



EN218











917

# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ

ΕΙΣ ΧΡΗΣΙΝ ΤΩΝ ΕΝ ΤΟΙΣ ΓΥΜΝΑΣΙΟΙΣ  
ΔΙΔΑΣΚΟΜΕΝΩΝ

ΣΥΝΤΑΧΘΕΝΤΑ

ΥΠΟ

**Β. ΛΑΚΩΝΟΣ,**

ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΕΝ ΤΩ ΕΘΝΙΚΩ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΩ.

(Μετὰ 205 Ξυλογραφημάτων τεθειμένων ἐν τῷ κειμένῳ).

---

ΕΚΔΟΣΙΣ ΤΕΤΑΡΤΗ

Ἐπηξημένη καὶ διεσκευασμένη.

---



**ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ.**

ΕΚ ΤΟΥ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟΥ Κ. ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ.

(Ὁδὸς Περικλέους, ἀριθ. 23.)

—  
1873.





THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

REPORT ON THE PROGRESS OF WORK

FOR THE YEAR 1903

BY

ROBERT A. MILLIKAN

AND

WALTER W. KROPP

CHICAGO, ILL., 1904

PRINTED BY THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

1904

1904

1904

1904

1904

1904

1904

1904

1904

1904

1904

1904

1904

1904

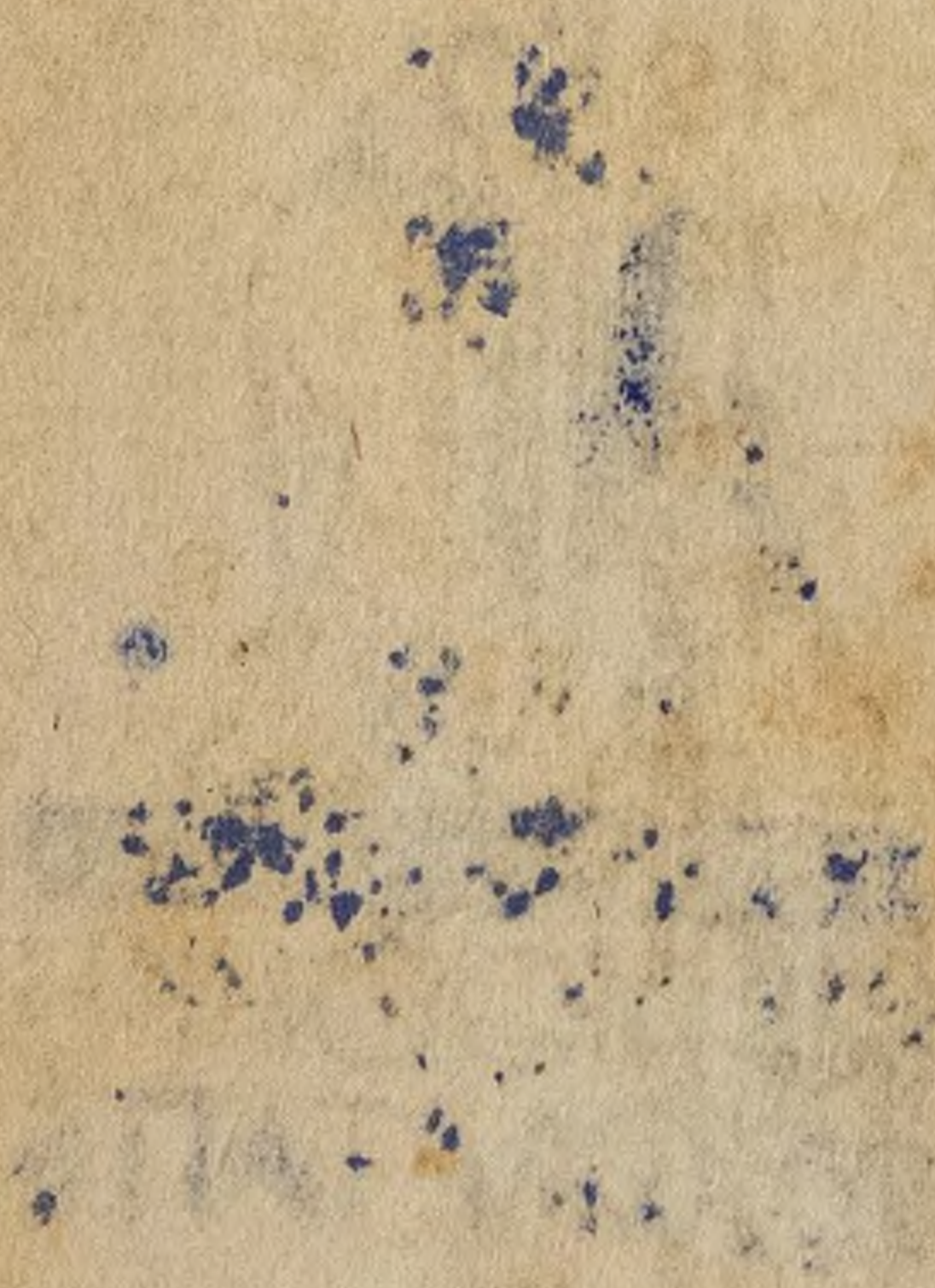
1904

1904

1904

1904

1904





# ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΕΜΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ.

Περὶ ὕλης δυνάμεων καὶ κινήσεως.

	Σελ.
Σώματα, ὕλη.	1
Δυνάμεις, ἄτομα, ἀτομικαὶ δυνάμεις.	2
Διάφοροι τῶν σωμάτων καταστάσεις.	3
Φυσικὸς νόμος, ὄρισμὸς τῆς φυσικῆς.	4
Διάφοροι τῶν σωμάτων ιδιότητες.	5
Ἐκτασις, ἀδιαχώρητον, διαιρετόν.	7
Πορῶδες.	7
Συμπιεστόν, ἐλαστικότης.	9
Κινητόν, ἀδράνεια.	10
Συνάφεια.	11
Τριχοειδῆ φαινόμενα.	12
Διείσδυσις.	13
Δύναμις, ἰσορροπία, συνισταμένη, συνιστώσαι.	15—16
Παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων.	17
Σύνθεσις τῶν παραλλήλων δυνάμεων.	17—18
Περὶ μοχλοῦ.	19
Περὶ κινήσεως, ὁμαλὴ κίνησις, μάζα.	22—23
Μεταβαλλομένη κίνησις.	24
Ἄρχὴ τῶν σχετικῶν κινήσεων.	25
Περὶ κεντρόφυγος δυνάμεως.	29



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

## Περὶ βαρύτητος.

	Σελ.
Βαρύτης.	30
Κατακόρυφος, ὀριζοντία, βάρος, εἰδικὸν βάρος.	31
Πυκνότης, κέντρον βάρους.	32
Ἴσορροπία τῶν βαρέων σωμάτων.	33
Ζυγός.	37
Νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων.	43
Κεκλιμένον ἐπίπεδον.	45
Μηχανὴ τοῦ Ἀτβούδ.	46
Τύποι τῶν νόμων τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων.	48
Αἰτίαι μεταβάλλουσαι τὴν ἔντασιν τῆς βαρύτητος.	48
Μέτρον τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος.	49
Περὶ ἐκκρεμοῦς.	50

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ.

## Περὶ τῶν ὑγρῶν.

Ὁρισμὸς τῆς ὑδροστατικῆς, ὑπόθεσις περὶ τῆς συστάσεως τῶν ὑγρῶν.	55
Ἴσορροπία τῶν ὑγρῶν, ἐὰν δὲν ἐνεργῇ ἐπ' αὐτῶν ἡ βαρύτης.	56
Ἴσορροπία τῶν ὑγρῶν, θεωρουμένης τῆς ἐπ' αὐτῶν ἐνεργείας τῆς βαρύτητος.	59
Ἵδραυλικὸν πιεστήριον.	61
Συσκευὴ τοῦ Ἀλδάτου.	62
Ἄνωσις τῶν ὑγρῶν.	64
Πίεσις ἐπὶ τῶν παραπλεύρων τοίχων.	65
Ἵδροστατικὸν παράδοξον.	66
Ἴσορροπία τῶν ἐπικειμένων ὑγρῶν.	67
Συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα.	68
Ἵδροστάτης.	69



	Σελ.
Ἄρχῃ τοῦ Ἀρχιμήδους.	70
Ἰσορροπία τῶν ἐμβεβαπτισμένων καὶ τῶν ἐπιπολαζόντων σωμάτων.	72
Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν.	73
Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν.	75
Ἀραιόμετρον τοῦ Νικολσῶνος	76
Ἀραιόμετρον τοῦ Φαρενεΐτου.	77
Ἀραιόμετρον τοῦ Βωμέ.	79
Ἀραιόμετρον τοῦ Γαιλουσσάκου.	79

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ.

### Περὶ τῶν ἀερίων.

Ἰδιότητες κοιναὶ τῶν ἀερίων καὶ τῷ ὑγρῶν.	81
Βάρος τῶν ἀερίων, καὶ πιέσεις αὐτῶν. Ἄρχῃ τοῦ Ἀρχιμήδους.	83
Ἀτμοσφαῖρα, πειράματα δεικνύοντα τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.	85
Περὶ βαρομέτρου, πείραμα τοῦ Τορρικέλλη.	86
Βαρόμετρον κοινόν.	87
Βαρόμετρον τοῦ Φορτίνου.	88
Βαρόμετρον σιφωνοειδὲς τοῦ Γαιλουσσάκου.	88
Μεταβολαὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.	89
Μέτρησις τῆς ἐλαστικῆς τῶν ἀερίων δυνάμεως.	90
Νόμος τοῦ Μαριόττου.	90
Μανόμετρον ἐλευθέρου ἀέρος.	92
Μανόμετρον συμπιεσμένου ἀέρος.	93
Μανόμετρον μετάλλινον τοῦ Βουρδῶνος.	94
Πνευματικὴ ἀντλία.	95
Σίφων.	99
Ἀντλῖαι.	104



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ.

### Περὶ Θερμότητος.

	Σελ.
Θερμογόνον, ὑποθέσεις περὶ αὐτοῦ. Διαστολή.	103
Περὶ θερμομέτρων.	106
Κατασκευὴ θερμομέτρου ὑδραργυρικοῦ.	107
Μετάθεσις τοῦ μηδενικοῦ.	108
Διάφοροι θερμομετρικαὶ κλίμακες.	109
Θερμόμετρον οἴνοπνευματικόν.	110
Διαφορικὸν θερμομέτρον τοῦ Λεσλῆ, θερμοσκόπιον τοῦ Ὶρουμφόρτου, πυρόμετρα.	111
Συντελεστής διαστολῆς τῶν στερεῶν.	113
Συντελεστής διαστολῆς τῶν ὑγρῶν.	115
Μεγίστη πυκνότης τοῦ ὕδατος.	117
Διόρθωσις τοῦ ὕψους τοῦ βαρομέτρου.	117
Συντελεσταὶ διαστολῆς τῶν ἀερίων.	118
Πυκνότης τῶν ἀερίων.	119
<b>ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ.</b>	
Μετάβασις ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν	120
Θερμότης λανθάνουσα, διάλυσις.	121
Μετάβασις ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν.	122
Κρυστάλλωσις, ψυκτικὰ μίγματα.	123
Ἄτμοι.	124
Σχηματισμὸς τῶν ἀτμῶν ἐν τῷ κενῷ.	125
Κεκορεσμένον διάστημα, μέγιστη τάσις.	125
Μέτρησις τῆς μεγίστης τάσεως ὑπὸ διαφόρους θερμο- κρασίας.	126
Τάσις ἐντὸς δύο συγκοινωνούντων ἀγγείων ἀνίσου θερμο- κρασίας.	129
Ἐξάτμισις, αἰτίαι ἐπιταχύνουσαι αὐτήν.	129
Βρασμὸς, νόμοι αὐτοῦ.	130
Συμπύκνωσις.	132
Θέρμανσις διὰ τοῦ ἀτμοῦ.	133
Ἀπόσταξις.	133



	Σελ.
<b>ΑΓΩΓΟΝ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΔΙΑ ΤΗΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ</b>	<b>134</b>
Ἄγωγον τῶν στερεῶν.	135
Ἄγωγον τῶν ὑγρῶν.	135
Ἄγωγον τῶν ἀερίων.	136
<b>ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ</b>	<b>137</b>
Μονὰς θερμότητος, εἰδικὴ θερμότης.	137
Μέτρον τῆς ὑπὸ τῶν σωμάτων ἀπορρόφωμένης θερμότητος.	138
Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν, μέθοδος τῶν μιγμάτων.	138
Μέθοδος τῆς τήξεως τοῦ πάγου.	139
Μίγματα ἀερίων καὶ ἀτμῶν.	141
<b>ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ.</b>	<b>143</b>
Ἵγρόμετρον τοῦ Σωσσύρου.	145
<b>ΠΕΡΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΟΥ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.</b>	<b>147</b>
Νόμοι τῆς ἀκτινοβολοῦ θερμότητος.	147
Κινητὴ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας.	151
Φαινομένη τοῦ ψύχους ἀνάκλασις.	151
Ἄφετικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων.	152
Ἀπορρόφητικὴ δύναμις τῶν σωμάτων.	153
Ἀνακλαστικὴ δύναμις τῶν σωμάτων.	154
Ἐφαρμογαί.	155
Διάδοσις τῆς ἀκτινοβολοῦ θερμότητος διὰ τῶν σωμάτων.	156
Ἐφαρμογαί τῶν διαθέρμων δυνάμεων.	157
<b>ΥΔΑΤΩΔΗ ΜΕΤΕΩΡΑ, ΑΝΕΜΟΙ, ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.</b>	<b>158</b>
Ὅμιχλη.	158
Νέφη, βροχή.	159
Χιὼν, χάλαζα.	161
Δρόσος, ἀΐθρια, πάχνη.	162
Διεύθυνσις καὶ ταχύτης τῶν ἀνέμων. Αἰτία τῶν ἀνέμων.	164
Σταθεροί, περιοδικοί, καὶ ἄστατοι ἀνεμοί.	164
Μέσαι θερμοκρασίαι.	167
Κλίματα	169



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ.

## Περὶ μαγνητισμοῦ.

	Σελ.
Μαγνηῆται φυσικοὶ καὶ τεχνητοί.	171
Πόλοι καὶ οὐδετέρα γραμμή.	172
Διαφορὰ των δύο πόλων, ὑπόθεσις δύο μαγνητικῶν ῥευστῶν.	173
Μαγνητικαὶ οὐσίαι, μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως.	174
Συντηρητικὴ δύναμις.	175
Πείραμα τῆς θραύσεως τῶν μαγνητῶν.	176
Ἐνέργεια τῶν μαγνητῶν ἐπὶ πάντων τῶν σωμάτων.	176
Μέθοδοι μαγνητίσεως, κόρος.	177
Ἐπιπλοῖ τῶν μαγνητῶν, μαγνητικαὶ δέσμαι.	179
<b>ΓΗΙΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ.</b>	
Ἐνέργεια τῆς γῆς ἐπὶ τῶν μαγνητῶν.	179
Γήϊνον μαγνητικὸν ζεῦγος.	180
Μαγνητικὸς μεσημβρινὸς, ἀπόκλισις, μεταβολαὶ τῆς ἀποκλίσεως.	181
Πυξίς ἀποκλίσεως.	183
Μέθοδος τῆς ἀναστροφῆς, ναυτικὴ πυξίς.	184
Ἐγκλίσις.	184
Πυξίς ἐγκλίσεως.	186
Μαγνήτισις ὑπὸ τῆς ἐνεργείας τῆς γῆς.	187
Βελόνη ἀστατικὴ, καὶ σύστημα ἀστατικόν.	188

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ.

## Στατικὸς ἠλεκτρισμὸς.

Πρῶτα φαινόμενα, πείραμα τοῦ Γραίη.	189
Ἠλεκτρικὸν ῥευστόν.	190
Καλοὶ καὶ κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.	190
Ἀπομονωτικὰ σώματα, κοινὸν δοχεῖον.	191
Διάκρισις δύο εἰδῶν ἠλεκτρισμοῦ.	192



	Σελ.
Θεωρίαι τοῦ Συμμέρου καὶ τοῦ Φραγκλίνου.	193
Στατικὸς καὶ δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς.	193
Ἐνέργεια τῶν ἠλεκτρισμένων σωμάτων ἐπ' ἄλληλα.	194
Ὁ ἠλεκτρισμὸς μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων σωρεύεται	194
Δύναμις τῶν ἀκίδων.	195
<b>ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΕΞ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ.</b>	197
Ἐλεκτρικὸς σπινθήρ.	199
Ἐξήγησις τῶν ἠλεκτρικῶν ἐλξεων καὶ ἀπώσεων.	199
Ἐλεκτροσκόπιον κοινόν.	200
Ἐλεκτρικαὶ μηχαναί.	201
Ἐλεκτροφόρον.	201
Ἐλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Ῥαμσδένου.	203
Ἐλεκτρόμετρον τοῦ Ἐνλεΐτου.	204
Διάφορα πειράματα γινόμενα διὰ τῆς ἠλεκτρικῆς μη- χανῆς.	205
<b>ΠΕΡΙ ΛΑΝΘΑΝΟΝΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ.</b>	208
Συμπυκνωτῆς τοῦ Αἰπίνου.	208
Βραδεῖα καὶ ἀκαριαία ἐκκένωσις τοῦ συμπυκνωτοῦ.	210
Λουγδουνικὴ λάγηνος.	212
Λάγηνος κινητοῦς ἔχουσα τοὺς ὀπλισμοὺς.	213
Ἐλεκτρικαὶ στάμνοι καὶ συστοιχίαι.	214
Ἐλεκτρόμετρον συμπυκνωτικὸν τοῦ Βόλτα.	215
Ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθηῆρος.	217
<b>ΠΕΡΙ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ.</b>	217
Πείραμα τοῦ Δαλιβάρδου.	217
Πείραμα τοῦ Φραγκλίνου καὶ τοῦ Ῥόμα.	218
Μέθοδοι παρατηρήσεως ἐν χρήσει τὴν σήμερον.	218
Ἐξαγόμενα.	219
Αἰτίαι τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ.	220
Ἀστραπή.	221
Βροντή.	223
Κεραυνὸς καὶ ἀποτελέσματα αὐτοῦ.	224
Πληγὴ ἐξ ἐπιστροφῆς.	227



	Σελ.
Ἄλεξικέραυνον	227
<b>ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ.</b>	230
Πείραμα καὶ θεωρία τοῦ Γαλβάνη.	230
Πείραμα τοῦ Βόλτα.	231
Θεωρία τοῦ Βόλτα.	233
Βολταϊκὴ στήλη.	234
Τάσις τῆς στήλης.	234
Πόλοι, ρευματαγωγοί, ρεύματα.	235
Στήλη σκαφοειδῆς.	236
Στήλη τοῦ Βολλαστῶνος.	237
Ἡλεκτρισμὸς ἀναπτυσσόμενος ἐν ταῖς χημικαῖς ἐνεργείαις.	238
Χημικὴ θεωρία τῆς στήλης.	240
Στήλαι περιέχουσιν δύο ρευστά.	242
Στήλη τοῦ Δανιήλ.	243
Στήλη τοῦ Βοῦνσεν.	244
Διάφορα ἀποτελέσματα τῆς στήλης.	246
Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα.	246
Μηχανικὰ ἀποτελέσματα.	247
Θερμαντικὰ ἀποτελέσματα.	247
Φωτεινὰ ἀποτελέσματα.	248
Ἰδιότητες τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτός.	249
Χημικὰ ἀποτελέσματα.	250
Ἀνάλυσις τοῦ ὕδατος.	250
Ἀνάλυσις τῶν μεταλλικῶν ὀξειδίων, ἀνάλυσις τῶν ἀλάτων.	251
Γαλβανοπλαστική.	251
Χρύσωσις καὶ ἀργύρωσις.	253
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ.</b>	254
Πείραμα τοῦ Οἰρστέδου.	254
Γαλβανόμετρον ἢ πολλαπλασιαστής.	256
Κατασκευὴ τοῦ γαλβανομέτρου.	257
Χρῆσις τοῦ γαλβανομέτρου.	258
Νόμοι τῆς ἐντάσεως τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων.	259
Ταχύτης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.	260



Ἐνέργειαι τῶν ρευμάτων ἐπὶ τοὺς μαγνήτας καὶ ἐπὶ τὰ ρεύματα.	260
Περὶ σωληνοειδῶν.	264
Ἐνέργειαι τῶν ρευμάτων ἐπὶ τὰ σωληνοειδῆ.	264
Ἐνέργειαι τῶν σωληνοειδῶν ἐπ' ἄλληλα.	265
Ἐξομοίωσις τῶν μαγνητῶν πρὸς τὰ σωληνοειδῆ.	265
Διευθυντηρία τῆς γῆς ἐνέργεια ἐπὶ τὰ ρεύματα.	266
Διευθυντήρια τῆς γῆς ἐνέργεια ἐπὶ τὰ σωληνοειδῆ.	266
Ἐνέργειαι μεταξὺ τῶν μαγνητῶν καὶ τῶν σωληνοειδῶν.	267
Θεωρία τοῦ μαγνητισμοῦ κατὰ τὸν Ἀμπέρου.	267
Μαγνήτισις ὑπὸ τῶν ρευμάτων.	268
Μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου.	268
Ἡλεκτρομαγνηται.	269
Μαγνήτισις τοῦ χάλυβος.	271
Ἐξήγησις τῆς βολταιϊκῆς μαγνητίσεως κατὰ τὴν θεω- ρίαν τοῦ Ἀμπέρου.	271
<b>ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΕΞ ΕΠΑΓΩΓΗΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.</b>	<b>271</b>
Ἐπαγωγὴ ὑπὸ τῶν ρευμάτων.	271
Ἐπαγωγὴ ὑπὸ τῶν μαγνητῶν.	271
Ὅργανον τοῦ Πιξίου.	273
Ὅργανον τοῦ Κλάρκου.	273
Χαρακτῆρες καὶ ιδιότητες τῶν ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων.	273
<b>ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΤΗΛΕΓΡΑΦΩΝ.</b>	<b>274</b>
Γενικὴ θεωρία τῶν ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων.	274
Συστατικὰ τῶν ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων.	278
Τηλέγραφος γράφων τοῦ Μόρσου.	279
Ἐπενέργεια τῶν θυελλῶν ἐπὶ τοὺς ἠλεκτρικοὺς τηλεγράφους.	283

**ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΝΑΤΟΝ.**

**Ἀκουστικὴ.**

Ὅρισμός τῆς ἀκουστικῆς, γένεσις τοῦ ἤχου.	284
Ἦχος καὶ ψόφος.	285
Ὁ ἤχος δὲν διαδίδεται ἐν τῷ κενῷ.	285
Ὅχηματα τοῦ ἤχου.	286



	Σελ.
Τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου.	286
Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ αἰέρι.	289
Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς ὑγροῖς καὶ τοῖς στερεοῖς.	290
Περὶ ἀνακλάσεως τοῦ ἤχου.	290
Ἦχὼ καὶ ἀντήχησις.	291
Τηλέφωνον καὶ ἀκουστικὸν κέρας.	292
Ἐντασις τοῦ ἤχου.	292
Ἔψος τοῦ ἤχου.	293
Σειρήν.	294
Ἔοριον τῶν αἰσθητῶν ἤχων.	296
Ποιὸν τοῦ ἤχου.	297
Παλμοὶ τῶν χορδῶν.	297
Ἦχόμετρον ἢ μονόχορδον.	298
Νόμοι τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν τῶν χορδῶν.	298
Δεσμοὶ καὶ δεσμικαὶ γραμμαί.	299
Φυσικὴ θεωρία τῆς μουσικῆς.	300
Μουσικὸν διάγραμμα καὶ κλίμαξ.	300
Ἀπόλυτος ἀριθμὸς τῶν παλμῶν ἐκάστου φθόγγου.	301
Μῆκος τῶν κυμάτων.	302
Διαστήματα, τόνοι καὶ ἡμιτόνια.	303
Κλίμαξ ἐλάσσων.	303
Διέσεις καὶ ὑφέσεις.	304
Συμφωνία καὶ διαφωνία.	305
Διαπασῶν.	306
<b>ΠΕΡΙ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ.</b>	306
Πῶς παράγεται ὁ ἤχος ἐν τοῖς ἐμπνευστοῖς ὀργάνοις.	306
Ὄργανα ἔχοντα στόμα.	307
Ὄργανα ἔχοντα γλῶσσαν.	308

### ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ.

Ὀπτική.	
Φῶς, ὑποθέσεις περὶ αὐτοῦ.	310
Ἀκτὶς καὶ δέσμη φωτός.	310



Διάδοσις τοῦ φωτός.	311
Σκιά, ὑποσκίασμα.	311
Ταχύτης τοῦ φωτός.	313
Ἐντασις τοῦ φωτός.	313
Φωτόμετρα.	315
<b>ΠΕΡΙ ΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.</b>	316
Νόμοι τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτός.	316
Ἀνάκλασις ἐπὶ τῶν ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν.	317
Ἐἰδῶλα κατ' ἔμφασιν καὶ καθ' ὑπόστασιν.	318
Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο παραλλήλων ἐπιπέδων κατόπτρων.	319
Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο κατόπτρων γωνίαν ἀποτελούντων.	320
Μετάλλινα καὶ ὑάλινα κάτοπτρα.	321
Ἀκανόνιστος ἀνάκλασις	321
Ἀνάκλασις ἐπὶ τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων.	322
Ἔσται τῶν κοίλων σφαιρικῶν κατόπτρων.	323
Κυρία ἔστια.	323
Συζυγῆς ἔστια.	324
Ἔστια κατ' ἔμφασιν.	325
Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐπὶ τῶν κοίλων κατόπτρων.	326
Ἐἰδῶλα καθ' ὑπόστασιν.	326
Ἐἰδῶλα κατ' ἔμφασιν.	328
Ἔσται τῶν κυρτῶν κατόπτρων.	328
Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐπὶ τῶν κυρτῶν κατόπτρων.	329
<b>ΠΕΡΙ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.</b>	329
Διάθλασις.	329
Νόμοι τῆς διαθλάσεως.	330
Δείκτης διαθλάσεως.	331
Ὀρική γωνία, ὀλική ἀνάκλασις.	332
Ἀποτελέσματα τῆς διαθλάσεως.	333
Κατοπτρισμὸς.	334
Διάδοσις τοῦ φωτός διὰ μέσου παραλλήλους ἔχοντος τὰς ἐπιφανείας.	335
Πρίσμαπα	336



	Σελ.
Πορεία τῶν ἀκτίνων ἐν τοῖς πρίσμασι.	336
Φακοί.	337
Ἔσται τῶν ἀμφικύρτων φακῶν.	338
Κυρία ἐστία.	338
Συζυγῆς ἐστία.	339
Ἔσται κατ' ἔμφασιν.	340
Ἔσται ἐν τοῖς ἀμφικοίλοις φακοῖς.	340
Ὀπτικὸν κέντρον, δευτερεύοντες ἄξονες.	341
Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐν τοῖς ἀμφικύρτοις φακοῖς.	342
Εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν	343
Εἶδωλον κατ' ἔμφασιν.	344
Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐν τοῖς ἀμφικοίλοις φακοῖς	344
ΠΕΡΙ ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.	345
Ἀνάλυσις τοῦ φωτός, ἡλιακὸν φάσμα.	345
Τὰ χρώματα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλᾶ καὶ ἀνίσως διαθλαστά.	346
Ἀνασύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός.	347
Θεωρία τῶν χρωμάτων.	348
Συμπληρωτικὰ χρώματα.	350
Ἰδιότητες τοῦ φάσματος.	350
Ραβδώσεις τοῦ φάσματος	351
Ἴρις	352
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΟΠΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ.	353
Σκοτεινὸς θάλαμος.	354
Ἀπλοῦν μικροσκόπιον.	354
Σύνθετον μικροσκόπιον.	355
Ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον.	356
Τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων.	357
Τηλεσκόπιον τοῦ Γαλιλαίου.	358
Τηλεσκόπιον τοῦ Νεύτωνος.	359
Τηλεσκόπιον τοῦ Ἑρσχέλου.	360





201  
202  
203  
204  
205  
206  
207  
208  
209  
210  
211  
212  
213  
214  
215  
216  
217  
218  
219  
220  
221  
222  
223  
224  
225  
226  
227  
228  
229  
230  
231  
232  
233  
234  
235  
236  
237  
238  
239  
240



1820

1820

1820

1820

1820

1820

1820

1820

1820

1820

1820

1820

1820

1820

1820



# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ,

## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΓΛΗΣ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

Προκαταρκτικαὶ ἔννοιαι.

1. **ΣΩΜΑΤΑ**, ὕλη. Πᾶν τὸ εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν ὑποπίπτον καλεῖται σῶμα. Τὸ δὲ ἐξ οὗ τὰ σώματα ἀποτελοῦνται καλεῖται ὕλη.

Ἡ ὕλη, ἐξ ἧς τὰ διάφορα σώματα συνίστανται, δὲν εἶναι ὁμοειδής· οἷον ὁ σίδηρος διαφέρει τοῦ χρυσοῦ, τὸ ξύλον τῆς ὑάλου κτλ. Ἐκ τούτου τὰ σώματα διακρίνονται εἰς ἀπλᾶ καὶ εἰς σύνθετα· καὶ ἀπλοῦν μὲν σῶμα λέγεται τὸ μὴ δυνάμενον διὰ τῶν ἄχρι τοῦδε γνωστῶν μέσων νὰ ἀναλυθῆ εἰς ἄλλας οὐσίας αὐτοῦ τε καὶ ἀλλήλων διαφερούσας· οἷον ὁ χρυσός, ὁ ἄργυρος, ὁ σίδηρος, τὸ θεῖον κτλ. σύνθετον δὲ καλεῖται τὸ εἰς τὰ ἀπλᾶ ἀναλυόμενον, οἷον ὁ ὀρείχαλκος συνίσταται ἐκ χαλκοῦ καὶ κασσιτέρου, τὸ ὕδωρ ἐξ ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, τὸ σάκχαρον ἐξ ὑδρογόνου, ὀξυγόνου καὶ ἄνθρακος κτλ. Τὰ ἀπλᾶ σώματα λέγονται καὶ στοιχεῖα· μέχρι δὲ τῆς σήμερον εἶναι γνωστὰ ἐξήκοντα τρία στοιχεῖα· ἀλλ' εἶναι δυνατόν τινὰ τῶν νομιζομένων ἀπλῶν νὰ ἀποδειχθῶσι σύνθετα, νέα δὲ ἀπλᾶ σώματα νὰ ἀνακαλυφθῶσι μεταξὺ τῶν συνθέτων.

Ἡ περὶ τῆς ἐνώσεως τῶν ἀπλῶν σωμάτων καὶ τῆς ἀναλύσεως τῶν συνθέτων εἰς ἀπλᾶ πραγματευομένη ἐπιστήμη καλεῖται χημεία.



2. *Δυνάμεις.* — Ἡ παρατήρησις δεικνύει ὅτι τὰ σώματα πάσχουσι διαφόρους μεταβολάς, οἷον μεταβαίνουσιν ἐκ τῆς ἡρεμίας εἰς τὴν κίνησιν καὶ τὰνάπαλιν, ὁ ὄγκος αὐτῶν αὐξάνει ἢ ἐλαττοῦται, ἐξ ὑγρῶν γίνονται στερεὰ κτλ. Πᾶσα τοιαύτη μεταβολὴ καλεῖται *φαινόμενον*. Ἐπειδὴ δὲ δὲν δυνάμεθα νὰ ἐννοήσωμεν ὅτι ἡ ὕλη αὐτομάτως παράγει τὰ φαινόμενα, ἀναγκάζομεθα νὰ παραδεχθῶμεν τὴν ὑπαρξίν *δυνάμεων*, αἵτινες ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τῆς ὕλης παράγουσι τὰ διάφορα φαινόμενα.

3. *Ἄτομα.* — Ἡ πεῖρα δεικνύει ὅτι τὰ σώματα δύνανται νὰ διαιρεθῶσιν εἰς μέρη, καὶ ἡ ὑποδιαίρεσις νὰ ἐξακολουθήσῃ μέχρι μορίων λεπτοτάτων, διαφευγόντων τὴν ἀφὴν καὶ τὴν ὄρασιν. Διὰ τοῦτο δὲν δυνάμεθα νὰ βεβαιωθῶμεν διὰ τῆς πείρας, ἐὰν ἡ διαίρεσις δύναται νὰ ἐξακολουθήσῃ ἐπ' ἀπειρον. Οἱ φιλόσοφοι τῆς ἀρχαιότητος ἠσχολήθησαν εἰς τὸ ζήτημα τοῦτο, τινὲς δὲ αὐτῶν, μεταξὺ τῶν ὁποίων ἐξέχει ὁ Δημόκριτος, παρεδέχθησαν ὅτι ἡ διαιρετότης τῆς ὕλης ἔχει ὄριόν τι, καὶ ἐκάλεσαν *ἄτομα* τὰ μόρια τῆς ὕλης τὰ μὴ δυνάμενα νὰ διαιρεθῶσι περαιτέρω. Καὶ οἱ νόμοι δὲ τῆς ἐνώσεως τῶν σωμάτων δεικνύουσιν ὅτι ἀληθῶς ὑπάρχουσι μόρια τῆς ὕλης, ἅτινα δὲν ὑποδιαίρουνται ἀλλὰ μένουσι ἀμετάβλητα κατὰ τὰς χημικὰς ἐνώσεις. Ταῦτα καλοῦσιν ἐν τῇ χημείᾳ *μόρια* ἢ *ἄτομα*. Καὶ τῶν μὲν ἀπλῶν σωμάτων τὰ μόρια εἶναι καὶ αὐτὰ ἀπλᾶ, τῶν δὲ συνθέτων σύνθετα ἐξ ἀπλῶν· ἀλλὰ πάντα τὰ σύνθετα μόρια σώματός τινος εἶναι ὅμοια ἀλλήλοις καὶ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον συγκεκροτημένα.

4. *Ἀτομικαὶ δυνάμεις.* — Ἡ πεῖρα δεικνύει ὅτι τὰ σώματα θερμαινόμενα μὲν διαστέλλονται, ἥτοι αὐξάνουσι τὸν ὄγκον, ψυχραινόμενα δὲ συστέλλονται, ἥτοι ἐλαττοῦνται τὸν ὄγκον. Τὸ φαινόμενον τοῦτο δεικνύει ὅτι τὰ μόρια ἐξ ὧν συνίστανται τὰ σώματα δὲν ἐφάπτονται, ἀλλ' εὐρίσκονται εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπ' ἀλλήλων. Πρὸς ἐξήγησιν δὲ τῆς συκροτήσεως τῶν σωμάτων παραδεχόμεθα ὅτι μεταξὺ τῶν ἀτόμων ὑπάρχει δύναμις τις ἐλκτικὴ, ἥτις τείνει νὰ προσεγγίσῃ αὐτὰ πρὸς ἀλλήλα· ἡ δύναμις αὕτη καλεῖται *ἀτομικὴ ἐλξις*. Ἄλλ' ἐὰν μόνη



ἡ δύναμις αὕτη ὑπῆρχε, τὰ μόρια ἤθελον εἶναι πάντοτε εἰς ἐπαφήν, ὅπερ εἶδομεν ὅτι δὲν συμβαίνει. Διὰ τοῦτο παραδεχόμεθα καὶ δευτέραν τινὰ δύναμιν ἀντενεργοῦσαν πρὸς τὴν πρώτην, τείνουσαν δηλαδή ν' ἀπομακρύνῃ τὰ μόρια ἀπ' ἀλλήλων. Τὴν δύναμιν δὲ ταύτην θεωροῦμεν ὡς ἀποτέλεσμα τῆς θερμότητος.

5. *Συνοχή, χημικὴ συγγένεια.* — Ἡ δύναμις ἡ συνδέουσα πρὸς ἀλλήλα τὰ ὅμοια μόρια ἀπλοῦ τινος ἢ συνθέτου σώματος καλεῖται *συνοχή*. Ἡ δὲ δύναμις ἡ ἐνοῦσα τὰ ἀπλᾶ ἄτομα τὰ ἀποτελοῦντα ἐν μόριον συνθέτου τινὸς σώματος καλεῖται *χημικὴ συγγένεια*: διὰ τῆς δυνάμεως δὲ ταύτης ἐνοῦνται τὰ ἀπλᾶ σώματα καὶ σχηματίζουσι τὰ σύνθετα.

6. *Διάφοροι τῶν σωμάτων καταστάσεις.* — Τὰ σώματα παρίστανται ὑπὸ τρεῖς διαφόρους καταστάσεις, δηλονότι ὡς στερεὰ, ὡς ὑγρά, καὶ ὡς αέρια.

Καὶ στερεὰ μὲν εἶναι τὰ σώματα, ὧν τὰ μόρια ἵνα ἀποχωρισθῶσιν ἀπ' ἀλλήλων χρειάζεται δύναμις τις ἰκανῶς μεγάλη· τοιαῦτα σώματα εἶναι ὁ σίδηρος, ὁ χρυσοῦς, ὁ λίθος τὸ ξύλον κτλ.

Ἔγγρα δὲ εἶναι τὰ σώματα, ὧν τὰ μόρια εὐκόλως ὀλισθαίνουσι καὶ κυλίουται ἐπ' ἀλλήλα, καὶ δι' ἐλαχίστης δυνάμεως δύνανται νὰ ἀποχωρισθῶσιν ἀπ' ἀλλήλων. Διὰ τοῦτο δὲ τὰ σώματα ταῦτα δὲν ἔχουσι ἴδιον σχῆμα ἀλλὰ λαμβάνουσι τὸ τῶν περιεχόντων αὐτὰ ἀγγείων· τοιαῦτα σώματα εἶναι τὸ ὕδωρ, τὸ ἔλαιον, ὁ οἶνος κτλ.

Τέλος δὲ τὰ αέρια ἢ ἀερωειδῆ σώματα εἶναι ἐκεῖνα, ὧν τὰ μόρια εἶναι εὐκίνητοτερα ἢ τὰ τῶν ὑγρῶν, καὶ μάλιστα τείνουσι διηνεκῶς ν' ἀπομακρυνθῶσιν ἀπ' ἀλλήλων· τοιαῦτα σώματα εἶναι ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, τὸ ὑδρογόνον, ὁ ὑδατώδης ἀτμός κτλ.

Τὰ ὑγρά καὶ τὰ αέρια ὡς ἔχοντα τὴν ιδιότητα νὰ ρέωσι καλοῦνται περιληπτικῶς *ρευστά*.

Τὰ πλεῖστα τῶν σωμάτων ἀπλῶν τε καὶ συνθέτων δύνανται νὰ λάβωσι καὶ τὰς τρεῖς καταστάσεις κατὰ τὰς διαφόρους περιστάσεις εἰς ἃς εὐρίσκονται· οἷον τὸ ὕδωρ παρουσιάζεται ἐν στερεᾷ καταστάσει ὡς πάγος, ἐν ὑγρᾷ ὡς ὕδωρ, καὶ ἐν ἀερωειδεῖ ὡς ἀτμός.



7. *Φυσικός νόμος.* — Φυσικός νόμος καλεῖται πρότασις ἐκφράζουσα ὅτι σῶμα τι εἰς ὠρισμένας περιστάσεις εὐρισκόμενον ὠρισμένας ἀλλοιώσεις λαμβάνει. Παραδείγματος χάριν παρατηροῦμεν ὅτι σῶμα στερεὸν ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ χάνει μέρος τοῦ βάρους του. Ἐξεταζομένου δὲ ἀκριβέστερον τοῦ πράγματος εὐρίσκομεν ὅτι χάνει τόσον ἐκ τοῦ βάρους του, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἐκτοπίζει. Ἐκ τούτου συνάγομεν τὸν ἐξῆς φυσικὸν νόμον.

*Πᾶν στερεὸν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους του τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.*

Τὸ σύνολον δὲ τῶν νόμων, εἰς οὓς ὑπάγεται τάξις τις φαινομένων, καλεῖται *φυσικὴ θεωρία*· οἷον λέγομεν ἡ *θεωρία τοῦ φωτός*, ἡ *θεωρία τοῦ ἤχου* κτλ. Ἐν τούτοις ὑπὸ στενοτέραν σημασίαν καλεῖται οὕτω καὶ ἡ ἐξήγησις μερικῶν τινῶν φαινομένων· οἷον λέγομεν ἡ *θεωρία τῆς δρόσου*, τοῦ *κεραυνοῦ* κτλ.

8. *Παρατήρησις καὶ πείραμα.* — Ἡ ἀκριβὴς ἐξέτασις τῶν φαινομένων, οἷα παρουσιάζονται ἡμῖν ὑπὸ τῆς φύσεως ἐπὶ τῷ σκοπῷ τῆς εὐρέσεως τῶν νόμων αὐτῶν, καλεῖται *παρατήρησις*. Ἐπειδὴ ὅμως ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἰς τὴν παραγωγὴν ἐνὸς φαινομένου συντελοῦσιν πολλαὶ αἰτίαι καὶ δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν μεμονωμένον τὸ ἀποτέλεσμα ἐκείνης, ἣν θέλομεν νὰ ἐξετάσωμεν, καταφεύγομεν εἰς τὰ πειράματα. Εἶναι δὲ πείραμα ἡ ὑφ' ἡμῶν αὐτῶν παραγωγὴ φαινομένου τινός, καὶ ἐν τοιαύταις περιστάσεσιν, ὥστε νὰ ᾖναι μεμονωμένον ὅσον τὸ δυνατόν τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἐξεταζομένης δυνάμεως.

9. *Ὁρισμὸς τῆς φυσικῆς.* — Ἡ Φυσικὴ γενικῶς θεωρουμένη περιλαμβάνει τὴν σπουδὴν ὁλοκλήρου τῆς φύσεως, ἥτοι τὴν περιγραφὴν πάντων τῶν σωμάτων, τὰς ιδιότητας αὐτῶν, τὰς ἀμοιβαίας ἐνεργείας, τέλος δὲ τὰ φαινόμενα, τὰ ὁποῖα παρουσιάζουσι καὶ τοὺς νόμους τῶν φαινομένων τούτων. Ἀλλ' ἡ συσσώρευσις τῶν γνώσεων, ἃς ὁ ἄνθρωπος ἐκτήσατο ἐπὶ τῶν διαφορῶν ἀντικειμένων, καὶ ἰδίως ἡ ἀνισότης τῆς προόδου αὐτῶν, κατέστησεν ἀναγκαίαν τὴν διαίρεσιν τῆς γενικῆς φυσικῆς εἰς



πολλὰς ἐπιστήμας. Καὶ πρῶτον μὲν ἐδέησε ν' ἀποχωρισθῆ ἡ σπουδὴ τῶν ὀργανικῶν ὄντων, ἧτις ἐνόσω δὲν εἶναι ἐντελῶς γνωστοὶ οἱ νόμοι τῆς ἀνοργάνου φύσεως, θέλει περιορίζεσθαι σχεδὸν εἰς περιγραφὴν καὶ κατὰταξιν. Περιλαμβάνει δὲ ἡ σπουδὴ τῶν ὀργανικῶν ὄντων τὴν ζωολογίαν καὶ τὴν βοτανικὴν, αἵτινες ἀσχολοῦνται εἰς τὴν περιγραφὴν καὶ κατὰταξιν τῶν ζώων καὶ φυτῶν, τὴν ἀνατομίαν ἧτις περιγράφει καὶ συγκρίνει τὰ ὄργανα αὐτῶν, καὶ τέλος τὴν φυσιολογίαν, ἧτις ἐρευνᾷ τὸν σκοπὸν τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ ὀργανικοῦ σώματος καὶ τὰς τροποποιήσεις τούτων ὑπὸ τῶν ἐξωτερικῶν αἰτίων.

Ἡ γενικὴ φυσικὴ περιορισθεῖσα οὕτω εἰς τὴν σπουδὴν τῶν φαινομένων τῶν ἀνεξαρτήτων ἀπὸ τῆς ζωτικῆς ἀρχῆς, ὑπέστη καὶ ἄλλην ἀπλοποίησιν διὰ τοῦ ἀποχωρισμοῦ τῶν οὐρανίων φαινομένων, ἅτινα ἀποτελοῦσιν ἰδιαιτέραν ἐπιστήμην τὴν ἀστρονομίαν.

Τέλος δὲ ἡ φυσικὴ περιορισθεῖσα εἰς τὴν σπουδὴν τῶν ἀνοργάνων καὶ ἐπιγείων φαινομένων διαιρεῖται εἰσέτι εἰς τρεῖς μερικὰς ἐπιστήμας. Ἡ πρώτη τούτων ἡ γεωλογία περιλαμβάνουσα καὶ τὴν ὀρυκτολογίαν ἀσχολεῖται περὶ τὴν περιγραφὴν καὶ κατὰταξιν τῶν ἀνοργάνων ὄντων, ἐξ ὧν ἡ γῆϊνη σφαῖρα συνίσταται· ἡ δευτέρα εἶναι ἡ χημεία, καὶ ἡ τρίτη ἡ κυρίως φυσικὴ, ἧς τὴν σπουδὴν ἐνταῦθα προτιθέμεθα. Ἐρευνᾷ δὲ αὕτη τὰς ιδιότητας, αἵτινες εἶναι κοιναὶ εἰς τε τὰ ὀργανικὰ καὶ τὰ ἀνόργανα σώματα, καὶ τοὺς νόμους, εἰς οὓς ὑπόκεινται τὰ φαινόμενα τὰ μὴ μεταβάλλοντα τὴν σύνθεσιν τῶν σωμάτων καὶ ἀνεξάρτητα τῆς ζωῆς. Ἀποδίδονται δὲ τὰ φαινόμενα ταῦτα εἰς αἰτίας, αἵτινες ἐκλήθησαν ἀμοιβαία ἐλξίς τῶν ἀτόμων τῆς ὕλης, θερμότης, μαγνητισμὸς, ἡλεκτρισμὸς καὶ φῶς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

Διάφοροι τῶν σωμάτων ιδιότητες.

10. Αἱ ιδιότητες τῶν σωμάτων διαιροῦνται εἰς γενικὰς καὶ εἰς μερικὰς. Καὶ γενικαὶ μὲν εἶναι αἱ ἀνήκουσαι ἀνεξαιρέτως



εἰς πάντα τὰ σώματα, μερικαὶ δὲ αἰ εἰς τινὰ μόνον, οἷον ἢ  
 ῥευστότης, ἢ διαφάνεια, ἢ λειότης κτλ.

Αἱ γενικαὶ ιδιότητες, περὶ ὧν θέλει γίνεαι λόγος κατὰ τὸ παρὸν  
 εἶναι ἑξῆς ὁκτώ· ἢ ἑκτασις, τὸ ἀδιαχώρητον, τὸ διαιρετόν, τὸ  
 πορώδες, τὸ συμπιεσιτόν, ἢ ἐλαστικότης, τὸ κινητόν, καὶ ἢ  
 ἀδράγεια.

11. Ἐκ τῶν πρώτων ἐννοιῶν, αἵτινες γεννῶνται ἐν ἡμῖν  
 ἐκ τῆς ἀντιλήψεως τῶν σωμάτων εἶναι ἢ τῆς ἐκτάσεως ἢ  
 τοῦ χώρου. Καλεῖται δὲ ὁ χώρος, ὃν κατέχει σῶμά τι, ὄγκος  
 αὐτοῦ.

12. Τὸ ἀδιαχώρητον εἶναι ἢ ιδιότης, καθ' ἣν οἱ δύο ἢ περισσό-  
 τερα σώματα δὲν δύνανται νὰ κατέχωσι συγχρόνως τὸν αὐτὸν  
 χώρον. Κυρίως ὅμως ἢ ιδιότης αὕτη ἀνήκει εἰς τὰ ἄτομα. Εἰς  
 πολλάς δὲ περιστάσεις τὰ σώματα φαίνονται ὅτι διαχωροῦσι δι'  
 ἀλλήλων· οἷον ἐὰν ἀναμιξῶμεν ὕδωρ καὶ οἰνόπνευμα παρατηροῦ-  
 μεν ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ μίγματος εἶναι μικρότερος τοῦ ἀθροίσματος  
 τῶν ὄγκων τῶν ἀναμιχθέντων σωμάτων· τὸ αὐτὸ συμβαίνει  
 καὶ εἰς τινὰ μεταλλικὰ κράματα. Τὰ φαινόμενα ὅμως ταῦτα  
 προέρχονται ἐκ τούτου, ὅτι τῶν ἀποτελούντων τὰ σώματα  
 ἀτόμων μὴ ἀπτομένων ἀλλήλων, ὑπάρχουσι μεταξὺ αὐτῶν  
 κενὰ διαστήματα, ἅτινα δύνανται νὰ καταληφθῶσιν ὑπ' ἄλλων  
 ἀτόμων.

Σημ. Ἡ ἑκτασις καὶ τὸ ἀδιαχώρητον καλοῦνται οὐσιώ-  
 δεις γενικαὶ ιδιότητες τῶν σωμάτων, διότι δὲν δυνάμεθα νὰ  
 νοήσωμεν σῶμα ἐστερημένον αὐτῶν, ὡς δυνάμεθα διὰ τὰς λοι-  
 πὰς, αἵτινες διὰ τοῦτο δύνανται νὰ ὀνομασθῶσιν ἐπουσιώδεις  
 ἢ τυχαῖαι.

13. Τὸ διαιρετόν εἶναι ἢ ιδιότης, καθ' ἣν τὰ σώματα δύ-  
 νανται νὰ διαιρῶνται εἰς πολλὰ διακεκριμένα μέρη. Ἡ ὑποδιαί-  
 ρεσις δὲ δύναται νὰ ἐξακολουθήσῃ μέχρι μορίων λεπτοτάτων  
 διαφευγόντων τὰ ἡμέτερα αἰσθητήρια. Πολλὰ παραδείγματα δύ-  
 νάμεθα νὰ φέρωμεν εἰς δεῖξιν τούτου, ἀλλ' ἀρκούμεθα εἰς τὰ

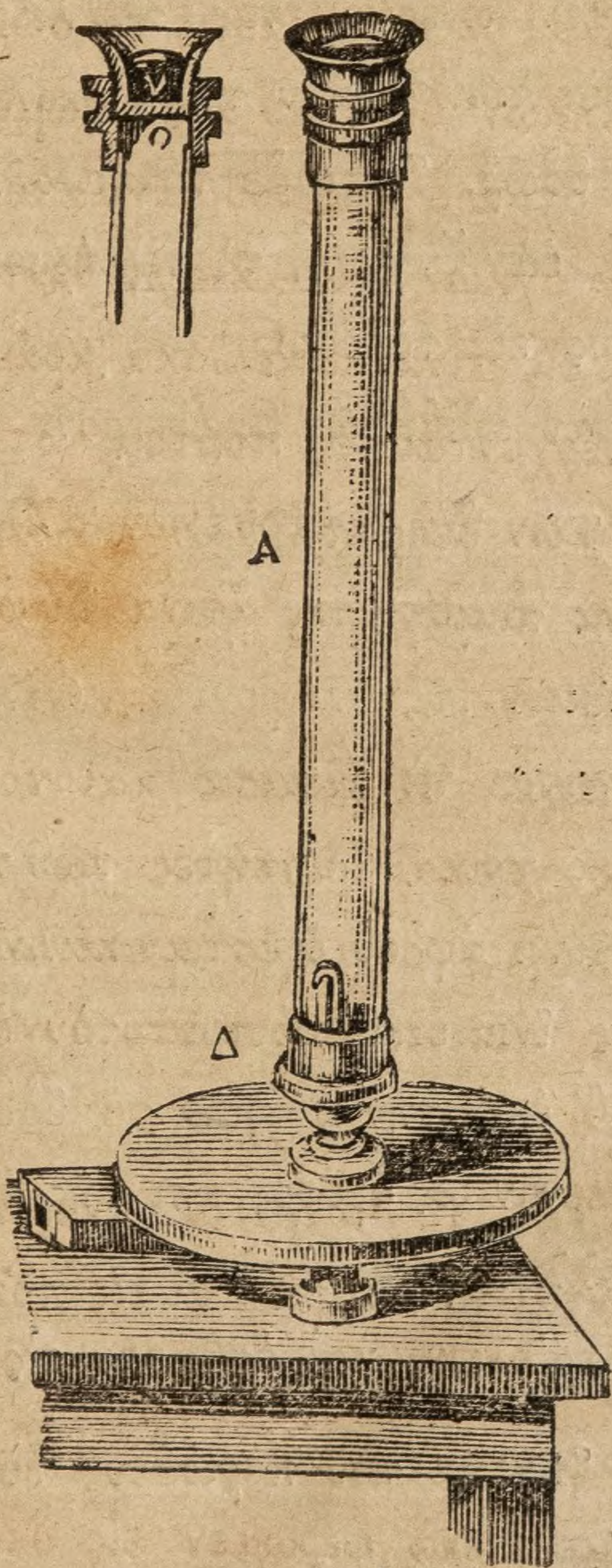


Τὸ αἷμα σύγκειται ἐξ ἐρυθρῶν σφαιριδίων ἐπιπολαζόντων ἐν ὑγρῷ καλουμένῳ ὀρρῷ· ἡ διάμετρος τούτων ἐν τῷ ἀνθρώπῳ εἶναι  $\frac{1}{160}$  τοῦ ὑποχιλιομέτρου, καὶ μία μόνη σταγὼν περιέχει περὶ τὸ ἑκατομμύριον. Ὑπάρχουσι δὲ ζώῳφια καὶ αὐτῶν τῶν σφαιριδίων τοῦ αἵματος μικρότερα, ὄρατὰ δὲ ὡς καὶ ἐκεῖνα μόνον διὰ τοῦ μικροσκοπίου· τὰ ζώῳφια ταῦτα τρέφονται καὶ κινοῦνται· πόσον ἄρα μικρὰ εἶναι τὰ ὄργανα αὐτῶν, καὶ τὰ μόρια, ἐξ ὧν ταῦτα συνίστανται ;

Καὶ τὰ μόρια δὲ, τὰ ὅποια ἐκπέμπουσιν αἱ ὀσμώδεις οὐσίαι εἶναι εἰς τὸ ἔσχατον λεπτά· διότι τεμάχιον μόσχου, παραδείγματος χάριν, δύναται νὰ διαχέῃ ὀσμὴν ἐπὶ πολλὰ ἔτη ἐν δωματίῳ, τοῦ ὁποίου ὁ ἀήρ ἀνανεοῦται διαρκῶς, χωρὶς ἐν τούτοις τὸ βᾶρος αὐτοῦ νὰ ἐλαττωθῇ αἰσθητῶς.

14. Τὸ πορῶδες εἶναι ἡ ἰδιότης, καθ' ἣν μεταξὺ τῶν μορίων τῶν σωμάτων ὑπάρχουσι κενὰ διαστήματα, πόροι καλούμενα. Δύο δὲ εἰδῶν πόροι διακρίνονται, οἱ αἰσθητοί, οὓς δύναται τις νὰ ἴδῃ διὰ τοῦ ἀόπλου ὀφθαλμοῦ ἢ διὰ τοῦ μικροσκοπίου, καὶ οἱ φυσικοί, οἵτινες εἶναι ἀφανεῖς. Ἀναγκαζόμεθα δὲ νὰ παραδεχθῶμεν τὴν ὑπαρξίν τῶν φυσικῶν πόρων, μολονότι δὲν δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν αὐτούς, διότι παρατηροῦμεν ὅτι πάντα τὰ σώματα διαστέλλονται καὶ συστέλλονται μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας αὐτῶν· τοῦτο δὲ ἔνεκα τοῦ ἀδιαχωρήτου δὲν ἠδύνατο νὰ γείνη, μὴ ὑπαρχόντων τῶν πόρων.

Οἱ αἰσθητοὶ πόροι, οἵτινες εἶναι ἀληθῆ χάσματα μεταξὺ τῶν μερῶν τοῦ σώματος, εἶναι καταφανεῖς εἰς τὸν σπόγγον, τὸ ξύλον, τὸ σάκχαρον, καὶ πολλὰ λίθων εἶδη. Ἐν τῇ διδασκαλίᾳ δὲ γίνεται τὸ ἐξῆς πείραμα εἰς δεῖξιν



Σχ. 1.



αὐτῶν. Διαβάνομεν μακρὸν ὑάλινον σωλῆνα Α λήγοντα πρὸς τὰ ἄνω εἰς χαλκοῦν δοχεῖον ν πρὸς δὲ τὰ κάτω εἰς πόδα ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, ὅστις δύναται νὰ κοχλιωθῆ ἐπὶ τῆς μηχανῆς, δι' ἧς γίνεται τὸ κενόν, ἥτοι ἐξάγεται ἐκ τῶν ἀγγείων ὁ ἐν αὐτοῖς περιεχόμενος ἀήρ. Ὁ πυθμὴν τοῦ δοχείου ν εἶναι ἐκ δέρματος ἱκανῶς παχέος. Χύνομεν εἰς τὸ δοχεῖον ὑδράργυρον ἱκανόν, ὥστε νὰ καλυφθῆ ὅλον τὸ δέσμα, καὶ κενούμεν τὸν σωλῆνα ἀέρος· ἀμέσως δὲ τότε βλέπομεν τὸν ὑδράργυρον διερχόμενον διὰ τοῦ δέρματος καὶ πίπτοντα ἐν εἴδει ἀργυροειδοῦς βροχῆς εἰς τὸν σωλῆνα. Τὸ αὐτὸ δὲ φαινόμενον παρατηρεῖται καὶ ὅταν ἀντικαταστήσωμεν τὸ δέσμα, ἐξ οὗ ἀποτελεῖται ὁ πυθμὴν τοῦ δοχείου, διὰ ξύλου τετραμημένου καθέτως πρὸς τὰς ἴνας αὐτοῦ.

Ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν εἰς τὸ ὕδωρ τεμάχιον κιμωλίας, βλέπομεν ἀνερχομένας πολλὰς φουσαλίδας ἀέρος, ὅστις ὑπῆρχεν ἐντὸς τῶν πόρων τῆς κιμωλίας, ὅθεν ἐξεδίωξεν αὐτὸν εἰσδύσαν τὸ ὕδωρ. Ὅτι δὲ τοῦτο ἀληθῶς συνέβη δεικνύεται ἐκ τούτου ὅτι, ἐὰν ζυγισθῆ τὸ τεμάχιον τῆς κιμωλίας πρὸ τῆς ἐμβαπτίσεως εἰς τὸ ὕδωρ καὶ μετ' αὐτὴν, εὐρίσκεται τὴν δευτέραν φοράν αἰσθητῶς βαρύτερον.

Τῶν δὲ μετάλλων τὸ πορώδες ἐδείχθη τὸ πρῶτον διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος γενομένου κατὰ τὸ 1861 ὑπὸ τῶν ἀκαδημαϊκῶν τῆς Φλωρεντίας. Θέλοντες οὗτοι νὰ ἴδωσιν ἐὰν τὸ ὕδωρ δύναται νὰ ἐλαττωθῆ τὸν ὄγκον πιεζόμενον, ἔλαβον μικρὰν τινα χρυσῆν σφαῖραν κοίλην καὶ ἐπλήρωσαν αὐτὴν ὕδατος, ἔπειτα ἀφ' οὗ ἔφραξαν καλῶς τὴν ὀπήν, τὴν ἔκρουσαν διὰ σφύρας ἵνα ἐλαττώσωσι τὸν ὄγκον αὐτῆς· παρατήρησαν δὲ ὅτι καθ' ἑκάστην κραῦσιν τὸ ὕδωρ ἐξιδροῦτο διὰ τῶν πόρων, φαινόμενον ὡς δρόσος ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας. Πολλοὶ φυσικοὶ ἐπανελάβον τὸ αὐτὸ πείραμα καὶ ἐπὶ ἄλλων μετάλλων, καὶ ἔφθασαν εἰς τὸ αὐτὸ ἐξαγόμενον.

Ἐνεκα τοῦ πορώδους τὸ αὐτὸ σῶμα δύναται νὰ λάβῃ διαφόρους ὄγκους.



Ἐφαρμογή τοῦ πορώδους εἶναι ἡ κατασκευὴ διυλιστηρίων ἐκ χάρτου, πύλου, λίθου, ἄνθρακος κτλ. δι' ὧν διυλίζονται τὰ ὑγρά· οἱ πόροι τῶν οὐσιῶν τούτων ἀφίνουσι μὲν νὰ διέλθῃ τὸ ὑγρὸν, ἀλλὰ δὲν εἶναι ἱκανῶς μεγάλοι, ὥστε νὰ διέλθωσι καὶ αἱ ἐν αὐτῷ στερεαὶ οὐσίαι.

15. Τὸ συμπίεστον εἶναι ἡ ἰδιότης, καθ' ἣν πάντων τῶν σωμάτων ὁ ὄγκος δύναται νὰ ἐλαττωθῇ, ὅταν ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτῶν ἐξωτερικὴ τις πίεσις. Ἡ ἰδιότης αὕτη προερχομένη ἐκ τοῦ πορώδους τῶν σωμάτων δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς ἀπόδειξις αὐτοῦ.

Τὰ μᾶλλον συμπίεστα σώματα εἶναι τὰ ἀέρια, τὰ ὑποῖα ὑποβαλλόμενα εἰς ἱκανὴν πίεσιν δύναται νὰ λάβωσι ὄγκον 10<sup>κις</sup>, 20<sup>κις</sup> καὶ μάλιστα 100<sup>κις</sup> μικρότερον ἐκείνου, ὃν ἔχουσιν εἰς τὰς συνήθεις περιστάσεις. Ἐν τούτοις διὰ τὰ πλεῖστα τῶν ἀερίων ὑπάρχει ὄριόν τι τῆς πίεσεως, πέραν τοῦ ὁποίου τὸ ἀέριον γίνεται ὑγρὸν. Τῶν δὲ στερεῶν τὸ συμπίεστον εἶναι πολὺ μικρότερον τοῦ τῶν ἀερίων, καὶ ἔχει διαφόρους βαθμούς. Τὰ μᾶλλον συμπίεστα στερεὰ εἶναι ὁ σπόγγος, ὁ φελλὸς, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, ὁ χάρτης, τὰ ὑφάσματα κτλ. Τῶν δὲ μετάλλων τὸ συμπίεστον καταφαίνεται ἐκ τῶν τύπων, οὓς λαμβάνουσι τὰ νομίσματα διὰ μόνης τῆς πίεσεως.

Τὰ δὲ ὑγρά εἶναι τόσον ὀλίγον συμπίεστα, ὥστε μέχρι τινὸς ἐθεωροῦντο ὡς ὅλως ἀσυμπίεστα· ἀλλ' ἐπειτα ἐδείχθη δι' ἀκριβεστέρων πειραμάτων ὅτι καὶ ταῦτα δὲν στεροῦνται τῆς ἰδιότητος ταύτης.

16. Ἡ ἐλαστικότης εἶναι ἡ ἰδιότης, ἣν ἔχουσι τὰ σώματα νὰ ἀναλαμβάνωσι τὸ ἀρχικὸν σχῆμα ἢ ὄγκον, ὅταν ἡ μεταβαλοῦσα αὐτὰ δύναμις παύσῃ νὰ ἐνεργῇ. Τὰ ἀέρια καὶ τὰ ὑγρά εἶναι ἐντελῶς ἐλαστικὰ σώματα· στερεὸν δὲ σῶμα οὐδὲν εἶναι τόσον τελείως ἐλαστικόν, ὅσον τὰ ἀέρια καὶ τὰ ρευστά. Ἐν τούτοις ἡ ἐλαστικότης εἶναι λίαν καταφανὴς εἰς τὸν χάλυβα, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, τὸν ἐλέφαντα, τὸ μάρμαρον κτλ. εἶναι δὲ μόλις αἰσθητὴ εἰς τὰς λιπαρὰς οὐσίας, τὴν ἄργιλλον, τὸν μάλυβδον κτλ.



Ἐν τοῖς στερεοῖς ὑπάρχει ὄριόν τι τῆς ἐλαστικότητος, πέραν τοῦ ὁποίου θραύονται, ἢ δὲν ἀναλαμβάνουσιν ἀκριβῶς τὸ ἀρχικὸν σχῆμα ἢ ὄγκον· τοιοῦτον δὲ ὄριον δὲν ὑπάρχει διὰ τὰ ἀέρια καὶ ὑγρά, τὰ ὁποῖα πάντοτε ἐπανέρχονται εἰς τὸν ἀρχικὸν ὄγκον.

Ἡ ἐλαστικότης εἶναι ἀποτέλεσμα βιαίας τινος τῶν ἀτόμων μετατοπίσεως, ἥτις ἐν τοῖς στερεοῖς δύναται νὰ δειχθῆ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος· ἐπὶ πλακὸς λεῖας μαρμάρου κεχρισμένης λεπτῷ στρώματι ἐλαίου ἀφίνεται νὰ πέσῃ σφαιρίδιον ἐξ ἐλέφαντος ἢ μαρμάρου· τὸ σφαιρίδιον τοῦτο ἀναπηδᾷ εἰς ὕψος μικρότερον ἐκείνου, ὅθεν ἔπεσε, ἀφίνον εἰς τὸ μέρος ὅπου ἐκτύπησε ἶχνος κυκλικόν, καὶ τοσοῦτῳ μεῖζον, ὅσῳ μεῖζον εἶναι τὸ ὕψος ὅθεν ἔπεσεν. Ἄρα κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς προσκρούσεως ἡ σφαῖρα ἐπλατύνθη ἐπὶ τῆς πλακὸς, ἢ δὲ ἀντίδρασις τῶν πιεσθέντων μορίων ἀνύψωσεν αὐτήν.

17. Τὸ κινητὸν εἶναι ἡ ἰδιότης, ἣν ἔχουσι τὰ σώματα νὰ δύναται νὰ ἀλλάσσωσι τὴν πρὸς ἄλληλα θέσιν.

Καλεῖται ἡρεμία σώματος ἡ ἐμμονὴ αὐτοῦ ἐν τῇ αὐτῇ θέσει· κίνησις δὲ ἡ ἀλλαγὴ τῆς θέσεως.

18. Ἀδράνεια τῆς ὕλης λέγεται ἡ ἰδιότης, ἣν ἔχει νὰ ἐμμένῃ εἰς ἣν εὐρίσκεται κατάστασιν· δηλαδὴ νὰ μὴ δύναται ἀφ' ἑαυτῆς νὰ μεταβαίνῃ ἐκ τῆς ἡρεμίας εἰς τὴν κίνησιν ἢ ἐκ τῆς κινήσεως εἰς τὴν ἡρεμίαν.

Ἡ καθημερινὴ παρατήρησις τῷ ὄντι μᾶς δεικνύει ὅτι οὐδέποτε σῶμα μεταβαίνει ἀφ' ἑαυτοῦ ἐκ τῆς ἡρεμίας εἰς τὴν κίνησιν· καὶ εἶναι μὲν ἀληθὲς ὅτι, ὅταν τὰ σώματα ἀφινόμενα ἄνευ ὑποστηρίγματος πίπτωσι, φαίνονται κινούμενα ἀφ' ἑαυτῶν· ἀλλ' ὡς θέλομεν ἴδει ἀλλαχοῦ τοῦτο προέρχεται ἐκ δυνάμεως ἐλκούςης τὰ σώματα πρὸς τὸ κέντρον τῆς γῆς, τῆς βαρύτητος.

Οὐ μόνον δὲ ἐν τῇ ἡρεμίᾳ ἐμμένουσι τὰ σώματα, ἀλλὰ καὶ ἐν τῇ κινήσει. Ἡ τελευταία ὁμῶς αὕτη ἀρχὴ εἶναι ὀλιγώτερον προφανῆς τῆς πρώτης, ἐπειδὴ εἴμεθα συνειθισμένοι νὰ βλέπωμεν τὴν κίνησιν τῶν σωμάτων ἐπιβραδυνομένην, καὶ ἐπὶ τέ-



λους παύουσιν, ὡς συμβαίνει παραδείγματος χάριν εἰς σφαῖραν κυλιομένην ἐπὶ ἐπιπέδου ἐπιφανείας· τοῦτο ὅμως προέρχεται οὐχὶ ἐκ φυσικῆς εἰς τὴν ἡρεμίαν τάσεως, ἀλλ' ἐκ τῶν ἀντιστάσεων εἰς τὴν κίνησιν, αἵτινες εἶναι ὁ ἐκτοπιζόμενος ὑπὸ τῆς σφαίρας ἀήρ, καὶ ἡ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους τριβή.

Πολλὰ φαινόμενα ἐξηγοῦνται διὰ τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης. Οἷον, ὅταν τις καταβαίνει ἐξ ἀμάξης κινουμένης ἔχων τὸ πρόσωπον ἐστραμμένον πρὸς τὸ μέρος πρὸς τὸ ὁποῖον κινεῖται ἡ ἀμάξα, εἴαν δὲν στηρίξῃ τὸν πόδα πρὸς τὰ ἐμπρός, ἢ δὲν κλίνῃ τὸ σῶμα πρὸς τὰ ὀπίσω, πίπτει κατὰ τὴν διεύθυνσιν, ἣν ἀκολουθεῖ ἡ ἀμάξα, ὡς ἐξακολουθῶν νὰ ἔχῃ τὴν κίνησιν, ἣν εἶχεν ἐν τῇ ἀμάξῃ εὐρισκόμενος.

Ὅμοίως ὅταν θέλωμεν νὰ ὑπερπηδήσωμεν τάφρον, λαμβάνομεν φορὰν, ἵνα κατὰ τὴν στιγμὴν τοῦ πηδήματος ἡ κίνησις ἣν ἔχομεν προστεθῇ εἰς τὴν προσπάθειαν, ἣν κάμνομεν διὰ νὰ πηδήσωμεν.

Ἡ ἀδράνεια ὡσαύτως καθιστᾷ τοσοῦτον καταστρεπτικὰ τὰ δυστυχήματα τῶν σιδηροδρόμων· διότι εἴαν ἔνεκα κωλύματός τινος σταθῇ αἰφνιδίως ἡ ἀτμάμαξα, ἐπειδὴ αἱ ὑπ' αὐτῆς συρόμεναι ἀμαξαι τείνουσι νὰ διατηρήσωσι τὴν κίνησίν των, συγκρούονται καὶ θραύονται.

19. *Συνάφεια.* Ὅταν δύο διάφορα σώματα εὐρίσκωνται εἰς ἐπαφὴν συμβαίνει μεταξὺ αὐτῶν ἑλξίς, ἣτις εἶναι τοσοῦτω μείζων, ὅσω περισσότερα εἶναι τὰ σημεῖα καθ' ἃ ἐφάπτονται ἀλλήλων. Ἡ ἑλξίς αὕτη καλεῖται *συνάφεια*. Οἷον εἴαν ἐφαρμόσωμεν ἀπ' ἀλλήλας δύο μεταλλίνας πλάκας ἐπιπέδους καὶ πολὺ λείας, διὰ νὰ ἀποχωρίσωμεν ἔπειτα αὐτάς ἀπ' ἀλλήλων χρειάζεται δύναμις ἰκανῶς μεγάλη. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἴαν ἐπίπεδος ἐπιφάνεια στερεοῦ σώματος ἐφάπτηται τῆς ἐπιφανείας ὑγροῦ.

Φαινόμενα στηριζόμενα ἐπὶ τῆς συναφείας εἶναι τὰ ἐξῆς. Ἡ προσκόλλησις τοῦ κονιορτοῦ ἐπὶ τῆς στέγης καὶ τῶν τοίχων δωματίου, ἡ γραφή διὰ κιμωλίας, μολυβδοκονδύλου, καὶ μετάνης. Ἡ συγκόλλησις διὰ κόλλας ἢ κασσιτέρου, καὶ τὰ λοιπά.



20. *Τριχοειδῆ φαινόμενα.* Εἰς τὴν συνάφειαν μεταξὺ στερεῶν καὶ ὑγρῶν ἀναφέρονται τὰ ἐξῆς φαινόμενα.

α'.) Ἐὰν ἐμβαπτίσῃ τις στερεὸν σῶμα εἰς ὑγρὸν καὶ ἔπειτα ἐξαγάγῃ αὐτὸ, ἢ μένουσι μόρια τοῦ ὑγροῦ προσκεκολλημένα ἐπὶ τοῦ στερεοῦ, καὶ τότε λέγομεν ὅτι τὸ στερεὸν *βρέχεται* ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ, ἢ τοῦτο δὲν συμβαίνει. Κατὰ τὴν πρώτην περίπτωσιν εἶναι ἡ μεταξὺ τοῦ στερεοῦ καὶ τοῦ ὑγροῦ συνάφεια ἰσχυροτέρα τῆς μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ συνοχῆς, κατὰ δὲ τὴν δευτέραν ἀσθενεστέρα. Παραδείγματος χάριν ἡ ὑάλος βρέχεται ὑπὸ τοῦ ὕδατος, ὑπὸ δὲ τοῦ ὑδραργύρου δὲν βρέχεται. Ὑπὸ τοῦ ὑδραργύρου βρέχονται ὁ χρυσὸς, ὁ ἄργυρος, ὁ χαλκὸς ὁ μόλυβδος, ἀλλ' οὐχὶ καὶ ὁ σίδηρος. Τὰ λιπαρὰ σώματα δὲν βρέχονται ὑπὸ τοῦ ὕδατος. Διὰ τοῦτο ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν τὴν χεῖρα ἠλειμμένην μὲ λίπος εἰς τὸ ὕδωρ, ἐξάγομεν αὐτὴν ξηράν. Τὰ πτερὰ τῶν νηκτικῶν πτηνῶν δὲν βρέχονται, διότι εἶναι ἠλειμμένα μὲ ἐλαιῶδες τι ὑγρὸν.

β'.) Ἐὰν μικραὶ ποσότητες ὑγροῦ τεθῶσιν ἐπὶ σώματος βρεχομένου ὑπ' αὐτοῦ, οἷον ὕδωρ ἐφ' ὑάλου, διασκορπίζονται. Τούναντίον ὑδράργυρος ἐφ' ὑάλου, ὕδωρ ἐπὶ λιπώδους σώματος, συναθροίζονται εἰς μικρὰ σφαιρίδια ἢ σταγόνας.

γ'.) Ὑγρὸν περιεχόμενον ἐν ἀγγείῳ, τοῦ ὁποίου τοὺς τοίχους βρέχει, ἴσταται εἰς τὰ ἄκρα ὑψηλότερα ἢ κατὰ τὸ μέσον, καὶ ἐπομένως ἀποτελεῖ ἐπιφάνειαν κοίλην. Τούναντίον δὲ ἐν ἀγγείῳ, οὗ τοὺς τοίχους δὲν βρέχει, οἷον ὑδράργυρος ἐν ὑαλίῳ ἀγγείῳ, τὸ ὑγρὸν ἴσταται χαμηλότερα κατὰ τὰ ἄκρα, ἢ κατὰ τὸ μέσον, καὶ ἐπομένως ἀποτελεῖ ἐπιφάνειαν κυρτήν.

δ'.) Ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν εἰς ὕδωρ στενὸν ὑάλινον σωλῆνα, τὸ ὕδωρ ἀναβαίνει ἐντὸς αὐτοῦ, καὶ τοσοῦτον ὑψηλότερα, ὅσον στενότερος εἶναι ὁ σωλῆν. Τούναντίον ὑδράργυρος ἐν ὑαλίῳ σωλῆνι ἴσταται χαμηλότερα ἐντὸς αὐτοῦ ἢ ἐν τῷ ἀγγείῳ. Ἐπειδὴ δὲ τὰ πειράματα ταῦτα γίνονται μὲ σωλῆνας, ὧν ἡ ἐντὸς διάμετρος εἶναι μικρὰ ὡς τριχὸς, διὰ τοῦτο τὰ εἰς αὐτοὺς ἀναφερόμενα φαινόμενα καλοῦσι φαινόμενα *τριχοειδῆ* ἢ τοῦ *τριχοειδοῦς*.



Ἐπί τοῦ τριχοειδοῦς στηρίζονται πολλά φαινόμενα· οἶον ἡ ἀπορρόφησις τοῦ ὕδατος ὑπὸ τοῦ σπόγγου, τοῦ σακχάρου, τοῦ ξύλου, καὶ ἄλλων τοιούτων σωμάτων, ὧν οἱ πόροι ἀποτελοῦσι λεπτοὺς σωλῆνας συνεχομένους. Ὅμοίως ἡ ἀνάβασις τοῦ οἰνοπνεύματος, ἡ τοῦ ἐλαίου, ἡ τοῦ τετηκότος στέατος εἰς τὰς θρυαλλίδας· ἡ ὑγρανσις τοίχου, οὗ τὸ θεμέλιον εἶναι ὑγρὸν, ἡ ἀποσπόγγις τοῦ ἰδρωτός δι' ὑφάσματος κτλ.

Πόσον δὲ μεγάλη εἶναι ἡ δύναμις τοῦ τριχοειδοῦς καταφαίνεται ἐκ τούτου, ὅτε ἐάν εἰς σχισμὴν λίθου εἰσαχθῆ σφῆν ἐκ ξηροῦ ξύλου καὶ ἔπειτα βραχῆ, τὸ ξύλον διαστελλόμενον ἐκ τούτου δύναται νὰ διαρρήξῃ τὸν λίθον. Ὅμοίως σχοινία τεταμένα ὑπὸ μεγίστης δυνάμεως, ἐάν βραχῶσι γίνονται βραχύτερα, διότι ἐκτείνονται κατὰ τὸ πάχος αὐτῶν.

21. Διείσδυσις. Ὑγρά τινα οὐδεμίαν τάσιν ἔχουσι νὰ ἐνωθῶσιν· οἶον ἐάν θέσωμεν ὕδωρ καὶ ἔλαιον ἐντὸς ἀγγείου, τὰ ὑγρά μένουσιν ἀποκεχωρισμένα ἀλλήλων, καὶ ὅταν ἀκόμη ἀνακινήσωμεν τὸ ἀγγεῖον. Εἰς ἄλλα ὑγρά συμβαίνει τὸ ἐναντίον· οἶον ἐάν θέσωμεν εἰς ἀγγεῖον κατὰ πρῶτον ὕδωρ, καὶ ἔπειτα χύσωμεν ἡρέμα ἐπ' αὐτοῦ οἰνόπνευμα, τὰ ὑγρά κατὰ μικρὸν ἀναμιγνύονται μετ' ἀλλήλων, καὶ μετὰ τινα χρόνον περιέχουσι τὰ κατώτερα στρώματα οἰνόπνευμα, καὶ τὰ ἀνώτερα ὕδωρ· ὥστε τὸ ὕδωρ ἀνέβῃ πρὸς τὸ ἐλαφρότερον αὐτοῦ οἰνόπνευμα, καὶ τὸ οἰνόπνευμα κατέβῃ πρὸς τὸ βαρύτερον αὐτοῦ ὕδωρ. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ μεταξὺ διαλύσεως σακχάρου ἢ παντός ἄλλου ἄλατος καὶ καθαροῦ ὕδατος.

Τὸ ἐξῆς πείραμα δεικνύει ἀξιοσημειώτόν τι φαινόμενον ὅπερ ἐκλήθη διείσδυσις. Πληροῦμεν κύστιν ἐκ διαλύσεως σακχάρου καὶ ἐπ' αὐτῆς προσαρμόζομεν ὑάλινον σωλῆνα, ὃν δένομεν ἐπ' αὐτῆς στεγανῶς· ἔπειτα ἐμβαπτίζομεν τὴν κύστιν ἐντὸς ἀγγείου περιέχοντος καθαρὸν ὕδωρ. Τούτων γενομένων βλέπομεν ὅτι τὸ ὑγρὸν ἀναβαίνει κατὰ μικρὸν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος εἰς ἰκανὸν ὕψος, καταβαίνει δὲ ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐντὸς τοῦ ἀγγείου ὕδατος. Ἄρα ὕδωρ εἰσέδυσε διὰ τῆς κύστεως καὶ ἀνεμίχθη μετὰ τοῦ ἐν αὐτῇ ὑγροῦ. Ἀλλὰ καὶ διάλυσις σακχάρου ἐξῆλθε διὰ τῆς



κύστεως εἰς τὸ ἀγγεῖον, ὡς δεικνύει ἡ γεῦσις τοῦ ἐν αὐτῷ ὑγροῦ. Ἐὰν δὲ τὸ πείραμα γίνεται ἀντιθέτως, δηλαδή ἐὰν ἐντὸς μὲν τῆς κύστεως εἰσαχθῆ καθαρὸν ὕδωρ, ἐκτὸς δὲ διαλύσις σακχάρου, τὸ ὑγρὸν καταβαίνει ἐντὸς τῆς κύστεως καὶ ὑψοῦται ἐντὸς τοῦ ἀγγείου. Τὸ αὐτὸ πείραμα δύναται νὰ γείνη μετὰ ὕδατος καὶ οἰνοπνεύματος, ἢ ὕδατος καὶ διαλύσεως ἄλατός τινος.

Ὅμοια φαινόμενα δεικνύουσιν οὐ μόνον ζωϊκαὶ μεμβράναι, ἀλλὰ καὶ φυτικαὶ, εἰς μικρότερον δὲ βαθμὸν καὶ ἡ ἀργιλλος καὶ ἄλλα πορώδη ἀνόργανα σώματα.

Αἱ αἰτίαι καὶ οἱ νόμοι τῶν φαινομένων τούτων δὲν ἐξηκριβώθησαν εἰσέτι καλῶς. Πιθανῶς ὅμως τὰ φαινόμενα ταῦτα στηρίζονται ἐπὶ τῆς ἀνίσου ἑλξεως τῶν μορίων τοῦ πορώδους διαφράγματος ἐπὶ τῶν ἐκατέρωθεν αὐτοῦ ὑγρῶν.

Ἡ διείσδυσις εἶναι ἡ κυρία αἰτία τῆς ἀπορρόφησης τοῦ ὕδατος διὰ τῶν ἄκρων τῶν ριζιδίων τῶν φυτῶν, καὶ τῆς ἀναβάσεως τοῦ χυμοῦ τούτων εἰς τὸν κορμὸν μέχρι τῶν ἄκρων τῶν κλώνων καὶ τῶν φύλλων. Ἐπειδὴ δηλαδή τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον περιβάλλει τὰς ρίζας ἐν τῇ γῆ, εἶναι ἥττον πυκνὸν τοῦ ἐν αὐταῖς χυμοῦ, εἰσδύει εἰς αὐτάς, καθιστᾷ τοῦτον ἀραιότερον, ὡς ἐκ τούτου μεταβαίνει εἰς κυψέλας, αἰτίνες περιέχουσι πυκνότερον χυμὸν, καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τῶν ἐσχάτων κλώνων καὶ φύλλων. Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὰ φύλλα γίνεται ἐξάτμισις τοῦ ὕδατος, καὶ διὰ τοῦτο συμπυκνοῦται ὁ ἐν αὐτοῖς χυμὸς, κατὰ τὰς θερμὰς ὥρας τοῦ ἔτους, ἐν ὧσιν τὸ φυτὸν ἔχει τὰ φύλλα του γίνεται συνεχῆς κίνησις ἀναβατικὴ τοῦ ὑπὸ τῶν ριζιδίων ἀπορροφωμένου ὕδατος ἀπὸ τούτων μέχρι τῶν φύλλων.

Διείσδυσις συμβαίνει καὶ μεταξὺ τῶν ἀερίων, ὅταν εἶναι διακεχωρισμένα διὰ πορώδους διαφράγματος. Ἐνεκα ταύτης ἐὰν ὑαλίνη λήκυθος εἶναι πλήρης ἀερίου καὶ τὸ στόμιον αὐτῆς ἀνεστραμμένης εἶναι ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὕδατος, τὸ ἀέριον ἐξέρχεται κατὰ μικρὸν ἐκ τῆς ληκύθου, καὶ ἀτμοσφαιρικὸς ἀὴρ εἰσέρχεται εἰς αὐτήν.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ΄.

## Περὶ δυνάμεων καὶ κινήσεως.

22. Δύναμις καλεῖται πᾶσα αἰτία δυναμένη νὰ παραγάγῃ κίνησιν ἢ νὰ μεταβάλλῃ αὐτήν· οἷον ἡ ἐνέργεια τῶν μυῶν τῶν ζώων, ἡ βαρύτης, ἡ μαγνητικὴ ἔλξις κτλ. εἶναι δυνάμεις.

Καλοῦνται δὲ ἰδιαίτερον δυνάμεις μὲν αἱ τείνουσαι νὰ παραγάγωσιν ἀποτέλεσμα τι, ἀντιστάσεις δὲ αἱ ἀνθιστάμεναι εἰς τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο.

Ὡς ἐκ τῆς διαρκείας δὲ αἱ δυνάμεις διακρίνονται εἰς ἀκαριαίας καὶ συνεχεῖς. Καὶ ἀκαριαῖαι μὲν εἶναι αἱ ἐπὶ βραχύτατον χρόνον ἐπὶ τοῦ κινήτου ἐνεργοῦσαι, οἷον ἡ ἀνάφλεξις τῆς πυρίτιδος, ἡ κροῦσις σφύρας κτλ. συνεχεῖς δὲ ἐκεῖναι ὧν ἡ ἐπὶ τοῦ σώματος ἐνέργεια εἶναι ἀδιάλειπτος· τοιαύτη συνεχῆς δύναμις εἶναι ἡ βαρύτης.

23. Δύο δυνάμεις λέγονται ἴσαι ὅταν ἐφαρμοζόμεναι ἐπὶ τινος ὑλικοῦ σημείου ἐλευθέρου καὶ ἡρεμοῦντος κατ' ἀντιθέτους φορὰς δὲν μεταδίδωσιν εἰς αὐτὸ κίνησιν.

Ἐπιπέδιον πολλῶν δυνάμεων λέγεται ἡ δύναμις ἣτις δύναται νὰ ἀντικαταστήσῃ τὰς δυνάμεις ταύτας ἐνεργούσας ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὑλικοῦ σημείου κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν.

Ἡ ἔννοια τῆς ἰσότητος τῶν δυνάμεων ἄγει ἡμᾶς εἰς τὴν ἔννοιαν δύο δυνάμεων ἐν οἰωδῆποτε λόγῳ. Ἐὰν παραδείγμα-τος χάριν ἡ δύναμις Δ εἶναι ἐπταπλασία δυνάμεώς τινος π, καὶ ἡ δύναμις Δ' πενταπλασία τῆς αὐτῆς δυνάμεως π, ὁ λόγος τῆς Δ πρὸς τὴν Δ' εἶναι  $\frac{7}{5}$ .

Ἐν πάσῃ δυνάμει διακρίνονται τὰ ἐξῆς τέσσαρα· α.) τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς, ἥτοι τὸ σημεῖον τοῦ σώματος, καθ' ὃ αὕτη ἐνεργεῖ ἀμέσως· β.) ἡ διεύθυνσις, ἥτοι ἡ εὐθεΐα, καθ' ἣν ἡ δύναμις τείνει νὰ κινήσῃ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς· γ.) Ἡ φορὰ, καθ' ἣν τείνει νὰ γείνη ἡ κίνησις· δ.) ἡ ἐντασις, ἥτοι ὁ λόγος τῆς δυνάμεως πρὸς ἄλλην δυνάμιν ὡς μονάδα ληφθεῖσαν. Ὡς μονὰς δύναται νὰ ληφθῇ δύναμις τις οἰαδῆποτε. Ἐπειδὴ



δὲ ὅση καὶ ἂν εἶναι ἢ ἔλξις ἢ πίεσις, ἣν δυνάμεις τις παράγει, βάρος τι δύναται νὰ παραγάγῃ ἴσην ἔλξιν ἢ πίεσιν, διὰ τοῦτο αἱ δυνάμεις συγκρίνονται συνήθως πρὸς τὰ βάρη, καὶ ὡς μονὰς τῶν δυνάμεων λαμβάνεται τὸ χιλιόγραμμα. Ἴνα παραστήσωμεν τὰ ἀνωτέρω στοιχεῖα, ὑφ' ὧν πᾶσα δύναμις ἀκριβῶς ὀρίζεται, ἄγομεν διὰ τοῦ σημείου τῆς ἐφαρμογῆς καὶ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως εὐθεῖαν γραμμὴν· ἐπὶ ταύτης δὲ ἀπὸ τοῦ σημείου τῆς ἐφαρμογῆς καὶ κατὰ τὴν φοράν τῆς δυνάμεως φέρομεν μονάδα τινὰ μήκους οἴανδ' ἕποτε, οἷον τὸ ὑφεκατόμετρον, τοσάκις, ὡσάκις ἢ δοθεῖσα δύναμις περιέχει τὴν μονάδα τῆς δυνάμεως.

Πρὸς ἐξήγησιν πολλῶν φυσικῶν φαινομένων εἶναι ἀνάγκη νὰ ἐκθέσωμεν προτάσεις τινὰς περὶ τῶν δυνάμεων, αἵτινες ἀποδεικνύονται ἐν τῇ μηχανικῇ.

24. Ὄταν δύο ἢ περισσότεραι δυνάμεις εἶναι ἐφηρμοσμέναι ἐπὶ σώματός τινος, δύναται νὰ συμβῇ ὥστε αἱ δυνάμεις αὗται νὰ οὐδετερωσιν ἀλλήλας, οὐδόλως μεταβαλλομένης τῆς ἡρεμίας ἢ τῆς κινήσεως τοῦ σώματος. Ὄταν δὲ τοῦτο ὑπάρχη, λέγομεν ὅτι αἱ δυνάμεις εἶναι ἐν ἰσορροπίᾳ ἐπὶ τοῦ σώματος.

Ὄταν πολλαὶ δυνάμεις ἐφηρμοσμέναι ἐπὶ τινος σώματος δύνανται κατὰ πάσας τὰς περιπτώσεις νὰ ἀντικατασταθῶσιν ὑπὸ μιᾶς μόνης, αὕτη καλεῖται ἡ συνισταμένη τῶν δυνάμεων ἐκεῖνων, ἐκεῖναι δὲ αἱ συνιστῶσαι ταύτης.

Ἐὰν, παραδείγματος χάριν, πολλαὶ δυνάμεις ἐφηρμοσμέναι ἐπὶ τινος σώματος ἰσορροπῶσι, εἶναι φανερόν ὅτι μία τις τῶν δυνάμεων μηδενίζει τὸ ἀποτέλεσμα πασῶν τῶν λοιπῶν, αὗται λοιπὸν δύνανται νὰ ἀντικατασταθῶσιν ὑπὸ μιᾶς δυνάμεως ἴσης τῇ πρώτῃ καὶ ἀντιθέτου φοράς.

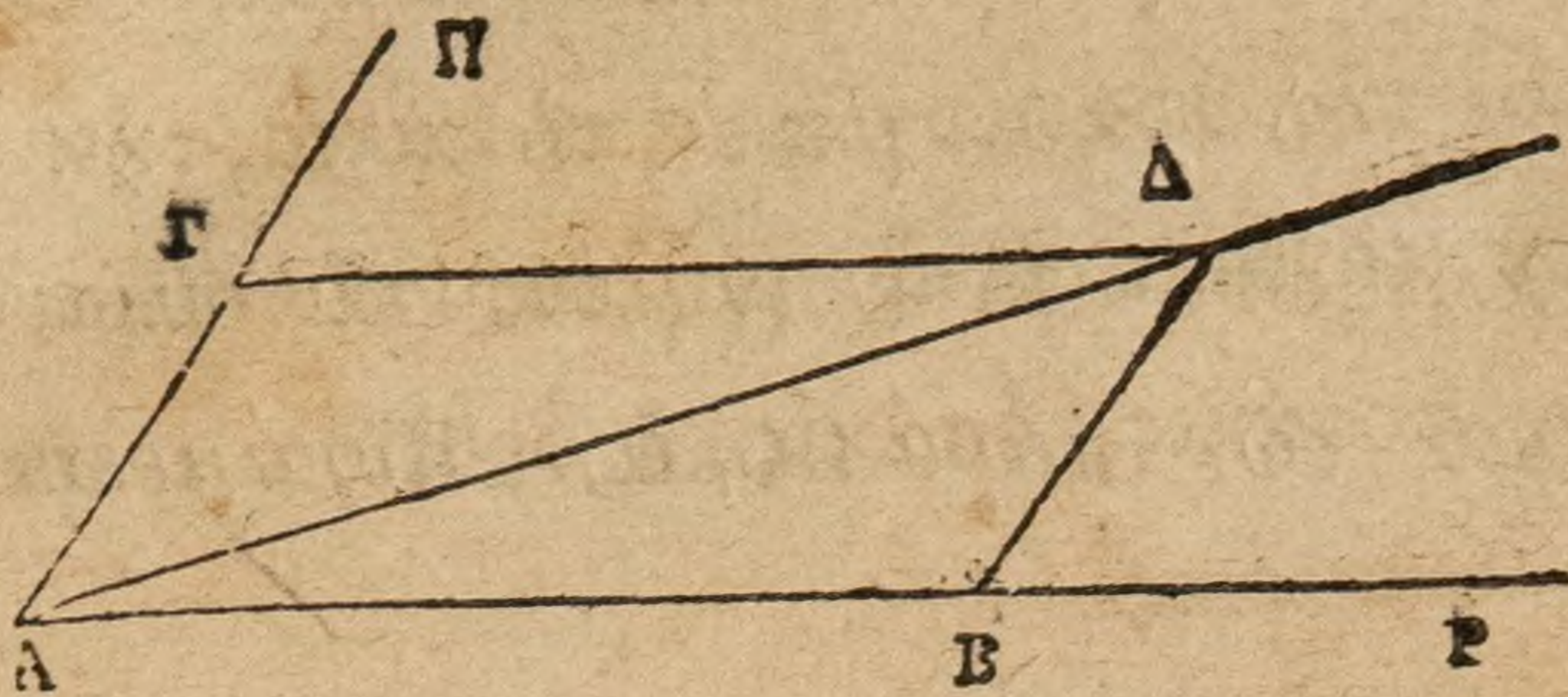
Ἡ ἀντικατάστασις πολλῶν δυνάμεων ὑπὸ μιᾶς μόνης λέγεται σύνθεσις τῶν δυνάμεων, ἡ δὲ ἀντικατάστασις μιᾶς ὑπὸ πολλῶν ἄλλων λέγεται ἀνάλυσις τῆς δυνάμεως ἐκεῖνης.

25. Ὄταν δύο ἢ περισσότεραι δυνάμεις τὴν αὐτὴν ἔχουσαι διεύθυνσιν ἐνεργῶσι καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, εἶναι φανερόν ὅτι ἡ συνισταμένη αὐτῶν εἶναι δύναμις, ἣτις ἔχει τὴν αὐτὴν



διεύθυνσιν καὶ φοράν καὶ ἤτις, ὡς εἴπομεν ἀνωτέρω, καλεῖται ἄθροισμα αὐτῶν. Ὄταν δὲ αἱ μὲν ἐνεργῶσι κατὰ τινὰ φοράν, αἱ δὲ κατὰ τὴν ἀντίθετον, ἡ συνισταμένη εἶναι ἴση τῇ διαφορᾷ τοῦ ἄθροίσματος τῶν πρώτων καὶ τοῦ ἄθροίσματος τῶν δευτέρων, ἡ δὲ φορά αὐτῆς εἶναι πρὸς τὸ μέρος τοῦ μείζονος ἄθροίσματος.

26. Ἐάν δύο δυνάμεις Π καὶ Ρ (σχ. 2) ἐφηρμοσμένοι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου Α, παρίστανται κατὰ μέγεθος καὶ κατὰ διεύθυνσιν ὑπὸ τῶν προσκειμένων πλευρῶν ΑΓ καὶ ΑΒ τοῦ παραλληλογράμμου ΑΒΓΔ, ἡ συνισταμένη τῶν δύο τούτων δυνάμεων παρίσταται κατὰ μέγεθος καὶ κατὰ διεύθυνσιν ὑπὸ τῆς διαγωνίου ΑΔ τοῦ παραλληλογράμμου τούτου. Ἡ πρότασις αὕτη καλεῖται τὸ παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων.

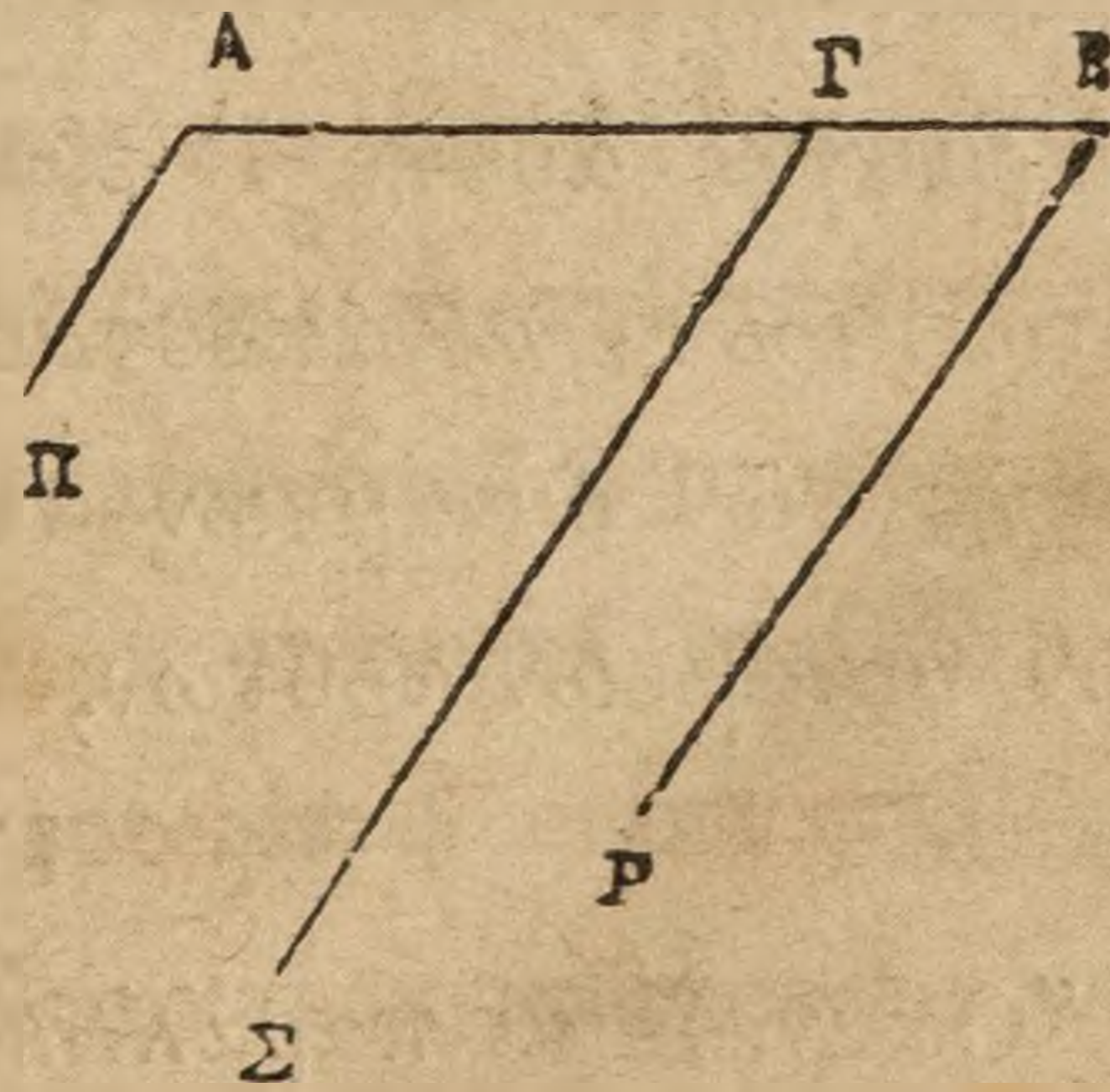


Σχ. 2.

Ἀντιστρόφως δυνάμεθα δεθεῖσαν τινὰ δύναμιν ΑΔ νὰ ἀναλύσωμεν εἰς δύο ἄλλας διὰ τοῦ Α διερχομένας καὶ ἐχούσας οἴαςδήποτε θέλωμεν διευθύνσεις, οἷον κατὰ τὰς εὐθείας ΑΠ καὶ ΑΡ. Ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο νὰ ἀχθῶσιν ἐκ τοῦ Δ παράλληλοι τῆς ΑΡ καὶ ΑΠ, οὕτω δὲ προσδιορίζονται αἱ συνιστώσαι τῆς ΑΔ, ἡ ΑΒ καὶ ἡ ΑΓ.

Διὰ τοῦ παραλληλογράμμου τῶν δυνάμεων δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν τὴν συνισταμένην ὅσωνδήποτε δυνάμεων ἐνεργουσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου· διότι εὐρίσκομεν πρῶτον τὴν συνισταμένην δύο ἐξ αὐτῶν, ἔπειτα τὴν συνισταμένην ταύτης καὶ τρίτης τινός, καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τῆς τελευταίας.

27. Ὄταν δύο δυνάμεις παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς Π καὶ Ρ (σχ. 3.) ἐνεργῶσι κατὰ τὰ ἄκρα ἀκάμπτου εὐθείας ΑΒ, ἡ συνισταμένη αὐτῶν Σ εἶναι παράλληλος καὶ ἴση τῷ ἄθροισματι αὐτῶν, τὸ δὲ σημεῖον Γ τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς διαιρεῖ τὴν εὐθείαν εἰς μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν δυνάμεων, δηλαδή οὕτως, ὥστε νὰ ὑπάρχη ἡ ἀναλογία

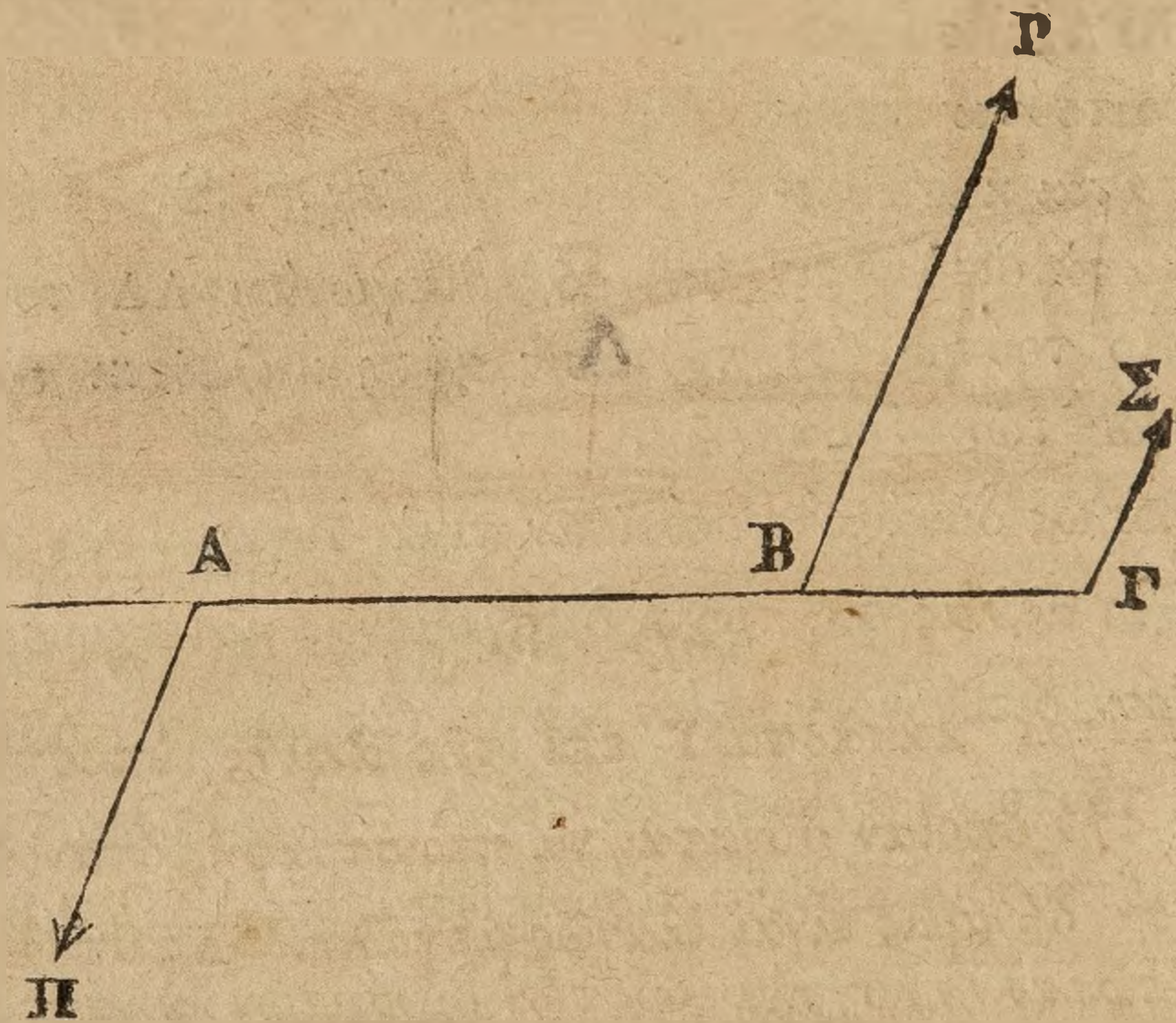


Σχ. 3.

$$ΓΒ : ΓΑ = Π : Ρ.$$



Ἴνα δὲ εὐρωμεν τὴν συνισταμένην πολλῶν δυνάμεων παραλλήλων καὶ τὴν αὐτὴν φορὰν ἔχουσῶν, εὐρίσκομεν πρῶτον κατὰ τὰ ἀνωτέρω τὴν συνισταμένην τῶν δύο πρώτων, ἔπειτα τὴν συνισταμένην ταύτης καὶ τρίτης τινός, καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τῆς τελευταίας. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι ἡ τελικὴ συνισταμένη θέλει εἶναι παράλληλος τῶν δεδομένων δυνάμεων καὶ ἴση τῷ ἀθροίσματι αὐτῶν· τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς, τὸ ὁποῖον μένει τὸ αὐτὸ, καὶ ὅταν αἱ δοθεῖσαι δυνάμεις ἀλλάξωσι διεύθυνσιν μένουσαι ὅμως παράλληλοι, καλεῖται κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων.



Σχ. 4.

28. Ὄταν δύο δυνάμεις παράλληλοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς Π καὶ Ρ ἐνεργῶσι κατὰ τὰ ἄκρα ἀκάμπτου εὐθείας ΑΒ (σχ. 4), ἡ συνισταμένη αὐτῶν Σ εἶναι παράλληλος καὶ ἴση τῇ διαφορᾷ αὐτῶν, ἔχει δὲ τὴν φορὰν τῆς μείζονος, καὶ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς Γ εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς προσεκβολῆς τῆς ΑΒ, οὕτως, ὥστε αἱ ἀποστάσεις αὐτοῦ ἀπὸ τῶν σημείων τῆς ἐφαρμογῆς τῶν δυνάμεων Π καὶ Ρ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν δυνάμεων τούτων, δηλονότι ὑπάρχει ἡ ἀναλογία

$$\Gamma\text{A} : \Gamma\text{B} = \text{P} : \text{Π}.$$

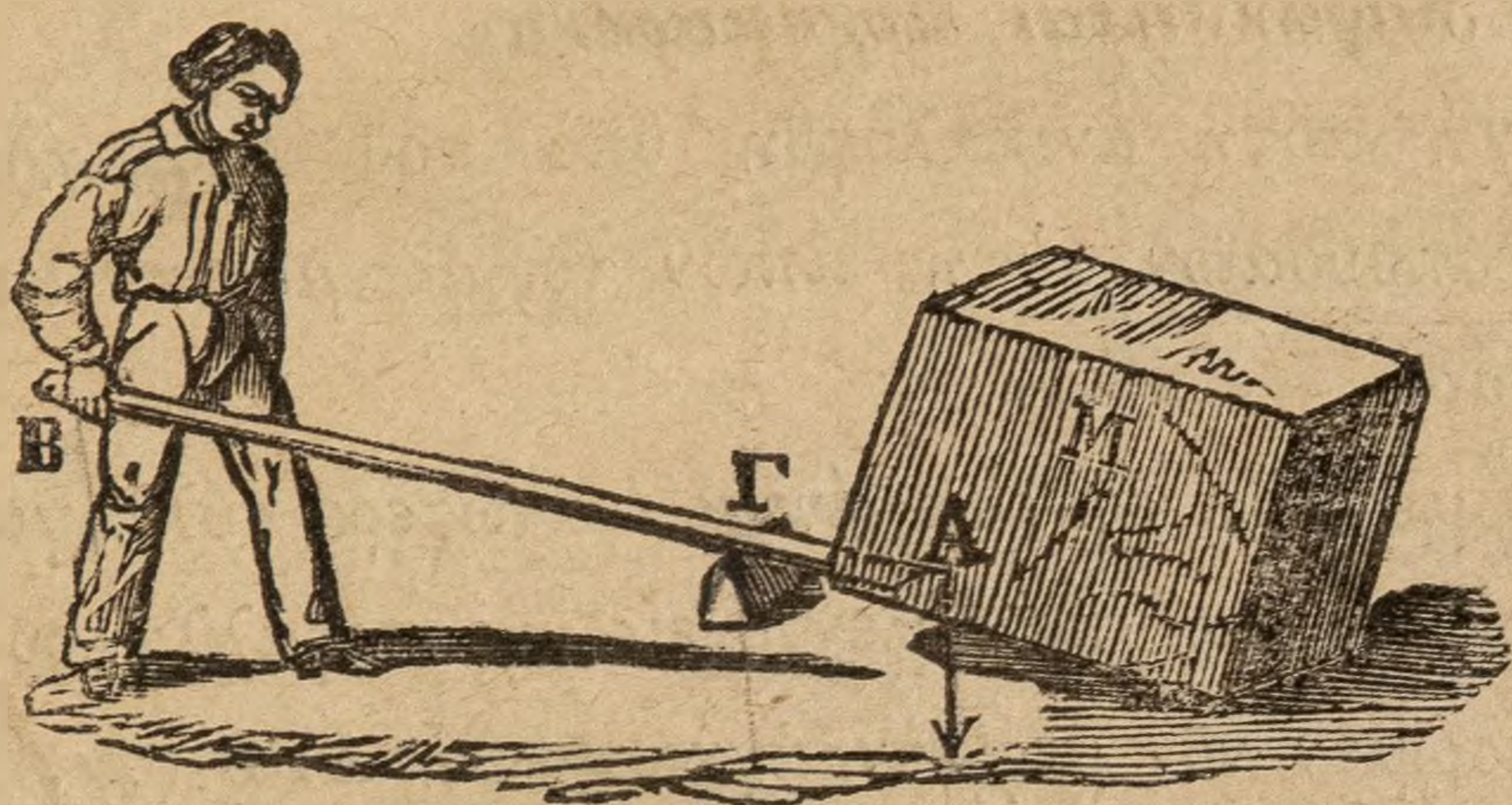
Ὄταν δὲ αἱ παράλληλοι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις εἶναι ἴσαι, εἶναι ἀδύνατον νὰ ἀντικατασταθῶσιν ὑπὸ μιᾶς μόνης δυνά-



νάμειως, τείνουσι δὲ νὰ μεταδώσωσιν εἰς τὴν εὐθεΐαν, ἐφ' ἧς εἶναι ἐφηρμοσμένοι, περιστροφικὴν κίνησιν. Καλεῖται δὲ τὸ τοιοῦτο σύστημα ζεύγος.

### Περὶ μοχλοῦ.

29. Ὁ μοχλὸς εἶναι ῥάβδος AB (σχ. 5), διὰ τῆς ὁποίας ἀνυψοῦμεν σῶμά τι βαρὺ M, στηριζόμενον ἐπὶ τοῦ ἐνὸς ἄκρου, διὰ δυνάμεως ἐφηρμοσμένης ἐπὶ τοῦ ἐτέρου ἄκρου. Ἡ ῥάβδος



Σχ. 5.

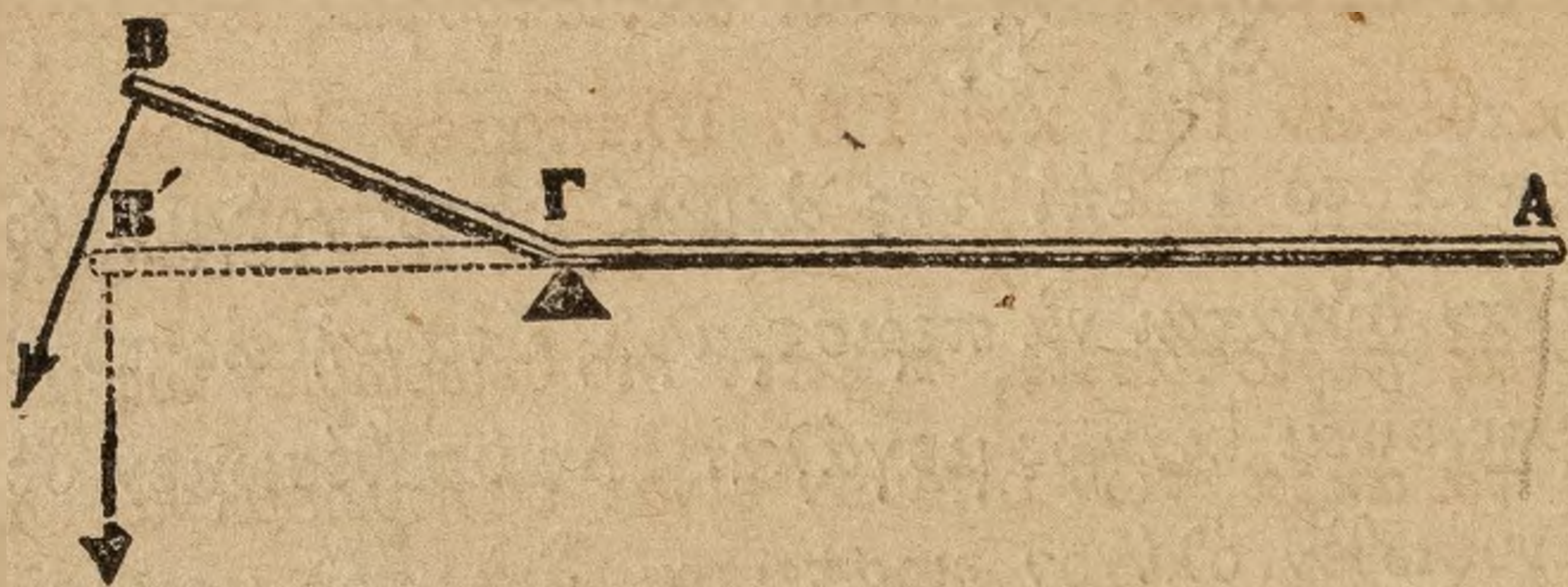
αὕτη στηρίζεται κατὰ τὸ Γ ἐπὶ τῆς ἀκμῆς ὑποστηρίγματός τινος, περὶ τὴν ὁποίαν δύναται νὰ περιστραφῇ, ὅταν ἢ εἰς τὸ Β ἐφαρμοσθεῖσα δύναμις εἶναι ἰκανῶς μεγάλη. Ἄς ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι τὸ σῶμα M ἀνυψωθὲν ὀλίγον κρατεῖται διὰ τοῦ μοχλοῦ ἀκίνητον ἐν τῇ θέσει, ἧτις ἐδόθη εἰς αὐτό. Ὁ μοχλὸς τότε ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων, ὧν ἡ μία εἶναι ἡ πίεσις, ἣν τὸ σῶμα ἐπιφέρει κατὰ τὸ Α, ἡ δὲ ἑτέρα εἶναι ἡ κατὰ τὸ Β ἐφαρμοζομένη δύναμις ἵνα ἐμποδίσῃ τὸ σῶμα M νὰ καταπέσῃ. Αἱ δύο αὗται δυνάμεις, ἅς θεωροῦμεν παραλλήλους, δύνανται κατὰ τὰ ἀνωτέρω νὰ ἀντικατασταθῶσιν ὑπὸ μιᾶς μόνης δυνάμεως, παραγούσης τὸ αὐτὸ ἐπὶ τοῦ μοχλοῦ ἀποτέλεσμα. Ἡ δύναμις δὲ αὕτη πρέπει νὰ διέρχηται διὰ τοῦ Γ· διότι ἐὰν διήρχετο πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ ἀριστερὰ τοῦ σημείου τούτου, ὁ μοχλὸς ἔπρεπεν ἀναγκαίως νὰ περιστραφῇ περὶ τὸ Γ. Πρέπει λοιπὸν διὰ νὰ μὲν ἀκίνητος ὁ μοχλὸς, ἢ συνισταμένη τῶν κατὰ τὸ Α καὶ Β ἐφηρμοσμένων δυνάμεων νὰ διέρχηται διὰ τοῦ



Γ. Γνωρίζομεν δὲ ὅτι πρὸς τοῦτο πρέπει αἱ δυνάμεις νὰ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἀποστάσεις ΑΓ καὶ ΒΓ, αἵτινες καλοῦνται βραχίονες τοῦ μοχλοῦ. Ἐὰν π. χ. ἡ ΒΓ εἶναι 10<sup>κις</sup>, 100<sup>κις</sup>, 1000<sup>κις</sup> μεγαλειτέρα τῆς ΑΓ, ἡ κατὰ τὸ Β ἐφαρμοστέα δύναμις πρέπει νὰ εἶναι 10<sup>κις</sup>, 100<sup>κις</sup>, 1000<sup>κις</sup> μικροτέρα τῆς κατὰ τὸ Α ἐπιφερομένης πιέσεως, ἣν πρόκειται νὰ ἰσορροπήσῃ. Ἐκ τούτου ἡ ἐξῆς ἀρχὴ· δύο δυνάμεις παράλληλοι ἐνεργοῦσαι ἐπὶ μοχλοῦ ἰσορροποῦσιν, ἐὰν εἶναι πρὸς ἀλλήλας ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τῶν μοχλοβραχιόνων, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ὁποίων εἶναι ἐφηρμοσμένοι.

Ἡ ἀρχὴ αὕτη ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Ἀρχιμήδους, ὅστις ἔδειξε τὸ σπουδαῖον αὐτῆς εἰπὼν τὸ, δός μοι πᾶ στω καὶ τὰν γᾶν κινήσω.

30. Ὁ μοχλὸς, ἐφ' οὗ ἐγένετο ὁ ἀνωτέρω συλλογισμὸς, εἶχεν ὑποτεθῆ εὐθύς, καὶ ὑποκειμένος εἰς δύο παραλλήλους δυνάμεις. Ἄς ἐξετάσωμεν νῦν μοχλὸν ἀγκωνοειδῆ ΑΓΒ (σχ. 6), εἰς τὰ



Σχ. 6.

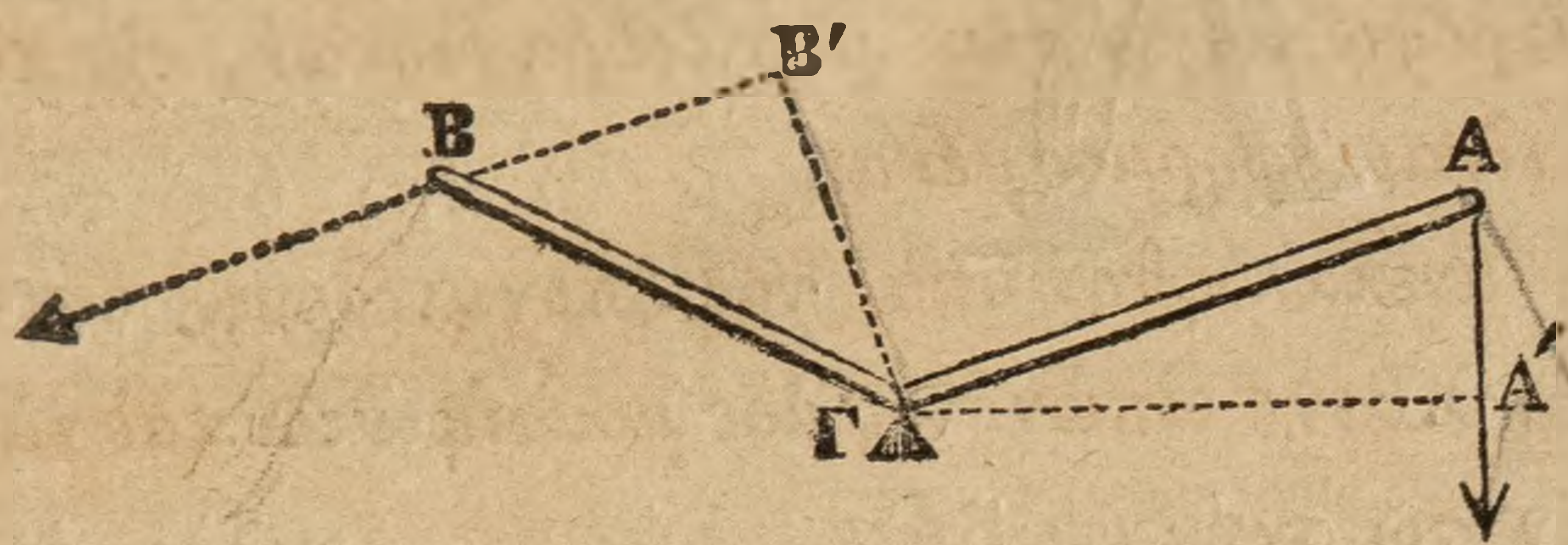
ἄκρα τοῦ ὁποίου εἶναι ἐφηρμοσμένοι δύο δυνάμεις κάθετοι ἐπὶ τοὺς βραχίονας ΑΓ καὶ ΒΓ. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ βραχίων ΒΓ ἀντικα-

θίσταται ὑπ' ἄλλου Β'Γ, ἰσομήκους μὲν, ἀλλὰ διευθυνομένου κατὰ τὴν προσεκβολὴν τοῦ μοχλοβραχίονος ΑΓ, τότε ἀντὶ τοῦ ἀγκωνοειδοῦς μοχλοῦ ΑΓΒ θέλομεν ἔχει τὸν εὐθὺν ΑΓΒ'. Δυνάμεθα δὲ νὰ παραδεχθῶμεν ὡς φανερόν ὅτι, ἐὰν ἐφαρμόσωμεν κατὰ τὸ Β' καθέτως τῷ Β'Γ τὴν δύναμιν, ἣτις ἦτον ἐφηρμοσμένη κατὰ τὸ Β, αὕτη θέλει ἐνεργήσῃ κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἵνα περιστρέψῃ τὸν μοχλὸν περὶ τὸ ὑπομόχλιον Γ, καὶ ὅτι κατ' ἀμφοτέρας τὰς περιστάσεις πρέπει νὰ ἔχη τὸ αὐτὸ μέγεθος, ἵνα ἰσορροπήσῃ πρὸς τὴν κατὰ τὸ Α ἐφηρμοσμένην δύναμιν. Ἄλλ' εὔρομεν ἀνωτέρω ὅτι διὰ τὴν ἰσορροπίαν τοῦ εὐθέος μοχλοῦ τοῦ ὑποκειμένου εἰς δύο δυνάμεις παραλλήλους, πρέπει



αἱ δυνάμεις νὰ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μοχλοβραχιόνων, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ὀπρίων ἐνεργοῦσι· τὸ αὐτὸ λοιπὸν ἀληθεύει καὶ διὰ τὸν ἀγκωνοειδῆ μοχλὸν, ἐν ᾧ αἱ δυνάμεις εἶναι κάθετοι ἐπὶ τοὺς μοχλοβραχίονας.

Συμβαίνει πολλάκις αἱ ἐπὶ μοχλοῦ τινος ἐφηρμοσμένα δυνάμεις νὰ μὴν εἶναι κάθετοι ἐπὶ τοὺς μοχλοβραχίονας. Κατὰ τὴν περίστασιν ταύτην, ἐὰν φαντασθῶμεν (σχ. 7) καθέτους  $\Gamma\Lambda'$ ,  $\Gamma\text{B}'$ ,

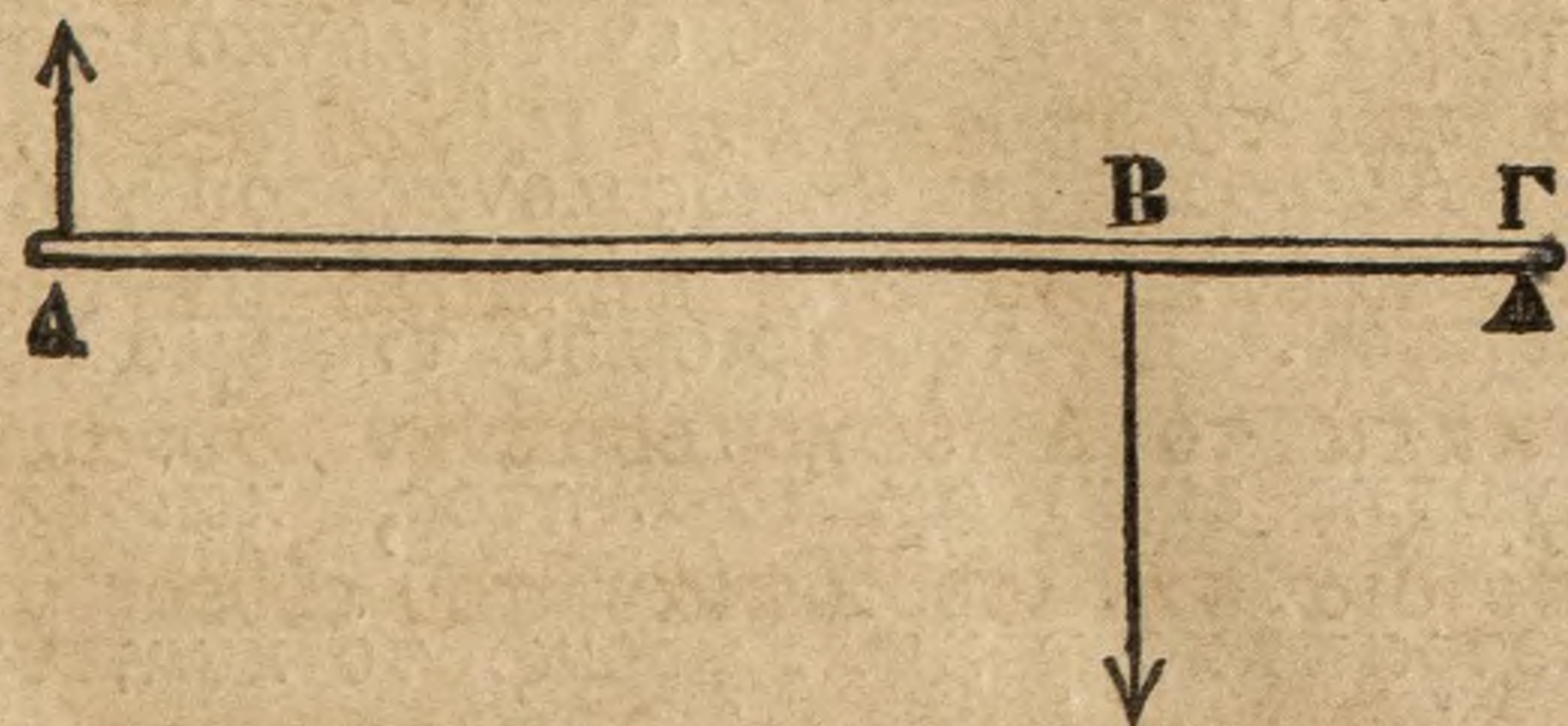


Σχ. 7.

ἠγμένας ἐκ τοῦ ὑπομοχλίου  $\Gamma$  ἐπὶ τὰς διευθύνσεις τῶν δυνάμεων, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὰς δυνάμεις εὐρισκόμενας εἰς τὰς αὐτὰς περι-

στάσεις, ὡς ἐὰν ἐνήργουν ἐπὶ τῶν ἄκρων τοῦ ἀγκωνοειδοῦς μοχλοῦ  $\Lambda'\Gamma\text{B}'$ . ἐκ τούτου δὲ θέλομεν συμπεράνει ὅτι, ἵνα ὑπάρξῃ ἰσορροπία, πρέπει αἱ δυνάμεις νὰ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μηκῶν τῶν καθέτων  $\Gamma\Lambda'$  καὶ  $\Gamma\text{B}'$ . Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι ἵνα ἡ προηγουμένως περὶ τοῦ μοχλοῦ ἐκτεθεῖσα ἀρχὴ ἐφαρμόζηται εἰς πάσας τὰς περιστάσεις, πρέπει νὰ θεωρῶμεν ὡς μοχλοβραχίονας, εἰς τὰ ἄκρα τῶν ὁποίων εἶναι ἐφηρμοσμένα αἱ δυνάμεις, τὰς καθέτους τὰς ἀγομένας ἐκ τοῦ ὑπομοχλίου ἐπὶ τὰς διευθύνσεις τῶν δυνάμεων.

31. Ὄταν μοχλὸς τις  $\text{AB}\Gamma$  (σχ. 8) ἔχη τὸ ὑπομόχλιον κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων αὐτοῦ  $\Gamma$ , καὶ ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων ἐφηρμοσμένων κατὰ τὸ  $\text{A}$  καὶ  $\text{B}$  κατὰ διευθύνσεις παραλήλους, ἀλλ' ἀντιθέτου φορᾶς, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν  $\Gamma\text{A}$  καὶ  $\Gamma\text{B}$  ὡς δύο μοχλοβραχίονας, εἰς τὰ ἄκρα

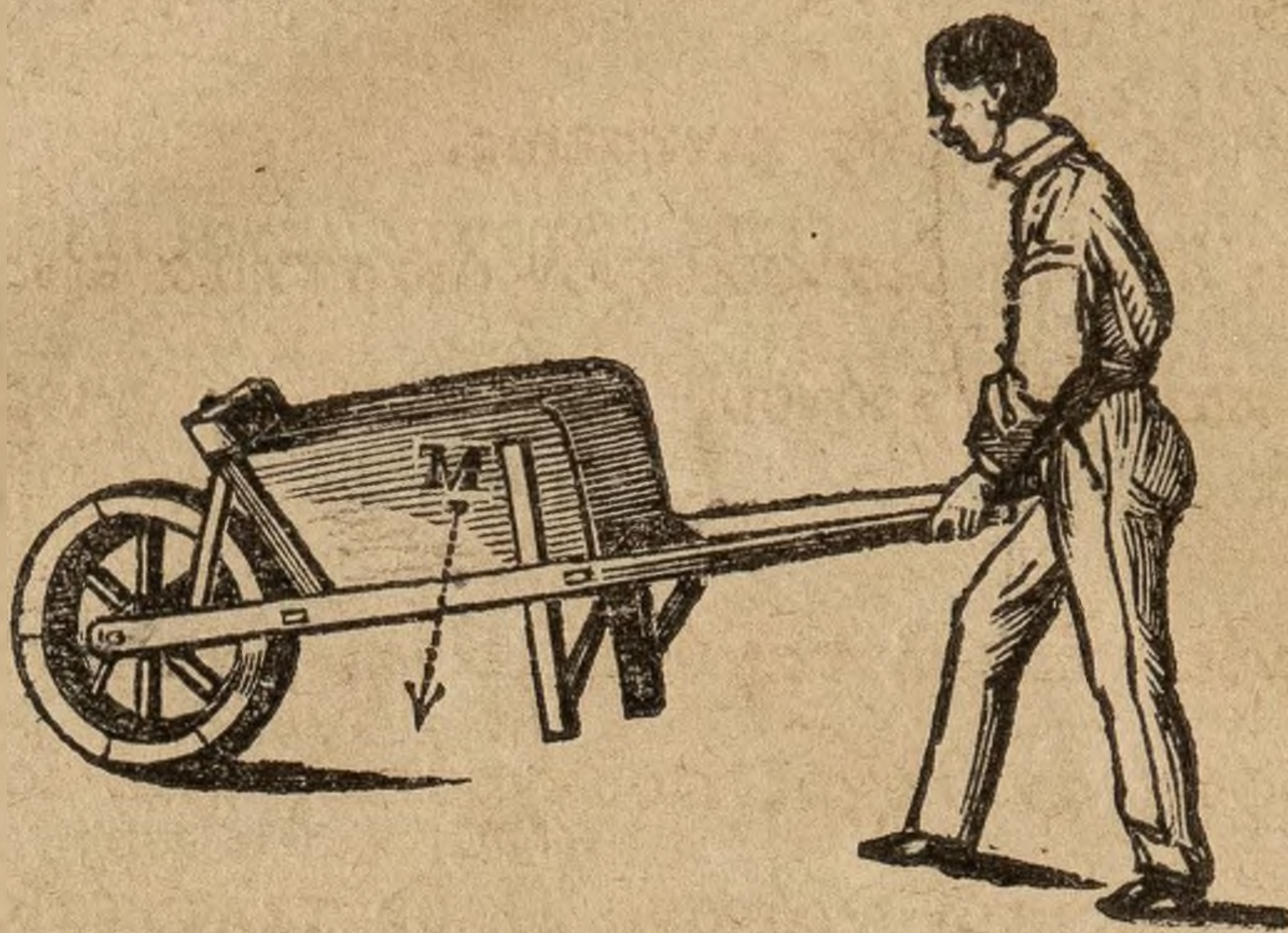


Σχ. 8.

τῶν ὁποίων ἐνεργοῦσιν αἱ δυνάμεις αὗται, καὶ ἰσορροπία θέλει ὑπάρξει, ἐὰν αἱ δυνάμεις εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μοχλοβραχιόνων τούτων.



Ὡς παράδειγμα τοῦ τοιούτου μοχλοῦ δυνάμεθα νὰ δώσωμεν τὴν χειράμαξαν (σχ. 9)· ἐν αὐτῇ ὑπομόχλιον εἶναι ὁ ἄξων τοῦ



Σχ. 9.

τροχοῦ, ἢ μία τῶν δυνάμεων εἶναι τὸ βάρος τοῦ ἐν τῇ χειραμάξῃ σώματος, ἢ δὲ ἕτέρα εἶναι ἡ συνισταμένη τῶν δύο πιέσεων, τῶν παραγομένων ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ὑπὸ τῶν χειρῶν τοῦ κρατοῦντος αὐτὴν ἀνθρώπου.

**Σημειώσεις.** Ὁ ἐν τῷ σχήματι 5 παριστάμενος μοχλὸς, ἐν ᾧ τὸ ὑπομόχλιον εὐρίσκεται μεταξὺ τῶν δύο δυνάμεων, λέγεται μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους· ὁ δὲ τοῦ σχήματος 8, ἐὰν μὲν ὡς ἀντίστασις θεωρῆται ἢ κατὰ τὸ B ἐφηρμοσμένη, δύναμις δὲ ἢ κατὰ τὸ A, λέγεται μοχλὸς τοῦ δευτέρου εἴδους· ἐὰν δὲ ἀντίστασις μὲν εἶναι ἢ κατὰ τὸ A, δύναμις δὲ ἢ κατὰ τὸ B, λέγεται μοχλὸς τοῦ τρίτου εἴδους.

### Περὶ κινήσεως.

32. Εἶδομεν ἀνωτέρω (17) ὅτι κίνησις εἶναι ἡ μεταβολὴ θέσεως. Λέγεται δὲ ἡ κίνησις εὐθύγραμμος μὲν, ὅταν ἡ ὁδὸς τοῦ κινητοῦ εἶναι εὐθεῖα γραμμὴ, καμπυλόγραμμος δὲ ὅταν καμπύλη.

33. Ὁμαλὴ κίνησις. — Ἡ κίνησις λέγεται ὁμαλὴ, ὅταν τὸ κινητὸν διατρέχῃ ἴσα διαστήματα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἢτοι ὅταν τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶναι ἀνάλογα τῶν χρόνων.

Καλεῖται ταχύτης ἐν τῇ ὁμαλῇ κινήσει τὸ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου διανυόμενον διάστημα. Ααμβάνεται δὲ ὡς μονὰς τοῦ χρόνου συνήθως τὸ δεύτερον λεπτόν. Ἐκ τοῦ ὀρισμοῦ τῆς ὁμαλῆς κινήσεως ἔπεται ὅτι ἡ ταχύτης εἶναι ἀμετάβλητος, καὶ ὅτι ἐν διπλασίῳ, τριπλασίῳ, τετραπλασίῳ κτλ. χρόνῳ τὸ κινητὸν διανύει διπλάσιον, τριπλάσιον, τετραπλάσιον κτλ. διάστημα.



Ἐὰν δὲ καλέσωμεν  $\tau$  τὴν ταχύτητα τοῦ κινητοῦ, καὶ  $\delta$  τὸ ὑπ' αὐτοῦ ἐν τῷ χρόνῳ  $\chi$  διανυόμενον διάστημα, ἔχομεν  $\delta = \tau\chi$ . ὅθεν  $\tau = \frac{\delta}{\chi}$ , καὶ  $\chi = \frac{\delta}{\tau}$ . Οἱ τρεῖς οὗτοι τύποι περιέχουσι πάντας τοὺς νόμους τῆς ὀμαλῆς κινήσεως.

Ὁ πρῶτος τύπος δεικνύει ὅτι τὸ διανυόμενον διάστημα εἶναι ἀνάλογον τῆς ταχύτητος καὶ τοῦ χρόνου, καὶ ἴσον τῷ γινομένῳ αὐτῶν.

Ὁ δεύτερος τύπος δεικνύει ὅτι ἡ ταχύτης εἶναι ἀνάλογος τοῦ διαστήματος, ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ χρόνου, καὶ ἴση τῷ λόγῳ τοῦ διαστήματος πρὸς τὸν χρόνον. Ὁ δὲ τελευταῖος τύπος δεικνύει ὅτι ὁ χρόνος εἶναι ἀνάλογος τοῦ διαστήματος, ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ταχύτητος, καὶ ἴσος τῷ λόγῳ τοῦ διαστήματος πρὸς τὴν ταχύτητα.

34. Ἐνεκα τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης παραδεχόμεθα ὅτι οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ κίνησις σώματός τινος, ἅμα αἱ ταύτην παράγουσαι δυνάμεις παύσωσι νὰ ἐνεργῶσι, τὸ σῶμα θέλει ἐξακολουθήσει κινούμενόν κίνησιν εὐθύγραμμον καὶ ὀμαλὴν· διότι θέλει διατηρεῖ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ ταχύτητα, ἅς εἶχε κατὰ τὴν χρονικὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἔπαυσεν ἡ ἐνέργεια τῶν δυνάμεων. Ἡ ἀρχὴ αὕτη ἐπιβεβαιοῦται ὑπὸ τῆς πείρας.

35. Ἡ πείρα δεικνύει ὅτι ἡ αὐτὴ δύναμις ἐφαρμοζομένη ἐπὶ διαφόρων σωμάτων δὲν παράγει πάντοτε τὴν αὐτὴν κίνησιν. Ἐκ τούτου προῆλθεν ἡ ἐννοια τῆς μάζης.

Λέγεται ὅτι δύο σώματα οἰαδήποτε ἔχουσιν ἴσας μάζας, ὅταν ἴσαι δυνάμεις ἐφαρμοζόμεναι ἐπ' αὐτῶν ἐλευθέρων ὄντων καὶ ἐν ἡρεμίᾳ μεταδίδωσιν εἰς αὐτὰ τὴν αὐτὴν κίνησιν.

Ἐὰν ἐνώσωμεν δύο σώματα σχηματίζομεν ἓν νέον, τοῦ ὁποίου ἡ μάζα λέγεται τὸ ἄθροισμα τῶν μαζῶν τῶν δύο ἄλλων. Ἐκ τῆς ἐννοίας τῶν ἴσων μαζῶν ἀγόμεθα εἰς τὴν ἐννοίαν δύο μαζῶν ἐν οἰαδήποτε λόγῳ.

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρου ὁρισμοῦ ἔπεται ὅτι σώματα συγκείμενα ἐκ τῆς αὐτῆς ὁμογενοῦς οὐσίας ἔχουσι μάζας ἀναλόγους πρὸς τοὺς ὄγκους αὐτῶν, καὶ ἐπομένως πρὸς τὰς ποσότητας τῆς ἐν αὐτοῖς



περιεχομένης ὕλης. Ἄλλ' ὅταν τὰ σώματα συνίστανται ἐκ διαφορῶν οὐσιῶν, δὲν δυνάμεθα νὰ παραβάλωμεν τὰς ἐν αὐτοῖς περιεχομένας ποσότητας ὕλης, οὐδὲ νὰ παραδεχθῶμεν ἄλλους διακριτικούς ὡς πρὸς τοῦτο χαρακτῆρας μεταξὺ τῶν διαφορῶν σωμάτων καὶ οὐσιῶν ἢ τοὺς ἐξαρτωμένους ἐκ τῶν διαφορῶν ἀποτελεσμάτων, ἃ φέρουσιν αἰεὶς κίνησιν βάλλουσαι αὐτὰ δυνάμεις.

36. *Μεταβαλλομένη κίνησις.* — Ὅταν κινητὸν τι διατρέχη ἐν ἴσοις χρόνοις ἄνισα διαστήματα, ἡ κίνησις αὐτοῦ λέγεται *μεταβαλλομένη*. Ἐκ δὲ τῶν ἀνωτέρω εἰρημένων συμπεραίνομεν ὅτι, ὅταν σῶμα τι ἔχη κίνησιν μεταβαλλομένην εὐθύγραμμον, ἢ κίνησιν καμπυλόγραμμον, ἐνεργοῦσιν ἐπ' αὐτοῦ μία ἢ περισσότεραι δυνάμεις συνεχεῖς· διότι ἄλλως ἡ κίνησις αὐτοῦ ἤθελεν εἶναι ὁμαλὴ καὶ εὐθύγραμμος.

Ἡ ταχύτης ἐν τῇ μεταβαλλομένη κινήσει δὲν δύναται νὰ ὀρισθῇ ὡς ἐν τῇ ὁμαλῇ, διότι τὸ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου διανυόμενον διάστημα δὲν εἶναι πάντοτε τὸ αὐτό. Ἰνα νοήσωμεν τι καλεῖται ταχύτης ἐν τῇ τοιαύτῃ κινήσει, ἅς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ δύναμις ἢ παράγουσα αὐτὴν παύει καθ' ὠρισμένην τινὰ στιγμὴν· τότε τὸ κινητὸν θέλει ἐξακολουθήσει νὰ κινῆται κίνησιν εὐθύγραμμον καὶ ὁμαλὴν· ἡ ταχύτης τῆς ὁμαλῆς ταύτης κινήσεως λέγεται ταχύτης τοῦ κινητοῦ κατὰ τὴν ὠρισμένην ἐκείνην στιγμὴν.

Ὡς ἐκ τοῦ νόμου, καθ' ὃν μεταβάλλεται ἡ ταχύτης, ὑπάρχουσι διάφορα εἶδη μεταβαλλομένης κινήσεως· ἀλλ' ἡμεῖς θέλομεν ἐξετάσει μόνον ἓν εἶδος, τὴν ὁμαλῶς μεταβαλλομένην κίνησιν.

37. *Ὁμαλῶς μεταβαλλομένη κίνησις.* — Ὅταν ἡ ταχύτης αὐξάνη ἢ ἐλαττωταὶ κατὰ τὴν αὐτὴν ποσότητα ἐν ἴσοις χρόνοις, ἡ κίνησις καλεῖται *ὁμαλῶς μεταβαλλομένη*· ἰδίως δὲ ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη μὲν ὅταν ἡ ταχύτης αὐξάνη, ὁμαλῶς ἐπιβραδυνομένη δὲ ὅταν ἡ ταχύτης ἐλαττωταὶ. Ἡ σταθερὰ αὐξήσις ἢ ἐλάττωσις τῆς ταχύτητος, ἢ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου γινομένη, καλεῖται *ἐπιτάχυνσις*. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ  $\gamma$  τὴν ἐν ἐνὶ δευτέρῳ λεπτῷ ἐπιτάχυνσιν, ἢ



ταχύτης μετὰ δύο δεύτερα θὰ αὐξήσῃ κατὰ  $2\gamma$ , μετὰ τρία κατὰ  $3\gamma$ , καὶ γενικῶς μετὰ  $\chi$  δεύτερα κατὰ  $\gamma\chi$ . Καλοῦντες δὲ  $\tau$  τὴν ταχύτητα τοῦ κινητοῦ μετὰ τὸν χρόνον  $\chi$ , λογιζόμενον ἀπὸ τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν ἡ δύναμις ἤρχισε νὰ ἐνεργῇ ἐπὶ τοῦ κινητοῦ ἐν ἡρεμίᾳ ὄντος, θέλομεν ἔχει  $\tau = \gamma\chi$ .

Ἐὰν δὲ τὸ κινητὸν εἶχε τὴν ταχύτητα  $\alpha$  κατὰ τὴν στιγμήν, ἀφ' ἧς λογιζόμεν τὸν χρόνον, ἠθέλομεν ἔχει

$$\tau = \alpha + \gamma\chi$$

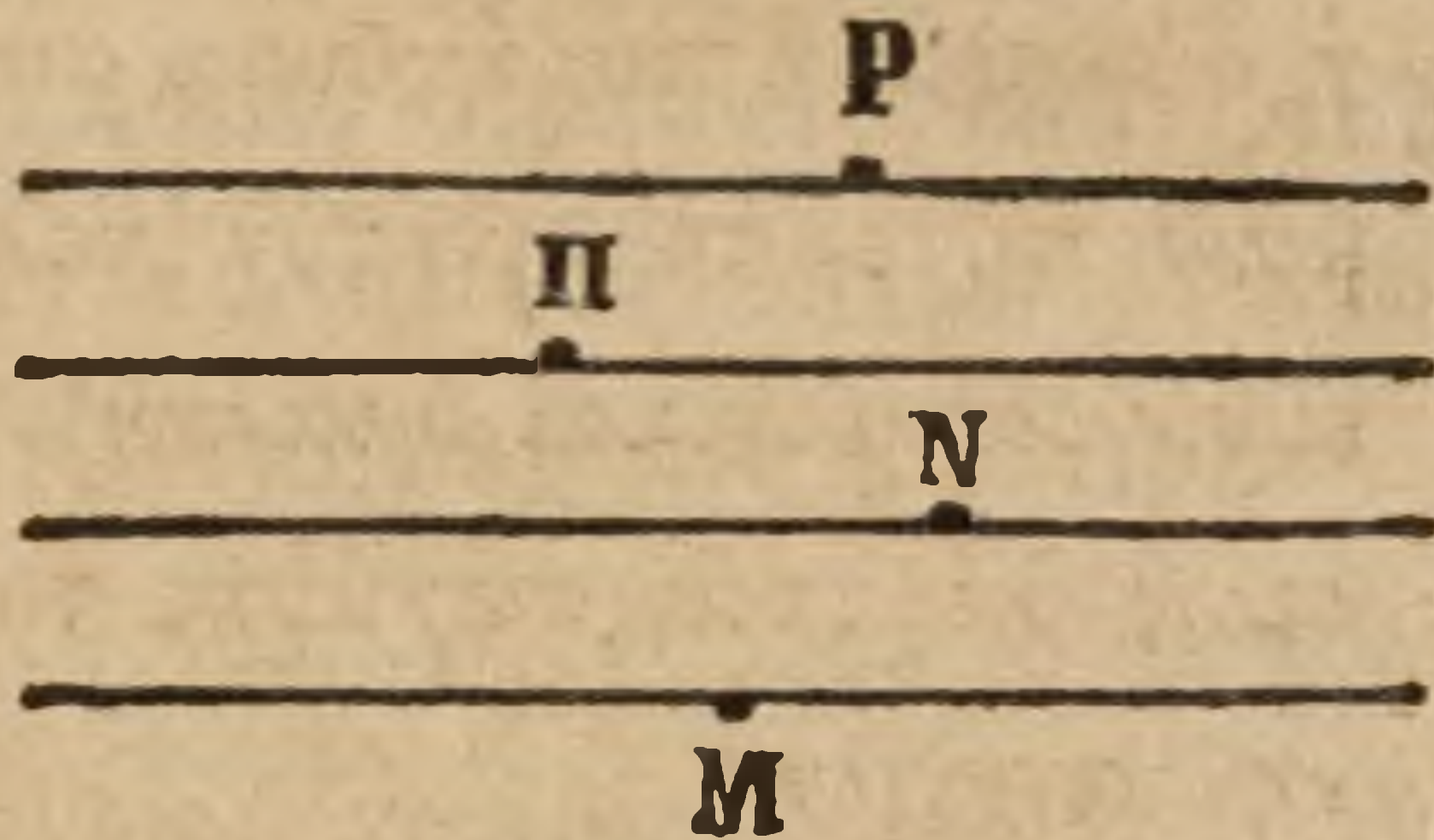
ἢ

$$\tau = \alpha - \gamma\chi,$$

καθ' ὅσον ἡ κίνησις ἤθελεν εἶναι ἐπιταχυνομένη ἢ ἐπιβραδυνομένη.

Οἱ τύποι οὗτοι δεικνύουσιν ὅτι ἐν τῇ ὁμαλῶς μεταβαλλομένῃ κινήσει ἡ ταχύτης αὐξάνει ἢ ἐλαττοῦται ἀναλόγως τοῦ χρόνου.

38. Ἀρχὴ τῶν σχετικῶν κινήσεων. — Ἐστῶσαν ὑλικά τινα σημεία, M, N, Π, P κινούμενα κατ' εὐθείας παραλλήλους μετὰ ταχύτητος σταθερᾶς ἢ μεταβλητῆς, ἀλλὰ τῆς αὐτῆς διὰ πάντα ἐν ἐκάστη στιγμῇ, ὅτε δὲν θὰ μεταβάλληται ἡ σχετικὴ αὐτῶν θέσις· ἐὰν ἐπὶ τινος τούτων, οἷον τοῦ M, ἐνεργήσῃ δύναμις τις, ἡ σχετικὴ κίνησις τοῦ σημείου M πρὸς τὰ λοιπὰ σημεία θέλει εἶναι ἡ αὐτὴ τῇ ἀπολύτῳ κινήσει, ἣν ἤθελε λάβει τὸ σημεῖον M, ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ἡ κοινὴ κίνησις καὶ ἡ αὐτὴ δύναμις ἐνέργει ἐπὶ τοῦ M ἐν ἡρεμίᾳ εὐρισκομένου.



Σχ. 10.

Παραδείγματος χάριν ἐπὶ πλοίου πλέοντος αἱ σχετικαὶ κινήσεις, ἄς μεταδίδομεν εἰς τὰ μεθ' ἡμῶν μεταφερόμενα σώματα, εἶναι αἱ αὐταὶ καὶ ἐὰν τὸ πλοῖον εὐρίσκετο ἐν ἡρεμίᾳ.

Ἡ ἀνωτέρω ἀρχὴ τῶν σχετικῶν κινήσεων ἐπιβεβαιοῦται ὑπὸ τῆς συμφωνίας τῶν ἐξ αὐτῆς πορισμάτων μετὰ τῶν παρατηρήσεων.

39. Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἀρχῆς ἐπεταὶ ὅτι, ἐὰν ἐπὶ σημείου ὑλικοῦ ἔχοντος ταχύτητά τινα ἐνεργήσῃ δύναμις τις κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως αὐτοῦ, ἡ δύναμις αὕτη θέλει μεταδώσει αὐτῷ μετὰ τινα χρόνον αὐξήσιν ταχύτητος ἀκριβῶς ἴσην τῇ ταχύτητι, ἣν ἤθελε μεταδώσει αὐτῷ ἀναχωροῦντι ἐκ τῆς ἡρεμίας.



Ἐάν λοιπὸν ὑποθέσωμεν ὅτι δύνამις τις σταθερὰ τὴν τε ἔντασιν καὶ τὴν διεύθυνσιν ἐνεργῆ συνεχῶς ἐπὶ τινος κινητοῦ, ἡ δύνამις αὕτη θέλει αὐξάνει ἢ ἐλαττόνει τὴν ταχύτητα κατ' ἴσας ποσότητας ἐν ἴσοις χρόνοις, καὶ ἐπομένως θέλει παραγάγει κίνησιν ὁμαλῶς μεταβαλλομένην. Ἐάν δὲ καλέσωμεν  $\alpha$  τὴν ταχύτητα, ἣν ἔχει τὸ κινητὸν, ὅταν ἡ δύνამις ἀρχηται νὰ ἐνεργῆ ἐπ' αὐτοῦ, καὶ  $\gamma$  τὴν ταχύτητα, ἣν ἤθελε μεταδώσει ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου ἡ δύνამις εἰς τὸ κινητὸν ἐν ἡρεμίᾳ εὕρισκόμενον, εἶναι φανερόν ὅτι μετὰ μίαν μονάδα χρόνου ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ θέλει εἶναι  $\alpha + \gamma$ , μετὰ δύο μονάδας χρόνου θέλει εἶναι  $\alpha + \gamma + \gamma$ , ἥτοι  $\alpha + 2\gamma$ , μετὰ τρεῖς μονάδας θέλει εἶναι  $\alpha + 3\gamma$ , καὶ γενικῶς μετὰ χρόνον  $\chi$  θέλει εἶναι  $\alpha + \gamma\chi$ . Ἐάν δὲ ἡ δύνამις ἐνήργει κατὰ φοράν ἀντίθετον τῆς ἀρχικῆς ταχύτητος, ἡ ταχύτης μετὰ τὸν χρόνον  $\chi$  ἤθελεν εἶναι  $\alpha - \gamma\chi$ .

40. Ἐκ τῆς ἀνωτέρω ἀρχῆς τῶν σχετικῶν κινήσεων συμπεραίνομεν προσέτι ὅτι, αἱ ἐπιταχύνσεις, ἅς μεθ' αὐτῶν εἰς τὸ αὐτὸ ὑλικὸν σημεῖον ἢ εἰς δύο σώματα ἔχοντα ἴσας μάζας, δύο δυνάμεις διαδοχικῶς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσαι, εἶναι ἀνάλογοι τῶν δυνάμεων τούτων.

Διότι ἅς ὑποθέσωμεν ὅτι αἱ ὑπ' ὄψιν δυνάμεις ἔχουσι τὸν λόγον 3 πρὸς 5· ἡ πρώτη τούτων δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τριῶν δυνάμεων ἴσων τῷ κοινῷ μέτρῳ, ἐνεργουσῶν συγχρόνως καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν ἐπὶ τοῦ κινητοῦ. Ἐπειδὴ δὲ ἐκάστη δύνამις φέρει τὸ ἀποτέλεσμα τῆς, ὡς ἔάν ἦτο μόνη, ἡ ὀλικὴ ἐπιτάχυνσις τοῦ κινητοῦ, ἥτοι ἡ αὐξήσις τῆς ταχύτητος ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου, θέλει εἶναι τὸ ἄθροισμα τῶν τριῶν ἴσων ἐπιταχύνσεων τῶν μεθ' αὐτῶν εἰρησμένων ὑφ' ἐκάστης τῶν τριῶν δυνάμεων, ἢ τὸ τριπλάσιον τῆς ἐπιταχύνσεως, ἣν παράγει ἡ κοινὸν μέτρον οὔσα δύνამις. Ἐπειδὴ δὲ καὶ ἡ δευτέρα δύνამις δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ πέντε δυνάμεων ἴσων ἀλλήλαις καὶ ταῖς προηγουμέναις, διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ἢ ὑπ' αὐτῆς παραγομένη ἐπιτάχυνσις θέλει εἶναι πενταπλασία τῆς ὑπὸ τῆς δυνάμεως, ἥτις ἐλήφθη ὡς κοινὸν μέτρον. Ἄρα αἱ ἐπιταχύνσεις θέλουσιν ἔχει τὸν αὐτὸν λόγον 3 : 5, ὃν καὶ αἱ δυνά-



μεις· ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ Δ καὶ Δ' τὰς δυνάμεις, καὶ διὰ ε καὶ ἐ τὰς ἀντιστοιχοῦσας ἐπιταχύνσεις, θέλομεν ἔχει

$$\Delta : \Delta' = \varepsilon : \varepsilon'.$$

41. Ἐὰν ἐνώσωμεν πολλὰ σώματα ἔχοντα ἴσας μάζας, καὶ ἐφ' ἐκάστου τούτων ἐνεργῶσι δυνάμεις ἴσαι καὶ παράλληλοι, τὸ ὅλον σῶμα θὰ ἔχη τὴν αὐτὴν κίνησιν, ἣν ἤθελεν ἔχει ἐὰν ἐπ' αὐτοῦ ἐνήργει ἡ συνισταμένη πασῶν τῶν δυνάμεων ἐκείνων, καὶ ἕκαστον τῶν ἐνωθέντων σωμάτων θὰ ἔχη τὴν αὐτὴν κίνησιν, ὡς ἐὰν ἦτο μόνον. Ἀντιστρόφως δὲ ἐὰν σῶμα, οὗ μάζα εἶναι M, καὶ ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ ἡ δύναμις Δ, διαιρεθῆ εἰς ν μέρη ἔχοντα ἴσας μάζας, ἡ κίνησις ἐκάστου τῶν μερῶν θὰ εἶναι ἡ αὐτὴ, ὡς ἐὰν ἐφ' ἐκάστου αὐτῶν ἐνήργει ἡ δύναμις  $\frac{\Delta}{\nu}$ .

Τούτων οὕτως ἐχόντων ἅς θεωρήσωμεν δύο δυνάμεις Δ καὶ Δ' ἐνεργούσας ἐπὶ τῶν μαζῶν μ καὶ μ'. Ἐφ' ἐκάστης μονάδος τῆς μάζης θὰ ἐνεργῆ ἐν μὲν τῷ πρώτῳ ἡ δύναμις  $\frac{\Delta}{\mu}$ , ἐν δὲ τῷ δευτέρῳ ἡ δύναμις  $\frac{\Delta'}{\mu}$ . Ἐπειδὴ δὲ αἱ ταχύτητες, ἅς μεταδίδουσιν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ δύο δυνάμεις εἰς δύο ἴσας μάζας εἶναι ἀνάλογοι τῶν δυνάμεων (40), ἐὰν καλέσωμεν τ καὶ τ' τὰς ταχύτητας, ἅς μεταδίδουσιν αἱ δυνάμεις  $\frac{\Delta}{\mu}$  καὶ  $\frac{\Delta'}{\mu'}$  εἰς τὴν μονάδα τῆς μάζης, θὰ ἔχωμεν

$$\tau : \tau' = \frac{\Delta}{\mu} : \frac{\Delta'}{\mu'}$$

$$\text{ἢ } \Delta : \Delta' = \mu\tau : \mu'\tau'. \quad (1)$$

Ἡ ἀναλογία αὕτη δεικνύει ὅτι,

Δύο σταθεραὶ δυνάμεις ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας τὸν αὐτὸν λόγον, ὅν καὶ τὰ γινόμενα τῶν μαζῶν τῶν κινητῶν, ἐφ' ὧν ἐνεργοῦσιν, ἐπὶ τὰς ταχύτητας, ἅς μεταδίδουσιν εἰς αὐτὰ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.



Τὸ γινόμενον  $\mu\tau$  τῆς μάζης ἑνὸς σώματος ἐπὶ τὴν ταχύτητα καλεῖται ποσότης κινήσεως αὐτοῦ· δυνάμεθα λοιπὸν νὰ ἀπαγγείλωμεν τὴν ἀνωτέρω ἀναλογίαν ὡς ἑξῆς.

Δύο δυνάμεις ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας τὸν αὐτὸν λόγον, ὃν καὶ αἱ ποσότητες κινήσεως, ἅς μεταδίδουσιν εἰς δύο σώματα.

Ἐὰν ἐν τῷ τύπῳ (1) ὑποθέσωμεν  $\tau = \tau'$ , λαμβάνομεν

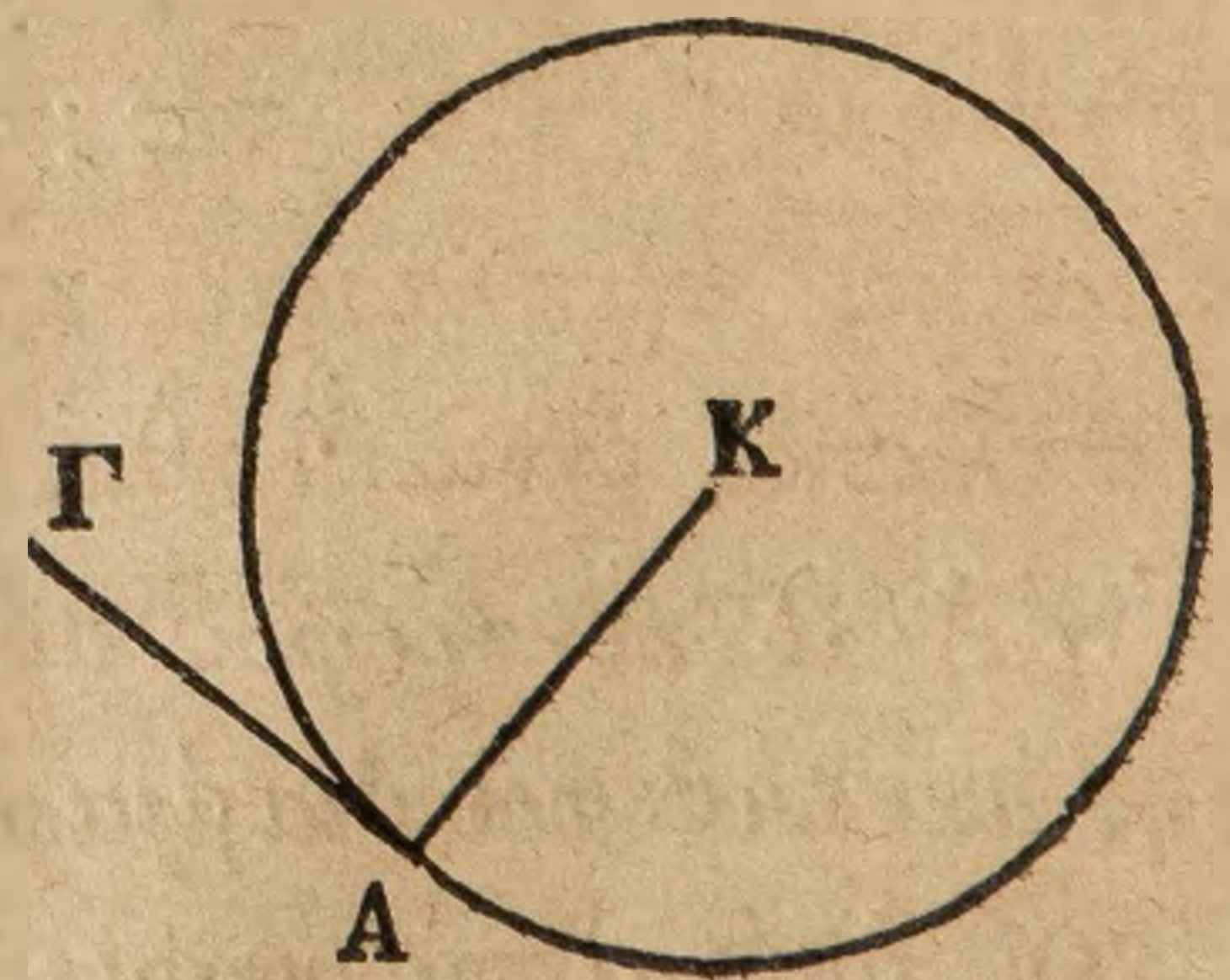
$$\Delta : \Delta' = \mu : \mu',$$

δηλονότι δύο δυνάμεις ἔχουσι τὸν αὐτὸν λόγον, ὃν καὶ αἱ μάζαι, εἰς ἅς μεταδίδουσιν ἴσας ταχύτητας ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ.

Ἐὰν ἐν τῷ αὐτῷ τύπῳ ὑποθέσωμεν  $\Delta = \Delta'$ , λαμβάνομεν  $\mu\tau = \mu'\tau'$  ὅθεν  $\mu : \mu' = \tau' : \tau$  δηλονότι, αἱ ταχύτητες, ἅς ἡ αὐτὴ δύναμις μεταδίδει ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ εἰς δύο μάζας ἀντίσους, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μαζῶν τούτων.

### Περὶ κεντρόφυγος δυνάμεως.

42. Ὄταν σῶμά τι A (σχ. 11) δεδμενὸν εἰς ἄκρον νήματος KA, τοῦ ὁποίου τὸ ἕτερον ἄκρον K εἶναι ἀκίνητον, σρέφεται ταχέως, τὸ νῆμα τείνεται, καὶ δύναται μάλιστα νὰ ἀπορραγῇ, γενομένης ἱκανῶς ταχείας τῆς περιστροφικῆς κινήσεως. Τοῦτο προέρχεται ἐκ τούτου, ὅτι τὸ σῶμα τείνει καθ' ἑκάστην στιγμήν νὰ κινηθῇ κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν· ἐπειδὴ δὲ τὸ νῆμα ἀναγκάζει αὐτὸ νὰ κινήται κατὰ περιφέρειαν κύκλου, ἔπεται ὅτι ἐξασκεῖ ἐπ' αὐτοῦ ἐλκτικὴν δύναμιν διευθυνομένην πρὸς τὸ κέντρον· τὸ σῶμα ἀντιδρᾷ εἰς τὴν δύναμιν ταύτην, καὶ ἡ ἀντίδρασις αὕτη εἶναι ἡ παράγουσα τὴν τάσιν τοῦ νήματος. Ἐν ὄσῳ λοιπὸν τὸ σῶμα περιστρέφεται, ἐνεργεῖ ἐπὶ τοῦ νήματος ὡς ἐὰν ὑπέκειτο εἰς τὴν ἐνέργειαν δυνάμεως τεινούσης νὰ ἀπομακρύνῃ αὐτὸ ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς κινήσεως· ἡ δύναμις αὕτη καλεῖται κεντρόφυξ δύναμις.



Σχ. 11.



Γενικώτερον ὅταν σῶμά τι κινῆται κατὰ καμπύλην γραμμὴν, ἐνεργεῖ ἀπαύστως δυνάμεις τις ἐπ' αὐτοῦ. Ἡ δυνάμις αὕτη δύναται κατὰ πᾶσαν στιγμὴν νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο δυνάμεις διευθυνομένας τὴν μὲν κατὰ τὴν ἐφαπτομένην τῆς καμπύλης, τὴν δὲ κατὰ τὴν κάθετον ἐπὶ τῆς ἐφαπτομένης. Ἡ δευτέρα τῶν συνιστωσῶν τούτων εἶναι ἡ ἐκτρέπουσα τὸ κινητὸν ἀπὸ τῆς εὐθείας, καθ' ἣν τείνει νὰ κινήθῃ δυνάμει τῆς ἀδρανείας καὶ τῆς ἐτέρας συνιστώσης. Καλεῖται δὲ δυνάμις κεντρομόλος. Ἡ εἰς τὴν δυνάμιν ταύτην ἀντίδρασις τοῦ κινητοῦ, ἣτις εἶναι δυνάμις ἴση καὶ ἀντίθετος τῇ κεντρομόλῳ, καλεῖται κεντρομόφυξ δυνάμις.

Πολλὰ φαινόμενα ἐξηγοῦνται διὰ τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως. Οἷον ἐὰν δίσκον περιέχοντα ἄμμος περιστρέψωμεν περὶ τὸ κέντρον αὐτοῦ, ὅλη ἡ ἄμμος συναθροίζεται κατὰ τὴν περιφέρειαν. Ὁμοίως ἐὰν ἐξαρτήσωμεν ἀγγεῖον πλήρες ὕδατος εἰς τὸ ἄκρον σχοινίου τοῦ ὁποίου τὸ ἕτερον ἄκρον κρατοῦμεν ἐν τῇ χειρὶ καὶ περιστρέψωμεν τὸ ὅλον ὡς σφενδόνην μεθ' ἱκανῆς ταχύτητος, τὸ ἀγγεῖον θέλει μείνει πλήρες, ἂν καὶ ὅταν εὐρίσκηται πρὸς τὰ ἄνω, εἶναι ὅλως ἀνεστραμμένον. Τοῦτο προέρχεται ἐκ τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως, ἣτις ἀντενεργεῖ κατὰ τὴν θέσιν ἐκείνην εἰς τὴν βαρύτητα, καὶ ὑπερνικῶσα αὐτὴν ἐμπροδίζει τὸ ὕδωρ νὰ χυθῇ.

$$K = \frac{mv^2}{r}$$

43. Νόμοι τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως. — Οἱ νόμοι τῆς ὑπὸ κυκλικῆς κινήσεως παραγομένης κεντρόφυγος δυνάμεως εἶναι οἱ ἐξῆς.

α΄.) Ἡ κεντρομόφυξ δυνάμις εἶναι ἀνάλογος τῆς μάζης τοῦ κινητοῦ.

β΄.) Ἡ αὐτὴ δυνάμις εἶναι ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος· ἥτοι τῆς ταχύτητος τοῦ κινητοῦ γινομένης διπλασίας, τριπλασίας κτλ, ἡ κεντρομόφυξ δυνάμις γίνεται τετραπλασία, ἐννεαπλασία κτλ.

γ΄.) Ἡ κεντρομόφυξ δυνάμις εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἀκτῖνος τοῦ διαγραφομένου κύκλου.

Οἱ τρεῖς οὔτοι νόμοι ἀποδεικνύονται καὶ μαθηματικῶς καὶ πειραματικῶς.



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ.

## ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

Περὶ βάρους, πυκνότητος, κέντρου βάρους, καὶ ζυγοῦ.

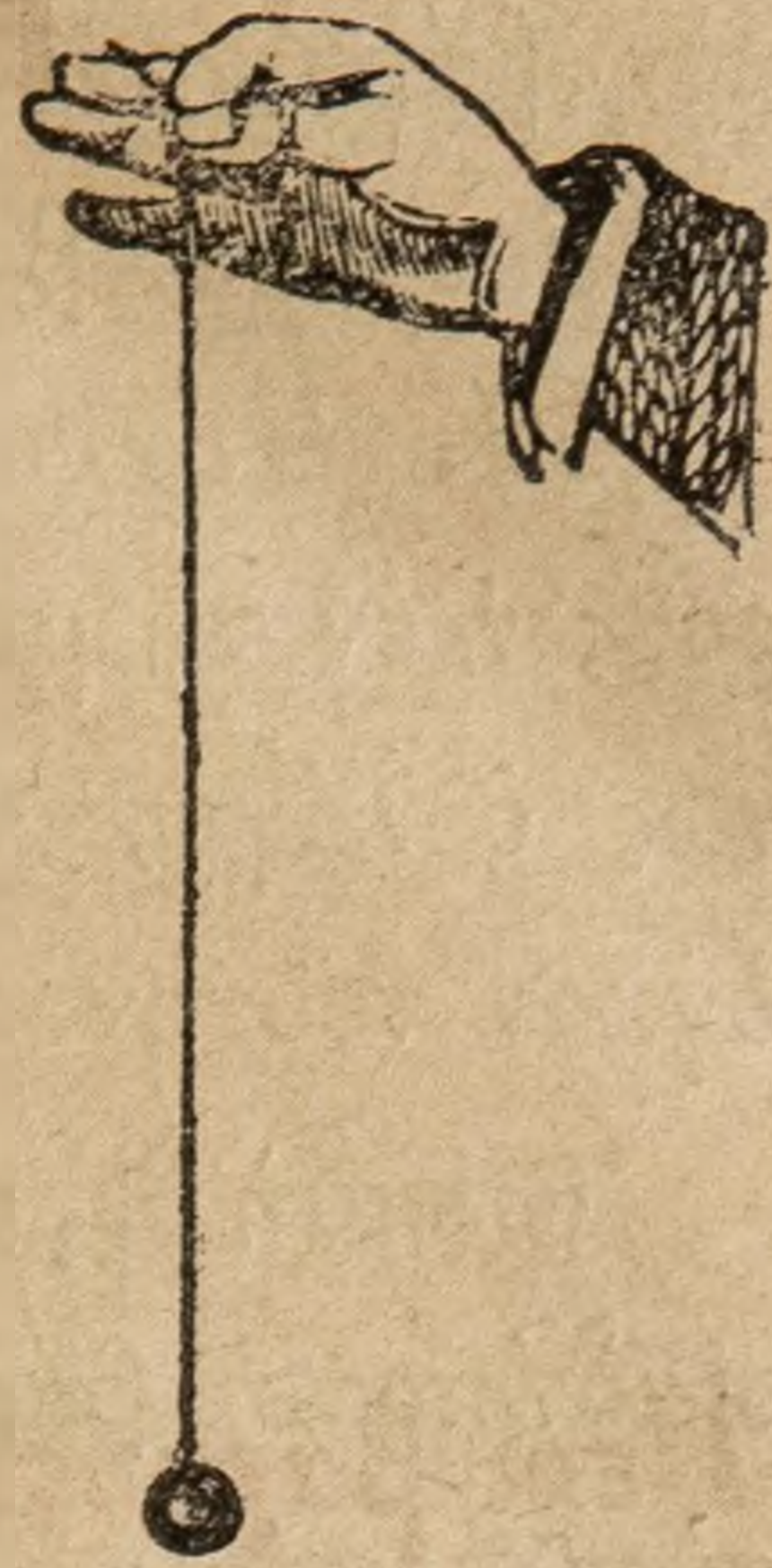
44. *Βαρύτης.* — Τὰ σώματα ἀφινόμενα ἄνευ ὑποστηρίγματος πίπτουσιν, ἤτοι κινοῦνται διευθυνόμενα πρὸς τὴν γῆν· τιθέμενα δὲ ἐπὶ ὑποστηρίγματος πιέζουσιν αὐτὸ συνεχῶς. Ἡ δύναμις ἢ παράγουσα τὴν πτώσιν ταύτην καὶ τὴν πίεσιν καλεῖται *βαρύτης*. Εἶναι δὲ ἡ βαρύτης ἀποτέλεσμα τῆς ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἀνακαλυφθείσης παγκοσμίου ἑλξεως, καθ' ἣν τὰ μόρια τῆς ὕλης ἔλκουσιν ἄλληλα ἐν ὀρθῷ λόγῳ τῶν μαζῶν καὶ ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων. Ἐνεκα τῆς δυνάμεως ταύτης συμβαίνει ἑλξις ἀμοιβαία μεταξὺ τῆς γηίνης σφαίρας καὶ παντὸς σώματος, ἡ δὲ ἑλξις αὕτη εἶναι ἡ βαρύτης.

Ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἐπὶ πάντων τῶν σωμάτων· ἂν δὲ σώματά τινα, οἷον ὁ καπνὸς, τὰ νέφη, τὰ ἀερόστατα, φαίνονται ὅτι δὲν ὑπόκεινται εἰς τὴν ἐνέργειαν αὐτῆς, θέλομεν ἶδει ἀκολούθως ὅτι ἡ ἐξαιρέσις αὕτη εἶναι μόνον φαινομένη.

45. *Διεύθυνσις τῆς βαρύτητος.* — Ἐν τῇ μηχανικῇ ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ συνισταμένη τῶν ἑλξεων τῶν ὕλικῶν μορίων σφαίρας ὁμοιομεροῦς ἐφ' ὕλικου μορίου ἐκτὸς αὐτῆς κειμένου, διευθύνεται κατὰ τὴν ἀπὸ τοῦ ὕλικου τούτου μορίου εἰς τὸ κέντρον τῆς σφαίρας ἀγομένην εὐθεῖαν γραμμὴν, καὶ ἡ ἔντασις αὐτῆς εἶναι ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς σφαίρας. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι καθ' ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας τῆς γηίνης σφαίρας ἡ ἑλξις αὐτῆς διευθύνεται πρὸς τὸ κέντρον.



Καλεῖται κατακόρυφος ἡ διεύθυνσις τῆς βαρύτητος, ἥτοι ἡ εὐθεῖα, ἣν ἀκολουθοῦσι τὰ σώματα πίπτοντα· δεικνύεται δὲ ὑπὸ τοῦ νήματος τῆς στάθμης (σχ. 12).



Σχ. 12

Ἐπειδὴ κατὰ πάντα τὰ σημεία τῆς γῆς αἱ κατακόρυφοι συντρέχουσιν εἰς τὸ κέντρον αὐτῆς, ἔπεται ὅτι αἱ κατακόρυφοι δύο τόπων δὲν εἶναι παράλληλοι. Ἐν τούτοις διὰ σημεία ὀλίγον ἀπ' ἀλλήλων ἀπέχοντα, οἷον τὰ ἄτομα τοῦ αὐτοῦ σώματος ἢ γειτνιαζόντων σωμάτων, αἱ κατακόρυφοι δύνανται νὰ θεωρῶνται ὡς ἐπαισθητῶς παράλληλοι· διότι τὸ σημεῖον εἰς ὃ τέμνονται ἀπέχει ὑπὲρ τὰ ἑξ ἑκατομμύρια γαλλικῶν μέτρων. Ἡ βαρύτης λοιπὸν ἐνεργοῦσα κατακορύφως ἐπὶ πάντων τῶν ἀτόμων σώματός τινος ἀποτελεῖ σύστημα παραλλήλων δυνάμεων.

Καλεῖται ὀριζοντία γραμμὴ, ὀριζόντιον ἐπίπεδον τόπου τινός ἢ εὐθεῖα καὶ τὸ ἐπίπεδον τὰ κάθετα ἐπὶ τὴν κατακόρυφον τοῦ τόπου τούτου.

46. Βάρος. — Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι ἡ βαρύτης ἐνεργοῦσα ἐπὶ τῶν ἀτόμων παντός σώματος ἀποτελεῖ σύστημα παραλλήλων δυνάμεων· γνωρίζομεν δὲ ὅτι ἡ συνισταμένη τοιούτων δυνάμεων εἶναι παράλληλος καὶ ἴση τῷ ἀθροίσματι αὐτῶν, διέρχεται δὲ διὰ σημείου σταθεροῦ μὴ ἐξαρτωμένου ἐκ τῆς ἀπολύτου διεύθυνσεως τῶν δυνάμεων. Ἡ συνισταμένη αὕτη τῶν ἑλξεων τῆς βαρύτητος ἐπὶ πάντων τῶν μορίων σώματός τινος καλεῖται βάρος τοῦ σώματος τούτου.

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω ὀρισμοῦ βλέπομεν ὅτι δὲν πρέπει νὰ συγχέωνται ἡ βαρύτης καὶ τὸ βάρος.

Ἴνα καταμετρηθῇ τὸ βάρος σώματός τινος συγκρίνεται πρὸς τὸ βάρος ὀρισμένου τινός σώματος, τὸ ὁποῖον λαμβάνεται ὡς μονάς. Ἐν τῷ μετρικῷ συστήματι μονάς βάρους λαμβάνεται τὸ γραμμάριον, ἥτοι τὸ βάρος ἐνός κυβικοῦ ὑφεκατομέτρου ὕδατος ἀπεσταγμένου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τεσσάρων βαθμῶν.

Εἰδικὸν δὲ βάρος σώματός τινος καλεῖται ὁ λόγος τοῦ βάρους αὐτοῦ πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος ἀπεσταγμένου



καὶ θερμοκρασίας τεσσάρων βαθμῶν· οἷον λέγοντες ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ μολύβδου εἶναι 11, ἐννοοῦμεν ὅτι ὄγκος τις μολύβδου ἔχει βάρος ἐνδεκαπλάσιον ἴσου ὄγκου ὕδατος.

47. Πυκνότης. — Καλεῖται πυκνότης σώματος ὁμοιομεροῦς ἢ ἐν τῇ μονάδι τοῦ ὄγκου περιεχομένη μάζα, καὶ ἐπομένως ὁ λόγος τῆς ἐν ὄγκῳ τινὶ περιεχομένης μάζης πρὸς τὸν ὄγκον τοῦτον.

Ἐπειδὴ δὲ, ὡς θέλομεν ἴδει ἐν τοῖς ἐξῆς, δύο σώματα ἔχοντα οἰαδήποτε βάρη πίπτοντα ἀποκτῶσιν ἴσας ταχύτητας ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, καὶ ἐπειδὴ ὡς εἶδωμεν ἀνωτέρω, δύο δυνάμεις ἔχουσι τὸν αὐτὸν λόγον ὃν καὶ αἱ μάζαι, εἰς ἃς μεταδίδουσιν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ἴσας ταχύτητας, ἔπεται ὅτι αἱ μάζαι δύο σωμάτων ἔχουσι τὸν αὐτὸν λόγον, ὃν καὶ τὰ βάρη αὐτῶν.

Ἐὰν λοιπὸν λάβωμεν ὡς μονάδα μάζης τὴν μάζαν τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου ὕδατος, οἱ ἀριθμοὶ οἱ παριστῶντες τὰ εἰδικὰ βάρη τῶν σωμάτων θέλουσι παριστᾶν καὶ τὰς πυκνότητας αὐτῶν.

48. Κέντρον βάρους. — Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης τῶν ἐνεργειῶν τῆς βαρύτητος ἐπὶ τῶν μορίων σώματός τινος μένει τὸ αὐτὸ κατὰ πάσας τὰς θέσεις, ἃς δύναται νὰ λάβῃ τὸ σῶμα. Τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται κέντρον βάρους (1).

Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι στηριζομένου τοῦ κέντρου τοῦ βάρους σώματός τινος, ἢ ἐπ' αὐτοῦ ἐνέργεια τῆς βαρύτητος καταστρέφεται καὶ τὸ σῶμα δὲν πίπτει.

Ἴνα εὕρωμεν πειραματικῶς τὸ κέντρον τοῦ βάρους σώματός τινος, ἐξαρτῶμεν αὐτὸ ἐκ σχοινίου. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι, τῆς ἰσορροπίας ἀποκατασταθείσης, ἐπειδὴ τὸ σῶμα δὲν πίπτει, δέχεται ἐκ τοῦ σχοινίου ἔλξιν τινὰ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἣτις ἰσορροπεῖ πρὸς τὸ βάρος τοῦ σώματος, καὶ ἐπομένως εἶναι ἴση καὶ ἀντίθετος τῇ δυνάμει ταύτῃ. Ἐκ τούτου συμπεραί-

(1) Ἀντὶ τοῦ μέχρι τοῦδε ἐν χρήσει ὄρου κέντρον βαρύτητος, παρεδέχθη τὸν ὄρον κέντρον βάρους, διότι τοῦτον μεταχειρίζεται ἐν τοῖς συγγράμμασιν αὐτοῦ ὁ Ἀρχιμήδης, καὶ διότι καλλίτερον ἐκφράζει τὸ πρᾶγμα.



νομεν ὅτι, ἐὰν φαντασθῶμεν τὴν διεύθυνσιν τοῦ σχοινίου προσ-  
εκβαλλομένην ἐντὸς τοῦ σώματος, ἡ διεύθυνσις αὕτη θέλει διέρ-  
χεσθαι διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους. Ἐὰν δὲ ἐκ δευτέρου ἐξαρ-  
τήσωμεν τὸ σῶμα ἐξ ἄλλου σημείου, ἐν τῇ νέα θέσει τῆς ἰσορ-  
ροπίας ἡ διεύθυνσις τοῦ σχοινίου θέλει διέρχεσθαι πάλιν διὰ  
τοῦ κέντρου τοῦ βάρους· ἄρα τὸ σημεῖον τοῦτο θὰ κεῖται ἐκεῖ,  
ὅπου αἱ δύο διευθύνσεις τοῦ σχοινίου συναντῶνται.

Ἡ εὕρεσις τοῦ κέντρου τοῦ βάρους εἶναι πρόβλημα μαθημα-  
τικὸν διὰ τὰ σώματα, ὧν τὸ σχῆμα εἶναι ὠρισμένον γεωμε-  
τρικῶς. Τὸ ζήτημα τοῦτο πραγματεύεται ἡ θεωρητικὴ μηχαν-  
ική. Οὐ μόνον δὲ τῶν σωμάτων τὸ κέντρον τοῦ βάρους θεω-  
ρεῖ, ἀλλὰ καὶ τῶν ἐπιφανειῶν καὶ τῶν γραμμῶν. Ὑποθέτομεν  
δηλαδή ὅτι ἐπὶ τῶν διαφόρων σημείων ἐπιφανείας τινὸς ἢ  
γραμμῆς ἐνεργοῦσι μικραὶ δυνάμεις παράλληλοι τοιαῦται, ὥστε  
ἡ συνισταμένη αὐτῶν ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας ἢ τῆς  
μονάδος τοῦ μήκους νὰ εἶναι ὠρισμένη. Ὄταν δὲ ἡ συνισταμένη  
αὕτη εἶναι σταθερὰ, ἡ ἐπιφάνεια ἢ ἡ γραμμὴ λέγεται ὁμοιο-  
μερής. Τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης πασῶν τῶν  
παράλληλων δυνάμεων τῶν ἐνεργουσῶν ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας  
ἢ ἐφ' ὅλης τῆς γραμμῆς καλεῖται κέντρον τοῦ βάρους τῆς ἐπι-  
φανείας ταύτης ἢ τῆς γραμμῆς.

Εὐρίσκεται δὲ ἐπὶ τῇ ὑποθέσει τῆς ὁμοιομερείας ὅτι τὸ κέν-  
τρον τοῦ βάρους εὐθείας κεῖται κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς, τοῦ κύ-  
κλου καὶ τῆς περιφερείας κατὰ τὸ κέντρον, τοῦ παραλληλο-  
γράμμου κατὰ τὸ σημεῖον τῆς τομῆς τῶν διαγωνίων, τοῦ τρι-  
γώνου ἐπὶ τῆς ἀπὸ τινὸς κορυφῆς εἰς τὸ μέσον τῆς ἀπέναντι  
πλευρᾶς ἀγομένης εὐθείας, κατὰ τὰ δύο τρίτα τῆς γραμμῆς  
ταύτης ἀπὸ τῆς κορυφῆς, τῆς σφαίρας κατὰ τὸ κέντρον, τοῦ  
κυλίνδρου κατὰ τὸ μέσον τοῦ ἄξονος, τῆς δὲ πυραμίδος καὶ  
τοῦ κώνου ἐπὶ τῆς ἐκ τῆς κορυφῆς εἰς τὸ κέντρον τοῦ βάρους  
τῆς βάσεως ἀγομένης εὐθείας, κατὰ τὰ τρία τέταρτα τῆς εὐ-  
θείας ταύτης ἀπὸ τῆς κορυφῆς.

49. Ἴσορροπία σώματος βαρέος ἐπὶ ὀριζοντιοῦ ἐπιπέδου.  
Ἐν πρώτοις παρατηροῦμεν ὅτι ἐὰν δυνάμεις τις ἐνεργῇ ἐπὶ στα-



θεροῦ ἐπιπέδου κάθετως, καταστρέφεται ὁλόκληρος ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ, ἐπομένως ἢ ἀντίστασις αὕτη εἶναι δύναμις κάθετος τῆ ἐπιφανείᾳ. Ἐὰν δὲ ἡ δύναμις ἐνεργῆ πλαγίως ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου, δύναται κατὰ τὸ παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων νὰ ἀναλυθῆ εἰς δύο δυνάμεις, τὴν μὲν κάθετον τῷ ἐπιπέδῳ, τὴν δὲ παράλληλον αὐτῷ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ τελευταία οὐδεμίαν ἔχει ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ἐνέργειαν, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ ἀντίστασις, ἣν ἀντιτάσσει σταθερὸν ἐπίπεδον εἰς δύναμιν ἐνεργοῦσαν ἐπ' αὐτοῦ καθ' οἴανδ' ἕποτε διεύθυνσιν, εἶναι πάντοτε δύναμις κάθετος τῷ ἐπιπέδῳ.

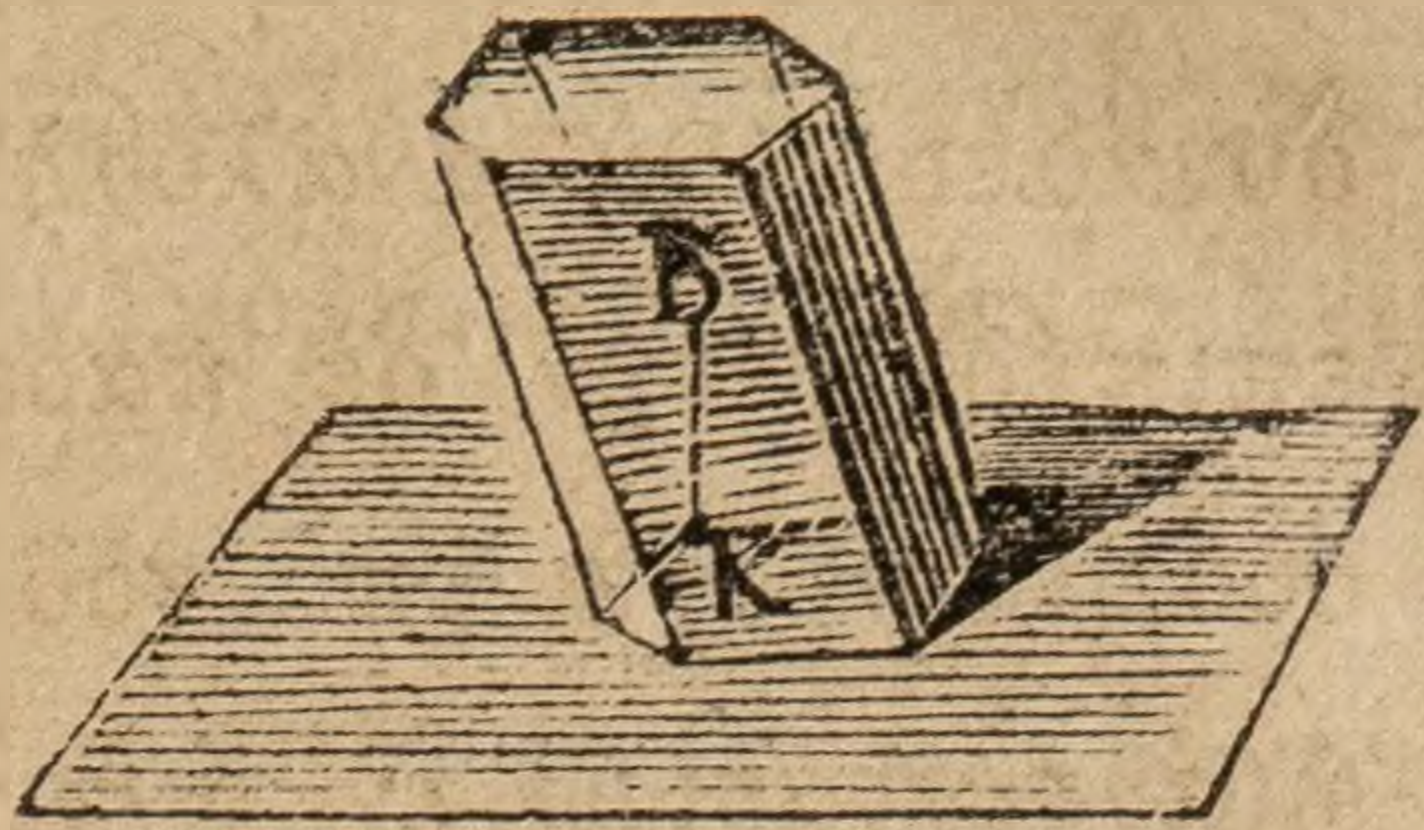
Τούτων οὕτως ἐχόντων, ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι σῶμά τι στηρίζεται ἐπὶ ἐπιπέδου ὀριζοντίου, καθ' ἓν μόνον σημεῖον ἀπτόμενον αὐτοῦ. Ἴνα τὸ σῶμα τοῦτο ἰσορροπῆ, πρέπει ἢ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ διερχομένη κατακόρυφος καὶ ἢ κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἀφῆς κάθετος τῷ ἐπιπέδῳ νὰ κεῖνται ἐπ' εὐθείας, ἢτοι ἡ πρώτη εὐθεῖα νὰ διέρχηται διὰ τοῦ σημείου τῆς ἀφῆς. Διότι τότε μόνον δύο δυνάμεις ἐφηρμοσμένα ἐπὶ σώματος τινος ἰσορροποῦσιν, ὅταν ἦναι ἴσαι καὶ ἐνεργῶσι κατὰ τὴν αὐτὴν εὐθεῖαν ἀντιθέτως. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι καὶ ἀντιστροφῶς πληρουμένης τῆς ἀνωτέρω συνθήκης, θέλει ὑπάρχει ἰσορροπία.

Ἄς ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι σῶμά τι στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ἔχον δύο σημεῖα ἀφῆς μετ' αὐτοῦ. Ἐπειδὴ αἱ κατὰ τὰ σημεῖα ταῦτα ἀντιστάσεις τοῦ ἐπιπέδου εἶναι δύο δυνάμεις κάθετοι αὐτῷ καὶ ἐπομένως παράλληλοι, ἢ δὲ συνισταμένη αὐτῶν εἶναι δύναμις παράλληλος αὐτῶν, καὶ ἐπομένως κάθετος τῷ ἐπιπέδῳ, ἔχουσα τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς ἐπὶ τῆς μεταξὺ τῶν δύο σημείων τῆς ἀφῆς ἀγομένης εὐθείας, συμπεραίνομεν ὅτι ἵνα ὑπάρξῃ ἰσορροπία κατὰ τὴν προκειμένην περίπτωσιν, πρέπει καὶ ἀρκεῖ ἢ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους ἀγομένη κατακόρυφος νὰ συναντᾷ τὴν μεταξὺ τῶν σημείων τῆς ὑποστηρίξεως ἀγομένην εὐθεῖαν. Ἡ συνθήκη τῆς ἰσορροπίας εἶναι ἢ αὕτη καὶ ὅταν περισσότερα σημεῖα ὑποστηρίξεως ὑπάρχωσι κείμενα πάντα ἐπ' εὐθείας. Ὅταν δὲ πάντα τὰ σημεῖα



τῆς ὑποστηρίξεως ἀποτελῶσι συνεχῆ εὐθεΐαν, τότε λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἄξονος.

Ἄς ὑποθέσωμεν τέλος ὅτι τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ἀπτόμενον αὐτοῦ κατὰ τρία σημεῖα μὴ ἐπ' εὐθείας κείμενα. Ἐπειδὴ ἐὰν συνθέσωμεν τρεῖς δυνάμεις καθέτους τῷ ἐπιπέδῳ κατὰ τὰ τρία ταῦτα σημεῖα, καὶ ἐπομένως παραλλήλους, τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης αὐτῶν θὰ εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ τριγώνου τοῦ ἔχοντος κορυφὰς τὰ τρία σημεῖα τῆς ὑποστηρίξεως, συμπεραίνομεν ὅτι ἵνα ὑπάρξῃ ἰσορροπία κατὰ τὴν προκειμένην περίπτωσιν, πρέπει ἢ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους διερχομένη κατακόρυφος νὰ πίπτῃ ἐντὸς τοῦ τριγώνου, τὸ ὁποῖον σχηματίζεται, ἐπιζευγνυμένων σύνδυο δι' εὐθειῶν τῶν τριῶν δεδομένων σημείων.



Σχ. 13.

Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον δεικνύεται ὅτι, ὅταν τὸ σῶμα στηρίζεται ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ἔχον περισσότερα τῶν τριῶν σημεῖα ἐπαφῆς μετ' αὐτοῦ, μὴ κείμενα πάντα ἐπ' εὐθείας, ἵνα ὑπάρξῃ ἰσορροπία, πρέπει ἢ διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους διερχομένη κατακόρυφος νὰ πίπτῃ ἐντὸς τοῦ κυρτοῦ πολυγώνου, τὸ ὁποῖον ἔχον κορυφὰς τινὰ τῶν σημείων τῆς ἐπαφῆς περιέχει πάντα τὰ λοιπά· τοῦτο παραδείγματος χάριν συμβαίνει εἰς τὸ ἐν τῷ σχήματι 13 εἰκονιζόμενον πρίσμα.

50. Διάφορα εἶδη ἰσορροπίας τῶν βαρέων σωμάτων. — Ἐὰν θεωρήσωμεν σῶμα ἰσορροποῦν ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, εἶναι δυνατὸν νὰ συμβῶσι τρία τινά.

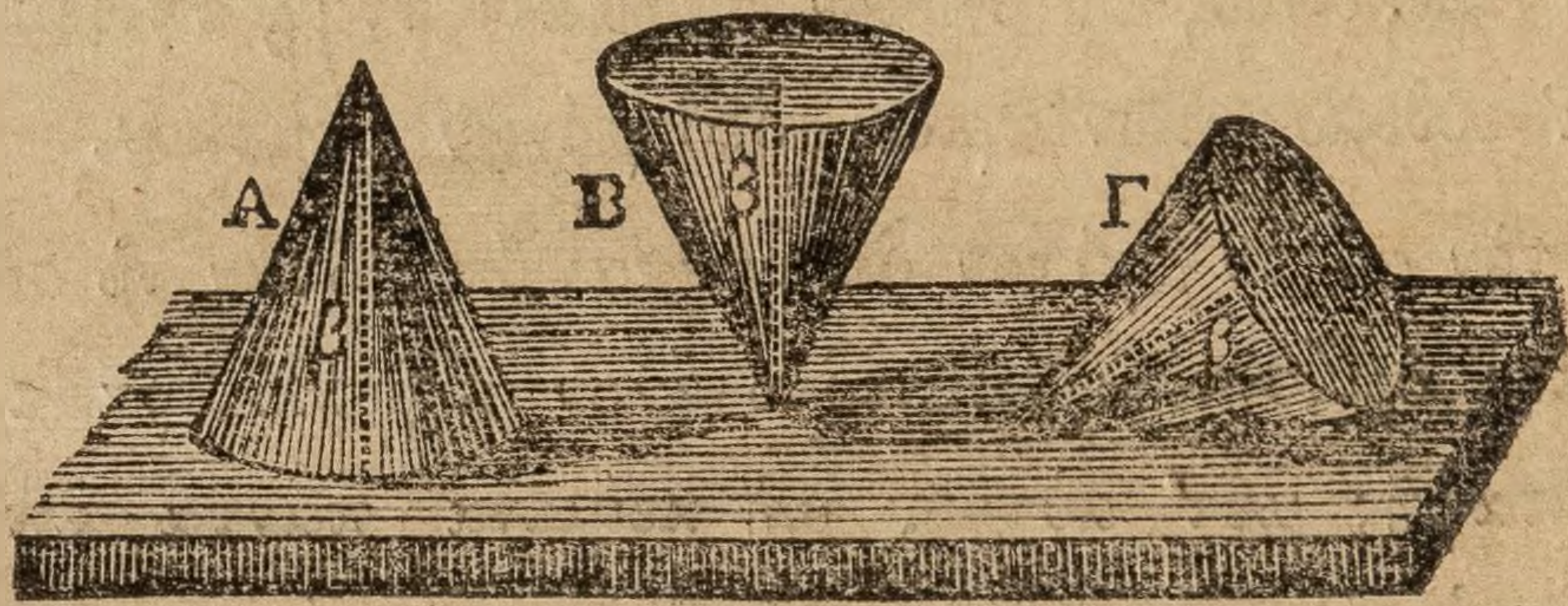
Α'.) Εἶναι δυνατὸν νὰ ἔχῃ τὸ σῶμα τοιοῦτον σχῆμα, ὥστε τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ νὰ διατηρῇ τὴν αὐτὴν ἀπὸ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ἀπόστασιν κατὰ πάσας τὰς θέσεις αὐτοῦ. Τότε ἡ ἰσορροπία λέγεται ἀδιάφορος· διότι τὸ σῶμα ἰσορροπεῖ κατὰ πάσας τὰς θέσεις, ἃς δώσωμεν εἰς αὐτό. Τοῦτο π. χ. συμβαίνει εἰς τὴν σφαῖραν, καὶ εἰς τὸν κύλινδρον καὶ τὸν κῶνον στηριζομένους ἐπὶ τῆς κυρτῆς αὐτῶν ἐπιφανείας.



Β'.) Είναι δυνατόν τὸ σῶμα νὰ ἰσορροπῆ ἐν θέσει, ἐν ἣ τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ κεῖται ὑψηλότερα ἢ ἐν πάσῃ ἄλλῃ πλησίον θέσει. Τότε ἡ ἰσορροπία λέγεται ἀσταθής· διότι καὶ ὀλίγον ἂν ἀπομακρυνθῆ τὸ σῶμα ἀπὸ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, δὲν ἐπανέρχεται πλέον εἰς αὐτήν. Τοῦτο π. χ. συμβαίνει εἰς κῶνον στηριζόμενον ἐπὶ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ.

Γ'.) Ἐὰν τὸ κέντρον τοῦ βάρους κεῖται χαμηλότερα ἢ ἐν πάσῃ ἄλλῃ πλησίον θέσει, ἡ ἰσορροπία λέγεται εὐσταθής· διότι τότε ἐὰν ἀπομακρύνῃ τις ὀλίγον τὸ σῶμα ἀπὸ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἐπανέρχεται πάλιν εἰς αὐτήν ἀφ' ἑαυτοῦ.

Τὸ σχῆμα 14 παριστᾷ τρεῖς κῶνους Α, Β, Γ, ἔχοντας τὴν θέσιν τῆς εὐσταθοῦς, τῆς ἀσταθοῦς καὶ τῆς ἀδιαφόρου ἰσορροπίας.



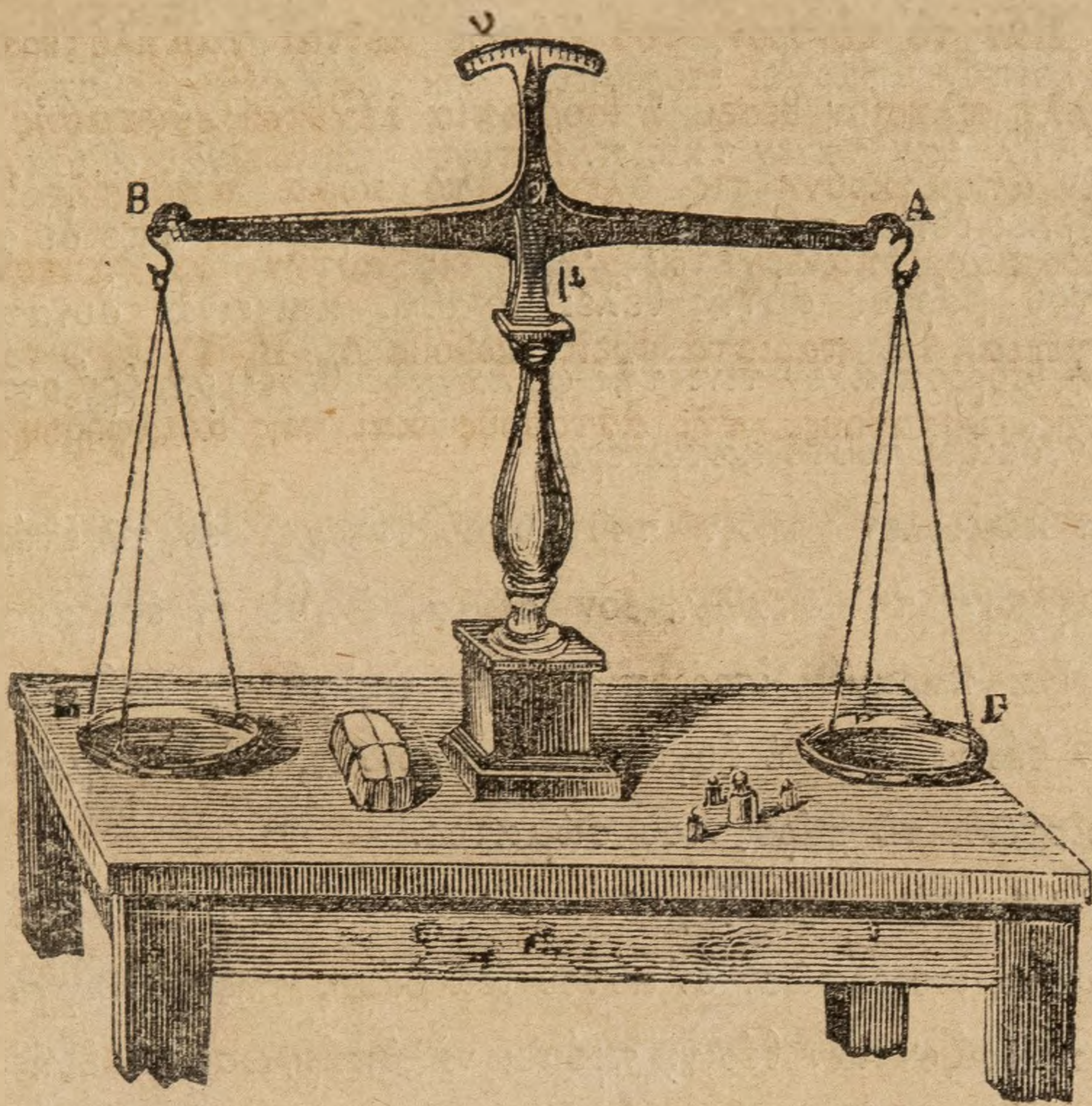
Σχ. 14.

Καὶ ὅταν δὲ τὸ σῶμα στηρίζηται ἐπὶ ὀριζοντίου ἄξονος, ἡ ἰσορροπία δύναται νὰ ᾖ ἀδιάφορος, ἀσταθής, ἢ εὐσταθής, καθ' ὅσον τὸ κέντρον τοῦ βάρους κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξονος, ὑπεράνω, ἢ ὑποκάτω αὐτοῦ.

Σημείωσις. Ἐκ τῶν μέχρι τοῦδε εἰρημένων συνάγομεν ὅτι σῶμα στηριζόμενον ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου εἶναι τοσοῦτον εὐσταθέστερον, ὅσον χαμηλότερα κεῖται τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτοῦ, καὶ ὅσον πλατυτέρα εἶναι ἡ βάσις. Τῶν ἀρχῶν δὲ τούτων γίνεται ἐφαρμογὴ εἰς τὴν ἀρχιτεκτονικὴν, εἰς τὴν κατασκευὴν καὶ φόρτωσιν τῶν ἀμαξῶν, εἰς τὴν ἰσορροπίαν τοῦ ἀνθρώπινου σώματος κτλ.



51. Ζυγός. — Καλεῖται ζυγός ὄργανον χρησιμεῦον εἰς τὴν στάθμησιν τῶν σωμάτων, ἤτοι εἰς τὴν καταμέτρησιν τοῦ βάρους αὐτῶν. Ὑπάρχουσι δὲ πολλὰ πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον ὄργανα. Ἀλλ' ἡμεῖς θέλομεν περιγράψαι μόνον τὸν κοινὸν ζυγόν.



Σχ. 15.

Τούτου τὰ κύρια συστατικὰ εἶναι μοχλὸς τοῦ πρώτου εἴδους AB (σχ. 15) φάλαγξ καλούμενος, δυνάμενος νὰ στρέφηται περι ἄξονα ὀριζόντιον α, ὅστις διέρχεται κατὰ τὸ μέσον τῆς φάλαγγος. Ἐκ δὲ τῶν ἄκρων ταύτης εἶναι ἐξαρτημέναι δύο πλάστιγγες ἰσοβαρεῖς Γ καὶ Ε.

Ἡ φάλαγξ κατασκευάζεται οὕτως, ὥστε τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτῆς νὰ κεῖται ὑποκάτω τοῦ ἄξονος, καὶ ἐπομένως ἡ ἰσορροπία αὐτῆς νὰ εἶναι εὐσταθής. Ἐὰν λοιπὸν οἱ δύο βραχίονες τῆς φάλαγγος εἶναι ἰσομήκεις καὶ ἰσοβαρεῖς, ὡσαύτως δὲ ἰσοβαρεῖς καὶ αἱ πλάστιγγες, ἐν τῇ ἰσορροπία ἡ φάλαγξ θέλει εἶναι ὀριζοντία, καὶ ἐὰν μετακινήσωμεν αὐτήν,



μετά τινας ταλαντώσεις θέλει ἐπανέλθει εἰς τὴν ὀριζοντίαν θέσιν.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, ἐὰν ἐντὸς τῶν πλαστίγγων τεθῶσιν ἴσα βάρη, ἢ συνισταμένη τούτων θὰ διέρχεται διὰ τοῦ μέσου τῆς φάλαγγος, καὶ ἐπομένως συναντῶσα τὸν σταθερὸν ἄξονα θὰ καταστρέφεται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ὑποστηρίγματος. Θέλει λοιπὸν ὑπάρχει ἰσορροπία, τῆς φάλαγγος οὔσης ὀριζοντίας. Ἄλλ' ἐὰν τὰ ἐν ταῖς πλαστίγγι βάρη εἶναι ἄνισα, ἢ φάλαγγξ θέλει ῥέπει πρὸς τὸ μεγαλείτερον βᾶρος· τότε δὲ τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτῆς θέλει ἀναβῆ, καὶ εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπάρξῃ ἰσορροπία ἐν τινι τῆς φάλαγγος θέσει μὴ ὀριζοντία, ὡς θέλομεν δεῖξει τοῦτο κατωτέρω.

Ἴνα κάμωμεν χρῆσιν τοῦ ζυγοῦ θέτομεν ἐν τῇ ἐτέρα τῶν πλαστίγγων τὸ σταθμητέον σῶμα, ἐν δὲ τῇ ἐτέρα σταθμὰ ἱκανὰ, ἵνα παραχθῇ ἰσορροπία, τῆς φάλαγγος λαβούσης ὀριζοντίαν θέσιν. Ἐὰν ὁ ζυγὸς εἶναι ἀκριβῆς, τὰ σταθμὰ ταῦτα θὰ παριστῶσι τὸ βᾶρος τοῦ σώματος.

52. Ἀκρίβεια τοῦ ζυγοῦ. — Διὰ νὰ εἶναι ὁ ζυγὸς ἀκριβῆς, ἤτοι διὰ νὰ ἰσορροπῶσι δι' αὐτοῦ ἴσα βάρη, τῆς φάλαγγος λαμβανούσης ὀριζοντίαν θέσιν, πρέπει νὰ ὑπάρχωσι τὰ ἑξῆς.

α.) Αἱ ἀποστάσεις τοῦ ἄξονος, ἐφ' οὗ στηρίζεται καὶ περὶ ὃν περιστρέφεται ἡ φάλαγγξ, ἀπὸ τῶν σημείων τῆς ἐξαρτήσεως τῶν πλαστίγγων πρέπει νὰ εἶναι ἴσαι καὶ ἀμετάβλητοι κατὰ τὰς ταλαντώσεις τῆς φάλαγγος.

Ἴνα τὸ ἀμετάβλητον τοῦτο ὑπάρχη, τὰ ἄκρα τῆς φάλαγγος ἀπολήγουσι πρὸς τὰ ἄνω εἰς λεπτὴν ἀκμὴν, ἐφ' ἧς στηρίζονται τὰ ἄγκιστρα, δι' ὧν εἶναι ἐξηρητημένοι αἱ πλαστίγγες. Καὶ τὰ ἄγκιστρα δὲ ταῦτα λήγουσι πρὸς τὰ κάτω εἰς ἀκμὴν, ὥστε οὕτως αἱ πλαστίγγες εἶναι ἐξηρητημένοι ἐξ ἑνὸς μόνου σημείου, τὸ ὑποῖον μένει τὸ αὐτὸ κατὰ τὰς ταλαντώσεις τῆς φάλαγγος.

β.) Ὅταν αἱ πλαστίγγες εἶναι κεραὶ, ἡ φάλαγγξ πρέπει νὰ λαμβάνῃ ὀριζοντίαν θέσιν.

Συνήθως ἵνα ἐξελέγξωσι τὴν ἀκρίβειαν ζυγοῦ ἀρκοῦνται εἰς τὴν παρατήρησιν, ἐὰν τὸ δεύτερον τῶν ἀνωτέρω ὑπάρχη. Ἀλλὰ



τοῦτο δὲν ἀρκεῖ· διότι δύναται ἡ φάλαγξ νὰ λαμβάνη ὀριζοντίαν θέσιν, τῶν πλαστίγγων οὐσῶν κενῶν, καὶ ἐν τούτοις οἱ βραχίονες αὐτῆς νὰ εἶναι ἄνισοι, καὶ ἐπομένως ὁ ζυγὸς μὴ ἀκριβής. Διὰ νὰ εἴμεθα βέβαιοι περὶ τῆς ἀκριβείας ζυγοῦ, πράττομεν ὡς ἐξῆς. Ἀφοῦ ἀναγνωρίσωμεν ὅτι τῶν πλαστίγγων οὐσῶν κενῶν ἡ φάλαγξ μένει ὀριζοντία, θέτομεν εἰς τὰς δύο πλάστιγγας βάρη τοιαῦτα ὥστε νὰ μένη πάλιν ὀριζοντία ἡ φάλαγξ. Ἐπειτα μεταλλάσσομεν τὴν θέσιν τῶν βαρῶν, θέτομεν δηλαδή τὸ ἐν τῇ δεξιᾷ πλάστιγγι βᾶρος εἰς τὴν ἀριστεράν, καὶ τὰνᾶπαλιν. Ἐὰν δὲ ἡ φάλαγξ δὲν παύσῃ νὰ εἶναι ὀριζοντία, εἴμεθα βέβαιοι ὅτι ὁ ζυγὸς εἶναι ἀκριβής, κατὰ τὰ εἰρημένα περὶ ἰσορροπίας τοῦ μοχλοῦ.

53. *Εὐαισθησία τοῦ ζυγοῦ.* — Διὰ νὰ εἶναι δυνατὸν νὰ προσδιορισθῇ μετὰ μεγάλης ἀκριβείας τὸ βᾶρος σώματος διὰ ζυγοῦ, δὲν ἀρκεῖ νὰ εἶναι οὗτος ἀκριβής, ἀλλὰ πρέπει νὰ εἶναι καὶ εὐαίσθητος· δηλαδή καὶ δι' ἐλαχίστην διαφορὰν τῶν ἐν ταῖς πλάστιγγι βαρῶν, οἷον ἐνὸς χιλιοστοῦ τοῦ γραμμαρίου, πρέπει ἡ θέσις τῆς φάλαγγος ἐν ἰσορροπία νὰ εἶναι ἐπαισθητῶς διάφορος τῆς ὀριζοντίας. Ἐτι δὲ ὁ καλὸς ζυγὸς πρέπει νὰ δεικνύῃ τὸν αὐτὸν βαθμὸν εὐαισθησίας, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὰ ἐν ταῖς πλάστιγγι βάρη.

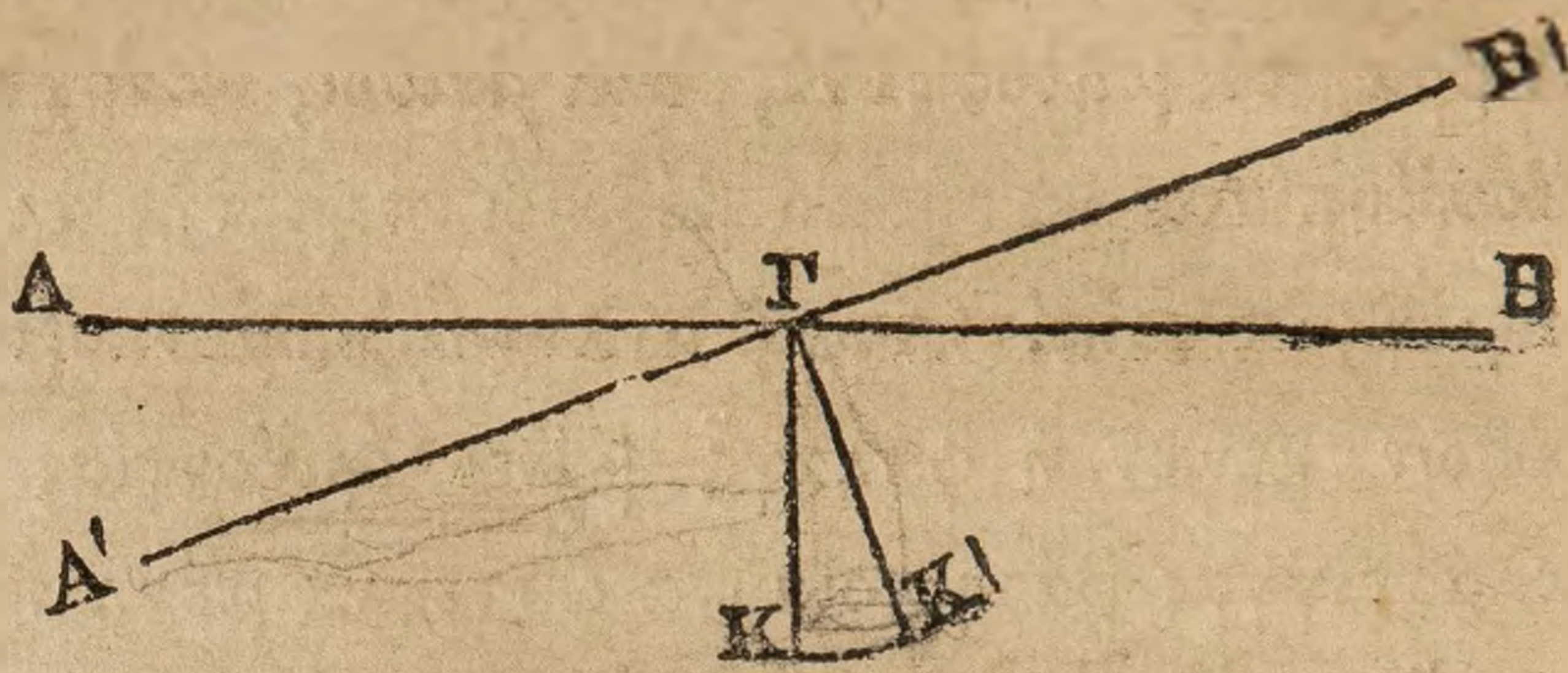
Ἐν πρώτοις εἶναι φανερόν ὅτι ἡ τριβὴ τοῦ ἄξονος ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος αὐτοῦ πρέπει νὰ εἶναι ὅσον τὸ δυνατὸν μικρά.

Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον ὁ ἄξων ἀποτελεῖται ἐκ πρίσματος τριγωνικοῦ χαλυβδίνου, οὗ ἡ ἀκμὴ στηρίζεται ἐπὶ ἐπιπέδων ἐκ χάλυβος ἢ ἀχάτου λίθου, τὰ ὁποῖα εἶναι προσηρμοσμένα ὀριζόντια ἐπὶ τοῦ ποδὸς τοῦ ὀργάνου.

Ἴνα δὲ εὐρωμεν πάντα τὰ λοιπὰ ἀπαιτούμενα διὰ τὴν εὐαισθησίαν τοῦ ζυγοῦ, ἅς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ εὐθειᾶ ἢ ἀγομένη διὰ τῶν σημείων τῆς ἐξαρτήσεως τῶν πλαστίγγων διέρχεται καὶ διὰ τοῦ ἄξονος τῆς ὑποστηρίξεως, ὅπερ καὶ πραγματοποιεῖται ἐν τῇ κατασκευῇ τοῦ ζυγοῦ.



Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὰ ἐν ταῖς πλάστιγγιν ἴσα βάρη, τῶν οὕτω πεφορτισμένων πλαστίγγων τὰ βάρη θὰ εἶναι δύο δυνάμεις ἴσαι ἐφηρμοσμέναι εἰς τὰ δύο σημεία τῆς ἐξαρτήσεως A καὶ B (σχ. 16), ἡ δὲ συνισταμένη αὐτῶν



Σχ. 16

θέλει διέρχεσθαι διὰ τοῦ ἄξονος τῆς ὑποστηρίξεως καὶ θέλει καταστρέφεσθαι ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως αὐτοῦ, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ θέσις τῆς εὐθείας AB, εἴτε ὀριζοντία εἴτε πλαγία. Ἡ φάλαγξ λοιπὸν θέλει εὐρίσκεσθαι εἰς τὴν αὐτὴν περίστασιν, ὡς εἰάν δὲν ἦσαν εἰς τὰ ἄκρα αὐτῆς αἱ πλάστιγγες, καὶ θέλει λαμβάνει ὀριζοντίαν θέσιν μόνον ἔνεκα τοῦ βάρους τῆς ἐφηρμοσμένου εἰς τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτῆς K. Ἐὰν λοιπὸν μεταξὺ τῶν ἐν ταῖς πλάστιγγι βαρῶν ὑπάρχη διαφορὰ τις, οἷον ἐνὸς γραμμαρίου, θέλει συμβῆ τὸ αὐτὸ, ὡς εἰάν ἐνήργει ἐπὶ τῆς φάλαγγος μόνη ἡ δύναμις ἐνὸς γραμμαρίου ἐφηρμοσμένη ἐπὶ τοῦ ἐνὸς τῶν ἄκρων αὐτῆς. Ἐνεκα δὲ τῆς δυνάμεως ταύτης ἡ φάλαγξ θέλει κλίνει καὶ θέλει σταθῆ μετὰ τινος ταλαντώσεως εἰς νέαν τινὰ θέσιν ἰσορροπίας A'B' τοιαύτην, ὥστε τὸ βάρος τῆς ἐφηρμοσμένου εἰς τὸ κέντρον τοῦ βάρους αὐτῆς K' νὰ ἰσορροπῆ πρὸς τὴν δύναμιν ἐνὸς γραμμαρίου ἐφηρμοσμένην κατὰ τὸ A'. Κατὰ δὲ τὰ ἐν τῷ ἐδαφίῳ 30 εἰρημένα, ἵνα ἰσορροπῶσιν αἱ ἐπὶ τοῦ ἀγκωνοειδοῦς μοχλοῦ A'ΓK' κατὰ τὰ σημεία A' καὶ K' ἐφηρμοσμέναι δυνάμεις, ἃς καλοῦμεν β καὶ β', πρέπει αἱ δυνάμεις αὗται νὰ εἶναι ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τῆς ἀποστάσεως τοῦ ὑπομοχλίου Γ ἀπὸ τῶν διευθύνσεων τῶν δυνάμεων. Ἄλλ' αἱ ἀποστάσεις αὗται εἶναι προφανῶς ἴσαι μετὰς ἀπὸ τοῦ A' καὶ K' ἐπὶ τὴν ΓK ἠγμένους καθέτους. Ἐὰν δὲ καλέσωμεν ταύτας λ καὶ λ', ἵνα ὑπάρχη ἰσορροπία πρέπει γὰ εἶναι

$$\beta : \beta' = \lambda' : \lambda,$$

ἢ θεν

$$\beta \times \lambda = \beta' \times \lambda'.$$



Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀπόστασις  $\lambda$ , στρεφομένης τῆς  $AB$  περὶ τὸ  $\Gamma$  ἐλαττοῦται μέχρι μηδενίσεως, ἡ δὲ ἀπόστασις  $\lambda$  αὐξάνει φθάνουσα τὸ μῆκος  $\Gamma K$ , ἀναγκαίως ὑπάρχει πάντοτε θέσις τις ἰσορροπίας.

Ἐκ τῆς ἰσότητος  $\beta \times \lambda = \beta' \times \lambda'$  πορίζομεθα

$$e = \frac{\beta' \times \lambda'}{\lambda}.$$

Ἐπειδὴ δὲ διὰ πᾶν μέγεθος τῆς γωνίας  $\Delta \Gamma A'$  τὸ μῆκος  $\lambda$  εἶναι ἀνάλογον τοῦ  $\Delta \Gamma$  καὶ τὸ  $\lambda'$  τοῦ  $\Gamma K$ , ἡ τελευταία ἰσότης δεικνύει ὅτι τὸ βάρος  $\beta$  τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς θέσιν ἰσορροπίας, ἐν ἣ ἡ φάλαγξ σχηματίζει μετὰ τῆς ὀριζοντίας γωνίαν τινὰ δεδομένην εἶναι τοσοῦτω μικρότερον, ἐπομένως ὁ ζυγὸς εἶναι τοσοῦτω εὐαίσθητότερος,

α.) Ὅσω μικρότερον εἶναι τὸ βάρος  $\beta'$  τῆς φάλαγγος.

β.) Ὅσω μικροτέρα εἶναι ἡ ἀπόστασις  $\Gamma K$  τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς ὑποστηρίξεως.

γ.) Ὅσω μακροτέρα εἶναι ἡ φάλαγξ.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω θεωρίας ἐννοοῦμεν διὰ τί εἶναι ἀνάγκη τὸ κέντρον τοῦ βάρους τῆς φάλαγγος νὰ κεῖται ὑποκάτω τοῦ ἄξονος, περὶ ὃν στρέφεται. Διότι ἐὰν μὲν ἔκειτο ὑπεράνω, ἡ ἰσορροπία ἤθελεν εἶναι ἀσταθής. Ἐὰν δὲ ἔκειτο ἐπὶ τοῦ ἄξονος, ἴσων μὲν τῶν ἐν ταῖς πλάστιγξι βαρῶν ὄντων, ἡ ἰσορροπία ἤθελεν εἶναι ἀδιάφορος· τῆς ἐλαχίστης δὲ μεταξὺ αὐτῶν διαφορᾶς ὑπαρχούσης, ἔπρεπεν ἡ φάλαγξ νὰ περιστραφῆ μέχρις οὗ γείνη κατακόρυφος.

Σημείωσις. Ὅταν ζυγὸς τις εἶναι πολὺ εὐαίσθητος, πρὶν ἡ φάλαγξ λάβῃ τὴν κατάλληλον θέσιν ἰσορροπίας, ἐκτελεῖ περὶ αὐτὴν μέγαν ἀριθμὸν ταλαντώσεων. Διὰ νὰ μὴ εἴμεθα δὲ ἠναγκασμένοι νὰ περιμένωμεν τὴν παῦσιν τῶν ταλαντώσεων τούτων, κατὰ τὸ μέσον τῆς φάλαγγος εἶναι ἐφηρμοσμένος δείκτης, τοῦ ὁποίου τὸ ἄκρον κατὰ τὰς ταλαντώσεις τῆς φάλαγγος κινεῖται ἀπέναντι διηρημένου τόξου  $\nu$  (σχ. 15) προσηρμοσμένου ἐπὶ τοῦ ποδὸς τοῦ ὀργάνου. Τὸ  $\theta$  τῆς βαθμολογίας ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ὀριζοντίαν τῆς φάλαγγος θέσιν. Ὅταν δὲ παρα-



τηρήσωμεν ὅτι ὁ δείκτης ταλαντευόμενος ἀπομακρύνεται ἐξ ἴσου ἀπὸ τοῦ μηδενικοῦ, συμπεραίνομεν ὅτι τὰ ἐν ταῖς πλάστιγξι βάρη εἶναι ἴσα, χωρὶς νὰ περιμείνωμεν τὴν ἡρεμίαν.

54. Μέθοδος τῆς διπλῆς σταθμῆσεως. — Κατὰ τὴν ἐξῆς μέθοδον, ἥτις ἐπενοήθη ὑπὸ τοῦ Βόρδα καὶ καλεῖται μέθοδος τῆς διπλῆς σταθμῆσεως, δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν ἀκριβῶς τὸ βάρος τῶν σωμάτων καὶ διὰ μὴ ἀκριβοῦς ζυγοῦ. Θέτομεν δηλαδὴ ἐν τῇ ἐτέρᾳ τῶν πλαστίγγων τὸ σταθμητέον σῶμα, ἐν δὲ τῇ ἐτέρᾳ ἄμμον ἢ χόνδρους μολύβδου, μέχρις οὗ γείνη ἰσορροπία. Μετὰ ταῦτα ἀφαιροῦμεν τὸ σταθμητέον σῶμα καὶ ἀντ' αὐτοῦ θέτομεν σταθμὰ, μέχρις οὗ γείνη πάλιν ἰσορροπία. Εἶναι τότε φανερόν ὅτι τὰ σταθμὰ παριστῶσιν ἀκριβῶς τὸ βάρος τοῦ σώματος.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

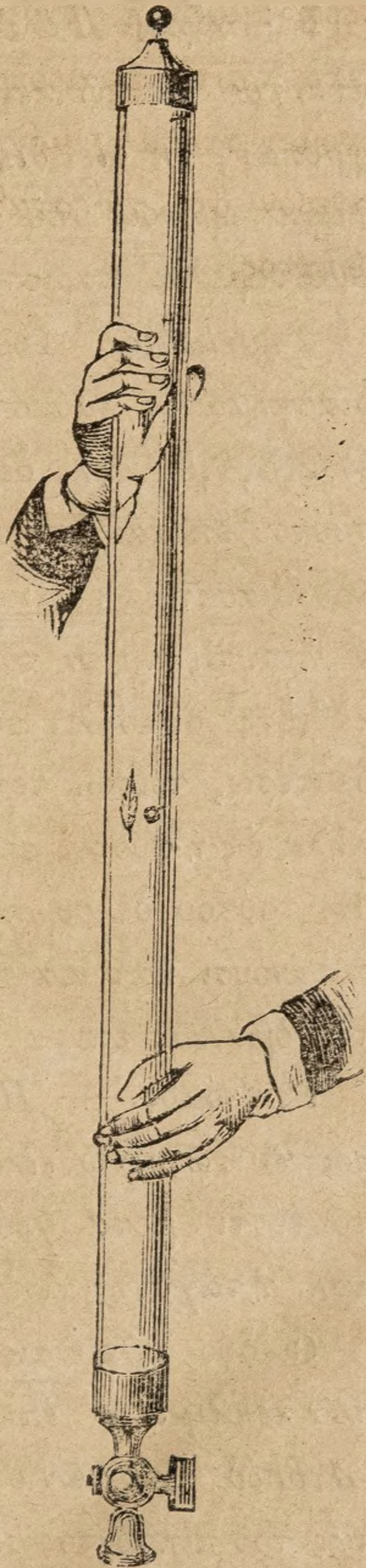
Νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων, ἔντασις  
τῆς βαρύτητος, ἐκκρεμές.

55. Οἱ νόμοι τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων ἀνακαλυφθέντες  
ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου εἶναι οἱ ἐξῆς τρεῖς.

Α<sup>ος</sup> νόμος. — Πάντα τὰ σώματα πίπτουσι ἐν τῷ κενῷ  
μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος.

Ὁ νόμος οὗτος ἀποδεικνύεται πειρα-  
ματικῶς διὰ σωλῆνος ὑαλίνου δύο μέ-  
τρων μήκους κλειστοῦ κατὰ τὸ ἕτερον  
ἄκρον καὶ περατουμένου κατὰ τὸ ἕτερον  
εἰς χαλκῆν στρόφιγγα (σχ. 17). Εἰσάγο-  
μεν εἰς αὐτὸν σώματα διαφόρου πυκνό-  
τητος, οἷον μόλυβδον, φελλὸν, χάρτην,  
ἔπειτα ἀφαιροῦμεν ἐκ τοῦ σωλῆνος τὸν  
ἀέρα διὰ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας.  
Ἀναστρέφοντες δὲ τὸν σωλῆνα αἰφνιδίως  
βλέπομεν ἅπαντα τὰ ἐν αὐτῷ σώματα  
καταπίπτοντα μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύ-  
τητος. Ἄλλ' ἐὰν, ἀφοῦ ἀφήσωμεν νὰ  
εἰσέλθῃ εἰς τὸν σωλῆνα μικρὰ ποσότης  
ἀέρος, ἀναστρέψωμεν ἐκ νέου αὐτὸν,  
παρατηροῦμεν μικράν τινα ὑστέρησιν τῶν  
ἐλαφροτέρων σωμάτων· ἡ δὲ ὑστέρησις  
αὕτη καθίσταται πολὺ αἰσθητῆ, ἐὰν ἀφή-  
σωμεν νὰ εἰσέλθῃ καθ' ὀλοκληρίαν ὁ  
ἀήρ. Συμπεραίνομεν ἐκ τούτου ὅτι, ἂν  
καὶ συνήθως τὰ σώματα πίπτουσι μετ'  
ἀνίσων ταχυτήτων, τοῦτο προέρχεται  
μόνον ἐκ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος καὶ  
οὐχὶ ἐκ τοῦ ὅτι ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ μετ'  
ἀνίσου ἐντάσεως ἐπὶ τῶν διαφόρων  
οὐσιῶν.

Ἡ ἀντίστασις ἣν ὁ ἀήρ ἀντιτάσσει  
εἰς τὴν πτώσιν τῶν σωμάτων εἶναι πρὸ  
πάντων ἐπαισθητῆ εἰς τὰ ὑγρά, τὰ ὁποῖα  
ἐν μὲν τῷ ἀέρι πίπτοντα διαιροῦνται εἰς  
σταγόνας, ἐν δὲ τῷ κενῷ πίπτουσι ὡς



Σχ. 17.



σώμα στερεόν. Ἀποδεικνύεται δὲ τοῦτο διὰ τῆς ὑδροσφύρας, ἣτις εἶναι σωλὴν ὑάλινος, μήκους 30 μέχρι 40 ὑφεκατομέτρων, οὗ τὸ ἥμισυ εἶναι πλήρες ὕδατος, καὶ ὅστις ἐκλείσθη διὰ τοῦ λύχνου, ἀφοῦ προηγουμένως ἐξήχθη ἐξ αὐτοῦ ὁ ἀήρ διὰ τοῦ βρασμοῦ. Ὅταν ἀναστρέψωμεν τὸν σωλῆνα αἰφνιδίως, τὸ ὕδωρ πίπτον πλήττει τὸ κατώτερον ἄκρον ἀποτελοῦν ἤχον ξηρὸν ὅμοιον τῷ ἀποτελουμένῳ ὑπὸ τῆς συγκρούσεως δύο στερεῶν σωμάτων.

**B<sup>ος</sup> νόμος.** *Τὰ διανυόμενα διαστήματα ὑπὸ σώματος πίπτοιτος ἐν τῷ κενῷ εἶναι ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηγύθησαν.* Τουτέστιν ἐν χρόνοις πτώσεως παριστωμένοις ὑπὸ τῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4, . . . τὰ διανυόμενα διαστήματα παριστῶνται ὑπὸ τῶν ἀριθμῶν 1, 4, 9, 16 . . .

**Σημειώσεις.** Τοῦ ἐν τῷ πρώτῳ δευτερολέπτῳ διανυθέντος διαστήματος παρασταθέντος δι' 1, τὰ διανυόμενα διαστήματα ἐν 2, 3, 4, 5, κτλ. δευτερολέπτοις εἶναι 4, 9, 16, 25. . . . Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι τὸ ἐν τῷ δευτέρῳ δευτερολέπτῳ διανυόμενον διάστημα εἶναι 4 πλὴν 1 ἤτοι 3, τὸ ἐν τῷ τρίτῳ 9 πλὴν 4 ἤτοι 5, τὸ ἐν τῷ τετάρτῳ 16 πλὴν 9 ἤτοι 7, καὶ οὕτω καθεξῆς· δηλονότι τὰ διανυόμενα διαστήματα ἐν τῷ πρώτῳ, δευτέρῳ, τρίτῳ, τετάρτῳ κτλ. δευτερολέπτῳ εἶναι πρὸς ἀλλήλα ὡς ἡ φυσικὴ σειρά τῶν περιττῶν ἀριθμῶν 1, 3, 5, 7 . . . Ἐκ τούτου δὲ συμπεραίνομεν ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα αὐξάνουσι κατ' ἴσα ποσὰ ἐν ἴσοις χρόνοις, ὅπερ εἶναι χαρακτὴρ τῆς ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένης κινήσεως.

**Γ<sup>ος</sup> νόμος.** — *Ἡ κτηθεῖσα ταχύτης ὑπὸ σώματος πίπτοντος ἐν τῷ κενῷ εἶναι ἀλόγος τοῦ χρόνου, ἐφ' ὃν ἔπεσε· τουτέστι μετὰ χρόνον διπλάσιον, τριπλάσιον, τετραπλάσιον κτλ. ἡ ταχύτης γίνεται διπλασία, τριπλασία, τετραπλασία κτλ.*

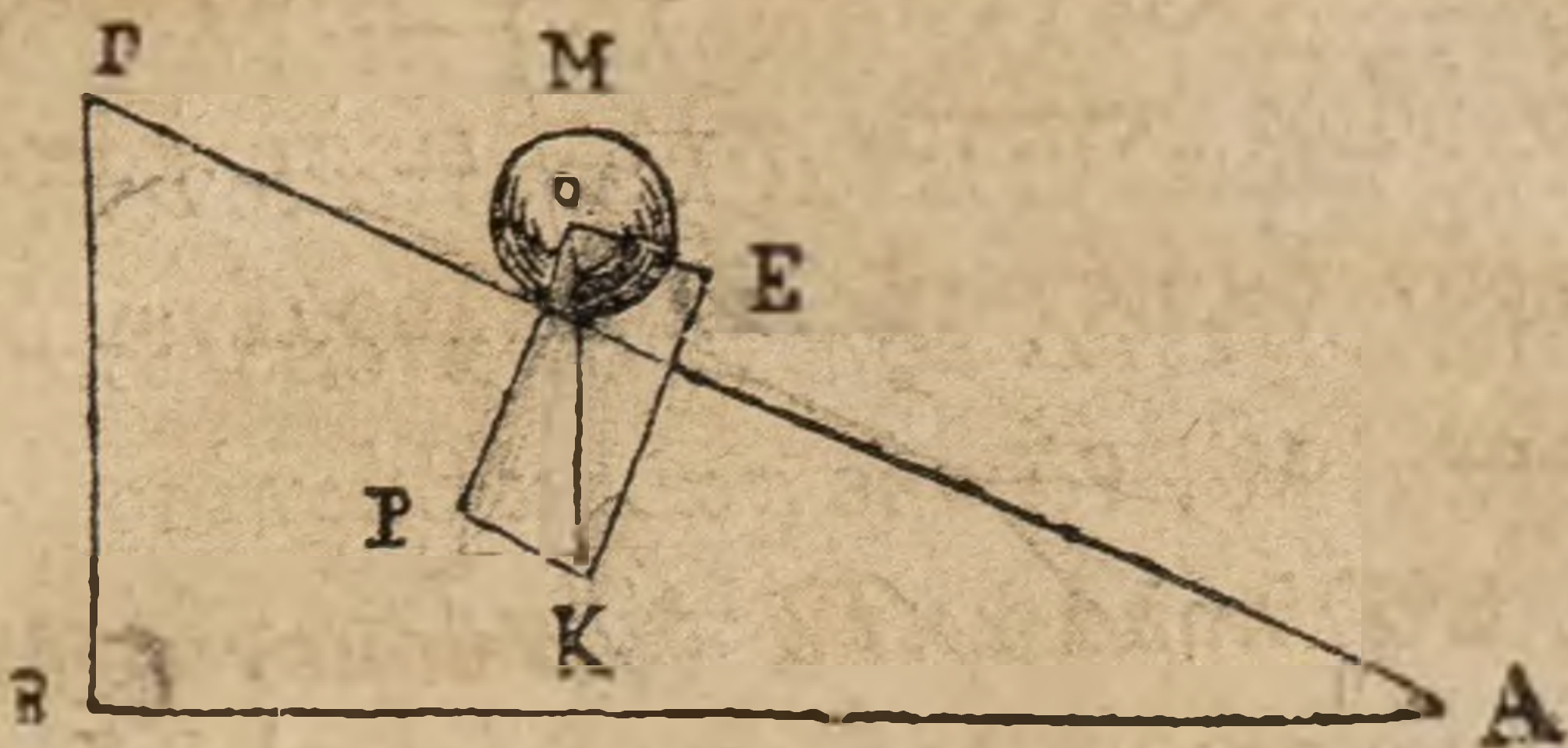
Οἱ δύο τελευταῖοι νόμοι ἀποδεικνύονται πειραματικῶς διὰ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου τοῦ Γαλιλαίου καὶ τῆς μηχανῆς τοῦ Ἀτβούδ. Διὰ τῶν δύο τούτων ὀργάνων ἐπιβραδύνεται ἡ ταχύτης τοῦ πίπτοντος σώματος, χωρὶς νὰ ἀλλοιωθῶσιν οἱ νόμοι τῆς πτώσεως. Διὰ τὴν ἐπιβράδυνσιν δὲ ταύτην ἢ μὲν ἀντίστασις



τοῦ ἀέρος γίνεται ἀσθενεστέρα καὶ δύναται νὰ παραμεληθῆ, τὰ δὲ διανυόμενα διαστήματα ὑπὸ τοῦ πίπτοντος σώματος παρατηροῦνται ἀκριβέστερον.

56. *Κεκλιμένον ἐπίπεδον.*—Καλεῖται *κεκλιμένον ἐπίπεδον* πᾶν ἐπίπεδον ἀποτελοῦν ὀξείαν γωνίαν μετὰ τοῦ ὀρίζοντος.

Ἐστω κεκλιμένον ἐπίπεδον τὸ ΑΓ (Σχ. 18) ἀποτελοῦν μετὰ τοῦ ὀρίζοντος τὴν ὀξείαν γωνίαν ΓΑΒ. Ἡ κάθετος ΓΒ, ἡ ἀγομένη ἀπὸ τοῦ Γ ἐπὶ τὴν ὀριζόντιον γραμμὴν ΑΒ εἶναι τὸ ὕψος



Σχ. 18.

τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, ΑΓ δὲ τὸ μῆκος αὐτοῦ.

ὑποθεθῆτω δὲ ὅτι κινητόν τι Μ σφαιρικοῦ σχήματος κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τούτου. Τὸ βάρος αὐτοῦ Κ ἐνεργεῖ κατὰ τὴν κατακόρυφον ΟΚ· ἀλλ' ἡ σφαῖρα δὲν δύναται νὰ ἀκολουθήσῃ τὴν διεύθυνσιν ταύτην διὰ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἐπιπέδου. Τὸ βάρος ὅμως τοῦτο δύναται νὰ ἀναλυθῆ εἰς δύο δυνάμεις Ρ καὶ Ε, τὴν μὲν κάθετον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου, τὴν δὲ παράλληλον αὐτοῦ. Ἐκ τούτων ἡ μὲν πρώτη καταστρέφεται ὑπὸ τῆς ἀντίστασεως τοῦ ἐπιπέδου, ἡ δὲ δευτέρα κινεῖ τὴν σφαῖραν Μ. Ἐὰν δὲ κατασκευασθῆ τὸ παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων ΟΡΚΕ, τὰ δύο ὀρθογώνια τρίγωνα ΟΕΚ καὶ ΑΒΓ εἶναι ὅμοια ὡς ἰσογώνια· ἐπομένως ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν

$$ΟΕ : ΟΚ = ΓΒ : ΑΓ \quad \eta \quad Ε : Κ = ΓΒ : ΑΓ.$$

Ἐντεῦθεν συμπεραίνομεν ὅτι ἡ τὴν κίνησιν παράγουσα δύναμις Ε εἶναι πρὸς τὸ βάρος τοῦ κινητοῦ, ὡς τὸ ὕψος τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου πρὸς τὸ μῆκος αὐτοῦ. Ἄρα ἐὰν τὸ ὕψος τοῦ ἐπιπέδου εἶναι δῖς, τρίς, τετράκις . . . μικρότερον τοῦ μήκους αὐτοῦ, ἡ δύναμις Ε θέλει εἶναι δῖς, τρίς, τετράκις . . . μικροτέρα τῆς δυνάμεως Κ, ἥτοι τοῦ βάρους τοῦ σώματος, ἐπομένως ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου θέλει εἶναι δῖς, τρίς, τετράκις . . . μικροτέρα τῆς ταχύτητος αὐτοῦ πίπτοντος κατακορύφως. Σημειωτέον δὲ ὅτι οἱ νόμοι τῆς κινήσεως δὲν θέλουσιν ἀλλοιωθῆ, ἐπειδὴ ἡ δύναμις Ε εἶναι τῆς αὐτῆς φύσεως τῆ βαρύτητι, ἥς εἶναι κλά-



σμα. Ἐπειδὴ δὲ δυνάμεθα κατὰ τὸ δοκοῦν νὰ ἐλαττώσωμεν τὴν ταχύτητα τῆς πτώσεως τοῦ κινητοῦ, ἐλαττοῦντες τὸ ὕψος τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου, εἶναι πολὺ εὐκόλον νὰ δείξωμεν διὰ τοῦ ὀργάνου τούτου τὸν δεύτερον νόμον τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων.

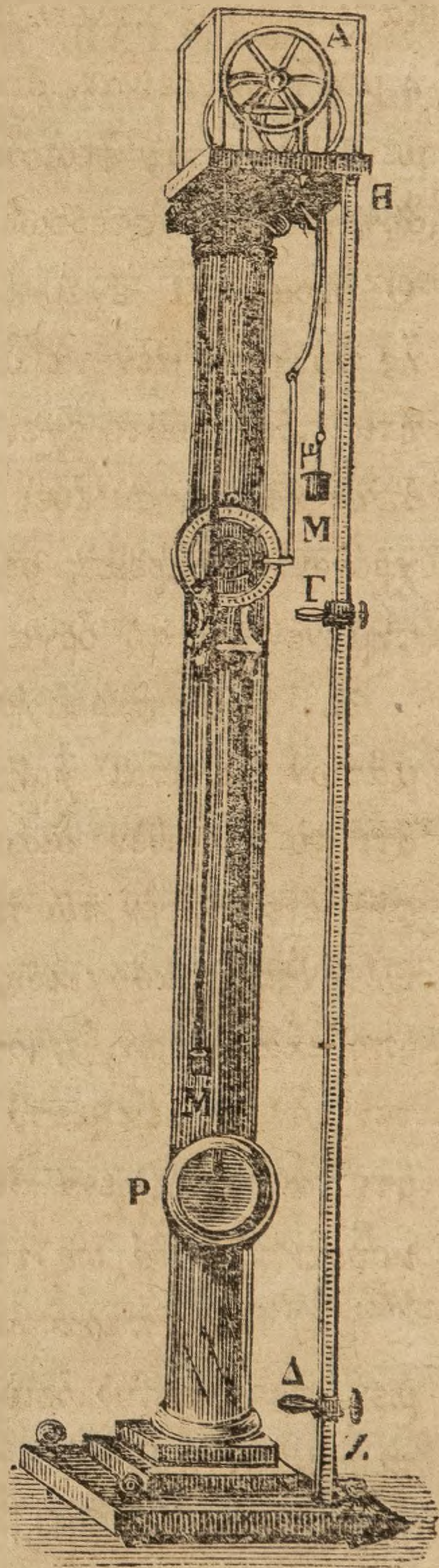
57. Μηχανὴ τοῦ Ἀτβούδ. — Ἡ μηχανὴ αὕτη (σχ. 19) σύγκειται κυρίως ἐκ τροχαλίας ἐλαφρᾶς Α δυναμένης νὰ σρέφῃται μετὰ μεγάλης εὐκολίας περὶ ὀριζόντιον ἄξονα· εἰς τὸν λαιμὸν αὐτῆς περιελίσσεται λεπτότατον νῆμα μετάξης, ἐκ τῶν ἄκρων τοῦ

οποίου εἶναι ἐξηρητημένα δύο ἴσα βάρη Μ καὶ Μ'. Τὰ δύο ταῦτα βάρη ἰσορροποῦσιν ἄλληλα κατὰ πάσας τὰς θέσεις, ἃς δύνανται νὰ λάβωσι, διότι τὸ βάρος τοῦ νήματος διὰ τὴν λεπτότητα αὐτοῦ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς μηδέν. Ἄλλ' ἐὰν ἐπὶ τοῦ βάρους Μ, τεθῇ πρόσθετόν τι βάρος μ, ἡ ἰσορροπία κατασρέφεται καὶ τὸ ὅλον σύστημα θέλει κινηθῆ, δηλονότι τὸ μὲν βάρος Μ συμπαρασυρόμενον ὑπὸ τοῦ μικροῦ προσθέτου βάρους θέλει καταβῆ, τὸ δὲ βάρος Μ' θέλει ἀναβῆ.

Ἡ μικρὰ πρόσθετος μάζα μ, ὡς ἠναγκασμένη νὰ συμπαρασύρῃ ἐν τῇ κινήσει αὐτῆς καὶ τὰς δύο ἀδρανεῖς μάζας Μ καὶ Μ', θέλει πέσει προφανῶς ἥττον ταχέως, ἢ ἐὰν ἦτο μόνη. Εἶναι δὲ εὐκόλον νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ἐπιβράδυνσιν τῆς ταχύτητος αὐτῆς.

Ἐὰν παρασῆσωμεν διὰ τ τὴν ταχύτητα, ἣν ἤθελε λάβει ἡ μάζα μ μετὰ ἐν δεύτερον λεπτὸν ἐλευθέρως πίπτουσα, καὶ διὰ χ τὴν ταχύτητα, ἣν θέλει λάβει ὅταν συμπαρασύρῃ μεθ' ἑαυτῆς καὶ τὰς ἴσας μάζας Μ καὶ Μ', ἐπειδὴ αἱ ταχύτητες, ἃς ἡ αὐτὴ δύναμις μεταδίδει εἰς δύο ἀνίσους μάζας, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μαζῶν τούτων, θέλομεν ἔχει  $\chi : \tau = \mu : 2M + \mu$ , ὅθεν

$$\chi = \frac{\mu}{2M + \mu} \times \tau.$$



Σχ. 19.



Ἐὰν παρδείγματος χάριν ὑποθέσωμεν ὅτι ἑκατέρα τῶν μαζῶν  $M$  καὶ  $M'$  εἶναι δωδεκαπλασία τῆς μάζης  $\mu$ , ἐκ τοῦ ἀνωτέρω τύπου λαμβάνομεν  $\chi = \frac{1}{2} \tau$ . τουτέστιν ἡ ταχύτης τοῦ συστήματος θέλει εἶναι 25<sup>κις</sup> μικροτέρα, ἢ ἐὰν ἡ μάζα  $\mu$  ἐπιπτεν ἐλευθέρως.

Τούτων κειμένων ἄς ἴδωμεν πῶς γίνεται χρῆσις τῆς μηχανῆς τοῦ Ἀτθουδὸς πρὸς παρατήρησιν τῶν νόμων βαρύτητος. Ὁ κατακόρυφος κανὼν  $EZ$ , παραλλήλως τοῦ ὁποίου καταπίπτει ἡ μάζα  $M$ , εἶναι διηρημένος εἰς ἴσα μέρη καὶ φέρει δύο δρομεῖς  $\Gamma$  καὶ  $\Delta$ , ἧτοι δύο δίσκους, οἵτινες διὰ πιεστικῶν κοχλιῶν δύνανται νὰ στερεωθῶσιν ἐπὶ τοῦ κανόνος εἰς διαφόρους θέσεις. Ὁ δρομεὺς  $\Gamma$  ἔχει κυκλικὴν ὀπὴν κατὰ τὸ κέντρον αὐτοῦ, δι' ἧς δύναται μὲν νὰ διέλθῃ ἡ μάζα  $M$ , οὐχὶ ὅμως καὶ ἡ  $\mu$ , ἥτις πρὸς τοῦτο ἔχει ἐπίμηκες σχῆμα· ὁ δὲ δρομεὺς  $\Delta$  δὲν ἔχει ὀπὴν καὶ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ ἐπέχῃ τὸ κινητὸν μετὰ δοθέντα χρόνον. Ἐκκρεμῆς δὲ δεικνύον τὰ δεύτερα λεπτὰ εἶναι προσηρτημένον εἰς τὸ ὄργανον.

α.) Πρὸς παρατήρησιν τοῦ νόμου τῶν διανυομένων διαστημάτων γίνεται χρῆσις μόνου τοῦ δρομέως  $\Delta$ . Ὑποτείσθω δὲ ὅτι τὸ διανυθὲν διάστημα ὑπὸ τῆς μάζης  $M$  ἠνωμένης μετὰ τῆς  $\mu$  εἶναι ἐν τῷ πρώτῳ δευτερολέπτῳ 1 ὑποδεκάμετρον. Θέτοντες διαδοχικῶς τὸν δρομέα εἰς ἀποστάσεις 4, 9, 16 . . . ὑποδεκαμέτρων, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ κινητὸν φθάνει καὶ πλήττει τὸν δρομέα μετὰ 2, 3, 4, . . . δευτερόλεπτα, ὅπερ δεικνύει ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα ὑπὸ σώματος πίπτοντος αὐξάνουσιν ἀναλόγως τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων.

β.) Πρὸς παρατήρησιν τοῦ νόμου τῶν ταχυτήτων διαθέτομεν τὸν δακτυλιοειδῆ δρομέα οὕτως, ὥστε νὰ ἐμποδίξῃ τὴν πρόσθετον μάζαν  $\mu$  μετὰ ἐν δεύτερον λεπτὸν πτώσεως· τότε ἡ μάζα  $M$ , ἐφ' ἧς δὲν ἐνεργεῖ ἡ βαρύτης, κινεῖται ἔνεκα τῆς μεταδοθείσης ταχύτητος, καὶ διανύει μεθ' ὁμαλῆς κινήσεως κατὰ τὸ ἐπόμενον δεύτερον λεπτὸν διάστημα διπλάσιον ἐκείνου, τὸ ὁποῖον εἶχε διατρέξει ἐν τῷ πρώτῳ. Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, διαθέτοντες τὸν δακτυλιοειδῆ δρομέα οὕτως,



ὥστε νὰ ἐμποδίξῃ τὴν μάζαν μ μετὰ δύο δεύτερα λεπτὰ πτώσεως, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ κτηθεῖσα ταχύτης εἶναι διπλασία τῆς προηγουμένης· ὅτι μετὰ τρία δεύτερα εἶναι τριπλασία, μετὰ τέσσαρα τετραπλασία, καὶ οὕτω καθεξῆς· ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι αἱ ταχύτητες, ἃς λαμβάνει σῶμα πίπτον, εἶναι ἀνάλογοι τῶν χρόνων, ἐν οἷς ἔπεσε.

58. Τύποι τῶν νόμων τῆς πτώσεως τῶν σωμάτων. — Ἐστω γ ἡ ἐν τῷ πρώτῳ δευτερολέπτῳ προσγιγνομένη ταχύτης εἰς σῶμα πίπτον ἐν τῷ κενῷ, ἡ ταχύτης αὐτοῦ τ μετὰ χρόνον χ θέλει εἶναι  $t = \gamma \chi$  . . . (1) ἐπειδὴ αἱ ταχύτητες εἶναι ἀνάλογοι τῶν χρόνων.

Δύναται δὲ νὰ ἀποδειχθῇ μαθηματικῶς ὅτι τῆς ταχύτητος ἀκολουθούσης τὸν νόμον τοῦτον, τὸ διανυόμενον διάστημα δ ἐν τῷ χρόνῳ χ θέλει εἶναι

$$\delta = \frac{\gamma \chi^2}{2} . . . (2).$$

Ὁ τύπος οὗτος δεικνύει ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶναι ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων.

Ἐὰν ἐν τῷ τύπῳ (2) ὑποθέσωμεν  $\chi = 1$ , λαμβάνομεν  $\delta = \frac{\gamma}{2}$ , ὅθεν  $\gamma = 2\delta$ . Τοῦτέστιν ἡ ἐν ἐνὶ δευτέρῳ λεπτῷ προσγιγνομένη ταχύτης εἶναι τὸ διπλάσιον τοῦ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ διανυθέντος διαστήματος.

59. Αἰτίαι μεταβάλλουσαι τὴν ἔντασιν τῆς βαρύτητος. — Τρεῖς αἰτίαι μεταβάλλουσι τὴν ἔντασιν τῆς βαρύτητος, εἶναι δὲ αὗται τὸ ὕψος ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν, τὸ πεπιεσμένον τῆς γῆς περὶ τοὺς πόλους, καὶ ἡ κεντρόφυξ δύναμις.

α.) Ἀποδεικνύεται μαθηματικῶς, ὡς καὶ ἀλλαχοῦ εἴπομεν, ὅτι ἡ ἔλξις ὑπὸ τῆς γηίνης σφαίρας σώματος ἐκτὸς αὐτῆς εὐρισκομένου, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς γῆς. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος αὐξάνει ἢ ἐλαττοῦται, καθόσον τὰ σώματα πλησιάζουσιν ἢ ἀπομακρύνονται ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς γῆς. Ἐν τούτοις δι' ὕψος μὴ ὑπερβαῖνον ἑκατοντά-



δας τινὰς πήχεων, ἢ βαρύτης δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς σταθερά· διότι τὸ ὕψος τοῦτο εἶναι ἐλάχιστον συγκρινόμενον πρὸς τὴν ἀκτῖνα τῆς γῆς.

β΄.) Ἐπειδὴ ἡ γῆ δὲν εἶναι τελεία σφαῖρα, ἀλλ' εἶναι πεπιεσμένη μὲν πρὸς τοὺς πόλους, ἐξωγκωμένη δὲ κατὰ τὸν ἰσημερινὸν, διὰ τοῦτο ἡ ἀπόστασις τῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς σωμάτων ἀπὸ τοῦ κέντρου αὐξάνει ἀπὸ τῶν πόλων πρὸς τὸν ἰσημερινὸν, καὶ ἐπομένως ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος αὐξάνει ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους.

γ΄.) Ἡ περιστροφή τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονά της παράγει κεντρόφυγα δυνάμιν ἀντενεργοῦσαν εἰς τὴν βαρύτητα. Ἄλλ' ὅσον προχωροῦμεν ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, τὰ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς σώματα διαγράφουσι μικροτέρους κύκλους, διὰ τοῦτο δὲ ἡ ταχύτης αὐτῶν καὶ ἐπομένως καὶ ἡ ἀναπτυσσομένη κεντρόφυξ δυνάμεις εἶναι μικρότερα. Ἐπι δὲ κατὰ μὲν τὸν ἰσημερινὸν ἡ κεντρόφυξ δυνάμεις εἶναι κατ' εὐθεΐαν ἀντίθετος τῇ βαρύτητι, ὅσον δὲ προχωροῦμεν πρὸς τοὺς πόλους γίνεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πλαγιωτέρα πρὸς αὐτήν, καὶ διὰ τοῦτο μέρος τι μόνον τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως ἀντενεργεῖ εἰς τὴν βαρύτητα. Διὰ τοὺς δύο τούτους λόγους ἡ ἐκ τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως ἐλάττωσις τῆς βαρύτητος ἐλαττοῦται ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, ἔνθα μηδενίζεται.

60. Μέτρον τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος.—Ἐπειδὴ κατὰ τὰ ἀνωτέρω εἰρημένα ἡ βαρύτης ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ καὶ δι' ὕψη πτώσεως μικρὰ δύναται νὰ θεωρηθῆ ὡς δυνάμεις συνεχῆς σταθερά, ὡς μέτρον δὲ τῆς ἐντάσεως τοιαύτης δυνάμεως δύναται νὰ ληφθῆ ἡ ταχύτης, ἣν μεταδίδει εἰς ὠρισμένην μάζαν ἐν ἐνὶ δευτέρῳ λεπτῷ, διὰ ταῦτα ὡς μέτρον τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος λαμβάνεται ἡ ταχύτης, ἣν μεταδίδει ἐν ἐνὶ δευτέρῳ λεπτῷ εἰς σῶμα πίπτον ἐν τῷ κενῷ, μὴ λαμβανομένης ὑπ' ὄψιν τῆς μάζης, διότι πάντα τὰ σώματα πίπτουσι μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος ἐν τῷ κενῷ. Ἡ ταχύτης αὕτη γ εἶναι ἐν Παρισίοις  $9^m$ , 8088, κατὰ δὲ τὸν ἰσημερινὸν εἶναι



9,7800. Θέλουμεν δὲ ἴδει κατωτέρω πῶς δύναται νὰ μετρηθῇ ἐν παντὶ τόπῳ ἀκριβῶς διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς.

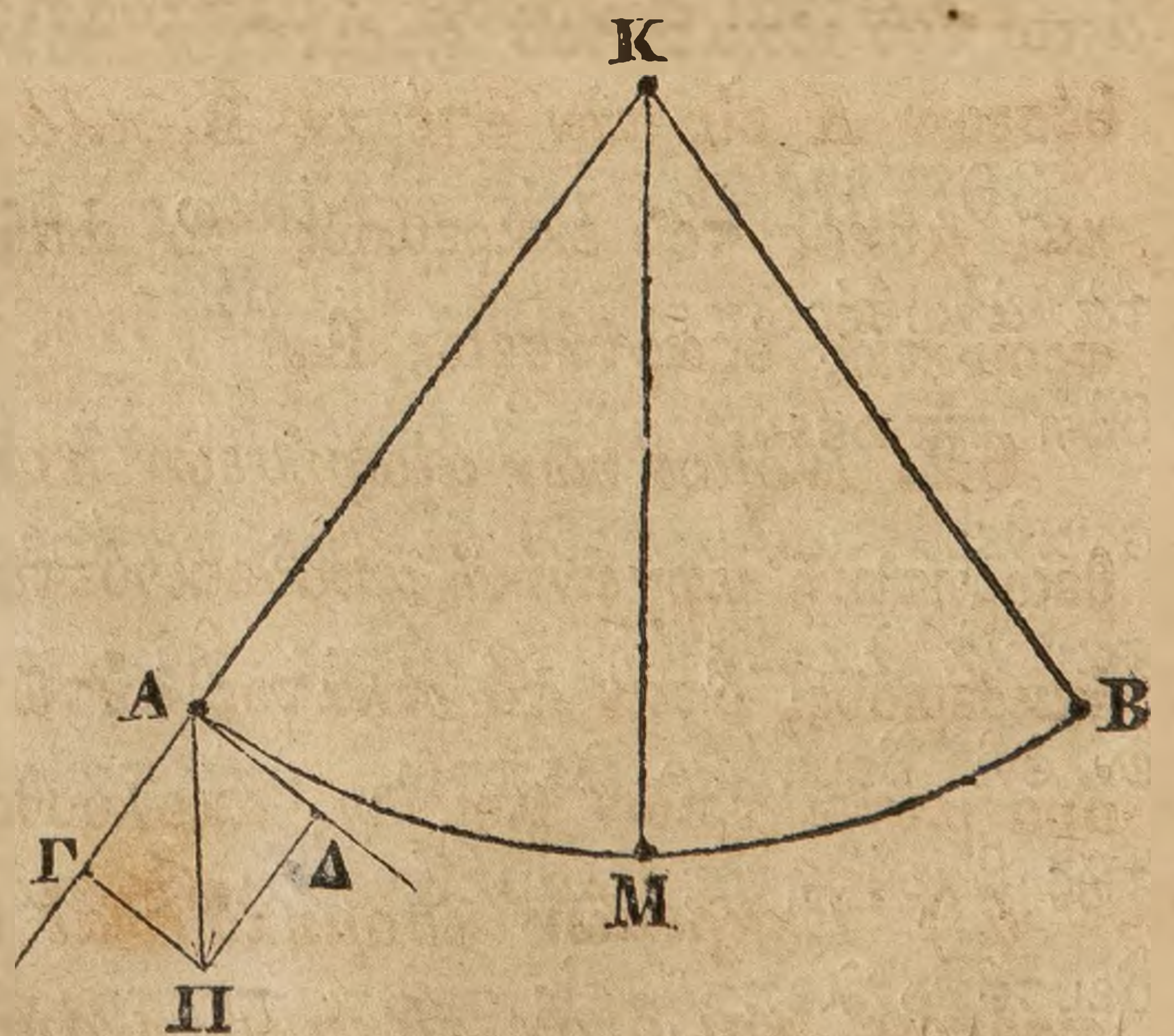
Αἱ μεταβολαὶ τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος μεταβάλλουσι καὶ τὸ ἀπόλυτον βάρος τῶν σωμάτων, ἤτοι τὴν πίεσιν, ἣν ταῦτα ἐπιφέρουσιν ἐπὶ τοῦ ὑποστηρίγματος αὐτῶν· ἀλλ' οὐδὲν ἄλλως μεταβάλλουσι τὸ σχετικὸν βάρος, ἤτοι τὸ διὰ τοῦ ζυγοῦ προσδιοριζόμενον. Διότι εἶναι φανερόν ὅτι καθ' ὅσον αὐξάνει τὸ βάρος σώματός τινος, κατὰ τοσοῦτον αὐξάνει καὶ τὸ τῶν σταθμῶν, πρὸς ἃ ἰσορροπεῖ ἐν τῷ ζυγῷ.

### Περὶ ἐκκρεμοῦς.

61. Καλεῖται ἐκκρεμές πᾶν σῶμα, τὸ ὁποῖον ἐξηρητημένον ἐκ σταθεροῦ σημείου ἢ ἐστηριγμένον ἐπὶ σταθεροῦ ἄξονος δύναται νὰ αἰωρῆται ἢ νὰ ταλαντεύηται περὶ τὸ σημεῖον ἢ τὸν ἄξονα τοῦτον.

Πρὸς εὐρέσιν τῶν νόμων τῆς κινήσεως τοῦ ἐκκρεμοῦς θεωροῦμεν κατὰ πρῶτον τὸ ἀπλοῦν ἢ μαθηματικὸν ἐκκρεμές, τὸ ὁποῖον νοοῦμεν ἀποτελούμενον ἐξ ὑλικοῦ σημείου ἐξηρητημένου ἐκ σημείου σταθεροῦ διὰ νήματος ἀβαροῦς καὶ μὴ δυναμένου νὰ ἐκταθῇ.

Ἐστω  $M$  τὸ ὑλικὸν σημεῖον καὶ  $K$  τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρτήσεως. Ὄταν τὸ ὑλικὸν σημεῖον εὐρίσκηται ἐπὶ τῆς διὰ τοῦ  $K$  διερχομένης κατακορύφου, ἡ ἐνέργεια τῆς βαρύτητος καταστρέφεται ὀλόκληρος ὑπὸ τῆς ἀντιθέσεως τοῦ σταθεροῦ σημείου  $K$ . Ἀλλ' ἐὰν τὸ  $M$  μετενεχθῇ κατὰ τὸ  $A$ , τὸ βάρος αὐτοῦ, ὅπερ παριστῶμεν κατὰ μέγεθος καὶ διεύθυνσιν διὰ τῆς  $ΑΠ$ , δύναται νὰ ἀναλυθῇ εἰς δύο δυνάμεις, διευθυνομένας τὴν μὲν κατὰ τὴν προσεκβολὴν  $ΑΓ$  τοῦ νήματος, τὴν δὲ κατὰ τὴν κάθετον



Σχ. 20.



Ἐπί ταύτης ΑΔ. Ἡ συνιστώσα ΑΓ καταστρέφεται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ σημείου Κ, ἡ δὲ συνιστώσα ΑΔ θέλει κινήσει τὸ ὑλικὸν σημεῖον κατὰ τόξον κύκλου ΑΜΒ, οὗ κέντρον εἶναι τὸ Κ, καὶ ἐπίπεδον τὸ διὰ τῆς ΚΑ καὶ ΚΜ διερχόμενον. Ἐπειδὴ δὲ ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ ἀπαύστως ἐπὶ τοῦ ὑλικοῦ σημείου, ἡ κίνησις αὐτοῦ θὰ εἶναι ἐπιταχυνομένη ἀπὸ τοῦ Α πρὸς τὸ Μ· ἀλλ' οὐχὶ καὶ ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη, διότι ἡ συνιστώσα ΑΔ ἐλαττοῦται ἀπὸ τοῦ Α μέχρι τοῦ Μ, ἔνθα μηδενίζεται.

Ὅταν τὸ ὑλικὸν σημεῖον φθάσῃ εἰς τὸ Μ, καταστρέφεται μὲν ἡ ἐπ' αὐτοῦ ἐνέργεια τῆς βαρύτητος, ἀλλ' ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος θέλει ἐξακολουθήσει κινούμενον ἀπὸ τοῦ Μ πρὸς τὸ Β. Γινομένης δὲ κατὰ σημεῖόν τι τοῦ τόξου ΜΒ τῆς αὐτῆς καὶ κατὰ τὸ Α κατασκευῆς δεικνύεται ὅτι ἡ βαρύτης, ἥτις ἀπὸ τοῦ Α μέχρι τοῦ Μ ἐνήργησεν ὡς ἐπιταχυντικὴ δύναμις, ἀπὸ τοῦ Μ μέχρι τοῦ Β θὰ ἐνεργήσῃ ὡς ἐπιβραδυντικὴ, καὶ θὰ ἐλαττόνη τὴν ταχύτητα, ἣν προσεκτήσατο τὸ κινητὸν ἀπὸ τοῦ Α μέχρι τοῦ Μ. Θὰ μηδενίσῃ δὲ αὐτὴν, ὅταν τὸ κινητὸν διαγράψῃ τόξον ΜΒ ἴσον τῷ ΜΑ. Τὸ ὑλικὸν σημεῖον θέλει ἐπανέλθει ἀπὸ τοῦ Β πρὸς τὸ Μ, θὰ ἐξακολουθήσῃ μέχρι τοῦ Α, καὶ θὰ κινῆται αἰωνίως ἀπὸ τοῦ Α πρὸς τὸ Β καὶ ἀπὸ τοῦ Β πρὸς τὸ Α.

Καλεῖται αἰώρησις ἡ μετάβασις ἀπὸ τῆς ἐτέρας τῶν ἐσχάτων θέσεων Α εἰς τὴν ἐτέραν Β, πλάτος αἰωρήσεως τὸ τόξον ΑΒ, καὶ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς τὸ ἀπόστημα τοῦ Μ ἀπὸ τοῦ κέντρο τῆς ἐξάρτησεως Κ.

62. Νόμοι τῶν αἰωρήσεων τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς.—Ἐν τῇ θεωρητικῇ μηχανικῇ ἀποδεικνύεται ὅτι αἱ αἰωρήσεις τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς, ὅταν τὸ πλάτος αὐτῶν εἶναι μικρὸν, μὴ ὑπερβαῖνον δύο μέχρι τριῶν μοιρῶν, ἀκολουθοῦσι τοὺς ἐξῆς τρεῖς νόμους.

α.) Ἐκκρεμῶν ἰσομήκων αἱ αἰωρήσεις γίνονται ἐν ἴσοις χρόνοις, καὶ ὅταν τὰ πλάτη αὐτῶν διαφέρωσι.

β.) Ἐκκρεμῶν ἀνίστα ἐχόντων μῆκη ἢ διάρκεια τῶν αἰωρήσεων εἶναι ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῶν μηκῶν.

ἡ αἰωρήσις  
διὰ τὴν αἰωρήσεως  
καρπῶν ἰσοχρόνοι  
εἶναι ἰσοχρόνοι  
τῶν αἰωρήσεων



Ἐὰν δηλαδή τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς γείνη τετράκις, ἐννεάκις, δεκαεξάκις κτλ. μεγαλείτερον, ἡ διάρκεια τῆς αἰωρήσεως γίνεται μεγαλειτέρα δῖς, τρίς, τετράκις κτλ.

γ'.) Ἐν διαφόροις τόποις τῆς γῆς ἡ διάρκεια τῶν αἰωρήσεων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς τετραγωνικῆς ρίζης τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος.

Οἱ ἀνωτέρω νόμοι περιέχονται ἐν τῷ τύπῳ

$$\chi = \pi \sqrt{\frac{\mu}{\gamma}},$$

ἐν ᾧ  $\chi$  παριστᾷ τὴν διάρκειαν μιᾶς αἰωρήσεως,  $\mu$  τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς,  $\gamma$  τὴν ἐντάσιν τῆς βαρύτητος, καὶ  $\pi$  τὸν λόγον τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον. Ἀποδεικνύεται δὲ ὁ τύπος οὗτος ἐν τῇ θεωρητικῇ μηχανικῇ, ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι τὸ πλάτος τῶν αἰωρήσεων εἶναι πολὺ μικρόν.

63. Σύνθετον ἢ πραγματικὸν ἐκκρεμές. — Σῶμα δυνάμενον νὰ αἰωρῆται περὶ ἄξονα ἐξαρτήσεως, εἵπομεν ὅτι καλεῖται ἐκκρεμές. Τοῦτο κατ' ἀντίθεσιν πρὸς τὸ ἀπλοῦν ἐκκρεμές, ὅπερ εἶναι νοητὸν μόνον ἀλλὰ πράγματι δὲν ὑφίσταται, καλεῖται σύνθετον ἢ πραγματικὸν ἐκκρεμές. Ἀποτελεῖται δὲ συνήθως ἐκ ῥάβδου μεταλλίνης περατουμένης εἰς σῶμα φακοειδές. Ἐὰν θεωρήσωμεν τοιοῦτον ἐκκρεμές αἰωρούμενον περὶ τὸν ἄξονα τῆς ἐξαρτήσεως αὐτοῦ, πάντα τὰ ὑλικά μόρια, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται, ὡς στερεῶς μετ' ἀλλήλων συνδεδεμένα θὰ ἐκτελῶσι τὰς αἰωρήσεις αὐτῶν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ· ἐὰν δὲ ἦσαν μεμονωμένα, τὰ μὲν πλησιέστερα τῷ ἄξονι θὰ ἐξετέλουν τὰς αἰωρήσεις αὐτῶν ἐν βραχυτέρῳ χρόνῳ, τὰ δὲ ἀπώτερα ἐν μακροτέρῳ. Ἄρα ἔνεκα τοῦ πρὸς ἀλλήλα συνδέσμου τῶν μὲν πλησιεστέρων τῷ ἄξονι μορίων ἡ κίνησις ἐπιβραδύνεται, τῶν δὲ ἀπωτέρων ἐπιταχύνεται. Μεταξὺ τῶν πρώτων καὶ τῶν δευτέρων ὑπάρχουσιν ἀναγκαίως μόρια, ὧν ἡ κίνησις οὔτε ἐπιταχύνεται οὔτε ἐπιβραδύνεται, καὶ τὰ ὁποῖα αἰωροῦνται ὡς ἐὰν δὲν ἦσαν συνδεδεμένα μετὰ τῶν λοιπῶν. Ἀποδεικνύεται δὲ μαθηματικῶς ὅτι τὰ σημεῖα ταῦτα κεῖνται ἐπ' εὐθείας



παραλλήλου τῷ ἄξονι τῆς ἐξαρτήσεως. Καλεῖται δὲ ἡ εὐθεῖα ἐκείνη ἄξων αἰωρήσεως. Τὸ ἀπόστημα τῶν δύο τούτων ἄξωνων καλεῖται μῆκος τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς. Ἐκ τῶν εἰρημένων δὲ καθίσταται φανερόν ὅτι δυνάμεθα νὰ ὀρίσωμεν τὸ μῆκος τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς ὡς ἐξῆς· μῆκος τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς εἶναι τὸ μῆκος τοῦ ἀπλοῦ, τὸ ὁποῖον ἐκτελεῖ τὰς αἰωρήσεις του ἐν ἴσῳ καὶ ἐκεῖνο χρόνῳ.

Ὁ τῆς αἰωρήσεως ἄξων εἶναι ἀντίστροφος τοῦ τῆς ἐξαρτήσεως· ἐὰν δηλαδὴ τὸ ἐκκρεμὲς ἐξαρτηθῇ ἐκ τοῦ ἄξονος τῆς αἰωρήσεως, ἡ διάρκεια τῶν αἰωρήσεων θὰ μείνῃ ἡ αὐτὴ, ἐπομένως τὸ μῆκος αὐτοῦ θὰ μείνῃ ἀμετάβλητον, καὶ ἄξων αἰωρήσεως θὰ εἶναι ὁ πρὶν ἄξων ἐξαρτήσεως.

Ἐνεκα τῆς ιδιότητος ταύτης δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν πειραματικῶς τὸ μῆκος τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς. Πρὸς τοῦτο ἀναστρέφομεν τὸ ἐκκρεμὲς καὶ ἐξαρτῶμεν αὐτὸ ἐκ κινητοῦ ἄξονος, ζητοῦμεν δὲ διὰ δοκιμῶν νὰ εὕρωμεν τοιοῦτον ἄξονα ἐξαρτήσεως, ὥστε αἱ αἰωρήσεις νὰ γίνωνται ἐν χρόνῳ ἴσῳ τῷ πρὸ τῆς ἀναστροφῆς. Τούτου δὲ κατορθωθέντος, τὸ ζητούμενον μῆκος εἶναι τὸ ἀπόστημα τοῦ δευτέρου ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως ἀπὸ τοῦ πρώτου.

64. Χρήσεις τοῦ ἐκκρεμοῦς.—Α'.) Τὸ ἐκκρεμὲς χρησιμεύει εἰς τὴν μέτρησιν τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος ἐν δοθέντι τινὶ τόπῳ· πρὸς τοῦτο δὲ ἀρκεῖ νὰ γνωρίζωμεν ἀκριβῶς τὸ μῆκος ἐκκρεμοῦς τινος καὶ τὸν χρόνον, ἐν ᾧ ἐκτελεῖ μίαν αἰώρησιν ἐν τῷ τόπῳ ἐκείνῳ. Διότι ἐκ τοῦ ἀνωτέρω ἐκτεθέντος τύπου τοῦ ἐκκρεμοῦς συνάγομεν

$$\gamma = \frac{\pi^2 \mu}{\chi^2}.$$

Καὶ ἡ μὲν διάρκεια  $\chi$  μιᾶς αἰωρήσεως εὐκόλως δύναται νὰ εὑρεθῇ μεθ' ἰκανῆς ἀκριβείας. Διότι ἀρκεῖ νὰ καταμετρηθῇ ὁ χρόνος, ἐν ᾧ τὸ ἐκκρεμὲς ἐκτελεῖ ἀριθμὸν τινὰ αἰωρήσεων ἰκανῶς μέγαν, καὶ ἔπειτα νὰ διαιρηθῇ ὁ χρόνος ἐκεῖνος διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν αἰωρήσεων. Ἡ δὲ εὕρεσις τοῦ μήκους τοῦ συνθέτου



ἐκκρεμοῦς δύναται νὰ γείνη κατὰ διαφόρους μεθόδους, ἐξ ὧν ἀναφέρομεν πρὸς τῆ ἐκτεθείση ἐν τῷ προηγουμένῳ ἐδαφίῳ καὶ τὴν τοῦ Βόρδα. Τὸ ἐκκρεμές, τὸ ὁποῖον πρὸς τὸν σκοπὸν τούτων μεταχειρίζετο οὗτος, ἦτο σφαῖρα ἐκ πλατίνης ἐξηρτημένη διὰ νήματος λεπτοτάτου, τοῦ ὁποίου τὸ βάρος παραβαλλόμενον πρὸς τὸ τῆς σφαίρας δύναται νὰ παραμεληθῆ. Ἐὰν δὲ παρασταθῆ δι' α ἡ ἀκτὶς τῆς σφαίρας, καὶ μ τὸ ἀπόστημα τοῦ κέντρου αὐτῆς ἀπὸ τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως, ὁ μαθηματικὸς ὑπολογισμὸς δεικνύει ὅτε τὸ μῆκος μ' τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμές, τὸ ὁποῖον θὰ ἐξετέλει τὰς αἰωρήσεις του ἐν ἴσῳ χρόνῳ καὶ τὸ δοθὲν σύνθετον, εὐρίσκεται διὰ τοῦ τύπου,

$$\mu' = \mu + \frac{2a^2}{5\mu}.$$

Τοιούτων παρατηρήσεων γενομένων ἐν διαφόροις τόποις τῆς γῆς, εὑρέθη ὅτι τὸ γ αὐξάνει ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους· τὰς δὲ αἰτίας τούτου εἶδομεν ἐν τοῖς προηγουμένοις.

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω τύπου δυνάμεθα νὰ εὔρωμεν καὶ τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς, τοῦ ὁποίου ἡ αἰώρησις γίνεται ἐν ἐνὶ δευτέρῳ

λεπτῷ· διότι ἐὰν ὑποθέσωμεν  $\chi = 1$ , λαμβάνομεν  $\mu = \frac{\gamma}{\pi^2}$ .

Διὰ τοὺς Παρισίους, ὅπου  $\gamma = 9,8088$ , εὐρίσκομεν  $\mu = 0,994$  τοῦ γαλλικοῦ μέτρου.

Β'.) Διὰ τὸ ἰσόχρονον τῶν μικρῶν αἰωρήσεων τὸ ἐκκρεμές ἐφαρμόζεται εἰς τὴν ρύθμισιν τῆς κινήσεως τῶν ὥρολογίων.

Γ'.) Διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐγένετο ὑπὸ τοῦ Φουκῶ κατὰ τὸ 1851 πείραμά τι καταδεικνύον τὴν περιστροφὴν τῆς γῆς περὶ τὸν ἄξονά της.



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ.

## ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

## Ὑδροστατική.

65. Ὅρισμός τῆς ὑδροστατικῆς. — Ὑδροστατικὴ καλεῖται τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν.

66. Ὑπόθεσις περὶ τῆς συστάσεως τῶν ὑγρῶν. — Τὰ ὑγρά δὲν ἔχουσιν ἴδιον σχῆμα, ἀλλὰ λαμβάνουσι τὸ τῶν ἀγγείων, ἐν οἷς περιέχονται. Τὰ μόρια αὐτῶν δύνανται νὰ ὀλισθαίνωσιν ἐπ' ἀλληλα ἄνευ τριβῆς, ὅταν καὶ ἐλαχίστη ἐπ' αὐτῶν ἐνεργήσῃ δύναμις, καὶ νὰ μεταβάλλωσι θέσιν. Δύναται δὲ ἕκαστον αὐτῶν νὰ καταλάβῃ καὶ νὰ ἀφήσῃ διαδοχικῶς ὠρισμένην τινὰ θέσιν, ἐν ἣ ἀντικαθίσταται ὑπ' ἄλλου τινός, χωρὶς νὰ ταραχθῇ ἡ γενικὴ ἰσορροπία.

Ὡς ἀποτέλεσμα τῆς ἀνεγνωρισμένης ταύτης εὐκινησίας παραδέχονται ὅτι ἐὰν τὸ ὑγρὸν περιείχετο ἐν ἀγγείῳ καὶ δὲν ὑπέκειτο εἰς τὴν ἐνέργειαν οὔτε τῆς βαρύτητος, οὔτε ἄλλης τινός δυνάμεως προερχομένης ἐκ τῶν τοίχων τοῦ ἀγγείου, ἢ σύστασις τοῦ ὑγροῦ θὰ ἦτον ἡ αὐτὴ πανταχοῦ, θὰ συνέκειτο δὲ ἐκ μορίων διανενημένων ὁμαλῶς πανταχοῦ, καὶ κρατουμένων εἰς ἀποστάσεις ἀπ' ἀλλήλων ἴσας κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις περὶ πάντα τὰ σημεῖα. Ἐκ τούτου δὲ ἔπεται ὅτι αἱ ἰδιότητες τοῦ ὑγροῦ θὰ ἦσαν αἱ αὐταὶ πανταχοῦ τοῦ ἀγγείου, καὶ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις περὶ ἕκαστον σημεῖον.

Ἀφ' ἐτέρου τὰ μόρια τοῦ ὑγροῦ ἔχουσιν ἀμοιβαίαν ἐνέργειαν ἐπ' ἀλληλα. Ἐὰν αἰτία τις τὰ ἀναγκάσῃ νὰ πλησιάσωσι πρὸς ἀλληλα ἢ νὰ ἀπομακρυνθῶσιν, ἀπωθοῦνται ἢ ἔλκονται, καὶ τείνουσι νὰ λάβωσιν ἐκ νέου τὰς πρώτας αὐτῶν ἀποστάσεις· ἔνεκα δὲ τῆς συμμετρίας, ἣτις ὑπάρχει κατὰ πάσας τὰς διευ-

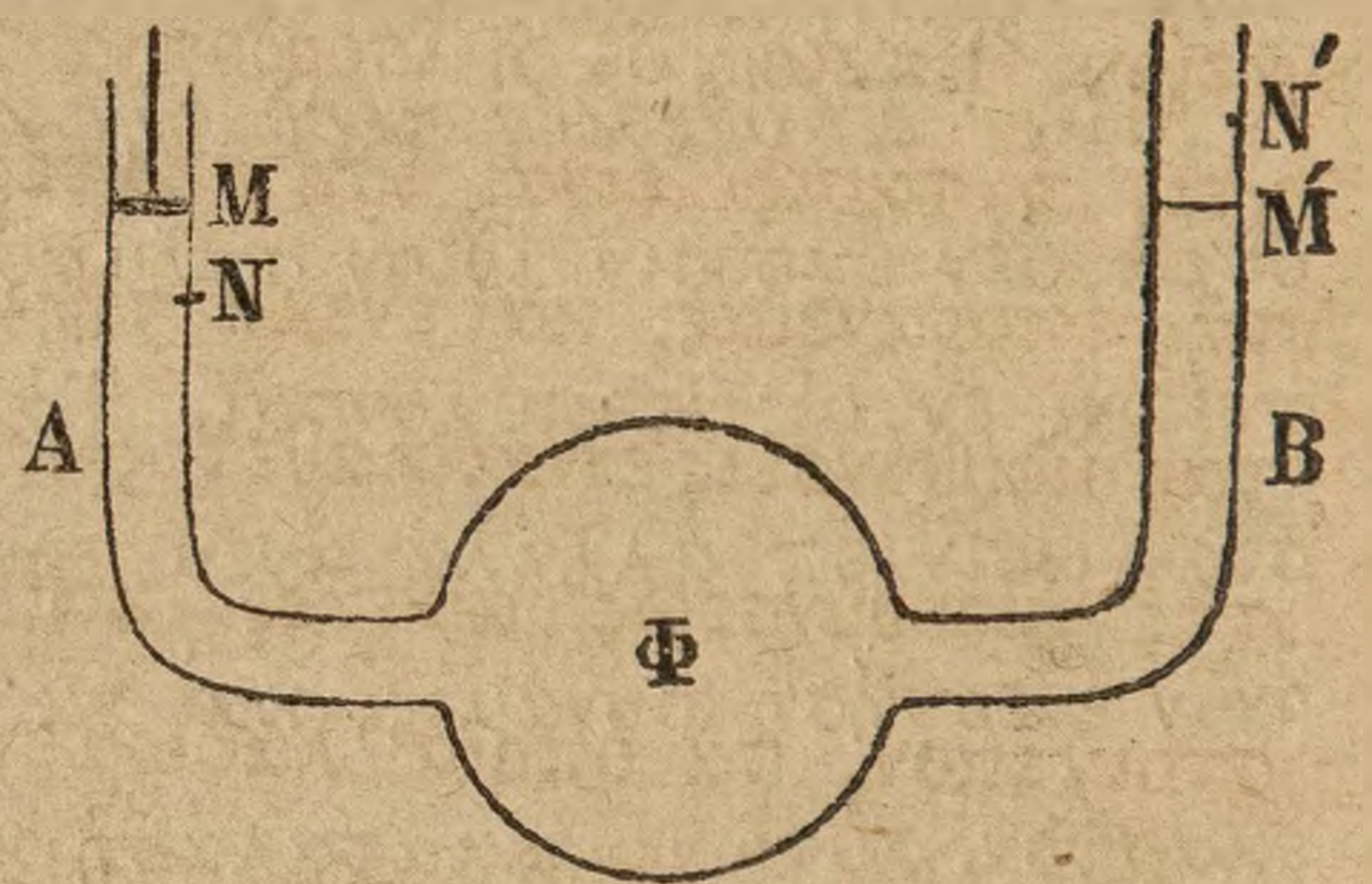


θύνσεις, αἱ ἐλαστικαὶ αὐταὶ δυνάμεις πρέπει νὰ εἶναι ἴσαι κατὰ πάντα τὰ σημεία καὶ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις.

Ἄφοῦ παραδεχθῶμεν τὴν ἀνωτέρω ὑπόθεσιν περὶ τῆς συστάσεως τῶν ὑγρῶν, πᾶσαι αἱ ιδιότητες αὐτῶν ἐξηγοῦνται, καὶ μάλιστα προβλέπονται θεωρητικῶς. Θέλομεν δὲ προβῆ ὡς ἐξῆς· θέλομεν ὑποθέσει κατὰ πρῶτον τὰ ὑγρά ἄνευ βάρους, καὶ θέλομεν ζητήσαι τὰς ιδιότητας αὐτῶν κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην, ἔπειτα θέλομεν ἐξετάσει τὰ ἀποτελέσματα ἐπ' αὐτῶν τῆς βαρύτητος, καὶ θέλομεν ἐπιβεβαιώσει διὰ τῆς πείρας τοὺς νόμους, οὓς θέλομεν προῖδει.

67. Ἴσορροπία τῶν ὑγρῶν ἐὰν δὲν ἐνεργῇ ἐπ' αὐτῶν ἡ βα-

ρύτης. — Ἄς νοήσωμεν ἀγγεῖόν τι  $\Phi$  οἰοῦδήποτε σχήματος, ἔχον δύο σωλῆνας  $A$  καὶ  $B$  ἴσης διαμέτρου, καὶ πληρῆς ὑγροῦ τινος μέχρι τῶν σημείων  $M$  καὶ  $M'$ . Ἄς ἐφαρμόσωμεν κατὰ τὸ  $M$  κινητὸν ἐμβολέα κλείοντα ἀκριβῶς τὸν



Σχ. 21.

σωλῆνα  $A$ , καὶ ἄς ὠθήσωμεν αὐτὸν πρὸς τὰ κάτω. Τότε πάντα τὰ μόρια τοῦ ὑγροῦ θὰ μετακινηθῶσιν ὁμοῦ τηροῦντα τὰς ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις των· οὐδὲν δὲ θέλει μεταβληθῆ εἰς τὴν σύστασιν τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον θὰ διατηρήσῃ τὸν αὐτὸν ὄγκον, καὶ θὰ ὑψωθῆ ἐν τῷ σωλῆνι  $B$  τόσον, ὅσον κατέβη ἐν τῷ  $A$ . Ἄλλ' ἀντὶ νὰ ἀφήσωμεν τὸν σωλῆνα  $B$  ἀνοικτὸν, ἐὰν κλείσωμεν αὐτὸν, τὸ ἀποτέλεσμα θὰ εἶναι ὅλως διάφορον. Ἐπειδὴ τὸ ὑγρὸν δὲν δύναται πλέον νὰ ἀναβῆ κατὰ τὸ  $M'$ , ὁ ἐμβολεὺς δὲν δύναται πλέον νὰ καταβῆ ἀπὸ τοῦ  $M$  εἰς τὸ  $N$ , χωρὶς νὰ ἐφαρμοσθῆ ἐπ' αὐτοῦ ἰκανῶς μεγάλη δύναμις. Τότε δὲ τὸ ὑγρὸν συμπιέζεται καὶ τίθεται εἰς νέαν κατάστασιν ἰσορροπίας, τὰ μόρια αὐτοῦ προσεγγίζουσιν εἰς ἀλλήλα, ἀλλ' αἱ ἀπ' ἀλλήλων αὐτῶν ἀποστάσεις εἶναι ἀκόμη ἴσαι πανταχοῦ τοῦ ὑγροῦ καὶ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις περὶ ἕκαστον μόριον.

Μεταξὺ τῶν πλησιασάντων ἀτόμων ἀναπτύσσεται ἐλαστικὴ ἀπώσις, ἣτις τείνει νὰ ἐπαναφέρῃ αὐτὰ εἰς τὴν πρώτην ἀπό-

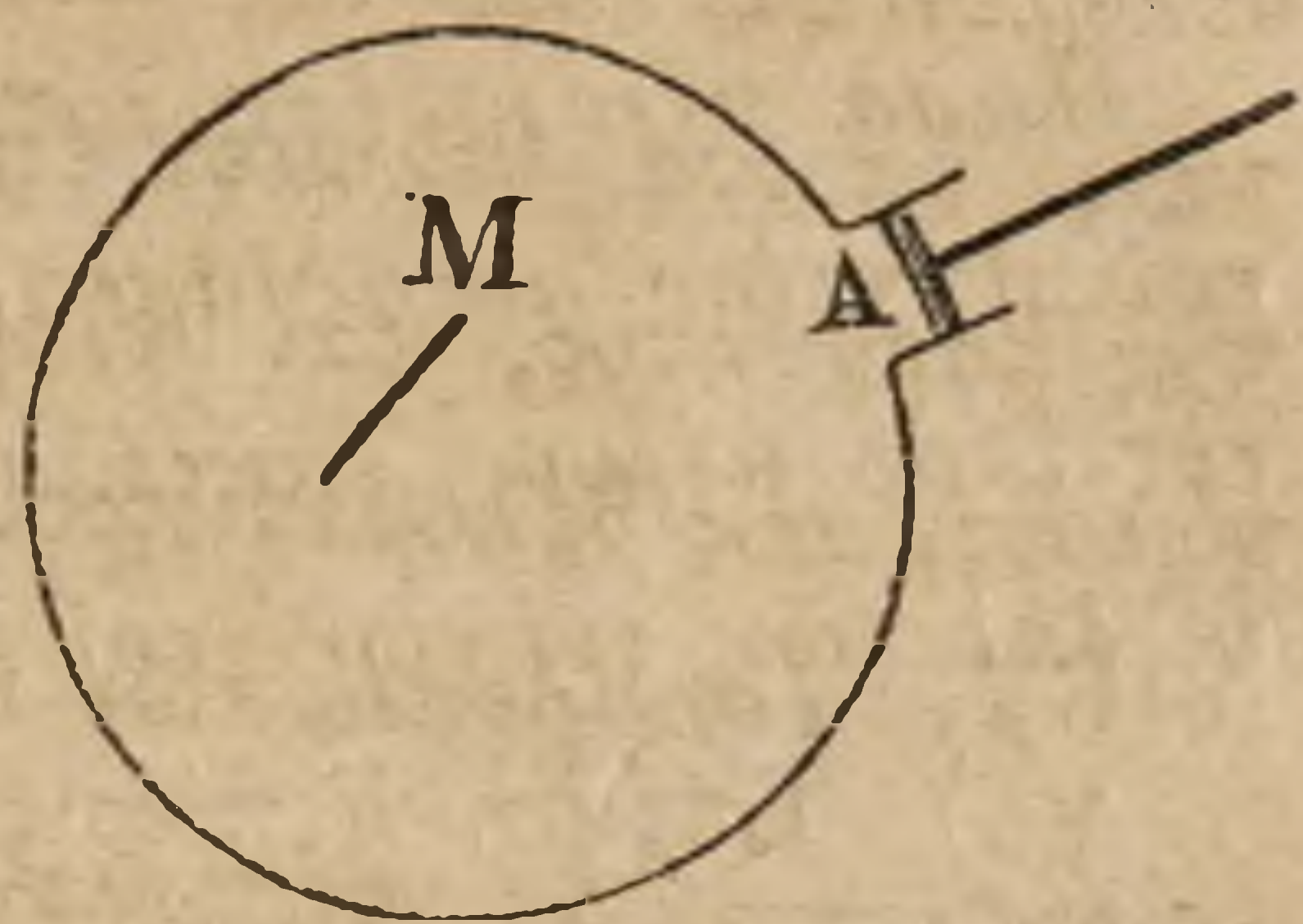


στασιν, καὶ ἤτις ἐπιφέρεται καὶ ἐπ' αὐτῶν τῶν τοίχων τοῦ ἀγγείου· οὗτοι δὲ διαστέλλονται καὶ ἀντιδρῶντες κρατοῦσι τὸ ὑγρὸν συμπεπιεσμένον. Ἐκτοτε τὸ ὑγρὸν καὶ τὸ δοχεῖον εἶναι ἐν καταστάσει τάσεως, καὶ ὑπάρχει ἰσορροπία μεταξὺ τῶν ἀπωστικῶν δυνάμεων τῶν ἀτόμων καὶ τῆς ἀντιδράσεως τῶν τοίχων.

Ἄς ἐξετάσωμεν δὲ τὸ ἀποτέλεσμα τῆς τάσεως ταύτης.

α.) Ἄς θεωρήσωμεν στοιχεῖόν τι ἐπιφανείας  $M$  ἐν τῷ ὑγρῷ.

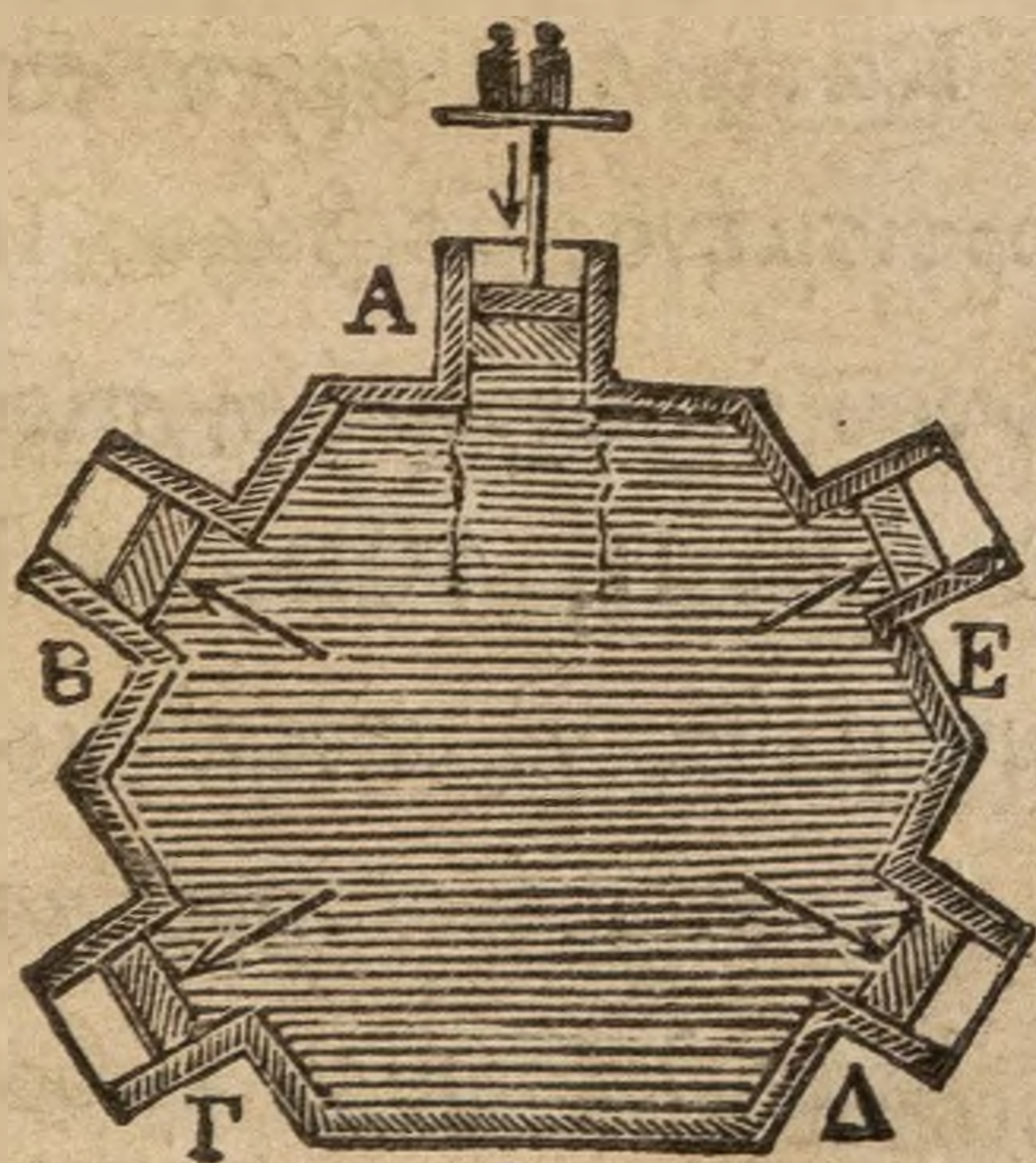
Τὰ μόρια, τὰ ὑποῖα διαχωρίζει, ἐπιφέρουσιν ἑκατέρωθεν δύναμιν ἀπωστικὴν, ὡς ἐάν ὑπῆρχε μεταξὺ αὐτῶν ἐλατήριον τεταμένον. Ἡ δύναμις αὕτη καλεῖται τάσις ἐπὶ τοῦ στοιχείου. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἰσορροπία ὑπάρχει, ἡ τάσις εἶναι ἴση ἑκατέρωθεν



Σχ. 22.

τῆς ἐπιφανείας, καὶ ἔνεκα τῆς συμμετρίας τοῦ ὑγροῦ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις εἶναι κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας  $M$ , ἀνεξαρτήτως τῆς διευθύνσεως αὐτῆς, καὶ ἡ αὐτὴ ἐπὶ πάντων τῶν ἴσων στοιχείων, τὰ ὁποῖα λάβωμεν, εἴτε ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, εἴτε ἐπὶ τοῦ τοίχου τοῦ δοχείου. Εἰς τοῦτο συνίσταται ἡ καλουμένη ἀρχὴ τοῦ Πασχάλ, ἡ ἀρχὴ τῆς ἰσότητος τῶν πιέσεων.

β.) Ὁ ἀνωτέρω νόμος δὲν ἀληθεύει μόνον διὰ στοιχεῖα ἐπιφανείας, ἀλλ' ἐφαρμόζεται καὶ εἰς ἐπιπέδους ἐπιφανείας ἴσας ἀλλήλαις, ἐπειδὴ αὗται συνίστανται ἐξ ἴσων στοιχείων πιεζομένων ἐξ ἴσου καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Ὄταν λοιπὸν ἀνοιχθῇ εἰς τὸν τοῖχον τοῦ ἀγγείου ὀπή τις  $A$ , ἧς ἡ τομὴ  $a$ , καὶ ἐφαρμοσθῇ ἐπ' αὐτῆς ἐμβολεὺς ἐπίπεδος πεφορτισμένος μὲ τὸ βάρος  $\Pi$ , θὰ ὑπάρχη κατὰ τοῦ ἐμβολέως τούτου ἀντίδρασις τοῦ ὑγροῦ ἴση τῷ βάρει  $\Pi$ , ἐπειδὴ θὰ ἰσορροπῇ πρὸς αὐτὸ, καὶ πᾶσα ἐπιφάνεια ἐπίπεδος ἔχουσα τὸ ἐμβαδὸν  $a$ , καὶ κειμένη ἐν τῷ ὑγρῷ, ἢ ἐπὶ τοῦ τοίχου τοῦ ἀγγείου θὰ δέχηται τὴν αὐτὴν πίεσιν  $\Pi$ . Ἐάν λοιπὸν ἀνοιχθῶσι κατὰ τὸ  $B, \Gamma, \Delta, E$ , ὅπαι ἴσαι τῇ  $A$ , καὶ εἰς αὐτάς ἐφαρμοσθῶσιν ἐμβολεῖς, πρέπει ἵνα ὑπάρξῃ ἰσορροπία γὰ ἐπενε-



Σχ. 23.



χθῆ ἐφ' ἐκάστου αὐτῶν ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω πίεσις ἴση τῇ Π. Λέγουσι τότε ὅτι ἡ κατὰ τὸ Α ἐπενεχθεῖσα πίεσις μετε-  
δόθη εἰς τὸ Β, Γ κτλ., καὶ διὰ τούτου πρέπει νὰ ἐννοῶμεν  
ὅτι τὸ ὑγρὸν ἐλαττωθὲν τὸν ὄγκον ἐπιφέρει ἐλαστικὴν ἀντί-  
δρασιν ἴσην πανταχοῦ καὶ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Ὑπάρ-  
χει λοιπὸν ὁ ἐξῆς νόμος, καλούμενος ἀρχὴ τῆς ἴσης μετα-  
δόσεως τῶν πιέσεων.

Πᾶσα πίεσις ἐπιφερομένη ἐπὶ ἐπιπέδου μέρους τοῦ τοίχου  
τοῦ ἀγγείου μεταδίδεται μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως ἐπὶ παν-  
τὸς ἴσου μέρους ἐπιπέδου ἐπιφανείας ληφθείσης ἐν τῷ ὑγρῷ  
ἢ ἐπὶ τῶν τοίχων τοῦ ἀγγείου.

γ'.) Ἐπειδὴ ἡ πίεσις Π ἢ ἐπιφερομένη διὰ τοῦ ἐμβολέως  
Α μεταδίδεται χωριστὰ εἰς ἐκάστην τῶν ἐπιφανειῶν Β, Γ, ὧν  
τὸ ἐμβαδὸν εἶναι α, δυνάμεθα νὰ ὑποθέσωμεν αὐτὰς συνηνωμέ-  
νας, καὶ τότε ἡ ἐπιφάνεια 2α θὰ δέχεται πίεσιν ἴσην τῷ 2Π.  
Ὡσαύτως δὲ ἡ ἐπιφάνεια 3α θὰ δέχεται πίεσιν 3Π, καὶ γενικῶς

ἡ ἐπιφάνεια β θὰ δέχεται πίεσιν Π' ἴσην τῷ  $\Pi \times \frac{\beta}{\alpha}$ . ἐπομένως

θὰ ὑπάρχη ἡ σχέσις,  $\Pi : \Pi' = \alpha : \beta$ .

Ἡ ἀνωτέρω λοιπὸν ἀρχὴ γενικεύεται ὡς ἐξῆς.

Ὅταν ὑγρὸν κεκλεισμένον ἐν ἀγγεῖῳ πιέζηται, πᾶσαι αἱ  
ἐπίπεδοι ἐπιφάνειαι, ἄς δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἐντὸς τοῦ δο-  
χείου, δέχονται πιέσεις ἀναλόγους πρὸς τὰ ἐμβαδὰ αὐτῶν.

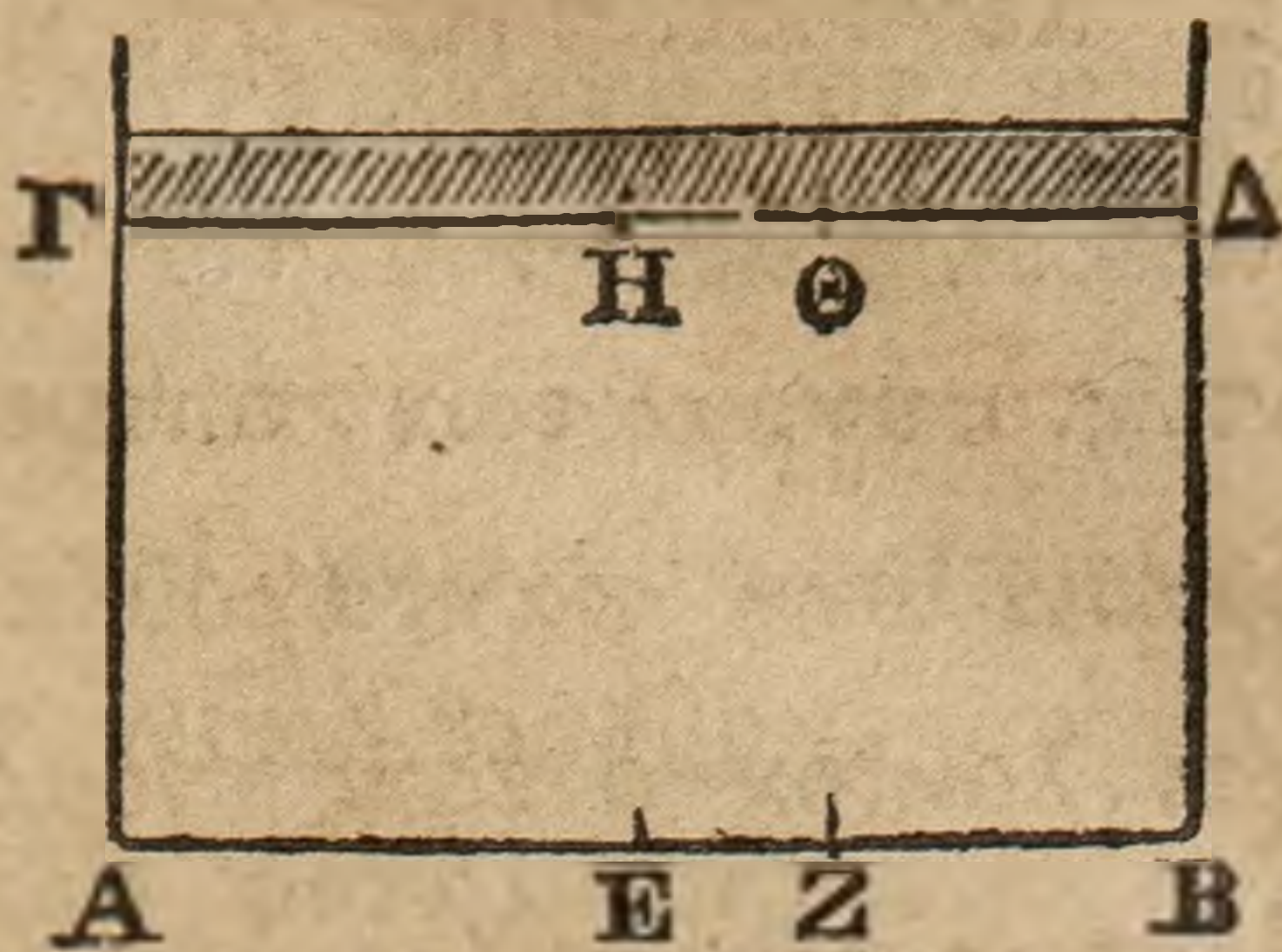
Κατὰ τὴν ἀρχὴν ταύτην ἐὰν ὁ πιέζων ἐμβολεὺς εἶναι πε-  
φορτισμένος μὲ βάρος Π, καὶ ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ εἶναι 1, ἢ ὑπ'  
αὐτοῦ ἐπιφερομένη πίεσις ἐπὶ ἐπιφανειῶν 1, 10, 100, 1000,  
θὰ εἶναι Π, 10Π, 100Π, 1000Π· ἄρα μετὰ μικροῦ βάρους  
δυνάμεθα νὰ ἐπενέγκωμεν πίεσιν ὅσον θελήσωμεν μεγάλην.

Ἡ ἀνωτέρω πρότασις ἰσοδυναμεῖ τῇ ἐξῆς.

Ἐὰν λάβωμεν ἐμβολεῖς, ὧν αἱ τομαὶ νὰ εἶναι 1, 10, 100,  
1000 κτλ, καὶ φορτίσωμεν αὐτοὺς μὲ βάρη Π, 10Π, 100Π,  
1000Π κτλ, θέλει παραχθῆ πάντοτε ἡ αὐτὴ πίεσις Π ἐπὶ  
ἐπιφανείας ἐπιπέδου ἴσης τῇ μονάδι, ἥτοι σταθερὰ πίεσις ἐν-  
τὸς τοῦ ὑγροῦ.



68. Ἴσορροπία τῶν ὑγρῶν, θεωρουμένης τῆς ἐπ' αὐτῶν ἐνεργείας τῆς βαρύτητος.— Ἄς ὑποθέσωμεν κατὰ πρῶτον ὅτι ἔχομεν ἀγχεῖον πλήρες ὑγροῦ ἄνευ βάρους, καὶ ὅτι τοῦτο πιέζεται ὑπὸ ὀριζοντίου ἐμβολέως ΓΔ, ἀποτελουμένου ὑπὸ πλακὸς ὁμογενοῦς καὶ ἐχούσης πανταχοῦ τὸ αὐτὸ πάχος. Ὁ ἐμβολεὺς οὗτος θὰ πιέζη τὸ ὑγρὸν διὰ τοῦ βάρους του, καὶ θέλει ἐπιφέρει ἐφ' ἐκάστης ἐπιφανείας ἴσης τῇ ἑαυτοῦ, οἷον ἐπὶ τῆς ΑΒ, πίεσιν ἴσην τῷ ὀλικῷ αὐτοῦ βάρει. Ἐν γένει δὲ ἐπὶ ἐπιφανείας τινὸς οἴας-δήποτε ΕΖ ληφθείσης ἐπὶ τοῦ τοίχου τοῦ δοχείου ἢ ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, ὀριζοντίας ἢ πλαγίας, θὰ ἐπιφέρῃ πίεσιν ἴσην τῷ βάρει μέρους τοῦ ἐμβολέως ἔχοντος ἴσην ἔκτασιν ΗΘ.



Σχ. 24.

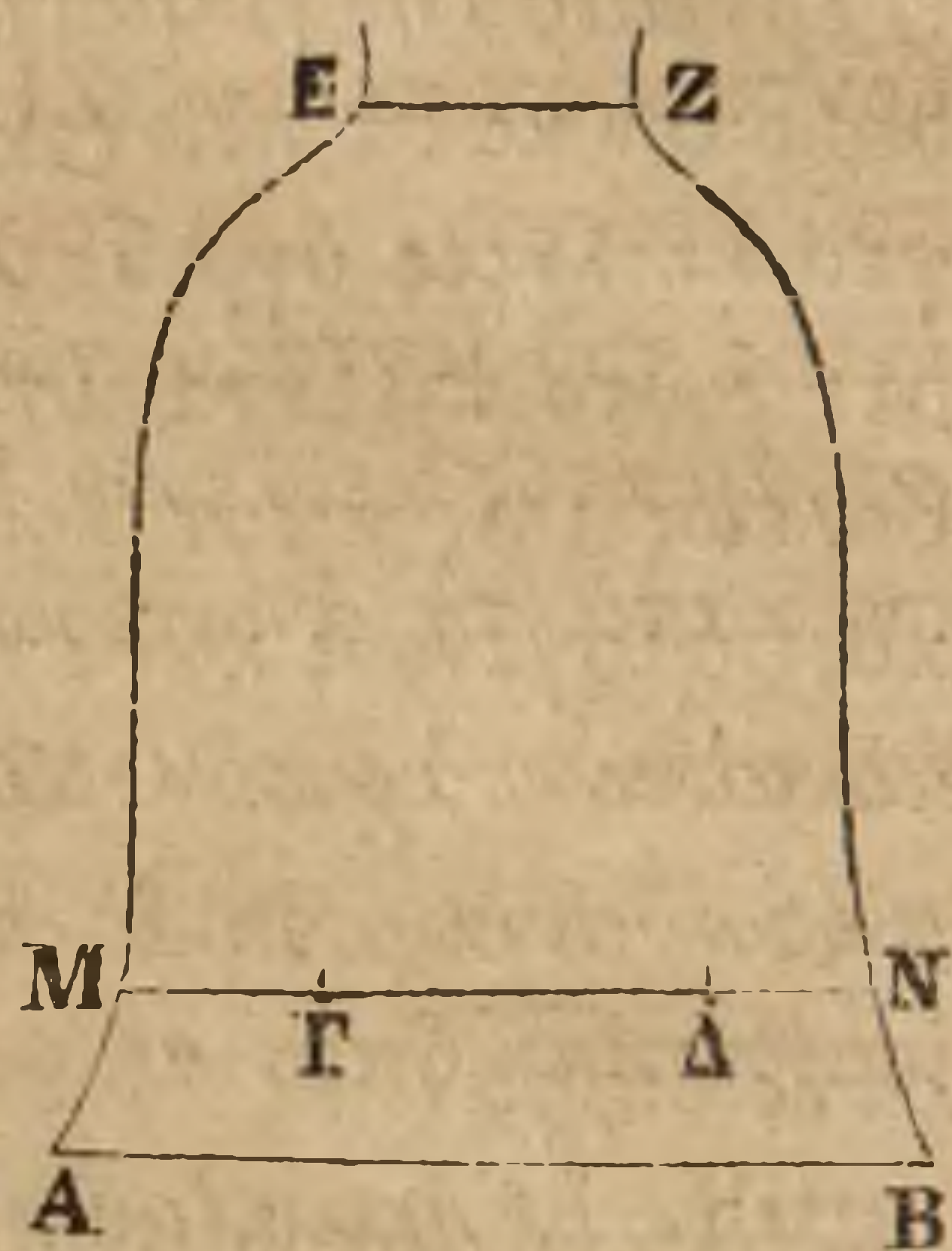
Πρὸς τούτοις ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐμβολέως δύναται νὰ εἶναι ὅσηδήποτε, χωρὶς νὰ μεταβληθῇ τὸ ἀποτέλεσμα· διότι ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια αὐτοῦ ᾖτο 1, 10, 100, . . . τὸ βᾶρος αὐτοῦ θὰ ᾖτο Π, 10Π, 100Π κτλ, καὶ ἤθελεν ἐπιφέρει σταθερὰν πίεσιν Π ἐφ' ἐκάστης μονάδος ἐπιφανείας.

Ἐν συνόψει ἡ ὑπὸ τοιούτου ἐμβολέως ἐπιφερομένη πίεσις θὰ ᾖτο α.) ἡ αὐτὴ πανταχοῦ τοῦ ὑγροῦ· β.) ἀνεξάρτητος τῆς διευθύνσεως τῶν πιεζομένων ἐπιφανειῶν· γ.) ἴση καὶ ἀντίθετος ἐπὶ τῶν δύο ἐδρῶν ἐκάστου στοιχείου· δ.) ἐφ' ἐκάστης ἐπιφανείας ἴση τῷ βάρει μέρους τοῦ ἐμβολέως ἔχοντος ἴσην αὐτῇ ἔκτασιν· ε.) δὲν θὰ μετεβάλλετο, μεταβαλλομένης τῆς ἐκτάσεως τοῦ ἐμβολέως.

Ἄς θεωρήσωμεν ἤδη ὑγρὸν τι ἐν ἰσορροπία, ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ μόνη ἡ βαρύτης. Ἐὰν ἀναλύσωμεν αὐτὸ εἰς στρώματα ὀριζόντια, ὧν τὸ πάχος νὰ εἶναι ἀπείρως μικρὸν, ἕκαστον τῶν στρωμάτων τούτων δύναται νὰ θεωρηθῇ ἐνεργοῦν ἐπὶ τοῦ ὑποκειμένου ὑγροῦ, ὡς ὁ ἐμβολεὺς, τὸν ὁποῖον ἐθεωρήσαμεν ἀνωτέρω, δηλαδὴ θέλει ἐπιφέρει πίεσιν ἐπὶ ἐπιφανείας τινὸς ληφθείσης ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ ἴσην τῷ βάρει μέρους τοῦ πιέζοντος στρώματος ἴσου κατὰ τὴν ἔκτασιν τῇ ληφθείσῃ ἐπιφανείᾳ, ὅσονδήποτε μεγάλη ἢ μικρὰ ὑποτεθῇ ἢ ἔκτασις τοῦ ὑπ' ὄψιν στρώματος,



Τούτων τεθέντων ἄς θεωρήσωμεν ἐπιφάνειάν τινα ὀριζόντιον ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ, τὴν ΓΔ. Ἡ ἐκ τῆς πίεσεως ἐκάστου τῶν ὑπερκειμένων αὐτῆς στρωμάτων ἐπιφερομένη ἐπ' αὐτῆς πίεσις θὰ εἶναι ἴση τῷ βάρει στήλης ὑγροῦ ἐχούσης βάσιν τὴν ΓΔ καὶ ὕψος τὸ τοῦ στρώματος· ἄρα ἢ ὑπὸ παντὸς τοῦ ὑπερκειμένου ὑγροῦ ἐπιφερομένη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ΓΔ πίεσις θὰ εἶναι ἴση τῷ βάρει στήλης ὑγροῦ ἐχούσης βάσιν ΓΔ καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν τοῦ ἀνωτάτου στρώματος ΕΖ ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου ΓΔ.



Σχ. 25.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω προτάσεως συνάγομεν τὰ ἑξῆς πορίσματα.

1ον). Ἐν παντὶ ὀριζοντίῳ στρώματι ἡ πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ πανταχοῦ τοῦ στρώματος.

2ον). Ἐὰν ἐν ὀριζοντίῳ τινὶ στρώματι θεωρήσωμεν στοιχεῖόν τι ἐπιφανείας ὀριζόντιον, ἢ κατακόρυφον, ἢ κεκλιμένον, κείμενον ἐν τῷ ὑγρῷ, ἢ ἐπὶ τοῦ τοίχου, θὰ δέχεται τὴν αὐτὴν πίεσιν, ἢν καὶ ἐὰν ἦτο ὀριζόντιον.

3ον). Ἐκάστη ἐπιφάνεια ληφθεῖσα ἐντὸς τοῦ ὑγροῦ πιέζεται ἐκατέρωθεν ὑπὸ δυνάμεων καθέτων ἴσων καὶ ἀντιθέτων καθ' ἕκαστον σημεῖον.

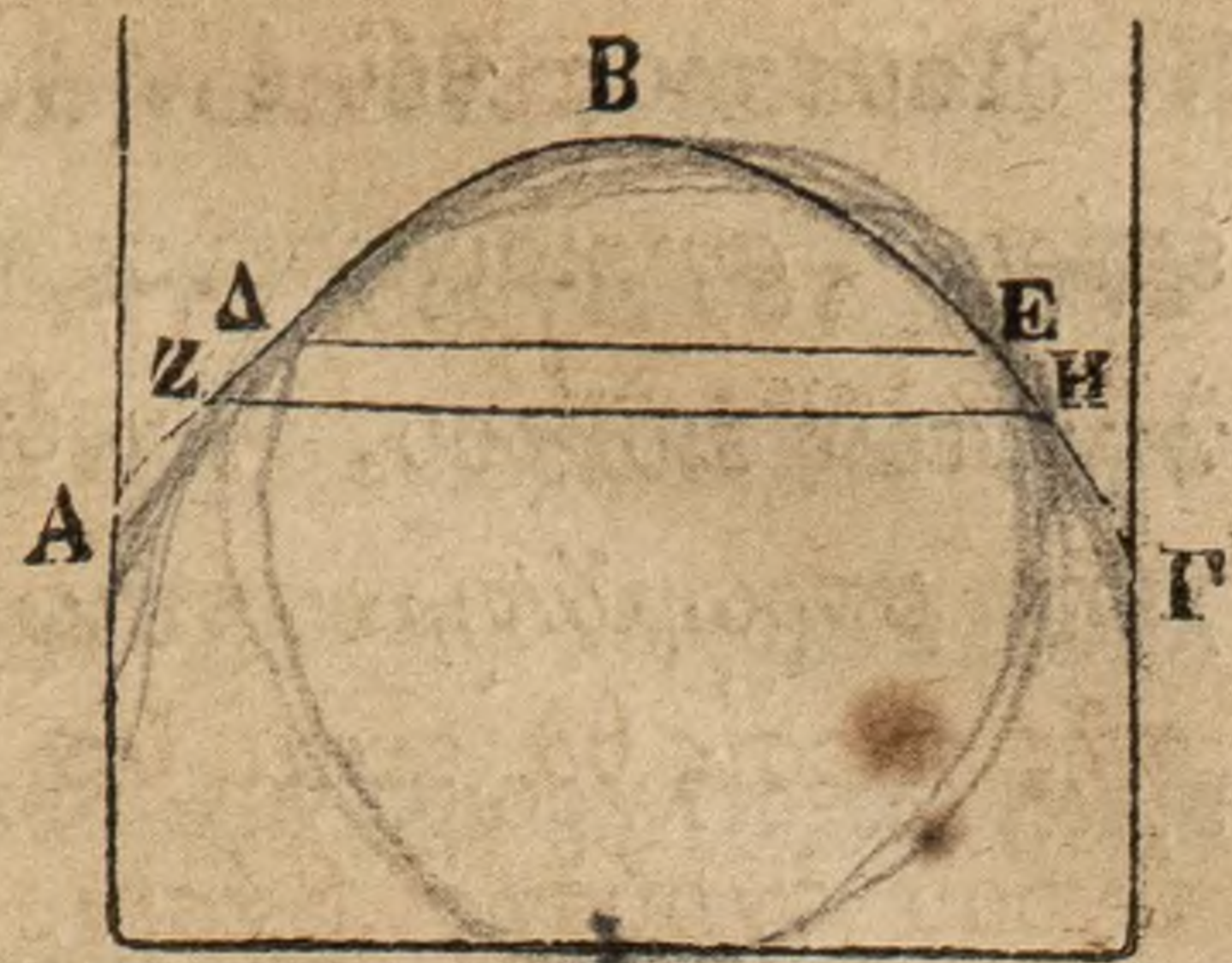
4ον). Ἡ ἐπὶ στοιχείου τινὸς ἐπιφανείας ἐπιφερομένη πίεσις εἶναι ἴση τῷ βάρει κυλινδρικήσ στήλης ὑγροῦ ἐχούσης βάσιν τὸ στοιχεῖον τοῦτο, καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ ἐφαπτομένου τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ· ἐπομένως ἡ πίεσις αὕτη εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος τοῦ ἀγγείου.

5ον). Ἡ ἐλευθέρη ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ, ἢτοι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ, ἢτις δὲν ἄπτεται τῶν τοίχων τοῦ δοχείου, εἶναι ὀριζοντία.

Διότι ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρη τοῦ ὑγροῦ ἐπιφάνεια δὲν εἶναι ὀριζοντία, ἀλλ' ἔχει ἄλλο τι σχῆμα, οἷον τὸ ἐν τῇ ἀπέναντι εἰκόνι εἰκονιζόμενον ΑΒΓ. Ἐὰν διὰ τινος σημείου Δ



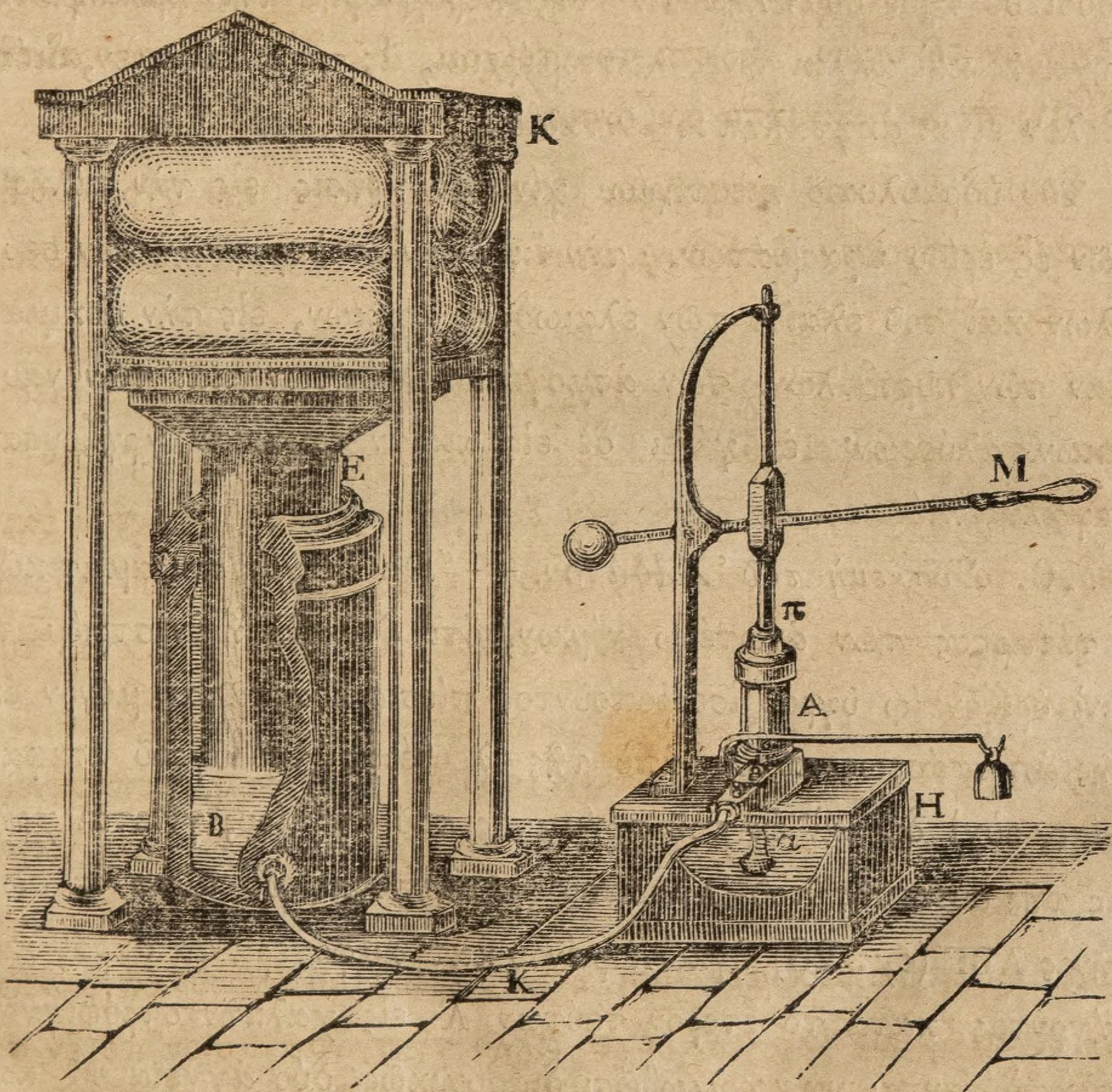
τῆς ἐπιφανείας ταύτης ἀχθῆ ὀριζόντιον ἐπίπεδον, καὶ ἔπειτα ἄλλο ὀριζόντιον ἐπίπεδον ΖΗ πολὺ πλησίον τοῦ πρώτου, πᾶν στοιχείον ἐπιφανείας ἐντὸς τοῦ μεταξύ τῶν δύο ἐπιπέδων στρώματος κείμενον θὰ δέχεται πίεσιν κατὰ τὰ ἀνωτέρω ὀριζομένην. Ἡ ἐπιφάνεια λοιπὸν ΔΖ ἐκ μὲν τοῦ ἑτέρου μέρους θὰ δέχεται πίεσιν τινα, ἐκ δὲ τοῦ ἑτέρου οὐδεμίαν, καὶ θὰ εὐρίσκειται ἐν ἰσορροπία· ὅπερ ἀδύνατον.



Σχ. 26.

69. Ὑδραυλικὸν πιεστήριον. Ἡ μηχανὴ αὕτη στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἀρχῆς ὅτι ἡ πίεσις, ἣν δέχεται ἐπιφάνειά τις ἐντὸς ὑγροῦ πιεζομένου ὑπὸ ἐμβολέως εἶναι ἀνάλογος πρὸς τὸ ἐμβαδὸν αὐτῆς, καὶ χρησιμεύει συνάμα εἰς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τῆς ἀρχῆς ἐκείνης.

Συνίσταται δὲ τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον κυρίως ἐκ δύο κυλίνδρων χυτοῦ σιδήρου, τοὺς τοίχους παχυτάτους ἐχόντων (σχ. 27).



Σχ. 27.

μηχανὴ τοῦ β. α.



Ἡ διάμετρος τοῦ ἐτέρου τούτων εἶναι πολλῶ μείζων τῆς τοῦ ἐτέρου· συγκοινωνοῦσι δὲ ἀλλήλοις διὰ σωλῆνος ἐκ μολύβδου ἢ χυτοῦ σιδήρου. Ἐν ἑκατέρῳ τῶν κυλίνδρων κινεῖται ἐμβολεὺς ἐναρμοζόμενος ἀκριδέστατα. Ἐὰν ἀμφότεροι οἱ κύλινδροι εἶναι πεπληρωμένοι ὕδατος, καὶ ἐπενεχθῆ πίεσις τις, οἷον 100 χιλιογράμμων, ἐπὶ τοῦ μικροῦ ἐμβολέως, ἡ πίεσις αὕτη θέλει μεταδοθῆ εἰς ὅλον τὸ ὑγρὸν· ὥστε ἕκαστον μέρος τῆς ἐπιφανείας τοῦ μεγάλου ἐμβολέως ἴση τῇ τοῦ μικροῦ θέλει ὑποστῆ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω πίεσιν 100 χιλιογράμμων. Ἐὰν λοιπὸν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ μεγάλου ἐμβολέως εἶναι 50<sup>κις</sup> μείζων τῆς τοῦ μικροῦ, ἡ ὀλικὴ πίεσις, ἣν ὁ πρῶτος θέλει ὑποστῆ θέλει εἶναι  $50 \times 100$ , ἥτοι 5000 χιλιογράμμων.

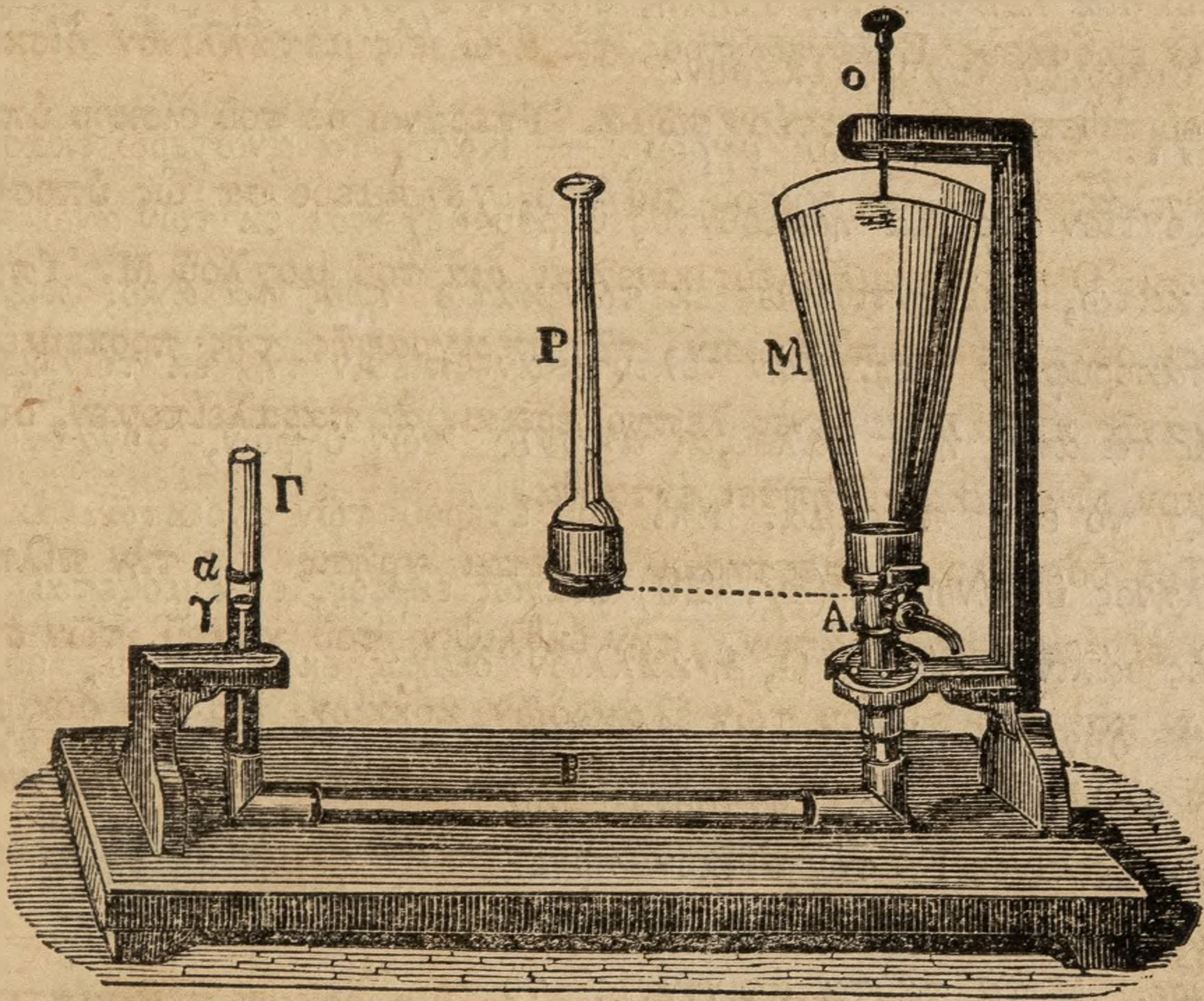
Ὁ ἐμβολεὺς E λέγει πρὸς τὰ ἄνω εἰς μετάλλινον δίσκον, ἐφ' οὗ τίθεται τὸ πιεστέον σῶμα. Ὑπεράνω δὲ τοῦ δίσκου ὑπάρχει πλάξ τις K ἐκ χυτοῦ σιδήρου, χρησιμεύουσα ὡς ὑποστήριγμα. Ὁ μικρὸς ἐμβολεὺς κινεῖται διὰ τοῦ μοχλοῦ M. Ὑπάρχουσι δὲ πρὸς συμπλήρωσιν τῆς περιγραφῆς τῆς προκειμένης μηχανῆς καὶ ἄλλαι τινὲς λεπτομέρειαι, ἃς παραλείπομεν, διότι ἤθελον εἶναι ἀκατάληπτοι ἐνταῦθα.

Τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου γίνεται χρῆσις εἰς τὴν πύλησιν τῶν ἐξ ἐρίου ὑφασμάτων, τὴν ἐκθλιψιν τοῦ χυμοῦ τῶν σεύτλων καὶ τοῦ ἐλαίου τῶν ἐλαιωδῶν κόκκων, εἰς τὴν δοκιμασίαν τῶν πυροβόλων, τῶν ἀτμογόνων λεβήτων καὶ τῶν ναυτικῶν ἀλύσεων· ἐν γένει δὲ εἰς πᾶσαν ἐργασίαν χρήζουσαν μεγάλης πιέσεως.

70. Συσκευὴ τοῦ Ἀλδάτου. — Ἴνα δειχθῆ πειραματικῶς ὁ τέταρτος τῶν ἀνωτέρω νόμων, ὅτι δηλαδή ἡ ἐν στρώματι τινὶ ὀριζοντίῳ ὑγροῦ ἰσορροποῦντος πίεσις ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας τοῦ ὑγροῦ ἐπιφανείας, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ ἀγγείου, γίνεται χρῆσις τῆς συσκευῆς τοῦ Ἀλδάτου· συνίσταται δὲ αὕτη ἐκ σωλῆνος ABΓ (σχ. 28) ἠγκωνισμένου κατ' ἀμφότερα τὰ ἄκρα, καὶ λήγοντος κατὰ τὸ ἕτερον τούτων A εἰς χαλκῆν στρόφιγγα, ἐφ' ἧς δύνανται νὰ κοχλιωθῶσι διαδοχικῶς δύο ἀγγεῖα M καὶ



P, τοῦ αὐτοῦ μὲν ὕψους, ἀλλὰ διαφόρου σχήματος καὶ χωρητικότητος, τοῦ μὲν ὄντος κωνικοῦ, τοῦ δὲ σχεδὸν κυλινδρικοῦ. Ἴνα κάμωμεν τὸ πείραμα, κατὰ πρῶτον χύνομεν ὑδράργυρον εἰς τὸ σωλῆνα ABΓ, οὕτως ὥστε τὸ ὕψος αὐτοῦ νὰ μὴ φθάσῃ μέχρι τῆς στρόφιγγος A. Τότε δὲ κροχλιοῦμεν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος τὸ ἀγγεῖον M, τὸ ὁποῖον πληροῦμεν ὕδατος. Τὸ ὕδωρ τοῦτο πιέζει τὸν ὑδράργυρον καὶ ἀνυψοῖ αὐτὸν ἐν τῷ σωλῆνι Γ· σημειοῦμεν δὲ τὸ ὕψος αὐτοῦ διὰ δακτυλίου α ὀλισθαίνοντος ἐπὶ τοῦ σωλῆνος. Σημειοῦμεν ἐπίσης καὶ τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος ἐν τῷ ἀγγεῖῳ M διὰ κινητοῦ ὀβελίσκου O ὑπεράνω κειμένου. Μετὰ ταῦτα κενοῦμεν τὸ ἀγγεῖον M διὰ τῆς στρόφιγγος, ἐκκροχλιοῦ-



Σχ. 28.

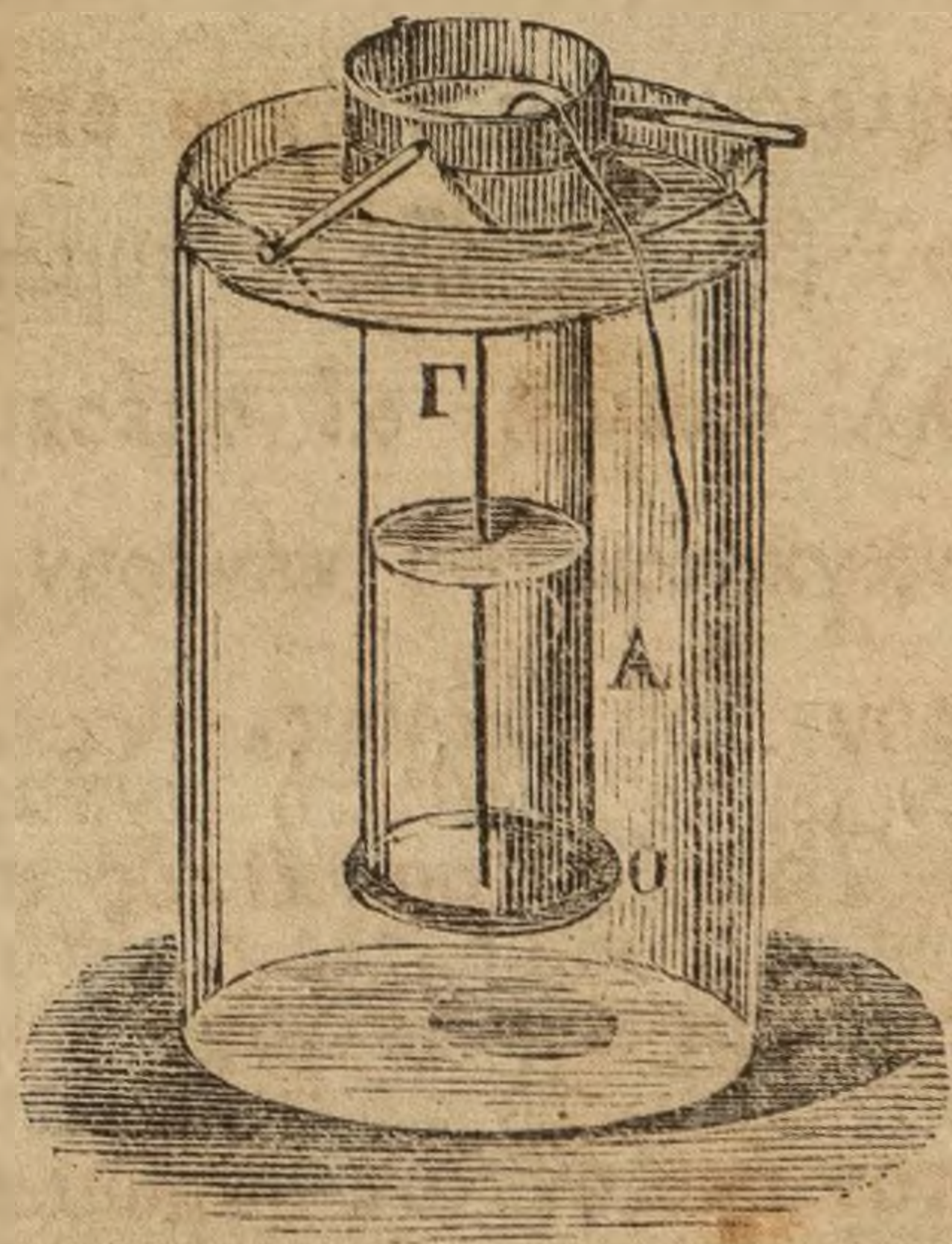
μεν αὐτὸ καὶ τὸ ἀντικαθιστῶμεν διὰ τοῦ ἀγγείου P. Τέλος χύνοτες ὕδωρ εἰς τοῦτο βλέπομεν τὸν ὑδράργυρον, ὅστις εἶχε ἀναλάβει τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ ὕψος ἐν τοῖς σκέλεσι τοῦ σωλῆνος ABΓ, ἀνυψούμενον ἐκ νέου ἐν τῷ σωλῆνι Γ· καὶ κατὰ τὴν στιγμήν, καθ' ἣν τὸ ὕδωρ φθάνει ἐν τῷ ἀγγεῖῳ P τὸ αὐτὸ ὕψος, τὸ ὁποῖον εἶχεν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ M, ὁ ὑδράργυρος ἀναλαμβάνει ἐν τῷ σωλῆνι Γ τὸ ὕψος, τὸ ὁποῖον εἶχε πρότερον. Ἐκ τούτου



συμπεραίνομεν ὅτι καὶ κατὰ τὰς δύο περιστάσεις ἢ εἰς τὸν ὑδράργυρον κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΑΒΓ μεταδιδομένη πίεσις εἶναι ἡ αὐτή. Ἡ πίεσις ἄρα αὕτη εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος τοῦ ἀγγείου, ἐπομένως καὶ τῆς ποσότητος τοῦ ὑγροῦ. Πυθμὴν δὲ τοῦ ἀγγείου προφανῶς εἶναι ὁ αὐτός, δηλονότι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι Α.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἔπεται ὅτι διὰ μικρᾶς ποσότητος ὑγροῦ δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν μεγίστας πιέσεις. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ ἐναρμόσωμεν ἐν τῷ τοίχῳ ἀγγείου κεκλεισμένου καὶ πλήρους ὕδατος σωλῆνα μικρᾶς διαμέτρου καὶ μεγάλους ὕψους, καὶ ἔπειτα νὰ πληρώσωμεν καὶ τοῦτον. Ὁ Πασχάλ κατώρθωσεν οὕτω διὰ λεπτοτάτης στήλης ὕδατος ἐχούσης ὕψος 10 μέτρων νὰ διαρρήξῃ ἰσχυρὸν κάδον.

71. Ἔκτασις τῶν ὑγρῶν. — Κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἕκαστον ὀριζόντιον στρώμα ἠρεμοῦντος ὑγροῦ δέχεται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, καὶ ἀντιθέτως ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, πιέσεις κατακορύφους ἴσας. Τὴν τελευταίαν πίεσιν τὴν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, ἣτις καλεῖται ἔκτασις τῶν ὑγρῶν, δύναται νὰ δείξῃ τὸ ἐξῆς πείραμα. Ἐπὶ τοῦ ἐτέρου τῶν ἀνοικτῶν ἄκρων σωλῆνος ὑαλίνου Α (σχ. 29) ἱκανῶς εὐρέος, ἐφαρμόζεται λεπτός ὑάλινος δίσκος Ο, ἢ κάλλιον δίσκος ἐκ χαρτίου, οὗ τὸ βάρος δύναται νὰ παραμεληθῇ. Ἐπειτα ἐμβαπτιζομεν τὸ ὄργανον εἰς τὸ ὕδωρ, κρατοῦντες διὰ νήματός τινος Γ τὸν δίσκον προσηρμοσμένον ἐπὶ τοῦ ἄκρου τοῦ σωλῆνος. Μετὰ ταῦτα ἀφίνομεν τὸ νήμα, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δίσκος μένει εἰσέτι ἐφαρμολοσμένος ἐπὶ τοῦ σωλῆνος. Τοῦτο ἀμέσως δεικνύει ὅτι ὁ δίσκος δέχεται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω πίεσιν τινα μεγαλειτέραν τοῦ βάρους του. Ἐὰν ἔπειτα ἀρχίσωμεν νὰ χύνωμεν ὕδωρ εἰς τὸν σωλῆνα, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δίσκος φέρει τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ τούτου, τότε δὲ μόνον ἀποσπᾶται ἀπὸ τοῦ σωλῆνος, ὅταν τὸ ὕδωρ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος λάβῃ τὸ



Σχ. 29.



αὐτὸ σχεδὸν καὶ ἐκτὸς αὐτοῦ ὕψος. Τοῦτο δεικνύει ὅτι ἡ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ἐπιφερομένη ἐπὶ τοῦ δίσκου πίεσις εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὕδατος ἐχούσης βάσιν τὴν ἐσωτερικὴν τομὴν τοῦ σωλῆνος, ὕψος δὲ τὴν ἀπόστασιν τοῦ δίσκου ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας τοῦ ὑγροῦ ἐπιφανείας.

Ἐὰν τὸ αὐτὸ πείραμα γείνη μὲ σωλῆνα καμπύλον, τοῦ ὁποίου ἡ κατωτέρα ὀπὴ νὰ εἶναι κεκλιμένη ἢ κατακόρυφος, ἀποδεικνύεται ὅτι ἀμφότεραι αἱ ἐπιφάνειαι ἐλάσματος ἐμβαπτισμένου ἐν ὑγρῷ δέχονται πίεσεις ἴσας καὶ ἀντιθέτους.

72. Πίεσις ἐπὶ τῶν παραπλεύρων τοίχων. — Ἐκαστον στοιχεῖον ἐπιφανείας παραπλεύρου τινὸς τοίχου δοχείου περιέχοντος ὑγρὸν ἐν ἰσορροπία δέχεται πίεσιν κάθετον ὀριζομένην ὑπὸ τῶν ἐκτεθέντων νόμων. Ἡ συνισταμένη δὲ τῶν πιέσεων τῶν ἐπιφερομένων ἐπὶ πάντων τῶν στοιχείων τοῦ τοίχου ἀποτελεῖ τὴν ὀλικὴν ἐπ' αὐτοῦ πίεσιν. Ἀποδεικνύεται δὲ ἐν τῇ θεωρητικῇ μηχανικῇ ὅτι,

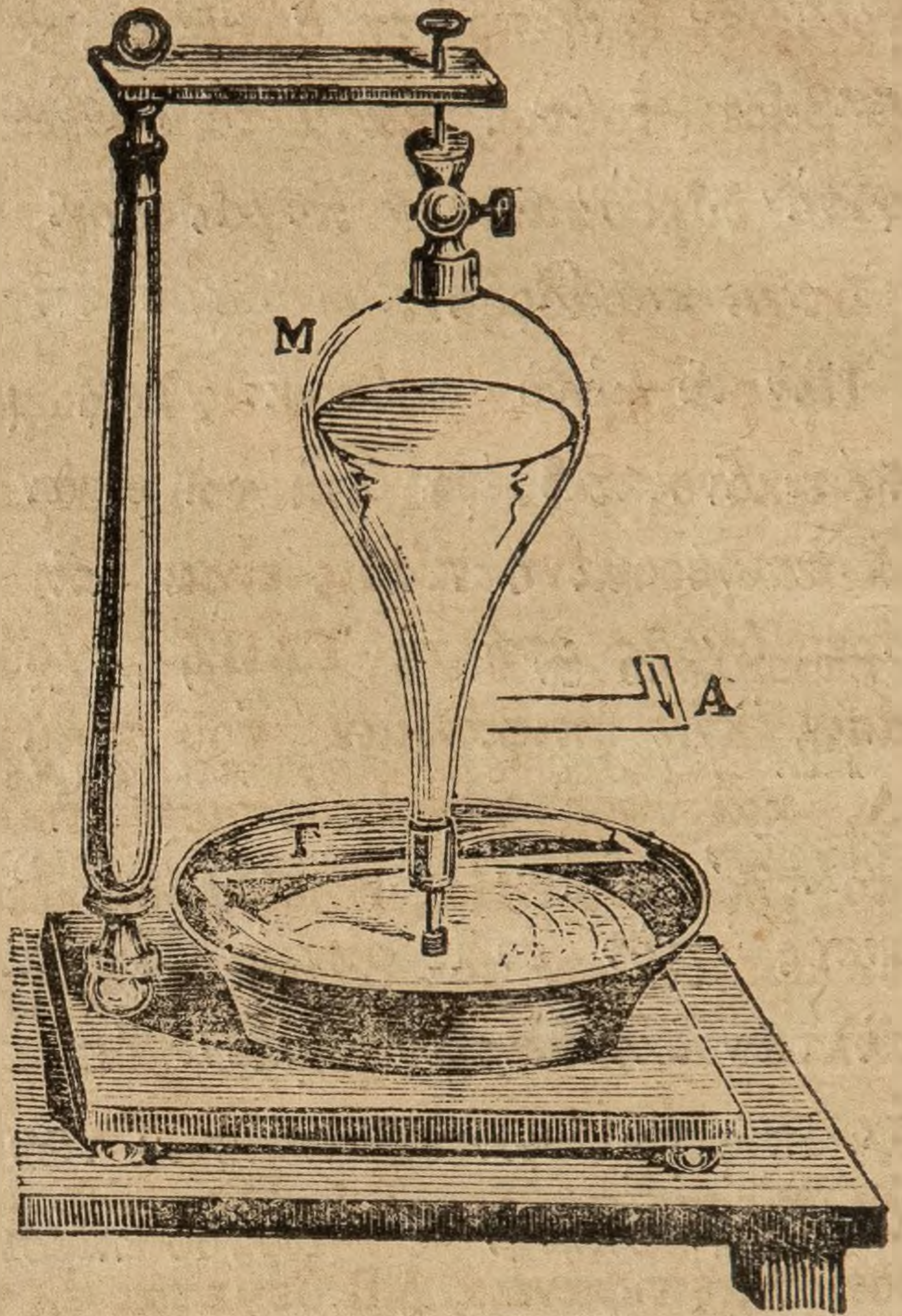
Ἡ ἐφ' ὠρισμένου μέρους τοίχου τινὸς πίεσις εἶναι ἴση τῷ βάρει στήλης ὀρθῆς ὑγροῦ, ἐχούσης βάσιν μὲν τὸ μέρος τοῦτο τοῦ τοίχου, ὕψος δὲ τὴν ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας τοῦ ὑγροῦ ἐπιφανείας.

Τὸ δὲ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς ὀλικῆς ταύτης πιέσεως, τὸ ὁποῖον καλεῖται κέντρον πιέσεως, κεῖται ὀλίγον ὑποκάτω τοῦ κέντρου τοῦ βάρους τοῦ τοίχου. Διότι ἐὰν αἱ ἐφ' ἐκάστου σημείου τοῦ τοίχου ἐπιφερόμεναι πίεσεις ἦσαν ἴσαι, τὸ κέντρον τοῦ βάρους ἤθελε συμπίπτει μετὰ τοῦ κέντρου τῆς πιέσεως· ἀλλ' ἐπειδὴ αἱ πίεσεις αὗται αὐξάνουσι μετὰ τοῦ βάθους, ἀναγκαίως τὸ κέντρον τῆς πιέσεως κεῖται ὑποκάτω τοῦ κέντρου τοῦ βάρους.

73. Ὑδραυλικὸς στρόβιλος. — Ὅταν ὑγρὸν ἰσορροπῆ ἐν ἀγγεῖῳ, συμβαίνουσιν ἐπὶ τῶν ἀντικειμένων τοίχων καθ' ἕκαστον ὀριζόντιον στρῶμα πίεσεις ἴσαι καὶ ἀντίθετοι ἀνὰ δύο, διὰ τοῦτο δὲ καταστρέφουσαι ἀλλήλας· ὥστε οὐδὲν δεικνύει τότε τὴν ὑπαρξιν τῶν πιέσεων τούτων. Δύνανται ὅμως αὗται νὰ καταδειχθῶσι διὰ τοῦ ὑδραυλικοῦ στρόβιλου. Σύγκειται δὲ τὸ



ὄργανον τοῦτο ἐξ ὑαλίνου ἀγγείου M (σχ. 30) στηριζομέ-  
νου ἐπὶ στροφέως οὕτως,  
ὥστε νὰ δύναται νὰ  
στρέφηται περὶ ἄξονα  
κατακόρυφον. Τὸ ἀγγεῖον  
τοῦτο φέρει πρὸς τὸ κα-  
τώτερον ἄκρον καθέτως  
τῷ ἄξονι χαλκοῦν σω-  
λῆνα Γ ἠγκωνισμένον  
ὀριζοντίως καὶ ἀντιθέ-  
τως κατὰ τὰ δύο αὐ-  
τοῦ ἄκρα. Τοῦ ὄργάνου  
πληρωθέντος ὕδατος,  
συμβαίνουσιν ἐπὶ τῶν  
τοιχῶν τοῦ κατωτέρου  
σωλῆνος ἐσωτερικαὶ πιέ-  
σεις καταστρέφουσαι ἀλ-  
λήλας, ὡς ἴσαι καὶ ἀν-  
τίθετοι, ὅταν ὁ σωλῆν  
εἶναι κλειστός. Ἄλλ'



σχ. 30.

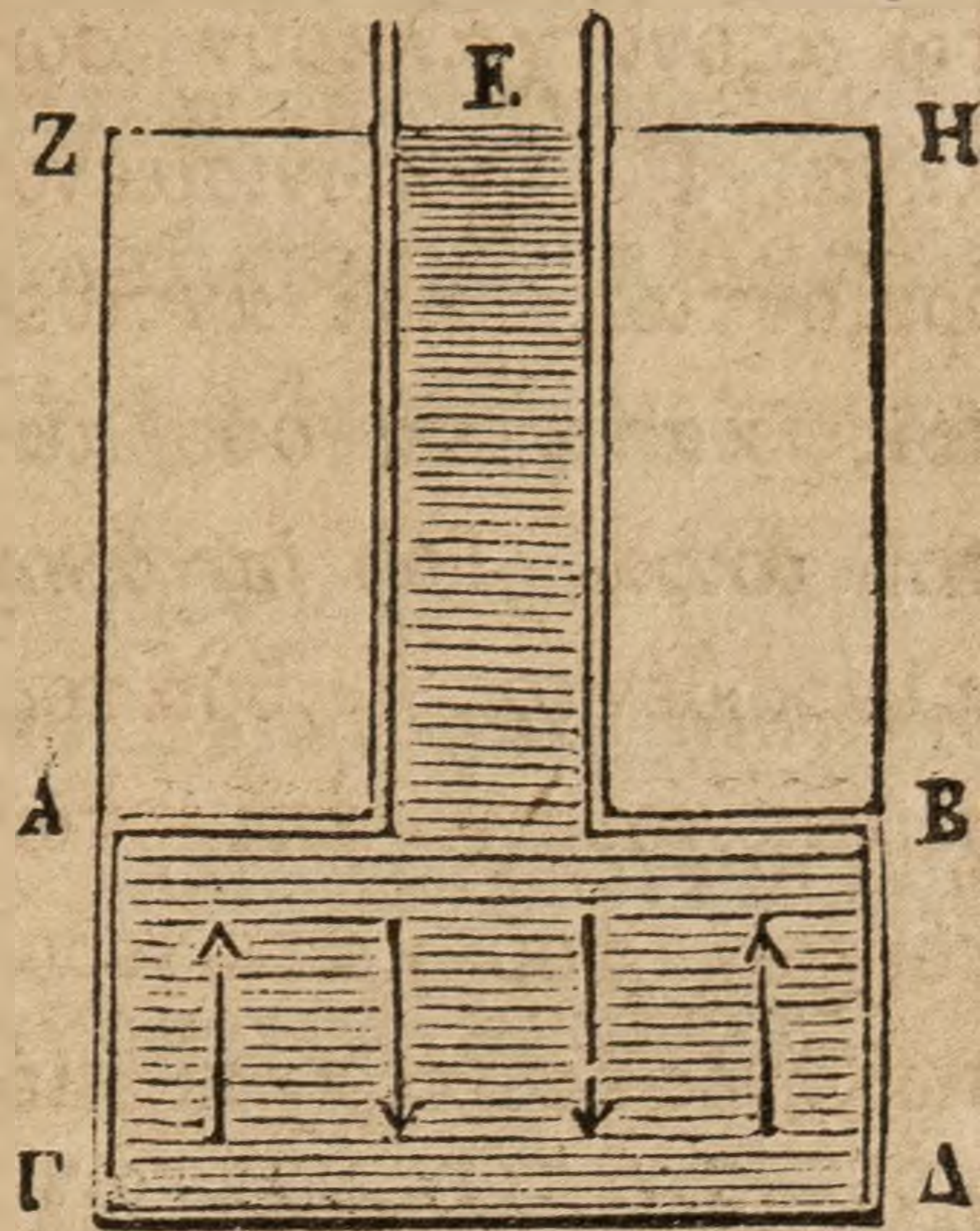
ὅταν οὗτος ἀνοιχθῆ κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα, τὸ ὑγρὸν ἐκρέει,  
καὶ ἔκτοτε ἡ πίεσις δὲν ὑπάρχει πλέον ἐπὶ τῶν ἀνοικτῶν ὀπῶν,  
ἀλλὰ μόνον ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου μέρους A τοῦ τοίχου, ὡς  
παρίσταται πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σχήματος. Ἐπειδὴ δὲ ἡ κατὰ  
τὸ A ἐπιφερομένη πίεσις δὲν ἰσορροπεῖται πλέον ὑπὸ τῆς ἀντι-  
κειμένης, μεταδίδει εἰς τὸν σωλῆνα καὶ εἰς τὸ ὅλον ὄργανον  
περιστροφικὴν κίνησιν, ἣτις εἶναι τοσοῦτω ταχύτερα, ὅσω μει-  
ζον εἶναι τὸ ὕψος τοῦ ὑγροῦ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ, καὶ ὅσω αἱ ὀπαὶ  
τῆς ἐκροῆς εἶναι πλατύτεραι.

74. Ὑδροστατικὸν παράδοξον. — Κατὰ τὰ ἀνωτέρω (68)  
ἡ ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου πυθμένου ἀγγείου τινὸς πλήρους ὑγροῦ  
ἐπιφερομένη πίεσις δὲν ἐξαρτᾶται οὔτε ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ  
ἀγγείου, οὔτε ἐκ τῆς ποσότητος τοῦ ἐν αὐτῷ ὑγροῦ, ἀλλὰ μό-  
νον ἐκ τοῦ ὕψους τούτου ὑπεράνω τοῦ πυθμένου. Δὲν πρέπει δὲ  
νὰ συγχέωμεν τὴν ἐπὶ τοῦ πυθμένου ἐπιφερομένην οὕτω πίε-  
σιν μετ' ἐκείνης, ἣν αὐτὸ τὸ ἀγγεῖον ἐπιφέρει ἐπὶ τοῦ ὑπο-  
στηρίζοντος αὐτὸ σώματος. Ἡ τελευταία αὕτη πίεσις εἶναι



πάντοτε ἴση τῷ ὀλικῷ βάρει τοῦ ἀγγείου καὶ τοῦ ἐν αὐτῷ ὑγροῦ, ἐν ᾧ ἢ πρώτη δύναται νὰ εἶναι μείζων, ἐλάσσων ἢ ἴση τῷ βάρει τούτῳ, κατὰ τὸ σχῆμα τοῦ ἀγγείου. Καλεῖται δὲ τοῦτο ὑδροστατικὸν παράδοξον, διότι φαίνεται τῷ ὄντι κατὰ πρῶτον παράδοξον.

Πρὸς ἐξήγησιν τούτου ἄς λάβωμεν ἀγγεῖόν τι ἔχον τὸ σχῆμα τῆς εἰκόνης 31. Ἡ ἐπὶ τοῦ πυθμῆνος ΓΔ ἐπιφερομένη πίεσις εἶναι ἴση τῷ βάρει ὑγρᾶς στήλης ΓΔΗΖ ἐχούσης βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πυθμῆνος ΓΔ, καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν τούτου ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας Ε' εἶναι ἐπομένως πολλῶ μείζων τοῦ βάρους τοῦ ὑγροῦ. Ἄλλ' ἐν ᾧ ἢ κατωτέρα ἐπιφάνεια ΓΔ δέχεται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω τὴν πίεσιν ταύτην, ἢ ἄλλη δακτυλιοειδῆς ἐπιφάνεια ΑΒ δέχεται ἐκ τῶν



Σχ. 31.

κάτω πρὸς τὰ ἄνω πίεσιν ἴσην τῷ βάρει ὑγρᾶς στήλης ΑΒΗΖ ἐχούσης βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτῆς ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας Ε'. Ἐὰν δὲ ἀφαιρέσωμεν τὴν τελευταίαν πίεσιν ἀπὸ τῆς πρώτης, ἐπειδὴ εἶναι ἀντίθετοι, βλέπομεν ὅτι ἢ συνισταμένη, ἢ τις εἶναι ἢ πραγματικὴ πίεσις ἢ ἐπιφερομένη ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τῆς πλάστιγγος ζυγοῦ, εἶναι ἀκριβῶς ἴση τῷ βάρει τοῦ ὄγκου ΑΒΓΔΕ τοῦ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ περιεχομένου ὑγροῦ.

75. Ἴσορροπία τῶν ἐπιχειμένων ὑγρῶν. — Ἐὰν ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ἀγγείου βάλωμεν διάφορα ὑγρά, τὰ ὅποια δὲν ἔχουσι πρὸς ἀλλήλα χημικὴν συγγένειαν καὶ δὲν δύνανται νὰ ἀναμιχθῶσιν, οἷον ὑδράργυρον καὶ ὕδωρ, ἢ ὕδωρ καὶ ἔλαιον, ἀποδεικνύεται θεωρητικῶς ὅτι ἐν τῇ ἰσορροπίᾳ ἢ ἀνωτέρα ἐπιφάνεια ἐκάστου ὑγροῦ εἶναι ὀριζοντία, αἱ δὲ πιέσεις ἀκολουθοῦσι τοὺς αὐτοὺς νόμους, οὓς καὶ ἐφ' ἐνὸς μόνου ὑγροῦ. Προσέτι δὲ διὰ νὰ εἶναι ἢ ἰσορροπία εὐσταθῆς καὶ φυσικῶς δυνατὴ, πρέπει τὰ εἰδικῶς ἐλαφρότερα ὑγρά νὰ κεῖνται ὑπεράνω τῶν βαρυτέρων.

Ἴνα δείξωμεν τοῦτο πειραματικῶς βάλλομεν εἰς τὸ αὐτὸ ἀγγεῖον ὑδράργυρον, οἶνον, καὶ ἔλαιον. Ἐὰν ταραξώμεν τὸ ἀγ-



γείον, τὰ ὑγρά μίγνυνται πρὸς καιρὸν, ἀλλ' ὅταν ἀφεθῶσιν ἤρεμα, χωρίζονται ἀφ' ἑαυτῶν εἰς στρώματα ὀριζόντια, καὶ κατώτατον μὲν εἶναι ὁ ὑδράργυρος, ἐπ' αὐτοῦ ὁ οἶνος, καὶ ἐπὶ τούτου τὸ ἔλαιον.

76. Συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα. — Ἐπειδὴ ὅσα εἶπομεν περὶ ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν δὲν ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ σχήματος τῶν περιεχόντων αὐτὰ ἀγγείων, ὅσον πολύπλοκον καὶ ἂν εἶναι, ἐφαρμόζονται ἐπίσης καὶ εἰς τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν δύο ἢ καὶ περισσότερα ἀγγεῖα συγκοινωνοῦσι ἀλλήλοις διὰ σωλήνων. Δηλαδή ἐν τῇ ἰσορροπίᾳ αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ ἐν τοῖς διαφόροις ἀγγείοις πρέπει γὰρ κεῖνται ἐν τῷ αὐτῷ ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ.

Σπουδαία ἐφαρμογὴ τῆς ἀρχῆς ταύτης γίνεται εἰς τὴν διοχέτευσιν τῶν ὑδάτων. Ἐκ ταύτης δηλαδή τῆς ἀρχῆς ἔπεται ὅτι δυνάμεθα νὰ διοχετεύσωμεν ὕδωρ διὰ σωλήνων εἰς πάντα τόπον, ὅστις δὲν κεῖται ὑψηλότερα τῆς πηγῆς τοῦ ὕδατος.

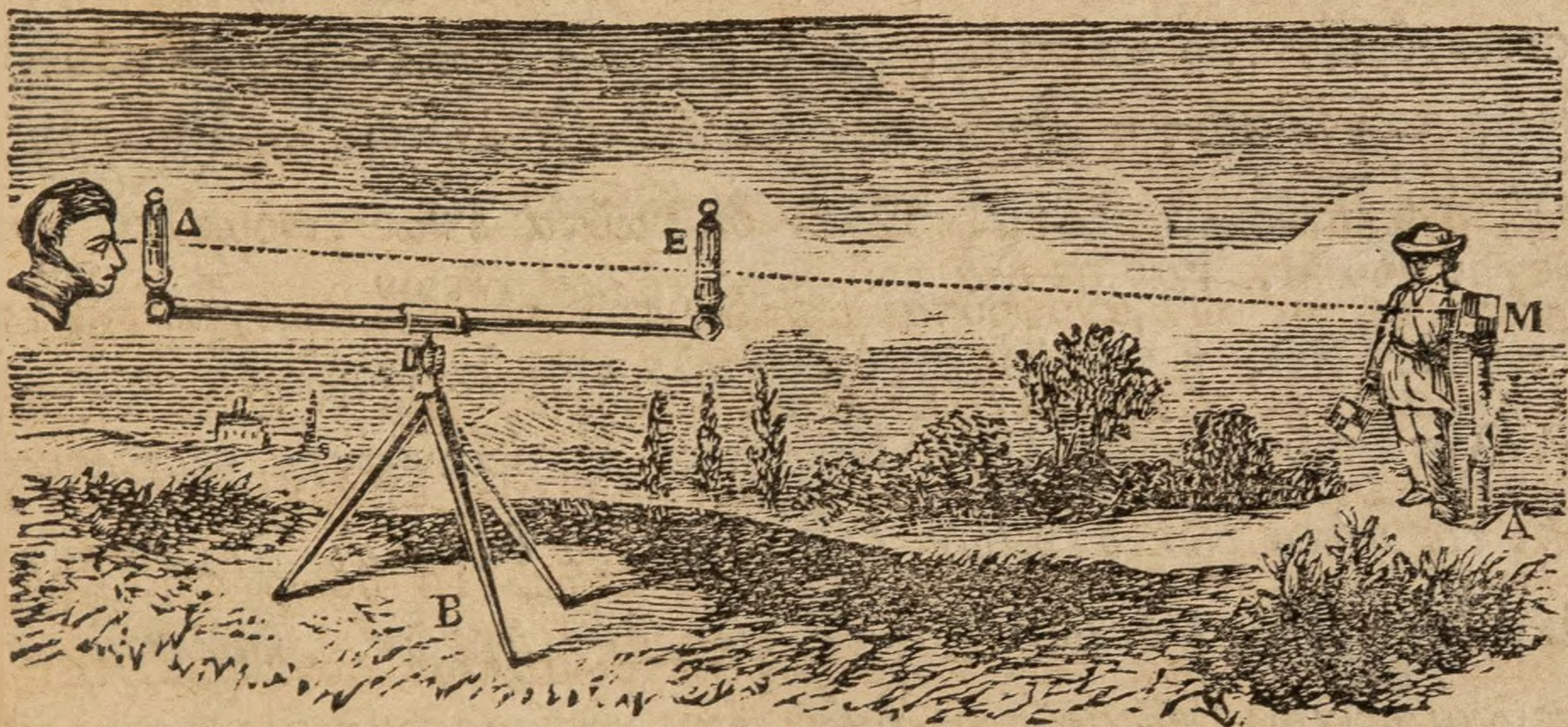
Διὰ τῆς αὐτῆς ἀρχῆς ἐξηγεῖται ἡ ἀνάβασις τοῦ ὕδατος εἰς τὰ ἀρτεσιανὰ φρέατα. Εἶναι δὲ ταῦτα ὅπαι γινόμεναι ἐντὸς τῆς γῆς, δι' ὧν ἀνυψοῦται ἀφ' ἑαυτοῦ τὸ ὕδωρ μέχρι τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, καὶ ἐκλήθησαν οὕτω, διότι κατὰ πρῶτον κατεσκευάσθησαν εἰς τὴν Ἀρτεσίαν (Artois) ἐπαρχίαν τῆς Γαλλίας. Ἡ ἐξήγησις αὐτῶν ἔχει ὡς ἐξῆς. Τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς διηθούμενον διὰ τῶν πορωδῶν πετρωμάτων συναθροίζεται ἐν τῷ βάθει ἐν μέρει μὲν εἰς μεγάλας κοιλότητας, ἐν μέρει ῥέει ἐντὸς ὑπογείων ὀχετῶν, ἐν μέρει πληροῖ τὰ μεταξὺ διαστήματα πορωδῶν ἢ διεχισμένων πετρωμάτων. Ἐὰν τὸ ὑπόγειον τοῦτο ὕδωρ ἔχη τὴν πηγὴν του ὑψηλότερα καὶ εὐρίσκηται μεταξὺ δύο στρωμάτων γῆς, τὰ ὅποια τὸ ὕδωρ δὲν δύναται νὰ διαπεράσῃ, καὶ διατρυπηθῇ τὸ ἔδαφος μέχρι τοῦ κατωτέρου στρώματος, τὸ μεταξὺ τῶν δύο στρωμάτων ὕδωρ ἀναβαίνει ἐν τῷ τρυπήματι μέχρι τῆς ἐπιφανείας, ἐνίοτε δὲ καὶ ἀναπηδᾷ ὑπεράνω αὐτῆς εἰς ἰκανὸν ὕψος.

Κατὰ τὴν αὐτὴν ἀρχὴν ἐξηγοῦνται τὰ ἀναπηδητικὰ ὕδατα φυσικὰ τε καὶ τεχνητά.



Αἱ κρήναι ὡσαύτως προέρχονται ἐκ τοῦ ἐντὸς τῆς γῆς διηθουμένου ὕδατος τῆς βροχῆς. Διὰ τοῦτο δὲ εὐρίσκονται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εἰς τὰς κλιτύας τῶν ὄρεων. Οὐδέποτε δὲ δύναται νὰ ὑπάρξῃ κρήνη ἐπὶ τῆς ὑψηλοτάτης κορυφῆς ὄρους.

77. Ὑδροστάτης. — Ἄλλη ἐφαρμογὴ τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων εἶναι ὁ ὑδροστάτης. Εἶναι δὲ οὗτος σωλὴν ἐκ λευκοσιδήρου ἢ ὀρειχάλκου ἠγκωνισμένος κατὰ τὰ δύο αὐτοῦ ἄκρα, ἐφ' ὧν εἶναι προσηρμοσμένοι δύο ὑάλινοι σωλήνες Δ καὶ Ε (σχ. 32). Ἴνα γείνη χρῆσις αὐτοῦ διατίθεται ὀριζόντιος ἐπὶ τρίποδος, καὶ χύνεται εἰς αὐτὸν ὕδωρ, μέχρις οὔ το ὑγρὸν ὑψωθῆ ἔν ἑκατέρῳ τῶν ὑάλινων σωλήνων. Τῆς ἰσορροπίας ἀποκατασταθείσης, αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὑγροῦ ἐν ἑκατέρῳ τῶν σωλήνων κατὰ τὸ Δ καὶ Ε εὐρίσκονται ἐν τῷ αὐτῷ ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ.



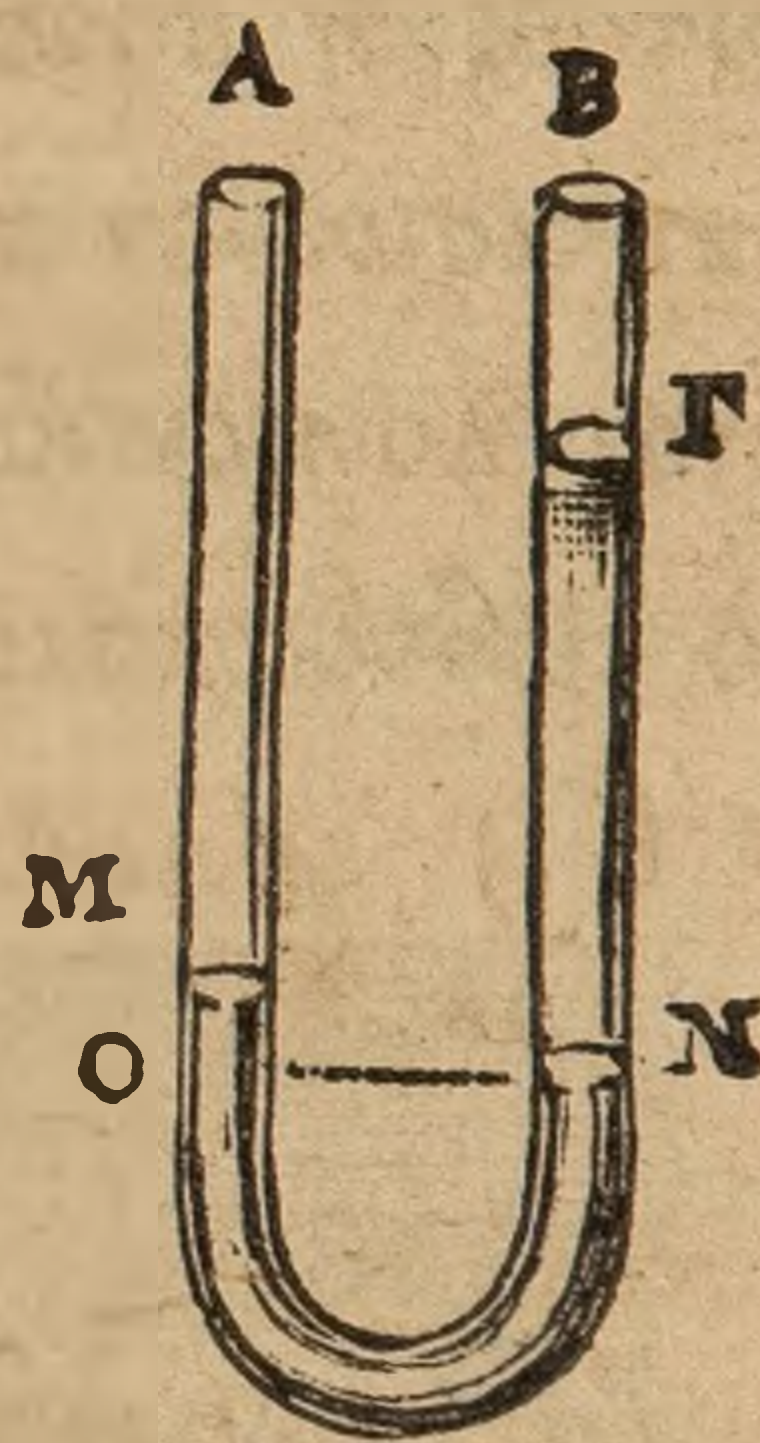
Σχ. 32.

Το ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει εἰς τὴν χωροστάθμησιν, ἥτοι εἰς τὸν προσδιορισμὸν κατὰ πόσον σημεῖόν τι τοῦ ἐδάφους κεῖται ὑψηλότερον ἑτέρου. Παραδείγματος χάριν, ἐὰν θέλωμεν νὰ εὔρωμεν κατὰ πόσον τὸ σημεῖον Β τοῦ ἐδάφους κεῖται ὑψηλότερον τοῦ Α, θέτομεν εἰς τὰ τελευταῖον τοῦτο σημεῖον στόχασμα (mirre). Καλεῖται δὲ οὕτω ξύλινος κανὼν συγκείμενος ἐκ δύο μερῶν, ὧν τὸ ἕτερον δύναται νὰ εἰσδύῃ μᾶλλον ἢ ἥπτον εἰς τὸν ἐν τῷ ἑτέρῳ ὑπάρχοντα ὕλκον, καὶ λήγων εἰς πλάκα λευκοσιδήρου Μ, ἧς τὸ κέντρον φέρει σημεῖον σκοπεύ-



σεως. Τοῦ στοχάσματος στηθέντος κατακορύφου κατὰ τὸ **A**, παρατηρητῆς εύρισκόμενος παρὰ τῷ ὑδροστάτῃ διευθύνει διὰ τῶν ἐπιφανειῶν **Δ** καὶ **Ε** ὀπτικὴν ἀκτῖνα πρὸς αὐτὸ, καὶ διὰ σημείων κελεύει τὸν κρατοῦντα αὐτὸ βοηθὸν νὰ ἐπεκτείνῃ ἢ βραχύνῃ τὸν κανόνα αὐτοῦ, μέχρις οὗ τὸ σημεῖον τῆς σκοπεύσεως ἔλθῃ εἰς τὴν προσεκβολὴν τῆς εὐθείας **ΔΕ**. Μετρομένου τότε τοῦ ὕψους **ΑΜ** καὶ ἀφαιρουμένου ἀπ' αὐτοῦ τοῦ ὕψους τοῦ ὑδροστάτου ὑπὲρ τὸ ἔδαφος, εύρίσκεται κατὰ πόσον τὸ **B** κεῖται ὑψηλότερα τοῦ **A**.

78. *Ἴσορροπία δύο ἑτερογενῶν ὑγρῶν ἐντὸς συγκοινωνούντων ἀγγείων.* — Ἐστῶσαν **A** καὶ **B** δύο συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα (σχ. 33). Ἄς ὑποθέσωμεν δὲ ὅτε περιέχουσιν ὑδράργυρον μέχρι τινός, καὶ ὅτι ἔπειτα χύνομεν ὕδωρ εἰς τὸ ἀγγεῖον **B**. Τότε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τοῖς ἀγγείοις **A** καὶ **B** δὲν θὰ εύρίσκηται πλέον ἐν τῷ αὐτῷ ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ, ἀλλ' ἔνεκα τῆς πίεσεως τοῦ ὕδατος ὁ ὑδράργυρος θὰ καταβῇ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ **B** μέχρι τοῦ **N** καὶ θὰ ἀναβῇ ἐν τῷ **A** μέχρι τοῦ **M**. Ἐὰν δὲ διὰ τοῦ **N** ἀχθῇ ὀριζόντιον ἐπίπεδον **NO**, ἡ τοῦ ὑδραργύρου στήλη **OM** θὰ ἰσορροπῇ πρὸς τὴν στήλην τοῦ ὕδατος **GN**. Εὐκόλως δὲ δεικνύεται θεωρητικῶς ὅτι τὰ μήκη τῶν στηλῶν **GN** καὶ **OM** θὰ εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν εἰδικῶν βαρῶν τῶν δύο ὑγρῶν. Τοῦτο δὲ καὶ πειραματικῶς βεβαιοῦται· διότι ἐὰν καταμετρήσωμεν τὰς στήλας ταύτας, εύρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος τῶν μηκῶν αὐτῶν εἶναι 13,5· ὁ δὲ ἀριθμὸς οὗτος ἐκφράζει καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑδραργύρου.



Σχ. 33

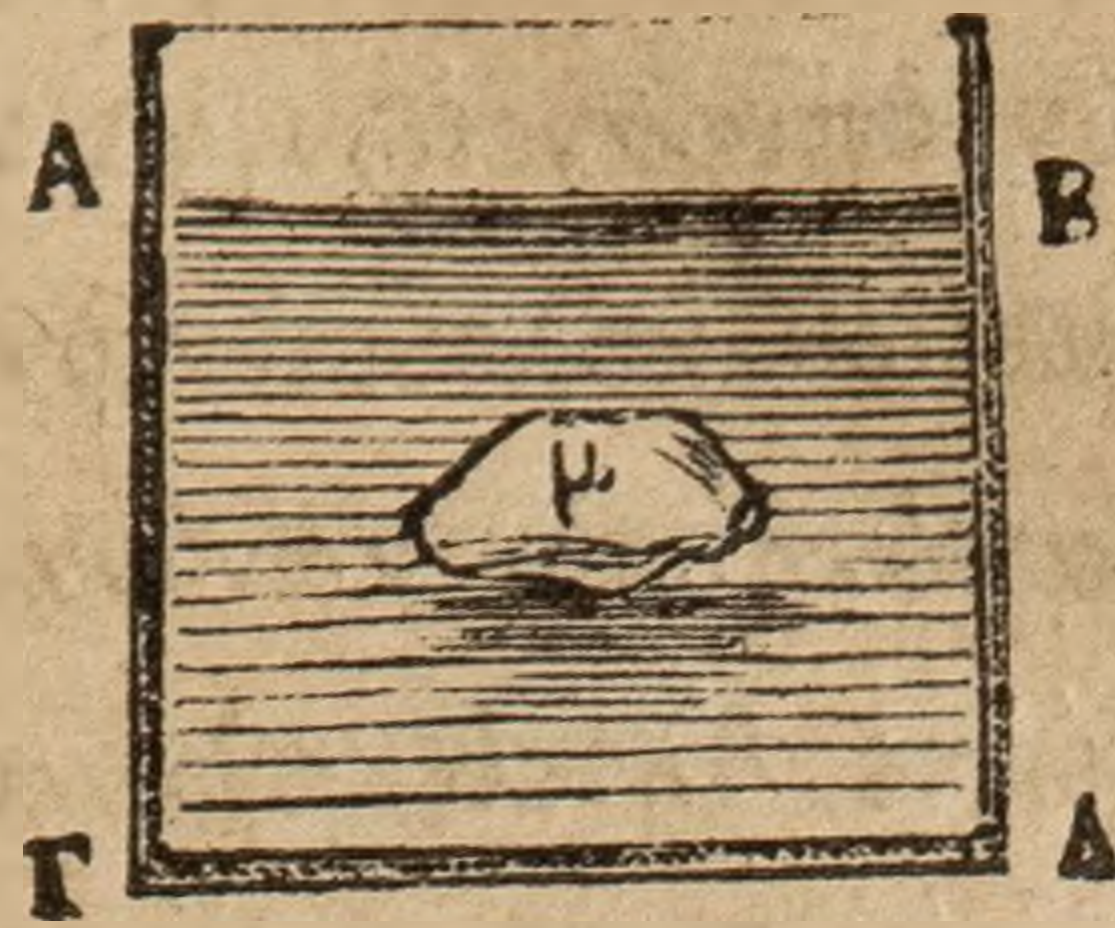
### Ἄρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.

79. *Πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους του τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον ἐκτοπίζει.*

Ὁ νόμος οὗτος καλεῖται ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους, ὡς ἀνακαλυφθεῖς ὑπὸ τοῦ μεγάλου τούτου μαθηματικοῦ τῆς ἀρχαιότητος. Ἀποδεικνύεται δὲ καὶ θεωρητικῶς καὶ πειραματικῶς,

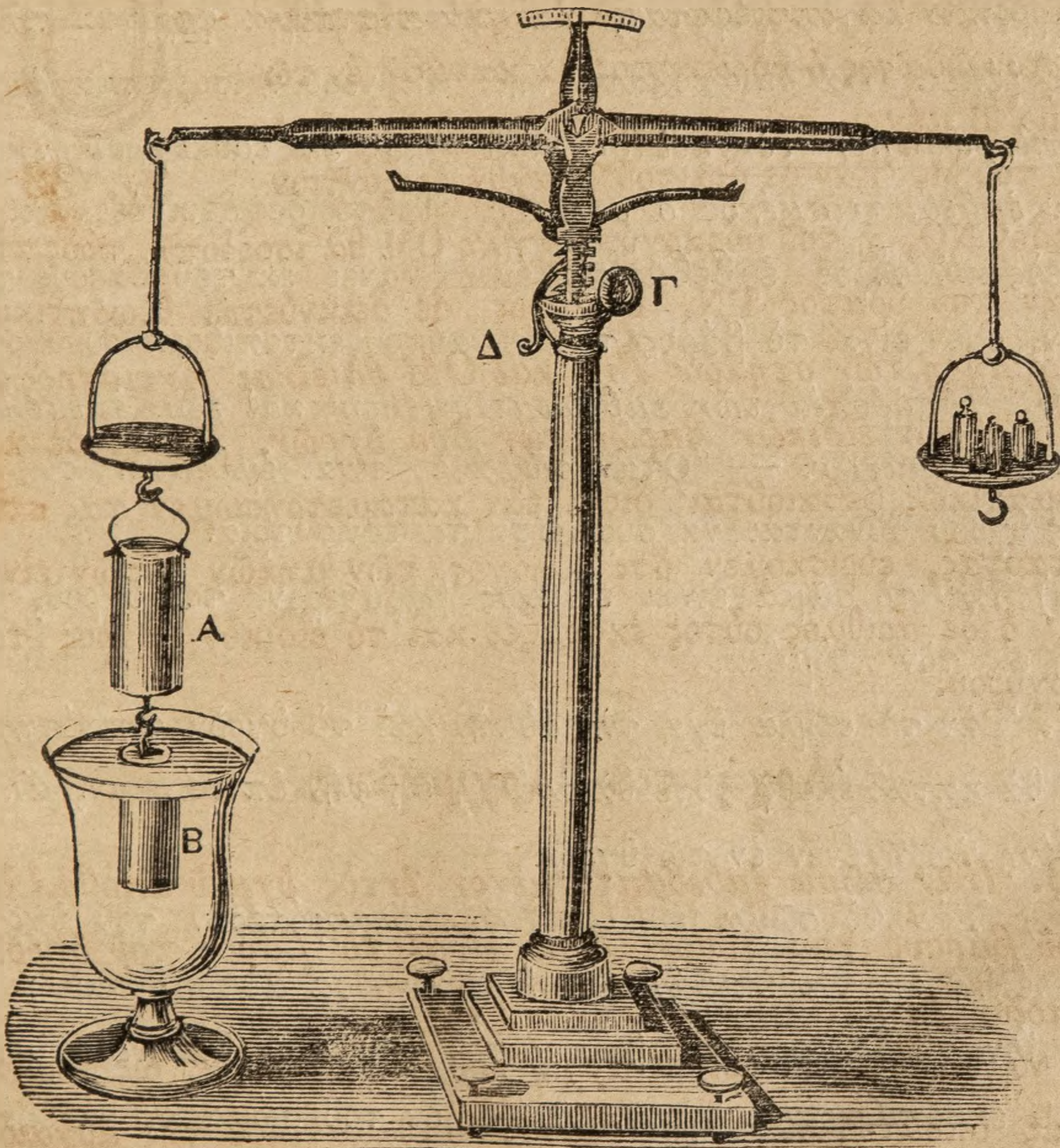


α.) Ἀπόδειξις θεωρητική. — Ἐν ἀγγείῳ πλήρει ὑγροῦ ἐν ἰσορροπία ΑΒΓΔ (σχ. 34) ἄς ἀπομονώσωμεν κατὰ νοῦν μέρος τι μ οἴουδῆποτε σχήματος. Ἐπειδὴ τὸ μ εἶναι ἐν ἰσορροπία, τὸ βᾶρος αὐτοῦ καταστρέφεται ὑπὸ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργείας τοῦ περιβάλλοντος ὑγροῦ. Ἄρα τὸ ὑγρὸν τοῦτο ἐπιφέρει ἐπὶ τοῦ μ πιέσεις, ὧν ἡ συνισταμένη εἶναι ἴση καὶ ἀντίθετος τῷ βάρει αὐτοῦ. Ἐπειδὴ δὲ αἱ πιέσεις αὗται ἐξαρτῶνται μόνον ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ σώματος μ, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τοῦ εἴδους τῆς ὕλης αὐτοῦ, ἡ συνισταμένη αὐτῶν θὰ εἶναι ἡ αὐτὴ διὰ πᾶν ἐμβεβαπτισμένον σῶμα, οὗ ἡ ἐπιφάνεια εἶναι ἡ αὐτὴ τῆ τοῦ μ· θὰ εἶναι λοιπὸν ἴση καὶ ἀντίθετος τῷ βάρει τοῦ ὑγροῦ, τὸ ὁποῖον τὸ ἐμβεβαπτισμένον σῶμα ἐκτοπίζει.



Σχ. 34.

β.) Ἀπόδειξις πειραματική. — Λαμβάνομεν δύο μικροὺς



Σχ. 35.



μεταλλίνους κυλίνδρους Α και Β (σχ. 35), ὧν ὁ πρῶτος εἶναι κοῖλος ὁ δὲ δεύτερος στερεὸς δυνάμενος νὰ πληρώσῃ ἀκριβῶς τὸν κοῖλον, ἐπομένως ἔχει ὄγκον ἴσον ἀκριβῶς τῇ χωρητικότητι ἐκείνου. Ἀμφοτέρους δὲ τοὺς κυλίνδρους τούτους ἐξαρτῶμεν, πρῶτον τὸν κοῖλον καὶ ἐκ τούτου τὸν στερεὸν, ἐκ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ. (Ὁ ζυγὸς οὗτος δὲν διαφέρει κοινοῦ ζυγοῦ ἢ κατὰ τοῦτο ὅτι ὑποκάτω ἐκατέρας τῶν πλαστίγγων ὑπάρχει ἄγκιστρον, καὶ ὅτι ἡ φάλαγξ δύναται νὰ ἀναβιβασθῆ καὶ νὰ καταβιβασθῆ δι' ὀδοντωτῆς ῥάβδου κινουμένης διὰ τοῦ τροχίσκου Γ, καὶ στερεουμένης διὰ τοῦ κωλυματίου Δ εἰς ἣν θελήσωμεν θέσιν). Μετὰ ταῦτα θέτομεν βάρη ἐν τῇ ἐτέρᾳ πλάστιγγι, μέχρις οὗ ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ γείνη ὀριζοντία. Ἐπειτα ἐμβαπτίζομεν τὸν στερεὸν κύλινδρον εἰς τὸ ὕδωρ ἢ εἰς ἄλλο τι ὑγρὸν, καταβιβάζοντες τὴν ὀδοντωτὴν ῥάβδον διὰ τοῦ τροχίσκου Γ. Τότε βλέπομεν ὅτι ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται, καὶ ἡ τὰ σταθμὰ φέρουσα πλάστιγγξ ῥέπει. Ἴνα δὲ ἀποκαταστηθῆ ἐκ νέου ἡ ἰσορροπία ἀρκεῖ νὰ πληρώσωμεν τὸν κοῖλον κύλινδρον ἐκ τοῦ ὑγροῦ, ἐν ᾧ εἶναι ἐμβεβαπτισμένος ὁ στερεός. Τοῦτο δὲ δεικνύει ὅτι ὁ στερεὸς κύλινδρος ἐμβεβαπτισμένος χάνει ἐκ τοῦ βάρους του τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

80. *Ἰσορροπία τῶν ἐμβεβαπτισμένων καὶ τῶν ἐπιπολαζόντων σωμάτων.* — Ὅταν σῶμά τι εἶναι ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ δύνανται νὰ συμβῶσι τὰ ἐξῆς τρία.

α.) Ἐὰν τὸ σῶμα εἶναι εἰδικῶς βαρύτερον τοῦ ὑγροῦ, θὰ πέσῃ εἰς τὸν πυθμένα.

β.) Ἐὰν τὸ σῶμα ἔχῃ τὴν αὐτὴν καὶ τὸ ὑγρὸν πυκνότητα, οὔτε θὰ καταβυθισθῆ οὔτε θὰ ἀνέλθῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἀλλὰ θὰ μένη ἠωρημένον ἐν τῷ ὑγρῷ.

γ.) Ἐὰν τὸ σῶμα εἶναι εἰδικῶς ἐλαφρότερον τοῦ ὑγροῦ, θὰ ἀνέλθῃ εἰς τὴν ἐπιφάνειαν, ἢ δὲ κινουσα αὐτὸ δύναμις θὰ εἶναι ἴση τῇ διαφορᾷ τοῦ βάρους του καὶ τοῦ βάρους τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. Μέρυς δὲ τοῦ σώματος θὰ ἐξέχῃ ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, καὶ τόσον, ὥστε τὸ ἐκτοπι-



ζόμενον ὑγρὸν νὰ ἔχη βάρος ἴσον τῷ τοῦ σώματος. Τότε λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα ἐπιπολάζει ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ.

Κατὰ τὰ ἀνωτέρω ἐξηγοῦνται πολλὰ φαινόμενα. Οἶον νωπὸν ὠὸν ἐν μὲν τῷ γλυκεῖ ὕδατι καταβυθίζεται, ἐν δὲ τῷ περιέχοντι διαλελυμένον ἄλας δύναται νὰ αἰωρῆται ἢ νὰ ἐπιπολάζη. Ὁ σίδηρος ἐν μὲν τῷ ὕδατι καταβυθίζεται, ἐν δὲ τῷ ὑδραργύρῳ ἐπιπολάζει. Κολυμβῶμεν εὐκολώτερα ἐν τῷ θαλασσίῳ ὕδατι ἢ ἐν τῷ γλυκεῖ. Ἀγγεῖον μετάλλινον δύναται νὰ ἐπιπολάζη ἐπὶ τοῦ ὕδατος, κτλ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

Εὔρεσις τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν  
καὶ ὑγρῶν. Ἀραιόμετρα.

81. Εἶδομεν προηγουμένως (46) ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος σώματος στερεοῦ ἢ ὑγροῦ, εἶναι ὁ λόγος τοῦ βάρους ὄγκου τινὸς τοῦ σώματος τούτου πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος ἀπεσταγμένου καὶ θερμοκρασίας 4 βαθμῶν. Κατὰ τὸν ὀρισμὸν τοῦτον ἵνα προσδιορίσωμεν τὸ εἰδικὸν βάρος σώματός τινος, ἀρκεῖ νὰ εὔρωμεν τὸ βάρος αὐτοῦ καὶ τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος, ἔπειτα νὰ διαιρέσωμεν τὸ πρῶτον διὰ τοῦ δευτέρου, τὸ δὲ πηλίκον θέλει εἶναι τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος.

82. Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν.— Δύο εἶναι αἱ κυριώτεραι τῶν πρὸς τοῦτο ἐν χρήσει μεθόδων.

α.) Μέθοδος τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ. — Ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα ἐκ τῆς ἐτέρας τῶν πλαστίγγων τοῦ ζυγοῦ διὰ λεπτοτάτου νήματος, καὶ ζυγίζομεν αὐτὸ πρῶτον ἐν τῷ αέρι καὶ ἔπειτα ἐν τῷ ὕδατι. Ἐστω  $\epsilon$  τὸ πρῶτον βάρος, καὶ  $\epsilon'$  τὸ δεύτερον. Κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους  $\epsilon - \epsilon'$  εἶναι τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος, ἥτοι ὄγκου ὕδατος ἴσου τῷ τοῦ σώματος· ἐπομένως κατὰ τὰ ἀνωτέρω τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος  $\pi$  εἶναι

$$\pi = \frac{\epsilon}{\epsilon - \epsilon'}$$



*Παράδειγμα.* Ζητείται τὸ εἰδικὸν βάρος σώματος, τὸ ὁποῖον ἐν μὲν τῷ ἀέρι ἔλκει 64 γραμμάρια, ἐν δὲ τῷ ὕδατι 52. Ἡ διαφορὰ τῶν δύο σταθμήσεων 64—52, ἤτοι 12 γραμμάρια, εἶναι τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου τῷ τοῦ σώματος· ἐὰν δὲ καλέσωμεν  $\chi$  τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος, θέλωμεν ἔχει

$$\chi = \frac{64}{12} = 5,33.$$

β.) *Μέθοδος τῆς λήκυθου.* — Ζυγίζομεν λήκυθον πεφραγμένην πῶματι ἐσμηρισμένῳ καὶ πλήρη ἐντελῶς ἀπεσταγμένου ὕδατος· ἔστω δὲ  $B$  τὸ εὑρεθὲν βάρος. Προσδιορίζομεν ἀκολούθως τὸ βάρος  $\epsilon$  τοῦ σώματος ἐν τῷ ἀέρι· ἔπειτα εἰσάγομεν αὐτὸ εἰς τὴν λήκυθον, ἣν ἐπιπωμάζομεν καὶ σπογγίζομεν ἐπιμελῶς· εἶναι δὲ προφανές ὅτι τὸ σῶμα ἐξέβαλεν ἐκ τῆς λήκυθου ὄγκον ὕδατος ἴσον τῷ ἑαυτοῦ. Ζυγίζομεν αὐτὴν ἐκ νέου, καὶ ἔστω  $B'$  τὸ εὑρισκόμενον βάρος. Ἡ διαφορὰ τῶν βαρῶν  $B + \epsilon$  καὶ  $B'$  εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τοῦ σώματος ἐκτοπισθέντος ὕδατος, ἤτοι ὄγκου ὕδατος ἴσου τῷ τοῦ σώματος. Ἐὰν λοιπὸν παραστήσωμεν διὰ  $\pi$  τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος, θὰ ἔχωμεν

$$\pi = \frac{\epsilon}{B + \epsilon - B'}$$

*Σημείωσις.* — Ἐὰν τὸ σῶμα ἦναι διαλυτὸν ἐν τῷ ὕδατι, προσδιορίζομεν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ βάρος πρὸς ἄλλο ὑγρὸν, ἐν ᾧ τὸ σῶμα εἶναι ἀδιάλυτον, οἷον τὸ ἔλαιον, ἢ τὸ οἰνόπνευμα, ἢ τὸν αἰθέρα, καὶ τοῦ ὁποῖου εἶναι γνωστὸν τὸ εἰδικὸν βάρος. Ἀρκεῖ δὲ μετὰ ταῦτα ἵνα εὔρωμεν τὸ πρὸς τὸ ὕδωρ εἰδικὸν αὐτοῦ βάρος νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸ εὑρεθὲν εἰδικὸν βάρος ἐπὶ τὸ τοῦ ὑγροῦ, τοῦ ὁποῖου ἐγένετο χρῆσις.

Ἐὰν τὸ σῶμα ἦναι ἐν καταστάσει κόνεως, πρέπει ἀφοῦ ἐμβαπτίσωμεν αὐτὸ εἰς τὴν λήκυθον νὰ ἐκδιώξωμεν τὸν ἀέρα τὸν προσκεκολλημένον ἐπὶ τῶν μορίων τῶν συνιστώντων αὐτό. Πρὸς τοῦτο δὲ γίνεται χρῆσις τῆς πνευματικῆς ἀντλίας.

Ἐὰν τὸ σῶμα εἶναι λίαν πορῶδες, καὶ θέλωμεν νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἰδικὸν αὐτοῦ βάρος ὑπὸ τὸν φαινόμενον ὄγκον,



χρίομεν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ δὲ λεπτοτάτου σώματος κηροῦ, ἐμποδίζοντος τὴν διαβροχὴν αὐτοῦ.

83. Προσδιορισμὸς τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν ὑγρῶν. — Καὶ διὰ τὰ ὑγρά γίνεται ὡσαύτως χρῆσις τῶν αὐτῶν δύο μεθόδων.

α.) Μέθοδος τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ. — Ἐξαρτῶμεν ἐκ τῆς ἐτέρας τῶν πλαστίγγων τοῦ ζυγοῦ σῶμα στερεὸν διὰ λεπτοτάτου νήματος. Ζυγίζομεν αὐτὸ κατὰ πρῶτον ἐν τῷ ἀέρι, καὶ ἔστω B τὸ βᾶρος αὐτοῦ· ἔπειτα ζυγίζομεν αὐτὸ διαδοχικῶς ἐν τῷ ἀπεσταγμένῳ ὕδατι καὶ ἐν τῷ ὑγρῷ τοῦ ὁποίου τὸ εἰδικὸν βᾶρος πρόκειται νὰ εὑρεθῇ. Ἐστῶσαν δὲ β τὸ βᾶρος αὐτοῦ ἐν τῷ ὕδατι, καὶ β' ἐν τῷ ὑγρῷ. Κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους B—β καὶ B—β' εἶναι τὰ βάρη τῶν δύο ὑγρῶν τῶν ἐκτοπισθέντων ὑπὸ τοῦ σώματος· ἐπειδὴ δὲ οἱ ὄγκοι εἶναι ἴσοι, ἔχομεν

$$\pi = \frac{B - \beta'}{B - \beta}.$$

β.) Μέθοδος τῆς ληκύθου. — Λαμβάνομεν ληκύθον πεπωμασμένην πώματι ἐσμηρισμένῳ καὶ ζυγίζομεν αὐτὴν κενήν· ἔστω δὲ B τὸ βᾶρος αὐτῆς. Ζυγίζομεν δὲ πάλιν αὐτὴν διαδοχικῶς πλήρη ἀπεσταγμένου ὕδατος καὶ τοῦ ὑγροῦ, τοῦ ὁποίου ζητεῖται τὸ εἰδικὸν βᾶρος. Ἐστῶσαν B' τὸ πρῶτον βᾶρος καὶ B'' τὸ δεύτερον. Ἐὰν ἀπὸ τῶν βαρῶν τούτων ἀφαιρεθῇ τὸ βᾶρος B τῆς ληκύθου κενῆς, αἱ διαφοραὶ B'—B καὶ B''—B παριστῶσι προφανῶς τὰ βάρη δύο ἴσων ὄγκων ὕδατος καὶ τοῦ ὑγροῦ· ἄρα θέλομεν ἔχει

$$\pi = \frac{B'' - B}{B' - B}.$$

### Περὶ ἀραιομέτρων.

84. Εἶδομεν προηγουμένως (80) ὅτι πᾶν ἐπιπολάζον σῶμα ἐκτοπίζει ὑγρὸν, τοῦ ὁποίου τὸ βᾶρος εἶναι ἴσον τῷ ὅλῳ βάρει τοῦ σώματος. Ἐνεκα τούτου σῶμά τι καταδύεται τοσοῦτον μαλλον ἐν ὑγρῷ τινι, ὅσον ἀραιότερον εἶναι τὸ ὑγρὸν τοῦτο. Ἐπὶ τῆς ἀρχῆς δὲ ταύτης στηρίζονται τὰ ἀραιόμετρα, τὰ ὁποῖα

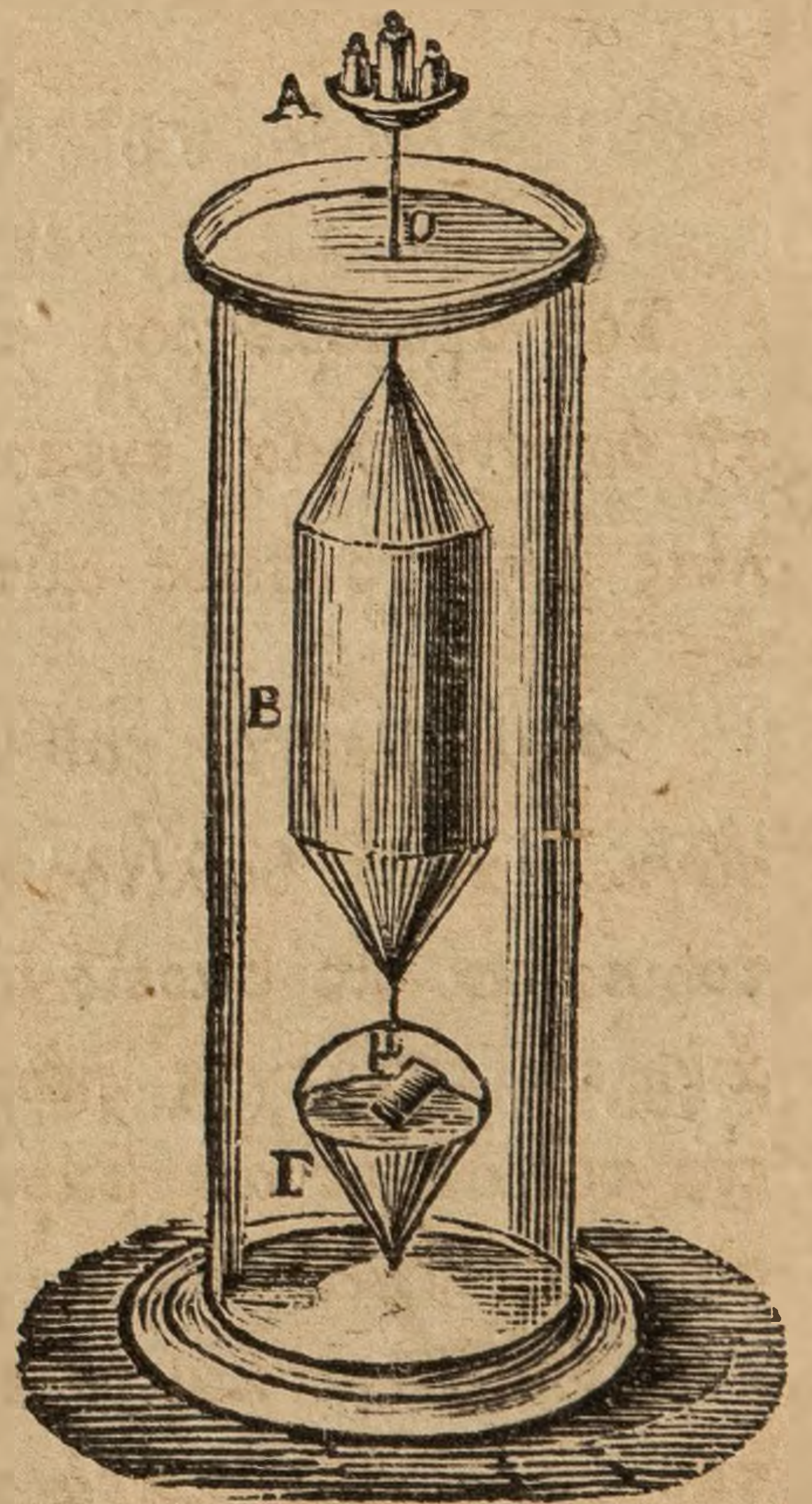


είναι ἐπιπολάζοντα ὄργανα, δι' ὧν προσδιορίζονται αἱ σχετικαὶ τῶν σωμάτων πυκνότητες, ἢ δεικνύονται αἱ μεταβολαὶ πυκνότητος, ἃς πάσχουσι τὰ ὑγρά μιγνύμενα μετ' ἄλλων σωμάτων. Διακρίνονται δὲ δύο αὐτῶν εἶδη· α.) ἀραιόμετρα σταθεροῦ ὄγκου καὶ μεταβλητοῦ βάρους· β.) ἀραιόμετρα σταθεροῦ βάρους καὶ μεταβλητοῦ ὄγκου.

α.) Ἀραιόμετρα σταθεροῦ ὄγκου.—Δύο εἶδη ἀραιομέτρων τοῦ εἶδους τούτου ὑπάρχουσι, τὸ τοῦ Νικολσῶνος, τοῦ ὁποίου γίνεται χρῆσις διὰ τὸν προσδιορισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν, καὶ τὸ τοῦ Φαρμεϊέτου διὰ τὰ ὑγρά.

Ἀραιόμετρον τοῦ Νικολσῶνος. — Τὸ ὄργανον τοῦτο συνίσταται ἐκ κοίλου κυλίνδρου Β (σχ. 36) ἐκ λευκοσιδήρου, καὶ περατοῦται εἰς κῶνον Γ, ὅστις πληροῦται μολύβδου χρησιμεύοντος πρὸς ἐρματισμὸν. Πρὸς τὰ ἄνω δὲ τὸ ὄργανον λήγει εἰς στέλεχος καὶ τὸν δίσκον Α, ὅστις εἶναι προωρισμένος εἰς τὸ δέχεσθαι σταθμὰ καὶ τὸ σῶμα, τοῦ ὁποίου ζητεῖται τὸ εἰδικὸν βᾶρος. Τέλος δὲ ἐπὶ τοῦ στελέχους εἶναι κεχαραγμένον σημεῖον τι Ο, τὸ ὁποῖον καλεῖται σημεῖον ἐπιψεύσεως, ἐπειδὴ ἐν πᾶσι τοῖς πειράμασι τὸ ὄργανον πρέπει νὰ ἐμβαπτίζηται μέχρι τοῦ σημείου τούτου, ἵνα ἐκτοπίζη σταθερὸν ὄγκον ὑγροῦ.

Ἴνα κάμωμεν χρῆσιν τοῦ ὀργάνου τούτου, ζητοῦμεν κατὰ πρῶτον τὸ βᾶρος Β, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ δίσκου Α διὰ νὰ ἐμβαπτισθῇ τὸ ἀραιόμετρον μέχρι τοῦ ἐπιψεύσεως σημείου Ο· διότι ὅταν ὁ δίσκος εἶναι κενός, τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι ὑπὲρ



Σχ. 36.

τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος. Ἀφαιροῦμεν τότε τὰ σταθμὰ ἐκ τοῦ δίσκου, καὶ ἀντικαθιστῶμεν αὐτὰ διὰ τεμαχίου τοῦ σώματος, τοῦ ὁποίου ζητεῖται τὸ εἰδικὸν βᾶρος, ἔχοντος βᾶρος μικρότερον τοῦ Β· προσθέτομεν δὲ ἐκ νέου σταθμὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου, πρὸς κατάδυσιν τοῦ ὀργάνου μέχρι τοῦ ἐπιψεύσεως σημείου.

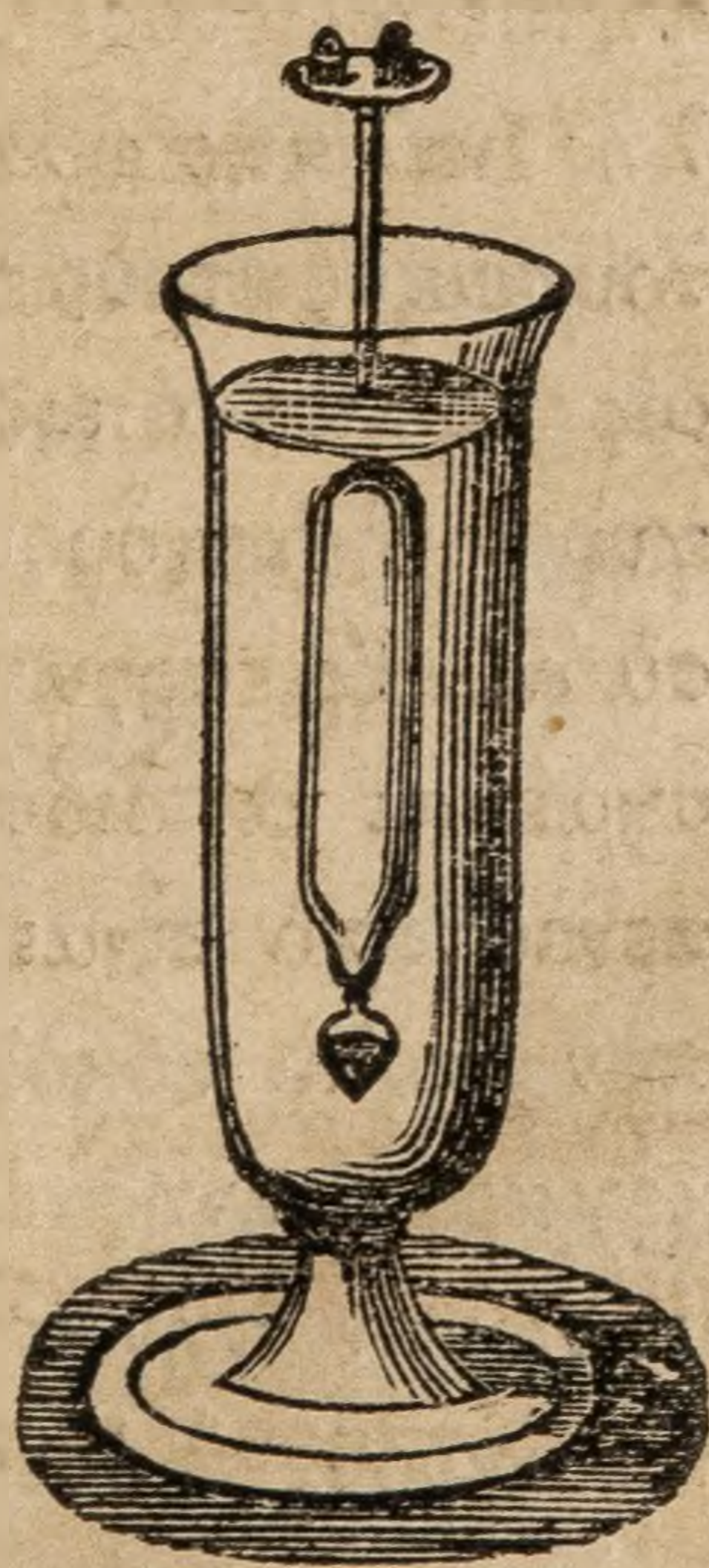


Ἐστω Β' τὸ βάρος τούτων. Εἶναι φανερόν ὅτι ἡ διαφορὰ Β—Β' παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ σώματος. Μετὰ ταῦτα δὲ ἐξάγομεν τὸ ἀραιόμετρον ἐκ τοῦ ὕδατος καὶ μεταφέρομεν τὸ τεμάχιον τοῦ σώματος ἐκ τοῦ δίσκου Α εἰς τὸν κῶνον Γ, ὡς φαίνεται ἐν τῷ σχήματι, κατὰ τὸ μ. Ἐν ᾧ δὲ τὸ ὀλικὸν βάρος τοῦ ὄργάνου οὕτω δὲν μετεβλήθη, ἐμβαπτίζοντες αὐτὸ ἐκ νέου εἰς τὸ ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπιψάυσεως σημεῖον εὐρίσκεται ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὕδατος. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι τὸ σῶμα ἀπέβαλε μέρος τοῦ βάρους τοῦ ἴσον τῷ τοῦ ἐκτοπισθέντος ὑπ' αὐτοῦ ὕδατος. Ἴνα δὲ παραγάγωμεν τὴν κατάδυσιν τοῦ ὄργάνου μέχρι τοῦ ἐπιψάυσεως σημείου, πρέπει νὰ προσθέσωμεν νέον τι βάρος Β''. Τοῦτο παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τοῦ σώματος ἐκτοπισθέντος ὕδατος. Ἐπειδὴ δὲ ὁ ὄγκος τούτου εἶναι ἴσος τῷ τοῦ σώματος, ἐὰν καλέσωμεν π τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος, ἔχομεν,

$$\pi = \frac{B - B'}{B''}.$$

Τοῦ ἀραιομέτρου τοῦ Νικολσῶνος γίνεται συχνὴ χρῆσις ἐν τῇ ὀρυκτολογίᾳ, ἕνεκα τῆς μεγάλης ἀπλότητος καὶ τῆς εὐκολίας τῆς χρήσεως αὐτοῦ.

*Ἀραιόμετρον τοῦ Φαρενεῖτου.*—Τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 37) σύγκειται ἐξ ὑαλίνου σωλῆνος λήγοντος πρὸς τὰ κάτω εἰς βαρεῖαν σφαιραν πρὸς δὲ τὰ ἄνω εἰς στέλεχος φέρον δίσκον προωρισμένον εἰς τὸ δέχεσθαι βάρη. Ἐπὶ τοῦ στελέχους τούτου εἶναι κεχαραγμένον τὸ ἐπιψάυσεως σημεῖον. Ἴνα κάμωμεν χρῆσιν τοῦ ὄργάνου τούτου, πρέπει κατὰ πρῶτον νὰ γνωρίζωμεν τὸ βάρος αὐτοῦ Β. Ἐμβαπτίζομεν δὲ αὐτὸ πρῶτον εἰς ἀπεσταγμένον ὕδωρ καὶ ἔπειτα εἰς τὸ ὑγρὸν, τοῦ ὁποίου ζητεῖται ἡ πυκνότης, θέτοντες ἑκάστοτε ἐπὶ τοῦ δίσκου τὰ ἀναγκαῖα βάρη πρὸς κατάδυσιν τοῦ ὄργάνου μέχρι τοῦ ἐπιψάυσεως σημείου. Ἐστῶσαν δὲ Β' τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ ὕδωρ ἐκ τῶν βα-



Σχ. 37.



ρῶν τούτων, καὶ  $B''$  τὸ εἰς τὸ ὑγρὸν. Ἄρα τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπισθέντος ὄγκου ὕδατος εἶναι  $B + B'$ , τὸ δὲ τοῦ ὑγροῦ  $B + B''$ . Ἐπειδὴ δὲ οἱ ὄγκοι οὗτοι εἶναι ἴσοι, ἔχομεν

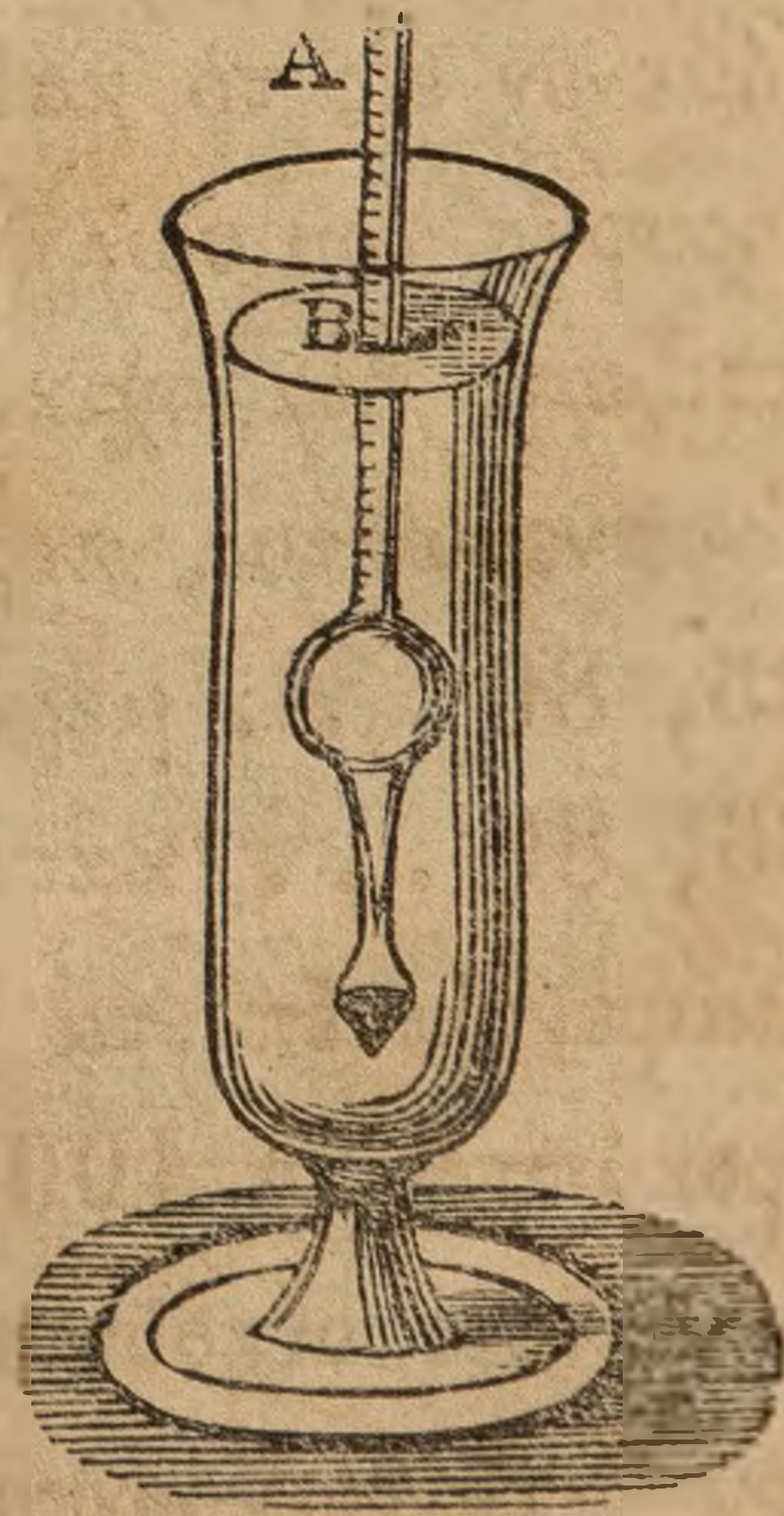
$$\pi = \frac{B + B''}{B + B'}$$

**Παράδειγμα.** Ἐστω 100 γραμμάρια τὸ βάρος ἀραιομέτρου τινὸς Φαρενεΐτου, 30 γραμμάρια τὸ ἀναγκαῖον βάρος διὰ τὴν ἐν τῷ ἀπεσταγμένῳ ὕδατι κατάδυσιν μέχρι τοῦ ἐπιψαύσεως σημείου, καὶ 12 γραμμάρια τὸ ἀναγκαῖον ἐν ἄλλῳ τινὶ ὑγρῷ. Ζητεῖται τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ τούτου.

Ἐπειδὴ τὰ ἐπιπολάζοντα σώματα ἐκτοπίζουσιν ὄγκον ὑγροῦ, οὗ τὸ βάρος εἶναι ἴσον τῷ ἑαυτῶν,  $100 + 30$  παριστᾷ τὸ βάρος τοῦ ὕδατος τοῦ ἐκτοπισθέντος ὑπὸ τοῦ ὄργανου, καὶ  $100 + 12$  τὸ τοῦ ὑγροῦ, τοῦ ὁποίου ζητεῖται ἡ πυκνότης· ἐπειδὴ δὲ οἱ ὄγκοι τῶν ἐκτοπισθέντων ὑγρῶν εἶναι ἴσοι, θέλομεν ἔχει,

$$\pi = \frac{112}{130} = 0,861.$$

β'.) Ἀραιόμετρα σταθεροῦ βάρους.—Τῶν ὀργάνων τούτων, τῶν καὶ κυρίως ἀραιομέτρων, γίνεται καθημερινὴ χρῆσις ἐν τῷ ἐμπορίῳ πρὸς ἐκτίμησιν εἴτε τοῦ ποσοῦ τοῦ οἴνοπνεύματος τοῦ περιεχομένου ἐν ὑγρῷ τινι, εἴτε τοῦ βαθμοῦ τῆς συμπυκνώσεως ὀξέος, ἢ σιραίου, εἴτε τῆς ἐν διαλύσει τινὶ περιεχομένης ποσότητος ἄλατος. Σύγκεινται δὲ πάντα ἐκ κοίλης ὑαλίνης σφαίρας, ἢ κυλίνδρου (σχ. 38) λήγοντος πρὸς τὰ ἄνω εἰς στέλεχος, πρὸς δὲ τὰ κάτω εἰς σφαιρίδιον περιέχον ὑδράργυρον ἢ χόνδρους μολύβδου πρὸς ἔρματισμόν. Τὰ ὄργανα ταῦτα ἐμβαπτιζόμενα εἰς ὑγρὸν τι καταδύονται τοσοῦτο μᾶλλον, ὅσον ἀραιότερον εἶναι τὸ ὑγρὸν τοῦτο. Εἶναι λοιπὸν πολὺ εὐκόλον δι' ἀπλῆς βαθμολογίας κεχαραγμένης ἐπὶ τοῦ στελέχους νὰ ἐκτιμήσωμεν τὴν πυκνότητα πνευματώδους τινὸς ὑγροῦ, ἢ ὀξέος, ἢ ἀλατώδους διαλύσεως, καὶ τῶν τοιούτων. Τὰ δὲ μᾶλλον ἐν χρήσει ἀραιόμετρα εἶναι τὸ τοῦ Βωμέ καὶ τὸ τοῦ Γαιλουσσάκου.



Σχ. 38.



*Ἀραιόμετρον τοῦ Βωμέ.* — Τὸ ἀραιόμετρον τοῦτο καλεῖται ἀλατοζύγιον, ὄξυζύγιον, ἢ πνευματοζύγιον, κατὰ τὴν βαθμολογίαν αὐτοῦ.

α.) Ἐὰν πρόκειται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς ἀλατοζύγιον ἢ ὄξυζύγιον, ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτισθὲν εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ νὰ καταδύηται μέχρι τῆς κορυφῆς τοῦ σωλῆνος, ὅπου σημειοῦται 0· ἐμβαπτίζεται ἔπειτα εἰς διάλυσιν θαλασσίου ἄλατος, συνισταμένην ἐξ 85 μερῶν ὕδατος καὶ 15 ἄλατος, καὶ σημειοῦται 15 κατὰ τὸ ἐπιψάσεως σημεῖον. Διαιρεῖται δὲ τότε τὸ μεταξὺ διάστημα εἰς 15 μέρη ἴσα ἢ βαθμοὺς, καὶ αἱ διαιρέσεις ἐπεκτείνονται μέχρι τῆς βάσεως τοῦ σωλῆνος.

β.) Ἐὰν δὲ τὸ ὄργανον πρόκειται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς πνευματοζύγιον, ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον εἰς διάλυσιν συγχειμένην ἐξ 90 μερῶν ὕδατος καὶ 10 μερῶν θαλασσίου ἄλατος νὰ καταδύηται μέχρι τῆς ἀρχῆς τοῦ σωλῆνος, ὅπου σημειοῦται 0. Ἐμβαπτίζεται ἔπειτα εἰς τὸ καθαρὸν ὕδωρ, καὶ σημειοῦται 10 κατὰ τὸ ἐπιψάσεως σημεῖον. Ἐπειτα διαιρεῖται τὸ μεταξὺ διάστημα εἰς 10 μέρη ἴσα ἢ βαθμοὺς, καὶ ἐπεκτείνονται αἱ διαιρέσεις μέχρι τῆς κορυφῆς τοῦ σωλῆνος.

*Ἀραιόμετρον ἢ ἐκατόμβαθμον οἶνοπνευματόμετρον τοῦ Γαιλουσσάκου.* — Τὸ ὄργανον τοῦτο εἶναι προωρισμένον εἰς τὴν ἐκτίμησιν τοῦ οἶνοπνεύματος τοῦ περιεχομένου ἐν πνευματώδει τινὶ ὑγρῷ. Εἶναι δὲ ἡρματισμένον οὕτως, ὥστε ἐμβαπτιζόμενον εἰς τὸ καθαρὸν οἶνόπνευμα νὰ καταδύηται μέχρι τῆς κορυφῆς τοῦ σωλῆνος, ὅπου σημειοῦται 100. Ἐπειτα ἐμβαπτίζεται διαδοχικῶς εἰς τεχνικὰ κράματα ὕδατος καὶ καθαροῦ οἶνοπνεύματος, περιέχοντα ἐν 100 μέρεσι κατ' ὄγκον 95, 90, 85, 80 . . . μέρη οἶνοπνεύματος, καὶ σημειοῦται 95, 90, 85, 80 . . . κατὰ τὰ ἀντιστοιχοῦντα ἐπιψάσεως σημεία. Διαιρεῖται ἔπειτα ἕκαστον διάστημα εἰς 5 ἴσα μέρη, καὶ οὕτω προκύπτουσιν 100 διαιρέσεις ἢ βαθμοὶ μεταξὺ τοῦ μηδενικοῦ, τοῦ ἀντιστοιχοῦντος εἰς τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ, καὶ τοῦ 100 τοῦ ἀντιστοιχοῦντος εἰς τὸ καθαρὸν οἶνόπνευμα. Ἐὰν λοιπὸν ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ ὄργανον ἐμβαπτισθὲν εἰς πνευματώδες ὑγρὸν



δεικνύει 68 βαθμούς, συμπεραίνομεν ότι τὸ ὑγρὸν τοῦτο περιέχει 68 τοῖς 100 ἀνοπνεύματος.

Ἐν τούτοις ἡ βαθμολογία αὕτη παρέχει ἀκριβῆ ἐξαγόμενα μόνον δι' ὠρισμένην τινὰ θερμοκρασίαν. Ἀλλὰ ταύτης αὐξανούσης ἢ ἐλαττουμένης, ἢ πυκνότης τοῦ ὑγροῦ μεταβάλλεται, καὶ τὸ ὄργανον καταδύεται μᾶλλον ἢ ἥττον ἐν τῷ αὐτῷ ὑγρῷ. Διὰ τοῦτο πρέπει νὰ γίνωνται διορθώσεις τῶν ἐνδείξεων τοῦ ὀργάνου τούτου κατὰ πίνακας πρὸς τοῦτο κατασκευασθέντας ὑπὸ τοῦ Γαίλουσσάκου.

Πίναξ τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν κυριωτέρων στερεῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων, ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 0°.

Στερεά.	Εἰδικὸν βάρος.	Ἵγρὰ.	Εἰδικὸν βάρος.
Πλατίνα	22,069	Ἵδρ'ἀργυρος	13,598
Χρυσός	19,258	Βρώμιον	2,910
Μόλυβδος	11,352	Θεικὸν ὄξυδ	1,843
Ἄργυρος	10,474	Χλωροφόρμιον	1,480
Χαλκός	8,878	Ἵδροχλωρικὸν ὄξυδ	1,240
Ὀρείχαλκος	8,393	Νιτρικὸν ὄξυδ	1,217
Σίδηρος	7,788	Γάλα	1,030
Κασσίτερος	7,291	Ἵδωρ θαλάσσιον	1,026
Ψευδάργυρος	6,861	Ἵδωρ ἀπεσταγμένον	0,9998
Ἀδάμας	3,516	Ἐλαιον ἐλαίας	0,915
Μάρμαρον λευκὸν	2,837	Αἰθὴρ ὄξικός	0,890
Ἀργίλλιον	2,670	Ἀρωμ. ἔλαιον λειμωνίου	0,880
Κρύσταλλος πυρίτου	2,653	Ἀρωμ. ἔλαιον τερεβινθίνης	0,870
Θεῖον	2,033	Ἐλαιον νάφθας	0,847
ξύλον ἐλάτης	0,657	Οἰνόπνευμα καθαρὸν	0,807
Φελλός	0,240	Αἰθὴρ θεικός	0,715



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ.

## ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α'.

Ἰδιότητες τῶν αερίων, ἀτμοσφαῖρα, βαρόμετρα.

85. Ἰδιότητες κοινὰ τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν αερίων. — Τὰ μόρια τῶν αερίων ὀλισθαίνουν ἐπ' ἄλληλα μετὰ μείζονος εὐκολίας ἢ τὰ τῶν ὑγρῶν, ὡς ἐκ τούτου δὲ παραδεχόμεθα τὴν αὐτὴν ὑπόθεσιν περὶ τῆς συστάσεως τῶν αερίων καὶ τῶν ὑγρῶν, ὅτι δηλαδὴ ἐὰν αερίον τι περιέχεται ἐν ἀγγεῖῳ καὶ δὲν ἐνεργῆ ἐπ' αὐτοῦ ἢ βαρύτης, θὰ ἀποτελῆται ἐκ μορίων διανενημμημένον ὁμαλῶς πανταχοῦ, καὶ ἐντελῶς εὐκινήτων.

Ἄφ' ἐτέρου τὰ αέρια εἶναι συμπιεστὰ καὶ ἐλαστικά. Τοῦτο δεικνύουσι πᾶσαι αἱ δοκιμασίαι, εἰς ἃς δύναται τις νὰ ὑποβάλλῃ αὐτά. Ἀρκούμεθα δὲ νὰ ἀναφέρωμεν τὰ ἐξῆς δύο οὐσιώδη πειράματα. Λαμβάνομεν κύλινδρον ὑάλινον κλειστὸν κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον, στήνομεν αὐτὸν ὀρθὸν ἐπὶ τραπέζης, καὶ εἰς τὸ πρὸς τὰ ἄνω ἀνοικτὸν αὐτοῦ ἄκρον εἰσάγομεν ἐμβολέα κλείοντα αὐτὸν ἀκριβῶς, καὶ φορτίζομεν τὸν ἐμβολέα μὲ βάρος τι. Τότε βλέπομεν ὅτι ὁ ἐμβολεὺς καταβαίνει ἐντὸς τοῦ σωλῆνος, καὶ τόσον βαθύτερον, ὅσον τὸ ἐπ' αὐτοῦ βάρος εἶναι μεγαλείτερον. Ἄλλ' ἐνταυτῷ τὸ αερίον ἀνθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον καθ' ὅσον πιέζεται περισσότερον, καὶ ἰσορροπεῖ πρὸς τὸ βάρος. Ἐὰν δὲ τὸ βάρος τοῦτο ἀφαιρεθῆ, τὸ αερίον ἐκτείνεται καὶ λαμβάνει ἐκ νέου τὸν πρῶτον αὐτοῦ ὄγκον.

Τὸ δεύτερον πείραμα εἶναι τὸ ἐξῆς. Λαμβάνομεν κύστιν κλειστὴν καὶ περιέχουσαν αέρα μὴ πληροῦντα ἐξ ὀλοκλήρου αὐτήν, θέτομεν αὐτήν ὑπὸ τὸν κώδωνα πνευματικῆς ἀντλίας, καὶ κάμνομεν τὸ κενὸν ἐν τῷ κώδωνι τούτῳ περὶ τὴν κύστιν. Τότε δὲ βλέπομεν ὅτι αὕτη ἐξογκοῦται, ὡς ἐὰν ἐνεφύσα τις αὐτήν. Πρέπει λοιπὸν νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι τὰ μόρια τοῦ αερίου ἀπωθοῦσιν ἄλληλα πιέζοντα τοὺς τοίχους τῆς κύστεως· ἐγένετο δὲ αἰσθητὴ ἢ ἄπωσις αὕτη καὶ πίεσις ἀφαιρουμένου



τοῦ ἐκτὸς ἀέρος, ὅστις ἐπέφερε ἐπὶ τῆς κύστεως ἐνέργειαν ἴσην καὶ ἀντίθετον.

Αἱ θεμελιώδεις λοιπὸν ιδιότητες τῶν ὑγρῶν εὐρίσκονται καὶ εἰς τὰ ἀέρια, ἐπομένως δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν καὶ ταῦτα ὡς ἀποτελούμενα ἐκ μορίων κρατουμένων εἰς ἴσας ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις, δυναμένων νὰ πλησιάσωσιν ἢ νὰ ἀπομακρυνθῶσιν ἀπ' ἀλλήλων, ὅταν αὐξήσῃ ἢ ἐλαττωθῇ ἢ ἐξωτερικὴ πίεσις, ἀπωθούντων ἀλλήλα ἐξ ἴσου κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις, καὶ τέλος ἀντιδρώντων ἐπὶ τῶν τοίχων τῶν περιεχόντων αὐτὰ ἀγγείων, ὅπως καὶ τὰ μόρια τῶν ὑγρῶν. Ἐκ τῆς ταυτότητος ταύτης τῆς συστάσεως τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν ἀερίων πηγάζουσιν ἀναγκαίως αἱ αὐταὶ συνέπειαι, καὶ πάσας τὰς ιδιότητας, αἵτινες ἦσαν ἀποτέλεσμα τῆς συστάσεως ταύτης ἐν τοῖς ὑγροῖς, ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι δὲν ἔχουσι βάρους, δυνάμεθα νὰ τὰς παραδεχθῶμεν ἄνευ οὐδεμιᾶς ἀποδείξεως καὶ διὰ τὰ ἀέρια θεωρούμενα ἄνευ βάρους.

86. Ἀρχὴ τῆς ἰσότητος τῶν πιέσεων. — Ἡ πρώτη τῶν συνεπειῶν τῆς ὑποθέσεως περὶ τῆς συστάσεως τῶν ἀερίων εἶναι ὅτι ἐὰν νοήσωμεν στοιχεῖον ἐπιφανείας ἐντὸς ἀερίου κεκλεισμένου ἐν ἀγγείῳ, θὰ δέχεται ἑκατέρωθεν πιέσεις καθέτους ἀνεξαρτήτους τῆς διευθύνσεως καὶ τῆς θέσεως αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ θεωρήσωμεν τὸ στοιχεῖον τοῦτο ἐπὶ τοῦ τοίχου τοῦ δοχείου, θὰ δέχεται πάλιν τὴν αὐτὴν πίεσιν, ὅπου καὶ ἂν κεῖται.

Ἡ ιδιότης αὕτη εἶναι ἡ ἀρχὴ τῆς ἰσότητος τῶν πιέσεων, ἐπεκταθεῖσα εἰς τὰ ἀέρια.

87. Ἀρχὴ τῆς ἴσης μεταδόσεως τῶν πιέσεων. — Ἐὰν ἀέριον ληφθῇ ἐν καταστάσει τινὶ πιέσεως καὶ πιεσθῇ ἔτι μᾶλλον δι' ἐμβολέως ἐνηρμοσμένου ἐν σωλῆνι συνεχομένῳ μετὰ τοῦ δοχείου, ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου θὰ ἐλαττωθῇ, μέχρις οὗ ἢ ἐλαστικὴ αὐτοῦ ἀντίδρασις γείνη ἴση τῇ ἐπιφερομένῃ πιέσει. Τότε δὲ ἡ πίεσις αὕτη θὰ εἶναι μεταδεδομένη ἐξ ἴσου ἐπὶ ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν ἴσων, ἐπὶ δὲ ἀνίσων ἐπιφανειῶν ἀναλόγως τῆς ἐκτάσεως αὐτῶν. Εἶναι δὲ τοῦτο ἡ ἀρχὴ τῆς ἀναλόγου μεταδόσεως τῶν πιέσεων, οἷα ἐξετέθη διὰ τὰ ὑγρά.



Ἐπολείπεται δὲ νὰ δείξωμεν ὅτι ἡ βαρύτης παράγει ἐπὶ τῶν ἀερίων φαινόμενα ὅμοια τοῖς ἐπὶ τῶν ὑγρῶν. Ἀλλὰ πρὸ τούτου πρέπει νὰ δείξωμεν ὅτι τὰ ἀέρια ἔχουσι βῆρος, ὅπερ μέχρι τινὸς δὲν ἦτο γνωστόν.

88. Βῆρος τῶν ἀερίων. — Ἴνα δείξωμεν ὅτι τὰ ἀέρια εἶναι βαρέα, κάμνομεν τὸ ἐξῆς πείραμα. Λαμβάνομεν κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν, χωρητικότητος 5 μέχρι 10 λιτρῶν, κλειομένην διὰ στρόφιγγος. Ἀφαιροῦμεν ἐξ αὐτῆς τὸν ἀέρα διὰ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας, κλείομεν τὴν στρόφιγγα, καὶ ἐξαρτῶντες τὴν σφαῖραν ἐκ τῆς πλάστιγγος ζυγοῦ εὐαισθήτου ἰσορροποῦμεν αὐτὴν διὰ βαρῶν τιθεμένων ἐν τῇ ἐτέρᾳ πλάστιγγι. Ἐὰν ἔπειτα ἀνοίξωμεν τὴν στρόφιγγα ἀκρούομεν τὸν ἀέρα εἰσέρχόμενον εἰς τὴν σφαῖραν μετὰ συριγμοῦ, καὶ βλέπομεν ταύτην ῥέπουσαν. Τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ὅταν ἀντὶ ἀέρος εἰσαχθῆ εἰς τὴν σφαῖραν ἄλλο τι ἀέριον. Ἄρα πάντα τὰ ἀέρια εἶναι βαρέα. Κατὰ τὸν ἀνωτέρω δὲ τρόπον εὐρέθη ὅτι μία λίτρα ἀέρος ἔλκει γραμμάρια 1,293, ὑδρογόνου 0,09, ἀνθρακικοῦ ὀξέος 5,776.

89. Πίσεις προερχόμεναι ἐκ τῆς βαρύτητος. — Πάντα τὰ ῥηθέντα περὶ τῶν πιέσεων, ἃς παράγει ἡ βαρύτης ἐν τοῖς ὑγροῖς (68) ἐφαρμόζονται καὶ εἰς τὰ ἀέρια. Δηλαδή ἡ πίσις αὐξάνει ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ἐν ἐκάστῳ ὀριζοντίῳ σρώματι εἶναι ἡ αὐτὴ πανταχοῦ τοῦ στρώματος καὶ ἐνεργεῖ ἐξ ἴσου ἐπὶ ἴσων ἐπιφανειῶν, εἴτε ὀριζόντιοι, εἴτε κατακόρυφοι, εἴτε κεκλιμένοι εἶναι αὗται. Προσέτι ἡ πίσις ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν τοίχων τοῦ περιέχοντος τὸ ἀέριον ἀγγείου, καὶ ἐφ' ἐκάστου στοιχείου εἶναι ἴση τῷ βάρει τοῦ ἀερώδους κυλίνδρου, ὅστις ἔχων βάσιν τὸ στοιχεῖον ἐκεῖνο ἐκτείνεται μέχρι τοῦ ἀνωτάτου σρώματος. Προσέτι ἡ πίσις αὕτη εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος τοῦ ἀγγείου.

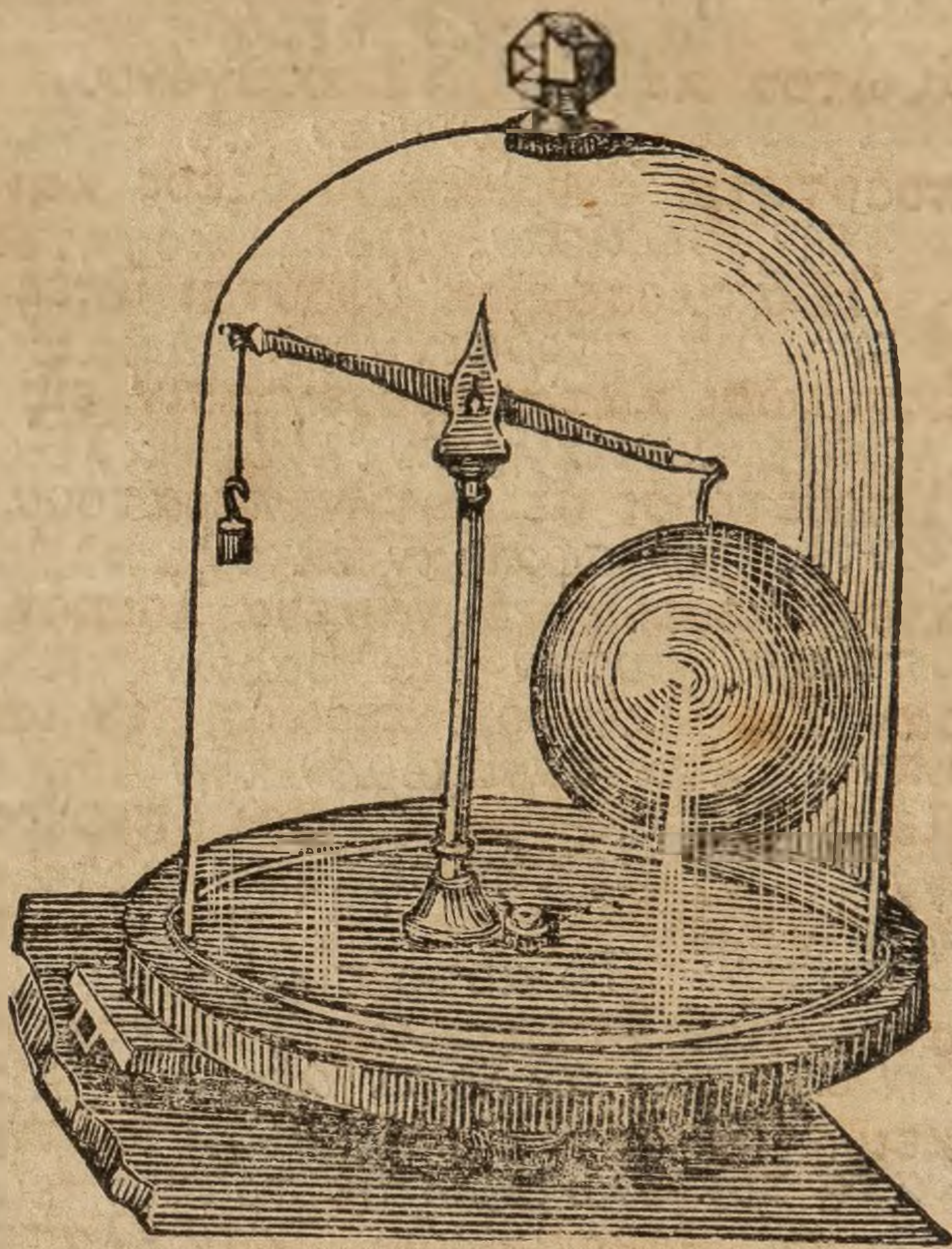
90. Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους. Ἀερόστατα. — Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἀληθεύει καὶ περὶ τῶν ἀερίων· δηλονότι πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῷ ἀερίῳ ἀποβάλλει ἐκ τοῦ βάρους του τόσον, ὅσον εἶναι τὸ βῆρος τοῦ ἀερίου, τὸ ὁποῖον ἐκτοπίζει.

Καὶ θεωρητικῶς μὲν ἀποδεικνύεται ἡ ἀρχὴ αὕτη ἀπαραλλάκτως, ὡς καὶ ἐπὶ τῶν ὑγρῶν (79). Ἡ δὲ πειραματικὴ



ἀκριβῆς ἀπόδειξις αὐτῆς οὐδεμίαν παρέχει δυσκολίαν· ἐν τοῦ-  
τοις ἀρκοῦνται συνήθως εἰς τὸ ἐξῆς πείραμα, τὸ ὁποῖον δει-  
κνύει μόνον τὴν ἀπώλειαν τοῦ βάρους, χωρὶς νὰ καταμετρήσῃ  
αὐτήν. Λαμβάνομεν μικρὰν φάλαγγα ζυγοῦ (σχ. 39), καὶ  
ἐξαρτῶμεν ἐκ μὲν τοῦ ἐτέρου  
ἄκρου σφαῖραν χαλκῆν κοίλην  
ικανῶς μεγάλην, ἐκ δὲ τοῦ  
ἐτέρου μικρὰν σφαῖραν μολυ-  
βδίνην ἡγερέαν ἰκανὴν νὰ ἰσορ-  
ροπήσῃ πρὸς τὴν ἐτέραν.

Τὸ ὄργανον τοῦτο, ὅπερ κα-  
λεῖται βαροσκόπιον, θέτομεν  
ὑπὸ τὸν κώδωνα πνευματικῆς  
ἀντλίας, καὶ ἀφαιροῦμεν ἐκ  
τούτου τὸν ἀέρα. Παρατηροῦ-  
μεν δὲ τότε ὅτι ἡ φάλαγγς ῥέ-  
πει πρὸς τὴν μεγαλειτέραν  
σφαῖραν. Τοῦτο δεικνύει ὅτι  
αὕτη εἶναι βαρυτέρα τοῦ ἐκ



Σχ. 39.

μολύβδου σφαιριδίου, ἀλλ' ἰσορροπεῖ πρὸς αὐτὸ ἐν τῷ ἀέρι,  
διότι ἀπέβαλλεν ἐν αὐτῷ ἐκ τοῦ βάρους τῆς περισσότερον.

Ἐπειδὴ ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἀληθεύει καὶ περὶ τῶν ἐν  
ἐν τῷ ἀέρι ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων, ἀληθεύει καὶ ἐπὶ τού-  
των ὅ,τι ἐλέχθη καὶ περὶ τῶν ἐμβεβαπτισμένων ἐν τοῖς ὑγροῖς.

Ἐὰν δηλαδὴ σῶμά τι εἶναι βαρύτερον ἴσου ὄγκου ἀέρος,  
καταπίπτει ἔνεκα τῆς ὑπεροχῆς τοῦ βάρους τοῦ πρὸς τὴν ἄνω-  
σιν τοῦ ἀερίου. Ἐὰν δὲ τὸ σῶμα ἔχῃ τὸ αὐτὸ βάρος καὶ ἴσος  
ὄγκος ἀέρος, αἰωρεῖται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ. Τέλος δὲ ἐὰν εἶναι  
ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος, ἀνυψοῦται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ μέχρις οὗ  
φθάσῃ εἰς στρώματα ἀέρος ἔχοντα πυκνότητα ἴσην τῇ ἑαυτοῦ.

Διὰ τὴν αἰτίαν ταύτην ὁ καπνὸς καὶ τὰ ἀερόστατα ὑψοῦν-  
ται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ. Εἶναι δὲ τὰ ἀερόστατα σφαῖραι ἐξ  
ἐλαφροῦ ὑφάσματος ἀεροστεγοῦς, αἵτινες πληρούμεναι ἀέρος  
θερμοῦ ἢ ὑδρογόνου ἀνυψοῦνται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ· διότι τὸ  
βάρος τῆς σφαίρας καὶ τῶν ἐξαρτημάτων αὐτῆς εἶναι μικρό-  
τερον τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος, ὃν ἐκτοπίζουσι.



## Περὶ ἀτμοσφαιρας καὶ τῆς πιέσεως αὐτῆς.

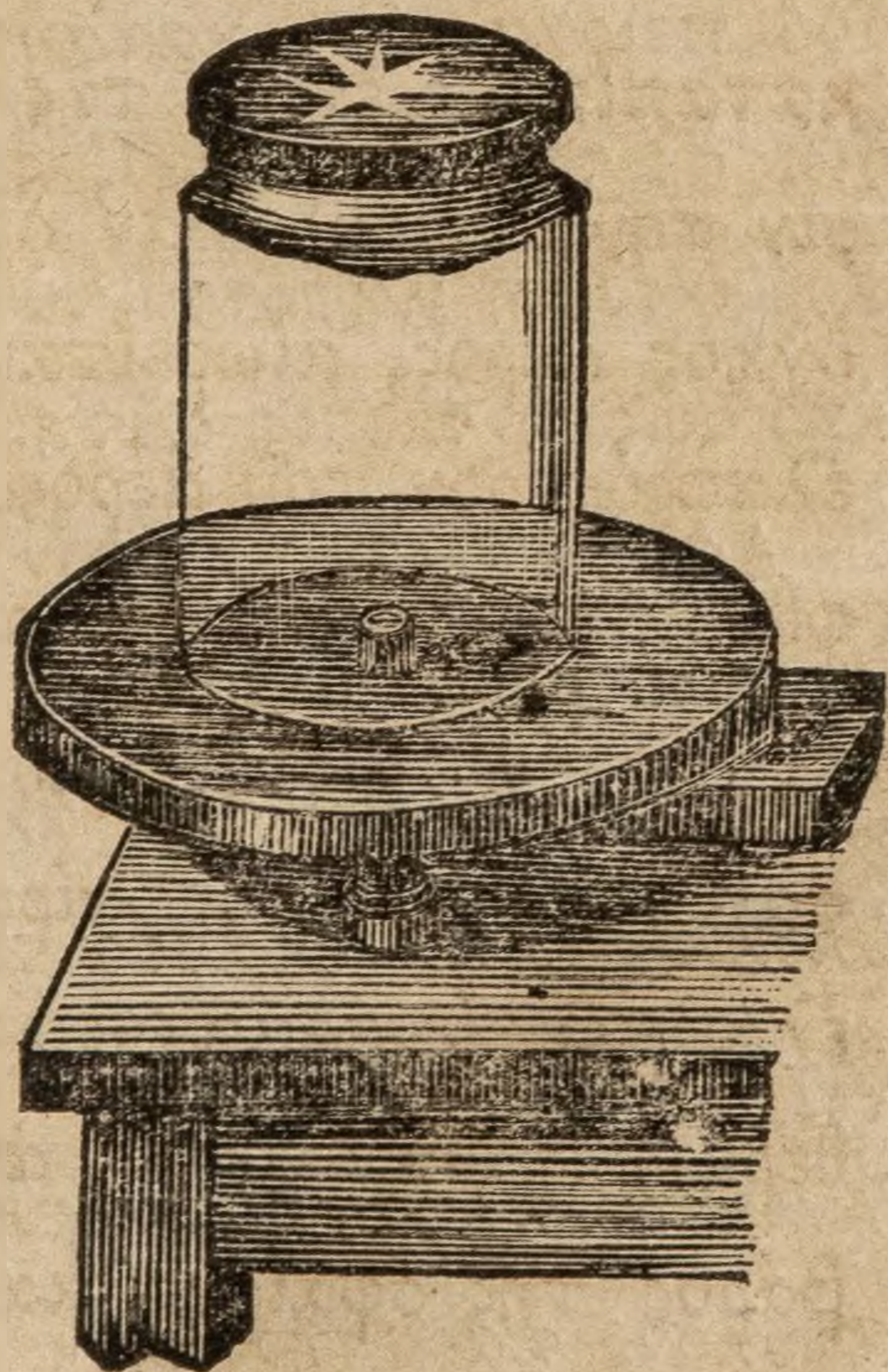
91. Καλεῖται ἀτμοσφαῖρα ὁ περιβάλλων τὴν γῆν ἀήρ. Εἶναι δὲ ὁ ἀήρ μίγμα δύο ἀπλῶν αερίων, τοῦ ἀζώτου καὶ τοῦ ὀξυγόνου, συνιστάμενον ἐν 100 μέρεσι κατ' ὄγκον ἐξ 79,20 ἀζώτου καὶ 20,81 ὀξυγόνου. Περιέχει δὲ ὁ ἀήρ καὶ μικρὰν ποσότητα ἀνθρακικοῦ ὀξέος καὶ ἀτμούς ὕδατος.

Ἡ ἀτμοσφαῖρα ὑψοῦται ὑπὲρ τὸ ἔδαφος εἰς ὕψος, τὸ ὁποῖον ἐκτιμῶσι κατὰ προσέγγισιν εἰς ἑξήκοντα περίπου χιλιόμετρα. Ὑποθέτουσι δὲ αὐτὴν περατουμένην εἰς τελευταῖόν τι στρώμα ἄνευ πιέσεως. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ θεωρήσωμεν τὴν ἀτμοσφαιραν ὡς ὠκεανὸν αερώδη ἐν ἰσορροπία, καλύπτοντα τὴν γῆν μέχρις ὕψους τινός, καὶ ἐπιφέροντα τὰς αὐτὰς πιέσεις, ὡς ἐὰν ἦτο ὑγρὸν ἐλαχίστης πυκνότητος. Κατὰ ταῦτα ἐφ' ἑκάστου στοιχείου ἐπιφανείας θὰ ὑπάρχη πίεσις ἴση τῷ βάρει τοῦ ἐπικειμένου αέρος. Ἡ πίεσις αὕτη εἶναι ἴση ἐπὶ τῶν ὁμοκέντρων τῆ γῆ ἐπιφανειῶν, καὶ ἐλαττοῦται μὲν ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τὰ ἄνω, αὐξάνει δὲ ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τὰ κάτω.

92. Πειράματα δεικνύοντα τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. — Ἡ πίεσις τῆς ἀτμοσφαιρας δύναται νὰ δειχθῆ διὰ πολλῶν πειραμάτων, ἐξ ὧν ἐκθέτομεν τὰ ἐξῆς δύο, τὸ τῆς κυστορραγίας καὶ τὸ τῶν ἡμισφαιρίων τοῦ Μαγδεβούργου.

α΄.) *Κυστορραγία.* — Ἐπὶ τοῦ δίσκου πνευματικῆς ἀντλίας τίθεται ὑάλινος κύλινδρος (σχ. 40), τοῦ ὁποίου τὸ πρὸς τὰ ἄνω ἄκρον εἶναι κεκλεισμένον στεγανῶς διὰ τεμαχίου κύστεως. Καθ' ὅσον δὲ ἀφαιροῦμεν τὸν αέρα ἐκ τοῦ κυλίνδρου, βλέπομεν τὴν κύστιν καταθλιβομένην ἰσχυρῶς καὶ ἐπὶ τέλος διαρρηγνυμένην μεθ' ἰσχυροῦ κρότου, ὅστις παράγεται ὑπὸ τῆς αἰφνιδίας εισόδου τοῦ αέρος εἰς τὸν κύλινδρον.

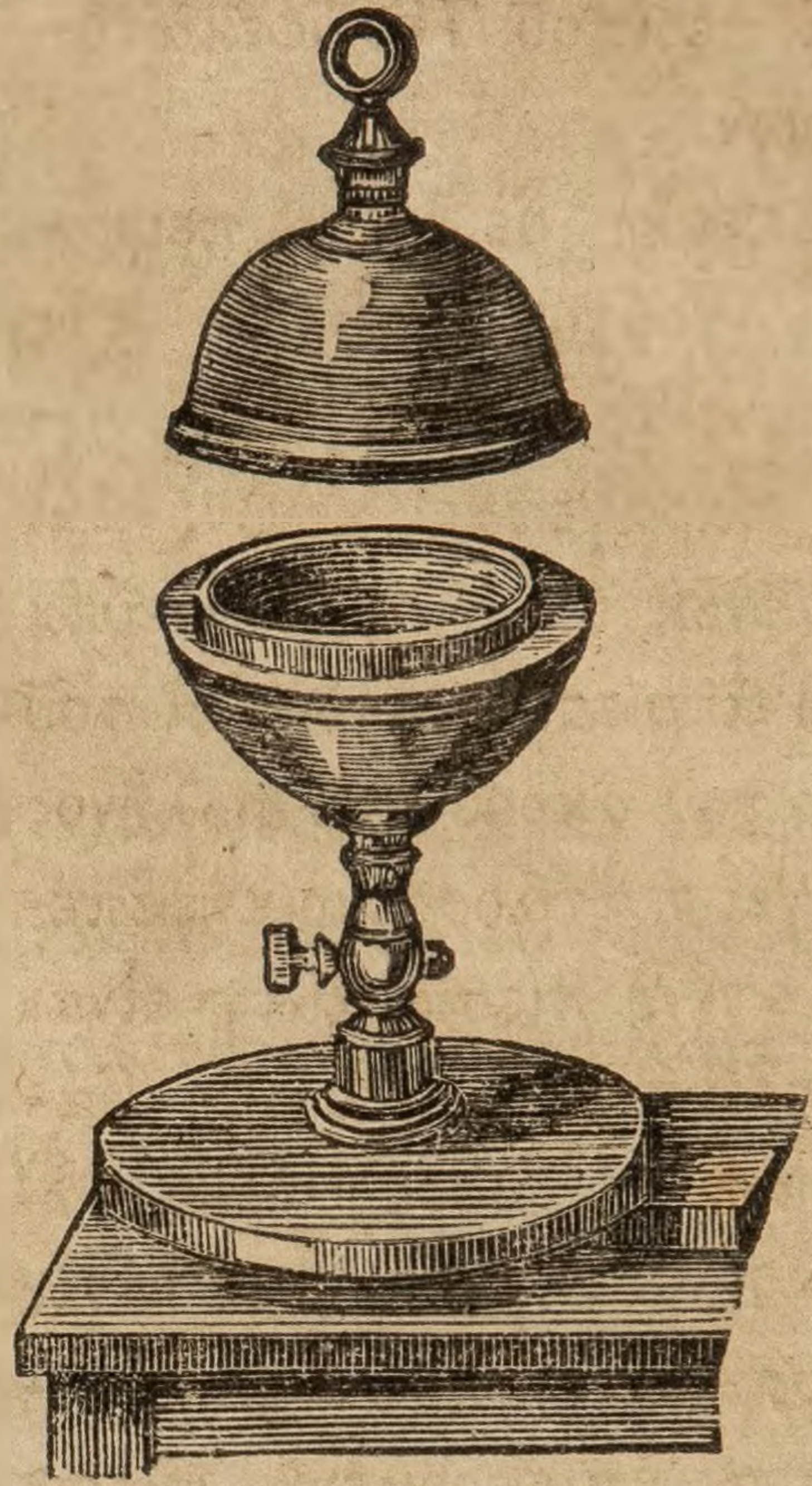
β΄.) *Ἡμισφαίρια τοῦ Μαγδεβούργου.* — Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκριται (σχ. 41) ἐκ δύο χαλκῶν



Σχ. 40.



κοίλων ἡμισφαιρίων, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ ἐφαρμοσθῶσιν ἐπ' ἄλληλα ἀκριβῶς οὕτως, ὥστε νὰ ἀποτελῶσι κοίλην σφαῖραν δυναμένην νὰ διατηρήσῃ τὸ κενόν. Τὸ ἕτερον τῶν ἡμισφαιρίων φέρει στρόφιγγα, δι' ἧς κοχλιούται ἐπὶ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας, τὸ δὲ ἄλλο λήγει εἰς δακτύλιον, ὅστις χρησιμεύει ὡς λαβή. Ἐνόσω τὰ ἡμισφαίρια ἐπιτεθειμένα ὄντα περιέχουσιν ἀέρα, εὐκόλως δύνανται νὰ ἀποχωρισθῶσιν· ἀλλ' ὅταν ἀφαιρεθῇ ὁ ἐν αὐτοῖς ἀήρ, ἀπαιτεῖται ἵνα



Σχ. 41.

ἀποσπασθῶσιν ἰσχυρὰ δύναμις, καὶ πάντοτε ἡ αὐτὴ, ἐν οἱαδήποτε θέσει καὶ ἂν κρατῶμεν τὸ ὄργανον· τοῦτο δὲ δεικνύει ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἐνεργεῖ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως.

### Περὶ βαρομέτρου.

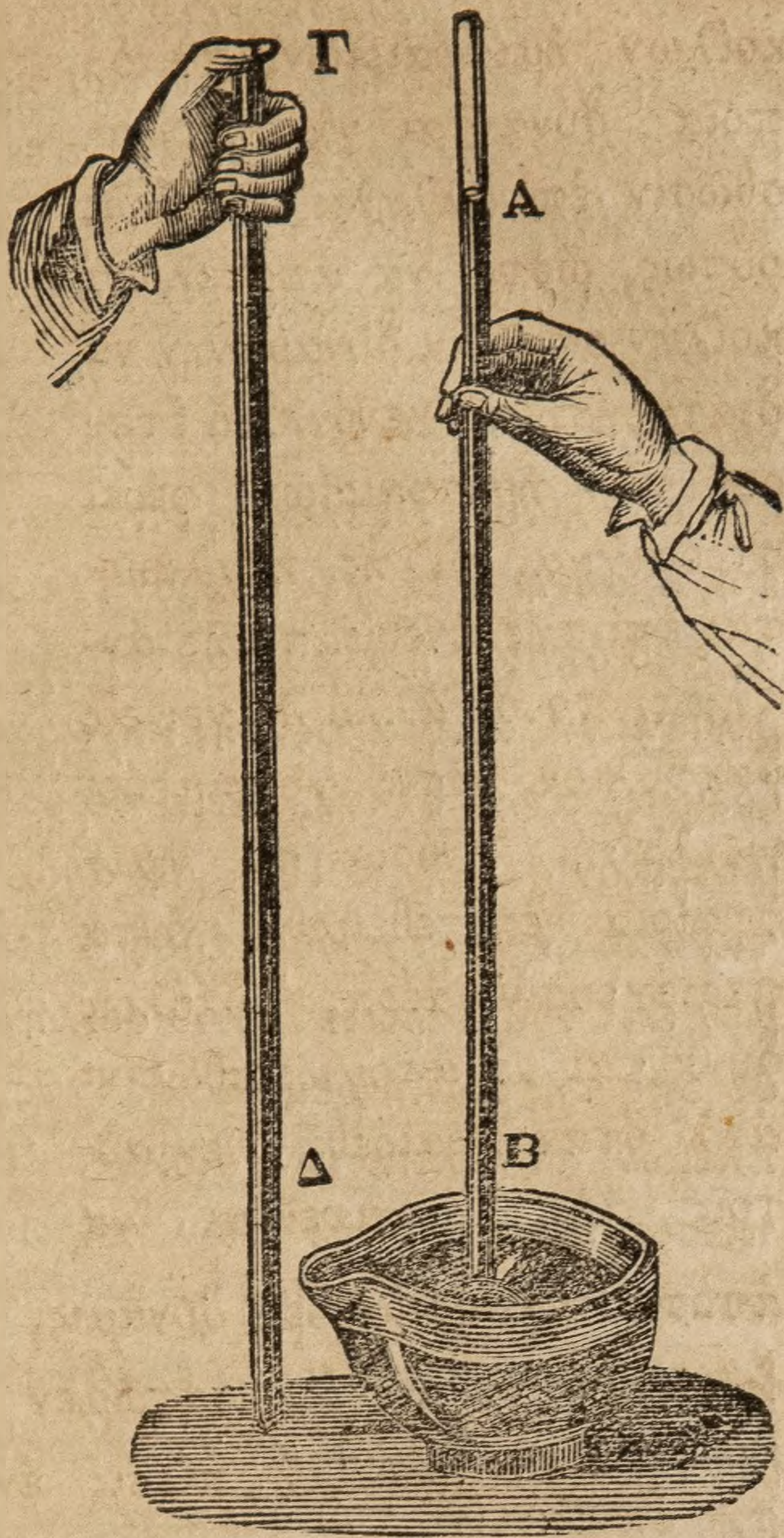
93. Πείραμα τοῦ Τορρικέλλη. — Διὰ τῶν προηγουμένων, δύο πειραμάτων καταδεικνύεται μόνον ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις· διὰ δὲ τοῦ ἐπομένου, τὸ ὁποῖον ἐγένετο τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Τορρικέλλη μαθητοῦ τοῦ Γαλιλαίου κατὰ τὸ 1642, μετρεῖται ἀκριβῶς ἡ πίεσις αὕτη.

Λαμβάνομεν ὑάλινον σωλῆνα μήκους 80 τοῦλάχιστον ὑφ' ἑκατομέτρῳ, διαμέτρου 5—6 ὑποχιλιομέτρων, καὶ κλειστὸν κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων. Πληροῦντες τοῦτον ὑδραργύρου ἐξ ὀλοκλήρου καὶ φράσσοντες τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον διὰ τοῦ ἀντίχειρος (σχ. 42), ἀναστρέφομεν καὶ ἐμβαπτίζομεν τὸ ἄκρον τοῦτο εἰς λεκάνην πλήρη ὑδραργύρου. Ἐὰν δὲ ἀποσύρωμεν τότε τὸν δακτύλον, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη καταβαίνει μέχρι τινὸς μόνον, διατηροῦσα ὕψος AB, τὸ ὁποῖον κατὰ τὴν



ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν εἶναι περίπου 76 ὑφεκατομέτρων.

Ἐπειδὴ δὲ ἐν τῷ πειράματι τούτῳ ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας A τοῦ ὑδραργύρου παράγεται κενόν, καὶ ἐπομένως ἐπ' αὐτῆς οὐδεμία ἐνεργεῖ πίεσις, ἐνῶ ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου τοῦ σωλῆνος ἐνεργεῖ ἡ ἀτμοσφαιρική, ἔπεται ὅτι ἡ πίεσις αὕτη εἶναι ἡ ἰσορροποῦσα πρὸς τὸ βάρος τῆς τοῦ ὑδραργύρου στήλης AB. Ἄρα ἡ ἐπὶ τινος ἐπιφανείας ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρας ἐπιφερομένη πίεσις εἶναι ἴση τῷ βάρει στήλης ὑδραργύρου ἐχούσης βάσιν μὲν τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην, ὕψος δὲ κατὰ μέσον ὄρον  $0^m, 76$ . Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι αὐξανομένης ἢ ἐλαττουμένης τῆς πίεσεως τῆς ἀτμοσφαιρας, τὸ αὐτὸ θέλει συμβῆ καὶ εἰς τὴν τοῦ ὑδραργύρου στήλην.



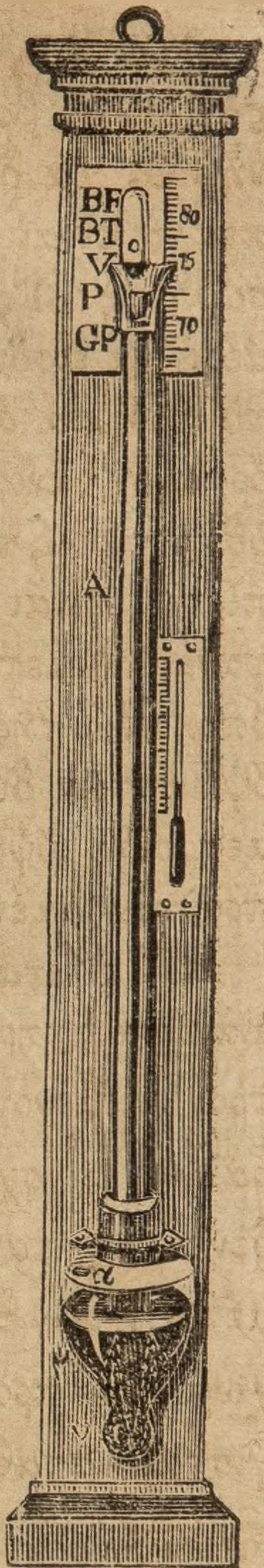
Σχ. 42.

Ὅργανα, οἷον τὸ ἀνωτέρω, χρησιμεύοντα εἰς καταμέτρησιν τῆς ἀτμοσφαιρικής πίεσεως, καλοῦνται βαρόμετρα. Ὑπάρχουσι δὲ διαφόρων εἰδῶν βαρόμετρα, ὧν περιγράφομεν τὰ κυριώτερα.

94. *Βαρόμετρον κοινόν.* — Τὸ βαρόμετρον τοῦτο δὲν διαφέρει τοῦ ἀνωτέρω περιγραφέντος σωλῆνος τοῦ Τορρικέλλη, ἢ κατὰ τοῦτο, ὅτι ὁ σωλὴν μετὰ τῆς λεκάνης εἶναι προσηρμοσμένα ἐπὶ ὀρθογωνίου σανίδος (σχ. 43), ἐφ' ἧς εἶναι κεχαραγμένη κλίμαξ, τῆς ὁποίας τὸ 0 ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ σὺνηθες ὕψος τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ. Ἴνα μὴ ἐπιφέρωσι δὲ αἱ μεταβολαὶ τοῦ ὕψους τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργύρου μεταβολὰς ὕψους τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ, εἰς τὸ ὁποῖον ὕψος ἀντιστοιχεῖ τὸ μηδὲν τῆς βαθμολογίας, ἡ λεκάνη κατασκευάζεται πολὺ εὐρυτέρα τοῦ σωλῆνος.



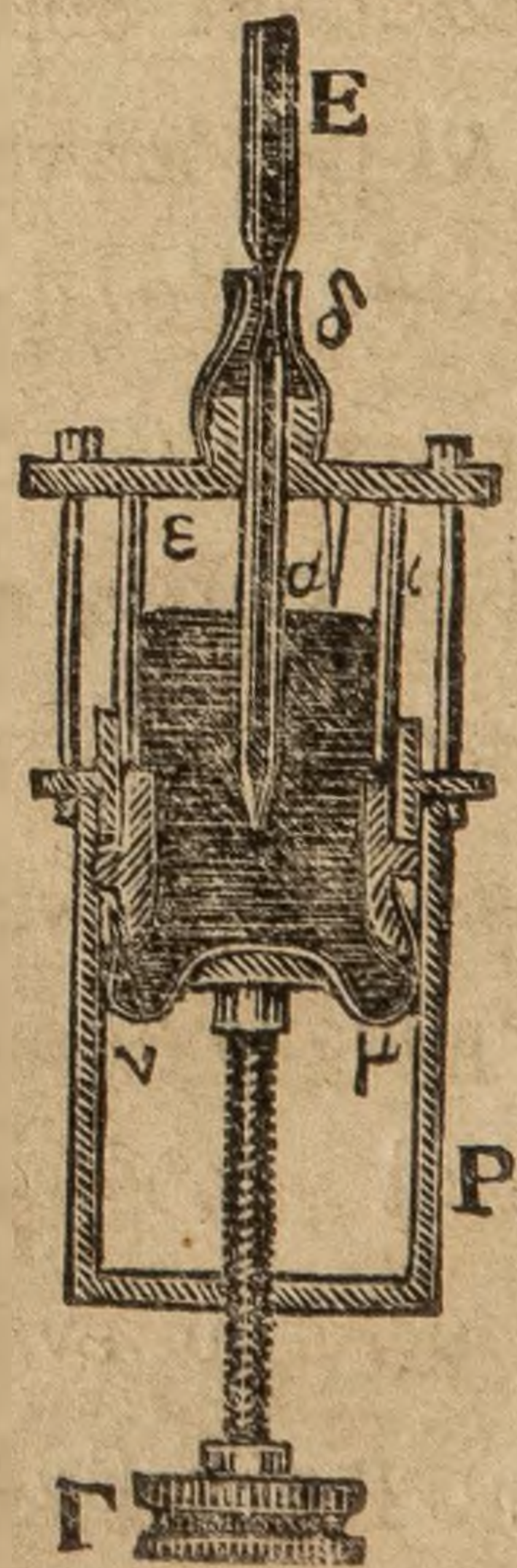
95. *Βαρόμετρον τοῦ Φορτίου* — Τὸ βαρόμετρον τοῦτο διαφέρει τοῦ προηγουμένου κυρίως κατὰ τὴν λεκάνην. Ἀποτελεῖται δὲ αὕτη ἐκ κυλίνδρου ὑαλίνου εἰ (σχ. 43), δι' οὗ διαφαίνεται ὁ ὑδράργυρος. Ὁ πυθμὴν τοῦ κυλίνδρου τούτου κλείεται ὑπὸ δέρματος δορκάδος μὲν δυναμένου νὰ ἀναβιβάζηται καὶ καταβιβάζηται διὰ τοῦ κοχλίου Γ. Τέλος δὲ ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου τοίχου τῆς λεκάνης ὑπάρχει μικρὸν ἔλεφαντινον γέλεχος α, τοῦ ὁποίου ἡ αἰχμὴ ἀντιστοιχεῖ ἀκριβῶς εἰς τὸ μηδὲν τῆς κλίμακος τῆς κεχαραγμένης ἐπὶ τῆς ὀρειχαλκίνης θήκης, ἣτις περιβάλλει τὸν βαρομετρικὸν σωλῆνα. Πρὸς τὰ ἄνω ἡ λεκάνη κλείεται ὑπὸ δέρματος δορκάδος δ δεδεμένου ἀφ' ἐνὸς μὲν ἐπὶ τοῦ βαρομετρικοῦ σωλῆνος Ε, ἀφ' ἐτέρου δὲ ἐπὶ τῆς σωληνοειδοῦς ἐξοχῆς, εἰς ἣν λήγει ὁ κλείων τὴν λεκάνην δίσκος. Ἡ ἀτμοσφαιρική πῖεσις ἐνεργεῖ διὰ τῶν πόρων τοῦ δέρματος τούτου. Ἴνα δὲ γείνη χρῆσις τοῦ προκειμένου βαρομέτρου, πρέπει ἐν ἐκάστη παρατηρήσει ἡ ἔλεφαντίνη αἰχμὴ α νὰ γίνηται ἐφαπτομένη τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ὅπερ κατορθοῦται στρεφομένου τοῦ κοχλίου. Οὕτω δὲ ἡ ἀπόστασις τῆς κορυφῆς τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἀπὸ τῆς ἔλεφαντίνης αἰχμῆς α παριστᾷ ἀκριβῶς τὸ ὕψος τοῦ βαρομέτρου.



Σχ. 43.

Τὸ βαρόμετρον τοῦτο ἔχει καὶ τὸ πλεονέκτημα νὰ εἶναι εὐμετακόμιστον ἐν ταῖς ὁδοιπορίαις· διότι ἀρκεῖ νὰ ἀναβιβάσθῃ διὰ τοῦ κοχλίου τὸ δέσμα, μέχρις οὗ ἡ λεκάνη καὶ ὁ σωλὴν πληρωθῶσιν ἐντελῶς ὑδραργύρου. Τότε δὲ τὸ βαρόμετρον δύναται νὰ λάβῃ πᾶσαν κλίσιν, καὶ μάλιστα νὰ ἀναστραφῇ, χωρὶς νὰ εἶναι φόβος νὰ εἰσέλθῃ ἀήρ, ἢ νὰ θραύσῃ τὸν σωλῆνα ἢ πρόσκρουσις τοῦ ὑδραργύρου.

96. *Βαρόμετρον σιφωνοειδὲς τοῦ Γαλιουσσάκου*. — Τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 45), τὸ ὁποῖον δὲν εἶναι ὀλιγώτερον ἀκριβὲς τοῦ προηγουμένου, συνίσταται ἐκ δύο ἀνίσων



Σχ. 44.



σκελῶν AB, ΓΔ, ὧν τὸ μὲν μακρότερον εἶναι κλει-  
 σὸν, τὸ δὲ βραχύτερον φέρει ὀπὴν κωνικὴν λίαν γε-  
 νήν O. Τὰ δύο ταῦτα σκέλη, ὧν αἱ διάμετροι πρέ-  
 πει νὰ εἶναι ἀκριβῶς ἴσαι, ἐνοῦνται διὰ στενοτάτου  
 σωλῆνος ΒΓ, προωρισμένου εἰς τὸ ἐμποδίζειν τὸν  
 αέρα νὰ εἰσδύῃ εἰς τὸν βαρομετρικὸν θάλαμον (ἦτοι  
 τὸ πρὸς τὰ ἄνω κενὸν μέρος τοῦ σωλῆνος), ὅταν τὸ  
 ὄργανον ἀναστρέφεται. Τὸ ὕψος τῆς στήλης τοῦ  
 ὑδραργύρου, τῆς ἰσορροπούσης πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν  
 πίεσιν, εἶναι ἢ κατακόρυφος ἀπόστασις τῶν δύο ἐπι-  
 φανειῶν· μετρεῖται δὲ διὰ κλίμακος, ἧς τὸ O κεῖται  
 ὑποκάτω τῆς κατωτέρας ἐπιφανείας. Ἡ διαφορὰ τοῦ  
 ὕψους τῶν δύο ἐπιφανειῶν ὑπὲρ τὸ O εἶναι τὸ βαρο-  
 μετρικὸν ὕψος. Τὸ ὄργανον τοῦτο εἶναι συνήθως  
 προσηρμοσμένον ἐν κοίλῃ ῥάβδῳ ἢ ἐν ξυλίνῃ θήκῃ.



Σχ. 45.

97. Μεταβολαὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.—

Ἐὰν παρατηρήσωμεν ἐπὶ πολλὰς ἡμέρας βαρόμε-  
 τρον κείμενον ἐν τόπῳ τινί, εὐρίσκομεν ὅτι τὸ ὕψος αὐτοῦ μετα-  
 βάλλεται σχεδὸν συνεχῶς. Ἐν τοσοῦτῳ αἱ μεταβολαὶ αὗται  
 δὲν εἶναι πανταχοῦ αἱ αὐταί. Ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὀρέων καὶ  
 μεταξὺ τῶν τροπικῶν εἶναι πολὺ μικραὶ, αὐξάνουσι δὲ ὅσον προ-  
 χωροῦμεν πρὸς τοὺς πόλους. Καὶ ὑπὸ μὲν τὸν ἰσημερινὸν αἱ μέ-  
 γισται μεταβολαὶ εἶναι συνήθως 6 ὑποχιλιομέτρων, ὑπὸ τὸν  
 τροπικὸν τοῦ καρκίνου 30, ἐν Παρισίοις 50, καὶ εἰς ἀπόστασιν  
 25 μοιρῶν ἀπὸ τοῦ πόλου 60. Προσθετέον δὲ ὅτι αἱ μέγισται  
 μεταβολαὶ συμβαίνουσι τὸν χειμῶνα.

Αἱ βαρομετρικαὶ αὗται μεταβολαὶ κυρίως εἶναι ἀκανόνιστοι  
 καὶ τυχαῖαι, ἀντιστοιχοῦσι δὲ εἰς διαφόρους τῆς ἀτμοσφαίρας  
 καταστάσεις. Κατὰ τὰ ἡμέτερα κλίματα τὸ βαρόμετρον ἀνα-  
 βαίνει ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὅταν ὁ καιρὸς γίνεται καλλίτερος,  
 καταβαίνει δὲ ὅταν βροχὴ ἢ θύελλα προσεγγίξῃ· ὑπὸ δὲ τὸν  
 ἰσημερινὸν μένει ἀμετάβλητον καὶ ἐν ταῖς μεγίσταις τρικυμῖαις.

Ἀνεξαρτήτως τῶν τυχαίων τούτων καὶ ἀκανονίστων μετα-  
 βολῶν τοῦ βαρομέτρου συμβαίνουσι πανταχοῦ τῆς γῆς καὶ ἄλ-  
 λαι κανονικαὶ καὶ περιοδικαί, καλούμεναι μεταβολαὶ ἡμερή-  
 σιαι. Καὶ ὑπὸ τὸν ἰσημερινὸν μὲν αὗται παρατηροῦνται εὐκόλως,  
 ἀλλ' ὑπὸ τὰ ὑψηλὰ πλάτη συγχέονται μετὰ τῶν τυχαίων μετα-

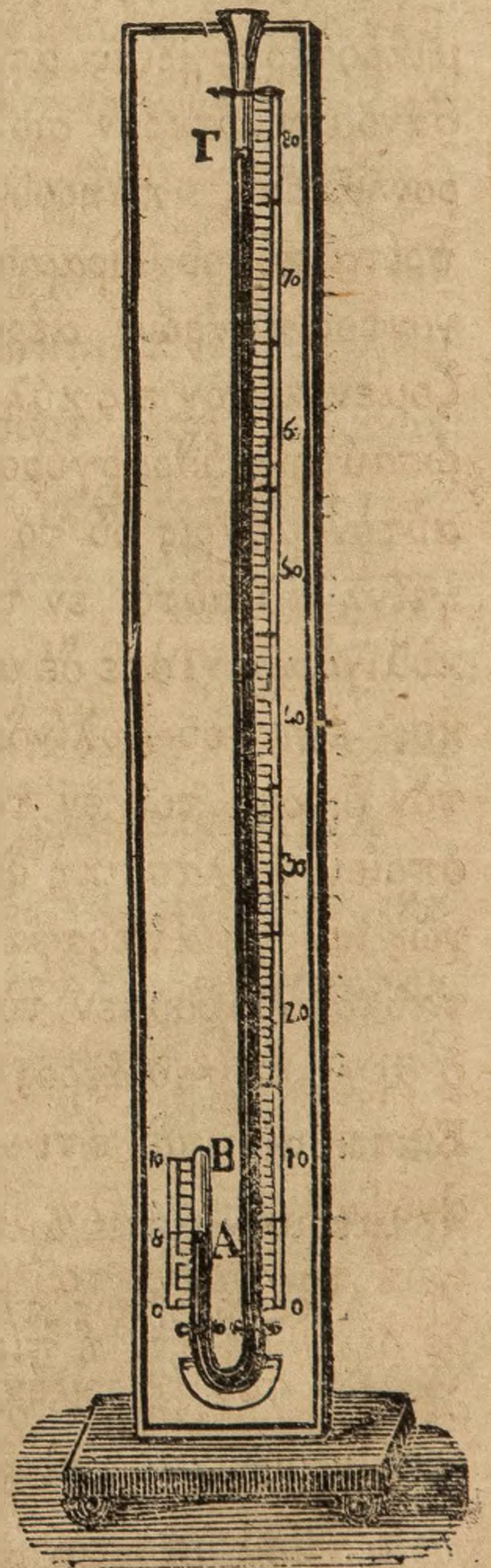


βολῶν. Αἱ ἡμερήσιαι αὗται μεταβολαὶ ἀκολουθοῦσι τὴν ἐξῆς πορείαν· ἀπὸ τῆς μεσημβρίας τὸ βαρόμετρον καταβαίνει μέχρι τῆς τετάρτης μ. μ., ὅτε φθάνει ἐλάχιστόν τινα ὄρον· ἀπὸ τῆς τετάρτης ἀναβαίνει μέχρι τῆς δεκάτης, ὅτε φθάνει μέγιστόν τινα ὄρον. Τέλος δὲ καταβαίνει καὶ φθάνει δεύτερον ἐλάχιστον ὄρον κατὰ τὴν τετάρτην μετὰ τὸ μεσονύκτιον, ἔπειτα ἀναβαίνει καὶ φθάνει δεύτερον μέγιστον ὄρον κατὰ τὴν δεκάτην πρὸ μεσημβρίας. Ἡ ἔκτασις τῶν ταλαντώσεων τούτων, αἵτινες εἶναι κανονικώταται, δὲν ὑπερβαίνει 2 ὑποχιλιόμετρα.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

#### Μέτρησις τῆς ἐλαστικῆς τῶν ἀερίων δυνάμεως.

98. Νόμος τοῦ Μαριόττου. — Ὁ νόμος οὗτος ἀνακαλυφθεὶς ὑπὸ τοῦ Μαριόττου, Γάλλου φυσικοῦ τοῦ ΙΖ΄ αἰῶνος, ὀρίζει τὴν ὑπάρχουσαν σχέσιν μεταξὺ τῶν ὀγκῶν ποσότητός τινος ἀερίου καὶ τῶν πιέσεων, ἃς τοῦτο ὑφίσταται· εἶναι δὲ ὁ ἐξῆς. Οἱ ὀγκοὶ, οὓς καταλαμβάνει δεδομένη ποσότης ἀερίου, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, εἶναι ἐν λόγῳ ἀντιστρόφῳ τῶν πιέσεων, ἃς ὑποφέρει. Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τούτου λαμβάνομεν ὑάλινον σωλῆνα κεκαμπυλωμένον ἐν εἴδει σίφωνος, τοῦ ὁποίου τὰ δύο σκέλη εἶναι ἀνισα (σχ. 46). Τὸ βραχύτερον σκέλος εἶναι κλειστὸν καὶ διηρημένον εἰς μέρη ἴσης χωρητικότητος, τὸ δὲ ἕτερον πολὺ μακρότερον ὃν τοῦ πρώτου, εἶναι ἀνοικτὸν καὶ διηρημένον ἀπλῶς εἰς ὑφεκατόμετρα. Κατὰ πρῶτον χύνομεν ὀλίγον ὑδράργυρον εἰς τὸν σωλῆνα οὕτως, ὥστε ἀμφότεραι αἱ ἐπιφανεῖαι νὰ ἔχωσι τὸ αὐτὸ ὕψος ἐν ἑκατέρῳ τῶν σκελῶν· τότε δὲ ὁ ἐγκλεισμένος ἐν τῷ βραχεῖ σκέλει ἀήρ ἔχει προφανῶς ἐλαστικὴν δυνάμιν ἴσην τῇ ἀτμοσφαιρικῇ πιέσει. Σημειοῦμεν ἐπιμελῶς τὸν ἀριθμὸν τῶν διαιρέσεων τῶν κατεχομένων ὑπὸ τοῦ

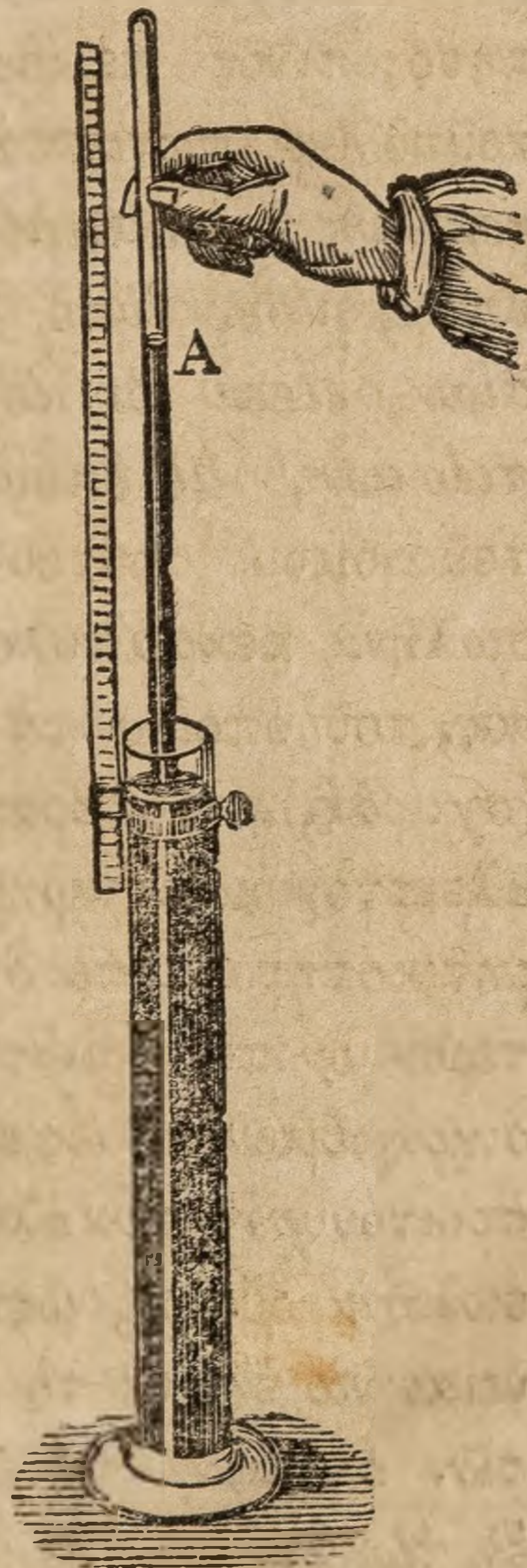


Σχ. 46.



ἀέρος τούτου, ἔπειτα χύνομεν ἐκ νέου ὑδράργυρον εἰς τὸ μακρὸν σκέλος, μέχρις οὗ ὁ ἐν τῷ βραχεῖ κεκλεισμένος ἀήρ καταλάβῃ ὄγκον δις μικρότερον. Μετροῦντες δὲ τότε τὴν διαφορὰν ΑΓ τῶν ὑψῶν τοῦ ὑδραργύρου ἐντὸς τῶν δύο σκελῶν εὐρίσκομεν ὅτι εἶναι ἀκριβῶς ἴση τῷ ὑψεῖ τοῦ βαρομέτρου κατὰ τὴν στιγμήν, ἐν ἣ τὸ πείραμα γίνεται. Ἡ πίεσις τῆς στήλης ΓΑ ἰσοδυναμεῖ λοιπὸν μιᾷ ἀτμοσφαίρᾳ. Προστιθεμένης δὲ καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως τῆς ἐπιφερομένης κατὰ τὸ Γ, βλέπομεν ὅτι, ὅταν ὁ τοῦ ἀέρος ὄγκος ἐγένετο δις μικρότερος, ἡ πίεσις εἶναι διπλασία ἐκείνης, ἣτις ὑπῆρχε τὸ πρῶτον. Ὁμοίως δὲ εὐρίσκεται ὅτι, ἵνα ὁ ὄγκος τοῦ ἀέρος γείνη τρίς, τετράκις κτλ. μικρότερος, ἀπαιτεῖται τριπλασία, τετραπλασία κτλ. πίεσις· τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει τὸν ἀνωτέρω νόμον.

Ὁ νόμος τοῦ Μαριόττου ἐφαρμόζεται ἐπίσης καὶ εἰς πίεσεις μικροτέρας μιᾷς ἀτμοσφαίρας. Ἴνα ἀποδείξωμεν τοῦτο, λαμβάνομεν μακρὸν σωλῆνα (σχ. 47) ἀνοικτὸν μόνον κατὰ τὸ ἕτερον ἄκρον, πληροῦμεν τὰ δύο περίπου τρίτα αὐτοῦ ὑδραργύρου, τοῦ λοιποῦ μένοντος πλήρους ἀέρος· ἔπειτα ἐμβαπτίζομεν αὐτὸν εἰς κύλινδρον βαθὺν, πλήρη ὡσαύτως ὑδραργύρου, καὶ καταδύομεν αὐτὸν μέχρις οὗ τὸ ὑψος τοῦ ὑδραργύρου γείνη τὸ αὐτὸ ἐν τῷ σωλῆνι καὶ ἐν τῷ κυλίνδρῳ. Τότε δὲ μετροῦμεν διὰ κλίμακος ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου προσηρμοσμένης τὸν ὄγκον τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρος, τοῦ ὁποίου ἡ ἐλαστικὴ δύναμις εἶναι προφανῶς ἴση τῇ ἀτμοσφαιρικῇ πίεσει. Μετὰ ταῦτα ἀνυψοῦμεν τὸν σωλῆνα μέχρις οὗ ὁ ἀρχικὸς τοῦ ἀέρος ὄγκος διπλασιασθῇ. Εὐρίσκομεν δὲ ὅτι ἡ ἐν τῷ σωλῆνι Α ἀνυψωθείσα στήλη ὑδραργύρου ἔχει ὑψος ἴσον τῷ ἡμίσει τοῦ βαρομετρικοῦ· τοῦτο δὲ δεικνύει ὅτι ἡ πίεσις τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος, οὔτινος ὁ ὄγκος ἐδιπλασιάσθη, ἐγένετο δις μικρότερα.



Σχ. 47.

Ἐπειδὴ δὲ κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἀνωτέρω πειράματα τὸ ποσὸν τοῦ ἀέρος τοῦ κεκλεισμένου ἐν τοῖς σωλῆσι μένει πάντοτε τὸ



αυτό, ἡ πυκνότης αὐτοῦ μεταβάλλεται ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ ὄγκου· ὅθεν συνάγομεν ὡς πόρισμα τοῦ νόμου τοῦ Μαρριόττου, ὅτι ἡ πυκνότης τοῦ αἵρος, καὶ γενικῶς παντὸς αἵριου, εἶναι ἀνάλογος τῆς πίεσεως, ἣν ὑποφέρει.

### Μανόμετρα.

99. Καλοῦνται *μανόμετρα* ὄργανα προωρισμένα εἰς τὴν μέτρησιν τῆς τάσεως τῶν αἵριων ἢ ἀτμῶν, ὅταν αὕτη εἶναι ἀνωτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Διακρίνονται δὲ τρία αὐτῶν εἶδη, τὸ *μανόμετρον ἐλευθέρου αἵρος*, τὸ *μανόμετρον συμπιεσμένου αἵρος*, καὶ τὸ *μετάλλινον*.

α.) *Μανόμετρον ἐλευθέρου αἵρος*. — Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ σωλῆνος ΒΔ (σχ. 48) κρυσταλλίνου, καὶ ἐκ λεκάνης Δ σφυρηλάτου σιδήρου περιεχούσης ὑδράργυρον, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζεται ὁ σωλῆν. Οὗτος δὲ ὁ σωλῆν ἀνοικτός ὢν καὶ κατὰ τὰ δύο ἄκρα, εἶναι στερεῶς κεκολλημένος μετὰ τῆς λεκάνης, καὶ προσηρμοσμένος ἐπὶ σανίδος, κατὰ μῆκος τῆς ὁποίας ὑπάρχει δεύτερος σωλῆν σιδηροῦς ΑΓ, διὰ τούτου δὲ τοῦ σωλῆνος ἡ πίεσις τοῦ αἵριου ἢ τοῦ ἀτμοῦ μεταδίδεται εἰς τὸν ὑδράργυρον τῆς λεκάνης.

Πρὸς βαθμολογίαν τοῦ μανομέτρου ἀφίνομεν τὴν ὀπὴν Α νὰ συγκοινωνῇ μετὰ τῆς ἀτμοσφαιρας, καὶ κατὰ τὸ σημεῖον, εἰς ὃ φθάνει ὁ ὑδράργυρος ἐν τῷ σωλῆνι, σημειοῦμεν 1, ἥτοι μίαν ἀτμοσφαῖραν. Ἐπειτα ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου, κατὰ διαστήματα 76 ὑφεκατομέτρων, σημειοῦμεν τὰ ψηφία 2, 3, 4, 5 . . . , ἅτινα δεικνύουσι τὸν ἀριθμὸν τῶν ἀτμοσφαιρῶν· ἐπειδὴ γνωρίζομεν ὅτι στήλη ὑδραγύρου 76 ὑφεκατομέτρων παριστᾷ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Διαιροῦμεν δὲ τέλος τὰ μεταξὺ τοῦ 1 καὶ 2, 2 καὶ 3, κτλ. διαστήματα εἰς 10 ἴσα μέρη, παριστῶντα δέκατα ἀτμοσφαιρας.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, ἐὰν ὁ σωλῆν Α τεθῇ εἰς συγκοινωνίαν μετ' ἀτμογόνου λέβητος,



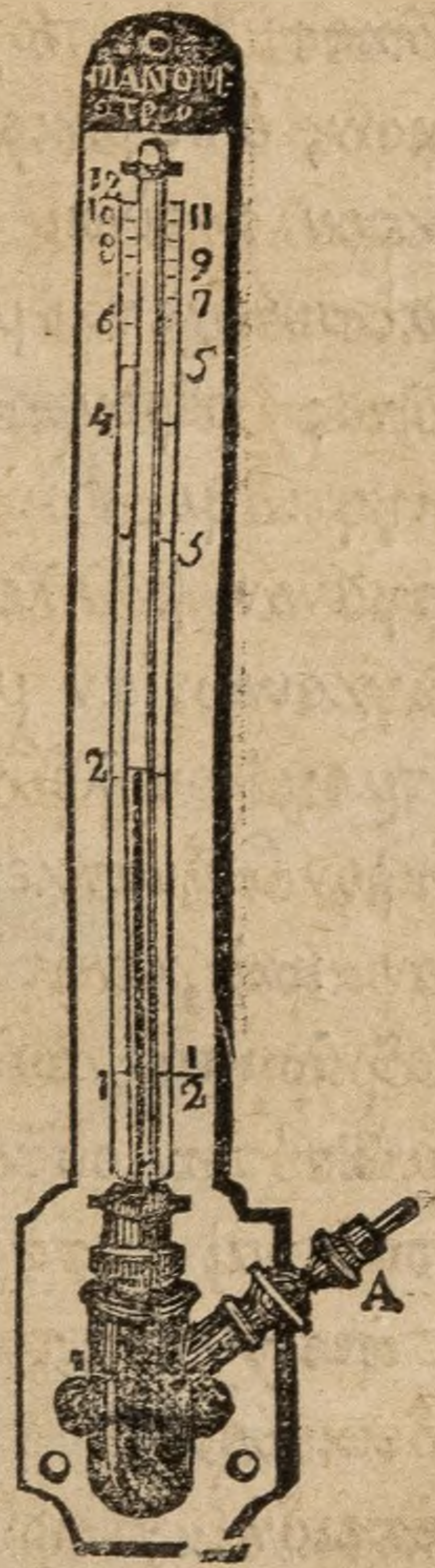
Σχ. 48.



ὁ ὑδράργυρος ὑψοῦται ἐν τῷ σωλῆνι ΒΔ εἰς ὕψος, τὸ ὅποιον μετρεῖ τὴν τάσιν τοῦ ἀτμοῦ. Ἐν τῷ ἡμετέρῳ σχήματι τὸ μανόμετρον δεικνύει 4 ἀτμοσφαίρας, ἅς παριστῶσι τὸ τριπλάσιον τοῦ ὕψους 76 ὑφεκατομέτρων, καὶ ἡ κατὰ τὴν κορυφὴν τοῦ σωλῆνος ἐνεργοῦσα ἀτμοσφαιρική πίεσις.

Ε'.) *Μανόμετρον συμπεπιεσμένου ἀέρος.* — Τὸ ὄργανον τοῦτο, στηριζόμενον ἐπὶ τοῦ νόμου τοῦ Μαριόττου, συνίσταται ἐκ κρυσταλλίνου σωλῆνος κλειστοῦ κατὰ τὸ ἀνώτερον ἄκρον καὶ πλήρους ξηροῦ ἀέρος. Τοῦ σωλῆνος τούτου τὸ ἕτερον ἄκρον ἐμβαπτίζεται ἐν σιδηρᾷ λεκάνῃ περιεχοῦσῃ ὑδράργυρον, μεθ' ἧς ὁ σωλὴν εἶναι συγκεκολλημένος. Διὰ παραπλεύρου τινὸς σωλῆνος Α (σχ. 49) βάλλεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ περιέχοντος τὸ ἀέριον ἢ τὸν ἀτμὸν ἀγγείου, τῶν ὁποίων πρόκειται νὰ μετρηθῇ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις.

Διὰ δὲ τὴν βαθμολογίαν τοῦ ὀργάνου τούτου ἡ ἐν τῷ σωλῆνι κεκλεισμένη ποσότης ἀέρος εἶναι τοσαύτη, ὥστε ὅταν ἡ ὀπὴ Α συγκοινωνῇ μετὰ τῆς ἀτμοσφαίρας, τὸ ὕψος τοῦ ὑδραργύρου εἶναι τὸ αὐτὸ ἐν τῷ σωλῆνι καὶ ἐν τῇ λεκάνῃ. Ἐπομένως κατὰ τὸ ὕψος τοῦτο σημειοῦται 1 ἐπὶ τῆς σανίδος, ἐφ' ἧς στηρίζεται ὁ σωλὴν. Πρὸς ἀποπεράτωσιν τῆς βαθμολογίας παρατηρητέον ὅτι τῆς διὰ τῆς ὀπῆς Α μεταδιδομένης πίεσεως αὐξανούσης, ὁ ὑδράργυρος ὑψοῦται ἐν τῷ σωλῆνι μέχρις οὗ τὸ βάρος αὐτοῦ προστεθὲν εἰς τὴν τάσιν, ἣν λαμβάνει ὁ πιεσθεὶς ἀήρ, ἰσορροπήσῃ πρὸς τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν. Ἐπεταὶ ἐντεῦθεν ὅτι ἐὰν ἐσημειοῦμεν 2 ἀτμοσφαίρας εἰς τὸ μέσον τοῦ σωλῆνος ἀπὸ τοῦ σημείου 1, ἠθέλομεν κάμει λάθος· διότι ὅταν ὁ ὄγκος τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρος γείνη δις μικρότερος, ἡ τάσις αὐτοῦ κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου εἶναι δύο ἀτμοσφαιρῶν· αὐξηθεῖσα δὲ κατὰ τὸ βάρος τῆς ἐν τῷ σωλῆνι ἀνυψωθείσης στήλης ὑδραργύρου, παριστᾷ πίεσιν μείζονα δύο ἀτμοσφαιρῶν· διὰ τοῦτο τὸ ψηφίον 2 δὲν πρέπει νὰ σημειωθῇ κατὰ τὸ μέσον τοῦ σω-



Σχ. 49.



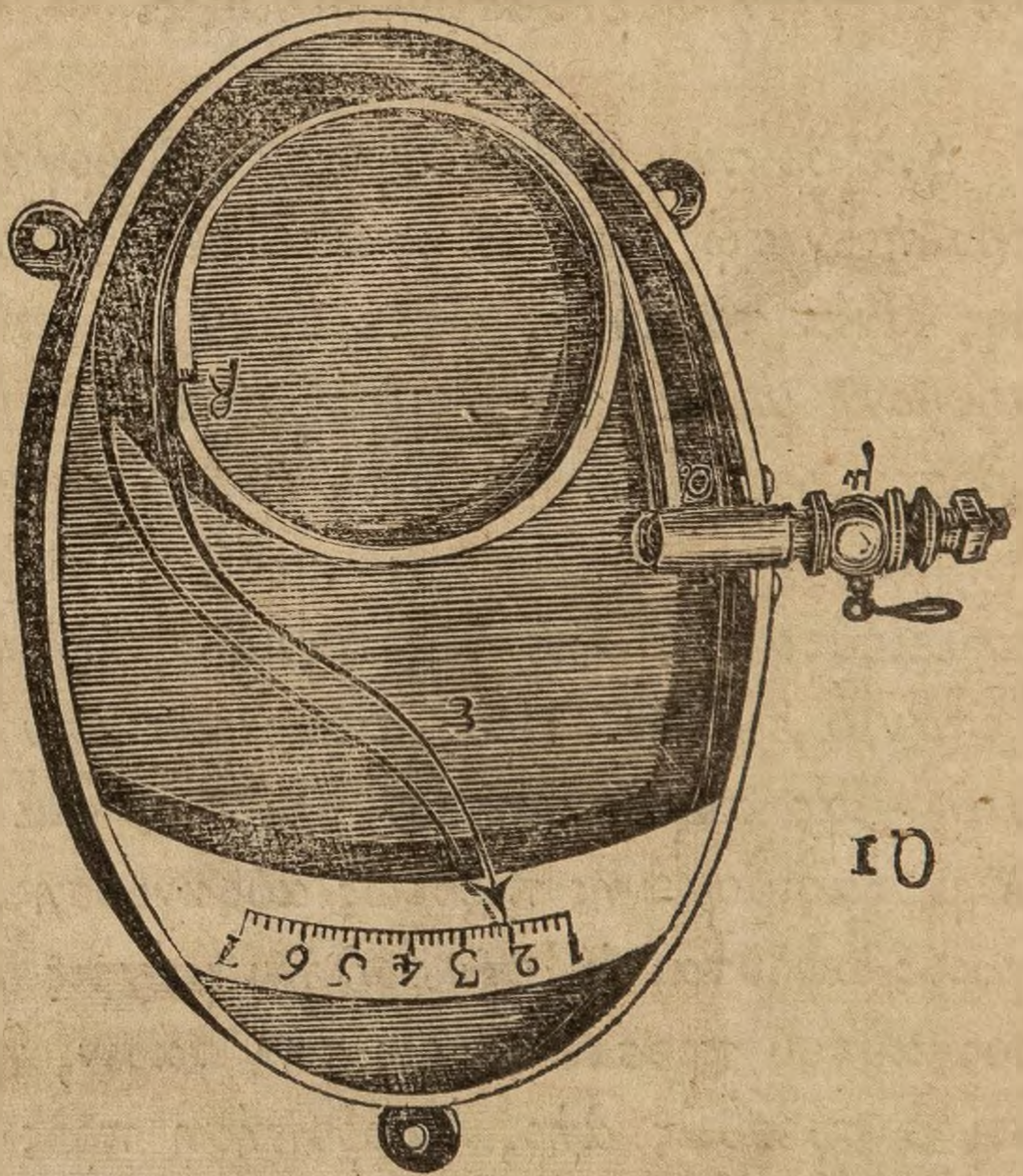
λῆνος, ἀλλ' ὀλίγον ὑποκάτω· εὐκόλως δὲ διὰ ὑπολογισμοῦ εὐρίσκεται ἡ ἀκριβὴς θέσις τῶν ψηφίων 2, 3, 4 κτλ.

γ'.) *Μανόμετρον μεταλλινόν τοῦ Βουρδῶνος.*—Τὸ ὄργανον τοῦτο στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἐξῆς ἀρχῆς. Ὅταν σωλὴν εὐκάμπτους ἔχων τοὺς τοίχους καὶ ὀλίγον συμπεπιεσμένους εἶναι περιειλιγμένος ἐν σχήματι ἑλικος κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς μικροτέρας διαμέτρου, πᾶσα ἐσωτερικὴ ἐπὶ τῶν τοίχων πίεσις ἔχει ἀποτέλεσμα τὸ ἐξελίσειν τὸν σωλῆνα· τὸναντίον δὲ πᾶσα ἐξωτερικὴ τὸ συνελίσειν αὐτὸν ἔτι μᾶλλον.

Κατὰ τὴν ἀρχὴν ταύτην τὸ μανόμετρον τοῦ Βουρδῶνος συνίσταται ἐκ καμπύλου σωλῆνος ὀρειχαλκίνου μήκους 0<sup>μ</sup>, 7, τοῦ ὁποίου οἱ τοίχοι εἶναι λεπτοὶ καὶ εὐκάμποι (σχ. 49). Ἡ τομὴ αὐτοῦ παριστωμένη πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ σχήματος κατὰ τὸ I εἶναι ἑλλειψις, ἧς ὁ μὲν μέγας ἄξων ἔχει μῆκος 11 ὑποχιλιομέτρων, ὁ δὲ μικρὸς 4. Τὸ ἄκρον α εἶναι ἀνοικτὸν καὶ συνέχεται μετὰ σωλῆνος φέροντος στρόφιγγα μ, δι' ἧς τὸ ὄργανον βάλλεται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἀτμογόνου λέβητος. Τὸ ἄκρον β εἶναι κεκλεισμένον καὶ κινητὸν μετὰ τοῦ λοιποῦ σωλῆνος.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, καὶ τῆς στρόφιγγος μ ἀνοιχθείσης, ἡ πίεσις

ἢ ἐπιφερομένη ὑπὸ τῆς τάσεως τοῦ ἀτμοῦ ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τῶν τοίχων τοῦ σωλῆνος ἐξελίσει αὐτόν. Τὸ ἄκρον β κινεῖται τότε ἐκ τῶν ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, καὶ μετ' αὐτοῦ καὶ μακρὰ βελόνη ε, δεικνύουσα ἐπὶ διηρημένου τόξου τὴν τάσιν τοῦ ἀτμοῦ εἰς ἀτμοσφαῖρας. Βαθμολογεῖται δὲ τὸ ὄργανον βαλλόμενον εἰς ἐνέργειαν διὰ συμπεπιεσμένου ἀέρος. Ὁ Κ. Βουρδῶν κατεσκεύασε κατὰ τὴν αὐτὴν ἀρχὴν βαρόμετρον μεταλλινόν ἀπλούστατον τὸν μηχανισμόν.



Σχ. 50.

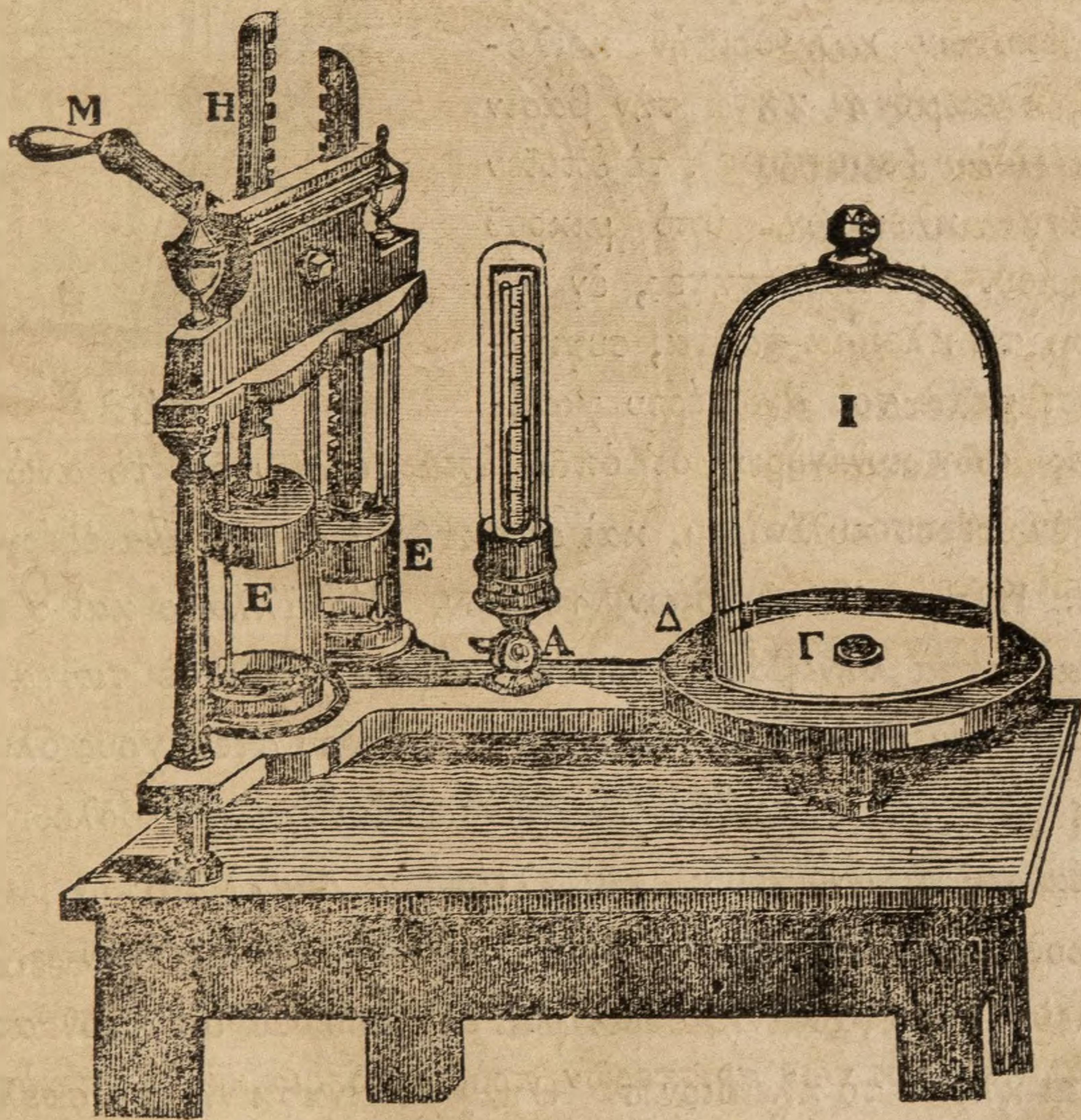


## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

Ἔργα στήριζόμενα ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων  
τοῦ ἀέρος.

100. Πνευματικὴ ἀντλία. — Τὸ ὄργανον τοῦτο ἐπινοηθὲν τὸ 1650 ὑπὸ τοῦ Ὄθωνος Γουερίκου, εἶναι προωρισμένον εἰς τὸ κενοῦν ἀέρος χῶρόν τινα, ἢ μᾶλλον εἰς τὸ ἀραιοῦν τὸν ἐν αὐτῷ ἀέρα.

Ὅπως κατασκευάζεται τὴν σήμερον ἡ πνευματικὴ ἀντλία συνίσταται ἐκ δύο κρυσταλλίνων κυλίνδρων, ἐν ἑκατέρῳ τῶν ὁποίων κινεῖται ἐμβολεὺς E (σχ. 51). Ἐκάτερος τῶν ἐμβολέων τούτων φέρει ὀδοντωτὸν κανόνα, μετὰ τῶν ὀδόντων τοῦ ὁποίου συμπλέκεται τροχίσκος ὀδοντωτὸς H (σχ. 52) κινούμενος ἐναλλάξ ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ καὶ ἐκ τῶν ἀρι-



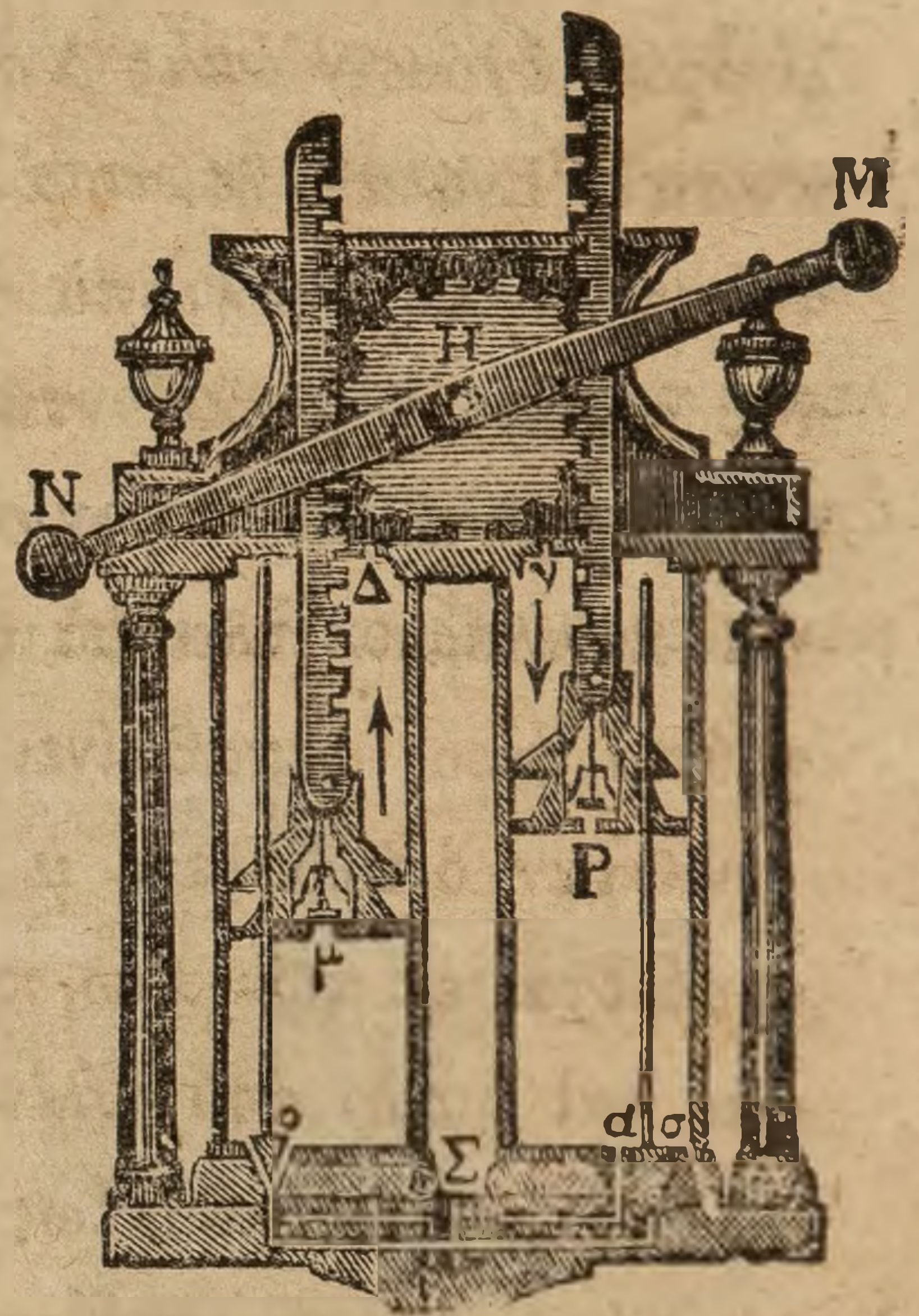
Σχ. 51.

στερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ διὰ τοῦ τροφάλου· MN οὕτω δὲ ὅταν ὁ ἕτερος τῶν ἐμβολέων ἀναβαίνει, ὁ ἕτερος καταβαίνει.



Οἱ δύο κύλινδροι εἶναι κεκολλημένοι κατὰ τὴν βάσιν αὐτῶν ἐπὶ χαλκοῦ ὑποστηρίγματος λήγοντος κατὰ τὸ ἀντίθετον ἄκρον εἰς δίσκον Δ (σχ. 51) κεκαλυμμένον ὑπὸ πλακὸς ὑαλίνης καλῶς λειανθείσης. Ἐπὶ τῆς πλακὸς ταύτης τίθεται ὁ κώδων Ι, ἐν ᾧ γίνεταί τὸ κενόν. Κατὰ τὸ κέντρον δὲ τοῦ δίσκου ὑπάρχει ὀπή Γ βάλλουσα εἰς συγκοινωνίαν τὸν κώδωνα μετὰ τῶν κυλίνδρων δι' ὄχετοῦ, ὅστις σχιζόμενος εἰς δύο ἀνοίγεται ἐντὸς τῶν κυλίνδρων.

Τὸ σχῆμα 52 παριστᾷ κατακόρυφον καὶ ἐμπρόσθιον τομὴν τῶν κυλίνδρων. Δεικνύει δὲ πῶς ὁ τροχίσκος Η κινούμενος διὰ τοῦ στροφάλου ΜΝ μεταδίδει τὴν κίνησιν εἰς τοὺς δύο ὀδοντωτοὺς κανόνας καὶ ἐπομένως εἰς τοὺς ἐμβολεῖς Ρ καὶ μ. Οὗτοι δὲ οἱ ἐμβολεῖς ἔχουσι ἐντὸς ἑαυτῶν κυλινδρικήν κοιλότητα, κλειομένην κατὰ τὴν βάσιν διὰ κλειδίου (soupare), τὸ ὁποῖον κρατεῖται κλειστὸν ὑπὸ μικροῦ ἐλατηρίου. Αἱ κοιλότητες, ἐν αἷς κεῖνται τὰ κλειδία ταῦτα, συγκοινωνοῦσι μετὰ τοῦ ἀνωτέρου χωρί-



Σχ. 52.

σματος τῶν κυλίνδρων δι' ὁπῶν ὑπαρχουσῶν εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος ἑκατέρου κυλίνδρου, καὶ ἀνοικτῶν πάντοτε ἵνα ἐξέρχηται ὁ ἀήρ. Πλὴν τῶν κλειδίων τούτων, δύο ἄλλα ο καὶ σ εὑρίσκονται κατὰ τὴν βάσιν τῶν κυλίνδρων· εἶναι δὲ ταῦτα κωνικά καὶ συνδεδεμένα ἑκάτερον μετὰ σιδηροῦ στελέχους ὀλισθαίνοντος μετ' ἠπίας τριβῆς ἐν τῷ σώματι τῶν ἐμβολέων. Τὰ κλειδία ταῦτα ἀνοίγουσι καὶ κλείουσιν ἀναλλάξ τὴν μεταξὺ τῶν κυλίνδρων καὶ τοῦ κώδωνος συγκοινωνίαν. Ὅταν π. χ. ὁ ἐμβολεὺς Ρ καταβαίνη, σύρει μετ' ἑαυτοῦ τὸ σιδηροῦν στέλεχος καὶ κλείει τὸ κλειδίον σ. Ὅταν δὲ ἀναβαίνη, τὸ στέλεχος καὶ τὸ κλειδίον ἀνυψοῦνται, ἀλλ' εἰς μικρὸν ὕψος μόνον· διότι τὸ στέλεχος ἔχει τοσοῦτον μῆκος, ὥστε προσκρούει ἀμέσως ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου δίσκου τοῦ κυλίνδρου· ἔκτοτε δὲ ὀλισθαίνει ἐν τῷ ἐμβολεῖ, ὅστις ἀνυψοῦται μόνος.



ἵνα ἐννοήσῃ τις πῶς ἡ μηχανὴ ἐνεργεῖ, ἀρκεῖ νὰ θεωρήσῃ τὸ συμβαῖνον ἐν τῷ ἐτέρῳ τῶν κυλίνδρων, ἐπειδὴ τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ἐν τῷ ἐτέρῳ. Ὄταν ὁ ἐμβολεὺς μ., π. χ., εὐρισκόμενος κατὰ πρῶτον εἰς τὸ κατώτατον σημεῖον τῆς πορείας αὐτοῦ, ἀνυψοῦται, σύρει μεθ' ἑαυτοῦ τὸ στέλεχος καὶ τὸ κλειδίον ο. Τὸ δὲ ἐν τῷ ἐμβολεῖ ὑπάρχον κλειδίον μένει κεκλεισμένον ἐνόσω οὗτος ἀναβαίνει, ἔνεκα τοῦ ἰδίου βάρους καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως· διότι οἱ ἀνώτεροι δίσκοι τῶν κυλίνδρων ἔχουσιν ὀπὰς Δ καὶ ν, δι' ὧν μεταδίδεται ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις. Ἐνεκα τῆς τοιαύτης τῶν κλειδίων διαθέσεως τὸ κενὸν τείνει νὰ παραχθῇ ὑπὸ τὸν ἐμβολέα ἀναβαίνοντα· ἀλλ' ὁ ἀήρ τοῦ κώδωνος ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ μεταβαίνει ἐν μέρει εἰς τὸν κύλινδρον διὰ τῆς ὀπῆς ο. Ἐὰν π. χ. ὁ ὄγκος τοῦ κυλίνδρου εἶναι τὸ  $\frac{1}{20}$  τοῦ ὄγκου τοῦ κώδωνος,  $\frac{1}{21}$  τοῦ ἐν τούτῳ ἀέρος μεταβαίνει εἰς τὸν κύλινδρον.

Ὄταν ὁ ἐμβολεὺς μ καταβαίνει, τὸ στέλεχος τοῦ κλειδίου ο σύρεται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, τὸ κλειδίον τοῦτο κλείεται καὶ ὁ ἀήρ τοῦ κυλίνδρου δὲν δύναται νὰ ἐπιστρέψῃ εἰς τὸν κώδωνα. Τοῦ ἐμβολέως δὲ ἐξακολουθοῦντος νὰ καταβαίνει, ὁ ὑποκάτω ἀήρ συμπιέζεται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, μέχρις οὔ ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις γενομένη μείζων τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως ἀνυψώσῃ τὸ κλειδίον τοῦ ἐμβολέως, καὶ διὰ τῆς ὀπῆς μ ἐκρεύσῃ εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν. Ὄταν ὁ ἐμβολεὺς φθάσῃ εἰς τὸ κατώτατον σημεῖον τῆς πορείας αὐτοῦ, ὅλος σχεδὸν ὁ ἀήρ ὁ ἀπὸ τοῦ κώδωνος ἀφαιρεθεὶς ἐξεβλήθη. Εἰς δευτέραν τινὰ τοῦ ἐμβολέως ἀνάβασιν καὶ κατάβασιν ἡ αὐτὴ σειρά φαινομένων ἐπαναλαμβάνεται, καὶ οὕτω καθεξῆς ἐν ἀμφοτέροις τοῖς κυλίνδροις, μέχρις οὔ ὁ ἐκ τοῦ κώδωνος προσερχόμενος ἀήρ γείνηται τοσοῦτον ἀραιὸς, ὥστε νὰ μὴ δύναται πλέον νὰ ἀνυψώσῃ τὸ κλειδίον τοῦ ἐμβολέως, καὶ ὅταν οὗτος εὐρίσκηται εἰς τὸ κατώτατον σημεῖον τῆς πορείας αὐτοῦ.

Σημείωσις. Αἱ ἐν τῷ σχήματι 52 κατὰ τὸ α καὶ Σ ὀπαὶ ἔχουσι σχέσιν πρὸς στρόφιγγά τινα ἐπινοηθεῖσαν ὑπὸ τοῦ Βαβινέτου, δι' ἧς τὸ κενὸν γίνεται τελειότερον. Ἀλλ' ἐπειδὴ ταύ-



της σπανίως γίνεται χρήσις, παραλείπομεν τὴν περιγραφὴν αὐτῆς.

101. *Δοκιμαστήριον.* — Ἡ ἀραίωσις τοῦ ἐν τῷ κώδωνι ἀέρος μετρεῖται ὑπὸ τῆς διαφορᾶς τοῦ ὕψους, τὸ ὁποῖον λαμβάνει ὁ ὑδράργυρος ἐν τοῖς σκέλεσιν ὑαλίνου σωλῆνος κεκαμπυλωμένου ἐν σχήματι σίφωνος, ὧν τὸ μὲν εἶναι κλειστὸν τὸ δὲ ἀνοικτόν. Τὸ μικρὸν τοῦτο ὄργανον, τὸ ὁποῖον καλεῖται *δοκιμαστήριον* ἢ *κολοβὸν βαρόμετρον*, διότι τῷ ὄντι εἶναι βαρόμετρον σιφωνοειδὲς ἔχον ὕψος μικρότερον 76 ὑφεκατομέτρων, στηρίζεται ἐπὶ κατακρούφου κλίμακος καὶ εἶναι τεθειμένον ὑπὸ κρυστάλλινον κώδωνα (σχ. 51), ὅστις συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ μεγάλου κώδωνος I διὰ στρόφιγγος A, κειμένης ἐπὶ τοῦ ὀχετοῦ τοῦ ἄγοντος ἀπὸ τῆς ὀπῆς Γ εἰς τοὺς κυλίνδρους. Τέλος δὲ τὸ κλειστὸν σκέλος καὶ τὸ καμπύλον μέρος τοῦ σωλῆνος εἶναι πεπληρωμένα ὑδραργύρου.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, πρὶν μὲν ἀρχίσωμεν νὰ ἀραιῶμεν τὸν ἀέρα τοῦ κώδωνος, ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις ἰσορροπεῖ πρὸς τὸ βάρος τοῦ ἐν τῷ κλειστῷ σκέλει ὑδραργύρου, τὸ ὁποῖον διὰ τοῦτο μένει πλήρες· ἀλλὰ καθόσον ὁ ἀὴρ ἀραιοῦται ἡ ἐλαστικὴ δύναμις αὐτοῦ ἐλαττοῦται καὶ ἔρχεται στιγμῇ, καθ' ἣν δὲν δύναται πλέον νὰ ἰσορροπήσῃ πρὸς τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ ὑδραργύρου· τότε δὲ αὕτη καταβαίνει, καὶ ὁ ὑδράργυρος τείνει νὰ λάβῃ τὸ αὐτὸ ὕψος ἐντὸς τῶν δύο σκελῶν. Ἦθελε δὲ συμβῆ τοῦτο, εἴαν ἠδυνάμεθα νὰ κάμωμεν τὸ τέλειον κενόν· ἀλλὰ καὶ διὰ τῶν ἀρίστων πνευματικῶν ἀντλιῶν, ἡ διαφορὰ τοῦ ὕψους δὲν γίνεται μικροτέρα ἐνὸς ὑποχιλιομέτρου· ὅπερ δεικνύει ὅτι δὲν ἐγένετο τέλειον κενόν· καθότι μένει εἰσέτι ποσότης ἀέρος, οὔτινος ἡ τάσις ἰσορροπεῖ πρὸς στήλην ὑδραργύρου ἐνὸς ὑποχιλιομέτρου. Πρακτικῶς ἡ πνευματικὴ ἀντλία δὲν δύναται νὰ παράσχῃ τὸ τέλειον κενόν, διότι εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι ἔρχεται στιγμῇ, καθ' ἣν ὁ ἀὴρ εἶναι τόσο ἠραιωμένος, ὥστε καὶ ὅταν οἱ ἐμβολεῖς εὐρίσκωνται εἰς τὸ κατώτατον σημεῖον τῆς πορείας αὐτῶν, ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις δὲν δύναται νὰ ὑπερνικήσῃ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν τὴν ἐπιφερομένην ἐπὶ τῶν κλειδίων

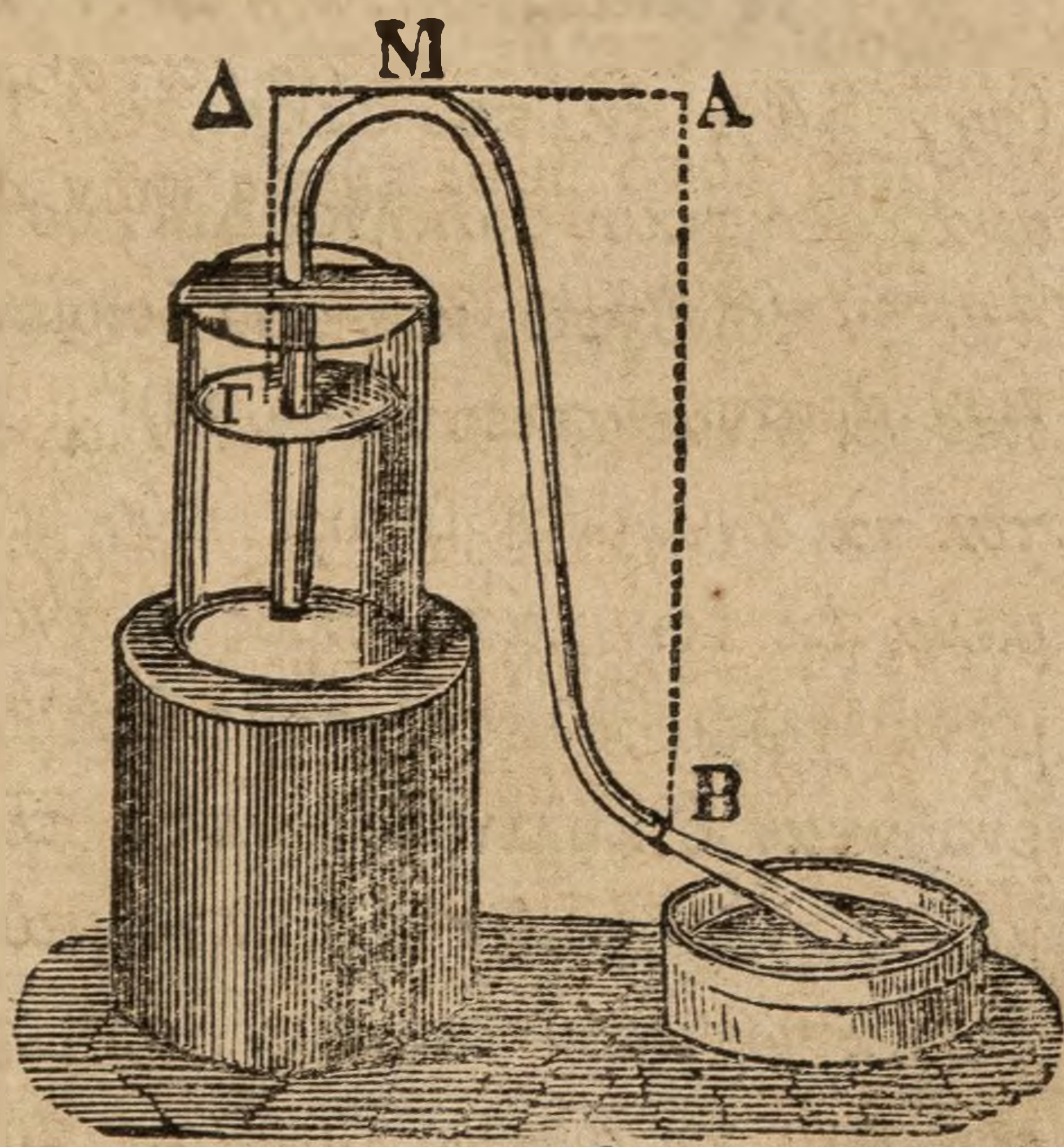


τῶν ἐμβολέων, καὶ ἔκτοτε ταῦτα δὲν ἀνοίγονται πλέον. Ἀλλὰ καὶ θεωρητικῶς τὸ ἀπόλυτον κενὸν εἶναι ἀδύνατον νὰ γείνη· διότι καθ' ἐκάστην ἀνάβασιν καὶ κατάβασιν τοῦ ἐμβολέως κλάσμα τι μόνον τοῦ ἐν τῷ κώδωνι ἀέρος ἀφαιροῦμεν, καὶ ἐπομένως οὐδέποτε δυνάμεθα νὰ ἐξαντλήσωμεν αὐτὸν ἐντελῶς.

102. Χρησις τῆς πνευματικῆς ἀντλίας. — Διὰ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας γίνονται πλεῖστα πειράματα, ὧν τινὰ μὲν εἶδομεν ἐν τοῖς προηγουμένοις, ἄλλα δὲ θέλομεν ἴδει ἐν τοῖς ἐξῆς. Διὰ ταύτης προσέτι δύναται νὰ δειχθῇ ὅτι ὁ ἀήρ εἶναι ἀναγκαῖος εἰς τὴν διατήρησιν τῆς ζωῆς καὶ τῆς καύσεως. Διότι ἐὰν θέσωμεν μικρὸν τι ζῶον, οἷον πτηνάριον, εἰς τὸν κώδωνα, παρατηροῦμεν ὅτι καθόσον γίνεται τὸ κενόν, τὸ ζῶον τοῦτο πάσχει τὸ πρῶτον δύσπνοιαν καὶ ἐπὶ τέλους ἀποθνήσκει. Ἐὰν δὲ θέσωμεν ὑπὸ τὸν κώδωνα ἀνημμένην λαμπάδα, βλέπομεν καθόσον ὁ ἀήρ ἀραιουῖται τὴν φλόγα γινομένην βαθμηδὸν ἀμυδροτέραν καὶ ἐπὶ τέλους σβεννυμένην.

103. Σίφων. — Ὁ σίφων εἶναι καμπύλος σωλὴν, ἄνισα τὰ σκέλη ἔχων, χρησιμεύων εἰς μετάγγισιν τῶν ὑγρῶν, ἐν οἷς ἐμβαπτίζεται τὸ βραχύτερον αὐτοῦ σκέλος (σχ. 53).

Ἴνα κάμωμεν χρῆσιν τοῦ ὀργάνου τούτου, πληροῦμεν κατὰ πρῶτον αὐτὸ ὑγροῦ, καὶ ἀφοῦ κλείσωμεν πρὸς ὥραν τὰς ὀπὰς αὐτοῦ, θέτομεν αὐτὸ εἰς τὴν οἰκείαν θέσιν, ὡς φαίνεται ἐν τῷ σχήματι. Ἡ ἄλλως ἐμβαπτίζοντες τὸ βραχὺ σκέλος εἰς τὸ ὑγρὸν, εἰσπνέομεν ἀπὸ τῆς ὀπῆς Β διὰ τοῦ στόματος τὸν ἐν τῷ ὀργάνῳ ἀέρα. Ἐπειδὴ δὲ τότε γίνεται κενόν ἐν τούτῳ, τὸ ὑγρὸν τοῦ ἀγγείου Γ εἰσωθεῖται εἰς



Σχ. 53.

τὸν σωλῆνα ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέσεως καὶ πληροῖ αὐτόν. Ὅπωςδὴποτε δὲ καὶ ἂν ἐπληρώθῃ ὁ σίφων, ἡ ἐκροὴ ἐξακολουθεῖ ἀπὸ τοῦ βραχέος σκέλους πρὸς τὸ μακρὸν, ἐνόσω τὸ πρῶτον ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ ὑγρῷ.

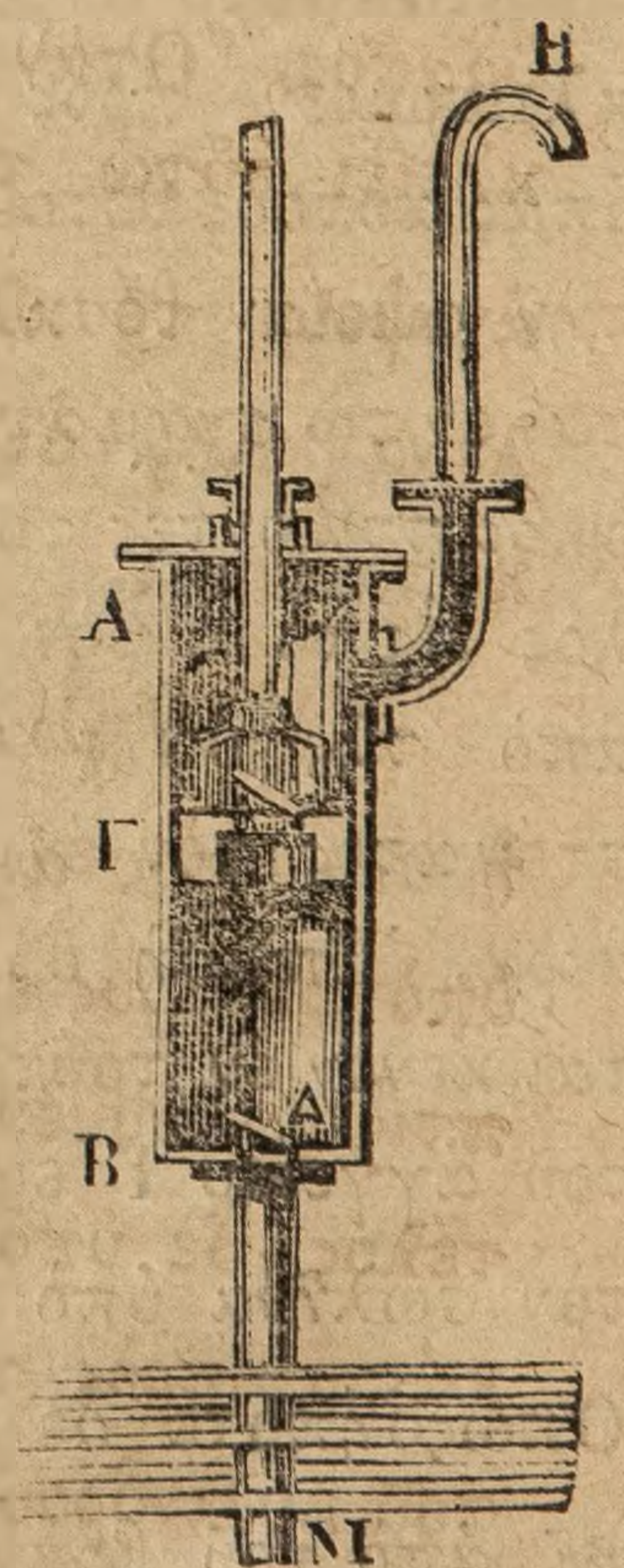


Ἴνα ἐξηγήσωμεν πῶς ἡ ἐκροή αὕτη συμβαίνει, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ κατὰ τὸ Γ ἐνεργοῦσα δύναμις καὶ ἀναγκάζουσα αὐτὸ νὰ ἐκρεύσῃ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΓΜΒ εἶναι ἴση τῇ ἀτμοσφαιρικῇ πιέσει ἠλαττωμένη κατὰ τὸ βάρος ὑγρᾶς στήλης, ἧς τὸ ὕψος εἶναι ΓΔ. Ὡσαύτως ἡ κατὰ τὸ Β ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΒΜΓ ἐνεργοῦσα δύναμις εἶναι ἡ ἀτμοσφαιρικῇ πιέσις ἠλαττωμένη κατὰ τὸ βάρος ὑγρᾶς στήλης, ἧς τὸ ὕψος εἶναι ΑΒ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ τελευταία αὕτη στήλη εἶναι μείζων τῆς ΓΔ, ἔπεται ὅτι ἡ κατὰ τὸ Β ἐνεργοῦσα δύναμις εἶναι μικρότερα τῆς κατὰ τὸ Γ. Ἡ ἐκροή ἐπομένως συμβαίνει διὰ τὴν διαφορὰν τῶν δύο τούτων δυνάμεων. Ἐκ τῆς θεωρίας δὲ τοῦ σίφωνος συμπεραίνομεν ὅτι τὸ ὄργανον τοῦτο δὲν ἐνεργεῖ ἐν τῷ κενῷ, οὔτε ὅταν τὸ ὕψος ΓΔ εἶναι μεγαλειότερον τῆς ὑγρᾶς στήλης τῆς ἰσορροπούσης πρὸς τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

104. Ἀντλῖαι.—Καλοῦνται ἀντλῖαι μηχαναὶ χρησιμεύουσαι εἰς ἀνύψωσιν τοῦ ὕδατος ἢ ἄλλου τινὸς ὑγροῦ.

Ἐπάρχουσι δὲ πολλὰ εἶδη ἀντλιῶν, ὧν τὰ μᾶλλον ἐν χρήσει εἶναι α.) ἡ ἀναρροφητικὴ ἀντλία, β.) ἡ καταθλιπτικὴ, γ.) ἡ ἀναρροφητικὴ καὶ καταθλιπτικὴ σινδράμα δ.) ἡ πυροσβεστικὴ.

α.) Ἡ ἀναρροφητικὴ ἀντλία συνίσταται ἐκ τοῦ κυλίνδρου ΑΒ (σχ. 54), ἐκ τοῦ ἐμβολέως Γ, καὶ ἐκ τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος ΔΜ, ὅστις ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ ὑγρῷ, καὶ τοῦ ὁποίου τὸ ὕψος πρέπει νὰ εἶναι μικρότερον  $10^m$ , 3, ἐὰν πρόκειται νὰ ἀνυψωθῇ ὕδωρ. Δύο κλειδιά ἀνοιγόμενα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ὑπάρχουσι τὸ μὲν ἐν τῷ ἐμβολεῖ Γ, τὸ δὲ ἕτερον Δ ἐκεῖ ὅπου ἐνοῦνται ὁ κύλινδρος μετὰ τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος. Ὁ ἐμβολεὺς εὐρισκόμενος εἰς τὸ κατώτατον σημεῖον τῆς πορείας αὐτοῦ πρέπει νὰ φθάσῃ μέχρι τοῦ κλειδίου Δ. Καθόσον δὲ ὁ ἐμβολεὺς ἀνυψοῦται, τὸ κλειδίον Δ πιεζόμενον ὑπὸ τοῦ ὑποκάτω αὐτοῦ ἀέρος ἀνοίγεται, καὶ ὁ ἀήρ διανέμεται τότε μεταξὺ τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλῆνος καὶ τοῦ κυλίνδρου. Καταβιβαζομένου δὲ τοῦ

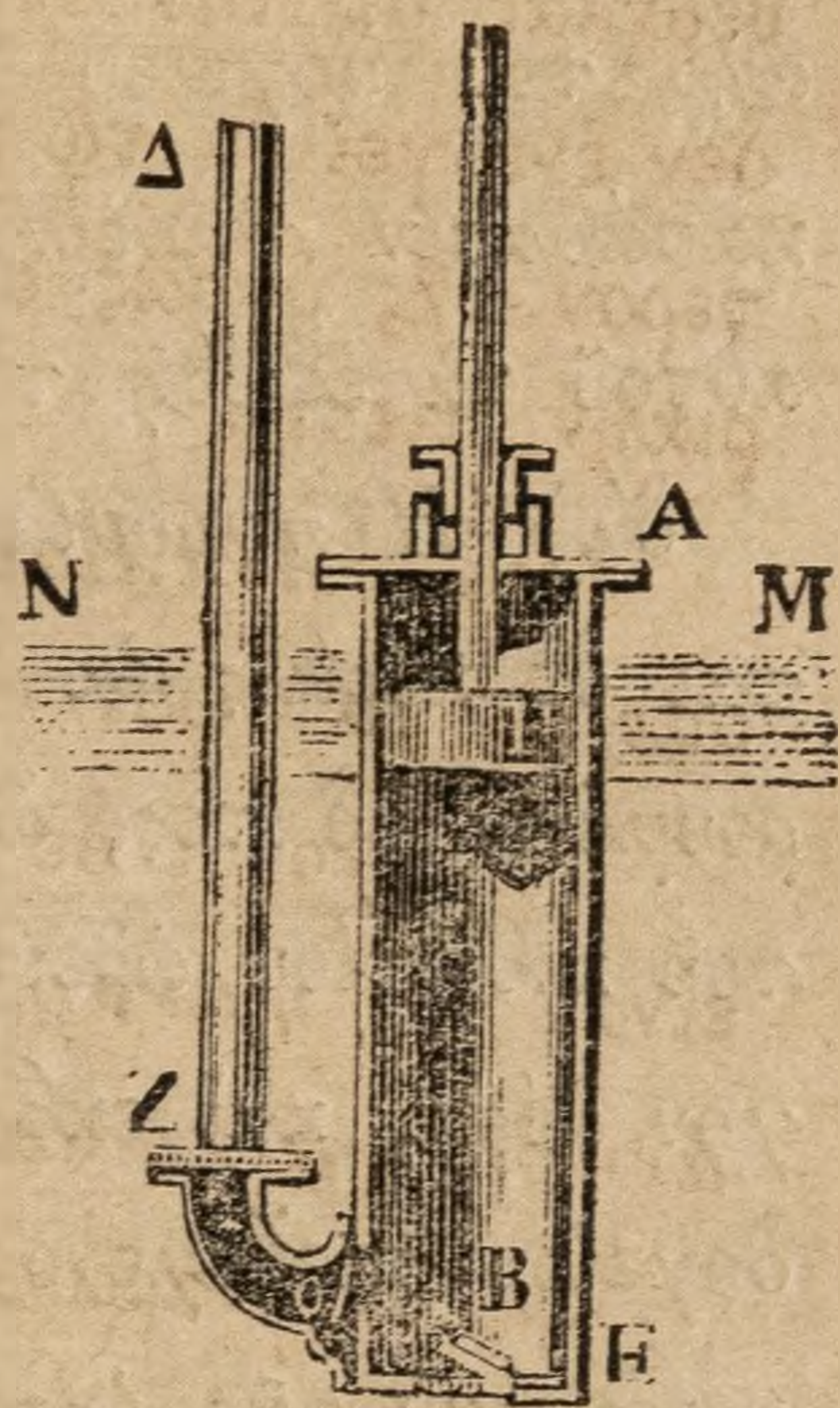


Σχ. 54.



ἐμβολέως, ὁ ἀήρ πιεζόμενος κλείει τὸ κλειδίον Δ, ἀνοίγει τὸ τοῦ ἐμβολέως καὶ ἐξέρχεται. Οὕτω πως ἀραιοῦται ὁ ἀήρ τοῦ ἀναρρόφητικοῦ σωλῆνος, καὶ καθόσον ἢ ἀραίωσις αὕτη αὐξάνει, τὸ ὕδωρ ὑψοῦται ἐν τῷ σωλῆνι· ὥστε ἐὰν τὸ κλειδίον Δ εὐρίσκηται εἰς ὕψος μικρότερον  $10''$ , ὁ τὸ ὕδωρ θέλει εἰσδύσει ἐπὶ τέλους εἰς τὸν κύλινδρον. Τότε δὲ καταβιβασομένου τοῦ ἐμβολέως τὸ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ὕδωρ πιεζόμενον κλείει τὸ κλειδίον Δ, ἀνοίγει τὸ Γ, καὶ μεταβαίνει ὑπεράνω τοῦ ἐμβολέως. Ἀνυψομένου δὲ τοῦ ἐμβολέως, ἀνυψοῦται καὶ τὸ ἐπ' αὐτοῦ ὕδωρ καὶ ἐπὶ τέλους ἐκρέει διὰ τῆς ὀπῆς Ε.

β'.) Ἡ καταθλιπτικὴ ἀντλία (σχ. 55) ἐνεργεῖ ὑπὸ τὴν ἐπιφάνειαν MN τοῦ ὕδατος. Ὁ ἐμβολεὺς αὐτῆς Γ εἶναι πλήρης καὶ κινεῖται ἐν κυλίνδρῳ, τοῦ ὁποίου ὁ πυθμὴν φέρει κλειδίον Β ἀνοιγόμενον ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, καὶ ὅστις συγκοινωνεῖ διὰ τοῦ κλειδίου Ο μετὰ παραπλεύρου τινὸς σωλῆνος. Ἀνυψομένου τοῦ ἐμβολέως, τὸ ὕδωρ ἀκολουθεῖ αὐτὸν διὰ τοῦ κλειδίου Β ἐν τῷ κυλίνδρῳ ΕΑ, ἵνα ἔλθῃ εἰς ἰσεπέδωσιν μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὕδατος. Ὄταν δὲ καταβαίνει πιέζει αὐτὸ, κλείει οὕτω τὸ κλειδίον Β, καὶ τὸ ὕδωρ



Σχ. 55.

ἀνυψοῦν τὸ κλειδίον Ο μετβαίνει εἰς τὸν παράπλευρον σωλῆνα ΔΖ, δι' οὗ ἐκρέει τὸ ὑγρὸν, ἐνόσω μόνον ὁ ἐμβολεὺς καταβαίνει.

γ'.) Ἡ ἀναρρόφητικὴ καὶ καταθλιπτικὴ συνίαμα ἀντλία, ἢ σύνθετος ἀντλία, ἀποτελεῖται ὑπὸ κυλίνδρου ΑΕ (σχ. 56), ὑπὸ πλήρους ἐμβολέως Γ, ὑπὸ ἀναρρόφητικοῦ σωλῆνος ἐμβαπτιζομένου ἐν τῷ ὕδατι καὶ ἔχοντος ὕψος μικρότερον  $10''$ , ὁ, τέλος δὲ ὑπὸ δύο κλειδίων, τοῦ μὲν Β ἀνοιγομένου ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω, τοῦ δὲ Ο ἀνοιγομένου ἀπὸ τῶν ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου εἰς παράπλευρον σωλῆνα τὸν ΔΖ. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι ἡ ἀντλία αὕτη δὲν διαφέρει τῆς καταθλιπτικῆς ἢ

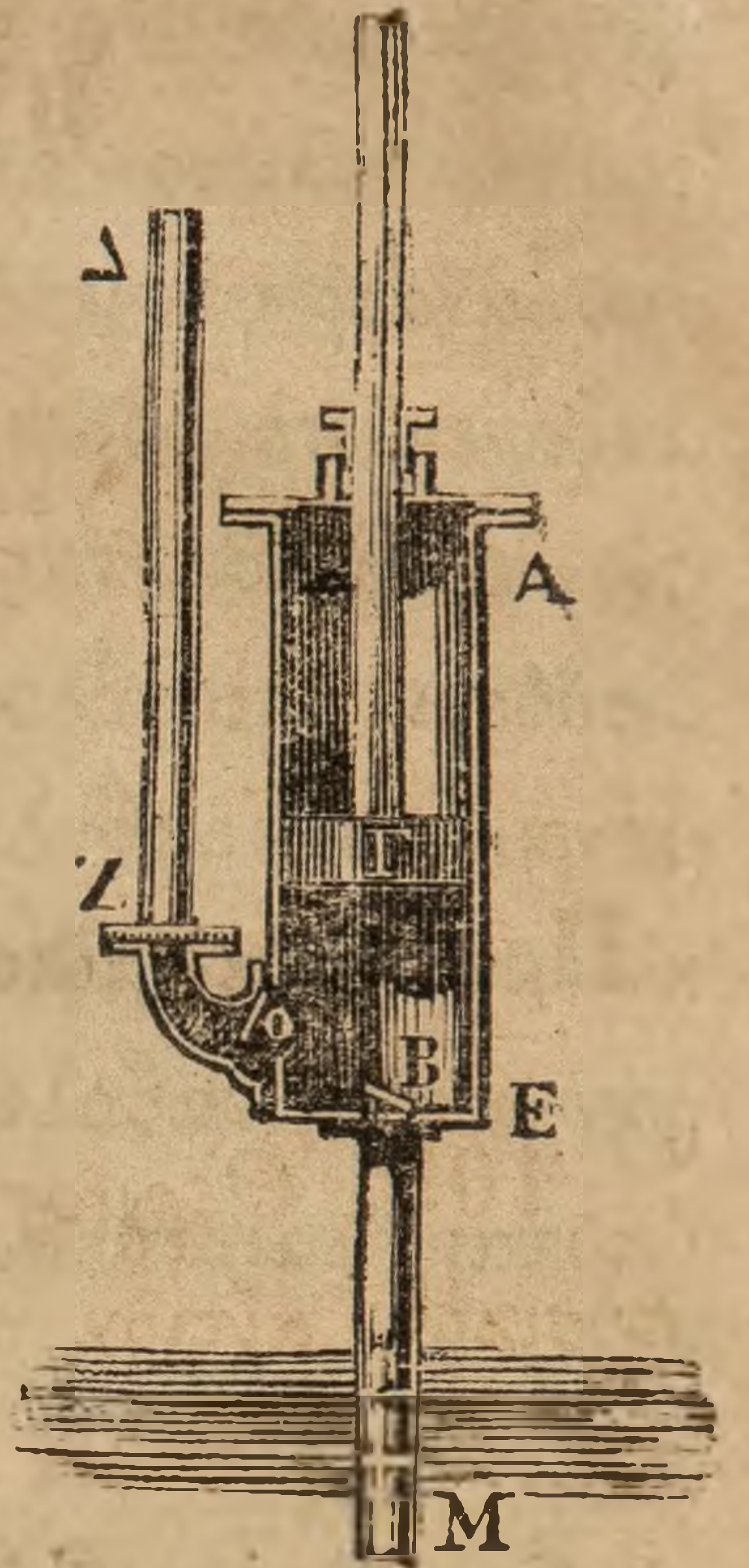


κατὰ τὸν ἀναρρόφητικὸν σωλῆνα. Ἀνερχομένου τοῦ ἐμβολέως, τὸ ὕδωρ φθάνει εἰς τὸν κύλινδρον διὰ τοῦ κλειδίου B· κατερχομένου δὲ αὐτοῦ, ἡ ἀντλία ἐνεργεῖ ὡς καταθλιπτική.

Ἐν τῇ καταθλιπτικῇ ὡς καὶ ἐν τῇ συνθέτῳ ἀντλίᾳ δυνάμεθα νὰ καταστήσωμεν τὴν ἐκροὴν συνεχῆ διὰ δοχείου περιέχοντος ἀέρα. Ὁ ἀναβατικὸς σωλῆν εἶναι τότε διηρημένος εἰς δύο μέρη, ἐξ ὧν τὸ μὲν κατώτερον λήγει εἰς δοχεῖον, τὸ ὁποῖον εἶναι συνήθως σφαιρικόν, τὸ δὲ ἀνώτερον ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ δοχείῳ μέχρι μικρᾶς ἀποστάσεως ἀπὸ τοῦ πυθμένος αὐτοῦ. Ὁ ἀήρ τοῦ δοχείου πιεζόμενος κατὰ τὴν

κατάβασιν τοῦ ἐμβολέως, ἐξακολουθεῖ καὶ κατὰ τὴν ἀνάβασιν αὐτοῦ νὰ ἐξωθῆ τὸ ὕδωρ ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος.

δ.) Ἡ πυροσβεστικὴ ἀντλία εἶναι καταθλιπτική. Συνίσταται δὲ κυρίως ἐκ δύο κυλίνδρων τεθειμένων ἐν κιβωτίῳ πληρουμένῳ ὕδατος, ὧν οἱ ἐμβολεῖς κινοῦνται ἀναλλάξ. Τὸ ὕδωρ τοῦ κιβωτίου ὠθεῖται ἐκ τῶν κυλίνδρων εἰς δοχεῖόν τι περιέχον ἀέρα, καὶ ἐκβάλλεται δι' ἐλαστικοῦ σωλῆνος. Ὁ ἀήρ τοῦ δοχείου πιεζόμενος ἀντιδρᾷ ἐπὶ τοῦ ὕδατος καὶ διατηρεῖ τὴν συνέχειαν τῆς ἐκροῆς.



Σχ. 56.



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ.

## ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

Προκαταρκτικαὶ γνῶσεις. — Διαστολή. — Θερμόμετρα.

105. *Θερμογόγον*. — Καλεῖται *θερμογόγον* ἢ *θερμότης* τὸ φυσικὸν αἷτιον τάξεώς τινος φαινομένων. Τοῦτο παράγει ἐν ἡμῖν τὸ αἶσθημα τοῦ θερμοῦ, τοῦτο τὴν διαστολὴν τῶν σωμάτων, τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως αὐτῶν ἀπὸ στερεῶν εἰς ὑγρά καὶ ἀπὸ ὑγρῶν εἰς ἀέρια, καὶ πλῆθος ἄλλων φαινομένων.

Δύο δὲ ὑποθέσεις ἐγένοντο περὶ τῆς θερμότητος. Κατὰ τὴν πρώτην, ἣτις καλεῖται *σύστημα ἐκπομπῆς*, παραδέχονται ὅτι ἡ θερμότης εἶναι ρευστὸν λεπτότατον ἀβαρὲς, τοῦ ὁποίου τὰ ἄτομα ἀπωθοῦσιν ἄλληλα καὶ δύνανται νὰ μεταδοθῶσιν ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα εἴτε διὰ τῆς ἐπαφῆς εἴτε ἐξ ἀποστάσεως.

Κατὰ τὴν δευτέραν ὑπόθεσιν, ἣτις καλεῖται *σύστημα τῶν κυμάνσεων*, παραδέχονται ὅτι ἡ θερμότης προέρχεται ὑπὸ τρομώδους κινήσεως τῆς ὕλης, ἣτις παράγει κύματα εἰς ρευστὸν τι λεπτότατον καὶ ἐλαστικώτατον ὑπάρχον πανταχοῦ καὶ καλούμενον *αἰθήρ*.

Κατὰ τὰς τελευταίας τῆς ἐπιστήμης προόδους πιθανωτέρα φαίνεται ἡ θεωρία τῶν κυμάνσεων. Ἐν τούτοις διὰ τὴν ἐξήγησιν τῶν φαινομένων προτιμᾶται ἐν γένει ἡ τῆς ἐκπομπῆς, διότι κατὰ ταύτην αἱ ἀποδείξεις εἶναι ἀπλούστεραι.

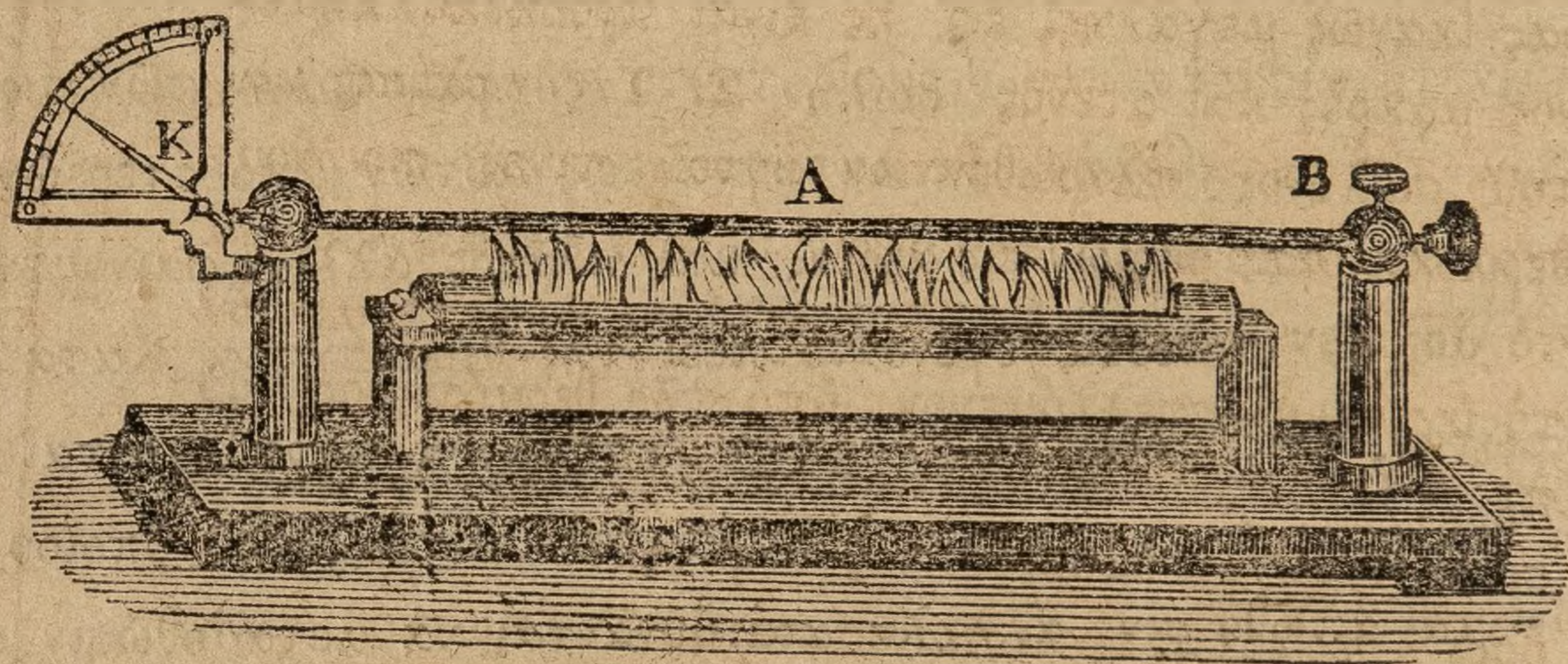
106. *Διαστολή*. — Ἡ θερμότης ἀναπτύσσει μεταξὺ τῶν ἀτόμων τῶν σωμάτων ἀπωστικὴν δύναμιν ἀντενεργοῦσαν διηνεκῶς κατὰ τῆς ἀτομικῆς ἑλξεως. Διὰ τοῦτο τὰ σώματα διαστέλλονται ὑπὸ τῆς θερμότητος, ἥτοι αὐξάνει ὁ ὄγκος αὐτῶν, καὶ τείνουσι νὰ μεταβάλωσι κατάστασιν, ἥτοι νὰ μεταβῶσιν ἀπὸ τῆς στερεᾶς καταστάσεως εἰς τὴν ὑγράν, καὶ ἀπὸ ταύτης εἰς τὴν ἀεροειδῆ.



Πάντα τὰ σώματα διαστέλλονται ὑπὸ τῆς θερμότητος. Τὰ μᾶλλον διασταλτὰ εἶναι τὰ ἀέρια, ἔπειτα τὰ ὑγρά, καὶ ἀκολουθῶς τὰ στερεά.

α.) Διαστολὴ τῶν στερεῶν. — Ἐν τοῖς στερεοῖς διακρίνεται γραμμικὴ διαστολὴ, ἥτοι κατὰ μίαν μόνην διάστασιν, καὶ κυβικὴ, ἥτοι κατ' ὄγκον. Ἐν δὲ τοῖς ὑγροῖς καὶ τοῖς ἀερίοις μόνον ἢ κατ' ὄγκον διαστολὴ θεωρεῖται.

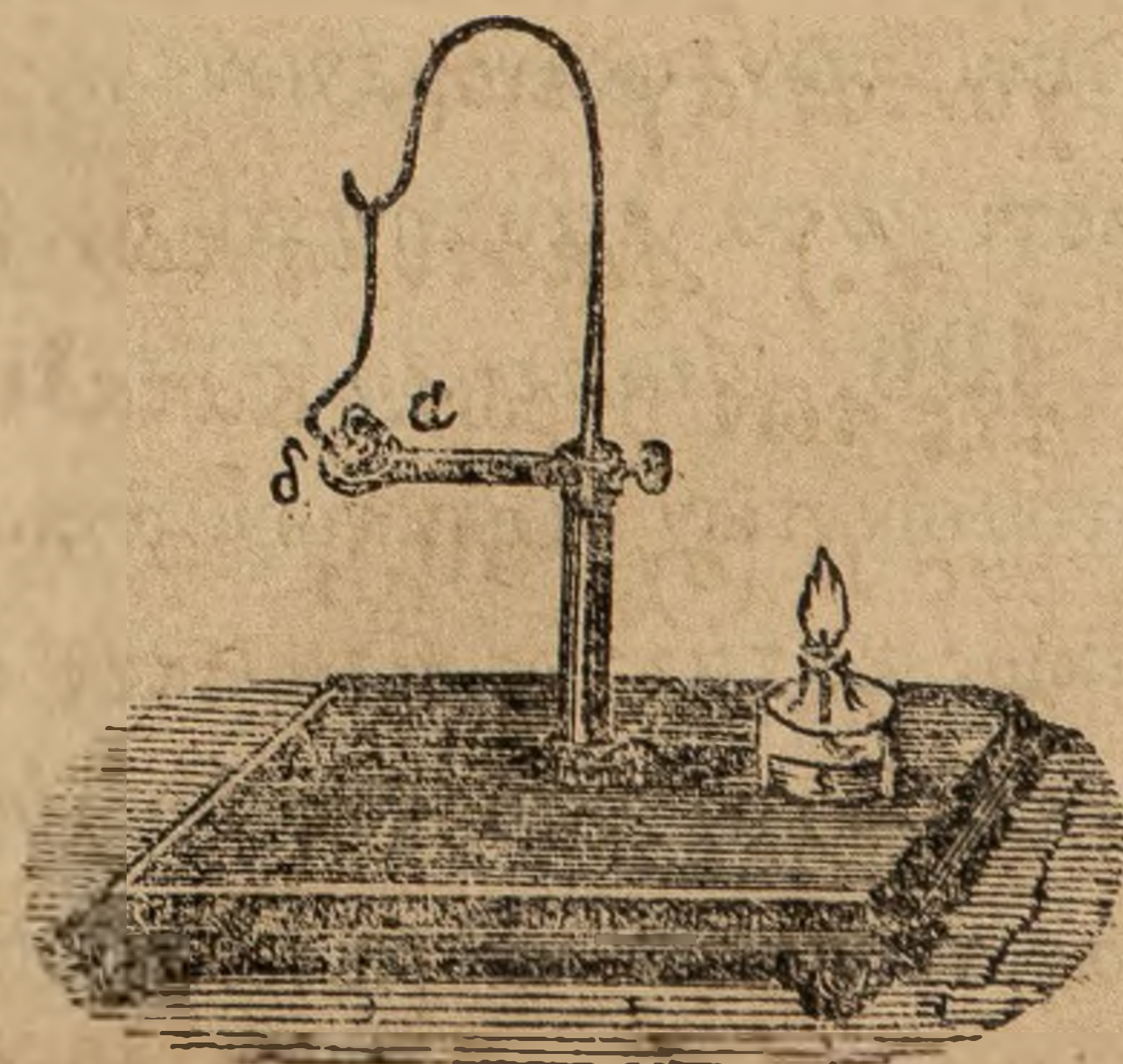
Ἴνα δευχθῆ ἡ γραμμικὴ διαστολὴ τῶν στερεῶν γίνεται χρῆσις τοῦ ἐν τῷ σχήματι 57 παριστωμένου ὀργάνου. Μεταλλίνης ῥάβδου A τὸ μὲν ἕτερον ἄκρον κρατεῖται ἀκίνητον διὰ πιεστικοῦ κοχλίου B, τὸ δὲ ἕτερον εἶναι ἐλεύθερον καὶ στηρί-



Σχ. 57.

ζεται ἐπὶ τοῦ μικροτέρου βραχίονος δείκτου K, κινητοῦ ἐπὶ διηρημένου τόξου. Ὑπὸ τὴν ῥάβδον ὑπάρχει κυλινδρικὸν δοχεῖον, ἐν ᾧ ἀναφλέγεται οἰνόπνευμα. Ὁ δείκτης K πρὸ τῆς ἀναφλέξεως τοῦ οἰνοπνεύματος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ 0 τοῦ τόξου· ἀλλ' ἔπειτα καθόσον ἡ ῥάβδος θερμαίνεται, βλέπομεν αὐτὸν ἀνυψούμενον, καὶ οὕτω καθίσταται αἰσθητὴ ἡ ἐπιμήκυνσις τῆς ῥάβδου.

Ἡ δὲ κυβικὴ διαστολὴ τῶν στερεῶν ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ δακτυλίου τοῦ Γραβεσαίδου. Καλεῖται δ' αὕτω μικρὸς μετάλλινος δακτύλιος δ (σχ. 58), δι' οὗ διέρχεται ἐλευθέρως ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν σφαιρίδιον ἐρυθροῦ χαλκοῦ α, ἔχον τὴν αὐτὴν σχεδὸν καὶ ὁ δακτύλιος διάμετρον. Ἀλλ' ὅταν ἡ σφαῖρα αὕτη θερμανθῆ ἱκανῶς, δὲν δύναται



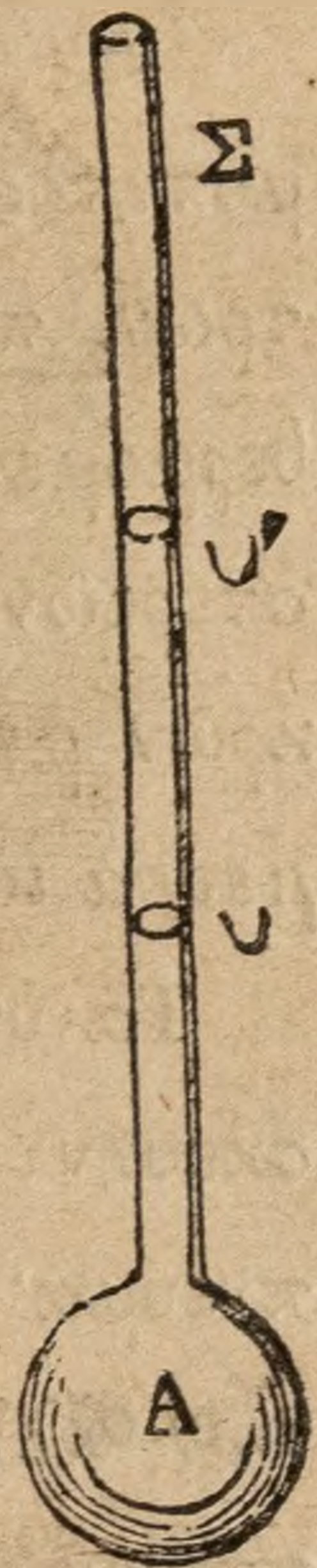
Σχ. 58.



πλέον νὰ διέλθη διὰ τοῦ δακτυλίου· τοῦτο δὲ δεικνύει ὅτι ὁ ὄγκος αὐτῆς ἠϋξήσε.

Ε΄.) *Διαστολὴ τῶν ὑγρῶν.* — Ἐν τοῖς ὑγροῖς θεωροῦνται δύο εἶδη διαστολῆς· ἡ φαινομένη διαστολὴ, ἣτις εἶναι ἡ αἰσθητὴ αὔξεις τοῦ ὄγκου ὑγροῦ περιεχομένου ἐν ἀγγείῳ, τοῦ ὁποίου οἱ τοῖχοι διαστέλλονται πολὺ ὀλιγώτερον ἢ αὐτὸ τὸ ὑγρὸν, καὶ ἡ ἀπόλυτος, ἣτις εἶναι ἡ πραγματικὴ διαστολὴ τοῦ ὑγροῦ, χωρισθεῖσα ἀπὸ τῆς τοῦ ἀγγείου.

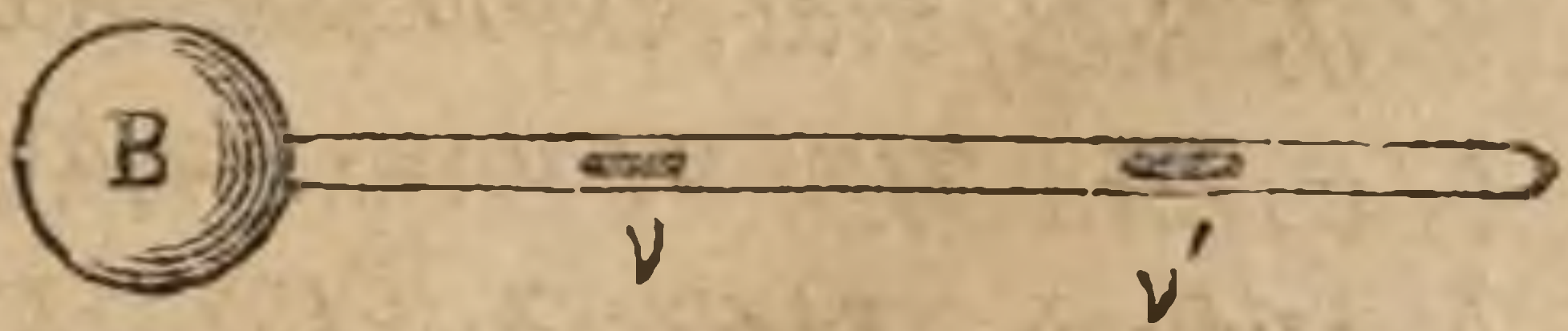
Ἡ φαινομένη διαστολὴ τῶν ὑγρῶν δεικνύεται δι' ἀπλουστάτου ὀργάνου συγκειμένου (σχ. 59) ἐξ ὑαλίνης κοίλης σφαίρας ἱκανῶς μεγάλης, ἐφ' ἧς εἶναι προσκεκολλημένος μακρὸς καὶ στενὸς σωλὴν Σ. Τῆς σφαίρας καὶ τοῦ σωλῆνος πληρωθέντων ὑγροῦ τινος συνήθους θερμοκρασίας μέχρι τοῦ ὕψους υ, ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν τὸ δοχεῖον εἰς θερμὸν ὕδωρ, βλέπομεν μετὰ μικρὸν τὸ ὑγρὸν διαστελλόμενον ὑπὸ τῆς θερμότητος τοῦ περιβάλλοντος ὕδατος νὰ ἀναβαίνη ταχέως ἐν τῷ σωλῆνι μέχρι ὕψους τινὸς υ', τοσοῦτω μείζονος, ὅσω ἡ θερμότης εἶναι περισσοτέρα. Σημειωτέον ὅμως ὅτι κατὰ τὴν πρώτην στιγμὴν τῆς ἐμβαπτίσεως τῆς σφαίρας εἰς τὸ θερμὸν ὕδωρ, βλέπομεν τὴν ὑγρὰν στήλην καταβαίνουσαν αἰφνιδίως ὑποκάτω τοῦ ἀρχικοῦ ὕψους υ. Τὸ φαινόμενον τοῦτο, ὅπερ ἐπὶ βραχύτατον μόνον διαρκεῖ, προέρχεται ἐκ τούτου ὅτι οἱ τοῖχοι τοῦ δοχείου διαστέλλονται πρὶν ἢ ἐνεργήσῃ ἡ θερμότης ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ.



Σχ. 59.

Ἡ δὲ ἀπόλυτος διαστολὴ τῶν ὑγρῶν σύγκειται ἐκ τῆς φαινομένης αὔξηθείσης κατὰ τὴν κυβικὴν διαστολὴν τοῦ περιέχοντος ἀγγείου.

Γ΄.) *Διαστολὴ τῶν ἀερίων.* — Αὕτη εἶναι πολλῶ μείζων τῆς τῶν ὑγρῶν. Καταδεικνύεται δὲ διὰ κοίλης ὑαλίνης σφαίρας Β (σχ. 60.), ἐφ' ἧς εἶναι προσκεκολλημένος στενὸς καὶ μακρὸς σωλὴν, ἐν ᾧ εὐρίσκειται μικρὸς ὑδραργύρου δείκτης ν διακόπτων τὴν συγκοινωνίαν



Σχ. 60.

τοῦ ἐκτὸς ἀέρος καὶ τοῦ ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀερίου. Ἡ θερμότης



τῆς χειρὸς ἐφαρμοσθείσης ἐπὶ τῆς σφαίρας ἀρκεῖ νὰ διαστείλῃ τὸ αἲριον καὶ νὰ ὠθήσῃ τὸν μικρὸν δείκτην μέχρι τοῦ ν' πρὸς τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον τοῦ σωλῆνος.

### Περὶ θερμομέτρων.

107. Καλοῦνται θερμοόμετρα ὄργανα χρησιμεύοντα εἰς μέτρησιν τῆς θερμοκρασίας τῶν σωμάτων, ἥτοι τῶν διαφόρων βαθμῶν τῆς θερμότητος αὐτῶν. Στηρίζονται δὲ τὰ ὄργανα ταῦτα ἐπὶ τῆς γενικῆς ἀρχῆς τῆς διαστολῆς.

Ἄν καὶ πάντα τὰ σώματα ὡς διαστελλόμενα ὑπὸ τῆς θερμότητος δύνανται νὰ χρησιμεύσωσιν εἰς κατασκευὴν θερμομέτρων, προτιμῶνται ὅμως τὰ ὑγρά. Κατασκευάζονται δὲ καὶ θερμοόμετρα στηριζόμενα εἰς τὴν διαστολὴν τῶν αἰρίων καὶ τῶν στερεῶν, ὧν τὰ μὲν πρῶτα χρησιμεύουσιν εἰς παρατήρησιν μικρῶν μεταβολῶν θερμοκρασίας, τὰ δὲ δεύτερα, τὰ καὶ πυρόμετρα ἰδίως καλούμενα εἰς μέτρησιν ὑψηλοτάτων θερμοκρασιῶν.

Τὰ ὑγρά, ὧν γίνεται ἀποκλειστικῶς χρῆσις εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν θερμομέτρων, εἶναι ὁ ὑδράργυρος καὶ τὸ οἶνόπνευμα· ὁ μὲν ὑδράργυρος διότι διαστέλλεται ὁμαλώτερον τῶν ἄλλων ὑγρῶν, βράζει εἰς λίαν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν καὶ πήγνυται μόνον ἐν ἰσχυροτάτῳ ψύχει· τὸ δὲ οἶνόπνευμα ἐπειδὴ οὐδ' ὑπὸ τοῦ μεγίστου γνωστοῦ ψύχους πήγνυται.

108. Κατασκευὴ θερμομέτρου ὑδραργυρικοῦ. — Λαμβάνομεν (σχ. 61) τριχοειδῆ σωλῆνα, τοῦ ὁποίου ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος εἶναι πανταχοῦ ἡ αὐτὴ, καὶ ὅστις κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων λήγει εἰς κυλινδρικὸν ἢ σφαιρικὸν δοχεῖον Δ, κατὰ δὲ τὸ ἕτερον εἰς μικρὸν χωνίον Α.

Πρὸς εἰσαγωγὴν τοῦ ὑδραργύρου εἰς τὸ δοχεῖον πληροῦμεν τὸ χωνίον ὑδραργύρου· ἔπειτα κλίνοντες τὸν σωλῆνα, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα, θερμαίνομεν διὰ λύχνου οἶνοπνεύματος τὸ δοχεῖον Δ. Τότε δὲ ὁ ἐν αὐτῷ αἰὴρ διαστελλόμενος ἐξέρχεται ἐν μέρει διὰ τοῦ χωνίου Α, διερχόμενος ἀνὰ φουσαλίδας τὸν ὑδράργυρον. Ἐὰν ἔπειτα ἀφήσωμεν τὸ δοχεῖον νὰ ψυχρανθῇ,



κρατοῦντες τὸν σωλῆνα ὀρθόν, ὃ ἐν αὐτῷ ἀήρ συστέλλεται, καὶ ἢ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις ἀναγκάζει τὸν ὑδράργυρον νὰ καταβῆ ἐκ τοῦ χωνίου εἰς τὸ δοχεῖον, εἰς ὃ πίπτει στάγδην, μέχρις οὗ ὃ ὑπολειφθεὶς ἀήρ ἀναλάβῃ διὰ τῆς ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου αὐτοῦ ἐλαστικὴν δύναμιν ἴσην τῇ ἀτμοσφαιρικῇ πιέσει ηὔξημένη κατὰ τὸ βάρος τῆς ἐν τῷ σωλῆνι στήλης ὑδραργύρου. Θερμαίνομεν ἔπειτα ἐκ δευτέρου τὸ δοχεῖον, μέχρις οὗ ὃ εἰς αὐτὸ εἰσαχθεὶς ὑδράργυρος ἀρχίσῃ νὰ βράζῃ· τότε δὲ οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὑδραργύρου ἐκβάλλουσι τὸν ἐν τῷ ὄργανῳ ὑπολειφθέντα ἀέρα, καὶ διὰ τῆς ψύξεως τὸ δοχεῖον καὶ ὁ σωλῆν πληροῦνται ἐντελῶς ὑδραργύρου. Μετὰ ταῦτα



Σχ. 61.

θερμαίνομεν διὰ τελευταίαν φοράν τὸ ὄργανον, καὶ κατὰ τὴν στιγμὴν, ἐν ἣ ὁ ὑδράργυρος σχεδὸν βράζει, κλείομεν διὰ τοῦ λύχνου τὸ ἀνώτερον ἄκρον τοῦ σωλῆνος, ἀφαιροῦντες τὸ χωνίον, τὸ ὅποῖον εἰς τὸ ἐξῆς εἶναι ἄχρηστον. Κατὰ μικρὸν δὲ τὸ ὄργανον ψυχραίνεται, καὶ ἢ τοῦ ὑδραργύρου στήλη καταβαίνει ἐν τῷ σωλῆνι, ὅπου ἐπὶ τέλους ἵσταται εἰς σημεῖόν τι μεταβλητὸν κατὰ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ περιβάλλοντος.

109. *Βαθμολογία τοῦ θερμομέτρου.* — Ἴνα βαθμολογήσωμεν τὸ θερμομέτρον, ἥτοι νὰ χαράξωμεν ἐπὶ τοῦ σωλῆνος κλίμακα, δι' ἧς νὰ ἐκτιμῶμεν τοὺς διαφοροὺς τῆς θερμοκρασίας βαθμοὺς, πρέπει νὰ σημειώσωμεν ἐπ' αὐτοῦ δύο σημεία ἀντιστοιχοῦντα εἰς θερμοκρασίας πάντοτε τὰς αὐτάς καὶ εὐκόλους νὰ παραχθῶσι κατὰ θέλησιν. Ἡ πείρα δὲ δεικνύει ὅτι ἢ θερμοκρασία τῆς τήξεως τοῦ πάγου εἶναι πάντοτε ἢ αὐτῇ, οἰαδῆποτε καὶ ἂν εἶναι ἢ πηγὴ τῆς αὐτὴν παραγούσης θερμότητος· πρὸς δὲ τούτοις ὅτι τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ, ὑπὸ τὴν



αὐτὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ ἐν ἀγγείῳ ἐκ τῆς αὐτῆς ὕλης, ἀρχίζει νὰ βράζῃ πάντοτε ἐν τῇ αὐτῇ θερμοκρασίᾳ. Διὰ ταῦτα ὡς μηδενικὸν τῆς κλίμακος λαμβάνεται τὸ σημεῖον τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸν τηχόμενον πάγον, ὡς 100 δὲ τὸ εἰς τὸ βράζον ὕδωρ.

Ἴνα προσδιορίσωμεν τὰ δύο ταῦτα σημεία, ἐμβαπτίζομεν κατὰ πρῶτον τὸ θερμόμετρον εἰς ἀγγεῖον πεπληρωμένον τετριμμένου πάγου ἢ χιόνος, τοῦ ὁποίου ὁ πυθμὴν φέρει πολλὰς καὶ στενάς ὀπὰς, ἵνα δι' αὐτῶν ἐκρέῃ τὸ ἐκ τῆς τήξεως τοῦ πάγου προερχόμενον ὕδωρ. Ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου καταβαίνει τὸ πρῶτον ταχέως· μετὰ τινα δὲ χρόνον μένει στάσιμος. Σημειοῦμεν δὲ τότε 0 ἐπὶ τοῦ σωλῆνος κατὰ τὸ σημεῖον τὸ ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου. Μετὰ ταῦτα εἰσάγομεν τὸ θερμόμετρον εἰς σωλῆνα, εἰς ὃν ἀπολήγει πρὸς τὰ ἄνω μετάλλινον ἀγγεῖον, ἐν ᾧ βράζει ὕδωρ, οὕτως ὥστε τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου μόλις νὰ ἐφάπτηται τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, νὰ περιβάλληται δὲ πανταχόθεν ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ τοῦ βράζοντος ὕδατος. Ὁ ὑδράργυρος ἀναβαίνει ταχέως ἐν τῷ σωλῆνι, ἀλλὰ μετὰ τινα χρόνον μένει στάσιμος. Σημειοῦμεν δὲ τότε 100 εἰς τὸ σημεῖον τοῦ σωλῆνος, ὅπου ὁ ὑδράργυρος ἐστάθη.

Τῶν δύο σταθερῶν σημείων προσδιορισθέντων οὕτω, διαιροῦμεν τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ τοῦ 100 διάστημα εἰς 100 ἴσα μέρη, τὰ ὁποῖα καλοῦνται *βαθμοί*· ἔπειτα ἐξακολουθοῦμεν τὴν διαίρεσιν ἐπεκτείνοντες τοὺς βαθμοὺς τούτους ὑπεράνω τοῦ 100 καὶ ὑποκάτω τοῦ 0, ἐφ' ὅλον τὸ μῆκος τοῦ σωλῆνος. Τὸ οὕτω βαθμολογηθὲν θερμόμετρον καλεῖται *ἐκατόμβαθμον*, ἢ τοῦ Κελσίου, ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ πρώτου παραδεχθέντος τὴν τοιαύτην βαθμολογίαν φυσικοῦ. Ἴνα διακρίνωμεν δὲ τὰς ὑπεράνω τοῦ 0 θερμοκρασίας τῶν ὑποκάτω αὐτοῦ γράφομεν πρὸ τῶν τελευταίων τὸ σημεῖον—.

110. *Μετάθεσις τοῦ μηδενικοῦ*.—Τὰ θερμόμετρα ὑπόκεινται εἰς αἰτίαν λάθους, ἣν δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποφύγωμεν, μεθ' ὅσης ἐπιμελείας καὶ ἂν κατασκευάσωμεν αὐτά. Εἶναι δὲ αὕτη ὅτι



μετά τινα χρόνον τὸ μηδενικὸν μετατίθεται, ὑψούμενον ἐνίοτε ὑπὲρ τοὺς 2 βαθμοὺς ὑπεράνω τῆς πρώτης αὐτοῦ θέσεως.

\* Ἄν καὶ οὐδεμίᾳ ἀποχρῶσα ἐξήγησις τοῦ φαινομένου τούτου ὑπάρχει, ἢ πιθανωτέρα αἰτία αὐτοῦ εἶναι ὅτι ἡ χωρητικότης τοῦ δοχείου ἐλαττοῦται ἔνεκα βραδείας συστολῆς τῆς ὑάλου. Πρέπει λοιπὸν πάντοτε νὰ λογιζώμεθα τὴν μετάθεσιν ταύτην τοῦ μηδενικοῦ πρὸς ἀκριβῆ τῶν θερμοκρασιῶν μέτρησιν.

111. Διάφοροι θερμομετρικαὶ κλίμακες. — Πλὴν τοῦ ἑκατομβάθμου θερμομέτρου γίνεται εἰσέτι χρῆσις καὶ τοῦ θερμομέτρου τοῦ Ῥεωμόρου. Ἐν δὲ τῇ Ἀγγλίᾳ, Ὀλλανδίᾳ καὶ βορείῳ Ἀμερικῇ γίνεται χρῆσις καὶ ἄλλου τινὸς θερμομέτρου, τὸ ὁποῖον καλεῖται τοῦ Φαρενεΐτου, ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ κατασκευάσαντος αὐτὸ φυσικοῦ.

Ἐν τῷ θερμομέτρῳ τοῦ Ῥεωμόρου τὰ δύο σταθερὰ σημεῖα εἶναι πάλιν ὁ τηκόμενος πάγος καὶ τὸ βράζον ὕδωρ· ἀλλὰ τὸ μεταξὺ αὐτῶν διάστημα εἶναι διηρημένον εἰς 80 βαθμοὺς. Ἐν δὲ τῷ θερμομέτρῳ τοῦ Φαρενεΐτου τὸ μηδενικὸν ἀντὶ νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς τὸν τηκόμενον πάγον, ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ψῦχος τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἀναμίξεως ἴσων βαρῶν ἀμμωνιακοῦ ἁλατος καὶ τετριμμένου πάγου. Τὸ ἀνώτερον σημεῖον καὶ ἐν αὐτῷ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ βράζον ὕδωρ, τὸ δὲ μεταξὺ τοῦ μηδενικοῦ καὶ αὐτοῦ διάστημα εἶναι διηρημένον εἰς 212 βαθμοὺς. Ἡ θερμοκρασία τοῦ τηκόμενου πάγου ἀντιστοιχεῖ εἰς 32° τοῦ θερμομέτρου τούτου.

Ἐπειδὴ 80° Ῥεωμόρου δύναται 100° ἑκατομβάθμου, ἔπεται ὅτι 1° Ρ. εἶναι  $\frac{100}{80}$  ἢ  $\frac{5}{4}$  Ε. Ἄρα ἵνα τρέψωμεν ἀριθμὸν τινὰ βαθμῶν Ῥεωμόρου εἰς ἑκατονταδικούς, πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμεν αὐτὸν ἐπὶ  $\frac{5}{4}$  ἢ 1,25. Ἀντιστρόφως ἵνα τρέψωμεν ἀριθμὸν τινὰ βαθμῶν ἑκατονταδικῶν εἰς βαθμοὺς Ῥεωμόρου, ἀρκεῖ νὰ πολλαπλασιάσωμεν αὐτὸν ἐπὶ  $\frac{4}{5}$  ἢ 0,8. Οὕτω πράττοντες εὐρίσκομεν, π. χ., ὅτι 17°Ρ=21°,25 Ε· καὶ ὅτι 12°,7 Ε=10°,16 Ρ.

Ἴνα δὲ τρέψωμεν βαθμοὺς Φαρενεΐτου εἰς ἑκατονταδικούς, παρατηροῦμεν ὅτι 32 — 32 ἢτοι 180 Φ ἰσοδυναμοῦν πρὸς



100 °E. ἄρα 1 Φ εἶναι  $\frac{100}{180}$  ἢ  $\frac{5}{9}$  °E. Ἴνα τρέψωμεν λοιπὸν ἀριθμὸν τινα βαθμῶν Φαρενεΐτου εἰς ἑκατονταδικούς, πρέπει νὰ ἀφαιρέσωμεν ἐπ' αὐτοῦ 32, καὶ τὸ ὑπόλοιπον νὰ πολλαπλασιάσωμεν ἐπὶ  $\frac{5}{9}$ . Οὕτως εὐρίσκομεν ὅτι  $47,6 \text{ Φ} = 8,66 \text{ °E}$ .

Ἴνα δὲ τρέψωμεν ἀριθμὸν τινα βαθμῶν ἑκατονταδικῶν εἰς βαθμούς Φαρενεΐτου, πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμεν αὐτὸν ἐπὶ  $\frac{9}{5}$  καὶ εἰς τὸ γινόμενον νὰ προσθέσωμεν 32.

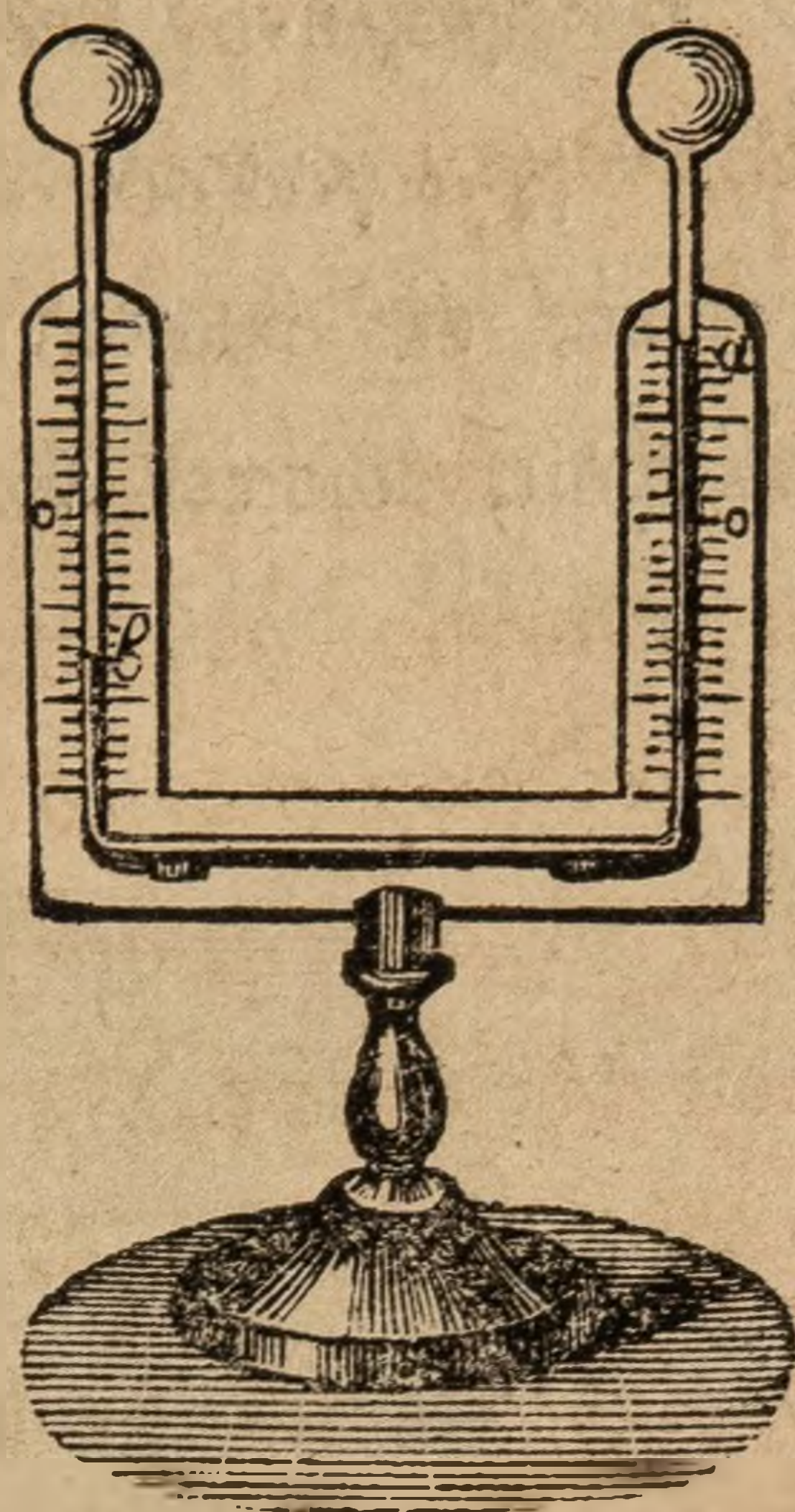
112. *Θερμόμετρον οἶνοπνευματικόν.* — Τὸ θερμόμετρον τοῦτο διαφέρει τοῦ ὑδραργυρικοῦ καθ' ὅτι ἀντὶ ὑδραργύρου περιέχει οἶνόπνευμα κεχρωματισμένον. Ἀλλ' ἡ βαθμολογία τοῦ ὄργανου τούτου δὲν πρέπει νὰ γίνηται ὡς ἡ τοῦ ὑδραργυρικοῦ, λαμβανομένων δηλαδὴ δύο μόνων σταθερῶν σημείων. Διότι τοῦ νόμου τῆς διαστολῆς τοῦ οἶνοπνεύματος διαφέροντος τοῦ νόμου τῆς διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, τὸ οὕτω κατασκευαζόμενον οἶνοπνευματικόν θερμόμετρον δὲν ἤθελε συμφωνεῖ τῷ ὑδραργυρικῷ εἰς πᾶσαν θερμοκρασίαν. Ἐτι δὲ καὶ πάντα τὰ οἶνοπνευματικὰ θερμόμετρα δὲν ἤθελον συμφωνεῖ ἀλλήλοις, διότι εἶναι δύσκολον νὰ ληθῆ εἰς τὴν κατασκευὴν αὐτῶν οἶνόπνευμα τῆς αὐτῆς ἀκριβῶς ποιότητος.

Διὰ ταῦτα ἡ βαθμολογία τοῦ οἶνοπνευματικοῦ θερμομέτρου πρέπει νὰ γίνηται διὰ συγκρίσεως πρὸς ὑποδειγματικὸν θερμόμετρον ὑδραργυρικόν, θερμαινομένων βαθμηδὸν ἀμφοτέρων ἐν τῷ αὐτῷ λουτρῷ, καὶ σημειουμένων ἐπὶ τοῦ πρώτου τῶν ὑπὸ τοῦ δευτέρου δεικνυομένων βαθμῶν. Γίνεται δὲ χρῆσις τοῦ οἶνοπνευματικοῦ θερμομέτρου εἰς μέτρησιν τῶν λίαν ταπεινῶν θερμοκρασιῶν, διότι τὸ οἶνόπνευμα δὲν πήγνυται οὐδὲ ὑπὸ τοῦ μεγίστου γνωστοῦ ψύχους, ἐν ᾧ ὁ ὑδράργυρος πήγνυται ἐν τῇ θερμοκρασίᾳ —  $40^{\circ}$ . Σημειωτέον δὲ ὅτι διὰ τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου δὲν δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν θερμοκρασίας ὑψηλοτέρας τῶν  $350^{\circ}$  βαθμῶν, διότι ἐν τῇ θερμοκρασίᾳ ταύτῃ ὁ ὑδράργυρος βράζει.

113. *Θερμόμετρα στηριζόμενα εἰς τὴν διαστολὴν τῶν ἀερίων.* — Δύο τοιαῦτα ὑπάρχουσι, τὸ διαφορικὸν θερμόμετρον τοῦ Λεσλῆ, καὶ τὸ θερμοσκόπιον τοῦ Ρουμφόρτου.



α΄.) Διαφορικὸν θερμοόμετρον τοῦ Λεσλῆ. — Τὸ ὄργανον τοῦτο εἶναι προωρισμένον εἰς τὴν μέτρησιν τῆς διαφορᾶς τῶν θερμοκρασιῶν δύο γειτνιαζόντων σωμάτων, διὰ τοῦτο δὲ ἐκλήθη διαφορικὸν θερμοόμετρον. Σύγκειται δὲ ἐκ δύο ὑαλίνων σφαιρῶν πεπληρωμένων ἀέρος καὶ ἐνούμενων διὰ σωλῆνος καμπύλου καὶ στενοῦ προσηρμοσμένου ἐπὶ σανίδος (σχ. 62). Ὁ σωλὴν οὗτος περιέχει προσότητά τινα θειικοῦ ὀξέος κεχρωματισμένου, τοῦ ὁποίου αἱ δύο ἐπιφάνειαι πρέπει νὰ ἔχωσι τὸ αὐτὸ ὕψος ἐντὸς τῶν δύο κατακρούφων σκελῶν, ὅταν αἱ σφαῖραι ἔχωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Σημειοῦται δὲ μηδενικὸν ἀπέναντι ἑκατέρας τῶν ἐπιφανειῶν τούτων. Ἐπειτα ὑψοῦμεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἑτέρας τῶν σφαιρῶν  $10^{\circ}$  ὑπὲρ τὴν τῆς ἑτέρας· ὁ ἐν αὐτῇ ἀήρ διαστελλόμενος καταβιβάζει τὸ ὑγρὸν ἐν τῷ ἀντιστοιχοῦντι σκέλει, ἀνυψοῖ δὲ αὐτὸ ἐν τῷ ἑτέρῳ. Τῆς ἰσορροπίας δὲ ἀποκατασταθείσης, σημειοῦμεν 10 ἑκατέρωθεν ἀπέναντι τοῦ σημείου, ὅπου ἐστάθη τὸ ὑγρὸν· ἔπειτα διαιροῦμεν τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ 10 διάστημα εἰς 10 ἴσα μέρη, καὶ ἐπεκτείνομεν τὰς διαιρέσεις ὑπεράνω καὶ ὑποκάτω τοῦ 0, ἐφ' ὅλον τὸ μῆκος τῶν σκελῶν.



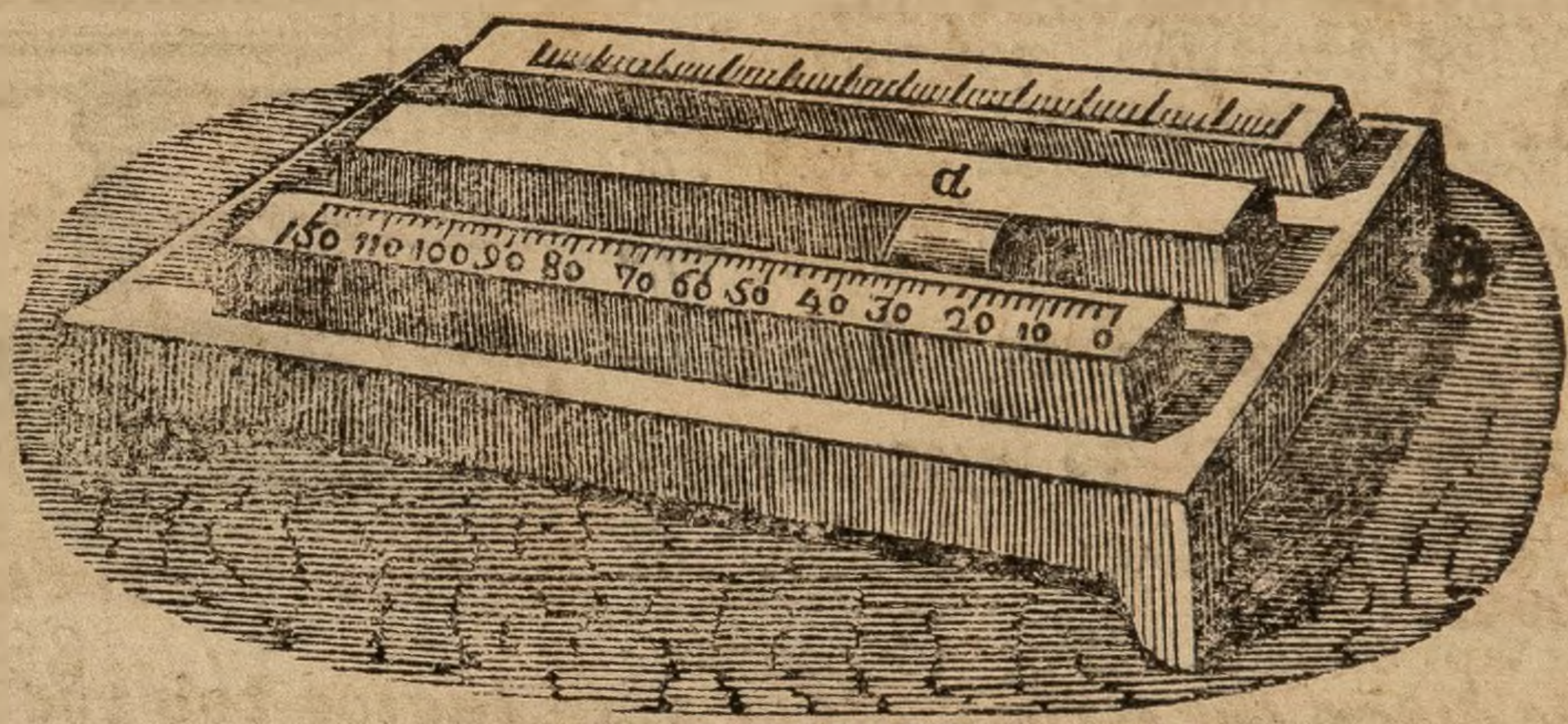
Σχ. 62.

β΄.) Θερμοσκόπιον τοῦ Ρουμφόρτου. — Τοῦτο διαφέρει τοῦ προηγουμένου κατὰ τοῦτο ὅτι αἱ σφαῖραι εἶναι μείζονες, τὸ ὀριζόντιον μέρος τοῦ σωλῆνος μακρότερον καὶ ἡ βαθμολογία γίνεται ἐπ' αὐτοῦ, καὶ ὅτι ὁ δείκτης, τοῦ ὁποίου τὸ μῆκος δὲν ὑπερβαίνει δύο ὑφεκατόμετρα, εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον τοῦ ὀριζοντίου μέρους τοῦ σωλῆνος, ὅταν αἱ σφαῖραι ἔχωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἡ βαθμολογία καὶ αἱ χρήσεις αὐτοῦ εἶναι αἱ αὐταὶ ταῖς τοῦ θερμομέτρου τοῦ Λεσλῆ.

114. Πυρόμετρα. — Τὰ ὄργανα ταῦτα εἶναι προωρισμένα εἰς τὴν μέτρησιν τῶν ὑψηλοτάτων θερμοκρασιῶν· γίνεται δὲ χρῆσις αὐτῶν διὰ τὰς καμίνους τῶν ἐργοστασιῶν. Τὸ μᾶλλον ἐν χρήσει πυρόμετρον εἶναι τὸ τοῦ Οὐεδγβούδ (Wedgwood).



Τὸ ὄργανον τοῦτο στηρίζεται εἰς τὴν συστολὴν, ἣν πάσχει ἡ ἀργίλλος ὑποβληθεῖσα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος. Συνίσταται δὲ (σχ. 63) ἐκ χαλκῆς πλακῶς, ἐφ' ἧς εἶναι προσηρμοσμένοι τρεῖς ράβδοι ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, ὀλίγον συγκλίνουσαι, ὥστε νὰ ἀποτελῶσι δύο κωνικάς αὐλακας, ὧν ἡ μία εἶναι ἐξακολουθήσις τῆς ἐτέρας, καὶ αἵτινες εἶναι διηρημένοι εἰς 240 ἴσα μέρη. Ἴνα κάμωμεν χρῆσιν τοῦ ὀργάνου τούτου, λαμβάνομεν μικρὸν κύλινδρον α ἀργίλλου προηγουμένως ξηρανθέντα εἰς τὴν θερμότητα τοῦ σκοτεινοῦ ἐρυθροῦ, καὶ τοιαύτης διαμέτρου, ὥστε νὰ εἰσέρχεται μέχρι τοῦ 0 τῆς κλίμακος.



Σχ. 63.

Εἰσάγομεν τότε τὸν κυλινδρῖσκον τοῦτον εἰς τὴν κάμινον, ἧς θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὴν θερμοκρασίαν· ἐξάγομεν αὐτὸν ἀκολουθῶς, καὶ ἀφοῦ ψυχρανθῆ, ἐναρμύζομεν αὐτὸν εἰς τὴν αὐλακα ὠθοῦντες αὐτὸν ἐφ' ὅσον δύναται νὰ προχωρήσῃ. Τότε δὲ οὗτος προχωρεῖ μᾶλλον ἢ ἥττον ἔνεκα τῆς συστολῆς, ἣν ἔπαθε καὶ ἣν διετήρησε ψυχρανθεῖς. Ἐν τῷ ἡμετέρῳ σχήματι ὁ κύλινδρος δεικνύει 32 βαθμούς.

Παραδέχονται δὲ κατὰ προσέγγισιν ὅτι ἕκαστος τοῦ πυρομέτρου τούτου βαθμὸς δύναται  $72^{\circ}$  ἑκατονταδικούς, καὶ ὅτι τὸ 0 ἀντιστοιχεῖ εἰς  $580^{\circ}$  τοῦ αὐτοῦ θερμομέτρου. Διὰ τοῦτο ἡ θερμοκρασία, ἣν δεικνύει ὁ βαθμὸς 32 τοῦ πυρομέτρου ἰσοδυναμεῖ πρὸς  $580 + 72 \times 32$  ἤτοι  $2884^{\circ}$ . Ἄν καὶ αἱ ἐκτιμήσεις αὗται δὲν εἶναι ἀκριβεῖς, ἀρκουῖσιν ὅμως διὰ τὰς ἀνάγκας τῆς βιομηχανίας.



Γίνεται προσέτι ἐνίοτε χρήσις τοῦ πυρομέτρου τοῦ Βρο-  
νιάρτου, τὸ ὁποῖον ἔχει μεγάλην ὁμοιότητα πρὸς τὸ ἐν τῷ  
σχήματι 57 παριστώμενον ὄργανον.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

Περὶ συντελεστοῦ διαστολῆς τῶν στερεῶν, τῶν ὑγρῶν,  
καὶ τῶν ἀερίων. — Πυκνότης τῶν ἀερίων.

115. *Συντελεστής διαστολῆς.* — Καλεῖται *συντελεστής*  
*διαστολῆς* ἡ αὐξήσις, ἣν λαμβάνει ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου σώμα-  
τός τινος, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑψωθῆ ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $1^{\circ}$  τοῦ  
ἐκατομβάθμου θερμομέτρου.

116. *Συντελεστής διαστολῆς τῶν στερεῶν.* — Εἶδομεν  
προηγουμένως ὅτι ἐν τοῖς στερεοῖς διακρίνονται δύο διαστολῆς  
εἶδη, ἡ γραμμικῆ, ἥτοι κατὰ μίαν μόνον διάστασιν, καὶ ἡ κυ-  
βικῆ, ἥτοι κατὰ τὰς τρεῖς διαστάσεις ἢ κατ' ὄγκον. Εὐκόλως  
δὲ ἀποδεικνύεται διὰ τῆς γεωμετρίας ὅτι ὁ συντελεστής τῆς  
κυβικῆς διαστολῆς εἶναι σχεδὸν τριπλάσιος τοῦ τῆς γραμμικῆς.

Οἱ συντελεσταὶ τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν προσ-  
διορίζονται διὰ τῆς ἐξῆς γενικῆς μεθόδου· μετρεῖται κατὰ  
πρῶτον τὸ μῆκος ῥάβδου ἐκ στερεοῦ τινος οἴουδήποτε ὑπὸ τὴν  
θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$ , ἔπειτα ἄγεται ἡ ῥάβδος αὕτη εἰς ὠρισμέ-  
νην τινὰ θερμοκρασίαν, καὶ μετρεῖται ἐκ νέου τὸ μῆκος τῆς  
ῥάβδου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν ταύτην. Ἡ διαφορὰ τοῦ δευ-  
τέρου μήκους καὶ τοῦ πρώτου παριστᾶ προφανῶς τὴν γραμ-  
μικὴν διαστολὴν τῆς ῥάβδου, διὰ τὴν μετάβασιν ταύτης ἀπὸ  
 $0^{\circ}$  εἰς τὴν δεδομένην θερμοκρασίαν· ἵνα δὲ εὕρωμεν τὸν συντε-  
λεστήν τῆς διαστολῆς, ἥτοι τὴν ἐπιμήκυνσιν τὴν ἀντιστοιχοῦσαν  
εἰς ἓνα βαθμὸν καὶ εἰς τὴν μονάδα τοῦ μήκους, διαιροῦμεν  
τότε τὴν παρατηρηθεῖσαν διαστολὴν διὰ τοῦ μήκους τῆς ῥά-  
βδου καὶ τῆς θερμοκρασίας, εἰς ἣν αὕτη ἤχθη.

Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ  $\Sigma$  τὸν συντελεστήν τῆς γραμμι-  
κῆς διαστολῆς, διὰ  $\mu$  τὸ μῆκος τῆς ῥάβδου ὑπὸ  $0^{\circ}$ , καὶ διὰ  
 $\mu'$  τὸ μῆκος τῆς ῥάβδου ὑπὸ  $\theta^{\circ}$ , θέλομεν ἔχει·



$$\Sigma = \frac{\mu' - \mu}{\theta \mu}$$

Ἴνα εὐρωμεν δὲ τὸν συντελεστὴν  $\Sigma'$  τῆς κυβικῆς διαστολῆς, ἀρκεῖ νὰ τριπλασιάσωμεν τὸ δεύτερον μέλος τῆς προηγουμένης ἰσότητος· ἦτοι ἔχομεν

$$\Sigma' = \frac{3(\mu' - \mu)}{\theta \mu}$$

Τὰ διάφορα στερεὰ διαστέλλονται διαφόρως, ἐπομένως ἕκαστον τούτων ἔχει ἴδιον συντελεστὴν διαστολῆς· εἶναι δὲ ὁ συντελεστὴς οὗτος ἐν παντὶ σώματι περίπου ὁ αὐτὸς δι' ἕκαστον βαθμὸν μεταξὺ  $0^\circ$  καὶ  $100^\circ$ . Ἀλλὰ κατὰ τὰς ἐρεῦνας τοῦ Πετίτου καὶ Δουλόγγου αὐξάνει καὶ εἶναι ἀνώμαλος ἀπὸ τοῦ  $100^\circ$  μέχρι τῆς θερμοκρασίας τῆς τήξεως.

Πίναξ τῶν συντελεστῶν τῆς γραμμικῆς καὶ κυβικῆς διαστολῆς τῶν μᾶλλον εὐχρήστων ἐν ταῖς τέχναις στερεῶν σωμάτων.

Ὄνόματα τῶν οὐσιῶν.	Συντελεστὴς γραμμικῆς διαστολῆς.	Συντελεστὴς κυβικῆς διαστολῆς.
Ἰαλός	0,00000861	0,00002583
Πλατῖνα	0,00000884	0,00002652
Χάλυψ	0,00001080	0,00003240
Σίδηρος	0,00001182	0,00003546
Χρυσός	0,00001466	0,00004398
Χαλκός	0,00001718	0,00005154
Ὀρείχαλκος	0,00001867	0,00005601
Ἄργυρος	0,00001910	0,00005730
Κασσίτερος	0,00002173	0,00006519
Μόλυβδος	0,00002848	0,00008544
Ψευδάργυρος.	0,00002942.	0,00008826.

117. Ἐφαρμογαὶ τῶν συντελεστῶν τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν. — Ἡ γνῶσις τῶν συντελεστῶν τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν ἔχει πολλὰς ἐφαρμογὰς εἰς τὰς τέχνας. Ἐν τῇ κατασκευῇ τῶν σιδηροδρόμων π. χ., εἶναι ἀναγκαῖον γὰ ἀφίνηται



διάστημα τι μεταξύ τῶν ἐφεξῆς τιθεμένων ῥάβδων τῶν ἀποτελουσῶν τὰς τροχιάς· διότι ἂν αὗται ἤπτοντο ἀλλήλων, τὸ θέρος ὑπὸ τῆς διαστολῆς ἤθελον καμφθῆ ἢ ἤθελον συντρίψει τὰ ὑποστηρίγματα αὐτῶν. Πρέπει ὡσαύτως νὰ λογίζηται τις τὴν διαστολὴν ἐν τῇ θέσει τῶν ἐσχαρῶν τῶν καμίνων, ἐν τῇ κατασκευῇ τῶν σιδηρῶν γεφυρῶν, τῶν ἐκ μολύβδου καὶ ψευδαργύρου στεγασμάτων κτλ.

118. Συντελεσται διαστολῆς τῶν ὑγρῶν.—Εἶδομεν (106) ὅτι ἐν τοῖς ὑγροῖς διακρίνονται δύο διαστολῆς εἶδη, ἡ φαινομένη καὶ ἡ πραγματικὴ ἢ ἀπόλυτος. Ὁ συντελεστὴς τῆς φαινομένης διαστολῆς μεταβάλλεται μετὰ τῆς φύσεως τοῦ ἀγγείου. Προσδιορίζεται δὲ μετρούμενου τοῦ ὄγκου ποσότητός τινος ὑγροῦ ὑπὸ 0°, καὶ μετρούμενου ἀκολούθως τοῦ φαινομένου ὄγκου τῆς αὐτῆς ποσότητος ὑπὸ θερμοκρασίαν ὑψηλοτέραν. Ἐστω Μ ὁ ὄγκος ὑπὸ 0° καὶ Μ' ὑπὸ θ°. συλλογιζόμενοι ὅπως καὶ ἀνωτέρω διὰ τὰ στερεὰ, θέλομεν εὔρει ὅτι ὁ συντελεστὴς Σ τῆς φαινομένης διαστολῆς εἶναι

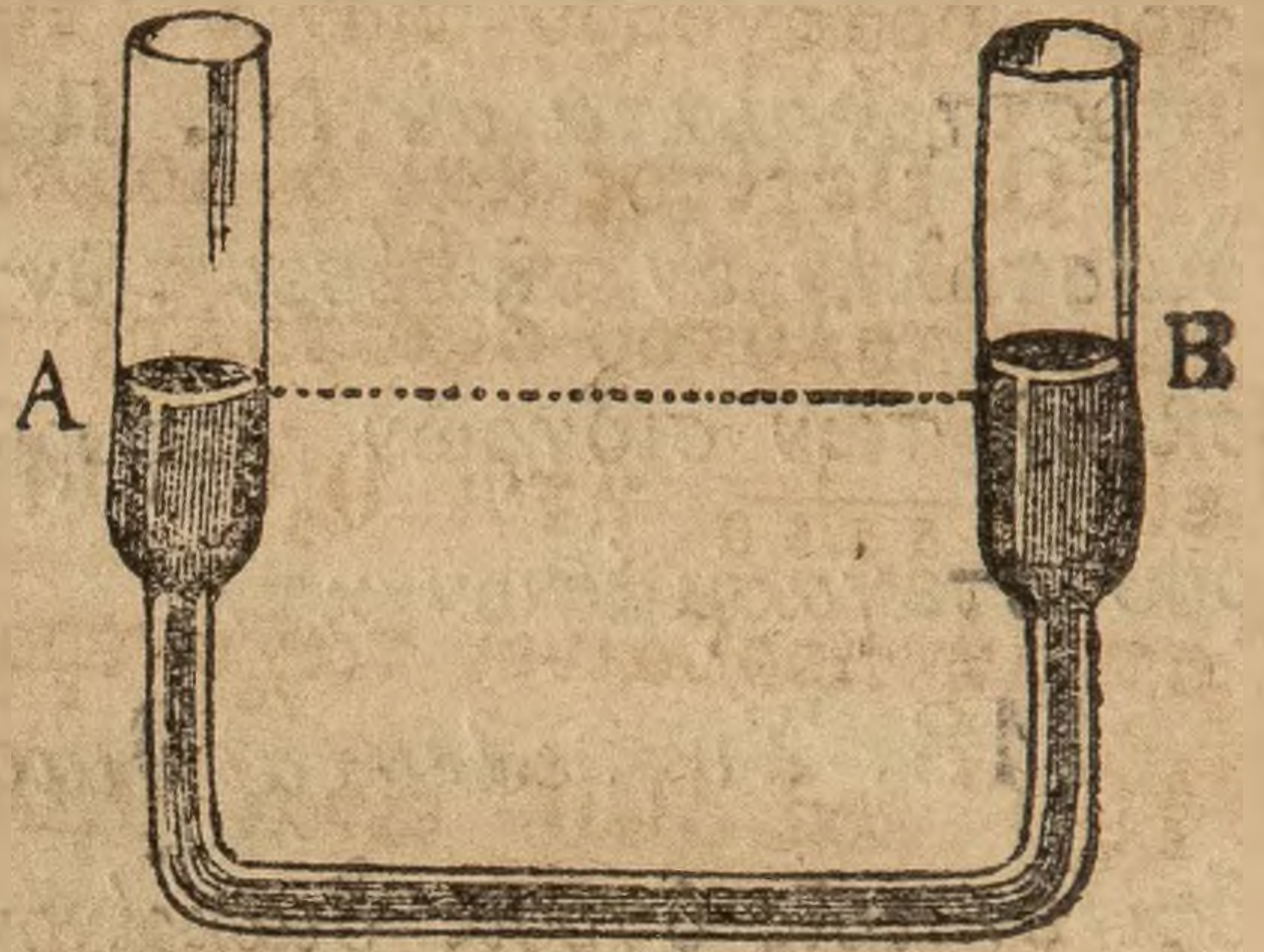
$$\Sigma = \frac{M' - M}{M\theta}.$$

Οἱ συντελεσται τῆς διαστολῆς τῶν διαφόρων ὑγρῶν εἶναι διάφοροι. Πρὸς δὲ τούτοις ἐν τῷ αὐτῷ ὑγρῷ ὁ συντελεστὴς δὲν εἶναι ὁ αὐτὸς διὰ πάντας τοὺς βαθμοὺς τοῦ θερμομέτρου, ἀλλ' ἐν γένει αὐξάνει μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Ὁ ὑδράργυρος εἶναι τὸ ὁμαλώτερον διαστελλόμενον πάντων τῶν ὑγρῶν. Ὁ δὲ συντελεστὴς τῆς φαινομένης αὐτοῦ ἐν τῷ ὑάλῳ διαστολῆς εἶναι  $\frac{1}{8480}$  ἢ 0,0001543.

Τὸν δὲ συντελεστὴν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς εὐρίσκομεν προσθέτοντες εἰς τὸν συντελεστὴν τῆς φαινομένης διαστολῆς τὸν συντελεστὴν τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ ἀγγείου. Ἐν τούτοις οἱ φυσικοὶ Πετίτος καὶ Δουλόγγος κατῴρθωσαν νὰ προσδιορίσωσιν ἀμέσως τὸν συντελεστὴν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου δι' ἀγγείου συγκειμένου ἐκ δύο ὀρθῶν βραχιόνων Α καὶ Β, ἐνουμένων διὰ τριχοειδοῦς σωλῆνος ὀριζοντίου (σχ. 64).



Τοῦ ἀγγείου τούτου πληρωθέντος ὑδραργύρου, ὁ μὲν βραχίον A διατηρεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$ , ὁ δὲ B ἄγεται εἰς θερμοκρασίαν ἰκανῶς ὑψηλὴν. Ὁ ὑδράργυρος, ὅστις εἶχε τὸ αὐτὸ ὕψος ἐντὸς τῶν δύο βραχιόνων, ὅταν ἡ θερμοκρασία ἦτο ἡ αὐτὴ, ἀναβαίνει ὑψηλότερα ἐν τῷ βραχίονι B, καθόσον ὁ ἐν αὐτῷ ὑδράργυρος διαστέλλεται καὶ ἡ πυκνότης αὐτοῦ ἐλαττοῦται. Τὸ ὄργανον τότε παριστᾶ δύο συγκοινωνοῦντα ἀγ-



Σχ. 64.

γεῖα περιέχοντα δύο ὑγρά διαφόρου πυκνότητος. Δυνάμει δὲ τῆς ὑδροστατικῆς ἀρχῆς, ἣν ἐν τοῖς προηγουμένοις (78) ἀπεδείξαμεν, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ  $u$  καὶ  $\pi$  τὸ ὕψος καὶ τὴν πυκνότητα τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βραχίονι A ὑπὸ  $0^{\circ}$ , καὶ διὰ  $u'$  καὶ  $\pi'$  τὸ ὕψος καὶ τὴν πυκνότητα αὐτοῦ ἐν τῷ βραχίονι B ὑπὸ  $\theta^{\circ}$ , θέλομεν ἔχει

$$\frac{u}{u'} = \frac{\pi'}{\pi},$$

ἐπειδὴ τὰ ὕψη εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων. Ἐστῶσαν δὲ  $M$  καὶ  $M'$  οἱ ὄγκοι τοῦ ὑδραργύρου τοῦ περιεχομένου ἐν τῷ βραχίονι B ὑπὸ  $0^{\circ}$  καὶ  $\theta^{\circ}$ . Οἱ ὄγκοι οὗτοι εἶναι ἐπίσης ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν πυκνοτήτων, ἐπειδὴ τὸ βάρος τοῦ ὑδραργύρου μένει τὸ αὐτό· ἄρα

$$\frac{M}{M'} = \frac{\pi'}{\pi}, \text{ καὶ ἐπομένως } \frac{M'}{M} = \frac{u}{u'}.$$

$$\text{Ἐντεῦθεν δὲ } \frac{M' - M}{M} = \frac{u' - u}{u}.$$

Διαιροῦντες δὲ τὰ δύο μέλη τῆς ἰσότητος ταύτης διὰ  $\theta$  λαμβάνομεν,

$$\frac{M' - M}{M\theta} = \frac{u' - u}{u\theta}.$$

Ἐπειδὴ δὲ τὸ πρῶτον μέλος τῆς ἰσότητος ταύτης παριστᾶ τὸν συντελεστὴν  $K$  τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, ἔχομεν

$$K = \frac{u' - u}{u\theta}.$$



Ἐπομένως ὁ προσδιορισμὸς τοῦ συντελεστοῦ τούτου ἀνάγε-  
ται εἰς τὴν ἀκριβῆ καταμέτρησιν τῶν ὑψῶν τῶν δύο στηλῶν  
τοῦ ὑδραργύρου τῶν ἐν τῷ A καὶ B, καὶ τῆς θερμοκρασίας θ.

Ὁ Πετίτος καὶ ὁ Δουλόγγος εὔρον οὕτως ὅτι ὁ συντελεστῆς  
τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου μεταξὺ 0° καὶ 100°  
εἶναι  $\frac{1}{5550}$  ἥτοι 0,00018018. Ὑπεράνω τῶν 100° ἡ δια-  
στολὴ προβαίνει ταχύτερον, ὥστε ὁ μέσος συντελεστῆς μεταξὺ  
100° καὶ 300° εἶναι 0,00018766. Ἀπὸ —36 μέχρι +100°  
ἡ ἀπόλυτος τοῦ ὑδραργύρου διαστολὴ εἶναι κανονικωτάτη·  
ὑπεράνω δὲ τῆς τελευταίας τῶν θερμοκρασιῶν τούτων ἡ κα-  
νονικότης τῆς διαστολῆς παύει καὶ ἡ ἀνωμαλία εἶναι τοσοῦτον  
μείζων, ὅσῳ τὸ ὑγρὸν εἶναι πλησιέστερον τῆς θερμοκρασίας τοῦ  
βρασμοῦ.

119. *Μεγίστη πυκνότης τοῦ ὕδατος.*—Τὸ ὕδωρ παρέχει  
τὸ ἐξαιρετικὸν τοῦτο φαινόμενον ὅτι, τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ  
καταβαίνουσας, συστέλλεται μόνον μέχρι τῶν 4°, ὑποκάτω δὲ  
τῆς θερμοκρασίας ταύτης, ὅχι μόνον παύει ἡ συστολὴ, ἀλλὰ  
καὶ διαστέλλεται τὸ ὑγρὸν μέχρι τῆς πήξεως, ἥτις συμβαίνει  
ὑπὸ 0°. ὥστε ὑπὸ θερμοκρασίαν 4° τὸ ὕδωρ λαμβάνει τὴν με-  
γίστην αὐτοῦ πυκνότητα.

Πολλῶν μεθόδων ἐγένετο χρῆσις εἰς προσδιορισμὸν τῆς θερ-  
μοκρασίας τῆς μεγίστης πυκνότητος τοῦ ὕδατος. Ὁ Ἀλλστρὼμ  
ζυγίζων ἐν τῷ ὕδατι ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας ὑαλίνην σφαῖ-  
ραν ἡρματισμένην ἄμμῳ καὶ λογιζόμενος τὴν διαστολὴν τῆς  
ὑάλου, εὔρεν ὅτι ἡ σφαῖρα αὕτη ἀπέβαλλε τὸ μέγιστον μέρος  
τοῦ βάρους αὐτῆς ἐν τῷ ὕδατι τῷ ἔχοντι θερμοκρασίαν 4°,1,  
καὶ ἐπομένως ὅτι ὑπο τὴν θερμοκρασίαν ταύτην συμβαίνει ἡ  
μεγίστη συμπύκνωσις. Ὁ δὲ Δεπρὲ ποιῶν χρῆσιν θερμομέ-  
τρου περιέχοντος ὕδωρ ἀντὶ ὑδραργύρου, ἐβεβαιώθη ὅτι ἡ με-  
γίστη συμπύκνωσις τοῦ ὕδατος συμβαίνει ὑπὸ θερμοκρασίαν 4°  
ἀκριβῶς.

120. *Ἐφαρμογὴ τοῦ συντελεστοῦ τῆς διαστολῆς τῶν  
ὑγρῶν εἰς τὴν διόρθωσιν τοῦ ὕψους τοῦ βαρομέτρου.*— Αἱ  
βαρομετρικαὶ παρατηρήσεις διὰ νὰ ᾖναι συγκριταὶ πρὸς ἀλλή-



λας, πρέπει πάντοτε νὰ ἀνάγωνται εἰς τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν· διότι τῆς πυκνότητος τοῦ ὑδραργύρου μεταβαλλομένης μετὰ τῆς θερμοκρασίας, εἶναι δυνατὸν τὸ αὐτὸ ὕψος τοῦ βαρομέτρου νὰ ἀντιστοιχῇ εἰς πιέσεις διαφόρους. Ἡ σταθερὰ δὲ θερμοκρασία, εἰς ἣν ἀνάγεται πάντοτε τὸ ὕψος τοῦ βαρομέτρου, εἶναι ἡ τοῦ 0.

Ἐστω  $u$  τὸ ὕψος τοῦ βαρομέτρου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν  $0^\circ$ ,  $u'$  τὸ ὑπὸ θερμοκρασίαν  $\theta^\circ$ ,  $\pi$  ἡ πυκνότης τοῦ ὑδραργύρου ὑπὸ τὴν πρώτην θερμοκρασίαν καὶ  $\pi'$  ὑπὸ τὴν δευτέραν. Γνωρίζομεν ὅτι τὰ ὕψη  $u$  καὶ  $u'$  εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων  $\pi$  καὶ  $\pi'$ , ἥτοι ὅτι ἔχομεν

$$u : u' = \pi : \pi'.$$

Ἐὰν δὲ καλέσωμεν  $1$  τὸν ὄγκον τοῦ ὑδραργύρου ὑπὸ  $0^\circ$ , καὶ  $\kappa$  τὸν συντελεστὴν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, ὁ ὄγκος αὐτοῦ ὑπὸ  $\theta^\circ$  θέλει εἶναι  $1 + \kappa\theta$ . Ἐπειδὴ δὲ οἱ ὄγκοι, οὓς σῶμά τι λαμβάνει, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς ἀντιστοιχοῦσας πυκνότητας, ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν

$$\pi : \pi' = 1 + \kappa\theta : 1$$

Συγκρίνοντες δὲ τὴν ἀναλογίαν ταύτην πρὸς τὴν ἀνωτέρω ποριζόμεθα

$$u : u' = 1 + \kappa\theta : 1$$

ὅθεν

$$u = \frac{u'}{1 + \kappa\theta}.$$

**121. Συντελεσται διαστολῆς τῶν ἀερίων.**—Τὰ ἀέρια εἶναι ἐκ πάντων τῶν σωμάτων τὰ διαστελλόμενα περισσότερο καὶ ὀμαλώτερον. Μέχρι δὲ τοῦ 1837 παρεδέχοντο κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Γαιλουσσάκου ὅτι πάντα τὰ ἀέρια ἔχουσι τὸν αὐτὸν συντελεστὴν διαστολῆς, καὶ ὅτι ὁ συντελεστής οὗτος μένει ἀμετάβλητος, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ πίεσις αὐτῶν. Ἀλλὰ μετὰ ταῦτα οἱ φυσικοὶ Ρούδβεργος, Μάγνος καὶ Ρενιὼ ἐξηκρίβωσαν ὅτι πάντα τὰ ἀέρια δὲν ἔχουσι τὸν αὐτὸν συντελεστὴν διαστολῆς, καὶ ὅτι οὗτος αὐξάνει ἐν τῷ αὐτῷ ἀερίῳ μετὰ τῆς πίεσεως. Ἐν τούτοις αἱ διαφοραὶ τῶν συντελεστῶν τῆς διαστολῆς τῶν διαφόρων ἀερίων εἶναι ἐλάχισται, ὡς φαίνεται ἐν τῷ ἐξῆς πινάκι.



Πίναξ τῶν συντελεστῶν διαστολῆς τῶν κυριωτέρων ἀερίων, μεταξύ 0° καὶ 100°, ὑπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν.

Ὄνόματα τῶν ἀερίων.	Συντελεσταὶ διαστολῆς.
Ἄηρ	0,003665
Υδρογόνον	0,003667
Ἄζωτον	0,003668
Ἀνθρακικὸν ὄξύ	0,003688
Θειῶδες ὄξύ	0,003845
Κυανογόνον.	0,003829

122. Πυκνότης τῶν ἀερίων.— Ἡ πυκνότης ἢ τὸ εἰδικὸν βάρος ἀερίου τινὸς εἶναι ὁ λόγος τοῦ βάρους ὄγκου τινὸς τοῦ ἀερίου τούτου πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ἀέρος, ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 0°, καὶ ὑπὸ τὴν μέσσην πίεσιν 0<sup>m</sup>, 76. Ἴνα προσδιορίσωμεν τὸν συντελεστὴν τοῦτον, ζυγίζομεν κατὰ πρῶτον κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν, χωρητικότητος 8 ἕως 10 λιτρῶν, κενωθεῖσαν ἀέρος· ζυγίζομεν αὐτὴν ἀκολουθῶς πλήρη τοῦ ἀερίου, τοῦ ὁποίου ζητεῖται ἡ πυκνότης. Ὁ ἀήρ καὶ τὸ ἀέριον πρέπει νὰ εἶναι ἐντελῶς ξηρὰ καὶ ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν 0°. Ἐπιτυχάνεται δὲ τοῦτο τιθεμένης τῆς σφαίρας κατὰ τὴν πλήρωσιν αὐτῆς ἐν ἀγγεῖῳ ψευδαργύρου περιβεβλημένῳ ὑπὸ πάγου. Ἐστω B τὸ βάρος τῆς σφαίρας κενῆς, B' τὸ βάρος αὐτῆς πλήρους, ἀέρος καὶ B'' τὸ βάρος τῆς αὐτῆς σφαίρας πλήρους τοῦ ἀερίου, τοῦ ὁποίου ζητεῖται ἡ πυκνότης. Εἶναι προφανές ὅτι τὸ βάρος τοῦ ἀέρος εἶναι B'—B, τὸ δὲ τοῦ ἀερίου B''—B. Ἐπειδὴ δὲ οἱ ὄγκοι εἶναι ἴσοι, καλοῦντες Π τὴν ζητούμενην πυκνότητα, ἔχομεν

$$\Pi = \frac{B'' - B}{B' - B}$$

Σημειωτέον δὲ ὅτι ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις πρέπει νὰ εἶναι κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος 0<sup>m</sup>, 76. Ἐὰν δὲν εἶναι



τόση, ανάγομεν τὰ βάρη τῶν δύο ἀερίων εἰς τὴν πίεσιν ταύτην, στηριζόμενοι εἰς τὸν νόμον τοῦ Μαριότου.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

Μεταβολὴ καταστάσεως.—Θερμότης λανθάνουσα.—  
Ψυκτικὰ μίγματα.

123. Μετάβασις ἀπὸ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν. — Εἶδομεν ἐν τοῖς προηγουμένοις ὅτι, ὅταν σῶμα τι θερμαίνεται, διαστέλλεται. Ὑπάρχει δὲ ὄριόν τι τῆς διαστολῆς ταύτης, πέραν τοῦ ὁποίου ἡ ἀτομικὴ ἔλξις ἀδυνατεῖ νὰ τηρήσῃ τὸ σῶμα ἐν στερεᾷ καταστάσει. Τότε δὲ συμβαίνει ἄλλο τι φαινόμενον, καλούμενον *τῆξις*, τὸ ὁποῖον εἶναι ἡ μετάβασις ἀπὸ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν.

Τὸ φαινόμενον τῆς τήξεως ὑπόκειται πάντοτε εἰς τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

α.) Ἡ θερμοκρασία, ἐν ἣ συμβαίνει ἡ τῆξις, εἶναι ἀμετάβλητος ἐν ἐκάστῳ σώματι.

β.) Οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ ἔντασις τῆς πηγῆς τῆς θερμότητος, ἀπὸ τῆς στιγμῆς, καθ' ἣν ἀρχεται ἡ τῆξις, ἡ θερμοκρασία τοῦ τηχομένου σώματος παύει ὑψομένη καὶ μένει σταθερὰ, μέχρις οὗ ἡ τῆξις γένηται τελεία.

Πίναξ τῶν θερμοκρασιῶν τῆς τήξεως διαφόρων σωμάτων.

Ὄνόματα τῶν οὐσιῶν.	Θερμοκρασία τήξεως.	Ὄνόματα τῶν οὐσιῶν.	Θερμοκρασία τήξεως.
Θειῶδες ὀξύ	—100.	Κασσίτερος	228
Ἀνθρακικὸν ὀξύ	—78.	Μόλυβδος	332
Ἵδρᾶργυρος	—40	Ψευδᾶργυρος	360
Πάγος	0	Στίμμι	434
Φωσφόρος	44	Ἄργυρος	1000
Ποτάσιον	55	Χρυσός	1250
Στεατίνη	60	Σίδηρος.	1500
Κηρὸς	64		
Σόδιον	90		
Θεῖον.	115		



124. *Θερμότης λανθάνουσα.* — Ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία σώματος τηκομένου μένει σταθερὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως, ἔπεται ὅτι ἡ θερμότης, ἣν τὸ σῶμα δέχεται ἐκ τῆς ἐστίας καταναλλίσκεται ὀλόκληρος εἰς τὸ παράγειν τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως αὐτοῦ. Ἡ θερμότης αὕτη, ἣτις εἰσδύει μεταξύ τῶν ἀτόμων, ἐλαττοῦσα τὴν δύναμιν τῆς συνοχῆς αὐτῶν καὶ παράγουσα τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, παύει νὰ εἶναι αἰσθητὴ εἰς τὸ θερμόμετρον καὶ τὰ ὄργανα ἡμῶν· διὰ τοῦτο δὲ καλεῖται *θερμότης λανθάνουσα*.

Τὸ ἐξῆς πείραμα δύναται νὰ ἐμποιήσῃ ἀκριβῆ ἔννοιαν τῆς λανθανούσης θερμότητος. Ἐὰν εἰς 1 χιλιόγραμμον ὕδατος θερμοκρασίας  $79^{\circ}$  ἐμβάλωμεν 1 χιλιόγραμμον τετριμμένου πάγου ἢ χιόνος θερμοκρασίας  $0^{\circ}$ , ὁ πάγος ἢ ἡ χιών τήκεται καὶ λαμβάνομεν 2 χιλιόγραμμα ὕδατος θερμοκρασίας  $0^{\circ}$ , ἥτοι τῆς θερμοκρασίας, ἣν εἶχεν ὁ πάγος. Ἐκ τούτου βλέπομεν ὅτι ὁ πάγος μόνον διὰ νὰ τακῆ, καθ' ὅτι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ δὲν μετεβλήθη, ἀπερρόφησε καὶ κατέστησε λανθάνουσαν ὅλην τὴν ποσότητα θερμότητος τὴν ἀναγκαίαν ἵνα ὑψωθῆ ἴσον βάρους ὕδατος ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $79^{\circ}$ . Ἡ ποσότης αὕτη τῆς θερμότητος, ὡς βλέπομεν, εἶναι μεγάλη. Ἐν συνόψει λοιπὸν, καλεῖται *λανθάνουσα θερμότης ἐκείνη*, ἣν τὸ σῶμα ἀπορρόφᾷ ἵνα μεταβῆ ἀπὸ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, χωρὶς αὐτὸ νὰ μεταβάλῃ θερμοκρασίαν.

125. *Διάλυσις.* — Σῶμά τι λέγεται ὅτι διαλύεται, ὅταν μεταβαίνῃ ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν διὰ τῆς χημικῆς συγγενείας τῆς ὑπαρχούσης μεταξύ αὐτοῦ καὶ ὑγροῦ τινος. Οἷον τὸ σάκχαρον, τὸ ἀραβικὸν κόμμι, τὸ κοινὸν ἄλας, καὶ τὰ πλεῖστα τῶν ἄλλων ἀλάτων διαλύονται εἰς τὸ ὕδωρ.

Κατὰ τὴν διάλυσιν, ὡς καὶ κατὰ τὴν τήξιν, γίνεται ἀπορρόφησης λανθανούσης θερμότητος. Διὰ τοῦτο δὲ ἡ διάλυσις ἀλάτος τινος παράγει ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον κατάβασιν θερμοκρασίας. Ἐν τούτοις συμβαίνει εἰς τινὰς διαλύσεις νὰ μὴ καταβαίνῃ ἡ θερμοκρασία, εἰς τινὰς δὲ καὶ νὰ ἀναβαίνῃ. Τοῦτο ἐξηγεῖται, ἂν παρατηρήσωμεν ὅτι συμβαίνουσιν ἐνταῦθα δύο σύγχρονα καὶ



ἀντίθετα ἀποτελέσματα, πρῶτον ἢ μετάβασις ἐκ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, ἣτις παράγει κατάβασιν θερμοκρασίας, δεύτερον ἢ ἔνωσις τοῦ στερεοῦ μετὰ τοῦ ὑγροῦ, ἣτις ἀναπτύσσει θερμότητα, καθότι πᾶσα χημικὴ ἔνωσις τοιοῦτον ἔχει ἀποτέλεσμα. Καθ' ὅσον λοιπὸν τὸ ἐν τῶν ἀποτελεσμάτων τούτων ἐπικρατεῖ, ἢ καθ' ὅσον εἶναι ἴσα, παράγεται ψῦχος ἢ θερμότης ἢ καὶ ἡ θερμοκρασία μένει ἀμετάβλητος.

126. *Μετάβασις ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν* — Τὸ φαινόμενον τοῦτο τὸ ὁποῖον καλεῖται *πῆξις*, ὑπόκειται πάντοτε εἰς τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

α.) Ἡ θερμοκρασία, ἐν ἣ ἕκαστον σῶμα πῆγνυται, εἶναι ἀκριβῶς ἴση τῇ θερμοκρασίᾳ τῆς τήξεως αὐτοῦ.

β.) Τὸ ὑγρὸν ἀφίρει πηγνύμενον ὅλην τὴν λαϊθάνουσαν θερμότητα, ἣν ἀπορρόφησεν ἐν τῇ τήξει, καὶ μένει ἐν τῇ αὐτῇ θερμοκρασίᾳ, μέχρις οὗ ἡ πῆξις αὐτοῦ γελνη τελεία.

Τὸ ὕδωρ ἐν τισι περιστάσεσιν ἀποτελεῖ ἐξαίρεσιν τῶν νόμων τούτων· διότι ἐν ὑαλίνῳ ἀγγεῖῳ, τοῦ ὁποῖου ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια οὐδεμίαν ἔχει τραχύτητα, καὶ τὸ ὁποῖον προφυλάσσεται ἀπὸ πάσης διαταράξεως, δύναται νὰ καταβῆ μέχρις  $10^{\circ}$  καὶ μάλιστα  $12^{\circ}$  ὑπὸ τὸ μηδέν, χωρὶς νὰ πῆξη. Ἀλλὰ τότε ἡ ἐλαχίστη διατάραξις ἀρκεῖ νὰ ἐπενέγκῃ τὴν πῆξιν τοῦ συνόλου αὐτοῦ, καὶ νὰ ἀνυψωθῇ τὸ θερμόμετρον εἰς  $0^{\circ}$ . Τὰ ἄλατα καὶ ἄλλαι οὐσίαι διαλελυμένα ἐν τῷ ὕδατι ἐπιβραδύνουσι τὴν πῆξιν αὐτοῦ· τὸ θαλάσσιον ὕδωρ π. χ. πῆγνυται ὑπὸ θερμοκρασίαν  $2^{\circ},5$ .

Τὸ ὕδωρ πηγνύμενον αὐξάνει ἐπαισθητῶς τὸν ὄγκον· ἡ δὲ ἔκτατικὴ αὐτοῦ δύναμις εἶναι τοσαύτη, ὥστε δύναται νὰ διαρρήξῃ καὶ ἰσχυρότατα ἀγγεῖα, ἐν οἷς εἶναι κεκλεισμένον. Διὰ τὴν αὐξήσιν ταύτην τοῦ ὄγκου ὁ πάγος εἶναι ἐλαφρότερος τοῦ ὕδατος, καὶ ἐπιπολάζει ἐπ' αὐτοῦ· εἶναι δὲ ἡ πυκνότης τοῦ πάγου  $0,936$ .

127. *Κρυστάλλωσις*. — Τὰ σώματα τὰ μεταβαίνοντα βραδέως καὶ ἡρέμα ἐκ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν στερεὰν κατάστασιν λαμβάνουσιν ἐν γένει κανονικὰ γεωμετρικὰ σχήματα, οἷον τετράε-



δρα κύβους, πρίσματα κτλ. οὕτω δὲ σχηματίζονται οἱ καλούμενοι κρύσταλλοι. Καὶ ἂν μὲν τὸ πηγνύμενον σῶμα εἶναι τετηκὸς, ὡς τὸ θεῖον, τὸ βισμοῦθον κτλ., λέγεται ὅτι ἡ κρυστάλλωσις γίνεται διὰ ξηρᾶς ὁδοῦ· ἐὰν δὲ τὸ σῶμα εἶναι διαλελυμένον ἐν ὑγρῷ, λέγεται ὅτι ἡ κρυστάλλωσις γίνεται δι' ὑγρᾶς ὁδοῦ. Γίνεται δὲ ἡ τοιαύτη κρυστάλλωσις ἐξατμιζομένου βραδέως τοῦ ὑγροῦ τοῦ περιέχοντος ἄλας τι διαλελυμένον. Ἡ χιών, τὸ κοινὸν ἄλας, καὶ ἡ στυπτηρία παρέχουσι παραδείγματα κρυσταλλώσεως.

128. Ψυκτικὰ μίγματα.—Τῆς ἀπορρόφησης θερμότητος ἐν λανθανούσῃ καταστάσει κατὰ τὴν τῆξιν ἢ διάλυσιν στερεοῦ σώματος γίνεται χρῆσις εἰς παραγωγὴν τεχνητοῦ ψύχους διὰ μιγμάτων τινῶν, τὰ ὁποῖα ἔνεκα τούτου καλοῦνται ψυκτικὰ μίγματα. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι βάλλομεν εἰς ἐπαφὴν δύο σώματα, τὰ ὁποῖα δύνανται νὰ ἐνωθῶσι χημικῶς· ἐὰν ἀμφοτέρω εἶναι στερεὰ, ἡ ἐνωσις αὐτῶν δὲν εἶναι δυνατὴ. Πρέπει κατὰ πρῶτον νὰ γείνωσιν ὑγρά. Ἐὰν δὲ οὐδεμίαν πηγὴν θερμότητος παρέχῃ εἰς αὐτὰ τὴν ἀναγκαίαν διὰ τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως θερμότητα, ἡ αἰσθητὴ αὐτῶν θερμότης θέλει γείνει λανθάνουσα, θὰ ψυχρανθῶσι τηκόμενα, καὶ θὰ ψυχράνωσι καὶ τὰ σώματα, μεθ' ὧν εὐρίσκονται εἰς ἐπαφὴν. Ὑπάρχει ὅμως τι ἀντενεργοῦν εἰς τὴν ψυκτικὴν ταύτην ἐνέργειαν. Ἐπειδὴ δηλονότι κατὰ πᾶσαν χημικὴν ἐνωσιν ἀναπτύσσεται θερμότης, τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ἡ συνισταμένη τῶν ἀντιθέτων ἐνεργειῶν, τῆς ἀπορρόφησης τῆς θερμότητος ἔνεκα τῆς μεταβολῆς τῆς καταστάσεως, καὶ τῆς ἀναπτύξεως τῆς θερμότητος ἔνεκα τῆς χημικῆς ἐνώσεως. Αἱ οὐσίαι λοιπὸν, ἐξ ὧν ἀποτελοῦνται τὰ μίγματα, πρέπει νὰ ἐκλέγωνται οὕτως, ὥστε νὰ ὑπερισχύῃ ἡ κατάβασις τῆς θερμοκρασίας.

Τὸ συνηθέστερον ψυκτικὸν μίγμα ἀποτελεῖται ἐκ δύο μερῶν πάγου τετριμμένου ἢ χιόνος καὶ ἐνὸς μέρους θαλασσίου ἁλατος. Τὸ μίγμα τοῦτο δύναται νὰ καταβιβάσῃ τὴν θερμοκρασίαν ἀπὸ +15 μέχρι—20. Μετὰ τοῦ χλωρούχου ἀσβεστίου καὶ τῆς χιόνος δύναται νὰ παραχθῇ θερμοκρασία πολὺ ταπεινοτέρα,



ἡ τῆς πήξεως τοῦ ὑδραργύρου. Ἡ καλλιτέρα δὲ ἀναλογία πρὸς σχηματισμὸν τοῦ μίγματος τούτου εἶναι 4 μέρη ἄλατος καὶ 3 χιόνος. Τότε ἡ θερμοκρασία δύναται νὰ καταβιβασθῆ μέχρι —48,5 τοῦ οἰνοπνευματικοῦ θερμομέτρου.

Δύνανται προσέτι νὰ σχηματισθῶσι ψυκτικὰ μίγματα μετὰ στερεοῦ σώματος καὶ ὑγροῦ, οἷον τῆς θειϊκῆς σόδας καὶ τοῦ ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος. Διὰ τοῦ μίγματος τούτου γίνεται ἡ πήξις τοῦ ὕδατος εἰς τὰς συσκευάς, ὧν ἡ χρῆσις εἶναι ἱκανῶς δεδομένη τὴν σήμερον. Με 8 μέρη θειϊκῆς σόδας καὶ 5 ὑδροχλωρικοῦ ὀξέος ἡ θερμοκρασία δύναται νὰ καταβιβασθῆ μέχρι —16. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ καθ' ἐκάστην χρῆσις ὀξέων δύναται νὰ εἶναι ἐπικίνδυνος, εἶναι καλλίτερον πρὸς σχηματισμὸν πάγου νὰ γίνεται χρῆσις μίγματος ἀποτελουμένου ἐξ ἴσων μερῶν νιτρικῆς ἀμμωνίας καὶ ὕδατος. Τὸ ἄλας δὲ τοῦτο ἂν καὶ πολῦτιμον χρειάζεται διὰ μίαν μόνην φαρὰν τὴν δαπάνην· διότι διὰ τῆς ἐξατμίσεως τῆς διαλύσεως παράγεται ἐκ νέου ἐπ' ἀόριστον ἡ κεκρυσταλλωμένη νιτρικὴ ἀμμωνία. Ἐν τούτοις τὸ ὑπὸ τοῦ μίγματος ταύτου παραγόμενον ψῦχος δὲν ἀρκεῖ εἰς τὴν πήξιν τοῦ ὕδατος, ἢ ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ περιβάλλοντος ἀέρος δὲν εἶναι πολὺ ὑψηλὴ. Τέλος δὲ πρὸς τὸν αὐτὸν σκοπὸν δύναται τις νὰ κάμῃ χρῆσιν μίγματος χιόνος καὶ θειϊκοῦ ὀξέος· ἀλλ' ἐνταῦθα πρὸ πάντων πρέπει νὰ λάβῃ τις ὑπ' ὄψιν τὴν ἀναλογίαν τῶν μερῶν τοῦ μίγματος. Διότι ἐνῶ 5 μέρη χιόνος καὶ 1 θειϊκοῦ ὀξέος παράγουσι ψῦχος, 5 μέρη θειϊκοῦ ὀξέος καὶ 1 χιόνος παράγουσιν ἰσχυρὰν ὑψωσιν θερμοκρασίας.

### Ἄτμοι. Μέτρησις τῆς τάσεως αὐτῶν.

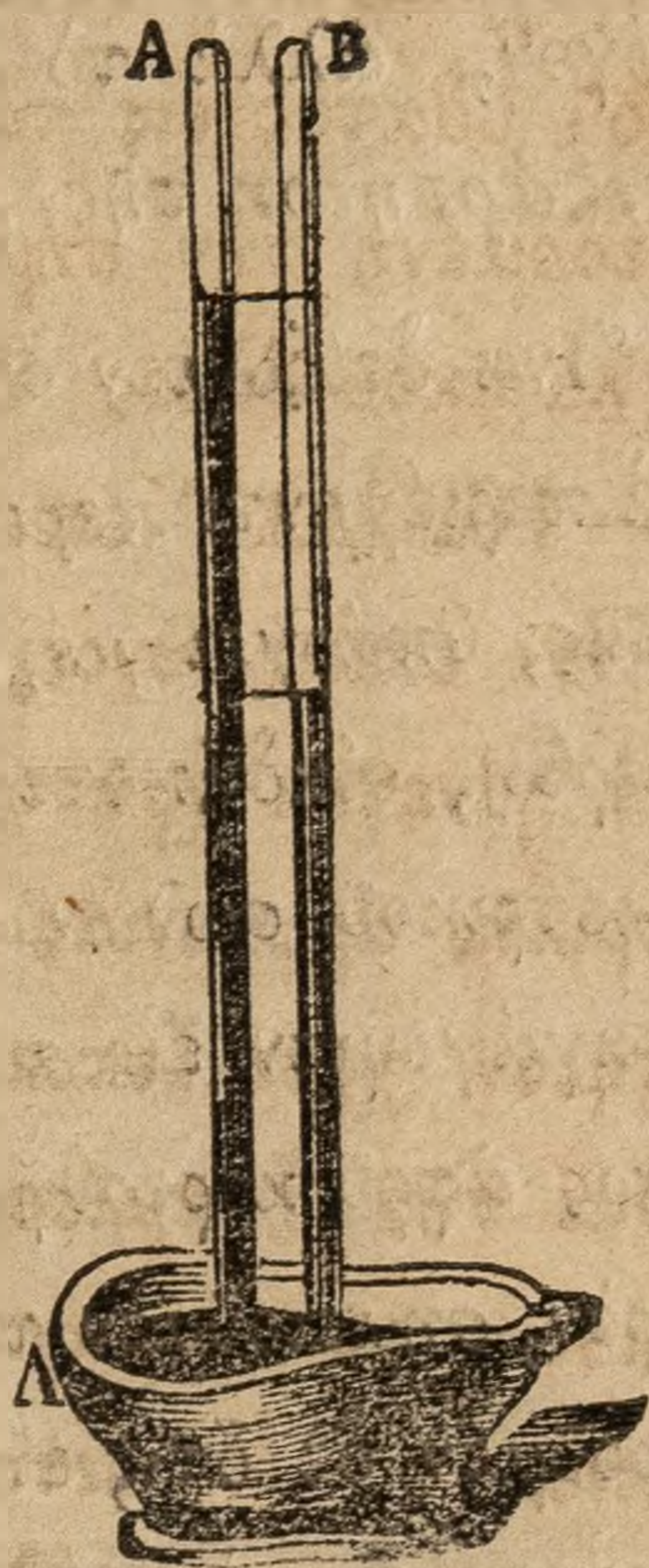
129. Ἄτμοι.—Καλοῦνται ἄτμοι τὰ ἀεροειδῆ ῥευστὰ, εἰς ἃ ὑπὸ τῆς θερμότητος μεταβάλλονται πολλὰ ὑγρά, οἷον ὁ αἰθῆρ, τὸ οἰνόπνευμα, τὸ ὕδωρ, ὁ ὑδράργυρος κτλ. Καλοῦνται ἐξατμιστὰ ἢ πτητικὰ ὑγρά τὰ δυνάμενα νὰ μεταβληθῶσιν εἰς ἀτμούς, καὶ ἔμμογα τὰ μὴ παράγοντα ἀτμούς ἐν αἰαδῆποτε θερμοκρασία,



οἶον τὰ λιπαρὰ ἔλαια. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ στερεὰ σώματα, ὡς ὁ πάγος, τὸ ἀρσενικόν, ἢ καφουρά καὶ ἐν γένει αἱ ἀρωματικαὶ οὐσίαι, ἅτινα παράγουσιν ἀτμοὺς ἀμέσως, χωρὶς προηγουμένως νὰ μεταβῶσι διὰ τῆς ὑγρᾶς καταστάσεως.

130. Σχηματισμὸς τῶν ἀτμῶν ἐν τῷ κενῷ.—Ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι ἐμπόδιον τῆς μεταβολῆς τῶν ὑγρῶν εἰς ἀτμοὺς, ἐν τῷ κενῷ δὲ οἱ ἀτμοὶ σχηματίζονται ἀκαριαίως.

Ἵνα δεῖξωμεν τοῦτο λαμβάνομεν (σχ. 65) δύο βαρόμετρα Α καὶ Β ἐμβαπτιζόμενα ἐν τῇ αὐτῇ λεκάνῃ Δ, καὶ ἐν οἷς ἐπομένως ὁ ὑδραργύρος ἔχει τὸ αὐτὸ ὕψος. Ἐὰν τότε εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ ἕτερον τῶν βαρομέτρων τὸ Β σταγόνας τινὰς πτητικοῦ ὑγροῦ, οἶον ὕδατος, ἢ αἰθέρος, ἢ οἶνοπνεύματος κτλ., βλέπομεν ὅτι κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμήν, καθ' ἣν τὸ ὑγρὸν διασχίσαν τὴν στήλην τοῦ ὑδραργύρου φθάνει εἰς τὸ βαρομετρικὸν κενόν, ἢ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου καταβαίνει, ὡς δεικνύει τὸ σχῆμα. Ἀλλ' ἡ κατάβασις αὕτη τοῦ ὑδραργύρου δὲν εἶναι δυνατὸν νὰ προέρχεται ἐκ τοῦ βάρους τοῦ εἰσαχθέντος



Σχ. 65.

ὑγροῦ, ἐπειδὴ τὸ βᾶρος τοῦτο εἶναι ἐλάχιστον μέρος τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπισθέντος ὑδραργύρου. Ἄρα ἐσχηματίσθη ἀκαριαίως ἀτμός, τοῦ ὁποίου ἡ ἐλαστικὴ δύναμις κατεβίβασε τὴν στήλην τοῦ ὑδραργύρου.

131. Κεκορησμένον διάστημα. Μεγίστη τάσις. — Ὅταν ἐν τῷ βαρομετρικῷ σωλῆνι εἰσάγῃται πτητικόν τι ὑγρὸν, οἶον αἰθὴρ, ἐὰν ἡ ποσότης αὐτοῦ εἶναι πολὺ μικρὰ, ἐξατμίζεται ἀκαριαίως ἐξ ὀλοκλήρου, ἢ δὲ στήλη τοῦ ὑδραργύρου δὲν καταβαίνει τόσον, ὅσον ἡδύνατο νὰ καταβῆ· διότι ἐὰν εἰσαχθῆ νέα ποσότης ὑγροῦ, βλέπομεν ὅτι ἡ στήλη αὕτη καταβαίνει ἔτι μᾶλλον. Ἐὰν δὲ ἐξακολουθῶμεν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, ἔρχεται στιγμή, καθ' ἣν ὁ εἰσδύων εἰς τὸν σωλῆνα αἰθὴρ παύει νὰ ἐξατμίζεται καὶ μένει ἐν ὑγρᾷ καταστάσει. Ἄρα ὑπὸ ὠρισμένην θερμοκρασίαν ὑπάρχει ὄριόν τι εἰς τὴν ποσότητα τοῦ



ἀτμοῦ, ὅστις δύναται νὰ σχηματισθῆ ἐν δεδομένῳ διαστήματι. Τοῦτο δὲ ἐκφράζομεν λέγοντες ὅτι τὸ διάστημα εἶναι κεκορεσμένον.

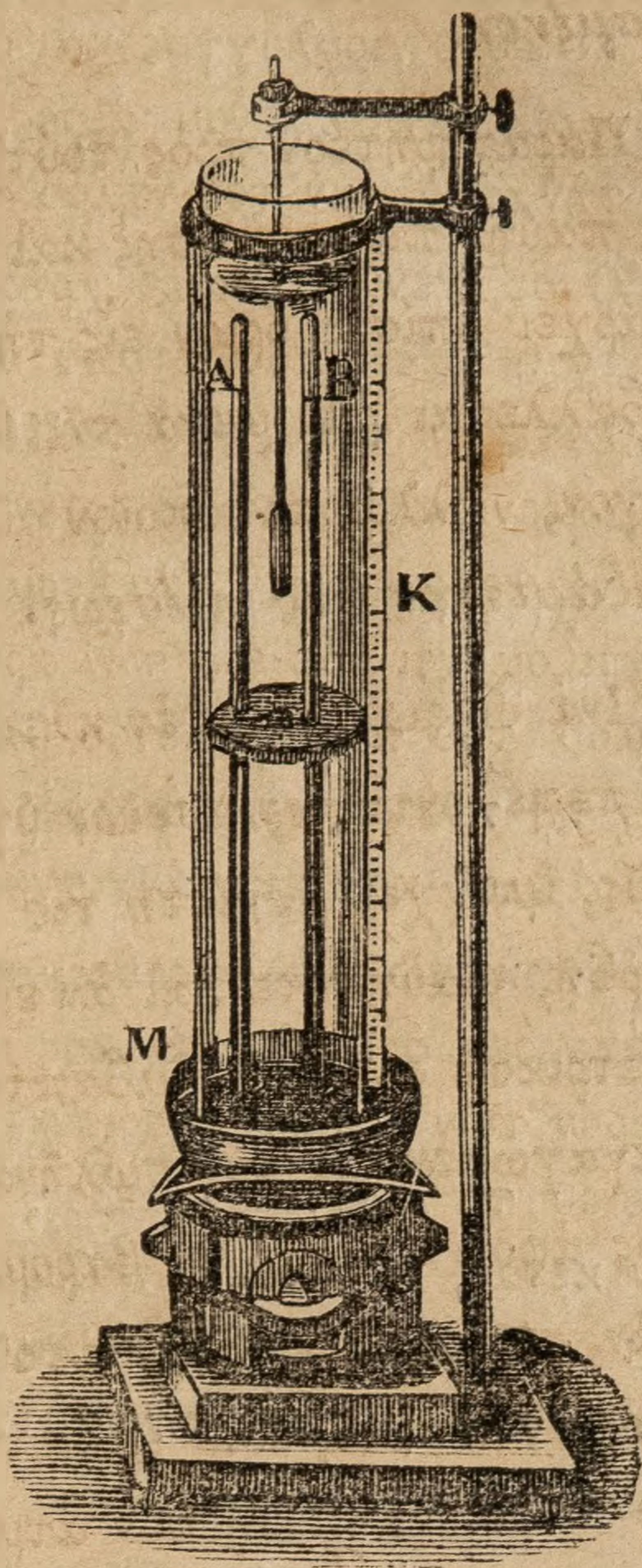
Παρατηρητέον πρὸς τούτοις, ὅτι ὅταν ἡ ἐξάτμισις τοῦ αἰθέρος παύῃ, παύει ἐπίσης καὶ ἡ κατὰβασις τοῦ ὑδραργύρου. Ἄρα ὑπάρχει ἐπίσης ὄριον εἰς τὴν τάσιν τοῦ ἀτμοῦ, τὸ ὁποῖον μεταβάλλεται μὲν μετὰ τῆς θερμοκρασίας, ὡς θέλομεν ἴδει μετ' ὀλίγον, ἀλλὰ τὸ ὁποῖον ὑπὸ δεδομένην θερμοκρασίαν εἶναι ἀνεξάρτητον τῆς πιέσεως.

Ἴνα δείξωμεν ὅτι ἐν κλειστῷ διαστήματι κεκορεσμένῳ ἀτμοῦ καὶ περιέχοντι περισσεῦον ὑγρὸν, τῆς θερμοκρασίας μενούσης σταθερᾶς, ὑπάρχει *μεγίστη τις τάσις*, ἣν ὁ ἀτμὸς δὲν δύναται νὰ ὑπερβῆ, οἷαδὴποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ πίεσις, κάμνομεν χρῆσιν βαρομετρικοῦ σωλῆνος ἐμβαπτιζομένου ἐν βαθείᾳ λεκάνῃ. Ἄφοῦ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸν σωλῆνα τοῦτον ποσότητα αἰθέρος ἱκανὴν ὅπως ἀφοῦ κορεσθῆ τὸ βαρομετρικὸν κενὸν μείνῃ καὶ περισσεῦον ὑγρὸν, σημειοῦμεν τὸ ὕψος τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι, εἴτε ἐμβαπτίσωμεν ἔτι μᾶλλον τὸν σωλῆνα, ὅπερ τείνει νὰ πιέσῃ τὸν ἀτμὸν, εἴτε ἀνυψώσωμεν αὐτὸν, ὅπερ τείνει νὰ διαστείλῃ τὸν ἀτμὸν, τὸ ὕψος τῆς στήλης τοῦ ὑδραργύρου μένει ἀμετάβλητον. Ἄρα ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ μένει ἡ αὐτὴ καὶ κατὰ τὰς δύο περιστάσεις. Ἐκ τούτου δὲ συμπεραίνομεν ὅτι, ὅταν ὁ ἐν κεκορεσμένῳ διαστήματι ἀτμὸς πιέζεται, μέρος αὐτοῦ ἐπανέρχεται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν· καὶ ὅτι τὸναντίον τῆς πιέσεως ἐλαττουμένης, μέρος τοῦ περισσεύοντος ὑγροῦ ἐξατμίζεται, καὶ τὸ διάστημα πάλιν κορέννεται· ἀλλὰ καὶ κατὰ τὰς δύο περιστάσεις ἡ τάσις καὶ ἡ πυκνότης τοῦ ἀτμοῦ μένουσιν αἱ αὐταί.

132. *Μέτρησις τῆς μεγίστης τάσεως τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ ὑπὸ διαφόρους θερμοκρασίας.* — Ἡ μεγίστη ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ μεταβάλλεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας. Μεταξὺ δὲ 0° καὶ 100° δύναται νὰ μετρηθῆ διὰ τοῦ συσκευάσματος τοῦ Δάλτωνος.



Τὸ συσκευάσιμα τοῦτο (σχ. 66) σύγκειται ἐκ δύο βαρομέτρων Α καὶ Β ἐμβαπτιζομένων ἐν λέβητι ἐκ χυτοῦ σιδήρου Μ πλήρει ὑδραργύρου καὶ τεθειμένῳ ἐπὶ καμίνου. Τὸ βαρόμετρον Β εἶναι ἐντελῶς κεκαθαρμένον ἀέρος καὶ ὑγρασίας, καὶ εἰς τὸ βαρόμετρον Α εἰσῆχθη μικρὰ ποσότης ὕδατος. Ἀμφότερα δὲ τὰ βαρόμετρα περιέχονται ἐν ὑαλίνῳ κυλίνδρῳ πλήρει ὕδατος, κατὰ τὸν ἄξονα τοῦ ὁποίου ἐμβαπτίζεται θερμομέτρον δεικνύον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὑγροῦ. Θερμινομένου βαθμηδὸν τοῦ λέβητος, ἐπομένως καὶ τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ὕδατος, τὸ ἐν τῷ βαρομέτρῳ Α ὕδωρ ἐξατμίζεται· καθόσον δὲ ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ αὐξάνει, ὁ ὑδράργυρος καταβαίνει. Ἡ διαφορὰ τοῦ ὕψους τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βαρομέτρῳ Α καὶ τοῦ σταθεροῦ ὕψους αὐτοῦ ἐν τῷ Β, μετρουμένη διὰ τῆς κλίμακος Κ, παρέχει δι' ἐκάστην θερμοκρασίαν τὸ μέτρον τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ. Ὄταν τὸ ὕδωρ τοῦ κυλίνδρου θερμανθῇ μέχρις  $100^{\circ}$ , ἤτοι μέχρι τῆς θερμοκρασίας τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος ἐν ἐλευθέρῳ ἀέρι, ὁ ὑδράργυρος τοῦ βαρομέτρου Α καταβαίνει μέχρι τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῇ λεκάνῃ. Τοῦτο δὲ δεικνύει ὅτι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ ὕδατος, ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὑγροῦ τούτου ἐν τῷ ἐλευθέρῳ ἀέρι, εἶναι ἴση τῇ ἀτμοσφαιρικῇ πιέσει. Ἡ ἀρχὴ αὕτη ἀληθεύει καὶ διὰ πάντα τὰ ἄλλα ὑγρά· οἷον ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ αἰθέρος εἶναι ἴση τῇ ἀτμοσφαιρικῇ πιέσει ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν  $35^{\circ}$ , ἣτις εἶναι ἡ τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὑγροῦ τούτου· ἡ τοῦ ἀτμοῦ τοῦ οἴνοπνεύματος ὑπὸ  $79^{\circ}$ , τοῦ ὑδραργύρου ὑπὸ  $360^{\circ}$  κτλ.



Σχ. 66.



Ὑπεράνω δὲ τῆς θερμοκρασίας  $100^{\circ}$  τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ ὑδατώδους ἀτμοῦ μέχρι 24 ἀτμοσφαιρῶν ἐμέτρησαν κατὰ τὸ 1829 ὁ Δουλόγγος καὶ ὁ Ἀραγὼ κάμνοντες χρῆσιν μανομέτρου συμπεπιεσμένου ἀέρος, διὰ τοῦ ὁποίου εἶχον ἤδη ἐξελέγξει τὴν ἀλήθειαν τοῦ νόμου τοῦ Μαριόττου δι' ὑψηλὰς πιέσεις.

Ὁ δὲ Ῥενιὼ ἔκαμε χρῆσιν μεθόδου, δι' ἧς δύναται νὰ μετρηθῇ ἡ τάσις τοῦ ἀτμοῦ ὑπὸ θερμοκρασίαν χαμηλοτέραν καὶ ὑψηλοτέραν τῶν  $100^{\circ}$ . Ἡ μέθοδος αὕτη συνίσταται εἰς τὸ νὰ κάμωμεν νὰ βράσῃ ὕδωρ ἐν ἀγγεῖῳ τινὶ, ὑπὸ γνωστὴν πίεσιν, καὶ νὰ μετρήσωμεν τὴν θερμοκρασίαν, ἐν ἣ συμβαίνει ὁ βρασμός. Στηριζόμενοι δὲ εἰς τὴν ἀρχὴν ὅτι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ παραγομένου ὑπὸ βράζοντος ὑγροῦ εἶναι ἴση ἀκριβῶς τῇ πιέσει, ἣν ὑποφέρει τὸ ὑγρὸν, εὕρισκομεν τὴν τάσιν τοῦ ἀτμοῦ καὶ τὴν ἀντιστοιχοῦσαν θερμοκρασίαν.

Ὑποκάτω δὲ τῆς θερμοκρασίας  $0^{\circ}$  τὴν τάσιν τοῦ ἀτμοῦ ἐμέτρησεν ὁ Γαιλουσσάκος ποιῶν χρῆσιν δύο βαρομέτρων, τὸ ἕτερον τῶν ὁποίων περιεῖχεν μικρὰν ποσότητα ὕδατος, καὶ τοῦ ὁποίου τὸ ἀνώτερον μέρος, ὅπου σχηματίζεται τὸ βαρομετρικὸν κενόν, ἦτο κεκαμπυλωμένον καὶ ἐνεβαπτίζετο ἐν ψυκτικῷ τινὶ μίγματι. Ὁ δὲ Ῥενιὼ ἐπανέλαβε τὰ αὐτὰ πειράματα, στηριχθεὶς μὲν εἰς τὴν αὐτὴν ἀρχὴν, ἀλλὰ μεταχειρισθεὶς τελειοτέραν συσκευὴν.

Ἐν τῷ ἐξῆς πίνακι περιέχονται τινὰ τῶν ἐξαγομένων τῶν πειραμάτων τοῦ Ῥενιὼ.

Θερμοκρασίαι.	Τάσεις εἰς ὑποχιλιόμετρα.	Θερμοκρασίαι.	Τάσεις.
—32	0,320	80	354,643
—25	0,605	90	525,450
—15	1,400	100	760,000 = 1 ἀτμοσ.
—10	2,078	120,6	2
—5	3,131	133,9	3
0	4,600	144,0	4
+5	6,534	152,2	5
10	9,165	159,2	6
15	12,692	165,3	7
20	17,391	180,3	10
30	31,548	198,8	15
40	54,906	213,6	20
50	91,982	224,7	25
60	148,791	230,9	28
70 <sup>0</sup>	233,093		



133. Τάσις ἐντὸς δύο συγκοινωνούντων ἀγγείων ἀνίσου θερμοκρασίας.— Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἔχομεν δύο ἀγγεῖα Α καὶ Β, ὧν τὸ μὲν πρῶτον διατηρεῖται εἰς τὴν θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$ , τὸ δὲ δεύτερον εἰς τὴν θερμοκρασίαν  $100^{\circ}$ . Ἐνόσω τὰ ἀγγεῖα ταῦτα δὲν συγκοινωνοῦσιν, ἢ τάσις ἐν μὲν τῷ Α θέλει εἶναι 4,6 ὑποχιλιόμετρα, ἐν δὲ τῷ Β 760, κατὰ τὸν ἀνωτέρω πίνακα. Ἄλλ' ἐὰν βάλωμεν εἰς συγκοινωνίαν τὰ δύο ταῦτα ἀγγεῖα, ὁ ἀτμὸς τοῦ ἀγγείου Β ἔνεκα τῆς μείζονος αὐτοῦ τάσεως θέλει μεταβῆ εἰς τὸ ἀγγεῖον Α, καὶ θέλει συμπυκνωθῆ ἐν αὐτῷ. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ὁ ἀτμὸς δὲν δύναται νὰ ἔχη ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Β τάσιν μείζονα τῆς ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Α. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ θέσωμεν τὴν ἐξῆς γενικὴν ἀρχήν. Ὅταν δύο ἀγγεῖα περιέχοντα τὸ αὐτὸ ὑγρὸν ἐν περισσῇ ποσότητι καὶ ὑπὸ ἀνίσους θερμοκρασίας συγκοινωνῶσιν, ἢ τάσις τοῦ ἀτμοῦ ἐν ἀμφοτέροις τοῖς ἀγγείοις εἶναι ἢ αὐτῇ, καὶ ἴση τῇ ἀντιστοιχοῦση εἰς τὴν χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν.

134. Ἐξάτμισις, αἰτίαι ἐπιταχύνουσαι αὐτήν. — Ἐξάτμισις λέγεται ἢ βραδεῖα παραγωγὴ ἀτμοῦ κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν ὑγροῦ τινος. Ἐνεκα ταύτης τὰ ὑγρά ὑφάσματα ξηραίνονται ἐν τῷ ἀέρι, καὶ ἀγγεῖον πλήρες ὕδατος ἀνοικτὸν κενοῦται μετὰ τινα χρόνον. Ἐτι δὲ ὑπὸ τῆς ἐξατμίσεως τῆς γινομένης κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν, τῶν λιμνῶν, τῶν ποταμῶν, καὶ τοῦ ἐδάφους προέρχονται οἱ ἐν τῇ ἀτμοσφαιρᾷ ἀτμοὶ, ὑφ' ὧν σχηματίζονται τὰ νέφη καὶ ἡ βροχή.

Τρεῖς δὲ εἶναι αἱ αἰτίαι, ἐξ ὧν ἐξαρτᾶται ἡ ταχύτης τῆς ἐξατμίσεως ὑγροῦ τινος· α.) ἡ θερμοκρασία, β.) ἡ ποσότης τοῦ περιεχομένου ἤδη ἐν τῇ περιβαλλούσῃ ἀτμοσφαιρᾷ ἀτμοῦ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, καὶ γ.) ἡ ἀνανέωσις τῆς ἀτμοσφαιρας ταύτης.

Ἡ αὐξήσις τῆς θερμοκρασίας ἐπιταχύνει τὴν ἐξάτμισιν, διότι αὐξάνει τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἀτμοῦ.

Ἴνα δὲ ἐννοήσωμεν τὴν ἐνέργειαν τῆς δευτέρας αἰτίας, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐξάτμισις ὑγροῦ τινος μηδενίζεται μὲν ἐν διαστήματι κεκορεσμένῳ ὑπὸ τῶν ἀτμῶν τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, ἔχει δὲ τὸν μέγιστον βαθμὸν ἐν ἀέρι οὐδὲν ὡς περιέχοντι τὸν



ἀτμὸν τοῦτον. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ἡ ἐξάτμισις εἶναι τοσούτω ταχύτερα, ὅσω ὀλιγωτέρους ἀτμούς περιέχει ὁ ἀήρ.

Καὶ τῆς ἀνανεώσεως δὲ τῆς περιβαλλούσης τὸ ὑγρὸν ἀτμοσφαίρας τὸ ἀποτέλεσμα κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐξηγεῖται· διότι ἐὰν τὸ ἀέριον τὸ περιβάλλον τὸ ὑγρὸν δὲν ἀνανεῶται, μετὰ μικρὸν κρέννυται καὶ ἡ ἐξάτμισις παύει.

135. Βρασμὸς, νόμοι αὐτοῦ.— Καλεῖται βρασμὸς ἡ ταχεῖα παραγωγὴ πομφολύγων ἀτμοῦ ἐντὸς αὐτῆς τῆς μάζης ὑγροῦ τινος.

Ἐὰν θερμάνωμεν π. χ. ὕδωρ ἐντὸς ἀγγείου, παρατηροῦμεν κατὰ πρῶτον μικράς τινας πομφόλυγας ἐξερχομένας κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν, αἵτινες σχηματίζονται ἐκ τοῦ ἐν τῷ ὕδατι περιεχομένου ἀέρος. Ἐπειτα μικραὶ πομφόλυγες ἀτμοῦ σχηματίζονται κατὰ τὰ θερμαινόμενα μέρη τοῦ ἀγγείου, ἀλλὰ διερχόμεναι αὐταὶ διὰ τῶν ἀνωτέρων τοῦ ὕδατος στρωμάτων, ἅτινα εἶναι ψυχρότερα, συμπυκνοῦνται εἰς ὕδωρ πρὶν φθάσῃ μέχρι τῆς ἐπιφανείας· τούτων δὲ τῶν πομφολύγων ἡ γένεσις καὶ ἡ συμπύκνωσις παράγουσι τὸν σιγμὸν τὸν συνήθως προηγούμενον τοῦ βρασμοῦ. Τέλος δὲ μεγάλαι πομφόλυγες ἀτμοῦ σχηματίζονται ἐν τῷ ὑγρῷ, αἵτινες ἀνερχόμεναι διαρρήγνυνται κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν, καὶ τοῦτο ἀποτελεῖ τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ.

ὑπόκειται δὲ ὁ βρασμὸς παντὸς ὑγροῦ εἰς τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

α.) Ἡ θερμοκρασία μένει στάσιμος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ ἔντασις τῆς πηγῆς τῆς θερμότητος, ἥτις παράγει αὐτόν.

β.) Ὁ ἀναπτυσσόμενος ἀτμὸς κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν βράζοντις ὑγροῦ ἔχει ἐλαστικὴν δύναμιν ἀκριβῶς ἴσην τῇ πίσει τῆς περιβαλλούσης αὐτὸ φυσικῆς ἢ τεχνητῆς ἀτμοσφαίρας!

Ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ διαφόρων αἰτιῶν. Αἱ αἰτίαι δὲ αὐταὶ εἶναι αἱ ἐξῆς τέσσαρες.

1) Φύσις τοῦ ὑγροῦ. — Ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ διὰ τὰ διάφορα ὑγρά ὑπὸ τὴν αὐτὴν πίεσιν. Οἶον



τὸ ὕδωρ βράζει ὑπὸ τὴν πίεσιν  $0^{\mu},76$  εἰς θερμοκρασίαν  $100^{\circ}$ , ὁ αἶθρ εἰς  $35^{\circ},66$ . τὸ οἰνόπνευμα εἰς  $76^{\circ}$ , ὁ ὑδράργυρος εἰς  $360^{\circ}$  κτλ.

2) *Φύσις τοῦ ἀγγείου.* — Ἐν ὑαλίῳ ἀγγεῖῳ τὸ ὕδωρ βράζει ὑπὸ θερμοκρασίαν ὑψηλοτέραν ἢ ἐν μεταλλίῳ. Ὅταν δὲ ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ ὑαλίῳ ἀγγείου εἶναι ἐντελῶς λεία, ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ δύναται νὰ ὑψωθῆ μέχρι  $101, 102, 103$ , καὶ μέχρι  $106^{\circ}$ . Ἄλλ' ἀρκεῖ νὰ ρίψωμεν τότε μικρὸν τεμάχιον μετάλλου εἰς τὸ ὑαλίῳ ἀγγεῖον, ἵνα ἐπαναγάγωμεν ἀμέσως τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ εἰς  $100^{\circ}$ .

3) *Οὐσίαι διαλελυμέναι ἐν τῷ ὑγρῷ.* — Αἱ ἐν ὑγρῷ τινι διαλελυμέναι οὐσίαι, ὅταν καὶ αὐταὶ δὲν εἶναι ἐξατμισταὶ, ἐπιβραδύνουσι τὸν βρασμὸν αὐτοῦ. Οἷον τὸ κεκορεσμένον θαλασσίῳ ἅλατος ὕδωρ βράζει ὑπὸ  $109^{\circ}$ , τὸ νιτρικῆς ποτάσσης ὑπὸ  $116^{\circ}$ , τὸ ἀνθρακικῆς ποτάσσης ὑπὸ  $135^{\circ}$ , καὶ τὸ χλωρούχου ἀσβεστίου ὑπὸ  $179^{\circ}$ .

Σημειωτέον ἐνταῦθα ὅτι, καὶ ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος ὑπερβαίῃ τοὺς  $100^{\circ}$ , ἔνεκα τῆς φύσεως τοῦ ἀγγείου ἢ τῶν ἐν αὐτῷ οὐσιῶν, ἐν τούτοις ἡ θερμοκρασία τῶν ἀναπτυσσομένων ἀτμῶν εἶναι πάντοτε  $100^{\circ}$ , ὑπὸ τὴν πίεσιν  $0^{\mu},76$ . Διὰ τοῦτο δὲ ἐν τῇ βαθμολογίᾳ τοῦ θερμομέτρου τὸ δοχεῖον αὐτοῦ δὲν ἐμβαπτίζεται εἰς τὸ βράζον ὕδωρ, ἀλλὰ μόνον περιβάλλεται ὑπὸ τῶν ἀναπτυσσομένων ἀτμῶν.

4) *Ἐξωτερικὴ πίεσις.* — Εἶδομεν ὅτι ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἀτμοῦ τοῦ παραγομένου ὑπὸ βράζοντος ὑγροῦ πρέπει νὰ εἶναι ἴση τῇ πιέσει τῇ ἐπιφερομένη ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Ἄρα ἵνα ὑγρὸν τι βράσῃ, χρειάζεται τοσοῦτω ὀλιγωτέρα θερμότης, ὅσω ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις εἶναι μικροτέρα. Διὰ τοῦτο κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν, ἥτοι ὑπὸ τὴν πίεσιν  $0^{\mu},76$  τὸ ὕδωρ βράζει εἰς  $100^{\circ}$ . Ἄλλ' ἐπὶ τῆς κορυφῆς τῶν ὀρέων, ὅπου ἡ πίεσις εἶναι μικροτέρα, τὸ ὕδωρ βράζει εἰς θερμοκρασίαν πολὺ ταπεινοτέραν. Οἷον ἐπὶ τῆς κορυφῆς τοῦ Λευκοῦ ὄρους ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος εἶναι  $84^{\circ}$ . Ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς πνευματικῆς ἀντλίας, ὅπου ἀραιοῦται ὁ αἶρ, τὸ ὕδωρ δύ-



ναται νὰ βράση καὶ ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν. Ἀντιστρόφως, τῆς πιέσεως αὐξανούσης, αὐξάνει καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ. Οἷον ὅταν ἡ πίεσις εἶναι δύο ἀτμοσφαιρῶν, ὁ βρασμός τοῦ ὕδατος συμβαίνει ὑπὸ  $121^{\circ}$ . Διὰ τοῦτο καὶ ἐν βαθεῖ ἀγγείῳ τὰ κατώτερα στρώματα βράζοντος ὑγροῦ εὐρίσκονται πάντοτε ἐν θερμοκρασίᾳ ὑψηλοτέρᾳ ἢ τὰ ἀνώτερα.

136. *Λανθάνουσα θερμότης τῶν ἀτμῶν.* — Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι ἡ θερμοκρασία βράζοντος ὑγροῦ μένει στάσιμος καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ. Ἐπομένως ὅλη ἡ θερμότης, ἣν τὸ ὑγρὸν δέχεται ἐκ τῆς ἐστίας, ἀπὸ τῆς στιγμῆς καθ' ἣν ὁ βρασμός ἀρχεται, δαπανᾶται μόνον εἰς τὴν μεταβολὴν αὐτοῦ εἰς ἀτμὸν, καὶ μεταβαίνει εἰς τοῦτον ἐν καταστάσει *λανθάνουσης θερμότητος*.

Ἡ ὑπὸ τῶν ἀτμῶν ἀπορρόφωμένη καὶ λανθάνουσα γινομένη θερμότης εἶναι πολὺ μεγάλη. Διότι ἀποδεικνύεται πειραματικῶς ὅτι ἡ ἀναγκαία ποσότης θερμότητος πρὸς ἐξάτμισιν 1 χιλιογράμμου ὕδατος, ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν, εἶναι ἱκανὴ νὰ ὑψώσῃ ἴσον βάρους ὕδατος ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $540^{\circ}$ , ἢ, ὅπερ τὸ αὐτὸ, 5,4 χιλιογράμμου ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $100^{\circ}$ .

Ὅταν ὑγρὸν τι ἐξατμίζεται ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ἀπορρόφᾷ μεγάλην ποσότητα θερμότητος ἀπὸ τῶν σωμάτων, μεθ' ὧν εὐρίσκεται ἐν ἐπαφῇ· ἐντεύθεν δὲ προέρχεται ψῦξις εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῶν σωμάτων τούτων, ἣτις εἶναι τοσοῦτω μείζων, ὅσω ἡ ἐξάτμισις εἶναι ταχυτέρα. Διὰ τοῦτο αἰσθανόμεθα ψῦχος ὅταν χύσωμεν ἐπὶ τῆς χειρὸς ἢ ἄλλου τινὸς μέρους τοῦ σώματος ὕδωρ ἢ σταγόνας τινὰς αἰθέρος. Ὅταν δὲ τὸ ὕδωρ ἐξατμίζεται ἐν τῷ κενῷ τὸ ὑπὸ τοῦ ἐξατμιζομένου μέρους παραγόμενον ψῦχος ἀρκεῖ νὰ πῆξῃ τὸ λοιπὸν. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τὰ πορώδη ἀγγεῖα, οἷα τὰ Διγινητιακὰ, ψυχραίνουσι κατὰ τὸ θέρος τὸ ἐν αὐτοῖς ὕδωρ.

*Συμπύκνωσις.* — Ἀπόσταξις.

137. *Συμπύκνωσις.* — Οὕτω καλεῖται ἡ ἐπάνοδος τῶν ἀτμῶν εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν. Αἱ δὲ κύριαι αἰτίαι τοῦ φαινομένου τούτου εἶναι ἡ ψῦξις καὶ ἡ πίεσις.

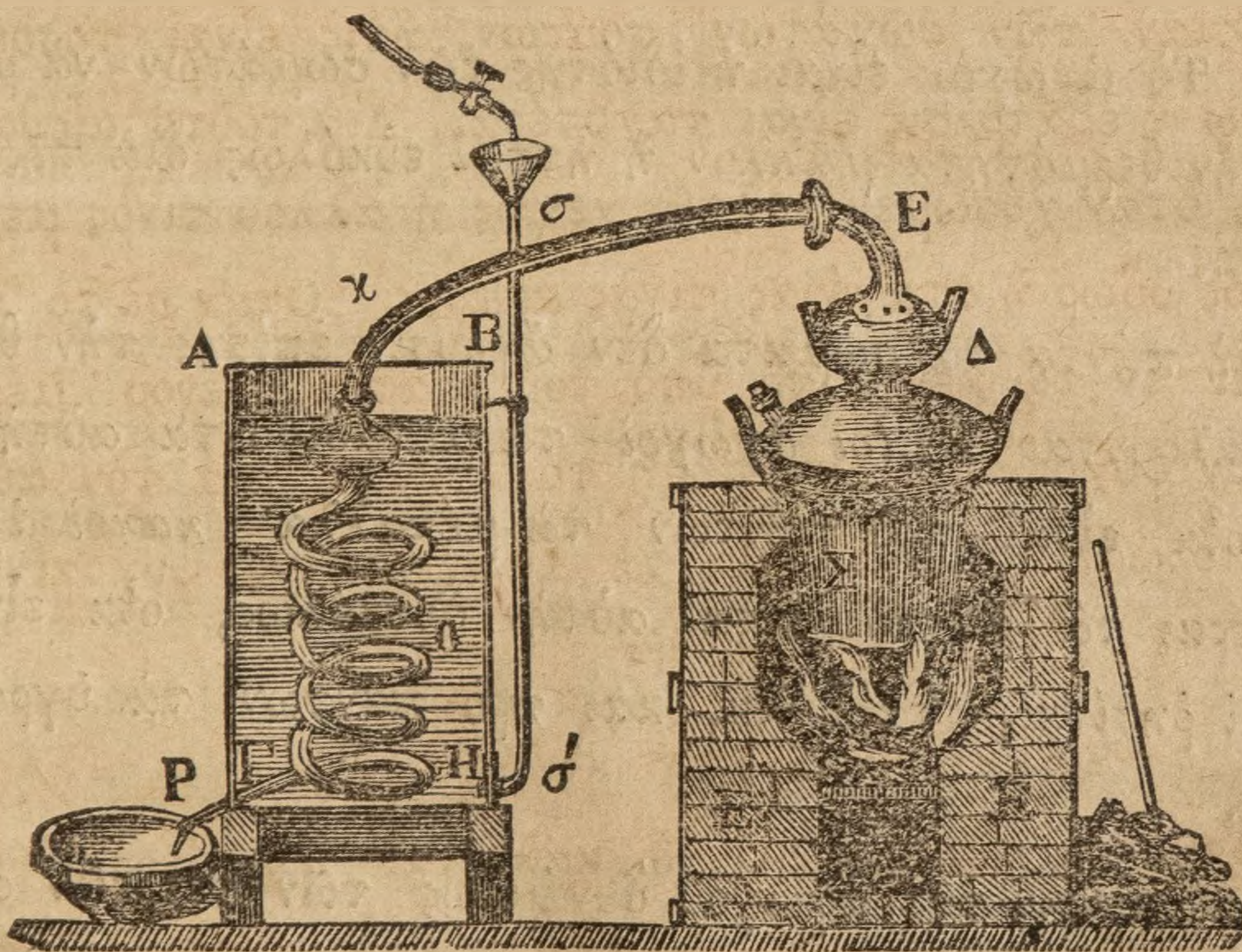


Κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ὑγροποιήσεως τῶν ἀτμῶν ἢ λανθάνουσα αὐτῶν θερμότης γίνεται ἐλευθέρα, ἥτοι αἰσθητὴ εἰς τὸ θερμόμετρον. Δεικνύομεν δὲ τοῦτο διοχετεύοντες ρεῦμα ἀτμοῦ 100° εἰς ἀγγεῖον ὕδατος συνήθους θερμοκρασίας· διότι τὸ ὑγρὸν τότε θερμαίνεται ταχέως καὶ φθάνει μέχρι τῶν 100°.

138. Θέρμανσις διὰ τοῦ ἀτμοῦ. — Πολλὴ χρῆσις γίνεται τῆς θερμότητος, ἣν ὁ ἀτμὸς εἰς ὑγρὸν μεταβάλλομενος ἀναπτύσσει· ἰδίως δὲ εἰς τὴν θέρμανσιν τῶν λουτρῶν, τῶν δημοσίων καταστημάτων, τῶν οἰκημάτων, τῶν φυτοκομείων, καὶ τῶν πυριατηρίων. Τὰ συσκευάσματα, δι' ὧν γίνεται ἡ θέρμανσις τοῦ εἴδους τούτου, συνίστανται ἐν γένει ἐκ λέβητος, ἐν ᾧ παράγεται ὁ ἀτμὸς, καὶ ἐκ συστήματος σωλήνων, ἐν οἷς κυκλοφορεῖ καὶ συμπυκνοῦται, παραχωρῶν εἰς τὸ περιβάλλον τὴν λανθάνουσαν αὐτοῦ θερμότητα, αἰσθητὴν γινομένην.

139. Ἀπόσταξις. — Ἀπόσταξις εἶναι ἐργασία, δι' ἧς τὰ ὑγρά ἐξατμιζόμενα διὰ τῆς θερμότητος ἐπαναφέρονται εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν διὰ τῆς ψύξεως. Σκοπὸν δὲ ἔχει ἡ ἀπόσταξις τὸν χωρισμὸν ἐξατμιστοῦ ὑγροῦ ἀπὸ οὐσιῶν μὴ ἐξατμιστῶν διαλελυμένων ἐν αὐτῷ, ἢ τὸν ἀποχωρισμὸν αὐτοῦ ἀπὸ ἄλλων ὑγρῶν ἀνίσως ἐξατμιστῶν.

Τὰ ὄργανα, δι' ὧν ἡ ἀπόσταξις γίνεται, σύγκεινται ἐκ



Σχ. 67.



τριῶν κυρίων μερῶν, τοῦ λέβητος, τοῦ ἄμβικος, καὶ τοῦ ψυκτῆρος. Ὁ λέβης Σ (σχ. 67.) δέχεται τὸ ἀποστακτέον ὑγρὸν, καὶ στηρίζεται ἐπὶ καμίνου Ε. Ὁ ἄμβιξ Δ ἐπιπωμαίνει τὸν λέβητα καὶ συγκοινωνεῖ διὰ τοῦ κεκλιμένου σωλήνος Εκ μετὰ τοῦ ψυκτῆρος Ο. Ὁ δὲ ψυκτῆρ οὗτος συγκείμενος ἐκ σωλήνος περιελιγμένου ἐλικοειδῶς τίθεται ἐν μεταλλίνῳ ἀγγεῖῳ ΑΒΓΗ, τὸ ὁποῖον περιέχει ψυχρὸν ὕδωρ, ἵνα συντηρῇ τοὺς τοίχους τοῦ ψυκτῆρος εἰς ταπεινὴν θερμοκρασίαν. Ἴνα ἐκτελέσωμεν δὲ τὴν ἀπόσταξιν, βράζομεν τὸ ἐν τῷ λέβητι ὑγρὸν· τότε ὁ σχηματιζόμενος ἀτμὸς μεταβαίνει εἰς τὸν ἄμβικα, ἐκεῖθεν δὲ εἰς τὸν ψυκτῆρα, ὅπου συμπυκνοῦται ὑπὸ τῆς ψύξεως. Συλλέγομεν δὲ τὸ ὑγρὸν ἐκ τοῦ ἄκρου Ρ τοῦ ψυκτῆρος. Ἄλλ' ἐπειδὴ τὸ περιβάλλον τὸν ψυκτῆρα ὕδωρ θερμαίνεται ταχέως ὑπὸ τῆς θερμότητος, ἣν καταλείπει ὁ ἀτμὸς ὑγροποιούμενος, εἶναι ἀνάγκη νὰ ἀνανεῶται συχνάκις· γίνεται δὲ τοῦτο διὰ σωλήνος, τοῦ σσ', τοῦ ὁποίου τὸ μὲν ἀνώτερον ἄκρον φέρει χωνίον, τὸ δὲ κατώτερον φθάνει εἰς τὸν πυθμένα τοῦ ἀγγείου ΑΒΓΗ.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

Ἄγωγόν τῶν σωμάτων διὰ τὴν θερμότητα.

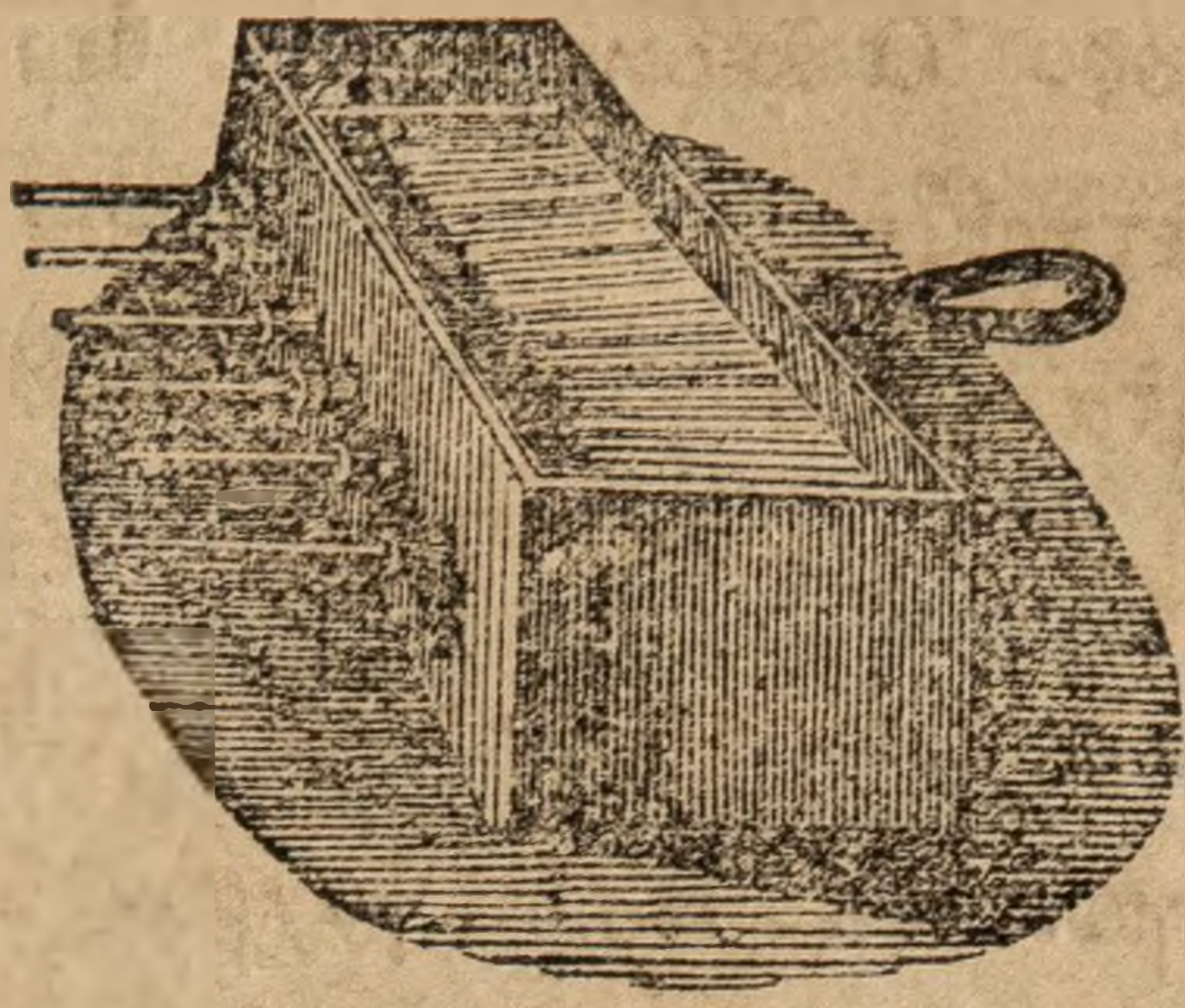
140. Τὸ ἄγωγον εἶναι ἡ ιδιότης τῶν σωμάτων νὰ μεταδίδωσι τὴν θερμότητα μᾶλλον ἢ ἥττον εὐκόλως διὰ τῆς ἑαυτῶν μάζης.

Ἐπειδὴ πάντα τὰ σώματα δὲν ἄγουσιν ἐπίσης τὴν θερμότητα, καλοῦνται καλοὶ ἄγωγοὶ τὰ μεταδίδοντα αὐτὴν εὐκόλως, οἷα εἶναι πρὸ πάντων τὰ μέταλλα· κακοὶ ἄγωγοὶ δὲ λέγονται τὰ μεταδίδοντα αὐτὴν δυσκόλως, οἷα εἶναι ἡ ὕαλος, αἱ ῥητίναι, τὰ ξύλα, καὶ πρὸ πάντων τὰ ὑγρά καὶ τὰ αἲρια.

Πρὸς σύγκρισιν τῆς ἀγωγοῦ δυνάμεως τῶν στερεῶν σωμάτων ὁ Ἰγγεχούζ κατεσκεύασε τὸ ἐν τῷ σχήματι 68 παριστάμενον ὄργανον. Εἶναι δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο κιβώτιον χαλ-



κοῦν, ἐφ' οὗ εἶναι προσηρμοσμένοι ράβδοι ἐκ διαφόρων οὐσιῶν, οἷον σιδήρου, χαλκοῦ, ξύλου ὑάλου κτλ. Αἱ ράβδοι αὗται εἰσδύουσιν ὑποχιλιόμετρα τινα ἐντὸς τοῦ κιβωτίου, καὶ εἶναι κεκαλυμμένοι ὑπὸ στρώματος κιτρίνου κηροῦ, ὅστις τήκεται ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν  $61^{\circ}$ . Τοῦ κιβωτίου πληρωθέντος ζέοντος ὕδατος, παρατηρεῖται



Σχ. 68.

ὅτι ἐπὶ τινων ράβδων ὁ κηρὸς ἄρχεται ἀμέσως νὰ τήκηται εἰς ἀπόστασιν μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλην, ἐν ᾧ ἐπ' ἄλλων οὐδὲν ἴχνος τήξεως παρατηρεῖται. Προφανῶς δὲ ἡ ἀγωγὸς δύνάμις εἶναι τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ μακρότερον εἶναι τὸ μέρος τῆς ράβδου, ἐφ' οὗ ὁ κηρὸς ἐτάκη. Ὁ δὲ Δεπρέ μεταχειρισθεὶς ἄλλην τινὰ μέθοδον, καὶ παραστήσας διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 1000 τὸ ἀγωγὸν τοῦ χρυσοῦ, ἐσχημάτισε τὸν ἐξῆς πίνακα.

Πίναξ τοῦ ἀγωγοῦ τῶν κυριωτέρων στερεῶν οὐσιῶν.

Χρυσός	1000	Κασσίτερος	304
Πλάτινα	981	Μόλυβδος	179
Ἄργυρος	973	Μάρμαρον	24
Χαλκός	898	Προκηλάννα	12
Σίδηρος	374	Γῆ κεράμων	11
Ψευδάργυρος	363	Ἰαλος	8

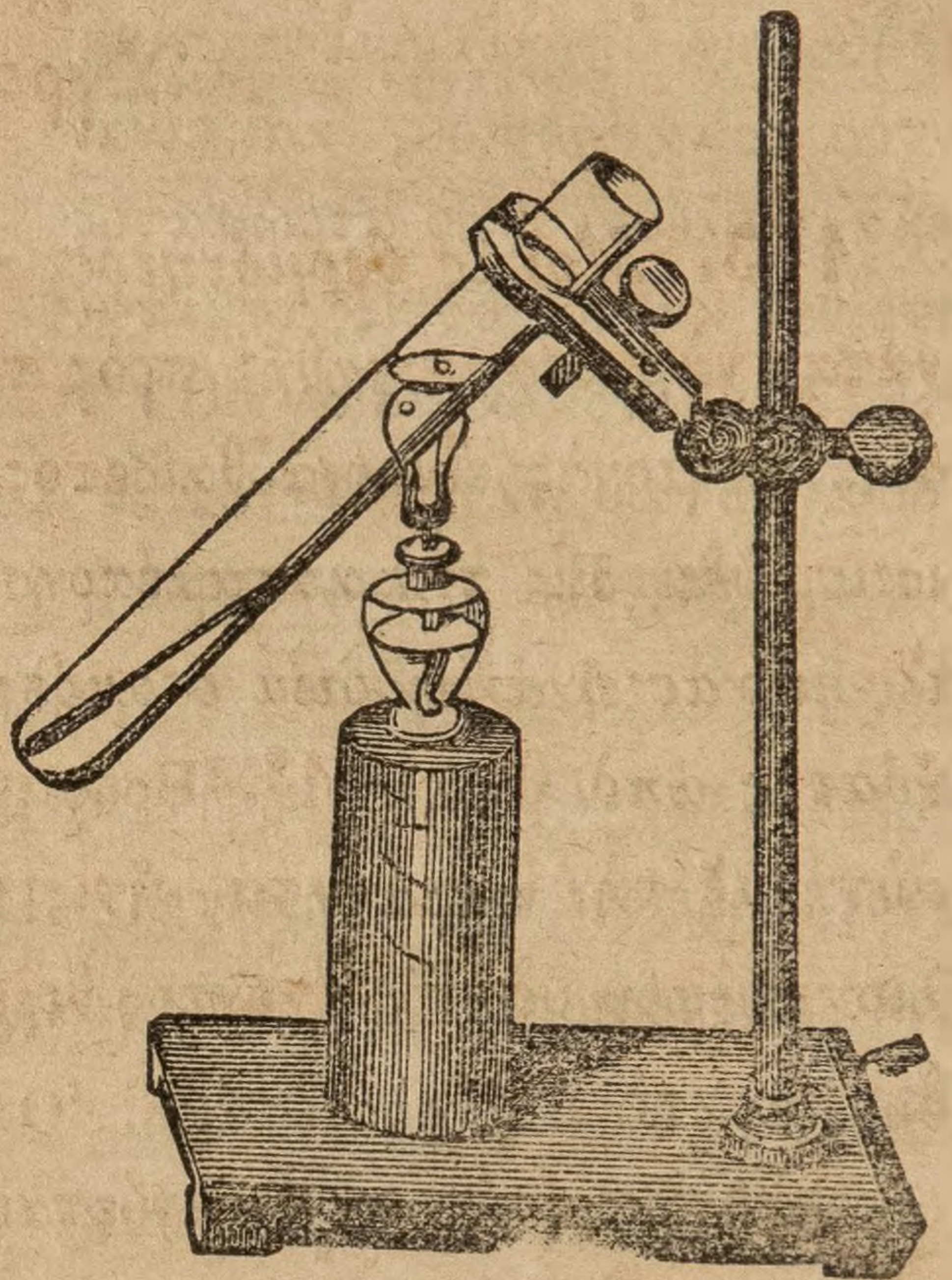
Αἱ ὀργανικαὶ οὐσίαι εἶναι κακοὶ ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Ὡς πρὸς τὰ ξύλα δὲ ὁ Δελαρίθης ἔδειξεν ὅτι τὸ ἀγωγὸν αὐτῶν εἶναι πολὺ μείζον κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν ἰνῶν ἢ ἐγκαρσίως, καὶ ὅτι τὰ πυκνότερα ξύλα εἶναι τὰ μᾶλλον ἀγωγὰ. Τὰ πίτυρα, τὰ ἄχυρα, τὰ ἔρια, τὸ βαμβάκιον, τὰ ὅποια εἶναι σώματα ἀραιὰ, καὶ σύγκεινται ἐκ μερῶν μὴ συνεχομένων, εἶναι κάκιστοι ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος.

141. Ἀγωγὸν τῶν ὑγρῶν. — Τὰ ὑγρά εἶναι κάκιστοι ἀγωγοὶ τῆς θερμότητος. Ἀρκεῖ ἵνα δείξωμεν τοῦτο νὰ εἰσαγά-



γωμεν ὕδωρ εἰς μακρὸν σωλῆνα (σχ. 69), κατὰ τὸν πυθμένα τοῦ ὑποίου ὑπάρχει μικρὸν θερμόμετρον, καὶ νὰ θερμάνωμεν, κλίνοντες ὀλίγον τὸν σωλῆνα, τὰ ἀνώτερα στρώματα τοῦ ὑγροῦ διὰ λύχνου οἰνοπνεύματος. Βλέπομεν μετ' ὀλίγον τὸ ὕδωρ νὰ βράζη κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν, ἐν ᾧ τὸ ἐν τῷ πυθμένι εὐρισκόμενον θερμόμετρον μόλις δεικνύει μικρὰν ὑψωσιν θερμοκρασίας.

Ὅταν λοιπὸν ὑγρὸν τι δέχεται ἐκ τοῦ κατωτέρου αὐτοῦ μέρους τὴν ἐνέργειαν τῆς θερμότητος, δὲν θερμαίνεται διὰ τοῦ ἀγωγοῦ, ἀλλὰ δι' ἀναβατικῶν καὶ καταβατι-



Σχ. 69.

κῶν ρευμάτων παραγομένων ἐν αὐτῷ. Ἐξηγοῦνται δὲ τὰ ρεύματα ταῦτα διὰ τῆς διαστολῆς τῶν κατωτέρων στρωμάτων, τὰ ὅποια γινόμενα ἀραιότερα ἀναβαίνουν ἐν τῷ ὑγρῷ καὶ ἀντικαθιστῶνται ὑπὸ τῶν ἀνωτέρων στρωμάτων, τὰ ὅποια εἶναι ψυχρότερα καὶ ἐπομένως πυκνότερα. Δυνάμεθα δὲ νὰ καταστήσωμεν τὰ ρεύματα ταῦτα ὄρατὰ, ρίπτοντες εἰς τὸ ὕδωρ πρίσματα ξύλου, τὰ ὅποια ἀναβαίνουν καὶ καταβαίνουν μετ' αὐτοῦ.

142. Ἀγωγὸν τῶν ἀερίων. — Εἶναι δύσκολον νὰ ἐκτιμήσωμεν ἀμέσως τὴν ἀγωγὸν δύναμιν τῶν ἀερίων ἕνεκα τῆς μεγίστης εὐκινησίας τῶν μορίων αὐτῶν. Ἄλλ' ὅταν ἡ κίνησις ἐμποδίζεται, τὸ ἀγωγὸν αὐτῶν φαίνεται ἐλάχιστον. Παρατηρεῖται τῷ ὄντι ὅτι πᾶσαι αἱ οὐσίαι, μεταξὺ τῶν ἰνῶν τῶν ὑποίων μένει ἀῆρ στάσιμος, παρέχουσι μεγάλην ἀντίστασιν εἰς τὴν διάδοσιν τῆς θερμότητος· οἷον τὰ ἄχυρα, τὰ πτίλα, αἱ μηλωταὶ, καὶ τὰ τοιαῦτα. Ὅταν λοιπὸν ἀερίον τι θερμαίνεται, τοῦτο γίνεται δι' ἀναβατικῶν καὶ καταβατικῶν ρευμάτων, τὰ ὅποια φέρουσι διαδοχικῶς πάντα τὰ μόρια αὐτοῦ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐστίας τῆς θερμότητος, ὅπως συμβαίνει καὶ ἐν τοῖς ὑγροῖς.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

Ειδιχὴ θερμότης.—Μίγματα ἀερίων καὶ ἀτμῶν.—  
Ἵγρόμετρα.

143. Μονὰς θερμότητος. — Ἡ θερμότης ὡς ποσὸν δύναται νὰ καταμετρηθῆ· πρὸς τοῦτο δὲ πρέπει νὰ ληφθῆ μονὰς τις. Ἡ μονὰς εἶναι αὐθαίρετος, ἀλλὰ πρέπει νὰ εἶναι καλῶς ὠρισμένη. Εἰς τὴν καταμέτρησιν τῆς θερμότητος λαμβάνεται ὡς μονὰς ἡ ἀναγκαία θερμότης ἵνα ὑψωθῆ ἐν χιλιόγραμμον ὕδατος ὑπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $1^{\circ}$ . Προφανῶς δὲ ἡ θερμότης αὕτη εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ τὴν θερμότητα, ἥτις πρέπει νὰ ἀφαιρεθῆ ἀφ' ἐνὸς χιλιογράμμου ὕδατος ἔχοντος θερμοκρασίαν  $1^{\circ}$  ἵνα καταβῆ εἰς τὴν θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$ .

Διὰ πειραμάτων δεικνύεται ὅτι ἐὰν ἀναμίξωμεν 1 χιλιόγραμμον ὕδατος ὑπὸ θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$  μεθ' ἐνὸς χιλιογράμμου ὕδατος ὑπὸ  $30^{\circ}$ , λαμβάνομεν 2 χιλιόγραμμα ὕδατος θερμοκρασίας  $15^{\circ}$ . Ὡσαύτως ἐὰν ἀναμίξωμεν 1 χιλιόγραμμον ὕδατος  $0^{\circ}$  μεθ' ἐνὸς χιλιογράμμου ὕδατος  $50^{\circ}$  λαμβάνομεν 2 χιλιόγραμμα  $25^{\circ}$ . Ποικίλλοντες τὰ τοιαῦτα πειράματα φθάνομεν εἰς τὸ συμπέρασμα τοῦτο ὅτι ὠρισμένον βᾶρος ὕδατος ἀπορροφᾷ ἵνα ἀναβῆ ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $\theta^{\circ}$  τόσας μονάδας θερμότητος, ὅσας χάνει ἵνα καταβῆ ἀπὸ  $2\theta^{\circ}$  εἰς  $\theta^{\circ}$ , ἢ καὶ ὅσας χρειάζεται ἵνα ἀναβῆ ἀπὸ  $\theta^{\circ}$  εἰς  $2\theta^{\circ}$ . Σημειωτέον ὅμως ὅτι τοῦτο ἀληθεύει περὶ τοῦ ὕδατος, ἐνόσω ὁ ἀριθμὸς τῶν βαθμῶν δὲν ὑπερβαίνει τοὺς 60.

Ἐν συνόψει 1 χιλιόγραμμον ὕδατος ἵνα ἀναβῆ ἡ θερμοκρασία του καθ' ἓνα βαθμὸν, χρειάζεται πάντοτε τὴν αὐτὴν θερμότητα, οἰαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ, ἀρκεῖ νὰ μὴ ὑπερβαίνῃ τοὺς  $60^{\circ}$ .

144. Ἐὰν τὸ μίγμα, ἀντὶ νὰ γείνη μὲ δύο ἴσα βάρη τοῦ αὐτοῦ σώματος, γείνη μὲ δύο ἴσα βάρη σωμάτων διαφόρων, τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ἄλλο. Οἷον 1 χιλιόγραμμον ἀργύρου θερμοκρασίας  $50^{\circ}$  ἐμβαπτισθὲν εἰς 1 χιλιόγραμμον ὕδατος  $0^{\circ}$



παρέχει τελικὴν θερμοκρασίαν  $2^{\circ},69$ . Ἐν ταῖς αὐταῖς δὲ περιστάσεσιν ὁ σίδηρος παρέχει  $4^{\circ},11$ , ὁ δὲ ὑδράργυρος  $1^{\circ},61$ .

Ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων ἐξάγεται ὅτι ἴσα βάρη διαφόρων οὐσιῶν χρειάζονται ἀνίσους ποσότητας θερμότητος ἵνα ἡ θερμοκρασία αὐτῶν ἀναβῆ ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $1^{\circ}$ .

Καλεῖται *εἰδικὴ θερμότης* σώματός τινος ὁ ἀριθμὸς τῶν μονάδων θερμότητος, αἷτινες χρειάζονται διὰ τὰ ὑψωθῆ ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $1^{\circ}$  ἡ θερμοκρασία τῆς μονάδος τοῦ βάρους τοῦ σώματος τούτου.

145. Μέτρον τῆς ὑπὸ τῶν σωμάτων ἀπορρόφωμένης θερμότητος. — Ἐστῶσαν  $\epsilon$  τὸ βάρος σώματός τινος εἰς χιλιόγραμμα,  $\epsilon$  ἡ εἰδικὴ αὐτοῦ θερμότης, καὶ  $\theta$  ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ. Ἐπειδὴ ἡ ποσότης θερμότητος, ἡ ἀναγκαία ὅπως ὑψωθῆ ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $1^{\circ}$  ἓν χιλιόγραμμον ὕδατος ἐλήφθη ὡς μονὰς, χρειάζονται  $\epsilon$  τῶν μονάδων τούτων ἵνα ὑψωθῶσιν ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $1^{\circ}$   $\epsilon$  χιλιόγραμμα ὕδατος· καὶ ἵνα ὑψωθῆ τὸ αὐτὸ ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $\theta^{\circ}$  χρειάζονται  $\theta\epsilon$  περισσότεραι, ἥτοι  $\epsilon\theta$ . Ἴνα δὲ ὑψωθῆ ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $\theta^{\circ}$  ἴσον βάρος σώματος, τοῦ ὁποίου ἡ εἰδικὴ θερμότης εἶναι  $\epsilon$ , χρειάζονται  $\epsilon\theta\epsilon$ . Ἐντεῦθεν δὲ συμπεραίνομεν ὅτι, ὅταν σῶμά τι θερμαίνεται ἀπὸ  $0^{\circ}$  εἰς  $\theta^{\circ}$ , ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἢ ἀπορρόφῃ, δύναται νὰ παρασταθῆ διὰ τοῦ γινομένου τοῦ βάρους, τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς εἰδικῆς θερμότητος αὐτοῦ. Ἐὰν τὸ σῶμα θερμαίνεται ἢ ψυχραίνεται ἀπὸ  $\theta^{\circ}$  εἰς  $\theta'^{\circ}$ , ἡ ἀπορρόφωμένη ἢ ἡ ἀπολυομένη θερμότης θέλει παρασταθῆ διὰ τοῦ τύπου  $\epsilon (\theta' - \theta)\epsilon$  ἢ  $\epsilon (\theta - \theta')\epsilon$ .

146. Προσδιορισμὸς τῆς εἰδικῆς θερμότητος τῶν στερεῶν καὶ τῶν ὑγρῶν. — Δύο εἶναι αἱ κυριώτεραι τῶν μεθόδων, ὧν γίνεται χρῆσις εἰς τὸν προσδιορισμὸν τοῦτον, ἡ μέθοδος τῶν μιγμάτων, καὶ ἡ τῆς τήξεως τοῦ πάγου.

α.) Μέθοδος τῶν μιγμάτων. — Ἐστῶσαν  $\epsilon$  τὸ βάρος καὶ  $\theta$  ἡ θερμοκρασία, μὴ διαφέρουσα πολὺ τῶν  $100^{\circ}$ , σώματος, τοῦ ὁποίου πρόκειται νὰ προσδιορισθῆ ἡ εἰδικὴ θερμότης  $\epsilon$ . Ἐμβαπτίζομεν ταχέως τὸ σῶμα τοῦτο εἰς ψυχρὸν ὕδωρ, τοῦ ὁποίου τὸ βάρος εἶναι  $B$  καὶ ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία  $\theta$ . Ἐστῶσαν



προσέτι  $\epsilon'$  τὸ γνωστὸν βάρος τοῦ περιέχοντος τὸ ὕδωρ ἀγγείου, καὶ  $\epsilon'$  ἡ εἰδικὴ τοῦ ἀγγείου τούτου θερμότης, ἐπίσης γνωστὴ. Ταράσσομεν τὸ μίγμα, μέχρις οὗ τὸ ὕδωρ φθάσῃ εἰς τὴν μεγίστην αὐτοῦ θερμοκρασίαν  $\eta$ .

Ἐπειδὴ τὸ σῶμα τότε ἐψυχράνθη  $\theta$ — $\eta$  βαθμούς, ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἣν ἀπώλεσεν, ἔχει μέτρον  $\epsilon\epsilon(\theta$ — $\eta)$ .

Ἄλλ' ἡ θερμότης αὕτη εἶναι ἀκριβῶς ἴση τῷ ἀθροίσματι τῆς ὑπὸ τοῦ ὕδατος προσκτηθείσης,  $B(\eta$ — $\theta')$  καὶ τῆς ὑπὸ τοῦ ἀγγείου, ἥτις εἶναι  $\epsilon'\epsilon(\eta$ — $\theta')$ .

Ἄρα ἔχομεν τὴν ἐξίσωσιν

$$\epsilon\epsilon(\theta$$
— $\eta) = B(\eta$ — $\theta') + \epsilon'\epsilon(\eta$ — $\theta')$

$$\eta \quad \epsilon\epsilon(\theta$$
— $\eta) = (B + \epsilon'\epsilon)(\eta$ — $\theta')$

$$\text{ὅθεν} \quad \epsilon = \frac{(B + \epsilon'\epsilon)(\eta$$
— $\theta')}{\epsilon(\theta$ — $\eta)}$

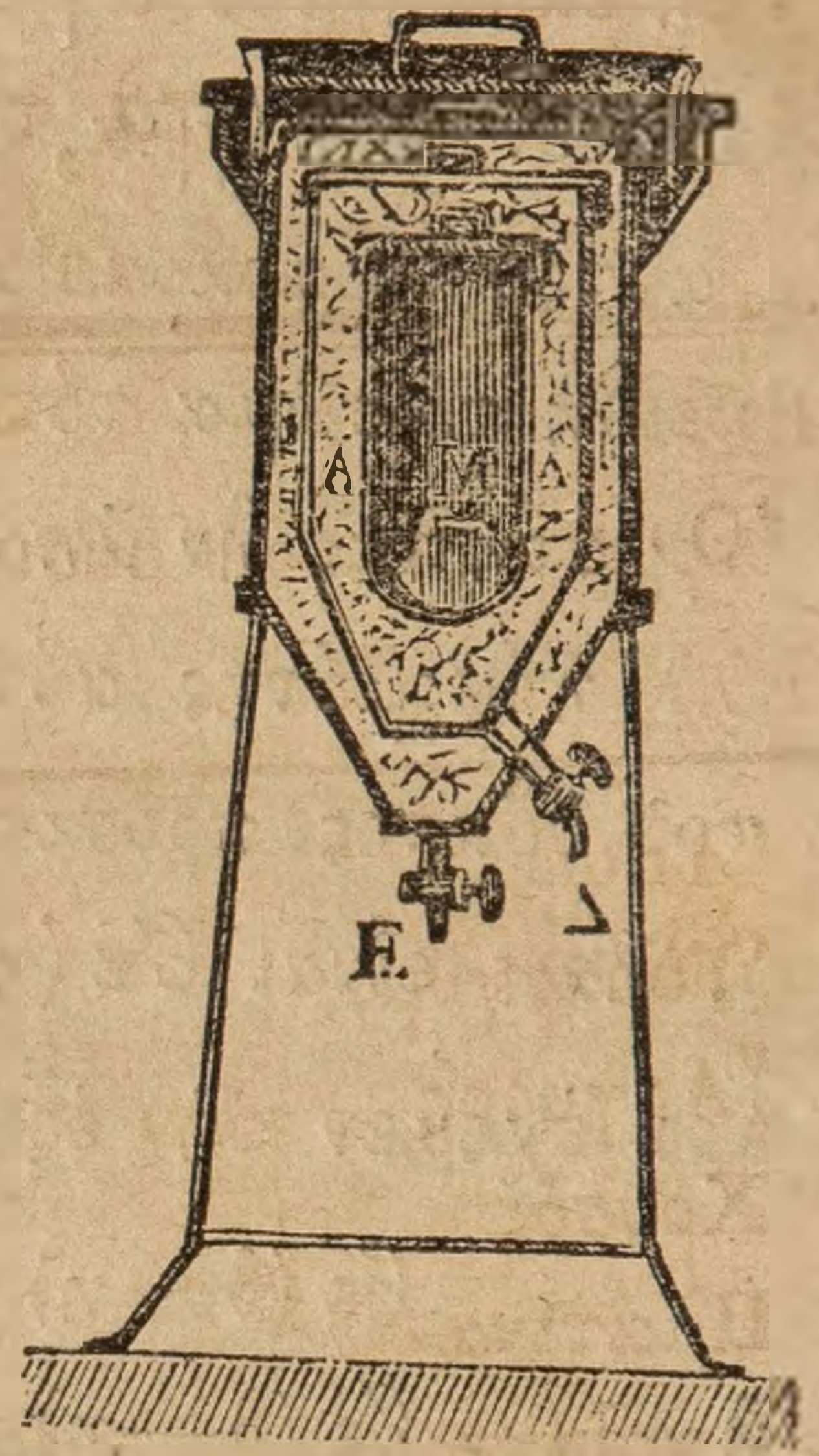
Συχνάκις παριστῶσι τὸ  $\epsilon'\epsilon$ , δι' ἐνὸς γράμματος  $\lambda$ , τὸ ὁποῖον παριστᾷ τὸ βάρος ὕδατος, το ὁποῖον ἤθελεν ἀπορροφήσει ἴσην θερμότητα καὶ τὸ ἀγγεῖον· οὕτω δὲ ὁ ἀνωτέρω τύπος γίνεται,

$$\epsilon = \frac{(B + \lambda)(\eta$$
— $\theta')}{\epsilon(\theta$ — $\eta)}$

$\epsilon'$ .) Μέθοδος τῆς τήξεως τοῦ πάγου. — Εἶδομεν ἐν τοῖς προηγουμένοις (124) ὅτι ἐὰν ἀναμίξωμεν 1 χιλιόγραμμα πάγου τετριμμένου θερμοκρασίας  $0^0$  μεθ' ἑνὸς χιλιογράμμου ὕδατος  $79^0$ , ὅλος ὁ πάγος τήκεται καὶ λαμβάνομεν 2 χιλιόγραμμα ὕδατος θερμοκρασίας  $0^0$ . Ἄρα 1 χιλιόγραμμα πάγου ὑπὸ  $0^0$  ἀπορροφᾷ ἵνα τακῆ  $79$  μονάδας θερμότητος, ἥτοι τὴν ἀναγκαίαν ποσότητα θερμότητος ἵνα ὑψωθῆ 1 χιλιόγραμμα ὑγροῦ ὕδατος ἀπὸ  $0^0$  εἰς  $79^0$ . Ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ γνωρίσωμεν τὴν ποσότητα τοῦ πάγου, ἣν τήκει σῶμά τι καταβαῖνον ἀπὸ δεδομένης θερμοκρασίας εἰς  $0^0$ , καὶ εὐκόλως τότε δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν εἰδικὴν αὐτοῦ θερμότητα. Γίνεται δὲ πρὸς τοῦτο χρῆσις ὀργάνου, τὸ ὁποῖον καλεῖται θερμογονόμετρον τοῦ Λαβοαζιέρου καὶ τοῦ Λαπλᾶς.



Τὸ ὄργανον τοῦτο (σχ. 70) συνίσταται ἐκ τριῶν ὁμοκέντρων ἀγγείων κεκασσιτερωμένου σιδήρου. Ἐν τῷ κατὰ τὸ κέντρον τίθεται τὸ σῶμα M, τοῦ ὁποίου ζητεῖται ἡ εἰδικὴ θερμότης. Τὰ δύο ἄλλα εἶναι πλήρη πάγου θερμοκρασίας 0°. Πῶμα ἐπίσης κεκαλυμμένον ὑπὸ πάγου κλείει ἀκριβῶς ἕκαστον ἀγγεῖον. Ὁ πάγος τοῦ μεσαίου ἀγγείου εἶναι προωρισμένος νὰ τακῆ ὑπὸ τοῦ σώματος M, ὁ δὲ ἐν τῷ ἐξωτερικῷ ἀγγείῳ καὶ ἐπὶ τῶν πωμάτων πάγος σκοπὸν ἔχει νὰ ἐμποδίσῃ τὴν περιβάλλουσαν θερμότητα νὰ ἐνεργήσῃ ἐπὶ τοῦ πάγου τοῦ μεσαίου ἀγγείου,



Σχ. 70.

ὅστις πρέπει νὰ τακῆ μόνον ὑπὸ τοῦ σώματος. Τὸ ἐκ τῆς τήξεως ταύτης προερχόμενον ὕδωρ συλλέγεται ἐπιμελῶς διὰ τοῦ κρουνοῦ Δ. Διὰ δευτέρου δὲ κρουνοῦ τοῦ E ἐκρέει τὸ ἐκ τῆς πήξεως τοῦ ἐξωτερικοῦ πάγου προερχόμενον ὕδωρ.

Ἐστῶσαν νῦν β τὸ βάρος τοῦ σώματος M, θ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ, καὶ π τὸ βάρος τοῦ πάγου, τὸ ὁποῖον ἔτηξε τὸ σῶμα τοῦτο ψυχρανθὲν ἀπὸ θ° εἰς 0°. Ἡ ὑπὸ τοῦ σώματος ἀπολεσθεῖσα θερμότητος ποσότης εἶναι βθε· ἡ δὲ ἀναγκαία θερμότητος ποσότης ἵνα τήξῃ βάρος π πάγου εἶναι π × 79 μονάδες θερμότητος, ἐπειδὴ 1 χιλιόγραμμον πάγου ἀπορροφᾷ ἵνα τακῆ 79 μονάδας θερμότητος. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ποσότης θερμότητος βθε, ἣν τὸ σῶμα ἀπέβαλε, ἀπερρόφηθη ὅλη ὑπὸ τοῦ τακέντος πάγου, ἔχομεν τὴν ἐξίσωσιν,

$$\beta\theta = 79\pi$$

ὅθεν

$$\epsilon = \frac{79\pi}{\beta\theta}$$

Ἐντὶ τοῦ ἀνωτέρω περιγραφέντος ὀργάνου γίνεται χρῆσις ἐνίοτε πρὸς τὸν αὐτὸν σκοπὸν τοῦ ἐν πάγῳ φρέατος. Εἶναι δὲ τοῦτο ἀπλῶς τεμάχιον πάγου, ἐν ᾧ γίνεται ὀπὴ δεχομένη τὸ σῶμα, καὶ καλυπτομένη ὑπ' ἄλλου τεμαχίου πάγου.



Πίναξ τῆς εἰδικῆς θερμότητος τῶν κυριωτέρων σωμάτων  
μεταξὺ 0<sup>ο</sup> καὶ 100<sup>ο</sup>, προσδιορισθείσης ὑπὸ τοῦ  
Ρενιῶ κατὰ τὴν μέθοδον τῶν μιγμάτων.

Ὄνόματα τῶν οὐσιῶν.	Εἰδικὴ θερμότης.
Ὑδωρ	1,00000
Ὑδράργυρος	0,03332
Ἄργυρος	0,05701
Χρυσὸς	0,03244
Πλάτινα	0,03243
Κασσίτερος	0,05623
Χαλκὸς	0,09515
Ψευδάργυρος	0,09555
Σίδηρος	0,11379
Θεῖον	0,20259
Ἄνθραξ	0,24111
Ἰαλός	0,19768
Ἀδάμας	0,14687

### Μίγματα ἀερίων καὶ ἀτμῶν.

147. Πᾶν ἀερίου καὶ ἀτμοῦ μίγμα ὑπόκειται εἰς τοὺς ἐξῆς  
δύο νόμους.

α.) Ἡ τάσις καὶ ἐπομένως ἡ ποσότης τοῦ ἀτμοῦ, ὑφ' οὗ  
κορέννεται ὠρισμένον διάστημα, εἶναι αἱ αὐταὶ ὑπὸ ἴσην  
θερμοκρασίαν, εἴτε κενὸν εἶναι τὸ διάστημα τοῦτο, εἴτε  
ὑπ' ἀερίου τινὸς κατέχεται.

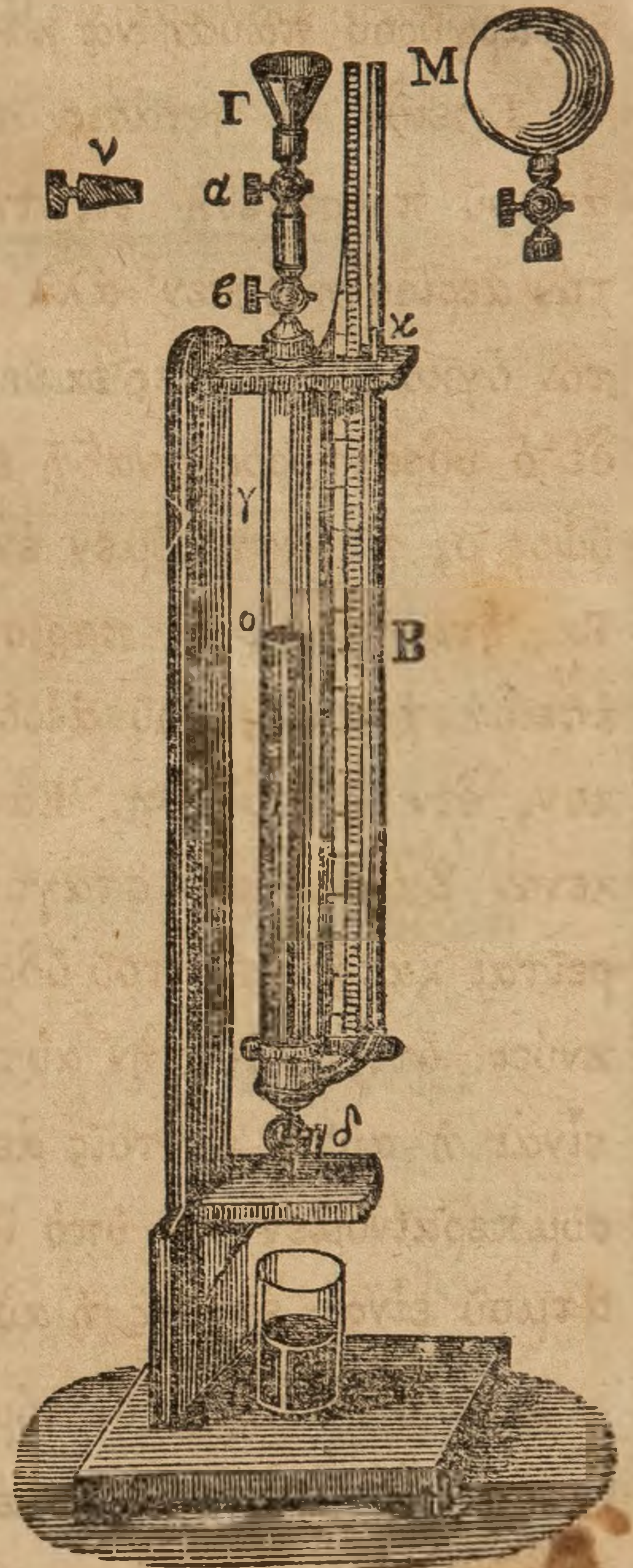
β.) Ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ μίγματος ἀερίου καὶ ἀτμοῦ  
εἶναι ἴση τῷ ἀθροίσματι τῶν ἐλαστικῶν δυνάμεων ἀμφοτέ-  
ρων, τοῦ ἀερίου ἀναχθέντος εἰς τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον.

Οἱ νόμοι οὗτοι δύνανται νὰ δειχθῶσι δι' ὀργάνου ἐπινοηθέν-  
τος ὑπὸ τοῦ Γαίλουσσάκου (σχ. 70). Σύγκειται δὲ τοῦτο ἐξ  
ὕαλινου σωλήνος γ λήγοντος κατὰ τὰ δύο ἄκρα εἰς σιδηρᾶς



στροφίγγας β και δ. Ὁ σωλὴν γ συγκοινωνεῖ πρὸς τὰ κάτω δι' ὀχετοῦ μετ' ἄλλου τινὸς σωλῆνος μικροτέρας διαμέτρου τοῦ Β. Κλίμαξ δὲ περιεχομένη μεταξὺ τῶν δύο χρησιμεύει εἰς μέτρησιν τοῦ ὕψους τῆς ἐν ἑκατέρῳ περιεχομένης στήλης ὑδραργύρου.

Τοῦ σωλῆνος γ πληρωθέντος ὑδραργύρου, καὶ τῶν στροφίγγων β καὶ δ οὐσῶν κλειστῶν, κοχλιοῦμεν τὸ πρῶτον ἐπὶ τῆς στροφίγγος β ἀντὶ τοῦ χωνίου Γ κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν Μ, κλειομένην καὶ αὐτὴν διὰ στροφίγγος, καὶ πλήρη ξηροῦ ἀέρος ἢ ἄλλου τινὸς ἀερίου. Ἐπειτα ἀνοίγοντες καὶ τὰς τρεῖς στροφίγγας, ἀφίνομεν νὰ ἐκρεύσῃ μέρος τοῦ ὑδραργύρου, τὸν τόπον τοῦ ὁποίου καταλαμβάνει ὁ ξηρὸς ἀήρ τῆς σφαίρας. Κλείομεν τότε τὰς στροφίγγας, καὶ ἐπειδὴ ὁ ἐν τῷ διαστήματι γ ἀήρ διεστάλη ἐξελθὼν τῆς σφαίρας, καὶ ἡ πίεσις αὐτοῦ εἶναι μικροτέρα τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, ἀνάγομεν αὐτὸν εἰς ταύτην, χύνοντες ὑδράργυρον εἰς τὸν σωλῆνα Β, μέχρις οὔ το ὕψος τοῦ ὑδραργύρου γείνη τὸ αὐτὸ ἐν ἀμφοτέροις τοῖς σωλῆσι. Τέλος δὲ ἀφαιροῦμεν τὴν σφαῖραν, καὶ ἀντ' αὐτῆς κοχλιοῦμεν χωνίον Γ φέρον καὶ αὐτὸ στροφίγγα διαφέρουσαν ὅμως τῶν κοινῶν· διότι δὲν εἶναι τετρημένη διαμπερές, ἀλλ' ἔχει μόνον μικράν τινα κοιλότητα, ὡς φαίνεται πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ σχήματος κατὰ τὸ ν. Ἀφοῦ χύσωμεν εἰς τὸ χωνίον Γ τὸ ἐξατμιστέον ὑγρὸν, σημειώσωμεν τὴν ἀνωτέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου, καὶ ἀνοίξωμεν τὴν στροφίγγα β, στρέφομεν τὴν στροφίγγα α οὕτως, ὥστε ἡ κοιλότης αὐτῆς νὰ πληρωθῇ ὑγροῦ· ἔπειτα δὲ ἀναστρέφομεν αὐτὴν ἵνα τὸ ὑγρὸν πέσῃ εἰς τὸ διάστημα γ καὶ ἐξατμισθῇ ἐν αὐτῷ. Ἐξακολουθοῦμεν δὲ οὕτω νὰ καταρρίπτωμεν τὸ ὑγρὸν στάγδην, μέχρις οὔ ὁ ἐν τῷ σωλῆνι



Σχ. 71.



ἀήρ κορεσθῆ ἄτμοῦ, ὅπερ συμβαίνει, ὅταν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου παύσῃ νὰ καταβαίνει.

Ἐπειδὴ δὲ ἡ τάσις τοῦ ἐν τῷ διαστήματι γ παραχθέντος ἄτμοῦ προσετέθη εἰς τὴν τάσιν τοῦ ἐν αὐτῷ ἀέρος, ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου ἠΰξησεν· ἀλλ' ἀνάγομεν αὐτὸν εὐκόλως εἰς τὸν πρῶτον ὄγκον, χύνοντες ἐκ νέου ὑδράργυρον εἰς τὸν σωλῆνα Β. Ὅταν δὲ ὁ ὑδράργυρος ἀναβῆ ἐν τῷ σωλῆνι γ εἰς τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ ὕψος ο, παρατηροῦμεν ἐν τοῖς σωλῆσι Β καὶ γ διαφορὰν ὕψους Βκ, ἣτις προφανῶς παριστᾷ τὴν τάσιν τοῦ παραχθέντος ἄτμοῦ, ἐπειδὴ ἡ τάσις τοῦ ἀέρος, ὡς ἀναλαβόντος τὸν ἀρχικὸν ὄγκον, δὲν μετεβλήθη. Ἐὰν δὲ εἰσαγάγωμεν εἰς τὸ βαρομετρικὸν κενὸν βαρομέτρου σταγόνας τινὰς τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, παρατηρεῖται κατάβασις τοῦ ὑδραργύρου ἴση ἀκριβῶς τῇ Βκ, ὅπερ δεικνύει ὅτι, ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν ἡ τάσις ἄτμοῦ τινος εἶναι ἡ αὐτὴ ἐν τοῖς ἀερίοις καὶ ἐν τῷ κενῷ· ἐκ τούτου δὲ συμπεραίνομεν ὅτι ὑπὸ ἴσην θερμοκρασίαν καὶ ἡ ποσότης τοῦ ἄτμοῦ εἶναι ἐπίσης ἡ αὐτή.

Καὶ ὁ δεῦτερος δὲ νόμος διὰ τοῦ ἀνωτέρω πειράματος εὐρίσκει σχετικὴ ἀποδεδειγμένος· ἐπειδὴ, ὅταν ὁ ὑδράργυρος ἀναλάβῃ τὸ ἀρχικὸν αὐτοῦ ὕψος ο, τὸ μίγμα ὑποφέρει τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, τὴν ἐπιφερομένην κατὰ τὴν κορυφὴν τοῦ σωλῆνος Β, καὶ τὸ βᾶρος τῆς στήλης Βκ τοῦ ὑδραργύρου. Ἐκ τούτων δὲ τῶν πιέσεων ἡ μὲν εἶναι ἴση ἀκριβῶς τῇ τάσει τοῦ ξηροῦ ἀέρος, ἡ δὲ τῇ τάσει τοῦ ἄτμοῦ.

### Ὑγρομετρία.

148. Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ περιέχει πάντοτε ὑδατώδη ἄτμόν· ἵνα δὲ βεβαιωθῶμεν περὶ τούτου, ἀρκεῖ νὰ ἐκθέσωμεν εἰς τὸν ἀέρα οὐσίαν τινὰ ἐκ τῶν ἐχουσῶν μεγάλην συγγένειαν πρὸς τὸ ὕδωρ, οἷον χλωροῦχον ἀσβέστιον, διότι μετ' οὐ πολὺ ἡ οὐσία αὕτη γίνεται κάθυγρος, καὶ ζυγιζομένη εὐρίσκεται βαρυτέρα. Ἀλλ' ἡ ποσότης τοῦ ἐν τῷ ἀέρι περιεχομένου ἄτμοῦ εἶναι μεταβλητὴ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ χωρὶς νὰ εἶναι ποτὲ ἰκανὴ εἰς



κορεσμὸν αὐτοῦ. Ὁ δὲ λόγος τῆς ποσότητος τοῦ ἀτμοῦ, ὃν ὁ ἀήρ περιέχει ὑπὸ δεδομένην θερμοκρασίαν, πρὸς τὴν ποσότητα, ἣν ἤθελε περιέχει ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν κεκορεσμένος ὢν, καλεῖται ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος.

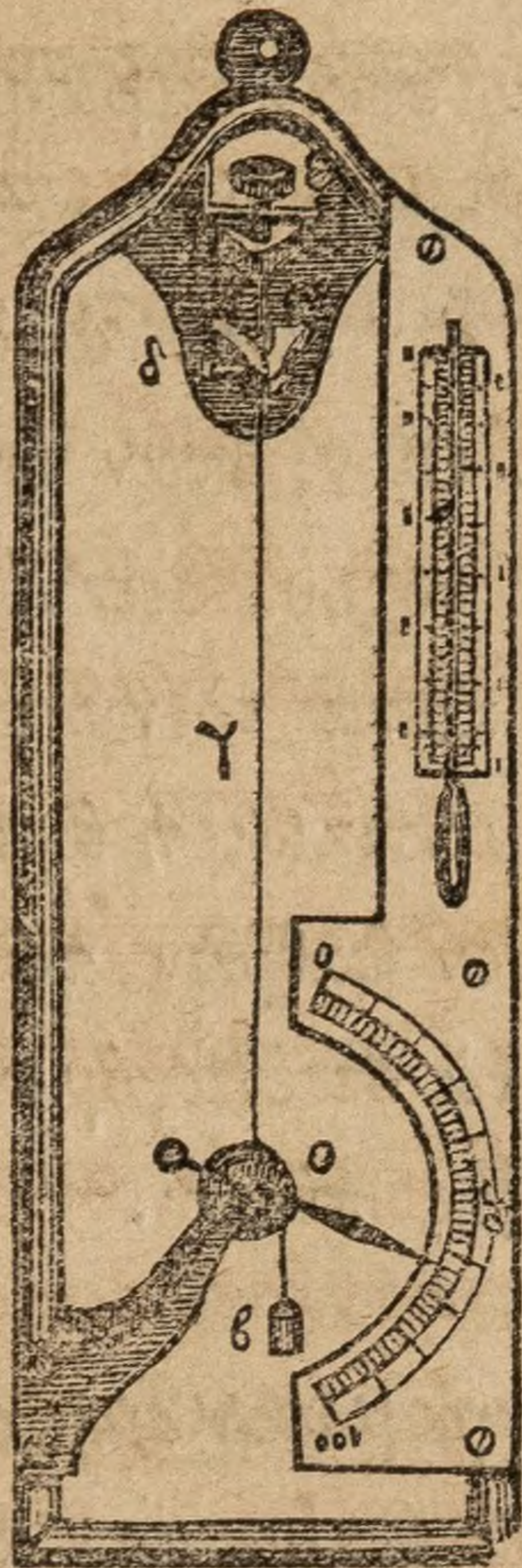
Ὁ βαθμὸς τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀπολύτου ποσότητος τοῦ ἐν αὐτῷ ἀτμοῦ, ἀλλ' ἐκ τῆς μεγαλειτέρας ἢ μικροτέρας ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τῆς τοῦ κόρου καταστάσεως. Δηλονότι ὁ ἀήρ ψυχρὸς ὢν δύναται νὰ εἶναι ὑγρὸς, καὶ μικρὰν ἀτμοῦ ποσότητα περιέχων· τουναντίον δὲ, θερμὸς ὢν δύναται καὶ μεγάλην ἀτμοῦ ποσότητα περιέχων, νὰ εἶναι ξηρὸς. Παραδείγματος χάριν τὸ θέρος ὁ ἀήρ περιέχει μεγαλειτέραν ποσότητα ἀτμῶν ἢ τὸν χειμῶνα, καὶ ἐν τούτοις εἶναι τότε ξηρότερος. Ὡσαύτως ὅταν θερμαίνεται δωμάτιόν τι, ἂν καὶ δὲν ἐλαττοῦται ἡ ποσότης τοῦ ἐν αὐτῷ ἀτμοῦ, ἐλαττοῦται ὁμως ἡ ὑγρασία αὐτοῦ, ὡς ἀπομακρυνομένου τοῦ ἀτμοῦ ἀπὸ τῆς καταστάσεως τοῦ κόρου. Δύναται μάλιστα τότε ὁ ἀήρ νὰ γείνη τόσο ξηρὸς, ὥστε νὰ εἶναι βλαβερὸς εἰς τὴν ὑγείαν· διὰ τοῦτο εἶναι καλὸν νὰ τίθενται ἐπὶ τῶν θερμαστρῶν ἀγγεῖα περιέχοντα ὕδωρ.

Ἐπειδὴ ὁ νόμος τοῦ Μαριόττου ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τοὺς μὴ κεκορεσμένους ἀτμοὺς, ὅπως καὶ εἰς τὰ ἀέρια, ἔπεται ὅτι ἐν ἰσότητι θερμοκρασίας καὶ ὄγκου τὸ βάρος τοῦ ἐν διαστήματι μὴ κεκορεσμένῳ περιεχομένου ἀτμοῦ εἶναι ἀνάλογον τῆς ἐλαστικῆς αὐτοῦ δυνάμεως. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ ἀντικαταστήσωμεν τὸν λόγον τῶν ποσοτήτων τοῦ ἀτμοῦ διὰ τοῦ λόγου τῶν ἀντιστοιχουσῶν ἐλαστικῶν δυνάμεων καὶ νὰ εἴπωμεν ὅτι, ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος εἶναι ὁ λόγος τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τοῦ ἐν αὐτῷ περιεχομένου ὑδατώδους ἀτμοῦ πρὸς τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἀτμοῦ, ὃν ἤθελε περιέχει ὑπὸ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν κεκορεσμένος ὢν.

Καλεῖται ὑγρομετρία ἡ μέτρησις τῆς ὑγρομετρικῆς τοῦ ἀέρος καταστάσεως, καὶ ὑγρόμετρα τὰ εἰς τὴν μέτρησιν ταύτην χρησιμεύοντα ὄργανα. Ὑπάρχουσι δὲ διαφόρων εἰδῶν ὑγρόμετρα, ἐξ ὧν ἡμεῖς ἐν μόνον θέλομεν περιγράψαι, τὸ τοῦ Σωσσύρου.



149. Ὑγρομετρον τοῦ Σωσύρου. — Τὸ ὄργανον τοῦτο στηρίζεται ἐπὶ τῆς ιδιότητος, ἣν ἔχει ἡ θρίξ ὑγραιομένη μὲν νὰ γίνηται ἐπιμηκεστέρα, ξηραιομένη δὲ βραχυτέρα. Συνίσταται δὲ ἐκ χαλκῆς πλακῶς (σχ. 72), ἐφ' ἧς εἶναι τεταμένη θρίξ γ, πλυνθεῖσα προηγουμένως ἐν ὕδατι περιέχοντι 0,01 τοῦ βάρους αὐτοῦ ὑπανθρακικῆς σόδας· διότι ἐὰν δὲν ἀφηρεῖτο τὸ ἐπὶ τῆς τριχὸς λίπος, τότε αὕτη ἤθελεν ἀπορροφᾶ ὀλίγην ὑγρασίαν, καὶ ἡ ἐπιμήκυνσις αὐτῆς ἤθελεν εἶναι μικρά. Ἡ θρίξ γ κρατεῖται πρὸς τὸ ἀνώτερον ἄκρον ὑπὸ λαβίδος σφιγγομένης διὰ πιεστικοῦ κοχλίου δ. Ἡ λαβὶς αὕτη ἀνυψοῦται ἢ καταβιβάζεται πρὸς τὰς τῆς τριχὸς διὰ κοχλίου ε, τοῦ ὁποίου τὸ περικόχλιον εἶναι ἀκίνητον. Τὸ δὲ κατώτερον ἄκρον τῆς τριχὸς ἐλίσσεται περὶ τροχαλίαν ο, δύο λαιμοὺς ἔχουσαν, ἐφ' ἧς εἶναι δεδεμένη. Ἐπὶ τοῦ δευτέρου λαιμοῦ τῆς τροχαλίας περιελίσσεται ἀντιθέτως τῇ τριχὶ νῆμα μετάξης, ἐξ οὗ ἐξαρτᾶται μικρὸν βάρος β. Ὁ ἄξων τῆς τροχαλίας φέρει βελόνην κινουμένην ἐπὶ διηρημένου τόξου. Ὅταν ἡ θρίξ γίνεται βραχυτέρα ἀνυψοῖ τὸν δείκτην, ὅταν δὲ ἐπιμηκεστέρα, τὸ βάρος β καταβιβάζει αὐτόν.



Σχ. 72.

Ἴνα βαθμολογήσωμεν τὸ ὄργανον, θέτομεν αὐτὸ ὑπὸ κώδωνα περιέχοντα ἀέρα ἐντελῶς ἀπεξηραμμένον δι' οὐσιῶν λίαν ἀπορροφητικῶν τοῦ ὕδατος, οἷον χλωρούχου ἀσβεστίου, ἢ ἀνθρακικῆς ποτάσεως πεφρυγμένης. Τότε ἡ θρίξ συστέλλεται, καὶ στρέφει τὴν τροχαλίαν καὶ τὸν δείκτην, ἀλλὰ βραδύτατα. Μόλις δὲ μετὰ 15 ἢ 20 ἡμέρας ὁ δείκτης μένει στάσιμος, ὅπερ δεικνύει ὅτι τότε ὁ ἐν τῷ κώδωνι ἀὴρ εἶναι τελείως ἀπεξηραμμένος. Σημειοῦμεν δὲ τότε ἐπὶ τοῦ τόξου 0 ἐκεῖ ὅπου ἐστάθη ὁ δείκτης.

Μετὰ ταῦτα ἀφαιροῦμεν ἐκ τοῦ κώδωνος τὰς ἀποξηραντικὰς οὐσίας, καὶ βρέχομεν τὴν ἐσωτερικὴν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν ἀπεσταγμένῳ ὕδατι. Τοῦτο ἐξατμιζόμενον κορέννυσι μετ' ὀλίγον



τὸν ἐν τῷ κώδωνι ἀέρα, καὶ ἡ θρίξ ἐκτείνεται ταχέως· τὸ μικρὸν βάρος  $\theta$  τότε στρέφει τὸν δείκτην ἀπομακρύνον αὐτὸν ἀπὸ τοῦ 0· ἐντὸς ὀλίγων δὲ ὥρῶν οὗτος μένει στάσιμος, καὶ τότε σημειοῦμεν 100 ἐκεῖ ὅπου ἐστάθη. Ἐπειτα διαιροῦμεν τὸ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ τοῦ 100 διάστημα εἰς 100 ἴσα μέρη, καὶ ταῦτα εἶναι οἱ βαθμοὶ τοῦ ὑγρομέτρου.

Ἡ πεῖρα δεικνύει ὅτι αἱ ἐνδείξεις τοῦ ὑγρομέτρου τοῦ Σωσσύρου δὲν εἶναι ἀνάλογοι τῆς ὑγρομετρικῆς καταστάσεως τοῦ ἀέρος. Οἶον, ὅταν ὁ δείκτης εὐρίσκηται εἰς τὸ μέσον τοῦ διηρημένου τόξου, δεικνύων 50 βαθμοὺς, ὁ ἀήρ ἀπέχει πολὺ τοῦ νὰ εἶναι κατὰ τὸ ἥμισυ κεκορεσμένος. Ἐδέησε λοιπὸν νὰ εὐρεθῇ πειραματικῶς ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς ἕκαστον βαθμὸν τοῦ ὑγρομέτρου. Τοῦτο ἔκαμεν ὁ Γαιλουσσάκος, τὰ δὲ ἐξαγόμενα τῶν πειραμάτων αὐτοῦ εὐρίσκονται ἐν τῷ ἑξῆς πίνακι.

Ἐγρομετρικαὶ καταστάσεις ἀντιστοιχοῦσαι εἰς τοὺς  
βαθμοὺς τοῦ ὑγρομέτρου τοῦ Σωσσύρου  
ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν  $10^{\circ}$ .

Βαθμοὶ τοῦ ὑγρομέτρου.	Ἐγρομετρικαὶ καταστάσεις.	Βαθμοὶ τοῦ ὑγρομέτρου.	Ἐγρομετρικαὶ καταστάσεις.
0	0,000	55	0,318
5	0,022	60	0,363
10	0,046	65	0,414
15	0,070	70	0,472
20	0,094	72	0,500
25	0,120	75	0,538
30	0,148	80	0,612
35	0,177	85	0,696
40	0,208	90	0,791
45	0,241	95	0,891
50	0,278	100	1,000

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω πίνακος καταφαίνεται ὅτι εἰς 72 βαθμοὺς ὁ ἀήρ εἶναι κατὰ τὸ ἥμισυ κεκορεσμένος. Ἐπειδὴ δὲ εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο ἀντιστοιχεῖ συνήθως ὁ δείκτης τοῦ ὑγρομέτρου



ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς, συμπεραίνομεν ὅτι ὁ ἀήρ περιέχει κατὰ μέσον ὄρον τὸ ἥμισυ τοῦ ἀτμοῦ, ὃν ἤθελε περιέχει κεκορυσμένος ὢν. Ἐν τοῖς ἡμετέροις κλίμασι τὸ ὑγρόμετρον οὐδέποτε φθάνει μέχρι τοῦ 100, καὶ μετ' αὐτὰς τὰς ἀφθονωτάτας βροχάς. Κατὰ δὲ τὰς μεγίστας ξηρασίας σπανίως ἀναβαίνει ὑπὲρ ἄνω τῶν 30 βαθμῶν. Ὅσον δὲ ὑψηλότερον ἀναβαίνομεν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, τοσοῦτον ὁ δείκτης βαδίζει πρὸς τὸ 0. Κατὰ τὴν ἀεροστατικὴν ἀνάβασιν τοῦ Γαίλουσσάκου εἰς ὕψος 7000 μέτρων τὸ ὑγρόμετρον ἐδείκνυεν 26 βαθμούς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΣΤ΄.

### Περὶ ἀκτινοβόλου θερμότητος.

150. Ἡ θερμότης μεταδίδεται ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα ἐξ ἀποστάσεως. Ἀπόδειξις τούτου εἶναι ἡ ἐκ τοῦ ἡλίου πρὸς ἡμᾶς μετὰ τοῦ φωτὸς ἐκπεμπομένη θερμότης, ἥτις διανύει τὸ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τῆς γῆς ὑπάρχον κενὸν διάστημα. Ἡ οὕτω μεταδιδόμενη θερμότης καλεῖται ἀκτινοβόλος· ἀκτὶς δὲ θερμότητος ἢ θερμαντικὴ λέγεται ἢ εὐθεῖα γραμμὴ, ἣν ἡ θερμότης ἀκολουθεῖ μεταδιδόμενη ἐξ ἀποστάσεως.

Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς νόμους.

α.) Πᾶν θερμὸν σῶμα ἐκπέμπει θερμότητα περὶ ἑαυτὸ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις.

Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τούτου θέτομεν θερμόμετρον εἰς διαφόρους θέσεις περὶ θερμὸν σῶμα, παρατηροῦμεν δὲ ὅτι τὸ ὄργανον ἐν πάσαις ταῖς θέσεσι δεικνύει ὕψωσιν θερμοκρασίας.

β.) Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης ἐν ὁμογενεῖ μέσῳ διαδίδεται κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν.

Ἴνα δείξωμεν τοῦτο, θέτομεν διάφραγμα ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς ἐπιζευγνυούσης ἐστίαν τινὰ θερμότητος μετὰ τῆς σφαίρας θερμομέτρου. Τὸ ὄργανον τότε δὲν δεικνύει ὕψωσιν θερμοκρασίας, ἐν ᾧ αἰρομένου τοῦ διαφράγματος, ἀμέσως ἀναβαίνει.

γ.) Ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης διαδίδεται καὶ διὰ τοῦ κενοῦ.



Ἐμβαπτιζόντες εἰς βράζον ὕδωρ κοίλην ὑαλίνην σφαῖραν περιέχουσαν μικρὸν θερμόμετρον, καὶ κενωθεῖσαν ἀέρος, βλέπομεν ἀμέσως τὸ θερμόμετρον ἀναβαῖνον ταχέως. Τοῦτο δὲ μόνον εἰς τὴν διὰ τοῦ κενοῦ ἀκτινοβολίαν δύναται νὰ ἀποδοθῆ· διότι ἡ ὑαλος εἶναι κακὸς ἀγωγὸς τῆς θερμότητος, καὶ διὰ τοῦτο ἡ διάδοσις αὐτῆς δὲν δύναται νὰ γείνη διὰ τῶν τοίχων τῆς σφαίρας καὶ τοῦ σωλῆνος τοῦ θερμομέτρου.

δ.) Ἡ ἔντασις τῆς ἀκτινοβολίου θερμότητος εἶναι ἀνάλογος τῆς θερμοκρασίας τῆς ἐστίας.

Τοῦτο ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ διαφορικοῦ θερμομέτρου τοῦ Λεσλῆ. Διότι ἐὰν παρουσιάσωμεν εἰς τὴν ἐτέραν τῶν σφαιρῶν τοῦ ὄργανου τούτου πηγὰς θερμότητος διαφόρους, οἷον μίαν τῶν ἐδρῶν κύβου ἐκ σιδήρου κεκασσιτερωμένου πληρωθέντος διαδοχικῶς ὕδατος θερμοκρασίας  $50, 60, 70, 80, 90^{\circ}$ , βλέπομεν τὸ θερμόμετρον δεικνύον εἰς ἴσην ἀπόστασιν θερμοκρασίας ἐχούσας πρὸς ἀλλήλας τὸν αὐτὸν καὶ αἱ πρῶται λόγον, ἥτοι ὡς  $5, 6, 7, 8, 9$ .

ε.) Ἡ ἔντασις τῆς ἀκτινοβολίου θερμότητος εἶναι ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως.

Τὸν νόμον τοῦτον ἀποδεικνύομεν θέτοντες τὴν ἐτέραν τῶν σφαιρῶν τοῦ διαφορικοῦ θερμομέτρου ἀπέναντι σταθερᾶς πηγῆς θερμότητος, καὶ εἰς ἀποστάσεις διαδοχικῶς  $1, 2, 3, 4$ . Διότι παρατηροῦμεν τότε ὅτι αἱ θερμοκρασίαι, ἃς δεικνύει τὸ θερμόμετρον, εἶναι πρὸς ἀλλήλας ὡς  $1, \frac{1}{4}, \frac{1}{9}, \frac{1}{16}$ , ἥτοι ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως.

Δυνάμεθα πρὸς τούτοις νὰ ἀποδείξωμεν τὸν ἀνωτέρω νόμον θεωρητικῶς στηριζόμενοι ἐπὶ τοῦ θεωρήματος τῆς γεωμετρίας, ὅτι αἱ ἐπιφάνειαι δύο σφαιρῶν εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰ τετράγωνα τῶν ἀκτίνων αὐτῶν. Ὑποθεθῆσθω τῷ ὄντι ἐστία τις θερμότητος τεθειμένη κατὰ τὸ κέντρον κοίλης σφαίρας δεδομένης ἀκτίνος. Ἐκάστη μονὰς ἐπιφανείας θέλει δέχεσθαι ὠρισμένην ποσότητα θερμότητος. Ὑποθεθῆσθω νῦν ὅτι ἡ ἀκτις τῆς σφαίρας γίνεται  $2^{\text{α}}$ ,  $3^{\text{α}}$ ,  $4^{\text{α}}$  μείζων, ὅτε ἡ ἐπιφάνεια θέλει γίνεαι  $4^{\text{α}}$ ,  $9^{\text{α}}$ ,  $16^{\text{α}}$  μείζων, καὶ ἐπομένως θέλει περιέχει  $4^{\text{α}}$ ,  $9^{\text{α}}$ ,  $16^{\text{α}}$  περισσοτέρας μονάδας ἐπιφανείας. Ἐπειδὴ δὲ

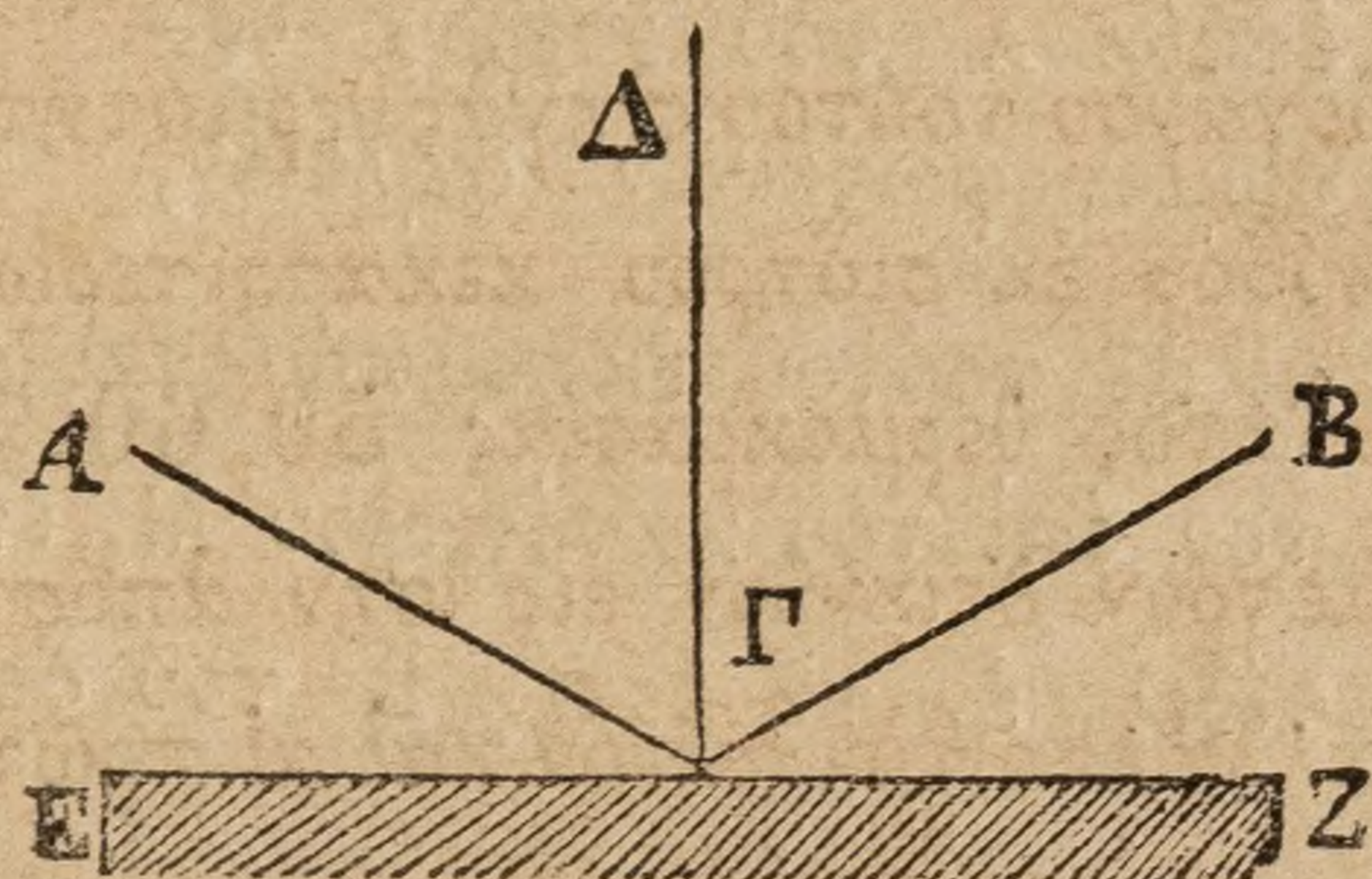


ἢ τῆς θερμότητος ἐστία μένει ἢ αὐτῆ, εἶναι προφανές ὅτι ἐκάστη τῶν μονάδων τούτων τῆς ἐπιφανείας θέλει δέχεσθαι ποσότητα θερμότητος 4<sup>κ</sup>, 9<sup>κ</sup>, 16<sup>κ</sup> ἐλάσσονα· τοῦτο δὲ εἶναι ἀπόδειξις τοῦ προκειμένου νόμου.

ς'.) Ὅταν ἀκτὶς θερμότητος προσπέσῃ ἐπὶ λείαν ἐπιφάνειαν, ἀνακλᾶται ἀποτελοῦσα τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως· ἀμφότεραι δὲ αἱ γωνίαι κεῖνται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν.

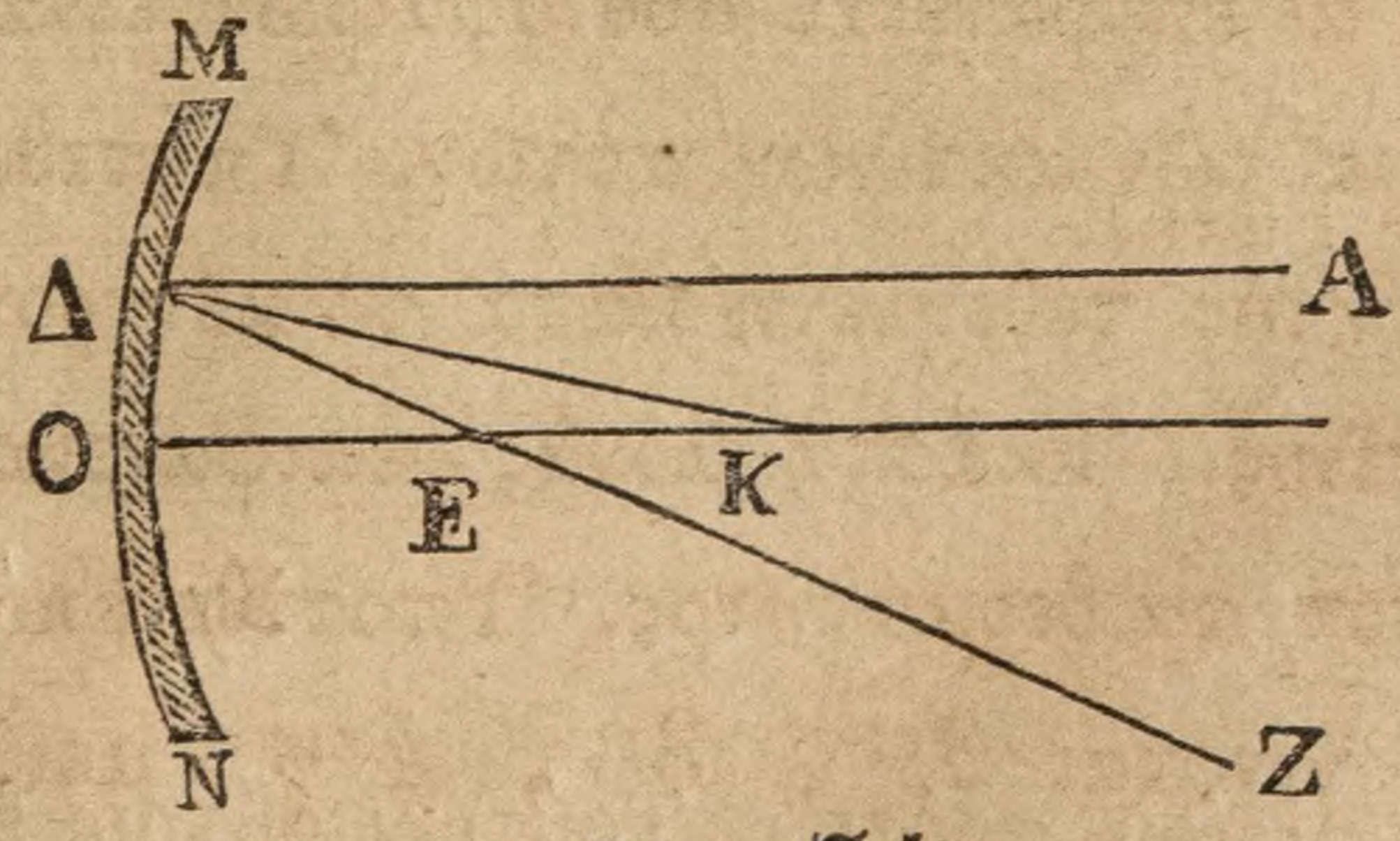
Ἐστωσαν EZ λεία τις ἐπιφάνεια (σχ. 73.), ΑΓ προσπίπτουσα τις ἀκτὶς, καὶ ΓΔ γραμμὴ κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας.

Ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς ΓΒ ἀποτελεῖ μετὰ τῆς καθέτου ΓΔ τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως ΔΓΒ ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως ΑΓΔ, καὶ ἀμφότεραι αἱ γωνίαι κεῖνται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ ΑΓΒ, καθέτῳ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας EZ.



Σχ. 73.

Ἐν τῇ ὀπτικῇ θέλομεν ἀποδείξει ὅτι, ἐὰν φωτεινὴ ἀκτὶς ΑΔ (σχ. 74) προσπέσῃ ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου MN, κατὰ διεύθυνσιν παράλληλον τοῦ ἄξονος, καὶ εἰς μικρὰν ἀπὸ τούτου ἀπόστασιν, ἡ ἀκτὶς αὕτη ἀνακλωμένη κατὰ τὸν ἀνωτέρω νόμον θέλει λάβει τὴν διεύθυνσιν ΔΖ καὶ θέλει τάμει τὸν ἄξονα ΟΚ εἰς σημεῖον Ε κείμενον ἐπαισθητῶς εἰς τὸ μέσον τῆς ἀκτίνος τῆς σφαίρας, εἰς ἴσην ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ σημείου Ο, κέντρου τοῦ σχήματος τοῦ κατόπτρου, καὶ ἀπὸ τοῦ σημείου Κ, κέντρου τῆς καμπυλότητος. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς πάσας τὰς ἄλλας ἀκτῖνας τὰς παράλληλους τοῦ ἄξονος καὶ προσπιπτούσας ἐπὶ τὸ κάτοπτρον ὅχι μακρὰν τοῦ κέντρου τοῦ σχήματος Ο· ὥστε ἅπασαι αἱ ἀκτῖνες αὗται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν συγκεντροῦνται εἰς



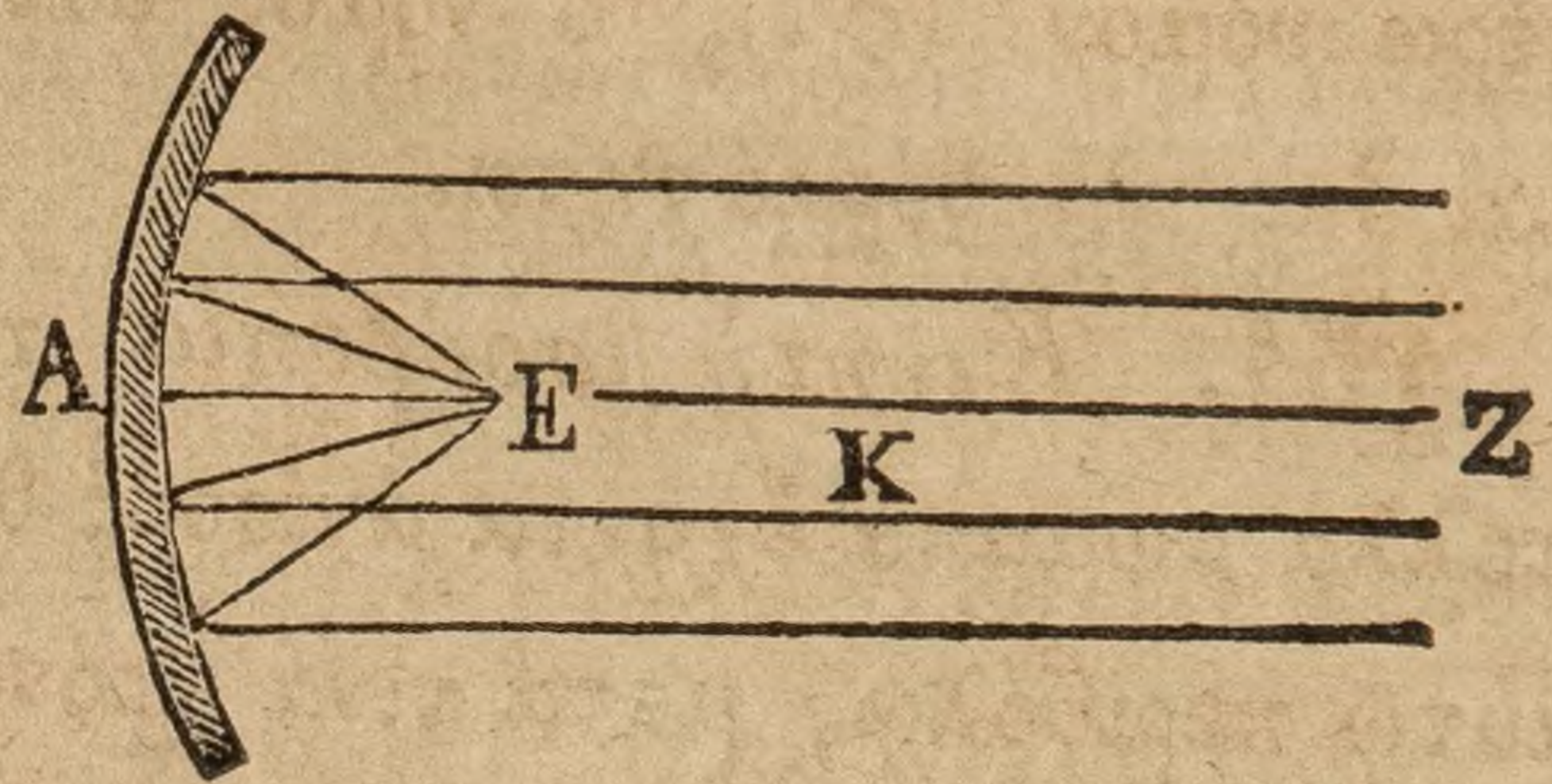
Σχ. 74.

τὸ σημεῖον Ε, τὸ ὁποῖον καλεῖται κυρτὴ ἐστία τοῦ κατόπτρου,



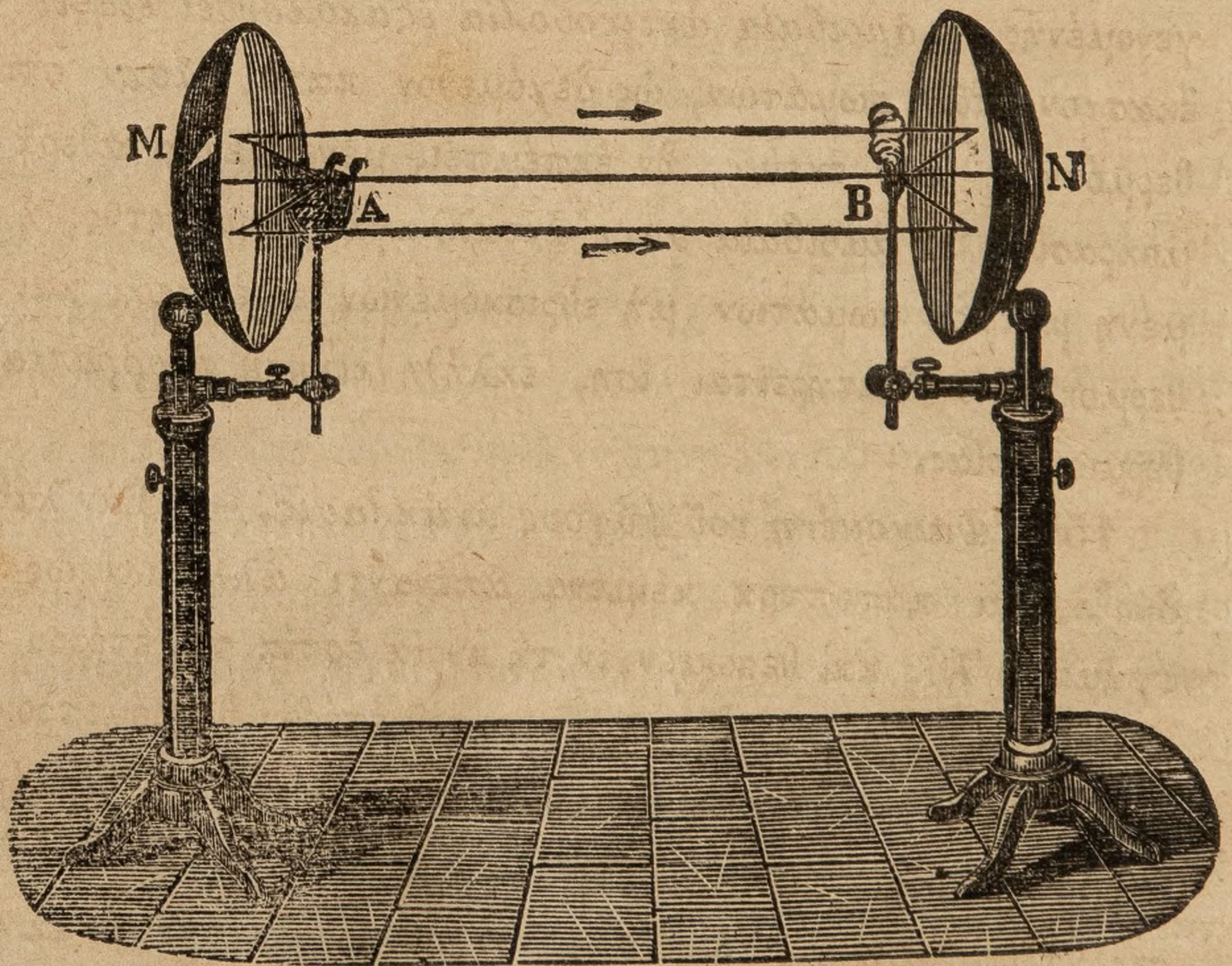
Ἀντιστρόφως, ἐὰν ἐν τῇ κυρίᾳ ἐστία  $E$  κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου (σχ. 75) τεθῆ φωτεινὸν σημεῖον, πᾶσαι αἱ ἀποκλί-  
νουςαι ἀκτῖνες αἱ ἐκ τοῦ σημείου τούτου ἐκπεμπόμεναι καὶ  
ἐπὶ τὸ κάτοπτρον προσπίπτουσαι, ἀνακλώμεναι γίνονται  
παράλληλοι τοῦ ἄξονος  $AEZ$ .

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἔπεται ὅτι ἐὰν θέσωμεν ἀπέναντι ἀλ-  
λήλων δύο κοῖλα σφαιρικά  
κάτοπτρα  $M$  καὶ  $N$  (σχ.  
76), οὕτως, ὥστε οἱ ἄξο-  
νες αὐτῶν νὰ κεῖνται ἐπ'  
εὐθείας, καὶ ἐν τῇ κυρίᾳ  
ἐστία  $A$  τοῦ ἐτέρου θέ-  
σωμεν φωτεινὸν σημεῖον,



Σχ. 75.

αἱ ἐκ τούτου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, ἀνακλώμεναι κατὰ πρῶ-  
τον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου  $M$ , ἔπειτα ἐπὶ τοῦ  $N$ , θέλουσι σχημα-  
τίσει ἐν τῇ ἐστία  $B$  τοῦ δευτέρου εἶδωλον λίαν εὐκρινές τοῦ



Σχ. 76.

σημείου τούτου. Τούτων οὕτως ἐχόντων, ἐὰν ἀντικαταστήσω-  
μεν τὸ φωτεινὸν σημεῖον διὰ καιομένων ἀνθράκων, αἱ φωτειναὶ  
ἀκτῖνες θέλουσιν ἀντικατασταθῆ ὑπ' ἀκτίνων θερμότητος, αἵτινες



καὶ αὐταὶ μετὰ τὴν ἀνάκλασιν ἐπὶ τῶν δύο κατόπτρων Μ καὶ Ν θέλουσι συγκεντρωθῆ ἐν τῇ ἐστία Β, ὅπου δύνανται νὰ ἀναφλέξωσι τεμάχιον ὕσκας εἰς ἀπόστασιν πολλῶν μέτρων.

Τὸ πείραμα τοῦτο δεικνύει ὅτι αἱ τῆς θερμότητος ἀκτῖνες καὶ αἱ τοῦ φωτὸς ὑπόκεινται εἰς τὸν αὐτὸν ἀνακλάσεως νόμον. Ἐὰν λοιπὸν δεχθῶμεν ὡς ἀληθεύοντα περὶ τοῦ φωτὸς τὸν ἀνωτέρω νόμον (5'), ὁ νόμος οὗτος εὐρίσκεται ἀποδεδειγμένος καὶ διὰ τὴν θερμότητα.

151. *Κινητὴ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας.* — Ὅταν πολλὰ σώματα ἔχοντα ἀνίσους θερμοκρασίας εὐρίσκωνται ἐν τῷ αὐτῷ περιβάλλῳ, μετὰ τινὰ χρόνον πάντα θὰ λάβωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Διότι ἀμοιβαία καὶ συνεχῆς ἀκτινοβολία γίνεται ἀπὸ τοῦ ἐνὸς εἰς τὸ ἄλλο· καὶ τὰ μὲν θερμότερα σώματα ὡς ἀποβάλλοντα θερμότητα περισσοτέραν ἐκείνης, ἣν δέχονται ἐκ τῶν ψυχροτέρων, ψυχραίνονται· ταῦτα δὲ θερμαίνονται, μέχρις οὗ πάντα λάβωσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Τῆς ἰσορροπίας γενομένης, ἡ ἀμοιβαία ἀκτινοβολία ἐξακολουθεῖ εἰσέτι· ἀλλ' ἕκαστον τῶν σωμάτων, ὡς δεχόμενον κατὰ πᾶσαν στιγμὴν θερμότητα ἴσην ἐκείνῃ, ἣν ἐκπέμπει, μένει ἐν σταθερᾷ θερμοκρασίᾳ. Ἡ ἀμοιβαία αὕτη ἀνταλλαγὴ θερμότητος, ἡ γινομένη μεταξὺ σωμάτων μὴ εὐρισκομένων ἐν ἐπαφῇ, καὶ ὧν ἡ θερμοκρασία διατηρεῖται ἴση, ἐκλήθη *κινητὴ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας*.

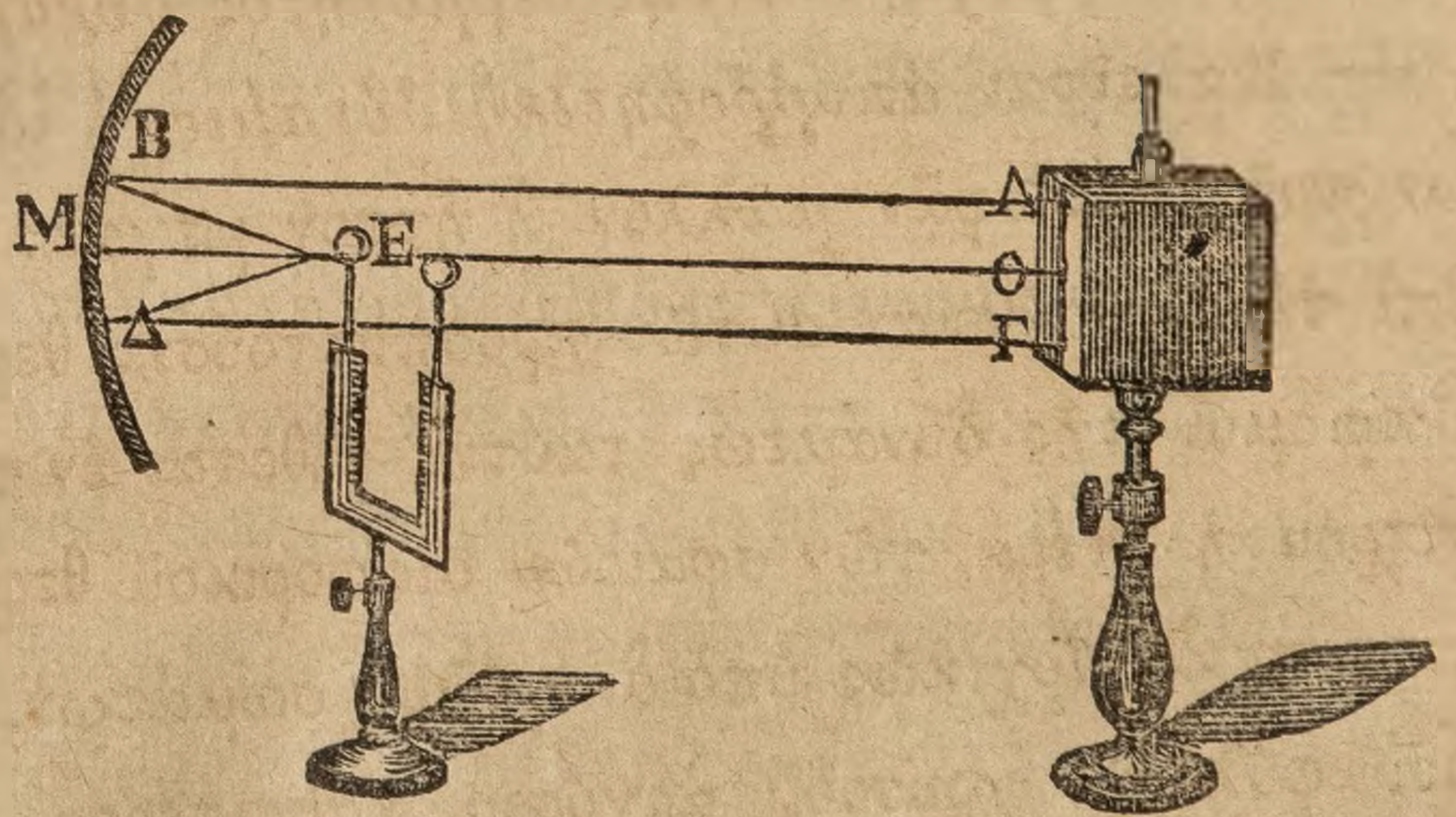
152. *Φαινομένη τοῦ ψύχους ἀνάκλασις.* — Ἐὰν λάβωμεν δύο κοῖλα κάτοπτρα κείμενα ἀπέναντι ἀλλήλων ὡς ἐν τῷ σχήματι 76, καὶ θέσωμεν ἐν τῇ κυρίᾳ ἐστίᾳ τοῦ ἑτέρου αὐτῶν τεμάχιον πάγου, ἐν δὲ τῇ ἐστίᾳ τοῦ ἑτέρου θερμομέτρον πολὺ εὐαίσθητον, παρατηροῦμεν ὅτι ἐντὸς ὀλίγου τὸ θερμομέτρον τοῦτο καταβαίνει βαθμούς τινας. Καὶ τὸ πρῶτον μὲν δύναται τις νὰ ὑποθέσῃ ὅτι τὸ φαινόμενον τοῦτο προέρχεται ἐκ ψυκτικῶν ἀκτίνων ἐκπεμπομένων ἐκ τοῦ πάγου. Ἀλλ' εἶναι εὐκόλον νὰ ἐννοήσωμεν ὅτι τὸ θερμομέτρον πέμπει πρὸς τὸν πάγον ἀκτῖνας θερμότητος μείζονος ἐντάσεως ἐκείνων, ἃς δέχεται ἐξ αὐτοῦ, καὶ ἐκ τούτου προέρχεται ἡ κατάψυξις τῆς θερμοκρα-



σίας, ἣν δεικνύει. Τὸ φαινόμενον τοῦτο ὑπάγεται λοιπὸν εἰς τὸν γενικὸν νόμον τῆς ἰσορροπίας τῆς θερμοκρασίας. Συνήθως λέγομεν ὅτι σῶμά τι εἶναι ψυχρὸν, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι ταπεινότερα τῆς τῶν ἡμετέρων ὀργάνων, μεθ' ὧν εὐρίσκειται εἰς ἐπαφήν· ἀλλὰ τὸ ψυχρὸν τοῦτο σῶμα δύναται νὰ εἶναι θερμὸν σχετικῶς πρὸς ἄλλο ψυχρότερον τούτου, καὶ οὕτω καθεξῆς, ἐπειδὴ οὐδὲν σῶμα ὑπάρχει ὅλως ἐστερημένον θερμότητος.

153. Ἀφεικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων.— Καλεῖται ἀφεικὴ δύναμις ἡ ἰδιότης τῶν σωμάτων τοῦ ἐκπέμπειν, ὑπὸ ἴσην θερμοκρασίαν καὶ ἐπιφάνειαν, ἀνίσους ποσότητας θερμότητος. Ἡ δύναμις αὕτη ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τῶν σωμάτων, τοῦ χρώματος, καὶ τοῦ βαθμοῦ τῆς λειότητος τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν.

Ἴνα προσδιορισθῇ ἡ ἀφεικὴ δύναμις τῶν σωμάτων γίνεται χρῆσις τοῦ κύβου τοῦ Λεσλῆ, κοίλου κατόπτρου, καὶ διαφορικοῦ θερμομέτρου. Ὁ κύβος τοῦ Λεσλῆ εἶναι ἀγγεῖον κυβικοῦ σχήματος, τοῦ ὁποίου αἱ ἑδραὶ εἶναι ἐκ διαφόρων μετάλλων, ἢ κεκαλυμμέναι ὑπὸ διαφόρων οὐσιῶν, οἷον αἰθάλης, ὑάλου, χάρτου κτλ. Ὁ κύβος πληρωθεὶς ζέοντος ὕδατος τίθεται ἀπέναντι κοίλου κατόπτρου M (σχ. 77), ἐν τῇ ἐστία E τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ἡ ἑτέρα τῶν σφαιρῶν διαφορικοῦ θερμομέτρου. Ὁ ἄξων MO τοῦ κατόπτρου πρέπει νὰ εἶναι κάθετος εἰς τὸ μέσον τῆς ἑδρας ΑΓ. Αἰάκτινες ΑΒ, ΓΔ...



Σχ. 77.

αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ τῆς ἑδρας ΑΓ ἀνακλῶνται τότε ὑπὸ τοῦ κατόπτρου πρὸς τὴν σφαῖραν τοῦ διαφορικοῦ θερμομέτρου, ἧς ὑψοῦσι τὴν θερμοκρασίαν. Ἐὰν δὲ, τοῦ κύβου μένοντος πάντοτε εἰς τὴν αὐτὴν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ἀπόστασιν, στρέψωμεν διαδοχικῶς ἐκάστην τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ πρὸς τὸ κάτοπτρον, παρα-



τηροῦμεν ὅτι τὸ θερμόμετρον δεικνύει θερμοκρασίας διαφόρους, ἐκ τῶν ὁποίων δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὰς ἀφαιτικές δυνάμεις τῶν διαφόρων σωμάτων. Εὐρίσκεται δὲ ὅτι ἡ ὑπὸ αἰθάλης κεκαλυμμένη ἔδρα εἶναι ἡ ἐκπέμπουσα τὴν πλείστην θερμότητα. Παριστῶν δὲ δι' 100 τὴν θερμότητα τὴν ἐκπεμπομένην ὑπὸ τῆς αἰθάλης ὁ Λεσλῆς ἐσχημάτισε τὸν ἐξῆς πίνακα.

Πίναξ τῶν ἀφαιτικῶν δυνάμεων διαφόρων σωμάτων.

Ὄνόματα τῶν οὐσιῶν.	Ἀφαιτικαὶ δυνάμεις.
Αἰθάλη	100
Χάρτης	98
Ἰγάλος	90
Ἰδράργυρος	20
Μόλυβδος	19
Σίδηρος	15
Κασσίτερος, ἄργυρος, χαλκός (λεῖα)	12

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου φαίνεται ὅτι τὰ λεῖα μέταλλα εἶναι τὰ ἔχοντα τὴν ἀσθενεστάτην ἀφαιτικὴν δύναμιν σώματα.

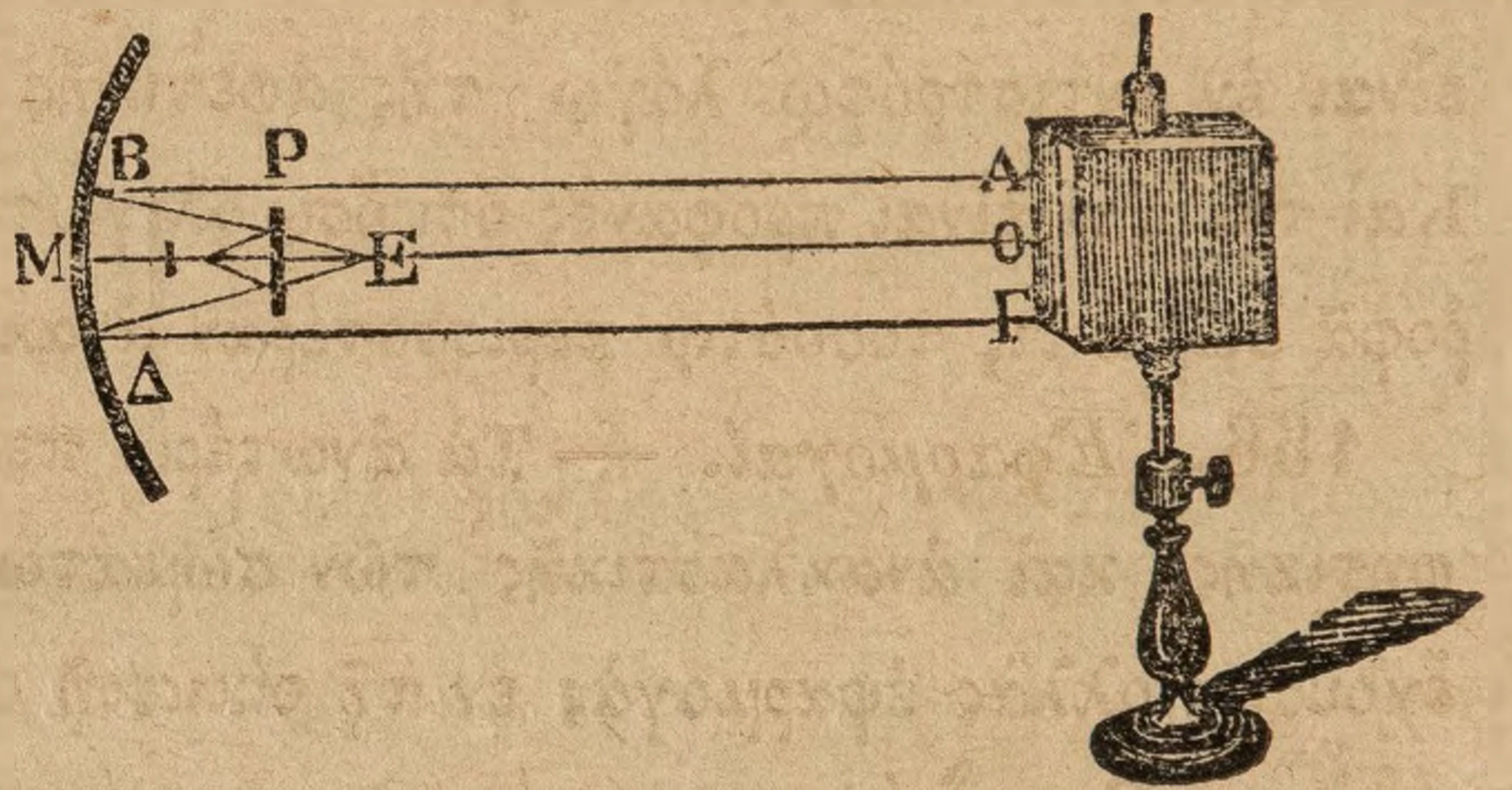
154. Ἀπορρόφητικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων. — Καλεῖται ἀπορρόφητικὴ δύναμις ἡ ἰδιότης τῶν σωμάτων τοῦ ἀπορροφᾶν μᾶλλον ἢ ἦττον μεγάλην ποσότητα ἐκ τῆς ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῶν προσπιπτούσης θερμότητος. Πρὸς προσδιορισμὸν τῆς δυνάμεως ταύτης τίθεται ἐν τῇ ἐστία κοίλου κατόπτρου ἢ ἐτέρα τῶν σφαιρῶν διαφορικοῦ θερμομέτρου, καὶ καλύπτεται διαδοχικῶς ὑπὸ διαφόρων σωμάτων, οἷον αἰθάλης, χάρτου, φύλλων χρυσοῦ, ἀργύρου, κασσιτέρου, χαλκοῦ κτλ. ἔπειτα τίθεται εἰς ἀπόστασίν τινα ἀπὸ τοῦ κατόπτρου, ὡς ἐν τῷ προηγουμένῳ πειράματι, κυβικὸν ἀγγεῖον πλήρες ζέοντος ὕδατος. Παρατηρεῖται δὲ τότε ὅτι ἡ σφαιρα τοῦ διαφορικοῦ θερμομέτρου ἀπορροφᾷ διαφόρους ποσότητας θερμότητος, κατὰ τὴν καλύπτουσαν αὐτὴν οὐσίαν. Εὐρίσκεται δὲ οὕτως ὅτι ἡ τάξις τῶν ἀπορρόφητικῶν δυνάμεων εἶναι ἀκριβῶς ἡ αὐτὴ τῆς



τῶν ἀφαικτικῶν, τουτέστιν, αἰθάλη, χάρτης, ὕαλος, ὑδράργυρος, μόλυβδος, σίδηρος, κασσίτερος, ἄργυρος καὶ χαλκός. Τοῦτο δὲ ἐπικυροῖ τὸν ὑπὸ τοῦ Δουλόγγου τεθέντα νόμον, ὅτι αἱ ἀφαικτικαὶ τῶν σωμάτων δυνάμεις εἶναι πάντοτε αἱ αὐταὶ ταῖς ἀπορροφητικαῖς.

155. Ἀνακλαστικὴ τῆς θερμότητος δύναμις τῶν σωμάτων. — Καλεῖται ἀνακλαστικὴ δύναμις ἡ ἰδιότης τῶν σωμάτων τοῦ ἀνακλᾶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν ποσότητα μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλην τῆς ἐπ' αὐτὰ προσπιπτούσης ἀκτινοβόλου θερμότητος. Ἡ δύναμις αὕτη ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τῶν σωμάτων καὶ τῆς καταστάσεως τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου τίθεται ἀπέναντι κοίλου κατόπτρου Μ (σχ.

78) σταθερὰ πηγὴ θερμότητος, οἷον κυβικὸν ἀγγεῖον πλήρες ζέοντος ὕδατος, διατεθειμένον ὅπως καὶ ἐν τοῖς προηγουμένοις πειράμασι, τουτέστιν οὕτως, ὥστε ὁ κύριος ἄ-



Σχ. 78.

ξων ΜΟ τοῦ κατόπτρου νὰ πίπτῃ καθέτως ἐπὶ τὸ μέσον τῆς ἔδρας ΑΓ. Αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες ΑΒ, ΓΔ . . ., μετὰ τὴν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ἀνάκλασιν ἤθελον συνέλθει εἰς τὴν κυρίαν αὐτοῦ ἐστίαν Ε· ἀλλὰ τιθεμένης κατὰ τὸ Ρ μικρᾶς πλακῆς ἐκ τῆς οὐσίας, ἧς πρόκειται νὰ μετρηθῇ ἡ ἀνακλαστικὴ δύναμις, αἱ ἀκτῖνες ἀνακλώμεναι ἐκ νέου ἐπὶ τῆς πλακῆς ταύτης, θέλουσι συνέλθει κατὰ τὸ Ι. Ἐὰν δὲ εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο τεθῇ ἡ σφαῖρα διαφορικοῦ θερμομέτρου, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ὑπὸ τοῦ ὀργάνου δεικνυομένη θερμοκρασία μεταβάλλεται μετὰ τῆς φύσεως τῆς πλακῆς. Ὁ Λεσλῆς διὰ τῆς μεθόδου ταύτης εὔρεν ὅτι, παρασταθείσης δι' 100 τῆς ἀνακλαστικῆς δυνάμεως τοῦ ὀρειχάλκου, σχηματίζεται ὁ ἐξῆς πίναξ.



## Πίναξ τῆς ἀνακλαστικῆς δυνάμεως διαφόρων σωμάτων.

Ὄνόματα τῶν οὐσιῶν.	Ἀνακλαστικαὶ δυνάμεις.
Ὁρείχαλκος	100
Ἄργυρος	90
Κασσίτερος	80
Χάλυψ	70
Μόλυβδος	60
Ἰσθαλός	10
Αἰθάλη	0

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου φαίνεται ὅτι ἡ ἀνακλαστικὴ δύναμις εἶναι ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τῆς ἀφαιτικῆς καὶ ἀπορροφητικῆς. Καὶ τῷ ὄντι εἶναι προφανές ὅτι ὅσω ὀλιγωτέραν θερμότητα ἀπορροφᾷ σῶμά τι, τοσούτω περισσοτέραν ἀνακλᾷ, καὶ ἀντιστρόφως.

156. Ἐφαρμογαί. — Τὰ ἀνωτέρω περὶ ἀφαιτικῆς, ἀπορροφητικῆς, καὶ ἀνακλαστικῆς τῶν σωμάτων δυνάμεως ῥηθέντα ἔχουσι πολλὰς ἐφαρμογὰς ἐν τῇ οἰκιακῇ οἰκονομίᾳ καὶ ἐν ταῖς τέχναις. Παραδείγματος χάριν, προτιμότερα ἐνδύματα εἶναι τὰ λευκὰ καὶ διὰ τὸν χειμῶνα καὶ διὰ τὸ θέρος· διότι ἡ ἀφαιτικὴ καὶ ἀπορροφητικὴ αὐτῶν δύναμις εἶναι μικροτέρα τῆς τῶν μελάνων· ἐπομένως τὸν μὲν χειμῶνα ἐμποδίζουσι περισσότερον τὴν ἀπώλειαν τῆς θερμότητος τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος, τὸ δὲ θέρος ἀπορροφῶσιν ἥττον τῶν μελάνων τὴν θερμότητα τῆς ἀτμοσφαίρας.

Διὰ τὰ ἀγγεῖα, ἐν οἷς θερμαίνομεν ὑγρὰ, συμφέρει ἡ ἐξωτερικὴ αὐτῶν ἐπιφάνεια νὰ εἶναι μέλαινα καὶ μὴ λεία· διότι τότε ἡ ἀπορροφητικὴ δύναμις εἶναι μείζων. Ἐὰν δὲ τοῦναντίον θέλωμεν νὰ διατηρήσωμεν ὑγρὸν τι θερμὸν ὅσον οἶόν τε πλείονα χρόνον, πρέπει νὰ θέσωμεν αὐτὸ ἐν ἀγγεῖῳ μεταλλίνῳ λείῳ καὶ στιλπνῷ, διότι τότε ἡ ἀφαιτικὴ δύναμις εἶναι μικροτέρα καὶ ἐπομένως ἡ ψῦξις βραδυτέρα.

Ἐπὶ τῶν Ἄλπεων οἱ χωρικοὶ ἐπιταχύνουσι τὴν τῆξιν τῆς χιόνης, καλύπτοντες αὐτὴν χώματι, διότι τοῦτο αὐξάνει τὴν



ἀπορροφητικὴν δύναμιν. Ἐν ταῖς οἰκίαις αἱ ἐξωτερικαὶ ἐπιφάνειαι τῶν θερμαστρῶν πρέπει νὰ εἶναι μέλαινα, διὰ τὴν εὐκόλον ἐκπομπὴν τῆς θερμότητος. Τὸ δὲ ἐσωτερικὸν τῶν ἐστιῶν πρέπει νὰ καλύπτεται ὑπὸ πλακῶν λείων, πρὸς αὐξήσιν τῆς ἀνακλωμένης πρὸς τὸ δωμάτιον θερμότητος.

157. Διάδοσις τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος διὰ τῶν σωμάτων.—Ἵπάρχουσι σώματά τινα, δι' ὧν διέρχεται ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης, ὅπως διὰ τῶν διαφανῶν πρὸ φῶς· ἄλλα δὲ τούναντίον ἐμποδίζουν τὰς θερμαντικὰς ἀκτῖνας, ὅπως τὰ σκιερὰ σώματα τὰς φωτεινάς. Τούτων τὰ μὲν πρῶτα ἐκλήθησαν *διὰ θερμα*, τὰ δὲ δεύτερα *ἀδιάθερμα*. Ὁ ἀὴρ καὶ τὰ αἲρια εἶναι τὰ μάλιστα *διάθερμα*· τὰ ὑγρά κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον· ἐκ δὲ τῶν στερεῶν τὰ μέταλλα εἶναι ὅλως *ἀδιάθερμα*. Ἄν δὲ καὶ ὑπάρχει ἀναλογία μεταξὺ τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος καὶ τοῦ φωτός, ἡ *διάθερμος* δύναμις τῶν σωμάτων εἶναι ἄσχετος πρὸς τὴν διαφάνειαν αὐτῶν· π. χ. ὁ κεκαπνισμένος πυρίτης εἶναι πολὺ *διαθερμότερος* τῆς ἐντελῶς διαφανοῦς *στυπτηρίας*. Ὁ *Μελλόνης*, ὅστις ἀνεκάλυψε τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα, ποιήσας πειράματα ἐπὶ τῶν διαφόρων στερεῶν καὶ ὑγρῶν οὐσιῶν διὰ τοῦ *θερμοπολλαπλασιαστοῦ*, ὀργάνου *θερμομετρικοῦ* λίαν εὐαισθήτου, ἐσχημάτισε τοὺς ἐξῆς πίνακας.

#### Διάθερμος δύναμις στερεῶν τινῶν οὐσιῶν.

Ἐξ 100 προσπιπτουσῶν ἀκτίνων ἐκπεμπομένων ἐκ τῆς φλογὸς λύχνου φέροντος ὑάλινον σωλῆνα ἀφίνουσι νὰ διέλθωσι,

Τὸ ὄρυκτὸν ἄλας. . . . .	92
Τὸ σπάθον τὸ ἰσλανδικὸν καὶ ἡ κατοπτρικὴ ὑάλος.	62
Ὁ κεκαλυμμένος αἰθάλη κεκρυσταλλωμένος πυρίτης	57
Ἡ διαφανὴς θειικὴ τίτανος. . . . .	20
Ἡ διαφανὴς <i>στυπτηρία</i> . . . . .	12
Ὁ θειικὸς χαλκός. . . . .	0

Πάντα δὲ ταῦτα ἐλήφθησαν ὑπὸ σταθερὸν πάχος 2<sup>ὑποχ.</sup>, 6.



## Διάθερμος δύναμις ὑγρῶν τινῶν οὐσιῶν.

Ὁ θειοῦχος ἄνθραξ. . . . .	63
Τὸ ἐλαίον τῆς ἐλαίας. . . . .	30
Ὁ αἰθήρ. . . . .	21
Τὸ θεϊκὸν ὄξύ. . . . .	17
Τὸ οἰνόπνευμα. . . . .	15
Τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ. . . . .	11

Τὰ ὑγρά ταῦτα ἦσαν τεθειμένα ἐν ὑαλίνῃ σκάφῃ παραλλήλους ἐχούσῃ τὰς ἑδρας, καὶ ἀπεχούσας ἀπ' ἀλλήλων θύποχ., 2.

Ὁ Μελλόνης εὔρεν ὅτι ἡ διάθερμος δύναμις τῶν διαφόρων οὐσιῶν ἐλαττοῦται ταχέως μετὰ τῆς θερμοκρασίας τῆς πηγῆς. Οἷον ἡ ὑάλος, ἥτις εἶναι λίαν διάθερμος δι' ἀκτῖνας ἐκπεμπομένας ἐκ πηγῆς θερμότητος διαπύρου, παύει ἐντελῶς νὰ εἶναι διάθερμος διὰ πηγὴν, ἥς ἡ θερμοκρασία δὲν ὑπερβαίνει 100°. Ἐξαιρέσις ὑπάρχει μόνον διὰ τὸ ὄρυκτὸν ἄλας, τὸ ὁποῖον πάντοτε μένει ἐπίσης διέθερμον, οἳαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ θερμοκρασία τῆς πηγῆς τῆς θερμότητος.

158. Ἐφαρμογαὶ τῶν διαθέρμων δυνάμεων. — Ἐνεκα τῆς μεγάλης διαθέρμου δυνάμεως τοῦ ἀέρος τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας εὐρίσκονται πάντοτε ἐν ταπεινῇ θερμοκρασίᾳ, ἂν καὶ δι' αὐτῶν διέρχονται αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες. Τούναντίον δὲ, ἐπειδὴ τὸ ὕδωρ ἔχει μικρὰν διάθερμον δύναμιν, ὁ πυθμὴν τῶν θαλασσῶν καὶ λιμνῶν πολὺ δυσκόλως θερμαίνεται, μόνον δὲ τὰ ἀνώτερα στρώματα πάσχουσι μεταβολὰς θερμοκρασίας κατὰ τὰς ὥρας τοῦ ἔτους.

Τῆς διαθέρμου δυνάμεως τῶν σωμάτων γίνεται χρῆσις εἰς ἀποχωρισμὸν τῶν θερμαντικῶν ἀπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, τῶν ἐκ τῆς αὐτῆς πηγῆς προερχομένων. Οἷον τὸ ὄρυκτὸν ἄλας κεκαλυμμένον αἰθάλη ἐμποδίζει ἐντελῶς τὸ φῶς, καὶ ἀφίνει ἐλευθέραν τὴν δίοδον τῆς θερμότητος, ἐν ᾧ διάλυσις διαφανοῦς στυπτηρίας παράγει τούναντίον. Ἡ ιδιότης τῆς ὑάλου νὰ εἶναι διάθερμος διὰ τὰς θερμαντικὰς ἀκτῖνας τὰς ἐκ πηγῆς διαπύρου προερχομένας, καὶ ἀδιάθερμος διὰ τὰς ἀκτῖνας τὰς ἐκ-



πεμπομένας ἐκ πηγῆς, ἧς ἡ θερμοκρασία δὲν ὑπερβαίνει  $100^{\circ}$ , ἐξηγεῖ τὴν ὑψωσιν τῆς θερμοκρασίας ἐν τοῖς φυτοκομείοις καὶ ὑπὸ τοὺς κώδωνας, ὧν γίνεται χρῆσις ἐν τῇ γεωργίᾳ εἰς προφύλαξιν φυτῶν τινων. Διότι αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες, ὧν ἡ πηγὴ εἶναι διάπυρος, εὐκόλως διέρχονται διὰ τῆς ὑάλου, ἐν ᾧ ἡ ὀλιγώτερον ἰσχυρὰ θερμότης, ἢ ἐκ τοῦ ἐδάφους ἀκτινοβολοῦσα, ἐμποδίζεται ὑπ' αὐτῆς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ζ'.

Ἵδατώδη μετέωρα. — Ἄνεμοι. — Κλιματολογία.

159. Ὁμίχλη. — Ὅταν μέρος τι τῆς ἀτμοσφαίρας κεκορεσμένον ἀτμοῦ ὑποστῇ ψῦξιν, ἢ αἰτία τις τείνη νὰ προσθέσῃ νέαν ποσότητα ἀτμοῦ, τότε τὸ πλεονάζον μέρος τούτου συμπυκνοῦται, ὃ δὲ περιέχων αὐτὸν ἀήρ ἀποβάλλει τὴν διαφάνειάν του, καὶ οὕτω σχηματίζεται ἡ ὀμίχλη. Τοιαύτη τις ὀμίχλη εἶναι, παραδείγματος χάριν, ὃ ὑπεράνω ἀγγείου περιέχοντος θερμὸν ὕδωρ παρατηρούμενος καπνός. Διότι ἂν καθ' ὑπόθεσιν ἡ θερμοκρασία τοῦ μὲν ἀέρος εἶναι  $10^{\circ}$ , τοῦ δὲ ὕδατος  $70^{\circ}$ , ὃ ἀτμός σχηματίζεται μετ' ἐλαστικῆς δυνάμεως 233 ὑποχιλιομέτρων· ἐπειδὴ δὲ ἐν τῇ θερμοκρασίᾳ  $10^{\circ}$  δὲν δύναται νὰ διατηρήσῃ τὴν τάσιν ταύτην, πρέπει μέρος τι αὐτοῦ νὰ συμπυκνωθῇ, μέχρις οὔ ἢ τὰς γείνη 9 ὑποχιλιομέτρων, ἧτις εἶναι ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν θερμοκρασίαν  $10^{\circ}$ . Ἡ ὀμίχλη λοιπὸν θέλει εἶναι τοσοῦτω ἀφθονωτέρα, ὅσω ὑψηλοτέρα εἶναι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος τῆς τοῦ ἀέρος, καὶ ὅσω ὑγρότερος εἶναι αὐτός ὁ ἀήρ· διότι ἐὰν οὗτος ἦτο κεκορεσμένος, ὅλος ὁ νέος ἀτμός ἅμα φθάνων ἤθελε συμπυκνωθῆναι.

Ἡ ὀμίχλη συνήθως σχηματίζεται ὅταν τὸ ὑγρὸν ἔδαφος εἶναι θερμότερον τοῦ ἀέρος· διότι τότε μέρος τῶν ἀνυψουμένων ἀτμῶν συμπυκνοῦται. Ἡ ὀμίχλη προσέτι σχηματίζεται, ὅταν ἄνεμος θερμὸς καὶ ὑγρὸς πνέῃ ὑπεράνω ποταμοῦ εὐρισκομένου εἰς χαμηλοτέραν θερμοκρασίαν· διότι τότε ὁ ἀήρ ψυχραίνεται καὶ ἀφοῦ κορεσθῇ, συμβαίνει συμπύκνωσις τοῦ ἀτμοῦ.



160. Νέφη. — Τὰ νέφη εἶναι σωροὶ ὁμίχλης αἰωρούμενοι ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ. Καὶ τῷ ὄντι πᾶσαι αἱ ὁμίχλαι αἱ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους σχηματίζονται, ὅταν παρασυρθῶσι καὶ ἀνυψωθῶσιν ὑπὸ τῶν ἀνέμων, ἀποτελοῦσι νέφη. Ἀλλὰ τὰ νέφη σχηματίζονται ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ ἀμέσως ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, εἴτε διὰ τῆς συναντήσεως δύο ἀνέμων ὑγρῶν καὶ ἀνίσου θερμοκρασίας, εἴτε ἐκ τῆς συμπυκνώσεως τῶν ἀτμῶν, ὅταν οὗτοι ὑψῶνται ἐν ἀφθονία εἰς χώρας, αἵτινες διὰ τὴν ψυχρότητα δὲν δύνανται νὰ διατηρήσωσι τὸν ἀτμὸν ἐν ἀεροειδεῖ καταστάσει.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς αἰωρήσεως τῶν νεφῶν ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἐγένετο ὑπὸ τινῶν φυσικῶν ἢ ὑπόθεσις ὅτι ἡ ὁμίχλη καὶ τὰ νέφη συνίστανται ἐκ κοίλων σφαιριδίων ὕδατος πεπληρωμένων ὑγροῦ ἀέρος, ὅπως ὁμοίων πρὸς τὰς πομφόλυγας τοῦ σάπωνος, καὶ ὅτι ὁ ἐν αὐτοῖς ἀήρ εἶναι θερμότερος τοῦ περιβάλλοντος ἕνεκα ἀπορροφήσεως τῆς ἡλιακῆς θερμότητος· ὥστε αἱ πομφόλυγες αὗται αἰωροῦνται ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ὡς μικρὰ ἀερόστατα. Ἄλλοι ὁμῶς φυσικοὶ δὲν παραδέχονται τὴν ἀνωτέρω θεωρίαν, ἀλλ' ὑποθέτουσιν ὅτι ἡ ὁμίχλη καὶ τὰ νέφη συνίστανται ἀπλῶς ἐκ μικροτάτων σφαιριδίων ὕδατος, τὰ ὅποια κρατοῦνται μετέωρα ὑποστηριζόμενα ὑπὸ ἀνέμων πρὸς τὰ ἄνω πνεόντων, ὅπως ὁ κονιορτὸς καὶ πάντα τὰ ἐλαφρὰ σώματα. Κατὰ τοὺς φυσικοὺς δὲ τούτους τὰ νέφη δὲν εἶναι ἐν γένει ἀκίνητα ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω, ὡς φαίνονται, ἀλλ' ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ πίπτουσι βραδέως· τότε δὲ τὸ κατώτερον αὐτῶν μέρος δύναται συναντῶν θερμότερα ἀέρος στρώματα νὰ διαλύηται, τὸ δὲ ἀνώτερον αὐτῶν μέρος νὰ αὐξάνη διὰ τῆς συμπυκνώσεως νέων ἀτμῶν, καὶ οὕτω νὰ παράγηται φαινομένη τις ἡρεμία.

161. Βροχή. — Βροχὴ εἶναι ἡ πτώσις σταγόνων ὕδατος προερχομένων ἐκ τῆς συμπυκνώσεως τῶν νεφῶν. Ὅταν δηλονότι ἡ θερμοκρασία νέφους τινὸς καταβῆ, τότε σχηματίζονται ἐν αὐτῷ πολὺ περισσότερα σφαιρίδια ὕδατος, τὰ ὅποια ἐνούμενα σχηματίζουσι σταγόνας μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλας. Πίπτουσαι δὲ αἱ σταγόνες αὗται ἀποτελοῦσι τὴν βροχήν. Καὶ ἐὰν μὲν ὁ ἀήρ, δι' οὗ διέρχονται αἱ σταγόνες, μέχρῃς οὐ φθάσωσιν

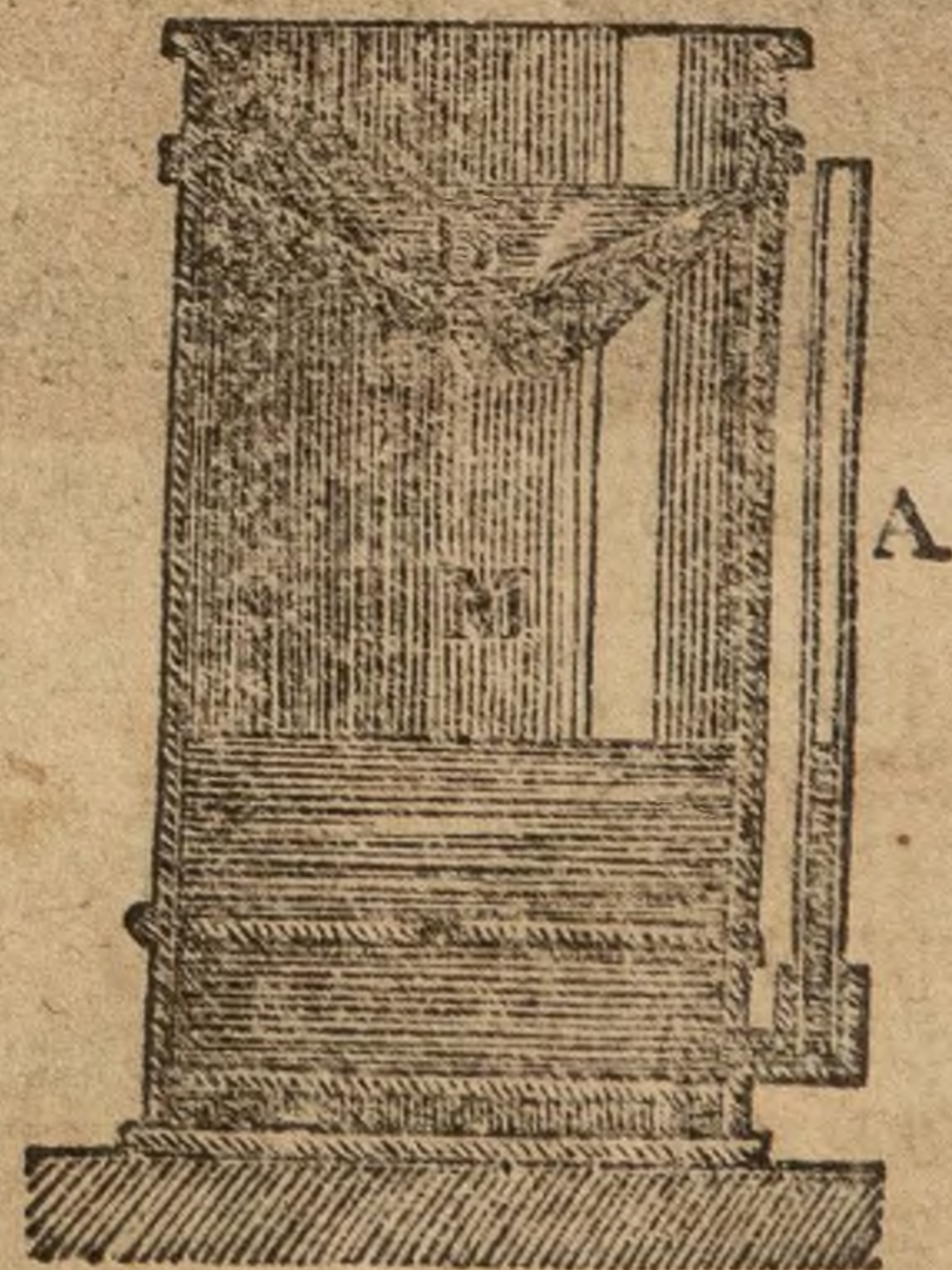
συρταί  
λοῖμα  
καρπῶ  
νιμῶ  
σφαιρίδια



εἰς τὸ ἔδαφος, εἶναι ξηρὸς, μέρος αὐτῶν ἐξατμίζεται, καὶ πίπτει ἐπὶ τῆς γῆς βροχὴ ὀλιγωτέρα τῆς σχηματισθείσης ὑψηλά· μάλιστα δὲ δύναται ἐνίοτε νὰ μὴ φθάσῃ μέχρι τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν δὲ τὸναντίον ὁ ἀήρ ἐκεῖνος εἶναι ὑγρὸς, μέρος τοῦ ἐν αὐτῷ ἀτμοῦ συμπυκνῶται ἐπὶ τῶν σταγόνων καὶ οὕτω αὐξάνει ἢ ποσότης τῆς πιπτούσης βροχῆς.

Ἡ ποσότης τῆς ἐν δεδομένῳ χρόνῳ πιπτούσης βροχῆς ἐξαρτᾶται οὐ μόνον ἐκ τοῦ βαθμοῦ τῆς ψύξεως τῶν ἀτμῶν, ἀλλὰ προσέτι καὶ ἐκ τῆς ἀρχικῆς αὐτῶν θερμοκρασίας. Παραδείγματος χάριν, νέφος τοῦ ὁποίου ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία εἶναι  $27^{\circ}$ , καταβαῖνον εἰς  $24^{\circ}$ , παρέχει πολὺ περισσοτέραν βροχὴν, ἢ νέφος, τοῦ ὁποίου ἡ ἀρχικὴ θερμοκρασία εἶναι  $10^{\circ}$ , καὶ καταβαίνει εἰς  $7^{\circ}$ , ἂν καὶ κατ' ἀμφοτέρας τὰς περιστάσεις ἡ διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας εἶναι ἡ αὐτή. Τοῦτο προέρχεται ἐκ τούτου ὅτι ἡ διαφορὰ τῶν μεγίστων τάσεων τοῦ ἀτμοῦ τῶν ἀντιστοιχοῦσῶν εἰς τὰς θερμοκρασίας  $27^{\circ}$  καὶ  $24^{\circ}$  εἶναι πολὺ μείζων τῶν εἰς  $10^{\circ}$  καὶ  $7^{\circ}$ . Διὰ τοῦτο αἱ βροχαὶ εἶναι πολὺ ἀφθονώτεραι μεταξὺ τῶν τροπικῶν ἢ ἐν τοῖς ἡμετέροις κλίμασι. Διὰ τοῦτο ὡσαύτως αἱ τοῦ θέρους βροχαὶ ἐν δεδομένῳ χρόνῳ παρέχουσι πολὺ περισσότερον ὕδωρ τῶν τοῦ χειμῶνος.

Ἡ ποσότης τῆς βροχῆς τῆς πιπτούσης ἐτησίως ἐν τόπῳ τινὶ μετρεῖται δι' ὀργάνου, τὸ ὁποῖον καλεῖται *υετομέτρον*. Εἶναι δὲ τοῦτο κυλινδρικὸν ἀγγεῖον M (σχ. 79) κλειόμενον πρὸς τὰ ἄνω δι' ἐπιπώματος B, τὸ ὁποῖον ἔχει σχῆμα χωνίου, εἰς ὃ πίπτει τὸ ὕδωρ τῆς βροχῆς. Ἐκ τούτου δὲ μεταβαίνει εἰς τὸ ἀγγεῖον διὰ στενῆς ὀπῆς, καὶ τοῦτο ἵνα ἐμποδίζηται ὅσον οἶόν τε ἡ ἐξάτμισις. Ἐκ τῆς βάσεως τοῦ ὀργάνου λαμβάνει τὴν ἀρχὴν τοῦ ὑάλινος σωλῆνος A, ἐνῶ τὸ ὕδωρ ἀναβαίνει εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, εἰς ὃ καὶ ἐντὸς τοῦ υετομέτρου μετρεῖται δὲ τὸ ὕψος τοῦτο διὰ κλίμακος ὑπαρχούσης ἐπὶ τοῦ σωλῆνος A. Τοῦ ὀργάνου ἐκτεθειμένου



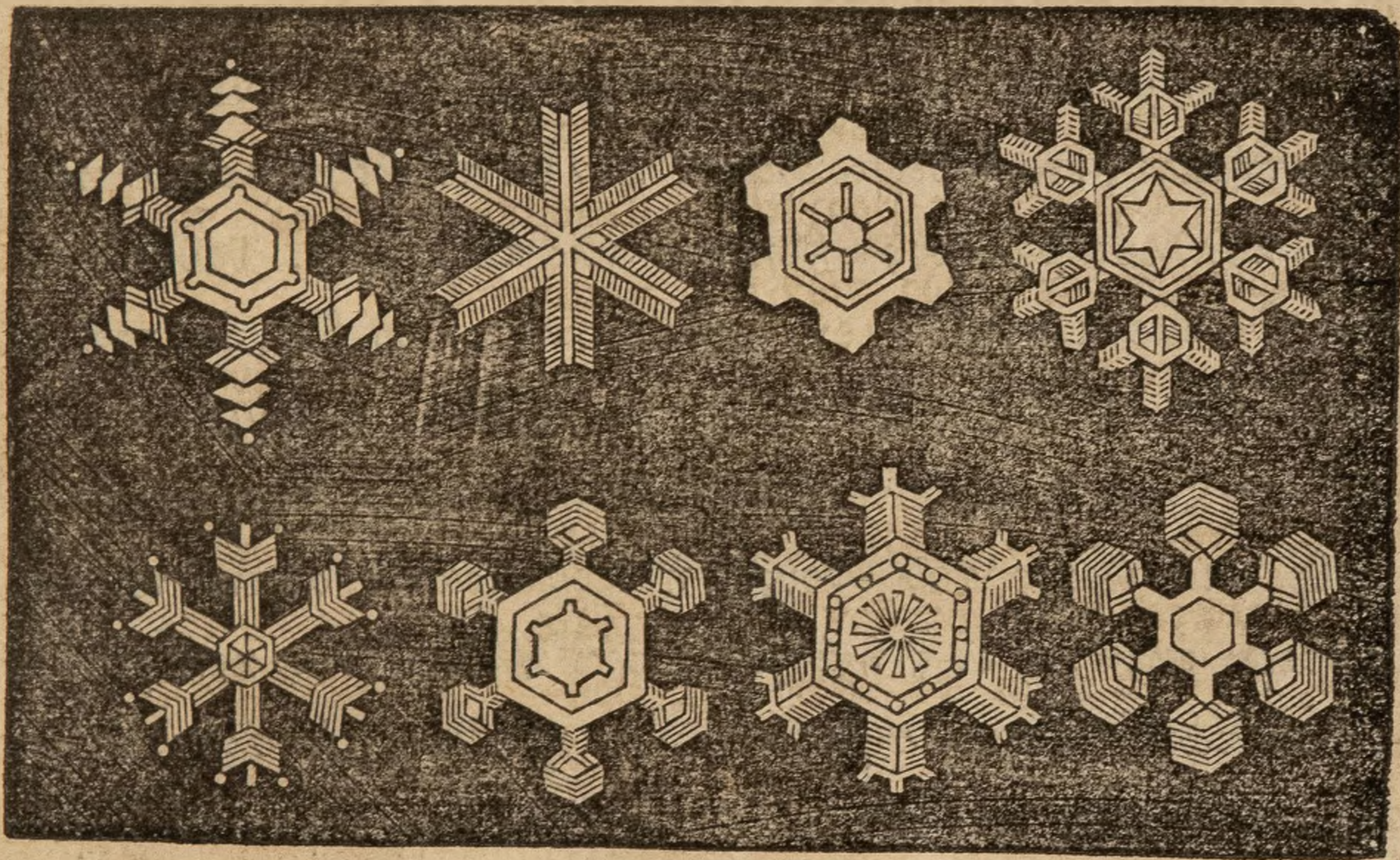
Σχ. 79.

ὄντος ἐν ὑπαίθρῳ, ἐὰν μετὰ ἓνα μῆνα π. χ., τὸ ὕψος τοῦ ὕδατος



ἐν τῷ σωλῆνι A εἶναι 5 ὑφεκατομέτρων, τοῦτο δεικνύει ὅτι ἐν τῷ ἀγγεῖῳ τὸ ὕδωρ ἔφθασε τὸ ὕψος τοῦτο, καὶ ὅτι ἐπομένως τὸ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους πεσὸν ὕδωρ, ἐὰν δὲν συνέβαινεν ἐξάτμισις καὶ διήθησις, ἤθελεν ἀποτελέσει ἐπ' αὐτοῦ στρῶμα 5 ὑφεκατομέτρων. Διὰ τοῦ ἀνωτέρω ὀργάνου εὐρέθη ὅτι τὸ ὕψος τοῦ ἐτησίως πίπτοντος ὕδατος κατὰ μέσον ὄρον εἶναι ἐν Παρισίοις  $0^{\mu},564$ , ἐν Μαδέρα  $0^{\mu},767$ , ἐν Ἀβάνα  $2^{\mu},32$ , ἐν Ἀγίῳ Δομίγγῳ  $2^{\mu},73$  κτλ.

162. Χιών. — Ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος καταβῇ ὑποκάτω τοῦ  $0^{\circ}$ , τὸ ἐκ τῆς συμπυκνώσεως τῶν νεφῶν προερχόμενον ὕδωρ πηγνύται καὶ κρυσταλλοῦται. Ἐὰν δὲ ὁ ἀήρ εἶναι ἤρεμος, ἡ κρυστάλλωσις παρέχει σχήματα ἐντελῶς γεωμετρικὰ, καὶ ἡ χιών πίπτει εἰς νιφάδας ἀστεροειδεῖς λίαν κανονικάς. Ἴνα παρατηρήσωμεν αὐτάς, τὰς δεχόμεθα ἐπὶ μέλανος σώματος καὶ θεωροῦμεν δι' ἰσχυροῦ μικροσκοπίου ἀπλοῦ. Τὸ σχῆμα 80 παριστᾷ τινὰ τῶν σχημάτων τῶν κρυστάλλων τῆς χιόνος



Σχ. 80.

παρατηρουμένων διὰ τοῦ μικροσκοπίου. Πολλὰ δὲ ἑκατοντάδες διαφόρων σχημάτων παρατηροῦνται, ἀλλ' ἐν πᾶσιν ἀνευρίσκεται τὸ κανονικὸν ἐξάγωνον.

163. Χάλαζα. — Ἡ χάλαζα ἀποτελεῖται ἐκ σφαιριδίων πάγου μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλων πιπτόντων ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρας. Κατὰ τὰ ἡμέτερα κλίματα ἡ χάλαζα πίπτει ὡς ἐπὶ τὸ



πλειστον τὸ ἔαρ καὶ τὸ θέρος, καὶ ἐν ταῖς θερμοτέραις ὥραις τῆς ἡμέρας· σπανίως δὲ πίπτει τὴν νύκτα. Τῆς δὲ πτώσεως τῆς χαλάζης προηγείται πάντοτε ψόφος τις.

Ἡ χάλαζα ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον προηγείται τῶν θυελλῶν, σπανίως δὲ συνοδεύει αὐτάς, καὶ ἔτι σπανιώτερον ἔπεται. Τὸ μέγεθος τῶν χαλαζῶν εἶναι μεταβλητὸν, πολλάκις φθάνον τὸ τοῦ λεπτοκαρύου· ἐνίοτε δὲ παρατηρήθησαν χάλαζαι ἔχουσαι μέγεθος ὡοῦ περιστεράς, τινὲς δὲ ἔλκουσαι 200 μέχρι 300 γραμμαρίων. Οὐδεμία δὲ μέχρι τοῦδε θεωρία ἐξηγεῖ ἀποχρώντως τὸν σχηματισμὸν τῶν χαλαζῶν καὶ πρὸ πάντων πῶς λαμβάνουσι τύσον μέγεθος πρὶν καταπέσωσιν. Ἐν τοῖς περὶ ἠλεκτρισμοῦ θέλομεν ἐκθέσει τὴν θεωρίαν τοῦ Βόλτα.

164. Δρόσος, αἰθρία, πάχνη. — Ἡ δρόσος εἶναι ρανίδες ὕδατος ἀποτιθέμεναι τὴν νύκτα ἐπὶ τῶν σωμάτων. Ἡ θεωρία δὲ τοῦ φαινομένου τούτου, ὀφειλομένη τῷ Ἄγγλῳ Οὐέλσω, εἶναι ἡ ἐξῆς. Τὴν μὲν ἡμέραν ἡ γῆ θερμαίνεται ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων· τὴν δὲ νύκτα ἡ ἐπιφάνεια αὐτῆς ἀκτινοβολεῖ πρὸς τὸν οὐρανὸν μεγάλην ποσότητα τῆς θερμότητος, ἣν τὴν ἡμέραν προσεκτήσατο, καὶ ἡ θερμοκρασία τῶν ἐπ' αὐτῆς σωμάτων καταβαίνει πολλοὺς βαθμοὺς ὑποκάτω τῆς τοῦ ἀέρος. Τοῦτο δὲ εὐκόλως δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν, συγκρίνοντες δύο θερμομέτρα, ὧν τὸ μὲν κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, τὸ δὲ εἶναι ἠωρημένον μέτρα τινὰ ὑπεράνω. Διὰ τοῦτο πολλάκις συμβαίνει, πρὸ πάντων ἐν ταῖς θερμοαῖς ὥραις τοῦ ἔτους, ἡ θερμοκρασία αὕτη νὰ γείνη κατωτέρα ἐκείνης, ἐν ἣ ἡ ἀτμοσφαῖρα ἠθέλην εἶναι κεκορεσμένη. Τότε δὲ τὰ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν σωμάτων εὐρισκόμενα τοῦ ἀέρος στρώματα, καὶ τὴν αὐτὴν περίπου θερμοκρασίαν λαμβάνοντα, ἀφίνουσι νὰ συμπυκνωθῇ μέρος τοῦ ἐν αὐτοῖς ἀτμοῦ. Τὸ φαινόμενον δὲ τοῦτο εἶναι ὅμοιον πρὸς τὸ συμβαῖνον, ὅταν εἰς θερμὸν καὶ ὑγρὸν δωμάτιον εἰσαχθῇ ὑαλίνη λάγηνος περιέχουσα ψυχρὸν ὕδωρ· τότε δηλαδὴ οἱ ἐν τῷ ἀέρι ἀτμοὶ συμπυκνοῦνται ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς αὐτῆς ἐπιφανείας.

Κατὰ τὴν θεωρίαν ταύτην πάντα τὰ συντελοῦντα εἰς τὴν ψῦξιν τῶν σωμάτων αὐξάνουσι τὴν ποσότητα τῆς δρόσου. Ταῦτα



δὲ εἶναι α.) ἡ ἔκθεσις, β.) ἡ κατάστασις τοῦ οὐρανοῦ, γ.) ἡ φύσις τῶν σωμάτων, καὶ δ.) ἡ διατάραξις τοῦ αἵρος.

α.) Ἐκθεσις. — Ἡ νυκτερινὴ ψῦξις σώματος εἶναι τοσοῦτω μείζων, ὅσω μείζων εἶναι ἡ ἔκτασις τοῦ οὐρανοῦ, εἰς ἣν τὸ σῶμα εἶναι ἐκτεθειμένον. Διὰ τοῦτο δένδρον, ἡ τοῖχος, ἡ ὄρος κτλ. κείμενον πλησίον τοῦ σώματος ἐμποδίζει τὴν ψῦξιν, καὶ ἐκ τούτου ἐλαττοῦται ἡ ποσότης τῆς δρόσου.

β.) Κατάστασις τοῦ οὐρανοῦ. — Πρὸς παραγωγὴν τῆς δρόσου εἶναι ἀνάγκη νὰ εἶναι ὁ οὐρανὸς αἴθριος. Ἐὰν δὲ ὑπάρχωσι νέφη, συμβαίνει μεταξὺ αὐτῶν καὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ἀμοιβαία ἀκτινοβολία, ἀποδίδουσα εἰς τὸ ἔδαφος μέγα μέρος τῆς θερμότητος, ἣν τοῦτο ἐκπέμπει· τότε δὲ δὲν παράγεται ψῦξις ἱκανὴ πρὸς παραγωγὴν τῆς δρόσου.

γ.) Φύσις τῶν σωμάτων. — Τὰ ἔχοντα μεγάλην ἀφετικὴν δύναμιν σώματα εἶναι καὶ τὰ καλυπτόμενα εὐκολώτερον ὑπὸ δρόσου, ὡς ψυχραίνόμενα εὐκολώτερον. Τοιαῦτα δὲ εἶναι ἡ ὕαλος, τὰ χόρτα, τὰ ξύλα, αἱ κέραμοι κτλ. Τοῦναντίον τὰ σώματα, ὧν ἡ ἀφετικὴ δύναμις εἶναι μικρὰ, ὡς δυσκόλως ψυχραίνόμενα, σπανίως καλύπτονται ὑπὸ δρόσου. Διὰ ταῦτα ἐπὶ τῶν λείων μετὰλλων οὐδέποτε σχεδὸν ἀποτίθεται δρόσος.

δ.) Διατάραξις τοῦ αἵρος. — Ἡ δρόσος εἶναι τοσοῦτω ἀφθονωτέρα, ὅσω ἡρεμώτερος εἶναι ὁ αἴρ. Μεγάλῃ δὲ διατάραξις τοῦ αἵρος διττῶς ἐμποδίζει τὴν παραγωγὴν τῆς δρόσου· πρῶτον διότι ὁ αἴρ ἀνανεούμενος θερμαίνει καθ' ἐκάστην στιγμὴν τὸ ὑπὸ τῆς ἀκτινοβολίας ψυχραίνόμενον ἔδαφος, καὶ δεύτερον διότι ἐξατμίζει τὴν ἤδη σχηματισθεῖσαν δρόσον. Ἐνίοτε ὁμως ἀσθενὴς καὶ ὑγρὸς ἄνεμος δύναται νὰ συντελέσῃ εἰς τὴν παραγωγὴν τῆς δρόσου.

Ἡ αἴθριλα εἶναι ἡ κατάπτωσις ὕδατος ἐν εἴδει λεπτοτάτης βροχῆς, ἄνευ σχηματισμοῦ νεφῶν. Τὸ φαινόμενον τοῦτο παράγεται κατὰ τοὺς μεγάλους καύσωνας, ἐν ὑγραῖς χώραις, κατὰ τὴν δύσιν τοῦ ἡλίου, ὅταν τὰ κατώτερα στρώματα τοῦ αἵρος ψυχραίνωνται ὑποκάτω τῆς θερμοκρασίας τοῦ κόρου αὐτῶν.

Ἡ πάχνη εἶναι πεπηγυῖα δρόσος.



## Περὶ ἀνέμων.

165. *Διεύθυνσις καὶ ταχύτης τῶν ἀνέμων.* — Οἱ ἀνεμοὶ εἶναι ρεύματα ἀέρος συμβαίνοντα ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ κατὰ διευθύνσεις καὶ μετὰ ταχυτήτων λίαν διαφόρων. Ἄν καὶ πνέουσι δὲ ἐκ πάντων τῶν μερῶν τοῦ ὀρίζοντος, διακρίνονται ὅμως ὀκτὼ κύριοι ἀνεμοὶ, ὁ βορρῆας, ὁ καικίας (βορειοανατολικὸς), ὁ ἀπηνλιώτης (ἀνατολικὸς), ὁ εὐρος (νοτιοανατολικὸς) ὁ νότος, ὁ λίψ (νοτιοδυτικὸς), ὁ ζέφυρος (δυτικὸς), καὶ ὁ σκίρων ἢ ἀργέστης (βορειοδυτικὸς).

Ἡ μέση ταχύτης τοῦ ἀνέμου ἐν τοῖς ἡμετέροις κλίμασιν εἶναι 5 μέχρι 6 μέτρων κατὰ δεύτερον λεπτόν. Ὄταν ἡ ταχύτης εἶναι 2 μέτρων, ὁ ἀνεμος εἶναι μέτριος· ὅταν 10<sup>μ</sup>, εἶναι ἰσχυρὸς· ὅταν 20 σφοδρὸς· ὅταν 25 μέχρι 30, τρικυμία, καὶ ὅταν ἀπὸ 30 μέχρι 40, λαῖλαψ.

166. *Αἰτία τῶν ἀνέμων.* — Ἐὰν δύο γειτνιαζούσαι χῶραι τῆς ἀτμοσφαίρας θερμανθῶσιν ἀνίσως, θέλει γεννηθῆ κατὰ τὰ ἀνώτερα στρώματα ἀνεμος πνέων ἀπὸ τοῦ θερμοτέρου μέρους πρὸς τὸ ψυχρότερον, κατὰ δὲ τὰ κατώτερα ἀνεμος ἀντιθέτου φοράς. Αὕτη εἶναι ἡ αἰτία πάντων τῶν ἀνέμων. Τὸ δὲ ἐξῆς ἀπλοῦν πείραμα δεικνύει καλῶς τὸ συμβαῖνον ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ. Ἐὰν δηλαδὴ ἐν καιρῷ χειμῶνος ἀνοιχθῆ ἡ θύρα, ἣτις διαχωρίζει τεθερμασμένον δωμάτιον ἀπὸ ψυχροῦ, θὰ παραχθῶσι δύο ρεύματα, τὸ μὲν πρὸς τὰ ἄνω τῆς θύρας ἀπὸ τοῦ θερμοῦ δωματίου πρὸς τὸ ψυχρὸν, τὸ δὲ πρὸς τὰ κάτω ἀπὸ τοῦ ψυχροῦ πρὸς τὸ θερμόν. Ἴνα δὲ βεβαιωθῶμεν περὶ τούτου ἀρκεῖ νὰ θεσωμεν δύο ἀνημμένας λαμπάδας, τὴν μὲν πρὸς τὰ ἄνω τῆς θύρας, τὴν δὲ πρὸς τὰ κάτω· διότι τότε θέλομεν ἶδει ὅτι τῆς μὲν πρώτης ἡ φλόξ διευθύνεται ἀπὸ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω τοῦ θερμοτέρου δωματίου, τῆς δὲ δευτέρας ἀπὸ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω.

167. *Σταθεροὶ, περιοδικοὶ, καὶ ἄστατοι ἀνεμοὶ.* — Οἱ ἀνεμοὶ ὡς ἐκ τοῦ μᾶλλον ἢ ἥττον σταθεροῦ τῆς διευθύνσεως,



καθ' ἣν πνέουσιν, δύνανται νὰ διαιρεθῶσιν εἰς τρεῖς μεγάλας τάξεις· τοὺς σταθεροὺς, τοὺς περιοδικούς, καὶ τοὺς ἀστάτους.

α.) Σταθεροὶ ἄνεμοι καλοῦνται οἱ πνέοντες δι' ὅλου τοῦ ἔτους κατὰ τὴν αὐτὴν ἐπαισθητῶς φοράν. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι γνωστοὶ ὑπὸ τὸ ὄνομα ἐτησίαι πνέουσι διηνεκῶς μακρὰν τῶν παραλίων ἐν ταῖς περὶ τὸν ἰσημερινὸν χώραις ἀπὸ τῶν βορειοανατολικῶν πρὸς τὰ νοτιοδυτικὰ κατὰ τὸ βόρειον ἡμισφαίριον, καὶ ἀπὸ τῶν νοτιοανατολικῶν πρὸς τὰ βορειοδυτικὰ κατὰ τὸ νότιον. Ἐπικρατοῦσι δὲ ἑκατέρωθεν τοῦ ἰσημερινοῦ μέχρι 30 μοιρῶν πλάτους.

Οἱ ἐτησίαι, ὡς καὶ πάντες οἱ ἄνεμοι, αἰτίαν ἔχουσι μεταβολὴν θερμοκρασίας ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ. Ἐνεκα δηλαδὴ τῆς ὑπὸ τοῦ ἡλίου θερμάνσεως ὁ ἀήρ τῶν ὑπὸ τὸν ἰσημερινῶν χωρῶν ὑψούμενος ἀδιαλείπτως ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἀντικαθίσταται ὑπὸ πυκνοτέρου ἀέρος, ἐρχομένου ἐξ ἑκατέρου τῶν ἡμισφαιρίων ἀπὸ τοῦ πόλου εἰς τὸν ἰσημερινόν. Ἀλλ' ἔνεκα τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τῆς γῆς τὰ ρεύματα ταῦτα λαμβάνουσι διεύθυνσιν κεκλιμένην πρὸς τὸν ἰσημερινὸν καὶ σταθεράν, οὕτω δὲ παράγονται οἱ ἐτησίαι ἄνεμοι.

β.) Περιοδικοὶ ἄνεμοι εἶναι οἱ πνέοντες τακτικῶς κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν ἐν ταῖς αὐταῖς ὥραις τοῦ ἔτους ἢ τῆς ἡμέρας· τοιοῦτοι εἶναι ὁ μουσσῶν, ὁ σαμουὺν, καὶ ἡ αὔρα.

Καλοῦνται μουσσῶνες ἄνεμοι πνέοντες ἐξ μῆνας κατὰ διεύθυνσίν τινα, καὶ τοὺς ἐξ ἄλλους μῆνας καθ' ἑτέραν. Παρατηροῦνται δὲ ἰδίως ἐν τῇ ἀραβικῇ θαλάσῃ, ἐν τῷ ἀραβικῷ κόλπῳ, ἐν τῷ κόλπῳ τῆς Βεγγάλης, καὶ ἐν τῇ θαλάσῃ τῆς Κίνας. Οἱ ἄνεμοι οὗτοι διευθύνονται τὸ μὲν θέρος πρὸς τὰς ἡπείρους, τὸν δὲ χειμῶνα κατ' ἀντίθετον φοράν.

Ὁ σαμουὺν εἶναι καυστικὸς ἄνεμος πνέων ἐκ τῶν ἐρήμων τῆς Ἀσίας καὶ Ἀφρικῆς, χαρακτηριζόμενος ὑπὸ τῆς ὑψηλῆς αὐτοῦ θερμοκρασίας καὶ τῆς ἄμμου, ἣν ἀνυψοῖ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ καὶ μεταφέρει μεθ' ἑαυτοῦ. Ὄταν ὁ ἄνεμος οὗτος πνέῃ, ὁ ἀήρ θολοῦται, τὸ δέρμα ξηραίνεται, ἡ ἀναπνοὴ ἐπιταχύνεται, καὶ ἡ δίψα καθίσταται σφοδρά. Ὁ ἄνεμος οὗτος εἶναι γνωστὸς ὑπὸ τὴν ἐπωνυμίαν σιρόκκος ἐν Ἰταλίᾳ καὶ Ἀλγερίᾳ, ὅπου πνέει ἐκ



τῆς μεγάλης ἐρήμου Σαχάρας. Καλεῖται δὲ *χαμψὴν* ἐν Αἰγύπτῳ, ὅπου πνέει ἀπὸ τέλους Ἀπριλίου μέχρι τοῦ Ἰουνίου. Οἱ ἰθαγενεῖς τῆς Ἀφρικῆς διὰ νὰ προφυλάττωνται ἀπὸ τῶν ἀποτελεσμάτων δερματικῆς ἀφιδρώσεως ὑπὲρ τὸ δέον ταχείας, προξενουμένης ὑπὸ τοῦ ἀνέμου τούτου, ἀλείφονται λίπος.

Ἡ αὔρα εἶναι ἄνεμος πνέων κατὰ τὰ παράλια, ἀπὸ τῆς θαλάσσης πρὸς τὴν ξηρὰν κατὰ τὴν ἡμέραν, καὶ ἀπὸ τῆς ξηρᾶς πρὸς τὴν θάλασσαν τὴν νύκτα, τουτέστιν 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 εἰς τὴν ξηρὰν. Τοῦναντίον δὲ συμβαίνει τὴν νύκτα. Ἡ θαλασσία αὔρα ἄρχεται μετὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ ἡλίου, αὐξάνει μέχρι τῆς τρίτης ὥρας μετὰ μεσημβρίαν, ἐλαττοῦται μέχρι τῆς ἑσπέρας, καὶ μεταβάλλεται εἰς ἀπογείαν αὔραν τὴν νύκτα. Αἱ αὔραι πνέουσι μόνον εἰς μικρὰς ἀπὸ τῶν παραλίων ἀποστάσεις· εἶναι δὲ κανονικαὶ μετὰ τῶν τροπικῶν, ἥττον κανονικαὶ ἐν τοῖς ἡμετέροις κλίμασι, καὶ ἴχνη αὐτῶν παρατηροῦνται μέχρι καὶ ἐπ' αὐτῶν τῶν παραλίων τῆς Γροιλλανδίας. Ἡ γειτνίασις ὀρέων παράγει ἐπίσης ἡμερησίας περιοδικὰς αὔρας.

γ'.) Οἱ ἄστατοι ἄνεμοι εἶναι ἄνεμοι πνέοντες ὅτε μὲν κατὰ διεύθυνσίν τινα, ὅτε δὲ κατ' ἄλλην, χωρὶς νὰ δυνάμεθα νὰ ἀνακαλύψωμεν νόμον τινὰ ἐπικρατοῦντα ὡς πρὸς τὴν διεύθυνσιν αὐτῶν. Κατὰ τὰ μέσα πλάτη ἢ διεύθυνσις τῶν ἀνέμων εἶναι πολὺ ἄστατος· ὅσον δὲ προχωροῦμεν πρὸς τοὺς πόλους τὸ ἄστατον τοῦτο αὐξάνει, καὶ ἐν τῇ κατεψυγμένῃ ζώνῃ οἱ ἄνεμοι πολλάκις πνέουσι συγχρόνως ἐκ πολλῶν σημείων τοῦ ὀρίζοντος. Τοῦναντίον δὲ, ὅσον προχωροῦμεν πρὸς τὴν διακεκαυμένην ζώνην, οἱ ἄνεμοι γίνονται κανονικώτεροι. Ὁ ἐπικρατῶν ἄνεμος ἐν Γαλλίᾳ Ἀγγλίᾳ καὶ Γερμανίᾳ εἶναι ὁ λὶψ (B. Δ.) ἐν δὲ τῇ Ἰσπανίᾳ, Ἰταλίᾳ καὶ Ἑλλάδι ἐπικρατεῖ ὁ βορρᾶς.



## Κλιματολογία.

168. Μέσαι θερμοκρασίαι. — Καλεῖται μέση θερμοκρασία ἡμέρας τινὸς ἐκείνη, ἣν εὐρίσκομεν, προσθέτοντες 24 παρατηρήσεις θερμομετρικὰς, γινομένας ἀπὸ ὥρας εἰς ὥραν, καὶ διαιροῦντες τὸ ἄθροισμα δι' 24. Ἡ πεῖρα δὲ ἐδίδαξεν ὅτι εὐρίσκομεν κατὰ μεγάλην προσέγγισιν τὴν θερμοκρασίαν ταύτην, λαμβάνοντες τὸν μέσον ὅρον τῆς μεγίστης καὶ ἐλαχίστης θερμοκρασίας τοῦ ἡμερονυκτίου, αἵτινες προσδιορίζονται διὰ θερμομέτρων πρὸς τοῦτο προωρισμένων.

Ἡ μέση θερμοκρασία μηνὸς τινος, εἶναι ὁ μέσος ὅρος τῆς τῶν 30 ἡμερῶν, ἢ δὲ τοῦ ἔτους τῶν 12 μηνῶν. Τέλος δὲ ἡ μέση θερμοκρασία τόπου τινὸς εἶναι ὁ μέσος ὅρος τῆς μέσης θερμοκρασίας πολλῶν ἐτῶν.

## Μέσαι θερμοκρασίαι διαφόρων τόπων.

Ἀβυσσινία . . . . .	31 <sup>0</sup> ,0	Παρίσιοι . . . . .	10,8
Καλκοῦτα . . . . .	28,5	Λονδῖνον . . . . .	10,4
Κάϊρον . . . . .	22,4	Γενεύη . . . . .	9,7
Ἀθῆναι . . . . .	18,6	Στοκόλμη . . . . .	5,6
Νεάπολις . . . . .	16,7	Μόσχα . . . . .	3,6
Μασσαλία . . . . .	14,1	Πετρούπολις . . . . .	3,5
Κωνσταντινούπολις . . . . .	13,7	Θάλασσα Γροιλλανδίας. —	7,7
Πεκῖνον . . . . .	12,7	Νῆσος Μελβίλλη . . . . .	—18,7

169. Ἡ θερμοκρασία ἐπὶ τῶν διαφόρων τῆς γῆς μερῶν ἐξαρτᾶται ἐκ πολλῶν αἰτιῶν, ὧν αἱ κυριώτεραι εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος, τὸ ὕψος ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν, ἢ διεύθυνσις τῶν ἀνέμων, καὶ ἡ γειτνίασις τῶν θαλασσῶν.

α.) Τὸ πλάτος. — Ἡ ἐπίδρασις τοῦ πλάτους προέρχεται ἐκ τῆς μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλης πλαγιότητος τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, καὶ τῆς ἀνισότητος τῶν ἡμερῶν καὶ νυκτῶν· διότι ἡ ποσότης τῆς ἀπορροφωμένης θερμότητος εἶναι τοσοῦτω μείζων, ὅσω ἡ πρόσπτωσις τῶν ἀκτίνων πλησιάζει εἰς τὴν κάθετον, καὶ ὅσω μείζων εἶναι ἡ ὑπεροχὴ τῆς ἡμέρας πρὸς τὴν νύκτα. Ἐντεῦθεν ἔπεται ὅτι ἡ ὑπὸ τοῦ ἐδάφους ἀπορροφωμένη θερμότης ἐλαττοῦ-



ται ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους, διότι αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου γίνονται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον πλάγια πρὸς τὸν ὀρίζοντα, καὶ ἡ ἀνισότης τῶν ἡμερῶν πρὸς τὰς νύκτας αὐξάνει. Σημειωτέον δὲ ὅτι ἡ ἐκ τῆς πλαγιότητος τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐλάττωσις τῆς θερμότητος ἐν τόπῳ τινὶ, τὸν μὲν χειμῶνα ἐνισχύεται ὑπὸ τοῦ μεγάλου μήκους τῶν νυκτῶν, τὸ δὲ θέρος ἀναιρεῖται ἐν μέρει ὑπὸ τῆς μεγάλης διαρκείας τῶν ἡμερῶν. Ὑπὸ τὸν ἰσημερινόν, ὅπου τὸ μῆκος τῶν ἡμερῶν εἶναι πάντοτε τὸ αὐτὸ, ἡ θερμοκρασία εἶναι σχεδὸν ἀμετάβλητος. Κατὰ τὰ δὲ ὑψηλὰ πλάτη, ὅπου αἱ ἡμέραι εἶναι λίαν ἄνισοι, ἡ θερμοκρασία μεταβάλλεται πολὺ, καὶ τὸ θέρος ἐνίοτε ὑψοῦται τόσον, ὅσον καὶ ὑπὸ τὸν ἰσημερινόν.

Ε΄.) *Τὸ ὕψος.* — Ἡ θερμοκρασία ἐλαττοῦται καθ' ὅσον αὐξάνει τὸ ὕψος ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῶν θαλασσῶν. Ἀπόδειξις τούτου εἶναι ἡ ὑπαρξίς τῶν διηνεκῶν χιόνων, αἵτινες καλύπτουσι τὰς κορυφὰς τῶν ὑψηλῶν ὄρέων, οὐ μόνον ἐν τοῖς βορείοις κλίμασι, ὅπως παρατηρεῖται ἐπὶ τῶν Ἄλπεων καὶ τῶν Πυρηναίων, ἀλλὰ καὶ ὑπ' αὐτὸν τὸν ἰσημερινόν ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν κορυφῶν τοῦ Κιμποράσου, τοῦ Κοτοπαξίου καὶ τοῦ Ἀντισάνα. Ἐν τούτοις τὸ ὕψος τῶν διηνεκῶν χιόνων ἐλαττοῦται ταχέως ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Μεταξὺ τῶν τροπικῶν εἶναι 5000 μέτρων, κατὰ τὰ μέσα πλάτη ἀπὸ 42 μέχρι 43° εἶναι 2500 μέτρων· μεταξὺ δὲ 60° καὶ 70° εἶναι 1500 μέχρι 1000 μέτρων.

Καὶ κατὰ τὰς ἀεροστατικὰς ἀναβάσεις δὲ παρατηρήθη ὅτι ἡ θερμοκρασία τῆς ἀτμοσφαίρας ἐλαττοῦται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Διότι κατὰ τὴν ἀνάβασιν τοῦ Γαιλουσσάκου εἰς ὕψος 7000 μέτρων τὸ θερμόμετρον, τὸ ὁποῖον ἐν Παρισίοις ἐδείκνυε 32°, κατέβη μέχρι—10°. Ἄλλ' ὁ νόμος τῆς ἐλαττώσεως τῆς θερμότητος, καθόσον τὸ ὕψος αὐξάνει, δὲν εἶναι εἰσέτι γνωστός.

γ΄.) *Διεύθυνσις τῶν ἀνέμων.* — Οἱ ἄνεμοι ἀναγκαίως μεταλαμβάνουσι τῆς θερμοκρασίας τῶν τόπων, δι' ὧν διέρχονται· διὰ τοῦτο ἡ διεύθυνσις αὐτῶν ἐν τόπῳ τινὶ μεγάλην ἔχει ἐπενέργειαν εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος. Οἷον ἐν Ἑλλάδι οἱ νότιοι ἄνεμοι εἶναι θερμοὶ, οἱ δὲ βόρειοι ψυχροί. Σημειωτέον ὅμως ὅτι ὁ χαρακτήρ τῶν ἀνέμων μεταβάλλεται μετὰ τῶν



ώρων τοῦ ἔτους. Οἶον ὁ λιψ, ὅστις τὸ θέρος εἶναι θερμότατος ἐν Ἀθήναις, τὸ χειμῶνα εἶναι πολὺ ψυχρός.

δ΄.) *Γεινῖασις τῶν θαλασσῶν.* — Ἡ θερμοκρασία τῶν θαλασσῶν εἶναι πολὺ ὀλιγώτερον μεταβλητὴ ἢ ἡ τῆς στερεᾶς ἐπιφανείας τῶν ἠπειρῶν. Διότι ἡ πεῖρα δεικνύει ὅτι ἐν ταῖς εὐκράτοις χώραις, ἦτοι ἀπὸ 25 μέχρι 50 μοιρῶν πλάτους ἡ διαφορὰ τῆς μεγίστης καὶ ἐλαχίστης θερμοκρασίας τοῦ ἡμερονοκτίου, ἐπὶ μὲν τῆς θαλάσσης δὲν ὑπερβαίνει 2 ἢ 3 βαθμούς, ἐν ᾧ ἐπὶ τῶν ἠπειρῶν ἡ διαφορὰ αὕτη δύναται νὰ φθάσῃ μέχρι 12 ἢ 15 βαθμῶν. Διὰ τοῦτο ἐπὶ τῶν νήσων τὰ θέρη εἶναι ἐν γένει ἥττον θερμὰ, καὶ οἱ χειμῶνες ἥττον ψυχροί. Ὅσον δὲ βαθύτερον εἰσδύομεν εἰς τὰς ἠπείρους, τὰ θέρη, ὑπὸ ἴσα πλάτη, γίνονται θερμότερα καὶ οἱ χειμῶνες ψυχρότεροι.

170. *Ἰσόθερμοι γραμμαί.* — Ἐὰν ἐπὶ γεωγραφικοῦ χάροτος ἐνώσωμεν διὰ γραμμῆς πάντα τὰ σημεῖα τοῦ αὐτοῦ ἡμισφαιρίου τὰ ἔχοντα τὴν αὐτὴν μέσην θερμοκρασίαν, λαμβάνομεν τὴν καλουμένην *ισόθερμον γραμμὴν*. Ἐὰν δὲ ἡ μέση θερμοκρασία τόπου τινος ἐξαρτᾶτο μόνον ἐκ τοῦ πλάτους, πᾶσαι αἱ *ισόθερμοι γραμμαί* ἤθελον συμπίπτει μετὰ τῶν παραλλήλων τοῦ ἰσημερινοῦ κύκλων. Ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία αὕτη ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ πολλῶν ἄλλων τοπικῶν περιστάσεων, κυρίως δὲ ἐκ τοῦ ὕψους ὑπὲρ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης, αἱ *ισόθερμοι γραμμαί* εἶναι ἐν γένει λίαν σκολιαί, πλησιάζουσαι ποῦ μὲν πρὸς τὸν πόλον, ποῦ δὲ πρὸς τὸν ἰσημερινόν. Ἐν τούτοις ἐπὶ τῶν ὠκεανῶν ὀλίγον ἀπομακρύνονται τῶν παραλλήλων. Τὸ μεταξὺ δύο *ισοθέρμων γραμμῶν διάστημα* καλεῖται *ζώνη ἰσόθερμος*.

171. *Κλίματα.* — Τὰ κλίματα χαρακτηρίζονται, ὡς πρὸς τὴν θερμότητα, ὑπὸ τε τῆς μέσης τοῦ ἔτους θερμοκρασίας, καὶ ὑπὸ τῶν μεταβολῶν τῆς θερμοκρασίας τῶν ἡμερῶν, τῶν μηνῶν, καὶ τῶν ὡρῶν τοῦ ἔτους. Διακρίνονται δὲ ὡς πρὸς τὴν μέσην θερμοκρασίαν ἐπτά κλίματα: α.) *διακεκυμμένον κλίμα*, τοῦ ὁποίου ἡ μέση θερμοκρασία εἶναι ἀπὸ 27<sup>0</sup>,5 μέχρι 25<sup>0</sup>. β.) *θερμόν*, ἀπὸ 25<sup>0</sup> μέχρι 20<sup>0</sup>. γ.) *γλυκὺ*, ἀπὸ 20<sup>0</sup> μέχρι 15<sup>0</sup>. δ.) *εὐκρατον* ἀπὸ 15<sup>0</sup> μέχρι 10<sup>0</sup>. ε.) *ψυχρόν* ἀπὸ



40<sup>0</sup> μέχρι 5<sup>0</sup>. 5'.) ψυχρότατον ἀπὸ 5<sup>0</sup> μέχρι 0<sup>0</sup>. καὶ ζ'.) κατεψυγμένον, ὑποκάτω τοῦ μηδενικοῦ.

Ὡς πρὸς τὴν διαφορὰν δὲ τῆς μέσης θερμοκρασίας τοῦ θέρους καὶ τοῦ χειμῶνος τὰ κλίματα διαιροῦνται εἰς σταθερὰ, ἐν οἷς ἡ διαφορὰ αὕτη δὲν ὑπερβαίνει 6<sup>0</sup> μέχρι 8<sup>0</sup>. μεταβλητὰ, ἐν οἷς φθάνει εἰς 16 μέχρι 20<sup>0</sup>. καὶ ὑπερβολικά, ἐν οἷς ἡ αὐτὴ διαφορὰ ὑπερβαίνει 30<sup>0</sup>. Οἷον τὰ κλίματα τοῦ Λονδίνου καὶ τῶν Παρισίων εἶναι μεταβλητὰ, τὰ δὲ τοῦ Πεκίνου καὶ τῆς Νέας Ὑόρκης ὑπερβολικά.

Τὰ κλίματα τῶν νήσων εἶναι ἐν γένει ὀλίγον μεταβλητὰ, διότι ἡ θερμοκρασία τῆς θαλάσσης, ὡς καὶ ἀνωτέρω εἶδομεν, εἶναι σχεδὸν σταθερά. Ἐκ τούτου τὰ κλίματα διακρίνονται καὶ εἰς θαλάσσια ἢ νησιωτικὰ καὶ εἰς ἠπειρωτικά. Τὸ χαρακτηριστικὸν δὲ τὰ θαλάσσια κλίματα εἶναι ὅτι ἡ διαφορὰ τῆς θερμοκρασίας τοῦ θέρους καὶ τοῦ χειμῶνος εἶναι πολὺ μικροτέρα ἢ ἐν ταῖς ἠπειρωτικοῖς.





## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ.

## ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

## Ἰδιότητες τῶν μαγνητῶν.

172. *Μαγνηῆται φυσικοὶ καὶ τεχνητοί.* — Καλοῦνται μαγνηῆται σώματα ἔχοντα τὴν ιδιότητα τοῦ ἔλκειν τὸν σίδηρον καὶ ἄλλα τινὰ μέταλλα, ἥτοι τὸ νικέλιον, τὸ κοβάλτιον, καὶ τὸ χρώμιον.

Οἱ μαγνηῆται διαίρουνται εἰς φυσικοὺς καὶ τεχνητούς. Ὁ φυσικὸς μαγνήτης ἢ μαγνήτης λίθος εἶναι ὀξειδίου τοῦ σιδήρου, τὸ ὁποῖον οἱ χημικοὶ καλοῦσι μαγνητικὸν ὀξειδίου. Εὕρεται δὲ πρὸ πάντων ἐν Σουηδία καὶ Νορβηγία, ὅπου ἐξ αὐτοῦ ἐξάγεται ὁ κάλλιστος σίδηρος.

Οἱ τεχνητοὶ μαγνηῆται εἶναι ῥάβδοι ἢ βελόνας ἐκ χάλυβος βεβαμμένου (1) αἵτινες δὲν ἔχουσιν ἐκ φύσεως τὰς ιδιότητας τῶν μαγνητῶν, ἀλλ' ἀπέκτησαν ταύτας διὰ προστρίψεως μετὰ μαγνήτου, ἢ δι' ἄλλων μεθόδων, περὶ ὧν θέλομεν πραγματευθῆ ἐν τοῖς ἐπομένοις. Εἶναι δὲ ἰσχυρότεροι τῶν φυσικῶν μαγνητῶν τὰς αὐτὰς τούτοις ιδιότητας ἔχοντες.

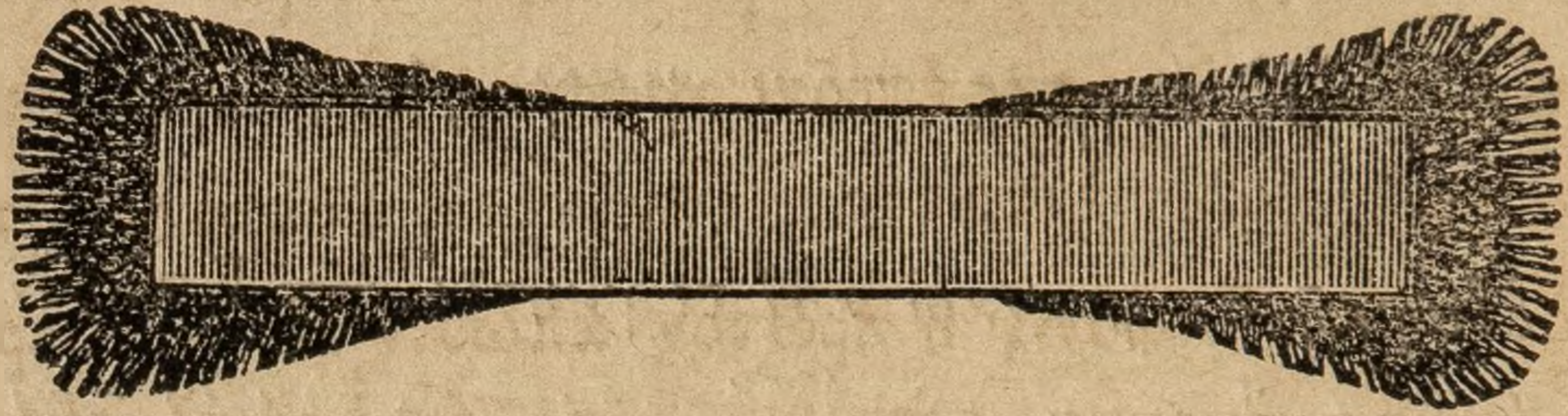
Ἡ ἑλκτικὴ δύναμις τῶν μαγνητῶν ἐνεργεῖ ἐκ πάσης ἀποστάσεως καὶ διὰ πάντων τῶν σωμάτων, ἐλαττοῦται δὲ ταχέως μετὰ τῆς ἀποστάσεως, καὶ μεταβάλλεται μετὰ τῆς θερμοκρασίας· διότι ἐὰν θερμάνωμεν μαγνήτην, ἡ δύναμις αὐτοῦ ἐλαττοῦται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον· ἀλλ' ἀναλαμβάνει πάλιν ταύτην ψυχρανθεὶς, ἀρκεῖ νὰ μὴ ἐθερμάνθῃ μέχρι τῆς ἐρυθρᾶς πυρακτώσεως, διότι τότε ἀποβάλλει αὐτὴν διὰ παντός.

(1) Β α φ ἢ λέγεται ἡ αἰφνηδία ψῦξις σώματος πεπυρακτωμένου διὰ τῆς ἀμβάψεως εἰς ψυχρὸν ὕδωρ· διὰ ταύτης δὲ ὁ χάλυψ γίνεται σκληρός.



Ἡ ἐλκτική ἐπὶ τοῦ σιδήρου δύναμις τοῦ μαγνήτου εἶναι ἀμοιβαία, ὅπερ εἶναι καὶ γενικὴ ἀρχὴ πάσης ἐλξεως. Ἀποδεικνύομεν δὲ τοῦτο πλησιάζοντες ὄγκον τινὰ σιδήρου εἰς μαγνήτην· διότι τότε βλέπομεν τοῦτον ἐλκόμενον.

Ἡ ἐλκτικὴ δύναμις τῶν μαγνητῶν ἐκλήθη μαγνητικὴ δύναμις, καὶ ἡ φυσικὴ θεωρία αὐτῶν καλεῖται μαγνητισμός.



Σχ. 81.

173. *Πόλοι καὶ οὐδετέρα γραμμὴ.* — Πάντα τὰ μέρη τοῦ μαγνήτου δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν μαγνητικὴν δύναμιν· διότι ἐὰν κυλίσωμεν μαγνητικὴν ῥάβδον ἐπὶ ῥινισμάτων σιδήρου, παρατηροῦμεν ὅτι πρὸς μὲν τὰ ἄκρα προσκολλᾶται μεγάλη ποσότης αὐτῶν ἐν εἴδει ἀνωρθωμένων θυσάνων (σχ. 81), ὅσον δὲ προχωροῦμεν πρὸς τὸ μέσον, ἡ ποσότης τῶν προσκεκολλημένων ῥινισμάτων γίνεται μικροτέρα, καὶ κατ' αὐτὸ τὸ μέσον ὑπάρχει μέρος τοῦ μαγνήτου ἱκανῶς μέγα, ἐφ' οὗ οὐδὲ ψῆγμα αὐτῶν μένει προσκεκολλημένον. Καὶ τὰ δύο μὲν ἄκρα, καθ' ἃ ὑπάρχει ἡ μεγίστη ἐλκτικὴ δύναμις, καλοῦνται πόλοι, τὸ δὲ μέσον τοῦ μεταξὺ τῶν δύο πόλων διαστήματος καλεῖται οὐδετέρα γραμμὴ.

Οἱ πόλοι εἶναι ἐν γένει δύο, συμμετρικῶς κείμενοι ὡς πρὸς τὴν μεσαίαν τομὴν τῆς μαγνητικῆς ῥάβδου, καὶ πλησίον τῶν ἄκρων αὐτῆς. Ὁ Κουλόμβος εὔρε διὰ τῆς πείρας ὅτι ὅταν ἡ ῥάβδος εἶναι λίαν βραχεῖα, οἱ πόλοι εὐρίσκονται κατὰ τὸ ἕκτον τοῦ ὀλικοῦ μήκους ἀφ' ἑκατέρου τῶν ἄκρων. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ ῥάβδοι, ἐν αἷς μεταξὺ τῶν δύο κατὰ τὰ ἄκρα πόλων ὑπάρχουσι καὶ ἄλλοι, οἵτινες καλοῦνται διάμεσα σημεία. Ἄλλ' ἡμεῖς ἐν τοῖς ἐξῆς ὑποθέτομεν ὅτι οἱ ἀνά χεῖρας μαγνήται ἔχουσι μόνον δύο πόλους.



174. Διαφορὰ τῶν δύο πόλων. — Ἐκ τούτου ὅτι ἀμφοτέροι οἱ πόλοι παντὸς μαγνήτου ἔλκουσιν ὁμοίως τὸν σίδηρον, ἠδυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν τὴν ταυτότητα τῆς ἐνεργείας αὐτῶν· καὶ ὅμως αἱ ἐνεργεῖαι τῶν δύο πόλων διαφέρουσιν ἀλλήλων οὐσιωδῶς. Διότι ἐὰν λάβωμεν δύο μαγνητικὰς βελόνας A καὶ B, καὶ στηρίξωμεν τὴν πρώτην ἐπὶ κατακορύφου ἄξονος, περὶ ὃν νὰ δύναται νὰ στρέφηται ἐλευθέρως, ἢ καὶ ἐξαρτήσωμεν αὐτὴν ἐκ λεπτοῦ νήματος, καὶ πλησιάσωμεν εἰς ἑκάτερον τῶν πόλων ταύτης τὸν αὐτὸν πόλον τῆς ἐτέρας κρατουμένης ἐν τῇ χειρὶ, θέλομεν παρατηρήσει δύο ἀντιθέτους ἐνεργείας, δηλαδή τὸ πρῶτον ἔλξιν καὶ δεύτερον ἄπωσιν, ἢ πρῶτον ἄπωσιν καὶ δεύτερον ἔλξιν. Τὰ αὐτὰ δὲ φαινόμενα, ἀλλὰ κατ' ἀντίστροφον τάξιν, θέλομεν παρατηρήσει, ἐὰν προσεγγίσωμεν εἰς τοὺς πόλους τῆς κινητῆς βελόνης τὸν ἕτερον τῆς ἐν τῇ χειρὶ κρατουμένης. Ἄρα αἱ ἐνεργεῖαι τῶν δύο πόλων παντὸς μαγνήτου διαφέρουσιν ἀλλήλων, διότι ὁ μὲν ἔλκει, ὁ δὲ ἀπωθεῖ τὸν αὐτὸν πόλον ἄλλου τινὸς μαγνήτου. Διὰ τὴν διαφορὰν ταύτην ἑκάτερος τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου ἔχει ἴδιον ὄνομα, καὶ δὴ ὁ μὲν καλεῖται βόρειος, ὁ δὲ νότιος, διὰ λόγον, ὃν θέλομεν ἶδει ἐν τοῖς ἐξῆς.

Ἄς λάβωμεν ἤδη τρεῖς μαγνητικὰς βελόνας A, B, καὶ Γ. Εἶναι φανερόν ὅτι οἱ πόλοι τῶν βελονῶν B καὶ Γ, οἱ ὁμοίως ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ πόλου τῆς κινητῆς βελόνης A ἐνεργοῦντες, οἱ ἔλκοντες δηλαδή αὐτὸν ἀμφοτέροι ἢ ἀπωθοῦντες, εἶναι ὁμοειδεῖς ἢ ὁμώνυμοι· οἱ δὲ ἀντιθέτους ἐνεργείας ἔχοντες ἑτεροειδεῖς ἢ ἐτερώνυμοι. Ἐὰν δὲ, ἀφοῦ οὕτω προσδιορίσωμεν τοὺς ὁμωνύμους καὶ ἑτερωνύμους πόλους τῶν βελονῶν B καὶ Γ, καταστήσωμεν τὴν ἐτέραν αὐτῶν κινητὴν, οἷον τὴν B, καὶ πλησιάσωμεν εἰς τοὺς πόλους αὐτῆς διαδοχικῶς ἑκάτερον τῶν πόλων τῆς Γ, θέλομεν εὔρει ὅτι οἱ ὁμώνυμοι πόλοι ἀπωθοῦνται, οἱ δὲ ἐτερώνυμοι ἔλκονται.

175. Ὑπόθεσις δύο μαγνητικῶν ρευστῶν. — Πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἀνωτέρω φαινομένων ἐγένετο ἡ ὑπόθεσις ὅτι ὑπάρχουσι δύο μαγνητικὰ ρευστῆ, ἑκατέρου τῶν ὁποίων τὰ ἄτομα ἀπωθοῦσι μὲν ἀλλήλα, ἔλκουσι δὲ τὰ τοῦ ἑτέρου. Τὰ δύο δὲ ταῦτα



ρεύστα ἐκλήθησαν τὸ μὲν βόρειον, τὸ δὲ νότιον, ἐκ τοῦ ὀνόματος τῶν πόλων, ἐφ' ὧν ἡ ἐνέργεια ἑκατέρου ἐπικρατεῖ.

Παραδέχονται δὲ ὅτι πρὸ τῆς μαγνητίσεως τὰ ρεύστα ταῦτα εἶναι ἠνωμένα περὶ ἕκαστον ἄτομον καὶ οὐδετεροῦσιν ἀλλήλα· ἀλλ' ὅτι δύνανται νὰ ἀποχωρισθῶσιν ὑπὸ τῆς ἐνεργείας δυνάμεως μείζονος τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἑλξεως, καὶ νὰ μετακινηθῶσι περὶ τὰ ἄτομα, χωρὶς νὰ ἐξέλθωσι τῆς σφαίρας τῆς ἐνεργείας τῆς ὑπαρχούσης περὶ ἕκαστον τῶν ἀτόμων τούτων. Τὰ ρεύστα τότε *προσανατολίζονται*, ἥτοι ἐν τῇ περὶ ἕκαστον ἄτομον μαγνητικῇ σφαίρᾳ τὸ βόρειον ρευστὸν εἶναι ἐστραμμένον κατὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, τὸ δὲ νότιον κατὰ τὴν ἀντίθετον· ἐντεῦθεν δὲ προέρχονται δύο συνιστάμεναι ἀντιθέτου φορᾶς, ὧν σημεῖα ἐφαρμογῆς εἶναι οἱ δύο πόλοι τοῦ μαγνήτου. Ἀλλ' ἅμα ἡ προσανατόλισις τῶν ρευστῶν παύσῃ, ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται ἐκ νέου περὶ ἕκαστον τῶν ἀτόμων, καὶ ἡ τελικὴ συνισταμένη μηδενίζεται, τουτέστιν οὔτε ἑλξις οὔτε ἀπώσεις συμβαίνει.

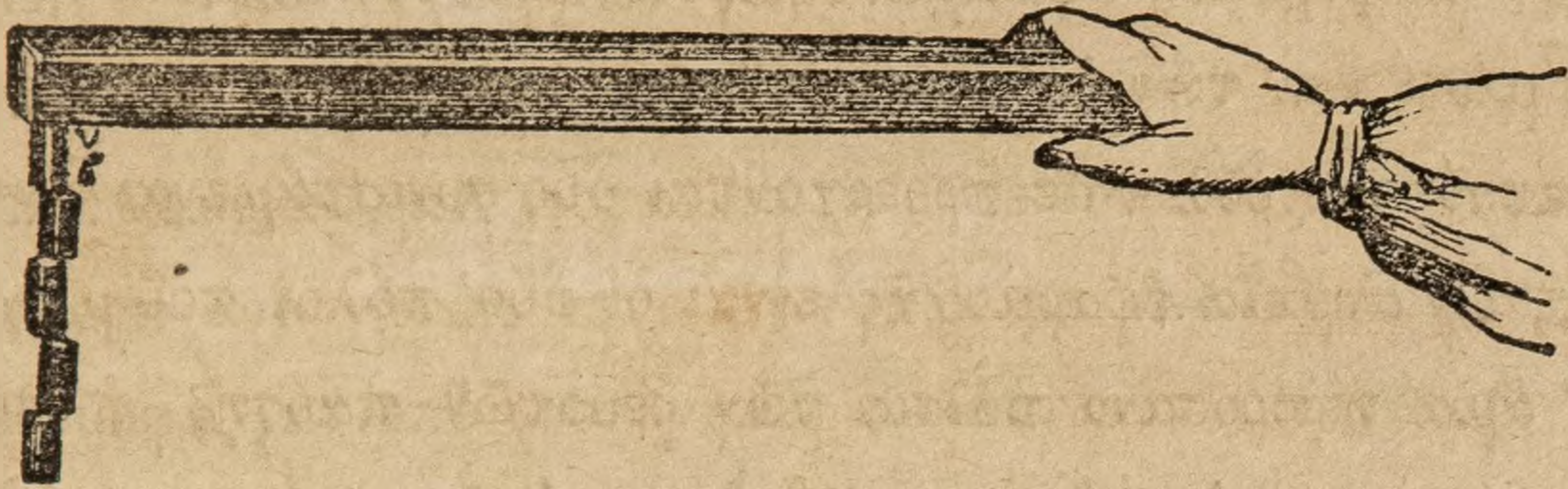
Διὰ τῆς ἀνωτέρω ὑποθέσεως ἐξηγοῦνται εὐκόλως τὰ μαγνητικὰ φαινόμενα. Ἀλλ' ἐν τοῖς περὶ ἠλεκτρισμοῦ θέλομεν ἶδει ἄλλην τινὰ πιθανωτέραν ὑπόθεσιν.

176. *Μαγνητικαὶ οὐσίαι*.—Καλοῦνται *μαγνητικαὶ οὐσίαι* αἱ ὑπὸ τῶν μαγνητῶν ἐλκόμεναι, οἷον ὁ σίδηρος, ὁ χάλυψ, τὸ νικέλιον, καὶ τὸ κοβάλτιον. Παραδέχονται δὲ ὅτι αἱ οὐσίαι αὗται περιέχουσι τὰ δύο μαγνητικὰ ρεύστα ἐν καταστάσει οὐδετέρου ρευστοῦ. Αἱ μαγνητικαὶ οὐσίαι διακρίνονται τῶν μαγνητῶν, ἐπειδὴ ἐν τῇ συνήθει αὐτῶν καταστάσει οὐδεμία ἑλξις μεταξὺ αὐτῶν συμβαίνει, καὶ διότι παρουσιαζόμεναι διαδοχικῶς εἰς τοὺς δύο πόλους μαγνήτου, ἑλκουσιν ἀδιαφόρως ἀμφοτέρους.

177. *Μαγνήτισις ἐξ ἐπιδράσεως*. — Ὅταν μαγνητικὴ οὐσία τεθῇ εἰς ἐπαφὴν μετὰ μεμαγνητισμένης ράβδου, τὰ δύο ρεύστα τῆς οὐσίας ταύτης ἀποχωρίζονται, καὶ καθίσταται αὕτη, ἐνόσω ἡ ἐπαφὴ διαρκεῖ, τέλειος μαγνήτης, ἔχων τοὺς δύο πόλους καὶ τὴν οὐδετέραν γραμμὴν. Ἐὰν παραδείγματος χάριν, (σχ. 82) ἐξαρτηθῇ ἐκ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων μαγνήτου



μικρὸς κύλινδρος νβ μαλακοῦ σιδήρου (1), ὁ κύλινδρος οὗτος δύναται καὶ αὐτὸς νὰ φέρῃ δεύτερον ὅμοιον, οὗτος δὲ τρίτον, καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρις 7 ἢ 8, κατὰ τὴν δύναμιν τῆς ράβδου. Ἐκάστη λοιπὸν τῶν μικρῶν τούτων ράβδων εἶναι μαγνήτης, ἀλλὰ μόνον ἐν ὅσῳ ἐξακολουθεῖ ἡ ἐπίδρασις τῆς μεμαγνητισμένης ράβδου. Διότι διακοπείσης τῆς ἐπαφῆς ταύτης μετὰ τοῦ πρώτου κυλίνδρου, ἀμέσως, ἢ τοῦλάχιστον μετὰ βραχύτατον χρόνον, οἱ ἄλλοι κύλινδροι ἀποσπῶνται, οὐδὲν ἴχνος μαγνητισμοῦ δια-



Σχ. 82.

τηροῦντες. Ὁ ἀποχωρισμὸς τῶν δύο ρευστῶν ὑπῆρξε λοιπὸν πρόσκαιρος. Οἱ θύσανοι, οὗς ἀποτελοῦσι τὰ ρινίσματα σιδήρου περὶ τοὺς πόλους τῶν μαγνητῶν, εἶναι ὡσαύτως ἀποτελέσματα μαγνητίσεως ἐξ ἐπιδράσεως.

178. *Συντηρητικὴ δύναμις.* — Καλεῖται *συντηρητικὴ δύναμις* ἡ μάλλον ἢ ἥττον μεγάλη δύναμις, ἥτις ἐν μαγνητικῇ τινι οὐσίᾳ ἀνθίσταται εἰς τὴν ἀποχώρισιν τῶν δύο ρευστῶν, ἢ εἰς τὴν ἐκ νέου σύνθεσιν αὐτῶν μετὰ τὴν ἀποχώρισιν. Κατὰ τὸ ἀνωτέρω πείραμα ἡ δύναμις αὕτη εἶναι ἀνεπαίσθητος ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ, ἐπειδὴ τὸ μέταλλον τοῦτο μαγνητίζεται ἀκαριαίως ὑπὸ τῆς ἐπιδράσεως μαγνήτου, καὶ ἀκαριαίως πάλιν ἀποβάλλει τὸν μαγνητισμόν. Ἐν δὲ τῷ βεβαμμένῳ χάλυβι ἡ συντηρητικὴ δύναμις εἶναι μεγάλη, καὶ τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ ἡ βαφή εἶναι ἰσχυροτέρα. Διότι ράβδος χάλυβος τεθεισα εἰς ἐπαφὴν μετὰ μαγνήτου, λίαν βραδέως μαγνητίζεται· εἶναι μάλιστα ἀνάγκη

(1) Μαλακὸς λέγεται ὁ καθαρὸς ἢ σχεδὸν καθαρὸς σίδηρος. Ὁ δὲ χάλυψ εἶναι σίδηρος περιέχων μικράν τινα ποσότητα ἀνθρακος καὶ πυριτίου.



νά τρίψωμεν αὐτὴν ἰκανῶς μετὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου, ἐὰν θέλωμεν νὰ ἀποκτήσῃ ἰκανὴν δύναμιν. Ἐν τῷ χάλυβι λοιπὸν ἢ ἀποχώρισις τῶν δύο ῥευστῶν εὐρίσκει ἀντίστασιν, ἣτις δὲν ὑπάρχει ἐν τῷ σιδήρῳ. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς τὴν ἐκ νέου σύνθεσιν· διότι ῥάβδος χάλυβος, ἅπαξ μαγνητισθεῖσα, δυσκόλως ἀποβάλλει τὰς μαγνητικὰς αὐτῆς ιδιότητας. Θέλομεν δὲ ἴδει μετ' ὀλίγον ὅτι καὶ ὁ μαλακὸς σίδηρος διὰ τῆς ὀξειδώσεως, τῆς πιέσεως, ἢ στρέψεως ἀποκτᾷ συντηρητικὴν τινα δύναμιν, ἣτις ὅμως ὀλίγον διαρκεῖ.

179. Πείραμα τῆς θραύσεως τῶν μαγνητῶν. — Ἡ ὑπαρξίς ἀμφοτέρων τῶν ῥευστῶν ἐν πᾶσι τοῖς μέρεσι τοῦ μαγνήτου ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Λαμβάνομεν πλεκτικὴν βελόνην χαλυβδίνην καὶ μαγνητίζομεν αὐτὴν διὰ προστρίψεως μετὰ τοῦ ἑτέρου τῶν πόλων μαγνήτου, ἔπειτα, ἀφοῦ βεβαιωθῶμεν περὶ τῆς ὑπάρξεως τῶν δύο πόλων καὶ τῆς οὐδετέρας γραμμῆς διὰ ῥινισμάτων σιδήρου, θραύομεν τὴν βελόνην κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς, ἢτοι κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς οὐδετέρας γραμμῆς. Ἐὰν δὲ παρουσιάσωμεν διαδοχικῶς τὰ δύο ἡμίση εἰς τοὺς πόλους κινητῆς βελόνης, παρατηροῦμεν ὅτι ἐκάτερον ἔχει δύο πόλους καὶ μίαν οὐδετέραν γραμμὴν. Ἐὰν δὲ θραύσωμεν ὁμοίως τοὺς νέους τούτους μαγνήτας εἰς δύο μέρη, εὐρίσκομεν εἰσέτι ὅτι ἐκάτερον τούτων εἶναι τέλειος μαγνήτης ἔχων δύο πόλους καὶ οὐδετέραν γραμμὴν, καὶ οὕτω καθεξῆς, ἐφ' ὅσον καὶ ἂν ἐξακολουθήσωμεν τὴν διαίρεσιν. Ἐντεῦθεν δὲ ἐξ ἀναλογίας συμπεραίνομεν ὅτι καὶ τὰ ἐλάχιστα μέρη τοῦ μαγνήτου περιέχουσιν ἀμφότερα τὰ ῥευστά.

180. Ἐνέργεια τῶν μαγνητῶν ἐπὶ πάντων τῶν σωμάτων. — Ὁ Κουλόμβος τὸ πρῶτον, ἔπειτα δὲ ὁ Λεβαλλίφος καὶ ὁ Βεκερέλος ἀπέδειξαν ὅτι οἱ μαγνηταὶ ἐνεργοῦσιν οὐ μόνον ἐπὶ τοῦ σιδήρου, τοῦ χάλυβος, τοῦ νικελίου, τοῦ κολβατίου καὶ τοῦ χρωμίου, ἀλλὰ καὶ ἐπὶ πάντων τῶν σωμάτων, ἀσθενῶς ὅμως. Διὰ λεπτοτάτων πειραμάτων ἀνεγνώρισαν οἱ ῥηθέντες ἐπιστήμονες ὅτι οὐσίαι τινὲς ἔλκονται ὑπὸ τῶν μαγνητῶν, ἄλλαι δὲ ἀπωθοῦνται. Αἱ πρῶται ἐκλήθησαν μαγνητικαί, αἱ δὲ δεύτεραι



*διαμαγνητικά*. Ἐκ τῶν πρώτων εἶναι ὁ χρυσός, ὁ ἄργυρος, ἡ ὕαλος, τὸ ξύλον κτλ. ἐκ τῶν δευτέρων τὸ βισμούθον, ὁ μόλυβδος, τὸ θεῖον, ὁ κηρός, τὸ ὕδωρ κτλ.

### Μέθοδοι μαγνητίσεως.

181. *Πηγαὶ μαγνητίσεως, κόρος.* — Αἱ διαφοραὶ πηγαὶ μαγνητίσεως εἶναι ἡ ἐπενέργεια τῶν ἰσχυρῶν μαγνητῶν, ὁ γήινος μαγνητισμός, καὶ ὁ ἠλεκτρισμός. Ἐνταῦθα θέλομεν ὁμιλήσει μόνον περὶ τῆς διὰ μαγνητῶν μαγνητίσεως, ἣτις γίνεται κατὰ τρεῖς μεθόδους, τὴν τῆς ἀπλῆς προστρίψεως, τὴν τῆς χωριστῆς προστρίψεως, καὶ τὴν τῆς διπλῆς προστρίψεως.

Οἷαςδήποτε δὲ καὶ ἂν γείνη χρῆσις μεθόδου εἰς μαγνήτισιν ῥάβδου ἐκ χάλυβος, ὑπάρχει ὄριόν τι τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως, ἣν αὕτη δύναται νὰ ἀποκτήσῃ, καὶ τὸ ὄριον τοῦτο ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ βαθμοῦ τῆς βαφῆς καὶ ἐκ τῆς δυνάμεως τῶν μαγνητῶν, δι' ὧν ἐγένετο ἡ μαγνήτισις. Ὅταν φθάσωμεν εἰς τὸ ὄριον τοῦτο, λέγομεν ὅτι ἡ ῥάβδος ἐμαγνητίσθη μέχρι κόρου. Ὅταν δὲ ἡ ῥάβδος μαγνητισθῇ ὑπὲρ τὸν κόρον, ἐπανέρχεται πάλιν εἰς αὐτὸν, καὶ τείνει μάλιστα νὰ καταβῇ ὑποκάτω, ἐὰν ἡ δύναμις αὐτοῦ δὲν διατηρηθῇ δι' ὀπλισμῶν, ὡς θέλομεν ἴδει μετ' ὀλίγον.

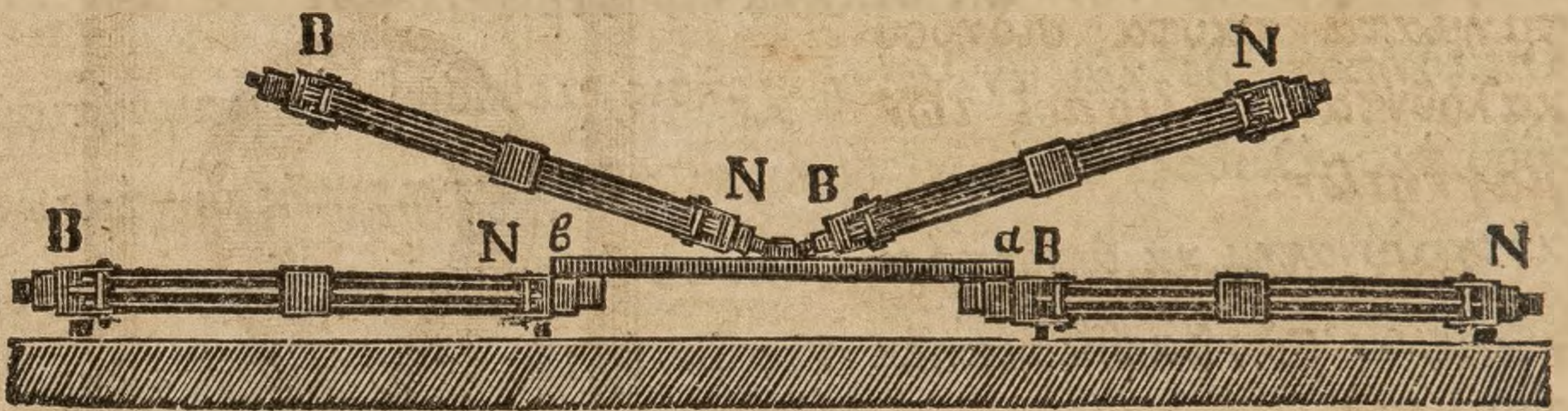
182. *Μέθοδος τῆς ἀπλῆς προστρίψεως.* — Ἡ μέθοδος αὕτη συνίσταται εἰς τὸ προστρίβειν τὸν πόλον ἰσχυροῦ μαγνήτου ἀπὸ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου, καὶ εἰς τὸ ἐπαναλαμβάνειν πολλάκις τὰς προστρίψεις πάντοτε κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Τὸ ἄκρον, τὸ ὁποῖον ὁ πόλος τοῦ κινητοῦ μαγνήτου καταλείπει τελευταῖον, λαμβάνει πόλον ἑτερόνυμον, τὸ δὲ ἕτερον ἄκρον ὁμώνυμον αὐτῷ. Ἡ μέθοδος αὕτη ἔχει μικρὰν δύναμιν μαγνητίσεως, καὶ διὰ τοῦτο δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ μόνον εἰς μικρὰς ῥάβδους· πρὸς δὲ τούτοις ἔχει τὸ ἐλάττωμα τοῦ ἀναπτύσσειν πολλάκις διάμεσα σημεῖα.

183. *Μέθοδος τῆς χωριστῆς προστρίψεως.* — Ἡ μέθοδος αὕτη συνίσταται εἰς τὸ νὰ τίθενται οἱ δύο ἀντίθετοι πόλοι δύο μαγνητῶν ἰσοδυνάμων ἐπὶ τοῦ μέσου τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου



καὶ νὰ προστρέβωνται συγχρόνως ἐκάτερος πρὸς τὸ ἐν τῶν ἄκρων τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου, κρατούμενοι κατακόρυφοι. Ἐπαναφέρεται ἔπειτα ἐκάτερος μαγνήτης πρὸς τὸ μέσον τῆς ῥάβδου, καὶ ἐπαναλαμβάνεται τὸ αὐτό. Μετὰ πολλὰς ὁμοίας προστρέψεις ἐπὶ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τῆς ῥάβδου, αὕτη μαγνητίζεται.

Ὁ Δουχαμέλ ἐτελειοποίησε τὴν μέθοδον ταύτην, θέτων τὰ δύο ἄκρα τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου ἐπὶ τῶν ἀντιθέτων πόλων δύο μαγνητῶν ἀκινίτων, ὧν ἡ ἐνέργεια προστίθεται εἰς τὴν τῶν κινητῶν μαγνητῶν, δι' ὧν γίνονται αἱ προστρέψεις. Ἡ δὲ σχετικὴ θέσις τῶν πόλων εἶναι ὡς ἐν τῷ σχήματι 83. Ἡ μέθοδος αὕτη παρέχει τὴν κανονικωτάτην μαγνήτισιν.



Σχ. 83.

184. Μέθοδος τῆς διπλῆς προστρέψεως. — Καὶ ἐν τῇ μεθόδῳ ταύτῃ οἱ δύο μαγνήται, δι' ὧν γίνονται αἱ προστρέψεις, τίθενται κατὰ τὸ μέσον τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου, τοὺς ἀντιθέτους πόλους ἀπέναντι ἔχοντες. Ἀλλ' ἀντὶ νὰ ὀλισθαίνωσι κατ' ἀντίθετον φεράν πρὸς τὰ ἄκρα αὐτῆς, διατηροῦνται εἰς σταθεράν ἀπόστασιν διὰ μικροῦ τμήματος ξύλου τεθειμένου μεταξύ αὐτῶν, καὶ προστρέβονται ὁμοῦ ἀπὸ τοῦ μέσου πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων, ἔπειτα ἀπὸ τούτου εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον, καὶ οὕτω καθεξῆς, ὥστε ἐκάτερον ἡμισυ τῆς ῥάβδου νὰ λάβῃ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν προστρέψεων.

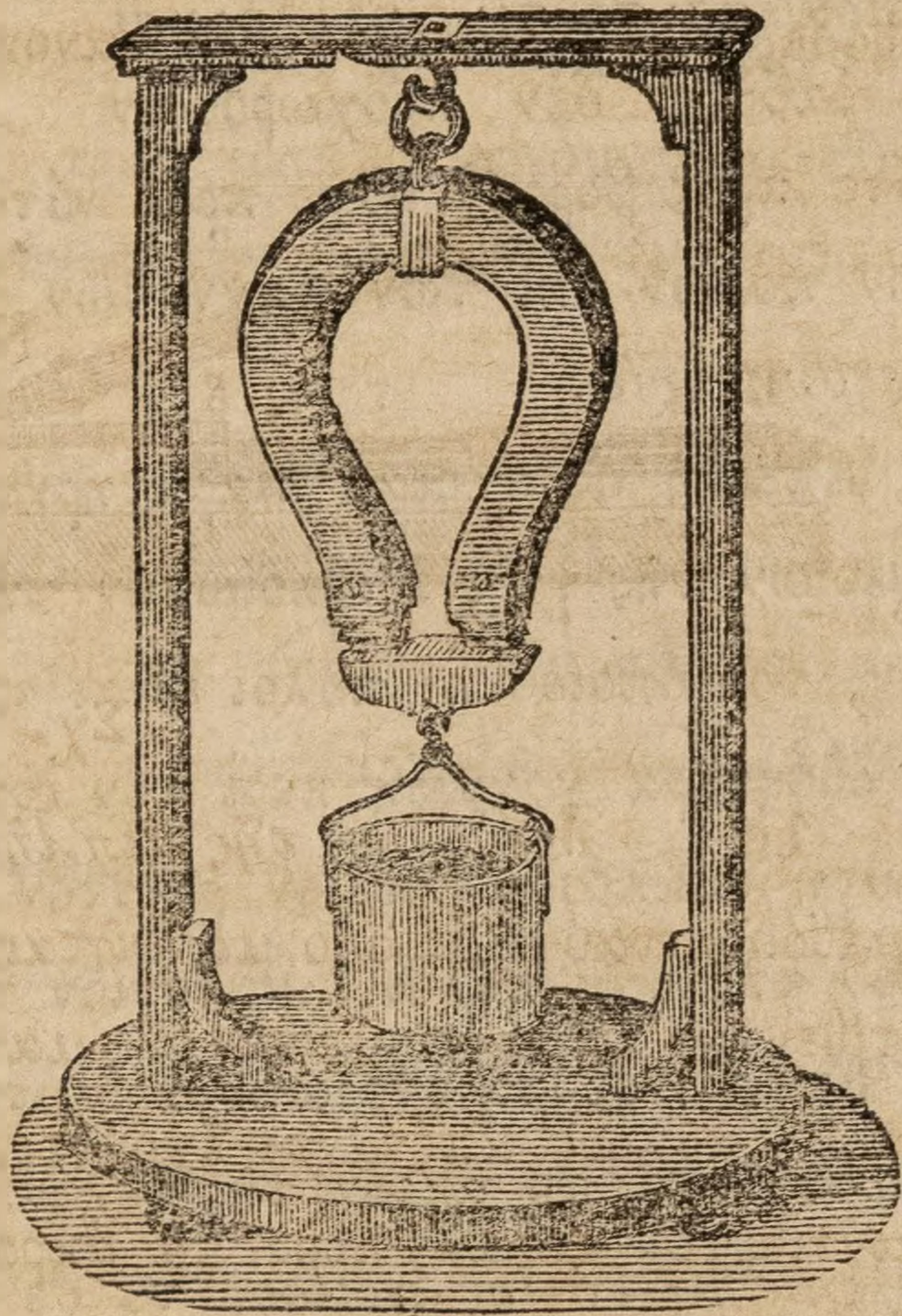
Ὁ Οἶπινος κατὰ τὸ 1758 ἐτελειοποίησε τὴν μέθοδον ταύτην, θέτων ὡς καὶ ἐν τῇ μεθόδῳ τῆς χωριστῆς προστρέψεως, δύο ἰσχυράς μαγνητικὰς ῥάβδους ὑπὸ τὴν μαγνητιστέαν, καὶ κλίνων τὰς κινητὰς ῥάβδους κατὰ γωνίαν 15 μέχρις 20 μαιρῶν. Οὕτω μαγνητίζονται μεγάλαι ῥάβδοι, ἀλλὰ συχνάκις παράγονται διάμεσα σημεῖα.



Παρατηρητέον δὲ ὅτι κατὰ πάσας τὰς μεθόδους τῆς μαγνητίσεως διὰ τῶν μαγνητῶν, οὔτοι οὐδὲν τῆς δυνάμεως αὐτῶν ἀποβάλλουσιν, ὅπερ δεικνύει ὅτι τὰ μαγνητικὰ ρευστὰ δὲν μεταβαίνουνσιν ἀπὸ τῆς μιᾶς εἰς τὴν ἄλλην ῥάβδον.

185. Ὀπλισμοὶ τῶν μαγνητῶν. — Ὅταν ῥάβδος μεμαγνητισμένη μέχρι κόρου ἀφεθῆ εἰς ἑαυτὴν, ἡ μαγνητικὴ αὐτῆς δύναμις τείνει νὰ ἐλαττωθῆ ὀλίγον κατ' ὀλίγον. Πρὸς ἀποφυγὴν τούτου τὰ δύο ἅκρα τοῦ μαγνήτου τίθενται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τμημάτων μαλακοῦ σιδήρου, τὰ ὅποια ἐγείροντα διηνεκῶς τὴν μαγνητικὴν δύναμιν, ἐμποδίζουσι τὴν ἐξασθένησιν, καὶ μάλιστα συντελοῦσιν εἰς τὴν αὐξήσιν αὐτῆς. Τὰ τμήματα ταῦτα σιδήρου καλοῦνται ὀπλισμοὶ τῶν μαγνητῶν.

186. Μαγνητικαὶ δέσμαι. — Ἐὰν ἐνωθῶσι πολλαὶ ῥάβδοι μεμαγνητισμέναι μέχρι κόρου ἐκ τῶν ὁμωνύμων πόλων, ἀποτελεῖται μαγνητικὴ δέσμη. Εἶναι δὲ αἱ μαγνητικαὶ δέσμαι ἢ εὐθύγραμμοι, ἢ ἐν σχήματι ἵππειου πετάλου. Αἱ τελευταῖαι, ὧν ἀμφότεροι οἱ πόλοι συγχρόνως ἐνεργοῦσι, δύνανται νὰ φέρωσι μεγάλα βάρη (σχ. 84.)



Σχ. 84.

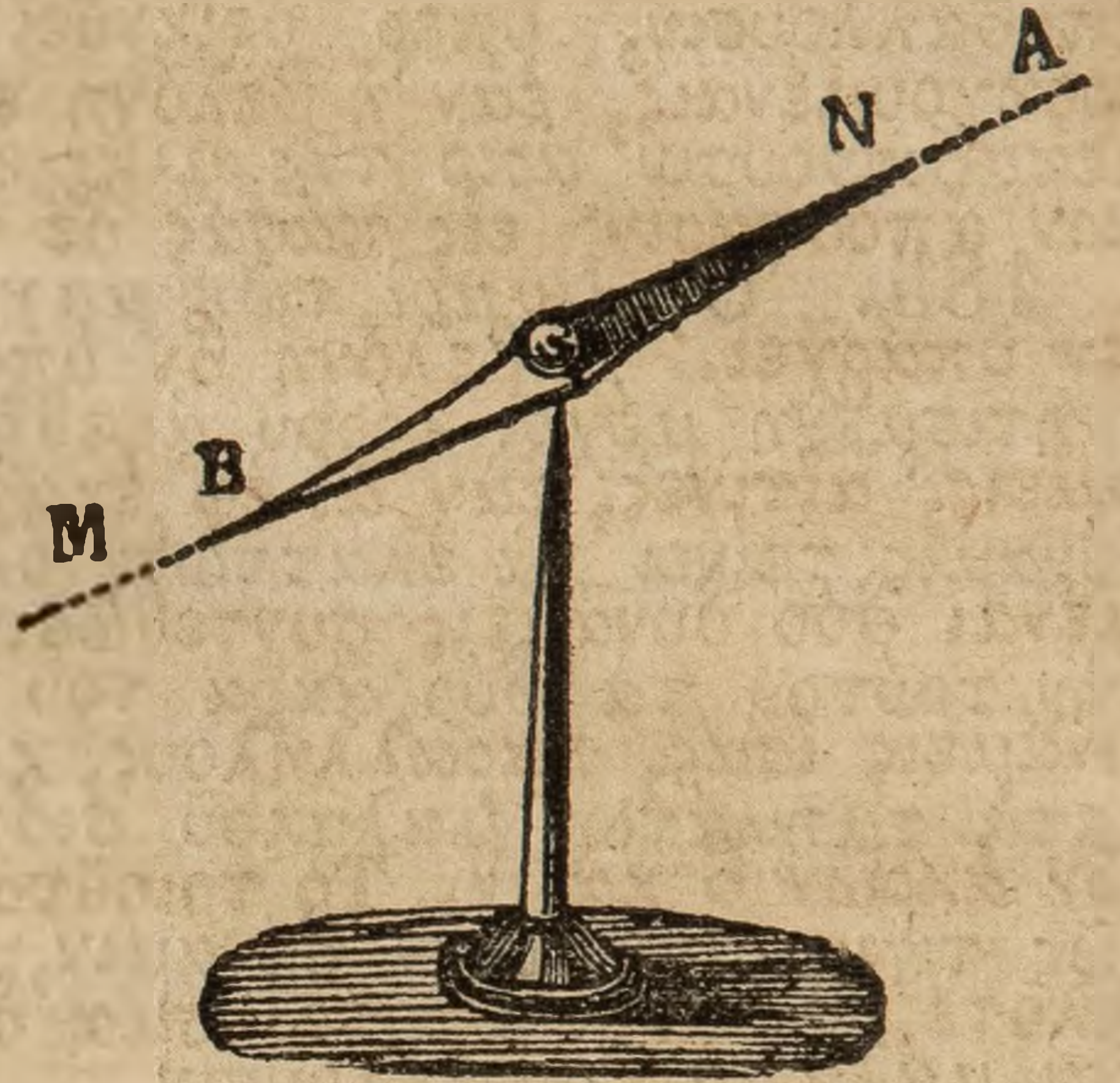
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

### Γήινος μαγνητισμός. — Πυξίδες.

187. Ἐνέργεια τῆς γῆς ἐπὶ τῶν μαγνητῶν. — Ὅταν μαγνητικὴ βελόνη εἶναι ἐξηρητημένη ἐκ νήματος, ἢ ὅταν εἶναι ἐστηριγμένη ἐπὶ στροφέως, περὶ ὃν δύναται νὰ στρέφηται ἐλευθέρως, (σχ. 85), παρατηροῦμεν ὅτι ἡ βελόνη αὕτη ἀντὶ νὰ



ἴσταται ἀδιαφόρως εἰς οἵανδήποτε θέσιν, ἐπὶ τέλους πάντοτε ἴσταται κατὰ μίαν καὶ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἥτις εἶναι περίπου ἢ ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον. Τὸ αὐτὸ θέλει συμβῆ, ἐὰν εἰς ἀγ-  
γεῖον πλήρες ὕδατος τεθῆ δίσκος φελλοῦ, καὶ ἐπὶ τούτου μαγνητικὴ βελόνη. Διότι ὁ φελλὸς ταλαντεύεται τὸ πρῶτον, ὅταν δὲ σταθῆ, ἡ διεύθυνσις τῆς βελόνης εἶναι πάλιν ἢ ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον. Παρατηρητέον δὲ ὅτι ἐν τῷ πειράματι τούτῳ ὁ φελλὸς καὶ ἡ ῥάβδος δὲν προχωροῦσιν οὔτε πρὸς βορρᾶν οὔτε πρὸς νότον. Ἄρα ἡ ἐνέργεια τῶν γηίνων πόλων ἐπὶ τῶν μαγνητῶν δὲν εἶναι ἐλκτικὴ, ἀλλὰ μόνον διευθυντηρία.



Σχ. 85.

Ἐπειδὴ δὲ ὅμοιαι παρατηρήσεις ἐγένοντο ἐπὶ πάντων τῶν σημείων τῆς γῆς, ἐξωμοίωσαν τὴν γῆν πρὸς μέγιστον μαγνήτην, τοῦ ὁποίου οἱ πόλοι εἶναι πλησίον τῶν γηίνων πόλων, ἡ δὲ οὐδετέρα γραμμὴ περὶ τὸν ἰσημερινόν. Ἐπὶ τῇ ὑποθέσει δὲ ταύτῃ ἐκάλεσαν βόρειον ῥευστὸν τὸ ἐπικρατοῦν κατὰ τὸν βόρειον τῆς γῆς πόλον, καὶ νότιον τὸ κατὰ τὸν ἀντίθετον πόλον.

Ἐπειδὴ δὲ τὰ ἐτερόνυμα ῥευστὰ ἔλκονται τὰ δὲ ὁμώνυμα ἀπωθοῦνται, τὸ ἄκρον τῆς βελόνης τὸ διευθυνόμενον πρὸς βορρᾶν ἐκλήθη νότιος πόλος, τὸ δὲ πρὸς νότον βόρειος.

188. Γηῖνον μαγνητικὸν ζεύγος. — Τὸ φαινόμενον τῆς διευθύνσεως τῆς μαγνητικῆς βελόνης ὑπὸ τῆς γῆς ἐξηγεῖται ὡς ἐξῆς. Ἐστω βελόνη τις ἔξηρητημένη ἐκ λεπτοῦ νήματος διερχομένου διὰ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς· ἐκάτερος τῶν πόλων αὐτῆς ὑπόκειται εἰς τὴν ἐνέργειαν τῶν πόλων B καὶ N τοῦ γηίνου μαγνήτου. Καὶ ὁ μὲν πόλος B παράγει δύο δυνάμεις ἐπὶ τῶν πόλων β καὶ ν, τὴν μὲν ἀπωστικὴν, τὴν δὲ ἐλκτικὴν, τὰς ὁποίας δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ὡς ἴσας καὶ παραλλήλους διὰ τὴν μεγάλην τῶν πόλων τῆς γῆς ἀπόστασιν. Ὁμοίως δὲ καὶ ὁ νότιος τῆς γῆς πόλος N παράγει δύο δυνάμεις ἐπὶ τῶν



πόλων  $\epsilon$  και  $\nu$ , τὴν μὲν ἑλκτικὴν, τὴν δὲ ἀπωστικὴν. Αἱ τελευταῖαι αὗται δύο δυνάμεις δύνανται νὰ εἶναι ἴσαι ταῖς δύο προηγουμέναις, ἐὰν ἡ βελόνη εὐρίσκηται εἰς ἴσην ἀπὸ τῶν πόλων ἀπόστασιν· εἰς πάσας δὲ τὰς ἄλλας θέσεις ἡ ἰσότης αὕτη δὲν ὑπάρχει. Ἡ βελόνη ἐν ὑπόκειται λοιπὸν εἰς τέσσαρας δυνάμεις, αἰτίνες, ἐὰν αἱ ἐφ' ἑκατέρου τῶν πόλων αὐτῆς ἐφηρμοσμένοι δύο δυνάμεις συντεθῶσιν εἰς μίαν, ἀνάγονται εἰς δύο δυνάμεις ἴσας, παραλλήλους, καὶ ἀντιθέτους, ἐφηρμοσμένας ἐπὶ τῶν ἄκρων  $\epsilon$  και  $\nu$ . Τὸ τοιοῦτο σύστημα καλεῖται, ὡς εἶπομεν ἄλλοτε, ζεύγος, ἀποτελεσμα δὲ θέλει ἔχει ἐν τῇ παρούσῃ περιστάσει νὰ περιστρέψῃ τὴν βελόνην, μέχρις οὗ αὕτη λάβῃ τὴν διεύθυνσιν τῶν δυνάμεων τοῦ ζεύγους· τότε δὲ αἱ δυνάμεις αὗται ὡς ἀντίθετοι καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν ἐνεργοῦσαι καταστρέφουσιν ἀλλήλας.

189. *Μαγνητικὸς μεσημβρινὸς, ἀπόκλισις.* — Εἶναι γνωστὸν ὅτι ἀστρονομικὸς μεσημβρινὸς τόπου τινος εἶναι τὸ ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον διὰ τοῦ τόπου τούτου καὶ τῶν πόλων τῆς γῆς, μεσημβρινὴ δὲ γραμμὴ ἡ τομὴ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου τούτου. Ὁμοίως δὲ ἐκλήθη μαγνητικὸς μεσημβρινὸς τόπου τινὸς τὸ κατακόρυφον ἐπίπεδον τὸ διερχόμενον ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ διὰ τῶν δύο πόλων μαγνητικῆς βελόνης κινητῆς, ἰσορροπούσης ἐπὶ κατακορύφου στροφέως.

Ἐπειδὴ δὲ ὁ μαγνητικὸς μεσημβρινὸς καὶ ὁ ἀστρονομικὸς ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ δὲν συμπίπτουσιν, καλεῖται ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἐν τόπῳ τινὶ ἡ γωνία, ἣν ἐν τῷ τόπῳ τούτῳ ἀποτελοῦσιν ὁ μαγνητικὸς καὶ ὁ ἀστρονομικὸς μεσημβρινὸς, ἢ ἀπλούστερον, ἡ γωνία ἡ ἀποτελουμένη ὑπὸ τῆς διευθύνσεως τῆς μαγνητικῆς βελόνης καὶ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς. Λέγεται δὲ ἡ ἀπόκλισις ἀνατολικὴ μὲν, ὅταν ὁ νότιος πόλος τῆς βελόνης εἶναι πρὸς ἀνατολὰς τοῦ ἀστρονομικοῦ μεσημβρινοῦ, δυτικὴ δὲ ὅταν πρὸς δυσμὰς αὐτοῦ.

190. *Μεταβολαὶ τῆς ἀποκλίσεως.* — Ἡ ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ ἐν τοῖς διαφόροις τῆς γῆς τόποις· οἷον ἐν μὲν τῇ Εὐρώπῃ καὶ τῇ Ἀφρικῇ εἶναι δυτικὴ,



έν δὲ τῇ Ἀμερικῇ καὶ τῇ Ἀσίᾳ ἀνατολική. Ὑπάρχουσι δὲ καὶ τόποι, έν οἷς δέν ὑπάρχει ἀπόκλισις, ὅπου δηλαδή ὁ ἀστρονομικός καὶ ὁ μαγνητικός μεσημβρινὸς συμπίπτουσι.

Ἄλλὰ καὶ έν τῷ αὐτῷ τόπῳ ἡ ἀπόκλισις πάσχει μεταβολάς, ὧν αἱ μὲν εἶναι αἰώνιοι ἢ ἡμερήσιοι, καὶ δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς κανονικαί, αἱ δὲ εἶναι ἀκανόνιστοι, καὶ καλοῦνται διαταράξεις. Αἱ αἰώνιοι μεταβολαὶ καλοῦνται οὕτω διότι ἡ περίοδος αὐτῶν διαρκεῖ ὀλοκλήρους αἰῶνας. Ἐν τῷ ἐξῆς πίνακι φαίνονται αἱ μεταβολαὶ, ἃς ὑπέστη ἡ ἀπόκλισις έν Παρισίοις ἀπὸ τοῦ 1580 μέχρι τοῦ 1860.

Ἔτη	Ἀποκλίσεις.	Ἔτη	Ἀποκλίσεις.
1580	11 <sup>0</sup> 30' πρὸς ἀνατολάς	1825	22 <sup>0</sup> 22' πρὸς δυσμάς
1618	8	1827	22 20
1663	0	1829	22 12
1700	8 10 πρὸς δυσμάς	1835	22 4
1780	19 55	1850	20 31
1805	22 5	1855	19 57
1814	22 34	1860	19 32

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου φαίνεται ὅτι ἡ ἀπόκλισις ἀπὸ τοῦ 1580 μετεβλήθη έν Παρισίοις ὑπὲρ τὰς 34 μοίρας, οὔσα δηλαδή τὸ πρῶτον ἀνατολική προέβαιεν ἐλαττουμένη, τὸ 1663 ἐμηδενίσθη, ἔπειτα ἐγένετο δυτικῆ, καὶ ἔφθασε τὴν μεγίστην αὐτῆς τιμὴν κατὰ τὸ 1814, ἔκτοτε δὲ ἤρχισε πάλιν νὰ ὀπισθοδρομῇ πρὸς ἀνατολάς.

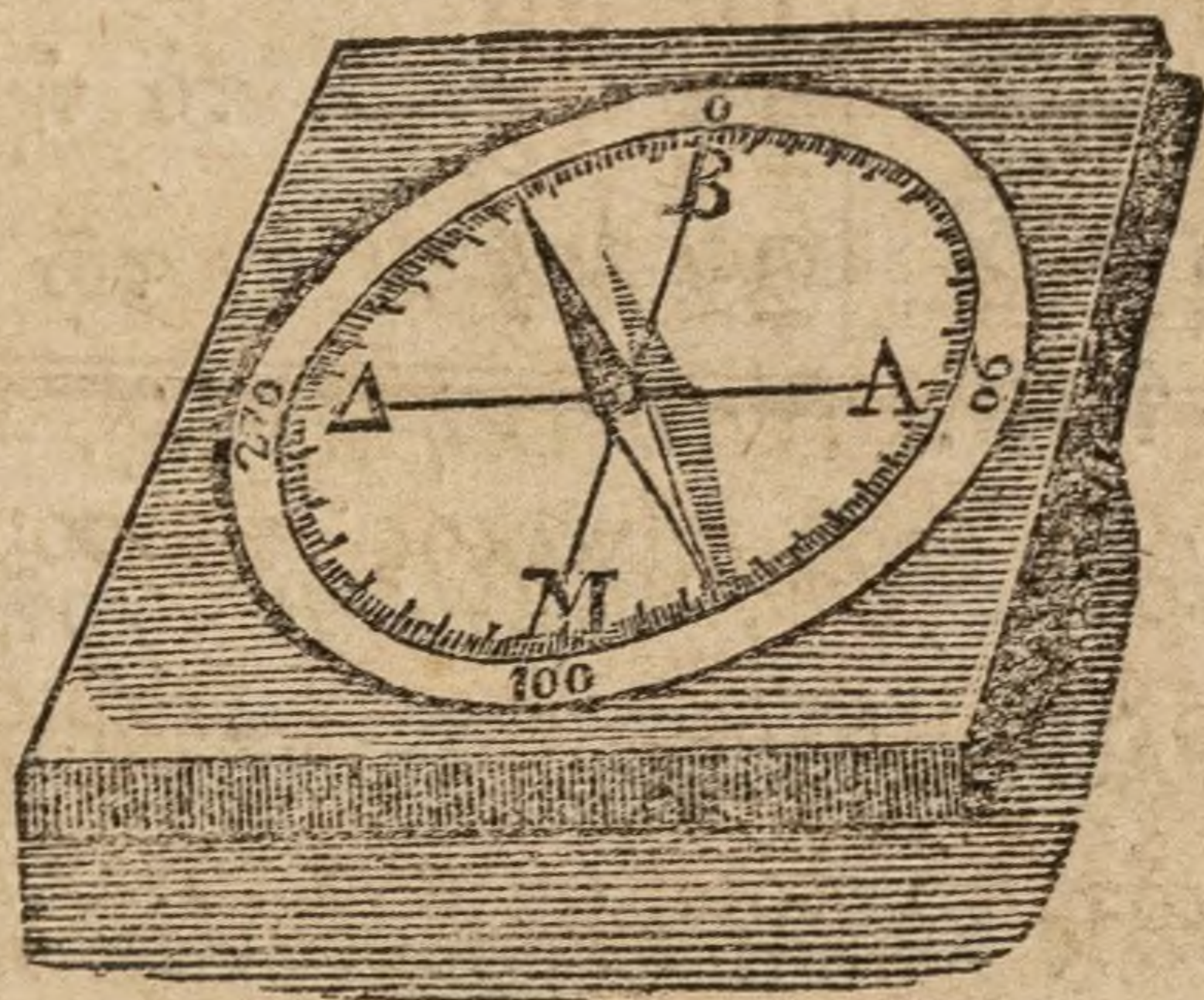
Αἱ δὲ ἡμερήσιοι μεταβολαὶ εἶναι λίαν μικραὶ, καὶ ἵνα παρατηρηθῶσι χρειάζονται βελόνας μακρὰ καὶ ἀκριβῆ ὄργανα. Κατὰ τὰ ἡμέτερα κλίματα τὸ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένον ἄκρον τῆς βελόνης κινεῖται καθ' ἐκάστην ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμάς ἀπὸ τῆς ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου μέχρι τῆς πρώτης ὥρας μετὰ μεσημβρίαν· ἔπειτα δὲ παλινδρομεῖ πρὸς ἀνατολάς, καὶ περὶ τὴν δεκάτην περίπου ὥραν μετὰ μεσημβρίαν ἀναλαμβάνει τὴν θέσιν, ἣν εἶχε τὴν πρῶταν. Τὴν δὲ νύκτα ἡ βελόνη μένει σχεδὸν στά-



σιμος· παρατηρεῖται ἐν τούτοις ἐλαχίστη τις πρὸς δυσμὰς κί-  
νησις. Ἡ ἔκτασις τῶν ἡμερησίων μεταβολῶν ἐν Παρισίοις δὲν  
εἶναι πάντοτε ἡ αὐτὴ, οὔσα κατὰ μέσον ὄρον ἐν τέταρτον  
μοίρας· ἐλαττοῦται δὲ ἀπὸ τῶν πόλων πρὸς τὸν ἰσημερινόν.

Τῶν δὲ διαταράξεων ἤτοι τῶν ἀκανονίστων μεταβολῶν τῆς  
ἀποκλίσεως αἷτια εἶναι τινὰ τῶν φυσικῶν φαινομένων, οἷον τὸ  
βόρειον σέλας, οἱ σεισμοὶ, αἱ ἐκρήξεις τῶν ἡφαιστίων, καὶ ἰδίως  
ἡ κατάσκηψις τοῦ κεραυνοῦ πλησίον τῆς βελόνης. Τὸ βόρειον  
σέλας ἐπενεργεῖ ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς  
βελόνης· διότι πολλάκις σέλας ὄρατόν κατὰ τὰ βορειότατα τῆς  
Εὐρώπης, ἀόρατον δὲ ἐν Παρισίοις, παρατρέπει τὴν ἐν τῇ  
πόλει ταύτῃ μαγνητικὴν βελόνην ὑπὲρ τὰ 20 λεπτά.

191. Πυξίς ἀποκλίσεως. — Τὸ ὄργανον, δι' οὗ μετρεῖται  
ἡ ἀπόκλισις, καλεῖται πυξίς ἀποκλίσεως. Συνίσταται δὲ (σχ.  
86) ἐξ ὀριζοντίου δίσκου, κατὰ τὸ κέντρον τοῦ ὁποίου ὑπάρχει  
στροφεὺς χαλύβδινος κατακόρυφος. Μαγνητικὴ βελόνη ἐλαφρο-  
τάτη στηρίζεται ἐπὶ τοῦ στροφέως τούτου διὰ τόρμου ἐξ ἀχά-  
του, καὶ δύναται οὕτω νὰ περι-  
στρέφηται ἐπὶ δίσκου, τοῦ ὁποίου  
ἡ περιφέρεια εἶναι διηρημένη εἰς  
μοίρας. Δύο διάμετροι ΒΜ καὶ  
ΑΔ, τεμνόμεναι κατ' ὀρθὰς γω-  
νίας, χρησιμεύουσιν εἰς προσ-  
ανατολισμὸν τῆς πυξίδος. Τοῦ  
ὀργάνου ταύτου γίνεται χρῆσις  
πρὸς μέτρησιν τῆς ἀποκλίσεως  
τόπου, τοῦ ὁποίου εἶναι γνωστὸς



Σχ. 86.

ὁ ἀστρονομικὸς μεσημβρινός, καὶ ἀντιστρόφως εἰς εὔρεσιν τοῦ  
μεσημβρινοῦ τούτου, ὅταν εἶναι γνωστὴ ἡ ἀπόκλισις.

α.) Πρὸς μέτρησιν τῆς ἀποκλίσεως ἀρκεῖ νὰ προσανατολί-  
σωμεν τὴν πυξίδα, ἤτοι νὰ θέσωμεν τὴν διάμετρον ΒΜ εἰς τὸ  
ἐπίπεδον τοῦ ἀστρονομικοῦ μεσημβρινοῦ, στρέφοντες τὸ ἄκρον  
Β πρὸς βορρᾶν. Τότε δὲ ἐπὶ τῶν διαιρέσεων τοῦ κύκλου ἀνα-  
γινώσκομεν τὴν γωνίαν, ἣν ἀποτελεῖ ἡ βελόνη μετὰ τῆς δια-  
μέτρου ΒΜ· ἡ γωνία δὲ αὕτη εἶναι ἡ ἀπόκλισις.



β.) Πρὸς εὐρεσιν τοῦ ἀστρονομικοῦ μεσημβρινοῦ τόπου τινὸς, τοῦ ὁποίου εἶναι γνωστὴ ἡ ἀπόκλισις, στρέφομεν τὴν πυξίδα μέχρῃς οὗ ἡ γωνία ἡ ἀποτελουμένη ὑπὸ τῆς βελόνης καὶ τῆς διαμέτρου BM γείνη ἴση τῇ γωνίᾳ τῆς ἀποκλίσεως τοῦ τόπου. Ἡ διάμετρος BM εὐρίσκεται τότε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ ἀστρονομικοῦ μεσημβρινοῦ.

192. Μέθοδος τῆς ἀναστροφῆς. — Αἱ ἐνδείξεις τῆς πυξίδος δὲν εἶναι ἀκριβεῖς ἢ ὅταν ὁ μαγνητικὸς ἄξων τῆς βελόνης συμπίπτῃ μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ σχήματος αὐτῆς. Ἐπειδὴ δὲ τοῦτο ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον δὲν ὑπάρχει, πρὸς διόρθωσιν τοῦ προκύπτοντος λάθους γίνεται χρῆσις τῆς μεθόδου τῆς ἀναστροφῆς. Συνίσταται δὲ αὕτη εἰς τὸ νὰ γίνωνται δύο παρατηρήσεις, στηριζομένης τῆς βελόνης διαδοχικῶς ἐφ' ἑκατέρας τῶν ἐδρῶν αὐτῆς. Ὑποθεθῆσθω δὲ ὅτι ἡ κατὰ τὴν πρώτην παρατήρησιν εὑρεθεῖσα ἀπόκλισις εἶναι  $22^\circ$ , κατὰ δὲ τὴν δευτέραν  $20^\circ$ . εἶναι φανερόν ὅτι ἡ πρώτη ἀπόκλισις εἶναι μείζων τῆς ἀληθοῦς, ἡ δὲ δευτέρα ἐλάσσων. Ἐπειδὴ δὲ τὸ πλεόν καὶ τὸ μείον εἶναι ἴσα, πρὸς εὐρεσιν τῆς ἀληθοῦς ἀποκλίσεως ἀρκεῖ νὰ λάβωμεν τὸν μέσον ὄρον, ἥτοι τὸ ἡμιᾶθροισμα τῶν δύο παρατηρήσεων. οὕτω δὲ εὐρίσκομεν ἐν τῷ ἡμετέρῳ παραδείγματι  $21^\circ$ .

193. Ναυτικὴ πυξίς. — Ἡ ναυτικὴ πυξίς εἶναι πυξίς ἀποκλίσεως, ἧς κάμνουσι χρῆσιν οἱ ναυτικοὶ πρὸς διεύθυνσιν τῶν πλοίων. Τίθεται δὲ αὕτη κατὰ τὴν πρύμνην τοῦ πλοίου, καὶ ὁ δίσκος αὐτῆς σύγκειται ἐκ λεπτοῦ φύλλου τάλκου κεκαλυμμένου ὑπὸ κύκλου χάρτου, ἐφ' οὗ εἶναι σεσημειωμένοι οἱ διάφοροι ἄνεμοι. Ὁ δίσκος οὗτος εἶναι κεκολλημένος ἐπὶ τῆς ἀνωτέρας ἐπιφανείας τῆς βελόνης καὶ στρέφεται μετ' αὐτῆς ἐνώπιον γραμμῆς καλουμένης γραμμῆς πίστεως, ἧς ἡ διεύθυνσις εἶναι παράλληλος τῇ τρόπιδι τοῦ πλοίου καὶ δεικνύσται ὑπὸ δύο σημείων κεχαραγμένων ἐπὶ τῶν χειλέων τῆς πυξίδος. Εἶναι δὲ ἡ ναυτικὴ πυξίς ἐξηρητημένη οὕτως, ὥστε νὰ μένη ὀριζόντιος καὶ σαλεύοντος τοῦ πλοίου.

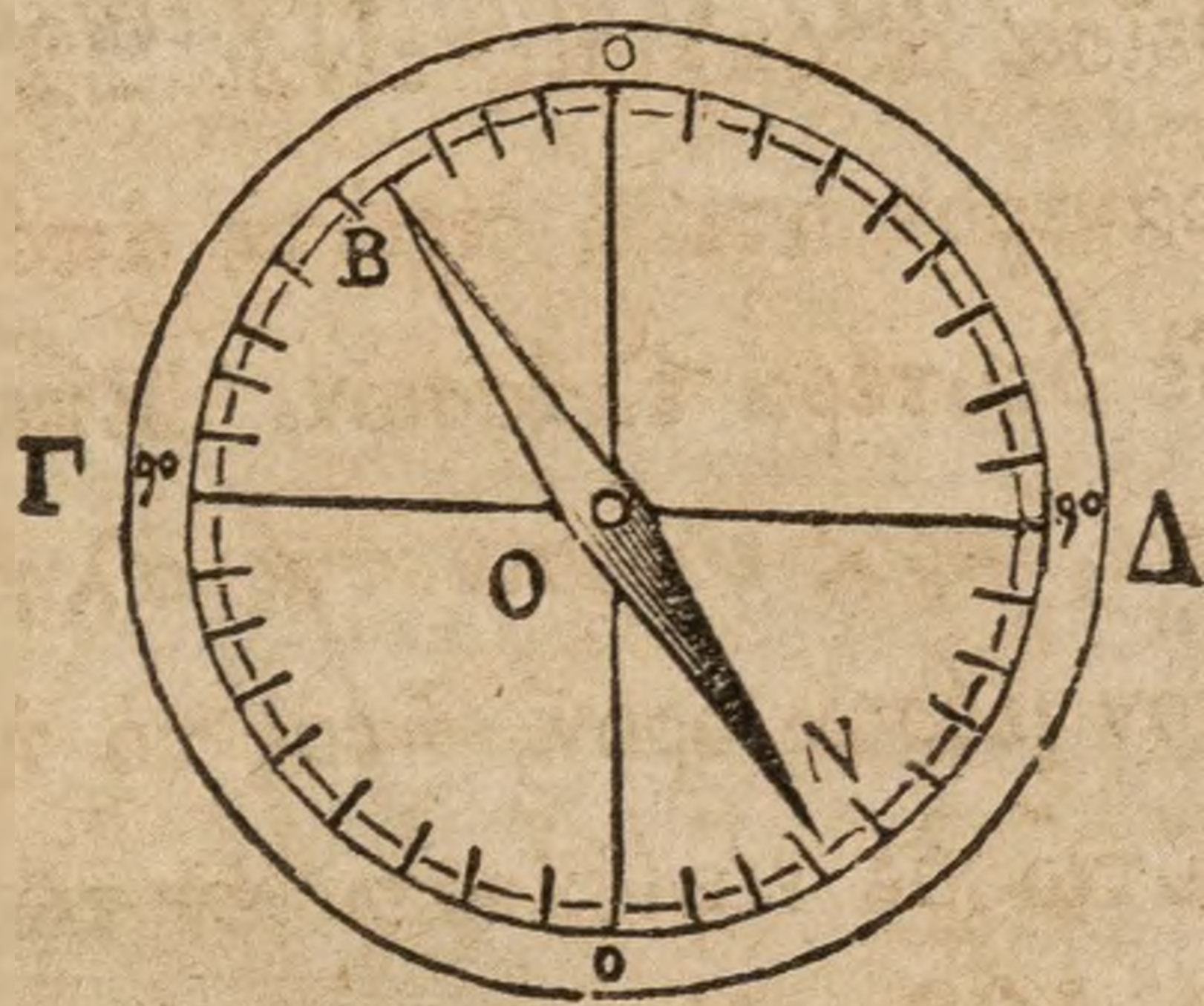
194. Ἐγκλίσις. — Ὅταν μαγνητικὴ βελὼνη στηρίζηται ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ βάρους αὐτῆς ἐπὶ ἄξονος ὀριζοντίου, ὥστε νὰ



δύναται νὰ κινῆται ἐλευθέρως ἐν κατακορύφῳ ἐπιπέδῳ, παρατηρεῖται ὅτι δὲν μένει ὀριζοντία, ἀλλ' ὁ νότιος αὐτῆς πόλος ἐν τῷ ἡμετέρῳ ἡμισφαιρίῳ κλίνει ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα πρὸς τὸν βόρειον τῆς γῆς πόλον· ἐν δὲ τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ συμβαίνει τὸ ἐναντίον, ἐκεῖ δηλαδὴ ὁ κλίνων ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα εἶναι ὁ βόρειος τῆς βελόνης πόλος.

Ὅταν τὸ ἐπίπεδον, ἐν ᾧ κινεῖται ἡ μαγνητικὴ βελόνη, συμπίπτῃ μετὰ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, ἡ μικροτέρα τῶν δύο γωνιῶν, ἃς ἀποτελεῖ τὸ κατώτερον ἄκρον τῆς βελόνης μετὰ τῆς ὀριζοντίας γραμμῆς καλεῖται ἔγκλισις. Οἷον ἐν τῷ σχήματι 87 ἔγκλισις εἶναι ἡ γωνία ΔΟΝ, ἣν ἀποτελεῖ τὸ κατώτερον ἡμισυ τῆς βελόνης μετὰ τῆς ὀριζοντίας γραμμῆς ΓΔ.

Ἐν παντὶ ἄλλῳ ἐπιπέδῳ ἐκτὸς τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ ἡ ἔγκλισις αὐξάνει, καὶ εἶναι  $90^\circ$  ἐν τῷ ἐπὶ τὸν μεσημβρινὸν τοῦτον καθέτῳ ἐπιπέδῳ. Διότι ἐν τῇ θέσει ταύτῃ, εἴαν ἡ μαγνητικὴ τῆς γῆς ἐνέργεια ἀναλυθῇ εἰς δύο δυνάμεις, τὴν μὲν ὀριζόντιον, τὴν δὲ κατακόρυφον, ἡ μὲν καταστρέφεται ὀλόκληρος ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἄξονος, ἡ δὲ καθιστᾷ τὴν βελόνην κατακόρυφον.



Σχ. 87.

Ἡ ἔγκλισις ὡς καὶ ἡ ἀπόκλισις μεταβάλλεται ἐν τοῖς διαφοροῖς τόποις, ἀλλὰ κατὰ νόμον μᾶλλον ὠρισμένον. Διότι πλησίον τοῦ βορείου πόλου τῆς γῆς παρατηροῦνται σημεῖα, ὧν ἡ ἔγκλισις εἶναι  $90^\circ$ . Ἐπειτα ἐκεῖθεν ἐλαττοῦται μετὰ τοῦ πλάτους μέχρι τοῦ ἰσημερινοῦ, ὅπου εἶναι μηδέν, ποῦ μὲν ἐπ' αὐτοῦ τοῦ ἰδίου, ποῦ δὲ ἐπὶ σημείων ὀλίγον ἀπ' αὐτοῦ ἀπεχόντων. Ἐν δὲ τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ ἡ ἔγκλισις ἀναφαίνεται, ἀλλ' ἀντιθέτως· ἐκεῖ δηλονότι ὁ ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα καταβαίνων πόλος τῆς βελόνης εἶναι ὁ βόρειος.

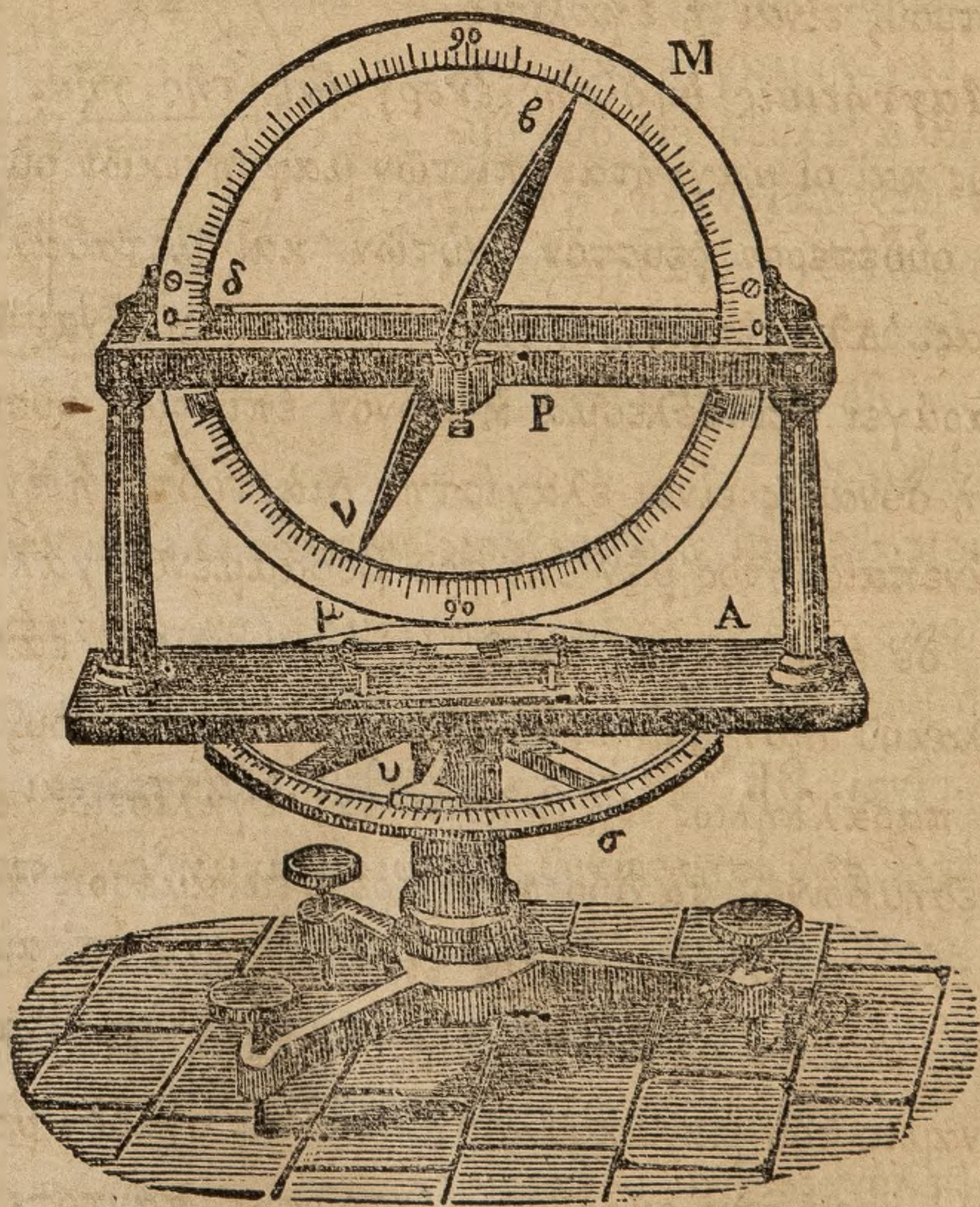
Ἐκλήθη μαγνητικὸς ἰσημερινὸς ἡ γραμμὴ ἡ διερχομένη διὰ τῶν σημείων, ὅπου ἡ ἔγκλισις εἶναι μηδέν, καὶ μαγνητικοὶ πόλοι τὰ σημεῖα, καθ' ἃ ἡ ἔγκλισις εἶναι  $90^\circ$ . Κατὰ δὲ τὰς



παρατηρήσεις τοῦ Δουπερρέ ὁ μαγνητικὸς ἰσημερινὸς τέμνει τὸν γήινον εἰς δύο σημεία ἐκ διαμέτρου σχεδὸν ἀντικείμενα, ἐξ ὧν τὸ μὲν κεῖται ἐν τῷ Εἰρηνικῷ ὠκεανῷ, τὸ δὲ ἐν τῷ Ἀτλαντικῷ. Φαίνεται δὲ ὅτι τὰ σημεία ταῦτα δὲν εἶναι σταθερά, ἀλλὰ μετακινουῦνται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς. Πόλοι δὲ μαγνητικοὶ ὑπάρχουσι δύο, ὁ μὲν ἐν τῷ βορείῳ ἡμισφαιρίῳ πλησίον τῆς νήσου Μελβίλλης, εἰς πλάτος  $74^{\circ} 27'$ , ὁ δὲ ἐν τῷ νοτίῳ ἡμισφαιρίῳ ἐπὶ τῆς Βικτωρίας γῆς πρὸς δυσμᾶς τοῦ ἠφαιστείου Ἐρέβους, εἰς πλάτος  $77^{\circ}$  περίπου.

Ἡ ἔγκλισις μεταβάλλεται καὶ ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ μετὰ τοῦ χρόνου. Κατὰ τὸ 1671 ἦτον ἐν Παρισίοις  $75^{\circ}$ , ἔκτοτε δὲ ἐξηκολούθησεν ἐλαττουμένη, καὶ τὸ 1860 ἦτο  $66^{\circ} 11'$ . Ἡ δὲ ἔτησιᾶ ἐλάττωσις εἶναι περίπου τριῶν λεπτῶν.

195. Πυξίς ἐγκλίσεως. — Ἡ πυξίς αὕτη εἶναι ὅλη χαλκῆ



Σχ. 88.

καὶ συνίσταται κατὰ πρῶτον ἐξ ὀριζοντίου κύκλου σ διηρημένην εἰς μοίρας ἔχοντος τὴν περιφέρειαν, καὶ στηριζομένου ἐπὶ τριῶν



ἰσοπεδωτικῶν κοχλιῶν (σχ. 88). Ἐπὶ τοῦ κύκλου τούτου στηρίζεται πλάξ τις Α κινητὴ περὶ ἄξονα κατακόρυφον καὶ φέρουσα διὰ δύο στύλων δεύτερον κύκλον διηρημένον εἰς μοίρας τὸν Μ, δι' οὗ μετρεῖται ἡ ἔγκλισις. Πλαίσιόν τι Ρ ὑποστηρίζει τὴν μαγνητικὴν βελόνην νβ, καὶ ὑδροστάτης μ. χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ γίνηται ὀριζόντιος διὰ τῶν ἰσοπεδωτικῶν κοχλιῶν ἢ διὰ τῶν δύο μηδενικῶν τοῦ κύκλου Μ διερχομένη διάμετρος.

Ἴνα παρατηρήσωμεν διὰ τοῦ ὀργάνου τούτου τὴν ἔγκλισιν, προσδιορίζομεν κατὰ πρῶτον τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν, ὅπερ γίνεται στρεφομένης τῆς πλακὸς Α ἐπὶ τοῦ κύκλου σ μέχρις οὗ ἡ βελὸνὴ γείνη κατακόρυφος. Τότε δὲ αὕτη εὐρίσκεται ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν (194). Στρέφοντες τότε τὴν πλάκα Α 90 μοίρας ἐπὶ τοῦ κύκλου σ, ἄγομεν τὸν κύκλον Μ εἰς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν. Ἡ γωνία δΓν, ἣν ἀποτελεῖ τότε ἡ μαγνητικὴ βελὸνὴ μετὰ τῆς ὀριζοντίας διαμέτρου, εἶναι ἡ ἔγκλισις.

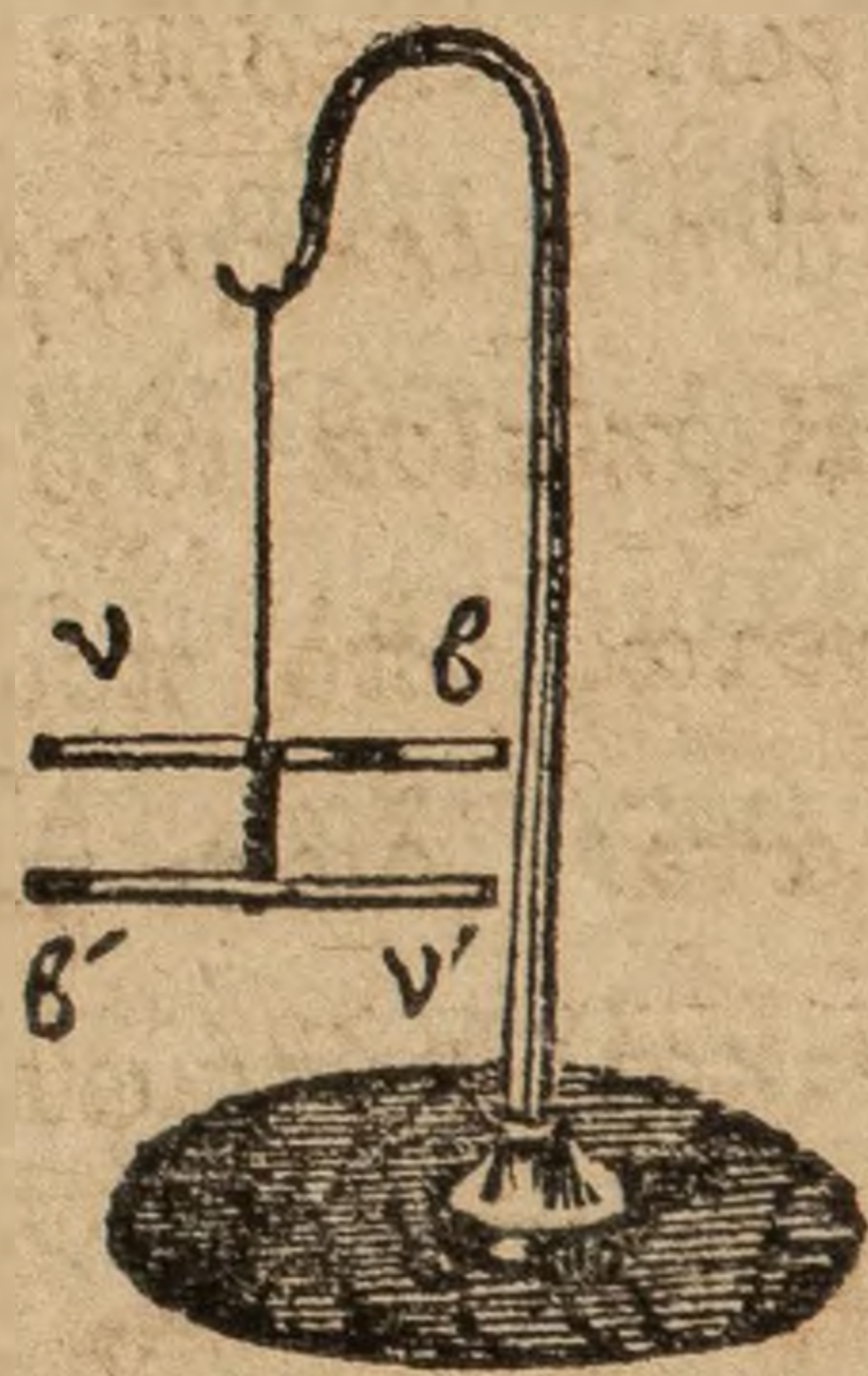
196. *Μαγνήτισις ὑπὸ τῆς ἐνεργείας τῆς γῆς.* — Ἡ γῆ ἐνεργεῖ ὅπως καὶ οἱ μαγνηταὶ ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν οὐσιῶν, ἥτοι ἀναλύει τὸ οὐδέτερον ῥευστὸν αὐτῶν καὶ μεταβάλλει αὐτὰς εἰς μαγνήτας. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ ἐπενέργεια αὕτη εἶναι λίαν ἀσθενῆς, δὲν παράγει ἀποτέλεσμα ἢ μόνον ἐπὶ τῶν οὐσιῶν, ὧν ἡ συντηρητικὴ δύναμις εἶναι ἐλαχίστη. Διὰ τοῦτο ἡ ἐνέργεια τῆς γῆς εἶναι ἀνεπαίσθητος μὲν ἐπὶ τοῦ βεβαμμένου χάλυβος, λίαν καταφανῆς δὲ ἐπὶ τοῦ μαλακοῦ σιδήρου. Διότι ἐὰν λάβωμεν ῥάβδον μαλακοῦ σιδήρου, μήκους 1 μέτρου περίπου, καὶ θέσωμεν αὐτὴν παραλλήλως τῇ βελόνῃ τῆς ἐγκλίσεως ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ, τὰ δύο αὐτῆς ῥευστὰ ἀμέσως ἀναλύονται, καὶ σχηματίζεται νότιος πόλος εἰς τὸ ἄκρον τὸ ἐστραμμένον πρὸς βορρᾶν, βόρειος δὲ εἰς τὸ ἕτερον. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἡ συντηρητικὴ δύναμις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου εἶναι σχεδὸν μηδὲν, ἀρκεῖ νὰ ἀναστρέψωμεν τὴν ῥάβδον, κρατοῦντες πάντοτε αὐτὴν ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ, καὶ ἀμέσως ἀμφότεροι οἱ πόλοι ἀναστρέφονται. Ἄλλ' ἐὰν, ἐν ᾧ ἡ σιδηρᾶ ῥάβδος ὑπάρχει ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς γῆτινῆς σφαίρας, σφυρηλατήσωμεν τὸ ἕτερον



αὐτῆς ἄκρον, μεταδίδομεν εἰς αὐτὴν συντηρητικὴν τινὰ δύναμιν, δι' ἣν οἱ μαγνητικοὶ πόλοι δύνανται νὰ διαρκέσωσιν ἐπὶ τινὰ χρόνον. Σημειωτέον δὲ ὅτι ἡ στρέψις, ἡ ὀξειδωσις, ἡ ἐνέργεια τῆς ρίνης, καὶ σχεδὸν πᾶσαι αἱ μηχανικαὶ καὶ χημικαὶ ἐνέργειαι παράγουσιν ἐπὶ τοῦ μαλακοῦ σιδήρου τὸ αὐτὸ καὶ ἡ σφυρηλασία ἀποτέλεσμα, δηλονότι ἀναπτύσσουσι συντηρητικὴν τινὰ δύναμιν.

197. Βελόνη ἀστατική καὶ σύστημα ἀστατικόν. — Καλεῖται βελόνη ἀστατική ἐκείνη, ἐφ' ἧς ἡ μαγνητικὴ τῆς γῆς ἐνέργεια καταστρέφεται. Τοιαύτη δὲ εἶναι βελόνη κινητὴ περὶ ἄξονα κείμενον ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ παράλληλον τῇ βελόνῃ τῆς ἐγκλίσεως. Διότι τότε ἐν πάσῃ τῆς βελόνης θέσει ἡ ἐνέργεια τοῦ γήινου μαγνητικοῦ ζεύγους καταστρέφεται ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἄξονος.

Σύστημα δὲ ἀστατικόν εἶναι ἡ ἔνωσις δύο βελονῶν ἰσοδυνάμων, παραλλήλων, καὶ τοὺς ἀντιθέτους πόλους ἀπέναντι ἔχουσῶν (σχ. 89). Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι, ἐὰν αἱ δύο βελόναὶ εἶναι τῆς αὐτῆς ἀκριβῶς δυνάμεως, αἱ ἐφ' ἑκατέρας τούτων τῆς γῆς ἐνέργειαι εἶναι ἴσαι καὶ ἀντίθετοι, καὶ διὰ τοῦτο καταστρέφουσιν ἀλλήλας.



Σχ. 89.



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ.

## ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

## Θεμελιώδεις ἀρχαί.

198. *Πρῶτα φαινόμενα.* — Ὁ φιλόσοφος Θαλῆς ἤδη ἐγνώριζε τὴν ιδιότητα, ἣν ἔχει τὸ ἤλεκτρον, τριβόμενον νὰ ἔλκη τὰ ἐλαφρὰ σώματα, οἷον ἄχυρα, πτίλα, μικρὰ μετάλλινα πέταλα, καὶ πὰ τοιαῦτα. Ὁ δὲ Γιλβέρτος κατὰ τὸ 1600 παρετήρησεν ὅτι καὶ ἄλλα σώματα ἔχουσι τὴν αὐτὴν ιδιότητα, οἷον ἡ ὑάλος, ἡ ῥητίνη, τὸ θεῖον κτλ. Ἡ αἰτία τῶν φαινομένων τούτων ἀπεδόθη εἰς ἰδιαίτερόν τι φυσικὸν αἴτιον, τὸ ὁποῖον ἐκλήθη *ἡλεκτρισμός*.

Ἡ ῥηθεῖσα ιδιότης τοῦ ἡλέκτρον, τῆς ὑάλου, καὶ τῆς ῥητίνης φαίνεται ὑπὸ πρῶτην ἔποψιν ὅτι δὲν ἀνήκει εἰς πάντα τὰ σώματα· διότι μεταλλίνη ράβδος κρατούμενη ἐν τῇ χειρὶ, ὅσον καὶ ἂν τριβθῆ δὲν ἀποκτᾷ τὴν ιδιότητα τῶν ἔλκειν τὰ ἐλαφρὰ σώματα, ἢ ὡς τότε λέγουσιν, δὲν *ἡλεκτριζέται*. Διὰ τοῦτο ἄλλοτε οἱ φυσικοὶ εἶχον διαίρεσει τὰ σώματα εἰς δύο τάξεις, τὰ ἡλεκτριζόμενα διὰ τῆς τριβῆς, τὰ ὁποῖα ἐκάλεσαν *ἡλεκτρικά*, καὶ τὰ μὴ ἡλεκτριζόμενα ἐν ταῖς αὐταῖς περιστάσεσι, τὰ ὁποῖα ἐκάλεσαν *μὴ ἡλεκτρικά*.

199. *Πείραμα τοῦ Γραίη.* — Τοιαύτη ἦτον ἡ κατάστασις τῆς ἐπιστήμης μέχρι τῆς ἀρχῆς τοῦ 18<sup>ου</sup> αἰῶνος, ὅτε κατὰ τὸ 1727 ὁ Γραίης ἀνεκάλυψε ἀξιοσημεῖωτόν τι φαινόμενον. Τρίβων ὑάλινον σωλῆνα φέροντα εἰς τὸ ἀντίθετον τοῦ ἐν τῇ χειρὶ κρατουμένου ἄκρου σώμα ἐξ ἐκείνων, τὰ ὁποῖα τριβῆ δὲν ἠδύναντο νὰ ἡλεκτρίσῃ, δηλαδὴ πῶμα ἐκ φελλοῦ, καὶ πλησιάσας τυχαίως τὸν φελλὸν τοῦτον εἰς ἐλαφρὰ σώματα, παρετήρησε μετ’



ἐκπλήξεως ὅτι εἶλκοντο ὑπ' αὐτοῦ. Ἐμπήξας δὲ ἔπειτα ἐπὶ τοῦ φελλοῦ μετάλλινόν τι στέλεχος, παρετήρησεν ὅτι καὶ τοῦτο ἠλεκτρίζετο ὡς ὁ φελλός. Ἐξακολουθῶν δὲ τὰ πειράματα ὁ Γραίης ἀνεγνώρισεν ὅτι τὴν ιδιότητα τοῦ ἔλκειν τὰ ἐλαφρὰ σώματα ἐλάβανον ἐν ταῖς αὐταῖς περιστάσεσι πάντα τὰ μέρη μεταλλίνου σύρματος 886 ποδῶν μήκους, ἐξηρτημένου ἐκ νήματος μετάξης.

200. *Ἡλεκτρικὸν ρευστόν.* — Ἐνεκα τῆς ιδιότητος, ἣν ἔχει ὁ ἠλεκτρισμὸς νὰ διαχέηται ἐπὶ τινων σωμάτων καὶ νὰ καταλαμβάνῃ ὅλην αὐτῶν τὴν ἔκτασιν, ὅσον μεγάλη καὶ ἂν εἶναι, οἱ φυσικοὶ ἐξωμοίωσαν τὸν ἠλεκτρισμὸν πρὸς ρευστόν τι, τὸ ὁποῖον ἐκλήθη *ἠλεκτρικὸν ρευστόν*.

201. *Καλοὶ καὶ κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.* — Δοκιμαζομένων διαδοχικῶς τῶν διαφόρων σωμάτων, τὸ πείραμα τοῦ Γραίη ἐπετύγγανε μὲν μετὰ πάντων τῶν σωμάτων, τὰ ὁποῖα ἕως τότε δὲν ἠδύναντο νὰ ἠλεκτρισθῶσι διὰ τῆς τριβῆς, ἀπετύγγανε δὲ μετὰ πάντων τῶν λοιπῶν. Ὑπάρχουσι λοιπὸν σώματα, οἷον τὰ μέταλλα, τὰ ὁποῖα τιθέμενα εἰς ἐπαφὴν μετ' ἠλεκτρισμένων σωμάτων, ἠλεκτρίζονται καθ' ὅλην αὐτῶν τὴν ἔκτασιν, καὶ ἄλλα, οἷον ἡ ῥητίνη, τὰ ὁποῖα δὲν διαδίδουσι τὸν ἠλεκτρισμὸν, ἀλλὰ λαμβάνουσιν αὐτὸν εἰς ἐκεῖνα μόνον τὰ μέρη, τὰ ὁποῖα ἐτρίβησαν, ἢ ἦλθον εἰς ἐπαφὴν μετ' ἄλλου ἠλεκτρισμένου σώματος. Τὰ πρῶτα καλοῦνται *καλοὶ ἀγωγοὶ* τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, τὰ δὲ ἄλλα *κακοὶ ἀγωγοί*.

Οἱ κάλλιστοι ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι τὰ μέταλλα, ὁ γραφίτης, ὁ λιθάνθραξ (coke), ὁ καλῶς πεφρυγμένος ξυλάνθραξ, ἔπειτα δὲ αἱ τῶν ἀλάτων διαλύσεις, ὧν ἡ ἀγωγὸς δύμις εἶναι πολὺ μικροτέρα τῆς τῶν μετάλλων, τὸ ὕδωρ ἐν ἀτμώδει καὶ ἐν ὑγρᾷ καταστάσει, τὸ ἀνθρώπινον σῶμα, τὰ φυτὰ, καὶ πάντα τὰ κάθυγρα σώματα. Κακοὶ δὲ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι τὸ θεῖον, ἡ ῥητίνη, τὸ λάκειον κόμμι, ἡ γουταπέρκα, ἡ μέταξα, ἡ ὕαλος, οἱ πολύτιμοι λίθοι, ὁ μὴ πεφρυγμένος ἀνθραξ, τὰ ἔλαια, καὶ τὰ ξηρὰ αἲρια. Ἀλλὰ τὸ ἠλεκτραγωγὸν τῶν σωμάτων ἐξαρτᾶται οὐ μόνον ἐκ τῆς οὐσίας, ἐξ ἧς



συνίστανται, ἀλλὰ προσέτι καὶ ἐκ τῆς θερμοκρασίας καὶ τῆς φυσικῆς αὐτῶν καταστάσεως. Οἷον ἡ ὑαλος, ἥτις εἶναι κάκιστος ἀγωγὸς ὑπὸ τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ἄγει τὸν ἠλεκτρισμὸν, ὅταν θερμανθῆ μέχρι ἐρυθρᾶς πυρακτώσεως. Ὡσαύτως τὸ θεῖον καὶ τὸ λάκειον κόμμι ἄγουσί πως τὸν ἠλεκτρισμὸν, θερμανθέντα. Τὸ ὕδωρ, τὸ ὁποῖον ἐν ὑγρᾷ καταστάσει ἄγει καλῶς τὸν ἠλεκτρισμὸν, εἶναι κακὸς ἀγωγὸς ἐν καταστάσει πάγου.

202. Ἀπομονωτικὰ σώματα, κοινὸν δοχεῖον. — Οἱ κακοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καλοῦνται ἀπομονωτικὰ σώματα, ἢ ἀπομονωτήρες, ἐπειδὴ γίνεται χρῆσις αὐτῶν ὡς ὑποστηρικμάτων, ὅταν πρόκειται σῶμά τι ἀγωγὸν νὰ διατηρήσῃ τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτοῦ. Διότι τῆς γῆς συνισταμένης ἐξ οὐσιῶν ἀγουσῶν τὸν ἠλεκτρισμὸν, εὐθύς ἅμα ἠλεκτρισμένον σῶμα ἀγωγὸν συγκοινωνήσῃ μετ' αὐτῆς, ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐκρέει ἐν ἀκαρεῖ εἰς τὸ ἔδαφος, τὸ ὁποῖον διὰ τοῦτο ἐκλήθη κοινὸν δοχεῖον. Ἀπομονοῦται δὲ σῶμά τι, ἐὰν στηριχθῆ ἐφ' ὑαλίνων ποδῶν, ἢ ἐξαρτηθῆ ἐκ νήματος μετάξης, ἢ τεθῆ ἐπὶ πλακοῦντος ῥητίνης. Ἐν τούτοις καὶ οἱ κάκιστοι ἀγωγοὶ οὐδέποτε ἀπομονοῦσιν ἐντελῶς, καὶ διὰ τοῦτο σῶμα ἀγωγὸν ἠλεκτρισμένον ἀποβάλλει μᾶλλον ἢ ἥττον βραδέως τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτοῦ διὰ τῶν ὑποστηρικμάτων. Ἀπώλεια δὲ ἠλεκτρισμοῦ συμβαίνει πρὸς τούτοις καὶ διὰ τοῦ ἐν τῷ ἀέρι ὑδατώδους ἀτμοῦ, μάλιστα δὲ ἡ ἀπώλεια αὕτη εἶναι συνήθως ἡ μεγίστη.

Ἐνεκα τοῦ ἀγωγοῦ τῶν μετάλλων δὲν δυνάμεθα νὰ λάβωμεν ἠλεκτρισμὸν ἐπ' αὐτῶν διὰ τῆς τριβῆς, ἐὰν προηγουμένως δὲν φροντίσωμεν νὰ ἀπομονώσωμεν αὐτὰ, καὶ νὰ τὰ τρίψωμεν διὰ σώματος μὴ ἀγωγοῦ. Ἀλλὰ τούτων γενομένων, τὰ μέταλλα ἠλεκτρίζονται κάλλιστα διὰ τῆς τριβῆς. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου προσαρμόζομεν ὑαλίνην λαβὴν εἰς σωλῆνα ἐξ ὀρειχάλκου (σχ. 90), καὶ κρατοῦντες τὴν λαβὴν ταύτην, τρίβομεν τὸν μετάλλινον σωλῆνα δι' ὑφάσματος μεταξωτοῦ ἢ κεκηρωμένου ταφετᾶ· πλησιάζοντες δὲ αὐτὸν τότε εἰς ἐλαφρὰ σώματα παρατηροῦμεν ἔλξιν, ἥτις δεικνύει ὅτι τὸ μέταλλον εἶναι ἠλεκτρισμένον. Σχ. 90.

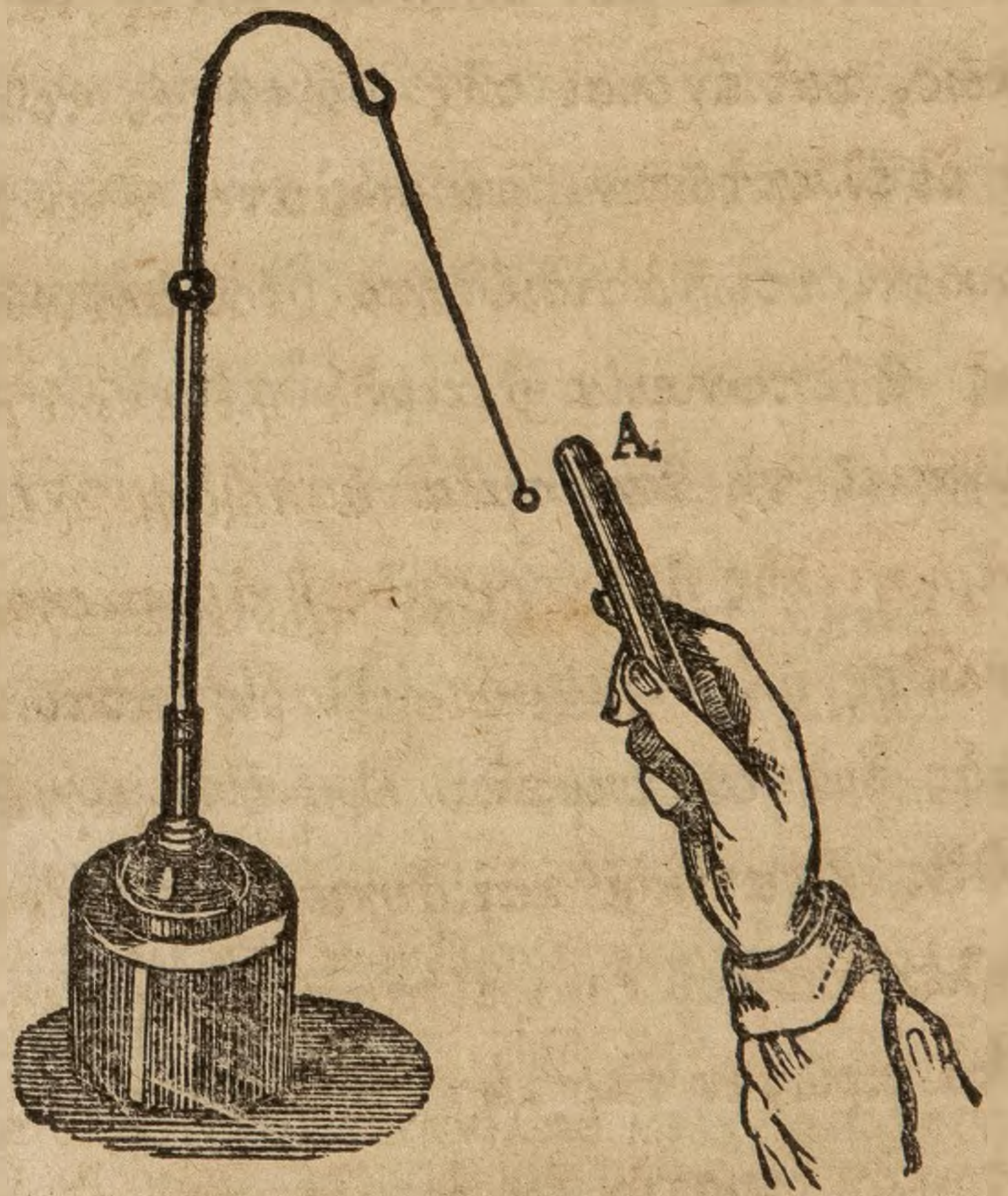




Όταν τὸ μέταλλον κρατῆται ἐν τῇ χειρὶ, παράγεται μὲν καὶ τότε ἠλεκτρισμός, ἀλλ' ἀμέσως οὗτος διασκορπίζεται εἰς τὸ ἔδαφος.

203. Διάκρισις δύο εἰδῶν ἠλεκτρισμοῦ. — Ὁ ἐπὶ τῆς ρητίνης ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμός διαφέρει τοῦ ἐπὶ τῆς ὑάλου. Εἰς ἀπόδειξιν τούτου ἀπαιτεῖται ὄργανον ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές καλούμενον. Ἀποτελεῖται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο ἐκ σφαιριδίου ἐντεριώνης ἀκταίας ἐξηρητημένου διὰ νήματος μετάξης ἐξ ὑποστηρίγματος ἔχοντος ὑάλινον πόδα (σχ. 91). Ἐὰν πλησιάσωμεν εἰς τὸ ἐκκρεμές τοῦτο ὑάλινον σωλῆνα τριβέντα διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, συμβαίνει κατὰ πρῶτον ἔλξις, ἀφοῦ δὲ συμβῇ ἐπαφὴ τοῦ ἐξ ἀκταίας σφαιριδίου καὶ τοῦ ὑαλίνου σωλῆνος, ἡ ἔλξις μεταβάλλεται εἰς ἀπωσιν. Τὸ αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς ῥάβδον ρητίνης τριβεῖσαν διὰ δέρματος γαλῆς. Καὶ μέχρι μὲν τούτου οὐδεμία διαφορὰ μεταξὺ τοῦ ἐπὶ τῆς ὑάλου καὶ τοῦ ἐπὶ τῆς ρητίνης ἠλεκτρισμοῦ διακρίνεται. Ἀλλ' ἐὰν, ἀφοῦ ἡ ὑάλος καὶ ἡ ρητίνη ἠλεκτρισθῶσιν ὡς ἀνωτέρω, καὶ τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές ἀπωθῆται ὑπὸ τῆς ὑάλου, πλησιάσωμεν τὴν ρητίνην,

παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν ἔλξιν. Ὡσαύτως ἐὰν εἰς τὸ ἐκκρεμές ἀπωθούμενον ὑπὸ τῆς ρητίνης μετὰ τὴν ἐπαφὴν μετ' αὐτῆς, πλησιάσωμεν τὸν ὑάλινον σωλῆνα, παρατηροῦμεν ἰσχυρὰν ἔλξιν. Ἐπὶ τῶν ἀνωτέρω περιγραφέντων φαινομένων στηριζόμενος ὁ Δουφαίης, Γάλλος φυσικός, παρεδέχθη πρῶτος τὸ 1734 τὴν ὑπαρξιν δύο ἠλεκτρισμῶν διαφόρου φύσεως, ὧν ὁ μὲν ἀναπτύσσεται ἐπὶ τῆς ὑάλου τριβομένης δι' ἐρίου,



Σχ. 91.

ὁ δὲ ἐπὶ τῆς ρητίνης ἢ τοῦ σφραγιστικοῦ κηροῦ τριβομένων διὰ τμήματος μαλλίνου ὑφάσματος, ἢ δέρματος γαλῆς. Ὁ πρῶτος ἐκλήθη ὑαλώδης ἠλεκτρισμός, ὁ δὲ δεύτερος ρητινώδης.



204. Θεωρίαι τοῦ Συμμέρου καὶ τοῦ Φραγκλίνου. — Πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἀντιθέτων φαινομένων, τὰ ὁποῖα παρουσιάζει ὁ ἠλεκτρισμὸς ὡς ὑαλώδης καὶ ὡς ῥητινώδης, ὁ Ἄγγλος φυσικὸς Σύμμερος παρεδέχθη τὴν ὑπαρξίν δύο ἠλεκτρικῶν ρευστῶν, ὧν ἑκάτερον ἀπωθεῖ μὲν τὰ ἴδια ἄτομα, ἔλκει δὲ τὰ τοῦ ἐτέρου. Κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην ἀμφοτέρα τὰ ἠλεκτρικὰ ρευστὰ ὑπάρχουσιν ἐν παντὶ σώματι ἠνωμένα καὶ ἀποτελοῦντα τὸ οὐδέτερον ἢ φυσικὸν ρευστόν. Διάφορα δὲ αἷτια, καὶ πρὸ πάντων ἡ τριβὴ καὶ αἰ χημικαὶ ἐνέργειαι, δύνανται νὰ ἀποχωρίσωσιν αὐτὰ, καὶ τότε ἀναφαίνονται τὰ ἠλεκτρικὰ φαινόμενα· ἀλλὰ τὰ ρευστὰ ταῦτα ἔχουσι μεγίστην τάσιν νὰ ἐνωθῶσι καὶ νὰ ἀποτελέσωσιν οὐδέτερον ρευστόν. Τὰ δύο ταῦτα ρευστὰ καλοῦνται τὸ μὲν ὑαλῶδες, τὸ δὲ ῥητινώδες.

Ὁ δὲ Φραγκλῖνος ὑπέθετεν ὅτι ἐν μόνον ρευστόν ὑπάρχει, τοῦ ὁποίου τὰ ἄτομα ἀπωθοῦσι μὲν ἄλληλα, ἔλκουσι δὲ τὰ τῆς ὕλης, καὶ παραδέχετο ὅτι πάντα τὰ σώματα περιέχουσιν ἐν λανθανούσῃ καταστάσει ποσότητα ὠρισμένην τοῦ ρευστοῦ τούτου. Καὶ ὅταν μὲν αὐξάνῃ αὕτη, τὰ σώματα ἠλεκτρίζονται θετικῶς, καὶ ἔχουσι τὰς ιδιότητες τοῦ ὑαλώδους ἠλεκτρισμοῦ· ὅταν δὲ ἐλαττωθῶσι, τὰ σώματα ἠλεκτρίζονται ἀρνητικῶς, καὶ παρουσιάζουσι τὰς ιδιότητας τοῦ ῥητινώδους ἠλεκτρισμοῦ. Ἐπομένως ἡ ἐπωνυμία θετικὸς ἠλεκτρισμὸς ἢ θετικὸν ρευστόν ἰσοδυναμεῖ τῇ ἐπωνυμίᾳ ὑαλώδης ἠλεκτρισμὸς, ἡ δὲ ἐπωνυμία ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς ἢ ἀρνητικὸν ρευστόν τῇ ἐπωνυμίᾳ ῥητινώδης ἠλεκτρισμὸς. Παρίσταται δὲ ὁ μὲν θετικὸς ἠλεκτρισμὸς διὰ τοῦ σημείου +, ὁ δὲ ἀρνητικὸς διὰ τοῦ —.

205. Στατικὸς καὶ δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς. — Ἡ σπουδὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ διαιρεῖται εἰς δύο μεγάλα τμήματα· ἐκ τούτων τὸ πρῶτον περιλαμβάνει τὰ φαινόμενα, ἅτινα παρέχει τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστόν ἐν ἡρεμίᾳ ἐπὶ τῶν σωμάτων εὐρισκόμενον, καὶ καλεῖται στατικὸς ἠλεκτρισμὸς· τὸ δὲ δεύτερον ἐξετάζει τὰ φαινόμενα ἅτινα παράγει τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστόν ἐν κινήσει εὐρισκόμενον, καὶ καλεῖται δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς.



206. Ἐνέργεια τῶν ἠλεκτρισμένων σωμάτων ἐπ' ἀλλήλα. — Μετὰ τὴν ὑπόθεσιν τῶν δύο ἠλεκτρικῶν ρευστῶν τὰ ἔλξεως καὶ ἀπώσεως φαινόμενα, τὰ ὅποια παρέχουσι τὰ ἠλεκτρισμένα σώματα, συγκεφαλαιοῦνται ἐν τῇ ἐξῆς ἀρχῇ, ἥτις χρησιμεύει ὡς βάσις πάντων τῶν φαινομένων τοῦ στατικού ἠλεκτρισμοῦ. Δύο σώματα φέροντα τὸν αὐτὸν ἠλεκτρισμὸν ἀπωθοῦνται, δύο δὲ σώματα φέροντα ἀντιθέτους ἠλεκτρισμοὺς ἔλκονται.

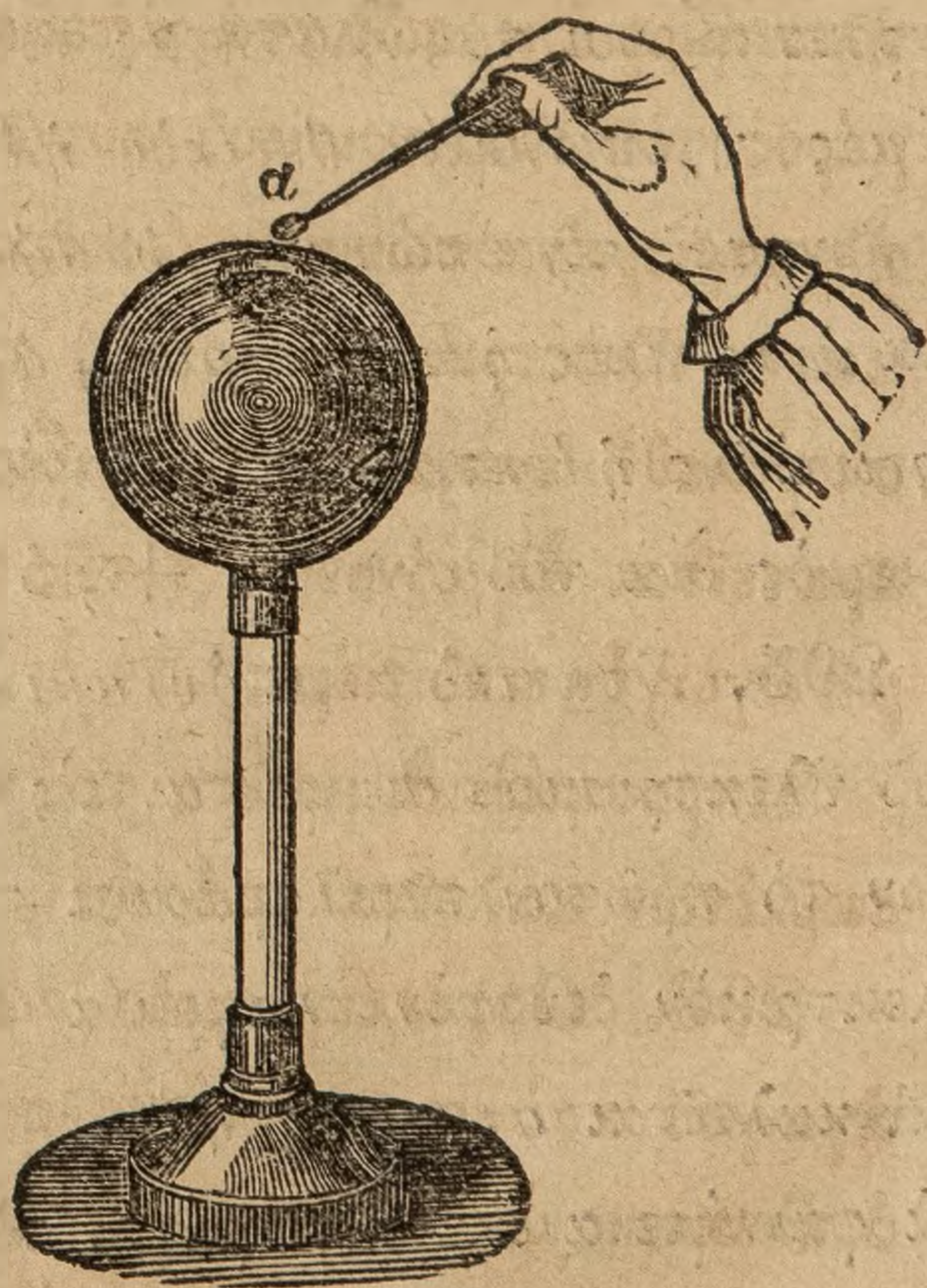
Οἱ δὲ νόμοι, οὓς ἀκολουθοῦσιν αἱ μεταξὺ τῶν ἠλεκτρισμένων σωμάτων ἔλξεις καὶ ἀπώσεις, εὐρίσκονται διὰ πειραμάτων ὅτι εἶναι οἱ ἐξῆς δύο.

α.) Αἱ ἠλεκτρικαὶ ἔλξεις καὶ ἀπώσεις εἶναι ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως.

β.) Αἱ αὐταὶ δυνάμεις εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς ποσότητας τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὃν φέρουσι τὰ ἠλεκτρισμένα σώματα.

207. Ὁ ἠλεκτρισμὸς μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων ἐπισωρεύεται. — Ὅταν σῶμα μεμονωμένον εἶναι ἠλεκτρισμένον εἴτε θετικῶς εἴτε ἀρνητικῶς, τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστὸν σωρεύεται ὅλον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος, ὅπου σχηματίζει στρῶμα τὰ μάλιστα λεπτόν. Ἀποδεικνύεται δὲ τοῦτο διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων.

α.) Λαμβάνομεν κοίλην χαλκῆν σφαῖραν, μεμονωμένην ἐφ' ὑαλίνου ποδός, καὶ φέρουσαν κατὰ τὸ ἀνώτερον αὐτῆς μέρος ὀπὴν κυκλικήν (σχ. 92). Ἀφοῦ ἠλεκτρίσωμεν αὐτήν διὰ τῆς ἐπαφῆς μετὰ πηγῆς ἠλεκτρισμοῦ, ἐγγίζομεν αὐτὴν τὸ πρῶτον ἐσωτερικῶς, ἔπειτα ἐξωτερικῶς διὰ τοῦ δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου. Καλεῖται δ' οὕτω ῥάβδος κόμμεος λακείου, εἰς τὸ ἄκρον τῆς ὁποίας εἶναι κεκολλημένος μικρὸς μετάλλινος δίσκος χρησιμεύων εἰς τὸ λαμ-



Σχ. 92.



βάνειν τὸν ἠλεκτρισμόν. Καὶ ὅταν μὲν ἐγγίξωμεν τὴν ἐσωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς ἠλεκτρισμένης σφαίρας διὰ τοῦ δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου, καὶ πλησιάσωμεν αὐτὸ ἀμέσως εἰς τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές, οὐδὲν ἴχνος ἠλεκτρισμοῦ παρατηροῦμεν. Ὅταν δὲ ἐγγίξωμεν τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τῆς σφαίρας, παρατηρεῖται ἔλξις, ὅπερ δεικνύει ὅτι ἡ ἐπιφάνεια αὕτη μόνη εἶναι ἠλεκτρισμένη.

β΄.) Λαμβάνομεν χαλκῆν σφαῖραν μεμονωμένην ὑφ' ὑαλίνου ποδός· ἐπὶ τῆς σφαίρας ταύτης ἐφαρμόζονται δύο ἡμισφαίρια κοῖλα ἐπίσης χαλκᾶ, τῆς αὐτῆς διαμέτρου, δυνάμενα νὰ καλύψωσιν αὐτὴν ἀκριβῶς καὶ νὰ ἀφαιρεθῶσι κατὰ τὸ δοκοῦν δι' ὑαλίνων λαβῶν. Ἄφοῦ ἠλεκτρίσωμεν τὴν σφαῖραν, ἐφαρμόζομεν ἐπ' αὐτῆς τὰ δύο ἡμισφαίρια, τὰ ὅποια κρατοῦμεν διὰ τῶν ὑαλίνων λαβῶν, καὶ ἔπειτα ἀποσπῶμεν αὐτὰ αἰφνιδίως καὶ συγχρόνως. Παρατηροῦμεν δὲ τότε ὅτι ἀμφοτέρω τὰ ἡμισφαίρια ταῦτα εἶναι ἠλεκτρισμένα, καὶ ὅτι ἡ σφαῖρα οὐδὲν ἴχνος ἠλεκτρισμοῦ διετήρησε.

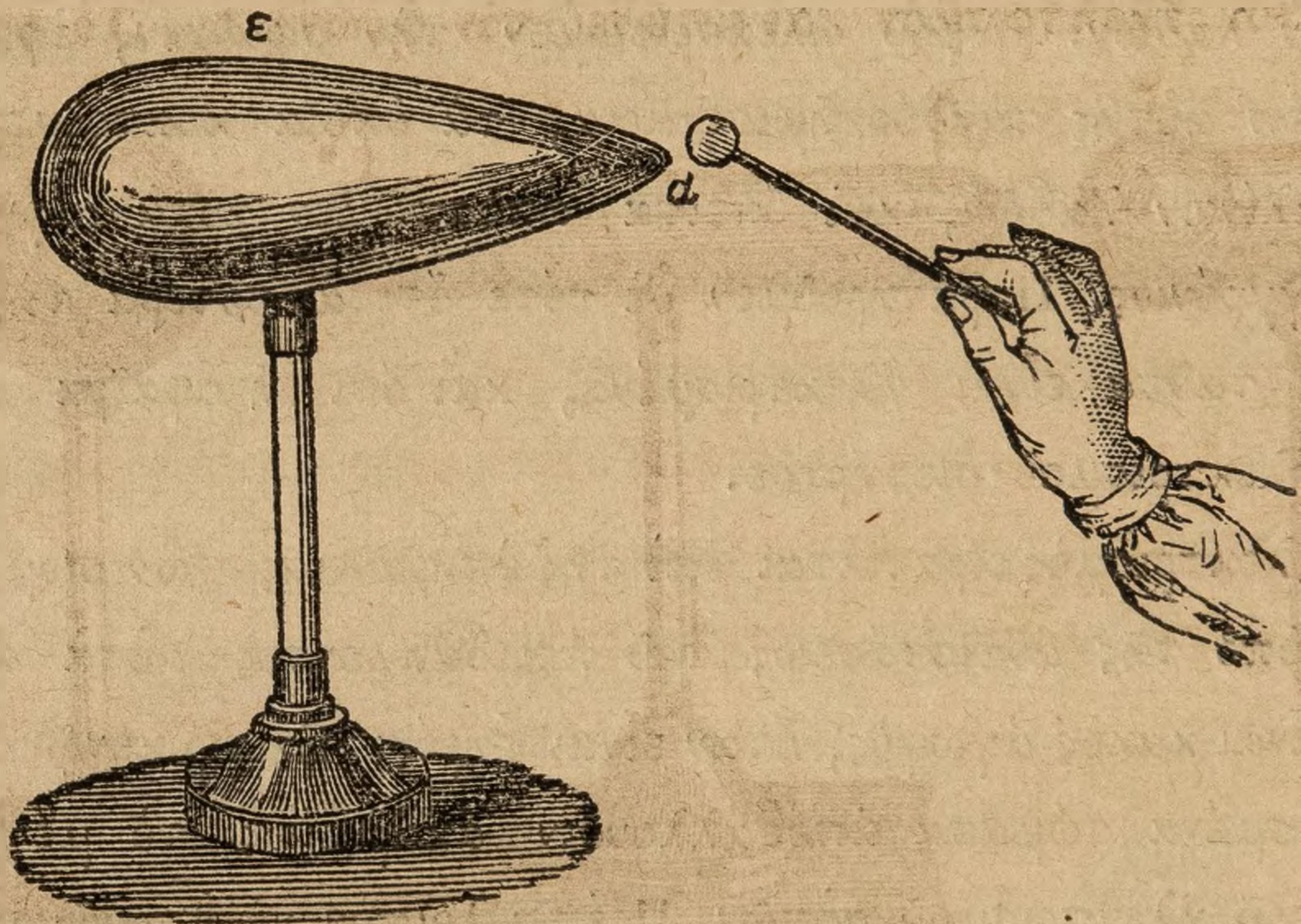
Ὁ ἠλεκτρισμὸς κρατεῖται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων μόνον ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως τοῦ περιβάλλοντος αὐτὰ ἀέρος, ὅστις εἶναι κακὸς ἀγωγός, ὅταν εἶναι ξηρός. Ἐν τῷ κενῷ δὲ τὰ ἠλεκτρισμένα σώματα ἀποβάλλουσιν ἀκαριαίως τὸ μέγιστον μέρος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ αὐτῶν. Πρέπει λοιπὸν νὰ θεωρῶμεν τὰ ἠλεκτρισμένα σώματα ὡς κεκαλυμμένα ὑπὸ λεπτοτάτου στρώματος ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ, τὸ ὅποιον τείνει διηνεκῶς νὰ διασκορπισθῇ ἔνεκα τῆς ἀμοιβαίας ἀπώσεως τῶν ἀτόμων αὐτοῦ, κρατεῖται δὲ μόνον ὑπὸ τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει αὐτῷ τὸ μὴ ἀγωγὸν τοῦ ἀέρος.

Ἡ προσπάθεια αὕτη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ νὰ φεύγῃ ἐκ τῶν σωμάτων καλεῖται τάσις.

208. Ὁ ἠλεκτρισμὸς σωρεύεται ἐπὶ τῶν ἀκίδων. — Ἐπὶ ἀγωγοῦ καὶ μεμονωμένης σφαίρας, ὡς τῆς τοῦ σχήματος 92, ὁ ἠλεκτρισμὸς διανέμεται ἐξ ἴσου κατὰ πάντα τὰ μέρη τῆς ἐπιφανείας, ὅπου σχηματίζεται στρῶμα τῆς αὐτῆς πανταχοῦ παχύτητος. Τοῦτο προέρχεται ἐκ τῆς ἐντελοῦς συμμετρίας τῆς



σφαίρας· διότι δὲν ὑπάρχει λόγος, δι' ὃν τὸ ρευστὸν νὰ σωρευθῆ μᾶλλον ἐπὶ τούτου ἢ ἐπ' ἐκείνου τοῦ σημείου. Ἄλλ' ἐὰν τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα εἶναι ἐλλειψοειδὲς ἐπίμηκες (σχ. 93), τὸ πάχος τοῦ ἠλεκτρικοῦ στρώματος δὲν εἶναι πανταχοῦ τὸ αὐτό. Τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστὸν ὑπεῖκον εἰς τὴν ἰδίαν ἄπωσιν ἐπισωρεύεται ἐπὶ τῶν ὀξυτέρων μερῶν, καὶ ἐπ' αὐτῶν λαμβάνει τὸ μέγιστον πάχος. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου ἐγγίζομεν τὸ ἐλλειψοειδὲς εἰς διάφορα σημεία διὰ τοῦ δοκιμαστικοῦ ἐπιπέδου, καὶ πλησιάζοντες τοῦτο εἰς ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές, ἀναγνωρίζομεν ὅτι ἡ μέγιστη ἔλξις παράγεται, ὅταν ἐγγίζωμεν τὸ ἄκρον α τοῦ ἐλλειψοειδοῦς, ἡ δὲ ἐλάχιστη, ὅταν τὴν μέσην χώραν ε.



Σχ. 93.

209. Δύναμις τῶν ἀκίδων. — Καλεῖται δύναμις τῶν ἀκίδων, ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν σωμάτων, ἡ ιδιότης ἣν ἔχουσιν αἱ ἀκίδες νὰ διαφεύγῃ δι' αὐτῶν τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστὸν. Ἡ ιδιότης αὕτη παρατηρηθεῖσα τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Φραγκλίνου, ἐξηγεῖται ἐκ τοῦ νόμου τῆς διανομῆς τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων. Τῷ ὄντι, ἐπειδὴ ὁ ἠλεκτρισμὸς σωρεύεται ἐπὶ τῶν ὀξέων μερῶν, τὸ ἠλεκτρικὸν πάχος αὐξάνει πρὸς τὰς ἀκίδας καὶ ἡ τάσις ἐκεῖ ὑπερνικᾷ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος, καὶ τότε τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστὸν διαχέεται εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν. Ἐὰν δε πλησιάσωμεν τὴν χεῖρα εἰς τὴν ἀκίδα, αἰσθανόμεθα ὡς

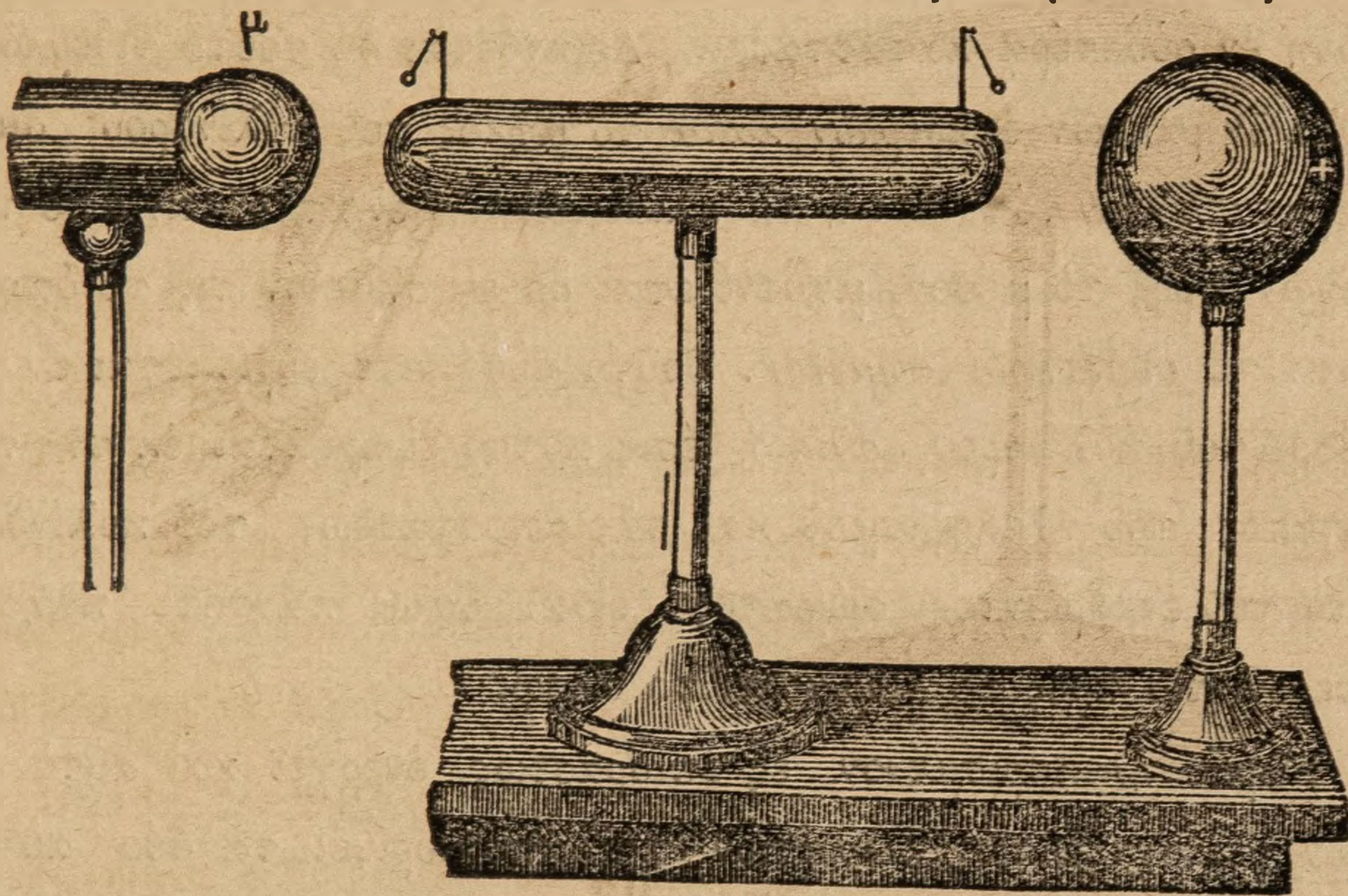


λεπτὸν φύσημα ἐξερχόμενον· ὅταν δὲ ἡ ἀνάπτυξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ γίγνηται ἐν τῷ σκότει, παρατηρεῖται ἐπὶ τῆς ἀκίδος φωτεινὸς θύσανος.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β΄.

### Ἡλεκτρισίς ἐξ ἐπιδράσεως.

210. Ἡλεκτρισίς ἐξ ἐπιδράσεως — Σῶμα ἠλεκτρισμένον ἐνεργεῖ ἐπὶ σώματος ἀγωγοῦ ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει ὄντος κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον, καθ' ὃν μαγνήτης ἐπὶ τοῦ μαλακοῦ σιδήρου· δηλονότι ἀναλύον τὸ οὐδέτερον ρευστὸν, ἔλκει τὸν ἑτερώνυμον ἠλεκτρισμὸν καὶ ἀπωθεῖ τὸν ὁμώνυμον. Τὸ φαινόμενον



Σχ. 94.

μενον τοῦτο καλεῖται ἠλεκτρισίς ἐξ ἐπιδράσεως. Ἀποδεικνύεται δὲ ἡ ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρισίς διὰ κυλίνδρου ὀρειχαλκίνου μεμονωμένου ἐφ' ὑαλίνου ποδός, καὶ φέροντος εἰς τὰ ἄκρα δύο μικρὰ ἠλεκτρικὰ ἐκκρεμῆ, συνιστάμενα ἐκ σφαιριδίων ἀκταίας ἐξτρημένων ἐκ νημάτων κανάβεως, ἅτινα εἶναι ἀγωγά (σχ. 94). Ἐάν θέσωμεν τὸν κύλινδρον τοῦτον εἰς ἀπόστασιν ὑφεκατομέτρων τινῶν ἀπὸ τινος τῶν ἀγωγῶν τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, οὗτος, ὅστις φέρει, ὡς θέλομεν ἴδει μετ' ὀλίγον, θετικὸν ρευστὸν, ἔλκει τὸ ἀρνητικὸν ρευστὸν καὶ ἀπωθεῖ τὸ θετικόν. Ἐπειδὴ δὲ τὰ δύο ρευστά διανέμονται ὡς δεικνύουσι τὰ σημεῖα + καὶ —, ἑκάτερον ἐκκρεμῆς ἀπωθεῖται.



Ἴνα γνωρίσωμεν δὲ τὸ εἶδος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὃν φέρουσι τὰ ἄκρα τοῦ κυλίνδρου, τρίβομεν ράβδον σφραγιστικοῦ κηροῦ, καὶ πλησιάζοντες αὐτὴν εἰς τὸ ἐκκρεμὲς τὸ πλησιέστερον τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς παρατηροῦμεν ἄπωσιν· τοῦτο δὲ δεικνύει ὅτι τὸ ἐκκρεμὲς τοῦτο φέρει τὸν αὐτὸν καὶ ἠρητίνην ἠλεκτρισμόν, ἧτοι ἀρνητικόν. Ἐὰν ὡσαύτως πλησιάσωμεν εἰς τὸ δεύτερον ἐκκρεμὲς ὑάλινον σωλῆνα τριβέντα, παρατηροῦμεν ἄπωσιν· ἄρα τὸ ἐκκρεμὲς τοῦτο εἶναι ἠλεκτρισμένον θετικῶς. Ἐπομένως σῶμα ἠλεκτρισμένον ἐξ ἐπιδράσεως ἔχει συγχρόνως ἐπὶ δύο ἀντικειμένων μερῶν καὶ τὰ δύο τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶδη ἐν ἐλευθέρᾳ καταστάσει. Μεταξὺ τῶν δύο τούτων μερῶν ὑπάρχει ἀναγκαίως ζώνη ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει. Δεικνύεται δὲ τοῦτο τιθεμένων πολλῶν μικρῶν ἐκκρεμῶν κατὰ τὸ μῆκος τοῦ κυλίνδρου· διότι παρατηροῦμεν τότε ὅτι ἡ ἀπόκλισις αὐτῶν ἐλαττοῦται ἀπὸ τῶν ἄκρων πρὸς τὸ μέσον, μηδενίζεται δὲ εἰς σημεῖόν τι, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ οὐδέτερον σημεῖον. Τοῦτο οὐδέποτε εὐρίσκεται ἐν τῷ μέσῳ τοῦ κυλίνδρου, ἀλλ' ἡ θέσις αὐτοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ποσότητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ καὶ τῆς ἀποστάσεως τοῦ κυλίνδρου ἀπὸ τοῦ ἐπιδρῶντος σώματος· εἶναι ὅμως πάντοτε πλησιέστερον τῷ πρὸς τὸ σῶμα τοῦτο ἄκρῳ.

Σῶμα ἠλεκτρισμένον ἐξ ἐπιδράσεως ἐνεργεῖ καὶ αὐτὸ ἐπὶ τῶν γειτνιαζόντων σωμάτων καὶ ἀποχωρίζει τὰ δύο αὐτῶν ρευστὰ, ὅπως παρίσταται ἐπὶ τῆς σφαίρας τῆς πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ κυλίνδρου.

Ἐν παντὶ σώματι ἠλεκτρισμένῳ ἐξ ἐπιδράσεως συμβαίνουσι τὰ ἐξῆς δύο· α.) ἅμα ἡ ἐπίδρασις παύσῃ, τὰ δύο ρευστὰ ἐνοῦνται πάλιν, καὶ τὸ σῶμα οὐδὲν ἴχνος ἠλεκτρισμοῦ διατηρεῖ. Ἀποδεικνύεται δὲ τοῦτο διὰ τοῦ κυλίνδρου τοῦ σχήματος 92, διότι τὰ ἐκκρεμῆ καταπίπτουσιν, ἅμα ἀπομακρυνθῆ οὗτος τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, ἢ ἅμα ἡ πηγὴ αὕτη ἐπανέλθῃ εἰς τὴν φυσικὴν κατάστασιν διὰ τῆς μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίας.

β.) Ὅταν ἀγωγὸν σῶμα εἶναι ἠλεκτρισμένον ἐξ ἐπιδράσεως, εἰάν ψάσωμεν αὐτὸ ἐφ' οἴουδήποτε τῶν σημείων αὐτοῦ, εἴτε διὰ μεταλλίνης ράβδου, εἴτε διὰ τοῦ δακτύλου, πάντοτε ἐκκρέσει



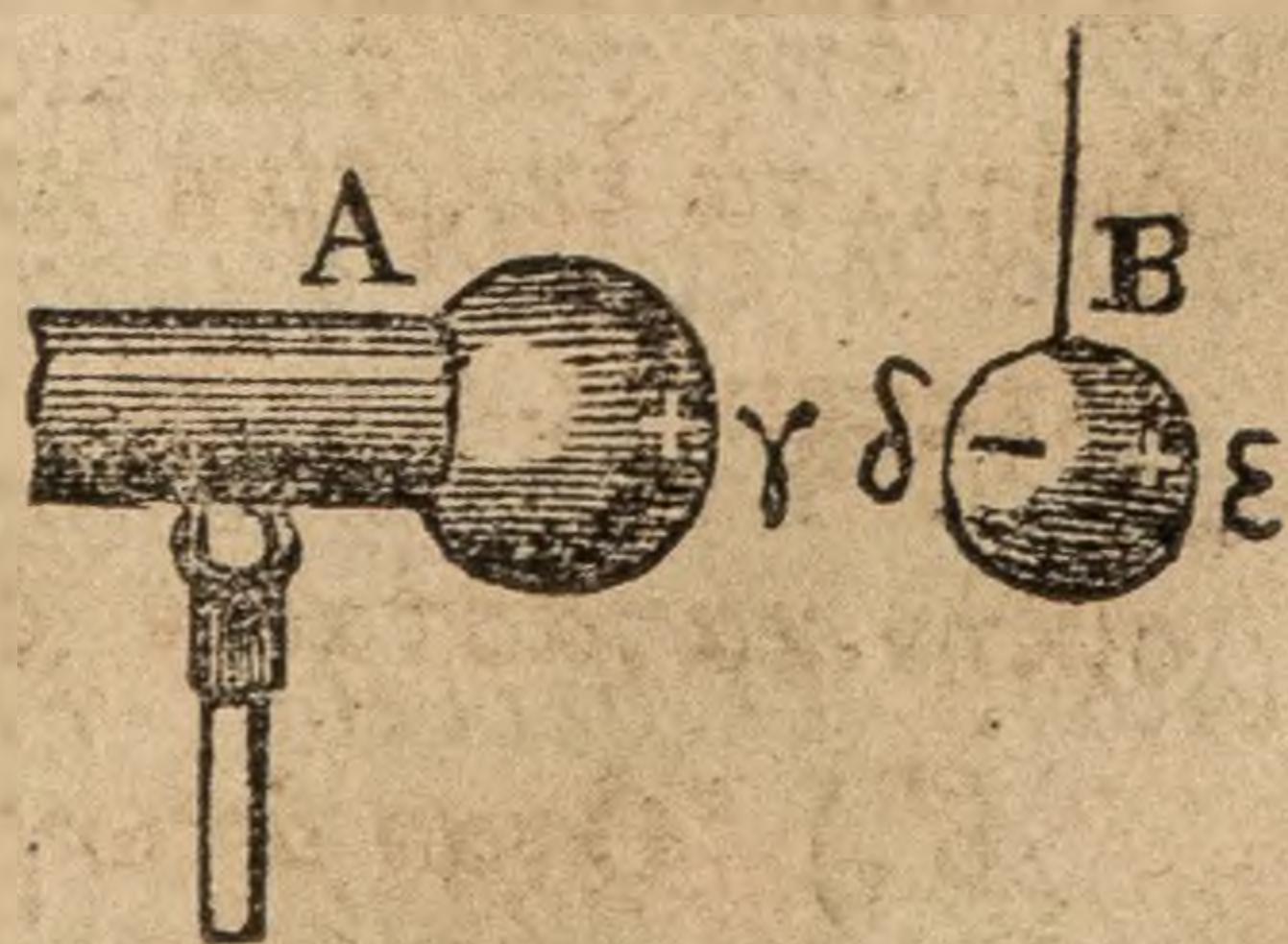
εἰς τὸ ἔδαφος τὸ ρευστὸν τὸ ὁμώνυμον τῷ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς, τὸ δὲ ἑτερόνυμον ρευστὸν κρατεῖται ὑπὸ τῆς ἔλξεως τοῦ ρευστοῦ τῆς πηγῆς.

211. *Ἐνωσις τῶν δύο ρευστιῶν ἐξ ἀποστάσεως ἠλεκτρικὸς σπινθήρ.* — Ἐν τῷ πειράματι τοῦ σχήματος 92 τὰ ἀντίθετα ἠλεκτρικὰ ρευστὰ τοῦ ἀγωγοῦ μ καὶ τοῦ μεμονωμένου κυλίνδρου τείνουσι νὰ ἐνωθῶσι, μόνη δὲ ἡ τοῦ ἀέρος ἀντίστασις κρατεῖ αὐτὰ ἐπὶ τῶν δύο τούτων σωμάτων. Ἄλλ' ἐὰν ἡ ἀντίστασις ἐλαττωθῇ, ἢ ἡ τάσις αὐξήσῃ, ἢ ἐλκτικὴ δύναμις τῶν δύο ἠλεκτρικῶν ρευστῶν ὑπερνικᾷ τὸ διαχωρίζον αὐτὰ ἐμπόδιον, καὶ τότε ἐνοῦνται διὰ τοῦ ἀέρος παράγοντα σπινθήρα μᾶλλον ἢ ἥττον ζωηρὸν συνοδευόμενον ὑπὸ ξηροῦ ψόφου. Ἐπειδὴ δὲ ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ κυλίνδρου οὐδετεροῦται οὕτως ὑπὸ τοῦ θετικοῦ τῆς μηχανῆς, μένει ἐπ' αὐτοῦ μόνον θετικὸς ἠλεκτρισμὸς, ὃν διατηρεῖ καίτοι τῆς ἐπιδράσεως παυσαμένης.

Τὸ αὐτὸ φαινόμενον συμβαίνει καὶ ὅταν πλησιάσωμεν τὸν δάκτυλον εἰς σῶμα ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένον. Τὸ σῶμα δηλαδὴ τοῦτο ἀναλύει τότε ἐξ ἐπιδράσεως τὸ φυσικὸν ρευστὸν τῆς χειρὸς, ἔλκει μετὰ σπινθήρος τὸ ἀντίθετον ρευστὸν καὶ ἀπωθεῖ εἰς τὸ ἔδαφος τὸ ὁμώνυμον.

Πάντα τὰ προηγούμενα ἐφαρμόζονται εἰς τὴν ἐξ ἐπιδράσεως ἠλέκτρισιν τῶν καλῶν ἀγωγῶν· οἱ δὲ κακοὶ ἀγωγοὶ ἠλεκτρίζονται δυσκόλως ἐξ ἐπιδράσεως, ἀλλ' ἀφοῦ ἠλεκτρισθῶσιν, ἢ ἠλεκτρικὴ κατάστασις διαρκεῖ ἱκανῶς μακρὸν χρόνον μετὰ τὴν παραγαγοῦσαν αὐτὴν αἰτίαν.

212. *Ἡλεκτρικαὶ ἐλξεις καὶ ἀπώσεις.* — Ἡ θεωρία τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρίσεως παρέχει τὴν ἐξήγησιν τῶν ἠλεκτρικῶν ἐλξεων καὶ ἀπώσεων, ὧν τοὺς νόμους ἐξεθέσαμεν ἀνωτέρω. Διότι ἔστω (σχ. 95) ὁ ἀγωγὸς A μηχανῆς ἠλεκτρισμένος θετικῶς, καὶ σφαῖρα ἀκταίας B εἰς ἀπόστασιν τινα ἀπ' αὐτοῦ. Ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ σώματος A ἀναλύει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ



Σχ. 95.

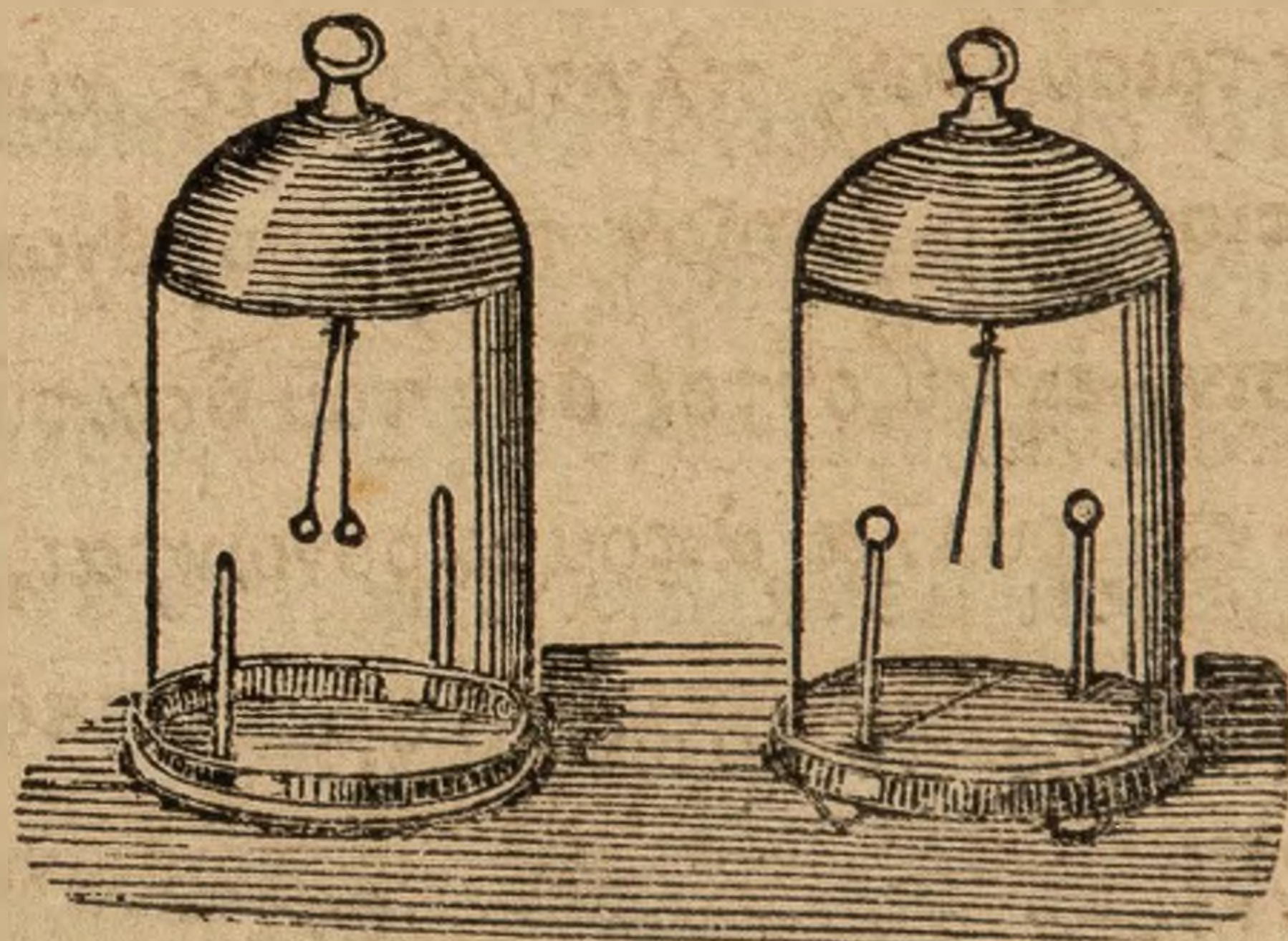


ρεύστων τῆς σφαίρας, ὡς παρίσταται ἐν τῷ σχήματι. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἑλξεις καὶ ἀπώσεις γίνονται ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων, ἡ ἑλξις μεταξὺ τῶν σημείων γ καὶ δ ὑπερνικᾷ τὴν ἀπώσιν τὴν μεταξὺ τῶν μᾶλλον ἀπεμακρυσμένων σημείων γ καὶ ε, καὶ ἡ ἐξ ἀκταίας σφαῖρα ἔλκεται. Ἄλλ' ἅμα ἡ ἐπαφὴ συμβῆ, ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τῆς μηχανῆς οὐδετεροῦ τὸ ἀρνητικὸν ρεύστων τῆς σφαίρας, ἥτις τότε, ὡς περιέχουσα μόνον θετικὸν ρεύστων, ἀπωθεῖται ὑπὸ τοῦ ἀγωγοῦ.

213. Ἡλεκτροσκόπιον. — Καλοῦνται ἠλεκτροσκόπια ἢ ἠλεκτρόμετρα ὄργανα χρησιμεύοντα εἰς τὸ νὰ ἀναγνωρίζωμεν ἐὰν σῶμά τι εἶναι ἠλεκτρισμένον, καὶ τὸ εἶδος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ αὐτοῦ. Κατὰ τὸ παρὸν θέλομεν περιγράψει μόνον τὸ κοινὸν ἠλεκτροσκόπιον, ἐν τοῖς ἐξῆς δὲ θέλομεν πραγματευθῆ περὶ ἄλλου τινὸς ἠλεκτροσκοπίου πολὺ εὐπαθεστέρου.

Τὸ κοινὸν ἠλεκτροσκόπιον συνίσταται ἐξ ὑαλίνου κώδωνος

(σχ. 96), εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ ὁποίου ὑπάρχει κεκολλημένος μετάλλινος ἀγωγὸς, λήγων ἐκτὸς μὲν εἰς σφαιρίδιον, ἐντὸς δὲ εἰς δύο μικρὰ ἄγκιστρα, ἐξ ὧν ἐξαρτῶνται εἴτε δύο φύλλα χρυσοῦ, εἴτε δύο ἄχυρα, ἢ καὶ δύο σφαιρί-



Σχ. 96.

δια ἀκταίας. Ἴνα κάμωμεν χρῆσιν τοῦ ὀργάνου τούτου κατὰ πρῶτον μεταδίδομεν εἰς αὐτὸ γνωστὸν ἠλεκτρισμὸν, πλησιάζοντες εἰς τὸ ἐξωτερικὸν σφαιρίδιον ὑαλίνον κύλινδρον ἠλεκτρισμένον. Ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ σώματος τούτου ἀναλύει ἐξ ἐπιδράσεως τὸ οὐδέτερον ρεύστων τοῦ ἀγωγοῦ, ἔλκει τὸ ἀρνητικὸν ἐπὶ τοῦ σφαιριδίου καὶ ἀπωθεῖ τὸ θετικὸν εἰς τὰ χρυσᾶ φύλλα ἢ εἰς τὰ ἄχυρα, ἅτινα ἀμέσως ἀπομακρύνονται ἀπ' ἀλλήλων. Ἐγγίζομεν τότε διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἐξωτερικὸν σφαιρίδιον. Ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς ὁ ὑπάρχων ἐπὶ τῶν ἀχύρων διαχέεται ἀμέσως εἰς τὸ ἔδαφος, καὶ τὰ ἄχυρα ἢ τὰ χρυσᾶ φύλλα πλησιάζουσιν ἀλλήλοις.



Ἐὰν δὲ τότε ἀποσύρωμεν κατὰ πρῶτον τὸν δάκτυλον καὶ ἔπειτα τὸν ὑάλινον κύλινδρον, τὸ ἠλεκτροσκόπιον θέλει μείνει πεφορτισμένον ἀρνητικοῦ ρευστοῦ, καὶ τὰ φύλλα θέλουσιν ἀποκλίνει ἐκ νέου. Τούτων οὕτως ἐχόντων, εἰς πλησιάζωμεν εἰς τὸ οὕτως ἠλεκτρισμένον ὄργανον σῶμα ἠλεκτρισμένον ἀρνητικῶς, τὸ σῶμα τοῦτο θέλει ἀπωθήσει τὸν ἠλεκτρισμὸν τοῦ ἠλεκτροσκοπίου εἰς τὰ χρυσᾶ φύλλα ἢ τὰ ἄχυρα, καὶ θέλει αὐξήσει τὴν ἀπόκλινσιν αὐτῶν. Τὸ ἐναντίον δὲ θέλει συμβῆ, εἰς πλησιάζωμεν σῶμα ἠλεκτρισμένον θετικῶς. Ἐπομένως ἡ αὐξήσις ἢ ἡ ἐλάττωσις τῆς ἀποκλίσεως τῶν φύλλων δύναται νὰ καταστήσῃ γνωστὸν τὸ εἶδος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὃν σῶμά τι φέρει. Σημειωτέον ἐν τούτοις ὅτι σῶμα ἐν οὐδετέρᾳ καταστάσει ἤθελε παραγάγει, ὡς καὶ σῶμα ἠλεκτρισμένον θετικῶς, τὴν προσπέλασιν τῶν φύλλων. Πρέπει λοιπὸν ὅταν τὸ ἀποτέλεσμα τοῦτο παραχθῆ, νὰ βεβαιωθῶμεν εἰς τὸ σῶμα εἶναι πραγματικῶς ἠλεκτρισμένον, πλησιάζοντες αὐτὸ ἐκ δευτέρου εἰς τὸ ἠλεκτροσκόπιον, τὸ ὁποῖον προηγουμένως ἄγομεν εἰς φυσικὴν κατάστασιν, ἐγγίζοντες διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἐξωτερικὸν σφαιρίδιον. Ἐὰν τὰ φύλλα ἀπομακρύνωνται, θέλομεν συμπεράνει ὅτι τὸ σῶμα εἶναι ἠλεκτρισμένον θετικῶς.

**Σημείωσις.** — Ἐν τῷ κώδωνι εὐρίσκονται δύο κατακόρυφα ἐλάσματα ψευδαργύρου ἢ δύο μετάλλινα στελέχη λήγοντα εἰς σφαιρίδια, ἐφ' ὧν τὰ χρυσᾶ φύλλα, τὰ ἄχυρα, ἢ τὰ σφαιρίδια ἐξ ἀκταίας τοῦ ὀργάνου ἐκκενοῦσι τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτῶν. Οὕτω δὲ ἀποφεύγομεν τὰ λάθη, ἅτινα ἠδύναντο νὰ συμβῶσιν, εἰς οἱ κινητοὶ οὗτοι ἀγωγοὶ μετέδιδον εἰς τὴν ὑάλον ἠλεκτρισμὸν, ὅστις ἠδύνατο νὰ διατηρηθῆ ἐπὶ πολὺν χρόνον.

### Ἡλεκτρικαὶ μηχαναί.

**214. Ἡλεκτροφόρον.** — Καλοῦνται ἠλεκτρικαὶ μηχαναὶ ὄργανα χρησιμεύοντα εἰς ἀνάπτυξιν ἠλεκτρισμοῦ. Ἡ ἀπλουστάτη δὲ τῶν μηχανῶν τούτων εἶναι τὸ ἠλεκτροφόρον. Τὸ ὄργανον τοῦτο, ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ Βόλτα, συνίσταται ἐκ πλα-



κοῦντος ρητίνης Β (σχ 97) κεχυμένου ἐπὶ ξυλίνου δίσκου, καὶ ἐκ ξυλίνου δίσκου Α κεκαλυμμένου ὑπὸ φύλλου κασσιτέρου καὶ φέροντος ἀπομονωτικὴν λαβὴν ὑαλίνην. Πρὸς παραγωγὴν ἤλεκτρισμοῦ διὰ τοῦ ὀργάνου τούτου, κατὰ πρῶτον ἀποξηραίνομεν τὸν ἐκ ρητίνης πλακοῦντα καὶ τὸν ξύλινον δίσκον, θερμαίνοντες αὐτὰ ἐλαφρῶς, ἔπειτα τύπτομεν ἰσχυρῶς διὰ δέρματος γαλῆς τὴν ρητίνην, ὅπερ ἠλεκτρίζει αὐτὴν ἀρνητικῶς Ἐπιθέτομεν τότε τὸν ξύλινον δίσκον τὸν κεκαλυμμένον ὑπὸ κασσιτέρου ἐπὶ τῆς ρητίνης, ἥτις ὡς κάκιστος ἀγωγὸς διατηρεῖ τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτῆς, καὶ διὰ τῆς ἐπιδράσεως ἐπὶ τοῦ δίσκου ἔλκει τὸ θετικὸν ρευστὸν πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τὴν ἐφαπτομένην αὐτῆς, καὶ ἀπωθεῖ πρὸς τὴν ἑτέραν τὸ ἀρνητικὸν ρευστόν. Ἐὰν λοιπὸν ἐγγίξωμεν τὸ τοῦ κασσιτέρου φύλλον διὰ τοῦ δακτύλου, τὸ ἀρνητικὸν ρευστὸν ἐκρέει, ὁ δὲ ξύλινος δίσκος μένει ἠλεκτρισμένος θετικῶς. Τῷ ὄντι, ἐὰν ἄρωμεν αὐτὸν διὰ τῆς ἑτέρας χειρὸς ἐκ τῆς ὑαλίνης λαβῆς, καὶ πλησιάσωμεν τὸν δάκτυλον τῆς ἑτέρας χειρὸς, ἐξέρχεται ἰσχυρὸς σπινθὴρ παραγόμενος ἐκ τῆς ἐνώσεως τοῦ θετικοῦ ρευστοῦ τοῦ δίσκου μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ τῆς χειρὸς.

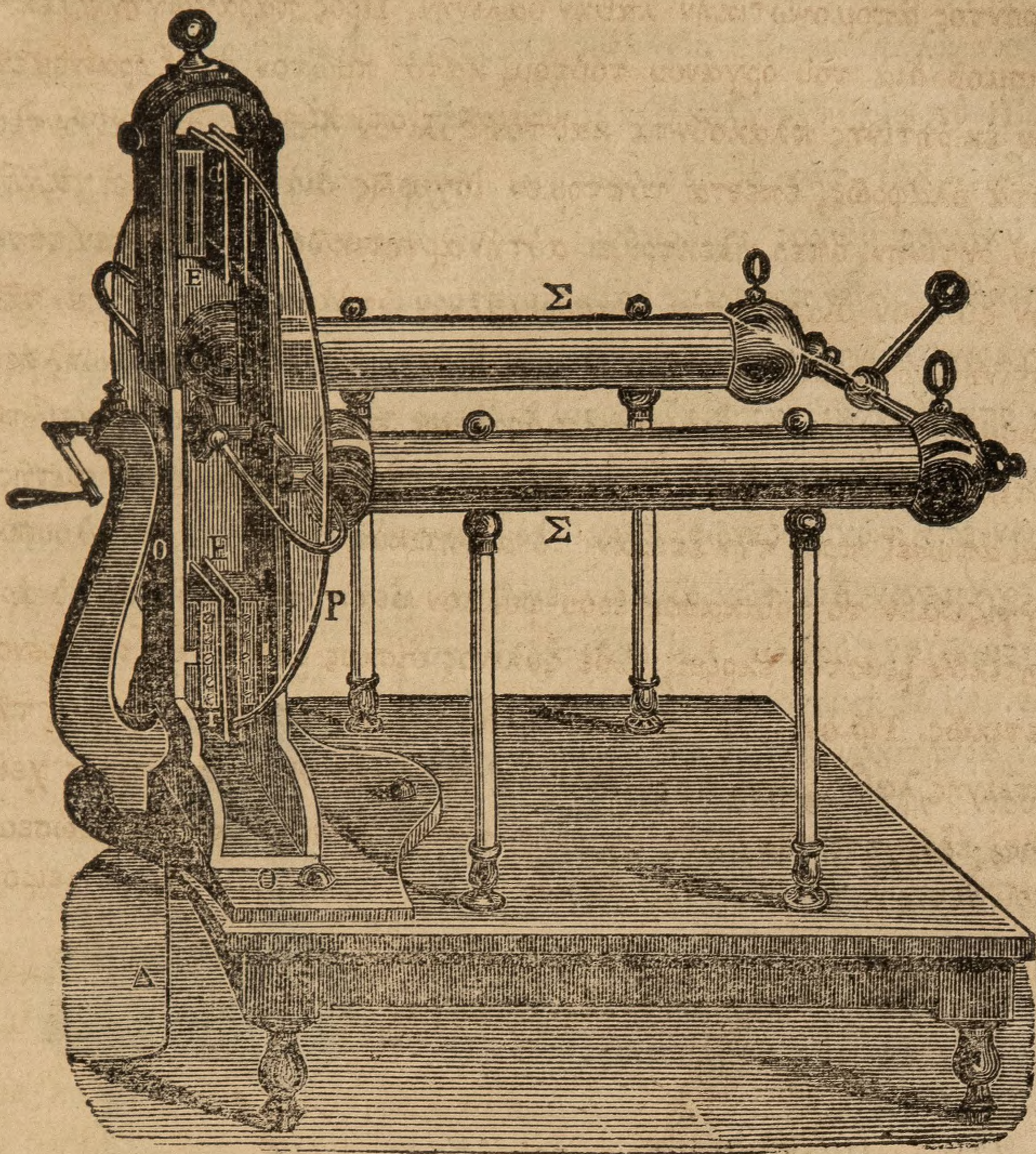


Σχ. 97.

Ἐν ἀέρι ξηρῷ ὁ ἐκ ρητίνης πλακοῦς τοῦ ἠλεκτροφόρου ἄπαξ ἠλεκτρισθεὶς δύναται νὰ διατηρήσῃ τὸν ἠλεκτρισμὸν ἐπὶ ὄλο-



κλήρους μῆνας, καὶ καθ' ὅλον αὐτὸ τὸ διάστημα δυνάμεθα νὰ ἀποσπῶμεν σπινθῆρας, χωρὶς νὰ τύψωμεν ἐκ νέου τὴν ῥητίνην.



Σχ. 98.

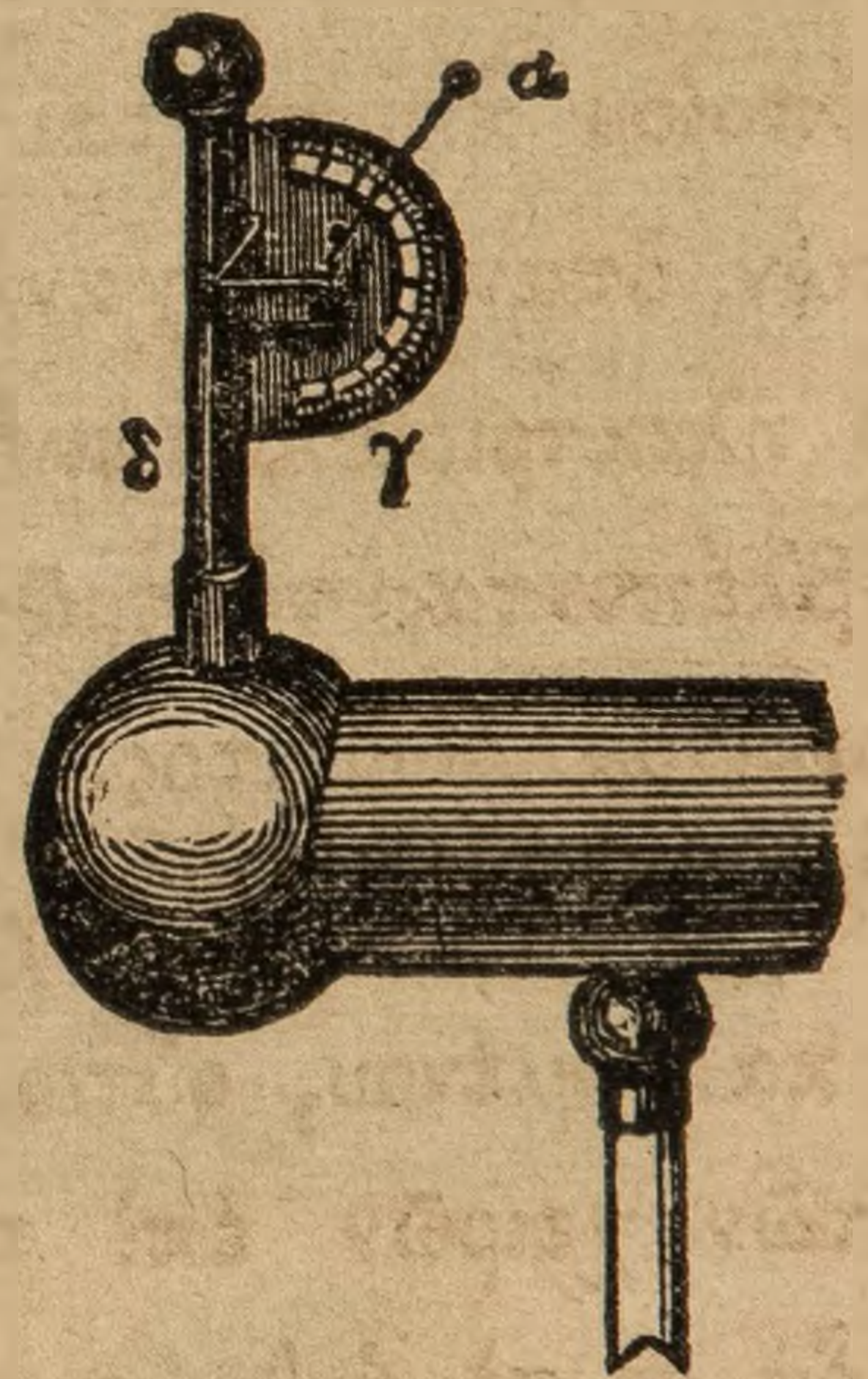
215. Ἡλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Ῥαμσδένου. — Ἡ μηχανὴ αὕτη συνίσταται ἐκ δύο ξυλίνων στύλων (σχ. 98.), μεταξύ τῶν ὁποίων ὑπάρχει κυκλικὸς ὑάλινος δίσκος P στρεφόμενος διὰ στροφάλου περὶ ἄξονα στηριζόμενον ἐπὶ τῶν στύλων τούτων. Ὁ δίσκος οὗτος κατὰ τὴν κατακόρυφον αὐτοῦ διάμετρον πιέζεται μεταξύ τεσσάρων προσκεφαλαίων E, ἐκ δέρματος ἢ μετάξις. Κατὰ δὲ τὴν ὀριζόντιον αὐτοῦ διάμετρον διέρχεται μεταξύ δύο ὀρειχαλκίνων σωλήνων κεκαμπυλωμένων ἐν σχήματι ἰππείου πετάλου, οἵτινες καλοῦνται κτένες, διότι φέρουσιν ἀκίδας



κειμένας ἐκατέρωθεν ἀπέναντι τοῦ δίσκου. Οἱ κτένες οὗτοι συνέχονται μετὰ σωλήνων παχυτέρων  $\Sigma$ , ἀγωγῶν καλυμμένων, οὔτοι δὲ μεμονωμένοι ἐπὶ τεσσάρων ὑαλίνων ποδῶν συγκοινωνοῦσιν ἀλλήλοις διὰ σωλήνος ἐλάσσονος διαμέτρου.

Ἡ θεωρία τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς στηριζομένη ἐπὶ τῆς διὰ τριβῆς καὶ τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρίσεως εἶναι ἡ ἐξῆς. Ὁ ὑάλινος δίσκος τριβόμενος ἐν τῇ περιστροφῇ ἠλεκτρίζεται θετικῶς, τὰ δὲ προσκεφάλαια ἀρνητικῶς. Ἀλλὰ ταῦτα μὲν ὡς συγκοινωνοῦντα μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ τῶν ξυλίνων στύλων, ἐφ' ὧν στηρίζονται, ἀποβάλλουσιν ἀμέσως τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτῶν, ἅμα παραγόμενον. Ὁ δὲ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ δίσκου ἐπιδρῶν ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν, ἔλκει τὸ ἀρνητικὸν ρευστὸν, τὸ ὁποῖον ἐξερχόμενον διὰ τῶν ἀκίδων ἐνοῦται μετὰ τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς ὑάλου καὶ οὐδετεροῦ αὐτόν. Οἱ δὲ ἀγωγοὶ ἀποβάλλοντες οὕτω τὸν ἀρνητικὸν αὐτῶν ἠλεκτρισμὸν, μενοῦσιν ἠλεκτρισμένοι θετικῶς. Ἐπομένως ἐν τῇ ἠλεκτρικῇ μηχανῇ ὁ ὑάλινος δίσκος οὐδὲν παραχωρεῖ εἰς τοὺς ἀγωγούς, ἀλλὰ τούναντίον ἀφαιρεῖ ἀπ' αὐτῶν τὸ ἀρνητικὸν ρευστὸν τὸ προερχόμενον ἐκ τῆς ἀναλύσεως τοῦ φυσικοῦ ρευστοῦ.

216. Ἡλεκτροόμετρον τοῦ Ἐν-λεῖου. — Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει εἰς μέτρησιν τῆς ἐπὶ τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν ἠλεκτρικῆς τάσεως. Συνί-



Σχ. 99.

σταται δὲ (σχ. 99) ἐκ ξυλίνου στελέχους  $\delta$ , τὸ ὁποῖον κοχλιοῦται ἐπὶ τοῦ ἐτέρου τῶν ἀγωγῶν καὶ φέρει δίσκον διηρημένον εἰς μοίρας ἐλεφάντινον  $\gamma$ , ἐκ τοῦ κέντρου τοῦ ὁποίου ἐξήρτηται μικρὸν ἐκκρεμές. Το ἐκκρεμές τοῦτο συνίσταται ἐκ βελόνης φαλαίνης ληγούσης εἰς σφαιρίδιον ἀκταίας  $\alpha$ . Ὄταν ἡ μηχανὴ δὲν εἶναι ἠλεκτρισμένη, τὸ ἐκκρεμές μένει κατακόρυφον, ἀλλὰ καθόσον ἀναπτύσσεται ἠλεκτρισμὸς, ἀπομακρύνεται τῆς κατακορύφου καὶ ἀποτελεῖ μετ' αὐτῆς γωνίαν τοσοῦτω μείζονα, ὅση ἡ ἠλεκτρικὴ τάσις εἶναι ἰσχυροτέρα.



Διάφορα πειράματα γινόμενα διὰ τῆς ἠλεκτρικῆς  
μηχανῆς.

217. Σπινθήρ, ἠλεκτρικὸν θρανίον. — Ἐκ τῶν πρώτων φαινομένων, τὸ ὅποια παρατηροῦμεν κάμνοντες πειράματα διὰ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς εἶναι ὁ λαμπρὸς σπινθήρ, ὁ ἐξερχόμενος ἐκ τῶν ἀγωγῶν, ὅταν πλησιάσωμεν τὴν χεῖρα. Εἶδομεν δὲ ὅτι αἰτία τοῦ φαινομένου τούτου εἶναι ἡ ἐπίδρασις τοῦ θετικοῦ ρευστοῦ τῆς μηχανῆς ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου τῆς χειρός. Τούτου δηλαδὴ ἀναλυθέντος, ἡ ἔλξις μεταξὺ τοῦ θετικοῦ ρευστοῦ τῆς μηχανῆς καὶ τοῦ ἀρνητικοῦ τῆς χειρός ἐπὶ τέλος ὑπερνικᾷ τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος, καὶ τότε τὰ δύο ρευστὰ ἐνοῦνται μετὰ κρύτου καὶ φωτός. Ὁ σπινθήρ δὲ οὗτος φαίνεται λαμπρὸς, ἀκαριαῖος, ἀκολουθῶν τεθλασμένην γραμμὴν, ὅπως ἡ προηγουμένη τῆς βροντῆς ἀστραπή. Αἰσθάνεται δὲ ὁ ἄνθρωπος, ἐκ τῆς χειρός τοῦ ὁποίου ἀποσπᾶται σπινθήρ, νύγμα ἰκανῶς ἰσχυρὸν, πρὸ πάντων ὅταν ἡ μηχανὴ εἶναι ἰσχυρά.

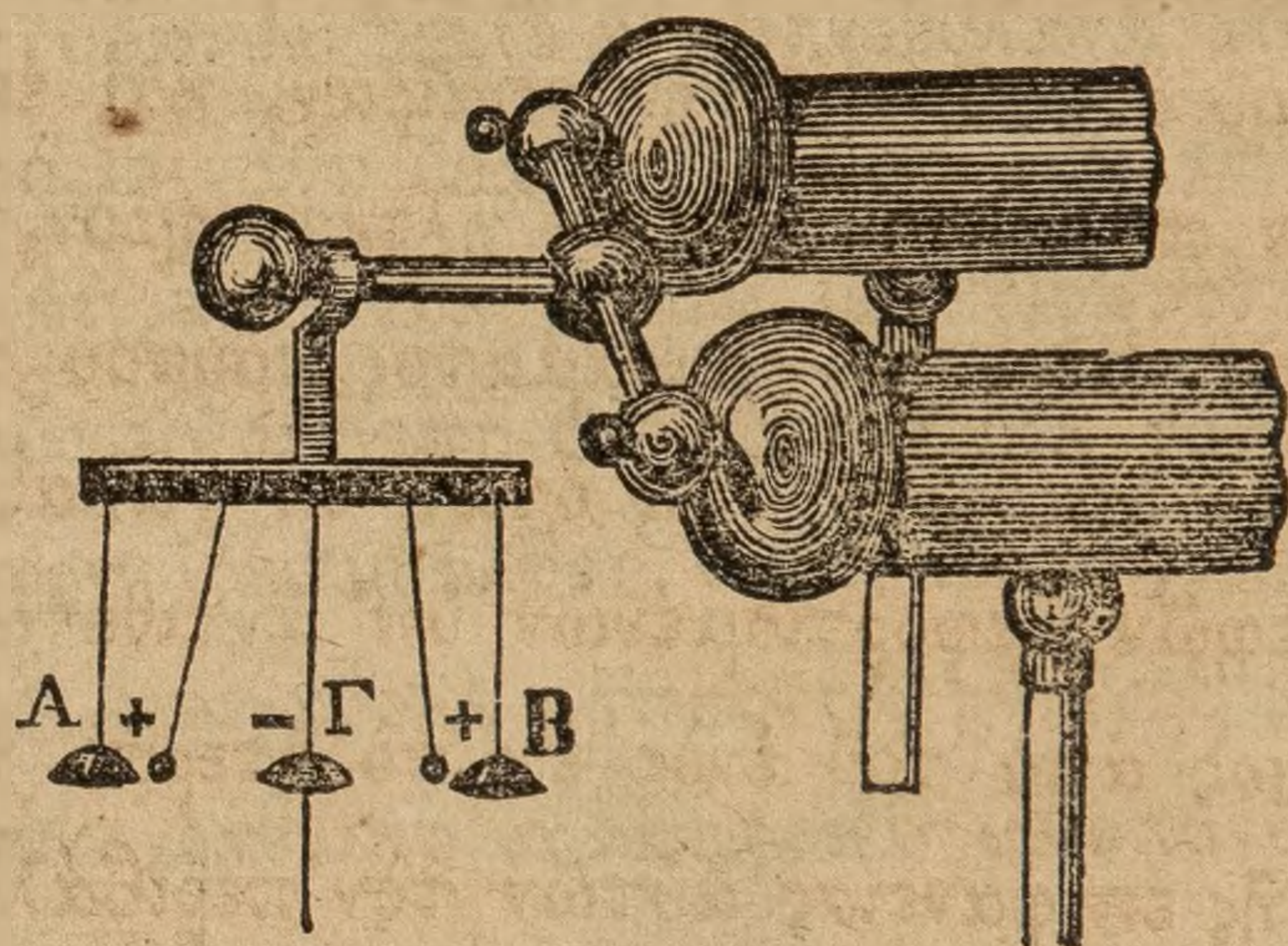
Ὁ ἠλεκτρισμὸς σπινθήρ εἶναι ἀξιοσημεῖωτος καὶ ἐκπλήττει τοὺς βλέποντας τὸ πρῶτον τὸ πείραμα ὅταν ἀποσπᾶται ἐκ τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος. Πρὸς τοῦτο ὁ ἠλεκτριστεὸς ἄνθρωπος ἀναβαίνει ἐπὶ θρανίου ἔχοντος ὑαλίνους πόδας, ἠλεκτρικοῦ θρανίου καλουμένου, οὕτω δὲ μεμονωμένος ὢν ἐπιθέτει τὴν ἑτέραν τῶν χειρῶν ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς. Ἐπειδὴ δὲ τὸ ἀνθρώπινον σῶμα εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, καθόσον ἡ μηχανὴ πληροῦται, τὸ ρευστὸν διανέμεται ἐπὶ τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος, ὡς καὶ ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν. Ὡστε ἐὰν ψαύσωμεν τοῦ ἀνθρώπου τούτου τὰς χεῖρας, ἢ τὸ πρόσωπον, ἢ τὰ ἐνδύματα, ἀποσπῶμεν σπινθῆρας, ὡς καὶ ἐξ αὐτῆς τῆς μηχανῆς. Ἐνόσω δὲν πλησιάζει τις τὴν χεῖρα εἰς τὸν ἠλεκτρισμένον ἄνθρωπον, οὗτος οὐδένα τιναγμὸν αἰσθάνεται, καίτοι ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένος· μόνον δὲ αἱ τρίχες αὐτοῦ ἀνορθοῦνται καὶ διευθύνονται πρὸς τὰ πλησίον αὐτῶν τιθέμενα σώματα· αἰσθάνεται δὲ καὶ ὡς ἐλαφρὸν τι φύσημα ἐπὶ τῶν χειρῶν καὶ τοῦ προσώπου. Δυνάμεθα δὲ νὰ ἠλεκτρίσωμεν ἄνθρω-



πον μεμονωμένον ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρικοῦ θρανίου, τύπτοντες αὐτὸν διὰ δέρματος γαλῆς· τότε ὁ ἄνθρωπος οὗτος ἔλκει τὸ ἠλεκτρικὸν ἐκκρεμές, καὶ παρέχει σπινθῆρας. Ἐὰν δὲ ὁ κρατῶν τὸ δέρμα ἀναβῆ καὶ αὐτὸς ἐπὶ δευτέρου ἠλεκτρικοῦ θρανίου, ἠλεκτρίζονται ἀμφοτέροι οἱ ἄνθρωποι ὁ μὲν θετικῶς ὁ δὲ ἀρνητικῶς.

218. Ἡλεκτρικὴ κωδωνοκρουσία, πείραμα τῆς χαλάζης. — Ἡ ἠλεκτρικὴ κωδωνοκρουσία εἶναι μικρὸν ὄργανον συνιστάμενον ἐκ τριῶν κωδωνίων ἐξηρητημένων ἐξ ὀριζοντίου μεταλλίνης ράβδου συγκοινωνούσης μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς

(σχ. 100). Τὰ κωδώνια Α καὶ Β εἶναι ἐξηρητημένα διὰ μεταλλίνων ἀλύσεων, δι' ὧν γίνεται συγκοινωνία μετὰ τῆς ράβδου, τὸ δὲ μεσαῖον κωδώνιον Γ εἶναι ἐξηρητημένον διὰ νημάτος μετάξης ἀπομονοῦντος αὐτὸ ἀπὸ τῆς μηχανῆς, συγκοινωνεῖ δὲ με-



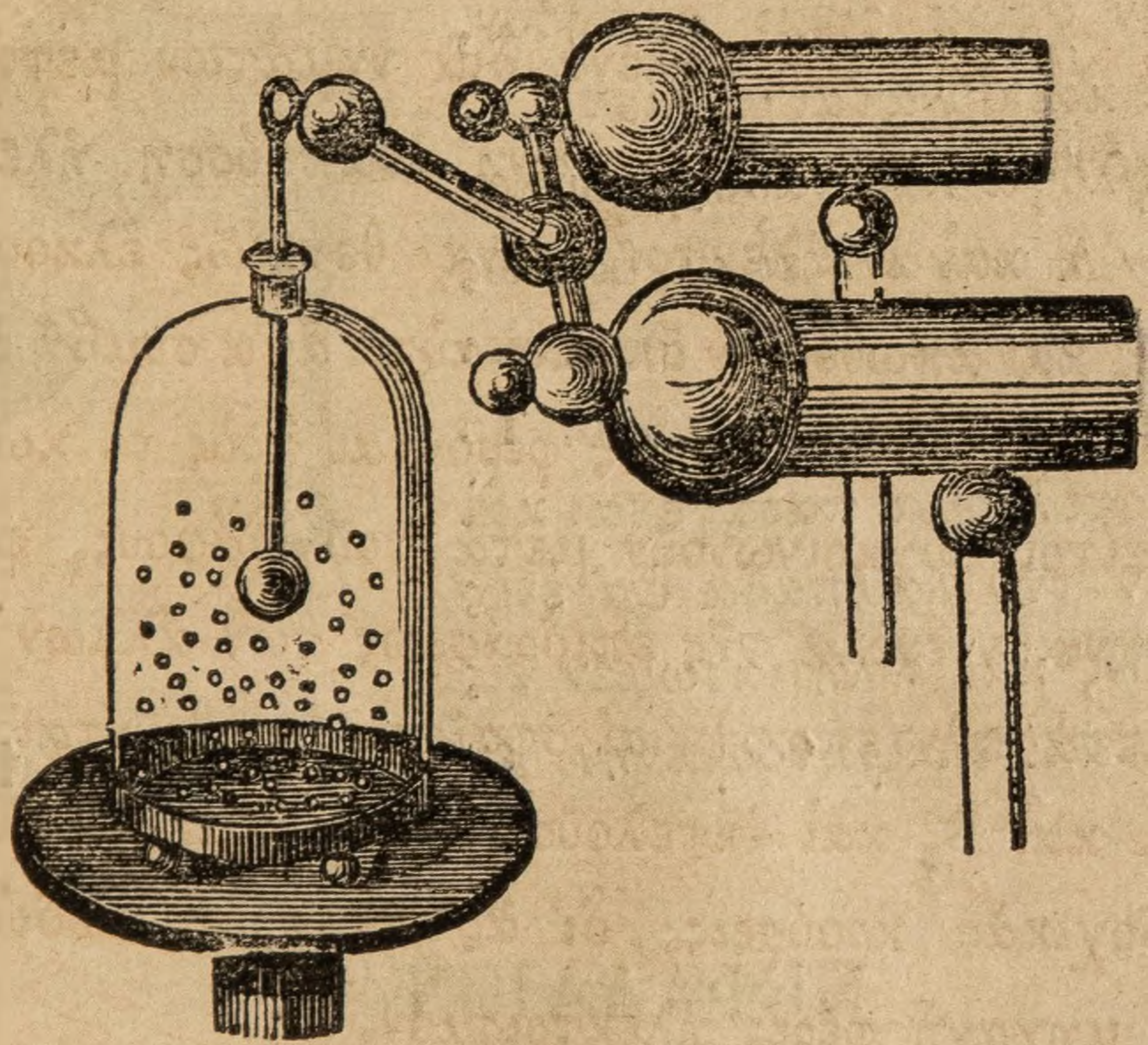
Σχ. 100

τὰ τοῦ ἐδάφους διὰ μεταλλίνης ἀλύσεως. Τέλος δὲ μεταξὺ τοῦ μεσαίου κωδωνίου καὶ ἑκατέρου τῶν ἄλλων ὑπάρχουσιν δύο σφαιρίδια χαλκᾶ, ἐξηρητημένα διὰ νημάτων μετάξης. Τούτων οὕτως ἐχόντων, ὅταν ἡ μηχανὴ ἀναπτύσῃ ἠλεκτρισμὸν, τὰ κωδώνια Α καὶ Β ἠλεκτριζόμενα θετικῶς ἔλκουςι τὰ χαλκᾶ σφαιρίδια, καὶ ἀπωθοῦσιν ἔπειτα αὐτὰ ἅμα συμβῆ ἔπαφή· ταῦτα δὲ ὡς ἠλεκτρισμένα θετικῶς φέρονται πρὸς τὸ κωδώνιον Γ, τὸ ὁποῖον καίτοι συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους, φέρει ἠλεκτρισμὸν ἀρνητικὸν ἕνεκα τῆς ἐπιδράσεως τῶν ἄλλων δύο. Ἀμέσως λοιπὸν μετὰ τὴν ἐπαφὴν αἱ σφαῖραι ἀπωθοῦνται πρὸς τὰ κωδώνια Α καὶ Β, καὶ ἐκτελοῦσιν οὕτω παλινδρομικὰς κινήσεις καὶ διαδοχικὰς κρούσεις, δι' ἃς τὰ τρία κωδώνια ἠχοῦσιν, ἐνόσω ἡ μηχανὴ φέρει ἠλεκτρισμὸν.

Ὁ Βόλτας πρὸς ἐξήγησιν τοῦ πῶς αἱ χάλαι δύνανται πολλάκις νὰ λάβωσι μέγαν ὄγκον πρὶν καταπέσωσιν, ἐπενόησεν ὄργανον στηριζόμενον ὡς καὶ τὸ προηγούμενον ἐπὶ τῶν



ἠλεκτρικῶν ἑλξεων καὶ ἀπώσεων. Συνίσταται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο ἐξ ὑαλίνου κώδωνος τεθειμένου ἐπὶ δίσκου χαλκοῦ καὶ περιέχοντος σφαιρίδια ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας (σχ. 101). Διὰ τοῦ λαιμοῦ τοῦ κώδωνος διέρχεται μετ' ἠπίας τριβῆς χαλκοῦν στέλεχος, λήγον πρὸς τὸ κατώτερον ἄκρον εἰς σφαιρίδιον ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, καὶ συγκοινωνοῦν διὰ τοῦ ἀνωτέρου ἄκρου μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς. Ἄμα ἀρχίσῃ ἡ ἐπὶ ταύτης ἀνάπτυξις ἠλεκτρισμοῦ, ἡ ἐν τῷ κώδωνι σφαῖρα ἠλεκτριζομένη ἔλκει τὰ ἐξ ἀκταίας σφαιρίδια, καὶ ἔπειτα ἀπωθεῖ αὐτὰ, ὥστε ταῦτα κινοῦνται μετὰ μεγάλης ταχύτητος ἀναπηδῶντα ἐκ τοῦ δίσκου εἰς τὴν σφαῖραν, καὶ ἐκ ταύτης εἰς τὸν δίσκον, εἰς ὃν παραχωροῦσι τὸν ἠλεκτρισμὸν, ὃν παρέλαβον ἐκ τῆς σφαίρας. Ἐπὶ τοῦ πειράματος τούτου στηριζόμενος ὁ Βόλτας ἔκαμε τὴν ὑπόθεσιν ὅτι, ὅταν αἱ χάλαζαι εὐρίσκωνται μεταξὺ δύο νεφῶν πεφορτισμένων ὑπ' ἀντιθέτων ἠλεκτρισμῶν, πηδῶσιν οὕτως ἀπὸ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸ ἕτερον νέφος, καὶ συμπυκνοῦσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν τὸν περιβάλλοντα ἀτμὸν, ὅστις πηγνύμενος αὐξάνει τὸν ὄγκον αὐτῶν. Ἄλλ' ἡ θεωρία αὕτη, ἀνεπαρκῆς οὔσα εἰς ἐξήγησιν τοῦ πάχους τῶν χαλαζῶν, δὲν εἶναι παραδεδεγμένη τὴν σήμερον.



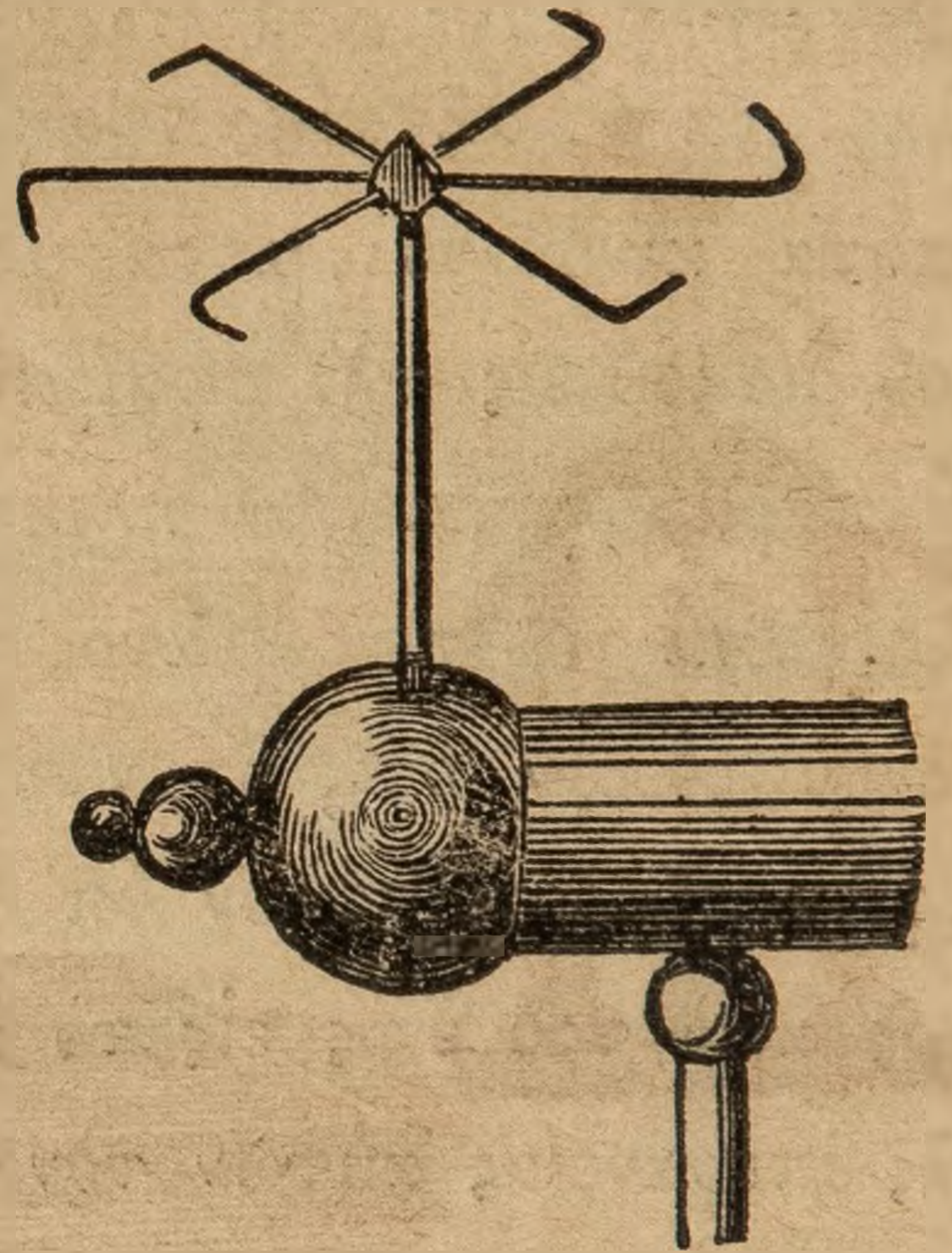
Σχ. 101.

219. Ἡλεκτρικὸς στρόβιλος, ἐμφύσησις. — Καλεῖται ἠλεκτρικὸς στρόβιλος μικρὸν τι ὄργανον συγκείμενον ἐκ τινῶν

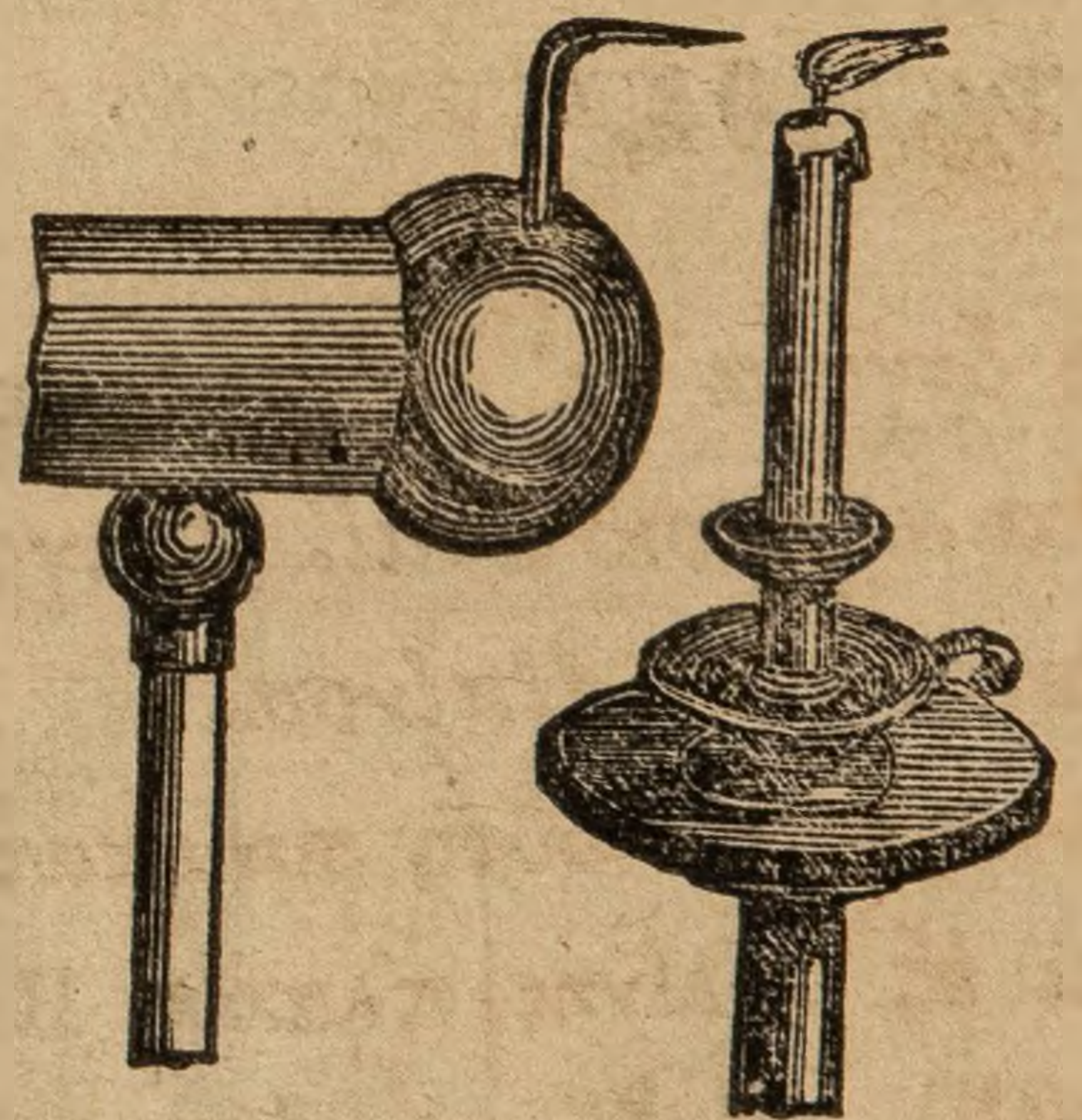


μεταλλίνων ακτίνων κεκαμπυλωμένων άπασών κατά τήν αὐτήν φοράν, ληγουσών εἰς ακίδας, καὶ ἐμπεπηγμένων ἐπὶ κοινοῦ τόρμου κινητοῦ ἐπὶ στροφέως κατακορύφου (Σχ. 102). Ἐάν τὸ ὄργανον τοῦτο τεθῆ ἐπὶ ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, ἅμα αὕτη ἀρχίση νὰ ἀναπτύσση ἠλεκτρισμὸν, λαμβάνει κίνησιν περιστροφικὴν ταχεῖαν κατὰ διεύθυνσιν ἀντίθετον τῇ τῶν ακίδων. Ἡ κίνησις δὲ αὕτη δὲν εἶναι ἀποτέλεσμα ἀντιδράσεως ὅμοιον τῷ τοῦ υδραυλικοῦ στροβίλου (73), ὡς τινες φυσικοὶ παρεδέχθησαν· ἀλλ' εἶναι ἀποτέλεσμα ἀπώσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῶν ακίδων, καὶ ἐκείνου, ὃν μεταδίδουσιν εἰς τὸν αέρα. Καὶ τῷ ὄντι ἐν τῷ κενῷ ὁ στροβίλος δὲν κινεῖται· ἐάν δὲ, ὅταν περιστρέφηται ἐν τῷ αέρι, πλησιάσωμεν τὴν χεῖρα, αἰσθανόμεθα ἕλαφρὸν φύσημα προερχόμενον ἐκ τῆς κινήσεως τοῦ ἠλεκτρισμένου αέρος.

Ἐάν ὁ ἠλεκτρισμὸς ἐκρέη οὕτω δι' ακίδος, ὁ ἠλεκτρισμένος αἰὲρ ἀπωθεῖται μετὰ δυνάμεως ἰκανῆς νὰ παραγάγη ρεῦμα, τὸ ὁποῖον οὐ μόνον εἰς τὴν χεῖρα εἶναι αἰσθητὸν, ἀλλὰ φυσᾷ καὶ δύναται μάλιστα νὰ σβέση τὴν φλόγα λαμπάδος, τοῦλάχιστον ὅταν ἡ μηχανὴ εἶναι ἰκανῶς ἰσχυρά. Τὸ σχῆμα 103 δεικνύει πῶς γίνεται τὸ πείραμα τοῦτο. Τὸ αὐτὸ δὲ ἀποτέλεσμα παράγεται καὶ ἐάν θέσωμεν τὴν λαμπάδα ἐφ' ἐνὸς τῶν ἀγωγῶν, καὶ πλησιάσωμεν εἰς τὴν φλόγα ακίδα κρατούμενην ἐν τῇ χειρὶ.



Σχ. 102.



Σχ. 103.

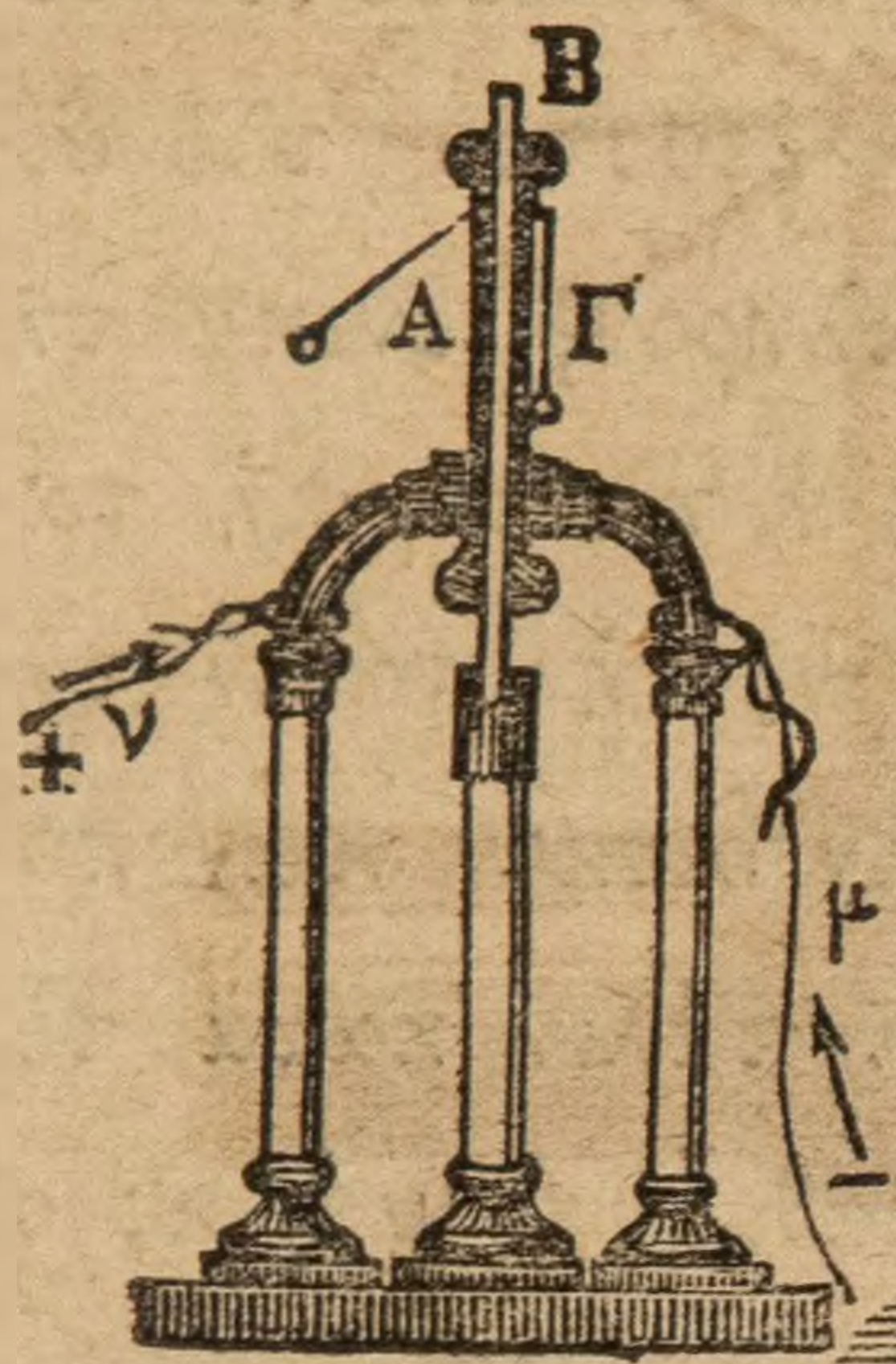
## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

### Περὶ λανθάνοντος ἠλεκτρισμοῦ.

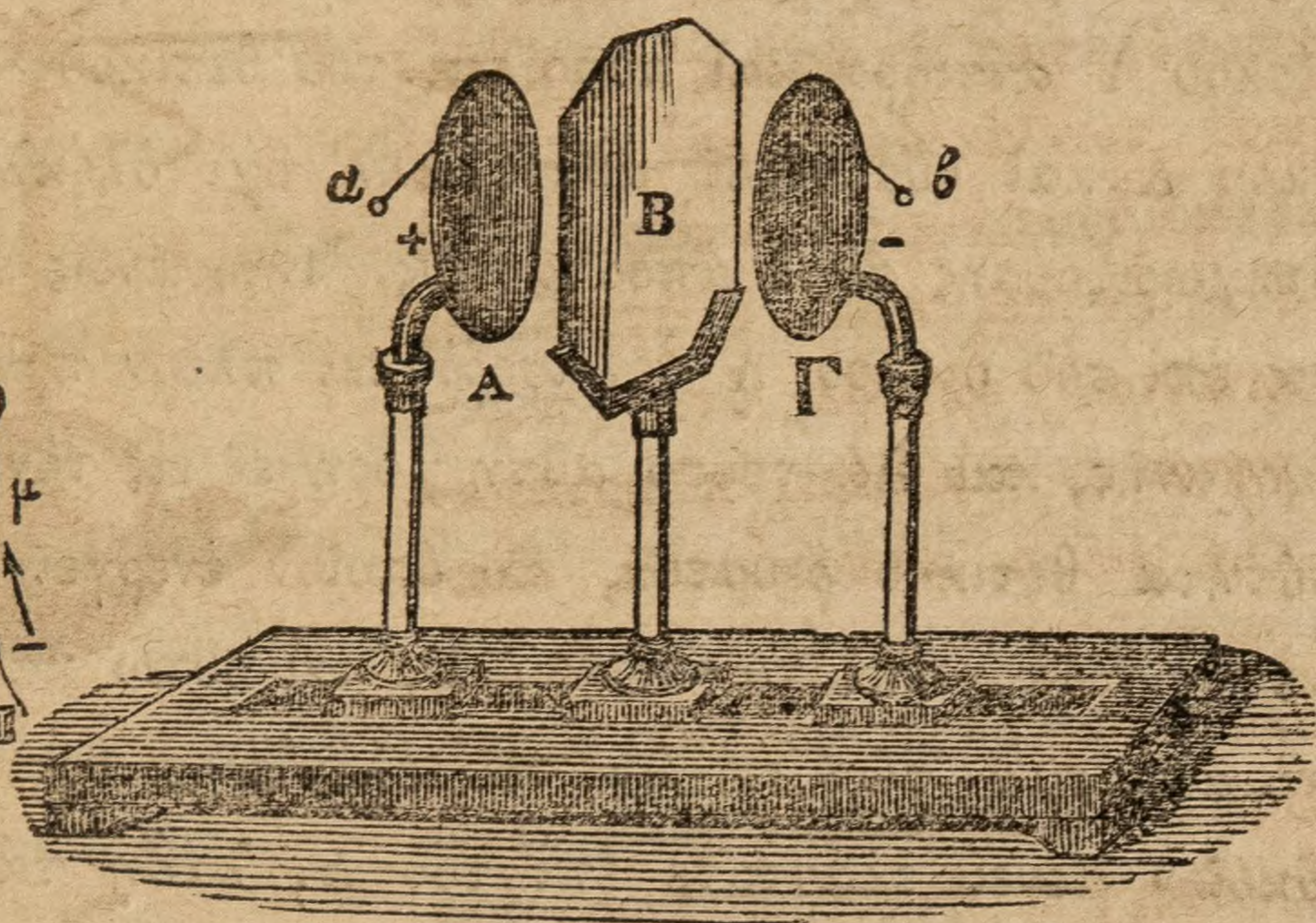
220. *Λανθάνων ἠλεκτρισμὸς, συμπυκνωτής.* — Καλεῖται *λανθάνων ἠλεκτρισμὸς* ἡ κατάστασις τῆς ἀμοιβαίας οὐδετε-



ρώσεως τῶν δύο ἠλεκτρικῶν ρευστῶν, ἧτις συμβαίνει ὅταν ταῦτα εὐρίσκονται ἀπέναντι ἀλλήλων ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας δύο ἀγωγῶν σωμάτων, κεχωρισμένων διὰ πλακὸς ὑαλίνης, ἢ ἄλλης τινὸς ἀπομονωτικῆς οὐσίας. Ἐνεκα τῆς οὐδετερώσεως ταύτης τὸ ἠλεκτρικὸν φορτίον δύναται τότε νὰ γείνη μέγιστον, καὶ νὰ ὑπερβῇ πολὺ ἐκεῖνο, τὸ ὅποιον ἠδύνατο νὰ σωρευθῇ ἐπὶ μόνου τοῦ ἐνὸς σώματος.



Σχ. 104.



Σχ. 105.

Τὰ ὄργανα δι' ὧν ἐπισωρεύεται οὕτως ὁ ἠλεκτρισμὸς καλοῦνται συμπυκνωταί. Περιγράφομεν δὲ κατὰ πρῶτον τὸν συμπυκνωτὴν τοῦ Αἰπίρου.

Τὸ ὄργανον τοῦτο συνίσταται ἐκ δύο δίσκων χαλκῶν Α καὶ Γ, καὶ ἐξ ὑαλίνης πλακὸς Β διαχωρίζουσιν αὐτοὺς (σχ. 104 καὶ 105). Οἱ δίσκοι οὗτοι, φέροντες ἐκάτερος ἠλεκτρικὸν ἔκκρεμῆς α καὶ β, εἶναι μεμονωμένοι ὑφ' ὑαλίνων ποδῶν, οἵτινες δύνανται νὰ ὀλισθαίνωσιν ἐντὸς αὐλάκος ἐπὶ ξυλίνης σανίδος ὑποβασταζούσης τὸ ὅλον ὄργανον. Οὕτω δὲ δυνάμεθα νὰ προσεγγίσωμεν ἢ νὰ ἀπομακρύνωμεν τοὺς δίσκους κατὰ τὸ δοκοῦν.

Ἴνα ἐπισωρεύσωμεν τὰ δύο ἠλεκτρικὰ ρευστὰ ἐπὶ τῶν χαλκῶν δίσκων, βάλλομεν αὐτοὺς εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ὑαλίνης πλακὸς, ὡς παρίσταται ἐν τῷ σχήματι 104. Ἐπειτα διὰ μεταλλίων ἀλύσεων κάμνομεν νὰ συγκοινωνῇ ὁ ἕτερος, οἷον ὁ Α, μετὰ



τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, ὅ δ' ἕτερος μετὰ τοῦ ἐδάφους. Ὁ δίσκος Α ἠλεκτρίζεται τότε θετικῶς, ὡς καὶ ἡ μηχανή, καὶ εἰάν ἦτο μόνος, ἢ ἐπ' αὐτοῦ τάσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἤθελεν εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ ἐπὶ τῆς μηχανῆς· ἀλλὰ τὸ πρᾶγμα μεταβάλλεται ὑπὸ τοῦ δίσκου Γ, ὅστις εἶναι ἡ αἰτία τῆς ἐπισωρεύσεως τῶν δύο ρευστῶν. Διότι τὸ θετικὸν ρευστὸν τοῦ δίσκου Α ἐπιδρᾷ διὰ τῆς ὑάλου ἐπὶ τοῦ δίσκου Γ, ἔλκει τὸ ἀρνητικὸν ρευστὸν καὶ ἀπωθεῖ εἰς τὸ ἔδαφος τὸ θετικόν. Τὸ δὲ ἀρνητικὸν ρευστὸν τοῦ δίσκου Γ ἀντιδρᾷ καὶ αὐτὸ ἐπὶ τοῦ θετικοῦ ρευστοῦ τοῦ δίσκου Α καὶ οὐδετεροῖ αὐτὸ, ἀλλ' ὄχι ὀλόκληρον, ἔνεκα τῆς διαχωρίζουσης αὐτὰ ἀποστάσεως. Ἐπομένως ἡ ἠλεκτρικὴ τάσις ἐπὶ τοῦ δίσκου Α δὲν ἰσορροπεῖ πλέον πρὸς τὴν τάσιν τῆς μηχανῆς, καὶ διὰ τοῦτο αὕτη χορηγεῖ εἰς τὸν δίσκον νέαν ποσότητα θετικοῦ ρευστοῦ, τὸ ὁποῖον ἐνεργεῖ πάλιν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐπὶ τοῦ δίσκου Γ, καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρις οὗ τὸ ἄθροισμα τῶν ποσῶν τοῦ ἐλευθέρου θετικοῦ ρευστοῦ, τὸ ὁποῖον μένει ἐκάστοτε ἐπὶ τοῦ Α, λάβῃ τάσιν ἴσην τῇ τῆς μηχανῆς.

221. Βραδεία καὶ ἀκαριαία ἐκκένωσις τοῦ συμπυκνωτοῦ. — Ὅταν ὁ συμπυκνωτῆς εἶναι πεφορτισμένος, ἢτοι ὅταν τὰ δύο ἀντίθετα ρευστὰ εἶναι σεσωρευμένα ἐπὶ τῶν δύο αὐτοῦ ἐπιφανειῶν, διακόπτομεν τὴν μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς συγκαίνωσιαν, ἀφαιροῦντες τὰς ἀλύσεις. Κατὰ τὰ ἀνωτέρω ρηθέντα μέρος μόνον τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ δίσκου Α εἶναι λανθάνον, ἐνῶ ὁ τοῦ δίσκου Γ εἶναι ὀλόκληρος· διὰ τοῦτο δὲ τὸ ἐκκρεμὲς τοῦ Α ἀποκλίνει μόνον (σχ. 104), τὸ δὲ τοῦ Γ εἶναι κατακόρυφον. Ἀλλ' εἰάν ἀπομακρύνωμεν τοὺς δίσκους (σχ. 105), τότε τὰ δύο ἐκκρεμῆ ἀποκλίνουσι, διότι τότε πλέον τὰ δύο ρευστὰ δὲν οὐδετεροῦσιν ἄλληλα.

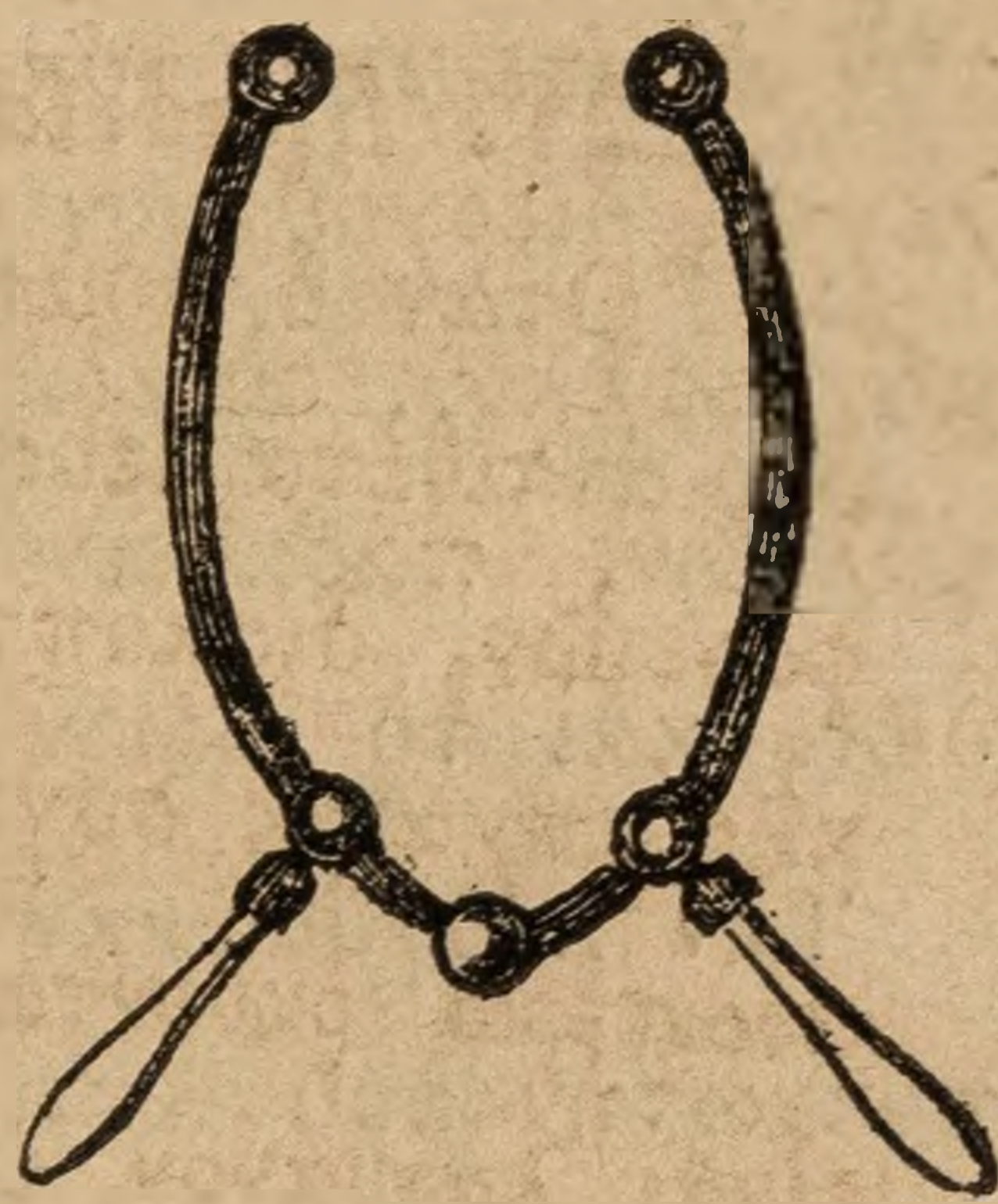
Δυνάμεθα δὲ νὰ ἐκκενώσωμεν τὸν συμπυκνωτὴν κατὰ δύο τρόπους, βραδέως ἢ ἀκαριαίως. Ἴνα ἐκκενώσωμεν αὐτὸν βραδέως, ἐγγίζομεν διὰ τοῦ δακτύλου πρῶτον τὸν δίσκον Α, ἢτοι τὸν ἔχοντα ὑπεροχὴν ἠλεκτρισμοῦ· τότε δὲ ὅλον τὸ θετικὸν ρευστὸν, τὸ ὁποῖον δὲν οὐδετεροῦται ὑπὸ τοῦ ἀρνητικοῦ ρευσ-



στοῦ τοῦ δίσκου Γ, ἐκρέει εἰς τὸ ἔδαφος, καὶ ἐπειδὴ ὁ δίσκος Γ οὐδετεροῖ ποσὸν ἡλεκτρισμοῦ ἔλασσον τοῦ ἰδικοῦ του, διὰ τοῦτο μετὰ τὴν πρώτην ἐπαφὴν τὸ μείζον φορτίον ὑπάρχει ἐπὶ τοῦ δίσκου τούτου Γ. Καὶ τῷ ὄντι βλέπομεν τὸ μὲν ἐκκρεμές τοῦ δίσκου Α καταπίπτον, τὸ δὲ τοῦ Γ ἀποκλίνον. Ἐὰν ἔπειτα ἐγγίξωμεν τὸν δίσκον Γ, τὸ ἐκκρεμές αὐτοῦ καταπίπτει, τὸ δὲ ἐκκρεμές τοῦ Α ἀποκλίνει, καὶ οὕτω καθεξῆς, ἐὰν ἐξακολουθῶμεν νὰ ἐγγίξωμεν ἐναλλάξ τοὺς δύο δίσκους. Ἡ ἐκκένωσις οὕτω γίνεται λίαν βραδέως, καὶ ἐὰν ὁ αἶρ εἶναι ξηρὸς, μόλις μετὰ τινὰς ὥρας γίνεται τελεία.

Ἴνα ἐκκενώσωμεν δὲ ἀκαριαίως τὸν συμπυκνωτὴν, βάλλομεν εἰς συγκοινωνίαν τοὺς δύο δίσκους διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ. Καλεῖται δ' οὕτω σύστημα δύο τόξων ὀρειχαλκίνων ἐνουμένων διὰ γιγγλυμοῦ, καὶ ληγόντων εἰς δύο σφαιρίδια ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου. Ὅταν τὰ δύο ταῦτα τόξα φέρωσι καὶ λαβὰς ἀπομονωτικὰς ὑαλίνας, ὡς παρίσταται ἐν τῷ σχήματι 106, τὸ ὄργανον καλεῖται ἐκκενωτὴς ἐν ὑαλίνοις λαβαῖς, εἰ δὲ μὴ καλεῖται ἀπλοῦς ἐκκενωτὴς. Ἴνα κάμωμεν χρῆσιν τοῦ ἐκκενω-

τοῦ, ἐφαρμόζομεν τὴν ἑτέραν τῶν σφαιρῶν αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν δίσκων τοῦ συμπυκνωτοῦ, καὶ πλησιάζομεν τὴν ἑτέραν πρὸς τὸν δεύτερον δίσκον· τότε δὲ παράγεται ἰσχυρὸς σπινθὴρ προερχόμενος ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ἐπὶ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τοῦ συμπυκνωτοῦ σεσωρευμένων ἀντιθέτων ἡλεκτρικῶν ρευστῶν. Ἐν τούτοις ἡ ἐνωσις δὲν γίνεται τελεία, διότι δυνάμεθα νὰ ἀποσπᾶσωμεν κατὰ τὸν αὐτὴν τρόπον καὶ δεύτε-



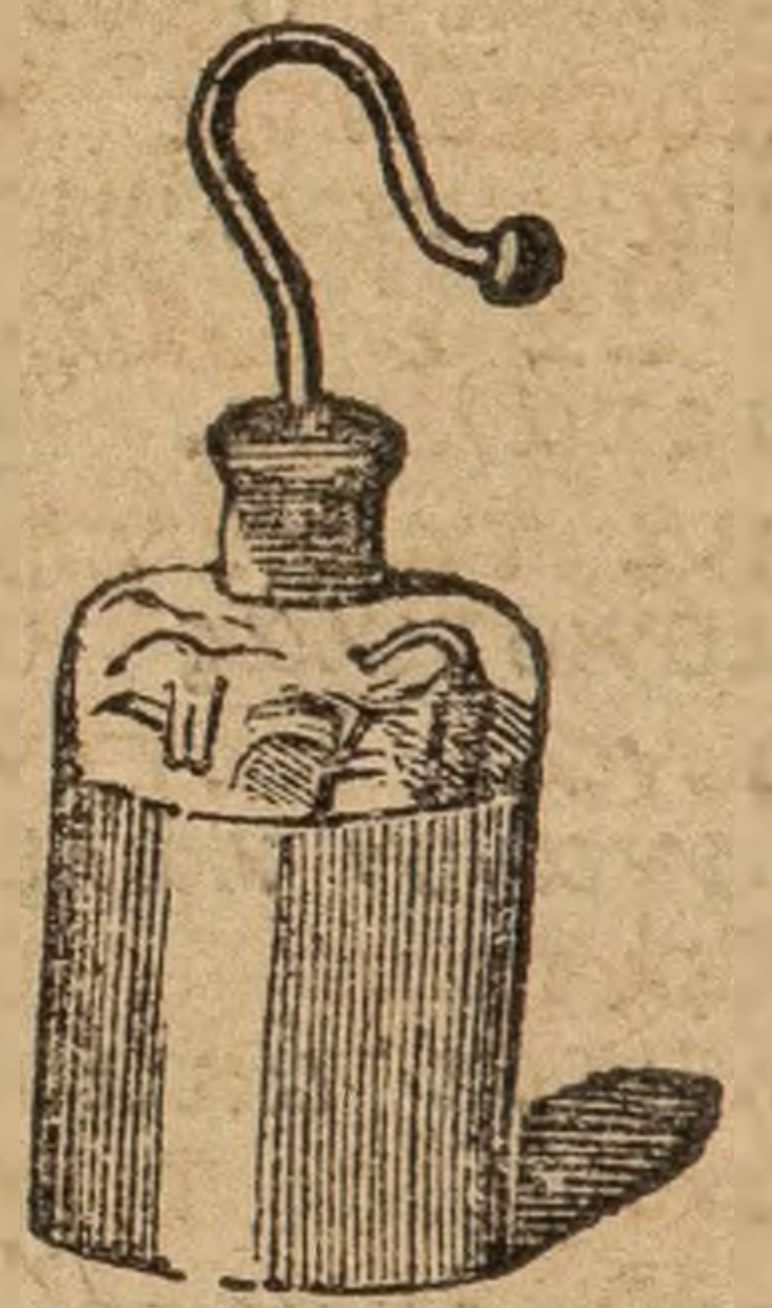
Σχ. 106.

ρον καὶ τρίτον σπινθῆρα, καὶ ἔτι πλείονας, ἀλλ' ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀσθενεῖς. Θέλομεν δὲ ἴδει μετ' ὀλίγον ὅτι τὸ φαινόμενον τοῦτο προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι τὰ δύο ἀντίθετα ρευστὰ προσκολλῶνται ἕνεκα ἀμοιβαίας ἑλξεως ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῆς διαχωριζούσης αὐτὰ ὑαλίνης πλακός. Ὅταν ἐκκενώσωμεν τὸν συμπυκνωτὴν διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ, ἂν καὶ κρατοῦμεν τοῦτον ἐν τῇ χειρὶ, οὐδένα τιναγμὸν αἰσθανόμεθα. Αἰτία δὲ



τούτου είναι ὅτι, τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ προτιμῶντος πάντοτε τὸν καλλίτερον ἄγωγόν, ἢ ἔνωσις τῶν δύο ρευστῶν γίνεται διὰ τοῦ μεταλλίνου τόξου, καὶ οὐχὶ διὰ τοῦ σώματος τοῦ κάμνοντος τὸ πείραμα. Ἄλλ' ἐὰν, ἐγγίζοντες διὰ τῆς ἐτέρας τῶν χειρῶν τὴν μίαν τῶν ἐπιφανειῶν τοῦ συμπυκνωτοῦ, πλησιάσωμεν τὴν ἐτέραν χεῖρα εἰς τὴν δευτέραν ἐπιφάνειαν, ἢ ἔνωσις γίνεται διὰ τῶν βραχιόνων καὶ τοῦ σώματος, καὶ αἰσθανόμεθα τινα γμὸν, τοσοῦτω ἰσχυρότερον, ὅσω ἢ ἐπιφάνεια τοῦ συμπυκνωτοῦ εἶναι μείζων, καὶ τὸ φορτίον τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς περισσότερο.

222. *Λουγδουνικὴ λάγηνος.* — Ἡ *Λουγδουνικὴ λάγηνος*, οὕτω καλουμένη ἐκ τοῦ ὀνόματος τῆς πόλεως ἐν ἣ ἐπενοήθη, εἶναι εἶδος τι συμπυκνωτοῦ. Συνίσταται δὲ (σχ. 107) ἐξ ὑαλίνης λαγήνου, λεπτοῦς τοὺς τοίχους ἐχούσης, κεκαλυμμένης ἐξωτερικῶς μέχρις ἀποστάσεώς τινος ὑποκάτω τοῦ λαιμοῦ ὑπὸ φύλλου κασσιτέρου, τὸ ὁποῖον καλεῖται ἐξωτερικὸς ὀπλισμὸς, καὶ περιεχούσης ἐντὸς φύλλα χρυσοῦ ἢ χαλκοῦ, τὰ ὁποῖα ἀποτελοῦσι τὸν ἐσωτερικὸν ὀπλισμόν. Μετάλλινον στέλεχος, διερχόμενον διὰ τοῦ κλείοντος τὸν λαιμόν φελλοῦ, εἰσχωρεῖ μεταξὺ τῶν ἐν τῇ λαγήνῳ μεταλλίνων φύλλων, παρατεινόμενον δὲ ἐκτὸς καμπυλοῦται ἀγκιστροειδῶς, καὶ τὸ ἄκρον αὐτοῦ λήγει εἰς σφαιρίδιον.



Σχ. 107.

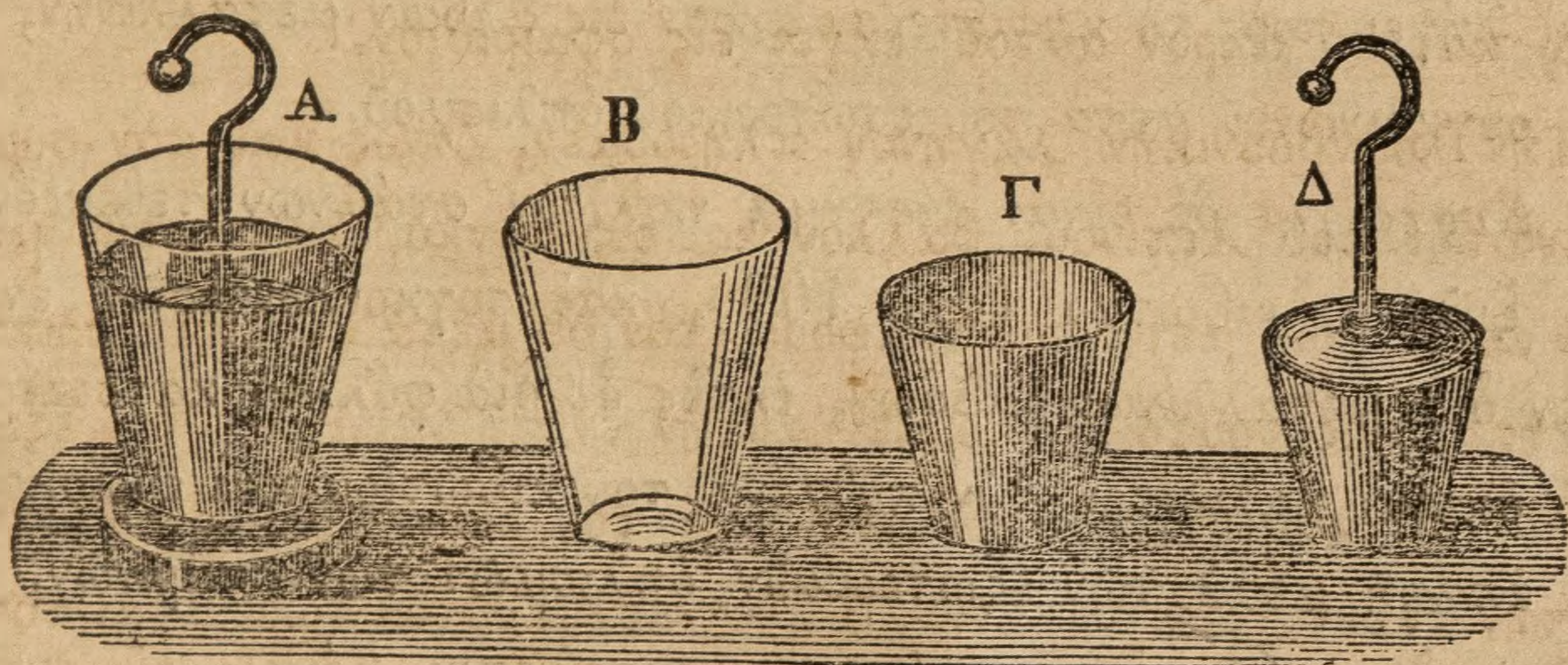
Τὴν λουγδουνικὴν λάγηνον πληροῦμεν, ὅπως καὶ τὸν συμπυκνωτὴν τοῦ Αἰπίνου, βάλλοντες εἰς συγκοινωνίαν τὸν μὲν τῶν ὀπλισμῶν μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὸν δὲ μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς. Πρὸς τοῦτο κρατοῦμεν αὐτὴν ἐν τῇ χειρὶ διὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὀπλισμοῦ, καὶ πλησιάζομεν τὸν ἐσωτερικὸν ὀπλισμόν εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν μηχανήν. Τὸ θετικὸν ρευστὸν σωρεύεται τότε ἐπὶ τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ, τὸ δὲ ἀρνητικὸν ἐπὶ τοῦ κασσιτέρου. Τὸ ἐναντίον δὲ ἤθελε συμβῆ, ἐὰν κρατοῦντες τὴν λάγηνον ἐκ τοῦ ἀγκίστρου, ἐβάλλομεν εἰς συγκοινωνίαν τὸν ἐξωτερικὸν ὀπλισμόν μετὰ τῆς μηχανῆς. Ἡ δὲ θεωρία τῆς λουγδουνικῆς λαγήνου εἶναι ἢ αὐτὴ τῇ τοῦ συμπυκνωτοῦ, καὶ ὅ,τι



ἐλέχθη περὶ τούτου δύναται νὰ ἐφαρμοσθῇ καὶ εἰς τὴν λάγηνον, ἀντικαθισταμένων τῶν δύο δίσκων Α καὶ Γ τοῦ σχήματος 104 ὑπὸ τῶν δύο ὀπλισμῶν αὐτῆς.

Ἡ λουγδουνικὴ λάγηνος, ὅπως καὶ ὁ συμπυκνωτῆς, ἐκκενοῦται βραδέως ἢ ἀκαριαίως. Ἴνα ἐκκενώσωμεν αὐτὴν ἀκαριαίως, κρατοῦμεν αὐτὴν ἐν τῇ χειρὶ, καὶ βάλλομεν εἰς συγκοινωνίαν τοὺς δύο ὀπλισμοὺς, φροντίζοντες νὰ ἐγγίξωμεν κατὰ πρῶτον τὸν ἐν τῇ χειρὶ κρατούμενον ὀπλισμὸν, διότι ἄλλως δεχόμεθα τὸν τυναγμὸν. Ἴνα ἐκκενώσωμεν δὲ αὐτὴν βραδέως, ἀπομονοῦμεν αὐτὴν ἐπὶ πλακοῦντος ῥητίνης, καὶ ἐγγίξομεν ἐναλλάξ διὰ τῆς χειρὸς ἢ διὰ μεταλλίνου στελέχους τὸν ἐσωτερικὸν ὀπλισμὸν, ἔπειτα τὸν ἐξωτερικὸν, καὶ οὕτω καθεξῆς, ἀποσπῶντες καθ' ἐκάστην ἐπαφὴν ἀσθενῆ σπινθῆρα.

223. Λάγηνος κινητοῦς ἔχουσα τοὺς ὀπλισμοὺς. — Ἡ τοιαύτη λάγηνος χρησιμεύει εἰς τὴν ἀπόδειξιν ὅτι ἐν τῇ λουγδουνικῇ λαγίνῳ, καὶ ἐν γένει ἐν ἅπασι τοῖς συμπυκνωταῖς, τὰ ἠλεκτρικὰ ῥευστὰ τὰ οὐδετεροῦντα ἀλληλα δὲν εὐρίσκονται μόνον ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν, ἀλλὰ κυρίως ἐπὶ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τῆς διαχωριζούσης αὐτὰ ὑάλου. Ἡ λάγηνος αὕτη, τῆς ὁποίας τὰ διάφορα μέρη δύνανται νὰ χωρισθῶσιν ἀπ' ἀλλήλων, συνίσταται ἐκ μεγάλου ὑαλίνου κωνικοῦ ἀγγείου Β (σχ. 108), ἐξ



Σχ. 108.

ὀπλισμοῦ ἐξωτερικοῦ Γ, καὶ ἐξ ἐσωτερικοῦ ὀπλισμοῦ Δ, συγκειμένων ἀμφοτέρων ἐκ σιδήρου κεκασσιτερωμένου. Τὰ συστατικά ταῦτα τιθέμενα τὸ ἐν ἐντὸς τοῦ ἄλλου, ὡς φαίνεται ἐν

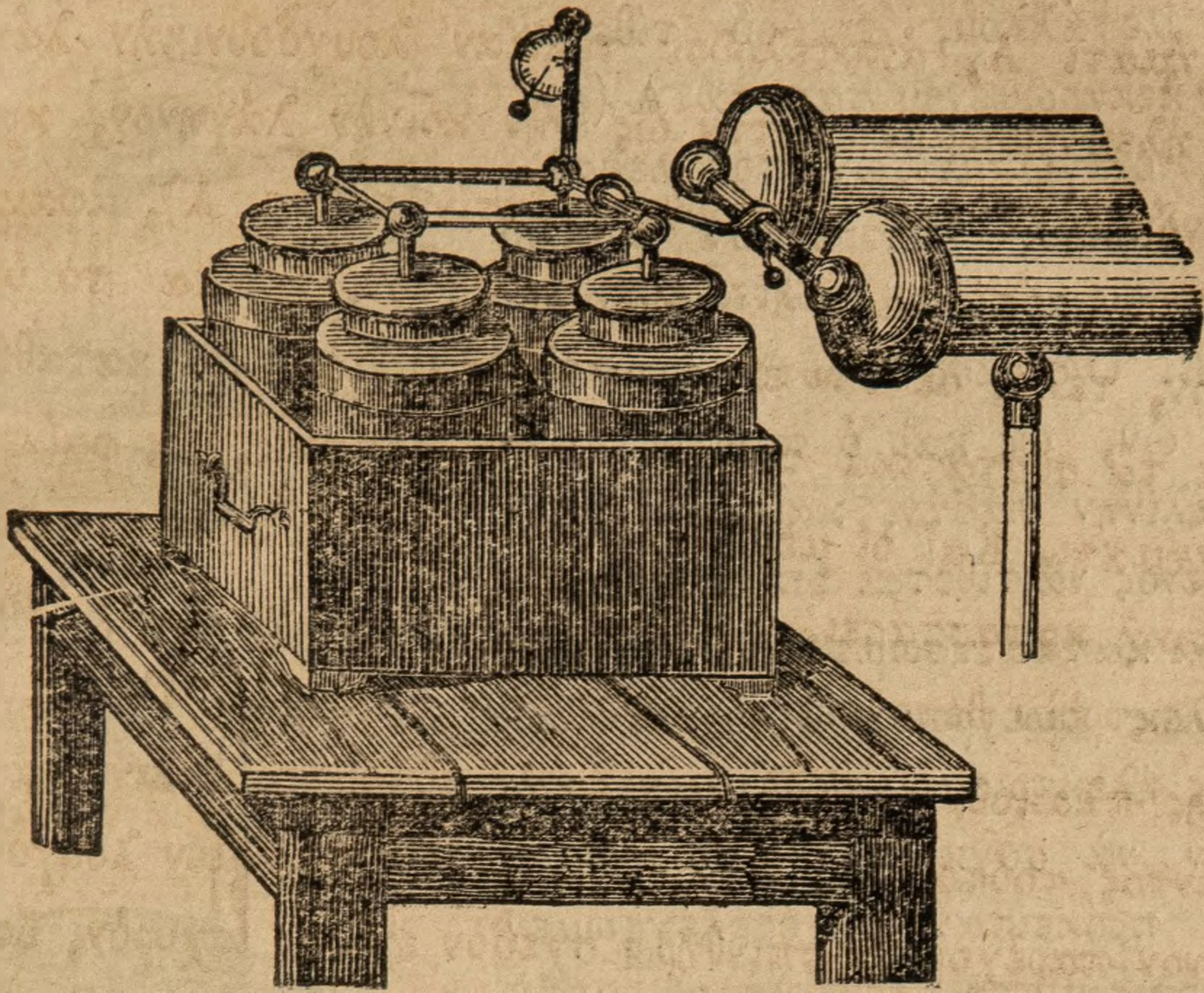


τῷ σχήματι Α, ἀποτελοῦσι τελείαν λουγδουνικὴν λάγηνον. Ἄφοῦ ἠλεκτρίσωμεν αὐτὴν ὡς τὴν κοινὴν λάγηνον, καὶ τὴν ἀπομονώσωμεν ἐπὶ πλακοῦντος ῥητίνης (σχ. Α), ἀφαιροῦμεν διὰ τῆς χειρὸς τὸν ἐσωτερικὸν ὄπλισμόν, ἔπειτα τὸ ὑάλινον ἀγγεῖον, τέλος δὲ τὸν ἐξωτερικὸν ὄπλισμόν, καὶ καταθέτομεν πάντα τὰ συστατικὰ ταῦτα ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ὡς φαίνεται ἐν τῷ σχήματι. Καὶ οἱ μὲν ὄπλισμοὶ εὐρίσκονται προφανῶς τότε ἐν φυσικῇ καταστάσει, ὡς συγκοινωνοῦντες μετὰ τοῦ ἐδάφους· καὶ ὁμῶς ἐὰν θέτοντες ἐκ νέου τὸν ὄπλισμόν Γ ἐπὶ τοῦ ἐκ ῥητίνης πλακοῦντος βάλωμεν ἐντὸς αὐτοῦ τὸ ὑάλινον ἀγγεῖον, καὶ ἐντὸς τούτου τὸν ὄπλισμόν Δ, ἀποτελοῦμεν λουγδουνικὴν λάγηνον παρέχουσαν σπινθῆρα σχεδὸν ἐπίσης ἰσχυρὸν, ὅσον καὶ πρὸ τῆς ἐκκενώσεως τῶν δύο ὄπλισμῶν. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι τὰ δύο ἠλεκτρικὰ ρευστὰ ὑπείκοντα εἰς τὴν ἀμοιβαίων αὐτῶν ἔλξιν καταλείπουσι κατὰ τὸ πλεῖστον μέρος τοὺς δύο ὄπλισμοὺς, καὶ σωρεύονται ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῆς ὑάλου.

224. Ἡλεκτρικαὶ στάμνοι καὶ συστοιχίαι. — Στάμνος εἶναι μεγάλη λουγδουνικὴ λάγηνος, διὰ τὴν εὐρύτητα τοῦ λαιμοῦ τῆς ὁποίας εἶναι δυνατὸν νὰ κολλήσωμεν ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας φύλλον κασσιτέρου, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει ὡς ὄπλισμός. Τὸ διὰ τοῦ πώματος διερχόμενον στέλεχος εἶναι εὐθὺ καὶ λήγει πρὸς τὸ κατώτερον ἄκρον εἰς ἄλυσιν μεταλλίνην, δι' ἧς συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐσωτερικοῦ ὄπλισμοῦ.

Συστοιχία δὲ εἶναι σύστημα πολλῶν στάμνων τεθειμένων ἐν ξυλίνῳ κιβωτίῳ (σχ. 109), καὶ συγκοινωνουσῶν ἐντὸς μὲν διὰ μεταλλίνων ράβδων, ἐκτὸς δὲ διὰ φύλλου κασσιτέρου, τὸ ὁποῖον καλύπτει τὸν πυθμένα τοῦ κιβωτίου καὶ εὐρίσκεται ἐν ἐπαφῇ μετὰ τῶν ἐξωτερικῶν ὄπλισμῶν τῶν στάμνων. Τὸ αὐτὸ δὲ φύλλον κασσιτέρου προεκτείνεται μέχρις οὔ συναντήσῃ δύο μεταλλίνας λαβὰς προσηλωμένας ἐπὶ τῶν τοίχων τοῦ κιβωτίου. Ἡ συστοιχία πληροῦται, ὡς φαίνεται ἐν τῷ σχήματι 109, βαλλομένων εἰς συγκοινωνίαν τῶν μὲν ἐσωτερικῶν ὄπλισμῶν μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, τῶν δὲ ἐξωτερικῶν μετὰ τοῦ ἐδάφους δι' αὐτοῦ τοῦ ξύλου τοῦ κιβωτίου.





Σχ. 109.

καὶ τῆς τραπέζης, ἐφ' ἧς στηρίζεται, ἢ κάλλιον διὰ μεταλλί-  
νης ἀλύσεως δεδεμένης ἐπὶ τῆς ἐτέρας τῶν λαβῶν τοῦ κιβω-  
τίου. Ἡλεκτρόμετρον τοῦ Ἐνλεΐου προσηρμοσμένον ἐπὶ τινος  
τῶν στάμνων χρησιμεύει εἰς τὸ δεικνύειν τὸ φορτίον τῆς συ-  
στοιχίας. Καίτοι δὲ μεγάλης ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ σωρευο-  
μένης ἐπὶ τοῦ ὀργάνου, τὸ ἠλεκτρόμετρον ἀποκλίνει λίαν βρα-  
δέως καὶ ὀλίγας μόνον μοίρας, καὶ τοῦτο διότι ἡ ἀπόκλισις  
προέρχεται μόνον ἐκ τῆς διαφορᾶς τῆς τάσεως ἐπὶ τῶν δύο  
ὀπλισμῶν.

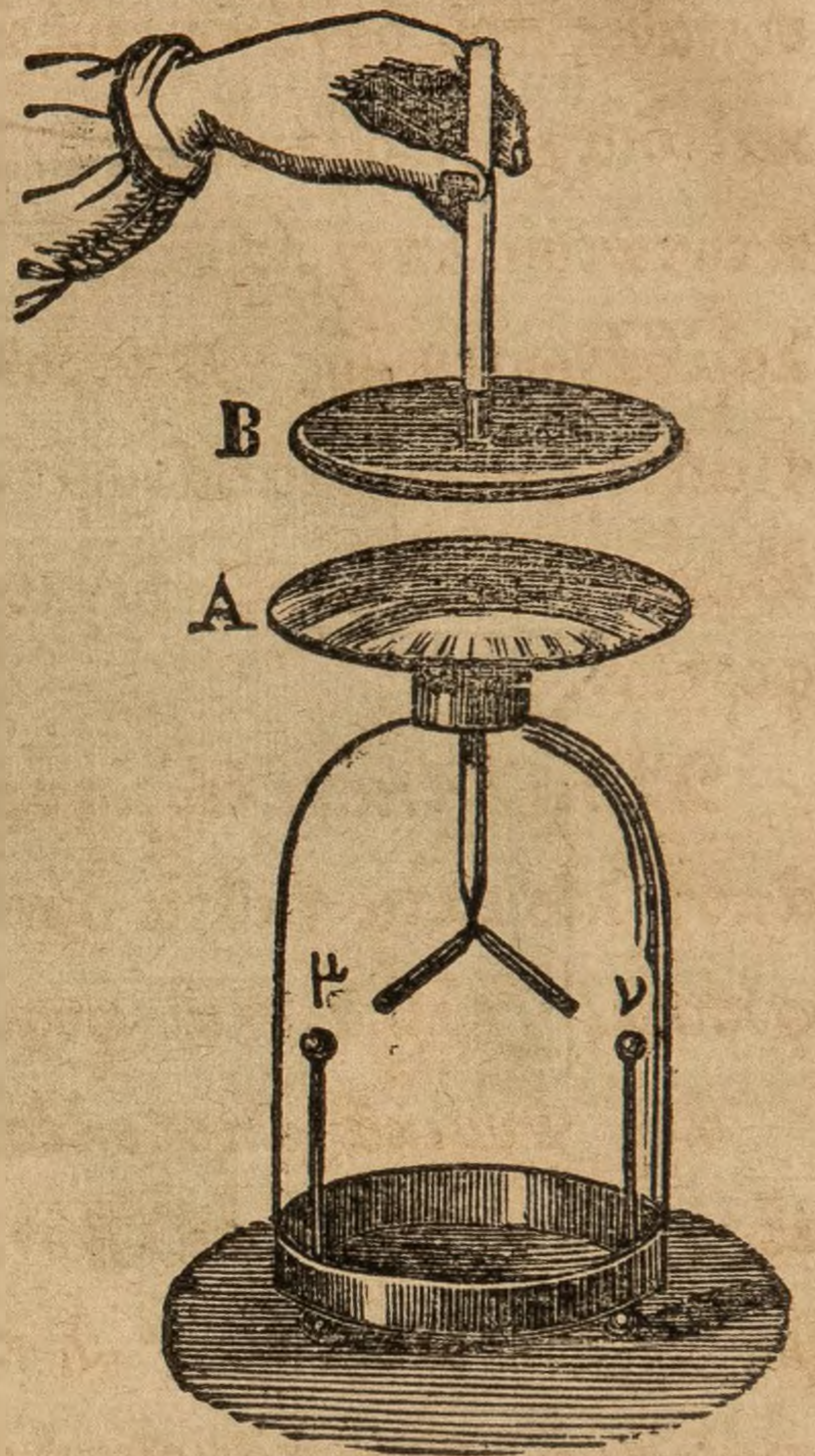
Πρὸς ἐκκένωσιν δὲ συστοιχίας πρέπει νὰ γίνηται χρῆσις  
τοῦ ἔχοντος ὑαλίνας λαβὰς ἐκκενωτοῦ πρὸς ἀποφυγὴν τοῦ τι-  
ναγμοῦ, ὅστις ὅταν ἡ συστοιχία εἶναι εἶναι ἰσχυρά, δύναται νὰ  
ἐπενέγκῃ βλάβην μεγάλην, καὶ αὐτὸν τὸν θάνατον.

225. Ἡλεκτρόμετρον συμπυκνωτικὸν τοῦ Βόλτα. — Τὸ  
ὄργανον τοῦτο διαφέρει τοῦ περιγραφέντος ἐν τῷ ἐδαφίῳ 213  
μόνον διὰ τὴν προσθήκην δύο συμπυκνωτικῶν δίσκων, ἕνεκα  
τῶν ὁποίων γίνεται πολὺ εὐπαθέστερον. Τὸ χαλκοῦν στέλε-  
χος τὸ φέρον τὰ χρυσαῖ φύλλα ἀντὶ νὰ λήγῃ πρὸς τὸ ἀνώτε-  
ρον ἄκρον εἰς σφαιρίδιον ὀρειχάλκινον, λήγει εἰς δίσκον ἐκ τοῦ



αὐτοῦ μετάλλου, ἐφ' οὗ τίθεται δίσκος κεκηρωμένου ταφετᾶ A (σχ. 110), ὀλίγω μείζων τοῦ μεταλλίνου δίσκου, χρησιμεύων εἰς τὸ ἀπομονοῦν αὐτὸν ἀπὸ δευτέρου δίσκου B. Ὁ δίσκος δὲ οὗτος ὀρειχάλκινος ὢν, ὡς καὶ ὁ πρῶτος, φέρει ὑαλίνην λαβὴν, καὶ εἶναι προωρισμένος νὰ τίθεται ἐπ' ἐκείνου.

Ἴνα καταστήσωμεν αἰσθητὰς διὰ τοῦ ἠλεκτρομέτρου τούτου καὶ ἐλαχίστας ἠλεκτρισμοῦ ποσότητας, κάμνομεν νὰ συγκοινωνῇ τὸ σῶμα, ἐφ' οὗ πρόκειται νὰ ἐξελέγξωμεν τὴν ὑπαρξίν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, μετὰ τοῦ ἑτέρου τῶν δίσκων, ὅστις τότε καλεῖται ἠλεκτρολόγος δίσκος, τὸν δὲ ἕτερον δίσκον βάλλομεν εἰς συγ-



Σχ. 110.

κοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους, ἐγγίζοντες αὐτὸν διὰ τοῦ δακτύλου ὑγροῦ. Ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ ὑποβληθέντος εἰς τὸ πείραμα σώματος διαχεόμενος τότε ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρολόγου δίσκου, ἐνεργεῖ διὰ τοῦ ταφετᾶ ἐπὶ τοῦ δευτέρου δίσκου καὶ τῆς χειρὸς, καὶ τὸν μὲν ὁμώνυμον ἠλεκτρισμὸν ἀπωθεῖ εἰς τὸ ἔδαφος, τὸν δὲ ἑτερόνυμον ἔλκει. Τὰ δύο ρευστὰ ἐπισωρεύονται λοιπὸν ἐπὶ τῶν δύο δίσκων ἀπαραλλάκτως ὡς καὶ ἐν τῷ συμπυκνωτῇ τοῦ Αἰπίνου, ἀλλὰ δὲν συμβαίνει ἀπόκλισις τῶν φύλλων, ἔνεκα τῆς ἀμοιβαίας τῶν δύο ρευστῶν οὐδετερώσεως. Ἀφοῦ τὸ ὄργανον φορτισθῇ οὕτως, ἀποσύρομεν πρῶτον τὸν δάκτυλον, ἔπειτα τὴν πηγὴν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, χωρὶς νὰ παρατηρηθῇ εἰσέτι οὐδεμίαν ἀπόκλισιν. Ἄλλ' ἐὰν ἄρωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, ἢ οὐδετέρωσις παύει, καὶ ἐπειδὴ ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ δευτέρου δίσκου διανέμεται ἐξ ἴσου ἐπὶ τοῦ στελέχους καὶ ἐπὶ τῶν χρυσῶν φύλλων, ταῦτα ἀποκλίνουσιν ἰσχυρῶς. Ἡ ἀπόκλισις δὲ αὐξάνει ἐὰν προσαρτηθῶσιν εἰς τὸν πόδα τοῦ ὀργάνου δύο χαλκᾶ στελέχη λήγοντα εἰς σφαῖρας ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου μ καὶ ν· διότι αἱ σφαῖραι αὗται ἠλεκτριζόμεναι ὑπὸ τῆς



ἐνεργείας τῶν χρυσῶν φύλλων, ἀντιδρῶσιν ἐπὶ τούτων. Τὸ εὐπαθὲς τοῦ ὄργάνου αὐξάνει προσέτι ἀφαιρουμένου τοῦ ταφετᾶ, καὶ διαχωριζομένων τῶν δύο δίσκων μόνον διὰ στρώματος λεπτοτάτου ἐπιχρίσματος λακείου κόμμεος. Τέλος δὲ ἀντὶ νὰ λαμβάνωμεν ὡς ἠλεκτρολόγον δίσκον τὸν ἀνώτερον, εἶναι προτιμότερον νὰ λαμβάνωμεν τὸν κατώτερον, διότι ὁ μετὰ τῆς ἠλεκτρικῆς πηγῆς συγκοινωνῶν εἶναι ὁ λαμβάνων τὸ μείζον φορτίον.

226. Ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος. — Τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα δύνανται νὰ διαιρεθῶσιν εἰς τρία εἶδη, εἰς φυσικὰ, χημικὰ, καὶ φυσιολογικά.

α.) *Φυσικὰ ἀποτελέσματα.* — Τοιαῦτα εἶναι ἡ τῆξις καὶ ἐξάτμισις τῶν μετάλλων, ἡ φλέξις τοῦ αἰθέρος, τοῦ οἴνοπνεύματος, τῆς πυρίτιδος· ἡ παραγωγή φωτὸς, διάφοροι μηχανικαὶ ἐνέργειαι, οἷον ταχεῖα ἔκτασις τῶν ἀερίων, ἡ διάρρηξις ἢ διατρύπησις οὐσιῶν μὴ ἀγωγῶν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ κτλ.

β.) *Χημικὰ ἀποτελέσματα.* — Τοιαῦτα εἶναι ἡ ἔνωσις διαφόρων ἀερίων μεμιγμένων καθ' ὠρισμένης ἀναλογίας, οἷον τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ὑδρογόνου, τοῦ ὑδρογόνου καὶ τοῦ χλωρίου κτλ. Ἡ ἀνάλυσις τοῦ ἀμμωνιακοῦ ἀερίου εἰς ἄζωτον καὶ ὑδρογόνον, τοῦ ὑδροθειικοῦ ὀξέος, τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος εἰς ὀξυγόνον καὶ ὀξειδίου τοῦ ἀνθρακος κτλ.

γ.) *Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα.* — Τοιαῦτα εἶναι τιναγμοὶ μᾶλλον ἢ ἥττον ἰσχυροὶ γινόμενοι αἰσθητοὶ κυρίως κατὰ τὰς ἀρθρώσεις. Οἱ τιναγμοὶ οὗτοι δύνανται νὰ μεταδοθῶσι συγχρόνως διὰ τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου εἰς μέγαν ἀριθμὸν ἀνθρώπων, οἵτινες σχηματίζουσιν ἄλυσιν κρατούμενοι ἐκ τῶν χειρῶν. Ἡ ἐκκένωσις ἠλεκτρικῆς συστοιχίας εἶναι πάντοτε ἐπικίνδυνος, καὶ δύναται νὰ φονεύσῃ ἱκανῶς μεγάλα ζῶα.

Περὶ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, κεραυνοῦ,  
καὶ ἀλεξικεραύνου.

227. Πείραμα τοῦ Δαλιβάρδου. — Εὐθὺς ὡς ἐγένοντο γνωστά τὰ πρῶτα ἀποτελέσματα τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος, οἱ φυ-



σικοὶ παρέβαλον αὐτὸν πρὸς τὸν κεραυνόν· ὑπώπτευσαν δηλαδὴ ὅτι ὁ κεραυνὸς δὲν εἶναι ἄλλο τι ἢ μέγιστος ἠλεκτρικὸς σπινθήρ. Πρῶτος δὲ ὁ Δαλιβάρδος ὑπὸ τῶν θεωριῶν τοῦ Φραγκλίνου ὀδηγούμενος ἀπέδειξε βεβαίως τὴν ἀλήθειαν τούτου διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Ἔστησε ῥάβδον σιδηρᾶν ὕψους 33 μέτρων, λήγουσαν εἰς ἀκίδα καὶ μεμονωμένην κατὰ τὴν βάσιν. Διελθόντος δὲ ὑπεράνω αὐτῆς θυελλώδους νέφους, τὸ κατώτερον ἄκρον αὐτῆς ἐφορτίσθη ὑπὸ ἠλεκτρισμοῦ, ὡς εἴαν ἡ ἀκίς ἦτον ἀπέναντι ἠλεκτρικῆς μηχανῆς. Ἐλαβε δὲ ἰσχυροὺς σπινθῆρας, δι' ὧν ἠδυνήθη νὰ πληρώσῃ πολλὰς λουγδουνικὰς λαγήνους.

228. Πείραμα τοῦ Φραγκλίνου καὶ τοῦ Ῥόμα.— Ὁ Φραγκλῖνος ἐπεχείρησε συγχρόνως μετὰ τοῦ Δαλιβάρδου ὅμοια πειράματα· ἐπειδὴ δὲ τὸ κωδωνοστάσιον τῆς Φιλαδελφείας, ἐφ' οὗ προὔτιθετο νὰ ὑψώσῃ μεταλλίνην ῥάβδον, ἐβράδυνε νὰ τελειώσῃ, ἀνυπόμονος νὰ ὑποβάλλῃ τὰς θεωρίας του εἰς πειραματικὴν ἐπιβεβαίωσιν, ἀνύψωσε χαρταετὸν, φέροντα μεταλλίνην αἰχμήν. Τὸ νῆμα τοῦ χαρταετοῦ, τὸ ὁποῖον συνεκοινῶνει μετὰ τοῦ μεταλλίνου στελέχους, ἔληγεν εἰς μεταξωτὸν σχοινίον, τὸ ὁποῖον ὁ παρατηρητῆς ἐκράτει ἐν τῇ χειρὶ. Πρῶτόν τι θυελλῶδες νέφος παρῆλθεν ἄνευ ἀποτελέσματος, διότι τὸ λινοῦν σχοινίον δὲν ἤγεν ἰκανῶς τὸν ἠλεκτρισμόν· ἀλλ' ἐπελθούσης μικρᾶς τινος βροχῆς καὶ τοῦ σχοινίου ὑγραθέντος, ὁ Φραγκλῖνος ἔλαβε τοὺς προσδοκωμένους σπινθῆρας. Ὁ Ῥόμας ὀλίγον μετὰ ταῦτα ἐπανάλαβε τὸ αὐτὸ πείραμα, μεταχειρισθεὶς εἰς τὴν ἀνύψωσιν τοῦ χαρταετοῦ λεπτὸν μετάλλινον σύρμα. Οὕτω δὲ ἀπέσπασε σπινθῆρας ἔχοντας πολλῶν ποδῶν μῆκος, καὶ ἐκρηγνυμένους μετ' ἰσχυροῦ κρότου. Εὐτυχῶς ὁμῶς εἶχε λάβει πάντα τὰ προφυλακτικὰ μέτρα κατὰ τῶν ἀποτελεσμάτων σπινθῆρων τόσοῦ ἰσχυρῶν. Ὁ δὲ ἐν Πετροπόλει καθηγητῆς Ῥίχμαν ἀσχολούμενος εἰς τοιαῦτα πειράματα, καὶ μὴ λαβὼν τὰς ἀναγκαίας προφυλάξεις, ἐφονεύθη ὑπὸ σπινθῆρος κτυπήσαντος αὐτὸν εἰς τὸ μέτωπον.

229. Μέθοδοι παρατηρήσεως ἐν χρήσει τὴν σήμερον. — Πρὸς ἐξέτασιν τοῦ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἠλεκτρισμοῦ γίνεται χρῆ-



σις ἔτι καὶ νῦν τοῦ ὄργάνου, τὸ ὁποῖον μεταχειρίσθη ὁ Δαλιβάρδος, ἀλλ' ὑπ' ἄλλην μορφήν. Ἐν τοῖς μετεωροσκοπείοις ὑψοῦνται μακραὶ ῥάβδοι μετάλλιναι λήγουσαι εἰς ἀκίδας, ὡς ἡ τοῦ Δαλιβάρδου, ἠλεκτροσκόπια δὲ συγκοινωνοῦντα μετὰ τοῦ κατωτέρου ἄκρου τῶν ῥάβδων τούτων χρησιμεύουσιν εἰς προσδιορισμὸν τοῦ εἶδους καὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Πρὸς ἀποφυγὴν δὲ παντὸς κινδύνου, πλησίον τῆς μεταλλίνης ῥάβδου εἶναι τεθειμένον μετάλλινον τι στέλεχος συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους, καὶ οὕτως ἡ ῥάβδος δὲν δύναται νὰ διατηρήσῃ, ἢ ἠλεκτρικὸν φορτίον ἀκίνδυνον. Ἐν δὲ ταῖς ὁδοιπορίαις γίνεται χρῆσις ἠλεκτροσκοπίων διαφερόντων τῶν κοινῶν κατὰ τοῦτο, ὅτι τὸ σφαιρίδιον, εἰς ὃ λήγει τὸ μετάλλινον στέλεχος, ἀντικαθίσταται ὑπὸ ὀξέος στελέχους, ἔχοντος ὕψος πέντε μέχρι ἕξ ὑποδεκατομέτρων.

Ὁ Σωσύρος εἰς παρατήρησιν τοῦ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἠλεκτρισμοῦ μετεχειρίζετο χαλκῆν σφαῖραν, ἣν ἔρριπτε διὰ τῆς χειρὸς καθέτως πρὸς τὰ ἄνω. Ἦτο δὲ ἡ σφαῖρα αὕτη δεδεμένη εἰς τὸ ἄκρον μεταλλίνου σύρματος, τοῦ ὁποίου τὸ ἕτερον ἄκρον συνεδέετο μετὰ δακτυλίου δυναμένου νὰ ὀλισθαίνῃ ἐπὶ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἠλεκτρομέτρου. Ὁ δὲ Βεκερέλος ἐτελειοποίησε τὴν μέθοδον τοῦ Σωσύρου, ἀντικαταστήσας τὴν χαλκῆν σφαῖραν διὰ βέλους ἐκτοξευομένου πρὸς τὰ ἄνω δι' ἰσχυροῦ τόξου.

230. Ἐξαγόμενα. — Δι' εὐπαθῶν ἠλεκτροσκοπίων ἐδείχθη ὅτι ἡ ἀτμοσφαῖρα φέρει πάντοτε ἠλεκτρισμὸν, οὐ μόνον ὅταν ὁ οὐρανὸς εἶναι νεφελώδης, ἀλλὰ καὶ ὅταν εἶναι αἶθριος. Ἐν τῇ τελευταίᾳ ταύτῃ περιπτώσει ὁ ἠλεκτρισμὸς εἶναι πάντοτε θετικός. Κατὰ τὰς ὡραίας ἡμέρας αἱ μεταβολαὶ τῆς ἠλεκτρικῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας εἶναι ἱκανῶς κανονικαί. Παρατηρεῖται δηλαδὴ ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ ἐν ἐλάχιστον κατὰ τὴν 2<sup>αν</sup> ὥραν τῆς πρωίας καὶ ἐν μέγιστον κατὰ τὴν 10<sup>ην</sup>, ἕτερόν τι δὲ ἐλάχιστον κατὰ τὴν 2<sup>αν</sup> ὥραν μετὰ μεσημβρίαν καὶ δεύτερον μέγιστον κατὰ τὴν 10<sup>ην</sup>. Παρατηρεῖται προσέτι ὅτι ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ αὐξάνει μετὰ τοῦ ὕψους ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ. Αἰτία δὲ τούτου εἶναι ὅτι τὰ κατώτερα τῆς ἀτμο-



σφαῖρας στρώματα ὡς ὑγρότερα καὶ διὰ τοῦτο μᾶλλον ἀγωγὰ, ἀποβάλλουσιν ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὸν ἠλεκτρισμὸν διὰ τὴν μετὰ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίαν.

“Ὅταν δὲ ὁ οὐρανὸς εἶναι κεκαλυμμένος ὑπὸ νεφῶν, ὁ ἠλεκτρισμὸς δὲν εἶναι πάντοτε θετικὸς, ἀλλὰ πολλάκις ἀρνητικὸς, καὶ δύναται νὰ μεταβάλη σημεῖον πολλάκις τῆς ἡμέρας.

Τέλος δὲ τὸ ἠλεκτρόμετρον ἐξελέγχει ὀλιγωτέραν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ τὸ θέρος ἢ τὸν χειμῶνα. Καὶ φαίνεται μὲν τοῦτο κατὰ πρῶτον ἀντιφάσκον πρὸς τὸ συμβαῖνον ἐν τοῖς ἡμετέροις κλίμασιν, ἐν οἷς αἱ ἀστραπαὶ καὶ βρονταὶ συμβαίνουσιν ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον κατὰ τὰς θερμὰς ὥρας τοῦ ἔτους. Ἄλλ' ἡ φαινομένη αὕτη ἀντίφασις καταστρέφεται, ἐὰν ἀναλογισθῶμεν ὅτι τὸν χειμῶνα ὁ ἀήρ εἶναι ὑγρότερος καὶ διὰ τοῦτο ὁ ἠλεκτρισμὸς τῶν ὑψηλῶν τῆς ἀτμοσφαίρας χωρῶν ἐκρέει εὐκόλως εἰς τὸ ἔδαφος.

231. *Αἰτία τοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἠλεκτρισμοῦ.* — Πολλαὶ ὑποθέσεις ἐγένοντο πρὸς ἐξήγησιν τῆς γενέσεως τοῦ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἠλεκτρισμοῦ. Οἱ μὲν ἐθεώρησαν ὡς αἰτίαν τὴν τριβὴν τοῦ ἀέρος ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, οἱ δὲ τὴν ἀνάπτυξιν τῶν φυτῶν, οἱ δὲ τὴν ἐξάτμισιν τῶν ὑδάτων. Ὁ Πουιλλέτος διὰ πειραμάτων ἔδειξεν ὅτι τὸ περιέχον διαλελυμένας ἀλατώδεις οὐσίας ὕδωρ ἐξατμιζόμενον ἀναπτύσσει θετικὸν ἠλεκτρισμὸν, ὃν ὁ ἀτμὸς μεταφέρει μεθ' ἑαυτοῦ εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν. Ἄλλοι ὅμως φυσικοὶ ἔδειξαν ὅτι ὁ ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμὸς προέρχεται οὐχὶ κυρίως ἐκ τῆς ἐξατμίσεως, ἀλλ' ἐκ τῆς προστρίψεως τῶν ὑπὸ τοῦ ἀτμοῦ συμπαρασυρομένων μορίων τοῦ ὕδατος ἐπὶ τῶν τοίχων τοῦ περιέχοντος ἀγγείου.

232. *Νέφη ἠλεκτρισμένα θετικῶς καὶ ἀρνητικῶς.* — Ἐπειδὴ ὁ ἀήρ αἰθριὸς ὢν φέρει πάντοτε θετικὸν ἠλεκτρισμὸν, εἶναι φανερόν ὅτι νέφος τι σχηματιζόμενον ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ δύναται νὰ εἶναι θετικῶς ἠλεκτρισμένον. Τῶν δὲ ἀρνητικῶν νεφῶν ὁ σχηματισμὸς δύναται νὰ ἐξηγηθῇ ὡς ἑξῆς. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι νέφος τι ἀσθενῶς ἠλεκτρισμένον κεῖται ὑποκάτω ἄλλου φέροντος μεγάλην ποσότητα θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ· εἶναι φανερόν ὅτι τὸ πρῶτον θέλει ἠλεκτρισθῆ ἑξ' ἐπιδράσεως, καὶ ἐὰν συγκοινωνῇ



μετὰ τοῦ ἐδάφους, τὸ μὲν θετικὸν ρευστὸν θέλει ἐκρεύσει εἰς αὐτὸ, τὸ δὲ νέφος αὐτὸ θέλει μείνει ἠλεκτρισμένον ἀρνητικῶς.

233. Ἀστραπή. — Ἡ ἀστραπή εἶναι λαμπρότατον φῶς παραγόμενον ἐκ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος τοῦ ἐκρηγνυμένου μεταξὺ δύο νεφῶν ἀντιθέτως ἠλεκτρισμένων, ἢ μεταξὺ νέφους τινὸς καὶ τοῦ ἐδάφους. Εἶναι δὲ τὸ φῶς τῶν ἀστραπῶν λευκὸν μὲν ἐν ταῖς χαμηλαῖς τῆς ἀτμοσφαίρας χώραις, ἰῶδες δὲ ἐν ταῖς ὑψηλαῖς, ὡς συμβαίνει καὶ εἰς τὸν σπινθῆρα τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς.

Τὸ μῆκος τῶν ἀστραπῶν εἶναι μέγιστον, διότι εἶναι ἐνίοτε πολλῶν λευγῶν. Εἶναι δὲ δύσκολον νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι δύο νέφη δύνανται νὰ εἶναι τόσον ἰσχυρῶς ἠλεκτρισμένα, ὥστε ἡ ἐλκτικὴ δύναμις τῶν δύο ἀντιθέτων ἠλεκτρικῶν ρευστῶν νὰ διαρρήξῃ στρῶμα ἀέρος τοσοῦτον παχύ. Ἀλλὰ ἐξηγεῖται τὸ μέγα τῶν ἀστραπῶν μῆκος διὰ τῆς ὑπάρξεως μεταξὺ τῶν δύο νεφῶν μικρῶν σωματίων ἀγωγῶν, δηλονότι τῶν πιπτουσῶν ρανίδων τῆς βροχῆς, καὶ ἀπεσπασμένων τεμαχίων νεφῶν. Διότι ἕκαστος τῶν ἀγωγῶν τούτων ἠλεκτρίζει ἐξ ἐπιδράσεως τὸν ἐπόμενον, ὅπως συμβαίνει εἰς σειρὰν μεταλλίνων κυλίνδρων μεμονωμένων, ὧν οἱ δύο τελευταῖοι εἶναι ἀντιθέτως ἠλεκτρισμένοι· σπινθῆρ δὲ ἐκρήγνυται μεταξὺ ἐκάστου ἀγωγοῦ καὶ τοῦ ἐπομένου, καὶ ἐὰν οἱ ἀγωγοὶ δὲν εἶναι μεγάλοι, ἢ πληθὺς αὕτη τῶν σπινθῆρων ἀποτελεῖ διὰ τὸν ὀφθαλμὸν ἓνα μοναδικὸν σπινθῆρα. Ὅμοιον φαινόμενον παράγομεν δι' ὑαλίνου σωλῆνος, ἐφ' οὗ εἶναι κεκολλημένα ἐλικοειδῶς μικρὰ κασσιτέρου πέταλα τὸ ἐν μετὰ τὸ ἄλλο. Διότι ἐὰν κρατοῦντες τὸ ἐν ἄκρον τοῦ σωλῆνος τούτου ἐν τῇ χειρὶ πλησιάσωμεν τὸ ἕτερον εἰς τὸν ἀγωγὸν ἠλεκτρικῆς μηχανῆς περφορισμένης, εἰς σπινθῆρ ἐκρήγνυται μεταξὺ ἐκάστου πετάλου καὶ τοῦ ἐφεξῆς τεθειμένου, ὁ δὲ ὀλίγον μακρὰν εὐρισκόμενος θεατῆς βλέπει ἓνα μόνον σπινθῆρα μεγάλου μήκους.

Ἡ πορεία τῆς ἀστραπῆς ἐν τῷ ἀέρι γίνεται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον κατὰ κεκλασμένην γραμμὴν, ὡς καὶ ἡ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν, ὅταν οὗτος ἔχη ἰκανὸν μῆ-



κος. Αίτια δὲ τοῦ φαινομένου τούτου θεωρεῖται ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος εἰς τὴν διάβασιν τοῦ σπινθῆρος, ὅστις παρεκτρέπεται τῆς εὐθείας γραμμῆς καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν, καθ' ἣν ἡ ἀντίστασις εἶναι μικροτέρα. Καὶ τῷ ὄντι ἐν τῷ κενῷ ἡ διάδοσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ γίνεται κατ' εὐθεῖαν γραμμὴν.

Ἡ διάρκεια τῆς ἀστραπῆς εἶναι τόσον βραχεῖα, ὥστε κατήνησε παροιμιώδης· κατὰ δὲ τὰ πειράματα τοῦ Wheatstone ἡ διάρκεια αὕτη εἶναι μικροτέρα ἐνὸς ἑκατομμυριοστοῦ τοῦ δευτέρου λεπτοῦ. Ἡ δὲ ἀρχὴ, ἐφ' ἧς στηρίζεται ἡ μέθοδος τοῦ εἰρημένου φυσικοῦ, εἶναι ἡ ἐξῆς. Κατὰ τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἐκρήγνυται ἡ ἀστραπή, ὁ πρὸς κινούμενα σώματα ἐστραμμένος ὀφθαλμὸς βλέπει αὐτὰ ὅλως ἀκίνητα· οἷον οἱ καλπάζοντες ἵπποι, οἱ ἄμαξα ἦν σύρουσιν, οἱ τροχοὶ αὐτῆς, τὰ πάντα παρατηροῦνται ἐν τελείᾳ ἡρεμίᾳ· τοῦτο δὲ δεικνύει ὅτι ἡ διάρκεια τῆς ἀστραπῆς εἶναι τόσον βραχεῖα, ὥστε ἐν τῷ χρόνῳ τῆς διαρκείας αὐτῆς τὸ κινούμενον σῶμα δὲν δύναται νὰ μετατοπισθῆ αἰσθητῶς. Τὸ ὄργανον τὸ ὁποῖον μετεχειρίσθη ὁ Wheatstone εἰς μέτρησιν τῆς διαρκείας τῆς ἀστραπῆς ἦτο τροχὸς δυνάμενος νὰ γρέφηται λίαν ταχέως περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ. Πᾶσα τοῦ τροχοῦ ἀκτὶς διέτρεχε κατὰ πρῶτον διάστημα αἰσθητὸν ἐν ἐνὶ χιλιοστῷ τοῦ δευτέρου λεπτοῦ· ἔπειτα δὲ ἡ ταχύτης ἐγένετο δεκάκις μείζων, εἶτα ἑκατοντάκις, καὶ οὕτω καθεξῆς, ὥστε ἐκάστη ἀκτὶς τοῦ τροχοῦ διέτρεχεν αἰσθητὸν διάστημα ἐν ἐνὶ ἑκατομμυριοστῷ τοῦ δευτέρου λεπτοῦ. Τοιαύτην δὲ ταχύτητα ἔχων ὁ τροχὸς παρατηρήθη πολλάκις ὑπὸ τοῦ εἰρημένου φυσικοῦ κατὰ τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν λάμπουσα ἡ ἀστραπή ἐφώτιζε τὰ ἐν βαθεῖ σκότει εὐρισκόμενα ἀντικείμενα, καὶ ἡ διάρκεια τῆς ἀστραπῆς ἦτο τόσον βραχεῖα, ὥστε δὲν ἠδυνήθη νὰ διακρίνη τὴν ἐλαχίστην κίνησιν τῶν ἀκτίνων τοῦ τροχοῦ.

234. Διάφορα ἀστραπῶν εἶδη. — Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω περιγραφεισῶν ἀστραπῶν ὑπάρχουσι καὶ ἄλλαι διαρκοῦσαι χρόνον αἰσθητὸν, δυνάμενον νὰ φθάσῃ καὶ νὰ ὑπερβῆ ἐν δεύτερον λεπτόν. Προέρχονται δὲ αὗται πιθανῶς ἐκ πολλῶν ἀστραπῶν διαδεχομένων ἀλλήλας κατὰ διαστήματα μικρότερα



ένος δεκάτου τοῦ δευτέρου λεπτοῦ, διὰ τὸ ὅποιον ἡ λάμψις αὐτῶν φαίνεται συνεχῆς.

Ἄλλο εἶδος ἀστραπῶν εἶναι αἱ καλούμεναι ἀστραπαὶ θερμότητος, διότι συμβαίνουσι κατὰ τὰς νύκτας τοῦ θέρους, χωρὶς νὰ φαίνεται νέφος ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος, καὶ χωρὶς νὰ ἀκούηται βροντή. Εἶναι δὲ αὗται πιθανώτατα κοιναὶ ἀστραπαὶ παραγόμεναι ὑπὸ νεφελῶν κειμένων ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα, καὶ εἰς ἀπόστασιν ἱκανῶς μεγάλην, ὥστε νὰ μὴ ἀκούηται ἡ βροντή.

Ἐπάρχει τέλος καὶ τέταρτον εἶδος ἀστραπῶν, αἵτινες φαίνονται ἐν σχήματι πυρίνων σφαιρῶν. Αἱ πύριναὶ αὗται σφαῖραι καταβαίνουσιν ἐκ τῶν νεφῶν μεθ' ἱκανῆς βραδύτητος, φαινόμεναι πολλάκις ὑπὲρ τὰ δέκα δεύτερα λεπτά· ἐνίοτε ἀναπηδῶσιν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, λαμβάνουσαι διαφόρους διευθύνσεις, καὶ ἐπὶ τέλους ἐκρήγνυνται μετὰ μεγίστου κρότου καὶ κεραυνοῦσι τὰ πλησίον σώματα. Τῶν ἀστραπῶν δὲ τούτων ὁ σχηματισμὸς μένει μέχρι τῆς σήμερον ἀνεξήγητος.

235. Βροντή. — Ἡ βροντὴ εἶναι ὁ ἰσχυρὸς κρότος ὁ ἀκουόμενος μετὰ τὴν ἀστραπήν. Εἶναι δὲ ἡ βροντὴ καὶ ἡ ἀστραπή πάντοτε σύγχρονοι, ἀλλ' ἡ βροντὴ ἀκούεται χρόνον τινὰ μετὰ τὴν λάμψιν τῆς ἀστραπῆς· διότι ὁ μὲν ἦχος διατρέχει 340 περίπου μέτρα κατὰ δεύτερον λεπτόν, ἐνῶ τὸ φῶς χρειάζεται ἀνεπαίσθητον χρόνον ἵνα φθάσῃ ἀπὸ τῆς νεφέλης εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ.

Ἡ βροντὴ προέρχεται ἐκ τῆς δονήσεως τοῦ ἀέρος, τῆς ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος παραγομένης. Καὶ ὅταν μὲν ἡ ἐκρηξις τούτου γίγνηται πλησίον τοῦ παρατηρητοῦ, ὁ κρότος τῆς βροντῆς εἶναι ξηρὸς καὶ βραχὺς τὴν διάρκειαν· ἀπώτερον δὲ ἀκούεται σειρά κρότων διαδεχομένων ἀλλήλους ταχέως. Εἰς ἀπόστασιν δὲ ἔτι μείζονα ὁ κρότος ἀκούεται ἀσθενῆς τὸ πρῶτον, ἔπειτα ἐνισχύεται καὶ μεταβάλλεται εἰς μυκηθμὸν παρατεταμένον ἀνίσου ἐντάσεως.

Αἱ διάφοροι αὗται περιστάσεις τοῦ ἤχου τῆς βροντῆς ἐξηγοῦνται διὰ τοῦ μήκους καὶ τοῦ σχήματος τῆς ἀστραπῆς, καὶ διὰ τῶν ἀποτελουμένων ἠχῶν. Διότι ἔνεκα τοῦ μεγάλου μή-



κους τῆς ἀστραπῆς τὰ διάφορα αὐτῆς σημεῖα ἀπέχουσιν ἀνίσως ἀπὸ τοῦ παρατηρητοῦ, καὶ διὰ τοῦτο οἱ πανταχοῦ τῆς ὁδοῦ αὐτῆς συγχρόνως παραγόμενοι κρότοι φθάνουσι διαδοχικῶς εἰς τὸ οὖς τοῦ ἀκούοντος. Οἷον ἐὰν οὗτος εὐρίσκηται εἰς ἀπόστασιν 340 μέτρων ἀπὸ τοῦ πλησιεστέρου τῆς ἀστραπῆς ἄκρου, θέλει ἀρχίσει νὰ ἀκούῃ τὸν ἦχον ἐν δεύτερον λεπτόν μετὰ τὴν λάμψιν τοῦ φωτός· ἐὰν δὲ τὸ ἕτερον ἄκρον τῆς ἀστραπῆς ἀπέχη ἀπ' αὐτοῦ τετράκις 340 μέτρα, ὁ ἐκ τοῦ ἄκρου τούτου ἦχος θέλει φθάσει μετὰ τέσσαρα δεύτερα λεπτά, καὶ ἐπομένως ἡ ὅλη διάρκεια τῆς βροντῆς θέλει εἶναι τριῶν δευτέρων. Ἡ δὲ κατὰ διαλείμματα ἐνίσχυσις τοῦ κρότου τῆς βροντῆς δύναται νὰ ἐξηγηθῇ διὰ τοῦ σχήματος τῆς ἀστραπῆς. Διότι διὰ τὴν κατὰ κεκλασμένην γραμμὴν πορείαν ὑπάρχουσι διάφορα σημεῖα, εὐρισκόμενα εἰς τὴν αὐτὴν ἀπὸ τοῦ παρατηρητοῦ ἀπόστασιν, τῶν ὁποίων οἱ κρότοι φθάνουσι συγχρόνως εἰς τὸ οὖς καὶ ἐνισχύουσι τὴν βροντὴν. Ἐτι δὲ καθ' ἐκάστην ἐξέχουσαν γωνίαν τῆς ἀστραπῆς συμβαίνει μεγάλη τοῦ ἀέρος συμπύκνωσις καὶ δύναται ἡ τὸν ἦχον παράγουσα δόνησις νὰ εἶναι ἐκεῖ ἰσχυροτέρα.

Ἄλλ' καὶ ἡ ἦχὼ ἡ συμβαίνουσα ἐπὶ τῶν νεφῶν, τοῦ ἐδάφους, τῶν οἰκοδομημάτων, καὶ τῶν ὀρέων συντελεῖ τὰ μάλιστα εἰς τὸν ἰδιάζοντα τῆς βροντῆς κρότον. Τῷ ὄντι ἀρκεῖ τις νὰ ἀκούσῃ ἐν ὀρεινῇ χώρᾳ κρότον πυροβόλου, ἵνα πεισθῇ περὶ τούτου· διότι πολλάκις τόσον ὁμοιάζει τῇ βροντῇ, ὥστε δύναται τις νὰ ἀπατηθῇ.

236. Κεραυνός.—Ὅταν ἐκτραγῇ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ μεταξὺ ἠλεκτρισμένου νέφους καὶ τοῦ ἐδάφους, τότε λέγομεν ὅτι πίπτει κεραυνός. Παραδέχονται δὲ συνήθως ὅτι ὁ σπινθὴρ κινεῖται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω· πολλάκις ὅμως παρατηρεῖται ἀντίθετος φορὰ, πιθανῶς δὲ ὁ σπινθὴρ ἀναχωρεῖ συγχρόνως ἐκ τῆς νεφέλης καὶ τοῦ ἐδάφους. Κατὰ τοὺς νόμους τῶν ἠλεκτρικῶν ἑλξεων ὁ κεραυνός πρέπει νὰ πίπτῃ ἐπὶ τὰ πλησιέστερα τῇ νεφέλῃ καὶ μᾶλλον ἀγωγὰ σώματα. Διὰ τοῦτο συνήθως πλήττονται ὑπὸ κεραυνοῦ τὰ ὑψηλὰ οἰκοδομήματα, τὰ δένδρα, καὶ τὰ μέταλλα.



Τὰ ἀποτελέσματα τοῦ κεραυνοῦ εἶναι ὅμοια τοῖς τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος τῶν μηχανῶν, ἀλλ' ἀσυγκρίτως ἰσχυρότερα· διακρίνονται λοιπὸν ὡς καὶ ἐκεῖνα εἰς τρεῖς τάξεις, δηλαδή εἰς φυσικά, εἰς χημικά, καὶ εἰς φυσιολογικά.

237. Φυσικὰ ἀποτελέσματα. — Ὁ κεραυνὸς θερμαίνει, πυρακτοῖ, καὶ τήκει τὰ μέταλλα, δι' ὧν διέρχεται· εἰσδύων δὲ εἰς τὴν γῆν τήκει τὰς πυριτώδεις οὐσίας καὶ σχηματίζει κοίλους ὑαλώδεις σωλῆνας, οἵτινες ἐκλήθησαν κεραυνιοὶ σωλῆνες ἢ κεραυνῖται. Οἱ σωλῆνες οὗτοι εἶχον πρὸ πολλοῦ παρατηρηθῆ καὶ ὁ σχηματισμὸς αὐτῶν ἐξηγηθῆ, χωρὶς ὅμως βεβαίας ἀποδείξεως. Τὴν τοιαύτην ἀπόδειξιν παρέσχεν ὁ καθηγητῆς Ἀγεν. Διότι τὴν 17 Ἰουλίου 1823 πεσόντος κεραυνοῦ ἐπὶ δένδρου τινός, οἱ κάτοικοι τοῦ ἐκεῖ χωρίου ἔτρεξαν πρὸς τὸ δένδρον καὶ εἶδον ὑπ' αὐτὸ δύο στενάς καὶ βαθείας ὀπάς. Ὁ καθηγητῆς Ἀγεν, εἰς ὃν τοῦτο ἐγένετο γνωστὸν, διέταξε νὰ σκάψωσι μετὰ προσοχῆς περὶ τὰς ὀπάς, καὶ εὔρεν ὑαλώδη σωλῆνα στίλβοντα εἰς τὰ ἐντὸς, καὶ ὅλως ὅμοιον μὲ τοὺς κεραυνίτας.

Ὁ κεραυνὸς μετακινεῖ τὰ ὀλίγον ἀγωγὰ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ σώματα, καὶ μεταφέρει οὐ μόνον ἐλαφρὰ σώματα, ἀλλ' ἐνίοτε καὶ μεγάλα βάρη· οἷον κατὰ τὴν 6 Αὐγούστου 1809 πλησίον τῆς Μαγκεστρίας ὁ κεραυνὸς μετεκίνησεν ὀλόκληρον τοῖχον συνιστάμενον ἐξ 7000 πλίνθων χωρὶς νὰ τὸν ἀνατρέψῃ, διανύσαντος τοῦ μὲν ἐτέρου τῶν ἄκρων αὐτοῦ 9 πόδας, τοῦ δὲ ἐτέρου 4.

Ὁ κεραυνὸς πίπτων ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν βελονῶν καταστρέφει ἐν μέρει ἢ ἐντελῶς τὸν μαγνητισμὸν αὐτῶν, μάλιστα δὲ ἐνίοτε καὶ ἀναστρέφει τοὺς πόλους. Τοῦτο παρατηρήθη τὸ πρῶτον κατὰ τὸ 1675· τότε δηλαδή δύο Ἀγγλικά πλοῖα ἔπλεον ἐν συνοδείᾳ ἀπὸ Λονδίνου εἰς τὴν Βαρβάδην. Ὁ κεραυνὸς ἔπεσεν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου αὐτῶν, ὁ δὲ πλοίαρχος τοῦ ἐτέρου βλέπων τὸ προσβληθὲν πλοῖον μεταβάλλον διεύθυνσιν, ὡς ἵνα ἐπανέλθῃ εἰς Ἀγγλίαν, ἠρώτησε τὴν αἰτίαν τῆς αἰφνιδίας ταύτης ἀποφάσεως, καὶ ἔμαθε μετ' ἐκπλήξεως ὅτι ὁ συνοδίτης αὐτοῦ ἐνόμιζεν ὅτι ἐξακολουθεῖ τὴν πρώτην ὁδόν. Ἐξετάσεως δὲ γενο-



μένης εύρέθη ὅτι οἱ πόλοι τῆς μαγνητικῆς βελόνης τοῦ κεραυνώ-  
νωθέντος πλοίου εἶχον ἀναστραφῆ.

238. Χημικὰ ἀποτελέσματα. — Ὁ κεραυνὸς ἀναφλέγει τὰς  
καυσίμους ὕλας, ὅπως ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ ἀναφλέγει ἐν τοῖς  
ἡμετέροις πειράμασι τὸ οἰνόπνευμα, τὸν αἰθέρα, τὰς ῥητίνας  
κτλ. Ὑπάρχουσι δὲ πολλὰ παραδείγματα τοιούτων ἀναφλέξεων·  
οἷον τὸ 1417 ὁ κεραυνὸς ἀπετέφρωσε τὴν ξυλίνην πυραμίδα,  
εἰς ἣν ἔληγε τὸ κωδωνοστάσιον τοῦ ναοῦ τοῦ ἁγίου Μάρκου ἐν  
Βενετία. Ἡ πυραμὶς κατεσκευάσθη ἐκ νέου, ἀλλ' ὁ κεραυνὸς καὶ  
πάλιν κατέκαυσεν αὐτὴν τὴν 12 Αὐγούστου 1499.

Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ διερχόμενος διὰ μίγματος ὀξυγόνου  
καὶ ἀζώτου προκαλεῖ τὴν ἔνωσιν αὐτῶν καὶ παράγει νιτρικὸν  
ὀξύ. Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐνεργεῖ ὁ κεραυνὸς καὶ ἐπὶ τῶν  
στοιχείων τοῦ ἀέρος καὶ διὰ τοῦτο ἐν τῇ βροχῇ τῇ μετ' ἀστρα-  
πῶν καὶ βροντῶν γινομένη εὐρίσκεται πάντοτε νιτρικὸν ὀξύ  
ἠνωμένον μετὰ τῆς ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ προὔπαρχούσης ἀμ-  
μωνίας.

Τέλος δὲ ὁ κεραυνὸς διαχέει ἐκεῖ ἔνθα πίπτει ὀσμὴν τινα  
ὁμοιάζουσαν τῇ τοῦ καιομένου θείου, τοῦτο δὲ βεβαίως προέρ-  
χεται ἐκ χημικῆς τινος τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος ἐνεργείας.  
Ἀλλ' εἶναι εἰσέτι ἀμφίβολον εἰς τί συνίσταται κυρίως ἡ ἐνέρ-  
γεια αὕτη· προέρχεται ἄρα ἢ ὀσμὴ ἐκ τοῦ νιτρώδους ἀτμοῦ,  
ὅστις ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω σχηματίζεται, ἢ ἐκ τῆς μεταφορᾶς  
καυσίμων ὑλῶν ἀποσπωμένων ἀπὸ τῶν σωμάτων, ἐφ' ὧν πί-  
πτει ὁ κεραυνός; ἢ τέλος προέρχεται ἐκ τοῦ ἠλεκτρισμένου  
ὀξυγόνου, τὸ ὁποῖον ἐνόμισαν κατὰ πρῶτον ἰδιαιτέραν τινὰ χη-  
μικὴν ἔνωσιν καὶ ἐκάλεσαν ὄζον;

239. Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα. — Ὁ κεραυνὸς τραυμα-  
τίζει ἢ καὶ φονεύει τὰ ζῶα καὶ τοὺς ἀνθρώπους, ἐνίοτε δὲ  
παράγει μόνον συγκοπὴν, καὶ ἄλλοτε ἀπλῶς ἰσχυρόν τινα τί-  
ναγμόν. Πλεῖστα τοιαῦτα δυστυχήματα κατ' ἔτος συμβαίνου-  
σιν, καὶ ὡς φαίνεται περισσότερα ἐν τῇ ἀνοικτῇ ἐξοχῇ ἢ ἐν  
τοῖς πόλεσι. Εἶναι δὲ ἐπικίνδυνον νὰ καταφεύγῃ τις ἐν καιρῷ  
θυέλλης ὑπὸ τὰ δένδρα· διότι ταῦτα καὶ ὡς ὑψηλότερα τῶν



περιστοιχούντων σωμάτων, καὶ ὡς καλοὶ ἀγωγοὶ τοῦ ἠλεκτρι-  
σμοῦ, μάλιστα ὅταν ὑγρανωθῶσιν ὑπὸ τῆς βροχῆς, δέχονται κατὰ  
προτίμησιν τὴν ἠλεκτρικὴν ἔκρηξιν.

240. Πληγὴ ἐξ ἐπιστροφῆς. — Ἡ ἐξ ἐπιστροφῆς πληγὴ  
εἶναι τυναγμὸς ἰσχυρὸς, ἐνίοτε δὲ καὶ θανατηφόρος, ὃν αἰσθά-  
νονται οἱ ἄνθρωποι καὶ τὰ ζῶα εἰς ἱκανῶς μεγάλην ἀπόστασιν  
ἀπὸ τοῦ τόπου ἔνθα ἔπεσε κεραυνός. Τὸ φαινόμενον τοῦτο  
αἰτίαν ἔχει τὴν ἐπίδρασιν τοῦ θυελλώδους νέφους ἐπὶ πάντων  
τῶν ἐν τῇ σφαίρᾳ τῆς ἐνεργείας αὐτοῦ εὐρισκομένων σωμάτων.  
Τὰ σώματα ταῦτα ὡς καὶ τὸ ἔδαφος εἶναι πεφορτισμένα ὑπὸ  
ἠλεκτρισμοῦ ἀντιθέτου τῷ τοῦ νέφους. Ἐὰν δὲ τὸ νέφος ἀπο-  
βάλλῃ αἰφνιδίως τὸν ἠλεκτρισμὸν ἕνεκα ἐκρήξεως ἀστραπῆς  
μεταξὺ αὐτοῦ καὶ ἄλλου τινὸς νέφους ἢ τοῦ ἔδαφους, ἀμέσως  
ἢ ἐπίδρασις παύει, καὶ τῶν σωμάτων ἐπανερχομένων αἰφνι-  
δίως εἰς τὴν φυσικὴν κατάστασιν, παράγεται ἢ ἐξ ἐπιστρο-  
φῆς πληγῆ. Τὸ φαινόμενον δὲ τοῦτο γίνεται αἰσθητὸν, τιθε-  
μένου βατράχου πλησίον ἰσχυρᾶς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς· διότι  
καθ' ἕκαστον ἀποσπώμενον σπινθῆρα, ὁ βάτραχος πάσχει  
τιναγμόν.

241. Ἀλεξικέραυνον. — Τὰ ἀλεξικέραυνά ἐπινοηθέντα  
ὑπὸ τοῦ Φραγκλίνου σκοπὸν ἔχουσι τὸ προφυλάσσειν τὰ οἰκοδο-  
μήματα ἀπὸ τοῦ κεραυνοῦ. Δύο δὲ εἶναι τὰ κύρια συστατικὰ  
τοῦ ἀλεξικεραύνου, ὁ ὄβελος καὶ ὁ ἀγωγός.

Ὁ ὄβελος εἶναι εὐθεῖα σιδηρᾶ ῥάβδος λήγουσα εἰς αἰχμὴν ἐμ-  
πεπηγμένη κατακορύφως ἐπὶ τῆς στέγης τοῦ προφυλακτέου οἰκο-  
δομήματος. Τὸ ὕψος αὐτοῦ εἶναι ἀπὸ ἕξ μέχρι ἐννέα μέτρων,  
ἢ δὲ τομὴ τῆς βάσεως τετράγωνον πλευρᾶς 5 ἢ 6 ὑφεκατομέ-  
τρων. Ὁ δὲ ἀγωγός εἶναι ἄλυσις μεταλλίνη ἀπὸ τοῦ ποδὸς  
τοῦ ὄβελου μέχρι τοῦ ἔδαφους φθάνουσα, εἰς ὃ εἰσδύει βαθέως.  
Συνήθως δὲ λήγει εἰς φρέαρ, καὶ διὰ τὰ εἶναι ἔτι τελειότερα  
ἢ μετὰ τοῦ ἔδαφους συγκοινωνία διασχίζεται εἰς δύο ἢ τρεῖς  
κλάδους. Ἄλλ' ἐὰν πλησίον τοῦ ἀλεξικεραύνου δὲν ὑπάρχη  
φρέαρ, σκάπτουσιν ἐν τῇ γῆ λάκκον βάθους 3 μέχρι 6 μέ-  
τρων, καὶ ἀφοῦ εἰσαχθῆ τὸ ἄκρον τοῦ ἀγωγοῦ, πληροῦσιν αὐ-



τὸν λεπτῶν ἀνθράκων ἀρτοποιείου, οἵτινες εἶναι καλὸς ἀγωγὸς τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

Ἡ θεωρία τῶν ἀλεξικεραύνων στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἐξ ἐπιδράσεως ἠλεκτρίσεως καὶ ἐπὶ τῆς δυνάμεως τῶν ἀκίδων (208). Ὁ Φραγκλῖνος, ὅστις εὐθὺς ὡς ἐγνώρισε τὴν ταυτότητα τοῦ κεραυνοῦ καὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐφήρμοσε τὴν δύναμιν τῶν ἀκίδων εἰς τὰ ἀλεξικέραυνα, παρεδέχετο ὅτι ταῦτα ἀφαιροῦσιν ἀπὸ τῶν θυελλωδῶν νεφῶν τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτῶν· ἀλλὰ τὸ ἐναντίον συμβαίνει. Ὅταν δηλαδὴ νέφος τι ἠλεκτρισμένον ὑπάρχη ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους καὶ ἀπωθεῖ μὲν τὸ ὁμώνυμον ῥευστὸν ἔλκει δὲ τὸ ἑτερόνυμον, τὸ ὁποῖον σωρεύεται ἐπὶ τῶν κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τῆς γῆς σωμάτων, τοσούτῳ ἀφθονώτερον, ὅσω ὑψηλότερα κεῖντα τὰ σώματα ταῦτα. Τὰ ὑψηλότερα λοιπὸν εἶναι τὰ ἔχοντα τότε τὴν ἰσχυροτέραν ἠλεκτρικὴν τάσιν, καὶ ἐπομένως τὰ μᾶλλον ἐκτεθειμένα εἰς τὴν ἠλεκτρικὴν ἔκρηξιν. Ἄλλ' ἐὰν ἐπὶ τῶν σωμάτων τούτων ὑπάρχωσι μετάλλιναι ἀκίδες, οἷαι αἱ τῶν ἀλεξικεραύνων, τὸ ἑτερόνυμον ῥευστὸν ἐλκόμενον ἐκ τοῦ ἐδάφους ὑπὸ τῆς ἐπιδράσεως τοῦ νέφους ἐκρέει εἰς τὴν ἀτμοσφαῖραν καὶ ὑπάγει νὰ οὐδετερώσῃ τὸ τῆς νεφέλης. Ἐπομένως τὸ ἀλεξικέραυνον οὐ μόνον ἐμποδίζει τὴν ἐπισώρευσιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἀλλὰ προσέτι τείνει νὰ ἐπαναγάγῃ τὰ νέφη εἰς φυσικὴν κατάστασιν· ἡ δὲ διπλῆ αὕτη ἐνέργεια συντείνει εἰς τὸ προλαμβάνειν τὴν πτώσιν τοῦ κεραυνοῦ. Ἐν τούτοις ἐνίοτε ἡ ἀνάπτυξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι τοσοῦτον ἀφθονος, ὥστε τὸ ἀλεξικέραυνον δὲν ἐπαρκεῖ νὰ ἐκκενώσῃ τὸ ἔδαφος, καὶ ὁ κεραυνὸς ἐκρήγνυται· ἀλλὰ τότε τὸ ἀλεξικέραυνον εἶναι τὸ δεχόμενον τὴν ἔκρηξιν, ἔνεκα τῆς μείζονος ἀγωγῶν αὐτοῦ δυνάμεως, καὶ τὸ οἰκοδόμημα προφυλάσσεται.

Ἡ πεῖρα ἐδίδαξεν ὅτι εἰς ὄβελος ἀλεξικεραύνου δύναται νὰ προστατεύσῃ περὶ ἑαυτὸν διάστημα κυκλικὸν ἀκτίνος διπλασίας τοῦ ὕψους αὐτοῦ· ἐπομένως οἰκοδόμημα 64 μέτρων μήκους προφυλάσσεται ὑπὸ δύο ὄβελῶν 8 μέτρων μήκους.



Διὰ νὰ εἶναι ἀποτελεσματικὸν τὸ ἀλεξικέραυνον πρέπει νὰ πληροῖ τὰς ἐξῆς συνθήκας· α.) ὁ ὄβελος πρέπει νὰ εἶναι ἱκανῶς παχὺς, διὰ νὰ μὴ τακῆ, ἐὰν πέσῃ ἐπ' αὐτοῦ ὁ κεραυνός· β.) πρέπει νὰ λήγῃ εἰς ἀκίδα, ἵνα εὐκολώτερον ἐκρέῃ ἐκ τοῦ ἐδάφους ὁ ἀναπτυσσόμενος ἠλεκτρισμός. Πρὸς τοῦτο δὲ ἡ ράβδος λήγει συνήθως εἰς ἀκίδα ἐκ πλατίνης ἢ κεχρυσωμένου χαλκοῦ, ἵνα προφυλάσσεται ἀπὸ τῆς ὀξειδώσεως. γ.) Οὐδεμίᾳ διακοπῇ συνεχείας πρέπει νὰ ὑπάρχῃ ἐν τῷ ἀγωγῷ ἀπὸ τοῦ στελέχους μέχρι τοῦ ἐδάφους. δ.) Ἡ μεταξὺ τοῦ στελέχους καὶ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνία πρέπει νὰ εἶναι ὅσον οἷόν τε τελεία. ε.) Ἐὰν τὸ οἰκοδόμημα, ἐφ' οὗ ὑπάρχει τὸ ἀλεξικέραυνον, περιέχῃ μεταλλικὰ μέρη ἱκανῆς ἐκτάσεως, οἷον στέγην ψευδαργύρου, ἢ μεταλλίνας ὑδρορροάς, πρέπει ταῦτα νὰ συγκοινωνῶσι μετὰ τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ ἀλεξικεραύνου. Ἐὰν δὲ αἱ τρεῖς τελευταῖαι συνθῆκαι δὲν ὑπάρχωσι πεπληρωμέναι, τὸ οἰκοδόμημα ὑπόκειται εἰς πλευρικὰς ἐκρήξεις, τουτέστιν ὁ σπινθὴρ δύναται νὰ ἐκτραγῆ μεταξὺ τοῦ ἀγωγοῦ καὶ τοῦ οἰκοδομήματος, καὶ τότε τὸ ἀλεξικέραυνον συντείνει εἰς τὸ αὐξάνειν τὸν κίνδυνον.



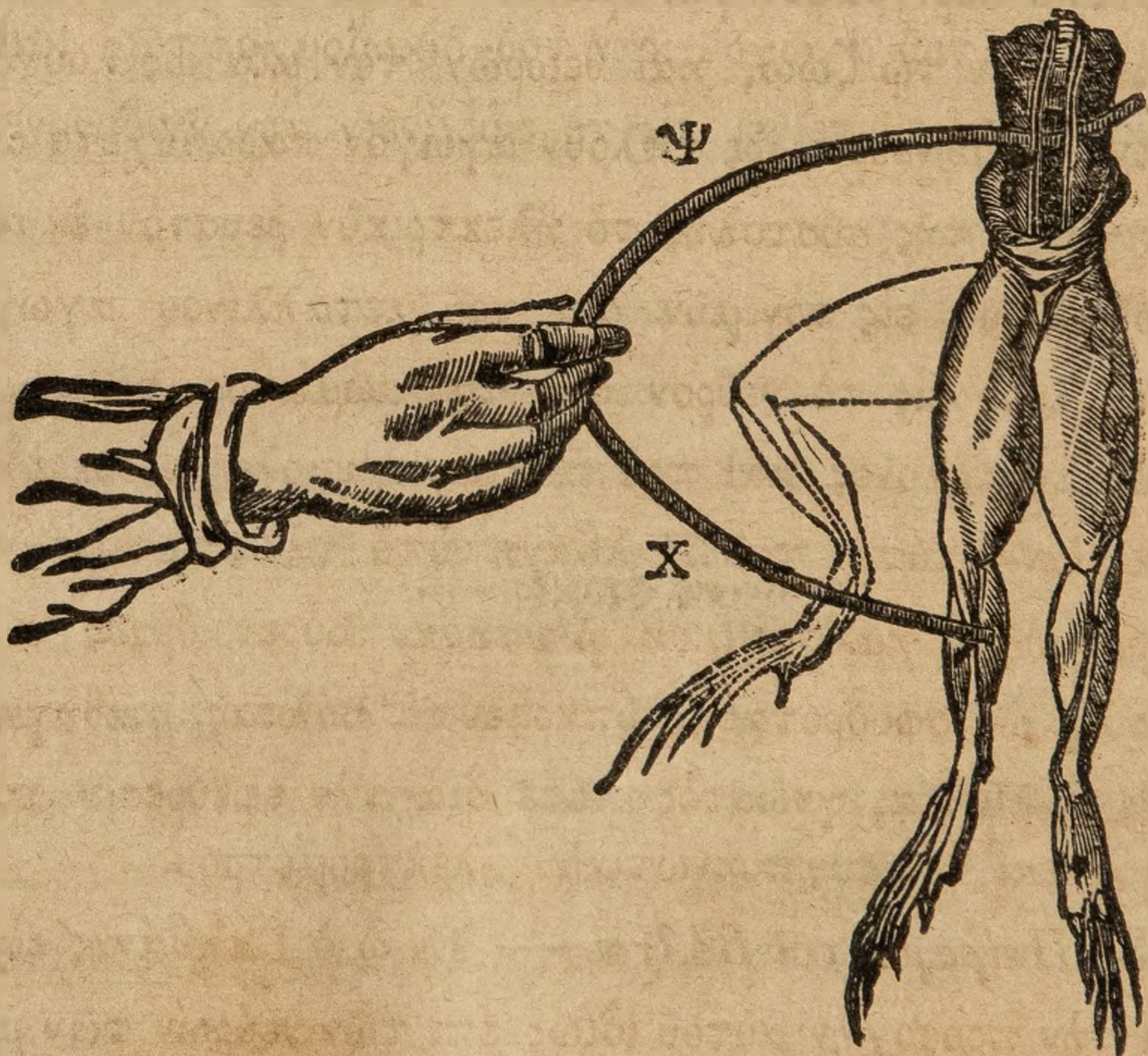
## ΒΙΒΛΙΟΝ ΟΓΔΟΥΝ.

## ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

Βολταϊκή στήλη, καὶ μεταρρυθμίσεις αὐτῆς.

242. Πείραμα καὶ θεωρία τοῦ Γαλβάνη. — Εἰς τὸν Γαλβάνην, καθηγητὴν τῆς ἀνατομίας ἐν Βολωνίᾳ, ὀφείλεται τὸ θεμελιῶδες πείραμα, διὰ τοῦ ὁποίου ἀνεκαλύφθη ὁ δυναμικὸς ἠλεκτρισμὸς ἢ ὁ γαλβανισμὸς, ὁ νέος οὔτος τῆς φυσικῆς κλάδος ὁ τοσοῦτον σπουδαῖος διὰ τὰς ἐφαρμογὰς αὐτοῦ.



Σχ. 111.

Ὁ Γαλβάνης ἐσπούδαζεν ὑπὸ πολλῶν ἐτῶν τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς νευρικῆς ἐρεθιστότητος τῶν ζώων, καὶ ἰδίως τοῦ βατράχου, ὅτε κατὰ τὸ 1786 ἔτυχε νὰ παρατηρήσῃ ὅτι τῶν περὶ τὰς ψόας νεύρων τεθνηκότος βατράχου τεθέντων



εἰς συγκοινωνίαν διὰ μεταλλίνου σύρματος μετὰ τῶν μυῶν τῶν μηρῶν, οὗτοι συνεστάλησαν ἰσχυρῶς.

Ἰνα ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα τοῦ Γαλβάνη, ἐκδέρομεν βάτραχον ἔτι ζῶντα καὶ τέμνομεν αὐτὸν κάτωθεν τῶν ἐμπροσθίων μελῶν (σχ. 111). Ἐπειτα, ἀφοῦ γυμνώσωμεν τὰ ἐκατέρωθεν τῆς σπονδυλικῆς στήλης ὑπάρχοντα περὶ τὰς ψόας ἐν σχήματι λευκῶν νημάτων νεῦρα, λαμβάνομεν μετάλλινον ἀγωγὸν συγκείμενον ἐκ δύο τόξων ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ, καὶ εἰσάγοντες τὸ ἕτερον αὐτῶν μετὰ τῶν νεύρων καὶ τῆς σπονδυλικῆς στήλης, ἐγγίζομεν διὰ τοῦ ἑτέρου τοὺς μῦς τῶν μηρῶν ἢ τῶν κνημῶν. Τότε δὲ καθ' ἑκάστην ἐπαφὴν οἱ μῦς συστέλλονται, καὶ τὸ ἥμισυ αὐτὸ τοῦ βατράχου φαίνεται ἀναλαμβάνον ζῶν καὶ πηδῶν. Ὁ Γαλβάνης, ὅστις ἀπὸ τοῦ 1780 εἶχε παρατηρήσει ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν παράγει ἐπὶ τῶν ἄρτι τεθνηκότων βατράχων τινεαγμοὺς ὁμοίους, ἀπέδωκε τὸ ἀνωτέρω περιγραφέν φαινόμενον εἰς τὴν ὑπαρξίν ἠλεκτρισμοῦ ὑπάρχοντος ἐν τῷ ζῳῷ, καὶ θεωρῶν τὸν μῦν ὡς λουγδουρικὴν λάγνηνον, τὸ δὲ νεῦρον ὡς ἀπλοῦν ἀγωγὸν παραδέχετο ὅτι κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς συστολῆς τὸ ἠλεκτρικὸν ρευστὸν ἐκυκλοφόρει ἀπὸ τοῦ νεύρου εἰς τὸν μῦν διὰ τοῦ μεταλλίνου ἀγωγοῦ, καὶ ἀπὸ τοῦ μῦος εἰς τὸ νεῦρον διὰ τοῦ σώματος τοῦ βατράχου. Πολλοὶ ἐπιστήμονες καὶ πρὸ πάντων φυσιολόγοι παρεδέχθησαν τὴν θεωρίαν ταύτην τοῦ Γαλβάνη ὑπὸ τὴν ἐπωνυμίαν ζωϊκὸς ἠλεκτρισμὸς ἢ γαλβανικὸν ρευστὸν. Εὔρεν ὁμῶς αὕτη καὶ ἐναντίους, ὧν σφοδρότατος ὑπῆρξεν ὁ Βόλτας, καθηγητῆς τῆς φυσικῆς ἐν Παβίᾳ, γνωστὸς τότε διὰ τὴν ἐφεύρεσιν τοῦ ἠλεκτροφόρου καὶ τοῦ συμπυκνωτικοῦ ἠλεκτρομέτρου.

243. Πείραμα τοῦ Βόλτα. — Ἐν ᾧ ὁ Γαλβάνης εἶχεν ἐπιστήσει τὴν προσοχὴν αὐτοῦ ἰδίως ἐπὶ τῶν νεύρων τῶν μυῶν τοῦ βατράχου, ὁ Βόλτας ἐπέστησεν αὐτὴν ἐπὶ τῶν μετάλλων, δι' ὧν γίνεται ἡ συγκοινωνία. Στηριζόμενος δὲ ἐπὶ τῆς παρατηρήσεως, ἥτις οὐδὲ τὸν Γαλβάνην εἶχε διαφύγει, ὅτι ἡ συστολὴ τῶν μυῶν εἶναι πολὺ ἰσχυροτέρα, ὅταν τὸ τόξον σύγκειται ἐκ δύο μετάλλων ἢ ἐξ ἐνὸς μόνου, ἀπέδωκεν εἰς τὰ μέταλλα τὸ



ένεργόν μέρος ἐν τῷ φαινομένῳ τῆς συστολῆς, παραδεχόμενός ὅτι ἔνεκα τῆς ἐπαφῆς αὐτῶν ἀνεπτύσσετο ἠλεκτρισμός, καὶ ὅτι τὰ μέρη τοῦ ζώου ἐχρησίμευον ὡς ἀπλοῦς ἀγωγὸς καὶ συνάμα ὡς ἠλεκτροσκόπιον λίαν εὐπαθές.

Διὰ τοῦ συμπυκνωτικοῦ ἠλεκτρομέτρου, τὸ ὁποῖον εἶχεν ἀνακαλύψει, ὁ Βόλτας ἀπέδειξεν ἐν πολλοῖς πειράμασι τὴν ἀνάπτυξιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ κατὰ τὴν ἐπαφὴν τῶν μετάλλων. Ἡμεῖς δὲ θέλομεν περιγράψει μόνον τὸ ἐξῆς πείραμα, τὸ ὁποῖον εἶναι εὐκόλον νὰ ἐπαναλάβῃ τις. Θέτομεν τὸν δάκτυλον ὑγρὸν ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου δίσκου τοῦ συμπυκνωτικοῦ ἠλεκτρομέτρου, ἔπειτα ἐγγίζομεν τὸν κατώτερον δίσκον διὰ χαλκοῦ ἐλάσματος συγκεκολλημένου μετ' ἐλάσματος ψευδαργύρου κρατουμένου ἐν τῇ ἑτέρᾳ χειρὶ. Ἐὰν διακόψωμεν τότε τὴν συγκοινωνίαν καὶ ἄρωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, τὰ χρυσᾶ φύλλα ἀποκλίνουσι, καὶ εὐρίσκονται ὅτι εἶναι ἠλεκτρισμένα ἀρνητικῶς· ἐκ τούτου δὲ συμπεραίνομεν ὅτι ὅταν εἶναι συγκεκολλημένοι χαλκὸς καὶ ψευδάργυρος, ὁ μὲν χαλκὸς λαμβάνει τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμὸν, ὁ δὲ ψευδάργυρος τὸν θετικόν. Δὲν δύναται δὲ ἐν τῷ πειράματι τούτῳ ὁ ἠλεκτρισμὸς νὰ ἀποδοθῇ εἰς τὴν τριβὴν ἢ τὴν πίεσιν, διότι ἐὰν ἀντιστρέφοντες τὰ ἐλάσματα ἐγγίζωμεν τὸν δίσκον τοῦ ἠλεκτρομέτρου, ὅστις εἶναι χαλκοῦς διὰ τοῦ ἐλάσματος τοῦ ψευδαργύρου, κρατοῦντες ἐν τῇ χειρὶ τὸ μετ' αὐτοῦ συγκεκολλημένον χαλκοῦν ἐλάσμα, οὐδὲν ἴχνος ἠλεκτρισμοῦ παρατηροῦμεν. Ἀξιομνημόνευτος πάλῃ ἠγέρθη τότε μεταξὺ τοῦ Βόλτα καὶ τοῦ Γαλβάνη. Ὁ τελευταῖος ὑποστηρίζων μετὰ πεποιθήσεως τὴν θεωρίαν τοῦ ζωϊκοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἔδειξεν ὅτι ἡ ὑπαρξίς δύο μετάλλων δὲν εἶναι ἀπαραιτήτως ἀναγκαία εἰς τὴν παραγωγὴν τοῦ φαινομένου, καὶ ὅτι αἱ συστολαὶ παράγονται τιθεμένου ἐπὶ λουτροῦ ὑδραργύρου τεθνηκότος καὶ ἄρτι παρεσκευασμένου βατράχου. Τέλος δὲ ἔδειξεν ὅτι προσπελαζομένων τῶν περὶ τὰς ψόας τοῦ βατράχου νεύρων πρὸς τοὺς μῦς τῶν μηρῶν, συμβαίνει κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐπαφῆς ζωηρὰ συστολή. Ἐν τῷ τελευταίῳ πειράματι τὰ μέταλλα οὐδὲν ἐλάμβανον μέρος, καὶ ἡ θεωρία τοῦ Γαλβάνη ἐφαίνετο νικῶσα. Ὁ Βόλτας ὁμῶς



κατεπολέμησεν εἰσέτι αὐτήν, δούς μείζονα ἔκτασιν εἰς τὴν θεωρίαν τῆς ἐπαφῆς, καὶ θέτων τὴν γενικὴν ταύτην ἀρχήν, ὅτι δύο οἰαيدήποτε ἑτερογενεῖς οὐσὶαι τιθέμεναι εἰς ἐπαφήν λαμβάνουσι πάντοτε ἢ μὲν τὸν θετικὸν, ἢ δὲ τὸν ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν.

Ἐν τούτοις ὁ Γαλβάνης ἔκαμε καὶ τελευταῖόν τι πείραμα, ἐν ᾧ ἦτο ἀδύνατον νὰ παραδεχθῆτις ἀποτέλεσμα ἐπαφῆς, ἐπειδὴ ἐναὐτῷ συνέβαινεν ἐπαφή μόνον ὁμογενῶν οὐσιῶν. Ἔθεσε δηλαδὴ ἐφ’ ὑαλίνου δίσκου μηρὸν βατράχου ἔχοντα τὸ περι τὴν ψόαν νεῦρον, καὶ παρ’ αὐτῷ δεύτερον μηρὸν ὁμοίως παρεσκευασμένον· θέσας δὲ τὸ νεῦρον τοῦ δευτέρου ἐπὶ τοῦ νεύρου τοῦ πρώτου, οὕτως ὥστε ἐν τῇ ἐπαφῇ μόνον νευρικὴ οὐσία νὰ ὑπάρχη, ἔκαμε τοὺς δύο μηρούς νὰ ἐγγίξωσι, καὶ παρετήρησε ζωηράν συστολήν. Ὁ Γαλβάνης λοιπὸν εἶχε κατορθώσει νὰ ἀποδείξῃ τὴν ὑπαρξίν τοῦ ζωϊκοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν κατέστησε καταφανῆ ἐν τοῖς καθ’ ἡμᾶς χρόνοις ὁ Ματεύκης ὑπὸ τὴν ἐπωνυμίαν *ρέυμα ἴδιον τοῦ βατράχου*.

244. *Θεωρία τοῦ Βόλτα*. — Κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Βόλτα ἡ ἐπαφή δύο ἑτερογενῶν σωμάτων ἀναπτύσσει ἐν ἀκαρεῖ δύναμιν, ἣτις ἀναλύει τὸ φυσικὸν αὐτῶν ῥευστὸν καὶ ἀνθίσταται ἔπειτα εἰς τὴν ἔνωσιν τῶν ἀντιθέτων ῥευστῶν τῶν ἐπισωρευομένων ἐπὶ τῶν δύο ἐν ἐπαφῇ σωμάτων. Τὴν δύναμιν ταύτην ἐκάλεσεν *ἠλεκτρεγερτικὴν*. Οἷον ἡ ἐν τῷ ἀνωτέρω πειράματι ἠλεκτρεγερτικὴ δύναμις ἡ παραγομένη ὑπὸ τῆς ἐπαφῆς τοῦ ψευδαργύρου καὶ τοῦ χαλκοῦ ἀναλύει τὸ οὐδέτερον αὐτῶν ῥευστὸν, καὶ ἐπισωρεύονται μετὰ τῆς αὐτῆς τάσεως τὸ μὲν θετικὸν ῥευστὸν ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, τὸ δὲ ἀρνητικὸν ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ. Ἡ ἔντασις τῆς ἠλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως εἶναι διάφορος κατὰ τὰς διαφόρους ἐν ἐπαφῇ οὐσίας· εἶναι δὲ πολὺ ἰσχυροτέρα μεταξὺ τῶν μετάλλων ἢ μεταξὺ τῶν ἄλλων οὐσιῶν, καὶ πάλιν μεταξὺ τῶν μετάλλων ὁ ψευδάργυρος καὶ ὁ χαλκὸς εἶναι τὰ ἀναπτύσσοντα αὐτὴν εἰς τὸν ὑψιστὸν βαθμόν. Ἐκ τούτου τὰ σώματα διεκρίθησαν ὑπὸ τοῦ Βόλτα εἰς ἰσχυροὺς καὶ εἰς ἀσθενεῖς *ἠλεκτρεγέρτας*.



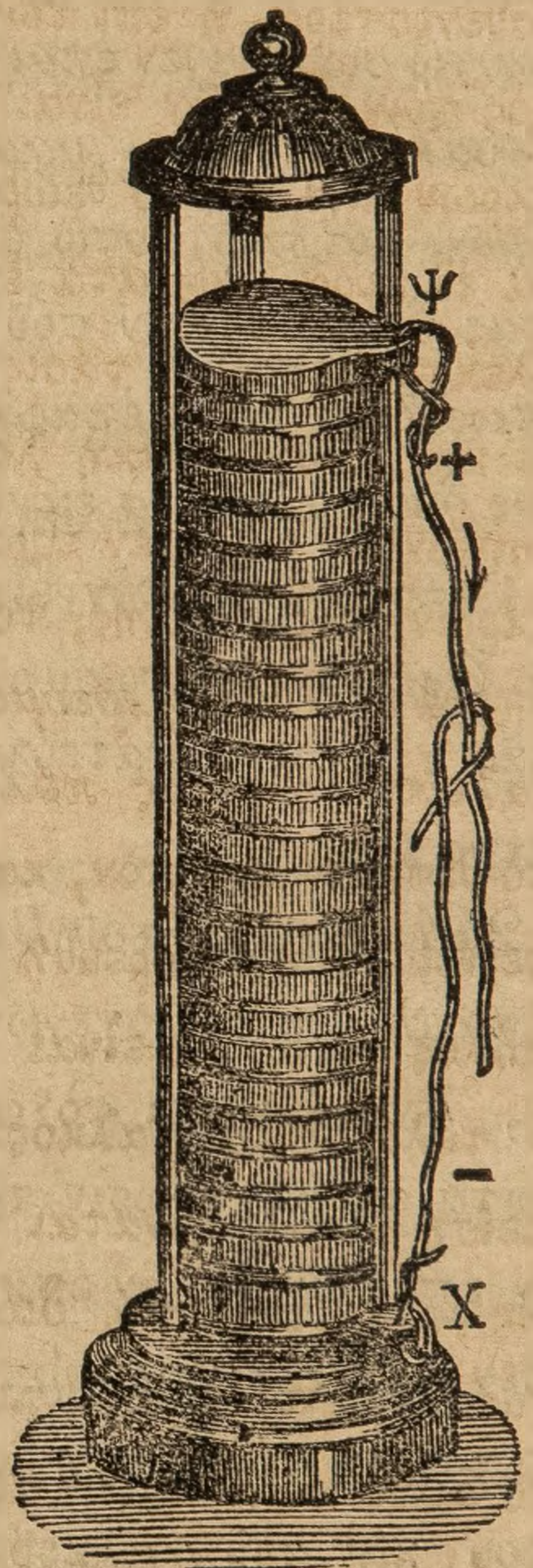
245. *Βολταϊκή στήλη.* — Ἐκ τῶν ἀνωτέρω θεωριῶν ὀρμώμενος ὁ Βόλτας ἐπενόησε τὴν φερόνυμον αὐτοῦ στήλην. Ἀποτελεῖται δὲ αὕτη ἐκ δίσκων χαλκοῦ, ψευδαργύρου, καὶ μαλίνου ὑφάσματος ἢ χονδροχάρτου, ἐπιτεθειμένων ἀλλήλοις κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν. Δηλονότι ἐπὶ δίσκου χαλκοῦ τίθεται δίσκος ἐκ ψευδαργύρου, καὶ ἐπὶ τούτου δίσκος ἐξ ὑφάσματος. Ἐπὶ τούτου πάλιν δίσκος χαλκοῦς, καὶ οὕτω καθεξῆς. Οἱ ἐξ ὑφάσματος δίσκοι βρέχονται μὲ ὕδωρ περιέχον μικρὰν ποσότητα ὀξέος τινός. Οἱ δὲ ἐκ χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου δίσκοι εἶναι σύνδυσ συγκεκολλημένοι ἀποτελοῦντες ζεύγη. Ἡ διανομὴ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς στήλης ταύτης γίνεται ὡς ἐξῆς.

α.) Ἐὰν ἡ στήλη στήριζῆται ἐπὶ τοῦ ἐδάφους διὰ τοῦ ἄκρου τοῦ λήγοντος εἰς χαλκόν, ἡ πείρα δεικνύει ὅτι ὅλη ἡ στήλη φέρει μόνον θετικὸν ρευστὸν, τοῦ ὁποίου ἡ τάσις αὐξάνει ἀπὸ τῆς βάσεως, ὅπου εἶναι μηδέν, μέχρι τῆς εἰς ψευδάργυρον ληγούσης κορυφῆς, ὅπου εἶναι ἡ μεγίστη.

β.) Ἐὰν δὲ ἡ στήλη εἶναι διατεθειμένη κατ' ἀντίστροφον τάξιν, ἥτοι ἐὰν συγκοινωνῆ μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ τοῦ ἄκρου τοῦ περατουμένου εἰς ψευδάργυρον, ὅλον τὸ ὄργανον φέρει ἀρνητικὸν ρευστὸν, τοῦ ὁποίου ἡ τάσις ὁμοίως αὐξάνει ἀπὸ τῆς βάσεως πρὸς τὴν κορυφήν.

γ.) Ἐὰν ἡ στήλη εἶναι μεμονωμένη, εὐρίσκεται περιέχουσα ἐνταυτῷ καὶ τὰ δύο ἠλεκτρικὰ ρευστά. Τὸ μὲν ἥμισυ τῆς στήλης τὸ εἰς ψευδάργυρον ἀπικλῆγον φέρει θετικόν, τὸ δ' ἕτερον ἥμισυ ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν. Κατὰ τὸ μέσον ἡ ἠλεκτρικὴ τάσις εἶναι μηδέν, ἀλλ' ἀπὸ τοῦ σημείου τούτου μέχρι τῶν ἄκρων αὐξάνει ἐκατέρωθεν ἐξίσου δι' ἐκάτερον ἠλεκτρικὸν ρευστόν.

246. *Τάσις τῆς στήλης.* — Τάσις τῆς στήλης καλεῖται ἡ προσπάθεια, ἣν τὰ ἐπὶ τῶν ἄκρων αὐτῆς σεσωρευμένα ἀντίθετα



Σχ. 112.



ῥευστὰ ἔχουσιν ὅπως διασκορπισθῶσιν. Ἡ τάσις αὕτη αὐξάνει μετὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ζευγῶν, ἀλλ’ οὐχὶ καὶ ἀναλόγως τοῦ ἀριθμοῦ τούτου. Δὲν πρέπει δὲ νὰ συγχέωμεν τὴν τάσιν τῆς στήλης μετὰ τοῦ ποσοῦ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὃν αὕτη δύναται νὰ ἀναπτύξῃ. Διότι τὸ ἐν στήλῃ τινὶ κυκλοφοροῦν ποσὸν ἠλεκτρισμοῦ εἶναι ἀνάλογον τῆς ἐπιφανείας τῶν ζευγῶν.

Ἡ τάσις κατὰ τὰ ἄκρα τῆς στήλης εἶναι πάντοτε πολὺ ἀσθενεστέρα ἢ ἐπὶ τῶν ἠλεκτρικῶν μηχανῶν, ἐκτὸς ἐὰν ὁ ἀριθμὸς τῶν ζευγῶν εἶναι μέγιστος. Διότι οὐ μόνον ἐκάτερον τῶν ἄκρων καθ’ ἑαυτὸ θεωρούμενον δὲν παρέχει σπινθῆρας, ἀλλ’ οὐδὲ τὰ ἐλαφρὰ σώματα ἔλκει. Μόνον δὲ διὰ τοῦ συμπυκνωτικοῦ ἠλεκτρομέτρου ἢ τάσις δύναται νὰ κατασταθῇ αἰσθητή. Δύναται δὲ καὶ λουγδουνικὴ λάγηνος νὰ πληρωθῇ βαλλομένου εἰς συγκοινωνίαν τοῦ μὲν ἐξωτερικοῦ ὀπλισμοῦ μετὰ τοῦ ἑτέρου τῶν ἄκρων τῆς στήλης, τοῦ δὲ ἐσωτερικοῦ μετὰ τοῦ ἑτέρου.

247. Πόλοι, ῥευματαγωγοὶ, ῥεύματα. — Ἐν πάσῃ στήλῃ καλεῖται θετικὸς πόλος τὸ ἄκρον, εἰς ὃ τείνει νὰ συσσωρευθῇ τὸ θετικὸν ῥευστόν, καὶ ἀρνητικὸς πόλος τὸ ἕτερον ἄκρον, εἰς ὃ τείνει νὰ συσσωρευθῇ τὸ ἀρνητικὸν ῥευστόν. Καὶ θετικὸς μὲν πόλος τείνει νὰ εἶναι ὁ τελευταῖος ψευδάργυρος, ἀρνητικὸς δὲ ὁ τελευταῖος χαλκός. Ἀλλ’ ἐπειδὴ ἐν τῇ ἀνωτέρῳ περιγραφείσῃ στήλῃ δύναται νὰ ἀφαιρεθῇ ὁ ἀνώτερος ψευδάργυρος χωρὶς νὰ μεταβληθῇ διόλου ἢ διανομῇ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὥστε τότε ἐκάτερος τῶν πόλων ἀντιστοιχεῖ εἰς χαλκόν, καὶ ἐπειδὴ τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὰς λοιπὰς στήλας, ἃς θέλομεν περιγράψῃ, συμπεραίνομεν ὅτι ἤθελεν ὑπάρχει σύγχυσις, ἐὰν διεκρίνομεν τοὺς πόλους διὰ τῶν μετάλλων, εἰς ἃ ἀντιστοιχοῦσι. Διὰ τοῦτο ἡ διάκρισις τῶν πόλων πρέπει νὰ γίγνηται ὄχι διὰ τοῦ μετάλλου, εἰς ὃ λήγουσιν, ἀλλὰ διὰ τῆς τάξεως, καθ’ ἣν τὰ μέταλλα εἶναι διατεταγμένα· δηλονότι ὁ μὲν θετικὸς πόλος εὐρίσκεται πάντοτε πρὸς τὸ ἄκρον, πρὸς ὃ εἶναι ἐστραμμένοι οἱ ψευδάργυροι πάντων τῶν ζευγῶν, ὁ δὲ ἀρνητικὸς πρὸς τὸ ἄκρον, εἰς ὃ εἶναι ἐστραμμένοι πάντες οἱ χαλκοί.

Καλοῦνται ῥευματαγωγοὶ δύο μετάλλινα σύρματα δεδεμένα ἐπὶ τῶν πόλων τῆς στήλης, καὶ προωρισμένα εἰς τὸ νὰ βάλ-

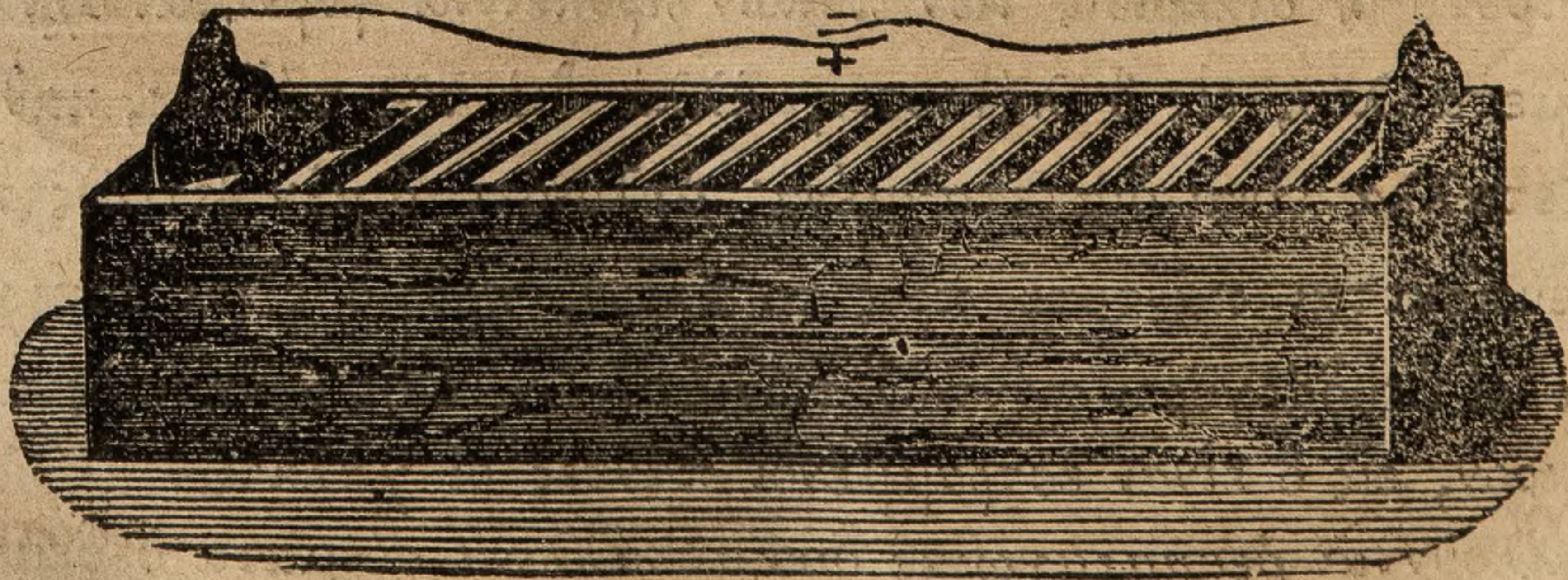


λωσιν αὐτοὺς εἰς συγκοινωνίαν· οὕτω δὲ τὰ ἄκρα τῶν συρμάτων τούτων γίνονται πόλοι.

Τέλος δὲ καλεῖται ρεῦμα ἢ ἐκ νέου σύνθεσις τῶν ἀντιθέτων ρευστῶν, γινομένη ἀπὸ τοῦ ἐνὸς εἰς τὸν ἕτερον πόλον, ὅταν συγκοινωνῶσιν ἀλλήλοις διὰ τῶν ρευματαγωγῶν ἢ σώματός τινος ἀγωγοῦ οἰουδήποτε. Τὰ ἀποτελέσματα δὲ τῶν στηλῶν δεικνύουσιν ὅτι τὰ ρεύματα εἶναι συνεχῆ, καὶ ἐκ τούτου συνάγομεν ὅτι καθόσον τὰ ἀντίθετα ἠλεκτρικὰ ρευστὰ ἐνοῦνται διὰ τοῦ συνάπτοντος τοὺς πόλους σύρματος, νέα ποσότης φυσικοῦ ρευστοῦ ἀναλύεται ἐν τῇ στήλῃ. Παραδέχονται δὲ συνήθως ὅτι ἐν τῷ ρεύματι ὑπάρχει ὠρισμένη φορά, καὶ ὅτι κινεῖται ἀπὸ τοῦ θετικοῦ εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον ἐπὶ τοῦ ρευματαγωγῶ, καὶ ἀπὸ τοῦ ἀρνητικοῦ εἰς τὸν θετικὸν ἐν αὐτῇ τῇ στήλῃ. Ἀλλὰ τοῦτο εἶναι ἀπλῆ συνθήκη· διότι ἡ ἔνωσις γίνεται ἐπίσης ἀπὸ τοῦ θετικοῦ πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, καὶ ἀπὸ τοῦ ἀρνητικοῦ πρὸς τὸν θετικόν. Τὸ ρεῦμα ἄρχεται κατὰ τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν οἱ πόλοι βάλονται εἰς συγκοινωνίαν δι' ἀγωγοῦ τινος σώματος· τότε δὲ λέγεται ὅτι τὸ ρεῦμα ἐκλείσθη.

#### Διάφοροι μεταρρυθμίσεις τῆς στήλης.

248. *Στήλη σκαφοειδής.* — Ἡ ἀνωτέρω περιγραφεῖσα στήλη ἔχει τὸ ἐλάττωμα ὅτι οἱ ἐξ ὑφάσματος δίσκοι πιεζόμενοι ὑπὸ τοῦ βάρους τῶν μεταλλίνων ταχέως ἀποξηραίνονται. Διὰ τοῦτο μετ' οὐ πολὺ παραδέχθησαν τὴν σκαφοειδῆ στήλην, ἥτις διαφέρει τῆς πρώτης κατὰ τοῦτο ὅτι ἀντὶ ὀρθῆς εἶναι ὀριζοντία. Συνίσταται δὲ ἐκ ξυλίνου κιβωτίου ὀρθογωνίου, τοῦ ὁποίου ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια εἶναι ἠλειμμένη διὰ μαστίχης ἀπομονωτικῆς (σχ. 113). Αἱ πλάκες τοῦ ψευδαργύρου καὶ τοῦ

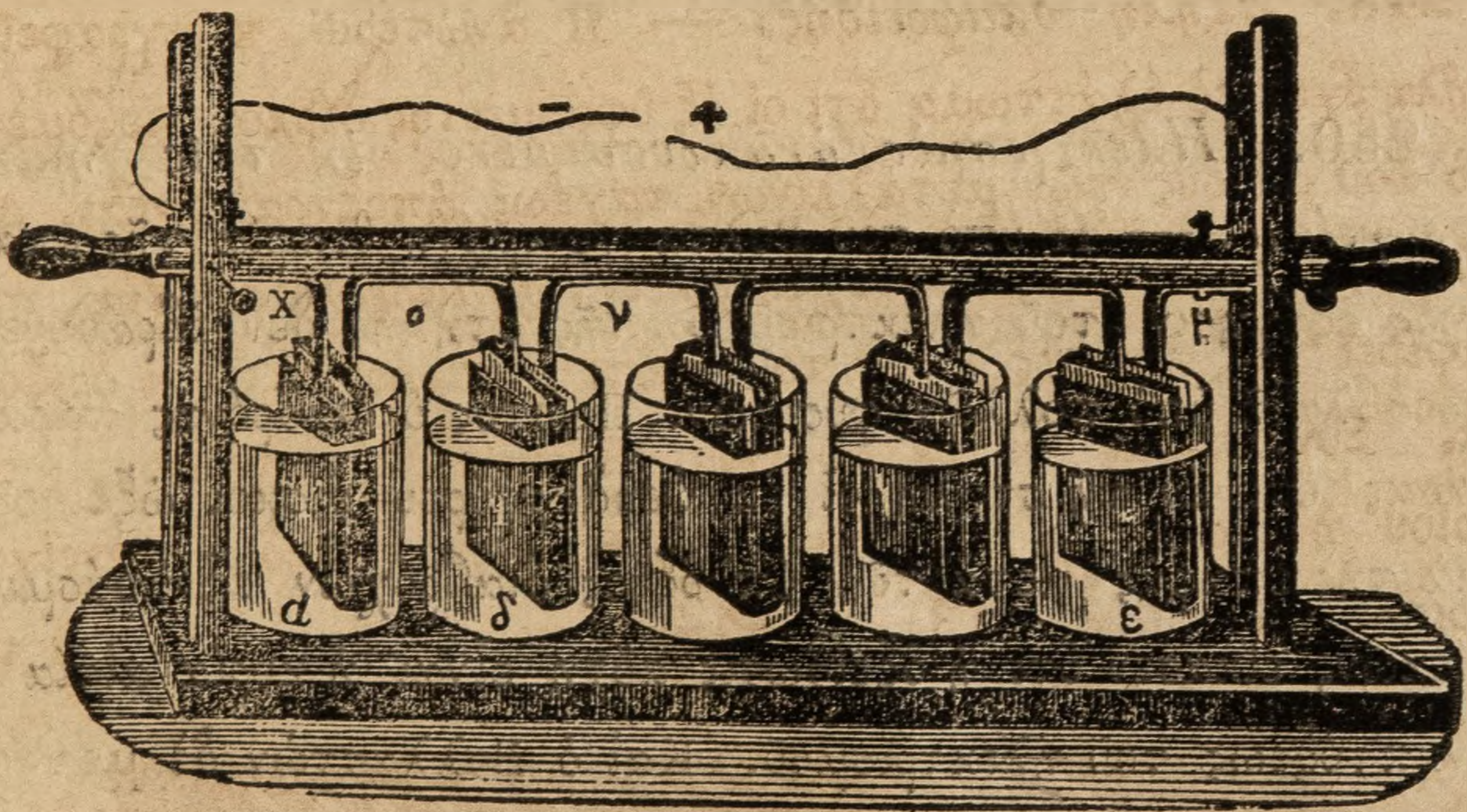


Σχ. 113.



χαλκοῦ σύνδυο κεκολλημέναι ἀποτελοῦσι ζεύγη, ὧν τὸ μέγεθος εἶναι ἴσον τῇ ἐσωτερικῇ τομῇ τοῦ κιβωτίου, καὶ ἅτινα εἶναι κεκολλημένα ἐπὶ τῆς μασίχης οὕτως, ὥστε μεταξύ δύο διαδοχικῶν ζευγῶν ὑπάρχουσι διαστήματα μικρὰ ἀποτελοῦντα χωρίσματα ἢ σκαφίδια. Ταῦτα δὲ πληροῦνται κράματος ὕδατος καὶ θειικοῦ ὀξέος, τὸ ὁποῖον παράγει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα καὶ οἱ ἐξ ὑφάσματος δίσκοι ἐν τῇ ὀρθῇ στήλῃ. Οἱ δύο πόλοι συγκοινωνοῦσιν ἀλλήλοις διὰ μεταλλίνων συρμάτων, δεδεμένων ἐπὶ δύο χαλκῶν πλακῶν ἐμβεβαπτισμένων ἐν τοῖς ἐσχάτοις σκαφιδίοις.

249. *Στήλη τοῦ Βολλασῶνος.* — Ἡ στήλη τοῦ Βολλασῶνος εἶναι ἄλλη τις μεταρρύθμισις τῆς στήλης τοῦ Βόλτα. Ἐν ταύτῃ αἱ ἐκ ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ πλάκες εἶναι συγκεκολλημέναι μόνον κατὰ τὰ ἅκρα, καὶ μάλιστα κατὰ μέρος τι τοῦ ἅκρου αὐτῶν, δηλονότι αἱ χαλκαῖ πλάκες λήγουσιν εἰς γλωττίδας συγκεκολλημένας μετὰ τοῦ ψευδαργύρου. Εἶναι δὲ αἱ πλάκες αὗται κεκαμπυλωμέναι οὕτως, ὥστε νὰ ἐμβαπτίζωνται κατακορύφως ἐν ὑαλίνοις ἀγγείοις περιέχουσι κράμα ὕδατος καὶ ὀξέος. Ἀλλ' αἱ ἐκ ψευδαργύρου καὶ χαλκοῦ πλάκες αἱ ἐν τῷ αὐτῷ ἀγγεῖῳ ἐμβεβαπτισμέναι ἀνήκουσιν εἰς διάφορα ζεύγη (σχ. 114). Ἀπὸ τῶν



Σχ. 114.

ἀριστεριῶν τῆς εἰκόνης μικρὰ χαλκοῦ πλάξ X εἶναι συγκεκολλημένη μετὰ παχείας πλακὸς ψευδαργύρου Z, καὶ ἀμφότεραι ἀποτελοῦσι τὸ πρῶτον ζεῦγος. Δευτέρα δὲ πλάξ χαλκοῦ α ἔχουσα



τὸ αὐτὸ καὶ ἡ ἐκ ψευδαργύρου πλάτος περιβάλλει αὐτὴν χωρὶς νὰ ἐφάπτηται, καὶ λήγει εἰς γλωττίδα ο συγκεκολλημένην μετὰ δευτέρου ψευδαργύρου Z, καὶ ἀποτελοῦσαν μετ' αὐτοῦ τὸ δεύτερον ζεύγος. Ὁ ψευδάργυρος τοῦ ζεύγους τούτου περιβάλλεται ὡσαύτως ὑπὸ χαλκῆς πλακὸς δν, συγκεκολλημένης μετὰ τρίτου ψευδαργύρου, καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρις οὗ ἀποτελεσθῶσιν ὅσα θελήσωμεν ζεύγη. Ὁ πρῶτος χαλκὸς X συγκεκολλημένος ὦν μετὰ ψευδαργύρου παριστᾷ τὸν ἀρνητικὸν πόλον, ὁ δὲ θετικὸς πόλος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν τελευταῖον χαλκὸν εμ, ὅστις μὴ ὦν εἰς ἐπαφὴν μετὰ ψευδαργύρου, ἀφαιρεῖ μόνον ἀπὸ τοῦ ὑγροῦ τὸ θετικὸν ῥευστὸν τὸ μεταδιδόμενον αὐτῷ ὑπὸ τοῦ τελευταίου ζεύγους. Ἄπαντα δὲ τὰ ζεύγη εἶναι ἐξηρητημένα ἐκ ξυλίνης δοκοῦ, ἥτις δύναται νὰ ὑψωθῆ ἢ νὰ καταβιβασθῆ κατὰ τὸ δοκοῦν μεταξὺ τεσσάρων στύλων. Ἀνυψοῦμεν δὲ αὐτὴν ὅταν θέλωμεν νὰ διακόψωμεν τὴν ἐνέργειαν τῆς στήλης. Συνήθως τὸ ὕδωρ τῶν ὑαλίνων ἀγγείων περιέχει  $\frac{1}{10}$  θειικοῦ ὀξέος καὶ  $\frac{1}{20}$  νιτρικοῦ· ἀλλ' ἡ στήλη ἐνεργεῖ κάλλιστα καὶ ὅταν μόνον θειικὸν ὄξυ εἶναι κεκραμένον μετὰ τοῦ ὕδατος τῶν ἀγγείων.

### Χημικὴ θεωρία τῆς στήλης.

250. Ἡλεκτρισμὸς ἀναπτυσσόμενος ἐν ταῖς χημικαῖς ἐνεργείαις. — Ἡ ὑπὸ τοῦ Βόλτα γενομένη θεωρία τῆς ἐπαφῆς πρὸς ἐξήγησιν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς στήλης δὲν ἐβράδυνε νὰ προσβληθῆ ὑπὸ πολλῶν φυσικῶν. Πρῶτος ὁ Φαβρόνης παρατηρήσας ὅτι ἐν τῇ στήλῃ οἱ ἐκ ψευδαργύρου δίσκοι ὠξειδοῦντο διὰ τῆς ἐπαφῆς μετὰ τῶν ὑπ' ὀξέος διαβρόχων ἐξ ὑφάσματος δίσκων, εἶκασεν ὅτι ἡ ὀξειδῶσις αὕτη εἶναι ἡ κυρία αἰτία τῆς ἀναπτύξεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Καὶ ὁ Βολλαστὼν δὲ μετ' ὀλίγον ἐξέφρασε τὴν αὐτὴν γνώμην, ὁ δὲ Δαβῆς ὑπεστήριξεν αὐτὴν δι' εὐστόχων πειραμάτων.

Εἶναι μὲν ἀληθὲς ὅτι ἐν τῷ ἀνωτέρω (243) περιγραφέντι πειράματι ὁ Βόλτας εἶχε παρατηρήσει αἰσθητὰ σημεῖα ἠλεκτρισμοῦ· ἀλλ' ὁ Κ. Δελαρίβης ἔδειξεν ὅτι κρατουμένου τοῦ ψευδαρ-



γύρου διὰ ξυλίνης λαβίδος, πᾶν ἴχνης ἠλεκτρισμοῦ ἐκλείπει, καὶ ὅτι προσέτι τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ ὅταν ὁ ψευδάργυρος εἶναι τεθειμένος ἐν ἀερίοις, τὰ ὑποῖα δὲν ἔχουσιν ἐπ’ αὐτοῦ χημικὴν ἐνέργειαν, οἷον εἶναι τὸ ὑδρογόνον καὶ τὸ ἄζωτον. Ἐκ τούτου δὲ ὁ Δελαρίβης συνεπέρανεν ὅτι ἡ ἀνάπτυξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐν τῷ πειράματι τοῦ Βόλτα μόνην αἰτίαν ἔχει τὴν χημικὴν ἐνέργειαν τὴν ἐκ τῆς ἐφιδρώσεως τῆς χειρὸς καὶ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ἀέρος προερχομένην.

Ἡ ἀνάπτυξις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ὑπὸ τῶν χημικῶν ἐνεργειῶν ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ συμπυκνωτικοῦ ἠλεκτρομέτρου ὡς ἐξῆς. Ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου δίσκου τοῦ ἠλεκτρομέτρου θέτομεν τεμάχιον καθύγρου χάρτου, ἐπ’ αὐτοῦ δὲ κοτύλην ψευδαργύρου, εἰς ἣν χύνομεν ὕδωρ καὶ θειϊκὸν ὀξύ· ἔπειτα ἐμβαπτίζομεν εἰς τὸ ὑγρὸν ἔλασμα πλατίνης συγκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἐδάφους, μεθ’ οὗ βαλίεται εἰς συγκοινωνίαν καὶ ὁ κατώτερος δίσκος τοῦ ἠλεκτρομέτρου διὰ τοῦ δακτύλου ὑγρανθέντος. Ὅταν διακόψωμεν τὰς συγκοινωνίας καὶ ἄρωμεν τὸν ἀνώτερον δίσκον, ἀναγνωρίζομεν ὅτι τὰ χρυσᾶ φύλλα ἔλαβον ἰκανὴν ποσότητα θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ· τοῦτο δὲ δεικνύει ὅτι ὁ ἀνώτερος δίσκος ἠλεκτρίσθη ἀρνητικῶς ὑπὸ τῆς χημικῆς ἐνεργείας τοῦ θειϊκοῦ ὀξέος ἐπὶ τῶν τοίχων τῆς κοτύλης.

Κυρίως ὁμως δι’ ὀργάνου τινός, τὸ ὁποῖον θέλομεν περιγράψαι μετὰ ταῦτα, τοῦ γαλβανομέτρου, ἐδείχθη ὅτι πᾶσαι αἱ χημικαὶ ἐνέργειαι ἀναπτύσσουσιν ἠλεκτρισμόν. Διὰ τοῦ αὐτοῦ δὲ ὀργάνου ὁ Βεκερέλος εὔρε τούς ἐξῆς νόμους τῆς ὑπὸ τῶν χημικῶν ἐνεργειῶν ἀναπτύξεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.

α.) Ἐν τῇ ἐνώσει τοῦ ὀξυγόνου μετ’ ἄλλου τινός σώματος, τὸ μὲν ὀξυγόνον ἠλεκτρίζεται θετικῶς, τὸ δὲ ἄλλο σῶμα ἀρνητικῶς.

β.) Ἐν τῇ ἐνώσει ὀξέος τινός καὶ βάσεως, ἢ σώματος ὡς βάσεως προσφερομένου, τὸ μὲν ὀξύ λαμβάνει τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμόν, ἢ δὲ βᾶσις τὸν ἀρνητικόν.

γ.) Ἐν τῇ χημικῇ ἐνεργείᾳ ὀξέος ἐπὶ μετάλλου, τὸ μὲν ὀξύ ἠλεκτρίζεται θετικῶς, τὸ δὲ μέταλλον ἀρνητικῶς. Εἶναι δὲ ὁ νόμος οὗτος μερικὴ περίπτωσις τοῦ προηγουμένου.



δ'.) Ἐν ταῖς χημικαῖς ἀποσυνθέσεσι τὰ ἠλεκτρικὰ ἀποτελέσματα εἶναι ἀντίστροφα τῶν προηγουμένων.

Εἶναι δὲ ἡ ποσότης τοῦ ὑπὸ τῶν χημικῶν ἐνεργειῶν ἀναπτυσσομένου ἠλεκτρισμοῦ μεγίστη. Διότι ὁ Βεκερέλος ἔφθασε διὰ πειραμάτων εἰς τὸ ἐκπληκτικὸν τοῦτο ἐξαγόμενον, ὅτι ἡ μετὰ τοῦ ὀξυγόνου ἔνωσις ποσότητος ὑδρογόνου παρεχούσης ἐν χιλιοστὸν τοῦ γραμμαρίου ὕδατος, ἀναπτύσσει ἱκανὸν ἠλεκτρισμὸν ἵνα φορτισθῇ μεταλλικὴ ἐπιφάνεια εἴκοσι χιλιάδων τετραγωνικῶν μέτρων εἰς τοιοῦτον βαθμὸν, ὥστε νὰ ἀποσπῶνται σπινθῆρες ἐξ ἀποστάσεως ἐνὸς ὑφεκατομέτρου. Καὶ ἄλλοι δὲ φυσικοὶ εἰς ὅμοια ἐξαγόμενα ἔφθασαν.

251. Χημικὴ θεωρία τῆς στήλης. — Ἐν τῇ ἐξῆς θεωρίᾳ, ἥτις εἶναι ἡ μόνη παραδεδεγμένη τὴν σήμερον, ὅλος ὁ ἠλεκτρισμὸς ὁ ἀναπτυσσόμενος ἐν ταῖς προηγουμένως περιγραφείσαις στήλαις προέρχεται ἐκ τῆς χημικῆς ἐνεργείας τοῦ περιέχοντος ὀξὺ ὕδατος ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, ὡς ἐξάγεται ἐκ τῶν ἀνωτέρω νόμων. Σημειωτέον δὲ ὅτι, ἐνῶ ἐν τῇ θεωρίᾳ τῆς ἐπαφῆς τὸ ζεῦγος ἀποτελεῖται ἐξ ἐνὸς δίσκου χαλκοῦ καὶ ἐξ ἐνὸς δίσκου ψευδαργύρου συγκεκολλημένων, ἐν τῇ χημικῇ θεωρίᾳ ἀποτελεῖται ἐκ συστήματος χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου χωριζομένων διὰ κράματος ὕδατος καὶ ὀξέος.

\* Ἄς θεωρήσωμεν μίαν πλάκα χαλκοῦ καὶ ἑτέραν ψευδαργύρου ἐμβεβαπτισμένας ἐν ὕδατι περιέχοντι θειικὸν ὀξύ. Κατὰ τὸν τρίτον νόμον τοῦ Βεκερέλου ἐν τῇ χημικῇ ἐνεργείᾳ τῇ παραγομένη μετὰ τὸ τοῦ ἐν τῷ ὕδατι ὀξέος καὶ τοῦ ψευδαργύρου, οὗτος μὲν ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ ὠξειδωμένον ὕδωρ θετικῶς. Ὁ δὲ χαλκός, ὅστις εἶναι ἀργός, ὅστις δηλονότι δὲν διαλύεται ὑπὸ τοῦ θειικοῦ ὀξέος ἐν τῇ συνήθει θερμοκρασίᾳ, λαμβάνει μόνον ἐκ τοῦ ρευστοῦ τὸν ἠλεκτρισμὸν αὐτοῦ καὶ οὕτως ἠλεκτρίζεται θετικῶς. Ἐὰν λοιπὸν ἐνώσωμεν τὰ δύο μέταλλα διὰ σύρματος, θέλει σχηματισθῆ ρεῦμα φερόμενον ἐν τῷ ὑγρῷ μὲν ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου εἰς τὸν χαλκόν, ἐκτὸς δὲ ἀπὸ τοῦ χαλκοῦ εἰς τὸν ψευδάργυρον. Ἐκ τούτου βλέπομεν ὅτι ὁ μὲν θετικὸς πόλος ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ ἀργὸν μέταλλον, ὁ δὲ ἀρνητικὸς εἰς



τὸ ἐνεργόν, ἤτοι εἰς τὸ ὑπὸ τοῦ ὀξέος φθειρόμενον. Ἡ ἀρχὴ αὕτη εἶναι γενικὴ καὶ ἐφαρμόζεται οὐ μόνον εἰς τὰς ἤδη περιγραφείσας στήλας, ἀλλὰ καὶ εἰς πάσας τὰς ἄλλας, ὧν τινὰς θέλομεν περιγράψει κατωτέρω.

Ἐν τῇ χημικῇ ταύτῃ θεωρίᾳ τῆς στήλης βλέπομεν ὅτι πρέπει μόνον τὸ ἕτερον τῶν ἀποτελούντων τὸ βολταϊκὸν ζεύγος μετάλλων νὰ φθείρηται ὑπὸ τοῦ κράματος τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ ὀξέος, ἢ τοῦλάχιστον τὸ δεύτερον νὰ εἶναι πολὺ ὀλιγώτερον ἐνεργὸν τοῦ πρώτου, εἰ δὲ μὴ παράγονται δύο ἀποτελέσματα ἀντίθετα τείνοντα νὰ οὐδετερώσωσιν ἄλληλα. Διὰ τοῦτο ἐν τῷ βολταϊκῷ ζεύγει ἀντικαθίσταται ἐπιτυχῶς ὁ χαλκὸς διὰ τῆς πλατίνης, καὶ διὰ τοῦ πεφρυγμένου ἄνθρακος.

252. Ἐξασθένησις τοῦ ρεύματος, δευτερεύοντα ρεύματα. — Αἱ διάφοροι μέχρι τοῦδε περιγραφεῖσαι στήλαι, αἵτινες κοινὸν χαρακτηριστικὸν ἔχουσιν ὅτι σύγκεινται ἐκ δύο μετάλλων καὶ ἐξ ἑνὸς μόνοῦ ὑγροῦ, ἔχουσι τὸ μέγα ἐλάττωμα, ὅτι τὰ ὑπ’ αὐτῶν παραγόμενα ρεύματα ἐξασθενοῦσι ταχέως.

Ἡ ἐξασθένησις δὲ αὕτη ἔχει δύο αἰτίας. Καὶ πρώτη μὲν τούτων εἶναι ἡ ἐλάττωσις τῆς χημικῆς ἐνεργείας ἕνεκα τῆς οὐδετερώσεως τοῦ θειικοῦ ὀξέος, καθ’ ὅσον ἐνοῦται μετὰ τοῦ ψευδαργύρου. Ἡ δὲ δευτέρα αἰτία εἶναι τὰ δευτερεύοντα ρεύματα. Καλοῦνται δὲ οὕτω ρεύματα παραγόμενα ἐν ταῖς στήλαις ἀντιθέτως τῷ κυρίῳ ρεύματι, καὶ οὐδετεροῦντα αὐτὸ ὀλικῶς ἢ μερικῶς. Ὁ Κ. Βεκερέλος εὔρεν ὅτι τὰ δευτερεύοντα ταῦτα ρεύματα προέρχονται ἐκ τῶν ἰζημάτων, τὰ ὁποῖα γίνονται ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ καὶ τοῦ ψευδαργύρου τῶν ζευγῶν. Διότι τοῦ ἀπὸ τοῦ ψευδαργύρου εἰς τὸν χαλκὸν ἐν τῇ στήλῃ φερομένου ρεύματος ἀναλύοντος τὸ ὕδωρ καὶ τὸν σχηματισθέντα θειικὸν ψευδάργυρον, ἀποτίθεται ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ ψευδάργυρος, ὀξειδίου ψευδαργύρου, ἔτι δὲ καὶ στρώμα τι ὑδρογόνου, ἐν ᾧ πρὸς τὸν ψευδάργυρον φέρονται τὸ ὀξὺ καὶ τὸ ὀξυγόνον, τὰ προερχόμενα ἐκ τῆς ἀναλύσεως τοῦ θειικοῦ ψευδαργύρου καὶ τοῦ ὕδατος. Ἐπὶ δὲ τῶν οὕτως ἀποτιθεμένων οὐσιῶν συμβαίνουσι χημικαὶ ἐνέργειαι, καὶ ἐκ τούτων παράγεται ρεῖμα φορᾶς ἀντιθέτου τῇ



τοῦ πρώτου, οὐδετεροῦν αὐτὸ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον. Τὸ οὕτως ἀναπτυσσόμενον δευτερεῦον ρεῦμα εἶναι τοσοῦτω ἰσχυρότερον, ὅσῳ μεγαλειτέρα ὑπῆρξεν ἡ διάρκεια τῆς ἐνεργείας τοῦ κυρίου ρεύματος.

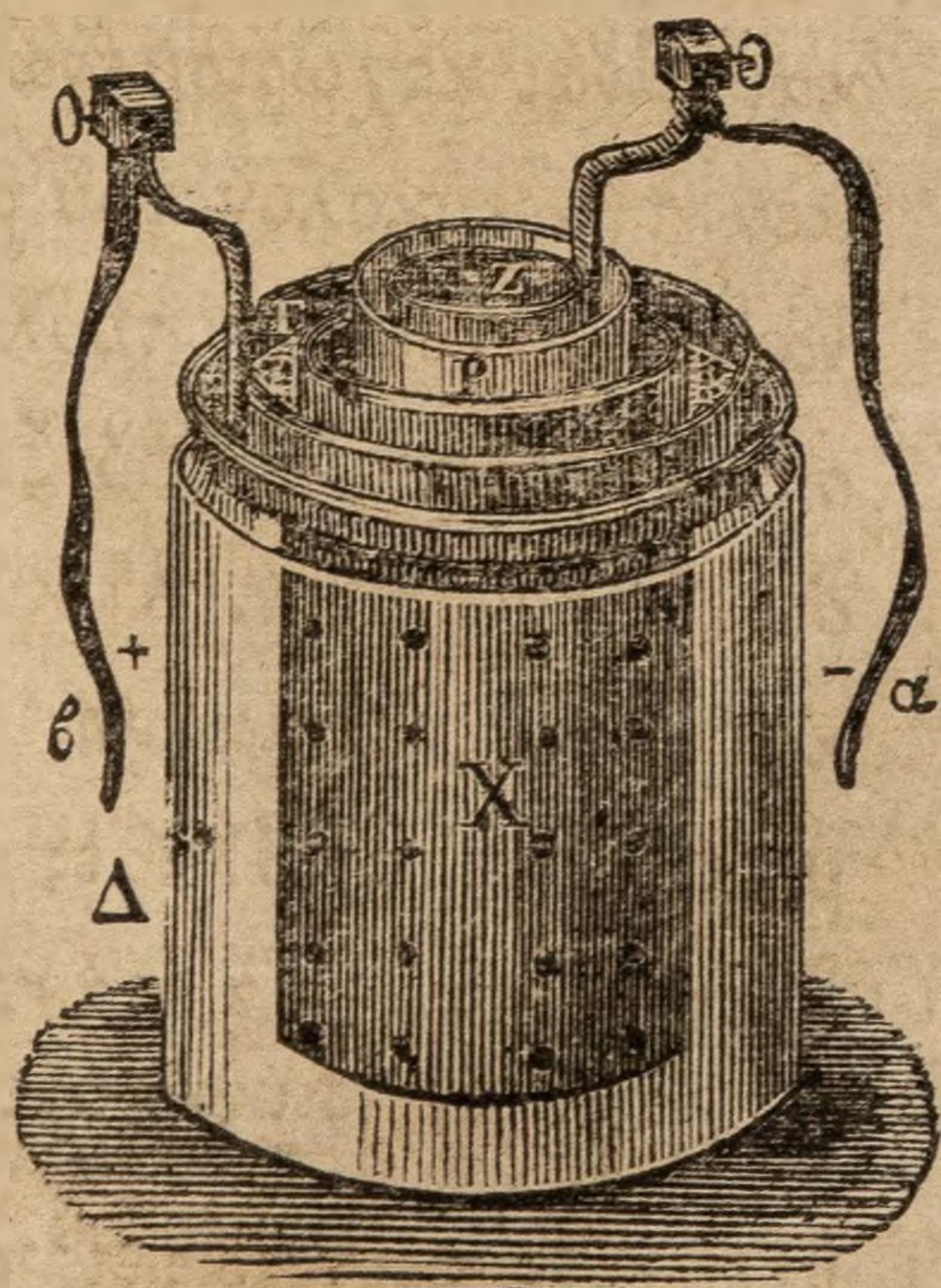
Τὰ ἰζήματα γίνονται κυρίως ἐπὶ τοῦ ἀργοῦ μετάλλου, τὰ δὲ τείνοντα νὰ σχηματισθῶσιν ἐπὶ τοῦ ἐνεργοῦ διαλύονται ὑπὸ τῆς ἐκεῖ γινομένης χημικῆς ἐνεργείας. Διακοπτομένου δὲ τοῦ ρεύματος τὰ ἰζήματα διαλύονται καὶ ἡ ἰσχύς τοῦ ρεύματος αὐξάνει. Εἰς τὸ αὐτὸ δὲ ἀποτέλεσμα φθάνομεν κάμνοντες νὰ διέλθῃ τὸ ρεῦμα δευτέρας τινὸς στήλης ἀντιθέτως τῷ τῆς πρώτης· διότι τὰ σχηματισθέντα ἰζήματα διαλύονται τότε ὑπὸ τῶν ἀντιθέτων ἰζημάτων.

### Στήλαι περιέχουσαι δύο ὑγρά.

253. Σκοπὸς τῶν δύο ὑγρῶν ἐν ταῖς στήλαις. — Αἱ ἐν μόνον ὑγρὸν περιέχουσαι στήλαι διὰ τὴν ταχεῖαν ἐξασθένησιν τοῦ ὑπ' αὐτῶν παραγομένου ρεύματος εἶναι τὴν σήμερον εἰς ἀχρηστίαν, ἀντικατεστάθησαν δὲ ὑπὸ στήλων περιεχουσῶν δύο ὑγρά, αἵτινες καλοῦνται στήλαι σταθεροῦ ρεύματος, διότι τὰ ρεύματα αὐτῶν διατηροῦσιν ἐφ' ἰκανὸν χρόνον τὴν αὐτὴν σχεδὸν ἔντασιν. Ἐν ταῖς στήλαις ταύταις γίνεται χρῆσις δύο ὑγρῶν, τὰ ὅποια δύνανται νὰ ἐνεργήσωσι τὸ ἐν ἐπὶ τὸ ἕτερον, καὶ εἶναι κεχωρισμένα διὰ διαφράγματος, τὸ ὅποῖον ἐπιτρέπει μὲν τὴν εὐκόλον τοῦ ρεύματος δίοδον, ἀλλ' ἐμποδίζει τὰ ὑγρά νὰ ἀναμιχθῶσι, τοῦλάχιστον ταχέως. Ἐμβαπτίζονται δὲ τὰ στοιχεῖα τοῦ αὐτοῦ ζεύγους, τὸ μὲν εἰς τὸ ἐν τῶν ὑγρῶν, τὸ δὲ εἰς τὸ ἕτερον. Αἱ κύριαι δὲ συνθῆκαι αἱ ἀπαιτούμεναι εἰς τὴν κατασκευὴν τοιαύτης στήλης εἶναι αἱ ἑξῆς δύο· α) νὰ μὴ σχηματίζεται ἐπιβλαβὲς ἰζημα ἐπὶ τοῦ ἀργοῦ μετάλλου· β.) νὰ διατηρῇ τὸ ὅξυ πάντοτε τὸν αὐτὸν βαθμὸν συμπυκνώσεως. Ὑπάρχουσιν δὲ διάφοροι στήλαι τοῦ εἴδους τούτου, ἐξ ὧν ἡμεῖς θέλομεν περιγράψαι δύο τὰς κυριωτέρας, τὴν τοῦ Δανιήλ καὶ τὴν τοῦ Βοῦνσεν.



254. Στήλη τοῦ Δανιήλ. — Ἡ στήλη αὕτη κατεσκευάσθη τὸ 1836 ὑπὸ τοῦ Ἀγγλοῦ χημικοῦ Δανιήλ. Ἐν τῷ σχήματι 115 παρίσταται ἓν ζεύγος ἢ στοιχεῖον τῆς στήλης ταύτης, ἣτις ἔσχε διαφόρους μετασχηματισμούς. Ἀγγεῖον τι ὑάλινον Δ εἶναι πεπληρωμένον διαλύσεως κεκορεσμένης θειικοῦ χαλκοῦ, ἐν ἣ ἔμβαπτίζεται κύλινδρος ἐρυθροῦ χαλκοῦ X ἀνοικτὸς ἐξ ἀμφοτέρων τῶν ἄκρων, καὶ ἔχων πολλὰ τρυπήματα καθ' ὅλην αὐτοῦ τὴν ἔκτασιν. Κατὰ τὸ ἀνώτερον δὲ ἄκρον τοῦ κυλίνδρου τούτου ὑπάρχει δακτυλιοειδῆς περίδρομος, ἔχων πρὸς τὰ κάτω μικρὰς ὀπὰς ἔμβαπτιζομένας ἐν τῇ διαλύσει. Ὁ περίδρομος οὗτος εἶναι προωρισμένος νὰ δέχεται κρυστάλλους θειικοῦ χαλκοῦ, οἵτινες διαλύονται καθ' ὅσον ἐνεργεῖ ἡ στήλη. Τέλος δὲ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου X ὑπάρχει πορώδες ἀγγεῖον ἢ διάφραγμα P ἐξ ἀργιλώδους γῆς, πεπληρωμένον κράματος ὕδατος καὶ θειικοῦ ὀξέος, ἢ διαλύσεως θαλασσίου ἄλατος. Ἐντὸς δὲ τοῦ ὑγροῦ τούτου ἔμβαπτίζεται κύλινδρος ἐκ ψευδαργύρου Z ἀνοικτὸς κατ' ἀμφοτέρα τὰ ἄκρα. Ἐπὶ τῶν ἐκ χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου κυλίνδρων εἶναι προσηρμοσμένα διὰ πιεστικῶν κοχλιῶν δύο λεπτὰ χαλκᾶ ἐλάσματα β καὶ α, ἀποτελοῦντα τοὺς ρευματαγωγούς τῆς στήλης. Καὶ ἐνόσω μὲν οἱ ρευματαγωγοὶ οὗτοι δὲν συγκοινωνοῦσιν, ἡ στήλη δὲν ἐνεργεῖ· ἀλλ' εὐθὺς ὡς βληθῶσιν εἰς συγκοινωνίαν, ἡ χημικὴ ἐνέργεια ἄρχεται· δηλονότι τὸ θειικὸν ὄξυ διαλύει τὸν ψευδάργυρον, ὅστις ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, ἐν ᾧ τὸ κράμα τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ ὀξέος ἠλεκτρίζεται θετικῶς. Ἐκ τούτου δὲ τοῦ κράματος τὸ θετικὸν ρευστὸν μεταβαίνει διὰ τοῦ πορώδους ἀγγείου εἰς τὴν διάλυσιν τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ καὶ τέλος εἰς τὸν χαλκὸν X, ὅστις διὰ τοῦτο γίνεται ὁ θετικὸς πόλος. Τὸ δὲ ἐκ τῆς ἀναλύσεως τοῦ ὕδατος προερχόμενον ὑδρογόνον παρασύρεται κατὰ τὴν φοράν τοῦ ἐσωτερικοῦ ρεύματος καὶ φθάνον εἰς τὴν διάλυσιν τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ, ἐνοῦται μετὰ τοῦ ὀξειδίου τοῦ χαλκοῦ καὶ



Σχ. 115.



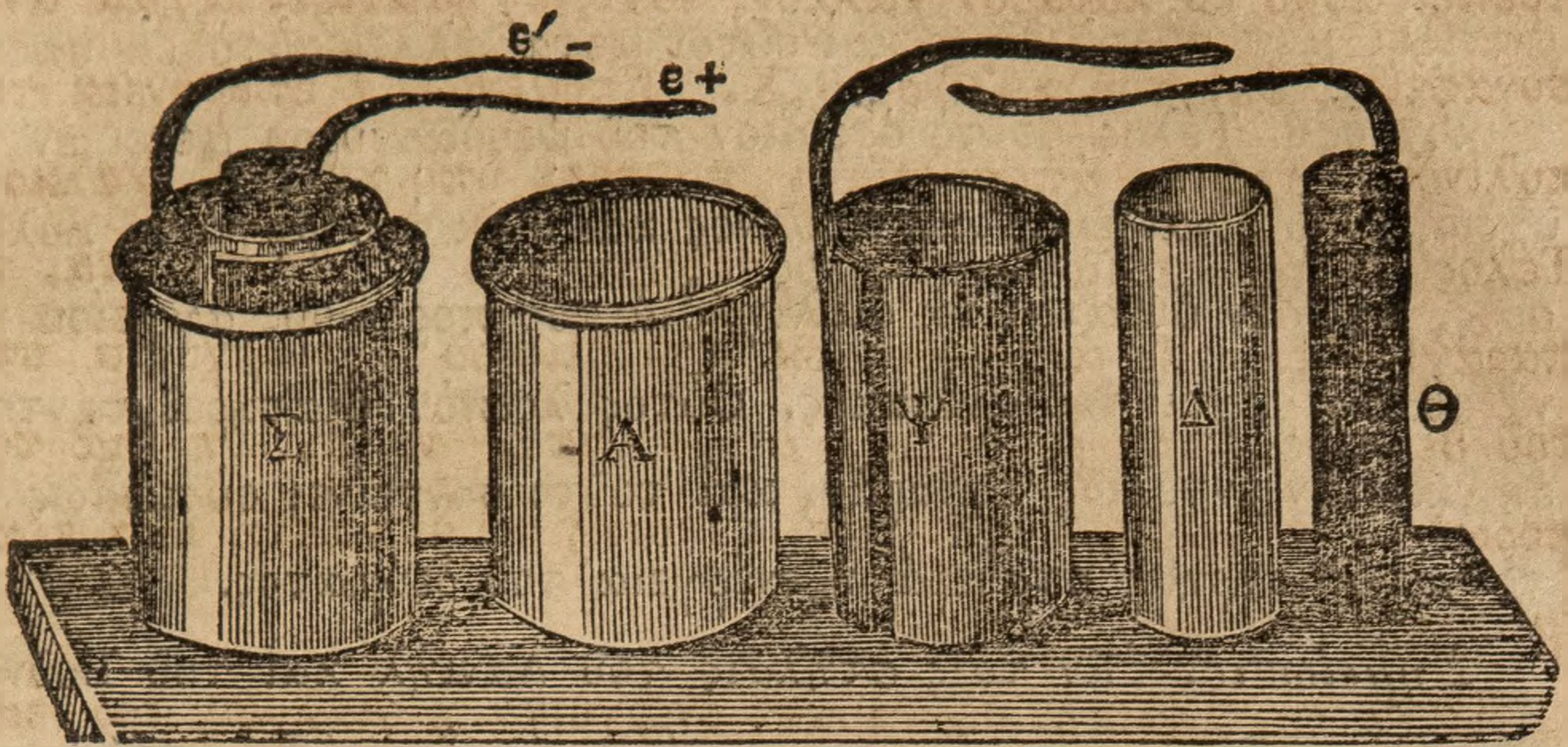
τρέπει αὐτὸ εἰς καθαρὸν χαλκόν, ὅστις σχηματίζει ἴζημα ἀνευ συναφείας ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου X. Ἐπομένως ἡ ἐπιφάνεια τοῦ κυλίνδρου τούτου ἀποτελεῖται πάντοτε ὑπὸ καθαροῦ χαλκοῦ. Τέλος δὲ τὸ ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ παραχθῆ ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ θειικοῦ ψευδαργύρου ὑπὸ τοῦ δευτερεύοντος ρεύματος, δὲν δύναται νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ πορώδους ἀγγείου, ἀλλὰ μένει ἐν αὐτῇ τῇ διαλύσει, ἐν ᾗ εἶναι ἐμβεβαπτισμένος ὁ ψευδάργυρος.

Κατὰ τὴν χημικὴν δὲ ταύτην ἐνέργειαν ἡ διάλυσις τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ τείνει νὰ ἀραιωθῆ ταχέως, ἀλλὰ τῶν ἐν τῷ περιδρόμῳ κρυστάλλων διαλυομένων βαθμηδόν, ἡ διάλυσις μένει σταθερῶς ἐν καταστάσει κόρου. Τὸ δὲ θειικὸν ὄξύ τὸ ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ προερχόμενον φέρεται μετὰ τοῦ ὀξυγόνου τοῦ ὕδατος πρὸς τὸν ψευδάργυρον καὶ ἐνοῦται μετ' αὐτοῦ. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ποσότης τοῦ θειικοῦ ὀξέος τοῦ καθισταμένου ἐλευθέρου εἶναι ἱκανῶς κανονικὴ, ἡ ἐνέργεια τοῦ ὀξέος τούτου ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου εἶναι ἐπίσης κανονικὴ, καὶ ἐκ τούτου παράγεται ρεῦμα σταθερόν.

Διὰ τῆς στήλης ταύτης δυνάμεθα νὰ ἔχωμεν σταθερὸν ρεῦμα ἐπὶ πολλὰς ἡμέρας καὶ μάλιστα ἐπὶ πολλοὺς μῆνας, ἐὰν φροντίζωμεν νὰ διατηρῶμεν τὴν διάλυσιν εἰς κατάστασιν κόρου διὰ τῆς κατὰ καιροὺς προσθήκης κρυστάλλων θειικοῦ χαλκοῦ. Ἴνα συνενώσωμεν δὲ πολλὰ στοιχεῖα πρὸς καταρτισμὸν στήλης, ἐνοῦμεν διὰ πιεστικοῦ κοχλίου τὸν ἀρνητικὸν πόλον ἐνὸς στοιχείου μετὰ τοῦ θετικοῦ πόλου τοῦ ἐπομένου, καὶ οὕτω καθεξῆς. Εἶναι δὲ ἀρνητικὸς μὲν πόλος ὁ τοῦ ψευδαργύρου, θετικὸς δὲ ὁ τοῦ χαλκοῦ, ὡς καὶ ἐν ταῖς πρότερον περιγραφείσαις στήλαις.

255. *Στήλη τοῦ Βοῦνσερ.* — Ἡ στήλη αὕτη κατεσκευάσθη τὸ 1843 ὑπὸ τοῦ Βοῦνσερ. Ἐκαστὸν δὲ στοιχεῖον αὐτῆς ἀποτελεῖται ἐκ τεσσάρων μερῶν (σχ. 116): εἶναι δὲ ταῦτα α.) ἀγγεῖον A ὑάλινον, τὸ ὁποῖον πληροῦται κράματες 10 μερῶν ὕδατος καὶ ἐνὸς θειικοῦ ὀξέος· β.) κύλινδρος κοῖλος Ψ ἐκ ψευδαργύρου ὑδραργυρωμένου, ἐφ' οὗ εἶναι προσηρμοσμένον λεπτὸν καὶ στενὸν ἔλασμα χαλκοῦ, προωρισμένον νὰ χρησιμεύσῃ ὡς





Σχ. 116.

ἀρνητικὸς ρευματαγωγός· γ΄.) πορῶδες ἀγγεῖον Δ ἐξ ἀργιλώδους γῆς ὀλίγον ὠπτημένης, ἐν ᾧ τίθεται κοινὸν νιτρικὸν ὄξύ. δ΄.) κύλινδρος ἄνθρακος Θ κατασκευασθεὶς διὰ τῆς φρύξεως μίγματος λιθάνθρακος καὶ λιπαροῦ γαιάνθρακος, καὶ ᾧν καλὸς ἀγωγός. Κατὰ τὸ ἀνώτερον μέρος τοῦ ἄνθρακος εἶναι προσηρμοσμένος δακτύλιος χαλκοῦς, ἐφ' οὗ εἶναι κεκολλημένη ταινία ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου, χρησιμεύουσα ὡς θετικὸς ρευματαγωγός. Ὅταν θέλωμεν νὰ ἐνεργήσῃ τὸ ὄργανον, διαθέτομεν αὐτὸ κατὰ τὸ σχῆμα Σ, τουτέστι βάλλομεν τὸν ἐκ ψευδαργύρου κύλινδρον ἐν τῷ ὑαλίνῳ ἀγγεῖῳ, ἔπειτα ἐν τῷ κυλίνδρῳ τούτῳ τὸ πορῶδες ἀγγεῖον, καὶ ἐν τούτῳ τὸν ἄνθρακα.

Ἐνόσω ὁ ψευδάργυρος καὶ ὁ ἄνθραξ δὲν συγκοινωνοῦσιν, ἡ στήλη δὲν ἐνεργεῖ, ἀλλ' εὐθὺς ὡς ἡ συγκοινωνία ἀποκατασταθῇ, ἡ χημικὴ ἐνέργεια ἀρχεται· τὸ ὕδωρ, ἐν ᾧ εἶναι ἐμβεβαπτισμένος ὁ ψευδάργυρος, ἀναλύεται ὑπὸ τοῦ μετάλλου τούτου καὶ τοῦ θειικοῦ ὀξέος, καὶ σχηματίζεται θειικὸς ψευδάργυρος. Καὶ ὁ ψευδάργυρος μὲν ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς καὶ καθίσταται ὁ ἀρνητικὸς πόλος τῆς στήλης, τὸ δὲ κράμα τοῦ ὕδατος καὶ τοῦ ὀξέος ἠλεκτρίζεται θετικῶς. Ἐκ τοῦ κράματος τούτου τὸ θετικὸν ρευστὸν μεταβαίνει διὰ τοῦ πορῶδους ἀγγείου εἰς τὸ νιτρικὸν ὄξύ, καὶ ἐξ αὐτοῦ εἰς τὸν ἄνθρακα, ὅστις διὰ τοῦτο γίνεται ὁ θετικὸς πόλος. Τὸ ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως δὲ τοῦ ὕδατος προερχόμενον ὑδρογόνον δὲν ἀποτίθεται ἐπὶ τοῦ ἄνθρακος, ἀλλ' ἀναλύει τὸ νιτρικὸν ὄξύ, ἀφαιροῦν δηλαδὴ μέρος τοῦ ὀξυγόνου αὐτοῦ σχη-



ματίζει μετ' αὐτοῦ ὕδωρ καὶ οὕτω μεταβάλλεται εἰς ὑπονι-  
τρικόν ὄξύ. Τέλος δὲ τὸ ὀξειδίου τοῦ ψευδαργύρου μένει ἐν τῷ  
ὕγρῳ, ἐν ᾧ εἶναι ἐμβεβαπτισμένος καὶ ὁ ἐκ ψευδαργύρου κύλιν-  
δρος, καὶ δὲν δύναται νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ πορώδους ἀγγείου καὶ  
νὰ φθάσῃ μέχρι τοῦ ἀνθρακος. Οὗτος λοιπὸν διατηρεῖ πάντοτε  
ἐπιφάνειαν ἐντελῶς καθαρὰν, καὶ τοῦτο συντείνει οὐσιωδῶς εἰς  
τὸ νὰ διατηρηθῇ σταθερὰ ἡ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος.

**Σημείωσις.** Ἐν ταῖς στήλαις τοῦ Δανιήλ καὶ τοῦ Βοῦνσεν  
γίνεται χρῆσις τοῦ ὑδραργυρωμένου ψευδαργύρου, τοῦ ὁποίου  
δηλαδή τὸ κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν μέρος εἶναι ἠνωμένον μετὰ  
μικρᾶς ποσότητος ὑδραργύρου. Διότι οὕτω παρεσκευασμένος ὁ  
ψευδάργυρος δὲν διαλύεται ὑπὸ τοῦ θειικοῦ ὀξέος, εἰμὴ ὅταν οἱ  
πόλοι τῆς στήλης συγκοινωνῶσι, ὡς ἐκ τούτου δὲ οὐ μόνον  
ἀποφεύγομεν ματαίαν δαπάνην, ἀλλὰ καὶ τὸ ρεῦμα καθίστα-  
ται κανονικώτερον καὶ ἰσχυρότερον.

### Διάφορα ἀποτελέσματα τῆς στήλης.

256. Στήλη ἐν ἐνεργείᾳ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς λουγδουρικὴ  
λάγηνος πάντοτε πεπληρωμένη, καὶ ἀποχωρίζουσα ἀπαύστως  
ἀφ' ἑαυτῆς τὰ ἠλεκτρικὰ ρευστὰ, καθόσον ταῦτα ἐνοῦνται. Ἡ  
συνεχῆς αὕτη ἔνωσις τῶν δύο ρευστῶν καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν  
τῶν ἀγωγῶν καὶ δι' αὐτῆς τῆς στήλης ἀποτελεῖ, ὡς καὶ ἄλλοτε  
εἴπομεν, τὸ ρεῦμα. Ἐπομένως ἡ ἐκκένωσις συμπυκνωτοῦ ἢ λουγ-  
δουρικῆς λαγίνου ἢ συστοιχίας εἶναι ἀληθὲς ρεῦμα· ἀλλὰ τὰ  
ρεύματα ταῦτα εἶναι προσωρινὰ καὶ τρόπον τινὰ ἀκαριαῖα, ἐν  
ᾧ τὰ βολταϊκὰ εἶναι συνεχῆ. Διὰ τοῦτο τὰ ἀποτελέσματα  
τῆς στήλης, ἂν καὶ ὅμοια πρὸς τὰ τῶν συνήθων ἠλεκτρικῶν  
μηχανῶν, ὅμως ἔχουσι μείζονα ἔντασιν.

257. **Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα.** — Τὰ ἀποτελέσματα  
ταῦτα εἶναι τὰ παραγόμενα ὑπὸ τῆς στήλης ἐπὶ ἄρτι τεθνηκότων  
ἢ ζώντων ζώων. Γνωρίζομεν ἤδη τὰ ἀποτελέσματα τὰ παρατη-  
ρηθέντα ὑπὸ τοῦ Γαλβάνη ἐπὶ τῶν προσφάτως πεφονευμένων  
βατράχων, καὶ ὀδηγήσαντα εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ δυναμικοῦ  
ἠλεκτρισμοῦ. Εἶναι δὲ ταῦτα συστολαὶ μᾶλλον ἢ ἥττον ἰσχυραί,



ἄς προκαλεῖ ἡ δίοδος τοῦ ρεύματος διὰ τῶν μυῶν τοῦ ζώου. Τὰ πειράματα ταῦτα ἐπανελήφθησαν ἐπὶ πολλῶν ζώων καὶ παρέσχον πάντοτε τὰ αὐτὰ ἐξαγόμενα. Κόνικλοι καὶ Ἰνδικὰ χοιρίδια ἐφ’ ἡμίσειαν ὥραν ἐν ἀσφυξίᾳ ὄντα ἐπανῆλθον εἰς τὴν ζωὴν. Ἐὰν λάβωμεν ἐν ταῖς χερσὶν ὑγρανθείσαις τοὺς δύο πόλους στήλης, αἰσθανόμεθα σειρὰν τυναγμῶν ἀνανευομένων κατὰ πᾶσαν στιγμὴν ἐφ’ ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ἐπαφῆς· οἱ τυναγμοὶ δὲ οὗτοι εἶναι τοσοῦτον ἰσχυρότεροι, ὅσον ἡ τάσις τῆς στήλης εἶναι μεγαλειτέρα. Προερχόμενοι ἐκ στήλης Βοῦνσεν συγκειμένης ἐξ 100 στοιχείων εἶναι ἀνυπόφοροι καὶ μάλιστα ἐπικίνδυνοι. Ἐφαρμόζοντες ἐπὶ τῶν κροτάφων τοὺς ἀγωγοὺς στήλης μετρίως δυνάμεως, αἰσθανόμεθα λάμψιν ἀκαριαίαν διερχομένην ἐνώπιον τῶν ὀφθαλμῶν, καὶ κατὰ τὴν στιγμὴν τῆς ἐπαφῆς κέντημα ἰκανῶς ἰσχυρόν. Πολλὰ δὲ ἀπόπειραι ἐγένοντο πρὸς ἐφαρμογὴν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἰς ἴασιν τῶν νόσων τοῦ ἀνθρώπου, ἀλλὰ τὰ ἀποτελέσματα δὲν ἐφάνησαν μέχρι τοῦδε ἄξια τῶν ἐλπίδων, ἄς εἶχον κατὰ πρῶτον συλλάβει.

258. *Μηχανικὰ ἀποτελέσματα.* — Ὡς ἀποτελέσματα τοῦ εἶδους τούτου ἀναφέρομεν τὴν μεταφορὰν τοῦ ὕδατος καὶ ἄλλων ὑγρῶν ἐκ τοῦ ἐνὸς εἰς τὸν ἕτερον πόλον, διὰ μέσου μεμβρανῶν, ἔτι δὲ καὶ τὴν ταχεῖαν περιστροφικὴν κίνησιν, ἣν λαμβάνουσι σφαιρίδια ὑδαργύρου, ὅταν δι’ αὐτῶν διέρχεται ρεῦμα. Ἀλλὰ τὰ μᾶλλον ἀξιόλογα μηχανικὰ ἀποτελέσματα ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς ἐνεργείας τῶν ρευμάτων ἐπὶ τῶν μαγνητῶν. Ἐπὶ τούτων δὲ στηρίζεται ἡ κατασκευὴ διαφόρων ἠλεκτρομαγνητικῶν ὀργάνων, περὶ ὧν θέλομεν ὁμιλήσει ἐν τοῖς ἐξῆς.

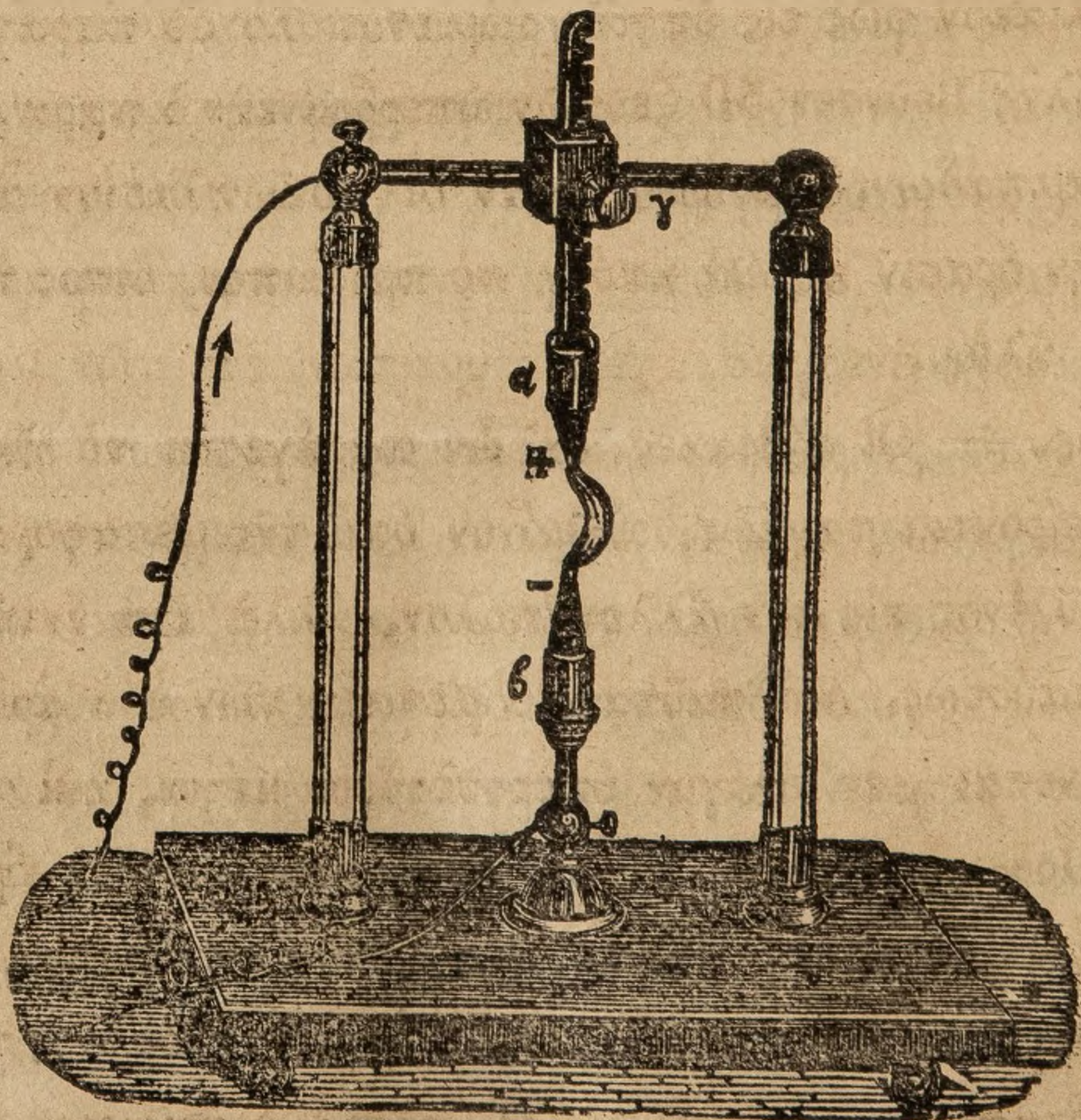
259. *Θερμαντικὰ ἀποτελέσματα.* — Ὅταν ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἰκανῶς ἰσχυρὸν διέρχεται διὰ μεταλλίνου σύρματος, τὸ σύρμα τοῦτο θερμαίνεται, πυρακτοῦται, τήκεται, ἢ καὶ ἐξατμίζεται. Στήλη συγκειμένη ἐκ 30 στοιχείων Βοῦνσεν εἶναι ἰκανὴ νὰ τήξῃ καὶ μάλιστα νὰ ἐξατμίσῃ σύρματα ἐκ σιδήρου, χαλκοῦ, χρυσοῦ, ἀργύρου, καὶ πλατίνης. Ὁ σίδηρος τηρόμενος πίπτει ἐν σχήματι διαπύρων σφαιριδίων. Ὁ χρυσοῦς, ὁ ἄργυρος, ὁ χαλκός, φλέγονται καὶ ἐξατμίζονται προβάλλοντες λαμπροὺς σπινθῆρας



διαφόρων χρωμάτων. Ἡ πλάτινα λαμβάνει λαμπρότατον λευκὸν χρῶμα καὶ ἐπὶ τέλους ῥεεῖ εἰς σταγόνας ὡς μόλυβδος· τοῦτο δὲ δεικνύει πόσον ἰσχυρὰ εἶναι ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης, διότι ἡ πλάτινα ἀνθίσταται καὶ εἰς τὸ ἰσχυρότατον πῦρ τῶν καμίνων.

Σημείωσις. — Τὰ θερμαντικὰ ἀποτελέσματα εἶναι τοσοῦτω ἰσχυρότερα, ὅσω μείζων εἶναι ἡ ποσότης τοῦ ἐν τῷ ρεύματι κυκλοφοροῦντος ἠλεκτρισμοῦ, ἐν ἄλλαις λέξεσιν ὅσω ἡ ἐπιφάνεια τῶν στοιχείων τῆς στήλης εἶναι μείζων. Παρατηρήθη προσέτι ὅτι ἡ ἀναπτυσσομένη θερμότης εἶναι τοσοῦτω μείζων, ὅσω ἀσθενέστερον εἶναι τὸ ἠλεκτραγωγὸν τοῦ μεταλλίνου σύρματος, δι' οὗ διέρχεται τὸ ρεῦμα. Ἐντεῦθεν συνεπέρανεν ὅτι τὰ θερμαντικὰ ἀποτελέσματα τῆς στήλης προέρχονται ἐκ τῆς ἀντιστάσεως, ἣν παρέχει εἰς τὴν δίοδον τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ὁ ἐπιζευγνύων τοὺς πόλους ἀγωγός.

260. Φωτεινὰ ἀποτελέσματα. — Τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα εἶναι συνδεδεμένα μετὰ τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέντων θερμαντικῶν ἀποτελεσμάτων· ἐκφαίνονται δὲ διὰ λαμπρῶν σπινθήρων, καὶ διὰ τῆς πυρακτώσεως τῶν μετάλλων καὶ τῶν ἄλλων οὐσιῶν, δι' ὧν διέρχεται τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα.



Σχ. 117.



Ἄλλὰ πρὸ πάντων λαμβάνομεν λαμπρότατον ἠλεκτρικὸν φῶς, ἔαν βάλωμεν εἰς συγκοινωνίαν τοὺς δύο πόλους μετὰ δύο κώνων λιθάνθρακος καλῶς πεφρυγμένου, ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 117. Ὁ ἄνθραξ β εἶναι ἀκίνητος, ὁ δὲ α δύναται νὰ ἀνυψωθῆ καὶ καταβιβασθῆ δι’ ὀδοντωτῆς ράβδου καὶ τροχίσκου γ. Τεθέντων κατὰ πρῶτον εἰς ἐπαφὴν τῶν δύο ἀνθράκων, κάμνομεν νὰ διέλθῃ τὸ ρεῦμα, παρευθὺς δὲ κατὰ τὸ σημεῖον τῆς ἐπαφῆς παράγεται φῶς λαμπρότατον καὶ τοσοῦτον ζωηρὸν, ὥστε δύναται νὰ συγκριθῆ πρὸς τὸ τοῦ ἡλίου. Ἐὰν τότε ἀπομακρύνωμεν ἀπ’ ἀλλήλων ὀλίγον τοὺς ἄνθρακας, τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἐξακολουθεῖ, μεταξὺ δὲ τῶν δύο ἀνθράκων παράγεται φωτεινὸν τόξον τὰ μάλιστα λαμπρὸν, βολταιϊκὸν τόξον καλούμενον. Τὸ τόξον τοῦτο εἶναι πιθανῶς ἀποτέλεσμα μεταφορᾶς ἀνθρακικῆς ὕλης, ἣτις συμβαίνει ἀπὸ τοῦ θετικοῦ εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, καὶ ἔνεκα τῆς ὁποίας ὁ μὲν θετικὸς ἄνθραξ κοιλαίνεται καὶ ἐλαττοῦται, ὁ δὲ ἀρνητικὸς αὐξάνει.

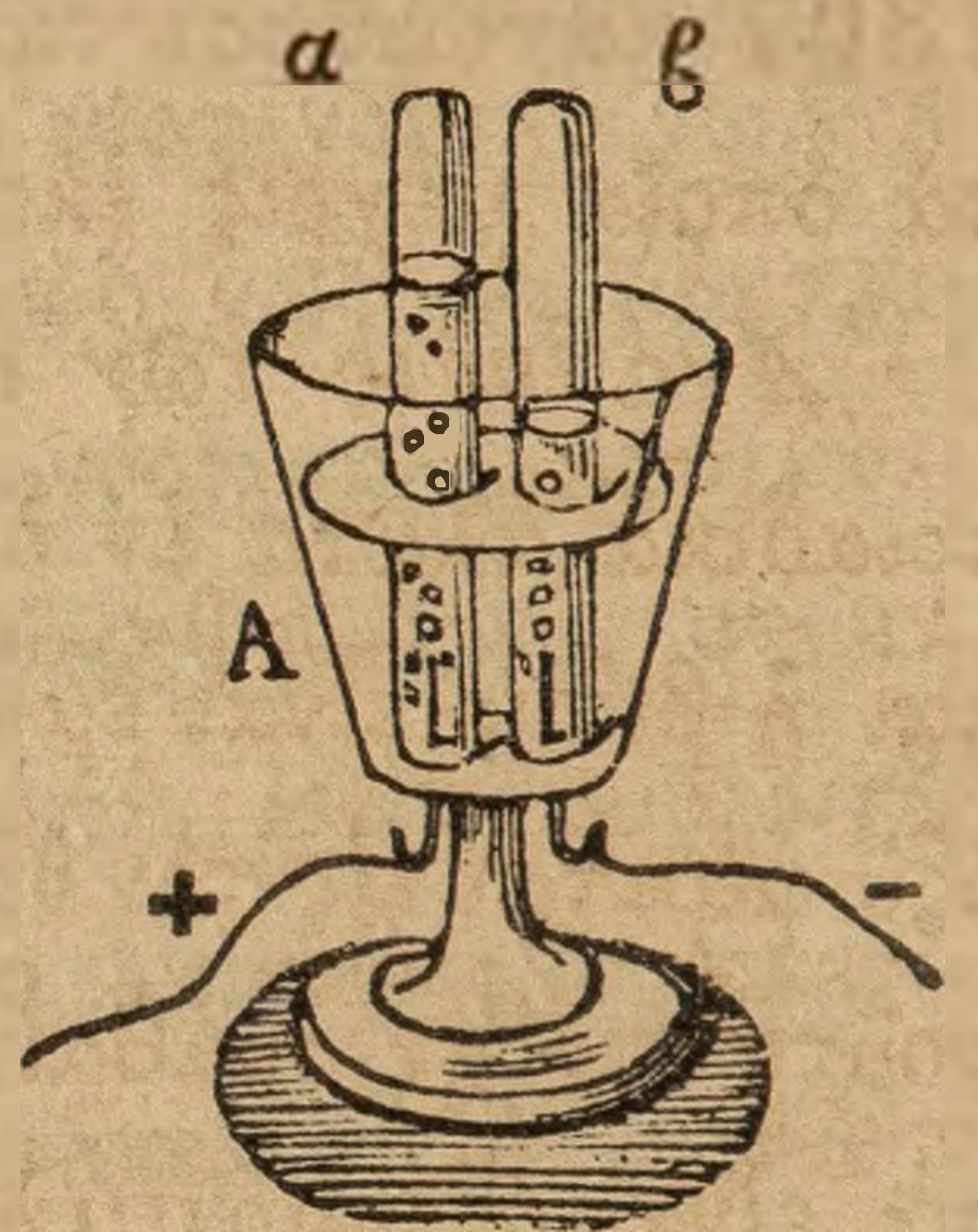
*Ἰδιότητες τοῦ ἠλεκτρικοῦ φωτός.* — Τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς ἐνεργεῖ ὡς καὶ τὸ ἡλιακὸν ἐπὶ μίγματος χλωρίου καὶ ὑδρογόνου, καὶ ἐπὶ τοῦ χλωρούχου ἀργύρου. Διὰ τοῦ πρίσματος ἀναλύεται ὡς καὶ τὸ ἡλιακὸν φῶς εἰς ἑπτὰ χρώματα. Τὸ δὲ παραγόμενον φῶς ὑπὸ στήλης Βοῦνσεν 50 ζευγῶν ὑπερβαίνει τὸ παραγόμενον ὑπὸ 600 λαμπάδων. Τὸ φῶς τοῦτο ἐκ τοῦ πλησίον δύναται νὰ βλάβῃ τὴν ὄρασιν καὶ νὰ καύσῃ τὸ πρόσωπον, ὅπως ἡ ἀκτινοβολία τοῦ ἡλίου.

*Σημειώσεις.* — Οἱ ἄνθρακες, δι’ ὧν παράγεται τὸ ἠλεκτρικὸν φῶς, φθείρονται ταχέως, οὐ μόνον ὑπὸ τῆς μεταφορᾶς μορίων ἀπὸ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸν ἄλλον πόλον, ἀλλὰ καὶ ἔνεκα τῆς ἐν τῷ αἰερί καύσεως. Διὰ ταῦτα τὸ μεταξὺ τῶν δύο ἀνθράκων διάστημα γίνεται μετ’ ὀλίγον ὑπὲρ τὸ δέον μέγεθος, καὶ τὸ φῶς σβέννυται. Πρὸς ἀποφυγὴν τούτου ἐπενόησαν πολλὰ ὄργανα, ὧν σκοπὸς εἶναι νὰ προσεγγίζωσι βαθμηδὸν τοὺς ἄνθρακας καθόσον φθείρονται, ἵνα διατηρῆται ἀμετάβλητον τὸ διαχωρίζον αὐτοὺς διάστημα, καὶ ἐπομένως τὸ φῶς διατηρῆ συνεχῆ καὶ σταθερὰν λάμψιν.



261. *Χημικά αποτελέσματα.* — Σχεδόν πάντα τὰ σύνθετα σώματα αναλύονται ὑπὸ τῆς στήλης. Τὰ δὲ ἀξιολογώτερα χημικά αποτελέσματα τῆς στήλης εἶναι τὰ παραγόμενα ἐπὶ τοῦ ὕδατος, τῶν μεταλλικῶν ὀξειδίων, καὶ τῶν ἀλάτων.

*Ἀνάλυσις τοῦ ὕδατος.* — Ἡ πρώτη ἐφαρμογὴ τῆς στήλης εἰς τὴν χημείαν ἐγένετο κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ παρόντος αἰῶνος ὑπὸ τῶν Ἀγγλῶν φυσικῶν Carlisle καὶ Nicholson, εἰς τὴν ἀνάλυσιν τοῦ ὕδατος. Τὸ ὄργανον τοῦ ὁποίου γίνεται χρῆσις διὰ τὸ πείραμα τοῦτο, σύγκειται ἐξ ὑαλίνου ποτηρίου A (σχ. 118), τοῦ ὁποίου ὁ πυθμὴν διαπερᾶται ὑπὸ δύο στελεχῶν ἐκ πλατίνης, ἅτινα ὑψοῦνται ἐντὸς τοῦ ποτηρίου εἰς ὕψος 3 ἢ 4 ὑφεκατομέτρων, καὶ λήγουσιν ἐκτὸς εἰς δύο ἄγκιστρα, προωρισμένα νὰ δέχωνται τοὺς ρευματῶν τῆς στήλης. Τοῦ ἀγγείου πληρωθέντος ὕδατος περιέχοντος μικρὰν ποσότητα ὀξέος, θέτομεν ἐπὶ τῶν στελεχῶν τῆς πλατίνης δύο κυλινδρῶν ἀγγεῖα α καὶ β πεπληρωμένα ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ. Ἀμα δὲ



Σχ. 118.

τὸ ἠλεκτρικὸν ρεῦμα ἀποκατασταθῆ, βλέπομεν μικρὰς φυσαλίδας αἰρίου ἀποσπώμενας ἐξ ὅλης τῆς ἐπιφανείας τῶν ἐκ πλατίνης στελεχῶν, καὶ ἀνυψουμένας ἐν τοῖς κυλινδρικοῖς δοχείοις. Καὶ τὸ μὲν αἶριον τὸ ἀναπτυσσόμενον εἰς τὸν θετικὸν πόλον καὶ μεταβαῖνον εἰς τὸ ἀγγεῖον α εἶναι καθαρὸν ὀξυγόνον· τὸ δὲ παραγόμενον κατὰ τὸν ἀρνητικὸν πόλον καὶ συλλεγόμενον ἐντὸς τοῦ ἀγγείου β εἶναι ὑδρογόνον καθαρὸν. Μετὰ τινα δὲ χρόνον δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ὑδρογόνου εἶναι διπλάσιος τοῦ ὄγκου τοῦ ὀξυγόνου. Τὸ ὄργανον τοῦτο ἐκλήθη βολτάμετρον, ἐπειδὴ δι' αὐτοῦ δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν ἔντασιν τῶν ρευμάτων, ὡς ἐκ τῆς ἐν δεδομένῳ χρόνῳ παραγομένης ποσότητος αἰρίου. Διότι κατὰ τὸν Φαραδαίην ἡ ποσότης κατὰ βάρους τῶν ὑπὸ ρεύματός τινος ἀποχωριζομένων στοιχείων εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐν τῷ ρεύματι τούτῳ διερχομένης ποσότητος ἠλεκτρισμοῦ. Ἐν μόνον στοιχεῖον Βοῦνσεν ἀρκεῖ πρὸς ἀνάλυσιν τοῦ ὕδατος· ὅταν δὲ ἡ στήλη σύγκειται ἐκ πολλῶν στοιχείων, ἡ ἀνάλυσις γίνεται ταχύτατα.



*Σημειώσεις.* Ἐὰν τὰ στελέχη, δι' ὧν διαδίδεται τὸ ρεῦμα, ᾗσαν ἐκ χαλκοῦ ἢ σιδήρου ἀντὶ πλατίνης, ἢ μὲν ποσότης τοῦ παραγομένου ὑδρογόνου ἤθελεν εἶναι εἰσέτι ἢ αὐτῇ, ἀλλὰ τοῦ ὀξυγόνου μέρος ἤθελεν ἐνοῦσθαι μετὰ τοῦ μετάλλου.

*Ἀνάλυσις τῶν μεταλλικῶν ὀξειδίων.* — Τὰ ὀξειδία ταῦτα ἀναλύονται ὑπὸ τῆς στήλης ὅπως καὶ τὸ ὕδωρ, δηλαδή τὸ μὲν ὀξυγόνον αὐτῶν φέρεται εἰς τὸν θετικὸν πόλον, τὸ δὲ μέταλλον εἰς τὸν ἀρνητικόν. Διὰ τοῦ μέσου τούτου ὁ Δαβῆς κατὰ τὸ 1807 κατώρθωσε πρῶτος νὰ ἀναλύσῃ τὴν πότασσαν καὶ σόδαν, τὰ ὁποῖα μέχρι ἐκείνου ἐθεωροῦντο ἀπλᾶ σώματα.

*Ἀνάλυσις τῶν ἀλάτων.* — Ἡ στήλη ἀναλύει πάντα τὰ τριαδικὰ ἅλατα ἐν διαλύσει εὐρισκόμενα. Καὶ ὅταν μὲν τὸ ὀξύ καὶ ἡ βάσις εἶναι ἔμμονα, ἀπλῶς ἀποχωρίζονται, καὶ τὸ μὲν ὀξύ φέρεται εἰς τὸν θετικὸν πόλον, ἡ δὲ βάσις εἰς τὸν ἀρνητικόν. τοῦτο π. χ. συμβαίνει εἰς τὴν θεϊκὴν σόδαν. Ἄλλ' ὅταν ἡ βάσις εἶναι ὀξειδίων μὴ ἔμμονον, τότε καὶ αὐτὸ ἀναλύεται· καὶ τὸ μὲν ὀξυγόνον φέρεται μετὰ τοῦ ὀξέος εἰς τὸν θετικὸν πόλον, τὸ δὲ μέταλλον ἀποτίθεται ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ. Τοῦτο δὲ συμβαίνει εἰς τὰ ὀξειδία τοῦ χαλκοῦ, τοῦ μολύβδου, τοῦ ἀργύρου κτλ. Τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα παράγεται προσέτι καὶ εἰς τὰ χλωροῦχα, ἰωδοῦχα, κυανοῦχα κτλ. ἅλατα· δηλαδή τὸ μέταλλον ἐλευθερούμενον φέρεται εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, μετὰ τοῦ ὁποίου πολλάκις λαμβάνει ἰσχυρὰν συνάφειαν. Ἐπὶ τούτου δὲ στηρίζονται αἱ διάφοροι γαλβανοπλαστικαὶ μέθοδοι, εἰς τὴν περιγραφὴν τῶν ὁποίων μεταβαίνομεν.

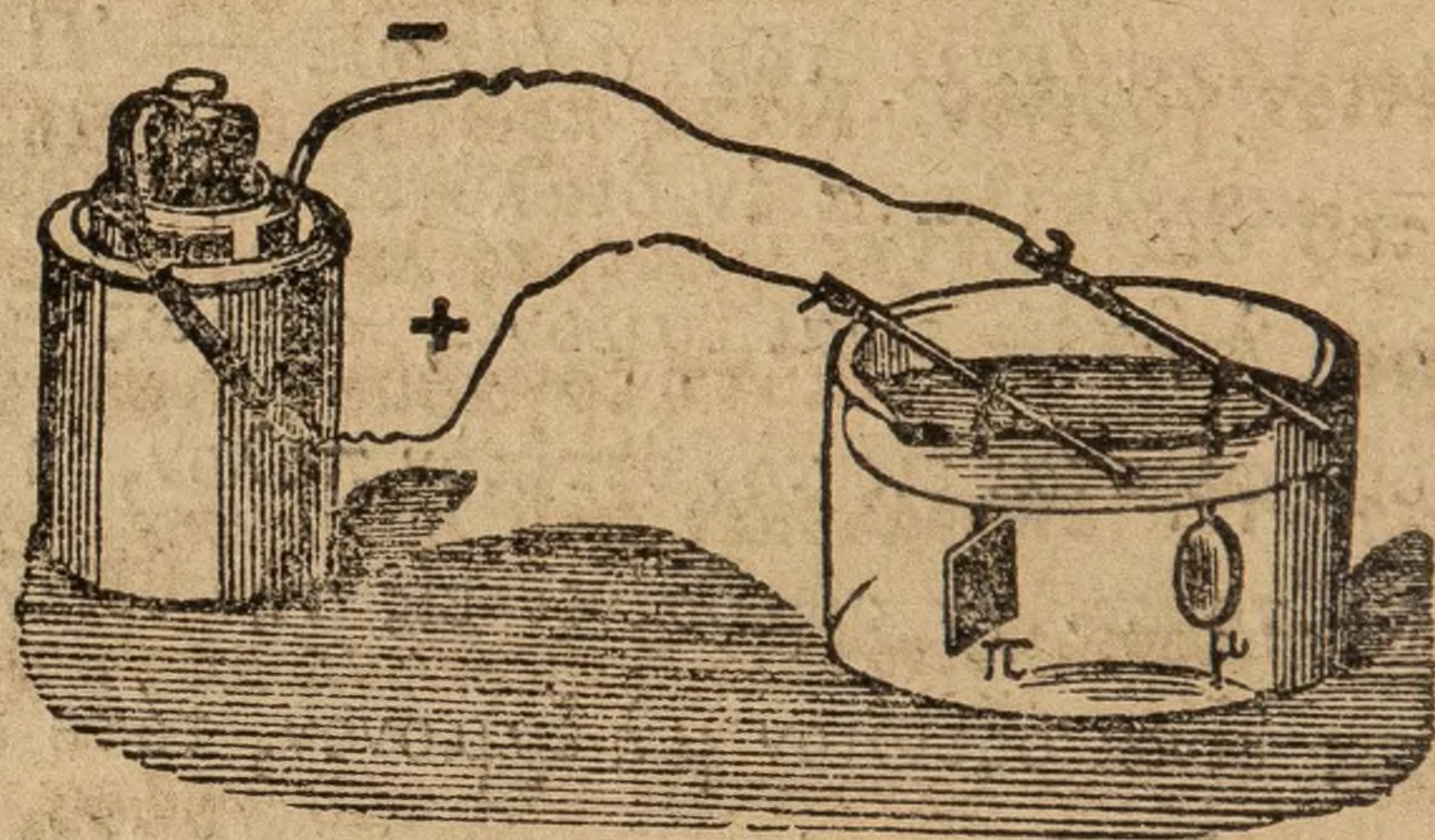
### Γαλβανοπλαστικὴ, χρύσωσις καὶ ἀργύρωσις.

262. *Γαλβανοπλαστικὴ.* — Καλεῖται οὕτω ἡ τέχνη τοῦ διατυποῦν τὰ μέταλλα, σχηματίζοντα ἰζήματα ἐκ τῶν ἀλατωδῶν αὐτῶν διαλύσεων ὑπὸ τῆς ἐνεργείας ἠλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἡ νέα αὕτη τέχνη ἐφευρέθη σχεδὸν συγχρόνως κατὰ τὸ 1838 ὑπὸ τοῦ Spencey ἐν Ἀγγλίᾳ καὶ ὑπὸ τοῦ Jacobi ἐν Ῥωσίᾳ, σκοπὸν δὲ ἔχει τὸ παράγειν ἀντίτυπον νομισματοσήμου ἢ ἀναγλύφου, ἢ τὸ καλύπτειν διὰ λεπτοῦ μεταλλικοῦ στρώ-



ματος διάφορα πράγματα, οἷον ἀγαλμάτια γύψινα, καρπούς, ἄνθη, ἢ καὶ ζῶα. Καὶ τὰ δύο ταῦτα κατορθοῦνται διὰ μεθόδων ἀπλουστάτων ὁμοίων.

ά.) Ἐκτύπωσις τῶν νομισματοσήμων. — Κατὰ πρῶτον καλύπτομεν διὰ στρώματος κηροῦ τὴν περιφέρειαν τοῦ νομισματοσήμου· ἔπειτα τρίβομεν ἑκατέραν τῶν ἐπιφανειῶν διὰ λεπτῆς ψήκτρας ἠλειμμένης μὲ ὀλίγον λίπος, ἵνα ἐμποδισθῇ ἡ προσκόλλησις τῶν μεταλλικῶν ἰζημάτων. Μετὰ ταῦτα ἐξαρτῶμεν τὸ νομισματοσήμον μ (σχ. 119) ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ ρευματογωγοῦ ἐνὸς στοιχείου Δανιήλ ἢ Βοῦνσεν διὰ μεταλλίνου σύρματος λεπτοτάτου περιβάλλοντος τὴν περιφέρειαν, καὶ ἐμβαπτίζομεν αὐτὸ ἔπειτα εἰς διάλυσιν κεκορεσμένην θειικοῦ χαλκοῦ. Ἐν τῇ διαλύσει ταύτῃ ἐμβαπτίζεται ἐπίσης ἀπέναντι καὶ εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ νο-



Σχ. 119.

μισματοσήμου ὁ θετικὸς ρευματογωγός, ἐξ οὗ εἶναι ἐξηρητημένη πλάξ χαλκοῦ π, τῶν αὐτῶν περίπου διαστάσεων. Ἄμα τὸ ρεῦμα ἀποκατασταθῇ, ὁ θειικὸς χαλκὸς ἀναλύεται, καὶ τὸ μὲν ὄξύ αὐτοῦ καὶ τὸ ὄξυγόνον τοῦ ὄξειδίου φέρονται εἰς τὸν θετικὸν πόλον, ὁ δὲ χαλκὸς μόνος φέρεται εἰς τὸν ἀρνητικὸν, ὅπου ἐναποτίθεται βραδέως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ νομισματοσήμου. Τριάκοντα δὲ ἢ τεσσαράκοντα ὥραι ἀρκοῦσιν ἵνα σχηματισθῇ στρῶμα χαλκοῦ ἱκανῶς παχύ. Ἀποσπῶντες τὸ στρῶμα τοῦτο ἀπὸ τῶν δύο ἐπιφανειῶν τοῦ νομισματοσήμου, ἅς καλύπτει, λαμβάνομεν ἔκμαγμα πιστότατον· μόνον δὲ αἱ ἐξοχαὶ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὰς εἰσοχάς, καὶ τὰνάπαλιν. Ἄλλὰ διὰ τῶν πρώτων αὐτῶν ἔκμαγμάτων δυνάμεθα καθ' ὅμοιον τρόπον νὰ παραγάγωμεν ἀκριβὲς ἀντίτυπον τοῦ πρωτοτύπου.

Σημείωσις. — Καθόσον ὁ χαλκὸς ἀποτίθεται ἐπὶ τοῦ νομισματοσήμου, ἡ διάλυσις τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ βαθμηδὸν ἀραιοῦται. Ἄλλὰ τὸ θειικὸν ὄξύ καὶ τὸ ὄξυγόνον, τὰ ὅποια φέρονται



συγχρόνως εἰς τὸν θετικὸν πόλον, ἐνοῦνται μετὰ τοῦ χαλκοῦ τῆς πλακῆς καὶ παράγουσι καθ' ἑκάστην στιγμὴν ποσότητα θεϊκοῦ χαλκοῦ ἴσην τῇ ἀναλυομένῃ ὑπὸ τοῦ ρεύματος. Ὁ θετικὸς ρευματογωγὸς διὰ τὸν λόγον τοῦτον καλεῖται ὁ διαλυτὸς ρευματογωγός, διότι τῷ ἔντι διαλύεται καὶ συντηρεῖ τὴν διάλυσιν εἰς σταθερὰν περίπου κατάστασιν κόρου.

Ε΄.) Ἐφαρμογὴ μεταλλικοῦ στρώματος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων. — Ὁ χαλκὸς εἶναι ἐκ πάντων τῶν μετάλλων τὸ ἐναποτιθέμενον εὐκολώτερον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν μὴ μεταλλικῶν σωμάτων διὰ τῆς γαλβανοπλαστικῆς. Ἄς ὑποθέσωμεν λοιπὸν ὅτι θέλομεν νὰ καλύψωμεν διὰ τοῦ μετάλλου τούτου ἀγάλματιον γύψινον. Κατὰ πρῶτον ἐφαρμόζομεν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ διὰ λεπτῆς ψήκτρας λεπτὸν στρῶμα γραφίτου (plombagine). Ἡ πρώτη αὕτη ἐργασία σκοπὸν ἔχει νὰ καταστήσῃ μεταλλικὴν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ σώματος, καὶ ἐπομένως ἀγωγὸν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ· εἶναι δὲ ἡ συνθήκη αὕτη ἀπαραίτητος, ἵνα ὁ χαλκὸς ἐναποτίθεται κανονικῶς ἐπὶ τοῦ γύψου, ἢ ἄλλου σώματος ὀλίγον ἀγωγοῦ. Μετὰ ταῦτα ἐμβαπτιζομεν, ὅπως καὶ ἀνωτέρω, εἰς διάλυσιν θεϊκοῦ χαλκοῦ τὸ ἀγάλματιον συκοινωνοῦν μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ ρευματογγοῦ ἐνὸς στοιχείου Δανιήλ ἢ Βοῦνσεν, τοῦ ὁποῦ οὗ ὁ θετικὸς πόλος ἐμβαπτιζέται ὡσαύτως ἐν τῇ διαλύσει. Μία ἢ δύο ἡμέραι ἀρκοῦσιν ἵνα σχηματισθῇ στρῶμα ἱκανῶς παχὺ ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀγάλματος. Ἐξάγομεν τότε αὐτὸ ἐκ τῆς διαλύσεως, ἔπειτα πλύνομεν καὶ ξηραίνομεν αὐτό. Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον δυνάμεθα νὰ καλύψωμεν πολλὰ ἔργα τέχνης, ἢ καὶ φυσικὰ προϊόντα, οἷον καρπούς, ἄνθη, ἔντομα κτλ.

263. Χρυσώσις καὶ ἀργυρώσις. — Εἰς τοὺς De la Rive, Elkington καὶ Ruolz ὀφείλονται οἱ μέθοδοι τῆς γαλβανικῆς χρυσώσεως καὶ ἀργυρώσεως, ἧτις ἀποτελεῖ τὴν σήμερον ἓνα τῶν σπουδαιοτάτων κλάδων τῆς βιομηχανίας. Αἱ μέθοδοι αὗται εἶναι ὅμοιαι ταῖς τῆς γαλβανοπλαστικῆς· συνίστανται δὲ εἰς τὸν σχηματισμὸν ἰζημάτων τοῦ χρυσοῦ καὶ τοῦ ἀργύρου ἐκ τῶν ἀλατωδῶν αὐτῶν ἐνώσεων διὰ τῆς στήλης, πρὸς σχηματισμὸν λεπτῶν στρωμάτων ἐπ' ἄλλων μετάλλων.



α.) *Χρύσωσης.* — Ἐμβαπτίζομεν τὰ χρυσωτέα σώματα εἰς διάλυσιν συγκειμένην ἐξ 200 μερῶν ὕδατος, 10 κυανούχου ποτασίου, καὶ 1 χλωρούχου χρυσοῦ. Τὰ σώματα ταῦτα συγκοινωνοῦσι μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ ρευματαγωγοῦ στήλης συγκειμένης ἐκ τεσσάρων ἢ πέντε στοιχείων Βοῦνσεν. Ὁ θετικὸς ρευματαγωγὸς ἔμβαπτίζεται ἐπίσης ἐν τῇ διαλύσει καὶ λήγει εἰς φύλλον χρυσοῦ, τὸ ὁποῖον διαλύεται καθ' ὅσον ὁ χλωρούχος χρυσοὸς ἀναλυόμενος ὑπὸ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος ἐναποτίθῃσι τὸ μέταλλον αὐτοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων.

β.) *Ἀργύρωσις.* — Ἡ ἀργύρωσις γίνεται κατὰ τὴν αὐτὴν μέθοδον, καθ' ἣν καὶ ἡ χρύσωσης· ἡ μόνη διαφορὰ εἶναι ὅτι ἡ διάλυσις τοῦ χλωρούχου χρυσοῦ ἀντικαθίσταται ὑπὸ διαλύσεως κυανούχου ἀργύρου.

*Σημείωσις.* Ἡ ἐπιφάνεια τῶν σωμάτων τῶν προκειμένων εἰς χρύσωσιν ἢ ἀργύρωσιν πρέπει πρὸ τῆς ἐργασίας νὰ εἶναι ἐντελῶς κεκαθαρμένη ὀξειδίου· εἶναι δὲ περιττὸν νὰ προσθέσωμεν ὅτι τὸ πάχος τοῦ ἐπ' αὐτῶν ἐναποτιθεμένου στρώματος ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ χρόνου, ἐφ' ὃν τὰ σώματα μένουσιν ἐν τῇ διαλύσει.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

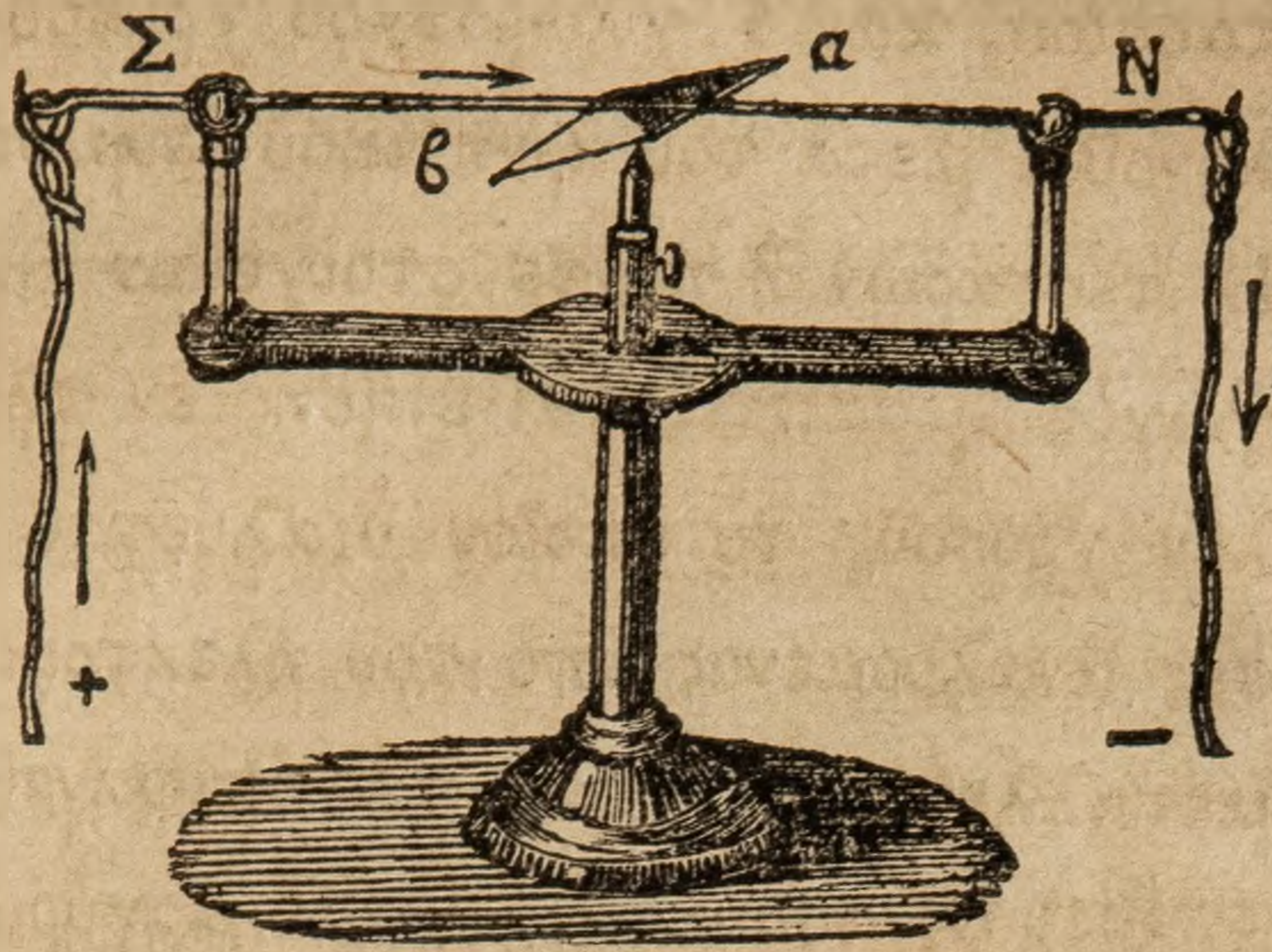
### Ἡλεκτρομαγνητισμός.

264. Ὁ Οἶρστεδος (Oersted) καθηγητῆς τῆς φυσικῆς ἐν Κοπενάγη ἔκαμε κατὰ τὸ 1819 ἀνακάλυψιν, ἣτις συνέδεσε τὸν ἠλεκτρισμὸν μετὰ τοῦ μαγνητισμοῦ, καὶ ἐξ ἧς ἐσχηματίσθη νέος τῆς φυσικῆς κλάδος. Εἶναι δὲ τὸ ὑπὸ τοῦ Οἶρστέδου ἀνακαλυφθὲν φαινόμενον ἡ διευθυντηρία ἐνέργεια, ἣν ἀκίνητον ρεῦμα ἐπιφέρει ἐξ ἀποσάσεως ἐπὶ κινητὴν μαγνητικὴν βελόνην. Ὀλίγον μετὰ ταῦτα ἀνεγνώρισαν ὅτι καὶ ἀντισρόφως ἀκίνητος μαγνήτης ἔχει διευθυντηρίαν ἐνέργειαν ἐπὶ κινητοῦ ρεύματος, καὶ ἐκάλεσαν ἠλεκτρομαγνητισμὸν τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ πραγματευόμενον περὶ τῶν ἀμοιβαίων ἐνεργειῶν τῶν μαγνητῶν καὶ τῶν ρευμάτων.

Ἴνα κάμωμεν τὸ πείραμα τοῦ Οἶρστέδου, τείνομεν ὀριζοντίως κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ σύρμα χαλκοῦν



ὑπεράνω μαγνητικῆς βελόνης κινητῆς, ὡς φαίνεται ἐν τῷ σχήματι 120. Ἐνόσω δὲν διέρχεται ρεῦμα διὰ τοῦ σύρματος, ἡ βελὼν ἔστι ἀκίνητος, ἀλλ' ἅμα τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος βληθῶσιν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν ρευματογωγῶν σήλης τινός, ἡ βελὼν παρατρέπεται καὶ λαμβάνει διεύθυνσιν, ἥτις εἶναι τοσοῦτω πλησιέστερα εἰς τὴν κάθετον τῷ ρεύματι, ὅσω τοῦτο εἶναι ἰσχυρότερον.



Σχ. 120.

Περὶ δὲ τῆς διεύθυνσεως, καθ' ἣν οἱ πόλοι παρατρέπονται, ὑπάρχουσι πολλαὶ περιπτώσεις, αἵτινες, ὡς θέλομεν ἶδει κατωτέρω, δύνανται νὰ ἀναχθῶσιν εἰς μίαν μόνην ἀρχήν. Ὑπομνησθέντες δὲ κατὰ πρῶτον ὅτι θεωροῦμεν πάντοτε τὸ ρεῦμα κινούμενον ἐν τῷ ρευματογωγῷ σύρματι ἀπὸ τοῦ θετικοῦ εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, εὐρίσκομεν ὅτι τὸ προηγούμενον πείραμα παρουσιάζει τὰς ἐξῆς τέσσαρας περιπτώσεις.

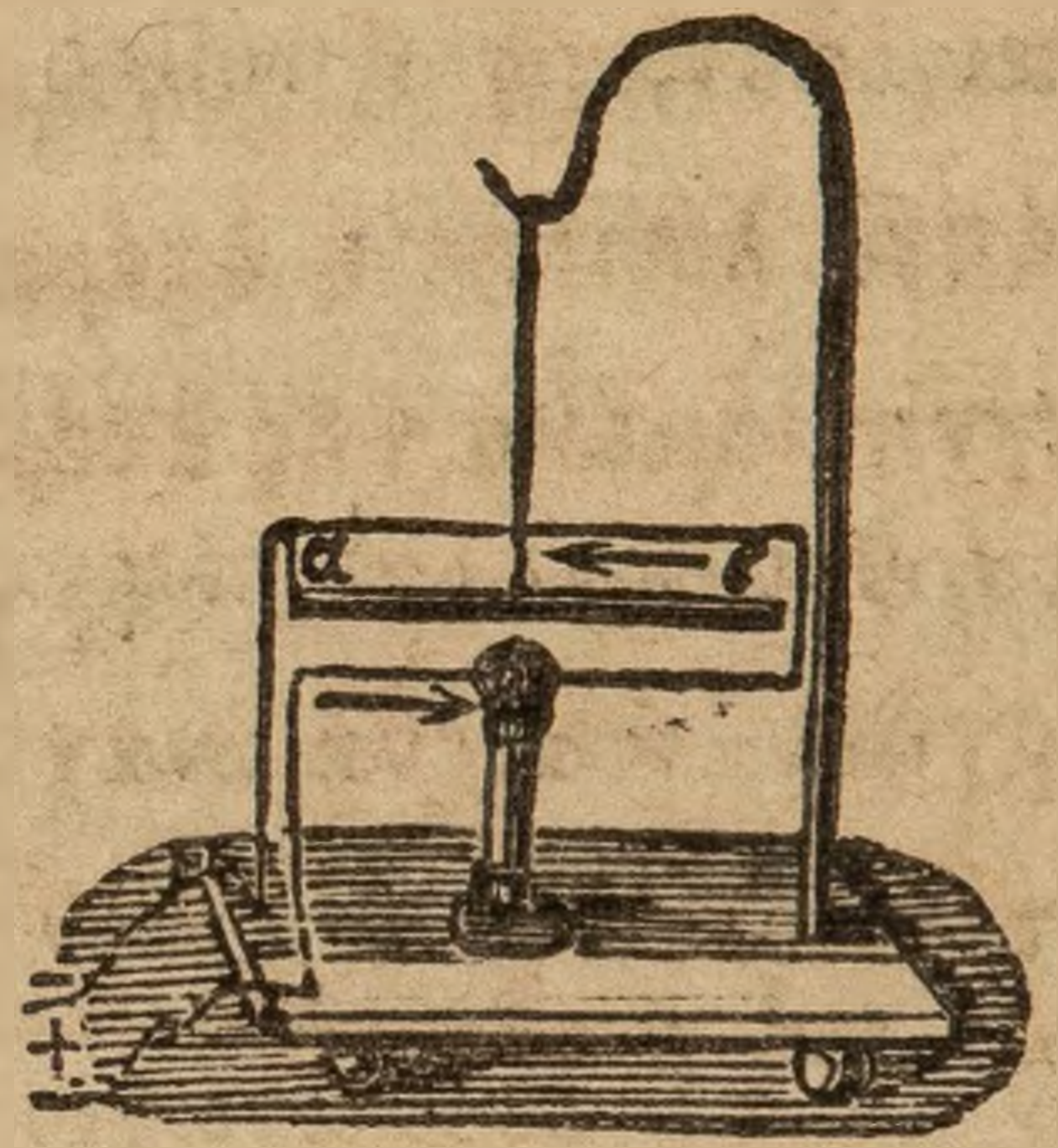
α.) Ἐὰν τὸ ρεῦμα διέρχεται ὑπεράνω τῆς βελόνης καὶ βαίνει ἀπὸ νότου πρὸς βορρᾶν, ὁ νότιος πόλος παρατρέπεται πρὸς δυσμάς· ἡ περίπτωσις δὲ αὕτη εἶναι ἡ παρισταμένη ἐν τῷ ἀνωτέρω σχήματι. β.) Ἐὰν τὸ ρεῦμα διέρχεται ὑποκάτω τῆς βελόνης, πάλιν ἀπὸ νότου πρὸς βορρᾶν, ὁ νότιος πόλος παρατρέπεται πρὸς ἀνατολάς· γ.) Ἐὰν τὸ ρεῦμα διέρχεται ὑπεράνω τῆς βελόνης ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον, ὁ νότιος πόλος παρατρέπεται πρὸς ἀνατολάς. δ.) Ὄταν τὸ ρεῦμα διέρχεται ὑποκάτω τῆς βελόνης ἀπὸ βορρᾶ πρὸς νότον, ὁ νότιος πόλος παρατρέπεται πρὸς δυσμάς.

Ἐὰν νοήσωμεν κατὰ τὸν Ἀμπέρον παρατηρητὴν κεκλιμένον ἐπὶ τοῦ ρευματογωγοῦ σύρματος οὕτως, ὥστε τὸ ρεῦμα νὰ εἰσέρχεται διὰ τῶν ποδῶν καὶ νὰ ἐξέρχεται διὰ τῆς κεφαλῆς, τὸ δὲ πρόσωπον αὐτοῦ νὰ εἶναι πάντοτε ἐστραμμένον πρὸς τὴν βελὼν, ἀναγνωρίζομεν εὐκόλως ὅτι καὶ κατὰ τὰς τέσσαρας περιπτώσεις, ἃς ἐθεωρήσαμεν ἀνωτέρω, ὁ νότιος πόλος παρατρέπεται πρὸς ἀριστερὰν τοῦ παρατηρητοῦ.



265. Γαλβανόμετρον ἢ πολλαπλασιαστής. — Καλεῖται γαλβανόμετρον ἢ πολλαπλασιαστής ἢ ρευματομέτρον ὄργανον χρησιμεῦον εἰς τὴν ἐξέλεξιν τῆς ὑπάρξεως καὶ τῆς φορᾶς καὶ τῆς ἐντάσεως τῶν ρευμάτων· εἶναι δὲ μία τῶν πρώτων ἐφαρμογῶν τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ Οἰρστέδου, καὶ ἐπενοήθη ἐν Γερμανίᾳ ὑπὸ τοῦ Schweigger.

Ἵνα νοήσωμεν τὴν ἀρχὴν, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ ὄργανον τοῦτο, ἄς θεωρήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην ἐξηρτημένην ἐκ νήματος μετάξης ἄνευ στρέψεως (σχ. 121), καὶ περιβεβλημένην κατὰ τὸ ἐπίπεδον τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ ὑπὸ σύρματος χαλκοῦ ἀποτελοῦντος ὀλόκληρον γῦρον περὶ τὴν βελόνην κατὰ μῆκος αὐτῆς. Ἐὰν ρεῦμα διέλθῃ διὰ τοῦ σύρματος τούτου ἡ βελόνη παρατρέπεται ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, καὶ εἶναι εὐκόλον νὰ ἴδῃ τις ὅτι πάντα τὰ μέρη τοῦ ρεύματος τείνουσι νὰ διευθύνωσιν αὐτὴν κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν, τουτέστι νὰ στρέψωσι τὸν νότιον πόλον α πρὸς τὰ ἀριστερὰ παρατηρητοῦ κεκλιμένου ἐπὶ τοῦ σύρματος κατὰ τὴν φορὰν τῶν βελῶν, καὶ βλέποντος πάντοτε εἰς τὴν βελόνην.



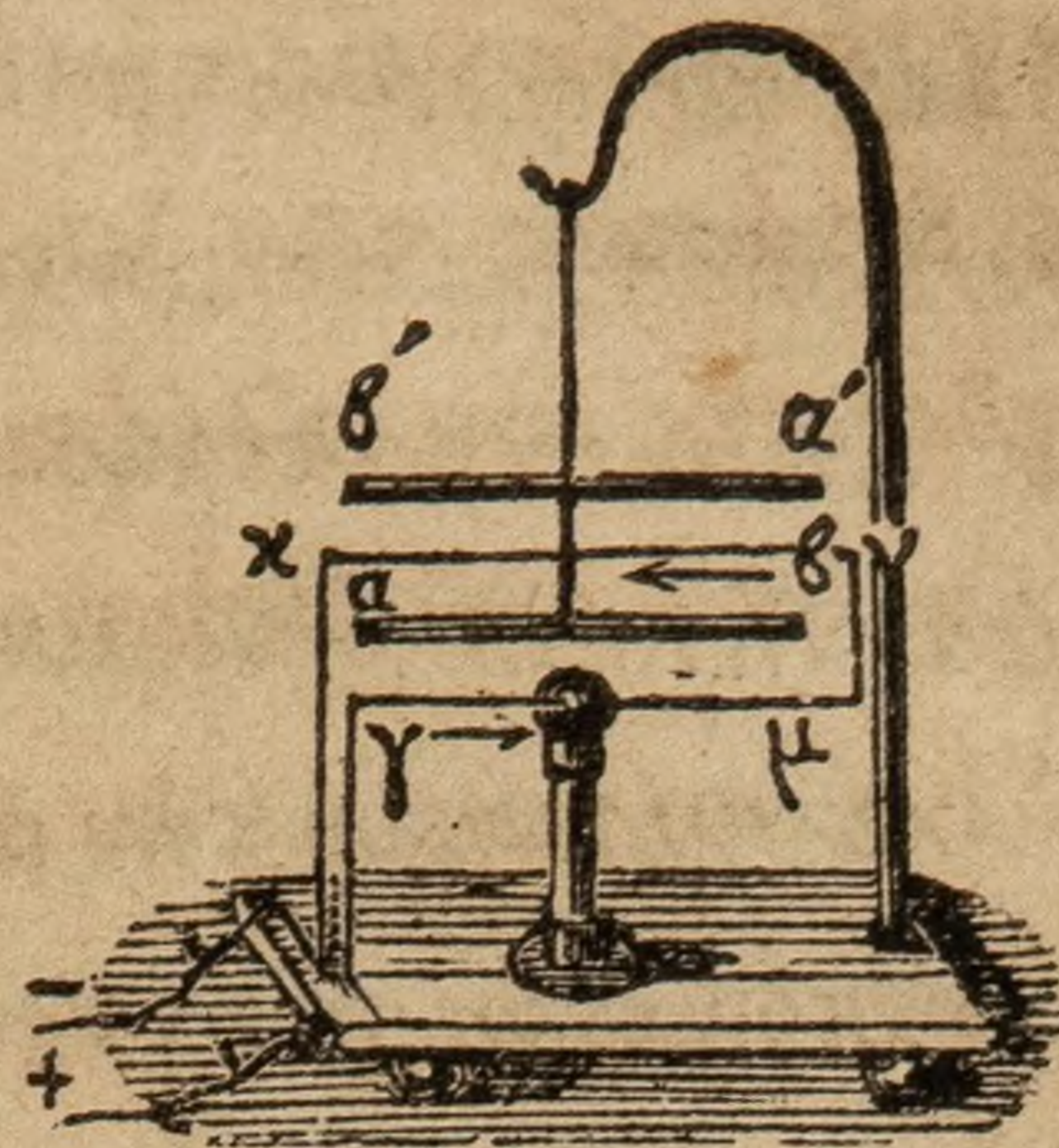
Σχ. 121.

Ἵπὸ τῆς διαθέσεως λοιπὸν ταύτης ἡ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος αὐξάνει. Ἐὰν δὲ ἀντὶ ἐνὸς μόνου γύρου περὶ τὴν βελόνην, γείνωσι πολλοὶ, ἡ ἐνέργεια αὕτη θέλει πολλαπλασιασθῆ ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν τῶν γύρων. Ἐν τούτοις ὁ τοιοῦτος πολλαπλασιασμὸς τῆς ἠλεκτρομαγνητικῆς δυνάμεως ἔχει ὄριόν τι· διότι ἡ ἐντάσις τοῦ ρεύματος ἐξασθενεῖ καθ' ὅσον αὐξάνει τὸ μῆκος τοῦ σύρματος, τὸ ὁποῖον διατρέχει.

Ἐν τῷ ἀνωτέρω περιγραφέντι συστήματι ἡ διευθυντηρία τῆς γῆς ἐνέργεια ἀντιπαλαίει ἀπαύστως κατὰ τῆς τοῦ ρεύματος, τείνουσα νὰ φέρῃ τὴν βελόνην εἰς τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν. Πρὸς διόρθωσιν τούτου ὁ Nobili μετεχειρίσθη ἀντὶ μιᾶς μόνης βελόνης σύστημα δύο ἀστατικῶν βελονῶν αβ καὶ β'α (σχ. 122) ἠνωμένων διὰ χαλκοῦ σύρματος, καὶ ὧν οἱ ἀντίθετοι πόλοι εἶναι ἐστραμ-

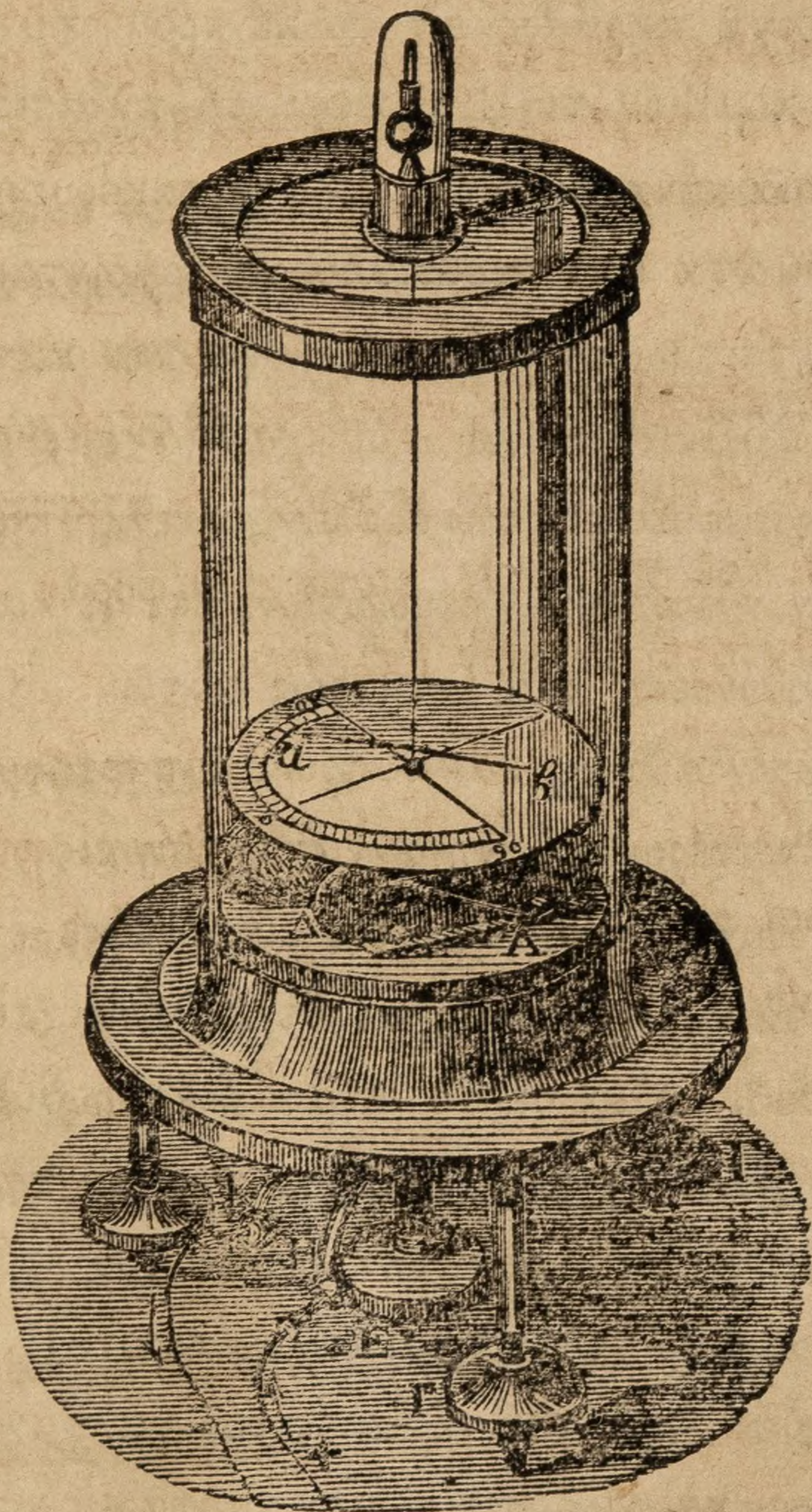


μένοι ἀπέναντι ἀλλήλων. Ἡ μία τῶν βελονῶν τούτων εἶναι ἐν-  
 τὸς τοῦ κυκλώματος γμκ, ἡ δὲ ἑτέρα  
 ἐκτὸς. Οὕτω δὲ οὐ μόνον ἡ ἐνέργεια  
 τῆς γῆς ἰσορροπεῖται, ἀλλὰ προσέτι αἱ  
 ἐνέργειαι τοῦ ρεύματος ἐπ’ ἀμφοτέρων  
 τῶν βελονῶν προσίθενται. Ἐν τούτοις  
 δὲν πρέπει τὸ σύστημα τῶν δύο βε-  
 λονῶν νὰ εἶναι εἰτελῶς ἀστατικόν,  
 διότι τότε πᾶν ρεῦμα, ὅσον ἀσθενές  
 καὶ ἂν ᾗτο, ἤθελεν ἀποτελεῖ ὀρθὴν  
 γωνίαν μετ’ αὐτῶν, καὶ δὲν ἤθελεν  
 εἶναι δυνατὴ ἡ σύγκρισις τῶν ἐντάσεων διαφόρων ρευμάτων.  
 Πρέπει λοιπὸν ἡ ἑτέρα τῶν βελονῶν νὰ εἶναι ἰσχυρότερον με-  
 μαγνητισμένη τῆς ἑτέρας,  
 ἵνα ἡ διευθυντηρία τῆς γῆς  
 ἐνέργεια ἀναχθῆ μὲν εἰς  
 μικρὸν κλάσμα αὐτῆς, ἀλλ’  
 ὅμως μὴ μηδενισθῆ.



Σχ. 122.

Κατασκευὴ τοῦ γαλ-  
 βανομέτρου. — Τὸ ὄργα-  
 νον τοῦτο παριστάμενον ἐν  
 τῷ σχήματι 123 σύγκει-  
 ται ἐκ χαλκοῦ πλαισίου  
 Δ, περὶ τὸ ὁποῖον περιε-  
 λίσσεται σύρμα ἐκ τοῦ αὐ-  
 τοῦ μετάλλου, κεκαλυμ-  
 μένον ὑπὸ μετᾶξης καθ’  
 ὅλον αὐτοῦ τὸ μῆκος, πρὸς  
 ἀπομόνωσιν τῶν γύρων ἀπ’  
 ἀλλήλων. Ὑπεράνω τοῦ  
 πλαισίου τούτου ὑπάρχει  
 ὀριζόντιος κύκλος διηρη-  
 μένος εἰς μοίρας, τοῦ ὁποῖου  
 τὸ μηδενικὸν ἀντιστοιχεῖ  
 εἰς τὴν διάμετρον τὴν  
 παράλληλον τῇ διευθύνσει



Σχ. 123.

τοῦ χαλκοῦ σύρματος. Ὁ δὲ κύκλος οὗτος φέρει δύο βαθμολο-  
 γίας, τὴν μὲν πρὸς τὰ ἀριστερὰ, τὴν δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ 0,  
 ἀλλὰ μόνον μέχρις 90°. Ἐκ νήματος μετᾶξης λεπτοτάτου εἶναι



ἐξηρητημένον σύστημα ἀστατικὸν συγκείμενον ἐκ δύο μαγνητικῶν βελονῶν αβ καὶ Α, κειμένων τῆς μὲν ὑπεράνω τοῦ κύκλου, τῆς δὲ ἐν αὐτῷ τῷ περιβόλῳ. Αἱ βελόναὶ αὗται εἶναι ἠνωμένα διὰ χαλκοῦ σύρματος οὕτως, ὥστε ἡ μία δὲν δύναται νὰ στρέφηται ἄνευ τῆς ἐτέρας. Δὲν πρέπει δὲ καὶ νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν μαγνητικὴν δύναμιν, ὡς εἶδομεν ἀνωτέρω.

Τὰ κεκαμπυλωμένα στελέχη Κ καὶ Η, τὰ ὁποῖα συγκοινωνοῦσιν ὑποκάτω τοῦ ὄργανου μετὰ τῶν δύο ἄκρων τοῦ μεταλλίνου σύρματος, εἶναι προωρισμένα νὰ δέχωνται τοὺς ἀγωγούς, οἵτινες διαδίδουσι τὸ εἰς παρατήρησιν προκείμενον ρεῦμα. Οἱ ἰσπεδωτικοὶ κοχλῖαι Γ χρησιμεύουσιν εἰς τὸ τοποθετεῖν τὸ ὄργανον κατακορύφως, ὥστε τὸ νῆμα τῆς ἐξαρτήσεως νὰ ἀντιστοιχῇ ἀκριβῶς εἰς τὸ κέντρον τοῦ διηρημένου κύκλου. Τέλος δὲ κομβίον τι Ε στρέφει τὸ πλαίσιον Δ καὶ τὸν κύκλον, τὰ ὁποῖα εἶναι κινητὰ περὶ κατακόρυφον ἄξονα, οὕτως ὥστε τὰ σύρματα τοῦ περιβόλου νὰ ἔρχωνται ἐν τῇ διευθύνσει τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, χωρὶς νὰ μετατοπίζηται τὸ ὄργανον.

266. Χρήσεις τοῦ γαλβανομέτρου. — Τὸ ὄργανον τοῦτο χρησιμεύει εἰς τὴν ἐξέλεγχσιν τῆς ὑπάρξεως καὶ τῶν ἀσθενεστάτων ἠλεκτρικῶν ρευμάτων, ἔτι δὲ καὶ εἰς τὸν προσδιορισμὸν τῆς διευθύνσεως καὶ ἐντάσεως αὐτῶν. Ὄταν θέλωμεν νὰ κάμωμεν χρῆσιν αὐτοῦ, κατὰ πρῶτον στρέφομεν τὸ πλαίσιον μέχρις οὔ ἢ ἀνωτέρω βελόνη ἀντιστοιχήσῃ εἰς τὸ μηδενικὸν τοῦ κύκλου. Ἡ διεύθυνσις τοῦ σύρματος εἶναι τότε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ, αἱ δὲ βελόναὶ εἶναι ἐπομένως παράλληλοι αὐτοῦ. Ἀμα δὲ τὸ ρεῦμα διέλθῃ διὰ τοῦ σύρματος, βλέπομεν τὴν βελόνην ἀποτελοῦσαν γωνίαν παρατροπῆς πρὸς τὸ ἐν ἢ τὸ ἄλλο μέρος κατὰ τὴν φοράν τοῦ ρεύματος, καὶ τοσοῦτω μείζονα, ὅσῳ τοῦτο εἶναι ἰσχυρότερον. Π. χ. ἐὰν προσαρτήσωμεν εἰς τὰ δύο ἄκρα τοῦ νήματος τοῦ γαλβανομέτρου δύο σύρματα πλατίνης, καὶ ἐμβαπτίσωμεν ταῦτα εἰς νιτρικὸν ὄξυ, οὐδεμίαν παρατροπὴν παρατηροῦμεν, διότι τὸ νιτρικὸν ὄξυ δὲν ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς πλατίνης· ἀλλ' ἐὰν χύσωμεν μίαν σταγόνα ὑδροχλωρικοῦ ὄξεος πρὸς τὸ ἐν τῶν ἐμβαπτισμένων συρμάτων, βλέπομεν



ἄμέσως τὴν βελόνην τοῦ γαλβανομέτρου παρατρεπομένην μοίρας τινάς· ὅπερ δεικνύει ὅτι διὰ τοῦ σύρματος διέρχεται ρεῦμα παραγόμενον προφανῶς ὑπὸ τῆς χημικῆς ἐνεργείας τοῦ κράματος τῶν δύο ὀξέων ἐπὶ τῆς πλατίνης. Τὸ πείραμα τοῦτο εἶναι ἐξ ἐκείνων, ἐφ’ ὧν κυρίως στηρίζονται ἵνα δείξωσιν ὅτι τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα δὲν παράγονται ὑπὸ τῆς ἀπλῆς ἐπαφῆς τῶν ἑτερογενῶν σωμάτων, ἀλλ’ ὑπὸ τῆς χημικῆς ἐνεργείας.

**Σημείωσις.** Ἡ παρατροπὴ τῶν βελονῶν γαλβανομέτρου αὐξάνει μὲν μετὰ τῆς ἐντάσεως τοῦ ρεύματος, ἀλλὰ πέραν τῶν 20 μοιρῶν δὲν εἶναι ἀνάλογος αὐτῆς. Ἐκτὸς δὲ τούτου ἡ μεταξὺ τῶν δύο τούτων ὑπάρχουσα σχέσις ἐξαρτᾶται ἐκ πολλῶν στοιχείων, τὰ ὁποῖα διαφέρουσιν ἐν τοῖς διαφόροις γαλβανομέτροις, δηλαδὴ ἐκ τοῦ μήκους τοῦ ἐπὶ τοῦ πλαισίου περιεπιγμένου σύρματος, ἐκ τῆς ἀποστάσεως αὐτοῦ ἀπὸ τῶν βελονῶν, καὶ ἐκ τοῦ σχήματος, τοῦ μεγέθους καὶ τοῦ βαθμοῦ τῆς μαγνητίσεως τούτων. Διὰ ταῦτα ὅταν θέλωμεν διὰ τοῦ γαλβανομέτρου νὰ μετρήσωμεν τὴν ἐντασιν τῶν ρευμάτων, πρέπει προηγουμένως νὰ κατασκευάσωμεν πειραματικῶς πίνακας, ἐν οἷς σημειοῦται ἡ εἰς ἐκάστην παρατροπὴν ἀντιστοιχοῦσα ἐντασις.

### 267. Νόμοι τῆς ἐντάσεως τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων.—

Ἡ ἐντασις τῶν ἠλεκτρικῶν ρευμάτων ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μήκους, τῆς διαμέτρου, καὶ τῆς φύσεως τῶν ρευματαγωγῶν συρμάτων. Ἀποδεικνύεται δὲ τοῦτο διὰ τοῦ γαλβανομέτρου, ἢ ἄλλου ὀργάνου ὁμοίου, ἐπινοηθέντος ὑπὸ τοῦ Πουϊλλέτου καὶ κληθέντος πυξίδος ἡμιτόνων. Εἶναι δὲ οἱ νόμοι τῆς ἐντάσεως τῶν ρευμάτων οἱ ἐξῆς τέσσαρες.

1<sup>ος</sup>) Ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἡ αὐτὴ καθ’ ὅλα τὰ μέρη τοῦ σύρματος, δι’ οὗ διέρχεται.

2<sup>ος</sup>) Ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ μήκους τοῦ ἄγωγοῦ σύρματος.

3<sup>ος</sup>) Ἡ ἐντασις τοῦ ρεύματος εἶναι ἀνάλογος τῆς τομῆς τοῦ σύρματος ἢ τοῦ τετραγώνου τῆς διαμέτρου αὐτοῦ.

4<sup>ος</sup>) Ἡ αὐτὴ ἐντασις εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀγωγοῦ δυνάμεως τοῦ ρευματαγωγοῦ σύρματος.



268. Ταχύτης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ.—Πολλὰ πειράματα ἐγένοντο πρὸς μέτρησιν τῆς ταχύτητος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἐν τοῖς ἀγωγοῖς σύρμασι. Τὰ πειράματα ταῦτα παρέσχον ἐξαγόμενα λίαν διαφέροντα ἀλλήλων, ἀλλὰ δεικνύοντα πάντα ὅτι ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρευστοῦ εἶναι μεγίστη. Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Wheatstone ἡ ταχύτης αὕτη εἶναι 460000 χιλιομέτρων κατὰ δεύτερον λεπτόν, ἥτοι μίαν καὶ ἡμίσειαν φορὰν μεγαλειτέρα τῆς τοῦ φωτός· κατὰ δὲ τὰ τοῦ Φιζὼ καὶ Γουνέλλου εἶναι 101700 χιλιομέτρων ἐν τοῖς σιδηροῖς σύρμασιν, καὶ 177700 ἐν τοῖς χαλκοῖς.

Ἐνέργεια τῶν ρευμάτων ἐπὶ τοὺς μαγνήτας  
καὶ ἐπὶ τὰ ρεύματα.

269. Τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα ἔχουσι διττὴν ἐπὶ τοὺς μαγνήτας ἐνέργειαν, διευθυντηρίαν, καὶ ἐλκτικὴν ἢ ἀπωστικὴν.

α.) *Διευθυντηρία ἐνέργεια.*—Ἡ τοιαύτη ἐνέργεια τῶν ρευμάτων ἐπὶ τοὺς μαγνήτας ἐδείχθη διὰ τοῦ πειράματος τοῦ Οἰρστέδου (264).

ὑπόκειται δὲ ἡ ἐνέργεια αὕτη, κατὰ τὰς ἐρεῦνας τοῦ Βιότου καὶ Σαβάρτου, εἰς τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

1<sup>ος</sup>) Ἡ ἐντασις αὐτῆς εἶναι ἐν ἀντιστροφῷ λόγῳ τῆς ἀποστάσεως τοῦ ρεύματος ἀπὸ τῆς μαγνητικῆς βελόνης.

2<sup>ος</sup>) Ἐνεργεῖ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις καὶ διὰ πασῶν τῶν οὐσιῶν, ἐξαιρουμένων τῶν μαγνητικῶν.

β.) *Ἐλκτικὴ ἢ ἀπωστικὴ ἐνέργεια.*—Τὴν ἐνέργειαν ταύτην δεικνύομεν πλησιάζοντες ὀριζόντιον ρεῦμα εἰς μικρὰν ραφίδα μεμαγνητισμένην καὶ κρεμαμένην κατακορύφως διὰ τοῦ ἐτέρου τῶν ἄκρων ἐκ νήματος μετάξης λεπτοτάτου· παρατηρεῖται δὲ τότε, ὡς ἐκ τῆς φορᾶς τοῦ ρεύματος, ἔλξις ἢ ἀπωσις, ὧν ἡ ἐξήγησις στηρίζεται ἐπὶ τῆς θεωρίας τῶν σωληνοειδῶν, ἣν θέλομεν ἐκθέσει κατωτέρω.

Σημείωσις. Τὰ βολταικὰ ρεύματα δὲν εἶναι τὰ μόνα ἐνεργοῦντα ἐπὶ τὴν μαγνητικὴν βελόνην. Ἐκ τῶν πειραμάτων τοῦ Κολλαδῶνος συνάγομεν ὅτι καὶ τὰ ὑπὸ τῶν συνήθων ἠλεκτρικῶν



κῶν μηχανῶν καὶ λουγδουνικῶν λαγῆνων παραγόμενα ρεύματα δύνανται ἐπίσης νὰ παρατρέψωσι τὴν μαγνητικὴν βελόνην ἐπαισθητῶς μὲν, ἀλλ’ ἀσθενέστατα.

270. Ἐνέργεια τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τὰ ρεύματα. — Ἡ ἐνέργεια τῶν ρευμάτων ἐπὶ τοὺς μαγνήτας εἶναι ἀμοιβαία. Διότι ἐὰν ἀντὶ νὰ παρουσιάσωμεν, ὡς ἐν τῷ πειράματι τοῦ Οἰρστέδου, ρεῦμα σταθερὸν εἰς κινητὸν μαγνήτην, παρουσιάσωμεν τούναντίον σταθερὸν μαγνήτην εἰς ρεῦμα κατασταθὲν κινητὸν διὰ μηχανισμοῦ, ὃν θέλομεν περιγράψει κατωτέρω, τοῦτο ἀμέσως κινούμενον διασταυροῦται μετὰ τοῦ μαγνήτου, τοῦ νοτίου πόλου τούτου καταλαμβάνοντος πάντοτε τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος.

271. Ἀμοιβαία ἐνέργεια τῶν ρευμάτων. — Δύο μετάλλινα σύρματα, δι’ ὧν διέρχονται ἠλεκτρικὰ ρεύματα, εἰς μικρὰν ἀπ’ ἀλλήλων ἀπόστασιν κείμενα, ἔλκονται ἢ ἀπωθοῦνται· οἱ δὲ διέποντες τὰς ἀμοιβαίας ταύτας ἐνέργειας νόμοι, ἀνακαλυφθέντες ὑπὸ τοῦ Ἀμπέρου, εἶναι οἱ ἑξῆς.

1<sup>ος</sup>) Δύο ρεύματα παράλληλα καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς ἔλκονται.

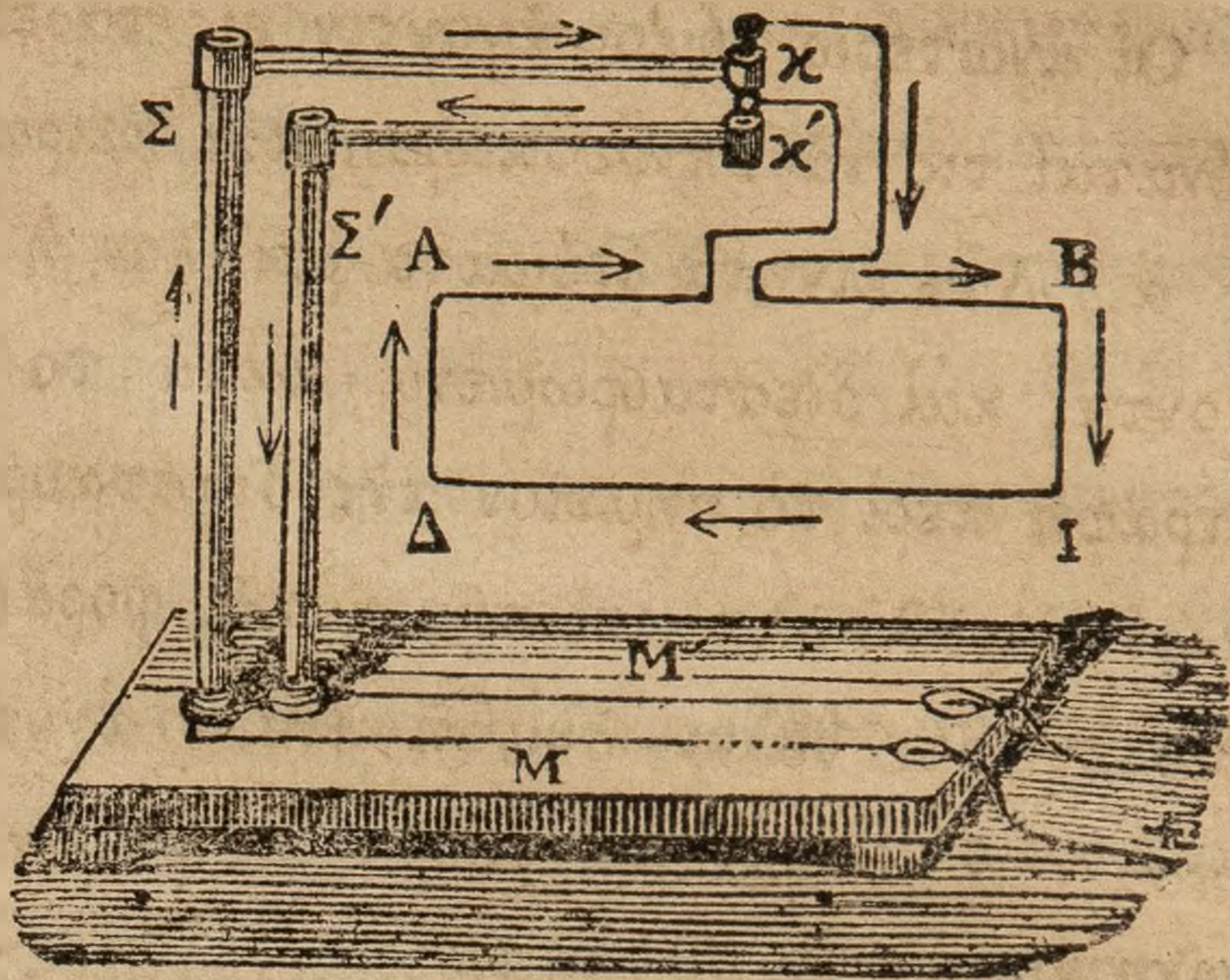
2<sup>ος</sup>) Δύο ρεύματα παράλληλα καὶ ἀντιθέτου φορᾶς ἀπωθοῦνται.

3<sup>ος</sup>) Δύο ρεύματα εὐθύγραμμα, ὧν αἱ διευθύνσεις ἀποτελοῦσι γωνίαν, ἔλκονται μὲν, ὅταν ἀμφότερα πλησιάζωσιν ἢ ἀπομακρύνονται ἀπὸ τῆς κορυφῆς τῆς γωνίας, τούναντίον δὲ ἀπωθοῦνται, ὅταν τὸ ἐν αὐτῶν πλησιάζῃ πρὸς τὴν κορυφὴν τῆς γωνίας, τὸ δὲ ἄλλο ἀπομακρύνεται ἀπ’ αὐτῆς.

Οἱ νόμοι οὗτοι ἀποδεικνύονται πειραματικῶς, παρουσιαζομένου ἐν διαφόροις θέσεσι σταθεροῦ ρεύματος εἰς κινητόν. Σταθερὸν δὲ ρεῦμα εἶναι τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν δύο πόλων στήλης διὰ μακροῦ σύρματος χαλκοῦ, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ καμφθῇ καὶ νὰ λάβῃ διεύθυνσιν τινὰ κατὰ τὸ δοκοῦν. Ἴνα ἀποτελεσθῇ δὲ κινητὸν ρεῦμα, γίνεται χρῆσις τοῦ ἐν τῷ σχήματι 124 παριστωμένου ὀργάνου. Σ καὶ Σ’ εἶναι δύο μετάλλινοι στύλοι κεκαμπυλωμένοι ἀγκωνοειδῶς καὶ λήγοντες εἰς δύο μικρὰς κοτύλας κ καὶ κ’, ὧν ὁ πυθμὴν εἶναι πλάξ ὑαλίνη. Τὰ κέντρα τῶν δύο κοτυλῶν εἶναι ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατακο-



ρύφου. Ἐκατέρα δὲ τούτων πληροῦται ὑδραργύρου προωρισμένου εἰς τὸν ἀμεταδίδη τὸ ρεῦμα εἰς τὸν περίβολον  $AB\Gamma\Delta$ , ποῦ ὁποῖου τὰ δύο ἄκρα λήγοντα εἰς αἰχμὰς χαλυεδίνας στήριζονται ἐπὶ τοῦ πυθμένου τῶν κοτυλῶν. Οἱ δύο στύλοι  $\Sigma$  καὶ  $\Sigma'$  βάλλονται εἰς



Σχ. 124.

συγκοινωνίαν μετὰ τῶν πόλων στήλης τινὸς διὰ δύο μεταλλίνων ταινιῶν  $M$  καὶ  $M'$  κεκολλημένων ἐπὶ τῆς ὑποβασταζούσης τὸ ὄργανον ξυλίνης σανίδος. Εἶναι δὲ εὐκόλον νὰ ἴδῃ τις ὅτι κατὰ τὴν διάθεσιν ταύτην ὁ περίβολος  $AB\Gamma\Delta$  δύναται νὰ στρέφηται πολὺ ἐλευθέρως περὶ τὴν κατακόρυφον  $\kappa\kappa'$ . Ὁ περίβολος δὲ οὗτος ἀποτελεῖται συνήθως ἐκ σύρματος χαλκοῦ, τὸ ὁποῖον δύναται νὰ καμφθῆ κατὰ διαφόρους τρόπους εἰς σχῆμα ὀρθογωνίου, τετραγώνου, κύκλου κτλ.

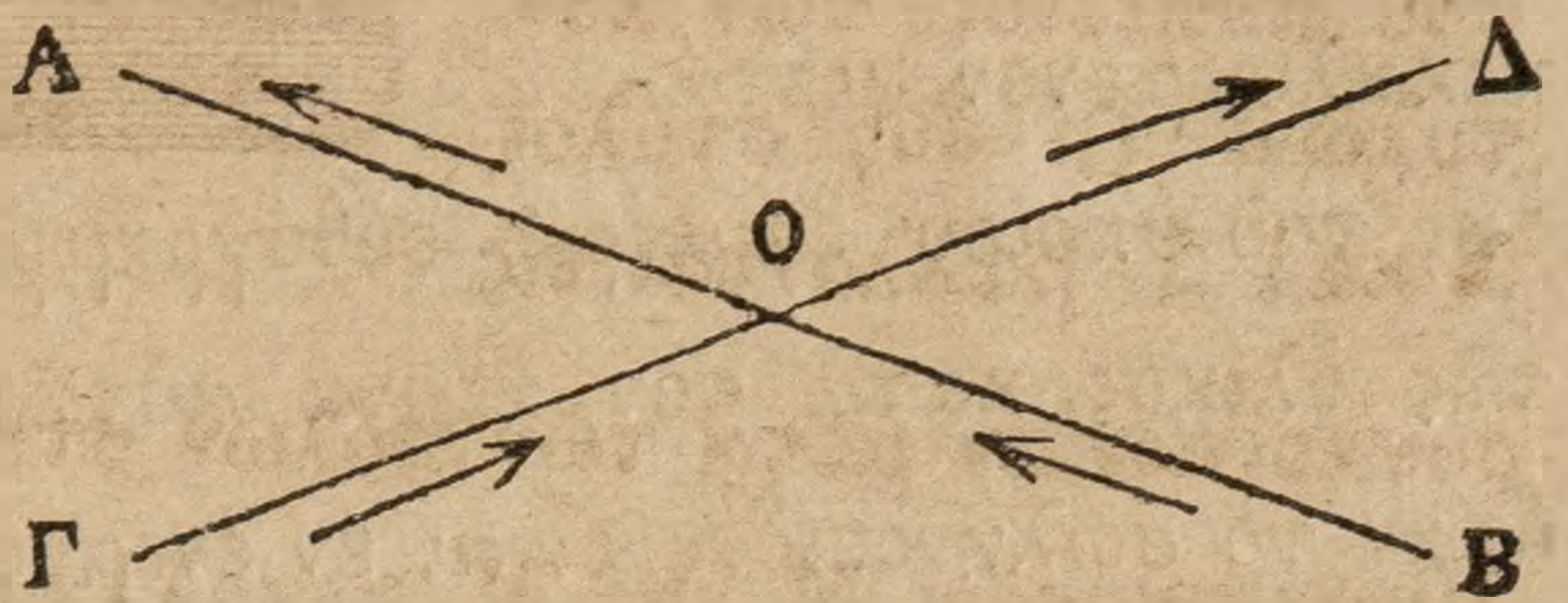
Τοῦ ὀργάνου ὄντος ἐν ἐνεργείᾳ, ἐὰν θέσωμεν παραλλήλως τῆς κατακόρυφου πλευρᾶς τοῦ ὀρθογωνίου  $AB\Gamma\Delta$  καὶ ἐκτὸς τοῦ ἐπιπέδου αὐτοῦ, μετάλλινον σύρμα διατρεχόμενον ὑπὸ ρεύματος, βλέπομεν ἀμέσως τὸν κινητὸν ἀγωγὸν πλησιάζοντα ὀλίγον κατ' ὀλίγον πρὸς τὸν ἀκίνητον, ἐὰν τὰ δύο ρεύματα ἔχωσιν τὴν αὐτὴν φοράν, ἀπομακρυνόμενον δὲ ἀπ' αὐτοῦ, ἐὰν ἀντίθετον. Τοῦτο ἀποδεικνύει τοὺς δύο πρώτους νόμους. Ἐὰν δὲ θέσωμεν ὀριζοντίως τὸν ἀκίνητον ἀγωγὸν ὀλίγον ὑποκάτω τῆς βάσεως  $\Gamma\Delta$  τοῦ ὀρθογωνίου  $AB\Gamma\Delta$  οὕτως, ὥστε ἡ διεύθυνσις τῶν δύο ρευμάτων νὰ ἀποτελῆ γωνίαν, βλέπομεν ἀμέσως τὸ ὀρθογώνιον στρεφόμενον περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ· ἡ δὲ γωνία ἢ ἀποτελουμένη ὑπὸ τῶν δύο ρευμάτων ἐλαττοῦται μὲν, ὅταν ταῦτα εἶναι τῆς αὐτῆς φορᾶς, αὐξάνει δὲ ὅταν ἀντιθέτου.

Καὶ κατὰ τὰς δύο δὲ περιπτώσεις τὸ ὀρθογώνιον ἴσταται ἐν ἰσορροπία μόνον ὅταν τὰ δύο ρεύματα κατασταθῶσι παράλληλα καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύει τὸν τρίτον νόμον.



Οἱ ἀνωτέρω νόμοι ἄγουσιν εἰς τὰ ἐξῆς πρόσηματα, τὰ ὅποια δύναται τις νὰ ἐπιβεβαιώσῃ καὶ πειραματικῶς.

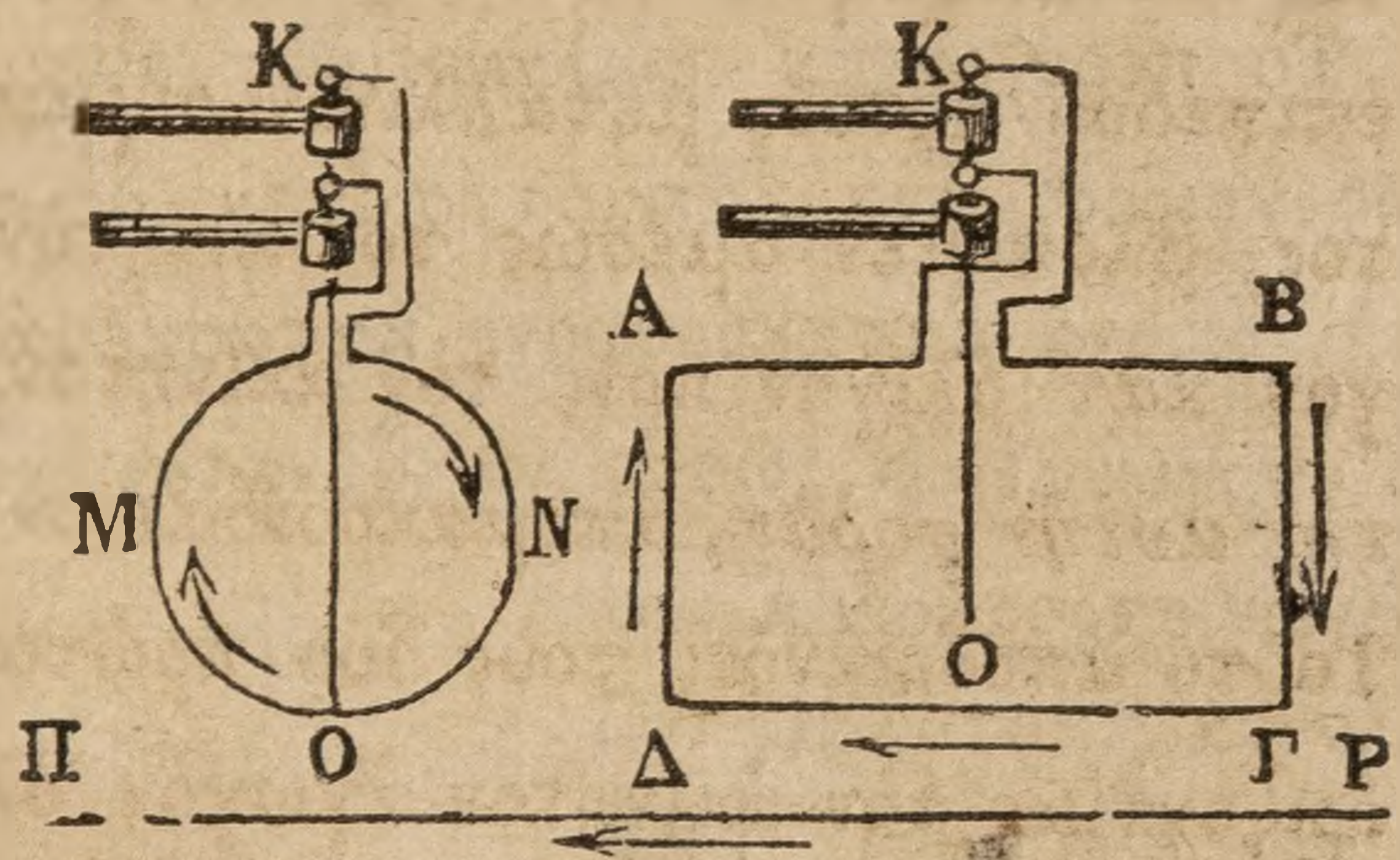
α.) Δύο κινητὰ ρεύματα μᾶλλον ἢ ἥττον ἀπ' ἀλλήλων ἀπέχοντα, καὶ διεσταυρωμένα κατὰ τὸ σχ. 125, θέλουσι περιστραφῆ περὶ τὸ σημεῖον τῆς διασταυρώσεως  $O$ , μέχρις οὗ γείνωσι παράλληλα καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς. Διότι εἶναι εὐκόλον νὰ ἴδωμεν ὅτι θέλει συμβῆ ἑλξίς ἐν ταῖς γωνίαις  $AO\Delta$ ,  $\Gamma OB$ , ὅπου τὰ ρεύματα χωροῦσι κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν ὡς πρὸς τὴν κορυφὴν τῶν γωνιῶν, καὶ ἄπωσις ἐν ταῖς γωνίαις  $AO\Gamma$ ,  $\Delta OB$ , ὅπου τὰ ρεύματα εἶναι ἀντιθέτου φορᾶς.



Σχ. 125.

β.) Ρεῦμα ὀρθογώνιον ἢ κυκλικὸν κινητὸν περὶ κατακόρυφον ἄξονα καὶ κείμενον ὑπεράνω ἢ ὑποκάτω ρεύματος ἀκινήτου ὀριζοντίου καὶ ἀπεριορίστου, λαμβάνει πάντοτε θέσιν εὐσταθοῦς ἰσορροπίας ἐν ἐπιπέδῳ παραλλήλῳ τοῦ ἀκινήτου ρεύματος, καὶ κατὰ τοιαύτην φοράν, ὥστε τὸ μέρος τοῦ κινητοῦ ρεύματος τὸ πλησιέστερον τῷ ἀκινήτῳ νὰ βαίνει κατὰ τὴν αὐτὴν καὶ τοῦτο φοράν.

Ἔστω (σχ. 126) ρεῦμα ἀκίνητον καὶ ἀπεριορίστον  $\Pi P$  κείμενον ὀριζοντίως ὑποκάτω δύο ρευμάτων, τοῦ μὲν ὀρθογωνίου  $AB\Gamma\Delta$  τοῦ δὲ κυκλικοῦ  $MON$ , κινητῶν ἀμφοτέρων περὶ κατακόρυφον ἄξονα  $KO$ .



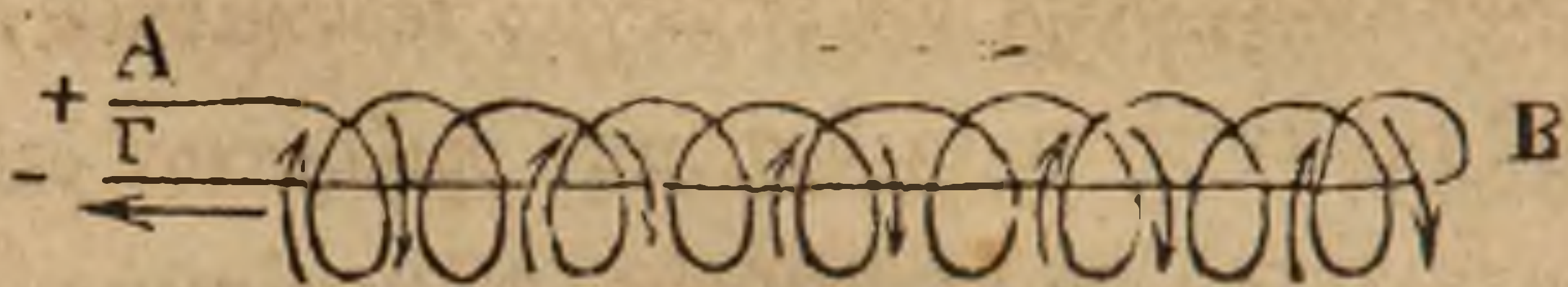
Σχ. 126.

Τὰ ρεύματα ταῦτα ἵνα τεθῶσιν εἰς ἰσορροπίαν θέλουσι διευθυνθῆ ἐν ἐπιπέδῳ παραλλήλῳ τοῦ ἀκινήτου ρεύματος  $\Pi P$  οὕτως, ὥστε ἐν τῇ κατωτέρᾳ βάσει  $\Gamma\Delta$  τοῦ ὀρθογωνίου, ὡς καὶ ἐν τῷ τόξῳ  $MON$  τοῦ κυκλικοῦ περοβόλου, ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος νὰ εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ ἐν τῷ ὀριζοντίῳ σύρματι. Ἡ γνῶσις τοῦ δευτέρου τούτου ἐξαγομένου τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθεισῶν ἀρχῶν εἶναι ἀναγκαία εἰς κατάληψιν τῶν ἐπομένων.



## Περὶ σωληνοειδῶν.

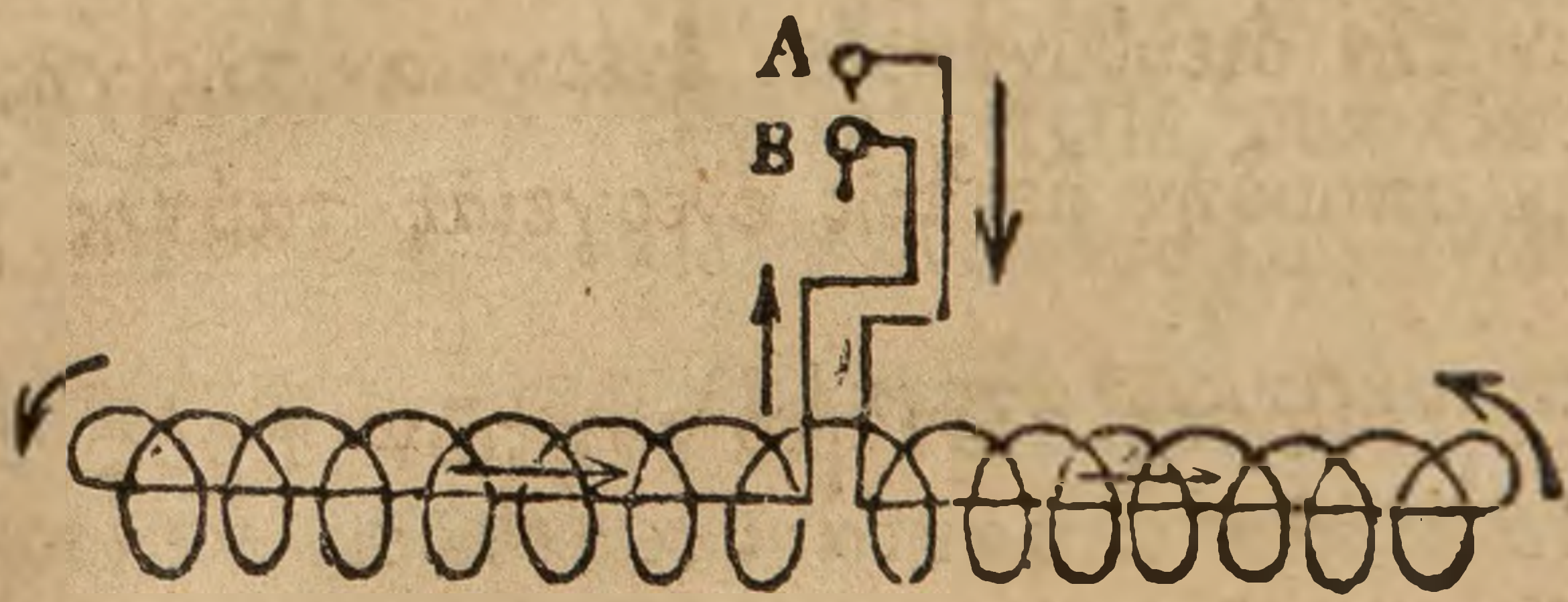
272. Σωληνοειδῆ.—Καλεῖται σωληνοειδές σύστημα ρευμάτων κυκλικῶν ἴσων καὶ παραλλήλων, ὧν τὰ ἐπίπεδα εἶναι κάθετα ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας, ἣτις καλεῖται ἄξων τοῦ σωληνοειδοῦς (σχ. 127). Πρὸς κατασκευὴν τοῦ ὀργάνου τούτου περιελίσσομεν ἐν σχήματι ἕλικος μακρὸν σύρμα χαλκοῦν ΑΒΓ κεκαλυμμένον μετά-



Σχ. 127.

ξῆ, τοῦ ὁποίου ἐν μέρος εὐθύγραμμον ΒΓ ἐπαναφέρεται ἐντὸς τῆς ἕλικος κατὰ τὸν ἄξονα αὐτῆς. Τούτων οὕτως ἐχόντων, ὅταν τὸ σωληνοειδές εἶναι ἐν ἐνεργείᾳ, τουτέστιν ὅταν τὰ δύο ἄκρα αὐτοῦ Α καὶ Γ συγκοινωνῶσι μετὰ τῶν πόλων στήλης τινός, τὸ διατρέχον αὐτὸ ρεῦμα δύναται νὰ ἀναλυθῆ εἰς τρία μέρη, 1<sup>ον</sup>) εἰς ρεῦμα εὐθύγραμμον κατὰ τὸ μῆκος ΑΒ τοῦ σωληνοειδοῦς· 2<sup>ον</sup>) εἰς ρεῦμα εὐθύγραμμον ἀντιθέτου φοράς κατὰ τὸν ἄξονα ΒΓ· 3<sup>ον</sup>) εἰς σειράν κυκλικῶν ρευμάτων ἴσων καὶ παραλλήλων καὶ τῆς αὐτῆς φοράς. Τὰ δύο εὐθύγραμμα ρεύματα ΑΒ καὶ ΒΓ, ἐπειδὴ εἶναι ἀντιθέτου φοράς καὶ ἴσα καταστρέφουσιν ἄλληλα, μένει δὲ μόνη ἡ ἐνέργεια τῶν κυκλικῶν ρευμάτων.

Τὸ περιγραφέν σωληνοειδές εἶναι σωληνοειδές ἀκίνητον ἢ τῆς χειρός· ἵνα καταστήσωμεν δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο κινητὸν περὶ ἄξονα κατακόρυφον, κατασκευάζομεν αὐτὸ ὅπως δεικνύει τὸ σχῆμα 128, ὥστε νὰ δύναται νὰ ἐξαρτηθῆ ἐκ δύο χαλυβδίνων στροφῶν Α καὶ Β ἐν ταῖς κοτύλαις τοῦ ἐν τῷ σχήματι 124 παριστωμένου ὀργάνου.



Σχ. 128

273. Ἐνέργεια τῶν ρευμάτων ἐπὶ τὰ σωληνοειδῆ.—1<sup>ον</sup>). Ὄ-

ταν εὐθύγραμμον σύρμα, διατρεχόμενον ὑπὸ ρεύματος, εἶναι τεταμένον ὑπεράνω ἢ ὑποκάτω σωληνοειδοῦς κινητοῦ ὀριζοντίως καὶ παραλλήλως τοῦ μήκους αὐτοῦ, βλέπομεν τὸ σωληνοειδές στρεφόμενον περὶ ἑαυτὸ, καὶ ἐπὶ τέλους ἰστάμενον ἐν ἐπιπέδῳ



καθέτω ἐπὶ τὸ εὐθύγραμμον σύρμα, καὶ οὕτως, ὥστε ἐν τῷ ἀνωτέρῳ ἢ κατωτέρῳ ἡμίσει ἐκάστου τῶν κύκλων ἢ τῶν σπειρῶν τοῦ σωληνοειδοῦς ἢ φορὰ τοῦ ρεύματος νὰ εἶναι ἢ αὐτὴ τῆ τοῦ ἀκινήτου ρεύματος. Τοῦτο δὲ εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας τῶν ἀκινήτων εὐθυγράμμων ρευμάτων ἐπὶ τὰ ὀρθογώνια καὶ κυκλικά, περὶ ὧν ἐπραγματεύθημεν ἀνωτέρω.

2<sup>ο</sup>) Ἐὰν ἀντὶ νὰ θέσωμεν ὀριζόντιον ρεῦμα ὑπεράνω ἢ ὑποκάτω κινητοῦ σωληνοειδοῦς, πλησιάσωμεν πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων αὐτοῦ ρεῦμα κατακόρυφον λίαν ἰσχυρὸν, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἄκρον τοῦτο τοῦ σωληνοειδοῦς ἔλκεται ἢ ἀπωθεῖται, καθόσον τὸ ρεῦμα τὸ κυκλοφοροῦν εἰς τὰ μέρη τοῦ σωληνοειδοῦς τὰ ἐγγύτερα τῷ κατακόρυφῳ ρεύματι εἶναι τῆς αὐτῆς καὶ αὐτὸ φορᾶς, ἢ ἀντιθέτου.

274. Ἐνέργεια τῶν σωληνοειδῶν ἐπ' ἄλληλα.—Ὄταν προσεγγίσωμεν τὸ ἄκρον ἀκινήτου σωληνοειδοῦς κρατουμένου ἐν τῇ χειρὶ πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων κινητοῦ σωληνοειδοῦς, παρατηροῦνται μεταξὺ τῶν δύο σωληνοειδῶν φαινόμενα ἔλξεως καὶ ἀπώσεως ὅμοια ἐκείνοις, ἅτινα συμβαίνουσι μεταξὺ τῶν πόλων τῶν μαγνητῶν. Καὶ ὅταν μὲν εἰς τὰ μέρη τὰ ἀπέναντι τεθέντα τὰ κυκλοφοροῦντα ρεύματα εἶναι τῆς αὐτῆς φορᾶς, συμβαίνει ἔλξις· ὅταν δὲ ἀντιθέτου, ἀπωσις. Εἶναι δὲ τοῦτο ἀποτέλεσμα τῶν δύο πρώτων νόμων, καθ' οὓς γίνεται ἢ ἐπ' ἄλληλα τῶν ρευμάτων ἐνέργεια.

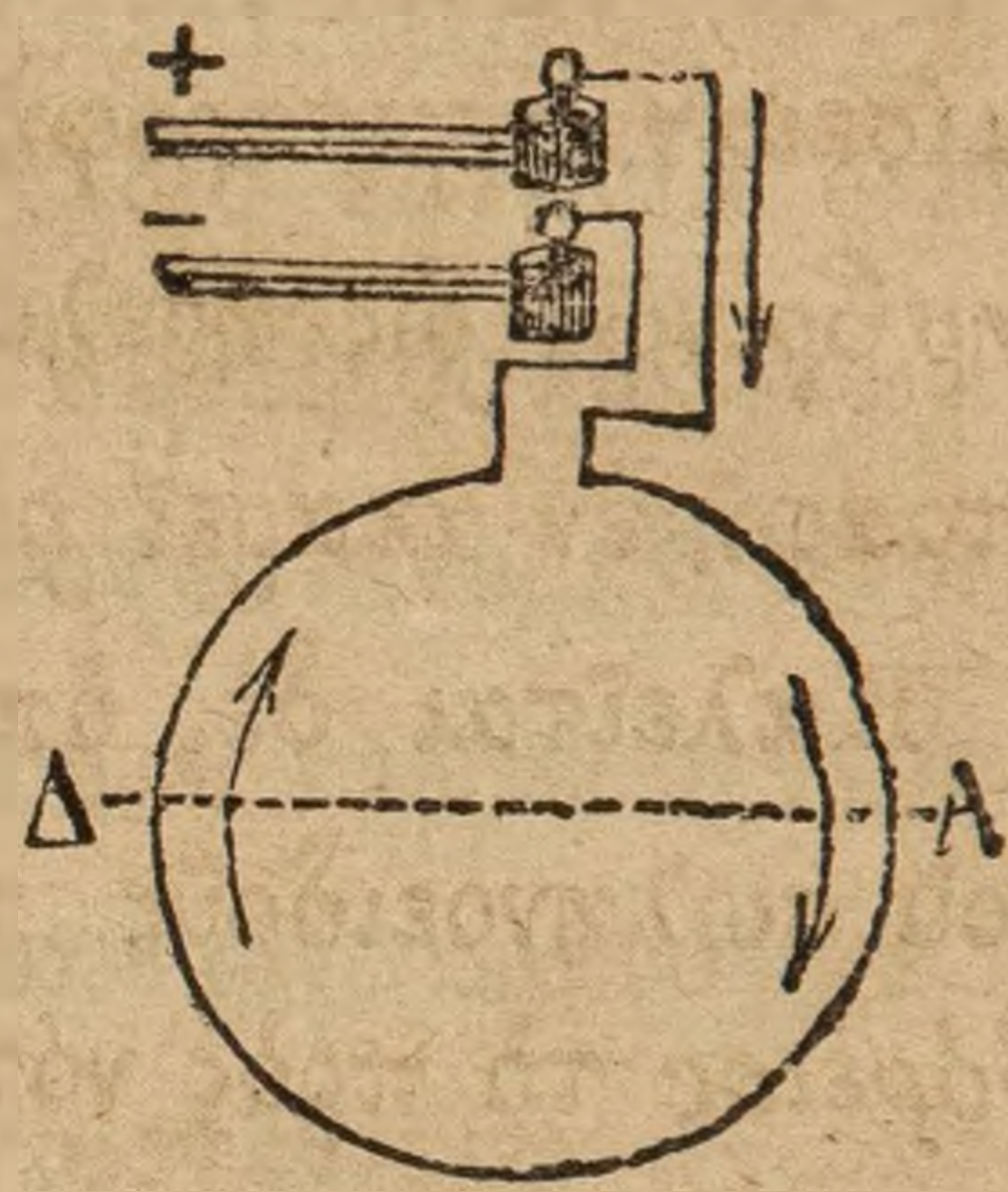
Σημείωσις.—Ἐν τοῖς προηγουμένοις πειράμασι δὲν ἐλάβομεν ὑπ' ὄψιν τὴν διευθυντηρίαν ἐνέργειαν τῆς γῆς ἐπὶ τὰ σωληνοειδῆ. Εἰς τὴν σπουδὴν δὲ τῆς ἐνεργείας ταύτης μεταβαίνομεν νῦν.

Ἐξομοίωσις τῶν μαγνητῶν πρὸς τὰ σωληνοειδῆ.

275. Ἡ ἐξομοίωσις τῶν μαγνητῶν πρὸς τὰ σωληνοειδῆ εἶναι μία τῶν καλλίστων θεωριῶν τῆς νεωτέρας φυσικῆς. Σκοπὸν δὲ ἔχει νὰ ἀναγάγῃ πάντα τὰ μαγνητικὰ φαινόμενα εἰς τὸν δυναμικὸν ἠλεκτρισμόν. Ἡ θεωρία αὕτη, ἐπινοηθεῖσα ὑπὸ τοῦ Ἀμπέρου, στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἐνεργείας τῶν μαγνητῶν καὶ τῶν ρευμάτων ἐπ' ἄλληλα.



276. Διευθυντηρία τῆς γῆς ἐνέργεια ἐπὶ τὰ ρεύματα.—  
 Εἶδομεν (270) ὅτι οἱ μαγνηται ἔχουσι διευθυντηρίαν ἐνέργειαν ἐπὶ τὰ ρεύματα· ἐπομένως καὶ ἡ γῆ πρέπει νὰ ἐπιφέρῃ ἐπ' αὐτὰ τὴν μαγνητικὴν αὐτῆς ἐνέργειαν. Τοῦτο τῷ ὄντι συμβαίνει. Διότι ἐὰν ἐξαρτήσωμεν κατακορύφως ὀρθογώνιον ἢ κυκλικὸν περίβολον (σχ. 129) καὶ θέσωμεν αὐτὸν κατὰ πρῶτον ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ, βλέπομεν αὐτὸν, ἅμα ἀποκατασταθῆ τὸ ρεῦμα, παρατρεπόμενον καὶ ἰστάμενον μετὰ τινος ταλαντώσεως ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν. Παρατηρεῖται δὲ προσέτι ὅτι εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ περιβόλου ὁ ἠλεκτρισμὸς κινεῖται ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς. Ἐὰν δὲ ἀναστραφῆ ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος, ὁ κινητὸς

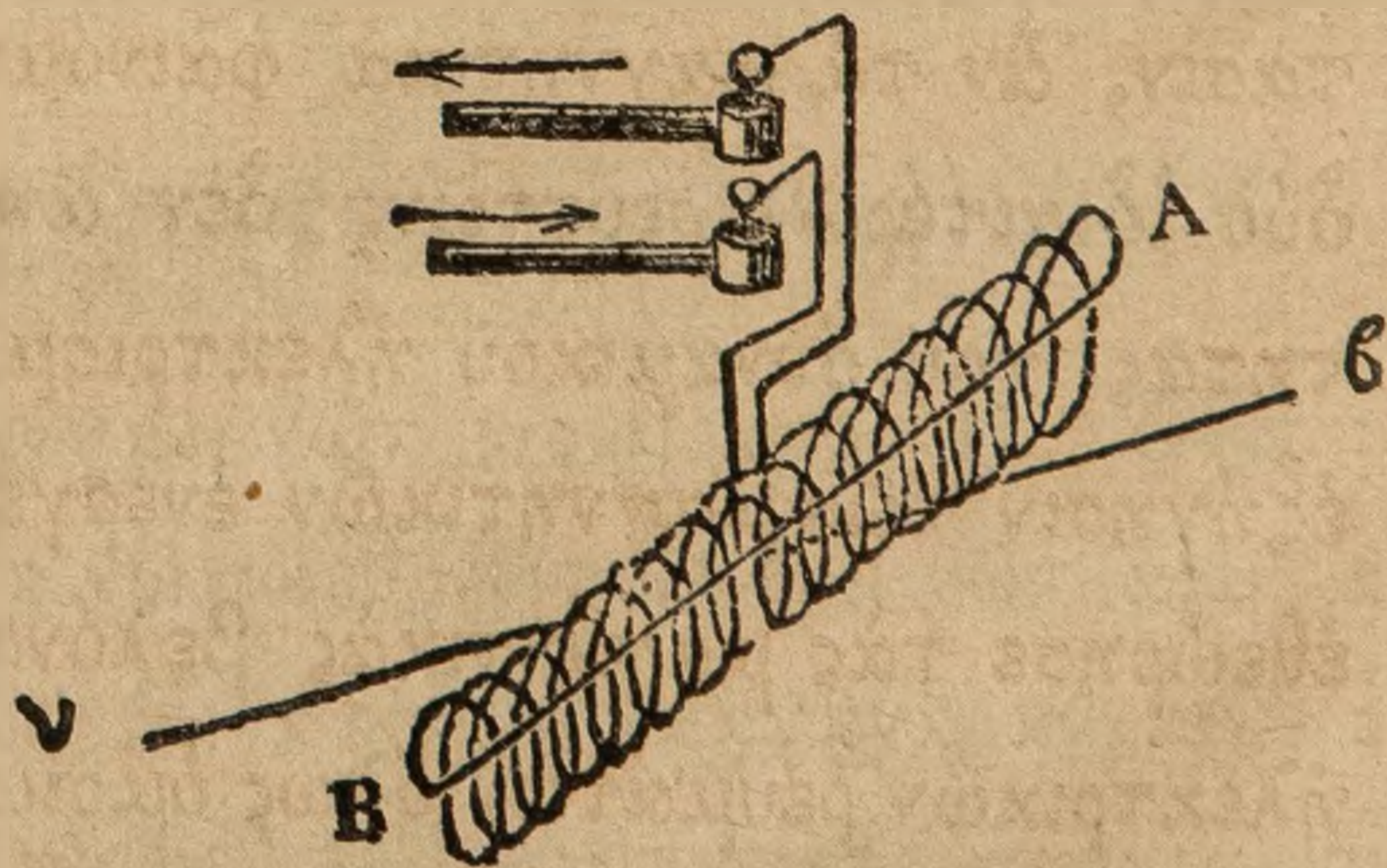


Σχ. 129.

περίβολος ἀποτελεῖ ἡμίσειαν περιστροφὴν καὶ ἵσταται πάλιν ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν, τοῦ ρεύματος χωροῦντος πάντοτε ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς ἐν τῷ κατωτέρῳ αὐτοῦ μέρει. Ἐν τῷ πειράματι τούτῳ εἶναι φανερόν ὅτι ἐπὶ τοῦ κινητοῦ περιβόλου μόνη ἡ ἐνέργεια τῆς γῆς ἐπιφέρεται. Ἀναλογιζόμενοι δὲ τὰς ἀρχάς, ἃς ἀνεπτύξαμεν ἐν τοῖς προηγουμένοις, εἶναι εὐκόλον νὰ ἴδωμεν ὅτι ἡ γῆ ἐνεργεῖ ἐπὶ τὸν κινητὸν περίβολον ὡς ρεῦμα σταθερὸν ἀπεριόριστον κείμενον ὑποκάτω αὐτοῦ καὶ βαῖνον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς.

277. Διευθυντηρία ἐνέργεια τῆς γῆς ἐπὶ τὰ σωληνοειδῆ.—  
 Ἄς ὑποθέσωμεν σωληνοειδές τι ΑΒ (σχ. 130) διατρεχόμενον

ὑπὸ ρεύματος καὶ δυνάμενον νὰ στρέφῃται ἐλευθέρως περὶ ἄξονα κατακόρυφον· ἕκαστος τῶν παραλλήλων κύκλων, ἐξ ὧν σύγκειται, θέλει σταθῆ κατὰ τὸ προηγούμενον πείραμα ἐν ἐπιπέδῳ καθέτῳ ἐπὶ τὸν μαγνητικὸν μεσημβρινόν, καὶ



Σχ. 130.

κατὰ τοιαύτην φορὰν, ὥστε τὸ κατώτερον μέρος τῶν κυκλικῶν



ρεύμάτων να βαίνειν ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς. Ἐπομένως ὁ ἄξων τοῦ σωληνοειδοῦς θέλει τεθῆ ἐν αὐτῷ τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ, ὥστε τὸ σωληνοειδὲς θέλει διευθυνθῆ κατὰ τὸ μῆκος αὐτοῦ ἀκριβῶς ὡς καὶ ἡ μαγνητικὴ βελόνη, στρέφον τὸ μὲν τῶν ἄκρων πρὸς βορρᾶν, τὸ δὲ πρὸς νότον. Ἐὰν δὲ ἀντιστραφῆ ἡ φορὰ τοῦ ρεύματος, τὸ σωληνοειδὲς ἀποτελεῖ ἀμέσως ἡμίσειαν περιστροφὴν καὶ τίθεται πάλιν ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ, ὡς ἤθελε κάμει μαγνητικὴ βελόνη, ἧς ἤθελον ἀναστραφῆ ἐν ἀκαρεῖ οἱ πόλοι.

Καλεῖται δὲ, ὅπως καὶ εἰς τοὺς μαγνήτας, νότιος πόλος τοῦ σωληνοειδοῦς τὸ ἄκρον τὸ στρεφόμενον πρὸς βορρᾶν, καὶ βόρειος τὸ πρὸς νότον.

278. Ἐνέργεια μεταξὺ τῶν μαγνητῶν καὶ τῶν σωληνοειδῶν. — Εἶδομεν ὅτι τὰ σωληνοειδῆ ἔλκουςι καὶ ἀπωθοῦσιν ἄλληλα, ὅπως καὶ οἱ μαγνήται. Προσθετέον ἐνταῦθα ὅτι τὰ αὐτὰ φαινόμενα συμβαίνουσι μεταξὺ τούτων καὶ τῶν σωληνοειδῶν· οἷον ὁ νότιος πόλος μαγνήτου ἔλκει τὸν βόρειον σωληνοειδοῦς, καὶ ἀπωθεῖ τὸν νότιον· ἀντιστρόφως, ὁ νότιος πόλος σωληνοειδοῦς ἔλκει τὸν ἀντίθετον πόλον μαγνήτου καὶ ἀπωθεῖ τὸν ὁμώνυμον. Οἱ νόμοι λοιπὸν τῶν μαγνητικῶν ἔλξεων καὶ ἀπώσεων ἐφαρμόζονται ἀκριβῶς καὶ εἰς τὴν ἐπ' ἄλληλα ἐνέργειαν τῶν σωληνοειδῶν καὶ τῶν μαγνητῶν.

279. Θεωρία τοῦ μαγνητισμοῦ κατὰ τὸν Ἀμπέρου. — Παρατηρῶν τις τὴν μεγάλην ὁμοιότητα, ἣτις ὑπάρχει μεταξὺ τῶν μαγνητῶν καὶ τῶν σωληνοειδῶν, ἄγεται φυσικῶς εἰς τὴν ἐξέτασιν, ἂν τὰ μαγνητικὰ φαινόμενα, ἀντὶ νὰ εἶναι ἀποτέλεσμα δύο ἰδιαιτέρων ρευστῶν, δὲν ἀνάγονται εἰς τὰς γενικὰς ιδιότητας τοῦ δυναμικοῦ ἠλεκτρισμοῦ. Ὁ Ἀμπέρου πρῶτος πρὸς ἐξήγησιν τῶν μαγνητικῶν ἐνεργειῶν κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην, ἐθεώρησε τὰς μαγνητικὰς βελόνας καὶ ράβδους ὡς ἀθροίσματα ἠλεκτρικῶν ρευμάτων ὅλως ὁμοίων τοῖς τῶν σωληνοειδῶν, τουτέστι διευθυνομένων ἐν ἐπιπέδοις παραλλήλοις καὶ καθέτοις ἐπὶ τὸν μαγνητικὸν ἄξονα τοῦ μαγνήτου. Τὰ ἠλεκτρικὰ ταῦτα ρεύματα κυκλοφοροῦσιν ἀκαταπαύσως κατὰ τὸν αὐτὴν φορὰν περὶ



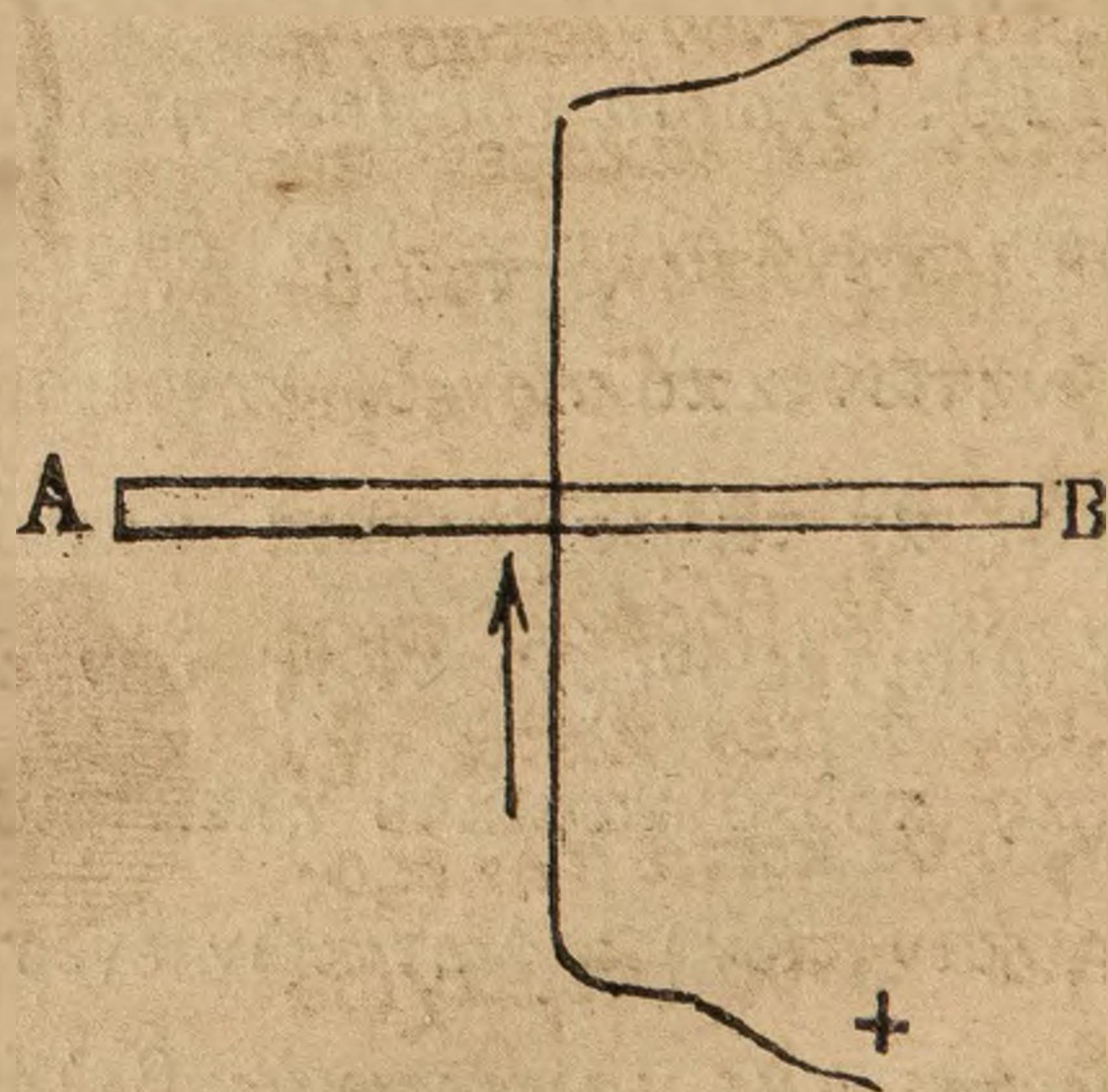
τὰ ἄτομα ἐκάστου μαγνήτου. Ἡ δὲ συνισταμένη αὐτῶν ἰσοδυναμεῖ μοναδικῶ ρεύματι ἐντάσεως ἴσης τῷ ἀθροίσματι πασῶν τῶν μερικῶν αὐτῶν ἐντάσεων, καὶ τὸ ὑποῖον διαδίδεται κυκλικῶς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ μαγνήτου.

Κατὰ τὴν ἀγγίνου λοιπὸν ταύτην ὑπόθεσιν οἱ μαγνήται καὶ ἡ γῆ δὲν εἶναι ἄλλο τι ἢ σωληνοειδῆ. Τὸ φαινόμενον τῆς διευσθύνσεως τῶν μαγνητῶν ὑπὸ τῆς γηίνης σφαίρας, αἱ μαγνητικαὶ ἕλξεις καὶ ἀπώσεις, εἶναι ἀποτελέσματα τῆς ἐπ' ἄλληλα τῶν ρευμάτων ἐνεργείας.

### Μαγνήτισις ὑπὸ τῶν ρευμάτων.

280. Ὄταν ἐμβαπτισθῆ εἰς ρινίσματα σιδήρου σύρμα διατρεχόμενον ὑπὸ ρεύματος, βλέπομεν τὰ ρινίσματα προσκολλώμενα ἰσχυρῶς ἐπὶ τοῦ σύρματος, καὶ μένοντα ἐπ' αὐτοῦ ἐνόσω τὸ ρεῦμα διαρκεῖ· ἀλλ' εὐθὺς ὡς διακοπῆ τὸ ρεῦμα, τὰ ρινίσματα ἀμέσως ἀποσπῶνται καὶ πίπτουσι. Τὸ φαινόμενον τοῦτο, παρατηρηθὲν τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Ἀραγῶ, δεικνύει ὅτι τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα δύνανται νὰ ἀναλύωσι τὸ οὐδέτερον ρευστὸν τῶν μαγνητικῶν οὐσιῶν καὶ νὰ μαγνητίζωσιν αὐτάς. Ὁ μαλακὸς δὲ σίδηρος καὶ ὁ βεβαρμένος χάλυψ εἶναι ἐκ πασῶν τῶν μαγνητικῶν οὐσιῶν αἱ μαγνητιζόμεναι ἰσχυρότερον ὑπὸ τῶν ρευμάτων.

281. Μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου. — Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι τείνομεν καθέτως πρὸς ράβδον μαλακοῦ σιδήρου AB (σχ. 131) καὶ κατὰ τὸ μέσον αὐτῆς σύρμα χαλκοῦν διατρεχόμενον ὑπὸ ἰσχυροῦ ρεύματος· ἡ ράβδος θέλει μαγνητισθῆ ἀμέσως ἔχουσα τὸν νότιον πόλον A πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος. Καὶ ὁ οὕτω μὲν ἀναπτυσσόμε-



Σχ. 131.

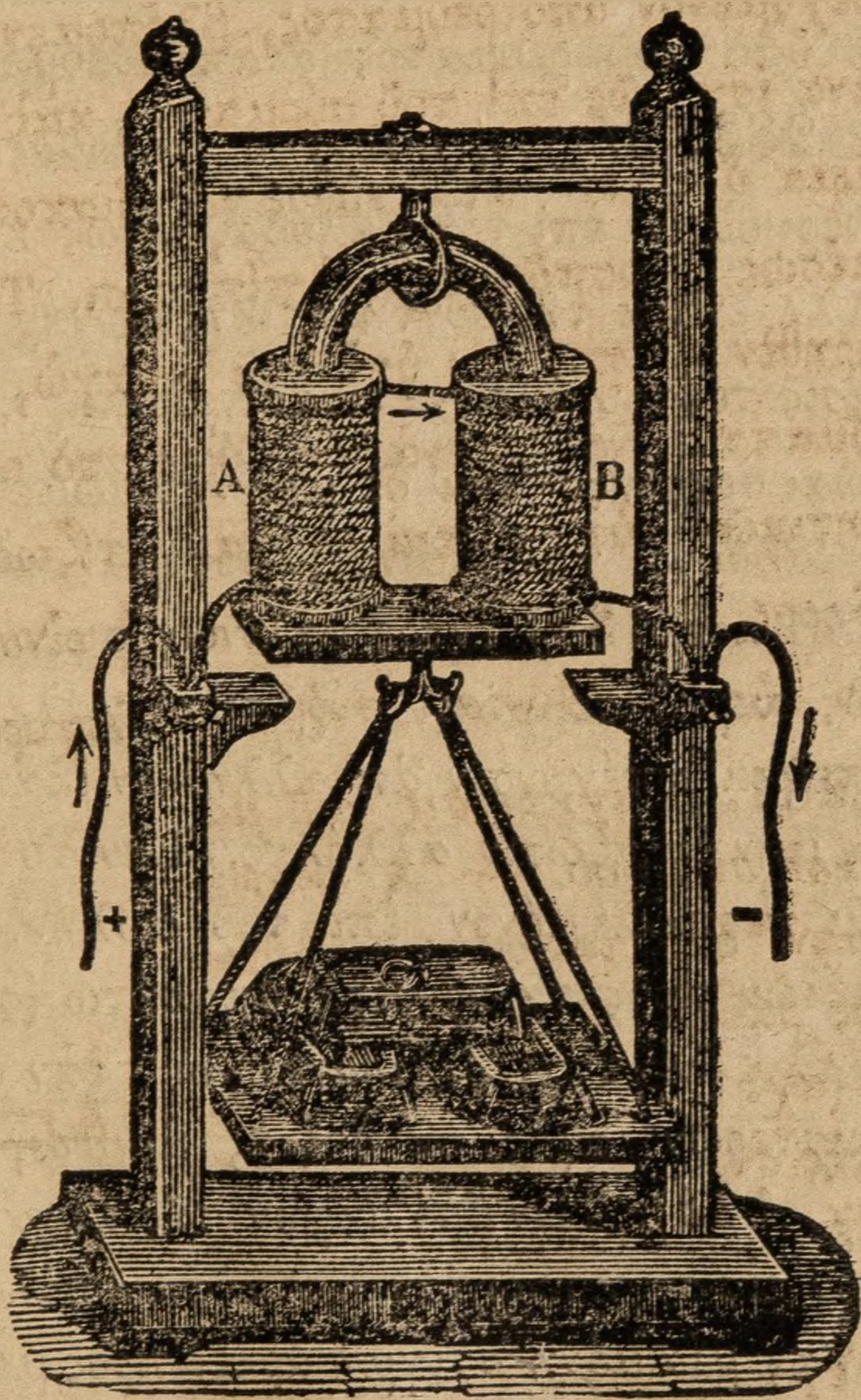
νος μαγνητισμὸς εἶναι πολὺ ἀσθενής· ἀλλ' ἐὰν τὸ ἀγωγὸν σύρμα, ἀντὶ ἀπλῶς νὰ διέρχηται ἐνώπιον τῆς ράβδου, περιελίσσεται περὶ αὐτὴν καθέτως τῷ ἄξονι, ἅπασαι αἱ σπεῖραι τῆς οὕτω σχη-



ματιζομένης ἑλικος θέλουσιν ἔχει ἐνεργείας συντελούσας ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ρευστοῦ τῆς ράβδου, καὶ ἡ μαγνήτισις τότε δύναται νὰ γείνη ἰσχυροτάτη. Θέλει εἶναι δὲ τοσοῦτω ἰσχυροτέρα, ὅσω ὁ ἀριθμὸς τῶν σπειρῶν θέλει εἶναι μεγαλείτερος. Ἐν τούτοις ἡ μαγνήτισις αὕτη ἂν καὶ ἰσχυρά, εἶναι πρόσκαιρος, διαρκυῖσα μόνον ἐφ’ ὅσον διέρχεται τὸ ρεῦμα. Διότι τῆς συντηρητικῆς δυνάμεως τοῦ σιδήρου οὔσης ἴσης τῷ μηδενί, τὰ δύο ρευστὰ ἐνοῦνται πάλιν ἀμέσως ἅμα παύσῃ τὸ ρεῦμα. Καλοῦνται δὲ ἠλεκτρομαγνήται αἱ οὕτω μαγνητιζόμεναι σιδηραὶ ράβδοι.

282. ἠλεκτρομαγνήται. — Ἴνα δειχθῇ κάλλιον ἡ μαγνητικὴ δύναμις, ἣν ἀναπτύσσει ἐν τῷ σιδήρῳ ἡ δίοδος ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, δίδεται συνήθως εἰς τοὺς ἠλεκτρομαγνήτας τὸ σχῆμα ἰππέιου πετάλου (σχ. 132), ἐπὶ τῶν δύο σκελῶν τοῦ ὁποίου A

καὶ B περιελίσσεται μακρὸν σύρμα χαλκοῦν κεκαλυμμένον ὑπὸ μετὰξης. Ἡ περιέλιξις πρέπει νὰ γίνηται κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν ἐπ’ ἀμφοτέρων τῶν σκελῶν, διὰ νὰ εἶναι τὰ δύο ἄκρα πόλοι ἀντίθετοι. Ἄμα δὲ τὰ δύο ἐλεύθερα ἄκρα τοῦ σύρματος βληθῶσιν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν πόλων ἰσχυρᾶς στήλης, τὸ ὄργανον μετασχηματίζεται ἐν ἀκαρεῖ εἰς ἰσχυρὸν μαγνήτην, τοῦ ὁποίου ὁ νότιος πόλος εἶναι πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος, ὁ δὲ βόρειος πρὸς τὰ δεξιὰ, ὁ μὲν κατὰ τὴν εἴσοδον, ὁ δὲ κατὰ τὴν ἐξοδον. Διὰ τινος τεμαχίου



Σχ. 132.

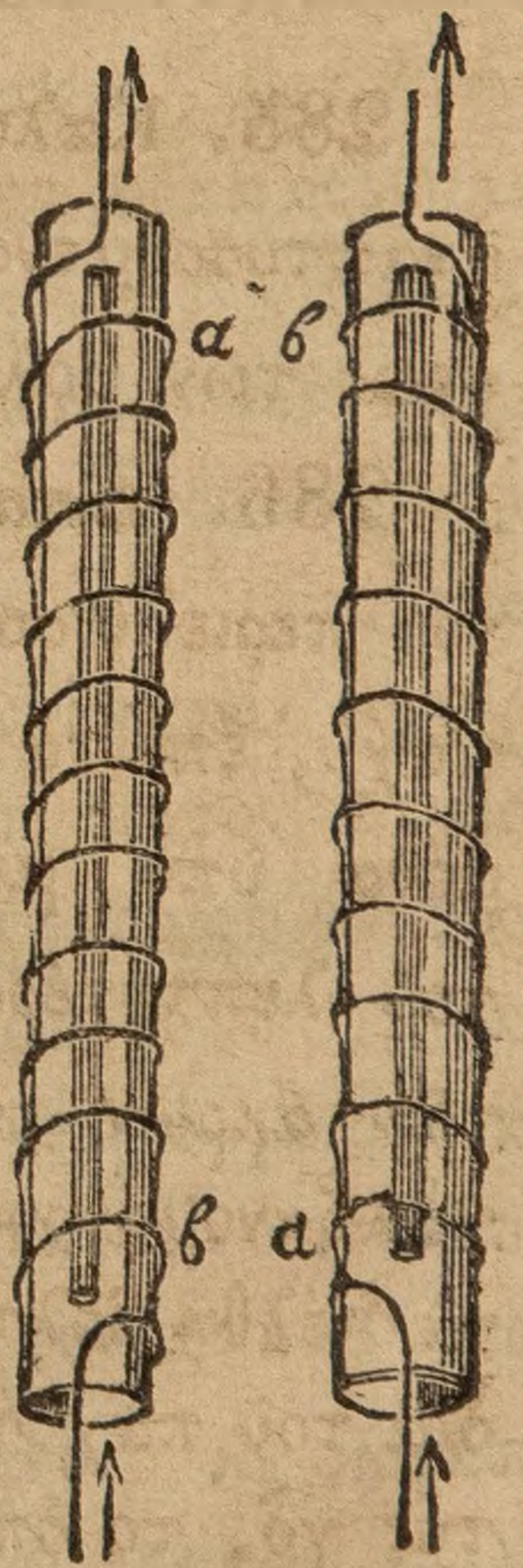
ἐπαφῆς ἐκ σιδήρου ὁ ἠλεκτρομαγνήτης δύναται νὰ βαστάζῃ βάρος μᾶλλον ἢ ἥπτον μέγα ἐξαρτώμενον ἐκ τῶν διαστάσεων τῆς ράβδου, τῆς δυνάμεως τοῦ ρεύματος, καὶ τοῦ μήκους καὶ τοῦ πάχους τοῦ περιειλιγμένου σύρματος. Ἄλλ’ ἅμα τὸ ρεῦμα



παύση διερχόμενον, ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ἐπανέρχεται εἰς τὴν φυσικὴν κατάστασιν, καὶ τὸ βάρος, τὸ ὁποῖον ἔφευρεν, ἀποσπᾶται καὶ πίπτει.

Τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν ἐγένοντο πολλαὶ ἐφαρμογαί, ὧν ὠραιοτάτη καὶ σπουδαιοτάτη εἶναι ἡ εἰς τοὺς ἠλεκτρικοὺς τηλεγράφους. Ἐκεῖνοι δὲ ὧν γίνεται χρῆσις ἐν τοῖς τηλεγράφοις, ἀντὶ νὰ ἀποτελῶνται ὑπὸ ἀπλῶν ῥάβδων κεκαμπυλωμένων ἐν σχήματι ἰππέιου πετάλου, ἀποτελοῦνται ὑπὸ δύο κυλίνδρων παραλλήλων ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ἐνουμένων δι' ὀριζοντίου πλακὸς ἐκ τοῦ αὐτοῦ μετάλλου· σύρμα δὲ χαλκοῦν λεπτότατον καὶ κεκαλυμμένον μετάξῃ περιελίσσεται περὶ τοὺς δύο κυλίνδρους, ἀποτελοῦν περὶ ἑκάτερον τούτων μέγαν ἀριθμὸν ἐλιγμῶν ἐχόντων τὴν αὐτὴν φοράν. Οὕτω δὲ σχηματίζονται δύο πηνία. Εἰς τὰ ἄκρα τῶν κυλίνδρων εὐρίσκονται οἱ δύο ἀντίθετοι πόλοι, οἱ ὑπὸ τοῦ ρεύματος ἀναπτυσσόμενοι.

283. *Μαγνήτισις τοῦ χάλυβος.* — Τὰ ἠλεκτρικὰ ρεύματα ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τὸν χάλυβα, ὅπως καὶ ἐπὶ τὸν μαλακὸν σίδηρον. Ἄλλ' ἔνεκα τῆς συντηρητικῆς δυνάμεως τοῦ χάλυβος, ἡ μαγνήτισις τούτου ἀντὶ νὰ εἶναι πρόσκαιρος, ὡς ἐν τῷ μαλακῷ σιδήρῳ, εἶναι διαρκῆς. Ἴνα δὲ μαγνητίσωμεν βελόνας ἢ ῥάβδους χαλυβδίνας, θέτομεν αὐτάς (σχ. 133 καὶ 134) ἐντὸς ὑαλίνων σωλήνων, περὶ οὓς περιελίσσονται σύρματα χαλκᾶ, ὧν αἱ σπεῖραι ἀπέχουσιν ἀπ' ἀλλήλων ἰκανῶς, ὥστε νὰ μὴν ἐγγίζωσιν ἀλλήλας. Ἐὰν τὸ σύρμα εἶναι περιελιγμένον ἐπὶ τοῦ σωλήνος ἐκ τῶν δεξιῶν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ὑποκάτω (σχ. 133), ἡ ἕλιξ λέγεται δεξιόστροφος· ἐὰν δὲ ἐκ τῶν ἀριστερῶν πρὸς τὰ δεξιὰ, ἀριστερόστροφος (σχ. 134). Τῶν δύο ἄκρων τῆς ἕλικος βληθέντων εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν πόλων σήλης τινὸς, μία μόνη στιγμὴ ἀρκεῖ πρὸς μαγνήτισιν μέχρι κόρου τῆς ἐντὸς τοῦ ὑαλίνου σωλήνος βελόνης ἢ ῥάβδου. Καὶ ἐὰν μὲν ἡ ἕλιξ εἶναι δεξιόστροφος, ὁ βόρειος πόλος β τῆς βελόνης ἢ τῆς ῥάβδου εἶναι κατὰ τὴν εἴσοδον τοῦ ρεύματος, ὁ δὲ νότιος κατὰ τὴν ἐξοδον. Τὸ ἐναντίον δὲ συμβαίνει ἐὰν ἡ ἕλιξ εἶναι ἀριστερόστροφος.



Σχ. 133 134.



284. Ἐξήγησις τῆς βολταϊκῆς μαγνητισσεως κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ἀμπέρου. — Ἡ μαγνήτισις τοῦ μαλακοῦ σιδήρου καὶ τοῦ χάλυβος ὑπὸ τοῦ ρεύματος τῆς στήλης δύναται εὐκόλως νὰ ἐξηγηθῇ κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ἀμπέρου (279). Ἀρκεῖ νὰ ὑποθέσωμεν ὅτι περὶ ἕκαστον τῶν ἀτόμων τῶν μαγνητικῶν οὐσιῶν κυκλοφοροῦσι ρεύματα ἔχοντα πάσας τὰς φοράς, καὶ διὰ τοῦτο οὐδετεροῦντα ἄλληλα, καὶ ὅτι ἡ ἐπενέργεια ἠλεκτρικοῦ τινος ρεύματος ἐπὶ μαγνητικῆς οὐσίας ἔχει ἀποτέλεσμα τὸ προσανατολίζειν πάντα ταῦτα τὰ περὶ τὰ ἄτομα ρεύματα, ἥτοι τὸ στρέφειν αὐτὰ εἰς τὴν αὐτὴν φοράν καὶ εἰς ἐπίπεδα παράλληλα.

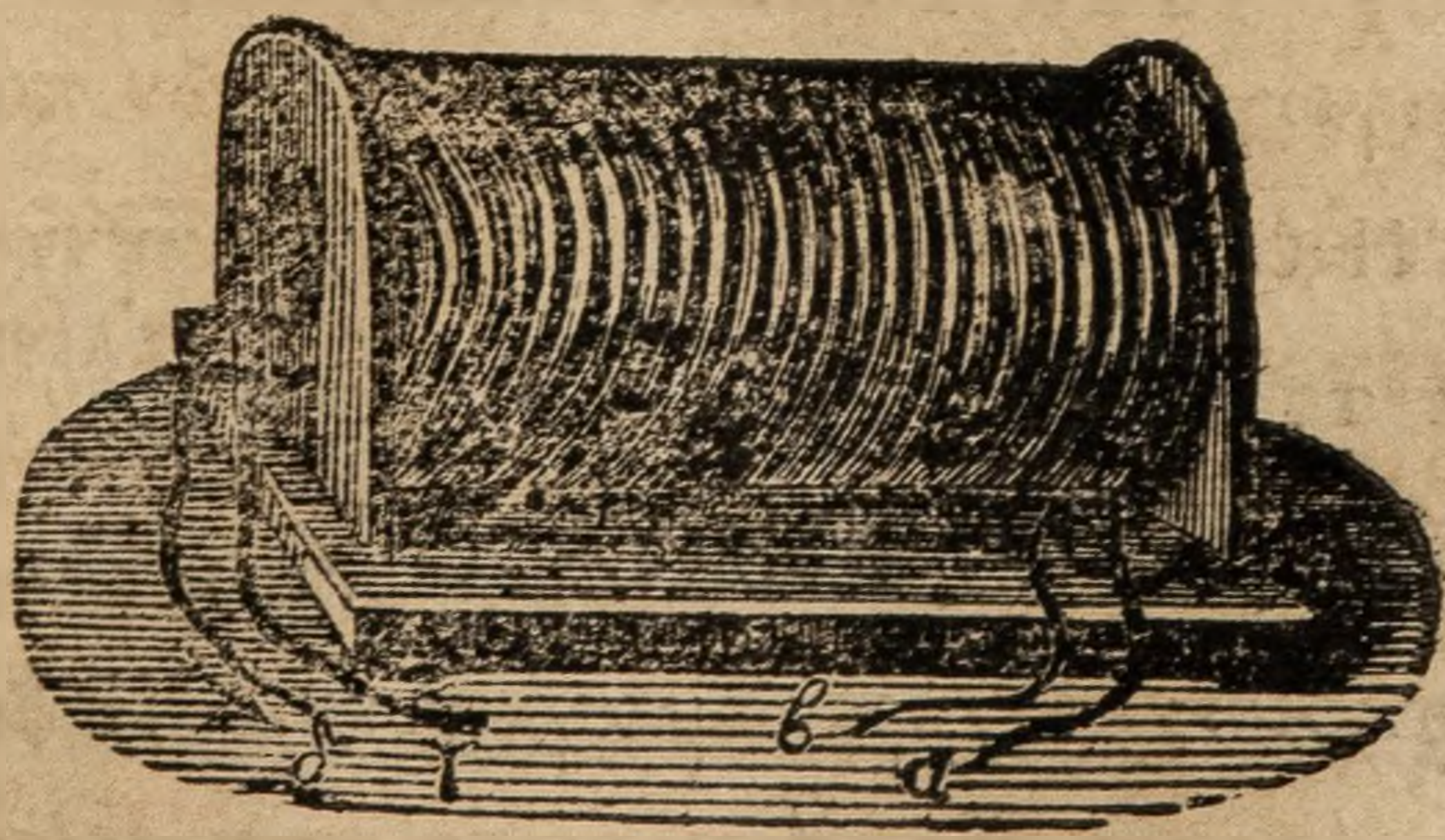
Σημείωσις. Ἡ ἀκαριαία ἐκκένωσις λαγδουνικῆς λαγῆνου, ἧς οἱ δύο ὄπλισμοὶ βάλλονται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν ἄκρων ἔλικος, δύναται ὡσαύτως νὰ μαγνητίσῃ βελόνην ἢ ράβδον τεθειμένην κατὰ τὸν ἄξονα τῆς ἔλικος. Ἐν τῷ πειράματι τούτῳ ὁ ἐξωτερικὸς ὄπλισμός (+) ἀντικαθιστᾷ τὸν θετικὸν πόλον τῆς στήλης, ὁ δὲ ἐσωτερικὸς (—) τὸν ἀρνητικόν.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ΄.

#### Περὶ τῶν ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων.

285. Καλοῦνται ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα ἀκαριαία ἀναπτυσσόμενα ἐν τοῖς μεταλλίνοις ἀγωγοῖς ὑπὸ τῆς ἐπιδράσεως τῶν βολταϊκῶν ρευμάτων ἢ τῶν μαγνητῶν.

286. Ἐπαγωγὴ ὑπὸ τῶν ρευμάτων. — Ἐπὶ πηνίου ξυλίνου περιελίσσονται ἔλικοειδῶς πρῶτον σύρμα χαλκοῦν ἱκανῶς παχὺ, ἔπειτα δεύτερον σύρμα λεπτότερον, ἀμφότερα κεκαλυμμένα ὑπὸ μετᾶξης (σχ. 135). Τῶν δύο δὲ ἄκρων α καὶ β τοῦ λεπτοτέρου σύρματος βληθέντων εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν ἄκρων τοῦ σύρματος γαλβανομέτρου, κάμνομεν νὰ διέλθῃ βολταϊκὸν ρεῦμα διὰ τοῦ παχυτέρου σύρματος γδ, τὸ ὁποῖον καλεῖται ἐπαγωγὸν σύρμα. Τότε δὲ παρατηροῦμεν τὰ ἐξῆς φαινόμενα.



Σχ. 135.



ά.) Κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν, καθ' ἣν τὸ ρεῦμα ἀρχίζει νὰ διέρχεται διὰ τοῦ σύρματος γδ, ἀπὸ τοῦ γ πρὸς τὸ δ καθ' ὑπόθεσιν, ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου πάσχει παρατροπὴν, ἣτις δεικνύει ὅτι διὰ τοῦ σύρματος αβ διῆλθε ρεῦμα ἀντίστροφον τοῦ πρώτου, ἥτοι ἔχον ἐναντίαν φοράν. Τὸ ρεῦμα δὲ τοῦτο διαρκεῖ βραχύτατον χρόνον, διότι ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου ἐπανέρχεται ἀμέσως εἰς τὸ μηδέν, καὶ μένει ἐκεῖ ἐνόσω τὸ ἐπαγωγὸν ρεῦμα διέρχεται διὰ τοῦ σύρματος γδ.

β'.) Τὴν στιγμὴν καθ' ἣν, τῆς συγκοινωνίας διακοπείσης, παύει τὸ ρεῦμα νὰ διέρχεται διὰ τοῦ σύρματος γδ, παράγεται πάλιν ἐν τῷ σύρματι αβ ρεῦμα ἐξ ἀπαγωγῆς, ἀκαριαῖον ὡς καὶ τὸ πρῶτον, ἀλλ' εὐθύ, ἥτοι ἔχον τὴν αὐτὴν καὶ τὸ ἐπαγωγὸν ρεῦμα φοράν.

287. Ἐπαγωγή ὑπὸ τῶν μαγνητῶν. — Οἱ μαγνήται δύνανται νὰ παραγάγωσιν ἐν τοῖς μεταλλίνοις ἀγωγοῖς ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς, ὡς ἔδειξεν ὡς Φαραδαίης διὰ πηνίου ἔχοντος ἐν μόνον σύρμα, μήκους 200 μέχρι 300 μέτρων. Τῶν δύο ἄκρων τοιοῦτου σύρματος ὄντος ἐν συγκοινωνίᾳ μετὰ τοῦ σύρματος γαλβανομέτρου, εἰσάγομεν αἰφνιδίως εἰς τὸ πηνίον, τὸ ὁποῖον εἶναι κοῖλον, ἰσχυρὰν μαγνητικὴν ράβδον, τότε δὲ παρατηροῦμεν τὰ ἐξῆς φαινόμενα.

ά.) Κατὰ τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν εἰσάγομεν τὸν μαγνήτην, τὸ γαλβανόμετρον δεικνύει ρεῦμα ἐξ ἀπαγωγῆς ἀκαριαῖον, ἀντίστροφον τοῦ ὑπάρχοντος ἐν τῷ μαγνήτῃ, ἐξομοιουμένῳ πρὸς σῶληνοειδὲς κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Ἀμπέρου.

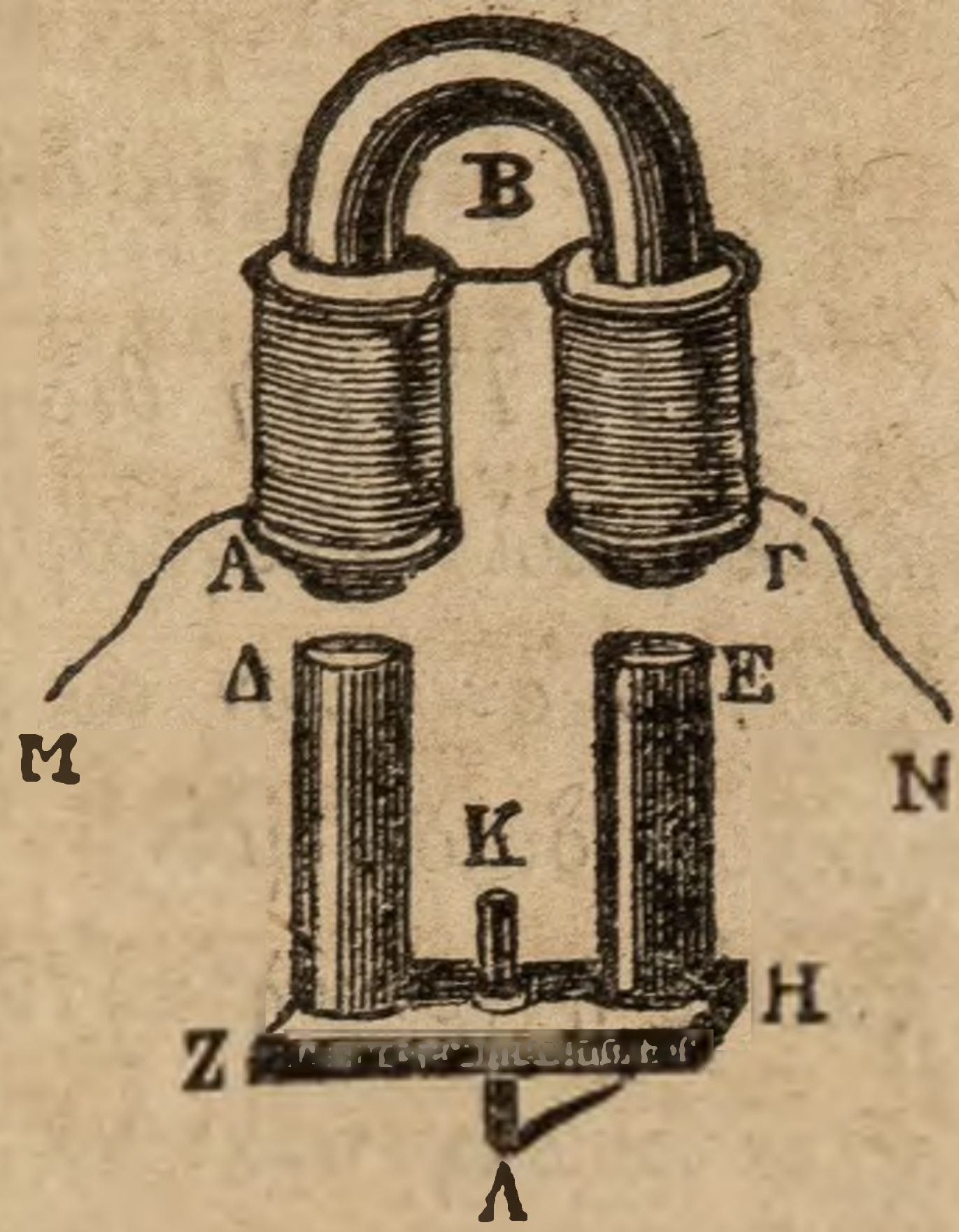
β'.) Ἄμα ἀποσύρωμεν τὸν μαγνήτην, ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου, ἣτις εἶχεν ἐπανεῖλθει εἰς τὸ μηδέν, δεικνύει ρεῦμα ἐξ ἐπαγωγῆς εὐθύ.

Ἡ ἐπαγωγὸς δύναμις τῶν μαγνητῶν δύναται νὰ δειχθῇ καὶ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος. Θέτομεν ἐν πηνίῳ ἔχοντι ἐν μόνον σύρμα ράβδον μαλακοῦ σιδήρου, καὶ εἰς ταύτην προσπελάζομεν αἰφνιδίως ἰσχυρὸν μαγνήτην. Ἡ βελόνη τοῦ γαλβανομέτρου ἐκτρέπεται, ἐπανέρχεται εἰς τὸ μηδέν ἅμα ὁ μαγνήτης κρατηθῇ ἀκίνητος, καὶ παρεκτρέπεται κατ' ἐναντίαν φοράν, ὅταν ἀπο-



μακρυνθῆ ὁ μαγνήτης. Τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα ἐπαγωγῆς παράγομεν ἐν τῷ σύρματι ἠλεκτρομαγνήτου, ἐὰν ἀπέναντι τῶν ἄκρων αὐτοῦ στρέψωμεν ταχέως ἰσχυρὸν μαγνήτην οὕτως, ὥστε οἱ πόλοι αὐτοῦ νὰ ἐνεργῶσι διαδοχικῶς ἐπὶ τῶν δύο ἄκρων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου.

288. Ὀργανον τοῦ Πιξίου. — Τὸ ὄργανον τοῦτο σκοπὸν ἔχει τὸ παράγειν ρεύματα ἐξ ἐπαγωγῆς διαδεχόμενα ἄλληλα μεθ' ἱκανῆς ταχύτητος, ὥστε νὰ ἀποτελῶσι ρεῦμα ἐπαισθητῶς συνεχές. Συνίσταται δὲ ἐξ ἠλεκτρομαγνήτου ἀκινήτου ΑΒΓ (σχ. 136), ὑποκάτω τοῦ ὁποίου εὐρίσκεται μαγνήτης ἔχων σχῆμα ἰππείου πετάλου ΔΖΗΕ, κινήτος περὶ τὸν καταφόρυφον ἄξονα ΚΛ. Τούτων κειμένων, ἐὰν στραφῆ ὁ μαγνήτης ΔΖΗΕ περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ ΚΛ, εἶναι εὐκόλον νὰ ἴδωμεν ὅτι ὁ ἠλεκτρομαγνήτης ΑΒΓ θέλει διέλθει διαδοχικῶς διὰ καταστάσεων μαγνητικῶν ἀντιθέτων, ὧν ἡ ἔντασις θέλει ἔχει τὴν μεγίστην τιμὴν, ὅταν οἱ πόλοι τοῦ μα-



Τχ. 136.

γνήτου ἀντιστοιχῶσιν εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ, θέλει, δὲ μηδενίζεσθαι, ὅταν ὁ μαγνήτης ἀποτελῆ σταυρὸν μετ' αὐτοῦ. Ἐπομένως τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα τὰ ἀναπτυσσόμενα ἐν τῷ σύρματι Ν θέλουσι μεταβάλλει φορὰν καθ' ἑκάστην ἡμίσειαν περιστροφῆν. Ἐὰν δὲ ἡ περιστροφή τοῦ μαγνήτου εἶναι ταχυτάτη, τὰ ρεύματα θέλουσιν εἶναι σχεδὸν συνεχῆ καὶ τοσοῦτῳ ἰσχυρότερα, ὅσῳ ἡ τῆς περιστροφῆς ταχύτης εἶναι μείζων.

289. Ὀργανον τοῦ Κλάρκου. — Τὸ ὄργανον τοῦτο στηρίζεται ἐπὶ τῆς αὐτῆς καὶ τὸ τοῦ Πιξίου ἀρχῆς· διαφέρει δὲ κυρίως κατὰ τοῦτο, ὅτι ὁ ἠλεκτρομαγνήτης εἶναι κινήτος, ὁ δὲ μαγνήτης ἀκίνητος. Ἐχει δὲ καὶ μηχανισμόν, δι' οὗ κατορθοῦται νὰ διέρχωνται δι' ἑκατέρου τῶν ρευματαγωγῶν ρεύματα τῆς αὐτῆς φορᾶς.

290. Χαρακτῆρες καὶ ιδιότητες τῶν ἐξ ἐπαγωγῆς ρευμάτων. — Τὰ ἐξ ἐπαγωγῆς ρεύματα ἂν καὶ στιγμαῖα ἔχουσι πάσας τὰς ιδιότητας τῶν κοινῶν βολταϊκῶν ρευμάτων. Παράγουσι



δηλαδή ζωηρούς σπινθήρας, όταν τεθῶσιν εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλή-  
λων ἀπόστασιν τὰ ἄκρα τῶν ρευματαγωγῶν· δύνανται προσέτι  
νὰ πυρακτώσωσι σύρματα πλατίνης, νὰ μαγνητίσωσι χαλυβδί-  
νας ράβδους, νὰ παρατρέψωσι τὰς μαγνητικὰς βελόνας, νὰ ἀνα-  
λύσωσι τὸ ὕδωρ, τὰ ὀξειδία, καὶ τὰ ἄλατα, καὶ τέλος νὰ πα-  
ραγάγωσιν ἐν τοῖς ζώοις ἰσχυροὺς τυναγμούς· μάλιστα δὲ οἱ  
τιναγμοὶ οὗτοι εἶναι πολὺ ἰσχυρότεροι τῶν παραγομένων ὑπὸ  
τῶν βολταικῶν ρευμάτων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

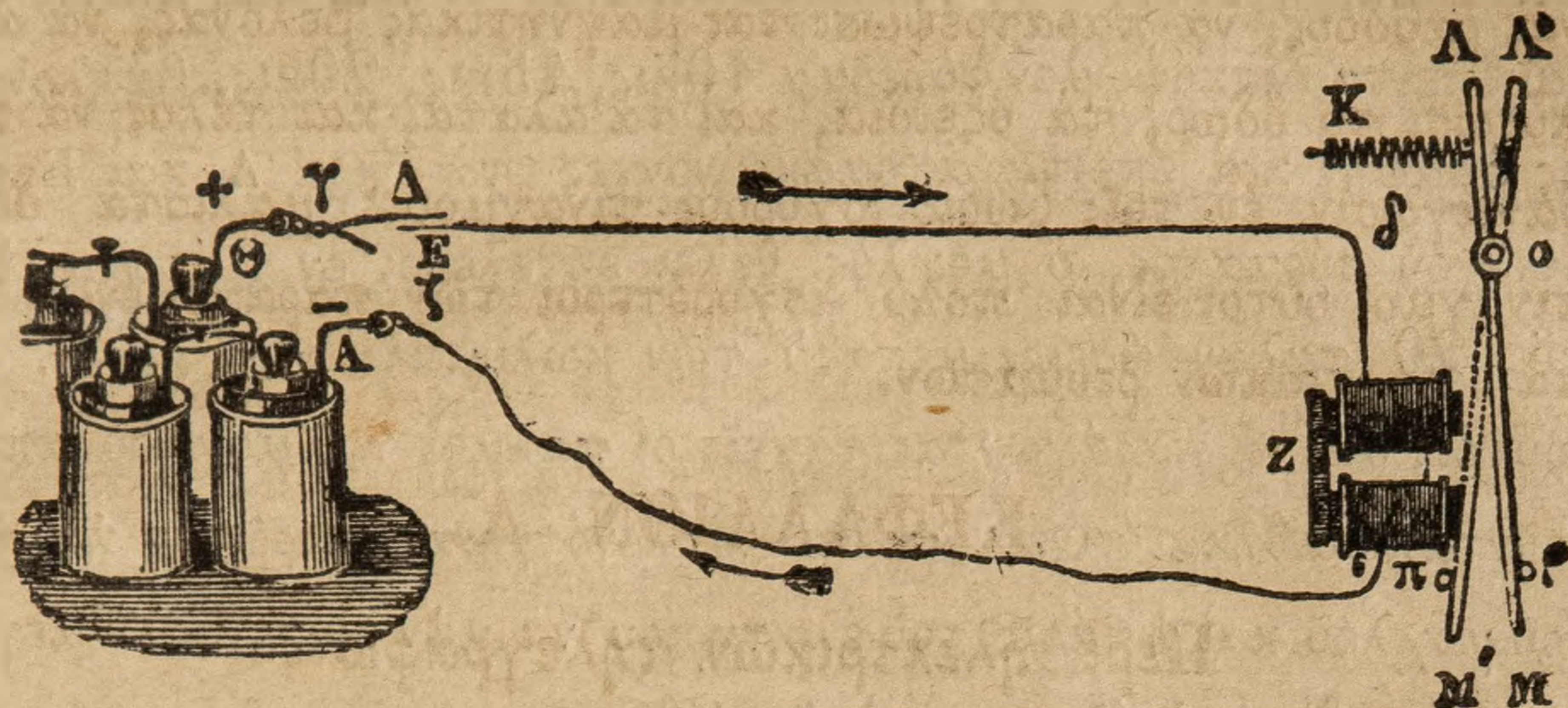
### Περὶ ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων.

291. *Γενικὴ θεωρία τῶν ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων.* — Οἱ  
ἠλεκτρικοὶ τηλεγράφοι εἶναι ὄργανα χρησιμεύοντα εἰς τὴν με-  
τάδοσιν σημείων εἰς μεγάλας ἀποστάσεις διὰ βολταικῶν ρευ-  
μάτων διαδιδομένων εἰς μακρὰ μετάλλινα σύρματα. Στηρίζε-  
ται δὲ ἡ γενικὴ αὐτῶν θεωρία εἰς τὴν ιδιότητα, ἣν ἔχουσιν οἱ  
ἠλεκτρομαγνηταὶ νὰ ἀποκτῶσι μαγνητισμὸν καὶ νὰ χάνωσιν  
αὐτὸν ἐν ἀκαρεῖ, εὐθύς ὡς ὑποβληθῶσιν εἰς τὴν ἐνέργειαν ρεύ-  
ματος, ἢ παύσῃ τοῦτο νὰ ἐνεργῇ ἐπ' αὐτῶν. Ἡ ιδιότης αὕτη χρη-  
σιμεύει εἰς τὴν μετάδοσιν τῶν τηλεγραφικῶν σημείων· γίνεται  
δὲ ἡ μετάδοσις αὕτη ἀπλούστατα ὡς ἐξῆς.

ὑποθεθῆσθω ὅτι μετάλλινόν τι σύρμα γδεζ (σχ. 137) ἀνα-  
χωρεῖ ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου Θ στήλης εὐρισκομένης ἐν Ἀθή-  
ναις, φθάνει εἰς ἄλλην τινὰ πόλιν, οἷον εἰς τὰς Πάτρας, περιε-  
λίσσεται ἐκεῖ ἐπὶ ἠλεκτρομαγνήτου τοῦ Ζ, καὶ ἐπανερχόμενον  
εἰς Ἀθήνας λήγει εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον Α τῆς αὐτῆς στή-  
λης. Μεταξὺ τοῦ Δ καὶ Ε πλησίον τῆς στήλης καὶ ἐπὶ τῆς ἀπὸ  
τοῦ θετικοῦ πόλου πρὸς τὸν ἠλεκτρομαγνήτην ὁδοῦ τὸ σύρμα  
εἶναι διακεκομμένον, ἀλλὰ τὰ ἄκρα αὐτοῦ εὐρίσκονται τὸ ἐν  
πλησίον τοῦ ἄλλου, ὥστε εὐκόλως δύνανται νὰ τεθῶσιν εἰς  
ἐπαφὴν ἢ νὰ ἀποχωρισθῶσιν. Οὕτω δὲ εἶναι εὐκόλον νὰ κλείη-  
ται ἢ νὰ ἀνοίγηται τὸ κύκλωμα κατὰ τὸ δοκοῦν, ἥτοι νὰ ἀφί-  
νηται ἢ νὰ διακόπτηται ἡ δίοδος τοῦ ρεύματος. Ἀπέναντι τοῦ  
ἠλεκτρομαγνήτου εὐρίσκεται μικρὸς μοχλὸς ἐκ μαλακοῦ σιδή-



ρου  $\Lambda\text{M}$  κινητὸς περὶ τὸν ἄξονα  $\text{O}$ , κρατούμενος ὑπὸ ἐλατηρίου  $\text{K}$ . Δύο κωλυμάτια  $\pi$  καὶ  $\rho$  περιορίζουσι τὰς κινήσεις τοῦ μοχλοῦ πλησιάζοντος ἢ ἀπομακρυνομένου ἀπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου.



Σχ. 137.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, ἄς ἰδῶμεν τί συμβαίνει, ὅταν ἀποκαθιστῶμεν καὶ διακόπτωμεν ἐναλλάξ τὸ βολταϊκὸν ρεῦμα. Ἄς βάλωμεν κατὰ πρῶτον εἰς ἐπαφὴν τὰ δύο ἄκρα  $\Delta$  καὶ  $\text{E}$  τοῦ ἀγωγοῦ σύρματος· τότε τὸ κύκλωμα κλείεται καὶ τὸ ρεῦμα ἀναχωροῦν ἐκ τοῦ θετικοῦ πόλου  $\Theta$  διαδίδεται εἰς τὸ σύρμα γδ, ὡς δεικνύει τὸ βέλος, διέρχεται διὰ τῶν πηνίων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου  $\text{Z}$ , καὶ ἐκεῖθεν ἐπανέρχεται διὰ τοῦ σύρματος εζ εἰς τὸν ἀρνητικὸν πόλον τῆς σήλης. Ὁ ἐν τῷ ἠλεκτρομαγνήτῳ ἀκαριαίως ἀναπτυσσόμενος μαγνητισμὸς ἔλκει τότε τὸν μοχλὸν  $\Lambda\text{M}$ , ὅστις ἀμέσως κινούμενος προσκρούει ἐπὶ τοῦ κωλυματίου  $\pi$  λαμβάνων τὴν θέσιν τῆς ἐστιγμένης γραμμῆς  $\Lambda'\text{M}'$ . Ἐνόσω τὸ ρεῦμα κυκλοφορεῖ, ὁ μοχλὸς διατηρεῖ τὴν θέσιν ταύτην· ἀλλ' ἐὰν ἀπομακρυνθῶσιν ἀπ' ἀλλήλων τὰ ἄκρα  $\Delta$  καὶ  $\text{E}$  τοῦ ἀγωγοῦ, τὸ ρεῦμα διακόπτεται, ὁ δὲ ἠλεκτρομαγνήτης ἀποβάλλων ἐν ἀκαρεῖ τὸν μαγνητισμὸν παύει νὰ ἔλκη τὸν μοχλὸν· οὗτος δὲ τότε ἐγκαταλειπόμενος εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἐλατηρίου  $\text{K}$  ἀπομακρύνεται ἀπὸ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, καὶ προσκρούει ἐπὶ τοῦ κωλυματίου  $\rho$ , λαμβάνων τὴν πρώτην αὐτοῦ θέσιν  $\Lambda\text{M}$ . Ἐὰν δὲ πάλιν ἀποκαταστήσωμεν, καὶ ἔπειτα διακόψωμεν τὸ ρεῦμα, τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα θέλουσι παραχθῆ. Ὡστε ἐν ἐνὶ δευτέρῳ λεπτῷ καθ' ὑπόθεσιν δυνάμεθα νὰ κάμωμεν τὸν μοχλὸν  $\Lambda\text{M}$  τὸν ἐν Πάτραις ὑποτεθέντα νὰ ταλαντευθῆ μεταξὺ τῶν



κωλυματίων  $\pi$  καὶ  $\rho$  τοσάκις, ὅσάκις εἶναι δυνατόν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ νὰ κλείσωμεν καὶ νὰ διακόψωμεν τὸ ρεῦμα ἐν Ἀθήναις. Ἐὰν δηλαδή ἐντὸς ἐνὸς δευτέρου λεπτοῦ ἐν Ἀθήναις κλείσωμεν καὶ ἔπειτα διακόψωμεν τὸ ρεῦμα 10κις, 15κις, 20κις, βάλλοντες εἰς ἐπαφὴν καὶ ἔπειτα ἀπομακρύνοντες τὰ ἄκρα  $\Delta$  καὶ  $E$  τοῦ ἀγωγοῦ σύρματος, ὁ μοχλὸς θέλει ἐκτελέσει ἐν Πάτραις 10, 15, 20 ταλαντώσεις, μεταξύ τῶν κωλυματίων  $\pi$  καὶ  $\rho$ . Ἐν τούτοις διὰ νὰ παράγῃται ταχεῖς οἱ παλμοὶ τοῦ μοχλοῦ ἀπαιτοῦνται συνθῆκαι τινές· πρέπει δηλονότι κατὰ πρῶτον ἡ μάζα τοῦ μοχλοῦ καὶ ἡ τάσις τοῦ ἐλατηρίου νὰ μὴν εἶναι πολὺ μεγάλα· ἔτι δὲ ἡ ἀνάλυσις καὶ ἡ σύνθεσις τοῦ μαγνητισμοῦ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου νὰ γίνωνται μετὰ μεγίστης ταχύτητος, ὅπερ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ποιότητος τοῦ σιδήρου· πρέπει τέλος ὁ μοχλὸς ἐρχόμενος καὶ προσκρούων ἐπὶ τοῦ κωλυματίου  $\pi$  νὰ μὴν ἐγγίξῃ πολὺ τὸν ἠλεκτρομαγνήτην· διότι ὅσον ταχεῖα καὶ ἂν εἶναι ἡ σύνθεσις τοῦ μαγνητισμοῦ, ὅταν τὸ ρεῦμα παύσῃ νὰ ἐνεργῇ, ἐὰν ὁ μοχλὸς ἐφήπτετο τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, ἠδύνατο νὰ κρατηθῇ ὑπ' αὐτοῦ ἐπὶ χρόνον τινὰ καὶ νὰ μὴν ὑποχωρήσῃ μεθ' ἰκανῆς ταχύτητος εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἐλατηρίου.

Πρὸς σαφεστέραν κατάληψιν ὑπεθέσαμεν τὴν συγκοινωνίαν μεταξύ Ἀθηνῶν καὶ Πατρῶν· ἀλλ' οἷαδὴποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ ἀπόστασις, ἣν ἔχει νὰ διανύσῃ τὸ ρεῦμα διὰ νὰ φθάσῃ ἐκ τῆς στήλης εἰς τὸν ἠλεκτρομαγνήτην, ἡ μετάδοσις τῆς τηλεγραφικῆς κινήσεως θέλει γείνει πάντοτε ἐν ἀκαρεῖ· διότι ἡ ταχύτης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι τοσαύτη, ὥστε διὰ νὰ περιέλθῃ ὀλόκληρον τὴν γῆν χρειάζεται ἀνεπαίσθητον χρόνον. Ἐν τούτοις ἐν τῇ καθιδρύσει τῶν τηλεγραφικῶν γραμμῶν πρέπει νὰ πληρῶνται συνθῆκαι τινές ἐξαρτώμεναι ἐκ τῶν ἀποστάσεων, ἃς ἔχει νὰ διατρέξῃ ὁ ἠλεκτρισμὸς, καὶ στηριζόμεναι ἐπὶ τῶν νόμων τῆς ἐντάσεως τῶν ρευμάτων (267). Τῷ ὄντι, ἐπειδὴ κατὰ τοὺς νόμους τούτους ἡ ἐντάσις ρεύματος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος πρὸς τὸ μῆκος τοῦ κυκλώματος, καὶ κατ' εὐθειᾶν ἀνάλογος πρὸς τὴν τομὴν τοῦ σύρματος ἢ τοῦ τετραγώνου τῆς διαμέτρου αὐτοῦ, ἀρκεῖ νὰ κάμωμεν νὰ διέλθῃ ρεῦμά τι δεδομένης ἐντάσεως διὰ συρμάτων ἐχόν-



των διάμετρον 2ίς, 3ίς, 4ίς μείζονα, ἵνα τηρήσωμεν τὴν αὐτὴν ἔντασιν εἰς ἀποστάσεις 4κίς, 9κίς, 16κίς μείζονας. Οἶον ὑποθε-  
θεῖσθω (ὅπερ ἐπιβεβαιοῖ ἡ πειρα) ὅτι σύρμα χαλκοῦν διαμέτρου  
ἐνὸς ὑποχιλιομέτρου μεταδίδει τὸ ρεῦμα στήλης 10 στοιχείων  
τοῦ Βοῦνσεν μεθ' ἱκανῆς ἐντάσεως εἰς ἀπόστασιν 40 χιλιομέ-  
τρων· ἐκ τῶν ἀνωτέρω συνάγουμεν ὅτι, ἐὰν ἀντικαταστήσωμεν τὸ  
σύρμα τοῦτο δι' ἄλλου ἔχοντος διάμετρον 5 ὑποχιλιομέτρων,  
ἤτοι τομὴν 25κίς μείζονα, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος θέλει εἶναι ἡ  
αὐτὴ εἰς ἀπόστασιν 25κίς μείζονα, καὶ ἐπομένως ὁ ἠλεκτρομα-  
γνήτης θέλει ἔχει τὴν αὐτὴν δύναμιν εἰς ἀπόστασιν 1000  
χιλιομέτρων. Ἐὰν δὲ αὐξήσωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν στοιχείων τῆς  
στήλης καὶ τὰς διαστάσεις αὐτῶν, εἶναι εὐκόλον νὰ αὐξήσωμεν  
τὴν ἔντασιν τοῦ ρεύματος, καὶ ἐπομένως διὰ τοῦ αὐτοῦ σύρμα-  
τος νὰ ἐνεργήσωμεν εἰς ἀποστάσεις ἔτι μεγαλειτέρας.

Ἴνα δεῖξωμεν τὴν πορείαν τοῦ ρεύματος μεταξὺ Ἀθηνῶν καὶ  
Πατρῶν ὑπεθέσαμεν (σχ. 137) κύκλωμα μετάλλινον τέλειον  
συγιστάμενον α.) ἐκ σύρματός τινος γδ ἀναχωροῦντος ἐκ τοῦ θε-  
τικοῦ πόλου στήλης εὐρισκομένης ἐν Ἀθήναις, φθάνοντος δὲ εἰς  
Πάτρας καὶ συγκοινωνοῦντος μετὰ τῶν πηνίων ἠλεκτρομαγνήτου·  
β,) ἐξ ἄλλου τινὸς σύρματος εζ ἐπανάγοντος τὸ ρεῦμα εἰς τὸν  
ἀρνητικὸν πόλον Α τῆς στήλης. Ἀλλ' ἡ πειρα ἔδειξεν ὅτι τὸ  
δεύτερον τοῦτο σύρμα εζ εἶναι περιττὸν καὶ ὅτι ἀρκεῖ πρὸς ἀπο-  
κατάσασιν τοῦ ρεύματος νὰ κάμωμεν νὰ συγκοινωνήσῃ μετὰ τοῦ  
ἐδάφους ἀφ' ἐνὸς μὲν ὁ ἀρνητικὸς πόλος τῆς στήλης, ἀφ' ἑτέρου  
δὲ τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος γδ μετὰ τὴν δίοδον αὐτοῦ διὰ τοῦ  
ἠλεκτρομαγνήτου. Διὰ νὰ εἶναι δὲ τελειότερα ἢ μετὰ τοῦ ἐδάφους  
συγκοινωνία τὰ δύο σύρματα περατοῦνται εἰς μεταλλίνας πλά-  
κας, ας χώνουσιν εἰς ὑγρὰν γῆν, ἢ κάλλιον εἰς βαθὺ φρέαρ. Πρὸς  
ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου πολλοὶ φυσικοὶ παραδέχονται  
ὅτι ἡ γῆ χρησιμεύει ὡς ἀγωγὸς καὶ δι' αὐτῆς ἐπανέρχεται τὸ  
ρεῦμα ἐκ Πατρῶν εἰς Ἀθήνας. Ἀλλ' εἶναι δύσκολον νὰ ἐννοήσω-  
μεν πῶς φθάσαν εἰς Πάτρας τὸ ρεῦμα, τὸ ὁποῖον ὡς ἐκ τῆς φύ-  
σεως αὐτοῦ τείνει νὰ διασκορπισθῇ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις,  
ἐκλέγει ἀκριβῶς τὴν ὁδὸν τὴν ἐπανάγουσαν αὐτὸ εἰς Ἀθήνας.



Διὰ τοῦτο φυσικοὶ τινες παραδέχονται ὅτι ἡ γῆ ἐνεργοῦσα ὡς δοχεῖον ἀπορροφᾷ κατὰ τὰ δύο ἐλεύθερα ἄκρα τῶν συρμάτων τὰ ἐκ τῆς στήλης ἐκπεμπόμενα ἠλεκτρικὰ ρευστά· ἔνεκα τούτου δὲ παράγεται ἐν τῷ σύρματι τὸ αὐτὸ συνεχὲς ρεῦμα, ὡς ἐὰν τὰ δύο ἄκρα ἤπτοντο ἀλλήλων. Ἡ τελευταία αὕτη ὑπόθεσις εἶναι ἡ πιθανωτέρα. Ὅπως δὲ ὅμως ἡ γῆ ἀντικαθιστᾷ τὸ δεύτερον σύρμα. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἀντίστασις αὐτῆς εἰς τὴν δίοδον τοῦ ἠλεκτρισμοῦ εἶναι μηδὲν, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος ἐν τῷ ἀγωγῷ σύρματι εἶναι διπλασία, καθότι τὸ μῆκος τοῦ σύρματος εἶναι οὕτω δὶς μικρότερον.

Αὕτη εἶναι ἡ γενικὴ θεωρία τῶν ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων· νῦν δὲ ὑπολείπεται νὰ ἐκθέσωμεν τὰς λεπτομερείας τῶν ὀργάνων, δι' ὧν γίνεται ἡ ἠλεκτρικὴ τηλεγράφησις.

292. *Συστατικὰ τῶν ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων.* — Τὰ οὐσιώδη συστατικὰ παντὸς ἠλεκτρικοῦ τηλεγράφου εἶναι τὰ ἐξῆς τέσσαρα· ἡ στήλη, ὁ ἀγωγός, ὁ πομπός, καὶ ὁ δέκτης.

α.) *Στήλη.* — Αἱ μᾶλλον ἐν χρήσει στήλαι εἶναι ἡ τοῦ Βοῦνσεν καὶ ἡ τοῦ Δανιήλ· ὁ δὲ ἀριθμὸς τῶν στοιχείων αὐτῶν εἶναι ἀπὸ δέκα μέχρι τριάκοντα, κατὰ τὴν ἀνάγκην.

β.) *Ἀγωγός.* — Ὁ ἀγωγός ἀποτελεῖται ἐκ συρμάτων σιδηρῶν ὑποστηριζομένων ὑπὸ ξυλίνων στύλων, ἕκαστος τῶν ὁποίων ἀπέχει ἀπὸ τοῦ προσεχοῦς 50 μέτρα. Πρὸς ἀπομόνωσιν δὲ τῶν συρμάτων ὑπάρχουσιν ἐπὶ τῶν στύλων τούτων εἰς ὕψος 2 μέχρι 3 μέτρων ὑπὲρ τὸ ἔδαφος ὑποστηρίγματα ἀπομονωτικὰ ἐκ πορκελάνης ἢ ὀπτῆς γῆς ἔχοντα τὸ σχῆμα δακτυλίων, δι' ὧν διέρχονται τὰ σύρματα, ἢ μικρῶν ἀγγείων φερόντων σιδηροῦν ἄγγιστρον. Τὰ σύρματα τείνονται κατὰ πᾶν χιλιόμετρον διὰ μικρῶν ἐργατῶν, ὧν οἱ στύλοι εἶναι ἰσχυρότεροι. Προτιμῶνται δὲ τὰ σιδηρᾶ σύρματα τῶν χαλκῶν, ἂν καὶ ταῦτα εἶναι καλλίτεροι ἀγωγοί, διότι ὁ σίδηρος ἀντέχει περισσότερον εἰς τὰς ἔλξεις καὶ διότι εἶναι πολὺ εὐωνότερος. Ἐχουσι δὲ τὰ σύρματα διάμετρον 4 ὑποχιλιομέτρων· διότι ἂν ἦσαν παχύτερα ἤθελον μὲν ἄγει κάλλιον τὸ ρεῦμα, ἀλλὰ δὲν ἤθελον εἶναι ἱκανῶς εὐκαμπτα.



Ὁ ἄγωγός δύναται νὰ διέρχηται καὶ ὑπὸ τὸ ἔδαφος, ἢ διὰ τοῦ πυθμένος τῶν θαλασσῶν· ἀλλὰ τότε τὰ σύρματα πρέπει νὰ εἶναι κεκαλυμμένα ὑπὸ ἀπομονωτικοῦ στρώματος ἐκ γουταπέρας. Τῶν ὑπογείων ἀγωγῶν γίνεται χρῆσις ἰδίως ἐν Γερμανίᾳ. Ὑποβρυχίων δὲ συρμάτων γίνεται χρῆσις μεταξὺ τόπων κεχωρισμένων ἀπ’ ἀλλήλων διὰ θαλάσσης· τοιοῦτον εἶναι τὸ ἐξ Εὐρώπης εἰς τὴν Ἀμερικὴν διὰ τοῦ Ἀτλαντικοῦ Ὠκεανοῦ διήκον.

γ΄.) *Πομπός*. — Οὕτω καλεῖται τὸ κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ ἀγωγοῦ πλησίον τῆς στήλης τεθειμένον ὄργανον, δι’ οὗ κανονίζεται ἢ χρῆσις τοῦ ρεύματος, ἀνοιγομένου καὶ κλειομένου τοῦ κυκλώματος κατὰ θέλησιν, πρὸς παραγωγὴν κατὰ τὸ ἕτερον τῆς γραμμῆς ἄκρον τῆς κινήσεως, ἧτις εἶναι ἀναγκαῖα εἰς τὴν μετάδοσιν τῶν σημείων.

δ΄.) *Δέκτης*. — Οὕτω καλεῖται τὸ ὄργανον τὸ δεχόμενον τὸ διὰ τοῦ πομποῦ πεμπόμενον τηλεγράφημα. Περιέχει δὲ τὸν ἠλεκτρομαγνήτην καὶ τὸν μοχλὸν αὐτοῦ, ἔτι δὲ τὸν ἀναγκαῖον μηχανισμόν εἰς τὸν σχηματισμὸν τῶν σημείων.

Ἐκαστος τηλεγραφικὸς σταθμὸς ἵνα πέμπῃ καὶ δέχηται τηλεγραφήματα, πρέπει νὰ ἔχῃ ἓνα πομπὸν, ἓνα δέκτην καὶ μίαν στήλην. Κατωτέρω δὲ θέλομεν ἴδει πῶς τὰ αὐτὰ σύρματα ἀρκοῦσιν εἰς τὴν διπλὴν ταύτην χρῆσιν.

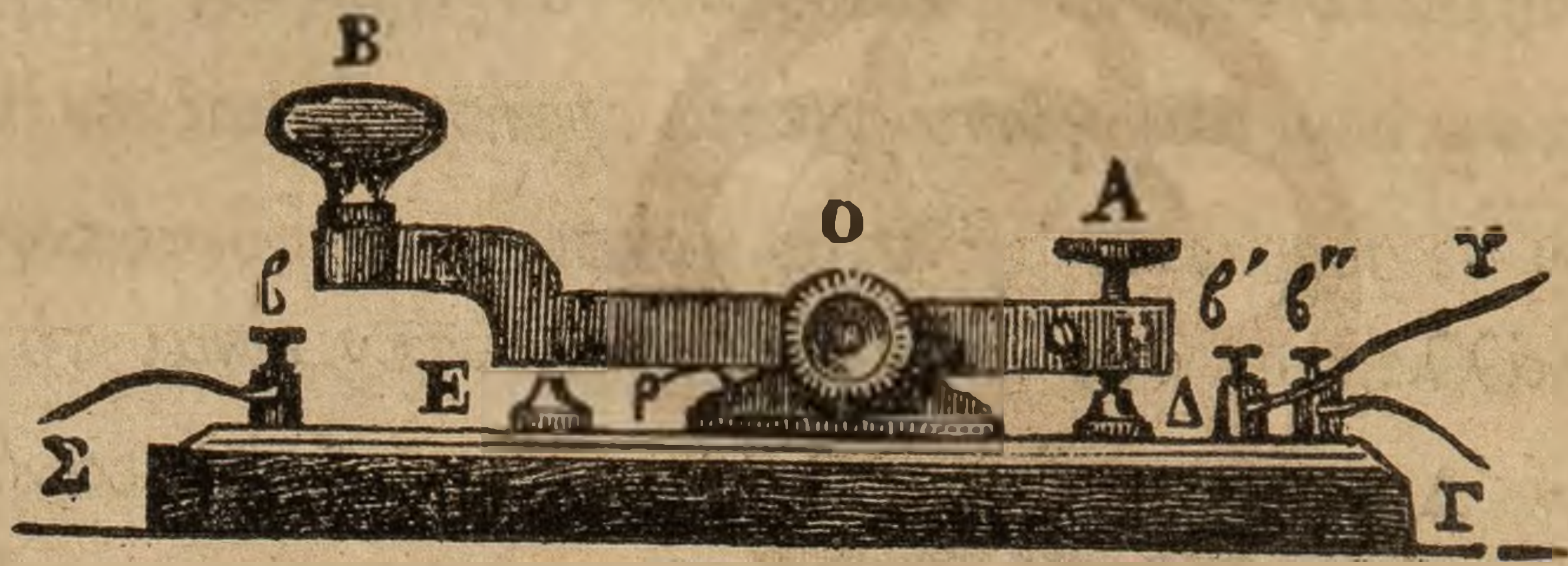
Ταῦτα εἶναι τὰ στοιχεῖα, ἐξ ὧν γενικῶς ἀποτελεῖται πᾶς ἠλεκτρικὸς τηλεγράφος. Ὑπάρχουσι δὲ πολλὰ εἶδη τηλεγράφων, ὧν κυριώτεροι εἶναι ὁ τηλεγράφος σημείων, ὁ ἀλφαθητικὸς, καὶ ὁ γράφων τηλεγράφος τοῦ Μόρσου. Ἡμεῖς δὲ θέλομεν περιορισθῆ εἰς τὴν περιγραφὴν τοῦ τελευταίου, διότι αὐτοῦ μόνου γίνεται χρῆσις ἐν Ἑλλάδι.

293. *Τηλέγραφος γράφων τοῦ Μόρσου*. — Ὁ τηλεγράφος οὗτος ἐπενοήθη ὑπὸ τοῦ Ἀμερικανοῦ Μόρσου· ἔχει δὲ πρὸς τοὺς λοιποὺς τὸ πλεονέκτημα, ὅτι δι’ αὐτοῦ μὲν τὰ σημεῖα γράφονται καὶ μονιμοποιοῦνται, δι’ ἐκείνων δὲ οὐδὲν ἴχνος τῶν σημείων μένει. Πρὸς δὲ τούτοις ὁ πομπὸς καὶ ὁ δέκτης αὐτοῦ εἶναι ἀπλοῖ τὸν μηχανισμόν μετὰ τὰς ὑπὸ τοῦ Βρικέτου ἐπενεχθείσας τελειοποιήσεις.

*Πομπός τοῦ τηλεγράφου τοῦ Μόρσου*. — Ὁ πομπὸς οὗτος συνίσταται ἐκ μικροῦ μοχλοῦ χαλκοῦ τοῦ ΚΙ (σχ. 138) στρε-



φομένου περί τὸν ἄξονα  $O$ , στηριζόμενον ἐπὶ ξυλίνου ὀρθογωνίου υποβάθρου. Τὸ ἄκρον  $K$  τοῦ μοχλοῦ τούτου περατοῦται εἰς κομ-



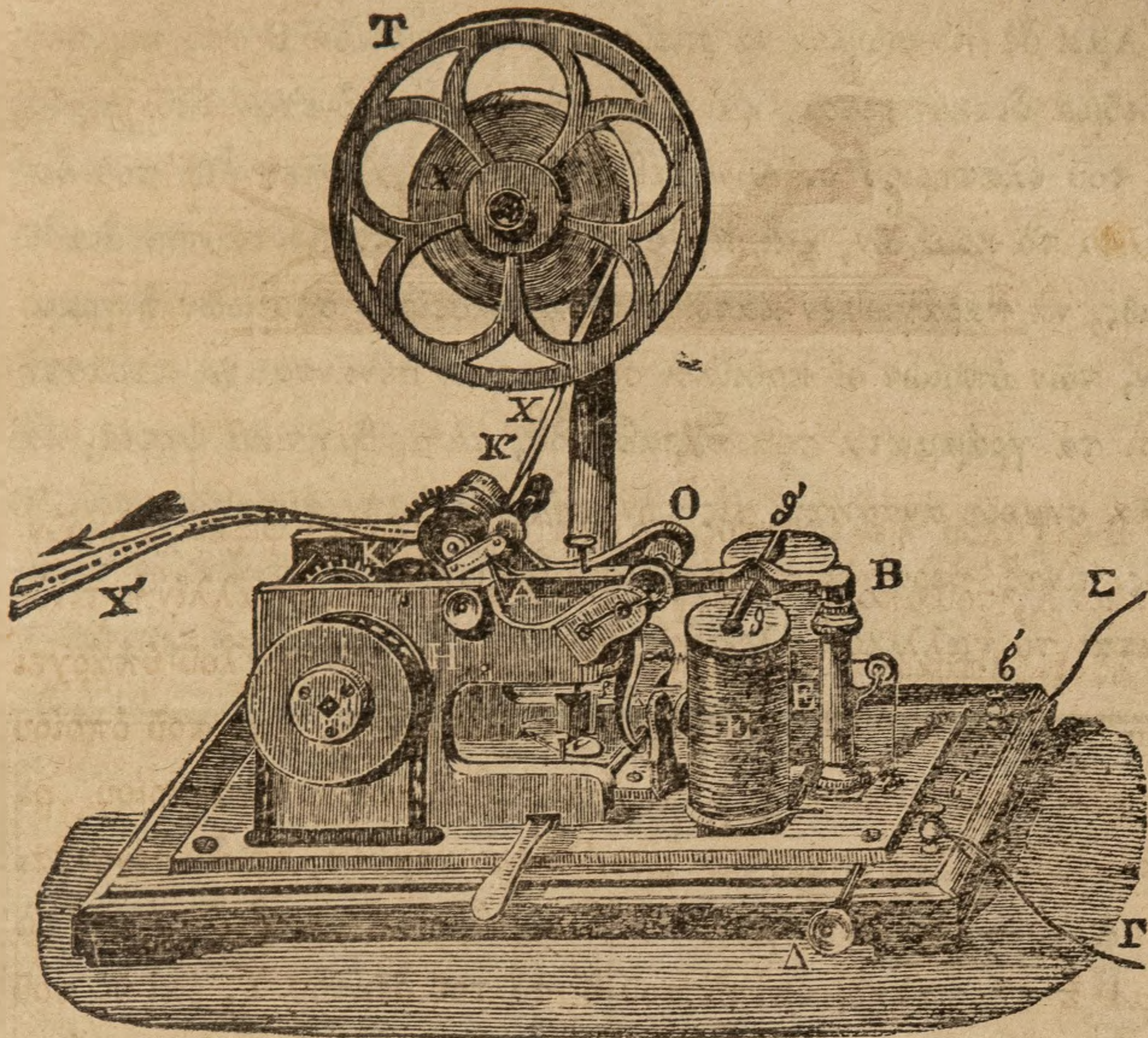
Σχ. 138.

βίον  $B$  ἐκ ξύλου ἢ ἐλέφαντος, τὸ δὲ ἕτερον ἄκρον  $I$  φέρει χαλκοῦν κοχλίαν  $A$ , τοῦ ὁποίου τὸ ἄκρον στηρίζεται ἐπὶ μεταλλίνης τινὸς ἐξοχῆς  $\Delta$ . Ὑποκάτω τοῦ ἐμπροσθίου μέρους τοῦ μοχλοῦ ὑπάρχει ἄλλο τι μετάλλινον συστατικὸν ἢ ἄκμων  $E$ , ἀπὸ τοῦ ὁποίου ὁ μοχλὸς κρατεῖται μεμακρυσμένος διὰ μικροῦ ἐλατηρίου  $\rho$ . Κατὰ τὰ  $\beta, \beta', \beta''$ , ὑπάρχουσι μετάλλινα κομβία, ἐφ' ὧν δένονται τὰ σύρματα. Καὶ ἐπὶ μὲν τοῦ  $\beta$  κομβίου εἶναι δεδεμένον τὸ σύρμα  $\Sigma$  τῆς σήλης, ἐπὶ δὲ τοῦ  $\beta'$  τὸ τοῦ δέκτου  $\Upsilon$ , ἐπὶ δὲ τοῦ  $\beta''$  τὸ τῆς γραμμῆς  $\Gamma$ . Ταινία χαλκαῖ ὑπὸ τὸ ὄργανον ἠρμοσμέναι ἀποκαθιστῶσι συγκοινωνίαν μεταξὺ τοῦ  $\beta$  καὶ τοῦ ἄκμωνος  $E$ , μεταξὺ τοῦ  $\beta'$  καὶ τοῦ  $\Delta$ , καὶ μεταξὺ τοῦ  $\beta''$  καὶ  $O$ . Ἐκ τῆς διαθέσεως δὲ ταύτης συμβαίνει ὅτι, ὅταν ὁ πομπὸς ἡρεμῇ, ὑπάρχει, πάντοτε συγκοινωνία μεταξὺ τοῦ  $O$  καὶ τοῦ  $\Delta$ , ἥτοι μεταξὺ τῆς γραμμῆς καὶ τοῦ δέκτου. Τούναντίον δὲ ἐὰν πιέσωμεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ κομβίον  $B$ , ὥστε ὁ μοχλὸς  $KI$  νὰ ἐγγίξῃ τὸν ἄκμονα  $E$ , ἡ συγκοινωνία καθίσεται μεταξὺ τοῦ  $E$  καὶ τοῦ  $O$ , ὥστε τὸ ρεῦμα ἀμέσως διέρχεται διὰ τοῦ σύρματος τῆς γραμμῆς  $\Gamma$ .

*Δέκτης τοῦ τηλεγράφου τοῦ Μόρσου.* — Τὸ σχῆμα 139 παριστᾷ τὸ ὄργανον τοῦτο, οἷον κατασκευάζει αὐτὸ νῦν ἐν Παρισίοις ὁ  $K$  Βρικέτος.  $K$  καὶ  $K'$  εἶναι δύο κύλινδροι στρεφόμενοι ὁ εἷς ἐπὶ τοῦ ἑτέρου διὰ μηχανισμοῦ ὥρολογίου  $H$ . Μεταξὺ τῶν κυλίνδρων τούτων διέρχεται ταινία χάρτου  $XXX'$  περιειλιγμένη ἐπὶ τοῦ τροχοῦ  $T$ .  $E$  καὶ  $E'$  εἶναι τὰ πηνία τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου, ὑπεράνω τοῦ ὁποίου ὑπάρχει μοχλὸς  $AB$  κινητὸς περί τὸν ἄξονα  $O$ . Τὸ ἄκρον  $A$  τοῦ μοχλοῦ τούτου φέρει αἰχμὴν χαλυ-



βδίνην, προωρισμένην νὰ γράφῃ τὰ τηλεγραφικὰ σημεῖα ἐπὶ τῆς μεταξὺ τῶν δύο κυλίνδρων ὑπαρχούσης ταινίας χάρτου. θθ΄



Σχ. 139.

εἶναι ὄπλισμός ἐκ μαλακοῦ σιδήρου, ρ δὲ ἐλικοειδὲς ἐλατήριο, τοῦ ὁποίου ἡ τάσις κανονίζεται διὰ τοῦ κομβίου Δ, καὶ τὸ ὅποιον χρησιμεύει νὰ κρατῇ τὴν αἰχμὴν μακρὰν τοῦ χάρτου, ἐνόσει τὸ ρεῦμα δὲν διέρχεται διὰ τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου. Τέλος δὲ μετὰ τοῦ κομβίου β εἶναι συνδεδεμένον τὸ σύρμα τῆς γραμμῆς Γ, μετὰ δὲ τοῦ β' τὸ τῆς γῆς Σ.

Εἶναι τώρα εὐκόλον νὰ ἐννοήσωμεν πῶς ἐνεργεῖ ὁ προκείμενος τηλεγράφος. Εἶπομεν ὅτι ἀρκεῖ νὰ πιέσωμεν τὸ κομβίον Β τοῦ πομποῦ, ἵνα ἀμέσως πέμψωμεν τὸ ρεῦμα εἰς τὸ σύρμα τῆς γραμμῆς Γ. Τὸ ρεῦμα τοῦτο διερχόμενον διὰ τοῦ ἠρεμοῦντος πομποῦ τοῦ σταθμοῦ, εἰς ὃν στέλλεται τὸ τηλεγράφημα, φθάνει εἰς τὸν δέκτην αὐτοῦ, διέρχεται διὰ τῶν πηνίων τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου καὶ χάνεται εἰς τὸ ἔδαφος, ὅπου ἄγει αὐτὸ τὸ σύρμα τῆς γῆς Σ.

Κατὰ τὴν στιγμὴν ταύτην ὁ ὄπλισμός θθ΄ ἔλκεται καὶ ἡ αἰχμὴ πιέζουσα τὴν ταινίαν τοῦ χάρτου τὴν ἐξελισσομένην με-



ταξὺ τῶν δύο κυλίνδρων, χαράσσει ἐπ' αὐτῆς γραμμὴν ἢ στιγμὴν, κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐπαφῆς.

Ἄμα δὲ παύσωμεν νὰ πιέζωμεν τὸ κομβίον Β τοῦ πομποῦ, τὸ ρεῦμα διακόπτεται, καὶ ἡ αἰχμὴ ἀπομακρύνεται τοῦ χάρτου ὑπὸ τοῦ ἐλατηρίου ρ. Δυνάμεθα λοιπὸν πιέζοντες διὰ τοῦ δακτύλου τὸ κομβίον, καὶ διακόπτοντες τὴν πίεσιν ταύτην διαδοχικῶς, νὰ παράγωμεν κατὰ τὸ δοκοῦν σειρὰν στιγμῶν ἢ γραμμῶν, τῶν ὁποίων οἱ ποικίλοι συνδυασμοὶ δύνανται νὰ παραστήσωσι τὰ γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου, τὰ ἀριθμητικὰ ψηφία, καὶ ἄλλα σημεῖα ἀναγκαῖα εἰς τὴν τηλεγραφικὴν ἀνταπόκρισιν. Ὁ ἐξῆς πίναξ περιέχει τὰ σημεῖα, δι' ὧν κατὰ συνθήκην παρίσταται τὸ γαλλικὸν ἀλφάβητον, καὶ τὰ ἀριθμητικὰ ψηφία.

### Ἄ λ φ ά β η τ ο ν .

A - —	N — — -
B — — — -	O — — — —
C — — — — -	P — — — — -
D — — - -	Q — — — — —
E -	R — — - -
F — — — —	S — — - -
G — — — —	T — —
H — — — -	U — — — —
I - -	V — — — — —
J — — — — —	W — — — —
K — — — —	X — — — — —
L — — — — -	Y — — — — —
M — — — —	Z — — — — -

### Ἄ ρ ι θ μ η τ ι κ ά ψ η φ ί α .

1 - — — — — —	6 — — — — -
2 - — — — — —	7 — — — — -
3 - — — — — —	8 — — — — -
4 - — — — — —	9 — — — — -
5 - — — — -	0 — — — — —



*Σημειώσεις.* — Εἰς τὸν δέκτην τοῦ τηλεγράφου τοῦ Μόρσου εἶναι προσηρτημένον μικρόν τι ὄργανον καλούμενον ἠλεκτρονόμος· ἀποτελεῖται δὲ τοῦτο ἐξ ἠλεκτρομαγνήτου, δι’ οὗ διέρχεται τὸ ρεῦμα τῆς γραμμῆς πρὶν χαθῆ εἰς τὴν γῆν, καὶ ὅστις ἔλκων μοχλὸν τινα μαλακοῦ σιδήρου τεθειμένον ἔμπροσθεν αὐτοῦ κατακορύφως, κλείει τὸ κύκλωμα τοπικῆς τινος στήλης συγκειμένης ἐξ ὀλίγων στοιχείων, καὶ προωρισμένης εἰς τὸ ἐνεργεῖν ἐπὶ τὸν μοχλὸν τοῦ δέκτου. Ἐπομένως τὸ παράγον τὰ σημεῖα δὲν εἶναι κυρίως τὸ ρεῦμα τῆς γραμμῆς, ἀλλὰ τὸ τῆς τοπικῆς στήλης τῆς ὑπαρχούσης ἐν ἐκάστῳ σταθμῷ.

Ἡ διάθεσις αὕτη, περὶ τῆς ὁποίας δὲν δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν περισσότερα, ἀποτέλεσμα ἔχει νὰ καθιστᾷ κανονικωτέραν τὴν πορείαν τοῦ τηλεγράφου, καὶ νὰ κατορθώνη τὴν διάδοσιν τῶν σημείων εἰς μεγάλας ἀποστάσεις διὰ ρευμάτων σχετικῶς ἀσθενῶν.

294. *Ἐπενέργεια τῶν θυελλῶν ἐπὶ τοὺς ἠλεκτρικοὺς τηλεγράφους.* — Αἱ θυελλοὶ παράγουσιν ἐπὶ τῶν ὀργάνων τῶν ἠλεκτρικῶν τηλεγράφων ἀποτελέσματα λίαν ἀξιοσημεῖωτα. Καθ’ ἐκάστην ἀστραπὴν ἀναπτύσσεται ρεῦμα ἐν τοῖς ἀγωγοῖς. Ἐνίοτε δὲ, ἀλλὰ σπανίως, τὸ ἀναπτυσσόμενον ρεῦμα εἶναι τόσον ἰσχυρὸν, ὥστε τὰ σύρματα τοῦ ἠλεκτρομαγνήτου πυρακτοῦνται, τήκονται, ἢ καὶ ἐξατμίζονται. Παρατηρεῖται δὲ καὶ ἄλλο τι φαινόμενον παραγόμενον ὑπὸ τῆς διόδου τῶν ἰσχυρῶν τούτων ρευμάτων, ἢ διαρκῆς μαγνήτισις τῶν ἠλεκτρομαγνητῶν. Ἴνα ἀποφύγωμεν τὰ ἀποτελέσματα ταῦτα τοῦ κεραυνοῦ, κάμνομεν νὰ συγκοινωνῶσιν ἐν καιρῷ θυέλλης τὰ σύρματα μετὰ τῆς γῆς· τότε δὲ τὰ ἀναπτυσσόμενα ρεύματα χάνονται εἰς τὴν γῆν καὶ δὲν βλάπτουσι τὰ ὄργανα.



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΝΑΤΟΝ.

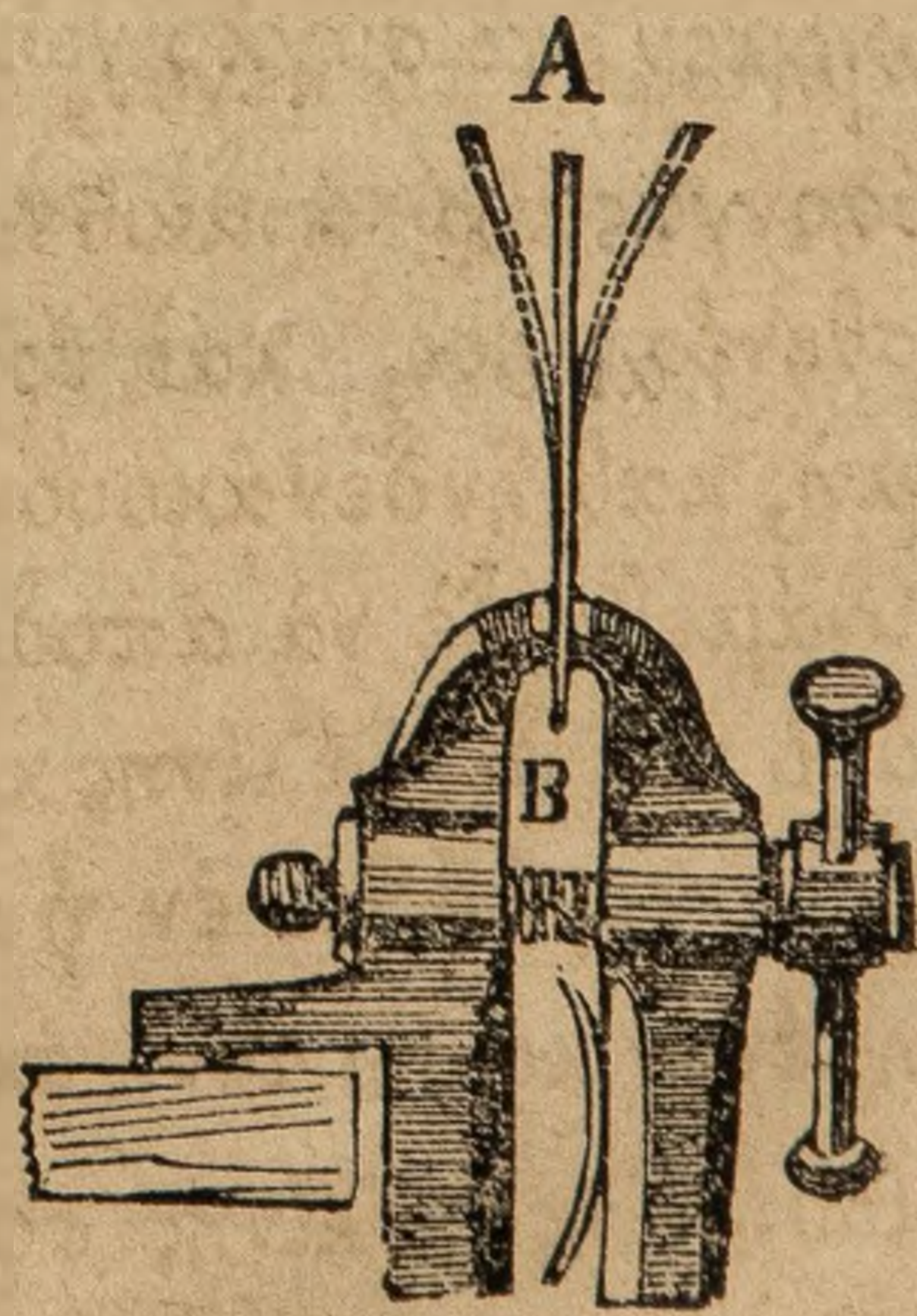
## ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

## Γένεσις, διάδοσις, καὶ ἀνάκλασις τοῦ ἤχου.

295. Ὅρισμος τῆς ἀκουστικῆς.—Ἀκουστικὴ εἶναι τὸ μέρος τῆς φυσικῆς τὸ περὶ τοῦ ἤχου πραγματευόμενον.

296. Γένεσις τοῦ ἤχου.—Ὁ ἤχος εἶναι αἰσθημα ἰδιαίτερον, τὸ ὁποῖον αἰσθανόμεθα διὰ τοῦ ὄργάνου τῆς ἀκοῆς. Παράγεται δὲ ὁ ἤχος ὑπὸ τρομώδους κινήσεως τῆς σταθμητῆς ὑλῆς. Οἷον, ὅταν κρούσαντες χορδὴν βιολίου ἢ κιθάρας παραγάγωμεν ἤχον, διακρίνομεν τὴν τρομώδη κίνησιν αὐτῆς καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἤχου. Ἐὰν δὲ ἐξαρτήσωμεν σφαιρίδιον ἐλέφαντος οὕτως, ὥστε νὰ εὐρίσκηται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῶν τοίχων ὑαλίνου κώδωνος, καὶ κρούσωμεν τοῦτον, βλέπομεν ὅτι ἐνόσω ὁ κώδων ἤχει, τὸ σφαιρίδιον κινεῖται καὶ καθιστᾷ φανεράν τὴν παλμώδη κίνησιν τοῦ κώδωνος. Τὸ πείραμα δὲ τοῦτο δύναται νὰ γείνη εἰς τὰ πλεῖστα τῶν ἠχητικῶν σωμάτων, καὶ ἀποδεικνύει τὴν ἀνωτέρω ἀρχήν. Ἀλλὰ διὰ νὰ παράγωσιν ἤχον οἱ παλμοὶ, πρέπει νὰ ἔχωσιν ἰκανὴν ταχύτητα. Ἐὰν παραδείγματος χάριν στερεώσωμεν ἐπὶ λαβίδος (σχ. 140) μακρὸν ἔλασμα χαλύβδινον AB, καὶ ἀφοῦ ἀπομακρύνωμεν αὐτὸ ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας, ἀφήσωμεν αὐτὸ ἐλεύθερον, τὸ ἔλασμα τοῦτο θέλει ἐκτελέσει σειρὰν παλμῶν ἰκανῶς βραδέων, ὥστε ὁ ὀφθαλμὸς νὰ δύναται νὰ παρακολουθήσῃ καὶ μετρήσῃ αὐτούς· ἀλλὰ τότε δὲν θέλει παραγάγει ἤχον. Ἐλαττουμένου δὲ βαθμηδὸν τοῦ ἐλευθέρου μέρους τοῦ ἐλάσματος, οἱ παλμοὶ γίνονται ἐπὶ μᾶλλον



Σχ. 140.

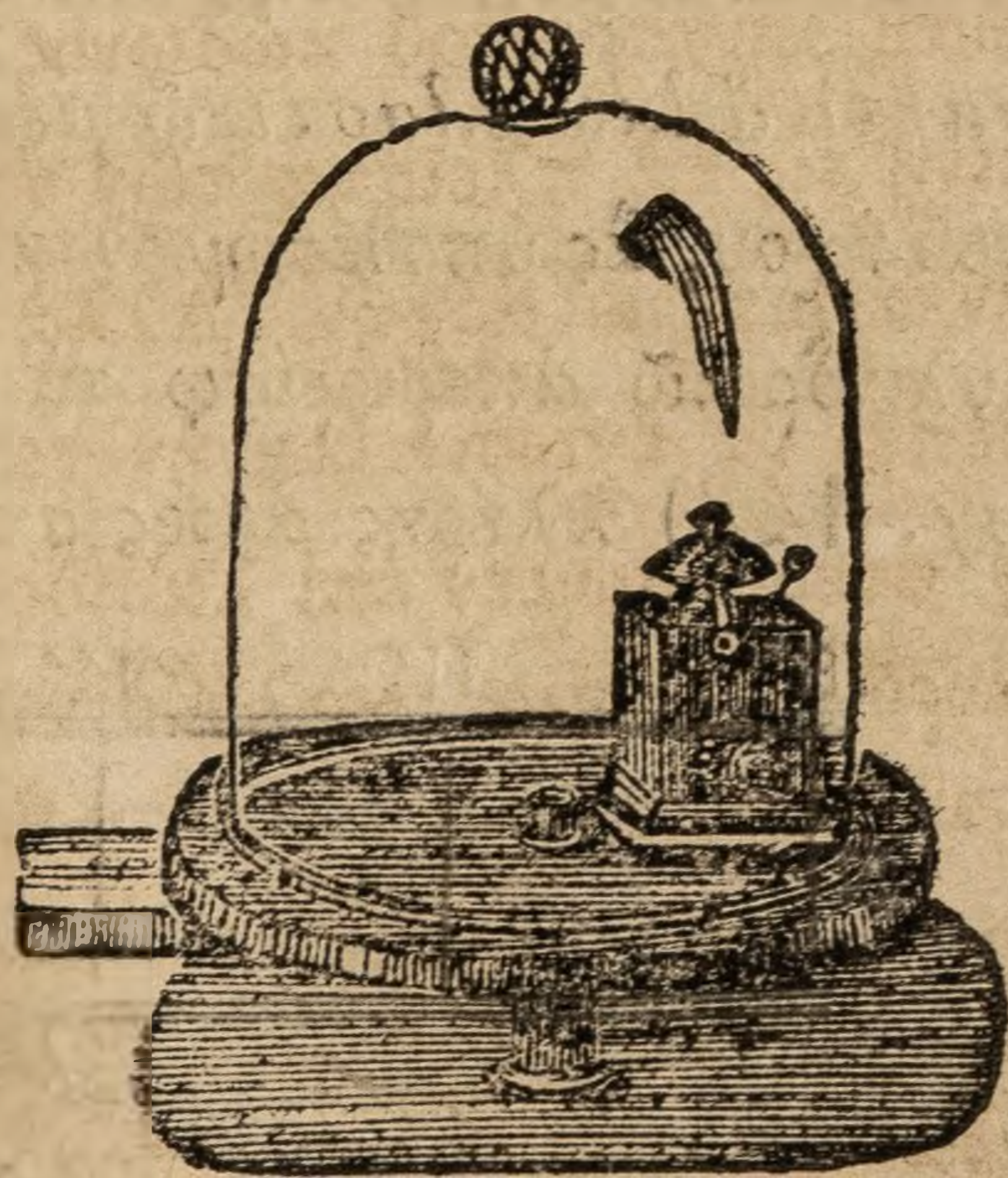


καὶ μᾶλλον ταχύτεροι, καὶ ἔρχεται στιγμή καθ' ἣν ἤχος τις παράγεται, τὸ πρῶτον λίαν βαρὺς· ἀλλὰ τότε δὲν δυνάμεθα πλέον διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ νὰ μετρήσωμεν τοὺς παλμούς. Ἐξακολουθοῦντες δὲ οὕτω νὰ ἐλαττώμεν τὸ μῆκος τοῦ ἐλάσματος, θέλομεν αὐξάνει τὴν ταχύτητα τῆς παλμικῆς κινήσεως, ὁ δὲ ἤχος θέλει γίνεταί ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ὀξύς.

297. Ἦχος καὶ ψόφος.— Διακρίνεται ὁ κυρίως λεγόμενος ἤχος ἢ μουσικὸς ἤχος ἀπὸ τοῦ ψόφου· διότι ὁ μὲν πρῶτος παράγει αἰσθημα συνεχές, καὶ προέρχεται ἐκ παλμῶν ταχέων, κανονικῶν καὶ ἰσοχρόνων. Ὁ δὲ ψόφος εἶνα αἰσθημα ἀκαριαῖον, ἢ μίγμα πολλῶν διαφωνούντων ἤχων· οἷον ἡ κρούσις σφύρας ἐπὶ λίθου, ἢ βροντῆ, ὁ φλοῖστος τῶν κυμάτων κτλ.

Ὁ ἤχος δὲν διαδίδεται ἐν τῷ κενῷ. Ταχύτης αὐτοῦ ἐν τῷ ἀέρι.

298. Οἱ παλμοὶ τῶν ἤχητικῶν σωμάτων δὲν δύνανται νὰ διαδοθῶσι μέχρις ἡμῶν ἢ διὰ μέσου τινὸς σταθμητοῦ. Ἴνα δὲ δείξωμεν τοῦτο πειραματικῶς, θέτομεν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς πνευματικῆς ἀντλίας ἐπὶ προσκεφαλαίου ἐκ μαλλίου ἢ βαμβακίου μετάλλινον κώδωνα, ὃν συνεχῶς κρούει μικρὰ σφῦρα κινουμένη διὰ μηχανισμοῦ ὠρολογίου (σχ. 141). Ἐνόσω ὁ κώδων τῆς πνευματικῆς ἀντλίας περιέχει ἀέρα ὑπὸ τὴν συνήθη πίεσιν, ἀκούομεν εὐκρινῶς τὰ κτυπήματα τοῦ σφυρίου ἐπὶ τοῦ κώδωνος· ἀλλ' ἅμα ἀρχίσωμεν νὰ κάμνωμεν τὸ κενόν, οἱ ἤχοι καθόσον ὁ ἀὴρ ἀραιούται γίνονται ἀσθενέστεροι, καὶ ἔρχεται στιγμή, καθ' ἣν δὲν ἀκούονται πλέον. Δυνάμεθα δὲ νὰ ἀποδείξωμεν τὸ αὐτὸ καὶ δι' ὑαλίνης κοίλης σφαιρας (σχ. 142), ἐν ἣ εἶναι ἠξηρη-



Σχ. 141.

τημένον κωδώνιον ἐκ νήματος μὴ ἐλαστικοῦ ἐκ μετάξης ἢ μαλλίου. Τῆς ὑαλίνης σφαιρας κενωθείσης ἀέρος, ἐὰν κινήσωμεν τὸ κωδώνιον, οὐδένα ἤχον ἀκούομεν· ἀλλ' ἅμα ἀφήσωμεν νὰ εἰς-



έλθη ὀλίγος ἀήρ, ὁ ἦχος ἄρχεται νὰ ἀκούηται κατὰ πρῶτον ἀσθενῆς, ἔπειτα δὲ ἰσχυρότερος, καθόσον ἡ ποσότης τοῦ εἰσερχομένου ἀέρος αὐξάνει.

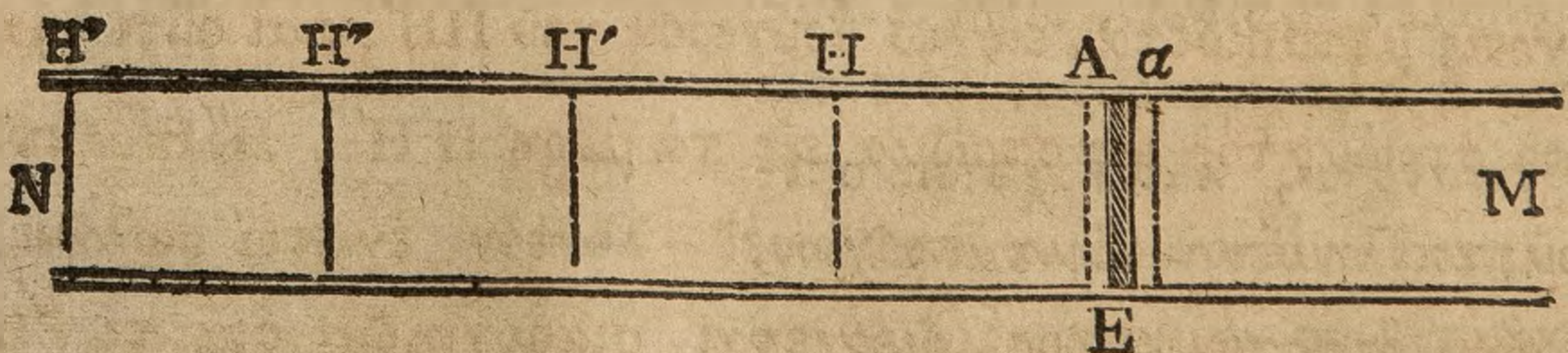
299. Ὅχηματα τοῦ ἦχου.—Ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ δὲν εἶναι τὸ μόνον ὄχημα τοῦ ἦχου, ἀλλὰ πάντα τὰ σταθμητὰ σώματα, στερεὰ, ὑγρά, καὶ ἀέρια δύνανται νὰ διαδώσωσιν αὐτόν. Ἐὰν παραδείγματος χάριν ἐν



Σχ. 142.

ἀμφοτέροις τοῖς προηγουμένοις πειράμασιν, ἀντὶ νὰ ἀφήσωμεν νὰ εἰσέλθῃ ὁ ἀήρ εἰς τὸν κώδωνα ἢ τὴν κοίλην σφαιραν, εἰσαγάγωμεν ἀερίον τι οἷονδῆποτε ἢ ἀτμόν, ὁ ἦχος τῶν κωδώνων ὡσαύτως ἀκούεται· τοῦτο δὲ δεικνύει ὅτι ὁ ἦχος διαδίδεται καὶ διὰ τῶν ἀερίων καὶ τῶν ἀτμῶν. Περί δὲ τῶν ὑγρῶν γνωρίζομεν ὅτι ἀκούομεν τὸν κρότον σωμάτων συγκρουομένων ὑπὸ τὸ ὕδωρ, καὶ ὅτι δύτες ἐμβεβαπτισμένοι ἐν τῇ θαλάσῃ ἀκούει τὰ ἐπὶ τῆς παραλίας λεγόμενα. Τὰ δὲ στερεὰ ἄγουσι τόσον καλῶς τὸν ἦχον, ὥστε ψόφος τις ἐλαφρότατος, οἷον ἢ τριβὴ πτεροῦ εἰς τὸ ἕτερον ἄκρον δοκοῦ ἀκούεται εὐκρινῶς εἰς τὸ ἕτερον. Ὡσαύτως ἐφαρμόζοντες τὸ οὖς ἡμῶν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους δυνάμεθα νὰ ἀκούσωμεν ἐκ μεγάλης ἀποστάσεως τὸν κρότον ἀμάξης, βήματα ἵππων κτλ.

300. Τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ ἦχου ἐν τῷ ἀέρι καὶ ἐν παντὶ ἄλλῳ ἐλαστικῷ μέσῳ.—Πρὸς ἀπλοποίησιν τῆς θεωρίας τοῦ ἦχου, ἃς ὑποθέσωμεν κατὰ πρῶτον ὅτι διαδίδεται ἐν σωλῆνι κυλινδρικῷ ἀπεριορίστῳ τὸ μῆκος. Ἐστω λοιπὸν σωλὴν τις MN (σχ. 143) πλήρης ἀέρος σταθερᾶς θερμοκρασίας καὶ πιέσεως, ἐν



Σχ. 143.

δὲ τῷ σωλῆνι ἐμβολεὺς E παλλόμενος μετὰ μεγάλης ταχύτητος ἐκ τοῦ α πρὸς τὸ A, καὶ τὰνάπαλιν. Ὁ ἐμβολεὺς οὗτος μεταβαίνων ἀπὸ τοῦ α εἰς τὸ A πιέζει τὸν ἐν τῷ σωλῆνι ἀέρα,



ἄλλ' ἔνεκα τῆς μεγάλης πιστότητος τοῦ ρευστοῦ τούτου, ἡ συμπύκνωσις δὲν συμβαίνει καθ' ὅλον τοῦ σωλήνος τὸ μήκος, ἀλλὰ μόνον εἰς ἕκτασιν τινὰ ΑΗ, ἧτις καλεῖται τὸ συμπεπιλημένον κύμα.

Πάντα δὲ τὰ μέρη τοῦ συμπεπιλημένου κύματος δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν πυκνότητα, καὶ ἡ ταχύτης αὐτῶν δὲν εἶναι ἡ αὐτή· διότι τοῦ ἐμβολέως ἡ ταχύτης δὲν εἶναι πανταχοῦ ἡ αὐτή, ὡς ἔχοντος κίνησιν ὁμοίαν τῇ τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ἡ ταχύτης αὕτη οὔσα τὸ πρῶτον μηδὲν κατὰ τὸ α, αὐξάνει βαθμηδὸν μέχρι τοῦ μέσου τοῦ δρόμου τοῦ ἐμβολέως, ἔπειτα ἐλαττοῦται μέχρι τοῦ Α ὅπου μηδενίζεται ἐκ νέου. Ὡς ἐκ τούτου παράγονται ἐν τῷ κύματι ΑΗ πυκνότητες καὶ ταχύτητες τοῦ ἀέρος μεταβληταὶ μετὰ τῆς ταχύτητος τοῦ ἐμβολέως. Κατὰ τὸ Α, ὅπου οὗτος εὐρίσκεται ἐν ἡρεμίᾳ, ἡ ταχύτης τοῦ ἀέρος εἶναι μηδὲν, καὶ τὸ ρευστὸν τοῦτο ἀνέλαβε τὴν ἀρχικὴν αὐτοῦ πυκνότητα. Κατὰ δὲ τὸ Η, ὅπου τελευτᾷ τὸ κύμα, ἡ ταχύτης καὶ πυκνότης εἶναι ἡ αὐτή καὶ κατὰ τὸ Α· ἀλλὰ κατὰ τὰ ἐν τῷ μεταξύ κείμενα σημεῖα αἱ ποσότητες αὗται αὐξάνουσιν ἀπὸ τοῦ Α μέχρι τῆς μεσαίας τομῆς τοῦ κύματος, ἐκεῖθεν δὲ ἐλαττοῦνται μέχρι τοῦ Η.

Ἐὰν δὲ νοήσωμεν τὸν σωλήνα MN διηρημένον εἰς μήκη ἴσα τῷ ΑΗ, καὶ ἕκαστον τῶν μηκῶν τούτων διηρημένον εἰς λεπτότατα στρώματα παράλληλα τῷ ἐμβολεῖ, ἀποδεικνύεται μαθηματικῶς ὅτι τὴν στιγμὴν καθ' ἣν τὸ πρῶτον στῶμα τοῦ κύματος ΑΗ ἐπανέρχεται εἰς ἡρεμίαν, τὸ πρῶτον στῶμα τοῦ μήκους ΗΗ' ἄρχεται νὰ μετέχη τῆς κινήσεως· ἔπειτα δὲ, ὅταν τὸ δεύτερον στῶμα τοῦ κύματος ΑΗ μεταβαίνῃ εἰς ἡρεμίαν, ἡ κίνησις μεταδίδεται εἰς τὸ δεύτερον τοῦ ΗΗ', καὶ οὕτω καθεξῆς ἀπὸ στρώματος εἰς στῶμα εἰς τὰ μέρη Η'Η'', Η''Η''' κτλ. Τὸ συμπεπιλημένον κύμα προχωρεῖ λοιπὸν ἐν τῷ σωλήνι, τοῦ ὁποίου ἕκαστον μέρος διέρχεται διαδοχικῶς διὰ τῶν αὐτῶν βαθμῶν ταχύτητος καὶ πυκνότητος.

Ὅταν δὲ ὁ ἐμβολεὺς ἐπανέρχεται εἰς τὴν ἀρχικὴν του θέσιν, κατὰ τὴν φορὰν Αα, παράγεται ὀπισθεν αὐτοῦ κενόν, εἰς ὃ διαστέλλεται τὸ στῶμα τοῦ ἀέρος τὸ εὐρισκόμενον εἰς ἐπαφὴν



μετὰ τῆς ὀπισθίας ἐπιφανείας τοῦ ἐμβολέως· ἔπειτα δὲ τὸ δεύτερον διασελλόμενον καὶ αὐτὸ ὡσαύτως ἐπαναφέρει τὸ πρῶτον εἰς τὴν ἀρχικὴν του πυκνότητα, καὶ οὕτω καθεξῆς ἀπὸ στρώματος εἰς στῶμα· ὥστε ὅταν ὁ ἐμβολεὺς ἐπανεέλθῃ εἰς τὸ α, παράγεται *διεσταλμένον κύμα* ἔχον τὸ αὐτὸ καὶ τὸ συμπεπιλημένον μῆκος, καὶ ἀκολουθοῦν αὐτὸ ἀμέσως ἐν τῷ κυλινδρικῷ σωλῆνι, ὅπου διαδίδονται συνάμα, τῶν ἀντισοιχούντων στρωμάτων τῶν δύο κυμάτων ἐχόντων ταχύτητας ἴσας καὶ ἀντιθέτους. Τὸ σύνολον τοῦ συμπεπιλημένου καὶ τοῦ διεσταλμένου κύματος ἀποτελεῖ *μίαν κύμανσιν*· δηλονότι μία κύμανσις περιλαμβάνει τὸ μέρος τῆς τοῦ ἀέρος σήλης τὸ τροποποιηθὲν ὑπὸ μιᾶς ἀφίξεως καὶ παλινδρομίας τοῦ ἐμβολέως· μῆκος δὲ *κυμάνσεως* εἶναι τὸ διάστημα, τὸ ὁποῖον διατρέχει ὁ ἦχος κατὰ τὴν διάρκειαν ἐνὸς τελείου παλμοῦ τοῦ παράγοντος αὐτὸν σώματος. Τὸ μῆκος δὲ τοῦτο εἶναι τοσοῦτω μικρότερον, ὅσω οἱ παλμοὶ εἶναι ταχύτεροι.

Εὐκόλως ἤδη δυνάμεθα νὰ μεταβῶμεν ἀπὸ τῆς θεωρίας τῆς κινήσεως τῶν ἠχητικῶν κυμάτων ἐν κυλίνδρῳ εἰς τὴν θεωρίαν τῆς κινήσεως αὐτοῦ ἐν μέσῳ ἀπεριορίστῳ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις· ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο νὰ ἐφαρμόσωμεν κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις ὅ,τι ἐρρέθη περὶ ἐμβολέως κινητοῦ ἐν σωλῆνι· διότι παράγεται περὶ ἕκαστον κέντρον κραδασμοῦ σειρά σφαιρικῶν κυμάτων ἐναλλάξ συμπεπιλημένων καὶ διεσταλμένων. Ἐπειδὴ δὲ τὰ κύματα ταῦτα περιλαμβάνονται μεταξὺ δύο ὁμοκέντρων σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ὧν αἱ ἀκτῖνες αὐξάνουσι βαθμηδὸν, ἐν ᾧ τὸ μῆκος τῆς κυμάνσεως μένει τὸ αὐτὸ, ὁ ὄγκος αὐτῶν αὐξάνει καθ' ὅσον ἀπομακρύνονται ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ κραδασμοῦ· ἐκ τούτου δὲ ἔπεται ὅτι ἡ ταχύτης τῶν εἰς τὰ ἄτομα τοῦ ἀέρος μεταδιδομένων παλμῶν ἐλαττοῦται βαθμηδὸν καὶ ἐπομένως καὶ ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου.

Τὰ σφαιρικὰ δὲ ταῦτα κύματα τὰ ἐναλλάξ συμπεπιλημένα καὶ διεσταλμένα εἶναι τὰ διαδίδοντα τὸν ἦχον. Ἐὰν πολλὰ σημεῖα κραδανθῶσι συγχρόνως, παράγεται περὶ ἕκαστον τούτων σύστημα κυμάτων ὅμοιον τῷ ἐκτεθέντι. Ἄπαντα δὲ τὰ κύματα ταῦτα διαδίδονται δι' ἀλλήλων, χωρὶς νὰ ἀλλοιωθῇ οὔτε ἡ τα-



χύτης, οὔτε τὸ μήκος αὐτῶν. Καὶ ὅτε μὲν τὰ συμπεπιλημένα ἢ διεσταλμένα κύματα ἐπιτίθενται ἐπὶ κυμάτων τῆς αὐτῆς φύσεως οὕτως, ὥστε παράγουσιν ἀποτέλεσμα ἴσον τῷ ἀθροίσματι αὐτῶν, ὅτε δὲ συναντῶνται καὶ παράγουσιν ἀποτέλεσμα ἴσον τῇ διαφορᾷ αὐτῶν. Ἀρκεῖ δὲ νὰ ταράξωμεν εἰς πολλὰ σημεία τὴν ἐπιφάνειαν ἠρεμοῦντος ὕδατος, ἵνα καταστήσωμεν ὄρατὴν τὴν συνύπαρξιν τῶν κυμάτων. Διὰ τοῦτο ἀκούομεν εὐκρινῶς τοὺς συγχρόνως ὑπὸ διαφόρων μουσικῶν ὀργάνων παραγομένους ἤχους.

301. Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι.— Ἐν τοῖς περὶ φωτὸς θέλομεν ἰδεῖν ὅτι ἡ ταχύτης αὐτοῦ εἶναι τοσαύτη, ὥστε τὰς μεγίστας ἐπὶ τῆς γῆς ἀποστάσεις δύναται νὰ διατρέξῃ ἐν ἀνεπαίσθητῷ χρόνῳ. Ἐπομένως τὸ ὑπὸ τῆς ἐκπυροσκοπήσεως πυροβόλου παραγόμενον φῶς δύναται νὰ παρατηρηθῇ ὑπ' ἀνθρώπου εὐρισκομένου εἰς μεγάλην ἀπὸ τοῦ πυροβόλου ἀπόστασιν κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν, καθ' ἣν ἡ ἐκπυροσκοπήσις συμβαίνει· ἀλλὰ τὸ αὐτὸ δὲν γίνεται καὶ διὰ τὸν ἤχον, διότι οὗτος ἀκούεται χρόνον τινὰ ἀφ' οὗ φανῆ ἢ λάμψις. Ἀρκεῖ λοιπὸν νὰ μετρήσωμεν διὰ χρονομέτρου τὸν μεταξὺ τῆς ἀντιλήψεως τοῦ φωτὸς καὶ τοῦ κρότου χρόνον, ἵνα γνωρίσωμεν ἀκριβῶς τὸν χρόνον, ὃν χρειάζεται ὁ ἤχος ἵνα διατρέξῃ ὠρισμένον διάστημα, ἐπομένως καὶ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ. Τοιοῦτο δὲ πείραμα ἐγένετο τῷ ὄντι κατὰ πρῶτον ὑπὸ τῆς Ἀκαδημίας τῶν ἐπιστημῶν ἐν Γαλλίᾳ κατὰ τὸ 1738, μεταξὺ τῶν λόφων Μονμάρτρου καὶ Μοντλερῆ, ἀπεχόντων ἀπ' ἀλλήλων 29000 μέτρων· εὐρέθη δὲ ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου οὔσα  $337^{\mu}$ , 18 κατὰ δεύτερον λεπτόν. Τὸ αὐτὸ πείραμα ἐπανελήφθη καὶ κατὰ τὸ 1822 ὑπὸ τῶν μελῶν τοῦ ἀστεροσκοπείου μεταξὺ τῶν λόφων τῆς Βιλλεζουίφης καὶ Μοντλερῆ. Δύο πυροβόλα τὸ μὲν ἐν τῇ πρώτῃ τῶν θέσεων τούτων τὸ δὲ ἐν τῇ δευτέρᾳ, ἐπυροβόλουν κατὰ διαλείμματα 10 λεπτῶν ἐναλλάξ. Ἡ μέση διάρκεια τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου ἀπὸ τοῦ ἐνὸς σταθμοῦ εἰς τὸν ἕτερον εὐρέθη  $54^{\delta}$ , 6· διαιρηθείσης δὲ διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τούτου τῆς ἀποστάσεως τῶν δύο σταθμῶν  $18612^{\mu}$ , 52, εὐρέθη ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου οὔσα  $340^{\mu}$ , 89 κατὰ δεύτερον λεπτόν, ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν  $16^{\circ}$  E, καὶ πίεσιν  $0^{\mu}$ , 76.



Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἀέρι ἐλαττοῦται μετὰ τῆς θερμοκρασίας· οἷον ὑπὸ θερμοκρασίαν  $10^{\circ}$  εἶναι 339, ὑπὸ δὲ τὴν θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$  εἶναι 333 μέτρων. Ἀλλ' εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς πίεσεως. Ὁ δὲ Δουλόγγος φυσῶν εἰς τὸν αὐτὸν σωλῆνα ὄργάνου (*orgue*) διὰ διαφόρων ἀερίων καὶ οὕτω παράγων ἤχον, εὔρε διὰ μαθηματικῶν ὑπολογισμῶν ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν  $0^{\circ}$  εἶναι ἐν μὲν τῷ ἀνθρακικῷ ὀξει 216 μέτρων, ἐν δὲ τῷ ὀξυγόνῳ 317, καὶ ἐν τῷ ὑδρογόνῳ 1269.

302. Ταχύτης τοῦ ἤχου ἐν τοῖς ὑγροῖς καὶ τοῖς στερεοῖς. — Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι πολλῶ μείζων ἐν τοῖς ὑγροῖς ἢ ἐν τῷ ἀέρι. Προσδιωρίσθη δὲ ἀκριβῶς ἡ ἐν τῷ ὕδατι ταχύτης ὑπὸ τοῦ Κολλαδῶνος καὶ τοῦ Στούρμου διὰ πειραμάτων γενομένων τὸ 1827 ἐπὶ τῆς λίμνης τῆς Γενεύης· εὑρέθη δὲ ὅτι ὑπὸ τὴν θερμοκρασίαν  $9^{\circ}$  εἶναι 1435 μέτρων κατὰ δεύτερον λεπτόν.

Ἐν δὲ τοῖς στερεοῖς ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι ἔτι μείζων. Ὁ Βιῶτος διὰ πειραμάτων γενομένων ἐπὶ σωλήνων ἐκ χυτοῦ σιδήρου προωρισμένων εἰς ὑδραγωγεία εὔρεν ὅτι ἡ ταχύτης ἐν αὐτῷ εἶναι 10,5, ὡς μονάδος ληφθείσης τῆς ἐν τῷ ἀέρι ταχύτητος. Ὁ δὲ Χλάδνης (*Chladni*) εὔρεν ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι 9κις μείζων ἐν τῷ ἀργύρῳ ἢ ἐν τῷ ἀέρι, ἐν τῷ χαλκῷ 12κις, ἐν τῷ σιδήρῳ 16κις, καὶ ἐν τῷ ξύλῳ τῆς ἐλάτης 18κις.

### Περὶ ἀνακλάσεως τοῦ ἤχου.

303. Ἐνόσω τὰ ἠχητικὰ κύματα δὲ εὐρίσκουσιν ἐμπόδιον εἰς τὴν ἐξάπλωσιν αὐτῶν, διαδίδονται ἐν σχήματι ὁμοκέντρων σφαιρῶν· ἀλλ' ὅταν συναντήσωσι κώλυμά τι, ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἀκολουθοῦντα τὸν γενικὸν νόμον, ὅστις ἐφαρμόζεται εἰς τὴν θερμότητα, καὶ τὸ φῶς, καὶ γενικῶς εἰς πάντα τὰ ἐλαστικὰ σώματα, ἢτοι ἀποτελοῦντα τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως ἴσην τῇ τῆς προσπτώσεως, καὶ ἀμφοτέρας κειμένας ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τὴν ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν. Οἷον ἐὰν ὑποθέσωμεν ἤχόν τινα διαδιδόμενον κατὰ τὴν διεύθυνσιν AB (σχ. 144) καὶ συναντῶντα τὸ ἐπίπεδον PP, ὁ ἤχος οὗτος θέλει







λυμμέναι ὑπὸ ταπήτων, παραπετασμάτων, καὶ τῶν τοιούτων, ἅτινα δὲν ἀνακλῶσι καλῶς τὸν ἦχον, δὲν ἀντηχοῦν (α).

Καλοῦνται ἦχοι πολλαπλαῖ αἱ πολλάκις τὸν αὐτὸν ἦχον ἐπαναλαμβάνουσαι· τοῦτο δὲ συμβαίνει ὅταν δύο ἀντικείμενα κωλύματα, οἷον δύο τοῖχοι παράλληλοι, ἀνταποπέμπωσι τὸν ἦχον εἰς ἄλληλα.

Ὁ ἦχος ἀνακλώμενος ἐπὶ καμπύλων ἐπιφανειῶν ἀποτελεῖ, ὅπως καὶ ἡ θερμότης καὶ τὸ φῶς, ἐστίας ὅπου συγκεντροῦνται τὰ ἀκουστικὰ κύματα. Διὰ τοῦτο ὑπάρχουσιν αἶθουσαι τινες θολωταί, ἐν αἷς δύο ἄνθρωποι ἰκανῶς ἀπ' ἀλλήλων ἀπέχοντες, ἀλλ' ἑκάτερος ἐν μιᾷ ἐστία εὐρισκόμενος, δύνανται νὰ συνομιλῶσι χαμηλῇ τῇ φωνῇ, χωρὶς οἱ ἐν τῷ μεταξὺ νὰ ἀκούωσι τι. Τοιαύτη αἶθουσα ὑπάρχει ἐν τῷ ἰσογείῳ τοῦ σχολείου τῶν τεχνῶν ἐν Παρισίοις.

305. *Τηλέφωνον καὶ ἀκουστικὸν κέρασ.* — Τὰ δύο ταῦτα ὄργανα, ὧν τὸ πρῶτον σκοπὸν ἔχει τὴν ἐνίσχυσιν τῆς φωνῆς, τὸ δὲ χρησιμεύει εἰς τοὺς δυσηκούς, στηρίζονται συνάμα ἐπὶ τῆς ἀνακλάσεως τοῦ ἦχου καὶ τῆς εὐκόλου διαδόσεως αὐτοῦ ἐν τοῖς κυλινδρικοῖς σωλῆσι· δι' αὐτῶν δηλονότι ἐλαττοῦται ἡ ἀπόκλισις τῶν ἠχητικῶν κυμάτων καὶ αὐξάνεται ἡ ἔντασις αὐτῶν. Ἐκάτερον δὲ τῶν ὀργάνων τούτων συνίσταται ἐκ κωνικοῦ σωλῆνος κεκασσιτερωμένου σιδήρου ἢ ὀρειχάλκου, τοῦ ὁποίου τὸ ἐν ἄκρον εἶναι λίαν ἀνοικτὸν καλούμενον κώδων, τὸ δὲ ἕτερον λήγει ἐν μὲν τῷ τηλεφώνῳ εἰς πλατὺν ὄλμον, ἐν δὲ τῷ ἀκουστικῷ κέρατι εἰς στενὸν σωλῆνα, ὅστις εἰσάγεται εἰς τὸν ἀκουστικὸν πόρον.

### Περὶ ἐντάσεως καὶ ὕψους τοῦ ἦχου, καὶ περὶ σειρῆνος.

306. *Ἐντασις τοῦ ἦχου* — Ἡ ἐντασις ἢ ἰσχὺς τοῦ ἦχου ἐξαρτᾶται ἐκ πολλῶν αἰτιῶν, αἰτινες εἶναι αἱ ἑξῆς.

---

(α) Αἱ νεηλιφεῖς οἰκίαι μᾶλλον ἠχοῦσιν, ὅτι μᾶλλον ἀνάκλασις γίνεται διὰ τὴν λειότητά (Ἀριστ. προβλ.).



α.) Πλάτος τῶν παλμῶν. — Ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου αὐξάνει μετὰ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν τοῦ ἠχοῦντος σώματος. Τοῦτο εὐκόλως βεβαιοῦται διὰ τῶν παλλομένων χορδῶν· διότι εἰναι ἰκανῶς μακράι, οἱ παλμοί εἶναι ὄρατοι, καὶ παρατηρεῖται ὅτι τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν ἐλαττουμένου, ὁ ἤχος ἐξασθενεῖ.

β.) Ἀπόστασις τοῦ ἠχοῦντος σώματος. — Ἀποδεικνύεται μαθηματικῶς ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου εἶναι ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων. Ἄλλ' ὁ νόμος οὗτος δὲν ἐφαρμόζεται εἰς τὴν διάδοσιν τοῦ ἤχου ἐν κυλινδρικῷ σωλῆνι, διότι ὁ Βιῶτος παρετήρησεν ὅτι εἰς σωλῆνα ὑδραγωγείου τῶν Παρισίων ἔχοντα μῆκος 901 μέτρων, χαμηλὴ ὀμιλία γινομένη εἰς τὸ ἐν ἄκρον ἠκούετο εὐκρινῶς εἰς τὸ ἕτερον.

γ.) Πυκνότης τοῦ αἵρος. — Εἶδομεν ἐν προηγουμένῳ τινὶ πειράματι ὅτι ὁ ἤχος κώδωνος ἠχοῦντος ὑπὸ τὸ δοχεῖον τῆς πνευματικῆς ἀντλίας γίνεται ἀσθενέστερος, καθ' ὅσον ὁ αἴρ ἀραιοῦται. Ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὀρέων ἵνα ἀκούηται τις παρὰ τῶν ἄλλων, πρέπει νὰ ὀμιλῇ μεγαλοφώνως, ἢ δὲ ἐκπυρσοκρότησις πυροβόλου ἀποτελεῖ ἤχον ἀσθενῆ. Ἡ τοιαύτη τοῦ ἤχου ἐξασθένησις παρατηρήθη καὶ ἐν ταῖς ἀεροστατικαῖς ἀναβάσεσι.

δ.) Διατάραξις τοῦ αἵρος. — Ὁ ἤχος διαδίδεται εὐκολώτερον ἐν ἡρεμοῦντι ἢ ἐν τεταραγμένῳ αἵρι. Ἐξαρτᾶται δὲ ἡ ἔντασις τοῦ ἤχου καὶ ἐκ τῆς φορᾶς τοῦ ἀνέμου· καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν μὲν καὶ ὁ ἀνεμος φορὰν διαδίδεται εὐκολώτερον, κατὰ δὲ τὴν ἀντίθετον δυσκολώτερον.

ε.) Γειτνιασις ἠχητικῶν σωμάτων — Ὁ ἤχος ἐνισχύεται πάντοτε ἐκ τῆς γειτνιασεως ἠχητικοῦ σώματος· οἷον χορδὴ τεταμένη καὶ ἀπομεμονωμένη ἐν τῷ αἵρι ἀποτελεῖ ἀσθενῆ ἤχον· τεταμένη δὲ οὔσα ἐπὶ κιβωτίου λεπτοῦς καὶ ἐλαστικοῦς τοῦς τοίχους ἔχοντος, ὡς ἐπὶ τῆς κιθάρας καὶ τοῦ τετραχόρδου (βιολίου), παράγει ἰσχυρότερον ἤχον (α).

307. Ὑψος τοῦ ἤχου. — Τὸ ὕψος τοῦ ἤχου ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐν ὠρισμένῳ χρόνῳ ὑπὸ τοῦ ἠχοῦντος σώμα-

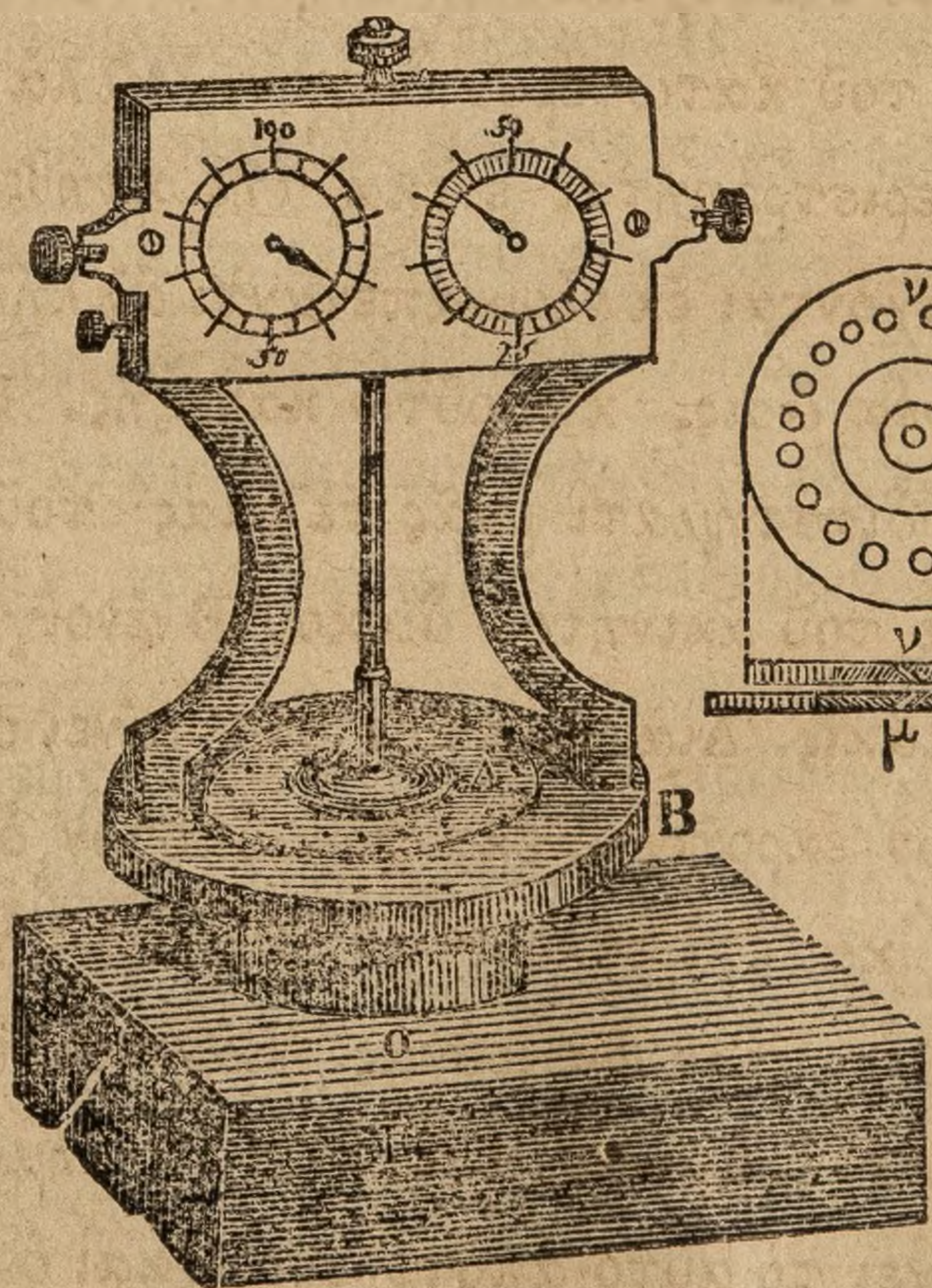
(α) Ἐάν τις πίθον καὶ κεράμια κενὰ κατορύξῃ καὶ πωμάσῃ, μᾶλλον ἤξει τὰ οἰκήματα, καὶ ἐν φρέαρ ἢ λάκκῳ ἢ ἐν τῇ οἰκίᾳ. (Ἀριστ. πρὸ βλ.)



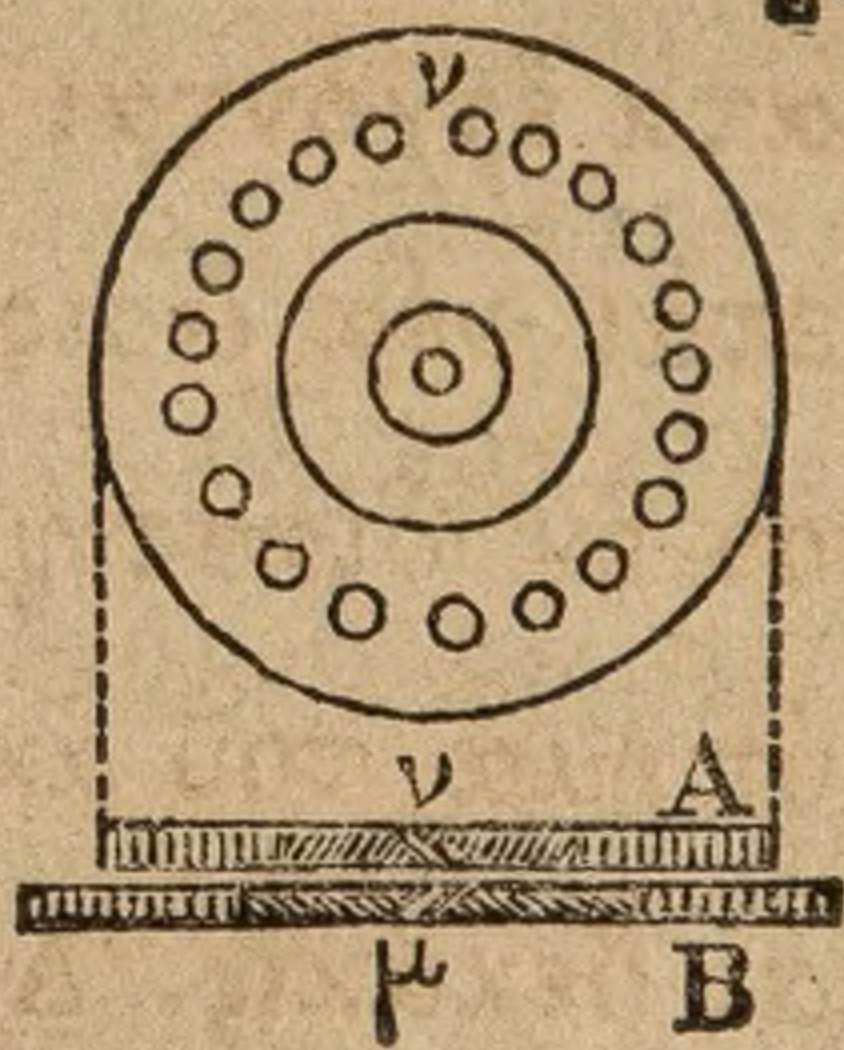
τος ἀποτελουμένων παλμῶν· καὶ ὅσω μὲν ὁ ἀριθμὸς οὗτος εἶναι μείζων, τοσούτῳ ὁ ἤχος εἶναι μᾶλλον ὑψηλὸς ἢ ὀξύς· ὅσω δὲ ὁ ἀριθμὸς οὗτος εἶναι μικρότερος, τοσούτῳ ἢ ἤχος εἶναι μᾶλλον χαμηλὸς ἢ βαρῦς. Ἀποδεικνύεται δὲ τοῦτο διὰ τινος ὀργάνου, τὸ ὁποῖον καλεῖται σειρήν, καὶ διὰ τοῦ ὁποῖου δυνάμεθα νὰ μετρήσωμεν εὐκόλως τὸν εἰς ἤχόν τινα ἀντιστοιχοῦντα ἀριθμὸν παλμῶν.

308. Σειρήν. — Τὸ ὄργανον τοῦτο ἐπινοηθὲν ὑπὸ τοῦ Cagniard de Latour ἐκλήθη οὕτω, διότι δύναται νὰ παράγῃ ἤχον καὶ ἐντὸς τοῦ ὕδατος εὐρισκόμενον.

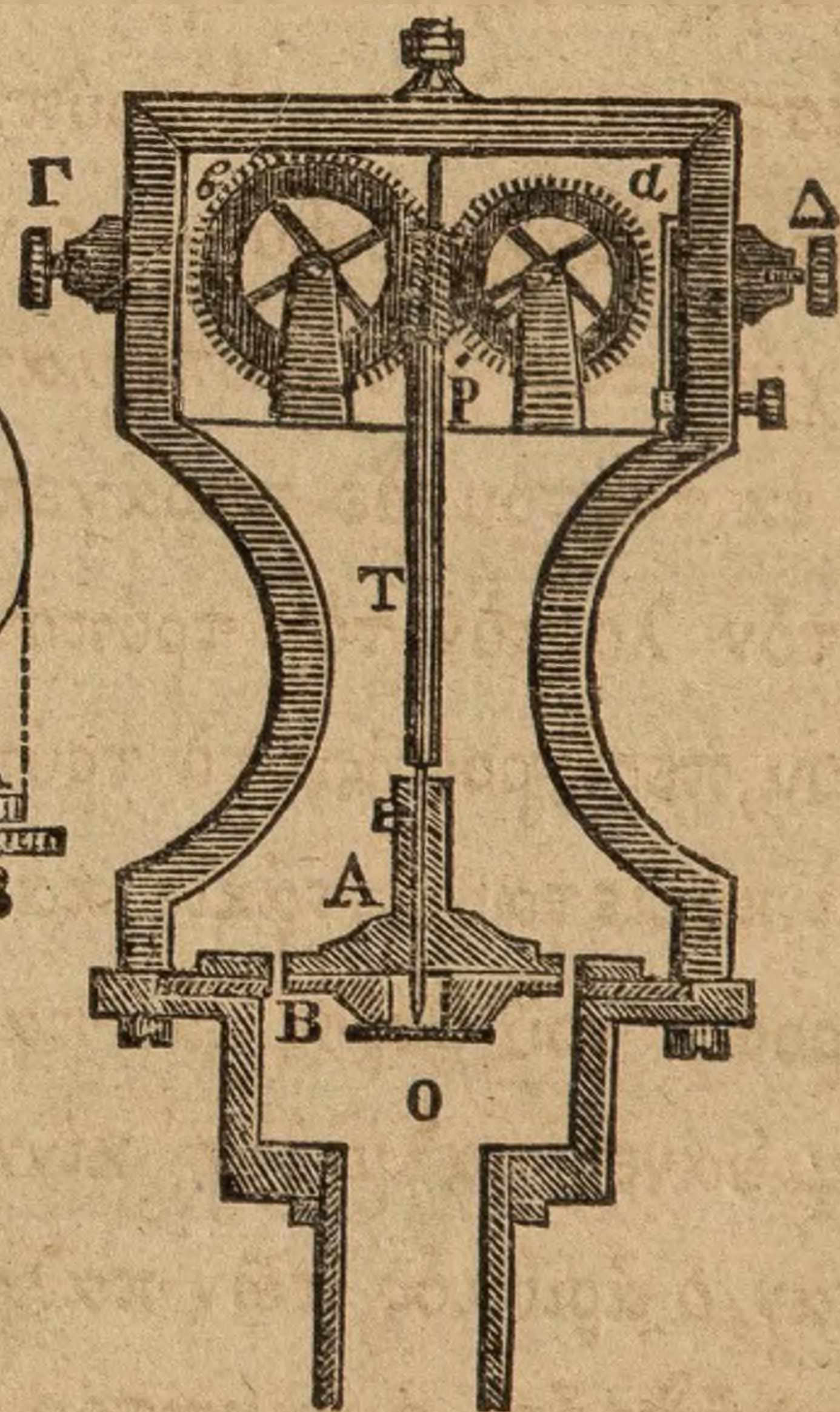
Ἡ σειρήν εἶναι ὅλη χαλκῆ, τὸ δὲ σχῆμα 145 παριστᾷ αὐτὴν προσηρμοσμένην ἐπὶ τοῦ κιβωτίου φουσητηρίου, τοῦ ὁποῖου σκοπὸς εἶναι νὰ ἐμφυσᾷ εἰς τὴν σειρήνα συνεχὲς ρεῦμα ἀέρος. Τὰ σχήματα 146 καὶ 147 δεικνύουσι τὰς ἐσωτερικὰς λεπτομερείας τῆς σειρήνος. Τὸ κατώτερον μέρος συνίσταται ἐκ κυλινδρικήσ πιξίδος O πεπωμασμένης ὑπὸ ἀκινήτου δίσκου B. Ἐπὶ τοῦ δίσκου τούτου στηρίζεται ὀρθὸν στέλεχος T, μεθ' οὗ συνέχεται



Σχ. 145.



Σχ. 146.



Σχ. 147.

δίσκος τις Α δυνάμενος νὰ περιστρέφῃται ἐλευθέρως μετὰ τοῦ στελέχους. Ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ δίσκου Β ὑπάρχουσι κυκλικὰ τρυπήματα ἴσον ἀπ' ἀλλήλων ἀπέχοντα, ἐν δὲ τῷ δίσκῳ Α ὑπάρ-



χουσιν ἰσάριθμα τρυπήματα τοῦ αὐτοῦ μεγέθους καὶ τόσον ἀπέχοντα ἀπὸ τοῦ κέντρου, ὅσον καὶ τὰ ἐν τῷ δίσκῳ B. Τὰ τρυπήματα δὲ ταῦτα δὲν εἶναι κάθετα ἐπὶ τῶν ἐπιπέδων τῶν δίσκων, ἀλλ' ἅπαντα ἴσον κεκλιμένα, καὶ ἀντιθέτως τὰ τοῦ δίσκου A τοῖς τοῦ B· οὕτω δὲ ὅταν δύο τρυπήματα τῶν δίσκων B καὶ A εὕρισκωνται ἀπέναντι ἀλλήλων, εἶναι διατεθειμένα ὡς φαίνεται κατὰ τὸ μὲν ἐν τῷ σχήματι 146. Ἔνεκα δὲ τῆς διαθέσεως ταύτης, ὅταν σφοδρὸν αἶρος ρεῦμα φθάσῃ ἐκ τοῦ φουσητηρίου εἰς τὴν κυλινδρικήν πυξίδα καὶ τὸ τρύπημα μ, πλήττει πλαγίως τοὺς τοίχους τοῦ τρυπήματος ν, καὶ μεταδίδει εἰς τὸν δίσκον A περιστροφικὴν κίνησιν κατὰ τὴν φορὰν νA.

Πρὸς ἀπλουστέραν ἐξήγησιν τῆς ἐνεργείας τῆς σειρῆνος, ἃς ὑποθέσωμεν κατὰ πρῶτον ὅτι ὁ μὲν κινητὸς δίσκος A φέρει 18 τρυπήματα, ὁ δὲ ἀκίνητος B ἐν μόνον, καὶ ἃς ἴδωμεν τί συμβαίνει, ὅταν τοῦτο συμπίπτῃ μεθ' ἐνὸς τρυπήματος τοῦ δίσκου A. Ἐπειδὴ ὁ ἐκ τοῦ φουσητηρίου ἄνεμος πλήττει πλαγίως τοὺς τοίχους τοῦ τελευταίου τρυπήματος, ὁ δίσκος A ἄρχεται περιστρεφόμενος, καὶ τὸ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν τρυπημάτων πλήρες διάστημα κλείει τὸ τρύπημα τοῦ κατωτέρου δίσκου. Ἀλλὰ τοῦ δίσκου ἐξακολουθοῦντος νὰ περιστρέφῃται ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος, δύο τρυπήματα ἔρχονται ἐκ νέου ἀπέναντι ἀλλήλων, ὡς ἐκ τούτου δὲ παράγεται νέα ὤσις, καὶ οὕτω καθεξῆς. Κατ' αὐτὸν λοιπὸν τὸν τρόπον ἐν διαστήματι μιᾶς τελείας τοῦ δίσκου περιστροφῆς, τὸ τρύπημα τοῦ ἀκινήτου δίσκου B ἀνοίγεται καὶ κλείεται ὀκτάκις καὶ δεκάκις. Διὰ τοῦτο δὲ συμβαίνει σειρά ἐκροῶν τοῦ αἵρος καὶ παύσεων ἐκροῆς, ἔνεκα τῶν ὁποίων ὁ ἀὴρ λαμβάνει παλμώδη κίνησιν, καὶ ἐπὶ τέλους παράγεται ἦχος, ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν εἶναι ἱκανῶς μέγας. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι ὁ ἀκίνητος δίσκος ἔχει καὶ αὐτὸς 18 τρυπήματα, ἕκαστον τρύπημα θέλει παράγει τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, καὶ ὁ ἦχος μὲν θέλει γείνει 18κις ἰσχυρότερος, ἀλλ' ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ αἵρος θέλει μείνει ὁ αὐτός.

Ἴνα γνωρίσωμεν δὲ τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν τὸν ἀντιστοιχοῦντα εἰς τὸν ὑπὸ τῆς σειρῆνος παραγόμενον ἦχον, πρέπει νὰ



γνωρίσωμεν πόσας περιστροφάς κατά δεύτερον λεπτόν κάμνει δ δίσκος Α. Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον τὸ ζέλεχος Γ φέρει ἀπέραντον κοχλίαν μεταδίδοντα τὴν κίνησιν εἰς τροχὸν α ἔχοντα 100 ὀδόντας· ὁ τροχὸς δ' οὗτος, ὅστις προχωρεῖ ἓνα ὀδόντα καθ' ἐκάστην τοῦ δίσκου περιστροφὴν, φέρει ἐξοχήν τινα Ρ, ἥτις καθ' ἐκάστην αὐτοῦ περιστροφὴν, κάμνει νὰ προχωρῇ καθ' ἓνα ὀδόντα δεύτερός τις τροχὸς β (σχ. 147). Οἱ ἄξονες τῶν τροχῶν τούτων περιστρέφουσι δύο δείκτας κινουμένους ἐπὶ διηρημένων κύκλων (σχ. 145). Οἱ δείκται δὲ οὗτοι δεικνύουσιν ὁ μὲν τὰς μονάδας καὶ δεκάδας τοῦ ἀριθμοῦ τῶν περιστροφῶν τοῦ δίσκου Α, ὁ δὲ τὰς ἑκατοντάδας τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ. Δύο κομβία Δ καὶ Γ χρησιμεύουσιν εἰς τὸ συνδέειν ἢ ἀποχωρίζειν κατὰ τὸ δοκοῦν τὸν μικρὸν τροχὸν α ἀπὸ τοῦ ἀπεράντου κοχλίου.

Ἐπειδὴ δὲ ὁ ἦχος ὑψοῦται, καθ' ὅσον ἡ ταχύτης τοῦ δίσκου αὐξάνει, ἀρκεῖ νὰ καταστήσωμεν τὸν ἄνεμον ταχύτερον ἵνα κάμωμεν τὸ ὄργανον νὰ ἀποτελῇ ὠρισμένον ἦχον. Τότε δὲ διατηροῦμεν τὸ αὐτὸ ρεῦμα ἀέρος ἐπὶ τινα χρόνον, οἷον ἐπὶ δύο λεπτά, ἔπειτα ἀναγινώσκομεν ἐπὶ τῶν διηρημένων κύκλων τὸν ἀριθμὸν τῶν περιστροφῶν, ἃς περιστρέφη ὁ δίσκος Α. Πολλαπλασιάζοντες τὸν ἀριθμὸν τοῦτον ἐπὶ 18 καὶ τὸ γινόμενον διαιροῦντες διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν δευτέρων λεπτῶν 120, εὐρίσκομεν πηλίκον τὸν ἀριθμὸν τῶν κατὰ δεύτερον λεπτόν παλμῶν.

Ἡ σειρὴν, τῆς ταχύτητος οὔσης τῆς αὐτῆς, παράγει τὸν αὐτὸν ἦχον ἐν τῷ ὕδατι καὶ ἐν τῷ ἀέρι, ἔτι δὲ καὶ ἐν παντὶ ἀερίῳ. Τοῦτο δὲ δεικνύει ὅτι ὠρισμένος τις ἦχος ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν, οὐχὶ δὲ καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἠχητικοῦ σώματος.

309. Ὁριον τῶν αἰσθητῶν ἤλων.—Ὁ φυσικὸς Σαβάρτος ἔδειξε διὰ πειραμάτων ὅτι ὁ βαρύτερος τῶν ἀκουστῶν ἤχων παράγεται ἀπὸ 16 παλμῶν κατὰ δεύτερον λεπτόν, ὁ δ' ὀξύτατος ὑπὸ 48000. Διαιροῦντες δὲ διὰ τῶν ἀριθμῶν τούτων τὴν ἐν τῷ ἀέρι ταχύτητα τοῦ ἤχου, ἥτοι 340 μέτρα, εὐρίσκομεν ὅτι τὸ μῆκος τῶν ἠχητικῶν κυμάτων τῶν παραγόντων τὸν βαρύτερον ἦχον εἶναι 21<sup>μ</sup>, 25, τῶν δὲ τὸν ὀξύτατον 0<sup>μ</sup>, 007. Ἄλλ' εἰ:



ναι πιθανόν δτι καὶ ἐκτὸς τῶν ὀρίων τούτων ὑπάρχουσιν ἤχοι, οἵτινες θὰ ἦσαν ἀκουστοί, ἐὰν εἶχον μείζονα ἔντασιν.

310. *Ποῖον τοῦ ἤχου.* — Πλὴν τῆς ἐντάσεως καὶ τοῦ ὕψους τοῦ ἤχου διακρίνομεν καὶ ἄλλο τι, τὸ ὁποῖον καλεῖται ποῖον (timbre). Κατ' αὐτὸ διακρίνομεν εὐκόλως ἀπ' ἀλλήλων δύο ἤχους ἔχοντας τὴν αὐτὴν ἔντασιν καὶ τὸ αὐτὸ ὕψος, ἀλλὰ παραγομένους ὑπὸ δύο διαφόρων ὀργάνων. Κατ' αὐτὸ προσέτι γνωρίζομεν ἄνθρωπον μόνον ἐκ τῆς φωνῆς αὐτοῦ. Κατὰ τοὺς τελευταίους χρόνους ἐγένοντο ὑπὸ τοῦ Helmholtz πειράματα, δι' ὧν ἐξηγεῖται τὸ ποῖον τοῦ ἤχου. Ἀλλὰ τὰ περὶ τούτων παραλείπομεν ὡς ὑπερβαίνοντα τὰ ὅρια τοῦ παρόντος στοιχειώδους συγγράμματος.

*Σημείωσις.* Πάντες οἱ ἤχοι, ἰσχυροὶ ἢ ἀσθενεῖς, ὀξεῖς ἢ βαρεῖς, καὶ οἰοιδήποτε τὸ ποῖον, διαδίδονται μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος· διότι εἶναι γνωστὸν ὅτι ἀκροώμενοι μουσικῆς συμφωνίας ἐκ διαφόρων ἀποστάσεων, ἀκούομεν πάντοτε τὸν αὐτὸν ῥυθμὸν καὶ τὴν αὐτὴν ἀρμονίαν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

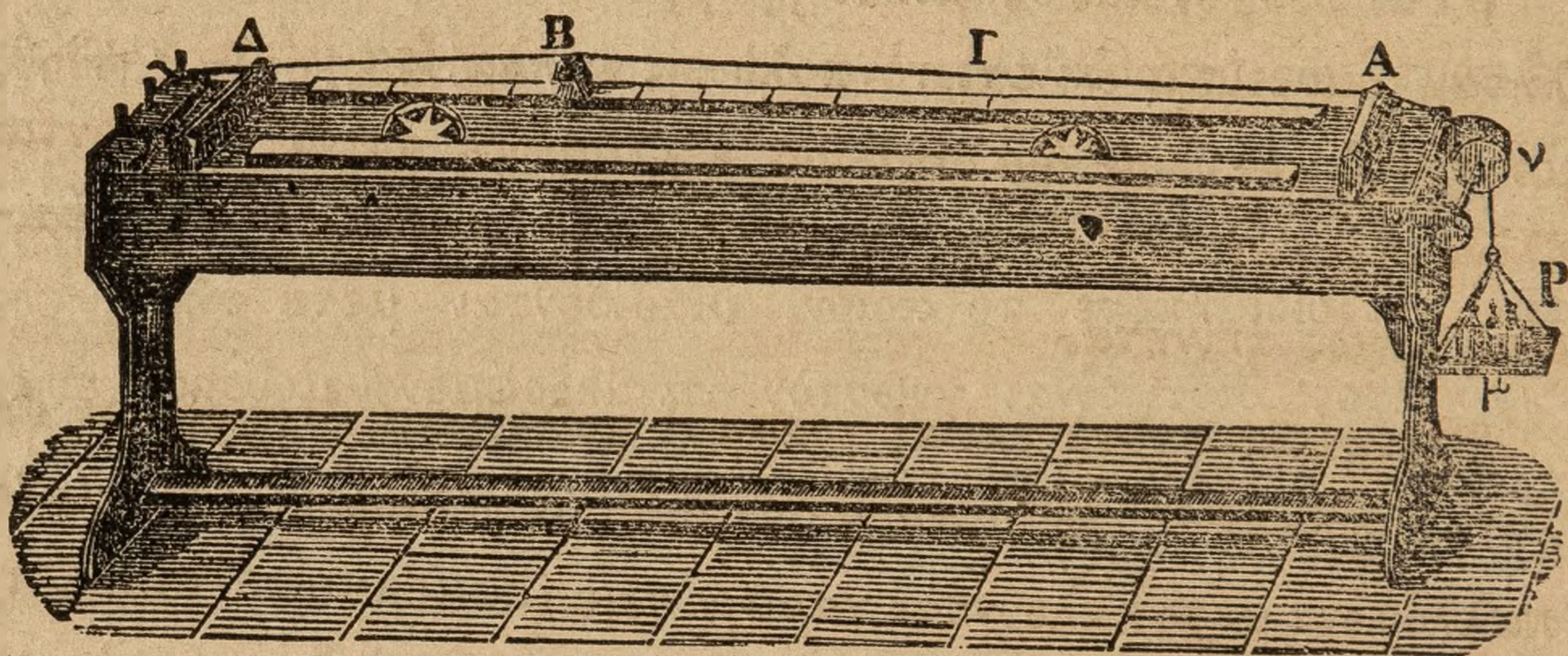
Περὶ παλμῶν τῶν χορδῶν, καὶ περὶ τῆς φυσικῆς θεωρίας τῆς μουσικῆς.

311. *Παλμοὶ τῶν χορδῶν.* — Δύο εἰδῶν παλμοὶ διακρίνονται ἐν ταῖς χορδαῖς, οἱ ἐγκάρσιοι, ἤτοι οἱ καθέτως τῶ μήκει αὐτῶν γινόμενοι, καὶ οἱ κατὰ μῆκος. Καὶ τοῦ μὲν πρώτου εἴδους τοὺς παλμοὺς παράγομεν διὰ πλήκτρου, ὡς ἐπὶ τοῦ βιολίου, ἢ διὰ τῶν δακτύλων, ὡς ἐπὶ τῆς κιθάρας καὶ τῆς βαρβίτου· τοὺς δὲ τοῦ δευτέρου εἴδους παράγομεν τρίβοντες τὰς χορδὰς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μήκους αὐτῶν διὰ τεμαχίου ὑφάσματος πεπασμένου κολοφωνία.

Ἡμεῖς ὅμως θέλομεν πραγματευθῆ ἔνταῦθα μόνον περὶ τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν, τῶν μόνων ἀναγκαίων εἰς τὴν φυσικὴν θεωρίαν τῆς μουσικῆς. Ἰπὸκείνται δὲ οἱ τοιοῦτοι παλμοὶ εἰς νόμους, οἵτινες ἀποδεικνύονται μαθηματικῶς, προσέτι δὲ καὶ πειραματικῶς δι' ὀργάνου, τὸ ὁποῖον καλεῖται ἠχόμετρον.



312. Ἡ χόμετρον. — Τὸ ὄργανον τοῦτο, τὸ ὁποῖον καλεῖται καὶ κατῶν καὶ μοιόχορδον, ὡς ἔχον συνήθως μίαν μόνην χορδὴν, συνίσταται ἐκ λεπτοῦ ξυλίνου κιβωτίου, σκοπὸν ἔχοντος τὴν ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου (σχ. 148). Ἐπὶ τῶν ἄκρων αὐτοῦ ὑπάρχουσι δύο σταθερὰ μαγάδια Α καὶ Δ, ἐφ' ὧν διέρχεται μεταλλίνη χορδὴ, δεδεμένη ἐκ τοῦ ἐνὸς ἄκρου, καὶ τεινομένη ἐκ τοῦ ἐτέρου διὰ βαρῶν Ρ αὐξανομένων κατὰ θέλησιν. Τρίτον δέ τι κινητὸν μαγάδιον ἢ ὑπαγωγεὺς Β μετατίθεται ἐπὶ τοῦ κιβωτίου, ἵνα μεταβάλληται τὸ μῆκος τοῦ παλλομένου τῆς χορδῆς μέρους.



Σχ. 148.

313. Νόμοι τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν τῶν χορδῶν. — Οἱ νόμοι οὗτοι εἶναι οἱ ἐξῆς τέσσαρες, ἀναφερόμενοι εἰς τὸ μῆκος, τὴν τάσιν, τὴν διάμετρον, καὶ τὴν πυκνότητα τῶν χορδῶν.

α.) Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν χορδῆς τινος εἶναι ἐν ἀντιστρόφῳ λόγῳ τοῦ μῆκους αὐτῆς.

β.) Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν χορδῆς τινος εἶναι ἀνάλογοι πρὸς τὰς τετραγωνικὰς ρίζας τῶν τεινόντων αὐτὴν βαρῶν.

γ.) Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν δύο χορδῶν εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς διαμέτρους αὐτῶν.

δ.) Οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν δύο χορδῶν ἐκ διαφόρου ὕλης, μὴ διαφερουσῶν δὲ κατὰ τὰ ἄλλα, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι πρὸς τὰς τετραγωνικὰς ρίζας τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν.

Σημείωσις Α'. Οἱ ἀνωτέρω νόμοι ἀποδεικνύονται καὶ μαθηματικῶς· ἐὰν δὲ παρασταθῇ διὰ  $\mu$  τὸ μῆκος τῆς χορδῆς, διὰ  $\nu$



ὁ ἀριθμὸς τῶν κατὰ δεύτερον λεπτὸν παλμῶν, διὰ α ἢ ἀκτὶς τῆς τομῆς αὐτῆς, διὰ β τὸ τεῖνον αὐτὴν βάρος, διὰ ε ἢ πυκνότης, διὰ π ὁ λόγος τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον, εὐρί-

σκεται ὁ τύπος

$$v = \frac{1}{\alpha\mu} \sqrt{\frac{\beta}{\pi\epsilon}}$$

Σημειώσεις Β΄. Οἱ ἀνωτέρω νόμοι ἀρμόζουσιν εἰς χορδὰς ὁμογενεῖς, οὐχὶ δὲ καὶ εἰς τὰς ἐξ ἐντέρου χορδὰς τὰς περιειλιγμένας ὑπὸ μεταλλίνου σύρματος.

314. Δεσμοὶ καὶ δεσμικαὶ γραμμαί.—“Ὅταν σῶμά τι πάλληται, διαιρεῖται ὡς ἐπὶ τὸ πολὺ εἰς πολλὰ ἴσα μέρη, χωριζόμενα ἀπ’ ἀλλήλων διὰ σημείων ἢ γραμμῶν, ἅτινα πάλλονται ὀλιγώτερον τῶν λοιπῶν, καὶ δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ἐπαισθητῶς ὡς ἀκίνητα.

Τὰ σημεία ταῦτα καὶ αἱ γραμμαὶ καλοῦνται δεσμοὶ καὶ δεσμικαὶ γραμμαί. Τὰ μεταξὺ δύο δεσμῶν ἢ δεσμικῶν γραμμῶν παλλόμενα μέρη καλοῦνται καμαρώσεις (concavérations), τὸ μέσον δὲ τῆς καμαρώσεως, ἐκεῖ ὅπου οἱ παλμοὶ ἔχουσι τὴν μεγίστην ἔκτασιν, καλεῖται κοιλία. Ἰνα δείξωμεν τὴν ὑπαρξίν τῶν δεσμῶν καὶ τῶν κοιλιῶν ἐν ταῖς χορδαῖς, δένομεν μίαν ἐξ ἀμφοτέρων τῶν ἄκρων αὐτῆς, καὶ ὑποκάτω κινουῦμεν ὑπαγωγέα, κρατοῦντες αὐτὸν διαδοχικῶς κατὰ τὸ τρίτον, τὸ τέταρτον, τὸ πέμπτον κτλ. τῆς χορδῆς. Τοῦ ὑπαγωγέως ὄντος κατὰ τὸ τρίτον, ὡς ἐν τῷ σχήματι 148, κραδαίνομεν τὸ μέρος ΒΔ διὰ πλήκτρον. Τὸ ἕτερον μέρος ΑΒ ὑποδιαιρεῖται τότε εἰς δύο μέρη ΑΓ καὶ ΓΒ παλλόμενα χωριστὰ, τοῦ σημείου Γ μένοντος σχεδὸν ἀκινήτου. Ἰνα δείξωμεν δὲ τοῦτο, ἀρκεῖ νὰ θέσωμεν μικρὰ τμήματα γωνιώδη χαρτίου τὸ μὲν κατὰ τὸ Γ, τὸ δὲ μεταξὺ τοῦ Β καὶ Γ, καὶ ἄλλο μεταξὺ τοῦ Γ καὶ Α. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι τὸ μὲν κατὰ τὸ Γ μένει σχεδὸν ἀκίνητον, τὰ δὲ δύο ἄλλα ρίπτονται μακρὰν. Ὑπάρχει λοιπὸν δεσμὸς κατὰ τὸ πρῶτον σημεῖον καὶ κοιλία κατὰ τὰ δύο ἄλλα. Ἐὰν δὲ ὁ ὑπαγωγεὺς τεθῆ κατὰ τὸ τέταρτον τῆς χορδῆς, παράγονται μεταξὺ τοῦ Α καὶ Β δύο δεσμοὶ καὶ τρεῖς κοιλίαι· ἐὰν δὲ τεθῆ κατὰ τὸ πέμπτον,



σχηματίζονται μεταξύ τῶν αὐτῶν σημείων τρεῖς δεσμοὶ καὶ τέσσαρες κοιλίαι, καὶ οὕτω καθεξῆς.

### Φυσικὴ θεωρία τῆς μουσικῆς.

315. Μουσικὸν διάγραμμα καὶ κλίμαξ. — Καλεῖται μουσικὸν διάγραμμα σειρά φθόγγων κατὰ διαδοχὴν ὀξυτέρων ἢ βαρυτέρων, ὧν τὰ μεταξύ διαστήματα εἶναι ὠρισμένα οὕτως, ὥστε νὰ παράγῃται τὸ μᾶλλον εὐάρεστον εἰς τὴν ἀκοὴν αἶσθημα.

Ἐν τῇ σειρᾷ ταύτῃ οἱ φθόγγοι ἐπαναλαμβάνονται ἐν τῇ αὐτῇ τάξει κατὰ περίοδον συγκεκριμένην ἐξ ἑπτὰ φθόγγων. Ἐκάστη τῶν περιόδων τούτων λέγεται κλίμαξ, οἱ δὲ ἑπτὰ φθόγγοι ἐκάστης κλίμακος ἔχουσι τὰ ἐξῆς ὀνόματα· δό, ρέ, μι, φα, σό.λ, λά, σί.

Δυνάμεθα δὲ νὰ παραστήσωμεν δι' ἀριθμῶν τοὺς φθόγγους τῆς κλίμακος. Πρὸς τοῦτο λαμβάνομεν ὡς δὲ τὸν θεμελιώδη ἦχον τοῦ ἠχομέτρου, ἦτοι τὸν παραγόμενον ὑφ' ὀλοκλήρου τῆς χορδῆς. Μεταβάλλων ἔπειτα τὴν θέσιν τοῦ ὑπαγωγέως ἀνθρώπου ἔχων τὸ οὖς ἐξησκημένον, εὐρίσκει εὐκόλως τὸ μῆκος, τὸ ὁποῖον πρέπει νὰ δώσῃ διαδοχικῶς εἰς τὸ παλλόμενον μέρος AB (σχ. 148), ἵνα λάβῃ τοὺς λοιποὺς ἐξ φθόγγους. Παρασταθέντος δὲ διὰ 1 τοῦ μήκους τοῦ παρέχοντος τὸ δὲ, εὐρίσκεται ὅτι τὰ μήκη τὰ παρέχοντα τοὺς λοιποὺς φθόγγους παρίστανται ὑπὸ τῶν ἐξῆς κλασμάτων.

(1) | φθόγγοι . . . . δό, ρέ, μι, φα, σό.λ, λά, σί  
| ἀντίστοιχα τῶν χορδῶν μήκη 1,  $\frac{8}{9}$ ,  $\frac{4}{5}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{3}{5}$ ,  $\frac{9}{15}$ .

Ἐξακολουθοῦντες δὲ νὰ μεταθέτωμεν τὸν ὑπαγωγέα ἐπὶ τοῦ ἠχομέτρου, εὐρίσκομεν ὅτι ὁ ὀγδοὺς φθόγγος παράγεται ὑπὸ τοῦ ἡμίσεως τῆς χορδῆς τῆς παρεχούσης τὸν θεμελιώδη φθόγγον. Ἐπειτα δὲ ἡ σειρά τῶν αὐτῶν καὶ ἀνωτέρω λόγων ἐπαναλαμβάνεται ἀπὸ τοῦ φθόγγου τούτου καὶ ἐφεξῆς, καὶ λαμβάνομεν νέαν κλίμακα ὁμοίαν τῇ πρώτῃ, ἐν ἣ ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς ἕκαστον φθόγγον χορδῆ εἶναι τὸ ἡμισυ τῆς χορδῆς τῆς ἀντιστοιχοῦσης εἰς τὸν ὁμώνυμον φθόγγον. Κατὰ τὸν αὐτὸν δὲ τρόπον σχηματίζεται καὶ τρίτη καὶ τετάρτη κλίμαξ.



Ἴνα εὕρωμεν δὲ τὸν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ εἰς ἕκαστον φθόγγον ἀντιστοιχοῦντα ἀριθμὸν παλμῶν, ἀρκεῖ νὰ ἀναστρέψωμεν τὰ κλάσματα τοῦ προηγουμένου πίνακος· διότι γνωρίζομεν ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν χορδῆς τινος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ μήκους αὐτῆς (313). Ἐὰν λοιπὸν παραστήσωμεν διὰ 4 τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν τῶν παρεχόντων τὸν θεμελιώδη φθόγγον τὸν ληφθέντα ὡς δὲ, θέλομεν σχηματίσει τὸν ἐξῆς πίνακα.

(2) | φθόγγοι. . . . δὲ, ρέ, μι, φά, σὸλ, λά, σί.  
| ἀντίστοιχοι ἀριθμοὶ παλμῶν 1,  $\frac{9}{8}$ ,  $\frac{5}{4}$ ,  $\frac{4}{3}$ ,  $\frac{3}{2}$ ,  $\frac{5}{3}$ ,  $\frac{15}{8}$ .

316. Ἀπόλυτος ἀριθμὸς τῶν παλμῶν ἑκάστου φθόγγου.— Ἡ σειρὴν παρέχει εὐκόλον μέσον τοῦ πορίζεσθαι ἐκ τοῦ ἀνωτέρω πίνακος τὸν ἀπόλυτον ἀριθμῶν τῶν παλμῶν, οἵτινες παράγουσιν ἕκαστον τῶν φθόγγων τοῦ μουσικοῦ διαγράμματος· διότι ἐὰν δι' αὐτῆς παραγάγωμεν ἦχον τοῦ αὐτοῦ καὶ τὸ θελεμιῶδες δὲ ὕψους, εὐρίσκομεν τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν τῶν παρεχόντων τοῦτο. Ἐπειτα δὲ ἵνα εὕρωμεν τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν τῶν λοιπῶν φθόγγων, ἀρκεῖ νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸν εὐρεθέντα ἀριθμὸν ἐπὶ τοὺς λόγους  $\frac{9}{8}$ ,  $\frac{5}{4}$  κτλ. τοῦ ἀνωτέρω πίνακος.

Ἐπειδὴ δὲ ὁ θεμελιώδης φθόγγος ὁ ληφθεὶς ὡς δὲ μεταβάλλεται μετὰ τοῦ μήκους, τῆς τάσεως, καὶ τῆς φύσεως τῆς χορδῆς τοῦ μονοχόρδου, τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὸν ἀντιστοιχοῦντα ἀριθμὸν παλμῶν. Ἄρα οἱ ἀπόλυτοι ἀριθμοὶ παλμῶν οἱ ὑπολογιζόμενοι ὡς ἀνωτέρω, δύνανται νὰ παρασταθῶσι δι' ἀπείρων ἀριθμῶν, διότι καὶ ἀπείροι διάφοροι κλίμακες δύνανται νὰ σχηματισθῶσι.

Μεταξὺ δὲ τῶν ἀπείρων τούτων κλιμάτων ἐξελέξαντο ἐκείνην, τῆς ὁποίας τὸ δὲ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν βαρύτετον φθόγγον τοῦ βαρυτόνου τετραχόρδου (la basse). Ἴνα διακρίνωνται δὲ οἱ φθόγγοι τῆς κλίμακος ταύτης, ἐγένετο συνθήκη νὰ προσγράφηται εἰς αὐτοὺς ὁ δείκτης 1· εἰς δὲ τοὺς φθόγγους τῶν ὑψηλοτέρων κλιμάκων νὰ γράφωνται οἱ δείκται 2, 3, . . . εἰς δὲ τοὺς τῶν χαμηλοτέρων οἱ δείκται —1, —2, κτλ.

Ἐπειδὴ δὲ εὐρίσκεται ὅτι ὁ βαρύτετος φθόγγος τοῦ βαρυτόνου τετραχόρδου παράγεται ὑπὸ 128 παλμῶν κατὰ δεύτερον



λεπτόν, ἀρκεῖ νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸν ἀριθμὸν τοῦτον ἐπὶ τοὺς λόγους τοὺς ἐν τῷ πίνακι (1), ἵνα εὕρωμεν τὸν εἰς ἕκαστον φθόγγον ἀντιστοιχοῦντα ἀριθμὸν παλμῶν. Οὕτω δὲ σχηματίζεται ὁ ἐξῆς πίναξ.

(2) φθόγγοι δὸ, ρέ, μι, φά, σὸλ, λά, σί.  
ἀπόλυτοι ἀριθ. παλμῶν 128, 144, 160, 171, 192, 213, 240

Ἴνα εὕρωμεν δὲ τοὺς ἀριθμοὺς τῶν παλμῶν τῶν ὑψηλοτέρων κλιμάκων, ἀρκεῖ νὰ πολλαπλασιάσωμεν τοὺς τοῦ προηγουμένου πίνακος ἐπὶ 2, 4, 8 κτλ. Τοὺς δὲ τῶν χαμηλοτέρων κλιμάκων εὐρίσκομεν διαιροῦντες τοὺς αὐτοὺς ἀριθμοὺς διὰ 2, 4, 8 κτλ. Παραδείγματος χάριν· ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν τοῦ σὸλ<sub>3</sub> εἶναι  $192 \times 4$ , ἥτοι 768 κατὰ δεύτερον λεπτόν.

317. Μῆκος τῶν κυμάτων.—Ὅταν εἶναι γνωστὸς ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀπλῶν παλμῶν κατὰ δεύτερον λεπτὸν ἠχοῦντος σώματος, εἶναι εὐκόλον νὰ εὐρεθῇ τὴ μῆκος τῶν ἠχητικῶν κυμάτων. Διότι ὁ ἦχος ὡς γνωστὸν διατρέχει 337 μέτρα, ἥτοι 1024 πόδας σχεδόν, κατὰ δεύτερον λεπτόν. Ἐὰν λοιπὸν σῶμά τι ἔκαμνεν ἓνα μόνον παλμὸν κατὰ δεύτερον λεπτόν, τὸ μῆκος τοῦ κύματος ἠθελεν εἶναι 1024 πόδες· ἐὰν ἔκαμνε δύο παλμοὺς, τὸ μῆκος τοῦ κύματος ἠθελεν εἶναι 512 πόδες, καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐπειδὴ δὲ τὸ δὸ ἀντιστοιχεῖ εἰς 128 ἀπλοῦς παλμοὺς κατὰ δεύτερον λεπτόν, τὸ ἀντιστοιχοῦν μῆκος τῶν κυμάτων εἶναι τὸ πηλίκον τοῦ 1024 διὰ 128, ἥτοι 8 πόδες.

Ὁ ἀκόλουθος δὲ πίναξ δεικνύει τὸ μῆκος τῶν κυμάτων τοῦ πρώτου φθόγγου τῶν διαδοχικῶν κλιμάκων.

	μῆκος τῶν κυμάτων εἰς πόδας	ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν.
δο <sub>—3</sub>	64	16
δο <sub>—2</sub>	32	32
δο <sub>—1</sub>	16	64
δο <sub>1</sub>	8	128
δο <sub>2</sub>	4	256
δο <sub>3</sub>	2	512
δο <sub>4</sub>	1	1024



318. Διαστήματα, τόνοι και ἡμιτόνια. — Καλεῖται ἐν τῇ μουσικῇ διάστημα ἡ προσότης ἢ δεικνύουσα κατὰ πόσον φθόγγος τις εἶναι ὑψηλότερος ἄλλου (1) ἢ ἀκριβέστερον ὁ λόγος τῶν εἰς τοὺς φθόγγους τούτους ἀντιστοιχούντων ἀριθμῶν παλμῶν. Τὸ διάστημα τὸ μεταξὺ τοῦ δὲ καὶ ρέ καλεῖται διὰ δυοῖν (ὑπονοεῖται χορδῶν), τὸ μεταξὺ τοῦ δὲ καὶ μι διὰ τριῶν, τὸ μεταξὺ τοῦ δὲ καὶ φα διὰ τεσσάρων, τὸ μεταξὺ τοῦ δὲ καὶ σὸλ διὰ πέντε, τὸ μεταξὺ τοῦ δὲ καὶ λά δι' ἑξ, τὸ μεταξὺ τοῦ δὲ καὶ σὶ δι' ἑπτὰ, καὶ τέλος τὸ μεταξὺ τοῦ δὲ καὶ τοῦ ἐπομένου δὲ διὰ πασῶν. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰ μεταξὺ τῶν διαδοχικῶν φθόγγων διαστήματα, εὕρισκόμενα διὰ τῆς διαιρέσεως τοῦ ἀριθμοῦ τῶν παλμῶν φθόγγου τινὸς διὰ τῶν τοῦ ἀμέσως προηγουμένου.

φθόγγοι	δὲ, ρέ, μι, φα, σὸλ, λά, σὶ, δὲ.
(3) } σχετικοὶ ἀριθμοὶ παλμῶν	1, $\frac{9}{8}$ , $\frac{5}{4}$ , $\frac{4}{3}$ , $\frac{3}{2}$ , $\frac{5}{3}$ , $\frac{15}{8}$ , 2.
} διαστήματα	$\frac{9}{8}$ , $\frac{10}{9}$ , $\frac{16}{15}$ , $\frac{9}{8}$ , $\frac{10}{9}$ , $\frac{9}{8}$ , $\frac{16}{15}$ .

Ἐκ τοῦ πίνακος τούτου φαίνεται ὅτι τὰ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν φθόγγων διάφορα διαστήματα εἶναι μόνον τρία, ἤτοι  $\frac{9}{8}$ ,  $\frac{10}{9}$ , καὶ  $\frac{16}{15}$ . Τὸ πρῶτον, ὅπερ εἶναι τὸ μέγιστον, καλεῖται *τόνος μείζων*, τὸ δεύτερον, *τόνος ἐλάσσων*, καὶ τὸ τρίτον τὸ ἐλάχιστον καλεῖται *ἡμιτόνιον μείζον*. Ἐπειδὴ δὲ ὁ λόγος τῶν διαστημάτων  $\frac{9}{8}$  καὶ  $\frac{10}{9}$  εἶναι  $\frac{81}{80}$ , τὸ οὖς συγχέει εὐκόλως δύο τόνους, οἵτινες εἰς 80 παλμοὺς διαφέρουσι καθ' ἓνα, διὰ τοῦτο θεωροῦσιν ἐν τῇ μουσικῇ τὸν μείζονα τόνον καὶ τὸν ἐλάσσονα ὡς ἴσους, καὶ καλοῦσιν αὐτοὺς κοινῶς τόνους. Ἐν τῇ κοινῇ λοιπὸν κλίμακι μόνον τόνοι καὶ ἡμιτόνια διακρίνονται, καὶ ἡ κλίμαξ ἀποτελεῖται ἐκ πέντε τόνων καὶ δύο ἡμιτονίων, διατεταγμένων ὡς φαίνεται ἐν τῷ ἀνωτέρω πίνακι.

319. Κλίμαξ ἐλάσσων. — Ἡ ἀνωτέρω ἐκτεθεισα κλίμαξ καλεῖται *μείζων*. ἄλλ' ἐν τῇ μουσικῇ διακρίνεται καὶ *ἐλάσσων κλίμαξ*, ἐν ἣ οἱ τόνοι καὶ τὰ ἡμιτόνια εἶναι ἄλλως διατεταγμένα. Ὡς παράδειγμα ἐλάσσονος κλίμακος ἔστω ἡ ἐξῆς ἀρχομένη ἀπὸ τοῦ λά.

(1) Διάστημα δὲ (φαμέν) ὁδὸν ποιᾶν ἀπὸ βαρύτητος εἰς ὀξύτητα ἢ ἀνά-  
παλιν (Νικόμαχος Γερασσηνός).



τόνος ἡμιτόνιον τόνος τόνος ἡμιτόνιον τόνος τόνος  
 λά σι δὸ ρέ μι φά σὸλ λά

Βλέπομεν δὲ ὅτι ἐν ᾧ τὰ ἡμιτόνια ἐν τῇ μείζονι κλίμακι εἶναι τὸ τρίτον διάστημα καὶ τὸ ἑβδομον, ἐν τῇ ἐλάσσονι κλίμακι εἶναι τὸ δεύτερον καὶ τὸ πέμπτον.

Τὸ διὰ τριῶν διάστημα ὅταν μὲν ἀποτελεῖται ἐκ δύο τόνων, καλεῖται διὰ τριῶν μείζον, ὅταν δὲ ἐκ τόνου καὶ ἡμιτονίου διὰ τριῶν ἐλάσσον· ἐπομένως τὸ μὲν μεταξύ τοῦ δὸ καὶ μι διάστημα εἶναι διὰ τριῶν μείζον, τὸ δὲ μεταξύ τοῦ λά καὶ δὸ διὰ τριῶν ἐλάσσον.

320. Διέσεις καὶ ὑφέσεις.—Οἱ ἑπτὰ φθόγγοι τῆς κλίμακος δὲν ἀρκοῦσιν εἰς τὰς ἀνάγκας τῆς μουσικῆς. Ἐνίοτε εἶναι ἀνάγκη νὰ λαμβάνηται ὡς ἀρχικὸς φθόγγος τῆς κλίμακος, ἢ ὡς λέγουσι τονικὸς, ἄλλοστις φθόγγος ὀξύτερος ἢ βαρύτερος τοῦ ὑπὸ τοῦ μουσουργοῦ ληφθέντος. Ἐν τῇ νέα δὲ ταύτῃ κλίμακι πρέπει οἱ τόνοι καὶ τὰ ἡμιτόνια νὰ διαδέχωνται ἄλληλα κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν. Τοῦτο ὅμως εἶναι ἀδύνατον, ἐὰν μεταξύ τῶν ἀρχικῶν φθόγγων δὲν παρεμβληθῶσι καὶ ἄλλοι νέοι. Οἱ παρεμβαλλόμενοι οὔτοι φθόγγοι καλοῦνται διέσεις καὶ ὑφέσεις. Παραδείγματά τινα ἀρκοῦσι νὰ δείξωσι τὴν ἀνάγκην τῆς παρεμβολῆς ταύτης.

Τὰ διαστήματα ἐν τῇ κοινῇ κλίμακι εἶναι ὡς ἐξῆς διατεταγμένα.

τόνος τόνος ἡμιτ. τόνος τόνος τόνος ἡμιτ.  
 δὸ ρέ μι φά σὸλ λά σι δὸ

Ἐὰν δὲ ληφθῇ ὁ φθόγγος σὸλ ὡς τονικὸς, ἔχομεν τὴν ἐξῆς σειρὰν

τόνος τόνος ἡμιτ. τόνος τόνος ἡμιτ. τόνος  
 σὸλ λά σι δὸ ρέ μι φά σὸλ

Ἡ τάξις τῶν διαστημάτων διετηρήθη ἢ αὐτὴ μέχρι τοῦ μι· ἀλλὰ μετ' αὐτὸ ἀντὶ τόνου καὶ ἡμιτονίου, ἔχομεν ἡμιτόνιον καὶ τόνον. Ἐδέησε λοιπὸν νὰ ὑψωθῇ τὸ φυσικὸν φά, ὥστε τὸ διάστημα τοῦ νέου φά καὶ τοῦ ἐπομένου σὸλ νὰ εἶναι τὸ αὐτὸ τῷ τοῦ σι καὶ δὸ ἐν τῇ φυσικῇ κλίμακι. Τὸ οὕτω μεταβληθὲν φά καλεῖται διέσεις τοῦ φά. Πρὸς εὔρεσιν δὲ τῆς ἀριθμητικῆς



τιμῆς  $\chi$  τοῦ  $\varphi\acute{\alpha}$  τούτου, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ λόγος τοῦ τελευταίου  $\sigma\delta\lambda$  πρὸς αὐτὸ πρέπει νὰ εἶναι ἴσος τῷ κλάσματι  $\frac{16}{15}$ , ὅστις εἶναι ὁ λόγος τοῦ  $\delta\delta$  πρὸς τὸ  $\sigma\iota$ .

$$\text{Ἔχομεν λοιπὸν } \frac{3}{2} \cdot \chi = \frac{16}{15}, \text{ ὅθεν } \chi = \frac{3}{2} \times \frac{15}{16} = \frac{45}{32}.$$

Συγχρόνως δὲ τὸ διάστημα μεταξὺ τοῦ  $\mu\iota$  καὶ τῆς διέσεως τοῦ  $\varphi\acute{\alpha}$  θέλει εἶναι ἀκριβῶς  $\frac{9}{8}$ , ἥτοι εἷς τόνος, ὡς δύναται τις εὐκόλως νὰ βεβαιωθῆ, διαιρῶν  $\frac{45}{32}$  διὰ  $\frac{5}{4}$ .

Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον δεικνύεται ὅτι ἐὰν ληφθῆ ὁ φθόγγος  $\rho\acute{\epsilon}$  ὡς τονικὸς, τὸ  $\varphi\acute{\alpha}$  καὶ  $\delta\delta$  πρέπει νὰ ὑψωθῶσιν εἰς διέσιν· καὶ ὅτι ἡ διέσις τοῦ  $\delta\delta$  εὐρίσκεται, ἐὰν πολλαπλασιασθῆ ἡ τιμὴ τοῦ  $\rho\acute{\epsilon}$  ἐπὶ  $\frac{15}{16}$ . Γενικῶς δὲ ἵνα ὑψωθῆ εἰς διέσιν φθόγγος τις πρέπει νὰ πολλαπλασιασθῆ ἡ τιμὴ τοῦ ἀμέσως ἐπομένου ἐπὶ  $\frac{15}{16}$ .

Καὶ αἱ ὑφέσεις δὲ ὁμοίαν ἀρχὴν ἔχουσι. Διότι ἐὰν λάβωμεν τὸ  $\varphi\acute{\alpha}$  ὡς τονικὸν, θέλομεν ἔχει τὴν σειράν,

τόνος	τόνος	τόνος	ἡμιτ.	τόνος	τόνος	ἡμιτ.
$\varphi\acute{\alpha}$	$\sigma\delta\lambda$	$\lambda\acute{\alpha}$	$\sigma\iota$	$\delta\delta$	$\rho\acute{\epsilon}$	$\mu\iota$
						$\varphi\acute{\alpha}$

Βλέπομεν ὅτι τὸ τρίτον διάστημα εἶναι τόνος ἀντὶ ἡμιτονίου, καὶ τὸ τέταρτον ἡμιτόνιον ἀντὶ τόνου. Ἐδέησε λοιπὸν νὰ καταβιβασθῆ ὁ φθόγγος  $\sigma\iota$ , ὥστε ὁ λόγος τοῦ νέου φθόγγου πρὸς τὸ  $\lambda\acute{\alpha}$  νὰ γείνη ἴσος ἡμιτονίῳ ἥτοι  $\frac{16}{15}$ . Καλοῦντες λοιπὸν  $\psi$  τὴν τιμὴν τοῦ καταβιβασθέντος τόνου, ἥτοι τῆς ὑφέσεως τοῦ  $\sigma\iota$ , θέλομεν ἔχει

$$\psi : \frac{5}{3} = \frac{16}{15}, \text{ ὅθεν } \psi = \frac{5}{3} \times \frac{16}{15} = \frac{16}{9}.$$

Οὕτω δὲ τὸ διάστημα μεταξὺ τοῦ νέου τούτου φθόγγου καὶ τοῦ  $\delta\delta$  θέλει εἶναι  $\frac{9}{8}$ , ἥτοι εἷς τόνος. Γενικῶς δὲ ἵνα εὕρωμεν τὴν ὑφῆσιν φθόγγου τινὸς πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμεν ἐπὶ  $\frac{16}{15}$  τὴν τιμὴν τοῦ ἀμέσως προηγουμένου.

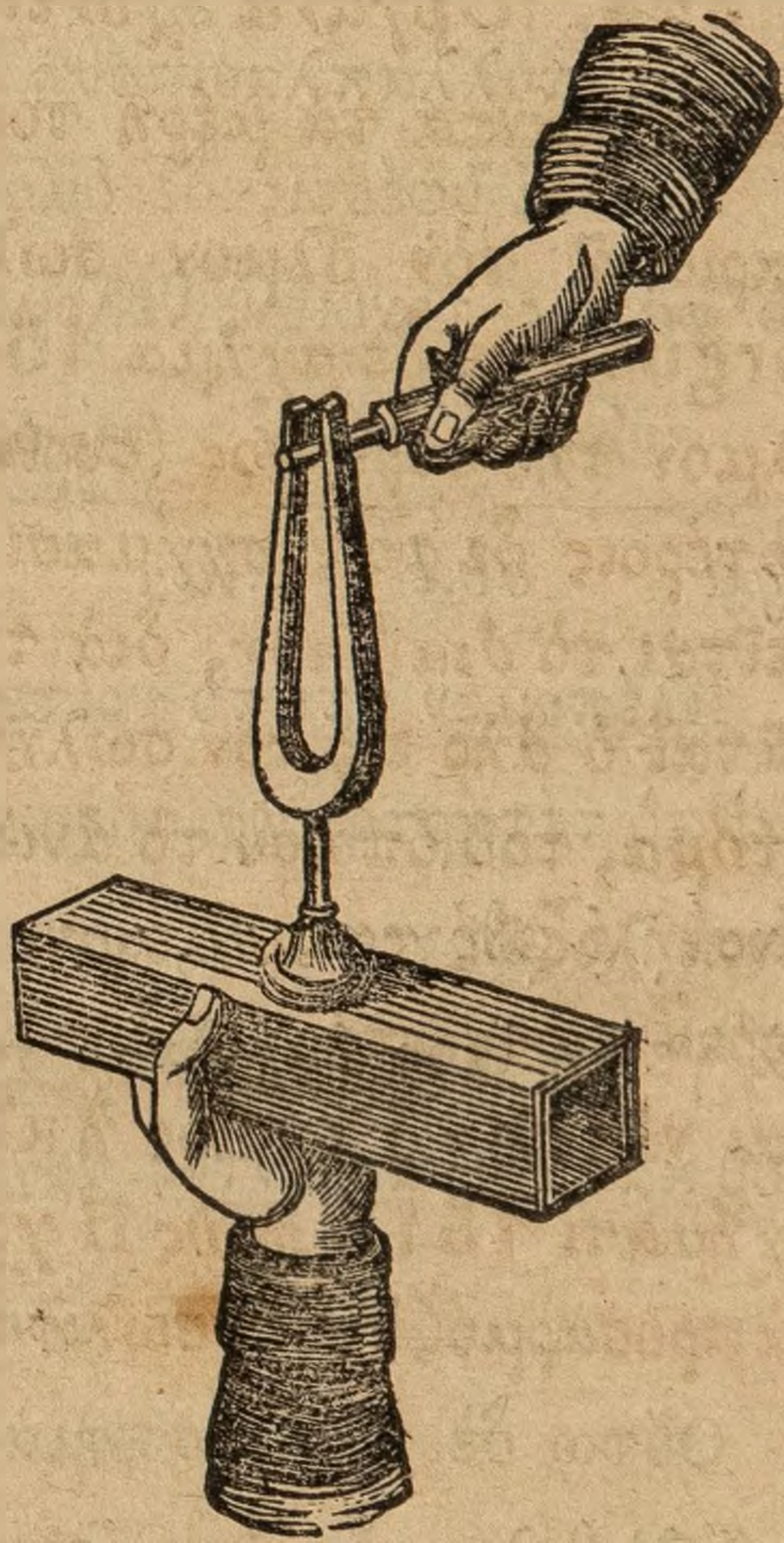
321. Συμφωνία καὶ διαφωνία. — Καλεῖται συμφωνία ἡ συνύπαρξις πολλῶν ἤχων παραγόντων εὐάρεστον εἰς τὸ οὖς αἴσθημα. Ὑπάρχει δὲ συμφωνία, ὅταν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν τῶν συγχρόνων ἤχων ἔχωσι πρὸς ἀλλήλους ἀπλοῦν λόγον. Ὅταν δὲ τοῦτο δὲν ὑπάρχη, συμβαίνει διαφωνία ἢ κακοφωνία. Ἡ ἀπλουστάτη τῶν συμφωνιῶν εἶναι ἡ ὁμοφωνία, ὅταν δηλαδὴ οἱ φθόγγοι παράγωνται ὑπὸ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ παλμῶν. Ἐπειτα



δὲ ἔρχεται ἢ διὰ πασῶν, ἢ διὰ πέντε, ἢ διὰ τριῶν, ἢ διὰ τεσσάρων, καὶ ἢ δι' ἕξ.

Καλεῖται *τελεία συμφωνία* ἢ *συνύπαρξις* τριῶν φθόγγων, ἕξ ὧν ὁ πρῶτος καὶ δεύτερος ἀποτελοῦσι διὰ τριῶν μείζονα, ὁ δεύτερος καὶ ὁ τρίτος διὰ τριῶν ἐλάσσονα, ὁ δὲ πρῶτος καὶ τρίτος διὰ πέντε. Τότε δὲ οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶναι πρὸς ἀλλήλους ὡς οἱ ἀριθμοὶ 4, 5, 6. Παραδείγματος χάριν οἱ φθόγγοι φά, λα, δό, δό, μι, σό, λ' σό, λ' σι, ρέ, ἀποτελοῦσι τρεῖς τελείας συμφωνίας. Καλεῖται δὲ ἡ τοιαύτη συμφωνία *τελεία*, διότι παράγει τὸ εὐαρεστότατον εἰς τὴν ἀκοὴν αἶσθημα.

322. *Διαπασῶν*.—Καλεῖται *διαπασῶν* μικρὸν τι ὄργανον, δι' οὗ παράγεται σταθερὸς τις φθόγγος, χρησιμεῦον διὰ τοῦτο εἰς τὸ ἀρμόζειν τὰ μουσικὰ ὄργανα. Ἀποτελεῖται δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο ἐκ χαλυβδίνης ράβδου κεκαμπυλωμένης ἐν σχήματι λαβίδος (149). Κραδαίνομεν δὲ αὐτὸ, εἴτε τρίβοντες τὰ ἄκρα διὰ πλήκτρου, εἴτε ἀπομακρύνοντες αἰφνιδίως τὰ σκέλη αὐτοῦ διὰ κυλίνδρου σιδηροῦ διαβιβαζομένου βία δι' αὐτῶν, ὡς φαίνεται ἐν τῷ σχήματι. Πρὸς ἐνίσχυσιν δὲ τοῦ ἤχου τὸ ὄργανον τοῦτο προσαρμόζεται ἐπὶ ξυλίνου κιβωτίου, ἀνοικτοῦ κατὰ τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων.



Σχ. 149.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ'.

### Περὶ ἠχητικῶν σωλήνων.

323. *Πῶς ὁ ἤχος παράγεται ἐν τοῖς ἐμπνευστοῖς ὀργάνοις*. — Ἐν πᾶσι τοῖς ὀργάνοις, τὰ ὅποια μέχρι τοῦδε ἐθεωρήσαμεν, ὁ ἤχος παράγεται ἐκ τῶν παλμῶν τῶν στερεῶν σωμάτων, ὁ δὲ ἀήρ εἶναι μόνον ὄχημα αὐτοῦ. Ἄλλ' ἐν τοῖς ἐμπνευστοῖς ὀργάνοις, τῶν ὁποίων οἱ σωλήνες ἔχουσι τοὺς τοίχους ἰκα-

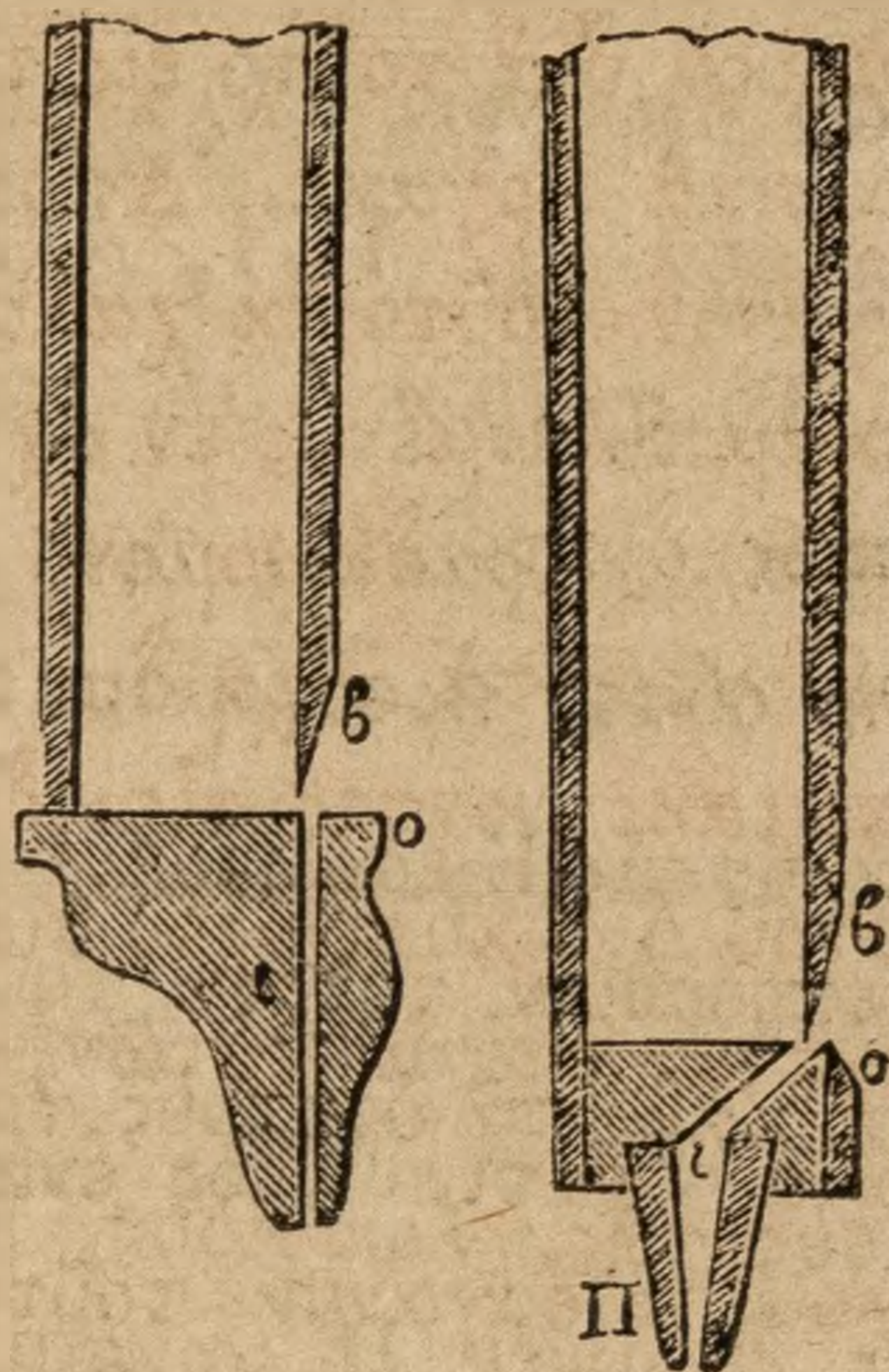


νῶς ἰσχυροῦς, τὸ παράγον τὸν ἦχον εἶναι αὐτὸς ὁ ἐντὸς τῶν σωλήνων περιεχόμενος ἀήρ. Τῷ ὄντι δὲ βεβαιοῦται ὅτι ἡ ὕλη τῶν σωλήνων δὲν ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ ἦχου· διότι οὗτος μένει ὁ αὐτὸς, εἴτε ἐκ ξύλου, εἴτε ἐκ κρυστάλλου, εἴτε ἐκ μετάλλου εἶναι οἱ σωλήνες, ἀρκεῖ νὰ ἔχῃσι τὰς αὐτὰς διαστάσεις· μόνον δὲ τὸ ποιὸν τοῦ ἦχου μεταβάλλεται.

Ὡς ἐκ τοῦ τρόπου δὲ τῆς μεταδόσεως τῶν παλμῶν εἰς τὸν ἐντὸς τῶν σωλήνων ἀέρα τὰ ἐμπνευστὰ ὄργανα διαίρουνται εἰς ὄργανα ἔχοντα στόμα, καὶ εἰς ὄργανα ἔχοντα γλῶσσαν.

**324. Ὅργανα ἔχοντα στόμα.**—Ἐν τοῖς στόμα ἔχουσιν ὄργανοις πάντα τὰ μέρη τοῦ ὄλμου εἶναι ἀκίνητα. Τὸ σχῆμα 151

παριστᾷ τὸν ὄλμον σωλήνος ὄργάνου (orgue), τὸ δὲ σχῆμα 150 παριστᾷ τὸν ὄλμον τῆς σύριγγος (συρίκτρας). Ἐν ἀμφοτέροις δὲ τοῖς σχήμασι ὁ ὄχετός ἰκαλεῖται τὸ διαυγίον, διὰ τούτου δὲ ἐμφυσᾶται ὁ ἀήρ εἰς τὸν σωλήνα· βο εἶναι τὸ στόμα, τοῦ ὁποίου τὸ ἀνώτερον χεῖλος β εἶναι λοξῶς τετμημένον. Κατὰ τὸ ἀνώτερον μέρος ὑπάρχει ὁ σωλήν, ὅστις δύναται νὰ εἶναι ἀνοικτὸς ἢ κλειστὸς. Ἐν τῷ σχήματι 151 ὁ ποὺς Π χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ προσαρμόζηται ὁ σωλήν ἐπὶ φυσητηρίου.



Σχ. 150. Σχ. 151.

Ὅταν ταχὺ ἀέρος ρεῦμα φθάσῃ διὰ τοῦ διαυγίου, προσκρούει ἐπὶ τοῦ ἀνωτέρου χείλους, ἔνεκα δὲ τῆς προσκρούσεως ταύτης ὁ ἀήρ δὲν ἐξέρχεται ἐκ τοῦ στόματος βο συνεχῶς, ἀλλὰ κατὰ διαλείμματα· ἐκ τούτου δὲ μεταδίδονται εἰς τὸν ἀέρα τοῦ σωλήνος παλμοί, οἵτινες παράγουσιν ἦχον. Διὰ νὰ εἶναι δὲ ὁ ἦχος καθαρὸς, χρειάζεται ἀναλογία τις μεταξὺ τῶν διαστάσεων τῶν χειλέων, τοῦ ἀνοίγματος τοῦ στόματος, καὶ τοῦ μεγέθους τοῦ διαυγίου. Τέλος δὲ ὁ σωλήν πρέπει νὰ ἔχῃ μέγα μῆκος ὡς πρὸς τὴν διάμετρον αὐτοῦ. Ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν ἐξαρτᾶται ἐν γένει ἐκ τῶν διαστάσεων τοῦ σωλήνος καὶ τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος τοῦ ἀέρος.

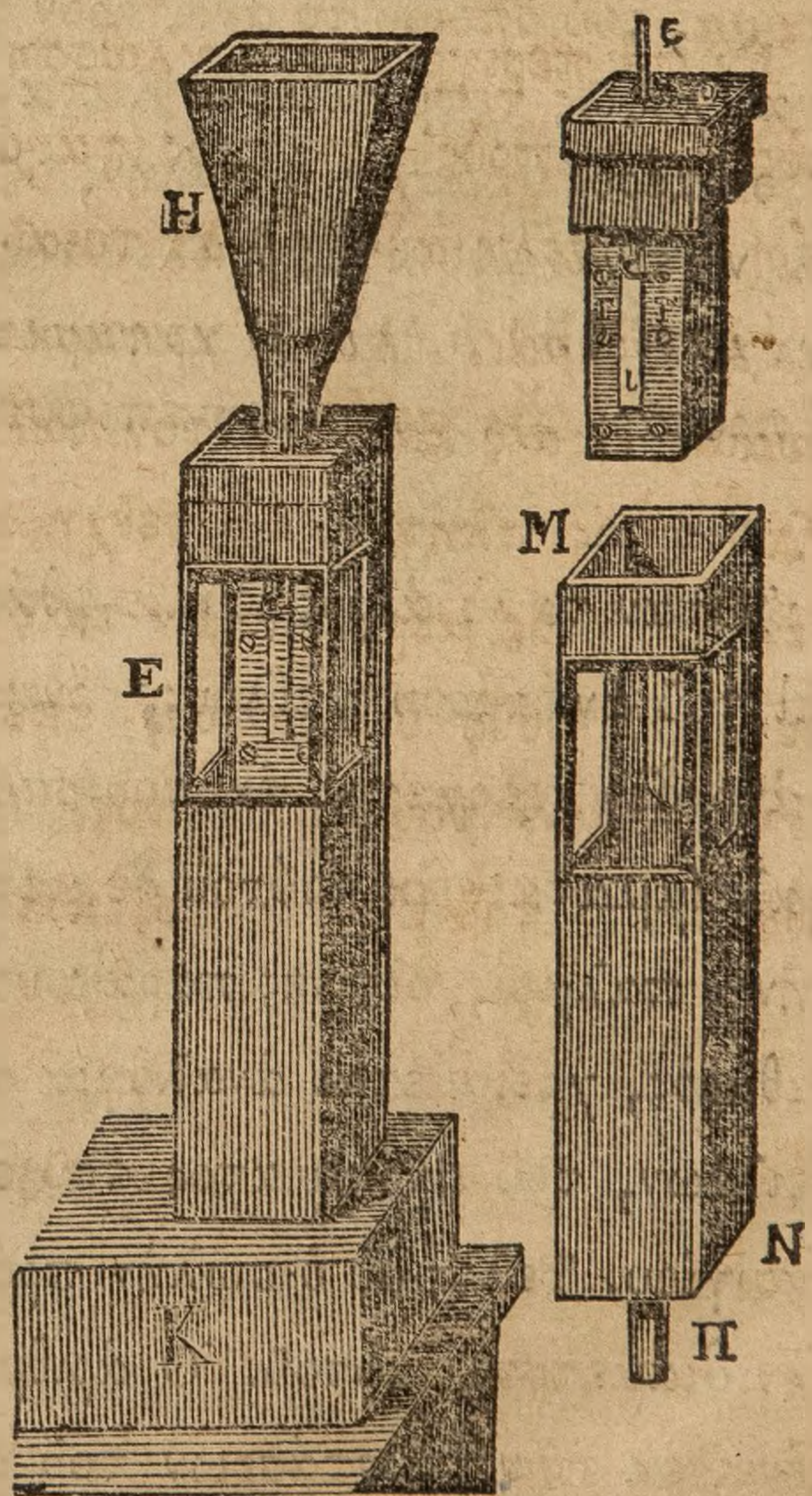


Τοῦ πλαγιαύλου ὁ ὄλμος εἶναι ἀπλῶς πλάγιον κυκλικὸν τρύπημα. Ὡς ἐκ τοῦ σχηματισμοῦ δὲ τῶν χειλέων τοῦ αὐλοῦντος τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος θραύεται ἐπὶ τῶν χειλέων τοῦ τρυπήματος τούτου. Τὰ αὐτὰ δὲ συμβαίνει καὶ εἰς τὴν σύριγγα, καὶ εἰς τὴν κλειδα, δι' ἧς συρίζομεν.

325. Ὅργανα ἔχοντα γλῶσσαν. — Ἐν τοῖς ὀργάνοις τούτοις τὸ μεταδίδον τοὺς παλμοὺς εἰς τὸν ἀέρα εἶναι ἐλαστικὴ τις γλῶσσις μεταλλίνη ἢ ξυλίνη κινουμένη ὑπὸ ρεύματος ἀέρος. Τοιαύτας γλῶσσας ἔχουσιν ὁ ὀξύαλος (hautbois), ὁ βαρύαυλος (basson), ὁ εὐθύαυλος (clarinette), ἡ σάλπιγξ τῶν παιδίων, καὶ ὁ βόμβυξ (guimbarde=βιομβῶ), ὅστις εἶναι τὸ ἀπλούστατον τῶν ὀργάνων τοῦ εἴδους τούτου. Ἐκ δὲ τῶν σωλήνων τῶν ὀργάνων ἄλλα μὲν ἔχουσι στόμα, οἷον τὸ ἀνωτέρω περιγραφέν σχ. 151, ἄλλα δὲ γλῶσσαν.

Τὸ σχῆμα 152 παριστᾷ σωλῆνα ἐκ τῶν ἐχόντων γλῶσσαν ὅπως διατίθεται πρὸς δεῖξιν ἐν τῇ διδασκαλίᾳ. Εἶναι δὲ ὁ σωλῆν οὗτος προσηρμοσμένος ἐπὶ τοῦ κιβωτίου K φυσητηρίου, καὶ ὑαλὸς τις E ἐσφηκωμένη εἰς τὸν ἐμπρόσθιον τοῖχον τοῦ σωλῆνος καθιστᾷ ὄρατοὺς τοὺς παλμοὺς τῆς γλῶσσιδος. Κέρας δὲ τι ξύλινον H χρησιμεύει εἰς ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου.

Τὸ σχῆμα 153 παριστᾷ τὴν γλῶσσαν οὖσαν ἐκτὸς τοῦ σωλῆνος. Συνίσταται δὲ αὕτη ἐκ τεσσάρων μερῶν α.) ἐξ ὀρθογωνίου σωλῆνος ξυλίνου κλεισοῦ κατὰ τὸ κατώτερον ἄκρον, καὶ ἀνοικτοῦ πρὸς τὰ ἄνω κατὰ τὸ ο' β'.) ἐκ πλακὸς χαλκῆς ΓΓ ἐχούσης σχισμὴν ἐπιμήκη, θυρίδα καλουμένην, προωρισμένην εἰς τὸ παρέχειν δίοδον εἰς τὸν ἀέρα τοῦ σωλῆνος ΜΣ μέχρι τοῦ ο' γ'.) ἐξ ἐλαστικῆς πλακὸς ι καλουμένης



Σχ. 152.

Σχ. 153.



γλωσσίδος, ἣτις ἐν ἡρεμίᾳ οὔσα ἐφάπτεται τῶν χειλέων τῆς θυρίδος καὶ κλείει ταύτην σχεδὸν ἐντελῶς· εἶναι δὲ ἡ γλωσσὶς αὕτη προσηλωμένη μόνον κατὰ τὸ ἀνώτερον αὐτῆς ἄκρον· δ΄.) ἐκ σιδηροῦ τινος ὀβελίσκου ε κεκαμπυλωμένου πρὸς τὸ κατώτερον ἄκρον, δι' οὗ πιέζει τὴν γλωσσίδα. Ὁ ὀβελίσκος οὗτος δύναται νὰ καταβιβάζηται καὶ ἀναβιβάζηται· οὕτω δὲ κανονίζει τὰς κινήσεις τῆς γλωσσίδος, καὶ ὀρίζει τὸ ὕψος τοῦ ἤχου, τὸν ὁποῖον θέλομεν νὰ παραγάγωμεν.

Τῆς γλώσσης ὑποθεθείσης ἐν τῇ οἰκείᾳ θέσει ἐντὸς τοῦ σωλήνος MN, ὅταν ρεῦμα ἀέρος ἔρχηται εἰς τοῦτο διὰ τοῦ ποδὸς Π, ἡ γλωσσὶς πιεζομένη κάμπτεται ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω, καὶ ἀφίνει διόδον εἰς τὸν ἀέρα, ὅστις ἐξέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς ο. Ἀλλ' ἐπανερχομένη ἡ γλωσσὶς εἰς τὴν πρώτην θέσιν ἔνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς, ἀποτελεῖ σειρὰν παλμῶν, οὕτω δὲ ἡ θυρὶς διαδοχικῶς ἀνοίγεται καὶ κλείεται, καὶ τὸ ρεῦμα τοῦ ἀέρος διέρχεται καὶ διακόπτεται ἐναλλάξ· ἐκ τούτου δὲ γεννῶνται ἡχητικὰ κύματα παράγοντα ἤχον, τοῦ ὁποίου τὸ ὕψος αὐξάνει μετὰ τῆς ταχύτητος τοῦ ρεύματος.

Ἐν τῇ περιγραφείσῃ γλώσσῃ ἡ γλωσσὶς πάλλεται ἐναλλάξ πρὸς τὰ ἐμπρὸς καὶ πρὸς τὰ ὀπίσω τῆς θυρίδος χωρὶς νὰ ἐγγίξη τα χεῖλη αὐτῆς. Αἱ τοιαῦται γλώσσαι καλοῦνται γλώσσαι ἐλεύθεραι. Ἀλλὰ κατασκευάζονται καὶ γλώσσαι πλήττουσαι, ἐν αἷς καθ' ἕκαστον παλμὸν ἡ γλωσσὶς πλατυτέρα οὔσα τῆς θυρίδος πλήττει τὰ τείχη αὐτῆς, μὴ δυναμένη νὰ κινήται ἢ ἐκ τοῦ ἐνὸς μέρους. Ἐν ταῖς τοιαύταις γλώσσαις δὲν ὑπάρχει ὁ σιδηροῦς ὀβελίσκος, ἐπέχει δὲ τόπον αὐτοῦ ἡ πίεσις τῶν χειλέων τοῦ ἀυλοῦντος. Τοιαῦται εἶναι αἱ γλώσσαι τοῦ εὐθυαύλου, τοῦ βαρυαύλου, καὶ τοῦ ὀξυαύλου.



## ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ.

## Ο Π Τ Ι Κ Η .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Α΄.

Περὶ διαδόσεως, ταχύτητος, καὶ ἐντάσεως τοῦ φωτός.

326. Φῶς, ὑποθέσεις περὶ αὐτοῦ. — Φῶς καλεῖται τὸ δι' οὗ παράγεται τὸ αἶσθημα τῆς ὀράσεως. Τὸ μέρος δὲ τῆς φυσικῆς τὸ περὶ τοῦ φωτός πραγματευόμενον καλεῖται ὀπτική.

Πρὸς ἐξήγησιν τῆς ἀρχῆς τοῦ φωτός ἐγένοντο αἱ αὐταὶ καὶ περὶ τῆς θερμότητος ὑποθέσεις, δηλονότι ἡ τῆς ἐκπομπῆς καὶ ἡ τῶν κυμάνσεων. Κατὰ τὴν πρώτην τῶν ὑποθέσεων τούτων, ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἐπινοηθεῖσαν, τὰ φωτεινὰ σώματα ἐκπέμπουσι διηλεκτῶς μετὰ μεγίστης ταχύτητος μόρια λεπτότατα οὐσίας τινὸς ἀσταθμῆτου· τὰ μόρια δὲ ταῦτα εἰσδύοντα εἰς τὸν ὀφθαλμὸν πλήττουσι τὸ ὀπτικὸν νεῦρον καὶ παράγουσι τὸ ἰδιαίτερον αἶσθημα, δι' οὗ βλέπομεν τὰ ἐκπέμποντα αὐτὰ φωτεινὰ σώματα.

Κατὰ δὲ τὴν ὑπόθεσιν τῶν κυμάνσεων, ἐπινοηθεῖσαν ὑπὸ τοῦ Καρτεσίου, παραδέχονται τὴν ὑπαρξιν ῥευστοῦ τινος ἀσταθμῆτου, τὰ μάλιστα λεπτοῦ καὶ ἐλαστικοῦ, πληροῦντος τὸ πᾶν, τοῦ καλουμένου αἰθέρος. Ὁ αἰθὴρ δὲ οὗτος ὑποτίθεται ὑπάρχων καὶ ἐν τοῖς μεταξὺ τῶν ἀτόμων τῶν σωμάτων διαστήμασι. Τούτου τεθέντος, ἡ γένεσις τοῦ φωτός ἀποδίδεται εἰς τοὺς παλμούς τῶν ἀτόμων τῶν φωτεινῶν σωμάτων, οἵτινες διαδίδονται εἰς τὸν αἰθέρα κατὰ σφαιρικὰ κύματα, ὅπως ὁ ἦχος ἐν τῷ ἀέρι. Ἡ ὑπόθεσις αὕτη τῶν κυμάνσεων εἶναι ἡ πιθανωτέρα, καὶ ταύτην παραδέχονται τὴν σήμερον πάντες, διότι κατὰ ταύτην ἐξηγοῦνται πάντα τὰ τοῦ φωτός φαινόμενα.

327. Ἀκτὶς καὶ δέσμη φωτός. — Καλεῖται ἀκτὶς φωτός ἡ εὐθεῖα γραμμὴ, καθ' ἣν τὸ φῶς διαδίδεται· τὸ δὲ σύνολον πολλῶν ἀκτίνων ἐκ τῆς αὐτῆς πηγῆς ἐκπεμπομένων καλεῖται δέ-

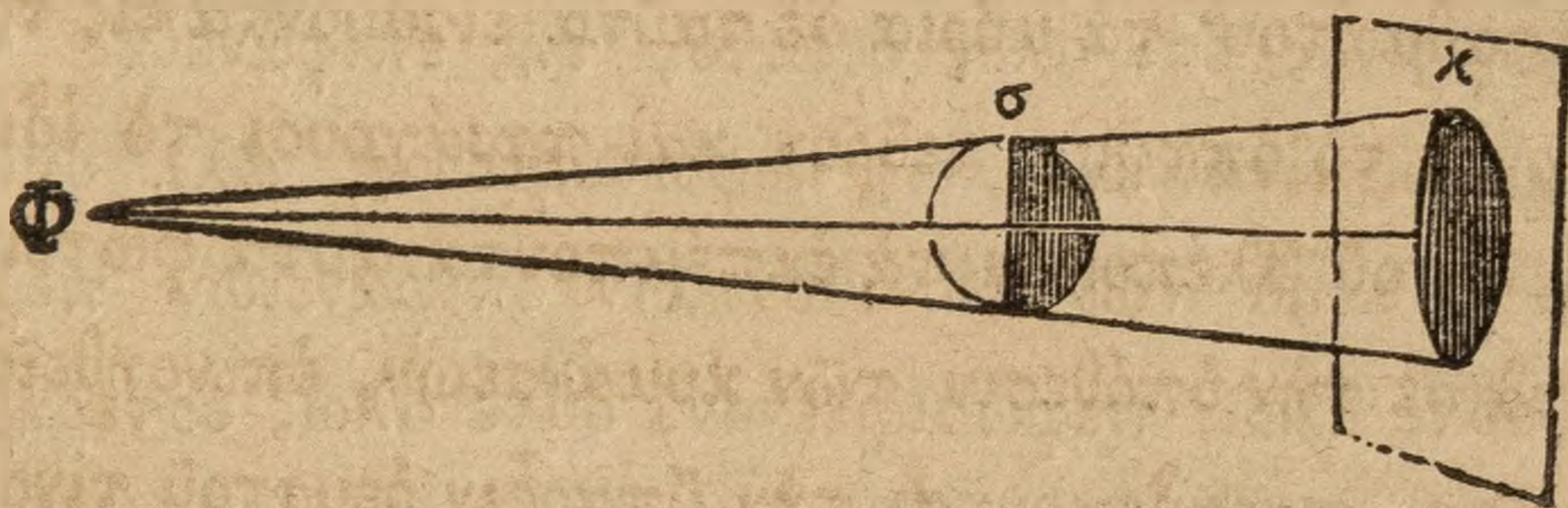


σμη φωτός. Φωτεινή τις δέσμη λέγεται παράλληλος, όταν αἱ ἀκτῖνες ἐξ ὧν συνίσταται, εἶναι παράλληλοι, ἀποκλίνουσα δὲ ἢ συγκλίνουσα καλεῖται, καθ' ὅσον αἱ συνιστῶσαι αὐτὴν ἀκτῖνες εἶναι ἀποκλίνουσαι ἢ συγκλίνουσαι.

328. Διάδοσις τοῦ φωτός. — Τὸ φῶς ἐν παντὶ ὁμογενεῖ μέσῳ διαδίδεται κατ' εὐθεΐαν γραμμὴν. Ἴνα βεβαιωθῶμεν περὶ τούτου ἀρκεῖ νὰ παρενθέσωμεν σῶμα, δι' οὗ τὸ φῶς δὲν διέρχεται, ἐπὶ τῆς διὰ τοῦ ὀφθαλμοῦ καὶ τοῦ φωτεινοῦ σώματος ἀγομένης εὐθείας, καὶ τότε τοῦτο παύει νὰ εἶναι ὀρατόν.

Πρὸς τούτοις ὅταν εἰσδύῃ εἰς σκοτεινὸν θάλαμον διὰ στενῆς ὀπῆς φῶς, παρατηροῦμεν εὐθεΐαν γραμμὴν φωτεινὴν, ἣτις καθίσταται ὀρατὴ ἔνεκα τοῦ φωτισμοῦ τῶν ἐν τῷ ἀέρι αἰωρουμένων λεπτῶν σωματίων, τῶν καλουμένων τιλῶν.

329. Σκιά. — Καλεῖται σκιά σώματός τινος τὸ μέρος τοῦ χώρου, ὅπου τὸ φῶς δὲν φθάνει ἔνεκα τῆς παρουσίας αὐτοῦ τοῦ σώματος. Ἐστω Φ φωτεινὸν τι σημεῖον, καὶ σ σῶμα σκιερὸν, τοῦ



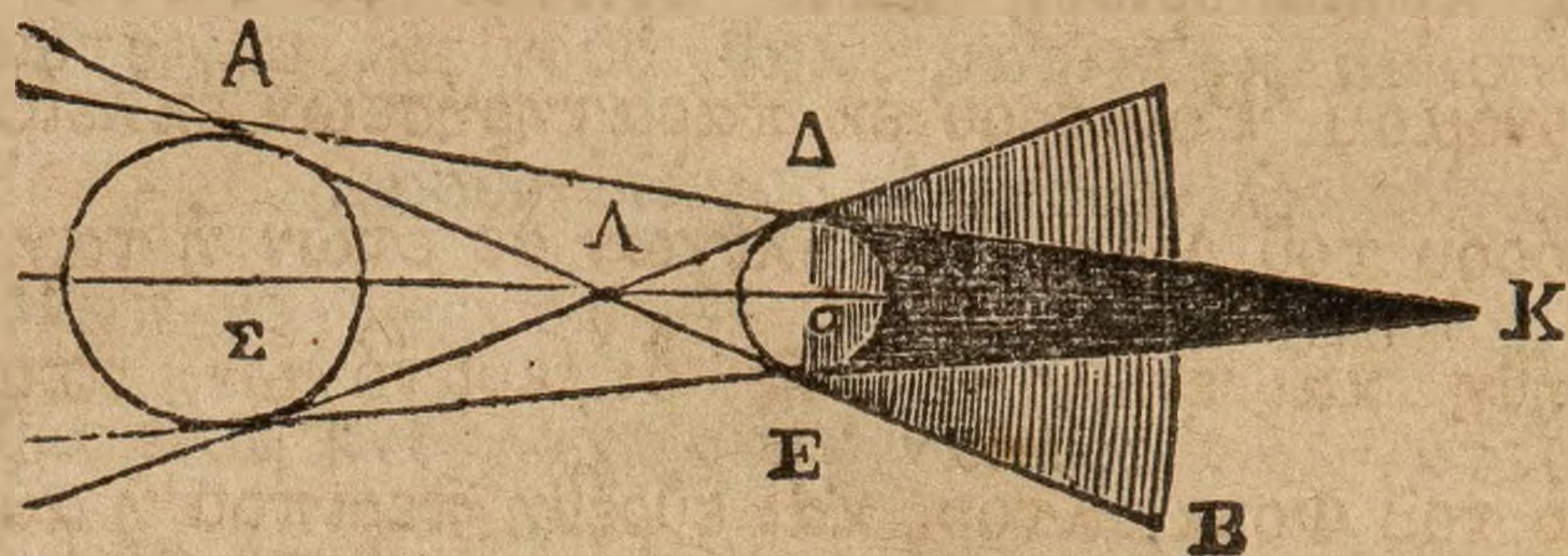
Σχ. 154.

ὁποίου τὸ σχῆμα ὑποθέτομεν σφαιρικόν. Ἴνα προσδιορίσωμεν τὴν ἔκτασιν καὶ τὸ σχῆμα τῆς σκιάς αὐτοῦ, ἀρκεῖ νὰ ἀγάγωμεν ἐκ τοῦ φωτεινοῦ σημείου Φ ἀπεριόριστον εὐθεΐαν Φχ ἐφαπτομένην τῆς σφαίρας, καὶ νὰ περιστρέψωμεν αὐτὴν περὶ τὴν σφαιραν μέχρις οὗ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν ἀρχικὴν θέσιν, μένουσα πάντοτε ἐφαπτομένη αὐτῆς· οὕτω δὲ θέλει παραχθῆ κῶνος, τοῦ ὁποίου κορυφὴ εἶναι τὸ Φ, καὶ τοῦ ὁποίου τὸ ὀπισθεν τοῦ σκιεροῦ σώματος σ μέρος θὰ εἶναι ἡ σκιά.

330. Ὑποσκίασμα. — Ὅταν τὸ φωτίζον σῶμα δὲν ὑποτεθῇ σημεῖον, ἀλλ' ἔχῃ ἔκτασιν, τότε εἶναι εὐκόλον νὰ δείξωμεν, ὅτι ἐκτὸς τῆς τελείας σκιάς, ὑπάρχει καὶ μέρος τοῦ χώ-



ρου ἐν μέρει φωτιζόμενον. Διότι ἔστωσαν δύο σφαῖραι  $\Sigma$  καὶ  $\sigma$  (σχ. 155), ἡ μὲν φωτεινὴ, ἡ δὲ σκιερὰ. Ἐὰν νοήσωμεν ὅτι εὐ-



Σχ. 155.

θεία τις ἀπεριόριστος  $\Lambda\Delta$  κινεῖται μένουσα πάντοτε ἐφαπτομένη τῶν σφαιρῶν πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, ἢ εὐθεῖα αὕτη θέλει παραγάγει κώνον ἔχοντα κορυφὴν τὸ σημεῖον  $K$ . εἶναι δὲ φανερόν ὅτι τὸ ὀπισθεν τῆς σφαίρας  $\sigma$  μέρος τοῦ κώνου τούτου εἶναι ὅλως ἐστερημένον φωτός. Ἐὰν δὲ πάλιν νοήσωμεν ὅτι δευτέρα τις εὐθεῖα  $\Lambda B$  κινεῖται μένουσα πάντοτε ἐφαπτομένη ἀμφοτέρων τῶν σφαιρῶν ἐξ ἀντιθέτων μερῶν, ἢ εὐθεῖα αὕτη θέλει παραγάγει κώνον ἔχοντα κορυφὴν τὸ σημεῖον  $\Lambda$ . εἶναι δὲ φανερόν ἐκ τοῦ σχήματος ὅτι ὅλος ὁ ἐκτὸς τῆς ἐπιφανείας τοῦ κώνου τούτου χῶρος εἶναι ἐντελῶς πεφωτισμένος, ἀλλ' ὅτι τὸ μέρος αὐτοῦ τὸ μεταξὺ τῶν δύο κωνικῶν ἐπιφανειῶν περιεχόμενον δὲν εἶναι οὔτε ὅλως πεφωτισμένον, οὔτε ὅλως ἐστερημένον φωτός· διότι τὰ ἐν αὐτῷ σημεία δέχονται φῶς ἐκ τινος μόνου μέρους τοῦ φωτεινοῦ σώματος, τὸ δὲ μέρος τοῦτο εἶναι τοσοῦτον μικρότερον, ὅσῳ τὰ σημεία ταῦτα εἶναι πλησιέστερα πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κώνου τῆς τελείας σκιάς. Τὸ μέρος τοῦτο τοῦ χώρου τὸ ὑπὸ τινος μόνου μέρους τοῦ φωτεινοῦ σώματος φωτιζόμενον εἶναι τὸ καλούμενον ὑποσκίασμα.

**Σημείωσις.** Αἱ ἀνωτέρω ὀρισθεῖσαι σκιαὶ εἶναι αἱ καλούμεναι γεωμετρικαὶ σκιαί· σημειωτέον ὅμως ὅτι αὗται δὲν εἶναι ἀκριβῶς αἱ αὐταὶ ταῖς φυσικαῖς σκιαῖς, ἤτοι ταῖς ὄντως παραγομέναις. Τοῦτο δὲ προέρχεται ἐκ φαινομένου τινός, τὸ ὁποῖον καλεῖται περίθλασις, κατὰ τὸ ὁποῖον αἱ ἐπιψαύουσαι τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων ἀκτῖνες κάμπτονται αἱ μὲν πρὸς τὰ ἐντὸς, αἱ δὲ πρὸς τὰ ἐκτὸς τῆς γεωμετρικῆς σκιάς.



331. Ταχύτης τοῦ φωτός. — Τὸ φῶς διατρέχει ἐν τῷ κενῷ περὶ τὰς 77000 λεύγας κατὰ δεύτερον λεπτόν. Ἡ ἐκπληκτικὴ αὕτη ταχύτης προσδιωρίσθη κατὰ πρῶτον τὸ 1675 ὑπὸ τοῦ Σουηδοῦ ἀστρονόμου Ροιμέρου ἐκ παρατηρήσεων ἐκλείψεων τοῦ πρώτου δορυφόρου τοῦ Διός. Πρὸ ὀλίγων δὲ ἐτῶν ἡ ταχύτης τοῦ φωτός ἐμετρήθη καὶ ἐπὶ τῆς γῆς δι' εὐστόχων πειραμάτων γενημένων ὑπὸ τοῦ Φουκώλτου, καὶ εὐρέθη περίπου ἡ αὐτή. Ἴνα φθάσῃ τὸ φῶς ἀπὸ τοῦ ἡλίου εἰς τὴν γῆν χρειάζεται 8' 18". Ἐν δὲ τῇ ἀστρονομίᾳ δεικνύεται ὅτι καὶ τοῦ προσγειοτάτου ἀπλανοῦς ἀστέρος τὸ φῶς ἵνα φθάσῃ εἰς τὴν γῆν χρειάζεται ὑπὲρ τὰ τρία ἔτη, καὶ ὅτι ὑπάρχουσιν ἄλλοι ἀστέρες, τῶν ὁποίων τὸ φῶς χρειάζεται χιλιάδας ἐτῶν ἵνα φθάσῃ μέχρις ἡμῶν.

332. Ἐντασις τοῦ φωτός. — Ἐντασις τοῦ φωτός καλεῖται ἡ ποσότης φωτός, ἣν ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας σώματός τινος δέχεται ἐξ αὐτοῦ. Ἀκολουθεῖ δὲ ἡ ἐντασις τοῦ φωτός τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

α.) Ἡ ἐντασις τοῦ φωτός ἐπὶ δοθείσης ἐπιφανείας εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ἀποστάσεως αὐτῆς ἀπὸ τῆς πηγῆς τοῦ φωτός.

β.) Ἡ ἐντασις τοῦ πλαγίως ἐπὶ τινὰ ἐπιφάνειαν προσπίπτοντος φωτός εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἡμιτόνου (1) τῆς γωνίας τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων μετὰ τῆς φωτιζομένης ἐπιφανείας.

Ὁ πρῶτος τῶν ἀνωτέρω νόμων ἀποδεικνύεται μαθηματικῶς ὡς ἐξῆς.

Ἐστω α ἡ ἀκτὶς κοίλης σφαίρας, ἧς ἡ ἐντὸς ἐπιφάνεια φωτίζεται ὑπὸ φωτεινοῦ σημείου κειμένου κατὰ τὸ κέντρον αὐτῆς. Ἐὰν ἡ ὅλη ποσότης τοῦ ἐκπεμπομένου φωτός παρασταθῇ διὰ φ, ἡ μονὰς τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας θὰ δέχηται ποσότητα φωτός  $\frac{\varphi}{4\pi\alpha^2}$ , διότι ἐκ τῆς γεωμετρίας γνωρίζομεν ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τῆς σφαίρας ἧς ἡ ἀκτὶς α εἶναι  $4\pi\alpha^2$ . Ἐὰν ἡ φω-

(1) Ἐὰν ἐπὶ τῆς μιᾶς τῶν πλευρῶν γωνίας τινὸς Γ ληφθῇ ἀπὸ τῆς κορυφῆς μῆκός τι α, καὶ ἐκ τοῦ ἄκρου τῆς εὐθείας ταύτης καταβιβάσθῃ κάθετος ἐπὶ τὴν ἐτέραν πλευρὰν, ὁ λόγος τῆς καθέτου ταύτης πρὸς τὸ μῆκος α, ὅστις εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ μήκους τούτου, λέγεται ἡ μίτον τῆς γωνίας Γ.



τιζομένη σφαῖρα εἶχεν ἀκτῖνα  $\Lambda$ , ἐκάστη μονὰς ἐπιφανείας ταύτης θὰ ἐδέχετο ποσότητα φωτὸς  $\frac{\Phi}{4\pi\Lambda^2}$ . Ἐὰν λοιπὸν καλέσωμεν  $\epsilon$  καὶ  $\epsilon'$  τὰς ἐντάσεις τοῦ φωτὸς εἰς τὰς ἀποστάσεις  $\alpha$  καὶ  $\Lambda$ , θὰ ἔχωμεν

$$\epsilon : \epsilon' = \frac{\Phi}{4\pi\alpha^2} : \frac{\Phi}{4\pi\Lambda^2}.$$

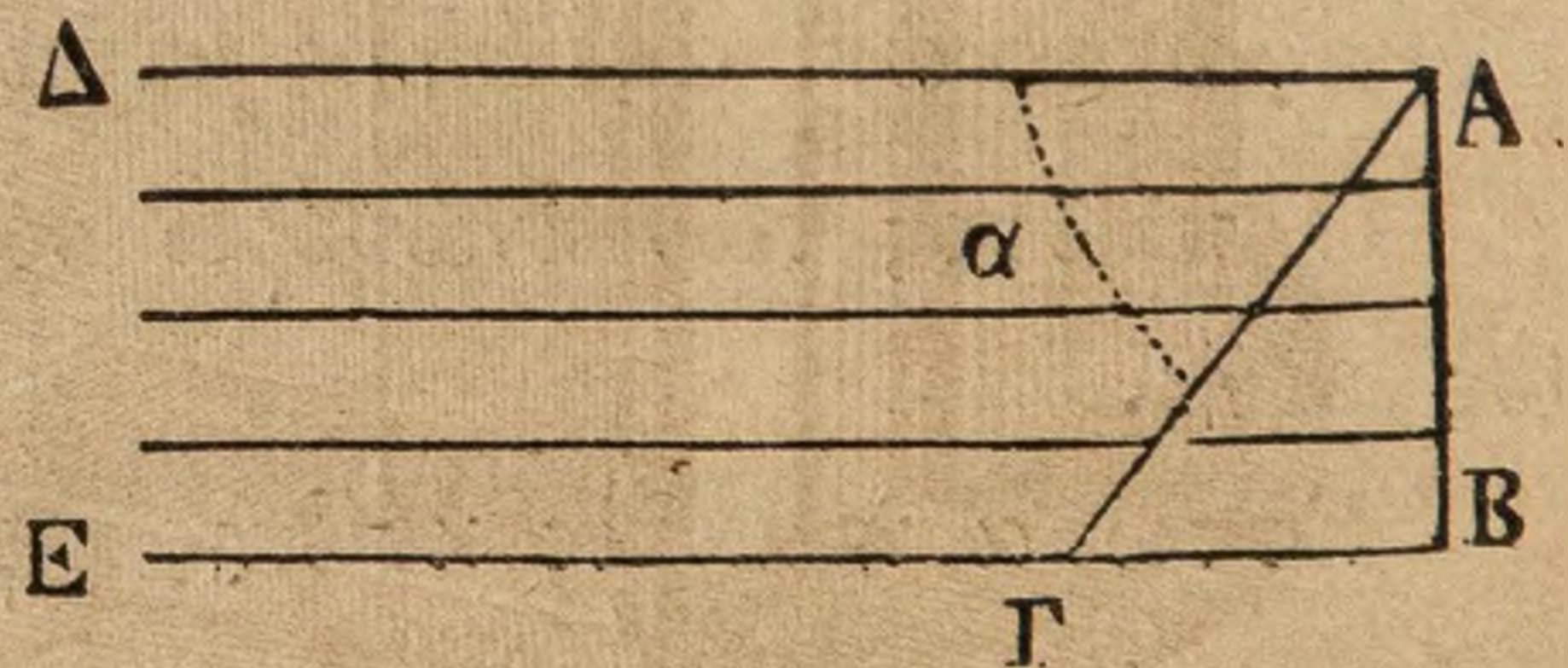
Ἐκ ταύτης δὲ διὰ τοῦ πολλαπλασιασμοῦ τῶν ὄρων τοῦ δευτέρου λόγου ἐπὶ  $\frac{4\pi\alpha^2\Lambda^2}{\Phi}$ , λαμβάνομεν

$$\epsilon : \epsilon' = \Lambda^2 : \alpha^2.$$

Ἡ δὲ ἀναλογία αὕτη ἐκφράζει τὸν πρῶτον τῶν ἀνωτέρων νόμων.

Ἐν τῇ ἀνωτέρω ἀποδείξει καταφαίνεται ὅτι ἡ ἐλάττωσις τῆς ἐντάσεως τοῦ φωτὸς προέρχεται ἐκ τῆς ἀποκλίσεως τῶν ἀκτῖνων. Ὄταν δὲ αἱ ἀκτῖνες εἶναι παράλληλοι, ἡ ἐντασις τοῦ φωτὸς μένει ἡ αὐτὴ εἰς πᾶσαν ἀπόστασιν, τουλάχιστον ἐν τῷ κενῷ· διότι ἐν τῷ ἀέρι καὶ τοῖς λοιποῖς διαφανέσι μέσοις συμβαίνει ἀπορρόφησης τοῦ φωτὸς ἐλαττοῦσα τὴν ἐντασιν αὐτοῦ.

Καὶ ὁ δεύτερος δὲ νόμος δεικνύεται μαθηματικῶς. Διότι Ἐς ὡ δέσμη ἀκτῖνων παραλλήλων  $\Delta A$ ,  $E B$  (σχ. 156), προσπιπτουσῶν ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν  $A\Gamma$  καὶ σχηματιζουσῶν μετ' αὐτῆς τὴν γωνίαν  $\Delta A\Gamma = \alpha$ . Εἶναι φανερόν ὅτι ἡ ποσότης φωτὸς  $\pi$  ἡ προσπίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν  $A\Gamma$  εἶναι ἡ αὐτὴ τῇ προσπιπτούσῃ



Σχ. 156.

ἐπὶ τὴν  $A B$ · ἐὰν λοιπὸν καλέσωμεν τὴν τελευταίαν ἐπιφάνειαν  $\epsilon$  καὶ τὴν ἐπ' αὐτῆς τοῦ φωτὸς ἐντασιν  $\chi$ , τὴν δὲ πρώτην  $E$ , καὶ τὴν ἐπ' αὐτῆς ἐντασιν  $\psi$ , θέλομεν ἔχει ὡς καὶ ἀνωτέρω,

$$\chi : \psi = \frac{\pi}{\epsilon} : \frac{\pi}{E} = E : \epsilon.$$

Ἄλλ' ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι αἱ ἐπιφάνειαι εἶναι δύο ὀρθογώνια ἔχοντα τὴν αὐτὴν βάσιν, καὶ ὕψη τὰς εὐθείας  $A B$  καὶ  $A\Gamma$ , ἔχομεν

$$E : \epsilon = A\Gamma : A B$$



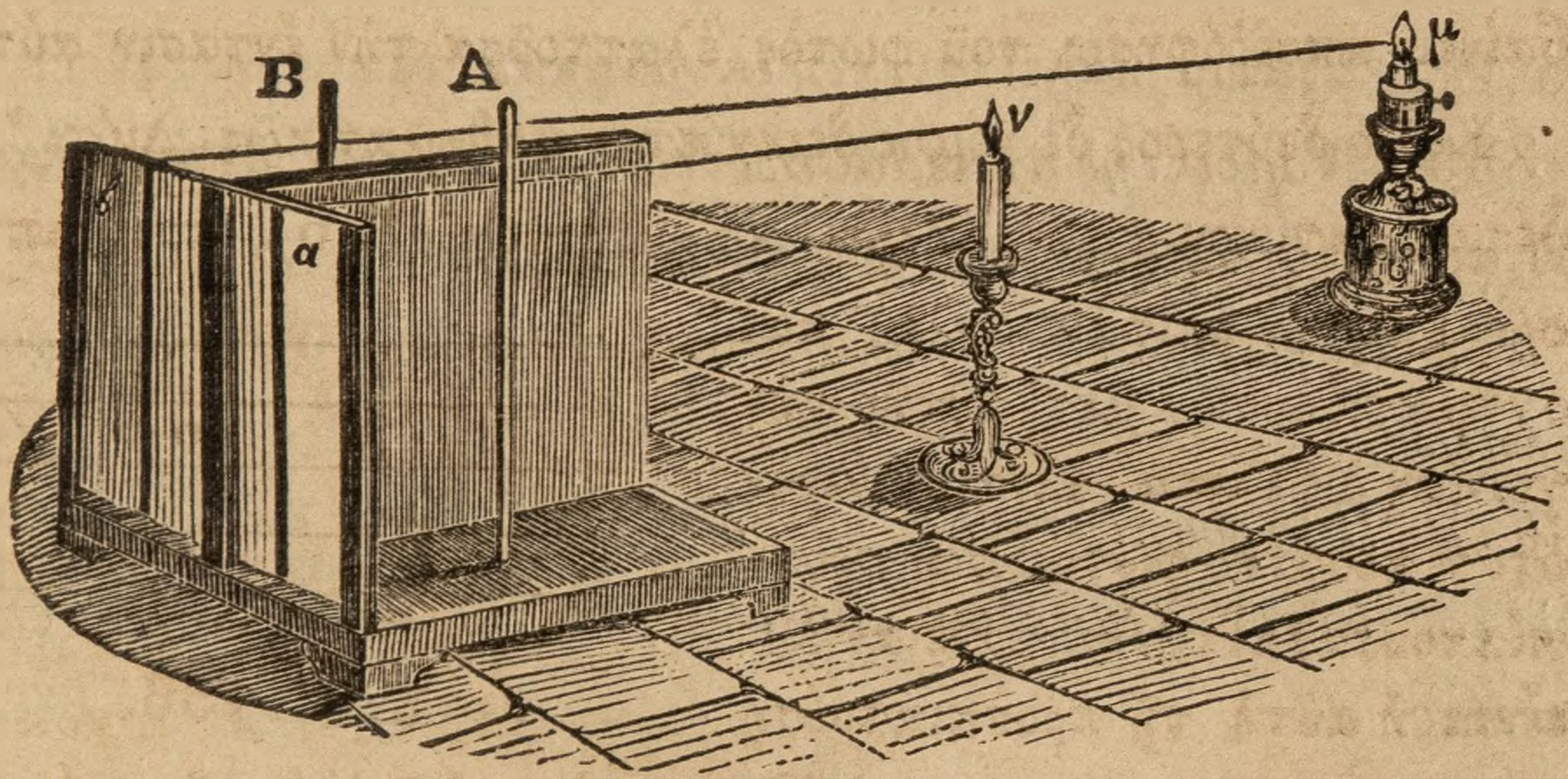
ὅθεν  $\chi : \psi = \text{ΑΓ} : \text{ΑΒ}$ , καὶ  $\psi = \chi \times \frac{\text{ΑΒ}}{\text{ΑΓ}}$ .

Ἄλλ' ὁ λόγος  $\frac{\text{ΑΒ}}{\text{ΑΓ}}$  εἶναι τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας ΑΓΒ ἢ τῆς

ἴσης αὐτῇ α· ἄρα  $\psi = \chi \eta \mu . \alpha .$

Ὁ τύπος δὲ οὗτος ἐκφράζει τὸν δεύτερον νόμον.

333. Φωτόμετρα. — Καλοῦνται φωτόμετρα ὄργανα χρησιμεύοντα εἰς τὴν μέτρησιν τῆς σχετικῆς ἐντάσεως δύο φώτων. Τὸ ἀπλούστατον πάντων καὶ οὐχ' ἥττον ἀκριβὲς εἶναι τὸ τοῦ Ρουμφόρδου. Σύγκειται δὲ τοῦτο ἐκ πλακῶς ὑαλίνης μὴ λείας, ἐμπροσθεν τῆς ὁποίας εἶναι πεπηγμένα δύο σκιερὰ στελέχη Α καὶ Β (σχ. 157) κεχωρισμένα ἀπ' ἀλλήλων διὰ σκιεροῦ διαφράγματος· εἰς ἀπόστασιν δὲ τινὰ ἀπ' αὐτῶν τίθενται τὰ εἰς σύγκρισιν προκείμενα φῶτα, οἷον λύχνος καὶ λαμπάς, οὕτως ὥστε ἕκαστερον νὰ προβάλλῃ ἐπὶ τὴν ὑαλίνην πλάκα τὴν σκιάν τοῦ ἀντιστοιχοῦντος σελέχους. Ἡ ἐντάσις τῶν δύο σκιῶν α καὶ β δύνανται κατὰ πρῶτον νὰ εἶναι ἄνισος· ἀλλὰ πλησιάζοντες τὸν λύ-



Σχ. 157.

χνον ἢ ἀπομακρύνοντες αὐτὸν, εὐκόλως εὐρίσκομεν θέσιν τινὰ, καθ' ἣν αἱ ἐντάσεις τῶν δύο σκιῶν α καὶ β εἶναι ἴσαι, ὅπερ δεικνύει ὅτι ἡ ὑαλίνη πλάξ φωτίζεται ἐξ ἴσου ὑπ' ἀμφοτέρων τῶν φώτων. Τότε δὲ αἱ ἐντάσεις τῶν δύο τούτων φώτων εἶναι ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν ἀπὸ τῶν σκιῶν· δηλονότι ἐὰν ὁ λύχνος ἀπέχῃ τριπλάσιον τῆς λαμπάδος, ἡ ἐντάσις τοῦ φωτὸς αὐτοῦ θὰ εἶναι θκίς μείζων.

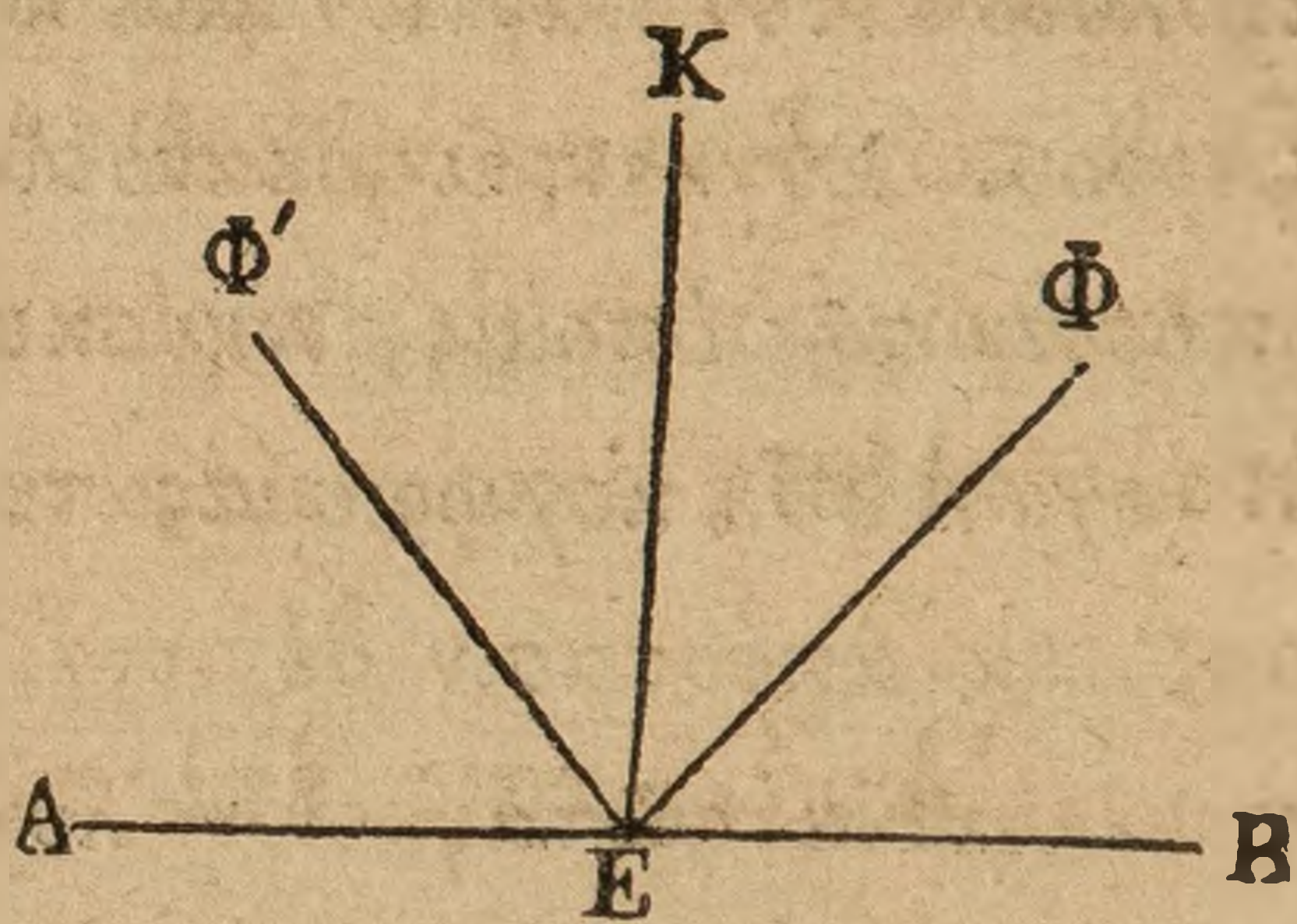


## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Β'.

## Περὶ ἀνακλάσεως τοῦ φωτός.

334. Ὄταν ἀκτὶς φωτὸς προσπέσῃ ἐπὶ λείαν ἐπιφάνειαν, μεταβάλλει διεύθυνσιν ἢ ἀνακλάται, τὸ φαινόμενον δὲ τοῦτο καλεῖται ἀνάκλασις.

Ἐστω  $AB$  λεία τις ἐπίπεδος ἐπιφάνεια (σχ. 158),  $FE$  ἀκτὶς φωτὸς πίπτουσα ἐπὶ τὴν ἐπιφάνειαν ταύτην κατὰ τὸ  $E$ , καὶ  $EF'$  ἡ αὐτὴ ἀκτὶς μετὰ τὴν ἀνάκλασιν. Ἐὰν ὑψώσωμεν ἐκ τοῦ σημείου τῆς προσπτώσεως  $E$  τὴν  $EK$  κάθετον ἐπὶ τὴν ἀνακλωσαν ἐπιφάνειαν, ἡ γωνία  $FEK$  ἡ ἀποτελουμένη ὑπὸ τῆς προσπιπτούσης



Σχ. 158.

ἀκτίνος καὶ τῆς καθέτου καλεῖται γωνία προσπτώσεως· ἡ δὲ γωνία  $KEF'$  ἡ ἀποτελουμένη ὑπὸ τῆς ἀνακλασθείσης ἀκτίνος καὶ τῆς καθέτου καλεῖται γωνία ἀνακλάσεως.

335. Νόμοι τῆς ἀνακλάσεως τοῦ φωτός. — Ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτὸς ὑπόκειται εἰς τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

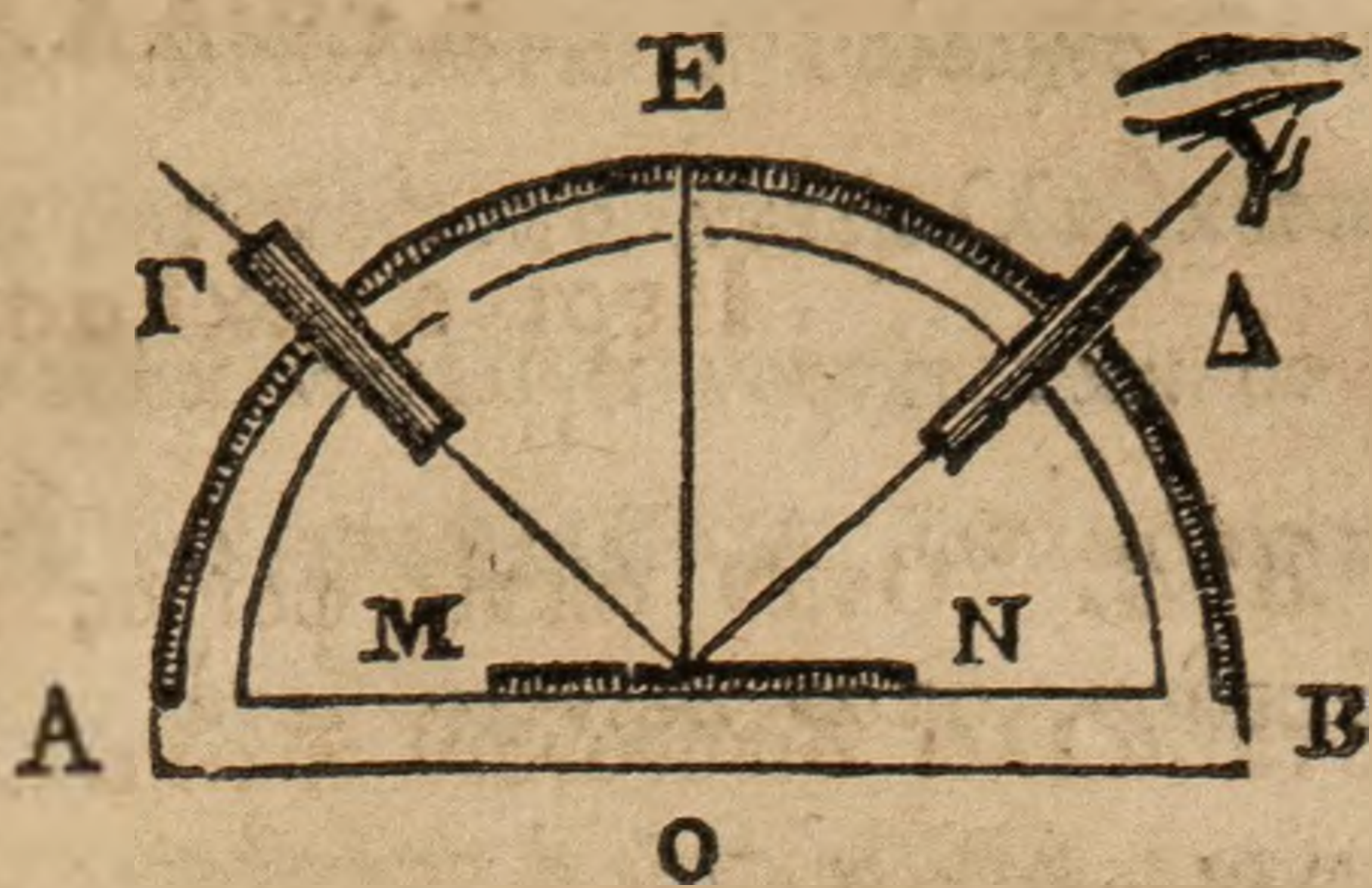
α'.) Ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως εἶναι ἴση τῇ τῆς προσπτώσεως.

β'.) Ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτὶς κεῖνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τῆς ἀνακλώσεως ἐπιφανείας.

Ἀμφότεροι οἱ νόμοι οὗτοι ἀποδεικνύονται διὰ τοῦ ἐν τῷ σχήματι 159 παριστωμένου ὀργάνου. Εἶναι δὲ τοῦτο ἡμικύκλιον  $AEB$  διηρημένον εἰς μοίρας, τοῦ ὁποίου τὸ ἐπίπεδον διατίθεται κατακόρυφον. Τὸ ἡμικύκλιον τοῦτο φέρει ἐπὶ τῆς διαμέτρου αὐτοῦ  $AB$  ἐπίπεδον κάτοπτρον  $MN$ , ἐπὶ δὲ τῆς περιφερείας δύο μικρὰς διόπτρας  $\Gamma$  καὶ  $\Delta$ , ὧν οἱ ἄξονες διευθύνονται πρὸς τὸ κέντρον τοῦ ἡμικυκλίου. Τούτων οὕτως ἐχόντων, κάμνομεν νὰ διέλθῃ ἀκτὶς φωτὸς διὰ τοῦ ἄξονος τῆς διόπτρας  $\Gamma$ , ἔπειτα θέτομεν



τὸν ὀφθαλμὸν εἰς τὸ πρὸς τὰ ἔξω ἄκρον τῆς διόπτρας Δ, ἣν μετακινουμέν, μέχρις οὗ ἴδωμεν τὴν κατὰ τὸ Ο ἐπὶ τοῦ κατόπτρου MN ἀνακλασθεῖσαν ἀκτῖνα. Τότε δὲ μετροῦντες τὰ τόξα ΓΕ καὶ ΔΕ εὐρίσκομεν ὅτι εἶναι ἴσα· ὅπερ δεικνύει τὴν ἰσότητα τῶν γωνιῶν τῆς προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως ΓΟΕ καὶ ΔΟΕ.



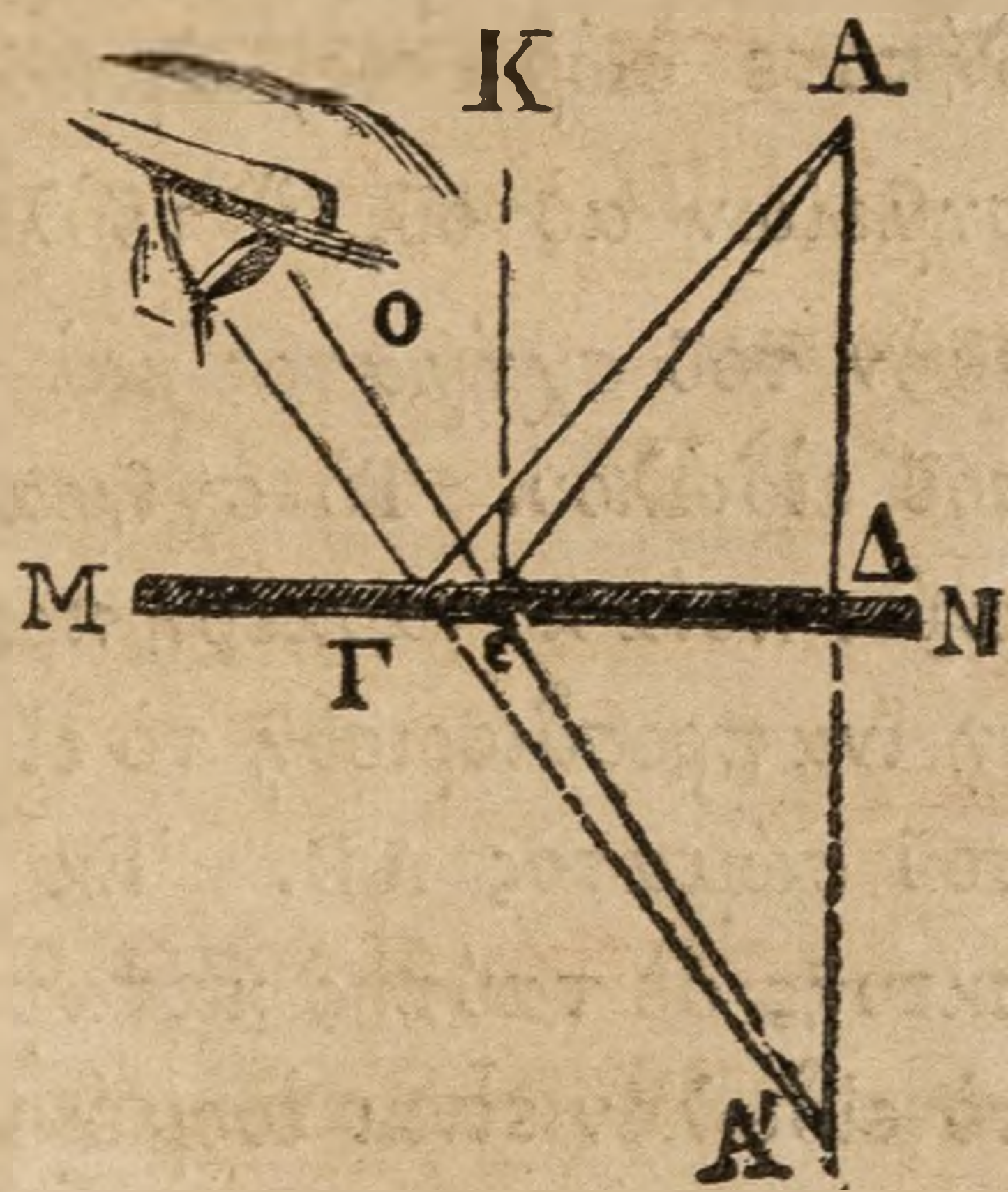
Σχ. 159.

Ἄλλὰ καὶ ὁ δεύτερος νόμος εἶναι οὕτω ἀποδεδειγμένος· διότι οἱ ἄξονες τῶν διοπτρῶν, καθ' οὓς διευθύνονται ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ ἀνακλωμένη ἀκτῖς, εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ κατόπτρου MN.

Ἀνάκλασις ἐπὶ τῶν ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν.

336. Κάτοπτρα. — Καλοῦνται κάτοπτρα σώματα λείαν ἔχοντα τὴν ἐπιφάνειαν, ἐφ' ἧς τὸ φῶς ἀνακλάται κατὰ τοὺς ἀνωτέρω δύο νόμους.

Ἄς θεωρήσωμεν δὲ κατὰ πρῶτον φωτεινὸν τι σημεῖον Α κείμενον ἐνώπιον ἐπιπέδου κατόπτρου MN (σχ. 160). Ἐστω Αε ἀκτῖς τις ἐκπηγάζουσα ἐκ τοῦ Α καὶ προσπίπτουσα ἐπὶ τὸ κάτοπτρον. Ἡ ἀκτῖς αὕτη θέλει ἀνακλασθῆ κατὰ τὴν διεύθυνσιν εΟ, ἀποτελοῦσα τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως ΚεΟ ἴσην τῇ τῆς προσπτώσεως ΑεΚ. Ἐὰν δὲ ἐκ τοῦ σημείου Α καταβιβάσωμεν ἐπὶ τὸ κάτοπτρον τὴν κάθετον ΑΔ, καὶ ἐκβάλωμεν τὴν κάθετον ταύτην καὶ τὴν ἀνακλασθεῖσαν ἀκτῖνα Οε, μέχρις οὗ συμπέσωσιν εἰς τὸ Α' ὀπισθεν τοῦ κα-



Σχ. 160.

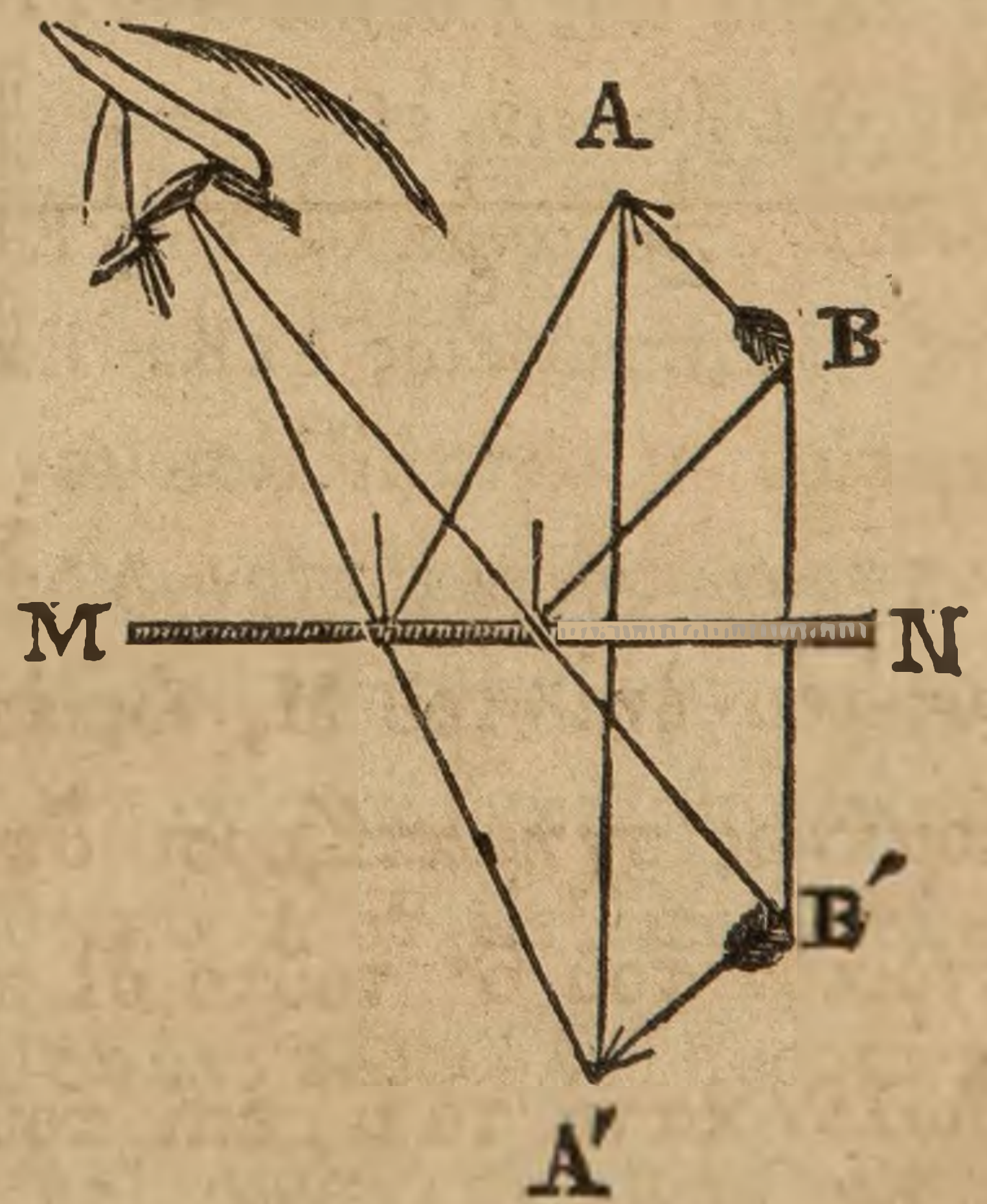
τόπτρου, θέλουσι σχηματισθῆ δύο τρίγωνα ΑεΔ καὶ Α'εΔ, τὰ ὁποῖα λέγω ὅτι εἶναι ἴσα· διότι ἔχουσι τὴν πλευρὰν εΔ κοινὴν, τὰς γωνίας ΑεΔ καὶ Α'εΔ ἴσας ὡς ὀρθὰς, καὶ τὰς γωνίας ΑεΔ καὶ Α'εΔ ἴσας, ὡς ἴσας ἀμφοτέρας τῇ αὐτῇ γωνίᾳ ΟεΜ. Ἐκ τῆς ἰσότητος δὲ τῶν τριγώνων συμπεραίνομεν ὅτι ΑΔ =



Α'Δ. Ἄρα ἀκτίς τις οἰαδήποτε Αε πηγάζουσα ἔκ τινος φωτεινοῦ σημείου Α ἀνακλᾶται κατὰ τοιαύτην διεύθυνσιν, ὥστε προσεκβαλλομένη ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου τέμνει τὴν ἐκ τοῦ Α εἰς τὸ κάτοπτρον ἠγμένην κάθετον ΑΑ' εἰς σημεῖόν τι Α' συμμετρικὸν τοῦ Α. Συμμετρικὰ δὲ λέγονται δύο σημεῖα πρὸς τι ἐπίπεδον, ὅταν κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εἰς τοῦτο καθέτου, καὶ εἰς ἴσας ἀπ' αὐτοῦ ἀποστάσεις. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς τὴν ἀκτῖνα ΑΓ, ὡς καὶ εἰς πᾶσαν ἄλλην ἀκτῖνα ἐκ τοῦ Α ἀγομένην. Ἄρα πᾶσαι αἱ ἐκ τοῦ σημείου Α ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ἀνακλώμεναι, ἔχουσι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν τὴν διεύθυνσιν, ὡς ἐὰν ἐξεπέμποντο ἐκ τοῦ συμμετρικοῦ σημείου Α'. Διὰ τοῦτο δὲ ὁ ἡμέτερος ὀφθαλμὸς δέχεται τὴν αὐτὴν ἐντύπωσιν, ὡς ἐὰν ὑπῆρχε φωτεινόν τι σημεῖον κατὰ τὸ Α'. Τὸ σημεῖον τοῦτο Α' καλεῖται εἶδωλον τοῦ Α. Ἐν δὲ τοῖς ἀνωτέρω ἐδείχθη ὅτι,

Τὸ εἶδωλον φωτεινοῦ σημείου τὸ ὑπὸ ἐπιπέδου κατόπτρου σχηματιζόμενον κεῖται ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου, ἐπὶ τῆς ἐκ τοῦ φωτεινοῦ σημείου εἰς τὸ κάτοπτρον ἠγμένης καθέτου, καὶ εἰς ἴσην ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν.

Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι διὰ νὰ προσδιορίσωμεν τὸ εἶδωλον οἰοῦνδήποτε σώματος, ἀρκεῖ νὰ εὔρωμεν τὸ εἶδωλον ἐκάστου τῶν σημείων αὐτοῦ, ἢ τοῦλάχιστον σημείων ἱκανῶν εἰς προσδιορισμὸν τοῦ σχήματος καὶ τῆς θέσεως τοῦ εἰδώλου. Τὸ σχῆμα 161 δεικνύει ποία κατασκευὴ πρέπει νὰ γείνη ἵνα προσδιορισθῇ τὸ εἶδωλον Α'Β' τοῦ σώματος ΑΒ. Ἐκ τῆς κατασκευῆς δὲ ταύτης καταφαίνεται ὅτι τὸ εἶδωλον εἶναι ἰσομέγεθες τῷ σώματι καὶ συμμετρικὸν αὐτοῦ. Λέγονται δὲ δύο σώματα συμμετρικὰ πρὸς ἐπίπεδόν τι ἐν τῇ γεωμετρῖα, ὅταν τὰ σημεῖα αὐτῶν εἶναι ἀνὰ δύο συμμετρικὰ πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦτο.



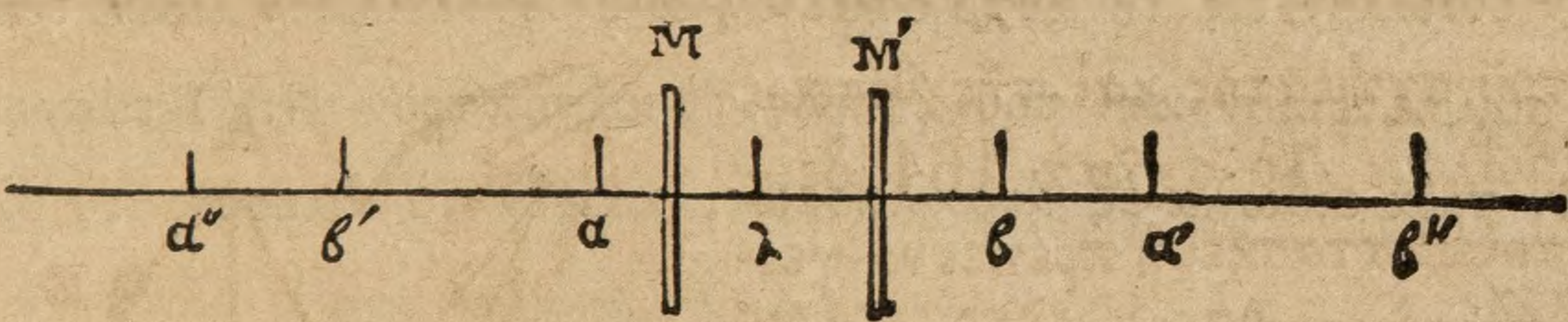
Σχ. 161.

337. Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν καὶ καθ' ὑπόστασιν. — Εἶδομεν ἀνωτέρω ἐν τοῖς περὶ ἐπιπέδων κατόπτρων, ὅτι αἱ ἐκ σημείου



τινὸς ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν φαίνονται ἐκπεμπόμεναι ἐκ τινος σημείου κειμένου ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου, ὅπερ καλεῖται εἶδωλον αὐτοῦ. Τὸ τοιοῦτον εἶδωλον καλεῖται κατ' ἔμφασιν, διότι φαίνεται μόνον, ἀλλὰ δὲν ὑπάρχει σημεῖον, δι' οὗ διέρχονται πᾶσαι αἱ ἀνακλασθεῖσαι ἀκτῖνες. Ὑπάρχουσιν ὅμως ἄλλα εἶδη κατόπτρων, περὶ ὧν θέλει γείνει λόγος κατωτέρω, ἐν οἷς αἱ ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχονται πραγματικῶς ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου· τὸ σημεῖον τοῦτο καλεῖται τότε εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν (α). Ὅ,τι δὲ εἶπομεν περὶ τῶν φωτεινῶν σημείων ἐφαρμόζεται καὶ εἰς τὰ οἰονδήποτε μέγεθος ἔχοντα σώματα.

338. Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο παραλλήλων ἐπιπέδων κατόπτρων.—Ὅταν φωτεινὸν τι σημεῖον ἢ σῶμα εὐρίσκηται μεταξὺ δύο παραλλήλων ἐπιπέδων κατόπτρων, παράγονται ἄπειρα εἶδωλα αὐτοῦ, κείμενα πάντα ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας καθέτου ἐπὶ τὰ κάτοπτρα. Τὸ φαινόμενον δὲ τοῦτο εὐκόλως δύναται νὰ ἐξηγηθῇ· διότι ἔσω (σχ. 162) λ φωτεινόν τι σῶμα μεταξὺ τῶν δύο κατόπτρων Μ καὶ Μ' εὐρισκόμενον. Αἱ μὲν ἀκτῖνες αἱ ἀμέσως ἐπὶ τὰ κάτοπτρα Μ καὶ Μ' προσπίπτουσαι σχηματίζουσι τὰ εἶδωλα α καὶ β. Ἀλλ' αἱ ἀκτῖνες αἱ σχηματίζουσαι τὸ εἶδωλον β μετὰ τὴν ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Μ' ἀνάκλασιν ἀνακλῶνται ἐκ



Σχ. 162.

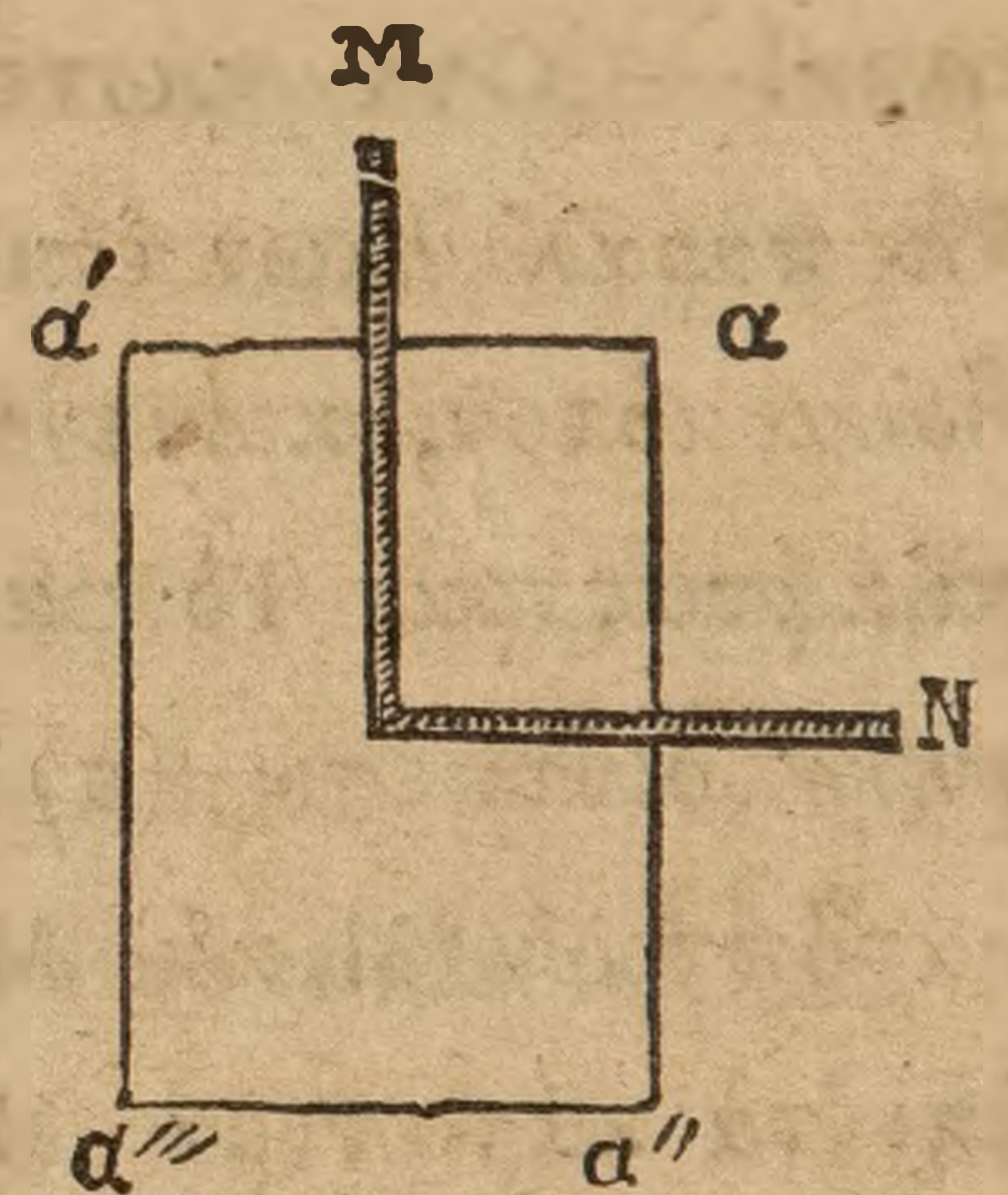
δευτέρου ἐπὶ τοῦ Μ, ὡς ἐὰν ἐξεπέμποντο ἐκ τοῦ σημείου β· ἐπομένως σχηματίζουσι δεύτερόν τι εἶδωλον κατὰ τὸ β' συμμετρικὸν τοῦ β· τοῦτο δὲ πάλιν τὸ β' ὁμοίως σχηματίζει νέον εἶδωλον κατὰ τὸ β'' ἐπὶ τοῦ Μ', καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅμοίως αἱ πρῶτον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Μ ἀνακλασθεῖσαι ἀκτῖνες προσπί-

(α) Τῶν ἐν τῷ ἀέρι φαντασμάτων τὰ μὲν ἐστὶ κατ' ἔμφασιν, τὰ δὲ καθ' ὑπόστασιν (Ἀριστοτελ. περὶ κόσμου).



πτουσιν ἐπὶ τοῦ  $M'$ , ὡς ἐκπεμπόμενα ἐκ τοῦ εἰδώλου  $\alpha'$  ἐπομένως σχηματίζουσι δεύτερον εἶδωλον κατὰ τὸ  $\alpha$  συμμετρικὸν τοῦ  $\alpha'$  ἀλλ' αἱ τὰ εἶδωλον  $\alpha$  σχηματίζουσαι ἀκτῖνες ἐπανακάμπτουσαι ἐπὶ τὸ κάτοπτρον  $M$  σχηματίζουσι τρίτον εἶδωλον τὸ  $\alpha''$ , τὸ ὁποῖον πάλιν παράγει ἄλλο ἐπὶ τοῦ  $M'$ , καὶ οὕτω καθέξῃς. Ἐπειδὴ ὁμως καθ' ἐκάστην ἀνάκλασιν τὸ φῶς ἐλαττοῦται, ἢ ἐντασις τῶν διαδοχικῶν εἰδώλων προχωρεῖ ἐλαττομένη, ὥστε ἐπὶ τέλους ταῦτα καθίστανται ἀόρατα.

339. Ἀνάκλασις ἐπὶ δύο κατόπτρων γωνίαν ἀποτελούντων. — Ἄς θεωρήσωμεν κατὰ πρῶτον δύο κάτοπτρα ἀποτελοῦντα ὀρθὴν γωνίαν τὰ  $M$  καὶ  $N$  (σχ. 163), καὶ σημείον τι φωτεινὸν  $\alpha$  μεταξὺ αὐτῶν. Εἶναι φανερόν ὅτι αἱ μὲν ἀμέσως ἐπὶ τὸ κάτοπτρον  $M$  προσπίπτουσαι ἀκτῖνες σχηματίζουσι τὸ εἶδωλον  $\alpha'$ , αἱ δὲ ἐπὶ τὸ  $N$  τὸ  $\alpha''$ . Ἀλλ' αἱ ἀκτῖνες αἱ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου  $N$  τὸ πρῶτον ἀνακλασθεῖσαι, προσπίπτουσι ἐπὶ τὸ  $M$  ὡς ἐκ τοῦ σημείου  $\alpha$  προερχόμενα, ἐπομένως σχηματίζουσι τρίτον τι εἶδωλον  $\alpha'''$  συμμετρικὸν τοῦ  $\alpha'$  πρὸς τὸ κάτοπτρον  $M$ . Ὁμοίως δὲ αἱ ἀκτῖνες αἱ τὸ πρῶτον ἐπὶ τοῦ κα-



Σχ. 163.

τόπτρου  $M$  ἀνακλασθεῖσαι καὶ ἐπὶ τὸ  $N$  προσπίπτουσαι σχηματίζουσι εἶδωλον εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον  $\alpha''$ , διότι τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι συμμετρικὸν καὶ τοῦ  $\alpha$  πρὸς τὸ κάτοπτρον  $N$ . Ὑπάρχουσι λοιπὸν τρία εἶδωλα ἐξ ἀνακλάσεως, καὶ ἐν τῷ ἄμεσον, τὸ ὅλον τέσσαρα.

Κατὰ τὸν αὐτὸν δὲ τρόπον δεικνύεται ὅτι ὅταν ἡ γωνία τοῦ κατόπτρου εἶναι  $72^\circ$ , σχηματίζονται τέσσαρα εἶδωλα, ὅταν  $60^\circ$ , πέντε, ὅταν  $45^\circ$ , ἑπτὰ· καὶ γενικῶς ὁ ἀριθμὸς τῶν εἰδώλων, συμπεριλαμβανομένου καὶ τοῦ ἀμέσου, εἶναι ἴσος τῷ ἀριθμῷ, ὅστις δεικνύει ποῖον ὑποπλαπλάσιον τῶν 4 ὀρθῶν γωνιῶν εἶναι ἡ γωνία τῶν κατόπτρων.

Ἐπὶ τῶν ἀνωτέρω στηρίζεται ἡ κατασκευὴ μικροῦ τινος ὀργάνου τοῦ καλειδοσκοπίου· σύγκειται δὲ τοῦτο ἐκ σωλήνος, ἐν ᾧ ὑπάρχουσι δύο κάτοπτρα ἀποτελοῦντα γωνίαν  $45^\circ$ . Εἰς τὸ ἐν



τῶν ἄκρων τοῦ σωλῆνος τίθενται μεταξύ δύο ὑαλίνων πλακῶν σωμάτια ἀνώμαλα, οἷον βρύα, λεπτὰ μετάλλινα πέταλα, τρίχαπτα, καὶ τὰ τοιαῦτα· παρατηροῦντες δὲ ἐκ τοῦ ἐτέρου ἄκρου βλέπομεν τὰ σώματα ταῦτα καὶ τὰ ἐπτὰ αὐτῶν εἶδωλα κανονικῶς διατεταγμένα, τοῦτο δὲ παρέχει θέαμα ποικίλον καὶ εὐχάριστον.

340. *Μετάλλινα καὶ ὑάλινα κάτοπτρα.* — Τὰ μετάλλινα καὶ τὰ ὑάλινα κάτοπτρα ἔχουσι τὴν ἐξῆς ἀξιοσημείωτον διαφορὰν. Τὰ μὲν πρῶτα ὡς μίαν μόνην ἀνακλῶσαν ἐπιφάνειαν ἔχοντα σχηματίζουν ἐν μόνον εἶδωλον· τὰ δὲ ὑάλινα ὡς ἔχοντα δύο ἀνακλώσας ἐπιφανείας, τὴν τῆς ὑάλου καὶ τὴν τοῦ γανώματος, σχηματίζουν πολλαπλᾶ εἶδωλα, τὰ ὅποια δύναται τις νὰ παρατηρήσῃ εὐκρινῶς θεωρῶν πλαγίως εἰς αὐτὰ τὴν φλόγα λαμπάδος. Προέρχονται δὲ τὰ πολλαπλᾶ ταῦτα εἶδωλα ἐκ τῶν διαδοχικῶν ἀνακλάσεων, αἵτινες γίνονται ἀπὸ τῆς μιᾶς εἰς τὴν ἐτέραν ἐπιφάνειαν ἐντὸς τῆς ὑάλου, ὅπως μεταξύ δύο παραλλήλων κατόπτρων.

341. *Ἀκανόνιστος ἀνάκλασις.* — Πάντα τὰ ἀνωτέρω εἰρημένα περὶ τοῦ σχηματισμοῦ τῶν εἰδώλων ἐφαρμόζονται μόνον εἰς τὴν κανονικὴν ἀνάκλασιν, ἥτοι τὴν κατὰ τοὺς νόμους τοῦ ἐδαφίου 335 γινομένην· ἀλλ' ἡ ποσότης τοῦ οὕτως ἀνακλωμένου φωτὸς εἶναι μικροτέρα τῆς τοῦ προσπίπτοντος· διότι μέρος τι αὐτοῦ ἀνακλᾶται ἀκανονίστως, ἥτοι κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις· ἐὰν δὲ συμβῇ τὸ ἀνακλῶν σῶμα νὰ εἶναι διαφανές, καὶ ἐν ἄλλο μέρος τοῦ φωτὸς διέρχεται δι' αὐτοῦ.

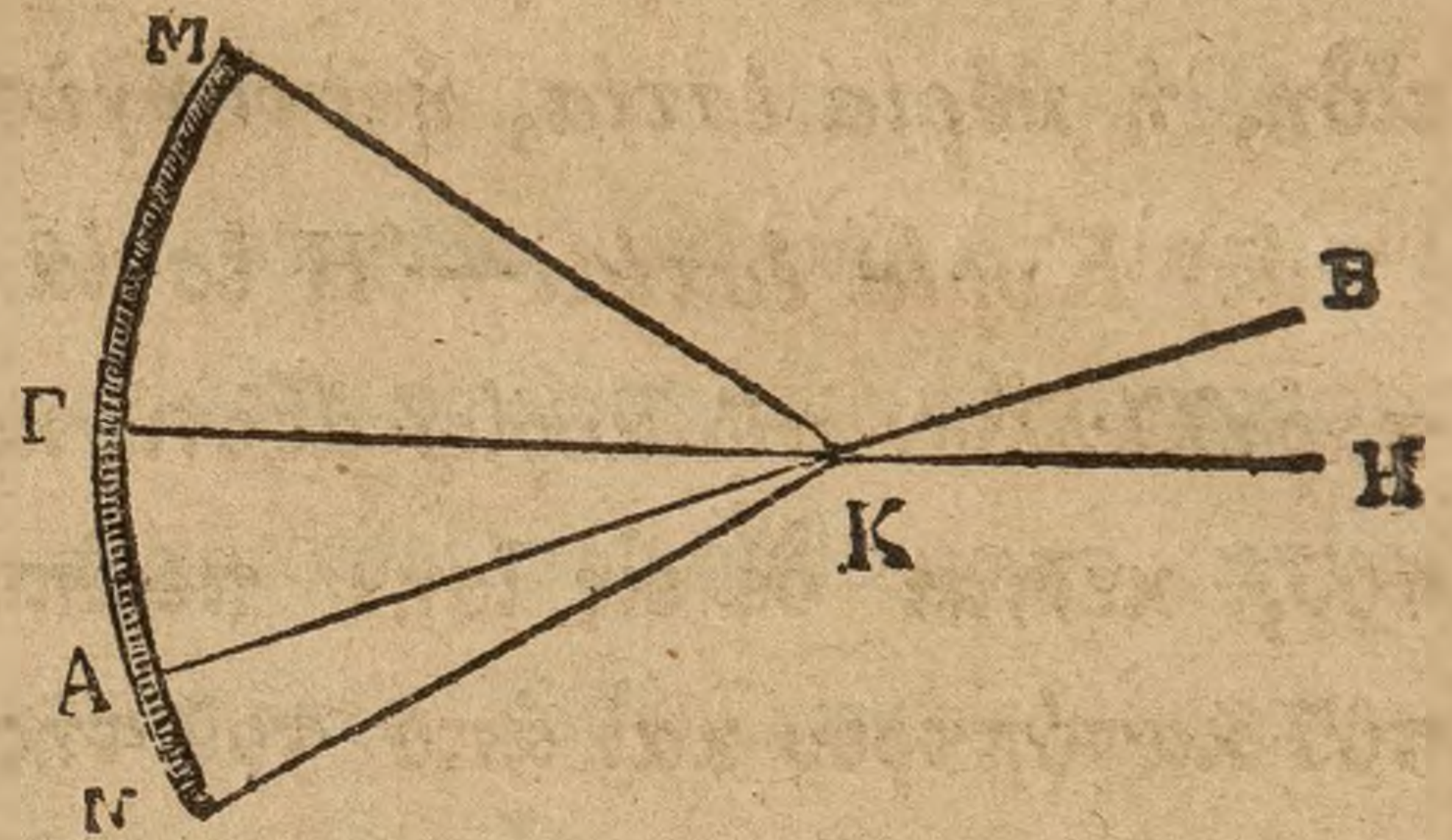
Τὸ ἐκ τῆς ἀκανονίστου δὲ ἀνακλάσεως φῶς, τὸ ὅποῖον καλεῖται καὶ διακεχυμένον φῶς (*lumière diffuse*), εἶναι τὸ καθιστῶν ὀρατὰ τὰ μὴ ἀφ' ἑαυτῶν φωτεινὰ σώματα· διότι ἡ κανονικὴ ἀνάκλασις παρέχει τὸ εἶδωλον τοῦ ἐκπέμποντος τὰς ἀκτῖνας σώματος, οὐχὶ δὲ τοῦ ἀνακλῶντος αὐτάς. Ἐὰν δὲ ὑπῆρχον ἐπιφάνειαι ἀνακλῶσαι κανονικῶς ὅλον τὸ ἐπ' αὐτῶν προσπίπτον φῶς, ἤθελεν εἶναι ἀδύνατον νὰ βλέπωμεν αὐτάς, μόνον δὲ ἠθέλομεν βλέπει ὀπισθεν αὐτῶν τὰ εἶδωλα τῶν περιστοιχούντων πραγμάτων.



## Ἀνάκλασις ἐπὶ τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων.

342. Σφαιρικὰ κάτοπτρα. — Καλοῦνται σφαιρικὰ κάτοπτρα τὰ ἔχοντα ἐπιφάνειαν σφαιρικὴν· δυνάμεθα δὲ νὰ νοήσωμεν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτῶν γεννωμένην ὑπὸ τόξου κύκλου MN (σχ. 164) στρεφομένου περὶ τὴν διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ Γ διερχομένην

ἀκτῖνα. Καθόσον δὲ ἡ ἀνάκλασις γίνεται ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἢ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας, τὸ κάτοπτρον λέγεται *κεῖλον* ἢ *κυρτόν*. Τὸ σημεῖον Γ, μέσον τοῦ κάτοπτρου, καλεῖται *κέντρον τοῦ σχήματος αὐτοῦ*, τὸ δὲ σημεῖον Κ, τὸ ὁποῖον

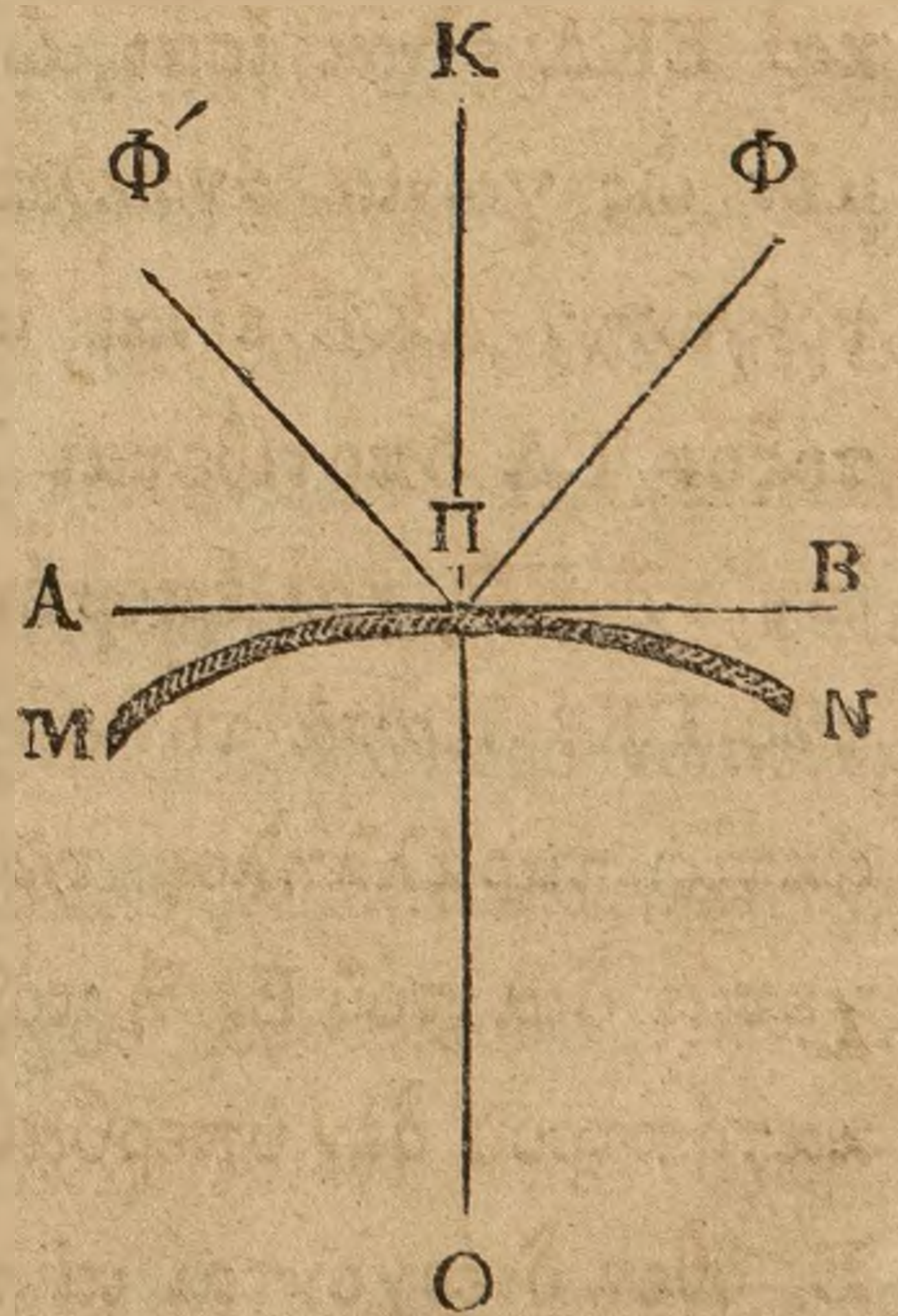


Σχ. 164.

εἶναι τὸ κέντρον τῆς σφαίρας, εἰς ἣν ἀνήκει τὸ κάτοπτρον, καλεῖται *κέντρον καμπυλότητος* ἢ *γεωμετρικόν*. Ἡ ἀπεριόριστος εὐθεῖα ἡ διερχομένη διὰ τῶν δύο τούτων σημείων καλεῖται *κύριος ἄξων* τοῦ κάτοπτρου· πᾶσα δὲ ἄλλη εὐθεῖα ΒΑ διερχομένη μόνον διὰ τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητος Κ καλεῖται *δευτερεύων ἄξων*. Τέλος δὲ ἡ γωνία ΜΚΝ καλεῖται *πλάτος τοῦ κάτοπτρου*.

343. Ἀνάκλασις ἐπὶ τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων. — Ἡ ἀνάκλασις τοῦ φωτός ἐπὶ τῶν καμπύλων ἐπιφανειῶν γίνεται κατὰ τοὺς αὐτοὺς καὶ ἐπὶ τῶν ἐπιπέδων ἐπιφανειῶν νόμους. Διότι

ἔστω ΦΠ (σχ. 165) ἀκτὶς φωτός προσπίπτουσα ἐπὶ καμπύλην τινὰ ἐπιφάνειαν MN. Ἐὰν νοήσωμεν ἐπίπεδόν τι AB ἐφαπτόμενον τῆς ἐπιφανείας κατὰ τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Π, εἶναι φανερόν ὅτι ἡ ἀκτὶς θέλει ἀνακλασθῆ ἐπὶ τῆς καμπύλης ἐπιφανείας ὅπως καὶ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου AB κατὰ τὸ αὐτὸ σημεῖον Π. Ἐὰν δὲ ἡ καμπύλη ἐπιφάνεια MN εἶναι σφαιρικὴ, γνωρίζομεν ἐκ τῆς στοιχειώδους γεωμετρίας ὅτι ἡ κάθετος ἐπὶ τὸ ἐφαπτόμενον ἐπίπεδον AB εἶναι ἡ ἀκτὶς τῆς καμπυλότητος



Σχ. 165.

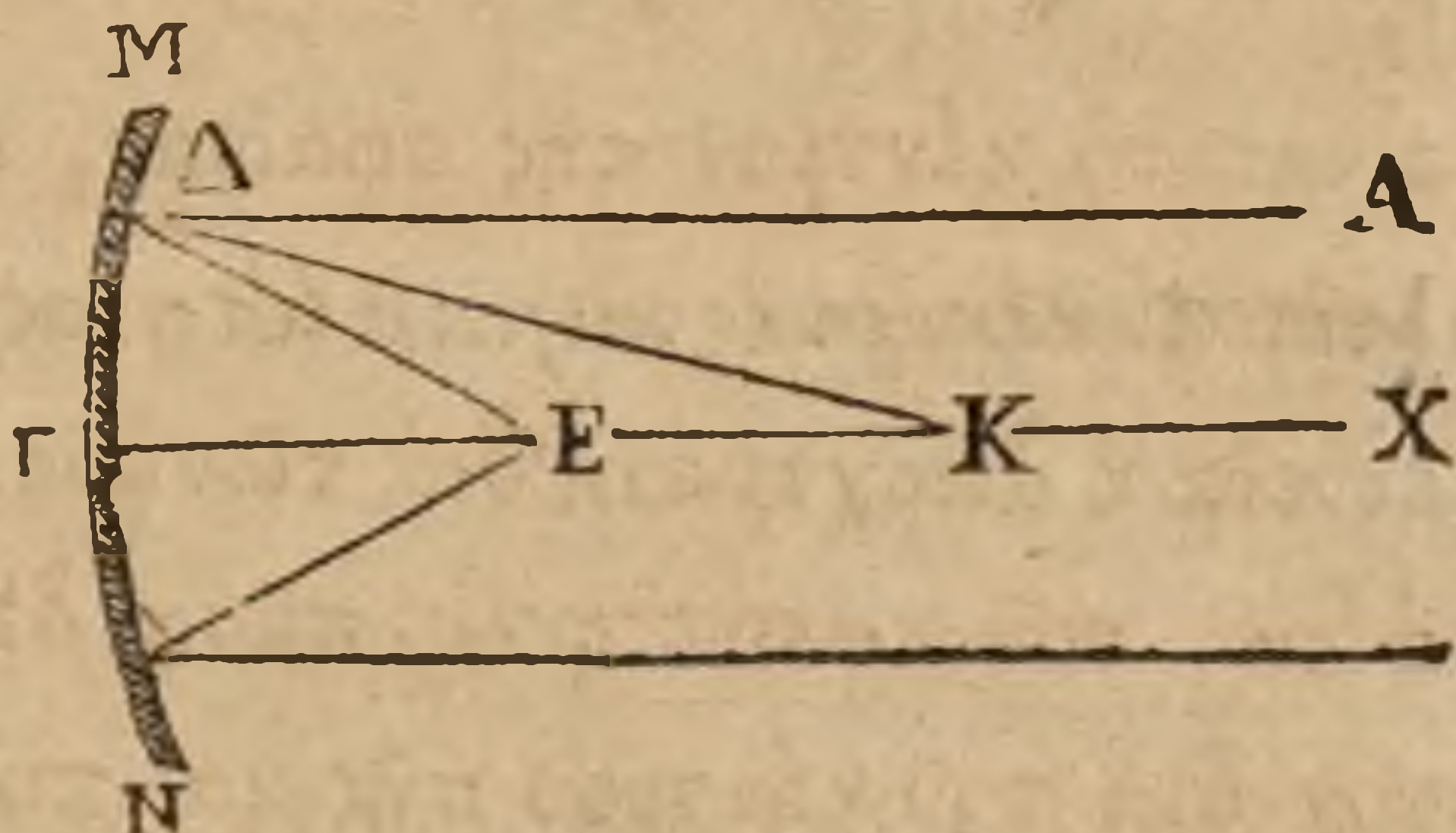
ΚΟ· ἄρα ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς θέλει ἀνακλασθῆ κατὰ τὴν ΠΦ',



Ἀποτελοῦσα τὴν γωνίαν τῆς ἀνακλάσεως  $\text{ΚΠΦ}'$  ἴσην τῇ τῆς προσπτώσεως  $\text{ΚΠΦ}$ .

344. Ἐστὶαι τῶν κοίλων σφαιρικῶν κατόπτρων. — Καλοῦνται ἐστὶαι ἐν τοῖς καμπύλοις κατόπτροις τὰ σημεῖα, εἰς ἃ συνέρχονται αἱ ἀνακλασθεῖσαι ἀκτῖνες, ἢ αἱ προσεκβολαὶ αὐτῶν. Ἐν τοῖς κοίλοις σφαιρικοῖς κατόπτροις διακρίνονται τρία ἐστιῶν εἶδη, ἢ κυρία ἐστία, ἢ συζυγῆς, καὶ ἢ κατ' ἔμφρασιν.

α.) Κυρία ἐστία.— Ἡ ἐστία αὕτη ἀποτελεῖται ὑπ' ἀκτίνων παραλλήλων τῷ κυρίῳ ἄξονι, καὶ μὴ ἀπεχουσῶν πολὺ ἀπ' αὐτοῦ, κεῖται δὲ εἰς ἴσην περίπου ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ κέντρου τοῦ κατόπτρου καὶ ἀπὸ τοῦ τῆς καμπυλότητος. Ἰνα δείξωμεν τοῦτο ἔσω ἀκτῖς τις φωτὸς  $\text{ΑΔ}$  (σχ. 166), παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι  $\text{ΓΧ}$  καὶ μικρὸν ἀπ' αὐτοῦ ἀπέχουσα. Ἐστωσαν προσέτι  $\text{ΚΔ}$  ἡ κάθετος κατὰ τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως, καὶ  $\text{ΔΕ}$  ἡ ἀνακλωμένη ἀκτῖς, ἀποτελοῦσα τὴν γωνίαν  $\text{ΕΔΚ}$  ἴσην τῇ  $\text{ΚΔΑ}$ . Τὸ σημεῖον  $\text{Ε}$



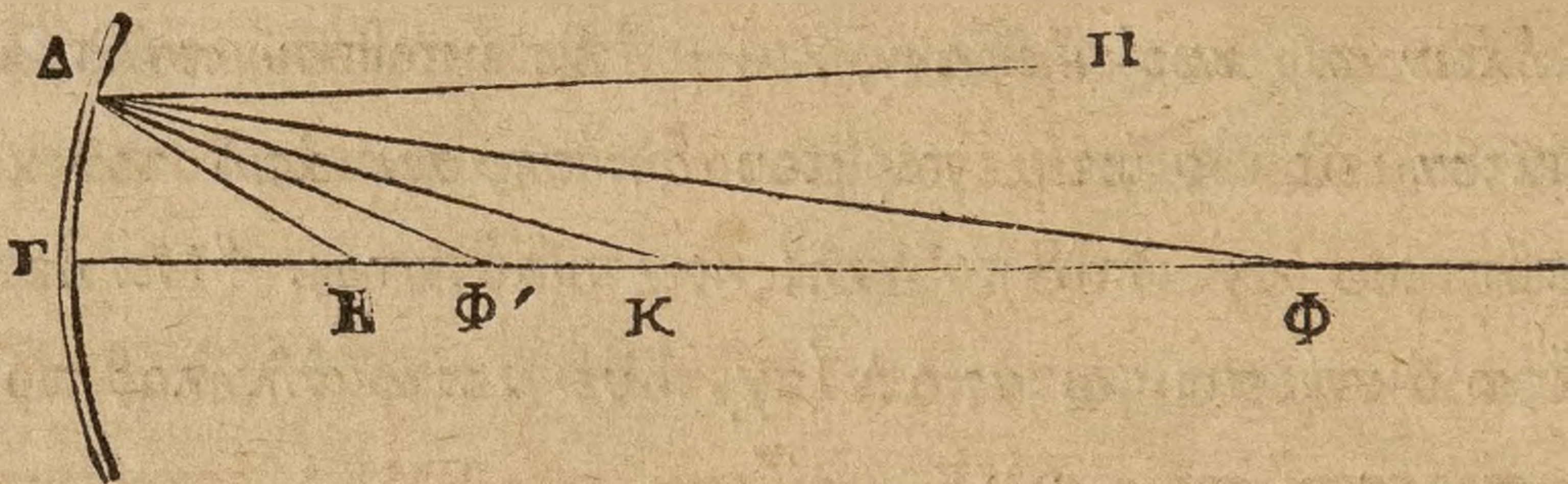
Σχ. 166.

τῆς τομῆς τῆς ἀνακλωμένης ἀκτῖνος καὶ τοῦ κυρίου ἄξονος εὐκόλως δεικνύεται ὅτι κεῖται κατὰ μεγάλην προσέγγισιν εἰς τὸ μέσον τῆς ἀκτῖνος τῆς καμπυλότητος  $\text{ΓΚ}$ . Διότι αἱ γωνίαι  $\text{ΕΔΚ}$  καὶ  $\text{ΕΚΔ}$  εἶναι ἴσαι, ὡς ἴσαι ἀμφότεραι τῇ αὐτῇ γωνίᾳ  $\text{ΚΔΑ}$ , ἢ μὲν ὡς γωνία ἀνακλάσεως, ἢ δὲ ὡς ἐντὸς ἐναλλάξ. Ἄρα τὸ τρίγωνον  $\text{ΔΚΕ}$  εἶναι ἰσοσκελές, καὶ  $\text{ΔΕ} = \text{ΕΚ}$ . Ἄλλ' ἐπειδὴ τὸ τόξον  $\text{ΓΔ}$  ὑποτίθεται λίαν μικρὸν, ἢ γραμμὴ  $\text{ΕΔ}$  εἶναι σχεδὸν ἴση τῇ  $\text{ΕΓ}$ , καὶ ἐπομένως τὸ σημεῖον  $\text{Ε}$  εἶναι περίπου τὸ μέσον τῆς  $\text{ΓΚ}$ . Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον δεικνύεται ὅτι καὶ πᾶσα ἄλλη ἀκτῖς παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι μετὰ τὴν ἀνάκλασιν διέρχεται διὰ τοῦ  $\text{Ε}$ , ἢ πολλὰ πλησίον αὐτοῦ, ἐνόσω τὸ πλάτος τοῦ κατόπτρου δὲν ὑπερβαίνει 8 μέχρι 10 μοιρῶν. Τὸ σημεῖον τοῦτο  $\text{Ε}$ , ὅθεν διέρχονται αἱ παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν, καλεῖται κυρία ἐστία, ἢ δὲ ἀπόστασις αὐτοῦ  $\text{ΕΓ}$  ἀπὸ τοῦ κατόπτρου λέγεται κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις.



Ἐναντιστρόφως εἶναι φανερόν ὅτι, ἐάν τεθῆ εἰς τὴν κυρίαν ἐστίαν κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου φωτεινόν τι σημεῖον, πᾶσαι αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν γίνονται παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι· διότι τότε αἱ ἀνακλάσεως γωνίαι γίνονται προσπτώσεως, καὶ αἱ προσπτώσεως ἀνακλάσεως, ἀλλὰ δὲν παύουσι νὰ εἶναι ἴσαι.

β'.) Συζυγῆς ἐστία.— Ἄς ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι τὸ φωτεινόν σημεῖον  $\Phi$  (σχ. 167) κεῖται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, ὅτε αἱ ἐξ



Σχ. 167.

αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες καὶ ἐπὶ τὸ κατόπτρον προσπίπτουσαι εἶναι ἀποκλίνουσαι. Τῆς προσπιπτούσης ἀκτῖνος  $\Phi\Delta$  ἀποτελούσης τότε γωνίαν προσπτώσεως  $\Phi\Delta\Κ$  μικροτέραν τῆς  $\Pi\Delta\Κ$ , ἣν ἀποτελεῖ ἡ παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτὶς  $\Pi\Delta$ , ἡ εἰς τὴν ἀκτῖνα  $\Phi\Delta$  ἀντιστοιχοῦσα ἀκτὶς ἀνακλάσεως θέλει τάμει τὸν ἄξονα εἰς σημεῖόν τι  $\Phi'$  κείμενον μεταξὺ τοῦ κέντρου  $\Κ$  καὶ τῆς κυρίας ἐστίας  $\ Η$ . Καὶ πᾶσα δὲ ἄλλη ἀκτὶς ἐκ τοῦ  $\Phi$  ἐκπεμπομένη, μετὰ τὴν ἀνάκλασιν θέλει διέλθει διὰ τοῦ αὐτοῦ σχεδὸν σημείου  $\Phi'$ , ἐνόσω τὸ πλάτος τοῦ κατόπτρου εἶναι μικρόν. Τὸ σημεῖον τοῦτο  $\Phi'$  εἶναι ἡ συζυγῆς ἐστία τοῦ  $\Phi$ . Καλεῖται δὲ συζυγῆς, διότι εἶναι φανερόν ὅτι ἐάν τὸ φωτεινόν σημεῖον ὑποτεθῆ εἰς τὸ  $\Phi'$ , ἡ ἐστία αὐτοῦ θέλει εἶναι κατὰ τὸ  $\Phi$ , ὥστε ἐκάτερον τῶν σημείων ταύτων εἶναι ἡ ἐστία τοῦ ἑτέρου.

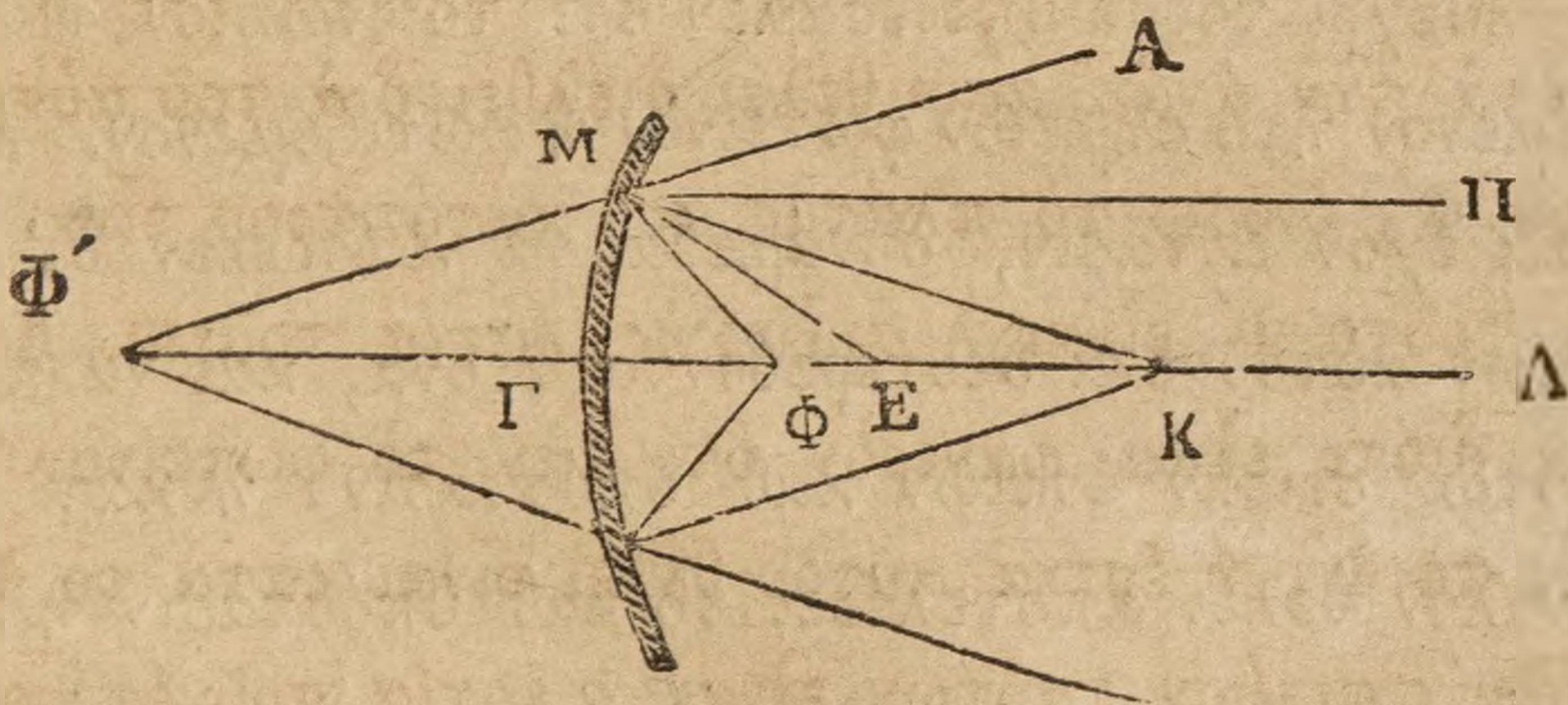
Εὐκόλως δὲ ἐκ τοῦ σχήματος φαίνεται ὅτι, ὅταν τὸ φωτεινόν σημεῖον  $\Phi$  πλησιάζῃ ἢ ἀπομακρύνηται ἀπὸ τοῦ κέντρου  $\Κ$ , καὶ ἡ ἐστία αὐτοῦ ὡσαύτως πλησιάζει ἢ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ σημείου· διότι αἱ προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως γωνίαι ἐλαττοῦνται ἢ αὐξάνουσι συγχρόνως.

Ὅταν τὸ φωτεινόν σημεῖον  $\Phi$  συμπέσῃ μετὰ τοῦ κέντρου  $\Κ$ , ἐπειδὴ αἱ προσπτώσεως καὶ ἀνακλάσεως γωνίαι εἶναι ἴσαι τῷ



μηδενί, τὸ Φ συμπίπτει μετὰ τῆς ἑαυτοῦ ἐστίας Φ'. Ὄταν δὲ τὸ φωτεινὸν σημεῖον εὐρίσκηται μεταξὺ τοῦ κέντρου Κ καὶ τῆς κυρίας ἐστίας, ἡ ἐστία σχηματίζεται πρὸς τὸ ἕτερον μέρος τοῦ κέντρου, καὶ εἰς ἀπόστασιν ἀπ' αὐτοῦ τοσοῦτω μείζονα, ὅσω πλησιέστερον πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν Ε εὐρίσκεται τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ. Τέλος δὲ, ὅταν τὸ Φ συμπέσῃ μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας, αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες εἶναι παράλληλοι, καὶ δὲν ὑπάρχει πλέον ἐστία.

γ'.) Ἐστία κατ' ἔμφασιν. — Ἄς ὑποθέσωμεν τέλος τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ κείμενον μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας Ε καὶ τοῦ κατόπτρου (σχ. 168), Ἄκτις τις οἰαδ' ἥποτε ΦΜ ἐκπεμπομένη ἐκ τοῦ σημείου Φ ἀποτελεῖ τότε μετὰ τῆς καθέτου ΚΜ γωνίαν προσπτώσεως ΦΜΚ μείζονα τῆς ΕΜΚ· ἐπομένως καὶ ἡ γωνία τῆς ἀνακλάσεως ΚΜΑ θέλει εἶναι μείζων τῆς ΚΜΠ· ἐκ τούτου δὲ συμβαίνει ὅτι ἡ ἀνακλωμένη ἀκτίς εἶναι ἀποκλίνοσα πρὸς τὸν ἄξονα ΓΔ. Τὸ αὐτὸ θέλει συμβῆ καὶ εἰς πᾶσαν ἄλλην ἀκτίνα ἐκ τοῦ σημείου Φ ἐκπεμπομένην Ἐπομένως αἱ ἀνακλασθεῖσαι ἀκτῖνες δὲν τέμνονται, καὶ δὲν σχηματίζεται συζυγῆς ἐστία. Ἄλλ' ἐὰν νοήσωμεν αὐτὰς προσεκβαλλομένας, αἱ προσεκβολαὶ αὐτῶν συνέρχονται ἐπαισθητῶς εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον



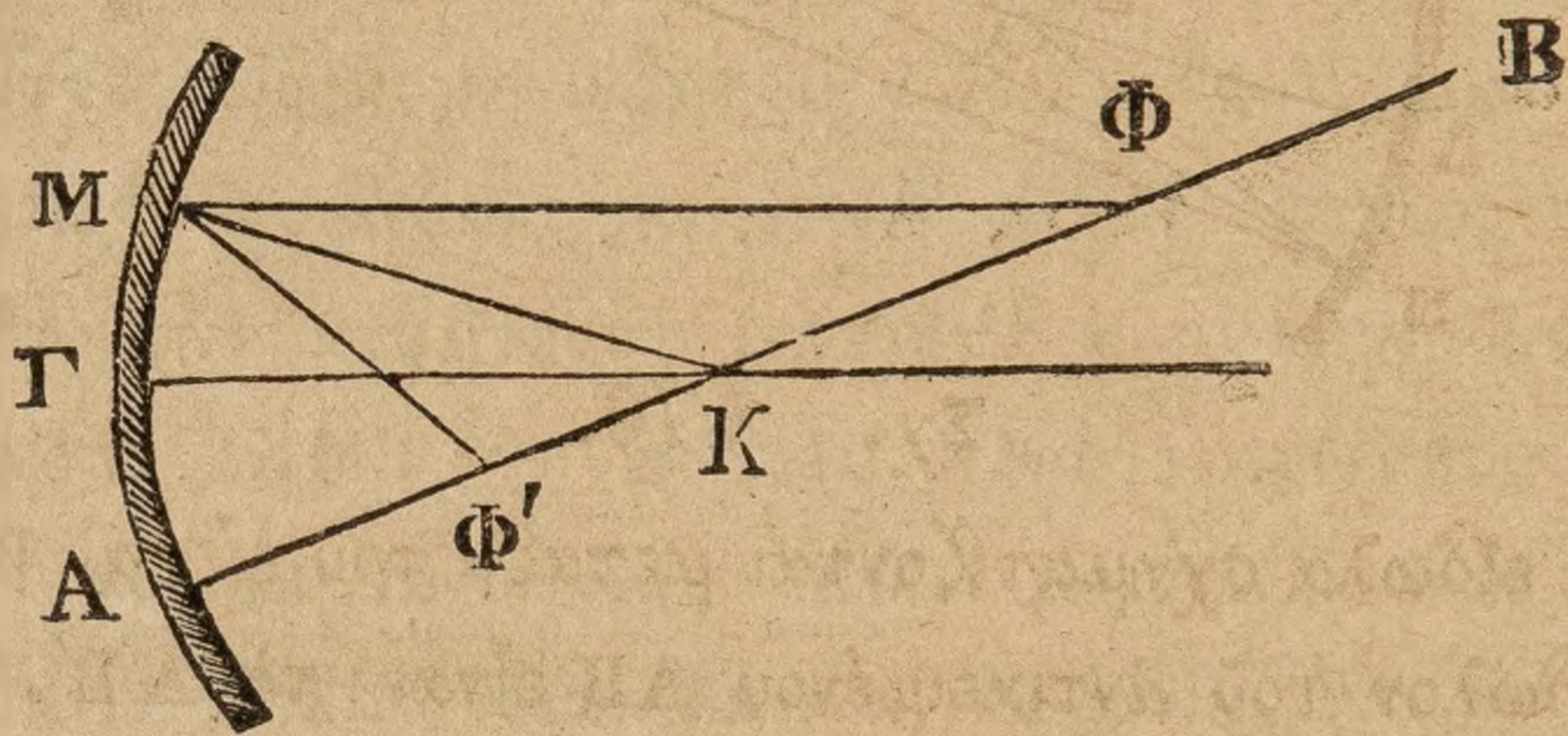
Σχ. 168.

Φ', κείμενον ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος. Ὄστε ὁ δεχόμενος τὰς ἀνακλωμένας ἀκτῖνας ὀφθαλμὸς αἰσθάνεται τὴν αὐτὴν ἐντύπωσιν, ὡς ἐὰν αἱ ἀκτῖνες αὗται ἐξεπέμποντο ἐκ τοῦ σημείου Φ'. Εἶναι λοιπὸν τὸ σημεῖον τοῦτο Φ' ἐστία κατ' ἔμφασιν, ὅπως ὁμοία ταῖς τῶν ἐπιπέδων κατόπτρων. Εἶναι δὲ εὐκόλον νὰ δειχθῆ ὅτι ὅσω πλησιέστερον εἰς τὸ κάτοπτρον εἶναι τὸ φω-



τεινόν σημείον  $\Phi$ , τοσούτω πλησιεστέρα πρὸς τὸ αὐτὸ εἶναι καὶ ἡ κατ' ἔμφασιν ἑστία  $\Phi'$ .

*Σημείωσις.* Μέχρι τοῦδε ὑπεθέσαμεν τὸ φωτεινὸν σημεῖον κείμενον ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος, εἶδομεν δὲ ὅτι καὶ ἡ ἑστία κεῖται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ. Ἀλλὰ καὶ ὅταν τὸ φωτεινὸν σημεῖον κεῖται ἐπὶ δευτερεύοντός τινος ἄξονος  $AB$  (σχ. 169), κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον δεικνύεται ὅτι ἡ ἑστία αὐτοῦ σχηματίζεται εἰς σημείον τι  $\Phi'$  κείμενον ἐπ' αὐτοῦ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος, καὶ ὅτι κατὰ



Σχ. 169.

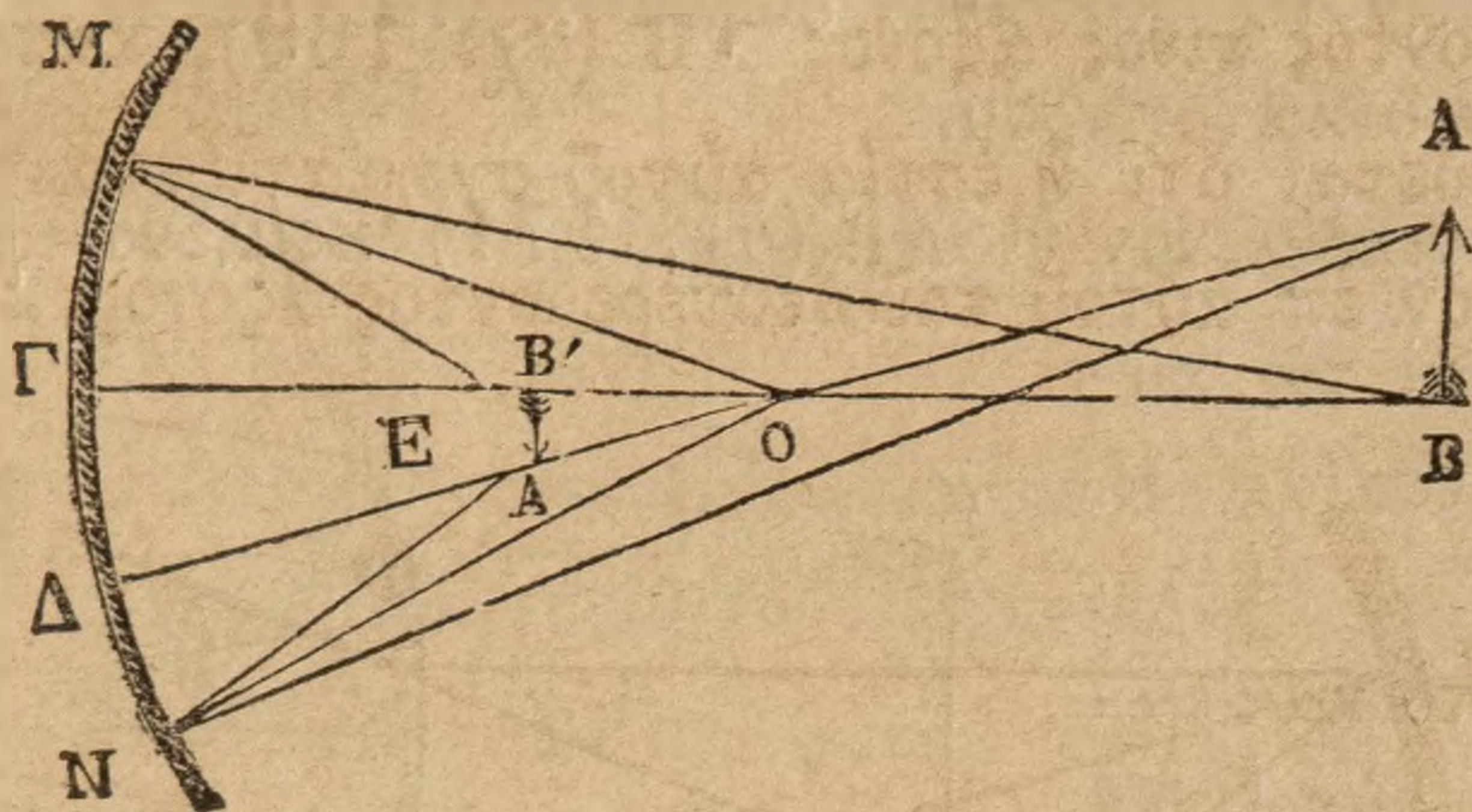
τὴν ἀπόστασιν τοῦ σημείου  $\Phi$  ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ἡ ἑστία αὕτη δύναται νὰ εἶναι κυρία, συζυγῆς, ἢ κατ' ἔμφασιν.

345. *Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐπὶ τῶν κοίλων κατόπτρων.* — Μέχρι τοῦδε ὑπεθέσαμεν ὅτι τὸ ἐνώπιον τῶν κατόπτρων τιθέμενον ἦτο σημεῖον φωτεινὸν ἢ φωτιζόμενον. Ἀλλ' ὅταν εἶναι σῶμα ἔχον ἔκτασιν, δυνάμεθα νὰ νοήσωμεν δι' ἐκάστου τῶν σημείων αὐτοῦ ἓνα δευτερεύοντα ἄξονα, καὶ νὰ προσδιορίσωμεν οὕτω σειρὰν ἑστιῶν καθ' ὑπόστασιν ἢ κατ' ἔμφασιν, ὧν τὸ σύνολον θέλει ἀποτελέσει τὸ καθ' ὑπόστασιν ἢ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον τοῦ σώματος. Μεταβαίνομεν δὲ εἰς τὸν προσδιορισμὸν τοῦ μεγέθους καὶ τῆς θέσεως τῶν εἰδώλων τούτων ἐπὶ τῶν κοίλων κατόπτρων, στηριζόμενοι εἰς τὰ ἀνωτέρω περὶ ἑστιῶν εἰρημένα.

α.) *Εἶδωλα καθ' ὑπόστασιν.* — Τὰ τοιαῦτα εἶδωλα παράγονται ὅταν τὸ σῶμα κεῖται πέραν τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητος τοῦ κατόπτρου, ἢ μεταξὺ τοῦ κέντρου τούτου καὶ τῆς κυρίας ἑστίας.



Ἐστω σῶμά τι φωτεινὸν ἢ ἀπλῶς πεφωτισμένον  $AB$  κείμενον πέραν τοῦ κέντρου (σχ. 170). Ἡ ἐστία τοῦ σημείου  $B$  κεῖται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος  $BΓ$  μεταξύ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ κέντρου κατὰ τὸ  $B'$ , ἡ δὲ τοῦ  $A$  ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος  $ΑΔ$  κατὰ τὸ  $A'$ . Ἐπειδὴ δὲ τῶν μεταξύ τοῦ  $A$  καὶ  $B$  ση-



Σχ. 170.

μείων τὰ εἶδωλα σχηματίζονται μεταξύ τοῦ  $A'$  καὶ  $B'$ , ἔπεται ὅτι τὸ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου  $AB$  εἶναι τὸ  $A'B'$ . Εἶναι δὲ τὸ εἶδωλον τοῦτο καθ' ὑπόστασιν, ἀνεστραμμένον, μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου, καὶ κεῖται μεταξύ τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητος καὶ τῆς κυρίας ἐστίας. Δυνάμεθα δὲ νὰ ἴδωμεν αὐτὸ διττῶς· ἢ τιθέμεθα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν ἀνακλωμένων ἀκτίνων, καὶ τότε βλέπομεν ἐναερίον τι εἶδωλον, ἢ δεχόμεθα αὐτὸ ἐπὶ πίνακος.

Ἀντιστρόφως, ἐὰν τὸ ἀντικείμενον κεῖται κατὰ τὸ  $A'B'$  μεταξύ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητος, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ σχηματίζεται κατὰ τὸ  $AB$ . Εἶναι δὲ καὶ τότε καθ' ὑπόστασιν καὶ ἀνεστραμμένον, ἀλλὰ μείζον τοῦ ἀντικειμένου, καὶ τοσοῦτω μείζον, ὅσω πλησιέστερον τῇ κυρίᾳ ἐστίᾳ κεῖται τοῦτο.

Ἐὰν δὲ τὸ ἀντικείμενον κεῖται ἐπ' αὐτῆς τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ κατόπτρου, οὐδὲν αὐτοῦ εἶδωλον σχηματίζεται· διότι τότε αἱ ἐξ ἐκάστου σημείου αὐτοῦ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες μετὰ τὴν ἀνάκλασιν γίνονται παράλληλοι.

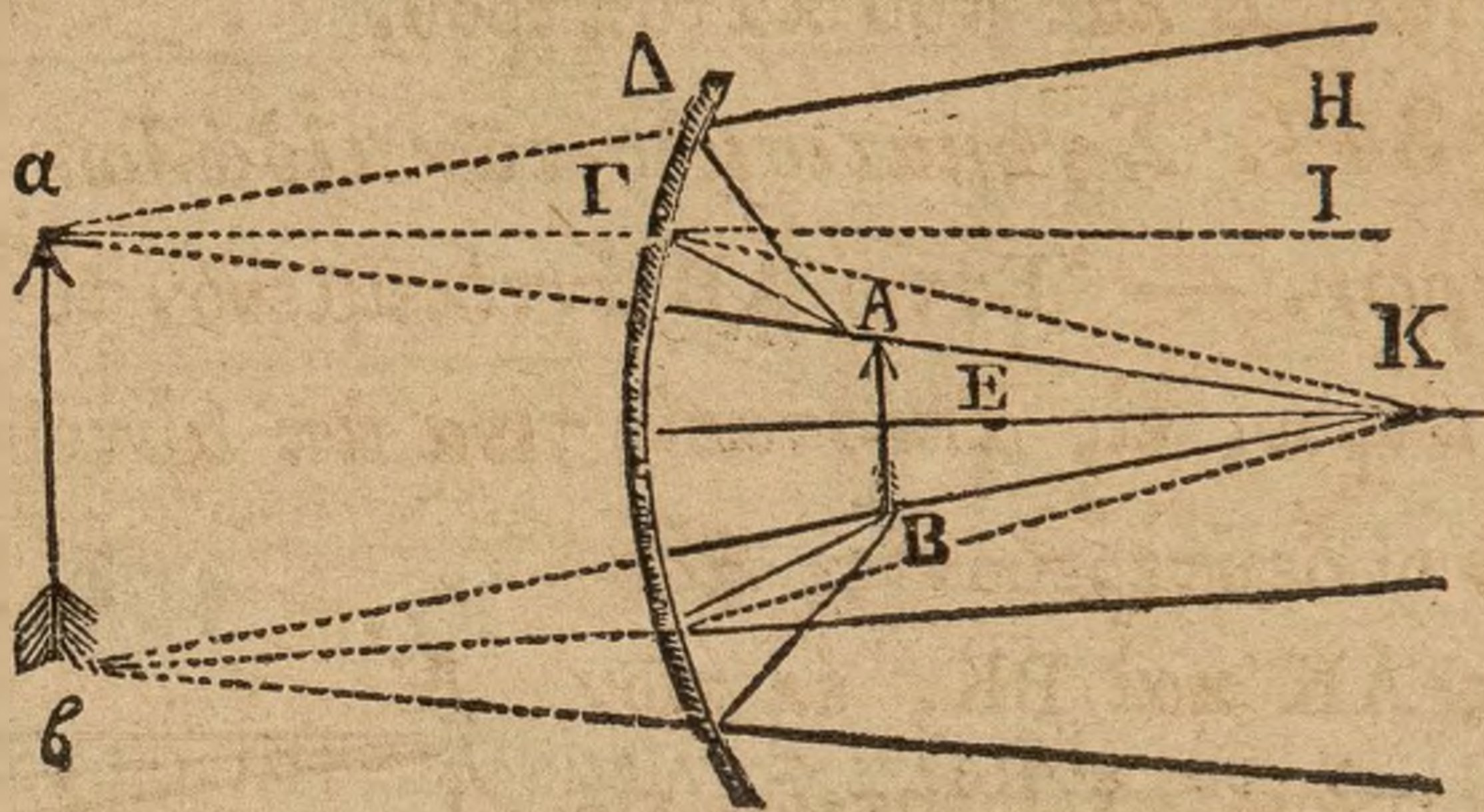
Σημείωσις. Ἐὰν διευθύνωμεν τὸν ἄξονα κούλου κατόπτρου πρὸς τὸν ἥλιον, θέλει σχηματισθῆ μικρόν τι εἶδωλον αὐτοῦ σχεδὸν κατὰ τὴν κυρίαν ἐστίαν· διότι διὰ τὴν μεγάλην ἀπόστασιν



αί ἐκ τοῦ αὐτοῦ σημείου τοῦ ἡλίου ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες εἶναι σχεδὸν παράλληλοι. Ἐπειδὴ δὲ μέγας ἀριθμὸς ἀκτίνων, αἵτινες φέρουσι συγχρόνως καὶ θερμότητα, συγκεντροῦται εἰς μικρὰν ἔκτασιν, ἐὰν τεθῆ εὐφλεκτος οὐσία ἐκεῖ ἀναφλέγεται.

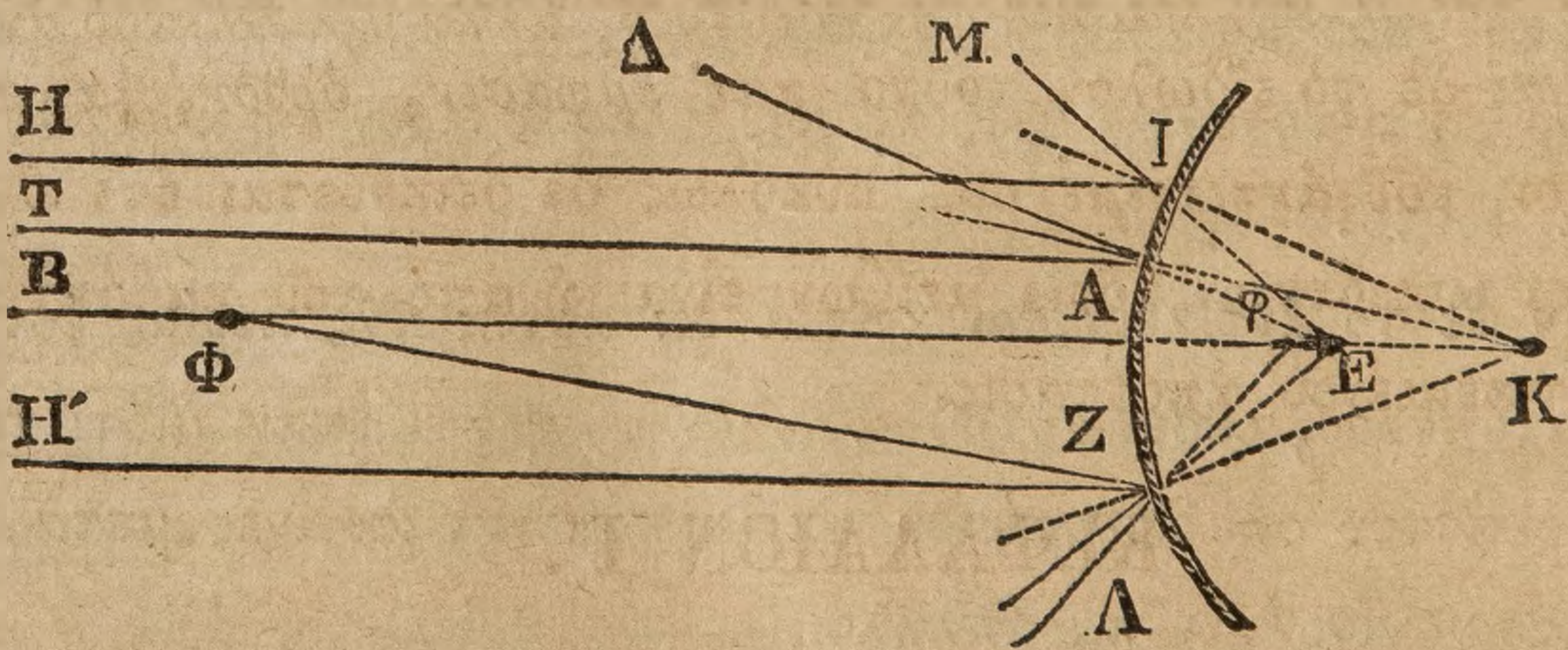
β'.) *Εἶδωλα κατ' ἔμφασιν.* — Τὰ τοιαῦτα εἶδωλα σχηματίζονται, ὅταν τὸ φωτεινὸν σῶμα κεῖται μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ κατόπτρου.

Ἐστω ἀντικείμενον τι  $AB$  (σχ. 171) κείμενον μεταξὺ τοῦ κατόπτρου καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας  $E$ . Τὸ σημεῖον  $A$  θέλει σχηματίσει τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος  $KA$  κατὰ τὸ  $\alpha$ . Ὡσαύτως καὶ τὸ εἶδωλον τοῦ  $B$  θέλει σχηματισθῆ ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος  $KB$  κατὰ τὸ  $\beta$ . Ὡστε τὸ εἶδωλον τοῦ  $AB$  εἶναι τὸ  $\alpha\beta$ . Εἶναι δὲ, ὡς φαίνεται ἐν τῷ σχήματι, τὸ εἶδωλον τοῦτο κατ' ἔμφασιν, ὀρθὸν, καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου, τοσοῦτω δὲ μείζον, ὅσω πλησιέστερον τῇ ἐστία κεῖται τοῦτο.



Σχ. 171.

346. *Ἐστίαι τῶν κυρτῶν κατόπτρων.* — Ἐν τοῖς κυρτοῖς σφαιρικοῖς κατόπτροις μόνον κατ' ἔμφασιν ἐστίαι σχηματίζονται. Διότι ἔστωσαν  $HI, H'Z$  . . . (σχ. 172) ἀκτῖνες παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι κυρτοῦ τινος κατόπτρου. Αἱ ἀκτῖνες αὐ-



Σχ. 172.

ται μετὰ τὴν ἀνάκλασιν λαμβάνουσι διευθύνσεις ἀποκλινοῦσας  $IM, ZL$ , αἵτινες ἐκβαλλόμεναι συνέρχονται εἰς τι σημεῖον  $E$ ,

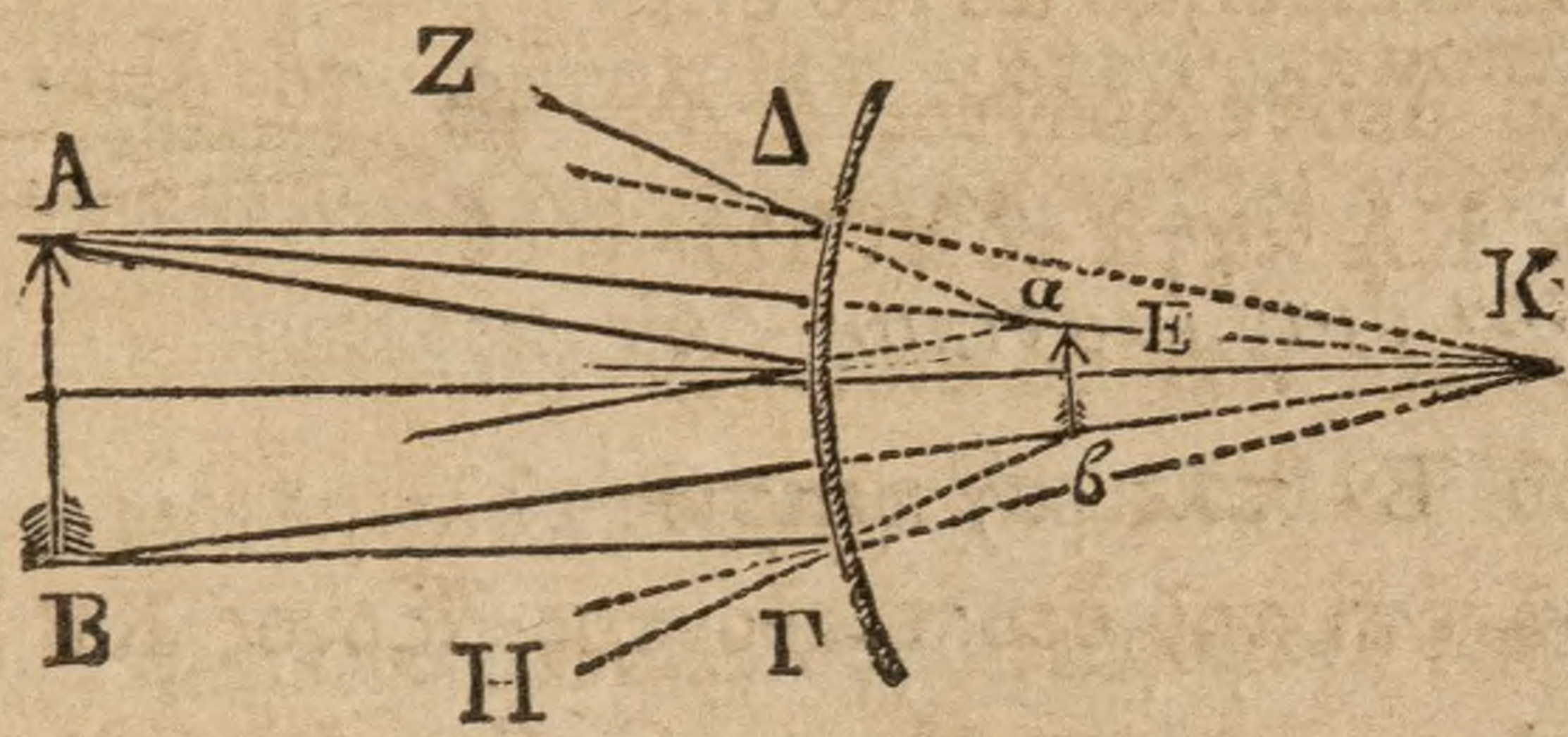


τὸ ὁποῖον εἶναι ἡ κυρία ἐστία τοῦ κατόπτρου. Διὰ δὲ τοῦ τριγώνου ΙΚΕ ἀποδεικνύεται ὡς καὶ ἐπὶ τῶν κοίλων κατόπτρων ὅτι τὸ σημεῖον Ε εἶναι αἰσθητῶς τὸ μέσον τῆς ἀκτίνος τῆς καμπυλότητος ΚΑ.

Ἐὰν δὲ αἱ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες φωτὸς, ἀντὶ νὰ εἶναι παράλληλοι τῷ ἄξονι, ἐκπέμπωνται ἐκ σημείου τινὸς Φ κειμένου ἐπ' αὐτοῦ, εὐκόλως δεικνύεται ὅτι καὶ τότε ἡ ἐστία εἶναι κατ' ἔμφασιν καὶ σχηματίζεται κατὰ τὸ φ μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας Ε καὶ τοῦ κατόπτρου.

347. Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐπὶ τῶν κυρτῶν κατόπτρων. — Ἐστω ΑΒ ἀντικείμενόν τι κείμενον πρὸ κυρτοῦ κατόπτρου, εἰς ἀπόστασίν τινα ἀπ' αὐτοῦ (σχ. 173). Ἐὰν ἀχθῶ-

σιν οἱ δευτερεύοντες ἄξονες ΑΚ καὶ ΒΚ, ἐκ τῶν ἀνωτέρω περὶ ἐστιῶν εἰρημένων ἔπεται, ὅτι πᾶσαι αἱ ἐκ τοῦ σημείου Α ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες εἶναι ἀποκλίνουσαι μετὰ



Σχ. 173.

τὴν ἀνάκλασιν, αἱ δὲ προσεκβολαὶ αὐτῶν συνέρχονται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον α, τὸ ὁποῖον εἶναι ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ σημείου Α. Ὡσούτως αἱ ἐκ τοῦ σημείου Β ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες σχηματίζουσιν ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος ΒΚ κατὰ τὸ β εἶδωλον κατ' ἔμφασιν τοῦ σημείου τούτου. Ἐπειδὴ δὲ πάντων τῶν μεταξὺ τοῦ Α καὶ Β σημείων τὰ εἶδωλα σχηματίζονται μεταξὺ τοῦ α καὶ β, ἔπεται ὅτι τὸ εἶδωλον τοῦ ΑΒ εἶναι τὸ αβ. Εἶναι δὲ τὸ εἶδωλον τοῦτο κατ' ἔμφασιν, ὀρθόν, καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου. Εὐκόλως δὲ δεικνύεται ὅτι εἶναι τοσούτῳ μικρότερον, ὅσῳ μείζων εἶναι ἡ ἀπὸ τοῦ κατόπτρου τοῦ ἀντικειμένου ἀπόστασις.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Γ'.

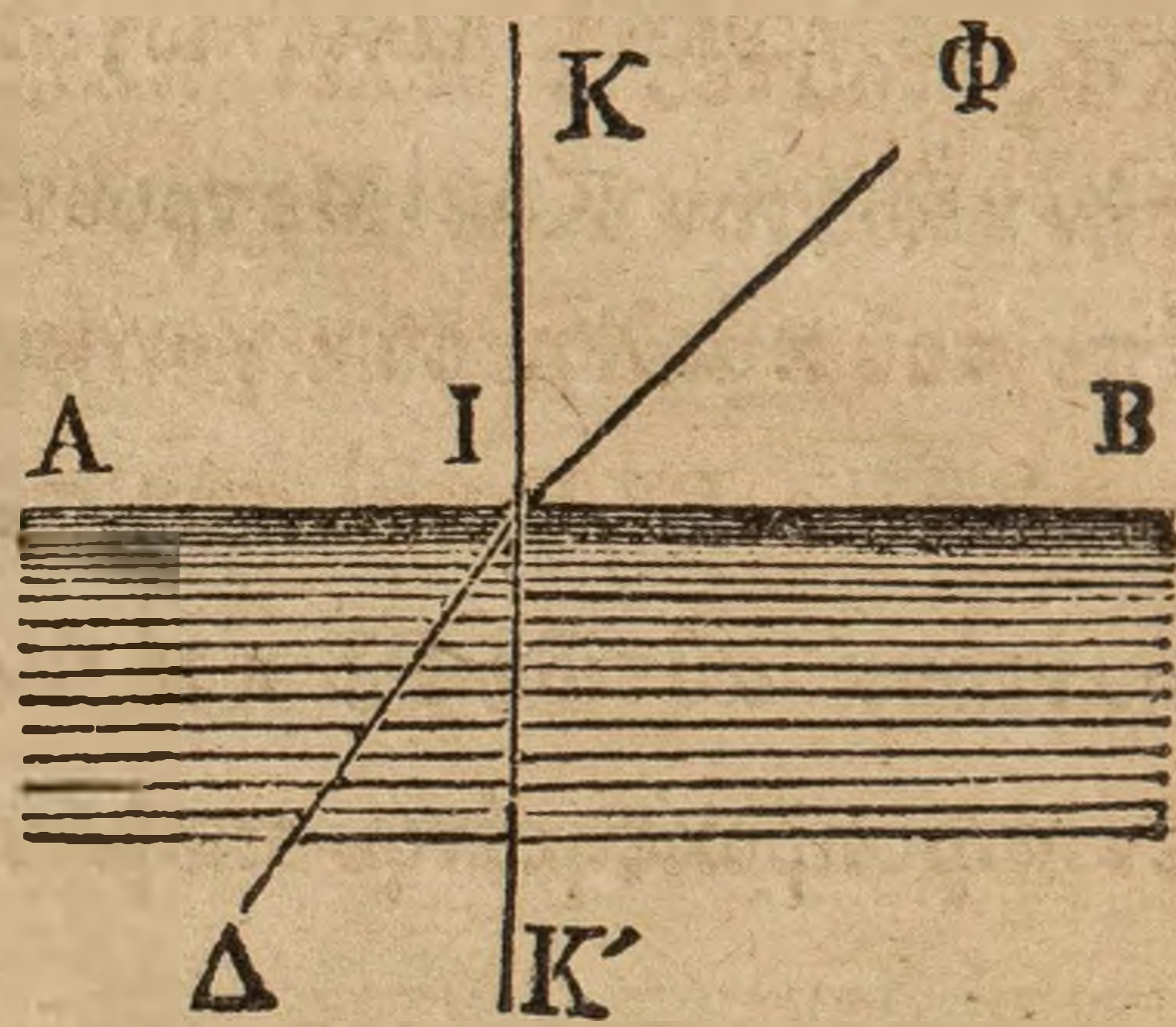
Περὶ διαθλάσεως τοῦ φωτός.

348. Διάθλασις. — Διάθλασις καλεῖται ἡ μεταβολὴ διεύθυνσεως, ἣν πάσχουσιν αἱ τοῦ φωτὸς ἀκτῖνες, ὅταν μεταβαίνωσι



πλαγίως ἔκ τινος μέσου εἰς ἕτερον, οἷον ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ. Εἴπομεν δὲ πλαγίως, διότι ὅταν ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς εἶναι κάθετος ἐπὶ τὴν διαχωρίζουσαν τὰ δύο μέσα ἐπιφάνειαν, δὲν ἐκτρέπεται, ἀλλ' ἐξακολουθεῖ φερομένη κατ' εὐθεΐαν γραμμὴν.

Ἐστω  $AB$  (σχ. 174) ἡ διαχωρίζουσα δύο διαφανῆ μέσα ἐπιφάνεια,  $FI$  ἡ προσπίπτουσα καὶ  $DI$  ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς,  $KK'$  ἡ κατὰ τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας  $AB$ . Αἱ γωνίαι  $FIK$  καὶ  $DIK'$  καλοῦνται ἡ μὲν γωνία προσπτώσεως, ἡ δὲ γωνία διαθλάσεως. Καθόσον δὲ ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς πλησιάζει πρὸς τὴν κάθετον ἢ ἀπομακρύνεται ἀπ' αὐτῆς, τὸ δεύτερον μέσον καλεῖται μᾶλλον ἢ ἥττον διαθλαστικὸν τοῦ πρώτου.



Σχ. 174.

Ἐν τοῖς μὴ κεκρυσταλλωμένοις μέσοις, οἷον ἐν τῷ ἀέρι, ἐν τοῖς διαφόροις ὑγροῖς, ἐν τῇ κοινῇ ὑάλῳ, κτλ. ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς εἶναι ἀπλῆ ὡς καὶ ἡ προσπίπτουσα· ἀλλ' ἐν τισὶ κεκρυσταλλωμένοις μέσοις, οἷον ἐν τῷ σπάθῳ τῆς Ἰσλανδίας, τῷ πυρίτῃ, κτλ. ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς παράγει δύο διαθλασθεΐσας. Τὸ μὲν πρῶτον φαινόμενον ἀποτελεῖ τὴν ἀπλῆν διάθλασιν, τὸ δὲ δεύτερον τὴν διπλῆν. Ἀλλ' ἐν τῇ παρούσῃ στοιχειώδει πραγματεία θέλει γείνει λόγος μόνον περὶ τῆς ἀπλῆς διαθλάσεως.

349. Νόμοι τῆς διαθλάσεως. — Ἡ διάθλασις ὑπόκειται εἰς τοὺς ἐξῆς δύο νόμους, οἵτινες καλοῦνται νόμοι τοῦ Καρτεσιίου.

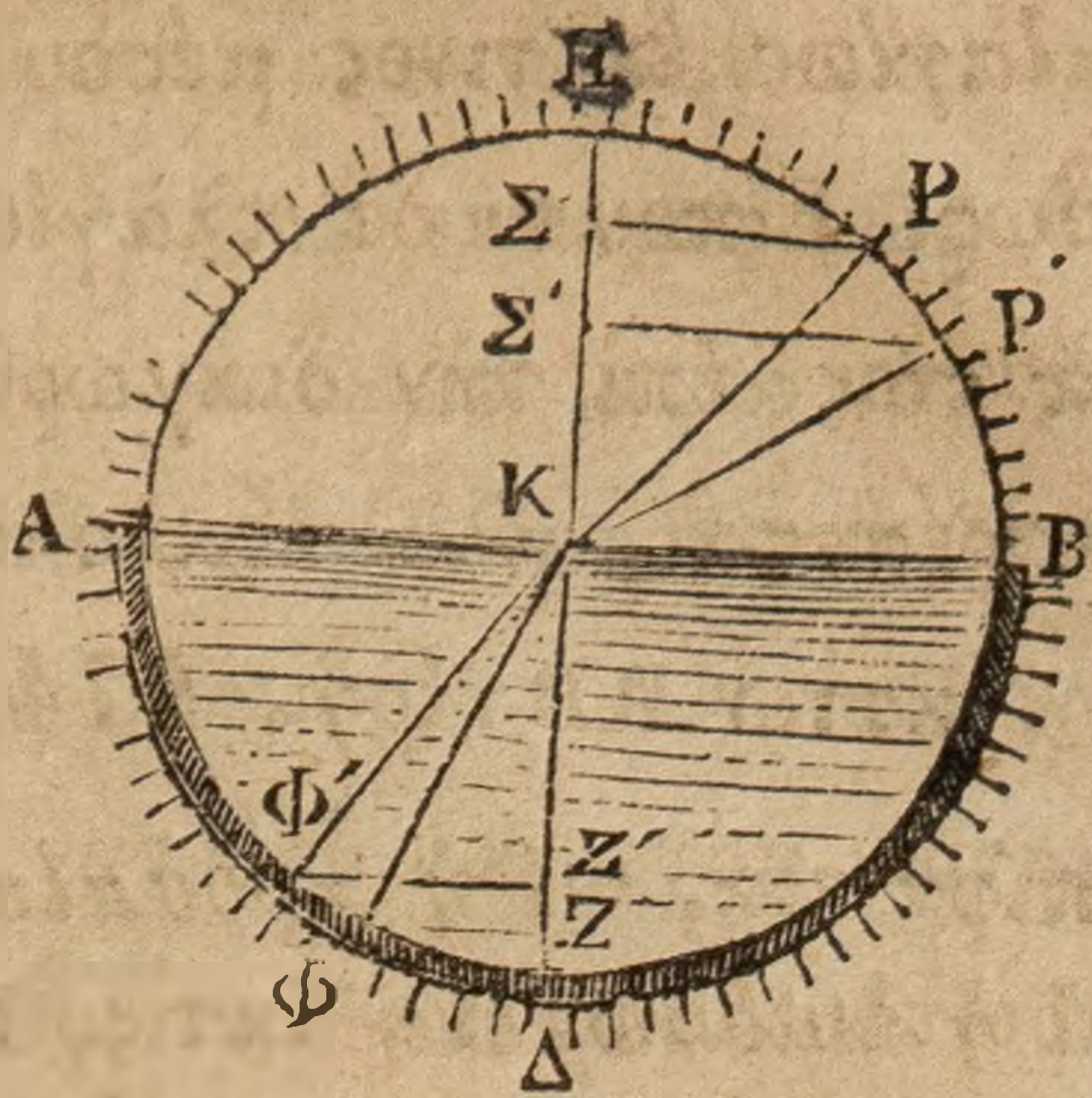
α.) Τὰ ἡμίτονα τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως καὶ τῆς γωνίας τῆς διαθλάσεως ἔχουσι λόγον σταθερὸν ἐν τοῖς αὐτοῖς μέσοις.

β.) Ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς καὶ ἡ διαθλωμένη κεῖνται ἐν τῷ αὐτῷ ἐπιπέδῳ καθέτω ἐπὶ τὴν διαχωρίζουσαν τὰ δύο μέσα ἐπιφάνειαν.

Οἱ νόμοι οὗτοι δεικνύονται δι' ἀγγείου ἡμισφαιρικοῦ  $A\Delta B$  (σχ. 173), τὸ ὁποῖον πληροῦται ὕδατος μέχρι τοῦ κέντρου  $K$ ,



καὶ περὶ τὸ ὁποῖον ὑπάρχει κατακόρυφος κύκλος διηρημένος εἰς μοίρας, λεπτὰ κτλ. Ἐστω ΡΚ ἀκτίστις προσπίπτουσα περιεχομένη ἐν τῷ κατακόρυφῳ ἐπιπέδῳ τοῦ κύκλου· ἡ ἀκτίς αὕτη μεταβαίνουσα ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ θέλει λάβει τὴν διεύθυνσιν ΚΦ, τουτέστι θέλει πλησιάσει πρὸς τὴν κάθετον ΚΔ. Μετροῦντες δὲ τότε ἐπὶ τοῦ κύκλου τὴν γωνίαν τῆς προσ-



Σχ. 175

πτώσεως ΡΚΕ καὶ τὴν τῆς διαθλάσεως ΦΚΔ, ἐπομένως καὶ τὰ ἡμίτονα αὐτῶν ΡΣ καὶ ΦΖ, εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος αὐτῶν εἶναι ἐν τῷ προκειμένῳ πειράματι ὡς ἔγγιστα  $\frac{4}{3}$ , δηλονότι ἔχομεν

$$\frac{ΡΣ}{ΦΖ} = \frac{4}{3}.$$

Ἐὰν δὲ πάλιν θεωρήσωμεν νέαν ἀκτῖνα Ρ'Κ πλαγιωτέραν τῆς πρώτης, ἡ ἀκτίς αὕτη μετὰ τὴν διάθλασιν θέλει λάβει τὴν διεύθυνσιν ΚΦ'. Μετροῦντες δὲ τὰς γωνίας τῆς προσπτώσεως καὶ τῆς διαθλάσεως Ρ'ΚΕ καὶ Φ'ΚΔ εὐρίσκομεν ὅτι ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων Ρ'Σ' καὶ Φ'Ζ' τῶν γωνιῶν αὐτῶν εἶναι πάλιν  $\frac{4}{3}$ · ὅθεν

συνάγομεν

$$\frac{ΡΣ}{ΦΖ} = \frac{Ρ'Σ'}{Φ'Ζ'}.$$

Ἡ ἰσότης αὕτη ἀποδεικνύει τὸν πρῶτον νόμον. Ἀλλὰ καὶ ὁ δεύτερος νόμος εἶναι ἀποδεδειγμένος ἐξ αὐτῆς τῆς διαθέσεως τῆς συσκευῆς· διότι ὁ κύκλος, ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ ὁποίου εὐρίσκεται ἡ προσπίπτουσα καὶ ἡ διαθλωμένη ἀκτίς, εἶναι κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πληροῦντος τὸ ἀγγεῖον ὑγροῦ.

350. Δείκτης διαθλάσεως. — Ὁ λόγος τῶν ἡμιτόνων τῶν γωνιῶν τῆς προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως καλεῖται δείκτης διαθλάσεως· δηλονότι ἐὰν καλέσωμεν π τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως, δ τὴν τῆς διαθλάσεως, καὶ ν τὸν τῆς διαθλάσεως

δείκτην, ἔχομεν

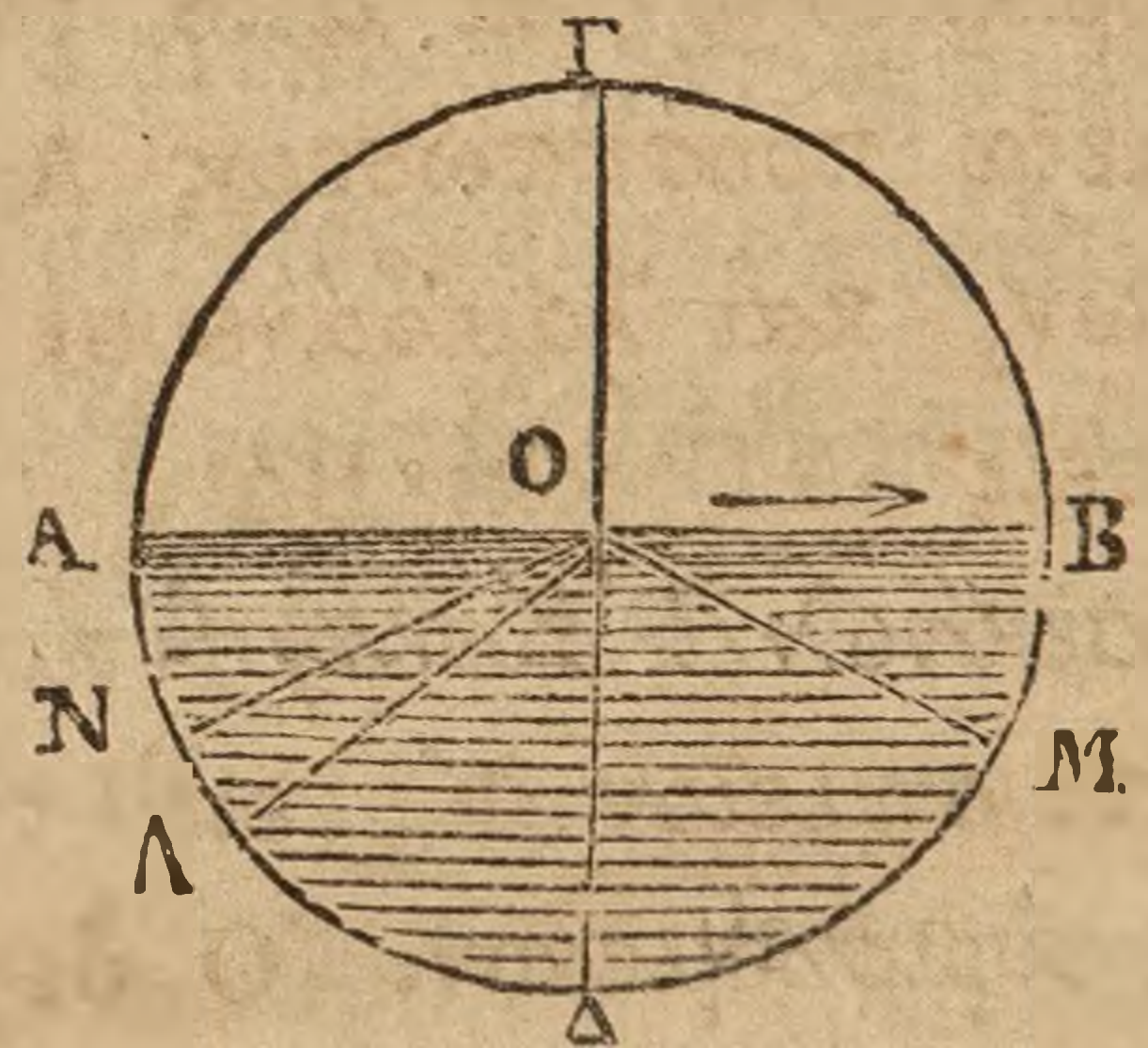
$$ν = \frac{\text{ἡμ}π}{\text{ἡμ}δ}.$$

Ὁ δείκτης οὗτος μεταβάλλεται μετὰ τῶν μέσων· οἷον ἐκ τοῦ ἀέρος εἰς τὸ ὕδωρ, εἶναι  $\frac{4}{3}$ , ἐκ δὲ τοῦ ἀέρος εἰς τὴν ὕαλον  $\frac{3}{2}$ .



Ἐὰν θεωρήσωμεν τὰ μέσα κατ' ἀντίστροφον τάξιν, ἤτοι εἰάν τὸ φῶς φέρηται ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, ἢ ἐκ τῆς ὑάλου εἰς τὸν ἀέρα, εὐρίσκομεν ὅτι ἀκολουθεῖ τὴν αὐτὴν ὁδὸν, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φορὰν, ΦΚ οὔσης τότε τῆς προσπιπτούσης ἀκτίνος καὶ ΚΡ τῆς διαθλωμένης (σχ. 175). Ἄρα ὁ λόγος ὁ παριστῶν τότε τὸν δείκτην τῆς διαθλάσεως εἶναι ἀντίστροφος τοῦ πρώτου· οἷον ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα εἶναι  $\frac{3}{4}$ , ἐκ δὲ τῆς ὑάλου εἰς τὸν ἀέρα  $\frac{2}{3}$ .

351. Ὀρική γωνία, ὀλικὴ ἀνάκλασις.—Ὄταν ἀκτὶς φωτὸς μεταβαίνει ἐκ μέσου τινὸς εἰς ἕτερον ἥττον διαθλαστικόν, οἷον ἐκ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, εἶδομεν ὅτι ἀπομακρύνεται ἀπὸ τῆς καθέτου, καὶ ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως εἶναι τότε μείζων τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως. Ἐκ τούτου συμπεραίνομεν ὅτι μεταβαλλομένης τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως φωτεινῆς τινος ἀκτίνος ΛΟ (σχ. 176) διερχομένης δι' ὕδατος, ὑπάρχει τιμὴ τις ΛΟΔ τῆς γωνίας ταύτης, δι' ἣν ἡ ἀντιστοιχοῦσα διαθλάσεως γωνία ΓΟΒ εἶναι ὀρθή· τότε δὲ ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς εἶναι παράλληλος τῇ ἐπιφανείᾳ ΑΒ τοῦ ὕδατος. Ἡ γωνία αὕτη ΛΟΔ καλεῖται ὀρική γωνία, διότι πᾶσα ἄλλη προσπίπτουσα ἀκτὶς ἀποτελοῦσα μείζονα γωνίαν προσπτώσεως, οἷον ἡ ΝΟ, δὲν δύναται πλέον νὰ διαθλασθῇ, μῆτε ἐπομένως νὰ ἐξέλθῃ τοῦ ὑγροῦ. Τότε δὲ ἡ ἀκτὶς αὕτη ἀνακλᾶται ὡς ἐπὶ κατόπτρου ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ΑΒ, καὶ ἐπανακάμπτει κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΟΜ εἰς τὸ μέσον, ἐκ τοῦ ὁποίου δὲν ἠδυνήθη νὰ ἐξέλθῃ. Τὸ ἀξιοσημεῖωτον τοῦτο φαινόμενον καλεῖται ὀλικὴ ἀνάκλασις, ἐπειδὴ τὸ προσπίπτον φῶς ἀνακλᾶται ἐξ ὀλοκλήρου. Ἀκολουθεῖ δὲ ἡ ὀλικὴ ἀνάκλασις τοὺς αὐτοὺς καὶ ἡ κοινὴ ἀνάκλασις νόμους. Σημειωτέον πρὸς τούτοις ὅτι ἡ ὀρική γωνία ἐκ μὲν τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα εἶναι  $48^{\circ}, 35'$ , ἐκ δὲ τῆς ὑάλου εἰς τὸν ἀέρα  $41^{\circ}, 48'$ .

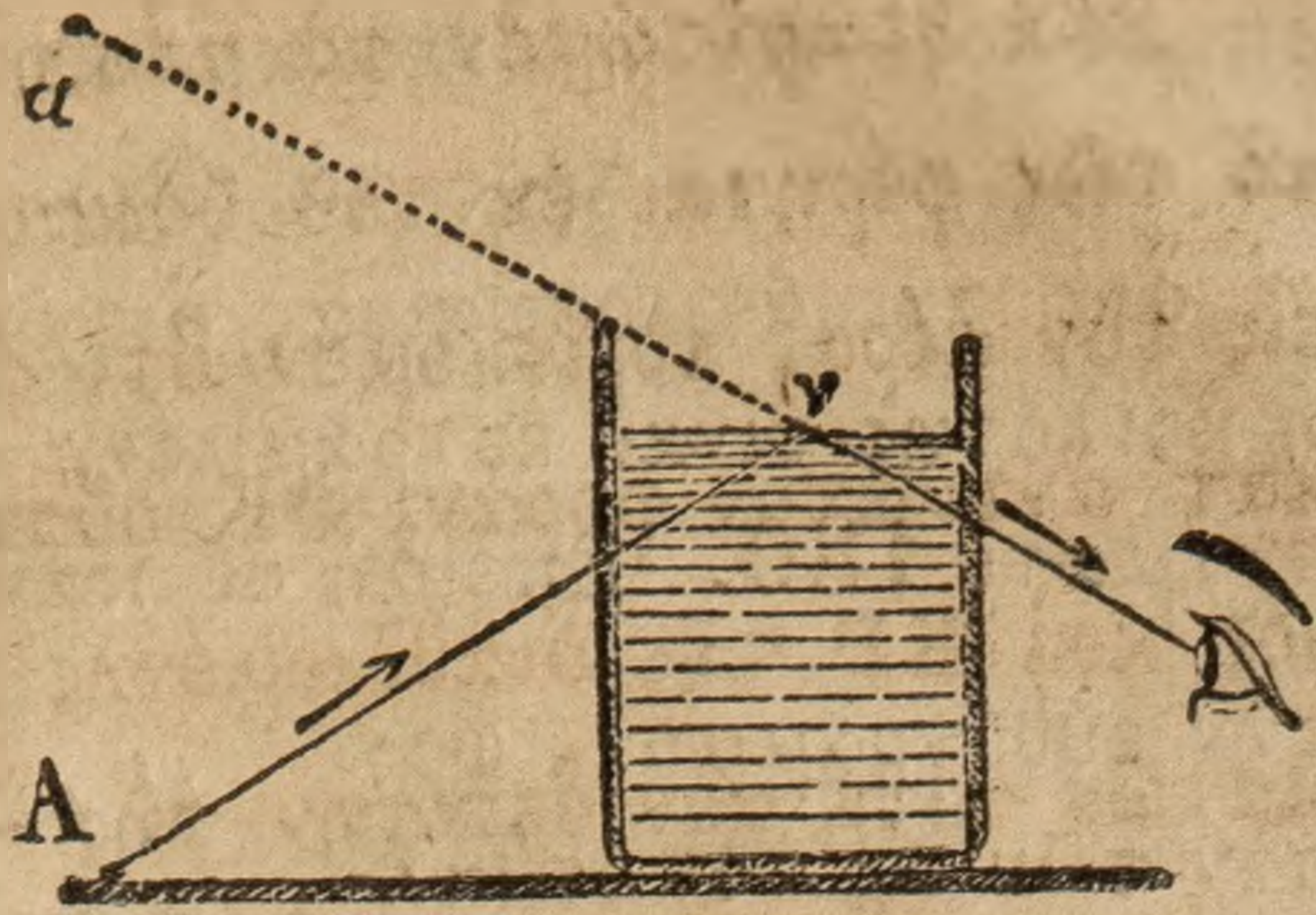


Σχ. 176.

Ἡ ἐσωτερικὴ ἀνάκλασις δύναται νὰ δειχθῇ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος· ἔμπροσθεν ὑαλίνου ἀγγείου πλήρους ὕδατος (σχ.

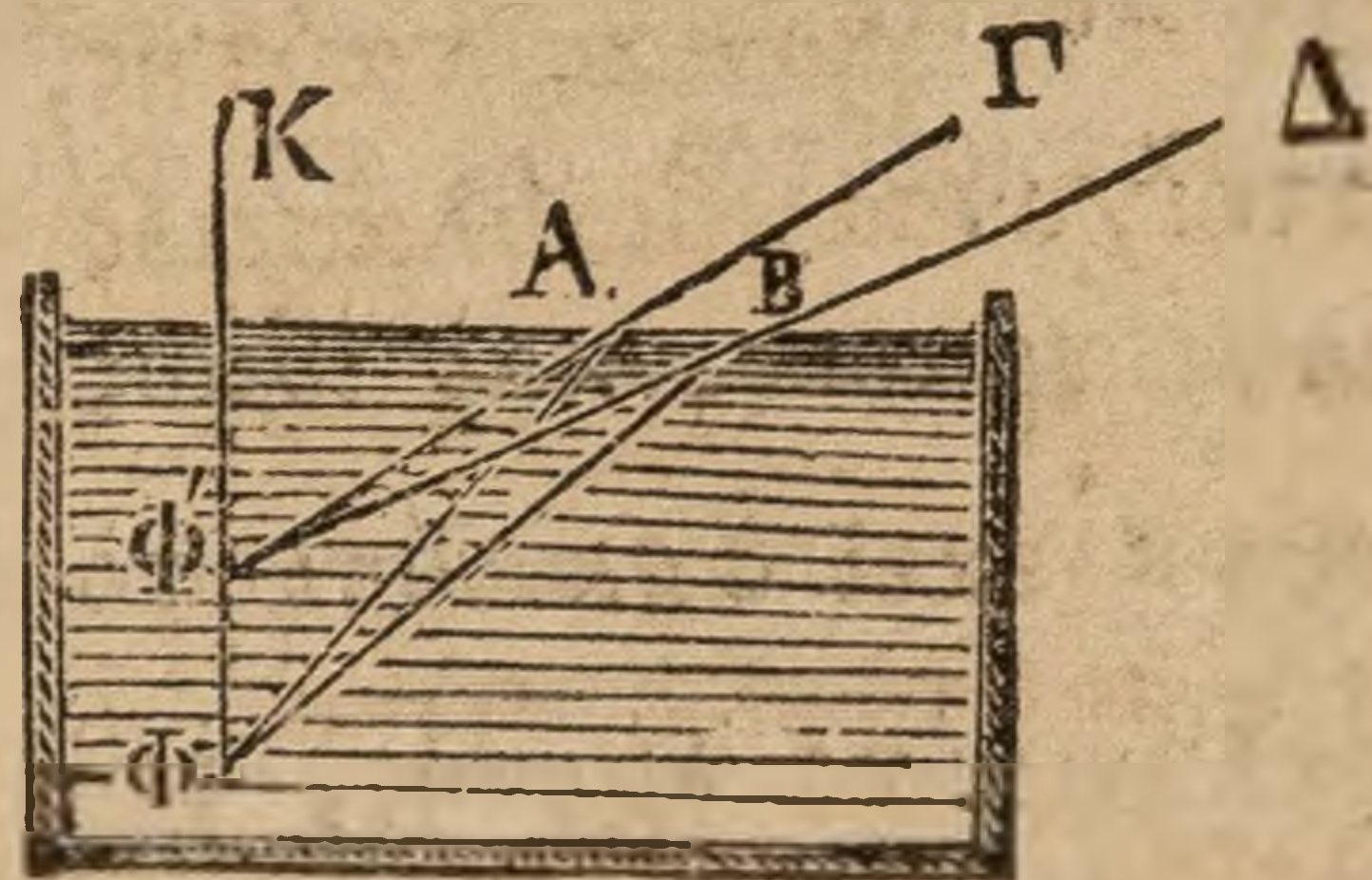


177), θέτομεν σῶμά τι Α· ἔπειτα δὲ θεωροῦντες ἐκ τοῦ ἑτέρου μέρους τοῦ ἀγγείου τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ κάτωθεν πρὸς τὰ ἄνω, ὅπως παρίσταται ἐν τῷ σχήματι, βλέπομεν κατὰ τὸ α ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ τὸ εἶδωλον τοῦ Α, σχηματιζόμενον ὑπὸ τῶν κατὰ τὸ ν ἀνακλωμένων ἀκτίνων.



Σχ. 177.

352. Ἀποτελέσματα τῆς διαθλάσεως. — Ἐνεκα τῆς διαθλάσεως τὰ ἐν μέσῳ διαθλαστικωτέρῳ τοῦ ἀέρος ἐμβεβαπτισμένα σώματα φαίνονται πλησιέστερα τῇ ἐπιφανείᾳ τῆς διαχωρίσεως ἢ ὅτι πραγματικῶς εἶναι. Ἔστω παραδείγματος χάριν σῶμά τι Φ ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῷ ὕδατι (σχ. 178). Αἱ ἀκτῖνες ΦΑ, ΦΒ, μεταβαίνουσαι ἐκ τοῦ ὑγροῦ τούτου εἰς τὸν ἀέρα ἀπομακρύνονται ἀπὸ τῶν κατὰ τὰ σημεῖα προσπτώσεως Α καὶ Β καθέτων, καὶ λαμβάνουσι τὰς διευθύνσεις ΑΓ καὶ ΒΔ . . ., ὧν αἱ προσεκβολαὶ συνέρχονται αἰσθητῶς εἰς τι σημεῖον Φ', ἐπὶ τῆς καθέτου ΦΚ εὐρισκόμενον. Ὁ δεχόμενος δὲ τὰς ἀκτῖνας ταύτας ὀφθαλμὸς βλέπει τὸ Φ κατὰ τὸ Φ'.

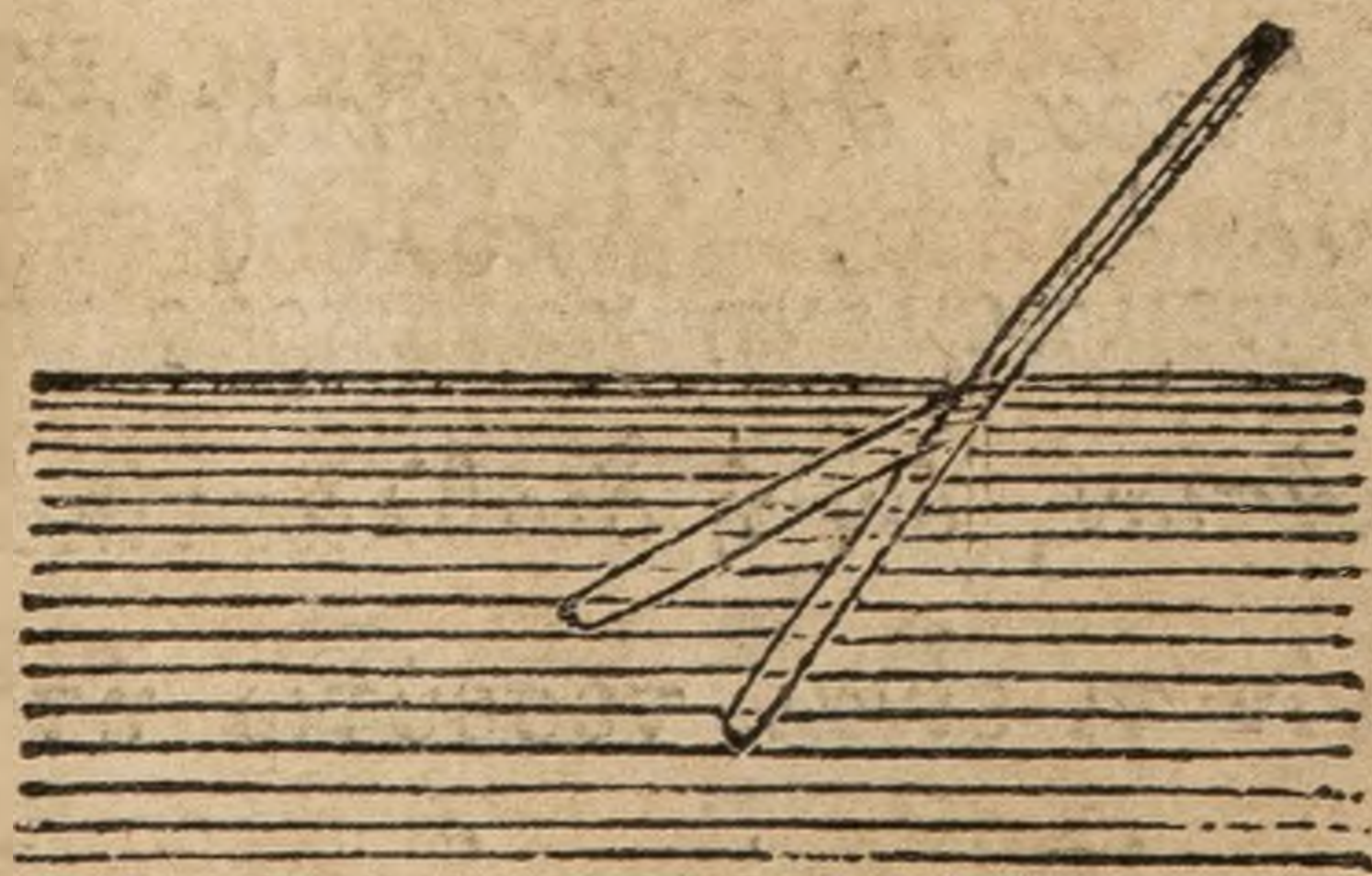


Σχ. 178.

Ὅσοι δὲ πλαγιώτεροι εἶναι αἱ ἀκτῖνες ΦΑ, ΦΒ, τόσοι ὑψηλότερα φαίνεται τὸ σῶμα Φ.

Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον ῥάβδος ἐμβεβαπτισμένη πλαγίως ἐν τῷ ὕδατι φαίνεται τεθλασμένη (σχ. 179), καθόσον τὸ ἐν τῷ ὕδατι μέρος φαίνεται ὑψηλότερον.

Ἐνεκα τῆς διαθλάσεως, ἣν πάσχουσι διερχόμενοι διὰ τῆς ἀτμοσφαιρας αἱ ἐκ τῶν ἄστρον μέχρις ἡμῶν φθάνουσαι ἀκτῖνες φωτός, τὰ ἄστρα φαίνονται ὑψηλότερα ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα, ἢ ὅτι πραγματικῶς εἶναι. Διότι ἡ ἀτμοσφαῖρα σύγκειται ἐξ ὁμοκέντρων στρωμάτων, ὧν ἡ πυκνότης,



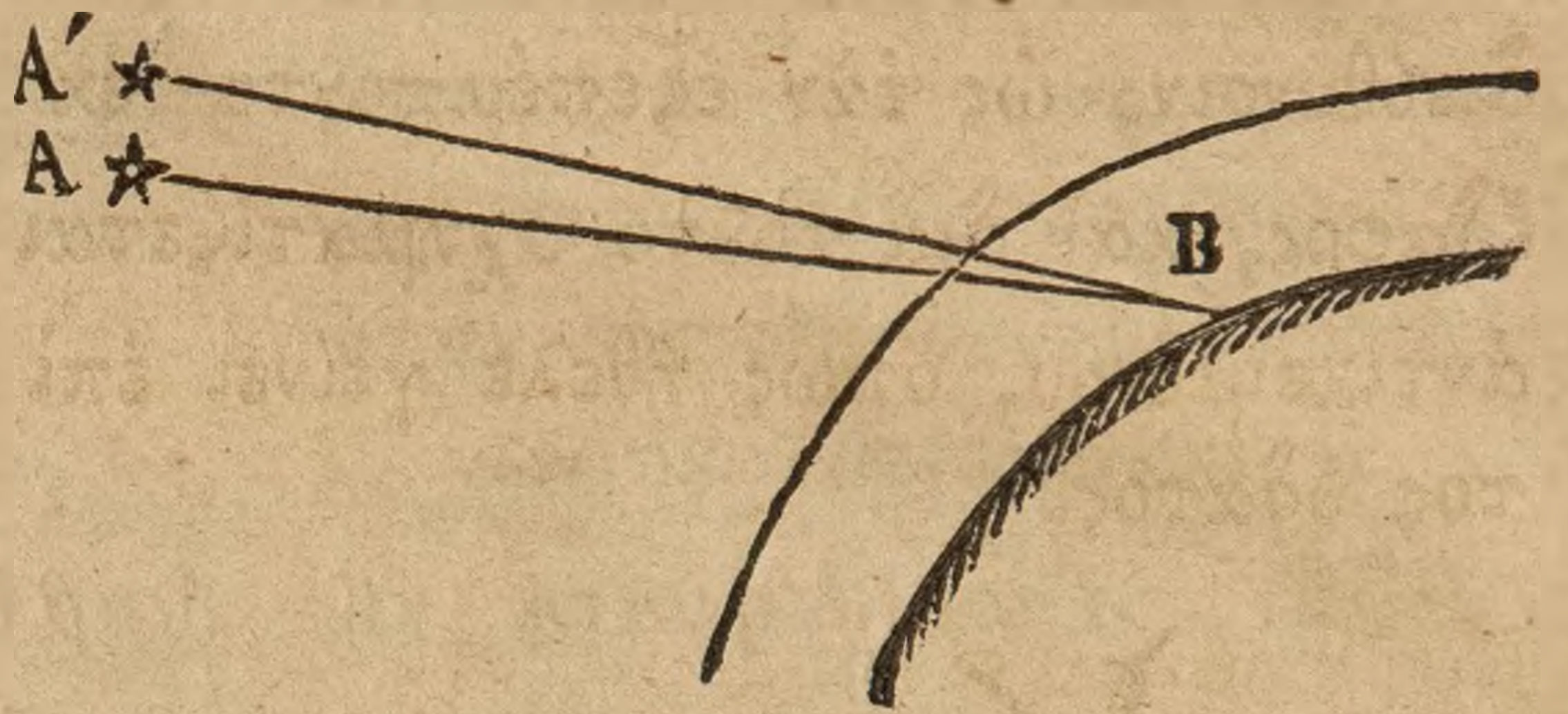
Σχ. 179.

ἡ πυκνότης,



επομένως και ἡ διαθλαστικὴ δύναμις, ἐλαττοῦται βαθμηδὸν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Διὰ τοῦτο αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες αἱ διὰ τῆς ἀτμοσφαίρας διερχόμεναι διαγράφουσι καμπύλην, ἧς ἡ κοιλότης εἶναι ἐστραμμένη πρὸς τὴν γῆν, ὡς φαίνεται ἐν τῷ σχήματι 180. Ἐπειδὴ δὲ πάντοτε βλέπομεν τὰ σώματα κατὰ

τὴν εὐθύγραμμον φορὰν τῶν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν προσπιπτουσῶν ἀκτίνων, ὁ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς γῆς κατὰ τὸ B παρατηρητῆς, ἀντὶ νὰ ἴδῃ τὸ ἄστρον ἐν τῇ πραγματικῇ αὐ-



Σχ. 180.

τοῦ θέσει κατὰ τὸ A, θέλει ἴδει αὐτὸ ὑψηλότερα κατὰ τὸ A'.

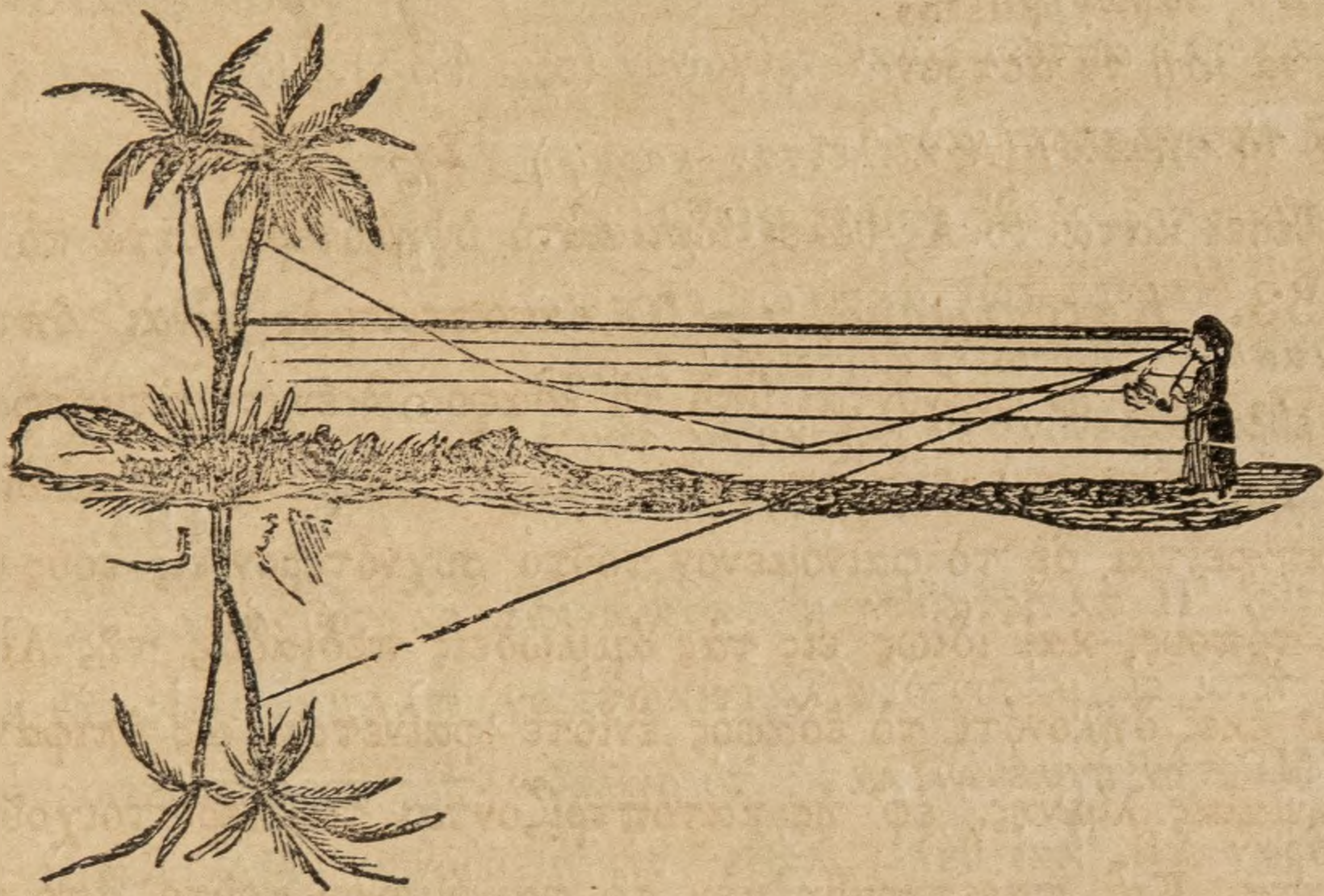
353. Κατοπτρισμός. — Ὁ κατοπτρισμὸς εἶναι ὀπτική ἀπάτη, καθ' ἣν φαίνονται ὑπὸ τὸ ἔδαφος ἢ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ ἀνεστραμμένα τὰ εἰδῶλα τῶν μακρὰν κειμένων σωμάτων. Παρατηρεῖται δὲ τὸ φαινόμενον τοῦτο συχνότερον εἰς τοὺς θερμοὺς τόπους, καὶ ἰδίως εἰς τὰς ἀμμώδεις πεδιάδας τῆς Αἰγύπτου· ἐκεῖ δηλονότι τὸ ἔδαφος ἐνίοτε φαίνεται ὡς ἐπιφάνεια γαληνιαίας λίμνης, ἐφ' ἧς κατοπτρίζονται τὰ περιστοιχοῦντα σώματα. Καὶ παρατηρήθη μὲν τὸ φαινόμενον τοῦτο ἀπὸ τῶν ἀρχαιοτάτων χρόνων, ἀλλὰ πρῶτος ὁ Μόγγης (Monge) ἔδωκε τὴν ἐξήγησιν αὐτοῦ, ὅτε ἀπετέλει μέρος τῆς εἰς Αἴγυπτον ἐκστρατείας τοῦ Ναπολέοντος.

Εἶναι δὲ ὁ κατοπτρισμὸς φαινόμενον διαθλάσεως προερχομένης ἐκ τῆς ἀνίσου πυκνότητος τῶν στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας, ὅταν ταῦτα διαστέλλωνται ὑπὸ τῆς ἐπαφῆς μετ' ἐδάφους λίαν θερμοῦ. Ἐπειδὴ δὲ τότε τὰ ἀραιότερα στρώματα εἶναι τὰ κατώτερα, ἀκτὶς φωτὸς ἐξ ὑψηλοῦ τινος ἀντικειμένου (σχ. 181) ἐκπεμπομένη καὶ πρὸς τὸ ἔδαφος φερομένη διέρχεται διὰ στρωμάτων, ὧν ἡ διαθλαστικότης βαθμηδὸν ἐλαττοῦται· διότι ἀερίον τι εἶναι τοσοῦτω ἥττον διαθλαστικόν, ὅσω ἀραιότερον εἶναι. Ἐκ τούτου ἔπεται ὅτι ἡ προσπτώσεως γωνία ἀπὸ στρώματος εἰς στρῶμα προβαίνει αὐξάνουσα, καὶ ἐπὶ τέλους φθάνει τὴν ὀρικὴν γωνίαν· μετὰ τοῦτο δὲ τὴν διάθλασιν διαδέχεται



ἡ ὀλικὴ ἀνάκλασις. Ἡ ἀκτὶς τότε ἀνυψοῦται, ὡς παρίσταται ἐν τῷ σχήματι, καὶ πάσχει σειρὰν διαδοχικῶν διαθλάσεων ἀντιστρόφων ταῖς πρώταις, διότι τώρα μεταβαίνει εἰς στρώματα ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον διαθλαστικά. Ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς φθάνει λοιπὸν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ ἔχουσα τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ὡς ἐὰν ἐξεπέμποντο ἐκ σημείου κειμένου ὑπὸ τὸ ἔδαφος, καὶ διὰ τοῦτο σχηματίζεται εἶδωλον συμμετρικὸν τοῦ ἀντικειμένου, ὅπως ἤθελε γείνει ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος.

*εἰς τὸν ὀφθαλμὸν  
διὰ τὴν ἀνάκλασιν  
φαίνεται αἰσθητὴ  
μείνα. δ' ἀντι-  
μείνα ἀπὸ τοῦ  
ὀφθαλμοῦ τοῦ  
ὀφθαλμοῦ τοῦ  
ἀπὸ τοῦ  
δύο ἡμίστιον  
δύο ἡμίστιον*

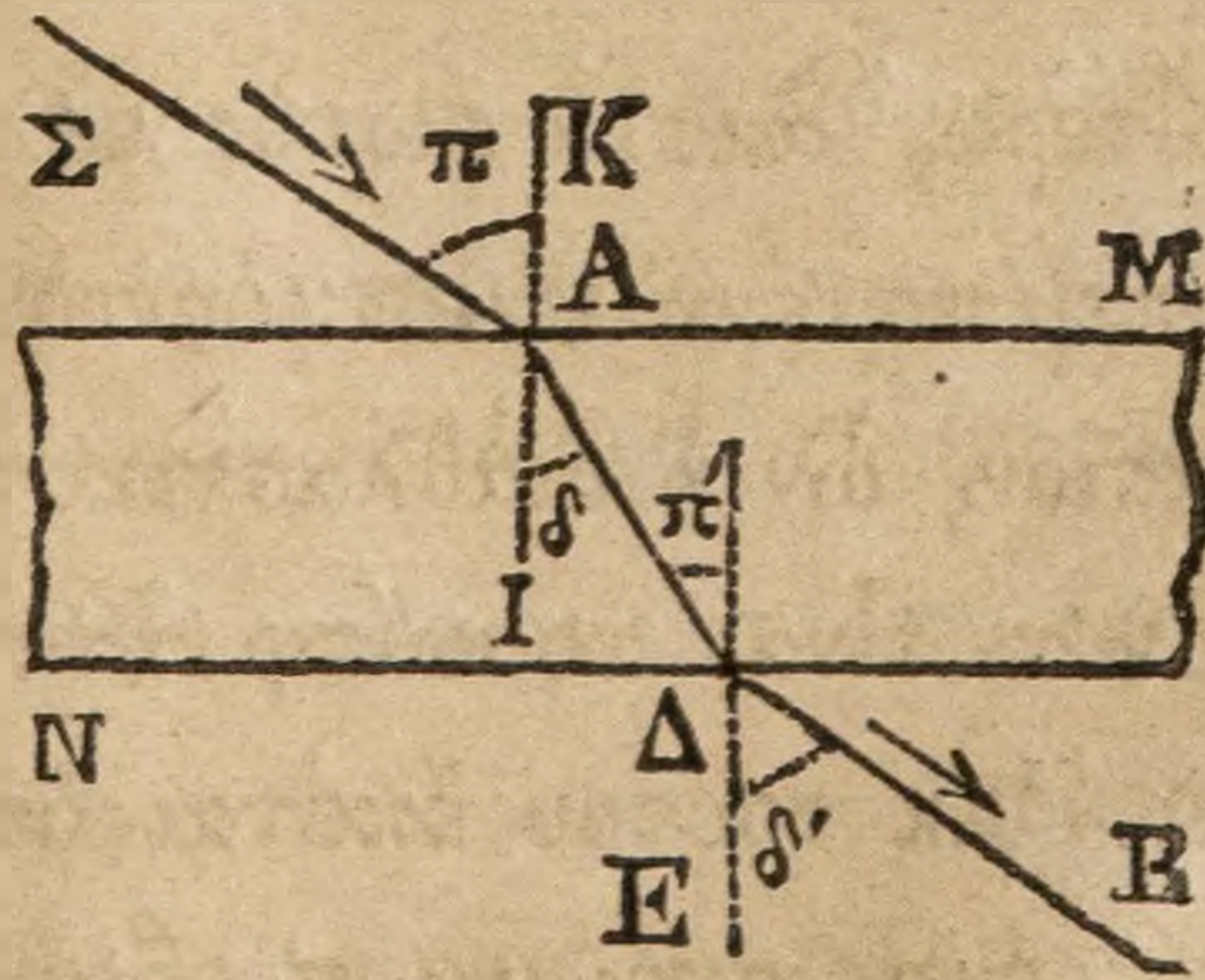


Σχ. 181.

Διάδοσις τοῦ φωτὸς διὰ τῶν διαφανῶν μέσων.

354. Μέσα παραλλήλους ἔχοντα τὰς ἐπιφανείας.— Ὅταν τὸ φῶς διέρχεται διὰ μέσου παραλλήλους ἔχοντος τὰς ἐπιφανείας, αἱ ἐξιοῦσαι ἀκτῖνες εἶναι παράλληλοι τῶν προσπιπτουσῶν. Τοῦτο δὲ εὐκόλως δεικνύεται κατὰ τὸ σχῆμα 182. Διότι

τῶν γωνιῶν  $\pi'$  καὶ  $\delta$  οὐσῶν ἴσων, ὡς ἐναλλάξ ἐντὸς τῶν παραλλήλων  $AK$  καὶ  $DE$ , ἔπεται ὅτι καὶ αἱ γωνίαι  $\Sigma AK$  καὶ  $BDE$  εἶναι ἴσαι, καθὸ δυνάμεναι νὰ θεωρηθῶσιν ὡς γωνίαι διαθλάσεως ἀντιστοιχοῦσαι εἰς ἴσας γωνίας προσπτώσεως  $\pi'$  καὶ  $\delta$ . Ἐνεκα δὲ τῆς ἰσότητος τῶν γωνιῶν  $\Sigma AK$



Σχ. 182.

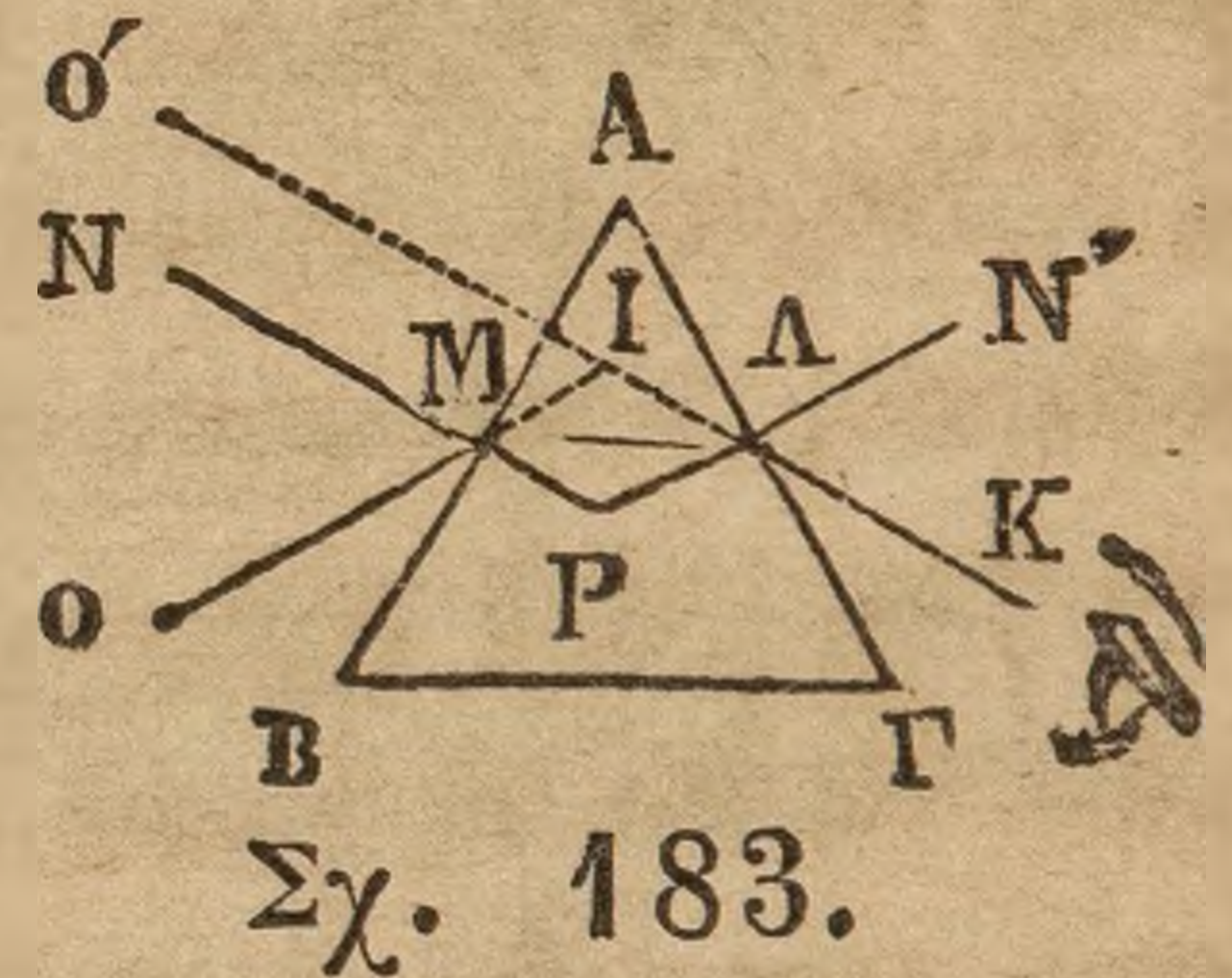


ΒΔΕ, έπεται ότι ή έξιοῦσα άκτις ΔΒ είναι παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ ΣΑ.

355. Πρίσματα.—Πρίσμα καλεΐται έν τῇ όπτικῇ πᾶν διαφανές μέσον περατούμενον εἰς δύο έπιφανείας έπιπέδους μή παράλληλους. Ἡ τομή τῶν δύο τούτων έδρῶν καλεΐται άκμή τοῦ πρίσματος, ή δέ δίεδρος αὐτῶν γωνία λέγεται διαθλαστική γωνία αὐτοῦ. Πᾶσα τομή κάθετος έπί τήν άκμήν λέγεται κυρία τομή. Ἐπειδή τά πρίσματα, ὧν γίνεται χρῆσις εἰς τά πειράματα, ἔχουσι συνήθως τὸ σχῆμα ὀρθοῦ τριγωνικοῦ πρίσματος, ή κυρία τομή αὐτῶν εἶναι τρίγωνον (σχ. 183). Ἐν τῇ τομῇ δέ

ταύτῃ τὸ σημείον Α καλεΐται κορυφή τοῦ πρίσματος, ή δέ εύθεΐα ΒΓ βάσις.

356. Πορεία τῶν άκτίνων έν τοῖς πρίσμασι — Ἐστω Ο φωτεινόν τι σημείον εύρισκόμενον έν τῇ κυρία τομῇ ΑΒΓ πρίσματος, καὶ ΟΜ προσπίπτουσά



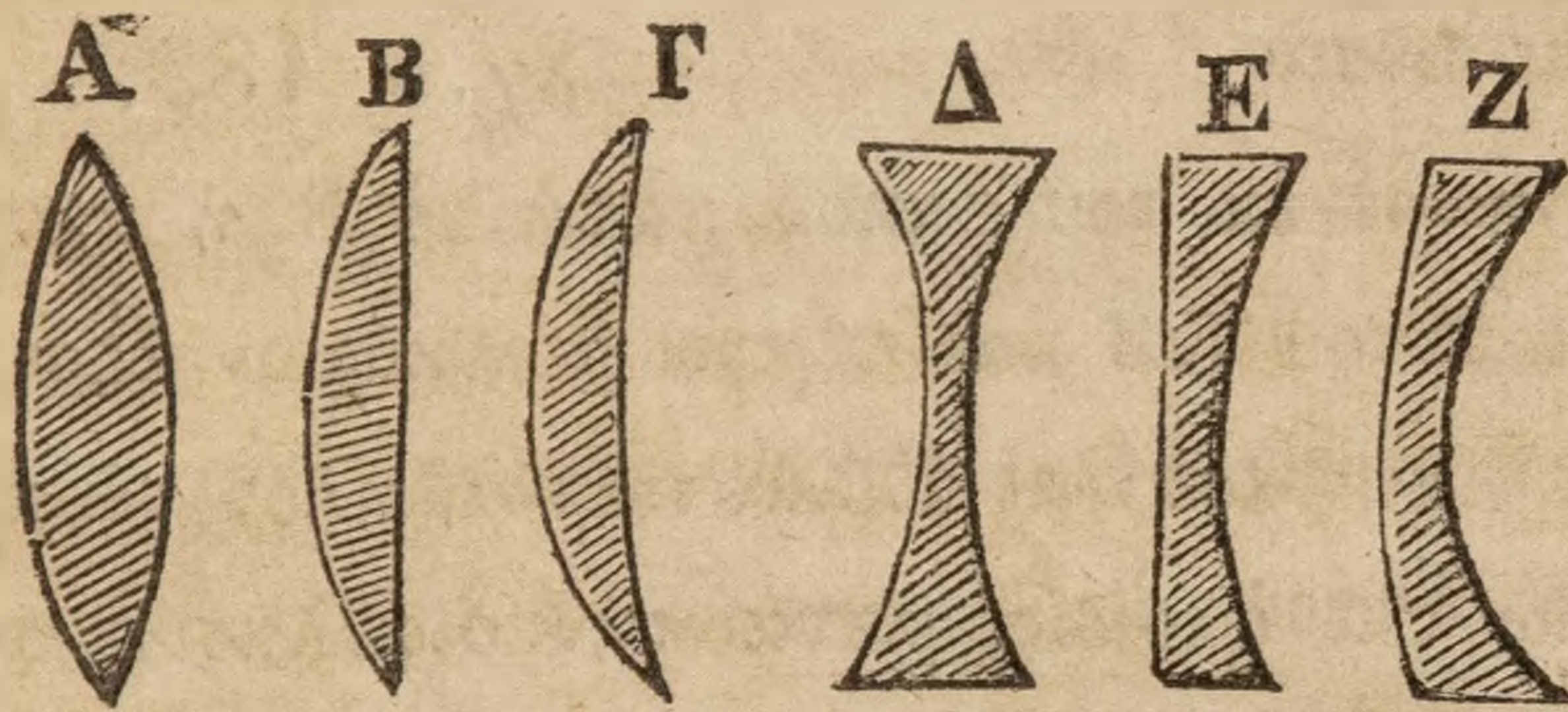
τις άκτις. Ἡ άκτις αὕτη μεταβαίνουσα εκ τοῦ άέρος εἰς τήν ὕαλον, ήτοι εἰς μέσον διαθλαστικώτερον, πλησιάζει εἰς τήν κάθετον ΜΡ τήν ήγμένην κατά τὸ σημείον τῆς προσπτώσεως έπί τήν έδραν ΑΒ, καὶ θέλει λάβει τήν διεύθυνσιν ΜΛ. Κατά τὸ σημείον δέ Λ ή άκτις θέλει έξέλθει εκ τῆς ὕαλου εἰς τὸν άέρα ήτοι εἰς μέσον ήττον διαθλαστικόν, έπομένως θέλει άπομακρυνθῆ από τῆς καθέτου, καὶ θέλει λάβει άλλην διεύθυνσιν, τήν ΑΚ. Διά τῆς αὐτῆς κατασκευῆς δεικνύεται ότι καὶ αἱ άλλαι άκτῖνες αἱ εκ τοῦ Ο εκπεμπόμεναι καὶ ὀλίγον από τῆς ΟΜ απέχουσαι μετά τήν διά τοῦ πρίσματος δίοδον εκβαλλόμεναι συμπίπτουσιν εἰς τι σημείον Ο', ὅπου ὁ δεχόμενος αὐτάς ὀφθαλμός θέλει ἴδει τὸ σημείον Ο. Ἄρα τὰ διά πρίσματος ὀρώμενα αντικείμενα φαίνονται ανυψώμενα πρὸς τήν κορυφήν αὐτοῦ. Ἡ έκτροπή, ήν ή άκτις ΟΜ πάσχει ὑπό τοῦ πρίσματος, μετρεΐται ὑπό τῆς γωνίας ΟΙΟ', τῆς άποτελουμένης ὑπό τῆς προσπιπτούσης άκτῖνος καὶ τῆς προσεκβολῆς τῆς έξιούσης· καλεΐται δ' ή γωνία αὕτη γωνία έκτροπῆς.



## Περὶ φακῶν.

357. *Φακοί.* — Καλοῦνται φακοὶ σώματα διαφανῆ, ἅτινα ἕνεκα τῆς καμπύλης αὐτῶν ἐπιφανείας ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ συγκεντρῶσιν ἢ νὰ ἀποκεντρῶσιν τὰς δ' αὐτῶν διερχομένας ἀκτῖνας φωτός. Οἱ μόνοι δὲ ἐν χρήσει εἰς τὰ ὀπτικά ὄργανα φακοὶ εἶναι οἱ σφαιρικοὶ, καὶ συνίστανται ἐκ στεφαννάλου (crown-glass), ἢ ἐκ πυριτυάλου (flintglass), ἧτις περιέχει μόλυβδον καὶ εἶναι διαθλαστικώτερα τῆς πρώτης.

Συνδυαζομένων τῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν πρὸς ἀλλήλας καὶ πρὸς τὰς ἐπιπέδους, σχηματίζονται ἕξ εἶδη φακῶν παριστάμενα ἐν τῷ σχήματι 184. Ὁ πρῶτος Α καλεῖται ἀμφίκυρτος, ὁ δεύτερος Β ἐπιπεδόκυρτος, ὁ τρίτος Γ κοιλόκυρτος συγκλίνων, ὁ τέταρτος Δ ἀμφίκοιλος, ὁ πέμπτος Ε ἐπιπεδόκοιλος, καὶ ὁ τελευταῖος Ζ κοιλόκυρτος ἀποκλίνων. Σημειωτέον δὲ ὅτι οἱ φακοὶ Γ καὶ Ζ καλοῦνται προσέτι ὁ μὲν μηνίσκος συγκλίνων, ὁ δὲ μηνίσκος ἀποκλίνων.



Σχ. 184.

Οἱ τρεῖς πρῶτοι, οἵτινες εἶναι παχύτεροι πρὸς τὸ κέντρον ἢ πρὸς τὰ ἄκρα, εἶναι συγκλίνοντες, οἱ δὲ τρεῖς τελευταῖοι, οἵτινες εἶναι λεπτότεροι πρὸς τὸ κέντρον ἢ πρὸς τὰ ἄκρα, εἶναι ἀποκλίνοντες· ἀρκεῖ δὲ νὰ ἐξετάσωμεν ἐκ μὲν τῶν τοῦ πρώτου εἴδους τὸν ἀμφίκυρτον, ἐκ δὲ τῶν τοῦ δευτέρου τὸν ἀμφίκοιλον, διότι αἱ ιδιότητες ἑκατέρου τούτων ἐφαρμόζονται καὶ εἰς τοὺς λοιποὺς ὁμοειδεῖς.

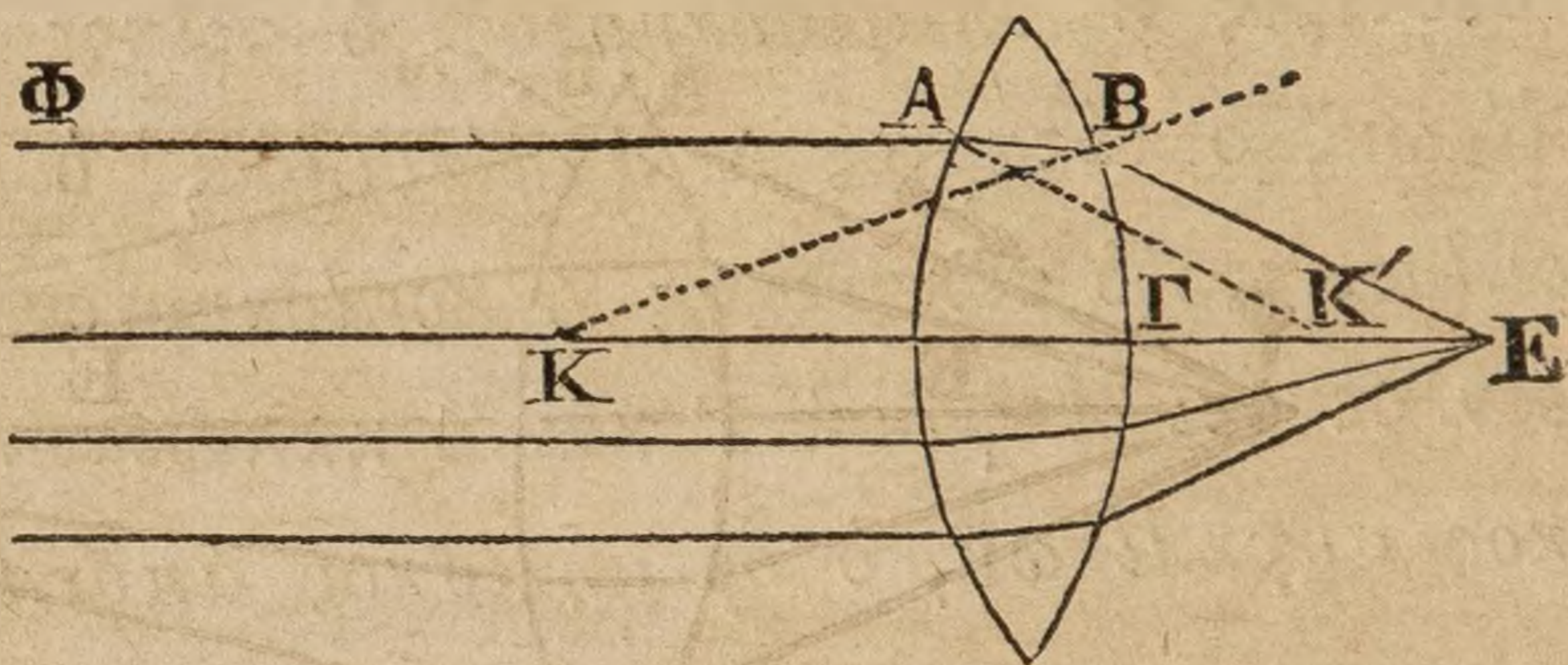
Ἐν τοῖς φακοῖς, ὧν ἀμφότεραι αἱ ἐπιφάνειαι εἶναι σφαιρिकाί, τὰ κέντρα τῶν ἐπιφανειῶν λέγονται κέντρα καμπυλότητος, ἢ δὲ δι' αὐτῶν διερχομένη ἀπεριόριστος εὐθεῖα εἶναι ὁ κύριος



ἄξων. Ἐν δὲ τοῖς ἐπιπεδοκοίλοις καὶ ἐπιπεδοκύρτοις φακοῖς κύριος ἄξων εἶναι ἢ ἐκ τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητος ἐπὶ τὴν ἐπίπεδον ἔδραν ἀγομένη κάθετος.

358. Ἔστια ἐν τοῖς ἀμφικύρτοις φακοῖς. — Ἐν τοῖς φακοῖς, ὡς καὶ ἐν τοῖς κατόπτροις, καλοῦνται ἔστια τὰ σημεία, εἰς ἃ συνέρχονται αἱ διαθλώμεναι ἀκτῖνες ἢ αἱ προσεκβολαὶ αὐτῶν. Παρέχουσι δὲ οἱ ἀμφίκυρτοι φακοὶ τὰ αὐτὰ καὶ τὰ κοῖλα κάτοπτρα εἶδη ἔστιῶν, δηλονότι κυρίαν ἔστιαν, συζυγῆ, καὶ κατ' ἔμφασιν.

α.) Κυρία ἔστια ἀμφικύρτου φακοῦ εἶναι τὸ σημεῖον εἰς ὃ συνέρχονται αἰσθητῶς μετὰ τὴν διάθλασιν αἱ παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτῖνες. Διότι ἔστω ΦΑ (σχ. 185) ἀκτὶς φωτὸς παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι ΚΚ'. Ἡ ἀκτὶς αὕτη εἰσερχομένη εἰς τὸν φακὸν θλάται πλησιάζουσα πρὸς τὴν κάθετον Κ'Α καὶ λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν



Σχ. 185.

ΑΒ· ἐξερχομένη δὲ ἐκ τοῦ φακοῦ κατὰ τὸ Β ἢ ἀκτὶς ἀπομακρύνεται τῆς καθέτου ΚΒ καὶ τέμνει τὸν κύριον ἄξονα κατὰ τὸ Ε. Ἐπειδὴ δὲ καὶ πᾶσαι αἱ ἄλλαι παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτῖνες διαθλῶνται ὁμοίως, μετὰ τὴν διάθλασιν συνέρχονται αἰσθητῶς εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον Ε, τὸ ὁποῖον εἶναι ἢ κυρία ἔστια τοῦ φακοῦ. Ἡ ἀπόστασις ΕΓ τῆς κυρίας ἔστιας ἀπὸ τοῦ φακοῦ λέγεται κυρία ἔστιακὴ ἀπόστασις. Σημειωτέον ὅμως ὅτι μόνον αἱ πλησίον τοῦ ἄξονος ἀκτῖνες συνέρχονται εἰς τὴν ἔστιαν, αἱ δὲ διὰ τῶν ἄκρων τοῦ φακοῦ διερχόμεναι τέμνουσι τὸν κύριον ἄξονα εἰς σημεῖόν τι πλησιέστερον τῷ φακῷ. καλεῖται δὲ τὸ φαινόμενον τοῦτο ἀποκέντρωσις σφαιρικότητος.

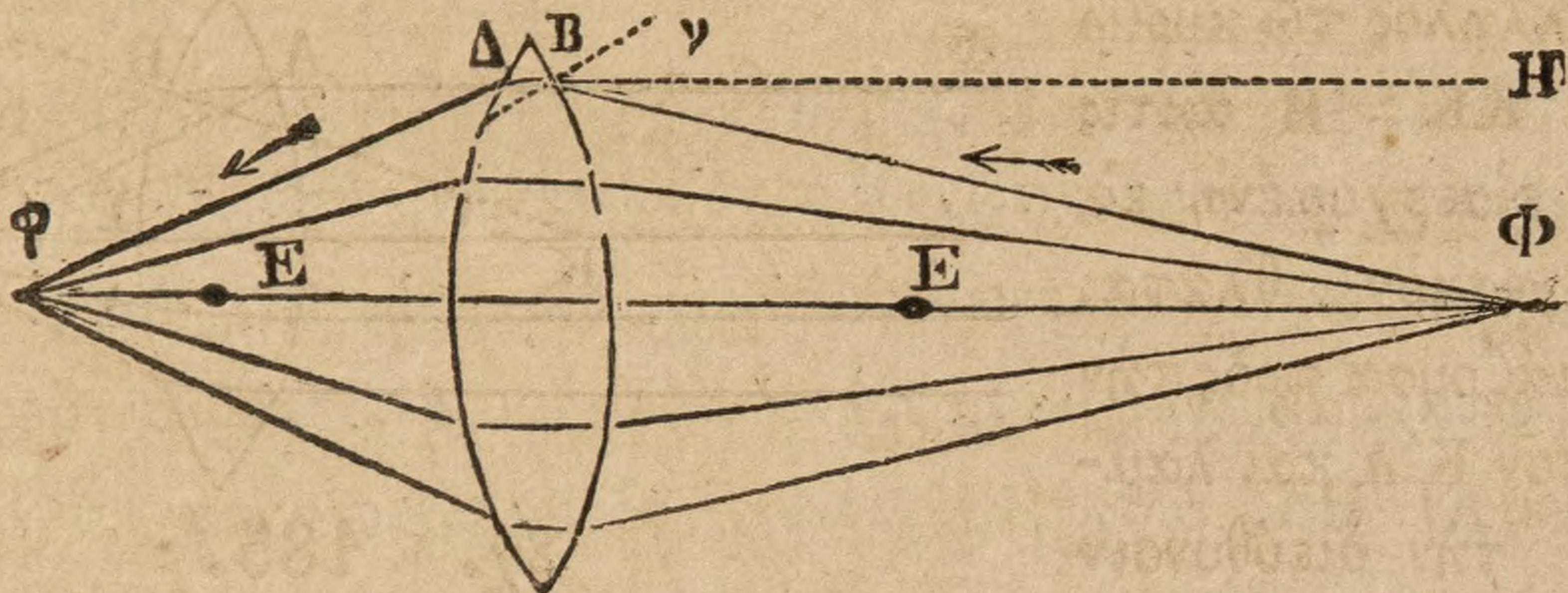
Ἡ κυρία ἔστιακὴ ἀπόστασις μεταβάλλεται μετὰ τῆς ἀκτίνος τῆς καμπυλότητος καὶ τῆς διαθλαστικῆς δυνάμεως τῆς οὐσίας, ἐξ ἧς συνίσταται ὁ φακός· εἶναι δὲ τοσοῦτω μικρότερα, ὅσω μικρότερα εἶναι ἢ τῆς καμπυλότητος ἀκτὶς καὶ μείζων ἢ διαθλαστικὴ δύναμις. Τῶν κοινῶν φακῶν, οἵτινες εἶναι ἐκ στεφα-



νόλου, ἡ κυρία ἐστία συμπίπτει σχεδὸν μετὰ τοῦ κέντρου τῆς καμπυλότητος.

Δυνάμεθα δὲ εὐκόλως νὰ εὕρωμεν πειραματικῶς τὴν κυρίαν ἐστίαν κυρτοῦ φακοῦ· ἀρκεῖ νὰ ἐκθέσωμεν τὸν φακὸν εἰς τὸν ἥλιον οὕτως, ὥστε ὁ κύριος ἄξων νὰ διευθύνηται εἰς αὐτὸν, καὶ νὰ ζητήσωμεν ἐπὶ πτυχίου ποῦ σχηματίζεται τὸ εἶδωλον τοῦ ἡλίου εὐκρινέστερον. Παρατηροῦμεν δὲ τότε ὅτι πρὸς τῇ συγκεντρώσει φωτὸς συμβαίνει καὶ συγκέντρωσις θερμότητος, ὅπερ δεικνύει ὅτι καὶ αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες διαθλῶνται ὡς καὶ αἱ φωτειναί.

β΄.) Συζυγῆς ἐστία — Ἐστω  $\Phi$  φωτεινὸν τι σημεῖον (σχ. 186) κείμενον ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος πέραν τῆς κυρίας ἐστίας.



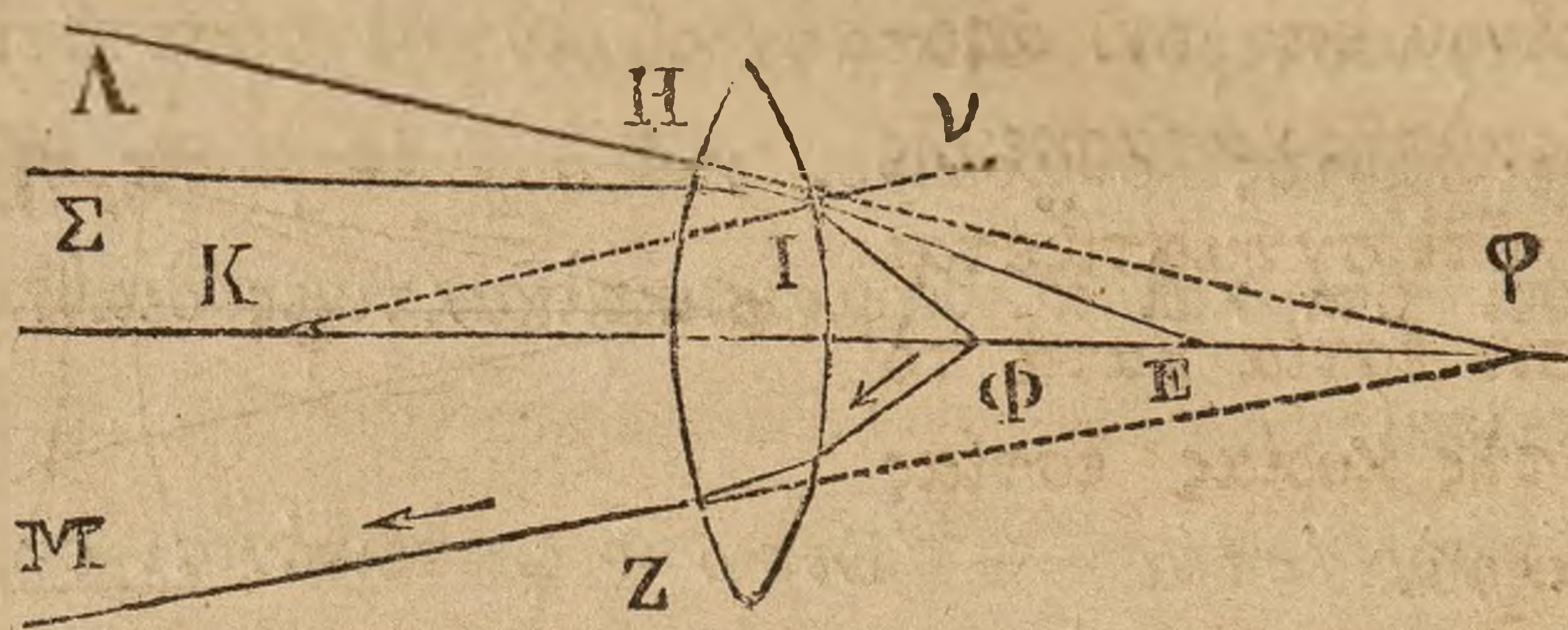
Σχ. 186.

Ἐὰν συγκρίνωμεν τὴν πορείαν τῆς ἀποκλινούσης ἀκτῖνος  $\Phi B$  πρὸς τὴν τῆς παραλλήλου τῷ ἄξονι  $HB$ , βλέπομεν ὅτι ἡ πρώτη ἀποτελεῖ μετὰ τῆς καθέτου  $Bv$  γωνίαν  $\Phi Bv$  μείζονα τῆς  $HBv$ · ἐπομένως καὶ ἡ ἀντιστοιχοῦσα διαθλάσεως γωνία θέλει εἶναι μείζων, καὶ διὰ τοῦτο ἡ ἀκτίς αὕτη ἀφοῦ διέλθῃ διὰ τοῦ φακοῦ θέλει συναντήσῃ τὸν ἄξονα εἰς σημεῖόν τι  $\phi$  κείμενον πέραν τῆς κυρίας ἐστίας  $E$ . Ἐπειδὴ δὲ πᾶσαι αἱ ἐκ τοῦ  $\Phi$  ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες μετὰ τὴν διάθλασιν συνέρχονται αἰσθητῶς εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον  $\phi$ , τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι ἡ συζυγῆς ἐστία τοῦ σημείου  $\Phi$ . Ἐκφράζει δὲ ἡ ἐπωνυμία αὕτη ἔνταῦθα, ὡς καὶ ἐν τοῖς κατόπτροις, τὴν μεταξὺ τῶν δύο σημείων  $\Phi$  καὶ  $\phi$  σχέσιν, καθ' ἣν ἐὰν τὸ φωτεινὸν σημεῖον  $\Phi$  μεταβιβασθῇ εἰς τὸ  $\phi$ , ἡ ἐστία αὐτοῦ θέλει εἶναι εἰς τὸ  $\Phi$ . Καθόσον δὲ τὸ φωτεινὸν σημεῖον  $\Phi$  πλησιάζει εἰς τὸν φακὸν, ἡ ἀπόκλισις τῶν διαθλωμένων ἀκτί-



νων αὐξάνει καὶ ἡ ἐστία  $\phi$  ἀπομακρύνεται. Ὄταν τέλος τὸ  $\Phi$  συμπέσῃ μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας, αἱ ἀκτῖνες μετὰ τὴν διάθλασιν εἶναι παράλληλοι, καὶ τότε δὲν ὑπάρχει πλέον ἐστία.

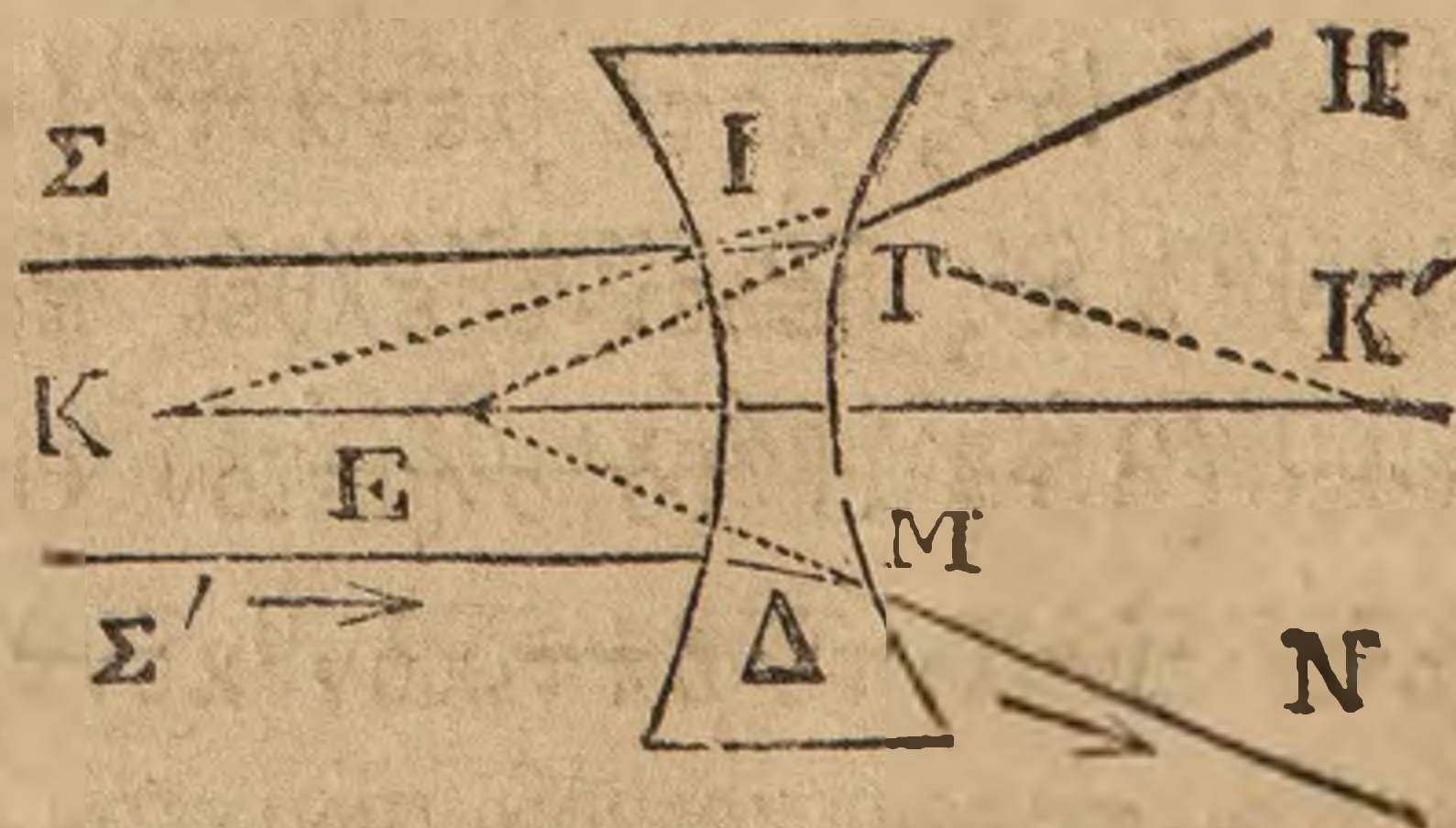
γ.) Ἐστία κατ' ἔμφασιν. — Ἡ ἐστία εἶναι κατ' ἔμφασιν, ὅταν τὸ φωτεινὸν σημεῖον  $\Phi$  κεῖται μεταξύ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ φακοῦ, ὡς φαίνεται ἐν τῷ σχήματι 187. Διότι τότε αἱ



Σχ. 187.

προσπίπτουσαι ἀκτῖνες, οἷον ἡ  $\Phi I$ , ἀποτελοῦσι μετὰ τῆς καθέτου  $I\nu$  γωνίας μείζονας τῶν ἀποτελουμένων ὑπὸ τῶν ἐκ τῆς κυρίας ἐστίας ἐκπεμπομένων ἀκτίνων, οἷον τῆς  $EI$ , διὰ τοῦτο δὲ αἱ πρῶται ἀκτῖνες μετὰ τὴν διάθλασιν ἀποτελοῦσι δέσμη ἀποκλίνουσιν  $HA, ZM$ . Ἐπομένως αἱ ἀκτῖνες αὗται δὲν δύνανται νὰ σχηματίσωσιν καθ' ὑπόστασιν ἐστίαν, ἀλλ' αἱ προσεκβολαὶ αὐτῶν συνέρχονται εἰς τὸ αὐτὸ αἰσθητῶς σημεῖον  $\phi$  κείμενον ἐπὶ τοῦ ἄξονος· τοῦτο δὲ τὸ σημεῖον εἶναι ἡ κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ σημείου  $\Phi$ .

359. Ἐστία ἐν τοῖς ἀμφικοίλοις φακοῖς. — Ἐν τοῖς ἀμφικοίλοις φακοῖς μόνον κατ' ἔμφασιν ἐστία σχηματίζονται, οἷα-δήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασις τοῦ φωτεινοῦ σημείου. Ἐστω δὲ κατὰ πρῶτον δέσμη ἀκτίνων παράλληλων τῷ ἄξονι· ἀκτὶς τις  $\Sigma I$  (σχ. 188) διαθλάται κατὰ τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως  $I$  πλησιάζουσα εἰς τὴν κάθετον  $KI$ · κατὰ δὲ τὸ σημεῖον τῆς ἐξόδου  $\Gamma$  διαθλάται ἐκ δευτέρου, ἀπομακρυνομένη ὁμῶς τῆς καθέτου· ὥστε ἡ ἀκτὶς  $\Sigma I$  διαθλάται δις πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος ἀπομακρυνομένη τοῦ ἄξονος  $KK'$ .



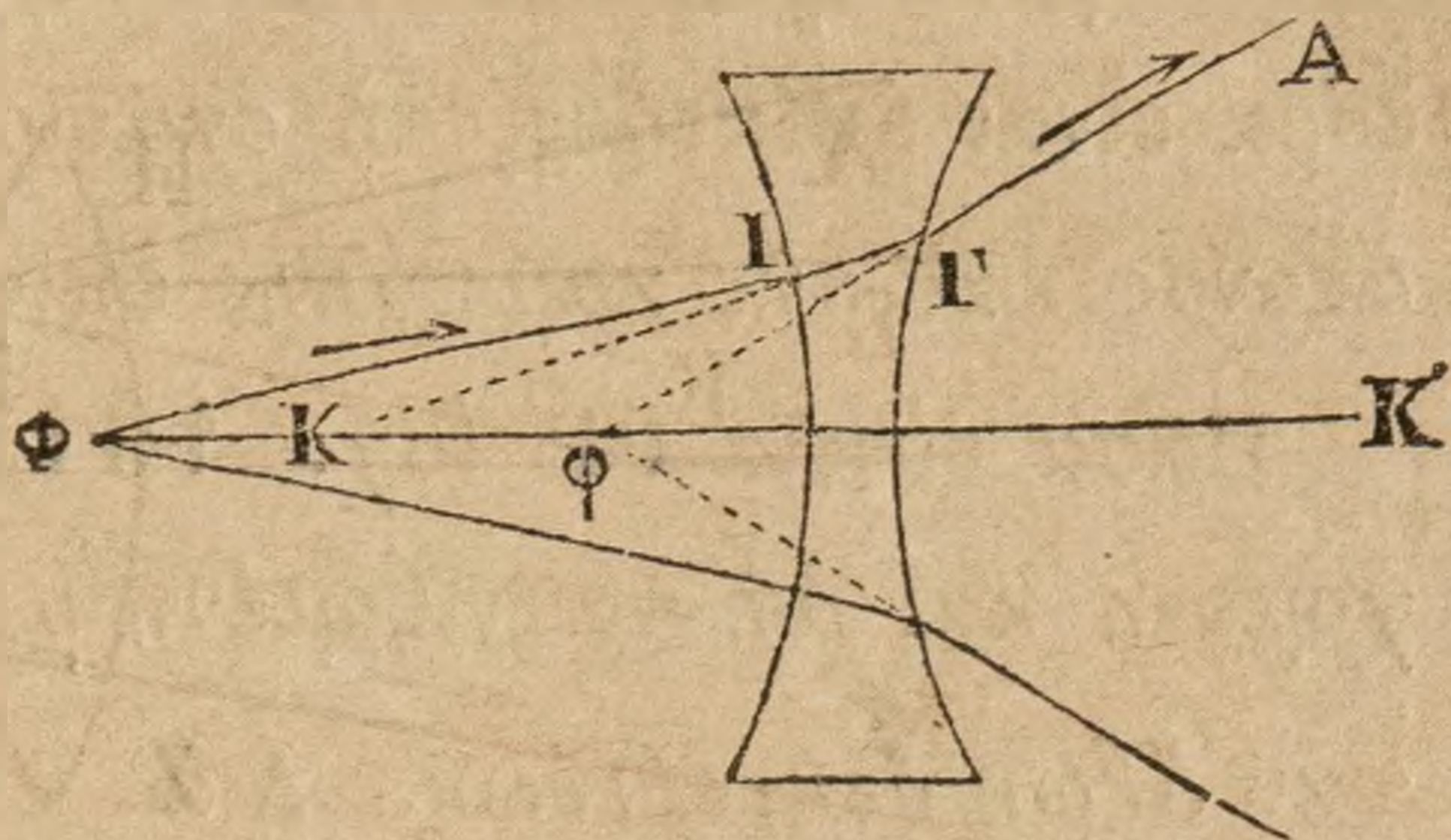
Σχ. 188.

Ἐπειδὴ δὲ τὸ αὐτὸ συμβαίνει καὶ εἰς πᾶσαν ἄλλην ἀκτῖνα, οἷον



τὴν Σ'ΔΜΝ, ἔπεται ὅτι ἀφοῦ διέλθωσι διὰ τοῦ φακοῦ αἱ ἀκτῖνες σχηματίζουσι δέσμην ἀποκλίνουσαν. Ἄρα καθ' ὑπόστασιν ἐστία δὲν δύναται νὰ ὑπάρξῃ· ἀλλ' αἱ προσεκβολαὶ τῶν ἀκτί-νων τούτων συμπίπτουσιν εἰς σημεῖόν τι Ε, τὸ ὁποῖον εἶναι ἡ κυρία κατ' ἔμφασιν ἐστία.

Ὅταν δὲ αἱ ἀκτῖνες ἐκπέμπωνται ἐκ τινος σημείου Φ (σχ. 189) κειμένου ἐπὶ τοῦ ἄξο-νος, διὰ τῆς αὐτῆς κατασκευῆς εὐρίσκομεν ὅτι σχηματίζεται κατ' ἔμφασιν ἐστία κατὰ τὸ φ μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας καὶ τοῦ φακοῦ.

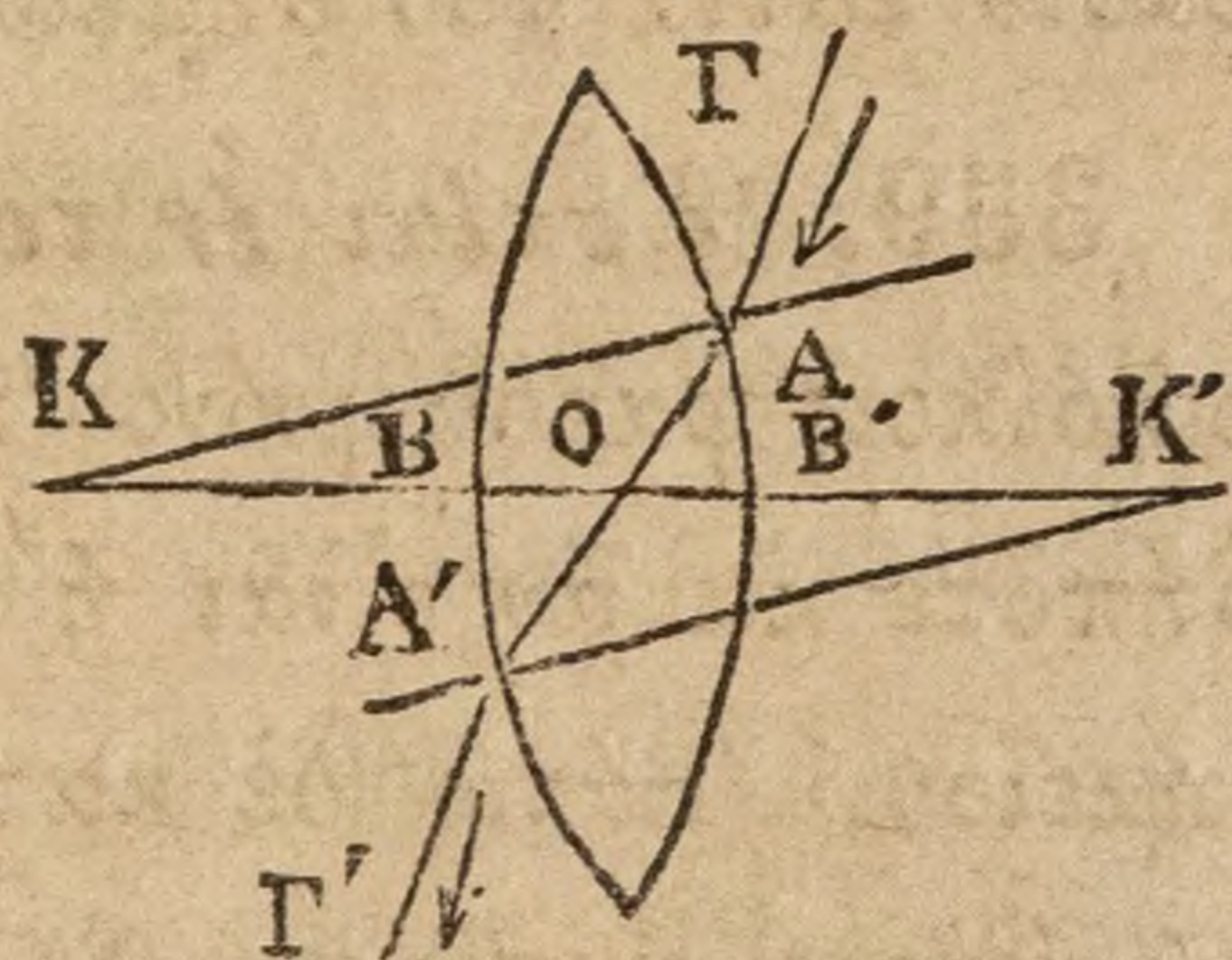


Σχ. 189.

360. Ὀπτικὸν κέντρον, δευτερεύοντες ἄξονες. —

Ἐν παντὶ φακῷ ὑπάρχει σημεῖόν τι, ὀπτικὸν κέντρον καλού-μενον, τὸ ὁποῖον κεῖται ἐπὶ τοῦ ἄξονος καὶ ἔχει τὴν ιδιότητα, ὅτι πᾶσα δι' αὐτοῦ τοῦ σημείου διερχομένη ἀκτὶς φωτὸς δὲν πάσχει γωνιώδη ἐκτροπὴν, δηλονότι ἡ ἐξιοῦσα ἀκτὶς εἶναι παράλληλος τῇ προσπιπτούσῃ. Ἴνα δείξωμεν δὲ τὴν ὑπαρξιν τοῦ τοιούτου σημείου ἐν τῷ ἀμφικύρτῳ φακῷ, ἄγομεν δύο ἀκτῖνας καμπυλότητος παράλληλους τὰς ΚΑ καὶ Κ'Α'. (σχ. 190.) Ἐπειδὴ τὰ κατὰ σημεῖα Α καὶ Α' ἐφαπτόμενα τῶν

σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν ἐπίπεδα εἶναι παράλληλα, ὡς κάθετα ἐπὶ δύο ἀκτί-νων παράλληλων, δυνάμεθα νὰ δεχθῶ-μεν ὅτι ἡ διαθλωμένη ἀκτὶς ΓΑΑ'Γ' δια-δίδεται διὰ μέσου παράλληλους ἔχον-τος τὰς ἐπιφανείας· ἐπομένως ἡ κατὰ τὸ Α προσπίπτουσα ἀκτὶς ὑπὸ τοιαύ-



Σχ. 190.

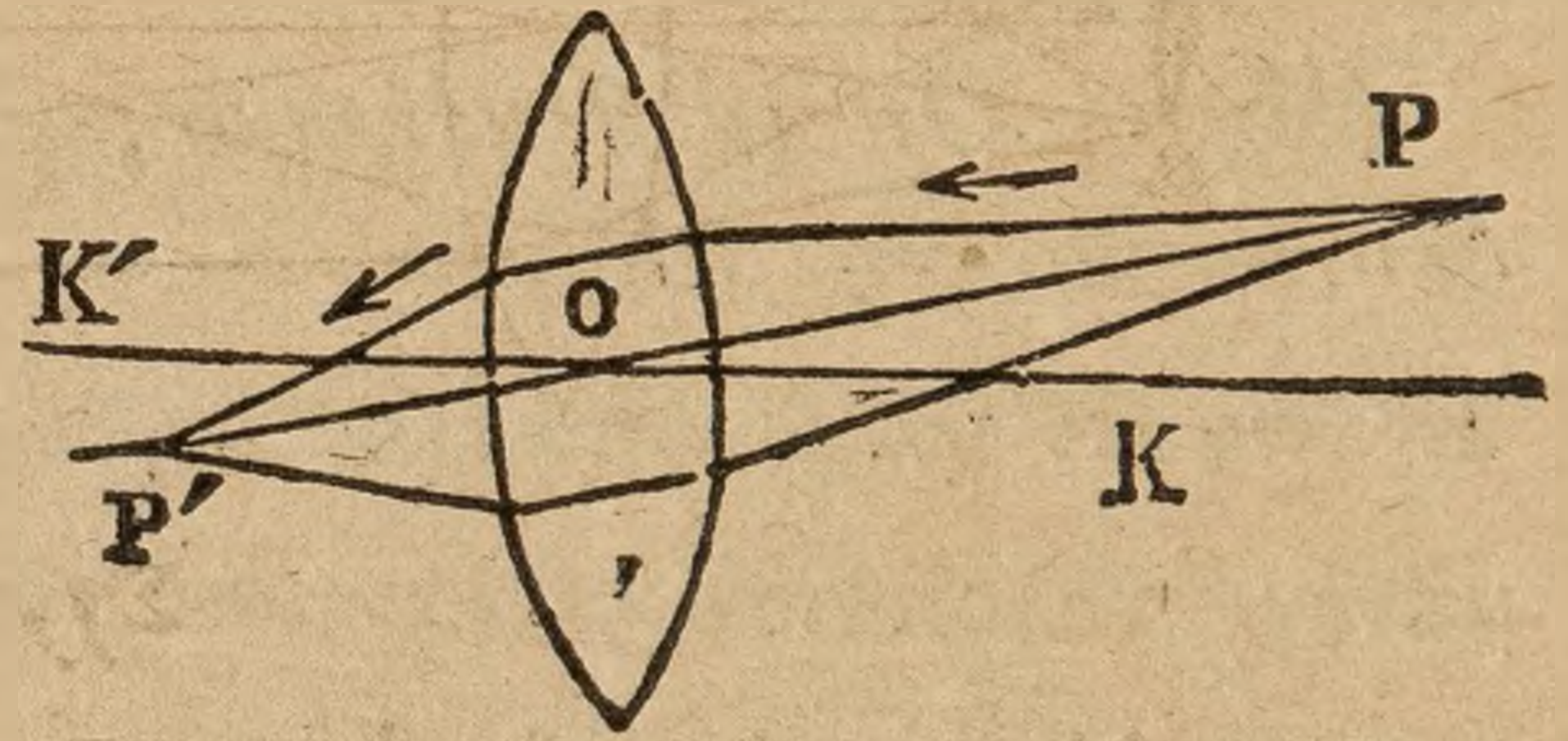
τὴν γωνίαν, ὥστε μετὰ τὴν διάθλασιν νὰ ἀκολουθήσῃ τὴν διεύ-θυνσιν ΑΑ', θέλει ἐξέλθει παράλληλος τῇ ἀρχικῇ αὐτῆς διευ-θύνσει (354). Τὸ σημεῖον Ο, ὅπου ἡ εὐθεῖα ΑΑ' τέμνει τὸν ἄξονα εἶναι τὸ ὀπτικὸν κέντρον. Ἴνα προσδιορίσωμεν δὲ τὴν θέσιν τοῦ σημείου τούτου κατὰ τὴν περίπτωσιν, καθ' ἡ καμπυ-λότης τῶν δύο ἐπιφανειῶν εἶναι ἡ αὐτὴ, ὅπερ καὶ τὸ συνηθέ-στερον, ἀρκεῖ νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι τὰ τρίγωνα ΚΟΑ καὶ



$K'OA'$  είναι ἴσα, καὶ ἐπομένως  $KO=OK'$ . Ὄταν δὲ αἱ καμπυλότητες εἶναι ἄνισοι, τὰ τρίγωνα εἶναι ὅμοια· ὅθεν συνάγομεν τὸν λόγον τῶν εὐθειῶν  $KO$  καὶ  $OK'$ , ἐπομένως καὶ τὴν θέσιν τοῦ σημείου  $O$ .

Ἐν τοῖς ἀμφικίλοις καὶ κοιλοκύρτοις φακοῖς τὸ ὀπτικὸν κέντρον προσδιορίζεται ὡς ἄνωτέρω· ἐν δὲ τοῖς φακοῖς, ὧν ἡ ἑτέρα ἕδρα εἶναι ἐπίπεδος, τὸ σημεῖον τοῦτο εἶναι αὐτὴ ἢ τομὴ τοῦ ἄξονος καὶ τῆς καμπύλης ἐπιφανείας.

Πᾶσα εὐθεῖα  $PP'$  (σχ. 191) διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου διερχομένη καὶ μὴ ταυτιζομένη μετὰ τοῦ κυρίου ἄξονος  $KK'$  λέγεται ἄξων δευτερεύων. Διὰ τὴν ιδιότητα δὲ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου πᾶς δευτερεύων ἄξων παριστᾷ ἀκτῖνα φωτὸς διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχομένην· διότι ἔνεκα τοῦ μικροῦ πάχους τῶν φα-



Σχ. 191.

κῶν, δυνάμεθα νὰ δεχθῶμεν κατὰ προσέγγισιν ὅτι αἱ διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου διερχόμεναι ἀκτῖνες μένουσιν ἐπ' εὐθείας γραμμῆς, δηλονότι δυνάμεθα νὰ παραβλέψωμεν τὴν μικρὰν ἐκτροπὴν, ἣν πάσχουσιν αἱ ἀκτῖνες, καίτοι μένουσαι παράλληλοι, ὅταν διαπερῶσι μέσον παραλλήλους τὰς ἐπιφανείας ἔχον.

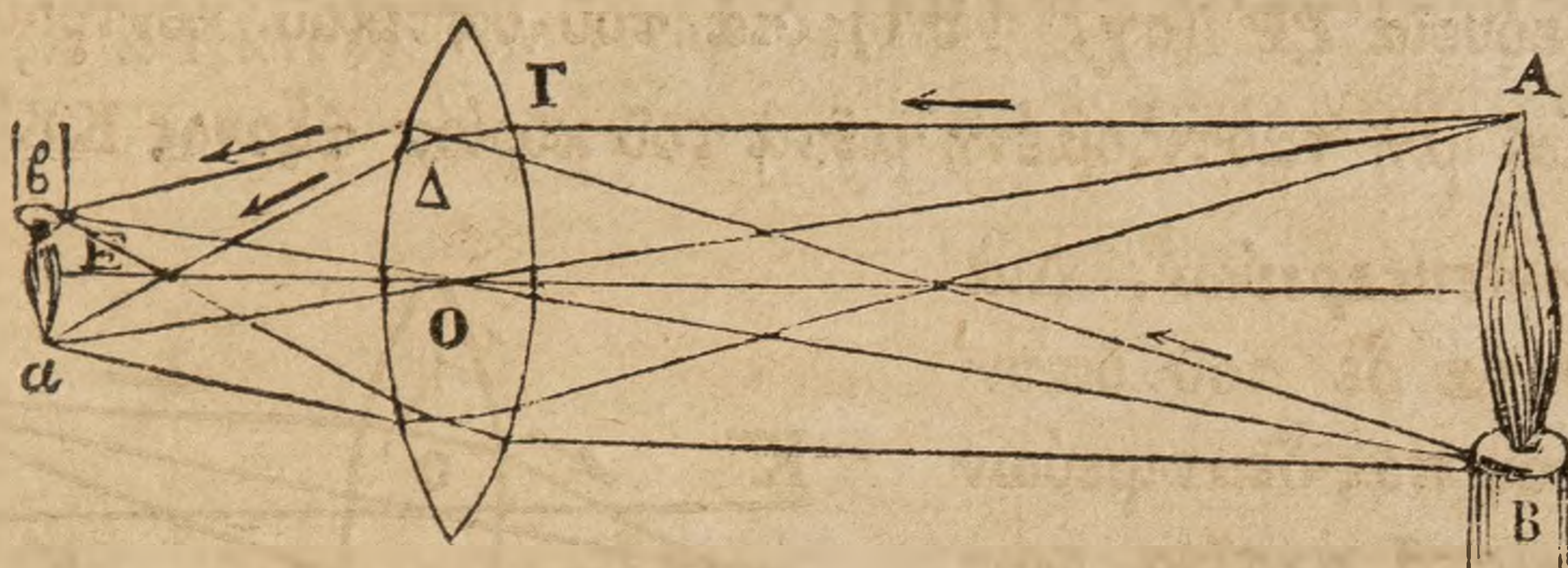
Ἐνόσω δὲ οἱ δευτερεύοντες ἄξονες ἀποτελοῦσι μικρὰν γωνίαν μετὰ τοῦ κυρίου, δυνάμεθα νὰ ἐφαρμόσωμεν καὶ εἰς αὐτοὺς τὰ εἰρημένα περὶ τοῦ κυρίου ἄξονος· δηλονότι αἱ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες ἐκ σημείου τινὸς  $P$  κειμένου ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος  $PP'$ , συνέρχονται ὡς ἔγγιστα εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον  $P'$  τοῦ ἄξονος τούτου, καὶ καθόσον ἡ ἀπόστασις τοῦ σημείου  $P$  ἀπὸ τοῦ φακοῦ εἶναι μείζων ἢ ἐλάσσων τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως, ἡ σχηματιζομένη ἐστία εἶναι συζυγῆς ἢ κατ' ἔμφασιν. Ἡ ἀρχὴ δὲ αὕτη εἶναι ἡ βᾶσις τῶν ἐξῆς περὶ τοῦ σχηματισμοῦ τῶν εἰδώλων ῥηθησομένων.

361. Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐν τοῖς ἀμφικύρτοις φακοῖς. — Ἐν τοῖς φακοῖς, ὡς καὶ ἐν τοῖς κατόπτροις, τὸ εἶδωλον σώματός τινος φωτεινοῦ ἢ ἀπλῶς πεφωτισμένου ἀποτε-



ἄρτιται ὑπὸ τοῦ συνόλου τῶν ἐστιῶν ἐκάστου τῶν σημειῶν αὐ-  
 τοῦ· ἐκ τούτου δὲ συμβαίνει ὅτι τὰ ὑπὸ τῶν φακῶν σχημα-  
 τιζόμενα εἶδωλα εἶναι καθ' ὑπόστασιν ἢ κατ' ἐμφασιν, κατὰ τὰς  
 αὐτὰς καὶ αἰ ἐστίαι περιστάσεις, καὶ ὅτι ὁ προσδιορισμὸς αὐτῶν  
 ἀνάγεται εἰς τὴν ἀνεύρεσιν σειρᾶς σημείων, ὅπως εἶδομεν ὅτι  
 γίνεται καὶ ἐπὶ τῶν κατόπτρων.

ά.) *Εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν.* — Ἔστω ἀντικείμενον τι AB  
 (σχ. 192) κείμενον πέραν τῆς κυρίας ἐστίας ἀμφικύρτου φα-



Σχ. 192.

κοῦ. Ἀχθέντων ἐκ τῶν ἄκρων τοῦ σώματος A καὶ B τῶν δευ-  
 τερευόντων ἀξόνων Aa καὶ Bb, γνωρίζομεν ὅτι τοῦ μὲν A  
 θέλει σχηματισθῆ ἡ συζυγῆς ἐστία ἐπὶ τοῦ πρώτου κατὰ τὸ a,  
 τοῦ δὲ B ἐπὶ τοῦ δευτέρου κατὰ τὸ b. Ἐπειδὴ δὲ τῶν μεταξὺ  
 τοῦ A καὶ B σημείων αἰ ἐστίαι σχηματίζονται προφανῶς  
 μεταξὺ τοῦ a καὶ b, θέλει σχηματισθῆ κατὰ τὸ ab εἶδωλον καθ'  
 ὑπόστασιν καὶ ἀνεστραμμένον τοῦ σώματος AB. Ἴνα ἴδωμεν  
 δὲ τὸ εἶδωλον τοῦτο, ἀρκεῖ νὰ δεχθῶμεν αὐτὸ ἐπὶ λευκοῦ πί-  
 νακος, ἢ νὰ θέσωμεν τὸν ὀφθαλμὸν εἰς τὴν διεύθυνσιν τῶν δια-  
 θλασθεισῶν ἀκτίνων.

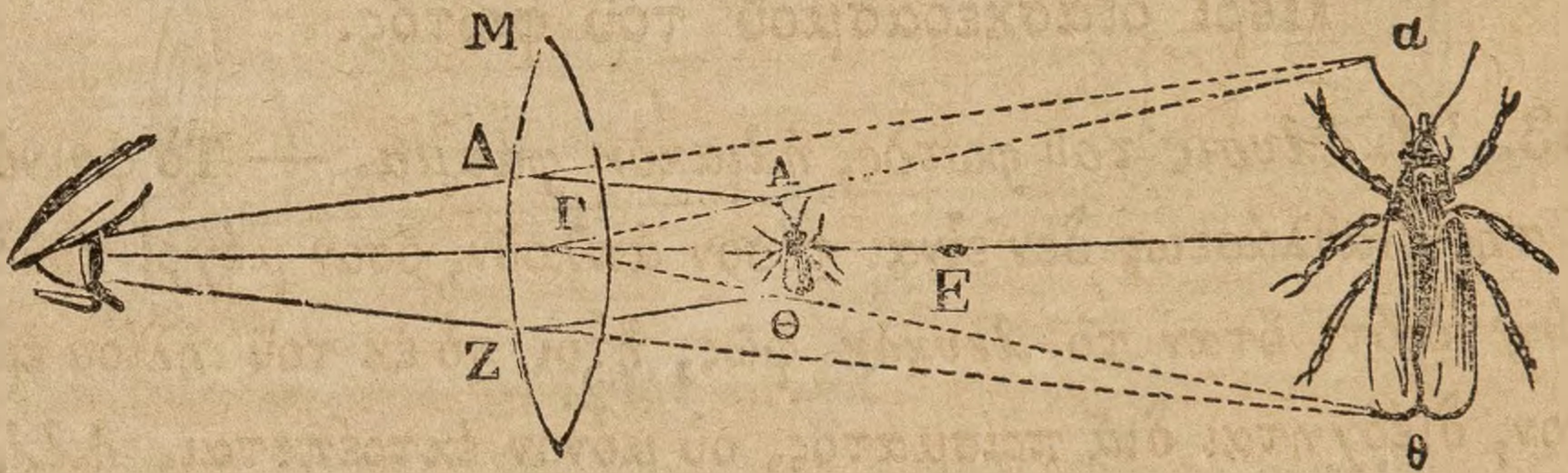
Ἀντιστρόφως, ἐὰν τὸ φωτεινὸν ἀντικείμενον ᾗτο τὸ ab, τὸ  
 εἶδωλον αὐτοῦ ἠθελε σχηματισθῆ κατὰ τὸ AB. Ἐκ τούτου δὲ  
 πορίζομεθα τὰ ἐξῆς δύο πορίσματα, λίαν χρήσιμα εἰς τὴν θεω-  
 ρίαν τῶν ἀκολουθῶς περιγραφησομένων ὀπτικῶν ὀργάνων.

A<sup>ο</sup>.) Ἐὰν ἀντικείμενον τι, τὸ ὅποιον δύναται νὰ εἶαι καὶ  
 λίαν μέγα, εὐρίσκηται εἰς ἱκανὴν ἀπ' ἀμφικύρτου φακοῦ ἀπό-  
 στασιν, σχηματίζεται εἶδωλον αὐτοῦ καθ' ὑπόστασιν, ἀνε-  
 στραμμένον, λίαν μικρὸν, ἐγγύτατα τῇ κυρίᾳ ἐστίᾳ, καὶ ὀλί-  
 γον ἐπέκεινα αὐτῆς ὡς πρὸς τὸν φακόν. B<sup>ο</sup>.) Ἀντιστρόφως,



ἔαν ἀντικείμενον τι λίαν μικρὸν εὐρίσκηται πλησίον τῆς κυρίας ἐστίας καὶ ὀλίγον ἐπέκεινα αὐτῆς, τὸ καθ' ὑπόστασιν εἶδωλον αὐτοῦ σχηματίζεται εἰς μεγάλην ἀπόστασιν, εἶναι δὲ λίαν μέγα, καὶ τοσοῦτῳ μείζον, ὅσῳ ἐγγύτερον τῇ κυρίᾳ ἐστίᾳ εἶναι τὸ ἀντικείμενον.

*B.*) *Εἶδωλον κατ' ἔμφασιν.* — Ἄς ὑποθέσωμεν ἤδη ὅτι τὸ ἀντικείμενον  $A\Theta$  (σχ. 193) κεῖται μεταξύ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας. Ἀχθέντος ἐκ τοῦ σημείου  $A$  τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος  $\Gamma\alpha$ , πᾶσα ἀκτὶς ἐκ τοῦ  $A$  ἐκπεμπομένη, ἀφοῦ διαθλασθῆ δις, ἐξέρχεται ἀποκλίνουσα πρὸς τὸν ἄξονα τοῦτον, προσεκβαλλομένη δὲ ἀντιθέτως τέμνει τὸν ἄξονα  $\Gamma\alpha$  εἰς σημεῖόν τι  $\alpha$ , τὸ ὁποῖον εἶναι ἢ κατ' ἔμφασιν ἐστία τοῦ  $A$ . Κατὰ τὸν



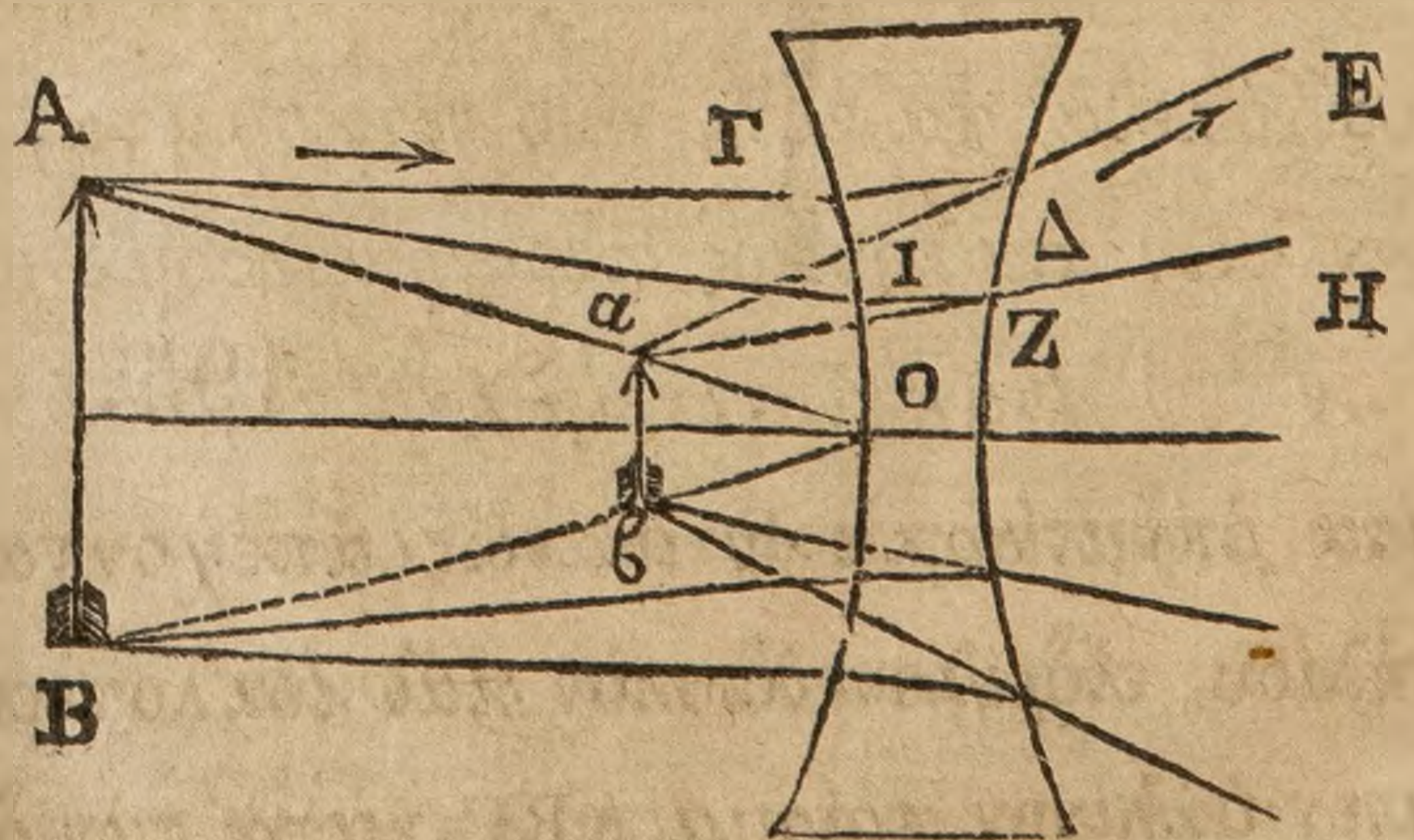
Σχ. 193.

αὐτὸν δὲ τρόπον εὐρίσκεται ὅτι ἡ ἐστία τοῦ σημείου  $\Theta$  σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος  $\Gamma\theta$ , κατὰ τὸ  $\theta$ . Ἄρα τὸ εἶδωλον τοῦ  $A\Theta$  σχηματίζεται κατὰ τὸ  $\alpha\theta$ . Εἶναι δὲ τὸ εἶδωλον τοῦτο κατ' ἔμφασιν, ὀρθὸν, καὶ μείζον τοῦ ἀντικειμένου.

Σημειωτέον προσέτι ὅτι ἡ αὔξησις εἶναι τοσοῦτῳ μείζων, ὅσῳ ἐγγύτερον τῇ κυρίᾳ ἐστίᾳ εἶναι τὸ ἀντικείμενον, καὶ ὅσῳ μείζων εἶναι ἡ κυρτότης τοῦ φακοῦ.

362. *Σχηματισμὸς τῶν εἰδώλων ἐν τοῖς ἀμφικίλοις φακοῖς.* — Οἱ ἀμφικίλοι φακοὶ μόνον κατ' ἔμφασιν εἶδωλα παρέχουσιν, οἳαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἢ ἀπ' αὐτῶν τοῦ ἀντικειμένου ἀπόστασις. Διότι ἔστω  $AB$  (σχ. 194) ἀντικείμενον τι τεθειμέ-

νον πρὸ τοιούτου φακοῦ. Ἀχθέντος ἐκ τοῦ σημείου  $A$  τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος  $AO$ , πᾶσαι αἱ ἐκ τοῦ σημείου τούτου ἐκπεμπομεναι ἀκτῖνες, οἷον αἱ  $AG, AI$ , διαθλῶνται δις πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος ἀπομακρυνόμεναι ἀπὸ τοῦ



Σχ. 194.



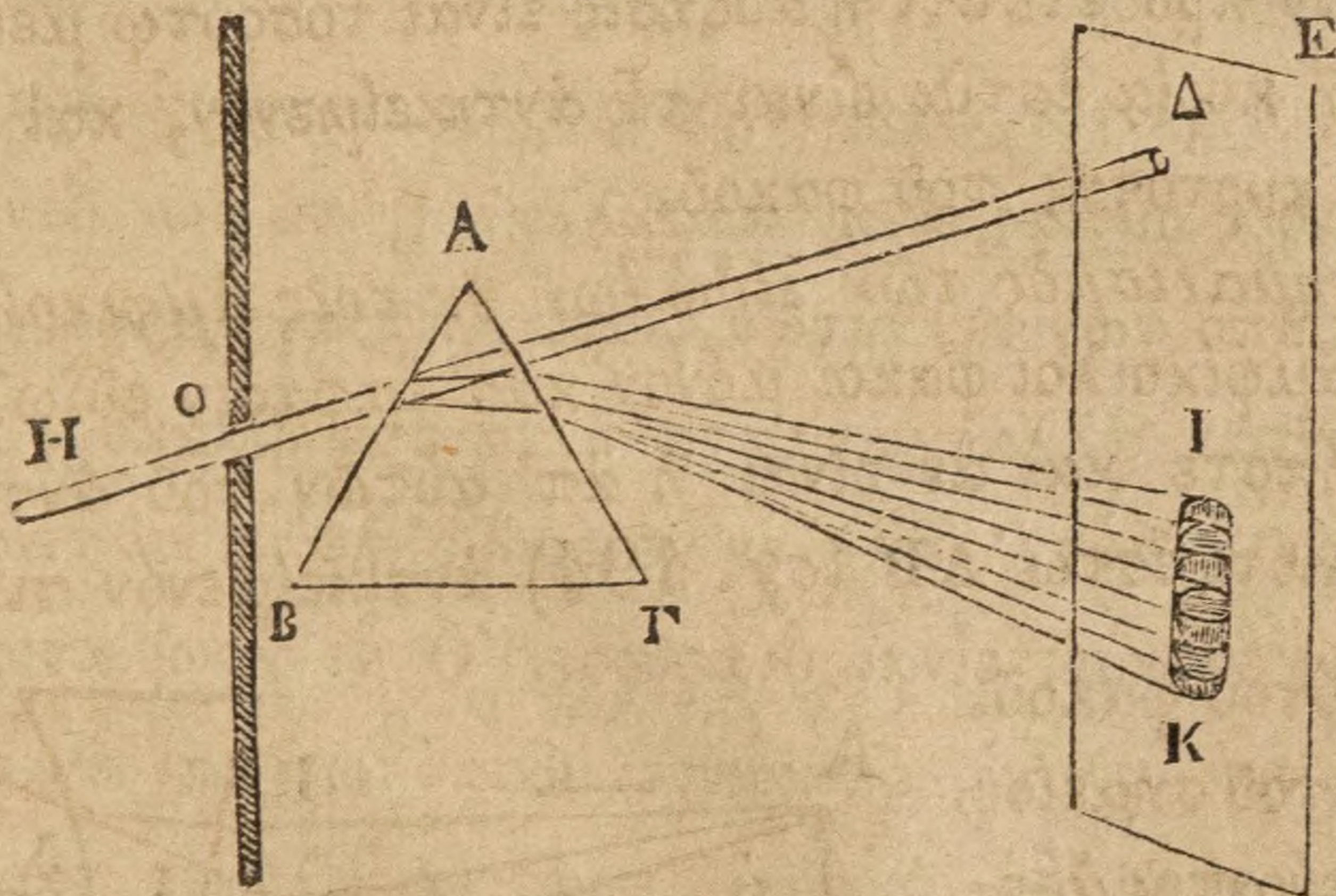
ἄξονος ΑΟ· ὥστε ὁ δεχόμενος τὰς ἐξιούσας ἀκτῖνας ΔΕ, ΖΗ, ὀφθαλμὸς αἰσθάνεται τὴν αὐτὴν ἐντύπωσιν, ὡς ἐὰν αἱ ἀκτῖνες αὗται ἐξεπέμποντο ἐκ τοῦ σημείου α, ὅπου αἱ προσεκβυλαὶ αὐτῶν τέμνουσι τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ΑΟ. Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον δεικνύεται ὅτι καὶ τοῦ Β θέλει σχηματισθῆ ἑστία κατ' ἔμφασιν ἐπὶ τοῦ ἄξονος ΒΟ κατὰ τὸ β. Ἄρα τὸ κατ' ἔμφασιν εἶδωλον τοῦ ΑΒ θέλει εἶναι τὸ αβ. Εἶναι δὲ τὸ εἶδωλον τοῦτο πάντοτε ὀρθὸν καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Δ΄.

Περὶ διασκεδασμοῦ τοῦ φωτός.

363. Ἀνάλυσις τοῦ φωτός, ἡλιακὸν φάσμα. — Τὸ φαινόμενον τῆς διαθλάσεως δὲν εἶναι τόσον ἀπλοῦν, ὅσον μέχρι τοῦδε ὑπετέθη· διότι ὅταν τὸ λευκὸν φῶς, ἥτοι τὸ ἐκ τοῦ ἡλίου ἐρχόμενον, διέρχηται διὰ πρίσματος, οὐ μόνον ἐκτρέπεται, ἀλλὰ καὶ ἀναλύεται εἰς πολυειδῆ χρώματα· τὸ φαινόμενον δὲ τοῦτο καλεῖται διασκεδασμὸς τοῦ φωτός.

Ἴνα δείξωμεν ὅτι τὸ λευκὸν φῶς ἀναλύεται διαθλώμενον, δεχόμεθα ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ διὰ μικρᾶς παραθύρου ὅπῃς ὁ δέσμη ἡλιακοῦ φωτός Η (σχ. 195). Ἡ δέσμη αὕτη προσπί-



Σχ. 195.

πτουσα ἐπὶ πίνακα Ε ἰκανῶς ἀπέχοντα σχηματίζει μικρὸν τι τοῦ ἡλίου εἶδωλον λευκὸν καὶ κυκλοτερές Δ. Ἄλλ' ἐὰν παρενθέσωμεν ὑάλινον πρίσμα ΑΒΓ κατὰ τὴν δίοδον τῆς δέσμης, αὕτη θέλει διαθλασθῆ πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος, ἀντὶ δὲ τοῦ



ἄχρου καὶ κυκλικοῦ εἰδώλου Δ, θέλει σχηματισθῆ ἐπὶ τοῦ πίνακος Ε εἰδωλόν τι ΙΚ, τὸ ὁποῖον ὀριζοντίως μὲν ἔχει τὸ αὐτὸ καὶ ἢ ἀρχικὴ δέσμη πλάτος, ἀλλὰ κατακορύφως εἶναι πολὺ μακρότερον καὶ κεχρωματισμένον μὲ τὰ ὠραῖα χρώματα τῆς ἴριδος. Τὸ κεχρωματισμένον τοῦτο εἶδωλον καλεῖται ἡλιακὸν φάσμα. Καὶ κυρίως μὲν τὸ ἡλιακὸν φάσμα ἀποτελεῖται ἐξ ἀπείρων χρωμάτων, ἀλλὰ μεταξὺ αὐτῶν διακρίνονται ἑπτὰ τὰ κυριώτερα. Εἶναι δὲ ταῦτα ἄνωθεν πρὸς τὰ κάτω τὰ ἐξῆς· ἐρυθρὸν, χρυσοειδές, ὠχρὸν (ἢ ξανθὸν), πράσινον (ἢ χλωρὸν), κυανοῦν, πορφυροῦν, καὶ ἰοειδές. Τὰ χρώματα δὲ ταῦτα δὲν κατέχουσιν ἴσην ἔκτασιν ἐπὶ τοῦ φάσματος, ἀλλὰ τὸ μὲν ἰοειδές ἔχει τὴν μεγίστην, τὸ δὲ χρυσοειδές τὴν ἐλαχίστην. Τὸ ὀλικὸν μῆκος τοῦ φάσματος ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διαθλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος καὶ ἐκ τῆς ὕλης αὐτοῦ· αἱ δὲ παρέχουσαι μείζονος ἐκτάσεως φάσμα οὐσίαι καλοῦνται μᾶλλον διασκεδαστικά. Ἐχει δὲ μέτρον ἢ διασκεδαστικὴ δύναμις τὴν διαφορὰν τῶν δεικτῶν διαθλάσεως τῶν ἐσχάτων ἀκτίνων τοῦ φάσματος. Ἡ διαφορὰ αὕτη εἶναι ἐπὶ μὲν τῆς πυριτυάλου 0,0433, ἐπὶ δὲ τῆς στεφανυάλου 0,0246.

Ἐν πρίσμασιν ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας συνισταμένοις ὁ διασκεδασμὸς ἐλαττοῦται μετὰ τῆς διαθλαστικῆς γωνίας τοῦ πρίσματος· διότι ὅταν ἡ γωνία εἶναι μηδέν, ἢτοι ὅταν αἱ δύο ἐπιφάνειαι τῆς διαφανοῦς οὐσίας εἶναι παράλληλοι, τὸ φῶς δὲν ἀναλύεται.

Ἐν τοῖς ὑπὸ τῶν τεχνητῶν φώτων παραγομένοις φάσμασι δὲν παρατηροῦνται ἄλλα χρώματα ἢ τὰ τοῦ ἡλιακοῦ, καὶ ἡ τάξις αὐτῶν εἶναι ἢ αὐτῆ· ἀλλ' ἐν γένει ἢ ἐλλείπουσί τινα, ἢ ἡ σχετικὴ αὐτῶν ἔντασις εἶναι διάφορος. Ὁ δὲ χρωματισμὸς ὁ ἐπικρατῶν ἐν τινι φλογί, ἐπικρατεῖ ὡσαύτως καὶ ἐν τῷ φάσματι αὐτῆς· οἷον αἱ ὠχραὶ, ἐρυθραὶ, πράσιναι φλόγες παράγουσι φάσματα, ἐν οἷς ἐπικρατεῖ τὸ ὠχρὸν, τὸ ἐρυθρὸν, τὸ πράσινον.

364. Τὰ χρώματα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλᾶ καὶ ἀνίσως διαθλαστά. — Ἴνα δείξωμεν ὅτι τὰ χρώματα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλᾶ, ἀρκεῖ νὰ κάμωμεν νὰ διέλθῃ ἐν ἐκ τῶν ἑπτὰ χρωμάτων διὰ δευτέρου τινὸς πρίσματος· διότι τότε παρατηροῦμεν



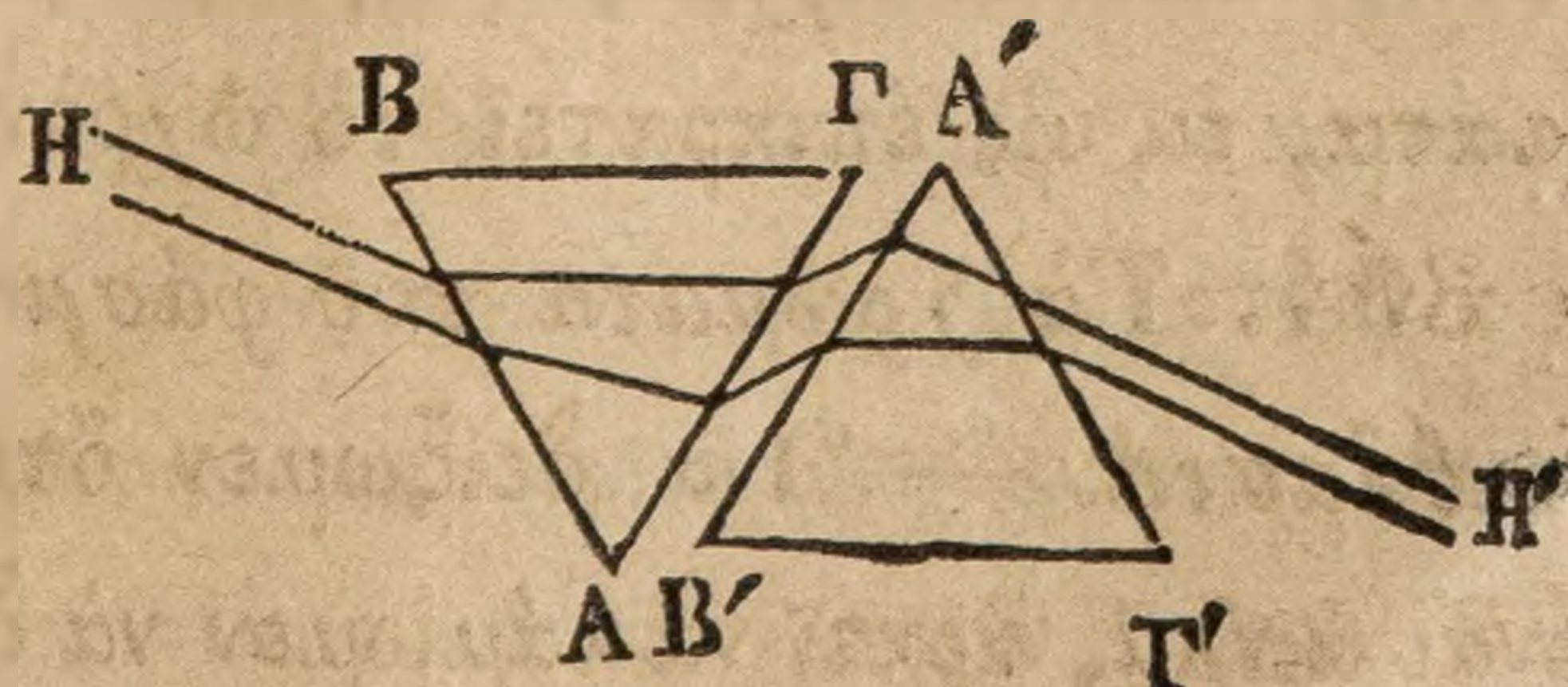
ὅτι συμβαίνει μὲν διάθλασις καὶ ἐκτροπή, ἀλλ' ἕκαστον χρῶμα, οἷον τὸ ἐρυθρὸν, ἢ τὸ ὠχρὸν, ἢ τὸ κυανοῦν κτλ. μένει τὸ αὐτὸ καὶ μετὰ τὴν διάθλασιν. Πρὸς δὲ τούτοις τὰ χρώματα τοῦ φάσματος εἶναι ἀνίσως διαθλαστά. Καὶ ἀρκεῖ μὲν τὸ ἐπίμηκες τοῦ φάσματος νὰ δείξῃ τὴν ἀνισὸν διαθλαστικότητα τῶν χρωμάτων· διότι εἶναι φανερόν ὅτι τὸ ἰοειδὲς χρῶμα, τὸ ὁποῖον μᾶλλον ἐκτρέπεται πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος εἶναι καὶ τὸ μᾶλλον διαθλαστόν, τὸ δὲ ἐρυθρὸν, τὸ ὁποῖον ἐκτρέπεται ἥττον, εἶναι καὶ τὸ ἥττον διαθλαστόν. Ἀλλ' ὅμως τοῦτο δεικνύεται καὶ διὰ τῶν πολλῶν πειραμάτων, ἐξ ὧν ἀναφέρομεν ἔν τὸ ἀπλούστατον.

Κολλῶμεν ἐπὶ μέλανος χονδροχάρτου δύο στενὰς ταινίας χάρτου, τὴν μὲν ἐρυθράν, τὴν δὲ ἰόχρουν, τὴν μίαν παρὰ τὴν ἄλλην ἐπ' εὐθείας, ἔπειτα παρατηροῦμεν αὐτὰς διὰ πρίσματος, καὶ βλέπομεν ὅτι ἐκτρέπονται ἀνίσως, διότι δὲν φαίνονται πλέον ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας γραμμῆς. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἰόχρους ταινία φαίνεται ὑψηλοτέρα τῆς ἐρυθρᾶς, συμπεραίνομεν ὅτι τὸ ἰοειδὲς χρῶμα εἶναι τὸ μᾶλλον διαθλαστόν. Τὸ αὐτὸ δὲ πείραμα δυνάμεθα νὰ κάμωμεν καὶ μετὰ τῶν λοιπῶν τοῦ φάσματος χρωμάτων.

365. Ἀνασύνθεσις τοῦ λευκοῦ φωτός. — Τὸ ὑπὸ πρίσματος ἀναλελυμένον φῶς δυνάμεθα νὰ συνθέσωμεν πάλιν, ἐνοῦντες τὰς ὑπὸ τοῦ πρίσματος ἀποχωρισθείσας διαφόρους ἀκτῖνας. Δύναται δὲ τοῦτο νὰ γείνη κατὰ πολλοὺς τρόπους.

α.) Δεχόμεθα τὸ ὑπὸ πρώτου τινὸς πρίσματος ΑΒΓ (σχ. 196) σχηματιζόμενον φάσμα ἐπὶ δευτέρου πρίσματος Α'Β'Γ' τῆς αὐτῆς οὐσίας καὶ διαθλαστικῆς γωνίας, ἀλλ' ἀντιθέτως τεθειμένον, ὡς φαίνεται ἐν τῷ σχήματι. Τὸ δεύτερον τοῦτο πρίσμα κα-

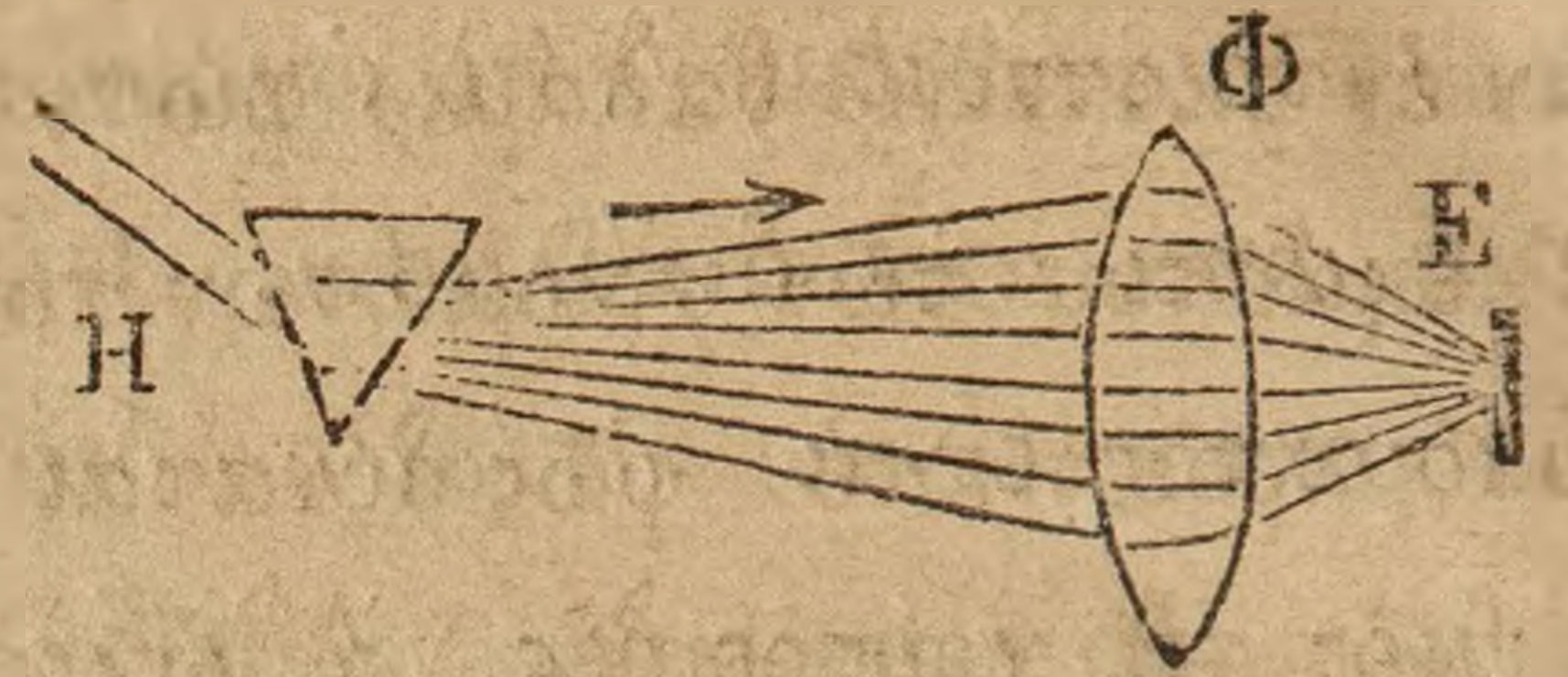
θιστᾶ ἐκ νέου παραλλήλους τὰς ὑπὸ τοῦ πρώτου ἀποχωρισθείσας ἀκτῖνας, καὶ ἡ ἐξιοῦσα δέσμη Η' εἶναι ἄχρους, ὡς καὶ ἡ προσπίπτουσα Η.



Σχ. 196.



ε.) Δεχόμεθα τὸ φάσμα ἐπὶ ἀμφικύρτου φακοῦ Φ (σχ. 197), θέτοντες δὲ λευκὸν πτυχίον ἐπὶ τῆς κυρίας ἐστίας Ε, βλέπομεν ἐπ' αὐτοῦ σχηματιζόμενον λευκὸν τοῦ ἡλίου εἶδωλον.



Σχ. 197.

γ.) Ἡ συγκέντρωσις τῶν ἀκτίνων τοῦ φάσματος ἀντὶ νὰ γείνη δι' ἀμφικύρτου φακοῦ, δύναται νὰ γείνη καὶ διὰ κοίλου κατόπτρου, ἢ δι' ἑπτὰ ἐπιπέδων κατόπτρων, ἐφ' ἑκάστου τῶν ὁποίων ἀνακλᾶται ἐν τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος, καὶ τὰ ὁποῖα στρέφομεν οὕτως, ὥστε αἱ ἀνακλώμεναι ἀκτῖνες νὰ ἐπιτίθενται ἐπ' ἀλλήλας.

δ.) Τέλος δεικνύεται ὅτι τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ φάσματος ἐνούμενα ἀποτελοῦσι λευκὸν φῶς διὰ τοῦ δίσκου τοῦ Νεύτωνος. Εἶναι δὲ τὸ ὄργανον τοῦτο δίσκος χονδροχάρτου, διάμετρον ἔχων 35 ὑφεκατομέτρων, καὶ κινητὸς περὶ ὀριζόντιον ἄξονα. Πρὸς τῷ κέντρῳ καὶ τῇ περιφερείᾳ αὐτοῦ ὑπάρχουσι δύο ζῶναι μέλαιναι, μεταξὺ τῶν ὁποίων εἶναι κεκολλημέναι ταινίαι χάρτου παρουσιάζουσαι διαδοχικῶς πάντα τὰ χρώματα τοῦ φάσματος κατὰ τὴν φυσικὴν αὐτῶν τάξιν καὶ μετὰ τῆς σχετικῆς ἐκτάσεως, ἀποτελοῦσαι δ' οὕτω πέντε διαδοχικὰ φάσματα. Ἐὰν εἰς τὸν δίσκον τοῦτον μεταδοθῇ περιστροφικὴ κίνησις ταχεῖα, ὁ ὀφθαλμὸς δέχεται τότε συγχρόνως τὴν ἐντύπωσιν τῶν ἑπτὰ χρωμάτων τοῦ φάσματος, καὶ ὁ δίσκος φαίνεται λευκός.

366. Θεωρία τῶν χρωμάτων. — Κατὰ τὸν Νεύτωνα, ὅστις πρῶτος ἔκαμε τὰ ἀνωτέρω πειράματα περὶ τῆς ἀναλύσεως τοῦ φωτὸς, τὸ φῶς ἀναλύεται ὡσαύτως ἀνακλώμενον ἐπὶ τῶν σωμάτων, τὸ δὲ χρῶμα τούτων ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς διαφόρου ἀνακλαστικῆς δυνάμεως αὐτῶν διὰ τὰ διάφορα ἀπλᾶ χρώματα. Καὶ τὰ μὲν ἀνακλῶντα πάντα ταῦτα ἐν τῇ αὐτῇ ἀναλογίᾳ, ἣν ἔχουσιν ἐν τῷ φάσματι, φαίνονται λευκά, τὰ δὲ ἐλάχιστον φῶς ἀνακλῶντα φαίνονται μέλαινα. Μεταξὺ δὲ τῶν δύο τούτων ἐσχάτων ὀρίων ὑπάρχουσιν ἄπειροι χρωματισμοί, καθόσον τὰ σώματα ἀνακλῶσι μᾶλλον ἢ ἥττον διάφορα ἀπλᾶ χρώματα καὶ ἀπορροφῶσι τὰ λοιπά. Ὡσε τὰ σώματα δὲν εἶναι κεχρωματισμένα καθ' ἑαυτα,



ἀλλ' ὑπὸ τοῦ εἶδους τοῦ φωτός, ὅπερ ἀνακλῶσι. Καὶ τῷ ὄντι, ἐὰν ἐν σκοτεινῷ θαλάμῳ φωτίσωμεν διαδοχικῶς τὸ αὐτὸ σῶμα δι' ἐκάστου τῶν χρωμάτων τοῦ φάσματος, ἐπειδὴ μόνον τὸ ἐπ' αὐτὸ προσπίπτον φῶς δύναται νὰ ἀνακλασθῇ, τὸ σῶμα φαίνεται ἐρυθρὸν, ἢ χρυσοειδές, ἢ ὠχρὸν, κτλ. κατὰ τὸ φῶς, ὑπὸ τοῦ ὁποίου φωτίζεται. Διὰ τοῦτο τὸ αὐτὸ σῶμα ὑπὸ φώτων διαφόρου φύσεως φωτιζόμενον, φαίνεται ἔχον διάφορα χρώματα.

Ἐκ τῶν διαφανῶν σωμάτων τινὰ μὲν ἀφίνουσι νὰ διέλθωσι δι' ἑαυτῶν πάντα τὰ χρώματα ἐν τῷ αὐτῷ λόγῳ, καὶ τότε λέγονται ἄχροα, οἷον τὸ ὕδωρ, ἢ κοινὴ ὕαλος κτλ. ἄλλα δὲ διαπερῶνται εὐκολώτερον ὑπὸ τινων χρωμάτων, ἀπορροφῶντα περισσότερον τὰ λοιπὰ, καὶ τότε φαίνονται κεχρωματισμένα. Τὰ πλεῖστα διαφανῆ σώματα δεικνύουσι τὸ αὐτὸ χρῶμα εἰς τε τὸ ἐπ' αὐτῶν ἀνακλώμενον φῶς, καὶ εἰς τὸ δι' αὐτῶν διερχόμενον. Ὑπάρχουσιν ὅμως καὶ σώματα, τὰ ὁποῖα κατὰ τὰς δύο περιστάσεις δεικνύουσι διάφορα χρώματα. Οἷον λεπτὸν φύλλον χρυσοῦ διὰ μὲν τοῦ ἐπ' αὐτοῦ ἀνακλωμένου φωτός φαίνεται ὠχρὸν, διὰ δὲ τοῦ δι' αὐτοῦ διερχομένου πράσινον.

Ὁ οὐρανὸς φαίνεται κυανοῦς, διότι τὰ μέρια τοῦ ἀέρος ἀνακλῶσι τὰς κυανᾶς ἀκτῖνας μᾶλλον τῶν λοιπῶν. Εἶναι δὲ τὸ κυανοῦν τοῦ οὐρανοῦ τοσοῦτῳ καθαρώτερον, ὅσῳ καθαρωτέρα εἶναι ἡ ἀτμοσφαῖρα ἀπὸ ἀτμοῦ, ὀμίχλης, κονιορτοῦ καὶ καπνοῦ. Δότι ταῦτα ἐν ἰκανῇ ποσότητι ὄντα δίδουσιν εἰς τὸν οὐρανὸν χρῶμα ὑπόφαιον. Διὰ τοῦτο μετὰ βροχὴν, τοῦ οὐρανοῦ καθαριζομένου ἀπὸ τῶν ἀτμῶν καὶ τῶν ἐν αὐτῷ αἰωρουμένων μὴ ἀεροειδῶν σωμάτων, τὸ κυανοῦν χρῶμα φαίνεται ὠραιότερον.

Ὁ ἥλιος κατὰ τὴν ἀνατολὴν καὶ κατὰ τὴν δύσιν φαίνεται ὑπέρυθρος, ὡς καὶ τὰ πλησίον τοῦ ὀρίζοντος νέφη. Αἰτία τούτου εἶναι ὅτι πλησίον τοῦ ὀρίζοντος αἱ ἀκτῖνες τοῦ ἡλίου διέρχονται ἵνα φθάνωσι μέχρις ἡμῶν μεῖζον τῆς ἀτμοσφαίρας πάχος, καὶ στρώματα αὐτῆς πλησιέστερα τῇ ἐπιφανείᾳ τῆς γῆς, καὶ διὰ τοῦτο μεγαλειτέραν ποσότητα ἀτμοῦ καὶ ὀμίχλης περιέχοντα. Ὁ τοιοῦτος δὲ ἀήρ εἶναι διαφανέστερος διὰ τὰς ἐρυθρὰς ἢ τὰς λοιπὰς ἀκτῖνας.



367. *Συμπληρωτικά χρώματα.* — Ὁ Νεύτων ἐκάλεσε συμπληρωτικά χρώματα ἐκεῖνα, τὰ ὁποῖα ἐνούμενα ἀποτελοῦσι λευκόν· οἷον τὸ πράσινον εἶναι συμπληρωτικὸν τοῦ βαθέος ἐρυθροῦ, τὸ κυανοῦν τοῦ χρυσοειδοῦς, τὸ ἰοειδές τοῦ ὠχροῦ. Παντὸς δὲ χρώματος ὑπάρχει τὸ συμπληρωτικόν· διότι ὅταν χρῶμά τι δὲν εἶναι λευκόν, ἐλλείπουσιν ἐξ αὐτοῦ τινὰ τῶν ἀπλῶν χρωμάτων· ἐκ δὲ τῆς ἐνώσεως τούτων παράγεται χρῶμα, τὸ ὁποῖον εἶναι τὸ συμπληρωτικὸν αὐτοῦ.

368. *Ἰδιότητες τοῦ φάσματος.* — Ἐν τοῖς χρώμασι τοῦ φάσματος διακρίνονται φωτιστικαί, θερμαντικαί, καὶ χημικαὶ ἰδιότητες.

α.) *Φωτιστικαὶ ἰδιότητες.* — Πάντα τὰ χρώματα τοῦ φάσματος δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἐντασιν, ἀλλὰ τὴν μὲν μεγίστην ἔχει τὸ ὠχρὸν, τὴν δὲ ἐλάχιστην τὸ ἰοειδές.

β.) *Θερμαντικαὶ ἰδιότητες.* — Ἡ ἐντασις τῆς μετὰ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων διαθλωμένης θερμότητος δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ καθ' ὅλην τὴν ἐκτασιν τοῦ φάσματος. Πρῶτος δὲ ὁ Λεσλῆς ἔδειξεν ὅτι αὐξάνει ἀπὸ τοῦ ἰοειδοῦς πρὸς τὸ ἐρυθρόν. Ὁ Ἐρσχελος εὔρε τὴν μεγίστην ἐντασιν ἐν τῇ σκοτεινῇ ταινίᾳ, εἰς ἣν λήγει τὸ ἐρυθρόν, ὁ δὲ Βεράρδος ἐν αὐτῷ τῷ ἐρυθρῷ. Ἡ διαφορὰ αὕτη τῶν ἐξαγομένων ἐξηγήθη ὑπὸ τοῦ Seebeck, ὅστις παρετήρησεν ὅτι τοῦτο ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς φύσεως τοῦ διαθλαστικοῦ πρίσματος· διότι μετὰ πρίσματος ἐκ στεφανυάλου εὔρε τὴν μεγίστην τῆς θερμότητος ἐντασιν ἐν τῷ ἐρυθρῷ, μετὰ πρίσματος ὕδατος ἐν τῷ ὠχρῷ, καὶ μετὰ πρίσματος οἰνοπνεύματος ἐν τῷ πρὸς τὸ χρυσοειδές κλίνοντι ὠχρῷ.

Ὁ Μελλόνης ἐπεβεβαίωσε τὰ πειράματα τοῦ Seebeck διὰ τοῦ θερμοπολλαπλασιαστοῦ αὐτοῦ, καὶ πρὸς τούτοις εὔρεν ὅτι ἡ μεγίστη θερμότης ἀπομακρύνεται τοσοῦτω μᾶλλον ἀπὸ τοῦ ὠχροῦ πρὸς τὸ ἐρυθρόν, ὅσω μᾶλλον διάθερμος εἶναι ἡ ὕλη τοῦ πρίσματος. Ἐν πρίσματι ἐξ ὀρυκτοῦ ἄλατος, ὅπερ εἶναι τὸ διαθερμότατον τῶν σωμάτων, ἡ μεγίστη θερμότης ὑπάρχει ὅλως πέραν τοῦ ἐρυθροῦ.

γ.) *Χημικαὶ ἰδιότητες.* — Τὸ ἡλιακὸν φῶς παράγει χημικὰ τινὰ φαινόμενα, οἷον προκαλεῖ τὴν χημικὴν ἐνωσιν μίγματος



χλωρίου καὶ ὑδρογόνου, μελαίνει τὸν πρωτοχλωροῦχον ὑδράργυρον καὶ τὸν χλωροῦχον ἄργυρον, καὶ καταστρέφει τὰ φυτικά χρώματα. Ἐν τούτοις τὰ διάφορα χρώματα τοῦ φάσματος δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν χημικὴν ἐνέργειαν· διότι, ὡς ὁ Scheele πρῶτος ἔδειξεν, ἡ ἐνέργεια τῆς ἰοειδοῦς ἀκτίνος ἐπὶ τοῦ χλωρούχου ἀργύρου εἶναι ἀποτελεσματικωτέρα τῆς τῶν ἄλλων χρωμάτων. Ὁ Βολλαστὼν μάλιστα παρετήρησεν ὅτι ἡ τοιαύτη ἐνέργεια ἐκτείνεται καὶ πέραν τοῦ ἰοειδοῦς εἰς τὸ ἀφανὲς μέρος μετὰ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως. Αἱ οὕτως ἐνεργοῦσαι ἀκτῖνες, αἱ κυρίως ἐν τῷ ἰοειδεῖ χρώματι εὐρισκόμεναι, ἐκλήθησαν *χημικαὶ ἀκτῖνες*.

Ὁ Βεκερέλος ἀνεκάλυψεν ἐν τῷ φάσματι καὶ δύο ἄλλα εἶδη ἀκτίνων, ἃς καλεῖ τὰς μὲν *ἐξακολουθητικὰς ἀκτῖνας*, τὰς δὲ *φωσφορογόνους*. Αἱ πρῶται εἶναι ἀκτῖνες, αἵτινες δὲν δύνανται μὲν νὰ γεννήσωσι χημικὴν ἐνέργειαν, ἀλλ' ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ κάμνωσι τὴν ἀρξασμένην χημικὴν ἐνέργειαν νὰ ἐξακολουθῇ. Αἱ δὲ φωσφορογόνοι ἀκτῖνες ἔχουσι τὴν ιδιότητα νὰ καθιστῶσι σώματά τινα, οἷον τὸ θειοῦχον βάριον, φωτεινὰ ἐν τῷ σκότει, ὅταν ἐξετέθησαν ἐπὶ τινα χρόνον εἰς τὸ ἡλιακὸν φῶς. Εὔρε δὲ ὁ Βεκερέλος ὅτι τὸ φωσφορογόνον φάσμα ἐκτείνεται ἀπὸ τοῦ πορφυροῦ μέχρι πέραν τοῦ ἰοειδοῦς.

369. *Ραβδώσεις τοῦ φάσματος.* — Τὰ διάφορα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος χρώματα δὲν εἶναι συνέχῃ, ἀλλ' αἱ εἰς πολλοὺς διαθλαστικότητος βαθμοὺς ἀντιστοιχοῦσαι ἀκτῖνες ἐλλείπουσι· διὰ τοῦτο δὲ ὑπάρχουσι καθ' ὅλην τὴν ἑκτασιν τοῦ φάσματος πολλαὶ σενώταται σκοτειναὶ ταινίαι, αἵτινες καλοῦνται *ραβδώσεις τοῦ φάσματος*. Αἱ ραβδώσεις αὗται εὐρίσκονται εἰς ἀνίσους ἀπ' ἀλλήλων ἀποστάσεις· διὰ τηλεσκοπίου δὲ παρατηροῦνται μέχρις ἑξακοσίων, ἀλλὰ μετὰξὺ αὐτῶν διακρίνονται ἑπτὰ αἱ κυριώτεραι, καλούμεναι *ραβδώσεις τοῦ Φραουεγχόφερ* (Frauenhofer), ἐκ τοῦ ὀνόματος τοῦ πρώτου παρατηρήσαντος αὐτὰς φυσικοῦ. Ἐν τῷ ἡλιακῷ φωτὶ αἱ ραβδώσεις αὗται ἔχουσι σταθερὰς θέσεις, τοῦτο δὲ παρέχει μέσον ἀκριβοῦς καταμετρήσεως τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως ἐκάστου ἀπλοῦ χρώματος. Ἐν δὲ τοῖς



φάσμασι τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων ἢ σχετικῆ θέσις τῶν ραβδώσεων εἶναι διάφορος.

Τὰ φάσματα τῶν τεχνητῶν φώτων ἀντὶ σκοτεινῶν παρέχουσι ραβδώσεις λαμπράς, ὧν ἡ θέσις καὶ τὸ χρῶμα ἐξαρτῶνται ἐκ τῶν ἐν τῇ φλογὶ ὑπαρχουσῶν οὐσιῶν. Τοσοῦτον δὲ χαρακτηριστικαὶ εἶναι δι' ἐκάστην οὐσίαν αἱ ραβδώσεις αὗται, ὥστε καὶ ποσότης οὐσίας τινὸς τοσοῦτον μικρὰ, ὥστε νὰ μὴ δύναται νὰ ἀνακαλυφθῇ διὰ τῶν χημικῶν μέσων, ὑπάρχουσα ἐν τῇ φλογὶ, παράγει τὰς εἰς τὴν οὐσίαν ταύτην ἀντιστοιχοῦσας ραβδώσεις, καὶ οὕτω καθιστᾷ καταφανῆ τὴν ἑαυτῆς ὑπαρξίν. Οἱ φυσικοὶ Βοῦνσεν καὶ Κιρχόφ ἠσχολήθησαν ἰδίως κατὰ τὸ 1860 ἐν Ἐιδελβέργῃ εἰς πειράματα τοῦ εἴδους τούτου, κατεσκεύασαν δὲ καὶ ὄργανον, τὸ καλούμενον φασματοσκόπιον, δι' οὗ γίνεται ἡ φασματικὴ ἀνάλυσις. Διὰ παρατηρήσεων τοῦ εἴδους τούτου ἀνεκαλύφθησαν τρία νέα στοιχεῖα.

370. Ἴρις. — Τὰ τοῦ φάσματος χρώματα δεικνύει καὶ ἐν τῶν ὠραιοτάτων φαινομένων, ἡ Ἴρις ἢ τὸ οὐράνιον τόξον. Φαίνεται δὲ ἡ Ἴρις, ὅταν βρέχη, καὶ συγχρόνως ὁ ἥλιος φωτίζῃ τὸ εἰς βροχὴν ἀναλυόμενον νέφος, καὶ σχηματίζει τόξον κύκλου, πρὸς τὰ ἐκτὸς μὲν ἔχον τὸ ἐρυθρὸν χρῶμα, πρὸς δὲ τὰ ἐντὸς τὸ ἰοειδές, ἐν τῷ μεταξὺ δὲ πάντα τὰ λοιπὰ τοῦ φάσματος χρώματα. Πολλάκις φαίνεται καὶ δευτέρα Ἴρις, ἧς τὸ τόξον ἔχει ἀκτῖνα μείζονα ἢ τὸ τῆς πρώτης, τὰ δὲ χρώματα εἶναι κατ' ἀντίστροφον τάξιν τεταγμένα καὶ ἀμυδρότερα. Σπανίως φαίνεται καὶ τρίτη Ἴρις, ἡ δὲ θεωρία τοῦ φαινομένου δεικνύει ὅτι εἶναι δυνατόν νὰ σχηματισθῶσι καὶ περισσότεραι, ἀλλὰ τὰ χρώματα τούτων εἶναι τοσοῦτον ἀμυδρά, ὥστε διαφεύγουσι τὴν ὄρασιν.

Ἡ Ἴρις φαίνεται πάντοτε πρὸς τὸ ἀντικείμενον εἰς τὸν ἥλιον μέρος ὡς πρὸς τὸν παρατηρητήν. Ἄρα αἱ τὸ φαινόμενον παράγουσαι τοῦ ἡλίου ἀκτῖνες μόνον δι' ἀνακλάσεως δύνανται νὰ φθάσωσιν εἰς τὸν ὀφθαλμὸν τοῦ παρατηρητοῦ. Ἄλλ' ἐπειδὴ συμβαίνει καὶ ἀνάλυσις τοῦ φωτός, ἡ δὲ ἀπλῆ ἀνάκλασις δὲν παράγει αὐτήν, συμπεραίνομεν ὅτι συμβαίνει καὶ διάθλασις. Ἡ



τελεία θεωρία τοῦ φαινομένου, ἣν ὡς ὑπερβαίνουσιν τὰ ὄρια τοῦ παρόντος βιβλίου παραλείπομεν, δεικνύει ὅτι ἡ πρώτη ἴρις παράγεται ὑπὸ ἀκτίνων, αἵτινες εἰσδύουσαι εἰς τὰς σταγόνας τοῦ ὕδατος διαθλῶνται, ἔπειτα ἀνακλῶνται ἐπὶ τῆς ἐντὸς ἐπιφανείας τῆς σταγόνος, καὶ πάλιν ἐξερχόμεναι ἐκ τῆς σταγόνος διαθλῶνται ἐκ δευτέρου· ἡ δὲ δευτέρα ἴρις παράγεται ὑπὸ ἀκτίνων, αἵτινες ἀνακλῶνται δις, ἡ τρίτη ὑπὸ τῶν τρις ἀνακλωμένων, καὶ οὕτω καθεξῆς. Παράγουσιν δὲ τὸ φαινόμενον οὐχὶ πᾶσαι αἱ ἀνακλώμεναι καὶ διαθλώμεναι ἀκτῖνες, ἀλλ' ἐκεῖναι μόνον, αἵτινες προσπίπτουσιν ἐπὶ τὰς σταγόνας ὑπὸ τοιαύτην γωνίαν, ὥστε αἱ ἐξερχόμεναι ἀκτῖνες νὰ εἶναι παράλληλοι. Ἡ θεωρία δὲ δεικνύει ὅτι πᾶσαι αἱ τοῦ αὐτοῦ χρώματος ἀκτῖνες, αἱ τὸ φαινόμενον παράγουσαι, κεῖνται ἐπὶ κώνου, τοῦ ὁποίου ἄξων εἶναι εὐθεῖα διερχομένη διὰ τοῦ κέντρου τοῦ ἡλίου καὶ τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ. Ἐκ τούτου ἔπονται τὰ ἐξῆς. Μεταβαλλομένης τῆς θέσεως τοῦ ἡλίου ἢ τοῦ παρατηρητοῦ, μεταβάλλεται καὶ ἡ θέσις τῆς ἱριδος· διάφοροι λοιπὸν ἄνθρωποι εἰς διαφόρους θέσεις εὐρισκόμενοι δὲν βλέπουσιν τὴν αὐτὴν ἴριν, ἀλλ' ἕκαστος ἰδίαν. Τὸ τόξον εἶναι τοσοῦτω μείζον μέρος τῆς ὅλης περιφερείας, ὅσω χαμηλότερα εὐρίσκεται ὁ ἡλιος· ὅταν δὲ οὗτος εὐρίσκηται εἰς τὸν ὀρίζοντα, τὸ τόξον τῆς ἱριδος εἶναι ἡμιπεριφέρεια. Ὅσω δὲ ὑψηλότερα εὐρίσκεται ὁ ἡλιος, τόσον χαμηλότερα ὑπὸ τὸν ὀρίζοντα εὐρίσκεται τὸ κέντρον τοῦ τόξου τῆς ἱριδος, καὶ ἐπομένως τοσοῦτω μικρότερον αὐτοῦ μέρος φαίνεται. Ἐπειδὴ δὲ, ὡς ὁ μαθηματικὸς ὑπολογισμὸς δεικνύει, τοῦ ἀνωτέρω ρηθέντος κώνου αἱ μᾶλλον ἀπὸ τοῦ ἄξωνος ἀφιστάμεναι ἐρυθραὶ ἀκτῖνες σχηματίζουσιν μετ' αὐτοῦ γωνίαν  $42^\circ$  περίπου, ὅταν τὸ ὑπὲρ τὸν ὀρίζοντα ὕψος τοῦ ἡλίου ὑπερβαίῃ  $42^\circ$ , δὲν δύναται νὰ φανῇ ἴρις.

Καὶ ἡ σελήνη δύναται νὰ σχηματίσῃ ἴριν, ἣτις ὅμως εἶναι λίαν ἀμυδρά, καὶ σπανίως παρατηρεῖται.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ Ε΄.

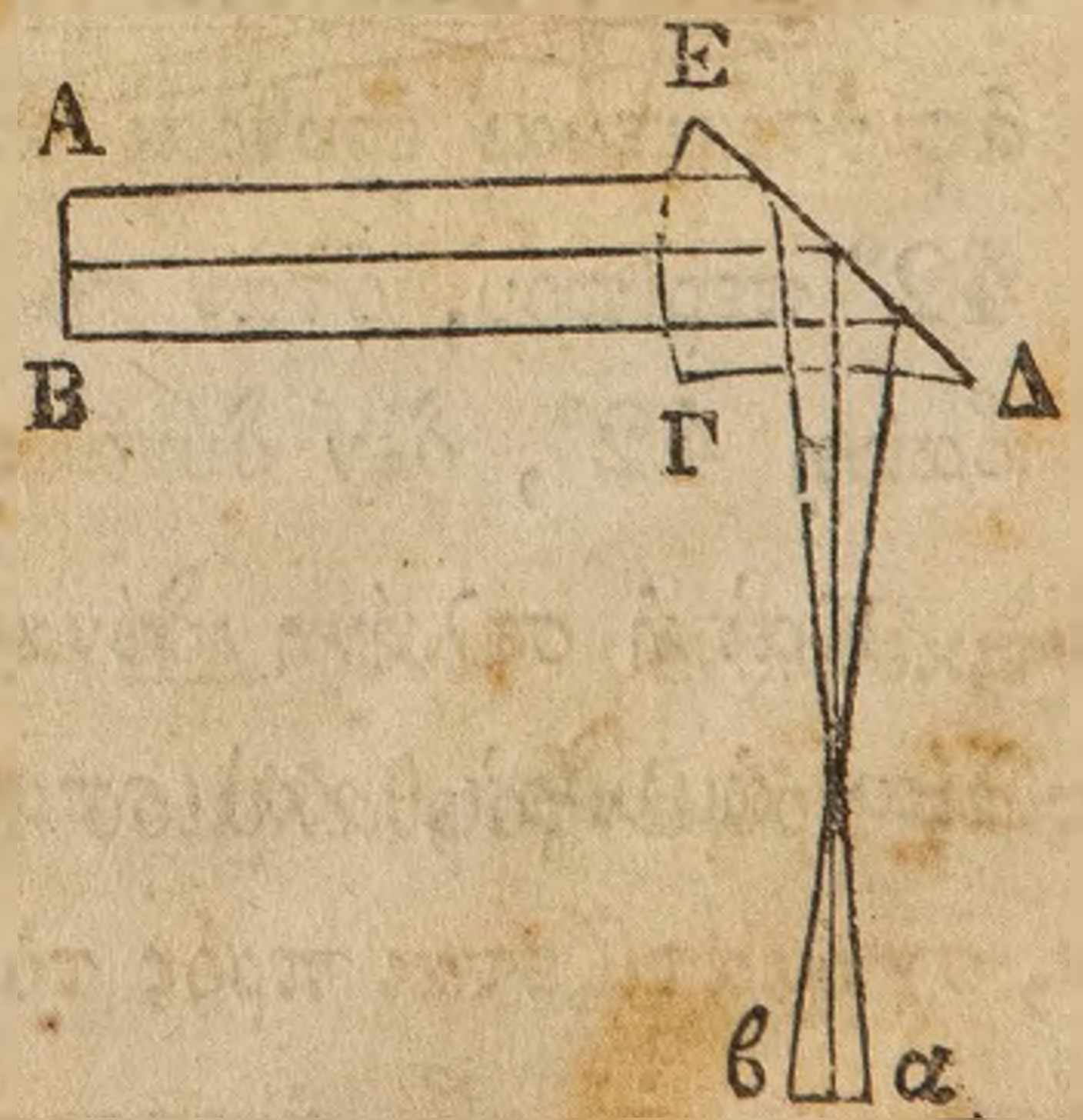
Περιγραφή τῶν κυριωτέρων ὀπτικῶν ὀργάνων.

371. Σκοτεινὸς θάλαμος.—Ὁ σκοτεινὸς θάλαμος εἶναι ὄργανον, δι' οὗ σχηματίζεται ἐπὶ πίνακος ἡ εἰκὼν τῶν ἀντικειμένων μικροτέρα τοῦ φυσικοῦ αὐτῶν μεγέθους. Συνίσταται δὲ ἐκ μεγάλου ξυλίνου κιβωτίου ΑΒΓΔ (σχ. 198), τοῦ ὁποίου ὁ πρὸς τὰ ἄνω τοῖχος ἔχει ὀπήν, ἐντὸς τῆς ὁποίας εἶναι ἐνηρμοσμένος ὀριζοντίως φακὸς συγκλίνων Φ. Ὑπεράνω τῆς ὀπῆς ὑπάρχει κάτοπτρον ἐπίπεδον ΜΝ, τοῦ ὁποίου ἡ κλίσις δύναται νὰ μεταβληθῆ κατὰ τὸ δοκοῦν. Τὸ κάτοπτρον τοῦτο ἀνακλᾷ ἐπὶ τὸν φακὸν τὰς ἐκ τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων ἐκπεμπομένας ἀκτῖνας, ἅτινα εἰκονίζονται λίαν πιστῶς ἐπὶ πίνακος ΕΖ ὑπάρχοντος κατὰ τὸν πυθμένα τοῦ κιβωτίου. Ἰχνογράφος δέ τις δύναται εὐκόλως ἐπὶ τοῦ πίνακος τούτου νὰ ἰχνογραφήσῃ τὴν εἰκόνα.



Σχ. 198.

Ἐνίοτε τὸ κάτοπτρον καὶ ὁ φακὸς ἀντικαθίσταται ὑπὸ τριγωνικοῦ πρίσματος ΕΓΔ (σχ. 199), τοῦ ὁποίου ἡ πρὸς τὸ ἀντικείμενον ἐστραμμένη ἔδρα ΕΓ εἶναι κυρτὴ, ἡ ἔδρα ΕΔ ἐπίπεδος, καὶ ἡ ΓΔ κοίλη. Τὸ σχῆμα δεικνύει πῶς αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες αἱ ἐκπεμπόμεναι ἐκ σώματος τινος ΑΒ, ἀφοῦ εἰσδύσωσιν εἰς τὸ πρίσμα καὶ ὑποστῶσιν ἐπὶ τῆς ἔδρας ΕΔ τὴν ὀλικὴν ἀνάκλασιν, ἐξέρχονται ἐκ τῆς ἔδρας ΓΔ συγκλίνουσαι ἱκανῶς, ὥστε νὰ σχηματίσωσι κατὰ τὸ Βα εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν τοῦ ἀντικειμένου.



Σχ. 199

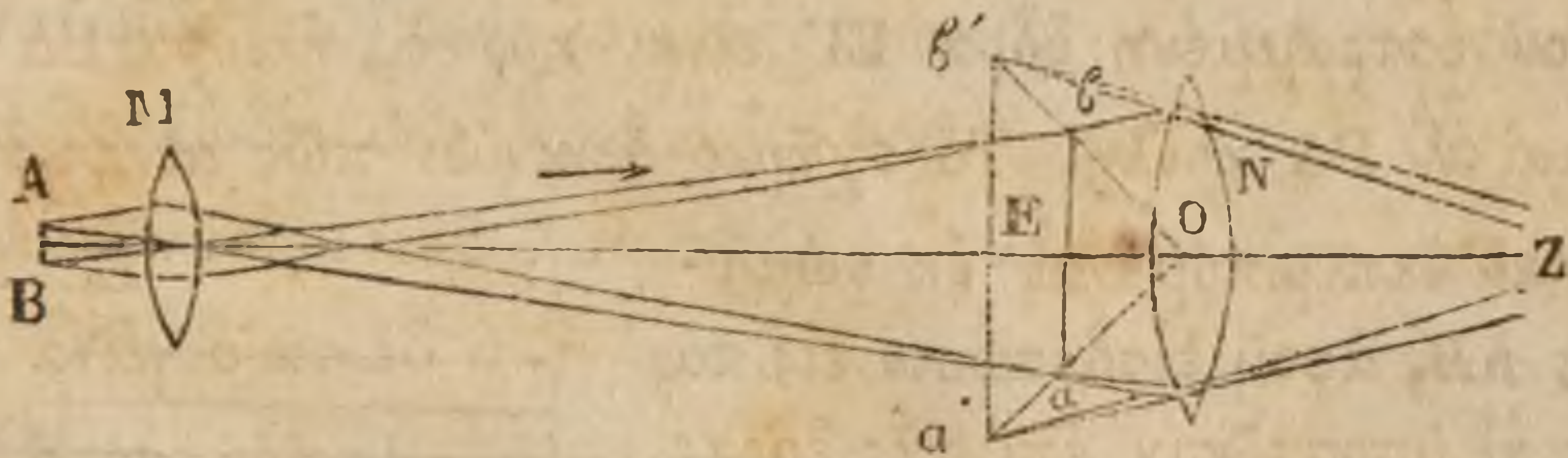
372. Ἀπλοῦν μικροσκόπιον.—Τὸ ἀπλοῦν μικροσκόπιον εἶναι ὄργανον



νον, δι' οὗ παρατηροῦνται μικρὰ ἀντικείμενα, ὧν αἱ λεπτομέρειαι εἶναι δύσκολον ἢ καὶ ἀδύνατον νὰ παρατηρηθῶσιν ὑπὸ τοῦ ἀόπλου ὀφθαλμοῦ. Εἶναι δὲ ἀπλῶς ἀμφίκυρτος φακὸς ἔχων βραχυτάτην ἐστίαν. Τὸ ἀντικείμενον τίθεται μεταξὺ τοῦ φακοῦ καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας, ἵνα παράγῃται εἶδωλον κατ' ἔμφασιν, ὀρθὸν καὶ μεγαλείτερον τοῦ ἀντικειμένου, κατὰ τὰ ρηθέντα ἐν τῷ ἐδαφίῳ 361 (σχ. 193). Ἡ ἀπόστασις τοῦ ἀντικειμένου ἀπὸ τοῦ φακοῦ καὶ ἐπομένως τὸ μέγεθος τοῦ εἰδώλου μεταβάλλονται κατὰ τὴν δύναμιν τῆς ὀράσεως ἐκάστου παρατηρητοῦ, ἐπειδὴ τὸ εἶδωλον πρέπει νὰ σχηματίζεται εἰς ἀπόστασιν τοιαύτην, ὥστε νὰ βλέπῃ τις αὐτὸ εὐκρινῶς. Εἶναι δὲ εὐκόλον νὰ δειχθῇ ὅτι ἡ αὐξήσις εἶναι τοσοῦτω μείζων, ὅσῳ περισσότερον ἀπέχει τὸ ἀντικείμενον ἀπὸ τοῦ φακοῦ (μένον πάντοτε μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τῆς κυρίας ἐστίας), καὶ ὅσῳ βραχυτέρα εἶναι ἡ ἐστία τούτου.

373. *Σύνθετον μικροσκόπιον.* — Τὸ σύνθετον μικροσκόπιον θεωρούμενον ὑπὸ τὴν ἀπλουστάτην αὐτοῦ μορφήν ἀποτελεῖται ἐκ δύο φακῶν συγκλινόντων, ὧν ὁ μὲν βραχεῖαν τὴν ἐστίαν ἔχων καλεῖται προσοφθάλμιος, ὡς τιθέμενος πλησίον τοῦ ὀφθαλμοῦ, ὁ δὲ πρὸς τὸ παρατηρούμενον ἀντικείμενον στρεφόμενος ἀντοφθάλμιος.

Τὸ σχῆμα 200 δεικνύει τὴν πορείαν τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων καὶ τὸν σχηματισμὸν τοῦ εἰδώλου ἐν τῷ συνθέτῳ μικροσκοπίῳ.



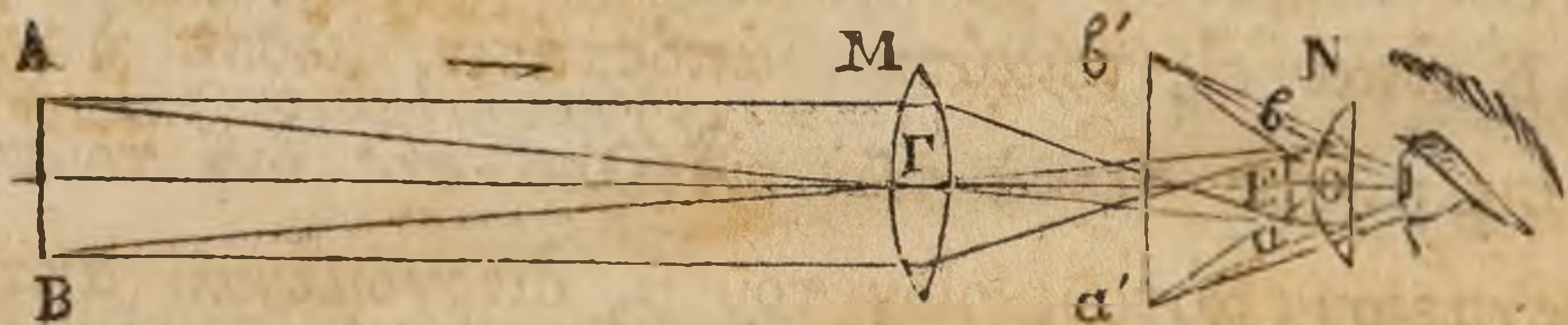
Σχ. 200.

Ἀντικείμενον τινὸς AB τεθέντος πολλὰ πλησίον τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ ἀντοφθαλμίου M, πέραν δὲ αὐτῆς ὡς πρὸς τὸν φακὸν, σχηματίζεται πρὸς τὸ ἀντίθετον αὐτοῦ μέρος εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν τὸ αβ, ἀνεστραμμένον καὶ ἠϋξημένον. Ἡ δὲ ἀπόστασις τῶν φακῶν M καὶ N εἶναι τοιαύτη, ὥστε τὸ εἶδωλον



αβ εύρίσκεται μεταξύ τοῦ προσοφθαλμίου N, καὶ τῆς κυρίας ἐστίας αὐτοῦ E. Ἐπομένως διὰ τὸν κατὰ τὸ Z εύρισκόμενον ὀφθαλμὸν καὶ παρατηροῦντα τὸ εἶδωλον αβ διὰ τοῦ φακοῦ N, ὁ φακὸς οὗτος παράγει τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου, καὶ ἀντικαθιστᾷ τὸ εἶδωλον αβ δι' ἄλλοι ἀβ', τὸ ὅποιον εἶναι κατ' ἔμφασιν καὶ ἐκ νέου ηὔξημένον. Τὸ εἶδωλον τοῦτο εἶναι ὀρθὸν μὲν ὡς πρὸς τὸ πρῶτον, ἀλλ' ἀντεστραμμένον ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον. Παρατηροῦμεν δὲ ὅτι τὸ σύνθετον μικροσκόπιον διαφέρει τοῦ ἀπλοῦ κατὰ τοῦτο, ὅτι διὰ τούτου μὲν παρατηροῦμεν ἀμέσως τὸ ἀντικείμενον, δι' ἐκείνου δὲ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ αὔξηθὲν ὑπὸ πρῶτου τινὸς φακοῦ.

374. Ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον.—Τὸ ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον εἶναι προωρισμένον εἰς παρατήρησιν τῶν ἄστρον, ἀποτελεῖται δὲ, ὅπως καὶ τὸ σύνθετον μικροσκόπιον, ἐκ δύο φακῶν συγκλινόντων, ἧτοι τοῦ ἀντοφθαλμίου M, καὶ τοῦ προσοφθαλμίου N (σχ. 201). Ὁ ἀντοφθάλμιος M παρέχει εἶδωλον τοῦ παρατηρουμένου ἄστρου ἀντεστραμμένον, κείμενον μεταξύ τοῦ προσοφθαλμίου N καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας· οὗτος



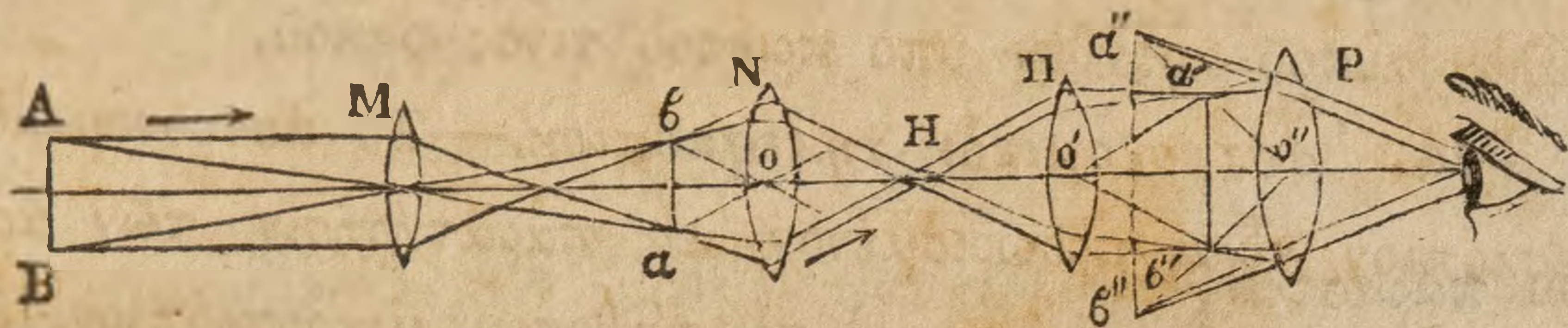
Σχ. 201.

δὲ ἐνεργῶν ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον σχηματίζει εἶδωλον κατ' ἔμφασιν ἀβ' ὀρθὸν καὶ λίαν ηὔξημένον τοῦ εἰδώλου αβ. Τὸ ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον, ὡς βλέπομεν, ἔχει ἰκανὴν ὁμοιότητα πρὸς τὸ σύνθετον μικροσκόπιον· διαφέρουσι δὲ τὰ ὄργανα ταῦτα κατὰ τοῦτο, ὅτι ἐν μὲν τῷ μικροσκοπίῳ, ἐπειδὴ τὸ ἀντικείμενον κεῖται πολλὰ πλησίον τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ ἀντοφθαλμίου, τὸ εἶδωλον σχηματίζεται πολὺ πέραν τῆς κυρίας ἐστίας καὶ εἶναι πολὺ ηὔξημένον, ὥστε συμβαίνει αὔξεις διὰ τε τοῦ ἀντοφθαλμίου καὶ τοῦ προσοφθαλμίου. Ἐν δὲ τῷ τηλεσκοπίῳ, ἐπειδὴ τὸ παρατηρούμενον σῶμα εύρίσκεται εἰς μεγίστην ἀπόστασιν, αἱ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες εἶναι σχεδὸν παράλληλοι



καὶ τὸ εἶδωλον σχηματίζεται πολλὰ πλησίον τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ ἀντοφθαλμίου πολὺ μικρότερον τοῦ ἀντειμένου. Ἐπομένως ἡ αὐξήσις γίνεται μόνον διὰ τοῦ προσοφθαλμίου, ὅστις διὰ τοῦτο πρέπει νὰ εἶναι λίαν συγκλίνων.

375. *Τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων.* — Τὸ τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων διαφέρει τοῦ ἀστρονομικοῦ κατὰ τοῦτο ὅτι τὸ εἶδωλον ἀνεστραμμένον ὄν ἐν τούτῳ, εἶναι ἀνωρθωμένον ἐν ἐκείνῳ. Γίνεται δὲ ἡ ἀνόρθωσις διὰ δύο συγκλινόντων φακῶν Ν καὶ Π τεθειμένων μεταξὺ τοῦ ἀντοφθαλμίου Μ καὶ τοῦ προσοφθαλμίου Ρ (σχ. 202). Τοῦ ἀντικειμένου ὑποτεθέντος κατὰ τὸ ΑΒ



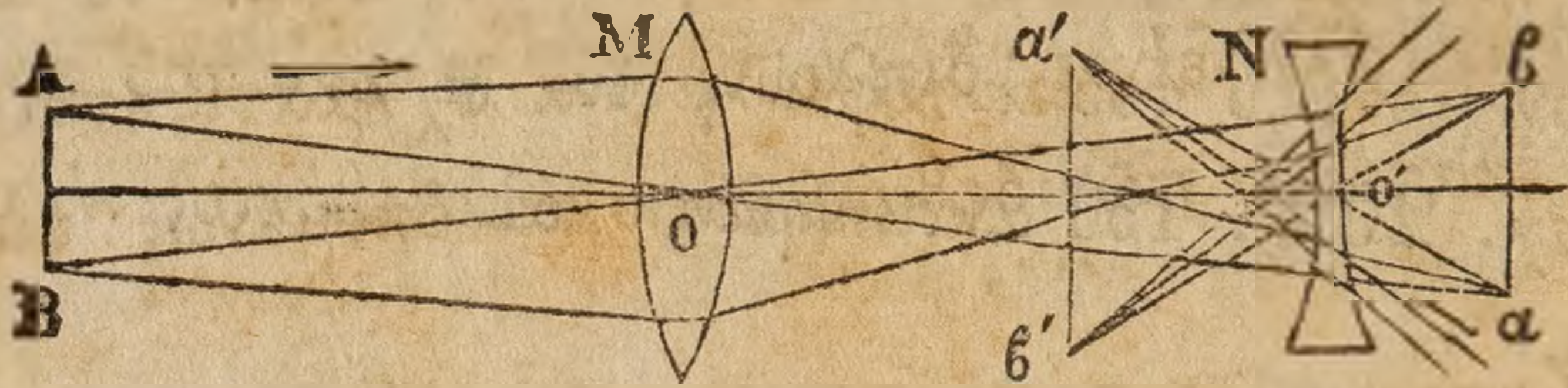
Σχ. 202.

εἰς ἀπόστασιν πολὺ μείζονα, ἢ ὅτι δύναται νὰ παρασταθῇ ἐν τῇ εἰκόνι, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ βα σχηματίζεται πρὸς τὸ ἀντίθετον τοῦ φακοῦ μέρος ἀνεστραμμένον καὶ λίαν μικρόν. Ἄλλ' ὁ δεύτερος φακὸς Ν εἶναι εἰς τοιαύτην ἀπόστασιν, ὥστε ἡ κυρία αὐτοῦ ἐστία συμπίπτει μετὰ τῶν εἰδώλου αβ· διὰ τοῦτο δὲ αἱ ἕκτινος σημείου αὐτοῦ, οἷον τοῦ β, διερχόμεναι ἀκτῖνες, ἀφοῦ διέλθωσι διὰ τοῦ φακοῦ Ν, λαμβάνουσι διεύθυνσιν παράλληλον τῷ δευτερεύοντι ἄξονι αο. Ὀμοίως αἱ ἐκ τοῦ α διερχόμεναι ἀκτῖνες λαμβάνουσι διεύθυνσιν παράλληλον τῷ ἄξονι αο. Ἀφοῦ δὲ διασταυρωθῶσι κατὰ τὸ Η αἱ διάφοροι αὗται ἀκτῖνες διέρχονται διὰ τρίτου φακοῦ τοῦ Π· καὶ αἱ μὲν ἀκτῖνες τῆς δέσμης ΒβΗ συμπίπτουσιν εἰς τὸ β' ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος όβ' παραλλήλου τῇ τελευταία αὐτῶν διεύθυνσει· αἱ δὲ ἀκτῖνες τῆς δέσμης ΑαΗ συμπίπτουσιν ὁμοίως εἰς τὸ α'. Σχηματίζεται λοιπὸν κατὰ τὸ αβ' εἶδωλον ἀνωρθωμένον τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ. Τὸ εἶδωλον δὲ τοῦτο θεωροῦμεν διὰ τοῦ συγκλίνοντος προσοφθαλμίου Ρ, τεθειμένου οὕτως, ὥστε νὰ ἐνεργῇ ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον, ὅπερ συμβαίνει ὅταν ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ



ἀπὸ τοῦ εἰδώλου εἶναι μικροτέρα τῆς κυρίας ἐστιακῆς αὐτοῦ ἀποστάσεως· τότε δὲ παρέχει κατὰ τὸ  $\alpha\beta'$  εἶδωλον κατ' ἔμφασιν ὀρθὸν καὶ ἠϋξημένον τοῦ εἰδώλου  $\alpha\beta$ .

376. Τηλεσκόπιον τοῦ Γαλιλαίου.—Τὸ τηλεσκόπιον τοῦ Γαλιλαίου, ἢ τηλεσκόπιον τοῦ θεάτρου, συνίσταται ἐκ δύο φακῶν, δηλαδὴ ἐξ ἐνὸς ἀντοφθαλμίου συγκλίνοντος  $M$  καὶ ἐξ ἐνὸς προσοφθαλμίου ἀποκλίνοντος  $N$  (σχ. 203). Τοῦ ἀντικει-



Σχ. 203.

μένου παρασταθέντος διὰ τῆς εὐθείας  $AB$ , τὸ εἶδωλον αὐτοῦ ἤθελε σχηματισθῆ, ἐὰν δὲν ὑπῆρχεν ὁ φακὸς  $N$ , κατὰ τὸ  $\beta\alpha$  ἀνεστραμμένον καὶ ἠλαττωμένον· ἀλλὰ διερχόμενα διὰ τοῦ προσοφθαλμίου  $N$  αἱ ἐκ τῶν σημείων  $A$  καὶ  $B$  ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες διαθλῶνται ἀπομακρυνόμεναι τῶν δευτερευόντων ἀξόνων  $\beta\alpha$  καὶ  $\alpha\beta$ , τῶν ἀντιστοιχούντων εἰς τὰ σημεῖα  $\beta$  καὶ  $\alpha$  τοῦ εἰδώλου. Διὰ τοῦτο αἱ ἀκτῖνες αὗται προσεκβαλλόμεναι ἀντιθέτως τῇ φορᾷ αὐτῶν συνέρχονται ἐπὶ τῶν ἀξόνων τούτων εἰς τὰ σημεῖα  $\alpha$  καὶ  $\beta'$ · ἐπομένως ὁ δεχόμενος αὐτὰς ὀφθαλμὸς βλέπει κατὰ τὸ  $\alpha\beta'$  εἶδωλον κατ' ἔμφασιν ὀρθόν· φαίνεται δὲ τὸ εἶδωλον τοῦτο μείζον τοῦ ἀντικειμένου, καὶ ἐπομένως ἐγγύτερον, διότι βλέπεται ὑπὸ γωνίαν  $\alpha\beta'$  μείζονα τῆς  $AOB$ , ὑπὸ τὴν ὁποίαν βλέπεται τὸ ἀντικείμενον.

Ἡ ἀπόστασις τοῦ προσοφθαλμίου  $N$  ἀπὸ τοῦ εἰδώλου  $\alpha\beta$  εἶναι ἐπαισθητῶς ἴση τῇ κυρίᾳ ἐστιακῇ αὐτοῦ ἀποστάσει, διὰ τοῦτο δὲ ἡ ἀπόστασις τῶν δύο φακῶν εἶναι ἴση τῇ διαφορᾷ τῶν κυρίων ἐστιακῶν αὐτῶν ἀποστάσεων, καὶ ἐπομένως τὸ τηλεσκόπιον τοῦ Γαλιλαίου εἶναι βραχὺ καὶ εὐμεταχείριστον. Ἐχει δὲ καὶ τὸ προτέρημα νὰ δεικνύη τὰ πράγματα ἐν τῇ ἀληθεῖ αὐτῶν θέσει, ἔτι δὲ ὡς ἔχον δύο μόνον ὑάλους νὰ ἀπορροφᾷ ὀλίγον φῶς. Ἀλλ' ἔνεκα τῆς ἀποκλίσεως τῶν ἐκ τοῦ προσο-

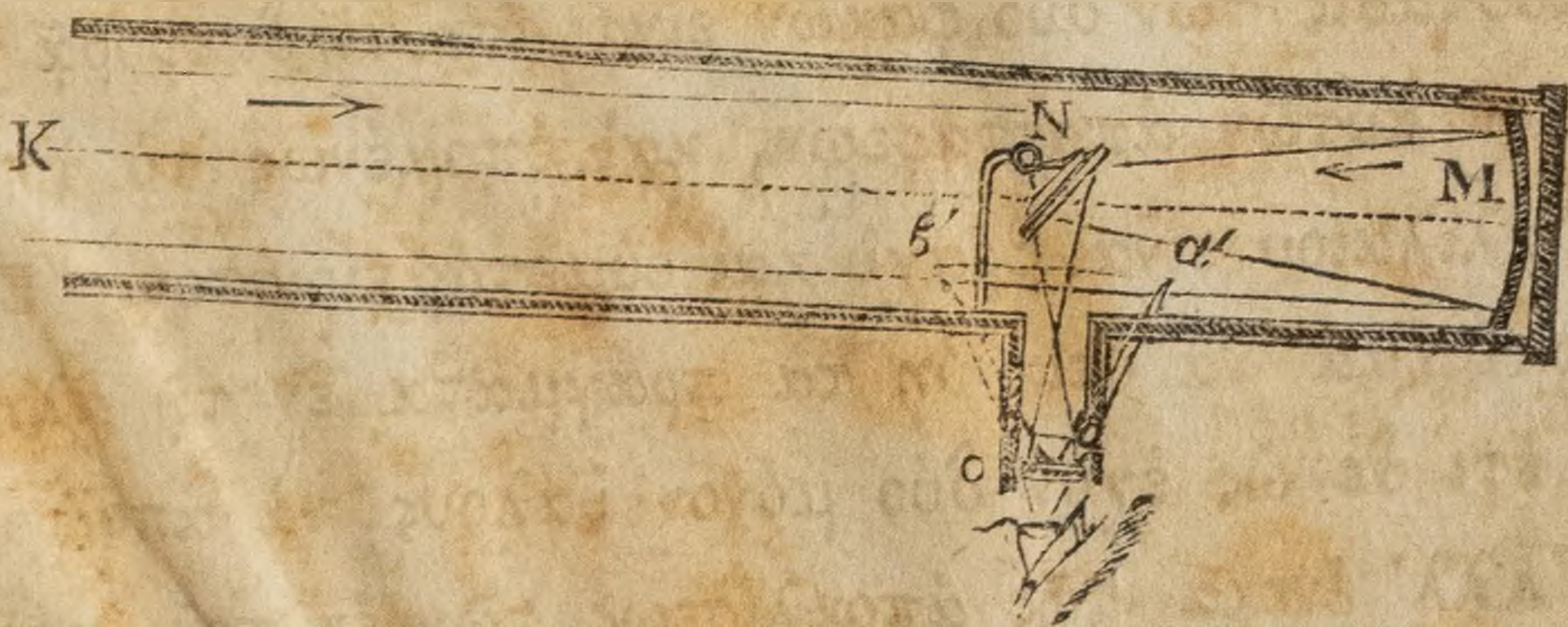


φθαλμίου ἐξερχομένων ἀκτίνων, μικρὰν μόνον ἔκτασιν δύναται τις δι' αὐτοῦ νὰ βλέπῃ, καὶ εἶναι ἀνάγκη νὰ θέτῃ τὸν ὀφθαλμὸν πολὺ πλησίον τοῦ προσοφθαλμίου. Οὗτος δὲ δύναται νὰ πλησιάσῃ ἢ νὰ ἀπομακρυνθῇ ἀπὸ τοῦ ἀντοφθαλμίου, ὥστε τὸ εἶδωλον ἀβ' νὰ σχηματίζεται πάντοτε εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς εὐκρινουῦς ὀράσεως.

Τὸ τοῦ θεάτρου ἢ δίδυμον τηλεσκόπιον εἶναι τὸ αὐτὸ τῷ περιγραφέντι, ἀλλ' εἶναι διπλοῦν, ἵνα σχηματίζεται ἐν εἶδωλον ἐν ἑκατέρῳ τῶν ὀφθαλμῶν, καὶ ἐπομένως αὐξάνῃ ἢ λάμψις.

377. Κατοπτρικὰ τηλεσκόπια. — Ἐν πᾶσι τοῖς ἀνωτέρῳ περιγραφείσι τηλεσκοπίοις γίνεται χρῆσις μόνῃς τῆς διαθλάσεως τοῦ φωτός, διὰ τοῦτο δὲ τὰ τηλεσκόπια ταῦτα καλοῦνται διοπτρικά· ἀλλ' ὑπάρχουσι καὶ τηλεσκόπια, ἐν οἷς πρὸς τῇ διαθλάσει γίνεται καὶ ἀνάκλασις τοῦ φωτός. Τὰ τοιαῦτα καλοῦνται κατοπτρικά. Ὑπάρχουσι δὲ πολλὰ εἶδη κατοπτρικῶν τηλεσκοπίων, ἐξ ὧν περιγράφομεν δύο τὰ κυριώτερα, τὸ τοῦ Νεύτωνος καὶ τὸ τοῦ Ἑρσχέλου.

α.) Τηλεσκόπιον τοῦ Νεύτωνος. — Τὸ τηλεσκόπιον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ μακροῦ σωλῆνος, εἰς τὸ κλειστὸν ἄκρον τοῦ ὑποίου ὑπάρχει μέγα μετάλλινον κοῖλον κάτοπτρον M (σχ. 204). Μεταξὺ τοῦ κατόπτρου τούτου καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας ὑπάρχει δεύτερον κάτοπτρον μικρὸν ἐπίπεδον τὸ N κεκλιμένον  $45^\circ$  πρὸς τὸν ἄξονα KM τοῦ κατόπτρου M. Ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου N ὑπάρχει παράπλευρός τις σωλὴν, ἐν ᾧ εἶναι ἐνηρμοσμένος φακός τις συγκλίνων O, χρησιμεύων ὡς προσοφθαλμῖος. Ἐκ τῆς περιγραφείσης διαθέσεως ἔπεται ὅτι αἱ ἀκτῖ-

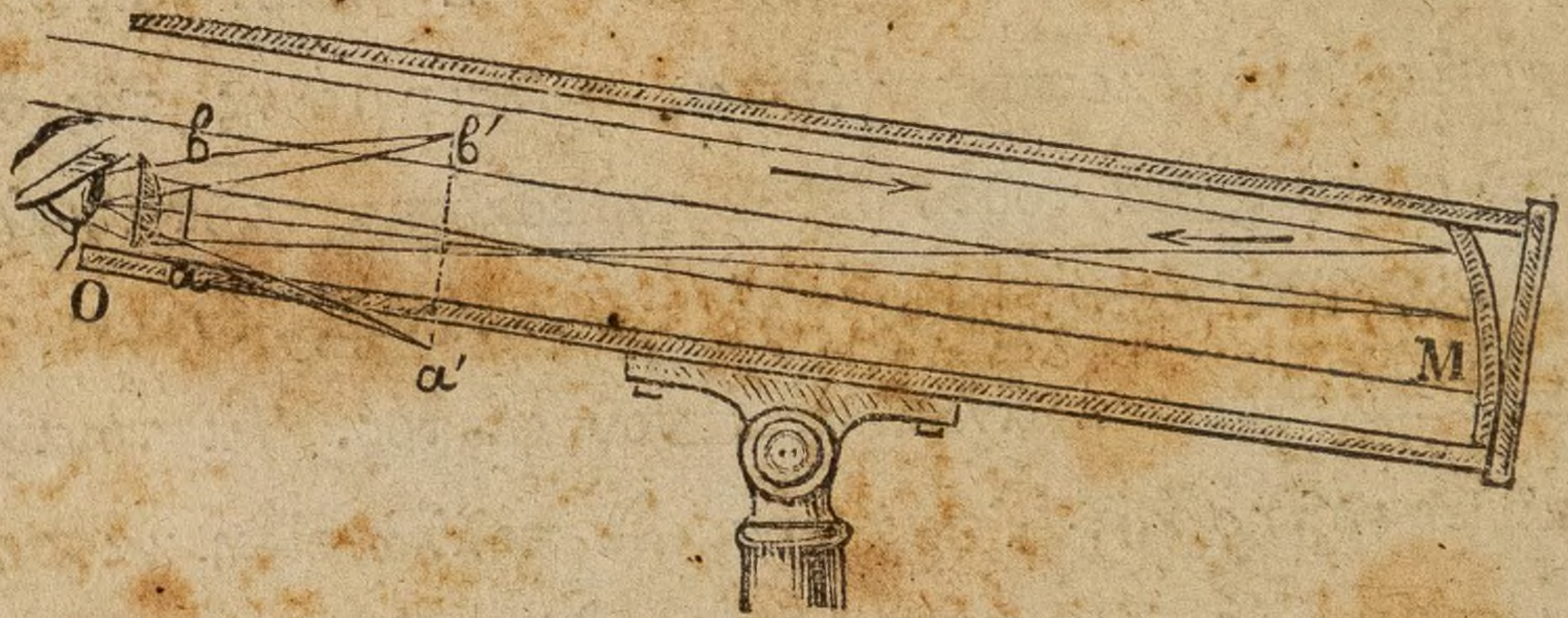


Σχ. 204.



νες, αΐτινες ἤθελον σχηματίσει ἐν τῇ κυρίᾳ ἐστία τοῦ κατόπτρου  $M$  εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν τοῦ ἄστρου, πρὸς ὃ διευθύνεται τὸ τηλεσκόπιον, ἐὰν δὲν ὑπῆρχε τὸ κάτοπτρον  $N$ , ἀνακλώμεναι ὑπὸ τούτου σχηματίζουσιν αὐτὸ κατὰ τὸ  $αβ$  μεταξὺ τοῦ προσοφθαλμίου καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας. Οὗτος δὲ ὁ προσοφθάλμιος ἐνεργῶν ὡς ἀπλοῦν μικροσκόπιον σχηματίζει κατὰ τὸ  $αβ'$  εἶδωλον ἀνεστραμμένον καὶ λίαν ἠϋξημένον τοῦ ἄστρου.

β'.) *Τηλεσκόπιον τοῦ Ἑρσχέλου.*—Τὸ τηλεσκόπιον τοῦτο ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς κατόπτρου κοίλου  $M$ , καὶ ἐκ τοῦ προσο-



Σχ. 205.

φθαλμίου  $O$  (σχ. 205). Τὸ κάτοπτρον εἶναι κεκλιμένον πρὸς τὸν ἄξονα τοῦ τηλεσκοπίου, ὥστε τὸ εἶδωλον τοῦ παρατηρούμενου ἄστρου νὰ σχηματίζεται κατὰ τὸ  $αβ$ , πρὸς τὸ χεῖλος τοῦ τηλεσκοπίου πλησίον τοῦ προσοφθαλμίου  $O$ , ὅστις τότε παρέχει τὸ ἠϋξημένον εἶδωλον  $αβ'$ . Ἐν τῷ τηλεσκοπίῳ τούτῳ, ἐπειδὴ μία μόνη ἀνάκλασις γίνεται, ἡ ἀπώλεια τοῦ φωτὸς εἶναι μικροτέρα ἢ ἐν τῷ τοῦ Νεύτωνος, καὶ ἐπομένως τὸ εἶδωλον σχηματίζεται λαμπρότερον.



Τ Ε Λ Ο Σ.















