιαζόν μέρος τὸ ἐτερόνυμον ρευστόν, ἥτοι τὸ ἀρνητικόν, τοῦ ἤλεκτρισμοῦ τοῦ σώματος ὄντος θετικοῦ, καὶ ἀπωθεῖ εἰς τὸ μᾶλλον ἀπέχον τὸ ὁμόνυμον τῷ ἑαυτοῦ, ἥτοι τὸ θετικὸν ρευστόν.



Σχ. 47. — Κύλινδρος ἤλεκτραγωγὸς ἀπομεμονωμένος.

Θεωροῦντες λοιπὸν τὰ ὑπὸ τῶν μικρῶν ἐκκρεμῶν παρουσιάζόμενα φαινόμενα, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ μᾶλλον γειτνιαζόν εἰς τὸ σῶμα *A*, ἥτοι τὸ *α*, φέρεται πρὸς αὐτό, ἐπειδὴ εἶναι ἤλεκτρισμένον ἀρνητικῶς, ἐνῶ τὸ μᾶλλον ἀπέχον ἐκκρεμές, ἥτοι τὸ *β*, φέρεται πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος, ἐπειδὴ εἶναι ἤλεκτρισμένον θετικῶς.

Ἡ δὲ ποσότης τοῦ ἤλεκτρισμοῦ ἢ δυναμένη νὰ ἀναπτυχθῇ τοιοῦτοτρόπως ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου εἶναι περιορισμένη, ἐπειδὴ ἔρ-

χεται στιγμή καθ' ἣν οἱ δύο ἠλεκτρισμοὶ ἀντισταθμίζονται τρόπον τινὰ καὶ ἡ ἐνέργεια τοῦ σώματος Α σχεδὸν μηδενίζεται. Ἐκτὸς δὲ τούτου, τὰ διάφορα σημεῖα τοῦ κυλίνδρου ΓΔ δὲν ἔχουσι πάντα τὸν αὐτὸν βαθμὸν ἠλεκτρικῆς δυνάμεως· διότι ὁ βαθμὸς οὗτος εἶναι τοσοῦτῳ μεγαλείτερος, ὅσῳ μᾶλλον πλησιάζομεν εἰς τὰ ἄκρα Γ καὶ Δ, ἐν δὲ τῷ μέσῳ Β εὐρίσκεται γραμμὴ οὐδὲν ἔχουσα ἠλεκτρισμοῦ παρουσιάζουσα, καὶ διὰ τοῦτο ζώνη οὐδετέρα καλουμένη.

Ἴνα δὲ ὑπάρξῃσι πάντα ταῦτα τὰ φαινόμενα, ἀνάγκη νὰ τεθῆ ὁ κύλινδρος εἰς ὠρισμένην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ σώματος Α· διότι ἐὰν ἀπέχη πολὺ μακρὰν, οὐδὲν σημεῖον ἠλεκτρίσεως παρέχουσι τὰ ἐκκρεμῆ, καὶ τότε λέγεται ὅτι ὁ κύλινδρος εὐρίσκεται ἐκτὸς τῆς σφαίρας τῆς ἐνεργείας τοῦ ἠλεκτρισμένου σώματος.

Ἄμα δὲ ἀπομακρύνωμεν τὸν κύλινδρον ἀπὸ τοῦ σώματος Α, ὁ ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ἀναπτυχθεὶς ἐκ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ σώματος ἠλεκτρισμὸς ἐξαφανίζεται, τῶν δύο ρευστῶν ἀνασυντιθεμένων καὶ ἐπανερχομένων ἐν τῇ οὐδετέρα καταστάσει. Ἄλλ' ὅμως ἐὰν ὑπῆρξε συγκοινωνία ἐνὸς σημείου τοῦ κυλίνδρου μετὰ τοῦ ἐδάφους, διὰ μεταλλικῆς τινος ἀλύσσεως, λόγου χάριν, τὸ ρευστὸν τὸ ὁμώνυμον τῷ τοῦ σώματος Α ἐξέρρευσε ταχέως διὰ τῆς ἀλύσσεως ταύτης, καὶ ὁ κύλινδρος κρατεῖ ἐν ἑαυτῷ τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν· ὥστε ἐὰν, μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τῆς μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίας ἀπομακρύνωμεν τὸ σῶμα Α, ἀναγνωρίζομεν ὅτι, καὶ μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν ταύτην, ὁ κύλινδρος διατηρεῖ τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν, καὶ, ἐὰν προσαγάγωμεν τὸν δάκτυλον, ἐκλύεται ζωηρὸς σπινθήρ.

**Ἡλεκτρικὸς σπινθήρ.**—Ὁ ἠλεκτρισμὸς δὲν φέρεται συνήθως ἐκ σώματος κειμένου ἐν ἀποστάσει εἰς ἕτερον σῶμα, ἢ ἀκριβέστερον εἰπεῖν, ἢ ἀνασύνθεσις τῶν ἠλεκτρικῶν ρευστῶν οὐ-



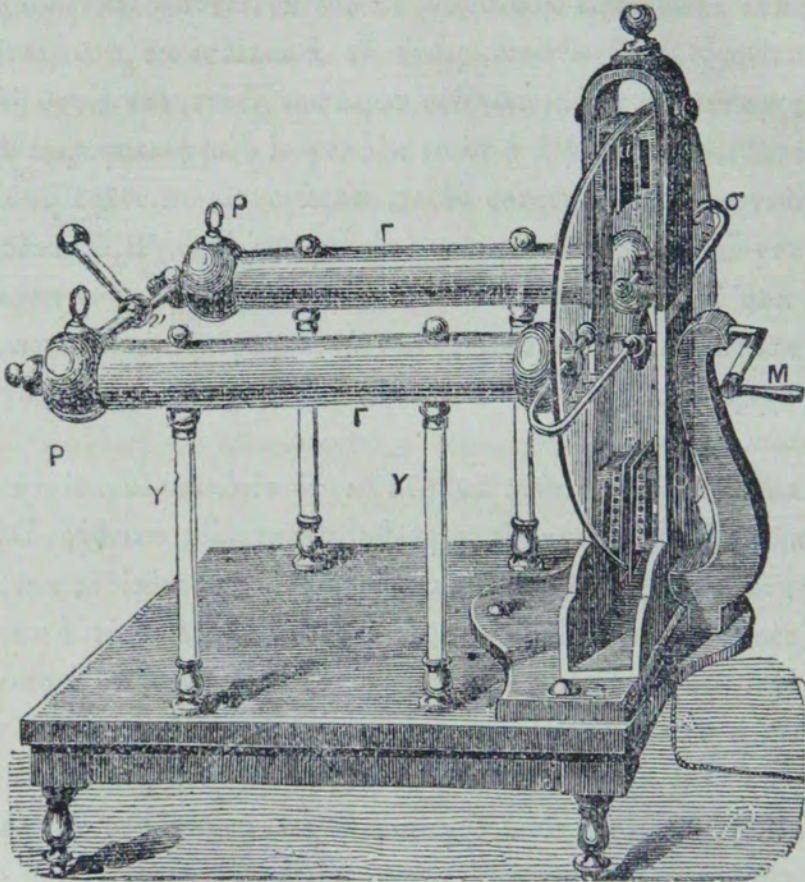
δέποτε σχεδὸν γίγνεται μεταξὺ δύο σωμάτων ἀφισταμένων ἀπ' ἀλλήλων ἄνευ τῆς παραγωγῆς τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος. Ὅταν λοιπὸν ἠλεκτραγωγὸν σῶμα ἠλεκτρισμένον τεθῆ ἀπέναντι ἐτέρου ἠλεκτραγωγοῦ σώματος, ἔλκει τὸν ἀντίθετον ἠλεκτρισμὸν καὶ ἀπωθεῖ τὸν ὁμώνυμον, τὰ δύο ἀντίθετα ἠλεκτρικὰ ρευστὰ τείνουσι νὰ ἐνωθῶσιν, μόνη δὲ ἡ ἀντίστασις τοῦ μεταξὺ αἴρος κρατεῖ ταῦτα ἐπὶ τῶν δύο σωμάτων· ὥστε, ἐὰν ἡ τοῦ αἴρος ἀντίστασις ἐλαττωθῆ ἢ ἡ τάσις αὐξήσῃ οἱ δύο ἠλεκτρισμοὶ ἀνασυντίθενται διὰ μέσου τοῦ αἴρος, παράγοντες σπινθῆρα μᾶλλον ἢ ἤττον ζωηρὸν συνοδευόμενον ὑπὸ ξηροῦ ψόφου. Ἡ δὲ ἀπόστασις, καθ' ἣν ἀπαστράπτει ὁ σπινθῆρ καὶ ὁ ψόφος, ὅν παράγει ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς ἐκτάσεως τῶν ἠλεκτραγωγῶν σωμάτων, ἐκ τοῦ σχήματος αὐτῶν, καὶ ἐκ τῆς τάσεως τῶν ἐνυπαρχόντων ρευστῶν.

Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ ἀναφλέγει τὸ οἰνόπνευμα καὶ τὰ αἰρώδη κράματα. Ἐὰν δὲ παρέλθῃ ἠλεκτρικὸς σπινθῆρ ὀλίγον ὑπεράνω τῆς θρυαλλίδος λαμπάδος ἀρτίως σβεσθείσης καὶ καπνιζούσης εἰσέτι, ἡ λαμπὰς ἀνάπτεται ἐν ἀκαρεῖ· διότι ὁ καπνὸς περιέχει κράμα αἴρος καὶ ἀνθρακούχου ὑδρογόνου, ὧν ὁ σπινθῆρ κανονίζει τὴν ἐνωσιν.

**Μηχαναὶ καὶ συσκευαὶ ἠλεκτρικαί.**—Αἱ ἠλεκτρικαὶ μηχαναὶ καὶ συσκευαὶ εἶναι ὄργανα, δι' ὧν ἀναπτύσσονται μεγάλαι ποσότητες ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ, καὶ ἡ κατασκευὴ αὐτῶν στηρίζεται ἐπὶ τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθεισῶν ἀρχῶν.

**Κοινὴ ἠλεκτρικὴ μηχανή.**—Ἡ κοινὴ ἠλεκτρικὴ μηχανή (Σχ. 48) σύγκειται ἐξ ὑαλίνου δίσκου κυκλικοῦ σ, στρεφομένου περὶ ἄξονα ὀριζόντιον καὶ προστριβομένου ἄνωθεν καὶ κάτωθεν ἐπὶ προσκεφαλαίων δερματίνων πεπληρωμένων τριχῶς καὶ ἡδραιωμένων εἰς τοὺς ὑποστάτας τοῦ ἄξονος· ἐπικεκαλυμμένα δὲ

καὶ ὑπὸ στρώματος οὐσιῶν τινῶν, ἐχουσῶν τὴν ἰδιότητα νὰ ἀυξάνωσι τὴν ἀνάπτυξιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ<sup>(1)</sup>. Δύο κύλινδροι Γ, Γ, συνήθως χαλκοῖ, ἀγωγοὶ λεγόμενοι, καὶ καταλήγοντες κατὰ τὰ ἄκρα αὐτῶν εἰς τὰ σφαιρικά ἐξογκώματα Ρ, Ρ, εἶναι ἀπομεμο-



Σχ. 48. — Μηχανὴ ἠλεκτρικὴ.

νωμένοι ἐπὶ ὑαλίνων ποδῶν Υ, Υ, καὶ τὰ πρὸς τὸν δίσκον ἄκρα αὐτῶν συνέχονται μετὰ τούτου διὰ δύο μεταλλικῶν τόξων φερόντων ἀκίδας ἑκατέρωθεν.

(1) Τειαύτη οὐσία, λόγου χάριν εἶναι συνδραργύρωμα ψευδαργύρου καὶ κασσιτέρου.



Περιστρεφόμενου λοιπόν τοῦ ὑαλίνου δίσκου διὰ τοῦ στροφάλου M, ὁ ὑαλώδης ἠλεκτρισμὸς ἀναπτύσσεται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας διὰ τῆς τριβῆς αὐτοῦ ὑπὸ τῶν προσκεφαλαίων, πληροῦνται δὲ καὶ ταῦτα ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὅστις ἐὰν ἔμενεν ἐν τοῖς προσκεφαλαίοις, θὰ ἐνήργει ἐξ ἐπιδράσεως ἐπὶ τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ δίσκου καὶ θὰ ἐξουδετέρου τοῦτον ἐν μέρει. Ἄλλ' ὅμως ἵνα μὴ συμβῆ τοῦτο, ἐφρόντισαν, ὁσάκις οἱ πόδες εἶναι ἀπομεμονωμένοι, νὰ καθιστῶσι διὰ καταλλήλου τινὸς ἀλύσσεως, συγκοινωνίαν τῶν προσκεφαλαίων μετὰ τοῦ ἐδάφους.

Ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ δίσκου ἐνεργῶν ἐξ ἐπιδράσεως ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ἠλεκτρισμοῦ τοῦ ἀγωγοῦ ἔλκει εἰς τὸ μᾶλλον γειτνιαζόν μέρος τὸν ἑτερόνυμον ἠλεκτρισμόν, ἥτοι τὸν ἀρνητικόν, καὶ ἀπωθεῖ εἰς τὸ μᾶλλον ἀπέχον τὸν θετικόν. Ἄλλ' ἐπειδὴ οἱ ἠλεκτραγωγοὶ κύλινδροι εἶναι ἐφωδιασμένοι κατὰ τὰ ἀπέναντι τῆς μηχανῆς ἄκρα, διὰ μεταλλικοῦ τόξου μετ' ἀκίδων περιπτύσσοντος τὸν δίσκον, ἔπεται ἐκ τούτου, ὅτι ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς ὁ ἐλκόμενος παρὰ τὸν δίσκον μεταδίδεται, διὰ τῶν ἀκίδων τούτων, ἐπὶ τούτου, καὶ οἱ κύλινδροι εὐρίσκονται οὕτω πεφορτισμένοι ὑπὸ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἡ κοινὴ ἠλεκτρικὴ μηχανή, ὁποία ὑπάρχει τανῦν ἐν χρήσει, παρέχει θετικὸν ἠλεκτρισμὸν μόνον. Ἄλλ' ἡ ἠλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Βαν-Μαρύμου, φυσικοῦ ἐξ Ὀλλανδίας, παρέχει κατὰ τὸ δοκοῦν, δι' ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ἀγωγοῦ, ἠλεκτρισμὸν θετικόν τε καὶ ἀρνητικόν, καὶ ἕτερα ἠλεκτρικὴ μηχανή, ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Ἄγγλου Ναίρνου, συνισταμένη δὲ ἐκ δύο ἀπομεμονωμένων ἀγωγῶν μὴ συγκοινωνούντων πρὸς ἀλλήλους, δι' ἰδιαιτέρου τινὸς τρόπου κατασκευῆς παρέχει συνάμα ἀμφοτέρους τοὺς ἠλεκτρισμούς.

Πασῶν δὲ τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν ἀπλουστάτη εἶναι τὸ λεγόμενον ἠλεκτροφόρον, ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ Οὐίλκεσίου, καὶ σύγ-



κείται ἐκ πλακοῦντος ῥητίνης κεχυμένου ἐπὶ ξυλίνου τύπου, καὶ ἐκ δίσκου ξυλίνου κεκαλυμμένου ὑπὸ κασσιτέρου καὶ φέροντος ἀπομονωτικὴν λαβὴν ὑαλίνην. Πρὸς παραγωγὴν ἤλεκτρισμοῦ τύπτομεν διὰ δέρματος γαλῆς ἰσχυρῶς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς ῥητίνης, θέτομεν ἐπὶ ταύτης τὸν δίσκον διὰ τῆς λαβῆς, καὶ ἀποσπῶμεν σπινθῆρα διὰ τοῦ δακτύλου.

**Πειράματα διὰ τῆς ἤλεκτρικῆς μηχανῆς.** — Ἐὰν ἀναβῆ ἄνθρωπος ἐπὶ ἀπομεμονωμένου θρανιδίου, ἤτοι ἐπὶ θρανιδίου ἔχοντος ὑαλίνους πόδας, καὶ συγκοινωνήσῃ μετὰ τῆς ἤλεκτρικῆς μηχανῆς, ἠλεκτρίζεται συγχρόνως μετὰ τῶν ἀγωγῶν τῆς μηχανῆς· αἱ τρίχες αὐτοῦ ἀνορθοῦνται καὶ σπινθηροβολοῦσι, τοῦ αὐτοῦ δὲ ἠλεκτρισμοῦ πληρούμεναι ἀπωθοῦνται κατὰ πᾶσαν διεύθυνσιν, καὶ ἐὰν ἄλλος τις ἄνθρωπος, συγκοινωνῶν μετὰ τοῦ ἐδάφους, προσαγάγῃ τὸν δάκτυλον ἀποσπᾷ σπινθῆρας ἐκ πάντων τῶν μερῶν τοῦ σώματος τοῦ ἠλεκτρισμένου ἀνθρώπου, ὡσεὶ ἦτο αὐτὸς οὗτος ἀγωγὸς τῆς ἤλεκτρικῆς μηχανῆς.

Ἀποδεικνύεται κατὰ λίαν περίεργον τρόπον ἡ ἔνωσις τῶν ἀερῶν διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος ἐν μικρῷ τινι συσκευάσματι, καλουμένῳ ἀρχεβόλῳ τοῦ Βόλτα. Τὸ ὄργανον τοῦτο συνίσταται ἐκ φιάλης λευκοσιδηρᾶς ληγούσης κατὰ τὸ ἄνω μέρος αὐτῆς εἰς ὀπὴν στεγανῶς πεπωμασμένην, ἐν ἣ εἰσάγεται κρᾶμα δύο ὄγκων ὑδρογόνου καὶ ἑνὸς ὄγκου ὀξυγόνου, ἢ ὑδρογόνου μόνον καὶ ἀέρος. Κατὰ τὸ πλευρικὸν μέρος ὑπάρχει στενὴ ὀπὴ φέρουσα μεταλλικὴν ῥάβδον προσκεκολλημένην ἐν ὑαλίνῳ σωλῆνι καὶ καταλήγουσαν κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα εἰς μεταλλικὰ ἐπίσφαιρα, ἐξ ὧν τὸ ἐσωτερικὸν φθάνει παρὰ τοὺς τοίχους. Ἐὰν λοιπὸν μεταδώσωμεν σπινθῆρα εἰς τὸ ἐξωτερικὸν ἐπίσφαιρον, ὁ σπινθῆρ οὗτος φέρεται, κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ῥάβδου, ἐπὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ ἐπίσφαιρου, καὶ ἔπειτα ἀπαστρέπτει μεταξὺ τούτου καὶ



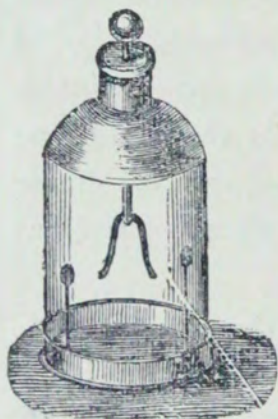
τῶν τοίχων τοῦ ἀγγείου, διέρχεται διὰ τοῦ ἀερίου κράματος τοῦ περιεχομένου ἐν τῷ ἀγγεβόλῳ, ἀναφλέγει τοῦτο, καὶ παράγει ἀληθῆ ἔκρηξιν, δι' ἧς ἀναρρίπτεται βιαίως τὸ πῶμα.

Διὰ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς γίνεται τὸ περίεργον πείραμα τῆς ἠλεκτρικῆς κωδωνοκρουσίας. Ὀνομάζεται δὲ οὕτω μικρόν τι ὄργανον συνιστάμενον ἐκ τριῶν κωδωνίων καὶ ἐκ δύο μεταλλικῶν σφαιριδίων ἐξηρημένων ἐκ σιδηρᾶς ράβδου, συγκοινωνούσης μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς. Τὰ κωδώνια τῶν ἄκρων ἐξαρτῶνται ἐκ μεταλλικῶν ἀλύσεων, τὸ δὲ μεσαῖον καὶ τὰ δύο σφαιρίδια ἐκ νημάτων μετάξης, ἀλλὰ τὸ μεσαῖον κωδώνιον συγκοινωνεῖ καὶ μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ μεταλλικῆς ἀλύσεως. Τούτων δ' οὕτως ἐχόντων, ὅταν ἡ μηχανὴ ἀναπτύσῃ ἠλεκτρισμόν, τὰ σφαιρίδια, μετὰξὺ τοῦ μεσαίου κωδωνίου καὶ τῶν ἄκρων κείμενα, ἔλκονται ὑπὸ τούτων, ἔπειτα ἀπωθοῦνται πρὸς τὸ μεσαῖον κωδώνιον, ἐπανέρχονται ἐπὶ τῶν ἄκρων καὶ παράγουσι, διὰ διαδοχικῶν κρούσεων, σειρὰν ἤχων διαρκούντων, ἐφ' ὅσον φέρει ἠλεκτρισμὸν ἡ μηχανή.

**Ἡλεκτροσκόπια.**—Τὰ ἠλεκτροσκόπια εἶναι ὄργανα χρησιμεύοντα εἰς τὸ νὰ ἀναγνωρίζωμεν, ἐὰν σῶμά τι ᾖναι ἠλεκτρισμένον καὶ δι' ὁποίου ἠλεκτρισμοῦ. Ἀπλῆ δὲ τις σφαῖρα ἀκταίας ἐξηρημένη ἐκ νήματος μετάξης δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς ἠλεκτροσκόπιον, ἀλλὰ συνήθως τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐξ ἑνὸς ἀκινήτου ἀγωγοῦ, ἥτοι ἐξ ἑλασματίου μεταλλικοῦ λήγοντος πρὸς τὸ ἄνω μέρος εἰς σφαῖραν, καὶ ἐξ ἑνὸς κινητοῦ ἀγωγοῦ, εἴτε ἐκ δύο ἑλασμάτων χρυσοῦ συγκειμένου (ἠλεκτροσκόπιον διὰ χρυσοῦ) εἴτε ἐκ δύο ἑλαφρῶν ἀχύρων (ἠλεκτροσκόπιον δι' ἀχύρων), εἴτε ἐκ δύο μεταλλικῶν νημάτων λεπτοτάτων, φερόντων ἐπὶ τῶν ἄκρων σφαίρας ἀκταίας (ἠλεκτροσκόπιον δι' ἀκταίας). Ὁ κινητὸς ἀγωγὸς ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ κάτω ἄκρου τοῦ ἀκινήτου

ἀγωγοῦ, καὶ τὸ συσκευάσμα ὁλόκληρον, ἐκτὸς τοῦ μεταλλικοῦ ἐπισφαίρου εἰς ᾧ λήγει ὁ ἀκίνητος ἀγωγός, ἐπικαλύπτεται ὑπὸ ὑαλίνου κώδωνος, ἐν ᾧ ἐντίθενται δύο ἐλάσματα κασσιτέρου ὑφούμενα μέχρι τῶν μέσων αὐτοῦ, ἵνα οἱ κινητοὶ ἀγωγοί, κατὰ τὴν μεγίστην αὐτῶν διάστασιν, ἐκκενώσι τὸν ἠλεκτρισμὸν ἐπὶ τούτων, καὶ μὴ συμβαίνωσι λάθη ἐν τοῖς πειράμασιν ἐκ τῆς μεταδόσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς τὴν ὑάλον, δυναμένην νὰ διατηρήσῃ τοῦτον ἐπὶ πολὺν χρόνον.

Ἴνα λοιπὸν ἀναγνωρίσωμεν διὰ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου τὴν ὑπαρξίν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐν τινι σώματι, διὰ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου



Σχ. 49.— Ἡλεκτροσκόπιον διὰ χρυσοῦ.

τοῦ χρυσοῦ (Σχ. 49), λόγου χάριν, πλησιάζομεν τὸ σῶμα εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς ἐξωτερικῆς σφαίρας τοῦ συσκευάσματος· τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα ἀναλύει ἐξ ἐπιδράσεως τὸν φυσικὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ ἀγωγοῦ, ἔλκει τὸ ἑτερόνυμον ῥευστὸν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας καὶ ἀπωθεῖ εἰς τὰ ἐλάσματα τοῦ χρυσοῦ τὸ ὁμόνυμον ῥευστὸν, ὅπερ ἐπιφέρει τὴν ἀπ' ἀλλήλων διάστασιν τῶν ἐλασμάτων, ἥτις εἶναι τοσοῦτον μεγαλειτέρα, ὅσον τὸ ἐπιδρῶν σῶμα ὑπάρχει μᾶλλον πεπληρωμένον.

Ἴνα δὲ γνωρίσωμεν διὰ τοῦ ἠλεκτροσκοπίου ὁποῖον ἠλεκτρισμὸν ἔχει τὸ σῶμα, μεταδίδομεν πρῶτον εἰς τὸ ὄργανον γνωστὸν τινὰ ἠλεκτρισμὸν οἶον, πλησιάζοντες εἰς τὴν ἐξωτερικὴν σφαῖραν σφραγιστικὸν κηρὸν ἠλεκτρισμένον, καὶ προσάγοντες τὸν δάκτυλον, ἀποσύροντες δὲ τὸν δάκτυλον πρῶτον, καὶ ἔπειτα τὸν ἠλεκτρισμένον κηρὸν, ἔχομεν τὸ ἠλεκτροσκόπιον ἠλεκτρισμένον θετικῶς. Ἐὰν λοιπὸν, ἐν τοιαύτῃ καταστάσει, πλησιάζωμεν κατ' ὀλίγον σῶμά τι εἰς τὴν σφαῖραν καὶ τὸ



σῶμα τοῦτο αὐξάνη σταθερῶς τὴν διάστασιν τῶν ἐλασμάτων ἀπ' ἀλλήλων, προδήλως τὸ σῶμα κέκτηται τὸν αὐτὸν ἠλεκτρισμὸν μετὰ τοῦ ὄργανου, τὸν ἀντίθετον δέ, ἐὰν τὰ ἐλάσματα προσεγγίζωσι μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ εἰς τὸ πείραμα ὑποβαλλομένου σώματος.

**Ἡλεκτρόμετρα.** — Ὀνομάζονται *ἠλεκτρόμετρα* ὄργανα προωρισμένα εἰς μέτρησιν τῆς ἠλεκτρικῆς τάσεως. Ὡς τοιοῦτον δὲ δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ τὸ περιγραφθὲν ἠλεκτροσκόπιον, ἐὰν φέρῃ τόξον κύκλου βεβαθμολογημένου, ἐφ' οὗ δύναται τις νὰ ἀναγνώσῃ τὴν διάστασιν τῶν δύο ἐλασμάτων. Καὶ ἡ τρυτάνη τοῦ Κουλόμβου εἶναι πραγματικὸν ἠλεκτρόμετρον, ἀλλ' ὅμως συγχρότερον γίγνεται χρῆσις τοῦ *γνωμορικοῦ ἠλεκτρομέτρου*. Σύγκριται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο ἐκ ξυλίνου στελέχους, φέροντος ἡμικύκλιον, ὅπερ ἔχει ἐν τῷ κέντρῳ βελόνην κινητὴν λήγουσαν εἰς σφαιρίδιον ἀκταΐας. Ὅταν λοιπὸν ὁ ἠλεκτρισμὸς μεταβαίνῃ εἰς τὸ στέλεχος, ἠλεκτρίζει συγχρόνως τὸ σφαιρίδιον διστάμενον πάραυτα, καὶ ἀποτελοῦν μετὰ τοῦ στελέχους γωνίαν ἀναγιγνωσκομένην ἐπὶ τοῦ ἡμικυκλίου, τοσούτῳ δὲ μᾶλλον ἀνοιγομένην, ὅσῳ ἡ ζητουμένη ἠλεκτρικὴ τάσις τυγχάνει ἰσχυροτέρα.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΗ΄.

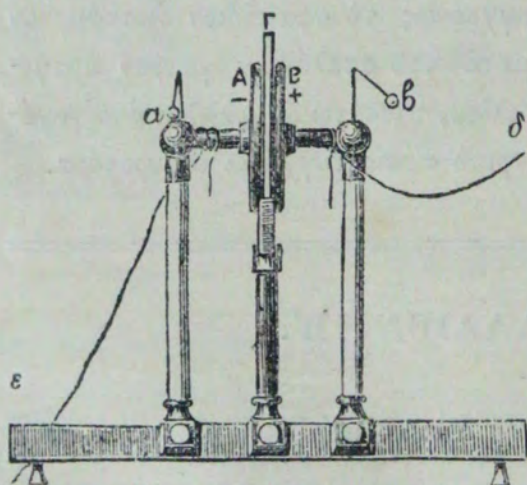
Λανθάνων ἠλεκτρισμός. — Συμπυκνωταί. — Κοινὸς συμπυκνωτής. — Λουγδου-  
νικὴ λάγηνος. — Ἀποτελέσματα τῆς λουγδουνικῆς λαγίνου. — Στάμνοι καὶ  
συστοιχίαι ἠλεκτρικαί. — Ἀποτελέσματα τῶν ἠλεκτρικῶν συστοιχιῶν.

**Λανθάνων ἠλεκτρισμός.** — Ὀνομάζεται *λανθάνων ἠλεκ-*  
*τρισμός* ἡ κατάστασις τῆς ἀμοιβαίας οὐδετερώσεως τῶν δύο  
ἠλεκτρικῶν ῥευστῶν, ἀνεπτυγμένων ἀπομεμονωμένως ἐπὶ δύο

ἡλεκτραγωγῶν δίσκων, οὓς ἀποχωρίζει ἕλασμα λεπτὸν υἑλου ἢ ἄλλης τινὸς ἀπομονωτικῆς οὐσίας. Ἐνεκα μάλιστα τῆς οὐδετερώσεως ταύτης τὸ ἡλεκτρικὸν φορτίον δύναται νὰ ἀποβῆ τότε μέγιστον, ἢ δὲ σώρευσις ἢ συμπύκνωσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, καὶ κατὰ τὸν τρόπον τοῦτον, εἶναι συνέπεια τῆς ἀναπτύξεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐξ ἐπιδράσεως.

**Συμπυκνωταί.**—*Συμπυκνωταί* καλοῦνται τὰ ὄργανα δι' ὧν κατορθοῦμεν νὰ ἐπισωρεύσωμεν ἀλληλοδιαδόχως μεγάλας ἡλεκτρισμοῦ ποσότητας. Ὑπάρχουσι δὲ διάφορα εἶδη, ἀλλ' οὐσιωδῶς πάντες οἱ συμπυκνωταί συνίστανται ἐκ δύο ἡλεκτραγωγῶν σωμάτων ἀποχωρισμένων δι' ἀνηλεκτραγώγου σώματος· καὶ κυριώτατοι εἶναι ὁ κοινὸς συμπυκνωτής, ἡ λουγδουρικὴ λάμπη, αἱ στάμνοι καὶ αἱ συστοιχίαι.

**Κοινὸς συμπυκνωτής.**—Ὁ κοινὸς συμπυκνωτής (Σχ. 50) σύγκειται ἐκ δύο δίσκων μεταλλικῶν Α καὶ Β καὶ ἐκ τινος παρεγ-



Σχ. 50. — Κοινὸς συμπυκνωτής.

κειμένου ἐλάσματος υελίνου Γ. Ὁ δίσκος Β, συλλέκτωρ καλούμενος, συγκοινωνεῖ μετὰ σταθερᾶς πηγῆς ἡλεκτρισμοῦ διὰ τῆς ἀλύσεως δ, ὁ δὲ δίσκος Α συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ τῆς ἀλύσεως ε. Ἐὰν λοιπὸν προσεγγίσωμεν ἀμφοτέρους τοὺς δίσκους καὶ βάλωμεν εἰς ἐπαφὴν μετὰ

τοῦ υελίνου ἐλάσματος, παρατηροῦνται τὰ ἐξῆς φαινόμενα. Ὁ δίσκος Β πληροῦται ἐκ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῆς πηγῆς καὶ ἀναλύει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέτερον ῥευστὸν τοῦ δίσκου Α, ἔλκων τὸ



ἀρνητικὸν ρευστὸν πρὸς τὴν ὑάλον καὶ ἀπωθῶν πρὸς τὸ ἔδαφος τὸ θετικὸν ρευστόν. Τὰ δύο ταῦτα ρευστὰ ἐλκόμενα ἀμοιβαίως, πιέζουσι τὰς ἀντιθέτους ἐπιφανείας τοῦ ὑαλίνου ἐλάσματος διὰ τῆς τάσεως αὐτῶν πρὸς συνένωσιν. Ὁ δίσκος Β δύναται τότε νὰ λάβῃ νέαν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, παραγομένων δὲ τῶν αὐτῶν φαινομένων, μεγάλα ποσότητες ἠλεκτρισμοῦ ἐπισωρεύονται ἢ συμπυκνοῦνται ἐπὶ τοῦ ὄργανου καὶ διὰ τοῦτο ὠνομάσθη συμπυκνωτής.

Ἡ πείρα ἀποδεικνύει ὅτι ἐλεύθερος ἠλεκτρισμὸς ὑπάρχει μόνον ἐπὶ τοῦ δίσκου Β, καὶ ὅτι ἅπας ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ δίσκου Α διατηρεῖται ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας· διότι, ἐὰν προσηλώσωμεν μικρὰ ἐκκρεμῆ εἰς τὰς ἐξωτερικὰς ἐπιφανείας τῶν δίσκων, παρατηρεῖται μόνον τὸ ἐκκρεμὲς β τοῦ δίσκου Β διστάμενον, τὸ δ' ἐκκρεμὲς α τοῦ δίσκου Α μένον ἐν ἡρεμίᾳ.

Ἐκκενοῦται κατὰ δύο τρόπους ὁ συμπυκνωτής, βραδέως καὶ ἀκαριαίως.

Ἴνα ἐκκενωθῇ βραδέως τὸ ὄργανον, ἀπομονοῦται πρῶτον, διακοπτομένης τῆς μετὰ τῆς πηγῆς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίας τῶν δίσκων. Τότε προσάγοντες τὸν δάκτυλον ἢ ἄλλο τι σῶμα ἠλεκτραγωγὸν εἰς τὸν δίσκον Β, ἀποσπῶμεν μικρὸν σπινθῆρα, καὶ πάραυτα τὸ μικρὸν ἐκκρεμὲς β πίπτει ἐν τῇ ἡρεμίᾳ, ἐνῶ τὸ ἐκκρεμὲς α δίσταται. Ψαύοντες ἔπειτα τὸν δίσκον Α, παρατηροῦμεν ὡσαύτως ἀπαστράπτοντα μικρὸν σπινθῆρα καὶ τὸ ἐκκρεμὲς τοῦ δίσκου τούτου ἐπαναπίπτον, ἐνῶ τὸ τοῦ δίσκου Β δίσταται. Ἐξακολουθοῦντες δὲ οὕτω νὰ ψαύωμεν ἐναλλάξ ἑκατέρους τοὺς δίσκους, παρατηροῦμεν τὰ αὐτὰ φαινόμενα, ἀλλ' οἱ σπινθῆρες γίνονται μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀσθενέστεροι.

Ἴνα ἐκκενωθῇ ἀκαριαίως τὸ ὄργανον, γίνεσθαι χρῆσις ἐτέ-

ρου τινός λεγομένου *έκκενωτοῦ*, ἀναλόγου πρὸς ἓν τῷ σχήματι 53 παριστώμενον. Ὁ *έκκενωτῆς* σύγκειται ἐκ δύο μεταλλικῶν βραχιόνων ἐνουμένων διὰ γιγγλυμοῦ, φερόντων δ' ἀπομονωτικὰς λαβὰς καὶ ληγόντων εἰς δύο σφαιρίδια.

Ἴνα ποιήσωμεν χρῆσιν τοῦ *έκκενωτοῦ*, βάλλομεν ἓν τῶν σφαιριδίων εἰς ἐπαφὴν μεθ' ἑνὸς τῶν ἐλασμάτων τοῦ συμπυκνωτοῦ, καὶ πλησιάζομεν τὸ ἕτερον σφαιρίδιον εἰς τὸ ἀντίθετον ἔλασμα. Παράγεται τότε ζωηρὸς σπινθὴρ καὶ τὸ ὄργανον *έκκενωτοῦ*, ἐνουμένων τῶν δύο ἠλεκτρισμῶν διὰ τῶν μεταλλικῶν βραχιόνων τοῦ *έκκενωτοῦ*. Ἐὰν δέ, ἀντὶ νὰ ποιήσωμεν χρῆσιν τοῦ *έκκενωτοῦ*, ψύσωμεν διὰ τῆς ἐτέρας τῶν χειρῶν μίαν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ συμπυκνωτοῦ καὶ πλησιάσωμεν τὴν ἑτέραν εἰς τὴν δευτέραν ἐπιφάνειαν, ὁ σπινθὴρ ἀπαστράπτει αὔθις, καὶ αἰσθανόμεθα τιναγμὸν, τοσοῦτον ἰσχυρότερον, ὅσον τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον εἶναι περισσύτερον.

Τὸ πλεῖστον μέρος τοῦ λανθάνοντος ἠλεκτρισμοῦ εὑρίσκεται ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τῆς ὑέλου· διότι ἀφαιρέσαντες τοὺς δίσκους τὸν ἓνα κατόπιν τοῦ ἄλλου καὶ ἀποσπάσαντες τὸν ἠλεκτρισμὸν διὰ τῶν δακτύλων, ἐὰν ἔπειτα βάλωμεν τούτους αὔθις εἰς τὴν κανονικὴν αὐτῶν θέσιν καὶ ψύσωμεν διὰ τῶν δύο βραχιόνων τοῦ *έκκενωτοῦ*, ἔχομεν σπινθῆρα σχεδὸν τοσοῦτον ἰσχυρόν, ὅσον εἰ μὴ διαταράττοντο οἱ δίσκοι· τρανὴ ἀπόδειξις, ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς εἶχεν ἐπισωρευθῆ ἐπὶ τοῦ διαχωρίζοντος ἐλάσματος.

Λουγδουνικὴ λάγηνος.—Ἡ *λουγδουνικὴ λάγηνος*, ὀνομασθεῖσα οὕτως ἐκ τῆς Ὀλλανδικῆς πόλεως Λουγδούνου, ὅπου ἐπενοήθη τὸ πρῶτον, συνίσταται ἐξ ὑαλίνης φιάλης περιεχούσης ἔνδον φύλλα χρυσοῦ ἀποτελοῦντα τὸν λεγόμενον *έσωτερικὸν ὀπλισμὸν*, καὶ κεκαλυμμένης ἔξωθεν, μέχρι περίπου τῶν δύο τρίτων τοῦ ὕψους αὐτῆς, ὑπὸ φύλλου κασσιτέρου ἀποτελοῦντος τὸν *έξωτερικὸν ὀπλισμὸν*· ἐπικαμπῆς δὲ ῥάβδος μεταλλικὴ, ἀρχομένη ἀπὸ τοῦ ἔξωτε-



ρικού ἐπισφαίρου, διέρχεται διὰ τοῦ κλείοντος τὸν λαιμὸν φελλοῦ, καὶ εἰσχωρεῖ μεταξὺ τῶν χρυσῶν φύλλων. Ὡστε ἡ λουγδουνικὴ λάγνηος εἶναι συμπυκνωτῆς, οὗτινος οἱ μὲν δύο ὄπλισμοὶ ἀποτελοῦσι τὰ ἠλεκτριστεὰ σώματα, τὸ δὲ ἔλασμα τῆς ὑέλου τὸ διαχωρίζον ταῦτα παράγει τὸ αὐτὸ μετὰ τοῦ κοινοῦ συμπυκνωτοῦ ἀποτελέσμα, ἥτοι συντελεῖ εἰς τὴν ἐπισώρευσιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Πληροῦται ἡ λουγδουνικὴ λάγνηος, ἐὰν κρατήσωμεν ἐν τῇ χειρὶ τὸν ἐξωτερικὸν ὄπλισμὸν καὶ βάλωμεν τὸ ἐπίσφαιρον εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ ἠλεκτρικῆς μηχανῆς. Ὁ ἐσωτερικὸς ὄπλισμὸς δέχεται τότε θετικὸν ἠλεκτρισμὸν, ἐνῶ ὁ ἕτερος ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς ἐξ ἐπιδράσεως. Δυνάμεθα ὅμως νὰ πληρώσωμεν τὴν λάγνηον, καὶ ἐὰν κρατήσωμεν ἐν τῇ χειρὶ τὸ ἄγκιστρον καὶ βάλωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν ἐξωτερικὸν ὄπλισμὸν τῆς λαγῆνου μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς· ἀλλὰ τότε ὁ μὲν θετικὸς ἠλεκτρισμὸς εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ ἐλάσματος τοῦ κασσιτέρου, ὁ δὲ ἀρνητικὸς ἐπὶ τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ. Ἐκκενοῦται δὲ καὶ ἡ λάγνηος ὡς ὁ κοινὸς συμπυκνωτῆς, εἴτε ἀκαριαίως διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ, εἴτε βραδέως, ἐὰν ψαύσωμεν διαδοχικῶς ἕκαστον ὄπλισμὸν.



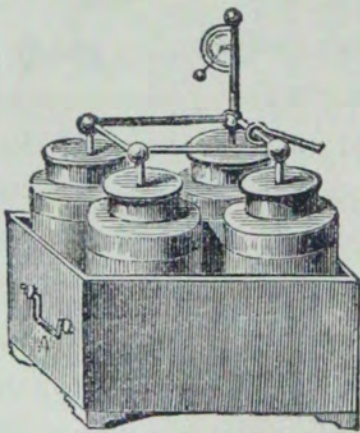
Σχ. 51.—Λουγδουνικὴ λάγνηος.

Ἀποτελέσματα τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου.—Ὁ ἐκ τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου λαμβανόμενος σπινθὴρ διαστέλλει τὰ ἀέρια, ἐν οἷς ῥήγνυται· ἀναφλέγει τὸ οἰνόπνευμα, τὸν αἰθέρα, τὰ πυρσοκροτικὰ μίγματα καὶ τὴν πυρίτιδα, διατρυπᾷ δὲ ὡς βελόνη τὸν χάρτην καὶ τὴν ὑαλὸν· ἡ δὲ ἐκκένωσις, καὶ μιᾶς μόνης λαγῆνου, παράγει ἐν τῷ σώματι τιναγμοὺς καὶ εἶναι πολλακίς ἐπικίνδυνος, ἐὰν ὑπάρχη μεγάλη σώρευσις ἠλεκτρισμοῦ.

Γίνεταί χρεῖσις τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου πρὸς ἀναγνώρισιν

τῆς ταχύτητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ἐὰν λάβωμεν μεταλλικὸν νῆμα ἀορίστου μήκους καὶ, ἀφοῦ συστρέψωμεν τοῦτο περὶ ἑαυτὸ ὅσον θελήσωμεν, πλησιάσωμεν τὰ δύο ἄκρα εἰς τοὺς δύο ὀπλισμοὺς τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου, ἡ ἔκρηξις συμβαίνει τοσοῦτον ἀκαριαίως, ὅσον ἐὰν ἡ συγκοινωνία ἐγίγνετο δι' ἀγωγοῦ ὀλίγων μόνων ὑφεκατομμέτρων μήκους. Ἀκριβέστερα δὲ πειράματα ἀπέδειξαν, ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς διανύει ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου ὑπὲρ τὰ 440,000 χιλιόμετρα ἢ ὑπὲρ τὰς 110,000 λεύγας· ἀλλ' ὅμως κατὰ τὰ πειράματα τῶν τηλεγράφων διανύει μόνον 101,700 χιλιόμετρα κατὰ δευτερόλεπτον διὰ σιδηροῦ σύρματος 4 ὑποχιλιομέτρων καὶ ἡμίσεος διαμέτρου, καὶ 177,700 χιλιόμετρα διὰ χαλκοῦ σύρματος 2 ὑποχιλιομέτρων καὶ ἡμίσεος.

**Στάμνοι καὶ συστοιχίαι ἠλεκτρικαί.**— Ἡ λουγδουνικὴ λαγῆνος λέγεται *στάμνος ἠλεκτρικὴ*, ὅταν σύγκειται ἐξ εὐρυ-



Σχ. 52.— Συστοιχία ἠλεκτρικὴ.

λαίμου λαγῆνου, ἧς ἀμφότεραι αἱ ἐπιφάνειαι, ἐσωτερικὴ τε καὶ ἐξωτερικὴ, ἐπικαλύπτονται ὑπὸ φύλων κασσιτέρου μέχρι τινὸς ἀποστάσεως ἀπὸ τῶν χειλέων. Ἡ δὲ συνένωσις πολλῶν στάμνων ἀποτελεῖ τὴν *συστοιχίαν*.

Σκοπὸς τῶν ἠλεκτρικῶν συστοιχιῶν εἶναι ἡ παραγωγὴ δραστηκωτάτων ἀποτελεσμάτων ἠλεκτρισμοῦ. Κεῖνται δὲ αἱ στάμνοι ἐκά-

στης συστοιχίας ἐν τῷ αὐτῷ κιβωτίῳ (Σχ. 52), καὶ πάντες οἱ ὀπλισμοὶ συγκοινωνοῦσι πρὸς ἀλλήλους, οἱ μὲν ἐξωτερικοὶ δι' ἐλάσματος κασσιτέρου περιβάλλοντος τὸν πυθμένα τοῦ κιβωτίου, οἱ δὲ ἐσωτερικοὶ δι' εὐθειῶν μεταλλικῶν ῥάβδων, διερχομένης



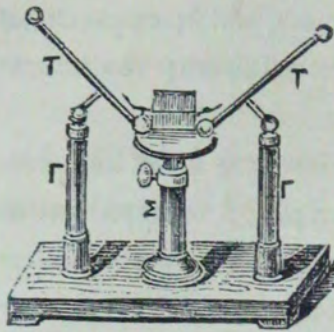
ἐκάστης διὰ τοῦ πώματος τῆς στάμνου, εἰς ἣν ἀνήκει, καὶ ληγούσης ἐσωτερικῶς εἰς μεταλλικὴν ἄλυσιν, δι' ἧς συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ φύλλου τοῦ κασσιτέρου τοῦ ἀποτελοῦντος τὸν ἐσωτερικὸν ὄπλισμόν.

Αἱ ἠλεκτρικαὶ συστοιχίαι πληροῦνται ὡσπερ ἡ ἀπλῆ λουγδουρικὴ λάγηνος. Ὑπάρχει ὅμως καὶ ὁ ἐξῆς τρόπος ἀναρτῶνται αἱ λάγηναι ὑποκάτω ἀλλήλων εἰς τὸν ἀγωγὸν τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς οὕτως, ὥστε ὁ ἐξωτερικὸς ὄπλισμὸς τῆς πρώτης νὰ συγκοινωνῇ μετὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ ὄπλισμοῦ τῆς δευτέρας καὶ καθεξῆς μέχρι τῆς τελευταίας, ἧς ὁ ἐξωτερικὸς ὄπλισμὸς συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἔδαφους.

Ἐνεργούσης τῆς μηχανῆς, παρατηροῦνται τὰ ἐξῆς φαινόμενα. Τὸ θετικὸν ρευστὸν τῆς μηχανῆς μεταβαίνει εἰς τὸν ἐσωτερικὸν ὄπλισμόν τῆς πρώτης λαγῆνου, ἥτις ἀναλύουσα διὰ μέσου τοῦ ὑαλίνου ἐλάσματος τὸν οὐδέτερον ἠλεκτρισμὸν τοῦ ἐξωτερικοῦ ὄπλισμοῦ, ἔλκει εἰς τὸ μᾶλλον γειτνιαζόν μέρος τῆς ὑάλου τὸν ἐτερόνυμον ἠλεκτρισμόν, ἥτοι τὸ ἀρνητικὸν ρευστόν, καὶ ἀπωθεῖ τὸ θετικόν. Ἀλλὰ τῆς πρώτης λαγῆνου συγκοινωνούσης μετ' ἄλλης διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ αὐτῆς ὄπλισμοῦ, τὸ ἀπωθούμενον θετικὸν ρευστόν, καταβαίνει εἰς τὴν δευτέραν ταύτην λάγηνον, καὶ παράγονται αὖθις τὰ πρῶτα φαινόμενα καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τῆς τελευταίας, ἧς ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς ἀπωθεῖται εἰς τὸ ἔδαφος. Ἡ μέθοδος δ' αὕτη καλεῖται *πλήρωσις ἀνωθεν*.

Ἴνα ἐκκενωθῶσιν αἱ ἠλεκτρικαὶ συστοιχίαι καὶ διέλθῃ ἡ ἐκκένωσις τούτων διὰ μέσου τῶν σωμάτων, εἶναι ἐν χρήσει τὸ ὄργανον τὸ λεγόμενον *καθολικὸς ἐκκενωτής* (Σχ. 53), συγκείμενος ἐκ δύο μεταλλικῶν ράβδων T, T, στηριζομένων ἐπὶ ὑαλίνων στύλων Γ, Γ, ἐφ' ὧν δύνανται νὰ κινηθῶσι· μεταξὺ δὲ τῶν δύο στύλων εὐρίσκεται ὑπόβαθρον Σ, ἐφ' οὗ τὰ μέλλοντα νὰ δε-

χθῶσι τὴν ἠλεκτρικὴν ἐκκένωσιν σώματα. Ὄταν λοιπὸν θέλωμεν νὰ ἐκκενώσωμεν συστοιχίαν τινὰ βάλλομεν εἰς συγκοινωνίαν τὴν μίαν ῥάβδον τοῦ ἐκκενωτοῦ μετὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ ὄπλισμοῦ τῆς συστοιχίας, τὴν δὲ ἑτέραν μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὄπλισμοῦ, καὶ τὰ δύο ῥευστὰ διελθόντα τὸ διαχωρίζον τὰς δύο ῥάβδους σῶμα, φέρονται ἀπὸ τῆς μιᾶς εἰς τὴν ἑτέραν.



Σχ. 53. — Ἐκκενωτής.

Ἀποτελέσματα τῶν ἠλεκτρικῶν συστοιχιῶν. — Αἱ ἠλεκτρικαὶ συστοιχίαι παράγουσι τὰ αὐτὰ τῆς λουγδουρικῆς λαγῆνου ἀποτελέσματα, ἀλλὰ μετὰ πολλῶ μείζονος ἐντάσεως, εἶναι δὲ κινδυνῶδες νὰ συνενώσωμεν τὰς δύο ἐπιφανείας συστοιχίας τινὸς διὰ μεσολαβήσεως τῶν βραχιόνων. Ὅθεν οἱ ἐκκενοῦντες συστοιχίαν προσέχουσι νὰ ἀποφεύγωσι τὸν τυναγμόν, ὡς δυνάμενον νὰ ἐπενέγκῃ σπουδαῖα δυστυχήματα, καὶ τὸν θάνατον μάλιστα, ἐὰν αὕτη τύχη δυνατὴ καὶ ἰσχυρῶς πεφορτισμένη.

Ἐὰν μεταξὺ τῶν βραχιόνων τοῦ καθολικοῦ ἐκκενωτοῦ διατεθῇ σιδηροῦν σύρμα ἱκανῶς μακρόν, ἀλλὰ λεπτότατον, παρατηροῦμεν ὅτι ἀσθενῆς μὲν ἐκκένωσις ἐρυθραίνει τὸ σύρμα, ἀλλ' ἰσχυροτέρα ἀναφλύει τοῦτο εἰς τετηκότα σφαιρίδια, καὶ τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα παρατηροῦνται ἐπὶ τῶν πλείστων μετάλλων.

Τὰ μετὰξιν ἐπιχρῦσα νήματα παρέχουσι μοναδικόν τι φαινόμενον. Ὁ ἐπικαλύπτων ταῦτα χρυσὸς ἀτριδοῦται χωρὶς νὰ δύναται ἢ θερμότης νὰ διαρρήξῃ ἢ καύσῃ τὴν μετὰξιν ὡς δυσηλεκτράγωγον σῶμα ὥστε δυνάμεθα διὰ τοῦ τρόπου τούτου νὰ ἀφαιρέσωμεν τὸ ἐπιχρῦσωμα βιβλίου τινός. Ὡσαύτως, ἐὰν κολήσωμεν φύλλον χρυσοῦ ἐπὶ χάρτου ἢ ταινίας μεταξωτῆς, καὶ βάλλομεν εἰς συγκοινωνίαν τὰ δύο ἄκρα τοῦ φύλλου μετὰ τῶν



δύο ὀπλισμῶν τῆς συστοιχίας, ὁ χρυσοῦς ἀτμιδοῦται, ἐνῶ ὁ χάρτης ἢ ἡ ταινία οὐδὲν θερμαντικὸν ὑφίσταται ἀποτέλεσμα· παρατηρεῖται δ' ἐπὶ τῶν σωμάτων τούτων ἴχνος μόνον φαιοῦ χρώματος προερχομένου ἐκ τοῦ χρυσώδους ἀτμοῦ.

Ἐὰν ὁ σπινθὴρ τῆς συστοιχίας μεταδοθῆ εἰς ὑγρὸν, ρήγνυται καὶ λάμπει ὡς ἐν τῷ ἀέρι, τὸ δὲ ὑγρὸν σχεδὸν πάντοτε ἀναρρίπτεται μετὰ σφοδρότητος. Ἀπλοῦς σπινθὴρ ἀρκεῖ πρὸς ἀνάφλεξιν τοῦ αἰθέρος, ἀλλὰ τὴν πυρίτιδα ἀναφλέγει ἢ τῆς συστοιχίας ἐκκένωσις· ἐκκενουμένης δὲ ἰσχυρᾶς συστοιχίας ἐπὶ δυσηλεκτραγῶγων σωμάτων, ταῦτα διατρυπῶνται καὶ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον κατασυντρίβονται. Οὕτω λίθος, κύλινδρος, καὶ μάλιστα ἰσχυρὸς κύλινδρος ξύλου 12 ἕως 15 ὑφεκατομμέτρων πάχους, κατασχίζεται, ἐὰν ἢ ἐκκένωσις λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τῶν ἰνῶν τοῦ ξύλου. Ἐπὶ τινῶν δὲ οὐσιῶν, οἷον τῆς κιμωλίας, τῆς ζαχάρως κτλ., ἢ ἠλεκτρικὴ ἐκκένωσις καταλείπει, μετὰ τὴν διάβασιν αὐτῆς, φωσφορώδη τινὰ λάμπην. Πρὸς τούτοις διὰ συστοιχιῶν μετρίας δυνάμεως κεραυνοβολοῦνται πτηνὰ καὶ κόνικλοι, δι' ἰσχυρῶν δὲ συστοιχιῶν καὶ ζῶα μεγάλα, ἥτοι παράγεται τοῦ κεραυνοῦ ἢ ἐνέργεια κατ' ἐλαχίστην ἀναλογίαν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΙΘ'.

Ἀτμοσφαιρικὸς ἠλεκτρισμός. — Πηγαὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. — Σχηματισμοὶ τῶν θελλωδῶν νεφῶν. — ἠλεκτρισμὸς ἐν ταῖς θεύλαις. — Κεραυνός. — Ἀστραπή. — Βροντή. — Ἀποτελέσματα τοῦ κεραυνοῦ. — Πληγὴ ἄμεσος καὶ πληγὴ ἐξ ἐπιστροφῆς. — Ἀλεξικέραυνα· κατασκευὴ αὐτῶν.

Ἀτμοσφαιρικὸς ἠλεκτρισμός. — Αἱ παράγουσαι τὸν ἠλεκτρικὸν σπινθῆρα συστοιχίαι παριστῶσιν ἐν σμικρῷ, ὅτι αἱ ἀστρα-

παί και ὁ κεραυνὸς ἐν μεγάλῳ, καὶ ἡ μεταξὺ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ κεραυνοῦ καὶ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ὁμοιότης εἶχε παρατηρηθῆ, ὁπότε ὁ Φραγκλῖνος ἀνεκάλυψεν, ὅτι δὲν ὑπάρχει μόνον ὁμοιότης, ἀλλὰ καὶ ταυτότης μεταξὺ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῶν ἡμετέρων μηχανῶν καὶ τοῦ κεραυνοῦ. Ὁδηγούμενος οὗτος ὑπὸ τῶν ἰδίων αὐτοῦ πειραμάτων ἐπὶ τῆς δυνάμεως τῶν ἀκίδων, ἐπενόησε νὰ λάβῃ διὰ χαρταετοῦ ἐξ αὐτῶν τῶν ἐγκάτων τῶν θυελλῶδων νεφῶν τὸ ἠλεκτρικὸν ῥευστόν, οὗτινος ὑπόπτειε τὴν ὑπαρξίν. Ὄπλισε λοιπὸν διὰ μεταλλικῆς ἀκίδος τὸ ἄκρον ἑνὸς χαρταετοῦ, καὶ ἐπὶ κανναβίνου σχοινίου μακροτάτου ἀνύψωσε τοῦτον πρὸς νέφος θυελλῶδες ἐν τῷ ἀέρι. Ὁ χαρταετὸς ἔμεινεν ἐπὶ τινα χρόνον ἄνευ ἀποτελέσματος ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ νέφους, ἀλλ' ἐπελθούσης μικρᾶς βροχῆς, ὑγρανθὲν τὸ σχοινίον κατέστη ἱκανῶς ἠλεκτραγωγόν, ὥστε νὰ μεταδώσῃ τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ θυελλῶδους νέφους μέχρι τοῦ κατωτάτου ἄκρου· συγχρόνως δὲ ἱνὲς τινες τοῦ σχοινίου ἤρξαντο νὰ ἀνεγείρωνται, ὥσει ἀπωθοῦντο, καὶ ὑπόκωφος βόμβος ἠκούσθη. Τότε ὁ Φραγκλῖνος προσήγαγε τὸν δάκτυλον εἰς τὸ σχοινίον καὶ ἀπήστραψαν ζῶηροὶ σπινθῆρες, ὡς ἐξ ἠλεκτρισμένου ἀγωγοῦ. Καὶ τοῦτο μὲν τὸ πείραμα ἐγένετο ἐν Φιλαδελφείᾳ τῷ 1752, μετὰ δὲ ταῦτα θέσας ὁ Φραγκλῖνος ἐπὶ τῆς οἰκίας αὐτοῦ μεταλλικὴν ῥάβδον ἀπομεμονωμένην καὶ εἰς ἀκίδα λήγουσαν, καὶ ἐξαρτήσας ἠλεκτρικὴν κωδωνοκρουσίαν, ἀνεγνώρισεν ἐκ τοῦ θορύβου τῆς συσκευῆς, ὅτι ἡ ῥάβδος ἐπεφορτίζετο ὑπὸ ἠλεκτρισμοῦ, ὅσάκις διήρχετο θυελλῶδες νέφος· ἐξ οὗ καὶ συνέλαβε τὴν ἰδέαν τοῦ ἀλεξικεραύνου.

Τὰ διάφορα ταῦτα πειράματα ἀποδεικνύουσιν, ὅτι τὰ θυελλῶδη νέφη εἶναι ἠλεκτρισμένα νέφη, ἐκ τῶν προεκτεθεισῶν δὲ ἀρχῶν εὐκόλως ἐννοεῖται, τίνι τρόπῳ, καὶ ἑνὸς μόνου τῶν δύο



ρευστῶν ἐνυπάρχοντος, ῥήγνυται ὁ σπινθὴρ μεταξὺ ἠλεκτρισμέ-  
νου νέφους καὶ γήινου τινὸς σώματος ἢ μεταξὺ αὐτοῦ τούτου  
τοῦ νέφους καὶ ἐτέρου νέφους διατελοῦντος ἐν φυσικῇ καταστά-  
σει. Ἄλλ' ὅμως ὁ ἠλεκτρισμὸς δὲν ἐδρεύει μόνον ἐν τοῖς νέφεσιν·  
ὑπάρχει πανταχοῦ καὶ πάντοτε ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ.

Ἀπεδείχθη, ὅτι ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, καὶ αἰθέριος ὢν, φέρει  
ἀείποτε μικρὸν ἢ μέγα φορτίον ἠλεκτρισμοῦ. Παρατηρήθη δὲ καὶ  
ὅτι, εὐδίας οὔσης, γενικῶς ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς ἀτμοσφαίρας εἶ-  
ναι θετικὸς, καὶ ὅτι αἱ ἐλάχισται ὀμίχλαι ἢ τὰ ἐλάχιστα νέφη  
ἀλλοιοῦσι τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦτον, ὄντα τοσοῦτον ἀφθονώτερον,  
ὅσον ὑψηλότερον τοῦ ἐδάφους κεῖται ὁ τόπος, ἐφ' οὗ γίγνεται τὸ  
πεῖραμα.

**Πηγαὶ ἠλεκτρισμοῦ.**—Ἡ ἐξάτμισις τῶν ὑδάτων ἐπὶ τῆς  
ἐπιφανείας τῆς γῆς εἶναι ἡ μόνη καλῶς ἀποδειχθεῖσα αἰτία τῆς  
ὑπάρξεως τοῦ ἐλευθέρου ἠλεκτρισμοῦ ἐν τῷ ἀέρι. Ἐδείχθη δι' ἐπι-  
τηδείων πειραμάτων, ὅτι τὰ ὑφ' ἀλατατούχων ὑλῶν πεφορτι-  
σμένα ὕδατα ἐκλύουσιν, ἐξατμιζόμενα, θετικὸν ἠλεκτρισμόν,  
ὃν ὁ ἀτμὸς κομίζει μεθ' ἑαυτοῦ εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν. Ἐπειδὴ  
λοιπὸν τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ὕδατα ἔν τε τοῖς ποτα-  
μοῖς καὶ ἐν ταῖς θαλάσσαις, περιέχουσιν ἀείποτε διαλελυμένας  
ἀλατώδεις οὐσίας, ἡ ἀκατάπαυστος αὐτῶν ἐξάτμισις μετακο-  
μίζει διηνεκῶς εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν θετικὸν ἠλεκτρισμόν. Ὡσαύ-  
τως δὲ ἀπεδείχθη, ὅτι ὁσάκις ὀξειδίων ἐνοῦται μετ' ἄλλου σώ-  
ματος, ὑπάρχει ἀείποτε ἐκλυσις ἠλεκτρισμοῦ, καὶ ὅτι τὸ ἀνθρα-  
κικὸν ὀξὺ τὸ παραγόμενον ὑπὸ τῆς καύσεως τοῦ ξύλου ἢ τοῦ  
ἀνθρακος φέρει ἀείποτε φορτίον θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἀνερχομέ-  
νου εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν.

**Σχηματισμὸς τῶν θυελλωδῶν νεφῶν.**—Κατὰ τὰ εἰρη-  
μένα, τῆς ἀτμοσφαίρας διατελούσης διηνεκῶς ἐν ἠλεκτρικῇ



καταστάσει, εύκόλως εξηγείται ὁ σχηματισμὸς τῶν θυελλωδῶν νεφῶν. Οἱ διάφοροι ἀτμοὶ οἱ συνενούμενοι, ὅπως ἀποτελέσωσι νέφος, ἔρχονται μετὰ τοῦ ἰδίου αὐτῶν ἠλεκτρισμοῦ, καὶ τότε ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἢ κατέχουσα πρότερον μεγίστην ἔκτασιν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, συμπυκνοῦται ἐν ἐλαχίστῳ διαστήματι, καὶ ἐπομένως λαμβάνει τάσιν πολὺ μεγαλειτέραν. Γενικῶς ἄρα πάντα τὰ νέφη εἶναι ἠλεκτρισμένα, ὅτε μὲν θετικῶς, ὅτε δὲ ἀρνητικῶς, καὶ τὰ μὲν θετικὰ νέφη σχηματίζονται ὑπὸ τῶν ἐκ τῆς γῆς ἀτμῶν, ὡς ἠλεκτρισμένων καὶ τούτων θετικῶς, τὰ δὲ ἀρνητικὰ νέφη, νομίζεται, ὅτι προέρχονται ἐξ ὀμιχλῶν, αἵτινες, διὰ τῆς ἐπαφῆς αὐτῶν μετὰ τῆς γῆς, ἐπληρώθησαν ἀρνητικοῦ ρευστοῦ, ὅπερ μετακομίζουσιν ἀνυψούμεναι εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν.

**Ἡλεκτρισμὸς ἐν θυέλλῃ.** — Ὅταν δύο νέφη ἠλεκτρισμοῦ πλήρη συναντηθῶσι, παράγουσιν ἐπ' ἄλληλα ζωηρὰν ἔλξιν ἢ ζωηρὰν ἄπωσιν, καθόσον οἱ ἠλεκτρισμοὶ αὐτῶν τυγχάνουσιν ὁμώνυμοι ἢ ἀντίθετοι. Αἱ ἔλξεις δὲ αὗται ἢ αἱ ἀπώσεις φαίνεται οὕσα κυρία αἰτία τῶν ἐκτάκτων κινήσεων, ἃς παρατηροῦμεν ἐν ὥρᾳ θυέλλης, καὶ οὐχὶ μόνη ἡ τοῦ ἀνέμου σφοδρότης· διότι, καθ' ἣν ὥραν βλέπομεν λάμπουσαν τὴν ἀστραπὴν καὶ ἀκούομεν κροτοῦσαν τὴν βροντὴν, παρατηροῦμεν συγχρόνως ὅτι τὰ νέφη συνεγγίζουσι ταχέως πρὸς ἄλληλα ἢ ἀπομακρύνονται καί, τέλος, περιδινοῦνται.

Τὸ φαινόμενον τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος τοῦ παραγομένου μεταξὺ δύο νεφῶν ἀρκούντως προσηγηγικόντων ἢ μεταξὺ νέφους καὶ γῆνιου ἀντικειμένου, συνίσταται ἐκ τριῶν στοιχείων· ἐκ τοῦ κεραυνοῦ, ἥτοι τοῦ κυρίως λεγομένου σπινθῆρος, ὅστις εἶναι ἡ ἔνωσις τῶν δύο ἀντιθέτων ρευστῶν· ἐκ τῆς ἀστραπῆς, ἥτοι τοῦ ταχέως καὶ λαμπροῦ φωτός, ὅπερ συνοδεύει τὴν κίνησιν τῶν ἠλεκτρικῶν ρευστῶν· ἐκ τῆς βροντῆς, ἥτοι τοῦ κρότου, ὅστις



ἀκολουθεῖ τὴν ἀστραπὴν κατὰ μᾶλλον ἢ ἦττον προσηγηγικότα διαλείμματα.

**Κεραυνός.**—Ὅταν ἐκραγῇ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ μεταξὺ νέφους καὶ γήινου σώματος, τότε κοινῶς λέγουσιν ὅτι ἔπεσε κεραυνός. Πράγματι ὅμως ὁ κεραυνὸς δὲν πίπτει, ἀλλ' οὐδὲ ἀναβαίνει· διότι τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστὸν οὐδέποτε φέρεται ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου εἰς τὸ ἕτερον τῆς ἀστραπῆς, ἀλλὰ τὰ ἀποτελέσματα αὐτοῦ περαίνονται ὑπὸ σειρᾶς ἀναλύσεων καὶ ἐνώσεων μεταξὺ τῶν ἠλεκτρικῶν μορίων τοῦ νέφους, τοῦ κεραυνοβλήτου σώματος καὶ τοῦ ρευστοῦ τοῦ διαχωρίζοντος τὸ νέφος ἀπὸ τοῦ σώματος. Ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ θεελλώδους νέφους ἀναλύει τὸν φυσικὸν ἠλεκτρισμὸν τῶν σωμάτων, ἅπερ εὐρίσκονται ἐντὸς τῆς σφαίρας τῆς ἑαυτοῦ ἐνεργείας, ἀπωθεῖ εἰς τὸ ἕδαφος τὸν ὁμίονυμον ἠλεκτρισμὸν καὶ ἔλκει τὸν ἀντίθετον· ἕκαστον δὲ σῶμα λαμβάνει οὕτω ἠλεκτρικὴν κατάστασιν μᾶλλον ἢ ἦττον δραστηκὴν, καὶ ἀποβαίνει κέντρον ἐνεργείας πρὸς ὃ τείνει ὁ ἠλεκτρισμός.

**Ἄστραπαί.**—Αἱ ἀστραπαὶ δὲν ἔχουσι πᾶσαι τὸ αὐτὸ σχῆμα αἰείποτε· διότι ἄλλοτε μὲν εἶναι γραμμαὶ ἢ αὐλακες φῶτων λεπτοτάτων καὶ λαμπροτάτων ἐλίγδην διαγραφόμεναι ἐπὶ τῆς θεελλώδους νεφέλης, ἄλλοτε δὲ χηλοῦνται πρὸς τὸ κάτω μέρος, καὶ τότε ὁ κεραυνὸς πλήττει ἐπὶ δύο μερῶν συγχρόνως· ἄλλοτε δέ, ἀντὶ νὰ συνάγωνται εἰς φωτεινὰς γραμμάς, οὐδεμίαν ἔχουσιν ὠρισμένην περιοχὴν, ἀλλ' εἶναι φῶς περιλαμβάνον μεγάλας ἐκτάσεις καὶ φωτίζον ἅπασαν τὴν ἐπιφάνειαν τῶν συννέφων, καὶ δὲν ἔχει τότε οὔτε τὴν λευκότητα οὔτε τὴν ζωηρότητα τῶν ἐλικογράμμων ἀστραπῶν.

Ἐπειδὴ δέ, ὡς εἶναι γνωστόν, τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς κέκτηται, ὡς τὸ φῶς τοῦ ἡλίου, ταχύτητα ἄπειρον, ὁ παρερχόμενος χρόνος



μέχρι τῆς ἀφίξεως αὐτοῦ πρὸς ἡμᾶς ἀπὸ τοῦ νέφους ἀποβαίνει ἀνυπολόγιστος. Τοῦναντίον δέ, ἐπειδὴ ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι συγκριτικῶς πρὸς τὸ φῶς ἐλαχίστη, ἀριθμοῦντες τὰ μεταξὺ τῆς ἐμφάνισεως τῆς ἀστραπῆς καὶ τοῦ ἀκουομένου κρότου τῆς βροντῆς παρερχόμενα δευτερόλεπτα, εὐρίσκομεν τὴν ἀπόστασιν καθ' ἣν ἐκρήγνυται ὁ κεραυνός, γνωστῆς οὐσης τῆς ταχύτητος τοῦ ἤχου ὅτι εἶναι  $340^m$  κατὰ δευτερόλεπτον.

**Βροντή.**—*Βροντῆ* εἶναι ὁ μᾶλλον ἢ ἤττον ἰσχυρὸς κρότος, ὅστις συνοδεύει τὴν ἐμφάνισιν τῶν ἀστραπῶν, καὶ προέρχεται ἐκ τῆς αἰφνιδίας ἐκπετάσεως τοῦ στρώματος τοῦ ἀέρος καὶ τῶν ἀτμῶν δι' ὧν διέρχεται ἡ ἀστραπή. Ἐπειδὴ δέ, ἅμα ἐμφανιζομένη ἡ ἀστραπή ἐκτείνεται μακρότατα, ὁ ἀήρ καὶ ὁ ἀτμὸς κατὰ τὴν μακρὰν ταύτην διάβασιν διασχίζονται καὶ διαστέλλονται, τὰ δὲ μέρια δονούμενα λαμβάνουσι παλμικὴν κίνησιν, ἥτις διαδιδόμενη καθ' ὅλην τὴν μάζαν παράγει τὸν κρότον τῆς βροντῆς.

Οὕτως ἐξηγοῦνται καὶ τὰ σπαραγματώδη παταγήματα, τὰ παρατεταμένα προκυλινδήματα καὶ πᾶσαι αἱ περίοδοι τῆς τρομερᾶς ἀρμονίας τῆς βροντῆς· διότι κατὰ τὴν διάβασιν τῆς ἀστραπῆς, πάντα τὰ δονούμενα στρώματα δὲν λαμβάνουσι τὴν αὐτὴν ὄθησιν, ἔνεκα τῆς ἀνισότητος τῆς θερμοκρασίας, καὶ τῆς ἀνισότητος τῆς ὑγρασίας ἢ τῆς ξηρασίας, ἥτις ὑπάρχει ἐν αὐτοῖς.

Δυνατὸν νὰ συμβῇ, καὶ συμβαίνει πολλάκις, οἱ βράχοι, τὰ ὄρη, καὶ αὐτὰ τὰ νέφη, νὰ ἀποτελῶσιν ἠχούς, ἐπαναλαμβάνουσας τὸν κρότον τῆς βροντῆς καὶ παρεχούσας εἰς ταύτην ἐνίσχυσιν νέαν.

**Ἀποτελέσματα παραγόμενα ὑπὸ τοῦ κεραυνοῦ.**—Τὰ ἀποτελέσματα τοῦ κεραυνοῦ εἶναι ὅποια τὰ ὑπὸ τῶν ἠλεκτρικῶν συστοιχιῶν παραγόμενα, ἔχουσιν ὅμως ἐνέργειαν πολὺ μεγαλειτέραν. Ὁ κεραυνὸς φονεῖ τοὺς ἀνθρώπους καὶ τὰ ζῶα· τήκει



καὶ ἐξατμίζει τὰ μέταλλα, ἀναφλέγει τὰς εὐκάστους οὐσίας, καὶ σχίζει ἢ διατρύπῃ τὰ δυσηλεκτράγωγα σώματα. Δύναται δὲ νὰ τήξῃ καὶ ὑαλοποίησῃ τὰς ἄρυσκτὰς οὐσίας· διότι ἐάν, εἰσδύων εἰς μεταλλικὰς ὑπογείους μάζας, ἀναγκασθῇ νὰ διέλθῃ διὰ στρωμάτων ἄμμου, σχηματίζει ἐντὸς τῆς ἄμμου ταύτης κοιλάδεις σωλῆνας πολλῶν μέτρων βάθους, ὧν οἱ ἐσωτερικοὶ τοῖχοι γίνονται ὑαλώδεις, ἤτοι ἀποτελοῦνται ὑπὸ τετηκυίας ἄμμου· καὶ οὗτοι εἶναι οἱ λεγόμενοι *κεραύριοι σωλῆνες* ἢ *κεραυνῖται*.

Ἀποτελέσματα τῆς εὐθείας πληγῆς καὶ τῆς ἐξ ἐπιστροφῆς. — Ὅταν θυελλῶδες νέφος παρέλθῃ πλησίον τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, δύναται νὰ παρατηρηθῶσι τὰ ἐξῆς.

1<sup>ο</sup> Ἡ τὸ νέφος τὸ ἐνεργοῦν ἐξ ἐπιδράσεως ἐπὶ τῶν σωμάτων, ἅπερ εὐρίσκονται ἐν τῇ σφαίρᾳ τῆς ἐνεργείας αὐτοῦ ἀπομακρύνεται ἄνευ ἐκρήξεως, καὶ τότε τὰ σώματα ἐπανερχονται βαθμῆδὸν εἰς τὴν κανονικὴν αὐτῶν κατάστασιν, ἄνευ παραγωγῆς ἀποτελέσματος.

2<sup>ο</sup> Ἡ τὸ νέφος δύναται νὰ εὐρεθῇ πολὺ πλησίον, νὰ ἦναι λίαν ὀγκῶδες καὶ ἱκανῶς ἠλεκτρισμένον, ὥστε νὰ ἐξέλθῃ ὁ σπινθὴρ μεταξὺ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ καὶ τῶν ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρισθέντων σωμάτων, καὶ τότε τὰ σώματα *κεραυνοβολοῦνται* δι' εὐθείας πληγῆς.

3<sup>ο</sup> Ἡ τέλος ἠλεκτριζομένων τῶν σωμάτων ἐξ ἐπιδράσεως, ἐάν αἰφνης συμβῇ ἐκρήξις μεταξὺ τοῦ ἠλεκτρίζοντος ταῦτα καὶ ἑτέρου νέφους, τὰ σώματα ἐπανερχονται αἰφνιδίως εἰς τὴν κανονικὴν αὐτῶν κατάστασιν, ὃ δὲ ἠλεκτρισμὸς ὁ ἐλκυσθεὶς εἰς τὸ μᾶλλον γειτνιαζόν σημεῖον τοῦ νέφους, ἔρχεται μεθ' ὄρμῆς νὰ ἐνωθῇ μετ' ἐκείνου, ἀφ' οὗ ἀπεχωρίσθη, καὶ λέγομεν αὖθις ὅτι *κεραυνοβολοῦνται* τὰ σώματα, ἀλλ' ὅτι *κεραυνοβολοῦνται* διὰ *πληγῆς ἐξ ἐπιστροφῆς*.



Τὰ τρομερώτατα τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ κεραυνοῦ προέρχονται ἐκ τῆς εὐθείας πληγῆς. Ἐὰν πέσῃ ἐπὶ πεδιάδος, προσβάλλει κατὰ προτίμησιν πᾶν τὸ ἀνυψούμενον ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους, ἄνθρωπον, ζῶον, οἶκον κτλ. ἐπειδὴ πάντα ταῦτα εὐρίσκονται πλησιέστερα εἰς τὸ νέφος· διὸ δὲν κεραυνοβολοῦνται σπανίως οἱ ἄνθρωποι καὶ τὰ ζῶα ἐν μέσῳ τῶν πεδιάδων.

Ἄλλ' ὅταν θυελλῶδες νέφος διέλθῃ ὑπεράνω ὑψηλῶν ἀντικειμένων, οἷον κωδωνοστασίων, πύργων, οἰκων, ἐπειδὴ ταῦτα εἶναι μᾶλλον ἢ ἦττον ἡλεκτραγωγὰ, συμβαίνει πολλάκις νὰ ἀναλυθῇ ὁ ἡλεκτρισμὸς αὐτῶν καὶ νὰ προσβληθῶσιν ὑπὸ τοῦ κεραυνοῦ. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰ δένδρα, ὧν οἱ κλάδοι καὶ τὰ φύλλα παρεμφέρουσι πρὸς ἀκίδας καί, ὅταν ὑγρανθῶσι, γίνονται ἱκανῶς εὐηλεκτράγωγα σώματα. Ὅθεν εἶναι ἀφροσύνη πάντοτε νὰ τρέχωμεν ἐν ὥρᾳ θυέλλης ὑπὸ τὴν στέγην τῶν δένδρων, καὶ μάλιστα τῶν μεμονωμένων.

Ἐν τοῖς χωρίοις ὑπῆρξε καὶ ὑπάρχει ἴσως ἔτι κατὰ μέρη συνήθεια δυναμένη νὰ ἀποβῇ ὀλεθρία, νὰ σημαίνωσι τοὺς κώδωνας κατὰ τὴν προσέγγισιν τῆς θυέλλης. Νομίζεται, ὅτι διὰ τῆς ἐνεργείας ταύτης παράγεται δόνησις ἐν τῷ ἀέρι διασκεδάζουσα τὴν θύελλαν· ἀλλ' εἶναι σπουδαία πλάνη δυναμένη νὰ ἔχῃ δυσαρεστοτάτας συνεπείας· διότι ἐὰν τὸ κωδωνοστάσιον τύχῃ ἐν τῇ σφαίρᾳ τῆς ἐνεργείας τοῦ θυελλώδους νέφους, ἐὰν ὑγρανθῇ τὸ σχοινίον καὶ ἀποβῇ ἱκανὸν εἰς τὴν διοχέτευσιν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ κατὰ τὴν ἔκρηξιν τοῦ κεραυνοῦ, εἶναι σχεδὸν βέβαιον, ὅτι τοῦτο θὰ χρησιμεύσῃ ἀγωγὸς καὶ ὅτι ὁ σημαίνων τὸν κώδωνα θὰ κεραυνοβοληθῇ πρῶτος.

Ἄλεξικέραυνα.—Τὰ ἀλεξικέραυνα εἶναι ὄργανα ἐπινοηθέντα πρὸς τὸν σκοπὸν τῆς προφυλάξεως τῶν οἰκοδομῶν καὶ



τῶν γηίνων σωμάτων ἀπὸ τῶν ἀποτελεσμάτων τοῦ κεραυνοῦ.

Σύγκειται δὲ τὸ ἀλεξικέραυνον ἐκ μακρᾶς σιδηρᾶς ράβδου ληγούσης εἰς ἀκίδα καὶ ἐμπεπηγμένης κατακορύφως ὑπεράνω τοῦ προφυλακτέου οἰκοδομήματος. Παρὰ τὸν πόδα τῆς μεταλλικῆς ταύτης ράβδου εὐρίσκονται ἰσχυραὶ ἀλύσεις, δι' ὧν ἄγεται ὁ ἠλεκτρισμός, βαθέως εἰσδύουσαι εἰς τὴν γῆν.

Ἐνέργεια τοῦ ἀλεξικεραύνου εἶναι ἡ ἐξῆς. Διερχομένου θυελλώδους νέφους ὑπεράνω τοῦ ἀλεξικεραύνου, ὁ ἠλεκτρισμὸς αὐτοῦ ἐνεργεῖ ἐξ ἐπιδράσεως ἐπὶ τοῦ φυσικοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς ράβδου καὶ τοῦ ἀγωγῶ, ἀπωθεῖ εἰς τὴν γῆν τὸ ὁμώνυμον τῷ ἑαυτοῦ καὶ ἔλκει εἰς τὸ ὑψηλότερον μέρος τῆς ἀκίδος τὸ ἐτερόνυμον ρευστόν, ὅπερ ἐκρέει εἰς τὸν ἀέρα διὰ τῆς ἀκίδος, μεταβαίνει εἰς τὸ νέφος ἄνευ παραγωγῆς ἐκρήξεως, καὶ οὐδετεροῖ οὕτω τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτοῦ.

**Κατασκευὴ τῶν ἀλεξικεραύνων.**—“Ἴνα προφυλάττη ἀποτελεσματικῶς τὸ ἀλεξικέραυνον τοὺς τόπους ἔνθα κεῖται, ἀνάγκη νὰ πληροῖ πολλὰς συνθήκας. α) Νὰ μὴ ὑπάρχη διακοπὴ συνεχείας ἐν τῇ ράβδῳ καὶ ἐν τῷ ἀγωγῶ· διότι ἐν ἐναντίᾳ περιπτώσει, τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστόν δύναται νὰ καταλίπη τὸν ἀγωγόν, νὰ μεταβῇ εἰς τὰ γειτνιαζόντα ἀρκούντως εὐηλεκτράγωγα σώματα, καὶ νὰ προξενήσῃ δυστυχήματα. β) Νὰ ἦναι ὅσον οἶόν τε τελεία ἡ μεταξὺ τοῦ ἀγωγῶ καὶ τῆς γῆς συγκοινωνία· ὅπερ κατορθοῦται, εἴτε διευθυνομένου τοῦ ἀγωγῶ πρὸς φρέαρ ἢ δεξαμενὴν, εἴτε, ἐὰν τοῦτο δὲν ἦναι δυνατόν, εἰς σκάφην κτιστὴν πληρουμένην λεπτῶν ἀνθράκων ἀρτοποιείου, ἐχόντων καὶ τὸ πλεονέκτημα νὰ προφυλάττωσι τὸν σίδηρον ἀπὸ τῆς ὀξειδώσεως. γ) Νὰ ἦναι ἡ ἀκὴ ἀναλλοίωτος· διὸ κατασκευάζεται αὕτη ἐκ βελόνης χαλκῆς ἢ ὕφεκατομμέτρων μήκους μετὰ κεχρυσωμένης αἰχμῆς, ἢ, ἔτι κάλλιον, ἐκ πλατίνης  $\frac{1}{4}$  ἕως  $\frac{5}{8}$  ὕφεκατομμέτρων,



συγκεκολλημένης δι' ἀργύρου. δ) Νὰ ἔχωσι τὰς προσηκούσας διαστάσεις καὶ ὁ ἀγωγὸς καὶ ἡ ράβδος, ἥτοι αὕτη μὲν 9 μέτρων ὕψος καὶ 5 ἢ 6 ὑφεκατομμέτρων πάχος, ὁ δὲ ἀγωγὸς 2 ἕως 3 ὑφεκατομμέτρων διάμετρον, καὶ νὰ βιάπτωνται ἵνα μὴ ὀξειδῶνται. ε) Ἐὰν τὸ οἰκοδόμημα, ἐφ' οὗ ὑπάρχει τὸ ἀλεξικέραυνον περιέχη μεταλλικὰ μέρη ἱκανῆς ἐκτάσεως, οἷον στέγην ψευδαργύρου ἢ μεταλλικοὺς ὑδρορροάς, νὰ συγκοινωνῶσι ταῦτα πάντα μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ.

Ἡ σφαῖρα τῆς ἐνεργείας τῶν ἀλεξικεραυνῶν, ἥτοι τὸ ὄριον μέχρις οὗ ἀδυνατοῦσι νὰ ἐνεργήσωσι, δὲν εἶναι ἐγνωσμένον ἀκριβῶς εἰσέτι. Ἀλλ' ὅμως ἀπεδείχθη ὑπὸ τῆς πείρας, ὅτι τὸ ἀλεξικέραυνον προφυλάττει ἀποτελεσματικῶς τὰ περιεχόμενα σώματα ἐντὸς ἀκτίνος διπλασίας τοῦ μήκους τῆς ράβδου αὐτοῦ ὥστε ἀλεξικέραυνον ἔχον ράβδον 9 μέτρων μήκους ἐκτείνει τὴν σφαῖραν τῆς ἐνεργείας αὐτοῦ ἐπὶ κυκλικοῦ διαστήματος, οὔτινος ἡ ἀκτὶς ἔχει 18 μέτρα, καὶ προφυλάττει συντελεστικῶς πάντα τὰ ἐν τῷ διαστήματι τούτῳ περιλαμβανόμενα σώματα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Κ΄.

### ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ.

Μαγνηται.—Ἐλξίς μαγνητική.—Πόλοι τῶν μαγνητῶν.—Ἰπόθεσις τῶν δύο μαγνητικῶν ρευστῶν.—Οὐσίαι μαγνητικάι.—Νόμοι τῶν μαγνητικῶν ἔλξεων καὶ ἀπώσεων.—Γήινος μαγνητισμός.—Μαγνητικὸς μεσημβρινός.—Ἀπόκλισις.—Ἐγκλισίς.—Μαγνητικὸς ἰσημερινός.—Πυξίδες.—Πυξὶς ἀποκλίσεως.—Πυξὶς ἐγκλίσεως.—Διαταράξεις τῆς μαγνητικῆς βελόνης.—Μαγνητισίς.

**Μαγνητισμός.**—*Μαγνητισμός* λέγεται τὸ σύνολον τῶν φαινομένων ἅπερ παρουσιάζουσι σώματά τινα μαγνηται λεγόμενοι, ἢ αὐτὴ ἡ αἰτία τούτων τῶν φαινομένων.



**Μαγνήται.**—*Μαγνήται* καλοῦνται οὐσίαι ἔχουσαι τὴν ιδιότητα νὰ ἔλκωσι τὸν σιδήρον καὶ τινὰ ἄλλα μέταλλα, οἷον τὸ νικέλιον, τὸ κοβάλτιον, τὸ χρώμιον. Διακρίνονται δὲ οἱ μαγνήται εἰς φυσικοὺς καὶ εἰς τεχνητούς.

Οἱ φυσικοὶ μαγνήται, λεγόμενοι ἄλλοτε *μάγνητες λίθοι*, εὐρίσκονται ἀφθόνως ἐν τῇ φύσει, καὶ σύγκεινται ἐκ σιδήρου καὶ ὀξυγόνου ἀποτελούντων ὀξειδίου σιδήρου, ὅπερ οἱ χημικοὶ καλοῦσι *μαγνητικὸν ὀξείδιον*.

Οἱ τεχνητοὶ μαγνήται εἶναι ῥάβδοι ἢ βελόνη ἀκ βεβαμμένου χάλυβος, εἰς ἃς διὰ μεθόδων τινῶν μετεδόθησαν μαγνητικαὶ ιδιότητες (1).

**Μαγνητικὴ ἔλξις.**—Ἡ ἀμοιβαία τοῦ μαγνήτου καὶ τοῦ σιδήρου ἔλξις γίνεται εἴτε δι' ἐπαφῆς, εἴτε ἐξ ἀποστάσεως διὰ τοῦ ξύλου, τῆς ὑάλου, τοῦ χάρτου καὶ γενικῶς διὰ πάσης μὴ μαγνητικῆς οὐσίας. Ἡ δὲ ἔντασις τῆς ἔλξεως ταύτης ἐλαττοῦται ταχέως, ὅταν ἀυξάνη ἢ ἀπόστασις, καὶ προσέτι μεταβάλλεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας.

**Πόλοι τῶν μαγνητῶν.**—Ἡ μαγνητικὴ δύναμις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ κατὰ πάντα τὰ σημεῖα τῆς ἐπιφανείας τοῦ μαγνήτου· διότι, ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν μικρὰν μαγνητικὴν ῥάβδον εἰς ῥινίσματα σιδήρου, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ψῆγμα δὲν περιβάλλει ἢ μόλις περιβάλλει τὴν γραμμὴν τοῦ μέσου, ἐνῶ προσκολλᾶται ἀφθονώτατον ἐπὶ τῶν πλευρῶν καὶ μάλιστα ἐπὶ τῶν ἄκρων. Καὶ τὰ δύο μὲν σημεῖα τῆς ἐπιφανείας, ἐν οἷς οὐδόλως φαίνεται ὑπάρχουσα μαγνητικὴ δύναμις, ὀνομάζονται *γραμμὴ οὐδετέρα* ἢ *μέση*, τὰ δὲ σημεῖα, ἐν οἷς ἔχει πᾶσαν τὴν ἔντασιν αὐτῆς, κα-

(1) Β α φ ἢ λέγεται ἡ αἰφνιδία ψῆξις σώματος πεπυρακτωμένου διὰ τῆς ἐμβάψεως αὐτοῦ εἰς ψυχρὸν ὕδωρ, οὕτω δὲ βαπτόμενα μέταλλά τινὰ γίνονται σκληρότατα.



λοῦνται πόλοι, ἐνίοτε δὲ μεταξύ τῶν δύο τούτων κατὰ τὰ ἄκρα πόλων παρουσιάζονται καὶ ἕτεροι διάμεσοι, δεύτερα σημεῖα λεγόμενοι.

Πάντες οἱ μαγνήται ἔχουσι δύο πόλους καὶ μίαν οὐδετέραν γραμμὴν. Ἐὰν δὲ μάλιστα διὰ μηχανικῶν μέσων διαιρηθῇ μαγνήτης τις εἰς δύο μέρη, ἕκαστον τῶν μερῶν τούτων ἀποτελεῖ νέον μαγνήτην ἔχοντα καὶ τοῦτον δύο πόλους καὶ μίαν οὐδετέραν γραμμὴν· καὶ ἐὰν ἕκαστος τῶν νέων μαγνητῶν ὑποδιαιρηθῇ, πάντα τὰ τεμάχια, καὶ τὰ ἐλάχιστα, εἶναι μαγνήται μετὰ δύο πόλων καὶ μιᾶς οὐδετέρας γραμμῆς πάντες.

Ἐὰν ἀντικρύσωμεν πρὸς ἀλλήλους πόλους τινάς, παρατηροῦμεν, ὅτι οἱ μὲν ἔλκουσιν, οἱ δὲ ἀπωθοῦσιν ἀλλήλους. Πρὸς διάκρισιν λοιπόν, οἱ μὲν τελευταῖοι καλοῦνται *ὁμώνυμοι*, οἱ δὲ πρῶτοι *ἐτερόνυμοι*.

Ἐπίθεσις τῶν δύο μαγνητικῶν ρευστῶν. — Τὸ φαινόμενον τῶν μαγνητικῶν ἔλξεων καὶ ἀπώσεων ὠδήγησε τοὺς φυσικοὺς εἰς τὸ νὰ παραδεχθῶσιν, ὅτι ὁ μαγνητισμός, ὡς ὁ ἠλεκτρισμός, εἶναι ρευστὸν ἀβαρὲς συγκείμενον ἐκ δύο στοιχειωδῶν ρευστῶν, ἅπερ ἐνυπάρχουσι συνάμα ἐν τῷ αὐτῷ μαγνήτῃ, καὶ ὅτι ἕκαστον τῶν ρευστῶν τούτων ἐνεργεῖ δι' ἀπώσεως ἐφ' ἑαυτὸ καὶ δι' ἔλξεως ἐπὶ τὸ ἀντίθετον ρευστόν· καὶ τὸ μὲν ὠνομάσθη *ρευστὸν νότιον*, τὸ δὲ *ρευστὸν βόρειον*, ἐκ τοῦ ὀνόματος τῶν πόλων, ἐφ' ὧν ἡ ἐνέργεια ἐκάστου ἐπικρατεῖ (1).

Μαγνητικαὶ οὐσίαι. — Καλοῦνται *μαγνητικαὶ οὐσίαι* αἱ ὑπὸ τοῦ μαγνήτου μᾶλλον ἢ ἥττον ἐλκόμεναι καὶ τὰς ιδιότητάς αὐτοῦ ποριζόμεναι, τοιαῦται δὲ εἶναι ὁ σίδηρος, ὁ χάλυψ,

(1) Ἡ ὑπόθεσις αὕτη εἶναι εἰσέτι ἀποδεκτὴ, ὡς ἐξηγοῦσα πάντα τὰ μαγνητικὰ φαινόμενα. Ἀλλ' ὅμως νέαι ἀνακαλύψεις ἀπέδειξαν, ὅτι τὰ φαινόμενα ταῦτα ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ λεγομένου *δυναμικοῦ*.



τὸ νικκῆλιον, τὸ κοβάλτιον, τὸ χρώμιον, καὶ παραδέχονται ὅτι αἱ οὐσίαι αὗται ἔχουσιν ἀμφοτέρα τὰ ρευστὰ ἐν καταστάσει οὐδετέρου ρευστοῦ ἢ ἐρώσεως. Καὶ ἡ μὲν δύναμις ἡ ἐνοῦσα τὰ ρευστὰ ταῦτα ὀνομάζεται ἐπισχετικὴ δύναμις, ἡ δὲ μαγνήτισις ἔργον ἔχει τὴν κατανίκησιν τῆς ἐπισχετικῆς δυνάμεως, ἥτις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ ἐν πᾶσι τοῖς μαγνητικοῖς σώμασι· διότι, λόγου χάριν, εἶναι πολὺ μεγαλειτέρα ἐν τῷ βεβαμμένῳ χάλυβι ἢ ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ.

Νόμοι τῶν μαγνητικῶν ἔλξεων καὶ ἀπώσεων. — Ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω, οἱ ὁμώνυμοι πόλοι ἀπωθοῦνται, οἱ δὲ ἑτερόνυμοι ἔλκονται. Αἱ δὲ ἔλξεις καὶ αἱ ἀπώσεις αὗται ὑπόκεινται εἰς τὸν ἐξῆς νόμον· αἱ μαγνητικαὶ ἔλξεις καὶ ἀπώσεις εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων, ἥτοι δι' ἀπόστασιν 3, 4, 5<sup>κ<sup>ς</sup></sup> μεγαλειέραν, αἱ ἐνεργεῖαι αὗται εἶναι 9, 16, 25<sup>κ<sup>ς</sup></sup> ὀλιγώτερον ἰσχυραί. Καὶ ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται, ὡς ἡ τῶν ἠλεκτρικῶν ἐνεργειῶν, διὰ τῆς τρυτάνης τοῦ Κουλόμβου.

Γήινος μαγνητισμός. — Ἐὰν τεθῆ μαγνητικὴ βελόνη ἐπὶ στροφέως, παρατηροῦμεν, ὅτι μετὰ τινα ἀριθμὸν ταλαντώσεων ἴσταται πάντοτε ἀφ' ἑαυτῆς καθ' ὠρισμένην θέσιν, ἐν ἣ ἐπανέρχεται ἀείποτε. Προσέτι δέ, ἐν τοῖς ἡμετέροις κλίμασι, ὁ εἷς τῶν πόλων αὐτῆς διευθύνεται ἀείποτε πρὸς βορρᾶν, ὁ δὲ ἕτερος πρὸς νότον· καὶ ἐὰν ἀναστρέψωμεν τὴν βελόνην οὕτως, ὥστε νὰ μεταβάλλωσι θέσιν οἱ πόλοι, διαγράφει ἡμιπεριφέρειαν καὶ ἀναλαμβάνει τὴν πρώτην αὐτῆς ἰσορροπίαν.

Ἡ δύναμις ἄρα ἡ κινουσα τὴν μαγνητικὴν βελόνην εἶναι μαγνητικὴ δύναμις, διότι ἐὰν δὲν ἦτο μεμαγνητισμένη ἡ βελόνη, δὲν θὰ συνέβαινε τὸ φαινόμενον. Ἐπειδὴ δὲ τοῦτο γίγνεται ἀπανταχοῦ τῆς γῆς, ἐπὶ τῶν ὑψηλοτέρων ὀρέων καὶ ἐν τοῖς βαθυτάτοις μεταλλείοις, συνάγεται, ὅτι καὶ ἡ γῆ αὐτὴ εἶναι μέγας μαγνή-



της, οὔτινος οἱ μὲν πόλοι κείνται πλησίον τῶν γεωγραφικῶν πόλων, χωρὶς νὰ ἦναι ἐντελῶς οἱ αὐτοί, ἢ δὲ οὐδετέρα γραμμὴ πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Καὶ οἱ μὲν μαγνητικοὶ πόλοι τῆς γῆς λέγονται φυσικῶς βόρειος καὶ νότιος, ἀλλ' ἐπειδὴ τὰ μὲν ἑτερώ-  
 νυμα ῥευστὰ ἔλκονται, τὰ δὲ ὁμώνυμα ἀπωθοῦνται, οἱ πόλοι τῆς μαγνητικῆς βελόνης ὀνομάζονται ἀντιθέτως πρὸς τοὺς μαγνητικούς πόλους τῆς γῆς, ἦτοι τὸ μὲν ἄκρον τῆς βελόνης τὸ πρὸς βορρᾶν διευθυνόμενον λέγεται νότιος πόλος, τὸ δὲ πρὸς νότον βόρειος πόλος.

**Μαγνητικὸς μεσημβρινός.** — Μαγνητικὸς μεσημβρινός τῶν πόλων εἶναι τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ διὰ τῆς διευθύνσεως μαγνητικῆς βελόνης ἐλευθέρως κινουμένης ἐπὶ ἄξονος κατακορύφου, ἢ, ὅπερ σημαίνει τὸ αὐτό, διὰ τῶν δύο μαγνητικῶν πόλων τῆς σφαίρας τῆς γῆς· ἢ δὲ τομὴ τῆς σφαίρας τῆς γῆς ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τούτου ὀνομάζεται μαγνητικὴ μεσημβρινὴ γραμμὴ. Εἶναι δὲ γνωστόν, ὅτι ὁ γῆνιος μεσημβρινός τῶν πόλων εἶναι τὸ ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τοῦ τόπου τούτου καὶ τῶν δύο πόλων τῆς γῆς, καὶ ὅτι ἀστρονομικὴ μεσημβρινὴ γραμμὴ εἶναι ἡ τομὴ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τούτου.

**Μαγνητικὴ ἀπόκλισις.** — Ἐπειδὴ ἡ διεύθυνσις τῆς ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος ἐλευθέρως κινουμένης μαγνητικῆς βελόνης δὲν συμπίπτει ἀκριβῶς μετὰ τῆς ἀστρονομικῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς, καλεῖται μαγνητικὴ ἀπόκλισις ἡ γωνία ἢ ἀποτελουμένη ὑπὸ τῆς διευθύνσεως τῆς μαγνητικῆς βελόνης καὶ τῆς ἀστρονομικῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς διερχομένης διὰ τοῦ κέντρου τῆς κινήσεως αὐτῆς, ἢ, ὅπερ σημαίνει τὸ αὐτό, ἡ ὑπὸ τοῦ μαγνητικοῦ καὶ τοῦ γῆνιου μεσημβρινοῦ ἀποτελουμένη γωνία.

Ἡ ἀπόκλισις τῆς βελόνης, λέγεται ἀνατολική, ὅταν ὁ νότιος



πόλος τῆς βελόνης εἶναι πρὸς ἀνατολὰς τοῦ γηίνου μεσημβρινοῦ, δυτικῇ δέ, ὅταν πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ, καὶ οὐ μόνον δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ ἐν ταῖς διαφόροις τόποις τῆς γῆς, ἀλλὰ καὶ μεταβάλλεται ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ κατὰ τοὺς διαφόρους χρόνους. Οὕτως ἐν Παρισίοις, πρὸ τοῦ 1663 ἡ ἀπόκλισις ἦτο ἀνατολική· τῷ 1663 μηδέν· τῷ 1814  $22^{\circ} 34'$  δυτικῶς· νῦν δὲ περίπου  $49^{\circ} 20'$ .

**Μαγνητικὴ ἔγκλισις.**—Ἐγκλισις λέγεται ἡ γωνία, ἣν ἀποτελεῖ μετὰ τοῦ ὀρίζοντος μαγνητικὴ βελόνη κινουμένη ἐλευθέρως περὶ τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτῆς ἐν τῷ κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ἀλλὰ λαμβάνεται αἰείποτε ὡς ἔγκλισις ἡ ἐλαχίστη τῶν γωνιῶν, ἣν ἀποτελεῖ τὸ κάτω μέρος τῆς βελόνης.

Ἡ ἔγκλισις μεταβάλλεται ὡς ἡ ἀπόκλισις, μετὰ τοῦ χρόνου, ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ, ἀλλ' αἱ μεταβολαὶ εἶναι αἰσθητότεραι μετὰ τοῦ πλάτους. Οὕτως ἐν ταῖς πολικαῖς χώραις, εἶναι  $90^{\circ}$  περίπου, καὶ μετὰ ταῦτα ἐλαττοῦται καθ' ὅσον πλησιάζομεν εἰς τὸν ἰσημερινόν. Ἐνῶ δὲ ἦτο ἐν Παρισίοις  $75^{\circ}$  τῷ 1671, εἶναι τὴν σήμερον  $66^{\circ}$ , 3 μόνον.

**Μαγνητικὸς ἰσημερινός.**—Ἐν ταῖς ὑπὸ τὸν ἰσημερινὸν χώραις παρατηρήθη σειρά σημείων, καθ' ἃ ἡ βελόνη μένει ὀριζοντία καὶ ἐπομένως εἶναι ἡ ἔγκλισις μηδέν· ἡ καμπύλη λοιπὸν ἡ ἀποτελουμένη ὑπὸ τῶν σημείων τούτων καλεῖται *μαγνητικὸς ἰσημερινός*, καὶ τέμνει τὸν ἰσημερινὸν τῆς γῆς εἰς δύο ἀντίθετα σημεῖα, ἀφ' ὧν ἄρχεται νὰ ἀπομακρύνηται αὐτοῦ, κάτωθεν καὶ ἄνωθεν, κατὰ περίπου 15 ἕως 16 μοίρας.

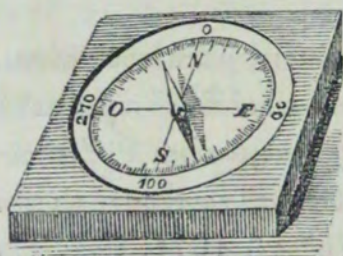
**Πυξίδες.**—*Πυξίδες* καλοῦνται τὰ ὄργανα, δι' ὧν προσδιορίζεται, ἡ μαγνητικὴ ἀπόκλισις ἢ ἔγκλισις, καὶ εἶναι δύο εἶδη· ἡ *πυξίς τῆς ἀποκλίσεως* καὶ ἡ *πυξίς τῆς ἐγκλίσεως*.

Ἡ *πυξίς* εἶναι ἡ λαμπροτάτη καὶ ὠφελιμωτάτη τῶν ἐφαρμο-



γῶν τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως. Πάντες γνωρίζομεν πόσον πολὺτιμον εἶναι τὸ ὄργανον τοῦτο εἰς τοὺς ναυτιλλομένους, ὧν ὁδηγεῖ τὴν πορείαν διὰ τῶν ἀχανῶν ἐκτάσεων τοῦ ὠκεανοῦ. Ἡ δὲ ναυτικὴ πυξίς, ἢ κοινῶς λεγομένη ναυτικὸς διαβήτης, εἶναι πυξίς ἀποκλίσεως.

**Πυξίς ἀποκλίσεως.**—Ἡ πυξίς αὕτη (Σχ. 54) χρησιμεύει πρὸς μέτρησιν τῆς ἀποκλίσεως τόπου τινος, ὅταν γνωρίζωμεν τὸν ἀστρονομικὸν μεσημβρινὸν αὐτοῦ, καὶ πρὸς εὗρεσιν τοῦ μεσημβρινοῦ τούτου, ὅταν ᾗναι γνωστὴ ἡ ἀπόκλισις. Συνίσταται ἐκ μαγνητικῆς χαλυβίνης βελόνης, κινουμένης ἐλευθέρως ἐπὶ στροφῆως κατακορύφου κειμένου ἐν τῷ κέντρῳ δίσκου τινὸς ὀρίζον-



Σχ. 54.—Πυξίς ἀποκλίσεως.

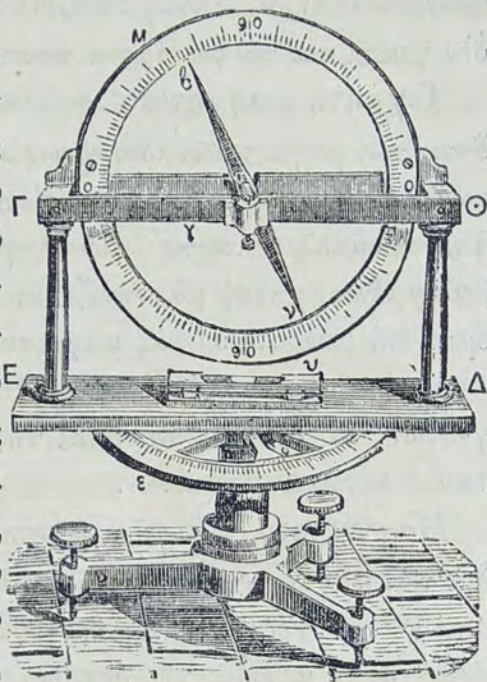
τίου, οὗτινος ὁ βεβαθμολογημένος κύκλος φέρει κατὰ τὰ τέσσαρα ἄκρα δύο διαμέτρων τεμνομένων κατ' ὀρθὰς γωνίας τὰ γράμματα N (βορρᾶς) S (μεσημβρία) E (ἀνατολή) O (δύσις) (1). Τοῦ δὲ δίσκου ἔντος διατεθειμένου οὕτως, ὥστε ἡ γραμμὴ NS νὰ συμπίπτῃ μετὰ τοῦ μεσημβρινοῦ, ἡ ἀπομάκρυνσις τῆς βελόνης δεικνύει τὴν ἀπόκλισιν οὔσαν ἀνατολικὴν ἢ δυτικὴν κατὰ τοὺς τόπους· ὥστε ἡ βελὼν δεικνύουσα διὰ τῆς θέσεως αὐτῆς τὸν Βορρᾶν καὶ τὴν Μεσημβρίαν, παρέχει τὸ μέσον τῆς εὐρέσεως τῆς ὁδοῦ, ἣν ὀφείλουσι νὰ ἀκολουθήσωσιν οἱ ναυτιλλόμενοι, ἵνα φθάσωσιν εἰς οἷον-δήποτε τόπον.

**Πυξίς ἐγκλίσεως.**—Ἡ πυξίς αὕτη (Σχ. 55) χρησιμεύει εἰς προσδιορισμὸν τῆς γωνίας, ἣν ἀποτελεῖ ἡ μαγνητικὴ βελὼν μετὰ τοῦ ὀρίζοντος. Σύγκειται δὲ ἐκ μαγνητικῆς βελόνης  $\theta$  κινου-

(1) Τὰ γράμματα ταῦτα εἶναι ἀρκτικὰ τῶν ἀντιστοίχων γαλλικῶν λέξεων Nord, Sud, Est, Ouest. = Βορρᾶς, Μεσημβρία, Ἀνατολή, Δύσις.



μένης ἐλευθέρως ἐπὶ ἄξονος ὀριζοντίου, διερχομένου διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς. Καὶ ὁ ἄξων δὲ τῆς βελόνης καὶ ὁ κατακόρυφος κύκλος  $M$ , οὕτινος ἡ περιφέρεια εἶναι βεβαθμολογημένη, στηρίζονται ἐπὶ πλαισίου  $\Gamma\Delta\Theta$ , κινητοῦ ἐπὶ ὀριζοντίου κύκλου  $\varepsilon$  ὑποβασταζομένου ὑπὸ τοῦ ποδὸς τῆς συσκευῆς, τρεῖς δὲ κοχλῖαι καὶ ὑδροστάτης τις  $\nu$  χρησιμεύουσιν εἰς τὸ νὰ καθιστῶσιν ὀριζόντιον τὸν κύκλον  $\varepsilon$ . Ὅταν λοιπὸν θέλωμεν νὰ εὕρωμεν τὴν γωνίαν τῆς ἐγκλίσεως, στρέφομεν κατὰ πρῶτον τὸ ὄργανον οὕτως, ὥστε ὁ κατακόρυφος κύκλος καὶ ἡ βελόνη νὰ ἦναι ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ, καὶ ἔπειτα ἀναγιγνώσκομεν ἐπὶ τοῦ κύκλου τούτου τὴν γωνίαν, ἣν ἀποτελεῖ ἡ βελόνη μετὰ τῆς διαμέτρου ἢ μετὰ τῆς ὀριζοντίας γραμμῆς  $\Gamma\Theta$ .



Σχ. 55. — Πυξίς ἐγκλίσεως.

**Διατάραξις τῆς μαγνητικῆς βελόνης.**—Μεταξὺ τῶν πολλῶν αἰτιῶν, αἵτινες φαίνονται ὅτι δύνανται νὰ διαταράξωσι τὰς κινήσεις τῆς πυξίδος, κανονικῶς ἢ ἀκανονίστως, κατὰ διαλείμματα χρόνου ἢ καθ' ἑκάστην, δραστηκωτάτη καὶ βεβαιωτάτη εἶναι τὸ βόρειον σέλας. Ἀλλὰ καὶ αἱ ἠφαιστειώδεις ἐκρήξεις, καὶ οἱ σεισμοί, καὶ μάλιστα ἡ πτώσις τοῦ κεραυνοῦ πλησίον τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἐπιδρῶσι μᾶλλον ἢ ἥττον ἐπὶ τῆς διευθύνθουσας αὐτῆς. Παρατηρήθη δ' ἐνίοτε, ὅτι κεραυνὸς πεσὼν εἰς



πλοῖον, κατέστρεψεν ἢ τοῦλάχιστον ἠλλοίωσε τὸν μαγνητισμὸν τῶν βελονῶν τῶν πυξίδων, καὶ μάλιστα ἀνέτρεψε τοὺς πόλους, ἤτοι ἐμαγνήτισε τὴν βελόνην ἀντιστρόφως. Ἐννοεῖται δὲ πόσον τὸ ἐκ τοιαύτης ἀνατροπῆς ἀποτελέσμα τῶν ἡμαρτημένων δείξεων δύναται νὰ ἀποβῇ ὀλέθριον εἰς τοὺς ναυτιλλομένους, ἐὰν δὲν γνωρίζωσι τὰ φαινόμενα ταῦτα.

**Τεχνητὴ μαγνήτισις.**—Ὀνομάζεται μαγνήτισις ἡ μετάδοσις τῶν μαγνητικῶν ἰδιοτήτων εἰς σώματα στερούμενα τοιούτων ἐκ φύσεως. Ὁ μαλακὸς σίδηρος μαγνητίζεται εὐκόλως, ἀλλ' ἀποβάλλει ταχέως τὸν μαγνητισμὸν, ἐνῶ ἐξεναντίας ὁ βεβαυμένονος χάλυψ μαγνητίζεται μὲν δυσκολώτερον, διατηρεῖ ὁμως ἐπὶ μακρότερον τὰς μαγνητικὰς ἰδιότητας.

Δυνάμεθα νὰ μαγνητίσωμεν 1<sup>ov</sup> διὰ τῆς ἐνεργείας τῶν μαγνητῶν 2<sup>ov</sup> διὰ τῆς ἐνεργείας τῆς γῆς 3<sup>ov</sup> διὰ τῆς ἐνεργείας τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων.

**Μαγνήτισις διὰ τῶν μαγνητῶν.**—Ἰνα μαγνητίσωμεν διὰ τῶν μαγνητῶν, ὑπάρχουσι τρεῖς μέθοδοι 1<sup>ov</sup> ἡ μέθοδος τῆς ἀπλῆς προστρίψεως 2<sup>ov</sup> ἡ μέθοδος τῆς χωριστῆς προστρίψεως 3<sup>ov</sup> ἡ μέθοδος τῆς διπλῆς προστρίψεως.

1<sup>ov</sup>. Ἀπλὴ προστρίψις. — Λαμβάνομεν τὴν μαγνητιστέαν ῥάβδον καὶ θέτομεν ταύτην ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Μετὰ ταῦτα προστρίβομεν ἐπανειλημένως καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν ἀπὸ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς ῥάβδου τὸν πόλον ἰσχυροῦ μαγνήτου, καὶ οὕτω τὸ ἄκρον τὸ μένον τελευταῖον κατὰ τὴν πρόστριψιν λαμβάνει πόλον ἑτερόνυμον, ἐνῶ τὸ ἕτερον λαμβάνει ὁμώνυμον τῷ πόλῳ τοῦ μαγνήτου. Ἐν τούτοις ἡ μέθοδος αὕτη παρέχει μικρὰν δύναμιν μαγνητισμοῦ καὶ διὰ τοῦτο μόνον εἰς μικρὰς ῥάβδους ἐφαρμόζεται.

2<sup>ov</sup>. Χωριστὴ προστρίψις. — Ἡ μέθοδος αὕτη λέγεται καὶ



μέθοδος τοῦ *Δυχαμέλου*. Διατίθενται δὲ δύο ἰσχυροὶ μαγνήται ἐπὶ τῆς αὐτῆς γραμμῆς, ἔχοντες τοὺς ἀντιθέτους πόλους ἀπέναντι ἀλλήλων, ἀλλ' ἐξ ἀποστάσεως, μεταξὺ δ' αὐτῶν τὸ μαγνητιστέον σῶμα. Λαμβάνομεν τότε δύο ἐτέρους μαγνήτας, οὓς ἐνοῦμεν ἐκ τῶν ἀντιθέτων πόλων καὶ προστρίβομεν ἐπανειλημμένως ἀπὸ τοῦ μέσου πρὸς τὰ ἄκρα· καὶ οὕτω μαγνητίζεται ἡ ράβδος, ἡ δὲ μέθοδος αὕτη παρέχει τὴν κανονικωτάτην μαγνήτισιν καὶ εἶναι ἡ ἀρίστη πρὸς μαγνήτισιν τῶν βελονῶν τῶν πυξίδων.

3<sup>ο</sup> *Διπλῆ πρόστριψις*.—“Ὅταν θέλωμεν νὰ μαγνητίσωμεν ἰσχυροτάτας ράβδους, γίνεται χρῆσις τῆς μεθόδου τῆς διπλῆς πρόστριψεως τελειοποιηθείσης ὑπὸ τοῦ *Οἰπίνου*. Καὶ κατὰ τὴν μέθοδον ταύτην ἡ μαγνητιστέα ράβδος τίθεται μεταξὺ δύο μαγνητῶν, ἐχόντων ἀπέναντι τοὺς ἀντιθέτους πόλους, ἀλλ' ἀντὶ νὰ ὀλισθαίνωσιν οἱ προστρίβόμενοι μαγνήται κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν πρὸς τὰ ἄκρα τῆς ράβδου, διατηροῦνται εἰς σταθεράν ἀπόστασιν διὰ μικροῦ τμήματος ξύλου τεθειμένου μεταξὺ αὐτῶν, καὶ προστρίβονται ὁμοῦ ἀπὸ τοῦ μέσου πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων ἔπειτα ἀπὸ τούτου εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον καὶ οὕτω καθεξῆς, ὥστε ἐκάτερον ἡμισυ τῆς ράβδου νὰ λάβῃ ἴσον ἀριθμὸν πρόστριψεων. Ἡ μέθοδος δὲ αὕτη εἶναι μὲν δραστηκιωτάτη, ἀλλὰ δὲν παρέχει πάντοτε κανονικὴν μαγνήτισιν.

Ἡ ποσότης τοῦ μαγνητισμοῦ, ὃν λαμβάνει σῶμά τι, προβαίνει ἀείποτε αὐξάνουσα μετὰ τῆς δυνάμεως τῶν μαγνητῶν, δι' ὧν μαγνητίζομεν τοῦτο, ἀλλ' ἡ διατηρουμένη ποσότης περιορίζεται εἰς ὄριον, ὅπερ ὀνομάζεται σημεῖον τοῦ κορεσμοῦ. Ἴνα δὲ ἀναγνωρίσωμεν, ὅτι σῶμά τι ἐμαγνητίσθη μέχρι κόρου, ἀρκεῖ νὰ μαγνητίσωμεν τοῦτο ἐκ νέου δι' ἰσχυροτέρου μαγνήτου καὶ νὰ ἐξετάσωμεν ἔπειτα, ἐὰν προσέλαβε δύναμιν μεγαλειτέραν.



Καλοῦνται ὀπλισμοὶ τῶν μαγνητῶν τεμάχια μαλακοῦ σιδήρου, ἅπερ φέρομεν εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν πόλων τῶν μαγνητῶν, εἴτε πρὸς διατήρησιν τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως αὐτῶν, εἴτε πρὸς αὔξησιν τῶν μαγνητικῶν ἀποτελεσμάτων, ἔντισι περιπτώσει. Πᾶς πόλος τοῦ μαγνήτου ἀναλύει τὸ φυσικὸν ῥευστὸν τοῦ ἰδίου ὀπλισμοῦ, ἔλκει τὸ ἑτερόνυμον ῥευστὸν καὶ ἀπωθεῖ τὸ ὁμώνυμον. Τὸ ἐλκόμενον ῥευστὸν ἀντεπιδρᾷ καὶ αὐτὸ ἐπὶ τοῦ ῥευστοῦ τοῦ μαγνήτου, καὶ οὕτως ἐμποδίζει τὰ δύο ῥευστὰ τοῦ νὰ ἐνωθῶσιν.

Ἀποτελοῦμεν τεχνητοὺς μαγνήτας ἰσχυροτάτους, ἐὰν ἐνώσωμεν ἐκ τῶν ὁμωνύμων πόλων αὐτῶν πολλὰς λεπτὰς ράβδους χαλυβίνας μεμαγνητισμένας μέχρι κόρου. Οἱ μαγνηται οὗτοι λέγονται *μαγνητικαὶ δέσμαι* καὶ εἶναι ἢ εὐθύγραμμοι ἢ δίκην ἱππέου πετάλου κεκυρτωμένοι· αὐταὶ δ' αἱ τελευταῖαι ἔχουσιν ὡς ὀπλισμὸν τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου ὀνομαζόμενον *λαβήν*, ἐξ ἧς ἐξαρτᾶται ἄγκιστρον χρησιμεῦον εἰς τὸ νὰ φέρῃ βάρη μεγάλα.

**Μαγνήτισις διὰ τῆς γῆς.**—Ἡ μαγνητικὴ ἐνέργεια τῆς σφαίρας τῆς γῆς ἀρκεῖ πρὸς μαγνήτισιν μαλακοῦ σιδήρου. Τῶ ὄντι, ἐὰν διατηρήσωμεν ράβδον μαλακοῦ σιδήρου κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς βελόνης τῆς ἐγκλίσεως, μαγνητίζεται ἐξ ἐπιδράσεως, νοτίου πόλου ὄντος τοῦ ἐγκλίνοντος πρὸς τὸν βόρειον πόλον τῆς γῆς. Ἄλλ' ἐπειδὴ ὁ σίδηρος δὲν ἔχει δύναμιν ἐπισχετικὴν, ἀποβάλλει τὸν μαγνητισμὸν αὐτοῦ ἅμα ἀναστραφῆ καὶ ὁμῶς δύναται νὰ διατηρήσῃ τὴν μαγνητικὴν δύναμιν, ἐὰν, ἐνῶ ὑπάρχει ἐν τῇ ἀνωτέρω θέσει, σφυρηλατήσωμεν ὀλίγον τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων αὐτοῦ. Ῥάβδοι δὲ χάλυθος, διατηρούμεναι εἰς τὴν διεύθυνσιν τῆς βελόνης τῆς ἐγκλίσεως καὶ ὑποβαλλόμεναι εἰς προστρίψεις ἢ εἰς ἐπανειλημμένας κρούσεις, εἶναι ἐπιδεικτικαὶ μαγνητίζεως δραστηκωτέρας.



Μαγνήτισις διὰ τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων.— Ἀρκεῖ νὰ περιχυθῆ ἠλεκτρικὸν ρευστὸν πέριξ χαλυβδίνης ῥάβδου ἵνα μαγνητισθῆ καὶ μείνῃ μεμαγνητισμένη αὕτη. Ἄλλ' ὅμως τὸ αὐτὸ πείραμα γιγνόμενον πέριξ ῥάβδου ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ἐπιφέρει τὴν μαγνήτισιν μόνον κατὰ τὴν ὥραν τοῦ πειράματος· καὶ ὁ μαλακὸς σίδηρος ὀνομάζεται τότε ἠλεκτρομαγνήτης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΚΑ΄.

### ΓΑΛΒΑΝΙΣΜΟΣ.

Δυναμικὸς ἠλεκτρισμός. — Πείραμα τοῦ Γαλβάνη. — Πείραμα τοῦ Βόλτα. — Βολταϊκὴ στήλη. — Διάφορα εἶδη στηλῶν. — Στηλαι μεθ' ἐνὸς μόνου ὕγρου. — Στηλαι μετὰ δύο ὕγρων. — Ξηραὶ στηλαι. — Ἀποτελέσματα τῆς στήλης. — Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα. — Φυσικὰ ἀποτελέσματα. — Χημικὰ ἀποτελέσματα.

Δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς ἢ γαλβανισμὸς. — Ὁ δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς πραγματεύεται περὶ τῶν φαινομένων, ἅπερ παράγει ὁ ἠλεκτρισμὸς βαλλόμενος εἰς κίνησιν καὶ ἀποτελῶν τὰ καλούμενα ἠλεκτρικὰ ρεύματα. Ὀνομάζεται δὲ γαλβανισμὸς ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ ἐνδόξου σοφοῦ, ὅστις διὰ τῶν ἐρευνῶν αὐτοῦ ἔδωκε γένεσιν εἰς τὸν νέον τοῦτον κλάδον τῆς φυσικῆς, τὸν τόσον σπουδαῖον διὰ τὰς πολυαρίθμους καὶ ὠφελίμους ἐφαρμογὰς, ἃς ἔλαβεν ἐν τοῖς καθ' ἡμᾶς χρόνοις.

Πείραμα τοῦ Γαλβάνη. — Τὸ θεμελιῶδες πείραμα, δι' οὗ ἀνεκαλύφθη ὁ δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς ἢ ὁ γαλβανισμὸς χρονολογεῖται ἀπὸ τοῦ τέλους τοῦ δεκάτου ὀγδόου αἰῶνος. Τῷ 1789 ὁ Γαλβάνης, ἰατρὸς καὶ καθηγητὴς τῆς ἀνατομίας ἐν Βολωνίᾳ, παρετήρησε μοναδικὸν φαινόμενον· τέμνων καὶ ἐκδέρων βάτρα-

χον παρασκευαζόμενον πρὸς διαφόρους ἐρεύναι, εἶδεν ὅτι τὰ μέλη τῶν ζώων τούτων ὑφίσταντο ζωηροὺς σπασμούς, ὡςάκις τὰ περὶ τὰς ψόας νεῦρα ἐτίθεντο εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν μυῶν τῶν μηρῶν, διὰ μεταλλικοῦ τόξου συγκειμένου ἐκ δύο μετάλλων (χαλκοῦ καὶ σιδήρου).

Ὁ Γαλβάνης πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου, παρεδέχετο τὴν ὑπαρξίν ζωϊκοῦ ρευστοῦ, ὀνομασθέντος γαλβανικοῦ ρευστοῦ, καὶ ἐξωμοίου τὸν βάτραχον πρὸς φυσικὴν λουγδουνικὴν λάγνηνον, ἧς οἱ μῦς καὶ τὰ νεῦρα ἦσαν οἱ δύο ὄπλισμοί, ἡ δὲ ἠλεκτρικὴ ἐκροὴ ἐγίνετο, ὡςάκις συνηνοῦντο τὰ ὄργανα ταῦτα διὰ τόξου ἠλεκτραγωγῆς.

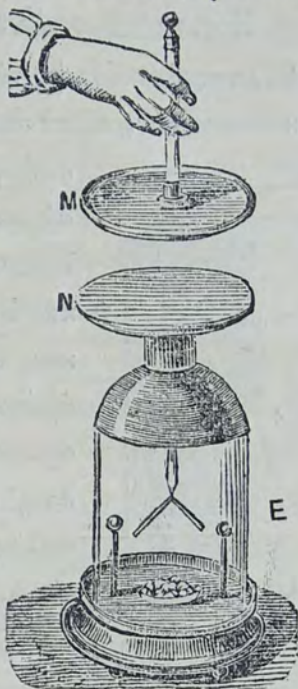
**Πείραμα τοῦ Βόλτα.**—Ὁ Βόλτας, καθηγητὴς τῆς φυσικῆς ἐν Παβίᾳ, ἐπαναλαβὼν τὰ πειράματα τοῦ Γαλβάνη, ὠδηγήθη εἰς ὅλως διάφορον ἐξήγησιν. Στηριζόμενος ἐπὶ τῆς παρατηρήσεως, ὅτι ἡ συστολὴ τῶν μυῶν εἶναι πολὺ ἰσχυροτέρα, ὅταν τὸ τόξον σύγκειται ἐκ δύο μετάλλων ἢ ἐξ ἑνὸς μόνου, συνεπέρανεν, ὅτι τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστὸν δὲν περιείχετο ἐν τῷ σώματι τοῦ βατράχου, ὡς ἐνόμισεν ὁ Γαλβάνης, ἀλλ' ὅτι ἀνεπτύσσετο διὰ τῆς ἐπαφῆς τῶν δύο ἑτερογενῶν μετάλλων.

Ὁ Βόλτας λοιπὸν ἐβεβαίωσε ὀριστικῶς διὰ πειραμάτων, ὅτι γίνεται χωρισμὸς τῶν δύο ἠλεκτρικῶν ρευστῶν κατὰ τὴν ἐπαφήν τῶν δύο διαφόρων μετάλλων καὶ ὅτι τὸ μὲν θετικὸν ρευστὸν διαχεῖται ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν μετάλλων, τὸ δὲ ἀρνητικὸν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου. Ἐν τοῖς πειράμασι δὲ τούτοις, ἐποίησε χρῆσιν τοῦ πυκνωτικοῦ ἠλεκτρομέτρου, ὅπερ εἶχεν ἐπινοήσει.

Τὸ ὄργανον τοῦτο (Σχ. 56.), δι' οὗ ἀποκαλύπτονται καὶ τὰ ἐλάχιστα ἴχνη ἠλεκτρισμοῦ ἐν τοῖς σώμασι, συνίσταται ἐξ ἑνὸς κοινοῦ συμπυκνωτοῦ E διὰ φύλλων χρυσοῦ, οὔτινος ὁ ἀγωγὸς λήγει πρὸς τὰ ἔξω τοῦ ὑαλίνου κλωβοῦ εἰς μεταλλικὸν ὀριζόντιον



τιον δίσκον N, ἐπικεκαλυμμένον ὑπὸ λεπτοτάτου στρώματος βερνικίου λακείου κόμμιος. Ὑπεράνω κεῖται ἕτερος δίσκος ἰσοδιάμετρος M, ἀπομεμονωμένος διὰ λαβῆς ὑαλίνης καὶ περιβεβλημένος ὑφ' ὁμοίου βερνικίου. Ὅντος ἐντελῶς ξηροῦ τοῦ συσκευάσματος ἐφαρμόζομεν τοὺς δακτύλους βεβρεγμένους ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου δίσκου, καὶ συγχρόνως ψάφουμεν τὸν κατώτερον δίσκον, τὸν ἐκ χαλκοῦ, δι' ἐλάσματος ψευδαργύρου συγκοινωνοῦντα μετὰ τῆς γῆς. Ἐὰν τότε διακόψωμεν τὴν συγκοινωνίαν καὶ ἄρωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ χρυσᾶ φύλλα ἀποκλίνουσιν ἐπασιθητῶς, ὃ δὲ ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς ἐν τῷ πειράματι τούτῳ εἶναι φανερόν, ὅτι προέρχεται ἐκ τῆς ἐπαφῆς τοῦ ψευδαργύρου μετὰ τοῦ χαλκοῦ, ἐξ οὗ ἀποτελεῖται ὁ δίσκος· διότι ἐὰν τὸ ἔλασμα τοῦ ψευδαργύρου ἀντικατασταθῇ ὑπὸ ἐλάσματος χαλκοῦ, οὐδὲν ἀποτέλεσμα παράγεται.



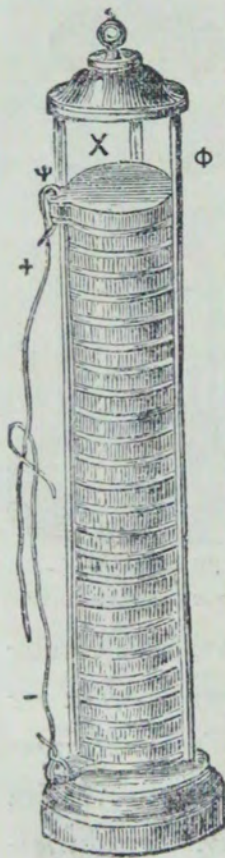
Σχ. 56.—Ἡλεκτρόμετρον συμπυκνωτικόν.

Ἄρα δύναται νὰ τεθῇ ὡς ἀρχή, ὅτι ὁ ψευδάργυρος καὶ ὁ χαλκός, διὰ τῆς ἐπαφῆς αὐτῶν, ἀναπτύσσουσιν ἠλεκτρισμόν, καὶ ὁ μὲν ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς φέρεται ἐπὶ τὸν χαλκόν, ὁ δὲ θετικὸς ἐπὶ τὸν ψευδάργυρον. Τὴν δύναμιν ταύτην τὴν γεννωμένην ἐκ τῆς ἐπαφῆς δύο ἑτερογενῶν μετάλλων, ὠνόμασεν ὁ Βόλτας ἠλεκτρογενετικήν δύναμιν, παρεδέχθη δέ, ὅτι ἔχει τὴν ἕδραν αὐτῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς συναφῆς τῶν μετάλλων, ὅτι ἀναλύει ἀδιαλείπτως τὸ φυσικὸν ῥευστόν, ἐπισωρεύουσα τὸ θετικὸν ῥευστόν ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν σωμάτων καὶ τὸ ἀρνητικὸν ῥευστόν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου, καὶ πρὸς τούτοις, ὅτι ἀγθίσταται εἰς τὴν ἔνωσιν αὐτῶν. Ἡ δὲ ἔν-



τασις τῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εἶναι διάφορος κατὰ τὰς διαφόρους ἐν ἐπαφῇ οὐσίας· εἶναι δὲ πολὺ ἰσχυροτέρα μεταξὺ τῶν μετάλλων ἢ μεταξὺ τῶν ἄλλων οὐσιῶν, καὶ ἐκ τούτου τὰ σώματα διεκρίθησαν ὑπὸ τοῦ Βόλτα εἰς ἰσχυροὺς καὶ εἰς ἀσθενεῖς ἠλεκτρεγέρτας.

**Βολταϊκὴ στήλη.** — Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἀρχῶν ὀρμώμενος ὁ Βόλτας ἀνεκάλυψε τὴν φερώνυμον στήλην, ὄργανον ἀπλοῦν τὴν κατασκευὴν, ἀλλὰ θαυμαστὸν διὰ τὰ ἀποτελέσματα αὐτοῦ. Ἡ



στήλη τοῦ Βόλτα ἢ βολταϊκὴ στήλη (Σχ. 57), σύγκειται ἐκ σειρᾶς δίσκων ἐπιτεθειμένων ἐπ' ἀλλήλους κατὰ τὴν ἐξῆς τάξιν· εἰς δίσκος χαλκοῦ καὶ ὑπεράνω αὐτοῦ εἰς δίσκος ψευδαργύρου συγκεκολλημένος μετὰ τοῦ χαλκοῦ, καὶ μετὰ ταῦτα ἀμέσως ὑπεράνω τῶν δίσκων τούτων δίσκος ὑφάσματος βεβρεγμένου δι' ὕδατος ἀλμυροῦ ἢ ὀξέως· ὑπεράνω τοῦ ὑφάσματος ἕτεροι δίσκοι μεταλλικοὶ ὡς οἱ πρῶτοι, καὶ ἔπειτα ὑφασμα, καὶ οὕτω καθεξῆς κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν μέχρι τέλους, ὁπότε δὲν τίθεται ὑφασμα. Τρεῖς στύλοι ὑάλινοι Ψ X Φ συγκρατοῦσι τὸν σωρόν, καὶ ἕκαστος τῶν μεταλλικῶν δίσκων καλεῖται στοιχεῖον τῆς στήλης, τὰ δὲ ἐκ χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου συγκεκολλημένα στοιχεῖα ἀποτελοῦσι τὰ ζεύγη τῆς στήλης· ἀνάγκη δὲ νὰ ἔχη ὁ ψευδάργυρος πάχος μεγαλειότερον τοῦ χαλκοῦ, ὡς εὐκολώτερον προσβαλλόμενος ὑπὸ τῶν μετὰ τοῦ ὕδατος μιγνυμένων ὀξέων.

Σχ. 57.

Στήλη βολταϊκὴ.

Ἡ βολταϊκὴ λοιπὸν στήλη λήγει ἀφ' ἑνὸς μὲν εἰς στοιχεῖον χαλκοῦν, ἀφ' ἑτέρου δὲ εἰς στοιχεῖον ψευδαργύρου



καὶ ἐν τοιαύτῃ καταστάσει, ἐὰν στηριχθῇ ἡ στήλη ἐπὶ τοῦ ἐδάφους διὰ τοῦ ἄκρου τοῦ λήγοντος εἰς ψευδάργυρον, ἅπασα ἡ στήλη εὐρίσκεται πεφορτισμένη ὑπ' ἀρνητικοῦ ἤλεκτρισμοῦ, ἐὰν δέ, τοῦναντίον, συγκοινωνήσῃ ὁ χαλκὸς μετὰ τοῦ ἐδάφους ἅπασα ἡ στήλη πληροῦται θετικοῦ ἤλεκτρισμοῦ· ἡ δὲ ἠλεκτρικὴ τάσις βαίνει αὐξάνουσα ἀπὸ τῆς βάσεως, ἔνθα εἶναι μηδέν, μέχρι τῆς κορυφῆς, ἔνθα ἔχει τὴν μεγαλειτέραν αὐτῆς ἔντασιν. Ἀπομονωμένη δὲ καθ' ὀλοκληρίαν ἡ στήλη, εὐρίσκεται περιέχουσα ἐν ταύτῃ ἀμφοτέρα τὰ ἠλεκτρικὰ ρευστά, καὶ τὸ μὲν εἰς τὸν ψευδάργυρον λῆγον ἥμισυ φέρει θετικόν, τὸ δὲ εἰς τὸν χαλκὸν ἕτερον ἥμισυ ἀρνητικὸν ἤλεκτρισμόν, καὶ κατὰ τὸ μέσον μὲν τῆς στήλης ἡ ἠλεκτρικὴ τάσις εἶναι μηδέν, ἀλλ' ἀπὸ τοῦ μέσου μέχρι τῶν ἄκρων αὐξάνει ἐκατέρωθεν ἐξίσου δι' ἑκάτερον ἠλεκτρικὸν ρευστόν.

Καλοῦνται πόλοι τῆς στήλης ἀκριβῶς τὰ δύο ἄκρα, ἔνθα ἡ ἠλεκτρικὴ τάσις εἶναι ἰσχυροτέρα, καὶ θετικὸς μὲν πόλος τὸ ἄκρον ἔνθα ἐπισωρεύεται ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμός, ἀρνητικὸς δὲ πόλος τὸ ἄκρον, ἔνθα ἐπισωρεύεται ὁ ἀρνητικὸς· ἐν δὲ τῇ ἀπομονωμένῃ στήλῃ, τὸ ἄκρον τοῦ ψευδαργύρου εἶναι ὁ θετικὸς πόλος, τὸ δὲ ἄκρον τοῦ χαλκοῦ εἶναι ὁ ἀρνητικὸς πόλος.

Ἐὰν οἱ δύο πόλοι τῆς στήλης συγκοινωνήσωσι διὰ μεταλλικοῦ σύρματος, τὰ δύο ἠλεκτρικὰ ρευστά ἐνοῦνται διὰ μέσου τοῦ σύρματος τούτου· ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἐμμένει πάντοτε, ἀναλύει ἀπαύστως ἠλεκτρικὸν οὐδέτερον, ὥστε διὰ τοῦ σύρματος διέρχονται διηνεκῶς δύο ἀντίθετα ρεύματα· ὅθεν τὰ ἐπὶ τῶν πόλων τῆς στήλης δεδεμένα μεταλλικὰ σύρματα, δι' ὧν οὗτοι συγκοινωνοῦσι, ὀνομάζονται *ρεύματαγωγοί*.

Διάφορα εἶδη στηλῶν.—Διετηρήθη τὸ γενικὸν ὄνομα *στήλη* πρὸς πᾶν συσκευάσμα χρησιμεῦον εἰς ἀνάπτυξιν τοῦ δυναμικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, καίτοι τὰ συσκευάσματα ταῦτα ἔλαβον τροπο-

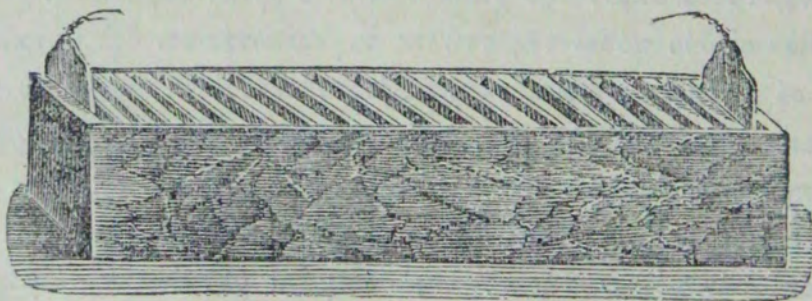


ποιήσεις μεταβαλούσας ὀλοσχερῶς τὸ σχῆμα ἢ καὶ τὰς ἀρχὰς τῆς βολταικῆς στήλης. Διακρίνονται δὲ τρία εἶδη διάφορα στηλῶν, αἱ μεθ' ἐνὸς μόνου ὑγροῦ στηλῆαι, αἱ μετὰ δύο ὑγρῶν στηλῆαι, καὶ αἱ ξηραὶ στηλῆαι.

Στήλαι μεθ' ἐνὸς μόνου ὑγροῦ.—Αἱ κυριώταται τῶν μεθ' ἐνὸς μόνου ὑγροῦ στηλῶν εἶναι ἡ βολταικῆ στήλη, ἡ διὰ σκαφιδίων στηλῆ τοῦ Κρουϊξιάγκου, καὶ ἡ δι' ἀγγείων στηλῆ τοῦ Βολλαστῶνος.

Τὸ περιγραφέν περίστυλον ὄργανον τοῦ Βόλτα ἔχει τὴν ἀτέλειαν, ὅτι δὲν διατηρεῖ πολὺν χρόνον τὴν ἠλεκτραγωγικὴν αὐτοῦ, ιδιότητα, διότι τὸ βάρος τῶν δίσκων πιέζον τοὺς ἐξ ὑφάσματος δίσκους ἐκδιώκει τὸ ὑγρὸν, ὅπερ φερόμενον ἐπὶ τὰ γειτνιάζοντα ζεύγη, καθιστᾷ συκοινωνίαν μετὰξὺ αὐτῶν καὶ παράγει μερικὴν ἔνωσιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Διὸ ἔλαβε πρῶτῳ σπουδαίας τροποποιήσεις.

Ἡ διὰ σκαφιδίων ἢ σκαφιδοειδῆς στήλη τοῦ Γρουϊξιάγκου (Σχ. 58) ἀποτελεῖται ἐκ ξυλίνου κιβωτίου ὀρθογωνίου, καὶ τὰ στοιχεῖα, ὄντα ὡσαύτως ὀρθογώνια καὶ κατὰ ζεύγη συγκεκολ-



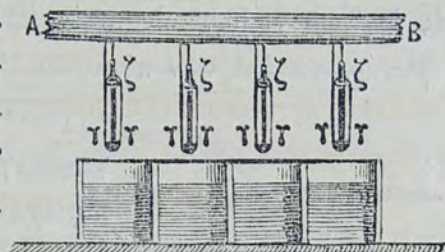
Σχ. 58.—Στήλη σκαφιδοειδῆς.

λημένα, ὑπάρχουσι διατεθειμένα παραλλήλως ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν ἐπιφανειῶν τοῦ κιβωτίου ἠλειμμένων, ὡς καὶ ἡ βᾶσις τῆς θήκης, διὰ μαστίχης ἀπομονωτικῆς οὕτως, ὥστε μετὰξὺ δύο δια-



δοχικῶν ζευγῶν εὐρίσκονται μικρὰ χωρίσματα ἢ σκαφίδια, ἅτινα πληροῦνται ὀξέωδους ὑγροῦ παράγοντος τὸ ἀποτέλεσμα τῶν ἐξ ὑφάσματος δίσκων ἐν τῇ βολταϊκῇ στήλῃ· οἱ δὲ δύο πόλοι συγκοινωνοῦσι πρὸς ἀλλήλους διὰ συρμάτων δεδεμένων ἐπὶ δύο χαλκῶν πλακῶν ἐμβεβαπτισμένων ἐν τοῖς ἐσχάτοις σκαφίδιοις.

Ἡ δι' ἀγγείων στήλη τοῦ Βολλάστωνος (Σχ. 59), εἶναι δοκὸς ξυλίνη AB, ἐξ ἧς ἐξαρτᾶται ἅπαν τὸ σύστημα τῶν ζευγῶν ἢ τῶν στοιχείων, ἅτινα συνιστῶσι τὸ συσκευάσμα. Ἐκαστον ζεύγος σύγκειται ἐκ πλακῶς ζ ψευδαργύρου συγκεκολλημένης μετ' ἐλάσματος χαλκοῦ γ, κεκαμπυλωμένου οὕτως, ὥστε νὰ περιβάλλῃ ὀλοσχερῶς τὴν ἐκ ψευδαργύρου πλάκα χωρὶς νὰ ἐφάπτηται αὐτῆς, συγκεκολλημένου δὲ μετὰ τοῦ ἐλάσματος τοῦ ἐπομένου ψευδαργύρου, καὶ καθεξῆς κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν. Ὑποκάτω τῶν ζευγῶν τούτων ὑπάρχουσιν ἀγγεῖα ὑάλινα περιέχοντα ὀξέωδες ὕδωρ, καὶ ἵνα ἐνεργήσῃ ἡ στήλη, ἀρκεῖ νὰ καταβιβασθῇ ἡ δοκὸς καὶ ἐμβαπτισθῶσι τὰ ζεύγη εἰς τὰ ἀντιστοιχοῦντα ἀγγεῖα.



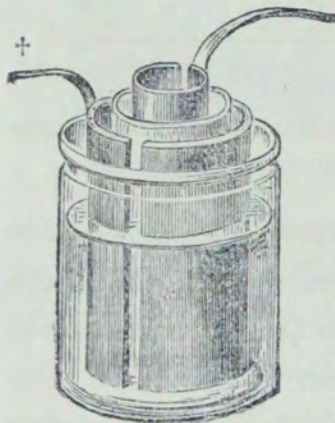
Σχ. 59.— Στήλη δι' ἀγγείων.

Στήλαι μετὰ δύο ὑγρῶν.— Αἱ μεθ' ἑνὸς ὑγροῦ στήλαι διὰ τὴν ταχεῖαν ἐξασθένησιν τοῦ ὑπ' αὐτῶν παραγομένου ρεύματος εἶναι τὴν σήμερον εἰς ἀχρηστίαν, ἀντικατασταθεῖσαι ὑπὸ στήλων μετὰ δύο ὑγρῶν, αἵτινες καλοῦνται καὶ στήλαι σταθεροῦ ρεύματος, ὡς διατηροῦσαι ἐφ' ἱκανὸν χρόνον τὸν αὐτὸν βαθμὸν τῆς ἐνεργείας· καὶ ὅμως δὲν ὑπάρχει στήλη πράγματι σταθερά, διότι ἐν πάσαις μᾶλλον ἢ ἥττον ταχέως ἐλαττοῦται ἡ δύναμις.

Αἱ σταθεραὶ λεγόμεναι στήλαι, ἐν αἷς διακρίνονται ἡ στήλη τοῦ Δανιήλ, ἡ στήλη τοῦ Βρεγγέτου καὶ ἡ στήλη τοῦ Βυσσέ-

ρου, κατασκευάζονται κατὰ τὸν ἐξῆς τρόπον. Λαμβάνονται δύο ὑγρά δυνάμενα νὰ ἐνεργήσωσιν ἐπ' ἄλληλα, διαχωρίζονται ταῦτα διὰ πορώδους τινὸς διαφράγματος, καὶ ἐμβαπτίζονται ἀπομεμονωμένως ἐντὸς ἐκάστου τούτων τὰ στοιχεῖα τοῦ αὐτοῦ ζεύγους, τὸ μὲν εἰς τὸ δέ.

Ἐν τῇ *στήλῃ τοῦ Δανιήλ* (Σχ. 60) ἕκαστον στοιχεῖον ἢ ζεύγος σύγκεται ἐξ ἑνὸς υελίνου ἀγγείου, ἐν ᾧ ὑπάρχει κύλινδρος ἐξ ἐρυθροῦ χαλκοῦ ἀνοικτὸς ἐξ ἀμφοτέρων τῶν ἄκρων καὶ ἔχων τρυπήματα ἐπὶ τῶν πλευρῶν. Ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου εὐρίσκεται



— ἀγγεῖον πορώδες περιέχον κύλινδρον ἐκ ψευδαργύρου συνυδραργυρωμένου, ἥτοι περιέχοντος ποσότητά τινα ὑδραργύρου, ἀνοικτοῦ δὲ καὶ τούτου ἐξ ἀμφοτέρων τῶν ἄκρων. Τὰ δὲ ἐν χρήσει δύο ὑγρά εἶναι διάλυσις μὲν θειϊκοῦ χαλκοῦ ἐν τῷ ὑαλίνῳ ἀγγεῖῳ, διάλυσις δὲ θαλασσοῦ ἄλατος ἐν τῷ πορώδει ἀγγεῖῳ, καὶ τέλος ἕκαστερος τῶν κυλίνδρων φέρει χηλὴν τινα χαλκίνην, δι' ἧς μεταδίδεται

Σχ. 60.—*Στήλη τοῦ Δανιήλ.*

τὸ ρεῦμα εἰς τοὺς ρευματαγωγούς. Ἴνα δὲ καταστήσωμεν τὴν *στήλην*, ἀρκεῖ νὰ συνενώσωμεν πολλὰ στοιχεῖα ἢ ζεύγη τοιαῦτα, βάλλοντες ταῦτα εἰς συγκοινωνίαν ἐκ τῶν ἀντιθέτων πόλων.

Ἡ *στήλη τοῦ Βρεγγέτου* καὶ ἡ *στήλη τοῦ Βύνσωρος* εἶναι τροποποιήσεις ἢ εὐφρεῖς ἀπλοποιήσεις τῆς *στήλης τοῦ Δανιήλ*, καὶ τούτων γίνεται πρὸ πάντων χρῆσις τὴν σήμερον ἐν τῇ ὑπηρεσίᾳ τῶν τηλεγραφικῶν γραμμῶν μάλιστα. Ἡ *στήλη* δὲ τοῦ Βύνσωρος καλεῖται καὶ *στήλη δι' ἄνθρακος*, ἐπειδὴ ὁ χαλκοῦς κύλινδρος τῆς *στήλης τοῦ Δανιήλ* ἀντικαθίσταται ὑπὸ κυλίν-



δρου τινός ἢ πρίσματος ἄνθρακος, ἀποτελουμένου ἐκ μίγματος λιθάνθρακος καὶ λιπαροῦ γαιάνθρακος ἰσχυρῶς πεφρυγμένων.

**Ξηραὶ στήλαι.**—Αἱ στήλαι αὗται ὀνομάζονται *ξηραὶ*, ἐπειδὴ ἐν τῇ συστάσει αὐτῶν δὲν εἰσέρχεται ὑγρὸν, ἀλλὰ συνήθως κατασκευάζονται ἐκ δίσκων χαρτίνων, εἰς οὓς προσκολλῶσι, διὰ πηκτικῆς, ἐκ τοῦ ἐνὸς μέρους λεπτότατα φύλλα ψευδαργύρου, ἐκ δὲ τοῦ ἑτέρου ὑπερωξειδωμένον μαγγανήσιον εἰς λεπτὴν κόκκιν. Αἱ στήλαι αὗται, καίτοι ἀσθενέσταται πρὸς παραγωγὴν τῶν χημικῶν ἀποτελεσμάτων, ἔχουσι τὸ προτέρημα νὰ διατηρῶσιν ἐπὶ πολλὰ ἔτη τὴν ἑαυτῶν ἐνέργειαν. Ἄλλ' ὅμως σπανίως γίγνεται χρῆσις τῶν στηλῶν τούτων, ἀξιολογωτάτη δὲ πασῶν εἶναι ἡ τοῦ *Ζαμβόρη*.

**Ἀποτελέσματα τῶν στηλῶν.**—Διὰ τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων τῶν στηλῶν, παράγονται διάφορα ἀποτελέσματα, ὧν τινὰ ἐν τοῖς καθ' ἡμᾶς χρόνοις ἔλαβον σπουδαιοτάτας ἐφαρμογὰς, δύνανται δὲ νὰ διαιρεθῶσιν εἰς τρεῖς τάξεις· 1<sup>ov</sup> εἰς ἀποτελέσματα φυσιολογικά· 2<sup>ov</sup> εἰς ἀποτελέσματα φυσικά· 3<sup>ov</sup> εἰς ἀποτελέσματα χημικά.

**Ἀποτελέσματα φυσιολογικά τῶν στηλῶν.**—Ἐὰν ψάσωμεν δι' ὑγρῶν χειρῶν τοὺς δύο πόλους στήλης τινός, αἰσθανόμεθα τινὰ γμοὺς τοσοῦτον σφοδροτέρους, ὅσον ἡ τάσις τῆς στήλης εἶναι μεγαλειτέρα.

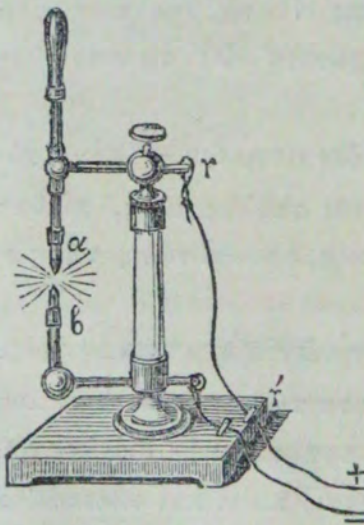
**Ἀποτελέσματα φυσικά τῶν στηλῶν ἠλεκτρικὸν φῶς.**—Τὰ παραγόμενα φυσικά ἀποτελέσματα τῶν στηλῶν εἶναι πολυάριθμα. Ἐὰν συνενωθῶσιν οἱ πόλοι στήλης τινός διὰ λεπτοῦ σύρματος, τὸ σύρμα τοῦτο ἐρυθραίνεται, καίει καὶ τήκεται· ὁ σίδηρος καὶ ὁ χάλυψ μεταβάλλονται εἰς περιλαμπῆ σφαιρίδια, ἅτινα κατὰ τὴν ἐπαφὴν αὐτῶν μετὰ τοῦ ἀέρος ὀξειδοῦνται φλεγόμενα· τὰ φύλλα ἢ τὰ σύρματα τοῦ χρυσοῦ, τοῦ χαλκοῦ, τοῦ



ἀργύρου, προβάλλουσι πρασίνοισι σπινθῆρας· τὰ φύλλα τοῦ κασιτέρου μετατρέπονται εἰς θυσάνους πυκνοὺς καὶ κυματώδεις· σύρμα πλατίνης ἐρυθραίνεται, ἐνίοτε δὲ λαμβάνει λευκὸν χρῶμα φωτός, καὶ μάλιστα τήκεται, ἐὰν ἡ στήλη εἶναι ἱκανῶς ἰσχυρά· ἐὰν δὲ σύρμα χαλκοῦ, δι' οὗ διέρχεται ἠλεκτρικὸν ρεῦμα, διατηρηθῆ παραλλήλως πρὸς μαγνητικὴν βελόνην, εἴτε ἄνωθεν, εἴτε κάτωθεν, ἡ βελὼν ἐκκλίνει ἀπὸ τῆς διευθύνσεως καὶ τείνει εἰς τὸ νὰ ἀποτελέσῃ σταυρὸν μετὰ τοῦ σύρματος. Τέλος, ἐὰν μεταδοθῆ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα εἰς σύρμα χαλκοῦ συνεστραμμένον ἐλικοειδῶς περὶ τεμάχιον σιδήρου ἢ χάλυβος, ὁ σίδηρος καὶ ὁ χάλυψ μαγνητίζονται ἰσχυρῶς· καὶ ὁ μὲν χάλυψ διατηρεῖται μεμαγνητισμένος, ἀλλ' ὁ μαλακὸς σίδηρος ἀποβάλλει τὴν μαγνήτισιν, ἅμα διακοπῇ τὸ ρεῦμα. Τὸ ἀξιοσημεῖωτον δὲ τοῦτο φαινόμενον ἐχρησίμωσεν ἐν τῇ ἐφευρέσει τῶν ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων.

Τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς, συνδεόμενον μετὰ τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέντων

θερμαντικῶν ἀποτελεσμάτων, εἶναι ἐκ τῶν μᾶλλον ἀξιολόγων φαινομένων τῆς στήλης, καὶ πρῶτος ὁ Δαβὴς περίφημος φυσικὸς Ἄγγλος, τῷ 1801 ἐπειράθη νὰ χρησιμοποίησῃ τοῦτο εἰς φωτισμόν.



Σχ. 61.—Συσκευάσμα πρὸς παραγωγὴν ἠλεκτρικοῦ φωτός.

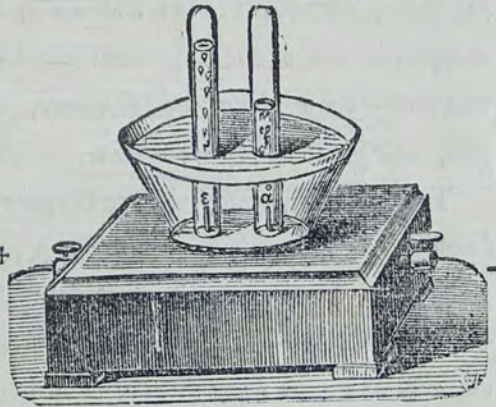
Δύο μεταλλικαὶ ῥάβδοι εἶναι προσηρμοσμέναι εἰς ὑαλίνην στήλην (Σχ. 61) καὶ λήγουσιν ἐκάτεραι εἰς κυλίνδρους κοίλους φέροντας ἀνὰ μικρὸν κῶνον λιθάνθρακος α καὶ β, καλῶς πεφρυγμένου. Οἱ δύο οὗτοι κῶνοι κείμενοι ἀπέναντι ἀλλήλων εἰς μικρὰν ἀπόστασιν, ἅμα διὰ τῶν ἠλεκτραγωγῶν γ καὶ γ' βληθῶσιν εἰς συγ-



κοινωνίαν αἱ μεταλλικαὶ ράβδοι μετὰ τῶν πόλων ἰσχυρᾶς στήλης, λαμβάνουσι ὑψηλοτάτην θερμοκρασίαν, καὶ ἡ παραγομένη θερμότης εἶναι τοσοῦτον ἰσχυρά, ὥστε σύρμα πλατίνης τήκεται ἐν ἀκαρεῖ. Οὕτω λοιπὸν παρουσιάζεται φῶς λαμπρότατον δυνάμενον νὰ συγκριθῆ πρὸς τὸ τοῦ ἡλίου, ἐὰν δὲ ἀπομακρύνωμεν ἀπ' ἀλλήλων τοὺς δύο κώνους, τὸ χωρίζον διάστημα πληροῦται τόξων πυρὸς ζωηροτάτου καὶ περιλαμπεστάτου.

**Ἀποτελέσματα χημικὰ τῶν στηλῶν· γαλβανοπλαστική.**—Ἡ ἐνέργεια τῆς στήλης δύναται νὰ ἀναλύσῃ σχεδὸν πάντα τὰ σώματα, ἀλλὰ τὰ μᾶλλον ἀξιόλογα τῶν χημικῶν ἀποτελεσμάτων αὐτῆς εἶναι τὰ ἐπὶ τοῦ ὕδατος, ἐπὶ τῶν μεταλλικῶν ὀξειδίων καὶ ἐπὶ τῶν ἀλάτων παραγόμενα.

Ἡ πρώτη ἐφαρμογὴ τῆς στήλης εἰς τὴν χημίαν ἐγένετο ἐπὶ τῆς ἀναλύσεως τοῦ ὕδατος, τὸ δὲ ἐν χρήσει ὄργανον πρὸς ἐκτέλεσιν τοῦ πειράματος τούτου συνίσταται ἐξ ἀγγείου ὑαλίνου (Σχ. 62), οὗτινος ὁ πυθμὴν διαπερᾶται ὑπὸ δύο συρμάτων πλατίνης α ε ληγόντων ἐξωτερικῶς εἰς ἄγκιστρα. Τὸ ἀγγεῖον πληροῦται ὀξέως



Σχ. 62.—Ἀποσύνθεσις τοῦ ὕδατος.

ὕδατος καὶ ἕκαστον τῶν συρμάτων ἐπικαλύπτεται ἐσωτερικῶς ὑπὸ κυλινδρικοῦ δοχείου ἢ μικροῦ δοκιμαστοῦ πεπληρωμένου ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ. Ἄμα λοιπὸν βάλωμεν τὰ ἐκ πλατίνης σύρματα εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν πόλων στήλης τινός, παρατηροῦμεν τὰς ἀερώδεις φουσαλίδας ἀνυψουμένας εἰς τὰ κυλινδρικά δοχεῖα, καὶ ἀναγνωρίζομεν, ὅτι τὰ ἐκλυόμενα ἀέρια εἶναι ὀξυ-



γόνον μὲν τὸ ἐν τῷ θετικῷ πόλῳ, ὑδρογόνον δὲ τὸ ἐν τῷ ἀρνητικῷ· δύναται δὲ νὰ ἀποδειχθῇ μετὰ ταῦτα, ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου εἶναι διπλάσιος τοῦ ὀξυγόνου.

Καὶ τὰ ὀξέα ἀποσυντίθενται διὰ τῆς ἐνεργείας τῆς στήλης, τοῦ ὀξυγόνου φερομένου πάντοτε εἰς τὸν θετικὸν πόλον, τοῦ δὲ ἀπλοῦ σώματος εἰς τὸ ἀρνητικόν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰ ὀξειδία, τοῦ ὀξυγόνου φερομένου εἰς τὸν θετικὸν πόλον, τοῦ δὲ μετάλλου εἰς τὸν ἀρνητικόν, καὶ διὰ τοῦ μέσου τούτου ὁ Δαβὴς κατῶρθωσε πρῶτος νὰ ἀποσυνθέσῃ τὴν πότασαν, τὴν σόδαν καὶ τὴν ἄσβεστον, ἅτινα μέχρις ἐκείνου ἐθεωροῦντο ἀπλᾶ σώματα.

Ἡ στήλη ἀποσυνθέτει καὶ πάντα τὰ ἐν διαλύσει εὐρισκόμενα ἅλατα, τοῦ ὀξέος φερομένου εἰς τὸν θετικὸν πόλον, τῆς δὲ βάσεως εἰς τὸν ἀρνητικόν, ὡς γίγνεται ἐν τῇ θεϊκῇ σόδῃ. Πολλάκις ὅμως ἀποσυντίθεται καὶ αὐτὴ ἡ βάση, καὶ τότε τὸ ὀξυγόνον μετὰ τοῦ ὀξέος ἔρχονται εἰς τὸν θετικὸν πόλον, τὸ δὲ μέταλλον μόνον εἰς τὸν ἀρνητικόν, ὡς γίγνεται ἐν τοῖς χαλκούχοις καὶ μολυβδούχοις ἅλασι.

Ἐπὶ τῶν χημικῶν ἀποτελεσμάτων τῆς στήλης στηρίζεται ἡ ἐπινόησις τῆς *γαλβανοπλαστικῆς*, τέχνης νεωτάτης δι' ἧς ἐφαρμόζονται στρώματα λεπτότατα μετάλλου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων. Οὕτω δι' ἀπλουστάτων μεθόδων, συνισταμένων εἰς τὴν διὰ τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων ἀποσύνθεσιν τῶν ἀλάτων, χαλκοῦμεν, χρυσοῦμεν καὶ ἀργυροῦμεν οὐ μόνον τὰ διάφορα μέταλλα, ἀλλὰ καὶ ζῶα καὶ ἄνθη καὶ φύλλα καὶ ἀγαλμάτια ξύλινα καὶ γύψινα, πρὸς δὲ τούτοις παράγομεν καὶ ἀντίτυπα νομισματοσῆμων καὶ ἀναγλύφων.

Πρὸς χάλκωσιν τῶν μετάλλων, ἐμβαπτιζόμεν ταῦτα ἐν διαλύσει θεϊκοῦ χαλκοῦ, καὶ φέρομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου στήλης τινός, συνεμβαπτιζόντες καὶ ἔλασμα



χαλκοῦ συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου. Πρὸς χάλκωσιν δὲ τοῦ ξύλου καὶ τοῦ γύψου, καθιστῶμεν ταῦτα πρῶτον ἠλεκτραγωγὰ, δι' ἐφαρμογῆς λεπτοῦ στρώματος γραφίτου, καθιστῶντος μεταλλικὴν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σώματος.

Τοιαῦται οὔσαι καὶ αἱ τῆς χρυσώσεως καὶ ἀργυρώσεως μέθοδοι ἀποτελοῦσιν, ὡς εἶναι γνωστόν, τὴν σήμερον σπουδαιότατον κλάδον τῆς βιομηχανίας. Τὰ χρυσωτέα ἢ ἀργυρωτέα σώματα ἐμβαπτίζονται εἰς διάλυσιν συγκειμένην ἐξ 100 μερῶν ὕδατος, 10 κυανούχου ποτασίου καὶ 1 χλωρούχου χρυσοῦ διὰ τὴν χρύσωσιν, ἢ 1 κυανούχου ἀργύρου διὰ τὴν ἀργύρωσιν, τὸ δὲ ἔλασμα τοῦ χαλκοῦ, ἐν μὲν τῇ χρυσώσει, ἀντικαθίσταται ὑπὸ ἐλάσματος χρυσοῦ, ἐν δὲ τῇ ἀργυρώσει ὑπὸ ἐλάσματος ἀργύρου, καὶ ὅσω πλεיותרον χρόνον μένει ἐν τῇ διαλύσει τὸ μεταλλούμενον σῶμα, τόσω παχύτερον γίγνεται τὸ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἐφαρμοζόμενον στρώμα.

Μεταξὺ τῶν σπουδαιωτέρων ἐφαρμογῶν τῆς βολταϊκῆς στήλης, ἄξιον μνείας εἶναι τὸ ὄργανον τοῦ Κ. Ρουχμικόρφου, ὡς προωρισμένον νὰ ἀνοίξῃ νέαν ὁδὸν τῆς ἐπιστήμης πρὸς νέας ἀνακαλύψεις, διὰ τὴν τεραστίαν δύναμιν τῶν ὑπὸ τούτου παραγομένων ἀποτελεσμάτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΚΒ'.

### ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ.

Ἐνέργεια τῶν ρευμάτων ἐπὶ τοὺς μαγνήτας. — Μέτρησις τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων· γαλβανόμετρον. — Ἐνέργεια τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τὰ ρεύματα. — Ἐνέργεια τῶν ρευμάτων ἐπὶ τὰ ρεύματα. — Ἡλεκτρομαγνηταί. — Ἡλεκτρικοὶ τηλεγράφοι.

**Ἡλεκτρομαγνητισμός.** — Ἡλεκτρομαγνητισμὸς εἶναι τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τῶν ἀμοιβαίων

ἐνεργειῶν τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τὰ ρεύματα καὶ τούτων ἐπὶ τοὺς μαγνήτας.

Ἐνέργεια τῶν ρευμάτων ἐπὶ τοὺς μαγνήτας.—Ὁ Οἶρ-  
στέττος, δανὸς φυσικὸς, ἀνεκάλυψε τῷ 1820, τὸ θεμελιῶδες  
φαινόμενον, ὅτι τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα τὰ ὑπὸ τῆς στήλης τοῦ  
Βόλτα παραγόμενα ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ ἐνεργῶσιν ἐπὶ τῆς  
μαγνητικῆς βελόνης καὶ ἀποστρέφωσι ταύτην ἀπὸ τῆς φυσικῆς  
αὐτῆς θέσεως. Τῷ ὄντι ἐὰν κυκλοφορήσῃ ρεῦμα βολταϊκὸν πέριξ  
μαγνητικῆς βελόνης, παρατηροῦμεν πάραυτα, ὅτι ἡ βελὸνὴ παρα-  
τρέπεται αἴφνης, ταλαντεύεται ἐπὶ τινὰς στιγμάς, καὶ κατα-  
λείπει τὴν πρὸς βορρᾶν διεύθυνσιν. Ἡ δὲ παρατροπὴ ἢ ἐπιφε-  
ρομένη ὑπὸ τοῦ ἠλεκτραγωγοῦ σύρματος, δι' οὗ διέρχεται τὸ  
ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος καὶ  
ἐκ τῆς θέσεως τοῦ ἀγωγοῦ σχετικῶς πρὸς τὴν βελόνην· ὥστε ἡ  
μαγνητικὴ βελὸνὴ τείνει νὰ διασταυρωθῇ καὶ νὰ ἀποτελέσῃ  
ὀρθὴν γωνίαν μετὰ τοῦ ρεύματος, ἥτις ἀποβαίνει τοσοῦτον με-  
γαλειτέρα ὅσον τὸ ρεῦμα εἶναι ἰσχυρότερον.

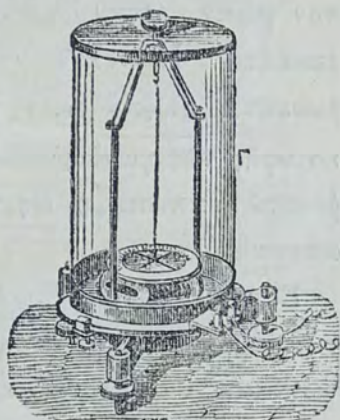
Ἐτερος φυσικὸς τῶν καθ' ἡμᾶς χρόνων, ὁ Ἄμπερος, ἔδειξε  
μέσον εὐκόλον ἀναγνωρίσεως τῆς διευθύνσεως ἣν μέλλει νὰ λάβῃ  
ἡ βελὸνὴ. Ἐστὼ ἀγαλμάτιον κεκλιμένον ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ οὐ-  
τως, ὥστε νὰ ἔχη τὸ πρόσωπον ἐστραμμένον πρὸς τὴν βελόνην,  
καὶ τὸ ρεῦμα νὰ μεταβαίνει ἀπὸ τῶν ποδῶν εἰς τὴν κεφαλὴν,  
ἦτοι οἱ μὲν πόδες νὰ ἔχωσι τὴν διεύθυνσιν πρὸς τὸν θετικόν, ἡ  
δὲ κεφαλὴ πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον. Ἐν τῇ θέσει ταύτῃ ὁ νό-  
τιος πόλος τῆς βελόνης (ὁ πρὸς τὴν ἄρκτον τῆς γῆς) διευθύνε-  
ται πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ἀγαλματίου.

Ἡ ἀνακάλυψις αὕτη ὠδήγησεν εἰς τὴν κατασκευὴν τοῦ γαλ-  
βαρομέτρου, ὄργανου πολυτιμοτάτου, ἕνεκα τῆς εὐαισθησίας  
αὐτοῦ, δι' ἧς δεικνύεται τὸ μέτρον τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων.



## Μέτρησις τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων· γαλβανόμετρον.

— Ὁ Σχβάιγγερ, παρατηρήσας ὅτι πολλὰ σύρματα παρατεθειμένα ἐπιφέρουσιν ἐνέργειαν ἰσχυροτέραν ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἐπενόησεν, ἀντὶ νὰ πολλαπλασιάσῃ ταῦτα, νὰ περιστρέψῃ ἐλικοειδῶς ἐν μόνον· καὶ θέσας τὴν βελόνην ἐν μέσῳ τῶν περιστροφῶν τούτων, ἀπέδειξεν ὅτι ἡ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος ἤξανε κατὰ λόγον εὐθὺν τῶν περιελίξεων· ἐξ οὗ τὸ συμπέρασμα, ὅτι δύνανται νὰ μετρηθῶσι καὶ ἐκτιμηθῶσι ρεύματα ἀσθενεστάτης ἐντάσεως, οἷα τὰ ὑπὸ τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας παραγόμενα, ὅταν αὐταὶ συμβαίνωσιν εἰς οὐσίας μεταλλικὰς διαφόρου φύσεως καὶ συγκεκολλημένας μετ' ἀλλήλων. Ἐὰν λοιπὸν ἐν καὶ τὸ αὐτὸ σύρμα ἀποτελεῖ 300 ἐλιγμοὺς περὶ τὴν βελόνην, τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ὁποῖον καὶ τὸ παραγόμενον ὑπὸ 600 παραλλήλων συρμάτων, καὶ ἐὰν ἀφαιρεθῇ ἡ μαγνητικὴ βελόνη ἀπὸ τῆς ἐνεργείας τῆς γῆς, δι' ἐπιθέσεως ἑτέρας βελόνης ἐχούσης τοὺς πόλους ἐςραμμένους κατ' ἀντίθετον φορὰν τῆς πρώτης, ἡ εὐαισθησία τοῦ ὄργανου καθίσταται μεγίστη. Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ταύτης σφριζόμενον τὸ γαλβανόμετρον χρησιμεύει εἰς τὴν ἐξέλεγχιν τῆς ὑπάρξεως τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων, τῆς φορᾶς, τῆς φύσεως καὶ τῆς ἐντάσεως αὐτῶν, διεσκευασμένον δὲ οὕτω (Σχ. 63) ὀνομάζεται καὶ πολλαπλασιαστὴς τοῦ Νοβίλη, ἐκ τοῦ ἐφευρόντος φυσικοῦ.



Σχ. 63.— Πολλαπλασιαστὴς τοῦ Νοβίλη.

Ἐνέργεια τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τὰ ρεύματα.— Ἡ πείρα ἀποδεικνύει, ὅτι τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα ἐπιφέρουσιν ἐπὶ τῶν μαγνητῶν κατὰ πρῶτον ἐνέργειαν διευθυντικὴν, ἔπειτα ἐνέρ-



γειαν ἑλκτικὴν ἢ ἀπωστικὴν, καὶ ὅτι ἡ ἐνέργεια τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τὰ ρεύματα εἶναι ἀμοιβαία. Τῷ ὄντι δὲ ἐὰν ἀντὶ νὰ παρυσιάσωμεν, ὡς ἐν τῷ πειράματι τοῦ Οἰρστέδου, ρεῦμα σταθερὸν εἰς κινήτῳν μαγνήτην, παρουσιάσωμεν τὸναντίον σταθερὸν μαγνήτην εἰς ρεῦμα κατασταθὲν κινήτῳν διὰ μηχανισμοῦ τινος, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο ἀμέσως διασταυροῦται μετὰ τοῦ μαγνήτου, τοῦ νοτίου πόλου τοῦ τελευταίου τούτου καταλαμβάνοντος πάντοτε τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος.

Ἐνέργεια τῶν ρευμάτων ἐπὶ τὰ ρεύματα. — Δύο μεταλλικὰ σύρματα παράλληλα διαπερώμενα ὑπὸ ρευμάτων ἕλκονται ἢ ἀπωθοῦνται κατὰ τὴν ἀμοιβαίαν διεύθυνσιν τῶν διερχομένων ρευμάτων ἕλκονται, ὅταν τὰ ρεύματα διευθύνωνται κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν ἀπωθοῦνται, ὅταν διευθύνωνται κατ' ἀντίθετον φορὰν. Ὅταν δὲ δύο μεταλλικὰ σύρματα διαπερώμενα ὑπὸ ρευμάτων ἀποτελοῦσιν οἰανδὴποτε γωνίαν, ἕλκονται ἐὰν τὰ ρεύματα πλησιάζωσιν ἢ ἀπομακρύνωνται ἀμφοτέρω ἀπὸ τῆς κορυφῆς τῆς γωνίας ἀπωθοῦνται δὲ τὸναντίον, ἐὰν τὸ ἐν τῶν ρευστῶν πλησιάζῃ εἰς τὴν κορυφὴν τῆς γωνίας, τὸ δὲ ἕτερον ἀπομακρύνηται.

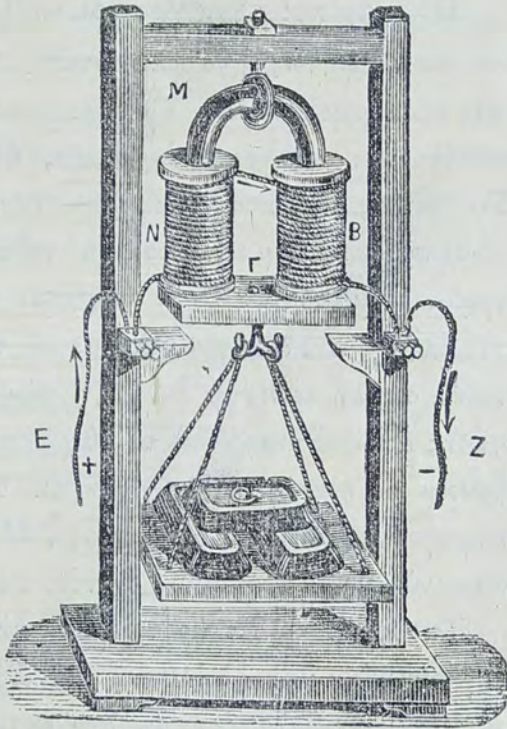
Εἰς τὴν ἐνέργειαν τῶν ρευμάτων ἐπὶ τὰ ρεύματα ἀποδίδονται τὴν σήμερον πάντα τὰ φαινόμενα τῶν μαγνητῶν, ἀντὶ νὰ ἐξαρτῶνται ἐξ ἑνὸς μαγνητικοῦ ρευστοῦ κατὰ τὴν ἀρχαίαν περὶ τοῦ μαγνητισμοῦ θεωρίαν.

Ἡλεκτρομαγνήται. — Πραγματευόμενοι περὶ τῶν διαφορῶν μεθόδων τῆς μαγνητίσεως, εἶπομεν ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς κυκλοφορῶν περίξ ῥάβδου ἐκ μαλακοῦ, ἤτοι καθαρῶτάτου, σιδήρου, μεταδίδει εἰς τὸ μέταλλον τοῦτο τὰς ιδιότητας τοῦ μαγνήτου, ἀλλ' ὅτι ἀποβάλλει ταύτας ἐν ἀκαρεῖ ἅμα παύσῃ τὸ ρεῦμα, καὶ τὸ γεγονός τοῦτο εἶναι ἡ ἀρχὴ τῶν ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων. Τῷ ὄντι, ἐὰν διὰ



πολλῶν στροφῶν σύρματος χαλκοῦ περιπλέξωμεν ῥάβδον μαλακοῦ σιδήρου, καὶ μεταδώσωμεν εἰς τὸ σύρμα ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ συγκοινωνήσεως μετ' ἐνεργούσης στήλης, πάραυτα ἢ σιδηρᾶ ῥάβδος μετασχηματίζεται εἰς ἰσχυρὸν μαγνήτην, ἀλλ' ἅμα παύσῃ ἢ μετὰ τῆς στήλης συγκοινωνία, ἐκλείπει τὸ μαγνητικὸν ἀποτέλεσμα, καὶ οὕτω καθισταμένης καὶ διακοπτομένης ἐναλλάξ τῆς συγκοινωνίας μετὰ τῆς στήλης, δύναται ἀλληλοδιαδόχως νὰ λάβῃ ἢ νὰ ἀποβάλῃ ὁ σίδηρος τὴν μαγνητικὴν αὐτοῦ δύναμιν.

Ἡ ιδιότης τοῦ μαλακοῦ σιδήρου νὰ μαγνητίζεται ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τῶν βολταϊκῶν ρευμάτων, καὶ νὰ ἀπομαγνητίζεται ὅταν παύῃ αὕτη, παρέχει τὸ μέσον τῆς κατασκευῆς προσκαίρων μαγνητῶν, ἠλεκτρομαγνητῶν καλουμένων. Συνίσταται δὲ συνήθως ὁ ἠλεκτρομαγνήτης (Σχ. 64) ἐκ ῥάβδου σιδήρου μαλακοῦ NMB, συνεστραμμένης ἐν σχήματι ἵππειου πετάλου οὔτινος οἰδύο παράλληλοι βραχίονες περιελίσσονται διὰ μακροῦ χαλκοῦ σύρματος, κεκαλυμμένου ὑπὸ μετάξης, κατὰ τὴν αὐτὴν



Σχ. 64.—Ἡλεκτρομαγνήται.

φορὰν πάντοτε, ἵνα τὰ ἐλεύθερα ἄκρα E, Z τοῦ σύρματος ἀποτελῶσιν ἀντιθέτους πόλους. Ἄμα λοιπὸν τὰ ἐλεύθερα ταῦτα ἄκρα συγκοινωνήσωσι μετὰ τῶν πόλων στήλης τινός, ὁ ἠλεκ-



τρομαγνήτης καθίσταται ικανὸς νὰ βαστάσῃ μᾶλλον ἢ ἥττον μέγα βάρος διὰ τινος τεμαχίου ἐπαφῆς ἐκ μαλακοῦ σιδήρου Γ. Ἄλλ' ἅμα παύσῃ διερχόμενον τὸ ρεῦμα, ἡ μαγνήτισις παύει ὡσαύτως, τὸ δὲ βάρος ἀποσπᾶται καὶ πίπτει· ἡ δὲ δύναμις τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν διαστάσεων τῆς ῥάβδου, ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος καὶ ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν στροφῶν τοῦ σύρματος περὶ ἕκαστον βραχίονα· ὥστε κατασκευάζονται ἠλεκτρομαγνήται δυνάμενοι νὰ βαστάσωσι πολλὰς χιλιάδας χιλιogramμων.

**Ἡλεκτρικοὶ τηλέγραφοι.**—Ὁ ἠλεκτρικὸς τηλέγραφος εἶναι ἀναντιρρήτως ἡ θαυμαστοτάτη καὶ σπουδαιοτάτη ἐφαρμογὴ τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν. Χρησιμοποιουμένης τῆς ιδιότητος αὐτῶν, παράγονται τηλεγραφικὰ σημεῖα, δι' ὧν μεταδίδεται ἀστραπητῶν εἰδήσεις εἰς ἀποστάσεις μεγίστας.

Ἡ πρόσκαιρος μαγνήτισις τοῦ σιδήρου ἐκ τῆς ἐπιδράσεως ἠλεκτρικοῦ ρεύματος παρέχει τὸ μέσον τῆς ἐνεργείας ἀποτελέσματος ἔλξεως καὶ ἀπώσεως διὰ μέσου τοῦ διαστήματος· ἡ δὲ βολταϊκὴ στήλη καθιστᾷ δυνατὴν τὴν κίνησιν μοχλοῦ, διὰ μέσου πάσης ἀποστάσεως· ἐπὶ τῆς θεμελιώδους ταύτης ἀρχῆς στηρίζονται οἱ ἠλεκτρικοὶ τηλέγραφοι. Τῆς παλινδρομικῆς κινήσεως παραγομένης ἅπαξ, ἡ ἐφαρμογὴ δύναται κατὰ διαφόρους τρόπους νὰ πραγματοποιηθῇ ἐν τοῖς τηλεγράφοις.

Ὑποθεσίθω, ὅτι προτιθέμεθα νὰ καταστήσωμεν ἠλεκτρικὴν συκοινωνίαν μεταξὺ Ἀθηνῶν καὶ Σύρου. Τοποθετοῦμεν ἐν Ἀθῆναις ἰσχυρὰν βολταϊκὴν στήλην· ἐκτείνομεν μέχρι Σύρου τὸ ἀγωγὸν σύρμα τῆς στήλης, καὶ περιελίσσομεν ἐν Σύρῳ τὸ ἄκρον τούτου τοῦ σύρματος πέριξ ἐλάσματος μαλακοῦ σιδήρου. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστόν, κυκλοφοροῦν περὶ τὸ σιδηροῦν ἔλασμα μαγνητίζει τοῦτο, καὶ ἐὰν τεθῇ πρὸ αὐτοῦ, μεμαγνητισμένου οὔτω,



κίνητον τεμάχιον σιδήρου, πάραυτα ὁ σίδηρος οὗτος ἢ ὁ *μοχλὸς* ἔλκεται καὶ ἐρχόμενος προσκολλάται εἰς τὸν μαγνήτην. Ἐὰν τότε διακοπῇ τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα διὰ τῆς ἄρσεως τῆς συγκοινωνίας τοῦ ἀγωγοῦ σύρματος μετὰ τῆς στήλης, τὸ ἔλασμα τοῦ μαγνητικοῦ σιδήρου ἐπανέρχεται ἀμέσως εἰς τὴν φυσικὴν αὐτοῦ κατάστασιν, ἀπομαγνητίζεται, καὶ δὲν ἔλκει τὸν *μοχλὸν* ἐπαναφερόμενον εἰς τὴν πρώτην αὐτοῦ θέσιν ὑπὸ μικροῦ τινος ἐλατηρίου ἀπέναντι τοῦ μαγνήτου κειμένου. Ὁ *μοχλὸς* λοιπὸν φέρεται πρὸς τὸν μαγνήτην, ὡσάκις δύναται νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἀντίστασιν τοῦ κρατοῦντος τοῦτον ἐλατηρίου, ἀλλ' ἅμα διακοπῇ τὸ ρεῦμα, ἐπανέρχεται εἰς τὰ ἴδια, ἐπειδὴ ἡ δύναμις τοῦ μαγνήτου δὲν ἀντιτάσσεται τότε εἰς τὴν τάσιν τοῦ ἐλατηρίου ὥστε καθισταμένου καὶ διακοπτομένου τοῦ ρεύματος, ὁ *μοχλὸς* φέρεται εἰς τὰ ἔμπροσ, καὶ ἀπωθεῖται ἔπειτα εἰς τὰ ὀπίσω, καὶ οὕτω διὰ μόνης τῆς στήλης ἀποτελεῖται μεταξὺ τῶν δύο πόλων μηχανικὴ ἐνέργεια, παράγουσα τὴν παλινδρομικὴν κίνησιν.

Τὰ οὐσιώδη συστατικὰ παντὸς τηλεγράφου εἶναι ἡ *στήλη*, ὁ ἀγωγός, ὁ πομπὸς καὶ ὁ δέκτης.

Ἡ *στήλη*, ὡς γνωρίζομεν ἤδη, εἶναι τὸ ὄργανον δι' οὗ παράγεται τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.

Ὁ ἀγωγὸς χρησιμεύει εἰς τὴν ἀποστολὴν τοῦ ρεύματος τούτου ἀπὸ τοῦ γραφείου τῆς ἀναχωρήσεως εἰς τὸ γραφεῖον τῆς ἀφίξεως. Σύγκειται δὲ ἐκ σιδηρῶν γεγαλθανισμένων συρμάτων ὑποστηριζομένων ὑπὸ ξυλίνων στύλων, ἐμπεπηγμένων κατὰ τὸ μήκος σιδηροδρόμου ἢ ὁδοῦ τινος μεγάλης, εἰς ἀπόστασιν πεντήκοντα μέτρων ἀπ' ἀλλήλων. Ἐπὶ τῶν στύλων τούτων ὑπάρχουσιν, εἰς ὕψος μέτρων τινῶν ὑπεράνω τοῦ ἐδάφους, στηρίγματα ἀπομονωτικὰ ἐκ πορκελάνης ἢ ὀπτῆς γῆς, ἔχοντα γενικῶς σχῆμα κρῖκων, δι' ὧν διέρχονται τὰ σύρματα. Δυνατὸν δὲ νὰ διέρ-



χωνται τὰ ἀγωγὰ σύρματα καὶ ὑπὸ τὸ ἔδαφος ἢ καὶ διὰ τοῦ πυθμένος τῆς θαλάσσης, ἀλλὰ τότε καλύπτονται ὑπὸ ἀπομονωτικοῦ στρώματος ἐκ γυτταπέρκης, τὰ δὲ διὰ τοῦ ἐδάφους προφυλάττονται ἀπὸ τῆς ὑγρασίας διὰ στρώματος πισσασφάλτου.

Ὁ πομπὸς εἶναι τὸ ἐν τῷ γραφείῳ τῆς ἀναχωρήσεως, ἥτοι παρὰ τὴν σῆλην τεθειμένον ὄργανον, δι' οὗ κανονίζεται ἡ χρῆσις τοῦ ρεύματος, ἀνοιγομένου ἢ κλειομένου τοῦ κυκλώματος κατὰ τὸ δοκοῦν, πρὸς παραγωγὴν κατὰ τὸ ἕτερον τῆς γραμμῆς ἄκρον τῆς ἀναγκαίας παλινδρομικῆς κινήσεως πρὸς μετάδοσιν τῶν σημείων. Οὕτω δι' εὐκόλου ἐργασίας καθίσταται δυνατὴ καὶ ἀλάνθαστος ἡ μετάδοσις ἀριθμοῦ τινος αἰωρήσεων εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου τοῦ δέκτου.

Ὁ δέκτης εἶναι τὸ δεχόμενον τὸ ὑπὸ τοῦ πομποῦ διαβιβαζόμενον τηλεγράφημα, ἐφ' οὗ ἀναγιγνώσκεται πᾶν σημεῖον ἀντιστοιχοῦν πρὸς τὸν ἀριθμὸν τῶν αἰωρήσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου. Ὡστε τὸ συσκευάσμα τοῦτο περιλαμβάνει τὸν ἠλεκτρομαγνήτην καὶ τὸν μοχλὸν αὐτοῦ, ὡς καὶ τὸν πρὸς σχηματισμὸν τῶν σημείων μηχανισμόν.

Ὁ πομπὸς καὶ ὁ δέκτης κατασκευάζονται διαφόρως κατὰ τὸ σύστημα τοῦ ἠλεκτρικοῦ τηλεγράφου καὶ κατὰ τὰ ἐπιδιωκόμενα ἀποτελέσματα. Οὐχ ἦττον ἡ ἀρχὴ μένει πάντοτε ἡ αὐτή, ὡς εἶπομεν ἀνωτέρω, ἡ δὲ διαφορὰ συνίσταται μόνον εἰς τὸν τρόπον τῆς μεταδόσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐν τῇ γραμμῇ καὶ τῆς χρησιμοποιοῦσεως τῆς παλινδρομικῆς κινήσεως, τῆς διδομένης εἰς τὸν μοχλὸν τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου.

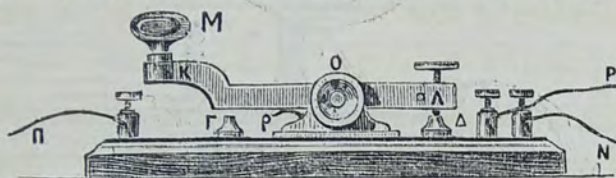
Ἐπάρχουσι πολλὰ συστήματα ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων, ὁ διὰ σημείων, ὁ γνωμονικός, ὁ γράφων καὶ ὁ τυπῶν, ἀλλ' ἡμεῖς θὰ περιγράψωμεν μετὰ λεπτομερειῶν τινῶν τὸν γράφορτα καὶ τὸν γνωμονικόν, ὡς κυριωτέρους, καίτοι ὁ τυπῶν τηλεγράφος, ἐφευ-



ρεθίς ὑπὸ τοῦ Χύγγου ἐν Νεοβοράκῳ, φαίνεται μέλλον ποτὲ νὰ ἀντικαταστήσῃ τοὺς λοιπούς.

**Τηλέγραφος γράφων.**—Ὁ γράφων τηλεγράφος, ἐπινοηθεὶς ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Μόρσου χαράττει αὐτὸς οὗτος τὰ σημεῖα ἐπὶ λωρίδος χάρτου, καθ' ὅσον μεταδίδονται πλεονέκτημα μέγα πρὸς ἀποφυγὴν ἐνδεχομένων σφαλμάτων τοῦ ὑπαλλήλου, ὡς μὴ ἐξαλειφομένων τῶν ἀποτελεσμάτων μετὰ τῆς παραγωγούσης ταῦτα ἐνεργείας.

Ὁ πομπὸς (Σχ. 65) συνίσταται ἐκ μοχλοῦ ΚΛ, κινητοῦ περὶ τὸ σημεῖον Ο, κρατουμένου δὲ δι' ἐλατηρίου ρ μακρὰν τοῦ κω-



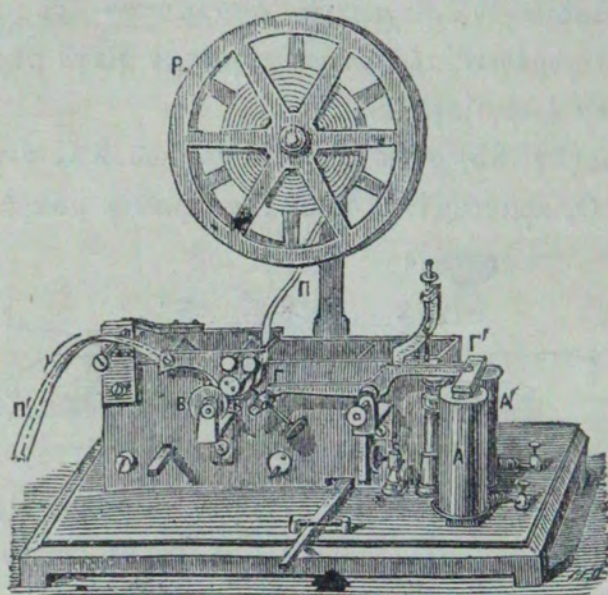
Σχ. 65.—Πομπὸς τοῦ γράφοντος τηλεγράφου.

νίσκου ἢ ἄκμορος Γ ὥστε ἀφ' ἑνὸς μὲν τὸ ρεῦμα Π, τὸ ἐρχόμενον ἐκ τῆς στήλης, μεταβαίνει εἰς τὸ Γ, ἀφ' ἑτέρου δὲ, τὸ σημεῖον Ο εὐρίσκεται πάντοτε εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ σύρματος Ν τῆς γραμμῆς, καὶ τὸ μεταλλικὸν τεμάχιον Δ μετὰ τοῦ σύρματος Ρ, τοῦ ἄγοντος εἰς τὸν δέκτην τοῦ αὐτοῦ γραφείου.

Ἐν δὲ τῷ δέκτη (Σχ. 66), δύο κύλινδροι Β Β' στρεφόμενοι ἑ μὲν ἐπὶ τοῦ δέ, κατὰ φοράν ἀντίθετον, διὰ μηχανισμοῦ ὥρολογίου, διαβιβάζουσι δι' ἑαυτῶν ταινίαν χάρτου Π Π' περιειλιγμένην ἐπὶ τροχοῦ Ρ καὶ στηριζομένην ἀκριβῶς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀνωτέρου κυλίνδρου. Ὑπεράνω δὲ ἠλεκτρομαγνήτου τινὸς Α Α' ὑπάρχει μοχλὸς κινητὸς Γ', οὗτινος τὸ ἄκρον Γ' φέρει γλυφίδα, δι' ἧς χαράττονται τὰ σημεῖα ἐπὶ τῆς λωρίδος τοῦ μεταξὺ τῶν δύο κυλίνδρων περιλαμβανομένου χάρτου.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, εὐκόλως ἐννοεῖται ὅτι ἀρκεῖ νὰ πιέ-

σωμεν τὸ ἐπὶ τοῦ πομποῦ κομβίον M, ἵνα ἀμέσως πέμψωμεν εἰς τὸν δέκτην τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα· τότε ἡ γλυφίς, θλίβουσα τὴν ταινίαν τοῦ μεταξὺ τῶν δύο κυλίνδρων ἐξελισσομένου χάρτου, ἐπιχαράττει γραμμὴν ἢ σημεῖον, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐπαφῆς· διότι ἅμα παύσωμεν νὰ πιέζωμεν τὸ κομ-



Σχ. 66.— Δέκτης τοῦ γράφοντος τηλεγράφου.

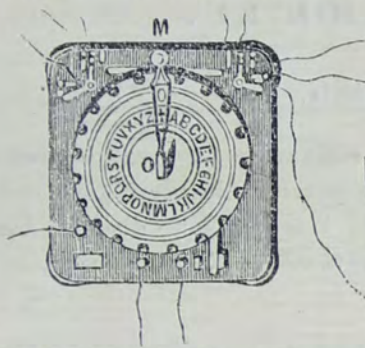
βίον τοῦ πομποῦ, τὸ ρεῦμα διακόπτεται, καὶ ἡ γλυφίς ἀπομακρύνεται τοῦ χάρτου. Ὡστε δυνάμεθα πιέζοντες καὶ μὴ πιέζοντες διαδοχικῶς ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ τοῦ πομποῦ, νὰ παραγάγωμεν κατὰ θέλησιν ἐπὶ τοῦ χάρτου τοῦ δέκτου σειράς στιγμῶν ἢ γραμμῶν, αἵτινες συνδυαζόμεναι παριστώσι τὰ γράμματα τοὺς ἀριθμοὺς καὶ τὰ λοιπὰ πρὸς τὴν τηλεγραφικὴν ἀνταπόκρισιν ἀναγκαῖα σημεῖα. Ὅστω, λόγου χάριν, μία στιγμὴ καὶ μία κεραία (—) σημαίνουσιν Α μία κεραία καὶ τρεῖς στιγμαὶ (— — —) σημαίνουσι Β· καὶ καθεξῆς κατὰ συνθήκην. Ὁσαύτως καὶ τὸ (— — — —) ἦτοι μία στιγμὴ καὶ τέσσαρες κεραῖαι σημαί-



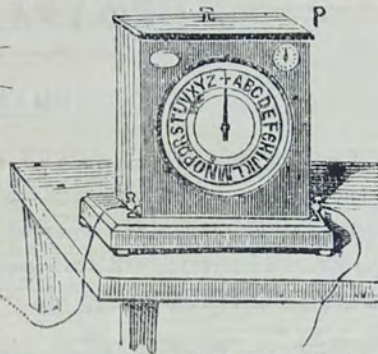
νουςι τὸν ἀριθμὸν 1, (— — — —) δύο στιγμαὶ καὶ τρεῖς κεραΐαι τὸν ἀριθμὸν 2 κτλ.

Τηλέγραφος γνωμονικός. — Ὁ γνωμονικὸς τηλέγραφος εἶναι ὡς ὁ γράφων, καὶ ἀπλούστατος καὶ ταχυνώτατος· μεταδίδει διαδοχικῶς πάντα τὰ γράμματα, ἐξ ὧν σύγκειται τὸ τηλεγράφημα, καὶ συνίσταται ἐξ ἑνὸς πομποῦ μετὰ στροφάλου καὶ ἐξ ἑνὸς δέκτου μετὰ γνώμονος, ἑνὸς μόνου σύρματος ἀρκούντος διὰ τὴν ἀνταπόκρισιν μεταξὺ δύο σταθμῶν.

Ὁ πομπὸς M (Σχ. 67) περιέχεται ἐν θήκῃ, ἧς ἡ ἄνω ἐπιφάνεια



Σχ. 67. — Πομπὸς τοῦ γνωμονικοῦ τηλεγράφου.



Σχ. 68. — Δέκτης τοῦ γνωμονικοῦ τηλεγράφου.

νεια φέρει πλάκα κυκλικήν, ἐφ' ἧς εἶναι συνήθως κεχαραγμένα τὰ εἰκοσιπέντε γράμματα τοῦ γαλλικοῦ ἀλφαβήτου καὶ σταυρός τις ὀνομαζόμενος τέλος. Ἡ περιφέρεια τῆς πλακῆς ταύτης ἔχει, ἐκτὸς τῶν γραμμάτων, εἰκοσιεῖς τομάς, ὧν ἡ πρώτη κεῖται ἀπέναντι τοῦ σταυροῦ αἱ δὲ λοιπαὶ ἀντιστοιχοῦσιν ἐκάστη πρὸς ἓν γράμμα, διὰ τινος δὲ ἐσωτερικοῦ ὀργανισμοῦ, καθ' ὅσον ὁ γνώμων ἢ ἡ βελόνη 0 0 στρεφομένη μετὰ τοῦ ἄξονος αὐτῆς ἔρχεται ἀπέναντι ἐκάστης τομῆς, τὸ ρεῦμα καθίσταται διαδοχικῶς καὶ ἔπειτα διακόπτεται.

Ὁ μηχανισμὸς τοῦ δέκτου P (Σχ. 68) περιλαμβάνεται ὡσαύτως ἐν θήκῃ, ἧς ἡ ἐμπρόσθιος ἐπιφάνεια φέρει πλάκα, ἐφ' ἧς εἶ-

ναι κεχαραγμένοι οἱ αὐτοὶ τοῦ πομποῦ χαρακτῆρες, ὁ δὲ ἄξων, ὅστις, ἐξῶθεν τῆς θήκης, φέρει τὴν δεικνύουσαν βελόνην, ποιεῖ δλόκληρον στροφὴν διὰ 26 αἰωρήσεων τοῦ ἐκκρεμοῦς μοχλοῦ, ἥτοι ἀφοῦ τὸ ρεῦμα καταστῆ  $13^{15}$  καὶ διακοπῆ  $13^{15}$ , ἐπομένως ὅταν ὁ στρόφαλος τοῦ πομποῦ διαγράφη κύκλον δλόκληρον ὥστε ἡ βελόνη διατρέχει, ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, τὰς 26 διαιρέσεις τῆς πλακῆς, προχωροῦσα ἀνὰ ἓν γράμμα κατὰ πᾶσαν αἰώρησιν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΚΓ'.

### ΟΠΤΙΚΗ.

Φῶς. — Φωτεινὰ σώματα. — Ἀφεγγῆ σώματα. — Σκιά καὶ ὑποσκίασμα. — Ταχύτης τοῦ φωτός. — Διάδοσις τοῦ φωτός ἐν ὁμογενεῖ μέσῳ. — Ἐντασις τοῦ φωτός. — Μέτρησις τῆς σχετικῆς ἐντάσεως δύο φώτων. — Ἀνάκλασις τοῦ φωτός. — Κάτοπτρα. — Κάτοπτρα ἐπίπεδα. — Κάτοπτρα σφαιρικὰ κυρτά. — Κάτοπτρα σφαιρικὰ κοίλα.

Ὀπτική. — Ὀπτικὴ εἶναι τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τῶν ἰδιοτήτων καὶ περὶ τῶν φαινομένων τοῦ φωτός.

Φῶς. — Φῶς εἶναι τὸ μέσον ἐκεῖνο δι' οὗ συγχωινωνεῖ ὁ ἡμέτερος ὀφθαλμὸς μετὰ τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων, καθιστωμένων ὀρατῶν. Ἀγνοουμένης δὲ τῆς φύσεως τοῦ φωτός, δύο διαφοροὶ ὑποθέσεις ἐγένοντο περὶ τούτου. Κατὰ μὲν τὴν πρώτην ὑπόθεσιν, ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἐπινοηθεῖσαν, τὰ σώματα ἐκπέμπουσι διηνεκῶς μετὰ μεγίστης ταχύτητος λεπτότατα μόρια, ἅπερ εἰσδύοντα εἰς τὸν ὀφθαλμόν, πλήττουσι τὸ ὀπτικὸν νεῦρον καὶ παράγουσι τὸ αἶσθημα τῆς δράσεως, κατὰ δὲ τὴν δευτέραν ὑπόθεσιν, ἐπινοηθεῖσαν ὑπὸ τοῦ Καρτεσίου, παραδέχονται ὅτι οἱ παλμοὶ τῶν ἀτόμων τῶν φωτεινῶν σωμάτων μεταδιδόμενοι εἰς τὰ μόρια ρευστοῦ τινος, τοῦ καλουμένου αἰθέρος, δια-



κεχυμένου πανταχοῦ, παράγουσι τὸ αἶσθημα τῆς δράσεως. Ἡ ὑπόθεσις αὕτη λέγεται ὑπόθεσις τῶν *κυμάτων*, καὶ ταύτην παραδέχονται οἱ πλεῖστοι τῶν φυσικῶν, ὡς καθιστῶσαν εὐκολον τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων τοῦ φωτός.

Καλεῖται *ἀκτίς φωτός* ἢ *φωτεινὴ ἀκτίς* ἢ *γραμμὴ καθ' ἣν διαδίδεται τὸ φῶς*, *χρωστήρ* δὲ *φωτός* τὸ σύνολον πολλῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἐκπεμπομένων ἐκ τῆς αὐτῆς πηγῆς, καὶ τέλος *δέσμη φωτός* τὸ σύνολον πολλῶν φωτεινῶν χρωστήρων.

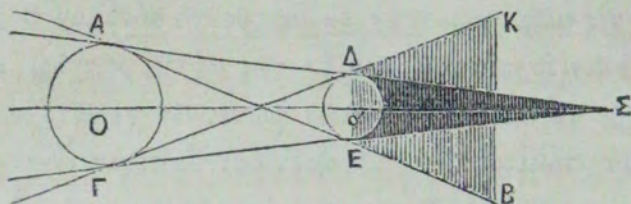
**Φωτεινὰ σώματα.**—Λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα εἶναι φωτεινόν, ὅταν ἐκπέμπῃ φῶς περίξ αὐτοῦ καὶ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ὡς φωστήρ, λύχνος, λαμπάς· ὁ δὲ ἥλιος παριστᾷ ἐν μεγάλῳ, ὅ τι ἢ φλόξ τοῦ λύχνου καὶ τῆς λαμπάδος ἐν μικρῷ· διότι ὁ ἥλιος διαχέει τὸ φῶς αὐτοῦ ἐφ' ὀλοκλήρου τῆς ἐπιφανείας τοῦ κόσμου, φωτίζων οὐ μόνον τὴν γῆν, ἀλλὰ καὶ τοὺς πλανήτας, τοὺς δορυφόρους, καὶ τοὺς κομήτας τοῦ ἡλιακοῦ συστήματος.

**Ἄφεγγῆ σώματα.**—Τὰ ἀφεγγῆ ἢ μὴ φωτεινὰ σώματα δύνανται νὰ ὑπαχθῶσιν εἰς τρεῖς κατηγορίας. 1<sup>ον</sup> Τὰ *διαφανῆ* σώματα, δι' ὧν διέρχεται τὸ φῶς καὶ διακρίνεται τὸ σχῆμα καὶ τὸ χρῶμα τῶν πραγμάτων, ὡς τὸ ὕδωρ, ἢ ὕαλος κτλ. 2<sup>ον</sup> Τὰ *ἡμιδιαφανῆ* σώματα, δι' ὧν διέρχεται μόνον τὸ φῶς, ἀλλὰ δὲν διακρίνεται οὔτε τὸ σχῆμα οὔτε τὸ χρῶμα τῶν πραγμάτων, ὡς ὁ χάρτης, τὰ ὑφάσματα, ἢ ἀμαυρὰ ὕαλος κτλ. 3<sup>ον</sup> Τὰ *σκιερὰ* σώματα, δι' ὧν παρεμποδίζεται καθ' ὀλοκληρίαν τὸ φῶς. Πάντα δὲ σχεδὸν τὰ σκιερὰ σώματα ἀποβαίνουσιν ἡμιδιαφανῆ, ἐὰν λεπυνθῶσιν ἀρκούντως, οἶον τὸ κέρασ, ὁ ἐλέφας κτλ.

**Σκιά καὶ ὑποσκίασμα.**—Ὅταν φωτεινὸν σημεῖον φωτίζῃ σκιερὸν σῶμα, ὑπάρχει ὀπισθεν τοῦ σκιεροῦ τούτου σώματος διάστημα ὅλως ἐστερημένον φωτός, ἢ καλουμένη *σκιά*. Ἄλλ' ἐάν, τὸ σκιερὸν δὲν φωτίζεται ὑπὸ ἐνὸς φωτεινοῦ σημείου μόνον, ἀλλ'

ὕφ' ὀλοκλήρου φωτεινοῦ σώματος, διακρίνομεν περὶ τὴν προεκβαλλομένην σκιὰν ὀπισθεν τοῦ σκιεροῦ σώματος διάστημά τι ἐν μέρει φωτιζόμενον, ὅπερ καλεῖται ὑποσκίασμα.

Ἐστῶσαν δύο σφαῖραι (Σχ. 69), ἡ μὲν  $O$  φωτεινὸν σῶμα, ἡ δὲ  $o$  σκιερὸν σῶμα. Συνάπτομεν τὴν γραμμὴν τῶν κέντρων



Σχ. 69.

καὶ ἄγομεν ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν κύκλων τὴν κοινὴν ἐφαπτομένην  $ΑΣ$ . Στρεφομένη αὕτη περὶ τὸ σημεῖον  $Σ$ , διαγράφει κῶνον, οὗτινος ἅπαν τὸ μέρος  $ΔΣΕ$ , τὸ κείμενον ὀπισθεν τοῦ σκιεροῦ σώματος  $o$ , εὐρίσκεται ἐν τῇ σκιᾷ. Ἦδη λοιπὸν πρὸς εὑρεσιν τοῦ ὑποσκιάσματος, ἄγομεν ἐπ' ἀμφοτέρων τῶν κύκλων δύο ἄλλας ἐφαπτομένας, αἵτινες διασταυροῦνται ἐν τῇ ἀποστάσει τῇ ἀποχωριζούσῃ τὰς δύο σφαῖρας, καὶ οὕτω πάντα τὰ σημεῖα τὰ κείμενα ὑπεράνω τῆς πρώτης τῶν γραμμῶν τούτων, ἦτοι τῆς γραμμῆς  $ΓΚ$ , καὶ πάντα τὰ σημεῖα τὰ κείμενα ὑποκάτω τῆς δευτέρας, ἦτοι τῆς γραμμῆς  $ΑΒ$ , λαμβάνουσι κατ' εὐθείαν φῶς ἐξ ὅλων τῶν μερῶν τοῦ φωτεινοῦ σώματος  $O$ . Ἀλλ' ὅμως τὸ ἐν τῇ γωνίᾳ  $ΚΔΣ$  περιλαμβανόμενον διάστημα, ὡς τὸ ἐν τῇ  $ΣΕΒ$ , δὲν φωτίζεται κατ' εὐθείαν ἐξ ὅλου τοῦ φωτεινοῦ σώματος, ἀλλὰ λαμβάνει μόνον μικρὸν μέρος τοῦ φωτὸς αὐτοῦ, ὅπερ εἶναι τόσον μικρότερον, ὅσον μᾶλλον πλησιάζομεν εἰς τὰ ὅρια τῆς σκιᾶς  $ΔΣΕ$ : ὥστε τὸ φῶς βαίνει ἐλαττούμενον ἀπὸ τῶν γραμμῶν  $ΔΚ$  καὶ  $ΕΒ$  μέχρι τῶν γραμμῶν  $ΔΣ$  καὶ  $ΕΣ$ , καὶ τὸ μεταξὺ τῶν γραμμῶν τούτων περιλαμβανόμενον διάστημα ἀποτελεῖ τὸ ὑποσκίασμα.



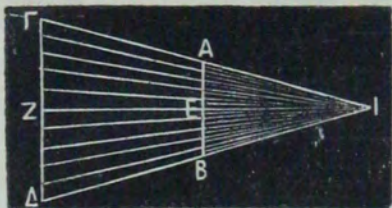
**Ταχύτης τοῦ φωτός.**—Τὸ φῶς διαδίδεται ἐν τῷ κενῷ μετ' ἐκπληκτικῆς ταχύτητος· διότι διατρέχει 340000 χιλιόμετρα ἢ περίπου 77000 λεύγας κατὰ δευτερόλεπτον. Ἡ δὲ ταχύτης τοῦ φωτός προσδιωρίσθη κατὰ πρῶτον τῷ 1675 ὑπὸ τοῦ Δανοῦ ἀστρονόμου Ροιμέρου ἐκ τῶν παρατηρήσεων ἐκλείψεων τοῦ πρώτου δορυφόρου τοῦ Διός· ὥστε τὸ φῶς τοῦ ἡλίου φθάνει ἐπὶ τῆς γῆς ἐντὸς 8 λεπτῶν πρώτων καὶ 13 δευτέρων, ἐπειδὴ δὲ καὶ οἱ πλησιέστεροι τῶν ἀστέρων ἀπέχουσι 200000 φορὰς πλείοτερον ἀπὸ τῆς γῆς ἢ ὁ ἥλιος, παρέρχονται ὑπὲρ τὰ τρία ἔτη, ἵνα φθάσῃ τὸ φῶς ἐκ τῶν ἀστέρων τούτων μέχρις ἡμῶν.

**Διάδοσις τοῦ φωτός ἐν ὁμογενεῖ μέσῳ.**—*Μέσον* ὀνομάζεται τὸ πλήρες ἢ κενὸν διάστημα, ἐν ᾧ παράγεται φαινόμενόν τι. Οἶον δ' ἀήρ, τὸ ὕδωρ, ἢ ὕαλος εἶναι μέσα, ἐν οἷς διαδίδεται τὸ φῶς, καὶ λέγεται ὁμογενὲς τὸ μέσον, ὅταν ἔχη πανταχοῦ τὰς αὐτὰς ιδιότητας καὶ κατὰ τὸν αὐτὸν βαθμόν. Τὸ φῶς λοιπὸν διαδίδεται πάντοτε κατ'εὐθεῖαν γραμμὴν ἐν ὁμογενεῖ μέσῳ, καὶ πρὸς ἀπόδειξιν διατίθενται παραλλήλως πολλὰ διαφράγματα, τετραπυρηνά κατὰ τὸ κέντρον οὕτως, ὥστε αἱ ὀπαὶ νὰ εὐρίσκωνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας γραμμῆς. Ἐὰν τότε θέσωμεν λαμπάδα ἀπέναντι τοῦ πρώτου διαφράγματος, βλέπομεν κάλλιστα τὴν φλόγα τῆς λαμπάδος διὰ τῶν ὀπῶν, ἀλλ' ἐκτοπιζομένου ἐνὸς τῶν διαφραγμάτων, δὲν βλέπομεν ταύτην.

**Ἐντασις τοῦ φωτός.**—Ἡ ἐντασις τοῦ φωτός δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ κατὰ τὰς διαφοροὺς ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ σημείου, ὅθεν πηγάζει, ἀλλ' ἐλαττοῦται καθ' ὅσον αὐξάνει τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως, ἢ, ὡς λέγουσιν οἱ μαθηματικοί, ἡ ἐντασις τοῦ φωτός εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων, ὅπερ σημαίνει ὅτι, ἐὰν σῶμα φωτεινὸν ἦναι, λόγου χάριν, τριπλασίως μεμακρυσμένον, φωτίζει ἐννεάκις ὀλιγώτερον.



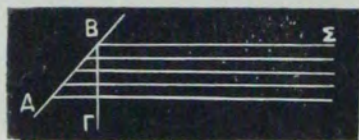
Ἀποδεικνύεται δὲ ὁ νόμος ὡς ἐξῆς. Ἐστω σημεῖον φωτεινὸν  $I$  (Σχ. 70) ἐκπέμπον πανταχόθεν ἀκτῖνας, ὧν μέρος δέχεται κυκλική τις ἐπιφάνεια, ἧς ἡ διάμετρος εἶναι  $AB$ . Λαμβάνοντες τὴν



Σχ. 70.

ἀπόστασιν  $IZ$  διπλασίαν τῆς  $IE$ , καὶ συνάπτοντες τὰ σημεῖα  $\Gamma$  καὶ  $\Delta$ , ἔχομεν τὴν γραμμὴν  $\Gamma\Delta$  διπλασίαν τῆς  $AB$ . Οὕτω λοιπὸν ὁ κύκλος ὁ ἔχων διάμετρον τὴν γραμμὴν ταύτην δέχεται ἴσην ποσότητα φωτὸς μετὰ τοῦ κύκλου τῆς διαμέτρου  $AB$ , ἀλλὰ τοῦ φωτὸς τούτου ἐπὶ μείζονος ἐπιφανείας διαχρομένου, ἕκαστον σημεῖον δέχεται ὀλιγώτερον. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἐπιφάνειαι τῶν κύκλων εἶναι πρὸς ἀλλήλας, ὡς τὰ τετράγωνα τῶν οἰκείων διαμέτρων, οἱ δύο κύκλοι εἶναι πρὸς ἀλλήλους ὡς τὰ τετράγωνα τῶν οἰκείων ἀποστάσεων ἀπὸ τοῦ σημείου  $I$ . Ὡστε ἐπὶ τοῦ κύκλου, οὔτινος ἡ ἀπόστασις εἶναι  $2$ , ἡ δὲ ἐπιφάνεια  $4$  σχετικῶς πρὸς τὴν τοῦ κύκλου  $AB$ , ἕκαστον μέρος ἴσον τῇ  $AB$  φωτίζεται τετράκις ὀλιγώτερον. Ἐπομένως ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων.

Ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἐγκλίσεως τῆς



Σχ. 71.

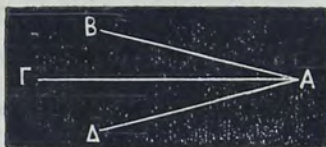
ἐκπεμπούσης τοῦτο ἐπιφανείας. Διότι ὅταν ἐπιφάνειά τις ἐγκεκλιμένη  $AB$  ἐκπέμπῃ φωτεινὰς ἀκτῖνας, ἡ ἔντασις τούτων τῶν ἀκτίνων εἶναι ἡ αὐτή, ὡς ἐὰν ἀνεχώρουν πᾶσαι ἐξ ἐπιπέδου  $B\Gamma$ , ἀγομένου καθέτως ἐπὶ τῆς διευθύνσεως αὐτῶν  $B\Sigma$  (Σχ. 71).

Συνάγεται δὲ ἐκ τῆς ἀρχῆς ταύτης, ὅτι ἡ ἐπιφάνεια φωτεινῆς σφαίρας ἀκτινοβολεῖ, ἐν οἵαδήποτε διευθύνσει, ὅσην ποσότητα καὶ ἡ ἐπιφάνεια μεγάλου κύκλου καθέτου ἐπὶ τῆς διευθύνσεως ταύτης. Καὶ ἐπιβεβαιούται τὸ φαινόμενον ὑπὸ τῆς πείρας



διότι, ἐὰν παρατηρήσωμεν φωτεινὴν σφαῖραν ἐν τῇ σκοτίᾳ, φαίνεται ὡς ἀπλοῦς κύκλος, καὶ διὰ τοῦτο ἡ σελήνη καὶ ὁ ἥλιος παρουσιάζονται ὑπὸ τὸ σχῆμα ἐπιπέδου δίσκου, ἐνῶ οὐδεμίαν ἔχουσι κυρτότητα τὰ ἄστρα ταῦτα.

**Τρόπος μετρήσεως τῆς σχετικῆς ἐντάσεως δύο φώτων.**  
—Τὰ ὄργανα δι' ὧν προσδιορίζονται αἱ σχετικαὶ δύο φώτων ἐντάσεις καλοῦνται *φωτόμετρα* καὶ τὸ ἀπλούστατον δύναται νὰ κατασκευασθῇ ὡς ἐξῆς. Ἄγομεν κατὰ πρῶτον ἐπὶ δαπέδου τινὸς μακρὰν εὐθεῖαν γραμμὴν ΑΓ (Σχ. 72), καὶ ἔπειτα δύο ἄλλας ΑΒ, ΑΔ, ἀποτελούσας μετὰ τῆς πρώτης δύο γωνίας ἴσας. Τίθενται τὰ συγκριτέα φῶτα ἐπὶ τῶν γραμμῶν ΑΒ, ΑΔ, καὶ μετὰ ταῦτα πηγνύομεν ἐν τῷ Α ῥάβδον ξυλίνην ἢ μεταλλικὴν, καὶ ὀπισθεν ταύτης διάφραγμα ἐκ χάρτου ἠλειμμένου δι' ἐλαίου.

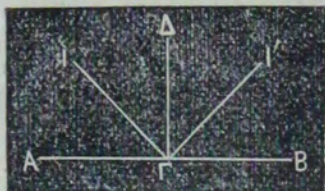


Σχ. 72.

Τότε ὁ παρατηρητὴς ἰστάμενος ὀπισθεν τοῦ διαφράγματος, καὶ ἐπὶ τῆς προεκτάσεως τῆς γραμμῆς τοῦ μέσου ΑΓ, κρίνει περὶ τοῦ ἀκριβῶς περὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἐπὶ τῶν γραμμῶν ΑΒ καὶ ΑΔ κειμένων φώτων ἐκ τῆς ἐντάσεως τῆς σκιᾶς ἣν προεκβάλλει ἡ ῥάβδος ἐπὶ τοῦ διαφράγματος. Ἐὰν ἡ ἑτέρα τῶν σκιῶν ἦναι ζοφερωτέρα, ἐκτοπίζομεν τὸ ἕτερον τῶν φώτων καὶ προσπλησιάζομεν τοῦτο μέχρις οὗ ἀμφοτέραι αἱ προεκβαλλόμεναι σκιαὶ ἐπὶ τοῦ διαφράγματος φωτισθῶσιν ἐξίσου· γνωστοῦ δὲ ὄντος, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως, ἀρκεῖ τότε νὰ μετρηθῇ ἡ ἀπόστασις ἐκάστου φωτὸς ἀπὸ τοῦ σημείου Α.

**Ἀνάκλασις τοῦ φωτός.**—Ὅταν ἀκτὶς φωτὸς προσπίπτῃ ἐπὶ λείας ἐπιφανείας κατόπτρου, ἡ ἀκτὶς αὕτη ἀνακλάται καθ' ὠρισμένην διεύθυνσιν.

Ἐστω  $AB$  (Σχ. 73) ἡ λεία ἐπιφάνεια κατόπτρου,  $IG$  δὲ ἡ



Σχ. 73.

προσπίπτουσα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ταύτης ἀκτίς· ἡ  $I'G$  ἔσται ἡ διεύθυνσις τῆς ἀνακλωμένης ἀκτίνος. Διότι, ἐὰν ὑψώσωμεν ἐκ τοῦ σημείου τῆς προσπτώσεως  $G$  τὴν κάθετον  $GD$ , καλουμένην *κατοπτικήν*,

εὐρίσκομεν τὰς γωνίας  $IGD$  καὶ  $I'GD$  ἐντελῶς ἴσας. Ἀνακλώμενον δὲ τὸ φῶς ὑπόκειται εἰς τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

1<sup>ο</sup> Ἡ τῆς ἀνακλάσεως γωνία εἶναι ἴση τῇ τῆς προσπτώσεως.

2<sup>ο</sup> Ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς κεῖνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τῆς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας.

Οἱ δὲ νόμοι τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς ᾧδήγησαν εἰς σπουδαίας ἐφαρμογὰς ἐν τοῖς κατόπτροις.

**Κάτοπτρα.**—Ὀνομάζεται *κάτοπτρον* πᾶσα λεία ἐπιφάνεια προωρισμένη νὰ παράγῃ διὰ τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς τὰς εἰκόνας τῶν ἀπέναντι κειμένων ἀντικειμένων.

Σχετικῶς πρὸς τὰς συνιστώσας οὐσίας, τὰ κάτοπτρα εἶναι ἢ μεταλλικὰ ἢ κρυστάλλινα, καὶ τὰ μὲν, ἀποτελοῦνται ἐκ χαλκοῦ ἢ ἐκ μίγματος διαφόρων μετάλλων, τὰ δὲ ἐκ τεμαχίου ὑέλου ἐπιτετριμμένης, κατὰ τὴν ἑτέραν τῶν ἐπιφανειῶν, διὰ συνυδραργυρώματος κασσιτέρου, κασσιτερώματος καλουμένου. Ἐχουσι δὲ τὴν ἐξῆς ἀξιοσημείωτον διαφορὰν, ὅτι τὰ μὲν μεταλλικὰ κάτοπτρα, ἔχοντα μίαν ἀνακλώσαν ἐπιφάνειαν, σχηματίζουν ἐν εἰδῶλον μόνον, τὰ δὲ κρυστάλλινα, πολλὰς ἔχοντα ἀνακλώσας ἐπιφανείας, σχηματίζουν πολλὰ εἰδῶλα ἐξ ἑνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ ἀντικειμένου.

Ὡς ἐκ τοῦ σχήματος δέ, τὰ κάτοπτρα εἶναι ἐπίπεδα, σφαιρικὰ κυρτὰ καὶ σφαιρικὰ κοῖλα.

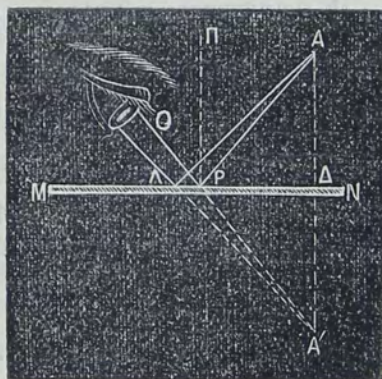
**Κάτοπτρα ἐπίπεδα.**—Ὀνομάζονται ἐπίπεδα τὰ κάτοπτρα,



ἔταν κανὼν εὐθύτατος ἐφαρμόζεται ἀκριβῶς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

Τὰ ἐκ τῆς ἀνακλάσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων παραγόμενα εἶδωλα ἐπὶ τῶν ἐπιπέδων κατόπτρων ἔχουσι πάντοτε τὸ σχῆμα καὶ τὰς διαστάσεις τῶν ἀντικειμένων, αἱ δὲ θέσεις αὐτῶν εἶναι πάντοτε συμμετρικαί, ἤτοι τὰ εἶδωλα κεῖνται ὀπισθεν τῆς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας, ὡς τὰ ἀντικείμενα ἴστανται ἀπέναντι, κατὰ τὴν αὐτὴν ἀπόστασιν.

Ἐστω, λόγου χάριν, σημεῖον φωτεινὸν  $A$  (Σχ. 74) κείμενον ἀπέναντι ἐπιπέδου κατόπτρου  $MN$ . Οἷαδὴποτε ἀκτὶς  $AP$ , ἀναχωροῦσα ἐκ τοῦ σημείου τούτου καὶ προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου, ἀνακλᾶται κατὰ τὴν διεύθυνσιν  $PO$ , ἀποτελοῦσα τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως  $OPH$  ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως  $APH$ . Ἐὰν τότε καταχθῆ ἀπὸ τοῦ σημείου  $A$  ἡ κάθετος  $AA'$  ἐπὶ τοῦ κατόπτρου καὶ παρεκταθῆ αὕτη ὡς καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς  $OP$  μέχρις οὗ συναντηθῶσιν ἐν σημείῳ  $A'$  ὑποκάτω τοῦ κατόπτρου, ἀποτελοῦνται δύο τρίγωνα ἴσα  $APΔ$  καὶ  $ΔPA'$ . Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι  $ΔA'$  εἶναι ἴση τῇ  $ΔA$ , ἤτοι ἀκτὶς οἷαδὴποτε  $AP$  ἀνακλᾶται κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ὥστε προεκβαλλομένη ὑποκάτω τοῦ κατόπτρου τέμνει τὴν κάθετον  $AA'$  εἰς σημεῖον  $A'$  ἀπέχον ἀκριβῶς ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ὅσον καὶ αὐτὸ τὸ σημεῖον  $A$ .



Σχ. 74.

Εἶναι δὲ φανερόν, ὅτι συμβαίνει τὸ αὐτὸ καὶ εἰς τὴν ἀκτῖνα  $AA$ , ὡς καὶ εἰς πᾶσαν ἀκτῖνα ἀναχωροῦσαν ἀπὸ τοῦ σημείου  $A$ .

Ὅταν πεφωτισμένον ἀντικείμενον εὕρεθῆ μεταξὺ δύο παραλλήλων ἐπιπέδων κατόπτρων, γινῶνται ἄπειρα εἶδωλα, παρα-



γόμενα πάντα ἐκ τῆς ἀνακλάσεως τῶν δύο κατόπτρων, ὡς εἶναι εὐκολον νὰ παρατηρήσωμεν, μεταξὺ δύο κατοπτρικῶν κρυστάλλων ἰστάμενοι. Ἐὰν τὸ φῶς, κατὰ τὴν σειρὰν ταύτην τῶν διαδοχικῶν ἀνακλάσεων, δὲν ἀπέβαλλεν ἐκ τῆς λάμψεως αὐτοῦ, τὰ εἶδῶλα θὰ ἐπολλαπλασιάζοντο ἐπ' ἄπειρον· ἀλλ' ὅμως κατὰ πᾶσαν ἀνάκλασιν, αἱ ἀκτῖνες γίνονται ἀσθενέστεραι, καὶ ἐπομένως τὰ εἶδῶλα ἀμυδροῦνται καθ' ὅσον ἀπομακρύνονται, καὶ ἐπὶ τέλους καθίστανται ἀόρατα.

Τὰ αὐτὰ φαινόμενα παρατηροῦνται καὶ μεταξὺ δύο ἐγκεκλιμένων κατόπτρων, μετὰ μόνης τῆς διαφορᾶς, ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδώλων δὲν εἶναι ἄπειρος, ἀλλὰ περιοριζόμενος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ὑπὸ τῶν κατόπτρων ἀποτελουμένης γωνίας.

Τὰ δὲ ὑπὸ τῶν ἐπιπέδων κατόπτρων παραγόμενα εἶδῶλα εἶναι πάντοτε κατ' ἔμφασιν, ὅπερ σημαίνει ὅτι πράγματι δὲν ὑφίστανται τὰ εἶδῶλα ταῦτα, ἀλλ' εἶναι ἀπατηλαὶ ἐπιφάνειαι μὴ δυνάμεναι νὰ ληθῶσιν ἐπὶ λευκοῦ χάρτου ἢ ἐπὶ ἀμαυρᾶς ὑέλου.

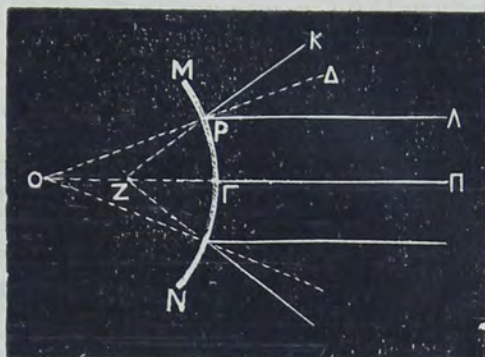
**Κάτοπτρα σφαιρικὰ κυρτά.** — Ὀνομάζονται *κάτοπτρα σφαιρικὰ κυρτά* τὰ ἐκ τῆς ἐξωτερικῆς ἢ τῆς κυρτῆς ἐπιφανείας σφαίρας τινὸς ἀποτελούμενα.

Ἐν τοῖς κυρτοῖς κατόπτροις, αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες δὲν συναντῶνται ποτε εἰς τι σημεῖον τῆς διευθύνσεως, ἀλλὰ μόνον εἰς τὸ σημεῖον τῆς προεκτάσεως αὐτῶν. Ὅθεν τὰ ὑπὸ τῶν κυρτῶν κατόπτρων παραγόμενα εἶδῶλα εὐρίσκονται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος μετὰ τῶν παριστωμένων ἀντικειμένων, καὶ φαίνονται ὀψθεν τῆς ἐπιφανείας τοῦ κατόπτρου, ἀλλὰ πάντοτε μικρότερα.

Ἐν τῷ ἐπισυνημμένῳ σχήματι (Σχ. 75), *O* εἶναι τὸ κέντρον τοῦ κατόπτρου, ἥτοι τὸ κέντρον τῆς σφαίρας εἰς ἣν ἀνήκει τὸ κάτοπτρον· *Γ* εἶναι τὸ μέσοντῆς ἐπιφανείας τοῦ κατόπτρου ἢ τὸ κέντρον τοῦ σχήματος, καὶ *ΠΟ* ὁ κύριος ἄξων, γραμμὴ εὐθεῖα



διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου καὶ διὰ τοῦ μέσου τοῦ κατόπτρου. Ἐστὼ λοιπὸν φωτεινὴ ἀκτὶς  $AP$  προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου  $MN$  παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα  $ΠΟ$ · ἡ ἀκτὶς αὕτη ἀνακλάται κατὰ τὴν  $PK$  ἀποτελοῦσα μετὰ τῆς κανονικῆς  $ΟΔ$  τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως  $KPA$  ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως  $ΔPA$ . Ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς, ἀποκλίνουσα, δὲν δύναται νὰ συναντήσῃ κατ'εὐθεΐαν τὸν κύριον ἄξονα, ἀλλ' εἰσχωρεῖ ἐν τῷ ὀφθαλμῷ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ὡστε ἤρχετο ἐκ σημείου  $Z$ , κειμένου ἐπὶ τοῦ ἄξονος ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου. Τοῦτο τὸ ση-



Σχ. 75.

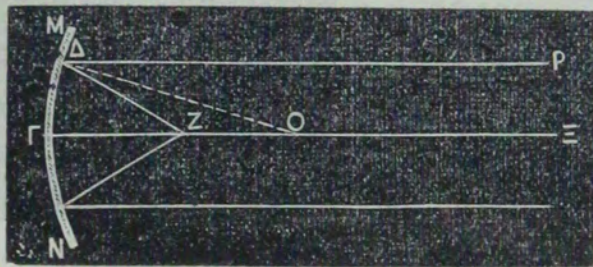
μεῖον  $Z$  εἶναι ἡ λεγομένη αὐτοδύναμος ἐστία, ἥτοι τὸ σημεῖον ὅθεν φαίνονται προσερχόμενοι, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν αὐτῶν, πᾶσαι αἱ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου παραλλήλως πρὸς τὸν ἄξονα προσπίπτουσαι ἀκτῖνες. Ὅθεν ἔπεται, ὅτι τὰ εἰδῶλα τὰ παραγόμενα ὑπὸ τῶν κυρτῶν κατόπτρων εἶναι πάντοτε κατ' ἔμφασιν ὡς ἐν τοῖς ἐπιπέδοις κατόπτροις.

**Κάτοπτρα σφαιρικὰ κοῖλα.** — Ὀνομάζονται κάτοπτρα σφαιρικὰ κοῖλα τὰ ἀποτελούμενα ἐκ τῆς ἐσωτερικῆς ἢ τῆς κοίλης ἐπιφανείας σφαιρας τινός.

Δὲν συμβαίνει εἰς τὰ ὑπὸ τῶν κοίλων κατόπτρων εἰδῶλα, ὅτι εἰς τὰ ὑπὸ τῶν κυρτῶν παραγόμενα. Ὅταν δέσμη φωτεινὴ προσπέσῃ ἐπὶ κοίλου κατόπτρου πᾶσαι αἱ ἀκτῖνες διασταυροῦνται πράγματι, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν, εἰς σημεῖον, κυρίαν ἐστίαν τοῦ κατόπτρου καλουμένην. Ὡστε ἡ κυρία ἐστία εἶναι τὸ σημεῖον ἐνθα συντρέχουσιν, ἀφοῦ ἀνακλασθῶσιν, αἱ ἀκτῖνες αἵτινες, πρὸ

τῆς προσπτώσεως, ἦσαν παράλληλοι πρὸς τὸν κύριον ἄξονα. Καὶ ἡ μὲν κυρία ἐστία κεῖται πάντοτε πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος μετὰ τοῦ ἀντικειμένου, σχετικῶς πρὸς τὸ κάτοπτρον, ἐνῶ ἡ αὐτοδύναμος ἐστία κεῖται πάντοτε πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος τοῦ κατόπτρου. Τὰ δὲ εἶδωλα τὰ προσρχόμενα ἐκ τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτὸς ἐπὶ τῶν κοίλων κατόπτρων κεῖνται ἔμπροσθεν τῶν κατόπτρων τούτων, κατὰ θέσιν ἀνεστραμμένην σχετικῶς πρὸς τὸ ἀντικείμενον.

Ἐν τῷ 76 σχήματι, Ο εἶναι τὸ κέντρον τοῦ κατόπτρου, Γ



Σχ. 76.

τὸ κέντρον τοῦ σχήματος, ΟΞ ὁ κύριος ἄξων. Ἐστω δὲ ἀκτὶς φωτεινὴ ΡΔ προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ΜΝ παράλληλως πρὸς τὸν ἄξονα ΟΞ· αὕτη ἀνακλάται κατὰ τὴν ΔΖ, ἀποτελοῦσα γωνίαν ἀνακλάσεως ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως. Τὸ δὲ σημεῖον Ζ, ἐνθα τέμνονται αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες, εἶναι ἡ κυρία ἐστία τοῦ κατόπτρου.

Ἐὰν ὑπὸ τῶν κοίλων κατόπτρων παραγόμενα εἶδωλα εἶναι γενικῶς καθ' ὑπόστασιν, ἥτοι δύνανται νὰ ληφθῶσιν ἐπὶ λευκοῦ χάρτου ἢ ἐπὶ ἀμαυρᾶς ὑάλου, καὶ παρίστανται τότε ἀνεστραμμένα, ἀλλ' ἐὰν τὸ ἀντικείμενον κεῖται μετὰ τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς ἐστίας, τὸ εἶδωλον εἶναι κατ' ἔμφασιν, ὄρθιον καὶ μεμηκυμένον.

Ἐπὶ τὸ ὄνομα ἀνάκλαστρα, τὰ καμπύλα κάτοπτρα χρησιμεύουσι πολλάκις, εἴτε πρὸς συγκέντρωσιν τοῦ φωτὸς ἐπὶ δεδο-



μένου σημείου, είτε πρὸς διασκόρπισιν αὐτοῦ καὶ μεταφορὰν κατ' ἀποστάσεις μεγάλας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΚΔ'.

Διάθλασις τοῦ φωτός· ἀποτελέσματα. — Πρίσμα. — Ἡλιακὸν φάσμα. — Ἀποσύνθεσις καὶ ἀνασύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός. — Φακοί. — Ὀπτικὰ ὄργανα. — Ἀπλαῦν μικροσκόπιον. — Σύνθετον μικροσκόπιον. — Δίοπτρα. — Δίοπτρον Γαλιλαίου. — Δίοπτρον ἀστρονομικὸν καὶ δίοπτρον γήϊνον. — Τηλεσκόπιον. — Σκοτεινὸς θάλαμος. — Δαγγεροτυπία. — Φωτογραφία.

**Διάθλασις τοῦ φωτός.** — Ὀνομάζεται *διάθλασις* ἡ μεταβολὴ τῆς διευθύνσεως, ἣν ὑφίσταται φωτεινὴ ἀκτίς, διερχομένη διὰ διαφανοῦς μέσου εἰς ἕτερον, λόγου χάριν διὰ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, διὰ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ἕβλον, ἢ τὸ ἀνάπαλιν. Ἴνα δὲ συμβῆ διάθλασις, ἀνάγκη νὰ μὴ τύχη ἡ φωτεινὴ ἀκτίς κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ χωρισμοῦ τῶν δύο μέσων, διότι ἄνευ τούτου ἐξακολουθεῖ τὸν δρόμον αὐτῆς κατ' εὐθείαν γραμμὴν· ἀνάγκη προσέτι νὰ μὴ ὑπερβαίνει ἡ πλαγιότης αὐτῆς γωνίαν τινὰ μεταβλητὴν δι' ἐκάστην οὐσίαν καὶ καλουμένην *γωνίαν ὀρικὴν*· ἀνάγκη τέλος νὰ ἔχωσι πυκνότητα διάφορον τὰ μέσα, δι' ὧν διέρχεται ἡ φωτεινὴ ἀκτίς.

Ἐὰν τὸ δεῦτερον μέσον τύχη πυκνότερον τοῦ πρώτου, ἡ φωτεινὴ ἀκτίς, ἐὰν προσπίπτῃ πλαγίως, θλάται διερχομένη, λόγου χάριν, διὰ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, καὶ πλησιάζει εἰς τὴν κανονικὴν κατὰ τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως, ὁπότε λέγομεν, ὅτι τὸ δεῦτερον μέσον εἶναι *διαθλαστικώτερον* τοῦ πρώτου.

Ἐὰν τὸ δεῦτερον μέσον τύχη ἥττον πυκνὸν τοῦ πρώτου, ἡ διαθλωμένη ἀκτίς ἀπομακρύνεται τῆς κανονικῆς κατὰ τὸ ση-

μείον τῆς προσπτώσεως, καὶ τότε λέγομεν ὅτι τὸ δεύτερον μέσον εἶναι ἥττον διαθλαστικόν τοῦ πρώτου (1).

Ἀποτελέσματα τῆς διαθλάσεως τοῦ φωτός.—Τὰ ἀποτελέσματα τῆς διαθλάσεως τοῦ φωτός εἶναι πολλὰ καὶ διάφορα, ἀρκεῖ δὲ νὰ εἰπωμέν τινα ἐκ τούτων.

Τὰ ἐμβεβαπτισμένα σώματα εἰς μέσον μᾶλλον ἢ ἥττον διαθλαστικώτερον τοῦ ἀέρος, παρατηρούμενα ἐντὸς τοῦ μέσου τούτου, φαίνονται μεταβάλλοντα θέσιν καὶ σχῆμα, καὶ τὸ φαινόμενον δύναται νὰ ἀποδειχθῇ διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων. Ἐμβάλλομεν τεμάχιον ἀργύρου ἐν τῷ πυθμένι ἀγγείου τινὸς ἔχοντος σκιεροὺς τοὺς τοίχους, καὶ ἀπομακρυνόμεθα βαθμηδόν, μέχρις οὗ τὰ χεῖλη τοῦ ἀγγείου ἐμποδίσωσι τὴν θέαν τοῦ τεμαχίου. Ἐὰν τότε χύσωμεν ὕδωρ ἐν τῷ ἀγγείῳ, μετὰ προσοχῆς νὰ μὴ ἐκτοπισθῇ τὸ τεμάχιον, γίγνεται πάραυτα ὄρατὸν τοῦτο, καὶ συγχρόνως φαίνεται οἶονεὶ ἀνεγειρόμενον μετὰ τοῦ πυθμένος τοῦ ἀγγείου. Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι ἐθραύσθη ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἀναδύσεως, ἥτοι καθ' ἣν στιγμὴν διέρχεται διὰ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, ἢ, ἐν ἄλλαις λέξεσι, ἐγένετο διάθλασις. Ὡσαύτως δέ, ἐὰν ἐμβεβαπίσωμεν πλαγίως καὶ ἐν μέρει ῥάβδον τινὰ ἐν τῷ ὕδατι, ἡ ῥάβδος αὕτη φαίνεται τεθλασμένη κατὰ τὸ σημεῖον τῆς καταδύσεως, προφανῆς ἀπόδειξις, ὅτι ὑπάρχει ἐκτροπὴ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων.

Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ διαθλά τὰς φωτεινὰς ἀκτῖνας, τὰς κατερχομένας ἐκ τῶν ἀστρῶν καὶ ἐκ τοῦ ἡλίου. Τῷ ὄντι δὲ αἱ ἀκτῖνες αὗται διερχόμεναι διὰ τοῦ κενοῦ εἰς τὸν ἀέρα καὶ διὰ στρωμάτων ἀέρος ἥττον πυκνῶν εἰς στρώματα πυκνότερα, δὲν κινοῦνται κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν, καὶ οὕτω διαθλῶνται. Διὰ τοῦτο

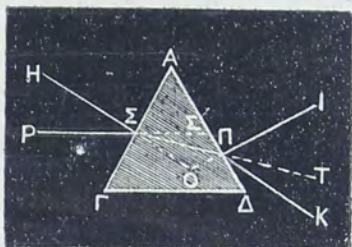
(1) Ἡ διαθλαστικότης τῶν σωμάτων δὲν εἶναι πάντοτε ἀνάλογος πρὸς τὴν πυκνότητά αὐτῶν.



ὁ ἥλιος καὶ τὰ ἄστρα φαίνονται ἡμῖν ὑψηλότερα ὑπὲρ τὸν ὄριζοντα, ἢ ὅσον πραγματικῶς εἶναι· διὰ τοῦτο βλέπομεν τὸν ἥλιον καὶ τὴν σελήνην μετὰ τὴν δύσιν καὶ ἔτι πρὸ τῆς ἀνατολῆς αὐτῶν· ἐκ τῆς διαθλάσεως δὲ σχηματίζεται καὶ τὸ προαγγέλλον τὴν ἡμέραν *λυκαυγές*, καὶ τὸ προηγούμενον τῆς ἑσπέρας *λυκόφως*. Ἄλλ' ὅμως τὸ περιεργότατον τῆς διαθλάσεως εἶναι ἡ ἀποσύνθεσις τῆς φωτεινῆς ἀκτίνος, ὅταν διέρχηται διὰ τοῦ πρίσματος.

**Πρίσμα.**— *Πρίσμα* καλεῖται, ἐν τῇ ὀπτικῇ, πᾶν διαφανὲς μέσον περατούμενον εἰς δύο ἐπιπέδους ἐπιφανείας ἐγκλινούσας πρὸς ἀλλήλας· ἐντελὲς δὲ πρίσμα εἶναι τὸ ἐν τῇ γεωμετρίᾳ λεγόμενον *τριγωνικὸν πρίσμα*.

Κατὰ τὴν πορείαν φωτεινῆς ἀκτίνος διὰ τοῦ πρίσματος, ἔστω ἀκτίς τις ΡΣ προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ πρίσματος ΓΑΔ (Σχ. 77)· ἡ ἀκτίς αὕτη μὴ οὖσα



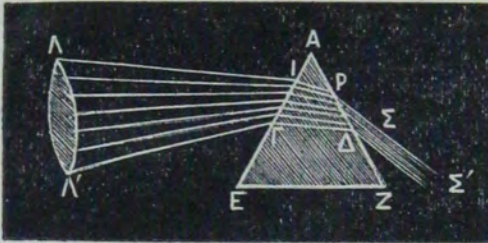
Σχ. 77.

κάθετος, μηδὲ λίαν πλαγία ἐπὶ τῆς ἑδρας ΑΓ, διαθλάται πησιάζουσα εἰς τὴν κάθετον ΗΣΟ, καὶ ἀντὶ νὰ ἀκολουθήσῃ τὴν γραμμὴν ΣΥ', λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΣΠ. Ὅταν δ' ἔπειτα διέλθῃ κατὰ τὸ σημεῖον Π, διὰ τῆς ὑέλου εἰς τὸν ἀέρα, τὸ ὑναντίον ἐκτρέπεται τῆς καθέτου ΗΠΟ, καὶ ἀντὶ νὰ ἀκολουθήσῃ τὴν γραμμὴν ΠΤ, λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν ΠΚ.

**Ἡλιακὸν φάσμα.**— Ἐὰν προσπέσῃ ἐπὶ πρίσματος υαλίνου ΕΑΖ (Σχ. 78) χρωστήρ τις ΣΥ' ἡλιακοῦ φωτός, καὶ ληφθῇ τὸ εἶδωλον ἐπὶ διαφράγματος, παρατηροῦνται τὰ ἐξῆς φαινόμενα. Ὁ χρωστήρ τοῦ φωτός, εἰσερχόμενος διὰ ΡΔ, καὶ ἐξερχόμενος διὰ ΓΓ, διαστέλλεται καὶ διαθλάται συνάμα, καὶ τὸ ἐπὶ τοῦ διαφράγματος εἶδωλον ΑΔ' φαίνεται ἐπίμηκες, ἐστρογγυλωμένον κατὰ τὰ δύο ἄκρα καὶ ποικιλόχρωμον. Τὸ εἶδωλον τοῦτο ὠνομάσθη



ἡλιακὸν φάσμα καὶ μεταξὺ τῶν ἐπ' αὐτοῦ παρουσιαζομένων  
 χρωματισμῶν διακοίνονται ἑπτὰ ἀρχικὰ χρώματα, ἅτινα διαι-



Σχ. 78.

ροῦσι τούτο εἰς ἰσαριθμοὺς ἐγ-  
 καρσίους ταινίας, μὴ ἐχούσας  
 τὴν αὐτὴν εἰς ὕψος διάστασιν,  
 διατεταγμένας δὲ κατὰ τὴν  
 ἐξῆς σειρὰν ἰοειδές, πορφυ-  
 ροῦν, κυανοῦν, πράσινον, ξαν-

θόν, χρυσοειδές, ἐρυθρόν· τοῦ ἰοειδοῦς ὄντος εἰς τὸ κάτω μέρος,  
 τοῦ δὲ ἐρυθροῦ εἰς τὸ ἄνω μέρος τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος.

Ἀποσύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός.—Ἡ ἀποσύνθεσις τοῦ  
 λευκοῦ φωτός διὰ τοῦ πρίσματος ἐξηγεῖται ἐκ τῆς ἀρχῆς ὅτι αἱ  
 ποικιλόχρωμοι ἀκτῖνες εἶναι ἀνίσως διαθλαστικαί, ἤτοι ἐπιδέ-  
 χονται ἄνισον διάθλασιν. Τῷ ὄντι δὲ πᾶσαι αἱ ἀκτῖνες αἱ συνι-  
 σῶσαι τὴν δέσμην τοῦ λευκοῦ φωτός εἶναι παράλληλοι καὶ προσ-  
 πίπτουσι ἐπὶ τοῦ πρίσματος κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ὥστε, ἐὰν  
 ἦσαν ἐξίσου διαθλασταί, θὰ διετέλουν παραλλήλως καὶ μετὰ τὴν  
 ἐκ τοῦ πρίσματος ἀνάδυσιν ἢ ἐξόδον, καὶ ἡ δέσμη θὰ διατηρεῖτο  
 λευκή. Ἀλλ' ὅμως δὲν συμβαίνει οὕτω· διότι καὶ εἰσερχόμεναι  
 καὶ ἐξερχόμεναι αἱ ἀκτῖνες ἀποχωρίζονται, καὶ αἱ μὲν ἰοειδεῖς  
 ἀκτῖνες προεκβάλλονται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ φάσματος,  
 αἱ δὲ ἐρυθραὶ κατέχουσι τὸ ὑψηλότερον μέρος· ἡ ἀνισότης δὲ  
 αὕτη τῶν γωνιῶν τῆς ἐξόδου ἢ ἀναδύσεως ἀποδεικνύει ὅτι αἱ  
 ἰοειδεῖς ἀκτῖνες εἶναι πολὺ διαθλαστώτεραι τῶν ἐρυθρῶν, αὗται  
 δὲ ὀλιγώτερον πασῶν.

Ἀνασύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός.—Τὸ προηγούμενον πεί-  
 ραμα ἀποδεικνύει ἀρκούντως, ὅτι τὸ λευκὸν χρῶμα εἶναι μίγμα  
 ἢ συγχώνευσις τῶν ἑπτὰ ἀρχικῶν χρωμάτων· ἀλλὰ παρατηρεῖ-  
 ται τὸ αὐτὸ ἀποτελεσμα, καὶ ἐὰν ἀνασυντεθῇ τὸ λευκὸν χρῶμα



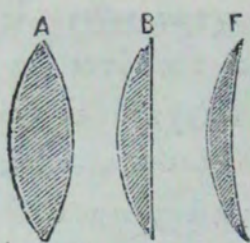
μετὰ τῶν ἑπτὰ χρωμάτων, ἅπερ χορηγεῖ τὸ πρίσμα. Ἡ ἀνασύνθεσις αὕτη γίγνεται διὰ πολλῶν πειραμάτων, ἰδίως δὲ διὰ τῶν ἐξῆς. Ἐὰν δεχθῶμεν τὸ ὑπό τινος πρίσματος σχηματισθὲν φάσμα ἐπὶ ἐτέρου πρίσματος τῆς αὐτῆς οὐσίας καὶ τῆς αὐτῆς διαθλαστικῆς γωνίας, ἀλλ' οὕτως ὥστε τὸ φῶς νὰ ἐξέρχεται ἐκ τοῦ δευτέρου πρίσματος δι' ἑδρας παραλλήλου πρὸς ἐκείνην, δι' ἧς εἰσῆλθεν ἐν τῷ πρώτῳ πρίσματι, βλέπομεν ὅτι ἡ ἀναδύουσα δέσμη εἶναι ἄχρωμος, ὡς καὶ ἡ προσπίπτουσα. Ὡσαύτως ἐὰν δεχθῶμεν ἐπὶ κοίλου κατόπτρου τὴν κεχρωματισμένην δέσμη τὴν ἐξερχομένην ἐκ τοῦ πρίσματος, πᾶσαι αὗται αἱ ποικιλόχρωμοι ἀκτῖνες ἀνασυνθέτουσι λευκὸν φῶς ἐν τῇ ἐστία τοῦ κατόπτρου.

Καὶ ἡ ἴρις ἢ τὸ οὐράνιον τόξον εἶναι φαινόμενον ἐκ τῆς ἀνασυνθέσεως τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς προερχόμενον. Παράγεται δὲ ὑπὸ συνόλου τινὸς ἀνακλάσεων καὶ διαθλάσεων, ἃς ὑφίστανται αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες εἰσχωροῦσαι εἰς τὰς σταγόνας τοῦ ὕδατος, ὅταν νέφος διαλύηται εἰς βροχὴν. Παρουσιάζεται δὲ τὸ φαινόμενον μόνον ὅταν ὁ ἥλιος εὐρίσκηται ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος, καὶ ἵνα παρατηρηθῇ, πρέπει νὰ ἴσταται τις μεταξὺ τοῦ ὀμβρώδους νέφους καὶ τοῦ ἡλίου, ἔχων τὰ νῶτα ἐστραμμένα πρὸς τοῦτο τὸ ἄστρον, ὅσον δὲ ὁ ἥλιος κεῖται χαμηλότερα ἐπὶ τοῦ ὀρίζοντος, τόσον πλέον τὸ οὐράνιον τόξον φαίνεται ἀνεπτυγμένον.

Φακοί.—Μεταξὺ τῶν ὠραίων ἐφαρμογῶν εἰς ἃς ἡ γνῶσις τῶν νόμων τῶν διαθλάσεων ὠδήγησε τὸν νοῦν τοῦ ἀνθρώπου, κατατακτέον τὴν ἐπινόησιν τῶν φακοειδῶν ὑάλων ἢ φακῶν. Ὀνομάζονται δὲ φακοὶ ἐν τῇ ὀπτικῇ ὕλοι περατούμεναι ἐκατέρωθεν εἰς σφαιρικὴν ἐπιφάνειαν, ἢ ἐκ τοῦ ἐνὸς μέρους εἰς σφαιρικὴν ἐκ δὲ τοῦ ἐτέρου εἰς ἐπίπεδον ἐπιφάνειαν, καὶ διαιροῦνται εἰς συγκλίνοντας καὶ ἀποκλίνοντας κατὰ τὴν ἐπὶ τῶν φωτεινῶν ἀκτῖνων ὑπ' αὐτῶν παραγομένην ἐνέργειαν.



Συγκλίνοντες φακοί. — Οί συγκλίνοντες φακοί, καλούμενοι οὕτως, ἐπειδὴ συγκλίνουσιν ἢ συγκεντροῦσιν εἰς ἓν μόνον



Σχ. 79.

σημεῖον τὰς φωτεινὰς ἀκτῖνας, περιλαμβάνουσι· 1<sup>ον</sup> τὸν ἀμφικύρτον Α (Σχ. 79). 2<sup>ον</sup> τὸν ἐπιπεδόκυρτον Β· 3<sup>ον</sup> τὸν κοιλόκυρτον ἢ συγκλίνοντα μηρίσκον Γ, ὄντας παχύτερους κατὰ τὸ μέσον ἢ πρὸς τὰ χεῖλη.

Ἄξων τοῦ φακοῦ εἶναι ἡ γραμμὴ ἢ συνάπτουσα τὰ δύο τῆς καμπυλότητος κέντρα τῶν δύο ἐπιφανειῶν αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ ἐπὶ ἀμφικύρτου φακοῦ προσπέσωσιν ἀκτῖνες φωτειναὶ παραλλήλως τῷ ἄξωνι, αἱ διαθλώμεναι ἀκτῖνες κατὰ τὴν ἔξοδον αὐτῶν ἐκ τοῦ φακοῦ, τέμνουσι τὸν ἄξωνα τοῦτον αἰσθητῶς κατὰ τὸ αὐτὸ σημεῖον, καὶ τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται *κυρία ἐστία*. Προσδιορίζεται δὲ εὐκόλως ἡ ἐστία αὕτη διὰ τοῦ πειράματος, ἐὰν δεχθῶμεν ἐπὶ τοῦ φακοῦ δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων καὶ ζητήσωμεν, δι' ἀμαυρᾶς ὑέλου, τὸ σημεῖον ἔνθα αἱ διατεθλασμέναι ἀκτῖνες παριστῶσι τὰ μάλιστα ζωηρὸν καὶ καθαρὸν τὸ εἶδωλον τοῦ ἡλίου. Ἡ δὲ ἀπόστασις τῆς κυρίας ἐστίας ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ φακοῦ καλεῖται *κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις*.

Εἶναι εὐκόλον νὰ ἴδωμεν, ὅτι ἐὰν σημεῖον φωτεινὸν ἔκειτο ἐπὶ τῆς κυρίας ἐστίας, αἱ ἀποκλίνουσαι ἀκτῖνες αἰ πηγάζουσαι ἐκ τοῦ σημείου τούτου θὰ ἐξήρχοντο ἐκ τοῦ φακοῦ καὶ θὰ παρεῖχον δέσμην παραλλήλων ἀκτίνων. Ἐὰν ὅμως τὸ φωτεινὸν κεῖται ἀπωτέρω τοῦ φακοῦ ἢ ἡ κυρία ἐστία, αἱ ἀκτῖνες κατὰ τὴν ἔξοδον αὐτῶν, συναντῶσι τὸν ἄξωνα ἐκ τοῦ ἐτέρου μέρους τοῦ φακοῦ καὶ ἀποτελοῦσιν εἶδωλον τοῦ φωτεινοῦ σημείου, καὶ τὸ σημεῖον ἔνθα εὐρίσκεται τὸ εἶδωλον τοῦτο καλεῖται *συζυγῆς ἐστία* (1). Ὅσον

(1) Συζυγεῖς ἐστίας λέγοντες ἐννοοῦσι δύο σημεῖα κείμενα οὕτως ὥστε, ἐὰν τὸ ἓν ἦναι φωτεινόν, τὸ ἕτερον εἶναι ἡ ἐστία αὐτοῦ.



δὲ τὸ φωτεινὸν σημεῖον πλησιάζει εἰς τὸν φακόν, τόσον ἢ συζυγῆς ἐστὶ αὐτοῦ ἀπομακρύνεται. Ἐὰν τέλος τὸ φωτεινὸν σημεῖον κείται μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ φακοῦ, αἱ ἀκτῖνες, κατὰ τὴν ἔξοδον αὐτῶν, ἐκτρέπονται τοῦ ἄξονος, ἀλλὰ πολὺ ὀλιγώτερον ἢ αὐταὶ αἱ εὐθεῖαι ἀκτῖνες, καὶ ἡ προεκβολὴ τῶν διαθλωμένων ἀκτίνων συναντῶσι τὸν ἄξονα ἐν τῷ αὐτῷ σημείῳ, καὶ ἀποτελοῦσιν ἐστίαν αὐτοδύναμον<sup>(1)</sup>.

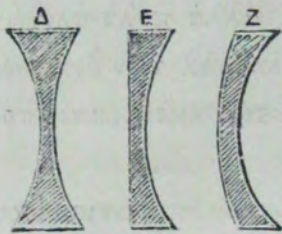
Ἐὰν θέσωμεν ἀπέναντι συγκλίνοντος φακοῦ πεφωτισμένου ἀντικείμενον, λαμβάνομεν εἶδωλον πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον τοῦ ἀντικειμένου τούτου. Καὶ ἐὰν μὲν τὸ ἀντικείμενον εὐρεθῆ πολὺ μακρὰν κατὰ πρῶτον, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ εἶναι μικρότερον καὶ κείται περίπου πλησίον τῆς κυρίας ἐστίας, ἀλλὰ καθ' ὅσον πλησιάζει εἰς τὸν φακόν τὸ ἀντικείμενον, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ, πάντοτε πραγματικὸν καὶ ἀνεστραμμένον, ἀπομακρύνεται μεγεθυνόμενον. Ἐὰν δὲ εὐρεθῆ ἐν τῷ κέντρῳ, τὸ εἶδωλον συγχέεται μετὰ τοῦ ἀντικειμένου καὶ ἐν τῇ κυρίᾳ ἐστίᾳ ἐκλείπει· τέλος δέ, ἐὰν τὸ ἀντικείμενον εὐρεθῆ μεταξὺ τῆς ἐστίας καὶ τοῦ φακοῦ, παρατηροῦντες ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους διὰ τοῦ φακοῦ, βλέπομεν τὸ εἶδωλον ὄρθιον καὶ ἐπηυξημένον.

Διὰ τῶν συγκλινόντων φακῶν δυνάμεθα νὰ συγκεντρώσωμεν τὰς ἀκτῖνας τοῦ ἡλίου ἐπὶ τινος σημείου καὶ νὰ διεγείρωμεν ἐπὶ τῆς ἐστίας τοιαύτην θερμότητα, ὥστε νὰ ἀναφλεχθῇ ἡ ὕσκα καὶ ἄλλαι οὐσίαι.

**Φακοὶ ἀποκλίνοντες.**—Οἱ ἀποκλίνοντες φακοί, καλούμενοι οὕτως, ἐπειδὴ διασκορπίζουσιν ἢ ἀποκεντροῦσι τὰς δι' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας, περιλαμβάνουσι: 1<sup>ον</sup> τὸν ἀμφίκοιλον Δ (Σχ. 80)· 2<sup>ον</sup> τὸν ἐπιπεδόκοιλον Ε· 3<sup>ον</sup> τὸν κυρτόκοιλον

(1) Τὸ εἶδωλον κείμενον ἐν τῇ πραγματικῇ ἐστίᾳ δύναται νὰ ληφθῇ ἐκ ἀμυρῶς ὕελου, οὐχὶ ὅμως καὶ ὅταν ἡ ἐστία ᾖ αὐτοδύναμος.

ἢ μηλοσκιον ἀποκλίνοντα Z, ἔχοντας τὰ χεῖλη πλατύτερα, πάχος δὲ μεγαλύτερον εἰς ταῦτα ἢ κατὰ τὸ κέντρον.



Σχ. 80.

Ἐν τοῖς ἀμφικοίλοις καὶ ἐν πᾶσι τοῖς ἀποκλίνουσι φακοῖς, αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες ἀπομακρύνονται ἀπὸ τοῦ ἄξονος ἀντὶ νὰ συγκεντρῶνται ἐν ἐνὶ μόνῳ σημείῳ, καὶ μόνον αἱ προεκβολαὶ τῶν διαθλωμένων ἀκτίνων δύνανται νὰ ἀποτελέσωσιν εἶδωλον ἀπέναντι τοῦ φακοῦ. Ὡστε δὲν ὑπάρχει ἐν τούτοις ἐστία οὔτε εἶδωλα καθ' ὑπόστασιν, ἀλλὰ μόνον κατ' ἔμφασιν, ὡς ἐν τοῖς κυρτοῖς κατόπτροις, τὰ δὲ εἶδωλα ταῦτα ὄρωνται πάντοτε κείμενα μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῶν ἀντικειμένων, μικρότερα τούτων καὶ ὄρθια.

Οἱ παχύχειλοι φακοὶ χρησιμεύουσι πολὺ εἰς τοὺς ζωγράφους, ὡς σμικρύνοντες τὰς διαστάσεις τῶν ζωγραφιζομένων ἀντικειμένων.

Ὀπτικὰ ὄργανα.—Οἱ φακοὶ ἢ φακοειδεῖς ὕαλοι ἔλαβον λαμπροτάτας καὶ σπουδαιοτάτας ἐφαρμογὰς ἐπὶ τινῶν ὀπτικῶν ὀργάνων, δι' ὧν μεγεθύνονται ἢ προσάγονται τὰ ἀντικείμενα. Τὰ ὄργανα δὲ ταῦτα, ἐν οἷς συνδυάζονται φακοὶ μόνον ἢ φακοὶ καὶ κάτοπτρα ὁμοῦ, διαφέρουσι εἰς τὴν κατασκευὴν, κατὰ τὰς χρήσεις αὐτῶν, καὶ εἶναι τὰ μικροσκόπια, δι' ὧν μογεθύνεται τὸ εἶδωλον τῶν ἀντικειμένων, ἅπερ μικρᾶς διαστάσεις ἔχοντα ἀδυνατοῦμεν νὰ ἐξετάσωμεν ἢ νὰ παρατηρήσωμεν δι' ἀόπλου ὀφθαλμοῦ· τὰ δίοπτρα καὶ τὰ τηλεσκόπια, δι' ὧν παρατηροῦνται τὰ μακρὰν κείμενα ἀντικείμενα, καὶ μάλιστα τὰ ἄστρα· καὶ τέλος συσκευαί τινες, οἷα ὁ σκοτεινὸς θάλαμος, ἐν τῇ ζωγραφικῇ χρησιμεύουσαι.

Ἄπλου μικοροσκόπιον.—Τὸ ἀπλου μικοροσκόπιον εἶναι ὄργανον, δι' οὗ παρατηροῦνται ἐλάχιστα ἀντικείμενα, ἀτελέστατα



διὰ μόνης τῆς δράσεως διακρινόμενα, οἷον οἱ στήμονες καὶ αἱ σπερματίδες τινῶν ἀνθέων, τὰ ὄργανα τῶν ἐντόμων καὶ τὰ τροχήματα τῶν ὠρολογίων· συνίσταται δὲ εἰς συγκλίνοντα φακὸν βραχυτάτην ἔχοντα τὴν ἐστίαν. Τοῦ ἐξεταστέου ἀντικειμένου τιθεμένου μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας, παράγεται εἶδωλον κατ' ἔμφασιν, ὄρθιον καὶ μεῖζον τοῦ ἀντικειμένου, ὅπερ παρατηρεῖται ὑπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ διὰ μέσου τοῦ ἐλαττοῦντος τὴν ἀπόκλινσιν τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων φακοῦ, ἀλλ' ὁ παρατηρητὴς ὀφείλει νὰ εὕρῃ διὰ ψηλαφήσεως τὸ σημεῖον ἔνθα τὸ εἶδωλον καθίσταται εὐκρινέστερον εἰς τὴν ὄρασιν αὐτοῦ, διότι τὸ σημεῖον τοῦτο μεταβάλλεται κατὰ τὴν φυσικὴν δύναμιν τῆς δράσεως.

**Σύνθετον μικροσκόπιον.**—Διὰ τοῦ συνθέτου μικροσκοπίου γίνονται ὄραται αἱ ἐλάχισται λεπτομέρειαι τῶν ἀντικειμένων, καὶ οὐσιωδῶς ἐν τῇ ἀπλουστάτῃ αὐτοῦ κατασκευῇ ἀποτελεῖται ἐκ δύο φακῶν συγκλινόντων, ὧν ὁ πρῶτος κείμενος ἀπέναντι τοῦ πειρατέου ἀντικειμένου, ὀνομάζεται ἀντοφθάλμιος καὶ σχηματίζει εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν ἀνεστραμμένον καὶ ηὔξημένον, ὁ δὲ ἕτερος φακός, προσοφθάλμιος καλούμενος, παράγει τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου, αὐξάνοντος ἔτι μᾶλλον τὸ ἤδη ηὔξημένον εἶδωλον· ἡ δὲ ὀγκοποιήσις τοῦ μικροσκοπίου εἶναι ἴση τῷ γινομένῳ τῶν ὀγκοποιήσεων τῶν δύο φακῶν, ἐξ ὧν συνίσταται τοῦτο.

**Δίοπτρα.**—Καλοῦνται δίοπτρα ὀπτικά τινα ὄργανα, δι' ὧν καθίσταται ἡ ὄρασις καθαρωτέρα καὶ διακριτικωτέρα, ἢ μεγαλύνονται τὰ μεμακρυσμένα, ὡσεὶ ἦσαν πλησίον.

Τὰ δίοπτρα εἶναι ἀπλᾶ ἢ σύνθετα, καθ' ὅσον παρεντίθενται μία ἢ πλείονες ὕαλοι μεταξὺ τοῦ ὀφθαλμοῦ καὶ τῶν παρατηρητέων ἀντικειμένων.

Μεταξὺ τῶν ἀπλῶν δίοπτρων, ἀρκεῖ νὰ εἴπωμεν τὰ ὀμματοῦά-



λια, συγκείμενα ἐξ ἑνὸς ὑέλου δι' ἕκαστον ὀφθαλμόν, καὶ προωρισμένα νὰ διορθῶσιν ἐλαττώματά τινα τῆς ὁράσεως, οἷον τὴν πρεσβυπίαν καὶ τὴν μυωπίαν· καὶ οἱ μὲν πρεσβύοι, μακρὰν ἔχοντες τὴν ὄρασιν, ποιοῦσι χρῆσιν κυρτῶν ὑέλων, οἱ δὲ μύοι, ἔχοντες βραχεῖαν τὴν ὄρασιν, φέρουσι κοίλας.

Μεταξὺ δὲ τῶν συνθέτων δίοπτρων, ἅτινα χρησιμεύουσιν εἰς τὴν παρατήρησιν τῶν εἰς μεγάλας ἀποστάσεις κειμένων ἀντικειμένων, διακρίνονται τὸ δίοπτρον τοῦ Γαλιλαίου ἢ τοῦ θεάτρου, τὸ ἀστρονομικὸν καὶ τὸ γήϊνον.

**Δίοπτρον τοῦ Γαλιλαίου.**—Τὸ δίοπτρον τοῦ Γαλιλαίου ἢ δίοπτρον τοῦ θεάτρου, εἶναι τὸ ἀπλούστατον τῶν συνθέτων δίοπτρων, καὶ συνίσταται ἐκ δύο φακῶν, ἥτοι ἑνὸς ἀντοφθαλμίου συγκλίνοντος, καὶ ἐξ ἑνὸς προσοφθαλμίου ἀποκλίνοντος. Ἄνευ τοῦ προσοφθαλμίου, ἥτοι τοῦ πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν φακοῦ, παρεμποδίζοντος, τὰ παρατηρούμενα ἀντικείμενα διὰ τοῦ δίοπτρου τοῦ Γαλιλαίου, θὰ ἀπετέλουν ἐν τῇ ἐστία τοῦ ἀντοφθαλμίου εἰκόνα ἀνέστραμμένην, ἀλλ' ὁ προσοφθαλμῖος παρεμβλλόμενος ἀκριβῶς μεταξὺ τοῦ εἰδῶλου τούτου καὶ τοῦ ἀντοφθαλμίου, ἥτοι τοῦ πρὸς τὸ ἀντικείμενον φακοῦ, ἐπιφέρει εἰς τὰς ἀκτῖνας ἀπόκλισιν, ἐξ ἧς προκύπτει εἰδῶλον κατ' ἔμφασιν ἠνωρθωμένον. Ἐχει δὲ τὸ δίοπτρον τοῦτο πλεονέκτημα νὰ δεικνύῃ τὰ ἀντικείμενα ἐν τῇ πραγματικῇ αὐτῶν θέσει, ἀλλ' ὅμως ἔχει τὸ ἐλάττωμα, ὅτι παρέχει μικρὰν περιοχὴν, ἥτοι περιβάλλει διάστημα ἐλαχίστης ἐκτάσεως. Χρησιμοποιούμενον δὲ ἐν τῷ θεάτρῳ εἶναι συχνάκις διπλοῦν καὶ σχηματίζει ἀνὰ ἕν εἰδῶλον ἐν ἑκάστῳ ὀφθαλμῷ, ὅποτε καλεῖται *δίδυμον δίοπτρον* καὶ καθιστᾷ εὐκρινέστερον τὸ ἀντικείμενον.

**Ἀστρονομικὸν δίοπτρον.**—Τὸ ἀστρονομικὸν δίοπτρον, δι' οὗ παρατηροῦνται τὰ ἄστρα, ἀποτελεῖται ὡσαύτως ἐκ δύο φα-



κῶν, ἀμφοτέρων ὅμως συγκλινόντων. Καὶ ὁ μὲν ἀντοφθάλμιος ἔχει ἱκανῶς μακρὰν ἐστίαν, σχηματίζουσαν ἐν τῷ κέντρῳ αὐτῆς εἶδωλον ἀνεστραμμένον τοῦ ἀντικειμένου, ὁ δὲ προσοφθάλμιος, ἀμφίκυρτος ὢν, παράγει ἀποτέλεσμα ἀπλοῦ μικροσκοπίου. Οὕτω διὰ καλῶς κατασκευασμένου ἀστρονομικοῦ διόπτρου, δύναται νὰ ἀποτελεσθῇ ὀγκοποιήσις ἀπὸ 1000 μέχρι 1200, ἀλλ' ὅμως τὰ εἶδωλα τῶν ἄστρον ὀρῶνται κατὰ θέσιν ἀνεστραμμένην.

**Δίοπτρον γήϊνον.** — Τὸ γήϊνον δίοπτρον εἶναι τὸ γνωστὸν ὑπὸ τὸ ὄνομα *τηλεσκόπιον*, κατασκευασμένον ὡς τὸ ἀστρονομικὸν μετὰ προσθήκης δύο φακῶν συγκλινόντων, καλουμένων καὶ τούτων προσοφθαλμίων, ἐχόντων δὲ τὴν κυρίαν ἐστίαν ἐν ἐνὶ καὶ τῷ αὐτῷ σημείῳ πρὸς ἀνόρθωσιν τοῦ εἰδῶλου τῶν ἀντικειμένων, ἥτοι ὅπως ὀρῶνται ὀρθία τὰ ἀντικείμενα.

**Τηλεσκόπια.** — Πάντα τὰ ἀνωτέρω δίοπτρα, δι' ὧν διακρίνονται τὰ μᾶλλον ἢ ἥττον μακρὰν κείμενα ἀντικείμενα, δύναται νὰ ὀνομασθῶσι τηλεσκόπια, ἀλλὰ κυρίως τὰ τηλεσκόπια εἶναι ἰδιαιτέρας κατασκευῆς ὄργανα, δι' ὧν παρατηροῦνται τὰ ἄστρα, ὡς διὰ τοῦ ἀστρονομικοῦ διόπτρου. Διαφέρουσι δὲ τὰ τηλεσκόπια τῶν διόπτρων κατὰ τοῦτο, ὅτι χρησιμοποιεῖται ἐν τούτοις καὶ ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτὸς καὶ ἡ διάθλασις, διὰ τοῦ συνδυασμοῦ φακῶν καὶ κατόπτρων συνάμα. Συνίσταται λοιπὸν ἐν τῇ ἀπλοστάτῃ αὐτοῦ κατασκευῇ τὸ τηλεσκόπιον ἐξ ἑνὸς μεγάλου κοίλου μεταλλικοῦ κατόπτρου, ἐστραμμένου πρὸς τὸ ἐξεταστέον ἀντικείμενον, καὶ ἐξ ἑνὸς μικροῦ κατόπτρου κοίλου καὶ τούτου, ἔχει δὲ τὸ μέγα κάτοπτρον ἐν τῷ κέντρῳ ὀπὴν κυκλικήν, ἐν ἣ ὑπάρχει σωλὴν φέρων τὸν προσοφθάλμιον φακόν. Οὕτως αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες, ἀφοῦ ἀνακλασθῶσιν ὑπὸ τοῦ κατόπτρου τούτου καὶ σχηματίσωσιν ἐν τῇ ἐστίᾳ αὐτοῦ εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν καὶ ἀνεστραμμένον, προβαίνουσιν ἐπὶ τοῦ μικροῦ κατόπτρου, καὶ μετὰ δευτέ-



ραν ανάκλασιν σχηματίζουσι νέον εἶδωλον ἠνωρθωμένον καὶ ἠϋξημένον, ὅπερ παρατηρεῖται διὰ τοῦ προσοφθαλμίου, ὄντος συνήθους μικροσκοπίου, μεγαλύνοντος ἔτι πλέον τὸ εἶδωλον.

**Σκοτεινὸς θάλαμος.**—Ὁ σκοτεινὸς ἢ μέλας θάλαμος εἶναι συσκευή τις, δι' ἧς παράγεται, ἐπὶ λευκοῦ χάρτου, λόγου χάριν, εἶδωλον μικρὸν τῶν ἔξω ἀντικειμένων. Στηριζομένη ἡ συσκευή αὕτη ἐπὶ τῆς ἀρχῆς, ὅτι ἀκτὶς φωτεινὴ εἰσχωροῦσα εἰς σκοτεινὸν θάλαμον δι' ὀπῆς μικροτάτης, ζωγραφίζει ἐπὶ διαφράγματος καταλλήλως διατεθειμένου τὸ ἀνεστραμμένον εἶδωλον τῶν ἔξω ἀντικειμένων, τόσον εὐκρινέστερον, ὅσον ἡ ὀπὴ ὑπάρχει στενοτέρα, ἀποτελεῖται συνήθως ἐκ κιβωτίου φέροντος κυκλικὴν ὀπήν, ἐν ἧ ἑφαρμόζεται συγκλίνων φακός. Οὕτω λοιπὸν ἐκ τῶν ἔξω ἀντικειμένων ἀναχωροῦσαι φωτειναὶ ἀκτῖνες εἰκονίζουσιν ἐπὶ τοῦ πυθμένου τοῦ κιβωτίου τὸ ἀνεστραμμένον εἶδωλον τῶν ἀντικειμένων τούτων. Εἶναι δὲ εὐκόλος ἡ ἀνόρθωσις τοῦ εἰδώλου, ἐὰν δεχθῶμεν τὰς διαθλωμένας ἀκτῖνας, πρὶν συγκεντρωθῶσιν, ἐπὶ κατόπτρου ἐπιπέδου ἐγκλίνοντος κατὰ 45 μοίρας· τότε τὸ εἶδωλον, ἀνακλόμενον ὑπὸ τοῦ κατόπτρου, προσπίπτει ἐπὶ τινος διαφράγματος ἢ ἀμαυρᾶς ὑάλου, ἐνθα ὁ παρατηρητὴς βλέπει τοῦτο ἠνωρθωμένον· ὥστε διὰ τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου ἀποβαίνει εὐκολωτάτη ἢ ἀκριβὴς ἰχνογράφησις τοῦ σχήματος καὶ τῶν ἐλαχίστων λεπτομερειῶν τῶν ἔξω ἀντικειμένων.

**Δαγγεροτυπία, φωτογραφία.**—Οἱ τρόποι δι' ὧν κατωρθώθη ἡ μονιμοποίησις τῶν εἰδώλων τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, διὰ φακῶν συγκλινόντων, παρήγαγον θαυμαστὴν τέχνην, τὴν φωτογραφίαν, δι' ἧς ἀναπαράγονται τὰ εἶδωλα τῶν ἔξω ἀντικειμένων δι' ἐπιδράσεως τοῦ φωτός. Ἡ συσκευή δὲ δι' ἧς λαμβάνονται τὰ εἶδωλα ταῦτα, εἴτε ἐπὶ μεταλλικῶν πλακῶν, εἴτε ἐπὶ χάρτου ἢ ὑάλου, εἶναι ὁ δαγγεροτύπος, κληθεὶς οὕτως ἐκ τοῦ ὀνόμα-



τος τοῦ ἐφευρέτου Δαγγέρου, καὶ συνιστάμενος εἰς μικρὸν τινα σκοτεινὸν θάλαμον.

Ἡ ἐπὶ μεταλλικῆς πλακὸς φωτογραφία, ἥτοι ἡ ἰδίως καλουμένη *Δαγγεροτυπία*, ὑπῆρχεν ἐπὶ πολὺν χρόνον μόνη ἐν χρήσει· ἀλλὰ διὰ τῆς μεθόδου ταύτης, δὲν δύναται τις νὰ λάβῃ καθάπαξ πλείονα τοῦ ἐνὸς ἀντιτύπου, καὶ ἐκτὸς τούτου τὰ δαγγέρια εἴδωλα παρουσιάζουσι πάντοτε ἀηδῆ τινα στίλψιν. Διὸ ἡ φωτογραφικὴ τέχνη ἔλαβε τελειοποιήσεις νέας, καὶ ἤδη ἐπὶ χάρτου, καὶ μάλιστα ἐφ' ὑάλου, παράγονται ἐπιτυχέστατα ἀποτελέσματα.

Ἐν τῇ φωτογραφίᾳ ἐπὶ χάρτου, ἥτοι ἐν τῇ κυρίως λεγομένη φωτογραφίᾳ, ὁ χάρτης πρὶν εἰσαχθῆ ἐν τῷ δαγγεροτύπῳ, βρεχόμενος δι' ἀργυρούχου τινὸς ἄλατος, δέχεται καὶ διατηρεῖ τὸ εἶδωλον ὡς ἡ μεταλλικὴ πλάξ, μετὰ μόνης τῆς διαφορᾶς ὅτι τὸ εἶδωλον εἶναι ἀρνητικὸν ἢ ἀντίστροφον, ἥτοι τὰ πεφωτισμένα μέρη τοῦ πρωτοτύπου ἐξεικονίζονται μέλανα, αἱ δὲ σκιαὶ λευκαί. Ἄλλ' ὅμως τοῦτο δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς ἔκτυπον, πρὸς παραγωγὴν ἐτέρων θετικῶν, ἥτοι ἐχόντων τὰ τε σκιερὰ καὶ τὰ ἐναργῆ μέρη ἐν τῇ φυσικῇ αὐτῶν θέσει.

Ἡ ὑαλος λαμβάνουσα λειότητα μεγαλειτέραν καὶ ἀναπαράγουσα μετὰ μεγάλης εὐκρινείας τὰς ἐλαχίστας λεπτομερείας τῶν ἀντικειμένων, ἀντικατέστησε τὸν χάρτην, ὡς ἔκτυπον· καὶ ἡ μέθοδος αὕτη εἶναι ἀποκλειστικῶς ἐν χρήσει τὴν σήμερον. Ἡ ὑαλίνη πλάξ, ἐπιχρισμένη πρῶτον δι' ἐλαφροῦ στρώματος λευκαδίου ἢ κολλωδίου καὶ διαβρεχομένη δι' ἰωδούχου ἀργύρου ἐκτίθεται ἐπὶ τινὰς στιγμὰς εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ φωτὸς ἐν τῇ συσκευῇ, καὶ μετὰ ταῦτα διὰ διαφόρων μεθόδων δεικνύεται ἡ εἰκὼν καὶ μονιμοποιεῖται, ἐκ δὲ τῆς πλακὸς ἔπειτα ἀναπαράγονται ἑκατοντάδες ὠραίων ἀντιτύπων τῶν προσώπων καὶ τῶν πραγμάτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΚΕ΄.

## ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ.

Γένεσις τοῦ ἤχου. — Ὑψος, ἔντασις, καὶ τόνος τοῦ ἤχου. — Διάδοσις τοῦ ἤχου. — Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι, ἐν τοῖς ὑγροῖς, καὶ ἐν τοῖς στερεοῖς. — Τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου· τηλεφώνον, ἀκουστικὸν κέρας, σωλῆνες φωνητικοί. — Ἀνάκλασις τοῦ ἤχου· ἤχοι. — Μουσικὰ ὄργανα. — Παλμοὶ τῶν χορδῶν· ἔγχορδα ὄργανα. — Παλμοὶ τοῦ ἀέρος ἐν τοῖς σωλῆσιν· ἐμπνευστὰ ὄργανα.

Ἀκουστικὴ. — Ἀκουστικὴ εἶναι τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τοῦ ἤχου καὶ περὶ τῶν παλμῶν τῶν ἠχητικῶν ἢ ἐλαστικῶν σωμάτων.

Γένεσις τοῦ ἤχου. — Ὁ ἤχος εἶναι αἴσθημα παραγόμενον ἐν τῇ ἀκοῇ ὑπὸ παλμῶδους τινὸς κινήσεως ἣν λαμβάνει τὸ ἠχητικὸν σῶμα.

Ὅταν χορδὴ τις, τεταμένη καὶ ἐςερωμένη κατὰ τὰ δύο ἄκρα αὐτῆς, ἀπομακρυνθῆ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἐπανέρχεται εἰς ταύτην διὰ σειρᾶς ταχειῶν κινήσεων, αἵτινες ὀνομάζονται παλμοί. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐξαρτήσαντες ἐκ τοῦ ἄνω μέρους κώδωνα ὑάλινον κρούσωμεν τοῦτον καὶ πλησιάσωμεν εἰς τοὺς τοίχους αὐτοῦ ἠχοῦντος σφαιρίδιον ἐλεφάντινον, ἐξηρητημένον ἐκ νήματος, ἀκούομεν σειρὰν κτύπων διακεκριμένων, ὧν ἡ ταχεῖα διαδοχὴ ἀποδεικνύει προφανῶς, ὅτι ὁ κώδων πάλλεται. Εἰς τοὺς σωλῆνας τοῦ μεγαλοργάνου καὶ εἰς τὰ ἐμπνευστὰ ὄργανα αὐτοὶ οἱ παλμοὶ τῆς ἐσωτερικῆς στήλης τοῦ ἀέρος ἀποτελοῦσι τὸν ἤχον, ἐὰν ὅμως ἐμφυσήσωμεν εἰς κυλινδρικὸν σωλῆνα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος, δὲν παράγεται τοιοῦτος, καίτοι μετακινουμένου τοῦ ἀέρος, ἐπειδὴ δὲν συμβαίνει παλμός· ἀλλ' ἐὰν τὸ



φύσημα διευθυνθῆ οὕτως, ὥστε ὁ ὠθούμενος ἀήρ νὰ προσκρούη παρὰ τὸ χεῖλος τοῦ σωλήνος, ἕνεκα τοῦ ἀπαντωμένου κωλύματος, ἡ κίνησις τοῦ ἀέρος γίγνεται παλμώδης, καὶ οὕτω παράγεται ἤχος μᾶλλον ἢ ἤττον ὀξύς, ὡς δυνάμεθα νὰ παρατηρήσωμεν ἐμφυσῶντες εἰς τὸ στόμιον αὐλοῦ ἢ ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ χείλους τετραπημένης κλειδός.

Ἐν τούτοις διακριτέον τὸν μουσικὸν ἤχον τοῦ ἀπλοῦ ἤχου· διότι ὁ μὲν μουσικὸς ἤχος, ὁ καὶ κυρίως λεγόμενος ἤχος, παράγεται ὁπόταν οἱ παλμοί, ὄντες συνεχεῖς καὶ ἰσόχρονοι, διαδέχονται ἀλλήλους μεθ' ἰκανῆς ταχύτητος, ὥστε νὰ διακρίνη τοῦτον ἡ ἀκοὴ κατὰ διαλείμματα ἴσα καὶ περιοδικά, ὅσον καὶ ἂν ἦναι βραχεῖα ἢ ὀλικὴ αὐτῶν διάρκεια, ὁ δὲ ἀπλοῦς ἤχος ἢ ὁ λεγόμενος κτύπος, ὡς ἡ διὰ τῶν χειρῶν ἢ διὰ σφύρας κροῦσις ἐπὶ τῆς τραπέζης, εἶναι ἀκαριαία τις τῶν παραγομένων παλμῶν κινήσεις, καθ' ἣν ἡ ἀκοὴ δὲν εὐρίσκει ἐκπληρουμένας τὰς ἀνωτέρω συνθήκας.

Ἔψος, ἔντασις καὶ τόνος τοῦ ἤχου. — Τὸ ὕψος τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐν δεδομένῳ χρόνῳ ὑπὸ ἠχοῦντος σώματος ἀποτελουμένων παλμῶν· καὶ ὅσον μὲν ὁ ἀριθμὸς οὗτος τυγχάνει μεγαλειότερος, τόσον μᾶλλον ὁ ἤχος εἶναι ὑψηλὸς ἢ ὀξύς, ὅσον δὲ μικρότερος, τόσον μᾶλλον ὁ ἤχος εἶναι βαθὺς ἢ βαρὺς. Ἀπεδείχθη δὲ διὰ πειραμάτων, ὅτι ὁ βαρύτερος ἤχος, ἐν δύνатаι νὰ διακρίνη τὸ οὖς ἀντιστοιχεῖ πρὸς 15 παλμοὺς κατὰ δευτερόλεπτον, ὁ δὲ ὑψηλότερος πρὸς 36,000.

Ἡ ἔντασις ἢ ἡ δύναμις τοῦ ἤχου εἶναι τοσοῦτον μεγαλειτέρα, ὅσον οἱ παλμοὶ τοῦ ἠχοῦντος σώματος τυγχάνουσι πλατύτεροι. Βεβαιοῦται δὲ τοῦτο διὰ παλλομένης χορδῆς ἐστερεωμένης κατὰ τὰ δύο ἅκρα αὐτῆς· διότι παρατηρεῖται εὐκόλως, ὅτι ὁ ἤχος δυνατώτατος ὢν ἐν τῇ ἀρχῇ, ἐξασθενεῖ ταχέως, καθ' ὅσον ἐλατ-



τοῦται τὸ πλάτος τῶν παλμῶν. Πρὸς τούτοις ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου αὐξάνει μετὰ τῆς πυκνότητος τοῦ αἰερίου, ἐν ᾧ συμβαίνουσιν οἱ παλμοὶ καὶ διὰ τοῦτο ὁ αὐτὸς κῶδων ἤχει μετὰ μεγαλειτέρας ἐντάσεως ἐν τῷ χλωρίῳ ἢ ἐν τῷ αἰερί, καὶ ἐν τῷ αἰερί ἢ ἐν τῷ ὑδρογόνῳ, ὅπλον δὲ ἐφ' ὑψηλοῦ ὄρους δὲν κροτεῖ τοσοῦτον ἰσχυρῶς ὅσον ἐπὶ τῆς πεδιάδος, ἐνθα ὁ ἀήρ εἶναι πυκνότερος.

Ὁ τόπος τοῦ ἤχου εἶναι ἰδιαιτέρα ποιότης ἐξαρτωμένη κυρίως ἐκ τῆς φύσεως τῶν ἠχητικῶν σωμάτων· ὥστε διὰ τοῦ τόπου διακρίνονται ἀπ' ἀλλήλων ἤχοι ἔχοντες τὸ αὐτὸ ὕψος καὶ τὴν αὐτὴν ἔντασιν. Οἶον ἡ φωνὴ τοῦ ἀνθρώπου, ἡ χορδὴ τοῦ τετραχόρδου, ὁ πλαγίαυλος δύνανται μὲν νὰ ἐκφέρωσιν τὸν αὐτὸν φθόγγον, ἀλλὰ τὸ οὖς διακρίνει κάλλιστα ἕκαστον.

**Διάδοσις τοῦ ἤχου.** — Ὁ ἤχος δὲν διαδίδεται ἐν τῷ κενῷ ὡς ἀποδεικνύεται διὰ τῆς πείρας, ἐὰν ἐξαρτήσωμεν κωδώνιον ἀπὸ τοῦ κέντρου ὑαλίνης σφαίρας, ἐν ἣ ἀπετελέσθη τὸ κενὸν διὰ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας· εἰς μάτην κινεῖται τὸ κωδώνιον, οὐδεὶς ἤχος ἀκούεται. Ἐὰν ὅμως βαθμηδὸν ἀφήσωμεν ἐλευθέραν τὴν εἴσοδον τοῦ αἰερος, ὁ ἤχος ἄρχεται καὶ προσκτᾶται πᾶσαν τὴν ἔντασιν αὐτοῦ, ὅταν ὅλος ὁ ἀήρ ἐπανεισέλθῃ ἐν τῇ σφαίρᾳ.

Ὁ ἤχος ἄρα διαδίδεται ἐν τῷ αἰερί, ἀλλ' ὅμως δὲν εἶναι οὗτος τὸ μόνον ὄχημα ἐκείνου· διότι πάντα τὰ αἰερία καὶ οἱ ἀτμοὶ δύνανται νὰ χρησιμεύσωσιν πρὸς διαβίβασιν τοῦ ἤχου. Οὕτως ἐὰν, ἀντὶ τοῦ αἰερος, εἰσαγάγωμεν ἐν τῇ κενῇ σφαίρᾳ οἶονδ' ἕποτε αἰερίον, ἢ καὶ ἀτμὸν ἔχοντα ἀρκουσαν ἐλαστικὴν δύναμιν, τὰ αὐτὰ ὁμοίως ἀναπαράγονται φαινόμενα, ὡς μετὰ τοῦ αἰερος.

Καὶ τὰ στερεὰ καὶ τὰ ὑγρά σώματα μεταδίδουσιν ὡσαύτως τὸν ἤχον, ὡς εὐκόλως ἀποδεικνύεται διὰ τινῶν πειραμάτων. Οὕτως, ἐὰν τις πλησιάσῃ τὸ οὖς εἰς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων μακρᾶς δοχοῦ, ἀκούει εὐκρινῶς τὸν ἐν τῷ ἑτέρῳ ἄκρῳ ὑπ' ἄλλου τινὸς



δι' ἐλαφρᾶς ζέσεως ἀποτελούμενον, καὶ ὅμως ὁ παραγόμενος κρότος εἶναι τοσοῦτον ἐλαφρὸς ἐν τῷ ἀέρι, ὥστε διαφεύγει τὴν ἀκοὴν καὶ τοῦ παράγοντος τοῦτον ἀνθρώπου. Δὲν ἀγνοοῦμεν δέ, ὅτι ἀκούεται ὁ κρότος σωμάτων συγκρουομένων ὑπὸ τὸ ὕδωρ, καὶ ὅτι δύτης, ἐμβεβαπτισμένος ἐν τῇ θαλάσῃ, ἀκούει τὸν ὑπ' ἄλλων δυτῶν παραγόμενον κρότον διὰ τῶν κοχλάκων, καὶ τὰ ἐπὶ τῆς παραλίας λεγόμενα.

**Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι.**—Εἶδομεν ἤδη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ φωτὸς εἶναι τοσαύτη, ὥστε ἐν ἀνεπαισθήτῳ χρόνῳ διατρέχει τοῦτο τὰς μεγίστας ἐπὶ τῆς γῆς ἀποστάσεις, ὡς δυνάμενον νὰ διανύσῃ περὶ 310000 χιλιόμετρα κατὰ πᾶν δευτερόλεπτον· ὥστε ἡ στιγμὴ καθ' ἣν μακρὰν ἰστάμενος παρατηρητῆς βλέπει τὸ φωτεινὸν φαινόμενον, οἷον τὸ ὑπὸ τῆς ἐκपुरσοκροτήσεως τηλεβόλου παραγόμενον φῶς, ταυτίζεται μετὰ τῆς στιγμῆς καθ' ἣν συμβαίνει ἡ ἐκपुरσοκρότησις· ὁ ἤχος ὅμως τῆς ἐκपुरσοκροτήσεως ταύτης δὲν ἀκούεται συγχρόνως, ἀλλὰ μετὰ ταῦτα. Παρέρχεται λοιπὸν ἐν τῷ μεταξύ χρόνος τις, δι' οὗ μετρεῖται ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου, ἐὰν ἀριθμῶμεν ἐπὶ χρονομέτρου τὸν μεταξύ τῆς ἀντιλήψεως τοῦ φωτὸς καὶ τοῦ κρότου παρερχόμενον χρόνον, ἵνα διατρέξῃ ὁ ἤχος ὄρισμένον διάστημα, καὶ διαιρέσωμεν τὸ διάστημα τοῦτο διὰ τοῦ ἀθροίσματος τῶν παρελθόντων δευτερολέπτων. Τῷ ὄντι διὰ τοιοῦτου πειράματος γενομένου ἐν Γαλλίᾳ κατὰ πρῶτον μὲν τῷ 1738, μετὰ δὲ ταῦτα ἀκριβέστερον τῷ 1822 μεταξύ τῶν λόφων Μοντλερῆ καὶ Βολζουίφ, ἀπεχόντων 18612<sup>μ</sup>,52, εὗρέθη ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου διὰ τοῦ ἀέρος ἐντὸς ἐνὸς δευτερολέπτου, ὑπὸ θερμοκρασίαν 16<sup>0</sup> ἑκατομβάθμου, εἶναι 340<sup>μ</sup>,89.

Παρατηρήθη πρὸς τούτοις 1<sup>ov</sup> ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας· 2<sup>ov</sup> ὅτι εἶναι αἰσθητῶς ἡ αὐτὴ καὶ



ἐν πολυομβρία καὶ ἐν ἀνομβρία· 3<sup>ον</sup> ὅτι ἡ διεύθυνσις καὶ ἡ δύναμις τοῦ ἀνέμου μεταβάλλουσι τὴν ταχύτητα τοῦ ἤχου, καὶ ἐὰν μὲν ἡ διεύθυνσις τύχη ἢ αὐτὴ, ἀξάνει τὴν ταχύτητα ταύτην, ἐὰν δὲ ἀντίθετος, τὸ ἐναντίον, καὶ ἐὰν κάθετος οὐδόλως ἐπιδρᾷ· 4<sup>ον</sup> ὅτι πάντες οἱ ἤχοι δυνατοὶ ἢ ἀδύνατοι, βαρεῖς ἢ ἕξεις, μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος διαδίδονται.

**Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς ὑγροῖς.**— Ἡ ἐν τοῖς ὑγροῖς διάδοσις τοῦ ἤχου εἶναι πολὺ ταχυτέρα ἢ ἐν τῷ ἀέρι· διότι ἀπεδείχθη διὰ πειραμάτων γενομένων ἐν τῇ λίμνῃ τῆς Γενεύης, ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι εἶναι 4435 μέτρων κατὰ δευτερόλεπτον, ἤτοι πλέον ἢ τετραπλασία τῆς ἐν τῷ ἀέρι.

**Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς στερεοῖς.**— Συνάγεται ἐκ πειραμάτων γενομένων ἐπὶ τῆς ταχύτητος ἐν τοῖς στερεοῖς, ὅτι εἶπολὺ μεγαλειτέρα ἢ ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἐν τοῖς ὑγροῖς, διότι εὐρέθη οὔσα περίπου δεκαπλασία ἐν τῷ ξύλῳ ἢ ἐν τῷ ἀέρι, ἐν δὲ τοῖς μετάλλοις τριπλασία τῆς ἐν τῷ ξύλῳ.

**Τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου.**— Ἡ διάδοσις τοῦ ἤχου ἐν τοῖς ἀερίοις καὶ ἐν τοῖς ὑγροῖς γίνεται διὰ σφαιρικῶν κυμάνσεων περὶ τὸ δονούμενον σημεῖον, ἐλαττουμένης τῆς ἐντάσεως ὡς τὸ τετράγωνον τῆς ἀποστάσεως, ἤτοι εἰς ἀπόστασιν παριστωμένην διὰ 4 ἢ δι' 6, ὁ ἤχος εἶναι 16 ἢ 36<sup>κις</sup> μικρότερος.

Ἐὰν ὁμως διὰ σωλῆνων ἐπιμήκων προληφθῇ ἡ ἀπόκλισις τῶν ἠχητικῶν κυμάτων, ἡ δόνησις μεταβιβάζεται διὰ μιᾶς ἀπὸ τοῦ ἐνὸς ἄκρου εἰς τὸ ἕτερον τοῦ σωλῆνος οὕτως, ὥστε ὁ ἤχος διακρίνεται εἰς τὸ δεύτερον ἄκρον ἔχων ὅσην ἔντασιν ἐν τῷ πρώτῳ, καὶ οὕτω δυνάμεθα, ἐπωφελοῦμενοι τὴν ιδιότητα ταύτην, νὰ διαβιβάσωμεν τὸν ἤχον εἰς ἀποστάσεις μεγίστας. Τῷ ὄντι δὲ πειράματα γεγόμενα ἐν τινι τῶν ὑδραγωγείων τῶν Παρισίων περίπου 1000 μέτρων μήκους, ἀπέδειξαν ὅτι λέξεις προφερόμε-



ναι κατὰ τὸ ἐν ἄκρον τοῦ ὑδραγωγείου, μετὰ φωνῆς ὅσον δυνατὸν χαμηλοτάτης, ἠκούοντο εὐκρινῶς ὑπὸ τοῦ ἰσταμένου κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον παρατηρητοῦ.

**Τηλέφωνον, ἀκουστικὸν κέρασ, φωνητικοὶ σωλῆνες.**

—Τὸ *τηλέφωνον*, δι' οὗ μεταδίδεται μακρὰν ἢ φωνή, τὸ πρὸς χρῆσιν τῶν δυσηκόων ἀκουστικὸν κέρασ, καὶ οἱ φωνητικοὶ σωλῆνες, χρησιμεύοντες ἐν τοῖς δημοσίοις γραφείοις καὶ ἐν τοῖς ἐμπορικῶν οἴκοις, πρὸς ἀνταπόκρισιν, στηρίζονται ἐπὶ τῆς ἀνακλάσεως τοῦ ἤχου ἢ ἐπὶ τῆς διαδόσεως αὐτοῦ εἰς τοὺς σωλῆνας.

Τὸ *τηλέφωνον*, οὗτινος γίνεται πρὸ πάντων χρῆσις ἐν τοῖς πλοίοις, εἶναι μεταλλικὸς σωλὴν κωνικὸς, περατούμενος εἰς εὐρύστομον ἄνοιγμα καλούμενον *κώδωνα*. Οὕτω λοιπὸν ὁ ὑπὸ τοῦ στόματος ὠθούμενος ἀήρ οὐ μόνον διατηρεῖται ἐν τῷ σωλῆνι, ἀλλὰ καὶ πανταχοῦ τοῦ σωλῆνος, ἔνεκα τοῦ κωδωνικοῦ σχήματος τοῦ ὄργανου, σχηματίζονται σφαιρικὰ κύματα διαδιδόμενα παραλλήλως τῷ ἄξονι· ἐκ τούτου δὲ ἀριθμὸς μέγας ὤσεων πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, καὶ δραστικὴ δόνησις κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ἄξονος τοῦ τηλεφώνου.

Τὸ ἀκουστικὸν κέρασ εἶναι, ὡς εἶπεῖν, ἡ ἀντιῶδὴ τοῦ τηλεφώνου. Τοῦ στενοῦ στομίου τοῦ ὄργανου τιθεμένου ἐν τῷ ὧτι τοῦ ἀκούοντος, τὸ ἕτερον ἄκρον τὸ περατούμενον εἰς κώδωνα δέχεται τοὺς ἐκ τοῦ λαλοῦντος ἐρχομένους ἤχους, οἵτινες ἀνακλώμενοι ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν τοίχων τοῦ κέρατος, συγκεντροῦνται ἐντὸς τοῦ ὧτιου.

Οἱ φωνητικοὶ σωλῆνες συνίστανται εἰς κοῖλον σωλῆνα ἐκ καουτσούκης, συγκοινωνοῦντα ἀπὸ αἰθούσης εἰς αἰθουσαν, ἢ ἀπὸ ὄροφῆς εἰς ὄροφην. Ἐκαστον τῶν ἄκρων τοῦ σωλῆνος τούτου περατοῦται εἰς κώδωνα ἢ χοάνην ξυλίνην κλειομένην ὑπὸ συρικτρίου, δι' οὗ ἀποσπωμένου κατὰ τὸ δοκοῦν εἰδοποιοῦνται οἱ



μέλλοντες νὰ ἀνταποκριθῶσι. Πρὸς μετὰδοσιν λοιπὸν τοῦ λόγου, λαλοῦσι πλησιάζοντες τὸν κώδωνα εἰς τὸ στόμα, καὶ λαμβάνουσι τὴν ἀπάντησιν ἐφαρμόζοντες τοῦτον εἰς τὸ οὖς.

**Ἀνάκλασις τοῦ ἤχου· ἤχοι.**—Ὅταν ἠχητικὸν κύμα ἀπαντᾷ κώλυμα ἀνθιστάμενον, τοῖχον λόγου χάριν, τὸ κύμα τοῦτο ἀνακλᾶται ἀποτελοῦν γωνίαν ἀνακλάσεως ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως. Ἡ γωνία αὕτη τῆς ἀνακλάσεως τῶν κυμάτων καλεῖται ἠχώ, οἱ δὲ νόμοι αὐτῆς εἶναι ὅποιοι τῆς θερμότητος καὶ τοῦ φωτός.

Ἡ πείρα δὲ ἀποδεικνύει ὅτι, μεταξὺ δύο ἤχων ὑπάρχοντος διαλείμματος μικροτέρου τοῦ  $\frac{1}{10}$  τοῦ δευτερολέπτου, δὲν διακρίνονται οὔτοι· διότι τοῦ ἤχου διανύοντος, ὡς γνωστόν, 340 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον ἢ 34 μέτρα κατὰ  $\frac{1}{10}$  δευτερολέπτου, ἔπεται ὅτι δύο ἤχοι δὲν δύνανται νὰ διακριθῶσιν ἀπ' ἀλλήλων, ἐκτὸς ἐὰν τὸ ἀποτελοῦν ἠχὼ κώλυμα κεῖται τοῦλάχιστον εἰς ἀπόστασιν 17 μέτρων, τῆς ἀφίξεως καὶ τῆς ἐπανόδου ἀποτελουσῶν οὕτω τὸ ἄθροισμα 34 μέτρων, καὶ τῆς ἀποστάσεως ταύτης ἀντιστοιχούσης πρὸς  $\frac{1}{10}$  δευτερολέπτου.

Ὅταν τὸ κώλυμα κεῖται εἰς ἀπόστασιν μικροτέραν τῶν 17 μέτρων, ἔνεκα τῆς ἀντικρούσεως, οἱ ἀνακλώμενοι ἤχοι συμπίπτουσι μετὰ τῶν ἀμέσων ἤχων, καὶ οὕτω παράγεται ἠχὼ συγκεχυμένη, ἣτις ὀνομάζεται ἀντήχησις, μόνον δ' ἀποτέλεσμα ἔχουσα τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου, ὡς γινώσκουσιν οἱ διαβάντες πόσῃν αὐξήσιν ἐντάσεως λαμβάνει ὁ κρότος τῶν ἀμαξοστοιχιῶν τῶν σιδηροδρόμων ὑπὸ τοὺς θόλους.

Ἐὰν τὸ κώλυμα ὑπάρχη εἰς ἀπόστασιν δις ἢ τρις 17 μέτρων, ἢ ἠχὼ εἶναι δισύλλαβος ἢ τρισύλλαβος, καὶ οὕτω καθεξῆς, ἦτοι ἀκούονται δύο, τρεῖς συλλαβαὶ καὶ πλειότεραι. Οὕτως ἢ ἠχὼ τοῦ ἄλλου τοῦ Οὐαδστόκκου, ἐν Ἀγγλίᾳ, ἐπαναλαμβάνει δεκαεπτὰ συλλαβάς.



Ἐάν δύο παράλληλα κωλύματα ἀντιπέμπουσι διαδοχικῶς τὸν ἦχον πρὸς ἄλληλα, ὡς δύο παράλληλα κάτοπτρα τὸ φῶς, ἡ ἦχὼ γίνεται *πολλαπλῆ*, ἥτοι ἐπαναλαμβάνεται πολλάκις ὁ αὐτὸς ἦχος. Οὕτω παρὰ τὴν Βερδύνην, ἐν Γαλλίᾳ, ἦχὼ ἀποτελουμένη ὑπὸ δύο πύργων ἀντιπέμπεται δωδεκάκις τὴν αὐτὴν συλλαβὴν.

Δὲν εἶναι δὲ ἀνάγκη, πρὸς παραγωγὴν τῆς ἠχοῦς, νὰ ᾖ ἐπίπεδος ἡ λεία ἢ ἀνακλῶσα τὸν ἦχον ἐπιφάνεια· διότι παρατηροῦμεν συχνάκις, ὅτι τὰ ξύλα, οἱ βράχοι, τὰ νέφη καὶ τὰ ἰσθία τοῦ πλοίου, καλῶς τεταμένα, δύνανται νὰ ἀποτελέσωσιν ἠχοῦς ἀρκούντως τελείας.

**Μουσικὰ ὄργανα.**—Τὰ μουσικὰ ὄργανα διαίρουσιν κυρίως εἰς ἔγχορδα καὶ εἰς ἐμπνευστὰ ὄργανα, τοῦ ἦχου τῶν ἐγγόρδων προερχομένου ἐκ τῶν παλμῶν τῆς χορδῆς, ὡς ἐν τῷ τετραχόρδῳ, τοῦ δὲ ἦχου τῶν ἐμπνευστῶν ἐκ τῶν παλμῶν τοῦ ἀέρος ἐν σωλῆνι, ὡς ἐν τῷ αὐλῷ.

**Παλμοὶ τῶν χορδῶν ἔγχορδα ὄργανα.**—Ἐγένοντο διαφορα πειράματα ἐπὶ τῶν παλμῶν τῶν χορδῶν, πρὸς προσδιορισμὸν τῆς σχέσεως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν τούτων μετὰ τοῦ μήκους, τῆς τάσεως, τῆς διαμέτρου καὶ τῆς πυκνότητος τῶν χορδῶν, ἐξήχθησαν δὲ οἱ ἐξῆς τέσσαρες νόμοι.

1<sup>ον</sup> *Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν χορδῆς τινοσ εἶναι ἀντιστροφῶς ἀνάλογοι τοῦ μήκους αὐτῆς, ἥτοι ὅσῳ μακροτέρα τυγχάνει ἡ χορδή, τόσῳ ὀλιγωτέρους παλμοὺς ἀποτελεῖ ἐν δεδομένῳ χρόνῳ.* Ἐάν, λόγου χάριν, χορδὴ τις παλλομένη καθ' ἅπαν τὸ ἑαυτῆς μήκος, ἀποτελεῖ 300 παλμοὺς κατὰ δευτερόλεπτον, τὸ ἥμισυ θὰ ἀποτελέσῃ 600 ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, τὸ τρίτον 900, καὶ τὸ τέταρτον 1200.

2<sup>ον</sup> *Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν χορδῆς τινοσ εἶναι ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν βαρῶν, ἅτινα τείνουσι ταύτην,*

ἦτοι παριστωμένου δι' 4 τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν χορδῆς τεινομένης ὑπὸ βάρους 1, οἱ παλμοὶ οὗτοι γίνονται ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ 2, 3, 4 κτλ., ὅταν τὰ τείνοντα βάρη ἦναι 4, 9, 16<sup>κι</sup> κτλ. μεγαλείτερα.

3<sup>ον</sup> Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν δύο χορδῶν τῆς αὐτῆς ὕλης εἶναι ἐν ἀντιστροφῷ λόγῳ τοῦ πάχους ἢ τῆς διαμέτρου αὐτῶν, ἦτοι χορδὴ δις παχύτερα ἑτέρας ἀποτελεῖ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς τάσεως, δις ὀλιγωτέρους παλμοὺς ἢ ἡ ἑτέρα.

4<sup>ον</sup> Ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν δύο χορδῶν διαφόρου ὕλης εἶναι ἐν ἀντιστροφῷ λόγῳ τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν οἰκείων πυκνοτήτων, ἦτοι χορδὴ τις ἔχουσα, λόγου χάριν, πυκνότητα ἐννεάκις μεγαλειτέραν ἑτέρας, ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ καὶ μετὰ τῆς αὐτῆς τάσεως, ἀποτελεῖ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ἀριθμὸν παλμῶν τρις μικρότερον ἢ ἡ ἑτέρα.

Τούτων τεθέντων, δὲν εἶναι δύσκολον νὰ παρασταθῶσιν οἱ ἦχοι δι' ἀριθμῶν καὶ νὰ εὑρεθῇ ὁποῖον μῆκος χορδῆς ἀντιστοιχεῖ πρὸς φθόγγον τινὰ τῆς κλίμακος.

Ἐὰν λάβωμεν ὡς τὸν φθόγγον δὲ τὸν ὀλικὸν παλμὸν χορδῆς τινος, καὶ διὰ κινητοῦ ὑπαγωγέως μετρήσωμεν τὸ ἀντίστοιχον πρὸς ἓνα τινὰ ἦχον μῆκος, εὑρίσκομεν, ὅτι τὰ μῆκη πρὸς τοὺς διαφόρους φθόγγους τῆς κλίμακος ἀντιστοίχων χορδῶν παριστῶνται ὑπὸ τῶν ἐξῆς ἀριθμῶν.

|                  |     |      |      |      |      |      |       |      |
|------------------|-----|------|------|------|------|------|-------|------|
| Φθόγγοι. . . . . | δο, | ρε,  | μι,  | φα,  | σο1, | λα,  | σι,   | δο.  |
| Μῆκος τῶν χορδῶν | 1,  | 8/9, | 4/5, | 3/4, | 2/3, | 3/5, | 8/15, | 1/2. |

Ἐπειδὴ δὲ οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶναι ἐν ἀντιστροφῷ λόγῳ τῶν μηκῶν τῶν χορδῶν, ἐὰν παρασταθῇ δι' 4 ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν ὁ ἀντιστοιχῶν πρὸς τὸν θεμελιώδη ἦχον δό, ἀποτελεῖται ὁ ἐξῆς πίναξ.



Φθόγγοι . . . . .  $δο, ρε, μι, φα, σολ, λα, σι, δο.$   
 Ἀριθμὸς παλμῶν.  $4, \frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8} 2.$

Ἐὰν αἱ χορδαὶ τετραχόρδου, κινύρας, κλειδοκυμβάλου, κιθάρας ἐτείνοντο μεταξὺ δύο στερεῶν σημείων, εἴτε ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, εἴτε ἐπὶ σκληροῦ τινος σώματος, λίθου λόγου χάριν, ὁ ἦχος θὰ εἶχεν ἀσθενεστάτην ἔντασιν. Ἐὰν ὅμως ἀνυψώσωμεν τὰς χορδὰς δι' ὑπαγωγέως τινός, ἐστηριγμένου ἐπὶ τῆς ἄνω πλακῆς θήκης συγκειμένης ἐκ σανίδων ξύλου λεπτοῦ, οἱ παλμοὶ μεταδίδονται εἰς τὰς σανίδας ταύτας, καὶ προσέτι εἰς τὸν ἐσωτερικὸν ἀέρα, τὸν συγκοινωνοῦντα μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ διὰ στομίων κειμένων ὑπὸ τὰς χορδὰς.

Καὶ ἡ διάμετρος δὲ τῶν χορδῶν αἵτινες ἀποτελοῦσι τὰ ὄργανα ταῦτα δὲν εἶναι ἡ αὐτή, διότι αἱ μὲν εἶναι παχύτεραι, αἱ δὲ λεπτότεραι. Καὶ ἡ τάσις ὡσαύτως, διότι οἱ πρὸς τὸ κάτω μέρος τοῦ ὄργάνου εὐρισκόμενοι κόλλονες, ἐφ' ὧν περιελίσσονται αἱ χορδαί, χρησιμεύουσιν εἰς ἐλάττωσιν ἢ αὐξήσιν τῆς τάσεως αὐτῶν.

**Παλμοὶ τοῦ ἀέρος ἐν τοῖς σωλῆσιν ἐμπνευστῶν ὄργανα.**  
 — Ὁ ἀήρ, ὅστις ἐθεωρεῖτο μέχρι τοῦ νῦν ὡς ὄχημα τοῦ ἤχου, δύναται καὶ αὐτὸς νὰ λάβῃ παλμοὺς ἠχητικούς, ὡς παρατηρεῖται ἐν τοῖς κοίλοις σωλῆσι, δι' ὧν παράγονται οἱ ἦχοι. Οἱ ἠχητικοὶ οὗτοι σωλῆνες καλοῦνται ἐμπνευστὰ ὄργανα, καὶ ἡ ἐμπεριεχομένη στήλη τοῦ ἀέρος, λαμβάνουσα παλμῶδη κίνησιν ὑπὸ τοῦ μουσικοῦ, μεταδίδει τοὺς παλμοὺς αὐτῆς εἰς τοὺς τοίχους τοῦ ὄργάνου.

Τὰ ἐμπνευστὰ ὄργανα ὡς ἐκ τοῦ τρόπου, καθ' ὃν πάλλεται ὁ ἐσωτερικὸς ἀήρ, διαιροῦνται εἰς στομικὰ καὶ εἰς γλωσσιδωτά. Καὶ τὰ μὲν στομικὰ ὡς τὸ κέρας, ἡ σάλπιγξ, ὁ αὐλός, ἔχουσι

πάντα τὰ μέρη τοῦ στομίου στερεά, καὶ ὁ ἦχος παράγεται ἀμέσως ὑπὸ τῶν παλμῶν τῶν χειλέων μεταδιδομένων εἰς τὸν ἀέρα, τὰ δὲ γλωσσιδωτὰ ὡς ὁ δξυβόας, ὁ εὐθύαυλος, ὁ βαρύαυλος, ἔχουσιν ἀπλοῦν ἐλαστικὸν γλωσσίδιον, μεταλλικὸν ἢ ξύλινον, δι' οὗ, πάλλοντος τὸν ἀέρα, ἡ πίεσις τῶν χειλέων ἐπὶ τούτου τοῦ μέρους τοῦ στομίου κανονίζει τὸν ἦχον.

Τ Ε Λ Ο Σ.













ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟΝ Σ. Κ. ΒΛΑΣΤΟΥ, ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ.

(Ὅδος Ἑρμοῦ, ἀριθ. 178).

ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΙΝ ΕΛΛΗΝ. ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΚΑΙ ΓΥΜΝΑΣΙΩΝ.

- ΑΣΩΠΙΟΥ Κ.** Περί Ἑλληνικῆς συντάξεως· περίοδος Α'. Ἐκδ. ζ'. . . . . 3.—  
 —Περί Ἑλληνικῆς Συντάξεως· περίοδος Β'. Ἐκδ. β'. . . . . 12.—
- ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΟΥ Λεοντίου.** Ἐπιτομή τῆς Ῥωμαϊκῆς Ἱστορίας Ἐκδοσις β'. . . . . 5.—
- ΑΠΟΣΤΟΛΙΔΟΥ Μιχαήλ ἀρχ.** Ἐγχειρίδιον τῆς κατὰ Χριστὸν Ἠθικῆς. Ἐκδ. 1868. . . . . 3.—  
 —Ἐπιτομή τῆς Ἱερᾶς Ἱστορίας, ἐκ τῶν Θεοπνεύστων Βιβλίων τῆς Παλαιᾶς καὶ Καινῆς Διαθήκης. Ἐκδοσις ζ'. 1871 . . . . . 1.50
- ΓΕΓΗ Γ. Κ.** Ἀρχαία Γεωγραφία τῆς Ἑλλάδος. . . . . 2.—
- ΔΡΑΪΚΗ ΓΩ.** Ἑλληνικὴ Γραμματικὴ, κατ' ἔγκρισιν τῆς Κυβερνήσεως. Ἐκδοσις γ'. . . . . 2.25  
 —Στοιχειώδης Γραμμικὴ Ἰχνογραφία μετ' ἐπιτόμου Διαμετρικῆς, μετὰ 126 σχημ. ἐν τῷ κειμένῳ. Ἐκδοσις δ'. 1873 . . . . . 1.25  
 —Διαμετρικὴ, ἥτοι πρακτικαὶ γνώσεις Ἀριθμητ. καὶ Γεωμ. ἐφαρμοσμένα εἰς τὰς τέχνας ὑπὸ Γ. Δραϊκῆ. 2.50
- ΔΑΡΒΑΡΕΩΣ Δ. Ν.** Κατήγησις, κατ' ἔγκρισιν τῆς Ἱερᾶς Συνόδου. . . . . 1.—
- ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ Μαξίμου.** Τὸ πρῶτον βιβλίον τοῦ Ἑλλήνου σπουδαστοῦ τῆς Γαλλικῆς, ἥτοι διδασκαλία πλήρης τῆς Γαλ. Ἀναγνώσεως, θεωρητικὴ καὶ πρακτικὴ, κατὰ μέθοδον ἕως νῆαν καὶ μετὰ τῆς γραφῆς. . . . . 1.50  
 —Μέθοδος Ὀλλενδόρφου πρὸς ταχὺν μάθησιν τῶν γλωσσῶν ἐφηρμοσμένη εἰς τὴν Γαλλικὴν γλῶσσαν κατὰ τὸν νέον διατάξεως τῶν μαθημάτων κτλ. (ὑπὸ τὰ πιεστήρια).
- ΖΕΝΕΥΡΑΚΗ Ν.** Γαίου Σαλουστίου Κρίσπου πόλεμος Κατιλινιακός, κλ. μετὰ σημειώσεων. . . . . 2.50
- ΚΑΣΤΟΡΧΗ ΕΥΘ.** Ἐπίτομος Λατινικὴ Γραμματικὴ (τεχνολογικὸν καὶ συντακτικόν) . . . . . 3.50  
 —Λατινικῆς Γλώσσης πρῶτα μαθήματα. Ἐκδ. γ'. . . . . 3.50
- ΚΟΥΜΑΝΟΥΔΗ ΣΤ. Α.** Λεξικὸν Λατινοελληνικόν. Ἐκδ. δ'. . . . . 18.—
- ΚΟΝΤΟΓΟΝΗ Κ.** Ἱστορία τῶν ἀγίων τῆς Ἐκκλησίας πατέρων ἀπὸ τῆς Α'.—Δ'. ἑκατ. τόμοι 2. 16.—
- ΛΩΜΩΝ.** Στοιχεῖα τῆς Γαλλικ. Γραμματικῆς. Ἐκδ. δ'. . . . . 1.—
- ΟΥΘΑΚΙΟΥ Α.** Γραμματικὴ τῆς Γερμανικῆς Γλώσσης. . . . . 6.—
- ΠΑΝΤΑΖΗ Δ.** Σύνοψις Γενικῆς Ἱστορίας ἐκτενεστέραν τὴν Ἑλληνικὴν περιέχουσα. Ἐκδ. ζ'. . . . . 3.50  
 —Ἱερὰ Ἱστορία κατ' ἐπιτομὴν ἐγκρίσει τῆς Ἱερ. Συνόδου καὶ τῆς Κυβερνήσεως. Ἐκδοσις θ'. . . . . 2.—  
 —Σύνοψις Ἱστορίας τῆς Ἑλλάδος ἀπὸ τῶν ἀρχ. χρόνων μέχρι τοῦ 1820. Ἐκδοσις ζ'. . . . . 2.—
- ΠΟΥΖΩΙΔΟΥ Α.** Τὰ Ἑλληνικά, ἥτοι ὁ βίος τῆς Ἑλλάδος ἀπὸ τῶν ἀρχαιοτάτων μέχρι τῶν νεωτάτων χρόνων. τόμοι δύο . . . . . 6.—
- ΦΩΤΙΑΔΟΥ ΕΜΜ.** Σύντομος Πραγματεία περὶ Ἐπικοῦ μέτρου καὶ Ἑπικῆς Διαλέκτου . . . . . 1.—

Τιμᾶται δραχ. 4.50