

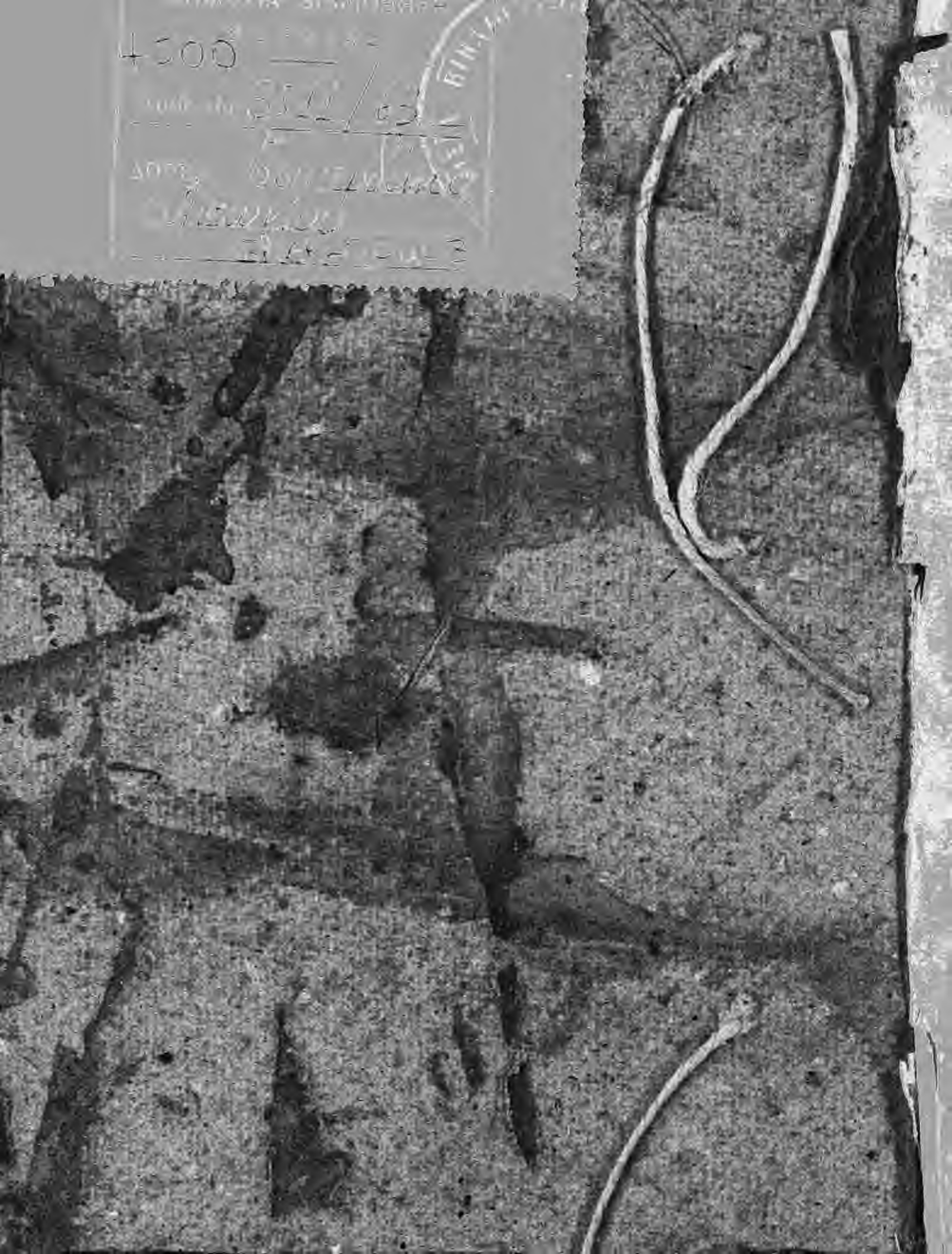
4000

code 2511/02

DATE 20/11/00

NEWTON

11/11/00





φ. 106111

ΤΩ ΣΕΒΑΣΤΩ ΜΟΙ ΚΥΡΙΩ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗ

ΤΩ ΠΑΝΥ ΦΙΛΟΤΙΜΩΣ

ΥΠΕΡ ΤΗΣ ΠΡΟΟΔΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

ΤΩΝ ΕΝ ΤΩ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΩ ΑΥΤΟΥ ΜΑΘΗΤΕΥΟΝΤΩΝ

ΜΟΧΘΟΥΝΤΙ

ΤΟΔΕ ΤΟ ΕΡΓΟΝ

ΕΙΣ ΕΛΑΧΙΣΤΟΝ

ΜΑΘΗΤΙΚΗΣ ΕΥΓΝΩΜΟΣΥΝΗΣ ΤΕΚΜΗΡΙΟΝ

ΑΝΑΤΙΘΗΜΙ

1870

Αρ. Είς. 3511

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

Δημόσια Κεντρική Βιβλιοθήκη Βέροιας

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑΙ ΤΙΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

	Σελ.		Σελ.
Κίνησις. Διάφορα εἶδη κινήσεως	α'.	Σύνθεσις καὶ ἀποσύνθεσις τῶν	
Ἴσοταχὴς κίνησις.....	»	δυνάμεων.....	η'.
Ταχύτης.....	»	Ἴσορροπία.....	ιγ'.
Ἀνισοταχὴς κίνησις.....	β'.	Ἰσότης μεταξὺ ἐνεργείας καὶ	
Ὁμαλὴ ἀνισοταχὴς κίνησις...	γ'.	ἀντιδράσεως.....	ιδ'.
Ἡρεμία.....	δ'.	Καμπυλόγραμμος κίνησις, κεν-	
		τρομόλος καὶ κεντρόφυξ δύ-	
		ναμῖς.....	ιε'.
ΠΕΡΙ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΩΝ		Τιμὴ τῆς κεντρόφυγος δυνά-	
		μεως.....	»
Ἀδράνεια.....	ε'.	Πειραματικαὶ ἀποδείξεις τῆς	
Δυνάμεις.....	ς'.	ἐν τῇ περιστροφικῇ κινήσει	
Γεωμετρικὴ τῶν δυνάμεων πα-		ἀναπτυσσομένης κεντρόφυ-	
ράστας.....	η'.	γος δυνάμεως.....	ις'.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

	Σελ.		Σελ.
Ἀπλὰ καὶ σύνθετα σώματα...	1	Ἀδιαχώρητον.....	5
Φυσικὰ καὶ χημικὰ φαινόμενα.	»	Διαιρετόν.....	»
Ἀντικείμενον τῆς Φυσικῆς...	2	Ἄτομα, μόρια.....	»
Φυσικοὶ νόμοι.....	»	Πιεστόν.....	6
Πείραμα.....	3	Ἐλαστικότης.....	7
Διάφοροι καταστάσεις τῶν σω-		Διασταλτόν.....	8
μάτων.....	»	Πορῶδες.....	9
Ἰδιότητες τῶν σωμάτων.....	4	Μάζα.....	10
Ἑκτασις.....	5	Ἀτομικαὶ δυνάμεις.....	11

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

	Σελ.		Σελ.
Βαρύτης.....	12	τινος διεσθύνσεις τῆς βαρύ-	
Διεύθυνσις τῆς βαρύτητος....	»	τητος δύνανται νὰ θεωρηθῶ-	
Αἱ ἐπὶ τῶν ἀτόμων σώματός		σιν ὡς παράλληλοι.....	13

Σελ.		Σελ.
	Συνισταμένη των της βαρύτη- τος παραλλήλων δυνάμεων, βάρη των σωμάτων.....	14
	Κέντρον βαρύτητος.....	"
	Ἴσορροπία εὐσταθής, ἀσταθής καὶ ἀδιάφορος.....	15
	Ἴσορροπία σώματός τινος κει- μένου ἐπὶ τινος ὀριζοντίου ἐ- πιπέδου.....	16
	Χρήσις τοῦ εὐσταθοῦς της ἰσορ- ροπίας.....	17
	Προσδιορισμός τοῦ κέντρου της βαρύτητος των σωμάτων...	18
	Νόμοι της πτώσεως των σω- μάτων, ἐντασις της βαρύτη- τος, ἐκκρεμές.....	19
	Πρῶτος νόμος.....	"
	Δεύτερος νόμος.....	20
	Τρίτος νόμος.....	21
	Τέταρτος νόμος.....	22
	Μηχανὴ τοῦ Ἀτβούδ.....	24
	Περιγραφή της μηχανῆς τοῦ Ἀτ- βούδ.....	25
	Χρήσις της μηχανῆς.....	26
	Ἐκκρεμές.....	29
	Ἀπλοὺν ἐκκρεμές.....	"
	Ἰδιότητες τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρε- μοῦς.....	30
	Νόμοι τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς..	31
	Σύνθετον ἐκκρεμές.....	"
	Μῆκος τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς	32
	Εὗρεσις τοῦ μήκους τοῦ συν- θέτου ἐκκρεμοῦς.....	"
	Εὗρεσις τοῦ χρόνου της αἰώ- ρήσεως. Πειραματικὴ ἀπό- δειξις των ἀνωτέρω δύο τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς νόμων..	33
	Αἰτίαι μεταβάλλουσαι τὴν ἐν- τασιν της βαρύτητος.....	35
	Μοχλός.....	37
	Στατήρ.....	39
	Ζυγός.....	40
	Συνθῆκαι ἀκριβοῦς.....	42
	Συνθῆκαι εὐαισθησίας.....	44
	Περὶ διπλῆς σταθμῆσεως...	46
	Ὑδροστατικὸς ζυγός.....	"
	Σχέσις μεταξύ της ἐντάσεως της βαρύτητος, της μάζης καὶ τοῦ βάρους σώματός τινος.....	47
	Ποκνότης.....	48
	Εἰδικὸν βάρος.....	"

BIBLION ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΠΕΡΙ ΥΓΡΩΝ

Σελ.		Σελ.
	Ὅρισμός της ὑδροστατικῆς, Πίεσις.....	51
	Γενικὴ της ὑδροστατικῆς ἀρχή.	"
	Ἴσορροπία των βαρέων ὑγρῶν.	52
	Πίεσις ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου πυθ- μένου ἀγγείου τινός.....	53
	Πειραματικὴ των ἀνωτέρω ἀπό- δειξις.....	55
	Πίεσις ἐπὶ των παρεῶν τοῦ ἀγγείου.....	56
	Πειραματικὴ ἀπόδειξις.....	58
	Ὑδραυλικὸς στρόβιλος.....	59
	Πίεσις ἐκ των κάτω πρὸς τὰ ἄνω	60
	Κάδος τοῦ Πασκάλ.....	61
	Πίεσις ἐπὶ της ἐξωτερικῆς ἐπι- φανείας των ἐμβεβαπτισμέ- νων σωμάτων.....	"
	Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.....	62
	Πειραματικὴ της ἀρχῆς τοῦ Ἀρ- χιμήδους ἀπόδειξις.....	63
	Πρόβλημα τοῦ Ἱέρωνος.....	64
	Ἀντώσεις.....	65
	Κολυμβητής.....	66
	Συνθῆκαι ἰσορροπίας των ἐπι- κειμένων ὑγρῶν.....	67
	Ἴσορροπία των ὑγρῶν, των εἰς συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα πε- ριεχομένων.....	68
	Ὑδραυλικὸν πιεστήριον....	70
	Ὑδροστάτης.....	72
	Ἀρτεσιανὰ φρέατα.....	74
	Εἰδικὸν βάρος.....	75
	Εἰδικὰ βάρη των στερεῶν...	76
	Εἰδικὰ βάρη των ὑγρῶν.....	78
	Σώματα διαλυτὰ ἐν τῷ ὕδατι	80
	Θερμοκρασία των σωμάτων ἐν τῇ ἀναζητήσῃ τοῦ εἰδικοῦ αὐτῶν βάρους.....	"

ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελ.		Σελ.
Ἀραιόμετρα σταθεροῦ βάρους.	81	Νόμοι τῆς ἀνυψώσεως τῶν	
Ἀραιόμετρα τοῦ Μπωμέ.....	82	ὑγρῶν ἐντὸς τῶν τριχοειδῶν	
Πνευματοζύγιον ἐκατόμβαθμον		σωλήνων.....	86
τοῦ Γαίλουσάκ.....	83	Νόμοι τῆς καταπτώσεως τῶν	
Τριχοειδῆ φαινόμενα.....	84	ὑγρῶν ἐντὸς τῶν τριχοει-	
Αἰτία τῶν τριχοειδῶν φαινο-		δῶν σωλήνων.....	»
μένων.....	85	Διάφορα φαινόμενα ἐξηγούμε-	
		να διὰ τοῦ τριχοειδοῦς...	87

BIBAIION TPITON

ΠΕΡΙ ΑΕΡΙΩΝ

	Σελ.		Σελ.
Ἐλαστικὴ τῶν αέριων δύναμις.	88	Μανόμετρα.....	101
Ἐπέκτασις τῶν ἀρχῶν τῆς ὑδρο-		Μανομετρον ἀνοικτόν.....	»
στατικῆς ἐπὶ τῶν αέριων ..	»	Μανόμετρον κλειστόν.....	103
Ὁ ἀήρ καὶ τὰ λοιπὰ αέρια ἔ-		Μανόμετρον μεταλλικόν τοῦ	
χουσι βάρος.....	»	Βουρδῶνος.....	104
Συνθῆκη ἰσορροπίας τῶν ἐχόν-		Ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ὑπάρ-	
των βάρους αέριων.....	89	χουσα καὶ διὰ τὰ αέρια..	105
Πίεσις παραγομένη ὑπὸ τῶν		Συνέπειαι τῶν ἀνωτέρω.....	106
αέριων ἕνεκα τοῦ ἰδίου αὐ-		Μογκολφιέριοι σφαῖραι, αερό-	
τῶν βάρους.....	»	στατα.....	107
Ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, πείραμα		Διάφορα εἶδη ὑδραντλίων, συ-	
τοῦ Τορικήλλη.....	90	στατικά μέρη αὐτῶν.....	111
Μέτρον τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πιέ-		Ἀναρρόφητικὴ ὑδραντλία...	113
σεως.....	91	Καταθληπτικὴ ὑδραντλία....	114
Βαρόμετρα.....	92	Μικτὴ ὑδραντλία. Πυροσβεστι-	
Διάφορα εἶδη βαρομέτρων. Βα-		κὴ ὑδραντλία.....	116
ρόμετρον κοινόν.....	63	Πνευματικὴ ἀντλία.....	118
Βαρόμετρον τοῦ Φορτέν.....	94	Καταθληπτικὴ μηχανὴ.....	123
Βαρόμετρον σιφωνοειδές τοῦ		Σίφων.....	125
Γαίλουσάκ.....	97	Ἀποτελέσματα τῆς ἀτμοσφαι-	
Νόμος τοῦ Μαριόττου. Πειρα-		ρικῆς πίεσεως. Διαρρήγνου-	
ματικὴ τοῦ νόμου τοῦ Μα-		μένη μεμβράνη.....	126
ριόττου ἀποδείξεις.....	98	Ἡμισφαίρια Μαγδεμούργου,	127

BIBAIION TETARTON

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

	Σελ.		Σελ.
Θερμότης.....	130	Κατασκευὴ τοῦ ὑδραργυρικοῦ	
Κυβικὴ καὶ γραμμικὴ διαστολή.	»	θερμομέτρου.....	133
Περὶ τῶν τῆς ἐνεργείας τῆς		Βαθμολογία τοῦ θερμομέτρου.	135
θερμότητος τρόπων.....	131	Προσδιορισμός τῶν δύο σταθε-	
Αἰσθητὴ καὶ λανθάνουσα θερ-		ρῶν σημείων.....	136
μότης.....	»	Κατασκευὴ τῆς θερμομετρικῆς	
Θερμοκρασία. Θερμόμετρον ..	132	κλίμαχος.....	138

Ἀκριβὲς θερμομέτρον.....	139	Ἐπὶ ῥοία τῆς ἐξωτερικῆς πίε- σεως.....	173
Συνθῆκαι εὐαισθησίας τοῦ θερ- μέτρου.....	»	Ἐπὶ ῥοία τῶν ἐν τῇ ὑγρῇ δια- λελυμένων ἀερίων.....	176
Σύγκρισις τῶν διαφόρων θερμο- μετρικῶν κλιμάκων.....	140	Ἐπὶ ῥοία τῆς φύσεως καὶ κα- ταστάσεως τῶν παρειῶν...	177
Ὅρια τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμο- μέτρου.....	»	Ἐπὶ ῥοία τῶν διαλελυμένων ἐν τῇ ὑγρῇ οὐσίῳν.....	»
Οἰοπνευματικὸν θερμομέτρον.	141	Προσδιορισμὸς τῆς θερμοκρα- σίας τοῦ βρασμοῦ τῶν ὑγρῶν	178
Διαφορικὸν θερμομέτρον τοῦ Λελῆ.....	142	Ἐξάτμισις.....	»
Πυρόμετρα.....	143	Αἰτίαι ἐπιταχύνουσαι τὴν ἐ- ξάτμισιν τῶν ὑγρῶν.....	179
Συντελεσται γραμμικῆς καὶ κυ- δικῆς διαστολῆς.....	144	Ψυχὸς παραγόμενον διὰ τῆς ἐξάτμισεως.....	180
Εὗρεσις τῶν συντελεστῶν τῶν γραμμικῶν διαστολῶν τῶν στερεῶν.....	145	Ὑγροποίησις ἢ συμπύκνωσις τῶν ἀτμῶν.....	181
Φαινόμενη καὶ ἀπόλυτος δια- στολή τῶν ὑγρῶν.....	147	Ὑγροποίησις ἢ συμπύκνωσις τῶν ἀερίων.....	182
Θερμοκρασία τοῦ μεγίστου τῆς πυκνότητος τοῦ ὕδατος....	148	Ἀπόσταξις.....	183
Συντελεσται τῆς διαστολῆς τῶν ἀερίων.....	150	Ὑγρομετρία.....	185
Εἰδικὰ βάρη τῶν ἀερίων.....	»	Ὑγρομετρικὴ κατάστασις...	»
Ἐπιδιορθώσεις ἐπὶ τῶν γραμ- μικῶν καταμετρήσεων.....	151	Ὑγρόμετρα.....	186
Ἀμετάβλητα τὸ μήκος ἐκκρεμῆ. Δύναμις τῆς διαστολῆς τῶν στε- ρεῶν.....	152	Ὑγρόμετρον τοῦ Σωσσὺρ....	»
Διάφορα φαινόμενα.....	153	Ὑγρόμετρον τοῦ Δανιήλ....	188
Τῆξις καὶ πήξις.....	156	Θερμαγωγόν.....	190
Νόμοι τῆς τήξεως.....	157	Εὐθερμαγωγὰ καὶ δυσθερμα- γωγὰ σώματα.....	191
Νόμοι τῆς πήξεως.....	158	Ἐφαρμογαί.....	192
Αἰτίαι ἐπιβραδύνουσαι τὴν πή- ξιν τῶν ὑγρῶν.....	159	Θερμαγωγόν τῶν ὑγρῶν....	194
Διάλυσις.....	160	Μετάδοσις τῆς θερμότητος ἐν- τός τῆς μάξης τῶν ὑγρῶν.	195
Ψυκτικὰ μίγματα.....	161	Θερμαγωγόν τῶν ἀερίων....	»
Κρυστάλλωσις.....	162	Ἐφαρμογαί.....	196
Ἀτμοί.....	164	Ἀκτινοδόλος θερμότητος.....	197
Τρόποι παραγωγῆς τῶν ἀτμῶν.	»	Ἡ θερμότης διαδίδεται διὰ τοῦ κενοῦ.....	»
Τάσις ἀτμοῦ.....	»	Ἡ θερμότης διαδίδεται καθ' ὅ- λας τὰς διευθύνσεις καὶ κατ' εὐθεταν γραμμὴν.....	198
Τὰ ὑγρά μετατρέπονται ἀμέ- σως ἐν τῇ κενῇ εἰς ἀτμούς.	163	Νόμος τῆς ψύξεως τῶν σωμα- τιῶν.....	199
Ἀτμοὶ κεκορεσμένοι καὶ μὴ.. Ἰδιότητες τῶν κεκορεσμένων καὶ μὴ ἀτμῶν.....	166	Συνέπειαι τοῦ προηγουμένου νόμου τοῦ Νεύτωνος.....	200
Τάσεις τῶν κεκορεσμένων ἀτ- μῶν εἰς διαφόρους θερμο- κρασίας.....	168	Νόμος τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων.....	»
Τάσεις τῶν ἀτμῶν ἐντός τῶν συγκοινωνούντων καὶ διαφό- ρου θερμοκρασίας ἀγγείων..	171	Νόμοι τῆς ἀντανάκλασεως τῆς θερμότητος.....	202
Τάσεις τῶν μετ' ἀερίων ἀναμε- μιγμένων ἀτμῶν.....	»	Διακεχυμένη θερμότης.....	»
Νόμοι τοῦ βρασμοῦ.....	172	Κοτλα σφαιρικά κάτοπτρα ..	203
		Συζυγῆ κάτοπτρα.....	204
		Φαινόμενη τοῦ ψύχους ἀντα- νάκλασις.....	205
		Διάφοροι ὡς πρὸς τὴν ἀκτινο-	

ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

07.

Σελ.	Σελ.
Θόλον θερμότητα τῶν σωμά- των ιδιότητες 206	Διάθερμοι τῶν σωμάτων δυ- νάμεις 210
Ἀφαιρτικαὶ τῶν σωμάτων δυνά- μεις 207	Ἐφαρμογαί 212
Ἀπορρόφητικαὶ τῶν σωμάτων δυνάμεις 208	Εἰδικὴ θερμότης τῶν σωμάτων Εὗρεσις τῶν εἰδικῶν θερμότη- των τῶν στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων 214
Ἀντανακλαστικαὶ τῶν σωμά- των δυνάμεις 209	Μέθοδος τῶν μιγμάτων 215
Διαχυτικαὶ τῶν σωμάτων δυ- νάμεις 210	Περὶ τῶν συστημάτων τῆς ἐκ- πομπῆς καὶ τῶν κυμάνσεων 217

BIBAIION ΠΕΜΠΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Σελ.	Σελ.
Γενικὰ φαινόμενα 219	Πάχος τοῦ ἡλεκτρικοῦ στρώ- ματος 235
Εὐηλεκτραγωγὰ καὶ δυσηλεκ- τραγωγὰ σώματα 220	Ἰδιότητες τῶν ἀκίδων καὶ κό- ψεων 236
Πάντα τὰ σώματα ἡλεκτρίζον- ται διὰ τῆς τριβῆς 221	Αἰτίαι τῆς ἀπωλείας τοῦ ἡλεκ- τρισμοῦ 237
Ἡλεκτρικὸν ἔκκρεμές 222	Ἡλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Ῥάμ- σέν 238
Διάκρισις δύο εἰδῶν ἡλεκτρισμοῦ Συμπαράγωγὴ καὶ τῶν δύο ἡ- λεκτρισμῶν 224	Ἡλεκτροφόρον 240
Ἡλεκτρικαὶ θεωρίαι τοῦ φραγ- κλίνου καὶ Σύμμερ 225	Ἡλεκτρικὸς σπινθὴρ 242
Ἀποσύνθεσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ὅτι ἐπιδράσεως 226	Ἡλεκτρικὴ κωδωνοκρουσία .. Πείραμα τῆς χαλάζης 244
Ὅριον τῆς ὁτι ἐπιδράσεως ἡλεκ- τρίσεως 229	Θεωρία τῶν συμπυκνωτῶν .. » 247
Ἐξήγησις τῶν ἑλξεων καὶ ἀπώ- σεων τῶν ἡλεκτρισμένων σω- μάτων »	Βραδεῖα καὶ ἀκαριαία ἐκκένω- σις τοῦ συμπυκνωτοῦ 248
Ἡλεκτροσκόπιον ἐκ φύλλων χρυσοῦ 231	Λουγδουνικὴ λάχνηος 248
Ἡλεκτρόμετρον τοῦ Ἀνλεη... 233	Λάχνηος κινητοῦς ἔχουσα ὁ- πλισμούς 250
Νόμοι τῶν ἡλεκτρικῶν ἑλξεων καὶ ἀπώσεων »	Ἡλεκτρικαὶ συστοιχίαι 251
Ὁ ἡλεκτρισμὸς μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἡλεκτραγω- γῶν σωμάτων ἐπισωρεύεται. 234	Συμπυκνωτικὸν ἡλεκτροσκό- πιον τοῦ Βόλτα 252
	Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα .. 253
	Φωτεινὰ ἀποτελέσματα 254
	Θερμαντικὰ ἀποτελέσματα .. 255
	Μηχανικὰ ἀποτελέσματα ... »
	Χημικὰ ἀποτελέσματα 256

BIBAIION ΕΚΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Σελ.	Σελ.
Δυναμικὸς ἡλεκτρισμὸς 257	Ἡλεκτρικὸν ῥεύμα, ῥεύματα- γωγοί, ζεύγος 257
Παράγωγὴ τοῦ δυναμικοῦ ἡλεκ- τρισμοῦ »	Ἡλεκτρικὴ στήλη 259

	Σελ.		Σελ.
Θεωρία τῆς ηλεκτρικῆς στήλης.	260	Θερμαντικὰ ἀποτελέσματα ..	272
Ἑντασις τῆς στήλης	261	Φωτεινὰ ἀποτελέσματα, Βολτα- ϊκὸν τόξον, ηλεκτρικὸν φῶς.	273
Βολταϊκὴ στήλη	"	Μηχανικὰ ἀποτελέσματα	276
Σκαφοειδὴς στήλη	263	Χημικὰ ἀποτελέσματα	"
Στήλη τοῦ Βολλαστῶνος	264	Ἀποσύνθεσις τῶν δυαδικῶν ἐν γένει συνθέσεων	278
Μέσα ἐλαττώσεως τῶν ἀτελειῶν τῶν περιγραφεισῶν στηλῶν.	263	Ἀποσύνθεσις τῶν ὀξυγονοῦχων ἀλάτων	"
Στήλη τοῦ Δανιήλ	266	Δευτερεύοντα ἀποτελέσματα τῶν ηλεκτρικῶν ρευμάτων	"
Στήλη τοῦ Μπουνσεν	268	Γαλβανοπλαστική	279
Ἱστορικὸν τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ δυναμικοῦ ηλεκτρισμοῦ	"		
Φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα ..	270		

BIBLION EBΔOMON

ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

	Σελ.		Σελ.
Φυσικοὶ καὶ τεχνητοὶ μαγνήται	282	τῆς Γῆς εἶναι μόνον διευθυ- νόμενοι	295
Πόλοι καὶ οὐδετέρα γραμμὴ τῶν μαγνητῶν	283	Ἀδιάφοροι μαγνητικαὶ βελόναι	297
Ὁμώνυμοι καὶ ἐτερόνυμοι πόλοι	284	Ἀποκλιτικὴ πυξίς	298
Τὰ μαγνητικὰ σώματα μαγνη- τίζονται δι' ἐπιδράσεως	285	Ἀναστροφή τῆς μαγνητικῆς βε- λόνης	299
Θεωρία τοῦ μαγνητισμοῦ	286	Ναυτικὴ πυξίς	300
Μαγνητικὰ τῶν μαγνητῶν στοι- χεῖα	287	Ἑγκλιτικὴ πυξίς	302
Συντηρητικὴ δύναμις	288	Τρόποι μαγνητίσεως τοῦ βε- βαμμένου χάλυβος	303
Μαγνητικὴ βελόνη. Ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης	289	Μέθοδος τῆς ἀπλῆς προστρίψεως	"
Μεταβολαὶ τῆς ἀποκλίσεως	290	Μέθοδος τῆς χωριστῆς προσ- τρίψεως	304
Ἑγκλισις τῆς μαγνητικῆς βε- λόνης	292	Μέθοδος τῆς διπλῆς προστρί- ψεως	305
Μεταβολαὶ τῆς ἐγκλίσεως	293	Μαγνήταις μέχρι κόρου	307
Ἡ Γῆ ἐνεργεῖ ὡς μαγνήτης	"	Τρόποι παραγωγῆς διαμέσων σημείων	"
Βόριοι καὶ νότιοι τῶν μαγνη- τῶν πόλοι	295	Ἐπλισμοί	"
Ἡ ἐπὶ τῶν μαγνητῶν ἐνέργεια		Μαγνητικαὶ δέσμαι	309

BIBLION OGΔOON

ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

	Σελ.		Σελ.
Ἡλεκτρομαγνητικὰ καὶ ηλεκ- τροδυναμικὰ φαινόμενα	311	Πολλαπλασιασμοὶ τοῦ Schweig- ger	314
Πειράματα τοῦ Ørsted	"	Γελλιοποίησις τοῦ Νόππλη	316
Νόμοι τοῦ Ἀμπέρ καὶ Λαπλάς.	312	Γαλβανόμετρον	317
Ἐνέργεια τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τῶν ηλεκτρικῶν ρευμάτων ..	313	Νόμοι τῆς ἐπ' ἀλλήλων ἐνεργείας τῶν παραλλήλων ρευμάτων.	319

ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ια'.

Σελ.		Σελ.
	Νόμοι τῶν διασταυρουμένων	τοῦ Ἀμπέρ 327
	ρεύμάτων 320	Μαγνήτισις διὰ τῶν ρευμάτων. 329
	Νόμος τῶν ἐλικοειδῶν ρευμάτων 322	Τελειοποιήσις τοῦ ἀνωτέρω τῆς
	Ἐνέργεια τῆς Γῆς ἐπὶ τῶν ρευ- ματῶν 323	μαγνητίσεως τρόπου. "
	Σωληνοειδῆ 325	Ἠλεκτρομαγνηταί 330
	Τὰ σωληνοειδῆ ἔχουσιν πάσας τὰς ιδιότητας τῶν μαγνητῶν 326	Ἱστορικόν 332
	Νέα περὶ μαγνητισμοῦ θεωρία	Συστατικὰ τῶν ἡλεκτρικῶν τη- λεγράφων μέρη 333
		Τηλέγραφος τοῦ Μόρς 334

BIBAION ENNATON

ΠΕΡΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

Σελ.		Σελ.
	Ὅρισμός τῆς ἀκουστικῆς 339	Διαστήματα τῶν ψθόγγων τῆς κλίμακος 360
	Πᾶν ἡχοῦν σῶμα πάλλεται "	Τόνοι καὶ ἡμιτόνια 361
	Ὁ ἥχος δὲν διαδίδεται διὰ τοῦ κενοῦ, ἀλλὰ διὰ τῶν ἐλαστικῶν σωμάτων 341	Διέσεις καὶ ὑφέσεις 362
	Ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἡχοῦ ἐν τῇ ἀέρι, ὕδατι καὶ ἐν τῇ χυτῇ σιδήρῳ 342	Συμφωνία καὶ διαφωνία 363
	Τρόπος τῆς διαδόσεως τοῦ ἡχοῦ ἐν τῇ ἀέρι 344	Τελεία συμφωνία, Ἀρμονικοί, Διαπασῶν 364
	Σχέσεις μεταξὺ τῆς ταχύτητος τοῦ ἡχοῦ καὶ τοῦ μήκους τοῦ ἡχητικοῦ κύματος 348	Ἠχητικοὶ σωλήνες, Σωλήνες ἔχοντες στόμα 365
	Διακριτικοὶ τοῦ ἡχοῦ χαρακτη- ρες 349	Σωλήνες ἔχοντες γλῶσσαν 366
	Διαφορὰ μεταξὺ ἡχοῦ καὶ κρό- του ἢ ψόφου 351	Δεσμοὶ καὶ κοιλίαι τῶν ἡχητι- κῶν σωλήνων 368
	Παλμόμετρα "	Ἐγκάρσιοι καὶ κατὰ μήκος παλ- μικοὶ τῶν ἐλαστικῶν σωμά- των κινήσεις 369
	Σειρὴν 352	Νόμοι τῶν ἐγκαρσίων παλμῶν τῶν χορδῶν "
	Ὅριον τῶν αἰσθητῶν ἡχων 355	Πειραματικὴ τῶν ἀνωτέρω νό- μων ἀποδείξις, ἡχόμετρον 370
	Ἀντανάκλασις τοῦ ἡχοῦ "	Δεσμοὶ καὶ κοιλίαι τῶν παλλο- μένων χορδῶν 371
	Ἠχὼ καὶ ἀντήχησις 356	Κατὰ μήκος παλμοὶ τῶν χορδῶν 372
	Τηλέφωνον 357	Περιγραφὴ τοῦ ὠτός 373
	Ἀκουστικὸν κέρας 358	Περὶ τοῦ πῶς ἀκούομεν 375
	Μουσικὰ διαστήματα "	Ἐνέργειαι τῶν διαφορῶν με- ρῶν τοῦ ὠτός "
	Μουσικὴ κλίμαξ 359	

BIBAION ΔΕΚΑΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΟΠΤΙΚΗΣ

Σελ.		Σελ.
	Φῶς, ὀπτική, Ὑποθέσεις περὶ τῆς φύσεως τοῦ φωτός 378	Τὸ φῶς διαδίδεται κατ' εὐθεΐαν γραμμὴν 379
	Ὀπτικὴ τῶν σωμάτων διαίρεσις 379	Σκιά, ὑποσκίασμα "

	Σελ.		Σελ.
Σκοτεινός θάλαμος	382	φωτεινῶν ἀκτίνων	421
Ταχύτης τοῦ φωτός	383	Φακοὶ σφαιρικοὶ	423
Φωτόμετρα	385	Ἐστίαὶ τῶν συγκεντρωτικῶν	
Φωτόμετρον τοῦ Ῥουμφορ ...	»	φακῶν	425
Νόμοι τῆς ἀντανάκλασεως τοῦ		Ὀπτικόν κέντρον τῶν φακῶν ..	428
φωτός	»	Δευτερεύοντες ἄξονες, καὶ συζυ-	
Πειραματικὴ τῶν ἀνωτέρω νό-		γεῖς ἐπ' αὐτῶν ἐστίαὶ	429
μων ἀπόδειξις	»	Εἰδῶλα τῶν ἀπέναντι τῶν συγ-	
Ἀκανόνιστος ἀντανάκλασις ἢ		κεντρωτικῶν φακῶν τιθεμέ-	
διάχυσις τοῦ φωτός	388	νων ἀντικειμένων	430
Κάτοπτρα	389	Πειραματικὴ τῶν ἀνωτέρω ἐξα-	
Σχηματισμὸς τῶν εἰδῶλων ἐν		γομένων ἀποδείξις	433
τοῖς ἐπιπέδοις κατόπτροις ..	»	Ἐστίαὶ τῶν ἀποκεντρωτικῶν	
Εἰδῶλα κατ' ἔμφασιν καὶ καθ'		φακῶν	434
ὕψοστασιν	391	Εἰδῶλα τῶν ἀπέναντι τῶν ἀπο-	
Πολλαπλᾶ κάτοπτρα	»	κεντρωτικῶν φακῶν τιθεμέ-	
Παράλληλα κάτοπτρα	392	νων ἀντικειμένων	436
Κεκλιμένα κάτοπτρα	394	Διασκεδασμὸς τοῦ φωτός, ἡλια-	
Κασσιτερωμένα κάτοπτρα ...	396	κὸν φάσμα	»
Σφαιρικὰ κάτοπτρα	397	Τὰ χρώματα τοῦ φάσματος εἶ-	
Ἐστίαὶ τῶν κοίλων σφαιρικῶν		ναὶ ἀπλᾶ. Τὰ χρώματα τοῦ	
κατόπτρων	398	φάσματος, εἶναι ἀνίσως δια-	
Ἐστίαὶ τῶν κυρτῶν σφαιρικῶν		θλαστά	438
κατόπτρων	402	Ἡ τῶν διαφόρων τοῦ φάσμα-	
Εἰδῶλα τῶν ἀπέναντι τῶν κοί-		τος χρωμάτων ἔννοσις ἀνα-	
λων κατόπτρων τιθεμένων ἀν-		παράγει τὸ λευκὸν φῶς ...	439
τικειμένων	404	Θεωρίαι τοῦ Νεύτωνος	441
Πειραματικὴ τῶν ἀνωτέρω ἐξα-		Συμπληρωτικὰ χρώματα	442
γομένων ἀποδείξις	409	Διάφοροι τῶν ἀκτίνων τοῦ ἡλι-	
Εἰδῶλα τῶν ἀπέναντι τῶν κυρ-		ακοῦ φάσματος ιδιότητες ..	443
τῶν κατόπτρων τιθεμένων		Ῥαδδώσεις τοῦ φάσματος ...	444
ἀντικειμένων	410	Περιγραφὴ τοῦ ἀνθρωπίνου ὀ-	
Ἐφαρμογαὶ τινες τῶν κατόπ-		φθαλμοῦ	445
τῶν	411	Περὶ τοῦ πῦρ ὁρώμεν	448
Διάθλασις	»	Περὶ εὐκρινούς ὁράσεως	449
Νόμοι τῆς διαθλάσεως	412	Ὀπτικὰ ὄργανα. Μικροσκόπιον	
Πειραματικὴ τῶν ἀνωτέρω νό-		ἀπλῶν ἢ φακός	450
μων ἀπόδειξις	413	Μέτρησις τῆς παραγομένης ὑπὸ	
Δείκτης διαθλάσεως	415	τοῦ φακοῦ μεγεθύνσεως ...	451
Ἀποτελέσματα τῆς διαθλάσεως		Μικροσκόπιον τοῦ Raspail ...	»
Ὀρική γωνία, ὀλικὴ ἀντανά-		Σύνθετον μικροσκόπιον	453
κλασις	418	Ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ..	454
Διάθλασις τῶν διὰ τῶν παραλ-		Τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων ..	456
λήλων ἐδρῶν διαφανοῦς τινος		Τηλεσκόπιον τοῦ Γαλιλαίου ..	457
σώματος διερχομένων φωτει-		Τηλεσκόπιον τοῦ Νεύτωνος ..	458
νῶν ἀκτίνων	419	Τηλεσκόπιον τοῦ Ἑρχελ ...	459
Πρίσματα	421	Σκοτεινοὶ θάλαμοι πρὸς ἰχνο-	
Ἀποτελέσματα τῆς ὑπὸ τῶν		γράφησιν	460
πρίσμάτων διαθλάσεως τῶν			



ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑΙ ΤΙΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΚΑΘ' ΕΑΥΤΗΝ ΘΕΩΡΟΥΜΕΝΗΣ

I. ΚΙΝΗΣΙΣ. — Ὅταν σῶμά τι λαμβάνη κατὰ συνέχειαν διαφόρους ἐν τῷ διαστήματι θέσεις, τότε λέγεται ὅτι τὸ σῶμα εὐρίσκεται εἰς κίνησιν, ἢ ὅτι κινεῖται. Κίνησις δὲ καλεῖται ἡ κατάστασις τοῦ ἐν κινήσει εὐρισκομένου σώματος, ὅπερ καλεῖται ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει καὶ κινήσις.

II. ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΚΙΝΗΣΕΩΣ. — Τὸ ἐν κινήσει εὐρισκόμενον σῶμα, ἢ κάλλιον σημεῖον, δύναται νὰ διαγράφῃ ἢ εὐθεῖαν γραμμὴν ἢ καμπύλην· καὶ πάλιν, εἴτε εὐθεῖαν διαγράψῃ εἴτε καμπύλην, δυνατόν νὰ διαγράψῃ αὐτὴν ἢ ἰσοταχῶς ἢ ἀνισοταχῶς. Ὅστε διακρίνομεν 1^{ον} εὐθυγράμμους καὶ καμπυλογράφους κινήσεις, καὶ 2^{ον} ἰσοταχεῖς καὶ ἀνισοταχεῖς.

III. ΙΣΟΤΑΧΗΣ ΚΙΝΗΣΙΣ. — Ἡ κίνησις καλεῖται ἰσοταχής, ὅταν τὰ διανυόμενα διαστήματα ᾖναι ἀνάλογα τῶν χρόνων, ὅσον ἐλάχιστοι καὶ ἂν ὑποτεθῶσιν οὗτοι. Ἄν, παραδείγματος χάριν, σημείνῃ τι διέτρεξεν εἰς τι χρονικὸν διάστημα a τὴν ἀπόστασιν δ καὶ εἰς ἕτερον χρονικὸν διάστημα a' τὴν ἀπόστασιν δ' , ἡ κίνησις αὐτοῦ θέλει εἶναι ἰσοταχής, ὅταν ἔχωμεν πάντοτε, ὅποιοιδήποτε καὶ ἂν ὑποτεθῶσιν οἱ χρόνοι a καὶ a' , τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν

$$a : a' = \delta : \delta'.$$

IV. ΤΑΧΥΤΗΣ. — Ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει καλεῖται ταχύτης τὸ ὑπὸ τοῦ κινήτου ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου διανυόμενον διάστημα. Ἐὰν π.χ. ἐν τῇ ἀνωτέρῳ ἀναλογίᾳ ὑποθέσωμεν $a' = 1^{\lambda.π.}$ καὶ παραστήσωμεν διὰ τ τὸ ἀντιστοιχοῦν διάστημα δ' , αὕτη γίνεται

$$a : 1 = \delta : \tau, \quad \text{ἐξ ἧς πορίζομεθα} \quad \tau = \frac{\delta}{a}.$$

Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι, πρὸς εὐρεσιν τῆς ταχύτητος ἐν τῇ ἰσοταχεῖ κινήσει, ἀρκεῖ νὰ διαιρέσωμεν τὸ ὑπὸ τοῦ σημείου διανυθὲν διάστημα διὰ τοῦ χρόνου, καθ' ὃν τοῦτο διηνύθη.

Ἀντιστρόφως, ὅταν μᾶς δίδηται ἡ ταχύτης σημείου τινὸς καὶ ὁ χρόνος, καθ' ὃν τοῦτο ἐκινήθη ἰσοταχῶς, εὐρίσκομεν ἀμέσως τὸ διανυθὲν ἐν τῷ χρόνῳ τούτῳ διάστημα πολλαπλασιάζοντες τὴν ταχύτητα ἐπὶ τὸν δοθέντα χρόνον. Ἐὰν π. χ. μᾶς εἴπῃ τις ὅτι ἡ ταχύτης σώματος τινος εἶναι 100 μέτρα, τοῦ πρώτου λεπτοῦ λαμβανομένου ὡς μονάδος χρόνου, τὸ ὑπὸ τοῦ σώματος εἰς 10 πρῶτα λεπτά διανυθὲν διάστημα θέλει εἶναι $100 \text{ μέτρ.} \times 10$, ἤτοι 1000 μέτρα.

Συνήθως ὡς μονάδα τοῦ χρόνου λαμβάνουσι τὸ δευτερόλεπτον καὶ ὡς μονάδα τοῦ μήκους τὸ μέτρον.

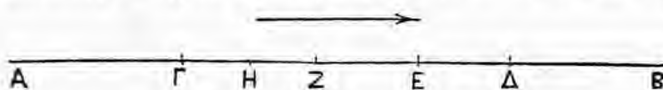
Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τ τὴν ἐν τινι ἰσοταχεῖ κινήσει ταχύτητα σώματος τινος, καὶ διὰ δ τὸ διανυθὲν εἰς τινα χρόνον χ διάστημα, θέλομεν ἔχει κατὰ τὰ ἀνωτέρω λεχθέντα τὴν ἰσότητα

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

Ἡ ἰσότης (1) καλεῖται τύπος τῆς ἰσοταχοῦς κινήσεως. Δι' αὐτοῦ εὐρίσκομεν μίαν τῶν τριῶν ποσοτήτων δ , τ , χ , ὅταν μᾶς δίδωνται αἱ τιμαὶ τῶν δύο ἄλλων. Πρὸς εὑρεσιν π. χ. τῆς ταχύτητος τ διαίρουμεν τὰ δύο αὐτῆς μέλη διὰ χ , καὶ ἔχομεν $\tau = \frac{\delta}{\chi}$, καὶ πρὸς εὑρεσιν τοῦ χρόνου χ διαίρουμεν τὰ δύο αὐτῆς μέλη διὰ τ , καὶ ἔχομεν $\chi = \frac{\delta}{\tau}$.

Αἱ ἰσοταχεῖς κινήσεις κατ' οὐδὲν ἄλλο διαφέρουσιν ἀλλήλων εἰμὴ μόνον κατὰ τὴν ταχύτητα αὐτῶν. Ἡ ταχύτης λοιπὸν εἶναι τὸ διακριτικὸν τῶν ἰσοταχῶν κινήσεων γνῶρισμα, ἀλλὰ μόνον καθόσον ἀφορᾷ εἰς τὰ διανυόμενα διαστήματα, οὐχὶ δὲ καὶ εἰς τὸ εἶδος τῶν διαγραφομένων ὑπὸ τῶν κινητῶν γραμμῶν.

V. ΑΝΙΣΟΤΑΧΕΙΣ ΚΙΝΗΣΕΙΣ. — Πᾶσα μὴ ἰσοταχὴς κίνησις καλεῖται ἀνισοταχὴς κίνησις. Ἐν τοιαύτῃ τινὶ κινήσει, ἐπειδὴ τὰ διανυόμενα διαστήματα δὲν εἶναι ἀνάλογα τῶν χρόνων, δὲν δυνάμεθα νὰ ὀρίσωμεν τὴν ταχύτητα τοῦ κινητοῦ ὅπως καὶ προηγουμένως. Πρὸς εὐκρινεστέραν δὲ κατὰληψιν τῆς ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἐννοίας τῆς ταχύτητος



Σχ. 1

ἃς ὑποθέσωμεν ὅτι κινητὸν τι διατρέχει τὴν γραμμὴν AB κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ ὑπερκειμένου βέλους (Σχ. 1), καὶ ὅτι εἰς τινα στιγμὴν χρόνου εὐρίσκεται εἰς τὸ σημεῖον Γ. Ἐὰν μετὰ τινα χρόνον χ τὸ κινητὸν φθάσῃ εἰς τὸ σημεῖον Δ, τὸ διανυθὲν διάστημα ἐν τῷ χρόνῳ χ θέλει εἶναι ΓΔ, τὸ δὲ πηλίκον $\frac{\Gamma\Delta}{\chi}$ θέλει παριστᾷ τὴν καλουμένην μέσην

ταχύτητα τοῦ κινητοῦ, τουτέστι τὴν ταχύτητα, ἣν ἔπρεπε νὰ ἔχῃ, ἵνα εἰς τὸν χρόνον χ διατρέξῃ ἰσοταχῶς κινούμενον τὸ αὐτὸ διάστημα ΓΔ. Ὡσαύτως, ἂν μετὰ χρόνον χ' τὸ κινητὸν ἔφθανεν εἰς τὸ Ε, τὸ μὲν διανυθὲν διάστημα θέλει εἶναι ΓΕ, τὸ δὲ πηλίκον $\frac{\Gamma\text{Ε}}{\chi}$ θέλει παριστᾶ τὴν μέσην ταχύτητα, τὴν ἀναφερομένην εἰς τὸν χρόνον χ' , τουτέστι τὴν ταχύτητα, ἣν ἔπρεπε νὰ ἔχῃ, ἵνα διατρέξῃ ἰσοταχῶς κινούμενον εἰς τὸν χρόνον χ' τὸ διάστημα ΓΕ. Ἐάν υποθέσωμεν τώρα ὅτι οἱ χρόνοι χ , χ' , κτλ. βαίνουσιν ἐλαττούμενοι ἐπ' ἄπειρον, τὰ διανυόμενα διαστήματα ΓΔ, ΓΕ, κτλ. θέλουσιν ἐπίσης βαίνειν ἐλαττούμενα ἐπ' ἄπειρον, τὰ δὲ πηλίκα $\frac{\Gamma\Delta}{\chi}$, $\frac{\Gamma\text{Ε}}{\chi}$, κτλ., τὰ παριστῶντα τὰς μέσας ταχύτητας τῶν κινητῶν, θέλουσιν τείνειν πρὸς τι ὄριον. Τὸ ὄριον τοῦτο καλεῖται ταχύτης τοῦ κινητοῦ καθ' ἣν στιγμὴν διέρχεται διὰ τοῦ σημείου Γ. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι ὁ ὁρισμὸς τῆς ταχύτητος ἐν τῇ ἀνισοταχεῖ κινήσει δὲν διαφέρει τοῦ ἐν τῇ ἰσοταχεῖ δοθέντος ὁρισμοῦ, εἰμὴ καθόσον ἐκεῖ μὲν ἡ ταχύτης τῶν κινητῶν εὐρίσκεται διαιρουμένου τοῦ ἐν τινι χρόνῳ διανυθέντος διαστήματος διὰ τοῦ χρόνου, καθ' ὃν τοῦτο διηνύθη, ἐνῶ, προκειμένου περὶ ἀνισοταχοῦς κινήσεως, πρὸς εὐρεσιν τῆς ἐν τινι στιγμῇ ταχύτητος τοῦ κινητοῦ πρέπει πάλιν νὰ διαιρέσωμεν τὸ ἐν τῇ στιγμῇ ταύτῃ διανυθὲν διάστημα διὰ τοῦ χρόνου, καθ' ὃν τοῦτο διηνύθη, ἀλλ' ἐνταῦθα ὁ χρόνος καὶ τὸ διανυθὲν διάστημα εἶναι ἀπείρως, οὕτως εἰπεῖν, μικρά.

VI. ΟΜΑΛΗ ΑΝΙΣΟΤΑΧΗΣ ΚΙΝΗΣΙΣ. — Ἡ ἀνισοταχὴς κίνησις καλεῖται ὁμαλὴ, ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ μεταβάλληται εἰς ὅποιαδήποτε ἴσα χρονικὰ διαστήματα κατ' ἴσας ποσότητας. Ὅταν αὕτη μεταβάλληται αὐξανομένη, τότε ἡ κίνησις καλεῖται ὁμαλῶς ἐπιταχυνομένη, ὅταν δὲ μεταβάλληται ἐλαττούμενη, τότε ἐνομαζέται ὁμαλῶς ἐπιβραδυνομένη. Ἀς υποθέσωμεν π. χ. ὅτι κινητὸν τι εἰς τινα στιγμὴν χρόνου ἔχει ὃ μέτρων ταχύτητα· ἂν μετὰ $1^{\delta.\lambda.}$ ἡ ταχύτης αὐτοῦ γείνη 7 μέτρα, ἥτοι αὐξήσῃ κατὰ 2 μέτρα, μετὰ $2^{\delta.\lambda.}$ γείνη 9 μέτρα, ἥτοι αὐξήσῃ πάλιν κατὰ 2 μέτρα, μετὰ $3^{\delta.\lambda.}$ γείνη 11 μέτρα κτλ., τότε ἡ κίνησις αὐτοῦ εἶναι ὁμαλὴ ἀνισοταχὴς καὶ ἐπιταχυνομένη. Ἄν τοῦναντίον ἡ ταχύτης του μετὰ $1^{\delta.\lambda.}$ ἐγένετο 3 μέτρα, ἥτοι ἐλαττοῦτο πάλιν κατὰ 2 μέτρα κτλ., τότε ἡ κίνησις αὐτοῦ ἦθελεν εἶναι πάλιν ὁμαλὴ ἀνισοταχὴς, ἀλλ' ἐπιβραδυνομένη.

Ἐπειδὴ ἐν τῇ ὁμαλῇ ἀνισοταχεῖ κινήσει ἡ ταχύτης αὐξάνει κατ' ἴσας ποσότητας εἰς ὅποιαδήποτε ἴσα χρονικὰ διαστήματα, ἂν παραστήσωμεν διὰ ϵ τὴν ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου αὐξάνειν τῆς ταχύτητος, διὰ τ τὴν ταχύτητα τοῦ κινητοῦ εἰς τινα στιγμὴν χρόνου χ , καὶ διὰ

α τὴν ταχύτητα, ἣν εἶχε τὸ κινητόν, ὅτε ἤρχισαμεν νὰ ὑπολογίζωμεν τὸν χρόνον, θέλωμεν ἔχει κατὰ τὰ προλεχθέντα τὴν ἐξῆς μεταξὺ τῶν τεσσάρων ποσοτήτων ϵ , τ , χ καὶ a σχέσιν

$$\tau = a + \epsilon \chi,$$

ἢ ἀπλῶς

$$\tau = \epsilon \chi \quad (2),$$

ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὑπολογίζομεν τὸν χρόνον ἀφ' ἧς στιγμῆς τὸ κινητόν ἤρξατο κινούμενον· διότι τότε προφανῶς τὸ a εἶναι μηδέν.

Ἡ ποσότης, ἡ παριστωμένη ἐν τῷ τύπῳ (2) διὰ ϵ , καλεῖται ἐπιτάχυνσις τῆς ὁμαλῆς ἀνισοταχοῦς κινήσεως. Ἐπιτάχυνσις λοιπὸν καλεῖται ἐν πάσῃ ὁμαλῇ ἀνισοταχεῖ κινήσει ἡ ποσότης, καθ' ἣν μεταβάλλεται ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου.

Διὰ τῆς ἐπιτάχυνσεως διακρίνονται ἀπ' ἀλλήλων αἱ ὁμαλαὶ ἀνισοταχεῖς κινήσεις, ὅπως διὰ τῆς ταχύτητος διακρίνονται αἱ ἰσοταχεῖς, ἀλλὰ μόνον καθόσον ἀφορᾷ εἰς τὰ διανυόμενα διαστήματα, οὐχὶ δὲ καὶ εἰς τὸ εἶδος τῶν διαγραφομένων γραμμῶν.

Ὅταν ὁ χρόνος χ ὑπολογίζεται ἀφ' ἧς στιγμῆς τὸ κινητόν ἤρχισε νὰ κινῆται, ἡ ἐπιτάχυνσις παρίσταται διὰ ϵ καὶ τὸ διανυθὲν ἐν τῷ χρόνῳ χ διάστημα διὰ δ , ἡ σχέσις, ἡ ὑπάρχουσα μεταξὺ τῶν ποσοτήτων χ , ϵ καὶ δ εἶναι ἡ ἐξῆς:

$$\delta = \frac{1}{2} \epsilon \chi^2 \quad (3).$$

Ὁ τύπος (3) ἀποδεικνύεται ἐν τῇ Μηχανικῇ καὶ δίδει μίαν τῶν τριῶν ποσοτήτων δ , ϵ , χ , ὅταν αἱ δύο ἄλλαι ὑποθεθῶσι γνωσταί. Ἐὰν ὑποθέσωμεν π. χ. ὅτι ἡ ἐπιτάχυνσις ϵ κινητοῦ τινος εἶναι 5 μέτρων καὶ ὅτι τοῦτο ἐκινήθη ἐπὶ 8 δευτερόλεπτα, τὸ ὑπ' αὐτοῦ διανυθὲν διάστημα δ θέλει εἶναι $\frac{1}{2} 5^{\mu} \cdot 8^2$, ἥτοι 160 μέτρα. Ἡ ταχύτης τοῦ κινητοῦ εἰς τὸ τέλος τῶν 8 δ.λ. προσδιορίζεται διὰ τοῦ τύπου (2) καὶ εὐρίσκεται ἴση μὲ 40 μέτρα.

VII. ΗΡΕΜΙΑ. — Ἡ μὲν κατάστασις σώματος μὴ κινουμένου καλεῖται ἡρεμία, τὸ δὲ σῶμα λέγεται τότε ὅτι εὐρίσκεται ἐν ἡρεμίᾳ. Διὰ τῆς λέξεως λοιπὸν ἡρεμία ἐννοοῦμεν τὴν ἀπόλυτον στέρησιν ὁποιασδήποτε κινήσεως ἐν τῷ διαστήματι. Τοιαύτης ἡρεμίας οὐδὲν σῶμα εὐμοιρεῖ, καὶ τούτου ἕνεκα ὠνομάσθη αὕτη ἀπόλυτος ἡρεμία πρὸς διάκρισιν τῆς συνήθως ὑφ' ἡμῶν παρατηρουμένης ἡρεμίας, ἥτις ὀνομάζεται σχετικὴ ἡρεμία. Τῷ ὄντι, πάντα τὰ ἐπὶ τῆς Γῆς σώματα, ἐὰν ἡρεμῶσιν ὡς πρὸς τὰ περικυκλοῦντα αὐτά, κινοῦνται ὅμως μετὰ τῆς Γῆς ἐν τῷ διαστή-

ματι, συμμετέχουσι δηλ. τῆς περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς περιστροφικῆς κινήσεως, τῆς περὶ τὸν ἥλιον, καὶ μεθ' ὅλου τοῦ πλανητικοῦ συστήματος τῆς ἐν τῷ ἀπείρῳ διαστήματι, ἥτις παρατηρήθη μὲν πρὸ πολλοῦ, ἀλλὰ δὲν ὠρίσθη εἰσέτι ἀκριβῶς ὑπὸ τῶν Ἀστρονόμων.

Ὅταν παρατηρῶμεν σῶμά τι ἐν κινήσει, ἐπειδὴ καὶ ἡμεῖς αὐτοὶ κινούμεθα, ἡ τοῦ σώματος κίνησις, ὅπως παρατηρεῖται ὑφ' ἡμῶν, εἶναι σχετικὴ πρὸς ἡμᾶς. Λοιπὸν πᾶσα ὑφ' ἡμῶν παρατηρουμένη κίνησις εἶναι σχετικὴ· ἀλλὰ δὲν δυνάμεθα νὰ εἰπώμεν, ὡς προκειμένου καὶ περὶ ἡρεμίας, ὅτι δὲν ὑπάρχει ἀπόλυτος κίνησις. Τοῦναντίον, πᾶσα κίνησις ἐν τῷ διαστήματι εἶναι ἀπόλυτος, ἀλλ' αὕτη δὲν δύναται νὰ παρατηρηθῇ ὡς τοιαύτη ὑπ' οὐδενός, διότι οὐδὲν σῶμα ὑπάρχει ἀπολύτου ἀπολαύον ἡρεμίας.

Ἐπειδὴ ἀπόλυτος ἡρεμία δὲν ὑπάρχει καὶ ἐπομένως ἡ ἀπόλυτος κίνησις δὲν δύναται νὰ παρατηρηθῇ, ὅταν λέγωμεν ἐν τοῖς ἐπομένοις ὅτι σῶμά τι εὐρίσκεται ἐν ἡρεμίᾳ, θέλομεν ἐννοεῖ τὴν ὡς πρὸς τὴν Γῆν ἀπόλυτον ἡρεμίαν τοῦ σώματος, τουτέστιν ὅτι τὸ σῶμα διατηρεῖ τὴν αὐτὴν θέσιν ὡς πρὸς τὰ περικυκλῶντα αὐτὸ σῶματα, ἅτινα θεωροῦμεν ὡς ἀποτελοῦντα ἐν ὅλῳ μετὰ τῆς Γῆς. Ὁσαύτως θέλομεν ὀνομάζει ἀπόλυτον κίνησιν σώματος τινος τὴν ὡς πρὸς τὰ περικυκλῶντα αὐτὸ σῶματα κίνησιν αὐτοῦ, τῶν περικυκλῶντων σωμάτων θεωρουμένων ὡς ἀποτελούντων ἐν ὅλῳ μετὰ τῆς Γῆς.

ΠΕΡΙ ΑΔΡΑΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΩΝ

VIII. ΑΔΡΑΝΕΙΑ. — Πᾶρ σῶμα εὐρισκόμενον ἐν ἡρεμίᾳ δὲν δύναται νὰ τεθῇ ἀγ' ἑαυτοῦ εἰς κίνησιν.

Πᾶρ σῶμα εὐρισκόμενον ἐν κινήσει δὲν δύναται νὰ μεταβάλλῃ τὴν τῆς κινήσεως αὐτοῦ κατάστασιν.

Αἱ δύο αὗται προτάσεις, αἷς ἐξήγαγον ἐκ τῆς μετ' ἐπιστάσεως παρατηρήσεως ὅλων τῶν περὶ ἡμᾶς παρaxyομένων κινήσεων, ἀποτελοῦσι τὰς ἀρχὰς τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης. Ἡ μὲν πρώτη τούτων ἐκφράζει ὅτι, ὅταν σῶμά τι ἡρεμῇ, θέλει εὐρίσκεται διαρκῶς ἐν ἡρεμίᾳ ἐκτὸς ἐὰν ἄλλη τις αἰτία ἐξωτερικὴ ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ· ἡ δὲ δευτέρα ὅτι, ὅταν σῶμά τι κινῆται, δὲν δύναται νὰ μεταβάλλῃ οὔτε τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεώς του οὔτε τὴν ταχύτητά του, εἰμὴ ὅταν ἄλλη τις ἐξωτερικὴ αἰτία ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ. Ὅταν λοιπὸν λέγωμεν ὅτι ἡ ὕλη εἶναι ἀδρανής, οὐδόλως ἐννοοῦμεν ὅτι αὕτη εἶναι ἀνίκανος νὰ παραγάγῃ τι, ὅτι στρεφῆται πάσης ἐνεργείας, ἀλλ' ὅτι μέρος τι ὕλης, ὅσον σμικρὸν ἢ μέγα καὶ ἂν

ὑποτεθῇ, δὲν δύναται νὰ μεταβάλλῃ τὴν *ἐαυτοῦ* κατάστασιν, δὲν δύναται π. χ. νὰ κινήθῃ, ἐὰν εὐρίσκηται ἐν ἡρεμίᾳ, ἀφ' *ἐαυτοῦ*, οὔτε δύναται, εὐρισκόμενον ἐν κινήσει, νὰ σταθῇ ἢ νὰ μεταβάλλῃ τὴν τῆς κινήσεως αὐτοῦ κατάστασιν ἀφ' *ἐαυτοῦ*. Ἀπ' ἐναντίας οὐδὲν παράγεται ἐν τῇ φύσει, οὐδεμία κίνησις γίνεται, ἄνευ τῆς ἀμέσου ἢ ἐμμέσου ἐνεργείας τῆς ὕλης, ἀλλ' ἡ μία ὕλη ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς ἐτέρας ὕλης, καὶ οὐχὶ αὐτὴ ἡ ὕλη ἐπ' αὐτῆς τῆς ἰδίας ὕλης, ὡς ἐν ὅλον θεωρουμένης. Ὅταν π. χ. ὁ μαγνήτης ἔλκῃ τὰ πλησίον αὐτοῦ κείμενα μορίδια τοῦ σιδήρου, παράγει κίνησιν, οὐχὶ ὅμως ἐφ' *ἐαυτοῦ*, ἀλλ' ἐπὶ σωμάτων ἐκτὸς αὐτοῦ κειμένων. Ὅταν ἀφήσωμεν σῶμά τι ἐλεύθερον, καταπίπτει ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, οὐχὶ ὅμως ἀφ' *ἐαυτοῦ*, ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἑλξεως τῆς Γῆς, τοῦ σώματος ἀποτελοῦντος ἐν ὅλον ἰδιαίτερον τῆς Γῆς.

Τῆς ιδιότητος τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης κάμνομεν πολλάκις καὶ ἡμεῖς αὐτοὶ νηπιόθεν χρῆσιν. Ὅταν θέλωμεν νὰ πηδήσωμεν τάφρον τινα ἀρκετὰ εὐρείαν, λαμβάνομεν *γοράν*, ἢ, ὡς συνήθως λέγουσι, *πέργομεν ὁρόμην*. Προτρέχοντες μετὰ ταχύτητος δίδομεν εἰς τὸ σῶμα ἡμῶν κινήσιν τινα, ἣν αὐτὸ ὡς ἀδρανὲς διατηρεῖ, καὶ προσθέτομεν τελευταῖον εἰς ταύτην, περὶ τὸ χεῖλος τῆς τάφρου εὐρισκόμενοι, τὴν ἰδιαίτεραν ἐνέργειαν τῶν μυόνων πρὸς ἐπίτευξιν τοῦ σκοποῦ. Ὅταν θέλωμεν νὰ ρίψωμεν διὰ τῆς χειρὸς ἢ διὰ τῆς σφενδόνης λίθον ἀρκετὰ μακράν, δὲν διατηροῦμεν τὸ σῶμα ἡμῶν ἀκίνητον, ἀλλὰ δίδομεν εἰς αὐτὸ βημάτων τινῶν βιαίαν κίνησιν, πρὸς ἣν προσθέτομεν τὴν ἰδιαίτεραν ἐνέργειαν τῆς χειρὸς, καὶ οὕτως ὁ λίθος βάλλεται εἰς πολὺ μεγαλειτέραν ἀπόστασιν. Ὅταν τρέχοντες ταχέως θέλωμεν νὰ σταθῶμεν, δοκιμάζομεν ἀντίστασιν τινα, ἣν μετὰ τινα χρόνον καὶ μετὰ τινος κόπου κατανικῶμεν αἰτία τούτου εἶναι ὅτι τὸ σῶμα ἡμῶν, ὡς ὕλη ἀδρανὴς, τείνει νὰ διατηρήσῃ τὴν κτηθεῖσαν αὐτοῦ ταχύτητα, πρὸς ἐκμηδένησιν τῆς ὁποίας δοκιμάζομεν τὸν κόπον καὶ τὴν δυσκολίαν, ἣν αἰσθανόμεθα.

ΙΧ. ΔΥΝΑΜΕΙΣ.— Πᾶσα αἰτία δυναμένη νὰ παραγάγῃ κίνησιν ἢ νὰ μεταβάλλῃ τὴν ὑπάρχουσαν κίνησιν σώματος τινος καλεῖται *δύναμις*. Ἡ φύσις τῶν δυνάμεων μᾶς εἶναι, καὶ θέλει ἴσως εἶναι εἰς ἡμᾶς πάντοτε ἄγνωστος, ἀναγνωρίζομεν ὅμως τὴν ὑπαρξίν των παρατηροῦντες τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐνεργειῶν αὐτῶν. Ὅταν παρατηρῶμεν σῶμά τι πίπτον ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἀποδίδομεν τὴν κίνησιν αὐτοῦ εἰς τινα δύναμιν, ἥτις ὠνομάσθη *βαρύτης*. Ὅταν βλέπωμεν ὅτι ὁ μαγνήτης ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν σίδηρον, ἀποδίδομεν τὴν παραγομένην κίνησιν εἰς τινα δύναμιν, ἥτις ὠνομάσθη *μαγνητισμός*. Ὅταν ἡμεῖς αὐτοὶ κινῶμεν σῶμά τι ἢ μεταβάλλωμεν τὴν κίνησιν αὐτοῦ, ἀναπτύσσομεν *δύναμιν* τινα, δι' ἧς κινῶμεν τὸ σῶμα ἢ μεταβάλλομεν τὴν κίνησιν αὐτοῦ.

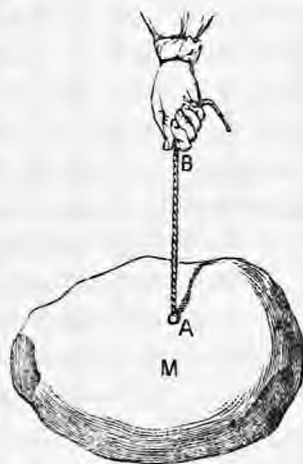
Εἰς πᾶσαν δύναμιν διακρίνονται πάντοτε τρία τινά, δι' ὧν καὶ προσδιορίζεται αὕτη ἐντελῶς, τὰ ἑξῆς·

1^{ον} Τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως· καλεῖται δὲ οὕτω τὸ σημεῖον τοῦ σώματος, ἐφ' οὗ ἀπ' εὐθείας ἐνεργεῖ ἡ δύναμις. Ἐὰν δὲ καὶ τὰ λοιπὰ μέρη τοῦ σώματος ὑπείκωσιν εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς δυνάμεως, τοῦτο γίνεται, διότι ταῦτα εἶναι στενωδῶς συνδεδεμένα μετὰ τοῦ σημείου, ἐφ' οὗ ὑπάρχει ἐφαρμοσμένη, ἢ ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ, ἡ δύναμις.

2^{ον} Ἡ διεύθυνσις τῆς δυνάμεως· καλεῖται δὲ οὕτως ἡ εὐθεῖα γραμμὴ, καθ' ἣν ἤθελε κινηθῇ τὸ σῶμα, ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ ἡ δύναμις, ἂν αὕτη ᾗτο μόνη καὶ τὸ σῶμα πάντως ἐλεύθερον.

3^{ον} Ἡ ἔντασις τῆς δυνάμεως, τουτέστι τὸ πολὺ ἢ ὀλίγον τῆς ἰσχύος, μεθ' ἧς αὕτη ἐνεργεῖ.

Παραδείγματος χάριν, ἵνα ὑψώσωμεν σῶμά τι M (Σχ. 2), δένομεν αὐτὸ διὰ τινος σχοινίου AB εἰς τι σημεῖον A καὶ ἔλκομεν πρὸς τὰ ἄνω διὰ τῆς χειρὸς, ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ἐφαρμόζομεν ἐπὶ τοῦ σώματος δύναμιν τινα. Τὸ μὲν σημεῖον A εἶναι τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως, ἡ εὐθεῖα AB, καθ' ἣν τὸ σῶμα τείνει νὰ κινηθῇ ἢ κινεῖται, ἡ διεύθυνσις τῆς δυνάμεως, τὸ δὲ πολὺ ἢ ὀλίγον τῆς ὑφ' ἡμῶν ἀναπτυσσομένης πρὸς τὴν τοιαύτην ἑλξιν προσπαθείας, ἡ ἔντασις τῆς δυνάμεως.



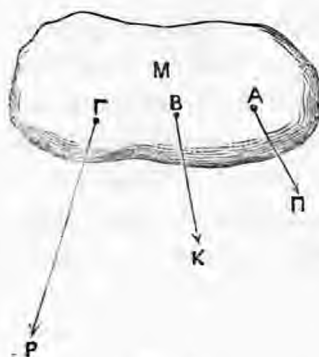
Σχ. 2

Δύο δυνάμεις λέγονται ἴσαι, ἡ ὅτι ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἔντασιν, ὅταν ἐφαρμόζομεναι ἐπὶ τινος ἐν ἡρεμίᾳ σημείου καὶ ἐνεργοῦσαι κατὰ τὴν αὐτὴν μὲν διεύθυνσιν, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φοράν, δὲν παράγωσιν οὐδεμίαν κίνησιν· ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ὅταν ἀφίνωσι τὸ σημεῖον πάλιν ἐν ἡρεμίᾳ.

Δύναμεις τις λέγεται διπλασία, τριπλασία ..., ἑτέρας τινός, ὅταν ἐνεργοῦσα αὕτη ἐπὶ τινος σημείου μετὰ δύο, τριῶν ... ἄλλων, ἴσων τῇ ἑτέρᾳ, κατὰ τὴν αὐτὴν μὲν διεύθυνσιν, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φοράν, δὲν παράγῃ οὐδεμίαν κίνησιν. Αἱ δυνάμεις λοιπὸν δύνανται νὰ παρασταθῶσι δι' ἀριθμῶν ἢ διὰ μεγεθῶν, λαμβανομένης δυνάμεως τινος ὡς μονάδος, ἢ λαμβανομένου μεγέθους τινός ὡς παριστῶντος τὴν μονάδα τῶν δυνάμεων.

X. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΠΑΡΑΣΤΑΣΙΣ. — Ἀς ὑποθέσωμεν ὅτι δυνάμεις τινὲς δεδομένου μεγέθους καὶ δεδομένης διευσθύνσεως ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τῶν σημείων A, B, Γ σώματός τινος M (Σχ. 3). Πρὸς γεω-

μετρικὴν παράστασιν αὐτῶν μεταχειρίζονται συνήθως εὐθείας γραμμὰς



Σχ. 3

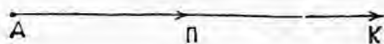
ΑΠ, ΒΚ, ΓΡ, ὧν τὰ ἄκρα Α, Β, Γ παριστῶσι τὰ σημεῖα τῆς ἐφαρμογῆς τῶν δυνάμεων, αἱ εὐθεῖαι ΑΠ, ΒΚ, ΓΡ τὰς διευθύνσεις αὐτῶν, τὰ δὲ μεγέθη τῶν γραμμῶν ΑΠ, ΒΚ, ΓΡ τὰς ἐντάσεις τῶν δυνάμεων. Ἐὰν λ. γ. ἡ δύναμις ΒΚ ᾖ διπλάσια τῆς ΑΠ, ἡ γραμμὴ λαμβάνεται διπλάσια τῆς ΑΠ· ἔαν ἡ δύναμις ΓΡ ᾖ τριπλάσια τῆς ΑΠ, ἡ γραμμὴ ΓΚ λαμβάνεται τριπλάσια τῆς ΑΠ.

Πρὸς περισσοτέραν διάκρισιν τῆς φορᾶς τῆς διευθύνσεως τῶν δυνάμεων περατοῦσιν

ἐνίοτε τὰς γραμμὰς, τὰς παριστῶσας τὰ μεγέθη αὐτῶν, δι' αἰχμῶν βέλους, ὡς δεικνύει τὸ ἀνωτέρω σχῆμα.

ΧΙ. ΣΥΝΘΕΣΙΣ ΚΑΙ ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΙΣ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ.—“Ὅταν δύο ἢ πλείότεραι δυνάμεις ἐνεργῶσιν ἐπὶ τινος σώματος, συμβαίνει ἐνίοτε αἱ δυνάμεις αὗται νὰ δύνανται νὰ ἀντικατασταθῶσι διὰ μιᾶς καὶ μόνης δυνάμεως, παραγοῦσης τὸ αὐτὸ μὲ τὰς δεδομένας ἀποτέλεσμα. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἡ δύναμις, ἡ δυναμένη νὰ παραγάγῃ τὸ αὐτὸ, ὕπερ καὶ αἱ δεδομέναί δυνάμεις, ἀποτέλεσμα, καλεῖται *συνισταμένη* αὐτῶν, αἱ δὲ δυνάμεις, ὧν ἡ ἐνέργεια ἀντικαθίσταται διὰ τῆς συνισταμένης, καλοῦνται *συνιστώσαι*. Θέλομεν ἐξετάσει ἀμέσως περιπτώσεις τινάς, καθ' ἃς αἱ ἐνεργοῦσαι δυνάμεις δύνανται νὰ ἀντικατασταθῶσι διὰ μιᾶς μόνης, παραγοῦσης τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ἢ, ὡς συνήθως λέγουσιν, ἔχουσι *συνισταμένην* τινὰ δύναμιν.

1^{ον} Ἄς ὑποθέσωμεν (Σχ. 4) ὅτι δύο δυνάμεις ΑΠ, ΑΚ ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τινος σημείου Α σώματός τινος κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν. Εἶναι φανερόν ὅτι δυνάμεις τις, ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν



Σχ. 4

δύο δεδομένων ΑΠ, ΑΚ καὶ ἐνεργοῦσα κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, θέλει παραγάγῃ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ καὶ αἱ δεδομέναί ΑΠ καὶ ΑΚ. Λοιπὸν

Δύο δυνάμεις, ἐφηρμοσμέναι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματός τινος καὶ ἐνεργοῦσαι κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, ἔχουσι *συνισταμένην* δύναμιν τινὰ, ἴσην μὲ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν καὶ ἔχουσαν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ τὴν αὐτὴν μὲ τὰς δεδομένας ἢ μὲ τὰς συνιστώσας φοράν.

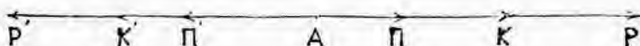
2^{ον} Ἄς ὑποθέσωμεν (Σχ. 5) ὅτι δύο δεδομέναι δυνάμεις ΑΠ, ΑΚ ἔχουσι μὲν τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, ἀλλ' ἀντίθετον φορὰν. Εἶναι φανερόν ὅτι θέλουσιν ἔχει συνισταμένην δυνάμιν τινὰ ΑΡ, ἴσην μὲ τὴν διαφορὰν ΑΚ — ΑΠ τῶν δύο δεδομένων καὶ ἐνεργοῦσαν κατὰ τὴν φορὰν τῆς μεγαλύτερας ΑΚ. Λοιπὸν



Σχ. 5

Ἡ συνισταμένη δύο δυνάμεων, ἐνεργοῦσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματος τινος κατὰ τὴν αὐτὴν μὲν διεύθυνσιν, ἀλλὰ κατ' ἀντίθετον φορὰν, εἶναι ἴση μὲ τὴν διαφορὰν αὐτῶν καὶ ἐνεργεῖ πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγαλύτερας.

3^{ον} Ἄν εἴχομεν (Σχ. 6) ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου Α πολλὰς δυνάμεις ΑΠ, ΑΚ, ΑΡ, ΑΠ', ΑΚ', ΑΡ', ἐνεργοῦσας κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν,

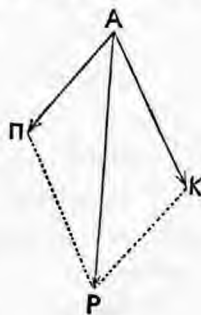


Σχ. 6

ἀλλὰ τινὲς μὲν τούτων νὰ ἐνεργῶσι κατὰ τινὰ φορὰν, τινὲς δὲ κατ' ἀντίθετον, ἔπεται ἐκ τῶν προηγουμένων ὅτι αὐταὶ θέλουσιν ἔχει συνισταμένην τινὰ, ἣν εὐρίσκομεν ἂν εὕρωμεν πρῶτον τὴν συνισταμένην τῶν δυνάμεων ΑΠ, ΑΚ, ΑΡ, τῶν ἐνεργοῦσῶν κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν, δεύτερον τὴν συνισταμένην τῶν δυνάμεων ΑΠ', ΑΚ', ΑΡ', τῶν ἐνεργοῦσῶν κατὰ τὴν ἀντίθετον φορὰν τῶν πρώτων, καὶ τελευταῖον τὴν συνισταμένην τῶν οὕτως εὕρεθειςῶν δύο συνισταμένων. Λοιπὸν ἐν γένει

Ἡ συνισταμένη ὅσωνδήποτε δυνάμεων, ἐνεργοῦσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου σώματος τινος καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν, εἶναι ἴση μὲ τὴν διαφορὰν, ἣν εὐρίσκομεν ἀφαιροῦντες ἀπὸ τοῦ ἁθροίσματος τῶν δυνάμεων, τῶν ἐνεργοῦσῶν κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν, τὸ ἁθροῖσμα τῶν δυνάμεων τῶν ἐνεργοῦσῶν κατὰ τὴν ἀντίθετον φορὰν τῶν πρώτων, καὶ ἐνεργεῖ πρὸς τὸ μέρος τοῦ μεγαλύτερου ἁθροίσματος.

4^{ον} Ἄς ὑποθέσωμεν (Σχ. 7) ὅτι δύο δυνάμεις ΑΠ, ΑΚ ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου Α σώματος τινος, ἀλλὰ κατὰ διαφόρους διευθύνσεις. Ἀποδεικνύεται ἐν τῇ Μηχανικῇ ὅτι



Σχ. 7

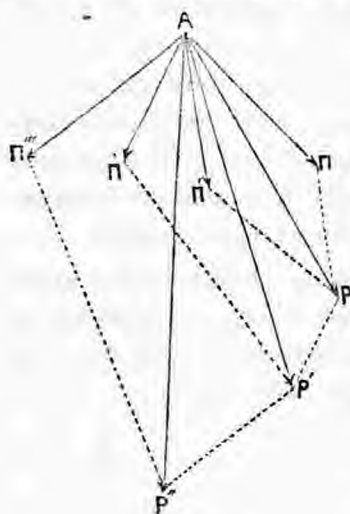
Αἱ δύο δυνάμεις ΑΠ, ΑΚ, αἱ ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου καὶ κατὰ διαφόρους διευθύνσεις, ἔχουσι συνισταμένην τινὰ δύναμιν ΑΡ, ἐνεργοῦσαν κατὰ τὴν διαγώνιον ΑΡ τοῦ παραλληλογράμμου ΑΠΡΚ, τοῦ κα-

τασκευαζομένου ἐπὶ τῶν μεγεθῶν $ΑΠ$, $ΑΚ$ τῶν δύο δεδομένων συνιστωσῶν δυνάμεων καὶ παριστωμένην κατὰ μέγεθος ὑπ' αὐτῆς ταύτης τῆς διαγωνίου.

Τὸ παραλληλόγραμμον $ΑΠΡΚ$, δι' οὗ εὐρίσκομεν κατὰ μέγεθος καὶ διεύθυνσιν τὴν συνισταμένην τῶν δύο δυνάμεων $ΑΠ$, $ΑΚ$, ὀνομάζεται ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει παραλληλόγραμμον τῶν δυνάμεων.

Ἀντιστρόφως, ἂν εἶχομεν τὴν δύναμιν $ΑΡ$ καὶ ἠθέλομεν νὰ ἀντικαταστήσωμεν αὐτὴν ὑπὸ δύο δυνάμεων, ἐνεργουσῶν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου $Α$ καὶ κατὰ δεδομένας διευθύνσεις $ΑΗ$ καὶ $ΑΚ$, βλέπομεν ὅτι πρὸς εὑρεσιν τῶν μεγεθῶν $ΑΠ$, $ΑΚ$ τῶν ζητουμένων συνιστωσῶν δυνάμεων ἀρκεῖ ἐκ τοῦ ἄκρου $Ρ$ τῆς δυνάμεως $ΑΡ$ νὰ ἄξωμεν εὐθείας $ΡΠ$, $ΡΚ$ παραλλήλους ἀμοιβαίως ταῖς δεδομέναις διευθύνσεσιν $ΑΚ$, $ΑΠ$. Τὰ μεγέθη $ΑΠ$, $ΑΚ$ τῶν πλευρῶν τοῦ οὕτω κατασκευασθησομένου παραλληλογράμμου θέλουσι παριστᾶ τὰς ζητουμένας συνιστώσας.

Πολλάκις ἐν τοῖς ἐπομένοις θέλομεν κάμει χρῆσιν τῶν ἀνωτέρω θεωρημάτων πρὸς εὑρεσιν τῆς συνισταμένης δύο δυνάμεων ἢ πρὸς ἀποσύνθεσιν δυνάμεως τινος εἰς δύο ἄλλας, ἐνεργοῦσας κατὰ δεδομένας διευ-



Σχ. 8

θύνσεις. Διὰ τῆς τοιαύτης συνθέσεως ἢ ἀποσυνθέσεως θέλομεν λαμβάνει εὐκρινεστέραν ἰδέαν τῶν ἀποτελεσμάτων τῶν ἐνεργειῶν αὐτῶν, ἢ τοῦ ἀποτελέσματος τῆς ἐνεργείας τῆς ἀποσυντεθείσης δυνάμεως.

5^{ον} Ἄν εἶχομεν (Σχ. 8) πλειοτέρας δυνάμεις $ΑΠ$, $ΑΠ'$, $ΑΠ''$, $ΑΠ'''$, ἐνεργοῦσας ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου $Α$, ἠθέλομεν πρὸς εὑρεσιν τῆς συνισταμένης τούτων ζητήσει πρῶτον τὴν συνισταμένην $ΑΡ$ δύο τινῶν $ΑΠ$, $ΑΠ'$, ἔπειτα τὴν συνισταμένην $ΑΡ'$ τῆς εὑρεθείσης μερικῆς συνισταμένης $ΑΡ$ καὶ ἐτέρας τινὸς $ΑΠ''$, καὶ τελευταίον τὴν συνισταμένην $ΑΡ''$

τῆς εὑρεθείσης μερικῆς συνισταμένης $ΑΡ'$ καὶ τῆς τελευταίας δυνάμεως $ΑΠ'''$. Ἡ τελευταία εὑρεθείσα συνισταμένη $ΑΡ''$ θέλει εἶναι προφανῶς ἡ τελικὴ συνισταμένη, ἢ ἀπλῶς ἡ συνισταμένη τῶν δεδομένων δυνάμεων $ΑΠ$, $ΑΠ'$, $ΑΠ''$, $ΑΠ'''$.

6^{ον} Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐπὶ τῶν σημείων $Α$ καὶ $Β$ σώματός τινος (Σχ. 9) ἐνεργοῦσι δύο δυνάμεις $ΑΠ$ καὶ $ΒΚ$ παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορῆς. Ἀποδεικνύεται ἐν τῇ Μηχανικῇ ὅτι

Αἱ δὲ αὐταὶ δυνάμεις ΑΠ καὶ ΑΚ ἔχουσι συνισταμένην τινὰ ΓΡ, παράλληλον αὐταῖς, ἴσην μὲ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, καὶ ἐνεργοῦσαν ἐπὶ τινος σημείου Γ τῆς εὐθείας ΑΒ διαιροῦντος αὐτὴν εἰς δύο μέρη ΑΓ, ΓΒ ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν ἐντάσεων τῶν δυνάμεων, τοιούτεστι τοιαῦτα, ὥστε νὰ ἔχωμεν τὴν ἐξῆς ἀναλογία

$$ΑΓ : ΓΒ = ΒΚ : ΑΠ,$$

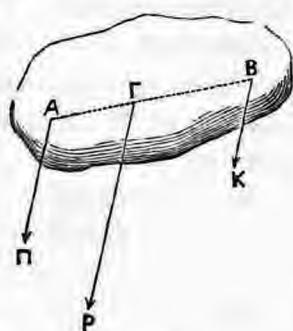
ἢ τὴν ἰσότητα $ΑΠ \times ΑΓ = ΒΚ \times ΓΒ$

Ἀντιστρόφως, ἂν εἴχομεν δυνάμιν τινὰ ΓΡ καὶ ἠθέλομεν νὰ ἀποσυνθέσωμεν αὐτὴν εἰς δύο δυνάμεις παραλλήλους, τῆς αὐτῆς φορᾶς καὶ ἐνεργοῦσας ἐπὶ δύο δεδομένων σημείων Α, Β, κειμένων ἐπὶ τῆς εὐθείας ΑΒ, τῆς διὰ τοῦ σημείου Γ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς ΓΡ διερχομένης, βλέπομεν ὅτι πρὸς εὑρεσιν τῶν συνιστωσῶν ΑΠ καὶ ΒΚ πρέπει νὰ διαίρῳμεν τὴν ΓΡ εἰς δύο μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν ἀποστάσεων ΑΓ καὶ ΓΒ ἐν ἄλλαις λέξεσι, νὰ λύσωμεν τὰς ἐξῆς δύο τοῦ πρώτου βαθμοῦ ἐξισώσεις, ἐν αἷς ἄγνωστοι εἶναι τὰ μέρη ΑΠ καὶ ΒΚ τῆς ΓΡ

$$ΑΠ + ΒΚ = ΓΡ, \quad ΑΠ \times ΑΓ = ΒΚ \times ΓΒ,$$

τοῦθ' ὅπερ δὲν παρέχει οὐδεμίαν δυσκολίαν.

7ον Ὅταν ἔχωμεν πλεοπέρας παραλλήλους δυνάμεις τῆς αὐτῆς φορᾶς, ἐνεργοῦσας ἐπὶ διαφόρων σημείων σώματός τινος, δυνάμεθα νὰ εὐρωμεν τὴν συνισταμένην αὐτῶν, ζητοῦντες πρῶτον τὴν μερικὴν συνισταμένην δύο τινῶν ἐξ αὐτῶν, ἔπειτα τὴν συνισταμένην τῆς εὑρεθείσης μερικῆς συνισταμένης καὶ ἑτέρας τινός, τρίτον τὴν συνισταμένην τῆς προευνεθείσης συνισταμένης καὶ τετάρτης τινὸς δυνάμεως, καὶ οὕτω καθέξης μέχρις οὗ λάβωμεν οὕτως ὅπ' ὅψιν ὅλας τὰς δοθείσας παραλλήλους δυνάμεις. Παραδείγματός χάριν, ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι εἰς τὰ σημεῖα Α, Β καὶ Γ σώματός τινος (Σχ. 10) ἐνεργοῦσιν αἱ παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς δυνάμεις ΑΠ, ΒΠ' καὶ ΓΠ''. Πρὸς εὑρεσιν τῆς συνισταμένης αὐτῶν ζητοῦμεν πρῶτον τὴν συνισταμένην ΔΡ τῶν δύο δυνάμεων ΑΠ καὶ ΒΠ', ἥτις, ὡς προσέπομεν, θέλει εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν $ΑΠ + ΒΠ'$ καὶ ἐνεργεῖ ἐπὶ τινος σημείου Δ, διαιροῦντος τὴν εὐθεῖαν ΑΒ εἰς δύο μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν ἐντάσεων αὐτῶν. Τῆς συνισταμένης ΔΡ προσδιορισθείσης, ζητοῦμεν ἔπειτα τὴν συνισταμένην ΟΡ' τῆς εὑρεθείσης μερικῆς συνισταμένης ΔΡ καὶ τῆς τελευταίας δυνάμεως ΓΠ'', ἥτις θέλει εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν $ΔΡ + ΓΠ''$ καὶ ἐνεργεῖ ἐπὶ



Σχ. 10



τινος σημείου O , διαιρούντος τὴν εὐθεῖαν $\Delta\Gamma$ εἰς μέρη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν ἐντάσεων αὐτῶν. Ἡ τελευταῖον εὐρεθεῖσα συνισταμένη OP' θέλει εἶναι προφανῶς ἡ τελικὴ συνισταμένη, ἢ ἡ συνισταμένη τῶν τριῶν δεδομένων παραλλήλων καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς δυνάμεων AP , BP' , $\Gamma\P''$.

Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι αἱ τῆς αὐτῆς φορᾶς δεδομέναι παράλληλοι δυνάμεις AP , BP' καὶ $\Gamma\P''$, χωρὶς νὰ μεταβάλλωσι τὰ σημεία A , B , Γ τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῶν, οὔτε τὰ μεγέθη αὐτῶν, οὔτε τὸν παραλληλισμὸν αὐτῶν, μεταβάλλουσι μόνον τὴν διεύθυνσιν αὐτῶν, λαμβάνουσι π. χ. τὰς πρὸς ἀλλήλας παραλλήλους διευθύνσεις AP_1 , BP'_1 καὶ $\Gamma\P''_1$, καὶ

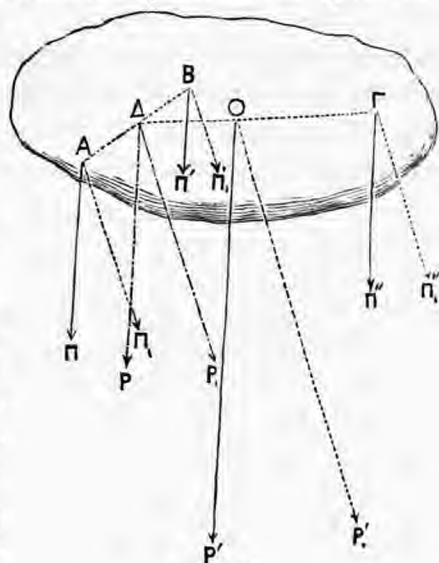
ζητήσωμεν τὴν νέαν συνισταμένην αὐτῶν, θέλομεν εὑρεῖν ὅτι αὕτη θέλει διέρχεσθαι διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου O , θέλει εἶναι ἴση τῇ εὐρεθείσῃ OP' καὶ ἔχει διεύθυνσιν OP'_1 , παράλληλον μὲ τὰς νέας παραλλήλους διευθύνσεις τῶν δεδομένων δυνάμεων AP_1 , BP'_1 καὶ $\Gamma\P''_1$. Διότι, ἐπειδὴ αἱ δυνάμεις AP'_1 καὶ BP'_1 εἶναι ἴσαι ἀμοιβαίως μὲ τὰς AP , BP' καὶ ἡ ἀπόστασις αὐτῶν AB ἔμεινεν ἡ αὐτή, τὸ σημεῖον Δ τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης αὐτῶν ΔP_1 θέλει μείνει ἀμετάβλητον καὶ πάλιν, ἐπειδὴ αἱ δυνάμεις $\Delta P'_1$ καὶ $\Gamma\P''_1$ εἶναι ἴσαι ἀμοιβαίως μὲ τὰς ΔP καὶ $\Gamma\P''$ καὶ ἡ ἀπόστασις $\Delta\Gamma$ ἔμεινεν ἡ αὐτή, τὸ σημεῖον O τῆς ἐφαρμογῆς τῆς συνισταμένης αὐτῶν $\Delta P'_1$ θέλει μείνει ἀμετάβλητον.

Ἄν ἀντὶ τριῶν παραλλήλων κτλ. δυνάμεων εἴχομεν πλειότερας, ἢ θέλομεν εὑρεῖν συλλογιζόμενοι ὡς ἀνωτέρω ὅτι τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς τελικῆς συνισταμένης αὐτῶν ἢ θελε μείνει ἀμετάβλητον τὴν θέσιν ὅποιανδήποτε κοινὴν παράλληλον διεύθυνσιν ἐν τῷ διαστήματι καὶ ἂν ἐλάβωμεν αἱ δεδομένα παράλληλοι δυνάμεις. Τὸ ἀμετάβλητον τοῦτο σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς τελικῆς συνισταμένης τῶν παραλλήλων δυνάμεων καλεῖται κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων.

Ἐπειδὴ τὸ σημεῖον Δ τῆς ἐφαρμογῆς δύο παραλλήλων δυνάμεων AP καὶ BP' εὐρίσκεται διὰ τῆς ἀναλογίας

$$AP : BP' = \Delta B : \Delta A,$$

ἐπομένως δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μεγέθους τῶν δυνάμεων AP καὶ BP' ,

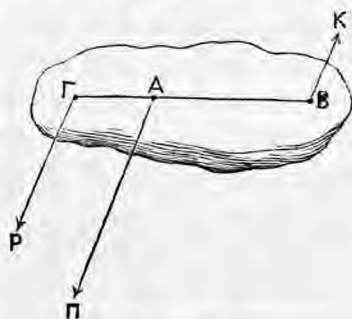


Σχ. 10

ἀλλ' ἐκ τοῦ λόγου αὐτῶν $ΑΠ : ΒΠ'$, ἔπεται ὅτι ἤθελομεν εὑρεῖν τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς Δ , ἂν αἱ δυνάμεις $ΑΠ$ καὶ $ΒΠ'$ μετεβάλλοντο κατὰ μέγεθος διατηροῦσαι τὸν αὐτὸν πρὸς ἀλλήλας λόγον. Λοιπὸν τὸ κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων μένει ἀμετάβλητον τὴν θέσιν καὶ καθ' ἣν περίπτωσιν αὐταὶ μεταβάλλονται καὶ κατὰ τὰς ἐντάσεις αὐτῶν, ἀλλ' εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἔχωσι πρὸς ἀλλήλας τοὺς αὐτοὺς λόγους.

Ἐφιστῶμεν τὴν προσοχὴν τοῦ ἀναγνώστου ἐπὶ τῶν ἀνωτέρω δύο ἀξιωματικῶν ἰδιοτήτων τοῦ κέντρου τῶν παραλλήλων δυνάμεων, διότι θέλομεν κάμει γρήσιν αὐτῶν εἰς τὸ περὶ βαρύτητος σπουδαῖον τῆς Φυσικῆς βιβλίον.

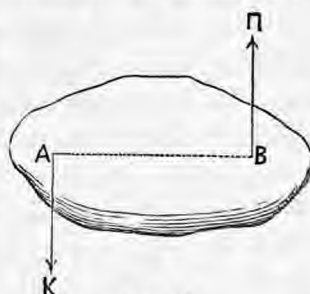
8^{ον} Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι αἱ παράλληλοι δυνάμεις $ΑΠ$ καὶ $ΒΚ$, αἱ ἐπὶ τῶν σημείων A καὶ B σώματός τινος ἐνεργοῦσαι, ἔχουσιν ἀντίθετον φορὰν (Σχ. 11). Καὶ ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἀποδεικνύεται ἐν τῇ Μηχανικῇ ὅτι αὐταὶ ἔχουσι συνισταμένην τινὰ $ΓΡ$ παράλληλον, ἴσην μὲ τὴν διαφορὰν $ΑΠ - ΒΚ$ αὐτῶν, ἐνεργοῦσαν πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγαλειτέρας $ΑΠ$, καὶ συναπαρτῶσαν τὴν προεκβολὴν τῆς εὐθείας BA εἰς τι σημεῖον Γ , κείμενον πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγαλειτέρας καὶ τοῦ ὁποῦν αἱ ἀποστάσεις $ΓΑ$ καὶ $ΓΒ$ ἀπὸ τῶν σημείων A καὶ B εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν δυνάμεων $ΑΠ$ καὶ $ΒΚ$. Θέλομεν λοιπὸν ἔχει



Σχ. 11

$$ΓΡ = ΑΠ - ΒΚ, \quad \text{καὶ} \quad ΓΑ : ΓΒ = ΒΚ : ΑΠ.$$

Ἄν αἱ παράλληλοι καὶ ἐναντίας φορᾶς δυνάμεις $ΑΠ$ καὶ $ΒΚ$ ᾖσαν ἴσαι, αὐταὶ δὲν ἤθελον ἔχει συνισταμένην, τουτέστι δὲν δύνανται νὰ ἀντικατασταθῶσι δι' ἄλλης τινὸς δυνάμεως, ἥτις νὰ παράγῃ ἐπὶ τοῦ σώματος τὸ αὐτὸ μὲ αὐτὰς ἀποτέλεσμα (Σχ. 12). Τοιοῦτό τι σύστημα δυνάμεων ὀνομάζεται ζεῦγος. Θέλομεν ἰδεῖ ὅτι ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει αἱ περὶ ὧν ὁ λόγος ἴσαι καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεις παράγουσι περιστροφικὴν ἐπὶ τοῦ σώματος κίνησιν.



Σχ. 12

ΧΙΙ. ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ. — Ὅταν αἱ ἐπὶ τινος σώματος ἐνεργοῦσαι δυνάμεις οὐδετερῶνται, τουτέστι δὲν παράγωσιν ἐπὶ τοῦ σώματος οὐδὲν ἀποτέλεσμα, τότε λέγομεν ὅτι αἱ δυνάμεις ἰσορ-

ροποῦσιν, ἢ ὅτι εὐρίσκονται ἐν ἰσορροπίᾳ. Ἐπομένως, ἂν τὸ ἐφ' οὗ ἐνεργούσιν σῶμα εὐρίσκετο πρότερον ἐν ἡρεμίᾳ, θέλει μείνει ἀκίνητον, ἂν δὲ εἶχε κίνησιν τινὰ, δὲν θέλει οὐδόλως μεταβάλλει αὐτήν.

Ἡ ἰσορροπία λοιπὸν διαφέρει τῆς ἡρεμίας κατὰ τοῦτο, ὅτι ἐν μὲν τῇ ἰσορροπίᾳ τὸ σῶμα εὐρίσκεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν δυνάμεων συμμηδενιζομένων, ἐν δὲ τῇ ἡρεμίᾳ τὸ σῶμα ὑποτίθεται μὴ ὑφιστάμενον τὴν ἐνέργειαν οὐδεμιᾶς δυνάμεως. Εἴπομεν ὑποτίθεται, διότι ἐν τῇ σύμπαντι οὐδὲν σῶμα ὑπάρχει μὴ ὑφιστάμενον τὴν ἐνέργειαν δυνάμεώς τινος· ὥστε, ὅταν ἐν τοῖς ἐπομένοις λέγωμεν ὅτι σῶμά τι εὐρίσκεται ἐν ἡρεμίᾳ, ὑποθέτομεν ὅτι δὲν λαμβάνομεν οὐδόλως ὑπ' ὄψιν τὰς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργούσας καὶ συμμηδενιζομένας δυνάμεις.

Δύο δυνάμεις ἴσαι, ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου καὶ κατ' ἀντίθετον φορὰν, ἰσορροποῦσιν. Ἰσορροποῦσιν ἐπίσης, ἐὰν ἐνεργῶσιν ἐπὶ τῶν ἄκρων στερεᾶς τινος εὐθείας AB (Σχ. 13) κατὰ τὴν διεύθυνσιν αὐτῆς καὶ κατ' ἀντίθετον φορὰν. Ἐπομένως, ἐὰν σύστημά τι δυνάμεων ἔχη



Σχ. 13

συνισταμένην τινὰ, δυνάμεις τις ἴση μὲ τὴν συνισταμένην, ἐνεργοῦσα κατ' ἀντίθετον αὐτῆς φορὰν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου, ἢ

ἐπὶ σημείου κειμένου ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς διευθύνσεως αὐτῆς, θέλει εὐρίσκεσθαι ἐν ἰσορροπίᾳ μετὰ τῶν δεδομένων δυνάμεων. Ἐπειδὴ δὲ ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ὅλαι αἱ δυνάμεις ἰσορροποῦσιν, ἔπεται ὅτι μία ὁποιαδήποτε ἐξ αὐτῶν θέλει εἶναι ἴση καὶ ἀντίθετος μὲ τὴν συνισταμένην τῶν λοιπῶν.

Ὅταν λοιπὸν σύστημά τι δυνάμεων ἰσορροπῇ, μία ὁποιαδήποτε ἐξ αὐτῶν εἶναι ἴση καὶ ἀντίθετος μὲ τὴν συνισταμένην τῶν ἄλλων.

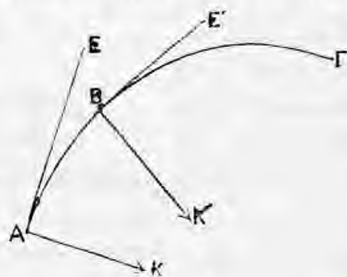
XIII. ΙΣΟΤΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΣ.—Ὅταν ἔλκωμεν σῶμά τι, δοκιμάζομεν ἀντίστασιν τινὰ ἢ ἀντίδρασιν ἐκ μέρους τοῦ σώματος, καὶ ἡ ἀντίδρασις αὕτη εἶναι τόσῳ μεγαλειτέρα, ὅσῳ μετὰ περισσοτέρας δυνάμεως ἐνεργοῦμεν ἐπ' αὐτοῦ. Ὡσαύτως, ὅταν σῶμά τι βαρὺ κῆται ἐπὶ τινος τραπέζης, πιέζει τὴν τράπεζαν, ἥτις ἀντιπιέζει τὸ σῶμα οὕτως, ὥστε αἱ δύο δυνάμεις, ἡ τῆς πίεσεως καὶ ἡ τῆς ἀντιδράσεως, νὰ εὐρίσκωνται ἐν ἰσορροπίᾳ. Καὶ ἐν γένει παρετηρήθη ὅτι, ὅσας δυνάμεις τις ἐνεργῇ ἐπὶ τινος σώματος, τὸ σῶμα ἀντενεργεῖ ἐπ' αὐτῆς μετὰ δυνάμεως ἴσης, ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ὅτι ὑπάρχει πάντοτε ἰσότης μεταξὺ ἐνεργείας καὶ ἀντιδράσεως.

Ὁ ἀνωτέρω νόμος ὁφείλεται εἰς τὴν μεγαλοφυΐαν τοῦ Νεύτωνος καὶ ἀπεδείχθη ἀληθὴς εἴτε τὸ σῶμα εὐρίσκεται ἐν ἡρεμίᾳ εἴτε ἐν κινήσει, ἐκφώνεται δὲ συνήθως ἐν ἀπάσῃ αὐτοῦ τῇ γενικότητι ὡς ἑξῆς·

"Όταν σώμα τι ἔλκεται ὑπὸ τινος δυνάμεως, προερχομένης ἐξ ἐτέρου τινὸς σώματος, τὸ δεύτερον τοῦτο σῶμα, τὸ παρέχον τὴν δύναμιν, ἀνθέλλεται ὑπὸ ἴσης καὶ ἀντιθέτου δυνάμεως, παραζούσης ἐκ τοῦ πρώτου σώματος.

Τοῦ νόμου τούτου θέλομεν πολλάκις κάμει χρῆσιν πρὸς ἐξήγησιν διαφορῶν πεπρατηρήσεων καὶ πρὸς ἀνεύρεσιν τῶν αἰτιῶν διαφορῶν φαινομένων.

ΧΙΥ. ΚΑΜΠΥΛΟΓΡΑΜΜΟΣ ΚΙΝΗΣΙΣ, ΚΕΝΤΡΟΜΟΛΟΣ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΟΦΥΞ ΔΥΝΑΜΙΣ. — Ἐς ὑποθέσωμεν (Σχ. 14) ὅτι κινητὸν τι διαγράφει καμπύλην τινὰ γραμμὴν ΑΒΓ. Ὅταν ὑρίσκατο εἰς τὸ σημεῖον Α, ἂν ᾦτο παντελῶς ἐλεύθερον, ἤθελε, κατὰ τὰ περὶ ἀδρανείας τῆς ὕλης λεχθέντα, κινήθῃ κατὰ τὴν εἰς τὸ σημεῖον Α τῆς καμπύλης ἐφαπτομένην ΑΕ' καὶ ἐν γένει, εἰς ὅποιονδήποτε σημεῖον Β τῆς τροχιάς του καὶ ἂν ὑρίσκατο, ἤθελεν, ἀφιέμενον ὅλως διόλου ἐλεύθερον, διαγράφει τὴν εἰς τοῦτο τὸ σημεῖον τῆς καμπύλης ἐφαπτομένην μὲ ἰσοταχῇ



Σχ. 14

κίνησιν, ἥς ἡ ταχύτης ἤθελεν εἶναι ἴση μὲ τὴν ταχύτητα, ἣν εἶχεν, ὅτε ἀφῆθη ἐλεύθερον. Ἐπειδὴ λοιπὸν τὸ σῶμα διαγράφει καμπύλην γραμμὴν, ἔπεται ὅτι ἔλκεται διαρκῶς ὑπὸ τινος δυνάμεως ΑΚ, ΒΚ' διευθυνομένης πρὸς τὸ κοῖλον μέρος τῆς καμπύλης, ἣν διαγράφει. Ἡ δύναμις αὕτη καλεῖται *κεντρομόλος*. Ἀλλὰ, κατὰ τὸν ἀνωτέρω περὶ ἰσότητος μεταξὺ ἐνεργείας καὶ ἀντιδράσεως νόμον, τὸ κινητὸν ἀντενεργεῖ κατ' ἐναντίαν φορὰν εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς κεντρομόλου ταύτης δυνάμεως καὶ μετ' ἴσης ἐντάσεως. Ἡ ἀντίδρασις αὕτη, ἡ ἀναπτυσσομένη ἐκ τῆς ἐνεργείας τῆς κεντρομόλου δυνάμεως, καλεῖται *κεντρόφυξ* δύναμις. Αὕτη βεβαίως παύει τοῦ νὰ ὑπάρχῃ, ἂμ' ὥς ἡ κεντρομόλος δύναμις παύσῃ τοῦ νὰ ἐνεργῇ.

ΧΥ. ΤΙΜΗ ΤΗΣ ΚΕΝΤΡΟΦΥΓΟΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. — Ἐς ὑποθέσωμεν ὅτι σῶμα τι διαγράφει ἰσοταχῶς καὶ μὲ ταχύτητα τ περιφέρειαν κύκλου ἔχουσαν ἀκτῖνα a . Ἀποδεικνύεται ἐν τῇ θεωρητικῇ Μηχανικῇ ὅτι ἡ τιμὴ Κ τῆς ἐκ τῆς κινήσεως αὐτοῦ ἀναπτυσσομένης κεντρόφυγος δυνάμεως παρίσταται διὰ τοῦ γινομένου $\mu \frac{\tau^2}{a}$, τουτέστιν ὅτι ἔχομεν πάντοτε

$$K = \mu \frac{\tau^2}{a} \quad (1),$$

τοῦ μ παριστῶντος τὴν καλουμένην μάζαν τοῦ σώματος, περὶ ἧς θέλομεν κάμει προσεχῶς λόγον.

Ὁ τύπος (1) δεικνύει ὅτι, ὅταν τὸ αὐτὸ σῶμα διαγράφῃ τὴν αὐτὴν περιφέρειαν, ἡ τιμὴ K τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως εἶναι ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῆς ταχύτητος αὐτοῦ τ · τουτέστιν, ἂν ἡ ταχύτης αὐτοῦ τ διπλασιασθῇ, ἡ κεντρόφυξ δύναμις K τετραπλασιάζεται· ἂν ἡ ταχύτης αὐτοῦ τ τριπλασιασθῇ, ἡ τιμὴ τῆς K ἐννεαπλασιάζεται, καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι μ καὶ τ ἔχουσι τὴν αὐτὴν τιμὴν, ἀλλ' ὅτι ἡ ἀκτὶς a τῆς ὑπὸ τοῦ κινητοῦ γραφομένης περιφέρειας μεταβάλλεται, ὁ αὐτὸς τύπος (1) δεικνύει ὅτι ἡ ἀναπτυσσομένη κεντρόφυξ δύναμις K εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τῆς ἀκτίνος a . Τουτέστιν, ἂν ἡ ἀκτὶς a διπλασιασθῇ, ἡ κεντρόφυξ δύναμις K γίνεται τὸ ἥμισυ· ἂν αὕτη τριπλασιασθῇ, ἡ τιμὴ τῆς K γίνεται τὸ τρίτον, καὶ οὕτω καθεξῆς.

XVI. Ἐὰν παρστήσωμεν διὰ χ τὸν χρόνον, ἐν ᾧ τὸ κινητὸν διαγράφει, ἴσοταχῶς κινούμενον, τὴν περιφέρειαν $2\pi a$ τοῦ κύκλου, ἡ ταχύτης αὐτοῦ τ εὐρίσκεται κατὰ ἐν τῷ § III λεχθέντα διαιρουμένου τοῦ διανυομένου διαστήματος $2\pi a$ διὰ τοῦ χρόνου χ , ἥτοι θέλομεν ἔχει $\tau = \frac{2\pi a}{\chi}$, ἐπομένως $\tau^2 = \frac{4\pi^2 a^2}{\chi^2}$. Ἀντικαθιστῶντες δὲ ἐν τῷ ἀνωτέρω τύπῳ (1) ἀντὶ τοῦ τ^2 τὸ ἴσον αὐτῷ $\frac{4\pi^2 a^2}{\chi^2}$, θέλομεν ἔχει

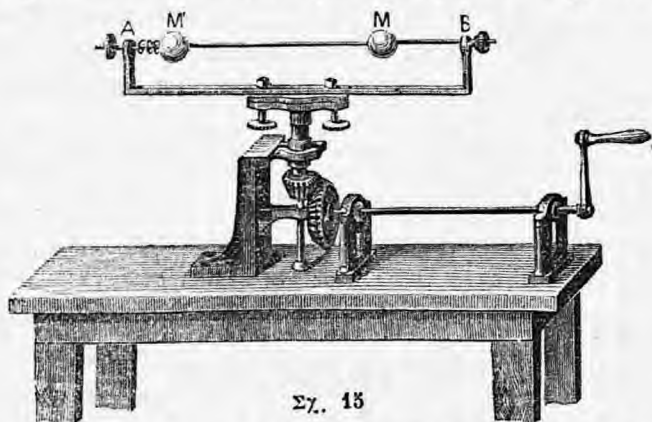
$$K = \mu \frac{4\pi^2 a}{\chi^2} \quad (2).$$

Ὁ τύπος (2) δεικνύει ὅτι, ὅταν τὸ μ καὶ χ ἔχωσι τὴν αὐτὴν τιμὴν, ἡ κεντρόφυξ δύναμις K εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀκτίνος a . Ἐπομένως, ὅταν σφαῖρά τις κινῆται περὶ τινὰ διάμετρον αὐτῆς, ἡ εἰς ἕκαστον σημεῖον τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς ἀναπτυσσομένη κεντρόφυξ δύναμις εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀκτίνος τοῦ κύκλου, ὃν τοῦτο διαγράφει, ἥτοι εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς ἀποστάσεως τοῦ σημείου. Εἰς τὰ μᾶλλον λοιπὸν ἀπέχοντα τοῦ ἄξονος σημεῖα ἡ κεντρόφυξ δύναμις θέλει εἶναι μεγαλειτέρα.

XVII. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑΙ ΑΠΟΔΕΙΞΕΙΣ ΤΗΣ ΕΝ ΤΗ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚῃ ΚΙΝΗΣΕΙ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΗΣ ΚΕΝΤΡΟΦΥΓΟΣ ΔΥΝΑΜΕΩΣ. — Εἶναι πολὺ εὐκόλον νὰ καταδείξωμεν καὶ διὰ πειραμάτων ὅτι, ὅταν σῶμά τι διαγράφῃ καμπύλην τινὰ γραμμὴν, π. χ. κύκλον, ἀναπτύσσεται δύναμις τις, ἥτις τείνει νὰ φέρῃ τὸ σῶμα μακρὰν τοῦ κέντρου τοῦ κύκλου, ὃν τοῦτο βιάζεται εἰς ἐκάστην στιγμὴν νὰ διαγράφῃ.

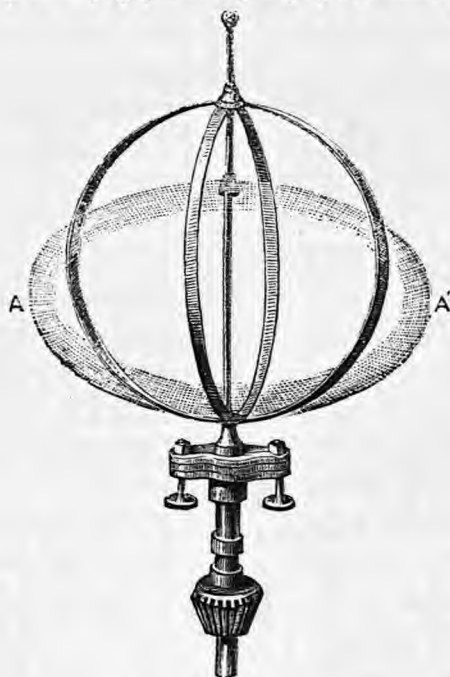
1^{ον}. — Ἐὰν λάβωμεν π. χ. δύο ἐλεφαντίνους σφαίρας M καὶ M' (Σχ. 15), διὰ τῶν κέντρων τῶν ὁποίων νὰ διέρχεται στερεόν τι σύρμα AB , καὶ δώσωμεν διὰ τοῦ ὑπὸ τοῦ σχήματος 15 παριστωμένου μηχαν-

νισμού περιστροφικήν τινα κίνησιν εἰς αὐτό, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι ἑκατέρα τῶν σφαιρῶν M καὶ M' κινεῖται πρὸς τὸ ἄκρον τοῦ σύρματος AB , καὶ



Σχ. 15

ἐὰν εἰς τὸ μέρος A θέσωμεν ἐλικοειδές τι ἐλατήριο, ἢ πρὸς τὸ μέρος τοῦτο φερομένη σφαῖρα M' θέλει πιέζει αὐτὸ τοσούτῳ μᾶλλον, ὥσθ ἡ διὰ τοῦ μηχανισμοῦ παραγομένη περιστροφικὴ κίνησις εἶναι ταχύτερα.



Σχ. 16

Ἐπειδὴ τὰ σώματα M καὶ M' ἕνεκα τῆς περιστροφικῆς κινήσεως τοῦ σύρματος ἀναγκάζονται νὰ διαγράφωσι κύκλους, ἀναπτύσσεται τούτου ἕνεκα κεντρόφυξ τις δύναμις, ἥτις τείνει νὰ φέρῃ αὐτὰ πρὸς τὰ ἄκρα,

καὶ ἐπειδὴ ἡ τοιαύτη κίνησις εἶναι δυνατή, διότι αἱ σφαῖραι δύνανται νὰ ὀλισθήσωσιν ἐπὶ τοῦ σύρματος, βλέπομεν αὐτὴν παραγομένην.

2^{ον}. — Ἐὰν διὰ τοῦ αὐτοῦ μηχανισμοῦ δώσωμεν περιστροφικὴν τινὰ κίνησιν εἰς εἰδὸς τι σφαίρας, σχηματιζομένης ἐκ τεσσάρων ἐλαστικῶν ἐλατηρίων, ὡς παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 16, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι ἡ σφαῖρα αὕτη πλατύνεται τοσοῦτῳ μᾶλλον, ὥσθ ἡ περιστροφικὴ κίνησις αὐτῆς γίνεται ταχύτερα. Τὸ τοιοῦτον ἀποτέλεσμα ὀφείλεται εἰς τὴν κεντρόφυγα δυνάμιν, τὴν ἀναπτυσσομένην ἐκ τῆς παραγομένης περιστροφικῆς κινήσεως, ἥτις, ἐπειδὴ εἶναι μεγαλειτέρα εἰς τὰ μέρη Α καὶ Α', τὰ μᾶλλον ἀπέχοντα τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς (XVI), τείνει νὰ ἀπομακρύνῃ ταῦτα περισσότερον, καὶ ἐπειδὴ εἶναι συνδεδεμένα μετὰ τῶν λοιπῶν εἰς ἓν ὅλον, κατέρχονται τὰ πλησίον τοῦ ἄξονος μέρη, ἐνδίδοντα εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς μεγαλειτέρας κεντρόφυγος δυνάμεως.



ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ

ΦΥΣΙΚΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ

ΕΙΣΩΓΩΓΗ

ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΓΕΝΙΚΑΙ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

1. **ΑΠΛΑ ΚΑΙ ΣΥΝΘΕΤΑ ΣΩΜΑΤΑ.** — Πάντα τὰ περὶ ἡμᾶς καὶ ὁπωσδήποτε εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν ὑποπίπτοντα ἀντικείμενα καλοῦνται **σώματα**. Τὰ σώματα διακρίνονται εἰς *ἀπλᾶ* καὶ *σύνθετα*. Ἀπλᾶ μὲν σώματα λέγονται τὰ μὴ ἔχοντα διὰ τῶν μέχρι τοῦδε γνωστῶν μέσων ν' ἀποσυντεθῶσιν εἰς μέρη διάφορα ἀπ' ἀλλήλων, καὶ τοιαῦτα εἶναι ὁ χρυσός, ὁ ἄργυρος, ὁ χαλκός, τὸ ἔξυγόνον, τὸ ὑδρογόνον, κτλ. Σύνθετα δὲ καλοῦνται τὰ ἐξ ἀπλῶν σωμάτων συντιθέμενα ἢ τὰ ἀποσυντιθέμενα εἰς μέρη διάφορα ἀπ' ἀλλήλων· τοιαῦτα εἶναι τὸ ὕδωρ, ὅπερ ἀποσυντίθεται εἰς τὰ ἀπλᾶ σώματα ἔξυγόνον καὶ ὑδρογόνον· ὁ ὀρείχαλκος, ὅστις σύγκειται ἐκ χαλκοῦ καὶ κασσιτέρου, κτλ.

2. **ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.** — Τὰ περὶ ἡμᾶς σώματα, εἴτε ἀπλᾶ εἶναι εἴτε σύνθετα, παρατηροῦνται παράγοντα διὰ τῆς ἐπ' ἀλλήλων ἐνεργείας αὐτῶν διάφορα ἀποτελέσματα, διαφόρους ἐμφανίσεις. Πᾶν τοιοῦτον ἀποτέλεσμα, πᾶσα ἐμφάνις καλεῖται *φαινόμενον*. Παραδείγματος χάριν, ἡ πτώσις σώματός τινος εἶναι φαινόμενον, εἰναί τι παραγόμενον, ὡς θέλομεν ἰδεῖ, ἐκ τῆς ἐνεργείας τῆς Γῆς ἐπὶ τοῦ σώματος. Ὡσαύτως ἡ ἀστραπή, ἡ βροχή, ὁ ἄνεμος, ἡ βροντή, ἡ ῥοή τῶν ὑδάτων κτλ. εἶναι φαινόμενα, παραγόμενα διὰ τῆς ἐπ' ἀλλήλων διαφόρου ἐνεργείας τῶν σωμάτων, ὡς θέλομεν ἐξηγήσει ἐν οἰκίῳ τόπῳ.

Τὰ φαινόμενα διατηροῦνται εἰς δύο μεγάλας τάξεις· εἰς *Φυσικά* καὶ *Χημικά*. Φυσικά φαινόμενα καλοῦνται ἐκεῖνα, ἅτινα παραγόμενα δὲν μεταβάλλουσιν οὐδόλως τὰ συστατικὰ μέρη τῶν παραγόντων αὐτὰ σωμάτων, χημικά δὲ καλοῦνται ἐκεῖνα, ἅτινα ἀλλοιοῦσι τὰ συστατικὰ μέρη τῶν παραγόντων αὐτὰ σωμάτων. Παραδείγματος χάριν, ἡ πτώσις

σώματός τινος εἶναι φυσικὸν φαινόμενον, διότι τὸ σῶμα μετὰ τὴν πτώσιν αὐτοῦ, τουτέστι μετὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ φαινομένου, ἔμεινε τὸ αὐτό· ἂν ἦτο δηλ. σῶμα ἀπλοῦν, ἔμεινεν ἀπλοῦν καὶ τὸ αὐτὸ ἀπλοῦν, ἂν ἦτο σύνθετον ἐκ διαφόρων ἀπλῶν, ἔμεινε σύνθετον καὶ σύνθετον ἐκ τῶν αὐτῶν ἀπλῶν. Ἡ καῦσις ξύλου εἶναι καὶ αὐτὸ φαινόμενον, ἀλλὰ χημικόν, διότι μετὰ τὴν καῦσιν ἀντὶ ξύλου εὐρίσκομεν ἄλλα σώματα διάφορα τοῦ ξύλου· στάκτην.

3. **ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ.** — Ἡ Φυσικὴ εἶναι ἐπιστήμη ἀντικείμενον ἔχουσα τὴν σπουδὴν τῶν φυσικῶν φαινομένων, τουτέστι τὴν ἀνέυρεσιν τῶν κυρίων αἰτιῶν, τῶν παραγουσῶν αὐτά, καὶ τῶν σταθερῶν σχέσεων, αἵτινες ὑπάρχουσι μεταξὺ τούτων καὶ τῶν ἀποτελεσμάτων αὐτῶν, ἥ καὶ μεταξὺ τῶν διαφόρων συστατικῶν μερῶν τοῦ παραγομένου φαινομένου.

Ἐπειδὴ, ὡς εἴπομεν ἀνωτέρω, εἰς τὰ φυσικὰ φαινόμενα δὲν μεταβάλλεται ἡ οὐσία τῶν παραγόντων αὐτὰ σωμάτων, ἔπεται ὅτι τὰ φαινόμενα θέλουσιν εἶναι τὰ αὐτά, ὅποιαδήποτε καὶ ἂν ᾖ τὰ παράγοντα ταῦτα σώματα. Τοῦτου ἕνεκεν ὀρίζουσιν τινες τὴν Φυσικὴν ὡς ἐπιστήμην, ἀντικείμενον ἔχουσαν τὴν σπουδὴν τῶν φαινομένων, τῶν μὴ ἐπιφερόντων διαρκεῖς ἀλλοιώσεις εἰς τὴν οὐσίαν τῶν παραγόντων αὐτὰ σωμάτων.

4. **ΦΥΣΙΚΟΙ ΝΟΜΟΙ.** — Αἱ σταθεραὶ σχέσεις, αἱ ὑπάρχουσαι μεταξὺ τῆς αἰτίας φαινομένου τινὸς καὶ τῶν ἀποτελεσμάτων αὐτῆς, ἥ μεταξὺ τῶν διαφόρων συστατικῶν μερῶν τοῦ ὑπ' αὐτῆς παραγομένου φαινομένου, καλοῦνται *φυσικοὶ νόμοι*. Παραδείγματος χάριν, ὅταν πιέζωμεν ἀερίον τι ἐντὸς χώρου τινὸς περιεχόμενον, παρατηροῦμεν ὅτι καταλαμβάνει ὡδὸν τοσούτῳ μικρότερον, ὅσῳ περισσότερον πιέζομεν αὐτό, καὶ πρὸς τούτοις ὅτι ὁ καταλαμβανόμενος ὡδὸς γίνεται τὸ ἥμισυ, τὸ τρίτον, τὸ τέταρτον, κτλ., ὅταν ἡ ἐπιφερομένη πίεσις γίνηται διπλάσια, τριπλάσια, τετραπλάσια κτλ. Λέγομεν λοιπὸν ὅτι οἱ ὄγκοι τοῦ ἀερίου εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ἐπ' αὐτῶν παραγομένων πιέσεων, καὶ ἡ σταθερὰ αὕτη σχέση, ἡ μεταξὺ τῆς αἰτίας καὶ τοῦ ἀποτελέσματος ὑπάρχουσα, εἶναι νόμος φυσικός. Ὡσαύτως, ὅταν σῶμά τι ἀφιέμενον ἐλεύθερον καταπίπτῃ, ὑπάρχει σχέση τις μεταξὺ τῶν ὑπ' αὐτοῦ διανυόμενων διαστημάτων καὶ τῶν χρόνων, ἐν οἷς ταῦτα διανύονται, καὶ ἐπειδὴ παρατηρήθη ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα εἶναι τετραπλάσια, ἐννεαπλάσια κτλ., ὅταν οἱ ἐν οἷς διηνύθησαν χρόνοι γίνωνται διπλάσιοι, τριπλάσιοι κτλ., λέγομεν ὅτι, τὰ ὑπὸ σώματός τινος διανυόμενα ἐν τῇ καταπτώσει διαστήματα εἶναι ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν ἐν οἷς ταῦτα διηνύθησαν χρόνων, καὶ ἡ δευτέρα αὕτη σχέση, ἡ

υπάρχουσα μεταξύ τῶν συστατικῶν μερῶν τοῦ φαινομένου τῆς πτώσεως τοῦ σώματος, εἶναι νόμος φυσικός.

5. ΠΕΙΡΑΜΑ. — Ἡ ὑφ' ἡμῶν ἀναπαραγωγή φαινομένου τινὸς πρὸς εὐρεσιν τῆς παραγωγούσης αὐτὸ αἰτίας, ἢ πρὸς εὐρεσιν τῶν ὑπαρχουσῶν μεταξύ τῶν διαφόρων συστατικῶν αὐτοῦ μερῶν σχέσεων, καλεῖται *πείραμα*, ἡ δὲ διὰ τοῦ πειράματος ἀπόδειξις τοῦ ζητουμένου καλεῖται *πειραματικὴ ἀπόδειξις*.

Τὰ μέσα, ἅτινα μεταχειρίζομεθα πρὸς παραγωγήν τῶν φαινομένων ἢ πρὸς ἀκριθεῖ προσδιορισμὸν τῶν συστατικῶν μερῶν αὐτῶν, ἢ καὶ πρὸς ἀνεύρεσιν τῶν μεταξύ τῶν μερῶν τούτων ὑπαρχουσῶν σχέσεων, καλοῦνται ὑπὸ τῶν Φυσικῶν κατὰ τὰς περιπτώσεις *ὄργανα, μηχαναί, συσκευαί, ἐργαλεῖα*.

6. ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. — Πάντα τὰ σώματα ὑπὸ τρεῖς διαφοροὺς καταστάσεις παρουσιάζονται εἰς ἡμᾶς· ὡς στερεά, ὡς ὑγρά καὶ ὡς αἶρια.

Στερεὰ σώματα καλοῦνται ἐκεῖνα, ἅτινα ἔχουσιν ὀρισμένον ὄγκον καὶ ὀρισμένον σχῆμα, καὶ δὲν μεταβάλλουσι ταῦτα χωρὶς νὰ ἐπενεργήσῃ ἐπ' αὐτῶν δύναμις τις ἀρκούντως ἰσχυρά. Τοιαῦτα εἶναι ὁ σίδηρος, ὁ χρυσός, τὸ μάρμαρον, οἱ λίθοι, τὰ ξύλα κτλ.

Ὑγρά καλοῦνται τὰ σώματα ἐκεῖνα, ἅτινα ἔχουσιν μὲν ὀρισμένον ὄγκον, ἀλλ' οὐχὶ καὶ ὀρισμένον σχῆμα. Τὰ τοιαῦτα λαμβάνουσι τὸ σχῆμα τῶν περιεχόντων αὐτὰ ἀγγείων, διατηροῦντα πάντοτε τὸν αὐτὸν ὄγκον, ὅν δὲν μεταβάλλουσιν ἄνευ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργείας ἐξωτερικῆς τινος λίαν ἰσχυρᾶς δυνάμεως. Τοιαῦτα εἶναι τὸ ὕδωρ, ὁ ὑδράργυρος, τὸ ἔλαιον, ὁ οἶνος, κτλ.

Αἶρια καλοῦνται τὰ σώματα ἐκεῖνα, ἅτινα δὲν ἔχουσιν οὔτε ὀρισμένον ὄγκον οὔτε ὀρισμένον σχῆμα, ἀλλὰ τείνουσι νὰ καταλάβωσι πάντα παρουσιαζόμενον εἰς αὐτὰ ἐλεύθερον χωρὶν. Τῶν τοιούτων ὁ ὄγκος δὲν περιορίζεται εἰ μὴ διὰ τῆς ἐνεργείας ἐξωτερικῆς τινος δυνάμεως, λ. χ. τῶν παρειῶν ἀγγείου τινὸς πανταχόθεν κεκλεισμένου. Τοιαῦτα σώματα εἶναι ὁ ἀήρ, τὸ ἐξυγόνον, τὸ ἀνθρακικὸν ὀξύ, κτλ.

Πρὸς ἀπόδειξιν τῆς πρὸς αὕξησιν τοῦ ὄγκου αὐτῶν τάσεως τῶν αἰρίων, τουτέστι τῆς διασταλτικῆς αὐτῶν δυνάμεως, εἰσάγομεν ἐν τινι κύστει



Σχ. 17

(σχ. 17) μικράν ποσότητα αέρος καὶ θέτομεν αὐτὴν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας, ἥς τὰ καθέκαστα θέλομεν περιγράψει ἀκολούθως. Ἐνόσω ἐξάγομεν τὸν ἐν τῷ κώδωνι περιεχόμενον αέρα, ἡ κύστις ἐξογκοῦται καὶ τοσούτῳ μᾶλλον, ὥσω περισσότερον τοῦ κώδωνος αέρα ἀφαιροῦμεν· ἐπὶ τέλους ἡ κύστις, ἐὰν δὲν ᾖ ἀρκούντως ἰσχυρά, σχίζεται μετὰ τινος κρότου. Ἄν ἡ κύστις ἔμενε χαλαρά πρὶν ἢ ἐξαγάγομεν τὸν ἐν τῷ κώδωνι τῆς ἀεραντλίας περιεχόμενον αέρα, τοῦτο ὠφέλιετο εἰς αὐτὴν ταύτην τὴν διασταλτικὴν δύναμιν τοῦ ἐν τῷ κώδωνι περιεχομένου αέρος, ἥτις ἀνθίστατο εἰς τὴν διασταλτικὴν ἐνέργειαν τοῦ ἐν τῇ κύστει. Τοῦτου ἕνεκα, ἐὰν εἰσαγάγωμεν πάλιν κατὰ μικρὸν τὸν ἐξαχθέντα αέρα, ἡ κύστις χαλαροῦται κατὰ μικρὸν καὶ ἐπὶ τέλους ἀναλαμβάνει τὸν ἀρχικὸν αὐτῆς ὄγκον.

Ἐν καὶ τὸ αὐτὸ σῶμα παρουσιάζεται πολλάκις εἰς ἡμᾶς καὶ ὑπὸ τὰς τρεῖς διαφόρους καταστάσεις, στερεὰν δηλ. ὑγρὰν καὶ αἰρίον, κατὰ τὰς διαφόρους αὐτοῦ θερμοκρασίας. Τὸ ὕδωρ εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα εὐρίσκεται συνήθως εἰς ὑγρὰν κατάστασιν· ὅταν τὸ ψύχος ᾖ δριμύ, μεταβάλλεται εἰς πάγον, σῶμα στερεόν· ἐὰν δὲ θερμανθῇ ἀρκούντως, μεταβάλλεται εἰς ἀτμόν, τουτέστι λαμβάνει τὴν ἀεροειδῆ κατάστασιν. Ὡσαύτως τὸ θεῖον, ὅπερ εἶναι συνήθως σῶμα στερεόν, λαμβάνει θερμαινόμενον τὴν ὑγρὰν κατάστασιν, καὶ ἂν ὁ βαθμὺς τῆς θερμάνσεως ἐπιταθῇ, μεταβάλλεται εἰς αἰρίον.

Πολλὰ σώματα διὰ τῆς θερμάνσεως καὶ ψύξεως ἔλαβον καὶ τὰς τρεῖς δυνατάς καταστάσεις· ἂν δὲ τοῦτο δὲν κατωρθώθῃ δι' ἅπαντα, δὲν δυνάμεθα νὰ βεβαιώσωμεν ὅτι τοῦτο συμβαίνει, διότι τὰ σώματα ταῦτα δὲν εἶναι ἐπιδεκτικὰ τοῦ τοιούτου μετασχηματισμοῦ, ἀλλ' ἀπ' ἐναντίας, ὅτι ἡμεῖς δὲν δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν ὅσον θερμότητα ἢ ὅσον ψύχος ἀπαιτεῖται πρὸς τοῦτο.

Τὰ ὑγρά καὶ αἰρία, ὧν τὰ μέρη κινοῦνται διὰ τῆς ἐλαχίστης δυνάμεως, ὀνομάζονται περιληπτικῶς καὶ *ρευστά*.

7. **ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.** — Οἱ διάφοροι τρόποι, καθ' οὓς τὰ σώματα προσβάλλουσι τὰ αἰσθητήρια ἡμῶν ὄργανα, καλοῦνται *ιδιότητες* τῶν σωμάτων. Αἱ ιδιότητες τῶν σωμάτων διαιροῦνται εἰς τρεῖς τάξεις· εἰς *ἀναγκαίαν*, *γενικὰς* καὶ *μερικὰς*.

Ἀναγκαῖαι ιδιότητες καλοῦνται ἐκεῖναι, ἄνευ τῶν ὁποίων δὲν δυνάμεθα νὰ ἐννοήσωμεν τὴν ὑπαρξίν αὐτῶν. Εἶναι τοιαῦτα μόνον δύο· ἡ *ἐκτασις* καὶ τὸ *ἀδιαχώρητον*.

Γενικαὶ καλοῦνται αἱ ιδιότητες, αἵτινες εἶναι κοιναὶ εἰς πάντα ἀνεξαιρέτως τὰ σώματα. Τοιαῦτα εἶναι τὸ *διαίρειτόν*, τὸ *πυκνόν*, ἡ *ἐλαστικότητα*, τὸ *διασταλτόν*, τὸ *προῶδες*, κ.τ.λ.

Μερικαὶ καλοῦνται ἐκεῖναι αἱ ιδιότητες, αἵτινες εἰς τινὰ μόνον σώματα ἀνήκουσι. Τοιαῦται εἶναι τὸ *λεῖον*, τὸ *λευκόν*, τὸ *διαφανές* κτλ.

8. **ΕΚΤΑΣΙΣ.** — Ὀνομάζεται *ἐκτασις* ἡ ιδιότης, ἣν ἔχουσι πάντα τὰ σώματα τοῦ νὰ κατέχωσι μέρος τι τοῦ διαστήματος, ὅπερ ἐν τῇ Γεωμετρίᾳ ἐκαλέσαμεν *ὄγκον* τοῦ σώματος. Δὲν δυνάμεθα νὰ ἐννοήσωμεν ὅτι σῶμά τι δύναται νὰ ὑπάρχῃ χωρὶς νὰ κῆται που, χωρὶς νὰ κατέχῃ μέρος τι τοῦ διαστήματος. Τούτου ἕνεκα ἡ ἐκτασις εἶναι *ἀναγκαία* ιδιότης τοῦ σώματος.

9. **ΑΔΙΑΧΩΡΗΤΟΝ.** — Ὀνομάσθη οὕτως ἡ ιδιότης, ἣν ἔχει πᾶν σῶμα τοῦ νὰ μὴ δύναται νὰ συνυπάρχῃ ἐν τῷ αὐτῷ χώρῳ μετ' ἄλλου τινός. Ὅταν ῥίπτωμεν λίθον ἐν τῷ ὕδατι, ὁ λίθος καὶ τὸ ὕδωρ οὐδέποτε κατέχουσιν ἐν τῇ αὐτῇ στιγμῇ τὸν αὐτὸν χώρον· ὁ λίθος κινούμενος ἀπομακρύνει τὰ μέρη τοῦ ὕδατος, δι' ὧν διέρχεται καὶ τῶν ὁποίων τὴν θέσιν διαδοχικῶς καταλαμβάνει.

Πᾶν ὅ,τι δὲν εἶναι ἀδιαχώρητον, δὲν δύναται νὰ ᾔναι σῶμα. Παραδείγματος χάριν, ἡ *σκιά* δὲν εἶναι σῶμα, διότι ἔχει μὲν *ἐκτασιν*, ἀλλὰ δὲν εἶναι καὶ *ἀδιαχώρητος*· διότι ἐν τῇ σκιᾷ δύναται νὰ κῆται πᾶν σῶμα. Ὅσαύτως τὸ ἐν τινι κατόπτρῳ σχηματιζόμενον εἶδωλον δὲν εἶναι σῶμα, διότι ἔχει μὲν ἐκτασιν, ἀλλὰ δὲν εἶναι καὶ ἀδιαχώρητον· διότι ὅπισθεν τοῦ κατόπτρου, ἐν ᾧ σχηματίζεται τὸ εἶδωλον, δύναται νὰ συνυπάρχῃ πᾶν σῶμα.

10. **ΔΙΑΙΡΕΤΟΝ.** — Πᾶν σῶμα δύναται νὰ μερισθῇ εἰς μέρη, καὶ ἔκαστον τούτων τῶν μερῶν εἰς ἕτερα. Ἡ τοιαύτη τῶν σωμάτων ιδιότης ὠνομάσθη *διαίρετόν*. Ὀλίγα τινὰ παραδείγματα ἀρκοῦσι νὰ καταδείξωσι τὴν καταπληκτικὴν σμικρότητα, εἰς ἣν τὰ σώματα δυνατὸν νὰ διαιρεθῶσι. Κατεσκεύασαν φύλλα χρυσοῦ τόσῳ λεπτά, ὥστε ἀπαιτοῦνται 250000 τσιαῦτα, ἵνα ἀποτελέσωσι πάχος ἐνὸς ἑκατοστοῦ τοῦ μέτρου. Κατασκευάζουσι σύρματα ἐπιχρύσου ἀργύρου, τὰ ὁποῖα καθιστῶσι τόσῳ λεπτά, ὥστε τὸ πάχος τοῦ ἐπ' αὐτῶν χρυσοῦ εἶναι τὸ $\frac{1}{800000}$ τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ μέτρου, ἥτοι ἀπαιτοῦνται 800000 τοιαῦτα, ἵνα ἀποτελέσωσι πάχος ἐνὸς χιλιοστοῦ τοῦ μέτρου.

Ἐπάρχουσιν ἔντομα τόσῳ μικρά, ὥστε δὲν εἶναι ὁρατὰ εἰ μὴ μόνον διὰ τῶν ἰσχυροτάτων μικροσκοπίων. Τὰ ἔντομα δὲ ταῦτα ἔχουσιν ἀναγκαιῶς ὄργανα, δι' ὧν τρέφονται καὶ κινοῦνται. Πόσον μικρά πρέπει νὰ ᾔναι τὰ ὄργανα ταῦτα! καὶ μ' ὅλα ταῦτα καὶ αὐτὰ τὰ ὄργανα αὐτῶν ἀποτελοῦνται ἐκ διακεκριμένων μερῶν.

11. **ΑΤΟΜΑ, ΜΟΡΙΑ.** — Τὰ ἀνωτέρω παραδείγματα εἶναι νομίζομεν ἐπαρκῆ, ἵνα καταδείξωσι τὴν σμικρότητα τῶν μερῶν, εἰς ᾧ σῶμά τι δυνατὸν ν' ἀποσυντεθῇ. Ἐντεῦθεν ἐγεννήθη ἀπὸ τῶν ἀρχαιοτάτων χρό-

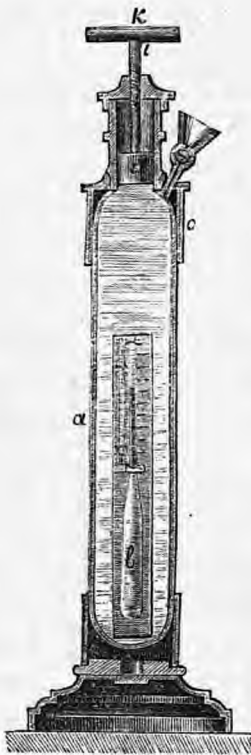
νων τὸ ζήτημα, ἐὰν τὰ σώματα ἦναι διαιρετὰ ἐπ' ἀπειρον. Μαθηματικῶς ἐξεταζόμενον τοῦτο, ἐπειδὴ πᾶν μέρος σώματός τινος, ὅσω μικρόν καὶ ἂν ὑποτεθῇ, ἔχει ἑκτασιν, δύναται νὰ διαιρεθῇ εἰς ἄλλα μικρότερα, ἅτινα πάλιν, ὡς μέρη ἐκτάσεως, ὑποδιαιροῦνται εἰς ἄλλα μικρότερα, καὶ οὕτω καθεξῆς ἐπ' ἀπειρον. Ἀλλὰ δὲν πρόκειται ἐνταῦθα νὰ εἴπωμεν τί εἶναι δυνατὸν νὰ συμβῇ, ἀλλὰ τί πράγματι ὑπάρχει· τουτέστι πρόκειται ν' ἀποφανθῶμεν ἂν τὰ σώματα διαιροῦνται πράγματι ἐπ' ἀπειρον, ἢ ἂν ὑπάρχῃ ὁρίον τι δι' ἑκαστον σῶμα, πέραν τοῦ ὁποίου ἡ διαίρεσις, ὅποιαδῆποτε καὶ ἂν ᾖναι ἢ ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσα δύναμις, εἶναι ἀδύνατος. Ὁ Ἀριστοτέλης παρεδέχετο τὴν ἐπ' ἀπειρον τῆς ὕλης διαίρεσιν, ἐνῶ ὁ Δημόκριτος ἐφρόνει ὅτι τὰ σώματα σύγκεινται ἐκ μερῶν ἐλαχίστων, ἀλλ' ἀδιαιρέτων, καὶ ἐκάλεσε τὰ μέρη ταῦτα ἄτομα, ὡς μὴ δυνάμενα νὰ τμηθῶσιν εἰς μέρη. Τὴν σήμερον αἱ πρόοδοι τῆς Φυσικῆς καὶ ἰδίως τῆς Χημείας ὑποστηρίζουσι τὴν ἰδέαν τοῦ Δημοκρίτου, καὶ οἱ Φυσικοὶ παραδέχονται ὅτι τὰ σώματα σύγκεινται ἐκ λεπτοτάτων καὶ ἀοράτων μερῶν, ὠρισμένων διαστάσεων καὶ ἀμεταβλήτων δι' ὅλων τῶν μέχρι τοῦδε γνωστῶν δυνάμεων.

Τὰ ἄτομα τῶν ἀπλῶν σωμάτων ἐνομάζονται *ἀπλᾶ*, τὰ δὲ ἄτομα τῶν συνθέτων σωμάτων, ὡς συγκείμενα ἐξ ἀπλῶν ἀτόμων, καλοῦνται *σύνθετα* ἢ καὶ *μόρια*. Ἐπειδὴ δὲ τὰ φυσικὰ φαινόμενα οὐδόλως μεταβάλλουσι τὴν φύσιν τῶν σωμάτων, θέλομεν μεταχειρίζεσθαι ἀδιακρίτως τὰς λέξεις *ἄτομον* καὶ *μόριον*.

12. ΠΙΕΣΤΟΝ. — Πάντα τὰ σώματα καὶ ὑπὸ τὰς τρεῖς αὐτῶν καταστάσεις λαμβανόμενα εἶναι *πιεστά*, τουτέστι συμικρύνονται κατὰ τὸν ὄγκον, ὅταν ἐξωτερικὴ τις δύναμις ἐπενεργήσῃ καταλλήλως ἐπ' αὐτῶν. Τὰ μέταλλα π. χ. διὰ τῆς σφυρηλασίας λαμβάνουσιν ὄγκον μικρότερον. Αἱ στήλαι μεγάλων οἰκοδομῶν καθίστανται μικρότεραι, ὅταν φέρωσιν ἐφ' ἱκανὸν χρόνον μέγα βάρος. Τοιοῦτό τι συνέβη εἰς τὰς στήλας τοῦ Πανθίου τῶν Παρισίων, τὰς φερούσας τὸν μέγαν αὐτοῦ θόλον.

Τὰ ὕγρὰ ἐνομίζοντο ἐπὶ πολὺν χρόνον *ἀπίεστα*, ἂν καὶ πιέζονται περισσότερον ἢ τὰ στερεά, ὅταν ἐφαρμοσθῇ καταλλήλως ἡ πρὸς πίεσιν αὐτῶν ἐνεργοῦσα δύναμις. Ἐὰν λάβωμεν π. χ. ὑάλινόν τι δοχεῖον *α* λίαν στερεὸν καὶ πεπληρωμένον ὕδατος (σχ. 18), ἔπειτα διὰ τῆς στρόφιγγος *κ* καὶ τοῦ ἐμβόλου *ε* πιέσωμεν ἱκανῶς τὸ περιεχόμενον ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δείκτης *η*, ὅστις δεικνύει τὸ ὕψος τοῦ ἐν τῷ μικρῷ δοχείῳ *β* ὑπάρχοντος ὕδατος, κατέρχεται. Τοῦτο ἀποδεικνύει ὅτι τὸ ἐντὸς τοῦ μικροῦ δοχείου *β* ὑπάρχον ὕδωρ ἡλαττώθη κατὰ τὸν ὄγκον, ἥτοι ἐπίεσθη. Τὸ μικρὸν δοχεῖον *β*, ὅπερ παρίσταται εἰς μέγα πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σχήματος 18, καλεῖται *πιεζόμετρον*.

Τὰ μᾶλλον πιεστὰ εἶναι ἀέρια. Ταῦτα διὰ τῆς ἐλαχίστης δυνάμεως σμικρύνονται λίαν ἐπαισθητῶς κατὰ τὸν ὄγκον. Ἐὰν λάβωμεν σωλῆνά τινα πλήρη ἀερίου τινὸς (σχ. 19), π. χ. ἀέρος, κλείσωμεν ἀσφαλῶς ἐν



Σχ. 18



Σχ. 19

τῶν ἄκρων αὐτοῦ, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐτέρου ἐφαρμόσωμεν ἔμβολόν τι, βλέπομεν ὅτι ἀρκεῖ νὰ ὠθήσωμεν μόλις τὸ ἔμβολον, ἵνα ὁ ἐντὸς αὐτοῦ πανταχόθεν κεκλεισμένος ἀὴρ λάβῃ ἀμέσως ὄγκον μικρότερον.

13. **ΕΛΑΣΤΙΚΟΤΗΣ.** — "Ὅταν παύση ἡ πιέζουσα σῶμά τι δύναμις, τὸ σῶμα τείνει ν' ἀναλάβῃ τὸν πρὸ τῆς ἐνεργείας τῆς δυνάμεως ὄγκον αὐτοῦ. Ἡ τοιαύτη τῶν σωμάτων ἰδιότης καλεῖται ἐλαστικότης. Τὰ ὑγρά καὶ ἀέρια εἶναι ἐλαστικώτατα· ἅμ' ὥς παύση ἐνεργοῦσα ἡ πιέζουσα αὐτὰ δύναμις, ἀναλαμβάνουσι ταῦτα τὸν ἀρχικὸν αὐτῶν ὄγκον, ἐνῶ τινὰ τῶν στερεῶν διατηροῦσι πολλάκις τὸν νέον αὐτῶν ὄγκον, ὅταν ἡ πίεσασα αὐτὰ δύναμις παύση ἐνεργοῦσα· ἄλλα δὲ δὲν λαμβάνουσιν ἀκριβῶς τὸν ἀρχικὸν αὐτῶν ὄγκον. Π. χ., ὁ μόλυβδος πιεζόμενος διατηρεῖ τὸν νέον αὐτοῦ ὄγκον, ἐνῶ τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, τὸ ἐλεφάντινον ὀστοῦν, ἐπανέρχονται εἰς τὴν προτέραν σχεδὸν αὐτῶν κατὰστασιν, ἅμα

ὡς παύση ἐνεργοῦσα ἢ πιέζουσα αὐτὰ δυνάμεις, ὅταν, ἐννοεῖται οἴκοθεν, ἡ πίεσασα αὐτὰ δυνάμεις δὲν ᾔτο ἀρκούντως ἰσχυρά, ὥστε νὰ ἐπιφέρῃ θραύσιν.

14. ΔΙΑΣΤΑΛΤΟΝ. — Πάντα τὰ σώματα θερμαινόμενα αὐξάνουσι κατὰ τὸν ὄγκον, ἥτοι διαστέλλονται, καὶ ψυχόμενα ἐλαττοῦνται κατὰ τὸν ὄγκον, ἥτοι συστέλλονται. Ἡ τοιαύτη τῶν σωμάτων ιδιότης καλεῖται διασταλτόν.

Ἐὰν λάβωμεν μεταλλικὴν τινὰ σφαῖραν γ (σχ. 20), διερχομένην ἀκριβῶς διὰ τοῦ κρίκου α , καὶ θερμάνομεν αὐτὴν διὰ τινος ἐξ οἰνοπνεύματος λυχίας, βλέπομεν ὅτι αὕτη δὲν δύναται νὰ διέλθῃ πλέον διὰ τοῦ αὐτοῦ κρίκου α . Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι νῦξήθη διὰ τῆς θερμότητος κατὰ τὸν ὄγκον, ἥτοι διεστάλη. Ὅταν ἡ σφαῖρα ἐπανέλθῃ διὰ τῆς ψύξεως εἰς τὴν προτέραν αὐτῆς κατάστασιν, ἡ διὰ τοῦ κρίκου α διάβασις αὐτῆς εἶναι δυνατή. Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι διὰ τῆς ψύξεως ὁ ὄγκος αὐτῆς ἐλαττώθη, ἥτοι συνεστάλη.



Σχ. 20



Σχ. 21

Τὸ διασταλτὸν τῶν ὑγρῶν καὶ ἀερίων ἀποδεικνύεται διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων. Ἐὰν λάβωμεν σφαῖραν ὑάλινον (σχ. 21) περατουμένην εἰς στενὸν σωλῆνα, πληρώσωμεν αὐτὴν ὑγροῦ τινος, ἔπειτα θερμάνωμεν τὸ ἐν τῇ σφαίρᾳ περιεχόμενον ὑγρὸν, παρατηροῦμεν ἀμέσως ὅτι τὸ ἄκρον τῆς στήλης α τοῦ ὑγροῦ ὑψοῦται. Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι ὁ ὄγκος τοῦ ὑγροῦ διὰ τῆς θερμάνσεως αὐξάνει, ἥτοι ὅτι τὸ ὑγρὸν διαστέλλεται. Ὅταν παύσωμεν νὰ θερμαίνωμεν τὸ ὑγρὸν, τὸ ἄκρον α τῆς στήλης αὐτοῦ κατέρχεται βαθμηδόν, ἥτοι τὸ ὑγρὸν συστέλλεται.

Διὰ τὰ ἀέρια μεταχειρίζομεθα τὸ αὐτὸ ὄργανον, ἀλλὰ χωρίζομεν τὸ ἐν τῇ σφαίρᾳ ἀέριον ἀπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος διὰ τινος ὑγροῦ τιθεμένου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος M , οὗτινος μεταβάλλομεν καταλλήλως τὸ

σχήμα. Ἐάν ἀρχίσωμεν νὰ θερμάνωμεν ὀλίγον τι τὴν σφαῖραν, παρατηροῦμεν ὅτι ἀμέσως ἡ ὑγρὰ στήλη ἀνέρχεται, καὶ συμπεραίνομεν ὅτι τὸ ἐντὸς τῆς σφαίρας ἀέριον αὐξάνει κατὰ τὸν ὄγκον, ἥτοι διαστέλλεται. Ἄμα δ' ὡς παύσωμεν ἐνεργοῦντες διὰ τῆς θερμότητος, ἡ ὑγρὰ στήλη ἄρχεται καταρρομένη, καὶ τὸ ἐντὸς ἀέριον λαμβάνει κατὰ μικρὸν τὸν ἀρχικὸν αὐτοῦ ὄγκον, ἥτοι συστέλλεται.

Τὰ ὑγρά καὶ ἀέρια εἶναι ἐπὶ τοσοῦτω διασταλτά, ὥστε μόνη ἡ θερμότης τῆς χειρὸς ἡμῶν ἀρκεῖ νὰ μεταβάλλῃ τὸν ὄγκον αὐτῶν ἐπαισθητῶς.

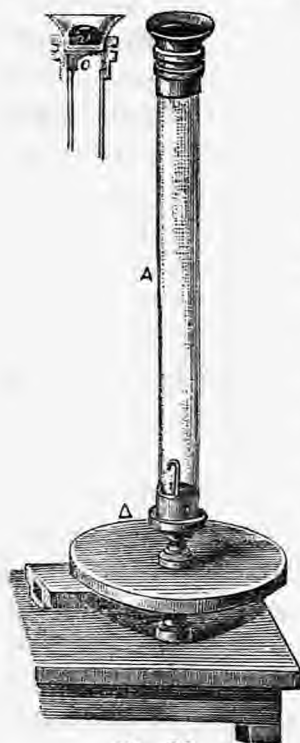
15. ΠΟΡΩΔΕΣ. — Εἵπομεν ὅτι τὰ σώματα σύγκεινται ἐκ μερῶν, ἅτινα δὲν μεταβάλλονται διὰ τῆς ἐνεργείας οὐδεμιᾶς δυνάμεως, καὶ ἐκ αλέσαμεν τὰ μέρη ταῦτα ἄτομα, εἶδομεν δὲ προηγουμένως ὅτι πάντα τὰ σώματα συστέλλονται καὶ διαστέλλονται. Ἀποῦ λοιπὸν τὰ ἄτομα, αὐτὰ καθ' ἑαυτά, οὐδόλως μεταβάλλονται, τὰ δὲ σώματα αὐξάνουσι καὶ ἐλαττοῦνται τὸν ὄγκον διὰ τῆς πιέσεως ἢ διὰ τῆς θερμότητος, ἔπεται ὅτι πρέπει νὰ ὑπαρῶσιν ἀναγκαίως κενά τινα διαστήματα μεταξὺ τῶν ἀτόμων αὐτῶν, ἅτινα, αὐξανόμενα καὶ ἐλαττούμενα διὰ τῆς ἐνεργείας τῶν δυνάμεων, αὐξάνουσι καὶ ἐλαττόνουσι τὸν ὄγκον τῶν σωμάτων. Τὰ κενὰ ταῦτα διαστήματα, τὰ μεταξὺ τῶν ἀτόμων τῶν σωμάτων ὑπάρχοντα, καλοῦνται πόροι τῶν σωμάτων, ἐπειδὴ δὲ πάντα τὰ σώματα συστέλλονται καὶ διαστέλλονται, ἔπεται ὅτι πάντα τὰ σώματα εἶναι πορώδη.

Τὸ πορώδες τῶν σωμάτων ἀποδεικνύεται οὐ μόνον διὰ τῆς αὐξήσεως ἢ ἐλαττώσεως τοῦ ὄγκου αὐτῶν αὐξανομένης ἢ ἐλαττουμένης τῆς θερμοκρασίας αὐτῶν, ἀλλὰ καὶ διὰ πλείστων χημικῶν φαινομένων, ἐν οἷς παρατηρεῖται ὅτι σῶμά τι, ἀποτελούμενον ἐκ τῆς ἐνώσεως δύο ἄλλων, λαμβάνει ὄγκον μικρότερον τοῦ ἀθροίσματος τῶν ὄγκων τῶν ἀποτελεσάντων τὴν ἐνωσιν σωμάτων. Ἐάν π. χ. πλτρώσωμεν σωλῆνά τινα κατὰ τὸ ἥμισυ ὕδατος καὶ ἐπιχύσωμεν ἐπ' αὐτοῦ λεῖψυδρον οἶνόπνευμα μέχρις οὗ πληρωθῇ ὁ σωλὴν ἐντελῶς, θελομεν ἰδεῖ ὅτι ὁ ὀλικὸς ὄγκος αὐτῶν ἐλαττοῦται ἀμέσως, ἅμ' ὥς διὰ βιαίας τινὸς δονήσεως τοῦ σωλῆνος τὰ ἐν αὐτῷ ὑγρά, ἅτινα κατ' ἀρχὰς ἦσαν ἀπλῶς ἐπικείμενα, ἐνωθῶσι. Τὰ ἄτομα λοιπὸν τοῦ ἐνὸς ὑγροῦ κατέλαβον τὸν μεταξὺ τῶν πόρων τοῦ ἑτέρου χώρον, εἰσέδυσαν, οὕτως εἰπεῖν, ἐντὸς αὐτῶν καὶ οὕτως ἐκ τῆς ἐνώσεως παρήχθη σῶμα, ἔχον ὄγκον μικρότερον τοῦ ἀθροίσματος τῶν ὄγκων τῶν ἀποτελεσάντων αὐτὸ σωμάτων.

Δὲν πρέπει νὰ συγχέωμεν τοὺς πόρους τῶν σωμάτων μὲ τὰ πραγματικὰ χάσματα, ἅτινα ὀνομάζομεν ὡσαύτως πόρους, καὶ τὰ ὅποια παρατηροῦμεν εὐκόλως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῶν. Πρὸς διάκρισιν τῶν μὲν ἀπὸ τῶν δέ, ὠνόμασεν τὰ μεταξὺ τῶν ἀτόμων τῶν σωμάτων ὑπάρ-

χοντα διαστήματα φυσικὸς πόρους, τὰ δὲ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ἢ καὶ ἐντὸς αὐτῶν ὑπάρχοντα χάσματα, τυχαίους πόρους. Οἱ μὲν φυσικοὶ πόροι εἶναι ἐντελῶς ἀόρατοι, οἱ δὲ τυχαῖοι εἶναι ὥς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὁρατοί, καὶ ἡ ὑπαρξὶς αὐτῶν ἀποδεικνύεται εὐκόλως διὰ διαφορῶν πειραμάτων. Τὸ πρὸς τοῦτο συνήθως ἐν χρήσει πείραμα εἶναι τὸ ἐξῆς·

Λαμβάνουσιν (Σχ. 22) ὑάλινόν τινα σωλῆνα Α, οὔτινος τὸ μὲν ἓν ἄκρον κοχλιοῦσιν ἐπὶ τοῦ δίσκου Δ πνευματικῆς τιнос ἀντλίας, δι' ἧς δυνάμεθα νὰ ἐξαγάγωμεν τὸν ἐν αὐτῷ περιεχόμενον ἀέρα, ἐπὶ δὲ τοῦ



Σχ. 22

ἐτέρου ἄκρου θέτουμεν τεμάχιον ξύλου, τετμημένου καθέτως πρὸς τὴν διεύθυνσιν τῶν ἰνῶν αὐτοῦ. Ἐπὶ τοῦ ξύλου ὑπάρχει χωνεῖον ο, καλῶς ἐφηρμοσμένον καὶ περιέχον ὑδράργυρον. Ὅταν ὁ σωλῆν Α ᾖναι πλήρης ἀέρος, ὁ ἐπὶ τοῦ ξύλου καὶ ἐν τῷ χωνεῖῳ ο ὑπάρχων ὑδράργυρος δὲν δύναται νὰ κατέλθῃ ἐν τῷ σωλῆνι Α διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ ξύλου. Ἀμα δ' ὡς διὰ τῆς ἀεραντλίας ἀρχίσωμεν ν' ἀφαιρῶμεν τὸν ἐν τῷ σωλῆνι Α περιεχόμενον ἀέρα, ὁ ἐπὶ τοῦ ξύλου ὑδράργυρος, μὴ εὐρίσκων πλέον εἰς τὴν διάβασιν αὐτοῦ οὐδὲν κώλυμα, διέρχεται διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ ξύλου καὶ καταπίπτει ἐν εἴδει ἀργυρᾶς βροχῆς. Ἐὰν ἀντὶ ξύλου θέσωμεν τεμάχιον δέρματος, ὁ ὑδράργυρος διέρχεται ὡσαύτως διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ δέρματος ἐν εἴδει ἀργυρᾶς βροχῆς, ἅμ' ὥς ἀρχίσῃ ἡ ἐκ τοῦ σωλῆνος Α ἐξαγωγή τοῦ ἀέρος.

Οἱ τυχαῖοι τῶν μετάλλων πόροι ἀπεδείχθησαν διὰ τοῦ περιφήμου πειράματος τῆς Ἀκαδημίας τῆς Φλωρεντίας. Αὕτη, θέλουσα

νὰ πεισθῇ ἂν τὸ ὕδωρ ᾖναι πιεστόν, κατεσκεύασε κενὴν σφαῖραν ἐξ ἀργύρου, ἐπλήρωσεν αὐτὴν ὕδατος καὶ κλείσασα ἀσφαλῶς τὴν ὀπήν, δι' ἧς ἐπληρώθη ἡ σφαῖρα, ἐζήτει διὰ τῆς σφυρηλασίας νὰ ἐλαττώσῃ τὸν ὄγκον τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ ὕδατος μεταβάλλουσα τὸ σχῆμα τῆς σφαίρας. Ἀλλ' εἰς ἕκαστον σφυρηλάτημα παρετηροῦντο ἐν εἴδει δρόσου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας σταγόνες ὕδατος. Τὸ ἐντὸς τῆς σφαίρας λοιπὸν ὕδωρ διήρχετο, πιεζόμενον ἰσχυρῶς, διὰ τῶν τυχαίων πόρων τοῦ ἀργύρου, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι καὶ τὰ μέταλλα ἔχουσι τυχαίους πόρους.

16. ΜΑΖΑ. — Μάζα σώματός τιнос καλεῖται ἡ ποσότης τῆς ἐν αὐτῷ περιεχομένης ὕλης, ἥτοι τὸ σύνολον τῶν ἀτόμων τοῦ σώματος.

17. ΑΤΟΜΙΚΑΙ ΔΥΝΑΜΕΙΣ. — Ἐπειδὴ ἀπεδείχθη ὅτι πάντα τὰ σώματα εἶναι πορώδη, ἔπεται ἐκ τούτου ὅτι ὅλων τῶν σωμάτων τὰ ἄτομα ἢ μόρια δὲν ἐφάπτονται ἀλλήλων, ἀλλ' εὐρίσκονται εἰς τινα ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν. Ἐπειδὴ δὲ τὰ ἄτομα τῶν σωμάτων, ὡς ὕλη ἀδρανής, δὲν δύνανται ἀφ' ἑαυτῶν νὰ κατέχωσι πρὸς ἄλληλα ταύτην μᾶλλον ἢ ἐκείνην τὴν θέσιν, ἔπεται ὅτι ὑπάρχει μεταξὺ αὐτῶν δύναμις τις, ἥτις συνέχει καὶ συγκρατεῖ αὐτὰ εἰς τὴν θέσιν, ἣν ἐκάστοτε ἔχουσιν ἐν τῷ σώματι. Ἡ ἑλκτική αὕτη δύναμις, ἡ μεταξὺ τῶν ἀτόμων τῶν σωμάτων ἐνεργοῦσα, καλεῖται *ἀτομικὴ δύναμις*. Ἄν δὲ μόνον αὕτη, ἡ τείνουσα νὰ ἐνώσῃ τὰ ἄτομα τῶν σωμάτων, ὑπῆρχε καὶ οὐδεμία ἄλλη, τὰ ἄτομα ἢ μόρια, ὑπέκοντο εἰς τὴν ἐνεργεῖαν αὐτῆς, ἤθελον ἀποτελέσει ἐν ὅλον συνεχές, καὶ τὰ σώματα δὲν ἤθελον εἶναι πορώδη. Ἀλλὰ παρετηρήσαμεν ἀνωτέρω ὅτι τὰ σώματα συστέλλονται καὶ διαστέλλονται διὰ τῆς θερμότητος. Ἡ θερμότης λοιπὸν εἶναι ἑτέρα τις ἀπωθητικὴ δύναμις, ἐξωτερικὴ καὶ οὐχὶ τῶν ἀτόμων, δι' ἧς ἀναγκάζονται τὰ ἄτομα τῶν σωμάτων, κατὰ τὸν βαθμὸν τῆς ἐνεργείας αὐτῆς, νὰ διατηρῶσι τὴν σχετικὴν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν. Ἄν καὶ ἡ δευτέρα αὕτη δύναμις δὲν εἶναι πράγματι ἀτομικὴ δύναμις, διότι τὸ αὐτὸ ὄν, τὸ ἄτομον, δὲν δύνανται νὰ ἔχῃ ταυτοχρόνως δύο ἀντιθέτους ιδιότητας, νὰ ἔλκῃ δηλ. καὶ νὰ ἀπωθῇ, συμπεριλαμβάνεται οὐχ ἥττον καταχρηστικῶς μετὰ τῆς πρώτης καὶ ὀνομάζονται κοινῶς *ἀτομικαὶ δυνάμεις*.

Εἰς τὰ στερεὰ ἡ ἑλκτικὴ δύναμις, ἥτις καὶ *συνοχή* καλεῖται, εἶναι πολὺ μεγαλειτέρα τῆς ἀπωθητικῆς, τούτου δὲ ἕνεκα δοκιμάζομεν μεγίστην δυσκολίαν εἰς τὸ νὰ ἀποσπᾶσωμεν τὰ μέρη αὐτῶν. Εἰς τὰ ὑγρά ἡ συνοχή εἶναι λίαν ἀσθενής, καὶ ἡ ἐλαχίστη δύναμις ἀρκεῖ νὰ μεταβάλλῃ τὴν πρὸς ἄλληλα τῶν μορίων αὐτῶν θέσιν. Εἰς δὲ τὰ αἲρια ἡ συνοχή εἶναι τόσῳ μικρὰ καὶ ἀσθενής ὡς πρὸς τὴν ἀπωθητικὴν, τὴν εἰς τὴν θερμότητα ὀφειλομένην, ὥστε ταῦτα καταλαμβάνουσι πάντα σχεδὸν παρουσιαζόμενον εἰς αὐτὰ κενὸν χῶρον. Τούτου ἕνεκα τὰ αἲρια περιέχονται πάντοτε ἐντὸς ἀγγείων πανταχόθεν κεκλεισμένων.

Κατὰ ταῦτα ἡ ἀτμοσφαῖρα, ἥτοι ὁ περιβάλλων τὴν ἐπιφάνειαν τῆς Γῆς ἀήρ, καθὼ αἲριον, ἤθελε τείνει διαρκῶς νὰ καταλάβῃ περισσότερον ὄγκον, καὶ ἐπομένως ἤθελεν ἀραιωθῇ ἐπὶ τοσούτῳ, ὥστε ἡ ὑπαρξὶς ἡμῶν καὶ ἀπάντων τῶν ὀργανικῶν ὄντων ἤθελεν εἶναι ἀδύνατος. Τὸ τοιοῦτο πράγματι ἤθελε συμβῆ, ἂν δὲν ὑπῆρχεν ἑτέρα τις δύναμις, ἡ βαρύντης, ἥτις ἀνθίσταται εἰς τὴν τοιαύτην ἐπ' ἀόριστον ἐπέκτασιν τοῦ αἵρος ἔλκουσα τὰ ἄτομα αὐτοῦ πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς. Περὶ τῆς δυνάμεως ταύτης πραγματευόμεθα ἀμέσως.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ

ΒΑΡΥΤΗΣ, ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΣ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΟΝ ΑΥΤΗΣ, ΒΑΡΗ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

18. **ΒΑΡΥΤΗΣ.** — Πᾶν σῶμα ἀφιέμενον ἐλεύθερον φέρεται πρὸς τὰ κάτω, πίπτει ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Αἰτία τῆς κινήσεως ταύτης εἶναι βεβαίως δυνάμεις τις ἐνεργοῦσα ἐπὶ τοῦ σώματος κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς κινήσεως, ἣν τοῦτο λαμβάνει. Ἡ δύναμις αὕτη ὀνομάζεται βαρύτης καὶ προέρχεται ἐκ τῆς ἑλξεως τῆς Γῆς ἐπὶ τοῦ σώματος. Ἐὰν σώματά τινα, ὡς ὁ καπνός, τὰ νέφη κτλ., ἀντὶ τῆς φύσεώς των φέρονται πρὸς τὴν Γῆν, ἀπομακρύνονται ταύτης ἀνυψούμενα εἰς τὸν ἀέρα, τοῦτο προέρχεται ἐνεκα αὐτῆς πάλιν τῆς βαρύτητος, ὡς θέλομεν ἰδεῖ εἰς τὸ μετὰ ταῦτα.

Ἐὰν διαιρέσωμεν σῶμά τι εἰς ὅσαδήποτε μέρη, ἕκαστον τῶν μερῶν τούτων ἀφιέμενον ἐλεύθερον πίπτει ὡς καὶ τὸ ὅλον σῶμα ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Ἄν μᾶς ᾔτο δυνατόν νὰ ἐξακολουθήσωμεν τὴν εἰς μέρη διαίρεσιν τοῦ σώματος μέχρι καὶ αὐτῶν τῶν ἐξ ὧν τοῦτο σύγκειται ἀτόμων, εἶναι φανερόν ὅτι ἕκαστον τῶν ἀτόμων αὐτοῦ ἤθελεν ἑλκεσθαι ὑπὸ τῆς Γῆς ὡς καὶ ἕκαστον τῶν μερῶν αὐτοῦ, ὡς καὶ τὸ ὅλον σῶμα. Ἔπεται ἐντεῦθεν ὅτι ἕκαστον τῶν ἀτόμων σώματός τινος ἑλκεται ὑπὸ δυνάμεως τινος, πηγαζούσης ἐκ τῆς Γῆς, τῶν δυνάμεων δὲ τούτων θέλομεν ζητήσῃ τὴν διεύθυνσιν, τὴν συνισταμένην καὶ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς.

19. **ΔΙΕΥΘΥΝΣΙΣ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ.** — Πᾶν σῶμα ἢ πᾶν μέρος τοῦ σώματος, ὑφιστάμενον τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, διαγράφει κατὰ πίπτον εὐθεῖαν γραμμὴν, ἥς ἡ διεύθυνσις ὀνομάζεται κάθετος. Ἡ διεύθυνσις αὕτη προσδιορίζεται διὰ τινος νήματος, καλουμένου νήματος τῆς στάθμης, εἰς ἓν τῶν ἄκρων τοῦ ὁποίου ἀναρτῶμεν στερεόν τι σῶμα, π. χ. σφαῖραν ἐκ μολύβδου, τὸ δ' ἕτερον κρατοῦμεν ἀκίνητον (Σχ. 23). Τὸ νῆμα λαμβάνει τότε διεύθυνσιν τινα, ἣτις εἶναι προφανῶς ἡ διεύθυνσις τῆς ἐπὶ τοῦ σώματος ἐνεργούσης δυνάμεως, τουτέστι τῆς βαρύ-

τητος, ὠνομάσθη δὲ κάθετος, ὡς οὖσα κάθετος ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ἡρεμούντος ὕδατος ἢ ἄλλου τινὸς ὑγροῦ.

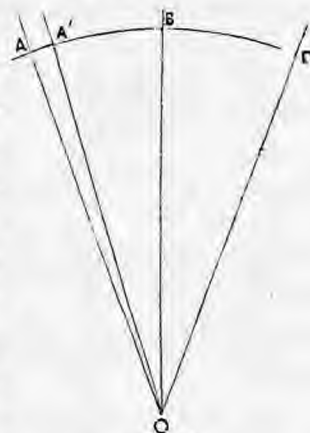
Πάν ἐπίπεδον κάθετον ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς βαρύτητος καλεῖται *ὀριζόντιον* ἐπίπεδον. Κατὰ τὰ προλεχθέντα λοιπὸν αἱ ἐπιφάνειαι τῶν ἡρεμούντων ὑγρῶν εἶναι ἐπίπεδα ὀριζόντια, ὡς κάθετα ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τοῦ νήματος τῆς στάθμης.

20. Αἱ ἐπὶ τῶν ἀτομῶν σωματῶν τινὸς διευθύνσεις τῆς βαρύτητος ἀγνάνται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς παραλλήλοι. — Εἶναι ἀποδεδειγμένον ὅτι ἡ Γῆ εἶναι σφαιρική, καὶ ὅτι ἡ ἐπιφάνεια αὐτῆς εἰς ἕκαστον μέρος προσδιορίζεται ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας τῶν ἡρεμούντων ὑγρῶν, π. χ. τῆς θαλάσσης. Ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ σφαῖρα τῆς Γῆς εἶναι πολὺ μεγάλη ὡς πρὸς τὸ περιωρισμένον μέρος τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, τὸ μέρος τοῦτο τῆς ἐπιφανείας δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἐπίπεδον. Ἡ διεύθυνσις λοιπὸν τῆς βαρύτητος, ἡ κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπίπεδου ταύτης ἐπιφανείας τῆς σφαίρας, διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τῆς σφαίρας, ἥτοι τῆς Γῆς. Ἡ βαρύτης λοιπὸν εἶναι δύναμις πηγάζουσα ἐκ τῆς Γῆς καὶ διευθυνομένη πρὸς τὸ κέντρον αὐτῆς. Κυρίως τὸ πρᾶγμα δὲν ἔχει οὕτω, διότι πρῶτον ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς δὲν εἶναι ἐντελῶς σφαιρική, καὶ δεύτερον ἡ ὕλη, ἐξ ἧς σύγκεινται τὰ διάφορα μέρη τοῦ ὅγκου αὐτῆς, δὲν εἶναι ὁμογενής. Ἐπειδὴ ὅμως ἡ ὑπόθεσις τῆς σφαιρικότητος τῆς Γῆς καὶ τῆς πρὸς τὸ κέντρον αὐτῆς διευθύνσεως τῆς βαρύτητος δὲν μεταβάλλουσιν ἐπαισθητῶς τὰ ἐκ ταύτης πηγάζοντα ἐξαγόμενα, θέλομεν κάμει χρῆσιν τῆς ὑποθέσεως ταύτης εἰς τὸ μετὰ ταῦτα, ὡς ἂν αὕτη παρίστα τὴν πραγματικότητα.

Ἐστω λοιπὸν τόξον τι ΑΓ μεγίστου κύκλου τῆς σφαίρας (Σχ. 24). Αἱ κάθετοι ἢ κατακόρυφοι ΑΟ καὶ ΓΟ, αἱ εἰς τὸ κέντρον Ο συναπαντῶμεναι, σχηματίζουν γωνίαν τινὰ ΑΟΓ, ἥτις ἐλαττοῦται καθόσον τὸ σημεῖον Γ πλησιάζει πρὸς τὸ Α, ἢ καθόσον τὸ τόξον ΑΓ γίνεται μικρότερον. Εἰς τὰ σημεία Α καὶ Α' αἱ διευθύνσεις τῆς βαρύτητος ΟΑ, ΟΑ' σχηματίζουν τὴν γωνίαν ΑΟΑ', ἥτις θέλει εἶναι ἐλαχίστη, ἔαν τὰ δύο σημεία Α καὶ Α' ἀπέχωσιν ἀπ' ἀλλήλων ἀριθμὸν τινὰ μέτρων· διότι αἱ πλευραὶ ΑΟ, Α'Ο τῆς γωνίας ΑΟΑ' συναπαντῶνται εἰς μεγίστην ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν, εἰς



Σχ. 23



Σχ. 24

ἀπόστασιν 6000000 περίπου μέτρων. Διὰ τὰ μέρη λοιπὸν ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος αἱ διευθύνσεις τῶν δυνάμεων, τῶν ἐνεργουσῶν ἐπὶ τῶν ἀτόμων αὐτοῦ, δύνανται κατ' ἰσχυρότερον λόγον νὰ θεωρηθῶσιν ὡς παράλληλοι. Λοιπὸν δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν ὡς παραλλήλους καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς ὅλας τὰς καθέτους δυνάμεις τῆς βαρύτητος, τὰς ἐνεργούσας ἐπὶ τῶν ἀτόμων ἐνὸς καὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος, καὶ ἐπομένως νὰ ζητήσωμεν τὴν συνισταμένην αὐτῶν.

21. ΣΥΝΙΣΤΑΜΕΝΗ ΤΩΝ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ, ΒΑΡΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. — Ἐὰν φαντασθῶμεν ἐπὶ ἐκάστου ἀτόμου σώματος τινος τὴν ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσαν δυνάμιν τῆς βαρύτητος, ἐπειδὴ αὐταὶ εἶναι παράλληλοι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, δυνάμεθα κατὰ τὰ λεχθέντα ἐν τῷ § XI, 7^{ον} νὰ εὕρωμεν τὴν συνισταμένην αὐτῶν. Ἡ συνισταμένη αὕτη, ἥτις εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν περὶ ὧν ὁ λόγος δυνάμεων καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, ὀνομάζεται βάρος τοῦ σώματος. Λοιπὸν

Βάρος σώματός τινος καλεῖται ἡ συνισταμένη τῶν παραλλήλων δυνάμεων τῆς βαρύτητος, τῶν ἐνεργουσῶν ἐπὶ τῶν ἀτόμων αὐτοῦ.

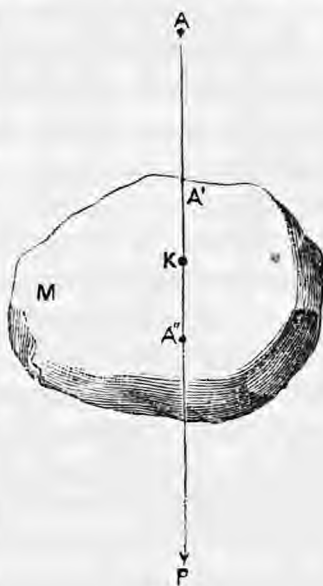
22. ΚΕΝΤΡΟΝ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ. — Εἴπομεν ἐν τῇ αὐτῇ § XI ὅτι ἡ συνισταμένη ὅσωνδῆποτε παραλλήλων δυνάμεων μένει ἡ αὐτὴ καὶ διέρχεται πάντοτε διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου ὅποιανδῆποτε νέαν κοινὴν διεύθυνσιν καὶ ἂν λάθωσιν αἱ συνιστώσαι αὐτὴν παράλληλοι δυνάμεις, ὅτι τὸ σημεῖον τοῦτο, δι' οὗ διέρχεται πάντοτε ἡ συνισταμένη, καλεῖται κέντρον τῶν παραλλήλων δυνάμεων, καὶ ὅτι μένει τὸ αὐτὸ καὶ καθ' ἣν περίπτωσιν αἱ παράλληλοι δυνάμεις ἤθελον μεταβάλλει μέγεθος, φυλάττουσαι πάντοτε τὸν πρὸς ἀλλήλας λόγον αὐτῶν ἀμετάβλητον. Ἐὰν ἐφαρμόσωμεν ταῦτα ἐπὶ τῶν παραλλήλων διευθύνσεων τῶν ἐπὶ τῶν ἀτόμων σώματός τινος ἐνεργουσῶν δυνάμεων τῆς βαρύτητος, θέλομεν συμπεράνει ὅτι ἡ συνισταμένη αὐτῶν θέλει διέρχεσθαι πάντοτε διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου, ὅποιανδῆποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ ἐν τῷ διαστήματι θέσις τοῦ σώματος. Τὸ σταθερὸν τοῦτο σημεῖον ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ὀνομάζεται κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ σώματος. Διὰ πᾶν λοιπὸν σῶμα ὁπάρχει ἓν σημεῖον, ἓν κέντρον βαρύτητος, εἰς ὃ ἐὰν ἐφαρμοσθῇ δύναμις τις ἴση μὲ τὸ βάρος τοῦ σώματος, ἡ κίνησις αὐτοῦ θέλει εἶναι ἐντελὴς ἡ αὐτή. Δυνάμεθα λοιπὸν, ἀντὶ νὰ θεωρῶμεν τοσαύτην πληθὺν δυνάμεων, ὅσα εἶναι τὰ ἄτομα ἐκάστου σώματος, νὰ λαμβάνωμεν ὑπ' ὄψιν μόνον τὴν συνισταμένην αὐτῶν, ἥτοι τὸ βάρος τοῦ σώματος, ἐφαρμοσμένον ἐπὶ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ. Ἡ ἐνέργεια τῆς δυνάμεως ταύτης θέλει εἶναι ἐντελὴς ἡ αὐτὴ μὲ τὴν ἐνέργειαν τῶν συνιστωσῶν αὐτῆν, καὶ ἐπειδὴ εἶναι μία, θέλει εἶναι πολὺ εὐκολώτερον εἰς ἡμᾶς νὰ προσδιορίζωμεν τὰ ἀποτελέσματα τῶν ἐνεργειῶν αὐτῆς.

Ἀπὸ τῆς ἐν τῷ κέντρῳ βαρύτητος ἐνεργείας

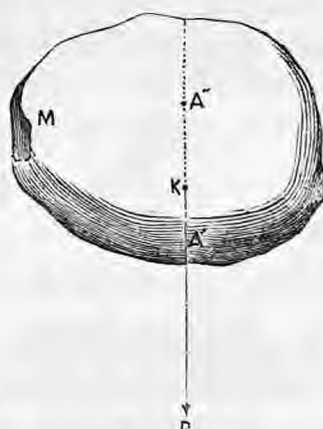
23. **ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΕΥΣΤΑΘΗΣ, ΑΣΤΑΘΗΣ ΚΑΙ ΑΔΙΑΦΟΡΟΣ.** — Ἐστω σῶμά τι M (Σχ. 25), K τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος αὐτοῦ καὶ KP ἡ διεύθυνσις τῆς συνισταμένης τῆς βαρύτητος. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ἀκίνητόν τι σημεῖον A κεῖται ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς συνισταμένης KP καὶ εἶναι στερεῶς συνδεδεμένον μετὰ τοῦ σώματος διὰ τινος νήματος, εἶναι φανερόν ὅτι ἡ ἐνέργεια τῆς δυνάμεως KP , τῆς διὰ τοῦ ἀκινήτου σημείου A διερχομένης, θέλει μηδενισθῇ, ἐπομένως τὸ σῶμα M θέλει εὐρίσκεισθαι ἐν ἰσορροπίᾳ. Τὸ αὐτὸ ἤθελε συμβῇ ἂν τὸ ἀκίνητον σημεῖον ἔκειτο ἐντὸς τοῦ σώματος εἰς τὸ σημεῖον A' ἢ A'' .

Ὅταν τὸ στερεὸν σημεῖον A , περὶ τὸ ὁποῖον ὑποθετόν ὅτι τὸ σῶμα δύναται νὰ περιστραφῇ, κῆται ἄνωθεν τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ K καὶ τὸ σῶμα ἐκτοπισθῇ τῆς θέσεώς του δι' ἄλλης τινὸς δυνάμεως, βλέπομεν ὅτι τὸ σῶμα θέλει τείνει ταλαντευόμενον γὰρ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ προτέραν θέσιν. Ὅταν ὅμως τὸ στερεὸν σημεῖον A'' κῆται κάτωθεν τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος K καὶ τὸ σῶμα ἐκτοπισθῇ ὀλίγον τι τῆς θέσεως αὐτοῦ, τότε δὲν ἐπανέρχεται οὐδέποτε εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν, ἀλλ' ἀναστρέφεται λαμβάνον τὴν θέσιν τοῦ σχήματος 26, ἐν ᾗ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος αὐτοῦ K εὐρίσκεται κάτωθεν τοῦ ὑποτεθέντος στερεοῦ σημείου A'' . Πρὸς διάκρισιν τῶν δύο τούτων περιπτώσεων τῆς ἰσορροπίας ὀνομάζουσιν τὴν μὲν πρώτην ἰσορροπίαν εὐσταθῆ, τὴν δὲ δευτέραν ἰσορροπίαν ἀσταθῆ.

Ἄν τὸ στερεὸν σημεῖον ᾗτο αὐτὸ τὸ κέντρον K τῆς βαρύτητος αὐτοῦ, ἡ ἐνέργεια τῆς διὰ τοῦ σημείου τούτου διερχομένης πάντοτε συνισταμένης KP ἤθελε πάντοτε μηδενίζεσθαι, ὁποιαδήποτε καὶ ᾖτο ἡ ἐν τῷ διαστήματι θέσις τοῦ σώματος. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει λέγουσιν ὅτι ἡ ἰσορροπία αὐτοῦ εἶναι ἀδιάφορος.



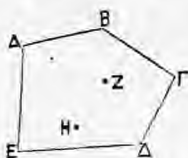
Σχ. 25



Σχ. 26

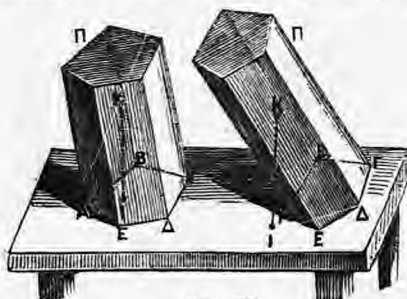
Ἐάν ἀντὶ στερεοῦ τινος σημείου, εὐρισκομένου ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς συνισταμένης ΚΡ, ὑποθέσωμεν ἄξονά τινα *ὀριζόντιον*, διερχόμενον διὰ τοῦ σημείου τούτου καὶ πέραξ τοῦ ὁποίου τὸ σῶμα νὰ δύνηται ἐλευθέρως νὰ περιστραφῇ, ἡθέλομεν καταντῆσαι εἰς τὰ αὐτὰ ἐξαγόμενα· ὅτι δηλ. ἡ ἰσορροπία θέλει εἶναι εὐσταθὴς μὲν, ὅταν ὁ ἄξων διέρχεται διὰ τοῦ σημείου Α', κειμένου ἄνωθεν τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ Κ (Σχ. 25), ἀσταθὴς δέ, ὅταν ὁ ἄξων διέρχεται διὰ τινος σημείου Α'', κειμένου κάτωθεν τοῦ κέντρου Κ τῆς βαρύτητος αὐτοῦ, καὶ τελευταῖον ὅτι ἡ ἰσορροπία ἡθέλει εἶναι ἀδιάφορος, ὅταν ὁ ἄξων διέρχεται δι' αὐτοῦ τοῦ κέντρου Κ τῆς βαρύτητος.

24. ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΩΜΑΤΟΣ ΤΙΝΟΣ ΚΕΙΜΕΝΟΥ ΕΠΙ ΤΙΝΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ. — Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι σῶμά τι (Σχ. 27) κεῖται ἐπὶ τινος ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ στηρίζεται ἐπὶ τῶν σημείων Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η, κτλ. αὐτοῦ, καὶ ἐνώσωμεν τὰ σημεῖα ταῦτα οὕτως, ὥστε νὰ



Σχ. 27

σχηματισθῇ τὸ κυρτὸν πολύγωνον ΑΒΓΔΕΖ, περιλαμβάνον ἐντὸς τῆς περιμέτρου αὐτοῦ ὅλα τὰ λοιπὰ σημεῖα Ζ, Η, κτλ. Ἐάν καταδιβάσωμεν τώρα ἐκ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος τοῦ σώματος κάθετον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΑΒΓΔΕΖ, ἡ κάθετος αὕτη θέλει παριστᾶ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βάρους τοῦ σώματος καὶ θέλει πέσει ἢ ἐντὸς τοῦ πολυγώνου ΑΒΓΔΕΖ ἢ ἐκτὸς αὐτοῦ. Ἐάν πέσῃ ἐντὸς, εἶναι φανερόν ὅτι τὸ σῶμα θέλει εὐρίσκεισθαι ἐν ἰσορροπίᾳ, διότι ἡ ἐνέργεια τοῦ βάρους αὐτοῦ συντελεῖ εἰς τὸ νὰ πιέζῃ μόνον τὸ σῶμα ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου, ἐφ' οὗ καὶ κεῖται. Ἐάν δὲ ἡ κάθετος πέσῃ ἐκτὸς, τότε ἡ ἐνέργεια τῆς δυνάμεως τοῦ βάρους αὐτοῦ θέλει τείνει εἰς τὸ νὰ πλησιάσῃ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος αὐτοῦ πρὸς τὸ ἐπίπεδον, καὶ ἐπειδὴ

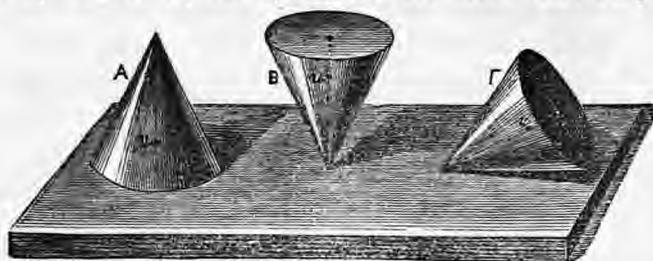


Σχ. 28

οὐδὲν τὸ κωλύον τὴν τοιαύτην κίνησιν, τὸ σῶμα θέλει ἀνατραπῇ. Παράδειγματος χάριν, ἐάν ὑποθέσωμεν (Σχ. 28) ὅτι τὸ πλάγιον πρίσμα Π κεῖται ἐπὶ τινος ὀριζοντίου τραπέζης, ἐφ' ἧς στηρίζεται διὰ τῆς βάσεως αὐτοῦ ΑΒΓΔΕ, καὶ ἐκ τοῦ κέντρου Κ τῆς βαρύτητος αὐτοῦ καταδιβάσωμεν τὴν κάθετον ΚΙ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς τραπέζης· τὸ πρίσμα θέλει εὐρίσκεισθαι ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν ὁ ποὺς Ι αὐτῆς πίπτῃ ἐντὸς τῆς βάσεως ΑΒΓΔΕ, ἐάν δὲ οὗτος πίπτῃ ἐκτὸς, τὸ πρίσμα θέλει ἀνατραπῇ.

Προσθετόν δὲ ὅτι καὶ ἡ ἰσορροπία σώματός τινος κειμένου ἐπὶ τινος

ὀριζοντίου ἐπιπέδου δύναται νὰ ᾔηται εὐσταθὴς ἢ ἀσταθὴς ἢ καὶ ἀδιάφορος. Ἐὰν π. γ. κῶνός τις Α (Σχ. 29) στηρίζεται διὰ τῆς βάσεως αὐτοῦ ἐπὶ ὀριζοντίου τινὸς ἐπιπέδου, ἡ ἰσορροπία αὐτοῦ θέλει εἶναι εὐσταθής· διότι, ἂν ἐκτοπισθῇ τῆς θέσεως αὐτοῦ μέχρις ὀρίου τινός, ἐπανέρχεται ἀφ' ἑαυτοῦ εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν. Ἐὰν στηρίζεται δ



Σχ. 29

αὐτὸς κῶνος Β διὰ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ, ἡ ἰσορροπία αὐτοῦ θέλει εἶναι ἀσταθής, διότι ὀλίγον τι καὶ ἂν ἐκτοπισθῇ τῆς θέσεως ταύτης, ἐγκαταλείπει αὐτὴν ἀνεπιστρεπτεί. Ἐὰν δὲ ὁ αὐτὸς κῶνος Γ στηρίζεται ἐπὶ μιᾷς τῶν πλευρῶν αὐτοῦ, ἡ ἰσορροπία αὐτοῦ θέλει εἶναι ἀδιάφορος, διότι ἐφ' ὁποιασδήποτε τῶν ἀπείρων πλευρῶν αὐτοῦ καὶ ἂν στηριχθῇ, ἡ θέσις αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή.

25. ΧΡΗΣΙΣ ΤΟΥ ΕΥΣΤΑΘΟΥΣ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ. — Εἰς πολλὰς περιστάσεις κάμνομεν χρῆσιν τῶν πρὸς τὴν εὐσταθεῇ ἰσορροπίαν ἀπαιτουμένων συνθηκῶν. Διὰ τὴν κατασκευὴν π. γ. τῶν πρὸς φωτισμὸν λαμπτήρων ἢ λυχνιῶν, ἐπειδὴ τὸ μέρος ἔνθα θέλει κεῖσθαι τὸ πρὸς φωτισμὸν ὑγρὸν πρέπει νὰ εὐρίσκηται εἰς κατ'ἀλλήλον ὕψος, δίδουσιν εἰς τὴν βάσιν αὐτῶν ἀφ' ἑνὸς ἀρκετὴν ἔκτασιν καὶ ἀφ' ἑτέρου συσσωρεύουσι πρὸς τὸ μέρος τοῦτο τὸ μεγαλειότερον μέρος τῆς ὕλης ὕλης. Οὕτω τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος πλησιάζει ὅσῳ τὸ δυνατόν περισσότερον εἰς τὴν βάσιν, ἐπομένως ἡ εὐστάθεια τοῦ σκεύους εἶναι καὶ διὰ τοὺς δύο τούτους λόγους μεγαλειότερα.

Οἱ ταξειδεύοντες διὰ τῶν ἀτμοπλοίων ἔχουσι παρατηρήσει βεβαίως πόσον βαρέα εἶναι τὰ φέροντα τὰ πρὸς φωτισμὸν σκεύη. Ἐπειδὴ τὸ ἀτμόπλοιον ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον εὐρίσκεται εἰς συνεχῇ ἀνώμαλον κίνησιν, ἂν τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τῶν σκευῶν δὲν ᾔητο ὅσῳ τὸ δυνατόν πλησιέστερον τῆς ἐφ' ἧς στηρίζονται βάσεως, ἤθελον ἀνατρέπεσθαι εὐκόλως, καὶ ἐπομένως ἤθελον εἶναι ἄχρηστα.

Διὰ λόγους εὐσταθείας ὅταν παλαιώμεν ἀνοίγομεν τὰ σκέλη ἡμῶν καὶ καταβιβάζομεν ὅσῳ τὸ δυνατόν περισσότερον τὸ σῶμα. Οὕτω τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος ἀφ' ἑνὸς πλησιάζει πρὸς τὴν βάσιν, καὶ ἀφ' ἑτέρου διὰ τοῦ ἀνοίγματος τῶν ποδῶν αὐξάνομεν τὰς διαστάσεις τῆς βά-

πewis, ἐπομένως καθιστῶμεν οὕτω δυσκολωτέραν τὴν πτώσιν ἡμῶν. Τοῦτ' αὐτὸ πράττουσι καὶ οἱ λογχομαχοῦντες στρατιῶται ἢ οἱ γυμναζόμενοι πρὸς λογχομαχίαν. Ἐπειδὴ εἶναι ἠναγκασμένοι νὰ κινῶσι τὸ φέρον τὴν λόγχην ὅπλον μετὰ ταχύτητος καὶ εἰς διαφόρους ἀπὸ τοῦ σώματος ἀποστάσεις, δίδουσιν εἰς τὸ σῶμα αὐτῶν τοιαύτην θέσιν, ὥστε

νὰ μὴ συμπαρασύρῃται εὐκόλως, καὶ ἐπομένως νὰ μένῃ ὥσω τὸ δυνατόν ἀκίνητον, εὐσταθές.



Σχ. 30

Οἱ κατασκευάζοντες παίγνια διὰ τὰ μικρὰ παιδία κατασκευάζουσι καὶ τοιαῦτα, ἅτινα ἐπανέρχονται εἰς τὴν τῆς εὐσταθοῦς ἰσορροπίας θέσιν αὐτῶν μετατοπιζόμενα ἔστω καὶ βιαίως. Τὸ σχῆμα 30 παριστᾷ ἀνθρωπάριον στηριζόμενον διὰ τοῦ ἄκρου τοῦ ποδὸς αὐτοῦ ἐπὶ τῆς κορυφῆς στηλίδιου. Ἐκατέρωθεν τοῦ σώματος αὐτοῦ ὑπάρχουσι δύο ῥάβδοι, φέρουσαι εἰς τὰ ἄκρα αὐτῶν δύο βαρεῖας σφαίρας. Οὕτω τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ ὅλου καταβιβάζεται εἰς τὸ κ , ὑποκάτω δηλ. τοῦ σημείου τῆς στηρίξεως, ἐπομένως ἡ ἰσορροπία τοῦ ὅλου εἶναι εὐσταθής. Ὅταν λοιπὸν δίδωσι βιαίως τινὰς κινήσεις εἰς τὸ σύστημα, δὲν καταπίπτει, ἀλλὰ ταλαντευόμενον τείνει νὰ ἐπανέλθῃ εἰς τὴν τῆς εὐσταθείας προτέραν αὐτοῦ θέσιν.

26. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. — Πρῶτος δ' Ἀρχιμήδης ἐζήτησε τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος διαφόρων σωμάτων, καὶ προσδιώρισε τὴν ἐν ἐκάστω θέσιν αὐτοῦ. Ὁ τρόπος δι' οὗ εὐρίσκεται τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος δεδομένου σώματος ἀνήκει εἰς τὴν θεωρητικὴν Μηχανικὴν, ἐπομένως εἶναι ζήτημα ὑπερβαῖνον τὰ ὅρια τοῦ παρόντος συγγράμματος, ἀλλ' ὑπάρχουσι καὶ σώματ' αἵτινα, ὧν τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος δυνατόν νὰ προσδιορισθῇ ἐκ τῶν προτέρων. Ὅταν π. χ. τὸ σῶμα εἶναι ὁμογενὲς καὶ ἔχει ἓν κέντρον ὁμοιότητος, τὸ κέντρον τοῦτο τῆς ὁμοιότητος θέλει εἶναι τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ σώματος. Τῆς γραμμῆς π. χ., θεωρουμένης ὡς ἐξ ὕλικῶν σημείων συγκεimenῆς, τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος εὐρίσκεται προφανῶς εἰς τὸ μέσον αὐτῆς. Τὸ κέντρον τοῦ κύκλου εἶναι καὶ κέντρον τῆς βαρύτητος αὐτοῦ, διότι εἶναι κέντρον ὁμοιότητος. Ὡσαύτως τοῦ παραλληλογράμμου τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος κεῖται ἐπὶ τοῦ σημείου τῆς τομῆς τῶν δύο αὐτοῦ διαγωνίων. Τοῦ κυλίνδρου τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος εἶναι εἰς τὸ μέσον τοῦ ἄξονος αὐτοῦ τῆς σφαίρας εἰς τὸ κέντρον αὐτῆς τοῦ παραλληλεπιπέδου εἰς τὸ σημεῖον τῆς συναπαντήσεως τῶν διαγωνίων αὐτοῦ κτλ.

Ἄλλ' ἐκτὸς τοῦ θεωρητικοῦ τρόπου, δι' οὗ προσδιορίζεται ἡ θέσις τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος δεδομένου σώματος, ὑπάρχει καὶ πρακτικὸς τις τρόπος. Πρὸς τοῦτο ἐξαρτῶμεν τὸ σῶμα (Σχ. 31, 32) διὰ σχοινίου ἐκ δύο διαφόρων μερῶν

καὶ ζητοῦμεν τὸ σημεῖον ἐνθα ἡ δευτέρα διεύθυνσις ΓΔ τοῦ σχοινίου τέμνει τὴν προτέραν αὐτοῦ διεύθυνσιν ΑΒ. Τὸ σημεῖον τοῦτο θέλει εἶναι προφανῶς τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ σώματος. Διότι, ἐπειδὴ εἰς ἐκάστην τῶν θέσεων τὸ σῶμα εὐρίσκειται ἐν ἰσορροπίᾳ, ἡ διὰ



Σχ. 31



Σχ. 32

τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος διερχομένη συνισταμένη ταυτίζεται μὲ τὴν διεύθυνσιν τοῦ σχοινίου. Ἡ διεύθυνσις λοιπὸν τοῦ σχοινίου εἰς ἐκάστην τῶν θέσεων τοῦ σώματος διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ (22), ἐπομένως τὸ σημεῖον, ἐνθα τέμνονται αἱ δύο διάφοροι διεύθυνσεις αὐτοῦ, θέλει εἶναι αὐτὸ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ σώματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ, ΕΝΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ, ΕΚΚΡΕΜΕΣ

27. ΠΡΩΤΟΣ ΝΟΜΟΣ. — Ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς καταπίπτει σῶμά τι, εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς μάζης αὐτοῦ· τουτέστιν, ἐὰν ἡ μάζα τοῦ σώματος αὐξήσῃ ἢ ἐλαττωθῇ, ἡ ταχύτης αὐτοῦ μένει πάντοτε ἡ αὐτή.

Τῷ ὄντι, εἵπομεν προηγουμένως ὅτι πᾶν ἄτομον σῶματός τινος ἔλκεται ὑπὸ τινος σταθεραῶς δυνάμεως, ἣτις εἶναι ἡ αὐτὴ δι' ὅλα τὰ ἄτομα, καὶ ὅτι μάζα τοῦ σώματος καλεῖται τὸ ἄθροισμα τῶν ἐξ ὧν τοῦτο σύγκειται ἀτόμων. Ἐὰν υποθέσωμεν τώρα ὅτι τὰ ἄτομα σῶματός τινος εἶναι ἀνεξάρτητα ἀπ' ἀλλήλων καὶ ὅτι ἀφίνονται ταυτοχρόνως εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, ἐπειδὴ ἡ ἐφ' ἐκάστου ἀτόμου ἐνεργοῦσα δύναμις εἶναι ἡ αὐτή, αἱ κινήσεις αὐτῶν θέλουσιν εἶναι ἀπαραλλάκτως αἱ αὐταί· ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ἡ πρὸς ἄλληλα αὐτῶν θέσις δὲν θέλει οὐδόλως μεταβληθῇ ἐν τῇ κινήσει. Λοιπὸν ἡ κίνησις ἐκάστου ἀτόμου καὶ ἡ τοῦ

ὅλου σώματος, ὅταν τὰ ἄτομα ὑποτεθῶσιν ὅτι ἀποτελοῦσιν ἐν ὅλῳ, εἶναι ἡ αὐτή. Ἄρα ἡ ταχύτης τοῦ σώματος εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἐξ ὧν τοῦτο σύγκεται ἀτόμων, ἥτοι τῆς μάζης αὐτοῦ.

28. ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΝΟΜΟΣ. — Ἡ ταχύτης, μεθ' ἧς καταπίπτει σῶμα τι, εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς οὐσίας αὐτοῦ· τουτέστιν, ὅποιονδήποτε καὶ ἂν ᾖ τὸ εἶδος τῶν ἀτόμων ἢ τῶν μορίων, ἐξ ὧν σῶμα τι σύγκεται, ἡ ταχύτης, ἣν τὸ σῶμα λαμβάνει εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος ἀφιέμενον, εἶναι ἡ αὐτή.

Ὁ νόμος οὗτος σημαίνει ὅτι ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ μετ' ἴσης ἐντάσεως ἐπὶ παντὸς εἶδους ἀτόμων ἢ μορίων, ἐξ ὧν τὰ σώματα σύγκεινται. Εἶναι ἀληθές ὅτι ὁ ἀνωτέρω νόμος φαίνεται ἐν ἀντιθέσει πρὸς ὅ,τι συνήθως παρατηροῦμεν συμβαῖνον. Ἐὰν ἀφῆσωμεν π. χ. ταῦτοχρόνως ἐλεύθερα διάφορα εἶδη σωμάτων· τεμάχιον χυσοῦ, χάρτου, φελλοῦ, μολύβδου κτλ., βλέπομεν ὅτι ταῦτα δὲν πίπτουσι καὶ ταῦτοχρόνως ἐπὶ τοῦ ἐδάφους. Ἐπειτα λοιπὸν ὅτι ἡ ταχύτης αὐτῶν εἶναι διάφορος, ὅπερ ἐναντίον τοῦ ἀνωτέρου νόμου. Δὲν πρέπει ὅμως νὰ λησμονήσωμεν ὅτι τὰ διάφορα ταῦτα σώματα πίπτουσιν ἐν τῷ ἀέρι, ὅστις ἀνθίσταται εἰς τὴν πτώσιν αὐτῶν τοσούτῳ μᾶλλον, ὅσῳ ἡ ἔκτασις τῆς ἐπιφανείας, ἐφ' ἧς ἡ ἀντίστασις αὐτοῦ ἐνεργεῖται, εἶναι μεγαλειτέρα. Π. χ. ἐὰν λάβωμεν φύλλον χάρτου καὶ ἀφῆσωμεν αὐτὸ ἐλεύθερον, βλέπομεν ὅτι καταπίπτει βραδέως καὶ λίαν ἀκανονίστως κατὰ τὰς διαφόρους κινήσεις ἢ ρεύματα τοῦ ἐν ᾧ καταπίπτει ἀέρος· ἐὰν τώρα τὸ αὐτὸ φύλλον χάρτου ἀφῆσωμεν ἐλεύθερον, ἀλλ' ἀφοῦ προηγουμένως μεταβάλωμεν εἰς σχῆμα σφαίρας τὸν ὅγκον αὐτοῦ, βλέπομεν ὅτι καταπίπτει μετὰ μεγαλειτέρας ταχύτητος καὶ κανονικώτερον, τουτέστι δὲν παρακολουθεῖ εὐκόλως τὰ ρεύματα τοῦ ἐν ᾧ καταπίπτει ἀέρος. Ἐπειδὴ ἐλάβομεν τὸ αὐτὸ φύλλον χάρτου, τὸ βάρος αὐτοῦ, ἥτοι ἡ κινουσα τὸ σῶμα δύναμις, ἔμεινεν ἡ αὐτή. Αἰτία λοιπὸν τῆς ἀνίσου ταχύτητος ἐν τῇ καταπτώσει



Σχ. 33

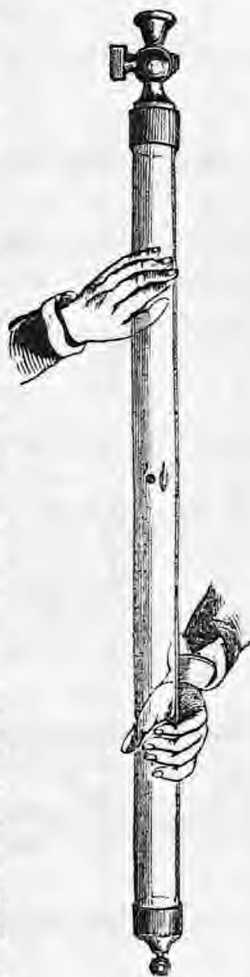
δὲν ἦτο ἡ μεταβολὴ τῆς ἐντάσεως τῆς δυνάμεως, ἀλλὰ προφανῶς τὸ σχῆμα αὐτοῦ, τουτέστι τὸ πολὺ ἢ ὀλίγον τῆς ἐπιφανείας, ἐφ' ἧς ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος ἐνεργεῖτο.

Ὅτι αἰτία τῆς ἀνίσου καταπτώσεως τῶν σωμάτων εἶναι ἡ ἐπ' αὐτῶν ἐνεργουμένη ἀντίστασις τοῦ ἀέρος καταδεικνύεται ἀκόμη καὶ διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων.

Λαμβάνομεν δίσκον τινὰ (Σχ. 33) καὶ ἐπ' αὐτοῦ θέτομεν τεμάχιον χάρτου, τοῦ ὁποῦ τὰ ἄκρα νὰ μὴ ὑπερβαίνωσι τὴν περιφέρειαν τοῦ

δίσκου, ὡς καὶ διάφορα εἶδη σωμάτων, οἷον σφαῖραν χρυσοῦ, τεμάχιον φελλοῦ, πτερὸν πτηνοῦ κτλ. Ἐὰν ἀφήσωμεν τὸν δίσκον νὰ καταπέσῃ διατηροῦντα θέσιν ἐντελῶς ὀριζόντιον, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ὅλα τὰ ἐπ' αὐτοῦ κείμενα σώματα συγκαταπίπτουσι μετ' αὐτοῦ ταυτοχρόνως. Τοῦτο συμβαίνει, διότι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ δίσκου, ἡ δεχομένη πρώτη τὴν εἰς τὴν πτώσιν αὐτοῦ ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος, ἐμποδίζει τὴν ἐνέργειαν αὐτοῦ ἐπὶ τῶν ὑπεράνω αὐτῆς κειμένων σωμάτων. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι αἰτία τῆς ἀνίσου καταπτώσεως αὐτῶν εἶναι ἡ ἀντίστασις τοῦ ἐν ᾧ ταῦτα καταπίπτουσιν ἀέρος.

Ὁ Νεύτων πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ νόμου τούτου μετεχειρίσθη ὑάλινον σωλῆνα (Σχ. 34), ἔχοντα δύο περίπου μέτρων μῆκος. Ἐν αὐτῷ ἔθεσε διαφόρων οὐσιῶν σώματα, οἷον τεμάχιον μολύβδου, χρυσοῦ, χάρτου, φελλοῦ, κτλ., καὶ διὰ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας ἀφῆρσε τὸν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ὑπάρχοντα ἀέρα. Ἀναστρέψας ἔπειτα βιαίως τὸν σωλῆνα, παρετήρησεν ὅτι τὰ ἐντὸς αὐτοῦ κείμενα σώματα πίπτουσι ταυτοχρόνως, τουτέστιν ἔχουσι τὴν αὐτὴν ταχύτητα. Εἰσῆγαγεν ἔπειτα διὰ τῆς στρόφιγγος τοῦ σωλῆνος μικρὰν ποσότητα ἀέρος ἐν αὐτῷ, καὶ παρετήρησεν ὅτι τὰ καταπίπτοντα σώματα δὲν ὑρίσκοντο εἰς τὴν αὐτὴν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, ἀλλὰ τὰ μὲν ὑπεράνω, τὰ δὲ ὑποκάτω, καὶ ὅσω ἡ ποσότης τοῦ εἰσαγομένου ἀέρος ἦτο μεγαλειτέρα, κατὰ τοσούτῳ ἤ παρατηρηθεῖσα διαφορά ἦτο ἐπαισθητοτέρα. Ἐντεῦθεν συνεπέρανεν ὅτι πάντα τὰ σώματα πίπτουσι μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος, καὶ ὅτι αἰτία τῆς παρατηρουμένης διαφορᾶς εἶναι ἡ ἐπ' αὐτῶν ἐν τῇ καταπτώσει παραγομένη ἀντίστασις τοῦ ἀέρος, ἐντὸς τοῦ ὁποίου καταπίπτουσι.



Σχ. 34

29. ΤΡΙΤΟΣ ΝΟΜΟΣ. — Ἡ κτηθεῖσα ταχύτης ὑπὸ σώματός τινος ἀναχωροῦντος ἐκ τῆς ἡρεμίας εἶναι ἀνάλογος τοῦ χρόνου· τουτέστιν, ἂν σῶμά τι καταπίπτον ἀπέκτῃσεν εἰς τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον ταχύτητα 2, παραδείγματος χάριν, μέτρων, εἰς τὸ δεύτερον δευτερόλεπτον θέλει ἀποκτήσῃ ταχύτητα 4 μέτρων, εἰς τὸ τρίτον δευτερόλεπτον ταχύτητα 6 μέτρων, καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὡστε, ἐὰν παραστήσω

μεν διὰ ϵ τὴν κτηθεῖσαν ταχύτητα εἰς τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον, διὰ χ τὸν χρόνον τῆς διαρκείας τῆς πτώσεως καὶ διὰ τ τὴν κτηθεῖσαν εἰς τὸν χρόνον χ ταχύτητα, θέλομεν ἔχει τὴν ἰσότητα ἢ τὸν τύπον

$$\tau = \epsilon \chi \quad (1).$$

30. ΤΕΤΑΡΤΟΣ ΝΟΜΟΣ. — Τὰ ὑπὸ τοῦ καταπίπτορος σώματος διανυόμενα διαστήματα εἶναι ἀνάλογα τῶν τετραγώνων τῶν χρόνων, ἐν οἷς διηνήθησαν· τουτέστιν, ἐὰν τὸ εἰς τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον διανυθὲν διάστημα ὑποτεθῇ 3 μέτρων, τὸ εἰς τὰ δύο δευτερόλεπτα διανυθόμενον θέλει εἶναι 3×2^2 , ἥτοι 12 μέτρων, τὸ εἰς τὰ τρία δευτερόλεπτα 3×3^2 , ἥτοι 27 μέτρων, καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐπομένως, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ γ τὸ εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου διανυόμενον διάστημα, διὰ δ τὸ εἰς τὸν χρόνον χ διανυθὲν διάστημα, θέλομεν ἔχει κατὰ τὸν 4^{ον} τοῦτον νόμον τὴν ἐξῆς ἰσότητα ἢ τύπον

$$\delta = \gamma \chi^2 \quad (2).$$

Διότι, ἐὰν δώσωμεν εἰς τὸ χ τὰς τιμὰς

$$1, 2, 3, 4, 5, \text{ κτλ.},$$

θέλομεν εὑρεῖ διὰ τὰ εἰς τοὺς ἀντιστοιχοῦντας τούτους χρόνους διανυόμενα διαστήματα τὰς τιμὰς

$$\gamma, 4\gamma, 9\gamma, 16\gamma, 25\gamma, \text{ κτλ.},$$

αἵτινες εἶναι προφανῶς πρὸς ἀλλήλας ὡς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων

$$1, 2, 3, 4, 5, \text{ κτλ.},$$

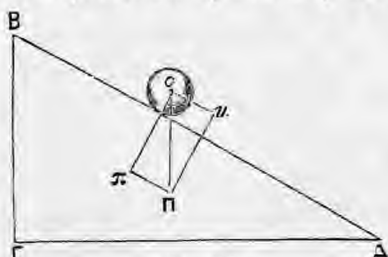
ἐν οἷς διηνήθησαν. Ἡ ἰσότης λοιπὸν (2) παριστᾷ τὴν σχέσιν, ἣτις ὑπάρχει μεταξὺ τῶν τριῶν ποσοτήτων δ , γ , χ , καὶ δίδει τὴν τιμὴν μιᾶς τούτων, ὅταν αἱ ἀντιστοιχοῦσαι τιμαὶ τῶν δύο ἄλλων ὑποτεθῶσι γινωσταί.

Ὁ Γαλιλαῖος ἀνεκάλυψε πρῶτος τὸ 1600 περίπου Μ. Χ. τοὺς ἀνωτέρω δύο νόμους καὶ πρὸς ἀπόδειξιν τούτων μετεχειρίσθη τὸ καλούμενον κεκλιμένον ἐπίπεδον¹. Πρὸς ἐντελῇ κατάληψιν τοῦ πειράματος πρέπει νὰ ἐξηγήσωμεν τὸν λόγον, δι' ὃν μετεχειρίσθη τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου AB (Σχ. 35) κεῖται σφαῖρά τις ο. Ἡ πρὸς κατάπτωσιν αὐτῆς ἐνεργοῦσα δύναμις εἶναι τὸ βάρος αὐτῆς, ὑπερδυνάμεθα νὰ παραστήσωμεν διὰ τῆς εὐθείας οΠ, καθεῖτου ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΑΓ καὶ διερχομένης διὰ τοῦ κέντρου τῆς σφαίρας (22). Ἡ δύναμις αὕτη οΠ δυνατὸν νὰ ἀποσυντεθῇ εἰς δύο δυνάμεις· εἰς τὴν οπ, κάθετον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου AB, καὶ εἰς τὴν

¹ Κεκλιμένον ἐπίπεδον καλεῖται πᾶν ἐπίπεδον AB, σχηματίζον ὀξεῖάν τινα γωνίαν ΒΑΓ μετὰ τῷ ὀριζοντίῳ ἐπιπέδῳ ΑΓ.

οκ παράλληλον τῷ ἐπιπέδῳ AB (προκαταρκτικαὶ γνώσεις XI, 4^{ον}). Ἡ μὲν δύναμις οπ, ὡς κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου AB, ἐνεργεῖ μόνον πρὸς πῖσιν τῆς σφαίρας ο ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου καὶ οὐδεμίαν δύναται νὰ παραγάγῃ κίνησιν, ἡ δὲ οκ, ἡ παράλληλος τῷ ἐπιπέδῳ AB, θέλει εἶναι ἐκείνη, εἰς τὴν ἐνέργειαν τῆς ὁποίας ὀφείλεται ἡ παραγομένη κίνησις. Τώρα ἡ οκ, καθ' ὅν ἐσχηματίσθη τρόπον, εἶναι προφανῶς σταθερά, ὅπουδῆποτε καὶ ἂν κεῖται ἡ σφαῖρα ο ἐπὶ τοῦ κεκλιμένου ἐπιπέδου AK, καὶ μικροτέρα τῆς οΠ, τῆς παριστώσης τὸ βάρος τῆς σφαί-



Σχ. 35

ρας ο, καὶ τοσοῦτῳ μικροτέρα, ὅσω ἡ γωνία BAK εἶναι μικροτέρα. Ἐὰν λοιπὸν τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον AB σχηματίζῃ ἀρκετὰ μικρὰν γωνίαν BAK μετὰ τοῦ ὁριζοντίου AK, ἡ δύναμις οκ, ἥτις μόνη κινεῖ τὸ σῶμα ο, θέλει μὲν εἶναι ἀρκούντως μικρά, ἀλλὰ πάντοτε σταθερά. Τὸ σῶμα λοιπὸν ο, ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν μικροτέρας μὲν, ἀλλὰ σταθερᾶς πάντοτε δυνάμεως εὐρισκόμενον, θέλει μὲν κινηθῇ βραδύτερον, ἀλλὰ θέλει διατηρήσῃ ἐν τῇ κινήσει αὐτοῦ τοὺς αὐτοὺς νόμους, οὓς καὶ ὅταν ἤθελε κινεῖσθαι εὐρισκόμενον ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ὀλικοῦ βάρους αὐτοῦ οΠ. Διότι αἱ δυνάμεις οΠ, οκ διαφέρουσι μὲν κατὰ μέγεθος, ἀλλὰ καὶ ἡ μία καὶ ἡ ἄλλη ἔχουσι καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς κινήσεως τὴν αὐτὴν ἔντασιν. Ἐπειδὴ δὲ οὕτω κατορθοῦται νὰ κινῆται μὲν ὅσω θέλομεν βραδύτερον τὸ σῶμα ο, νὰ διατηρῇ δὲ ἐν τῇ κινήσει αὐτοῦ τοὺς αὐτοὺς νόμους, δυνάμεθα μετὰ περισσοτέρας εὐκολίας καὶ ἀκριβείας νὰ παρατηρήσωμεν τὰς σχέσεις, αἵτινες ὑπάρχουσι μεταξὺ τῶν διανυομένων διαστημάτων καὶ τῶν χρόνων, καθ' οὓς ταῦτα διανύονται.

Διὰ τοῦ ἀνωτέρω πειράματος παρατηρήθη ὑπὸ τοῦ Γαλιλαίου, ὅτι ἂν σῶμά τι εἰς τὸ 1^{ον} διανύῃ ἀπόστασιν τινὰ α, εἰς τὰ 2^{ον} εὐρίσκεται διανύον τὴν ἀπόστασιν 4α, εἰς τὰ 3^{ον} τὴν ἀπόστασιν 9α, εἰς τὰ 4^{ον} τὴν ἀπόστασιν 16α, εἰς τὰ 5^{ον} τὴν ἀπόστασιν 25α, καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἐντεῦθεν λοιπὸν συνεπέραναν ὅτι τὰ διανυόμενα διαστήματα α, 4α, 9α, 16α, 25α, κτλ. εἶναι ἀνάλογα τῶν τετραγώνων 1², 2², 3², 4², 5², κτλ. τῶν ἐν οἷς διηγήθησαν χρόνων 1, 2, 3, 4, 5, κτλ.

Ἀποδείξας οὕτως ὁ Γαλιλαῖος τὸν τέταρτον νόμον, ἐπαρίσθη ἐξ αὐτοῦ τὸν τρίτον νόμον, ὅτι δηλ. αἱ κτηθεῖσαι ταχύτητες εἶναι ἀνάλογοι τῶν χρόνων, σκεπτόμενος ὡς ἐξῆς:

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι σῶμά τι εἰς τοὺς χρόνους

1'', 2'', 3'', 4'', 5'', 6'', 7'', 8'', κτλ.

διήνυσε καταπίπτον τὰς ἀποστάσεις

a , $4a$, $9a$, $16a$, $25a$, $36a$, $49a$, $64a$, κτλ.

Ἐπειδὴ εἰς τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον διήνυσε τὴν ἀπόστασιν a , καὶ εἰς τὰ 2 πρῶτα δευτερόλεπτα τὴν ἀπόστασιν $4a$, ἔπεται ὅτι εἰς τὸ δεύτερον δευτερόλεπτον διήνυσε τὴν ἀπόστασιν $3a$. Ἄλλ' ἡ ἀπόστασις $3a$ διηνύθη καὶ δυνάμει τῆς ἐνεργείας τῆς σταθερᾶς δυνάμεως $οκ$ καὶ ἔνεκα τῆς ὑπὸ τοῦ σώματος κτηθείσης ταχύτητος κατὰ τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον, καθ' ὃ διήρκεσεν ἡ ἐνέργεια τῆς αὐτῆς δυνάμεως $οκ$. Ἐπειδὴ τῶρα ἡ δύναμις $οκ$ εἶναι ἡ αὐτή, εἶναι φανερόν ὅτι ἡ κατὰ τὸ δεύτερον δευτερόλεπτον ἐπὶ τοῦ σώματος ἐνέργεια αὐτῆς ἤθελε δώσει εἰς τὸ σῶμα τὴν αὐτὴν κίνησιν· τουτέστι τὸ σῶμα ἤθελε διανύσει πάλιν τὴν ἀπόστασιν a . Ἐπειδὴ δὲ διήνυσε τὴν ἀπόστασιν $3a$, ἡ κτηθεῖσα ταχύτης θέλει εἶναι προφανῶς ἴση τῇ διαφορᾷ $3a - a$, ἥτοι $2a$.

Κατὰ τὸ τρίτον δευτερόλεπτον τὸ σῶμα διήνυσε τὴν ἀπόστασιν $9a - 4a$, ἥτοι $5a$. Τὸ διάστημα $5a$ σύγκειται ἐκ δύο μερῶν· ἐκ τοῦ διαστήματος a , ὅπερ τὸ σῶμα ἤθελε διανύσει ἔνεκα τῆς ἐνεργείας τῆς σταθερᾶς δυνάμεως $οκ$, καὶ ἐκ τοῦ διαστήματος $4a$, ὅπερ διανύει ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος, ἥτις ἐνταῦθα εἶναι $4a$. Ὁσαύτως, τὸ εἰς τὸ τέταρτον δευτερόλεπτον διανυθὲν διάστημα $16a - 9a$, ἥτοι $7a$, σύγκειται ἐκ δύο μερῶν· ἐκ τοῦ διαστήματος a , ὅπερ τὸ σῶμα ἤθελε διανύσει ἔνεκα τῆς ἐνεργείας τῆς σταθερᾶς δυνάμεως $οκ$, καὶ ἐκ τοῦ διαστήματος $6a$, ὅπερ διανύει ἔνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος, ἥτις ἐνταῦθα εἶναι $6a$, καὶ οὕτω καθεξῆς. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι αἱ κτηθεῖσαι ταχύτητες εἰς τοὺς χρόνους

$1''$, $2''$, $3''$, $4''$, $5''$, $6''$, $7''$, κτλ.

εἶναι

$2a$, $4a$, $6a$, $8a$, $10a$, $12a$, $14a$ κτλ.,

τουτέστιν ἀνάλογοι τῶν χρόνων

$1''$, $2''$, $3''$, $4''$, $5''$, $6''$, $7''$, κτλ.,

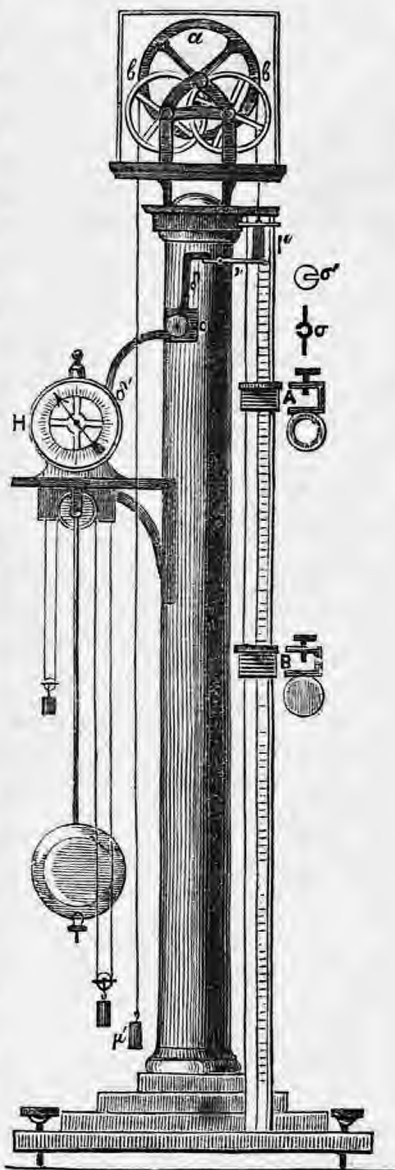
τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει τὸ ἀληθές τοῦ τρίτου νόμου.

31. ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΑΤΒΟΥΔ. — Τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον, δι' οὗ ὁ Γαλιλαῖος ἀπέδειξε τοὺς δύο ἀνωτέρω νόμους, ἔχει ἀτελείας τινάς, τὰς ἐξῆς· α') ἡ κινουμένη σφαῖρα οὐ πιέζεται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου AB καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς κινήσεως αὐτῆς ὑπὸ τῆς δυνάμεως $οκ$, καὶ ἐντεῦθεν προκύπτει τριβὴ τις ἐμποδίζουσα κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον τὴν ἐλευθέραν αὐτῆς κίνησιν, ἐπομένως τὰ διανυόμενα διαστήματα δὲν εἶναι ἐντελῶς ἴσα μὲ ἐκεῖνα, ἅτινα ἤθελε διανύσει ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς σταθερᾶς καὶ μόνης δυνάμεως $οκ$ εὐρισκόμενα, β') ἀφοῦ ἀπεδείξαμεν πειραματικῶς τὸν τέταρτον νόμον, ἐπορίσθημεν ἐκ τούτου τὸ ἀληθές τοῦ

τρίτου παραδεχθέντες ὅτι ἡ αὐτὴ δύναμις κατὰ τὴν αὐτὴν διάρκειαν τοῦ χρόνου δίδει εἰς τὸ αὐτὸ σῶμα τὴν αὐτὴν ταχύτητα, εἴτε ἐν κινήσει εὐρίσκεται τοῦτο εἴτε ἐκ τῆς ἡρεμίας ἀναχωρεῖ. Ἡ ἀνωτέρω παραδοχὴ εἶναι λογικὴ καὶ ἀποδεικνύεται καὶ διὰ πειραμάτων, ἀλλὰ τὸ βέβαιον εἶναι ὅτι τὸ κεκλιμένον ἐπίπεδον δὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ ὡς ὄργανον, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν πειραματικῶς τοῦτο. Τοῦτων ἕνεκα ὁ Ἀγγλος φυσικὸς Ἀτθούδ ἐπενόησε τὴν ἐξῆς εὐφυὴ μηχανήν, ἥτις φέρει πρὸς τιμὴν του καὶ τὸ ὄνομα αὐτοῦ, καὶ διὰ τῆς ὁποίας ἀποδεικνύονται μεθ' ὅλης τῆς δυνατῆς ἀκριβείας ὁ τρίτος καὶ τέταρτος τῆς βαρύτητος νόμος. Θέλομεν πρῶτον περιγράψῃ ἐν συντόμῳ τὰ καθ' ἕκαστα τῆς πολυτίμου ταύτης μηχανῆς, καὶ ἔπειτα ἐκθέσει τὸν τρόπον, καθ' ὃν γίνεται χρῆσις αὐτῆς πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ τρίτου καὶ τέταρτου τῆς βαρύτητος νόμου.

32. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

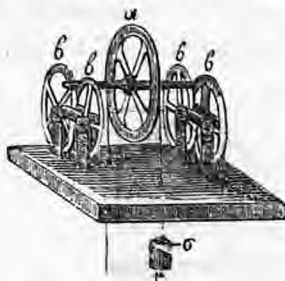
ΤΟΥ ΑΤΘΟΥΔ. — Τὸ σχῆμα 36 παριστᾷ τὸ σύνολον τῆς μηχανῆς. Εἰς τὸ ἀνώτατον αὐτῆς μέρος, ἐντὺς ὑαλίνης θήκης, ὑπάρχει τροχιλαία τις α, ἐπὶ τοῦ λαιμοῦ τῆς ὁποίας διέρχεται νῆμα λεπτότατον, φέρον εἰς τὰ ἄκρα αὐτοῦ δύο ἴσα βάρη μ, μ'. Ὁ ἄξων τῆς τροχιλαίας α στηρίζεται ἐπὶ τῶν περιφερειῶν τεσσάρων διασταυρουμένων ἀνὰ δύο τροχίσκων β (Σχ. 37), πρὸς ἐντελῇ σχεδὸν ἀποφυγὴν τῆς τριβῆς, τῆς παρκαγομένης ἐν τῇ περιστροφικῇ κινήσει τῆς τροχιλαίας α. Ἀπέ-



Σχ. 36

ναντι τῆς γραμμῆς, ἣν διαγράφει τὸ σῶμα μ καταπίπτον, ὑπάρχει κάθετος κανὼν 2 ἕως 3 μέτρων τὸ μῆκος, διηρημένος εἰς χιλιοστὰ τοῦ

μέτρου καὶ φέρων δύο δρομέας Α καὶ Β, ἐξ ὧν ὁ μὲν Α ἔχει ὀπὴν ἐν τῷ μέσῳ, δι' ἧς δύναται νὰ διέλθῃ ἀκωλύτως τὸ σῶμα μ , ὁ δὲ δίσκος τοῦ



Σχ. 37

δρομέως Β εἶναι πλήρης. Οἱ δρομέας Α καὶ Β δύνανται νὰ τεθῶσιν εἰς ὅποιονδήποτε μέρος τοῦ καθέτου κανόνος καὶ στηριχθῶσιν εἰς αὐτὸ διὰ τῶν πιέστρων, ἅτινα φέρουσι πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος τοῦ δίσκου αὐτῶν. Ἀπέναντι τοῦ Θ τῆς διαιρέσεως τοῦ κανόνος ὑπάρχει πλάξ τις γ , ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ σῶμα μ καὶ ἥτις δύναται νὰ στραφῇ πρὸς τὰ κάτω, ὅταν ἀφεθῇ ἐλεύθερον τὸ ἕτερον

αὐτῆς ἄκρον, τὸ ἐμποδιζόμενον ὑπὸ τοῦ δακτύλου δ. Ὁ δάκτυλος δ δύναται νὰ περιστραφῇ περὶ τὸν ἄξονα ο, ὅταν τὸ ἕτερον αὐτοῦ ἄκρον δ' ἀφεθῇ ἐλεύθερον. Τὸ ἄκρον αὐτοῦ δ' συνδέεται μετὰ τοῦ μηχανισμοῦ τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τῆς μηχανῆς παρατηρουμένου ὥρολογίου Η οὕτως, ὥστε τότε μόνον ἀφίεται ἐλεύθερον, ὅταν τὸ ἐκκρεμὲς κτυπᾷ ἀκριβῶς τὸ τέλος ἢ τὴν ἀρχὴν ἐκάστου δευτερολέπτου.

Τὸ σ καὶ σ' παριστῶσιν ἴσα βάρη τιθέμενα ἐπὶ τοῦ σώματος μ καὶ τοιοῦτου σχήματος, ὥστε τὸ μὲν σ νὰ μὴ δύναται νὰ διέλθῃ διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ δρομέως Α, τὸ δὲ σ' νὰ διέρχεται ἀκωλύτως.

33. ΧΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ. — Ἀς υποθέσωμεν ὅτι τὸ σῶμα μ εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς πλακῆς γ καὶ τὸ ἴσον αὐτῷ μ' εἰς τὴν θέσιν, ἣν ἔχει ἐν τῷ σχήματι 36. Ἐάν τὸ σῶμα μ ἀφεθῇ ἐλεύθερον, οὐδεμίαν κίνησιν θέλει παραχθῇ, διότι τὸ σῶμα μ' , τὸ διὰ τοῦ λεπτοτάτου νήματος μετ' αὐτοῦ συνδεδεμένον, εἶναι ἴσον κατὰ τὸ βάρος. Ἐάν ὅμως ἐπὶ τοῦ σώματος μ , εὐρισκομένου ἐπὶ τῆς πλακῆς γ , τεθῇ τὸ βάρος σ', τότε, ὅταν τὸ ὅλον $\mu + \sigma'$ ἀφεθῇ ἐλεύθερον, θέλει κινηθῇ καὶ συμπαρασύρει κινούμενον καὶ τὸ μετ' αὐτοῦ συνδεδεμένον βάρος μ' . Τὸ βάρος λοιπὸν σ', ὡς δυνάμεις θεωρούμενον, εἶναι ἡ αἰτία τῆς κινήσεως αὐτοῦ τε καὶ τῶν σωμάτων μ καὶ μ' , ὡς ἀδρανοὺς ὕλης θεωρουμένων. Ἐπειδὴ τώρα ἡ κινουσα δύναμις σ' εἶναι μὲν σταθερά, ἀλλὰ πολὺ μικροτέρα τῆς δυνάμεως $\mu + \mu' + \sigma'$, ὅφ' ἧς ἤθελε κινηθῇ τὸ ὅλον σύστημα, ἂν δὲν ἦτο οὕτω πως διατεθειμένον, ὥστε αἱ ἴσαι δυνάμεις μ καὶ μ' νὰ συμμηδονίζωνται, ἡ παραγομένη κίνησις θέλει μὲν διατηρήσει τοὺς αὐτοὺς νόμους τῆς πτώσεως, ἀλλὰ θέλει εἶναι καὶ κατὰ τοσούτω βραδυτέρα, καθ' ὅσῳ ὁ λόγος τῆς δυνάμεως σ' πρὸς τὴν δυνάμιν $\mu + \mu' + \sigma'$ ἢ πρὸς τὴν ἴσην αὐτῇ $2\mu + \sigma'$ εἶναι μικρότερος. Τούτων δὲ τεθέντων, ἰδοὺ πῶς ἀποδεικνύομεν διὰ τῆς ἀνωτέρω μηχανῆς τοὺς δύο τελευταίους τῆς βαρύτητος νόμους.

Θέτομεν τὸ βάρος σ' ἐπὶ τοῦ μ καὶ κινούμεν τὸ σημαῖνον τὰ δευτερόλεπτα ὠρολόγιον H. Εἰς τὸ τέλος ἢ εἰς τὴν ἀρχὴν δευτερολέπτου τινὸς ἢ πλάξ ν ἀφίεται ἐλευθέρᾳ νὰ περιστραφῇ περὶ τὸν ἄξονά της, τὸ δ' ἐπ' αὐτῆς ὑπάρχον σῶμα $\mu + \sigma'$ ἄρχεται νὰ καταπίπτῃ βραδέως. Θέτομεν ἔπειτα τὸν μὲ πλήρη δίσκον δρομέα B οὕτως, ὥστε, ὅταν τὸ ὠρολόγιον σημάνῃ τὸ ἀκόλουθον τῆς ἐκκρεμάσεως δευτερόλεπτον, τὸ σῶμα $\mu + \sigma'$ νὰ φθάσῃ ταυτοχρόνως ἐπὶ τοῦ δίσκου τοῦ δρομέως B. Τὸ τοιοῦτο κατορθοῦται εὐκόλως μετὰ τινὰς δοκιμὰς, διότι τὸ οὗς ἡμῶν δύναται νὰ διακρίνῃ καὶ τὴν ἐλαχίστην διαφοράν, ἥτις ἤθελεν ὑπάρχει μετὰξὺ τῶν δύο παραγομένων κρότων· τοῦ ὑπὸ τοῦ ὠρολογίου, τοῦ σημαίνοντος τὰ δευτερόλεπτα ἀφ' ἐνός, καὶ τοῦ ὑπὸ τοῦ σώματος $\mu + \sigma'$, τοῦ πλήττοντος τὸν πλήρη δίσκον τοῦ δρομέως B ἀφ' ἑτέρου. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι τοῦτο συμβαίνει, ὅταν ὁ δρομέως B εὕρισκῃται εἰς τὴν 12 διαίρεσιν τοῦ κανόνος. Ἐπαναφέρομεν τότε τὸ μὲν σῶμα $\mu + \sigma'$ ἐπὶ τῆς πλακὸς ν , τὸν δὲ δρομέα B θέτομεν εἰς τὴν 12×2^2 , ἥτοι εἰς τὴν 48 διαίρεσιν τοῦ κανόνος, καὶ ἀρχίζομεν ἐκ νέου τὸ πείραμα. Τὸ ὠρολόγιον κινούμενον ἀφίγει τὸ σῶμα $\mu + \sigma'$ ἐλευθέρῳ εἰς τὴν ἀρχὴν δευτερολέπτου τινός. Τότε δὲ τὸ σῶμα ἄρχεται νὰ καταπίπτῃ καὶ παρατηρεῖται ὅτι, ὅταν τὸ ὠρολόγιον σημάνῃ ἀκριβῶς τὸ δεύτερον μετὰ τὴν ἐκκρέμασιν αὐτοῦ δευτερόλεπτον, τὸ σῶμα $\mu + \sigma'$ φθάνῃ ταυτοχρόνως ἐπὶ τοῦ δρομέως B. Λοιπὸν τὸ σῶμα $\mu + \sigma'$ εἰς μὲν τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον διήνυσσε τὴν ἀπόστασιν 12, εἰς δὲ τὰ δύο πρῶτα δευτερόλεπτα τὴν ἀπόστασιν 48, ἢ 12×2^2 . Ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα θέτοντες τὸν δρομέα B εἰς τὴν 108, ἢ 12×3^2 , διαίρεσιν, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι τὸ σῶμα $\mu + \sigma'$ φθάνῃ ἐπὶ τοῦ δρομέως B ἀκριβῶς μετὰ παρέλευσιν 3 δευτερολέπτων ἀπὸ τῆς στιγμῆς τῆς ἐκκρεμάσεως αὐτοῦ, καὶ οὕτω καθεξῆς. Παρατηροῦμεν λοιπὸν ὅτι εἰς τοὺς χρόνους

$$1'', \quad 2'', \quad 3'', \quad 4'', \quad \text{κτλ.}$$

τὰ διανυθέντα διαστήματα εἶναι

$$12 \times 1''^2, \quad 12 \times 2''^2, \quad 12 \times 3''^2, \quad 12 \times 4''^2, \quad \text{κτλ.}$$

τουτέστι τὰ διανυθέντα διαστήματα $12 \times 1''^2, 12 \times 2''^2, 12 \times 3''^2, 12 \times 4''^2$, κτλ. εἶναι πρὸς ἀλλήλα ὡς τὰ τετράγωνα τῶν χρόνων $1'', 2'', 3'', 4'',$ κτλ. ἐν οἷς διηνύθησαν, τοῦθ' ὑπερ ἀποδεικνύει τὸν τέταρτον τῆς βαρύτητος νόμον.

Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ τρίτου νόμου πειρώμεθα ὡς ἐξῆς. Ἀντὶ νὰ θέσωμεν ἐπὶ τοῦ σώματος μ τὸ βάρος σ' , θέτομεν τῷ ἴσον αὐτῷ βάρος σ , ὅπερ ἔχει, ὡς προείπομεν, τοιοῦτον σχῆμα, ὥστε δὲν δύναται νὰ διέλθῃ διὰ τῆς κυκλικῆς ὁπῆς τοῦ δρομέως A, δι' ἧς διέρχεται ἀκωλύτως τὸ σῶμα μ . Ἐὰν θέσωμεν τὸν μὲ ὀπὴν δρομέα A εἰς τὴν 12 τοῦ κανόνος

διαίρεσιν, καὶ τὸν μὲ πλήρη δίσκον Β εἰς τὴν 36, ἥτοι 24 διαίρεσεις ὑπὸ τὸν δρομέα Α, τὸ σῶμα $\mu + \sigma$ καταπίπτει θέλει φθάσει κατὰ τὰ προϋποτεθέντα μετὰ ἓν δευτερόλεπτον ἐπὶ τοῦ δρομέως Α, καὶ θέλει ἐξακολουθήσει τὴν κίνησιν αὐτοῦ ἀφίνον ἐπὶ τοῦ δρομέως τὸ σῶμα σ , ὅπερ δὲν δύναται νὰ διέλθῃ διὰ τῆς ἐπὶ τοῦ δίσκου αὐτοῦ ὑπαρχούσης ὀπῆς. Τὸ σῶμα μ θέλει τότε κινεῖσθαι δυνάμει μόνον τῆς ὑπ' αὐτοῦ κτηθείσης ταχύτητος, διότι τὸ βάρος τοῦ ἴσου αὐτῷ σώματος μ' , ὅπερ συμπαρκαύρει μεθ' ἑαυτοῦ, ἐνεργεῖ κατ' ἀντίθετον διεύθυνσιν τοῦ βάρους τοῦ σώματος μ . Ἀλλὰ παρατηροῦμεν ὅτι ἂμ' ὥς τὸ ὥρολόγιον κυπήση τὸ τέλος τοῦ δευτέρου δευτερολέπτου, τὸ σῶμα μ φθάνει συγχρόνως ἐπὶ τοῦ δρομέως Β. Ἡ κτηθεῖσα λοιπὸν ταχύτης 24 ἐπὶ ἓν δευτερόλεπτον εἶναι διπλασία τοῦ ἐν τῷ πρώτῳ δευτερολέπτῳ διανυθέντος διαστήματος 12. Ἐν ἐπαναλάβωμεν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον τὸ πείραμα θέτοντες τὸν μὲν δρομέα Α εἰς τὴν 48 διαίρεσιν, ἥτοι εἰς τὸ μέρος ἐνθα φθάνῃ τὸ σῶμα $\mu + \sigma$ μετὰ δύο δευτερόλεπτα, τὸν δὲ μὲ πλήρη δίσκον δρομέα Β εἰς τὴν διαίρεσιν 96, ἥτοι 48 διαίρεσεις ὑποκάτω τοῦ Α, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι τὸ σῶμα $\mu + \sigma$, ὅταν διέλθῃ διὰ τοῦ δρομέως Α καὶ ἀφήσῃ ἐπ' αὐτοῦ τὸ σῶμα σ , φθάνει μετὰ 1 δευτερόλεπτον ἐπὶ τοῦ δρομέως Β δυνάμει τῆς κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν δύο πρώτων δευτερολέπτων κτηθείσης ταχύτητος. Λοιπὸν ἢ εἰς 2 δευτερόλεπτα κτηθεῖσα ταχύτης 48 εἶναι διπλασία τῆς εἰς τὸ πρῶτον δευτερόλεπτον κτηθείσης ταχύτητος 24. Ἐξακολουθοῦντες πειρώμενοι ὥς ἀνωτέρω θέλομεν ἰδεῖ, ὅτι ἡ κτηθεῖσα ταχύτης εἰς 3 δευτερόλεπτα εἶναι 72, ἢ εἰς 4 δευτερόλεπτα 96, ἢ εἰς 5 δευτερόλεπτα 120, κτλ., τουτέστιν ὅτι αἱ κτηθεῖσαι ταχύτητες 24, 48, 72, 96, 120 κτλ. εἶναι ἀνάλογοι τῶν χρόνων 1'', 2'', 3'', 4'', 5'', κτλ. ἐν οἷς προσεκτῆθησαν, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει τὸν τρίτον τῆς βαρύτητος νόμον.

Οἱ ἀνωτέρω ἀποδειχθέντες τῆς βαρύτητος νόμοι δεικνύουσιν ὅτι ἡ ὑπὸ τῆς σταθερᾶς ταύτης δυνάμεως παραγομένη κίνησις εἶναι ὁμαλὴ ἀνισοταχῆς κίνησις. Λοιπὸν πορίζομεθα ἐντεῦθεν ὅτι, ἡ ὑπὸ σταθερᾶς εἰδος δυνάμεως παραγομένη κίνησις εἶναι ὁμαλὴ ἀνισοταχῆς κίνησις.

Ἐὰν παραστήσωμεν, ὥς καὶ ἐν § VI τῶν προκαταρκτικῶν γνώσεων, διὰ τ τὴν ταχύτητα τοῦ κινητοῦ εἰς τινά στιγμὴν χρόνου, διὰ ϵ τὴν ἐν τῇ μονάδι τοῦ χρόνου αὐξήσιν τῆς ταχύτητος, ἥτοι τὴν ἐπιτάχυνσιν, καὶ διὰ δ τὸ διανυθὲν εἰς τὸν χρόνον χ διάστημα, θέλομεν ἔχει κατὰ τὰ ἐκείσε καὶ κατὰ τὰ προαποδειχθέντα τοὺς ἐξῆς τύπους

$$\tau = e\chi \quad (1), \quad \delta = \frac{1}{2}e\chi^2 \quad (2)$$

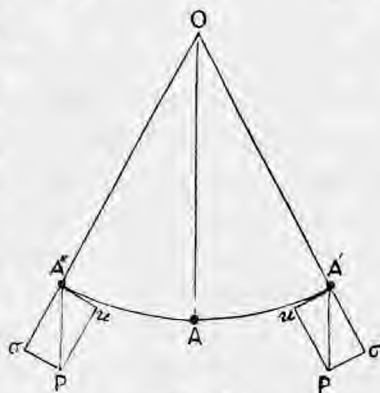
Λοιπὸν, ἐὰν προσδιορισθῇ ἡ ἐπιτάχυνσις e , ἡ παραγομένη ὑπὸ τῆς βα-

ρύτητος ἐλευθέρως ἐνεργούσης, οἱ ἀνωτέρω τύποι (1) καὶ (2) θέλουσιν ἀνήκει εἰς τὴν ὑπὸ τινος καταπίπτοντος σώματος παραγομένην κίνησιν, ὅταν ἐννοεῖται οἰκοθεν, δὲν λαμβάνηται ὑπ' ὄψιν ἡ ἀντίστασις τοῦ ἐν ᾧ τοῦτο καταπίπτει ἀέρος.

34. **ΕΚΚΡΕΜΕΣ.** — Ἐκκρεμές καλεῖται πᾶν σῶμα δυνάμενον νὰ περιστραφῇ περὶ τι σημεῖον ἢ περὶ τινὰ ὀριζόντιον ἄξονα μὴ διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ. Ὅταν ἡ συνισταμένη, ἢ τὸ βάρος τοῦ σώματος παριστώσῃ καὶ διὰ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ διερχομένη, συναπαντᾷ τὸν ὀριζόντιον ἄξονα ἢ τὸ σημεῖον, τότε τὸ σῶμα εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ κατὰ τὰ ἐν τῷ § 23 λεχθέντα. Ἀλλ' εἰς ἐκβάλλωμεν αὐτὸ τῆς θέσεώς του ταύτης, τότε ἕνεκα τῆς ἐνεργείας τῆς βαρύτητος ἐκτελεῖ διαδοχικὰς κινήσεις, αἵτινες καλοῦνται αἰωρήσεις. Πρὸς σπουδὴν τῶν ἰδιοτήτων τῶν τοιοῦτου εἶδους κινήσεων οἱ μαθηματικοὶ λαμβάνουσιν ἀντὶ τοῦ ὕλικου ἐκκρεμοῦς, φανταστικόν τι ἐκκρεμές, ἀπλοῦν ἐκκρεμές καλούμενον, πρὸς διάκρισιν τοῦ πραγματικοῦ, ὅπερ καλοῦσι σύνθετον ἐκκρεμές.

35. **ΑΠΛΟὺΝ ΕΚΚΡΕΜΕΣ.** — Ἀς υποθέσωμεν ὅτι ὕλικόν τι σημεῖον Α (σχ. 38) εἶναι δεδεμένον εἰς τὸ ἄκρον νήματός τινος ΟΑ ἀβαροῦς, ἐυλογιστοτάτου καὶ ἀμεταβλήτου τὸ μήκος, καὶ ὅτι τὸ ἕτερον ἄκρον Ο τοῦ νήματος εἶναι στερεόν. Τὸ οὕτως ἀποτελούμενον φανταστικὸν σῶμα, τὸ περὶ τὸ στερεὸν σημεῖον Ο δυνάμενον νὰ περιστραφῇ, καλεῖται ἀπλοῦν ἐκκρεμές ἢ μαθηματικὸν ἐκκρεμές.

Ὅταν τὸ ἐκκρεμές μετατοπισθῇ ἐκ τῆς θέσεως τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ ΟΑ εἰς τὴν ΟΑ' καὶ ἀφεθῇ ἐλεύθερον, τότε ἡ βαρύτης, ἡ διὰ τῆς Α'Ρ παριστωμένη, θέλει ἐνεργεῖ, ὅπως ἐπαναφέρῃ



σχ. 38

τὸ σημεῖον Α εἰς τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν ΟΑ. Διότι ἡ δύναμις Α'Ρ δύνανται ν' ἀποσυντεθῇ εἰς δύο δυνάμεις Α'σ, Α'κ (XI, 4^{ον}), ἐξ ὧν ἡ μὲν Α'σ νὰ ἐνεργῇ κατὰ τὴν προσεκβολὴν τοῦ νήματος ΟΑ, ἡ δὲ Α'κ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην εἰς τὸ τόξον ΑΑ'. Ἡ μὲν Α'σ θέλει ἐνεργεῖ πρὸς ἔκτασιν τοῦ μήκους τοῦ νήματος, ὅπερ ὑπετέθη ἀμετέβλητον, ἡ δὲ Α'κ θέλει προφανῶς κινήσῃ τὸ σημεῖον Α' πρὸς τὸ μέρος, πρὸς ὃ ἐνεργεῖ. Τὸ σημεῖον λοιπὸν Α' θέλει λάβῃ κίνησιν τινὰ, ἥτις θέλει εἶναι ἐπιταχυνομένη· διότι ἐνόσω τὸ σημεῖον Α' μένει πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ σημείου Α, ἡ συνισταμένη Α'κ δὲν διατηρεῖ μὲν τὸ αὐτὸ μέγεθος, ἀλλ' ἐνεργεῖ πρὸς

τὸ αὐτὸ τῆς κινήσεως τοῦ σημείου Α' μέρος, ἐπομένως ἡ παραγομένη κίνησις θέλει εἶναι ἀναγκαίως ἐπιταχυνομένη. Ὅταν τὸ σημεῖον Α' φθάσῃ εἰς τὸ Α, τότε ἡ βαρύτης ΑΡ ἐνεργεῖ κατὰ τὴν προεκβολὴν τοῦ νήματος ΟΑ, καὶ τὸ σημεῖον Α ἐπρεπε νὰ μείνῃ ἀκίνητον. Ἀλλ' ἔνεκα τῆς ιδιότητος τῆς ἀδρανείας τῆς ὕλης (VIII), ἐπειδὴ τὸ σημεῖον Α' ἐφθασεν εἰς τὸ σημεῖον Α ἔχον κτηθεῖσάν τινα ταχύτητα, δυνάμει ταύτης τῆς ταχύτητος θέλει μεταβῇ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ σημείου Α καὶ θέλει ἐξακολουθήσῃ τὴν κίνησιν αὐτοῦ. Ἀλλ' ἂμ' ὥς διέλθῃ τῆς θέσεως ΟΑ, ἡ βαρύτης Α'Ρ θέλει πάλιν ἀποσυντίθεσθαι εἰς δύο δυνάμεις, ἐξ ὧν ἡ μὲν Α''σ θέλει τείνει εἰς τὸ νὰ ἐκτείνῃ τὸ ἀνεκτατὸν μῆκος τοῦ νήματος, ἡ δὲ Α''κ, ἡ κατὰ τὴν ἐραπτομένην ἐνεργοῦσα, θέλει ἐνεργεῖ κατ' ἐναντίαν τῆς ὑπαρχούσης κινήσεως φορὰν, ἐπομένως θέλει κατὰ μικρὸν μηδενίσῃ τὴν ταχύτητα τοῦ σημείου Α''. Ὅταν ἡ ταχύτης τοῦ σημείου Α'' μηδενισθῇ, τότε τὸ σημεῖον Α'', μὴ δυνάμενον νὰ ἰσορροπήσῃ ἐν ἡ εὐρίσκειται θέσει, θέλει, ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς δυνάμεως Α'κ εὐρίκόμενον, κινήθῃ πρὸς τὸ μέρος Α ὥς ἐκινήθῃ πρὸς τοῦτο ἐκ τῆς θέσεως Α', ἡ δὲ κίνησις αὐτοῦ θέλει εἶναι ἐπιταχυνομένη διὰ τὴν αὐτὸν λόγον, δι' ὃν καὶ ὅταν ἐκινεῖτο ἐκ τῆς θέσεως ΟΑ' πρὸς τὴν ΟΑ. θέλει λοιπόν, φθάσας εἰς τὴν θέσιν ΟΑ, ὑπερβῇ αὐτὴν καὶ διευθυνθῇ μετ' ἐπιβραδυνομένης κινήσεως πρὸς τὸ μέρος ΟΑ', μέχρις οὗ ἡ ταχύτης αὐτοῦ μηδενισθῇ, ὅτε πάλιν θέλει ἐπανέλθῃ πρὸς τὸ μέρος ΟΑ, καὶ οὕτω καθεξῆς ἐπ' ἄπειρον, ἐὰν ὑποτεθῇ ὅτι τὸ ἀπλοῦν ἐκκρεμὲς κινεῖται ἐν τῷ κενῷ, ὅτι δὲν ὑφίσταται: δηλ. τὴν ἀντίστασιν τοῦ ἀέρος.

36. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΑΠΛΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ. — Ἀποδεικνύεται ἐν τῇ θεωρητικῇ Μηχανικῇ:

1^{ον} Ὅτι τὰ διαγραφόμενα ἐκατέρωθεν τοῦ σημείου Α τόξα ΑΑ', ΑΑ'' εἶναι ἴσα, καὶ ὅτι μένουσιν ἀμετάβλητα τὸ μέγεθος ὅσαιδήποτε καὶ ἂν ᾖναι αἱ ἐκτελεσθεῖσαι ἐν τῷ κενῷ αἰωρήσεις.

2^{ον} Ὅτι αἱ ἴσαι αἰωρήσεις ἐκτελοῦνται ἐν τῷ αὐτῷ πάντοτε χρόνῳ.

3^{ον} Ὅτι, ὅταν ἡ γωνία Α'ΟΑ'', ἣτις καλεῖται πλάτος τῆς αἰωρήσεως δὲν ὑπερβαίνει τὰς 3^ο, αἱ αἰωρήσεις τῶν ἐκκρεμῶν, τῶν ἐχόντων τὸ αὐτὸ μῆκος καὶ διάφορον πλάτος αἰωρήσεως, εἶναι σχεδὸν ἰσόχρονοι.

4^{ον} Ὅτι ἡ σχέσις, ἣτις ἐν τῇ τρίτῃ ταύτῃ περιπτώσει ὑπάρχει μετὰ τοῦ χρόνου χ μιὰς αἰωρήσεως, τοῦ μήκους δ τοῦ ἐκκρεμοῦς, καὶ τῆς ἐνστάσεως ε τῆς βαρύτητος, παρίσταται διὰ τοῦ τύπου

$$\chi = \pi \sqrt{\frac{\delta}{\varepsilon}} \quad (1),$$

ἐν ᾧ τὸ π παριστᾷ τὸν λόγον τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον.

37. ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΑΠΛΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ. — Ἐκ τοῦ τύπου (1), τοῦ καλουμένου τύπου τοῦ ἐκκρεμοῦς, πορίζομεθα τοὺς ἐξῆς τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς νόμους·

1^{ον} Ὅταν τὸ μῆκος δ τοῦ ἐκκρεμοῦς καὶ ἡ ἔντασις ε τῆς βαρύτητος μένωσιν ἀμετάβλητα, αἱ ἀνωρήσεις εἶναι ἰσόχρονοι.

2^{ον} Οἱ χρόνοι χ , χ' τῶν ἀνωρήσεων δύο ἐκκρεμῶν, ἐχόντων διάφορα μῆκη δ , δ' , εἶναι πρὸς ἀλλήλους ὡς αἱ τετραγωνικαὶ ῥίζαι τῶν μηκῶν αὐτῶν, τουτέστιν ὅτι ἡ ἐξῆς ἀναλογία ὑπάρχει

$$\chi : \chi' = \sqrt{\delta} : \sqrt{\delta'}.$$

Ἐὰν π. χ. τὸ $\delta = 4$ καὶ $\delta' = 4$, ὁ χρόνος χ' θέλει εἶναι διπλάσιος τοῦ χ . Ἐὰν, τοῦ δ ὄντος πάντοτε 4, τὸ δ' ὑποτεθῇ ἴσον μὲ 9, 16, 25, 36 κτλ., ὁ χρόνος χ' θέλει εἶναι τριπλάσιος, τετραπλάσιος, πενταπλάσιος, ἑξαπλάσιος κτλ. τοῦ χρόνου χ .

3^{ον}. Ὅταν, τοῦ δ ὑποτιθεμένου τοῦ αὐτοῦ, ἡ ἔντασις ε τῆς βαρύτητος γείνη ε' , οἱ ἀντιστοιχοῦντες χρόνοι χ , χ' τῶν ἀνωρήσεων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τῶν ἐντάσεων ε . Διότι κατὰ τὸν ἀνωτέρω τύπον (1) θέλομεν ἔχει τὰς ἐξῆς ἰσότητας

$$\chi = \sqrt{\frac{\delta}{\varepsilon}}, \quad \chi' = \pi \sqrt{\frac{\delta}{\varepsilon'}}$$

ἐξ ὧν πορίζομεθα τὴν ἀναλογίαν

$$\chi : \chi' = \pi \sqrt{\frac{\delta}{\varepsilon}} : \pi \sqrt{\frac{\delta}{\varepsilon'}}$$

ἥτις μετατρέπεται ἀπλοποιουμένη εἰς τὴν ἐξῆς

$$\chi : \chi' = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} : \frac{1}{\sqrt{\varepsilon'}}$$

$$\chi : \chi' = \sqrt{\varepsilon'} : \sqrt{\varepsilon}$$

ἐξ ἧς πορίζομεθα τὸν ἀνωτέρω 3^{ον} νόμον.

38. ΣΥΝΘΕΤΟΝ ΕΚΚΡΕΜΟΣ. — Τὸ ἀπλοῦν ἐκκρεμὸς εἶναι ἀδύνατον ἢ φανταστικόν· νῆμα ἄνευ βάρους, εὐλυγιστότατον καὶ ἀμετάβλητον τὸ μῆκος δὲν ὑπάρχει, οὔτε ὕλικόν σημεῖον δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν, οὔτε πραγματικὸν κενὸν εὐκόλως νὰ κατασκευάσωμεν. Τὰ δυνατὰ καὶ ἐν χρήσει ἐκκρεμῇ σύγκεινται ἐξ ὕλικῶν μερῶν καὶ ἔχουσιν ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον τὸ παρακείμενον σχῆμα 39, ἐν ᾧ ΟΚ παριστᾷ μακρὰν ῥάβδον δυναμένην νὰ περιστραφῇ περὶ τινὰ ὀριζόντιον ἄξονα διερχόμενον διὰ τοῦ σημείου Ο, καὶ φέρουσιν εἰς τὸ ἕτερον αὐτῆς ἄκρον βαρύν τινα φακὸν Μ. Ὁ ὑπὸ τὸν φακὸν Μ ὑπάρχων κοχλίας Κ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ

μεταβάλλη κατὰ τι τὴν θέσιν τοῦ φακοῦ M, μετακινῶν αὐτὸν πρὸς τὰ ἄνω ἢ πρὸς τὰ κάτω. Θέλομεν ἰδεῖ εἰς τὸ μετὰ ταῦτα τίνος ἔνεκα τοῦτο γίνεται.

39. ΜΗΚΟΣ ΤΟΥ ΣΥΝΘΕΤΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ. — Ἄς ὑποθέσωμεν σύνθε-



τόν τι ἐκκρεμές αἰωρούμενον, καὶ ἅς φαντασθῶμεν ὅτι τὰ ὑλικά αὐτοῦ ἄτομα ἀποτελοῦσιν ἀπλᾶ ἐκκρεμῆ ἔχοντα μῆκη τὰς ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς ἀποστάσεις αὐτῶν. Κατὰ τὸν ἀνωτέρω 2^ο τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς νόμον, οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων ἐκάστου ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς θέλουσιν εἶναι ἀνάλογοι τῶν τετραγωνικῶν ῥιζῶν τῶν ἀντιστοιχοῦντων μηκῶν ἐπομένως, ἂν τὰ ἀπλᾶ ταῦτα ἐκκρεμῆ ἦσαν ἐλεύθερα, ἤθελον κινεῖσθαι ἀνισοχρόνως, τουτέστι, τὰ μὲν ἔχοντα μικρότερον μῆκος ἤθελον κινεῖσθαι ταχύτερον, τὰ δ' ἔχοντα μεγαλύτερον μῆκος βραδύτερον. Ἀλλὰ τὰ ἀπλᾶ ταῦτα ἐκκρεμῆ, ἐπειδὴ συνέχονται πρὸς ἄλληλα καὶ ἀποτελοῦσιν ἓν ὅλον, κινοῦνται πάντα ἰσοχρόνως. Ἐπεὶ λοιπὸν ὅτι τῶν μὲν ἐχόντων μικρότερον μῆκος ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως ἐλαττοῦται, τῶν δὲ ἐχόντων μεγαλύτερον αὐξάνει. Ὑπάρχουσιν ἄρα μετὰ τῶν μὲν καὶ τῶν δὲ ἀπλᾶ ἐκκρεμῆ, τῶν ὁποίων ὁ χρόνος τῆς αἰωρήσεως μένει ἀμετάβλητος, τουτέστι, τὰ ὁποῖα κινοῦνται, ὅπως ἤθελον κινεῖσθαι ἂν ἦσαν ἐντελῶς ἐλεύθερα. Εἶναι φανερόν ὅτι ὅλα ταῦτα ἔχουσι τὸ αὐτὸ μῆκος, ἐπομένως κείνται ἐπὶ τινος εὐθείας παραλλήλου τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς. Ἡ εὐθεῖα αὕτη καλεῖται ἄξων τῆς αἰωρήσεως. Εἰς πᾶν λοιπὸν σύνθετον ἐκκρεμές ὑπάρχει εὐθειά τις, παράλληλος τῷ ἄξονι τῆς περιστροφῆς καὶ ἀπέχουσα τούτου κατὰ τὸ μῆκος τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς, τοῦ κινουμένου ἰσοχρόνως μὲ τὸ δεδομένον σύνθετον. Ἡ ἀπόστασις ταύτης τῆς εὐθείας ἀπὸ τοῦ ἄξονος

τῆς ἐξαρτήσεως καλεῖται μῆκος τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς. Ἐὰν λοιπὸν, δοθέντος συνθέτου τινὸς ἐκκρεμοῦς, εὖρωμεν τρόπον, δι' οὗ νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς ἀπόστασιν τοῦ ἄξονος τῆς αἰωρήσεως, δυνάμεθα νὰ ἐφαρμόσωμεν καὶ ἐπὶ τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς τὸν ἀνωτέρω τύπον (1) τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς, θέτοντες ἐν αὐτῷ ἀντὶ τοῦ δ τὴν εὐρεθησομένην ἀπόστασιν.

40. ΕΥΡΕΣΙΣ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΤΟΥ ΣΥΝΘΕΤΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ. — Τὸ μῆκος τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς προσδιορίζεται διὰ τινος περιέργου ἰδιότητος τῶν ἄξόνων τῆς αἰωρήσεως καὶ περιστροφῆς ἢ ἐξαρτήσεως. Ἡ ἰδιό-

της αὕτη ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Οὐγγενσίου καὶ ἀπαγγέλλεται ὡς ἐξῆς·

Ὁ ἄξων τῆς αἰωρήσεως εἶναι ἀντίστροφος τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως.

Τουτέστιν, ἐάν στρέψωμεν τὸ αὐτὸ ἐκκρεμὲς περὶ τὸν ἄξωνα τῆς αἰωρήσεως, ὁ ἄξων τῆς ἐξαρτήσεως τοῦ πρώτου ἐκκρεμοῦς θέλει εἶναι ὁ ἄξων τῆς αἰωρήσεως τοῦ δευτέρου, ἐπομένως τὸ νέον ἐκκρεμὲς θέλει εἶναι *ισόχρονον* μὲ τὸ πρῶτον. Πρὸς εὑρεσιν λοιπὸν τοῦ μήκους δεδομένου ἐκκρεμοῦς ἀρκεῖ νὰ προσδιορίσωμεν τὸν χρόνον μιᾶς αὐτοῦ αἰωρήσεως, ἔπειτα νὰ ἀναστρέψωμεν τὸ ἐκκρεμὲς καὶ νὰ ζητήσωμεν διὰ δοκιμῶν ποία πρέπει νὰ ᾔναι ἡ θέσις τοῦ νέου ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως, ἵνα τὸ νέον ἐκκρεμὲς ᾔσῳχρονον τῷ πρώτῳ. Ἡ ἀπόστασις τοῦ νέου ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως ἀπὸ τοῦ πρώτου θέλει παριστᾷ τὸ μήκος τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς.

41. **ΕΥΡΕΣΙΣ ΤΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΤΗΣ ΑΙΩΡΗΣΕΩΣ.** — Διὰ τοῦ ἀνωτέρου τρόπου εὐρίσκομεν τὰ μήκη τῶν συνθέτων ἐκκρεμῶν, καθόσον δ' ἀφορᾷ εἰς τὴν εὑρεσιν τοῦ χρόνου μιᾶς αὐτῶν αἰωρήσεως πράττομεν ὡς ἐξῆς. Μετροῦμεν ἀφ' ἐνὸς ὅσω τὸ δυνατὸν περισσότερον ἀριθμὸν αἰωρήσεων ἐκκρεμοῦς τινος καλῶς κατεσκευασμένου, καὶ ἀφ' ἑτέρου διὰ τινος καλοῦ ὥρολογίου τὸν ὀλικὸν χρόνον, καθ' ὃν ἐξετελέσθησαν αὗται, ἔπειτα διαιροῦμεν τὸν εὐρεθέντα χρόνον διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν μετρηθεισῶν αἰωρήσεων. Ἄν παραδείγματος χάριν 1000 αἰωρήσεις ἐκκρεμοῦς τινος ἐτελέσθησαν εἰς 20 λεπτὰ τῆς ὥρας, ἡ μία αἰώρησις, ἐπειδὴ ὅλαι ἀπεδείχθησαν ἰσόχρονοι, ἐτελέσθη εἰς

$$\frac{20 \lambda. π.}{1000}, \text{ ἢ εἰς } \frac{4200 \lambda. δ.}{4000}, \text{ ἢ εἰς } 1 \lambda. δ. \text{ καὶ } \frac{1}{5} \text{ τοῦ δευτερολέπτου.}$$

42. **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ ΤΩΝ ΑΝΩΤΕΡΩ ΔΥΟ ΤΟΥ ΑΠΛΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ ΝΟΜΩΝ.** — Τὸ σύνθετον ἐκκρεμὲς, τὸ πλησιάζον περισσότερον εἰς τὸ ἀπλοῦν ἐκκρεμὲς, σύγκειται ἐξ ἐνὸς λεπτοῦ σύρματος φέροντος εἰς τὸ ἔτερον τῶν ἄκρων αὐτοῦ μέγα τι βάρος, ἔχον σχῆμα φακοῦ. Τὸ βάρος τοῦ σύρματος ὡς πρὸς τὸ βάρος τοῦ φακοῦ εἶναι σχεδὸν ἀσήμαντον, καὶ ἡ ἀπόστασις τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος τοῦ φακοῦ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς τὸ πραγματικὸν μήκος τοῦ περὶ οὗ ὁ λόγος ἐκκρεμοῦς. Διὰ τοιούτου εἶδους συνθέτου ἐκκρεμοῦς ἀποδεικνύονται εὐκόλως οἱ ἀνωτέρω δύο πρῶτοι τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς νόμοι.

Ἵνα δὲ ἀποδείξωμεν ὅτι, ὅταν τὰ πλάτη τῶν αἰωρήσεων δὲν ὑπερβαίνωσι τὰς 3 περίπου μοίρας, ὁ χρόνος τῆς διαρκείας ἐκάστης εἶναι ὁ αὐτός, μετροῦμεν τὸν χρόνον τῆς διαρκείας τῶν πρώτων 100 αἰωρή-

σεων τοιούτου τινὸς ἐκκρεμοῦς, ἔπειτα τὸν χρόνον τῆς διαρκείας τῶν 400 ἀκολουθῶν, ὧν τὰ πλάτη τῶν αἰωρήσεων εἶναι μικρότερα, ἔπειτα τὸν χρόνον τῶν 400 ἐπομένων, ὧν τὰ πλάτη τῶν αἰωρήσεων εἶναι ἔτι μικρότερα, καὶ οὕτω καθεξῆς, καὶ παραβάλλομεν τοὺς εὑρεθέντας χρόνους, οὓς εὐρίσκουμεν ἴσους πρὸς ἀλλήλους. Ἔπεται λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι ὅλαι αἱ αἰωρήσεις εἶναι ἰσόχρονοι, ὅταν τὸ μὲν μῆκος ᾗναι τὸ αὐτό, τὸ δὲ πλάτος διάφορον, ἀλλὰ μὴ ὑπερβαῖνον τὰς 3 περίπου μοίρας.

Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ δευτέρου νόμου κατασκευάζομεν διάφορα τοιαῦτα ἐκκρεμῇ ἔχοντα μῆκη ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 4, 9 κτλ., καὶ μετροῦμεν τὸν χρόνον τῆς διαρκείας μιᾶς αἰωρήσεως τοῦ πρώτου, δευτέρου, τρίτου κτλ. ἐκκρεμοῦς. Εὐρίσκουμεν οὕτως ὅτι ὁ χρόνος τῆς διαρκείας μιᾶς αἰωρήσεως τοῦ δευτέρου ἐκκρεμοῦς εἶναι διπλάσιος τοῦ χρόνου τῆς διαρκείας μιᾶς αἰωρήσεως τοῦ πρώτου, ὁ τοῦ τρίτου τριπλάσιος τοῦ χρόνου μιᾶς αἰωρήσεως τοῦ πρώτου κτλ. Ἔπεται λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι οἱ χρόνοι τῶν αἰωρήσεων εἶναι πρὸς ἀλλήλους ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3, κτλ., τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει τὸ ἀληθὲς τοῦ δευτέρου νόμου.

Τῶν ἀνωτέρω ἰδιοτήτων τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς, τῶν ἐκ τοῦ τύπου τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς ἐξαγομένων, ἐγένοντο ἐπιτυχεῖς χρήσεις εἰς διαφόρους κοινωνικὰς καὶ ἐπιστημονικὰς ἀνάγκας· τοιαῦτα εἶναι ἡ ὑπὸ τοῦ Οὐγγενσίου πρὸς κανονισμόν τῆς κινήσεως τοῦ ὥρολογίου ἐκείνη, δι' ἧς ὁ Φουκῶ (Foucault) κατέστησεν ὁρατὴν τὴν περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς περιστροφικὴν κίνησιν τῆς Γῆς, καὶ ἡ πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ ὅτι ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ μέρη τῆς Γῆς, ἀλλ' ὅτι αὕτη αὐξάνει ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Ὁ δὲ τρόπος, καθ' ὃν τὸ τοιοῦτον ἐγένετο καταφανές, εἶναι ὁ ἑξῆς·

Ἐκ τοῦ τύπου $\chi = \pi \sqrt{\frac{\delta}{\varepsilon}}$ τοῦ ἀπλοῦ ἐκκρεμοῦς πορίζομεθα τὴν τιμὴν τῆς εἰς τινὰ τόπον ἐντάσεως ε τῆς βαρύτητος, εὐρίσκοντες πρῶτον τὸ μῆκος δ συνθέτου τινὸς ἐκκρεμοῦς καὶ προσδιορίζοντες δεύτερον τὸν χρόνον χ μιᾶς αὐτοῦ αἰωρήσεως· διότι τότε ἔχομεν, λύοντες τὴν ἀνωτέρω ἐξίσωσιν ὡς πρὸς τὸ ε ,

$$\varepsilon = \frac{\pi^2 \delta}{\chi^2},$$

τοῦ π ὄντος ἴσου τῷ 3,1416 περίπου, καὶ τοῦ δ καὶ χ προσδιορισθέντων ὡς προείπομεν. Ἐὰν λάβωμεν ἔπειτα τὸ αὐτὸ ἢ ἄλλο τι ἐκκρεμές, μεταβῶμεν εἰς ἕτερον μέρος τῆς Γῆς, ἔχον διάφορον γεωγραφικὸν πλάτος, καὶ ζητήσωμεν διὰ τοῦ αὐτοῦ τρόπου τὴν τιμὴν ε τῆς ἐν αὐτῷ ἐντάσεως τῆς βαρύτητος, θέλομεν εὑρεῖ διὰ τὸ ε τιμὴν διάφορον, μεγαλύτεραν, ἢν ἐπορεύθημεν πρὸς βορρᾶν, καὶ μικροτέραν, ἢν πρὸς μεσημ-

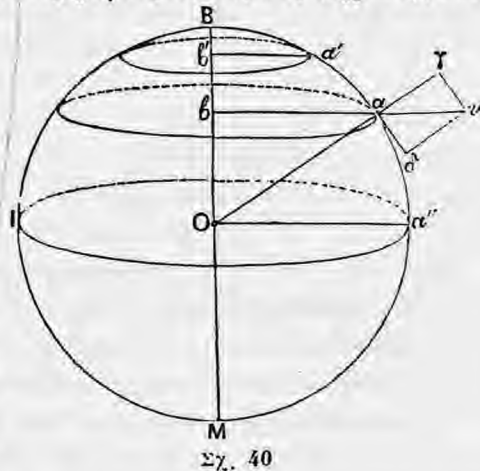
Ερίαν. Ἐντεῦθεν ἔπεται ὅτι ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ μέρη τῆς Γῆς, καὶ ὅτι αὕτη βαίνει ἀξαναομένη ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους. Τὰ σώματα λοιπὸν ἔχουσι περισσότερον βάρος εἰς τὰ πλησίον τῶν πόλων μέρη ἢ εἰς τὰ περὶ τὸν ἰσημερινόν, ὡς εὐρισκόμενα ἐκεῖ ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν μεγαλειτέρας δυνάμεως (21).

43. ΑΙΤΙΑΙ ΜΕΤΑΒΑΛΛΟΥΣΑΙ ΤΗΝ ΕΝΤΑΣΙΝ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ. —

Ἀφοῦ ἅπαξ οἱ Φυσικοὶ καὶ Ἀστρονόμοι ἐπέισθησαν διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς ὅτι ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος δὲν εἶναι πανταχοῦ τῆς Γῆς ἡ αὐτή, ἐξήτησαν τὸν λόγον ἢ τοὺς λόγους τῆς τοιαύτης μεταβολῆς καὶ εὗρον τοὺς ἐξῆς δύο· τὴν περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς περιστροφικὴν κίνησιν τῆς Γῆς, καὶ τὸ περὶ τοὺς πόλους πεπιεσμένον αὐτῆς.

1^{ον} Ἐπειδὴ ἡ Γῆ στρέφεται περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς ἐντὸς 24 ὥρων, ἔπεται ὅτι ἅπαντα τὰ ἐπ' αὐτῆς κείμενα σώματα διαγράφουσι κύκλους, ἔχοντας ἀκτῖνας τὴν ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς ἀπόστασιν αὐτῶν (21). Ἐκ τῆς περιστροφικῆς ταύτης κινήσεως τῆς Γῆς γεννᾶται λοιπόν, κατὰ τὰ ἐν τῇ § XIV λεχθέντα, κεντρόφυξ τις δυνάμις, ἥτις ἐλαττώνει τὴν ἔντασιν τῆς βαρύτητος.

Τῷ ὄντι, ἔστω O τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τῆς Γῆς (Σχ. 40), ὅπερ συμπίπτει περίπου μὲ τὸ κέντρον αὐτῆς, καὶ a σῶμα τι κείμενον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς καὶ περιστρεφόμενον περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς BM . Τὸ σῶμα a θέλει διαγράφει κύκλον ἔχοντα ἀκτῖνα τὴν ἐπὶ τοῦ ἄξονος BM κάθετον ab . Ἐπειδὴ δὲ τὸ σῶμα a εἶναι ἠναγκασμένον νὰ διαγράφῃ κύκλον, γεννᾶται ἐντεῦθεν κεντρόφυξ τις δυνάμις ax , ἐνεργοῦσα πρὸς



τὸ ἀντίθετον μέρος τοῦ κέντρου b τοῦ ὑπ' αὐτοῦ διαγραφομένου κύκλου. Ἡ κεντρόφυξ αὕτη δυνάμις ax δύναται νὰ ἀποσυντεθῇ εἰς δύο ἄλλας (XI, 4^{ον})· εἰς τὴν ad , κάθετον ἐπὶ τῆς διευθύνσεως aO τῆς βαρύτητος, καὶ εἰς τὴν ag , κειμένην ἐπὶ τῆς διευθύνσεως aO καὶ ἐνεργοῦσαν κατ' ἀντίθετον ταύτης φοράν. Τὸ σημεῖον λοιπὸν a δὲν ἔλκεται ὑφ' ὅλης τῆς δυνάμεως aO , ἀλλὰ ὑπὸ δυνάμεως ἴσης τῇ διαφορᾷ $aO - ag$ (XI, 2^{ον}). Ἐπεται λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι τὸ σῶμα a θὰ βαρύνῃ ὀλιγώτερον ἢ ὅσον ἤθελε βαρύνει, ἂν δὲν ἦτο ἠναγκασμένον νὰ περιστρέφηται περὶ τὸν

ἄξονα BM. Ἄλλ' ἂφ' ἑτέρου γνωρίζομεν (XVI) ὅτι ἡ κεντρόφυξ δύναμις εἶναι ἀνάλογος τῆς ἀκτῖνος ab τῆς ὑπὸ τοῦ σώματος διαγραφομένης περιφερείας. Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι ἡ κεντρόφυξ δύναμις ac , ἐπομένως καὶ ἡ συνισταμένη αὐτῆς ag καθ' ἣν ἐλαττοῦται ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος, θέλει εἶναι τοσοῦτ' μεγαλειτέρα, ὥσ' ἂν μάλλον μεγαλειτέρα εἶναι ἡ ἀκτίς ab , τουτέστιν, ὥσ' ἂν τὸ σῶμα a κεῖται πλησιέστερον τοῦ ἰσημερινοῦ Ia'. Ἐπομένως ἡ βαρύτης $aO - ag$ θέλει εἶναι μικροτέρα διὰ τὰ πλησίον τοῦ ἰσημερινοῦ α' I σώματα καὶ μεγαλειτέρα διὰ τὰ πλησίον τῶν πόλων B καὶ M.

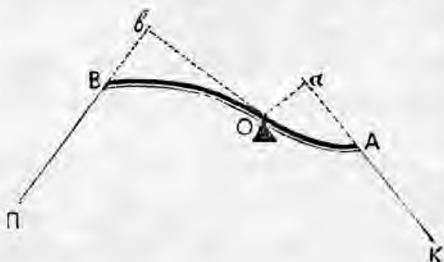
2^{ον} Οἱ Μαθηματικοί, γνωρίζοντες τοὺς νόμους τῆς κεντρόφυγος δυνάμεως, ὑπελόγισαν δι' ἕκαστον μέρος τῆς Γῆς ἂφ' ἐνὸς τὴν συνιστάσαν ag , καθ' ἣν ἐλαττοῦται ἡ ἔντασις τῆς βαρύτητος, καὶ ἂφ' ἑτέρου ἐξήτησαν διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς τὴν ἐν τῷ αὐτῷ μέρει ἔντασιν αὐτῆς. Ὅλοι οἱ γενόμενοι ὑπολογισμοὶ καὶ τὰ ἐξαγόμενα ὅλων τῶν πειραμάτων κατέδειξαν ὅτι ἡ βαρύτης βαίνει αὐξανόμενη ἀπὸ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τοὺς πόλους περισσότερον ἢ ὥσ' ἔπρεπε νὰ αὐξηθῇ, ἂν μόνῃ ἡ κεντρόφυξ δύναμις ἦτο ἡ αἰτία τῆς περὶ τὸν ἰσημερινὸν ἐλαττώσεως αὐτῆς. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι, ἐπειδὴ ἡ βαρύτης ἐνεργεῖ κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων, τὰ περὶ τοὺς πόλους μέρη τῆς Γῆς πλησιάζουσι περισσότερον τοῦ κέντρου αὐτῆς, ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ὅτι ἡ Γῆ εἶναι πεπιεσμένη περὶ τοὺς πόλους. Τὸ τοιοῦτον κατεδείχθη διὰ τῆς ἀπ' εὐθείας καταμετρήσεως τῶν περὶ τοὺς πόλους μερῶν τῆς Γῆς καὶ εἶναι ἀναγκαία συνέπεια τῆς περὶ τὸν ἄξονα περιστροφικῆς αὐτῆς κινήσεως. Τῷ ὄντι, ἡ Γῆ κατ' ἀρχὰς ἦτο ὅλη ὑγρὰ, ὥς ἡ ἐκ τῶν Ἡφαιστειῶν ἐκπεμπομένη λάβα, καὶ ἐστρέφετο περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς. Ἐνεκα τῆς περιστροφικῆς ταύτης κινήσεως καὶ τοῦ ἐν μεταβλήτῳ τοῦ σχήματος αὐτῆς, τὰ μέρη, τὰ μάλλον ἀπέχοντα τοῦ ἄξονος τῆς περιστροφῆς, ἔτεινον νὰ ἀπομακρυνθῶσι περισσότερον τοῦ κέντρου καὶ κατὰ συνέπειαν τὰ πλησιέστερον τοῦ ἄξονος κείμενα νὰ πλησιάσωσι πρὸς τὸ κέντρον, συνέβη, ἐν ἄλλαις λέξεσι, διὰ τὴν Γῆν ὅ,τι συμβαίνει, ὅταν δίδωμεν περιστροφικὴν τινα κίνησιν εἰς τὴν ὑπὸ τοῦ σχήματος 16 παριστωμένην σφαῖραν.



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΜΟΧΛΟΣ, ΣΤΑΘΗΡ, ΖΥΓΟΣ, ΠΥΚΝΟΤΗΤ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ

44. **ΜΟΧΛΟΣ.** — Καλεῖται ἐν γένει *μοχλὸς* πᾶσα στερεὰ ῥάβδος AB (Σχ. 41) δυναμένη νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως περί τι στερεὸν σημεῖον O καὶ εὐρισκομένη ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν δύο δυνάμεων AK, BP, ἐνεργουσῶν εἰς δύο ὁποιαδήποτε σημεῖα αὐτῆς A καὶ B οὕτως, ὥστε ἡ ὑπὸ τῆς μιᾶς AK δυναμένη νὰ παραχθῇ περὶ τὸ σημεῖον O περιστροφικὴ κίνησις νὰ ᾖ ἀντιθέτου φορᾶς τῆς ὑπὸ τῆς ἐτέρας BP παραχθισομένης. Τὸ σημεῖον O, περὶ τὸ ὁποῖον ἡ ῥάβδος AB δύναται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως, καλεῖται *ὑπομόχλιον*, αἱ δὲ κάθετοι OA, OB, αἱ ἐκ τοῦ ὑπομόχλιου O ἐπὶ τῶν διευθύνσεων τῶν δυνάμεων AK, BP ἀγόμεναι, καλοῦνται *βραχίονες* τοῦ μοχλοῦ.



Σχ. 41

Ἐκ τῶν δύο δυνάμεων AK, BP ὀνομάζεται *μερικώτερον ἀντίστασις* ἡ δύναμις ἐκείνη, πρὸς ἐκμηδένισιν τῆς ὁποίας ἐνεργεῖ ἡ ἄλλη.

Ἡμεῖς θέλομεν ἐξετάσει ἐνταῦθα τοὺς μοχλοὺς, τοὺς συγκειμένους ἐξ *εὐθείας* τινὸς ῥάβδου καὶ ἔχοντας τὰς ἐπ' αὐτῆς ἐνεργούσας δυνάμεις *παράλληλους*. Εἰς τοὺς τοιούτου εἶδους μοχλοὺς δύο τινὰ δυνατόν νὰ ὑποτεθῶσι· τὸ ὑπομόχλιον αὐτῶν O δυνατόν νὰ κῆται ἢ μεταξὺ τῶν παραλλήλων δυνάμεων ἢ ἐκτὸς αὐτῶν πρὸς τὸ μέρος τῆς μιᾶς ἢ τῆς ἐτέρας. Ὄταν τὸ ὑπομόχλιον κῆται μεταξὺ τῶν παραλλήλων δυνάμεων, ὁ μοχλὸς καλεῖται τοῦ *πρώτου* εἶδους. Ὄταν τὸ ὑπομόχλιον κῆται ἐκτὸς καὶ πρὸς τὸ μέρος τῆς ἀντιστάσεως, ὁ μοχλὸς καλεῖται τοῦ *δευτέρου* εἶδους, καὶ ὅταν κῆται ἐκτὸς καὶ πρὸς τὸ μέρος τῆς δυνάμεως, καλεῖται τοῦ *τρίτου* εἶδους. Ἀλλ' εἶναι φανερόν κατὰ τὰ λεχθέντα ἐν τῇ § XI 6^{ον} καὶ 7^{ον} ὅτι, ἵνα ὑπάρξῃ ἐν πάσῃ περιπτώσει ἰσορροπία, πρέπει καὶ ἀρκεῖ ἡ συνισταμένη τῶν παραλλήλων δυνάμεων νὰ διέρχεται διὰ τοῦ στερεοῦ σημείου O, ἥτοι τοῦ ὑπομόχλιου· διότι τότε ἡ ἐνέργεια αὐτῆς μηδενίζεται, ἐπομένως καὶ ἡ ἐνέργεια τῶν συνιστωσῶν αὐτὴν δυνάμεων, ἧς ἡ συνισταμένη ἀντικαθίσταται.

Τὸ σχῆμα 42 παριστᾷ μοχλὸν τοῦ πρώτου εἶδους. AB εἶναι ὁ μοχλός, O εἶναι τὸ ὑπομόχλιον αὐτοῦ, εἰς τὸ σημεῖον A ἐνεργεῖ ἡ ἀντί-

στασις, ἥτις ἐνταῦθα εἶναι μέρος τοῦ βάρους τοῦ ἐπ' αὐτοῦ στηριζομένου σώματος, καὶ εἰς τὸ σημεῖον B ἡ δύναμις. Εἴπομεν δ' ὅτι, ἵνα ὑπάρξῃ ἰσορροπία, πρέπει ἐν τῷ μοχλῷ AB ἡ συνισταμένη τῶν δύο δυνάμεων νὰ διέρχεται διὰ τοῦ σημείου O, τουτέστι νὰ ὑπάρχῃ ἡ ἐξῆς ἀναλογία (XI, 6^{ον}).

$$A : B = OB : OA \quad (1),$$

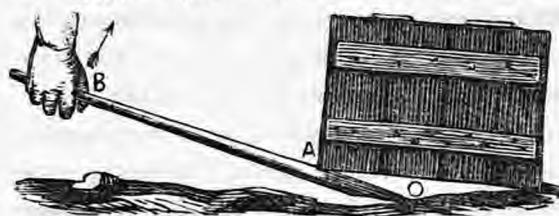
τῶν A καὶ B παριστάντων πρὸς συντομίαν τὰς εἰς τὰ σημεῖα A καὶ B τοῦ μοχλοῦ ἐνεργοῦσας δυνάμεις.

Ἐκ τῆς ἀναλογίας (1) πορίζομεθα ὅτι, ἐὰν τὸ μήκος OA ᾖναι τὸ



Σχ. 42

κτλ. μικροτέραν δυνάμεθα νὰ ἰσορροπήσωμεν ἀντίστασιν A δεκάκις, ἑκατοτάκις κτλ. μεγαλειτέραν. Τοῦτο ἀπεδείχθη κατὰ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Ἀρχιμήδους, ὅστις κατέδειξεν ὅλην τὴν σημαντικότητα τῆς ἀνα-



Σχ. 43

καλύψεως τοῦ ταύτης εἰπὼν τὸ γνωστὸν ἔκεινο· δός μοι πᾶ στω καὶ τὰν Γᾶν κινήσω. Εἰρήσθω ὅμως χάριν περιεργείας ὅτι, ἵνα ἡ δύναμις τοῦ ἀνθρώπου κινήσῃ τὴν Γᾶν κατὰ τὸ πάχος μιᾶς τριχὸς διὰ μοχλοῦ ἀρκούντως ἰσχυροῦ καὶ μεγάλου, θέλει χρειασθῇ 40 χιλιάδας αἰῶνας. Ὅπόση ἡ σμικρότης τῆς δυνάμεως τοῦ ἀνθρώπου ὡς πρὸς μόνην τὴν Γᾶν! Τί δὲ εἶναι αὕτη ὡς πρὸς τὸ σύμπαν;



Σχ. 44

ἐνεργεῖ ἡ δύναμις, καὶ OA, OB οἱ βραχίονες τοῦ μοχλοῦ. Ἐν τῷ δευτέρῳ, ὅπερ παριστᾷ χειράμαξαν, ὑπομόχλιον εἶναι ὁ ἄξων τοῦ τροχοῦ,

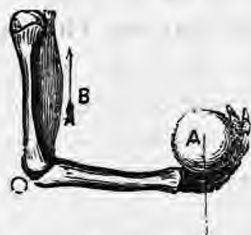
δέκατορ, τὸ ἑκατοστόν κτλ. τοῦ OB, ἡ δύναμις B θέλει εἶναι τὸ δέκατορ, τὸ ἑκατοστόν κτλ. τῆς A. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι μὲ δύναμιν B δεκάκις, ἑκατοτάκις κτλ. μικροτέραν δυνάμεθα νὰ ἰσορροπήσωμεν ἀντίστασιν A δεκάκις, ἑκατοτάκις κτλ. μεγαλειτέραν. Τοῦτο ἀπεδείχθη κατὰ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Ἀρχιμήδους, ὅστις κατέδειξεν ὅλην τὴν σημαντικότητα τῆς ἀνα-

καλύψεως τοῦ ταύτης εἰπὼν τὸ γνωστὸν ἔκεινο· δός μοι πᾶ στω καὶ τὰν Γᾶν κινήσω. Εἰρήσθω ὅμως χάριν περιεργείας ὅτι, ἵνα ἡ δύναμις τοῦ ἀνθρώπου κινήσῃ τὴν Γᾶν κατὰ τὸ πάχος μιᾶς τριχὸς διὰ μοχλοῦ ἀρκούντως ἰσχυροῦ καὶ μεγάλου, θέλει χρειασθῇ 40 χιλιάδας αἰῶνας. Ὅπόση ἡ σμικρότης τῆς δυνάμεως τοῦ ἀνθρώπου ὡς πρὸς μόνην τὴν Γᾶν! Τί δὲ εἶναι αὕτη ὡς πρὸς τὸ σύμπαν;

Τὰ σχήματα 43 καὶ 44 παριστᾷ μοχλοὺς τοῦ δευτέρου εἴδους. Ἐν τῷ πρώτῳ O εἶναι τὸ ὑπομόχλιον, A τὸ σημεῖον, ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ ἡ ἀντίστασις, B τὸ ἐφ' οὗ

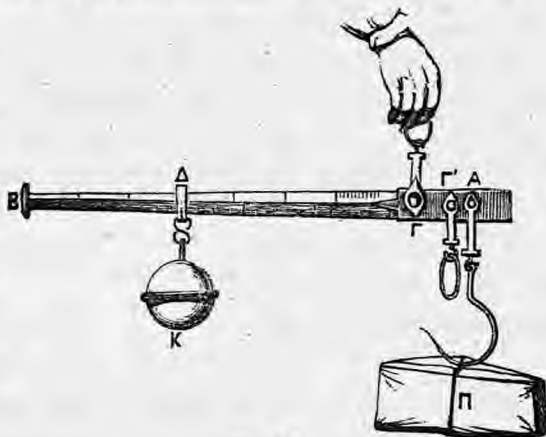
ἀντίστασις τὸ βάρος τῆς περιεχομένης ἐν τῇ χειραμάξῃ ὕλης, ἐνεργοῦν εἰς τὸ κέντρον Μ τῆς βαρύτητος αὐτῆς, καὶ δυνάμεις αἱ ἐνεργεῖαι τῶν χειρῶν τοῦ ἐργάτου ἐπὶ τῶν ἄκρων τῆς χειραμάξης.

Τὸ σχῆμα 45 παριστᾷ ἀνθρώπινον βραχίονα, ὅστις ἀποτελεῖ μοχλὸν τρίτου εἶδους. Ο, ἥτοι ὁ ἀγκῶν, εἶναι τὸ ὑπομοχλίου, ΟΑ ὁ βραχίον τῆς ἀντιστάσεως, ἡ δὲ διὰ τῶν μυνῶν ἐνεργοῦσα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ βέλους Β δυνάμεις εἶναι ἐφηρμοσμένη πολὺ πλησίον τοῦ ὑπομοχλίου Ο, μεταξὺ τούτου καὶ τῆς ἀντιστάσεως Α.



Σχ. 45

45. ΣΤΑΤΗΡ. — Ὁ στατήρ εἶναι ὄργανον, δι' οὗ προσδιορίζομεν τὰ βάρη τῶν σωμάτων. Σύγκειται δὲ (Σχ. 46) ἐκ τινος ἀκάμπτου ῥάβδου ΒΑ, ἥτις δύναται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως περὶ τινὰ ἄξονα Γ ἀποτελοῦσα μοχλὸν πρώτου εἶδους. Εἰς τὸ ἐν τῶν ἄκρων αὐτῆς Α καὶ εἰς σταθερὰν ἀπόστασιν ΓΑ ἀπὸ τοῦ ὑπομοχλίου Γ ὑπάρχει ἄγκιστρον, ἐξ οὗ ἐξαρτῶνται τὰ σώματα, τῶν ὁποίων θέλομεν νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βάρος, ἐπὶ δὲ τοῦ βραχίονος ΓΒ βάρος τι ὠρισμένον Κ, ὅπερ δύναται νὰ λάβῃ πᾶσαν μεταξὺ τοῦ Γ καὶ Β θέσιν.



Σχ. 46

Ὅταν θέλωμεν νὰ ζυγίσωμεν σῶμά τι Π, ἐξαρτῶμεν αὐτὸ διὰ τοῦ ἀγκίστρου, καὶ ἐπὶ τοῦ βραχίονος ΓΒ μεταβάλλομεν τὴν θέσιν τοῦ βάρους Κ οὕτως, ὥστε ὁ μοχλὸς ΒΑ νὰ λάβῃ θέσιν ὀριζόντιον. Τοῦτο θέλει κατορθωθῇ, ὅταν τὰ βάρη Π καὶ Κ ᾖναι πρὸς ἄλληλα ὡς οἱ βραχίονες ΓΔ καὶ ΓΑ, ὅταν δηλ. ὑπάρχῃ ἡ ἀναλογία $\Pi : \text{Κ} = \Gamma\Delta : \Gamma\text{Α}$, ἢ, ὅπερ τοῦτο, ὅταν τὰ δύο γινόμενα $\Pi \times \Gamma\text{Α}$, $\text{Κ} \times \Gamma\Delta$ ᾖναι ἴσα.

Ἐκ τῆς ἰσότητος $\Pi \times \Gamma\text{Α} = \text{Κ} \times \Gamma\Delta$ θέλομεν πορισθῇ τὴν τιμὴν τοῦ βάρους Π, ὅταν μᾶς ᾖναι γνωστὰ τὸ βάρος Κ καὶ οἱ βραχίονες ΓΔ καὶ ΓΑ.

Ἄν ἀντὶ τοῦ Π εἴχομεν ἕτερόν τι σῶμα, εὐκόλως ἐκ τῶν προλεχθέντων ἐννοεῖ τις, ὅτι ἀρκεῖ νὰ μεταβάλλῃ καταλλήλως τὴν ἐπὶ τοῦ βραχίονος ΓΔ θέσιν τοῦ βάρους Κ καὶ ἡ ἰσορροπία εἶναι πάντοτε δυνατή.

Ἐπομένως διὰ τοῦ αὐτοῦ βάρους K δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βάρος παντὸς σώματος, ὅταν τοῦτο δὲν ὑπερβαίῃ ὕψιον τι.

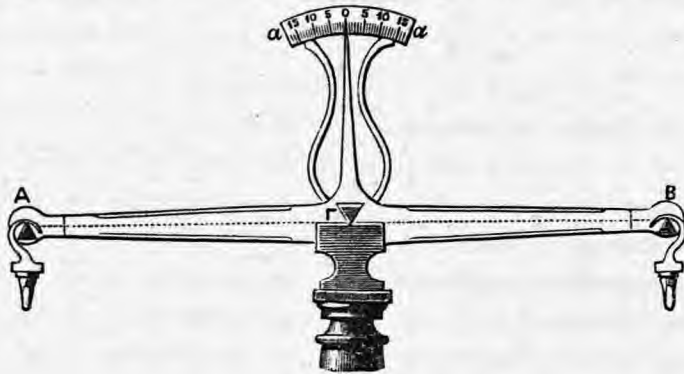
Οἱ κατασκευάζοντες τοὺς στατήρας φροντίζουν νὰ χαράττωσιν ἐπὶ τοῦ βραχίονος GB διαφόρους γραμμάς, δι' ὧν εὐρίσκεται ἀμέσως τὸ βάρος τοῦ σταθμιζομένου σώματος. Πρὸς χάραξιν τῶν γραμμῶν τούτων μεταχειρίζονται γνωστὰ προηγουμένως βάρη, καὶ εὐρίσκουσι διὰ δοκιμῶν τὴν θέσιν τοῦ βάρους K , τὴν ἰσορροποῦσαν τὸ γνωστὸν βάρος. Εἶναι φανερόν ὅτι ὁσάκις τὸ βάρος K λαμβάνῃ τὴν αὐτὴν θέσιν, τὸ ἐκ τῶν ἀγκίστρων ἐξαρτώμενον σῶμα ἔχει τὸ αὐτὸ βάρος.

Μεταξὺ τοῦ ὑπομοχλίου Γ καὶ τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως A ὑπάρχει καὶ δεύτερον ὑπομόχλιον Γ' , περὶ τὸ ὁποῖον δύναται νὰ στραφῇ ἐλευθέρως ὁ αὐτὸς μοχλὸς BA . Ἡ ἀπόστασις τοῦ δευτέρου τούτου ὑπομοχλίου Γ' ἀπὸ τοῦ A εἶναι μικροτέρα τῆς GA , ἐπομένως ὁ λόγος $\Gamma'A : \Gamma'A$ εἶναι μεγαλειότερος τοῦ λόγου $GA : GA$. Λοιπὸν τὸ αὐτὸ βάρος K εὐρίσκόμενον εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν θέλει ἰσορροπῇ βάρους μεγαλειότερον τοῦ Π , ὅταν ὁ μοχλὸς BA ἔχῃ ὑπομόχλιον τὸ Γ' . Τοῦτ' αὐτὸ διακρίνουσι καὶ οἱ μεταχειριζόμενοι τὸν στατήρα λέγοντες ὅτι ζυγίζουσιν ἀπὸ τὰ *ελαφρά* ἢ ἀπὸ τὰ *βαρῆα*.

Ὁ στατήρ εἶναι ὄργανον πολύτιμον, διότι, ἀφοῦ ἄπαξ κατασκευασθῇ, διὰ τοῦ αὐτοῦ βάρους K προσδιορίζει *μεγάλα* καὶ *διόφορα* βάρη, ἀλλ' ἐπειδὴ δὲν εἶναι δυνατόν νὰ ᾔναι *ἐντελῶς ἀκριβῆς* διὰ πολλοὺς λόγους, δὲν εἶναι χρήσιμος εἰ μὴ μόνον ὅταν τὰ σώματα, ὧν τὸ βάρος ζητεῖται, δὲν ᾔναι τόσης ἀξίας, ὥστε ἡ κατὰ τινὰ δράμια ἐσφαλμένη ἐκτίμησις τοῦ βάρους αὐτῶν νὰ φέρῃ ἐπαισθητὴν ζημίαν ἢ κέρδος εἰς τὸν πωλητὴν ἢ ἀγοραστὴν. Διὰ σώματα μεγάλης ἀξίας καὶ δι' ἄλλας ἐπιστημονικὰς καὶ φαρμακευτικὰς ἀνάγκας μεταχειρίζονται ἕτερον ὄργανον, πολὺ τοῦ στατήρος τελειότερον, τὸν *ζυγόν*.

46. **ΖΥΓΟΣ.** — Ὁ ζυγὸς σύγκειται ἐκ τινος στερεᾶς καὶ ἀκίμπτου ράβδου AB (Σχ. 47), ἣτις καλεῖται *φάλαγξ* τοῦ ζυγοῦ. Τὸ μέσον τῆς φάλαγγος διαπερᾶται ὑπὸ τριγωνικοῦ ἐκ χάλυβδος πρίσματος Γ , οὗτινος ἡ μία κόψις, ἐστραμμένη πρὸς τὰ κάτω, στηρίζεται ἐκατέρωθεν τῆς φάλαγγος ἐπὶ ὀριζοντίου ἐπιπέδου καὶ ἀποτελεῖ τὸ ὑπομόχλιον. Εἰς τὰ ἄκρα A καὶ B τῆς φάλαγγος καὶ εἰς ἴσας ἀποστάσεις ἀπὸ τοῦ ὑπομοχλίου Γ ὑπάρχουσι δύο ἕτερα τριγωνικὰ πρίσματα, ὧν αἱ κόψεις εἶναι ἐστραμμέναι πρὸς τὰ ἄνω οὕτως, ὥστε αἱ τρεῖς κόψεις A , Γ , B νὰ κῆνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου ἢ ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας, ἣτις καὶ καλεῖται *εὐθεῖα τῆς φάλαγγος*. Ἐπὶ τῶν κόψεων A καὶ B καὶ δι' ἀγκίστρων στηρίζονται δύο ἰσοβαρεῖς πλάστιγγες, ἐφ' ὧν τίθενται τὰ ὠρισμένα βάρη καὶ τὰ σώματα, ὧν τὸ βάρος ζητεῖται. Καθέτως ἐπὶ τῆς εὐθείας AB

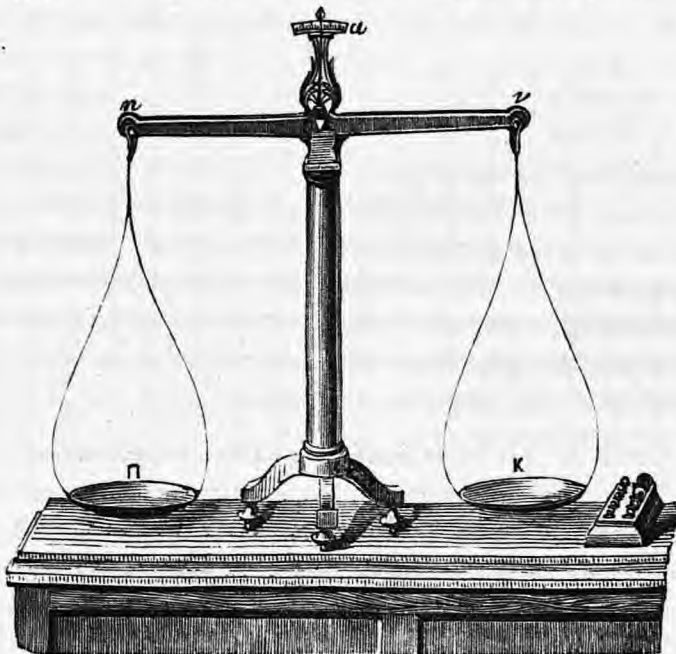
τῆς φάλαγγος καὶ εἰς τὸ μέσον Γ αὐτῆς ὑπάρχει δείκτης, οὗτινος τὸ ἄκρον διαγράφει, ταλαντευομένης τῆς φάλαγγος, τόξον τι αα. Τὸ τό-



Σχ. 47

ξον αα εἶναι διηρημένον, τὸ δὲ Ο τῆς διαιρέσεως αὐτοῦ εὐρίσκεται εἰς τὸ μέσον, εἰς τρόπον ὥστε, ὅταν ὁ δείκτης ᾖ εἰς τὸ Ο, ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ νὰ ᾖ ὀριζόντιος.

Τὸ σχῆμα 48 παριστᾷ τὸ σύνολον τοῦ ζυγοῦ. Τὸ σημεῖον ο εἶναι τὸ



Σχ. 48

ὑπομόχλιον, ἢ ἡ εὐθεῖα τῆς φάλαγγος, Π καὶ Κ αἱ ἰσοβαρεῖς πλάστιγγες κτλ.

"ἵνα προσδιορίσωμεν διὰ τοῦ ζυγοῦ τὸ βάρος σώματος τινος, πράττομεν ὡς ἑξῆς·

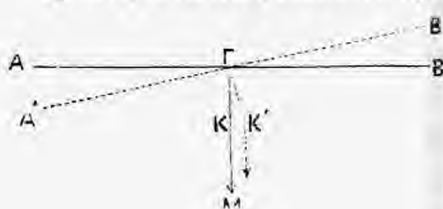
Θέτομεν ἐπὶ τῆς μιᾶς πλαστίγγος τὸ σῶμα καὶ ἐπὶ τῆς ἑτέρας ὀρισμένα βάρη οὕτως, ὥστε ὁ δείκτης μετὰ τινος ταλαντώσεως νὰ δεικνύῃ διαρκῶς τὸ O τῆς διαιρέσεως. Ὅταν τοῦτο κατορθωθῇ, τότε εἶνα φανερόν ὅτι τὸ ἄθροισμα τῶν ἐπὶ τῆς μιᾶς πλαστίγγος ὀρισμένων βαρῶν θέλει παριστᾶ τὸ βάρος τοῦ σώματος, τοῦ τεθέντος ἐπὶ τῆς ἑτέρας. Διότι, ἐπειδὴ οἱ βραχίονες $ΓΑ$, $ΓΒ$ εἶναι ἴσοι καὶ ὁ μοχλὸς AB εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπίᾳ, αἱ εἰς τὰ ἄκρα αὐτῶν A καὶ B ἐνεργοῦσαι δυνάμεις, τουτέστι τὰ βάρη τῶν σωμάτων, θέλουσιν εἶναι ἴσα. Ἀλλ' ἵνα ταῦτα ὥσιν ἐντελῶς ἴσα, πρέπει ὁ ζυγὸς $α')$ νὰ ᾖ ἀκριβής, τουτέστιν ἡ φάλαγξ αὐτοῦ νὰ διατίθεται ὀριζοντίως, ὅταν τὰ τιθέμενα ἐπὶ τῶν πλαστίγγων βάρη ᾖ ἴσα, καὶ $β')$ νὰ ᾖ εὐαίσθητος, τουτέστι δι' ἐλαχίστου βάρους, προστιθεμένου εἰς τὴν μίαν ἢ τὴν ἄλλην πλαστίγγαν, νὰ μεταβάλληται ἐπαίσθητῶς ἡ ὀριζοντιότης τῆς φάλαγγος.

47. **ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ.** — "ἵνα δεδομένο· ζυγὸς ἡ ἀκριβής, πρέπει νὰ ἐκπληροῖ τὰς ἑξῆς, δύο συνθήκας·

1^{ον} Τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τῆς φάλαγγος μετὰ τῶν πλαστίγγων νὰ εὐρίσκηται ἐπὶ τῆς καθέτου $ΓΜ$ (Σχ. 49), τῆς ἀγομένης ἐκ τοῦ σημείου $Γ$ τῆς ἐξαρτήσεως ἐπὶ τῆς εὐθείας τῆς φάλαγγος AB .

2^{ον} Οἱ δύο βραχίονες $ΓΑ$, $ΓΒ$ τῆς φάλαγγος νὰ ᾖ ἐντελῶς ἴσοι

Τῷ ὄντι, ἔστω AB ἡ εὐθεῖα τῆς φάλαγγος καὶ K τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος αὐτῆς μετὰ τῶν πλαστίγγων. Ἐὰν τὸ κέντρον K τῆς βαρύτητος κῆται ἐπὶ τῆς $ΓΜ$, καθέτου ἐπὶ τῆς εὐθείας AB καὶ ὑποκάτω τοῦ σημείου $Γ$, ἡ φάλαγξ μετὰ τῶν πλαστίγγων θέλει εὐρίσκεσθαι ἐν ἰσορροπίᾳ,

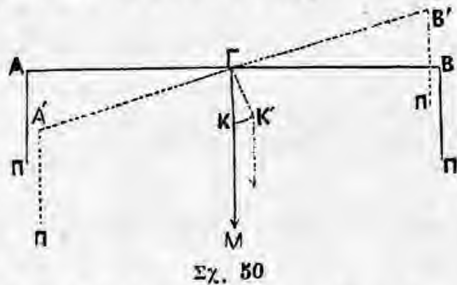


Σχ. 49

ὅταν ἡ εὐθεῖα AB ἔχῃ θέσιν ὀριζόντιον (23). Παρατηροῦμεν δὲ πρὸς τούτοις, κατὰ τὰ ἐκείσε λεχθέντα, ὅτι ἡ ἰσορροπία θέλει εἶναι καὶ εὐσταθής, τουτέστιν, ἂν ἡ φάλαγξ μετατοπισθῇ καὶ λάβῃ τὴν θέσιν $A'B'$, ἢ εἰς τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος K' ἐνεργοῦσα δυνάμεις τοῦ βάρους θέλει τείνει νὰ ἐπαναφέρῃ τὸ σημεῖον K' εἰς τὴν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ θέσιν K , τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται μετὰ τινος ταλαντώσεως. Ἄν τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος K ἔκειτο ἐκτὸς τῆς καθέτου $ΓΜ$, τότε, ὅταν τὸ ὄλον ᾔθελεν ἰσορροπεῖ, ἡ εὐθεῖα τῆς φάλαγγος AB δὲν ᾔθελεν εἶναι ὀριζόντιος· ἂν δὲ ἔκειτο ὑπεράνω τῆς AB , τότε ἡ ἰσορροπία ᾔθελεν εἶναι ἀσταθής, καὶ

ὁ ζυγὸς παράφορος, ἤθελε δηλ. ἀνατρέπεσθαι δι' ἐλαχίστην ἀπὸ τῆς ὀριζοντιότητος παρεκτροπὴν τῆς εὐθείας τῆς φάλαγγος AB.

Ἄς ὑποθέσωμεν δεύτερον ὅτι τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος K ἐκπληροῖ τὴν πρώτην τῶν ἀνωτέρω δύο συνθηκῶν, καὶ ἂς θέσωμεν ἐπὶ τῶν πλαστίγγων δύο ἴσα βάρη Π καὶ Π (Σχ. 50). Τὰ ἴσα βάρη Π καὶ Π θέλουσιν ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν ἄκρων A καὶ B ὡς δύο κάθετοι δυνάμεις ἴσαι καὶ παράλληλοι, ἐπομένως ἡ συνισταμένη τούτων, ἡ ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν, θέλει διέρχεσθαι διὰ τοῦ σημείου Γ, ὅταν οἱ βραχίονες ΓA, ΓB ᾖναι ἀκριβῶς ἴσοι. Δὲν θέλουσι λοιπὸν ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ἔχει ἕτερον ἀποτέλεσμα εἰ μὴ νὰ ἐ-



Σχ. 50

παυξάνωσι τὴν ἐπὶ τοῦ ὑπομοχλίου Γ ὑπάρχουσαν πίεσιν. Ἐπομένως, ἂν ἡ φάλαγξ ᾖτο πρότερον ὀριζόντιος, θέλει διατηρήσει τὴν τῆς ὀριζοντιότητος αὐτῆς θέσιν, καὶ ὁ δείκτης θέλει δεικνύει πάλιν τὸ O τῆς διαιρέσεως τοῦ τόξου αα' ἂν δὲ ἐδίδετο εἰς αὐτὴν κεκλιμένη τις θέσις A'B', τότε ἡ εἰς τὸ κέντρον K' ἐνεργοῦσα δύναμις τοῦ βάρους αὐτῆς καὶ τῶν πλαστίγγων θέλει ἐπαναφέρει αὐτὴν εἰς τὴν τῆς εὐσταθοῦς ἰσορροπίας προτέραν αὐτῆς θέσιν AB, καὶ ὁ δείκτης μετὰ τινος ταλαντώσεως θέλει δεικνύει πάλιν τὸ O τῆς διαιρέσεως.

Ὑποθέσωμεν καὶ κατὰ τὰς δύο περιπτώσεις τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος K κείμενον ὑποκάτω τοῦ ὑπομοχλίου Γ. Ἄν ἔκειτο ὑπεράνω, εἴπομεν ὅτι ὁ ζυγὸς ἤθελεν εἶναι παράφορος. Ἄν δὲ ἔκειτο ἐπὶ τοῦ ὑπομοχλίου, τότε ὁ ζυγὸς ἤθελεν εἶναι ἀδιάφορος, τοιούτεστιν, ὅταν τὰ ἐπὶ τῶν πλαστίγγων τιθέμενα βάρη ᾖναι ἴσα, ἡ φάλαγξ ἤθελε διατηρεῖ ὅποιανδήποτε διδομένην αὐτῇ θέσιν διότι οὐδεμίαν δύναμιν ἤθελεν ὑπάρχει τείνουσα νὰ δώσῃ αὐτῇ ταύτην μᾶλλον ἢ ἐκείνην τὴν θέσιν, καὶ τοῦτο διότι ἡ συνισταμένη ὅλων τῶν δυνάμεων ἤθελε διέρχεσθαι διὰ τοῦ σημείου τῆς ἐξαρτήσεως Γ, ὅτε εἴπομεν ὅτι ἡ ἰσορροπία εἶναι ἀδιάφορος.

Πρὸς ἐκπλήρωσιν τῶν ἀνωτέρω δύο συνθηκῶν οἱ κατασκευάζοντες τοὺς ζυγοὺς προσπαθοῦσι νὰ καταστήσωσι τὴν φάλαγγα καὶ τὰς πλαστίγγας αὐτῶν συμμετρικὰς ὡς πρὸς τὸ σχῆμα καὶ τὸ βάρος αὐτῶν.

Πρὸς τούτοις, ἵνα μὴ, ταλαντευομένης τῆς φάλαγγος, μεταβάλληται τὸ μῆκος τῶν βραχιόνων αὐτῆς, λαμβάνουσι δι' ἄξονας ἐξαρτήσεως τῶν πλαστίγγων κόψεις πρισμάτων, καὶ ἐπὶ τῶν κόψεων τούτων στηρίζουσιν αὐτὰς δι' ἀγκίστρων, τῶν ὁποίων τὸ ἐσωτερικὸν μέρος λήγει εἰς ὀξύ.

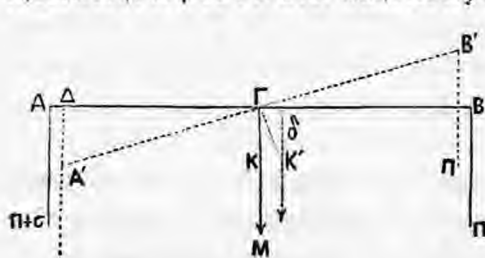
ἵνα δὲ βεβαιωθῶμεν ἂν δεδομένος ζυγὸς ἐκπληροῖ τὰς ἀνωτέρω δύο συνθήκας, πράττομεν ὡς ἑξῆς·

Παρατηροῦμεν πρῶτον ἂν ὁ δείκτης αὐτοῦ δεικνύει τὸ μηδὲν τῆς διαιρέσεως, ὅταν αἱ πλάστιγγες ᾖναι κεναί. Ἐὰν τοῦτο δὲν ὑπάρχῃ, προσθέτομεν εἰς τὴν φαινομένην ἐλαφροτέραν πλάστιγγα ἐπαρκὲς βάρος. Τούτου δὲ γενομένου, ἡ πρώτη συνθήκη εὐρίσκεται ὑπάρχουσα.

Ἀφοῦ βεβαιωθῶμεν ὅτι ἡ πρώτη συνθήκη ἐκπληροῦται, θέτομεν πρῶτον εἰς τὰς πλάστιγγας βάρη οὕτως, ὥστε ὁ δείκτης νὰ δεικνύῃ ἐκ νέου τὸ μηδὲν τῆς διαιρέσεως, ἔπειτα μεταφέροντες τὰ βάρη τῆς μιᾶς πλάστιγγος εἰς τὴν ἑτέραν καὶ τὰνάπαλιν, τὰ βάρη τῆς δευτέρας εἰς τὴν πρώτην, καὶ παρατηροῦμεν ἂν ὁ δείκτης ἐξακολουθεῖ δεικνύων τὸ μηδὲν τῆς διαιρέσεως. Ἐὰν τοῦτο συμβαίνει, τότε βεβαίως οἱ βραχίονες εἶναι ἴσοι· διότι ἂν ἦσαν ἄνιστοι, ἵνα ὑπάρξῃ ἡ προτέρα ἰσορροπία, ἔπρεπε τὸ μικρότερον βάρος νὰ εὐρίσκηται πρὸς τὸ μέρος τοῦ μεγαλειτέρου βραχίονος καὶ τὸ μεγαλειότερον πρὸς τὸ μέρος τοῦ μικροτέρου βραχίονος. Ἀλλὰ τότε καὶ διὰ τοὺς δύο τούτους λόγους ὁ δείκτης δὲν ἡδύνατο μετὰ τὴν μετάθεσιν τῶν βαρῶν νὰ δεικνύῃ ἐκ νέου τὸ μηδὲν τῆς διαιρέσεως. Ἀρα, ὅταν μετὰ τὴν ἀνωτέρω δοκιμὴν ὁ δείκτης ἐξακολουθεῖ δεικνύων τὸ μηδὲν, οἱ βραχίονες τῶν πλαστίγγων εἶναι ἐντελῶς ἴσοι.

48. ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΕΥΛΙΣΘΗΣΙΑΣ. — Εἵπομεν προηγουμένως ὅτι δὲν ἀρκεῖ ὁ ζυγὸς νὰ ᾖναι ἀκριβής, πρέπει πρὸς τούτοις νὰ ᾖναι καὶ εὐαίσθητος, τουτέστι διὰ ἐλαχίστην διαφορὰν τῶν ἐπὶ τῶν πλαστίγγων βαρῶν ὁ δείκτης αὐτοῦ νὰ μετατοπίζεται ἐπαισθητῶς. Πρὸς τοῦτο δὲ πρέπει, τῆς εὐθείας τῆς φάλαγγος ὑποτιθεμένης ἀμεταβλήτου, νὰ ἐκπληροῦται ἡ ἑξῆς συνθήκη·

Οἱ βραχίονες τῆς φάλαγγος νὰ ᾖναι ὅσῳ τὸ δυνατόν μεγαλειότεροι, ἡ φάλαγξ ὅσῳ τὸ δυνατόν ἐλαφροτέρα, τὸ δὲ κέντρον τῆς βαρύτητος αὐτῆς ὅσῳ τὸ δυνατόν πλησιέστερον τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως.



Σχ. 51

Τῷ ὄντι, ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ μία πλάστιγγὴ φέρει τὸ βάρος Π (Σχ. 51) καὶ ἡ ἑτέρα τὸ βάρος Π + σ, τοῦ σ ὑποτιθεμένου ἐλαχίστου. Ἡ συνισταμένη τῶν δύο ἴσων βαρῶν Π καὶ Π θέλει διέρχεται διὰ τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως καὶ μόνον ἡ ἐ-

νέργεια τοῦ βάρους σ θέλει τείνει εἰς τὸ νὰ κλίνη τὴν φάλαγγα πρὸς τὸ μέρος, πρὸς ὃ ἐνεργεῖ. Ἄς παραστήσωμεν τὸ βάρος τῆς φάλαγγος

διὰ ρ καὶ ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι αὕτη ἰσορροπεῖ λαμβάνουσα τὴν θέσιν $A'B'$. Ἡ ἰσχὺς τῆς ἐνεργείας τοῦ βάρους σ παρίσταται διὰ τοῦ γινομένου $\sigma \times \Gamma\Delta$, τοῦ σημείου Δ ὄντος τοῦ ποδὸς τῆς ἐπὶ τῆς AB καθέτου $A'\Delta$, ἡ δὲ ἰσχὺς τῆς ἐνεργείας τῆς ἀντιβρόπου δυνάμεως ρ , τῆς ἐφαρμοσμένης εἰς τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος K , παρίσταται διὰ τοῦ γινομένου $\rho \times \Gamma\theta$, τοῦ σημείου θ ὄντος τοῦ ποδὸς τῆς ἐκ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος K' ἐπὶ τὴν ὀριζόντιον θέσιν τῆς εὐθείας τῆς φάλαγγος AB καταβιβαζομένης καθέτου¹. Θέλομεν λοιπὸν ἔχει ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, ἐπειδὴ ὑπάρχει ἰσορροπία, τὴν ἑξῆς ἰσότητα

$$\sigma \times \Gamma\Delta = \rho \times \Gamma\theta,$$

ἐν ᾗ παρατηροῦμεν ὅτι, τοῦ σ μένοντος σταθεροῦ, τὸ πρῶτον γινόμενον θέλει εἶναι τοσούτῳ μεγαλειότερον, ὥσῳ ἡ $\Gamma\Delta$ εἶναι μεγαλειτέρα, ἢ, ὕπερ ταυτό, ὥσῳ ὁ βραχίων $\Gamma A'$ εἶναι μεγαλειότερος, καὶ ἀντιστρόφως, τὸ δεύτερον γινόμενον θέλει εἶναι τοσούτῳ μικρότερον, ὥσῳ ὁ παράγων ρ , ἤτοι τὸ βάρος τῆς φάλαγγος, εἶναι μικρότερος καθὼς καὶ ὁ παράγων $\Gamma\theta$, ἢ, ὕπερ ταυτό, ἡ ἀπόστασις $\Gamma K'$. Λοιπὸν ἡ φάλαγξ θέλει κλίνει τοσούτῳ περισσότερον ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν ἐλαχίστης διαφορᾶς τῶν ἐπὶ τῶν πλαστίγγων αὐτῆς βαρῶν, ὥσῳ οἱ βραχίονες αὐτῆς εἶναι μεγαλειότεροι, τὸ βάρος αὐτῆς ρ μικρότερον καὶ ἡ ἀπόστασις ΓK τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτῆς ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως Γ μικροτέρα. Ὁ δείκτης λοιπὸν τῆς φάλαγγος θέλει τότε διαγράφει μεγαλειότερον τόξον, καὶ ἐπομένως θέλει καθιστᾶ ἐπαισθητὰς καὶ τὰς ἐλαχίστας διαφορὰς τῶν ἐπὶ τῶν πλαστίγγων βαρῶν. Ὁ ζυγὸς λοιπὸν θέλει τότε εἶναι εὐαίσθητος.

Ἐκαστος ἐννοεῖ ὅτι ὑπάρχουσιν ἀνγκαιῶς ὅρια, ἅτινα δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ τὸ μῆκος τῶν βραχιόνων, τὸ ἐλιγοῦσθαι τῆς φάλαγγος, καὶ ἡ ἀπόστασις ΓK , ἐπομένως καὶ τὸ εὐαίσθητον τοῦ ζυγοῦ ἔχει ὅρια.

Τὸ μέγεθος τῶν ἴσων βαρῶν Π καὶ Π δὲν εἶναι ἀδιάφορον ὡς πρὸς τὸ εὐαίσθητον τοῦ ζυγοῦ. Εἵπομεν ὅτι τὰ ἴσα ταῦτα βάρη ἔχουσι συνισταμένην ἴσῃν μὲ τὸ ἄθροισμα αὐτῶν καὶ διερχομένην διὰ τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως, ἐπομένως οὐδὲν ἄλλο ἀποτέλεσμα ἔχουσιν ἢ τὴν ἐπαύξησιν τῆς ὑπὸ τοῦ ἄξονος ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου τοῦ ὑποστηρίγματος παραγομένης πίεσεως. Ἀλλ' ἐκ τῆς πίεσεως ταύτης, ὅταν ᾖναι ἀρκούντως μεγάλη, γεννᾶται δυσκολία τις ὡς πρὸς τὴν περιστροφήν τῆς φάλαγγος περὶ τὸν ἄξονα αὐτῆς, καὶ ἐπομένως τὸ εὐαίσθητον τοῦ

¹ Ἡ ἰσχὺς τῆς ἐνεργείας δυνάμεως τινος, ἐνεργοῦσης καθέτως ἐπὶ τοῦ ἄκρου μοχλοῦ τινος, ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τοῦ μεγέθους τῆς δυνάμεως καὶ ἐκ τοῦ μεγέθους τοῦ βραχίονος τοῦ μοχλοῦ, ἐπειδὴ δὲ εἶναι κατ' εὐθείαν ἀνάλογος πρὸς ἐκάτερον τούτων, θέλει προφανῶς παρίστασθαι διὰ τοῦ γινομένου αὐτῶν. Τὸ γινόμενον τοῦτο δύναται νὰ ὀνομασθῇ καταλλήλότερον σθένος τῆς δυνάμεως.

ζυγοῦ ἐλαττοῦται ἐπαισθητῶς. Τούτου ἕνεκα δὲν λέγουσιν ἀπλῶς ὅτι ὁ ζυγὸς εἶναι εὐαίσθητος μέχρις ἐνὸς χιλιοστοῦ π. χ. τοῦ γράμμου, ἢ τοῦ ἡμίσεως τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ γράμμου κτλ., ἀλλὰ προσθέτουσι συνάμα καὶ τὸ ὀλίκον βάρος τοῦ φορτίου, ὅπερ φέρων δύναται νὰ δεικνύῃ καὶ τὴν ἐλαχίστην ταύτην διαφορὰν.

Οἱ καλοὶ ζυγοὶ καθιστῶσιν ἐπαισθητὴν διαφορὰν $\frac{1}{4}$ χιλιοστοῦ τοῦ γράμμου, ὅταν ἑκατέρω τῶν πλαστίγγων φέρῃ βάρος 2 χιλιογράμμων. Ὑπάρχουσι ζυγοὶ δεικνύοντες διαφορὰν $\frac{1}{4}$ τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ γράμμου, ἀλλὰ τότε τὰ βάρη τῶν πλαστίγγων δὲν ὑπερβαίνουν τὰ 4 γράμμα. Οὐχ ἥττον κατεσκευάσθη ἐν Ἀμερικῇ ζυγὸς εὐαίσθητος μέχρις $\frac{1}{2}$ τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ γράμμου, τῶν πλαστίγγων αὐτοῦ φερουσῶν βάρη 25 χιλιογράμμων. Ὁ ζυγὸς οὗτος εὐρίσκεται νῦν ἐν τῇ Ἀποθήκῃ τῶν τεχνῶν καὶ ἐπαγγελημάτων τῶν Παρισίων.

49. ΠΕΡΙ ΔΙΠΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣΕΩΣ. — Ὁ Βόρδας ἐπενόησε μέθοδον, καλουμένην τῆς διπλῆς σταθμῆσεως, δι' ἧς εὐρίσκεται ἀκριβῶς τὸ βάρος σώματός τινος διὰ ζυγοῦ μὴ ἀκριβοῦς, ἀλλ' εὐαίσθητου. Ἰδοὺ δὲ εἰς τί συνίσταται αὕτη.

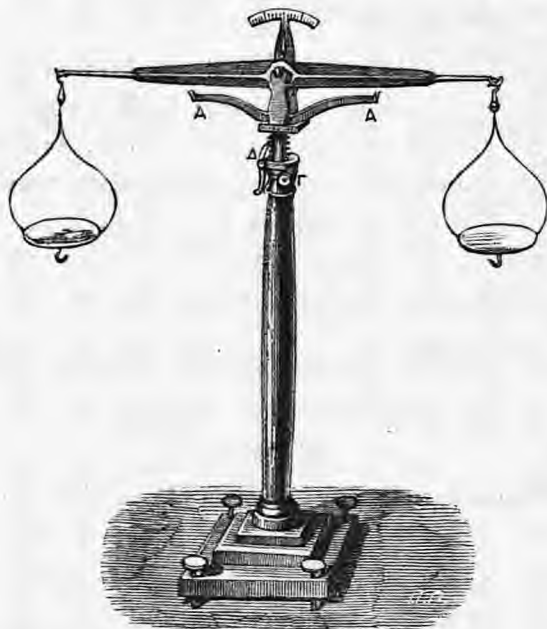
Θέτομεν ἐπὶ τῆς μιᾶς πλάστιγγος τὸ σῶμα, οὗτινος ζητοῦμεν νὰ προσδιορίσωμεν τὸ βάρος, καὶ ἐπὶ τῆς ἑτέρας τρίμματα σώματός τινος, ἄμμον π. χ. ἢ σφαιρίδια μολύβδου, οὕτως, ὥστε ὁ δείκτης τῆς φάλαγγος νὰ δεικνύῃ τὸ μηδὲν τῆς διαιρέσεως. Τούτου γενομένου, ἀφαιροῦμεν ἀπὸ τῆς πρώτης πλάστιγγος τὸ σῶμα καὶ θέτομεν εἰς τὴν θέσιν αὐτοῦ ὠρισμένα βάρη, μέχρις οὗ ὁ δείκτης τῆς φάλαγγος ἐπανέλθῃ πάλιν εἰς τὸ μηδὲν τῆς διαιρέσεως. Εἴναι φανερόν ὅτι, ἐπειδὴ τὸ σῶμα καὶ τὰ ὠρισμένα βάρη ἰσορροποῦσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ βραχίονος ἐνεργοῦντα τὸ αὐτὸ βάρος, τὰ βάρη αὐτῶν πρέπει ἀναγκαίως νὰ ᾖναι ἴσα, ἐὰν ὁ ζυγὸς ᾖ εὐαίσθητος. Ὁ ἀριθμὸς λοιπὸν τῶν ὠρισμένων βαρῶν θέλει παριστᾷ τὸ ἀκριβὲς βάρος τοῦ σώματος.

Ἡ μέθοδος αὕτη τῆς διπλῆς σταθμῆσεως εἶναι ἡ μαθηματικῶς τελειότερα, καὶ ταύτην μεταχειρίζονται ὁσάκις ζητοῦσι μεγίστην ἀκρίβειαν εἰς τὸν προσδιορισμὸν τοῦ βάρους τῶν σωμάτων.

50. ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΟΣ ΖΥΓΟΣ. — Καλεῖται οὕτω ζυγὸς χρησιμεύων πρὸς στάθμησιν σωμάτων ἐμβεβαπτισμένων ἐντὸς ὑγρῶν (Σχ. 52).

Ὑπὸ τὰς πλάστιγγας αὐτοῦ ὑπάρχουσιν ἄγκιστρα, ἐξ ὧν ἑξαρτῶνται τὰ πρὸς στάθμησιν σώματα. Ἡ φάλαγξ αὐτοῦ δύναται νὰ ἀναβῇ καὶ καταβῇ κατὰ βούλησιν διὰ τινος ὀδοντωτῆς ῥάβδου, κινητῆς ἐντὸς τῆς στήλης, ἐφ' ἧς τὸ ὅλον στηρίζεται. Ἡ ὀδοντωτὴ αὕτη ῥάβδος κι-

νεῖται διὰ τινος τροχίσκου Γ, πρὸς τὸ ἀντίθετον μέρος τοῦ ὁποίου ὑπάρχει δακτύλος τις Δ, χρησιμεύων εἰς τὸ νὰ ἐμποδίζῃ τὴν κατάβασιν αὐτῆς, ὅταν παύωμεν περιστρέφοντες τὸν τροχίσκον Γ. Πρὸς τοῦτο τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ δακτύλου φέρεται ἐντὸς τῶν ὀδόντων τῆς αὐτῆς ῥάβδου



ΣΧ. 52

διὰ τινος ἐλατηρίου, δι' οὗ ὠθεῖται τὸ κάτω ἄκρον αὐτοῦ πρὸς τὰ ἔξω. Ἡ ὀδοντωτὴ ῥάβδος φέρεי προσέτι μεθ' ἑαυτῆς καὶ διχαλίδα ΑΑ, δι' ἧς ἐμποδίζονται αἱ μεγάλαι ταλαντώσεις τῆς φάλαγγος, ἐνῶ διαρκεῖ ἡ πρὸς τὰ ἄνω ἢ κάτω κίνησις αὐτῆς.

51. ΣΧΕΣΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΟΣ, ΤΗΣ ΜΑΖΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΤΙΝΟΣ. — Εἴπομεν ὅτι μάζα σώματός τινος καλεῖται τὸ σύνολον τῶν ἐξ ὧν τὸ σῶμα σύγκειται ἀτόμων ἢ μορίων, καὶ ὅτι βάρος σώματός τινος καλεῖται ἡ συνισταμένη τῶν παραλλήλων δυνάμεων τῆς βαρύτητος, τῶν ἐνεργουσῶν ἐπὶ τῶν ἀτόμων ἢ τῶν μορίων αὐτοῦ. Ἐπετα ἐντεῦθεν ὅτι τὸ βάρος σώματός τινος θέλει εἶναι διπλάσιον ἢ τριπλάσιον κτλ., ὅταν ἡ μάζα αὐτοῦ γείνη διπλασία, τριπλασία κτλ., ἐν ἄλλαις λέξεσι, τὸ βάρος σώματός τινος εἶναι κατ' εὐθεῖαν ἀνάλογον τῆς μάζης αὐτοῦ. Πρὸς τούτοις, ἐὰν ἐκάστη τῶν ἐπὶ τῶν ἀτόμων ἢ μορίων αὐτοῦ ἐνεργουσῶν δυνάμεων τῆς βαρύτητος γείνη διπλασία, τριπλασία κτλ., ἡ συνισταμένη αὐτῶν, ἥτοι τὸ βάρος τοῦ σώματος, θέλει γείνει διπλάσιον, τριπλάσιον κτλ., τουτέστι, τὸ βάρος

σώματός τινος εἶναι κατ' εὐθείαν ἀνάλογον τῆς ἐντάσεως τῆς βαρύτητος. Ἀλλ' ἡ ἐντασις τῆς βαρύτητος δύναται νὰ μετρηθῇ διὰ τῆς ἐπιταχύνσεως ε τῶν καταπιπτόντων σωμάτων. Θέλομεν λοιπὸν ἔχει, παριστῶντες διὰ M τὴν μάζαν σώματός τινος, διὰ B τὸ βάρος αὐτοῦ καὶ διὰ ε τὴν ἐπιτάχυνσιν, ἣν λαμβάνει καταπίπτον, τὴν ἰσότητα

$$B = M \times \varepsilon \quad (1).$$

Ἐὰν ἐν τῇ ἰσότητι (1) ὑποθέσωμεν $M=1$, θέλομεν ἔχει $B=\varepsilon$ · τουτέστιν ὡς μονάδες τῆς μάζης λαμβάνεται ἡ μάζα σώματος, οὗτινος τὸ βάρος περιέχει τοσάκις τὴν μονάδα τοῦ βάρους, ὅσάκις ὁ ἀριθμὸς ε περιέχει τὴν μονάδα τοῦ μήκους. Ὁ ἀριθμὸς ε εἶναι πάντοτε ἐν ἑκάστῳ τόπῳ γνωστός, καὶ εἶδομεν πῶς διὰ τοῦ ἐκκρεμοῦς εὐρίσκεται, τὸ δὲ βάρος B προσδιορίζεται μετὰ μεγίστης ἀκριβείας διὰ τοῦ ζυγοῦ. Λοιπὸν διὰ τῆς ἰσότητος (1) δυνάμεθα νὰ προσδιορίζωμεν τὴν μάζαν M παντὸς δεδομένου σώματος.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ B' τὸ βάρος ἐτέρου σώματος, διὰ M' τὴν μάζαν αὐτοῦ, ἡ ἰσότης (1) καθίσταται

$$B' = M' \times \varepsilon \quad (2),$$

ἐπομένως θέλομεν ἔχει ἐκ τῶν ἰσοτήτων (1) καὶ (2) τὴν ἀναλογίαν

$$M : M' = B : B',$$

τουτέστιν ὁ λόγος $M : M'$ τῶν μαζῶν δύο σωμάτων εἶναι ἴσος τῷ λόγῳ $B : B'$ τῶν βαρῶν αὐτῶν. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ συγκρίνωμεν τὰς μάζας τῶν σωμάτων συγκρίνοντες τὰ βάρη αὐτῶν, ἅτινα εὐκόλως δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν.

52. ΠΥΚΝΟΤΗΣ. — Πυκνότης σώματός τινος ὁμογενοῦς καλεῖται ἡ μάζα τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου αὐτοῦ. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ Π τὴν πυκνότητα, διὰ O τὸν ὄγκον καὶ διὰ M τὴν μάζαν σώματός τινος, θέλομεν ἔχει ἐκ τοῦ δοθέντος τῆς πυκνότητος ὁρισμοῦ τὴν ἰσότητα

$$M = \Pi \times O \quad (3)$$

Ἡ ἰσότης (3) ἐκφράζει, 1^{ον} ὅτι ἡ μάζα εἶναι ἀνάλογος τῆς πυκνότητος καὶ τοῦ ὄγκου, 2^{ον} ὅτι, ὅταν οἱ ὄγκοι δύο σωμάτων ᾖναι οἱ αὐτοί, αἱ μάζαι αὐτῶν M καὶ M' εἶναι ἀνάλογοι τῶν πυκνοτήτων Π καὶ Π' , καὶ 3^{ον} ὅτι ἡ πυκνότης Π μιᾶς καὶ τῆς αὐτῆς μάζης εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ ὄγκου αὐτῆς O .

53. Εἰδικὸν βάρος. — Εἰδικὸν βάρος σώματός τινος ὁμογενοῦς καλεῖται τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου αὐτοῦ. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ E τὸ εἰδικὸν βάρος, διὰ O τὸν ὄγκον καὶ διὰ B τὸ ὅλικόν βάρος σώματός τινος, θέλομεν ἔχει προφανῶς τὴν ἰσότητα

$$B = E \times O \quad (4).$$

Ἐπειδὴ τὸ βάρος E τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου κατὰ τὸν τύπον (1) εἶναι ἴσον μὲ $\Pi \times \varepsilon$, διότι Π παριστᾷ τὴν μάζαν τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου ἢ τὴν πυκνότητά, ὁ τύπος (4) δύναται νὰ γραφῇ καὶ ὡς ἑξῆς·

$$B = O \times \Pi \times \varepsilon.$$

Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι 1^{ον}, τὸ βάρος B εἶναι ἀνάλογον τοῦ ὄγκου O , 2^{ον}, ὅταν οἱ ὄγκοι δύο σωμάτων ἦναι ἴσοι, τὰ βάρη αὐτῶν εἶναι ἀνάλογα τῶν πυκνοτήτων, καὶ 3^{ον}, ὅταν τὰ βάρη ἦναι ἴσα, τὰ εἰδικὰ βάρη εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν ὀγκῶν αὐτῶν.

Τὸ εἰδικὸν βάρος σώματός τινος εἶναι πρὸς τὸ βάρος αὐτοῦ ὅ,τι ἡ πυκνότης πρὸς τὴν μάζαν αὐτοῦ. Γνωρίζομεν δὲ ὅτι τὸ βάρος σώματός τινος μεταβάλλεται ἀπὸ τόπου εἰς τόπον διαφόρου γεωγραφικοῦ πλάτους, ἐπομένως καὶ τὸ εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ θέλει μεταβάλλεσθαι. Ἄλλ' ἐπειδὴ ὅλων τῶν σωμάτων τὰ βάρη ἐλαττοῦνται ἐπίσης, ἐπομένως καὶ τὰ τῶν ὠρισμένων βαρῶν, δι' ὧν προσδιορίζομεν τὰ βάρη αὐτῶν, οἱ ἀριθμοί, οἱ παριστῶντες τὰ βάρη τῶν σωμάτων μένουσιν οἱ αὐτοὶ ὅποιονδήποτε καὶ ἂν εἶναι τὸ γεωγραφικὸν πλάτος τοῦ τόπου, ἐν ᾧ ταῦτα ζυγίζονται. Τούτου ἕνεκα οἱ φυσικοὶ μεταχειρίζονται ἐνίοτε τὴν λέξιν πυκνότης, ἥτις μένει ἀμετάβλητος, ἀντὶ τοῦ εἰδικοῦ βάρους, καὶ ἀντιστρόφως.

Τῶν τύπων (1), (3), (4) θέλομεν κάμει ἐνίοτε χρῆσιν καὶ εἶναι καλὸν ὁ ἀναγνώστης νὰ ἐνθυμῇται καλῶς αὐτούς.



ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΠΕΡΙ ΥΓΡΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗ

54. **ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ.** — Ὑδροστατικὴ καλεῖται τὸ μέρος τῆς Μηχανῆς, τὸ πραγματευόμενον περὶ τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν ὑπ' αὐτῶν ἐν καταστάσει ἰσορροπίας παραγομένων πιέσεων ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν ἐπιφανειῶν τῶν περιεχόντων αὐτὰ ἀγγείων.

55. **ΠΙΕΣΙΣ.** — Ὅταν ἐπιφάνειά τις ἐμποδίζῃ τὴν κίνησιν σημείου τινός, ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ δυνάμις τις κάθετος ἐπ' αὐτῆς, τότε τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας τῆς δυνάμεως καλεῖται *πίεσις*. Ἐὰν πολλαὶ δυνάμεις ἴσαι ἀλλήλαις καὶ παρὰλληλοι ἐνεργῶσιν ἐφ' ὅλων τῶν σημείων ἐπιπέδου ἐπιφανείας, ἥς ἡ ἑκτασις λαμβάνεται ὡς μονάς, ἡ συνισταμένη τούτων καλεῖται *πίεσις εἰς τι σημεῖον αὐτῆς ἀναφερομένη εἰς τὴν μορὰν τῆς ἐπιφανείας*. Τούτων δὲ τεθέντων, καλεῖται *πίεσις εἰς τι σημεῖον ὑγροῦ* τινος μάζης ἡ πίεσις, ἣν ἤθελεν ὑποστῆ εἰς αὐτὸ τὸ σημεῖον ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω ἡ μονάς τῆς ἐπιπέδου ἐπιφανείας σώματος τινος ἐμβεβαπτισμένου ἐν τῷ ὑγρῷ.

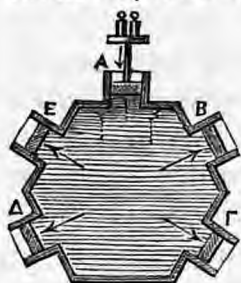
Θέλομεν πραγματευθῆ ἀμέσως περὶ τῶν συνθηκῶν τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν, ἅτινα θέλομεν ὑποθέσει ἐντελῶς ῥευστά, ἐλαστικώτατα καὶ κατ' ἀρχὰς ἀβαρῆ, τουτέστιν ὅτι ἐπὶ τῶν ἀτόμων αὐτῶν δὲν ἐνεργεῖ ἡ δυνάμις τῆς βαρύτητος.

56. **ΓΕΝΙΚΗ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΑΡΧΗ.** — Ἡ γενικὴ τῆς ὑδροστατικῆς ἀρχὴ ἐτέθη ὑπὸ τοῦ Πασκάλ καὶ εἶναι ἡ ἐξῆς:

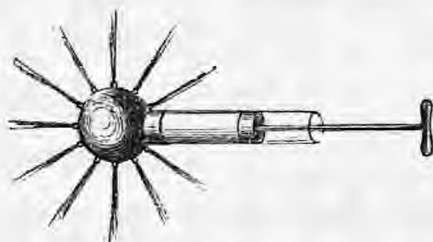
Τὰ ὑγρά μεταδίδουσι καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις καὶ ἀμετάβλητον τὴν πίεσιν, ἣν ὑπέστη σημείον τι τῆς μάζης αὐτῶν.

Τουτέστιν, ἐὰν ἔχωμεν ἀγγεῖόν τι (Σχ. 53) ὁποιοῦδήποτε σχήματος, πλήρες ὑγροῦ τινος, φέρον εἰς διάφορα αὐτοῦ μέρη Α, Β, Γ, Δ, Ε κυλινδρικοὺς σωλῆνας τῆς αὐτῆς διαμέτρου, κεκλεισμένους δι' ἐμβόλων ἐκκινητοτάτων, καὶ ἐὰν διὰ τινος τῶν ἐμβόλων τούτων Α παραγάγωμεν ἐπὶ τοῦ ὑγροῦ πίεσιν τινά, 20 χιλιογράμμων π. χ., ἡ πίεσις αὕτη, ἕνεκα τῆς ὑποτιθεμένης ἐντελοῦς ῥευστότητος τῶν ὑγρῶν καὶ τῆς ἐντελοῦς

αὐτῶν ἐλαστικότητος, θέλει μεταδοθῇ ἀμέσως καὶ ἀμετάβλητος ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω ἐπὶ τῶν ἴσων τὴν ἐπιφάνειαν ἐμβόλων Β, Γ, Δ, Ε.



Σχ. 53



Σχ. 54

Ὅτι δὲ ἡ πίεσις μεταδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος·

Ἐὰν λάβωμεν σφαῖραν τινα (Σχ. 54) πλήρη ὑγροῦ τινος, φέρουσιν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς διαφόρους κυλινδρικούς σωλήνας διαφόρων διευθύνσεων, καὶ πιέσωμεν τὸ ἐν αὐτῇ ὑγρὸν διὰ τινος ἐμβόλου, θέλωμεν ἰδεῖ ὅτι τοῦτο ἐξέρχεται ὅχι μόνον ἐκ τῶν ὀπῶν, τῶν ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς κινήσεως τοῦ ἐμβόλου κειμένων, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῶν ὀπωςδήποτε ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας διατεθειμένων.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω γενικῆς τῆς ὑδροστατικῆς ἀρχῆς ἔπεται ὅτι

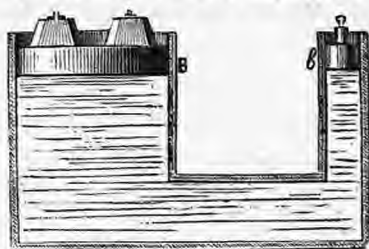
1^{ον} Ἴσα ὑγρὸν τι εὐρίσκηται ἐν ἰσορροπίᾳ, πρέπει καὶ ἀρκεῖ ἕκαστον μόριον αὐτοῦ νὰ πιέζεται ἰσάκως πανταχόθεν.

Διότι, ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι μόριόν τι πιέζεται κατὰ τινὰ φορὰν ὀλιγώτερον ἢ κατὰ τὴν ἀντίθετον, ἡ συνισταμένη τῶν δύο τούτων ἀντιθέτων δυνάμεων θέλει εἶναι ἴση τῇ διαφορᾷ αὐτῶν (XI, 2^{ον}), ἐπομένως θέλει, ἔνεκα τῆς ἐντελοῦς ρευστότητος τοῦ ὑγροῦ, κινήσει τοῦτο κατὰ τὴν φορὰν τῆς διευθύνσεως αὐτῆς. Ἀλλὰ τότε τὸ ὑγρὸν δὲν θέλει εὐρίσκεισθαι ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅπερ ἐναντίον τῆς ὑποθέσεως. Τοῦναντίον δέ, ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ὅλα τὰ μόρια ὑγροῦ τινος πιέζονται πανταχόθεν ὑπὸ ἴσων δυνάμεων, ἕκαστον τούτων θέλει εὐρίσκεισθαι ἐν ἰσορροπίᾳ, ἐπομένως καὶ ἡ ὅλη μάζα τοῦ ὑγροῦ.

2^{ον} Ἡ ὁλικὴ πίεσις, ἣν ὑφίσταται ἐπιφάνειά τις, εἶναι ἀνάλογος τῆς ἐκτάσεως αὐτῆς.

Τοῦτέστιν, ἐὰν ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου Β (Σχ. 55) παραγάγωμεν πίεσιν τινα 20 χιλιογράμμων, ἡ ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου Β διὰ τοῦ ὑγροῦ μεταδιδόμενη θέλει εἶναι ἴση μὲν τοσάκις 20 χιλιογράμματα, ὅσας ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ἐμβόλου Β περιέχει τὴν τοῦ ἐμβόλου β. Ἐὰν ὑποθέσωμεν π. χ., ὅτι ἡ ἐπιφάνεια τοῦ Β περιέχει 400^ακις τὴν τοῦ β, ἡ πίεσις, ἣν ὑφίσταται

τὸ ἔμβολον Β θέλει περιέχει 100^{αῖς} τὴν τῶν 20 χιλιογράμμων, του-
τέστι θέλει εἶναι ἴση μὲ πίεσιν 2000
χιλιογράμμων.



Σχ. 55

Ἐπὶ τῆς ἀνωτέρω ἀρχῆς στηρίζε-
ται καὶ τὸ καλούμενον ὑδραυλικὸν
πιεστήριον, ὅπερ εἶναι μηχανὴ πο-
λύτιμος, ὀφειλομένη εἰς τὸν μέγαν τῆς
Γαλλίας μαθηματικὸν Πασκάλ. Ἡ μη-
χανὴ αὕτη παρέχει μεγίστας ἐκδου-

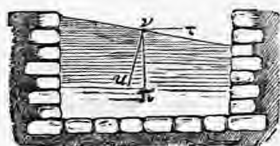
λεύσεις εἰς τὴν βιομηχανίαν καὶ λοιπὰς τοῦ ἀνθρώπου ἀνάγκας, καὶ
θέλομεν περιγράψει τὰ καθ' ἕκαστα αὐτῆς μετ' ὀλίγον.

ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΒΑΡΕΩΝ ΥΓΡΩΝ

57. **ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΒΑΡΕΩΝ ΥΓΡΩΝ.** — Ἵνα ὑγρά τις μάζα, ὑφιστα-
μένη τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, εὐρίσκηται ἐν ἰσορροπίᾳ, ἀπαιτοῦν-
ται αἱ ἐξῆς δύο συνθήκαι·

1^{ον} Ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ πρέπει εἰς ἕκαστον τῶν ση-
μείων αὐτῆς νὰ ᾖ καθετός ἐπὶ τῆς διευθέσεως τῆς βαρύτητος,
τουτέστι νὰ ᾖ ὀριζόντιος.

Τῷ ὄντι, ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια ὑγροῦ τινος ἡδύ-
νατο νὰ ἔχῃ τὴν ὑπὸ τοῦ σχήματος 56 παριστωμένην θέσιν. Ἡ βαρύτης



Σχ. 56

ν, ἡ ἐπὶ τινος τῶν μορίων αὐτῆς ν' ἐνερ-
γοῦσα, δύναται τότε ν' ἀποσυντεθῇ εἰς δύο
δυνάμεις· εἰς τὴν rx , κατακόρυφον εἰς τὸ ση-
μεῖον r ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας αὐτοῦ ἐπιφανείας,
καὶ εἰς τὴν rt , διευθυνομένην κατὰ τὴν εἰς
τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς ἐπιφανείας ἐφαπτομέ-

νην. Ἡ κατὰ τὴν ἐφαπτομένην rt ἐνεργοῦσα δύναμις δὲν δύναται νὰ
μηδενισθῇ ὑπ' οὐδεμιᾶς ἄλλης, ἐπομένως θέλει παρασύρει κατὰ τὴν
διεύθυνσιν αὐτῆς τὸ μόριον r . Ἀλλὰ τότε ἡ ὑγρά μάζα δὲν ἤθελεν εὐ-
ρίσκεσθαι ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅπερ ἐναντίον τῆς ὑποθέσεως. Ἐὰν τοὺναντίον
ἡ ἐπιφάνεια ᾖ ὀριζόντιος, ἡ μὲν συνισταμένη rx θέλει εἶναι μηδέν,
ἡ δὲ δύναμις rt τῆς βαρύτητος θέλει τείνει νὰ βυθίσῃ τὸ μόριον r ἐν
τῇ ὑγρᾷ μάζῃ, ἀλλ' ἐπειδὴ τοῦτ' αὐτὸ συμβαίνει καὶ διὰ τὰ λοιπὰ
μόρια τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας, ἡ ὀριζόντιος ἐπιφάνεια θέλει εὐρίσκεσθαι
ἐν ἰσορροπίᾳ.

Ὅταν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ᾖ μικρᾶς ἐκτάσεως, αἱ ἐπὶ τῶν δια-
φόρων μορίων αὐτῆς ἐνεργοῦσαι δυνάμεις τῆς βαρύτητος δύνανται νὰ

θεωρηθῶσι, κατὰ τὰ ἐν τῇ § 20 λεχθέντα, παράλληλοι, καὶ ἐπομένως ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια θέλει εἶναι ὀριζόντιος. Ἀλλ' ἐπὶ τῶν θαλασσῶν, τῶν κατεχουσῶν μεγάλας ἐκτάσεις, αἱ εἰς τὰ διάφορα αὐτῶν μέρη ἐνεργοῦσαι δυνάμεις τείνουσι πρὸς τὸ κέντρον τῆς Γῆς, ἐπομένως αἱ εἰς τὰ διάφορα αὐτῶν μέρη ἐπιφάνειαι τῶν ὑγρῶν, αἱ κάθεται ἐπὶ τῶν διευθύνσεων τῆς βαρύτητος, θέλουσιν ἀποτελεῖ σφαιρικὴν ἐπιφάνειαν. Ἡ ἐπιφάνεια ἄρα τῶν θαλασσῶν ἔχει σχῆμα σφαιρικόν. Ὅτι δὲ ἡ ἐπιφάνεια τῶν θαλασσῶν δὲν εἶναι ἐπίπεδος, παρατηροῦμεν εὐκόλως, ὁσάκις πλησιάζομεν διὰ πλοίου τὰ παράλια μέρη πόλεως τινος· βλέπομεν τότε κατ' ἀρχὰς μὲν τὰ ὑψηλότερα τῆς παραλίας βουνά, ἔπειτα τὰ ἥττον ὑψηλά, μετὰ ταῦτα τὰς κορυφὰς τῶν οἰκοδομῶν καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρις οὗ φθάσωμεν εἰς τὸν λιμένα, ὅτε βλέπομεν καὶ τὰς βάσεις αὐτῶν.

2^{ον} Ἡ πίεσις πρέπει νὰ ᾔηται ἡ αὐτὴ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς αὐτῆς ὀριζοντίου ἐπιφανείας τῆς μάξης τοῦ ὑγροῦ.

Τῷ ὄντι, ἐπειδὴ ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ ἀπεδείχθη ὀριζόντιος, πᾶν σημεῖον ἐπίπεδου τινὸς παραλλήλου ταύτῃ θέλει ἰσάκις ἀπέχει αὐτῆς, ἐπομένως πᾶν μῦριον τοῦ παραλλήλου τούτου ἐπίπεδου θέλει πιέζεσθαι ὑπὸ τοῦ βάρους τῶν ὑπεράνω αὐτοῦ κειμένων μορίων τοῦ ὑγροῦ ἰσάκις καὶ ἀντιπιέζεσθαι ἐκ τῶν ὑποκάτωθεν οὕτως, ὥστε νὰ ὑπάρχῃ ἰσορροπία. Διότι, ἐπειδὴ τὸ ὕψος εἶναι τὸ αὐτό, ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς τῶν πιεζόντων ἀτόμων πρέπει νὰ περιέχεται ἐν αὐτῷ, καὶ ἐπομένως ἡ πίεσις πρέπει νὰ ᾔηται ἡ αὐτή.

ΠΙΕΣΙΣ ΤΩΝ ΒΑΡΕΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΠΙ ΤΩΝ ΠΑΡΕΙΩΝ ΤΩΝ ΠΕΡΙΕΧΟΝΤΩΝ ΑΥΤΑ ΑΓΓΕΙΩΝ

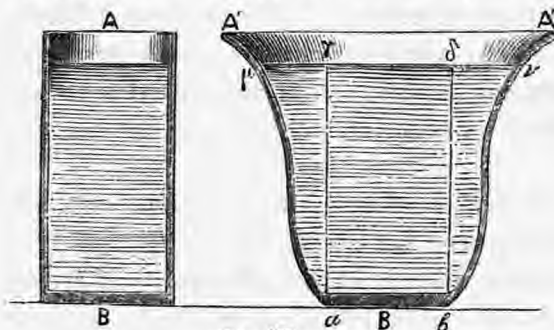
58. ΠΙΕΣΙΣ ΕΠΙ ΤΟΥ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΠΥΘΜΕΝΟΣ ΑΓΓΕΙΟΥ ΤΙΝΟΣ. —

Ἡ πίεσις, ἥν ὑφίσταται ὁ ὀριζόντιος πυθμὴν ἀγγείου τινὸς ὑπὸ τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ, εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, ἐχούσης βάσιν τὴν ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ πιεζομένην ἐπιφάνειαν τοῦ πυθμένου καὶ ὕψος τὸ βάθος αὐτοῦ. Ἡ πίεσις, ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ἐπιφανείας τοῦ πυθμένου τοῦ βάθους αὐτοῦ καὶ τῆς πυκνότητος τοῦ περιεχομένου ὑγροῦ, οὐδόλως δὲ ἐκ τοῦ σχήματος τοῦ ἀγγείου καὶ τῆς ἐν αὐτῷ περιεχομένης ποσότητος τοῦ ὑγροῦ. Τὸ τοιοῦτο δέ, ἂν καὶ φαίνεται κατ' ἀρχὰς παράδοξον, εὐκόλως καὶ διὰ τῶν ἀνωτέρω περὶ πίεσεων ἀποδείχθέντων ἐξηγεῖται καὶ δι' ἰδιαιτέρων πειραμάτων ἀποδεικνύεται.

Ἐστω ἐν πρώτοις κυλινδρικόν τι ἀγγεῖον Α (Σχ. 57) πλήρες ὑγροῦ

τινος. Εἶναι φανερόν ὅτι ὁ ὀριζόντιος αὐτοῦ πυθμὴν B βασιτάζει ὅλον τὸ βάρος τοῦ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ περιεχομένου ὑγροῦ, ἐπομένως ἡ πίεσις, ἣν ὑφίσταται αὗτος, ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ ὑγροῦ, τῆς ἐχούσης βάσιν τὸν πυθμὲνα B καὶ ὕψος τὸ βάθος αὐτοῦ.

Ἄς ὑποθέσωμεν δεῦτερον ὅτι τὸ δεδομένον ἀγγεῖον A'BA' ἔχει πυθμὲνα στενότερον τῶν χειλέων αὐτοῦ A'A' καὶ εἶναι οὕτω κατεσκευασμένον, ὥστε πᾶσα ἐκ τινος ὁποιοῦδήποτε σημείου α, β τοῦ πυθμένου ὑψομένη κάθετος αγ, βδ νά συναντᾷ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ

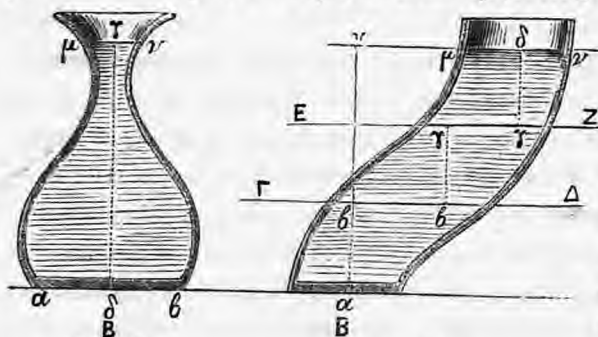


Σχ. 57

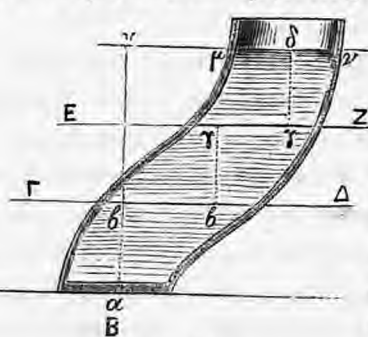
ὑγροῦ. Εἶναι πάλιν φανερόν ὅτι ἡ ὑπὸ τοῦ ὀριζοντίου πυθμένου ὑφισταμένη πίεσις ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ ὑγροῦ, τῆς ἐχούσης βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πυθμένου καὶ ὕψος τὸ βάθος αὐτοῦ. Διότι, ἐπειδὴ ὁ

πυθμὴν εἶναι ὀριζόντιος, ἡ εἰς ἕκαστον τῶν σημείων αὐτοῦ πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ ἴση μὲ τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ ὑγροῦ, τῆς ἐχούσης βάσιν τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος σημείον καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας μν. Λοιπὸν τὸ ἄθροισμα τῶν διαφόρων τούτων ἴσων πιέσεων θέλει εἶναι ἴσον μὲ τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ ὑγροῦ, τῆς ἐχούσης βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ πυθμένου B καὶ ὕψος τὸ βάθος αὐτοῦ.

Ἄς ὑποθέσωμεν τρίτον ὅτι τὸ δεδομένον ἀγγεῖον εἶναι τὸ τοῦ σχήματος 58. Ἐπειδὴ ὁ πυθμὴν B εἶναι ὀριζόντιος, ἕκαστον τῶν σημείων



Σχ. 58



Σχ. 59

αὐτοῦ ὑφίσταται τὴν αὐτὴν πίεσιν. Ἀλλὰ τὸ σημείον δ ὑφίσταται τὴν πίεσιν τοῦ βάρους τῆς καθέτου στήλης δγ, ἥς ὕψος εἶναι ἡ ἀπόστασις αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας μν τοῦ ὑγροῦ. Λοιπὸν ἡ

ὀλικὴ τοῦ πυθμένου B πίεσις θέλει εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ καὶ ὕψος τὸ ἐν ᾧ κεῖται βάθος γδ.

Ἄν τὸ σχῆμα τοῦ περιέχοντος τὸ ὑγρὸν ἀγγεῖον ᾗτο τοιοῦτον, ὥστε

οὐδεμία ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίου πυθμένος Β (Σχ. 59) ὑψομένη κάθετος νὰ συναντᾷ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ $\mu\iota$, δυνάμεθα καὶ ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ν' ἀποδείξωμεν λίαν εὐκόλως ὅτι τὸ ἀνωτέρω δοθὲν μέτρον τῆς ὑπ' αὐτοῦ ὑφισταμένης πίσεως εἶναι ἀκριβές. Τῷ ὄντι, ἂς φαντασθῶμεν ὀριζόντια ἐπίπεδα ΓΔ, ΕΖ, διαιροῦντα τὴν ὅλην στήλην τοῦ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ περιεχομένου ὑγροῦ οὕτως, ὥστε ἡ ἐκ τοῦ σημείου α ὑψομένη ἐπὶ τοῦ πυθμένος Β κάθετος αβ νὰ συναντᾷ τὸ ἐπίπεδον ΓΔ εἰς τι σημεῖον β, κείμενον ἐντὸς τῆς ὑπ' αὐτοῦ παραγομένης ἐν τῷ ὑγρῷ τομῆς βδ· ἡ ἐκ τοῦ β ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΓΔ ὑψομένη νὰ συναντᾷ τὸ ὑπεράνω αὐτοῦ κείμενον ἐπίπεδον ΕΖ εἰς τι σημεῖον γ, κείμενον ἐντὸς τῆς ὑπ' αὐτοῦ παραγομένης ἐν τῷ ὑγρῷ τομῆς γγ, καὶ τέλος ἡ ἐκ τοῦ γ νὰ συναντᾷ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν $\mu\iota$ τοῦ ὑγροῦ. Ἡ μὲν ἐν τῷ α ὑπάρχουσα πίσις υπερβαίνει προφανῶς τὴν ἐν τῷ β κατὰ τὸ βάρος τῆς στήλης αβ, ἡ δὲ ἐν τῷ β υπερβαίνει τὴν ἐν τῷ γ κατὰ τὸ βάρος τῆς στήλης βγ, καὶ ἡ ἐν τῷ γ τὴν ἐν τῷ δ κατὰ τὸ βάρος τῆς στήλης γδ. Λοιπὸν ἡ ἐν τῷ δ υπερβαίνει τὴν ἐν τῷ ε κατὰ τὸ ἄθροισμα τῶν στήλων γδ καὶ δγ, ἐπομένως ἡ ἐν τῷ α υπερβαίνει τὴν ἐν τῷ δ κατὰ τὸ ἄθροισμα τῶν στήλων γδ, βγ καὶ αβ, ἢ ὅπερ ταύτά, κατὰ τὴν στήλην αυ, ἥτις παριστᾷ τὸ βάθος τοῦ πυθμένος Β. Ἐπειδὴ δὲ πᾶν σημεῖον τοῦ πυθμένος Β ὑφίσταται τὴν αὐτὴν μὲ τὸ α πίσειν, ἔπεται ὅτι κτλ.

Ἐὰν παραστήσωμεν δι' Υ τὸ ὕψος τῆς στήλης, διὰ Δ τὸ εἰδικὸν τοῦ ὑγροῦ βάρος καὶ δι' Ε τὴν ἐπιφάνειαν τῆς βάσεως τοῦ πυθμένος, θέλομεν ἔχει, τοῦ Π παριστῶντος τὴν ὑφισταμένην πίσειν ἢ τὸ βάρος τῆς στήλης, τὴν ἰσότητα

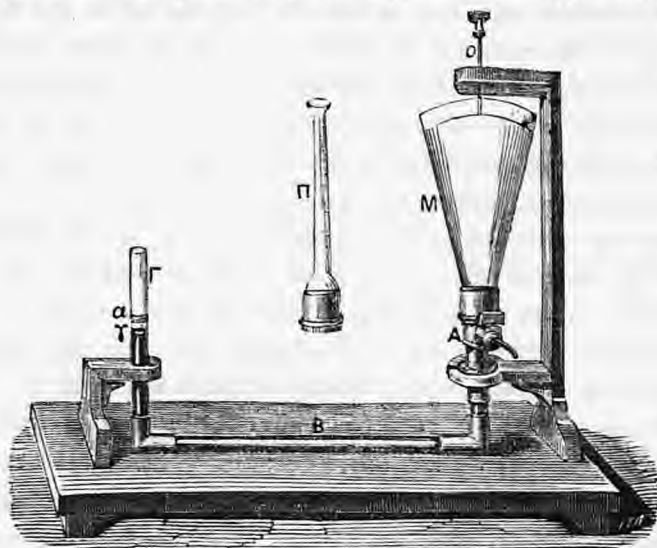
$$\Pi = E \times Y \times \Delta,$$

ἐν ᾗ τὸ μὲν $E \times Y$ παριστᾷ τὸν ὄγκον τοῦ κυλίνδρου, τοῦ ἔχοντος Ε βάσιν καὶ Υ ὕψος, τὸ δὲ γινόμενον τοῦ ὄγκου τούτου ἐπὶ τὰ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ ἐκφράζει τὸ βάρος τοῦ αὐτοῦ κυλίνδρου, ἐπομένως τὴν ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας Ε τοῦ πυθμένος ὑφισταμένην πίσειν Π.

59. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΑΝΩΤΕΡΩ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ. — Τὰ ἀνωτέρω ἀποδεικνύονται καὶ πειραματικῶς διὰ τῆς ἐξῆς τοῦ Ἀλδᾶ συσκευῆς.

Ἡ συσκευή αὕτη (Σχ. 60) σύγκειται ἐκ τινος κυλινδρικοῦ σωλῆνος ΑΒΓ, κεκαμμένου κατ' ὀρθὰς γωνίας κατὰ τὰ ἄκρα αὐτοῦ Α καὶ Γ. Πρὸς τὸ ἄκρον Α ὑπάρχει στρόφιγξ φέρουσα κογχλίαν, ἐφ' οὗ δύνανται νὰ κοχλιωθῶσι δύο ὅλως διαφόρου σχήματος καὶ χωρητικότητος ἀγγεῖα Μ καὶ Ν. Τοῦ ἀγγείου Μ κοχλιωθέντος καὶ τοῦ σωλῆνος ΑΒΓ πληρωθέντος ὑδραργύρου μέχρι περίπου τῆς στρόφιγγος Α, χύνομεν εἰς τὰ ἀγγεῖον Μ ὕδωρ. Τὸ ὕδωρ τοῦτο πιέζει τὴν ἐν τῷ σωλῆνι Α ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑδραργύρου καὶ ἀναγκάζει αὐτὸν νὰ ὑποχωρήσῃ, ὃ δὲ

ὕδραργυρος ὑποχωρῶν ἀνέρχεται ἐν τῷ σωλῆνι Γ, ὅστις φέρει δακτύλιον α, δι' οὗ σημειοῦμεν τὸ ὕψος, εἰς ὃ ἀνῆλθεν, ὅταν τὸ ὕψος τοῦ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Μ χυθέντος ὕδατος φθάσῃ μέχρι τῆς αἰχμῆς δείκτου τινὸς ο, κειμένου ὑπεράνω αὐτοῦ. Τούτων δὲ γενομένων, ἀνοίγομεν πρῶτον τὴν στρόφιγγα Α καὶ ἐξέρχεται τὸ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Μ ὑπάρχον ὕδωρ, ἔπειτα



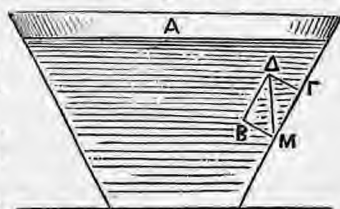
Σχ. 60

ἀντὶ τοῦ ἀγγείου Μ κοχλιοῦμεν τὸ ἀγγεῖον Π, καὶ κλείομεν τὴν στρόφιγγα Α. Ὁ ὕδραργυρος, ὅταν τὸ ἀγγεῖον Μ ᾖ κενόν, ἀναλαμβάνει τὴν προτέραν αὐτοῦ θέσιν. Ὅταν ὅμως ἀρχίσωμεν νὰ χύνωμεν ὕδωρ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Π, ὁ ὕδραργυρος πάλιν ὠθεῖται πρὸς τὰ ἄνω ἐν τῷ σωλῆνι Γ, καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἂμ' ὡς φθάσῃ τὴν ὑπὸ τοῦ δακτυλίου α σημειωθείσαν θέσιν, τὸ ὕψος τοῦ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Π ὕδατος εἶναι τὸ ὑπὸ τοῦ δείκτου ο πρότερον ὁρισθέν. Ἐντεῦθεν ἔπεται ὅτι ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι Α ὑπὸ τοῦ ὕδατος παραγομένη πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ καὶ κατὰ τὰς δύο περιπτώσεις. Ἡ πίεσις λοιπὸν αὕτη εἶναι ἀνεξάρτητος τοῦ σχήματος τοῦ ἀγγείου.

60. ΠΙΕΣΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΠΑΡΕΙΩΝ ΤΟΥ ΑΙΓΕΙΟΥ. — Τὸ ἐν τινι ἀγγεῖῳ περιεχόμενον ὑγρὸν δὲν πιέζει μόνον τὸν πυθμένα αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ πᾶν σημεῖον τῶν παρειών αὐτοῦ. Τούτου ἕνεκα, ἐὰν ἀνοίξωμεν ὁπῆν τινα ἐπὶ τῶν βρεχομένων παρειών τοῦ ἀγγείου, ἀμέσως τὸ ὑγρὸν ἐξέρχεται μετὰ μεγαλειτέρας ἢ μικροτέρας ταχύτητος, καθόσον ἡ ὁπὴ ἐγένετο πλησίον τοῦ πυθμένος τοῦ ἀγγείου ἢ πλησίον τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ. Πρὸς ἀκριβῆ γνῶσιν τῆς ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ παραγομένης ἐπὶ τινος μέρους τῶν παρειών τοῦ ἀγγείου πίεσεως πρέπει νὰ γνωρίζωμεν τρία

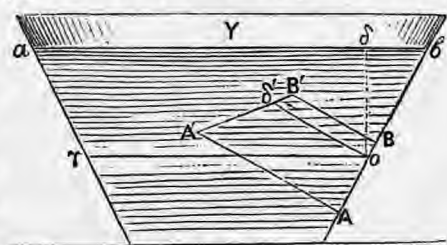
τινά· τὴν διεύθυνσιν τῆς πίσεως, τὸ μέγεθος καὶ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς αὐτῆς.

Ἡ διεύθυνσις τῆς παραγομένης πίσεως εἰς τι σημεῖον M (Σχ. 64) τῆς παρειᾶς τοῦ ἀγγείου εἶναι κατακόρυφος ἐπὶ τοῦ σημείου τούτου, ἢ κάθετος ἐπὶ τῆς παρειᾶς, ἐὰν αὕτη ᾖ ἐπίπεδος. Διότι, ἂν ἡ πίσις MA δὲν ᾖτο κατακόρυφος, ἡδυνάμεθα νὰ ἀποσυνθέσωμεν αὐτὴν εἰς δύο· εἰς τὴν κατακόρυφον MB καὶ τὴν κατὰ τὴν ἐφαπτομένην MF ἐνεργοῦσαν, ἥτις προφανῶς δὲν ἐπιφέρει οὐδεμίαν πίσιν εἰς τὸ σημεῖον M τῆς παρειᾶς, ἀλλὰ τείνει εἰς τὸ νὰ κινήσῃ πρὸς τὸ μέρος αὐτῆς τὸ σημεῖον M , καθ' ἣν περίπτωσιν τὸ ὑγρὸν δὲν ἤθελεν εὐρίσκεισθαι ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅπερ ἐναντίον τῆς ὑποθέσεως.



Σχ. 61

Ἵνα εὐρώμεν τὸ μέγεθος τῆς ἐπὶ τινος μέρους AB ἐπιπέδου παρειᾶς (Σχ. 62) παραγομένης πίσεως, σκεπτόμεθα ὡς ἑξῆς. Ἡ εἰς τι ὁποιοῦν δήποτε σημεῖον o τῆς AB παραγομένη πίσις εἶναι ἴση μὲ τὴν πίσιν, ἣν ὑφίσταται σημεῖόν τι τοῦ ὀριζοντίου στρώματος $o\gamma$, εἰς ὃ τὸ o ἀνήκει. Ἀλλ' ἡ πίσις αὕτη κατὰ τὰ προλεχθέντα (60) ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος τῆς στήλης $o\delta$. Ἀρα αἱ ἐφ' ὧν τῶν σημείων τῆς AB παραγόμεναι πίσεις, ἥτοι ἡ ὀλικὴ τοῦ



Σχ. 62

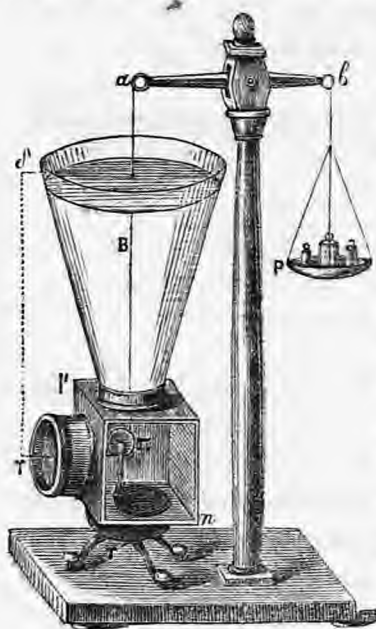
μέρους AB πίσεις, ἰσοῦται μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἥτις ἔχει βάσιν τὴν AB καὶ τῆς ὁποίας ἡ ἐπιφάνεια $A'B'$ εἶναι τοιαύτη, ὥστε ἡ ἐκ τινος σημείου αὐτῆς δ' ἐπὶ τῆς AB καταβιβαζομένη κάθετος $\delta'o$ νὰ ᾖ ἴση μὲ τὴν ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ab ἀπόστασιν τοῦ κέντρου o τῆς καταβιβασθείσης καθέτου. Ἐὰν δὲ παραδεχθῶμεν ὡς ἀποδεδειγμένον, ὅτι ἡ περὶ τῆς o λόγος στήλη τοῦ ὑγροῦ ἔχει τὸ αὐτὸ βάρος, ὅπερ καὶ στήλη τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ ἔχουσα τὴν αὐτὴν βάσιν AB καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτῆς ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ab τοῦ ὑγροῦ, θέλομεν συμπεράνει ὅτι,

Τὸ μέγεθος τῆς ἐπὶ μέρος τι τῆς ἐπιπέδου παρειᾶς παραγομένης ἐφ' ὑγροῦ τινος πίσεως εἶναι ἴσον μὲ τὸ βάρος τῆς στήλης τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, τῆς ἐχοῦσης βάσιν ἴσην μὲ τὸ πιεζόμενον μέρος τῆς παρειᾶς καὶ ὕψος τὴν ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ.

Καθόσον δ' ἀφορᾷ τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς ὀλικῆς ταύτης πιέσεως, τοῦτο προσδιορίζεται ἰδιαιτέρως δι' ἕκαστον σχῆμα παρειᾶς διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ καὶ καλεῖται κέντρον πίεσεως. Εὐκόλως ὅμως δυνατόν νά ἀποδείξωμεν ὅτι τοῦτο κεῖται κατωτέρω τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος τοῦ σχήματος τῆς παρειᾶς. Διότι, ἂν αἱ εἰς ἕκαστον σημεῖον τῆς παρειᾶς πιέσεις ἦσαν ἴσαι, ἡ συνισταμένη τούτων, κατὰ τὰ ἐν τῇ § 24 λεχθέντα, ἤθελε διέρχεσθαι διὰ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτῆς, ἐπειδὴ ὅμως αἱ πιέσεις δὲν εἶναι ἴσαι διὰ σημεῖα ἀνισάκεις ἀπέχοντα τῆς ἐλευθέρης ἐπιφανείας καὶ εἶναι μεγαλειότεραι διὰ τὰ βαθύτερον κείμενα σημεῖα αὐτῆς, ἔπεται ὅτι ἡ ὀλικὴ συνισταμένη τῶν παραλλήλων πιέσεων δὲν θέλει διέρχεσθαι διὰ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος, ἀλλὰ διὰ τινος σημείου, κειμένου βαθύτερον τούτου.

61. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ. — Ὅτι ἡ πίεσις, ἣν ὑφίσταται ἐπί πεδόν τι μέρος τῆς παρειᾶς ἀγγείου τινὸς εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὕγρου, ἐχούσης βάσιν τὸ ἐπίπεδον μέρος τῆς παρειᾶς καὶ ὕψος τὴν

ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθέρης ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου, τοῦτο δύναται ν' ἀποδειχθῇ καὶ πειραματικῶς διὰ τῆς ὑπὸ τοῦ σχήματος 63 παριστώμενης συσκευῆς τοῦ Πασκάλ.



ΣΧ. 63

Κύβος τις μὴ φέρει τρεῖς κυκλικὰς ὀπὰς ἐπὶ τριῶν διαφόρων ἐδρῶν αὐτοῦ. Ἐπὶ μὲν τῆς πρὸς τὰ ἄνω ὀπῆς δυνατόν νά ἐφαρμόσωμεν ὅποιονδήποτε σχήματος ἀγγεῖον B, ἐπὶ δὲ τῶν ἰσῶν κυκλικῶν ὀπῶν γ' καὶ γ' τὸ αὐτὸ ἔμβολον. Κλείομεν πρῶτον τὴν ὀπὴν γ' καὶ ἐφαρμόζομεν ἐπὶ τῆς γ' ἔμβολον, οὗτινος τὸ κέντρον ἔλκεται ὀριζοντίως διὰ τινος νήματος, διερχομένου διὰ τοῦ λαιμοῦ τῆς τροχιλαίας π καὶ περατομένου καθέτως ἐπὶ τοῦ ἄκρου α τῆς

φάλαγγος ζυγοῦ τινος. Πληροῦμεν ἔπειτα τὰ ἀγγεῖον B ὕδατος, προσδιορίζομεν τὸ ὕψος γδ, ἥτοι τὴν ἀπόστασιν τοῦ κέντρου γ τοῦ ἔμβολου ἀπὸ τῆς ἐλευθέρης ἐπιφανείας αὐτοῦ, καὶ θέτομεν ἀκολουθῶς ἐπὶ τῆς πλάστιγγος τοῦ ζυγοῦ βάρη, μέχρις οὗ τὸ ἔμβολον γ ἀρχίσῃ νά κινῆται πρὸς τὰ ἔσω. Τούτου γενομένου, κενοῦμεν τὸ ἀγγεῖον B, κλείομεν τὴν ὀπὴν γ', ἐφαρμόζομεν τὸ αὐτὸ ἔμβολον ἐπὶ τῆς ἴσης ὀπῆς γ', καὶ

χύνομεν ἐντὸς τοῦ ἀγγείου B ὕδωρ, μέχρις οὗ τὸ ὑπεράνω τοῦ ἐμβόλου ὕψος αὐτοῦ κατασταθῇ ἴσον τῷ πρώτῳ γ.δ. Ἵνα δὲ τὸ ἐμβόλον κινηθῇ πρὸς τὰ ἄνω, παρατηροῦμεν ὅτι πρέπει νὰ θέσωμεν ἐπὶ τῆς πλάστιγγος P τὰ αὐτὰ βάρη. Λοιπὸν ἡ πρώτη ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου πίεσις, ἣτις εἶναι προφανῶς ἴση μὲ ἐκείνην, ἣν ὑφίσταται, ὅταν τοῦτο κλείῃ τὴν ὀπὴν γ' (διότι διὰ τῶν αὐτῶν βαρῶν κατανικάται), εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος τῆς στήλης, τῆς ἐχούσης βάσιν τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐμβόλου καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν τοῦ κέντρου αὐτῆς ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει καὶ πειραματικῶς τὸ ἀληθές τοῦ δοθέντος ἀνωτέρω μέτρου τῆς πίεσεως.

62. ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΣΤΡΟΒΙΛΙΟΣ. — Ἄς υποθέσωμεν ὅτι ἀγγεῖόν τι A (σχ. 64), ἔχον σχῆμα ὀρθογωνίου παραλληλεπιπέδου, εἶναι πλήρες ὕγρου τινος ἐν ἰσορροπίᾳ.

Κατὰ τὰ προλεχθέντα αἱ ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου πίεσεις εἶναι ἴσαι, καὶ δι' ἐκάστην τούτων, ἐνεργοῦσαν ἐπὶ τινος ἑδρας

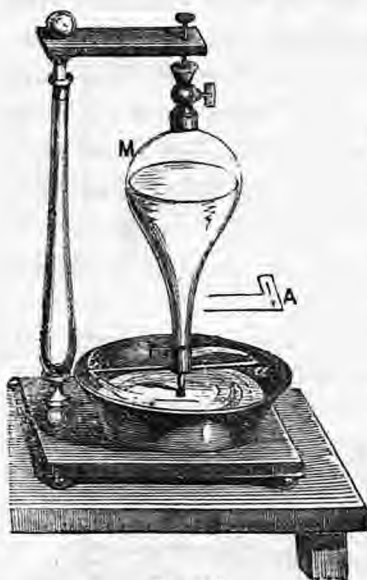


Σχ. 64

τοῦ παραλληλεπιπέδου, ὑπάρχει ἑτέρα τις πίεσις, ἴση ταύτῃ καὶ ἀντιθέτου φορᾶς, ἐνεργοῦσα ἐπὶ τῆς ἀπέναντι ἑδρας αὐτοῦ. Ἐάν τῶρα εἷς τι σημεῖον ο μίᾳς τῶν ἐδρῶν ἀνοίξωμεν ὀπὴν τινα, ἥ εἰς τὸ σημεῖον ο ἐνεργοῦσα πίεσις θέλει παραγάγει τὴν ἐκ τῆς ὀπῆς ἐκροὴν τοῦ ὕγρου, καὶ δὲν θέλει οὐδόλως πιέζει τὴν ἑδραν εἰς αὐτὸ τὸ σημεῖον. Λοιπὸν ἡ ἐπὶ τῆς ἀντιθέτου ἑδρας κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους ἐνεργοῦσα πίεσις δὲν θέλει ἰσορροπεῖσθαι ὡς πρότερον, ἐπομένως θέλει τείνει εἰς τὸ νὰ παραγάγῃ τὴν τοῦ ἀγγείου A κατὰ τὴν φορὰν τῆς διευθύνσεως αὐτῆς κίνησιν, ἣτις καὶ πράγματι παράγεται, ἐὰν τεθῇ τὸ ἀγγεῖον A ἐπὶ τροχῶν λίαν εὐκινήτου ἀμαξαρίου.

Ἡ πίεσις αὕτη, ἡ κατ' ἀντίθετον φορὰν τῆς ῥοῆς τοῦ ὕγρου ἐνεργοῦσα, καλεῖται ἀντίδρασις. Ἡ ἐνέργεια ταύτης καθίσταται ἐπαισθητοτάτη διὰ τοῦ καλουμένου ὑδραυλικοῦ στροβίλου (σχ. 65). Σύγκειται δὲ οὗτος ἐκ τινος ὑαλίνου ἀγγείου M, πλήρους ὕγρου καὶ δυναμένου νὰ περιστραφῇ ἀκωλύτως περὶ τὸν κάθετον ἄξονα αὐτοῦ. Τὸ ἀγγεῖον M φέρει πρὸς τὸ κατώτερον αὐτοῦ μέρος ὀριζόντιόν τινα σωλῆνα Γ, κεκαμμένον ἀντιθέτως κατὰ τὰ ἄκρα αὐτοῦ α καὶ β. Τὸ ὕγρον τοῦ ἀγγείου M, ἐκρέον διὰ τῶν ἀντιθέτων ὀπῶν α καὶ β, παράγει κατ' ἀντίθετον φορὰν τῆς ἐκροῆς αὐτοῦ ἀντιθέτους ἀντιδράσεις. Αἱ ἀντίθετοι αὗται ἀντιδράσεις, ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τῶν ἄκρων α καὶ β τοῦ μοχλοῦ αβ, ἀπο-

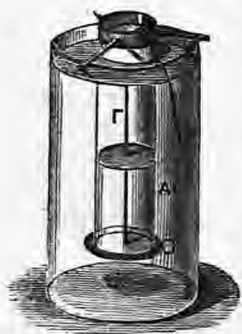
τελοῦσι ζεύγος τι δυνάμεων, ὅπερ παράγει ταχείαν περιστροφικὴν κίνησιν τοῦ ὅλου περὶ τὸν κάθετον τοῦ ἀγγείου M ἄξονα (XI, 8^{ον}).



Σχ. 65

πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, ἐπομένως καὶ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Τοῦτο, ἂν καὶ φαίνεται κατὰ πρῶτον παράδοξον, ἀποδεικνύεται εὐκόλως καὶ διὰ πειραμάτων.

Λαμβάνομεν πρὸς τοῦτο κυλινδρικόν τινα σωλῆνα A (σχ. 66) ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν, κλειόμεν διὰ κυκλικοῦ ὑαλίνου δίσκου ο τὸ ἕτερον τῶν ἀνοικτῶν ἄκρων αὐτοῦ καί, κρατοῦντες διὰ νήματος τὸν δίσκον ο ἐφ' ἡρμοσμένον ἐπὶ τῆς ὀπῆς, ἐμβαπτιζομεν τὸν κύλινδρον ἐντὸς ὑγροῦ τινος, π. χ. ἐντὸς ἀγγείου πλήρους ὕδατος. Τούτου δὲ γενομένου, ἀφίνομεν τὸ νῆμα ἐλεύθερον καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ὁ δίσκος δὲν καταπίπτει, ἀλλὰ μένει ἐφ' ἡρμοσμένος ἐπὶ τῆς ὀπῆς. Ἔπεται λοιπὸν ὅτι τὸ ὕδωρ, ἐν ᾧ ὑπάρχει ἐμβεβαπτισμένος ὁ κυλινδρικός σωλὴν πιέζει ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου καὶ ἐμποδίζει αὐτὸν νὰ καταπέσῃ, ἂν καὶ εὐρίσκεται ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἰδίου βάρους. Ὅτι δὲ τοῦτο ἔχει οὕτω, βεβαιούμεθα χύγοντες μετὰ προσοχῆς ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἐκ τῶν ἄνω ὕδωρ, καὶ παρατηροῦντες ὅτι, ἐν ὅσῳ ἡ ἐσωτερικὴ τοῦ ὕδατος ἐπιφάνεια εἶναι κατωτέρα τῆς ἐκτὸς τοῦ κυλίνδρου ὑπαρχούσης, ὁ δίσκος ο μένει ἀκίνητος, ἅμα δ' ὡς αὕτη κατασταθῇ σχεδὸν ἴση μὲ τὴν ἐκτὸς, ἀμέσως ὁ ὑαλί-



Σχ. 66

Τὸ βέλος τοῦ προκειμένου σχήματος A δεικνύει τὴν ἐκ τῆς ἐκροῆς τοῦ ὑγροῦ διεύθυνσιν τῆς ἐπὶ τοῦ ἄκρου α παραγομένης ἀντιδράσεως.

Αἱ ἐκ τῆς τοιαύτης ἀντιδράσεως δυνάμεις εἶναι πολλάκις τόσῳ μεγάλαί, ὥστε ἐλόκληραι ὑδραυλικαὶ μηχαναί, μέγιστα παράγουσαι ἀποτελέσματα, κινοῦνται δι' αὐτῶν. Αἱ ὑδραυλικαὶ αὗται μηχαναί, ὡς περιστρεφόμεναι περὶ τινα κάθετον ἄξονα, δύνανται νὰ ὀνομασθῶσιν ἀπλούστερον στρόμβοι.

63. ΠΙΕΣΙΣ ΕΚ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΠΡΟΣ ΤΑ ἈΝΩ. — Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι ἡ ὑπό

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

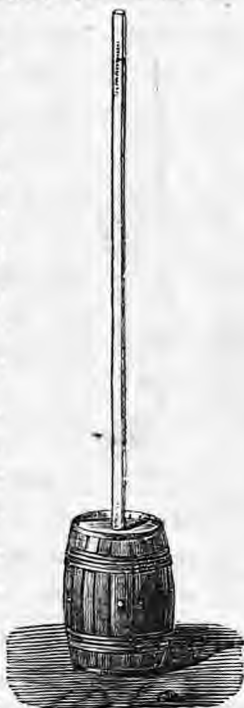
τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

τινος ἐν ἰσορροπίᾳ ὑγροῦ παραγομένη

νος δίσκος ο, ἐνδίδων εἰς τὴν ἐνέργειαν τοῦ βάρους αὐτοῦ, καταπίπτει. Λοιπὸν ἢ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω πίεσις εἶναι ἴση τῇ ἐσωτερικῇ πίεσει, τῇ ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ἐνεργούσῃ.

64. ΚΑΛΟΣ ΤΟΥ ΠΑΣΚΑΛ. — Ὁ Πασκάλ, ἵνα καταδείξῃ πειραματικῶς τὸ μέγεθος τῆς ἐπὶ τῶν παρειῶν τῶν ἀγγείων ὑπὸ τοῦ ἐν αὐτοῖς περιεχομένου ὑγροῦ παραγομένης πίεσεως, κατεσκεύασε κάδον λίαν στερεόν, καὶ ἐπὶ τῆς ἄνω ἐπιφανείας αὐτοῦ (Σχ. 67) ἐστερέωσε καθέτως ὑάλινον σωλῆνα 10 ἕως 15 μέτρων τὸ ὕψος καὶ λίαν μικρὰς διαμέτρου. Πληρώσας τὸν σωλῆνα τοῦτον ὕδατος, εἶδεν ἀμέσως τὸν κάδον νὰ ἀνοιχθῇ πανταχόθεν, μὴ δυνάμενον νὰ ἀνθέξῃ εἰς τὴν ἐκ τῆς μικρᾶς ποσότητος τοῦ χυθέντος ὕδατος παραχθεῖσαν ἐσωτερικὴν πίεσιν. Καὶ τῷ ὄντι, ἡ οὕτως ἐπὶ τινος μέρους τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ κάδου παραχθεῖσα πίεσις ἦτο ἴση μὲ βάρος στήλης ὕδατος, ἐχούσης βάσιν τὸ μέρος τοῦτο τῆς ἐπιφανείας καὶ ὕψος τὴν ἀπόστασιν τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ἐλευθερᾶς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, ἥτοι 15 περίπου μέτρων. Διὰ τινων λοιπῶν χιλιογράμμων ὕδατος δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν οὕτω πίεσιν πολλῶν χιλιάδων χιλιογράμμων.



Σχ. 67

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΕΜΒΕΒΑΠΤΙΣΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΑ, ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΟΥΝΤΑ ΑΓΓΕΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΑ ΥΓΡΑ

65. ΠΙΕΣΙΣ ΕΠΙ ΤΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΕΜΒΕΒΑΠΤΙΣΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. — Ὅταν σῶμά τι ὑπάρχῃ ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ τινος, ἡ ἐξωτερικὴ αὐτοῦ ἐπιφάνεια πιέζεται πανταχόθεν ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω. Ἐὰν ἐμβεβαπτίσωμεν ἐντὸς πυκνοτέρου ὑγροῦ (Σχ. 68) κύστιν πλήρη κεχρωματισμένου ὑγροῦ καὶ φέρουσαν ὑάλινον σωλῆνα πρὸς τὸ ἄνω μέρος αὐτῆς, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ τῆς κύστεως ὑγρὸν πιεζόμενον πανταχόθεν ἀνέρχεται ἐν τῷ σωλῆνι. Ὅταν βυθίζωμεν εἰς μέγα βάθος ἐντὸς τῆς θαλάσσης φιάλας κενὰς καὶ καλῶς πεπωμασμένας, αἱ

φιάλαι αὗται θραύονται μὴ ἀντέχουσai εἰς τὰς ἐπ' αὐτῶν ἐνεργούσας ἐξωτερικὰς τοῦ ὑγροῦ πιέσεις. Ἐάν δὲ συμβῇ νὰ ᾔναι τόσῳ στερεαί, ὥστε νὰ ἀνθέξωσιν εἰς τὴν πίεσιν τοῦ ὑγροῦ, τότε τὸ ὑγρὸν ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον διέρχεται διὰ τοῦ πεπωμασμένου μέρους τῆς φιάλης.



Σχ. 68

Αἱ πιέσεις, δὲ ὑφίσταται ἐμβεβαπτισμένον τι σῶμα, δὲν εἶναι αἱ αὐταὶ εἰς ὅλα τὰ σημεῖα τῆς ἐξωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας· διότι γνωρίζομεν ὅτι αὗται εἶναι μεγαλύτεραι εἰς τὰ κατώτερα τοῦ σώματος μέρη ἢ εἰς τὰ ἀνώτερα. Πρῶτος δὲ ὁ Ἀρχιμήδης ἀνεκάλυψε τὸν νόμον τοῦ φαινομένου τούτου, ὅστις εἶναι γνωστὸς ὑπὸ τὴν ἐπωνυμίαν ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους.

66. ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ. — Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ἐκφέρεται καθ' ἓνα τῶν ἐξῆς δύο τρόπων·

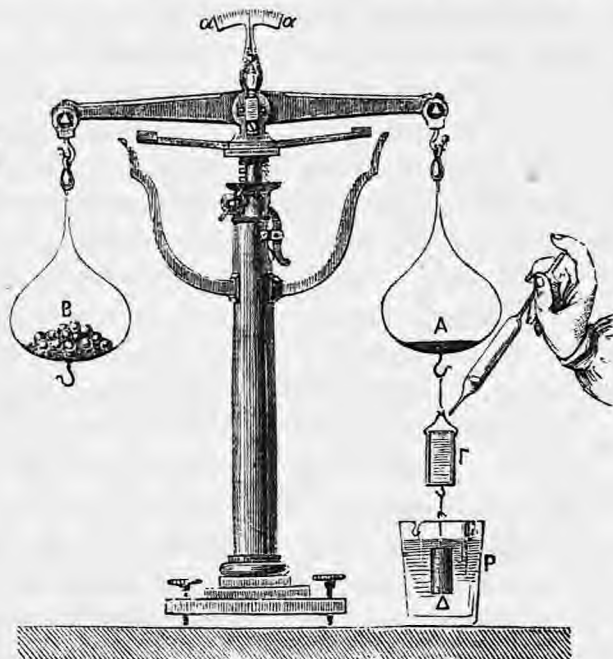
Πᾶρ σῶμα, ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ τινος ἐν ἰσορροπία, ὑφίσταται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ὀθηαῖν τινα, ἴσην μὲ τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ. Καί, ὅπερ ταυτὸ,

Πᾶρ σῶμα, ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ τινος ἐν ἰσορροπία, χάρει τόσον μέρος τοῦ βάρους αὐτοῦ, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

Εὐκόλως δὲ δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν τὴν ἀνωτέρω ἀρχήν. Ἄς ὑποθέσωμεν σῶμά τι ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ὑγροῦ τινος ἐν ἰσορροπία. Ἐάν φαντασθῶμεν ὅτι ἀφῆράσαμεν τὸ σῶμα τοῦτο καὶ ἐθέσαμεν εἰς τὴν θέσιν αὐτοῦ ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, εἶναι φανερόν ὅτι ἡ τοῦ ὑγροῦ ἰσορροπία δὲν θέλει μεταβληθῇ. Ἐπειδὴ δὲ καὶ οὕτως ὑπάρχει ἰσορροπία, δυνάμεθα νὰ ὑποθέσωμεν, χωρὶς νὰ μεταβάλωμεν παντάπασιν αὐτήν, ὅτι τὸ εἰς τὴν θέσιν τοῦ σώματος τεθὲν ὑγρὸν ἀποτελεῖ τι ὅλον στερεόν. Ἐπειδὴ δὲ οὕτω τὸ νέον τοῦτο στερεόν σῶμα εὐρίσκεται ἐν ἰσορροπία, αἱ ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσαι δυνάμεις πρέπει νὰ συμμηδενίζωνται. Ἀλλ' αἱ ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσαι δυνάμεις εἶναι ἀφ' ἑνὸς μὲν τὸ βάρος τοῦ στερεοποιηθέντος ὑγροῦ, ἀφ' ἑτέρου δὲ αἱ ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας ὑπὸ τοῦ περικυκλῶντος ὑγροῦ παραγόμεναι πιέσεις, αἵτινες εἴπομεν ὅτι εἶναι αἱ αὐταὶ μὲ τὰς ὑπὸ τοῦ πρώτου ἐμβεβαπτισμένου σώματος ὑφισταμένας. Πρέπει λοιπὸν ἀναγκαίως αἱ ἐξωτερικαὶ αὗται πιέσεις νὰ ἔχωσι συνισταμένην τινά, ἴσην μὲ τὸ βάρος τοῦ ὑγροῦ καὶ ἀντιθέτου φορᾶς, τουτέστιν ἐνεργοῦσαν ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἀλλ' ἐάν, ἀντὶ τοῦ ὑποτεθέντος στερεοῦ ὑγροῦ, τεθῇ τὸ πρότερον ὑπάρχον σῶμα, ἀναγκαίως αἱ ἐξωτερικαὶ ἐπ' αὐτοῦ πιέσεις θέλουσιν ἔχει τὴν αὐτὴν συνισταμένην. Λοιπὸν πᾶρ σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐν τινι ὑγρῷ ἐκ

ισορροπία υφίσταται ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ὤθησιν τινα, ἴσην μὲ τὸ βάρος αὐτοῦ, ἢ χάνει τόσον μέρος τοῦ βάρους αὐτοῦ, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ.

67. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΤΗΣ ΑΡΧΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ. — Ἡ πειραματικὴ ἀπόδειξις τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους εἶναι λίαν εὐκολος. Λαμβάνομεν ὀρειχάλκινόν τινα κύλινδρον Δ πλήρη καὶ ἕτερον Γ, ἐξ ὀρειχάλκου ὡσαύτως, ἀλλὰ κεινόν, πληρούμενον ἀκριβῶς ὑπὸ τοῦ πρώτου Δ (Σχ. 69). Θέτομεν τὸν πλήρη κύλινδρον Δ ἐντὸς τοῦ κενοῦ μέρους



Σχ. 69

τοῦ Γ, ἀναρτῶμεν τὸ ὅλον ὑπὸ τὴν πλάστιγγα Α τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ καὶ θέτομεν ἐπὶ τῆς ἐτέρας πλάστιγγος Β βάρη οὕτως, ὥστε ὁ δείκτης τῆς φάλαγγος νὰ δεικνύη διαρκῶς τὸ μηδέν τῆς διαιρέσεως τοῦ τόξου αα. Τῆς ἰσορροπίας βεβαιωθείσης, ἀφαιροῦμεν τὸν πλήρη κύλινδρον Δ, ἀναρτῶμεν αὐτὸν ὑπὸ τὸν κενὸν κύλινδρον Γ καὶ καταβιβάζομεν, ἐὰν ὑπάρχῃ ἀνάγκη, τὴν φάλαγγα τοῦ ζυγοῦ μέχρις οὗ ὁ κύλινδρος Δ ἐμβαπτισθῇ ἐντελῶς ἐντὸς ὑγροῦ τινος, περιεχομένου ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Ρ. Τούτου δὲ γενομένου, παρατηροῦμεν ὅτι ἀμέσως ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται, καὶ ἡ φάλαγξ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς πλάστιγγος Β. Ἐὰν ἔπειτα λάβωμεν ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ καὶ πληρώσωμεν ἀκριβῶς καὶ μετὰ προσοχῆς τὸ κενὸν μέρος τοῦ κυλίνδρου Γ, ὅπερ ἐπλήρου πρότε-

ρον ὁ πλήρης κύλινδρος Δ, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἰσορροπία ἀποκαθίσταται ἐκ δευτέρου. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι τὸ ἐμβαπτισθὲν ἐν τῷ ὑγρῷ σῶμα Δ ἔχασε τόσον μέρος τοῦ βάρους αὐτοῦ, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ, τοῦθ' ὕπερ ἀποδεικνύει τὸ ἀληθές τῆς τοῦ Ἀρχιμήδους ἀρχῆς.

68. ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΟΥ ΙΕΡΩΝΟΣ. — Εἰς πάντας σχεδὸν εἶναι γνωστὸν τὸ πρόβλημα, διὰ τὴν λύσιν τοῦ ὁποίου ὁ Ἀρχιμήδης ἀνεκάλυψε τὴν φέρουσαν τὸ μέγα αὐτοῦ ὄνομα ἀρχήν.

Ὁ τῶν Συρακουσῶν τύραννος Ἱέρων ἔδωκεν εἰς τὸν χρυσοχόον αὐτοῦ ποσότητα χρυσοῦ πρὸς κατασκευὴν στεφάνου. Μετὰ τὴν κατασκευὴν τούτου ὁ Ἱέρων ὑπόπτεισθαι ὅτι ὁ χρυσοχόος ἀφῆρες μέρος τοῦ δοθέντος αὐτῷ χρυσοῦ καὶ ἀντικατέστησεν αὐτὸ δι' ἴσου βάρους ἄλλου τινὸς μετάλλου, ἀλλ' ἵνα πεισθῇ περὶ τούτου, ἔπρεπε νὰ ᾤκνευσεν ἐκ νέου τὸν στέφανον. Μὴ θέλων νὰ καταστρέψῃ δι' ἀπλὴν αὐτοῦ ὑπόνοιαν τὸν τεχνιέντως κατασκευασθέντα αὐτῷ στέφανον, προσεκάλεσε τὸν μέγαν τότε μαθηματικὸν Ἀρχιμήδην καὶ ἐζήτησε παρ' αὐτοῦ νὰ τῷ ἀποδείξῃ, ἂν ὁ στέφανος συνέκειτο ἐκ μόνου χρυσοῦ, χωρὶς οὐδόλως νὰ ἀλλοιωσῇ αὐτόν. Ὁ Ἀρχιμήδης κατέβαλε πολλοὺς κόπους πρὸς λύσιν τοῦ μεγάλου τούτου προβλήματος, συνέλαβε δὲ διὰ τῆς καταπληκτικῆς αὐτοῦ μεγαλοφυΐας τὸν τρόπον τῆς λύσεως αὐτοῦ καθ' ἣν στιγμὴν, εἰσερχόμενος εἰς πλήρες λουτρόν, εἶδε μέρος τοῦ ἐν αὐτῷ ὕδατος νὰ ἐκρεύσῃ. Λέγεται ὅτι τοσοῦτον ἐνθουσιάσθη, ὥστε ἐξῆλθε γυμνὸς τοῦ λουτροῦ καὶ περιτρέχων ὡς παράφρων τὰς ὁδοὺς τῶν Συρακουσῶν ἔκραζεν· εὐρηκα, εὐρηκα! Καὶ τῷ ὄντι, εὗρεν ὁ ὕπατος τῶν Μαθηματικῶν τὴν ἀρχήν, ἐφ' ἧς στηρίζεται ὁλόκληρος ἡ ὑδροστατικὴ καὶ ὑδροδυναμικὴ. Ἐσκέφθη δὲ πρὸς τοῦτο περίπου ὡς ἐξῆς·

Εἶπε καθ' ἑαυτόν· ἂν τὸ σῶμά μου συνέκειτο ἐκ μολύβδου ἢ ἐκ χρυσοῦ ἢ ἐξ ἀργύρου, μετὰ τὴν ἐμβάπτισιν αὐτοῦ ἐν τῷ λουτρῷ ἢ αὐτὴ βεβαίως ποσότης ὕδατος ἤθελεν ἐκρεύσει. Ἀλλὰ τὸ σῶμά μου δὲν βαρύνει ὅσον καὶ τὸ ἐκ μολύβδου ἢ ἐκ χρυσοῦ ἢ ἐξ ἀργύρου. Ἀρα τὰ τοῦ αὐτοῦ βάρους καὶ διαφόρων οὐσιῶν σώματα θέλουσιν ἐκτοπίζειν κατὰ ὅσον ἐκτοπίζονται διὰ τὴν ποσότητα ὕδατος. Ἐὰν λοιπὸν λάβω τεμάχιον χρυσοῦ, ἔχον βάρος ὅσον καὶ ὁ στέφανος, καὶ ἐμβαπτίσω ἀμφοτέρω ἐντὸς ὕδατος ἐναλλάξ, πρέπει ἀναγκαίως, ἐὰν ὁ στέφανος σύγκηται ἐκ μόνου χρυσοῦ, ἡ αὐτὴ ποσότης ὕδατος νὰ ἐκτοπισθῇ καὶ κατὰ τὰς δύο ἐμβάπτσεις. Πειραθεὶς οὕτως εὗρεν ὅτι ὁ στέφανος ἐξετόπιζε περισσότερον ὕδωρ ἢ ὅσον τὸ ἴσον βάρος ἔχον τεμάχιον χρυσοῦ, καὶ ἀνεκάλυψεν ἐντεῦθεν τὴν γενομένην ὑπὸ τοῦ χρυσοχόου κλοπὴν τοῦ χρυσοῦ.

Τὰ καθ' ἑκάστα τοῦ περιφήμου τούτου προβλήματος ἐκτίθενται εἰς

πάσας σχεδὸν τὰς ἀλγέθρας, καὶ νομίζομεν περιττὸν νὰ δώσωμεν ἐνταῦθα τὴν ἀκριβῆ αὐτοῦ λύσιν.

69. **ΑΝΤΩΣΙΣ.**— Ἡ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω δυνάμεις, ἡ παριστῶσα τὴν συνισταμένην τῶν ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ παραγομένων πιέσεων, καλεῖται *δύναμις ἀντωθήσεως* ἢ *ἀντώσεως*, ἢ ἀπλῶς *ἀντῶσις*. Τὸ σημεῖον τῆς ἐφαρμογῆς τῆς δυνάμεως ταύτης διὰ πᾶν ὁμογενὲς σῶμα ταυτίζεται μὲ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ, ὅταν τὸ σῶμα ὑπάρχῃ ὁλόκληρον ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῷ ὑγρῷ· διότι ὅλα τὰ τοῦ αὐτοῦ σχήματος καὶ ὅγκου ὁμογενῆ σώματα ἔχουσι τὸ αὐτὸ κέντρον βαρύτητος.

Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ B τὸ βάρος σώματός τινος καὶ διὰ B' τὴν ὑπ' αὐτοῦ ὑφισταμένην ἀντῶσιν, ἡ δύναμις, ἥτις εἶναι ἐφαρμοσμένη ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σώματος, ἐμβεβαπτισμένου ἐν τῷ ὑγρῷ, θέλει εἶναι ἴση τῇ διαφορᾷ $B - B'$ · διότι αἱ δυνάμεις B καὶ B' ἔχουσι τὴν αὐτὴν διεύθυνσιν καὶ εἶναι ἐφαρμοσμέναι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ σημείου ἢ ἐπὶ σημείων, κειμένων ἐπὶ τῆς αὐτῆς καθέτου. Ἐπομένως, ὅταν ἡ διαφορὰ $B - B'$ ᾖ μὲν μεγαλύτερα τοῦ μηδενός, τὸ σῶμα θέλει φέρεσθαι πρὸς τὰ κάτω· ὅταν $B = B'$, τὸ σῶμα θέλει εὐρίσκεσθαι ἐν ἰσορροπίᾳ εἰς ὅποιονδήποτε βάθος καὶ ἂν τεθῇ, καὶ τελευταῖον ἂν ἡ διαφορὰ $B - B'$ ᾖ μικρότερα τοῦ μηδενός, ὅταν δηλ. B' ᾖ μεγαλύτερον τοῦ B , τότε ἡ δύναμις τῆς ἀντώσεως εἶναι μεγαλύτερα τοῦ βάρους τοῦ σώματος, ἐπομένως τὸ σῶμα θέλει κινηθῇ πρὸς τὰ ἄνω εἰς ὅποιονδήποτε βάθος καὶ ἂν ἀφεθῇ.

Διὰ τοὺς ἀνωτέρω λόγους ὁ χουρός, ὁ ἄργυρος, ὁ σίδηρος, τὸ μαρμαρον, κτλ., ἀφιέμενα ἐντὸς τοῦ ὕδατος κατέρχονται εἰς τὸν πυθμένα αὐτοῦ, ἐνῷ ἀφ' ἐτέρου τὸ ξύλον, ὁ φελλὸς κτλ., ἀφιέμενα ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἀνέρχονται ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Τῶν μὲν πρώτων τὸ βάρος εἶναι μεγαλύτερον τοῦ βάρους ἴσου ὅγκου ὕδατος, τῶν δὲ δευτέρων εἶναι μικρότερον.

Ὅταν σῶμα τι ἀνέρχεται ἐν τῷ ὕδατι καὶ φθάσῃ εἰς τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν τοῦ ὑγροῦ, τότε μέρος τοῦ σώματος μένει ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῷ ὕδατι καὶ μέρος κεῖται ἐκτός· ἐπειδὴ δὲ τότε ὑπάρχει ἰσορροπία, ἔπεται ὅτι ἡ ἀντῶσις καὶ τὸ βάρος τοῦ σώματος εἶναι δυνάμεις ἴσαι. Ἀλλ' ἡ ἀντῶσις εἶναι ἴση μὲ τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος. Λοιπὸν δυνάμεθα, ὑπολογίζοντες τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὑπὸ ἐπιπλέοντός τινος σώματος ὕδατος, νὰ εὕρωμεν τὸ βάρος αὐτοῦ τοῦ σώματος. Οὕτως εὐρίσκεται τὸ βάρος παντός ἐπιπλέοντος πλοίου.

Δυνάμεθα νὰ καταστήσωμεν ἐπιπλεύσιμα καὶ σώματα, ὧν τὸ βάρος εἶναι μεγαλύτερον τοῦ βάρους ἴσου ὅγκου ὕδατος, ἀρκεῖ πρὸς τοῦτο νὰ δώσωμεν εἰς αὐτὰ σχῆμα τοιοῦτον, ὥστε νὰ ἐκτοπίζωσιν ὅγκον ὕδατος

ἀρκούντως μεγαλείτερον τοῦ ὄγκου αὐτῶν. Τὰ σιδηρόφρακτα π. γ. πλοῖα ἐπιπλέουσι, διότι ἔχουσι σχῆμα τοιοῦτον, ὥστε ἐκτοπίζουσιν ὄγκον ὕδατος πολὺ μεγαλείτερον τοῦ ὀλικοῦ αὐτῶν ὄγκου.

70. ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΣ. — Ὁνομάζεται οὕτως ἀνθρωπάριον ἐκ μίλτου, κρεμάμενον ὑπὸ πλήρη ἀέρος ὑαλίνῃ σφαίρᾳ Β, φέρουσαν πρὸς τὸ κάτω μέρος αὐτῆς μικράν τινα ὀπὴν ο (Σχ. 70). Τὸ ὅλον ὑπάρχει ἐμβεβαπτισμένον ἐντὸς ἀγγείου πλήρους ὕδατος, κεκλεισμένου πρὸς τὰ ἄνω ὑπὸ



Σχ. 70

τεταμένης τινὸς μεμβράνης ΑΑ. Ὅταν ὁ κολυμβητὴς ἀφίνηται ἐλεύθερος, ἀνέρχεται πρὸς τὰ ἄνω, διότι τὸ βάρος αὐτοῦ εἶναι μικρότερον τοῦ βάρους τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος. Ἀλλ' ἐὰν πιέσωμεν τὴν τεταμένην μεμβράνην ΑΑ, παρατηροῦμεν ὅτι κατέρχεται ἀμέσως, καὶ ἐὰν παύσωμεν ἐν τῷ μεταξύ ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὴν πίεσιν, ὁ κολυμβητὴς δύναται νὰ ἰσορροπήσῃ εἰς ὁποιονδήποτε βάθος καὶ ἂν εὐρίσκηται. Ὁ λόγος τούτου εἶναι ὁ ἐξῆς. Ὅταν πιέζωμεν τὴν μεμβράνην, τὸ ὑπ' αὐτὴν ὕδωρ πιεζόμενον εἰσέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς ο ἐντὸς τῆς ὑαλίνης σφαίρας Β, καὶ τοσοῦτω περισσότερον, ὅσω μετὰ περισσοτέρας δυνάμεως πιέζομεν ἢ διαφορὰ λοιπὸν τοῦ βάρους τοῦ ὅλου (ὑπερ αὐξάνει διὰ τοῦ εἰσερχομένου ὕδατος), καὶ τῆς ἀντήσεως (ἥτοι τοῦ βάρους τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος, ὑπερ μένει πάντοτε τὸ αὐτό), καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μεγαλειτέρα, ἐπομένως ἢ πρὸς τὰ κάτω ἐνεργοῦσα δύναμις αὐξάνει, καὶ ὁ κολυμβητὴς καταπίπτει ἄμ' ὥς ἡ διαφορὰ αὕτη κατασταθῇ μεγαλειτέρα τοῦ μηδενός. Ἐὰν, ἐνῶ ὁ κολυμβητὴς εὐρίσκηται εἰς βάθος τι, καταστήσωμεν τὴν περὶ ἧς ὁ λόγος διαφορὰν ἴσην μὲ τὸ μηδὲν ἐλαττοῦντες καταλλήλως τὴν ἐπὶ τῆς μεμβράνης πίεσιν, ὁ κολυμβητὴς βεβαίως θέλει ἰσορροπήσῃ εἰς τὸ εὐρίσκηται βάθος.

Ἐπὶ τῶν ἰχθύων συμβαίνει ὅ,τι καὶ ἐπὶ τοῦ κολυμβητοῦ. Οὗτοι δύνανται νὰ ἀνέρχωνται εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς θαλάσσης καὶ νὰ κατέρχωνται εἰς τὰ βάθη αὐτῆς μετὰ τῆς γνωστῆς εὐκολίας ἕνεκα τῆς κολυμβητικῆς καλουμένης αὐτῶν κύστεως. Ἡ κύστις αὕτη εἶναι διὰ τοῦς ἰχθύς ὅ,τι ἡ κενὴ καὶ πλήρης ἀέρος ὑαλινὴ σφαῖρα Β διὰ τὸν κολυμβητὴν διαστέλλοντες καὶ συστέλλοντες αὐτὴν κατὰ βούλησιν, καθιστῶσι τὸ ὀλικὸν αὐτῶν βάρος μικρότερον, ἴσον ἢ μεγαλείτερον τοῦ ὑπ' αὐτῶν ἐκτοπιζομένου ὕγρου, κατὰ συνέπειαν ἀνέρχονται, μένουσιν ἀκίνητοι ἢ κατέρχονται ἐν τῷ ὕδατι. Εἶδη τινὰ ἰχθύων, στερούμενα κολυμ-

θητικῆς κύστεως ἢ ἔχοντα αὐτὴν λίαν μικράν, ἀναγκάζονται νὰ ζινῶνται πάντοτε ἔρποντα σχεδὸν εἰς τὸν πυθμένα τῆς θαλάσσης.

71. ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΕΠΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΥΓΡΩΝ. — Ὅταν πολλὰ ὑγρά διαφόρων πυκνοτήτων καὶ ἄνευ τινὸς χημικῆς πρὸς ἄλληλα συγγενείας περιέχωνται ἐν τῷ αὐτῷ ἀγγείῳ, ἵνα εὐρίσκωνται ἐν ἰσορροπίᾳ, πρέπει κατὰ τὴν ἀνωτέρω τοῦ Ἀρχιμήδους ἀρχὴν αἱ ἐξῆς δύο συνθῆκαι νὰ ἐκπληρῶνται.

1^{ον} Τὰ ὑγρά νὰ ἐπικληται τὸ *ἐν* ἐπὶ τοῦ ἄλλου κατὰ τὴν τάξιν τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν, τοῦ πυκνότερου καταλαμβάνοντος τὴν κατωτέραν θέσιν.

2^{ον} Αἱ τὰ διάφορα ὑγρά διαχωρίζουσαι ἐπιφάνειαι νὰ ᾖναι ὀριζόντιοι.

Τῷ ὄντι, ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐν τινι κεκλεισμένῳ ἀγγείῳ (Σχ. 71) ἔχομεν διάφορα ὑγρά, διαφόρων πυκνοτήτων καὶ ἄνευ τινὸς χημικῆς πρὸς ἄλληλα συγγενείας, π. χ., ὑδραργυρον, πεπυκνωμένην διάλυσιν ἀνθρακικῆς ποτάσης, οἶνόνπνευμα καὶ πετρέλαιον. Ἐάν σαλεύσωμεν ἰσχυρῶς τὸ ἀγγεῖον καὶ ἀφῆσωμεν ἔπειτα αὐτὸ ἡρεμον, παρατηροῦμεν ὅτι τὰ ὑγρά διατίθενται κατὰ τὴν τάξιν τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν καὶ διαχωρίζοντα δι' ὀριζοντίων ἐπιφανειῶν. Διότι, ὅταν σαλεύσωμεν ἰσχυρῶς τὸ ἀγγεῖον, τὸ προκύπτον μίγμα ἀποτελεῖται ἐκ λεπτοτάτων σταγόνων τῶν ἐν αὐτῷ περιεχομένων ὑγρῶν. Αἱ σταγόνες τοῦ πυκνότερου, τοῦ ὑδραργύρου π. χ., ἐπειδὴ ἐκτοπίζουσιν ἴσον ὄγκον ὑγροῦ μικροτέρας πυκνότητος, εἶναι βαρύτεραι τοῦ ἐν ᾧ περιέχονται μίγματος, ἐπομένως φέρονται πρὸς τὰ κάτω καὶ δὲν δύνανται νὰ ἰσορροπήσωσι παρ' ὅταν λάβωσι τὴν κατωτέραν θέσιν. Τοῦ ὑδραργύρου λαβόντος οὕτω τὴν κατωτέραν θέσιν, τὸ ἐν τῷ μένοντι μίγματι πυκνότερον ὑγρὸν διὰ τὸν αὐτὸν λόγον θέλει λάβει τὴν ἀμέσως ἀνωτέραν, καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τοῦ μικροτέρας πυκνότητα ἔχοντος. Λοιπὸν 1^{ον} τὰ ὑγρά ἐπικεῖνται κατὰ τὴν τάξιν τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν, τοῦ πυκνότερου καταλαμβάνοντος τὴν κατωτέραν θέσιν.



Σχ. 71

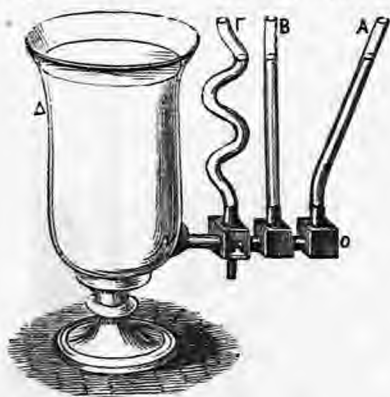
Ἄς ὑποθέσωμεν 2^{ον} ὅτι ἡ διαχωρίζουσα δύο ὑγρά ἐπιφάνεια δὲν εἶναι ὀριζόντιος, καὶ ἔστω *αβ* αὕτη. Τότε εἰς τὰ σημεῖα *β* καὶ *γ* τοῦ ὑδραργύρου, τὰ κείμενα ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, ἡ πίεσις δὲν θέλει εἶναι ἡ αὐτή, διότι εἰς τὸ σημεῖον *β* ἡ πίεσις τῆς στήλης *βδ* τοῦ, δευτέρου ὑγροῦ εἶναι μικροτέρα τῆς πίεσεως τῆς ἰσοῦσός τῆς στήλης *γα* τῆς καθ' ὑπόθεσιν ἐξ ὑδραργύρου συγκειμένης, τοῦθ' ὅπερ ἐναντίον τῶν

ἐν τῇ § 56 ἀποδειχθέντων. Λοιπὸν 2^{ον} αἱ διαχωρίζουσαι τὰ διάφορα ὑγρά ἐπιφάνειαι εἶναι ὀριζόντιοι.

Ἐνίοτε, ὅταν αἱ πυκνότητες δύο ὑγρῶν διαφέρωσιν ὀλίγον ἀπ' ἀλλήλων, δυνάμεθα νὰ ἀντιστρέψωμεν τὴν τάξιν καὶ νὰ θέσωμεν τὸ πυκνότερον ὑπεράνω τοῦ μικροτέρου πυκνότητα ἔχοντος, ἀλλὰ τότε ἡ ἰσορροπία εἶναι ἀσταθής καὶ ἀρκεῖ ἡ παραμικρὰ δόνησις νὰ ἐπαναφέρῃ ταῦτα εἰς τὴν φυσικὴν αὐτῶν θέσιν.

Ὅταν αἱ ἐκβολαὶ ποταμοῦ τινος ᾖναι σχεδὸν ὀριζόντιοι, ὅταν δηλ. τὸ ὕδωρ τοῦ ποταμοῦ δὲν χύνεται βιαίως εἰς τὴν θάλασσαν, ἢ θάλασσα, ὡς πυκνότερα τοῦ γλυκέως ὕδατος, εἰσέρχεται εἰς τὰ ἐνδότερα τοῦ ποταμοῦ οὕτως, ὥστε τὸ γλυκὺ αὐτοῦ ὕδωρ χύνεται ῥέον ἐπὶ τῆς ὑποκειμένης ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύεται εὐκόλως ἐὰν ληφθῇ κατὰ τὰς ἐκβολὰς τοιοῦτου τινὸς ποταμοῦ καὶ εἰς διάφορα αὐτοῦ βάθῃ ὕδωρ. Παρατηρεῖται ὅτι μέχρι βάθους τινὸς τὸ ἀντλοῦμενον ὕδωρ εἶναι γλυκὺ καὶ ἔπειτα θαλάσσιον.

72. **ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ, ΤΩΝ ΕΙΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΟΥΝΤΑ ΑΓΓΕΙΑ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.** — Ἐστῶσαν ὁσαδὴποτε ἀγγεῖα A, B, Γ, συγκοινωνοῦντα μεθ' ἑτέρου Δ (Σχ. 72) διὰ τοῦ σωλήνος *ρο*, καὶ ἂς ὑποθέσωμεν ἐν πρώτοις ὅτι τὰ εἰς ταῦτα περιεχόμενα ὑγρά εἶναι τὸ αὐτό. Ἵνα τότε ὑπάρχῃ ἰσορροπία, πρέπει, ἐκτὸς τῶν δι' ἑκαστον ἀγγεῖον ἀπαιτουμένων δύο συνθηκῶν (56), νὰ συνυπάρχῃ καὶ ἡ ἑξῆς:



Σχ. 72

Αἱ ἐλεύθεροι ἐπιφάνειαι τοῦ ἐν τοῖς διαφόροις ἀγγείοις A, B, Γ, Δ περιεχομένου ὑγροῦ νὰ εὐρίσκωνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου.

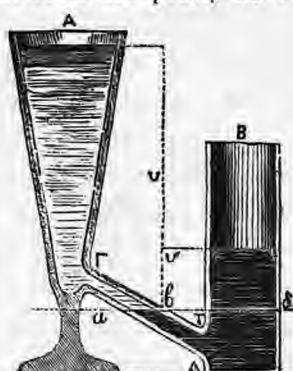
Διότι, ἂς θεωρήσωμεν κάθετόν τι ὑγρὸν στρώμα τοῦ σωλήνος *ρο*, περιεχόμενον μεταξὺ τῶν ἀγγείων Δ καὶ Γ, καὶ ἂς φαντασθῶμεν τὰ ἀγγεῖα B καὶ A μὴ ὑπάρχοντα, ἢ ὅτι διὰ τῆς στρόφιγγος τοῦ ἀγγείου Γ διεκόπη πᾶσα συγκοινωνία τοῦ ἐν αὐτοῖς ὑγροῦ.

Ἐπειδὴ ὑπάρχει ἰσορροπία, αἱ ἐκατέρωθεν πιέσεις εἶναι ἴσαι. Ἀλλ' αἱ ἐκατέρωθεν πιέσεις εἶναι ἰσοδύναμοι μὲ στήλας ὑγροῦ, ἐχούσας βάσεις τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ θεωρουμένου ὑγροῦ στρώματος καὶ ὕψος τὰς ἀποστάσεις τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτοῦ (60) ἀπὸ τῶν ἐλευθέρων ὀριζοντίων ἐπιφανειῶν τῶν ἐν τοῖς ἀγγείοις Δ καὶ Γ ὑγρῶν. Ἐπειδὴ δὲ αἱ βάσεις εἶναι αἱ αὐταὶ καθὼς καὶ τὸ κέντρον τῆς

βαρύτητος αὐτῆς, πρέπει αἱ ἀποστάσεις αὐτοῦ ἀπὸ τῶν ὀριζοντίων ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ἐν τοῖς ἀγγείοις Δ καὶ Γ ὑγροῦ νὰ ᾔηται ἴσαι, ἐπομένως πρέπει αὐταὶ νὰ εὐρίσκωνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Λοιπὸν ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ἀγγείου Δ πρέπει νὰ εὐρίσκηται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου μετὰ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ἀγγείου Γ. Ἄλλ' ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ἀγγείου Γ πρέπει δι' ὁμοίον τινα λόγον νὰ εὐρίσκηται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου μετὰ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ἀγγείου Β, καὶ οὕτω καθέξῃς. Λοιπὸν αἱ ἐλευθεραὶ ἐπιφάνειαι, ὡσαυδήποτε καὶ ἂν ᾔηται τὰ συγκοινωνοῦντα ἀγγεῖα, πρέπει νὰ εὐρίσκωνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, ὅταν τὸ ἐν αὐτοῖς περιεχόμενον ὑγρὸν ᾔηται τὸ αὐτό.

Ἐπὶ τῆς ἀνωτέρω συνθήκης στηρίζεται καὶ ἡ κατασκευὴ τῶν ἀναβρυτηρίων. Ἐπειδὴ, ἵνα ὑπάρχῃ ἰσορροπία, πρέπει τὸ ὑγρὸν ἐν τῷ σωλῇ Γ νὰ φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, εἰς ὃ εὐρίσκεται ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Δ, ἔπεται ὅτι, ὅταν ἀφαιρεθῇ ὁ σωλὴν Γ, ἐν ᾧ τὸ ὑγρὸν πρέπει νὰ ὑψωθῇ, ἢ ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω προκύπτουσα ὑπεροχὴ τῆς πίεσεως ἀναβιβάζει τὸ ὑγρὸν ἐν τῷ ἀέρι εἰς ἴσον ὕψος. Πράγματι τὸ ὕψος, εἰς ὃ φθάνει τὸ ἀναβρῶν ὑγρὸν, εἶναι ὀλίγον κατώτερον ἐκείνου, εἰς ὃ ᾔηθεν ὑψωθῇ ἂν ἠδύρκετο ἐντὸς συγκοινωνοῦντος σωλῆνος. Αἰτίαι τούτου εἶναι ἡ κατὰ τὴν ἐξοδὸν τοῦ ὑγροῦ παραγομένη τριβὴ καὶ τὸ μετὰ τὴν ἀνάβασιν καταπίπτον ὑγρὸν ἐπὶ τοῦ κατόπιν ἀνερχομένου, ὅπερ ἐλαττώνει τὴν πρὸς τὰ ἄνω ἀνάβασιν αὐτοῦ. Τούτου ἕνεκα δίδουσι μικράν τινα κλίσιν πρὸς τὰ πλάγια εἰς τὴν ὁπλήν, ἐξ ἧς ἀναπηδᾷ τὸ ὑγρὸν, καὶ οὕτω τὸ καταπίπτον μετὰ τὴν ἀνάβασιν ὑγρὸν δὲν πίπτει ἐπὶ τοῦ κατόπιν ἀνερχομένου, ἀλλὰ πρὸς τὰ πλάγια. Ἄν δὲ καὶ οὕτω δὲν φθάσῃ εἰς τὸ αὐτὸ πάλιν ἀκριβῶς ὕψος, αἰτία τούτου εἶναι ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος, ὃν πρέπει νὰ διασχίσῃ τὸ ἀνερχόμενον ὑγρὸν, καὶ τὴν ὁποίαν δὲν δυνάμεθα νὰ ἀφαιρέσωμεν.

Ἄς ὑποθέσωμεν δεύτερον ὅτι τὰ ὑγρά εἶναι ἑτερογενῆ, δύο τὸν ἀριθμὸν, ἄνευ τινὸς χημικῆς ἐπ' ἀλλήλων ἐνεργείας, π. χ. ὑδράργυρος καὶ ὕδωρ, καὶ ὅτι συγκοινωνοῦσιν ἐν τοῖς ἀγγείοις Α καὶ Β διὰ τινος σωλῆνος ΓΔ (Σχ. 73). Ἐστω αβ ἡ διαχωρίζουσα τὰ δύο ταῦτα ὑγρά ἐπιφάνεια. Κατὰ τὰ ἀποδειχθέντα ἐν τῇ § 70, αὕτη θέλει εἶναι ὀριζόντιος. Ἄς καλέσωμεν υ καὶ υ' τὰ ἀπὸ τῆς ὀριζοντίου ἐπιφανείας αβ ὕψη τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὕδατος καὶ ὑδραργύρου, καὶ π καὶ π' τὰς πυκνότητας αὐτῶν. Ἐπειδὴ



Σχ. 73

ὁ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Β μέχρι τοῦ αβ ὑπάρχων ὑδράργυρος εὑρίσκεται ἐν ἰσορροπία, τὸ στρώμα γδ, τὸ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ μὲ τὸ αβ ὀριζοντίου ἐπιπέδου κείμενον, πιέζεται ἐκατέρωθεν ὅσον καὶ τὸ στρώμα αβ. Ἄλλ' ἡ μὲν ἐπὶ ἐπιφανείας τοῦ στρώματος γδ, ἴσης τῇ ἐπιφανείᾳ τοῦ αβ, ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω ὑπὸ τοῦ ὑδραργύρου παραγομένη πίεσις παρίσταται ὑπὸ τοῦ γινομένου $\alpha\beta \times \nu' \times \pi' \times \varepsilon$ (57 καὶ 55), ἡ δὲ ἐπὶ τῇ ἐπιφανείᾳ αβ ὑπὸ τοῦ ὕδατος παραγομένη πίεσις παρίσταται ὑπὸ τοῦ γινομένου $\alpha\beta \times \nu \times \pi \times \varepsilon$. Θέλομεν λοιπὸν ἔχει κατὰ τὰ προλεχθέντα τὴν ἰσότητα

$$\alpha\beta \times \nu' \times \pi' \times \varepsilon = \alpha\beta \times \nu \times \pi \times \varepsilon, \text{ ἢ τὴν } \nu' \times \pi' = \nu \times \pi,$$

ἐξ ἧς πορίζομεθα τὴν ἀναλογίαν

$$\nu : \nu' = \pi' : \pi,$$

τουτέστιν ὅτι τὰ ὕψη ν καὶ ν' τῶν ὕψων εἶναι εἰς ἀντίστροφον λόγον τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν π καὶ π' .

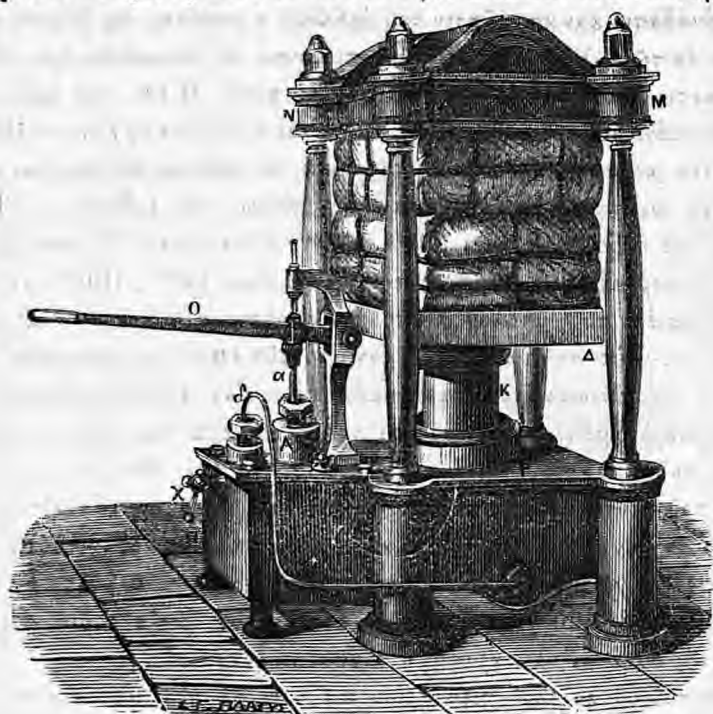
Ἄν ἀντὶ δύο διαφόρων καὶ ἄνευ τινὸς χημικῆς ἐπ' ἀλλήλων ἐνεργείας ὕψων ὑπῆρχον ἐν τοῖς ἀγγείοις Α καὶ Β πλείοτερα τοιαῦτα, εὐκόλως ἐκ τῶν ἀνωτέρω λεχθέντων θέλομεν εὑρεῖ ὅτι, ὅταν ταῦτα ἰσορροπῶσι, πρέπει πρῶτον ἡ τάξις αὐτῶν ἐν ἐκατέρῳ τῶν ἀγγείων Α καὶ Β νὰ ᾖ ὡς εἰ ὑπῆρχον μόνον ἐν αὐτῷ ἄνευ τινὸς πρὸς ἀλλήλα συγκοινωνίας, καὶ δεύτερον ὅτι αἱ πίεσεις, αἱ στρώμα τι τοῦ δι' οὗ συγκοινωνοῦσι σωλήνος ὑφίσταται, νὰ ᾖ ἐκατέρωθεν ἴσαι.

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΙΝΕΣ ΤΩΝ ΑΡΧΩΝ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

73. **ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΝ ΠΙΕΣΤΗΡΙΟΝ**. — Εἵπομεν προηγουμένως (55) ὅτι ἐπὶ τῆς ἀρχῆς τοῦ Πασκάλ στηρίζεται ἡ κατασκευὴ τοῦ ὑδραυλικοῦ καλουμένου πιεστηρίου. Ἐνταῦθα δὲ προτιθέμεθα νὰ περιγράψωμεν τὰ καθέκαστα τῆς μηχανῆς ταύτης καὶ τὸν τρόπον τῆς ἐνεργείας αὐτῆς.

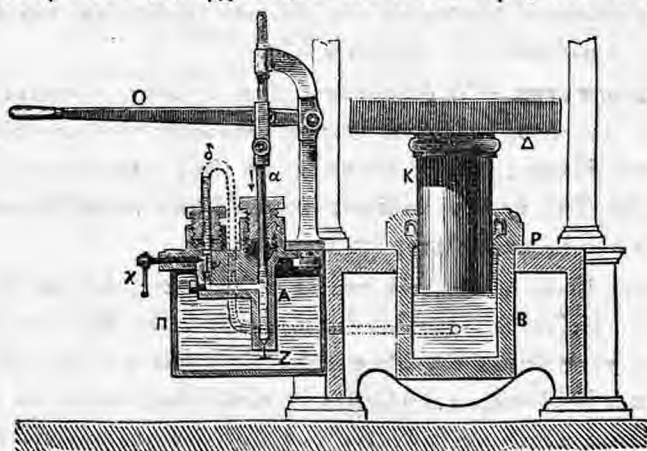
Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον, ὅπερ παρίσταται ἐν συνόλῳ ὑπὸ τοῦ σχήματος 74, κατασκευάζεται ἐκ χυτοῦ σιδήρου. Τὸ σχῆμα 75 παριστᾷ κάθετον αὐτοῦ ἐντομήν. Ὁ κύλινδρος Β, οὗτινος αἱ παρειαὶ εἶναι λίαν στερεαί, περιέχει ἔμβολόν τι Κ πλήρες, κινούμενον μετ' εὐκολίας ἐν αὐτῷ καὶ καλῶς ἐπὶ τοῦ ἄνω ἄκρου τοῦ κυλίνδρου Β ἐφρημοσμένον. Τὸ ἔμβολον Κ φέρει ἐπὶ τῆς κεφαλῆς αὐτοῦ πλάκα τινὰ Δ, ἣτις ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται μετ' αὐτοῦ μεταξὺ τεσσάρων λίαν στερεῶν στηλῶν (Σχ. 74), ἐφ' ὧν κεῖται ἑτέρα πλάξ ΜΝ, παράλληλος τῇ Δ καὶ στερεῶς ἐπὶ τῶν κορυφῶν αὐτῶν προσηρμοσμένη. Μεταξὺ τῶν πλακῶν Δ καὶ ΜΝ τίθενται τὰ πρὸς πίεσιν σώματα, ἡ δὲ πίεσις αὐτῶν παράγεται ὡς ἐξῆς.

Πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ κυλίνδρου Β ὑπάρχει μικρὸς τις κύλινδρος Α, περιέχων τὸ πλήρες ἔμβολον α. Ὁ κύλινδρος Α κείται ἐντὸς δεξαμενῆς



Σχ. 74

Π, πλήρους ὕδατος, καὶ συγκοινωνεῖ μετ' αὐτῆς διὰ τῆς δικλίδος Ζ. Ὅταν τὸ ἔμβολον α ἀνέρχεται, ἡ δικλὶς Ζ ἀνοίγει, καὶ τὸ ὕδωρ τῆς



Σχ. 75

δεξαμενῆς Π εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου Α. Κατερχομένου τοῦ ἔμβολου α, ἡ μὲν δικλὶς Ζ κλείει, τὸ δὲ ἐν τῷ κυλίνδρῳ Α περιεχόμενον

ὕδωρ, πιεζόμενον ὑπὸ τοῦ ἐμβόλου α, ἀνοίγει ἐτέραν τινὰ δικλίδα γ, καὶ διὰ τοῦ σωλήνος δ εἰσέρχεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ Β. Εἰς ἐκάστην λοιπὸν ἀνάδασιν καὶ κατάδασιν τοῦ ἐμβόλου α ποσότης τις ὕδατος εἰσέρχεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ Β, αὕτη δέ, πιέζουσα ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω τὴν κάτω βᾶσιν τοῦ ἐμβόλου Κ, ἀνυψοῖ αὐτό. Ἡ ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου Κ ἐπιφερομένη διὰ τοῦ ἐμβόλου α πίσεις εἶναι κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Πασκάλ τοσοῦτῳ μεγαλειτέρα, ὥσθ ἡ ἐπιφάνεια τῆς βάσεως αὐτοῦ εἶναι μεγαλειτέρα ὥς πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν τῆς βάσεως τοῦ ἐμβόλου α. Ἐὰν ἡ βᾶσις τοῦ ἐμβόλου Κ ᾖναι $50^{κις}$, $100^{κις}$ μεγαλειτέρα τῆς τοῦ ἐμβόλου α, ἡ ἐπιφερομένη ἐπ' αὐτῆς πίσεις θέλει εἶναι $50^{κις}$, $100^{κις}$ μεγαλειτέρα τῆς ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου α ὑπὸ τοῦ ἐργάτου πίσεις ᾗναι 150 χιλιογράμμων, ἡ ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου Κ, ἐὰν ὑποτεθῇ $100^{κις}$ μεγαλειτέρα ἡ ἐπιφάνεια τῆς βάσεως αὐτοῦ, παραγομένη θέλει εἶναι 15000 χιλιογράμμων.

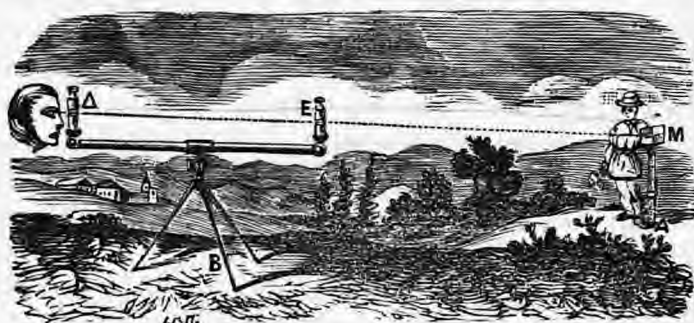
Τὸ μικρὸν ἐμβολὸν α ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται διὰ τινος μοχλοῦ Ο, δι' οὗ πολλαπλασιάζεται ἡ δύναμις τοῦ ἐργάτου. Ἐάν, π. χ., ὁ βραχίων τοῦ δευτερογενεοῦς τούτου μοχλοῦ ᾖναι δεκάκις μεγαλειέτερος τοῦ μοχλοβραχίονος τοῦ ἐμβόλου α, καὶ ἡ ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσα τοῦ ἐργάτου δύναμις 80 χιλιογράμμων, ἡ ἐπιφερομένη ἐπὶ τοῦ ἐμβόλου Κ πίσεις θέλει εἶναι 80000 χιλιογράμμων. Εἰς λοιπὸν ἐργάτης διὰ τοιαύτης μηχανῆς δύναται νὰ παραγάγῃ τοσαύτην δύναμιν!

Διὰ τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου πιέζουσι τὰ πρὸς μεταφορὰν ἐμπορεύματα, τσόχας, νήματα, διάφορα ὑφάσματα κτλ., ἵνα κατέχωσιν ἐν τῷ πλοίῳ ὀλιγώτερον ὄγκον. Τὸ ὑδραυλικὸν πιεστήριον χρησιμεύει καὶ πρὸς δοκιμὴν τῆς στερεότητος τῶν πυροβόλων, τῶν ἀτμολεβήτων κτλ. Διὰ τοῦ ὑδραυλικοῦ πιεστηρίου δοκιμάζουσι προσέτι καὶ τὴν δύναμιν τῶν σιδηρῶν ἀλύσεων τῶν πλοίων κτλ.

74. **ΥΔΡΟΣΤΑΤΗΣ.** — Ὁ ὑδροστάτης εἶναι ὄργανον, χρησιμεῦον πρὸς εὔρεσιν τῆς ἀπὸ τινος ὀριζοντίου ἐπιπέδου διαφορᾶς τῶν ὑψῶν δύο τινῶν σημείων τοῦ ἐδάφους. Οὗτος σύγκειται ἐκ τινος μακροῦ ἐρειχαλκίνου σωλήνος (Σχ. 76), ἔχοντος καθέτως ἐπὶ τῶν ἄκρων αὐτοῦ δύο ὑαλίνους σωλήνας Δ καὶ Ε, καὶ φέρεται ἐπὶ τρίποδος.

Ἐστῶσαν Β καὶ Α δύο τινὰ σημεῖα τοῦ ἐδάφους, ὧν μᾶς ζητεῖται ἡ ἀπὸ τινος ὀριζοντίου ἐπιπέδου διαφορὰ τῶν ὑψῶν. Εἰς τὸ σημεῖον Β στηρίζομεν τὸν τρίποδον τοῦ ὑδροστάτου οὕτως, ὥστε ἡ θέσις αὐτοῦ νὰ ᾖναι περίπου ὀριζάντιος, καὶ χύνομεν ἐν αὐτῷ ὕδωρ, μέχρις οὗ ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια αὐτοῦ εἰς ἐκάτερον τῶν καθέτων ὑαλίνων σωλήνων Δ καὶ Ε φθάσῃ εἰς ὁρατὸν τι ὕψος. Κατὰ τὰ ἐν τῇ § 72 λεχθέντα, αἱ ἐπιφάνειαι τοῦ ὕδατος ἐν τοῖς συγχοινωνοῦσι σωλήσι Δ καὶ Ε κεῖνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου· ἐπομένως, ἐὰν εὕρωμεν τὸ ἀπὸ τοῦ

ἐπιπέδου τούτου ὕψος ἑκατέρου τῶν σημείων B καὶ A, θέλομεν ἀμέσως πορισθῇ τὸ ὕψος τοῦ σημείου A ἀπὸ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου τοῦ B, ἀφαιρούντες ἀπὸ τοῦ ὕψους τοῦ σημείου A τὸ ὕψος τοῦ B. Τοῦ μὲν σημείου B τὸ ὕψος ἀπὸ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΔΕ μετρεῖται εὐκόλως, τοῦ δὲ σημείου A ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου εὐρίσκεται ὡς ἐξῆς·



ΣΧ. 76

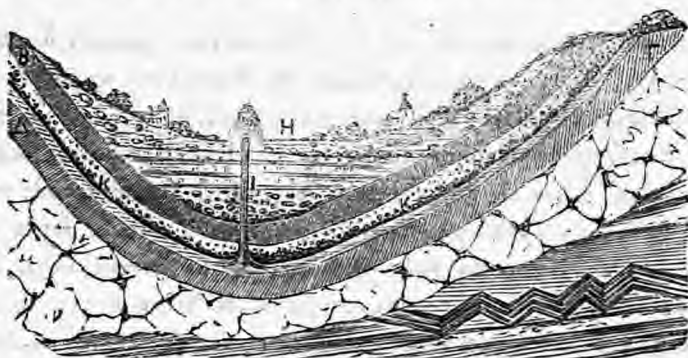
Εἰς τὸ σημεῖον A ἐργάτης τις στηρίζει καθέτως μακρὸν διηρημένον κανόνα, ὅστις φέρει τετράγωνον πλάκα M, δυναμένην νὰ λάβῃ πᾶσαν ἐπὶ τοῦ κανόνος θέσιν. Ἡ τετράγωνος αὕτη πλάξ, καλουμένη σκόπευμα, στηρίζεται εἰς τι ὁποιονδήποτε σημεῖον τοῦ μακροῦ κανόνος διὰ τινος πιέστρου, ὕπερ φέρει εἰς τὸ ὀπισθεν αὐτῆς μέρος. Παρατηρητὴς τις θέτει τὸν ὀφθαλμὸν αὐτοῦ πλησίον τοῦ σωλήνος Δ οὕτως, ὥστε ἡ διὰ τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὕγρου διερχομένη ὀπτική ἀκτὶς ΔΕ νὰ διευθύνηται πρὸς τὸ μέσον τοῦ σκοπεύματος M. Ὁ παρατηρητής, φέρων πρὸς τὰ ἄνω ἢ κάτω τὴν χεῖρα, εἰδοποιεῖ τὸν ἐργάτην ἂν πρέπει νὰ ἀναβιβάσῃ ἢ καταβιβάσῃ τὸ σκόπευμα M, ὥπως ἡ ὀπτική ἀκτὶς ΔΕ διέρχεται διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ. Τούτου γενομένου, τὸ μῆκος AM τοῦ κανόνος θέλει παριστᾷ τὸ ὕψος τοῦ σημείου A ἀπὸ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΔΕ. Εὐρίσκοντες οὕτω τὸ ὕψος AM καὶ γνωρίζοντες τὸ ὕψος τοῦ σημείου B ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΔΕ, εὐρίσκομεν ἀμέσως τὴν διαφορὰν αὐτῶν, ἥτις θέλει παριστᾷ τὸ ἀπὸ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ B, ὕψος τοῦ σημείου A.

Ὅταν τὸ ἀπὸ τοῦ ἐπιπέδου ΔΕ ὕψος τοῦ σημείου A ᾖ πολὺ μεγαλύτερον τοῦ ὕψους AM τοῦ κανόνος, λαμβάνομεν μεταξὺ τοῦ B καὶ A διάφορα ἄλλα σημεία Γ, Z κτλ., καὶ εὐρίσκομεν τὴν διαφορὰν τοῦ ὕψους τοῦ B ἀπὸ τοῦ ὕψους τοῦ Γ, τὴν τοῦ Γ ἀπὸ τοῦ ὕψους τοῦ Z κτλ., καὶ τελευταῖον τὴν διαφορὰν τοῦ ὕψους τοῦ προτελευταίου ἀπὸ τοῦ τελευταίου A. Εἶναι προφανὲς ὅτι τὸ ἄθροισμα τῶν εὐρεθεισῶν διαφορῶν θέλει παριστᾷ τὴν ζητουμένην διαφορὰν τῶν ὑψῶν τῶν σημείων B καὶ A.

Τοῦ ὑδροστάτου πρῶτος κατὰ τὸν Πλίνιον ἔκαμε χρῆσιν Θεόδωρος ὁ ἐκ Σάμου, εἰς τῶν ἀρχιτεκτόνων τοῦ ναοῦ τῆς Ἐφέσου.

75. **ΑΡΤΕΣΙΑΝΑ ΦΡΕΑΤΑ.** — Διὰ τῶν ἰδιοτήτων τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων ἐξηγεῖται καὶ τὸ φαινόμενον τῶν Ἀρτεσιανῶν φρεάτων. Ὀνομάζονται οὕτω τὰ φρέατα ἐκεῖνα, ὧν τὸ ὕδωρ ἀναπηδᾷ ὑπεράνω τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐξ οὗ ἐξέρχεται ἐδάφους. Ὀνομάσθησαν δὲ Ἀρτεσιανὰ ἐκ τοῦ ὀνόματος Ἀρτοᾶ (Artois) τῆς ἐπαρχίας τῆς Γαλλίας, ἐν ᾗ κατὰ πρῶτον κατασκευάσθησαν. Πρὸς κατασκευὴν αὐτῶν τρυπήσι διὰ μηχανῶν καθέτως τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐδάφους μέχρις οὗ εὐρωσιν, ἐὰν ὑπάρχῃ, στρώμα τι ὑπόγειον ὕδατος. Τὸ ἐν τῷ ὑπογείῳ τούτῳ στρώματι ὕδωρ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἐξέρχεται ἐκ τῆς κατασκευασθείσης ὀπῆς εἰς ἱκανῶν μέτρων ὕψος μετὰ μεγίστης δυνάμεως, καὶ ἰδοὺ ὁ λόγος.

Ὁ φλοιὸς τῆς Γῆς (Σχ. 77) ἀποτελεῖται ἐκ διαφόρων ἀκανόνιστων στρωμάτων, ὧν τὰ μὲν εἶναι διαχωρητὰ ὑπὸ τοῦ ὕδατος, καθὼς ἡ ἄμμος, τὰ δὲ ἀδιαχώρητα, καθὼς ἡ ἄργιλλος, ἡ τίτανος. Ἄς ὑποθέσωμεν



Σχ. 77

λοιπὸν ὅτι μεταξὺ δύο ἀδιαχωρήτων στρωμάτων ΒΑ καὶ ΔΓ κεῖται ἕτερον στρώμα ΚΚ διαχωρητὸν, συγκοινωνοῦν πρὸς τὰ μέρη ΑΓ καὶ ΔΒ μετὰ τοῦ ἐδάφους. Τὰ ὕδατα τῆς βροχῆς διέρχονται διὰ τῶν μερῶν ΑΓ καὶ ΔΒ καὶ πληροῦσι μετὰ τινα χρόνον τὸ στρώμα ΚΚ, ὑπὲρ ὑποθετέον ἔχει τὸ ὑπὸ τοῦ σχήματος παριστῶμενον ἀκανόνιστον σχῆμα. Ἐὰν τώρα εἰς τι σημεῖον Η τοῦ ἐδάφους κατασκευάσωμεν διὰ μηχανῶν ὀπὴν μέχρι τοῦ στρώματος ΚΚ, τὸ ἐν αὐτῷ ὑπάρχον ὕδωρ θέλει τείνει, κατὰ τὴν θεωρίαν τῶν συγκοινωνούντων ἀγγείων, ν' ἀναβῇ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, εἰς ὃ εὐρίσκεται καὶ ἐν τῷ στρώματι ΚΚ. Θέλει λοιπὸν ἀναπηδήσῃ ἐκ τῆς ὀπῆς, μέχρις οὗ φθάσῃ εἰς ἴσον περίπου ὕψος (72).

Πλησίον τῶν Παρισίων, εἰς Γρενέλ, ὑπάρχει τοιοῦτον ἀρτεσιανὸν φρέαρ, τοῦ ὁποίου τὸ μὲν βάθος εἶναι 548 μέτρων, τὸ δὲ δι' αὐτοῦ ἐξε-

χόμενον ὕδωρ ὑψοῦται ἐντὸς στήλης, ἐπὶ τούτῳ κατασκευασθείσης, εἰς πολλῶν μέτρων ὕψος ὑπεράνω τοῦ ἐδάφους. Τὸ εἰς Πασσὺ κατασκευασθὲν φρέαρ ἔχει βάθος 587 μέτρων. Ἐνεκα τοῦ μεγίστου αὐτῶν βάθους τὰ ὕδατα τῶν Ἀρτεσιανῶν φρεάτων ἐξέρχονται θερμὰ καὶ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ἔτους ἔχουσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ἡ θερμοκρασία τῶν ὑδάτων τοῦ φρεάτος τοῦ Γρενέλ εἶναι πάντοτε 27 βαθμῶν, ἡ δὲ τῶν τοῦ Πασσὺ 28.

Ἀρτεσιανὰ φρέατα κατὰ πρῶτον κατασκευάσθησαν περὶ τὰ τέλη τοῦ XII αἰῶνος. Τὴν σήμερον ὑπάρχουσι τοιαῦτα εἰς πλείστα μέρη τῆς Εὐρώπης καὶ εἰς τὰς ἐρήμους τῆς Ἀφρικῆς. Ἐπειδὴ δὲ τὸ στρώμα ΚΚ δυνατὸν νὰ ἔχῃ πολλῶν χιλιάδων μέτρων ἔκτασιν, ἔπεται ὅτι καὶ ἐπὶ ἐκτεταμένων πεδιάδων εἶναι δυνατὴ ἡ κατασκευὴ τοιούτων φρεάτων.

Ὅταν τὸ σημεῖον Η κῆται ὑπεράνω τῆς ἐν τῷ στρώματι ΚΚ ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ περιεχομένου ὕδατος, τότε θέλομεν ἔχει ἀντὶ ἀρτεσιανοῦ φρεάτος ἀπλοῦν φρέαρ, τοῦ ὁποίου τὸ ὕδωρ δυνατὸν νὰ μένῃ ἐπὶ πολὺ εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος, ὁσηδήποτε καὶ ἂν ἦναι ἡ ποσότης τοῦ ἐξ αὐτοῦ ἐξαγομένου. Τοῦτο συμβαίνει, ὅταν ἡ ἐν τῷ στρώματι ΚΚ ὑπάρχουσα ποσότης ᾖ αἰσχυρὴτερος μεγαλειτέρα τῆς ἐξαγομένης.

Τὰ ἀνωτέρω ἐκτεθέντα παραδείγματα εἶναι νομίζομεν ἐπαρκῆ, ἵνα καταδείξωσι τὴν χρησιμότητα τῶν προαποδειχθεισῶν ἀρχῶν τῆς ὑδροστατικῆς. Μία ἐκ τῶν σπουδαιοτέρων ἐφαρμογῶν αὐτῶν εἶναι καὶ ἡ πρὸς εὗρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν σωμάτων, περὶ ἧς πραγματευόμεθα ἀμέσως.

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΩΝ ΑΡΧΩΝ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣ ΕΥΡΕΣΙΝ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

76. ΕΙΔΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ. — Εἴπομεν (55) ὅτι εἰδικὸν βάρος σώματός τινος καλεῖται τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου αὐτοῦ, ἢ, ἔπερ ταῦτό, ὁ λόγος τοῦ ὅλου βάρους πρὸς τὸν ὄγκον αὐτοῦ. Ἀλλ' ἐὰν λάβωμεν ὡς μονάδα τῶν βαρῶν τὸ βάρος τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου σώματός τινος, π. χ. τοῦ ὕδατος, ὁ αὐτὸς ἀριθμὸς, ὅστις ἤθελε παριστᾷ τὸν ὄγκον τοῦ σώματος, θέλει παριστᾷ καὶ τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος. Ὁ λόγος λοιπὸν τοῦ βάρους σώματός τινος πρὸς τὸν ὄγκον αὐτοῦ, καὶ ὁ λόγος τοῦ βάρους τοῦ αὐτοῦ σώματος πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος θέλουσιν εἶναι ἴσοι. Πρὸς εὗρεσιν λοιπὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους σώματός τινος ἀρκεῖ νὰ εὕρωμεν τὸν ἀριθμὸν, τὸν παριστῶντα τὸ βάρος αὐτοῦ, καὶ τὸν ἀριθμὸν, τὸν παριστῶντα τὸ βάρος ἴσου ὄγκου ὕδατος, καὶ νὰ διαίρῳμεν τὸν πρῶτον διὰ τοῦ δευτέρου. Τὸ εὗρεθισόμενον πηλίκον θέλει παριστᾷ

τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος ὡς πρὸς τὸ τοῦ ὕδατος, λαμβανόμενον ὡς μονάδα.

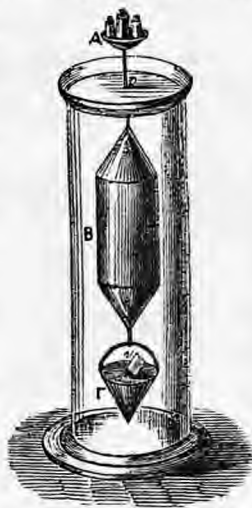
77. **ΕΙΔΙΚΑ ΒΑΡΗ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ.** — Πρὸς εὗρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν ὑπάρχουσι τρεῖς μέθοδοι· ἡ διὰ τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ, ἡ διὰ τοῦ ἀραιομέτρου τοῦ Νίκολσον, καὶ ἡ διὰ τῆς γιάλης.

1^ο. Μέθοδος διὰ τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ. — Εἰς τὴν μίαν πλάστιγγα τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ θέτομεν τὸ σῶμα, οὕτινος μᾶς ζητεῖται τὸ εἰδικὸν βάρος, καὶ ἐπὶ τῆς ἐτέρας θέτομεν ἔρμα τι, σφαιρίδια μολύβδου, π. χ., μέχρις οὗ ἡ ἰσορροπία ἀποκατασταθῇ. Ἀφαιροῦμεν ἔπειτα τὸ σῶμα καὶ θέτομεν εἰς τὴν αὐτὴν πλάστιγγα ὠρισμένα βάρη, μέχρις οὗ ἡ ἰσορροπία ἀποκατασταθῇ ἐκ δευτέρου. Ὁ ἀριθμὸς τῶν ὠρισμένων τούτων βαρῶν θέλει παριστᾷ τὸ βάρος B τοῦ σώματος εὐρεθὲν διὰ διπλῆς σταθμῆσεως. Τούτου γενομένου, ἀφαιροῦμεν τὰ ὠρισμένα βάρη, ἀναρτῶμεν τὸ σῶμα διὰ λεπτοτάτου νήματος ὑπὸ τὸ ἄγκιστρον τῆς πλάστιγγος καὶ ἐμβαπτίζομεν αὐτὸ ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐπειδὴ, κατὰ τὴν ἀρχὴν τοῦ Ἀρχιμήδους, πᾶν σῶμα ἐμβαδπατισμένον ἐντὸς τοῦ ὕδατος χάνει τόσον μέρος τοῦ βάρους αὐτοῦ, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπιζομένου ὕδατος, ἡ ἰσορροπία τοῦ ζυγοῦ θέλει διαταραχθῇ καὶ πρὸς ἀποκατάστασιν αὐτῆς πρέπει ἐπὶ τῆς φερούσης τὸ ἀνηρτημένον σῶμα πλάστιγγος νὰ προσθέσωμεν τοσοῦτον βάρος, ὅσον βαρύνει τὸ ὑπὸ τοῦ σώματος ἐκτοπισθὲν ὕδωρ. Ὁ ἀριθμὸς λοιπὸν θ τῶν πρὸς ἀποκατάστασιν τῆς ἰσορροπίας προστιθεμένων βαρῶν θέλει παριστᾷ τὸ βάρος θ γκου ὕδατος, ἴσου μὲ τὸν θ γκον τοῦ σώματος. Τὸ πηλίκον $\frac{B}{\theta}$ θέλει παριστᾷ, κατὰ τὰ ἐν τῇ προηγουμένῃ παραγράφῳ λεχθέντα, τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ περὶ οὗ πρόκειται σώματος ὡς πρὸς τὸ τοῦ ὕδατος, λαμβανόμενον ὡς μονάδα.

2^ο. Μέθοδος διὰ τοῦ ἀραιομέτρου τοῦ Νίκολσον. — Τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Νίκολσον (Nicholson) σύγκειται ἐκ τινος κοίλου ἐκ λευκοσιδήρου κυλίνδρου B, περατουμένου ἐκατέρωθεν ὑπὸ δύο κώνων (Σχ. 78). Ὁ μὲν ἄνω κῶνος φέρει λεπτὸν στέλεχος μετὰ δίσκου A, ὁ δὲ κάτω κῶνος κἀνιστρον Γ, περιέχον βάρη ἱκανὰ νὰ διατηρῶσι τὸ ὄργανον ABΓ κάθετον ἐντὸς τοῦ ὕδατος. Ἐπὶ τοῦ στελέχους ὑπάρχει κεχαραγμένον σημεῖόν τι ο. Τὸ σημεῖον τοῦτο, ὅπερ καλεῖται σημεῖον ἐπιπλεύσεως, δεικνύει μέχρι τίνος πρέπει νὰ ἐμβαπτίζηται ἐν τῷ ὕδατι τὸ ὅλον ὄργανον, ἵνα ἐκτοπίζῃ πάντοτε τὸν αὐτὸν ὄγκον ὕδατος.

Πρὸς εὗρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους σώματός τινος Σ διὰ τοῦ ἀραιομέτρου τοῦ Νίκολσον, θέτομεν πρῶτον τὸ δοθὲν σῶμα Σ ἐπὶ τοῦ δίσκου A

καὶ προσθέτομεν καὶ ἄλλα βάρη, εἰς τρόπον ὥστε τὸ ὄργανον νὰ ἐμβαπτισθῇ μέχρι τοῦ σημείου τῆς ἐπιπλεύσεως ο. Τούτου δὲ γενομένου, ἀφαιροῦμεν ἀπὸ τοῦ δίσκου Α τὸ δοθὲν σῶμα Σ καὶ θέτομεν ἀντ' αὐτοῦ ὠρισμένα βάρη οὕτως, ὥστε τὸ ἀραιόμετρον νὰ ἐμβαπτισθῇ πάλιν μέχρι τοῦ αὐτοῦ σημείου ο. Εἶναι προφανὲς ὅτι τὰ ὠρισμένα ταῦτα βάρη θέλουσι παριστᾶν τὸ βάρος Β τοῦ δοθέντος σώματος· διότι, ἐπειδὴ καὶ κατὰ τὰς δύο περιπτώσεις ὁ ὑπὸ τοῦ ὄργανου ἐκτοπισθεὶς ὄγκος ὕδατος εἶναι ὁ αὐτός, καὶ τὰ ἐπὶ τοῦ δίσκου Α τεθέντα βάρη θέλουσιν εἶναι τὰ αὐτά. Ἀλλὰ ταῦτα κατὰ μὲν τὴν πρώτην περίπτωσιν συνέκλειντο ἐκ τοῦ βάρους τοῦ σώματος Σ καὶ τῶν προστεθέντων, κατὰ δὲ τὴν δευτέραν σύγκεινται ἐκ τῶν αὐτῶν προστεθέντων καὶ τῶν ὠρισμένων βαρῶν, τῶν τεθέντων ἀντὶ τοῦ σώματος Σ. Ἄρα τὰ ὠρισμένα ταῦτα βάρη παριστῶσι τὸ βάρος Β τοῦ σώματος Σ.



Σχ. 78

Εὐρεθέντος οὕτω τοῦ βάρους Β τοῦ σώματος Σ, μᾶς μένει νὰ εὐρωμεν τὸ βάρος θ ἴσου ὄγκου ὕδατος. Πρὸς τοῦτο ἀφίνομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου Α μόνον τὰ πρῶτον μετὰ τοῦ σώματος Σ προστεθέντα βάρη καὶ θέτομεν τὸ σῶμα Σ ἐντὸς τοῦ ὕδατος ἐπὶ τοῦ κανίστρου Γ. Ἐπειδὴ τὸ σῶμα Σ χάνει οὕτω τόσον μέρος τοῦ βάρους αὐτοῦ, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος, τὸ ὄργανον ΑΒΓ θέλει ἀνέλθει, καὶ τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπλεύσεως ο θέλει κεῖσθαι ἐκτὸς τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Ἵνα τὸ σημεῖον ο ἐπανέλθῃ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος, θέτομεν ὠρισμένα βάρη ἐπὶ τοῦ δίσκου Α. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι ὁ ἀριθμὸς τῶν ὠρισμένων βαρῶν, δι' ὧν τοῦτο κατορθοῦται, θέλει παριστᾶν τὸ βάρος θ τοῦ ἐκτοπισθέντος ὕδατος, ἥτοι τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος ἴσου μὲ τὸν ὄγκον τοῦ σώματος Σ. Διαιροῦντες λοιπὸν τὸν ἀριθμὸν Β διὰ τοῦ θ θέλομεν εὑρεῖν κλάσμα $\frac{B}{\theta}$, ὅπερ θέλει παριστᾶν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος Σ.

Ἄν τὸ σῶμα Σ ᾖτο ἐλαφρότερον ἴσου ὄγκου ὕδατος, ἤθελε τείνει ἐμβαπτιζόμενον νὰ ἀνέλθῃ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει θέτουσιν ἐπὶ τοῦ κανίστρου Γ σύμπλεγμα ἐκ λεπτοῦ σύρματος καὶ ὑπ' αὐτὸ τὸ σῶμα Σ. Οὕτως ἢ πρὸς τὰ ἄνω ἄνοδος τοῦ σώματος Σ ἐμποδίζεται, καὶ τὸ πείραμα ἐκτελεῖται ἀπαράλλακτως κατὰ τὸν προεκτεθέντα τρόπον.

3^{ον} Μέθοδος διὰ τῆς φιάλης. — Πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τῶν στερεῶν διὰ τῆς φιάλης μεταχειρίζονται φιάλην Φ, ἔχουσαν τὸ στόμιον εὐρύ, ὅταν τὸ δεδομένον σῶμα ᾖ εἰς τεμάχια ἀρκετὰ μεγάλα, ἢ φιάλην Φ', ἔχουσαν στενὸν τὸ στόμιον, ὅταν τὸ σῶμα μᾶς δίδηται



ΣΧ. 79

εἰς κατάστασιν κόνεως (Σχ. 79).

Καὶ κατὰ τὴν μίαν καὶ κατὰ τὴν ἄλλην περίπτωσιν εὐρίσκομεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος ὡς ἑξῆς:

Εὐρίσκομεν πρῶτον διὰ τοῦ ἀπλοῦ ζυγοῦ τὸ βάρος Β τοῦ δεδομένου σώματος ἢ τῆς δεδομένης κόνεως, ἔπειτα τὸ βάρος Π τοῦ σώματος ἢ τῆς κό-

νεως μετὰ τῆς φιάλης πλήρους ὕδατος. Τούτων γενομένων, θέτομεν ἐντὸς τῆς φιάλης τὰ τεμάχια τοῦ σώματος, ἢ τὴν κόνιν τοῦ σώματος, καὶ ζυγίζομεν ἐκ δευτέρου αὐτὴν πλήρη ὕδατος. Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι εὐρομεν Π' διὰ τὸ νέον βάρος τῆς φιάλης, ἢ διαφορὰ Π — Π' θέλει προφανῶς παριστᾶ τὸ βάρος ὄγκου ὕδατος, ἴσου μὲ τὸν ὄγκον τῶν τεμαχίων τοῦ σώματος, ἢ ἴσου μὲ τὸν πραγματικὸν ὄγκον τῆς δεδομένης κόνεως. Τὸ πηλίκον λοιπὸν $\frac{B}{\Pi - \Pi'}$ θέλει παριστᾶ τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος τοῦ δεδομένου σώματος ἢ τῆς δεδομένης κόνεως.

Τὸ πῶμα τῆς φιάλης Φ, τῆς ἐχούσης εὐρὺ στόμιον, εἶναι ὑάλινος δις-σλος καλῶς πανταχόθεν ἐπὶ τῶν χειλέων αὐτῆς ἐφαρμοζόμενος· καὶ τὸ πῶμα τῆς φιάλης Φ' εἶναι ὑάλινον, ἀλλ' ἔχει σχῆμα κωνικὸν καὶ φέρει ἐν τῷ μέσῳ στενοτάτην ὀπήν, δι' ἧς τὸ ἐντὸς τῆς φιάλης ὕδωρ δύναται νὰ ἐξέλθῃ πιεζόμενον ὑπὸ τοῦ πώματος. Ὁ στενοτάτος οὗτος σωλὴν, οὕτινος τὸ ἄκρον Α εἶναι λίαν εὐρύ, φέρει κεχαραγμένον σημεῖόν τι α, ὅπερ δεικνύει μέχρι τίνος πρέπει νὰ φθάνῃ πάντοτε τὸ ἐν τῇ φιάλῃ Φ' ὕδωρ. Ὅταν τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται περισσότερον ἐν τῷ σωλῇ τοῦ πώματος τῆς φιάλης Φ', ἀφαιροῦμεν τὸ πλεονάζον διὰ τεμαχίου ἀπορροφητικοῦ χαρτοῦ.

Ἐπειδὴ ἡ κόνις, ῥιπτομένη ἐν τῷ ὕδατι, συμπαρασύρει μεθ' ἑαυτῆς καὶ φυσαλίδας ἀέρος, πρὶν ἢ ζυγίσωμεν καὶ πάλιν τὴν φιάλην, ἀφαιροῦμεν τὸν συμπαρασυρθέντα ἀέρα. Πρὸς τοῦτο ἢ θέτομεν τὴν φιάλην ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς πνευματικῆς ἀντλίας, ἢ θερμαίνομεν μέχρις ἀναβράσεως τὸ ὕδωρ αὐτῆς.

78. ΕἰΔΙΚΑ ΒΑΡΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ. — Καὶ πρὸς εὐρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βά-

ρους τῶν υγρῶν ὑπάρχουσι τρεῖς μέθοδοι· ἡ διὰ τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ, ἡ διὰ τοῦ ἀραιομέτρου τοῦ Φαρενάϊτ, καὶ ἡ διὰ τῆς φιάλης.

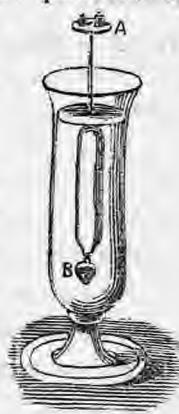
1^{ον} Μέθοδος διὰ τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ. — Πρὸς εὑρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους δεδομένου υγροῦ διὰ τοῦ ὑδροστατικοῦ ζυγοῦ ἀναρτῶμεν ὑπὸ τὴν πλάστιγγα τοῦ ζυγοῦ σῶμά τι, ἐφ' οὗ τὸ υγρὸν δὲν ἔχει οὐδεμίαν χημικὴν ἐνέργειαν καὶ ζυγίζομεν τὸ σῶμα ἐν τε τῷ δεδομένῳ υγρῷ καὶ ἐν τῷ ὕδατι. Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ B καὶ B' τὰ βάρη, ἅπερ τὸ σῶμα ἀπώλεσε κατὰ τὴν πρώτην καὶ δευτέραν αὐτοῦ στάθμησιν, τὸ πηλίκον $\frac{B}{B'}$ θέλει παριστᾷ τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος τοῦ υγροῦ, διότι οἱ δύο ὅροι αὐτοῦ παριστῶσι τὰ βάρη τοῦ αὐτοῦ ὅγκου υγροῦ καὶ ὕδατος (75).

2^{ον}. Μέθοδος διὰ τοῦ ἀραιομέτρου τοῦ Φαρενάϊτ. — Τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Φαρενάϊτ (Fahrenheit) ἔχει τὸ αὐτὸ περίπου σχῆμα μὲ τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Νίκολσων (Σχ. 80). Τὸ ὅλον τοῦ ὀργάνου τούτου εἶναι κατεσκευασμένον ἐξ ὑάλου καὶ δὲν φέρει, ὡς τὸ ἀραιόμετρον τοῦ Νίκολσων, κἀνίστρον εἰς τὸ κατώτερον αὐτοῦ μέρος, ἀλλὰ μικρὰν φυσαλίδαν B, περιέχουσαν ὑδράργυρον, καὶ τοῦτο ἵνα διατηρῇ θέσιν κάθετον, ὅταν ἐμβαπτίζεται ἐν τῷ υγρῷ. Ἐχει πρὸς τούτοις ἐπὶ τοῦ στελέχους αὐτοῦ κεχαραγμένον σημεῖόν τι ο, ὡς σημεῖον ἐπιπλεύσεως.

Πρὶν ἢ ἀρχίσωμεν τὸ πείραμα, προσδιορίζομεν μετ' ἀκριβείας τὸ βάρος τοῦ ἀραιομέτρου, ἔπειτα ἐμβαπτίζομεν αὐτὸ ἐν τῷ ὕδατι καὶ προσθέτομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου A ὠρισμένα βάρη, εἰς τρόπον ὥστε τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπλεύσεως ο νὰ κῆται ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος. Τὸ βάρος τοῦ ἀραιομέτρου μετὰ τῶν προστεθέντων ἐπὶ τοῦ δίσκου A ὠρισμένων βαρῶν θέλουσι παριστᾷ τὸ βάρος ὅγκου ὕδατος ἴσου τῷ ὑπὸ τοῦ ἀραιομέτρου ἐκτοπισθέντι. Ἀλλ' ἐὰν κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον εὕρωμεν καὶ τὸ βάρος ἴσου ὅγκου τοῦ υγροῦ, οὗτινος μᾶς ζητεῖται τὸ εἰδικὸν βάρος, καὶ διαιρέσωμεν τὸ δεύτερον βάρος διὰ τοῦ πρώτου, θέλομεν προφανῶς ἔχει τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ δεδομένου υγροῦ· διότι τὸ εὑρεθὲν πηλίκον θέλει παριστᾷ τὸν λόγον τοῦ βάρους ὅγκου τινὸς τοῦ υγροῦ πρὸς τὸ βάρος ἴσου ὅγκου ὕδατος.

3^{ον} Μέθοδος διὰ τῆς φιάλης. — Διὰ τῆς φιάλης εὕρισκομεν τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος ὡς ἐξῆς·

Λαμβάνομεν μικρὰν τινα φιάλην, ἔχουσαν τὸ σχῆμα τῆς φιάλης Φ' (Σχ. 79) καὶ ζυγίζομεν αὐτὴν πρῶτον κενὴν παντὸς υγροῦ, ἔπειτα πλήρη ὕδατος καὶ τρίτον πλήρη ἐκ τοῦ πρὸς εὑρεσιν τοῦ εἰδικοῦ αὐτοῦ



Σχ. 80

βάρους δεδομένου ὑγροῦ. Ἐὰν ἀφαιρέσωμεν τὸ βάρος τῆς φιάλης ἀπὸ τῶν εὐρεθέντων κατὰ τὰς δύο τελευταίας σταθμήσεις βαρῶν, θέλομεν ἔχει τὰ βάρη τοῦ αὐτοῦ ὄγκου ὕδατος καὶ ὑγροῦ. Ἐπομένως διαιροῦντες τὸ δεύτερον διὰ τοῦ πρώτου θέλομεν εὑρεῖ τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος τοῦ δεδομένου ὑγροῦ.

79. ΣΩΜΑΤΑ ΔΙΑΛΥΤΑ ΕΝ Τῷ ΥΔΑΤΙ. — Ὅταν τὸ σῶμα, οὕτινος ζητοῦμεν τὸ εἰδικὸν βάρος, ᾗναι διαλυτὸν ἐν τῷ ὕδατι, δὲν δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν οὐδεμίαν τῶν τριῶν ἀνωτέρω μεθόδων. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ζητοῦμεν διὰ μιᾶς τῶν δοθεισῶν μεθόδων τὸ εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ ὡς πρὸς τι ὑγρὸν, ἐν ᾧ τὸ σῶμα ἐμβαπτιζόμενον δὲν διαλύεται, ἔπειτα τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ τούτου ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ. Πολλαπλασιάζοντες τὰ δύο εὐρεθέντα εἰδικὰ βάρη θέλομεν εὑρεῖ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ διαλυτοῦ ἐν τῷ ὕδατι σώματος ὡς πρὸς τὸ τοῦ ὕδατος, λαμβανόμενον ὡς μονάς.

Διότι, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ B τὸ βάρος τοῦ διαλυτοῦ ἐν τῷ ὕδατι σώματος, καὶ διὰ B' καὶ B'' τὰ βάρη ἴσων ὀγκῶν τοῦ ὑγροῦ καὶ τοῦ ὕδατος, $\frac{B}{B'}$ θέλει παριστᾷ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ σώματος ὡς πρὸς τὸ ὑγρὸν, καὶ $\frac{B'}{B''}$ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ, τὸ δὲ γινόμενον $\frac{B}{B'} \times \frac{B'}{B''}$, ἢ τὸ ἴσον αὐτῷ $\frac{B}{B''}$, θέλει προφανῶς παριστᾷ τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ διαλυτοῦ ἐν τῷ ὕδατι σώματος ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ, διότι παριστᾷ τὸν λόγον τοῦ βάρους B τοῦ σώματος πρὸς τὸ βάρος B'' ὄγκου ὕδατος, ἴσου μὲ τὸν ὄγκον τοῦ σώματος.

80. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΕΝ Τῇ ΑΝΑΖΗΤΗΣΕΙ ΤΟΥ ΕΙΔΙΚΟΥ ΑΥΤΩΝ ΒΑΡΟΥΣ. — Ἐπειδὴ τὰ σώματα συστέλλονται καὶ διαστέλλονται κατὰ τὸν διάφορον βαθμὸν τῆς εἰς ἣν εὐρίσκονται θερμοκρασίας, ἔπεται ὅτι τὸ εἰδικὸν βάρος ἐκάστου δὲν εἶναι τὸ αὐτὸ εἰς διαφόρους θερμοκρασίας. Τοῦτου ἕνεκα οἱ Φυσικοὶ προσδιώρισαν θερμοκρασίαν τινὰ σταθεράν, ἣν πρέπει νὰ ἔχωσι τὰ σώματα, ὧν ζητεῖται τὸ εἰδικὸν βάρος. Τοῦ μὲν ὕδατος, ὑποτιθεμένου ἀπεσταγμένου, ἡ θερμοκρασία προσδιωρίσθη νὰ ᾗναι 4 περίπου βαθμῶν, διότι τότε εὐρίσκεται εἰς τὸ μέγιστον τῆς πυκνότητος αὐτοῦ, τῶν δὲ λοιπῶν σωμάτων τὸ μηδέν. Ἐπειδὴ δὲ εἶναι βεβαίως πολὺ δύσκολον νὰ κατορθωθῇ, ὥστε νὰ διατηρῇ τὸ ὕδωρ καθὼς καὶ τὰ ἄλλα σώματα καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, οἱ Φυσικοὶ εὐρίσκουσι τὰ εἰδικὰ βάρη τῶν σωμάτων εἰς ὁποιασδήποτε μὲν, ἀλλὰ γνωστὰς πάντοτε θερμοκρασίας, καὶ ἔπειτα ἐπὶ τῶν εὐρεθέντων ἐξαγομένων ἐπιφέρουσι τὰ ἀναγκαίως διορθώσεις, καὶ ἀνάγουσιν οὕτω τὰ εἰς διαφόρους θερμοκρα-

σίας εὐρεθέντα ἐξαγόμενα εἰς ἐκεῖνα, ἅτινα ἤθελον εὖρει πειρώμενο· κατὰ τὰς ἀνωτέρω ὀρισθείσας. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰ εἰδικὰ βάρη τῶν κυριωτέρων στερεῶν καὶ ὑγρῶν, ὅταν ταῦτα ἔχωσι θερμοκρασίαν 0° καὶ τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ, οὗτινος τὸ εἰδικὸν βάρος λαμβάνεται ὡς μονάς, θερμοκρασίαν 4 βαθμῶν.

ΕΙΔΙΚΑ ΒΑΡΗ ΤΩΝ ΚΥΡΙΩΤΕΡΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

Πλάτινα σφυρηλατημένη...	22,069	Σελήνιον	4,320
Ὅσμιον	21,403	Ἀδάμας	3,531
Ἰρίδιον	21,150	Μάρμαρον λευκόν	2,837
Χρυσὸς σφυρηλατημένος...	19,362	Βόριον κρυσταλλωμένον...	2,681
Οὐράνιον	18,403	Πυρῶλιθος κρυσταλλωμένος.	2,653
Ῥόδιον χυτόν	12,103	Ῥαλός	2,527
Παλλάδιον	11,402	Πορσελάνη τῆς Κίνας	2,385
Μόλυβδος	11,352	Γραφίτης	2,332
Ἄργυρος	10,474	Πορσελάνη τοῦ Σέδρ	2,146
Βισμούθιον χυτόν	9,822	Φώσφορος ἐρυθρός	2,103
Νικέλιον	8,801	Θετον φυσικόν	2,033
Χαλκὸς χυτός	8,788	Φώσφορος κοινός	1,840
Ὀρείχαλκος	8,383	Γαϊάνθραξ πεπυκνωμένος ..	1,329
Χάλυψ	7,816	Ξυλάνθραξ δρύϊνος	1,053
Σίδηρος	7,788	Ἠλεκτρον	1,078
Κασσίτερος χυτός	7,291	Σόδιον	0,972
Σίδηρος χυτός	7,207	Πάγος ἐν τῇ διαλύεσθαι...	0,930
Ψευδάργυρος χυτός	6,861	Ξύλον μηλέας	0,733
Ἀντιμόνιον χυτόν	6,712	» πεύκης	0,657
Ἀρσενικόν	5,754	» κέδρου	0,563
Ἰώδιον	4,951	Φελλός	0,240

ΕΙΔΙΚΑ ΒΑΡΗ ΥΓΡΩΝ ΤΙΝΩΝ

Ῥυδράργυρος	13,598	Ῥδωρ 4 βαθμῶν	1,000
Βρώμιον	2,966	Ῥδωρ	0,999
Θεικὸν ὀξύ	1,841	Λιγόλαδον	0,940
Ἀζωτῶδες ὀξύ	1,550	Ἐλαιον ελαίας	0,915
Χλωροφόρμιον	1,525	Χλωρυδρικός αἰθέρ	0,874
Ἀζωτικὸν ὀξύ	1,217	Ἐλαιον Νάφθας	0,847
Ἀζωτικός αἰθέρ	1,112	Πετρέλαιον	0,840
Γάλα	1,030	Ἐλαιον γαιομήλων	0,818
Θαλάσσιον ὕδωρ	1,026	Οἰνόπνευμα ἄνυδρον	0,792
Χλωρυδρικὸν ὀξύ	1,024	Θεικός αἰθέρ	0,715

81. ΑΡΑΙΟΜΕΤΡΑ ΣΤΑΘΕΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ. — Τὰ ἀραιόμετρα τοῦ Νίκολ-
σων καὶ Φαρενάιτ ὀνομάζονται καὶ ἀραιόμετρα σταθεροῦ ὄγκου, διότι
πρὸς τὴν δι' αὐτῶν εὕρεσιν τοῦ ζητουμένου πρέπει νὰ ἐμβαπτιζῇται
πάντοτε ὁ αὐτὸς ὄγκος αὐτῶν, καὶ πρὸς τοῦτο χρησιμεύει τὸ ἐπὶ τοῦ

στελέχους κεχαραγμένον σημεῖον ἐπιπλεύσεως. Τὰ σταθεροῦ βάρους ἀραιόμετρα κατ' οὐδὲν ἄλλο διαφέρουσι τῶν προηγουμένων, εἰ μὴ μόνον κατὰ τοῦτο, ὅτι ταῦτα ἔχουσιν, ὅταν γίνηται χρῆσις αὐτῶν, πάντοτε τὸ αὐτὸ βάρος, ἐπομένως βυθίζονται περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον κατὰ τὸ διάφορον εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑγροῦ, ἐν ᾧ ἐμβαπτίζονται. Τούτου δι' ἕνεκα τὸ στελέχος αὐτῶν φέρει κεχαραγμένας διαφόρους διαιρέσεις, δι-



Σχ. 81

ὧν δεικνύεται ἡ ἐκάστοτε ὑπάρχουσα διαφορὰ (Σχ. 81). Τὰ μὲν πρῶτα, τὰ σταθεροῦ ὄγκου, χρησιμεύουσι δι' ἐπιστημονικὰς κυρίως ἀνάγκας, τῶν δὲ δευτέρων γίνε-ται χρῆσις εἰς τὸ ἐμπόριον. Εἶναι γνωστὸν ὅτι εἶδη τινὰ ὑγρῶν πωλοῦνται εἰς τὸ ἐμπόριον, ὡς τὸ οἶνον, τὸ πνευμα, τὸ θεικόν ὀξύ, τὸ νιτρικόν ὀξύ, τὸ γάλα, τὸ χλωρυδρικόν ὀξύ καὶ διαφοροὶ ἀλατοῦχοι διαλύσεις κ.τ.λ. Τὰ ὑγρά δὲ ταῦτα εἶναι τοσοῦτω ἀκριβώτερα, ὥσθ' ὀλιγώτεραν ποσότητα ὕδατος περιέχουσιν. Ἐπειδὴ δὲ τότε ἔχουσιν ἀναγκαίως καὶ διάφορον εἰδικὸν βάρος, ἔπεται ὅτι ἀραιόμετρον, σταθερὸν ἔχον βάρος, θέλει βυθίζεσθαι ἐν τῷ ὑγρῷ διαφόρως, καθόσον τὸ ὑγρὸν περιέχει περισσότεραν ἢ ὀλιγώτεραν ποσότητα ὕδατος, ἐπομένως ὁ ἀγοραστής, ὅστις ἄλλως δὲν ἠδύνατο νὰ ἐκτιμήσῃ τὴν ἀξίαν τοῦ ἐμπορεύ-ματος, δὲν θέλει οὕτως ἀπατηθῇ.

Τὰ σταθεροῦ βάρους ἀραιόμετρα, ἵνα ὦσι γενικῆς χρήσεως, πρέπει νὰ κατασκευάζωνται κατὰ τὸν αὐτὸν πάντοτε τρόπον, τουτέστι νὰ δεικνύωσι τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν διαιρέσεως, ὡσάκις ἐμβαπτίζονται ἐν τῷ αὐτῷ ὑγρῷ. Ἡ συνήθως ἐν χρήσει βαθμολόγησις εἶναι ἡ ὑπὸ τοῦ Γάλλου Μπωμέ (Baumé) παραδεχθεῖσα.

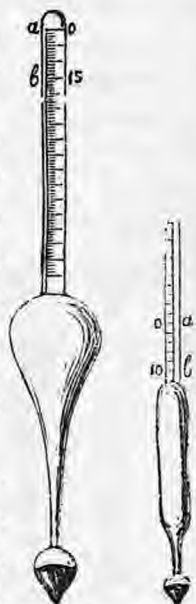
82. **ΔΡΑΙΟΜΕΤΡΑ ΤΟΥ ΜΠΩΜΕ.** — Ὑπάρχουσι δύο διαφορὰ ἀραιόμε-τρα σταθεροῦ βάρους τοῦ Μπωμέ· τὸ μὲν χρησιμεύει διὰ διαλύσεις πυκνοτέρας τοῦ ὕδατος, ἢ διὰ ὑγρά μεγαλειτέρου εἰδικοῦ βάρους, τὸ δὲ διὰ ὑγρά ἀραιότερα τοῦ ὕδατος ἢ διὰ ὑγρά μικροτέρου τοῦ ὕδατος εἰδι-κοῦ βάρους. Τὸ μὲν πρῶτον κατασκευάζουσι καὶ βαθμολογοῦσιν ὡς ἑξῆς·

Θέτουσιν ὡς ἔρμα τοσαύτην ποσότητα ὑδρογύρου, ὥστε, ὅταν ἐμ-βαπτίζηται εἰς καθαρὸν ὕδωρ τεσσάρων βαθμῶν θερμοκρασίας, νὰ κα-ταδύηται σχεδὸν ἐντελῶς (Σχ. 82). Σημειοῦσι τότε ο εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπλεύσεως α. Κατασκευάζουσιν ἔπειτα διάλυσιν, περιέχουσαν κατὰ βάρος 15 μέρη θαλασσίου ἁλτος καὶ 85 μέρη καθαρῷ ὕδατος, καὶ ἐμβαπτίζουσιν ἐκ νέου τὸ ὄργανον, ὅπερ τότε καταδύεται ὀλιγώ-τερον, μέχρι τοῦ σημείου β. Εἰς τὸ σημεῖον β γράφουσι τὸν ἀριθμὸν 15, διαιροῦσι τὸ διάστημα αβ εἰς 15 ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνουναι τὰς ἴσας

ταύτας διαιρέσεις μέχρι τῆς βάσεως τοῦ σωλῆνος. Αἱ διαιρέσεις σημειοῦνται ἐπὶ τεμαχίου χάρτου τιθεμένου ἐντὸς τοῦ σωλῆνος.

Τὸ ἀραιόμετρον, τὸ διὰ ὑγρὰ μικροτέρου τοῦ ὕδατος εἰδικοῦ βάρους χρησιμεῖον, ἐρματίζεται οὕτως, ὥστε, ὅταν ἐμβυπτιζῇται ἐν τῷ καθαρῷ ὕδατι, νὰ καταδύηται μέχρι σχεδὸν τῆς βάσεως τοῦ σωλῆνος αὐτοῦ (Σχ. 83). Εἰς τὸ σημεῖον τῆς ἐπιπλεύσεως α γράφουσι τότε ο. Ἐπειτα κατασκευάζουσι διάλυσιν, περιέχουσαν κατὰ βάρος 40 μέρη θαλασσίου ἁλατος καὶ 90 μέρη καθαροῦ ὕδατος, ἐμβυπτιζουσι τὸ ὄργανον ἐκ νέου καὶ γράφουσι 40 εἰς τὸ νέον σημεῖον τῆς ἐπιπλεύσεως β, ὅπερ κεῖται κατωτέρω τοῦ α. Τούτου δὲ γενομένου, διαιροῦσι τὸ διάστημα αβ εἰς 40 ἴσα μέρη καὶ ἐπεκτείνουναι τὰς ἴσας ταύτας διαιρέσεις μέχρι τῆς κορυφῆς τοῦ σωλῆνος.

Τὰ ἀραιόμετρα τοῦ Μπωμέ καλοῦνται μερικώτερον ἀλατοζύγια, πνευματοζύγια, γαλακτοζύγια, αἰθεροζύγια, οἰνόμετρα κτλ., καθόσον μεταχειρίζονται αὐτὰ διὰ ἀλατούχους διαλύσεις περιεχούσας ὀξέα, ἢ διὰ τὸ οἶνόπνευμα, τὸ γάλα, τὸν αἰθέρα, τὸν οἶνον κτλ.



Σχ. 82

Σχ. 83

83. ΠΝΕΥΜΑΤΟΖΥΓΙΟΝ ΕΚΑΤΟΜΒΑΘΜΟΝ ΤΟΥ ΓΑΙΛΟΥΣΑΚ. — Τὸ ἐκατόμβαθμον πνευματοζύγιον τοῦ Γαίλουσάκ οὐδόλως διαφέρει κατὰ τὸ σχῆμα τῶν ἀραιόμετρων τοῦ Μπωμέ, ἀλλὰ διαφέρει τούτων οὐσιωδῶς κατὰ τὸν τρόπον τῆς βαθμολογίας, ἥτις εἶναι πάντῃ διάφορος. Διὰ μὲν τὰ ἀραιόμετρα τοῦ Μπωμέ τὸ καθαρὸν ὕδωρ ἔχει 4° θερμοκρασίαν, διὰ δὲ τὸ πνευματοζύγιον τοῦ Γαίλουσάκ 45° . Διὰ μὲν τὸ πρῶτον τὰ ἴσα μέρη τῶν ἀλατούχων διαλύσεων λαμβάνονται ἴσα κατὰ βάρος, διὰ δὲ τὸ δεύτερον τὰ ἴσα μέρη λαμβάνονται ἴσα κατ' ὄγκον καὶ σύγκεινται οὐχὶ ἐκ καθαροῦ ὕδατος καὶ θαλασσίου ἁλατος, ἀλλὰ ἐκ καθαροῦ ὕδατος καὶ οἶνοπνεύματος. Εἰς τὸ ἐκατόμβαθμον τοῦ Γαίλουσάκ τὸ 0 δεικνύει τὸ καθαρὸν ὕδωρ, δ δὲ ἀριθμὸς 400 τὸ καθαρὸν οἶνόπνευμα. Τὸ μεταξὺ δὲ τοῦ 0 καὶ τοῦ 400 διάστημα διαιροῦμεν εἰς 400 μέρη ἴσα κατ' ὄγκον κατὰ τὸν ἐξῆς τρόπον.

Πληροῦμεν ἀγγεῖον, διηρημένον εἰς 400 ἴσα κατ' ὄγκον μέρη, μέχρι τῆς 95 διαιρέσεως μὲ καθαρὸν οἶνόπνευμα, συμπληροῦμεν τὸ ἐλλείπον μέχρι τῆς ἐκατοστῆς διαιρέσεως μὲ καθαρὸν ὕδωρ, γράφομεν 95 εἰς τὸ νέον σημεῖον τῆς ἐπιπλεύσεως τοῦ πνευματοζυγίου, καὶ διαιροῦμεν τὸ μεταξὺ τοῦ 400 καὶ 95 διάστημα εἰς 5 ἴσα μέρη. Θέτομεν ὡσαύτως εἰς τὸ αὐτὸ ἀγγεῖον 85, 80, 75, κτλ. μέρη καθαροῦ οἶνοπνεύματος, πλη-

ροῦμεν τὸ ἀγγεῖον καθαροῦ ὕδατος μέχρι τῆς ἑκατοστῆς αὐτοῦ διαιρέσεως, καὶ γράφομεν 85, 80, 75, κτλ. εἰς τὰ νέα σημεῖα τῆς ἐπιπλευσεως. Τὰ μεταξὺ διαστήματα διαιροῦμεν πάλιν εἰς 5 ἴσα μέρη, καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ὅταν λοιπὸν τὸ ἑκατόμβαθμον πνευματοζύγιον τοῦ Γαίλουσάκ, ἐμβαπτιζόμενον εἰς τι οἶνόπνευμα, δεικνύῃ τὸν βαθμὸν 48, π. χ., ἀποφαινόμεθα, ἐὰν ἡ θερμοκρασία τοῦ οἶνοπνεύματος ᾖ 15 βαθμῶν, ὅτι τὸ οἶνόπνευμα περιέχει κατ' ὄγκον 48 μέρη καθαροῦ οἶνοπνεύματος. Ἐὰν δεικνύῃ τὸν 20, τὸν 50, τὸν 68, συμπεραίνομεν ἀμέσως ὅτι τὸ οἶνόπνευμα περιέχει κατ' ὄγκον 20, 50, 68 μέρη καθαροῦ οἶνοπνεύματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

84. ΤΡΙΧΟΕΙΔΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ. — Αἱ προσεκτεθεῖσαι διάφοροι τῆς ἰσορροπίας τῶν ὑγρῶν συνθῆκαι ὑφίστανται σπουδαίας ἐξαιρέσεις, ὅταν τὰ ὑγρά περιέχωνται ἐντὸς στενοτάτων σωλήνων, ἢ ὅταν, ὁποιοιδήποτε καὶ ἂν ᾖναι τὸ πλάτος τῆς τομῆς τοῦ σωλήνος ἢ τοῦ ἀγγείου, παρατηρῶμεν τὸ μέρος τοῦ ὑγροῦ, τὸ κείμενον πλησίον τῶν παρειῶν τοῦ ἀγγείου. Εἴπομεν, παραδείγματος χάριν, ὅτι ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ἰσορροποῦντος ἐν ἀγγεῖῳ τινὶ ὑγροῦ πρέπει νὰ ᾖναι ἐριζόντιος (56), καὶ παρατηροῦμεν ὅτι αὕτη πλησίον τῶν παρειῶν ὑαλίνου ἀγγείου εἶναι κοίλη ἢ κυρτή· κοίλη μὲν, ὅταν τὸ ὑγρὸν βρέχῃ τὰς παρειὰς τοῦ



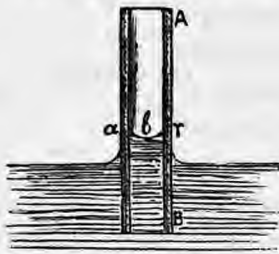
Σχ. 84

Σχ. 85

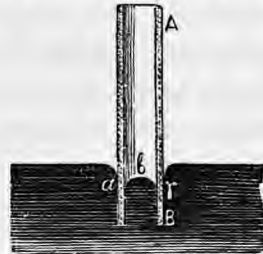
ἀγγείου, ὡς τὸ ὕδωρ (Σχ. 84), κυρτή δέ, ὅταν αἱ παρειαὶ τοῦ ἀγγείου δὲν βρέχωνται ὑπὸ τοῦ ὑγροῦ, ὡς ὅταν τὸ ὑγρὸν τοῦτο ᾖναι ὑδράργυρος (Σχ. 85). Ὡσαύτως, ἐὰν ἐν τινὶ ὑγρῷ ἐμβαπτίσωμεν τριχοειδῆ τινα ὑαλινὸν σωλήνα AB, παρατηροῦμεν ὅτι, ὅταν τὸ ὑγρὸν βρέχῃ τὸν σω-

λήνα, ἡ ἐν τῷ σωλήνῳ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια αβγ εἶναι κοίλη καὶ κεῖται ὑψηλότερον τῆς ἐξωτερικῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ (Σχ. 86), ὅταν δὲ τοῦτο δὲν βρέχῃ τὸν σωλήνα, ἡ ἐν αὐτῷ ἐλευθέρα τοῦ ὑγροῦ ἐπιφάνεια εἶναι κυρτή καὶ κεῖται κατωτέρω τῆς ἐξωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας (Σχ. 87). Τὰ διάφορα ταῦτα φαινόμενα ὠνομάσθησαν

τριχοειδή φαινόμενα, διότι παρατηρούνται κατ' ἐξοχὴν ἐντὸς σωλήνων, ὧν ἡ διάμετρος δύναται νὰ παραβληθῇ πρὸς τὸ πάχος τῆς τριχός, ἢ



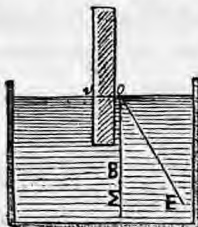
Σχ. 86



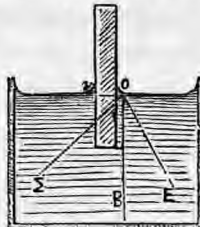
Σχ. 87

δὲ δύναμις ἡ αἰτία, δι' ἧς ταῦτα παράγονται, δύναμις τοῦ τριχοειδοῦς, ἢ ἀπλῶς τριχοειδές.

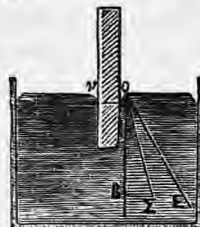
85. ΑΙΤΙΑ ΤΩΝ ΤΡΙΧΟΕΙΔΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ. — Αἰτία τῶν τριχοειδῶν φαινομένων εἶναι ἡ πρὸς ἄλληλα ἀμοιβαία τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ ἑλξίς καὶ ἐκείνη, ἣν παράγουσιν ἐπὶ τῶν μορίων τούτων τὰ ἐν αὐτοῖς ἐμβεβαπτισμένα στερεὰ σώματα. Ἵνα δὲ ἐξηγηθῶμεν σαφέστερον, ἃς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐμβεβαπτιζομεν ἐντὸς ὑγροῦ τινος σῶμά τι, ὑαλίνην πλάκα π. χ., καὶ ἃς ἴδωμεν ποῖα εἶναι αἱ ἐνεργοῦσαι ἐπὶ τῶν πλησίον τοῦ σώματος μορίων τοῦ ὑγροῦ δυνάμεις. Πρὸς τοῦτο ἃς θεωρήσωμεν μόριόν τι ο πλησίον τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος κείμενον (Σχ. 88). Ἐπὶ τοῦ μορίου ο ἐνεργοῦσι τρεῖς δυνάμεις· ἡ βαρύτης κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς καθέτου οΒ, ἡ δύναμις οΕ, ἥτις πηγάζει ἐκ τῆς ἐπὶ τοῦ



Σχ. 88



Σχ. 89



Σχ. 90

μορίου ο ἑλξεως τοῦ ὑγροῦ, καὶ ἡ δύναμις οσ, ἥτις πηγάζει ἐκ τῆς ἐνεργείας τοῦ σώματος ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ μορίου ο, κατὰ δὲ τὰ ἐν τῇ § XI τῶν προκαταρκτικῶν γνώσεων λεχθέντα, αἱ τρεῖς αὗται δυνάμεις οΒ, οΕ, οσ θέλουσιν ἔχει συνισταμένην τινὰ οΣ. Ἡ συνισταμένη δὲ αὕτη ἢ θέλει συμπίπτει μετὰ τῆς διευθύνσεως οΒ, ἢ θέλει κείσθαι πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτῆς ἢ πρὸς τὰ ἀριστερά.

1^{ον} Ὅταν ἡ διεύθυνσις τῆς συνισταμένης οΣ συμπίπτῃ μετὰ τῆς διευθύνσεως τῆς βαρύτητος οΒ (Σχ. 88), ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸ σημεῖον ο θέλει εἶναι ἐπίπεδος καὶ ὀριζόντιος κατὰ τὰ ἐν § 56 λεχθέντα.

2^{ον} Όταν ἡ διεύθυνσις τῆς συνισταμένης οΣ πίπτῃ ἐντὸς τῆς γωνίας τοΒ (Σχ. 89), τότε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸ σημεῖον ο εἶναι κοίλη· διότι αὕτη, ἵνα ὑπάρχῃ ἰσορροπία, πρέπει νὰ ἦναι κάθετος ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῆς συνισταμένης οΣ, ἥτις σχηματίζει τοσοῦτῳ μεγαλειτέραν μετὰ τῆς διευθύνσεως τῆς καθέτου οΒ γωνίαν, ὥσῳ πλησιέστερον τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος κεῖται τὸ μῦριον τοῦ ὑγροῦ.

3^{ον} Όταν ἡ διεύθυνσις τῆς συνισταμένης οΣ πίπτῃ ἐντὸς τῆς γωνίας βοΕ (Σχ. 90), τότε ἡ ἐπιφάνεια τοῦ ὑγροῦ εἰς τὸ σημεῖον ο εἶναι κυρτή· διότι αὕτη πρέπει νὰ ἦναι κάθετος ἐπὶ τῆς συνισταμένης οΣ, ἥτις σχηματίζει τοσοῦτῳ μεγαλειτέραν μετὰ τῆς καθέτου οΒ γωνίαν, ὥσῳ πλησιέστερον τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος κεῖται τὸ ἐφ' οὗ ἐνεργεῖ μῦριον τοῦ ὑγροῦ.

Ἀπεδείχθη διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ ὅτι ἐν μὲν τῇ πρώτῃ περιπτώσει ἡ δύναμις οΕ εἶναι διπλασία τῆς ορ, ἐν δὲ τῇ δευτέρᾳ μικροτέρα τοῦ διπλασίου τῆς ορ, καὶ ἐν τῇ τρίτῃ μεγαλειτέρα τοῦ διπλασίου αὐτῆς.

86. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΑΝΥΨΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΤΡΙΧΟΕΙΔΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ. — Ὁ Γαλιουσαὶ ἐβεβαίωσε διὰ πειραμάτων ὅτι ἡ ἀνύψωσις τῶν ὑγρῶν ἐντὸς τῶν τριχοειδῶν σωλήνων, τῶν βρεχομένων ὑπ' αὐτῶν, ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους:

1^{ον} Τὸ ὕψος, εἰς ὃ τὸ ὑγρὸν ἀνέρχεται, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς οὐσίας αὐτοῦ καὶ ἐκ τῆς θερμοκρασίας εἰς ἣν εὐρίσκεται, οὐδόλως δὲ ἐκ τῆς οὐσίας τῶν τριχοειδῶν σωλήνων, οὔτε ἐκ τοῦ πάχους τῶν παρειδῶν αὐτῶν.

2^{ον} Τὰ ὕψη, εἰς ἃ φθάνει τὸ αὐτὸ ὑγρὸν, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν διαμέτρων τῶν τριχοειδῶν σωλήνων, ὅταν αἱ διήμετροι αὐτῶν δὲν ὑπερβαίῳσι τὰ 2 χιλιοστά τοῦ μέτρου.

Ὁ Οὐόλφ κατέδειξε διὰ πειραμάτων ὅτι, μεταβαλλομένης ἐπαρκῶς τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος, τοῦτο παύει τοῦ νὰ ἀνέρχηται, καὶ ἂν ἔτι μᾶλλον αὐξήσῃ αὕτη, τότε ἀντὶ νὰ ἀνέρχηται καταπίπτει.

87. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΚΑΤΑΠΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΤΡΙΧΟΕΙΔΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ. — Ὁ ἀνωτέρω δεύτερος νόμος ὑπάρχει καὶ διὰ τὰ καταπίπτοντα ὑγρά ἐντὸς τῶν μὴ βρεχομένων ὑπ' αὐτῶν τριχοειδῶν σωλήνων, ἀλλ' ὁ πρῶτος νόμος δὲν ὑφίσταται. Τὸ μᾶλλον ἡ ἥττον τῆς ἐν τῷ σωλήνι καταπτώσεως τοῦ ὑγροῦ δὲν εἶναι ἀνεξάρτητον τῆς οὐσίας τοῦ τριχοειδοῦς σωλήνος· παρατηρήθη π. χ. ὅτι, ἐνῶ ὁ ὑδράργυρος καταπίπτει ἐντὸς σιδηροῦ σωλήνος, ἔχοντος διάμετρον ἐνὸς χιλιοστοῦ τοῦ μέτρου, κατὰ 4,226 χιλιοστά, ἡ κατάπτωσις αὐτοῦ ἐντὸς σωλήνος ἐκ πλατίνης τῆς αὐτῆς διαμέτρου εἶναι μόνον 0,635 χιλιοστά.

88. ΔΙΑΦΟΡΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΕΞΗΓΟΥΜΕΝΑ ΔΙΑ ΤΟΥ ΤΡΙΧΟΕΙΔΟΥΣ. —

Πλείστα ὕδα καὶ ἑκάστην ὑψ' ἡμῶν παρατηρούμενα φαινόμενα ἐξηγούνται διὰ τοῦ τριχοειδοῦς. Τὸ ἔλαιον καὶ πετρέλαιον ἀνέρχονται διὰ τῆς θρυαλλίδος μέχρι τοῦ ἄκρου, ἐνθα καίονται, διὰ τῶν ἐν τῇ θρυαλλίδι σχηματιζομένων πλείστων καὶ λεπτοτάτων τριχοειδῶν σωλήνων. Ὁ κηρός, τηκόμενος ὑπὸ τῆς φλογός, ἀνέρχεται ἐντὸς τῆς ἐμβεβαπτισμένης ἐν αὐτῷ θρυαλλίδος καὶ καίεται εἰς τὸ ἄκρον διὰ τὸν αὐτὸν λόγον. Ὅταν ὑπὸ τὸ ἔδαφος διέρχεται ὕδωρ, τοῦτο ὑγραίνει τὴν ἐπιφανείαν τοῦ ἔδάφους, ἐνεκα τῶν ἐν αὐτῷ σχηματιζομένων τριχοειδῶν σωλήνων ὅτι δὲ τότε συμβαίνει πραγματικὴ ἀνάβασις τοῦ ὕδατος, ἀποδεικνύεται διὰ τῆς ἐπὶ τοῦ ἔδάφους ἐναποθέσεως τῶν ἀλάτων. ἅτινα ἐνίοτε ὑπάρχουσι διαλελυμένα ἐν αὐτῷ. Ὅταν ἐμβαπτίζωμεν τὸ ἄκρον ζακχάρεως ἐντὸς ὕδατος, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἀμέσως εἰς λίαν ἐπαισθητὸν ὕψος, ἐνεκα τῶν τυχαίων πόρων τῆς ζακχάρεως, τῶν ἀποτελούντων τριχοειδεῖς σωλήνας.

Παρατηροῦμεν πολλάκις ἐντομα ἐπιπλέοντα καὶ κινούμενα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος μετὰ μεγίστης εὐκολίας χωρὶς νὰ καταβυθίζονται, ἂν καὶ διὰ τῶν λεπτῶν μόνον ἄκρων τῶν ποδῶν αὐτῶν ἐφάπτονται ταύτης. Αἰτία τοῦ φαινομένου τούτου εἶναι πάλιν τὸ τριχοειδές. Τὰ ἄκρα τῶν ποδῶν τῶν ἐντόμων τούτων εἶναι κεκαλυμμένα ὑπὸ τινος παχείας ὕλης, ἐνεκα τῆς ὁποίας δὲν βρέχονται. Ἐπειδὴ δὲ τὰ ἄκρα ταῦτα δὲν βρέχονται, συμβαίνει περίξ αὐτῶν κατὰπτωσις τοῦ ὑγροῦ, καὶ ἡ κατὰπτωσις αὕτη εἶναι τοσαύτη, ὥστε ὁ οὕτως ἐκτοπιζόμενος ὄγκος τοῦ ὕδατος ἔχει βάρος ἀνώτερον τοῦ βάρους τοῦ σώματος τοῦ ἐντόμου. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος βελόνην κεκαλυμμένην ἐλαφρῶς ὑπὸ λίπους, αὕτη δὲν καταπίπτει, ἐνῶ ἀμέσως αὕτη κατέρχεται ἐν αὐτῷ, ὡς εἰδικῶς βαρυτέρα, ἐὰν ἐπιθέσωμεν αὐτὴν καθαρὰν ἐπ' αὐτοῦ.

Εἰς τὸ τριχοειδές τῶν σωλήνων ὁφείλεται κατὰ μέγα μέρος καὶ ἡ ἀνάβασις τοῦ χυμοῦ τῶν δένδρων ἐκ τῶν ριζῶν μέχρι τῶν ἀπωτάτων ἄκρων αὐτῶν. Ἐντὸς τῶν ριζῶν καὶ τοῦ κορμοῦ τῶν δένδρων σχηματίζονται πλείστοι καὶ λεπτότατοι τριχοειδεῖς σωλήνες μικροτάτης διαμέτρου. Ἐὰν ὑποθέσωμεν λοιπόν, ὅπερ οὐδόλως εἶναι ἀπίθανον, ὅτι οἱ σωλήνες οὗτοι ἔχουσι διάμετρον 3 ἑκατοστῶν τοῦ χιλιοστοῦ τοῦ μέτρου, ὁ χυμός, ὅστις εἰς σωλήνα 1 χιλιοστοῦ τοῦ μέτρου ἀνέρχεται εἰς ὕψος 30χιλ., θέλει ἀνέλθει ἐντὸς τοιούτων σωλήνων, κατὰ τὸν ἀνωτέρω δευτερον νόμον, εἰς ὕψος 30χιλ. $\times$ 33, ἥτοι εἰς ὕψος 10 περίπου μέτρων.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΑΕΡΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ, ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ, ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ

89. **ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΔΥΝΑΜΙΣ.** — Εἵπομεν ὅτι ἀέρια καλοῦνται τὰ μὴ ἔχοντα οὔτε ὠρισμένον ὄγκον οὔτε ὠρισμένον σχῆμα σώματα, καὶ ὅτι ταῦτα τείνουσι νὰ καταλάβωσι πάντα εἰς αὐτὰ παρούσμενον ἐλευθέρου χωρὸν (6). Τοῦτου ἕνεκα ὁ ὄγκος αὐτῶν δὲν περιορίζεται, εἰ μὴ ὑπὸ ἀγγείων πανταχόθεν κεκλεισμένων.

Ὅταν λοιπὸν ἀέριόν τι περιέχεται ἐν τινι ἀγγεῖῳ, τείνει νὰ ἐκταθῇ, ἡ δὲ δύναμις, μεθ' ἧς πιέζει ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω τὰς παρειάς τοῦ ἀγγείου, καλεῖται ἐλαστικὴ δύναμις, ἡ τάσις, ἡ πίεσις τοῦ αἵριου. Ἡ πίεσις αὕτη μετρεῖται ὑπὸ τῆς δυνάμεως, τῆς δυναμένης νὰ ἰσορροπήσῃ κινητὴν ἐπιφάνειαν ἴσην τῇ μονάδι τῆς ἐπιφανείας καὶ πιεζομένην ὑπὸ τοῦ αἵριου. Ἐλαστικὴ ὡσαύτως δύναμις τοῦ αἵριου καλεῖται καὶ ἡ δύναμις, μεθ' ἧς τοῦτο πιέζει ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω τὰς ἐπιφανείας τῶν ἐντὸς αὐτοῦ ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων.

90. **ΕΠΕΚΤΑΣΙΣ ΤΩΝ ΑΡΧΩΝ ΤΗΣ ΥΔΡΟΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ.** — Ἐπειδὴ τὰ ἀέρια εἶναι ὡς τὰ ὑγρά, καὶ εἰς πολὺ ἀνώτερον μάλιστα βαθμὸν, ῥευστότατα καὶ ἐλαστικώτατα, συμπεραίνομεν ὅτι πᾶσα ἰδιότης τῶν ὑγρῶν, στήριζομένη ἐπὶ τῶν ἰδιοτήτων τούτων, θέλει εἶναι κοινὴ καὶ εἰς τὰ ἀέρια, καὶ δύναται νὰ ἀποδειχθῇ ὁμοιοτρόπως. Ἐπεταὶ λοιπὸν

1^{ον} Ὅταν ἀέριός τις μάζα εὐρίσκηται ἐν ἰσορροπίᾳ, πᾶν αὐτῆς μέρος πιέζεται ἰσάκως πανταχόθεν.

2^{ον} Ἡ ἐπὶ τινος σημείου αἵριου τινὸς μάζης παραγομένη πίεσις μεταβιβάζεται ἀμέσως καὶ ἀμετάβλητος καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

3^{ον} Ἡ ἐπὶ τινος ἐπιφανείας παραγομένη ὀλικὴ πίεσις εἶναι ἀνάλογος τῆς πιεζομένης ἐπιφανείας.

91. **Ο ΑΗΡ ΚΑΙ ΤΑ ΛΟΙΠΑ ΑΕΡΙΑ ΕΧΟΥΣΙ ΒΑΡΟΣ.** — Πρῶτος ὁ Γαλιλαῖος ἀπέδειξε διὰ πειραμάτων ὅτι ὁ αἷρ καὶ τὰ λοιπὰ ἀέρια ἔχουσιν βάρος. Πρὸς τοῦτο ἔλαβεν ὑαλίνην σφαῖραν καὶ ἐζύγισεν αὐτὴν πλήρη ἀέρος ἢ ὁποιουδήποτε ἄλλου αἵριου, ἔπειτα ἐζύγισε πάλιν αὐτὴν τὴν

σφαίραν, ἄφου πρῶτον εἰσήγαγεν ἐν αὐτῇ καὶ ἄλλην ποσότητα ἀέρος ἢ ἀερίου, καὶ εὐρών ὅτι κατὰ τὴν δευτέραν ταύτην περίπτωσιν ἡ σφαῖρα εἶχε μεγαλειέτερον βάρος, ἀπεφάνθη ὅτι ὁ ἀήρ ἢ τὸ ἀέριον εἶναι σώματα ἔχοντα βάρος.

Τὸ συνήθως πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ βάρους τοῦ ἀέρος πείραμα ἐκτελοῦσι σήμερον ὡς ἐξῆς:

Λαμβάνουσιν ὑαλίνην σφαῖραν, ἐξ ἧς ἀφαιροῦσι διὰ τῆς ἀεραντλίας τὸν ἐν αὐτῇ ὑπάρχοντα ἀέρα, κλείουσι τὴν στρόφιγγα τῆς σφαίρας καὶ ἰσορροποῦσι διὰ τινος ζυγοῦ τὸ βάρος αὐτῆς (Σχ. 91). Τῆς ἰσορροπίας ὑπαρχούσης, ἀνοίγουσι κατὰ μικρὸν τὴν στρόφιγγα, καὶ ὁ πῆριξ ὑπάρχων ἀήρ εἰσέρχεται ἕνεκα τῆς διασταλτικῆς αὐτοῦ ιδιότητος. Ἄμ' ὡς ποσότης τις ἀέρος εἰσέλθῃ, ἡ ἰσορροπία καταστρέφεται ἀμέσως, καὶ ἡ φάλαγξ τοῦ ζυγοῦ κλίνει πρὸς τὸ μέρος τῆς σφαίρας. Ὅσω μεγαλειτέρα εἶναι ἡ εἰσελθούσα ποσότης τοῦ ἀέρος, τόσω περισσότερα βάρη πρέπει νὰ προσθέσωμεν εἰς τὴν ἄλλην πλάστιγγα, ἵνα ἡ ἰσορροπία ἀποκατασταθῇ ἐκ νέου. Τοῦτ' αὐτὸ συμβαίνει καὶ ἂν ἀντὶ ἀέρος εἰσαγάγωμεν ἐν τῇ σφαίρᾳ ὁποιονδήποτε ἄλλο ἀέριον, π. χ. ὀξυγόνον, ὕδρογόνον, ἄζωτον, ἀνθρακικὸν ὀξύ, κτλ.



Σχ. 91

Συμπεραίνομεν λοιπὸν ὅτι ὁ ἀήρ, καθὼς καὶ τὰ λοιπὰ ἀέρια, εἶναι σώματα ἔχοντα βάρος.

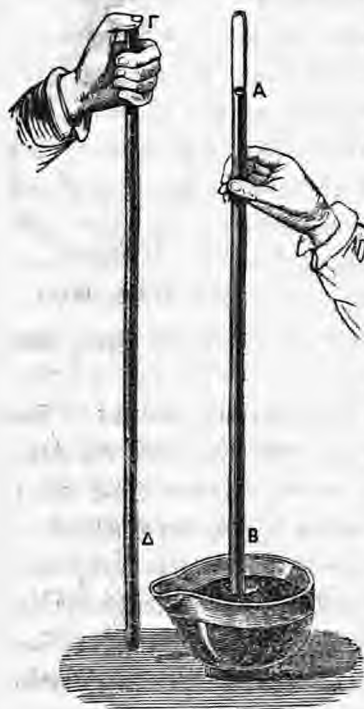
92. ΣΥΝΘΗΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ ΤΩΝ ΕΧΟΝΤΩΝ ΒΑΡΟΣ ΑΕΡΙΩΝ. — Ἐὰν θεωρήσωμεν ἀέριόν τινα μάζαν, ὑφισταμένην τὴν ἐνέργειαν τῆς βαρύτητος, ἐν ἰσορροπίᾳ, θέλομεν συμπεράνει, συλλογιζόμενοι ὅπως καὶ ἐν τῇ § 56, 2^{ον}, ὅτε ἐπρόκειτο περὶ τῶν βαρέων ὑγρῶν, ὅτι ἡ πίεσις εἶναι ἡ αὐτὴ καθ' ὅλην τὴν ἑκτασίαν τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου στρώματος.

Δὲν δυνάμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι καὶ αἱ ἐλευθέραι τῶν ἐν ἰσορροπίᾳ ἀερίων ἐπιφάνειαι εἶναι ὡσαύτως ὀριζόντιοι, διότι ταῦτα ἕνεκα τῆς διασταλτικῆς αὐτῶν ιδιότητος δὲν ἔχουσιν ἐλευθέρας ἐπιφανείας, δὲν δύνανται δηλ. νὰ πληρῶσι μέρος μόνον τοῦ περιέχοντος αὐτὰ ἀγγείου, ἀλλὰ καταλαμβάνουσι πάντα αὐτοῦ τὸν χῶρον.

93. ΠΙΕΣΙΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΥΠΟ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΕΝΕΚΑ ΤΟΥ ΙΔΙΟΥ ΑΥΤΩΝ ΒΑΡΟΥΣ. — Ἐὰν ἐπεκτείνωμεν ἐπὶ πλέον τὰς δυναμένας νὰ προκύψωσι συνεπίαις ἐκ τῆς μεταξὺ τῶν ὑγρῶν καὶ ἀερίων ὑπαρχούσης ὁμοιότητος, θέλομεν ἀμέσως πορισθῇ ὅτι τὰ ἀέρια, ἕνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους, πιέζουσι τὰς ἐπιφανείας τῶν περιεχόντων αὐτὰ ἀγγείων ὡς καὶ τὰ ὑγρά, καὶ κατὰ τὸν αὐτὸν ἀπαραλλάκτως τρόπον. Εἶναι ἀλη-

ὅτι ἡ τοιαύτη πίεσις, ἕνεκα τοῦ ἐλαχίστου τῶν ἀερίων βάρους, δὲν εἶναι εὐκόλῳ νὰ ἀποδειχθῇ διὰ πειραμάτων, ὥς ὅτε ἐπρόκειτο περὶ ὑγρῶν. Ἀλλ' ἐὰν θεωρήσωμεν μέγιστον αὐτῶν ὄγκον, π. χ. τὴν ἀτμοσφαῖραν, ἥς τὸ ὕψος εἶναι κατὰ τινὰς μὲν 60000 περίπου μέτρα, κατ' ἄλλους δὲ περὶ τὰ 320000, ἡ ὑπ' αὐτῆς παραγομένη πίεσις εἶναι ἀρκούντως μεγάλη, καὶ ἀποδεικνύεται εὐκόλως διὰ πλείστων πειραμάτων. Περὶ τούτου, ὡς λίαν σπουδαίου, πραγματευόμεθα κατ' ἰδίαν ἀμέσως.

94. ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΠΙΕΣΙΣ, ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΟΥ ΤΟΡΙΚΕΛΛΗ. — Πρώτος ὁ Τορικέλλης, Ἰταλὸς καὶ μαθητὴς τοῦ Γαλιλαίου, κατέδειξεν ἐν Φλωρεντίᾳ κατὰ τὸ 1643 ἔτος διὰ πειράματος τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Πρὸς τοῦτο ἔλαβεν ὑάλινόν τινα σωλῆνα ΓΔ, 90 περίπου ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου τὸ μῆκος, καὶ ἐπλήρωσεν αὐτὸν ἐντελῶς ὑδραργύρου, ἔπειτα,



Σχ. 92

κλείσας τὴν ὀπὴν Γ τοῦ σωλῆνος διὰ τοῦ δακτύλου, ἀνέτρεψεν αὐτὸν ἐμβαπτίσας τὸ ἀνοικτὸν αὐτοῦ ἄκρον Γ ἐντὸς ἀγγείου πλήρους ὑδραργύρου (Σχ. 92). Ἀφῆσας μετὰ ταῦτα τὴν ὀπὴν Γ ἐλευθέραν, παρατήρησεν ὅτι ὁ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ΑΒ ὑδράργυρος κατέπεσε μέχρι τινός, καὶ μετὰ τινὰς ταλαντώσεις πρὸς τὰ κάτω καὶ ἄνω, ἐσχημάτισεν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος στήλην, ἔχουσαν ὕψος ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ὑδραργύρου περὶ τὰ 76 ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου, καὶ ὅτι τὸ ἄνω μέρος τοῦ σωλῆνος ἔμεινε κενόν. Ἐντεῦθεν συνεπέρανεν ὅτι αἰτία τῆς τοιαύτης ἐν τῷ σωλῆνι ἀνυψώσεως τοῦ ὑδραργύρου εἶναι ἡ παραγομένη ἐπὶ τῆς ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ὑπὸ τοῦ βάρους τῆς ἀτμοσφαίρας πίεσις.

Καὶ τῷ ὄντι, ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος ἰσορροπεῖ, ἡ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ἐλευθέρα αὐ-

τοῦ ἐπιφάνεια πρέπει νὰ πιέζεται ἰσάκως καθ' ὅλην αὐτῆς τὴν ἑκτασιν. Ἀλλὰ τὸ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος μέρος τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ὑφίσταται προφανῶς τὴν πίεσιν τῆς στήλης ΒΑ τοῦ ὑπερκειμένου ὑδραργύρου (60). Πρέπει λοιπὸν νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι καὶ τὸ ἐκτὸς τῆς σωλῆνος μέρος τῆς ἐλευθέρας αὐτοῦ ἐπιφανείας ὑφίσταται κατ' ἴσην ἐπιφάνειαν ἴσην πίεσιν, καὶ ἡ πίεσις αὕτη δὲν δύναται βεβαίως νὰ προέρχηται, εἰ μὴ ἐκ

τοῦ βάρους τῆς ὑπερκειμένης ἀτμοσφαίρας Ὅτι δὲ οὕτω πρέπει νὰ ἐξηγηθῇ τὸ φαινόμενον, ἀποδεικνύεται καταφανέστατα, ἐὰν ἀνοιχθῇ εἰς τὴν κορυφὴν τοῦ κενοῦ μέρους τοῦ σωλῆνος ΒΑ μικρά τις ὀπή, δι' ἧς νὰ εἰσέλθῃ ὁ ἐκτὸς ἀήρ. Τότε παρατηροῦμεν ὅτι ἁμέσως ὀλόκληρος ἡ στήλη ΑΒ καταπίπτει.

Οἱ ἀρχαῖοι ἐξήγουν τὴν ἐν ταῖς ὑδραντλίαις ἀνάβασιν τοῦ ὕδατος λέγοντες ὅτι ἡ φύσις ἀποστρέφεται τὸ κενόν, καὶ διὰ τοῦτο, ἅμ' ὡς κενόν τι τείνη νὰ σχηματισθῇ, σπεύδει αὕτη νὰ πληρώσῃ αὐτὸ δι' ὅλων τῶν προχειρῶν αὐτῇ μέσων, ἐπομένως, ἐπειδὴ διὰ τῆς ἀφαιρέσεως τοῦ αἵρος σχηματίζεται ἐν ταῖς ὑδραντλίαις κενόν, ἡ φύσις, ἔχουσα ἀποστροφὴν εἰς τοῦτο, ὥθει τὸ προστυχόν ὕδωρ, ὅπως πληρώσῃ τὸν κενωθέντα χώρον, καὶ ἔνεκα τούτου τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται. Ἐπὶ πολλοὺς αἰῶνας ἡ τοιαύτη ἐξήγησις, ἂν καὶ λίαν ἀδικαιολόγητος, ἐφαίνετο ἐπαρκὴς καὶ πείθουσα, ἀλλ' ὅτε ἐζήτησαν ἐν Φλωρεντία νὰ κατασκευάσωσιν ὑδραντλίαν, δι' ᾧ νὰ ἀναβιβάζηται τὸ ὕδωρ εἰς ὕψος μεγαλείτερον τῶν 40 περίπου μέτρων, παρετήρησαν ὅτι τὸ ὕδωρ μεθ' ὅλας τὰς καταβληθείσας προσπάθειας δὲν ἀνέρχετο εἰς ὕψος μεγαλείτερον τῶν 40 μέτρων. Ἐντεῦθεν συνεπέρανον ὅτι ἡ φύσις, ἢ αἰσθάνεται ἡ φύσις πρὸς τὸ κενόν, ἔχει ὅρια, φθάνει δηλ. μέχρι 40 περίπου μέτρων τὸ ὕψος. Ἡ τοιαύτη ἐξήγησις δὲν ἠδύνατο πλέον νὰ θεωρηθῇ ἐπαρκὴς, καὶ ὁ Τορικέλλης ὑπώπτευεν ὅτι αἰτία τῆς ἀναβάσεως τοῦ ὕδατος ἐν ταῖς ὑδραντλίαις θὰ ᾔηται βεβαίως ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, ἥτις ἔχει ὅρια, μετρεῖται δηλ. ὑπὸ στήλης ὕδατος, ἐχούσης ὕψος 40 περίπου μέτρων. Καὶ ἐσκέφθη ὅτι, ἐὰν τοῦτο οὕτως ἔχῃ, πρέπει ὁ ὑδράργυρος, ὁ ἔχων εἰδικὸν βάρος 13^{1/2} μεγαλείτερον, νὰ ἀναβαινῇ εἰς ὕψος 13^{1/2} μικρότερον. Κατεσκεύασε λοιπὸν ἐντεῦθεν ὁρμώμενος τὸ ἀνωτέρω πείραμα καὶ κατέδειξε μὲ τὸν πλέον ἀναμφισβήτητον τρόπον τὴν ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας παραγομένην πίεσιν.

Ἡ ἀνακάλυψις αὕτη τοῦ Τορικέλλη ἐγένετο μετὰ τινα μόνον ἔτη γνωστὴ ἐν Γαλλίᾳ. Κατὰ τὸ 1646 ὁ Πασκάλ ἐπανάλαβε τὸ πείραμα τοῦ Τορικέλλη μεταχειρισθεὶς σωλῆνας διαφόρου σχήματος καὶ ἔχοντας μῆκος 4 ὁ περίπου μέτρων, θέσας δ' ἐν αὐτοῖς ὕδωρ, οἶνον καὶ διάφορα ἄλλα ὑγρά, παρετήρησεν ὅτι ταῦτα ἀνυψοῦντο εἰς ὕψη ἀντιστρόφως ἀνάλογα τοῦ εἰδικοῦ αὐτῶν βάρους.

95. ΜΕΤΡΟΝ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ. — Τὸ πείραμα τοῦ Τορικέλλη, δι' οὗ κατεδείχθη τόσῳ ἐναργῶς ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις, δύναται νὰ χρησιμεύσῃ καὶ πρὸς εὑρεσιν τοῦ μέτρου αὐτῆς, τουτέστι πρὸς εὑρεσιν τοῦ βάρους, ὑπερ ἐπιφέρει αὕτη ἐπὶ δεδομένης τινὸς ἐπιφανείας, π. χ. ἐπὶ ἐνὸς τετραγωνικοῦ ἑκατοστομέτρου. Τῷ ὄντι ἡ πίεσις, ἡ

παραγομένη ἐπὶ ἑνὸς τετραγωνικοῦ ἑκατοστομέτρου, ἴσουται μὲ τὸ βάρος στήλης ὑδραργύρου, ἐχούσης βάσιν τὸ τετραγωνικὸν τοῦτο ἑκατοστόμετρον καὶ ὕψος 76 ἑκατοστόμετρα. Περιέχει λοιπὸν αὕτη 76 κυβικά ἑκατοστόμετρα. Ἀλλ' ἐν κυβικὸν ἑκατοστόμετρον ὕδατος βαρύνει ἐν γράμμον, καὶ ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος εἶναι 13,6 βαρύτερος ἴσου ὅγκου ὕδατος, ἐν κυβικὸν ἑκατοστόμετρον τούτου θέλει βαρύνει 13,6 γράμμα. Ἔπεται λοιπὸν ὅτι τὰ 76 κυβικά ἑκατοστόμετρα, τὰ μετροῦντα τὴν ἐπὶ ἑνὸς τετραγωνικοῦ ἑκατοστομέτρου παραγομένην ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας πίεσιν, θέλουσι βαρύνει $13,6 \times 76$ γράμμα, ἥτοι 1033 περίπου.

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἔπεται ὅτι ἡ παραγομένη ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας πίεσις ἐπὶ ἐπιφανείας ἑνὸς τετραγωνικοῦ μέτρου, τουτέστιν ἐπὶ ἐπιφανείας περιεχοῦσης 10000 τετραγωνικά ἑκατοστόμετρα, θέλει εἶναι ἴση μὲ 10330000 γράμμα, ἢ μὲ 10330 χιλιόγραμμα, καὶ ἐπειδὴ ἡ κατὰ μέσον ὄρον ἐπιφάνεια τοῦ ἀνθρωπίνου σώματος εἶναι περίπου ἑνὸς καὶ ἡμίσεως τετραγωνικοῦ μέτρου, ἢ ἔφ' ἡμῶν παραγομένη ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι περίπου ἴση μὲ 15495 χιλιόγραμμα. Δὲν πρέπει τώρα νὰ σπεύσῃ τις νὰ συμπεράνῃ ὅτι, ἐπειδὴ δὲν αἰσθάνεται ἐπ' αὐτοῦ τοσοῦτο βάρος, ὅπερ εἶναι ἀδύνατον νὰ βαστάσῃ, τὰ ἀνωτέρω ἐξαγόμενα εἶναι ἐσφαλμένα. Ἡ παραγομένη ἐφ' ἡμῶν πίεσις εἶναι περίπου ἴση μὲ τὴν εὑρεθεῖσαν, ἀλλὰ δὲν αἰσθανόμεθα ταύτην ἕνεκα τῶν ἐντὸς τοῦ σώματος ἡμῶν περιεχομένων ἀερίων, τῶν ὁποίων ἡ ἐλαστικὴ δύναμις, ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω ἐνεργοῦσα, μηδενίζει τὴν ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω παραγομένην ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἡμῶν ἐπιφανείας ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ὅτι δὲ τοῦτο οὕτως ἔχει θέλομεν ἀποδείξει μετ' ὀλίγον καὶ διὰ τινων πειραμάτων, ἅτινα παραλείπομεν πρὸς τὸ παρὸν, ἵνα μὴ διακόψωμεν τὴν φυσικὴν σειρὰν τοῦ παρόντος βιβλίου.

96. ΒΑΡΟΜΕΤΡΑ. — Ὅτε τὸ πείραμα τοῦ Τορικέλλη ἐγένετο γνωστὸν καθ' ἅπασαν τὴν Εὐρώπην, πάντες σχεδὸν οἱ φυσικοὶ ἐπανελάβον αὐτό, καὶ οἱ πλείστοι τούτων ἐφύλαττον εἰς τὰ σπουδαστήρια αὐτῶν σωλῆνας τοῦ Τορικέλλη. Μετ' οὐ πολὺ δὲ παρετηρήθη ὅτι τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἐν τῷ σωλῇνι δὲν ἔμενε πάντοτε τὸ αὐτό, ἀλλ' ὅτι μετεβάρυνετο ἄλλοτε αὐξανόμενον καὶ ἄλλοτε ἐλαττούμενον μεταξὺ ὁρίων τινῶν, καὶ ὅτι ὁσάκις συνέβαιεν ἀνύψωσις τις ἢ κατάπτωσις τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης, ἢ κατὰστασις τῆς ἀτμοσφαίρας ὑφίστατο διαφόρους μεταβολάς. Ἐσκέφθησαν λοιπὸν ὅτι πρέπει νὰ ὑπάρχῃ σχέσις τις μεταξὺ τοῦ μεγέθους τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως καὶ τῆς καταστάσεως τῆς ἀτμοσφαίρας ἢ τοῦ καιροῦ, καὶ πρὸς εὑρεσιν ταύτης ἐζήτησαν νὰ μετρήσωσιν ἀκριβέστερον τὰ διάφορα ὕψη, εἰς ᾧ ἀνυψοῦται ἐκάστοτε ἡ ὑδραργυρικὴ τοῦ σωλῆνος τοῦ Τορικέλλη στήλη. Ἐπειδὴ δέ, ὡς ἀνω-

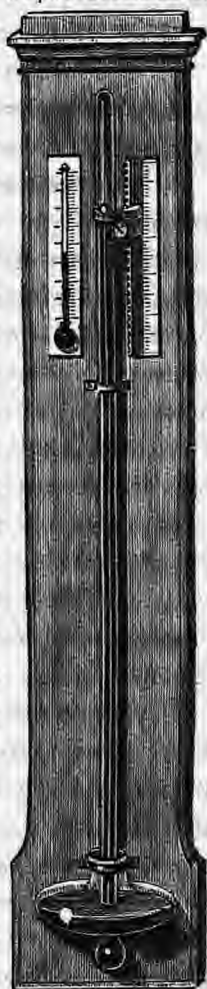
τέρω εἶδομεν, διὰ τοῦ ὕψους τῆς στήλης μετρεῖται ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἢ τὸ ἐπὶ δεδομένης ἐπιφανείας βάρος τῆς ἀτμοσφαίρας, οἱ σωλῆνες τοῦ Τορικέλλη ὠνομάσθησαν ἔκτοτε *βαρόμετρα*.

97. ΔΙΑΦΟΡΑ Εἶδη ΒΑΡΟΜΕΤΡΩΝ. — Κατὰ διαφόρους καιροὺς πολλοὶ καὶ διάφοροι τρόποι ἐπενοήθησαν πρὸς ἀκριβεστέραν καὶ εὐχερεστέραν συνάμα καταμέτρησιν τοῦ ὕψους τῆς ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργυρικῆς στήλης ἀπὸ τῆς ἐκτὸς ἐλευθέρως αὐτοῦ ἐπιφανείας. Ἐντεῦθεν προέκυψαν διάφορα εἶδη βαρομέτρων. Ἡμεῖς δὲν θέλομεν κάμει λόγον ἐνταῦθα εἰ μὴ περὶ τινων, ὧν ἡ χρῆσις εἶναι κοινοτέρα ταῦτα δὲ εἶναι τὸ κοινὸν καλούμενον βαρόμετρον, τὸ τοῦ Φορτιέρ (Fortin), καὶ τὸ σιφωνοειδὲς τοῦ Γαιλιουσάκ.

98. ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΝ ΚΟΙΝΟΝ. — Εἰς τὸ κοινὸν βαρόμετρον ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν ἐμβαπτίζεται ἐντὸς λεκάνης, ἐχούσης δύο, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 93, διαφόρους χωρητικότητας. Ἡ μὲν πρὸς τὰ κάτω μικρὰ χωρητικότης, ἐν ᾗ ὑπάρχει ἐμβαπτισμένον τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος, συνέχεται μετὰ τῆς ἀνωτέρας διὰ τινος στενοῦ λαιμοῦ, ἔχοντος διάμετρον κατὰ τι μόνον μεγαλειτέραν τῆς τοῦ βαρομετρικοῦ σωλῆνος, ἡ δὲ ἀνωτέρα χωρητικότης αὐτῆς εἶναι ἀρκούντως εὐρεῖα. Ἡ λεκάνη μετὰ τοῦ βαρομετρικοῦ σωλῆνος στερεοῦται ἐπὶ ὀρθογωνίου τινὸς σανίδος, φερούσης πλησίον τοῦ ἄνω ἄκρου τοῦ σωλῆνος πρὸς μὲν τὰ δεξιὰ αὐτοῦ διηρημένον κανόνα, πρὸς δὲ τὰ ἀριστερὰ μικρὸν θερμόμετρον. Ὁ διηρημένος οὗτος κανὼν ὑποτίθεται συνεχῆς καὶ ὅτι ἔχει τὸ 0 τῆς διαιρέσεως αὐτοῦ ἐπὶ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑδραργύρου, διατηρεῖται δὲ μόνον μικρὸν τι μέρος αὐτοῦ, ὕπερ ἡ ὑδραργυρική στήλη δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ ἀνερχομένη ἢ κατερχομένη.

Ὅταν θέλωμεν νὰ παρατηρήσωμεν διὰ τοιοῦτου βαρομέτρου τὸ ὕψος τῆς βαρομετρικῆς στήλης, ἀναρτῶμεν τὴν φέρουσαν τὸ ὄργανον σανίδα καθέτως, ἐπὶ τινος π. χ. τοίχου, ἔπειτα ἀναγινώσκομεν ἐπὶ τοῦ διηρημένου κανόνος τὸν ἀριθμὸν, πρὸς ὃν ἀντιστοιχεῖ ὀριζοντίως ἡ ἐν τῷ σωλῆνι ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου. Ὁ ἀριθμὸς οὗτος δεικνύει τὸ ζητούμενον ὕψος.

Πρὸς ἀκριβεστέρον προσδιορισμὸν τῆς διαιρέσεως, εἰς ἣν ἀντιστοιχεῖ τὸ ἄκρον τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης, ὁ κανὼν φέρει δρομέα, ὅστις διὰ



Σχ. 93

τινος τροχίσκου ἀνέρχεται καὶ κατέρχεται εὐκόλως καὶ ὅσω ὀλίγον θέλουμέν. Ὁ δρομεὺς οὗτος φέρει πρὸς τὸ μέρος τοῦ σωλήνος κυλινδρικήν πλάκα, τῆς ὁποίας ἡ ἄνω ἐπιφάνεια εἶναι ὀριζόντιος καὶ κεῖται ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς ἄνω ἐπιφανείας τοῦ δρομέως, ἣτις εὐρίσκεται πολὺ πλησίον τοῦ κανόνος. Ὅταν ἡ κυλινδρική πλάξ τεθῇ διὰ τοῦ δρομέως εἰς θέσιν τοιαύτην, ὥστε ἡ διὰ τῆς πρὸς τὰ ἄνω αὐτῆς ἐπιφανείας διερχομένη ὑπτική ἀκτὶς νὰ ἐφάπτηται τῆς κορυφῆς τῆς ὑδραγωγικῆς στήλης, ἡ πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ δρομέως ἐπὶ τοῦ κανόνος εὐρισκομένη διαίρεσις θέλει παριστᾷ τὸ ζητούμενον ὕψος.

Τὸ παρακείμενον θερμόμετρον χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ δεικνύῃ τὴν ὑπάρχουσαν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν στιγμὴν γίνεται ἡ παρατήρησις. Θέλομεν ἰδεῖ εἰς τὸ περὶ θερμότητος βιβλίον τὸν λόγον τούτου.

99. ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΝ ΤΟΥ ΦΟΡΤΕΝ. — Τὸ ἀνωτέρω περιγραφέν κοινὸν βαρόμετρον ἔχει πολλὰς ἀτελείας καὶ δὲν εἶναι καὶ εὐκόλως μεταφερόν, ἐπομένως δὲν δύναται νὰ χρησιμεύσῃ εἰς πολλὰς περιστάσεις, καθ' ἃς ἔχομεν ἀνάγκην βαρομετρικῶν παρατηρήσεων ὅσω ἐνεστὶν ἀκριβῶν. Τοῦτου ἕνεκα ὁ Φορτέν ἐπέφερε σπουδαίας τινὰς τροποποιήσεις, δι' ὧν κατέστησεν αὐτὸ ἀκριβές καὶ ἀκινδύνως μεταφερόν. Τὰ καθ' ἕκαστα τοῦ νέου τούτου βαρομέτρου, καθὼς καὶ τὸν τρόπον τῆς χρήσεως αὐτοῦ, θέλομεν περιγράψαι ἐν ὀλίγοις.

Τὸ σχῆμα 95 παριστᾷ τὸ βαρόμετρον τοῦ Φορτέν ἀνηρτημένον πρὸς παρατήρησιν, τὸ σχῆμα 94 παριστᾷ εἰς μέγα τὰ καθ' ἕκαστα τῆς λεκάνης αὐτοῦ, καὶ τὸ σχῆμα 96 τὸν ἰδιαιτέρον τῆς ἐξαρθήσεως αὐτοῦ τρόπον.

Ἡ λεκάνη τοῦ βαρομέτρου τούτου σύγκειται ἐκ τινος ὑαλίνου κυλίνδρου *β*, ἔχοντος $\frac{1}{4}$ ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου διάμετρον καὶ 3 ἑκατοστῶν ὕψος (Σχ. 94). Τὸ μὲν ἄνω μέρος τοῦ ὑαλίνου τούτου κυλίνδρου εἶναι κεκλεισμένον ὑπὸ ξυλίνου δίσκου ἐκ πύξου, κειμένου ὑπὸ τὸ ὀρειχάλκινον πῶμα *Μ*, τὸ δὲ κάτω μέρος αὐτοῦ εἶναι ἀσφαλῶς προσκεκολλημένον ἐπὶ πυξίνου ὡσαύτως κυλίνδρου, ἀνοικτοῦ πρὸς τὰ κάτω. Τὸ ἀνοικτὸν μέρος τοῦ πυξίνου τούτου κυλίνδρου φέρει κυκλοτερές αὐλάκιον *ι*, ἐφ' οὗ δι' ἐπιδέσμου ὑπάρχει στερεῶς προσδεδεμένον δέρμα *δδ* αἰγάγρου, ὕπερ ἀποτελεῖ τὸν πυθμένα τῆς βαρομετρικῆς τοῦ ὀργάνου λεκάνης. Εἰς τὸ κέντρον τοῦ πυθμένος τούτου ὑπάρχει ἐπὶ τοῦ δέρματος ἐφηρμοσμένον τεμάχιον ξύλου



Σχ. 94

σ, ἐκ πύξου καὶ τοῦτο, ὅπερ στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ἄκρου τοῦ κοχλίου Γ. Διὰ τοῦ κοχλίου Γ, κινουμένου πρὸς τὰ ἄνω ἢ κάτω, ἀνέρχεται ἢ κατέρχεται ὁ δερμάτινος τῆς λεκάνης πυθμὴν κατὰ βούλησιν, ἐπομένως καὶ ὁ ἐν τῇ λεκάνῃ περιεχόμενος ὑδράργυρος. Τὸ κατώτερον μέρος τῆς λεκάνης περιέχεται ἐντὸς ὀρειχαλκίνης θήκης Ζ, ἥτις συνδέεται μετὰ τοῦ πώματος Μ διὰ τριῶν κοχλιοφόρων περονῶν γ, γ, γ.

Διὰ τοῦ κέντρου τοῦ ὀρειχαλκίνου πώματος Μ καὶ τοῦ ὑπ' αὐτὸ πυξίνου δίσκου διέρχεται ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν ΕΕ, τοῦ ὁποίου τὸ κάτω ἄκρον λήγει εἰς ὅζυ καὶ ἐμβαπτίζεται ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου τῆς ὑποκειμένης λεκάνης. Ὁ βαρομετρικὸς οὗτος σωλὴν συνδέεται μετὰ τῆς λεκάνης διὰ δέρματος αἰγάργου, ὅπερ ἀφ' ἐνὸς μὲν εἶναι προσδεδεμένον ἐπ' αὐτοῦ δι' ἰσχυροῦ ἐπιδέσμου, εἰσερχομένου εἰς τινα ἐπὶ τούτῳ κατασκευασμένην κυκλικὴν ἐν τῷ σωλὴν κοιλότητα ο, καὶ ἀφ' ἑτέρου δι' ὁμοίου τρόπου ἐπὶ τοῦ λαιμοῦ ε τοῦ ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ πώματος Μ ἐφηρμοσμένου ὀρειχαλκίνου σωλῆνος. Διὰ τῶν πόρων τοῦ δέρματος τούτου συγκοινωνεῖ μὲν ὁ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑπάρχων ἀήρ μετὰ τοῦ ἐκτὸς καὶ ἐνεργεῖται δι' αὐτῶν ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἢ ἀτμοσφαιρική πίεσις, ἀλλὰ διὰ τῶν αὐτῶν πόρων δὲν δύναται καὶ νὰ διέλθῃ ὁ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑπάρχων ὑδράργυρος, ὅταν ἀνατρέπηται τὸ ὄργανον.

Ἐντὸς τοῦ ὑαλίνου κυλίνδρου Β εὐρίσκεται καὶ ἐλεφάντινός τις δεικτής α. Τὸ ἄκρον τοῦ δείκτου τούτου, ὅπερ διὰ τοῦ κοχλίου Γ, κινουμένου καταλλήλως, τίθεται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑδραργύρου, δεικνύει τὸ Ο τῆς διαιρέσεως τῆς κλίμακος, ἧς μέρος μόνον εἶναι κεχαραγμένον ἐπὶ τοῦ ἄνω ἄκρου τῆς ὀρειχαλκίνης θήκης, ἐντὸς τῆς ὁποίας ὑπάρχει ἐγκλεισμένος ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν ΕΕ (Σχ. 95). Ἡ ὀρειχαλκίνη αὕτη θήκη εἶναι πρὸς τούτοις ἀνοικτὴ ἐκατέρωθεν πρὸς τὸ μέρος τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας Ο τῆς βαρομετρικῆς στήλης, ἵνα παρατηρῇται εὐκόλως διὰ τῶν δύο ἀντιθέτων θυριδίων τὸ ἄκρον αὐτῆς.

Τὸ σχῆμα τέλος 96 παριστᾷ τὸν ἰδιαιτέρον τῆς ἐξαρτήσεως τοῦ προπεριγραφέντος βαρομέτρου τρόπον. Ἡ μεταλλικὴ θήκη, ἡ περιέχουσα τὸν βαρομετρικὸν σωλῆνα, συνδέεται στερεῶς μετὰ τοῦ στόρέως (manchon) Χ διὰ δύο ἐκ διαμέτρου ἀντικειμένων πιέστρων α καὶ β. Ὁ στορεὺς Χ φέρει δύο ἀντικειμένας στροφάλιγγας ο, ο, ὧν ἡ μία μόνον εἶναι ὁρατὴ ἐπὶ τοῦ σχήματος, ἀμφότεραι δὲ περιστρέφονται ἐντὸς δύο ἐπὶ τοῦ δακτυλίου Υ ὑπαρχουσῶν ὀπῶν. Ὁ δακτύλιος Υ φέρει καὶ οὗτος δύο ἀντικειμένας στροφάλιγγας μ, ν, ὧν ἡ διεύθυνσις μν εἶναι κάθετος ἐπὶ τῆς διευθύνσεως οο' αὗται δύνανται νὰ περιστραφῶσιν ἐν-

τὸς δύο ὁπῶν τῆς ἐπὶ τοῦ τρίποδος ὑπαρχούσης στεφάνης Z. Διὰ τῆς τοιαύτης διπλῆς ἐξαρτήσεως τὸ βαρόμετρον τοῦ Φορτέν, ταλαντευόμενον μεταξὺ δύο ἐκ διαμέτρου ἀντιθέτων διευθύνσεων, ἰσορροπεῖ λαμ-

βάνον ἀφ' ἑαυτοῦ θέσιν ἀκριβῶς κάθετον, τοῦθ' ὅπερ δὲν συμβαίνει εἰς τὸ ἐπὶ τοῦ τοίχου ἀναρτώμενον κοινὸν βαρόμετρον.

Ὅταν θέλωσι διὰ τοῦ βαρομέτρου τούτου νὰ μετρήσωσι τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν εἰς τι μέρος, λύουσι τὸν τρίποδα καὶ στρέφουσι πρὸς τὰ ἄνω τὸν κοχλίαν Γ, μέ-



Σχ. 93

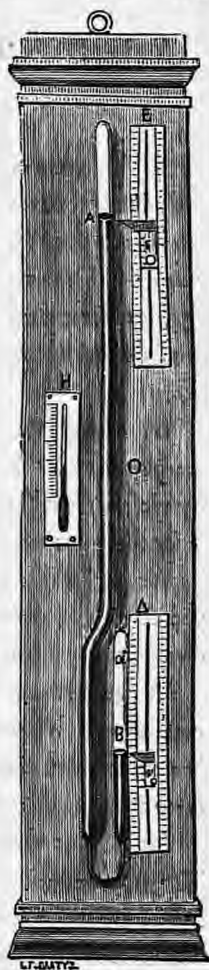


Σχ. 96

χρις οὗ ὃ ἐν τῇ λεκάνῃ ὑδράργυρος ἀνερχόμενος πληρώσῃ τὴν λεκάνην καὶ τὸν βαρομετρικὸν σωλῆνα ἐντελῶς. Τούτων γενομένων, θέτουσι τὸ ὅλον βαρόμετρον ἐντὸς ἰδιαιτέρας θήκης καὶ μεταφέρουσιν αὐτὸ μετὰ τοῦ τρίποδος εἰς τὸ μέρος ἐκεῖνο, ἔνθα στήνουςι πάλιν τὸν τρίποδα, ἐξαρτῶσι τὸ βαρόμετρον, ὡς προείπομεν, καὶ στρέφουσι πρὸς τὰ κάτω τὸν κοχλίαν Γ, μέχρις οὗ ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ κατερχομένου ὑδραργύρου φθάσῃ ἐπὶ τοῦ ἄκρου τοῦ ἐξ ἐλεφαντίνου ὀστού κατεσκευασμένου ὀπίκου α. Οὕτως ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ 0 τῆς

διαιρέσεως τῆς βαρομετρικῆς κλίμακος, ἐπομένως ἡ διαίρεσις, εἰς ἣν ἀντιστοιχεῖ τὸ ἄκρον O τῆς βαρομετρικῆς στήλης, δίδει τὸ ὕψος αὐτῆς, ἥτοι τὸ μέγεθος τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως.

100. ΒΑΡΟΜΕΤΡΟΝ ΣΙΦΩΝΟΕΙΔΕΣ ΤΟΥ ΓΑΙΛΟΥΣ-ΣΑΚ. — Τὸ βαρόμετρον τοῦ Γαίλουσάκ ὠνομάσθη σιφωνοειδές, διότι τὸ ὕλον ἀποτελεῖται ἐξ ἑνὸς σίφωνος AB (Σχ. 97). Τὸ μέρος A τοῦ σίφωνος εἶναι ἐντελῶς κενὸν καὶ κεκλεισμένον πρὸς τὰ ἄνω, τὸ δὲ μικρότερον μέρος B φέρει πρὸς τι μέρος μικράν τινα ὀπήν a , δι' ἧς συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Τὰ δύο μέρη τοῦ σίφωνος ἐνοῦνται διὰ τινος τροχοειδοῦς σωλήνος, καὶ τοῦτο ἵνα μὴ δύνηται ὁ ἐξωτερικὸς ἀήρ νὰ διέλθῃ καὶ μεταβῇ πρὸς τὸ ἄκρον A , ὅσάκις μεταφέρεται τὸ βαρόμετρον ἀπὸ τόπου εἰς τόπον. Ὁ μικρὸς βραχίον B τοῦ σίφωνος χρησιμεύει τρόπον τινὰ ὡς λεκάνη τοῦ βαρομέτρου, ἥ δὲ κάθετος ἀπόστασις τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας A ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας B δεικνύει τὸ βαρομετρικὸν ὕψος. Πρὸς εὑρεσιν τοῦ ὕψους τούτου ὑπάρχουσι πρὸς τὰ δεξιὰ τῶν βραχιόνων A καὶ B τὰ ἄκρα δύο κανόνων, ἐχόντων τὴν αὐτὴν ἀρχὴν O καὶ διηρημένων ἀντιθέτως· τοῦ μὲν πρὸς τὸ A αἱ διαιρέσεις βαίνουσιν ἀυξανόμεναι ἐκ τοῦ O πρὸς τὰ ἄνω, τοῦ δὲ πρὸς τὸ B βαίνουσιν ἀυξανόμεναι ἐκ τοῦ O πρὸς τὰ κάτω. Οἱ μετὰ βερνιέρου ὁρομεῖς e καὶ r δεικνύουσι τὰς διαιρέσεις τῶν κανόνων, εἰς ἃς ἀντιστοιχοῦσιν αἱ ἐλεύθεραι ἐπιφάνειαι τῶν σωλήνων A καὶ B , κατὰ προσέγγισιν ἑνὸς δεκάκις χιλιοστοῦ τοῦ μέτρου, τὸ δὲ ἄθροισμα τῶν εὑρεθέντων ἀριθμῶν παριστᾷ τὸ ὕψος τῆς βαρομετρικῆς στήλης AB , ὅταν, ἐννοεῖται οἰκοθεν, τὸ βαρόμετρον ἔχῃ θέσιν ἀκριβῶς κάθετον.



Σχ. 97

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΜΕΤΡΟΝ ΤΗΣ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΣ,
ΜΑΝΟΜΕΤΡΑ

101. **ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΜΑΡΙΟΤΤΟΥ.** — Ὅταν αέριόν τι, ἐρμητικῶς πανταχόθεν κεκλεισμένον, πιέζεται καταλλήλως, ὁ ὄγκος αὐτοῦ ἐλαττωταί καὶ τοσούτῳ μᾶλλον, ὅσω μεγαλειτέρα εἶναι ἡ πιέζουσα αὐτὸ δύναμις ἢ ἡ πίεσις. Ὁ Μαριόττος, ἰερωμένος Γάλλος, εὔρε πρῶτος τὴν σχέσιν, ἥτις ὑπάρχει μεταξύ τῆς ἐπιφερομένης πίεσεως καὶ τοῦ ὑπὸ τοῦ πιεζομένου αέριου καταλαμβανομένου χώρου, καὶ ἐξέθεσεν αὐτὴν ὡς ἑξῆς:

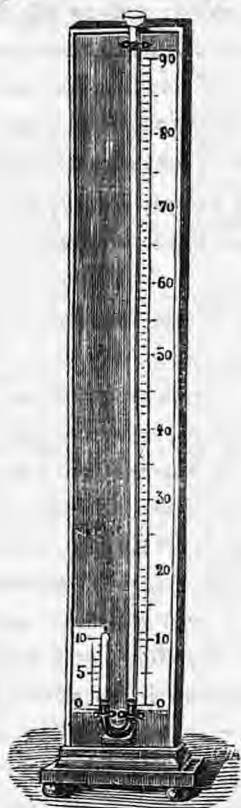
Οἱ ὄγκοι τῶν πιεζομένων αέριων εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν ἐπιφερομένων πίεσεων. Τουτέστιν, ὅταν ἡ πίεσις διπλασιάζεται, ὁ ὄγκος τοῦ πιεζομένου αέριου γίνεται τὸ ἥμισυ· ὅταν τριπλασιάζεται, ὁ ὄγκος γίνεται τὸ τρίτον κτλ., καὶ ἀντιστρόφως. Ἐπειδὴ δέ, ὅταν αέριός τις μᾶζα εὐρίσκηται ἐν ἰσορροπίᾳ, ἡ ἐλαστικὴ τοῦ αέριου δύναμις εἶναι ἴση μὲ τὴν πιέζουσαν αὐτὸ δύναμιν, ἡ ἀνωτέρω σχέσις, ἥτις ὠνομάσθη νόμος τοῦ Μαριόττου, ἐκφέρεται καὶ ὡς ἑξῆς:

Ἡ ἐλαστικὴ αέριου τινὸς δύναμις εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ ὄγκου αὐτοῦ. Τουτέστιν, ἐὰν ὁ ὄγκος αὐτοῦ γείνη τὸ ἥμισυ, ἡ ἐλαστικὴ τοῦ αέριου δύναμις διπλασιάζεται· ἐὰν γείνη τὸ τρίτον, ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις τριπλασιάζεται, καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς.

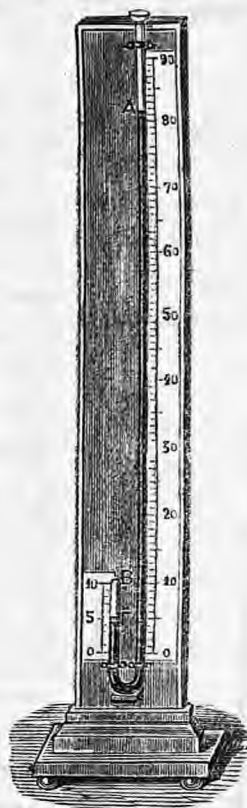
102. **ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ ΜΑΡΙΟΤΤΟΥ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ.** — Ἡ πειραματικὴ τοῦ νόμου τοῦ Μαριόττου ἀπόδειξις γίνεται διὰ τινος ὀργάνου, γνωστοῦ ὑπὸ τὸ ὄνομα σωλῆν τοῦ Μαριόττου (Σχ. 98). Ὁ σωλὴν τοῦ Μαριόττου εἶναι κεκαμμένος εἰς τὸ ἄκρον καὶ ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἀνίσων βραχιόνων Α καὶ Β, ἐξ ὧν ὁ μὲν Β εἶναι κλειστὸς πρὸς τὸ ἄνω μέρος, ὁ δὲ Α περατοῦται εἰς μικρὸν χωνεῖον, δι' οὗ δυνάμεθα νὰ πληρώσωμεν αὐτὸν ὑδραργύρου. Ἐκατέρωθεν τῶν σωλῆνων ὑπάρχουσι δύο διηρημένοι κανόνες, ὧν τὸ 0 κεῖται ἐπὶ τῆς αὐτῆς ὀριζοντίου γραμμῆς. Αἱ διαιρέσεις τοῦ βραχίονος Β ὑποτίθενται ἴσαι κατὰ χωρητικότητα, αἱ δὲ τοῦ Α ἴσαι κατὰ μήκος.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐν τῷ μικρῷ βραχίονι ὑπάρχει ἐγκεκλεισμένον αέριόν τι, παραδείγματος χάριν, ἀτμοσφαιρικός ἀήρ, καὶ ἂς ἐγχύσωμεν διὰ τοῦ μικροῦ χωνείου ὑδράργυρον οὕτως, ὥστε ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια εἰς ἑκάτερον τῶν βραχιόνων νὰ εὐρίσκηται εἰς τὸ 0 τῆς διαιρέσεως, τοῦθ' ὅπερ κατορθοῦται εὐκόλως μετὰ

τινας δοκιμὰς. Ἐπειδὴ ἡ ἐλευθέρα τοῦ ὑδραργύρου ἐπιφάνεια ἐν τῷ βραχίονι Α ὑφίσταται τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν καὶ εὐρίσκεται εἰς τὸ αὐτὸ ὕψος μετὰ τῆς ἐν τῷ βραχίονι Β, ἔπεται ὅτι ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ



Σχ. 98

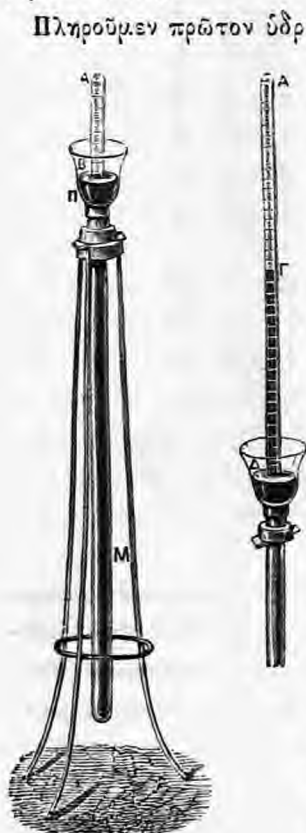


Σχ. 99

ἐγκλεισμένου ἐν τῷ Β ἀέρος εἶναι ἴση μὲ τὴν ὑπάρχουσαν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ἐὰν ἐγχύσωμεν ἀκολουθῶς ἐν τῷ βραχίονι Α νέον ὑδραργυρον, μέχρις οὗ ἡ ἐν τῷ βραχίονι Β ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια Γ φθάσῃ εἰς τὸ μέσον τῆς ἀρχικῆς χωρητικότητος (Σχ. 99), τουτέστι, μέχρις οὗ ὁ νέος ὄγκος τοῦ ἀερίου γείνη τὸ ἥμισυ τοῦ πρώτου, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἐν τῷ βραχίονι Α ἀνέρχεται εἰς τὴν 81 διαίρεσιν, τουτέστιν ἡ διαφορά τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν 81 καὶ 5 εἶναι ἴση μὲ τὴν στήλην ὑδραργύρου 76 ἑκατοστῶν τὸ ὕψος. Ἀλλὰ τοιαύτη στήλη μετρεῖ μίαν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Ἀρα, διπλασιασθείσης τῆς πίεσεως, ὁ ὄγκος τοῦ ἀερίου ἔγεινε τὸ ἥμισυ. Ἐὰν ὁ βραχίων Α ἔχῃ ἀρκετὸν ὕψος καὶ προσθέσωμεν νέον ὑδραργυρον μέχρις οὗ ὁ δεύτερος ὄγκος τοῦ ἀερίου γείνη τὸ ἥμισυ, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι ἡ διαφορά τοῦ ὕψους τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ὑδραργύρου εἶναι ἴση

μέ 228 εκατοστά τοῦ μέτρου, τουτέστιν, ὅτι μετρεῖ πίεσιν ἴσην μετρεῖς ἀτμοσφαίρας, ὅταν, ἐννοεῖται οἷκοθεν, ἡ ὑπάρχουσα ἀτμοσφαιρική πίεσις ἦναι 76 εκατοστών. Εἰς ταύτας εἰς προσθέσωμεν καὶ τὴν ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας ἐπὶ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι Α ὑδραργύρου ἐπιφερομένην πίεσιν, θέλομεν ἔχει ἄθροισμα τεσσάρων ἀτμοσφαιρῶν. Λοιπὸν, ὅταν ὁ ἀρχικὸς τοῦ ἐγκλεισμένου ἀερίου ὄγκος ἔγινε τὸ τέταρτον, ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις ἰσορροπεῖ πίεσιν τετραπλασίαν τῆς πρότερον ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργούσης, καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἵνα δὲ ἀποδείξωμεν πειραματικῶς ὅτι ὁ ἀνωτέρω νόμος τοῦ Μαριόττου εἶναι ἀληθὴς καὶ διὰ πίεσεις μικροτέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς, πράττομεν ὡς ἑξῆς·



Σχ. 100

Πληροῦμεν πρῶτον ὑδραργύρου διηρημένον τινὰ σωλῆνα Α, ἐνὸς περίπου μέτρου τὸ μῆκος, μέχρι τῆς 80^{ης} αὐτοῦ διαιρέσεως ἀφίνοντες τὰ λοιπὰ 20 εκατοστά πλήρη ἀέρος, ἔπειτα κλείομεν διὰ τοῦ δακτύλου τὸ ἄκρον αὐτοῦ καὶ ἀνατρέπομεν αὐτὸν ἐντὸς βαθείας λεκάνης Μ πλήρους ὡσαύτως ὑδραργύρου (Σχ. 100). Οὕτως ὁ ἐγκλεισθεὶς ἀὴρ ἀνέρχεται εἰς τὸ κεκλεισμένον ἄκρον Α τοῦ σωλῆνος καὶ πληροῖ χωρὸν τινὰ τούτου. Βυθίζομεν ἔπειτα τὸν σωλῆνα πιέζοντες τὸ ἄκρον αὐτοῦ Α μέχρις οὗ ἡ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἐλευθέρως ἐπιφανεία Β τοῦ ὑδραργύρου καὶ ἡ ἐκτὸς αὐτοῦ ἐν τῷ χωνεῖω Π ὑπάρχουσα εὐρεθῶσιν ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, ἐν ἄλλαις λέξεσι, μέχρις οὗ ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι Α ἀέρος κατασταθῇ ἴση μετὰ τὴν ὑπάρχουσαν ἐξωτερικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἣν ὑποθέτομεν 76 εκατοστών. Ἀναγινώσκομεν τότε τὴν ὑπὸ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σημείῳ Β δεικνυομένην διαίρεσιν, καὶ ὑψόνομεν τὸν σωλῆνα τοῦτον μέχρις οὗ ἡ νέα ἐλευθέρως ἐπι-

φάνεια αὐτοῦ Γ καταβῇ διὰ τῆς ἐλαττώσεως τῆς ἐσωτερικῆς τοῦ ἀέρος πίεσεως ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε ὁ ὄγκος ΑΓ νὰ ἦναι διπλάσιος ἢ τριπλάσιος κτλ. τοῦ ΑΒ (Σχ. 100), παρατηροῦμεν δὲ ὅτι τότε τὸ ὕψος ΓΔ τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι ὑδραργύρου εἶναι τὸ $\frac{1}{2}$ τοῦ 76 ἢ τὰ $\frac{2}{3}$ αὐτοῦ κτλ. Ἐν-

τεῦθεν ἔπεται ὅτι διπλασιασθέντος τοῦ ἔγκυ-
κλεισμένου ἀέρος δύναμις ἔγεινε τὸ $\frac{1}{2}$. ὅταν οὗτος ἐτριπλασιάζῃ, αὕτη
ἔγεινε τὸ $\frac{1}{3}$, κτλ. Διότι ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις μετὰ τῆς ἐπιφερο-
μένης ὑπὸ στήλης ὑδραργύρου, ἐχούσης ὕψος τὸ $\frac{1}{2}$, τὰ $\frac{2}{3}$ κτλ. ἐκείνης,
ἥτις δεικνύει τὴν ὑπάρχουσαν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἰσοῖσται αὐτὴν
ταύτην τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Λοιπὸν ὁ νόμος τοῦ Μαριόττου ἀπο-
δεικνύεται διὰ τοῦ πειράματος τούτου ἀληθὲς καὶ διὰ πιέσεις μικρο-
τέρας τῆς ἀτμοσφαιρικῆς.

103. **MANOMETRA.** — Τὰ *μανόμετρα* εἶναι ὄργανα, δι' ὧν μετρεῖται
ἡ ἐλαστικὴ τῶν αἰρίων καὶ τῶν ἀτμῶν δύναμις. Ἡ μὲν κατασκευὴ αὐ-
τῶν στηρίζεται ἐπὶ τοῦ νόμου τοῦ Μαριόττου, ἡ δὲ χρῆσις εἶναι πολ-
λάκις ἀναγκαιοτάτη, πρὸ πάντων εἰς τὰς ἀτμομηχανάς, ὧν ρυθμίζουσι
τὴν κίνησιν, καὶ τὰς ὁποίας προφυλάσσουν ἀπὸ σπουδαίων κινδύνων.
Τῷ ὄντι, ἵνα ἀτμομηχανὴ τις κινῆται κανονικῶς, πρέπει ἡ ἐλαστικὴ
δύναμις τοῦ ἀτμοῦ, ἡ κινουσα αὐτήν, νὰ ᾖ ἡ αὐτὴ σχεδὸν πάντοτε.
Εἶναι λοιπὸν ἀναγκαῖον νὰ ἔχωμεν ὄργανόν τι, δι' οὗ νὰ βεβαιώμεθα
περὶ τούτου. Πρὸς τούτοις, ἐπειδὴ οἱ ἀτμολέβητες κατασκευάζονται διὰ
ὠρισμένην τινὰ ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἀτμοῦ καὶ ἡ στερεότης αὐτῶν
δὲν δύναται νὰ ἀνθέξῃ εἰς πᾶσαν αὐξήσιν τῆς δυνάμεως ταύτης, εἶναι
ἀναγκαιοτάτον νὰ ἀποφεύγωμεν τὴν τοιαύτην ὑπέρμετρον αὐξήσιν, ἵνα
μὴ οὗτοι ἐκραγῶσι, τοσούτῳ δὲ μᾶλλον, καθόσω αἱ τοιαῦται τῶν ἀτμο-
λεβήτων ἐκρήξεις προξενούσι τρομεράς καὶ ἀνυπολογίστους ἐνίοτε κα-
ταστροφάς. Τούτων ἕνεκα, πρὶν ἢ γίνῃ χρῆσις τῶν λεβήτων ἀτμομη-
χανῆς τινος, μετρεῖται πρῶτον ἡ στερεότης αὐτῶν, τουτέστιν εἰς πό-
σων ἀτμοσφαιρῶν πίεσιν δύνανται νὰ ἀνθέξωσι, καὶ δεύτερον ὑποχρε-
οῦνται οἱ διαχειρισταὶ αὐτῶν νὰ ἔχωσι πάντοτε πλησίον τῆς μηχανῆς
ὄργανον, δι' οὗ νὰ δεικνύηται ἐκάστοτε ἡ ἐντὸς αὐτῶν ὑπάρχουσα δύ-
ναμις τοῦ ἀτμοῦ, τουτέστιν ἐν *μανόμετρον*.

Τὰ συνήθως ἐν χρήσει *μανόμετρα* εἶναι τὰ ἐξῆς τρία, ὧν περιγρά-
φομεν ἀμέσως τὴν κατασκευὴν καὶ τὸν τρόπον τῆς χρήσεως.

104. **MANOMETRON ANOIKTON.** — Τὸ *μανόμετρον* τοῦτο σύγκειται
ἐκ τινος κρυσταλλίνου σωλήνος ΔΒΑ, ἔχοντος δύο βραχίονας. Τὸ μὲν
ἄκρον Δ τοῦ μεγαλειτέρου βραχίονος ΒΔ εἶναι ἀνοικτὸν καὶ συγκοινω-
νεῖ ἐλευθέρως μετὰ τῆς ἀτμοσφαίρας, τὸ δὲ ἄκρον τοῦ μικροῦ βραχί-
ονος συγκοινωνεῖ διὰ τοῦ σωλήνος Γ μετὰ τοῦ δοχείου, τοῦ περιέχοντος
τὸ αἶριον, οὗτινος τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν προτιθέμεθα νὰ προσδιορί-
σωμεν. Ὁ μικρὸς βραχίων φέρει εὐρεῖάν τινα χωρητικότητα Α, περιέ-

χουσαν ὑδράργυρον, ὅστις διαχωρίζει τὸν ἀτμοσφαιρικὸν ἀέρα ἀπὸ τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ ἀερίου. Τὸ ὅλον ὄργανον στηρίζεται ἐπὶ σανίδος διατιθεμένης καθέτως καὶ βαθμολογεῖται ὡς ἑξῆς·



Σχ. 101

Γράφουσι 0 πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ σωλήνος ΒΔ καὶ πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ 1 εἰς τὸ σημεῖον, ἐνθα φθάνει ὁ ἐν αὐτῷ ὑδράργυρος, ὅταν ἡ ὀπή τοῦ σωλήνος Γ (Σχ. 101) συγκοινωνῇ μετὰ τῆς ἀτμοσφαίρας. Τὸ μὲν 1 δεικνύει ὅτι, ὅσας εἰς ὁ σωλὴν Γ συγκοινωνῇ μετὰ τοῦ περιέχοντος ἀερίου τι δοχείου καὶ ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλήνι ΒΔ εἶναι εἰς αὐτὸ τὸ σημεῖον, ἡ ἐλαστικὴ τοῦ ἀερίου τούτου δύναμις εἶναι ἴση μὲ μίαν ἀτμοσφαῖραν, τὸ δὲ 0 χρησιμεύει ὡς ἡ ἀρχὴ τῆς πρὸς τὰ ἀριστερὰ κειμένης μετρικῆς κλίμακος, ἥτις ἐπεκτείνεται μέχρι τοῦ ἄνω ἄκρου Δ. Εἰς τὴν 76 διαίρεσιν τῆς κλίμακος ταύτης γράφουσι πρὸς τὰ δεξιὰ τὸν ἀριθμὸν 2, εἰς τὴν 152 τὸν ἀριθμὸν 3, εἰς τὴν 228 τὸν ἀριθμὸν 4 καὶ οὕτω καθεξῆς, αὐξάνοντες κατὰ μονάδα τὸν ἀριθμὸν, τὸν δεικνύοντα τὴν τάσιν τοῦ ἀερίου, ὅσας εἰς τὸ ὕψος τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βραχίονι ΒΔ αὐξάνῃ κατὰ 76 ἑκατοστά, τουτέστι κατὰ τὸ ὕψος τῆς στήλης τοῦ ὑδραργύρου, τῆς μετρούσης τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Οἱ ἀριθμοὶ $1\frac{1}{2}$, $2\frac{1}{2}$ κτλ., οἱ μεταξὺ τοῦ 1 καὶ 2, τοῦ 2 καὶ 3 κτλ. ὑπάρχοντες, ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὰς διαίρεσεις 38, 114, κτλ. τῆς μετρικῆς κλίμακος.

Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω τῆς βαθμολογήσεως τοῦ μανομέτρου τρόπου γίνεται τοῖς πᾶσι φανερόν ὅτι, ὅσας εἰς ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ἐν τῷ ἀνοικτῷ σωλήνι ΒΔ ὑδραργύρου ἀντιστοιχεῖ εἰς τινὰ τῶν ἀριθμῶν 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3 κτλ.,

ἡ τάσις τοῦ ἀερίου, τοῦ διὰ τοῦ σωλήνος Γ συγκοινωνοῦντος μετὰ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ἐν τῇ εὐρείᾳ χωρητικότητι Α ὑπάρχοντος ὑδραργύρου, εἶναι ἴση μὲ 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3 κτλ. ἀτμοσφαιρικὰς πιέσεις.

Ἐὰν ὑποθέσωμεν π. χ. ὅτι ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸν ἀριθμὸν 2, ἡ τάσις τοῦ ἀερίου θέλει εἶναι ἴση μὲ δύο ἀτμοσφαιρᾶς· διότι, ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος εὕρεσκαται ἐν ἰσορροπίᾳ, αἱ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου ΑΟ ἐνεργοῦσαι πιέσεις εἶναι ἴσαι. Ἀλλ' ἡ ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας Α ἐνεργοῦσα πίεσις εἶναι ἡ ἐλαστικὴ τοῦ ἀερίου δύναμις, ἡ δὲ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας 0 εἶναι προφανῶς

ἴση μὲ τὴν ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας 2 ἐνεργοῦσαν διὰ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου Δ ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, αὐξηθεῖσαν μὲ τὴν ὑπὸ στήλης ὑδραργύρου, ἐχούσης ὕψος 76 ἑκατοστῶν, παραγομένην, ἥτις καὶ μετρεῖ τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Λοιπὸν ἡ ἐλαστικὴ τοῦ αἵριου δύναμις εἶναι ἴση μὲ 2 ἀτμοσφαίρας, ὅταν ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ σωλῆνι ΒΔ δεικνύῃ τὸν ἀριθμὸν 2.

Εἶναι ἀληθὲς ὅτι ἀνερχομένου τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βραχίονι ΒΔ, ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἐν τῇ χωρητικότητι Α κατέρχεται, ἐπομένως τὸ 0 τῆς κλίμακος ἔπρεπε νὰ κῆται κατώτερον. Ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ χωρητικότης Α εἶναι λίαν εὐρεῖα, ἡ προκύπτουσα διαφορὰ εἶναι ἀσήμαντος καὶ παραβλέπεται.

Ὅταν πρόκειται νὰ μεταχειρισθῶσι τὰ ἀνοικτὰ μανόμετρα εἰς ἀτμομηχανάς, τῶν ὁποίων ὁ ἀτμός, ἵνα ἐνεργήσῃ καταλλήλως, πρέπει νὰ ἀποκτήσῃ διὰ τῆς θερμάνσεως τάσιν 4 ἢ καὶ 5 ἢ καὶ 6 ἀτμοσφαιρῶν, ἐπειδὴ οἱ ἀριθμοὶ 4, 5, 6 πρέπει νὰ εὐρίσκωνται εἰς ὕψος δυσκόλως ὑπὸ τοῦ θερμαστοῦ ἢ μηχανικοῦ παρατηρούμενον, ἐπιφέρουσι διαφόρους τροποποιήσεις ὡς πρὸς τὰ καθέκαστα τῆς κατασκευῆς καὶ τοποθετήσεως αὐτῶν. Περὶ τῶν τροποποιήσεων τούτων νομίζομεν περιττὸν νὰ κάμωμεν ἰδιαιτέρως λόγον, καθόσον ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει μεταχειρίζονται συνήθως κατὰ προτίμησιν τὰ κλειστὰ μανόμετρα καὶ τὰ μεταλλικά.

105. ΜΑΝΟΜΕΤΡΟΝ ΚΛΕΙΣΤΟΝ. — Τὸ κλειστὸν μανόμετρον παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 102 καὶ σύγκειται ἐξ ἑνὸς ὑαλίνου σωλήνος, ἔχοντος μῆκος 60 ἕως 80 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου καὶ τὸ ἀνοικτὸν αὐτοῦ μέρος ἐμβεβαπτισμένον μέχρι σχεδὸν τοῦ πυθμένος σιδηροῦ τινοῦ δοχείου, περιέχοντος ὑδράργυρον. Τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ σωλήνος εἶναι κλειστόν, καὶ ἐντὸς αὐτοῦ ὑπάρχει κεκλεισμένος ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ. Τὰ σιδηροῦν δοχεῖον, τὸ περιέχον τὸν ὑδράργυρον, συγκοινωνεῖ διὰ τοῦ σωλήνος Α μὲ τοὺς ἀτμολέβητας τῆς μηχανῆς ἢ μετὰ τοῦ αἵριου, οὗτινος προτιθέμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν. Τὸ στόμιον τοῦ δοχείου, δι' οὗ διέρχεται ὁ περιέχων τὸν αἶρα ὑαλίνος σωλῆν, εἶναι ἐρμητικῶς καὶ διαρκῶς κεκλεισμένον, εἰς τρόπον ὥστε πᾶσα συγκοινωνία μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ αἵρος καὶ τοῦ ἐντὸς τοῦ δοχείου πιέζοντος αἵριου νὰ ᾔναι ἀδύνατος.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, ὅταν ἡ ἐλαστικὴ τοῦ ἀτμοῦ ἢ αἵριου δύναμις αὐξάνῃ, ὁ ἐντὸς τοῦ δοχείου περιεχόμενος ὑδράργυρος πιέζεται ἐκ τῶν ἄνω πρὸς τὰ κάτω περισσότερον, καὶ ἀνέρχεται ἐν τῷ κεκλεισμένῳ ὑαλίνῳ σωλῆνι ἐλαττόνων τὸν ὄγκον τοῦ ἐν αὐτῷ περιεχομένου ἀτμοσφαιρικοῦ αἵρος. Ἐπειδὴ δὲ κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου οἱ ὄγκοι

τῶν ἀερίων γίνονται τὸ ἥμισυ, τὸ τρίτον κτλ., ὅταν ἡ πιέζουσα αὐτὰ δύναμις γίνεταί διπλασία, τριπλασία κτλ., ἐπεὶ ὅτι δυνάμεθα διὰ



ΣΧ. 102

τοιοῦτου ὄργανου νὰ μετρήσωμεν τὴν ἐκάστοτε ἐλαστικὴν τοῦ αἰμοῦ ἢ ἀερίου δύναμιν παρατηροῦντες τὴν κορυφὴν τῆς ἐν τῷ ὑαλίνῳ σωλήνῳ ὑδραργυρικῆς στήλης, ἀφοῦ προηγουμένως βαθμολογήσωμεν αὐτὸ καταλλήλως.

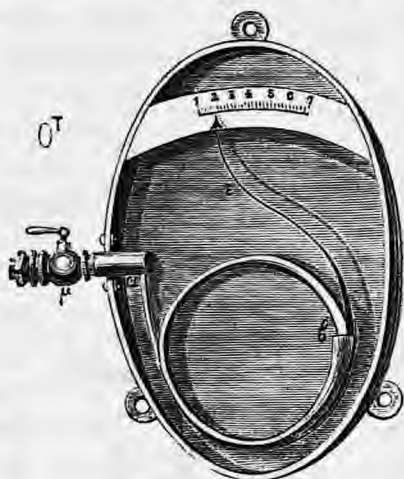
Ἡ τοιαύτη τοῦ ὄργανου βαθμολόγησις γίνεται κατὰ δύο τρόπους· διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ καὶ συγκριτικῶς. Ἡ μὲν διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ βαθμολόγησις ὑπερβαίνει τὰ ὅρια τῆς παρούσης στοιχειώδους συγγραφῆς, ἡ δὲ κατὰ σύγκρισιν γίνεται ὡς ἑξῆς·

Θέτομεν εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ αὐτοῦ ἀγγείου ἐν ἀνοικτὸν καὶ τὸ πρὸς βαθμολόγησιν κλειστὸν μανόμετρον, οὗτινος ὁ κεκλεισμένος ἀὴρ ἐκανονίσθη πρότερον οὕτως, ὥστε ὁ ἐντὸς τοῦ ὑαλίνου σωλήνος καὶ τοῦ σιδηροῦ δοχείου ὑδράργυρος νὰ εὐρίσκηται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις ᾖται μιᾶς ἀτμοσφαιρας, καὶ διὰ τινος καταθλιπτικῆς μηχανῆς, ἣν μετ' ὀλί-

γον θέλομεν περιγράψει, αὐξάνομεν τὴν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ἐλαστικὴν τοῦ αἵρος δύναμιν. Σημειοῦμεν ἔπειτα ἐπὶ τοῦ κλειστοῦ μανομέτρου τοῦς ἀριθμοὺς 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, κτλ. εἰς τὴν θέσιν, εἰς ἣν φθάνει ὁ ἐν τῷ σωλήνῳ ὑδράργυρος, ὅταν τὸ ἀνοικτὸν μανόμετρον δεικνύῃ ὅτι ἡ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ἐλαστικὴ τοῦ περιεχομένου αἵρος δύναμις ᾖται 1, $1\frac{1}{2}$, 2, 3, κτλ. ἀτμοσφαιρῶν. Οὕτω τὸ ὄργανον βαθμολογεῖται ἀκριβῶς καὶ δεικνύει εὐκόλως, κατέχον ἐλάχιστον τόπον, πᾶσαν μεταβολὴν τῆς ἐντὸς τῶν ἀτμολεβήτων ἐλαστικῆς τοῦ αἵμοῦ δυνάμεως.

106. ΜΑΝΟΜΕΤΡΟΝ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΝ ΤΟΥ ΒΟΥΡΔΩΝΟΣ. — Τὸ μεταλλικὸν μανόμετρον τοῦ Βουρδῶνος παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 103, καὶ σύγκριται ἐξ ἑνὸς μεταλλικοῦ σωλήνος αβ ἐλικοειδῶς συνεστραμμένου καὶ ἔχοντος παρειᾶς λίαν εὐλυγίστους. Τὸ παρακείμενον σχῆμα Τ παριστᾷ κάθετον ἐντομὴν τοῦ σωλήνος τούτου. Ἡ τομὴ αὕτη εἶναι ἑλλειψίς, τῆς ὁποίας ὁ μὲν μέγας ἄξων ἔχει μῆκος 41 χιλιοστῶν τοῦ μέτρου, ὁ δὲ μικρὸς 4 χιλιοστῶν. Ἐνεκα τοῦ σχήματος τούτου τοῦ σωλήνος, ὁσάκις ἐντὸς αὐτοῦ περιέχεται αἷριον μεγαλειτέρας ἐλαστικῆς δυνάμεως τοῦ ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας πιέζοντος αἱμοσφαιρικοῦ αἵρος, ὁ σωλήν αβ ἐκτυλίσσεται καὶ τοσούτῳ μᾶλλον, ὅσω μεγαλειτέρα εἶναι ἡ ἐλαστικὴ τοῦ περιεχομένου αἵμοῦ δύναμις· τοῦναντίον δὲ συμβαίνει, ὅταν ἡ ἐξωτερικῶς ἐνεργοῦσα πίεσις ᾖται μεγα-

λειτέρα τῆς ἑσωτερικῆς. Τὸ μὲν ἄκρον α τοῦ σωλῆνος εἶναι ἀνοικτὸν καὶ συγκοινωνεῖ μετὰ τῶν ἀτμολεβήτων τῆς μηχανῆς διὰ τῆς στρόφιγγος μ ἀνοιγομένης πρὸς τοῦτο, τὸ δὲ ἕτερον ἄκρον αὐτοῦ β εἶναι κλειστὸν, δύναται νὰ κινηθῇ ἐλευθέρως καὶ φέρει μεταλλικὸν τινὰ δείκτην βε. Τὸ ἄκρον τοῦ μεταλλικοῦ τούτου δείκτου, ὅστις κινεῖται πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ ἀριστερά, καθόσον ἡ ἐλαστικὴ τοῦ αἰμοῦ δύναμις αὐξάνει ἢ ἐλαττοῦται, διαγράφει τόξον τι, ἐφ' οὗ ὑπάρχουσι γεγραμμένοι οἱ ἀριθμοὶ 1, 2, 3, κτλ., οἵτινες δεικνύουσι μὲ πόσας ἀτμοσφαῖρας εἶναι τότε ἴση ἡ τάσις τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι αβ περιεχομένου αἰμοῦ.



Σχ. 103

Τὸ ἄνευ ὑδραργύρου μεταλλικὸν τοῦτο μανόμετρον βαθμολογεῖται ὡς καὶ τὸ μεθ' ὑδραργύρου κλειστὸν μανόμετρον συγκριτικῶς, διὰ τινος ἀνοικτοῦ μανομέτρου συγκοινωνούντος μετὰ τοῦ αὐτοῦ ἀγγείου, ἐν ᾧ ὑπάρχει ἀήρ διὰ καταθλιπτικῆς μηχανῆς συμπυκνούμενος, γίνεται δὲ μεγάλη χρῆσις αὐτοῦ εἰς τὰς ἀτμομηχανάς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΠΙΕΣΕΙΣ ΥΠΟ ΤΩΝ ΕΝ ΤΩ ΑΕΡΙ ΕΜΒΕΒΑΠΤΙΣΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑΙ, ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ

107. ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΙ ΔΙΑ ΤΑ ΑΕΡΙΑ. —

Ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους, ὅτι πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐν τινι ὑγρῷ χάνει τόσον μέρος τοῦ βάρους αὐτοῦ, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ὑγροῦ, ὑπάρχει καὶ διὰ τὰ αἲρια καὶ ἀποδεικνύεται διὰ τῶν αὐτῶν ἀπαραλλάκτως συλλογισμῶν καὶ διὰ πειραμάτων, ἀπαγγέλλεται δὲ ὡς ἑξῆς:

Πᾶν σῶμα ἐμβεβαπτισμένον ἐν τινι αἰερίῳ χάνει τόσον μέρος τοῦ βάρους αὐτοῦ, ὅσον εἶναι τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου αἰερίου.

Ἡ πειραματικὴ τῆς ἀρχῆς τοῦ Ἀρχιμήδους ἀπόδειξις γίνεται διὰ

τὰ ἐν τῷ ἀέρι ἐμβεβαπτισμένα σώματα διὰ τοῦ ἐξῆς ὀργάνου, ὅπερ καλεῖται βαροσκόπιον.

Ἐπὶ τοῦ ἐνὸς ἄκρου τῆς φάλαγγος ζυγοῦ τινος ἐξαρτῶσι κοίλην τινὰ σφαῖραν α ἐκ χαλκοῦ ἀρκούντως μεγάλην καὶ ἐπὶ τοῦ ἐτέρου βάρους τι β ἐκ μολύβδου οὕτως, ὥστε ἡ φάλαγξ ἐν τῷ ἀέρι νὰ ᾖ ὀριζόντιας (Σχ. 104). Τοῦτου γενομένου, θέτουσι τὸ βαροσκόπιον ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας, καὶ ἀφαιροῦσι δι' αὐτῆς τὸν ἐντὸς τοῦ κώδωνος ὑπάρχοντα ἀέρα. Ἀμ' ὡς ποσότης τις ἱκανὴ ἀέρος ἀφαιρεθῇ, τὸ ὀριζόντιον



Σχ. 104

τῆς φάλαγγος καταστρέφεται, καὶ κλίνει αὕτη πρὸς τὸ μέρος τῆς κοίλης σφαίρας α. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι ἡ κοίλη σφαῖρα α εἶναι πράγματι βαρυτέρα τοῦ βάρους β καὶ ὅτι, ἂν ἠύρισκετο πρότερον ἐν ἰσορροπίᾳ μετ' αὐτοῦ ἐν τῷ ἀέρι, αἰτία τούτου ἦτο ὅ ὑπ' αὐτῆς ἐκτοπιζόμενος μεγαλύτερος ὄγκος ἀέρος, ὅστις ἡλάττονε περισσότερον τὸ πραγματικὸν αὐτῆς βάρος. Ὅτι δὲ τοῦτο οὕτω πρέπει νὰ ἐξηγηθῇ, ἀποδείξις εἶναι ὅτι, ἐὰν προστεθῇ πρὸς τὸ μέρος β τῆς φάλαγγος βάρος ἶσον περίπου μὲ τὸ βάρος τοῦ ὑπὸ τῆς σφαίρας α ἐκτοπιζομένου ἀέρος, ἡ

ἰσορροπία τῆς φάλαγγος ἐντὸς τοῦ κώδωνος ἀποκαθίσταται, ἐνῶ αὕτη καταστρέφεται ἀμέσως εἰσαγομένου πάλιν ἐν τῷ κώδωνι τοῦ ἀφαιρεθέντος ἀέρος.

108. ΣΥΝΕΠΕΙΛΑΙ ΤΩΝ ΑΝΩΤΕΡΩ. — Ἐπειδὴ ἡ ἀρχὴ τοῦ Ἀρχιμήδους ὑπάρχει καὶ διὰ τὰ ἀέρια, ἔπεται ὅτι δυνάμεθα νὰ πορισθῶμεν ἀμέσως τὰς αὐτὰς συνεπείας, ἃς καὶ προκειμένου περὶ τῶν ἐντὸς τῶν ὑγρῶν ἐμβεβαπτισμένων σωμάτων, λαμβανομένων ὁμῶς ὑπ' ὅψιν τῶν ἰδιαιτέρων τῶν ἀερίων ἰδιοτήτων, τουτέστι τῆς μεγίστης ἐλαστικότητος καὶ τοῦ λίαν πορώδους καὶ πιεστοῦ αὐτῶν. Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι

1^{ον} Ὅταν ἀφίνωμεν σῶμά τι ἐλεύθερον ἐν τῷ ἀέρι, τοῦτο θέλει καταπέσει, ἐὰν τὸ πραγματικὸν αὐτοῦ βάρος ᾖ ἢναι μεγαλύτερον τοῦ βάρους τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος· θέλει ἰσορροπῇ ἐν τῷ ἀέρι, ὅταν τὸ πραγματικὸν αὐτοῦ βάρος ᾖ ἢναι ἶσον μὲ τὸ βάρος τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζομένου ἀέρος, καὶ θέλει φέρεσθαι πρὸς τὰ ἄνω, ἐὰν τὸ πραγματικὸν αὐτοῦ βάρος ᾖ ἢναι μικρότερον τοῦ βάρους τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτο-

πιζομένου αέρος. Αίτία ἄρα τῆς ἀνυψώσεως τοῦ καπνοῦ καὶ τοῦ ἀτμοῦ ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ εἶναι, ὅτι τὸ πραγματικὸν βάρος αὐτῶν εἶναι μικρότερον τοῦ βάρους τοῦ ὑπ' αὐτῶν ἐκτοπιζομένου αέρος. Ἀνυψοῦνται λοιπὸν ὄχι διότι δὲν ἔχουσι βάρος, ἀλλὰ διότι ὁ αἶρ, ἐντὸς τοῦ ὁποίου ὑπάρχουσιν, εἶναι βαρύτερος (18).

2^{ον} Ὅταν μάζα τις αέρος ἰσορροπῇ, ἡ πυκνότης αὐτοῦ ἐν τῷ αὐτῷ ὀριζοντίῳ στρώματι εἶναι ἡ αὐτή, καὶ διὰ τὴν ἴσιν ἡ ἰσορροπία εὐσταθής, πρέπει αἱ πυκνότητες τῶν διαφορῶν αὐτοῦ στρωμάτων νὰ βαίνωσιν ἐλαττούμεναι πρὸς τὰ ἄνω.

Γνωρίζομεν ὅτι ἡ θερμότης μεταβάλλει, αὐξανομένη ἢ ἐλαττούμενη, τὴν πυκνότητα τῶν σωμάτων καὶ τῶν αερίων αὐξάνουσα ἢ ἐλαττούσα τὸν ὄγκον αὐτῶν. Δὲν ἔπεται ὅμως ἐντεῦθεν, προκειμένου περὶ τοῦ αέρος, ὅτι τὰ ἀνώτερα αὐτοῦ στρώματα πρέπει νὰ ἴναι καὶ θερμότερα. Ἐπάρχει τὸ ἐναντίον καὶ ἡ ἰσορροπία ὑφίσταται, διότι τὰ κατώτερα στρώματα τοῦ αέρος πιέζονται ὑπὸ τῶν ὑπερκειμένων καὶ καθίστανται εἰδικῶς πολὺ βαρύτερα ὥς λίαν πιεστά· ἐπομένως, ἂν καὶ θερμότερα, εἶναι εἰδικῶς πάλιν βαρύτερα τῶν ἐπὶ τῶν κορυφῶν τῶν ὄρεων ψυχροτέρων. Τοῦτ' αὐτὸ συμβαίνει καὶ ἐπὶ τῶν βαθυτάτων θαλασσῶν· τὰ εἰς βάθος 1000 ἢ καὶ 2000 μέτρων ὑπάρχοντα στρώματα, ὑφιστάμενα 100 ἢ καὶ 200 περίπου ἀτμοσφαιρῶν πίεσιν, καθίστανται, ἂν καὶ θερμότερα, εἰδικῶς βαρύτερα τῶν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τυχὸν ψυχροτέρων, δι' ὃν λόγον καὶ δὲν ἀνέρχονται.

3^{ον} Ὅταν ἐν τινι ἀγγεῖῳ περιέχωνται διάφορα αέρια διαφοροῦ εἰδικοῦ βάρους, δὲν διατάσσονται ταῦτα κατὰ τὴν τάξιν τῶν πυκνοτήτων αὐτῶν, ἀλλ' ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος καὶ τοῦ πορώδους αὐτῶν ἀποτελοῦσιν ἐν ὅλῳ μίγνυόμενα κατὰ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους·

1^{ον} Τὸ προκείμενον ἐν ὀλιγίστῳ χρονικῷ διαστήματι μίγμα εἶναι διαρκές καὶ ὁμογενές, τουτέστι τὰ ἴσα μέρη τοῦ ὀλικοῦ αὐτῶν ὄγκου περιέχουσιν ἴσας ποσότητας ἐκάστου τῶν μιγνυομένων αερίων, ὅποιονδήποτε καὶ ἂν ἦναι τὸ εἰδικὸν αὐτῶν βάρος.

2^{ον} Ὅταν ἡ θερμοκρασία ἦναι ἡ αὐτή, ἡ ἐλαστικὴ τοῦ μίγματος δύναμις εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐλαστικῶν δυνάμεων ἐκάστου τῶν ἐν τῷ μίγματι αερίων, ὅταν τοῦτο κατέλῃ ὄγκον ἴσον μὲ τὸν ὀλικόν ὄγκον τοῦ μίγματος, ἢ, ὅπερ ταυτό.

Ἐν μίγματι τινι πλειοτέρων αερίων ἕκαστον τούτων πιέζει, ὅσον ἠθελε πιέζει ἂν ὑφίστατο μόνον ἐν τῷ αὐτῷ ὄγκῳ.

109. ΜΟΓΚΟΛΦΙΕΡΙΟΙ ΣΦΑΙΡΑΙ, ΑΕΡΟΣΤΑΤΑ. — Πρὸ πολλῶν αἰώνων ἐζήτουν οἱ ἄνθρωποι νὰ εὕρωσι τρόπον, δι' οὗ νὰ ἀνέρχωνται δυνάμει τῆς ἀνωτέρω τοῦ Ἀρχιμήδους ἀρχῆς ἐν τῇ ἀτμοσφαίρᾳ, καὶ πολλὰ

ἦσαν τὰ κατὰ καιροὺς προτεινόμενα παρὰ διαφόρων μέσα. Τὰ μὲν τούτων ἦσαν ἀκατόρθωτα, ἄλλα δὲ δυνατὰ μὲν, ἀλλ' ἀκαταλλήλως ἐφαρμοζόμενα. Τέλος τὸ πρῶτον πείραμα, δι' οὗ τὸ ζήτημα ἐφάνη λυθέν, ἐγένετο κατὰ τὸν Δεκέμβριον μῆνα τοῦ 1782 εἰς Ἀβινιὸν (Avignon) ὑπὸ τῶν ἀδελφῶν Ἰωσήφ καὶ Στεφάνου Μογκολφιέρου. Οὗτοι κατεσκευάσαν σφαῖραν ἐκ χάρτου κεκολλημένου ἐπὶ ὑφάσματος καὶ ἔχουσαν διάμετρον 13 μέτρων, ἐπλήρωσαν αὐτὴν μὲ θερμὸν ἀέρα ἀνάφαντες πρὸς τοῦτο μεγάλην πυρὰν ὑπὸ τὴν κυκλικὴν ὀπήν, ἣν ἄφησαν πρὸς τὸ κάτω μέρος αὐτῆς, καὶ ἀφήσαντες τὴν σφαῖραν ἐλευθέραν εἶδον αὐτὴν ἀνερχομένην μετὰ ταχύτητος. Ὁ ἐντὸς τῆς σφαίρας εἰσαχθεὶς θερμὸς ἀήρ κατέστη εἰδικῶς ἐλαφρότερος τοῦ ἐξωτερικοῦ, καὶ ὁ ὀλικὸς ὄγκος αὐτοῦ μετὰ τοῦ βάρους τῆς σφαίρας ἐβάρυνεν ὀλιγώτερον ἢ ὁ ὑπ' αὐτοῦ ἐκτοπιζόμενος ὄγκος τοῦ περιβάλλοντος τὴν σφαῖραν ἀέρος. Ἡ ὑπάρχουσα διαφορὰ ἦτο ἡ πρὸς τὰ ἔνω ὠθήσασα τὴν σφαῖραν δύναμις. Τὸ αὐτὸ δὲ πείραμα ἐπανελήφθη εἰς Ἀννονὲ (Annonay) τὴν 5 Ἰουνίου τοῦ 1783 ἐνώπιον τῶν ἀρχῶν καὶ ἀπείρου πλήθους θεατῶν. Ἡ κατασκευασθεῖσα σφαῖρα, ἥτις ὠνομάσθη πρὸς τιμὴν τῶν ἐπινοητῶν *Μογκολφιέριος*, ἀνέβη τότε εἰς ὕψος 2000 μέτρων, διατηρουμένης τῆς θερμότητος τοῦ ἐντὸς αὐτῆς ἀέρος ὑπὸ τοῦ κάτωθεν τῆς ὀπῆς ἐντὸς σιδηροῦ κανίστρου τεθέντος πυρός.

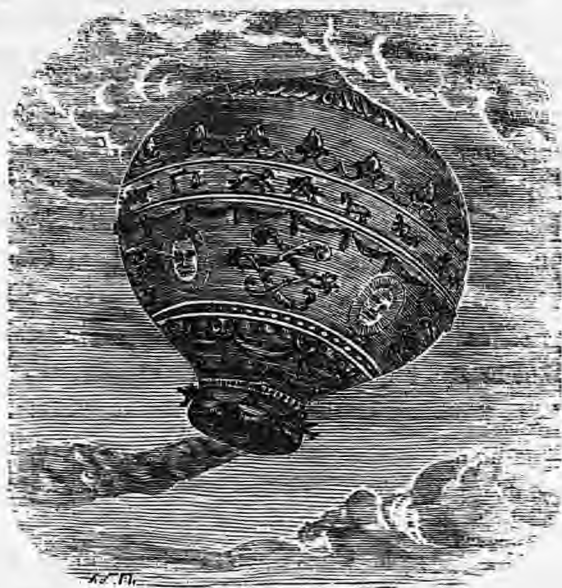
Ἡ εἰδησις τοῦ ἀνωτέρω πειράματος μετεβιδάσθη ταχέως εἰς τὴν Ἀκαδημίαν τῶν ἐπιστημῶν, ἥτις ἔσπευσε νὰ προσκαλέσῃ εἰς Παρισίους τὸν μὲν Ἰωσήφ Μογκολφιέρον, ἵνα ἐπαναλάβῃ τὸ πείραμα δαπάνῃ τῆς Ἀκαδημίας, τὸν δὲ ἀδελφὸν αὐτοῦ Στέφανον, ἵνα ἐκθέσῃ εἰς τὴν Ἀκαδημίαν τὴν ἐπινόησιν τοῦ ἀδελφοῦ αὐτοῦ. Ἀλλ' ἐνῶ ταῦτα ἐγίνοντο, ὁ καθηγητὴς τῆς Φυσικῆς Κάρολος (Charles) κατεσκευάσε σφαῖραν 4 μέτρων ἔχουσαν διάμετρον ἐκ ταφετᾶ (tafetā), ὃν κατέστησε πρῶτον ἀδιαχώρητον ὑπὸ τοῦ ὑδρογόνου, καὶ ἐπλήρωσε ταύτην ὑπὸ τοῦ ἀερίου τούτου, ὅπερ ὥς γνωστὸν εἶναι 15^{κις} σχεδὸν εἰδικῶς ἐλαφρότερον τοῦ ἀέρος.

Τὸ πείραμα τοῦτο ἐγένετο τῇ 26 Αὐγούστου 1783 ἐν τῷ πεδίῳ τοῦ Ἀρεως τῶν Παρισίων, ἐν τῷ μέσῳ τοῦ γενικοῦ ἐνθουσιασμοῦ ἀπείρου πλήθους, ὅπερ ὑπέστη ἀταράχως τὴν καταπίπτουσαν τότε βραγδαϊοτάτην βροχὴν. Οὐδέποτε, ἔγραφεν ὁ Μερσιέ, μάθημα Φυσικῆς ἐδόθη ἐνώπιον πολυπληθεστέρου καὶ προσεκτικωτέρου ἀκροατηρίου.

Ἐν τοσούτῳ ὁ Μογκολφιέρος κατεσκευάσε πρὸς ἐκτέλεσιν τοῦ ὑπὸ τῆς Ἀκαδημίας ἀνατεθέντος αὐτῷ πειράματος ἐλλειψοειδῆ σφαῖραν, ἔχουσαν ὀριζάντιον διάμετρον 14 μέτρων καὶ ὕψος 20. Ἡ σφαῖρα αὕτη κατεσκευάσθη ἐξ ὑφάσματος φέροντος ἐντὸς καὶ ἐκτὸς ἐπικεκολλημένον

χάρτην, μετεφέρθη εἰς Βερσαλλίας, ὅπου τότε διέμενεν ἡ βασιλικὴ οἰκογένεια, καὶ ἀφέθη ἐνώπιον αὐτῆς καὶ ἀπείρου πλήθους συβρέσαντος πανταχόθεν πρὸς τοῦτο. Ἡ Μογγολφιέριος αὕτη σφαῖρα ἔφερεν ἐντὸς ὑποκρεμαμένου κλωβίου διάφορα ζῶα, ἅτινα ἐπανήλθον εἰς τὴν γῆν σῶα καὶ ἀβλαβῆ, ἀφοῦ ἀνέβησαν μετὰ τῆς σφαίρας εἰς ὕψος 560 μόνον μέτρων, ἕνεκα τῶν δύο ῥηγμάτων, τῶν ὑπὸ τοῦ ἀνέμου καὶ τῆς διαχειρήσεως ἐπ' αὐτῆς παραχθέντων.

Ἄν καὶ τὸ ἀνωτέρω πείραμα δὲν ἐπέτυχεν ἐντελῶς, ὁ Μογγολφιέριος δὲν ἀπεθάρρυνθη. Ἐπεσκεύασεν ἀμέσως τὴν φέρουσαν τὰ ῥήγματα σφαῖραν, καὶ προσέθηκε μάλιστα ὑπ' αὐτὴν καὶ κυκλοτερῆ ἐξώστην, δυνάμενον νὰ φέρῃ καὶ ἀναβάτας. Ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ἐξώστου τούτου ὑπῆρχε τὸ ἐκ συρμάτων κάνιστρον, ἐν ᾧ ἐκαίοντο πρὸς διατήρησιν τῆς θερμότητος τοῦ ἐσωτερικοῦ ἀέρος εὐφλεκτα σώματα (Σχ. 405). Πρῶτος ὁ ἀτρόμητος Πιλὰτρ de Rosier, διευθυντὴς τοῦ βασιλικοῦ Μουσείου, μετὰ



Σχ. 105

τοῦ ταγματάρχου marquis d'Arlande ἐτόλμησε νὰ παραδώσῃ ἑαυτὸν τὴν 20 Νοεμβρίου 1783 εἰς τὴν διάκρισιν τοῦ νέου τούτου ἀεροπόρου πλοίου. Μετὰ 25 λεπτῶν ἐναέριον πλοῦν κατέβησαν λίαν βραδέως, ἐλαττοῦντες βαθμὴδὸν τὸ ὑποκαῖον πῦρ, εἰς ἀπόστασιν 8 χιλιομέτρων ἀπὸ τοῦ σημείου τῆς ἀναχωρήσεως αὐτῶν, ὕψοθέντες εἰς 1000 μέτρων ὕψος καὶ διελθόντες τὸν Σικουάναν ποταμὸν καὶ τὴν πόλιν τῶν Παρισίων, ἧς πάντες οἱ κάτοικοι συνεσωρεύθησαν ἐπὶ τῶν δωματίων καὶ τῶν δη-

μοσίων οἰκοδομῶν, ἵνα ἰδῶσι τοὺς πρώτους τούτους ἀερονάυτας. Ὅθεν διήρχετο ἡ Μογκολφιέριος αὐτῶν σφαῖρα, ἥτις ἐβάρυνεν 800—850 χιλιόγραμμα, παρήγετο διὰ πρώτην φοράν νέον εἶδος Ἑλιακῆς ἐκλείψεως.

Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς ταύτης τὰ ἀναέρια ταξεῖδια ἐπολλαπλασιάσθησαν. Εἰς Λυὼν 7 ἀεροναῦται κατὰ τὸν Ἰανουάριον τοῦ 1784 ἀνυψώθησαν διὰ Μογκολφιερίου σφαῖρας καὶ ἐπανῆλθον σῶοι, μολονότι ἡ σφαῖρα ὑπέστη ῥῆγμα 17 μέτρων τὸ μήκος. Εἰς Φλωρεντίαν καὶ εἰς Γερμανίαν κατὰ τὴν αὐτὴν ἐποχὴν ἐγίνοντο συνεχεῖς ἀναβάσεις, πρὸ πάντων εἰς Γερμανίαν, ὅπου μάλιστα, χάριν τῶν περιέργων, εἶχον προσδεδεμένην τὴν ἀεροπόρον σφαῖραν διὰ σχοινίου ἐπὶ τινος γύρου (treuil), δι' οὗ ἀνεβίβαζον ἢ κατεβίβαζον αὐτὴν ἐκτυλίσσοντες ἢ τυλίσσοντες ἐπ' αὐτοῦ τὸ κρατοῦν τὴν σφαῖραν σχοινίον. Τὴν σήμερον, ἐπειδὴ δυστυχῶς διὰ τῶν Μογκολφιερίων σφαῖρῶν συνέβησαν δυστυχήματά τινα εἰς τινὰς ἀερονάυτας, ὧν πρῶτον θυμὰ ὑπῆρξεν ὁ ἀτρόμητος Πιλάτρ, μεταχειρίζονται ἀποκλειστικῶς τὰς μὲ ὑδρογόνον ἢ μὲ ἀνθρακοῦχον ὑδρογόνον πληρουμέναις σφαῖρας, αἵτινες καὶ ὠνομάσθησαν ἀερόστατα.

Αἱ διὰ τῶν ἀεροστάτων μέχρι τῆς σήμερον διὰ ἐπιστημονικὰς παρρηρήσεις γενόμεναι ἀναβάσεις εἶναι πάμπολαι. Ἐκ τούτων ἀρκούμεθα νὰ ἀναφέρωμεν μόνον τὰς ἐξῆς τρεῖς:

Ἡ πρώτη δι' ἐπιστημονικὰς παρατηρήσεις ἀνάβασις ἐγένετο ἐν Παριείοις ὑπὸ τοῦ Μπιὼ (Biot) καὶ Γαιλουσάκ τὸ 1804. Ἀνυψώθησαν δὲ εἰς ὕψος 4000 μέτρων φέροντες μεθ' ἑαυτῶν διάφορα ζῶα, ἵνα παρατηρήσωσιν ἐπ' αὐτῶν τὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἀραιωμένου ἀέρος. Εἰς ὕψος 2700 μέτρων οὐδεμία ἐπ' αὐτῶν παρατηρήθη καχεξία, ἀλλ' ὁ σφυγμὸς τοῦ μὲν Γαιλουσάκ ἀπὸ 66 ἐκτύπα τότε 80 παλμούς, τοῦ δὲ Μπιὼ ἀπὸ 79 ἐκτύπα 111. Εἰς ὕψος 3400 μέτρων ἀφῆθη εἰς σπῖνος, ὅστις ἐπανῆλθε πρῶτον ἐπὶ τῆς ὑποκρεμαμένης λέμβου, ἔπειτα ἐρρίφθη καθέτως καὶ κατήρχετο συστρεφόμενος μετὰ ταχύτητος. Τοῦτ' αὐτὸ ἔπραξε καὶ ἡ κατόπιν αὐτοῦ ἀφθεῖσα περιστερά.

Μετὰ τρεῖς ἐβδομάδας ὁ Γαιλουσάκ ἐπεχείρησε μόνος ἕτερον ταξείδιον, καὶ ἀνῆλθεν εἰς ὕψος 7000 μέτρων. Τὸ μὲν βαρόμετρον, ὅπερ ἔφερε μεθ' ἑαυτοῦ, ἐδείκνυε 33 ἑκατοστά, τὸ δὲ θερμόμετρον 9°, ὃ ὑπὸ τὸ μηδέν, ἐνῶ ἡ ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ὑπάρχουσα κατὰ τὴν αὐτὴν στιγμὴν θερμοκρασία ἦτο 27°. Ἡ ξηρασία εἰς ἐκεῖνο τὸ ὕψος ἦτο ποσαύτη, ὥστε ὁ χάρτης καὶ ἄλλαι ὕγραμετρικαὶ οὐσίαι ἀπεξηραίνοντο καὶ συνεστρίβοντο, καθὼς ὅταν τίθηνται πλησίον μεγάλου πυρός. Ἡ ἀναπνοὴ καὶ ἡ κυκλοφορία τοῦ αἵματος αὐτοῦ ἔνεκα τῆς μεγάλης ἀραιώσεως τοῦ ἀέρος ἐπεταχύνθησαν σφόδρα. Ὁ σφυγμὸς αὐτοῦ ἐκτύπα 120 παλμούς, ἐνῶ συνήθως ἐπὶ τοῦ ἐδάφους ἐκτύπα 66. Δὲν ἤκουε σχεδὸν τὴν ἰδίαν αὐτοῦ

φωνήν. Τὸ χρώμα τοῦ οὐρανοῦ ἀπὸ τοῦ ὕψους ἐκείνου ἐφαίνετο κυανοῦν λίαν βαθύ, ἀποκλίνον πρὸς τὸ μαῦρον. Οἱ ἀστέρες, οἵτινες ἐν καιρῷ ἡμέρας ἕνεκα τοῦ χρώματος τῆς ἀτμοσφαίρας καὶ τῆς μεγάλης ἐντάσεως τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς δὲν φαίνονται ἀπὸ τοῦ ἐδάφους, ἐγένοντο ὁρατοὶ εἰς αὐτόν, μεγίστη δὲ καὶ βαθυτάτη σιγὴ ἐβασίλευε περὶ τὸν ἐνδοξον ἀερονάυτην εἰς τὸ ὕψος ἐκεῖνο, οὔτινος διὰ πρώτην φοράν τὸν αέρα ἀνέπνεε κάτοικος τῆς γῆς. Ἀνεχώρησεν ἐκ τῆς αὐλῆς τῆς ἐν Παρισίοις τῶν τεχνῶν καὶ ἐπιτηδευμάτων Ἀποθήκης καὶ κατέβη μετὰ ἐξάωρον ἐναέριον πλοῦν εἰς ἀπόστασιν τριάκοντα περίπου λευγῶν.

Ἐπίσης ἀξιοσημεῖωτος εἶναι καὶ ἡ γενομένη ἐν Λονδίῳ τὸ 1862 ὑπὸ τοῦ ἀερονάυτου Κόξουελ (Coxwell) καὶ τοῦ σοφοῦ μετεωρολόγου τοῦ Ἀστεροσκοπίου τοῦ Λονδίνου Γλαίσερ (Glaisher) ἀνάβασις. Εἰς ὕψος 8200 μέτρων ἡ ἀραίωσις τοῦ αἵρος ἦτο τοσαύτη καὶ τὸ ψῦχος τόσῳ δριμύ, ὥστε μεγίστη ἀδυναμία κατέλαβε καὶ τοὺς δύο, πρὸ πάντων δὲ τὸν μετεωρολόγον Γλαίσερ, ὅστις δὲν ἠδύνατο οὔτε τὸν βραχίονα αὐτοῦ νὰ βαστάσῃ οὔτε χρῆσιν τῆς ρωνῆς αὐτοῦ νὰ κάμῃ. Ὁ Κόξουελ, ὅστις ἀντέσχε περισσότερον, ἠδυνήθη ἐξακολουθούσης τῆς ἀναβάσεως, νὰ παρατηρήσῃ τὸ θερμόμετρον καὶ βαρόμετρον, καὶ ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι οὕτως ἔχων ἠδύνατο νὰ κάμῃ ἀκριβεῖς παρατηρήσεις, θέλομεν συμπεράνει ὅτι τὸ ὕψος, εἰς ὃ εὐρίσκετο τότε τὸ ἀερόστατον ἦτο 40460 μέτρων. Εἰς τὸ ὕψος ἐκεῖνο τὸ θερμόμετρον ἐδείκνυσεν 27° ὑπὸ τὸ μηδέν.



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΥΔΡΑΝΤΑΙΑΙ, ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑΙ ΑΝΤΑΙΑΙ, ΣΙΦΩΝ

110. ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΥΔΡΑΝΤΑΙΩΝ, ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΑΥΤΩΝ. —

Καλοῦνται ἐν γένει *ὕδραντλῖαι* τὰ ὄργανα, δι' ὧν ἀναβιβάζεται τὸ ὕδωρ εἰς ὕψος τι. Ὑπάρχουσι δὲ τέσσαρα εἶδη ὕδραντλίων ἡ ἀναρρόφητικὴ ὕδραντλία, ἡ καταθλιπτικὴ, ἡ μικτὴ καὶ ἡ πυροσβεστικὴ. Πρὸ τινων ἐτῶν προσετέθη εἰς ταύτας καὶ ἕτερον εἶδος ὕδραντλίας, ἡ περιστροφικὴ καλουμένη ὕδραντλία, ἧς τὴν περιγραφὴν θέλομεν παραλείψει ἐνταῦθα, ἵνα μὴ ἐξέλθωμεν τῶν προδιαγραφέντων ὁρίων.

Τὰ συστατικά μέρη μιᾶς ὁποιασδήποτε ὕδραντλίας εἶναι τὰ ἐξῆς τέσσαρα· ὁ κύλινδρος ἢ τὸ τεῦχος τῆς ὕδραντλίας, τὸ ἐμβόλιον, οἱ διωχευτικοὶ σωλήνες καὶ αἱ διελίδες αὐτῆς.

Κύλινδρος ἢ τεῦχος τῆς ὕδραντλίας καλεῖται ὁ κοῖλος καὶ στερεῶς

τὴν θέσιν κυκλικὸς κύλινδρος K, ἐντὸς τοῦ ὁποίου κινεῖται τὸ ἐμβολὸν (Σχ. 108). Ἐμβολοῖον δὲ καλεῖται τὸ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τῆς ὑδραντλίας παλινδρομικῶς κινούμενον ὄργανον, ὅπερ ἀποτελεῖται ἐκ τινος μικροῦψους κυλίνδρου, ἔχοντος ἐξωτερικὴν περιφέρειαν ἴσην μὲ τὴν ἐσωτερικὴν περιφέρειαν τοῦ τεύχους τῆς ὑδραντλίας καὶ φέροντος εἰς τὸ μέσον αὐτοῦ βάκτρον, δι' οὗ ἐκτελεῖται ἡ παλινδρομικὴ τοῦ ὕλου κίνησις. Ὁ κύλινδρος τοῦ ἐμβόλου φέρει συνήθως ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας περιειλιγμένον στυπεῖον, ὅπερ διὰ τῆς πίεσεως καὶ λιπάνσεως καθιστᾷ τὴν ἀμοιβαίαν ἐπαφὴν ἐρμητικὴν καὶ τὴν ἐκ τῆς παλινδρομικῆς κινήσεως τοῦ ἐμβόλου προκύπτουσαν τριβὴν ἐλαφρὰν καὶ ἀνεπαίσθητον. Ἄλλων ἐμβόλων ὁ κύλινδρος φέρει δέρμα, ὅπερ ἐξογκούμενον ὑπὸ τοῦ ὕδατος καθιστᾷ τὴν ἐπαφὴν ἐρμητικὴν καὶ τὴν παλινδρομικὴν κίνησιν εὐεκτέλεστον. Ἄλλα ἐμβόλα εἶναι ἄλλως κατασκευασμένα κατὰ τὰς διαφόρους ἀνάγκας καὶ χρήσεις τῶν μηχανῶν, ὧν ἀποτελοῦσι μέρος.

Διοχετευτικοὶ σωλῆνες καλοῦνται ἐκεῖνοι, δι' ὧν διοχετεύεται τὸ ὕδωρ ἐντὸς τοῦ τεύχους τῆς ὑδραντλίας καὶ ἐκ τοῦ τεύχους αὐτῆς πρὸς τὸ μέρος, ἐνθα ἀναβιβάζόμενον ἐκρέει. Τοιοῦτοι εἶναι οἱ σωλῆνες A καὶ E τοῦ σχήματος 110.

Δικλίδες καλοῦνται οἱ μεταλλικοὶ ἢ δερμάτινοι δίσκοι, δι' ὧν διακόπτεται καὶ ἀποκαθίσταται ἡ μεταξὺ τοῦ τεύχους τῆς ὑδραντλίας καὶ τῶν διοχετευτικῶν αὐτῆς σωλῆνων συγκοινωνία. Ὑπάρχουσι δὲ πολλὰ εἶδη δικλίδων, ὧν αἱ συνηθέστερον ἐν χρήσει εἶναι ἡ μετ' ἐπιγλωττίδος καὶ ἡ χωρικὴ δικλὶς.

Ἡ μετ' ἐπιγλωττίδος δικλὶς (Σχ. 106) σύγκειται ἐκ τινος μεταλλικοῦ δίσκου, προσηρμοσμένου διὰ γιγγλυμοῦ (à charnière) ἐπὶ τοῦ ἄκρου τῆς ὀπῆς, δι' ἧς ἡ μεταξὺ τοῦ τεύχους καὶ τῶν διοχετευτικῶν



Σχ. 106

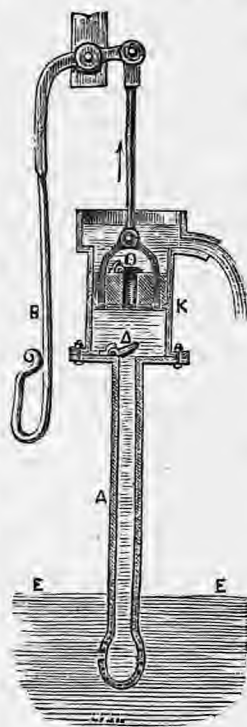


Σχ. 107

σωλῆνων συγκοινωνία ἐκτελεῖται καὶ διὰ τὴν ἔγκαιρον κλείσιν τῆς ὁποίας τίθεται. Ἐπὶ τοῦ κάτω μέρους τοῦ μεταλλικοῦ τούτου δίσκου, τοῦ ἐπὶ τῆς ὀπῆς ἐφαρμοζομένου, ὑπάρχει προσκεκολλημένος ἕτερος δίσκος ἐκ παχέως δέρματος, ἵνα ἡ διακοπὴ τῆς συγκοινωνίας γίνηται τελειότερα. Ἐνίοτε μάλιστα τίθεται ἐπὶ τῆς ὀπῆς μόνον ὁ δεῦτερος δίσκος, ἡλούμενος εὐθυγράμμως ἐπὶ τινος τῶν ἄκρων τῆς περιμέτρου αὐτῆς. Τὸ εὐλύγιστον τότε τοῦ δέρματος ἀναπληροῖ τὴν ἑλλειψιν τοῦ γιγγλυμοῦ.

Ἡ κωνικὴ δικλὶς (Σχ. 107) εἶναι μεταλλικὴ, ἔχει σχῆμα κολοβοῦ κώνου καὶ εἰσέρχεται ἐντὸς ὁμοιομόρφου ὀπῆς, ἐφ' ἧς προσαρμόζεται ἀκριβῶς. Εἰς τὸ μέσον τῆς δικλίδος ὑπάρχει μεταλλικὸν στέλεχος, ὅπερ διέρχεται διὰ τινος ἐπὶ ὑποκειμένου χαλινῶ ὑπαρχούσης ὀπῆς, καὶ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ διευθύνῃ τὴν κίνησιν αὐτῆς. Εἰς τὸ ἄκρον τοῦ στελέχους ὑπάρχει προσέτι καὶ περόνη (houlon), διὰ τῆς ὁποίας ἐμποδίζεται ἡ ἀπὸ τῆς ὀπῆς πέραν τοῦ δέοντος ἀπομάκρυνσις τῆς δικλίδος.

111. **ΑΝΑΡΡΟΦΗΤΙΚΗ ΥΔΡΑΝΤΛΙΑ.** — Τὸ σχῆμα 108 παριστᾷ τὴν ἐντομὴν ἀναρρόφητικῆς ὑδραντλίας. Τὸ μέρος αὐτῆς Α εἶναι ὁ διοχετευτικὸς σωλὴν, δι' οὗ ἀναρροφᾶται τὸ ὕδωρ, Κ ὁ κύλινδρος, ἐν ᾧ κατὰ πρῶτον εἰσέρχεται, Δ καὶ Ο αἱ μετ' ἐπιγλωττίδος δικλίδες, ἐξ ὧν ἡ μὲν Δ διακόπτει καὶ ἀποκαθιστᾷ τὴν μεταξὺ τοῦ κυλίνδρου καὶ τοῦ σωλῆνος Α συγκατοικίαν, ἡ δὲ ἑτέρα Ο καίται ἐν τῷ μέσῳ τοῦ ἐμβόλου, ἀνοιγομένη πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, πρὸς θ καὶ ἡ Δ. Τὸ μέρος Β εἶναι τὸ κηλόνιον (μοχλὸς τῆς ὑδραντλίας), δι' οὗ ἐκτελεῖται ἡ ἐν τῷ τεύχει Κ παλινδρομικὴ τοῦ ἐμβόλου κίνησις. Ἵνα δὲ ἴδωμεν πῶς διὰ τῆς ἀνωτέρω περιγραφείσης μηχανῆς κατορθοῦται ἡ πρὸς τὰ ἄνω ἀνάβασις τοῦ ὕδατος, ἃς ὑποθέσωμεν ἐν πρώτοις ὅτι τὸ ἐμβολὸν εὐρίσκεται εἰς τὸ κατώτερον μέρος τοῦ τεύχους Κ. Ὅταν διὰ τοῦ κηλωνίου Β ἀνέλκωμεν αὐτὸ πρὸς τὰ ἄνω, ἡ μὲν δικλὶς Ο, ἕνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῆς βάρους καὶ τῆς ἐπ' αὐτῆς ὑπὸ τῆς ὑπερκειμένης ἀτμοσφαιρᾶς παραγομένης πίεσεως, κλείει, ἡ δὲ δικλὶς Δ, πιεζομένη ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω ὑπὸ τοῦ κατὰ πρῶτον ἐν τῷ σωλῆνι Α ὑπάρχοντος ἀέρος, τοῦ τείνοντος νὰ πληρώσῃ τὸ παραγόμενον ἐκ τῆς ἀναβάσεως τοῦ ἐμβόλου ἐν τῷ κυλίνδρῳ Κ κενόν, ἀνοίγει, καὶ εἰσέρχεται ἐν τῷ τεύχει Κ ποσότης τῆς ἀέρος.



Σχ. 108

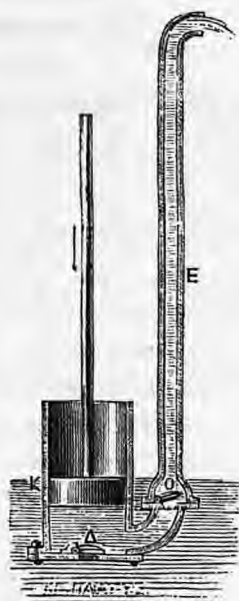
Ἀλλὰ τότε ἡ ἐλαστικὴ αὐτοῦ δύναμις, καταλαβόντος μεγαλειότερον ὄγκον, κατὰ τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου ἐλαττοῦται καὶ γίνεται μικρότερα τῆς ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας ΕΕ ἐνεργούσης ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἐπομένως ποσότης τῆς ὕδατος εἰσέρχεται ἐν τῷ σωλῆνι Α κατὰ τὰ ἐν τῷ τέλει τῆς § 102 λεχθέντα. Ὅταν ἔπειτα καταβιβάσωμεν τὸ ἐμβολόν, πιέζεται τότε ὁ ἐν τῷ τεύχει Κ ἀήρ, καὶ ἡ μὲν δικλὶς Δ κλείει ἕνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῆς βάρους, ἡ δὲ δικλὶς Ο τοῦ ἐμβόλου ἀνοίγει,

μετ' ὀλίγον πρὸς τὰ ἔξω, ὠθουμένη ὑπὸ τῆς διαρκῶς αὐξανομένης ἐλαστικῆς δυνάμεως τοῦ ἐν τῷ τεύχει ἐγκλεισθέντος καὶ ὑπὸ τοῦ ἐμβόλου πιεζομένου αἵρος, καὶ ὁ οὕτω πιεζόμενος αἷρ ἐξέρχεται δι' αὐτῆς. Ὄταν τὸ ἔμβολον πάλιν κινηθῇ πρὸς τὰ ἄνω, συμβαίνει ὅ,τι εἵπομεν προηγουμένως· τουτέστιν, ἡ μὲν δικλὶς Ο κλείει, ἡ δὲ Δ ἀνοίγει, ποσότης τις τοῦ ἐν τῷ σωλῆνι Α ὑπάρχοντος εἰσέτι αἵρος εἰσέρχεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ Κ, ἡ δὲ ἐξωτερικὴ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, κατασταθεῖσα τότε μεγαλύτερα τῆς ἐσωτερικῆς, εἰσάγει νέαν ποσότητα ὕδατος ἐν τῷ σωλῆνι Α. Καταβιβαζομένου πάλιν τοῦ ἐμβόλου, ἡ μὲν δικλὶς Δ κλείει, ἡ δικλὶς Ο μετ' ὀλίγον ἀνοίγει, καὶ ὁ μεταξὺ τοῦ ἐμβόλου καὶ τῆς κάτω ἐπιφανείας τοῦ κυλίνδρου Κ ἐγκλεισμένος αἷρ πιεζόμενος ἐξέρχεται. Ἐξακολουθοῦντες οὕτω βλέπομεν ὅτι μετὰ τινὰς ἀναβάσεις καὶ καταβάσεις τοῦ ἐμβόλου τὸ ὕδωρ τῆς δεξαμενῆς θέλει φθάσει ἀνερχόμενον ἐν τῷ τεύχει Κ, ἐὰν ἡ ἀπόστασις τῆς δικλίδος Δ ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας ΕΕ ᾖ μικροτέρα $10^4, 33$, καὶ ἀπὸ τῆς στιγμῆς ἐκείνης θέλει συμβαίνει διὰ τὸ ἀνελθὼν ὕδωρ ὅ,τι καὶ διὰ τὸν πρότερον ὑπάρχοντα ἐν τῷ τεύχει αἶρα. Ὄταν δηλ. τὸ ἔμβολον ἀνέρχεται, ἡ μὲν δικλὶς Δ θέλει ἀνοίγεσθαι, καὶ τὸ ὕδωρ θέλει εἰσρεῖ ἐν τῷ κυλίνδρῳ Κ, τῆς δικλίδος Ο μενούσης κλειστῆς· ὅταν μετὰ ταῦτα τὸ ἔμβολον κατέρχεται, ἡ δικλὶς Δ θέλει κλείει, ἡ δικλὶς Ο, πιεζομένη πρὸς τὰ ἄνω ὑπὸ τοῦ ὑποκειμένου ὕδατος, θέλει ἀνοίγεσθαι, καὶ τὸ ὕδωρ θέλει μεταβαίνει ὑπεράνω τοῦ ἐμβόλου. Ὄταν ἔπειτα τὸ ἔμβολον ἀνέρχεται, τὸ ὑποκείμενον ὕδωρ θέλει συνανέρχεσθαι μετ' αὐτοῦ καὶ θέλει ἐκρεῖ ἐκ τῆς ἀμέσως ὑπεράνω αὐτοῦ κειμένης πρὸς τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ τεύχους ὀπῆς, ἐνῶ τὸ ὑπὸ τὸ ἔμβολον ὕδωρ θέλει κινηθῇ ὡς προεῖπομεν. Ὄταν δὲ μετὰ ταῦτα τὸ ἔμβολον κατέλθῃ, δὲν ἐκρεῖ μὲν ἐκ τῆς ἄνω ὀπῆς ὕδωρ, ἀλλὰ τὸ εἰσελθὼν ἐν τῷ τεύχει ὕδωρ μεταβαίνει ὑπεράνω τοῦ ἐμβόλου, ὅπως ἐκρεύσῃ διὰ τῆς ὀπῆς ἐκ τῆς κατόπιν ἐκτελεσθησομένης ἀναβάσεως τοῦ ἐμβόλου.

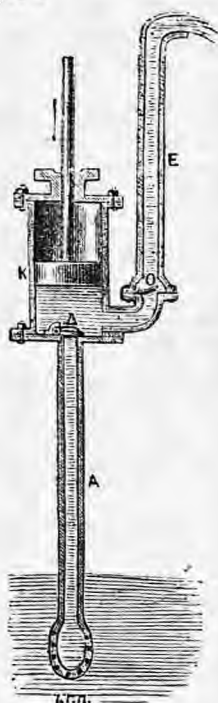
Βίπομεν ἀνωτέρω ὅτι τὸ ὕδωρ δὲν ἀνέρχεται ἐν τῷ τεύχει Κ, εἰ μὴ ὅταν ἡ ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας ΕΕ ἀπόστασις τῆς δικλίδος Δ ᾖ μικροτέρα $10^4, 33$. Διὰ λόγους, οὓς θέλομεν ἐκθέσει παρακατιόντες, καὶ τὸ ἀνωτέρω ὕψος, ἂν καὶ μετρῇ τὴν συνήθως ὑπάρχουσαν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, εἶναι μεγαλύτερον τοῦ ἐπαρκούς, ὅπερ δὲν ὑπερβαίνει συνήθως τὰ 8 μέτρα.

112. ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΗ ΥΔΡΑΝΤΛΙΑ. — Τῆς καταθλιπτικῆς ὕδραντλιᾶς ἐντομὴν παριστᾷ τὸ σχῆμα 109. Αὕτη σύγκειται ἐκ τινος κυλίνδρου Κ, ἐμβεβαπτισμένου ἐντὸς τοῦ ὕδατος, διὰ τὴν ἀνύψωσιν τοῦ ὁποίου ἐτέθη, ἐκ τοῦ ἐν αὐτῷ κινουμένου παλινδρομικῶς πλήρους ἐμβόλου, καὶ ἐκ τῶν μετ' ἐπιγλωττίδος δικλίδων Δ καὶ Ο, ὧν ἡ μὲν Δ κεῖται ἐν τῷ μέσῳ

τῆς κάτω βάσεως τοῦ τεύχους, ἡ δὲ Ο ἐν τῷ διοχετευτικῷ σωλῆνι Ε, ὅστις συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ τεύχους πολὺ πλησίον τῆς βάσεως αὐτοῦ. Ὅταν τὸ ἔμβολον τῆς μηχανῆς ἀνέρχεται, ἡ μὲν δικλὶς Δ ἀνοίγεται ἀμέσως ὑπὸ τοῦ ἐξωθεν πιέζοντος ὕδατος, καὶ τὸ ὕδωρ εἰσρέει ἐν τῷ κυλίνδρῳ Κ, ἡ δὲ δικλὶς Ο κλείει ἕνεκα τοῦ ἰδίου βάρους καὶ τῆς ἐξωτερικῆς πίεσεως τῆς ἀτμοσφαίρας. Κατερχομένου δὲ τοῦ ἐμβόλου, ἡ μὲν δικλὶς Δ κλείει ἕνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῆς βάρους, τὸ δὲ ὑπὸ τὸ ἔμβολον ὕδωρ πιεζόμενον ἀνοίγει τὴν δικλίδα Ο καὶ ἀνέρχεται ἐν τῷ σωλῆνι Ε. Ὅταν πάλιν τὸ ἔμβολον ἀνέλθῃ, νέα ποσότης ὕδατος εἰσρέει διὰ τῆς ἀνοιγομένης δικλίδος Δ ἐν τῷ τεύχει, ἐνῶ τὸ ἐν τῷ Ε ἀναβιβασθὲν ὕδωρ δὲν δύναται νὰ μεταβῇ ἐν αὐτῷ κλειομένης ἀμέσως τῆς δικλίδος Ο ὑπὸ τοῦ ἰδίου αὐτῆς βάρους καὶ τῆς ὑπ' αὐτοῦ τοῦ εἰσαχθέντος ὕδατος ἐπιφερομένης πίεσεως. Καταβιβάζομένου ἀκολουθῶς τοῦ ἐμβόλου, ἡ μὲν δικλὶς Δ κλείει, ἡ δὲ Ο ἀναγκάζεται νὰ ἀνοιχθῇ ὑπὸ τοῦ κάτωθεν πιεζομένου διὰ τοῦ ἐμβόλου ὕδατος, καὶ νέα ποσότης ὕδατος εἰσέρχεται πάλιν ἐν τῷ σωλῆνι Ε, καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρις οὗ τὸ ἐν αὐτῷ ἀνεληθὲν ὕδωρ φθάσῃ μέχρι τῆς ὀπῆς, ἐξ ἧς καὶ ἐκρέει.



Σχ. 109



Σχ. 110

Τὸ ὕψος, εἰς ὃ τὸ ὕδωρ καταθλιπτικῆς τινος ὑδραντλίας δύναται νὰ φθάσῃ, εἶναι ὅποιονδήποτε, ἀρκεῖ μόνον ἡ πιέζουσα τὸ ἔμβολον δύνα-

μεις νὰ ἦναι ἀρκούντως ἰσχυρά καὶ τὰ μέρη τῆς ὑδραντλίας ἀρκούντως στερεά, ἵνα μὴ διαρραγῶσιν. Αἱ καταθλιπτικαὶ ὑδραντλίας τοῦ Μαρλὺ (Marly) ἀναθιβάζουσι τὸ ὕδωρ τοῦ ποταμοῦ Σικουάνα εἰς ὕψος 155 μέτρων, ἵνα ἐκεῖθεν κατερχόμενον ἀνέλθῃ μεθ' ὁρμῆς εἰς μέγα ὕψος ἐκ τῶν ἐν Βερσαλλίαις πολυτελῶν ἀναψυκτήριων.

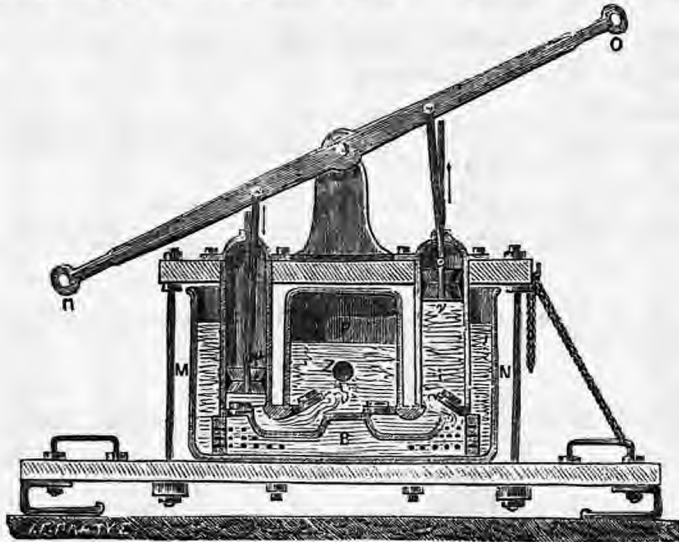
113. ΜΙΚΤΗ ΥΔΡΑΝΤΛΙΑ. — Ἡ μικτὴ ὑδραντλία, ἥς ἐντομὴν παριστᾷ τὸ σχῆμα 110, δὲν διαφέρει τῆς προγραφείσης εἰ μὴ κατὰ τοῦτο, ὅτι τὸ τεῦχος K, ἀντὶ νὰ κηται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, εὐρίσκεται εἰς τινα ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν καὶ συγκοινωνεῖ μετ' αὐτοῦ διὰ τοῦ ἀναρροφητικοῦ σωλήνος A. Διὰ τῆς παλινδρομικῆς κινήσεως τοῦ πλήρους ἐμβόλου τὸ ὕδωρ ἀνέρχεται ἐν τῷ σωλήνῳ A, ὡς ἐξηγήσαμεν ἐν τῇ περιγραφῇ τῆς ἀναρροφητικῆς ὑδραντλίας, καὶ ρθάνει μέχρι τοῦ τεύχους K. Ἐκ τοῦ K μεταβαίνει ἀκολούθως ἐν τῷ σωλήνῳ E κατὰ τὸν αὐτὸν ἀπαραλλάκτως τρόπον, καθ' ὃν καὶ ἐν τῇ καταθλιπτικῇ ὑδραντλίᾳ. Ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ἡ μικτὴ ὑδραντλία σύγκειται ἐκ μιᾶς ἀναρροφητικῆς καὶ μιᾶς καταθλιπτικῆς, μὲ μόνην τὴν διαφορὰν ὅτι ἡ δικλὶς O τοῦ ἐμβόλου μετετέθη ἐν τῷ σωλήνῳ E, καὶ τὸ ἔμβολον ἔμεινε πλήρες.

114. ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ ΥΔΡΑΝΤΛΙΑ. — Ἡ πυροσβεστικὴ ὑδραντλία, ἥς ἐντομὴν παριστᾷ τὸ σχῆμα 111, εἶναι διπλῇ τις καταθλιπτικὴ ὑδραντλία μετὰ τινων τελειοποιήσεων, ἵνα ἐκπληροῖ προσηκόντως τὸν σκοπόν, διὰ τὸν ὁποῖον κατεσκευάσθη. Περιγράφοντες τὰ καθ' ἑκάστα τῆς μηχανῆς ταύτης θέλομεν παρενθέτει καὶ τοὺς λόγους τῆς προσθήκης τῶν διαφορῶν αὐτῆς μερῶν.

MN εἶναι ἡ μικρὰ δεξαμενὴ, ἐν ἣ ῥίπτωσι διαρκῶς τὸ πρὸς κατάσβεσιν τοῦ πυρὸς διὰ τῆς μηχανῆς ἐκπεμφθεῖς ὕδωρ. Τὸ ὕδωρ τῆς δεξαμενῆς εἰσέρχεται ἐντὸς ἰδιαιτέρας τινὸς χωρητικότητος B διὰ τῶν ἐπ' αὐτῆς εὐρισκομένων ὀπῶν. Ἡ χωρητικότης B συγκοινωνεῖ διὰ δύο δικλίδων μετὰ τῶν κυλίνδρων, ἐντὸς τῶν ὁποίων κινούνται παλινδρομικῶς τὰ πλήρη ἔμβολα μ καὶ ν. Τὰ ἔμβολα ταῦτα κινούνται παλινδρομικῶς διὰ τοῦ στροφάλου ΠΟ, τὰ ἄκρα τοῦ ὁποίου οἱ πυροσβέσται ἀναθιβάζουσι καὶ καταθιβάζουσι κανονικῶς ἐνεργούντες ἐπὶ ράβδων διὰ τῶν ὀπῶν O καὶ Π διερχομένων. Μεταξὺ τῶν ἐμβόλων μ καὶ ν ὑπάρχει χωρητικότης τις P λίαν στερεά, κώδων τῆς πυροσβεστικῆς ὑδραντλίας καλουμένη καὶ περιέχουσα ἄερα. Τέλος Z παριστᾷ τὴν ὀπὴν, ἐξ ἧς ἐξέρχεται τὸ καταπιεζόμενον ἐν τῷ κώδωνι P ὕδωρ, ὑπερδιευθύνεται διὰ καταλλήλου σωλήνος πρὸς κατάσβεσιν τῶν φλεγομένων ἐν τῇ πυρκαϊᾷ σωμάτων.

Ἐτέθησαν δύο ἔμβολα, ἵνα εἰσέρχεται διαρκῶς ὕδωρ ἐν τῷ κώδωνι P, καὶ οὕτως ἡ διὰ τῆς ὀπῆς Z ἐκροὴ τοῦ ὕδατος κατασταθῇ διαρκής. "Ο·

ταν τὸ ἔμβολον μ κατέρχεται, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 111, ἡ μὲν πρὸς τὰ ἀριστερὰ δικλὶς τῆς χωρητικότητος B κλείει, ἡ δὲ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ κώδωνος P ἀνοίγει, καὶ τὸ ὑπ' αὐτὸ πιεζόμενον ὕδωρ εἰσέρχεται ἐν τῷ κώδωνι· ἐπειδὴ δὲ ταυτόχροτως ἀνέρχεται τὸ ἔμβολον ν , ἡ μὲν δεξιὰ δικλὶς τῆς χωρητικότητος B ἀνοίγει, ἡ δὲ δεξιὰ τοῦ κώδωνος P κλείει, ἔνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῆς βάρους καὶ τῆς ἐπ' αὐτῆς ἐπιφερομένης ὑπὸ τοῦ ὕδατος πίεσεως, καὶ ὁ πρὸς τὰ δεξιὰ κύλινδρος πληροῦται



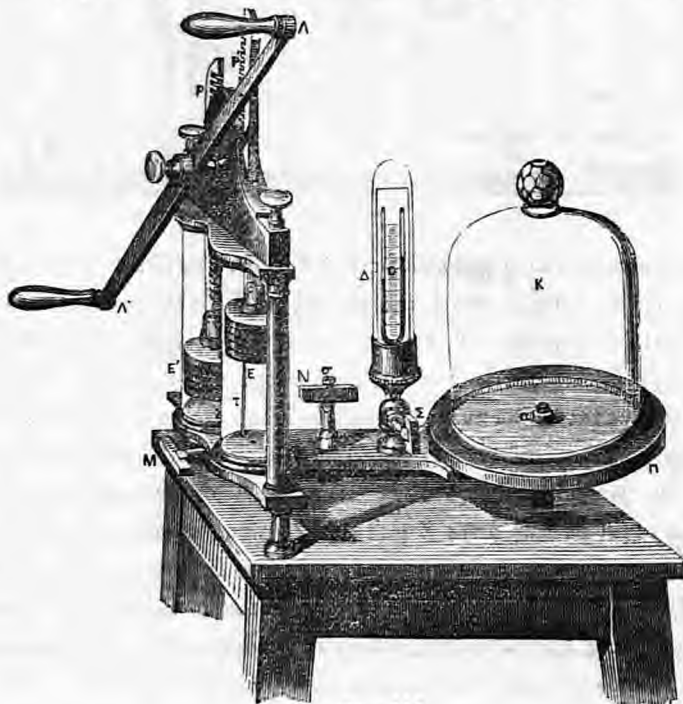
Σχ. 111

ὕδατος. Κατερχομένου ἀκολούθως τοῦ ἐμβόλου ν , κλείει ἡ δεξιὰ δικλὶς τῆς B , ἀνοίγει ἡ δεξιὰ τοῦ P καὶ τὸ ὑπὸ τὸ ἔμβολον ν πιεζόμενον ὕδωρ εἰσέρχεται ἐν τῷ κώδωνι P , ἐνῶ ταυτόχροτως τὸ ἔμβολον μ ἀνέρχεται, ἡ ἀριστερὰ δικλὶς τῆς B ἀνοίγει, ἡ ἀριστερὰ τοῦ P κλείει, καὶ τὸ ὕδωρ τῆς B εἰσέρχεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ τοῦ ἐμβόλου τούτου. Εἰς πᾶσαν λοιπὸν κατάβασιν καὶ ἀνάβασιν τῶν ἐμβόλων εἰσέρχεται διαρκῶς ποσότης τις ὕδατος ἐν τῷ κώδωνι P , τὸ δ' ἐν τῷ κώδωνι διαρκῶς εἰσερχόμενον ὕδωρ ἐξέρχεται ἐκ τῆς ὀπῆς Z μετὰ ταχύτητος τοσοῦτῃ μεγαλειτέρας, μεθ' ὅσῃ περισσοτέρας δυνάμεως ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τῶν ἄκρων τοῦ στροφάλου $ΠΟ$ οἱ τὴν κίνησιν αὐτοῦ ἐπιφορτισθέντες πυροσβέσται, ἔνεκα δὲ τῆς ταχύτητος αὐτοῦ ταύτης δύναται νὰ διευθυνθῇ μακρόθεν διὰ καταλλήλου σωλήνος ἐπὶ τῶν καιομένων σωμάτων.

Ὁ ἐν τῷ κώδωνι P πανταχόθεν κεκλεισμένος ἀὴρ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ καταστήσῃ ἰσοταχῇ καὶ κανονικὴν τὴν ἐκ τοῦ σωλήνος ἐκροὴν τοῦ ὕδατος, τοῦθ' ὅπερ εἶναι πολὺ ἀναγκαῖον, ἵνα τοῦτο βάλληται διαρκῶς πρὸς τὸ αὐτὸ πάντοτε σημεῖον. Διότι, ὅταν ἡ εἰσροὴ τοῦ ὕδατος ἐν τῷ

κώδωνι P ἦναι μεγάλη, ὁ ὑπεράνω αὐτοῦ ἐγκλεισμένος ἀήρ ἐνδίδει καταλαμβάνων ὄγκον μικρότερον, καὶ οὕτως ἡ ταχύτης τῆς ἐκροῆς δὲν αὐξάνει ὑπερμέτρως, ὅταν δὲ ἡ εἰσροὴ ᾖ μικρότερα τῆς ἀπαιτουμένης, ὁ πρότερον πιεσθεὶς καὶ καταλαβὼν ὄγκον μικρότερον ἀήρ τείνει νὰ ἀναλάβῃ ἐξογκούμενος ἀνάλογον τῇ ἐπιφερομένη πιέσει ὄγκον, καὶ οὕτω πιέζει τὸ ὑποκείμενον ὕδωρ, ὕπερ ἀνακτᾷ τὴν ἀναγκαίαν πρὸς τὸν σκοπὸν ταχύτητα. Ἀφ' ἑτέρου δὲ εἰς ἐκάστην μεταβολὴν τῆς κινήσεως τοῦ στροφάλου συμβαίνει ἀναγκαίως ἐλάττωσις τῆς ἐπιφερομένης ὑπὸ τῶν ἐμβόλων ἐπὶ τοῦ ὕδατος τοῦ κώδωνος πίεσεως, ἥς τὰ ἀποτελέσματα μηδενίζονται ὡσαύτως ὑπὸ τοῦ ἐν αὐτῷ τῷ κώδωνι P ἐγκλεισμένου καὶ διαστελλομένου τότε ἀέρος.

115. ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ. — Καλεῖται πνευματικὴ ἀντλία πᾶσα μηχανή, δι' ἧς κενοῦται ὁ ἐν ὠρισμένῳ τινὶ χώρῳ ὑπάρχων ἀήρ, ἢ ἀκριβέστερον, δι' ἧς ἀραιοῦται ὁ ἐν τῷ ὠρισμένῳ χώρῳ ὑπάρχων ἀήρ. Ἀφ' ἧς ἐποχῆς κατὰ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Ὁθωνος de Guericke ἐπενοήθη μέχρι τῆς σήμερον ἡ μηχανὴ αὕτη ὑπέστη διαφόρους τροποποιήσεις καὶ



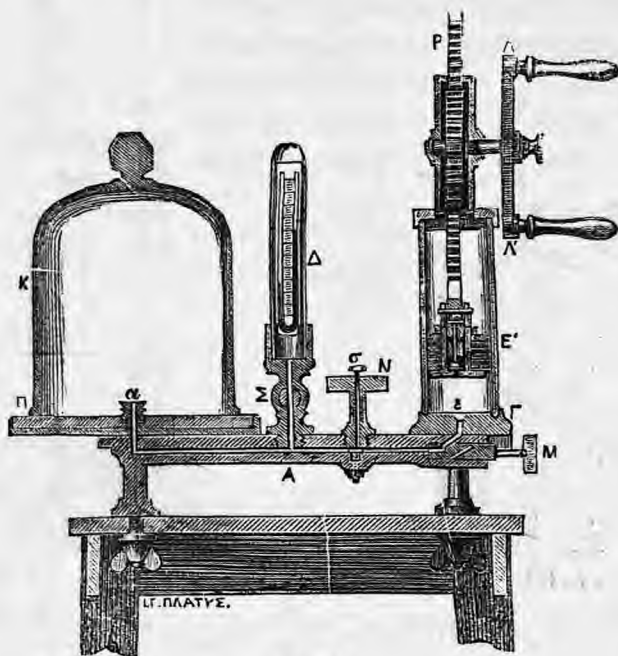
Σχ. 112

τελειοποιήσεις. Ἡμεῖς θέλομεν περιγράψαι ἐνταῦθα τὴν τελειοτέραν καὶ μᾶλλον ἐν χρήσει.

Τὸ μὲν σχῆμα 112 παριστᾷ τὸ σύνολον τῆς μηχανῆς, τὸ δὲ 113

έντομήν αὐτῆς. Τὰ σχήματα 114 καὶ 115 παριστῶσι, τὸ μὲν 114 τὸν μηχανισμόν, δι' οὗ τὰ ἔμβολα τῆς μηχανῆς τίθενται εἰς κίνησιν, τὸ δὲ 115 ἐπὶ μεγαλειτέρας κλίμακος τὴν κάθετον έντομήν ένός τῶν ἐμβόλων αὐτῆς. Καὶ εἰς τὰ τέσσαρα άνωτέρω σχήματα τὰ αὐτὰ μέρη τῆς μηχανῆς σημειοῦνται διὰ τῶν αὐτῶν γραμμάτων, ἵνα ὁ άναγνώστης εὐχερέστερον έννοήσῃ τὸ σύνολον αὐτῆς.

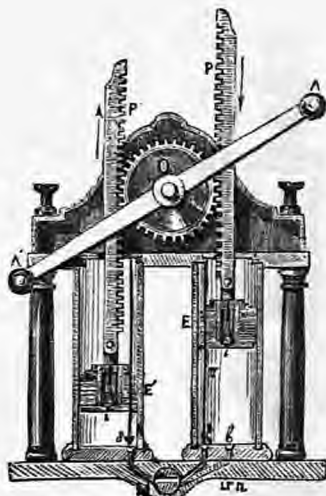
Ἐπί τινος τραπέζης διατίθεται ὀριζοντίως ὀρειχαλκίνη τις πλάξ ΠΑΓ (Σχ. 113). Ἡ πλάξ αὕτη φέρει καθέτως ἐπὶ μὲν τοῦ πρὸς τὰ δε-



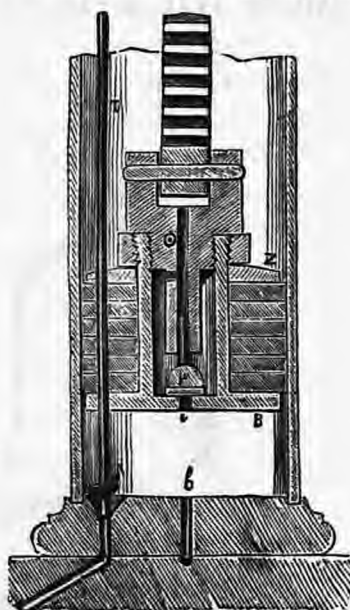
Σχ. 113

ξιά άκρου δύο κρυσταλλίνους κυλίνδρους Ε καὶ Ε' (Σχ. 114), στερεῶς ἐπ' αὐτῆς προσηρμοσμένους, έντός τῶν ὁποίων κινοῦνται τὰ ἔμβολα τῆς μηχανῆς, ἐπὶ δὲ τοῦ πρὸς τὰ άριστερὰ ὑάλινον κώδωνα Κ, λίαν στερεόν, έντός τοῦ ὁποίου σχηματίζεται τὸ κενόν. Ὁ ὑάλινος αὗτος κώδων συγκοινωνεῖ μετὰ τῶν κρυσταλλίνων κυλίνδρων Ε καὶ Ε' διὰ τοῦ ὅχετος αε, ὅστις ἄρχεται ἀπὸ τοῦ μέσου α τοῦ δίσκου Π, ἐφ' οὗ προσαρμόζεται ἐρμητικῶς ὁ κώδων Κ, καὶ τελευτᾷ διχοτομούμενος πλησίον τῶν κυλίνδρων εἰς τὰ σημεῖα ε καὶ ε τῶν βάσεων αὐτῶν. Τὸ άκρον α ἐξέχει τῆς ἐπιφανείας τοῦ δίσκου Π καὶ σχηματίζει περικύχλιον, ἐφ' οὗ δύνανται νά κοχλιωθῶσι διαφόρων μεγεθῶν καὶ σχημάτων άγγεῖα κατὰ τὰς διαφόρους άνάγκας τῶν πειραμάτων. Αἱ έντός τῶν κυλίνδρων Ε καὶ Ε'

ὅπκι ε καὶ ε κλείονται διὰ δύο κωνικῶν δικλίδων δ καὶ δ (Σχ. 114), ἀνοιγομένων ἐντὸς τῶν κυλίνδρων ἐκ τῶν κάτω πρὸς τὰ ἄνω. Ἐκατέρα τῶν κωνικῶν τούτων δικλίδων δ καὶ δ (Σχ. 115) φέρει ἄνωθεν στέλεχος τ, ὅπερ διέρχεται μετὰ μεγάλης τριβῆς διὰ τοῦ σώματος τοῦ ἐμβόλου καὶ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ ἀνοίγῃ καὶ κλείῃ ἐγκαίρως τὴν ὑπ' αὐτὸ ὅπην παρακολουθοῦν μέχρι τινὸς τὰς κινήσεις τοῦ ἐμβόλου¹. Τὸ ἐμβολὸν τῆς μηχανῆς φέρει εἰς τὸ μέσον αὐτοῦ ὅπην ι, ἐφ' ἧς κεῖται.



Σχ. 114



Σχ. 115

δικλῆς τις μετ' ἐπιγλωττίδος μ, ἀνοιγομένη ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω. Διὰ τῆς δικλίδος ταύτης συγκοινωνεῖ ὁ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἀήρ μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Τὰ βράκτρα Ρ καὶ Ρ' τῶν ἐμβόλων εἶναι ὀδοντωτοὶ ῥάβδοι, συμπλεκόμενοι μετὰ τινος τροχίσκου Ο, κειμένου μεταξὺ αὐτῶν καὶ κινουμένου ὑπὸ τοῦ στροφάλου ΛΛ' πρὸς τὰ δεξιὰ καὶ ἀριστερὰ ἐναλλάξ (Σχ. 114). Ὅταν ὁ στροφάλος ΛΛ' φέρῃται πρὸς τὰ δεξιὰ, ἡ μὲν δεξιὰ ὀδοντωτὴ ῥάβδος Ρ κατέρχεται, ἡ δὲ ἀριστερὰ Ρ' ἀνέρχεται, καὶ τὰνάπαλιν. Τέλος, μεταξὺ τῶν κυλίνδρων καὶ τοῦ κώδωνος ὑπάρχουσι δύο στρόφιγγες Σ καὶ Ν. Διὰ μὲν τῆς στρόφιγγος Σ συγκοινωνεῖ ὁ ἀήρ τοῦ κώδωνος Κ μετὰ τοῦ ὑαλίνου δοχείου Δ, ὅπερ φέρει ἐντὸς

1 Τὸ στέλεχος τ τῆς δικλίδος ἔχει τὸσον μῆκος, ὥστε τὸ ἄνω ἄκρον αὐτοῦ, ἄμα ὀλίγον ὑπὸ τοῦ ἐμβόλου ἀνυψωθέν, προσκρούει ἐπὶ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου Ε καὶ ἀπὸ τῆς στιγμῆς ἐκείνης ὀλισθαίνει ἐντὸ σώματι τοῦ ἐμβόλου μένον ἀκίνητον. Ὅταν δὲ μετὰ ταῦτα τὸ ἐμβολὸν κατέρχεται, τὸ στέλεχος τ συγκατέρχεται μετ' αὐτοῦ, καὶ ἡ δικλὶς δ, μείνασα εἰς ἐλάχιστην ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς ὀπῆς ε, κλείει ἀμέσως αὐτήν.

αὐτοῦ ἰδιαίτερον ὄργανον, κοιλὸν βαρόμετρον καλούμενον καὶ δεικνύον τὸν βαθμὸν τῆς ἐν τῷ κώδωνι παραγομένης ἀραιώσεως τοῦ αἵρος, ὡς θέλομεν ἐξηγήσει· παρακατιόντες, διὰ δὲ τῆς στρόφιγγος Ν ἀποκαθίσταται ἢ παύεται ἢ μεταξὺ τοῦ κώδωνος Κ καὶ τῶν κυλίνδρων Ε καὶ Ε' συγκοινωνία. Τὸ ἐπὶ τῆς στρόφιγγος Ν κείμενον κοχλιωτὸν πῶμα σ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ θέτῃ εἰς συγκοινωνίαν τὸν αἶρα τοῦ κώδωνος μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ αἵρος διὰ τῆς ἐν τῇ στρόφιγγι Ν ὑπαρχούσης μικρᾶς ὀπῆς. Ὑπάρχει καὶ ἑτέρα στρόφιγξ Μ, ὑπὸ τοῦ Βαθινὲ πρὸς ἐπαύξεισιν τοῦ βαθμοῦ τῆς δυνατῆς ἐν τῷ κώδωνι Κ ἀραιώσεως τοῦ αἵρος ἐπινοηθεῖσα, ἀλλὰ περὶ τοῦ τρόπου τῆς χρήσεως αὐτῆς ὡς πολυπλόκου δὲν θέλομεν κάμει ἐνταῦθα λόγον.

Περιγράψαντες ὅσον ἔνεστι συντόμως τὰ καθ' ἕκαστα τῆς πνευματικῆς ἀντλίας, ἃς ἐκθέσωμεν ἤδη καὶ τὸν τρόπον τῆς χρήσεως αὐτῆς.

Ἐν πρώτοις θέτομεν ἐπὶ τοῦ δίσκου Π τὸν κώδωνα Κ, ἢ ἐπὶ τοῦ περικοχλίου α κοχλιοῦμεν τὸ ἀγγεῖον, ἐν ᾧ προτιθέμεθα νὰ παραγάγωμεν τὸ κενόν. Ἵνα δὲ καταστήσωμεν ἐρμητικὴν τὴν ἐπὶ τοῦ δίσκου ἐπίθεσιν τοῦ κώδωνος Κ, ἀλοιφομεν τὰ ἄκρα αὐτοῦ μὲ λίπος, ὅπερ ἐμποδίζει πᾶσαν ἐν τῷ κώδωνι εἴσοδον τοῦ ἐξωτερικοῦ αἵρος διὰ τῶν μεταξὺ τῆς λείας ἐπιφανείας τοῦ δίσκου καὶ τῶν χειλέων τοῦ κώδωνος μενόντων πάντοτε λεπτοτάτων χασμάτων. Ἐπειτα, τῆς στρόφιγγος Σ οὔσης ἢ μὴ ἀνοικτῆς, ἀνοίγομεν τὴν στρόφιγγα Ν καὶ κινούμεν διὰ τοῦ στροφάλου ΑΛ' τὰ ἔμβολα Ε καὶ Ε'. Ὅταν τὸ ἔμβολον Ε, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 114, κατέρχεται, συγκραταδαίνει μετ' αὐτοῦ καὶ τὸ στέλεχος τ, ἢ δικλὶς δ κλείει ἀμέσως, καὶ οὕτω διακοπτεται πᾶσα συγκοινωνία μεταξὺ τοῦ ἐν τῷ κώδωνι Κ καὶ τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ τοῦ ἐμβόλου Ε αἵρος. Ἐξακολουθούσης τῆς καταβάσεως, ὁ ἐντὸς τοῦ ἐμβόλου ἐγκλεισθεὶς αἷρ ἀναγκάζεται νὰ καταλάβῃ χῶρον μικρότερον, καθίσταται ἐπομένως ἐλαστικώτερος τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ ἀνοίγει τὴν δικλίδα μ, ἐξ ἧς καὶ ἐξέρχεται. Ἀλλ' ἐνῶ τὸ ἔμβολον Ε κατέρχεται, συγχρόνως τὸ ἔμβολον Ε' ἀνέρχεται, συνανέρχεται δὲ μετ' αὐτοῦ καὶ τὸ στέλεχος τ, καὶ ἡ μὲν δικλὶς δ ἀνοίγει, ἡ δὲ δικλὶς μ ἔνεκα τοῦ ἰδίου βάρους καὶ τῆς ἐξωτερικῆς τοῦ αἵρος πίεσεως κλείει, καὶ μέρος τοῦ ἐν τῷ κώδωνι Κ αἵρος εἰσέρχεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ, ἵνα πληρώσῃ τὸ σχηματιζόμενον τότε κενόν. Μεταβαλλομένης ἀκολούθως τῆς κινήσεως τοῦ στροφάλου ΑΛ', συμβαίνει διὰ τὸ πρὸς τὰ δεξιὰ ἔμβολον ὅ,τι συνέβη διὰ τὸ πρὸς τὰ ἀριστερά, καὶ ἀντιστρόφως. Βίς ἐκάστην λοιπὸν κατάβασιν καὶ ἀνάβασιν τῶν ἐμβόλων ἀφ' ἐνὸς ἐξέρχεται διὰ τοῦ καταβιβαζομένου ἐμβόλου ποσότης τις τοῦ ἐν τῷ κώδωνι ἐγκεκλεισμένου αἵρος, ἐνῶ ἀφ' ἑτέρου ἑτέρα ποσότης τοῦ αὐτοῦ αἵρος εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου τοῦ ἀνα-

εμβαζομένου ἐμβόλου, καὶ τὰνάπαλιν. Οὕτως ὁ ἀήρ τοῦ κώδωνος Κ ἀφαιρεῖται συνεχῶς, καὶ καθίσταται ὅσον ἔνεστιν ἀραίος, ἀλλὰ δὲν εἶναι δυνατὸν καὶ νὰ ἀφαιρεθῇ καθ' ὁλοκληρίαν διὰ τοὺς ἐξῆς δύο λόγους·

Πρῶτον, ὅσω ἐντελὴς καὶ ἂν ὑποτεθῇ ἡ κατασκευὴ τῶν κυλίνδρων καὶ τῶν ἐμβόλων, ὑπάρχουσι πάντοτε μεταξὺ τῆς βάσεως τῶν κυλίνδρων καὶ τῶν κάτω βάσεων τῶν ἐμβόλων ἐλάχιστα κενὰ διαστήματα, ἐντὸς τῶν ὁποίων μένει ποσότης τις ἀέρος, ἥτις δὲν ἐξέρχεται κατερχομένου τοῦ ἐμβόλου. Ὅταν τώρα ἡ ἐν τῷ κώδωνι ἀραίωσις ἐφθασεν εἰς μέγαν τινὰ βαθμὸν καὶ τὸ ἐμβολον ἀνέρχεται, ἡ μὲν δικλὶς δὲ πάλιν ἀνοίγει, καὶ ἡ δικλὶς μὲν κλείει, ἀλλὰ νέα ποσότης ἀέρος τοῦ κώδωνος Κ δὲν εἰσέρχεται ἐν τῷ κυλίνδρῳ τοῦ ἐμβόλου, διότι ὁ μεταξὺ τῶν ἀναποφεύκτων κενῶν διαστημάτων μέινας ἀήρ, διαστελλόμενος μέχρι τοῦ ἄκρου τοῦ ἐμβόλου, ἔχει ἐλαστικότητα ἴσην τῇ τοῦ ἐν τῷ κώδωνι· ὅταν δ' ἀκολουθῶς τὸ ἐμβολον κατέρχεται, ἡ μὲν δικλὶς δὲ πάλιν κλείει, ἀλλ' ἡ δικλὶς μὲν δὲν ἀνοίγει, διότι ὁ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου πιεζόμενος ἀήρ δὲν ἀποκτᾷ ἐλαστικὴν δύναμιν ἀνωτέραν τοῦ ἐξωτερικοῦ, ὅπως ἀνοίξῃ τὴν δικλίδά μὲν, ἀλλὰ καταλαμβάνει ἐκ νέου τὰ κενὰ διαστήματα, ἅτινα εἶπομεν ὅτι ὑπάρχουσι πάντοτε μεταξὺ τῶν βάσεων τῶν κυλίνδρων καὶ τῆς κατωτέρας ἐπιφανείας τῶν ἐμβόλων. Ἐφ' ὅσονδ' ὅποτε λοιπὸν χρόνον καὶ ἂν κινῶμεν τὰ ἐμβολα, δὲν θέλομεν δυνηθῇ ν' ἀφαιρέσωμεν νέαν ποσότητα ἀέρος. Τούτου ἕνεκα καὶ τὸ ὕδωρ τῶν ὑδραντλιῶν δὲν δύναται νὰ ἀναβῇ εἰς ὕψος 10^μ, 33, ὅπερ μετρεῖ τὴν ἐξωτερικὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν (440).

Ὁ δεῦτερος λόγος εἶναι θεωρητικὸς καὶ, ἵνα καταστώμεν σαφέστεροι, ἃς ὑποθέσωμεν ὅτι ὁ ὄγκος ἐνὸς τῶν κυλίνδρων εἶναι 30^μ μικρότερος τοῦ ὄγκου τοῦ κώδωνος. Ὅσάκις τὸ ἐμβολον ἀνέρχεται, ὁ ὄγκος τοῦ ἐγκεκλεισμένου ἀέρος γίνεται 31, ὅταν δὲ κατέρχεται, ἀφαιρεῖται τὸ $\frac{1}{31}$ αὐτοῦ, καὶ οὕτω καθεξῆς. Ἀλλ' εἶναι φανερόν ὅτι, ὅταν ἀπὸ τινος ποσοῦ ἀφαιρῶμεν συνεχῶς τὸ $\frac{1}{31}$ μέρος αὐτοῦ, ὅσω καὶ ἂν παρατείνωμεν τὴν τοιαύτην ἀφαίρεσιν, θέλουσι μέινει πάντοτε τὰ $\frac{30}{31}$ τοῦ τελευταίου ὑπολοίπου, ὅπερ δὲν δύναται νὰ ὑποτεθῇ ποτὲ μηδέν, διότι καὶ τὸ ἀφαιρεθὲν $\frac{1}{31}$ μέρος αὐτοῦ θὰ ἦτο τότε κατ' ἰσχυρότερον λόγον μηδέν, ἐπομένως καὶ ὅλον τὸ τελευταῖον ποσὸν $\frac{31}{31}$ ἤθελεν εἶναι μηδέν, καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τοῦ πρώτου, τοῦθ' ὅπερ ἐναντίον τῆς ἀρχικῆς ὑποθέσεως. Δὲν δυνάμεθα λοιπὸν οὐδέποτε νὰ ἀφαιρέσωμεν διὰ τῆς ἀεραντλίας, ὅσω ἀρίστης κατασκευῆς καὶ ἂν ὑποτεθῇ, ὁλόκληρον τὸν ἐν

τινι χωρητικότητι ἐγκεκλεισμένον ἀέρα. Ὁ βαθμὸς τῆς ἀραιώσεως, εἰς ὃν ἠδυνήθησαν μέχρι τοῦδε νὰ φθάσωσιν, εἶναι ἐν ἡμιγυλιοστόμετρον, τουτέστι μετρεῖται ὑπὸ στήλης ὕδραργύρου ἐχούσης ὕψος ἐνὸς ἡμιγυλιοστοῦ τοῦ μέτρου.

Τὸ κολοβὸν βαρόμετρον Δ εἶναι σιφωνοειδὲς βαρόμετρον, οὔτινος ὁ βαρομετρικὸς σωλὴν ἔχει ὕψος μικρότερον τῶν 76 ἑκατοστῶν, διότι δι' αὐτοῦ προτιθέμεθα νὰ μετρήσωμεν τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν τοῦ ἐν τῷ κώδωνι ἀραιωμένου ἀέρος, ἥτις εἶναι πάντοτε μικρότερα τῆς ἀτμοσφαιρικής. Οἱ δύο βραχίονες τοῦ βαρομέτρου τούτου ὑψοῦνται ἐκατέρωθεν διηρημένης τινὸς εἰς χιλιοστὰ τοῦ μέτρου κλίμακος, καὶ ἡ μεταξὺ τῶν ἐν ἐκατέρῳ τῶν βραχιόνων ἐλευθέρων τοῦ ὕδραργύρου ἐπιφανειῶν διαφορὰ μετρεῖ τὴν ἐν τῷ κώδωνι ἐλαστικὴν τοῦ ἀέρος δύναμιν, ἢ τὸν βαθμὸν τῆς ἀραιώσεως αὐτοῦ. Ἡ διαφορὰ αὕτη ἤθελεν εἶναι ἴση μὲ τὸ μηδέν, ἂν ἦτο δυνατὸν διὰ τῆς μηχανῆς ταύτης νὰ ἀφαιρέσωμεν ὅλον τὸν ἀέρα τοῦ κώδωνος, ὅπερ προαποδείξαμεν ὅτι εἶναι ἀδύνατον.

Ὅταν ὁ ἐν τῷ κώδωνι Κ ἀὴρ ἀραιωθῇ μέχρι βαθμοῦ τινος, καὶ κλείσωμεν τὴν στρόφιγγα Ν, δι' ἧς πᾶσα συγκοινωνία μεταξὺ τοῦ κώδωνος καὶ τῶν κυλίνδρων διακόπτεται, ἂν ἡ μηχανὴ ᾖ καλῶς κατεσκευασμένη, ὁ βαθμὸς τῆς ἀραιώσεως τοῦ ἀέρος, ὅστις δεικνύεται διὰ τοῦ κολοβοῦ βαρομέτρου, μένει ἐπὶ τρεῖς περίπου μῆνας ὁ αὐτός. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει λέγουσιν, ὅτι ἡ μηχανὴ διατηρεῖ τὸ κενόν ἐπὶ τρεῖς μῆνας.

Ὅταν θέλωμεν νὰ εἰσαγάγωμεν τὸν ἀφαιρεθέντα ἐκ τοῦ κώδωνος Κ ἀέρα, ἐκκοχλοῦμεν τὸ πῶμα σ, καὶ ὁ ἐξωτερικὸς ἀὴρ εἰσέρχεται μετὰ τινος συριγμοῦ ἐν τῷ κώδωνι διὰ τῆς ἐν τῇ στρόφιγγι Ν ὑπαρχούσης μικρᾶς ὀπῆς (Σχ. 113).

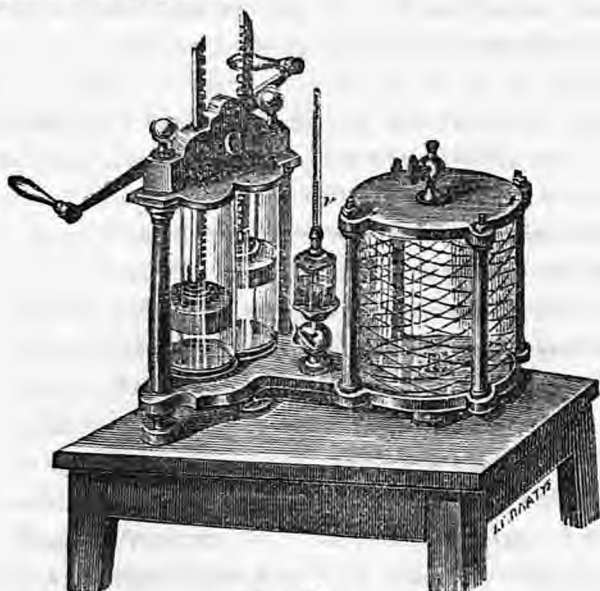
115. ΚΑΤΑΘΛΙΠΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ. — Διὰ τῆς καταθλιπτικῆς μηχανῆς συμπυκνοῦμεν ἐν ὀρισμένῳ τινὶ χώρῳ ἀέρα ἢ ἄλλο τι ἀέριον. Τὸ σχῆμα 116 παριστᾷ τοιαύτην τινὰ μηχανήν, ἥτις ἔχει μικρὰς τινὰς διαφορὰς μετὰ τῆς προπεριγραφείσης πνευματικῆς ἀντλίας, τὰς ἑξῆς:

1^{ον} Ὁ ὕαλινος αὐτῆς κώδων, ἐν ᾧ συμπυκνοῦται ὁ ἀὴρ ἢ τὸ ἀέριον, εἶναι κυλινδρικός, ἀνοικτὸς ἐκατέρωθεν, καὶ περικλείεται ἐρμητικῶς μεταξὺ τοῦ δίσκου τῆς πλακὸς καὶ ἐτέρου τινὸς δίσκου συνδεδεμένου στερεῶς μετὰ τοῦ πρώτου διὰ τεσσάρων κοχλιοφόρων στηλῶν. Ἐκτὸς δὲ τούτου περιβάλλεται καὶ μὲ δικτυωτὸν σύμπλεγμα ἐκ σιδηρῶν συρμάτων, δι' οὗ προφυλάσσονται οἱ παρεστῶτες ἀπὸ πάσης πιθανῆς θραύσεως αὐτοῦ, ἥτις δυνατὸν νὰ συμβῇ, ὅταν ὑπερμέτρως αὐξήθῃ διὰ τῆς συμπυκνώσεως ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τοῦ ἐν αὐτῷ καταθλιβομένου αερίου.

2^{ον} Αἱ δικλίδες τῶν κυλίνδρων καὶ τῶν ἐμβόλων αὐτῆς ἀνοίγουσιν

ἀντιθέτως, ἐκ τῶν ἐξω πρὸς τὰ ἔσω, καὶ ὅχι ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἐξω, ὡς αἱ τῆς πνευματικῆς ἀντλίας.

3^{ον} Ἀντὶ κολοβοῦ βαρομέτρου ὑπάρχει κλειστὸν μανόμετρον γ, δι' οὗ δεικνύεται ἡ ἐν τῷ κώδωνι τάσις τοῦ συμπυκνωθέντος ἀερίου. Αἱ λοιπαὶ διαφοραὶ εἶναι ἀσήμαντοι.



Σχ. 116

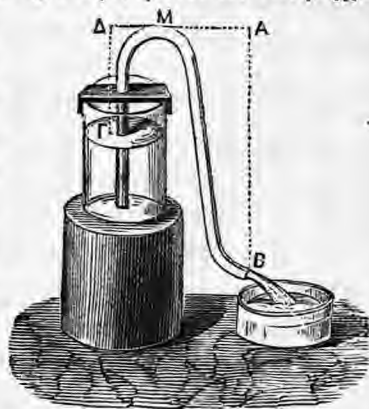
Ὅταν κινῶνται διὰ τοῦ στροφάλου παλινδρομικῶς τὰ ἔμβολα, ἡ μὲν δικλὴς τοῦ κατερχομένου ἐμβόλου κλείει, καὶ ὁ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου ἐγκλεισθεὶς ἀήρ πιεζόμενος ἀνοίγει τὴν δικλίδαν τοῦ κυλίνδρου καὶ εἰσέρχεται ἐν τῷ κώδωνι, ἡ δὲ δικλὴς τοῦ ἀνερχομένου ἐμβόλου ἀνοίγει καὶ εἰσέρχεται ἐν τῷ ἀντιστοιχοῦντι κυλίνδρῳ ἐξωτερικὸς ἀήρ. Ἐνῶ δ' ἀνοίγει ἡ δικλὴς τοῦ ἀνερχομένου ἐμβόλου, ταυτοχρόνως ἡ δικλὴς τοῦ κυλίνδρου, πιεζομένη πρὸς τὰ ἐξω ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ κώδωνι συμπυκνουμένου ἀέρος, κλείει¹. Εἰς ἐκάστην λοιπὸν παλινδρομικὴν τῶν ἐμβόλων κίνησιν εἰσέρχεται διαρκῶς νέα ποσότης ἀέρος ἐν τῷ κώδωνι, καὶ οὕτω συμπυκνοῦται οὗτος ἐν αὐτῷ.

Δὲν πρέπει νὰ νομίσῃ τις, ὅτι δυνάμεθα διὰ τοιαύτης μηχανῆς νὰ αὐξήσωμεν ὅσῳ θέλομεν τὴν ἐλαστικὴν τοῦ ἀερίου δύναμιν, καὶ ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι ἡ μηχανὴ εἶναι τοσοῦτω στερεά, ὥστε νὰ δύνηται νὰ ἀνθέξῃ εἰς πᾶσαν ἐσωτερικὴν πίεσιν. Ἐνεκα τῶν ὑπαρχόντων μεταξὺ τῶν

1 Αἱ δικλίδες τῶν ἐμβόλων καὶ κυλίνδρων εἶναι κοινικαὶ καὶ φέρουσι προσέτι πρὸς τὸ ὅπισθεν αὐτῶν μέρος μικρὸν ἐλατήριον, τὸ ὅποιον πιέζει πάντοτε τὴν δικλίδαν πρὸς τὴν ὑπὲρ, καὶ κλείει ἀμέσως αὐτήν.

βάσεων τῶν κυλίνδρων καὶ τῶν ἐμβόλων κενῶν διαστημάτων ἐπέρχεται στιγμή, καθ' ἣν τὸ ἐντὸς τῶν κενῶν τούτων διαστημάτων μένον αέριον δὲν δύναται νὰ ἀποκτήσῃ, πιεζόμενον ὑπὸ τοῦ ἐμβόλου, ἐλαστικὴν δύναμιν μεγαλειτέραν τῆς τοῦ ἐν τῷ κώδωνι αέριου, καὶ νὰ ἀνοίξῃ ἐπομένως τὴν δικλίδα τοῦ κυλίνδρου, δι' ἧς νὰ εἰσέλθῃ ἐν τῷ κώδωνι. Ἀπὸ τῆς στιγμῆς λοιπὸν ἐκείνης αἱ παλινδρομικαὶ τῶν ἐμβόλων κινήσεις θέλουσι γίνεσθαι εἰς μάτην.

117. ΣΙΦΩΝ. — Καλεῖται σίφων κεκαμμένος τις σωλὴν ΓΜΒ, συγκείμενος ἐκ δύο ἀνίσων βραχιόνων ΓΜ καὶ ΜΒ, καὶ χρησιμεύων εἰς τὴν ἀπὸ ἀγγείου εἰς ἀγγεῖον μεταφορὰν ἢ εἰς τὴν μετάγγισιν τῶν ὑγρῶν (Σχ. 117). Ἡ ἐκροή τοῦ ὑγροῦ γίνεται ἐκ τοῦ στομίου Β τοῦ μεγαλιτέρου βραχίονος ΜΒ, καὶ δυνάμεθα εὐκόλως, στηριζόμενοι εἰς τὰς μέχρι τοῦδε ἐκτεθείσας ἀρχάς, νὰ δώσωμεν τὸν λόγον τοῦ φαινομένου τούτου. Πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ νὰ ἴδωμεν ποῖται εἶναι αἱ ἐπὶ τῶν στομίων Β καὶ Γ τοῦ ὀργάνου ἐνεργοῦσαι κατ' ἀντίθετον φορὰν δυνάμεις. Ἡ μὲν ἐπὶ τοῦ στομίου Γ ἐνεργοῦσα δύναμις εἶναι προφανῶς ἴση μὲ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἡλαττωμένην κατὰ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης ὕψος τὴν ἀπόστασιν ΓΔ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας αὐτοῦ ἀπὸ τῆς ὀριζοντίου γραμμῆς ΔΑ, τῆς διερχομένης ἀπὸ τοῦ ἄνω ἄκρου Μ τοῦ σωλήνος, ἡ δὲ ἐπὶ τοῦ στομίου Β εἶναι ἴση μὲ τὴν αὐτὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἡλαττωμένην κατὰ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης ὕψος τὴν ἀπόστασιν ΒΑ αὐτοῦ ἀπὸ τῆς αὐτῆς ὀριζοντίου γραμμῆς ΔΑ. Ἐπειδὴ δὲ αἱ δύο αὗται δυνάμεις εἶναι ἀντιθέτου φορᾶς, ἡ συνισταμένη τούτων θέλει εἶναι ἴση μὲ τὴν διαφορὰν αὐτῶν καὶ θέλει ἐνεργεῖ πρὸς τὸ μέρος τῆς μεγαλιτέρας. Ἡ διαφορὰ τῶν δύο ἀνωτέρω δυνάμεων εἶναι δύναμις ἴση μὲ τὸ βάρος στήλης ὑγροῦ, ἐχούσης ὕψος ΒΑ — ΓΔ, καὶ ἐνεργεῖ κατὰ τὴν φορὰν ΓΜΒ¹.



Σχ. 117

¹ Διότι, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ Π τὸ ὕψος τοῦ ὑγροῦ, τὸ μετροῦν τὴν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, ἡ μὲν ἐπὶ τοῦ στομίου Γ ἐνεργοῦσα δύναμις δύναται νὰ παρασταθῇ διὰ Π — ΓΔ, ἡ δὲ ἐπὶ τοῦ στομίου Β διὰ Π — ΒΑ, ἐπομένως ἡ διαφορὰ αὐτῶν θέλει εἶναι Π — ΓΔ — (Π — ΒΑ) ἢ Π — ΓΔ — Π + ΒΑ, ἢ ΒΑ — ΓΔ.

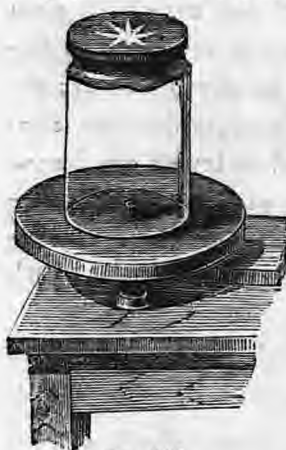
Δὲν πρέπει νὰ νομίσῃ τις ὅτι, ἐπειδὴ ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις Π ἐξαλείφεται ἐκ τῆς παραστάσεως τῆς συνισταμένης, αὕτη δὲν εἶναι καὶ ἀναγκαῖα διὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ φαινομένου. Ἀπ' ἐναντίας ἄνευ αὐτῆς τὸ φαινόμενον δὲν δύναται νὰ παραχθῇ, διότι τὸ ὑγρὸν τότε δὲν ἠδύνατο ἀφ' ἑαυτοῦ νὰ ἀνέλθῃ μέχρι τοῦ σημείου Μ, ὅπως κατάρβευση ἐκ τοῦ ἐτέρου βραχίονος ΜΒ.

Τὸ ὑγρὸν λοιπὸν τοῦ ἀγγείου, εἰσωθούμενον ἐν τῇ σωλῇνι ΓΜΒ ὑπὸ τῆς ἀνωτέρω εὐρεθείσης δυνάμεως, θέλει ῥέει διαρκῶς ἐκ τοῦ ἄκρου Β τοῦ μεγαλειτέρου βραχίονος ΜΒ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΙΝΑ ΤΗΣ ΥΠΟ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

118. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ. — Εἵπομεν ἐν τῇ § 95 ὅτι ἡ ἐπὶ ἑνὸς τετραγωνικοῦ ἑκατοστομέτρου ὑπὸ τῆς ἀτμοσφαίρας παραγομένη πίεσις μετρεῖται ὑπὸ βάρους 1033 περίπου γράμμων, καὶ κατὰ συνέπειαν ὅτι ἡ ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀνθρώπου, ἥτις κατὰ μέσον ὄρον ἔχει ἑκτασιν ἑνὸς καὶ ἡμίσεως περίπου τετραγωνικοῦ μέτρου, εἶναι ἴση μὲ 15495 χιλιόγραμμα. Προσεθέσαμεν δὲ εἰς ταῦτα ὅτι, ἂν καὶ δὲν αἰσθανόμεθα τοσοῦτο βάρος, αἰτία τούτου εἶναι τὰ ἐν ἡμῖν ὑπάρχοντα αἲρια, ὧν ἡ ἐλαστικὴ δύναμις, ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω ἐνεργοῦσα, μηδενίζει τὴν ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω ἐνεργοῦσαν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν, καὶ ὅτι θέλομεν ἀποδείξει μετ' ὀλίγον, ἵνα μὴ τότε διακοπῇ ἡ φυσικὴ σειρά τοῦ παρόντος βιβλίου, καὶ διὰ πειραμάτων ὅτι τὸ πρᾶγμα ἔχει οὕτω. Τὰ ἐξῆς ἀναφερόμενα τρία πειράματα εἶναι νομίζομεν ἐπαρκῆ πρὸς τὸν σκοπὸν.



Σχ. 118

119. ΔΙΑΡΡΗΓΝΥΟΜΕΝΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ. —

Ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας προσκολλώμεν ὀλίγον κύλινδρον ἀνοικτὸν πρὸς τὰ ἄνω, καὶ κλείομεν ἐρμητικῶς τὴν ἄνω αὐτοῦ βάσιν διὰ τινος μεμβράνης (Σχ. 118). Πρὶν ἢ διὰ τῆς ἀεραντλίας ἐπιχειρήσωμεν νὰ ἐξαγάγωμεν τὸν ἐν τῷ κυλίνδρῳ περιεχόμενον ἀέρα, ἡ μεμβράνη μένει τεταμένη καὶ δὲν διαρρήγνυται ὑπὸ τῆς πίεσεως τῆς ὑπερκειμένης ἀτμοσφαίρας, ἔνεκα τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ περιεχομένου ἀέρος, ἥτις μηδενίζει τὴν πίεσιν. Ἐὰν δὲ ἀρχίσωμεν νὰ κινῶμεν τὰ ἔμβολα τῆς μηχανῆς, θέλομεν παρατηρήσει ἀμέσως ὅτι ἡ μεμβράνη, ἀντὶ νὰ μένῃ τεταμένη ὡς πρότερον, κοιλοῦται κατὰ μικρόν· διότι ἀραιωθέντος τοῦ ἐντὸς ἀέρος, ἡ

ελαστική αὐτοῦ δύναμις ἡλαττώθη, ἐπομένως ἡ ἐξωτερικῶς ἐνεργοῦσα ἀτμοσφαιρική πίεσις, ὡς μεγαλειτέρα, πιέζει περισσότερον ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω. Ἐάν δ' ἐξακολουθήσωμεν κενοῦντες τὸν αέρα τοῦ κυλίνδρου, θέλομεν ἰδεῖ μετὰ τινος τῶν ἐμβόλων κινήσεις τὴν μεμβράνην διαρρήγνουμένην μετὰ ἰσχυροῦ κρότου, ὅστις προέρχεται ἐκ τῆς βιαίας ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου εἰσελάσεως τοῦ ἐξωτερικοῦ αέρος καὶ τῆς ἐντεῦθεν προκυπτούσης ἰσχυρᾶς ἐπὶ τῶν παρειῶν τοῦ κυλίνδρου πλήξεως.

Ἐνίοτε ἀντὶ μεμβράνης ἐφαρμόζουσιν ἐριητικῶς ἐπὶ τοῦ ἀνοικτοῦ μέρους τοῦ κυλίνδρου ὑαλίνην πλάκα, ἥτις κατασυντρίβεται εἰς τεμάχια μετὰ ἰσχυροῦ ὡσαύτως κρότου, ὅταν ὁ ἐσωτερικὸς αἴρ ἀραιωθῇ ἐπαρκῶς. Πρέπει ὅμως, ἵνα μὴ πάθῃ τις ἐκ τῶν ἐκτινασσομένων ἀτάκτως τεμαχίων τῆς ὑαλίνης πλακῆς, νὰ καλύπτωμεν αὐτὴν προηγουμένως μὲ τεμάχιον ὑφάσματος.

120. ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΑ ΤΟΥ ΜΑΓΔΕΜΒΟΥΡΓΟΥ. — Τὸ πείραμα τῶν ἡμισφαιρίων τοῦ Μαγδεμβούργου ἐγένετο κατὰ πρώτην φοράν ὑπὸ Ὁθωνος de Guericke, δημάρχου τῆς πόλεως τοῦ Μαγδεμβούργου, ἐξ ἧς ἔλαβε



Σχ. 119

τὸ πείραμα καὶ τὴν ἐπωνυμίαν αὐτοῦ. Συνίσταται δὲ τοῦτο εἰς δύο κοίλα ἡμισφαίρια τῆς αὐτῆς διαμέτρου καὶ ἐφαρμοζόμενα ἀκριβῶς τὸ ἓν ἐπὶ τοῦ ἄλλου (Σχ. 119). Ἴνα καταστήσωσι τὴν ἐπαφὴν αὐτῶν ἐρμητικὴν, παρενθέτουσι μεταξὺ τῶν δύο ἡμισφαιρίων τεμάχιον δρέματος λελιπασμένου. Τὸ ἓν τῶν ἡμισφαιρίων φέρει στρόφιγγα καὶ κοχλιοῦται ἐπὶ τοῦ περικοχλίου τῆς ἀεραντλίας, δι' ἧς ἐξάγεται ὅσον ἔνεστι μεγαλειότερον μέρος τοῦ ἐντὸς τῶν ἡμισφαιρίων ἐγκλεισμένου ἀτμο-

σφαιρικοῦ ἀέρος. Πρὶν ἢ ἐξαχθῇ ποσότης τις ἀέρος, ἡ ἀποχώρισις τῶν ἡμισφαιρίων ἐκτελεῖται εὐκόλως, ἅμα δ' ὡς ποσότης τις αὐτοῦ ἐξαχθῇ, ἡ ἀποχώρισις ἀποβαίνει δυσχερεστέρα, καὶ τελευταῖον καθίσταται ἀδύνατος ὑφ' ἑνὸς ἢ καὶ πλειότερων ἀνθρώπων, ὅταν ἡ ἐξαχθεῖσα ποσότης γείνη ὅσον ἔνεστι μεγαλειτέρα καὶ ἡ διάμετρος τῶν ἡμισφαιρίων ἦναι ὁπωσοῦν μεγάλη. Ὅταν κατὰ τὸ 1654 ὁ Ὀθων de Guericke ἐξετέλεσε τὸ ἀνωτέρω πείραμα εἰς Ῥατισβόνην ἐνώπιον τοῦ βασιλέως Φερδινάνδου τοῦ III, ἐχρειάσθησαν 12 ἵπποι, ἵνα ἀποχωρίσωσιν ἡμισφαίρια ἔχοντα 24 δακτύλων καὶ 8 γραμμῶν διάμετρον. Κατὰ δὲ τὴν ἀποχώρισιν αὐτῶν ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ, εἰσελάσας βιαίως, ἵνα πληρώσῃ τὸ ἐντὸς τῶν ἡμισφαιρίων παρὰ τὸν κενόν, παρήγαγεν ἰσχυράν ἐκρηξίν, προξενήσασαν τρόμον εἰς τοὺς παρευρισκομένους. Ἀλλ' ἐνῶ χρειάζεται τόσων ἵππων δύνამεις, ἵνα ἀποχωρίσῃ δύο ἡμισφαίρια συμπιεζόμενα ὑπὸ τῆς ἐκ τῶν ἔξω πρὸς τὰ ἔσω ἐνεργούσης ἐπ' αὐτῶν ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, διὰ τῆς ἐλαχίστης δυνάμεως ἐκτελεῖται ἡ ἀποχώρισις αὐτῶν, ἀφοῦ προηγουμένως διὰ τῆς στρόφιγγος ἀνοιγομένης εἰσέλθῃ ἐντὸς τῆς κοίλης σφαίρας ὁ ἐξαχθεὶς διὰ τῆς ἀεραντλίας ἀήρ, ἢ ἐὰν θελῶσι ταῦτα ἐντὸς κώδωνος, περιέχοντος ἀραιωθέντα ἀέρα. Αἷτια λοιπὸν μηδενίζουσα καὶ τὴν ἐφ' ἡμῶν ἐνεργοῦσαν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν εἶναι ἡ ἐλαστικὴ δύνამις τῶν ἐντὸς ἡμῶν ὑπαρχόντων ἀερίων, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύομεν καὶ κατ' εὐθείαν διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος·



Σχ. 120

Κλείομεν ἐρμητικῶς διὰ τῆς χειρὸς τὸ ἀνοικτὸν μέρος ὑαλίνου ἀγγείου ἐρμητοσμένου ἐπὶ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας, δι' ἧς καὶ ἐξάγομεν ἔπειτα τὸν ἐντὸς τοῦ ἀγγείου ἀέρα (Σχ. 120). Καθ' ὅσον ἐξάγεται ὁ ἐντὸς τοῦ κώδωνος ἀήρ, κατὰ τοσοῦτον αἰσθανόμεθα ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν πίεσιν, ἐνῶ ταῦτο χροῶνως τὸ δέρμα αὐτῆς ἐξογκοῦται καὶ λαμβάνει χροῶμα ἐρυθρόν, ἕνεκα τῆς πρὸς τὸ μέρος ἐκεῖνο εἰσροῆς τῶν ἐντὸς ἡμῶν ὑγρῶν. Ἡ ἐπιφερομένη πίεσις δύναται νὰ κατασταθῇ τόσῳ μεγάλῃ, ὥστε ἀποβαίνει ἀδύνατος ἡ διὰ τῶν ἡμετέρων δυνάμεων ἀπομάκρυνσις τῆς χειρὸς, ἐνίοτε δὲ ἐκ τῆς μεγάλης πρὸς τὰ ἔξω πίεσεως καὶ τὸ αἷμα ἡμῶν ἐξέρχεται διὰ τῶν πόρων τοῦ δέρματος. Τοιοῦτό τι πάσχει καὶ οἱ ἀεροναῦται καθὼς καὶ οἱ ἐπὶ ὧν ὑψηλῶν ὀρέων ἀνερχόμενοι περιηγηταί.

Ὁ Μπουκέ (Bouquer) υπέστη πολλές αἰμορραγίας ἐπὶ τῶν Κορδιλιέρων ὄρέων τοῦ Quito, καὶ ὁ Οὐμβόλδ (Humboldt) κατὰ τὴν ἀνάβασίν του ἐπὶ τοῦ ὄρους Cimboraço ἠσθάνετο συνεχῶς διαθέσεις πρὸς ἔμετον, καὶ τὸ αἷμά του ἐξήρχετο ἐκ τῶν χειλέων καὶ τῶν οὐλῶν αὐτοῦ. Δὲν πρέπει ὅμως νὰ νομίσῃ τις ὅτι, ἐπειδὴ τοιαῦτα πάσχουσιν οἱ ἐπὶ ὑψηλῶν ὄρέων ἀνερχόμενοι περιηγηταί, τὰ ὑψηλὰ ὄρη ἔνεκα τοῦ ἀραιοῦ αὐτῶν ἀέρος εἶναι καὶ ἀκατοίκητα. Ἐκ τῶν προλεχθέντων ἐξάγεται ὅτι τὰ φαινόμενα ταῦτα πρέπει νὰ ἀποδοθῶσιν εἰς τὴν ὑπεροχὴν τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως τῶν ἐντὸς ἡμῶν ἀερίων ἐπὶ τῆς τοῦ ἀραιωθέντος αἵφνης ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Ὑπάρχουσι κάτοικοι εἰς μέγα ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης ὕψος κατοικοῦντες καὶ οὐδὲν τοιοῦτον ὑποφέροντες, διότι τὰ ἐντὸς αὐτῶν ἀέρια καὶ ὁ ἐκτὸς ἀραιὸς ἀὴρ ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἐλαστικὴν δύναμιν, καὶ ἐπομένως ἰσορροποῦσι. Π. χ., τὰ ἀργυροῦχα μεταλλεῖα τοῦ Potosi, τὰ ἐπὶ τῆς Μεσημβρινῆς Ἀμερικῆς κείμενα, εὐρίσκονται εἰς ὕψος 4166 μέτρων ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τῆς θαλάσσης, καὶ οἱ ἐν αὐτοῖς ἐργαζόμενοι οὐδὲν ἐκ τοῦ ἐκεῖ εὐρισκομένου ἀραιοῦ ἀέρος πάσχουσι.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΑΙ ΤΙΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ, ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ

121. **ΘΕΡΜΟΤΗΣ.** — Εἵπομεν ἐν τῇ § 14 ὅτι πάντα τὰ σώματα θερμαίνόμενα διαστέλλονται καὶ ψυχόμενα συστέλλονται. Τὸ δ' αἷτιον, τὸ παράγον τὰ φαινόμενα τῆς διαστολῆς καὶ συστολῆς τῶν σωμάτων, καθ' ὅσον ἐνεργεῖ ἐπ' αὐτῶν μετὰ περισσοτέρας ἢ ὀλιγωτέρας ἐντάσεως, ὠνομάσθη *θερμότης*.

Εἰς τὴν θερμότητα ὁφείλεται καὶ πληθὺς ἄλλων ὁμοίων φαινομένων. Ἐνεκα ταύτης τήκεται ὁ κηρός, ὁ πάγος, κτλ. ἐξατμίζεται τὸ ὕδωρ, τὸ οἶνόπνευμα, κτλ. παράγεται ἐν ἡμῖν τὸ αἶσθημα τοῦ θερμοῦ καὶ ψυχροῦ. Διὰ τῆς θερμότητος δίδεται εἰς τινὰ μέταλλα καὶ πρὸ πάντων εἰς τὸν σίδηρον τὸ κατ'ἀλλήλον σχῆμα πρὸς κατασκευὴν διαφόρων ὀργάνων, ἐργαλείων καὶ μηχανῶν, χρησιμωτάτων εἰς τὰς διαφοροὺς ἀνάγκας τοῦ κοινωνικοῦ βίου. Ἐνεκα ταύτης τὰ μόρια τῶν σωμάτων εὐρίσκονται πάντοτε εἰς τινὰ ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, καὶ δὲν πληροῦσιν ἐντελῶς τὸν ὑπὸ τοῦ σώματος κατεχόμενον χώρον. Ἄνευ τέλους αὐτῆς ἡ ὑπαρξὶς ἡμῶν καὶ ἀπάσης τῆς ὀργανικῆς φύσεως ἤθελεν εἶναι ἀδύνατος.

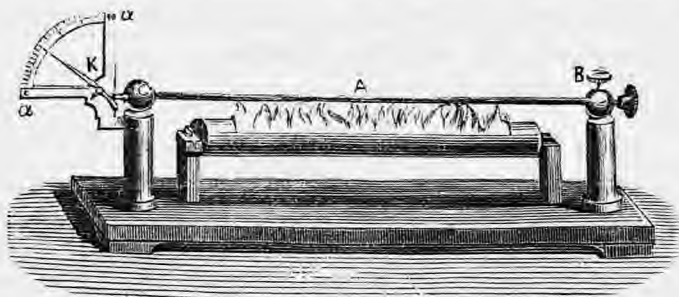
Ἡ φύσις τῆς θερμότητος εἶναι ἀκόμη μυστήριον διὰ τὴν ἐπιστήμην. Περὶ αὐτῆς δύο συστήματα ἐπενοήθησαν· τὸ τῆς ἐκπομπῆς καὶ τὸ τῶν κυμάτων. Ἐπειδὴ δὲ ἡ σπουδὴ τῶν ὑπὸ τῆς θερμότητος παραγομένων φαινομένων καὶ ἡ πειραματικὴ ἔρευνα τῶν καθ' οὓς παράγονται νόμων δύναται νὰ γείνωσι καὶ χωρὶς νὰ παραδεχθῶμεν ἐκ τῶν προτέρων τοῦτο μᾶλλον ἢ ἐκεῖνο τὸ σύστημα, νομίζομεν προτιμότερον νὰ ἐκθέσωμεν τὰ περὶ τούτων εἰς τὸ τέλος τοῦ παρόντος βιβλίου, ὅτε βεβαίως ὁ ἀναγνώστης θέλει εἶναι εἰς καλλιτέραν κατάστασιν καὶ νὰ ἐννοήσῃ εὐκολώτερον τὰ λεγόμενα καὶ ἀσφαλέστερον περὶ αὐτῶν νὰ κρίνῃ.

122. **ΚΥΒΙΚΗ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΔΙΑΣΤΟΛΗ.** — Τὸ γενικώτερον τῶν φαινομένων τῆς θερμότητος εἶναι ἡ κατ' ὄγκον αὔξησις τῶν σωμάτων, ἣν οἱ φυσικοὶ ὀνομάζουσι *κυβικὴν διαστολήν*, εἶδομεν δὲ ἐν τῇ § 14 διὰ

ποίων πειραμάτων καταδεικνύεται αὕτη ἐπὶ τῶν στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων.

Ὅταν ἐν τῇ κατ' ὄγκον διαστολῇ τῶν σωμάτων λαμβάνωσιν ὑπ' ὄψιν μόνον τὴν κατὰ τινὰ διάστασιν αὐτῶν ὑπὸ τῆς θερμότητος παραγομένην ἐπέκτασιν, τότε ὀνομάζουσιν αὐτὴν, πρὸς διάκρισιν τῆς πρώτης, γραμμικὴν διαστολήν. Τὴν γραμμικὴν διαστολὴν καταδεικνύουσι διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος·

Θερμαίνουνσι διὰ τινος ὑποκειμένης λυχνίας οἶνοπνεύματος μεταλλικὴν τινὰ ῥάβδον Α, τῆς ἑποίας τὸ ἐν ἄκρον διατηρεῖται ἀκίνητον διὰ τινος πιέστρου Β (Σχ. 121), τὸ δὲ ἕτερον ἄπτεται τοῦ μικροτέρου βραχίονος μοχλοῦ τινος Κ, οὗτινος τὸ ἄλλο ἄκρον διαγράφει διηρημένον τι τόξον αα. Πρὶν ἢ ἀρχίσῃ ἡ θέρμανσις, τὸ ἄκρον τοῦ μοχλοῦ Κ εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ 0 τῆς διαιρέσεως τοῦ τόξου αα· ὅταν δὲ ἡ θέρμανσις



Σχ. 121

ἀρχίσῃ, παρατηρεῖται ὅτι ὁ μοχλὸς Κ στρέφεται, ὑψουμένου τοῦ μεγαλύτερου αὐτοῦ βραχίονος. Ἐπεταί ἐντεῦθεν, ὅτι τὸ μῆκος τῆς ῥάβδου Α κῆξησε διὰ τῆς θερμάνσεως, ἡ δὲ κατὰ μῆκος αὐξήσις αὕτη εἶναι ἡ καλουμένη γραμμικὴ διαστολή.

123. ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΤΡΟΠΩΝ. — Κατὰ δύο διαφόρους τρόπους φαίνεται ἐνεργοῦσα ἡ θερμότης· 1^{ον} ἐξ ἀποστάσεως, ἢ διὰ τοῦ κενοῦ ἢ διὰ τινων σωμάτων, μὴ ἀνθισταμένων εἰς τὴν διάβασιν αὐτῆς, ὡς τοῦ ἀέρος, δι' οὗ διέρχεται ἡ θερμότης τοῦ Ἥλιου ἢ ἀνημμένης πυρᾶς· 2^{ον} διὰ τῆς οὐσίας αὐτῆς τοῦ σώματος ἀπὸ ἀτόμου εἰς ἄτομον, ὡς π.χ. ἡ θερμότης ζέοντος ὕδατος διέρχεται διὰ τῶν παρειῶν, τοῦ ἐν ᾧ τοῦτο ῥίπτεται ἀγγείου.

124. Αἴσθησις καὶ ἀναθάνουσα θερμότης. — Πλείστα πειράματα, ὡς θέλομεν ἰδεῖ εἰς τὸ μετὰ ταῦτα, ἠνάγκασαν τοὺς φυσικοὺς νὰ διαιρέσωσι τὴν ἐν ἐκάστῳ σώματι ὑπάρχουσαν θερμότητα εἰς δύο· εἰς τὴν αἰσθητὴν καλουμένην καὶ εἰς τὴν ἀναθάνουσαν αὐτῶν θερμότητα. Αἰσθητὴν θερμότητα σώματος τινος ὠνόμασαν ἐκείνην, ἥτις μεταδιδομένη

καθ' ἓνα τῶν προηγουμένων δύο τρόπων, δὲν μεταβάλλει τὴν κατάστασιν τοῦ ἐν ᾧ εὐρίσκετο σώματος· ἂν π.χ. τὸ σῶμα ᾗτο ἀέριον, μένει πάλιν ἀέριον· ἂν ᾗτο ὑγρὸν, μένει πάλιν ὑγρὸν· ἂν ᾗτο στερεόν, μένει καὶ πάλιν στερεόν. Λανθάνουσα δὲ θερμότης σώματός τινος ὠνομάσθη ἐκείνη, ἣτις εἶναι ἀναγκαία, ὅπως τὸ σῶμα διατηρῇ τὴν ἑαυτοῦ κατάστασιν, ἢ ἐκείνην, ἣτις προστιθεμένη ἐν αὐτῷ, χρησιμύει εἰς τὸ νὰ μεταβάλλῃ μόνον τὴν κατάστασιν αὐτοῦ, χωρὶς νὰ καθίσταται ἐπαισθητὴ εἰς τὰ δεικνύοντα τὴν ὑπάρχουσαν ἐν τῷ σώματι θερμότητα ὄργανα. Παραδείγματος χάριν, καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς διάλυσεως τοῦ πάγου, τὸ ὄργανον, τὸ μετροῦν διὰ τῶν διαστολῶν αὐτοῦ τὴν ὑπάρχουσαν ἐν τῷ διαλυομένῳ πάγῳ θερμότητα, μένει ἀμετάβλητον, ἐνῶ μέγιστον ποσὸν θερμότητος εἰσάγεται ὅπως ἡ διάλυσις τοῦ πάγου καταστῇ δυνατὴ. Ὅταν τήκεται ὁ καιρὸς, μεγίστη ποσότης θερμότητος εἰσάγεται πρὸς τοῦτο, καὶ ἐν τοσούτῳ τὸ ὄργανον, τὸ μετροῦν τὴν ὑπάρχουσαν ἐν τῷ τηκομένῳ κηρῷ θερμότητα, μένει ἀμετάβλητον καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως. Ὅταν τὸ ὕδωρ μετατρέπεται εἰς πάγον, ἐκπέμπει τοσαύτην λανθάνουσαν ποσότητα θερμότητος, ὥστε ἴσος ὄγκος χρυσοῦ ἡδύνατο δι' αὐτῆς νὰ πυρακτωθῇ, καὶ μολαταῦτα πρὶν ἢ μεταβάλλῃ κατάστασιν ἢ τοσαύτη ἐν αὐτῷ ὑπάρχουσα θερμότης ἔμμενεν ἀφανῆς, κεκρυμμένη, ἐλάνθανεν ὑπάρχουσα.

125. **ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.** — Ὅταν σώματός τινος ἡ αἰσθητὴ θερμότης μὲν ἀμετάβλητος, τουτέστιν οὔτε αὐξάνῃ οὔτε ἐλαττωταί, ἡ κατάστασις, εἰς ἣν τότε αὕτη εὐρίσκεται, καλεῖται *θερμοκρασία* τοῦ σώματος, ἐν ἄλλαις λέξεσι, *θερμοκρασία* σώματός τινος καλεῖται τὸ ποσὸν τῆς ἐν καταστάσει *ισορροπίας* ἐν αὐτῷ παραχούσης αἰσθητῆς θερμότητος.

126. **ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ.** — Ὅταν ἡ θερμότης σώματός τινος *A*, ἰσορροποῦσα μετὰ τῆς θερμότητος ἑτέρου τινὸς σώματος *a*, παράγῃ ἐπὶ τοῦ δευτέρου τούτου ὠρισμὸν τι ἀποτελεσμα, διαστέλλῃ π.χ. αὐτὸ κατὰ τινα βαθμὸν, εἶναι φανερόν ὅτι, ὁσάκις τοῦ αὐτοῦ σώματος ἢ ἄλλου τινὸς *B* ἡ θερμότης ἐπιφέρει ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ τρίτου *a* τὸ αὐτὸ ἀποτελεσμα, αἱ θερμοκρασίαι τῶν σωμάτων *A* καὶ *B* θέλουσιν εἶναι ἴσαι. Ἐὰν τὰ ἐπὶ τοῦ *a* παραγόμενα ὑπὸ τῆς θερμότητος ἀποτελέσματα τῶν σωμάτων *A* καὶ *B*, ὅταν αὕτη εὐρίσκηται ἀμοιβαίως ἐν ἰσορροπίᾳ μετὰ τῆς τοῦ *a*, ἦναι διάφορα, καὶ αἱ θερμοκρασίαι τῶν σωμάτων *A* καὶ *B* θέλουσιν εἶναι διάφοροι, καὶ τοσούτῳ μᾶλλον, καθόσω αἱ διαφοραὶ τῶν ὑπὸ τῆς θερμότητος αὐτῶν παραχθέντων ἐπὶ τοῦ σώματος *a* ἀποτελεσμάτων εἶναι μεγαλείτεροι. Τὸ σῶμα *a*, τὸ δεικνύον διὰ τῶν μεγεθῶν τῶν συστολῶν καὶ διαστολῶν αὐτοῦ τὰς θερμοκρασίας τῶν σωμάτων,

μεθ' ὧν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ τίθεται ἐν ἰσορροπίᾳ, ὅταν καταλήλως πρὸς τοῦτο κατασκευάζεται, ἀποτελεῖ ὄργανον καλούμενον θερμομέτρον. Τοιαῦτα εἶναι τὰ ἀπὸ τῶν σχημάτων 126 καὶ 127 παριστώμενα.

Ἐπειδὴ τῶν μένστερεων σωμάτων αἱ συστολαὶ καὶ διαστολαὶ εἶναι πολὺ μικραὶ καὶ δυσκόλως καθίστανται ἐπαισθηταί, τῶν δὲ ἀερίων εἶναι πολὺ μεγάλαι, μεταχειρίζονται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον τὰ ὑγρά πρὸς κατασκευὴν τῶν θερμομέτρων. Καὶ ἐκ τῶν ὑγρῶν σωμάτων μεταχειρίζονται κατὰ προτίμησιν τὸν ὑδράργυρον καὶ τὸ καθαρὸν οἰνόπνευμα. Τὸν μὲν ὑδράργυρον, διότι 1^{ον} διαστέλλεται κατὰ πλεονέκτητον ὑπὸ τῆς θερμότητος, 2^{ον} διότι πηγνυται μόνον εἰς μέγα ψύχος, καὶ βράζει ὅταν ἡ θερμότης ᾖ ἀρκούντως μεγάλη, καὶ 3^{ον}, διότι ἡ θερμότης αὐτοῦ τίθεται ταχύτερον ἐν ἰσορροπίᾳ μετὰ τῆς θερμότητος τοῦ σώματος, οὗτινος ζητεῖται ἡ ἐν τῇ ἰσορροπίᾳ ταύτῃ ὑπάρχουσα θερμοκρασία. Τὸ δὲ οἰνόπνευμα μεταχειρίζονται μόνον διότι δὲν μετέβαλε μέχρι τοῦδε κατάστασιν, ὅσω μέγα καὶ ἂν ᾖ τὸ ψύχος, εἰς ὃ ὑπεβλήθη.

Μεταχειρίζονται οὐχ ἥττον, ὡς θέλομεν ἰδεῖ παρακατιόντες, καὶ τὰ στερεὰ πρὸς ἐκτίμησιν τῆς θερμοκρασίας, ὅταν αὕτη ᾖ πολὺ μεγάλη. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει μεταχειρίζονται καὶ τὸν αέρα, διότι δὲν μεταβάλλει πλέον κατάστασιν, ὅσω μεγάλη καὶ ᾖ εἰς αὐτὴν ἡ θερμοκρασία, εἰς ἣν ὑποβάλλεται. Τὸν αέρα μεταχειρίζονται ὡσαύτως, ὡς αἱ εἰς θέλουσι νὰ μετρήσωσιν ἀκριβῶς πολὺ μικρὰς διαφορὰς θερμοκρασίας.

Ἦθελεν ἀπατηθῇ τις πολὺ, ἂν ἐφρόνει ὅτι διὰ τῶν αἰσθητηρίων ἡμῶν ὀργάνων δυνάμεθα νὰ ἐκτιμήσωμεν καταλλήλως τὰς θερμοκρασίας τῶν σωμάτων, ὅταν αὗται δὲν ὑπερβαίνωσιν ὅριόν τινα. Ἡμεῖς αἰσθανόμεθα διὰ τῆς χειρὸς ψύχος ἢ θερμότητα οὐχί ὅταν τὸ ἀπτόμενον ὑφ' ἡμῶν σῶμα ᾖ ψυχρὸν ἢ θερμόν, ἀλλ' ὅταν ἡ χεὶρ ἡμῶν ᾖ θερμότερα ἢ ψυχροτέρα τοῦ ἀπτομένου σώματος. Ἐὰν π. χ. θέσωμεν τὴν μὲν δεξιὰν ἡμῶν χεῖρα ἐντὸς πάγου, τὴν δὲ ἀριστεράν ἐντὸς ζέοντος ὕδατος, καὶ ἔπειτα θέσωμεν συγχρόνως καὶ τὰς δύο ἐντὸς χλιαροῦ ὕδατος, θέλομεν αἰσθανθῆναι θερμότητα εἰς τὴν δεξιὰν χεῖρα καὶ ψύχος εἰς τὴν ἀριστεράν, ἂν καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ χλιαροῦ ὕδατος εἴη ἡ αὐτή. Δι' ὁμοίον τινα λόγον τῶν βαθέων φρεάτων τὸ ὕδωρ φαίνεται εἰς ἡμᾶς τὸ μὲν ἔσος ψυχρόν, τὸν δὲ χειμῶνα θερμόν, ἂν καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἴη καὶ κατὰ τὰς δύο τοῦ ἔτους ὥρας ἡ αὐτή.

127. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΥΔΡΑΡΓΥΡΙΚΟΥ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ. — Πρὸς κατασκευὴν τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου λαμβάνουσι τριχοειδῆ τινα ὑάλινον ἢ κρυστάλλινον σωλῆνα κυλινδρικόν, ἀνοικτὸν ἐκατέρωθεν, καὶ εἰς τὸ ἐν τῶν ἄκρων αὐτοῦ προσκολλῶσι διὰ τῆς λυχνίας τοῦ μιλ-

τουργοῦ κυλινδρικόν τι ὑάλινον δοχεῖον Δ, ἐπὶ δὲ τοῦ ἐτέρου χωνίον τι Γ (Σχ. 122). Ἐπειδὴ ὁ ἐντὸς τοῦ ὄργάνου ΓΔ ὑπάρχων ἀήρ ἐμποδίζει, ἕνεκα τοῦ τριχοειδοῦς τοῦ σωλῆνος ΓΔ, τὴν ἐν αὐτῷ εἰσοδὸν τοῦ ἐν τῷ



Σχ. 122

χωνίῳ Γ τιθεμένου ὑδραργύρου, μεταχειρίζονται πρὸς πλήρωσιν τοῦ ὄργάνου τὸν ἐξῆς τρόπον·

Θερμαίνουσιν ἐπὶ τινὰς στιγμὰς διὰ τῆς λυχνίας τὸ δοχεῖον Δ, καὶ ὁ ἐν αὐτῷ καὶ τῷ τριχοειδεῖ σωλῆνι ὑπάρχον ἀήρ θερμαινόμενος διαστελλεται, διαστελλόμενος δὲ τείνει νὰ ἐξέλθῃ διὰ τοῦ ἐν τῷ χωνίῳ Γ ὑπάρχοντος ὑδραργύρου, τοῦθ' ὅπερ καὶ συμβαίνει πλαγιαζομένου καταλλήλως τοῦ σωλῆνος ΓΔ. Ἐπαναφέρουσι μετὰ ταῦτα τὸν σωλῆνα εἰς τὴν κάθετον αὐτοῦ θέσιν καὶ ἀρίνουσι νὰ ψυχθῇ ὁ ἐν αὐτῷ μείνας ἀήρ. Καθ' ὅσον οὗτος ψύχεται, καταλαμβάνει ὄγκον μικρότερον, καὶ ποσότης τις τοῦ ἐν τῷ χωνίῳ Γ ὑπάρχοντος ὑδραργύρου εἰσέρχεται τότε ἐν τῷ δοχείῳ Δ, ἕνεκα τῆς ὑπεροχῆς τῆς ἐξωτερικῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως καὶ τοῦ βάρους τῆς ἐν τῷ χωνίῳ Γ ἀποτελουμένης ὑδραργυρικῆς στήλης. Ἐπαναλαμβάνοντες πολ-
λάκις τὸν ἀνωτέρω τρόπον, ἀφαιροῦσι κατὰ μικρὸν

τὸν μένοντα ἀέρα, ἀλλὰ δὲν δύνανται νὰ ἀφαιρέσωσιν αὐτὸν ὁλοσχερῶς, διότι ὁ μένων ἐπὶ τέλους ὀλίγος ἀήρ δὲν δύναται νὰ ἀπακτήσῃ ἐλαστικὴν δύναμιν, ἱκανὴν νὰ διασχίσῃ τὴν ἐν τῷ χωνίῳ Γ ὑδραργυρικὴν στήλην.

Πρὸς ἐντελῇ τοῦ θερμομέτρου πλήρωσιν, θερμαίνουσιν ἰσχυρῶς μέχρι ἀναθρασμοῦ τὸν προηγουμένως εἰσαχθέντα ὑδράργυρον. Οἱ σχηματιζόμενοι τότε ὑδραργυρικοὶ ἀτμοί, ἐξερχόμενοι, συμπαρασύρουσι μεθ' ἑαυτῶν τὸν μείναντα ἀέρα καὶ τὴν ὑπάρχουσαν συνάμα ὑγρασίαν. Ὄταν δὲ ἀκολουθῶς ὁ ὑδράργυρος τοῦ ὄργάνου ψυχθῇ, ὁ ἐν τῷ χωνίῳ Γ ὑπάρχων εἰσέρχεται καὶ πληροῖ ἐντελῶς τὸν τριχοειδῆ σωλῆνα καὶ τὸ δοχεῖον Δ.

Ἀφοῦ οὕτω πληρώσωσι τὸ ὄργανον καθαροῦ καὶ ξηροῦ ὑδραργύρου, πρέπει ν' ἀφίσωσιν ἐν αὐτῷ τοσαύτην αὐτοῦ ποσότητα, ὥστε, ὅταν τὸ ὄργανον ὑποβάλληται εἰς τὰς συνήθεις θερμοκρασίας, ἡ ὑπάρχουσα ποσότης οὔτε νὰ κατέρχεται μέχρι τοῦ δοχείου Δ, οὔτε νὰ φθάνῃ μέχρι τοῦ ἄκρου τοῦ τριχοειδοῦς σωλῆνος. Πρὸς τοῦτο θερμαίνουσιν ἐκ νέου τὸ ὄργανον καὶ ὁ ἐν αὐτῷ ὑδράργυρος διαστελλόμενος ἐκρέει. Ὄταν δὲ κρῖνωσιν ὅτι ἡ ἐκρέουσα ποσότης εἶναι ἐπαρκής, τότε, ἐνῶ τὸ ὄργανον

εἶναι πλήρες διεσταλμένου ὑδραργύρου, κλείουσι διὰ τῆς λυχνίας τοῦ μιλτουργου τοῦ ἄνω ἄκρον τοῦ τριχοειδοῦς σωλήνος. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου οὐδ' ἡ ἐλαχίστη ποσότης ἀέρος μένει ἐν τῷ ὄργανῳ, τοῦθ' ὑπερλίαν ἀναγκαῖον. Διότι, ἂν ὑπῆρχεν ἐν αὐτῷ μικρά τις ποσότης ἀέρος, ὁ ἀὴρ οὗτος, ὅταν ἡ στήλη τοῦ ὑδραργύρου ἔφθανε πλησίον τοῦ ἄνω ἄκρου τοῦ σωλήνος, ἤθελε συσταλῇ, καὶ ἡδύνατο ν' ἀποκτήσῃ διὰ τῆς μεγάλης αὐτοῦ συστολῆς τοσαύτην ἐλαστικὴν δύναμιν, ὥστε νὰ ἐπιφέρῃ τὴν θραῦσιν τοῦ ὄργανου.

128. ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΙΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ. — Δὲν ἀρκεῖ βεβαίως νὰ κατασκευάσωμεν ὄργανον, τὸ ὅποιον νὰ μᾶς δεικνύῃ διὰ τῶν συστολῶν καὶ διαστολῶν αὐτοῦ ἂν ἡ θερμοκρασία σώματός τινος ἐλαττωταί ἢ αὐξάνει, πρέπει πρὸς τούτοις καὶ νὰ βαθμολογήσωμεν αὐτὸ καταλλήλως καὶ καθ' ὠρισμένους κανόνας, ὥστε νὰ δυνάμεθα νὰ ἐκτιμῶμεν ἀφ' ἑνὸς κατὰ πόσον αὕτη νύξῃθη ἢ ἐλαττώθη, καὶ ἀφ' ἑτέρου, ἵνα πάντα τὰ θερμομέτρα παρέχωσι τὰς αὐτὰς ἐνδείξεις, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῶν ᾖ καὶ ἡ αὐτή. Πρὸς τὸν σκοπὸν τοῦτον παρεδέχθησαν δύο σταθεραὶ θερμοκρασίας, τὴν τοῦ διαλυομένου πάγου καὶ τὴν τοῦ βράζοντος ὕδατος ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῇ πίεσιν $0^{\circ}, 76$, τὰς ὁποίας σημειοῦσιν ἐπὶ τοῦ ὑποτιθεμένου κυλινδρικοῦ σωλήνος τοῦ θερμομέτρου, καὶ διαιροῦσι τὸ μεταξὺ διάστημα εἰς ὠρισμένον τινὰ ἀριθμὸν ἴσων μερῶν, ἅτινα καλοῦσι βαθμοὺς.

Εἰς μὲν τὸ σημεῖον, ἔνθα φθάνει ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη, ὅταν ἡ θερμοκρασία, ἣν δεικνύει, ᾖ καὶ ἡ τοῦ διαλυομένου πάγου, γράφουσι 0, εἰς δὲ τὸ σημεῖον, εἰς ὃ ἀνέρχεται αὕτη, ὅταν δεικνύῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βράζοντος ὑπὸ ἀτμοσφαιρικῇ πίεσιν $0^{\circ}, 76$ ὕδατος, γράφουσιν 100 ἢ 80, καθ' ὅσον προτίθενται νὰ διαιρέσωσι τὸ μεταξὺ τούτων διάστημα εἰς 100 ἢ 80 ἴσα μέρη. Ὅταν διαιρῶσι τὸ μεταξὺ διάστημα εἰς 100 ἴσα μέρη, τότε τὸ θερμομέτρον καλεῖται τοῦ Κελσίου (Celsius) ἢ ἐκατομβάθμον, ὅταν δὲ διαιρῶσιν αὐτὸ εἰς 80, τότε τὸ θερμομέτρον καλεῖται τοῦ Ρεωμύρου (Réaumur) ἢ ὀγδοηκοστάθμον.

Ὑπάρχει ἐν χρήσει καὶ τρίτον θερμομέτρον, τὸ τοῦ Φαρενάϊτ καλούμενον, ἐν ᾧ ἡ μὲν 32° διαίρεσις ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν 0 τοῦ ἐκατομβάθμου, ἡ δὲ 212° εἰς τὴν 100^{ου}. Θέλομεν μετ' ὀλίγον ἐκθέσει τὸν τρόπον, δι' οὗ, στηριζόμενοι ἐπὶ τῶν ἀνωτέρω δεδομένων, τρέπομεν τοὺς βαθμοὺς ἑνὸς τούτων εἰς βαθμοὺς ὁποιοῦδήποτε τῶν λοιπῶν, καὶ καθίσταμεν οὕτω τὰς ἐνδείξεις αὐτῶν παραβλητάς· πρὸς τὸ παρὸν ἀρκούμεθα νὰ εἴπωμεν ὅτι, ὅσαςκις κάμωμεν χρῆσιν τῆς λέξεως βαθμὸς χωρὶς ν' ἀναφέρωμεν καὶ τὸ ὄνομα τοῦ θερμομέτρου, εἰς ὃ οὗτος ἀναφέρεται, θέλομεν ἐννοεῖ τὸν τοῦ ἐκατομβάθμου.

129. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ. — "ἵνα χαρά-
ξωσι μετ' ἀκριθείας ἐπὶ τινος θερμομέτρου τὸ σημεῖον, εἰς ὃ φθάνει ἡ
ὑδραργυρική αὐτοῦ στήλη, ὅταν τοῦτο δεικνύῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ



Σχ. 123

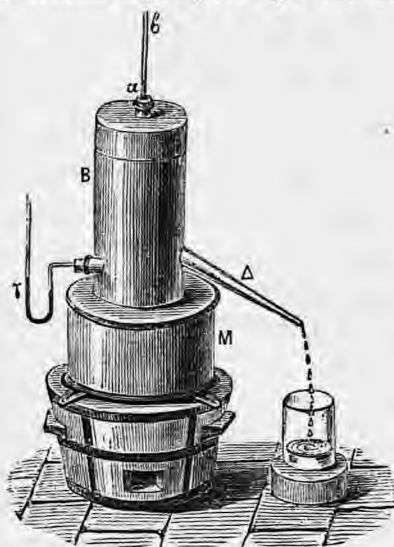
διαλυομένου πάγου, ἐνθάπτουσιν αὐτὸ ἐντὸς τετριμ-
μένου πάγου, περιεχομένου ἐντὸς βαθύος τινὸς ἀγ-
γείου (Σχ. 123). Εἶναι ἀναγκαῖον ὁ πάγος νὰ ᾖναι
εἰς κόκκιν, ἵνα ᾖπαντα τὰ μέρη τοῦ ἐμβεβαπτισμένου
θερμομέτρου εὐρίσκωνται εἰς ἄμεσον ἐπαφὴν μετ'
αὐτοῦ. Πρέπει προσέτι τὸ ἀγγεῖον νὰ φέρῃ μικράν
τινα ὀπήν κατὰ τὸ μέσον τοῦ πυθμένου, ἵνα ἐκρέῃ
τὸ ἐκ τῆς διαλύσεως τοῦ πάγου προερχόμενον ὕδωρ·
διότι τοῦτο, ἂν ἔμεινεν ἐντὸς τοῦ ἀγγείου, ἡδύνατο
κατὰ τὴν διάρκειαν τῆς ἐργασίας ν' ἀποκτήσῃ θερ-
μοκρασίαν ἀνωτέραν τῆς τοῦ διαλυομένου πάγου
καὶ μεταδώσῃ μέρος αὐτῆς καὶ εἰς τὸ θερμοόμετρον.
Ἀφοῦ μετὰ τινά χρόνον, μετὰ ἕν τέταρτον τῆς ὥρας
περίπου, παρατηρήσωσιν ὅτι ἡ ὑδραργυρική στήλη

μένει ἀκίνητος, σημειοῦσι μετὰ μεγάλης προσοχῆς ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου,
ὑπερ ἀνυψοῦσι πρὸς τοῦτο ὀλίγον ἐκτὸς τοῦ πάγου, τὸ σημεῖον εἰς ὃ
ἀντιστοιχεῖ ὀριζοντίως τὸ ἄνω ἄκρον αὐτῆς. Εἰς τὸ σημεῖον δὲ τοῦτο
γράφουσι τὸ 0 τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος.

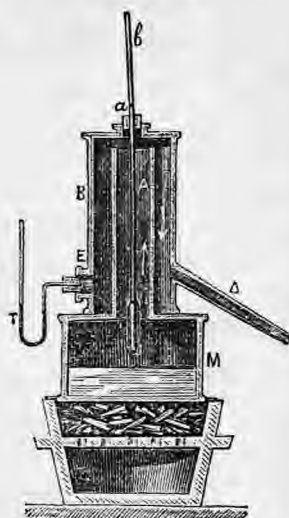
Πρὸς εὐρεσιν τοῦ δευτέρου σημείου θέτουσιν ἐπὶ πεφυρακτωμένων
ἀνθράκων μεταλλικόν τι ἀγγεῖον M, περιέχον ποσότητά τινα ὕδατος
(σχ. 124 καὶ 125). Τὸ ἀγγεῖον M φέρει εἰς τὸ μέσον τοῦ πώματος αὐ-
τοῦ κυλινδρικόν τινα σωλῆνα A, ὅστις εἶναι ἀνοικτὸς πρὸς τὰ ἄνω καὶ
περιβάλλεται ὑπὸ ἑτέρου B, φέροντος τρεῖς ὀπὰς α, Ε καὶ Δ. Ἡ ὀπή
α κλείεται διὰ πώματος, ἐν τῇ μέσῳ τοῦ ὁποῦ διέρχεται τὸ θερμό-
μετρον θ, ὑπερ φθάνει εἰς τινα ἀπόστασιν ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφα-
νείας τοῦ ἐν τῷ ἀγγείῳ M ὕδατος. Αἱ ὀπαὶ Ε καὶ Δ φέρουσιν, ἡ μὲν
ἀνοικτὸν μανόμετρον γ, ἡ δὲ ἐπιμήκη σωλῆνα, ἐξ οὗ ἔρχεται ὁ παρα-
γόμενος ἐκ τῆς βράσεως ἀτμὸς μετὰ τοῦ ἐκ τῆς συμπηκνώσεως αὐτοῦ
προκλύπτοντος ὕδατος. Ὅταν τὸ ὕδωρ τοῦ ἀγγείου M βράζῃ, ὁ παρα-
γόμενος ἀτμὸς ἀναγκάζεται ἐκ τῆς ἀνωτέρω διατάξεως νὰ διέρχεται
πρῶτον διὰ τοῦ περιέχοντος τὸ θερμοόμετρον σωλῆνος A, νὰ περιβάλλῃ
τοῦτον πληρῶν τὸν σωλῆνα B, καὶ τέλος νὰ ἐξέρχεται ἐκ τοῦ σωλῆνος
Δ, ἀντικαθιστάμενος ὑπὸ τοῦ διαρκῶς ἐν τῷ ἀγγείῳ M διὰ τῆς θερ-
μάνσεως παραγομένου. Διὰ τοῦ τρόπου τούτου ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀτ-
μοῦ, ἐν ᾧ ὑπάρχει ἐμβεβαπτισμένον τὸ θερμοόμετρον, διατηρεῖται ἀπρόσ-
βλητος, καὶ ἐπειδὴ ἀπεδείχθη διὰ πειραμάτων ὅτι εἶναι σταθερά, τὸ

σημείον, εἰς ὃ ἀνέρχεται τότε ἀμεταβλήτως ἡ στήλη τοῦ θερμομέτρου, θέλει εἶναι τὸ ζητούμενον δεύτερον σταθερὸν σημείον τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος.

Διὰ δύο λόγους πρέπει τὸ θερμόμετρον νὰ εὐρίσκηται εἰς τινα ἀποστάσιν ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ βράζοντος ὕδατος· 1^{ον} διότι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι διάφορος εἰς τὰ διάφορα αὐτοῦ στρώματα, βαίνουσα ἀύξανομένη πρὸς τὸν πυθμένα, καὶ 2^{ον}, διότι ἀπεδείχθη ὅτι ἡ



Σχ. 124



Σχ. 125

θερμοκρασία, καθ' ἣν τοῦτο βράζει, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς οὐσίας τοῦ ἀγγείου M (ἂν εἶναι μεταλλικὸν ἢ ὑάλινον), καὶ ἐκ τῆς ποιότητος τοῦ ἐξατμιζομένου ὕδατος (ἂν τοῦτο εἶναι ἀπεσταγμένον ἢ περιέχει διαλελυμένας οὐσίας), ἐνῶ κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Ρούτμπεργ (Rutberg) ἡ θερμοκρασία τῶν παραγομένων ἀτμῶν εἶναι πάντοτε σταθερὰ καὶ ὅλως ἀνεξάρτητος τῆς οὐσίας τοῦ ἀγγείου καὶ τῆς ποιότητος τοῦ ὕδατος, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ᾖ ἡ αὐτή.

Τὸ μανόμετρον γ' χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ δεικνύῃ, ἂν ἡ τάσις τῶν παραγομένων ἀτμῶν εἶναι ἴση μὲ τὴν ὑπάρχουσαν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν. Διότι, ὡς θέλομεν ἰδεῖ παρακατιόντες, ἡ θερμοκρασία, καθ' ἣν βράζει τὸ ὕδωρ, ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, τουτέστιν εἶναι διάφορος κατὰ τὴν διάφορον ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν, ἣν ὑφίστανται οἱ ἐκ τῆς βράσεως παραγόμενοι ἀτμοί. Ἀπεδείχθη δὲ διὰ πειραμάτων ὅτι ἡ σταθερὰ αὕτη θερμοκρασία διαφέρει κατὰ ἓνα βαθμὸν, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ ἀτμοσφαιρική πίεσις διαφέρῃ τῆς 0^μ,76 κατὰ 27 χιλιοστὰ τοῦ μέτρου. Τούτου δ' ἕνεκα εἶπομεν ἀνωτέρω ὅτι τὸ δεύτερον σταθερὸν σημείον

παριστᾷ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βράζοντος ὕδατος ὑπὸ $0^{\mu},76$ ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν. Ἐάν κατὰ τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις εἶναι διάφορος τῆς $0^{\mu},76$, ἐάν ᾖ π. χ. $0^{\mu},769$, τότε δὲν γράφουσιν ἐπὶ τοῦ εὐρεθέντος δευτέρου σταθεροῦ σημείου τὸν ἀριθμὸν 400, ἀλλὰ τὸν ἀριθμὸν, τὸν ἀντιστοιχοῦντα εἰς αὐξήσιν πίεσεως 0,009. Τὸν ἀριθμὸν τοῦτον εὐρίσκουσιν εὐκόλως προσθέτοντες εἰς τὸν 400 τὸ ἐκ τῆς ἐξῆς ἀναλογίας προκύπτον κλάσμα $\frac{9}{27} \frac{1}{3}$

$$27^{\mu} : 9^{\mu} = 1^{\mu} : \frac{1}{3}$$

Οἱ μὲν ἀκαδημαϊκοὶ τῆς Φλωρεντίας παρετήρησαν πρῶτοι ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ διαλυομένου πάγου εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή, φθάνει μόνον ὁ πάγος νὰ ᾖ καθαρός, οἱ δὲ Ἀμοντὼν καὶ Ῥενάλδινι (Amonton et Renaldini) συγχρόνως, ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ βράζοντος ὕδατος εἶναι σταθερά, ὅσω βιαία καὶ ἂν εἶναι καὶ σφοδρὰ ἡ βράσις, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις ᾖ ἡ αὐτὴ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ βρασμοῦ.



Σχ. 126



Σχ. 127

130. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ-ΜΑΚΟΣ. — Μετὰ τὴν εὕρεσιν τῶν ἀνωτέρω δύο σταθερῶν σημείων πρὸς κατασκευὴν τῆς θερμομετρικῆς κλίμακος διαιροῦσι τὴν μεταξὺ αὐτῶν ἀπόστασιν εἰς 400 ἴσα μέρη, καὶ παρατείνουναι τὰς ἴσας ταύτας διαιρέσεις μέχρι τῶν δύο ἄκρων τοῦ ὑποτιθεμένου κυλινδρικοῦ σωλήνος. Αἱ διαιρέσεις βαίνουναι αὐξανόμεναι ἐκατέρωθεν τοῦ μηδενὸς καὶ διακρίνουσι τὰς πρὸς τὰ ἄνω τῶν πρὸς τὰ κάτω προτάττοντες τὸ ἀλγεβρικὸν σημεῖον — (πλὴν) πρὸ τοῦ ἀριθμοῦ, τοῦ παριστῶντος θερμοκρασίας μικροτέρας τοῦ μηδενός. Πρὸς τοῦτοις, ὅταν θέλωσι νὰ σημάνωσιν ὅτι ἀριθμὸς τις παριστᾷ βαθμοὺς θερμοκρασίας, θέτουσι πρὸς τὰ δεξιά καὶ εἰς τὸν ἀνωθεν αὐτοῦ ἐν εἶδει ἐκθέτου ἐν μηδέν. Παραδείγματος χάριν, ἡ μὲν παράστασις 25° ἐκφράζει 25 βαθμοὺς θερμοκρασίας ὑπεράνω τοῦ μηδενός, ἡ δὲ -7° παριστᾷ 7 βαθμοὺς θερμοκρασίας κάτωθεν τοῦ μηδενός.

Εἰς τὰ κοινὰ θερμομέτρα (Σχ. 126) ἡ θερμομετρικὴ κλίμαξ χαράσσεται συνήθως πρὸς τὰ δεξιά ἢ ἀριστερὰ τοῦ σωλήνος ἐπὶ τῆς πλακός, ἐφ' ἧς στηρίζουσιν ἀμετασσεύτως τὸ ὄργανον, καὶ οὕτως, ὥστε τὸ μηδέν καὶ τὸ 400 τῆς κλίμακος νὰ ἀντιστοιχῶσιν ἐκά-

τερον μὲ τὰ κατὰ τὸν προεκτεθέντα τρόπον προσδιορισθέντα ἐπὶ τοῦ σωλήνος δύο σταθερὰ σημεία.

131. **ΑΚΡΙΒΕΣ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ.** — Ἀνωτέρω ὑπεθέσαμεν ὅτι ὁ τριχοειδὴς σωλήν, ἐν ᾧ παρατηρεῖται ἡ κορυφὴ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης, εἶναι κυλινδρικός, καὶ ὅτι ἐπομένως εἰς ἴσας διαστολάς καὶ συστολάς τοῦ ὑδραργύρου ἀντιστοιχοῦσιν ἴσαι κατὰ μῆκος ἀναβάσεις καὶ καταβάσεις αὐτῆς. Ἀλλὰ τὸ τοιοῦτον οὐδέποτε σχεδὸν συμβαίνει. Ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὁ τριχοειδὴς σωλήν δὲν εἶναι ἀκριβῶς κυλινδρικός, καὶ ὡς ἐκ τούτου, εἰς τὸ μεταξὺ τῶν σταθερῶν σημείων διάστημα διαιρηθῇ εἰς ἀριθμὸν τινα ἴσων μερῶν, εἰς ἴσας διαστολάς καὶ συστολάς τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης θέλουσι παράγεσθαι ἄνισοι ἀναβάσεις καὶ καταβάσεις αὐτῆς. Τούτου ἕνεκα, ὅταν ἔχωσιν ἀνάγκην μεγάλης ἀκριβείας, δὲν διαιροῦσι τὸ μεταξὺ τῶν σταθερῶν σημείων διάστημα εἰς ἀριθμὸν τινα ἴσων κατὰ μῆκος μερῶν, ἀλλ' εἰς ἴσα κατὰ χωρητικότητα μέρη, ἅτινα ἀποτελοῦσι τότε τοὺς βαθμοὺς τοῦ ἀκριβοῦς θερμομέτρου.

Εἰς τὰ ἀκριβῆ θερμομέτρα οἱ βαθμοὶ αὐτῶν δὲν γράφονται ἐπὶ τῆς σκινίδος ἢ μεταλλικῆς πλακῆς, τῆς φερούσης τὸ θερμομέτρον, ἀλλὰ χαράσσονται δι' ἰδιαιτέρου τρόπου ἐπ' αὐτοῦ τοῦ θερμομέτρου (Σχ. 127), καὶ τοῦτο πρὸς ἀποφυγὴν τῶν ἐκ τῆς διαπόρου συστολῆς καὶ διαστολῆς τῶν μερῶν αὐτοῦ δυναμένων νὰ προκύψωσι σφαλμάτων.

132. **ΣΥΝΘΗΚΑΙ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ.** — Δὲν ἀρκεῖ θερμομέτρον τι νὰ ἦναι ἀκριβές, πρέπει πρὸς τούτοις νὰ ἦναι καὶ εὐαίσθητον. Πρὸς τοῦτο πρέπει νὰ ἐκπληροῖ τὰς ἐξῆς δύο συνθήκας:

1^α *Νὰ καθιστῇ ἐπαίσθητὸς καὶ τὰς ἐλαχίστας μεταβολὰς τῆς θερμοκρασίας.*

2^α *Νὰ τίθεται ταχέως ἐν ἰσορροπίᾳ θερμοκρασίας μετὰ τῶν περικυκλούμενῶν αὐτὸ σωμάτων.*

Ἡ μὲν πρώτη τῶν ἀνωτέρω συνθηκῶν ἐκπληροῦται, ὅταν ὁ σωλήν ἦναι λίαν τριχοειδὴς καὶ τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου μεγάλης χωρητικότητος· διότι τότε καὶ ἡ κατ' ὄγκον διαστολὴ ἢ συστολὴ τῆς ὀλικῆς ποσότητος τοῦ ὑδραργύρου θέλει εἶναι μεγαλειτέρα, καὶ τὸ ὑπὲρ τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης διανυθισόμενον διάστημα μεγαλιότερον. Ἡ δὲ δευτέρα ὑπάρχει, ὅταν τὸ μὲν σχῆμα τοῦ δοχείου ἦναι τοιοῦτον, ὥστε νὰ παρέχῃ διὰ τὸν αὐτὸν ὄγκον ὑδραργύρου μεγαλιότεραν πρὸς συγκοινωνίαν θερμοκρασίας ἐπιφάνειαν, ἢ δὲ ποσότης τοῦ ἐν αὐτῷ ὑδραργύρου ἦναι ὥσθ τὸ δυνατόν μικροτέρα. Τούτου ἕνεκα εἶναι προτιμότερον τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου νὰ ἔχῃ σχῆμα κυλινδρικὸν μᾶλλον ἢ σφαιρικόν, καὶ κατασκευάζονται θερμομέτρὰ τινα, ὧν τὸ δοχεῖον ἀποτελεῖται ἐκ στενοῦ τινος καὶ μακροῦ σωλήνος ἑλικοειδῶς συνεστραμμένου.

Ὁ Οὐάλφερδεν (Walferdin), συνδυάζων τὰ πρὸς ἐκπλήρωσιν τῶν ἀνωτέρω συνθηκῶν ἀπαιτούμενα, κατεσκεύασε θερμόμετρον, μεταστατικὸν ὀνομαζόμενον, καθιστῶν ἐπαισθητὰς θερμοκρασίας, διαφερούσας ἀλλήλων κατὰ χιλιοστὰ τινα τοῦ βαθμοῦ.

133. ΣΥΓΚΡΙΣΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΚΛΙΜΑΚΩΝ. — Εἴπομεν προηγουμένως ἐν τῇ § 128 ὅτι ὑπάρχουσι τρία εἶδη θερμομέτρων ἐν χρήσει· τὸ ἑκατομβάθμον, τὸ τοῦ Ῥεωμύρου καὶ τὸ τοῦ Φαρενάιτ, ὅτι τὰ δύο πρῶτα ἔχουσι τὸ αὐτὸ μηδέν, καὶ ὅτι ὁ μὲν 32° τοῦ Φαρενάιτ ἀντιστοιχεῖ εἰς τὸ μηδέν αὐτῶν, ὁ δὲ 212° αὐτοῦ εἰς τὸν ἑκατοστόν τοῦ πρώτου ἢ τὸν ὀγδοηχοστόν τοῦ δευτέρου· ἤτοι 180 βαθμοὶ τοῦ Φαρενάιτ ἰσοδυναμοῦσι μὲ 100 τοῦ ἑκατομβάθμου καὶ μὲ 80 τοῦ Ῥεωμύρου. Ἐπὶ τῶν δεδομένων τούτων στηριζόμενοι δυνάμεθα νὰ τρέψωμεν τοὺς βαθμοὺς ὁποιουδήποτε ἐξ αὐτῶν εἰς βαθμοὺς ἑνὸς τῶν λοιπῶν, καὶ νὰ καταστήσωμεν οὕτω τὰς ὑπ' αὐτῶν δεικνυόμενας θερμοκρασίας παραβλητάς, τοῦθ' ὅπερ λίαν ἀναγκαῖον.

Ἵνα τρέψωμεν α βαθμοὺς Ῥεωμύρου καὶ β βαθμοὺς Φαρενάιτ εἰς χ βαθμοὺς τοῦ ἑκατομβάθμου, σχηματίζομεν τὰς ἐξῆς ἀναλογίας, ἐν αἷς ἀντὶ τοῦ ἐκθέτου τῶν βαθμῶν θέτομεν τὸ πρῶτον στοιχείον τοῦ θερμόμετρο, εἰς θ οὗτοι ἀναφέρονται,

$$80^{\circ} : 100^{\circ} = \alpha^{\circ} : \chi^{\circ}, \quad 180^{\circ} : 100^{\circ} = \beta^{\circ} - 32^{\circ} : \chi^{\circ}.$$

Ἵνα δὲ τρέψωμεν α βαθμοὺς ἑκατομβάθμου καὶ β Φαρενάιτ εἰς χ βαθμοὺς τοῦ Ῥεωμύρου, θέλομεν σχηματίσει προφανῶς τὰς ἐξῆς ἀναλογίας

$$100^{\circ} : 80^{\circ} = \alpha^{\circ} : \chi^{\circ}, \quad 180^{\circ} : 80^{\circ} = \beta^{\circ} - 32^{\circ} : \chi^{\circ}.$$

Ἵνα δὲ τρέψωμεν α βαθμοὺς ἑκατομβάθμου καὶ β Ῥεωμύρου εἰς χ βαθμοὺς τοῦ Φαρενάιτ, θέλομεν σχηματίσει τὰς ἀναλογίας

$$100^{\circ} : 180^{\circ} = \alpha^{\circ} : \chi^{\circ} - 32^{\circ}, \quad 80^{\circ} : 180^{\circ} = \beta^{\circ} : \chi^{\circ} - 32^{\circ}.$$

Αἱ ἀνωτέρω 6 ἀναλογίαι εἶναι προφανεῖς, διότι εὐκόλως ἐννοεῖ τις ὅτι πρέπει ν' ἀφαιρῶμεν πάντοτε 32° ἀπὸ τοὺς βαθμοὺς Φαρενάιτ, ἵνα ἔχωμεν τὴν αὐτὴν ἀρχήν, ἥτις ἐνταῦθα εἶναι τὸ μηδέν τῶν δύο ἄλλων θερμομέτρων.

134. ΟΡΙΑ ΤΟΥ ΥΔΡΑΡΓΥΡΙΚΟΥ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΥ. — Ἐπειδὴ ὁ ὑδράργυρος πηγνυται εἰς -40° καὶ βράζει εἰς 360° , τὸ ὑδραργυρικὸν θερμόμετρον δὲν δύναται νὰ μᾶς χρησιμεύσῃ διὰ θερμοκρασίας μὴ περιεχομένης μεταξὺ τῶν ἀνωτέρω δύο ὁρίων. Μάλιστα ἀντὶ τῆς θερμοκρασίας -40° πρέπει νὰ λάβωμεν τὴν -35° , διότι κάτωθεν ταύτης ὁ ὑδράργυρος συστέλλεται λίαν ἀκανονίστως. Ἐπρεπε διὰ τὸν αὐτὸν λόγον νὰ περιορίσωμεν πολὺ καὶ τὸ ἔτερον ὅριον τῶν 360° , διότι ἀπεδείχθη ὅτι ὁ ὑδράργυρος διαστέλλεται κανονικῶς μόνον μέχρι τῶν 100° ,

καὶ ὅτι μεταξὺ τῶν 100 καὶ 360° ἡ ἐκ τῆς ἀκανονίστου αὐτοῦ διαστολῆς προκύπτουσα διαφορὰ δύναται νὰ φθάσῃ μέχρις ἀριθμοῦ τινος βαθμῶν.

Διὰ θερμοκρασίας μικροτέρας τῶν — 35° βαθμῶν μεταχειρίζονται τὰ οἶνοπνευματικά θερμόμετρα καὶ διὰ θερμοκρασίας ἀνωτέρας τῶν 360° ἰδιαίτερα ὄργανα, καλούμενα πυρόμετρα.

135. ΟἶΝΟΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ. — Ἐπειδὴ τὸ οἶνόπνευμα βράζει εἰς θερμοκρασίαν 78°, ἡ δι' αὐτοῦ πλήρωσις τοῦ ὄργανου εἶναι εὐκολωτέρα τῆς δι' ὕδραργύρου καὶ ἐκτελεῖται ὡς ἐξῆς.

Ἐκβάλλομεν ἐν πρώτοις, θερμαίνοντες ὀλίγον διὰ τῆς λυχνίας τὸ δοχεῖον τοῦ ὄργανου, μικράν τινα ποσότητα τοῦ ἐν αὐτῷ περιχομένου ἀέρος, καὶ ἀντιστρέφωμεν τὸ ὄργανον, ἐμβαπτίζοντες τὸ ἀνοικτὸν ἄκρον αὐτοῦ ἐντὸς κεχρωματισμένου οἶνοπνεύματος (Σχ. 128). Συστελλομένου μετ' ὀλίγον διὰ τῆς ψύξεως τοῦ ἐν αὐτῷ μείναντος ἀέρος, ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ἀναγκάζει τὸ ἐρυθρὸν οἶνόπνευμα νὰ ἀναβῇ ἐν τῷ σωλῆνι καὶ πληρώσῃ μέρος τι αὐτοῦ.

Μετὰ ταῦτα θερμαίνομεν τὴν εἰσαχθεῖσαν ποσότητα τοῦ οἶνοπνεύματος μέχρις ἀναθράσσεως, καὶ οἱ ἐκ τῆς τοιαύτης θερμάνσεως παραγόμενοι οἶνοπνευματικοὶ ἀτμοὶ συμπαρασύρουσιν ἐξερχόμενοι καὶ τὸν μείναντα ἀέρα ἐντελῶς. Τοῦτου δὲ γενομένου, ἀντιστρέφωμεν πάλιν βιαίως τὸ ὄργανον ἐντὸς τοῦ οἶνοπνεύματος, ὅπερ μετὰ τὴν ψύ-



Σχ. 128

ξιν τῶν ἐν αὐτῷ οἶνοπνευματικῶν ἀτμῶν ἀνέρχεται διὰ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως καὶ πληροῖ ἐντελῶς τὸ ὄργανον. Μόνον μικρά τις φουαλλίς ἀέρος φέρεται ἐν τῷ δοχείῳ, προερχομένη ἐκ τῆς θερμάνσεως τῆς εἰσυχθείσης ποσότητος τοῦ οἶνοπνεύματος, ὅπερ περιέχει πάντοτε ἐν αὐτῷ διαλελυμένον ἀέρα. Ταύτην ἐκβάλλομεν δέοντες διὰ νήματος τὸ ὄργανον ἐκ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου τοῦ σωλῆνος καὶ περιστρέφοντες μετὰ ταχύτητος αὐτό. Ἡ ἐκ τῆς τοιαύτης περιστροφικῆς κινήσεως παραγομένη κεντρόφυξ δύναμις ὥθει πρὸς τὸ δοχεῖον τὸ οἶνόπνευμα, ὡς ἔχον μεγαλειτέραν μάζαν τῆς τοῦ ἀέρος, ἡ δὲ φουαλλίς τοῦ ἀέρος ἀναγκάζεται οὕτω νὰ ἐξέλθῃ ἐκ τοῦ ἀνοικτοῦ ἄκρου. Θερμαίνομεν τέλος τὸ δοχεῖον κατὰ μικρὸν μέχρις οὗ ἐκβληθῇ τὸ ἥμισυ ἢ τὰ δύο τρίτα τοῦ περιχομένου ἐν τῷ σωλῆνι ὑγροῦ, καὶ κλείομεν τὸν σωλῆνα ἀφίοντες μικράν τινα ποσότητα ἀέρος ἐν αὐτῷ. Ὁ ἀπὸ οὗτος χρησιμεύει εἰς τὸ

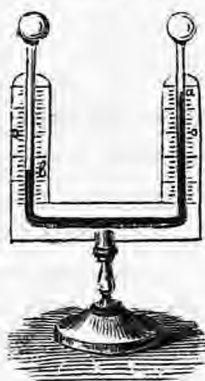
νὰ ἐμποδίξῃ διὰ τῆς διασταλτικῆς αὐτοῦ δυνάμεως τὴν ταχεῖαν βράσιν τοῦ οἴνουπνεύματος.

Ἐπειδὴ τὸ οἴνόπνευμα διαστέλλεται λίαν ἀκανονίστως, ἡ βαθμολογίαις τοῦ τοιοῦτου θερμομέτρου δὲν γίνεται ὡς καὶ ἡ τοῦ ὑδραργυρικοῦ, ἀλλὰ συγκριτικῶς διὰ τινος ἀκριβοῦς ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου. Ἐμβαπτιζομεν πρὸς τοῦτο ἀμφότερα ἐντὸς ἀγγείου περιέχοντος ὕδωρ, καί, θερμαίνοντες βαθμικῶς αὐτό, σημειοῦμεν ἐκάστοτε ἐπὶ τοῦ οἴνοπνευματικοῦ θερμομέτρου τὸν ἀριθμὸν τῶν ὑπὸ τοῦ ὑδραργυρικοῦ δεικνυμένων *συγχρότως* βαθμῶν. Ἀφοῦ οὕτω προσδιορίσωμεν ὅσον ἔνεστι περισσότερα κοινὰ σημεία, διαιροῦμεν τὰ μεταξὺ διαστήματα εἰς τόσα ἴσα μέρη, ὅσοι βαθμοὶ ὑπάρχουσι μεταξὺ τῶν ἀντιστοίχων σημείων τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου, καὶ οὕτως τὸ θερμομέτρον εὐρίσκεται βαθμολογημένον.

Τὰ μὲ οἴνόπνευμα θερμομέτρα εἶναι λίαν ἀτελεῖ, διότι ἐκτὸς τοῦ ὅτι τὸ οἴνόπνευμα διαστέλλεται ἀκανονίστως, πολλάκις δύο διαφορα τοιαῦτα θερμομέτρα, ὁμοιοτρόπως βαθμολογηθέντα, δὲν δεικνύουσιν, ὅταν ὑποβάλλωνται εἰς μέγα ψύχος, τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, καὶ ἐνίοτε ἡ παρατηρουμένη διαφορὰ βαίνει μέχρις 8 καὶ 10 βαθμῶν, ὡς τοῦτο παρατηρήθη εἰς ψύχος -25° καὶ -30° ὑπὸ τοῦ Παρρὶ καὶ Φραγκλίνου (Parry καὶ Franklin).

136. ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΝ ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟΝ ΤΟΥ ΛΕΛΗ. — Ὁ Λελλῆ (Leslie)

Ἄγγλος φυσικός, κατεσκεύασε θερμομέτρον ἐξ ἀέρος μὴ ἐπηρεαζόμενον ὑπὸ τῶν μεταβολῶν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, τὸ ὁποῖον ὠνόμασε



Σχ. 129

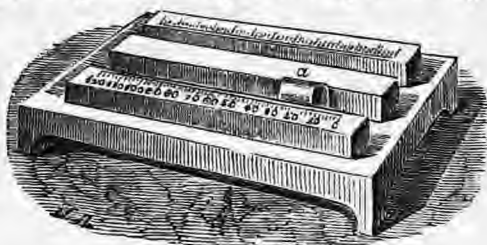
διαφορικὸν θερμομέτρον, διότι χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ δεικνύῃ τὴν διαφορὰν τῶν θερμοκρασιῶν δύο πλησίον κειμένων τόπων (Σχ. 129). Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ δύο ὑαλίνων σφαιρῶν τῆς αὐτῆς διαμέτρου, ἡνωμένων διὰ τινος κεκαμμένου τριχοειδοῦς σωλήνος αβ, καὶ περιεχοσῶν ἀέρα. Ἐντὸς τοῦ σωλήνος αβ ὑπάρχει κεχρωματισμένον θεῖκον ὀξύ, ὅπερ εἰς τὰς συνήθεις θερμοκρασίας δὲν ἐξατμίζεται ἐπαίσθητῶς. Ὁ ἀήρ τῶν ὑαλίνων σφαιρῶν κανονίζεται οὕτως, ὥστε, ὅταν ἔχῃ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν, τὰ ἄνω ἄκρα τοῦ ὑγροῦ νὰ εὐρίσκωνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου. Εἰς τὰ σημεῖα

ταῦτα καὶ ἐπὶ ἐκατέρου τῶν βραχιόνων γράφουσι 0, ἔπειτα αὐξάνουσι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος τῆς μιᾶς τῶν σφαιρῶν κατὰ τινες βαθμούς, κατὰ 10 συνήθως, γράφουσιν, ὅταν ἡ ὑγρὰ στήλη ἰσορροπήσῃ, εἰς τὰ ἄκρα αὐτῆς ἐφ' ἐκατέρου τῶν βραχιόνων τὸν ἀριθμὸν 10, καὶ διαιροῦσι

τὰ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ τοῦ 10 διαστήματα εἰς 10 ἴσα μέρη, παρατείνοντες τὰς ἴσας ταύτας διαιρέσεις μέχρι τῶν ἄκρων τῶν σωλῆνων. Αἱ ἴσαι αὗται διαιρέσεις παριστῶσι τοὺς βαθμοὺς τοῦ διαφορικοῦ θερμομέτρου, τοὺς ἀντιστοιχοῦντας εἰς τοὺς τοῦ ὑδραργυρικοῦ. Ὅταν π. χ. ἡ μεταξὺ τοῦ 0 καὶ τοῦ ἄκρου τῆς ἀντιστοιχοῦσης στήλης διαφορὰ ᾖ 8 ὑπὸ τὸ 0, ἡ θερμοκρασία τοῦ ἀέρος τῆς ἀντιστοιχοῦσης σφαίρας εἶναι κατὰ 8 βαθμοὺς μεγαλειτέρα τῆς θερμοκρασίας τοῦ ἐν τῇ ἑτέρᾳ σφαίρᾳ περιεχομένου.

137. ΠΥΡΟΜΕΤΡΑ. — Εἴπομεν ἀνωτέρω ὅτι διὰ τὴν μέτρησιν θερμοκρασιῶν ἀνωτέρων ἐκείνης, καθ' ἣν βράζει ὁ ὑδράργυρος, μεταχειρίζονται ἰδιαίτερα ὄργανα, καλούμενα πυρόμετρα. Ἐκ τῶν μέχρι τοῦδε ἐπινοηθέντων διαφόρων πυρομέτρων τὸ μᾶλλον ἐν χρήσει εἰς τὴν βιομηχανίαν εἶναι τὸ πυρόμετρον τοῦ Ἀγγλοῦ κεραμουργοῦ Οὐδεδγούδ (Wedgwood), ὅπερ στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἰδιότητος, ἣν ἔχει ἡ ἄργιλλος, τοῦ νὰ ὑφίσταται διαρκῇ συστολῇ τοσοῦτω μεγαλειτέραν, ὥσθ ὑψηλοτέρα εἶναι ἡ θερμοκρασία, εἰς ἣν ὑποβάλλεται.

Πρὸς κατασκευὴν αὐτοῦ στηρίζουσιν ἐπὶ χαλκίνης πλακὸς τρεῖς μεταλλικοὺς κανόνας οὕτως, ὥστε αἱ ὑπὸ τῶν δύο ἄκρων μετὰ τοῦ μέσου ἀποτελούμεναι ἑκατέρωθεν αὐτοῦ γωνίαι νὰ ᾖ ἴσαι, καὶ τὸ στενότερον ἄνοιγμα τῶν δύο πρώτων νὰ ᾖ ἴσον μὲ τὸ μεγαλιότερον ἄνοιγμα τῶν δύο τελευταίων (Σχ. 130). Τὸ μῆκος ἑκατέρου τῶν πρὸς τὰ ἄκρα κανόνων εἶναι τὸ ἥμισυ τοῦ ἀγγλικοῦ ποδὸς καὶ διαιρεῖται εἰς 120 ἴσα μέρη, καλούμενα βαθμοὶ τοῦ πυρομέτρου. Τὸ μὲν μεγαλιότερον αὐτῶν ἄνοιγμα εἶναι 0,0127, τὸ δὲ μικρότερον 0,0085.



Σχ. 130

Ἴνα διὰ τοῦ ὄργάνου τούτου εὐρωσι τὴν θερμοκρασίαν καμίνου τινός, ἐνθέτουσιν ἐντὸς αὐτῆς κυλινδρῖσκον ἐκ ξηρᾶς ἀργίλλου, κατασκευασθέντα προηγουμένως οὕτως, ὥστε νὰ φθάνῃ, ἐντιθέμενος ἐντὸς τῆς ὑπὸ τῶν κανόνων ἀποτελουμένης αὐλάκος, μέχρι τοῦ 0 τῆς διαιρέσεως αὐτῶν. Ἀφοῦ μετὰ τινα χρόνον λάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τῆς καμίνου, ἐξάγουσιν αὐτὸν ἐκ ταύτης, καὶ ἀφοῦ ἀκολούθως ψυχθῇ, ἐνθέτουσι πάλιν αὐτὸν ἐντὸς τῆς αὐτῆς αὐλάκος, παρατηροῦντες μέχρι ποίας ὑποδιαίρεσεως τῶν κανόνων δύναται νὰ φθάσῃ ὠθούμενος ἐλαφρῶς πρὸς τὸ στενότερον μέρος αὐτῆς. Ὁ δεικνύων τὴν ὑποδιαίρεσιν ταύτην ἀριθμὸς τῆς κλίμακος παριστᾷ εἰς βαθμοὺς τοῦ πυρομέτρου τὴν ζητούμενην θερμοκρασίαν τῆς καμίνου. Εἰς τὸ

άνωτέρω σχῆμα ὁ ὑπὸ τοῦ κυλινδρίσκου δεικνυόμενος ἀριθμὸς εἶναι ὁ 34.

Οἱ βαθμοὶ τοῦ άνωτέρω πυρομέτρου δέν δύνανται νά μᾶς παράσχω-
σιν ἀκριβῆ ιδέαν τῆς ὑπ' αὐτῶν παριστωμένης θερμοκρασίας, εἰ μὴ ὅταν
ἐκτιμηθῶσιν εἰς βαθμοὺς τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου. Πρὸς τοῦτο δὲ
ὁ ἐπινοητὴς τοῦ πυρομέτρου τούτου ἔδωκε τὸν ἐξῆς κανόνα·

Ἵνα εὗρωμεν τοὺς βαθμοὺς τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου, πρὸς οὓς
ἀντιστοιχεῖ ἀριθμὸς τις βαθμῶν τοῦ πυρομέτρου, πρέπει νά πολλαπλα-
σιάσωμεν τούτους ἐπὶ 72, καὶ εἰς τὸ εὐρεθισόμενον γινόμενον νά προσ-
θέσωμεν 580. Οὕτως εἰς τοὺς 34 βαθμοὺς τοῦ πυρομέτρου ἀντιστοι-
χοῦσι κατὰ τὸν άνωτέρω κανόνα $34 \times 72 + 580$, ἥτοι 2812 βαθμοὶ
τοῦ ὑδραργυρικοῦ θερμομέτρου.

Ὁ τρόπος, δι' οὗ εὗρεν ὁ Οὐεδγβούδ τὸν άνωτέρω κανόνα, ὑποθέτει
ὅτι ἡ διαστολὴ τοῦ ἀργύρου εἶναι σταθερὰ εἰς πολὺ ὑψηλὰς θερμοκρα-
σίας, τοῦθ' ὅπερ δέν εἶναι ἀληθές. Ἐξ ἄλλου μέρους δέν εἶναι ἀποδε-
δειγμένον ὅτι οἱ κατασκευαζόμενοι κυλινδρίσκοι ὑφίστανται συστολὰς
ἀναλόγως τῶν θερμοκρασιῶν, εἰς αἷς ὑποβάλλονται. Διὰ τοὺς άνωτέρω
δύο λόγους, καὶ διότι οἱ κυλινδρίσκοι δέν εἶναι κατασκευασμένοι ἐκ τῆς
αὐτῆς ἀργίλλου, ὁ περὶ οὗ ὁ λόγος κανὼν πολὺ ἀπέχει τοῦ νά ᾔηται
ἀληθής. Τούτου ἕνεκα καὶ τὸ πυρόμετρον τοῦτο δέν χρησιμεύει εἰμὴ εἰς
τὸ νά δεικνύῃ ἂν καμίνου τινὸς ἡ θερμοκρασία εἶναι ἴση μὲ ἐκείνην,
ἣτις εὐρέθη ἀναγκαία πρὸς τοῦτον ἡ ἐκείνον τὸν σκοπὸν, καὶ πρὸς ἀ-
κριβῆ προσδιορισμὸν τῶν ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν μεταχειρίζονται τὰ μὲ
ἀέρα κατασκευαζόμενα πυρόμετρα, περὶ ὧν δέν δυνάμεθα νά κάμωμεν
λόγον ἐνταῦθα χωρὶς νά ἐξέλθωμεν πολὺ τῶν ὀρίων τῆς παρούσης στοι-
χειώδους συγγραφῆς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΑΙ ΔΙΑΣΤΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ, ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ, ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ

138. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΑΙ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΥΒΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ. — Ἐάν
παραβάλωμεν πρὸς ἀλλήλας τὰς αὐξήσεις, αἷς ὑφίστανται τὰ μήκη δια-
φόρων στερεῶν σωμάτων τοῦ αὐτοῦ μεγέθους, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐ-
τῶν αὐξάνῃ κατὰ τὴν αὐτὴν ποσότητα, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι αὐταὶ εἶναι
διάφοροι, καὶ ὅτι τοῦ αὐτοῦ στερεοῦ σώματος αἱ κατὰ μήκος αὐξήσεις
εἶναι ἀνάλογοι τῶν αὐξήσεων τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ, ὅταν αὕτη με-
ταβάλληται μεταξὺ μικρῶν τινῶν ὀρίων, π. χ. μεταξὺ 0° καὶ 100°.
Ἡ μονὰς λοιπὸν τοῦ μήκους ἐκάστου στερεοῦ σώματος ἔχει ἰδίαν γραμ-

μικὴν αὐξήσιν, καὶ ἡ αὐξήσις αὕτη εἶναι ἀνάλογος τοῦ ἀριθμοῦ τῶν βαθμῶν τῆς θερμοκρασίας, καθ' οὓς κυζήθη ἐκείνη, ἢν πρότερον εἶχεν. Ἡ γραμμικὴ αὐξήσις, ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν μονάδα τοῦ μήκους στερεοῦ τινος καὶ εἰς αὐξήσιν θερμοκρασίας 1° , καλεῖται *συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς* τοῦ περὶ οὗ ὁ λόγος στερεοῦ. Ἐάν π. χ. ἐν μέτρῳ χρυσοῦ αὐξάνῃ κατὰ $0^{\circ},000015$, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ αὐξάνῃ κατὰ 1° , ὁ ἀριθμὸς $0,000015$, ὁ παριστῶν τὴν γραμμικὴν ταύτην αὐξήσιν, εἶναι ὁ συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ χρυσοῦ.

Συντελεστὴς τῆς κυβικῆς διαστολῆς στερεοῦ τινος καλεῖται ἡ κατ' ὄγκον αὐξήσις τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου τοῦ στερεοῦ, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ αὐξάνῃ κατὰ 1° . Ἐπειδὴ δὲ ἄφ' ἑνὸς οἱ συντελεσταὶ τῶν γραμμικῶν διαστολῶν τῶν στερεῶν εἶναι ἀριθμοὶ πολὺ μικροὶ, καὶ ἄφ' ἑτέρου, ὅταν ἡ μονὰς τοῦ μήκους αὐξάνῃ κατὰ τὴν γραμμικὴν διαστολὴν δ , ἡ μονὰς τοῦ ὄγκου αὐξάνει κατὰ $3\delta + 3\delta^2 + \delta^3$, οἱ φυσικοὶ λαμβάνουσιν ὡς συντελεστὴν τῆς κυβικῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν μόνον τὸ μέρος 3δ τοῦ ἀνωτέρω ἀθροίσματος, παραλείποντες τὰ λοιπὰ $3\delta^2$ καὶ δ^3 , ἅτινα παριστῶσιν, ἕνεκα τῆς σμικρότητος τοῦ δ , μέρη ὄγκων ἐλάχιστα¹. Ἐντεῦθεν ἔπεται ὅτι ὁ συντελεστὴς τῆς κυβικῆς διαστολῆς στερεοῦ τινος εὐρίσκεται ἂν τριπλασιασθῇ ὁ συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς αὐτοῦ διαστολῆς. Ἐννοεῖται οἷοθεν ὅτι, ὅταν τὸ δ παριστᾷ τὸν συντελεστὴν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς, ἐκφράζει μονάδας μήκους, ὅταν δὲ τὸ 3δ παριστᾷ τὸν συντελεστὴν τῆς κυβικῆς διαστολῆς, ἐκφράζει μονάδας ὄγκου. Τὸ τριπλάσιον λοιπὸν τοῦ συντελεστοῦ τῆς γραμμικῆς διαστολῆς δὲν θέλει παριστᾷ μέρη τῆς μονάδος τοῦ μήκους, ἀλλὰ μέρη τῆς μονάδος τοῦ ὄγκου.

139. ΕΥΡΕΣΙΣ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΔΙΑΣΤΟΛΩΝ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ. — Ἐκ τοῦ ἀνωτέρω ὁρισμοῦ τῶν συντελεστῶν τῶν γραμμικῶν διαστολῶν ἔπεται ὅτι, πρὸς εὑρεσιν αὐτῶν δι' ἕκαστον στερεὸν σῶμα ἀρκεῖ νὰ μετρήσωμεν ἀκριβῶς τὴν γραμμικὴν αὐξήσιν, ἢν ὑφίσταται ὠρισμένον τι μῆκος τοῦ στερεοῦ, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ αὐξάνῃ κατὰ τινὰς βαθμοὺς, καὶ νὰ διαιρέσωμεν τὴν εὐρεθεῖσαν γραμμικὴν διαστολὴν διὰ τοῦ γινομένου τῶν ἀριθμῶν, τῶν παριστῶντων τὸ μῆκος αὐτοῦ καὶ τοὺς βαθμοὺς τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας. Ἵνα δὲ ἐξηγηθῶμεν σαφέστερον, ἃς ὑποθέσωμεν ὅτι ἐλάβομεν ῥάβδον ἐκ χρυσοῦ, ἔχουσαν μῆκος 3 μέτρων ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῆς ᾗτο 0° , καὶ ὅτι, αὐξήσαντες τὴν θερμοκρασίαν αὐτῆς κατὰ 100° , εὗρομεν γραμμικὴν

¹ Διότι ἡ μὲν ὄγκος τοῦ κύβου, τοῦ ἔχοντος πλευρὰν τὴν γραμμικὴν μονάδα, παρίστανται ὑπὸ τοῦ γινομένου $1 \times 1 \times 1$, ἥτοι εἶναι 1, ἡ δὲ ὄγκος τοῦ κύβου, οὗτινος ἡ πλευρὰ ἐγένετο μετὰ τὴν διαστολὴν $1 + \delta$, παρίστανται ὑπὸ τοῦ γινομένου $(1 + \delta)(1 + \delta)(1 + \delta)$, ὅπερ μετὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῶν πράξεων γίνεται $1 + 3\delta + 3\delta^2 + \delta^3$, καὶ τὸ γινόμενον τοῦτο διαφέρει τοῦ ὄγκου 1 κατὰ τὸ ἄθροισμα $3\delta + 3\delta^2 + \delta^3$.

διαστολήν 0,0045. Ἐπειδὴ μῆκος 3 μέτρων ηὔξηθη κατὰ 0,0045, ἔπεται ὅτι μῆκος 1 μέτρου ἤθελεν αὐξηθῆ κατὰ $\frac{0.0045}{3}$, καὶ ἐπειδὴ πάλιν 4 μέτρον χρυσοῦ ηὔξηθη κατὰ $\frac{0.0045}{3}$, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ηὔξηθη κατὰ 100° , ἔπεται ὅτι εἰς αὐξήσιν θερμοκρασίας 1° ἤθελε διασταλῆ κατὰ τὸ ἑκατοστὸν τοῦ $\frac{0.0045}{3}$, ἥτοι κατὰ $\frac{0.0045}{3 \times 100}$, τοῦθ' ὕπερ ἀποδεικνύει τὸν ἀνωτέρω δοθέντα κανόνα. Ἐὰν λοιπὸν παρασταθῇ ἐν γένει διὰ μ τὸ μῆκος στερεοῦ τινος, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ᾖ θ βαθμῶν, καὶ διὰ μ' τὸ μῆκος αὐτοῦ, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἐγένετο θ' βαθμῶν, ὁ συντελεστὴς δ τῆς γραμμικῆς αὐτοῦ διαστολῆς θέλει εὐρίσκεισθαι διὰ τῆς ἰσότητος

$$\delta = \frac{\mu' - \mu}{\mu(\theta' - \theta)} \quad (1),$$

ἐξ ἧς πορίζομεθα διὰ τὸν συντελεστὴν 3δ τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ αὐτοῦ στερεοῦ

$$3\delta = \frac{3(\mu' - \mu)}{\mu(\theta' - \theta)} \quad (2).$$

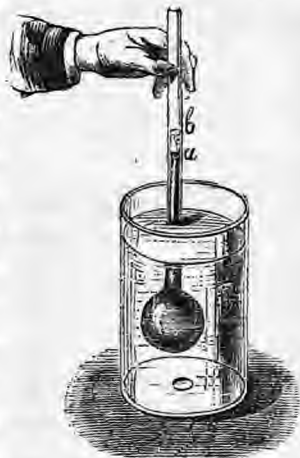
Εὐρέθη διὰ πειραμάτων ὅτι οἱ συντελεσταὶ τῶν γραμμικῶν διαστολῶν τῶν στερεῶν μεταξὺ 0° καὶ 100° μένουσιν ἀμετάβλητοι, μεταξὺ δὲ 100° καὶ 200° ὅτι αὐξάνουσι κατὰ τι, καὶ ὅτι ἡ αὐξήσις αὕτη καθίσταται μεγαλειτέρα καθόσον ἡ θερμοκρασία τοῦ στερεοῦ τείνει πρὸς ἐκείνην, καθ' ἣν καὶ τήκεται. Ἐξαιρεῖται μόνον ὁ βεβαμμένος χάλυψ, οὗτινος ὁ συντελεστὴς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς ἐλαττοῦται, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ὑπερβῇ ὠρισμένον τινὰ βαθμὸν.

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τοὺς συντελεστάς τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τῶν μᾶλλον ἐν χρήσει εἰς τὰς τέχνας στερεῶν, εὐρεθέντας ὑπὸ διαφορῶν φυσικῶν, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῶν μεταβάλληται μεταξὺ 0° καὶ 100° .

**ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ
ΣΤΕΡΕΩΝ ΤΙΝΩΝ**

Ἰαλός.....	0,000008613	Χαλκὸς ἐρυθρός.....	0,000017182
Πλάτινα.....	0,000008842	Ὀρείχαλκος.....	0,000018167
Χάλυψ ἄνευ βαφῆς...	0,000010788	Χαλκὸς κίτρινος.....	0,000018782
Σίδηρος χυτὸς.....	0,000011250	Ἄργυρος.....	0,000019097
Σίδηρ. σφυρηλατημένος	0,000012204	Κασσίτερος.....	0,000021730
Χάλυψ βεβαμμένος...	0,000012395	Μόλυβδος.....	0,000028575
Χρυσός.....	0,000014660	Ψευδάργυρος.....	0,000029417

140. ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΚΑΙ ΑΠΟΛΥΤΟΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ. — Ἐπειδὴ τὰ ὑγρά δὲν ἔχουσιν ἴδιον σχῆμα, ἀλλὰ λαμβάνουσι τὸ τῶν περιεχόντων αὐτὰ ἀγγείων, θεωροῦσι μόνον τὴν κατ' ὄγκον αὐξήσιν αὐτῶν, ἥτοι τὴν κυβικὴν αὐτῶν διαστολὴν. Ἀλλ' ἐπειδὴ ἡ θερμότης αὐξάνει καὶ τὴν χωρητικότητα τῶν περιεχόντων τὰ ὑγρά ἀγγείων, διακρίνουσιν ἐν τῇ κατ' ὄγκον διαστολῇ τῶν ὑγρῶν δύο τινάς· τὴν φαινομένην διαστολὴν αὐτῶν καὶ τὴν ἀπόλυτον. Φαινομένη διαστολὴ καλεῖται ἐκείνη, ἣν φαίνεται λαμβάνον ὑγρὸν τι περιεχόμενον ἐντὸς ἀγγείου διαστελλομένου ὀλιγώτερον αὐτοῦ, ὡς π. χ. ἡ διαστολὴ τοῦ ὑδραργύρου καὶ οἶνοπνεύματος ἐντὸς τῶν θερμομέτρων. Ἀπόλυτος δὲ διαστολὴ καλεῖται ἡ πραγματικὴ κατ' ὄγκον αὐξήσις, ἣν ὑφίσταται ὁ ἀρχικὸς ὄγκος τοῦ ὑγροῦ, μὴ λαμβανομένης οὐδόλως ὑπ' ὅψιν τῆς τοῦ περιέχοντος αὐτὸ ἀγγείου. Ἐάν π. χ. ἐμβαπτίσωμεν ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος θερμομέτρον ἐξ οἶνοπνεύματος, ἔχον δοχεῖον ἀρκούντως μέγα, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἡ ἐν τῷ σωλῆνι στήλῃ τοῦ ὑγροῦ κατέρχεται κατ' ἀρχὰς ἐκ τοῦ β εἰς τὸ α, καὶ ὅτι μετὰ τινὰς στιγμὰς αὕτη ἀνέρχεται ὑπερβαίνουσα τὸ ἀρχικὸν αὐτῆς ὕριον β (Σχ. 131). Ἡ στήλῃ τοῦ ὑγροῦ κατήλθε κατ' ἀρχὰς, διότι τὸ δοχεῖον διεστάλη πρὶν ἢ τὸ περιεχόμενον ὑγρὸν προσλάβῃ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐν ᾧ ἐνεβαπίσθη θερμοῦ ὕδατος, ἀνῆλθε δὲ μετὰ ταῦτα, διότι τὸ περιεχόμενον ὑγρὸν, προσλαβὼν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐν ᾧ ἐνεβαπίσθη ὑγροῦ, διεστάλη περισσότερον τοῦ περιέχοντος αὐτὸ δοχείου. Ἡ δευτέρα αὕτη διαστολὴ εἶναι ἡ φαινομένη διαστολὴ τοῦ ὑγροῦ, διότι εἶναι μικροτέρα τῆς πραγματικῆς αὐτοῦ διαστολῆς κατὰ τὴν κυβικὴν διαστολὴν, ἣν ταυτοχρόνως ὑπέστη τὸ περιέχον αὐτὸ δοχεῖον.



Σχ. 131

Πρὸς εὐρεσιν λοιπὸν τοῦ συντελεστοῦ τῆς ἀπολύτου διαστολῆς ὑγροῦ τινος, πρέπει νὰ εὗρωμεν τὴν εἰς τινὰ αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ φαινομένην διαστολὴν δεδομένου ὄγκου τοῦ ὑγροῦ, νὰ προσθέσωμεν εἰς ταύτην τὴν διαστολὴν, ἣν ὑπέστη ἡ χωρητικότης τοῦ περιέχοντος τὸ ὑγρὸν ἀγγεῖον, καὶ νὰ διαιρέσωμεν ἔπειτα τὸ εὗρεθησόμενον ἄθροισμα διὰ τοῦ γινομένου τῶν ἀριθμῶν, τῶν παριστάντων τὰς μονάδας τοῦ ὄγκου τοῦ ὑγροῦ καὶ τοὺς βαθμοὺς τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ.

Ἐῖδομεν ἀνωτέρω πῶς ἐκ τοῦ συντελεστοῦ τῆς γραμμικῆς διαστολῆς στερεοῦ τινος ποριζόμεθα τὸν συντελεστὴν τῆς κυβικῆς διαστολῆς αὐ-

τοῦ, ἐπομένως δυνάμεθα δεδομένου ἀγγείου νὰ εὐρωμεν τὴν εἰς τινὰ αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας ἀντιστοιχοῦσαν κατ' ὄγκον αὐξήσιν. Ἀφ' ἐτέρου δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὴν κατ' ὄγκον φαινομένην αὐξήσιν, ἣν ὑπέστη τὸ περιεχόμενον εἰς τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος ἀγγεῖον ὑγρὸν κατὰ τὴν αὐτὴν τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ αὐξήσιν. Προσθέτοντες τότε τὰ ἀνωτέρω δύο ἐξαγόμενα, καὶ διαιροῦντες τὸν προκύπτοντα ἀριθμὸν διὰ τοῦ γινομένου τοῦ ὄγκου τοῦ ὑγροῦ ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν, τὸν παριστῶντα τὴν αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ, θέλομεν εὑρεῖ τὸν συντελεστὴν τῆς ἀπολύτου τοῦ ὑγροῦ διαστολῆς.

Ὁ ἀνωτέρω ἐκτιθέμενος τρόπος δὲν εἶναι ἐκεῖνος, ὃν οἱ φυσικοὶ μεταχειρίζονται πρὸς εὑρεσιν τοῦ συντελεστοῦ τῆς ἀπολύτου τῶν ὑγρῶν διαστολῆς. Οὗτοι εὐρίσκουσι πρῶτον δι' ἰδιαιτέρου τρόπου τὸν συντελεστὴν τῆς ἀπολύτου διαστολῆς τοῦ ὑδραργύρου, χωρὶς νὰ ἔχωσιν ἀνάγκην νὰ γνωρίζωσι τὸν συντελεστὴν τῆς διαστολῆς τοῦ περιέχοντος τὸν ὑδράργυρον ὑαλίνου ἀγγείου, ἔπειτα εὐρίσκουσι διὰ τοῦ γνωστοῦ συντελεστοῦ τῆς ἀπολύτου τοῦ ὑδραργύρου διαστολῆς τὸν τοῦ ἀγγείου, ὑπερ προτίθενται νὰ μεταχειρισθῶσι καὶ διὰ τὰ λοιπὰ ὑγρά, καὶ μετὰ ταῦτα ἀκολουθοῦσι τὸν ἀνωτέρω δοθέντα κανόνα πρὸς ἄμεσον προσδιορισμὸν τοῦ συντελεστοῦ τῶν λοιπῶν ὑγρῶν.

Ὁ ἐπόμενος πίναξ περιέχει τοὺς συντελεστὰς τῶν φαινομένων κυβικῶν διαστολῶν τινῶν τῶν μᾶλλον ἐν χρήσει ὑγρῶν.

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΔΙΑΣΤΟΛΩΝ ΥΓΡΩΝ ΤΙΝΩΝ

ΑΠΟ 0° ΕΩΣ 100°

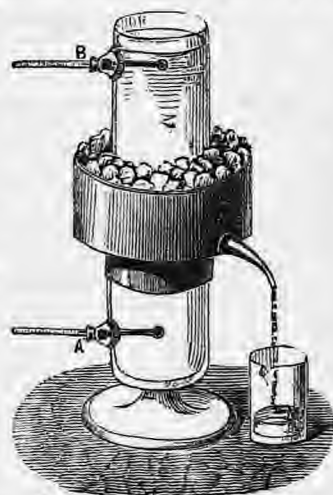
Ὑδράργυρος	0,01543	Ἐλαιον τερεθενθίνης	0,07
Ὑδωρ ἀπεσταγμένον . . .	0,0466	Θειϊκὸς αἰθὴρ	0,07
Θειϊκὸν ὀξύ	0,06	Οἰνόπνευμα	0,016
Χλωρικὸν ὀξύ	0,06	Ἀζωτικὸν ὀξύ	0,11

Δὲν πρέπει νὰ νομίσῃ τις ὅτι διαιρῶν ἕκαστον τῶν ἀνωτέρω ἐξαγόμενων διὰ 100 θέλει εὑρεῖ τὸν συντελεστὴν τῆς φαινομένης διαστολῆς τοῦ ἀντιστοιχοῦντος ὑγροῦ, διότι τὰ ὑγρά διαστελλόνται λίαν ἀνωμάλως καὶ μεταξὺ τῶν μικρῶν ὁρίων τῶν 0 καὶ 100 βαθμῶν. Ἐξαιρεῖται μόνον ὁ ὑδράργυρος, ὅστις διαστελλεται λίαν ὁμαλῶς μεταξὺ τῶν ἀνωτέρω ὁρίων, καὶ διὰ τοῦτο προτιμᾶται παντὸς ἄλλου ὑγροῦ εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν θερμομέτρων.

141. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΜΕΓΙΣΤΟΥ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΟΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΟΣ.

— Γνωρίζομεν ὅτι, ὅταν ἡ θερμοκρασία ὑγροῦ τινος αὐξάνῃ, ἡ πυκνότης αὐτοῦ ἐλαττωταί, καὶ τάνάπαλιν. Τὸ ὕδωρ μόνον παρουσιάζει σπανίαν καὶ πολύτιμον ἐξάίρεσιν. Τούτου ἡ πυκνότης αὐξάνει καθόσον

ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἐλαττοῦται μέχρι 4° , καὶ ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας τῶν 4° καὶ κατωτέρω ἡ πυκνότης αὐτοῦ, ἀντὶ νὰ αὐξάνῃ, τὸναντίον ἐλαττοῦται. Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τοῦ φαινομένου τούτου λαμβάνουσιν ὑάλινον δοχεῖον, φέρον δύο θερμόμετρα Α καὶ Β πρὸς τὸ κατώτερον καὶ ἀνώτερον αὐτοῦ μέρος ἐκάτερον (Σχ. 132). Ἀφοῦ πληρώσωσι τὸ δοχεῖον τοῦτο ὕδατος, περιβάλλουσι τὸ μέσον αὐτοῦ μὲ πάγον, ὅστις ψύχει διὰ τῶν παρειῶν τοῦ δοχείου τὸ ἀμέσως ἐφαπτόμενον εἰς ταύτας ὕδωρ. Καθόσον τὸ ὕδωρ τοῦτο ψύχεται, καθίσταται πυκνότερον καὶ κατέρχεται πρὸς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, τούτου ἕνεκα παρατηρεῖται ὅτι, ἐνῶ ἡ ὑπὸ τοῦ θερμόμετρου Β δεικνυομένη θερμοκρασία μένει ἀμετάβλητος, ἡ ὑπὸ τοῦ Α δεικνυομένη βαίνει ἐλαττουμένη μέχρι 4° . Ὄταν τὸ θερμόμετρον Α δείξῃ 4° θερμοκρασίαν, τότε μένει ἀμετάβλητον, καὶ τὸ θερμόμετρον Β ἀρχίζει νὰ δεικνύῃ διαρκῶς θερμοκρασίας ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικροτέρας μέχρι 0° καὶ κατωτέρω. Ἐπεταί λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι, ἐνόςψ τὸ ὕδωρ ἀπέκτα θερμοκρασίαν μέχρι 4° , καθίστατο εἰδικῶς βαρύτερον καὶ κατήρχετο πρὸς τὸν πυθμένα τοῦ δοχείου, ὅταν δὲ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἤρχισεν νὰ γίνηται μικροτέρα, καθίστατο εἰδικῶς ἐλαφρότερον, καὶ ἀνέρχετο πρὸς τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ.



132

Ἡ ἰδιότης αὕτη τοῦ ὕδατος εἶναι ἀληθῶς πολύτιμος. Ἄν τὸ ὕδωρ ψυχόμενον ἐπὶ μᾶλλον μέχρι τοῦ 0° καὶ κατωτέρω καθίστατο εἰδικῶς βαρύτερον, τότε μέγιστον μέρος τῶν θηλασσῶν ἤθελε μετατραπῇ εἰς αἰώνιον καὶ ἀδιάλυτον πάγον, καὶ τὸ ἐπὶ τῆς Γῆς ψύχος ἤθελεν εἶναι ἀφόρητον. Ἰχθύς εἰς τὰ βόρεια καὶ εὐκρατα κλίματα δὲν ἤθελεν ὑπάρχει, διότι αἱ ἀκτῖνες τοῦ Ἡλίου δὲν θά ἠδύναντο νὰ διαπεράσωσι ἐν διαστήματι ὀλίγων μηνῶν τὰ βαθέα καὶ παγωμένα στρώματα τῶν θαλάσσιων καὶ διαλύσωσι τοὺς ἐκεῖ ὑπάρχοντας πάγους, καθὼς καὶ τώρα δὲν δύνανται νὰ μεταβάλῃσι τὴν θερμοκρασίαν αὐτῶν. Ἡ εἰς διαρκῇ λοιπὸν πάγον συνεχῶς μεταβαλλομένη θάλασσα ἤθελε βαίνει αὐξανομένη ἐκ τῶν πόλων πρὸς τὸν ἰσημερινὸν καὶ ἴσως μὲ τὸν καιρὸν ἤθελε μετατραπῇ ἅπασα εἰς πάγον. Ἐντεῦθεν λοιπὸν συμπεραίνει τις πόσω πολύτιμος καὶ εὐεργετικὴ εἶναι ἡ ἀνωτέρω ἀποδειχθεῖσα ἰδιότης τοῦ ὕδατος.

142. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. — Πρῶτος, ὁ Γαί-
λουσάκ ἐξήτησε νὰ προσδιορίσῃ τοὺς συντελεστὰς τῆς κυβικῆς διαστο-
λῆς τῶν αερίων, καὶ παρτήρησεν ὅτι ταῦτα εἶναι τὰ κανονικώτερον
διαστελλόμενα σώματα, καὶ προσέτι ὅτι ἀπάντων ὁ συντελεστὴς εἶναι
ὁ αὐτός. Ὅθεν ἔθεσε τὸν ἐξῆς φέροντα τὸ ὄνομα αὐτοῦ νόμον.

Ὁλῶν τῶν αερίων, εἴτε ἀπλῶν εἴτε συνθέτων, ὁ συντελεστὴς τῆς
κυβικῆς διαστολῆς εἶναι ὁ αὐτὸς καὶ ἴσος τῷ συντελεστῇ 0,00375
τῆς κυβικῆς διαστολῆς τοῦ αέρος.

Εἶναι ἀληθές ὅτι ὁ ἀνωτέρω νόμος δὲν εἶναι καθ' ὁλοκληρίαν ἀκρι-
βής, καθὼς ἀπέδειξαν τὰ μεταγενέστερα καὶ τελειότερα πειράματα τοῦ
Ῥενιῶ, ἀλλὰ οἱ συντελεσταὶ τῶν κυβικῶν διαστολῶν τῶν διαφόρων
αερίων διαφέρουσι τόσῳ ὀλίγον ἀπ' ἀλλήλων, ὥστε δυνάμεθα εἰς πολ-
λὰς περιστάσεις νὰ θεωρῶμεν τὸν ἀνωτέρω νόμον ὡς ἀληθῆ, χωρὶς νὰ
προκύψῃ ἐντεῦθεν ἐπισινητὸν εἰς τοὺς γινομένους ὑπολογισμοὺς ἢ εἰς
τὰ ἐκ τῶν πειραμάτων προκύπταντα ἐξαγόμενα λάθος.

Διὰ τῶν αὐτῶν περαμάτων τοῦ Ῥενιῶ κατεδείχθη προσέτι ὅτι ὁ ὑπὸ
τοῦ Γαίσουλάκ διὰ τὸν αέρα προσδιορισθεὶς συντελεστὴς 0,00375 εἶναι
μεγαλειότερος τοῦ πραγματικοῦ, ὅστις εὑρέθη ἴσος μὲ 0,003665, ἢ
ἀπλούστερον 0,00367.

143. ΕΙΔΙΚΑ ΒΑΡΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. — Ἐπειδὴ ὁ ὄγκος τὸν ὁποῖον μά-
ζα τις αερίου κατέχει, ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς εἰς ἣν εὐρίσκεται θερμο-
κρασίας, καὶ ἐκ τῆς πίεσεως πρὸς ἣν ὑφίσταται αὕτη, οἱ φυσικοὶ, προσ-
διορισμὸν τοῦ εἰδικοῦ βάρους αὐτῶν ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ ὀρίζουσιν ἐκτὸς
τῆς θερμοκρασίας 0, εἰς ἣν τὸ αέριον πρέπει νὰ λαμβάνηται, καὶ τὴν
πίεσιν 0^μ,76, ἣν πρέπει νὰ ὑφίσταται. Οὕτω λοιπὸν

Εἰδικὸν βᾶρος αερίου τινὸς ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ καλεῖται ὁ λόγος
τοῦ βάρους ὄγκου τινὸς αὐτοῦ, ἔχοντος θερμοκρασίαν 0° καὶ ὑφιστα-
μένου πίεσιν 0^μ,76 πρὸς τὸ βᾶρος ἴσου ὄγκου ὕδατος, ἔχοντος θερ-
μοκρασίαν 4°.

Ἐπειδὴ δὲ οἱ ἀριθμοί, οἱ παριστῶντες τὰ εἰδικὰ βάρη τῶν αερίων,
εἶναι πολὺ μικροί, οἱ φυσικοὶ προσδιορίζουσι τὰ εἰδικὰ βάρη αὐτῶν
ὡς πρὸς τὸν αέρα, καὶ πρὸς εὗρεσιν τοῦ εἰδικοῦ αὐτῶν βάρους ὡς πρὸς
τὸ ὕδωρ πολλαπλασιάζουσι, κατὰ τὰ ἐν τῇ παραγράφῳ 78 περὶ ὁ-
μοίας τινὸς περιπτώσεως λεχθέντα, αὐτὰ ἐπὶ τὸ εἰδικὸν βᾶρος τοῦ αέ-
ρος ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ.

Ὁ Ῥενιῶ εὗρεν ὅτι τὸ εἰδικὸν βᾶρος τοῦ αέρος ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ εἶναι
0,001293187, ἢ ἀπλούστερον 0,001293. Πολλαπλασιάζοντες λοι-
πὸν τὰ ἐν τῷ ἐξῆς πίνακι εἰδικὰ ὡς πρὸς τὸν αέρα βάρη τῶν ἐν αὐτῷ
ἀναφερομένων αερίων ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν 0,001293, θέλομεν ἔχει τὰ

εἰδικὰ βάρη τῶν αὐτῶν αερίων ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ. Παραδείγματος χάριν, πρὸς εὗρεσιν τοῦ εἰδικοῦ βάρους τοῦ ὀξυγόνου ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸ ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἰδικὸν βάρος αὐτοῦ 4,4056 ἐπὶ τὸν ἀνωτέρω δοθέντα ἀριθμὸν 0,004293, καὶ τὸ γινόμενον $4,4056 \times 0,004293$, ὅπερ εἶναι ἴσον μὲ 0,0044295408, ἢ ἀπλοῦστερον μὲ 0,00443, θέλει παριστᾷ τὸ ζητούμενον εἰδικὸν βάρος τοῦ ὀξυγόνου ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ.

ΠΙΝΑΞ ΤΩΝ ΕΙΔΙΚΩΝ ΒΑΡΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΤΙΝΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΕΡΑ
ΥΠΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΝ 0° ΚΑΙ ΠΙΕΣΙΝ 0₇₆.

Ἀήρ.....	1,0000	Ὑδροχλωρικὸν ὀξύ... ..	1,2472
Ὑδρογόνον.....	0,0693	Πρωτοξειδίου τοῦ ἀζώτου	1,5269
Ἀμμωνιακόν.....	0,5967	Ἀνθρακικὸν ὀξύ.....	1,5290
Ὄξειδον τοῦ ἀνθρακός. .	0,9469	Κυανογόνον.....	1,8064
Ἀζωτον.....	0,9714	Θειῶδες ὀξύ.....	2,1980
Ὄξυγόνον.....	1,1056	Χλώριον.....	2,4216

ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΙΝΕΣ ΤΩΝ ΠΕΡΙ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ,
ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ ΛΕΧΘΕΝΤΩΝ.

144. ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΓΡΑΜΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΕΩΝ. —

Ὅταν θέλωμεν νὰ εὕρωμεν μετ' ἀκριθείας τὸ μέτρον μήκους τινὸς καὶ μεταχειρίζομεθα πρὸς τοῦτο γραμμικὴν τινὰ μονάδα, πρέπει νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν καὶ τὴν θερμοκρασίαν, ἐν ἣ ἐξετελέσθη ἡ καταμέτρησις αὐτοῦ, καὶ τὴν διαστολὴν, ἣν ὑπέστη ἡ οὐσία, ἐξ ἧς ἡ γραμμικὴ μονὰς ἀποτελεῖτο. Ἄς ὑποθέσωμεν π. χ. ὅτι ἡ γραμμικὴ μονὰς ἀποτελεῖται ἐξ ὀρειχάλκου, καὶ ὅτι τὸ μετρηθὲν δι' αὐτῆς μῆκος περιέχει θ τοιαύτας, τῆς θερμοκρασίας ὑποτιθεμένης θ βαθμῶν. Ἐὰν καλέσωμεν γ τὸν συντελεστὴν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ ὀρειχάλκου, $\gamma\theta$ θέλει παριστᾷ τὴν αὐξήσιν τοῦ μήκους τῆς γραμμικῆς μονάδος, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῆς ἀπὸ 0° ἐγένετο θ° . Ἡ γραμμικὴ λοιπὸν μονὰς, δι' ἧς ἐξετελέσθη ἡ καταμέτρησις, εἶχε μῆκος $1 + \gamma\theta$ καὶ οὐχὶ 1. Ἐπομένως αἱ εὐρεθεῖσαι δ γραμμικαὶ μονάδες εἶχον πραγματικὸν μῆκος $\delta(1 + \gamma\theta)$ καὶ οὐχὶ δ . Πρέπει λοιπὸν πρὸς εὗρεσιν τοῦ πραγματικοῦ μήκους, ὅπερ κατὰ συνθήκην ἀναφέρεται εἰς τὴν θερμοκρασίαν 0, νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὰς εὐρεθείσας δ γραμμικὰς μονάδας ἐπὶ τὸ δυνάμειον $1 + \gamma\theta$, ὅπερ εὐρίσκομεν προσθέτοντες εἰς τὴν μονάδα τὸ γινόμενον $\gamma\theta$ τοῦ συντελεστοῦ τῆς γραμμικῆς διαστολῆς γ τῆς οὐσίας ἐξ ἧς ἀποτελεῖται ἡ μονὰς τοῦ μήκους, ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν θ τῆς κατὰ τὴν καταμέτρησιν ὑπαρχούσης θερμοκρασίας.

145. ΑΜΕΤΑΒΛΗΤΑ ΤΟ ΜΗΚΟΣ ΕΚΚΡΕΜΗ.—Εἶδμεν ἐν τῇ § 42 ὅτι διὰ τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς κανονίζεται ἡ κίνησις τῶν ὥρολογίων, καὶ γνωρίζομεν ὅτι ὁ χρόνος καθ' ὃν ἐκτελεῖται ἐκάστη αἰώρησις εἶναι πάντοτε ὁ αὐτός, ὅταν τὸ μῆκος τοῦ συνθέτου ἐκκρεμοῦς μένη ἀμετάβλητον. Ἄλλ' ἵνα διατηρηθῇ τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς ἀμετάβλητον, πρέπει καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐν ᾧ εὐρίσκεται τόπου νὰ μένη πάντοτε ἡ αὐτή, ὅπερ οὐδέποτε σχεδὸν συμβαίνει. Ἡ ἐκάστοτε λοιπὸν μεταβαλλομένη θερμοκρασία μεταβάλλει ἀναγκαιῶς καὶ τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς, ἐπομένως ὁ χρόνος ἐκάστης αἰωρήσεως δὲν εἶναι πάντοτε ὁ αὐτός. Ὅταν τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς αὐξάνη, τὸ ὥρολόγιον ὀπισθοδρομεῖ, καὶ ὅταν τοῦτο ἐλαττωθῇ, τὸ ὥρολόγιον βαίνει ταχύτερον. Ἴνα καταστήσωσι τὰς αἰωρήσεις ἰσοχρόνους, ἐπενόησαν διαφόρους τοῦ ἐκκρεμοῦς τρόπους κατασκευῆς, δι' ὧν προσπαθοῦσι νὰ μηδενίσωσι τὰ ἐκ τῆς μεταβολῆς τῆς θερμοκρασίας παραγόμενα ἐπὶ τοῦ μήκους αὐτοῦ ἀποτελέσματα. Οἱ μᾶλλον ἐν χρήσει εἶναι ὁ τοῦ Γραᾶμ. (Graham) καὶ ὁ τοῦ Λεροᾶ (Leroy).

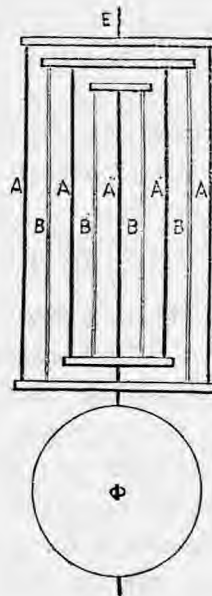
Τὸ σχῆμα 133 παριστᾷ τὸ ὑπὸ τοῦ Γραᾶμ ἐπινοηθὲν ἐκκρεμές. Πρὸς τὸ ἄκρον αὐτοῦ ὑπάρχουσι δύο ἴσοι κρυστάλλινοι κίλινδροι περιέχοντες ὑδράργυρον καὶ διατεθειμένοι συμμετρικῶς ἐκατέρωθεν τῆς ῥάβδου τοῦ ἐκκρεμοῦς. Ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐξάνη, τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς αὐξάνει, καὶ τὸ ὅλον σῶμα φέρεται πρὸς τὰ κάτω. Ἄλλ' αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας, διαστέλλεται καὶ ὁ ἐντὸς τῶν κρυσταλλίνων κυλίνδρων περιεχόμενος ὑδράργυρος, ὅστις ἀπ' ἐναντίας φέρεται πρὸς τὰ ἄνω, ἐπομένως καὶ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ φακοῦ ἀνέρχεται. Ὅταν δὲ ἡ θερμοκρασία ἐλαττωθῇ, τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς ἐλαττωθῇ ὡσαύτως, ἀλλὰ, συσπλομένου ἀπ' ἐτέρου καὶ τοῦ ὑδραργύρου, τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ φακοῦ κατέρχεται. Κανονίζουσι λοιπὸν διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ καὶ διὰ τινων ἔπειτα, ἐάν ᾖναι ἀνάγκη, δοκιμῶν οὕτω τὴν ποσότητα τοῦ περιεχομένου ὑδραργύρου, ὥστε, ὅταν ἡ θερμοκρασία μεταβάλληται, τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ φακοῦ τοῦ ἐκκρεμοῦς νὰ εὐρίσκηται εἰς τὴν αὐτὴν ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρθήσεως ἀπόστασιν, καὶ οὕτω τὸ μῆκος τοῦ ἐκκρεμοῦς μένει ἀμετάβλητον. Ἀντὶ δὲ δύο κρυσταλλίνων κυλίνδρων ὑπάρχει συνηθέστερον εἰς τοιοῦτος.

Εἰς τὸ ἐκκρεμές τοῦ Λεροᾶ ἡ φέρουσα τὸν φακὸν Φ σιδηρὰ ῥάβδος ΕΑ'' διαιρεῖται εἰς δύο μέρη (Σχ. 134 καὶ 135). Τὸ πρὸς τὸ σημεῖον τῆς ἐξαρθήσεως Ε ὑπάρχον στηρίζεται εἰς τὸ μέσον ὀρθογωνίου ΑΑ, οὔτινος αἱ παράλληλοι πλευραὶ Α καὶ Α ἀποτελοῦνται ἐκ σιδήρου. Ἐπὶ τῆς κάτω βάσεως αὐτοῦ στηρίζεται δεύτερον μικρότερον ὀρθογώνιον ΒΒ, οὔτινος αἱ παράλληλοι πλευραὶ Β καὶ Β ἀποτελοῦνται ἐκ χαλκοῦ. Ἐπὶ

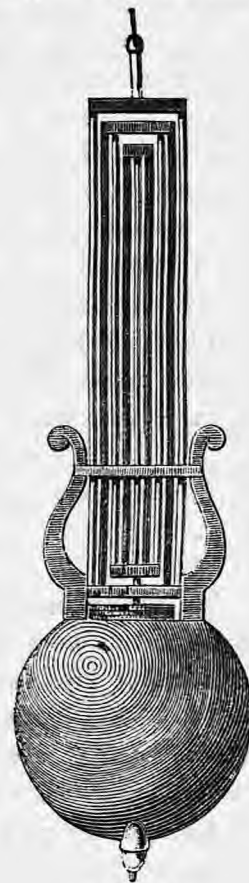
τῆς ἄνω βάσεως τοῦ δευτέρου τούτου ὀρθογωνίου στηρίζεται τρίτον μικρότερον ὀρθογώνιον $A'A'$, τοῦ ὁποίου αἱ παράλληλοι πλευραὶ A' καὶ A εἶναι σιδηραῖ. Ἐπὶ τῆς κάτω πάλιν βάσεως τοῦ τρίτου τούτου ὀρθογωνίου στηρίζεται τέταρτον μικρότερον αὐτοῦ ὀρθογώνιον $B'B'$, τοῦ ὁποίου αἱ παράλληλοι πλευραὶ B' καὶ B ἀποτελοῦνται ἐκ χαλκοῦ, καὶ τελευ-



Σχ. 133



Σχ. 134



Σχ. 135

ταῖον, εἰς τὸ μέσον τῆς ἄνω πλευρᾶς τοῦ ὀρθογωνίου $B'B'$ στηρίζεται τὸ φέρον τὸν φακὸν Φ δεύτερον μέρος A'' τῆς σιδηρᾶς ῥάβδου EA'' , τὸ ὁποῖον διέρχεται ἐλευθέρως διὰ τῶν μέσων τῶν κάτω βάσεων τῶν ὀρθογωνίων AA καὶ $A'A'$. Ὅταν τὼρα ἡ θερμοκρασία αὐξάνῃ, τὸ μὲν μέρος E καὶ αἱ σιδηραῖ πλευραὶ A καὶ A , A' καὶ A' καὶ τὸ μέρος A'' διαστελλονται, καὶ ὁ φακὸς Φ κατέρχεται. Ἀλλ' ἂφ' ἑτέρου αἱ ἐκ χαλκοῦ πλευραὶ B καὶ B , B' καὶ B' διαστελλονται ἐπίσης, καὶ ἐπειδὴ διαστελλόμεναι φέρονται πρὸς τὰ ἄνω, ὁ φακὸς Φ ἀνέρχεται. Τὸ ἐναντίον συμβαίνει, ὅταν ἡ θερμοκρασία ἐλαττωῖται· τότε τὰ μὲν σιδηρᾶ μέρη E ,

Α καὶ Α, Α' καὶ Α', Α'' συστελλόμενα ἀναδιβάζουσι τὸν φακὸν Φ, τὰ δὲ ἐκ χαλκοῦ Β καὶ Β, Β' καὶ Β' συστελλόμενα καταδιβάζουσιν αὐτόν. Διὰ τῆς εὐφυοῦς ταύτης διατάξεως παράγονται συγχρόνως ἐκ τῆς μεταβαλλομένης θερμοκρασίας ἀντίθετοι κινήσεις τοῦ φακοῦ, καὶ εὐκόλως ἐννοεῖ τις, ὅτι τὰ σιδηρὰ μήκη Ε, Α, Α', Α'' καὶ τὰ ἐκ χαλκοῦ Β καὶ Β' δύνανται νὰ ὑπολογισθῶσιν οὕτως, ὥστε αἱ παραγόμεναι αὐταὶ ἀντίθετοι κινήσεις νὰ ἦναι ἴσαι· οὕτω δὲ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος τοῦ φακοῦ Φ θέλει εὐρίσκεσθαι εἰς τὴν αὐτὴν πάντοτε ἀπὸ τοῦ ἄξονος τῆς ἐξαρτήσεως ἀπόστασιν.

Τῷ ὄντι, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ α τὸν συντελεστὴν τῆς γραμμικῆς διαστολῆς τοῦ σιδήρου καὶ διὰ β τὸν τοῦ χαλκοῦ, ἡ μὲν εἰς θ βαθμοὺς θερμοκρασίας ἀντιστοιχοῦσα διαστολὴ τῶν σιδηρῶν μερῶν Ε, Α, Α', Α'' θέλει εἶναι ἴση μὲ τὸ γινόμενον $(Ε + Α + Α' + Α'')αθ$, ἡ δὲ εἰς θ βαθμοὺς θερμοκρασίας ἀντιστοιχοῦσα διαστολὴ τῶν ἐκ χαλκοῦ μερῶν Β καὶ Β' θέλει εἶναι ἴση μὲ τὸ γινόμενον $(Β + Β')βθ$. Ἰνα λοιπὸν ὁ φακὸς Φ μένῃ ἀμετάβλητος τὴν θέσιν καὶ κατὰ συνέπειαν καὶ τὸ μήκος τοῦ ἐκκρεμοῦς, πρέπει νὰ ὑπάρχῃ ἡ ἐξῆς ἰσότης

$$(Ε + Α + Α' + Α'')αθ = (Β + Β')βθ,$$

ἐξ ἧς πορίζομεθα

$$Β + Β' = \frac{α}{β} (Ε + Α + Α' + Α''). \quad (1).$$

Ἐκ τῆς ἰσότητος λοιπὸν (1), ἐν ᾗ εἶναι γνωστὰ οἱ συντελεσταὶ α καὶ β καὶ τὰ μήκη Ε, Α, Α', Α'', δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν τὸ ἄθροισμα $Β + Β'$, ὅπερ ἀκολούθως διαιροῦμεν καταλλήλως εἰς τὰ μέρη Β καὶ Β'. Καὶ βλέπομεν ὅτι τὸ ἄθροισμα $Β + Β'$ εἶναι ἀνεξάρτητον τῆς θερμοκρασίας θ, ἐπομένως, ὁποιαδήποτε καὶ ἂν ᾖ ἡ συμβαίνουσα ταύτης μεταβολή, τὸ μήκος τοῦ ἐκκρεμοῦς θέλει μένει ἀμετάβλητον.

Πολλάκις εἰς τὰ ἀκριβῆ ὥρολόγια διὰ τὸ ἀσυγκρίτως ἀπλούστερον κατασκευάζουσι τὰς ῥάβδους τῶν ἐκκρεμῶν ἐκ ξύλου ἐλάτης, τοῦ ὁποίου τὸ μήκος μεταβάλλεται ὅλως ἀνεπαίσθητως ἐκ τῆς μεταβαλλομένης θερμοκρασίας καὶ τῆς ὑγρασίας τοῦ ἀέρος.

146. ΔΥΝΑΜΙΣ ΤΗΣ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ. — Ἡ μεθ' ἧς παράγεται ἡ διαστολὴ τῶν στερεῶν δυνάμεις εἶναι ἀκαταμάχητος. Περὶ τούτου εὐκόλως δύναται τις νὰ πεισθῇ, ἐὰν λάβῃ ὑπ' ὄψιν αὐτοῦ ὅτι, ἵνα ἐκταθῇ σιδηρὰ ῥάβδος, ἀποτελοῦσα κύβον ἐνὸς δεκάτου τοῦ μέτρου τὸ μήκος, ὅσον ἐκτείνεται, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῆς μεταβάλληται κατὰ 100 βαθμούς, πρέπει νὰ ἐφαρμοσθῇ ἐπ' αὐτῆς βάρος 250000 χιλιογράμμων. Ἄν ἡ σιδηρὰ ῥάβδος εἶχε μήκος ἐνὸς μέτρου, ἡ δυνάμεις τοῦ βάρους ἤθελεν εἶναι 2500000 χιλιογράμμων.

Ἐπειδὴ ἡ δύναμις τῆς διαστολῆς τῶν στερεῶν εἶναι τόσαύτη, ὥστε εἶναι ἀδύνατον νὰ κατανικηθῶσι τὰ ἀποτελέσματα αὐτῆς διὰ μηχανικῶν μέσων, ὅσας καί κλονοῦσιν εἰς τὰς οἰκοδομὰς ἢ εἰς ἄλλας τινὰς περιστάσεις χρῆσιν μετὰλλων, διαθέτουσι τὰ κατέκαστα οὕτως, ὥστε ἡ διαστολὴ αὐτῶν, νὰ παράγεται ἄνευ κωλύματος. Οὕτως, ὅταν μεταχειρίζονται ἐπὶ τῶν οἰκοδομῶν σιδηρᾶς δοκοῦς, ἀφίνουν ἐν τοῦλάχιστον τῶν ἄκρων αὐτῶν ἐλεύθερον νὰ κινῆται διαστελλόμενον· ἄλλως ἡδύνατο νὰ καταρρίψῃ ὁλόκληρον τὴν οἰκοδομήν. Εἰς τοὺς σιδηροδρόμους τὰ σιδηρὰ τεμάχια, ἐξ ὧν ἀποτελοῦνται αἱ τροχιαὶ αὐτῶν δὲν ἐφάπτονται ἀλλήλων, ἀλλ' εὐρίσκονται εἰς τινὰ ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, ἥτις ὑπολογίζεται οὕτως, ὥστε, ὅταν ταῦτα ὑφίστανται τὴν μεγαλειτέραν ὡς ἐκ τῆς συμβαινούσης ἐν ᾧ τόπῳ τίθενται μεγαλειτέρας αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας διαστολὴν, νὰ ἐκτελῇται αὕτη ἀκωλύτως. Ἄν ἄλλως εἶχε τὸ πρᾶγμα, δὲν ὑπάρχει σχεδὸν δύναμις δυναμένη νὰ ἰσορροπήσῃ τὴν ἐπὶ τινων μόνον χιλιόμετρων παραγομένην ὑπὸ τῆς ἐλαχίστης αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας διαστολὴν, καὶ αἱ τροχιαὶ αὐτῶν ἤθελον ἀμέσως καταστραφῇ. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον, ὅταν πρὸς στέγασιν τῶν οἰκίων μεταχειρίζονται φύλλα ψευδαργύρου ἢ μολύβδου, διαθέτουσι ταῦτα οὕτως, ὥστε διαστελλόμενα νὰ κινῶνται ἐλευθέρως τὰ ἐπικείμενα ἐπὶ τῶν ὑποκειμένων. Αἱ σιδηραὶ ῥάβδοι, ἐξ ὧν ἀποτελεῖται ἡ ἐσχάρα τῶν καμίνων, ἔχουσι τὸ ἐν τῶν ἄκρων αὐτῶν πάντοτε ἐλεύθερον νὰ κινήθῃ διαστελλόμενον· ἄλλως ἔθελε καταρρίψῃ τὰ τεῖχη τῆς καμίνου, ὅσω στερεὰ καὶ ἂν κατεσκευάζετο.

147. ΔΙΑΦΟΡΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ. — Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω ἐφαρμογῶν τῆς ὑπὸ τῆς θερμότητος παραγομένης ἐπὶ τῶν σωμάτων διαστολῆς, ὑπάρχουσι καὶ οὐκ ὀλίγα φαινόμενα ὀφειλόμενα εἰς ταύτην. Ἐνεκα τῆς ὑπὸ τῆς θερμότητος παραγομένης ἀραιώσεως τοῦ ἀέρος καθίσταται οὗτος εἰδικῶς ἐλαφρότερος τοῦ ψυχρότερου, καὶ ἀνέρχονται δι' αὐτοῦ αἱ Μογκολφιέριοι σφαῖραι. Ἐνεκα τῆς αὐτῆς ἀραιώσεως ἀνέρχονται τὰ θερμανθέντα στρώματα αὐτοῦ καὶ παράγουσιν εἰδὸς τι κενοῦ, διὰ τὴν πλήρωσιν τοῦ ὁποίου κινοῦνται τὰ παρακείμενα στρώματα, καὶ οὕτω παράγονται οἱ ἄνεμοι, δι' ὧν ἀνανεοῦται τόσῳ ἐπωφελίμως διὰ τὴν ὑγιεὴν ἡμῶν καὶ τῶν ζώων ὁ ἀῆρ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. Ἐνεκα ταύτης παράγεται καὶ εἰς τὰς θερμάστρας τῶν οἰκίων ἰσχυρὸν ῥεῦμα, δι' οὗ ἐπιταχύνεται ἡ καύσις τῶν πρὸς θέρμασιν τιθεμένων οὐσιῶν καὶ ἐκδιῶκονται τὰ ἐκ ταύτης παραγόμενα ἐπιβλαβῆ ἀέρια.

Ἐνεκα τῆς ὑπὸ τῆς θερμότητος παραγομένης ἀραιώσεως τοῦ ὕδατος ἀνέρχεται τοῦτο, θερμαινόμενον εἰς τὸ κατώτερον μέρος τῶν οἰκίων ἐντὸς τῶν θερμοφόρων ὀργάνων, εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος αὐτῶν καὶ κα-

τέρχεται δι' ἄλλης ὁδοῦ τὸ εἰς τὸ ἀνώτερον μέρος αὐτῶν ὑπάρχον ψυχρότερον, καὶ οὕτως ἀποτελεῖται διαρκὲς ρεῦμα θερμαινομένου συνεχῶς ὕδατος, ὅπερ ἐπὶ τέλους ἀποκτᾷ τὴν ἀναγκαίαν θερμότητα πρὸς διαρκῇ καὶ καταλληλοτάτῃν θέρμασιν ὁλοκλήρου τῆς οἰκίας. "Ενεκα κατὰ μέγα μέρος ταύτης σχηματίζεται καὶ τὸ μέγα ὠκεάνειον ρεῦμα, ὅπερ πηγάζον ἐκ τοῦ Μεξικανικοῦ κόλπου διευθύνεται πρὸς βορρᾶν καὶ θερμαίνει τὰ ψυχρὰ παράλια τῆς Ἰσλανδίας καὶ Νορβηγίας. Ἡ μὲν ταχύτης τοῦ σωτηρίου τούτου ρεύματος εἶναι μεγαλειτέρα τῶν μεγαλειτέρων ποταμῶν τοῦ κόσμου, τὸ δὲ πλάτος αὐτοῦ χιλιάκις μεγαλειέτερον τοῦ πλάτους αὐτῶν. Δὲν ὑπάρχει ποταμὸς μεγαλοπρεπέστερος καὶ καταπληκτικώτερος τούτου, οὐτινος αἱ ἄχθαι ἀποτελοῦνται ἐκ τῶν ψυχρῶν ὑδάτων τοῦ Ὤκεανοῦ, ὧν διαφέρει καὶ κατὰ τὸ χρῶμα καὶ κατὰ τὴν σύστασιν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΜΕΤΑΒΑΣΙΣ ΑΠΟ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΥΓΡΑΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΝ ΚΑΙ ΤΑΝΑΠΑΙΔΙΝ

148. **ΤΗΣΙΣ ΚΑΙ ΠΗΣΙΣ.** — Ὄταν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον αὐξάνωμεν τὴν θερμοκρασίαν σώματός τινος, ἐπέρχεται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον στιγμῇ, καθ' ἣν τὸ σῶμα μεταβάλλει κατάστασιν, τοῦτέστιν ἀπὸ στερεῶν γίνεται ὑγρὸν· τότε λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα τήκεται, καὶ τὸ τοιοῦτο φαινόμενον ὠνομάσθη *τῆξις*. Ὄταν τοῦναντίον τηχθέν τι προηγουμένως σῶμα ψύχεται, ἐπέρχεται στιγμῇ, καθ' ἣν μεταβάλλει τὴν νέαν αὐτοῦ κατάστασιν γενόμενον στερεόν, τότε λέγομεν ὅτι τὸ σῶμα πήγνυται, καὶ τὸ τοιοῦτο φαινόμενον ὠνομάσθη *πῆξις*.

Διὰ τῆς θερμότητος ὅλα τὰ στερεὰ σώματα μεταβάλλουσι κατάστασιν, ἂν δέ τινα, ὡς ὁ χάρτης, ἡ τίτανος, τὸ ξύλον καὶ τινα ἄλατα, δὲν τήκωνται, τοῦτο προέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι ταῦτα πρὶν ἢ προσλάβωσι τὴν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν τήκονται, ἀποσυντίθενται εἰς τὰ ἐξ ὧν σύγκεινται ἀπλᾶ σώματα. Ἐκ τῶν ἀπλῶν σωμάτων μόνον ὁ ἄνθραξ δὲν μετέβαλε δι' ὅλων τῶν μέχρι τοῦδε δυνατῶν μέσων κατάστασιν· ὁ Δεπρὲ ὅμως κατώρθωσε διὰ ἰσχυροῦ ἡλεκτρισμοῦ πυρὸς καὶ τινων ἄλλων μέσων νὰ καταστήσῃ αὐτὸν εὐλύγιστον. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι, ἂν ἡδυνάμεθα νὰ αὐξήσωμεν ἐπ' ἀόριστον τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ, ἡθέλομεν εὑρεῖ θερμοκρασίαν τινά, καθ' ἣν ὁ ἄνθραξ ἤθελε μεταβάλλει τὴν στερεάν αὐτοῦ κατάστασιν (6).

Καθὼς ὅλα τὰ στερεὰ σώματα διὰ τῆς ἐπαρκούς θερμάνσεως τήκονται, οὕτω καὶ ὅλα τὰ ὑγρά διὰ τῆς ἐπαρκούς ψύξεως πύγνυνται. Ἐκ τῶν ὑγρῶν, ἅτινα μέχρι τοῦδε δὲν μετέβαλον κατάστασιν, ὡς εἰρηστέον δριμύ καὶ ἂν ἦτο τὸ εἰς ὃ ὑπεβλήθησαν ψυχρός, εἶναι τὸ οἰνόπνευμα καὶ ὁ αἰθήρ. Ὁ Δεσπρέ, ἂν καὶ δὲν κατώρθωσε νὰ πῇξῃ ἐντελῶς τὸ οἰνόπνευμα, μετέβαλεν ὅμως διὰ τοῦ δριμυτέρου ψυκτικοῦ μίγματος (145) τὴν σύστασιν αὐτοῦ εἰς τοσοῦτον βαθμὸν, ὥστε δὲν κατέρρευσεν ἐκ τοῦ περιέχοντος αὐτὸ ἀγγείου ἀνατραπέντος.

149. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΘΗΣΕΩΣ. — Παρετηρήθη ὑπὸ τῶν φυσικῶν ὅτι τὰ τηκόμενα σώματα ἀκολουθοῦσι τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

1^{ος} Ἐν καὶ τὸ αὐτὸ σῶμα τήκεται εἰς τὴν αὐτὴν πάντοτε θερμοκρασίαν.

2^{ος} Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς τήξεως ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος δὲν μεταβάλλεται, ὡς εἰρηστέον καὶ ἂν ἦται ἡ ἔντασις τοῦ δι' οὗ τοῦτο τήκεται πυρός.

Ὁ πρῶτος τῶν ἀνωτέρω νόμων εἶναι ἀπλοῦς καὶ φυσικώτατος, ἀλλ' ὁ δεῦτερος φαίνεται ἄπῳς παράδοξος. Τὸ παράδοξον τοῦτο ἐξηγεῖται εὐκόλως, ὅταν λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ὅτι, ἀφ' ἧς στιγμῆς ἀρχεται ἡ τήξις, ἡ προτιθεμένη θερμότης χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ μεταβάλλῃ τὴν πρὸς ἄλληλα θέσιν τῶν μορίων τοῦ σώματος, καὶ νὰ διατηρῇ τὴν νέαν αὐτῶν θέσιν, τοῦτέστιν εἶναι θερμότης λαμβάνουσα (124), ἐπομένως δὲν καθίσταται ἐπαισητὴ εἰς τὸ ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῷ τηκόμενῳ σώματι θερμομέτρον. Ὅτι δὲ τὸ πᾶγμα ἔχει οὕτως ἀποδεικνύεται διὰ τοῦ ἐξῆς ἀπλουστάτου πειράματος. Ἐὰν ἐνώσωμεν 1 χιλιόγραμμον ὕδατος, ἔχοντος θερμοκρασίαν 0°, μεθ' ἐνὸς χιλιογράμμου ὕδατος, ἔχοντος θερμοκρασίαν 79°, θέλομεν ἔχει μίγμα δύο χιλιογράμμων ὕδατος, οὗτος ἡ θερμοκρασία εὐρίσκεται $39^{\circ} \frac{1}{2}$. ἂν δὲ ἀντὶ 1 χιλιογράμμου ὕδατος θερμοκρασίας 0° λάβωμεν 1 χιλιόγραμμον πάγου τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας, καὶ ἐνώσωμεν μετ' αὐτοῦ 1 χιλιόγραμμον ὕδατος θερμοκρασίας 79°, θέλομεν ἔχει πάλιν δύο χιλιόγραμματα ὕδατος, τοῦ ὁποίου ὅμως ἡ θερμοκρασία ἀντὶ νὰ ἦται $39^{\circ} \frac{1}{2}$ εὐρίσκεται 0 μόνον βαθμῶν. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι οἱ 79 βαθμοὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὕδατος κατηναλώθησαν εἰς τὸ νὰ μεταβάλλῃ τὴν κατάστασιν τοῦ πάγου, χωρὶς νὰ μεταβάλλῃ ποσῶς τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Ἐν χιλιόγραμμον λοιπὸν πάγου 0°, ἵνα μεταβληθῇ εἰς ἐν χιλιόγραμμον ὕδατος 0°, προσλαμβάνει τόσην θερμότητα, ὅση εἶναι ἀναγκαία, ἵνα μεταβληθῇ ἡ θερμοκρασία 1 χιλιογράμμου ὕδατος ἀπὸ 0° εἰς 79°. Ἡ τοσαύτη λοιπὸν ποσότης θερμότητος, ἡ μὴ καθισταμένη ἐπαισητὴ εἰς τὸ θερ-

μόμετρον, εἶναι λανθάνουσα καὶ χρησιμεύει βεβαίως μόνον εἰς τὸ νὰ διατηρῇ τὴν πρὸς ἄλληλα νέαν τῶν μορίων τοῦ σώματος θέσιν.

Ἡ θερμοκρασία καθ' ἣν σώμα τι τήκεται, ἐπειδὴ εἶναι πάντοτε ἡ αὐτὴ, ἀποτελεῖ μίαν τῶν οὐσιωδεστέρων φυσικῶν ιδιοτήτων αὐτοῦ, καὶ χρησιμεύει πολλάκις εἰς τὸ νὰ διακρίνηται ἂν τοῦτο εἶναι καθαρὸν ἢ περιέχει καὶ ἄλλας ξένας οὐσίας· διότι παρατηρήθη ὅτι ἀρκεῖ καὶ ἡ ἐλαχίστη ἐν αὐτῷ ξένη οὐσία, ἵνα μεταβάλλῃ ἐπαισθητῶς τὸν βαθμὸν τῆς τήξεως αὐτοῦ.

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰς θερμοκρασίας τῆς τήξεως τῶν ἐν αὐτῷ ἀναφερομένων οὐσιῶν.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΗΣ ΤΗΞΕΩΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

Ὑδράργυρος	—39°	Βισμύθιον	+264°
Πάγος	0	Μόλυβδος	326
Στεάρις	+33	Ψευδάργυρος	360
Φώσφορος	44	Ἀντιμόνιον	432
Πατάσσιον	58	Ὀρείχαλκος	900
Κηρὸς κίτρινος	61	Ἄργυρος	1000
Κηρὸς λευκός	69	Χρυσός	1250
Σόδιον	90	Χάλυψ	1350
Ἰώδιον	107	Σίδηρος	1500
Θεῖον	111	Μαγκνήσιον	1600
Κασσίτερος	228	Πλάτινα μεταξὺ 1910 καὶ 2000	

150. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΠΗΞΕΩΣ. — Οἱ ἐξῆς δύο νόμοι τῆς πήξεως τῶν σωμάτων, οἱ καὶ πειραματικῶς ἐπιβεβαιούμενοι, εἶναι ἀντίστροφοι τῶν ἀνωτέρω νόμων τῆς τήξεως αὐτῶν.

1^{ος} *Ἐν καὶ τὸ αὐτὸ σῶμα πηγνυται κατὰ τὴν αὐτὴν ἀκριβῶς θερμοκρασίαν, καθ' ἣν καὶ τήκεται.*

2^{ος} *Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς πήξεως ἡ θερμοκρασία τοῦ πηγνυμένου ὑγροῦ μένει ἀμετάβλητος.*

Ὅτι δ' ἀνωτέρω 1^{ος} νόμος ἔπρεπε νὰ ἔχῃ οὕτω, τοῦτο εἶναι πασίδηλον. Καθ' ὅσον δ' ἀφορᾷ τὸν δεύτερον, οὗτος ἀποδεικνύει ὅτι καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς πήξεως ἡ λανθάνουσα θερμοκρασία τῆς τήξεως μετατρέπεται εἰς αἰσθητήν, καὶ διὰ τοῦτο ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ δὲν μεταβάλλεται. Ὅσάκις λοιπὸν στερεόν τι σῶμα τήκεται, προσλαμβάνει ποσότητά τινα θερμότητος, ἥτις χρησιμεύει μόνον εἰς τὸ νὰ διατηρῇ αὐτὸ εἰς τὴν νέαν αὐτοῦ κατάστασιν καὶ μένει λανθάνουσα· ὅσάκις δὲ τὸ αὐτὸ σῶμα ἐκ τῆς νέας αὐτοῦ καταστάσεως μεταβαίνει εἰς τὴν πρώτην, ἐγκαταλείπει τὴν πρότερον προσληφθεῖσαν ποσότητα τῆς θερμότητος, ἥτις καθίσταται τότε αἰσθητὴ θερμότης. Τῆς

ιδιότητος ταύτης τῶν σωμάτων θέλομεν κάμει συνεχῶς χρῆσιν πρὸς ἐξήγησιν διαφορῶν σπουδαίων φαινομένων, καὶ διὰ τοῦτο ἐπεμείναμεν εἰς τὸ νὰ ἐκθέσωμεν αὐτὴν ἐπανειλημμένως πρὸς ἀκριβεστέραν αὐτῆς κατάληψιν.

151. ΑΙΤΙΑΙ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΟΥΣΑΙ ΤΗΝ ΠΗΞΙΝ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ. — Πολλάκις ἡ θερμοκρασία τῆς πήξεως τῶν ὑγρῶν ἐλαττοῦται ἔνεκα διαφορῶν αἰτιῶν, ἐπενεργουσῶν διαφοροτρόπως κατὰ τὴν διαφορὸν φύσιν τοῦ πηγνυομένου ὑγροῦ. Αἱ αἰτίαι αὗται εἶναι αἱ ἐξῆς ἐξ' αἱ ἐν τῷ ὑγρῷ ὑπάρχουσαι ἐν διαλύσει οὐσαί· ἡ ἑλλειψίς διαλελυμένου ἐν αὐτῷ ἀέρος· τελεία ἡρεμία τοῦ ὑγροῦ· σφοδρὰ τις διατάραξις· περιορισμός ὡς πρὸς τὴν ἐλευθέραν τῶν μορίων τοῦ ψυχόμενου ὑγροῦ διάταξιν, καὶ ὑπεροχὴ θλίψεως.

Τὸ θαλάσσιον ὕδωρ π. χ., ἐπειδὴ περιέχει διαλελυμένα ἅλατα, πήγνυται εἰς — 2°,5 καὶ οὐχὶ εἰς 0°, ὡς τὸ καθαρὸν ὕδωρ.

Ἐὰν ἐκ κεκορεσμένης διαλύσεως θεϊκῆς σόδας ἀφαιρέσωμεν διὰ τοῦ βρασμοῦ τὸν ἀέρα, καὶ κλείσωμεν ἔπειτα ἐρμητικῶς τὸ περιέχον τὸ ὑγρὸν ὑάλινον σκεῦος, παρατηροῦμεν ὅτι τοῦτο δὲν μεταβάλλει κατάστασιν μολοντί ψύχεται ἐπαρκῶς, καὶ ὅτι ἡ πήξις παράγεται ἀμέσως ἅμα ὡς τὸ ὑγρὸν συγκοινωνήσῃ μὲ τὸν ἀέρα.

Ἐὰν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας θέσωμεν ἀπεσταγμένον ὕδωρ ἐν πλήρει ἡρεμίᾳ, καὶ ἀφαιρέσωμεν τὸν ἐν αὐτῷ διαλελυμένον ἀέρα κενοῦντες τὸν τοῦ κώδωνος, δυνάμεθα νὰ καταβιβάσωμεν τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ μέχρις — 12° χωρὶς τὸ ὕδωρ νὰ μετατραπῇ εἰς πάγον. Ἐὰν δὲ ἐπιφέρωμεν μικρὸν τινα δονισμόν, ἀμέσως μέρος τοῦ ὕδατος μετατρέπεται εἰς πάγον, καὶ παρατηρεῖται συγχρόνως τὸ ἐξῆς περίεργον μὲν, ἀλλ' εὐκόλως ἐξηγούμενον φαινόμενον· τὸ μένον ὑγρὸν ἔχει θερμοκρασίαν 0° ἀντὶ — 12°, διότι τὸ μετατραπὲν εἰς πάγον ὑγρὸν μετέδωκεν εἰς τὸ μέιναν τὴν ἐν αὐτῷ λανθάνουσαν θερμότητα.

Ὡσαύτως, ἐνῷ τὸ θεῖον πήγνυται εἰς 111°, δύναται νὰ μείνῃ ὑγρὸν καὶ εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν, ὅταν ψύχῃται βαθμικῶς καὶ διατηρῇται ἐν ἄκρᾳ ἡρεμίᾳ. Ὁ φώσφορος, ὅστις λαμβάνει τὴν στερεὰν κατάστασιν, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ᾖ 44°, μένει ἐν ὑγρᾷ καταστάσει καὶ μέχρις 23°, ὅταν εὐρίσκεται ἐντὺς ἐντελῶς ἡρεμοῦντος ὕδατος.

Ἐὰν ψυχόμενον ὕδωρ διαταράζωμεν βιαίως καὶ σφοδρῶς, τὸ ὕδωρ δὲν πήγνυται, μολοντί ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι μικροτέρα τοῦ 0°. Τοῦτ' αὐτὸ συμβαίνει, ὅταν τὸ ὕδωρ περιέχῃται ἐντὸς λίαν τριχοειδοῦς σωλῆνος. Διότι, ὅταν ἵγρὸν τι πήγνυται, τὰ μόρια αὐτοῦ καταλαμβάνουσι κατάλληλὸν τινα ὡς πρὸς τὴν νέαν αὐτοῦ κατάστασιν θέσιν, ἡ δὲ βιαία καὶ σφοδρὰ διατάραξις, καθὼς καὶ τὸ λίαν τριχοειδὲς τοῦ σω-

λῆνος, ἐμποδίζουσιν αὐτὰ τοῦ νὰ διατεθῶσι καταλλήλως, ἵνα τὸ φαινόμενον τῆς πήξεως λάβῃ χώραν. Ὁ Λεπρὲς κατεβίβασεν ἐντὸς λίαν τριχοειδοῦς σωλῆνος τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος μέχρι -20° , καὶ τὸ ὕδωρ δὲν μετέβαλε κατὰστασιν διὰ τὸν ἀνωτέρω λόγον. Διὰ παρόμοιον τινα λόγον τὰ δένδρα καὶ τὰ φυτὰ ἀνθίστανται εἰς ψυχρὸς ἀρκούντως ὀριμὴν χωρὶς νὰ πάθωσι, διότι ὁ χυμὸς αὐτῶν περιέχεται ἐντὸς λίαν τριχοειδῶν ἀγγείων.

Ὡσαύτως, ἐὰν πιέσωμεν ἰσχυρῶς τὸ ὕδωρ, ὅχι μόνον καταβιάζομεν τὴν θερμοκρασίαν τῆς πήξεως αὐτοῦ, ἀλλὰ καὶ ἐμποδίζομεν αὐτὴν τοῦ νὰ παραχθῇ ἐφ' ὅλης τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ, ὥς μιν μικρὰ καὶ ἂν ἦναι ἡ θερμοκρασία τὴν ὁποίαν λαμβάνει. Ὁ λόγος τούτου εἶναι, ὅτι τὸ ὕδωρ πιεζόμενον ἰσχυρῶς καταλαμβάνει ὄγκον πολὺ μικρότερον ἐκείνου, ὃν ἤθελεν ἔχει ἂν μετετρέπετο εἰς πάγον, ὅτε, ὥς γνωρίζομεν, διαστέλλεται. Τὰ μόρια λοιπὸν αὐτοῦ δὲν δύνανται νὰ καταλάβωσι τὴν κατάλληλον πρὸς τὴν νέαν αὐτοῦ κατὰστασιν θέσιν, ἥτις ἕνεκα τούτου καὶ δὲν λαμβάνει χώραν.

152. ΔΙΑΛΥΣΙΣ. — Στερεόν τι σῶμα δύναται νὰ μεταβάλῃ κατὰστασιν καὶ χωρὶς νὰ ἐπενεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ ἡ θερμότης, ἀλλὰ δυνάμεις τις καλουμένη διαλυτικὴ δύναμις, καὶ προκύπτουσα ἐκ τῆς μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ στερεοῦ καὶ τῶν μορίων ὑγροῦ τινος ὑπαρχούσης χημικῆς συγγενείας. Ἡ διὰ τοῦ τρόπου τούτου μεταβολὴ τῆς καταστάσεως τοῦ σώματος καλεῖται διάλυσις. Οὕτω π. χ. τὸ ἀραβικὸν κόμμι, τὸ σάκχαρον, τὸ ἄλας διαλύονται ἐν τῷ ὕδατι· ὁ χρυσὸς καὶ ὁ ἄργυρος διαλύονται ἐν τῷ ὕδραργύρῳ.

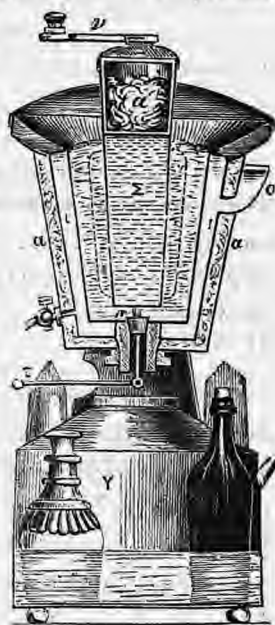
Ἐν πάσῃ διαλύσει συμβαίνουνσι δύο τινά· πρῶτον χημικὴ τις μεταξὺ τῶν μορίων τῶν σωμάτων ἐνέργεια παράγουσα τὴν διάλυσιν, καὶ δεύτερον μεταβολὴ καταστάσεως τοῦ διαλυομένου σώματος. Ἀλλὰ διὰ πᾶσαν τοιαύτην χημικὴν ἐνέργειαν ἀναπτύσσεται ἀφ' ἐνὸς μὲν ποσότης τις θερμότητος, δι' ἧς ἡ ἔνωσις τῶν μορίων τῶν σωμάτων ἐκτελεῖται, ἀφ' ἑτέρου δὲ γνωρίζομεν ἐκ τῶν προλεχθέντων, ὅτι διὰ πᾶσαν μεταβολὴν καταστάσεως ἀπὸ στερεᾶς εἰς ὑγρὰν ἀπορροφᾶται ποσότης τις αἰσθητῆς θερμότητος, ἥτις μετατρέπεται εἰς λανθάνουσαν. Ἡ θερμοκρασία λοιπὸν τῆς διαλύσεως θέλει αὐξηθῇ, ἢ μείνῃ ἡ αὐτὴ, ἢ ἐλαττωθῇ, καθόσον ἡ ἀναπτυσσομένη πρὸς παραγωγὴν τῆς διαλύσεως θερμότης εἶναι μεγαλειτέρα, ἢ ἴση, ἢ μικροτέρα τῆς πρὸς μεταβολὴν τῆς καταστάσεως τοῦ στερεοῦ εἰς λανθάνουσαν μετατρεπομένης. Ἐὰν π. χ. ἐνώσωμεν τέσσαρα μέρη θειικοῦ ὀξέος καὶ ἓν πάγου, αὐξάνει ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος κατὰ 50 μέχρις 60 βαθμούς· ἐὰν δὲ τοῦναντίον διαλύσωμεν τέσσαρα μέρη πάγου εἰς ἓν θειικοῦ ὀξέος, ἡ θερμο-

κρασία τῆς διαλύσεως γίνεται -20° . Ἐν μὲν τῇ πρώτῃ περιπτώσει ἡ μικρὰ ποσότης τοῦ πάγου ὑγροποιουμένη ἀπερρόφησε μέρος μόνον τῆς παραγομένης ἐν τῇ χημικῇ ἐνώσει θερμότητος, ἐν δὲ τῇ δευτέρᾳ ἡ μεγάλη τοῦ πάγου ποσότης ὅχι μόνον ἀπερρόφησεν ὅσπιν θερμότητα παρήγαγεν ἡ χημικὴ ἐνώσις, ἀλλὰ καὶ μέγα μέρος τῆς αἰσθητῆς θερμότητος τοῦ μίγματος.

153. **ΨΥΚΤΙΚΑ ΜΙΓΜΑΤΑ.** — Ὅταν ἐν τινι διαλύσει ἡ ἀπορρόφωμένη ἐκ τῆς μεταβολῆς τῆς καταστάσεως τοῦ στερεοῦ θερμότης ᾖ μεγάλητέρα τῆς πρὸς διάλυσιν αὐτοῦ ἀναπτυσσομένης, τότε ἡ θερμοκρασία τοῦ μίγματος ἐλαττοῦται κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς καὶ τὸ μίγμα καλεῖται *ψυκτικόν*. Πρὸς παραγωγὴν λοιπὸν ψυκτικοῦ τινος μίγματος πρέπει νὰ ὑπάρχει μία τοῦλάχιστον στερεὰ οὐσία, ἥτις μεταβάλλουσα ταχέως κατὰστασιν νὰ παράγῃ ὑγρὰν τινα διάλυσιν, ἐν ᾗ ἡ διὰ τῆς χημικῆς ἐνεργείας ἀναπτυσσομένη θερμότης νὰ ᾖ μικροτέρα τῆς πρὸς μεταβολὴν τῆς καταστάσεως τοῦ στερεοῦ ἀπαιτουμένης.

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰ ἴσα κατὰ βάρους μέρη, ἅτινα πρέπει νὰ λαμβάνωνται ἐκ τῶν ἀντιστοιχοῦσων εἰς αὐτὰ οὐσιῶν, ἵνα ἡ προκύπτουσα θερμοκρασία τοῦ μίγματος ᾖ ὅσω τὸ δυνατόν μικροτέρα.

Τῶν διαφόρων ψυκτικῶν μιγμάτων γίνεται χρῆσις ὑπὸ τῶν ψυκτικῶν δασάκις θέλουσι νὰ καταβιβάσωμεν εἰς ὥρισμένην θερμοκρασίαν τὴν τῶν σωμάτων, ἐφ' ὧν ἐκτελοῦσιν ὥρισμένα πειράματα. Πρὸ τινων ἐτῶν γίνεται χρῆσις αὐτῶν καὶ ἐν καιρῷ θέρους πρὸς ταχέαν παραγωγὴν πάγου. Πρὸς τοῦτο κατασκευάζονται ἰδιαιτέρα ὄργανα, παγωτήρης καλούμενα, δι' ὧν ἡ τοῦ πάγου παραγωγὴ κατορθοῦται καὶ ταχύτερον καὶ εἰς μεγαλύτεραν ποσότητα. Τὸ σχῆμα 136 παριστᾷ ἐντομὴν τοῦ καλουμένου παγωτήρος τοῦ *Batréb* (Villeneuve). Οὗτος σύγκειται ἐκ τριῶν ὁμοκέντρων καὶ κεχωρισμένων διὰ διαφραγμάτων χωρητικοτήτων. Ἡ μὲν ἐξωτερικὴ χωρητικότης αα περιέχει οὐσίας, αἵτινες προφυλάσσουν τὰς ἐντὸς αὐτῆς κειμένας ἀπὸ τῆς ἐπιρροῆς τῆς ἐξωτερικῆς θερμοκρασίας, ἡ δὲ χωρητικότης ββ περιέχει ὕδωρ ἢ πάγον. Ἐντὸς δὲ τῆς τρίτης καὶ κεντρικῆς χωρητικότητος ἐμβαπτιζεται ἐν τῷ ψυκτικῷ μίγματι τὸ ἐκ κασσιτέρου ἀγγεῖον Σ, τὸ περιέχον τὸ πρὸς πῆξιν ὕδωρ. Τὸ πῶμα τοῦ ἀγγείου Σ δύναται νὰ



σχ. 136.

περιστροφῇ διὰ τοῦ στροφάλου γ καὶ φέρει δύο πτερύγια, δι' ὧν ἀνα-
δεύεται τὸ μίγμα καὶ ἐπιταχύνεται ἡ διάλυσις. Ὅταν τὸ ψυκτικὸν
μίγμα ἀπολέσῃ τὴν ψυκτικὴν αὐτοῦ δύναμιν, τότε ἀνοίγεται διὰ τοῦ
μοχλοῦ τ ἡ δικλὴς η καὶ τὸ ὑγρὸν πίπτει ἐντὸς τοῦ δοχείου Υ , ἐν ᾧ
ὑπάρχουσιν πρὸς ψύξιν διάφορα ἄλλα ποτά. Ἐν διαστήματι μιᾶς ὥρας
διὰ τῆς ἀναμίξεως 8 γρ. ὀγκράμμων θειϊκῆς σόδας καὶ 5 ὑδροχλωρικοῦ
ὀξέος μεταβάλλονται εἰς πάγον 5 ἕως 6 χιλιόγραμμα ὕδατος.

ΟΥΣΙΑΙ	ΜΕΡΗ	ΚΑΤΑΒΑΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
Ὑδωρ	1	ἀπὸ +10° εἰς —16°
Νιτρικὴ ἀμμωνία	1	
Ὑδωρ	1	» +10° » —19°
Νιτρικὴ ἀμμωνία	1	
Ἑπανθρακικὴ σόδα	1	» +10° » —12°
Ὑδωρ	16	
Νίτρον	5	
Χλωροβχον ἀμμώνιον	5	» +10° » —19°
Πάγος τετριμμένος ἢ χιών	2	
Θαλάσσιον ἄλας	1	» +10° » —16°
Πάγος τετριμμένος ἢ χιών	3	
Πότασσα	4	» +10° » —17°
Θειϊκὴ σόδα	8	
Ὑδροχλωρικὸν ὀξύ	5	» +10° » —51°
Χιών ἢ πάγος τετριμμένος	3	
Κόνις χλωροῦχου τιτανίου	4	» +10° » —29°
Φωσφορικὴ σόδα	9	
Νιτρικὸν ὀξύ	4	» +10° » —19°
Θειϊκὴ σόδα	3	
Νιτρικὸν ὀξύ	2	

Τὰ ψυκτικώτερα μίγματα παράγονται διὰ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος ἐν
στερεᾷ καταστάσει λαμβανομένου. Ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἐν ὑπαίθρῳ
δύναται νὰ φθάσῃ σχεδὸν μέχρι —80°. Ἀναμιγνύμενον δὲ μετ' αἰθέ-
ρος ἀποτελεῖ ζύμην τινά, δι' ἧς μετεβλήθησαν πρῶτον εἰς ὑγρὰν καὶ
ἔπειτα εἰς στερεάν κατάστασιν διάφορα αέρια. Ἐὰν δὲ ἐν τῇ ζύμῃ ταύ-
τῃ προστεθῇ καὶ πρωτοξυδεῖον τοῦ ἀζώτου, παράγεται τὸ δρυμίτερον
ψυκτικὸν μίγμα. Διὰ τοῦ μίγματος τούτου τὸ οἶνόπνευμα μεταβάλλει
εἰς τοσοῦτον βαθμὸν τὴν ὑγρὰν αὐτοῦ κατάστασιν, ὥστε δὲν ἐκρέει
ἀνχρεπομένου τοῦ περιέχοντος αὐτὸ ἀγγείου.

154. ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΣΙΣ. — Ὅταν τηχθὲν τι στερεὸν ἐπαναλαμβάνῃ,

ψυχόμενον ἡρέμα καὶ βραδέως, τὴν προτέραν αὐτοῦ κατάστασιν, παρατηρεῖται ὅτι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον τὰ μόρια αὐτοῦ διατίθενται οὕτως, ὥστε σχηματίζουν διὰφορα γωμετρικὰ σχήματα, π. χ. τετράεδρα, ὀκτάεδρα, πρίσματα, κύβους κτλ. Τὰ οὕτως ἀποτελούμενα σχήματα καλοῦνται κρύσταλλοι, τὸ δὲ φαινόμενον τῆς παραγωγῆς αὐτῶν κρυστάλλωσις. Ἐὰν π. χ. τήξωμεν ἐντὸς χωματίνης χοάνης θεῖον, ἀφήσωμεν αὐτὸ νὰ ψυχθῇ ἡρέμα καὶ βραδέως, μέχρις οὗ ἡ ἐλευθέρα αὐτοῦ ἐπιφάνεια ἀποκτήσῃ πάχος ἐνὸς περίπου ἑκατοστοῦ τοῦ μέτρου, καὶ ἔπειτα ἐκχύσωμεν ταχέως τὸ μένον ἐντὸς τῆς χοάνης ἐν ὑγρᾷ εἰσέτι καταστάσει θεῖον διὰ τινος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ κατασκευασθείσης διὰ μαχαιριδίου ὀπῆς, θέλομεν ἰδεῖν, ἀφοῦ ἀφαιρέσωμεν ὅλην τὴν ἄνω στερεάν ἐπιφάνειαν τοῦ ψυχθέντος θείου, ἐπὶ τῶν παρεῖδων τῆς χοάνης πληθύν διαφόρων προεξοχῶν, ἀποτελουμένων ἐκ πλαγίων ῥομβοειδῶν πρισμάτων. Τὰ ῥομβοειδῆ ταῦτα πρίσματα εἶναι οἱ ἐκ τῆς τοιαύτης φύξεως ὑπὸ τῶν μορίων τοῦ θείου παραχθέντες κρύσταλλοι.

Τὰ πλεῖστα τῶν σωμάτων κρυσταλλοῦνται δι' ὁμοίου τρόπου. Δὲν κρυσταλλοῦνται ὁμῶς ὅσα σώματα, ὡς ὁ κηρός, ὁ φώσφορος, ἡ ὑαλος, μεταβαίνουν ἀπὸ τῆς στερεᾶς εἰς τὴν ὑγρὰν κατάστασιν διερχόμενα δι' ὅλων τῶν μεταξὺ διαφόρων τῆς καταστάσεως αὐτῶν ἢ συνοχῆς βαθμῶν. Π. χ. ἡ ὑαλος θερμαινομένη καθίσταται κατ' ἀρχὰς ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον εὐλύγιστος, ἔπειτα μεταβάλλεται εἰς ζύμην, καὶ δὲν λαμβάνει τὴν διαφάνειαν τοῦ ὕδατος, εἰ μὴ ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῆς κατασταθῇ ἀρκούντως ὑψηλή. Ὅταν δὲ ἀκολουθῶς ἐκ τῆς καταστάσεως ταύτης μεταβαίνῃ διὰ τῆς ψύξεως εἰς τὴν στερεάν, διέρχεται ἀντιστρόφως δι' ὅλων τῶν ἀνωτέρω τῆς συστάσεως αὐτῆς βαθμῶν, ἡ δὲ πρὸς κρυστάλλωσιν τῶν μορίων αὐτῆς τάσις κατανικᾶται ἐκάστοτε ἐκ τῆς πρὸς ἄλληλα τῶν μορίων τῆς ὕλης συνοχῆς πρὸς παραγωγὴν τῆς βαθμιαίας ταύτης πρὸς τὴν στερεάν κατάστασιν συστάσεως.

Συμβαίνει ὡσαύτως καὶ ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον κρυστάλλωσις οὐσίας τινός, ὅταν τὸ παραγαγὸν τὴν διάλυσιν αὐτῆς ὑγρὸν ἐξατμίζεται κατὰ μικρὸν καὶ ἡ διάλυσις διακκηται ἐν ἡρεμίᾳ. Οὕτω κρυσταλλοῦται ἡ θεϊκὴ σόδα, τὸ νίτρον, ἡ στυπτηρία, τὸ θαλάσσιον ἅλας, κτλ.



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΜΕΤΑΒΑΣΙΣ ΑΠΟ ΤΗΣ ΥΓΡΑΣ ΕΙΣ ΤΗΝ ΑΕΡΟΕΙΔΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΝ
ΚΑΙ ΤΑΝΑΠΑΛΙΝ, ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ.

155. **ΑΤΜΟΙ.** — Όταν σώμα τι μεταβαίνει ὡς οὐδὴ ποτε ἀπὸ τῆς στερεᾶς ἢ υἱρᾶς αὐτοῦ καταστάσεως εἰς τὴν αεριοειδῆ, τὸ ρευστόν, εἰς ὃ τότε μετατρέπεται, καλεῖται ἀτμός τοῦ σώματος. Παραδείγματός χάριν, τὸ ὕδωρ, τὸ οἶνόπνευμα, ὁ αἰθήρ, κτλ. διὰ τῆς ἐπαρκoῦς θερμάνσεως μετατρέπονται εἰς αἷρια, ἅτινα καλοῦνται ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος, τοῦ οἶνοπνεύματος, τοῦ αἰθέρος κτλ.

Ἐκ τῶν ἐν τῷ παρόντι κεφαλαίῳ ἐκτεθησομένων θέλει καταστῇ τοῖς πᾶσι φανερόν ὅτι μεταξὺ αερίων καὶ ἀτμῶν οὐδεμία ἄλλη ὑπάρχει διαφορά, εἰ μὴ καθ' ὅσον τὰ μὲν αἷρια εἶναι ἀτμοὶ σωμάτων, ἅτινα εἰς τὰς συνήθεις θερμοκρασίας καὶ πιέσεις δὲν παρουσιάζονται εἰς ἡμᾶς ὑπὸ τὴν στερεὰν ἢ υἱρὰν κατάστασιν, οἱ δὲ ἀτμοὶ εἶναι τὰ αἷρια σώματων, ἅτινα εἰς τὰς συνήθεις θερμοκρασίας καὶ πιέσεις εἶναι γνωστὰ εἰς ἡμᾶς ὑπὸ τὴν στερεὰν ἢ υἱρὰν αὐτῶν κατάστασιν.

156. **ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ.** — Κατὰ δύο τρόπους σώμα τι μετατρέπεται εἰς ἀτμόν διὰ τοῦ βρασμοῦ καὶ διὰ τῆς ἐξάτμισεως.

Βρασμός καλεῖται ἡ καθ' ὅλην τὴν μάζαν τοῦ υἱροῦ διὰ τῆς θερμάνσεως παραγωγὴ ἀτμῶν ἐν εἴδει φυσαλλίδων, αἵτινες, γεννώμεναι ἐπὶ τῶν θερμαινομένων παρειῶν τοῦ περιέχοντος τὸ υἱρὸν ἀγγείου, ἀνέρχονται διὰ τῶν στρωμάτων τοῦ υἱροῦ αὐξανόμεναι κατ' ὄγκον καὶ διαρρυνόμεναι κατὰ τὴν ἐλευθέραν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν. Θέλομεν δὲ ἰδεῖ ὅτι δι' ἕκαστον υἱρὸν ὁ βρασμός παράγεται εἰς ὠρισμένην θερμοκρασίαν, ἥτις μένει πάντοτε ἡ αὐτή, ὅταν αἱ ἐν αἷς παράγεται περιστάσεις μένωσιν αἱ αὐταί.

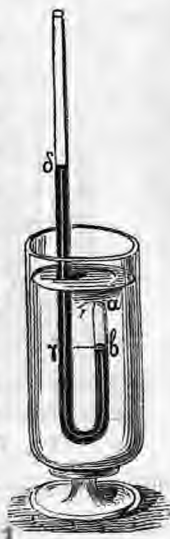
Εξάτμισις καλεῖται ἡ ἀνεπαίσθητος ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας μόνον ἐπιφανείας τοῦ υἱροῦ παραγωγὴ τῶν ἀτμῶν. Οὕτως ἐξάτμιζεται τὸ ἐν ὑπαίθρῳ ἐκτιθέμενον ἐν ἀνοικτῷ ἀγγεῖῳ ὕδωρ, τὸ οἶνόπνευμα, ὁ αἰθήρ. Ἡ ἐξάτμισις παράγεται εἰς ὅποιανδήποτε σχεδὸν θερμοκρασίαν καὶ ἐπὶ στερεῶν σωμάτων, οἷα εἶναι ἡ κάμφορα, ὁ πάγος, τὸ ἀρσενικόν κτλ.

Πρὶν ἢ προβῶμεν εἰς τὴν ἐξέτασιν τῶν τοῦ βρασμοῦ καὶ τῆς ἐξάτμισεως νόμων, θέλομεν πραγματευθῇ πρῶτον περὶ τῶν γενικῶν ιδιοτήτων τῶν ἀτμῶν καὶ τῶν μεταξὺ αὐτῶν καὶ τῶν ἰδίως αερίων ὑπαρχουσῶν ὁμοιοτήτων.

157. **ΤΑΣΙΣ ΑΤΜΟΥ.** — Τάσις ἀτμῶν καλεῖται ὅ,τι καὶ τάσις ἢ ἐλα-

στική δύναμις αερίου τινός (89), τουτέστιν ἡ δύναμις, μεθ' ἧς οὔτοι πιέζουσιν ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω τὰς παρειὰς τοῦ περιέχοντος αὐτοὺς ἀγγείου. Ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν ἀποδεικνύεται συνήθως διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος.

Λαμβάνουσι σιφωνοειδῆ τινα σωλῆνα *δα*, κεκλεισμένον πρὸ τὸ ἄκρον *α*, καὶ πληροῦσιν αὐτὸν κατὰ τὸ ἥμισυ ὑδραργύρου (σχ. 137). Ἀφοῦ εἰσαγάγωσιν ἔπειτα διὰ τοῦ ὑδραργύρου μίαν σταγὸνα αἰθέρος ἐν τῷ κεκλεισμένῳ βραχίονι τοῦ σίφωνος, ἐμβαπτίζουσιν αὐτὸν ἐντὸς ὕδατος, ἔχοντος θερμοκρασίαν 45 περίπου βαθμῶν. Παρατηρεῖται τότε ἀμέσως ὅτι ἡ μὲν στήλη τοῦ ὑδραργύρου ἐν τῷ βραχίονι *α* κατέρχεται βαθμηδόν, ἡ δὲ ἐν τῷ *δ* ἀνέρχεται οὕτως, ὥστε μετὰ τινὰς στιγμὰς ἐν τῷ βραχίονι *α* σχηματίζεται ἀερίον τι, ὕπερ εἶναι κατὰ πάντα ὅμοιον τοῦ αἵρος, πληροῦ τὸν χῶρον *αβ*, καὶ τοῦ ὁποίου ἡ ἐλαστικὴ δύναμις ἰσορροπεῖ τὴν ὑδραργυρικὴν στήλην *γδ* καὶ τὴν ἐπ' αὐτῆς ἐνεργοῦσαν ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Τὸ ἀέριον τοῦτο οὐδὲν ἄλλο εἶναι ἢ ἡ σταγὼν τοῦ αἰθέρος μετατραπείσα εἰς ἀτμόν, ἡ δὲ δύναμις, δι' ἧς ἰσορροπεῖται ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις καὶ ἡ στήλη *γδ* τοῦ ὑδραργύρου, εἶναι ἡ τάσις τῶν παραχθέντων διὰ τῆς θερμότητος τοῦ ὕδατος αἰθερατμῶν.

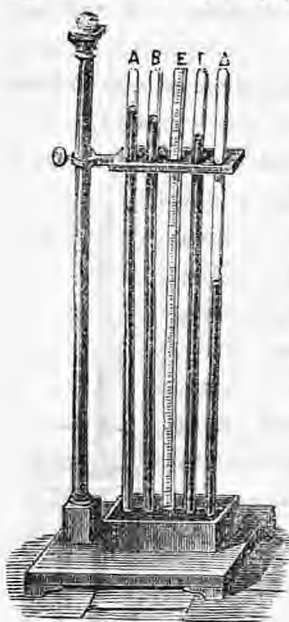


Σχ. 137

Ἐὰν ἡ καταβιβάσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ὕδατος ἢ ἐξαγάγωμεν ἐξ αὐτοῦ τὸν σιφωνοειδῆ σωλῆνα, παρατηροῦμεν ὅτι ἡ μὲν στήλη *δ* τοῦ ὑδραργύρου κατέρχεται βαθμηδόν, οἱ δὲ ἐν τῷ χῶρῳ *αβ* παραχθέντες ἀτμοὶ μετατρέπονται πάλιν εἰς τὴν σταγὸνα τοῦ αἰθέρος, ἐξ ἧς τὸ πρῶτον παρήχθησαν. Ἐὰν τοῦναντίον θερμάνωμεν ἐπὶ πλεον τὸ ἐν *β* ἐμβαπτιζόμεν τὸν σωλῆνα ὕδωρ, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ χῶρος *αβ* αὐξάνει περισσότερον, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι ἡ τάσις τῶν ἐγκεκλεισμένων ἀτμῶν καθίσταται μεγαλειτέρα.

158. ΤΑ ὙΠΕΡ ΜΕΤΑΤΡΕΦΟΝΤΑΙ ΑΜΕΣΩΣ ΕΝ Τῷ ΚΕΝῳ Εἰς ΑΤΜΟΥΣ — Πρὸς ἀποδείξιν τούτου λαμβάνομεν ἀριθμόν τινα βαρομετρικῶν σωλῆνων, π. χ. τοὺς Α, Β, Γ, Δ, οὓς, ἀφοῦ πληρώσωμεν πρῶτον μετὰ προσοχῆς ὑδραργύρου, ἐμβαπτιζόμεν ἐντὸς λεκάνης περιεχούσης ὑδραργυρον (σχ. 138). Τὰ ἐντὸς τῶν σωλῆνων τούτων ὕψη τοῦ ὑδραργύρου θέλουσιν εἶναι κατ' ἀρχὰς ἴσα. Ἐὰν ὅμως εἰσαγάγωμεν ἔπειτα ἐν μὲν τῷ σωλῆνι Β σταγόναν τινὰς ὕδατος, ἐν τῷ Γ σταγόναν τινὰς οἶνοπνεύματος καὶ ἐν τῷ Δ αἰθέρος, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι αἱ μὲν εἰσαχθεῖσαι σταγόνες ἀφανίζονται ἀκαριαίως, αἱ δὲ βαρομετρικαὶ στήλαι τῶν σωλῆνων

Β, Γ καὶ Δ κατέρχονται ἀμέσως καὶ ἀνισάκις. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν 1^{ον} ὅτι ἐν τῷ βαρομετρικῷ κεῖν τὰ υἱγρά, ὡς τὸ ὕδωρ, τὸ οἶνό-



Σχ. 138

πνευμα, ὃ αἰθήρ, ἐξατμίζονται ἀκαριαίως, καὶ 2^{ον} ὅτι αἱ τάσεις τῶν παραγομένων ἀτμῶν εἶναι ἄριστοι. Ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ οἶνοπνεύματος εἶναι μεγαλειτέρα τῆς τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος, καὶ ἡ τῶν τοῦ αἰθέρος μεγαλειτέρα τῆς τάσεως τῶν ἀτμῶν τοῦ αἶναπνεύματος, τῆς θερμοκρασίας αὐτῶν ὑποτιθεμένης τῆς αὐτῆς.

Ἡ ἐν τοῖς σωλῆσι Β, Γ καὶ Δ κατάπτωσις τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης δὲν δύναται βεβαίως ν' ἀποδοθῇ εἰς τὸ βάρος τῶν εἰσαχθεισῶν σταγόνων, διότι τὸ βάρος αὐτῶν εἶναι ἀσυγκρίτως μικρότερον τοῦ βάρους τοῦ καταπεσόντος ἐν ἐκάστῳ σωλῆνι ὑδραργύρου.

159. ΑΤΜΟΙ ΚΕΚΟΡΕΣΜΕΝΟΙ ΚΑΙ ΜΗ. —

Ἐὰν ἐξακολουθήσωμεν εἰσάγοντες ἐν τινι τῶν σωλῆνων Β, Γ καὶ Δ νέας σταγόνας τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι αὗται θέλουσιν ἐξατμίζεσθαι ἀμέσως μέχρι τινός, καὶ ὅτι ἀπὸ τινος στιγμῆς αἱ κατόπιν εἰσαγόμεναι σταγόνες θέλουσι μένει ἐν ὑγρᾷ καταστάσει ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου. Ἐνὸς μὲν συμβαίνει ἐξάτμισις τῶν εἰσαγομένων σταγόνων, παρατηρεῖται ὅτι ἡ ὑδραργυρική στήλη κατέρχεται, ἅμα δ' ὡς παύσῃ ἡ τοιαύτη ἐξάτμισις, ἡ ὑδραργυρική στήλη διατηρεῖ τὴν αὐτὴν ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τῆς λεκάνης ἀπόστασιν, τῆς θερμοκρασίας ὑποτιθεμένης πάντοτε τῆς αὐτῆς.

Ὅταν δὲν συμβαίνει νέα ἐξάτμισις τοῦ εἰσαγομένου ὑγροῦ, λέγουσιν ὅτι ὁ χώρος, ἐν ᾧ περιέχονται οἱ παραχθέντες ἀτμοί, εἶναι κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἢ ὅτι οἱ ἀτμοὶ ἐν τῷ ἐν ᾧ περιέχονται χώρῳ εἶναι κεκορεσμένοι. Χώρος λοιπὸν τις λέγεται κεκορεσμένος ἀτμῶν ὑγροῦ τινος, ὅταν, τῆς θερμοκρασίας ὑποτιθεμένης τῆς αὐτῆς, πᾶσα ἐν τῷ αὐτῷ χώρῳ νέα ἐξάτμισις αὐτοῦ ᾖ ἀδύνατος· ἢ οἱ ἀτμοὶ ὑγροῦ τινος ἐν ὠρισμένῳ χώρῳ λέγονται κεκορεσμένοι, ὅταν, τῆς θερμοκρασίας ὑποτιθεμένης τῆς αὐτῆς, ὁ ἐν ᾧ περιέχονται χώρος δὲν δύναται νὰ χωρῇ μεγαλειτέραν αὐτῶν ποσότητα.

Ὅταν χώρος τις ἐν ὠρισμένῃ θερμοκρασίᾳ δὲν ᾖ κεκορεσμένος ἀτμῶν ὑγροῦ τινος, λέγεται ἀκόρεστος καὶ οἱ ἀτμοὶ μὴ κεκορεσμένοι.

160. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΚΕΚΟΡΕΣΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΜΗ ΑΤΜΩΝ. —

χώρος τις ἦναι κεκορεσμένος ἀτμῶν ὑγροῦ τινος ἐν ὀρισμένη τινὶ θερμοκρασίᾳ, ἢ τάσις αὐτῶν μένει πάντοτε ἢ αὐτὴ αὐξανόμενου ἢ ἐλαττωμένου τοῦ ὑπ' αὐτῶν κεκορεσμένου χώρου, τουτέστιν εἶναι σταθερὰ καὶ ἀνεξάρτητος τῆς ἐπ' αὐτῶν παραγομένης πίεσεως, ὅταν ἡ θερμοκρασία μένῃ ἀμετάβλητος. Πρὸς ἀπόδειξιν τούτου λαμβάνομεν βαρομετρικὸν τινα σωλῆνα Α, διηρημένον εἰς ἴσα μέρη καθ' ὅλον αὐτοῦ τὸ μῆκος, καὶ εἰσάγομεν ἐν αὐτῷ ποσότητά τινα αἰθέρος τοσαύτην, ὥστε μετὰ τὴν ἐν τῷ βαρομετρικῷ κενῷ συμβαίνουσαν ἀκαριαίαν ἐξάτμισιν νὰ μένωσιν ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης σταγόνες τινὲς ἐν ὑγρᾷ καταστάσει (Σχ. 139). Κατὰ τὰ ἀνωτέρω λεχθέντα ὁ μὲν βαρομετρικὸς θάλαμος θέλει εἶναι κεκορεσμένος ἀτμῶν, ἢ δὲ ἀπόστασις τῆς κορυφῆς Α τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης ἀπὸ τῆς ἐν τῇ λεκάνῃ ἐλευθέρας ἐπιφανείας αὐτοῦ θέλει παριστᾶ τὴν ἐπὶ τῆς τάσεως αὐτῶν ὑπεροχὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως. Ἐὰν ἔπειτα, τούτων οὕτως ἐχόντων, βυθίσωμεν ἐπὶ πλέον τὸν σωλῆνα Α ἐν τῇ λεκάνῃ, παρατηροῦμεν ὅτι ὁ μὲν κεκορεσμένος χώρος ἐλαττοῦται, τὸ δὲ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης Α μένει ἀμετάβλητον. Ἐπεὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι ποσότης τις τῶν περιεχομένων ἀτμῶν ἐπανῆλθεν εἰς τὴν προτέραν ὑγρὰν αὐτῆς κατάστασιν, ἢ δὲ τάσις τῶν μεινάντων καὶ κορεννούντων τὸν ἐλαττωθέντα χώρον ἔμεινεν ἀμετάβλητος. Ὅτι δὲ ἐλαττωθέντος τοῦ χώρου συνέβη μετάθασις μέρους τῶν περιεχομένων ἀτμῶν ἀπὸ τῆς ἀεροειδοῦς εἰς τὴν προτέραν ὑγρὰν αὐτῶν κατάστασιν, τοῦτο παρατηρεῖται ἐπὶ τῆς στήλης τοῦ ἐπὶ τῆς ὑδραργυρικῆς ἐπιφανείας Α ὑπάρχοντος αἰθέρος, ἥτις φαίνεται αὐξάνουσα. Ἐὰν, ἀντὶ νὰ βυθίσωμεν τὸν σωλῆνα Α, ὑψώσωμεν αὐτὸν ὑπεράνω τῆς λεκάνης, παρατηροῦμεν ὅτι, ἐνόσω μένει εἰσέτι ἐπὶ τῆς στήλης Α ὑγρὸν πρὸς ἐξάτμισιν, ὁ μὲν αὐξηθεὶς χώρος εἶναι κεκορεσμένος καὶ πάλιν, τὸ δὲ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης Α μένει καὶ πάλιν τὸ αὐτό. Λοιπὸν, ὅταν χώρος τις ὅσαοδήποτε ἦναι κεκορεσμένος ἀτμῶν ὑγροῦ τινος ἐν τινὶ θερμοκρασίᾳ, ἢ τάσις αὐτῶν εἶναι σταθερὰ, ὅποιανδήποτε καὶ ἂν ὑποστῇ οὗτος αὐξῆσιν ἢ ἐλάττωσιν. Ἡ σταθερὰ αὕτη τάσις, ἢ κατὰ τὰ ἐν τῇ προηγούμενῃ § λεχθέντα μεγαλειτέρα πάσης ἄλλης τῶν αὐτῶν ἀτμῶν μὴ κεκορεσμένων, ἀλλὰ τὴν αὐτὴν ἐχόντων θερμοκρασίαν, καλεῖται *μεγίστη*.



Σχ. 139

Ἐάν, ἀντὶ νὰ κορέσωμεν τὸ βαρομετρικὸν κενὸν τοῦ σωλῆνος Α ἀτμῶν, εἰσαγάγωμεν ἐν αὐτῷ μικρὰν μόνον ποσότητα τοῦ ἐξατμιζομένου ὑγροῦ, καὶ ἐπαναλάβωμεν ἐπ' αὐτοῦ τὸν ἀνωτέρω τοῦ πειρᾶσθαι τρόπον, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι, ὅταν βυθίζωμεν ἐπὶ πλέον ἐν τῇ λεκάνῃ τὸν σωλῆνα καὶ ἐλαττοῦμεν οὕτω τὸν ὑπὸ τῶν ἀτμῶν κατεχόμενον χώρον, τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης Α ἐλαττοῦται, ὅταν δὲ ἀνυψώμεν τὸν σωλῆνα καὶ αὐξάνωμεν οὕτω τὸν ὑπὸ τῶν ἀτμῶν κατεχόμενον ὄγκον, τὸ ὕψος τῆς ὑδραργυρικῆς στήλης Α αὐξάνει. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι, ὅταν ἐλαττοῦται ὁ ὑπὸ τῶν μὴ κεκορεσμένων ἀτμῶν κατεχόμενος χώρος, ἡ τάσις αὐτῶν αὐξάνει, ὅταν δὲ ὁ ὄγκος αὐτῶν αὐξάνῃ, ἡ τάσις αὐτῶν ἐλαττοῦται. Ἐπειδὴ δὲ παρατηροῦμεν ὅτι, γενομένου τοῦ χώρου τὸ ἥμισυ, τὸ τρίτον κτλ., ἡ τάσις τῶν μὴ κεκορεσμένων ἀτμῶν γίνεται διπλασία, τριπλασία κτλ., καὶ τὰνάπαλιν, συμπεραίνομεν ὅτι οἱ μὴ κεκορεσμένοι ἀτμοὶ ἀκολουθοῦσι, καθὼς καὶ τὰ ἀέρια, τὸν γνωστὸν νόμον τοῦ Μαριόττου (404).

Ἡ ἀνωτέρω μεταξὺ τῶν μὴ κεκορεσμένων ἀτμῶν καὶ τῶν ἀερίων ὁμοιότης ἐπιβεβαιεῖ ὅ,τι ἀνωτέρω ἐλέγομεν, ὅτι οἱ ἀτμοὶ δὲν διαφέρουσι τῶν ἀερίων εἰ μὴ κατὰ τοῦτο, ὅτι ταῦτα εὐρίσκονται εἰς τὰς συνήθεις θερμοκρασίας καὶ πιέσεις πολὺ μακρὰν τῆς ὑγρᾶς αὐτῶν καταστάσεως.

Ἐτέρα οὐσιώδης ὁμοιότης εἶναι, ὅτι ὁ συντελεστής τῆς κατ' ὄγκον διαστολῆς τῶν μὴ κεκορεσμένων ἀτμῶν εἶναι σχεδὸν ἴσος τῷ τοῦ ἀέρος.

161. ΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΕΚΟΡΕΣΜΕΝΩΝ ΑΤΜΩΝ Εἰς ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ. — Διὰ τῶν ἀνωτέρω πειραμάτων ἀπεδείξαμεν ὅτι τὸ μέγιστον τῆς τάσεως τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν εἶναι σταθερὸν καὶ ἀνεξάρτητον τῆς ὑπ' αὐτῶν ὑφισταμένης πιέσεως, ἀλλ' ὅταν ἡ θερμοκρασία ᾖ ἡ αὐτή. Ὅταν ὅμως ἡ θερμοκρασία μεταβάλλῃται, τὸ μέγιστον τῆς τάσεως τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν ἐν ἐκάστη θερμοκρασίᾳ εἶναι διάφορον· τοῦτέστιν, ἂν ὁ αὐτὸς χώρος κορεσθῇ ἀτμῶν εἰς δύο διαφόρους θερμοκρασίας, ἡ τάσις αὐτῶν δὲν εἶναι ἡ αὐτή. Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τούτου καὶ πρὸς μέτρησιν τῆς ἐν ἐκάστη θερμοκρασίᾳ τάσεως αὐτῶν ὁ Δάλλτων (Dalton), Ἀγγλὸς φυσικός, μετεχειρίσθη τὴν ἐξῆς συσκευήν.

Ἐντὸς τοῦ πλήρους ὑδραργύρου ἀγγείου Μ ἐνεβάπτισε δύο βαρομετρικοὺς σωλῆνας Α καὶ Β, τοὺς ὁποίους περιέβαλεν ὑπὸ τινος ὑαλίνου καὶ ἄνευ βάσεων κυλίνδρου, ὃν καὶ ἐπλήρωσεν ὕδατος (Σχ. 140). Τὸ ὕδωρ τοῦ κυλίνδρου ἠδύνατο νὰ διατηρῇται εἰς ἀνώτερον ὕψος ἀπὸ τῆς ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Μ ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ὑδραργύρου ἕνεκα τῆς ἀνίσου αὐτῶν πυκνότητος (72). Τὸ ἀγγεῖον Μ ἐτέθη ἐπὶ μικρᾶς καμίνου, δι' ἧς μετεβάλλετο ἡ θερμοκρασία τοῦ περιεχομένου ὑδραργύρου, καὶ δι' αὐτοῦ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑπερκειμένου ὕδατος καὶ τῶν ἐν αὐτῷ ἐμβεβα-

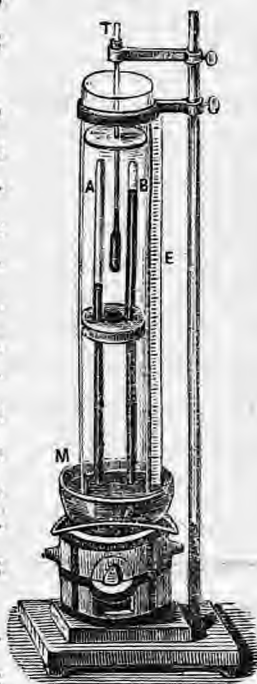
πιεσμένων σωμάτων. Τὸ μὲν θερμόμετρον Τ, τὸ μεταξὺ τῶν δύο βαρομετρικῶν σωλήνων Α καὶ Β κείμενον, ἐδείκνυε τὴν ὑπάρχουσαν ἐκαστοτε θερμοκρασίαν, ὃ δὲ διηρημένος κανὼν Ε τὴν μεταξὺ τῶν ἐλευθέρων ἐπιφανειῶν τοῦ ἐν τοῖς σωλήσιν Α καὶ Β ὑδραργύρου διαφοράν. Ὁ μὲν σωλήν Β ἐχρησίμευεν αὐτῷ ὡς βαρόμετρον, ἐν δὲ τῷ σωλήνι Α εἰσῆγε τὸ ὑγρὸν, τὴν μεγίστην τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ὁποίου ἐπρόκειτο νὰ μετρήσῃ εἰς διαφοροὺς θερμοκρασίας. Πρὸς τοῦτο δ' ἐπειράτο ὡς ἑξῆς·

Ἀνεξίθαζεν εἰς τινὰ ἀμετάβλητον θερμοκρασίαν τὸ ὕδωρ τοῦ ὑαλίνου κυλίνδρου καὶ παρετήρει ἐπὶ τοῦ κανόνος Ε τὴν διαφοράν τῶν ὑψῶν τοῦ βαρομέτρου Β καὶ τοῦ κεκορεσμένου ἀτμῶν σωλήνος Α. Ἡ διαφορὰ αὕτη ἐδείκνυε τὴν τάσιν τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν ἐν τῇ ὑπαρχούσῃ θερμοκρασίᾳ. Μετέβαλλεν ἔπειτα τὴν ὑπάρχουσαν θερμοκρασίαν, καὶ παρετήρει ὅτι οἱ κεκορεσμένοι ἀτμοὶ τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ εἶχον διάφορον τάσιν, ἣν ἐμέτρα ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ κανόνος Ε. Ἐντεῦθεν συνεπέρανεν ὅτι ἡ τάσις τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν ὑγροῦ τινὸς εἶναι μὲν ἀνεξάρτητος τῆς ὑπ' αὐτῶν ὑφισταμένης πίεσεως, ἀλλὰ μεταβάλλεται μεταβαλλομένης τῆς θερμοκρασίας αὐτῶν.

Διὰ τῆς ἀνωτέρω συσκευῆς ἐμέτρησεν ὁ Δάλτων τὰς τάσεις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος ἀπὸ τῆς θερμοκρασίας 0° μέχρις 400° . Δὲν ἤδύνατο δὲ νὰ προβῇ καὶ περισσώτερον, διότι, ὡς ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι πίνακος παρατηρεῖ τις, ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῶν ᾖ 400° , εἶναι 760 χιλιοστόμετρα, τουτέστιν ἴση μὲ τὸ ὕψος τῆς στήλης τοῦ βαρομέτρου Β.

Ὁ Δουλὼν καὶ Ἀραγὼ τὸ 1830 ἐμέτρησαν δι' ἰδιαιτέρας συσκευῆς τὰς τάσεις αὐτῶν διὰ θερμοκρασίας ἀνωτέρας τῶν 400° μέχρις 24 ἀτμοσφαιρῶν, καὶ τελευταῖον ὁ Ρενιὼ τὸ 1844 ἐπανελάβε πρὸς εὗρεσιν τῶν τάσεων τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος μέχρις 400° τὰ πειράματα τοῦ Δάλτωνος τροποποιήσας ἐπὶ τὸ τελειότερον τὴν συσκευὴν αὐτοῦ, καὶ ἐπεξέτεινε δι' ἰδίας συσκευῆς, ὅσον ἔνεστι τελειοτέρας, τὰς ἐρεῦνας αὐτοῦ μέχρι τῆς θερμοκρασίας τῶν 230 βαθμῶν.

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰ ἐξαγόμενα τῶν πειραμάτων τοῦ Ρενιὼ ἐπὶ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος, καὶ θεωρεῖται ὡς ὁ ἀκριβέστερος πάντων τῶν ὑπὸ διαφορῶν φυσικῶν εὐρεθέντων. Ἐν αὐτῷ παρατηρεῖ τις



Σχ. 140

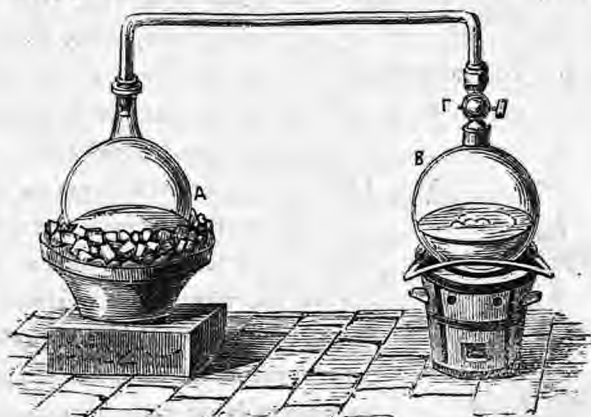
ὅτι, αὐξανομένης κατὰ 130 περίπου βαθμούς τῆς θερμοκρασίας ἀπὸ τῆς τῶν 100°, ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος γίνεται 28^α μεγαλειτέρα. Τῆς ὥς ἐκ τῆς αὐξανομένης θερμοκρασίας τῶν ἀτμῶν προκυπτούσης αὐξήσεως τῆς τάσεως αὐτῶν γίνεται ἐπιτυχῆς χρῆσις εἰς τὴν κίνησιν τῶν ἀτμομηχανῶν.

Ἴσως φανῇ παράδοξον εἰς τινὰς ὅτι εἰς θερμοκρασίας 10, 20, 30 βαθμῶν ὑπὸ τὸ μηδὲν ὑπάρχουσιν ἀτμοὶ ὕδατος ἔχοντες ἐλαστικὴν τινα δύναμιν. Ἄλλ' ὁ Γαλιουσαῖ ἀπέδειξε τὴν ὑπαρξίν αὐτῶν διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος.

Κατεσκευάσας δύο βαρομετρικοὺς σωλήνας, καὶ θέσας ἐντὸς τοῦ βαρομετρικοῦ κενοῦ τοῦ ἑνὸς σταγόναν τινὰς ὕδατος περιέβαλε τὸ μέρος τοῦτο τοῦ σωλήνος ὑπὸ ψυκτικοῦ τινος μίγματος. Αἱ εἰσαχθεῖσαι σταγόνες κατ' ἀρχὰς μετετράπησαν εἰς ἀτμούς, οἵτινες ψυχθέντες μετεβλήθησαν εἰς πάγον, ὅστις ἐπεκάθησεν ἐπὶ τῶν παρειῶν τοῦ βαρομετρικοῦ θαλάμου. Ἀλλὰ καὶ μετὰ τὴν τοιαύτην μετατροπὴν παρετήρησεν ὅτι ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη τοῦ σωλήνος ἦτο μικροτέρα κατὰ τινα χιλιοστά τῆς τοῦ βαρομέτρου, καὶ ὅτι ἡ παρατηρουμένη διαφορὰ μετεβάλλετο κατὰ τὴν διάφορον θερμοκρασίαν τοῦ ψυκτικοῦ μίγματος, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι ὑπῆρχον ἐν τῷ σωλήνῳ ἀτμοὶ ἔχοντες διάφορον τάσιν κατὰ τὰς διαφόρους ὑπὸ τὸ 0 θερμοκρασίας αὐτοῦ.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΙ	ΤΑΣΕΙΣ ΕΙΣ ΧΙΛΙΟΣΤΟΜΕΤΡΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΙ	ΤΑΣΕΙΣ ΕΙΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ
—30°	0,39	100°, 0	1
—20	0,93	120, 6	2
—10	2,09	133, 9	3
—5	3,11	144, 0	4
0	4,69	152, 5	5
5	6,53	159, 2	6
10	9,17	165, 3	7
20	17,39	170, 8	8
30	31,55	175, 8	9
40	54,91	180, 3	10
50	91,98	184, 5	11
53	117,47	188, 4	12
60	148,70	192, 1	13
65	186,94	195, 5	14
70	233,09	201, 9	16
75	288,51	207, 7	18
80	354,61	213, 6	20
85	433,04	217, 9	22
90	525,35	222, 5	24
95	633,77	226, 8	26
100	760,00	230, 9	28

162. ΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΟΙΝΟΥΝΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΟΥ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΛΙΓΕΙΩΝ. — Ἐάν δύο ἀγγεῖα B καὶ A περιέχωσι τὸ αὐτὸ ὑγρὸν εἰς δύο διαφόρους θερμοκρασίας καὶ συγκοινωνῶσι διὰ τινος σωλήνος, ἡ κοινὴ τάσις τῶν ἀτμῶν αὐτῶν θέλει εἶναι ἴση μὲ τὴν τάσιν τῶν ἀτμῶν τοῦ ψυχροτέρου (Σχ. 144), καὶ οὐχὶ ἡ μέση μεταξὺ τῶν ἀντιστοιχουσῶν τάσεων, ἀς ἤθελον οὗτοι ἔχει ἐν ἑκατέρῳ τῶν ἀγγείων. Ἐάν ὑποθέσωμεν π. χ. ὅτι τὸ ἀγγεῖον B περιέχει ὕδωρ εἰς θερμοκρασίαν 100° καὶ τὸ ἀγγεῖον A ὕδωρ θερμοκρασίας 0° ,



Σχ. 144.

ἐνόσω ἡ στρόφιγξ Γ μένει κλειστή, ἡ μὲν τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ ἀγγείου B θέλει εἶναι 760 χιλιοστά, ἡ δὲ τάσις τῶν ἀτμῶν τοῦ A μόνον 4,6. Ὅταν δὲ ἀνοιχθῇ ἡ στρόφιγξ Γ, ἡ κοινὴ τάσις τῶν ἀτμῶν θέλει κατέλθαι τότε εἰς 4,6 χιλιοστά καὶ οὐχὶ εἰς 282,3, ἥτις εἶναι ἡ μέση τιμὴ τῶν δύο τάσεων 760 καὶ 4,6. Διότι οἱ ἀτμοὶ τοῦ ἀγγείου B, ἐνεκα τῆς μεγαλειτέρας ἐλαστικῆς αὐτῶν δυνάμεως, θέλουσιν εἰσρομήσει ἐν τῷ ἀγγείῳ A, ὅπου συμπυκνοῦνται ἀμέσως μὴ δυνάμενοι νὰ ὑπάρχωσι κεκορεσμένοι ἐν χώρῳ, ἔχοντι μικροτέραν θερμοκρασίαν. Τοῦτ' αὐτὸ θέλει συμβῆ καὶ εἰς τοὺς κατόπιν μετὰ τὴν συμπύκνωσιν τῶν πρώτων ἐκ τοῦ ἀγγείου B ἐξελευσομένους, μέχρις οὗ ἡ κοινὴ αὐτῶν τάσις καταστῇ ἴση μὲ τὴν ἐν τῷ ψυχροτέρῳ A. Τῆς ιδιότητος ταύτης ἔκαμεν ὁ περιώνυμος Ἀγγλὸς μηχανικὸς Οὐάτ (Wall) πολῦτιμον χρῆσιν εἰς τὰς ἀτμομηχανὰς ἐπινοήσας τὸν καλούμενον πυκνωτήν.

163. ΤΑΣΙΣ ΤΩΝ ΜΕΤ ΑΕΡΙΩΝ ΑΝΑΜΕΜΙΓΜΕΝΩΝ ΑΤΜΩΝ. — Ὁ Δῶλτων πρῶτος εὗρε καὶ διὰ τῶν πειραμάτων αὐτοῦ ὁ Γαίλουσάκ ἀπέδειξε τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

1^{ον} Ὅταν ἀτμοὶ ὑγροῦ τινος, εἴτε κεκορεσμένοι εἶναι ἐν τινι θερμοκρασίᾳ εἴτε μὴ, ἐθρίσκωνται ἀναμεμιγμένοι μετὰ τινος ἀερίου, ἡ

τάσις αὐτῶν εἶναι ἴση μὲ τὴν τάσιν, ἢ ἤθειλον ἔχει, ἂν ὑπῆρχον μόνον ἐν τῷ ὑπὸ τοῦ ἀερίου καὶ αὐτῶν κατεχομένῳ ἐν τῷ μίγματι χώρῳ.

2^{ον} Ἡ ἐλαστικὴ τοῦ μίγματος δύναμις εἶναι ἴση μὲ τὸ ἄθροισμα τῶν ἐλαστικῶν δυνάμεων τῶν ἀτμῶν καὶ τοῦ ἀερίου, ὅταν αἱ ἐν τῷ μίγματι ὑπάρχουσαι ποσότητες ἐκάστου κατέχωσιν ὅγκον ἴσον τῷ ὀλίγῳ τοῦ μίγματος χώρῳ.

Ἐκαστος βλέπει ὅτι οἱ ἀνωτέρω δύο νόμοι κατ' οὐδὲν διαφέρουσι τῶν ἐν τῇ § 108 περὶ ἀναμίξεως τῶν ἀερίων δοθέντων, τοῦθ' ὅπερ ἐπιβεβαιῶσι τὴν μεταξὺ τῶν ἀτμῶν καὶ ἀερίων ὑπάρχουσιν ὁμοιότητα.

164. ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΒΡΑΣΜΟΥ. — Ὅταν ἐντὸς τοῦ ἀγγείου θερμαίνωμεν κάτωθεν ὑγρὸν τι, π. χ. ὕδωρ, παρατηροῦμεν ἐν πρώτοις ὅτι ἀνα-



Σχ. 142.

φαίνονται ἀμέσως φουσαλλίδες τινὲς (Σχ. 142). Αὗται ἀποτελοῦνται ἐκ τοῦ ἐν αὐτῷ διαλυμένου ἀέρος, ὅστις θερμαινόμενος ἐξέρχεται. Μετὰ ταύτας σχηματίζονται ἐπὶ τῶν θερμαινόμενων παρειῶν μικραὶ τινες φουσαλλίδες ἀτμοῦ, αἵτινες ἀνέρχονται μέχρι τινὸς καὶ ἐξαφανίζονται ψυχόμεναι ἐντὸς τῶν ὑπερκειμένων ψυχροτέρων στρωμάτων τοῦ ὕδατος. Ὁ σχηματισμὸς καὶ ἡ ἐκ τῆς ψύξεως προερχομένη ἐξαφάνισις τῶν φουσαλλίδων τούτων τοῦ ἀτμοῦ παράγουσι τὸν συνήθως πρὸ τοῦ βρασμοῦ ἀκουόμενον μικρὸν, οὕτως εἰπεῖν, σιγμὸν. Ἐπὶ τέλους, διαρκούσης τῆς θερμάνσεως, ἀναφαίνονται καθ' ὅλην τὴν μάζαν τοῦ ὑγροῦ μεγάλαι φουσαλλίδες ἀνερ-

χόμεναι καὶ διαρρήγνυμεναι κατὰ τὴν ἐλευθέραν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν, τοῦθ' ὅπερ ἀποτελεῖ κατὰ τὸν ἐν τῇ § 156 δοθέντα ὀρισμὸν τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ.

Παρατηρήθη δὲ ὅτι ὁ βρασμὸς, δι' ἅπαντα τὰ παράγοντα τὸ φαινόμενον τοῦτο ὑγρὰ, ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

1^{ον} Διὰ τὸ αὐτὸ ὑγρὸν παράγεται ἐν τῇ αὐτῇ πάντοτε θερμοκρασία, ὅταν αἱ ἐν αἷς παράγεται ἐξωτερικαὶ περιστάσεις ἦναι αἱ αὐταί.

2^{ον} Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν αὐτοῦ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ μένει ἀμετάβλητος.

Ὁ δεῦτερος νόμος εἶναι ὁ αὐτὸς μὲ τὸν δεῦτερον νόμον τῆς τήξεως τῶν στερεῶν καὶ ἀποδεικνύει ὅτι, ὅσηδ' ἦποτε καὶ ἂν ἦναι ἡ ἔντασις

τοῦ δι' οὗ ὁ βρασμὸς παράγεται πυρός, ἡ εἰσαγομένη θερμότης μετατρέπεται εἰς λανθάνουσαν, ἥτις χρησιμεύει μόνον διὰ τὴν ἀπὸ τῆς ὑγρᾶς εἰς τὴν ἀεροειδῆ κατάστασιν μετάθασιν τοῦ ὑγροῦ. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύεται καὶ δι' ὁμοίου τινὸς πειράματος. Ἐὰν ἐνώσωμεν π. χ. ἐν χιλιόγραμμον ὕδατος 0° καὶ ἐν χιλιόδραμμον ὕδατος 400° , θέλομεν ἀποτελέσει δύο χιλιόγραμμα ὕδατος, τοῦ ὁποίου ἡ θερμοκρασία εὕρισκεται 50° . Ἐὰν ὅμως ἐντὸς ἐνὸς χιλιογράμμου ὕδατος θερμοκρασίας 0° διευθύνωμεν ρεῦμα ἀτμῶν ὕδατος θερμοκρασίας 400° , μέχρις οὗ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ διὰ τῆς ψύξεως τῶν ἐν αὐτῷ εἰσαγομένων ἀτμῶν ἀναβιβασθῇ εἰς 50° , θέλομεν εὑρεῖ ὅτι τὸ βάρος τῶν εἰσαχθέντων καὶ μετατραπέντων εἰς ὕδωρ ἀτμῶν εἶναι μόνον 85 γράμματα. Λοιπὸν 4000 γράμματα ὕδατος θερμοκρασίας 400° παράγουσι ἐπὶ 4000 γράμμων ὕδατος θερμοκρασίας 0° τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ καὶ 85 μόνον γράμμων ἀτμοὶ αὐτοῦ τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας. Τὰ 85 λοιπὸν γράμματα τῶν ἀτμῶν μετέδωκαν εἰς τὰ 4000 γράμματα τοῦ ὕδατος ἐκτὸς τῆς αἰσθητῆς αὐτῶν θερμότητος καὶ ἄπασαν τὴν ἐν αὐτοῖς λανθάνουσαν, εἰς ἣν καὶ μόνῃν ὀφείλεται ἡ παρατηρουμένη διαφορά. Ἡ ἐν τοῖς ἀτμοῖς τῶν ὑγρῶν λανθάνουσα αὕτη θερμότης καλεῖται *λανθάνουσα θερμότης τῶν ἀτμῶν*.

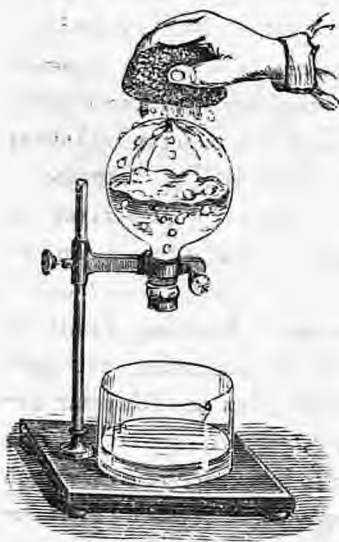
Καθ' ὅσον δ' ἀφορᾷ εἰς τὸν πρῶτον τοῦ βρασμοῦ νόμον, οὗτος διαφέρει τοῦ πρώτου νόμου τῆς τήξεως μόνον κατὰ τοῦτο, ὅτι ἐν μὲν τῇ τήξει αἱ ἐξωτερικαὶ περιστάσεις δὲν ἔχουσι σχεδὸν οὐδεμίαν ἐπιφέρειν ἐπὶ τῆς καθ' ἣν παράγεται αὕτη θερμοκρασίας, ἐν ᾧ ἐν τῷ βρασμῷ διάφοροι ἐξωτερικαὶ αἰτίαι δύνανται νὰ μεταβάλλωσι λίαν ἐπαισθητῶς τὴν θερμοκρασίαν τῆς παραγωγῆς αὐτοῦ. Αἱ αἰτίαι αἱ μεταβάλλουσαι τὰς θερμοκρασίας τοῦ βρασμοῦ τῶν ὑγρῶν, εἶναι αἱ ἐξῆς τέσσαρες· ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις· ἡ ἑλλειψίς διαλελυμένου ἀέρος ἢ ἀερίου τινὸς ἐν αὐτοῖς· ἡ φύσις καὶ ἡ κατάστασις τῶν παρειῶν τοῦ ἀγγείου καὶ αὖ ἐν τοῖς ὑγροῖς διαλελυμέναι οὐσίαι.

165. **ΕΠΙΡΡΟΙΑ ΤΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ.** — Εὐκόλως ἐννοεῖ τις τὴν ἐπιρροὴν τῆς ἐξωτερικῆς πίεσεως ἐπὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ βρασμοῦ ὑγροῦ τινος, εἰς τὴν λάβῃ ὑπ' ὅψιν αὐτοῦ ὅτι, ἵνα φυσαλλίς τις ἀτμοῦ ὑπάρχει ἐν ἰσορροπίᾳ ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ, πρέπει ἡ τάσις αὐτοῦ νὰ δύνηται νὰ ἰσορροπήσῃ τὸ βάρος τῆς ὑπερκειμένης στήλης τοῦ ὑγροῦ καὶ τὴν ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας αὐτοῦ ἐπιφανείας ἐνεργοῦσαν ἐξωτερικὴν πίεσιν. Ὅταν λοιπὸν ἡ πίεσις αὕτη ἐλαττωταί, ἡ τάσις τοῦ τῆς φυσαλλίδος ἀτμοῦ θέλει εἰς μικροτέραν θερμοκρασίαν κατανικήσῃ τὰς ὑπερκειμένας πιέσεις, ὅταν δὲ ἡ πίεσις αὕτη αὐξάνῃ, πρέπει ὁ τῆς φυσαλλίδος ἀτμὸς ν' ἀποκτήσῃ διὰ τῆς αὐξήσεως τῆς θερμοκρασίας τοῦ

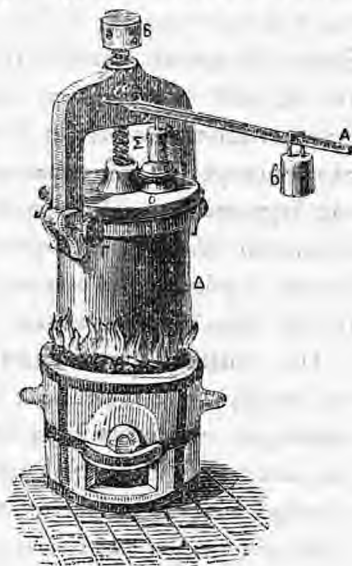
υγροῦ μεγαλειτέραν ἐλαστικὴν δύναμιν, ἵνα ἰσορροπήσῃ τὰς ὑπερκειμένας. Ὁ βρασμὸς λοιπὸν υγροῦ τινος θέλει παραχθῇ εἰς διάφορον θερμοκρασίαν κατὰ τὴν διάφορον ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦσαν πίεσιν.

Ἡ ἐπὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ βρασμοῦ ἐπὶρροία τῆς ἐξωτερικῆς πίεσεως ἀποδεικνύεται συνήθως διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων. Ἐὰν θέσωμεν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας ἀγγεῖον ὕδατος θερμοκρασίας 30 μόλις βαθμῶν, τὸ ὕδωρ τοῦ ἀγγείου, ἐνῶ συνήθως βράζει εἰς θερμοκρασίαν 100° , τίθεται εἰς κατάστασιν βρασμοῦ ἅμ' ὥς ὁ ἐν τῷ κώδωνι ἀὴρ ἀραιωθῇ ἐπαρκῶς διὰ τῆς κινήσεως τῶν ἐμβόλων τῆς μηχανῆς, καὶ ἡ βράσις τοῦ ὕδατος ἐξακολουθεῖ ἐπὶ πολὺ διαρκούσης τῆς διὰ τῶν ἐμβόλων ἀφαιρέσεως τῶν παραγομένων διὰ τοῦ βρασμοῦ ἀτμῶν.

Ἐὰν ἐντὸς ἀγγείου βράσωμεν ἐπὶ τινας στιγμὰς ὕδωρ καί, κλείσαντες ἔπειτα τὸ στόμιον αὐτοῦ, ἀνατρέψωμεν αὐτὸ ὡς παριστᾷ τὸ κάτωθι σχῆμα 143, ὁ βρασμὸς μετ' ὀλίγον παύει ἐντελῶς, διότι οἱ ἐγκλεισμένοι ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος πιέζουσι τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ καὶ ἐμποδίζουσι τὴν παραγωγὴν ἄλλων. Ἐὰν δὲ μετὰ τινας στιγμὰς ρίψωμεν ψυχρὸν ὕδωρ ἐπὶ τοῦ ἀγγείου, ὁ βρασμὸς παράγεται ἀμέσως μετὰ σφοδρότητος καὶ νέαι φουαλλίδες ἀνέρχονται. Διὰ τῆς ψύξεως τῶν παρειῶν τοῦ ἀγγείου οἱ ἐν αὐτῷ ἐν κεκορεσμένην καταστάσει εὕρισκόμενοι ἀτμοὶ συμπυκνωθέντες μετετράπησαν εἰς ὕδωρ, καὶ ἐπειδὴ οὕτως ἡ ἐπὶ



Σχ. 143



Σχ. 144

τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ὑπ' αὐτῶν παραγομένη πίεσις ἡλαττώθῃ, ὁ βρασμὸς ἤρξατο ἐκ νέου, διότι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος

ἔρμινε τοσαύτη, ὥστε οἱ ἔχοντες ἴσῃν θερμοκρασίαν ἀτμοὶ αὐτοῦ εἶχον ἀνωτέραν ἐλαστικὴν δύναμιν τῶν υπερκαιμένων πίεσεων.

Δυνάμεθα ἄφ' ἐτέρου αὐξάνοντες τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν καθ' ὅσον αὐξάνεται καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ υγροῦ, νὰ ἐμποδίσωμεν ἐντελῶς τὴν παρ' αὐτῇ τῷ βρασμοῦ αὐτοῦ ἐντὸς ἀγγείου ἔχοντος ἀρκούντως στερεὰς παρειάς. Ὁ καλούμενος *Λέβης τοῦ Παπὲρ* (*Papier*), ὁ ὑπὸ τοῦ σχήματος 144 παριστῶμενος, χρησιμεύει πρὸς ἀπόδειξιν τούτου.

Ὁ ἐξ ὀρειγάλκου λέβητος Δ πληροῦται κατὰ τὰ δύο τρίτα ὕδατος, καὶ κλείεται ἐρμητικῶς διὰ πώματος, πιεζομένου ἰσχυρῶς ὑπὸ τινος κατὰθλιπτικοῦ κοχλίου Β. Τὸ πῶμα φέρει μικράν τινα ἐπὶ τῷ ἄξονος τοῦ υπερκαιμένου κυλίνδρου Σ εὐρισκαμένην καὶ κλειομένην ἐντελῶς ὑπὸ δικλίδος, ἐφ' ἧς στηρίζεται τὸ ἐντὸς τοῦ κυλίνδρου Σ εἰσερχόμενον στελέχος ρ. Τὸ μὲν πρὸς τὰ ἄνω ἄκρον τοῦ στελέχους πιέζεται πρὸς τὴν δικλίδαν ὑπὸ τοῦ μοχλοῦ αΑ διὰ τοῦ κινητοῦ βάρους β, τὸ δὲ βάρος β καὶ ἡ ἀπὸ τοῦ υπομοχλίου α ἀπόστασις αβ ὑπολογίζονται οὕτως, ὥστε ἡ διὰ τοῦ στελέχους ρ ἐπὶ τῆς δικλίδος τῆς ἐπ' αὐτῆς ὑπὸ ἀτμῶν τάσεως 30 ἕως 40 ἀτμοσφαιρῶν ἐκ τῶν ἔσω πρὸς τὰ ἔξω παραγόμενῃν. Ὅταν ἡ ἐσωτερικὴ τῶν ἀτμῶν πίεσις υπερβῇ τὸ ὄριον, δι' ὃ ἡ στερεότης τοῦ λέβητος κατεσκευάσθη, τότε ἡ δικλὶς ο ἀνοίγει ἀνυψοῦσα τὸ στελέχος ρ καὶ τὸν μοχλὸν αΑ, καὶ ὁ ἀτμὸς ἐξέρχεται. Οὕτω προλαμβάνεται ἡ τοῦ λέβητος ἐκρηξίς, τῆς ὁποίας τὰ ἀποτελέσματα εἶναι λίαν τρομακτικὰ καὶ ἐπικίνδυνα. Τούτου δ' ἕνεκα καὶ ἡ δικλὶς αὕτη ὠνομάσθη *ἀσφαλιστικὴ δικλὶς*, καὶ γίνεται πάντοτε χρῆσις αὐτῆς εἰς τὰς ἀτμομηχανάς. Τούτων δὲ οὕτως ἐχόντων, ἐὰν τεθῇ ὁ λέβης ἐπὶ ἀνημμένης πυρᾶς, οἱ κατ' ἀρχὰς παραγόμενοι διὰ τῆς θερμάνσεως ἀτμοὶ ἀνέρχονται καὶ πιέζουσι διὰ τῆς ἐλαστικῆς αὐτῶν δυνάμεως τὴν ἐλευθερὰν ἐπιφάνειαν τοῦ περιεχομένου ὕδατος, καὶ ἐπειδὴ ἡ τάσις αὐτῶν αὐξάνει καθ' ὅσον αὐξάνει καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος, ὁ βρασμὸς αὐτοῦ ἕνεκα τῆς αὐξανόμενης ταύτης πίεσεως καθίσταται ἀδύνατος. Ἐὰν ὁμοίως ἀνοιχθῇ ἡ δικλὶς, τότε ὁ μὲν περιεχόμενος ἀτμὸς ἐξέρχεται μεθ' ὀρμῆς εἰς πολλῶν ἐνίοτε μέτρων ὕψος, ὁ δὲ βρασμὸς παύσεται ἀμέσως καὶ μετὰ μεγάλης σφοδρότητος.

Ποριζόμεθα λοιπὸν ἐκ τῶν ἀνωτέρω καὶ ἐκ τοῦ τρόπου τῆς παραγωγῆς τοῦ βρασμοῦ τὴν ἐξῆς νόμον·

Ὅτι ὁρρόν τι βράζει. ὅταν ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν αὐτοῦ ᾖ ἴση μὲν τῇ ὑπ' αὐτοῦ ὑφισταμένῃ πίεσιν.

Ἐπὶ τοῦ νόμου τούτου στηριζόμενος καὶ ὁ Ῥενιὸ προσδιώρισεν δι' ἰδίας συσκευῆς τὰς τάσεις τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος εἰς θερμοκρασίας ἀ-

νωτέρως τῶν 400°, καὶ κατεσκευάσαε τὸν ἐν τῇ σελίδι 470 καταχωρισθέντα πίνακα, πειρώμενος ὡς ἐξῆς·

Ἡῤῥανε πρῶτον κατὰ θέλησιν διὰ τινος καταθλιπτικῆς μηχανῆς τὴν ὑπὸ τοῦ ὕδατος ὑφισταμένην πίεσιν, ἣν καὶ ἐμέτρα διὰ τινος ἀνοικτοῦ μανομέτρου, καὶ ἔπειτα προσδιώριζε τὴν θερμοκρασίαν, καθ' ἣν τοῦτο ἐτίθετο εἰς κατάστασιν βρασμοῦ. Ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν αὐτοῦ εἰς τὴν εὐρεθεῖσαν θερμοκρασίαν ἦτο κατὰ τὸν ἀνωτέρω νόμον ἴση μὲ τὴν ὑπὸ τοῦ ὕδατος ὑφισταμένην ἐξωτερικὴν πίεσιν.

166. ΕΠΙΡΡΟΙΑ ΤΩΝ ΕΝ Τῷ ΥΓΡῷ ΔΙΑΛΕΛΥΜΕΝΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. — Ἡ ἐπιρροία τῶν διαλελυμένων ἐν τῷ ὑγρῷ αέριων ἀποδεικνύεται εὐκόλως ἐὰν ἐγκλείσωμεν κατὰ τὸν συνήθη τρόπον (127) ἐντὸς μακροῦ σωλῆνος ποσότητά τινα ὕδατος, ἀφοῦ πρῶτον διὰ τοῦ βρασμοῦ ἀφαιρέσωμεν τὸν ἐν αὐτῷ διαλελυμένον αέρα, καὶ θερμάνωμεν τοῦτο ἐντὸς ὑγροῦ τινος βράζοντος εἰς ὑψηλοτέρας θερμοκρασίας, ἐντὸς π. χ. χλωροῦχου τιτανίου. Θέλομεν ἰδεῖ ὅτι ἡ θερμοκρασία τοῦ ὕδατος δύναται νὰ ἀναβῇ μέχρι 135° χωρὶς νὰ παραχθῇ τὸ φαινόμενον τοῦ βρασμοῦ, ἂν καὶ ἡ ἐπιφερομένη πίεσις εἶναι μόνον χιλιοστά τινα τοῦ μέτρου. Εἰς θερμοκρασίαν 138 περίπου βαθμῶν ὁ βρασμὸς παράγεται ἀκαριαίως, καὶ ὅλον τὸ ὕδωρ φέρεται πρὸς τὸ ἄκρον τοῦ σωλῆνος, ὅστις καὶ θραύεται, ἐὰν δὲν ᾖναι ἀρκούντως στερεός.

Ὁ λόγος τῆς τοιαύτης τοῦ διαλελυμένου αέρος ἐπὶ τῆς θερμοκρασίας τοῦ βρασμοῦ ἐπιρροίας εὐκόλως ἐξηγεῖται. Τῷ ὄντι, ὅταν ἐν τινι ὑγρῷ ὑπάρχῃ διαλελυμένον αέριόν τι, ἡ παραγωγή τοῦ φαινομένου τοῦ βρασμοῦ εὐκολύνεται διττῶς· πρῶτον, ἔνεκα τοῦ διαλελυμένου αέριου ἡ συνοχὴ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ εἶναι ἀσθενεστέρα, καὶ ἐπομένως ἡ παρὰ τῆς ἐπὶ τῶν παρειῶν τοῦ ἀγγείου φουσαλλίς δύναται μετὰ περισσοτέρας εὐκολίας νὰ διασχίσῃ τὰ ὑπερκείμενα στρώματα τοῦ ὑγροῦ καὶ φθάσῃ μέχρι τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ· δεύτερον, διότι ἐκάστη φουσαλλίς τοῦ διαλελυμένου αέριου ἀποτελεῖ ἐντὸς τῆς μάζης τοῦ ὑγροῦ μικράν τινα, οὕτως εἰπεῖν, ἀτμοσφαῖραν, ἐντὸς τῆς ὁποίας δύναται νὰ ἐξατμισθῇ εὐκολώτερον τὸ ὑγρόν, καί, ἐνόσω ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ αὐξάνῃ, παράγεται νέα ἐξάτμισις αὐτοῦ, δι' ἧς ἡ φουσαλλίς τοῦ ἀτμοῦ αὐξάνει κατ' ὕγκον καὶ τάσιν, καὶ δύναται οὕτω νὰ φθάσῃ μέχρι τῆς ἐλευθέρας αὐτοῦ ἐπιφανείας. Τοῦτου δ' ἔνεκα, ὅταν παρατείνωμεν ἐπὶ πολὺ τὸν βρασμὸν τοῦ ὕδατος, ἐπειδὴ οὕτως ἀφαιρεῖται ὁ ἐν αὐτῷ διαλελυμένος ἀήρ, παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ βράζον ὕδωρ ἀναπηδᾷ, διότι οἱ παραχθέντες ἐπὶ τῶν παρειῶν τοῦ ἀγγείου ἀτμοί, μὴ δυνάμενοι τότε νὰ διασχίσωσιν εὐκόλως τὰ ὑπερκείμενα στρώματα, ἀποκτῶσι διὰ τῆς διαρκούσης θερμάνσεως τοσαύτην τάσιν, ὥστε ἀνασηκόνουσιν ὁλόκλη-

ρὺν τὸ ὑπερκαίμενον ὑγρὸν, ἵνα ἐξέλθωσι. Τοῦτ' αὐτὸ παρατηρεῖται καὶ εἰς τὰ λιπώδη καὶ παχέα ὑγρά, καὶ διὰ τοῦτο θερμαίνουσι συνήθως αὐτὰ οὐχὶ κάτωθεν, ἀλλὰ πέριξ καὶ πρὸς τὰ πλάγια.

167. ΕΠΙΡΡΟΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΕΩΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΠΑΡΕΙΩΝ. —

Ἡ φύσις τοῦ ἀγγείου καὶ ἡ ἐσωτερικὴ κατὰστασις τῶν παρειῶν αὐτοῦ ἐπιρρεάζουσι λίαν ἐπαισθητῶς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ τῶν ὑγρῶν. Τὸ ὕδωρ π. χ., ἐνῷ βράζει εἰς 100° θερμοκρασίαν ἐντὸς τῶν μεταλλικῶν ἀγγείων, βράζει εἰς 101° ἐντὸς ὑαλίνου, καὶ εἰς 106° ἢ 108° , ἂν αἱ ἐσωτερικαὶ παρειαὶ αὐτοῦ ἐπεχρίσθησαν προηγουμένως διὰ πεπυκνωμένου θείου ὀξέος ἢ διὰ ποτάσεως. Ἐκ τοῦ τρόπου τῆς παραγωγῆς τοῦ βρασμοῦ ἐξηγεῖται εὐκόλως καὶ τὸ φαινόμενον τοῦτο. Διότι, ὡς εἵπομεν ἀνωτέρω, αἱ ἀτμοὶ σχηματίζονται κατὰ πρῶτον ἐπὶ τῶν θερμαινομένων παρειῶν τοῦ ἀγγείου, καὶ τοῦτο, διότι εἰς τὰ μέρη ταῦτα ἡ μεταξὺ τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ καὶ τῶν παρειῶν τοῦ ἀγγείου ἐλκτικὴ δύναμις εἶναι, ὥς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, ἀσθενεστέρα τῆς πρὸς ἄλληλα συνελκτικῆς δυνάμεως τῶν μορίων τοῦ ὑγροῦ. Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι, πᾶν τὸ δυνάμενον νὰ μεταβάλλῃ τὴν πρὸς ἄλλήλας σχέσιν τῶν δύο τοῦτων δυνάμεων, θέλει ἀναγκαιῶς μεταβάλλει καὶ τὸν βαθμὸν τῆς θερμοκρασίας, καθ' ἣν παράγεται ὁ βρασμὸς αὐτοῦ. Τοῦτου ἕνεκα, ἐὰν ρίψωμεν ῥινίσματα χαλκοῦ ἢ σιδήρου ἐντὸς τοῦ ἐν τοιοῦτῳ ἀγγεῖῳ θερμαινόμενου ὕδατος, ἐπαναφέρωμεν ἀμέσως ἀπὸ 106° ἢ 108° εἰς 100° τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ αὐτοῦ.

168. ΕΠΙΡΡΟΙΑ ΤΩΝ ΔΙΑΔΕΛΥΜΕΝΩΝ ΕΝ Τῷ ΥΓΡῷ ΟΥΣΙΩΝ. —

Εὐκόλως τῶρα ἐννοεῖ τις ἐκ τῶν ἀνωτέρω λεχθέντων τὸν λόγον, δι' ὃν ξέναι οὐσίαι, διαλελυμέναι ἐν τινὶ ὑγρῷ, μεταβάλλουσι τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ αὐτοῦ. Ἐνεκα τῆς πρὸς ἑνωσιν ἀναπτυσσομένης χημικῆς δυνάμεως μεταβάλλεται ἡ πρὸς ἄλληλα τῶν μορίων τῆς παραγομένης διαλύσεως συνεκτικὴ δύναμις, ἐπομένως καὶ ἡ εὐκολία, μεθ' ἧς δύνανται νὰ σχηματισθῶσιν ἐπὶ τῶν παρειῶν τοῦ ἀγγείου καὶ ν' ἀνέλθωσι μέχρι τῆς ἐπιφανείας αἱ φυσαλλίδες τοῦ ἀτμοῦ. Τοῦτου δ' ἕνεκα καὶ ἡ θερμοκρασία τοῦ βρασμοῦ μεταβάλλεται, καθ' ὅσον τὸ ὑγρὸν περιέχει περισσότεραν ἢ ὀλιγωτέραν ποσότητα τῆς ἐν αὐτῷ διαλελυμένης οὐσίας. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ δεικνύει μέχρι πόσων βαθμῶν δύνата νὰ μεταβληθῇ ἡ θερμοκρασία τῶν 100° τοῦ βρασμοῦ τοῦ ὕδατος, ὅταν τοῦτο ᾖναι κεκορεσμένον μὲ διάφορα ἅλατα·

Τὸ κεκορεσμένον θαλασσίον ἅλατος ὕδωρ βράζει εἰς	109°
» » νιτρικῆς ποτάσεως » »	116
» » ἀνθρακικῆς ποτάσεως » »	133
» » χλωροῦχου τιτανίου » »	179

Ἄξιον παρατηρήσεως εἶναι ὅτι εἰς ὁποιαδήποτε θερμοκρασίαν καὶ ἂν παράγεται ὁ βρασμὸς τοῦ ὕδατος ἢ ἕνεκα τῆς φύσεως τοῦ ἀγγείου ἢ ἕνεκα τῶν διαλελυμένων ἐν αὐτῷ οὐσιῶν, ἡ θερμοκρασία τῶν ἀτμῶν αὐτοῦ κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Ρούμπεργ εἶναι πάντοτε 100°, ὅταν ἡ ἀτμοσφαιρική πίεσις ᾖ 0^μ,760. Τῆς παρατηρήσεως δὲ ταύτης ἐκάμαμεν ἤδη χρῆσιν, ὡς ἐνθυμῆται ὁ ἀναγνώστης, ὅταν προστιθέμεθα νῦν προσδιορίσωμεν τὸ δεύτερον σταθερὸν σημεῖον τοῦ ὑδρογυρικοῦ θερμομέτρου.

169. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΒΡΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ.

—Ἐκ τῶν προεκτεθεισῶν ἀναπτύξεων ἕκαστος ἔννοεῖ ὅτι ἡ εὕρεσις τῆς θερμοκρασίας, καθ' ἣν βράζει ὕγρον τι, ἀπαιτεῖ μεγάλην προσοχήν. Ἐν πρώτοις δὲν πρέπει νὰ βυθίζωμεν τὸ θερμομέτρον ἐντὸς τῶν στρωμάτων τοῦ ὑγροῦ, διότι εἶδομεν ὅτι ἡ θερμοκρασία αὐτῶν βαίνει αὐξανόμενη πρὸς τὸν πυθμένα τοῦ ἀγγείου· οὕτε ἐπὶ τῶν ἀνωτέρω στρωμάτων, διότι ἡ θερμοκρασία αὐτῶν ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς φύσεως καὶ καταστάσεως τῶν παρειῶν τοῦ ἀγγείου, ἀλλὰ νὰ διατηρῶμεν αὐτὸ εἰς μικράν τινα ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἀπόστασιν. Δεύτερον πρέπει, ὅταν προσδιορίζωμεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ βρασμοῦ ὑγροῦ τινος, νὰ λαμβάνωμεν ὑπ' ὄψιν καὶ τὴν ὑπάρχουσαν ἐξωτερικὴν ἀτμοσφαιρικήν πίεσιν. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰς θερμοκρασίας τοῦ βρασμοῦ τῶν ἐν αὐτῷ ἀναφερομένων σωμάτων, ὅταν ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις ᾖ 0^μ,760.

Θεῖωδες ὀξύ.....	—10°	Ἀπεσταγμένον ὕδωρ.....	100°
Ἵδρωχλωρικός αἰθέρ.....	+11	Ἑλαιον τερεβενθίνης.....	157
Ἄνυδρον θεϊκόν ὀξύ.....	25	Φώσφορος.....	290
Θεϊκός αἰθέρ καθαρός.....	35,3	Πεπικνωμένον θεϊκόν ὀξύ....	323
Χλωροφόρμιον.....	63,3	Ἵδρᾶργυρος.....	350
Οἰνόπνευμα.....	79	Θεῖον.....	400

170. **ΕΞΑΤΜΙΣΙΣ.**—Ὁρίσαμεν ἀρχόμενοι τοῦ παρόντος κεφαλαίου εἰς τί συνίσταται τὸ φαινόμενον τῆς ἐξατμίσεως (156). Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἦτο γνωστὸν καὶ εἰς τοὺς ἀρχαίους, οἵτινες ἐφρόνουν ὅτι παράγεται διαλυομένων τῶν ὑγρῶν ἐν τῷ ἀέρι, καθ' ὃν τρόπον καὶ τὰ στερεὰ διαλύονται ἐν τοῖς ὑγροῖς. Ἡ ἐξήγησις αὕτη μετὰ τὰ προεκτεθέντα πειράματα τοῦ Δάλτωνος εἶναι οὐ μόνον ἀνεπαρκής, ἀλλὰ καὶ ἐσφαλμένη, διότι εἶδομεν ὅτι τὰ ὑγρά ἐξατμίζονται ἐν τῷ κενῷ μετ' ἀσυγκρίτως περισσοτέρας ταχύτητος, ἐπομένως ὁ ἀήρ, ἀντὶ νὰ εὐκολύνῃ τὴν ἐξάτμισιν, ἐμποδίζει ἀπεναντίας τὴν ταχείαν παραγωγὴν αὐτῆς.

Τὰ κατὰ τὴν ἐλευθέραν ἐπιφάνειαν ὑπάρχοντα μόρια τοῦ ὑγροῦ παράγουσιν ἀποχωρίζόμενα τὸ φαινόμενον τῆς ἐξατμίσεως 1^{ον} ἕνεκα τῆς ἀσθενοῦς πρὸς ἄλληλα κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ ἑλξεως, 2^{ον} ἕνε-

κα τῆς ὑπαρχούσης ἐν τῷ ὑγρῷ θερμότητος καὶ 3^{ον} ἕνεκα τῆς προαποδειχθείσης αὐτῶν ιδιότητος τοῦ νὰ τείνωσιν εἰς τὸ νὰ κορέσωσιν ἀτμῶν τὸν περιβάλλοντα αὐτὰ χῶρον, καθ' ὅσον οὗτος εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον κεκορεσμένος αὐτῶν καὶ ἡ ἐπιφερομένη ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις μεγαλειτέρα ἢ μικροτέρα.

171. Αἴτιαι ἐπιταχύνουσαι τὴν ἐξατμίσιν τῶν ὑγρῶν. — Ἡ ἐξάτμισις τοῦ αὐτοῦ ὑγροῦ δὲν παράγεται πάντοτε μετὰ τῆς αὐτῆς ταχύτητος. Ὑπάρχουσι πολλαὶ καὶ διάφοροι αἰτίαι ἐπιταχύνουσαι ταύτην. Αἱ κυριώτεραι δὲ τούτων εἶναι αἱ ἑξῆς.

1^{ον} Ἡ θερμοκρασία τοῦ ὑγροῦ. — Διότι, αὐξανομένης τῆς θερμοκρασίας, αὐξάνεται καὶ ἡ τάσις τῶν ἀτμῶν, ἐπομένως μετὰ περισσοτέρας εὐκολίας ἀποχωρίζονται οὗτοι τοῦ ὑγροῦ.

2^{ον} Ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐν ᾧ τὸ ὑγρὸν εὐρίσκεται χῶρον. — Διότι γνωρίζομεν ὅτι, ὅσω μεγαλειτέραν θερμοκρασίαν ἔχει ὁ ἐν ᾧ εὐρίσκεται τὸ ὑγρὸν χῶρος, κατὰ τοσούτῳ μεγαλειτέρα πρέπει νὰ ᾖ καὶ ἡ ποσότης τῶν ἀτμῶν, δι' ἧς οὗτος δύναται νὰ κορεσθῇ.

3^{ον} Ἡ προϋπάρχουσα ἐν τῷ χῶρῳ ποσότης τῶν ἀτμῶν τοῦ ὑγροῦ. — Εἶναι τῷ ὄντι πρωτοφανὲς ὅτι, ὅσω ἐλιγώτεροι ἀτμοὶ προϋπάρχουσιν ἐν τῷ χῶρῳ, ἐν ᾧ εὐρίσκεται τὸ ὑγρὸν, κατὰ τοσούτῳ μεγαλειτέρα πρέπει νὰ ᾖ ἡ ἀναγκαία πρὸς κορεσμὸν αὐτοῦ ποσότης, ἐπομένως καὶ ἡ ἐξάτμισις τοῦ ὑγροῦ πρέπει νὰ παράγεται ταχύτερον.

4^{ον} Ἡ ταχέια ἀναγέωσις τοῦ ἀέρος. — Ὅταν ὑγρὸν τι εὐρίσκηται ἐντὸς ἡρεμούσης ἀτμοσφαίρας, ἡ ἐξάτμισις αὐτοῦ εἶναι βραδεῖα, διότι τὸ ὑπερκείμενον στρώμα τοῦ ἀέρος, ἀφοῦ κορεσθῇ, μένει ἐπὶ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας τοῦ ὑγροῦ, καὶ πᾶσα νέα ἐξάτμισις αὐτοῦ ἀποβαίνει ἀδύνατος. Ὅταν ὅμως ὁ ἀῆρ ἀνανεοῦται ταχέως, τὰ μὲν ὑπερκείμενα στρώματα ἀφαιροῦντα διαρκῶς μετὰ τῶν ἐν αὐτοῖς ὑπὸ τῆς ἐξατμίσσεως περιεχομένων ἀτμῶν, τὰ δὲ ἐπερχόμενα, ὡς ἐπιδεκτικώτερα νέων ἀτμῶν, προκαλοῦσι νέαν ἐξάτμισιν, καὶ οὕτω καθεξῆς. Τούτου δ' ἕνεκα παρατηροῦμεν, καὶ ἐν καιρῷ ἀκόμῃ χειμῶνος, ὅτι βόρειοί τινες ἄνεμοι ἀρκούντως σφοδροὶ ἀποξηραίνουσι ταχύτερον τὸ ἔδαφος ἢ οἱ μεγαλειέτεροι καύσωνες τοῦ θέρους.

5^{ον} Ἡ ἔκτασις τῆς ἐξατμιζομένης ἐπιφανείας. — Εἶναι τοῖς πᾶσι φανερόν ὅτι, ὅσω μεγαλειτέρα εἶναι ἡ ἐπιφάνεια, ἐφ' ἧς παράγεται ἡ ἐξάτμισις, κατὰ τοσούτῳ αὕτη θέλει εἶναι μεγαλειτέρα. Τούτου ἕνεκα ὁσάκις θέλουσι νὰ ἐπιταχύνωσι τὴν ἐξάτμισιν ὑγροῦ τινος ἢ νὰ ἀποξηράνωσι ταχύτερον βεβρεγμένας οὐσίας, θέτουσι τὸ ὑγρὸν εἰς ὅσον ἕνεστιν ἀνοικτόστομον ἀγγεῖον ἢ ἐξαπλοῦσιν ἐπὶ ὅσον ἕνεστι μεγαλειτέρα ἐκτάσεως τὰς πρὸς ἀποξήρανσιν βεβρεγμένας οὐσίας.

+ 172. ΨΥΧΟΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΝ ΔΙΑ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΕΩΣ. — Εἶδομεν προηγουμένως ὅτι, ὅταν ὑγρὸν τι μετατρέπηται εἰς ἀτμὸν, προσλαμβάνει μεγάλην ποσότητα θερμότητος, ἣν ἐκαλέσαμεν λανθάνουσαν καὶ ἥτις χρησιμεύει μόνον εἰς τὸ νὰ διατηρῇ τὴν νέαν ταύτην κατάστασιν τοῦ ὑγροῦ. Ὅταν δὲ ἡ ἐξάτμισις γίνεται οὐχὶ διὰ τῆς θερμάνσεως, ἀλλ' οὕτως εἶπεν, ἀφ' ἑαυτῆς, ἡ ἀναγκαία αὕτη διὰ τὴν μεταβολὴν τῆς καταστάσεως τοῦ σώματος ποσότης θερμότητος προσλαμβάνεται ἀπὸ τοῦ πλησιεστέρου σώματος, ὅπερ εἶναι αὐτὸ τὸ ὑποκείμενον ὑγρὸν καὶ τὸ ἐν ᾧ εὐρίσκεται τοῦτο ἀγγεῖον. Ἐντεῦθεν προκύπτει κατάπτωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ ὑγροῦ, ἥτις εἰς τινὰς περιστάσεις εἶναι ἐπαίσθητοτάτη.

Τὴν τοιαύτην διὰ τῆς ταχείας ἐξατμίσεως κατάπτωσιν τῆς θερμοκρασίας ἀποδεικνύουσι διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων.

Θέτουσιν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας μικρὸν μεταλλικόν, ἢ προτιμότερον ἐκ φελοῦ ἀγγεῖον Α, περιέχον μικρὰν ποσότητα ὕδατος καὶ στηριζόμενον διὰ τρίποδος ἐπὶ ἑτέρου ἀγγείου, περιέχοντος πεπυκνωμένον θειϊκὸν ὀξύ, καὶ διὰ τῶν ἐμβόλων τῆς μηχανῆς ἀφαιροῦσι τὸν τοῦ κώδωνος ἀέρα (Σχ. 145). Καθόσον ἀφαιρεῖται ὁ ἀήρ, τὸ ὕδωρ ἐξατμίζεται ταχύτερον (174), οἱ δὲ ἀτμοὶ αὐτοῦ ἀπορρόφωνται ἀμέσως ὑπὸ τοῦ ὑποκειμένου θειϊκοῦ ὀξέος. Ἀλλ' ἔνεκα τῆς τοιαύτης ἀπορρόφησης, ἐπειδὴ ὁ χῶρος μένει πάντοτε ξηρὸς ἀτμῶν, ἡ ἐξάτμισις ἐξακολουθεῖ μετὰ ταχύτητος, καὶ μετὰ τινὰς στιγμὰς τὸ ὕδωρ τοῦ ἀγ-



Σχ. 145



Σχ. 146

γείου Α ψύχεται τόσο, ὥστε μετατρέπεται εἰς πάγον. Τὸ ὕδωρ λοιπὸν ἐξατμισθὲν ταχέως ἀφήρσεν ἀπ' αὐτοῦ τόσην θερμότητα, ὥστε μετετρέπη τὸ μείναν εἰς πάγον.

Ὁ Λελλῆ, ὅστις πρῶτος ἐξέτελεσε τὸ ἀνωτέρω πείραμα, ἔθεσεν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας ἀντὶ ὕδατος, τεμάχιον πάγου, περιέχον ἐντὸς κοιλότητος σταγόνας τινὰς ὑδραργύρου, καὶ κενῶν τὸν ἀέρα τοῦ κώδωνος παρετήρησεν, ὅτι τὸ ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τοῦ πάγου παραχθὲν ψῦχος ἦτο τόσῳ δριμύ, ὥστε ἐπήχθη ὁ ὑδράργυρος, ὅστις ὡς γνωρίζομεν πηγνυται εἰς θερμοκρασίαν -40° .

Ὁ Βόλλαστων (Wollaston) πρὸς τὸν αὐτὸν σκοπὸν εἰσήγαγεν ἐντὸς σωλῆνος, ἔχοντος τὸ σχῆμα τοῦ AB, ποσότητά τινα ὕδατος ἀφαιρέσας συνάμα κατὰ τὸν συνήθη τρόπον τὸν ἐντὸς αὐτοῦ ὑπάρχοντα ἀέρα, καὶ θέσας τὸ ἄκρον αὐτοῦ A ἐντὸς ψυκτικοῦ τινος μίγματος παρετήρησεν ὅτι μετὰ τινας στιγμὰς τὸ ἐν τῇ χωρητικότητι B ὑπάρχον ὕδωρ μετετέραπην εἰς πάγον (Σχ. 146). Τὸ ψυκτικὸν μίγμα χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ συμπυκνώνῃ τοὺς ἐν τῷ κενῷ τοῦ σωλῆνος AB σχηματιζομένους ἀτμοὺς καὶ νὰ προκαλῇ οὕτω τὸν σχηματισμὸν νέων, οἵτινες, συμπυκνούμενοι ὡσαύτως ἐν τῇ χωρητικότητι A, προκαλοῦσι τὸν σχηματισμὸν ἄλλων, καὶ οὕτω καθεξῆς. Διὰ τῆς ταχέως δὲ ταύτης ἐξατμίσεως τοῦ ἐν τῇ χωρητικότητι B ὕδατος ἀφαιρεῖται ἀπ' αὐτοῦ τόση θερμότης, ὥστε τὸ μετὰ τὴν τοιαύτην ἐξάτμισιν μένον μετατρέπεται μετὰ τινας μόνον στιγμὰς εἰς πάγον.

Ἔνεκα τῆς ἀφαιρουμένης διὰ τῆς ἐξατμίσεως θερμότητος φύχεται κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς ἐν καιρῷ θέρους τὸ ὕδωρ ἐντὸς τῶν ἐχόντων πόρους πηλίνων ἀγγείων. Τὸ ἐν αὐτοῖς ὕδωρ διερχόμενον διὰ τῶν πόρων τῶν παρειῶν ἐξατμίζεται φθάνον ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας αὐτῶν, καὶ οὕτως ἀφαιρεῖται ἀπὸ τοῦ ἀγγείου ἢ πρὸς τὴν τοιαύτην ἐξάτμισιν ἀναγκαῖα θερμότης. Πρὸς ταχεῖαν μάλιστα παραγωγὴν τῆς ἐξατμίσεως θέτουσι τὰ τοιαῦτα ἀγγεῖα ἐντὸς τοῦ συνήθως μεταξὺ δύο ἀπέναντι παραθύρων σχηματιζομένου διαρκοῦς ρεύματος ($174, 4^{\circ}$), καὶ οὕτως ἡ ψύξις τοῦ ὕδατος γίνεται ταχύτερα καὶ μεγαλειτέρα.

Ὅταν βρέχωμεν ἐν καιρῷ θέρους τὸ ἔδαφος τῶν οἰκιῶν, τὸ ριπτόμενον ὕδωρ ἐξατμίζεται μετ' ὀλίγον, καὶ ἐπειδὴ διὰ τῆς ἐξατμίσεως αὐτοῦ ἀφαιρεῖται μεγάλη ποσότης θερμότητος, καταβιβάζεται λίαν ἐπαισθητῶς καὶ κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς ἡ ὑπάρχουσα θερμοκρασία τῆς οἰκίας. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον εἶναι λίαν ἐπικίνδυνον εἰς τοὺς ἰδρομένους νὰ ἐκτίθωνται εἰς ρεῦμα ἀέρος, καὶ μάλιστα ἐν καιρῷ θέρους. Τὸ ἐκ τῆς ἐξατμίσεως τοῦ ἰδρώτος παραγόμενον ψῦχος εἶναι κατὰ τοσούτῳ ἐπικινδυνώδεςτερον, ὅσῳ τὸ σῶμα αὐτῶν εἶναι θερμότερον, διότι τότε ὡς γνωστὸν ἡ ἐξάτμισις γίνεται ταχύτερον ($174, 4^{\circ}$).

173. ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΙΣ ἢ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΙΣ ΤΩΝ ΑΤΜΩΝ. — Ὅταν ἀπὸ τῆς ἀεροειδοῦς αὐτῶν καταστάσεως οἱ ἀτμοὶ μεταβαίνωσιν εἰς τὴν ὑγρὰν,

τότε λέγομεν ὅτι οὗτοι ὑγροποιοῦνται ἢ συμπυκνοῦνται. Ἐπειδὴ δὲ οἱ ἅτμοι, κατὰ τὸν ἐν τῇ § 155 δοθέντα ὀρισμόν, εἶναι τὰ ἀέρια σωμάτων, ἅτινα εἰς τὰς συνήθεις θερμοκρασίας καὶ πιέσεις παρουσιάζονται εἰς ἡμᾶς ὑπὸ τὴν στερεὰν ἢ ὑγρὰν αὐτῶν κατάστασιν, ἔπεται ὅτι ἡ συμπύκνωσις αὐτῶν παρὰ γεται λίαν εὐκόλως, ἐὰν εἰσαχθῶσιν ἐντὸς συσκευῶν ἐπαρκῶς ψυχομένων καὶ καταλλήλως διατεθειμένων πρὸς συλλογὴν τοῦ προκύψαντος ὑγροῦ. Θέλομεν περιγράψει μετ' ἐλάχιστον, προκειμένου περὶ ἀποστάξεως, τὴν συνήθως ἐν χρήσει πρὸς συμπύκνωσιν τῶν ἁτμῶν συσκευήν.

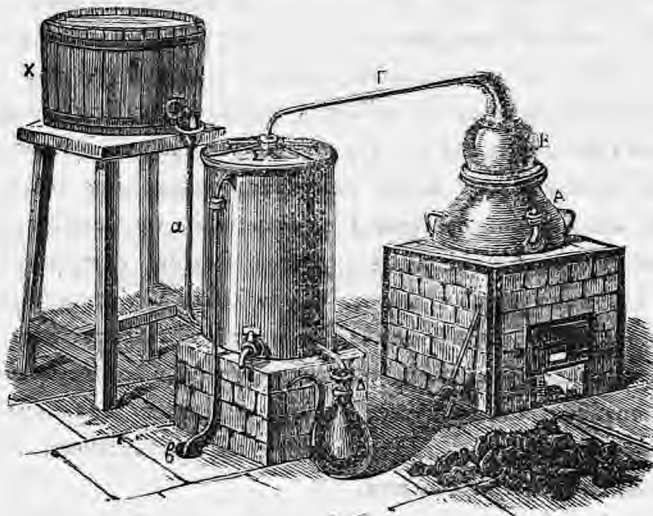
174. ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΙΣ ἢ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΙΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. — Εὐκόλως ἐννοεῖ τις ἐκ τῶν ἐν τῷ κεφαλαίῳ τούτῳ λεχθέντων ὅτι, ἵνα ἀερίον τι μετατραπῇ εἰς ὑγρὸν, πρέπει ἢ νὰ πιεσθῇ ἐπαρκῶς, ἢ νὰ ψυχθῇ, ἢ νὰ ὑποστῇ ἀμφότερα, εἰς τρόπον ὥστε ὁ ὑπ' αὐτοῦ διὰ τῆς συμπίεσεως, ἢ διὰ τῆς ψύξεως, ἢ δι' ἀμφοτέρων καταληφθησόμενος χώρος νὰ ᾔναι μικρότερος ἐκείνου, ὃν τὸ ἀέριον κορέννυσιν ἔχον τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν· διότι τότε τὸ πλεονάζον τοῦ αερίου θέλει ἀναγκαίως λάβει τὴν ὑγρὰν κατάστασιν. Ἀλλ' ἐπειδὴ τὰ ἀέρια εἶναι οἱ ἅτμοι σωμάτων ἐνδρισκόμενοι συνήθως πολὺ μακρὰν τῆς ὑγρᾶς αὐτῶν καταστάσεως, ἡ συμπύκνωσις αὐτῶν παρέσχε κατ' ἀρχὰς πολλὰς δυσκολίας. Μόλις δὲ περὶ τὰ τέλη τοῦ δεκάτου ἐγδόου αἰῶνος κατωρθώθη διὰ μάνης τῆς ψύξεως ἡ ὑγροποίησις τοῦ θειώδους ὀξέος, ὅπερ ὡς γνωστὸν (169) βράζει εἰς θερμοκρασίαν — 10°.

Ἀρσενικοῦχον ὑδρογόνον	— 77°	Ἵδροσουλφιδικόν ὀξύ	— 51°
Χλώριον	»	Θειώδες ὀξύ	76
Ἵδροχλωρικόν ὀξύ	— 110	Βρωμυδρικόν ὀξύ	87
Φθοριοῦχον βόριον	»	Ἀνθρακικόν ὀξύ	57
* Φθοριοῦχον πυρίτιον	»	Ἵδροθειϊκόν ὀξύ	85
* Ελαιογόνον ἀέριον	»	Κυανογόνον	34
* Ἰωσφοροῦχον ὑδρογόνον	»	Ἀμμωνία	75
		Ἵποχλωρικόν ὀξύ	59
		Πρωτοξειδίου τοῦ ἁζώτου	101

Ὁ ἀνωτέρω πίναξ περιέχει τὰ ὀνόματα τῶν μέχρι τοῦδε μεταβαλόντων καταστάσεις αερίων. Τὰ μὲν ἐν τῇ πρώτῃ αὐτοῦ στήλῃ ἀναφερόμενα ἀέρια μετετράπησαν μόνον εἰς ὑγρά, τὰ δὲ ἐν τῇ δευτέρᾳ καὶ εἰς στερεά. Ἡ ἀναφερομένη εἰς τὰ πρῶτα θερμοκρασία εἶναι ἡ καθ' ἣν στερεοποιοῦνται, ἢ μᾶλλον ἡ καθ' ἣν τήκονται. Τὰ μὲν τρία τελευταῖα τῆς πρώτης στήλης ἀέρια, τὰ φέροντα ἀστερίσκον πρὸ αὐτῶν, ὑγροποιήθησαν ὑποβληθέντα εἰς πολλῶν ἀτμοσφαιρῶν πίεσιν, τὰ δὲ πρὸ αὐτῶν τέσσαρα μετέβαλον κατάστασιν ὑποστάντα μόνον τὴν συνήθη ἀτμοσφαιρικὴν πίεσιν. Τὰ μόνα ἀέρια, ἅτινα δὲν μετέβαλον κατάστα-

σιν μεθ' ἄλλων τῶν μέχρι τοῦδε καταβληθεισῶν προσπαθειῶν, εἶναι τὰ ἐξ ἧς ἐξέρχεται τὸ ὀξυγόνον, τὸ ὑδρογόνον, τὸ ἄζωτον, τὸ ὑπεροξειδίου τοῦ ἄζωτου, τὸ ὀξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ τὸ ἐλώδες ἀέριον (*gaz des marais*).

175. ΑΠΟΣΤΑΣΙΣ. — Τῆς διὰ τῆς θερμάνσεως μετατροπῆς τῶν ὑγρῶν εἰς ἀτμοὺς καὶ τῆς διὰ τῆς ψύξεως συμπυκνώσεως αὐτῶν κάμνουσι χρήσιν, ὡσάκις θέλουσι νὰ ἀποχωρίσωσιν ὑγρὸν τι ἀπὸ τῶν ἐν αὐτῷ διαλελυμένων ξένων οὐσιῶν ἢ ἀπὸ τῶν μετ' αὐτοῦ ἀναμεμιγμένων ἄλλων ὑγρῶν ἥττον πτητικῶν, βραζόντων δηλ. εἰς μεγαλειτέρας θερμοκρασίας. Ἡ διὰ τοῦ τοιοῦτου τρόπου ἀποχώρισις τοῦ ὑγροῦ καλεῖται ἀπόσταξις, αἱ δὲ συσκευαί, δι' ὧν αὕτη ἐκτελεῖται, ἀποστακτικαί.



Σχ. 147

Πᾶσα ἀποστακτικὴ συσκευή, ὅποιονδήποτε καὶ ἂν ᾖ τὸ σχῆμα καὶ ἡ διάταξις τῶν καθ' ἑκάστη αὐτῆς, σύγκειται πάντοτε ἐκ τριῶν διακεκριμένων μερῶν. 1^{ον} ἐκ τοῦ λέβητος A, ἐν ᾧ τίθεται τὸ πρὸς ἀπόσταξιν ὑγρὸν, καὶ ὅστις κτίζεται συνήθως καὶ κατὰ μέγα μέρος ἐντὸς τῆς καμίνου. 2^{ον} ἐκ τοῦ ἀμβικου B, ὅστις φέρει τὸ ἄκρον τοῦ ἀτμαγωγῶ σωλῆνος Γ, καὶ 3^{ον} ἐκ τοῦ ψυκτηῆρος Σ, ὅστις συνήθως εἶναι πλήρης ψυχροῦ ὕδατος, δι' οὗ συμπυκνοῦνται οἱ ἀτμοὶ ἐν τῷ ἐν αὐτῷ εἰσαγομένῳ καὶ ἐλικοσιδῶς συνεστραμμένῳ ἀτμαγωγῷ σωλῆνι Γ. Ἡ ἐλικοσιδὴς συστροφή τοῦ ἀτμαγωγῶ σωλῆνος Γ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ παρέχῃ ἐν τῇ αὐτῇ χωρητικότητι Σ ὅσον ἔνεστι μεγαλειτέραν ψυχομένην ἐπιφάνειαν εἰς τοὺς δι' αὐτοῦ τείνοντας νὰ ἐξέλθωσιν ἀτμοὺς (Σχ. 147).

Ἐπειδὴ οἱ ἀτμοὶ συμπυκνούμενοι ἐγκαταλείπουν μετὰ τῆς αἰσθητῆς αὐτῶν θερμότητος καὶ ἅπασαν τὴν ἐν λανθανούσῃ καταστάσει ἐν

αὐτοῖς περιεχομένην, τὸ ὕδωρ τοῦ ψυκτῆρος Σ θερμαίνεται εὐκόλως καὶ ἡ συμπύκνωσις αὐτῶν γίνεται τότε ἀτελής ἢ καὶ οὐδόλως. Ἵνα λοιπὸν διατηρῇται ἡ θερμοκρασία τοῦ ψυκτῆρος Σ ὅσον ἔνεστι σταθερά, ἀνανεοῦσι τὸ ὕδωρ αὐτοῦ εἰσάγοντες κάτωθεν διὰ τοῦ σωλῆνος α τὸ ἐκ τινος χωρητικότητος Χ διαρκῶς ῥέον ψυχρὸν ὕδωρ. Τὸ οὕτω πλεονάζον ὕδωρ τοῦ ψυκτῆρος ἐξέρχεται ἄνωθεν καὶ χύνεται διὰ τοῦ σωλῆνος β. Τὸ διὰ τοῦ σωλῆνος β ἐξερχόμενον ὕδωρ τοῦ ψυκτῆρος εἶναι τὸ θερμότερον, διότι τοῦτο, ὡς εἰδικῶς ἐλαφρότερον, φέρεται πάντοτε πρὸς τὰ ἄνω, καὶ τούτου ἔνεκα ἡ εἰσαγωγή τοῦ ψυχροτέρου, ὡς εἰδικῶς βαρυτέρου, γίνεται διὰ τοῦ σωλῆνος α πάντοτε κάτωθεν. Οὕτω τὸ ὕδωρ τοῦ ψυκτῆρος Σ ἀνανεοῦται κατ' ὀλίγον καὶ καθ' ὁλοκληρίαν.

Ἐκ τῆς ἀνωτέρω περιγραφῆς τῶν καθέκαστα τῆς συσκευῆς εὐκόλως ἔννοεῖ τις πῶς γίνεται ἡ ἀπόσταξις ὕγρου τινος, π. χ. τοῦ ὕδατος. Ὅταν θερμαίνωμεν τὸ ἐν τῷ λέβητι Α περιεχόμενον πρὸς ἀπόσταξιν ὕδωρ, τοῦτο μετατρέπεται εἰς ἀτμούς, οἵτινες πρῶτον ἀφίνουσιν ἐν τῷ ἄμβικῳ Β τὰς τυχόν μετ' αὐτῶν συμπαρasuρομένας διὰ τοῦ βρασμοῦ σταγόνας, καὶ διὰ τοῦ σωλῆνος Γ φθάνουσιν ἐν τῷ ψυκτῆρι Σ, ὅπου ψυχόμενοι συμπυκνοῦνται καὶ ἐξέρχονται ἐν εἰδὲι σταγόνων ἐκ τοῦ ἄκρου Δ τοῦ ἀτμαγωγοῦ σωλῆνος. Ὁ μὲν λέβης Α πληροῦται συνήθως κατὰ τὰ δύο τρίτα, ὁ δὲ βρασμὸς δὲν πρέπει νὰ παρατείνηται ἐπὶ πολὺ, διότι τὸ πρὸς ἀπόσταξιν ἐκ τῶν φυσικῶν πηγῶν λαμβανόμενον ὕδωρ περιέχει συνήθως καὶ ὀργανικὰς οὐσίας, αἵτινες προσκολλόμεναι ἐπὶ τῶν θερμῶν παρειῶν τοῦ λέβητος δυνατόν νὰ ἀποσυντεθῶσι καὶ παραγάγωσιν ἄλλα πτητικὰ σώματα.

Διὰ τοῦ ἀνωτέρω τρόπου κατασκευάζεται ὑπὸ τῶν χημικῶν τὸ καλούμενον ἀπεσταγμένον ὕδωρ, ὅπερ δὲν περιέχει οὐδεμίαν ξένην οὐσίαν διαλελυμένην ἐν αὐτῷ. Εἶναι ἀληθὲς ὅτι τὸ ἀπεσταγμένον ὕδωρ, ἐξερχόμενον τοῦ ψυκτῆρος Σ, περιέχει καὶ μικράν τινα ποσότητα ἀνθρακικοῦ ὀξέος, ὅπερ εὐρίσκεται πάντοτε ἐντὸς τῶν φυσικῶν ὑδάτων καὶ συνεξέρχεται μετὰ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος. Ἵνα μὴ τοιοῦτό τι συμβῇ, ρίπτουσιν ἐντὸς τοῦ λέβητος μετὰ τῶν ὑδάτων καὶ μικράν τινα ποσότητα ἀσβέστου, ἥτις ἐνοῦται χημικῶς μετὰ τοῦ ἀνθρακικοῦ ὀξέος καὶ καθιστᾷ οὕτω ἀδύνατον τὴν μετὰ τῶν ἀτμῶν τοῦ ὕδατος ἐξόδον αὐτοῦ.

Διὰ τῶν ἀποστακτικῶν συσκευῶν ἐξάγεται ἐκ τῶν οἴνων καὶ τὸ κοινὸν οἶνόπνευμα, καὶ δι' αὐτῶν καθίσταται πάλιν τοῦτο ἄνυδρον. Δι' αὐτῶν ἀποσταζοῦσιν ἐντὸς τῶν πλοίων τὸ θαλάσσιον ὕδωρ μεταβάλλοντες αὐτὸ εἰς πόσιμον, κτλ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ

176. **ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΑ.** — Ἐπειδὴ ἡ ἐπιφάνεια τῆς Γῆς εἶναι κεκαλυμμένη κατὰ μέγα μέρος ὑπὸ ὑδάτων, ἅτινα ἐξατμίζονται διαρκῶς, ὁ ἐν ᾧ ζῶμεν ἀὴρ περιέχει πάντοτε τοὺς ἐκ τῆς ἐξατμίσεως ταύτης παραγομένους ἀτμούς. Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ ὅτι ὁ ἀὴρ περιέχει πάντοτε ὑδατ-ατμούς, ἀρκεῖ νὰ ἐκθέσωμεν ἐν αὐτῷ ὑάλινόν τι ἄγγειον, περιέχον ψυκτικόν τι μίγμα, καὶ θέλωμεν παρατηρήσει μετ' ὀλίγον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἄγγειου σταγόνας τινὰς ὕδατος ἢ στρῶμά τι πάγου, ὅπερ βεβαίως προέρχεται ἐκ τῶν συμπυκνωθέντων ἐπὶ τῆς ψυχρᾶς ἐπιφανείας τοῦ ἄγγειου ἀτμῶν τοῦ ὕδατος. Εἰς τὸ αὐτὸ συμπέρασμα ἠθέλωμεν φθάσει ἂν ἐξεθέτομεν ἐν τῷ ἀέρι οὐσίας τινὰς καλουμένας ὑγρομετρικάς, τουτέστιν οὐσίας, ἐχούσας μεγάλην χημικὴν συγγένειαν μετὰ τοῦ ὕδατος, ὡς τὸ χλωροῦχον τιτάνιον, τὸ θειικὸν δζύ, ἡ πότασσα· ἠθέλωμεν τότε παρατηρήσει εὐκόλως ὅτι αὗται ἀπορροφῶσι πάντοτε ποσότητά τινα ἀτμῶν.

Τὸ μέρος τῆς ἐπιστήμης, οὗτινος κύριος σκοπὸς εἶναι ἡ καταμέτρησις τῆς τοῦ ἀέρος ὑγρασίας, καλεῖται ὑγρομετρία.

177. **ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ.** — Ἡ ὑγρασία τοῦ ἀέρος δὲν ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τῆς ποσότητος τῶν ἐν αὐτῷ περιεχομένων ἀτμῶν, ἀλλὰ καὶ τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ. Ἡ αὐτὴ ποσότης ἀτμῶν περιεχομένη ἐν τῇ αὐτῇ ποσότητι ἀέρος καθιστᾷ αὐτὸν ὑγρότερον ἢ ξηρότερον, καθ' ὅσον ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐν ᾧ αὕτη περιέχεται ἀέρος εἶναι μικροτέρα ἢ μεγαλειτέρα. Ὅταν π. χ. ἐν καιρῷ χειμῶνος θερμαίνωμεν τὸν ἀέρα τοῦ δωματίου ἡμῶν, καθιστῶμεν αὐτὸν ξηρόν, οὐχὶ βεβαίως διότι μεταβάλλομεν διὰ τῆς θερμάνσεως τὴν ποσότητα τῶν ἐν αὐτῷ περιεχομένων ἀτμῶν, ἀλλὰ διότι αὐξάνομεν τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος, ἐν ᾧ ἡ αὐτὴ ποσότης ἀτμῶν περιέχεται. Ἐν καιρῷ θέρους, ἐπειδὴ ἡ ἐξάτμισις εἶναι μεγαλειτέρα, ὁ ἀὴρ περιέχει συνήθως μεγαλειτέραν ποσότητα ἀτμῶν, ἢ ἐν καιρῷ χειμῶνος, ὅτε ἡ ἐξάτμισις εἶναι βραδυτέρα, καὶ μολαυτά ὁ ἀὴρ μᾶς φαίνεται ξηρότερος τὸ θέρος ἢ τὸν χειμῶνα, διότι ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ κατὰ τὸ θέρος εἶναι μεγαλειτέρα τῆς κατὰ τὸν χειμῶνα.

Τοῦτου δὲ τεθέντος, ἐπειδὴ προφανῶς ἡ ἐν τινι θερμοκρασίᾳ ὑγρασία τοῦ ἀέρος εἶναι μεγίστη τότε, ὅταν οὗτος ᾖ κακορεσμένος ἀτμῶν, διότι πᾶσα ἐν αὐτῷ νέα ποσότης αὐτῶν ἠθελεν μετατραπῇ ἀμέσως εἰς

ὑδωρ (160), οἱ φυσικοὶ πρὸς προσδιορισμὸν ταύτης ζητοῦσιν οὐχὶ τὴν ἐν αὐτῷ περιεχομένην ποσότητα τῶν ἀτμῶν, ἀλλὰ τὸν λόγον ταύτης πρὸς ἐκείνην, ἣν οὗτος ἤθελε περιέχει, ἂν ἦτο κεκορεσμένος ἐν τῇ αὐτῇ θερμοκρασίᾳ. Ὁ λόγος οὗτος παριστᾷ τὴν καλουμένην ὑγρομετρικὴν κατάστασιν τοῦ ἀέρος.

Ἐπειδὴ οἱ ἀτμοὶ ἀκολουθοῦσι τὸν νόμον τοῦ Μαριόττου, τουτέστιν αἱ ἐλαστικαὶ αὐτῶν δυνάμεις ἐν τῇ αὐτῇ θερμοκρασίᾳ εἶναι ἀνάλογοι τῶν ἐν τῷ αὐτῷ χώρῳ περιεχομένων ποσοτήτων, δυνάμεθα πρὸς εὐρεσιν τῆς ὑγρομετρικῆς καταστάσεως τοῦ ἀέρος νὰ λάβωμεν, ἀντὶ τοῦ λόγου τῶν ποσοτήτων τῶν ἀτμῶν, τὸν λόγον τῶν εἰς τὰς ποσότητας ταύτας ἀντιστοιχοῦσων ἐλαστικῶν αὐτῶν δυνάμεων, καὶ νὰ εἰπωμεν ὅτι·

Ἑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος εἶναι ὁ λόγος τῆς τάσεως τῶν ἐν αὐτῷ περιεχομένων ἀτμῶν πρὸς ἐκείνην, ἣν οὗτοι ἤθελον ἔχει ἐν τῇ αὐτῇ θερμοκρασίᾳ, ἂν ὁ ἐν ᾧ περιέχονται ἀήρ ἦτο κεκορεσμένος ὑπ' αὐτῶν.

178. **ΥΓΡΟΜΕΤΡΑ.** — Τὰ ὄργανα, δι' ὧν προσδιορίζεται ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος, καλοῦνται *υγρόμετρα*. Ὑπάρχουσι δὲ τέσσαρες τάξεις ὑγρομέτρων.

1^{ον} Τὰ *χημικὰ* καλούμενα ὑγρόμετρα, δι' ὧν προσδιορίζεται ἡ ἐν ὠρισμένῳ τινὶ ὄγκῳ ἀέρος ὑπάρχουσα ποσότης ὑδατατμῶν.

2^{ον} Τὰ *ἀπορρόφητικά*, στηριζόμενα ἐπὶ τῶν διαφόρων μεταβολῶν τοῦ σχήματος, ἃς σώματά τινα ὑφίστανται διὰ τῆς κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον ὑπ' αὐτῶν ἀπορρόφησεως τῆς ἐν τῷ ἀέρι ὑπαρχούσης ὑγρασίας.

3^{ον} Τὰ *συμπυκνωτικά*, δι' ὧν εὐρίσκεται ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος διὰ τῆς εὐρέσεως τῆς θερμοκρασίας, καθ' ἣν οἱ ἐν τῷ ἀέρι ὑπάρχοντες ἀτμοὶ ἄρχονται συμπυκνούμενοι, τουτέστιν εἶναι ἐπαρκεῖς πρὸς κορεσμὸν τοῦ ὑπ' αὐτῶν κατεχομένου χώρου.

4^{ον} Τὰ *ἐξατμιστικά*, ἅτινα καλοῦνται συνήθως *ψυχρόμετρα*, καὶ δι' ὧν εὐρίσκεται ἡ ὑγρομετρικὴ κατάστασις τοῦ ἀέρος διὰ τῆς παραγομένης ἐκ τῆς ἐν αὐτῷ ἐξατμίσεως τοῦ ὕδατος ψύξεως.

Ἄν καὶ ὑπάρχουσι πλείστα ὑγρόμετρα, ἀναγόμενα εἰς τινὰς τῶν ἀνωτέρω τεσσάρων τάξεων, ἡμεῖς θέλομεν περιγράψει ἐνταῦθα ἐν συντόμῳ μόνον ἐν ἐκ τῶν ἀναγομένων εἰς τὴν 2^{αν} καὶ 3^{ην} τάξιν.

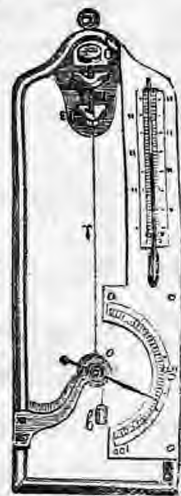
179. **ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΝ ΤΟΥ ΣΩΣΣΥΡ.** — Τὸ ὑγρόμετρον τοῦ Σωσσὺρ (Saus-sure) ἀνήκει εἰς τὴν δευτέραν τάξιν τῶν ὑγρομέτρων καὶ παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 148. Σύγκειται δὲ ἐκ τινος τεταμένης τριχὸς γ, ἥς τὸ μὲν ἄνω ἄκρον συσφίγγεται διὰ τινος πιέστρου ε ἐντὸς τῆς λαβίδος α, τὸ δὲ κάτω ἄκρον τυλίσσεται ἐπὶ τοῦ λαίμου διπλῆς τινος τροχιλαίας ο, ἐφ' ἧς καὶ στηρίζεται. Ἡ λαβὶς α δύναται νὰ ἀναβιθασθῇ ἢ

καταβιβασθῇ διὰ τοῦ κοιλίου δ, στρεφομένου ἐντὸς τοῦ ὑπεράνω αὐτῆς κειμένου ἀκινήτου περικοιλίου, καὶ οὕτως ἡ θριξ γ ἐκτείνεται ἢ χαλαροῦται. Ἐπὶ τοῦ δευτέρου λαιμοῦ τῆς αὐτῆς τροχιλαίας ο τυλίσσεται κατ' ἐναντίαν φοράν τῆς τριχὸς νῆμα ἐκ μετάξης, φέρον εἰς τὸ ἄκρον αὐτοῦ μικρὸν βάρος β δύο ἕως τριῶν δεκάτων τοῦ γράμμου. Τέλος, ἐπὶ τοῦ ἄξονος τῆς διπλῆς τροχιλαίας ὑπάρχει μικρὸς τις δείκτης, οὗτινος τὸ ἐν τῶν ἄκρων διαγράφει τόξον τι διηρημένον εἰς 400 ἴσα μέρη. Τὰ ἴσα ταῦτα μέρη καλοῦνται βαθμοὶ τοῦ ὑγρομέτρου, τὰ δὲ δύο ἄκρα αὐτοῦ 0 καὶ 100 προσδιορίζονται ὡς ἑξῆς·

Ἀφοῦ καθαρίσῃ τὴν τρίχα δι' ὕδατος, περιέχοντος κατὰ τὸ ἐν ἑκατοστὸν τοῦ ἰδίου αὐτοῦ βάρους ὑπανθρακικὴν σόδα, ἢ διὰ θεϊκοῦ αἰθέρος, θέτουσι πρῶτον τὸ ὑγρόμετρον ἐντὸς ὑαλίνου κώδωνος, περιέχοντος ἐντελῶς ξηρὸν ἀέρα, καὶ γράφουσι 0 εἰς τὸ σημεῖον, ἐνθα ὁ δείκτης εἰς τὴν συνήθη θερμοκρασίαν ἴσταται ἀκίνητος· ἔπειτα γράφουσι 100 εἰς τὸ σημεῖον, ἐνθα ἴσταται ἀκίνητος ὁ δείκτης, ὅταν τὸ ὄργανον εὐρίσκηται ἐντὸς ἀέρος κεκορεσμένου ἀτμῶν. Ὁ ἀὴρ τοῦ κώδωνος καθίσταται ἐντελῶς ξηρὸς τιθεμένου ἐν αὐτῷ χλωρούχου τιτανίου ἢ κεκαυμένης ἀνθρακικῆς ποτάσσης, κορέννεται δὲ καταβρεχομένων τῶν παρειῶν αὐτοῦ μὲ ἀπεσταγμένον ὕδωρ. Ἐν τῷ ξηρῷ ἀέρι ὁ δείκτης χρειάζεται περὶ τὰς 20 ἡμέρας, ἵνα λάβῃ θέσιν ἐντελῶς στάσιμον. ἐνθ' ἐν τῷ κεκορεσμένῳ ἀτμῶν φαίνεται στάσιμος ἐντὸς δύο τὸ πολὺ ὥρων.

Ὅταν ὁ ἀὴρ ᾖ ξηρὸς, ἡ θριξ συστέλλεται, ὅταν δὲ οὗτος ᾖ κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον ὑγρὸς, ἡ θριξ ἐκτείνεται κατὰ πολὺ ἢ ὀλίγον.

Ἀλλ' ὅταν ἡ θριξ συστέλληται, ἡ τροχιλαία ο στρέφεται πρὸς τὰ ἀριστερά, καὶ ὁ δείκτης φέρεται πρὸς τὸ μηδέν, ὅταν δ' αὕτη ἐκτείνεται, τὸ βάρος β στρέφει τὴν τροχιλαίαν πρὸς τὰ δεξιά, καὶ ὁ δείκτης φέρεται πρὸς τὸ 100. Εἶναι δὲ φανερόν ὅτι κατὰ τὴν διάφορον ὑγρομετρικὴν κατάστασιν τοῦ ἀέρος τὸ μήκος τῆς τριχὸς, καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ θέσις τοῦ δείκτη, θέλει εἶναι διάφορος. Ἀλλὰ δὲν ἀρκεῖ νὰ ἔχωμεν ὄργανον, δι' οὗ νὰ δεικνύηται ἀπλῶς ἡ διάφορος ὑγρομετρικὴ κατάσταση τοῦ ἀέρος, πρέπει πρὸς τούτοις νὰ βεβαιωθῶμεν, ἂν οἱ βαθμοὶ τοῦ ὑγρομέτρου εἶναι ἀνάλογοι τῶν ὑγρομετρικῶν καταστάσεων αὐτοῦ, τουτέστιν ἂν, ὅταν π. χ. ὁ δείκτης δεικνύῃ τὸν βαθμὸν 50, ἡ ὑγρομετρικὴ κατάσταση τοῦ ἀέρος ᾖ τὸ $\frac{1}{2}$ τῆς κεκορεσμένης· ὅταν τὸν βαθμὸν



Σχ. 148

25, ἂν ᾖναι τὸ $\frac{1}{4}$ αὐτῆς κτλ. Ἐπειδὴ δὲ παρατηρήθη ὅτι τοῦτο δὲν συμβαίνει ἐπὶ τοῦ προκειμένου ὄργανου, ὁ Γαίλουσάκ κατεσκεύασε πειραματικῶς τὸν ἀκόλουθον πίνακα, δι' οὗ εὐρίσκομεν τὰς ὑγρομετρικὰς καταστάσεις, τὰς ἀντιστοιχοῦσας εἰς τοὺς ὑπὸ τοῦ δείκτου δεικνυομένους βαθμοὺς τοῦ ὑγρομέτρου.

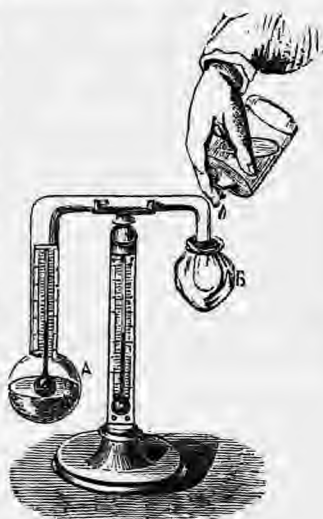
ΒΑΘΜΟΙ ΤΟΥ ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ	ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	ΒΑΘΜΟΙ ΤΟΥ ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΥ	ΥΓΡΟΜΕΤΡΙΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
0	0,000	53	0,318
5	0,022	60	0,363
10	0,046	65	0,414
15	0,070	70	0,472
20	0,094	72	0,500
25	0,120	75	0,538
30	0,148	80	0,612
35	0,177	85	0,696
40	0,208	90	0,791
45	0,241	95	0,891
50	0,278	100	1,000

Ἐκτὸς τοῦ ὅτι οἱ βαθμοὶ τοῦ ὑγρομέτρου τοῦ Σωσσὺρ δὲν εἶναι ἀνάλογοι τῶν ὑγρομετρικῶν καταστάσεων τοῦ ἀέρος, τὸ ὄργανον τοῦτο ἔχει ἀκόμη πολλὰς ἀτελείας· 1^{ον} τὰ κατεσκευασμένα ἐκ διαφόρου εἵδους τριχῶν ὑγρόμετρα, ἂν καὶ συμφωνοῦσιν εἰς τὰ σημεῖα 0 καὶ 100, δεικνύουσι πολλὰς διαφόρους βαθμοὺς, ὅταν ἡ ὑγρομετρικὴ κατάσταση τοῦ ἀέρος ᾖναι ἡ αὐτή, 2^{ον} τὸ αὐτὸ ὑγρόμετρον μετὰ παρέλευσιν χρόνου τινὸς δὲν δεικνύει διὰ τὴν αὐτὴν ὑγρομετρικὴν κατάστασιν τοῦ ἀέρος τὸν αὐτὸν βαθμόν, καὶ 3^{ον} ὁ ἀνωτέρω πίναξ τοῦ Γαίλουσάκ κατὰ τὰς πρακτικὰς τοῦ Ῥενιὼ δὲν ἐφαρμόζεται εἰς πᾶν ὑγρόμετρον, ἀλλὰ πρέπει νὰ κατεσκευάζεται ἐπίτηδες δι' ἕκαστον χωριστά.

Τὸ ἀνωτέρω ὑγρόμετρον οὐδέποτε δεικνύει εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα τοὺς ἄκρους βαθμοὺς 100 καὶ 0, ἐπομένως οὐδέποτε ὁ ἐν ᾧ ζῶμεν ἀὴρ εὐρίσκεται κεκορεσμένος ἐντελῶς ἀτμῶν ἢ εἶναι ἐντελῶς ξηρός. Ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ὁ δείκτης εὐρίσκεται μεταξὺ τῶν 60 καὶ 80 βαθμῶν, καὶ σπανίως εἰς τὰς μεγαλειτέρας ξηρασίας ὑφίπται ὑπεράνω τοῦ 30 βαθμοῦ διευθυνόμενος πρὸς τὸ μηδέν. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα ὁ ἀὴρ εἶναι συνήθως κατὰ τὸ ἥμισυ περίπου κεκορεσμένος ἀτμῶν, καὶ ὅτι εἰς τὰς μεγαλειτέρας ξηρασίας περιέχει τὸ πέμπτον περίπου τῶν ἀναγκαίων πρὸς κορεσμόν αὐτοῦ.

180. ΥΓΡΟΜΕΤΡΟΝ ΤΟΥ ΔΑΝΙΗΛ. — Τὸ ὑγρόμετρον τοῦ Δανιὴλ (Daniel) παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 149 καὶ ἀνήκει εἰς τὴν τρίτην

τάξιν τῶν ὑγρομέτρων, εἰς ἐκείνην δηλ., δι' ἧς εὐρίσκεται ἡ ὑγρομετρικὴ κατὰστασις τοῦ ἀέρος, προσδιορίζομένης τῆς θερμοκρασίας, καθ' ἣν οἱ ἐν αὐτῷ ὑπάρχοντες ἀτμοὶ ἠδύναντο νὰ κορέσωσιν αὐτόν. Ἄς ὑποθέσωμεν π. χ. ὅτι, ἐνῶ ἡ ἐξωτερικὴ θερμοκρασία εἶναι 20 βαθμῶν, ἡ θερμοκρασία, καθ' ἣν οἱ ὑπάρχοντες ἐν τῷ ἀέρι ἀτμοὶ κορέννυσιν αὐτόν, εὐρέθη οὕσα 40 βαθμῶν. Ἐπειδὴ ἡ τάσις 9,47 τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν, ἡ κατὰ τὸν πίνακα τῆς § 164 ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν θερμοκρασίαν 40°, εἶναι ἴση μὲ τὴν τάσιν, ἣν εἶχον καὶ πρότερον οἱ αὐτοὶ ἀτμοί, ὅτε ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐν ᾧ ὑψίσκοντο ἀέρος ἦτο 20°, ὁ λόγος 0,521 ταύτης πρὸς τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς 20° τάσιν 17,39 θέλει παριστᾷ τὴν ζητούμενην ὑγρομετρικὴν κατὰστασιν τοῦ ἀέρος¹. Τὴν μὲν ὑπάρχουσαν θερμοκρασίαν τοῦ ἀέρος, δι' ἧς εὐρίσκομεν τὴν εἰς ταύτην ἀντιστοιχοῦσαν τάσιν τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν, μᾶς δεικνύει τὸ ἐπὶ τοῦ στηλιδίου τοῦ ὀργάνου τεθειμένον θερμόμετρον, ἐκείνην δέ, καθ' ἣν οἱ ἤδη ὑπάρχοντες ἀτμοὶ ἠθέλον εἶναι ἐπαρκεῖς πρὸς κορεσμόν αὐτοῦ, εὐρίσκομεν διὰ τοῦ αὐτοῦ ὀργάνου ὡς ἑξῆς:



Σχ. 149

Μεταφέρομεν πρῶτον ὅλον τὸν μετὰ τὴν ἀφαίρεσιν τοῦ ἀέρος ἐγκλεισθέντα ἐν τῷ ὀργάνῳ αἰθέρα ἐν τῇ σφαίρᾳ Α, ἐντὸς τῆς ὁποίας ὑπάρχει καὶ μικρόν τι ἐμβεβαπτισμένον ἐν αὐτῷ θερμόμετρον, καὶ ῥίπτομεν ἀκολούθως ἐπὶ τοῦ περιβάλλοντος τὴν σφαῖραν Β λεπτοτάτου ὑφάσματος κατὰ σταγόνας πάλιν αἰθέρα. Ἐπειδὴ ὁ ἐπὶ τῆς σφαίρας Β ῥιπτόμενος κατὰ σταγόνας αἰθὴρ ἐξατμίζεται ταχέως, ἀφαιρεῖται οὕτω μεγάλη ποσότης θερμότητος ἀπ' αὐτῆς (172), καὶ ἡ μὲν σφαῖρα Β ψύχεται, οἱ δὲ ἐντὸς αὐτῆς ὑπάρχοντες ἀτμοὶ τοῦ ἐγκλεισμένου αἰθέ-

¹ Ἦνα ἐξηγηθῶμεν σαφέστερον, ἥς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ὑπάρχουσα ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις εἶναι Α. Αὕτη κατὰ τὰ ἐν τῇ § 163 λεγόμενα θέλει σύγκεισθαι ἐκ δύο τινῶν· ἐκ τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως α τοῦ ἡεροῦ ἀέρος καὶ ἐκ τῆς ἐλαστικῆς δυνάμεως β τῶν μετ' αὐτοῦ ἀναμειγμένων ἀτμῶν. Ἀλλ' ὅταν ἡ θερμοκρασία ἐλευθέρου τινὸς ὄγκου τοῦ μίγματος ἐλαττωθῇ μέχρις οὗ οἱ ἐν αὐτῷ ὑπάρχοντες ἀτμοὶ καταστῶσιν ἐπαρκεῖς πρὸς κορεσμόν αὐτοῦ, ἐπειδὴ ἀπ' ἐνὸς ἡ ἐξωτερικὴ πίεσις Α μένει ἡ αὐτή, καὶ ἀπ' ἑτέρου ἡ ἐλαστικὴ δύναμις α τοῦ ἡεροῦ ἀέρος δὲν μεταβάλλεται διὰ τῆς ψύξεως (διότι ἐλαττωθῇ διὰ ταύτης τόσον, ὅσον καὶ αὐξάνει καταλαμβάνοντας τοῦ ἀέρος ὄγκον μικρότερον), ἡ διαφορά αὐτῶν, τοιούστιν ἡ ἐλαστικὴ δύναμις τῶν κεκορεσμένων ἀτμῶν, θέλει μένει ἀμετάβλητος, καὶ ἐπομένως θέλει εἶναι ἴση μὲ β, τοιούστιν ἴση μὲ τὴν ἐλαστικὴν δύναμιν, ἣν εἶχον οὗτοι, ὅτε ὁ αἶρ εἶχε τὴν πρῶτην αὐτοῦ θερμοκρασίαν.

ροί συμπυκνούνται. Ἀλλά, συμπυκνουμένων τῶν ἐν τῇ σφαίρᾳ Β ἀτμῶν τοῦ αἰθέρος, ἡ ἐσωτερικὴ ἐλαστικὴ αὐτῶν δύναμις ἐλαττοῦται, ὁ χῶρος παύει τοῦ νὰ ᾔναι κεκορεσμένος, καὶ ἐπομένως νέα ἐξάτμισις ἐξακολουθεῖ νὰ παράγῃται ἐκ τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ Α περιεχομένου. Ἀλλά, ἐξατμιζομένου τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ Α αἰθέρος, ἡ θερμοκρασία αὐτῆς ἐλαττοῦται βαθμηδὸν καὶ ἐπέρχεται στιγμὴ, καθ' ἣν γίνεται τοιαύτη, ὥστε οἱ ἀτμοὶ τοῦ περιβάλλοντος τὴν σφαῖραν ἀέρος ἐπικάθηνται ἐν εἴδει λεπτῆς δρόσου ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας αὐτῆς. Ἡ θερμοκρασία, καθ' ἣν ἄρχεται ἡ ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας Α ἐμφάνισις τῆς δρόσου, εἶναι προφανῶς ἐκείνη, καθ' ἣν οἱ ἐν τῷ ἀέρι ὑπάρχοντες ἀτμοὶ δύνανται νὰ κορέσωσιν αὐτόν, καὶ δεικνύεται ὑπὸ τοῦ ἐντὸς τῆς σφαίρας Α ἐμβεβαπτισμένου ἐν τῷ αἰθέρι θερμομέτρου.

Πρὸς ταχυτέραν παραγωγὴν τῆς ἐξατμίσεως τῶν ἐπὶ τῆς σφαίρας Β ριπτομένων σταγόνων τοῦ αἰθέρος θέτουσι συνήθως τὸ ὑγρόμετρον ἐντὸς ρεύματος ἀέρος, ἐπὶ τινος π. χ. ἀνοικτοῦ παραθύρου, ἐπεὶ δὲ ἡ ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου δεικνυμένη θερμοκρασία δυνατόν νὰ ᾔναι μικρότερὰ ἐκείνης, καθ' ἣν πραγματικῶς συμβαίνει ἡ ἐμφάνισις τῆς δρόσου, προσδιορίζουσι διὰ τοῦ αὐτοῦ θερμομέτρου καὶ ἐκείνην καθ' ἣν οἱ ἐπικαθίσαντες ἀτμοὶ ἐκλείπουσι, καὶ λαμβάνουσιν ὡς τιμὴν τῆς ζητουμένης θερμοκρασίας τὸ ἥμισυ τοῦ ἀθροίσματος τῶν δύο εὑρεθεισῶν θερμοκρασιῶν.

Ἐπεὶ δὲ καὶ τὸ ἀνωτέρω περιγραφὸν ὑγρόμετρον τοῦ Δανιὴλ ἔχει ἀτελείας τινάς, τὸ μὲν, διότι τὸ ἐντὸς τῆς σφαίρας Α ὑπάρχον θερμόμετρον δὲν δύναται νὰ δώσῃ ἐπ' ἀκριβῶς τὴν θερμοκρασίαν τῆς ἐμφάνισεως τῆς δρόσου, τὸ δέ, διότι ἡ πλησίον τοῦ ὀργάνου παρουσία τοῦ παρατηρητοῦ μεταβάλλει καὶ τὴν ὑγρομετρικὴν κατάστασιν καὶ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ παρακειμένου ἀέρος, ὁ Γενιὼν κατεσκεύασεν ἴδιον ὑγρόμετρον, ἐντελὲς ἀπηλλαγμένον τῶν ἀνωτέρω ἀτελειῶν, ἀλλὰ τοῦ ὁποίου τὴν περιγραφὴν παραλείπομεν ἐνταῦθα, ἵνα μὴ ἐκταθῶμεν πολὺ πέραν τοῦ δέοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

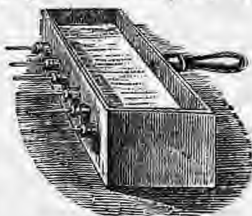
ΘΕΡΜΑΓΩΓΟΝ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ, ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ

181. **ΘΕΡΜΑΓΩΓΟΝ.** — Εἵπομεν ἐν τῇ § 123 ὅτι κατὰ δύο διαφόρους εὐρύπους φαίνεται μεταδιδομένη ἡ θερμότης· ἡ ἐξ ἀποστάσεως, ἡ διὰ τῆς οὐσίας τῶν σωμάτων ἀπὸ ατόμου εἰς ἄτομον. Ἡ ἰδιότης αὕτη τῶν

σωμάτων τοῦ νὰ μεταδίδωσι τὴν θερμότητα διὰ τῆς μάξης αὐτῶν καλεῖται *θερμαγωγόν*. Ὄταν θερμαίνωμεν τῶν ἐν τῶν ἄκρων σιδηρᾶς τινος ῥάβδου, ἡ θερμοκρασία τοῦ ἑτέρου αὐξάνει· ὅταν ῥίπτωμεν βράζον ὕδωρ ἐντὸς ἀγγείου τινός, αἱ παρειαὶ αὐτοῦ καθίστανται καυστικαί· ἡ θερμότης τοῦ ἐντὸς τῶν θερμοστροφῶν περιεχομένου πυρὸς μεταδίδεται πρὸς τὰ ἔξω διὰ τῶν παρειῶν αὐτῶν, κτλ.

182. **ΕΥΘΕΡΜΑΓΩΓΑ ΚΑΙ ΔΥΣΘΕΡΜΑΓΩΓΑ ΣΩΜΑΤΑ.**—Ὅλα τὰ σώματα δὲν μεταδίδουσιν ἐπίσης τὴν θερμότητα· τινὰ τούτων μεταδίδουσιν αὐτὴν εὐκόλως καὶ ταχέως, ἄλλα δὲ δυσκόλως καὶ μετὰ βραδύτητος. Τὰ μὲν πρῶτα καλοῦνται *εὐθερμαγωγὰ σώματα*, καὶ τοιαῦτα εἶναι ὁ χρυσοῦς, ὁ ἄργυρος, ὁ σιδηρὸς καὶ ἐν γένει πάντα τὰ μέταλλα· τὰ δὲ δεύτερα ὀνομάζονται *δυσθερμαγωγὰ*, καὶ τοιαῦτα εἶναι ἡ ὕλη, ἡ ῥιτίνη, τὰ ξύλα καὶ πρὸ πάντων τὰ ὑγρά καὶ τὰ αἲρια.

Πρὸς ἀπόδειξιν τῆς διαφορᾶς θερμαγωγικῆς δυνάμεως τῶν διαφόρων οὐσιῶν, ὁ Ἰγγεχοῦζ (Ingenhousz) κατεσκεύασεν ἐκ διαφόρων οὐσιῶν, χρυσοῦ, ἀργύρου, σιδήρου, ξύλου, ὑάλου κτλ., μικροὺς κυλίνδρους τῆς αὐτῆς διαμέτρου, καὶ ἀροῦ ἐπέχρισεν αὐτοὺς μὲ κίτρινον κηρόν, ὅστις τήκεται εἰς θερμοκρασίαν 61° , τοὺς ἐνέπηξεν ἐπὶ τῆς μιᾶς τῶν πλευρῶν χαλκίνου τινὸς σκεύους, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 150. Πληρώσας ἔπειτα τὸ σκεῦος βράζοντος ὕδατος, παρετήρησεν ὅτι ἐπὶ μὲν τῶν μεταλλικῶν κυλίνδρων ὁ κηρὸς ἐτήκετο



Σχ. 150

καὶ εἰς διαφόρους ἀπὸ τῆς ἑδρας τοῦ σκεύους ἀποστάσεις, ἐνῷ ἐπὶ τῶν ἐξ ἄλλων οὐσιῶν κυλίνδρων οὐδὲ ἵχνος τήξεως παρετηρεῖτο. Ἐπεταί λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι τὰ μὲν μέταλλα εἶναι κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον εὐθερμαγωγὰ σώματα, τὰ δὲ μὴ τοιαῦτα δυσθερμαγωγὰ.

Ὁ Δεπρὲ πρὸς τὸν αὐτὸν σκοπὸν καὶ πρὸς εὐρεσιν τοῦ νόμου, καθ' ὃν μεταδίδεται εἰς διαφόρους ἀποστάσεις διὰ τῆς μάξης τῶν διαφόρων σωμάτων ἡ θερμότης, κατεσκεύασεν ἐξ αὐτῶν πρισματικὰς ῥάβδους, ὧν ἡ βᾶσις ἦτο τετράγωνον, ἔχον 21 χιλιοστὰ τοῦ μέτρου πλευράν. Ἐπὶ τοῦ μήκους ἐκάστης μεταλλικῆς ῥάβδου καὶ εἰς ἀποστάσεις διαφερούσας ἀλλήλων κατὰ 10 ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου ἔθεσεν ἀκριβῆ θερμόμετρα ἐντὸς μικρῶν ὀπῶν πεπληρωμένων ὕδραργύρου, καὶ ἐθέρμανεν, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 151, τὸ ἐν ἄκρον τῆς ῥάβδου διὰ τινος λυχνίας, διδούσης σταθεράν ποσότητα θερμότητος. Αἱ ὑπὸ τῶν θερμομέτρων δεικνύμεναι θερμοκρασίαι ἤρξαντο τότε αὐξανόμεναι ἀπὸ τοῦ πρώτου μέχρι τοῦ τελευταίου, ἀλλ' ἀνισάκεις, ὅτε δὲ τὰ θερμομέτρα ἤρξαντο δεικνύοντα σταθερὰς θερμοκρασίας, παρετήρησεν ὅτι αὐ-

ται ἡκολούθουν τὸν ἐξῆς ὑπὸ τὸν Λαμπέρ (Lambert) κατὰ πρῶτον τεθέντα νόμον, ὅτι

“Ὅταν αἱ ἀπὸ τῆς ἐστίας τοῦ πυρὸς ἀποστάσεις αὐξάνωσι κατὰ ἀριθμητικὴν πρόοδον, αἱ μεταξὺ τῆς ὑπαρχούσης θερμοκρασίας καὶ τῶν ὑπὸ τῶν θερμομέτρων δεικνυμένων διαφοραὶ ἐλαττοῦνται κατὰ γεωμετρικὴν πρόοδον.



Σχ. 151.

Ὁ ἀνωτέρω νόμος εὐρέθῃ ἀληθῆς μόνον διὰ τὰ λίαν εὐθερμαγωγὰ σώματα, ἐξ ὧν ὁ χρυσός, ὁ ἄργυρος, ἡ πλάτινα, ὁ χαλκός. Εἰς τὸν σίδηρον, τὸν ψευδάργυρον, τὸν μόλυβδον, τὸν κασσίτερον παρατηρήθησαν ἐπαισθηταὶ παραλλαγαί, διὰ δὲ τὰ δυσθερμαγωγὰ σώματα, ὡς τὸ μάρμαρον, ἡ πορσελάνη, αἱ πλίνθοι, ὁ ἀνωτέρω νόμος οὐδόλως ἀληθεύει.

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ παριστᾷ τὰς θερμοαγωγικὰς δυνάμεις τῶν ἐν αὐτῷ ἀναφερομένων σωμάτων κατὰ τὰ πειράματα τοῦ αὐτοῦ Γάλλου φυσικοῦ Δεπρέ.

Χρυσός.	1000	Ψευδάργυρος.	363
Πλάτινα.	981	Κασσίτερος.	304
Ἄργυρος.	973	Μόλυβδος.	179
Χαλκός.	897	Μάρμαρον.	23
Σίδηρος.	374	Πορσελάνη.	12

Ἡ ὕαλος εἶναι λίαν δυσθερμαγωγὸν σῶμα. Δυνάμεθα νὰ κρατῶμεν ὑάλινον πωλῆνα πολὺ πλησίον τοῦ τηχομένου ἄκρου αὐτοῦ χωρὶς νὰ καίωμεθα. Τὰ ξύλα, ὑφάσματα καὶ ἐν γένει ὅλαι αἱ ὀργανικαὶ οὐσίαι εἶναι ὡσαύτως δυσθερμαγωγὰ σώματα. Ἔνεκα δὲ τῆς διαφόρου θερμοαγωγικῆς τῶν σωμάτων δυνάμεως φαίνεται εἰς ἡμᾶς ψυχρότερον ἢ θερμότερον τὸ ἐν τοῦ ἄλλου, ἂν καὶ ἔχουσι τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν. Ὅταν π. χ. ἐν καιρῷ χειμῶνος ἀπτόμεθα τῶν μετάλλων, ταῦτα μᾶς φαίνονται λίαν ψυχρά, διότι ἡ κατ' ἀρχὰς ἀφαιρεθεῖσα ἀπὸ τῆς χειρὸς ἡμῶν θερμότης μεταδίδεται ταχέως, ἔνεκα τῆς μεγάλης θερμοαγωγι-

κῆς αὐτῶν δυνάμεως εἰς ὅλην τὴν μάζαν τοῦ σώματος, καὶ προκαλεῖται οὕτω νέα ἀφαίσεις θερμότητος, ἣν διαδέχεται ἑτέρα, καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρις οὗ ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος καταστῇ ἴση μὲ τὴν τῆς χειρὸς ἡμῶν, καὶ ἐντεῦθεν γεννᾶται ἐν ἡμῖν τὸ αἶσθημα τοῦ ψύχους. Ἐνῶ, ὅταν ἀπτόμεθα τῶν ξύλων ἢ ἄλλων τινῶν λίαν δυσθερμαγωγῶν σωμάτων, ἐπειδὴ ἡ κατ' ἀρχὰς ἀπὸ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἀφαιρηθεῖσα διὰ τῆς ἐπαφῆς θερμότης δὲν μεταδίδεται σχεδὸν οὐδὲν εἰς τὴν μάζαν τοῦ σώματος, δὲν προκαλεῖται νέα ἀφ' ἡμῶν ἀφαίσεις θερμότητος, καὶ οὕτως ἀποκαθίσταται ταχέως μετὰ τοῦ ἀπτομένου σώματος καὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν διὰ τῆς ἀφαιρέσεως ὀλίγης ἀφ' ἡμῶν θερμότητος ἡ αὐτὴ θερμοκρασία. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον τὰ θερμὰ μέταλλα φαίνονται εἰς ἡμᾶς θερμότερα ἄλλων δυσθερμαγωγῶν σωμάτων τῆς αὐτῆς θερμοκρασίας. Διότι ἡ ἀπὸ τῶν μετάλλων ἀφαιρουμένη διὰ τῆς ἐπαφῆς θερμότης γίνεται, ἕνεκα τῆς μεγάλης θερμοαγωγικῆς δυνάμεως, τάχιστα καὶ καθ' ὅλην τὴν μάζαν τοῦ σώματος, ὥστε μεταδίδεται εἰς ἡμᾶς μεγάλη αὐτῆς ποσότης μέχρις οὗ ἐπέλθῃ ἰσορροπία τῶν θερμοκρασιῶν, ἐνῶ ἡ ἀπὸ τῶν λίαν δυσθερμαγωγῶν σωμάτων κατ' ἀρχὰς ἀφαιρουμένη θερμότης δὲν ἀντικαθίσταται διὰ τῆς ἐν αὐτοῖς ὑπαρχούσης, καὶ οὕτως ἐπέρχεται ἰσορροπία τῶν θερμοκρασιῶν ταχέως καὶ διὰ τῆς μεταδόσεως ἐλαχίστης εἰς ἡμᾶς ποσότητος θερμότητος ἀπὸ τῆς ἐν αὐτοῖς ὑπαρχούσης.

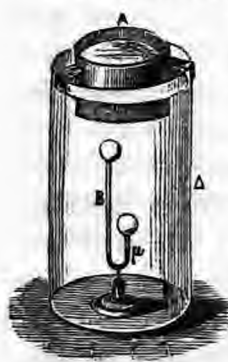
183. **ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ.** — Τῆς διαφόρου θερμοαγωγικῆς τῶν σωμάτων δυνάμεως γίνονται διάφοροι κατὰ διαφόρους ἀνάγκας χρήσεις. Ὅταν θέλωσι νὰ παραγάγῃσι ταχέως τὴν ἀναγκαίαν πρὸς θέρμανσιν τῶν οἰκῶν θερμότητα, μεταχειρίζονται σιδηρᾶς θερμάστρας καὶ δίδουσι μεγάλην ἑκτασιν εἰς τοὺς μεταλλικοὺς σωλήνας, ἀφ' ὧν ἐξέρχεται εὐκόλως ἡ ἐντὸς ὑπάρχουσα θερμότης. Τοῦναντίον, ὅταν θέλωσι νὰ θερμαίνωσι κατὰ μικρὸν καὶ διαρκῶς τὰ δωμάτια τῶν οἰκῶν, μεταχειρίζονται θερμάστρας ἐκ πορσελάνης, ἢ κατασκευασμένας, ἐκ πλίνθων, αἵτινες διατηροῦσιν ἐπὶ μακρὸν τὴν ὑψηλὴν θερμοκρασίαν, ἣν ἐκ τῆς θερμάνσεως προσλαμβάνουσι, καὶ μεταδίδουσι ταύτην ὀλίγον κατ' ὀλίγον εἰς τὸν περιβάλλοντα αὐτὰς ἀέρα. Ὡσαύτως, ὅσάκις θέλουσι νὰ ἐμποδίσωσι τὴν διάβασιν τῆς θερμότητος, μεταχειρίζονται τὰ λίαν δυσθερμαγωγὰ σώματα· τοῦτου ἕνεκα κατασκευάζουσιν ἐκ ξύλου τὰς λαβίδας τινῶν μαγειρικῶν σκευῶν καὶ ἄλλων ἐργαλείων, τῶν ὁποίων τὰ ἄκρα, ὡς ἐκ τοῦ σκοποῦ δι' ὃν κατασκευάσθησαν, φέρονται συνήθως εἰς ὑψηλὰς θερμοκρασίας. Εἰς τὰ βόρεια κλίματα, ὅπου ἡ ξυλεία εἶναι ἄφθονος, οἱ γεωργοὶ κατασκευάζουσι τοὺς ἐσωτερικοὺς καὶ ἐξωτερικοὺς τείλους τῶν οἰκῶν αὐτῶν ἐκ παχέων σανίδων, παρενθέτοντες μετὰξὺ

τῶν δύο τούτων διαφραγμάτων τετριμμένα ἄχυρα, ἢ ῥινίσματα ξύλων ἢ καὶ φύλλα ξηρά, δι' ὧν διατηρεῖται καλῶς ἡ ἐσωτερικὴ θερμότης καὶ προφυλάσσονται ἀπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ψύχους. Τοιαῦται οἰκίαι εἶναι κατάλληλοι καὶ εἰς τὰ λίαν θερμὰ κλίματα, διότι προφυλάσσουν τοὺς κατοικοῦντας ταύτας καὶ ἀπὸ τῆς μεγάλης ἐξωτερικῆς θερμότητος. Αἱ παγοθῆκαι, ἐν αἷς συνάγουσι διὰ τὸ θέρος τὸν ἐν καιρῷ χειμῶνος σχηματιζόμενον πάγον, κατασκευάζονται εἰς τρόπον ὥστε ἡ ἐξωτερικὴ θερμότης νὰ μὴ δύναται νὰ εἰσδύσῃ ἐν αὐταῖς. Πρὸς τοῦτο ἐνθάπτουσι συνήθως τὸν πάγον ἐντὸς βαθέων λάκκων, τῶν ὁποίων τοὺς τοίχους κατασκευάζουσιν ἐξ ἐλαφρῶν πλίνθων, καὶ τοὺς ὁποίους σκεπάζουσι καλύπτοντες τὴν ἐπ' αὐτῶν κατασκευαζομένην στέγην μὲ παχύτατον στρώμα ἀχύρων. Εἰς τὰς πόλεις προφυλάσσεται ὁ πάγος ἀπὸ τῆς ἐξωτερικῆς θερμότητος τιθέμενος ἐντὸς βαθέων ὑπογείων καὶ καλυπτόμενος μὲ ἄχυρα ἢ μὲ ῥινίσματα ξύλων. Εἰς τὰς Ἡνωμένας τῆς Ἀμερικῆς Πολιτείας μεταφέρουσι διὰ τῶν πλοίων ἐν καιρῷ θέρους ἀπὸ τῶν βορείων μερῶν τὸν πάγον κόπτοντες αὐτὸν διὰ πριόνων εἰς τεμάχια, ζυγίζοντα 400 ἕως 420 χιλιόγραμμα ἑκαστον, καὶ ἐναποθέτοντες ταῦτα ἐντὸς τοῦ πλοίου οὕτως, ὥστε μεταξὺ τῶν πλευρῶν τοῦ πλοίου καὶ τῶν τεμαχίων τοῦ πάγου νὰ ὑπάρχῃ παχὺ τι στρώμα ἐξ ἀχύρων ἢ ἐκ ῥινισμάτων ξύλων. Τὰ τεμάχια ταῦτα τοῦ πάγου μεταφέρουσιν ἀκολούθως κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον εἰς Ἀβάναν, Ἰνδίας, Κίναν, Καλκούταν κτλ. Παρατηρήθη δὲ ὅτι μόλις τὸ πέμπτον μέρος τοῦ εἰς Καλκούταν μεταφερομένου πάγου ἀναλύεται καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ πλοῦ.

184. ΘΕΡΜΑΓΩΓΟΝ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ. — Ἐπὶ πολὺν χρόνον ἐνόμιζον ὅτι

τὰ ὑγρά εἶναι εὐθερμαγωγὰ σώματα, ἀλλὰ τὴν σήμερον τὸ λίαν δυσθερμαγωγὸν αὐτῶν εἶναι ἀποδεδειγμένον δι' ἀναμφισβητήτων πειραμάτων.

Ἐὰν π. χ. ἐντὸς ὑαλίνου τινὸς ἀγγείου Δ (Σχ. 152), πλήρους ὕδατος, θέσωμεν μικρὸν θερμοσκόπιον Βμ, περιέχον δείκτην ἐκ χρωματισμένου τινὸς ὑγροῦ, ἐπὶ δὲ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος ἐμβαπτίσωμεν σκευὸς τι Α ἐκ ψευδαργύρου, καὶ πληρώσωμεν τοῦτο βράζοντος ὕδατος ἢ ἐλαίου, ἔχοντος θερμοκρασίαν 200 ἢ καὶ 300 βαθμῶν, θέλωμεν παρατηρήσει ὅτι ἡ πλησιεστέρα εἰς τὸ σκεῦος



Σχ. 152

Α σφαῖρα Β τοῦ θερμοσκοπίου θερμαίνεται κατ' ἐλάχιστον διὰ τοῦ μεταξὺ αὐτῆς καὶ τοῦ σκεύους Α ὕδατος, διότι μόλις ὁ δείκτης τοῦ θερμοσκοπίου φαίνεται κινούμενος πρὸς τὸ μέρος τοῦ μικροτέρου βραχί-

νος μ. Ἐντεῦθεν ἔπεται ὅτι ἡ θερμαγωγικὴ δύναμις τοῦ ὕδατος εἶναι ἐλαχίστη. Τὸ αὐτὸ παρατηρήθη καὶ διὰ διάφορα ἄλλα ὑγρά, ἐκτὸς τοῦ ὑδραργύρου, ὅστις ἕνεκα τῆς μεγάλης αὐτοῦ πυκνότητος καὶ τῆς μεταλλικῆς αὐτοῦ φύσεως κέκτηται θερμαγωγικὴν δύναμιν ἀρκετὰ μεγάλην.

Μολονότι τὰ ὑγρά εἶναι λίαν δυσθερμαγωγὰ σώματα, τὰ πειράματα τοῦ Δεπρέ ἀπέδειξαν διὰ τὸ ὕδωρ ὅτι ἡ θερμότης μεταδίδεται διὰ τούτου κατὰ τὸν αὐτὸν νόμον, καθ' ὃν καὶ διὰ τῶν μεταλλικῶν σωμάτων (182).

185. ΜΕΤΑΔΟΣΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ ΕΝΤΟΣ ΤΗΣ ΜΑΖΗΣ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ.

— Ἐπειδὴ τὰ ὑγρά εἶναι λίαν δυσθερμαγωγὰ σώματα, ἡ εἰς αὐτὰ μετάδοσις τῆς θερμότητος δὲν γίνεται δυνάμει τῆς θερμαγωγικῆς αὐτῶν δυνάμεως, ἀλλ' ἕνεκα τῶν διαφορῶν ρευμάτων, ἅτινα αὕτη παράγει ἐντὸς τῆς μάζης αὐτῶν. Ὅταν π. χ. θερμαίνωμεν κάτωθεν ἐντὸς ἀγγείου τινὸς ὕδωρ, τὰ κάτω στρώματα τοῦ ὑγροῦ, τὰ εὐρισκόμενα εἰς ἄμεσον ἐπαφὴν μετὰ τῆς θερμαινομένης ἀπ' εὐθείας παρειᾶς, θερμαίνοντα καθίστανται εἰδικῶς ἐλαφρότερα καὶ ἀναγκάζονται, κατὰ τοὺς τῆς ὑδροστατικῆς νόμους, νὰ ἀνέλθωσι πρὸς τὰ ἄνω συµμεταφέροντα μεθ' ἑαυτῶν καὶ τὴν θερμότητα, δι' ἧς κατεστάθησαν καὶ εἰδικῶς ἐλαφρότερα, ἀλλ' ἐνῷ ταῦτα ἀνέρχονται, τὰ ψυχρότερα κατέρχονται ὡς καὶ τὰ πρῶτα συµμεταφέροντα μεθ' ἑαυτῶν τὴν ἐκ τῆς θερμάνσεως προσληφθεῖσαν θερμότητα, καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρις οὗ οὕτως ἅπανα ἡ μάζα τοῦ ὑγροῦ ἀποκτήσῃ τὴν αὐτὴν περίπου θερμοκρασίαν. Ἡ πρὸς τὰ ἄνω καὶ κάτω κινήσεις αὕτη τοῦ ὑγροῦ καθίσταται καταφανής, ἐὰν ἐντὸς αὐτοῦ ρίψωμεν σωμάτια, μένοντα ἐν ἰσορροπίᾳ εἰς τὰ διάφορα τοῦ ὑγροῦ στρώματα, καθὼς π. χ. τὰ ῥινίσματα τῶν ξύλων, καὶ θερμάνωμεν κάτωθεν τὸ ὑγρὸν ἐντὸς ὑαλίνου τινὸς ἀγγείου (Σχ. 153). Θέλομεν μετ' ὀλίγον παρατηρήσει διὰ τῆς κινήσεως τῶν ῥινισμάτων ὅτι σχηματίζεται κατὰ μὲν τὸν ἄξονα τοῦ ἀγγείου διαρκὲς ἀναβατικὸν ρεῦμα, περιζ δ' αὐτοῦ διαρκῆ πρὸς τὰ κάτω ρεύματα, δι' ὧν μεταδίδεται καθ' ὅλην τὴν μάζαν τοῦ ὑγροῦ ἡ διὰ τῆς θερμαινομένης παρειᾶς εἰσαγομένη ἐν αὐτῷ θερμότης. Τούτου δ' ἕνεκα θερμαίνουσι τὰ ὑγρά πάντοτε κάτωθεν καὶ οὐχὶ ἄνωθεν ἢ πρὸς τὰ πλάγια, ἐκτὸς εἰς τινὰς εἰδικὰς περιστάσεις (166).



Σχ. 153

186. ΘΕΡΜΑΓΩΓΟΝ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ. — Ἐπειδὴ ἀφ' ἑνὸς διὰ τῆς μάζας

ζης τῶν ἀερίων διέρχεται λίαν εὐκόλως ἢ θερμότης, καὶ ἀφ' ἐτέρου ἕνεκα τῆς μεγίστης διασταλτικῆς αὐτῶν δυνάμεως σχηματίζονται ταχέως ἐν αὐτοῖς διάφορα ρεύματα, δὲν δυνάμεθα εὐκόλως νὰ ἀποφανθῶμεν ἂν ταῦτα ἔχουσι θερμοαγωγικὴν τινα δύναμιν. Ἀλλ' ἐπειδὴ παρατηρήθη ὅτι, ὁσάκις τὰ ἀέρια δὲν δύνανται νὰ κινηθῶσιν εὐκόλως, διατηροῦσιν ἐπὶ πολὺν χρόνον τὴν θερμότητα αὐτῶν, συμπεραίνομεν ὅτι ἡ θερμοαγωγικὴ αὐτῶν δύναμις εἶναι σχεδὸν μηδέν. Παραδείγματος χάριν, ὅταν καλύπτωμεν σῶμά τι δι' ἁχύρων, ἢ διὰ λεπτῶν πτερῶν, μεταξὺ τῶν μερῶν τῶν ὁποίων ὁ ἀὴρ μένει στάσιμος, ἡ θερμοκρασία τοῦ σώματος διατηρεῖται ἐπὶ πολὺν χρόνον σχεδὸν ἀμετάβλητος, ἐνῶ, ἐὰν πιέσωμεν τὰ ἄχυρα ἢ τὰ πτερὰ εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἐξέλθῃ ὁ μεταξὺ τῶν μερῶν αὐτῶν ὑπάρχων ἀὴρ, καὶ καλύψωμεν διὰ τούτων τὸ αὐτὸ σῶμα, ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ, ἕνεκα τῆς θερμοαγωγικῆς τῶν πιεσθέντων σωμάτων δυνάμεως, ἐλαττοῦται τότε ταχέως. Ἐξ ὅλων τῶν ἀερίων τὸ ὑδρογόνον παρουσιάζει ἐξαιρέσεις τινάς, δι' ὧν δικαιολογεῖται ἡ ἰδέα, ἣν περὶ τούτου, ἕνεκα καὶ ἄλλων τινῶν λόγων, ἔχουσι σχηματίσει πολλοὶ τῶν χημικῶν, ὅτι δηλαδὴ τοῦτο εἶναι ἀέριον μεταλλικοῦ τινος σώματος, ὅπερ εὐρίσκεται ἐν στερεῇ καταστάσει εἰς κατωτέρας θερμοκρασίας ἐκείνων, ἧς διὰ τῶν γνωστῶν μέσων δυνάμεθα νὰ παραγάγωμεν (174).

187. **ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ.** — Τῆς διαφόρου θερμοαγωγικῆς τῶν σωμάτων καὶ ἀερίων δυνάμεως γίνονται διάφοροι κατὰ τὰς διαφόρους ἀνάγκας χρήσεις. Ἐν καιρῷ π. χ. χειμῶνος φέρομεν συνήθως ἐνδύματα ἐκ παχέων καὶ ποροδῶν οὕτως εἰπεῖν ὑφασμάτων, διότι ὁ ἐντὸς τῶν πόρων καὶ μεταξὺ τῶν νημάτων μένων στάσιμος ἀὴρ, ἕνεκα τῆς ἐλαχίστης θερμοαγωγικῆς αὐτοῦ δυνάμεως, δὲν μεταδίδει εὐκόλως τὴν ἐν ἡμῖν ὑπάρχουσαν θερμότητα. Εἰς τὰ ψυχρὰ τῆς Γερμανίας καὶ ἐν γένει τῆς Εὐρώπης κλίματα σκεπάζονται συνήθως μὲ παχέα καὶ ἐλαφρότατα καλύμματα ἐκ λεπτοτάτων πτερῶν, διότι μεταξὺ αὐτῶν ἐγκλείεται ἀὴρ, ὅστις μὴ ἀνανεούμενος εὐκόλως διατηρεῖ τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος αὐτῶν ἀπρόσβλητον. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον πολλάκις κατασκευάζουσι διπλὰ τὰ ὑάλινα παράθυρα τῶν οἰκιῶν, διότι οὕτω μεταξὺ τῶν δύο ὑαλίνων παραθύρων ἐγκλείεται μάζα τις ἀέρος, δι' ἧς ἡ ἐσωτερικὴ τῆς οἰκίας θερμότης δὲν μεταδίδεται εὐκόλως πρὸς τὰ ἔξω. Ἡ χρῆσις τῶν διπλῶν ὑαλίνων παραθύρων εἶναι καὶ ὑπὸ ἄλλην τινα ἔποψιν λίαν ὠφέλιμος· διότι διὰ τῶν ὑάλων διέρχεται μὲν λίαν ἀκωλύτως τὸ ἥλιακόν φῶς, ἐμποδίζεται ὅμως διὰ τοῦ μεταξὺ αὐτῶν ὑπάρχοντος ἀέρος ἀπὸ τοῦ νὰ ἐξέλθῃ ἡ μετὰ τῶν ἥλιακῶν ἀκτίνων εἰσελθοῦσα θερμότης, καὶ οὕτως ἡ θερμοκρασία τῆς οἰκίας διατηρῆται πάντοτε κατὰ πολὺ ἀνω-

τέρα τῆς ἐξωτερικῆς. Ὅταν ἀνθ' ἐνὸς βαρέως ἐνδύματος φέρωμεν δύο, ἕστω καὶ κατὰ πολὺ ἐλαφρότερα, αἰσθανόμεθα τὰ δύο θερμόμετρα τοῦ ἐνός, διότι μεταξὺ αὐτῶν καὶ τῶν ἄλλων ἐγκλείονται δύο ἀνθ' ἐνός στρώματα ἀέρος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΠΕΡΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΟΥ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

188. ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΟΣ ΘΕΡΜΟΤΗΣ. — Ἡ κατὰ τὸν ἕτερον τρόπον ἐξ ἀποστάσεως ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα μεταδιδομένη θερμότης καλεῖται ἀκτινοβόλος θερμότης. Οὕτω φθάνει μέχρις ἡμῶν ἡ ἐκ τοῦ Ἡλίου μετὰ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων ἐκπεμπομένη θερμότης, διανύουσα ἐν διαστήματι 8 λεπτῶν καὶ 13 δευτερολέπτων ἀπόστασιν 35 περίπου ἑκατομμυρίων λευγῶν, ἥτοι 70000 περίπου λεύγας ἀνὰ πᾶν δευτερολέπτον. Ὡσαύτως, ἡ θερμότης πυρᾶς τινος φθάνει μέχρις ἡμῶν διερχομένη διὰ τοῦ ἀέρος χωρὶς νὰ μεταδοθῇ αὕτη εἰς ἡμᾶς δι' αὐτοῦ· διότι ὁ ἀπ' εὐθείας θερμαινόμενος ἀὴρ καθίσταται ἀμέσως εἰδικῶς ἐλαφρότερος, καὶ ἐπομένως ἀνέρχεται πρὸς τὰ ἄνω ἀντὶ νὰ κινηθῇ πρὸς ἡμᾶς. Τὸ ἀπέναντι θερμοῦ τινος σώματος τιθέμενον θερμόμετρον ἄρχεται δεικνύνον θερμοκρασίαν ἀνωτέραν ἕνεκα τῆς ἐξ ἀποστάσεως καὶ διὰ τοῦ ἀέρος μεταδιδομένης εἰς αὐτὸ θερμότητος, ἐνῶ ἀφ' ἑτέρου ἡ θερμοκρασία τοῦ θερμοῦ σώματος βαίνει ἐλαττουμένη ἕνεκα τῆς κατ' ἀκτινοβολίαν ἐξ αὐτοῦ ἀφαιρουμένης θερμότητος.

Ὅταν τὸ ἐκπέμπον τὴν θερμότητα σῶμα ᾖ φωτεινόν, ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης ὀνομάζεται φωτεινὴ, ὅταν δὲ τοῦτο ᾖ σκιερόν, ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης ὀνομάζεται σκοτεινὴ. Ὁ Ἡλιος, οἱ πεπυρακτωμένοι ἄνθρακες, τὰ ἀναφλεγόμενα σώματα ἐκπέμπουσι φωτεινὴν θερμότητα, ἐνῶ τὸ πλῆρες θερμοῦ ὕδατος ἀγγεῖον, θερμὸν τι τεμάχιον λίθου, μαρμάρου κτλ., ἐκπέμπουσι θερμότητα σκοτεινὴν. Ἄν καὶ ὑπάρχουσι μεταξὺ τῶν ἰδιοτήτων τῶν δύο τούτων ἀκτινοβόλων θερμοτήτων μικραὶ τινες διαφοραί, ἡμεῖς ἐνταῦθα, ἕνεκα τῶν στενῶν ὁρίων τῆς παρουσίας συγγραφῆς, θέλομεν κάμει λόγον μόνον περὶ τῶν κοινῶν εἰς ἀμφοτέρας.

189. Ἡ ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ ΔΙΑ ΤΟΥ ΚΕΝΟΥ. — Ὅτι ἡ φωτεινὴ θερμότης διαδίδεται διὰ τοῦ κενοῦ ἀπόδειξις εἶναι ἡ ἀπὸ τοῦ Ἡλίου μέχρις ἡμῶν φθάνουσα, ἥτις διανύει μετὰ τοσαύτης ταχύτητος τὸ μεταξὺ ἡμῶν καὶ αὐτοῦ ὑπάρχον κενὸν διάστημα. Καὶ ὅσον δ' ἀφορᾷ τὴν σκοτεινὴν θερμότητα, ὁ Ρουμφὸρ ἀπέδειξε τοῦτο διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος.

Ἐπὶ τοῦ ἐνὸς τῶν ἄκρων βαρομετρικοῦ τινος σωλῆνος προσεκόλλησε κενὴν ὑαλίνην σφαῖραν, φέρουσαν ἐντὸς αὐτῆς μικρὸν τι θερμόμετρον θ (Σχ. 154). Ἀφοῦ ἐπλήρωσε τὴν σφαῖραν ταύτην μετὰ τοῦ σωλῆνος ὑδραργύρου, ἀντέστρεψε τὸ ὅλον ἐντὸς λεκάνης πλήρους ὑδραργύρου, καὶ οὕτως ἐσχηματίσθη ἐντὸς τῆς σφαίρας τὸ ἐντελέστερον τῶν κενῶν, τὸ βαρομετρικὸν καλούμενον. Τούτου δὲ γενομένου, διὰ τινος λυχνίας ἐθέρμανεν ἰσχυρῶς τὴν ὑαλὸν τοῦ σωλῆνος ὑπὸ τὴν σφαῖραν, εἰς τρόπον ὥστε ἡ ἐξωτερικὴ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, περισφίγγουσα τὸ διὰ τῆς θερμάνσεως μαλακυνθέν μέρος τοῦ σωλῆνος, συνήνωσε τὰς παρειάς αὐτοῦ, καὶ οὕτως ἐκλείσθη ἐρμητικῶς ἡ φέρουσα τὸ κενὸν σφαῖρα, ἥτις καὶ εὐκόλως τότε ἀποχωρίζεται ἀπὸ τοῦ φέροντος αὐτὴν σωλῆνος. Ἐμβαπτίσας ἔπειτα τὴν σφαῖραν ταύτην ἐντὸς θερμοῦ ὕδατος παρατήρησεν ὅτι ἀμέσως ἡ ὑδραργυρικὴ στήλη τοῦ θερμομέτρου ἤρξατο ἀνερχομένη. Ἡ σκοτεινὴ λοιπὸν θερμότης τοῦ ζέοντος ὕδατος μετεδόθη εἰς τὸ θερμόμετρον διὰ τοῦ ἐν τῇ σφαίρᾳ ὑπάρχοντος κενοῦ. Δὲν δυνάμεθα δὲ νὰ παραδεχθῶμεν ὅτι αὕτη μετεδόθη εἰς τὸν ὑδραργύρον τοῦ θερμομέτρου διὰ τοῦ στελέχους τοῦ θερμομέτρου, τοῦ μετὰ τῆς σφαίρας εἰς ἐπαφὴν εὕρισκομένου, διότι, ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν ἀπ' εὐθείας αὐτὸ τὸ στέλεχος, ἡ



Σχ. 154

θερμάνωμεν ὅπωςδῆποτε τὸ ἄκρον αὐτοῦ, ἡ ὑδραργυρικὴ τοῦ θερμομέτρου στήλη μένει ἀμετάβλητος ἢ ἀνυψοῦται ἀνεπαισθήτως. Λοιπὸν καὶ ἡ σκοτεινὴ θερμότης διαδίδεται διὰ τοῦ κενοῦ, καὶ μάλιστα θέλομεν πεισθῇ παρακατιόντες ὅτι δι' αὐτοῦ μεταδίδεται εὐκολώτερον ἢ διὰ τοῦ αἵρος καὶ τῶν λοιπῶν σωμάτων, ἅτινα τοῦναντίον ἀνθίστανται κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον εἰς τὴν δι' αὐτῶν διάδοσιν αὐτῆς.

190. Ἡ ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ ΚΑΘ' ὍΛΑΣ ΤΑΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΚΑΙ ΚΑΤ' ΕΥΘΕΙΑΝ ΓΡΑΜΜΗΝ.—Ἐὰν εἰς ὅποιονδῆποτε θέσιν περίξ θερμοῦ τινος σώματος θέσωμεν εὐαίσθητόν τι θερμόμετρον, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι τοῦτο ἄρχεται δεικνύων ἀνωτέρας θερμοκρασίας, ὅποιανδῆποτε καὶ ἂν ᾖναι ἡ περὶ τὸ θερμὸν σῶμα θέσις αὐτοῦ. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι ἡ θερμότης μεταδίδεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις.

Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ τοῦ ὅτι διαδίδεται καὶ κατ' εὐθείαν γραμμὴν ἀρκεῖ νὰ θέσωμεν μετὰ τὸ θερμὸν σῶμα καὶ τοῦ θερμομέτρου διάφραγμα τι φέρον μικράν τινα ὀπήν, καὶ θέλομεν παρατηρήσει ὅτι, ὅταν ἡ ὀπή τοῦ διαφράγματος κῆται ἐπὶ τῆς μετὰ τὸ δοχεῖον τοῦ θερμομέτρου καὶ τοῦ θερμοῦ σώματος ἀγομένης εὐθείας, ἡ στήλη αὐτοῦ ἀνυψοῦται, ἐνῶ παύει ἀμέσως τοῦ νὰ ἐνεργῇ ἡ θερμότης τοῦ σώματος ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου, ἅμα ὡς ἡ ὀπή τοῦ διαφράγματος ἐξέλθῃ τῆς ἀνω-

τέρω ὁρισθείσης εὐθείας γραμμῆς. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι ἡ θερμότης διαδίδεται κατ' εὐθείαν γραμμὴν. Εἶναι ἀληθές ὅτι πρέπει πρὸς τοῦτο νὰ κινῆται ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ σώματος, διότι ἄλλως, ἔταν διέρχεται δηλ. ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα διάφορον, ὡς ὅταν μεταβαίῃ ἀπὸ τοῦ αἰέρος ἐντὸς τῆς ὕαλου, ὑφίσταται, ὡς καὶ αἱ ἀκτίνες τοῦ φωτός, θλάσιν τινά, ἧς τοὺς νόμους θέλομεν σπουδάσει ἐν τῷ περὶ φωτός βιβλίῳ, ἕνεκα τῆς μεταξὺ τῶν νόμων τῆς ἀκτινοβολοῦ θερμότητος καὶ τῶν τοῦ φωτός ὑπαρχούσης ταυτότητος.

Ἡ εὐθεῖα γραμμὴ, καθ' ἣν γίνεται ἡ διάδοσις τῆς θερμότητος, καλεῖται *θερμαντικὴ ἀκτίς*. Ὀνομάζεται δὲ *δέσμη* ἀκτίνων ἄθροισμά τι τοιούτων. Ὅταν αἱ τὴν δέσμην ἀποτελοῦσαι θερμαντικαὶ ἀκτίνες βαίνουσιν ἀπομακρυνόμεναι ἀπ' ἀλλήλων, ἡ δέσμη καλεῖται *ἀποκλίνουσα*, ὅταν δ' αὐταὶ ᾖναι παράλληλοι, ἡ δέσμη καλεῖται *κλινδρική*.

191. **ΝΟΜΟΣ ΤΗΣ ΨΥΞΕΩΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.** — Ὅταν δύο ἢ πλείότερα σώματα διαφόρων θερμοκρασιῶν εὐρίσκωνται ἐν τῷ αὐτῷ χώρῳ καὶ δὲν ὑπάρχῃ οὐδὲν τὸ κωλύον τὴν μεταξὺ αὐτῶν μετάδοσιν τῆς ἀπ' αὐτῶν κατ' ἀκτινοβολίαν ἐκπεμπομένης θερμότητος, αἱ διάφοροι θερμοκρασίαι τῶν σωμάτων τείνουσιν εἰς τὸ νὰ κατασταθῶσιν ἴσαι, ἢ γίνονται ἴσαι μετὰ τινα χρόνον. Διότι ἕκαστον τῶν σωμάτων μεταδίδει κατ' ἀκτινοβολίαν μέρος τῆς θερμότητος αὐτοῦ εἰς τὰ λοιπὰ καὶ προσλαμβάνει τὴν ἐκ τῶν λοιπῶν κατ' ἀκτινοβολίαν πάλιν πρὸς αὐτὸ ἐκπεμπομένην θερμότητα, εἰς τρόπον ὥστε, ἐπειδὴ τὰ μὲν θερμότερα ἐκπέμπουσι περισσότεράν τῆς ὕσης προσλαμβάνουσι, τὰ δὲ ψυχρότερα ὀλιγωτέραν τῆς ὑπ' αὐτῶν προσλαμβανομένης, ἐπέρχεται μετὰ τινα χρόνον ἀναγκαίως ἰσορροπία τις μεταξὺ τῆς ἐκπεμπομένης καὶ προσλαμβανομένης παρ' ἑκάστου, ὅτε καὶ αἱ θερμοκρασίαι αὐτῶν καθίστανται ἴσαι. Ὁ νόμος, καθ' ὃν ἡ τοιαύτη ψύξις τῶν θερμότερων καὶ θέρμανσις τῶν ψυχροτέρων γίνεται, εἶναι περίπλοκος, ὅταν αἱ μεταξὺ τῶν θερμοκρασιῶν τῶν σωμάτων διαφοραὶ ᾖναι ὁποιαδήποτε. Ἐάν ὅμως λάβωμεν ὑπ' ὄψιν ἡμῶν σῶμά τι εὐρίσκόμενον ἐν τινι χώρῳ, καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ διαφορὰ μεταξὺ τῆς θερμοκρασίας τοῦ σώματος καὶ τῆς τοῦ χώρου εἶναι μικρά, 20 περίπου βαθμῶν, τότε φαίνεται ἀληθεύων, καθόσον ἀφορᾷ τὴν ψύξιν τοῦ σώματος, ὁ ἐξῆς νόμος τοῦ Νεύτωνος.

Ἡ συμβαίνουσα ἐκάστοτε κατάπτωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ σώματος εἶναι ἀνάλογος τῆς μεταξὺ τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ καὶ τῆς τοῦ χώρου ὑπαρχούσης διαφορᾶς.

Τουτέστιν, ἐάν ὑποθέσωμεν ὅτι ὑπῆρχε κατ' ἀρχὰς διαφορὰ 20 βαθμῶν, καὶ ὅτι μετὰ ἐν δευτερόλεπτον συνέβη κατάπτωσις τῆς θερμοκρασίας τοῦ σώματος 1 βαθμοῦ, ἡ συμβησομένη κατάπτωσις x μετὰ

τὸ ἀκόλουθον δευτερόλεπτον, ὅτε ἡ ὑπάρχουσα διαφορὰ εἶναι 19 βαθμῶν, θέλει εὐρεθῇ διὰ τῆς ἐξῆς ἀναλογίας:

$$20 : 19 = 1 : x.$$

Ὅταν ἡ ὑπάρχουσα διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν ᾖ ἀνωτέρα τῶν 20°, τὰ πειράματα τοῦ Δουλὼν καὶ Πετι (Petit) ἀπέδειξαν ὅτι ἡ ἐκπεμπομένη ἢ προσλαμβανομένη ποσότης θερμότητος εἶναι μεγαλειτέρα τῆς διὰ τοῦ ἀνωτέρω νόμου εὐρισκομένης.

192. ΣΥΝΕΠΕΙΑΙ ΤΟΥ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΟΥ ΝΟΜΟΥ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΟΣ. —

Ἐκ τοῦ προηγούμενου νόμου τοῦ Νεύτωνος ἐξάγομεν τὰς ἐξῆς συνεπείας:

1^{ον} Ἡ θερμοκρασία σώματός τινος, δεχομένου τὴν ἐκπεμπομένην θερμότητα ἀπὸ τινος σταθερᾶς τὴν θερμοκρασίαν πηγῆς, δὲν δύναται αὐξανομένη νὰ ὑπερβῇ ὁρισμένον τι ὅριον. Διότι τὸ σῶμα δέχεται ἀφ' ἑνὸς ἀπὸ τῆς πηγῆς εἰς τοὺς αὐτοὺς χρόνους ἴσας ποσότητας θερμότητος, καὶ ἀφ' ἑτέρου, ἐπειδὴ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ βαίνει αὐξανομένη, ἐκπέμπει εἰς τοὺς αὐτοὺς χρόνους ποσότητος θερμότητος κατὰ τοσοῦτω μεγαλειτέρας, καθ' ὅσῳ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι μεγαλειτέρα ὡς πρὸς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ ἐν ᾧ εὐρίσκεται χώρου. Ἐπεταὶ λοιπὸν ὅτι θέλει ἐπέλθαι στιγμή τις, ἀφ' ἧς θέλει προσλαμβάνει τόσῃν ἀπὸ τῆς πηγῆς θερμότητα, ὅσην καὶ ἐκπέμπει. Ἀλλὰ τότε ἀναγκαίως ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ θέλει διατηρεῖται ἀμετάβλητος. Ἡ τοιαύτη δὲ ἰσορροπία τῆς θερμοκρασίας καλεῖται *κινητὴ ἰσορροπία*, διότι διατηρεῖται ἀμετάβλητος ἐνῷ συμβαίνει ἐν τῷ σώματι ἀδιάκοπος ἐκπομπὴ καὶ πρόσληψις θερμότητος.

2^{ον} Οἱ δεικνυόμενοι ὑπὸ τοῦ διαφορικοῦ θερμομέτρου βαθμοὶ (136), εἶναι ἀνάλογοι τῶν ποσοτήτων τῆς ὑπ' αὐτοῦ προσλαμβανομένης θερμότητος. Διότι, ὅταν ὁ δείκτης τοῦ διαφορικοῦ θερμομέτρου μένῃ ἀκίνητος, ἡ ἀντιστοιχοῦσα σφαῖρα προσλαμβάνει τόσῃν θερμότητα, ὅσην καὶ ἐκπέμπει. Ἀλλὰ, κατὰ τὸν ἀνωτέρω νόμον τοῦ Νεύτωνος, ἡ ἐξ αὐτῆς ἐκπεμπομένη εἶναι ἀνάλογος τῆς ὑπαρχούσης διαφορᾶς μεταξὺ τῶν θερμοκρασιῶν αὐτῆς τε καὶ τοῦ ἐν ᾧ εὐρίσκεται αὕτη χώρου, τοῦτέστι ἀνάλογος τῶν δεικνυόμενων ὑπὸ τοῦ ὄργάνου βαθμῶν. Ἀρα ἡ ὑπὸ τοῦ διαφορικοῦ θερμομέτρου δεικνυομένη διαφορὰ τῶν θερμοκρασιῶν εἶναι ὡσαύτως ἀνάλογος τῆς ὑπ' αὐτοῦ προσλαμβανομένης θερμότητος.

193. ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ ΤΕΤΡΑΓΩΝΟΥ ΤΩΝ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΝ. — Ἡ εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον ἐπὶ ὁρισμένης τινὸς ἐπιφανείας προσπίπτουσα ἀπὸ τινος σταθερᾶς τὴν θερμοκρασίαν πηγῆς θερμότης ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἀπὸ τῆς πηγῆς ἀποστάσεων τῆς ἐπιφανείας. Ἐὰν π. χ. θέσωμεν εἰς διαφόρους ἀπὸ τῆς πηγῆς ἀποστάσεις εὐαίσθητόν τι θερμόμετρον, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἡ ὑδραργυρικὴ αὐτοῦ στήλη ὑψοῦται ἀνισάκως καὶ κατὰ

τοσούτῳ ὀλιγώτερον, καθ' ὅσω ἡ ἀπὸ τῆς πηγῆς ἀπόστασις αὐτοῦ βαίνει αὐξανομένη. Ἐάν λάβωμεν ὡς μέτρον τῆς ἐντάσεως τῆς ἀκτινοδόλου θερμότητος τὴν εἰς τινα ἀπόστασιν ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου καθέτως προσπίπτουσιν, ὁ νόμος καθ' ὃν μεταβάλλεται αὕτη μεταβαλλομένης τῆς ἀποστάσεως, εἶναι ὁ ἐξῆς·

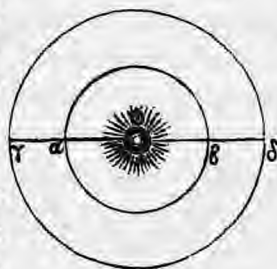
Ἡ ἔντασις τῆς ἀκτινοδόλου θερμότητος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογος τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων.

Τουτέστιν, ὅταν ἡ ἀπὸ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς ἀπόστασις τῆς ἐπιφανείας γίνεται διπλασία, ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου καθέτως προσπίπτουσα θερμότης θέλει εἶναι τὸ τέταρτον τῆς προηγουμένης· ὅταν ἡ ἀπόστασις γίνεται τριπλασία, ἡ καθέτως προσπίπτουσα θερμότης θέλει εἶναι τὸ ἕνατον, καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ὁ ἀνωτέρω νόμος τοῦ τετραγώνου τῶν ἀποστάσεων ἀποδεικνύεται καὶ πειραματικῶς καὶ θεωρητικῶς. Ἡ πειραματικὴ αὐτοῦ ἀπόδειξις γίνεται διὰ τινος εὐαίσθητοτάτου ἡλεκτροθερμομέτρου, καλουμένου θερμοπολλαπλασιαστοῦ τοῦ *Melloni* (*Melloni*), τοῦ ὁποίου δὲν δύναμεθα, ἔνεκα τῶν στενῶν ὁρίων τοῦ παρόντος ἔργου, νὰ ἐκθέσωμεν ἐνταῦθα τὴν κατασκευὴν καὶ τὸν τρόπον τῆς ἐνεργείας. Ἡ θεωρητικὴ αὐτοῦ ἀπόδειξις εἶναι ἀπλουστάτη καὶ ἐκτίθεται ὡς ἐξῆς.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἔχουσα ἀκτῖνα Θ αἰσθητικὴ ἐπιφάνεια δέχεται τὴν ἐκ τοῦ κέντρου αὐτῆς ὑπὸ τινος σώματος Θ ἐκπεμπομένην ἀκτινοδόλον θερμότητα, καὶ ἂς παραστήσωμεν διὰ π τὴν ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου καθέτως προσπίπτουσιν, τουτέστι τὴν ἔντασιν αὐτῆς (Σχ. 155). Ἐάν, τοῦ σώματος Θ μένοντος τοῦ αὐτοῦ, ἡ ἀκτὶς τῆς σφαίρας γείνη διπλασία, ἡ ἐπιφάνεια αὐτῆς, κατὰ τὸ γνωστὸν γεωμετρικὸν θεώρημα, θέλει γείνη τετραπλασία, καὶ ἐπειδὴ ἡ ἐκ τοῦ σώματος Θ εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον ἐκπεμπομένη ἀκτινοδόλος θερμότης εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή, ἡ ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας τῆς δευτέρας σφαίρας προσπίπτουσα θέλει ἀναγκαίως εἶναι τὸ τέταρτον τῆς προηγουμένης π . Ἄν ἡ ἀπόστασις ἐγίνετο τριπλασία, ἡ ἐπιφάνεια τῆς σφαίρας ἤθελε γείνη ἑνεαπλασία, ἐπομένως ἡ ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς εἰς τὴν μονάδα τοῦ χρόνου προσπίπτουσα ἤθελεν εἶναι τὸ ἕνατον, καὶ οὕτω καθεξῆς. Λοιπὸν αἱ ἐντάσεις τῆς ἀκτινοδόλου θερμότητος εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων.

Σημειωτέον ὅτι ὁ ἀνωτέρω νόμος ὑποτίθηναι ὅτι πρόκειται περὶ θερ-



Σχ. 155

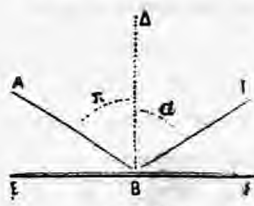
μαντικῶν ἀκτίνων, ἀποτελουσῶν ἀποκλίνουσαν δέσμη. Ἄν ἡ δέσμη τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων ᾗτο κυλινδρική, ἡ ἔντασις αὐτῆς ᾗθελεν εἶναι ἡ αὐτὴ καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν τῆς δέσμης, διότι ἡ αὐτὴ πάντοτε ποσότης θερμότητος ᾗθελε προσπίπτει εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας, ἐκτὸς ὅταν ἡ δέσμη διέρχεται διὰ σωμάτων ἀπορροφόντων μέρος τῶν θερμαντικῶν αὐτῆς ἀκτίνων.

194. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ. — Ὅταν θερμαντικὴ τις ἀκτὶς AB προσπίπτῃ ἐπὶ τινος ἐπιπέδου ἐπιφανείας εε (Σχ. 156), δι' ἧς δὲν δύναται καθ' ὑπόθεσιν νὰ διέλθῃ, τότε ἀντανάκλᾳται ὑπὸ ταύτης κατὰ τινα διεύθυνσιν ΒΓ, ἀκολουθοῦσα τοὺς ἐξῆς δύο νόμους.

1^{ον} Ἡ νέα αὐτῆς διεύθυνσις ΒΓ μετὰ τῆς πρώτης AB καὶ τῆς καθέτου ΒΔ, τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας εε εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Β ὕψομένης, κείνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου, ὅπερ καὶ καλεῖται ἐπίπεδον τῆς προσπτώσεως.

2^{ον} Ἡ γωνία τῆς ἀντανάκλασεως ΔΒΓ εἶναι ἴση τῇ γωνίᾳ ΑΒΔ τῆς προσπτώσεως.

Ἄν ἡ θερμαντικὴ ἀκτὶς AB προσέπιπτεν ἐπὶ τινος σημείου Β κοίλης τινὸς ἢ κυρτῆς ἐπιφανείας, ἡ κατ' ἀντανάκλασιν νέα αὐτῆς διεύθυνσις ΒΓ ἀκολουθεῖ τοὺς ἀνωτέρω δύο νόμους ὡς πρὸς τὸ ἐφαπτόμενον εἰς τὸ σημεῖον Β τῆς προσπτώσεως ἐπίπεδον εε, καὶ ὡς πρὸς τὴν κατακόρυφον ΒΔ εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον τῆς ἐπιφανείας.



Σχ. 156

Ἡ πειραματικὴ τῶν ἀνωτέρω δύο νόμων ἀπόδειξις, ἡ γινομένη διὰ τῆς συσκευῆς τοῦ Μελλόνη, δὲν εἶναι ἐπιδεκτικὴ μεγάλης ἀκριβείας.

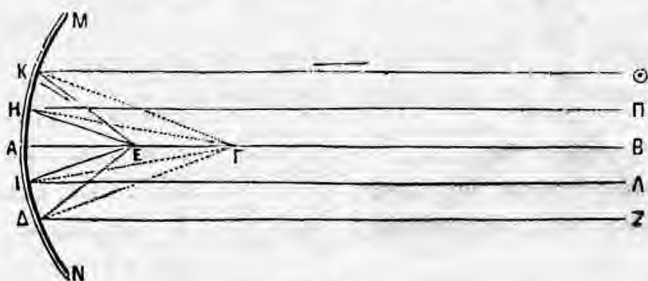
Ἐπειδὴ ὁμοίως, ὡς θέλομεν ἰδεῖ ἐν τῷ περὶ φωτὸς βιβλίῳ, οἱ αὐτοὶ νόμοι ὑπάρχουσι καὶ διὰ τὴν ἀντανάκλασιν τῶν τοῦ φωτὸς ἀκτίνων, αἵτινες συγχρόνως εἶναι καὶ θερμαντικαὶ ἀκτίνες, ἡ δὲ πειραματικὴ αὐτῶν ἀπόδειξις γίνεται ἐκεῖ μετὰ μεγίστης ἀκριβείας, συμπεραίνομεν ὅτι οἱ ἀνωτέρω νόμοι εἶναι ἐπίσης ἀληθεῖς καὶ διὰ τὴν ἀντανάκλασιν τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων.

195. ΔΙΑΚΕΧΥΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ. — Αἱ πραγματικαὶ ἐπιφάνειαι τῶν σωμάτων, ὅσα λεῖαι καὶ ἂν κατασκευασθῶσι, περιέχουσι πάντοτε πληθὺν διαφόρων ἀνωμαλιῶν καθ' ὅλην τὴν ἔκτασιν αὐτῶν. Ὅταν λοιπὸν ἐπὶ τοιαύτης τινὸς ἐπιπέδου ἐπιφανείας προσπίπτῃ δέσμη τις θερμαντικῶν ἀκτίνων, ἐκάστη τούτων ἀντανάκλᾳται βεβαίως κατὰ τοὺς ἀνωτέρω δύο νόμους, ἀλλ' ἐπειδὴ τὰ διάφορα σημεία, ἐφ' ὧν αὗται προσπίπτουσι, δὲν κείνται ὑπὸ τοῦ ὑποτιθεμένου ἐπιπέδου τῆς ἐπιφανείας

τοῦ σώματος ἕνεκα τῶν ἐπ' αὐτῆς ὑπαρχουσῶν διαφόρων ἀνωμαλιῶν, μέρος μόνον αὐτῶν φαίνεται ἀντανακλώμενον *κατορικῶς*, αἱ δὲ λοιπαὶ διασκορπίζονται ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις, φαίνονται δηλαδή ἀκατορίστως ἀντανακλώμεναι. Ἡ ὑπὸ τῶν οὕτω διασκορπιζομένων θερμαντικῶν ἀκτίνων ἀποτελουμένη θερμότης καλεῖται *διακεχυμένη*, τὸ δὲ φαινόμενον τοῦτο διάχυσις τῆς θερμότητος. Ὄταν ἐν κενρῷ θέρους διερχώμεθα πλησίον τοίχου τινὸς προσβαλλομένου ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, αἰσθανόμεθα πανταχόθεν ἐπαισθητὸν καύσωνα, ἂν καὶ δὲν εὐρίσκόμεθα ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τῶν κανονικῶς ἀντανακλωμένων ἡλιακῶν ἀκτίνων, ἕνεκα τῶν ὑπὸ τοῦ τοίχου καθ' ἀπάσας τὰς διευθύνσεις ἀντανακλωμένων θερμαντικῶν ἀκτίνων.

196. **ΚΟΙΛΑ ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ.**—Τὸ ἀληθές τῶν ἀνωτέρω δύο τῆς ἀντανακλάσεως τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων νόμων ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τῶν παραγομένων ὑπὸ τῶν κοίλων σφαιρικῶν κατόπτρων ἀξιοπαρατηρήτων φαινομένων. Ὀνομάζεται δὲ *κοῖλον σφαιρικόν κάτοπτρον* τὸ ὑπὸ λείας καὶ κοίλης ἐπιφανείας σώματός τινος ἀποτελούμενον, ὅταν αὕτη ᾖ σφαιρική. Τοιοῦτον εἶναι τὸ ὑπὸ τοῦ σχήματος 158 παριστώμενον Κ.

Ἐστω MN ἡ ἐντομή τοιοῦτου τινὸς κατόπτρου ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ πόλου Α τῆς περιμέτρου αὐτοῦ καὶ τοῦ κέντρου Γ τῆς εἰς ἣν τὸ κάτοπτρον ἀνήκει σφαίρας, καὶ ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι κυλινδρική τις δέσμη ἡλιακῶν ἀκτίνων προσπίπτει ἐπὶ τῆς κοίλης αὐτοῦ ἐπιφανείας παραλλήλως τῇ ἀκτίνι ΑΓ, ἥτις καλεῖται *κύριος ἄξων* τοῦ κατόπτρου (Σχ. 157). Ἐκάστη τούτων ΘΚ, προσπίπτουσα ἐπὶ τι-

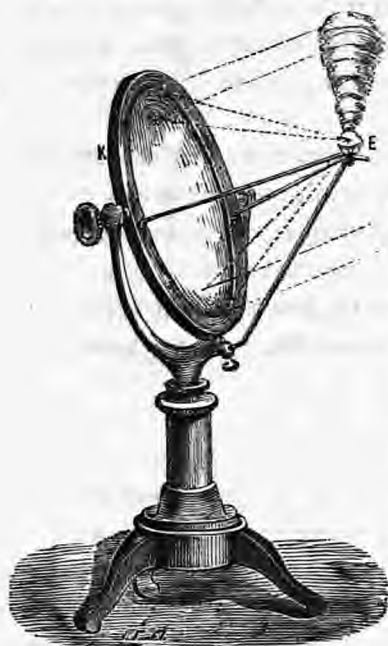


Σχ. 157

νος σημείου Κ τῆς λείας ἐπιφανείας MN τοῦ κατόπτρου, ἀντανακλάται κατὰ τὴν εὐθείαν ΚΕ, τὴν σχηματίζουσαν μετὰ τῆς ἀκτίνος ΓΚ τὴν γωνίαν τῆς ἀντανακλάσεως ΓΚΕ ἴσην τῇ τῆς προσπτώσεως ΘΚΓ, διότι γνωρίζομεν ἐκ τῆς Γεωμετρίας ὅτι εἰς τὸ σημεῖον Κ ἐφαπτόμενον ἐπίπεδον εἶναι κάθετον εἰς τὸ ἄκρον Κ τῆς ἀκτίνος ΓΚ (194). Ἐπειδὴ

δὲ ὡς θέλομεν ἀποδείξει ἐν τῷ περὶ φωτὸς βιβλίῳ αἱ ἀντανακλῶμεναι ἥλιακαὶ ἀκτῖνες ΚΕ, ΗΕ, ΙΕ, κτλ. συνέρχονται περὶ τι σημεῖον Ε, κείμενον εἰς τὸ μέσον τῆς ἀκτίνος ΓΑ, ἔπεται ὅτι εἰς τὸ σημεῖον τοῦτο θέλουσι συνέλθει καὶ αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες, ἐὰν αὗται ἀντανακλῶνται κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους. Ἀλλὰ τοῦτο εὐκόλως ἀποδεικνύεται πειραματικῶς, ἐὰν ἐκτεθῇ τοιοῦτό τι κάτοπτρον Κ οὕτως, ὥστε αἱ ἥλιακαὶ ἀκτῖνες νὰ προσπίπτωσι παραλλήλως τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι, καὶ τεθῇ εἰς τὸ σημεῖον Ε τοῦ ἄξονος αὐτοῦ εὐφλεκτόν τι σῶμα (Σχ. 158). Παρατηρεῖται τότε ὅτι μετὰ τινος στιγμῆς τὸ εὐφλεκτόν σῶμα καίεται καὶ μάλιστα, ἐὰν τὸ κάτοπτρον Κ ἔχῃ μεγάλας διαστάσεις, ἢ εἰς τὸ σημεῖον Ε παραγομένη θερμότης εἶναι τοσαύτη, ὥστε δι' αὐτῆς ὁ χαλκός, ὁ ἄργυρος καὶ διάφορα ἄλλα μέταλλα τήκονται. Λοιπὸν οἱ ἀνωτέρω τῆς ἀντανακλάσεως τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων νόμοι εἶναι ἀληθεῖς.

Ἔνεκα τῆς ἀνωτέρω ἀποδείξεως ιδιότητος τοῦ σημείου Ε, ὠνομάσθη τοῦτο ἐστία τοῦ κατόπτρου, τὰ δὲ κοίλα σφαιρικά κάτοπτρα καυστικά κάτοπτρα.



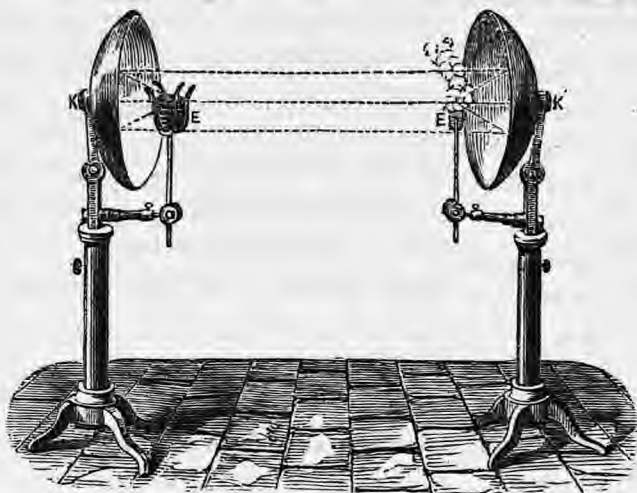
Σχ. 158

Διὰ τοιούτων, φαίνεται, κατόπτρων ὁ Ἀρχιμήδης ἔκαεν, ὡς ἀναφέρει ἡ ἱστορία, τὸν τὴν πόλιν τῶν Συρακουσῶν πολιορκοῦντα στόλον τῶν Ῥωμαίων. Ὅτι δὲ τὸ τοιοῦτον εἶναι πιθανώτατον ἀπέδειξαν τὰ πειράματα τοῦ Μπουφῶνος (Buffon), ὅστις κατόρθωσε νὰ ἀναφλέξῃ εἰς 68 μέτρων ἀπόστασιν τεμάχιον ξύλου ἐπιτελισμένον μὲ πισσάσφαλτον, συγκεντρῶνων ἐπ' αὐτοῦ τὰς ἥλιακὰς ἀκτῖνας διὰ 128 μικρῶν ἐπιπέδων κατόπτρων καταλλήλως πρὸς τοῦτο διατεθειμένων.

197. ΣΥΖΥΓΗ ΚΑΤΟΠΤΡΑ. — Ἐτέρω ἀποδείξεις τῆς ἀληθείας τῶν τῆς

ἀντανακλάσεως τῶν θερμαντικῶν ἀκτίνων νόμων, πιστικώτερα ἔσως τῆς προηγουμένης, εἶναι τὸ διὰ τῶν συζυγῶν κατόπτρων ὑπὸ τοῦ Πικτὲ (Pictet) ἐν Γενέβῃ κατὰ πρῶτον ἐπινοηθὲν πείραμα. Δύο δὲ κάτοπτρα Κ καὶ Κ' λέγονται συζυγῇ, ὅταν ἡ πρὸς ἄλληλα θέσις αὐτῶν ᾖ τοιαύτη, ὥστε οἱ κύριοι αὐτῶν ἄξονες ΚΕ καὶ Κ'Ε' νὰ κῆνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας ΚΚ' (Σχ. 159).

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι τὰ κατόπτρα K καὶ K' εἶναι συζυγῆ, καὶ ὅτι εἰς τὴν ἐστίαν E τοῦ πρώτου ὑπάρχει σῶμα τι ἐκπέμπον θερμαντικὰς ἀκτῖνας. Αἱ ἐκ τῆς ἐστίας E ἐπὶ τοῦ κατόπτρου K προσπίπτουσαι θερμαντικαὶ ἀκτῖνες ἐὰν ἀντανακλῶνται ὡς καὶ αἱ τοῦ φωτός, θέλουσιν ἀποτελέσει δέσμην κυλινδρικήν, παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι $K'E'$ τοῦ κατόπτρου K' , ἥτις προσπίπτουσα ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ θέλει διὰ τὸν αὐτὸν λόγον συγκεντρωθῇ ἐπὶ τῆς ἐστίας αὐτοῦ E' . Αἱ εἰς τὸ σημεῖον λοιπὸν E' οὕτω συγκεντρούμεναι θερμαντικαὶ ἀκτῖνες πρέπει νὰ ἀναπτύσσωσι μεγαλειτέραν θερμότητα ἢ εἰς πᾶν ἄλλο σημεῖον τῆς εὐθείας $K'E'$. Ἀλλὰ τὸ τοιοῦτον ἀποδεικνύεται εὐκόλως, ἐὰν ἐπὶ τῆς ἐστίας E τεθῶσι πεφυρακτωμένοι ἄνθρακες καὶ εἰς τὴν ἐστίαν E' εὐφλεκτόν τι σῶμα, τεμάχιον π. χ. ὕσκας. Αὕτη ἀναφλέγεται εἰς



Σχ. 159

10 μέτρων ἀπόστασιν, ἐὰν ἡ διάμετρος τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων ᾖναι 35 μόνον ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου, ἐνῶ τοῦτο δὲν συμβαίνει εἰς ὅποιονδήποτε ἄλλην ἐπὶ τῆς εὐθείας $K'E'$ θέσιν καὶ ἂν τεθῇ, ἢ ὅταν τῶν κατόπτρων οἱ ἄξονες δὲν κῆνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας.

Ἐὰν εἰς τὸ σημεῖον E θέσωμεν, ἀντὶ πεφυρακτωμένων ἄνθράκων, φωτεινόν τι σῶμα, π. χ. ἀνημμένον κηρίον, θέλομεν παρατηρήσει εἰς τὴν συζυγῇ ἐστίαν αὐτοῦ E' τὴν εἰκόνα τῆς φλογὸς τοῦ κηρίου. Λοιπὸν αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες ἀντανακλῶνται κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους, καθ' οὓς καὶ αἱ τοῦ φωτός.

198. ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΤΟΥ ΨΥΧΟΥΣ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΙΣ. — Ἐὰν ἐπὶ μὲν τῆς ἐστίας E' τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου K' θέσωμεν διαφορικόν τι θερμόμετρον ἢ ἀπλοῦν τι καὶ λίαν εὐαίσθητον θερμόμετρον, ἐπὶ δὲ τῆς ἐστίας

Ε τοῦ συζυγοῦς αὐτοῦ κατόπτρου Κ, ἀντὶ πεφυρακτωμένων ἀνθράκων, πάγον ἢ ψυκτικόν τι μίγμα, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι μετὰ τινας στιγμὰς ἡ ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου δεικνυομένη θερμοκρασία καταπίπτει κατὰ πολλοὺς βαθμοὺς, ἂν ἡ πρότερον ὑπ' αὐτοῦ δεικνυομένη ᾗ το 15 περίπου βαθμῶν. Ἡ φαινομένη αὕτη τοῦ ψύχους ἀντανάκλασις ἐξηγεῖται λίαν εὐκόλως. Διότι τὸ ἐπὶ τῆς ἐστίας Ε' κείμενον θερμόμετρον ἐκπέμπει διαρκῶς καὶ καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις θερμαντικὰς ἀκτῖνας, καὶ προσλαμβάνει τὰς πανταχόθεν πρὸς αὐτὸ ἐκ τῶν περακυκλούντων σωμάτων ἐκπεμπομένας. Ἀλλ' αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Κ' προσπίπτουσαι καὶ πρὸς τὸ κατόπτρον Κ διευθυνομέναι ἀντικαθίστανται ὑπὸ τῶν ἐκ τῆς ἐστίας Ε ἐπὶ τοῦ κατόπτρου Κ προσπιπτουσῶν καὶ διὰ τοῦ κατόπτρου Κ' πρὸς αὐτὸ διευθυνομένων. Ἐπειδὴ δὲ αἱ ἐξ αὐτῶν ἐκπεμπομέναι εἶναι θερμότεραι τῶν ὑπ' αὐτοῦ προσλαμβανομένων, τὸ θερμόμετρον ψύχεται, ἥτοι δεικνύει θερμοκρασίας κατωτέρας ἐκείνων, ἃς ἤθελε δεικνύει, ἂν ἐπὶ τῆς ἐστίας Ε δὲν ὑπῆρχεν ὁ πάγος ἢ τὸ ψυκτικὸν μίγμα. Ὡστε ἐπὶ τῆς ἐστίας Ε' δὲν προσπίπτουσι διὰ τῶν συζυγῶν κατόπτρων Κ καὶ Κ' ψυκτικαὶ ἀκτῖνες, ἀλλὰ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες ψυχρότεραι τῶν ἐξ αὐτῆς ἐκπεμπομένων. Τοῦτου ἕνεκα ὠνομάσθη καὶ τὸ φαινόμενον τοῦτο *φαινομένη τοῦ ψύχους ἀντανάκλασις*, διότι διὰ τῆς λέξεως λέξεως ψυχρός δὲν ἐννοοῦμέν τι ἀντίθετον τῆς θερμότητος, ἀλλὰ θερμότητα μικροτέραν ἄλλης. Σῶμά τι, τὴν αὐτὴν ἔχον θερμοκρασίαν, ὀνομάζεται ψυχρὸν ἢ θερμὸν, καθόσον ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ εἶναι κατωτέρα ἢ ἀνωτέρα τῆς θερμοκρασίας ἄλλου τινὸς σώματος, πρὸς ἣν συγκρίνεται.

199. ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΟΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ. — Πάντα τὰ τὴν αὐτὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν καὶ τὴν αὐτὴν θερμοκρασίαν ἔχοντα σώματα δὲν ψύχονται κατὰ τὰς αὐτὰς ἐξωτερικὰς περιστάσεις ὁμοιοτρόπως· τινὰ τούτων ψύχονται λίαν ταχέως, ἄλλα δὲ μετὰ περισσοτέρας ἢ ὀλιγωτέρας βραδύτητος. Ἡ ἐν αὐτοῖς λοιπὸν ὑπάρχουσα θερμότης δὲν ἐξέρχεται μετὰ τῆς αὐτῆς ἐνκολίας ἐκ τῆς ἐξωτερικῆς αὐτῶν ἐπιφανείας, ἥτοι τὰ σώματα δὲν ἀφίνουσι νὰ ἐξέλθῃ εἰς τὸν αὐτὸν χρόνον ἢ αὐτὴ ποσότης θερμότης ἐξ αὐτῶν. Ἡ τοιαύτη τῶν σωμάτων ἰδιότης καλεῖται *ἀφεικὴ* αὐτῶν δύναμις.

Ὅταν δὲ ἐπὶ τινος σώματος προσπίπτῃ δέσμη τις θερμαντικῶν ἀκτίνων, ἥς τὴν ἔντασιν δυνάμεθα νὰ παραστήσωμεν διὰ τῆς μονάδος, τότε αὕτη εἰς τέσσαρά τινα συνήθως διαιρεῖται.

1^{ον} Μέρος τῆς δέσμης εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ σώματος, ἀπορροφᾶται τρόπον τινὰ ὑπ' αὐτοῦ καὶ συντελεῖ εἰς τὴν θέρμανσιν αὐτοῦ. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ τοῦ κλάσματος $\frac{1}{\alpha}$ τὸ ἀπορροφώμενον μέρος τῆς

προσπιπτούσης δέσμης, ἡ ποσότης $\frac{1}{\alpha}$ θέλει μετρεῖ τὴν ἀπορρόφητικὴν τοῦ σώματος δύναμιν.

2^{ον} Μέρος τῆς δέσμης ἀντανακλᾶται κανονικῶς κατὰ τοὺς προεκτεθέντας νόμους (194). Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ τοῦ κλάσματος $\frac{1}{\epsilon}$ τὸ ἀντανακλώμενον μέρος τῆς δέσμης, ἡ ποσότης $\frac{1}{\epsilon}$ θέλει μετρεῖ τὴν ἀντανακλαστικὴν τοῦ σώματος δύναμιν.

3^{ον} Μέρος τῆς δέσμης ἀντανακλᾶται ἀκανονίστως, διαχύνεται καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις. Ἐὰν δὲ παραστήσωμεν διὰ τοῦ κλάσματος $\frac{1}{\gamma}$ τὸ διαχυνόμενον μέρος τῆς δέσμης, ἡ ποσότης $\frac{1}{\gamma}$ θέλει μετρεῖ τὴν διαχυτικὴν τοῦ σώματος δύναμιν.

4^{ον} Τέλος, μέρος τῆς δέσμης εἰς πολλὰς περιστάσεις διέρχεται διὰ τῆς οὐσίας τοῦ σώματος, χωρὶς ποσῶς νὰ αὐξήσῃ τὴν θερμοκρασίαν αὐτοῦ. Τὸ τοιοῦτο συμβαίνει μόνον ἐπὶ τῶν διαθέρμων καλουμένων σωμάτων, καὶ ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τοῦ κλάσματος $\frac{1}{\delta}$ τὸ διερχόμενον διὰ τῆς οὐσίας τοῦ σώματος μέρος τῆς δέσμης, ἡ ποσότης $\frac{1}{\delta}$ θέλει μετρεῖ τὴν διάθερμον τοῦ σώματος δύναμιν.

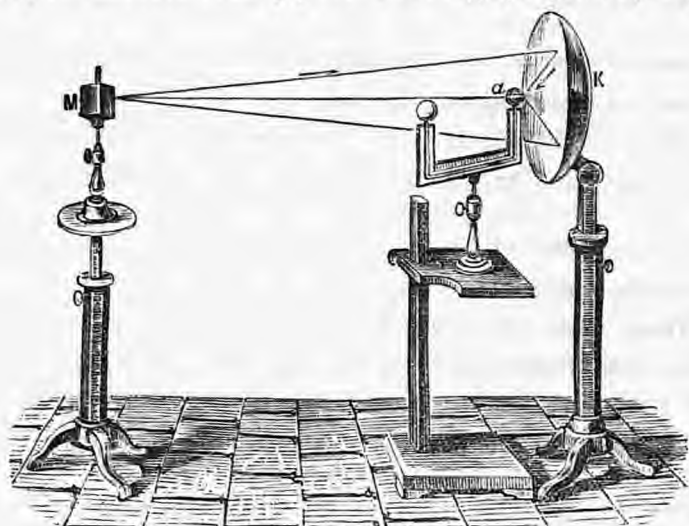
Εἶναι προφανὲς ὅτι τὸ ἄθροισμα τῶν τεσσάρων μερῶν $\frac{1}{\alpha}, \frac{1}{\epsilon}, \frac{1}{\gamma}, \frac{1}{\delta}$, εἰς ᾗ ἡ ἀρχικὴ δέσμη διηρέθη, πρέπει νὰ ἀποτελῇ τὴν ὅλην δέσμην, ἣν παρεστήσαμεν διὰ τῆς μονάδος, ἥτοι ὅτι θέλομεν ἔχει τὴν ἰσότητά

$$\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\epsilon} + \frac{1}{\gamma} + \frac{1}{\delta} = 1.$$

Προτιθέμεθα ἐνταῦθα νὰ σπουδάσωμεν λίαν συντόμως ἐκάστην τῶν ἀνωτέρω πέντε ὡς πρὸς τὴν ἀκτινοβόλον θερμότητα ἰδιοτήτων σωμάτων τινῶν, παραλείποντες τὸ περὶ τῆς θλάσεως, ἣν ὑφίστανται αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες, ὅταν διέρχονται διὰ τῆς ἐπιφανείας τῶν σωμάτων ἢ μεταβαίνωσιν ἀπὸ σώματος εἰς σῶμα διαφόρου οὐσίας ἢ πυκνότητος.

200. **ΛΟΓΙΚΑΙ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΙΣ.** — Πρὸς εὕρεσιν τῶν ἀφελικῶν τῶν σωμάτων δυνάμεων ὁ Λελλῆ μετεχειρίζετο τὴν ἐξῆς συσκευήν. Ἀπέναντι σφαιρικοῦ τινος κατόπτρου K (Σχ. 160) καὶ εἰς τινὰ ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν ἔθετε κύβον τινὰ M πλήρη ὕδατος, ἔχοντος σταθεράν θερμοκρασίαν 100°, καὶ εἰς τὸ σημεῖον α, ἐνθα συνεκεντροῦντο αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες, αἱ ἐκ τοῦ σώματος M ἐκπεμπόμεναι καὶ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου K προσπίπτουσαι, ἔθετε τὴν μίαν τῶν σφαιρῶν τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐπινοηθέντος διαφορικοῦ θερμομέτρου (136). Αἱ ἑδραὶ τοῦ κύβου M ἦσαν κατεσκευασμέναι ἐκ διαφόρων μετάλλων ἢ ἐκαλύπτοντο ὑπὸ δια-

φόρων ούσιων, οἷον αἰθάλης, χάρτου, χρυσοῦ, ἀργύρου κτλ. Τούτων δ' οὕτω διατεθειμένων, ὁ Λεῖλῃ ἔστρεψε διαδοχικῶς πρὸς τὸ κάτοπτρον Κ ἐκάστην τῶν ἐδρῶν τοῦ κύβου Μ, καὶ παρατήρει τὴν θερμοκρασίαν, εἰς ἣν ἀνήρχετο ἐκάστοτε τὸ διαφορικὸν αὐτοῦ θερμομέτρου. Παρατήρησε δὲ



Σχ. 160

ὅτι ἡ δεικνυμένη ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου θερμοκρασία δὲν ἦτο ἡ αὐτὴ δι' ἐκάστην τῶν ἐδρῶν, καὶ ὅτι ἡ ὑπ' αἰθάλης κεκαλυμμένη ἔδρα ἀνεβίβαζε περισσότερον τὴν θερμοκρασίαν τοῦ θερμομέτρου ἢ αἱ ὑπὸ τῶν ἄλλων οὐσιῶν κεκαλυμμέναι, ἂν καὶ εἶχον ἅπασαι θερμοκρασίαν 100° . Συνεπέρανε λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι ἡ ἀφαιρετικὴ τῶν σωμάτων δύναμις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ δι' ὅλα τὰ σώματα, καὶ κατεσκεύασε, στηριζόμενος ἐπὶ τῶν ὑπὸ τοῦ διαφορικοῦ αὐτοῦ θερμομέτρου δεικνυμένων βαθμῶν, τὸν ἐξῆς πίνακα, ἐν ᾧ παρίστανται αἱ ἀφαιρετικαὶ σωμάτων τινῶν δυνάμεις παραβαλλόμεναι πρὸς τὴν τῆς αἰθάλης, ἣν παρέστησε διὰ τοῦ 100.

Αἰθάλη	100	Ἰγθυσκόλλα	80
Ἀνθρακικὸς μόνυθος.....	100	Μόνυθος ἄμαυρός	45
Χάρτης	98	Ἰδρᾶργυρος	20
Κηρὸς Ἰσπανικὸς.....	95	Μόνυθος καθαρὸς.....	19
Ὑάλος	90	Σιδήρος λεῖτος.....	15
Μελάνη Κίνας	88	Κασσίτερος, χρυσός, ἄργυρος..	12

201. ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΑΙ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΙΣ. — Πρὸς εὑρεσιν τῶν ἀπορροφητικῶν τῶν σωμάτων δυνάμεων ὁ Λεῖλῃ μετεχειρίζετο τὴν αὐτὴν συσκευὴν (Σχ. 160), θέτων εἰς τὸ σημεῖον α ἐνθα συγκεντροῦνται αἱ ἐκ τῆς θερμαντικῆς πηγῆς Μ πρὸς τὸ σφαιρικὸν κάτοπτρον Κ ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες, τὴν μίαν τῶν σφαιρῶν τοῦ διαφορικοῦ αὐτοῦ θερμομέτρου καὶ καλύπτων αὐτὴν διαδοχικῶς μὲ αἰθάλην, μὲ φύλλα χάρ-

του, χρυσοῦ, ἀργύρου, χαλκοῦ, κτλ., τουτέστι μὲ τὴν οὐσίαν, ἥς τὴν ἀπορρόφητικὴν δυνάμιν ἤθελε νὰ προσδιορίσῃ. Παρατήρησε δὲ ὅτι ἡ θερμοκρασία, ἣν ἐδείκνυε τὸ διαφορικὸν αὐτοῦ θερμόμετρον ἦτο διάφορος, καὶ εἶναι φανερόν ὅτι αὕτη ἦτο κατὰ τοσούτῳ μεγαλειτέρα, καθ' ὅσω ἡ ἀπορρόφητικὴ δυνάμεις τῆς καλυπτούσης τὴν σφαῖραν τοῦ διαφορικοῦ θερμομέτρου οὐσίας ἦτο μεγαλειτέρα.

Ὁ Μελλόνης διὰ τῆς συσκευῆς αὐτοῦ κατεσκεύασε τὸν ἐξῆς πίνακα τῶν σχετικῶν ἀπορρόφητικῶν δυνάμεων, λαμβάνων ὡς θερμομαντικὴν πηγὴν κύβον πλήρη ὕδατος θερμοκρασίας 400° καὶ περιστῶν διὰ 400 τὴν ἀπορρόφητικὴν τῆς αἰθάλης δυνάμιν.

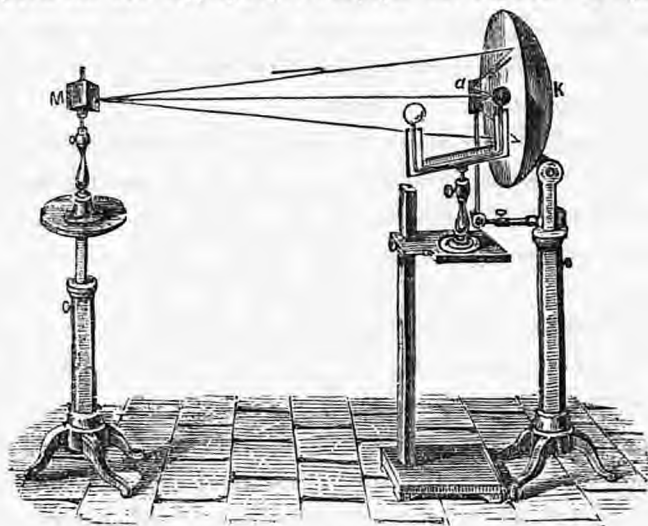
Αἰθάνη	100	{	Μελάνη Κίνας	83
Ἀνθρακικὸς μολύβδος	100		Κόμμι λάκκον	72
Ἰχθυόκκολα	91		Μέταλλα	13

Παρατηρήθη δὲ ὅτι ἡ φύσις τῆς θερμομαντικῆς πηγῆς, τουτέστιν ἂν ἡ ἀπορροφούμενη θερμότης προέρχεται ἐκ ζέοντος ὕδατος 400° , ἢ ἐξ ἀπλῆς λυχνίας, ἢ ἐκ πεπιρακτωμένης πλατίνης κτλ., ἡ κλίσις τῶν θερμομαντικῶν ἀκτίνων ὡς πρὸς τὰς ἀπορροφώσας αὐτὰς ἐπιφανείας, ἡ πυκνότης τῶν ἐπιφανειῶν καὶ ἄλλαι τινὲς αἰτίαι μεταβάλλουσι τὴν ἀπορροφητικὴν τῶν σωμάτων δυνάμιν.

212. **ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΑΙ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΙΣ.**— Πρὸς εὐρεσιν τῶν ἀντανεκλαστικῶν τῶν διαφόρων σωμάτων δυνάμεων ὁ Λελλῆ ἐπειράτο ὡς ἐξῆς·

Διετῆρει ἀμετάβλητον τὴν ἀπὸ τοῦ κατόπτρου Κ ἀπόστασιν τοῦ κύβου Μ (Σχ. 160), τοῦ περιέχοντος τὸ σταθερᾶς θερμοκρασίας 400° ὕδωρ, εἰς δὲ τὸ σημεῖον α, ἐνθα συνεκροτοῦντο αἱ ἐπὶ τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου Κ προσπίπτουσαι θερμομαντικαὶ ἀκτίνες, ἔθετε διαδοχικῶς μικρὰς πλάκας, κατεσκευασμένας ἐκ τῶν οὐσιῶν, ὧν ἤθελε νὰ προσδιορίσῃ τὴν ἀντανεκλαστικὴν δυνάμιν, καὶ μεταξὺ τῆς πλακὸς α καὶ τοῦ κατόπτρου Κ, εἰς τὸ σημεῖον, ἐνθα διεσταυροῦντο αἱ ὑπὸ τῆς πλακὸς α ἀντανεκλώμεναι ἀκτίνες, τὴν μίαν τῶν σφαιρῶν τοῦ διαφορικοῦ αὐτοῦ θερμομέτρου. Τοῦτο ἐδείκνυε βαθμοὺς κατὰ τοσούτῳ μεγαλειτέρους, καθ' ὅσω αἱ ἐκ τῆς πλακὸς πρὸς αὐτὸ ἀντανεκλώμεναι θερμομαντικαὶ ἀκτίνες ἦσαν περισσύτερα, καὶ εἶναι φανερόν ὅτι αἱ ποσότητες αὗται ἔχουσι πρὸς ἀλλήλας τὸν αὐτὸν λόγον, ὅν καὶ οἱ ὑπὸ τοῦ θερμομέτρου δεικνύμενοι βαθμοί. Ἐὰν π. χ., ὅταν ἡ πλάξ α ᾖ ἡνι ὕαλινος, τὸ διαφορικὸν θερμόμετρον δεικνύει 1 βαθμόν, καὶ ὅταν ᾖ ἐκ μολύβδου, 6 βαθμοὺς, συμπεραίνομεν, κατὰ τὰ ἐν τῇ § 192 λεχθέντα, ὅτι ἡ ὑπὸ τοῦ μολύβδου ἀντανεκλωμένη θερμότης εἶναι ἐξάκις μεγαλειτέρα τῆς ὑπὸ τῆς ὕαλου· διότι, ἐπειδὴ ἡ ἐκ τῆς πηγῆς Μ ἐκπεμπομένη

θερμότης εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή, θέλει εἶναι ἡ αὐτή καὶ ἡ ἐκ τοῦ οφαι-
ρικοῦ κατόπτρου K πρὸς τὴν πλάκα ἀντανακλωμένη, ἐπομένως ἡ πα-
ρατηρουμένη ἐπὶ τοῦ θερμομέτρου διαφορά δὲν δύναται νὰ προέρχηται



Σχ. 161

εἰ μὴ ἐκ τῆς διαφόρου ἀντανακλαστικῆς δυνάμεως τῶν οὐσιῶν, ἐξ ὧν
ἀποτελεῖται ἡ πλάξ α.

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰς ὑπὸ τοῦ Λεσλὴ εὐρεθείσας σχετικὰς
ἀντανακλαστικὰς δυνάμεις τῶν ἐν αὐτῷ ἀναφερομένων σωμάτων, τῆς
ἀντανακλαστικῆς δυνάμεως τοῦ κιτρίνου χαλκοῦ ληφθείσης ὡς ὅρου συγ-
κρίσεως καὶ παρασταθείσης διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 100.

Χαλκὸς κιτρίνος.....	100	Μελάνη Κίνας.....	13
Ἄργυρος.....	90	Ἀμάλγαμα κασσιτέρου.....	10
Κασσίτερος.....	80	Ὑαλός.....	16
Χάλυψ.....	70	Ὑαλός κεχρισμένη ἐλαίῳ.....	3
Μόλυβδος.....	60	Αἰθάλη.....	0

203. ΔΙΑΧΥΤΙΚΑΙ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΙΣ. — Πάντα τὰ σώματα
δὲν διαχύουσιν ἐπίσης τὴν ἐπ' αὐτῶν προσπίπτουσαν θερμότητα· τινὰ
τούτων ἀντανακλῶσιν ἀκανονίστως μέγα μέρος τῆς προσπιπτούσης,
ἄλλα δὲ ἐλάχιστον. Παραδείγματος χάριν, ἐνῶ ὁ ἀνθρακικὸς μόλυβδος
διαχέει τὰ 82 ἑκατοστὰ τῆς προσπιπτούσης θερμότητος, ὁ χρωμικὸς
μόλυβδος διαχέει τὰ 66 ἑκατοστὰ, αἱ δὲ λείαι ὑάλιναι ἐπιφάνειαι ἐλά-
χιστον μόνον μέρος.

204. ΔΙΑΘΕΡΜΟΙ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΔΥΝΑΜΕΙΣ. — Εἴπομεν ἐν τῇ § 197
ὅτι εἰς τινὰ σώματα μέρος τῆς ἐπ' αὐτῶν προσπιπτούσης ἀκτινοβόλου
θερμότητος διέρχεται δι' αὐτῶν χωρὶς ν' αὐξήσῃ τὴν θερμοκρασίαν αὐ-

τῶν. Τὰ ἔχοντα τὴν ἰδιότητα ταύτην σώματα ὠνομάσθησαν διάθερμα καὶ ἀδιάθερμα ἐκεῖνα, δι' ὧν δὲν δύναται νὰ διέλθῃ ἡ ἀκτινοβόλος θερμότης. Τὰ διάθερμα λοιπὸν καὶ ἀδιάθερμα σώματα εἶναι ὡς πρὸς τὴν ἀκτινοβόλον θερμότητα ὅ,τι τὰ διαφανῆ καὶ ἀδιαφανῆ ὡς πρὸς τὸ φῶς. Ὁ ἀήρ καὶ ἐν γένει τὰ αἶρια εἶναι λίαν διάθερμα σώματα· τὰ ὑγρὰ κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον, τὰ δὲ μέταλλα ὅλως ἀδιάθερμα.

Ἐπὶ τοῦ ἀκολούθου πίνακος βλέπομεν ὅτι τὰ διαφανῆ σώματα εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον καὶ διάθερμα. Ἀλλὰ δὲν ἔπεται ὅτι τὰ διαφανέστερα σώματα εἶναι καὶ διαθερμότερα. Παραδείγματος χάριν, τὸ ὕδωρ, ἂν καὶ διαφανέστερον τοῦ χλωροῦχου θείου καὶ τῶν ἐλαίων, εἶναι πολὺ τούτων ἀδιάθερμότερον. Ὡσαύτως ἡ καθαρὰ στυπτηρία ἔχει μικροτέραν διάθερμον δύναμιν κεχρωματισμένων ὑάλων τοῦ αὐτοῦ πάχους.

Ἐξ ὧν τῶν οὐσιῶν διαθερμότερον εἶναι τὸ ὀρυκτὸν ἄλας. Ἄξιον δὲ παρατηρήσεως εἶναι ὅτι δι' αὐτοῦ διέρχονται πάντοτε τὰ 92 ἑκατοστὰ τῆς προσπιπτούσης θερμότητος, οὐ μόνον ὅποιανδήποτε καὶ ἂν ᾦναι ἡ φύσις αὐτῆς, ἀλλὰ καὶ ὅσονδήποτε καὶ ἂν ᾦναι τὸ πάχος αὐτοῦ. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι τὸ ὀρυκτὸν ἄλας δὲν ἀπορροφᾷ οὐδ' ἐλάχιστον μέρος τῆς προσπιπτούσης θερμότητος, καὶ ὅτι ἡ σταθερὰ διαφορά τῶν 8 ἑκατοστῶν πρέπει ἀναγκαίως νὰ ἀποδοθῇ εἰς τὴν ἐπὶ τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ συμβαίνουσαν ἀντανάκλασιν.

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ παριστᾷ τὰς διαθέρμους δυνάμεις τῶν ἐν αὐτῷ περιεχομένων σωμάτων, τῶν ἐν αὐτῷ ἀριθμῶν ἀναφερομένων εἰς τὸν ἀριθμὸν 100, ὅστις παριστᾷ τὴν ἐπ' αὐτῶν προσπίπτουσαν ἀρχικὴν ποσότητα θερμότητος.

ΥΑΛΟΙ ΑΧΡΟΟΙ (πάχος 1χιλ., 88)

Κατοπτρικὴ ὕαλος.....ἀπὸ 62—59 | Κοινὴ ὕαλος.....ἀπὸ 58—05

ΥΑΡΑ (πάχος 9χιλ., 21)

Ἀχροα		Κεχρωματισμένα	
Ἀπεσταγμένον ὕδωρ	11	Ἐλαιον καρύων	31
Οἰνόπνευμα λειψυδρον	15	» ἐλαίων	30
Θεϊκὸς αἰθήρ	21	» σπερμάτων μύκωνος .	26
Νιτρικὸν ὀξύ	15	Χλωροῦχον θείον	63
Διάλυσις κοινοῦ ἁλτος	12	Πυροξυλικὸν ὀξύ	12
Διάλυσις στυπτηρίας	12	Λεύκωμα (ὠσὺ)	11

ΚΕΚΡΥΣΤΑΛΛΟΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΑ (πάχος 9χιλ., 62)

Ἄλας ὀρυκτὸν	92	Βορικὴ σόδα	28
Κρύσταλλον (spath) Ἰσλανδίας	62	Θεϊκὴ τίτανος	20
Τοπάζιου Βρασιλίας	54	Κιτρικὸν ὀξύ	15
Ἀνθρακικὸς μύλυθος	52	Στυπτηρία	12
Ἀγάτης λευκός	35	Θεϊκὸς χαλκός	0

205. **ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ.**—Τῶν προεκτεθεισῶν ὡς πρὸς τὴν ἀκτινοβολον θερμότητα ἰδιοτήτων τῶν διαφόρων σωμάτων γίνονται κατάλληλοι ἐφαρμογαὶ εἰς τὰς τέχνας καὶ τὸν κοινωνικὸν βίον, καὶ πολλὰ περίεργα φαινόμενα δι' αὐτῶν ἐξηγοῦνται. Ἡ χιών π. χ. ἀναλύεται ταχύτερον ὑπὸ τὰ δένδρα καὶ πλησίον τῶν θάμνων, ἢ ὅταν δέχεται ἀπ' εὐθείας τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας· διότι διαρσκορπίζουσα εἰς μέγαν βαθμὸν τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας, ἀπορρόφῃ ἐλάχιστον μέρος τῆς θερμαντικῆς αὐτῶν δυνάμεως, ἐνῶ ἡ ἐκ τῶν φύλλων τῶν δένδρων θερμότης, οὕσα ἰδιαιτέρας φύσεως, ἀπορρόφῃται σχεδὸν ὁλόκληρος ὑπ' αὐτῆς. Οἱ χωρικοὶ ὅταν θέλωσι νὰ ἐπιταχύνωσι τὴν ἀνάλυσιν τῆς χιόνος, ῥίπτουσιν ἐπ' αὐτῆς χῶμα, διότι τοῦτο ἀπορρόφῃ ταχύτερον τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας καὶ μεταδίδει εἰς τὴν ὑπ' αὐτὸ χιόνα τὴν ἐκ τῆς ἀπορρόφῆσεως τούτων κτηθεῖσαν θερμότητα, ἥτις εἶναι μεγαλειτέρα τῆς ἀπ' εὐθείας ὑπὸ τῆς χιόνος ἀπορρόφωμένης. Ἐνεκα προσέτι τῆς μικρᾶς ἀφετικῆς τῆς χιόνος δυνάμεως διατηροῦνται τὰ ὑπ' αὐτὴν φυτὰ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ ὑπερβολικοῦ ψύχους ἀβλαβῆ.

Τὰ μαῦρα ἐνδύματα ἐκπέμπουσιν εὐκολώτερον τὴν ἐσωτερικὴν τοῦ σώματος θερμότητα ἢ τὰ λευκὰ τοῦ αὐτοῦ πάχους καὶ τῆς αὐτῆς οὐσίας. Τούτου ἔνεκα τὸ χρῶμα τῶν ἐσωτερικῶν ἡμῶν ἐνδυμάτων εἶναι πάντοτε λευκόν, καὶ φέρομεν συνήθως τὸ θέρος ἐνδύματα λευκά, διότι δι' αὐτῶν διαχύνεται μεγαλιέτερον μέρος τῆς προσπιπτούσης θερμότητος. Τὰ λευκὰ ἐνδύματα εἶναι προτιμότερα διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ τὸν χειμῶνα, καὶ διὰ τοῦτο σχεδὸν πάντα τὰ εἰς τὰ βόρεια κλίματα κατοικοῦντα ζῶα φέρουσιν ἔριον ἢ πτερὰ λευκά.

Τὰ πρὸς θέρμασιν τῶν οἰκιῶν σκεύη καὶ οἱ σωλήνες αὐτῶν πρέπει νὰ ἦναι χρώματος μελανοῦ, διότι δι' αὐτῶν ἐκπέμπεται λίαν εὐκόλως ἡ ἐσωτερικὴ θερμότης· τοὺναντίον, τὰ σκεύη, ἐν οἷς θέλομεν νὰ διατηρήσωμεν τὴν θερμοκρασίαν τῶν ὑγρῶν ὥσθ' ὅσον τὸ δυνατόν περισσότερον χρόνον, πρέπει νὰ ἦναι λεῖα καὶ στιλπνά, τούτου δ' ἔνεκα μεταχειρίζονται διὰ τὸ τέιον ἀγγεῖα ἐξ ἀργύρου ἢ ἐκ πορσελάνης ἐπικεχρισμένης. Τὰ σκεύη τῆς μαγειρικῆς πρέπει νὰ ἦναι μελανὰ κάτωθεν καὶ στιλπνὰ πρὸς τὰ πλάγια, διότι οὕτως ἡ κάτωθεν ἐνεργοῦσα θερμότης εἰσέρχεται εὐκολώτερον καὶ ἡ εἰσερχομένη ἐξέρχεται ἐκ τῶν πλευρῶν αὐτῶν λίαν δυσκόλως.

Τὰ ἀνώτερα στρώματα τῆς ἀτμοσφαίρας εἶναι λίαν ψυχρὰ ἔνεκα τῆς μεγάλης διαθέρμου δυνάμεως τοῦ ἀέρος, δι' οὗ διέρχονται αἱ ἡλιακαὶ ἀκτῖνες. Τοὺναντίον συμβαίνει ἐν καιρῷ θέρους ἐπὶ τῶν θαλασσῶν τὰ ἀνώτερα αὐτῶν στρώματα θερμαίνονται εὐκόλως ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, καὶ ἐπειδὴ τὸ ὕδωρ τῆς θαλάσσης ἔχει μικρὰν διάθερμον δύ-

ναμιν, ἡ θερμοκρασία τῶν κατωτέρων καὶ βαθέων στρωμάτων μένει σχεδὸν ἀμετάβλητος. Ἐπειδὴ ἡ ὕαλος εἶναι ἀρκετὰ διάθερμος, ὅταν προσβάλληται ὑπὸ τῶν ἡλιακῶν ἀκτίνων, καὶ κατ' ἐλάχιστον διάθερμος διὰ μικρᾶς ἐντάσεως καὶ διαφόρου φύσεως θερμότητα, καλύπτουσι μὲ ὑαλίους κώδωνας ἐν καιρῷ χειμῶνος τὰ φυτά, ἅτινα θέλουσι νὰ προφυλάξωσιν ἀπὸ τὸ ἐξωτερικὸν ψυχρός· διότι μετὰ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων εἰσέρχεται διὰ τῆς ὕαλου καὶ ἡ ἐν αὐταῖς ὑπάρχουσα θερμότης, ἐνῶ ἡ ἐσωτερικὴ θερμότης, ὡς σκοτεινὴ, ἐξέρχεται δυσκόλως.

(*) ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΟΓΔΩΟΝ

ΕΙΔΙΚΗ ΚΑΙ ΛΑΝΘΑΝΟΥΣΑ ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

206. ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΣ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. — Ἐπειδὴ ἡ φύσις τῆς θερμότητος μᾶς εἶναι ἐντελῶς ἄγνωστος, δὲν δυνάμεθα νὰ γνωρίζωμεν οὔτε πόσῃ θερμότητι περιέχει σῶμά τι δεδομένης θερμοκρασίας, οὔτε πόσῃ εἶναι ἀναγκαία, ἵνα ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ αὐξήσῃ καθ' ὅρισμένον τινὰ ἀριθμὸν βαθμῶν, π. χ. κατὰ 1° . Ἀλλὰ παρετηρήθη καὶ διὰ διαφόρων πειραμάτων ἀποδεικνύεται, ὅτι ἡ ἀναγκαία ποσότης θερμότητος πρὸς αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας τῶν τοῦ αὐτοῦ βάρους σωμάτων κατὰ 1° δὲν εἶναι δι' ὅλα τὰ σώματα ἡ αὐτή. Ἐὰν ἐνώσωμεν π. χ. ἐν χιλιόγραμμον ὕδατος 0° μὲθ' ἐνὸς χιλιογράμμου ὕδραργύρου 100° , θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἡ κοινὴ θερμοκρασία τοῦ μίγματος εἶναι μόλις 3° . Ἐπεταὶ ἐντεῦθεν ὅτι ἡ εἰς ἐν χιλιόγραμμον ὕδραργύρου 97° περιεχομένη θερμότης δύναται νὰ αὐξήσῃ κατὰ 3 μόνον βαθμοὺς τὴν θερμοκρασίαν ἴσου βάρους ὕδατος, τουτέστιν ἐν χιλιόγραμμον ὕδατος ἀπορροφᾷ τριακοντάκις καὶ τρεῖς περίπου περισσοτέραν θερμότητα ἢ ἐν χιλιόγραμμον ὕδραργύρου, ἵνα ἡ θερμοκρασία ἀμφοτέρων αὐξηθῇ κατὰ 1° . Ἐὰν ἐντὸς ἐνὸς χιλιογράμμου ὕδατος 0° ἐμβαπτίσωμεν ἐν χιλιόγραμμον χαλκοῦ 100° , θέλομεν εὑρεῖ ὅτι ἡ κοινὴ θερμοκρασία τοῦ μίγματος εἶναι περίπου $8^{\circ},6$. Ἐπεταὶ ἐπίσης ἐντεῦθεν ὅτι ἡ ποσότης τῆς θερμότητος, ἡ ἀναγκαία πρὸς αὐξήσιν τῆς θερμοκρασίας 1 χιλιογράμμου ὕδατος κατὰ $8^{\circ},6$, δύναται νὰ αὐξήσῃ τὴν θερμοκρασίαν 1 χιλιογράμμου χαλκοῦ κατὰ $91^{\circ},4$ · ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ὅρισμένον βάρος ὕδατος χρειάζεται πλεόν ἢ 10^{16} περισσοτέραν θερμότητα ἢ ἴσον βάρος χαλκοῦ, ἵνα ἡ θερμοκρασία ἀμφοτέρων αὐξηθῇ κατὰ 1° , ἢ κατ' ἴσον ἀριθμὸν βαθμῶν.

Οἱ φυσικοί, ἂν καὶ ἀγνοοῦσι τὴν φύσιν τῆς θερμότητος, λαμβάνουσιν ὡς μονάδα θερμότητος τὴν δυναμένην νὰ αὐξήσῃ κατὰ 1° τὴν θερμο-

κρασίαν 1 χιλιογράμμου ὕδατος, καὶ ὀνομάζουσιν *ειδικὴν θερμότητα σώματος* τινος τὸν λόγον τῆς δυναμένης νὰ αὐξήσῃ κατὰ 1° τὴν θερμοκρασίαν βάρους 1 χιλιογράμμου αὐτοῦ τοῦ σώματος πρὸς τὴν ὡς μονάδα ληφθεῖσαν ποσότητα τῆς θερμότητος. Ἐάν π. χ. ἐν χιλιογράμμῳ χαλκοῦ χρειάζεται δεκάκις ὀλιγωτέραν θερμότητα ἢ ἐν χιλιογράμμῳ ὕδατος, ὅπως ἡ θερμοκρασία ἀμφοτέρων αὐξηθῇ κατὰ 1° , ὁ λόγος $\frac{1}{10}$ θέλει παριστᾷ τὴν *ειδικὴν θερμότητα* τοῦ χαλκοῦ ὡς πρὸς τὴν τοῦ ὕδατος, λαμβανομένην ὡς μονάδα.

Ὅταν γνωρίζωμεν τὴν *ειδικὴν θερμότητα* οὐσίας τινός, δυνάμεθα εὐκόλως νὰ ὑπολογίσωμεν τὴν ποσότητα τῆς θερμότητος, ἣν ὠρισμένον βάρος αὐτῆς ἀπορρόφᾷ ἢ ἐγκαταλείπει, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτῆς αὐξάνῃ ἢ ἐλαττωῖται κατὰ γνωστὸν ἀριθμὸν βαθμῶν. Ἄς ὑποθέσωμεν π. χ. ὅτι σῶμά τι, ἔχον βάρος M χιλιογράμμων καὶ θ θερμοκρασίαν, προσέλαβε τὴν θερμοκρασίαν θ' , καὶ ἂς παραστήσωμεν δι' ϵ τὴν *ειδικὴν αὐτοῦ θερμότητα*. Πρὸς ὑπολογισμὸν τῆς προσκτηθείσης ἢ ἀπολεσθείσης ὑπὸ τοῦ σώματος θερμότητος, καθόσον τὸ θ' εἶναι μεγαλύτερον ἢ μικρότερον τοῦ θ , σκεπτόμεθα ὡς ἑξῆς:

Ὅταν τὸ σῶμα ἔχῃ ἐνὸς χιλιογράμμου βάρος καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ μεταβάλληται κατὰ 1° , ἀπορρόφᾷ ἢ ἀποβάλλει ϵ ποσότητα θερμότητος. Ἀρα, ὅταν τὸ σῶμα ἔχῃ M χιλιογράμμων βάρος καὶ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ μεταβάλληται κατὰ 1° , θέλει ἀπορρόφᾷ ἢ ἀποβάλλει Me ποσότητα θερμότητος. Ἐπομένως, ὅταν ἡ θερμοκρασία τοῦ M χιλιογράμμων βάρος ἔχοντος σώματος μεταβάλληται κατὰ $\theta' - \theta$ ἢ κατὰ $\theta - \theta'$ βαθμούς, ἡ ὑπ' αὐτοῦ ἀπορροφωμένη ἢ ἀποβαλλομένη ποσότης θερμότητος θέλει παρίστασθαι διὰ τοῦ γινομένου

$$Me (\theta' - \theta), \text{ ἢ διὰ τοῦ } Me (\theta - \theta') \quad (1).$$

Λοιπὸν ἡ ποσότης θερμότητος, ἡ ὑπὸ σώματος ὠρισμένου βάρους ἀπορροφωμένη ἢ ἀποβαλλομένη, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ αὐξάνῃ ἢ ἐλαττωῖται καθ' ὠρισμένον τινὰ ἀριθμὸν βαθμῶν, εὐρίσκεται *πολλαπλασιαζόμενον* τοῦ βάρους τοῦ σώματος ἐπὶ τὴν *ειδικὴν αὐτοῦ θερμότητα* καὶ ἐπὶ τὸν ἀριθμὸν, τὸν παριστῶντα τὴν μεθβολὴν τῆς θερμοκρασίας, ἣν τὸ σῶμα ὑπέστη.

207. ΕΥΡΕΣΙΣ ΤΩΝ ΕΙΔΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΩΝ ΤΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ. — Πρὸς εὐρεσιν τῶν *ειδικῶν θερμότητων* τῶν σωμάτων οἱ φυσικοὶ μετεχειρίσθησαν τρεῖς διαφόρους μεθόδους: τὴν τῶν *μιγμάτων*, τὴν τοῦ *πάγου* καὶ τὴν τῆς *ψύξεως*. Ἡ πρώτη μέθοδος ἐπενοήθη ὑπὸ τοῦ Μπλάκ (Black), εἰς ὃν ὠφείλεται ἡ ἀνακάλυψις τῆς διαφόρου *ειδικῆς θερμότητος* τῶν σωμάτων: τὰς δευτέρας ἔκαμον χρῆσιν ὁ Λαπλάς καὶ Λαβοαζιέ (Lavoisier), τῆς δὲ τρίτης ὁ Μέγερ (Meyer) καὶ ὁ Λεσλή.

Διὰ τῆς μεθόδου τῆς ψύξεως ἐξάγεται ἡ εἰδικὴ θερμότης σώματός τινος ἐκ τοῦ χρόνου, ὅστις παρέρχεται, ἵνα τοῦτο ψυχθῇ κατὰ γνωστὸν ἀριθμὸν βαθμῶν, ἡ δὲ μέθοδος τοῦ πάγου στηρίζεται ἐπὶ τῆς ὑπ' αὐτοῦ ἀπορροφωμένης λανθανούσης θερμότητος, ἵνα ποσότης τις αὐτοῦ ἀναλυθῇ. Ἐπειδὴ ἡ μέθοδος τῶν μιγμάτων εἶναι τελειότερα πασῶν, καὶ δι' αὐτῆς ἐγένοντο γνωστοὶ οἱ παριστῶντες τὰς εἰδικὰς θερμότητας ἀριθμοί, οἱ τὴν σήμερον παρὰ πάντων τῶν φυσικῶν παραδεδεγμένοι, θέλομεν περιορισθῇ εἰς ταύτης μόνον τὴν περιγραφὴν ἐνταῦθα.

208. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΜΙΓΜΑΤΩΝ. — Πρὶν ἢ περιγράψωμεν τὰ καθέκαστα τῆς μεθόδου ταύτης, θέλομεν ἀναφέρει τὰς δύο προτάσεις, ἐφ' ὧν στηρίζονται οἱ γενόμενοι ἐπὶ τῶν ἐπ' αὐτῆς δεδομένων πρὸς εὗρεσιν τῶν εἰδικῶν θερμότητων ὑπολογισμοί. Εἶναι δὲ αὗται,

1^{ον} Ἡ ἀναγκαία ποσότης θερμότητος, ὥπως νῦν ὡθῇ σῶματός τινος ἡ θερμοκρασία ἀπὸ θ εἰς θ' βαθμοῦς, εἶναι ἡ αὐτὴ μὲ ἐκείνην, ἥν τὸ αὐτὸ σῶμα ἐγκαταλείπει, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ καταβιδάζεται ἀπὸ θ' εἰς θ βαθμοῦς. Τουτέστιν, ἵνα ἡ θερμοκρασία ἑνὸς χιλιογράμμου ὕδατος ἀπὸ 15° γίνῃ 20°, πρέπει τοῦτο νὰ προσλάβῃ τόσην ποσότητα θερμότητος, ὅσην ἐγκαταλείπει ἐν χιλιογράμμῳ ὕδατος 20° ψυχόμενον κατὰ 5°

2^{ον} Αἱ ποσότητες θερμότητος, αἱ ἀναγκαῖαι ἵνα νῦν ὡσωσιν ἀπὸ τινος βαθμοῦ τὴν θερμοκρασίαν σώματός τινος κατὰ διαφόρους βαθμούς, εἶναι ἀνάλογοι τῶν ἀριθμῶν, τῶν παριστῶντων τὰς γενομένας ἀυξήσεις τῆς θερμοκρασίας τοῦ σώματος. Τουτέστιν, ἐὰν ᾖναι ἀναγκαῖα Α ποσότης θερμότητος, ἵνα ἡ 10° θερμοκρασία ἑνὸς χιλιογράμμου ὕδατος γείνῃ 20°, θέλει χρειασθῇ ποσότης θερμότητος 2Α, ἵνα ἡ 10° θερμοκρασία τῆς αὐτῆς ποσότητος ὕδατος γείνῃ 30°, καὶ 3Α, ἵνα γείνῃ 40° καὶ οὕτω καθεξῆς.

Ἡ μὲν πρώτη τῶν ἀνωτέρω δύο προτάσεων εἶναι ἀφ' ἑαυτῆς φανερὰ, ἡ δὲ δευτέρα ἐξήχθη ἐκ τῶν γενομένων πρὸς τοῦτο πειραμάτων καὶ ἀληθεύει μόνον, ὅταν αἱ ἐπιφερόμεναι ἀυξήσεις εἰς τὴν θερμοκρασίαν τοῦ σώματος πᾶν ἔχονται ἐντὸς ὁρίων τινῶν. Ὁ χρυσὸς π. χ. ἐὰν χρειάζεται Α ποσότητα θερμότητος, ἵνα ἀπὸ 0° ἀποκτήσῃ θερμοκρασίαν 100°, θέλει χρειασθῇ περισσοτέραν ἢ 2Α θερμότητα, ἵνα ἀποκτήσῃ θερμοκρασίαν 200°, καὶ ἔτι περισσότερον ἢ 3Α, ἵνα ἀποκτήσῃ θερμοκρασίαν 300°. Τοῦτ' αὐτὸ συμβαίνει κατὰ μείζονα λόγον καὶ εἰς τὰ ὑγρά. Ἀλλὰ δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν ἀνωτέρω δευτέραν πρότασιν ὡς ἀληθῆ ἐντὸς τῶν ὁρίων τῶς θερμοκρασιῶν, καθ' ὅς ἐκτελοῦνται τὰ πρὸς εὗρεσιν τῶν εἰδικῶν θερμότητων τῶν σωμάτων γινόμενα ὑπὸ τῶν φυσικῶν πειράματα.

Τούτων δὲ τεθέντων, ἰδοὺ εἰς τί συνίσταται ἡ μέθοδος τῶν μιγμάτων καὶ πῶς ὑπολογίζεται δι' αὐτῆς ἡ εἰδικὴ θερμότης τῶν σωμάτων.

Θερμαίνομεν ἐν πρώτοις εἰς ὠρισμένην τινὰ θερμοκρασίαν ὠρισμένον βάρος τοῦ σώματος, οὗτινος ζητοῦμεν τὴν εἰδικὴν θερμότητα, καὶ ἐμβαπτιζόμεν ἔπειτα αὐτὸ ἐντὸς ἀγγείου, περιέχοντος ὕδωρ γνωστοῦ βάρους καὶ γνωστῆς θερμοκρασίας. Τὸ μὲν σῶμα, ἐμβαπτιζόμενον ἐν τῷ ὕδατι ψύχεται, μεταδίδον εἰς τὸ ὕδωρ μέρος τῆς ἐν αὐτῷ θερμότητος, τὸ δὲ ὕδωρ θερμαίνεται· ὅταν δὲ ἡ θερμοκρασία τοῦ τε σώματος καὶ τοῦ ὕδατος καταστῇ κοινή, εἶναι φανερόν ὅτι τὸ ὕδωρ προσέλαβε παρὰ τοῦ σώματος τόσῃν ποσότητι θερμότητος, ὅσῃν τὸ σῶμα ἠναγκάσθη νὰ ἀποβάλῃ, ἵνα ἐκ τῆς ἀρχικῆς αὐτοῦ θερμοκρασίας προσλάβῃ τὴν κοινήν, ἣν καὶ προσδιορίζομεν μετὰ προσοχῆς διὰ τινος θερμομέτρου.

Ἐὰν παραστήσωμεν λοιπὸν διὰ B τὸ βάρος τοῦ σώματος, διὰ Θ τὴν πρὸ τῆς ἐμβαπτίσεως θερμοκρασίαν αὐτοῦ, διὰ χ τὴν ζητούμενην εἰδικὴν αὐτοῦ θερμότητα, διὰ Υ τὸ βάρος τοῦ ὕδατος, διὰ θ τὴν ἀρχικὴν αὐτοῦ θερμοκρασίαν, καὶ διὰ θ' τὴν κοινήν, κατὰ τὸν ἐν τῷ προηγουμένῳ παραγράφῳ δοθέντα κανόνα τὸ μὲν σῶμα, ψυχθὲν ἀπὸ Θ εἰς θ' βαθμούς, ἀπέβαλε $B\chi(\Theta - \theta')$ ποσότητα θερμότητος, τὸ δὲ ὕδωρ, θερμανθὲν ἀπὸ θ εἰς θ' , προσέλαβε ποσότητα θερμότητος $\Upsilon(\theta' - \theta)$, τῆς εἰδικῆς θερμότητος τοῦ ὕδατος οὗσης ἴσης τῇ 1. Θέλομεν λοιπὸν ἔχει τὴν ἐξίσωσιν

$$B\chi(\Theta - \theta') = \Upsilon(\theta' - \theta) \quad (1),$$

ἐξ ἧς πορίζομεθα ἀμέσως τὴν ζητούμενην τιμὴν τῆς ἀγνώστου χ διαιροῦντες τὰ δύο μέλη αὐτῆς διὰ $B(\Theta - \theta')$,

$$\chi = \frac{\Upsilon(\theta' - \theta)}{B(\Theta - \theta')}.$$

Ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις (1), ἐξ ἧς ἐπορίσθημεν τὴν τιμὴν τῆς χ , δὲν εἶναι πλήρης. Πρέπει νὰ λάβωμεν ὑπ' ὄψιν καὶ τὴν ὑπὸ τοῦ ἀγγείου, ἐν ᾧ ὑπάρχει τὸ ὕδωρ, ἀπορρόφηθεῖσαν ποσότητα θερμότητος μέχρις οὗ ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ἀπὸ θ γείνη θ' βαθμῶν. Ἐὰν λοιπὸν παραστήσωμεν διὰ θ τὸ βάρος τοῦ ἀγγείου καὶ διὰ a τὴν εἰδικὴν αὐτοῦ θερμότητα (ἣν δυνάμεθα νὰ προσδιορίσωμεν προηγουμένως μεταχειριζόμενοι σῶμα τῆς αὐτῆς μὲ τὸ ἀγγεῖον οὐσίας), ἡ ὑπ' αὐτοῦ προσληφθεῖσα ποσότης θερμότητος θέλει εἶναι $\theta a (\theta' - \theta)$, καὶ ἡ ἀνωτέρω ἐξίσωσις (1) λαμβάνει τὴν ἐξῆς μορφήν

$$B\chi(\Theta - \theta') = \Upsilon(\theta' - \theta) + \theta a (\theta' - \theta) \quad (2)$$

ἐξ ἧς πορίζομεθα

$$\chi = \frac{(\Upsilon + \theta a)(\theta' - \theta)}{B(\Theta - \theta')}$$

Διὰ τοῦ αὐτοῦ τρόπου προσδιορίζονται καὶ αἱ εἰδικαὶ θερμότητες τῶν ὑγρῶν καὶ ἀερίων. Ὅταν δὲ τὸ σῶμα ἢ τὸ ὑγρὸν, ὃν ζητοῦμεν τὴν εἰδικὴν θερμότητα, ἔχωσι χημικὴν ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἐνέργειαν, ἐγκλείομεν αὐτὰ ἐντὸς ὑαλίνης ἢ μεταλλικῆς φιάλης, καὶ λαμβάνομεν ἐν τῷ τύπῳ (2) ὑπ' ὅψιν καὶ τὴν ἐκ τῆς ψύξεως τῆς φιάλης προσλαμβανομένην ὑπὸ τοῦ ὕδατος ποσότητα θερμότητος.

Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰς μεταξὺ 0° καὶ 100° μέσας εἰδικὰς θερμότητας τῶν ἐν αὐτῷ ἀναφερομένων στερεῶν, ὑγρῶν καὶ ἀερίων κατὰ τὰ ἐξαγόμενα τῶν πειραμάτων τοῦ Ῥενιῶ.

Στερεὰ καὶ ὑγρά

*Υδωρ.....	1,00800	Χαλκός.....	0,09513
Τερεβενθίνη.....	0,42593	*Ορείχαλκος.....	0,09391
Ξυλάνθραξ.....	0,24150	*Αργυρος.....	0,03701
Θετον.....	0,20259	Κασσίτερος.....	0,05623
*Υαλος.....	0,19768	*Ιώδιον.....	0,05412
Φώσφορος.....	0,18870	*Αντιμόνιον.....	0,05077
*Αδάμας.....	0,14680	*Υδράργυρος.....	0,03332
Χάλυψ.....	0,11848	Χρυσός.....	0,03244
Σίδηρος.....	0,11379	Πλάτινα.....	0,03243
Νικέλιον.....	0,10863	Μόλυβδος.....	0,03140
Ψευδάργυρος.....	0,09555	Βισμούθιον.....	0,03084

Ἀέρια

*Υδρογόνον.....	0,40900	*Αἴρ.....	0,23741
Πρωτοξειδιον του ἀζώτου.....	0,34470	*Οξυγόνον.....	0,21751
*Οξειδιον του ἀνθρακος.....	0,24500	*Ανθρακικόν ὀξύ.....	0,20246
*Αζωτον.....	0,24380	Χλώριον.....	0,12099

ΠΕΡΙ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΥΜΑΝΣΕΩΝ

209. Οἱ Φυσικοὶ ἤχθησαν ἐκ τῆς σπουδῆς τοῦ συνόλου τῶν διαφορῶν φυσικῶν φαινομένων εἰς τὸ νὰ παραδεχθῶσιν, ὅτι ἐν τῷ σύμπαντι ὑπάρχουσι δύο διάφορα ὕλης εἶδη. Τὸ μὲν τούτων ἔχει βάρος, ὑποπίπτει εἰς τὰς αἰσθήσεις ἡμῶν, δύναται νὰ λάβῃ καὶ τὰς τρεῖς διαφορὰς καταστάσεις, τὴν στερεάν, ὑγρὰν καὶ ἀεριοειδῆ· εἶναι διεσκορπισμένον ἐν τῷ διαστήματι κατὰ μεμονωμένας μάζας, εἰς ἀπείρους ἀπ' ἀλλήλων εὐρισκομένας ἀποστάσεις, αἱ δὲ μεταβολαί, ἃς ἐκάστη τούτων ὑφίσταται, διαδίδονται διὰ τῆς οὐσίας αὐτῆς μὲ διαφορὰς ταχύτητας, ὧν ἡ μεγαλειτέρα δὲν ὑπερβαίνει τὰ 5000 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον. Τὸ δ' ἕτερον δὲν ὑποπίπτει εἰς οὐδεμίαν τῶν ἡμετέρων αἰσθήσεων, ἔχει ἀνεπαίσθητον βάρος, εἶναι διακεχυμένον πανταχοῦ, πληροῖ καὶ αὐτοὺς τοὺς φυσικοὺς πόρους τῶν σωμάτων, παράγει τὰ φαινόμενα τῆς θερ-

μότητος, τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, τοῦ φωτός κτλ., εἶναι λεπτότατον καὶ εὐκινητότατον, καὶ διατρέχει τὰ διαστήματα μετὰ ταχύτητος ἥτις δὲν εἶναι μικροτέρα τῶν 70000 λευγῶν κατὰ δευτερόλεπτον. Ἐνεκα δὲ τῆς μεγίστης αὐτοῦ ταχύτητος ὠνομάσθη καὶ *ρευστὸν ἀβαρές*, οὐχὶ διότι θεωρεῖται ὡς μὴ ἔχον βάρος, ἀλλὰ διότι δὲν ἠδυνήθησαν νὰ εὐρωσιν εἰς αὐτὸ *ἐπαισθητὸν* βάρος.

Εἰς τὰς κινήσεις τοῦ δευτέρου τούτου εἶδους τῆς ὕλης ἀπέδωκαν οἱ Φυσικοὶ τὴν παραγωγὴν τῶν φαινομένων τῆς θερμότητος, τοῦ φωτός, τοῦ ἡλεκτρισμοῦ κτλ., ἀλλὰ πρὸς ἐξήγησιν τοῦ τρόπου, καθ' ὃν ταῦτα παράγονται, ἐπενοήθησαν δύο διάφορα συστήματα, τὸ τῆς *ἐκπομπῆς* καὶ τὸ τῶν *κυμάνσεων*.

Κατὰ τὸ σύστημα τῆς ἐκπομπῆς ὑποτίθεται ὅτι διὰ τὴν παραγωγὴν τῶν φαινομένων τῆς θερμότητος ὑπάρχει ἰδιαιτερον εἶδος ἀβαροῦς *ρευστοῦ*, *θερματικὸν* ὀνομασθέν, διάφορον ἐκείνων, εἰς ᾧ ὀφείλονται τὰ φαινόμενα τοῦ φωτός, κτλ., ὅπερ ἐκπέμπεται ἐκ τῶν θερμῶν σωμάτων, ἀντανακλᾶται ὑπὸ τῶν ἐφ' ὧν προσπίπτει ἐπιφανειῶν, ἢ εἰσδύει ἐντὸς τῆς μάζης αὐτῶν, καὶ συνενοούμενον μετὰ τῶν μορίων τοῦ σώματος κατὰ διαφόρους ἀναλογίας παράγει τὰς διαφόρους αὐξήσεις τῶν θερκρασιῶν αὐτῶν.

Κατὰ τὸ σύστημα τῶν κυμάνσεων ὑποτίθεται ὅτι ὑπάρχει ἐν καὶ μόνον εἶδος ἀβαροῦς ὕλης, δι' ἧς παράγονται τὰ φαινόμενα τῆς θερμότητος, τοῦ φωτός κτλ., κατὰ τὰ διάφορα εἶδη τῶν κινήσεων, ἃς παρὰ τῶν θερμῶν ἢ φωτεινῶν κτλ. σωμάτων λαμβάνει. Τὸ ἀβαρὲς τοῦτο *ρευστὸν ὠνομάσθη αἰθήρ*, καὶ ὑποθέτουσιν ὅτι τὰ μόρια τῶν θερμῶν σωμάτων εὐρίσκονται εἰς παλμικὴν τινὰ κίνησιν, ἥτις μεταδίδεται εἰς τὸν περικυκλοῦνται αὐτὰ αἰθέρα, καὶ δι' αὐτοῦ μετὰ μεγίστης ταχύτητος εἰς τὰ μόρια τῶν ψυχροτέρων σωμάτων, ἅτινα παλλόμενα ταχύτερον ἢ πρότερον καθίστανται θερμότερα, τουτέστι μεταβιβάζουσιν εἰς τὸν αἰθέρα ταχυτέρας κυμάνσεις. Κατὰ τὸ σύστημα τοῦτο ἡ θερμότης δὲν εἶναι ὕλη, ἀλλὰ τὸ ἀποτέλεσμα τῶν παλμωδῶν κινήσεων, τῶν παραγομένων εἰς τὸν αἰθέρα ὑπὸ τῶν μορίων τῶν θερμῶν σωμάτων, ἅτινα εὐρίσκονται ἐπίσης εἰς εἰδὸς τι παλμώδους καταστάσεως.

Οἱ πλείστοι τῶν Φυσικῶν παραδέχονται τὴν σήμερον τὸ δεύτερον σύστημα, μολοντί ὑπερεμάχει τοῦ πρώτου ὁ μέγας Νεύτων, πρὸ πάντων πρὸς σπουδὴν τοῦ φαινομένου τοῦ φωτός, ἐν οἷς τὰ ἐξαγόμενα τῶν πειραμάτων συμφωνοῦσι πληρέστατα μὲ τὰς ἐκ τῆς παραδοχῆς αὐτοῦ θεωρητικῶς ἐξαγομένης συνεπεΐας.

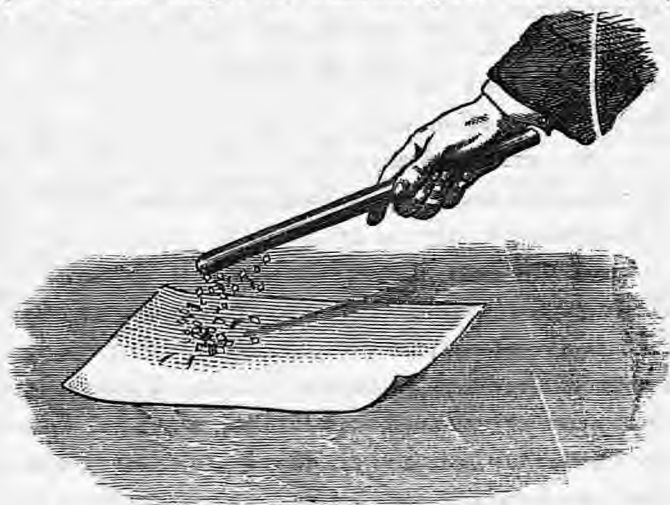
ΒΙΒΛΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΔΙΑ ΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ, ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΔΥΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΡΕΥΣΤΩΝ

210. ΓΕΝΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ. — Ὅταν τρίβωμεν μὲ ξηρὸν τεμάχιον ὑφάσματος ἢ δέρματος τὴν ὕαλον, τὴν ῥητίνην, τὸ θεῖον, τὸ ἤλεκτρον, τὸ λάκκον κόμμι καὶ τινὰ ἄλλα σώματα, ταῦτα μετὰ τὴν τριβὴν ἀποκτῶσι τὴν ιδιότητα τοῦ νὰ ἔλκωσιν ἐλαφρά τινὰ σωμάτια, οἷον μικρὰ τεμάχια χάρτου, φελλοῦ, τρίμματα ἀχύρων, πτίλα, λεπτὰ φύλλα χρυσοῦ, καὶ ἄλλα τοιαῦτα (Σχ. 162). Ἐὰν τὸ τριβὲν σῶμα ᾖ ἀρκούντως μέγα καὶ πλησιάζωμεν τὸν δάκτυλόν μας, ἀκούομεν μικρὸν τινὰ



Σχ. 162

κρότον, καὶ ἐν τῇ σκοτίᾳ παρατηροῦμεν καὶ μικρὸν τινὰ σπινθῆρα. Ἡ αἰτία τῶν φαινομένων τούτων καὶ ἄλλων τινῶν, ἅτινα παρακατιόντες θέλομεν σπουδάσει, ὠνομάσθη ἡλεκτρισμός ἐκ τοῦ ἡλέκτρου ἐφ' οὗ κατὰ πρῶτον παρατηρήθησαν.

Ὁ φιλόσοφος Θαλῆς ὁ Μιλήσιος, ὅστις ἔζη κατὰ τὸ 600 ἔτος πρὸ Χριστοῦ, ἐγνώριζε τὴν ιδιότητα ταύτην τοῦ ἡλέκτρου, ἀλλὰ πρῶτος ὁ Γίλπερ (Gilbert) μετὰ 2200 περίπου ἔτη, ἥτοι κατὰ τὰ τέλη τοῦ 16^{ου}

αἰῶνος, παρετήρησεν ὅτι καὶ ἡ ὕαλος, ἡ ῥητίνη, τὸ θεῖον, ἡ μέταξα, ὁ ἰσπανικὸς κηρός, ἡ γουταπέρα, κτλ. διὰ τῆς τριβῆς ἡλεκτρίζονται. τουτέστιν ἀποκτῶσι τὰς αὐτὰς μὲ τὸ τριβόμενον ἡλεκτρον ιδιότητας. Μετὰ τὸν Γίλπερ πλείστοι διάσχημοι Φυσικοὶ ἐνησχολήθησαν εἰς τὴν σπουδὴν τοῦ εἶδους τούτου τῶν φαινομένων, καὶ ἐν διαστήματι ὀλίγων ἐτῶν αἱ ἐπὶ τοῦ μέρους τούτου τῆς Φυσικῆς γενόμεναι πρόοδοι ὑπῆρξεν τῷ ὄντι καταπληκτικαί.

Τὰ διὰ τῆς τριβῆς ἡλεκτρίζόμενα σώματα ὠνομάσθησαν ὑπὸ τῶν Φυσικῶν ἡλεκτρικά, ἀηλεκτρικά δὲ ἐκεῖνα, ἅτινα διὰ τῆς τριβῆς δὲν ἡλεκτρίζονται.

211. ΕΥΗΛΕΚΤΡΑΓΩΓΑ ΚΑΙ ΔΥΣΗΛΕΚΤΡΑΓΩΓΑ ΣΩΜΑΤΑ. — Κατὰ τὸ 1722 ὁ Ἀγγλος Φυσικὸς Γραΐη (Grey), τρίβων τὸ ἐν τῶν ἄκρων ὑαλίνου σωλῆνος, οὗτινος τὸ ἕτερον ἐκράτει διὰ τῆς χειρός, παρετήρησε μετ' ἐκπλήξεως ὅτι καὶ τὸ ἐκ φελλοῦ πῶμα τοῦ σωλῆνος, καθὼς καὶ τὸ ἐπὶ τοῦ φελλοῦ ἐμπεπιγμένον μεταλλικὸν στέλεχος, ἀπέκτησαν τὴν ιδιότητα τοῦ νὰ ἔλκωσι τὰ εἰς αὐτὰ παρουσιαζόμενα ἐλαφρὰ σωμάτια. Ἀναθὰς ἀκολούθως ἐπὶ ὑψηλοῦ δώματος καὶ ἐξαρτήσας ἐκ τοῦ ἄκρου τοῦ στελέχους μεταλλικὴν ἄλυσιν φθάνουσιν μέχρι σχεδὸν τοῦ ἐδάφους παρετήρησεν ὅτι καὶ αὐτὸ τὸ κάτω ἄκρον τῆς ἀλύσεως ἀπέκτησε τὰς αὐτὰς τῆς ὑλεκτρισθείσης ὑάλου ιδιότητας. Συνέπερνε λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι αἱ ιδιότητες τῆς ὑάλου μετεβιβάσθησαν ἐκ συγκοινωνίας εἰς τὴν ἄλυσιν, καὶ ἐθεώρησε τὸν ἡλεκτρισμὸν ὡς τι ρευστόν, ὑπερ ἀναπτύσσεται διὰ τῆς τριβῆς ἐπὶ τῆς ὑάλου, τῆς ῥητίνης καὶ ἐν γένει ἐπὶ πάντων τῶν ἡλεκτρικῶν σωμάτων, καὶ τὸ ὅποιον διαχύνεται ἀκαριαίως διὰ τινων σωμάτων, ὅταν ταῦτα εὐρίσκωνται εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῶν ἡλεκτρισθέντων. Ἐπειδὴ δὲ παρετηρήθη ὅτι ὅλα τὰ σώματα δὲν μεταβιβάζουσι τὸν ἡλεκτρισμὸν, διηρέθησαν ταῦτα εἰς ἑτέρας δύο τάξεις· τὰ μεταβιβάζοντα τὸ ἡλεκτρικὸν ρευστόν, ἢ συντομώτερον τὸν ἡλεκτρισμὸν κατὰ μᾶλλον καὶ ἥττον εὐκόλως, ἅτινα καὶ ὠνομάσθησαν διὰ τοῦτο εὐηλεκτραγωγὰ, καὶ εἰς τὰ μὴ μεταδίδοντα τὸν ἡλεκτρισμὸν εἰ μὴ λίαν δυσκόλως καὶ βραδέως καὶ ὀνομασθέντα διὰ τοῦτο δυσηλεκτραγωγὰ.

Εὐηλεκτραγωγὰ σώματα εἶναι ἅπαντα ἐν γένει τὰ μέταλλα, τὸ ἀνθρώπινον σῶμα, τὸ τῶν ζώων, ὁ λινός, ἡ κἀνάβις, τὰ ὑγρά ἐκτὸς τῶν ἐλαίων, ὁ ἄνθραξ, ὅταν ᾖ πεφρυγμένος, καὶ οἱ ὑδατῶδεις ἀτμοί. Οἱ λίθοι, οἱ κέραμοι καὶ τὰ ξηρὰ ξύλα ἄγουσι μετὰ τινος δυσκολίας τὸν ἡλεκτρισμὸν.

Δυσηλεκτραγωγὰ δὲ σώματα εἶναι τὸ λάκκον κόμμι, ὁ ἰσπανικὸς κηρός, ὁ ἀδάμας, οἱ πολύτιμοι διαφανεῖς λίθοι, ἡ ῥητίνη, τὸ θεῖον, τὸ

ἤλεκτρον, ἡ ὕαλος, ἡ προσελάνη, ἡ γουταπέρα, ἡ μέταξα, ὁ ξηρὸς ἀήρ, τὸ ἐλαστικὸν κόμμι κτλ.

Τὸ ἔδαφος τῆς γῆς, ὅπερ δέχεται τὸν διὰ πάντων τῶν εὐηλεκτραγωγῶν σωμάτων διαχυνόμενον ἡλεκτρισμόν, καλεῖται κοινὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ δοχεῖον, ἢ ἀπλῶς κοινὸν δοχεῖον.

Ὅταν εὐηλεκτραγωγόν τι σῶμα χωρίζεται ἀπὸ τοῦ ἐδάφους διὰ τινος δυσηλεκτραγωγοῦ σώματος, τὸ μὲν εὐηλεκτραγωγὸν σῶμα καλεῖται μονῆρες ἢ μεμονωμένοι, τὸ δὲ δυσηλεκτραγωγὸν μονωτήρ. Καλεῖται δὲ ἡλεκτρικὸν κάθισμα ἐκεῖνο, οὗτινος οἱ πόδες ἀποτελοῦνται ἐκ μονωτήρων σωμάτων, καὶ ὥς τοιοῦτο σῶμα λαμβάνεται συνόθως ἡ ὕαλος.

212. ΑΠΑΝΤΑ ΤΑ ΣΩΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΖΟΝΤΑΙ ΔΙΑ ΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ. —

Ὅταν κρατοῦντες διὰ τῆς χειρὸς ἀνηλεκτρικόν τι σῶμα τρίβωμεν αὐτὸ δι' ὑφάσματος ἢ διὰ δέρματος γαλῆς, καὶ παρατηρῶμεν ὅτι τὸ σῶμα δὲν ἡλεκτρίζεται, δὲν δυνάμεθα νὰ ἀποφανθῶμεν, ἂν τὸ σῶμα πραγματικῶς ἦναι ἀνεπίδεκτον νὰ ἡλεκτρισθῇ διὰ τῆς τριβῆς, ἢ ἂν ὁ ἀναπτυσσόμενος ἡλεκτρισμὸς διαχύνηται διὰ τῆς χειρὸς καὶ τοῦ σώματος ἡμῶν εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον, τὴν Γῆν. Καὶ τῷ ὄντι, ἐὰν λάβωμεν ὅποιον-δήποτε ἀνηλεκτρικὸν σῶμα καὶ καταστήσωμεν αὐτὸ μονῆρες, ἐὰν λάβωμεν π. χ. τεμάχιον μετάλλου τινὸς ἐμπεπηγμένον εἰς τὸ ἄκρον ὑαλίνης λαβῆς (Σχ. 163) καὶ τρίψωμεν αὐτὸ διὰ μεταξωτοῦ ὑφάσματος ἢ διὰ δέρματος γαλῆς κρατοῦντες διὰ τῆς χειρὸς τὴν ὑαλίνην αὐτοῦ λαβὴν, παρατηροῦμεν ὅτι ἀμέσως ἡλεκτρίζεται, τουτέστι παρουσιάζει



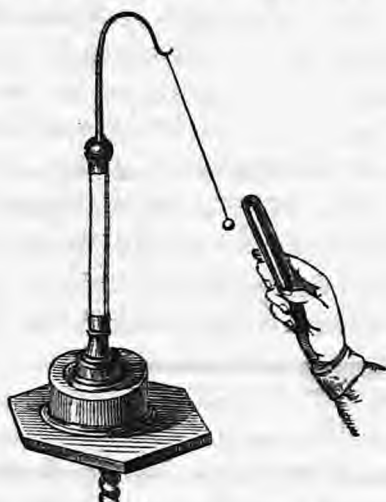
Σχ. 163

πάσας τὰς ιδιότητας τῶν ἡλεκτρικῶν σωμάτων. Ἐπειδὴ δὲ παρατηρήθη ὅτι ἅπαντα τὰ μονήρη σώματα ἡλεκτρίζονται διὰ τῆς τριβῆς, συμπεραίνομεν ὅτι ἅπαντα τὰ σώματα εἶναι ἡλεκτρικά, μὲ μόνην τὴν διαφορὰν ὅτι ἐπὶ τῶν μὲν δυσηλεκτραγωγῶν σωμάτων ὁ ἀναπτυσσόμενος διὰ τῆς τριβῆς ἡλεκτρισμὸς μένει ἐπὶ τῶν τριβέντων μερῶν τοῦ σώματος, ἐπὶ δὲ τῶν εὐηλεκτραγωγῶν ὁ ἀναπτυσσόμενος διὰ τῆς τριβῆς ἡλεκτρισμὸς διαχύνεται εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον, ἐκτὸς ὅταν ταῦτα κατασταθῶσι μονήρη. Ἡ διάκρισις λοιπὸν τῶν ἡλεκτρικῶν καὶ ἀνηλεκτρικῶν σωμάτων, ἡ γενομένη ἐν τῇ πρώτῃ § τοῦ παρόντος βιβλίου, ἀποβαίνει ὅλως περιττή· διότι ἀπεδείχθη ὅτι ἅπαντα ἐν γένει τὰ σώματα εἶναι ἡλεκτρικά, ἀλλὰ τὰ μὲν τούτων εἶναι δυσηλεκτραγωγὰ καὶ διατηροῦσι τὸν ἡλεκτρισμόν, τὰ δὲ εἶναι εὐηλεκτραγωγὰ καὶ μεταδίδουσι τὸν ἡλεκτρισμόν, ὅταν δὲν ἦναι μονήρη.

Τὰ γενόμενα πειράματα πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ ὅτι ἅπαντα τὰ σώμα-

τα ηλεκτρίζονται διὰ τῆς τριβῆς εἶναι ποικίλα καὶ περίεργα. Οὕτως ὁ Σύμφων (Rympson) ἠλέκτρισε γαλῆν περιφέρων ἀπλῶς ἐπὶ τῆς ῥάχως αὐτῆς τὴν χεῖρα· αἱ τρίχες αὐτῆς ἀνωρθοῦντο, καὶ ἐν τῇ σκοτίᾳ, ὅταν ὁ ἄνθρωπος ᾔτο λίαν ξηρός, εἰς ἐκάστην τριβὴν ἐφαίνετο ἀμυδρά τις λάμψις φωτός. Τὸ ἀνθρώπινον σῶμα ηλεκτρίζεται ἐὰν τεθῇ ἐπὶ ηλεκτρικοῦ καθίσματος ἢ ἐπὶ μονωτῆρός τινος σώματος (209), καὶ τριβῇ ἀπλῶς μὲ δέρμα γαλῆς ἢ τεμάχιον μεταξωτοῦ ὑφάσματος. Πρῶτος δὲ ὁ Δουφὲ (Dufey) ἀπέσπασεν ἀπὸ ηλεκτρισμένου παιδὸς σπινθήρα προσεγγίσας αὐτῷ τὸν δάκτυλον αὐτοῦ.

213. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΕΚΚΡΕΜΕΣ. — Τὸ ηλεκτρικὸν ἐκκρεμές εἶναι τὸ ἀπλούστερον τῶν ηλεκτροσκοπίων, τουτέστι τῶν ὀργάνων, δι' ὧν βεβαιούμεθα εὐκολώτερον, ἂν σῶμά τι ᾔναι ἢ μὴ ηλεκτρισμένον. Σύγκειται δὲ ἐκ τινος σφαιριδίου ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας (Σχ. 164), ἀνηρτη-



Σχ. 164



Σχ. 165

μένου διὰ νήματος μετάξης εἰς τὸ ἄκρον εἵδους τινὸς ἀγκίστρου, ἐστηρικμένου ἐπὶ ὑαλίνου ὑποστηρίγματος. Τὸ νῆμα τῆς μετάξης καὶ τὸ ὑαλινὸν ὑποστήριγμα χρησιμεύουσιν, ὡς δυσηλεκτραγωγὰ σώματα, εἰς τὸ νὰ μονώσῃ τὸ σφαιρίδιον τῆς ἀκταίας, ὅπερ ὡς ἐλαφρότατον καὶ ὡς ἐκ τοῦ τρόπου τῆς ἐξαρτήσεως αὐτοῦ κινεῖται μετὰ μεγίστης εὐκολίας πρὸς πᾶν πλησιαζόμενον σῶμα, φέρον ἔστω καὶ μικράν τινα ποσότητα ηλεκτρισμοῦ.

Ὅταν τὸ σφαιρίδιον τοῦ ηλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς, ἐλκόμενον ὑπὸ τοῦ ηλεκτρισμένου σώματος, ἔλθῃ εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτοῦ, τότε παρατηρεῖται ἀμέσως ἀντὶ ἑλξεως συμβαίνει ἄπωσις (Σχ. 165), καὶ τοῦτο ὁσάκις παρουσιάζομεν εἰς αὐτὸ τὸ μεθ' οὗ ἦλθεν εἰς ἐπαφὴν σῶμ. Ἐὰν δὲ

διὰ τῆς χερὸς ἡμῶν ἀφαιρέσωμεν τὸν ἠλεκτρισμόν, ὃν τὸ σφαιρίδιον, ὡς εὐηλεκτραγωγὸν σῶμα, παρέλαβεν ἀπὸ τοῦ ἠλεκτρισμένου σώματος, καὶ πλησιάζωμεν καὶ πάλιν τὸ αὐτὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα, παρατηροῦμεν νέαν ἑλξιν, ἣν μετὰ τὴν ἐπαφὴν ἀκολουθεῖ ἀμέσως νέα ἄπωσις. Ὅταν λοιπὸν μεμονωμένον τι σῶμα συμμετάσχη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἄλλου τινός, τότε τὰ δύο ταῦτα σώματα ἀποθουῦνται ἀντὶ νὰ ἑλκωνται.

214. ΔΙΑΚΡΙΣΙΣ ΔΥΟ ΕΙΔΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ. — Ὁ Γάλλος Φυσικὸς Δουφῆ, ὅστις πρῶτος ἀπέδειξεν ὅτι ἅπαντα τὰ σώματα ἠλεκτρίζονται διὰ τῆς τριβῆς, ἀνεκάλυψεν ὅτι ὑπάρχουσι καὶ δύο διαφορὰ εἶδη ἠλεκτρισμοῦ. Ἡ ὑπαρξίς δὲ αὐτῶν ἀποδεικνύεται διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων.

Ἄς υποθέσωμεν ὅτι δύο παρατηρηταὶ Ρ καὶ Υ̅ κρατοῦσιν, ὁ μὲν Ρ ῥάβδον ἐκ ῥητίνης, ὁ δὲ Υ̅ ὑαλίνην, καὶ ὅτι ἀμφότεραι αὗται ἠλεκτρίσθησαν τριβεῖσαι διὰ μαλλίνου ὑφάσματος. Ἐὰν ὁ ἕτερος, ὁ Ρ π. χ., παρουσιάσῃ τὴν ἐκ ῥητίνης ἠλεκτρισμένην αὐτοῦ ῥάβδον εἰς τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς, θέλει συμβῆ κατὰ τὰ προλεχθέντα πρῶτον ἑλξίς καὶ μετὰ τὴν ἐπαφὴν ἄπωσις. Ἐὰν δέ, ἐνῶ τὸ ὑπὸ τῆς ἐκ ῥητίνης ῥάβδου ἠλεκτρισθὲν σφαιρίδιον ἀπωθεῖται, ὁσάκις αὕτη πλησιάζει πρὸς αὐτό, ὁ παρατηρητὴς Υ̅ πλησιάζῃ τὴν ἠλεκτρισμένην ὑαλίνην αὐτοῦ ῥάβδον, τότε παρατηρεῖται ἑλξίς καὶ μάλιστα ζωηροτέρα τῆς πρώτης. Τοῦτο αὐτὸ ἤθελε συμβῆ, ἂν τὸ σφαιρίδιον ἠλεκτρίζετο πρῶτον ὑπὸ τοῦ παρατηρητοῦ Υ̅, καὶ παρουσίαζεν εἰς αὐτὸ ὁ παρατηρητὴς Ρ τὴν ῥάβδον αὐτοῦ, τουτέστι τὸ σφαιρίδιον ἤθελε μετὰ τὴν ἐπαφὴν ἀπωθεῖσθαι ὑπὸ τῆς ὑαλίνης ῥάβδου καὶ ἑλκεσθαι ὑπὸ τῆς ἐκ ῥητίνης. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι ὁ ἠλεκτρισμὸς τῆς ἐκ ῥητίνης ῥάβδου εἶναι διάφορος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς ὑαλίνης. Ὑπάρχουσι λοιπὸν δύο εἶδη ἠλεκτρισμοῦ ὁ παραγόμενος ἐπὶ τῆς ῥητίνης τριβείσης διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, καὶ ὁ ἐπὶ τῆς ὑάλου τριβείσης διὰ τοῦ αὐτοῦ ὑφάσματος. Ὁ μὲν πρῶτος ὠνομάσθη *ρητινώδης*, ὁ δὲ δεύτερος *υαλώδης* ἠλεκτρισμός. Συνήθως ὠνομάζουσι τὸν μὲν πρῶτον *ἀρητικόν* ἠλεκτρισμόν, καὶ παριστῶσιν αὐτὸν διὰ τοῦ ἀλγεβρικοῦ σημείου — (πλήν), τὸν δὲ δεύτερον *θετικόν* ἠλεκτρισμόν, καὶ παριστῶσιν αὐτὸν διὰ τοῦ ἀλγεβρικοῦ σημείου + (σύν). Μετ' ὀλίγον θέλομεν ἰδεῖ πόθεν προέκυψεν αἱ τελευταῖαι αὗται ὀνομασίαι. Ἐπεταὶ λοιπὸν ἐκ τῶν προλεχθέντων ὅτι

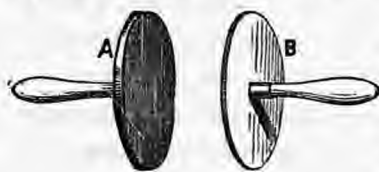
1^{ον} Δύο σώματα, φέροντα τοῦ αὐτοῦ εἶδους ἢ ὁμώνυμον ἠλεκτρισμόν, ἀπωθοῦνται.

2^{ον} Δύο σώματα, φέροντα τὸ μὲν *ρητινώδη* τὸ δὲ *υαλώδη* ἠλεκτρισμόν, ἑλκονται.

Λοιπὸν, ἵνα ἀποφανθῶμεν περὶ τοῦ εἶδους τοῦ ἠλεκτρισμοῦ σώματός

τινος, ἀρκεῖ, ἀφοῦ ἠλεκτρίσωμεν τὸ σφαιρίδιον τοῦ ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς μέ τινα τῶν δύο, νὰ παρατηρήσωμεν ἂν τοῦτο ἔλκηται ἢ ἀπωθῆται, ὅταν πλησιάζωμεν πρὸς αὐτὸ τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα. Ἐὰν μὲν ἔλκηται, τότε ὁ τοῦ σώματος ἠλεκτρισμὸς εἶναι ἀντίθετος ἢ ἑτερόνυμος· ἐκείνου, ὃν φέρει τὸ σφαιρίδιον, ἐὰν δὲ ἀπωθῆται, τότε εἶναι τῆς αὐτῆς φύσεως ἢ ὁμώνυμος.

215. ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΩΝ. — Μετὰ τὴν ἀνωτέρω τῶν δύο εἰδῶν τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀνακάλυψιν τοῦ Δουφῆ πρώτος ὁ Οὐίλκ (Wilke) παρατήρησεν, ὅτι ταῦτα παράγονται πάντοτε ταῦτοχρόνως διὰ τῆς τριβῆς, τοῦ ἑνὸς τούτων μένοντος ἐπὶ τοῦ τριβομένου σώματος καὶ τοῦ ἑτέρου ἐπὶ τοῦ δι' οὗ γίνεται ἡ τριβή. Ἄν μέχρι τοῦδε, τρίβοντες μεμονωμένον τι σῶμα δι' ἑτέρου μὴ τοιούτου, παρατηρήσαμεν ὅτι ἀνεπτύσσετο ἐπὶ μόνου τοῦ τριβομένου σώματος ἓν τῶν δύο εἰδῶν, ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου οὐδὲ ἵχνος ἠλεκτρισμοῦ



Σχ. 166

ἐφαίνετο, τοῦτο συνέβαινε, διότι τὸ μὴ μεμονωμένον σῶμα μετέδιδε διὰ τοῦ σώματος ἡμῶν τὸν ἐπ' αὐτοῦ ἀναπτυσσόμενον ἠλεκτρισμὸν εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον. Διὰ τοῦτο, ἐὰν τρίψωμεν τὸν ἓνα ἐπὶ τοῦ ἄλλου δύο μεμονωμένους δίσκους Α καὶ Β δύο διαφόρων σωμάτων (Σχ. 166), καὶ ἀποχωρίσωμεν ἔπειτα αὐτοὺς βιαίως, παρατηροῦμεν διὰ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς ὅτι καὶ οἱ δύο εἶναι ἠλεκτρισμένοι καὶ ἀντιθέτως, τουτέστιν ὁ εἰς φέρει τὸν θετικὸν ἠλεκτρισμὸν καὶ ὁ ἕτερος τὸν ἀρνητικόν.

Τὸ εἶδος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὅπερ προσλαμβάνει σῶμά τι τριβομένον δι' ἑτέρου, ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς οὐσίας, ἐξ ἧς σύγκειται τὸ δεύτερον σῶμα, διότι καὶ τρίβον σῶμα τρίβεται. Παραδείγματος χάριν, ἐὰν τρίψωμεν τεμάχιον ὑάλου διὰ μαλλίνου ὑφάσματος, ἡ μὲν ὑαλὸς ἠλεκτρίζεται θετικῶς, τὸ δὲ μάλλινον ὑφάσμα ἀρνητικῶς· ἐὰν τρίψωμεν αὐτὴν μὲ δέρμα γαλῆς, αὕτη μὲν ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, τὸ δὲ δέρμα τῆς γαλῆς θετικῶς. Τοῦτου ἕνεκα ἐν ἀρχῇ τῆς προηγουμένης § ὑπέθεσαμεν ὅτι ἡ ἐκ ῥητίνης καὶ ἡ ὑάλινος ῥάβδος ἐτρίβησαν διὰ τοῦ αὐτοῦ σώματος, διὰ μαλλίνου ὑφάσματος.

Αἱ ἐν τῷ ἀκολουθῶνί πινάκι οὐσίαι διετάχθησαν οὕτως, ὥστε πᾶν σῶμα ἠλεκτρίζεται θετικῶς, ὅταν τρίβηται διὰ τινος τῶν κατόπιν αὐτοῦ γεγραμμένων, καὶ ἀρνητικῶς, ὅταν τρίβηται διὰ τινος τῶν πρὸ αὐτοῦ.

Δέρμα γαλῆς, ὑαλὸς λεῖα, ἔριον, πτερόν, ξύλον, χάρτις, μέταλλα, μάλλον κόμμι, ῥητίνη, ὑαλὸς τραχεῖα.

216. **ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑΙ ΤΟΥ ΦΡΑΓΚΛΙΝΟΥ ΚΑΙ ΣΥΜΜΕΡ.**—Πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἀνωτέρω τοῦ ἡλεκτρισμοῦ φαινομένων ἐπενοήθησαν διάφορα συστήματα, μεταξὺ τῶν ὁποίων διακρίνονται τὸ τοῦ Φραγκλίνου (Franklin) καὶ τὸ τοῦ Σύμμερ (Symmer).

Κατὰ τὸν Φραγκλίνον ὑπάρχει ἐν μόνον εἶδος ἡλεκτρισμοῦ, τοῦ ὁποίου τὰ μέρη ἔχουσι τὴν ιδιότητα τοῦ νὰ συναπωθῶνται, ἕκαστον δὲ σῶμα περιέχει ἡνωμένην μετὰ τῶν ἀτόμων αὐτοῦ ποσότητά τινα ἐξ αὐτοῦ, ἥτις ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς οὐσίας τοῦ σώματος καὶ εἶναι τοσαύτη, ὥστε τὸ ῥευστὸν μένει ἐν ἰσορροπίᾳ ἐντὸς τοῦ σώματος. Ὅταν δὲ ἡ ὑπάρχουσα ἐν ἰσορροπίᾳ ποσότης αὐξάνηται, τότε τὸ σῶμα ἡλεκτρίζεται θετικῶς, ὅταν δὲ αὕτη ἐλαττωθῇ, τὸ σῶμα ἡλεκτρίζεται ἀρνητικῶς. Καὶ ἐντεῦθεν προέκυψαν αἱ ὀνομασίαι τοῦ θετικοῦ καὶ ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ. Διὰ τῆς μεταξὺ δύο σωμάτων τριβῆς μέρος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοῦ ἐνὸς μεταβαίνει εἰς τὸ ἕτερον, καὶ διὰ τοῦτο ἡλεκτρίζονται τὸ μὲν θετικῶς, τὸ δὲ ἀρνητικῶς. Κατὰ τὸν Φραγκλίνον, ὅταν δύο σώματα ᾖναι ἡλεκτρισμένα θετικῶς, ἀπωθούνται ἕνεκα τῆς ιδιότητος, ἣν ἔχει τὸ ῥευστὸν τοῦ νὰ συναπωθῇται, ὅταν δὲ τὸ μὲν ᾖναι ἡλεκτρισμένον θετικῶς, τὸ δὲ ἀρνητικῶς, ἡ εὐρίσκεται ἐν καταστάσει ἰσορροπίας, τότε τὰ σώματα ἔλκωνται διὰ τοῦ μεταξὺ αὐτῶν ὑπάρχοντος ἀέρος, ὅστις λαμβάνει τὰς κινήσεις αὐτοῦ ἐκ τῆς πρὸς τὴν ἰσορροπίαν τάσεως τοῦ ἐν ταῖς σώμασιν ὑπάρχοντος ἡλεκτρικοῦ ῥευστοῦ.

Κατὰ τὸ σύστημα τοῦ Σύμμερ, ὑπάρχουσι δύο ἡλεκτρικά ῥευστά, τὸ θετικὸν καὶ ἀρνητικόν, ἕκαστον τῶν ὁποίων ἔλκει τὸ ἀντίθετον καὶ ἀπωθεῖ τὸ ὁμοειδές. Εἰς ἕκαστον δὲ σῶμα τὰ δύο ταῦτα ῥευστά ὑπάρχουσιν ἐν ἀπροσδιορίστῳ ποσότητι ἡνωμένα, καὶ ἀποτελοῦσι τρίτον εἶδος ῥευστοῦ, καλούμενον οὐδέτερον ἢ οὐδέτερος ἡλεκτρισμός. Διὰ τῆς τριβῆς, καὶ κατ' ἄγνωστον τινα εἰς ἡμᾶς τρόπον, ἀπασυντίθεται ὁ οὐδέτερος ἡλεκτρισμὸς εἰς τὰ ἐξ ὧν ἀποτελεῖται μέρη, καὶ τὸ μὲν τούτων φέρεται ἐπὶ τοῦ τριβομένου σώματος, τὸ δὲ ἕτερον ἐπὶ τοῦ δι' οὗ τρίβεται· διὰ τοῦτο τὸ μὲν ἐν τῶν σωμάτων φέρει τὸν θετικόν, τὸ δὲ ἕτερον τὸν ἀρνητικόν ἡλεκτρισμόν.

Τὸ σύστημα τοῦ Φραγκλίνου ὑπόκειται εἰς πλείστας ὕσας ἐνστάσεις καὶ πολλὰ φαινόμενα δυσκόλως ἢ καὶ οὐδόλως δι' αὐτοῦ ἐξηγοῦνται ἐνῶ διὰ τοῦ συστήματος τοῦ Σύμμερ, ἂν καὶ τοῦτο εἶναι ἀπλῇ ὑπόθεσις (διότι ἡ φύσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ μᾶς εἶναι ὅλως ἄγνωστος), αἱ ἑλξεις καὶ ἀπώσεις καθὼς καὶ πολλὰ ἄλλα ἡλεκτρικά φαινόμενα, ὡς θέλομεν ἰδεῖ ἐν οἰκείῳ τόπῳ, καὶ εὐκολώτερον ἐξηγοῦνται, καὶ τὸ κυριώτερον πάντων δύνανται δι' αὐτοῦ νὰ προγνωσθῶσι. Τούτου ἕνεκα οἱ Φυσικοὶ τὴν σήμερον παρὰδέχονται μᾶλλον τὸ τελευταῖον, ἂν καὶ καταβάλλον-

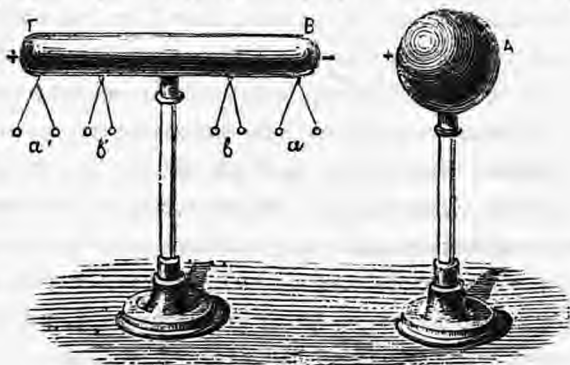
ται πλείστοι κόποι, ὅπως ὁ ἤλεκτρισμός ἀναχθῇ, ὥς καὶ ἡ θερμότης καὶ τὸ φῶς, εἰς τὴν αὐτὴν αἰτίαν, τὸν αἰθέρα (209).

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΗΛΕΚΤΡΙΣΙΣ ΔΙ' ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ, ΕΞΗΓΗΣΙΣ ΤΩΝ ΕΛΞΕΩΝ ΚΑΙ ΑΠΩΣΕΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΕΤΡΑ

217. ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΔΙ' ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ. — Τὸ φαινόμενον τῆς δι' ἐπιδράσεως ἡλεκτρίσεως τῶν εὐηλεκτραγωγῶν σωμάτων, ἐξηγούμενον πληρέστατα καὶ καθ' ἀπάσας αὐτοῦ τὰς μερικότητας διὰ τῆς ἀνωτέρω ἐκτεθείσης θεωρίας τοῦ Σύμμερ, δικαιολογεῖ κατὰ πολὺ τὴν παραδοχὴν αὐτῆς. Ἴδου δὲ εἰς τί συνίσταται τὸ φαινόμενον τοῦτο, καὶ πῶς διὰ τῆς θεωρίας τοῦ Σύμμερ ἐξηγεῖται ἡ παραγωγὴ αὐτοῦ.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι μεμονωμένον τι σῶμα Α εἶναι ἡλεκτρισμένον θετικῶς (Σχ. 167), καὶ ἃς θέσωμεν πλησίον αὐτοῦ μεμονωμένον τινα μεταλλικὸν κύλινδρον ΒΓ, φέροντα ἀνηρτημένα δι' εὐηλεκτραγωγῶν νημάτων διάφορα ζεύγη α, β, β', α' σφαιριδίων ἀκταίας. Παρατηροῦμεν



Σχ. 167

ἀμέσως ὅτι τὰ ἐξ ἀκταίας σφαιρίδια ἐκάστου ζεύγους ἀπομακρύνονται ἀπ' ἀλλήλων καὶ τοσούτῳ περισσότερον, ὅσῳ πλησιέστερον τῶν ἄκρων Β καὶ Γ τοῦ κυλίνδρου κεῖνται. Ἐὰν δ' ἀκολούθως ἀρχίσωμεν ν' ἀπομακρύνωμεν ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὸ ἡλεκτρισμένον σῶμα Α, τὰ σφαιρίδια τῶν ζευγῶν πλησιάζουσι πρὸς ἀλλήλα καὶ κατὰ τοσούτῳ περισσότερον, εἰς ὅσῳ μακρυτέραν ἀπόστασιν τίθεται τὸ ἡλεκτρισμένον Α. Ἐπὶ τέλους, ἐὰν ἀπομακρύνωμεν ἐντελῶς τὸ σῶμα Α, τὰ σφαιρίδια καταπίπτουσι καὶ τὰ πάντα ἐπανέρχονται εἰς τὴν προτέραν αὐτῶν κατάστασιν. Αἱ κινήσεις αὗται τῶν σφαιριδίων ἀποδεικνύουσιν ὅτι ὁ κύλινδρος

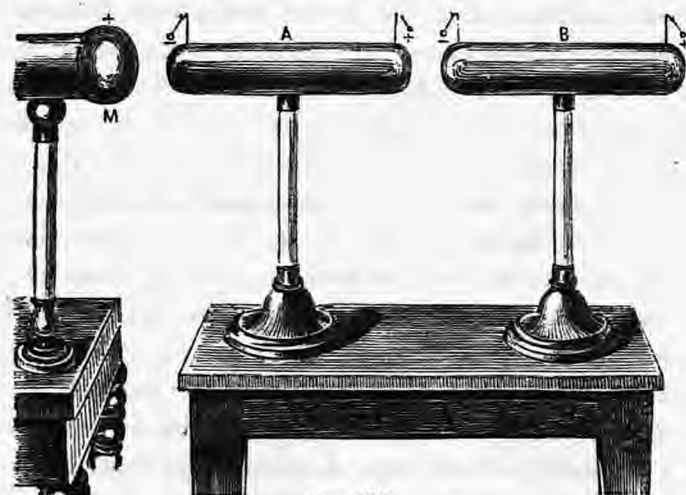
ΒΓ ηλεκτρίσθη δι' ἐπιδράσεως ὑπὸ τοῦ ἐπὶ τοῦ σώματος Α ὑπάρχοντος ηλεκτρισμοῦ. Πρὸς τοῦτοις, ἐὰν πλησιάσωμεν πρὸς τὰ ἄκρα Β καὶ Γ ηλεκτρικόν τι ἐκκρεμές, οὐτινος τὸ σφαιρίδιον ἐτέθη προηγουμένως εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ σώματος Α, ἀναγνωρίζομεν ὅτι τὸ μὲν ἄκρον Β φέρει ἀντίθετον ἢ ἐτερόνυμον ηλεκτρισμὸν τοῦ Α, τὸ δὲ ἄκρον Γ ὁμώνυμον. Ἰδοὺ δὲ τῶρα πῶς ἐξηγοῦνται πληρέστατα διὰ τῆς θεωρίας τοῦ Σύμμερ τὰ ἀνωτέρω φαινόμενα.

Ὁ θετικὸς ηλεκτρισμὸς τοῦ πλησιαζομένου σώματος Α ἀποσυνθίεται δι' ἐπιδράσεως μέρος τοῦ ἐν τῷ σώματι ΒΓ ὑπάρχοντος οὐδετέρου ηλεκτρισμοῦ, ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν ἐτερόνυμον αὐτοῦ καὶ ἀπωθεῖ τὸν ὁμώνυμον. Τούτου δ' ἕνεκα τὸ μὲν ἄκρον Β φέρει ἀρνητικὸν ηλεκτρισμὸν, τὸ δὲ Γ θετικόν. Ὅταν ἀπομακρύνωμεν ὀλίγον κατ' ὀλίγον τὸν ηλεκτρισμένον σῶμα Α, τὰ σφαιρίδια ἐκάστου ζεύγους πλησιάζουσι περισσότερο, διότι, αὐξανομένης τῆς ἀπὸ τοῦ σώματος ΒΓ ἀποστάσεως τοῦ Α, ἡ ἐπὶ τοῦ ΒΓ ἐνέργεια τοῦ ἐπ' αὐτοῦ ὑπάρχοντος ηλεκτρισμοῦ ἐλαττοῦται, ἐπομένως μέρος τῶν ἐπὶ τῶν ἄκρων Β καὶ Γ εὐρισκομένων ἀντιθέτων ηλεκτρισμῶν, ἕνεκα τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἑλξεως, συνεννοῦται καὶ μετατρέπεται εἰς οὐδέτερον ηλεκτρισμὸν, καὶ κατὰ τοσούτω περισσότερο, ὥσῃ μᾶλλον ἀπομακρύνεται ἀπὸ τοῦ ΒΓ τὸ σῶμα Α, τουτέστιν ὥσῃ περισσότερο ἐλαττοῦσαι ἡ κατ' ἀπόστασιν ἐνέργεια τοῦ ἐπὶ τοῦ Α ὑπάρχοντος ηλεκτρισμοῦ. Ὅταν τέλος ἀπομακρύνωμεν ἐντελῶς τὸ σῶμα Α, ἡ ἐπὶ τοῦ ΒΓ ἐνέργεια τοῦ ηλεκτρισμοῦ τοῦ σώματος Α ἐκλείπει καὶ τότε τὰ ἀντίθετα ηλεκτρικὰ ρευστά, ἕνεκα τῆς ἀμοιβαίας αὐτῶν ἑλξεως, συνεννοῦνται καθ' ὁλοκληρίαν, καὶ διὰ τοῦτο οὐδὲν ἔχνος ηλεκτρισμοῦ παρατηρεῖται τότε ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου ΒΓ.

Ἐάν, ἐνῶ τὸν ηλεκτρισμένον σῶμα Α καίεται πλησίον τοῦ ΒΓ, θέσωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν ἐπὶ τοῦ ἄκρου Γ, καὶ ἀκολουθῶς ἀπομακρύνωμεν πρῶτον αὐτὴν καὶ ἔπειτα τὸ σῶμα Α, θέλομεν παρατηρήσαι ὅτι ὁ κύλινδρος ΒΓ μένει ηλεκτρισμένος ἀρνητικῶς. Διότι διὰ τῆς χειρὸς καὶ τοῦ σώματος ἡμῶν ὁ μὲν θετικὸς ηλεκτρισμὸς τοῦ ἄκρου Γ διεχύθη εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον, ὁ δὲ ἀρνητικὸς τοῦ ἄκρου Β, ἐλκόμενος ὑπὸ τοῦ θετικοῦ ηλεκτρισμοῦ τοῦ Α, ἔμεινεν ἀκίνητος ἐπ' αὐτοῦ· ὅταν δ' ἀκολουθῶς ἀφηρέσαμεν πρῶτον τὴν χεῖρα ἡμῶν καὶ ἔπειτα τὸ σῶμα Α, ὁ μείνας ἐπὶ τοῦ ἄκρου Β ἀρνητικὸς ηλεκτρισμὸς διεχύθη, ἐκλειπούσης τῆς ἐκ μέρους τοῦ Α πρὸς τὸ ἄκρον Β ἑλξεως, καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ εὐηλεκτραγωγοῦ σώματος ΒΓ, ὅπερ διὰ τοῦτο εὐρίσκεται μόνον ἀρνητικῶς ηλεκτρισμένον.

Ἄξιον παρατηρήσεως εἶναι ὅτι καὶ ἐπὶ τοῦ ἄκρου Β ἂν ἐπιθέσωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν, καὶ ἀπομακρύνωμεν ἀκολουθῶς πρῶτον αὐτὴν καὶ ἔ-

πιτα τὸ σῶμα A, θέλομεν εὕρει ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου BΓ καὶ πάλιν μόνον ἀρνητικὸν ἠλεκτρισμόν. Τὸ φαινόμενον δὲ τοῦτο, ἂν καὶ φαίνεται κατ' ἀρχὰς παράδοξον, ἐξηγεῖται πληρέστατα διὰ τῆς θεωρίας τοῦ Σύμμερ. Διότι ὁ ἠλεκτρισμὸς τοῦ σώματος A ἐνεργεῖ δι' ἐπιδράσεως καὶ ἐπὶ τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς χειρὸς καὶ τοῦ σώματος ἡμῶν, ὅπως καὶ ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ἠλεκτρισμοῦ τοῦ κυλίνδρου BΓ, μεθ' οὗ ἡ χεὶρ ἡμῶν εὐρίσκεται εἰς ἐπαφήν, ἐπομένως ἔλκει πρὸς τὸ ἄκρον B τὸν ἑτερόνυμον αὐτοῦ ἠλεκτρισμόν καὶ ἀπωθεῖ τὸν θετικόν, ὅστις διὰ τῆς χειρὸς καὶ τοῦ σώματος ἡμῶν μεταβαίνει εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον. Ὅταν τῶρα ἀφαιρῶμεν πρῶτον τὴν χεῖρα καὶ ἔπειτα τὸ ἠλεκτρισμένον σῶμα A, ὁ μέχρι τοῦδε ἐπὶ τοῦ ἄκρου B συγκερατούμενος ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς διαχύνεται καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κυλίνδρου BΓ, καὶ ἂν ἐπὶ τοῦ ἄκρου Γ εἶχε μείνει ποσότης τις θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἐπεὶδὴ αὕτη εἶναι πάντοτε μικροτέρα τῆς ἐπὶ τοῦ ἄκρου B συγκερατῆσις¹, ἴση ποσότης τοῦ ἐπὶ τοῦ κυλίνδρου BΓ διαχυθέντος ἀρνητικοῦ συνενοῦται μετ' αὐτῆς καὶ



Σχ. 168

ἀποτελεῖ οὐδέτερον ἠλεκτρισμόν, τὸ δὲ πλεονάζον τοῦ ἀρνητικοῦ μένει ἐπὶ τοῦ μεμονωμένου κυλίνδρου BΓ, ὅστις διὰ τοῦτο καὶ εὐρίσκεται ἀρνητικῶς ἠλεκτρισμένος.

Ἐάν πλησίον ἠλεκτρισμένου τινὸς δι' ἐπιδράσεως κυλίνδρου A θέσωμεν δεύτερον B (Σχ. 168), τότε ὁ πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ A ὑπάρχων θετι-

¹ Ὅταν σῶμα τι ἀπὸ συνθέτη τὸν οὐδέτερον ἠλεκτρισμὸν ἑτέρου τινὸς εἰς θετικὸν καὶ ἀρνητικόν, αἱ ἐκ τῆς ἀποσυνθέσεως ταύτης προκύπτουσαι θετικαὶ καὶ ἀρνητικαὶ ποσότητες αὐτῶν εἶναι ἀναγκαῖως ἴσαι, καὶ ἐπειδὴ μέρος τοῦ θετικοῦ διεχλύθη διὰ τῆς χειρὸς καὶ τοῦ σώματος ἡμῶν εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον, ἔπεται ὅτι ἀναγκαῖως ὁ μείνων ἀρνητικὸς εἶναι περισσότερος τοῦ μείναντος θετικοῦ, ἐπὶ τῇ ὑποθέσει ὅτι ἐπὶ τοῦ ἄκρου Γ εἶχε μείνει ποσότης τις αὐτοῦ.

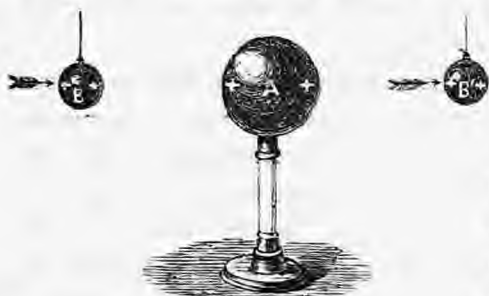
κὺς ἡλεκτρισμὸς ἀποσυνθέτει ὡσαύτως μέρος τοῦ οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ τοῦ σώματος B, ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν ἑτερόνυμον αὐτοῦ καὶ ἀπωθεῖ τὸ ἕτερον. Τούτου ἕνεκα τὸ μὲν πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἄκρον τοῦ κυλίνδρου B εὐρίσκεται ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον, τὸ δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ θετικῶς. Ἄν εἴχομεν κατόπιν τοῦ B ἕτερον κύλινδρον Γ, καὶ κατόπιν τοῦ Γ τέταρτον τινα Δ, καὶ οὕτω καθ' ἑξῆς, καὶ ἐπὶ τοῦ σώματος M ὑπῆρχε μεγάλη ποσότης ἡλεκτρισμοῦ, ἠθέλομεν παρατηρήσει ὅτι πάντες οἱ κύλινδροι ἤθελον δι' ἐπιδράσεως ἡλεκτρισθῇ καὶ φέροι κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν καὶ τὰ δύο εἶδη τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

218. **ΟΡΙΟΝ ΤΗΣ Αἱ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΕΩΣ.** — Ἡ δι' ἐπιδράσεως ἀποσύνθεσις τοῦ οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ σώματός τινος ἔχει πάντοτε ὅριόν τι, τουτέστι δὲν δύναται τὸ ἐπιδρῶν ἡλεκτρισμένον σῶμα νὰ ἀποσυνθέσῃ εἰ μὴ ὀρισμένην τινὰ ποσότητα αὐτοῦ, ἥτις ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ποσοῦ τοῦ ἐν αὐτῷ τοῦτο φέρει ἡλεκτρισμοῦ καὶ ἐκ τῆς ἀποστάσεως, εἰς ἣν ἀπὸ τοῦ μεμονωμένου σώματος εὐρίσκεται. Διότι, ἵνα νέα τινα τις ποσότης οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ ἀποσυντεθῇ, πρέπει τὰ τείνοντα νὰ ἀποσυντεθῶσιν ἀντίθετα ρευστὰ νὰ διευθυνθῶσι τὸ μὲν πρὸς τὸ ἄκρον B, τὸ δὲ πρὸς ἄκρον Γ (Σχ. 467). Ἀλλ' αἱ ἤδη ἐπὶ τῶν ἄκρων B καὶ Γ συσσωρευθεῖσαι ποσότητες ἡλεκτρισμῶν ἀπωθοῦσι τὰ πρὸς αὐτὰ βαίνοντα ὁμώνυμα ρευστὰ, καὶ εἶναι προφανές ὅτι θέλει ἐπέλθῃ στιγμή, καθ' ἣν αἱ ἀντίθετοι αὐταὶ δυνάμεις, αὐξανόμεναι ἐκ τῆς ἐπὶ τῶν ἄκρων B καὶ Γ ἐπισωρεύσεως τῶν ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν, θέλουσιν ἰσορροπήσῃ τὴν ἐπὶ τοῦ οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ τοῦ κυλίνδρου BG ἐνέργειαν τοῦ σώματος A. Εὐκόλως δὲ δύναται τις νὰ παρατηρήσῃ ὅτι, ὅταν ἡ ἰσορροπία αὕτη τῶν ἀντιθέτων δυνάμεων ἐπέλθῃ, ἡ ἐπὶ τοῦ ἄκρου B ἀρνητικὴ ποσότης τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρευστοῦ, καὶ κατὰ συνέπειαν ἡ ἐπὶ τοῦ ἄκρου Γ θετικὴ, θέλει εἶναι μικροτέρα τῆς ἐν τῷ ἡλεκτρισμένῳ σώματι A ὑπαρχούσης, διότι ἀφ' ἑνὸς αἱ ἐκ τῶν ἄκρων B καὶ Γ πηγάζουσαι ἀντίθετοι δυνάμεις τείνουσιν ἀμφοτέραι εἰς τὸ νὰ ἐμποδίσωσι τὴν ἀποσυνθετικὴν δυνάμιν τοῦ σώματος A, καὶ ἀφ' ἑτέρου ἐνεργοῦσιν εἰς μικροτέρας ἢ τοῦτο ἀποστάσεις. Διὰ τοῦτο, ὅταν ἀπομακρύνωμεν τὸ σῶμα A, αἱ ἐπὶ τῶν ἄκρων B καὶ Γ ὑπάρχουσαι ποσότητες ἐλαττοῦνται, καὶ ὅταν πλησιάζωμεν αὐτό, νέα ποσότης τοῦ οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ ἀποσυντίθεται, καὶ αἱ ἐπὶ τῶν ἄκρων B καὶ Γ ὑπάρχουσαι αὐξάνουσι.

219. **ΕΞΗΓΗΣΙΣ ΤΩΝ ΕΛΞΕΩΝ ΚΑΙ ΑΠΩΣΕΩΝ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.** — Μᾶς εἶναι τώρα λίαν εὐκολον νὰ ἐξηγήσωμεν, στηριζόμενοι ἐπὶ τῆς προεκτεθείσης θεωρίας τῆς δι' ἐπιδράσεως ἡλεκτρίσεως τῶν σωμάτων, τὰς μετὰξὺ αὐτῶν συμβαινούσας ἑλξεις καὶ ἀπώσεις. Πρὸς τοῦτο δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ μονῆρες σῶμα A εἶναι πάντοτε θετικῶς

ἡλεκτρισμένον, τὸ δὲ κινητὸν B ὅτι εἶναι 1^{ον} δυσηλεκτραγωγὸν καὶ θετικῶς ἡλεκτρισμένον, 2^{ον} δυσηλεκτραγωγὸν καὶ ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον, 3^{ον} δυσηλεκτραγωγὸν καὶ ἀνηλέκτριστον, 4^{ον} εὐηλεκτραγωγὸν καὶ ἡλεκτρισμένον θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς καὶ 5^{ον} εὐηλεκτραγωγὸν καὶ ἀνηλέκτριστον.

1^{ον} Ἐπειδὴ οἱ θετικοὶ ἡλεκτρισμοὶ τῶν σωμάτων A καὶ B ἀπωθοῦνται, ἡ ὕλη τοῦ κινητοῦ σώματος B ἀναγκάζεται νὰ ἀκολουθήσῃ τὰς κινήσεις τοῦ ὅπερ φέρει ἡλεκ-



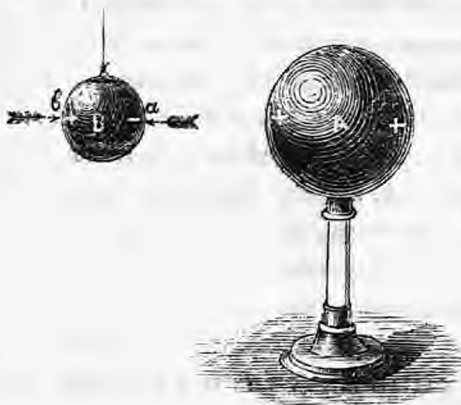
Σχ. 169

τρικοῦ ρεύστος, καὶ διὰ τοῦτο συμβαίνει μεταξὺ αὐτῶν ἄπωσις (Σχ. 169).

2^{ον} Ἐπειδὴ οἱ ἀντίθετοι ἡλεκτρισμοὶ τῶν σωμάτων A καὶ B ἔλκονται, ἡ ὕλη τοῦ κινητοῦ B, ἀναγκαζομένη νὰ ἀκολουθήσῃ τὰς κινήσεις τοῦ ἐν αὐτῷ ἡλεκτρικοῦ ρεύστος,

φέρεται πρὸς τὸ σῶμα A, καὶ διὰ τοῦτο συμβαίνει μεταξὺ αὐτῶν ἑλξις (Σχ. 169).

3^{ον} Ὅταν τὸ κινητὸν σῶμα B ᾖναι δυσηλεκτραγωγὸν καὶ ἀνηλέκτριστον, ἐπειδὴ δὲν δύναται νὰ ἡλεκτρισθῇ δι' ἐπιδράσεως ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρισμένου σώματος A, ἐκτὸς μόνον ὅταν ἐν τῷ σώματι A ὑπάρχῃ μεγίστη ποσότης ἡλεκτρισμοῦ, οὔτε ἑλξις οὔτε ἄπωσις δύναται νὰ λάβῃ χώραν, τοῦθ' ὅπερ καὶ πραγματικῶς παρατηρεῖται.



Σχ. 170

4^{ον} Ὅταν τὸ κινητὸν σῶμα B ᾖναι εὐηλεκτραγωγὸν καὶ ἡλεκτρισμένον θετικῶς ἢ ἀρνητικῶς, συμβαίνει ἄπωσις ἢ ἑλξις, διότι τὰ μὲν ὁμοειδῆ ρεύστα ἀπωθοῦνται, τὰ δὲ ἐτεροειδῆ ἔλκονται.

5^{ον} Ὅταν τὸ κινητὸν σῶμα B ᾖναι εὐηλεκτραγωγὸν καὶ ἀνηλέκτριστον (Σχ. 170), ὁ ἐπὶ τοῦ σώματος A ὑπάρχων θετικὸς ἡλεκτρισμὸς ἀποσυνθέτει δι' ἐπιδράσεως μέρος τοῦ ἐν

αὐτῷ οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ, ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν ἀντίθετον, καὶ ἀπωθεῖ τὸν ὁμώνυμον. Ὁ ἀπωθούμενος θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ σώμα-

τος B τείνει νὰ ἐξέλθῃ πρὸς τὸ μέρος β, ἀλλ' ἐμποδίζεται πιεζόμενος ὑπὸ τῆς ἐν αὐτῷ ἐνεργοῦσης ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἣν ἐξασθενεῖ κατὰ τι. Ὡσαύτως ὁ ἐλκόμενος ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ B, τείνει νὰ ἐξέλθῃ πρὸς τὸ μέρος α, ἀλλ' ἐμποδίζεται καὶ οὗτος ὑπὸ τῆς ἐν αὐτῷ ἐνεργοῦσης κατ' ἀντίθετον φορὰν ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἥς τὴν ἔντασιν ἐλαττώνει κατὰ τι. Ἀλλ' ἐπειδὴ τὸ μέρος α κεῖται πλησιέστερον τοῦ σώματος A ἢ τὸ μέρος β, ἢ πρὸς τὸ σῶμα A ἔλξις τοῦ ἀρνητικοῦ ῥευστοῦ τοῦ σώματος B εἶναι μεγαλειτέρα τῆς πρὸς τὸ μέρος β συμβαινούσης ἀπόσεως τοῦ ὁμωνύμου ἡλεκτρισμοῦ. Ἡ ἀτμοσφαιρικὴ λοιπὸν πίεσις, ἥτις εἶναι ἡ αὐτὴ ἐκατέρωθεν, ἐλαττοῦται περισσότερον πρὸς τὸ μέρος α ἢ πρὸς τὸ μέρος β, ἐπομένως τὸ κινητὸν σῶμα B φέρεται πρὸς τὸ A, ἕνεκα τῆς κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους β ἐνεργοῦσης συνισταμένης τῶν ἀνωτέρω τεσσάρων δυνάμεων. Ὅτι δὲ ἡ ἀνωτέρω ἐξήγησις τοῦ φαινομένου εἶναι ἀληθὴς ἀποδεικνύεται ἐκ τοῦ ὅτι ἐν τῷ κενῷ, ἔνθα δὲν ὑπάρχει ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, ἐπειδὴ τότε ἐπὶ τῶν εὐηλεκτραγωγῶν σωμάτων ὁ ἡλεκτρισμὸς δὲν δύναται νὰ μείνῃ, ἔκτος ἐλαχίστης τινὸς προσότητος, ἄνευ τινὸς πίεσεως, οὐδεμίαν κίνησιν παρατηρεῖται. Πρὸς τοῦτοις, ἐὰν τὸ εὐηλεκτραγωγὸν σῶμα B δὲν ᾖ μεμονωμένον, ἐπειδὴ τὸ ἀπωθούμενον θετικὸν αὐτοῦ ῥευστὸν διαχύνεται εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον, ἐπὶ τοῦ β ἐνεργεῖ τότε πλήρης ἡ ἀτμοσφαιρικὴ πίεσις, καὶ ἡ ἔλξις πρέπει νὰ ᾖ ζωηροτέρα, τοῦθ' ὅπερ καὶ πράγματι συμβαίνει.

220. **ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟΝ ΕΚ ΦΥΛΛΩΝ ΧΡΥΣΟΥ.** — Τὸ ἐκ φύλλων χρυσοῦ ἡλεκτροσκόπιον παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 174, καὶ εἶναι πολὺ εὐκισθητότερον τοῦ προπεριγραφέντος ἡλεκτρικοῦ ἐκκρεμοῦς. Σύγκειται δὲ ἐκ τινος μεταλλικοῦ στελέχους Γ, φέροντος πρὸς τὸ κάτω μέρος δύο λεπτὰ φύλλα χρυσοῦ κ, κ, ἅτινα καταπίπτοντα ἕνεκα τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους συνενοῦνται, ὅταν οὐδεμίαν ἐξωτερικὴν δύναμιν ἐνεργῇ ἐπ' αὐτῶν. Τὸ μεταλλικὸν στέλεχος Γ λήγει πρὸς τὸ ἄνω μέρος εἰς μεταλλικὴν σφαῖραν καὶ εἰσέρχεται διὰ μονωτήρος πώματος ἐντὸς ὑαλίνης φιάλης, ἥς τὸ μὲν ἄνω μέρος καλύπτεται μὲ δυσηλεκτραγωγόν τι ἐπίχρισμα, τὸ δὲ κάτω στηρίζεται ἐπὶ μεταλλικοῦ δίσκου, μεθ' οὗ συγκοινωνοῦσι δύο μικρὰ τεμάχια α ἐκ κασσιτέρου, κεκολλημένα ἀπέναντι τῶν φύλλων κ, κ τοῦ χρυ-



ΣΧ. 174

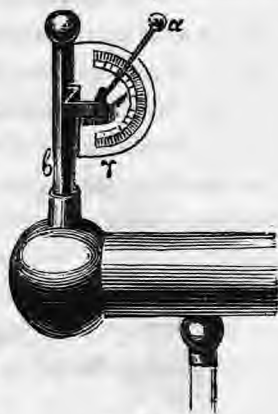
τοῦ καὶ χρησιμεύοντα ἀφ' ἐνὸς εἰς τὸ νὰ ἐμποδίζωσι τὴν μετὰ τῶν παρειῶν τῆς φιάλης δυνάτην τῶν φύλλων ἐπαφῆν, καὶ ἀφ' ἑτέρου εἰς τὸ νὰ αὐξάνωσι τὴν εὐαισθησίαν τοῦ ὄργάνου, ὡς θέλομεν ἐξηγήσει μετ' ὀλίγον.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, ἐὰν πλησιάζωμεν βραδέως εἰς τὴν μεταλλικὴν σφαῖραν Γ ἡλεκτρισμένον τι σῶμα Α, θέλομεν παρατηρήσει ἀμέσως ὅτι τὰ ἐκ χρυσοῦ φύλλα *r* καὶ *r* ἀποχωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων. Διότι ὁ ἡλεκτρισμὸς τοῦ σώματος Α ἀποσυνθέτει δι' ἐπιδράσεως τὸ ἡλεκτρικὸν ῥευστὸν τοῦ στελέχους Γ, ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸ ἑτερόνυμον αὐτοῦ καὶ ἀπωθεῖ πρὸς τὰ φύλλα *r* καὶ *r* τὸ ὁμώνυμον, καὶ ἐπειδὴ τότε τὰ ἐκ χρυσοῦ φύλλα *r* καὶ *r* φέρουσιν τὸν αὐτὸν ἡλεκτρισμόν, ἀπωθοῦνται. Ἡ ἀπομακρύνσις αὕτη τῶν φύλλων καθίσταται μεγαλειτέρα ἕνεκα τῶν ἐπὶ τῶν παρειῶν τῆς φιάλης Β κεκολλημένων φύλλων τοῦ κασσιτέρου· διότι ὁ ἐπὶ τῶν φύλλων *r* καὶ *r* συσσωρευόμενος ἡλεκτρισμὸς ἐνεργεῖται οὗτος δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ τῶν φύλλων τοῦ κασσιτέρου, ἐφ' ᾧ οὕτω συσσωρεύεται ἡλεκτρισμὸς ἀντίθετος ἐκείνου, ὃν ταῦτα φέρουσι, καὶ ἐπομένως ἡ μεταξὺ αὐτῶν ἑλξις, καθισταμένη μεγαλειτέρα, ἀπομακρύνει περισσότερον ἀπ' ἀλλήλων τὰ φύλλα *r* καὶ *r*. Διὰ τοῦ ἀνωτέρου λοιπὸν ὄργάνου βεβαιούμεθα εὐκόλως, ἂν σῶμά τι ᾔῃαι ἢ μὴ ἡλεκτρισμένον. Ἵνα δὲ ἀποφανθῶμεν καὶ ποῖον εἶδος ἡλεκτρισμοῦ τὸ σῶμα φέρει, πειρώμεθα ὡς ἑξῆς.

Πλησιάζομεν πρῶτον εἰς τὴν μεταλλικὴν σφαῖραν Γ σῶμά τι Α, φέρον γνωστὸν εἶδος ἡλεκτρισμοῦ, π. χ. ἀρνητικόν, καὶ ἐνῷ τὸ στέλεχος εἶναι ἡλεκτρισμένον δι' ἐπιδράσεως, θέτομεν τὸν δάκτυλον ἡμῶν ἐπὶ τῆς σφαίρας Γ, καὶ μετὰ τινα χρόνον ἀφαιροῦμεν πρῶτον αὐτὸν καὶ ἔπειτα τὸ ἀρνητικῶς ἡλεκτρισμένον σῶμα Α. Κατὰ τὰ ἐν τῇ § 217 λεχθέντα τὸ μεταλλικὸν στέλεχος Γ θέλει φέρεи θετικὸν ἡλεκτρισμόν, ἕνεκα τοῦ ὁποῖου τὰ ἐκ χρυσοῦ φύλλα θέλουσι διατηρεῖσθαι ἀποκεχωρισμένα. Ἀφοῦ οὕτω προπαρασκευασθῇ τὸ ὄργανον, πλησιάζομεν *liar* βραδέως τὸ σῶμα, οὕτινος προτιθέμεθα νὰ εὕρωμεν τὸ εἶδος τοῦ ὅνπερ φέρει ἡλεκτρισμοῦ, καὶ ἐὰν παρατηρήσωμεν ὅτι τὰ φύλλα *r* καὶ *r* ἀπομακρύνονται περισσότερον, ἀποφαινόμεθα ὅτι τὸ σῶμα φέρει θετικὸν ἡλεκτρισμόν, ἐὰν δὲ τὰ φύλλα προσεγγίζωσι πρὸς ἀλλήλα, τὸ πλησιάζόμενον σῶμα θέλει φέρεи ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμόν. Διότι, ὅταν τὰ φύλλα ἀπομακρύνωνται περισσότερον, συμβαίνει ἐπ' αὐτῶν συσσωρεύσεις τοῦ αὐτοῦ εἶδους ἡλεκτρισμοῦ, καὶ ἐπειδὴ ταῦτα φέρουσι θετικὸν ἡλεκτρισμόν, ἔπεται ὅτι τὸ ἡλεκτρισμένον σῶμα φέρει ὡσαύτως θετικόν· ὅταν δὲ τὰ φύλλα προσεγγίζωσιν, ὁ ἡλεκτρισμὸς αὐτῶν ἐλαττοῦται ἔλκόμενος ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ ἡλεκτρισμένῳ σώματι εὐρισκομένου, ἐπομένως, ἐπειδὴ τὰ φύλλα φέρουσι θετικὸν ἡλεκτρισμόν, ὁ ἔλκων αὐτὰ πρέπει νὰ ᾔῃαι ἀναγκαίως ἀρνητικός.

Ἵπάρχει καὶ ἕτερον ἡλεκτροσκόπιον κατὰ τι μόνον διαφέρειν τοῦ περιγραφέντος ἐνταῦθα, ἀλλ' εὐαισθητότερον αὐτοῦ, τὸ καλούμενον *συμπυκνωτικὸν ἡλεκτροσκόπιον τοῦ Βόλτα*, ὅπερ θέλομεν περιγράψει μετ' ὀλίγον.

221. **ΗΛΕΚΤΡΟΜΕΤΡΟΝ ΤΟΥ ΑΝΛΕΗ** — Τὸ ἡλεκτρόμετρον τοῦ Ἀν-λεη (Henley) παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 172 καὶ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ μᾶς παρέχῃ ἐκάστοτε ἰδέαν τινὰ τοῦ ποσοῦ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὃν φέρουσιν αἱ ἡλεκτρομηχαναί, ἢ αἱ ἡλεκτρικαὶ συστοιχίαι, ἐφ' ὧν συνήθως τίθεται. Σύγκειται δὲ ἐκ τινος ξυλίνου κυλινδρικοῦ στελέχους β φέροντος μικρὸν ἐλεφάντινον δείκτην α, ὅστις φέρει εἰς τὸ ἄκρον αὐτοῦ σφαιρίδιον ἀκταίας καὶ δύναται νὰ περιστραφῇ περὶ τὸ κέντρον ἐλεφαντίνου τινὸς ἡμικυκλίου γ. Ἐπειδὴ ἅπαντὰ τὰ μέρη τοῦ ὄργανου τούτου εἶναι εὐὴλεκτραγωγὰ, ὅταν τοῦτο τίθεται ἐπὶ τινος ἡλεκτρισμένου σώματος, συγκοινωνοῦσι τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὃν τὸ ἡλεκτρισμένον σῶμα φέρει, καὶ ἐπειδὴ οὕτω φέρουσιν ἡλεκτρισμὸν τοῦ αὐτοῦ εἶδους, ἀπωθοῦνται ἀπ' ἀλλήλων.



Σχ. 172

Ὁ δείκτης λοιπὸν α ἀνυψοῦται καὶ τοσοῦτῳ περισσότερον, ὅσῳ μεγαλύτεραν ποσότητα ἡλεκτρισμοῦ φέρει, ἐπομένως ὅσῳ περισσότερον αὐξάνει ὁ ὑπάρχων ἡλεκτρισμὸς τοῦ ἐφ' οὗ τὸ ὄργανον κεῖται σώματος.

Τὸ ἀνωτέρω περιγραφέν ὄργανον ὠνομάσθη διὰ τοῦτο *ἡλεκτρόμετρον*, ἃν καὶ δὲν δυνάμεθα δι' αὐτοῦ νὰ μετρήσωμεν ἀκριβῶς τὴν ποσότητα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὃν φέρει ἡ ἐφ' ἧς τίθεται μηχανή· διότι αἱ γωνίαι, αἷς ὁ δείκτης α διαγράφει, δὲν εἶναι ἀνάλογοι τῶν ποσοτήτων τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὃν φέρει ἡ ἡλεκτρικὴ μηχανή ἢ τὸ ἐφ' οὗ κεῖται ἡλεκτρισμένον σῶμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΥΝΑΜΕΩΝ, ΔΙΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΕΠΙ ΤΩΝ ΕΥΗΔΕΚΤΡΑΓΩΓΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ

222. **ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΛΞΕΩΝ ΚΑΙ ΑΠΩΣΕΩΝ.** — Πρῶτος ὁ Κουλὼν (Coulomb) κατώρθωσε διὰ τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ἐπινοηθέντος *ἡλεκτρικοῦ ζυγοῦ* νὰ εὕρῃ καὶ ἀποδείξῃ τοὺς νόμους τῆς ἐνεργείας τῶν ἡλεκτρικῶν δυνάμεων. Εἶναι δὲ οὗτοι οἱ ἐξῆς δύο, ὧν τὴν πειραματι-

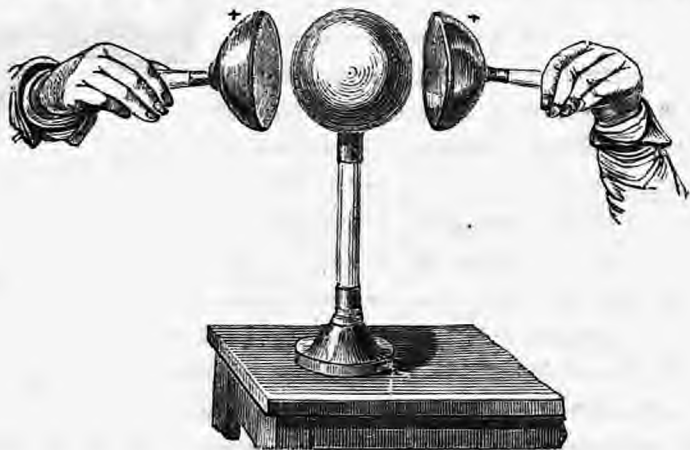
κὴν ἀπόδειξιν θέλομεν παραλείψει ἐνταῦθα, ἵνα μὴ ὑπερβώμεν τὰ προδιαγραφέντα ἔρια.

1^{ον} Αἱ ἡλεκτρικαὶ ἑλξεις καὶ ἀπώσεις μεταβάλλονται κατ' ἀντιστροφον λόγον τῶν τετραγώνων τῶν ἀποστάσεων.

2^{ον} Ὅτιαι αἱ ἀποστάσεις μένωσιν αἱ αὐταί, αἱ μεταξὺ δύο σωμάτων ἡλεκτρικαὶ ἑλξεις καὶ ἀπώσεις εἶναι ἀνάλογοι τῶν γινομένων τῶν ἡλεκτρικῶν ποσοτήτων, ὥς τὰ σώματα ταῦτα φέρουσι.

223. Ο ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ ΜΟΝΟΝ ΕΠΙ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΩΝ ΕΥΗΛΕΚΤΡΑΓΩΓΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΕΠΙΣΩΡΕΥΕΤΑΙ. — Μεταξὺ τῶν πολλῶν καὶ διαφόρων πειραμάτων, δι' ὧν ἀποδεικνύεται ἡ ἀνωτέρω ἀξιοσημείωτος ιδιότης τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, θέλομεν ἀναφέρει μόνον τὰ ἑξῆς·

1^{ον} Ἐπιθέτομεν ἐπὶ τινος μεμονωμένης σφαίρας δύο κοῖλα ἡμισφαίρια ἀκριβῶς ἐφαρμοζόμενα ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς καὶ φέροντα δύο ὑαλίνας λαβὰς (Σχ. 173), καὶ ἀφοῦ ἡλεκτρίσωμεν τὸ ὅλον, ἀφαιροῦ-



Σχ. 173

μεν αὐτὰ βιαίως καὶ συγχρόνως, παρατηροῦμεν δὲ ὅτι τὰ μὲν ἡμισφαίρια μένουσιν ἡλεκτισμένα, ἐπὶ δὲ τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας, ἣν ταῦτα ἐκάλυπτον, οὐδὲ ἔχνος ἡλεκτρισμοῦ ὑπάρχει. Τοῦτ' αὐτὸ παρατηρεῖται καὶ ἐὰν ἡλεκτρίσωμεν πρῶτον τὴν μεμονωμένην σφαῖραν καί, ἀφοῦ ἐπιθέσωμεν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς τὰ κοῖλα ἡμισφαίρια, ἀφαιρέσωμεν αὐτὰ βιαίως καὶ συγχρόνως. Ἔπεται λοιπὸν ὅτι ὅλης τῆς σφαίρας ὁ ἡλεκτρισμὸς ὑπῆρχε μόνον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς.

2^{ον} Λαμβάνομεν κοίλην τινὰ μεμονωμένην σφαῖραν μὲ λεπτοτάτας παρειάς καὶ ἔχουσαν πρὸς τὰ ἄνω μικράν τινα ὀπὴν (Σχ. 174). Ἀφοῦ ἡλεκτρίσωμεν αὐτήν, εἰσάγομεν μετὰ προσοχῆς διὰ τῆς ὀπῆς μικρὸν ἐξ ἐπιχρυσωμένου χάρτου δίσκον, προσηρμοσμένον εἰς τὸ ἄκρον μακροῦ ἐκ-

λάκκου κόμμοις στελέχους, και άπτόμεθα δι' αὐτοῦ εἰς διάφορα μέρη τοῦ ἐσωτερικοῦ αὐτῆς. Ἐξάγοντες ἀκολούθως τὸν δίσκον δὲν εὐρίσκομεν ἐπ' αὐτοῦ οὐδὲ ἔχνας ἡλεκτρισμοῦ, ἐνῶ, ἐὰν δι' αὐτοῦ ἐγγίσωμεν ὅπουδῆποτε τὴν ἐξωτερικὴν τῆς σφαίρας ἐπιφάνειαν, ὁ δίσκος εὐρίσκεται πάντοτε ἡλεκτρισμένος. Ὁ ἐπιχρυσωμένος ἐκ χάρτου δίσκος μετὰ τοῦ φέροντος αὐτὸν δυσηλεκτραγωγοῦ στελέχους καλεῖται δοκιμαστικὸς δίσκος.



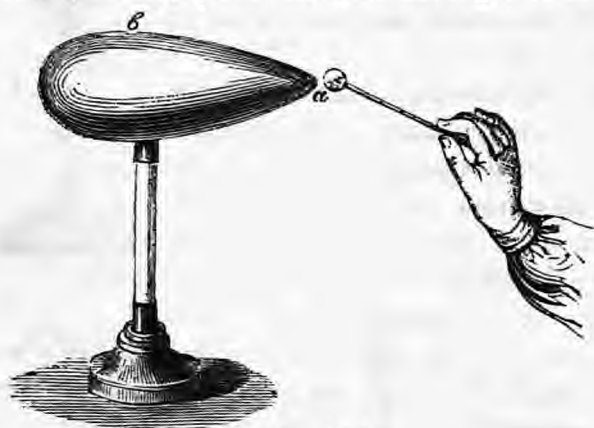
ΣΧ. 174

3^{ον} Ἐὰν ἡλεκτρίσωμεν πλήρη τινα μεταλλικὴν σφαῖραν καὶ ἐγγίσωμεν αὐτὴν δι' ἑτέρας σφαίρας τῆς αὐτῆς διαμέτρου, παρατηροῦμεν διὰ τοῦ δοκιμαστικοῦ δίσκου καὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ζυγοῦ ὅτι ὁ ἡλεκτρισμὸς μερίζεται εἰς δύο ἴσα μέρη ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν δύο σφαιρῶν, ἐξ ὁποιασδῆποτε εὐηλεκτραγωγοῦ ἢ δυσηλεκτραγωγοῦ ὕλης καὶ ἂν σύγκηται ἡ δευτέρα, καὶ εἴτε εἶναι εἴτε μὴ πλήρης, ἀρκεῖ μόνον ἡ ἐπιφάνεια αὐτῆς νὰ ᾖ εὐηλεκτραγωγός, ἔστω καὶ λεπτοτάτη. Λοιπὸν ὁ ἡλεκτρισμὸς ἐπισωρεύεται μόνον ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν εὐηλεκτραγωγῶν σωμάτων.

224. ΠΑΧΟΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΤΡΩΜΑΤΟΣ. — Διὰ τῶν προηγουμένων πειραμάτων ἀπεδείχθη ὅτι ὁ ἡλεκτρισμὸς φέρεται ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν σωμάτων, καὶ ὅτι τὸ ἐπ' αὐτῶν στρώμα εἶναι λεπτότατον. Οἱ Φυσικοὶ παραδέχονται πρὸς τούτοις ὅτι τὸ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας σώματός τινος λεπτότατον ἡλεκτρικὸν στρώμα δὲν ἔχει πανταχοῦ τὸ αὐτὸ πάχος, ἢ, ἐὰν ὑποτεθῇ ἔχον τὸ αὐτὸ πάχος, ἢ πυκνότης αὐτοῦ δὲν εἶναι ἡ αὐτή, ἀλλ' ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ σχήματος τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος, ἀποδεικνύουσι δὲ τοῦτο διὰ τοῦ δοκιμαστικοῦ δίσκου καὶ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ζυγοῦ ὡς ἑξῆς.

Λαμβάνουσι πρῶτον μεταλλικὴν τινα μεμονωμένην σφαῖραν καὶ, ἀφοῦ ἡλεκτρίσωσιν αὐτήν, φέρουσιν ἐπὶ τῶν διαφόρων μερῶν τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς τὸν δοκιμαστικὸν δίσκον, διὰ δὲ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ζυγοῦ δοκιμάζουσιν ἐκάστοτε τὴν ἔντασιν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὃν ὁ δοκιμαστικὸς δίσκος ἀφῆρσεν ἀπ' αὐτῆς μετὰ τὴν ἐπαφὴν, καὶ εὐρίσκουσιν ὅτι αὕτη εἶναι πάντοτε ἡ αὐτή. Ἐπειδὴ δὲ ἕνεκα τῆς ἐντελοῦς συμμετρίας τῆς ἐπιφανείας τῆς σφαίρας, ἢ πυκνότης ἢ τὸ πάχος τοῦ ἡλεκτρικοῦ στρώματός πρέπει νὰ ᾖ πανταχοῦ τὸ αὐτό, συμπεραίνουσιν ὅτι ὁ δοκιμαστικὸς δίσκος προσλαμβάνει τόσον ἡλεκτρισμόν, ὅσον ἔφερε τὸ μέρος τῆς ἐπιφανείας τοῦ σώματος, ἐφ' οὗ ἐφηρμόσθη.

Τούτου τεθέντος, φέρουσι τὸν δοκιμαστικὸν δίσκον ἐπὶ τῶν μερῶν α καὶ β ἐλλειψοειδοῦς τινος ἐπιμήκους σώματος (Σχ. 175), καὶ παρατηροῦσι διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ζυγοῦ ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὃν ὁ δίσκος φέρει εἶναι διάφορος καὶ μεγαλειτέρα, ὅταν ὁ δίσκος τίθηται εἰς ἐπαφὴν μὲ τὸ σημεῖον α, ἢ ὅταν ἐράπτεται τοῦ ἐλλειψοειδοῦς εἰς τὸ σημεῖον β. Λοιπὸν ἡ πυκνότης ἢ τὸ πάχος τοῦ ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν σωμάτων ἡλεκτρικοῦ στρώματος δὲν εἶναι πανταχοῦ τὸ αὐτό.



Σχ. 175

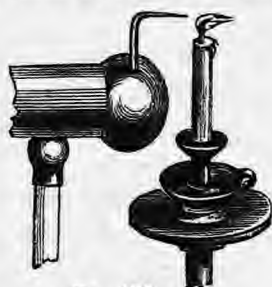
Ὁ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας σώματός τινος ἡλεκτρισμὸς τείνει, ἕνεκα τῆς μετὰ τῶν μερῶν αὐτοῦ ἐνεργούσης ἀπωθητικῆς δυνάμεως, νὰ ἐγκαταλείψῃ τὸ ἐφ' οὗ κεῖται σῶμα, ἀλλ' ἐμποδίζεται ὑπὸ τοῦ δυσηλεκτραγωγοῦ τοῦ ἀέρος καὶ τῆς ἀτμοσφαιρικῆς πίεσεως, ἥτις ἐνεργεῖ κατ' ἀντίθετον φορὰν. Τούτου ἕνεκα ἐν τῷ κενῷ τὰ ἡλεκτρισμένα σώματα χάνουσιν ἀμέσως τὸν ἡλεκτρισμὸν αὐτῶν, ἐὰν δὲ ἐνίοτε παρατηρῆται ἐλαχίστη τις ποσότης αὐτοῦ, αὕτη πρέπει ν' ἀποδοθῇ εἰς τὴν ἐπ' αὐτοῦ ἔλξιν τῶν ἀτόμων τοῦ σώματος.

Ἐπειδὴ τὸ πάχος τοῦ ἡλεκτρικοῦ στρώματος δὲν εἶναι ἐφ' ὅλων τῶν σημείων τῆς ἐπιφανείας τῶν διαφόρων σωμάτων τὸ αὐτό, ἢ πρὸς ἐγκατάλειψιν τοῦ σώματος ἐνέργεια τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἶναι διάφορος εἰς τὰ διάφορα τῆς ἐπιφανείας μέρη, ὀνομάζεται δὲ αὕτη τάσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

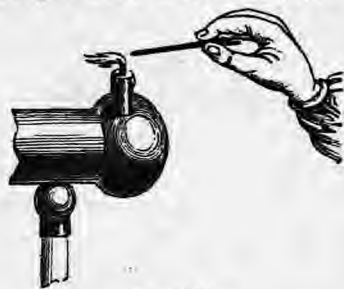
225. ΙΔΙΟΤΗΣ ΤΩΝ ΑΚΙΑΩΝ ΚΑΙ ΚΟΨΕΩΝ. — Ὅταν ἡ τάσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἰς τι σημεῖον τῆς ἐπιφανείας σώματός τινος καταστῇ μεγαλειτέρα τῆς ἀντιστάσεως τοῦ ἀέρος, τότε ὁ τοῦ σώματος ἡλεκτρισμὸς ἐκρέει ἐξ αὐτοῦ. Ὁ Φραγκλῖνος πρῶτος παρετήρησεν ὅτι διὰ τῶν ἀκίδων τῶν σωμάτων ὁ ἐπ' αὐτῶν ὑπάρχων ἢ ἐπισωρευόμενος ἡλεκτρισμὸς ἐκρέει διαρκῶς, καὶ ὠνόμασε τὴν ἰδιότητα αὐτῶν ταύτην δύναμιν τῶν ἀκίδων. Ὁ δὲ Ποασσὼν καὶ Βερτρὰν (Bertrand) ἀπέδειξαν διὰ τοῦ

υπολογισμού ὅτι ἡ ἐπὶ τῶν ἀκίδων καὶ τῶν ὀξείων κόψων τῶν σωμάτων τάσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἶναι ἀπειρος, ὥστε ἡ ἀντίστασις τοῦ ἀέρος δὲν δύναται, ὥσθ μεγάλη καὶ ἂν ὑποτεθῇ, νὰ ἐμποδίσῃ τὴν δι' αὐτῶν ἐκροὴν τοῦ ρευστοῦ. Τοῦτου δ' ἕνεκα ἀποφεύγουσι τὰς ἀκίδας καὶ τὰς ὀξείας κόψεις εἰς τὰ ὄργανα καὶ τὰ μέρη ἐκεῖνα τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν, ἐφ' ὧν προτίθενται νὰ συσσωρεύωσι καὶ διατηρήσωσι τὸν ἡλεκτρισμόν.

Ἡ διὰ τῶν ἀκίδων διάχυσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἀποδεικνύεται διὰ διαφόρων πειραμάτων. Ὅταν πλησιάζωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν εἰς ἀκίδα τινα ἡλεκτριζομένου σώματος, αἰσθανόμεθα ζωηρὸν ρεῦμα ἀέρος. Ἐὰν ἀντὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν θέσωμεν τὴν φλόγα ἀνημμένου κηρίου, βλέπομεν αὐτὴν καμπτομένην, καὶ ἐνίοτε, ὅταν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ᾖ ναι ἀρκούντως ἰσχυρόν, ἡ φλόξ σθέννυται (Σχ. 176). Τοῦτ' αὐτὸ παρατηρεῖται καὶ ὅταν τὸ μὲν ἀνημμένον κηρίον κῆται ἐπὶ τοῦ ἡλεκτριζομένου σώματος, παρουσιάζωμεν δὲ εἰς τὴν φλόγα αὐτοῦ σῶμά τι, φέρον ὀξείαν



Σχ. 176



Σχ. 177

ἀκίδα, ἐξ ἧς τότε ἐκρέει ἄνευ τινὸς δυσκολίας ὁ δι' ἐπιδράσεως ἀναπτυσσόμενος ἐπὶ τῆς χειρὸς ἡμῶν ἡλεκτρισμός (Σχ. 177). Ἐν τῷ σκότειν ἡ διὰ τῆς ἀκίδος διάχυσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καταφαίνεται διὰ τινος φωτεινῆς δέσμης, ἣν παρατηροῦμεν ἐπὶ τοῦ ἄκρου τῆς ἀκίδος.

226. ΑΙΤΙΑΙ ΤΗΣ ΑΠΩΛΕΙΑΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ. — Δύο εἶναι αἱ αἰτίαι, δι' ἧς ὁ ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν μεμονωμένων σωμάτων ἐπισωρευόμενος ἡλεκτρισμός ἐξαφανίζεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον· τὸ ἀτελές τοῦ δυσηλεκτραγωγῶ τῶν δι' ὧν ἀπομονοῦται σωμάτων καὶ ὁ ἀήρ, μεθ' οὗ τὸ ἡλεκτρικὸν σῶμα εὐρίσκεται εἰς διηνεκὴ ἐπαφήν. Εἶναι τῷ ὄντι ἀποδεδειγμένον ἀφ' ἐνὸς ὅτι ἡ ὕαλος, τὸ λάκκον κόμμι καὶ ἡ ῥητίνη, τὰ μᾶλλον δυσηλεκτραγωγὰ ταῦτα σώματα, δὲν εἶναι ἐντελῶς ἀνηλεκτραγωγά, καὶ ἀφ' ἑτέρου ὅτι τὰ περικυκλοῦντα τὸ ἡλεκτρικὸν σῶμα στρώματα τοῦ ἀέρος ἡλεκτρίζονται ἐξ ἐπαφῆς, καὶ ἡλεκτριζόμενα ἀπωθοῦνται ἀντικαθιστάμενα δι' ἄλλων στρωμάτων, ἅτινα ἡλεκτρίζονται καὶ ἀπωθοῦνται ὡς τὰ πρῶτα, καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅταν δὲ

ὁ ἄλλος δὲν ἦναι καὶ ἐντελὴς ζῆρος, ἀλλὰ περιέχει ποσότητά τινα ὑδατωδῶν ἀτμῶν, τότε ἀποκτᾷ ἀφ' ἐνὸς ἰδίαν τινὰ εὐηλεκτρωγὸν δύναμιν (241), καὶ ἀφ' ἑτέρου ἐναποθέτει ἐπὶ τῶν ἐπιφανείων τῶν μονωτήρων σωμάτων ποσότητά τινα ὑγρασίας, ἥτις ἐλαττώνει κατὰ πολὺ τὸ δυσηλεκτρωγὸν αὐτῶν.

Τοῦτου δ' ἕνεκα τὰ πειράματα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἶναι ἀδύνατον νὰ ἐπιτύχωσιν, ὅταν ὁ ἄλλος ἦναι λίαν ὑγρός, καὶ διὰ τὸν αὐτὸν λόγον θέτουσι πάντοτε πλησίον τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν ποσότητά τινα πεπτωκυμένων ἀνθρώπων, διὰ τῆς θερμότητος τῶν ὁπίων ἀφαιρεῖται ἀπὸ τοῦ περικυκλοῦντος τὴν μηχανὴν ἄερος ἢ ὑγρασία αὐτοῦ.

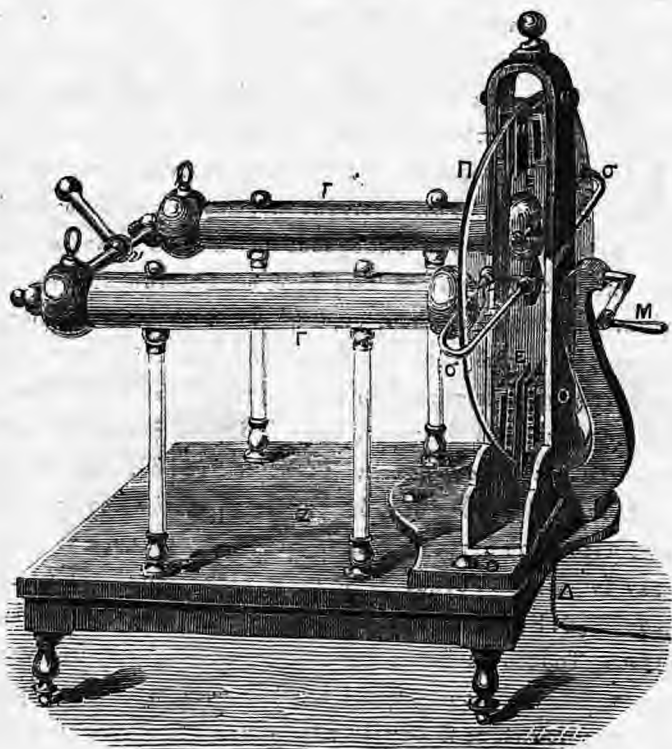
ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ.

227. **ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΡΑΜΣΔΕΝ.** — Πᾶσα ἡλεκτρικὴ μηχανὴ σύγκειται ἐκ τριῶν κυρίως μερῶν· ἐκ τινος τρίβοντος σώματος, ἐξ ἑτέρου, ἐφ' ὃν τὸ πρῶτον τρίβεται, καὶ ἐκ μεμονωμένων μερῶν, ἐφ' ὧν ἐπισωρεύεται ὁ διὰ τῆς τρίβης ἀναπτυσσόμενος ἡλεκτρισμός. Μεταξὺ τῶν διαφορῶν ἐν χρῇσει ἡλεκτρικῶν μηχανῶν ἡμεῖς θέλομεν περιορισθῆ ἐνταῦθα μόνον εἰς τὴν περιγραφὴν τῆς μηχανῆς τοῦ Ράμσδεν (Ramsden), ἥς ἡ χρῆσις εἶναι συνηθεστέρα.

Ἡ ἡλεκτρικὴ μηχανὴ τοῦ Ράμσδεν παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 178, καὶ σύγκειται ἐκ τινος ὑαλίνου δίσκου Π, στρεφομένου διὰ τοῦ στροφάλου Μ περί τινα ὀριζόντιον ἄξονα, διερχόμενον διὰ τοῦ κέντρου αὐτοῦ καὶ στηριζόμενον ἐπὶ δύο καθέτων ξυλίνων στηλῶν, φερομένων ὑπὸ τινος στερεᾶς τραπέζης Ζ. Ὁ ὑαλινὸς δίσκος Η πιέζεται μεταξὺ τεσσάρων προσκεφαλαίων Ε, Ε, ἅτινα εἶναι συνήθως κατεσκευασμένα ἐκ δέρματος ἢ ἐκ μαλλίνων ὑφασμάτων ἢ ἐκ μετᾶξης, καὶ διέρχεται μεταξὺ δύο ὀρειχαλκίνων σωλήνων σ, σ, κεκαμμένων ἐν εἴδει σιαγόρος καὶ φερόντων ἐκατέρωθεν μεταλλικὰς ἀκίδας, ὧν τὰ ἄκρα κεῖνται πᾶσι πλησίον τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ. Αἱ σιαγόνες σ, σ φέρονται ὑπὸ δύο παχυτέρων ὀρειχαλκίνων σωλήνων Γ, Γ, ἀγωγῶν καλουμένων. Οἱ ἄγωγοι Γ, Γ εἶναι μεμονωμένοι διὰ τεσσάρων ὑαλίνων στηλῶν, καὶ συνδέονται κατὰ τὰ ἄκρα αὐτῶν διὰ τινος σωλήνος ἢ μικροτέρας διαμέτρου. Ὁ ὑαλινὸς δίσκος Π εἶναι τὸ τρίβον σῶμα τῆς μηχανῆς, τὰ προσκεφάλαια Ε, Ε τὰ ἐφ' ὧν τρίβεται, καὶ οἱ ἄγωγοι Γ, Γ τὰ ἐφ' ὧν ἐπισωρεύεται ὁ ἡλεκτρισμός, ὅστις ἀναπτύσσεται ὡς ἑξῆς.

Ὁ ὑαλινὸς δίσκος Π, στρεφόμενος διὰ τοῦ στροφάλου Μ, τρίβεται ἐπὶ τῶν προσκεφαλαίων Ε, Ε καὶ ἡλεκτρίζεται θετικῶς (243). Ὅταν δὲ τὰ θετικῶς ἡλεκτρισμένα μέρη τοῦ δίσκου διέρχωνται μεταξὺ τῶν

σιαγόνων σ, σ , αποσυνθέτουσι δι' επιδράσεως τὸν οὐδέτερον ἡλεκτρισμὸν τῶν ἀγωγῶν Γ, Γ , ἔλκουσι πρὸς αὐτὰ τὸν ἀρνητικὸν καὶ ἀπωθοῦσι πρὸς τὰ ἄκρα τῶν ἀγωγῶν τὸν θετικὸν ἡλεκτρισμὸν. Ὁ ἐλκόμενος ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς διαχέεται διὰ τῶν ἀκίδων τῶν σιαγόνων (225)



Σχ. 178

ἐπὶ τῶν διερχομένων δι' αὐτῶν μερῶν τῆς ἐπιφανείας τοῦ δίσκου καὶ οὐδέτεροί τὸν θετικὸν ἡλεκτρισμὸν αὐτῶν, εἰς τρόπον ὥστε τὰ μέρη ταῦτα, ὅταν μεταβαίνωσιν ἀπὸ τῶν σιαγόνων πρὸς τὰ προσκεφάλαια, εὐρίσκονται εἰς τὴν φυσικὴν αὐτῶν κατάστασιν, ἐπομένως διερχόμενα διὰ τῶν προσκεφαλαίων ἡλεκτρίζονται ἐκ νέου, ἀποσυνθέτουσι καὶ πάλιν δι' ἐπιδράσεως μέρος τοῦ οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ τῶν ἀγωγῶν, ἔλκουσι πρὸς αὐτὰ τὸν ἀρνητικὸν καὶ ἀπωθοῦσι πρὸς τὰ ἄκρα τῶν ἀγωγῶν τὸν θετικόν, ὅστις οὕτω συσσωρεύεται ἐπ' αὐτῶν. Ὁ διὰ τῆς τριβῆς λοιπὸν ἐπὶ τοῦ δίσκου Π ἀναπτυσσόμενος ἡλεκτρισμὸς δὲν χρησιμεύει εἰς ἄλλο τι, εἰμὴ εἰς τὸ ν' ἀποσυνθέτῃ δι' ἐπιδράσεως τὸν οὐδέτερον ἡλεκτρισμὸν τῶν ἀγωγῶν Γ, Γ , νὰ ἀφαιρῇ συνεχῶς τὸν ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμὸν αὐτῶν, καὶ νὰ ἀφίγη ἐπ' αὐτῶν ἐλεύθερον τὸν θετικόν.

Δὲν πρέπει δὲ νὰ νομίσῃ τις ὅτι εἶναι δυνατόν ὁ ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν Γ, Γ ἐπισωρευόμενος ἡλεκτρισμὸς ν' αὐξήσῃ ἀπροσδιορίστως διὰ τῆς παρατάσεως τῆς περιστροφικῆς τοῦ δίσκου Π κινήσεως· τοῦναντίον ὑπάρχει πάντοτε ὄριόν τι, ὅπερ δὲν ὑπερβαίνεται, ὅσω καὶ ἂν παρατείνηται αὕτη. Διότι, ὅταν ὁ ἐπὶ τῶν ἄκρων τῶν ἀγωγῶν ἐπισωρευθεῖς θετικὸς ἡλεκτρισμὸς ἀποκτήσῃ ἔντασιν τινα ἀρκούντως μεγάλην, τότε ὁ πρὸς τὰ μέρη ταῦτα ἀπωθησόμενος ὑπὸ τῶν ἡλεκτρισμένων μερῶν τοῦ δίσκου Π ὁμώνυμος ἡλεκτρισμὸς ἀντωθεῖται ὑπ' αὐτοῦ μετ' ἴσης ἐντάσεως, τουτέστι πᾶσα νέα ἀποσύνθεσις ἀποβαίνει ἀδύνατος, ὡς ἐξηγήσαμεν ἐν τῇ § 218, ἐπομένως ἀπὸ τῆς στιγμῆς ἐκείνης, ὅσω καὶ ἂν περιστρέφηται ὁ δίσκος Π, ὁ ὑπάρχων ἐπὶ τῶν ἄκρων τῶν ἀγωγῶν ἡλεκτρισμὸς δὲν αὐξάνει. Μάλιστα ὑπάρχουσι καὶ πολλαὶ ἄλλαι αἰτίαι, δι' ἃς τὸ ὄριον τῆς τάσεως τοῦ ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν ἐπισεσωρευμένου ἡλεκτρισμοῦ εἶναι μικρότερον ἐκείνου, εἰς ὃ ἡδύνατο νὰ φθάσῃ. Πρῶτον ἡ διὰ τῶν μονωτήρων στηλῶν καὶ τοῦ ἀέρος ἀπώλεια τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἥτις εἶναι τοσοῦτω μεγαλειτέρα, ὅσω περισσοτέρα εἶναι ἡ ἐπ' αὐτῶν ἐπισωρευθεῖσα ποσότης, καὶ δεύτερον, ὅταν ὁ δίσκος ἡλεκτρίζηται θετικῶς, τὰ προσκεφάλαια ἡλεκτρίζονται ἀρνητικῶς (215), καὶ τὸ ἀρνητικὸν ρευστὸν τούτων, ὅταν δὲν διαχύνηται εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον ἀκαριαίως, οὐδτεροὶ μέρος τοῦ θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοῦ δίσκου, καὶ οὕτως ἐλαττώνει τὴν ἔντασιν τοῦ ὅνπερ οὗτος φέρει ἡλεκτρισμοῦ, ἐξ ἧς ἐντάσεως, ὡς γνωστὸν (218), ἐξαρτᾶται ἡ ποσότης τοῦ ἐπὶ τῶν ἀγωγῶν ἐπισεσωρευμένου. Τούτου δὲ ἔνεκα ἀφ' ἐνὸς ἐπιχρῖουσι τὰς ὑαλῖνας στήλας με ἐπίχρισμα ἐκ λάκκου κόμμεος καὶ θέτουσιν πρὸς ἀποζήρανσιν τοῦ ἀέρος ἐπὶ τῆς τραπέζης Ζ δοχεῖα περιέχοντα πεφυρακτωμένους ἄνθρακας, καὶ ἀφ' ἐτέρου καλύπτουσιν ἐξωτερικῶς τὰς ξυλῖνας στήλας με φύλλον κασσιτέρου Ο, ὅπερ, συγκοινωνοῦν μετὰ τῶν προσκεφαλαίων καὶ διὰ τῆς ἀλύσεως Δ μετὰ τοῦ ἐδάφους, διευκολύνει τὴν εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον διάχυσιν τοῦ ἐπὶ τῶν προσκεφαλαίων Ε, Ε ἀναπτυσσομένου ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

Καταβάλλεται τέλος μεγίστη προσοχὴ εἰς τὴν ἐκλογὴν τῆς ὑάλου τοῦ δίσκου καὶ εἰς τὴν κατασκευὴν τῶν προσκεφαλαίων, ἅτινα καὶ ἐπιχρῖουσι με διαφόρους οὐσίας, συνηθέστερον δὲ με διθειοῦχον κασσίτερον ἢ με ἀμάλλαμα κασσιτέρου, περιέχον ὠρισμένας ποσότητας ψευδαργύρου καὶ βισμούθιου.

228. **ΗΛΕΚΤΡΟΦΟΡΟΝ.** — Τὸ ὑπὸ τοῦ Βόλτα (Volta) ἐπινοηθὲν ἡλεκτροφόρον εἶναι ἡ ἀπλουστέρα τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν καὶ ἡ μᾶλλον ἐν χρήσει εἰς τὰ χημικὰ σπουδαστήρια. Σύγκειται δὲ ἐκ δύο μερῶν· ἐκ τινος ἐκ ῥητίνης πλακοῦντος Β, κεχυμένου ἐπὶ ξυλίνου ἢ μεταλλικοῦ

δίσκου, καὶ ἐξ ἑτέρου ξυλίνου Α, μικροτέρας διαμέτρου καὶ κεκαλυμμένου μὲ φύλλον κασσιτέρου (Σχ. 180). Ὁ ξύλινος δίσκος Α φέρει εἰς τὸ μέσον αὐτοῦ ὑαλίνην λαβὴν, ἐπιχειρισμένην ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον μὲ λάκκον κόμμι. Γίνεται δὲ χρῆσις τοῦ ὀργάνου τούτου ὡς ἑξῆς.



Σχ. 179



Σχ. 180

Τύπτουσι πρῶτον ἰσχυρῶς μὲ ξηρὸν δέρμα γαλῆς τὸν ἐκ ῥητίνης πλακοῦντα Β, ὅστις τότε, κατὰ τὰ ἐν τῇ § 245 λεχθέντα, ἠλεκτρίζεται ἀρνητικῶς, καὶ ἐπιθέτουσιν ἀκολουθῶς ἐπ' αὐτοῦ τὸν ξύλινον δίσκον Α (Σχ. 179). Ὁ ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς τοῦ πλακοῦντος, ἕνεκα τοῦ λίαν δυσηλεκτραγωγοῦ τῆς ῥητίνης καὶ τῆς ἀτελοῦς μετ' αὐτῆς ἐπαφῆς, δὲν μεταδίδεται εἰς τὸν ξύλινον δίσκον Α, ἀλλ' ἀποσυνθέτει δι' ἐπιδράσεως τὸν οὐδέτερον ἠλεκτρισμὸν αὐτοῦ, ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν θετικὸν καὶ ἀπωθεῖ τὸν ἀρνητικόν. Τούτων δὲ οὕτως ἐχόντων, ἐπιθέτουσι τὸν δάκτυλον τῆς μιᾶς χειρὸς ἐπὶ τῆς ἄνω ἐπιφανείας τοῦ δίσκου Α, καὶ μετὰ ταῦτα ἀφαιροῦσι πρῶτον τὸν δάκτυλον καὶ ἔπειτα διὰ τῆς ὑαλίνης λαβῆς καὶ τὸν δίσκον, ὅστις τότε εὐρίσκεται ἠλεκτρισμένος θετικῶς. Διότι οὕτως ὁ μὲν ἐπὶ τῆς ἄνω ἐπιφανείας τοῦ δίσκου Α ἐπισωρευθεὶς ἀρνητικὸς ἠλεκτρισμὸς διεχύθη διὰ τῆς χειρὸς καὶ τοῦ σώματος τοῦ πειρωμένου εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον, ὁ δὲ ἐπὶ τῆς κάτω ἐπιφανείας ὑπάρχων θετικὸς, ἐλκόμενος ὑπὸ τοῦ ἀρνητικοῦ τῆς ῥητίνης, ἔμεινεν ἐπ' αὐτῆς καὶ διεχύθη ἀκολουθῶς καθ' ὅλην τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ δίσκου, ὅταν διὰ τῆς ὑαλίνης λαβῆς ἀφῆρέθῃ οὗτος ἀπὸ τῆς ἐπιρροίας τοῦ ἀρνητικοῦ ἠλεκτρισμοῦ τοῦ πλακοῦντος. Ὅτι δὲ ὁ δίσκος Α εὐρίσκεται ἠλεκτρισμένος ἀποδεικνύεται ἐκ τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθῆρος (229), ὅστις παράγεται ἅμα ὡς πλησιάζωμεν τὸν δάκτυλον ἡμῶν εἰς αὐτὸν (Σχ.

180), καὶ δυνάμεθα ἀφ' ἑτέρου νὰ βεβαιωθῶμεν διὰ τῶν γνωστῶν μέσων (214, 220) ὅτι οὗτος φέρει θετικὸν ἡλεκτρισμόν.

Τὸ ἀνωτέρω πείραμα δυνάμεθα νὰ ἐπαναλαβῶμεν πολλάκις, χωρὶς νὰ ἤμizθα ἠνάγκασμένοι νὰ ἡλεκτρίσωμεν ἐκ δευτέρου τὸν ἐκ ῥητίνης πλικοῦντα Β, ὅστις καὶ διατηρεῖ μάλιστα ἐπὶ πολλὰς ἡμέρας, ὅταν ὁ ἐν ᾧ εὐρίσκεται ἀῆρ ἦναι λίαν ξηρὸς, τὸν ἀπαξ ἐπ' αὐτοῦ ἀναπτυχθέντα ἡλεκτρισμόν. Τοῦτου δ' ἕνεκα καὶ τὸ ὄργανον τοῦτο ὠνομάσθη ἡλεκτροφόρον.

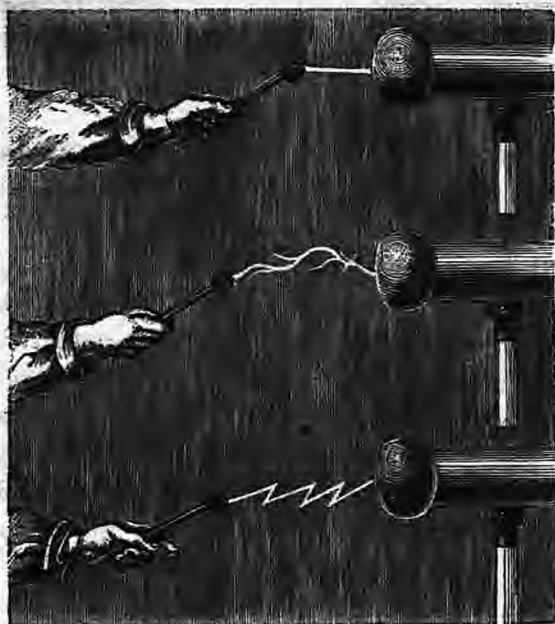
ΔΙΑΦΟΡΑ ΔΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ

229. **ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΣΠΙΝΘΗΡ.** — Διὰ τῶν ἡλεκτρικῶν μηχανῶν γίνονται διάφορα ἐπὶ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ πειράματα, τινὰ τῶν ὁποίων θέλομεν ἀνφέρει καὶ ἐξηγήσει ἐνταῦθα. Μεταξὺ τῶν πρώτων φαινομένων παρατηρεῖται ὁ καλούμενος ἡλεκτρικὸς σπινθήρ, ὅστις γεννᾶται, ὅταν πλησιάζωμεν ἐπαρκῶς εἰς ἡλεκτρισμένην τινὰ μηχανὴν τὸν δακτύλον

Σχ. 181

Σχ. 182

Σχ. 183



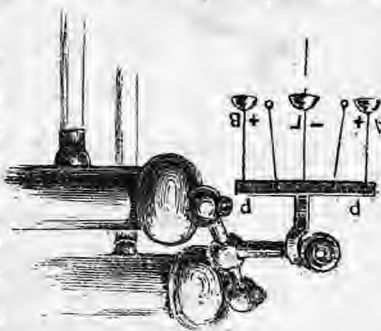
ἡμῶν ἢ εὐηλεκτραγωγόν τι σῶμα (Σχ. 181). Ἡ παραγωγή αὐτοῦ ὠφελεται εἰς τὴν διὰ τοῦ δυσηλεκτραγωγοῦ ἀέρος ἔνωση τῶν δύο ἡλεκτρικῶν ῥευστῶν τοῦ θετικοῦ τῆς μηχανῆς μετὰ τοῦ ἀρνητικοῦ τοῦ δακτύλου ἢ τοῦ εὐηλεκτραγωγοῦ σώματος. Ὁ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ δακτύλου ἀναπτύσσεται δι' ἐπιδράσεως τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῆς μηχανῆς, ὅστις, ἀποσυνθέτων τὸν οὐδέτερον ἡλεκτρισμὸν τοῦ σώματος ἡμῶν, ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν ἐτερόνυμον αὐτοῦ καὶ ἀπώθει τὸν ὁμώνυμον.

Καθόσον δ' ἀφορᾷ τὸν μετὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος συνακουόμενον μικρὸν κρότον, οὗτος παράγεται ἐκ τῆς δονήσεως, ἣν ὑφίσταται ὁ ἀήρ κατὰ τὴν ἐν αὐτῷ ἔνωσιν τῶν δύο ἀντιθέτων ἡλεκτρικῶν ρευστῶν.

Ὅταν ἡ ἔντασις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῆς μηχανῆς ᾖ ἀσθενὴς καὶ ἡ ἀπόστασις, εἰς ἣν τίθεται τὸ εὐηλεκτραγωγὸν σῶμα, μικρά, ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθὴρ εἶναι εὐθύγραμμος (Σχ. 181). Ὅταν αὐτὸς παράγεται εἰς ἀπόστασιν 6 ἕως 7 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου, τότε προσλαμβάνει τὸ σχῆμα ἀκανονίστου καμπύλης μετὰ λεπτῶν διακλαδώσεων (Σχ. 182). Ὅταν δὲ ἡ ἔντασις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῆς μηχανῆς ᾖ λίαν ἰσχυρά, τότε ὁ παραγόμενος ἡλεκτρικὸς σπινθὴρ διαγράφει ἀκανονίστως τεθλασμένην γραμμὴν (Σχ. 183).

Ἐὰν τὸ εἰς τὴν ἡλεκτρισμένην μηχανὴν πλησιαζόμενον σῶμα ᾖ δισηλεκτραγωγὸν ἢ μεμονωμένον, ἡ παραγωγὴ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος ἀποβαίνει δύσκολος καὶ ὁ σπινθὴρ αὐτοῦ εἶναι λίαν ἀσθενὴς. Διότι ἀφ' ἑνὸς ἡ δι' ἐπιδράσεως ἀποσύνθεσις τοῦ οὐδετέρου ἡλεκτρικοῦ ρευστοῦ εἰς τὰ δισηλεκτραγωγὰ σώματα εἶναι ἀσθενεστάτη, καὶ ἀφ' ἑτέρου τὸ ἀπωθούμενον ὁμώνυμον ρευστὸν, μὴ διαχυνόμενον εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον, ἀντενεργεῖ διὰ τῆς παρουσίας αὐτοῦ εἰς τὴν ἔνωσιν τῶν ἐτερονόμων ρευστῶν, τῶν ὑπαρχόντων ἐπὶ τῶν πλησιαζομένων ἄκρων.

230). **ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΩΔΩΝΟΚΡΟΥΣΙΑ** — Ἐπὶ τῶν ἄκρων μεταλλικῆς τινὸς ράβδου PP ὑπάρχουσιν ἀνηρτημένοι δι' ἀλύσεων δύο μικροὶ κώδωνες A καὶ B, μεταξύ δὲ αὐτῶν τρίτος κώδων Γ, ἀνηρτημένος ἐπὶ τῆς αὐτῆς ράβδου διὰ νήματος μετὰξὺ καὶ συγκοινωνῶν μετὰ τοῦ ἐδάφους διὰ μακρᾶς ἀλύσεως, καὶ τέλος μεταξύ τῶν κωδώνων A καὶ Γ, Γ καὶ B δύο μεταλλικαὶ σφαῖραι, ἀνηρτημέναι διὰ νημάτων μετὰξὺ (Σχ. 184). Ὅταν

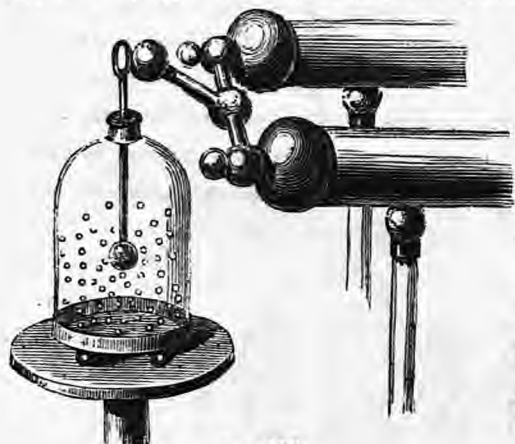


Σχ. 184

ἡ ἡλεκτρικὴ μηχανὴ, ἐφ' ἧς ὑπάρχει ἀνηρτημένη ἡ ράβδος PP, ἡλεκτρίζεται θετικῶς, ὁ ἡλεκτρισμὸς τῶν κωδώνων A καὶ B ἔλκει πρῶτον τὰς μεμονωμένας μεταλλικὰς σφαῖρας, ὥς ἀμέσως μετὰ τὴν ἐπαφὴν ἀπωθεῖ. Αἱ ἀπωθούμεναι σφαῖραι προσκρούουσιν ἐπὶ τοῦ κώδωνος Γ (ὅστις, ἂν καὶ μεμονωμένος ἀπὸ τῆς μηχανῆς, εἶναι ἡλεκτρισμένος δι' ἐπιδράσεως ἀρνητικῶς), καὶ ὁ θετικὸς αὐτῶν ἡλεκτρισμὸς οὐδετεροῦται ἢ διαχύνεται διὰ τῆς ἀλύσεως τοῦ κώδωνος Γ εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον. Μετὰ δὲ τὴν ἐπαφὴν ἔλκογται ἐκ γένου ὑπὸ τῶν κωδώνων A καὶ B, καὶ ἀπωθοῦνται πάλιν πρὸς τὸν κώδωνα Γ, καὶ οὕτω καθεξῆς. Αἱ

μεταλλικαὶ λοιπὸν σφαῖραι, διαρκούσης τῆς ἡλεκτρίσεως τῆς μηχανῆς, προσκρούουσι διαδοχικῶς ἐπὶ τῶν κωδῶνων Γ καὶ Α, Γ καὶ Β, καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται τὸ καλούμενον πείραμα τῆς ἡλεκτρικῆς κωδωνοχρονσίας.

231. ΠΕΙΡΑΜΑ ΤΗΣ ΧΑΛΑΖΗΣ. — Τὸ διὰ τοῦ προκειμένου ὄργανον ἐκτελούμενον πείραμα ἐπενοήθη ὑπὸ τοῦ Βόλτα, καὶ ὠνομάσθη πείραμα τῆς χαλάζης, διότι δι' αὐτοῦ ἠθέλησεν οὗτος νὰ ἐξηγήσῃ τὸν ἐν τοῖς ὑετοφόροις νέφεσι σχηματισμὸν τῆς χαλάζης διὰ τῶν ἐπὶ τῶν σταγόνων τοῦ ὕδατος ἐνεργουσῶν ἡλεκτρικῶν ἑλξεων καὶ ἀπώσεων (Σχ. 185). Συνίσταται δὲ ἐξ ὑαλίνου κώδωνος, τεθειμένου ἐπὶ μεταλλικῆς τραπέζης καὶ περιέχοντος μικρὰ σφαιρίδια ἐξ ἐντεριώνης ἀκταίας. Ἐντὸς τοῦ



Σχ. 185

κώδωνος εἰσέρχεται ἄνωθεν μεταλλικὸν στέλεχος, φέρον πρὸς τὸ κατώτερον αὐτοῦ ἄκρον χαλκίνην σφαῖραν καὶ συγκοινωνοῦν διὰ τοῦ ἀνωτέρου μετὰ τινος ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Ὁ ἐπὶ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς ἀναπτυσσόμενος ἡλεκτρισμὸς μεταδίδεται διὰ τοῦ μεταλλικοῦ στελέχους εἰς τὴν ἐντὸς τοῦ κώδωνος χαλκίνην σφαῖραν, ἥτις ἡλεκ-

τριζομένη ἔλκει κατ' ἀρχὰς πρὸς ἑαυτὴν τὰ ἐντὸς αὐτοῦ ὑπάρχοντα σφαιρίδια τῆς ἀκταίας, καὶ ἀπωθεῖ αὐτὰ ἄρα ὡς ἔλθωσιν εἰς ἐπαφὴν μετ' αὐτῆς. Τὰ ἀπωθούμενα σφαιρίδια καταπίπτουσιν ἐπὶ τῆς μεταλλικῆς τραπέζης καί, ἐπειδὴ τότε μεταδίδουσιν εἰς ταύτην τὸν ἡλεκτρισμὸν αὐτῶν, ἔλκονται ἐκ νέου ὑπὸ τῆς χαλκίνης σφαίρας, καὶ οὕτω καθεξῆς, εἰς τρόπον ὥστε ἐν τῷ ὑαλίνῳ κώδωνι παρατηρεῖται συνεχὴς καὶ ταχεῖα ἑλξις καὶ ἄψεις τῶν σφαιριδίων.

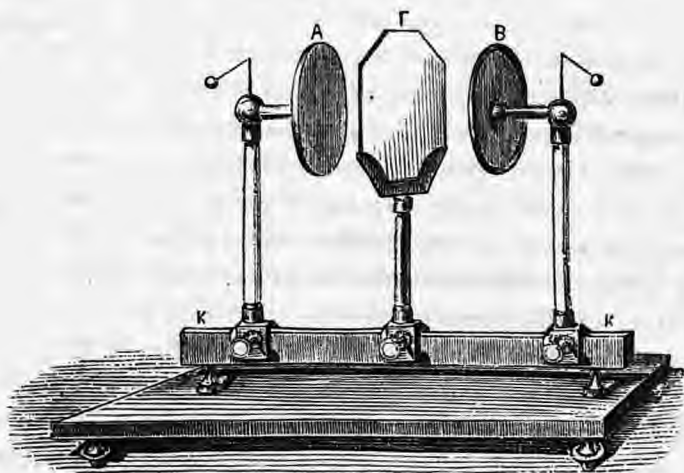
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΙΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ

232. ΘΕΩΡΙΑ ΤΩΝ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΩΝ. — Ὀνομάζουσιν ἐν γένει συμπυκνωτὰς τὰ ὄργανα, δι' ὧν ἐπὶ δεδομένων ἐπιφανειῶν ἐπισωρεύονται

διὰ τινος ἡλεκτρικῆς μηχανῆς ποσότητες ἡλεκτρισμοῦ μεγαλείτεροι ἐκείνων, ἃς αὐταὶ ἤθελον προσλάβει, ἂν ἠύρισκοντο εἰς ἀπλὴν μετὰ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς συγκοινωνίαν. Πᾶν συμπυκνωτικὸν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ὄργανον σύγκειται κυρίως ἐκ τριῶν διακεκριμένων μερῶν· ἐκ δύο μεμονωμένων εὐηλεκτραγωγῶν σωμάτων, κεχωρισμένων ἀπ' ἀλλήλων διὰ τρίτου δυσηλεκτραγωγοῦ σώματος. Ἵνα δὲ ἐννοήσωμεν εὐκολώτερον τὸν τρόπον, δι' οὗ κατορθοῦται ἡ ἐπὶ τούτων συμπύκνωσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, θέλομεν περιγράψει καὶ ἐξηγήσει κατ' ἀρχάς, ἐκ τῶν παρὰ διαφόρων ἐπινοηθέντων συμπυκνωτῶν, τὸν *συμπυκνωτὴν τοῦ Αἰπίνου*.

Ὁ συμπυκνωτὴς τοῦ Αἰπίνου σύγκειται ἐκ δύο μεμονωμένων χαλκίνων δίσκων Α καὶ Β, κεχωρισμένων ἀπ' ἀλλήλων διὰ τινος ὑαλίνης πλακῆς Γ (Σχ. 186). Ἐκάτερος τῶν δίσκων Α καὶ Β φέρει μικρὸν ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμές καὶ δύναται νὰ κινηθῇ ἐπὶ τινος σταθεροῦ τὴν θέσιν κανόνος ΚΚ. Ὅταν θέλωμεν νὰ ἐπισωρεύσωμεν ἐπὶ τῶν δίσκων Α καὶ Β τὰ δύο ἡλεκτρικὰ ρευστά, πλησιάζομεν αὐτοὺς ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε νὰ

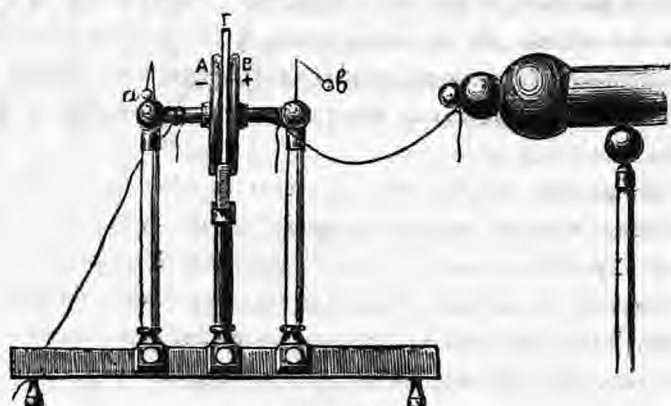


Σχ. 186

εὐρίσκωνται εἰς ἐπαφὴν μετὰ τῆς ὑαλίνης πλακῆς Γ, καὶ θέτομεν διὰ μεταλλικῶν συρμάτων τὸν ἕτερον τούτων, τὸν Β παραδείγματος χάριν, εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, καὶ τὸν ἕτερον Α μετὰ τοῦ ἐδάφους (Σχ. 187). Τούτων δὲ γενομένων, ἰδοὺ πῶς τότε ἐπισωρεύεται ἐπὶ τοῦ ὀργάνου ἀναπτυσσόμενος διὰ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς ἡλεκτρισμός.

Ὁ διὰ τοῦ μεταλλικοῦ σύρματος ἐπὶ τοῦ δίσκου Β μεταδιδόμενος

ἡλεκτρισμὸς τῆς μηχανῆς ἀποσυνθέτει δι' ἐπιδράσεως τὸν οὐδέτερον ἡλεκτρισμὸν τοῦ δίσκου Α, ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν ἀρνητικὸν καὶ ἀπωθεῖ τὸν ὁμώνυμον αὐτοῦ, ὅστις διὰ τοῦ μεταλλικοῦ σύρματος τοῦ δίσκου Α διαχύνεται εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον. Ἀλλ' ὁ ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας μ τοῦ δίσκου Α ἐλκόμενος ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς ἔλκει ὡσαύ-

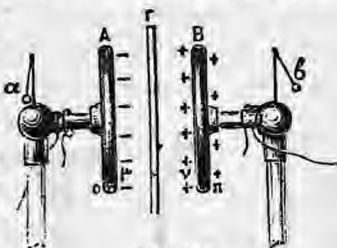


Σχ. 187

τως πρὸς ἑαυτὸν τὸν θετικὸν ἡλεκτρισμὸν τοῦ δίσκου Β, ὅστις οὕτως ἀναγκάζεται νὰ ἐπισωρευθῇ ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας ν (Σχ. 188). Ἀλλὰ τότε, ἐπειδὴ ἡ ἐξωτερικὴ ἐπιφάνεια αὐτοῦ π ἀπώλεσε μέρος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ αὐτῆς, ἡ ἐπ' αὐτῆς τάσις αὐτοῦ καθίσταται ἀσθενεστέρα, καὶ ἐπομένως, ἵνα ὑπάρχῃ ἰσορροπία, νέα ποσότης ἡλεκτρισμοῦ τῆς μηχανῆς μεταβιβάζεται ἐπ' αὐτῆς. Ἀλλὰ ἡ ἐπὶ τοῦ δίσκου Β διαχυθεῖσα νέα αὕτη ποσότης ἀποσυνθέτει πάλιν δι' ἐπιδράσεως μέρος τοῦ οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ τοῦ δίσκου Α, ἀπωθεῖ διὰ τοῦ σύρματος τὸν θετικὸν καὶ ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν ἀρνητικὸν, ὅστις ἐπισωρεύεται οὕτως ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας μ . Ἐπειδὴ δὲ πάλιν τότε ὁ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας μ τοῦ δίσκου Α ὑπάρχων ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς αὐξάνει, νέα ποσότης τοῦ ἐπὶ τοῦ δίσκου Β ἡλεκτρισμοῦ ἔλκεται ὑπ' αὐτοῦ ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας ν , καὶ ἐπομένως νέα ποσότης μεταβιβάζεται διὰ τοῦ σύρματος ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας π , ἥτις προκαλεῖ νέαν ἀποσύνθεσιν τοῦ οὐδετέρου ἡλεκτρισμοῦ τοῦ δίσκου Α, ἐξ ἧς προκύπτει νέα συμπύκνωσις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας ν τοῦ δίσκου Β καὶ νέα διάχυσις ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας π , καὶ οὕτω καθέξης, μέχρις οὗ ἡ τάσις τοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας π διαχυθέντος ἐκ τῆς μηχανῆς καταστῇ ἴση μὲ ἐκείνην, ἥτις ἤθελεν ὑπάρχει ἐπ' αὐτῆς, ἂν δὲν ὑπῆρχεν ὁ δίσκος Α. Λοιπὸν διὰ τῆς παρουσίας τοῦ δίσκου Α ἐπὶ μὲν τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας π τοῦ δίσκου Β ὑπάρχει τόσος ἡλεκτρισμὸς, ὅσος ἡδύνατο νὰ μεταβιβασθῇ ἐπ' αὐτῆς ὑπὸ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, ἐπὶ δὲ

τῆς ἐσωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας γ ὑπάρχει ἡ αὐτὴ ποσότης, αὐξηθεῖσα κατ' ἐκείνην, ἥτις οὐδετεροῦται ὑπὸ τοῦ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας μ τοῦ δίσκου A δι' ἐπιδράσεως ἐπισωρευθέντος.

Ὅταν παύσῃ πᾶσα νέα ἀπὸ τῆς μηχανῆς ἐπὶ τοῦ δίσκου B μετάδοσις ἡλεκτρισμοῦ, τότε ὁ συμπυκνωτὴς λέγεται *πεπληρωμένος*. Ἐὰν δὲ τότε ἀποκόψωμεν τὰς μετὰ τῆς ἡλεκτρικῆς μηχανῆς καὶ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίας τῶν δίσκων καὶ ἀπομακρύνωμεν αὐτούς, τὸ μὲν ἡλεκτρικὸν ἐκκρεμὲς β τοῦ δίσκου B ἀπομακρύνεται μᾶλλον τῆς καθέτου, τὸ δὲ α τοῦ δίσκου A , ὅπερ διετῆρει πρότε-



Σχ. 188

ρον κάθετον θέσιν ἕνεκα τῆς ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς μόνον ἐπιφανείας μ συσσωρεύσεως τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτρικοῦ ρευστοῦ, ἀπομακρύνεται τότε τῆς καθέτου ἕνεκα τῆς ἐφ' ὅλου τοῦ δίσκου διαχύσεως αὐτοῦ.

Ἡ ὑαλίνη πλάξ Γ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ ἐμποδίζῃ, ὡς λίαν δυσηλεκτραγωγὸν σῶμα, τὴν ἔνωσιν τῶν δύο ἀντιθέτων ἡλεκτρικῶν ρευστῶν χωρὶς νὰ ἐμποδίζῃ τὴν δι' ἐπιδράσεως ἐπ' ἀλλήλων ἐνέργειαν αὐτῶν. Ὅταν ὅμως ἡ τάσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῆς μηχανῆς ᾖ ἰσχυρά, ἐὰν ἡ ὑαλίνη πλάξ Γ δὲν ᾖ ἀρκούντως παχεῖα, τότε συμβαίνει ἔνωσις τῶν δύο ἡλεκτρικῶν ρευστῶν διὰ τῆς πλακὸς Γ , διατρυπωμένης ὑπ' αὐτῶν.

233. ΒΡΑΔΕΙΑ ΚΑΙ ΑΚΑΡΙΑΙΑ ΕΚΚΕΝΩΣΙΣ ΤΟΥ ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΟΥ. —

Ὅταν ὁ συμπυκνωτὴς ᾖ πεπληρωμένος καὶ αἱ μετὰ τῆς μηχανῆς καὶ τοῦ ἐδάφους συγκοινωνίαι αὐτοῦ διακεκομμέναι, ὁ ἡλεκτρισμὸς αὐτοῦ κατὰ δύο διαφόρους τρόπους ἐκκενοῦται· βραδέως καὶ ἀκαριαίως.

Διὰ τὴν βραδείαν ἐκκένωσιν τοῦ συμπυκνωτοῦ ἐγγίζομεν πρῶτον τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν π τοῦ δίσκου B , καὶ ἀφαιροῦμεν οὕτω τὸν ἐπ' αὐτῆς ὑπάρχοντα ἡλεκτρισμόν. Τότε τὸ μὲν ἐκκρεμὲς β λαμβάνει τὴν κάθετον θέσιν, τὸ δὲ ἐκκρεμὲς α ἀποκλίνει τῆς καθέτου. Διότι, ἀφαιρεθέντος τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἀπὸ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας π τοῦ δίσκου B , ὁ ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας γ μείνας δὲν δύναται νὰ συγκρατήσῃ ὡς πρότερον ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας μ τοῦ δίσκου A ὁλόκληρον τὸν ἐπ' αὐτῆς ὑπάρχοντα ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμόν. Μέρος λοιπὸν τούτου διαχύνεται ἐφ' ὅλου τοῦ δίσκου A , καὶ διὰ τοῦτο τὸ ἐκκρεμὲς α ἀποκλίνει τῆς καθέτου, ἐνῶ τὸ β καταπίπτει, μὴ ὑπάρχοντος ἡλεκτρισμοῦ ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας π τοῦ δίσκου B . Ἐὰν δέ, τούτων οὕτως ἐχόντων, ἐγγίσωμεν τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν σ τοῦ δίσκου A , θέλει συμβῇ ἐπὶ τούτου ὅ,τι συνέβη καὶ ὅταν ἤγγισαμεν τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν π τοῦ δίσκου B · ὁ μὲν ἡλεκτρισμὸς δηλ. αὐτῆς

θέλει ἀφαιρεθῇ καὶ μέρος τοῦ ἐπὶ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας γ' τοῦ δίσκου Β ὑπάρχοντος θέλει διαχυθῇ ἐφ' ὅλου τοῦ δίσκου. Ἐάν λοιπὸν ἐξακολουθήσωμεν ὁμοιοτρόπως ἐγγίζοντες διαδοχικῶς τὰς ἐξωτερικὰς ἐπιφανείας τῶν δίσκων Α καὶ Β, θέλομεν ἐκάστοτε ἀφαιρεῖ νέας ποσότητας ἡλεκτρισμοῦ, ὅστις ἐπὶ τέλους θέλει ἐκλείψει.

Διὰ τὴν ἀκαριαίαν ἐκκένωσιν τοῦ συμπυκνωτοῦ γίνεται χρῆσις ἰδιαιτέρου τινὸς ὀργάνου, καλουμένου *ἐκκενωτοῦ* (Σχ. 189). Τὸ ὄργανον



Σχ. 189

τοῦτο ἀποτελεῖται ἐκ δύο ὀρειχαλκίνων τόξων, συνηνωμένων διὰ γιγγλυμοῦ καὶ φερόντων ὑαλίνας λαβὰς. Ὅταν ὁ ἐκκενωτὴς δὲν φέρῃ ὑαλίνας λαβὰς, τότε καλεῖται *ἀπλοῦς ἐκκενωτὴς*. Ἵνα δὲ δι' αὐτοῦ ἐκκενώσωμεν τὸν συμπυκνωτὴν, ἐπιθέτομεν τὸ ἓν τῶν ἄκρων ἐπὶ τοῦ ἐνὸς τῶν δίσκων καὶ πλησιάζομεν ἀκολουθῶς τὸ ἕτερον ἐπὶ τοῦ ἐτέρου δίσκου· τότε παρατηρεῖται ἰσχυρὸς σπινθήρ, ὅστις παράγεται ἐκ τῆς διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ ἐνώσεως τῶν δύο ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν τῶν δίσκων Α καὶ Β, καὶ ὁ συμπυκνωτὴς ἐκκενοῦται ἀκαριαίως.

Εἶναι ἀληθὲς ὅτι, ἐάν μετὰ τι χρονικὸν διάστημα κάμωμεν ὁμοίαν χρῆσιν τοῦ ἐκκενωτοῦ, παράγεται καὶ δεύτερος σπινθήρ, ἐνίοτε δὲ καὶ τρίτος καὶ τέταρτος κτλ., ἀλλ' ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀσθενέστεροι οἱ ἐπόμενοι τῶν προηγουμένων. Αἱ ἐκκενώσεις αὗται ὀνομάζονται *δευτερεύουσαι* καὶ *προέρχονται* ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν, οἵτινες εἶχον μείνει προσκεκολλημένοι ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν ἐπιφανειῶν τῆς ὑαλίνης πλακῆς Γ καὶ μετεδόθησαν ἀκολουθῶς κατὰ μικρὸν, διαρκούσης τῆς ἐπαφῆς, ἐπὶ τῶν δίσκων Α καὶ Β, ἀφ' ὧν προσελήφθησαν.

Ἐάν, ἀντὶ τῆς κάμωμεν χρῆσιν τοῦ ἐκκενωτοῦ, ἐπιθέσωμεν τὴν μίαν τῶν χειρῶν ἡμῶν ἐπὶ τοῦ ἐνὸς τῶν δίσκων καὶ τὴν ἑτέραν ἐπὶ τοῦ ἐτέρου, ὁ συμπυκνωτὴς ἐκκενοῦται καὶ πάλιν ἀκαριαίως, τῆς ἐνώσεως τῶν δύο ἡλεκτρισμῶν παραγομένης τότε διὰ τῶν χειρῶν καὶ τοῦ σώματος ἡμῶν. Ἡ ἐν τῷ σώματι ἡμῶν συμβαίνουσα αὕτη ἐνωσις τῶν δύο ἡλεκτρισμῶν παράγει ἐν ἡμῖν τιναγμὸν κατὰ τοσοῦτ' ἰσχυρότερον, ὅσω μεγαλειότερα εἶναι αἱ ἐπιφάνειαι τῶν δίσκων καὶ ἡ τάσις τοῦ ὑπερὺ τοις φέρουσιν ἡλεκτρισμοῦ. Ὁ τιναγμὸς οὗτος, ὅταν ᾖ καὶ ἰσχυρὸς, εἶναι λίαν δυσάρεστος, καὶ εἰς τινὰς μάλιστα περιστάσεις δύναται νὰ ἀποβῇ καὶ θανατηφόρος, ὡς θέλομεν ἰδεῖ παρακατιόντες. Τοῦτου δ' ἕνεκα καὶ ὅταν μεταχειρίζωνται τὸν ἐκκενωτὴν, ὀπλίζουσι συνήθως αὐτὸν μὲ ὑαλίνας λαβὰς.

234. ΛΟΥΓΔΟΥΝΙΚΗ ΛΑΓΗΝΟΣ. — Ἡ λουγδουνικὴ λάγηκος παρί-

σταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 190 καὶ εἶναι τὸ ἀπλούστερον καὶ τὸ μᾶλλον ἐν χρήσει συμπυκνωτικὸν ὄργανον. Ἀποτελεῖται δὲ ἐκ τινος ὑαλίνης φιάλης, πεπληρωμένης ἐκ φύλλων κασσιτέρου, ἢ χαλκοῦ, ἢ ἀργύρου, ἢ χρυσοῦ, καὶ φερούσης ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς αὐτῆς ἐπιφανείας καὶ εἰς τινα ἀπὸ τοῦ λαιμοῦ αὐτῆς ἀποστασιν ἐπικεκολλημένον φύλλον κασσιτέρου B. Ὁ λαιμὸς τῆς φιάλης φέρει πῶμα, δι' οὗ διέρχεται μεταλλικὸν στέλεχος, ἐμβεβαπτισμένον ἐν τῷ τῶν φύλλων τοῦ κασσιτέρου καὶ ἀπολήγον ἐντὸς μὲν εἰς ἀκίδα, ἐκτὸς δὲ εἰς μικρὰν σφαῖραν A. Τὰ μὲν



Σχ. 190

ἐντὸς τῆς φιάλης φύλλα τοῦ κασσιτέρου ἀποτελοῦσι τὸν ἐσωτερικὸν τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου ὀπλισμόν, τὸ δ' ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς αὐτῆς ἐπιφανείας ἐπικεκολλημένον φύλλον τοῦ κασσιτέρου τὸν ἐξωτερικὸν ὀπλισμόν. Οἱ δύο οὗτοι ὀπλισμοὶ μετὰ τῶν παρεῶν τῆς διαχωρίζουσης αὐτοῦ ὑαλίνης φιάλης ἀποτελοῦσι τὰ τρία συστατικὰ μέρη, ἐξ ὧν ὡς εἵπομεν πᾶς συμπυκνωτὴς σύγκειται (232).

Πρὸς πλήρωσιν τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου λαμβάνομεν αὐτὴν διὰ τῆς χειρὸς, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 190, καὶ θέτομεν εἰς ἐπαφὴν τὸ ἄκρον A τοῦ στελέχους μετὰ τινος ἡλεκτρικῆς μηχανῆς. Ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τῆς μηχανῆς διαχύνεται διὰ τοῦ μεταλλικοῦ στελέχους ἐντὸς τῆς φιάλης ἐπὶ τῶν ἐν αὐτῇ φύλλων τοῦ κασσιτέρου, ἀποσυνθέτει δι' ἐπιδράσεως τὸν οὐδέτερον ἡλεκτρισμὸν τοῦ ἐξωτερικοῦ ὀπλισμοῦ B καὶ ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν ἀρνητικόν, ἀπωθὼν διὰ τῆς χειρὸς καὶ τοῦ σώματος ἡμῶν τὸν θετικόν. Οὕτως ἡ φιάλη μετὰ τινος στιγμῆς πληροῦται, ὡς ὁ συμπυκνωτὴς τοῦ Αἰπίνου, καὶ περιέχει ἐντὸς αὐτῆς θετικὸν καὶ ἐκτὸς ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμόν. Ἄν, κρατοῦντες τὴν φιάλην ἐκ τοῦ στελέχους A, θέτομεν εἰς ἐπαφὴν τὸν ἐξωτερικὸν αὐτῆς ὀπλισμόν B μετὰ τῆς μηχανῆς, ἢ λουγδουνικῆς λαγῆνος ἥθελεν ὡσαύτως πληρωθῇ, ἀλλ' ἥθελε φέρει θετικὸν ἡλεκτρισμόν ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ αὐτῆς ὀπλισμοῦ καὶ ἀρνητικὸν ἐπὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ.

Ἡ πεπληρωμένη λουγδουνικὴ λαγῆνος ἐκκενοῦται, ὅπως καὶ ὁ συμπυκνωτὴς τοῦ Αἰπίνου, βραδαίως καὶ ἀκαριαίως. Πρὸς βραδεῖαν ἐκκένωσιν τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου θέτομεν αὐτὴν ἐπὶ πλακοῦντος ἐκ ῥητίνης, καὶ ἀπτόμεθα διαδοχικῶς τοῦ ἐξωτερικοῦ καὶ ἐσωτερικοῦ αὐτῆς ὀπλισμοῦ. Διὰ τὴν ἀκαριαίαν αὐτῆς ἐκκένωσιν μεταχειρίζομεθα τὸν

ἀπλοῦν ἐκκενωτήν, οὗτινος φέρομεν τὸ ἐν τῶν ἄκρων εἰς ἐπαφὴν πρῶτον μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ αὐτῆς ὀπλισμοῦ, καὶ πλησιάζομεν ἀκολουθῶς τὸ ἕτερον πρὸς τὴν σφαῖραν Α τοῦ μεταλλικοῦ στελέχους (Σχ. 191). Ἄν, κρατοῦντες τὴν φιάλην διὰ τῆς χειρός, ἡγγίζομεν διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ

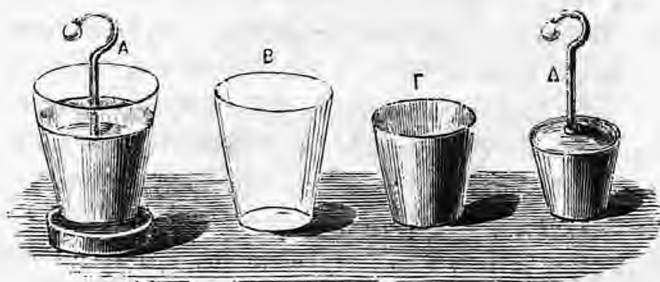


Σχ. 191

πρῶτον τὸν ἐσωτερικὸν αὐτῆς ὀπλισμόν, τότε ἡ συνάντησις τῶν δύο ἀντιθέτων ἡλεκτρικῶν ρευστῶν αὐτῆς ἤθελε γεῖναι ἐντὸς τοῦ σώματος ἡμῶν, καὶ ἤθελεν ἐπιφέρει τιναγμόν, ὅστις ἡδύνατο νὰ ἀποβῇ λίαν ὀχληρὸς καὶ μάλιστα ἐπικίνδυνος, ἂν ἡ τάσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῆς πληρωσάσης τὴν λάγνην μηχανῆς ἦτο ἀρκούντως

ἰσχυρά. Ἄλλ' ὅταν ἡγγίζομεν διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ πρῶτον τὸν ἐξωτερικὸν ὀπλισμόν καὶ ἔπειτα τὸν ἐσωτερικόν, τότε ἡ συνένωσις τῶν ἀντιθέτων ἡλεκτρικῶν ρευστῶν γίνεται κατὰ προτίμησιν ἐπὶ τοῦ ἐκκενωτοῦ, διότι τὰ μέταλλα εἶναι σώματα εὐηλεκτραγωγότερα τοῦ ἡμετέρου. Οὐχ ἦττον ὅμως πολλάκις πρὸς ἀκαριαίαν ἐκκένωσιν τῆς λαγῆνου μεταχειρίζονται χάριν ἀσφαλείας τὸν μὲ ὑαλίνης λαβὰς ὀπλισμένον ἐκκενωτήν. Ἡ λουγδουνικὴ λάγνηνος ὠνομάσθη οὕτως ἐκ τῆς πόλεως Λουγδούνου, ὅπου κατὰ πρῶτον ἀνεκαλύφθη.

235. ΛΑΓΗΝΟΣ ΚΙΝΗΤΟΥΣ ΕΧΟΥΣΑ ΟΠΛΙΣΜΟΥΣ. — Διὰ τῆς ἐκ κινήτων ὀπλισμῶν Γ καὶ Δ ἀποτελουμένης λουγδουνικῆς λαγῆνου Α ἀποδεικνύεται καταφανέστατα, ὅτι αἱ δευτερεύουσαι ἐκκενώσεις (233) αὐ-

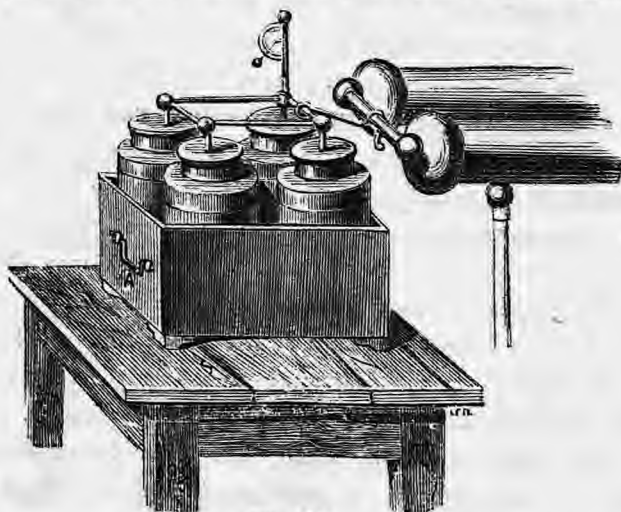


Σχ. 192

τῆς προέρχονται κυρίως ἐκ τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ μονωτήρος σώματος Β ἐπισωρεύσεως τῶν ἀντιθέτων ἡλεκτρικῶν ρευστῶν, ἅτινα μετὰ τὴν πρώτην ἀκαριαίαν ἐκκένωσιν μεταδίδονται κατὰ μικρὸν ἐπὶ τῶν ὀπλισμῶν τῆς λαγῆνου (Σχ. 192). Πρὸς τοῦτο, ἀφοῦ πληρώσῃ κατὰ

τὸν συνήθη τρόπον τὴν λάγνην Α, θέτουσιν αὐτὴν ἐπὶ πλακοῦντος ἐκ ῥητίνης, καὶ ἀφαιροῦσι διὰ τῆς χειρὸς πρῶτον τὸν ἐσωτερικὸν αὐτῆς ὀπλισμὸν Δ, ἔπειτα τὸ ὑάλινον ἀγγεῖον Β καὶ τελευταῖον τὸν ἐξωτερικὸν ὀπλισμὸν Γ. Οὕτως οἱ μὲν ἠλεκτρισμοὶ τῶν ὀπλισμῶν Γ καὶ Δ διεχύθησαν διὰ τῆς ἐπαφῆς εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον, ὃ δὲ ἠλεκτρισμὸς τοῦ δυσηλεκτραγωγοῦ σώματος Β, ἐὰν ὑπῆρχεν, ἔμεινεν ἐπ' αὐτοῦ (214). Ἐπανασυνθέτουσιν ἀκολούθως τὴν διαλυθεῖσαν λάγνην Α, καί, θέτοντες εἰς συγκοινωνίαν διὰ τοῦ ἐκκενωτοῦ τοῦδε δύο ὀπλισμοὺς αὐτῆς παρατηροῦσιν ὅτι παράγεται καὶ πάλιν σπινθὴρ ἀρκετὰ ζωηρός. Λοιπὸν ἀναγκαίως οἱ παραγαγόντες τὸν σπινθῆρα ἠλεκτρισμοὶ μετεδόθησαν εἰς τοὺς ὀπλισμοὺς Δ καὶ Γ ἐκ τοῦ ὑαλίνου δοχείου Β, ὅπερ διετήρησε κατὰ τὴν ἀποσύνθεσιν τῆς λάγνης Α τοὺς οὐδεὶς ἔφερεν ἠλεκτρισμούς.

236. **ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΣΥΣΤΟΙΧΙΑΙ.** — Ὀνομάζονται ἠλεκτρικαὶ συστοιχίαι τὰ ἐκ τῆς ἐνώσεως πλειότερων λουγδουνικῶν λαγῶνων ἀποτελούμενα ἠλεκτρικὰ ὄργανα (Σχ. 193). Συνήθως πρὸς σχηματισμὸν αὐτῶν μεταχειρίζονται τέσσαρες, ἑξήκοντα ἢ ἐνέα τοιαύτας. Αἱ τῆς ἠλεκτρικῆς συστοιχίας λάγνηαι ἔχουσιν εὐρύτερον λαμβὸν καὶ φέρουσιν ἐντὸς αὐτῶν, ὡς ἐσωτερικὸν ὀπλισμὸν, ἐπικεκολλημένον φύλλον κασσιτέρου. Τὰ στε-



Σχ. 193

λέχη τῶν λαγῶνων φέρουσιν εἰς τὸ κατώτερον καὶ ἐσωτερικὸν αὐτῶν ἄκρον τεμάχιον ἀλύσεως, δι' ἧς συγκιννοῦσι μετὰ τῶν ἐσωτερικῶν ὀπλισμῶν, ἐνοῦνται δὲ ἐξωτερικῶς διὰ μεταλλικῶν σωλῶνων, ὡς παριστᾷ τὸ ὀπισθεν σχῆμα 193. Οἱ ἐξωτερικοὶ τῶν λαγῶνων ὀπλισμοὶ συγκιννοῦσι πρὸς ἀλλήλους διὰ τοῦ ἐπὶ τοῦ πυθμένος τοῦ ἐν ᾧ τίθενται ξυλίνου κιβωτίου ἐπικεκολλημένου ἐκ κασσιτέρου φύλλου. Τὸ

φύλλον τοῦτο τοῦ κασσιτέρου ἐπεκτείνεται καὶ ἐπὶ τῶν καθέτων πλευρῶν τοῦ κιβωτίου μέχρι τῶν μεταλλικῶν αὐτοῦ λαβῶν Α, Α, ἀφ' ὧν ἐξαπτόσως συνήθως ἀλύσεις φθανούσας μέχρι τοῦ ἐδάφους. Διὰ τῶν ἀλύσεων τούτων ἐκρέει εἰς τὸ κοινὸν δοχεῖον ὁ ὑπὸ τοῦ θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῶν ἐσωτερικῶν ὀπλισμῶν ἀπωθούμενος ὁμώνυμος ἡλεκτρισμὸς τῶν ἐξωτερικῶν ὀπλισμῶν (232). Ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς προσλαμβάνεται ἀπὸ τινος ἡλεκτρικῆς μηχανῆς, μεθ' ἧς τίθεται, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 193, εἰς συγκοινωνίαν ὁ ἐσωτερικὸς τῆς ἡλεκτρικῆς συστοιχίας ὀπλισμὸς.

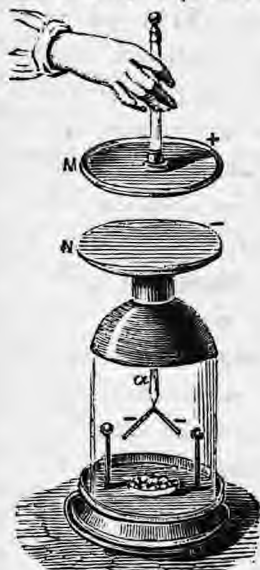
Ἡ ἡλεκτρικὴ συστοιχία, ὅταν ᾖ πλὴρης, περιέχει μεγάλας ποσότητας ἡλεκτρισμοῦ, ἂν καὶ τὸ ἐπὶ τοῦ ἐσωτερικοῦ αὐτῆς ὀπλισμοῦ τιθέμενον ἡλεκτρόμετρον τοῦ "Ανλεν ἀποκλίνει ὀλίγον τῆς καθέτου. Διότι, ὡς γνωστόν (232), ἐπὶ τοῦ ἡλεκτρομέτρου ἐνεργεῖ μόνον ἡ ὑπάρχουσα διαφορά μεταξὺ τοῦ θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ τοῦ ἐσωτερικοῦ τῆς συστοιχίας ὀπλισμοῦ καὶ τοῦ ἀρνητικοῦ τοῦ ἐξωτερικοῦ.

Πρὸς ἐκκένωσιν ἡλεκτρικῆς τινος συστοιχίας μεταχειρίζονται πάντοτε τὸν μὲ ὑαλίνας λαβὰς ὀπλισμένον ἐκκενωτήν, διότι ἄλλως ὁ παραχθισόμενος ἐν ἡμῖν ἐκ τῆς ἐνώσεως τοσοῦτων ποσοτήτων ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν τιναγμὸς ἡδύνατο νὰ ᾖ τοσοῦτον ἰσχυρὸς, ὥστε νὰ ἐπιφέρῃ καὶ αὐτὸν τὸν θάνατον, ὡς τοῦτο συμβαίνει, ὅταν ἡ ἔνωσις αὕτη γίνηται ἐντὸς τοῦ σώματος μικροῦ τινος ζώου.

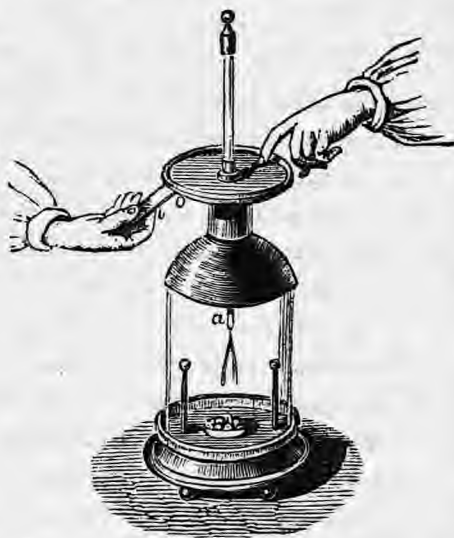
237. ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΙΚΟΝ ΗΛΕΚΤΡΟΣΚΟΠΙΟΝ ΤΟΥ ΒΟΛΤΑ. — Τὸ ὑπὸ τοῦ Βόλτα ἐπινοηθέν *συμπυκνωτικὸν ἡλεκτροσκόπιον* (Σχ. 194) δὲν διαφέρει τοῦ ἐν τῇ § 220 περιγραφέντος ἐκ φύλλων χροσσοῦ ἡλεκτροσκοπίου εἰ μὴ κατὰ τοῦτο, ὅτι τὸ ἄνω ἄκρον τοῦ στελέχους αὐτοῦ, ἀντὶ νὰ λήγῃ εἰς μεταλλικὴν σφαῖραν, φέρει μεταλλικὸν δίσκον Ν, οὗ τινος ἡ ἄνω ἐπιφάνεια εἶναι κεκαλυμμένη μὲ ἐπίχρισμα ἐκ λάκκου κόμμεος. Ἐπὶ τοῦ δίσκου Ν τίθεται ἕτερος ὅμοιος δίσκος Μ, ἔχων ὁμοιότροπως ἐπιεχρισμένην τὴν ἐσωτερικὴν αὐτοῦ ἐπιφάνειαν καὶ φέρων εἰς τὸ μέσον τῆς ἐξωτερικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας ὑαλίνην λαβὴν.

Τοῦ ἀνωτέρω ἡλεκτροσκοπίου κάμνομεν χρῆσιν ὁσάκις δὲν δυνάμεθα ἄλλως νὰ βεβαιωθῶμεν περὶ τῆς ὑπάρξεως ἢ περὶ τοῦ εἶδους τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ὃν φέρει σῶμά τι ἢ *συνεχῆς* τις, ἀλλὰ λίαν ἀσθενῆς, ἡλεκτρικὴ πηγὴ. Πρὸς τοῦτο ἐπιθέτομεν πρῶτον ἐπὶ τοῦ δίσκου Ν τὸν δίσκον Μ, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 195, θέτομεν ἔπειτα τὸν μὲν ἕνα τῶν δίσκων, τὸν Ν π. χ., εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τῆς ἡλεκτρικῆς πηγῆς ἢ μετὰ τοῦ ἀσθενῶς ἡλεκτρισμένου σώματος, τὸν δὲ ἕτερον μετὰ τοῦ ἐδάφους. Οὕτως ὁ ἐπὶ τοῦ δίσκου Ν ἀπὸ τῆς συνεχοῦς ἡλεκτρικῆς πηγῆς ἐκρέων ἡλεκτρισμὸς ἀποσυνθέτει δι' ἐπιδράσεως τὸν οὐδέτερον ἡλεκ-

τρισμαὶν τοῦ δίσκου M καί, ἀπωθὼν πρὸς τὸ κοινὸν δοχεῖον τὸν ὀμώ-
 νυμον αὐτοῦ, ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν ἑτερόνυμον, ὅστις προκαλεῖ νέαν
 ἐπὶ τοῦ δίσκου N διάχυσιν, καὶ οὕτω καθεξῆς, ὥς ἐξηγήσαμεν ἐν τῇ
 § 232. Ἐπειδὴ τὸ πάχος τοῦ ἐκ λάκκου κόμμεος ἐπιχρίσματος, τὸ
 χωρίζον τὰ δύο ἡλεκτραγωγὰ σώματα τοῦ συμπυκνωτοῦ, εἶναι λίαν
 λεπτόν, ἡ συμπυκνωτικὴ τοῦ ὄργάνου δύναμις εἶναι λίαν μεγάλη. Ἐάν
 δὲ μετὰ τινα χρόνον ἀφαιρέσωμεν πρῶτον τὴν χεῖρα ἡμῶν, ἔπειτα τὸ
 ἡλεκτρισμένον σῶμα καὶ μετὰ ταῦτα διὰ τῆς ὑαλίνης λαβῆς τὸν δίσκου
 M, τότε τὰ ἐκ χρυσοῦ φύλλα τοῦ ὄργάνου, ἅτινα διαρκούσης τῆς συμ-
 πυκνώσεως ἠϋρίσκοντο εἰς ἐπαφήν, ἀποκλίνουνσιν ἰσχυρῶς, ἕνεκα τῆς



Σχ. 194



Σχ. 195

ἐπ' αὐτῶν διαχύσεως τοῦ ἐπὶ τοῦ δίσκου N ἐπισωρευθέντος ἡλεκτρι-
 σμοῦ, ὅστις πρὸ τῆς ἀφαιρέσεως τοῦ δίσκου M ἐκρατεῖτο ἐπὶ τῆς ἄνω
 ἐπιφανείας αὐτοῦ.

Ἀφοῦ οὕτω πεισθῶμεν περὶ τῆς ὑπάρξεως ἐν τῷ σώματι ἡλεκτρι-
 σμοῦ, βεβαιούμεθα μετὰ ταῦτα εὐκόλως διὰ τῶν γνωστῶν μέσων καὶ
 περὶ τοῦ εἶδους αὐτοῦ (§ 220).

Τὰ ἐπὶ τῆς βάσεως τοῦ ὄργάνου παρατηρούμενα μεταλλικὰ στελέχη
 χρησιμεύουσιν εἰς τὸ ν' αὐξάνωσιν, ἡλεκτριζόμενα δι' ἐπιδράσεως, ἔτι
 μᾶλλον τὴν τῶν φύλλων τοῦ χρυσοῦ ἀπομάκρυνσιν.

ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ.

238. ΦΓΕΙΟΛΟΓΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ. — Διὰ τῆς ἀκαριαίας ἐν τοῖς
 σώμασιν ἐνώσεως τῶν δύο ἀντιθέτων ἡλεκτρικῶν ρευστῶν παράγονται

διάφορα ἀποτελέσματα, ἅτινα διαιροῦνται εἰς φυσιολογικά, φωτεινά, θερμιατρικά, μηχανικά καὶ χημικά.

Φυσιολογικά ἀποτελέσματα καλοῦνται τὰ ἐπὶ τῶν ἐμφύχων ὄντων παραγόμενα. Ὅταν πλασιάζωμεν τὴν χεῖρα εἰς ἠλεκτρισμένην τινὰ μηχανήν, αἰσθανόμεθα κατὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθήρος τιναγμὸν τινὰ κατὰ τὰς ἀρθρώσεις τῆς χειρὸς καὶ τοῦ βραχίονος, καὶ ἐνίοτε συστέλλομεν αὐτὴν ἀκουσίως. Ἐὰν ἡ τάσις τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς μηχανῆς ᾖ ναι τοσαύτη, ὥστε ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ νὰ παράγῃται εἰς ἀπόστασιν 35 μέχρι 40 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου, ἡ παραγωγὴ αὐτοῦ προξενεῖ ἐν ἡμῖν ζωηρὸν πόνον, καὶ δύναται νὰ κατασταθῇ καὶ ἐπικίνδυνος. Ὅταν ἰστάμενοι ἐπὶ ἠλεκτρικοῦ καθίσματος (244) ἔχωμεν τὴν χεῖρα ἡμῶν ἐπὶ τινος ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, αἰσθανόμεθα καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ἐπὶ τοῦ σώματος ἡμῶν διαχύσεως τοῦ ἠλεκτρισμοῦ τῆς μηχανῆς εἰδὸς τι βίγους, σχεδὸν ἀνεπαίσθητον καὶ ὅμοιον ἐκείνου, ὅπερ παράγει ἐν ἡμῖν ἑλαφρὸν ἐπὶ τῆς χειρὸς ἢ ἐπὶ τοῦ προσώπου φύσιμα. Αἱ τρίχες τῆς κεφαλῆς ἡμῶν ἀνορθοῦνται καὶ ἀποκλίνουν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον, ὡς ὁ δείκτης τοῦ ἠλεκτρομέτρου τοῦ "Ανλεη. Ἐὰν δὲ ἕτερός τις πλησιάζῃ τὸν δάκτυλον αὐτοῦ, αἰσθανόμεθα κατὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ σπινθήρος ἑλαφρὸν τι νύγμα.

Ὁ τιναγμὸς εἶναι πολὺ ζωηρότερος, ὅταν δεχόμεθα τὴν ἐκκένωσιν λουγδουνικῆς τινος λαγῆνου (234), καὶ δύναται νὰ μεταδοθῇ συγχρόνως εἰς πλειότερους ἀποτελοῦντας ἄλυσιν. Πρὸς τοῦτο τίθεται ὁ εἰς κατόπιν τοῦ ἄλλου, καὶ δίδει ἕκαστος ἑκατέραν τῶν χειρῶν εἰς τὸν πρὸ αὐτοῦ καὶ μετ' αὐτόν, ἐκτὸς τῶν κατεχόντων τὰ ἄκρα, οἵτινες ἔχουσιν ὁ μὲν τὴν δεξιάν, ὁ δὲ τὴν ἀριστεράν ἐλευθέραν. Ἐὰν ἐγγίσῃ ὁ μὲν τὸν ἐξωτερικὸν τῆς λαγῆνου ὄπισθον καὶ συγχρόνως ὁ ἕτερος τὸν ἐσωτερικόν, ὁ τιναγμὸς μεταδίδεται τότε ἀκαριαίως εἰς ἅπαντας τοὺς ἀποτελοῦντας τὴν ἄλυσιν, ἀλλ' εἶναι ὀλίγον ἀσθενέστερος διὰ τοὺς εὐρισκόμενους εἰς τὸ μέσον.

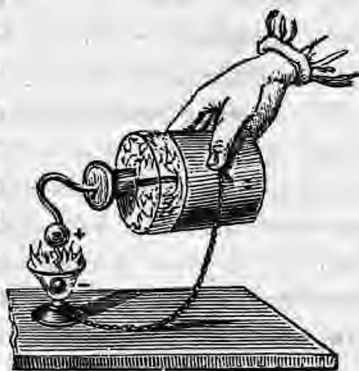
Ἐὰν ἡ λουγδουνικὴ λαγῆνος ἔχῃ μεγάλας διαστάσεις, εἶναι πολὺ ἐπικίνδυνον νὰ δοκιμάσῃ τις νὰ δεχθῇ τὸν τιναγμὸν αὐτῆς, καὶ κατ' ἰσχυρότερον λόγον τὸν τῆς ἠλεκτρικῆς συστοιχίας. Ἐγένοντο διὰ μεγάλων ἠλεκτρικῶν συστοιχιῶν πειράματα, ἅτινα ἐπροξένησαν ἐν ἀκαεὶ τὸν θάνατον καὶ εἰς βόας.

239. ΦΩΤΕΙΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ. — Καὶ ἡ τῶν φωτεινῶν φαινομένων τοῦ ἠλεκτρισμοῦ παραγωγὴ ὀφείλεται εἰς τὴν ἔνωσιν τῶν δύο ἀντιθέτων αὐτοῦ εἰδῶν, ὅταν αἱ ἐνούμεναι αὐτῶν ποσότητες ᾖναι ἀρκούντως μεγάλαι. Ὁ ἠλεκτρικὸς σπινθὴρ, ὁ παραγόμενος εἴτε διὰ τῆς ἠλεκτρικῆς μηχανῆς, εἴτε διὰ τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου, ἢ διὰ τῆς ἠλεκτρικῆς

αυστοιχίας, ανάγεται εις τὴν τάξιν τῶν φωτεινῶν τοῦ ἡλεκτρισμοῦ φαινομένων. Ἡ ἔντασις τοῦ ἐκ τῆς ἐνώσεως ταύτης παραγομένου φω-
τός ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἡλεκτραγωγικῆς δυνάμεως τῶν σωμάτων, μεταξύ
τῶν ὁποίων παράγεται, τὸ δὲ χρῶμα αὐτοῦ ἐκ τῆς οὐσίας αὐτῶν, ἐκ
τῆς φύσεως τοῦ ἐν ᾧ παράγεται ῥευστοῦ, καὶ ἐκ τῆς ἐλαστικῆς αὐτοῦ
δυνάμεως. Οὕτω π. χ. ὁ ἐν τῷ ἀέρι μεταξύ δύο τεμαχίων ἄνθρακος πα-
ραγόμενος σπινθὴρ ἔχει χρῶμα κίτρινον, ὁ μεταξύ δύο ἀργυρωμένων
χαλκίνων σφαιρῶν πράσινον, καὶ ὁ μεταξύ δύο ξυλίνων ἢ ἐλεφαντίνων
ἔχει χρῶμα βύσσινον. Ὡσαύτως ἐν τῷ ἀέρι, τῷ ὀξυγόνῳ καὶ τῷ ξηρῷ
ὕδροχλωρικῷ ὀξεῖ τὸ χρῶμα τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος εἶναι λευκόν,
ἀποκλίναν ἐλαφρῶς πρὸς τὸ κυανοῦν· ἐν τῷ ἀζώτῳ εἶναι κυανοῦν ἢ
πορφυροῦν· ἐν τῷ ὕδρογόνῳ εἶναι βύσσινον· ἐν τῷ ἀνθρακικῷ ὀξεῖ εἶναι
πράσινον κτλ. Ἀφ' ἐτέρου, ἐνῶ ἐν τῷ ἀέρι ἔχει χρῶμα λευκόν, ὅταν ὁ ἀήρ
ᾗναι ἀραιωμένος, λαμβάνει χρῶμα κοκκινωπόν, ἐν δὲ τῷ κενῷ ἰσοιδές.

240. ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ. — Τὰ θερμαντικά ἀποτελέ-
σματα, τὰ ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν ἀντιθέτων ἡλεκτρισμῶν παραγόμενα,
καταδεικνύονται διὰ πολλῶν καὶ διαφόρων πειραμάτων, ἂν καὶ οἱ δε-
χόμενοι τὸν ἡλεκτρικὸν σπινθῆρα δὲν φαίνονται αἰσθανόμενοι καύσιν.

Διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος ἀναφλέγονται πολλαὶ εὐκαυστοὶ οὐ-
σίαι, οἷαι ἡ πυρίτης, ἡ ῥητίνη, ὁ αἰθήρ, τὸ οἶνόπνευμα κτλ. Τὸ σχῆμα
496 παριστᾷ τὸν τρόπον, δι' οὗ ἀναφλέγεται ὁ αἰθήρ ἢ τὸ οἶνόπνευμα
διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος, τοῦ πα-
ραγομένου ἐν αὐτῷ δι' ἀπλῆς λουγδου-
νικῆς λαγῆνου. Πρὸς τοῦτο τὸ φέρον
τὸ ὑγρὸν ὑάλινον δοχεῖον διαπεράται
κάτωθεν ὑπὸ μεταλλικοῦ στελέχους,
λήγοντος εἰς σφαῖραν, καὶ στηρίζεται
ἐπὶ μεταλλικῆς βάσεως. Ἡ μεταλλικὴ
αὕτη βᾶσις τίθεται πρῶτον εἰς συγκοι-
νωσίαν μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὀπλισμοῦ
τῆς λουγδουνικῆς λαγῆνου, καὶ πλη-
σιάζεται τὸ ἄκρον τοῦ ἐσωτερικοῦ αὐ-
τῆς ὀπλισμοῦ πρὸς τὴν ἐντὶς τοῦ ὑγροῦ



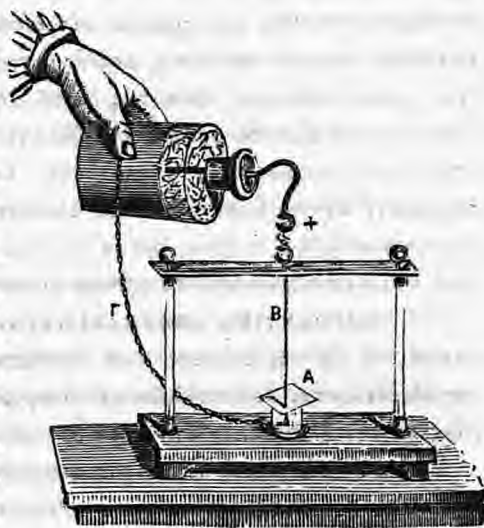
Σχ. 196

σφαῖραν τοῦ στελέχους, μέχρις οὗ παραχθῇ μεταξύ αὐτῶν ὁ ἡλεκτρι-
κὸς σπινθὴρ. Κατὰ τὴν παραγωγὴν αὐτοῦ ἀναφλέγεται πάραυτα τὸ ὑ-
γρὸν, ὅταν ἡ τάσις τοῦ ἡλεκτρισμοῦ τῆς λαγῆνου ᾗναι ἀρκούντως μεγάλη.

241. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ. — Ἡ ἐντὸς τῶν διαφόρων σωμά-
των παραγωγὴ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθῆρος ἐπιφέρει μεταξύ τῶν ἀτόμων
αὐτῶν κλονισμούς ἐπὶ τοσοῦτῳ ἰσχυροτέρους, ὥστε ταῦτα εἶναι ἥττον

εὐηλεκτραγωγὰ καὶ ἡ τάσις τοῦ παραγαγόντος τὸν σπινθήρα ἡλεκτρισμοῦ μεγαλειτέρα. Τὰ ἐκ τῶν κλονισμῶν τούτων ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ παραγόμενα ἀποτελέσματα ὀνομάζονται *μηχανικά* καὶ καταδεικνύονται καὶ διὰ πειραμάτων.

Θέτουμε π. χ. ἐπὶ ὑαλίνου κυλίνδρου, φέροντος ἐντὸς αὐτοῦ ἀκίδα, συγκοινωνοῦσαν διὰ τῆς ἀλύσεως Γ μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ὀπλισμοῦ ἰσχυρᾶς λουγδουνικῆς λαγῆνου (Σχ. 197), τεμάχιον ὑαλίνης πλακῆς Α. Ἀνωθεν τῆς πλακῆς Α καὶ ἀπέναντι τῆς ἐν τῷ κυλίνδρῳ εὕρισκομένης ἀκίδος κεῖται ἑτέρα μεμονωμένη ἀκίς Β, περπατούμενη πρὸς τὸ ἄνω αὐτῆς ἄκρον εἰς σφαῖραν, πρὸς ἣν πλησιάζουσι τὸν ἐσωτερικὸν ὀπλισμὸν τῆς αὐτῆς λαγῆνου ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε νὰ παραχθῇ μεταξὺ αὐτῶν ἡλεκτρικὸς σπινθήρ. Ὁ ἡλεκτρικὸς οὗτος σπινθήρ, ἀναπαραγόμενος συγχρόνως μεταξὺ τῶν ἀκίδων διὰ μέσου τῆς ὑαλίνης πλακῆς Α, διατρύπᾳ αὐτήν, καὶ εἰς τοῦτο συνίσταται τὸ καλούμενον πείραμα τῆς *δαλοτρύπησης*.



Σχ. 197

242. **ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.** — Ὀνομάζονται *χημικά* τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἀποτελέσματα αἱ συνθέσεις καὶ ἀποσυνθέσεις, ἃς παράγει ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ ἐπὶ τῶν σωμάτων, δι' ὧν διέρχεται, ἢ τῶν ἐν αἷς παράγεται. Ἐὰν π. χ. ὁ ἡλεκτρικὸς σπινθήρ παραχθῇ ἐν μίγματι ὑδρογόνου καὶ ὀξυγόνου, μετατρέπεται ὅλον τὸ μίγμα εἰς ὕδωρ, ἐὰν ὑπάρχωσιν ἐν αὐτῷ δύο ἴσα κατ' ὄγκον μέρη ὑδρογόνου καὶ ἐν ὀξυγόνου. Σειρά τις ἐν κεκλεισμένῳ ὄγκῳ ἀέρος ἡλεκτρικῶν σπινθήρων προκαλεῖ τὴν παραγωγὴν ἀζώτου ὀξέος ἐκ τῆς ἐνώσεως μέρους τοῦ ἐν αὐτῷ ὀξυγόνου μετὰ μέρους ἀζώτου. Ἀφ' ἑτέρου, τὸ ἀνθρακικὸν ὀξὺ ἀποσυντίθεται διὰ τῶν ἡλεκτρικῶν σπινθήρων εἰς ὀξειδίου τοῦ ἀνθρακος καὶ ὀξυγόνον· τὸ ἀμμωνιακὸν ἀποσυντίθεται εἰς ὑδρογόνον καὶ ἀζώτον. Ἐν τῇ διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ σπινθήρος τήξει ὀρειχαλκίνου σύρματος τὰ ἀποτελοῦντα τὸ σύρμα μέταλλα, ψευδάργυρος καὶ χαλκός, ἀποχωρίζονται. Τὸ ὀξείδιον τοῦ κασσιτέρου διὰ σειρᾶς ἡλεκτρικῶν σπινθήρων ἀφίνει ἐλεύθερον τὸν ἐν αὐτῷ κασσίτερον.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑΙ ΣΤΗΛΑΙ

243. ΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ. — Ὁ διὰ τῆς τριβῆς ἀναπτυσσόμενος καὶ ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν εὐηλεκτραγωγῶν σωμάτων ἐπισωρευόμενος ἡλεκτρισμός, περὶ οὗ ἐπραγματεύθημεν ἐν τῷ προηγουμένῳ βιβλίῳ, ὠνομάσθη στατικός ἡλεκτρισμός πρὸς διάκρισιν τοῦ διὰ τῶν χημικῶν τῶν σωμάτων πρὸς ἄλληλα ἐνεργειῶν παραγομένου καὶ ἐν συνεχείᾳ κινήσει εὐρισκομένου, ὅστις ὠνομάσθη δυναμικός ἡλεκτρισμός, ἕνεκα τῶν διαφορῶν περιέργων καὶ σπουδαίων φαινομένων, ἅτινα παράγονται διὰ τῆς τοιαύτης αὐτοῦ κινήσεως.

244. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ. — Μᾶς εἶναι βεβαίως σχεδὸν ἀδύνατον εἰς ἔργον τόσῳ σύντομον νὰ ἀναφέρωμεν ἐν πρὸς ἐν ἅπαντα τὰ πειράματα, δι' ὧν διάφοροι Φυσικοὶ κατέδειξαν, ὅτι εἰς πᾶσαν χημικὴν σύνθεσιν καὶ ἀποσύνθεσιν σωμάτων, καὶ ἐν γένει εἰς πᾶν χημικὸν φαινόμενον, συμπαράγονται ἐν μεγίστῃ ποσότητι καὶ τὰ δύο εἶδη τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἅτινα καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ φαινομένου εὐρίσκονται ἐν συνεχείᾳ κινήσει, καὶ τῶν ὁποίων μέρος μὲν συννενοῦται ἐνῷ συμπράγεται, μέρος δὲ διαχέεται εἴτε ἐπὶ τῶν εὐηλεκτραγωγῶν σωμάτων, τῶν παραγόντων τὸ χημικὸν φαινόμενον, εἴτε ἐπ' ἐκείνων, ἅτινα συγκοινωνοῦσι ἀπ' εὐθείας ἢ ἄλλως πῶς μετ' αὐτῶν. Τοῦτου ἕνεκα θέλομεν περιορισθῆ εἰς τὴν σύντομον μόνον ἔκθεσιν τῶν ἀπολύτως ἀναγκαίων πρὸς κατανόησιν τοῦ τρόπου τῆς ἐνεργείας τῶν διαφορῶν ὀργάνων, ὧν θέλομεν κάμει χρῆσιν μετ' ὀλίγων πρὸς σπουδὴν τῶν κυριωτέρων τοῦ δυναμικοῦ ἡλεκτρισμοῦ φαινομένων.

245. ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΡΕΥΜΑ, ΡΕΥΜΑΤΑΓΩΓΟΙ, ΖΕΥΓΟΣ. — Ἐὰν ἐντὸς ὕδατος, περιέχοντος ποσότητά τινα θεϊκοῦ ὀξέος, ἐμβαπτίσωμεν πᾶν μάχιον ψευδαργύρου Ψ (Σχ. 198) τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται εἰς ὀξυγόνον καὶ ὕδρατόν καὶ τὸ μὲν ὕδρογόνον ἐξέρχεται ἐν εἶδει φυσαλλίδων,

τὸ δὲ ὀξυγόνον φέρεται ἐπὶ τοῦ μετάλλου καὶ παράγει τὴν ὀξειδῶσιν αὐτοῦ. Ἄλλ' ἐάν, διαρκούσης τῆς παραγωγῆς τοῦ ἀνωτέρου χημικοῦ



Σχ. 198

φαινομένου, θέσωμεν ἐπὶ τινος στιγμᾶς εἰς συγκοινωνίαν διὰ τινος σύρματος τὴν πλάκα τοῦ ψευδαργύρου Ψ μὲ τινὰ τῶν δίσκων τοῦ ἐν τῇ § 237 περιγραφέντος συμπυκνωτικοῦ ἤλεκτροσκοπίου, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἡ πλάξ Ψ πληροῦται ἀρνητικοῦ ἤλεκτρισμοῦ. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ὀξειδῶσεως τοῦ ψευδαργύρου συμπά-
ράγονται καὶ τὰ δύο εἶδη τοῦ ἤλεκτρισμοῦ, καὶ ὅτι ὁ μὲν ἀρνητικὸς ἤλεκτρισμὸς φέρεται

ἐπὶ τῆς πλακὸς Ψ τοῦ ψευδαργύρου, ὁ δὲ θετικὸς διαχέεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος, ἐν ᾧ ὑπάρχει ἐμβεβαπτισμένη ἡ πλάξ Ψ τοῦ ψευδαργύρου. Ὅτι δὲ τοῦτο οὕτως ἔχει ἀποδεικνύεται ὁμοιότροπως, ἐάν ἐμβαπτίσωμεν ἐν τῷ αὐτῷ δοχείῳ πλάκα τινὰ ἐκ χαλκοῦ X, ἐφ' οὗ τὸ ὀξυῦ-
χον ὕδωρ δὲν ἐπενεργεῖ χημικῶς, καὶ θέσωμεν αὐτὴν ἐπὶ τινος στιγμᾶς εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τινος τῶν δίσκων τοῦ αὐτοῦ συμπυκνω-
τικοῦ ἤλεκτροσκοπίου, δι' οὗ βεβαιούμεθα ὅτι ἡ πλάξ X πληροῦται θε-
τικοῦ ἤλεκτρισμοῦ.

Ἐάν ἐνώσωμεν τὸ σύρμα τῆς πλακὸς Ψ μετὰ τοῦ σύρματος τῆς πλακὸς X, ὁ μὲν ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου Ψ μεταδιδόμενος ἀρνητικὸς ἤλεκτρισμὸς θέλει φέρεσθαι ἐκ τοῦ Ψ πρὸς τὸ X, ὁ δὲ ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ X φερόμενος θετικὸς ἤλεκτρισμὸς ἐκ τοῦ X πρὸς τὸ Ψ. Οἱ δύο λοι-
πὸν ἤλεκτρισμοί, οἱ παραγόμενοι ἐκ τῆς ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου χημικῆς ἐνεργείας τοῦ ὀξυούχου ὕδατος, θέλουσιν εὐρίσκεσθαι ἐν συνεχεῖ κινήσει ἐπὶ τοῦ σύρματος XΨ καὶ συνενοῦσθαι συνεχῶς, χωρὶς νὰ δύνανται νὰ ἐπισωρευθῶσι προηγουμένως, ὥς τοῦτο συνέβαινεν ἐν τῇ ἀκαριαίᾳ ἐνώσει τῶν δύο ἀντιθέτων ἤλεκτρισμῶν τοῦ στατικῦ ἤλεκτρισμοῦ. Ἡ τοιαύτη ἐν τῷ σύρματι XΨ κίνησις τῶν δύο ἤλεκτρισμῶν ὀνομάζεται ἡλεκτρικὸν ρεῖμα, τὰ σύρματα τῶν πλακῶν X καὶ Ψ ρευματοαγωγοί, τὰ δὲ ἄκρα αὐτῶν, ἢ τῶν μεθ' ὧν ταῦτα συγκοινωνοῦσιν εὐηλεκτρα-
γωγῶν σωμάτων, ἡλεκτρόδια.

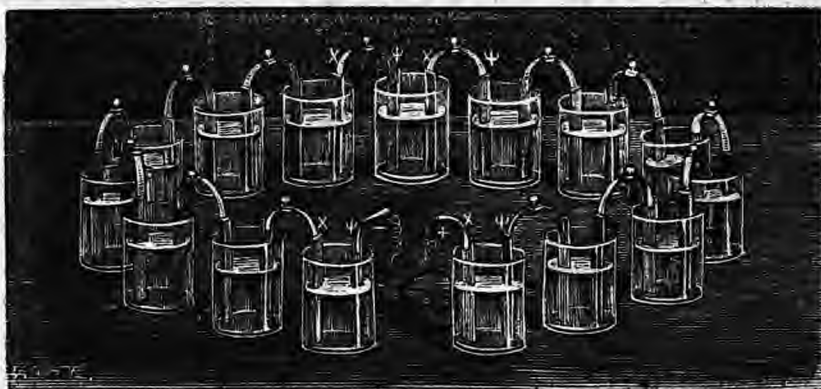
Τὸ σύνολον τῶν πλακῶν X καὶ Ψ μετὰ τοῦ περιέχοντος τὸ ὀξυού-
χον ὕδωρ δοχείου ὀνομάζεται ζεύγος. Αἱ πλάκες X καὶ Ψ καλοῦνται πόλοι τοῦ ζεύγους, καὶ ἡ μὲν πλάξ X, ἐφ' ἧς φέρεται ὁ θετικὸς ἤλε-
κτρισμὸς, θετικὸς πόλος, ἡ δὲ πλάξ Ψ, ἐφ' ἧς φέρεται ὁ ἀρνητικὸς ἤλε-
κτρισμὸς, ἀρνητικὸς πόλος.

Ἄν καὶ τὸ σύρμα XΨ διατρέχεται ταῦτοχρόνως κατ' ἀντιθέτους διευ-

θύνσεις καὶ ὑπὸ τῶν δύο ἡλεκτρισμῶν, οὐχ ἥττον διὰ λόγους, οὓς θέλομεν ἐκθέσει παρακατιόντες, ἐνομάζουσι *φορὰν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος* τὸ μέρος, πρὸς ὃ φέρεται μόνον ὁ θετικὸς αὐτοῦ ἡλεκτρισμός.

Τὸ ρεῦμα θεωρεῖται συνεχὲς καὶ φέρεται ἐκ τοῦ X πρὸς τὸ Ψ ἐκτὸς τοῦ δοχείου καὶ ἐκ τοῦ Ψ πρὸς τὸ X ἐντὸς αὐτοῦ, ὡς παριστῶσι τὰ ἐπὶ τοῦ σχήματος ὑπάρχοντα βέλη. Ὅταν οἱ ρευματαγωγοὶ ᾖναι ἡνωμένοι, τὸ ρεῦμα ὀνομάζεται *κλειστόν*, ὅταν δὲ μὴ, *ἀνοικτόν*.

246. **ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΣΤΗΛΗ.** — Ἐὰν ἐνώσωμεν διὰ συρμάτων ἢ διὰ μεταλλικῶν ἐλασμάτων πλείοτερα ζεύγη οὕτως, ὥστε τὰ ἐν αὐτοῖς παραγόμενα ἡλεκτρικὰ ρεύματα νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν φορὰν, θέλομεν σχηματίσει ἰδιαιτέρον ἡλεκτρικὸν ὄργανον, καλούμενον *ἡλεκτρικὴ στήλη* ἢ *ἀπλὴς στήλη*. Ἐὰν π. χ. ἐνώσωμεν τὸν χαλκὸν X τοῦ πρώτου πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ σχήματος 199 ζεύγους μετὰ τοῦ ψευδαργύρου Ψ τοῦ δευτέρου, ἔπειτα τὸν χαλκὸν X τοῦ δευτέρου μετὰ ψευδαργύρου Ψ



Σχ. 199

τοῦ τρίτου, καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρι τοῦ τελευταίου, ἦτοι τοῦ πρώτου πρὸς τὰ δεξιὰ, εἶναι προφανές, ὅτι τὸ ἐν τῷ πρώτῳ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ζεύγει παραγόμενον ἡλεκτρικὸν ρεῦμα θέλει ἔχει τὴν αὐτὴν φορὰν μετὰ τὸ παραγόμενον ἐν τῷ δευτέρῳ, ὅπερ θέλει ἔχει τὴν αὐτὴν φορὰν μετὰ τοῦ ἀκολουθοῦ, καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρι τοῦ τελευταίου, ἦτοι τοῦ πρώτου πρὸς τὰ δεξιὰ. Οὕτως ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ πρώτου πρὸς τὰ ἀριστερὰ ζεύγους, ὀδεύων πρὸς τὸ δεύτερον ζεύγος, θέλει ἐπαυξάνει τὴν ποσότητα τοῦ ἐκ τοῦ δευτέρου ζεύγους πρὸς τὸ ἀκολουθόν μεταβαίνοντος, καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρι τοῦ πρώτου πρὸς τὰ δεξιὰ, ἐν ᾧ προφανῶς ἡ ποσότης τοῦ θετικοῦ ἡλεκτρισμοῦ θέλει εἶναι πολὺ μεγαλύτερα ἐκείνης, ἥτις ἠθελεν ἐνυπάρχει ἄνευ τῆς τοιαύτης μετὰ τῶν προηγουμένων ζευγῶν ἐνώσεως αὐτοῦ καὶ ἀντιστρόφως, ὁ ἀρνητικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ πρώτου πρὸς τὰ δεξιὰ ζεύγους, ὀδεύων πρὸς τὸ ἀκό-

λουθον, θέλει ἐπαυξάνει τὴν ποσότητα τοῦ ἐκ τούτου πρὸς τὸ ἐπόμενον μεταβαίνοντος, καὶ οὕτω καθέξῃς μέχρι τοῦ πρώτου πρὸς τὰ ἀριστερά, ἐν ᾧ προφανῶς ἡ ποσότης τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτρισμοῦ θέλει εἶναι πολὺ μεγαλειτέρα ἐκείνης, ἥτις ἤθελεν ἐνυπάρχει ἄνευ τῆς τοιαύτης μετὰ τῶν προηγουμένων ζευγῶν ἐνώσεως αὐτοῦ. Διὰ τῶν ἡλεκτρικῶν λοιπὸν στηλῶν αἱ ἐκ τῶν πόλων αὐτῶν Χ καὶ Ψ τείνουσαι νὰ κινηθῶσι θετικαὶ (+) καὶ ἀρνητικαὶ (−) ποσότητες τοῦ ἡλεκτρισμοῦ εἶναι εἰς πολὺ μεγαλειτέραν ποσότητα ἢ αἱ ἐκ τῶν πόλων Χ καὶ Ψ ἐκάστου ζεύγους, τούτου δ' ἕνεκα ἐνῶ, ὅταν πλησιάζωμεν τὰ ηλεκτρόδια τῶν ρευματωγῶν ζεύγους τινός, δὲν παράγεται μετὰ αὐτῶν ἡλεκτρικὸς σπινθήρ, ὅταν ἐνώσωμεν τὰ ηλεκτρόδια τῶν ρευματωγῶν στήλης τινός, παράγεται τοιοῦτος, ἐὰν ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀποτελοῦντων τὴν στήλην ζευγῶν ᾗται ἀρκούντως μέγας.

247. ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ. — Εἵπομεν ἀνωτέρω ὅτι, ὅταν τὰ ζεύγη συνδεθῶσι πρὸς ἄλληλα οὕτως, ὥστε τὰ ἐν αὐτοῖς παραγόμενα ἡλεκτρικὰ ρεύματα νὰ ἔχωσι τὴν αὐτὴν φοράν, οἱ ἐκ τῶν πόλων Χ καὶ Ψ τῆς στήλης τείνουσαι νὰ κινηθῶσιν ἡλεκτρικαὶ ποσότητες εἶναι μεγαλιτέραι· διότι ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ πρώτου πρὸς τὰ ἀριστερὰ ζεύγους, ὁδεύων πρὸς τὸ δεύτερον, ἐπαυξάνει τὴν ποσότητα τοῦ ἐκ τοῦ δευτέρου πρὸς τὸ τρίτον μεταβαίνοντος, καὶ οὕτω καθέξῃς. Ἀλλ' ἤθελεν ἀπατηθῆ τις πολὺ, ἐὰν ἐνόμιζεν ὅτι ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τοῦ πρώτου ζεύγους ἐπαυξάνει τὴν ποσότητα τοῦ ἐκ τοῦ δευτέρου πρὸς τὸ τρίτον μεταβαίνοντος προστιθέμενος εἰς τὸν θετικὸν ἡλεκτρισμὸν τοῦ δευτέρου κτλ., διότι πράγματι οὐδεμία προσθήκη οὕτε μεταβάσις ἡλεκτρισμῶν γίνεται. Ἰδοὺ δὲ τί τῶ ὄντι συμβαίνει.

Ἐκ τῆς χημικῆς ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου ἐνεργείας τοῦ ὀξυοῦχου ὕδατος συμπράγονται ἐν ἐκάστῳ ζεύγει καὶ τὰ δύο εἶδη τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ἐν μεγίστῃ ποσότητι, ἀλλ', ὡς εἵπομεν καὶ ἐν τῇ § 245, μέγα μέρος τούτων συνεννοῦται ἀμέσως, ἐλάχιστον δὲ μέρος μόνον μένει ἀποκεχωρισμένον, καὶ μεταδίδεται τὸ μὲν ἀρνητικὸν ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου, τὸ δὲ θετικὸν ἐπὶ τοῦ ὀξυοῦχου ὕδατος, ἐν ᾧ ὑπάρχει ἐμβεβαπτισμένη ἡ ἐκ χαλκοῦ πλᾶξ Χ. Ὅταν τώρα ἡ πλᾶξ Χ συγκοινωνῇ μετὰ τοῦ ψευδαργύρου τοῦ δευτέρου ζεύγους, ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς αὐτῆς ἔλκει πρὸς ἐαυτὸν τὸν ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου τοῦ δευτέρου ζεύγους μεταδιδόμενον ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμόν, ἕνεκα δὲ ταύτης τῆς ἔλξεως θέλει μείνει προφανῶς ἐν τῷ δευτέρῳ ζεύγει ἀποκεχωρισμένη μεγαλειτέρα ποσότης ἐκ τοῦ ἐν αὐτῷ διὰ τῆς χημικῆς ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου ἐνεργείας τοῦ ὀξυοῦχου ὕδατος ἀναπτύχθέντος ἡλεκτρισμοῦ, ἐπομένως ὁ θετικὸς ἡλεκτρισμὸς τῆς χαλκίνης πλᾶκῆς τοῦ δευτέρου ζεύγους θέλει εἶναι περισσό-

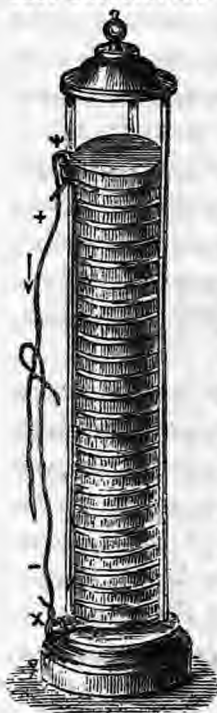
τερος τοῦ ἐπὶ τῆς χαλκίνης πλακῆς τοῦ πρώτου ζεύγους. Ἀλλὰ καὶ ὁ θετικὸς ἠλεκτρισμὸς τῆς χαλκίνης πλακῆς τοῦ δευτέρου ζεύγους ἐπενεργεῖ ἐπὶ τοῦ τρίτου ζεύγους, ὅπως ὁ τῆς πρώτης ἐπὶ τοῦ δευτέρου, καὶ οὕτω καθέξης, μέχρι τοῦ πρώτου πρὸς τὰ δεξιὰ ζεύγους. Ὅσοι λοιπὸν περισσότερα ζεύγη μεταχειρισθῶμεν, ὡς προείπομεν, κατὰ τοσούτῳ ἢ ἐν τῷ τελευταίῳ ζεύγει μένουσα ἐλευθέρα ποσότης τοῦ θετικοῦ ἠλεκτρισμοῦ θέλει εἶναι μεγαλειτέρα. Ἀλλ' ἐὰν ἐπαναλάβωμεν τὸν αὐτὸν τρόπον τοῦ σκέπτεσθαι ἀναχωροῦντες ἐκ τοῦ πρώτου πρὸς τὰ δεξιὰ ζεύγους μέχρι τοῦ πρώτου πρὸς τὰ ἀριστερά, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι διὰ τῶν μεταξὺ τῶν δύο ἄκρων παρεντεθειμένων ζευγῶν θέλει μείνει ἐλευθέρα ἐν τῷ πρώτῳ πρὸς τὰ ἀριστερά ζεύγει μεγαλειτέρα ποσότης ἐκ τοῦ ἐν αὐτῷ διὰ τῆς ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου χημικῆς ἐνεργείας τοῦ ὕδατος ἀναπτυσσομένου ἠλεκτρισμοῦ. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι οὐδεμία μεταβάσις ἠλεκτρισμοῦ γίνεται ἀπὸ ζεύγους εἰς ζεύγος, ἀλλ' ἀμοιβαία ἕλξις τῶν ἀντιθέτων ἠλεκτρισμῶν καὶ ἁπῶσις τῶν ὁμοειδῶν, ὧν ἕνεκα ἐπὶ τῶν τελευταίων ζευγῶν μένουσιν ἐλεύθεραι καὶ τείνουσι νὰ ἐξέλθωσι μεγαλιέτεραι αὐτῶν ποσότητες.

248. **ΕΝΤΑΣΙΣ ΤΗΣ ΣΤΗΛΗΣ.** — Ὀνομάζεται *ἐντασις* στήλης τινὸς ἡ τάσις, ἣν ἔχουσιν οἱ ἐπὶ τῶν ἄκρων ζευγῶν ἐπισωρευόμεναι ἀντίθετοι ἠλεκτρισμοὶ εἰς τὸ νὰ ἐξέλθωσιν ἢ νὰ κατανικήσωσι τὰς πρὸς διάχυσιν αὐτῶν ὑπαρχούσας ἀντιστάσεις. Δὲν πρέπει δὲ νὰ συγχέωμεν τὴν ἐντασιν στήλης τινὸς μὲ τὴν ποσότητα τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ἣν αὕτη δύναται νὰ παράσχη. Ἡ ἐντασις τῆς στήλης ἐξαρτᾶται κυρίως ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν αποτελούντων αὐτὴν ζευγῶν, ἐνῷ ἡ ποσότης τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὅν αὕτη δύναται νὰ παράσχη, ἐκ τοῦ μεγέθους αὐτῶν ἐν ἁλλαῖς λέξεσιν, ὅταν δύο στήλαι, ἔχουσαι διάφορον ἀριθμὸν ζευγῶν, παρέχωσι τὴν αὐτὴν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ, ἢ ἔχουσα μεγαλιέτερον ἀριθμὸν ζευγῶν εἶναι μεγαλιέτερας ἐντάσεως, καὶ ἀντιστρόφως· ὅταν δύο στήλαι, ἔχουσαι τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ζευγῶν, ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἐντασιν, ἢ ἔχουσα μεγαλιέτερα ζεύγη παρέχει μεγαλιέτεραν ποσότητα ἠλεκτρισμοῦ.

249. **ΒΟΛΤΑΪΚΗ ΣΤΗΛΗ.** — Ἡ πρώτη ἠλεκτρικὴ στήλη κατασκευάσθη τὸ 1794 ὑπὸ τοῦ Βόλτα, καὶ ὠνομάσθη πρὸς τιμὴν αὐτοῦ *Βολταϊκὴ στήλη*. Ἄν καὶ ὁ μεγαλοφυὴς ἐπινοητὴς αὐτῆς ἀπέδιδεν, ὡς θέλομεν ἐκθέσει παρακατιόντες, τὸν ἐν αὐτῇ παραγόμενον ἠλεκτρισμὸν εἰς ἄλλην αἰτίαν παρὰ τὴν ἀληθῆ (εἰς τὴν ἐπαφὴν τῶν αποτελούντων αὐτὴν ἑτερογενῶν μετάλλων), ἂν καὶ οὐδεμία σχεδὸν γίνεται χρῆσις αὐτῆς σήμερον, ἐπεὶδὴ ἡ ἀνακάλυψις αὐτῆς ὑπῆρξεν ἡ ἀρχὴ πασῶν ἄλλων καὶ ἡ γονιμωτέρα τοῦ δυναμικοῦ ἠλεκτρισμοῦ, εἰς ὃν ὀφείλονται αἱ σπουδαιότεραι καὶ ἐκπληκτικώτεραι τῆς διανοητικῆς τοῦ ἀνθρώπου δι-

νάμειος ἐφευρέσεις, θέλομεν προτάξει τὴν περιγραφὴν ταύτης μεταξύ τῶν ὀλίγων, περὶ ὧν θέλομεν κάμει λόγον ἐν τῇ συντόμῳ ταύτῃ τοῦ δυναμικοῦ ἡλεκτρισμοῦ πραγματεία.

Ἡ Βολταϊκὴ στήλη παρίσταται ἐν συνόλῳ ὑπὸ τοῦ σχήματος 200 καὶ ἀποτελεῖται ἐκ δίσκων χαλκοῦ, ψευδαργύρου καὶ μαλλίνου ὑφάσματος, βεβρεγμένου μὲ ὀξυούχον ὕδωρ. Οἱ ἀποτελοῦντες τὴν στήλην δίσκοι ἐπιτίθενται ὁ εἰς ἐπὶ τοῦ ἄλλου ἐπὶ μεμονωμένης τινὸς βάσεως



ΣΧ. 200

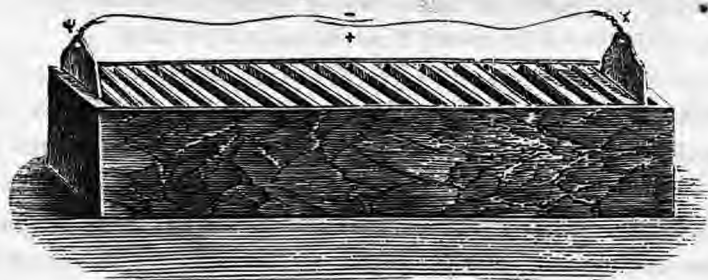
καὶ μεταξὺ τριῶν καθέτων ὑαλίνων στηλῶν κατὰ τὴν ἐξῆς τάξιν. Ἐπὶ τοῦ ἐκ χαλκοῦ δίσκου X τίθεται ὁ ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἐπ' αὐτοῦ ὁ τοῦ βεβρεγμένου ὑφάσματος, ἐφ' οὗ τίθεται πάλιν δίσκος ἐκ χαλκοῦ καὶ ἐπὶ τούτου δίσκος ἐκ ψευδαργύρου καὶ ἐπ' αὐτοῦ πάλιν δίσκος ἐκ βεβρεγμένου μὲ ὀξυούχον ὕδωρ ὑφάσματος, καὶ οὕτω καθεξῆς, κατὰ τὴν αὐτὴν πάντοτε τάξιν. Ἀφοῦ ἐπαναλάβωσιν ἀριθμὸν τινα φορῶν τὴν τοιαύτην διαδοχικὴν τῶν δίσκων ἐπίθεσιν, περατοῦσι συνήθως τὴν ἄνω βᾶσιν τῆς στήλης μὲ δίσκον ἐκ ψευδαργύρου Ψ, καὶ συνδέουσι τοὺς ἄκρους δίσκους X καὶ Ψ διὰ συρμάτων, ἅτινα ἀποτελοῦσι τοὺς ρευματαγωγοὺς τῆς στήλης. Ἐνεκα τοῦ σχήματος τοῦ ἡλεκτρικοῦ τούτου ὄργάνου ἐδόθη εἰς αὐτὸ τὸ ὄνομα στήλη, ὅπερ ἔμεινε κοινὸν εἰς πάντα τὰ τοιούτου εἶδους ἡλεκτρικὰ ὄργανα.

Δὲν πρέπει ν' ἀπορήσῃ τις βλέπων ὅτι τὸ ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ δεδεμένον σύρμα σημειοῦται φέρον ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμὸν καὶ τὸ ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου θετικόν. Διότι ὁ μὲν πρῶτος χάλκινος δίσκος X δέχεται ἐκ τοῦ ἐπ' αὐτοῦ δίσκου τοῦ ψευδαργύρου τὸν ἀρνητικὸν ἡλεκτρισμὸν, τὸν ἀναπτυσσόμενον ἐκ τῆς χημικῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργείας τοῦ μὲ ὀξυούχον ὕδωρ βεβρεγμένου ὑφάσματος, ὡς ἐξηγήσαμεν προηγουμένως, ὁ δὲ τελευταῖος ἐκ ψευδαργύρου δίσκος δέχεται ἐξ ἐπαφῆς τὸν θετικὸν ἡλεκτρισμὸν, ὃν φέρει ὁ ὑπ' αὐτὸν χάλκινος δίσκος, ὅστις προσλαμβάνει τοῦτον ἐκ τοῦ ὑπ' αὐτὸν βεβρεγμένου μαλλίνου δίσκου (245). Ἡδυνάμεθα νὰ ἀφαιρέσωμεν τὴν πρῶτον χάλκινον δίσκον καὶ τὸν τελευταῖον ἐκ ψευδαργύρου, καὶ τότε ἡ στήλη ἤθελεν ἄρχεσθαι κάτωθεν ἀπὸ δίσκου ἐκ ψευδαργύρου, ὅστις ἤθελε φέρει ἀρνητικὸν πάλιν ἡλεκτρισμὸν, καὶ περατοῦσθαι ἄνωθεν ὑπὸ χάλκινου δίσκου, ὅστις ἤθελε φέρει, ὡς καὶ πρότερον, θετικὸν ἡλεκτρισμὸν. Ἐν ἄλλαις λέξεσι, τὰ μέρη, πρὸς ἃ φέρονται οἱ ἀντίθετοι ἡλεκτρισμοί, οὐδόλως ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς

οὐσίας τῶν ἄκρων δίσκων, ἀλλ' ἐκ τοῦ τρόπου τῆς διατάξεως τῶν μεταξὺ τούτων ὑπαρχόντων· ἵνα δὲ προσδιορίσῃ τις, ἔχων ὑπ' ὅψιν αὐτοῦ τοιαύτην τινὰ ἠλεκτρικὴν στήλην, τὸ μέρος, πρὸς ὃ ἐκάτερον τῶν ἀντιθέτων ἠλεκτρικῶν ρευστῶν θέλει φέρεσθαι, ἀρκεῖ νὰ παρατηρήσῃ τοὺς ἐκατέρωθεν βεβρεγμένους τινὸς δίσκου ὑπάρχοντας ἑτερογενεῖς δίσκους, καὶ εἶναι προφανές, ὅτι ὁ μὲν θετικὸς τῆς στήλης ἠλεκτρισμὸς θέλει ὁδεύει πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἐκ χαλκοῦ δίσκου, ὁ δὲ ἀρνητικὸς πρὸς τὸ μέρος τοῦ ἐκ ψευδαργύρου.

250. ΣΚΛΗΡΟΕΙΔΗΣ ΣΤΗΛΗ. — Ἡ περιγραφεῖσα Βολταϊκὴ στήλη ἔχει τὰς ἐξῆς ἀτελείας· α') τὸ βάρος τῶν ὑπερκειμένων δίσκων πιέζει τοὺς ἐξ ὑφάσματος βεβρεγμένους δίσκους, καὶ τὸ ὕδωρ αὐτῶν ἐξέρχεται καταρρέον πανταχόθεν, εἰς τρόπον ὥστε μετὰ τινὰ χρόνον οὗτοι ξηραίνονται, καὶ τότε ἡ στήλη δὲν παρέχει εἰ μὴ ἀνεπαισθήτους ποσότητας ἠλεκτρισμοῦ, ἔνεκα τῆς ἐλαττώσεως τῶν ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου χημικῶν τῶν βεβρεγμένων δίσκων ἐνεργειῶν· β') ὅταν ὁ ἀριθμὸς τῶν ζευγῶν τῆς στήλης ᾖ ἀρκούντως μέγας, ἔχομεν ἀνάγκην πολλοῦ χρόνου πρὸς κατασκευὴν αὐτῆς.

Πρὸς ἀποφυγὴν τῶν ἀνωτέρω τῆς Βολταϊκῆς στήλης ἀτελειῶν ὁ Krunkshanh ἐπενόησε τὴν σκληροειδῆ καλουμένην στήλην, ἥτις οὐδὲν ἄλλο εἶναι εἰ μὴ τροποποίησις τις τῆς Βολταϊκῆς (Σχ. 201). Ἐν αὐτῇ οἱ ἐκ



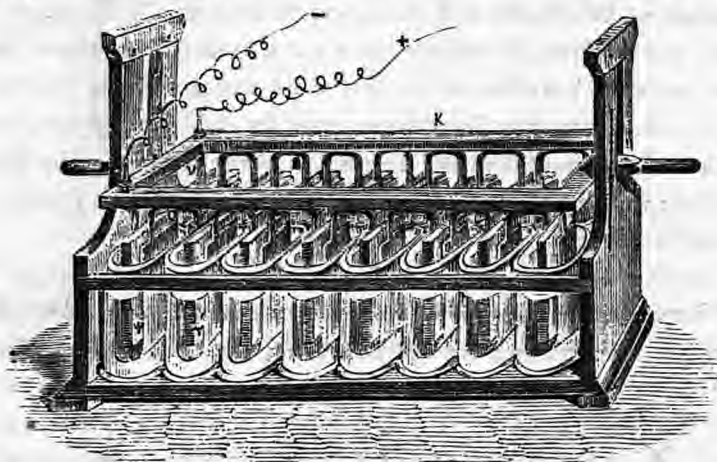
Σχ. 201

χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου δίσκοι τῆς Βολταϊκῆς στήλης εἶναι συγκεκολλημένοι, ἔχουσι σχῆμα ὀρθογωνίου καὶ στηρίζονται καθέτως εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν ἐντὸς ὀριζοντίου σκάφους, ἥς αἱ ἐσωτερικαὶ παρειαὶ εἶναι ἠλειμμέναι διὰ ἀπομονωτικοῦ μίγματος. Ἐντὸς τῶν μεταξὺ τῶν διαδοχικῶν ζευγῶν ἀρθεντῶν διαστημάτων ἐγχέεται ὕδωρ, περιέχον ὀρισμένην ποσότητα θεικοῦ ὀξέος, ὅπερ ἐπενεργεῖ χημικῶς ἐπὶ τῶν ἐκ ψευδαργύρου πλάκων καὶ συμπράγει τὰ δύο εἶδη τοῦ ἠλεκτρισμοῦ, ὧν τὸ μὲν θετικὸν φέρεται πρὸς τὸ μέρος X, πρὸς ὃ εἶναι

ἐστραμμέναι αἱ χάλκιναι τῶν ζευγῶν πλάκες, τὸ δὲ ἀρνητικὸν πρὸς τὸ μέρος Ψ, πρὸς δ' εἶναι ἐστραμμέναι αἱ ἐκ ψευδαργύρου.

251. ΣΤΗΛΗ ΤΟΥ ΒΟΛΛΑΣΤΩΝΟΣ. — Τὸ μὲν σχῆμα 202 παριστᾷ τὸ σύνολον στήλης τινὸς τοῦ Βολλαστῶνος, συγκειμένης ἐκ 16 ζευγῶν, διηρημένων εἰς δύο παραλλήλους σειράς, τὸ δὲ σχῆμα 203 ἐντομὴν δύο διαδοχικῶν ζευγῶν Φ καὶ Φ', καὶ τὸ σχῆμα 204 τὴν ἐντὸς ἐκάστης φιάλης διάταξιν τῶν ἀποτελούντων τὸ ζεύγος μετάλλων, τοῦ χαλκοῦ Χ καὶ τοῦ ψευδαργύρου Ψ.

Ἡ πλάξ τοῦ ψευδαργύρου Ψ (Σχ. 204) ἔχει συνήθως πάχος 4 περίπου χιλιοστῶν τοῦ μέτρου, ὕψος 20 ἐκατοστῶν καὶ πλάτος 15, καὶ



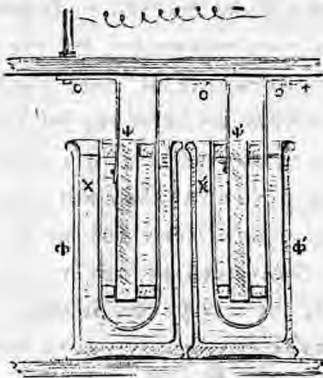
Σχ. 202

περιβάλλεται ἐκατέρωθεν ὑπὸ λεπτοῦ φύλλου χαλκοῦ ΧΧ τοῦ αὐτοῦ πλάτους· μεταξύ δὲ τῆς πλακῆς Ψ καὶ τοῦ περιβάλλοντος αὐτὴν φύλλου ΧΧ τίθενται τέσσαρα τεμάχια φελλοῦ ἢ ξύλου οὕτως, ὥστε πᾶσα μεταξύ αὐτῶν ἄμεσος ἐπαφὴ νὰ ᾖ ἀδύνατος (Σχ. 203). Ὁ χαλκὸς ἐκάστου ζεύγους Φ φέρει πρὸς τὰ δεξιὰ στενὴν ἐκ χαλκοῦ ταινίαν δ, ἥτις κάμπτεται δις κατ' ὀρθὰς γωνίας καὶ φθάνει οὕτω μέχρι τῆς πλακῆς Ψ' τοῦ ψευδαργύρου τοῦ ἀκολουθοῦ ζεύγους Φ', ἐπ' ἧς καὶ προσκολλᾶται (Σχ. 203). Οὕτω τὰ ζεύγη ἐνοῦνται πρὸς ἀλλήλα, καὶ ἐμβάπτιζόμενα ἐντὸς ὑαλίνων ἀγγείων Φ', Φ, κτλ., περιεχόντων ὀξυοῦχον ὕδωρ, ἀποτελοῦσι τὴν καλουμένην στήλην τοῦ Βολλαστῶνος (Σχ. 202).

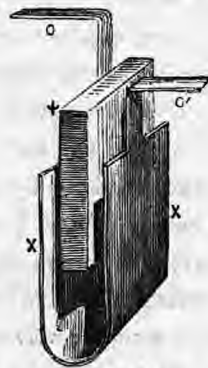
Ἐπειδὴ ἡ ὑπὸ τοῦ σχήματος 202 παριστωμένη στήλη διηρέθη κατὰ τὸ μέσον εἰς δύο παραλλήλους σειράς, αἱ πόλοι αὐτῆς — καὶ + κεῖνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ ὀργάνου, ἀλλ' εὐκόλως παρατηρεῖ τις, ὅτι ὁ μὲν — εὐρίσκεται ἐπὶ τοῦ ρευματογῶγος, τοῦ συγκοινωνοῦντος μετὰ τοῦ πρώτου ψευδαργύρου Ψ τῆς πρώτης σειράς, ὁ δὲ + ἐπὶ τοῦ ρευ-

ματαγωγού, τοῦ συγκοινωνούντος μὲ τὴν ταινίαν r τοῦ τελευταίου χαλκοῦ τῆς δευτέρας σειρᾶς.

Τὰ κυριώτερα πλεονεκτήματα τῆς στήλης τοῦ Βολλαστῶνος εἶναι τὰ ἑξῆς δύο· α') ἐκάστη πλάξ ψευδαργύρου Ψ περιβάλλεται ἐκατέρωθεν ὑπὸ τῆς χαλκίνης, ἥτις ἔνεκα τούτου προσλαμβάνει ταχύτερον καὶ εἰς μεγαλειτέραν ποσότητα τὸν ἐκ τῆς χημικῆς ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου ἐνερ-



Σχ. 203



Σχ. 204

γείας τοῦ ὀξυούχου ὕδατος ἀναπτυσσόμενον θετικὸν ἠλεκτρισμόν, τοῦθ' ὑπερ ἀυξάνει τὴν ποσότητα τῶν ἐν ἐκάστῳ ζεύγει παραγομένων ἠλεκτρισμῶν, καὶ β') τὰ ἀποτελοῦντα τὴν στήλην μέταλλα στηρίζονται ἐπὶ ξυλίνου περιθωρίου K , φέροντος δύο συμμετρικὰς λαβὰς, δι' ὧν δύναται ν' ἀνυψωθῇ τὸ ὅλον, εἰς τρόπον ὥστε ἡ ἐντὸς τῶν ὑαλίνων ἀγγείων ἐμβάπτισις αὐτῶν νὰ διακόπτηται κατ' ἀρέσκειαν ἀμέσως. Οὕτως ἡ στήλη δὲν ἐνεργεῖ, παρ' ὅταν ἔχωμεν ἀνάγκην αὐτῆς, καὶ ἐπομένως ἡ ἐκ τῆς χημικῆς ἐνεργείας παραγομένη φθορὰ τοῦ ψευδαργύρου δὲν εἶναι διαρκής.

252. ΜΕΣΑ ΕΛΑΤΤΩΣΕΩΣ ΤΩΝ ΑΤΕΛΕΙΩΝ ΤΩΝ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΤΗΛΩΝ. — Δύο εἶναι τὰ κυριώτερα προσόντα πάσης ἠλεκτρικῆς στήλης· 1^{ον} τὸ ὑπ' αὐτῆς παραγόμενον ἠλεκτρικὸν ρεῦμα νὰ ἔχῃ ὅσον ἔνεστι μεγαλειτέραν ἔντασιν, καὶ 2^{ον} ἡ ἔντασις αὕτη νὰ διατηρῆται ὅσον ἔνεστι περισσότερον χρόνον ἀμετάβλητος. Ἄλλ' ἐὰν κάμωμεν συνεχῇ χρῆσιν μιᾶς ὁποιασδήποτε τῶν περιγραφειῶν στηλῶν, θέλομεν παρατηρήσει εὐκόλως ἐκ τῆς διαφορᾶς τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ἐνεργείας τοῦ ὑπ' αὐτῆς παραγομένου ἠλεκτρικοῦ ρεύματος, ὅτι ἡ ἔντασις αὐτῆς οὔτε εἶναι ἡ αὐτὴ καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς χρήσεως, οὔτε εἶναι ἴση μὲ ἐκείνην, ἣν ἡδύνατο ἡ αὐτὴ στήλη νὰ παράσχω, καθισταμένης τῆς ἐντάσεως αὐτῆς ὅσον ἔνεστι σταθερᾶς. Οἱ δὲ λόγοι τῶν τοιούτων ἀτελειῶν εἶναι οἱ ἑξῆς·

4^{ον} "Ενεκα τῆς συνεχοῦς χρήσεως τῆς στήλης, ἡ ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου χημικὴ τοῦ ὀξυοῦχου ὕδατος ἐνέργεια βαίνει ἐλαττουμένη, διότι τὸ ἐν αὐτῷ ὑπάρχον θεϊκὸν ὀξὺ ἐνοῦται συνεχῶς μετὰ τοῦ ψευδαργύρου καὶ σχηματίζει θεϊκὸν ψευδάργυρον, ἐπομένως τὸ μένον ἐν τῷ ὕδατι ποσὸν αὐτοῦ βαίνει διαρκῶς ἐλαττούμενον, τοῦθ' ὅπερ προφανῶς ἐλαττόνει καὶ τὴν ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου χημικὴν αὐτοῦ ἐνέργειαν.

2^{ον} "Εὰν ἐπιστήσωμεν τὴν προσοχὴν ἡμῶν ἐπὶ τῶν ἐν ἐκάστω τῆς στήλης ζεύγει συμβαινόντων, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς χαλκίνης πλακὸς προσκολλῶνται μικραὶ τινες φυσαλλίδες ὑδρογόνου, αἵτινες πρὶν ἢ ἀποσπασθῶσι μένουσιν ἐπ' αὐτῆς ἐπὶ τινα χρόνον, καὶ ὅτι αἱ ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου προσκολλώμεναι δὲν ἀνέρχονται πρὶν ἢ ἀποκτήσωσιν ὄγκον ἀρκούντως μέγαν. Ἄλλ' ἂν καὶ εἶναι γνωστοὶ οἱ λόγοι, δι' οὓς ἡ παραγωγὴ τῶν φυσαλλίδων τούτων ἐπηρεάζεται τὴν ἔντασιν καὶ τὴν σταθερότητα τοῦ ἡλεκτρικοῦ τῆς στήλης ρεύματος, ἀποδεικνύεται ὅμως καὶ πειραματικῶς ὅτι πᾶν μέσον, δι' οὗ ἐμποδίζεται ὁ σχηματισμὸς τῶν τοιούτων φυσαλλίδων, αὐξάνει κατὰ πολὺ τὴν ἔντασιν τῆς στήλης, καὶ διατηρεῖ αὐτὴν σταθερωτέραν. Τὰ δὲ συνήθως ἐν χρήσει μέσα εἶναι ἡ ἐν ἐκάστω ζεύγει προσθήκη μικρᾶς ποσότητος νιτρικοῦ ὀξέος καὶ ἡ ἐφυδραργύρωσις τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ψευδαργύρου τῶν ζευγῶν.

253. **ΣΤΗΛΗ ΤΟΥ ΔΑΝΙΗΛ.** — Πρῶτος ὁ Ἄγγλος χημικὸς Δανιὴλ κατεσκεύασε τὸ 1836 ἡλεκτρικὴν στήλην, παρέχουσαν ἡλεκτρικὸν ρεύμα σταθερᾶς ἐντάσεως καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τῆς ἐνεργείας αὐτῆς, ἡ τοῦλάχιστον ἐπὶ πολλὰς κατὰ συνέχειαν ἐβδομάδας. Ἡ σταθερότης αὕτη τοῦ παραγομένου ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ὀφείλεται εἰς τὴν ἐν ἐκάστω ζεύγει χρῆσιν δύο κεχωρισμένων ἀπ' ἀλλήλων διὰ πορώδους τινὸς διαφράγματος ὑγρῶν, δι' ἧς ἐκλείπουσι, σχεδὸν καθ' ὅλοκληρίαν, οἱ ἐν τῇ ἄνωτέρῳ παραγράφῳ ἐκτεθεῖσαι αἰτίαι τῆς μεταβαλλομένης ἐντάσεως αὐτοῦ. Τούτου ἕνεκα ἡ στήλη αὕτη καθὼς καὶ ἐκείνη, ἧς θέλομεν περιγράψει μετ' αὐτὴν, ὠνομάσθησαν *στήλαι ἐκ δύο κεχωρισμένων ὑγρῶν*.

Τὸ μᾶλλον ἐν χρήσει πρὸς κατασκευὴν τῆς στήλης τοῦ Δανιὴλ ζεύγος ἀποτελεῖται ἐκ τινος ὑαλίνου ἢ ἐκ πορσελλάνης ἀγγείου Υ, περιέχοντος ὀξυοῦχον ὕδωρ (Σχ. 205), ἐντὸς τοῦ ὁποίου ἐμβαπτίζεται ἡ ἐξ ἐφυδραργυρωμένου ψευδαργύρου κυλινδρική πλάξ Ψ, ἐξ ἐτέρου δοχείου Δ, κατεσκευασμένου ἐκ πορώδους γῆς, ὅπερ ἐμβαπτίζεται ἐντὸς τῆς κυλινδρικῆς πλακὸς Ψ καὶ περιέχει κεκορεσμένην διάλυσιν θεϊκοῦ χαλκοῦ, ἐντὸς τῆς ὁποίας ἐμβαπτίζεται ἡ κυλινδρική τὸ σχῆμα χαλκίνη πλάξ Χ. Οὕτως ἐντὸς τοῦ πρώτου ὑγροῦ (τοῦ μετὰ θεϊκοῦ ὀξέος μεμιγμένου ὕδατος), ὑπάρχει ἕτερον (ἡ κεκορεσμένη διάλυσις τοῦ θεϊκοῦ

χαλκού), καὶ τὰ δύο ταῦτα ὑγρά χωρίζονται ἀπ' ἀλλήλων διὰ τῶν παρειῶν τοῦ δοχείου Δ, διὰ τῶν πόρων τοῦ ὁποίου ἡ ἀνάμιξις αὐτῶν δὲν δύναται νὰ γείνη εἰμὴ μετὰ μεγίστης δυσκολίας. Ἡ μὲν πλάξ Ψ φέρει καὶ ἐνταῦθα τὸν ἀρνητικὸν ρευματογωγόν, ἡ δὲ Χ τὸν θετικόν.

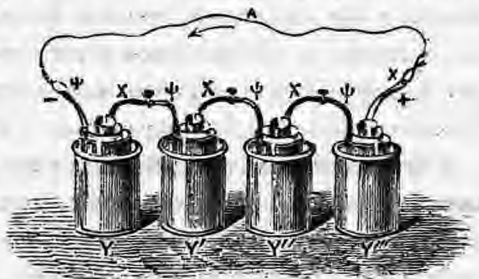
Ὅταν οἱ ρευματογωγοὶ τοῦ ἀνωτέρω ζεύγους δὲν συγκοινωνῶσι μετ' ἀλλήλων, οὐδεμία ἐπαισθητὴ χημικὴ ἐνέργεια παρατηρεῖται ἐν αὐτῷ· ἀλλ' ὅταν ἡ μεταξὺ αὐτῶν συγκοινωνία ἀποκατασταθῇ, τότε ὁ ψευδάργυρος προσβάλλεται ζωηρῶς, χωρὶς νὰ σχηματισθῇ οὐδεμία φουαλλίς οὔτε ἐπ' αὐτοῦ, οὔτε ἐφ' ὁποιοῦδήποτε ἄλλου μέρους τοῦ ζεύγους, καὶ παράγεται τι ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, οὔτινος ἡ ἔντασις ἕνεκα τούτου (252, 2^ο) καθίσταται μετ' ὀλίγον σταθερά. Ἴδου δὲ πῶς τοῦτο συμβαίνει.



Σχ. 205

Ὁ ὑπὸ τοῦ ὀξυούχου ὕδατος προσβαλλόμενος ψευδάργυρος ἀποσυνθέτει τὸ ὕδωρ εἰς ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, καὶ τὸ μὲν ὀξυγόνον φέρεται ἐπ' αὐτοῦ καὶ παράγει ὀξείδον τοῦ ψευδαργύρου, ὅπερ ἐνοῦται μετὰ τοῦ θεϊκοῦ ὀξέος καὶ σχηματίζει θεϊκὸν ψευδάργυρον, τὸ δὲ ὑδρογόνον ὠθεῖται ἐκ τῆς φορᾶς τοῦ σχηματισθέντος ἡλεκτρικοῦ ρεύματος (245)

πρὸς τὴν ἐντὸς τοῦ δοχείου χαλκίνην πλάκα Χ, ἀλλ' εὐρίσκον πρὶν ἢ φθάσῃ ἐπ' αὐτῆς τὴν διάλυσιν τοῦ ἐν τῷ δοχείῳ Δ θεϊκοῦ χαλκοῦ, λαμβάνει τὴν θέσιν τοῦ χαλκοῦ καὶ παράγει ἀφ' ἐνὸς μεταλλικὸν χαλκόν, ὅστις ἐπικαθίσταται ἐπὶ τῆς πλακὸς Χ, καὶ



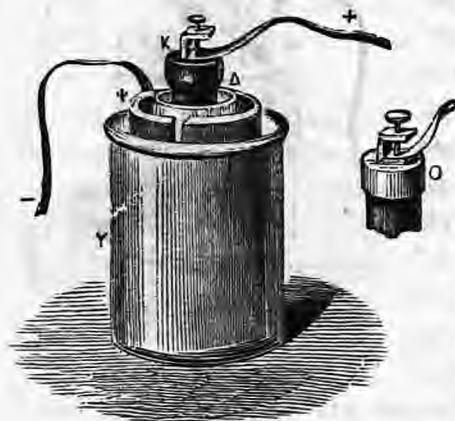
Σχ. 206

ἀφ' ἐτέρου θεϊκὸν ὀξὺ καὶ ὕδωρ. Διὰ τῆς ἐν τῷ ζεύγει λοιπὸν ὑπάρξεως τοῦ δευτέρου ὑγροῦ, τοῦ θεϊκοῦ χαλκοῦ, πᾶσα παραγωγὴ φουαλλίδων ἐπὶ τῆς πλακὸς Χ ἐκλείπει, καὶ μετ' αὐτῶν καὶ αἱ αἰτίαι τῆς ἐλαττώσεως τῆς ἐντάσεως τοῦ παραγομένου ἡλεκτρικοῦ ρεύματος.

Ἐὰν λοιπὸν λάβωμεν πολλὰ τοιαῦτα ζεύγη Υ, Υ', Υ'', Υ''' (Σχ. 206) καὶ ἐνώσωμεν τὴν ταινίαν Χ τοῦ χαλκοῦ τοῦ πρώτου μετὰ τῆς ταινίας τοῦ ψευδαργύρου Ψ τοῦ δευτέρου, καὶ τὴν ταινίαν τοῦ χαλκοῦ τοῦ

δευτέρου μετὰ τῆς ταινίας τοῦ ψευδαργύρου τοῦ τρίτου, καὶ οὕτω καθέξης, καὶ τελευταῖον τοὺς ρευματαγωγούς + καὶ — τῶν ἄκρων ζευγῶν Υ' καὶ Υ'', θέλομεν σχηματίσει τὴν καλουμένην στήλην τοῦ Δανιήλ, ἥς ἡ ἔντασις διατηρεῖται ἐπὶ πολὺν χρόνον σταθερά.

254. ΣΤΗΛΗ ΤΟΥ ΜΠΟΥΝΣΕΝ. — Τὰ ζεύγη (Σχ. 207) τῆς στήλης τοῦ



Σχ. 207

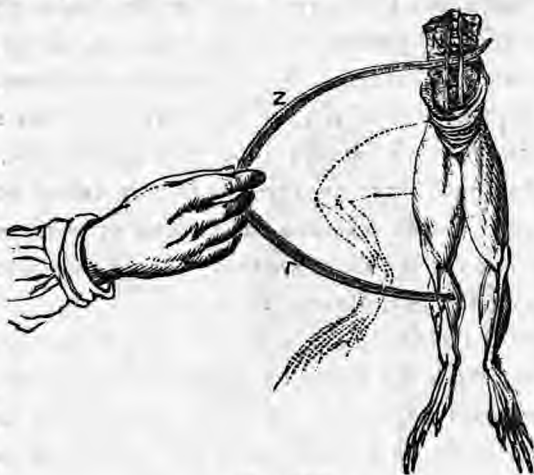
Μπουνσεν (Bunsen) δὲν διαφέρουσι τῶν περιγραφέντων ζευγῶν τῆς στήλης τοῦ Δανιήλ, εἰμὴ κατὰ τοῦτο, ὅτι ἀντὶ κεκορεσμένης διαλύσεως θειικοῦ χαλκοῦ ὑπάρχει νιτρικὸν ὀξὺ καὶ ἀντὶ τῆς ἐκ χαλκοῦ X πλακὸς ὑπάρχει ἐμβεβαπτισμένος ἐν τῷ νιτρικῷ ὀξεί κύλινδρος K, κατασκευασθεὶς ἐκ μίγματος λιθανθράκων καὶ λιπαρῶν γαιανθράκων, πεφρυγμένων ἐντὸς κυλινδρικοῦ ἐκ σιδηρᾶς πλακὸς

(λαμαρίνης) ἀγγείου. Ὁ κύλινδρος K φέρει ἐπὶ τοῦ ἄνω αὐτοῦ μέρους μεταλλικὴν θήκην O, ἐφ' ἧς στηρίζεται ὁ θετικὸς τοῦ ζεύγους ἢ τῆς στήλης ρευματαγωγός.

Τὸ ρεῦμα τῆς στήλης τοῦ Μπουνσεν δὲν εἶναι τόσῳ σταθερᾶς ἐντάσεως, ὥσθ τὸ τῆς στήλης τοῦ Δανιήλ, ἀλλ' εἶναι ἰσχυρότερον, καὶ πρὸς τούτοις αὕτη κατασκευάζεται καὶ διατηρεῖται εὐκόλως, στοιχίζει δὲ καὶ ὀλιγώτερον. Τούτων ἕνεκα γίνεται συνθηέστερον χρῆσις αὐτῆς εἰς τὴν βιομηχανίαν καὶ τὰ χημικὰ σπουδαστήρια, ὡς αἱ εἰς ἀνάγκην ἡλεκτρικοῦ βεύματος ἰσχυρᾶς μάλλον ἢ σταθερᾶς ἐντάσεως.

255. ΙΣΤΟΡΙΚΟΝ ΤΗΣ ΑΝΑΚΑΛΥΨΗΣ ΤΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ. — Ὁ δυναμικὸς ἡλεκτρισμὸς ἀνεκαλύφθη κατὰ τύχην τὸ 1786 ὑπὸ τοῦ Γαλβάνη (Galvani), καθηγητοῦ τότε τῆς ἀνατομίας ἐν Βολονίᾳ. Οὗτος, σπουδάζων ἀπὸ τοῦ 1780 τὰ ἐπὶ τοῦ νευρικοῦ συστήματος τῶν ζῶων ἀποτελέσματα τοῦ ἡλεκτρισμοῦ, ἠθέλησε κατὰ τὸ 1786 νὰ ἴδῃ, ἂν καὶ αἱ ἡλεκτρικαὶ τῶν θυελλωδῶν νεφῶν ἐκκενώσεις παράγωσιν ὅμοια ἀποτελέσματα. Πρὸς τοῦτο εἶχε φονεύσει βατράχους καὶ ἐξαρτήσῃ ἀπὸ τινος σιδηροῦ ἐξώστου τὰ ἐκδεδαρμένα κάτω αὐτῶν μέρη διὰ μεταλλικῶν ἀγκίστρων, διερχομένων διὰ τοῦ νωτιαίου αὐτῶν μυελοῦ, παρετήρησε δὲ μετ' ἐκπλήξεως ὅτι ταῦτα ἐκινούντο ἐνίοτε σπασμωδῶς, ἐνῶ οὐδὲν ἡλεκτροφόρον νέφος παρετηρεῖτο εἰς τὸν ὅριζοντα, καὶ ὅτι αἱ σπασμώδεις αὐτῶν κινήσεις συνέβαινον καθ' ἣν στιγμή-

μὴν ὁ ἄνεμος ἔφερεν αὐτὰ εἰς ἐπαφὴν μετὰ τοῦ ἐξώστου, ἐξ οὗ ᾗσαν ἐξηρητημένα. Ἐπανελάθειν ἀκολουθῶς κατ' ἰδίαν τὸ πείραμα πολλάκις καὶ παρετήρησεν, ὅτι αἱ σπασμώδεις τῶν βατράχων κινήσεις συμβαίνουσι μόνον, ὅταν τίθηται εἰς συγκοινωνίαν διὰ τινος μεταλλικοῦ τόξου τὰ περὶ τοὺς ψάκας νεύρα αὐτῶν Ν μετὰ τῶν μυῶν τῶν κνημῶν, καὶ πρὸς τοῦτοις ὅτι αὐταὶ εἶναι πολὺ ζωηρότεραι, ὅταν τὸ μεταλλικὸν τόξον ΓΖ ἀποτελεῖται ἐκ δύο ἑτερογενῶν σωμάτων (Σχ. 208). Ὑπέθεσε δὲ πρὸς ἐξήγησιν τοῦ φαινομένου τούτου, ὅτι ὑπάρχει ἐν-



Σχ. 208

τὸς τῶν νεύρων τοῦ ζώου εἶδος τι ἡλεκτρικοῦ ρεύστος, τὸ ὁποῖον, μεταδιδόμενον διὰ τοῦ μεταλλικοῦ τόξου ἀπὸ τῶν νεύρων εἰς τοὺς μῦς, προὔξενει τὴν συστολὴν αὐτῶν· παρωμοιάζεν ἐν ἄλλαις λέξεσι τὸ σῶμα τῶν βατράχων πρὸς λουγδουνικὴν λάγνην, ἧς οἱ ὀπλισμοὶ ἀπτελοῦντο ὑπὸ τῶν νεύρων καὶ τῶν μυῶν τοῦ ζώου, καὶ πεπληρωμένην ὑπὸ τινος ρεύστος, ὁμοίου πρὸς τὸν ἡλεκτρισμόν, ὅπερ αὐτὸς μὲν ὠνόμασε *ζωτικὸν ρεύστος*, οἱ δὲ μετ' αὐτὸν πρὸς τιμὴν αὐτοῦ *γαλβαρικόν*. Τούτου ἕνεκεν ὀνομάζουσι πολλάκις καὶ τὸ μέρος τοῦτο τῆς Φυσικῆς, τὸ περὶ τοῦ δυναμικοῦ ἡλεκτρισμοῦ πραγματευόμενον, *Γαλβαρισμόν*.

Ἡ ἀνωτέρω τοῦ Γαλβάνη θεωρία ἐγένετο κατ' ἀρχὰς παρὰ πάντων δεκτὴ, μέχρις οὗ μετ' ὀλίγον ὁ Βόλτας, καθηγητὴς τότε ἐν Παρίσι, ἐπιστήσας κυρίως τὴν προσοχὴν αὐτοῦ εἰς τὸ ὅτι τὸ φαινόμενον ἀπῆτει πρὸς τελείαν παραγωγὴν αὐτοῦ τὴν ἔνωσιν δύο ἑτερογενῶν μετάλλων, ἐπολέμησε ζωηρῶς αὐτήν, παραδεχθεὶς ὅτι ἐκ τῆς ἐπαφῆς τῶν δύο ἑτερογενῶν μετάλλων γεννᾶται δυνάμις τις, ἣν ἐκάλεσεν *ἡλεκτρεγερτικὴν*, διὰ τῆς ἐνεργείας τῆς ὁποίας ἀποσυντίθεται ὁ οὐδέτερος τῶν σωμάτων ἡλεκτρισμός, καὶ ὁ μὲν τούτων ὠθεῖται πρὸς τὸ ἐν τῶν μετάλλων καὶ ὁ ἕτερος πρὸς τὸ ἕτερον, καὶ ὅτι τὸ σῶμα τοῦ βατράχου εἶναι εἶδος τι ἀπλοῦ ἡλεκτροσκοπίου, ἐν ᾧ συνενοῦνται τὰ ἐκ τῆς ἡλεκτρεγερτικῆς δυνάμεως παραχθέντα δύο ἡλεκτρικὰ ρεύστα καὶ παράγουσι τὰς συστολὰς τῶν λίαν εὐερεθίστων μελῶν αὐτοῦ. Πρὸς ἐπιβεβαιώσιν δὲ τῆς θεωρίας αὐτοῦ ταύτης ἐπενόησε διάφορα πειράματα,

μεταξύ τῶν ὁποίων τὴν πρώτην βεβαίως τάξιν κατέχει ἡ ἠλεκτρικὴ αὐτοῦ στήλη. Αὕτη, ὡς εἵπομεν ἐν τῇ § 249, ἀποτελεῖται ἐκ δίσκων χαλκοῦ καὶ ψευδαργύρου, διαχωριζομένων ἀπ' ἀλλήλων διὰ δίσκου βεβρεγμένου υἰάσματος καὶ διατεθειμένων καθέτως καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν ἐπὶ μεμονωμένης τινὸς βάσεως, εἰς τρόπον ὥστε κατὰ τὸν Βόλταρ αἱ ἠλεκτρικαὶ δυνάμεις, αἱ παραγόμεναι ἐκ τῆς ἐπαφῆς τῶν ἐτερογενῶν μετάλλων, νὰ ἐνεργῶσι κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, τουτέστι νὰ ἀπωθῶσι τὰ ὁμοειδῆ ἠλεκτρικὰ ρευστὰ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τῆς στήλης, τοῦθ' ὅπερ παράγει τὴν ἐν τοῖς ἄκροις τῆς στήλης ἐπισώρευσιν αὐτῶν. Ἵνα δὲ μάλιστα καταστήσῃ στενοτέραν τὴν ἐπαφήν, καὶ αὐξήσῃ οὕτω τὴν ἐκ ταύτης ἠλεκτρογενετικὴν τῶν μετάλλων δύναμιν, συνεκόλλα ἀνὰ δύο τοὺς δίσκους αὐτῶν.

Ὁ Γαλβάνης καὶ οἱ ὁπαδοὶ αὐτοῦ ἀντέτεινον τότε ζωηρῶς, καὶ προσεπάθουν διὰ διαφόρων πειραμάτων ν' ἀποδείξωσιν, ὅτι τὸ αὐτὸ φαινόμενον παράγεται καὶ διὰ τῆς ἐνεργείας ἑνὸς καὶ μόνου μετάλλου. Προέκυψε δὲ ἐντεῦθεν μακρὰ ἐπιστημονικὴ συζήτησις, διαρκέσασα ἐπὶ πολλὰ ἔτη, μέχρις οὗ ἐπὶ τέλους ὑπερίσχυσεν ἡ θεωρία τοῦ Βόλτα, ἃν καὶ ἀντέβαινε καὶ αὕτη προφανῶς εἰς τὴν φυσικὴν ἀρχήν, ὅτι οὐδεμία δύναμις παράγεται ἄνευ τῆς ἐνεργείας ἄλλων τινῶν δυνάμεων, μετασχηματιζομένων, οὕτως εἰπεῖν, εἰς τὴν παραχθεῖσαν, καὶ βεβαίως μία ἀπλὴ ἐπαφὴ δὲν δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἐνεργοῦσα δύναμις. Τοῦτου ἕνεκα μετὰ παρέλευσιν οὐκ ὀλίγου χρόνου ἤρχισε νὰ προσβάλληται καὶ αὕτη πανταχόθεν. Διάφοροι δὲ ἀνακαλύψεις καὶ πειράματα δὲν ἠδύναντο οὐδόλως νὰ ἐξηγηθῶσι δι' αὐτῆς, καὶ διὰ τοῦτο πολλοὶ Φυσικοί, μεταξὺ τῶν ὁποίων διακρίνονται οἱ Oersted, Becquerel, Ritchie, Pouillet, Despretz, Faraday, de la Rive κτλ., ἐνησχολήθησαν εἰς τὸ νὰ ἀναπτύξωσι τὴν χημικὴν θεωρίαν τῆς στήλης, ἥτις φαίνεται ἡ μόνη ὀρθή, εἶναι τὴν σήμερον κοινῶς παραδεδεγμένην, καὶ περὶ τῆς ὁποίας ἐκάμομεν συγτομώτατα λόγον προηγουμένως.



ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΣΤΗΛΗΣ, ΓΑΛΒΑΝΟΠΛΑΣΤΙΚΗ

256. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ. — Τὰ ἐπὶ τῶν σωμάτων ἐκ τῆς ἐνεργείας τοῦ δυναμικοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἢ τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος παραγόμενα ἀποτελέσματα διαιροῦνται, ὡς καὶ τὰ διὰ τῶν ἐν αὐτοῖς

ἤλεκτρικῶν ἐκκενώσεων παραγόμενα, εἰς φυσιολογικά, θερμαντικά, φωτεινά, μηχανικά καὶ χημικά. Τὰ τοῦ δυναμικοῦ ἤλεκτρισμοῦ διαφέρουσι τῶν τοῦ στατικοῦ κατὰ τοῦτο, ὅτι τὰ τοῦ δευτέρου παράγονται διὰ τῆς ἐν τοῖς σώμασιν ἀκαριαίας ἐνώσεως τῶν δύο ἀντιθέτων ἤλεκτρισμῶν, ὧν ἡ ἔντασις εἶναι συνήθως λίαν ἰσχυρά, ἐνῶ τὰ τοῦ δυναμικοῦ παράγονται διὰ τῆς ἐν τοῖς σώμασι βραδείας καὶ συρρηχούδης ἐνώσεως τῶν δύο ἀντιθέτων τῆς στήλης ἤλεκτρισμῶν, ὧν ἡ ἔντασις εἶναι σχεδὸν πάντοτε λίαν ἀσθενής. Ἄλλ' ἕνεκα τῆς συνεχοῦς ἐνεργείας τῆς δευτέρας ταύτης δυνάμεως, τὰ ἀποτελέσματα αὐτῆς εἶναι μεγαλειότερα καὶ μᾶλλον ἀξιοπαρατήρητα τῶν διὰ τῶν ἤλεκτρικῶν μηχανῶν παραγομένων.

Ἀπὸ τῆς ἐποχῆς τῆς ἀνακαλύψεως τοῦ δυναμικοῦ ἤλεκτρισμοῦ μέχρι τῶν καθ' ἡμᾶς χρόνων πλείστοι Φυσικοὶ ἐνησχολήθησαν καὶ ἐνασχολοῦνται εἰσέτι εἰς τὴν σπουδὴν τῶν φυσιολογικῶν τοῦ δυναμικοῦ ἤλεκτρισμοῦ ἀποτελεσμάτων, τουτέστι τῶν διὰ τοῦ ἤλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τῶν ἐμψύχων ἢ ἐπὶ τῶν πρὸ μικροῦ φονευθέντων ζώων παραγομένων. Τὰ ἐκ τῶν πολλῶν καὶ διαφόρων πρὸς τοῦτο γενομένων πειραμάτων πορισθέντα ἐξαγόμενα εἶναι πολλὰ καὶ διάφορα, ἀλλ' ἡμεῖς θέλομεν κάμει ἐνταῦθα λόγον περὶ τινων ἐκ τούτων καὶ μάλιστα περὶ μόνον τῶν καθαρῶς φυσικῶν.

Ὅταν λαμβάνωμεν διὰ τῶν χειρῶν ἡμῶν τὰ ἤλεκτρόδια στήλης τινός, αἰσθανόμεθα, καθ' ἣν στιγμὴν κλείεται δι' ἡμῶν τὸ ρεῦμα τῆς στήλης, τινὰ γμὸν τινα, καὶ ἕτερον τοιοῦτον, καθ' ἣν στιγμὴν παύει ἡ δι' ἡμῶν συγκαίνωσις τῶν δύο ἤλεκτρικῶν πῆς στήλης ρευστῶν, καθ' ὅλην δὲ τὴν μετὰ τῶν δύο τούτων τιναγμῶν ἐν ἡμῖν διάρκειαν τοῦ ἤλεκτρικοῦ ρεύματος ἐλαφρὰν φρικίαν εἰς τοὺς μῦς μετὰ τινος ἰδιαιτέρου καὶ ὑποκόφου ἐρεθισμοῦ. Ὁ ἐν ἡμῖν παραγόμενος τιναγμὸς εἶναι λίαν ὀχληρὸς καὶ μάλιστα ἐπικίνδυνος. ὅταν ἡ ἔντασις τοῦ ἤλεκτρικοῦ τῆς στήλης ρεύματος ᾖναι μεγάλη. Ὁ Γαλιουσάκ, θελήσας νὰ δοκιμάσῃ τὸν τιναγμὸν τῆς ἐξ 600 ζευγῶν σκαφοειδοῦς στήλης τοῦ Πολυτεχνικοῦ τῆς Γαλλίας Σχολείου, ὑπέστη τοσοῦτον κλονισμόν, ὥστε ἐπὶ 24 περίπου ὥρας ἠσθάνετο τὰ ὀχληρὰ ἀποτελέσματα αὐτοῦ· ὁ δὲ τῆς ἐκ 2000 ζευγῶν σκαφοειδοῦς τοῦ Δαβὺ στήλης τιναγμὸς δύναται νὰ ἐπιφέρῃ, καὶ ἐπέφερεν, ἐν ἀκαρεῖ καὶ αὐτὸν τὸν θάνατον εἰς ἵππους καὶ βόας.

Λίαν ἀξιοπερίεργα εἶναι πρὸ πάντων τὰ ἀποτελέσματα τοῦ ἤλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τῶν πρὸ ὀλίγων στιγμῶν φονευθέντων ζώων καὶ ἀνθρώπων. Τὸ πρῶτον πρὸς τοῦτο γενόμενον πείραμα εἶναι τὸ ἐπὶ τοῦ βατράχου, ὃπερ ἔδωκεν ἀφορμὴν εἰς τὴν ἀνακάλυψιν τοῦ δυναμικοῦ

ἤλεκτρισμοῦ, μετὰ δὲ τὴν ἐπινόησιν τῆς ἤλεκτρικῆς στήλης ἐγένετο ὑπὸ διαφόρων Φυσικῶν μεγάλη πρὸς τοῦτο χρήσις τοῦ ὀργάνου τούτου. Ὁ Ἀλβίνης (Albini), ἀνεψιὸς τοῦ Γαλβάνη, εἰσαγαγὼν καταλλήλως εἰς τὴν κεφαλὴν πρὸ μικροῦ φονευθέντος βοῦς τὸ ἤλεκτρικὸν στήλην τινὸς ρεύμα, εἶδε πάραυτα τοὺς ὀφθαλμοὺς τοῦ βοῦς νὰ συστρέφονται ἐν ταῖς τροχαῖς αὐτῶν, τὰ ὦτα καὶ τὴν γλῶσσαν νὰ κινῶνται, τοὺς δὲ ῥώθωνας νὰ ἐξογκῶνται, ὥς ἂν εὐρίσκηται τὸ ζῶον ἐν παραφορῶ-τάτῃ ὀργῇ. Ὁ Οὐμβόλδος εἶδεν ἰχθὺν ἄνευ κεφαλῆς διὰ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργείας τοῦ ἤλεκτρικοῦ ρεύματος νὰ πηδᾷ καὶ νὰ κινῇ βιαίως τὴν οὐρὰν αὐτοῦ, ὃ δὲ Ζανόττης (Zanotti) διὰ τοῦ αὐτοῦ τρόπου ἤκουσεν ἐκ φονευθέντος τέττιγος τὸ σύνθηδες αὐτοῦ ᾄσμα. Ὁ Andrew Uré, μεταχειρισθεὶς ἐπὶ ἀνθρωπίνου πτώματος τὸ ρεύμα στήλης ἐκ 270 συγκειμένης ζευγῶν, παρήγαγε διὰ τῆς εἰς τὰ διάφορα μέλη τοῦ πτώματος καταλλήλου εἰσαγωγῆς αὐτοῦ τοιαύτας κινήσεις, ὥστε οἱ πλεῖστοι τῶν παρόντων κατελήφθησαν ὑπὸ φρίκης, τινὲς δὲ καὶ ἐλειποθύμησαν. Ἡ κίνησις τῆς προηγουμένως καμφθείστης κνήμης τοῦ πτώματος ἦτο τόσῃ βιαία, ὥστε ὀλίγου δεῖν νὰ ἀνατρέψῃ τὸν ζητήσαντα νὰ ἐμποδίσῃ τὴν ἐπέκτασιν αὐτῆς· τὸ στήθος ἀνυψώθη καὶ κατέπεσε μετὰ θορύβου, καὶ ὅλα τὰ συμπτώματα τῆς ἀναπνοῆς ἀναπαρήχθησαν· οἱ μῦς τοῦ προσώπου συνεστάλησαν μὲ τρόπον φρικώδη, καὶ ὅλα τὰ πάθη τῆς λύσεως, τῆς φρίκης, τῆς ἀπελπησίας, τῆς ἀγωνίας ἤνωσαν ἐπὶ τοῦ προσώπου τοῦ ἀπαγχονισθέντος κακούργου τὰς ἀποτροπαίους αὐτῶν ἐκφράσεις.

257. ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ. — Τὰ θερμαντικὰ ἀποτελέσματα τῶν ἤλεκτρικῶν ρευμάτων εἶναι τὰ αὐτὰ μὲ τὰ διὰ τῆς ἐκκένωσης τῶν ἤλεκτρικῶν συστοιχιῶν παραγόμενα. Τὸ 1804 κατὰ πρῶτην φορὰν παρετηρήθη, ὅτι τὰ μεταλλικὰ σύρματα, δι' ὧν ὁ Τενάρ καὶ Ἀχέτ (Thénardt et Hachette) ἤνωσαν τὰ ἤλεκτρόδια τῶν ρευματογωγῶν στήλης τινός, ἐθερμάνθησαν, ἐπυρακτώθησαν, ἐτήχθησαν ἢ ἐξητμίσθησαν, καθόσον ἡ διάμετρος καὶ τὸ μήκος αὐτῶν ἦσαν ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μικρότερα. Διὰ τῆς ἐνεργείας ἰσχυρῶν ἤλεκτρικῶν στηλῶν ἢ πλάτινα, ὁ χρυσός, ὁ ἄργυρος, ὁ σιδήρος καὶ ἅπαντα τὰ μέταλλα τήκονται καὶ ἐξατμίζονται. Ἡ πλάτινα τήκεται διαιρουμένη εἰς μικρὰς σταγόνας λευκοτάτου χρώματος· ὁ χρυσὸς καίεται μετὰ κίτρινῆς λάμψεως· τὸ χρῶμα τοῦ φωτὸς τοῦ καιομένου σιδήρου εἶναι κόκκινον· τὸ τοῦ χαλκοῦ πράσινον· τὸ τοῦ ἀργύρου λευκὸν ἐν τῷ μέσῳ καὶ πράσινον εἰς τὰ ἄκρα· τὸ τοῦ ψευδαργύρου κυανοῦν.

Ἐξ ὅλων τῶν σωμάτων μόνος ὁ ἄνθραξ ἀντέσχεν ἐπὶ πολὺν χρόνον εἰς τὴν τῆξιν. Μολατωῦτα ὁ Δεπρέ διὰ στήλης 600 ζευγῶν τοῦ Μπουν-

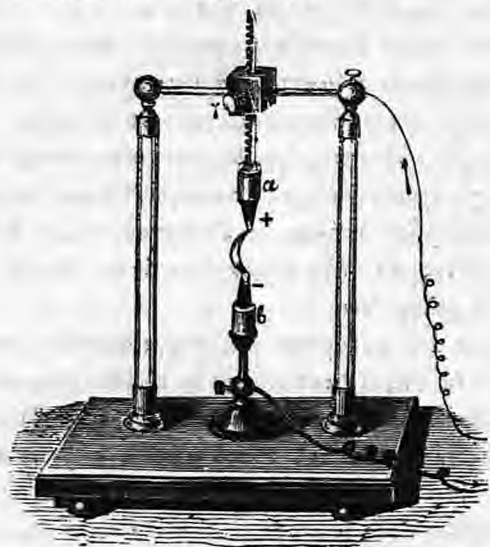
σεν συγκειμένης κατώρθωσε νά καταστήσῃ τεμάχια καθαροῦ ἄνθρακος τόσῳ μαλακά, ὥστε ἐκάμπτοντο λίαν εὐκόλως καὶ ἐπιτιθέμενα ἡνοῦντο ὡς δύο τεμάχια πεπυρακτωμένου σιδήρου. Διὰ τῶν αὐτῶν πειραμάτων ὁ ἀδάμας μετεβλήθη εἰς γραφίτην, ἐτήχθησαν δὲ εἰς ὀλίγας στιγμὰς περὶ τὰ 250 γράμματα πλατίνης.

Ἐνῶ τὰ φυσιολογικὰ ἀποτελέσματα ἐξαρτῶνται μᾶλλον ἐκ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, τὰ θερμαντικὰ ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς ποσότητος τοῦ ὑπὸ τῆς στήλης παραγομένου ἡλεκτρισμοῦ. Στήλη ἐξ 400 μικρῶν ζευγῶν οὐδὲν παράγει θερμαντικὸν ἀποτέλεσμα, ἐνῶ ὀλίγα μεγάλα ζεύγη ἀρκοῦσιν εἰς τὴν παραγωγὴν τοιούτων. Ὁ Χίλδρεν (Children) ἡδυνήθη διὰ στήλης ἐξ 24 μεγάλων ζευγῶν τοῦ Βολλαστῶνος συγκειμένης νά τήξῃ σύρμα πλατίνης μήκους 7 ἑκατοστῶν καὶ διαμέτρου 5 χιλιοστῶν.

Τὰ θερμαντικὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐνεργείας τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος παράγονται ἐκ τῆς ἀντιστάσεως, ἣν εὐρίσκουσιν εἰς τὴν διάβασιν αὐτῶν τὰ ἀντίθετα ἡλεκτρικὰ τῆς στήλης ρευστά. Τούτου ἕνεκα ὅσῳ τὰ τῆς αὐτῆς διαμέτρου καὶ τοῦ αὐτοῦ μήκους σώματα εἶναι δυσηλεκτραγωγότερα, τόσῳ θερμαίνονται περισσότερον, καὶ ὅσῳ ἡ διάμετρος καὶ τὸ μήκος αὐτῶν εἶναι μικρότερα, τόσῳ εὐκολώτερον ἡ θέρμανσις αὐτῶν διὰ τῆς αὐτῆς στήλης φθάνει μέχρι τήξεως καὶ ἐξατμίσεως.

258. ΦΩΤΕΙΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ, ΒΟΛΤΑΙΚΟΝ ΤΟΣΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΦΩΣ. — Ἐξ ὅλων τῶν φωτεινῶν τοῦ δυναμικοῦ ἡλεκτρισμοῦ φαινομένων τὸ καλούμενον *βολταϊκὸν εὖρος* εἶναι τὸ ἐκπληκτικώτερον καὶ τὸ σπουδαιότερον, καθόσον ἀφορᾷ τὰ δι' αὐτοῦ παραγόμενα ἀποτελέσματα. Πρὸς παραγωγὴν αὐτοῦ πλησιάζομεν κατ' ἀρχὰς μέχρις ἐπαφῆς τὰ ἡλεκτρόδια στήλης τινός, καὶ ἀπομακρύνομεν ἔπειτα αὐτὰ ὀλίγον κατ' ὀλίγον μέχρι μικροῦ τινος ὁρίου. Ἀμα ὡς ἀρχίσωμεν τὴν ἀπομάκρυνσιν, παράγονται μεταξὺ αὐτῶν ἡλεκτρικοὶ σπινθῆρες τόσῳ ἀλλεπάλληλοι, ὥστε σχηματίζουσι συνεχὲς φῶς, ἔχον καμπύλον σχῆμα καὶ τοῦ ὁποίου ἡ λάμψις εἶναι πρὸ πάντων ἐκθαμβωτικὴ, ὅταν τὰ ἡλεκτρόδια τῆς στήλης ἀποτελῶνται ἐκ πεφρυγμένων ἀνθράκων. Τὸ σχῆμα 209 παριστᾷ τὸ σύνολον τοῦ πειράματος. Οἱ ἄνθρακες ἔχουσι σχῆμα κωνικὸν καὶ τίθενται ἐντὸς δύο μεταλλικῶν θηκῶν α καὶ β, αἵτινες συγκαινωνοῦσιν ἡ μὲν μὲ τὸν θετικόν, ἡ δὲ μὲ τὸν ἀρνητικόν τῆς στήλης ρευματογωγόν. Ἡ θήκη α φέρει ὀδοντωτὴν ῥάβδον, δι' ἧς ὁ τοῦ θετικοῦ πόλου ἄνθραξ πλησιάζεται καὶ ἀπομακρύνεται κατ' ἀρέσκειαν ἀπὸ τοῦ ἄνθρακος τοῦ ἀρνητικοῦ πόλου, ὅστις μένει ἀκίνητος. Ὅταν οἱ ἄνθρακες εὐρίσκωνται εἰς ἐπαφὴν καὶ τὸ ρεῦμα τῆς στήλης ᾗναι ἀρκούντως ἰσχυρόν, καθίστανται ἀμέσως πυρώδεις, ὅταν δὲ μετὰ ταῦτα, στρέ-

φόντες καταλλήλως τὸν τροχίσκον γ, ἀπομακρύνωμεν αὐτοὺς μέχρις ὁρίου τινός, παράγεται ὡς προείπομεν μεταξὺ αὐτῶν φωτεινὸν τόξον, οὗτινος ἡ λάμψις ἔχει τόσην ἔντασιν, ὥστε οἱ ὀφθαλμοὶ ἡμῶν δὲν δύ-
νκνται ν' ἀτενίσωσιν αὐτὴν ἀνενοχλήτως.



Σχ. 209

Τὸ ἀνωτέρω πείραμα ἐγένετο κατὰ πρώτην φοράν ὑπὸ τοῦ περιφή-
μου Ἀγγλοῦ Χημικοῦ Δαδύ, ὅστις μετεχειρίσθη πρὸς τοῦτο τὸ ρεῦμα
τῆς ἐκ 2000 ζευγῶν σκαφοειδοῦς αὐτοῦ στήλης καὶ τεμάχια ξυλίνων
ἀνθράκων, οἵτινες, ἵνα κατασταθῶσιν εὐηλεκτραγωγότεροι, ἐσθῆθησαν
πεπυρακτωμένοι ἐντὸς λεκάνης πλήρους ὑδραργύρου. Τὴν σήμερον με-
ταχειρίζονται τεμάχια ἄνθρακος ὁμοίου τῷ τῆς στήλης τοῦ Μπουνσεν
(254), διότι ταῦτα ἀντέχουσι περισσότερον χρόνον εἰς τὴν καυσιν.
Ἀντὶ ἀνθράκων δυνάμεθα νὰ μεταχειρισθῶμεν ὡς ηλεκτρόδια πάντα
τὰ μέταλλα καὶ ἐν γένει πᾶν στερεὸν σῶμα, ἀλλὰ τὸ μέγεθος τοῦ βολ-
ταϊκοῦ τόξου καὶ ἡ ἔντασις τοῦ φωτὸς αὐτοῦ δὲν εἶναι δι' ὅλα ἡ αὐτή.
Ὁ Γρὸβ κατασκεύασε τὸν ἐξῆς πίνακα, ἐν ᾧ κατέταξε τὰ μέταλλα
κατὰ τὸ μέγεθος τοῦ ὑπ' αὐτῶν παραγομένου βολταϊκοῦ τόξου καὶ τὴν
ἐντασιν τοῦ φωτὸς αὐτοῦ.

Ποτάσιον, σόδιον, ψευδάργυρος, ὑδράργυρος, σίδηρος, κασσίτερος,
μόλυβδος, ἀντιμόνιον, βισμούθιον, χαλκός, ἄργυρος, χρυσός, πλάτινα.

Τὸ μέγεθος τοῦ βολταϊκοῦ τόξου ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἐντάσεως καὶ ἐκ
τῆς ποσότητος τοῦ ηλεκτρισμοῦ τοῦ ρεύματος, ἐκ τῶν οὐσιῶν μεταξὺ
τῶν ὁποίων παράγεται, καὶ εἶναι πάντοτε μεγαλείτερον, ὅταν παρὰ-
γῇται ἐν τῷ κενῷ ἢ ἐν τῷ ἀραιωμένῳ ἀέρι. Διὰ τῆς στήλης τοῦ Δαδύ

ἐν τῷ κενῷ τὸ μέγεθος τοῦ τόξου ἔφθασε μέχρις 11 ἑκατοστῶν ἐν τῷ ἀέρι φθάσει δι' ἰσχυρῶν ἡλεκτρικῶν στηλῶν μέχρις 7, καὶ εἶναι μεγαλύτερον, ὅταν ᾖναι κάθετον παρ' ὅταν ᾖναι ὀριζάντιον.

Πρῶτος ὁ Σιλλιμάν (Silliman), 10 περίπου ἔτη μετὰ τὸ πείραμα τοῦ Δαβύ, παρατήρησεν ὅτι ἐν τῷ βολταϊκῷ τόξῳ συνέβαινεν ἐκ τοῦ θετικοῦ πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον μεταφορὰ πεφυρακτωμένων μαρίων ἄνθρακος, καὶ ἀπέδωκεν εἰς τοῦτο τὴν παραγωγὴν αὐτοῦ. Ἐθεώρησεν ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ὅτι τὰ πεφυρακτωμένα ταῦτα μόρια, πληροῦντα τὸν μεταξὺ τῶν ἄκρων τοῦ τόξου χῶρον, ἐχρησίμευον ὡς δίοδος εἰς τὴν διάδασιν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, τούτου δ' ἕνεκα πρέπει πρῶτον νὰ τεθῶσι τὰ ἡλεκτρόδια εἰς ἐπαφὴν καὶ ἔπειτα, ὅταν δηλ. ἡ μεταφορὰ αὐτῶν ἀρχίσῃ, ν' ἀπομακρυνθῶσι μέχρι τινὸς ἀπ' ἀλλήλων, ἵνα τὸ βολταϊκὸν τόξον παραχθῇ. Ὅτι δὲ γίνεται πραγματικῶς τοιαύτη τις μεταφορὰ ἀποδεικνύεται καὶ ἐκ τοῦ ὅτι, ὁ μὲν τοῦ θετικοῦ πόλου ἄνθραξ κοιλοῦται, ἐνῶ ὁ τοῦ ἀρνητικοῦ κυρτοῦται σχεδὸν ὅσον κοιλοῦται ὁ πρῶτος. Διὰ τὸν αὐτὸν λόγον καὶ τὸ μέγεθος τοῦ τόξου ἐξαρθαται ἐκ τῆς ρύσεως τῶν ἀποτελούντων τὰ ἡλεκτρόδια σωμάτων, καθ' ὅσα δηλ. ταῦτα εἶναι εὐηλεκτραγωγότερα καὶ τὰ μόρια αὐτῶν ἀποχωρίζονται εὐκολώτερον διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, κατὰ τοσοῦτω εὐκολώτερον μεταβιβάζεται μετ' αὐτῶν ἀπὸ τοῦ ἑνὸς εἰς τὸν ἕτερον πόλον τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, καὶ κατὰ τοσοῦτω ἐπομένως τὸ τόξον εἶναι μεγαλειότερον.

Μεταφορὰ μαρίων γίνεται καὶ ἐκ τοῦ ἀρνητικοῦ πρὸς τὸν θετικὸν πόλον, ἀλλὰ πάντοτε εἰς μικροτέραν ποσότητα τῆς ἐκ τοῦ θετικοῦ πρὸς τὸν ἀρνητικόν, καὶ οὗτος εἶναι εἰς τῶν λόγων, δι' οὓς ἔθεώρησαν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ὡς ὀδεῦον ἐκ τοῦ θετικοῦ πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον, ἐνῶ ὡς γνωστὸν οἱ δύο ἡλεκτρισμοὶ ὀδεύουσιν ἐν τῇ στήλῃ καὶ ἐκτὸς αὐτῆς κατ' ἀντιθέτους διευθύνσεις.

Τὸ φῶς τοῦ βολταϊκοῦ τόξου ὠνομάσθη *ἡλεκτρικὸν φῶς*. Ἡ ἔντασις αὐτοῦ εἶναι μεγίστη. Ὁ Μπουνσεν εὗρεν ὅτι τὸ διὰ 48 ζευγῶν τῆς στήλης αὐτοῦ παραγόμενον ἡλεκτρικὸν φῶς ἰσοδυναμεῖ πρὸς τὸ διὰ 572 φώτων κηροῦ, οἱ δὲ Φιζώ (Fizeau) καὶ Φουκώ, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ διὰ δύο στηλῶν τοῦ Μπουνσεν, ἐκ 46 ζευγῶν ἑκατέρας συγκειμένης, παραγομένου εἶναι περίπου τὸ τρίτον τῆς ἐντάσεως, ἣν ἔχει τὸ ἥλιακόν φῶς περὶ τὰς 2 ὥρας μετὰ μεσημβρίαν καὶ κατὰ τὸν Αὐγουστον μῆνα. Ἐνεκα δὲ τῆς μεγάλης αὐτοῦ ταύτης ἐντάσεως κατεβλήθησαν καὶ καταβάλλονται πολλαὶ προσπάθειαι πρὸς τὸν δι' αὐτοῦ φωτισμὸν τῶν πόλεων.

Ἐκτὸς τῆς μεγάλης αὐτοῦ φωτεινῆς δυνάμεως τὸ βολταϊκὸν τόξον παρέχει καὶ τὴν μεγαλειτέραν ἐκ τῶν γνωστῶν θερμοκρασίαν. Ἐντὸς αὐτοῦ πάντα τὰ σώματα, μὴδ' αὐτῶν τῶν μᾶλλον δυσηλεκτραγωγῶν

ἐξαριουμένων, τήκονται καὶ ἐξατμίζονται. Διὰ τούτου ὁ Δεπρέ ἔτηξεν εἰς ὀλίγας στιγμὰς 250 γράμμα πλάτινης, καὶ ἐν ἀκαρεῖ 80 γράμμα παλλαδίου· δι' αὐτοῦ ὑπὸ τοῦ ἰδίου Φυσικοῦ ὁ ἄνθραξ καὶ ὁ ἀδάμας κατεστάθησαν εὐλύγιστοι, ἐτήχθησαν καὶ ἐξητμίσθησαν εἰς μικρὰς ποσότητας, ἥδυνήθη δὲ διὰ βραδείας ἐξατμίσεως τοῦ ἄνθρακος, νὰ ἀνα-παραγάγῃ λεπτοτάτην κόκκιν ἀδάμαντος.

259. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ. — Αἱ ἐσωτερικαὶ ἀλλοιώσεις, αἷς ὑφίστανται μέταλλά τινα διὰ τῆς δι' αὐτῶν διαβάσεως τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, καὶ αἱ κινήσεις, αἷς τοῦτο παράγει ἐπὶ τῶν ὑγρῶν ἢ ἐπὶ τῶν ἐν ὑγρᾷ καταστάσει εὐρισκομένων σωμάτων, καλοῦνται *μηχανικά* τοῦ δυναμικοῦ ἡλεκτρισμοῦ *ἀποτελέσματα*. Παρετηρήθη ὅτι οἱ ἐκ χαλκοῦ ρευματαγωγοὶ τῆς στήλης καθίστανται μετὰ τινα χρόνον λίαν εὐθραστοὶ κατὰ τὰ ἄκρα αὐτῶν. Εἶδομεν δὲ προηγουμένως, ὅτι τὸ βολταϊκὸν τόξον σχηματίζεται ἐκ τῆς μεταφορᾶς τῶν μορίων τοῦ ἄνθρακος ἐκ τοῦ θετικοῦ πρὸς τὸ ἀρνητικὸν ἡλεκτρόδιον.

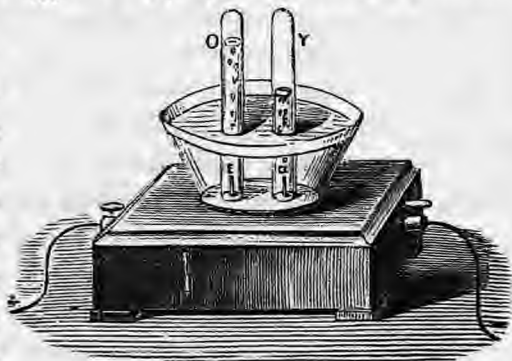
Πρῶτος ὁ Πορρέ (Porret) παρετήρησε τὴν διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος μεταφορὰν τῶν ὑγρῶν. Πρὸς τοῦτο διήρесе διὰ μεμβράνης εἰς δύο τὴν χωρητικότητα ὑαλίνου ἀγγείου, καὶ τὴν μὲν ἐπλήρωσεν ὕδατος, ἐν δὲ τῇ ἑτέρᾳ ἔρριψε μικρὰν αὐτοῦ ποσότητα· ἐμβαπτίσας ἀκολουθῶς ἐντὸς τῆς πρώτης τὸ θετικὸν ἡλεκτρόδιον σκαφοειδοῦς ἐξ 80 ζευγῶν στήλης καὶ ἐντὸς τῆς δευτέρας τὸ ἀρνητικόν, εἶδε τὴν ἐλευθέραν τοῦ ὕδατος ἐπιφάνειαν νὰ κατέρχεται ἐν τῇ πρώτῃ καὶ νὰ ἀνέρχεται ἐν τῇ δευτέρᾳ, εἰς τρόπον ὥστε μετὰ τινα χρόνον ἡ ἐλευθέρα ἐπιφάνεια τῆς δευτέρας κατέστη ὑψηλοτέρα τῆς ἐν τῇ πρώτῃ. Τὸ αὐτὸ πείραμα καὶ ἐπὶ ἄλλων ὑγρῶν γενόμενον παρήγαγε τὰ αὐτὰ ἀποτελέσματα καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν.

260. ΧΗΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ. — Ἡ πρώτη διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος χημικὴ ἀνάλυσις ἐγένετο τὸ 1800 ὑπὸ τῶν Ἀγγλῶν Φυσικῶν Καρλίστ (Carlisle) καὶ Νίκολσων, οἵτινες ὠδήγηθήσαν εἰς τοῦτο ἐκ τῆς ὑδρογονικῆς ὁσμῆς, ἣν ἡσθάνοντο πάντοτε εὐρισκόμενοι πλησίον βολταϊκῆς ἐν ἐνεργείᾳ στήλης. Θελήσαντες τότε νὰ δοκιμάσωσιν ἀπ' ἐυθείας τὴν ἐπὶ τοῦ ὕδατος ἐνέργειαν τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος, ἔθεσαν ἐντὸς αὐτοῦ τὰ ἐξ ὀρειχάλκου ἡλεκτρόδια στήλης τινός, καὶ παρετήρησαν ὅτι, ἅμα ὡς ἡ μεταξὺ τῶν ἡλεκτροδίων ἀπόστασις ἐγένετο ἀρκούντως μικρά, ἐκ μὲν τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου ἀπεσπῶντο φουαλλίδες ὑδρογόνου, τὸ δὲ θετικὸν ὠζειδοῦτο λίαν ταχέως. Ἀντικατέστησαν ἀκολουθῶς τὰ ἐξ ὀρειχάλκου ἡλεκτρόδια διὰ τοιούτων ἐκ πλάτινης, ἥτις δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου, καὶ εἶδον τὸ ἀέριον τοῦτο νὰ ἐξέρχεται ἐν εἶδει φουαλλίδων ἐκ τοῦ θετικοῦ ἡλεκτροδίου, τοῦ ὑδρογόνου παραγομένου πάντοτε ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ. Συνεπέρανον λοιπὸν ἐντεῦθεν,

ὅτι διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος τὸ ὕδωρ ἀνελύετο εἰς τὰ ἐξ ὧν συντίθεται ἀπλᾶ σώματα, ὑδρογόνον καὶ ὀξυγόνον.

Τὴν σήμερον ἡ διὰ τῆς στήλης ἀνάλυσις τοῦ ὕδατος ἐκτελεῖται ὑπὸ τῶν Φυσικῶν καὶ Χημικῶν ὡς ἐξῆς:

Ἐκ τοῦ πυθμένου ὑαλίνου ἀγγείου κωνικοῦ σχήματος, καὶ ἐπὶ ξυλίνης βάσεως ἐστηριγμένου, ἀνέρχονται εἰς μικρὰν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν δύο ἐκ πλατίνης σύρματα α καὶ ϵ , συγκοινωνοῦντα ἐσωτερικῶς μετὰ τῶν ἐπὶ τῶν πλευρῶν τῆς βάσεως ὑπαρχόντων μεταλλικῶν σωλήνων, ἐν οἷς ἐντίθενται καὶ κρατοῦνται διὰ πιέστρων τὰ ἡλεκτρόδια τῶν ρευματαγωγῶν $+$ καὶ $-$ τῆς στήλης (Σχ. 240).



Σχ. 240

Ἀφοῦ πληρωθῇ τὸ ἀγγεῖον ὕδατος, περιέχοντος μικρὰν ποσότητα θειικοῦ ὀξέος, ἀνατρέπομεν ἐπὶ τῶν συρμάτων α καὶ ϵ δύο κυλινδρικοῦ ἀγγεῖα O καὶ Y , πεπληρωμένα ἐκ τοῦ αὐτοῦ ὕδατος (94), καὶ κλείομεν τὸ ρεῦμα τῆς στήλης. Πάραυτα τὸ ὕδωρ ἀποσυντίθεται εἰς ὀξυγόνον καὶ ὑδρογόνον, καὶ τὸ μὲν ὀξυγόνον ἀνέρχεται ἐν τῷ ἀγγεῖῳ O τοῦ θετικοῦ ἡλεκτροδίου ϵ , τὸ δὲ ὑδρογόνον ἐν τῷ ἀγγεῖῳ Y τοῦ ἀρνητικοῦ α . Ἐὰν εἰς τινὰ ὁποιανδήποτε στιγμὴν ἀνοίξωμεν τὸ ρεῦμα τῆς στήλης, πᾶσα τοῦ ὕδατος ἀποσύνθεσις παύει ἐν ἀκαρεῖ, ἐὰν δὲ μετρήσωμεν τοὺς ἐν τοῖς ἀγγείοις O καὶ Y ὄγκους τῶν ἀερίων, ὅταν ταῦτα ὑφίστανται τὴν αὐτὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν, παρατηροῦμεν, ὅτι ὁ ὑπὸ τοῦ ὑδρογόνου κατεχόμενος ὄγκος εἶναι σχεδὸν διπλάσιος τοῦ ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου κατεχομένου. Δὲν εἶναι δὲ ἀκριβῶς διπλάσιος, διότι διαρκούσης τῆς ἀποσύνθεσεως μικρὰ ποσότης τοῦ ἐν τῷ ἀγγεῖῳ O ὀξυγόνου διαλύεται ἐν τῷ ὑπ' αὐτὸ ὕδατι σχηματίζουσα ὀξυγονοῦχον ὕδωρ.

Αἱ ποσότητες τῶν διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ρεύματος παραγομένων ἀερίων ἐξαρτῶνται ἐκ τοῦ χρόνου τῆς διαρκείας τοῦ ρεύματος, ἐκ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν ζευγῶν τῆς στήλης, ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ αὐτῶν, κτλ. Ἀπεδείχθη δὲ διὰ πειραμάτων ὅτι, ὅταν εἰσάγωνται ἐν τῷ αὐτῷ ὀργάνῳ τὰ ρεύματα δύο διαφόρων στηλῶν, αἱ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ παραγόμεναι ποσότητες τῶν ἀερίων εἶναι ἀνάλογοι τῶν ἐντάσεων τῶν στηλῶν. Τοῦτου ἕνεκα ὁ Φάραδε ὠνόμασε τὸ ὄργανον τοῦτο *βολτάμετρον* (volta-mètre) καὶ ἔλαβεν ὡς μονάδα ἐντάσεως τὴν τοῦ ρεύματος, ὅπερ πα-

ράγει εἰς 4 πρῶτον λεπτόν 4 γράμμοι υδρογόνου. Ἡ ἔντασις λοιπὸν ὁποιοῦδήποτε ρεύματος θέλει παρίστασθαι διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν γραμμῶν τοῦ ἐν ἐνὶ πρώτῳ λεπτῷ παραγομένου ὑπ' αὐτοῦ υδρογόνου.

261. ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΙΣ ΤΩΝ ΔΥΑΔΙΚΩΝ ΕΝ ΓΕΝΕΙ ΣΥΝΘΕΣΕΩΝ. — Πάντα τὰ ἐκ δύο ἀπλῶν σωμάτων συντιθέμενα σώματα, ὡς π. χ. τὸ ὕδωρ, καλοῦνται ἐν τῇ χημείᾳ δυαδικαὶ συνθέσεις. Ὅταν ἐπὶ τινος δυαδικῆς συνθέσεως ἐνεργήσῃ ρεῦμα ἀρκούντως ἰσχυρόν, αὕτη ἀποσυντίθεται εἰς τὰ ἐξ ὧν σύγκειται δύο στοιχεῖα, ὧν τὸ μὲν φέρεται ἐπὶ τοῦ θετικοῦ, τὸ δὲ ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου. Παρατηρήθη δὲ ὅτι, α') ὅταν ἡ δυαδικὴ σύνθεσις ἀποτελεῖται ἐξ ὀξυγόνου καὶ ὁποιοῦδήποτε ἄλλου στοιχείου, μεταλλοειδοῦς ἢ μετάλλου, τὸ μὲν ὀξυγόνον φέρεται πάντοτε ἐπὶ τοῦ θετικοῦ ἡλεκτροδίου, τὸ δὲ μεταλλοειδὲς ἢ μέταλλον ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ β') ὅταν ἡ δυαδικὴ σύνθεσις ἀποτελεῖται ἐκ τινος μεταλλοειδοῦς καὶ υδρογόνου ἢ μετάλλου, τὸ μὲν μεταλλοειδὲς φέρεται ἐπὶ τοῦ θετικοῦ, τὸ δὲ ὕδρογόνον ἢ μέταλλον ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου, καὶ γ') ὅταν ἡ δυαδικὴ σύνθεσις περιέχῃ δύο μεταλλοειδῆ ἐκτὸς τοῦ ὀξυγόνου, δὲν δυνάμεθα ν' ἀποφανθῶμεν ἐκ τῶν προτέρων, ποῖον τούτων φέρεται ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ καὶ ποῖον ἐπὶ τοῦ θετικοῦ ἡλεκτροδίου, ἀλλὰ πρέπει νὰ ἐκτελέσωμεν τὸ πρὸς τοῦτο πείραμα.

262. ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΙΣ ΤΩΝ ΟΞΥΓΟΝΟΥΧΩΝ ΑΛΑΤΩΝ. — Ὅταν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐνεργῇ ἐπὶ τινος ὀξυγονούχου ἁλατος, διαλυμένου κατὰ κόρον ἐντὸς τοῦ ὕδατος, τὸ ὀξυγονοῦχον ἅλας ἀποσυντίθεται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον κατὰ τὸν ἐξῆς τρόπον.

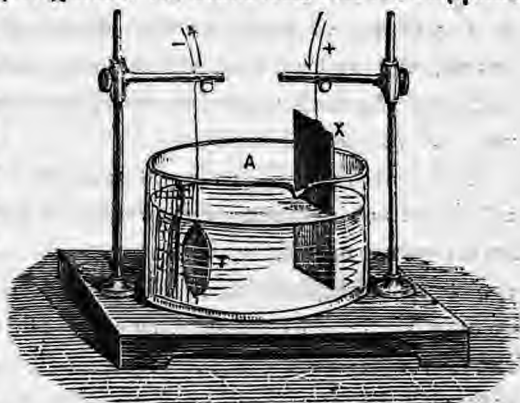
Τὸ μὲν ἀποτελοῦν τὴν βάσιν τοῦ ἁλατος μέγαλλον φέρεται ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου, τὸ δὲ ὀξυγόνον τῆς αὐτῆς βάσεως καὶ ἅπαν τὸ ὀξὺ ἀφίεται ἐλεύθερον ἐπὶ τοῦ θετικοῦ ἡλεκτροδίου.

Ἐάν π. χ. ἐπὶ κεκορεσμένης διαλύσεως θειικοῦ χαλκοῦ ἐνεργήσῃ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὁ μὲν χαλκὸς ἐπικαθίηται ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου, καὶ ἐάν τὸ θετικὸν ἡλεκτρόδιον ᾖ ἐκ πλατίνης, ἥτις δὲν προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ ὀξέος, τὸ μὲν ὀξυγόνον ἐξέρχεται ἐν εἴδει φουαλλίδων, τὸ δὲ ὀξὺ συσσωρεύεται περὶ τὴν πλάτιναν, ὡς τοῦτο ἀποδεικνύεται εὐκόλως διὰ τοῦ δοκιμαστικοῦ καλουμένου χάρτου.

263. ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ. — Πολλὰκις τὰ ὑπὸ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος κατ' ἀρχὰς ἀποχωριζόμενα ἐπὶ τῶν ἡλεκτροδίων σώματα ἐνεργοῦσι χημικῶς ἐπὶ τῶν παρακειμένων, καὶ παράγουσιν οὕτω νέας συνθέσεις καὶ ἀποσυνθέσεις, αἵτινες ὠνομάσθησαν δευτερεύοντα τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἀποτελέσματα, ὡς παραγόμενα ἐκ τῆς παραγωγῆς τῶν πρώτων.

Ἐνίοτε τὰ δευτερεύοντα ταῦτα ἀποτελέσματα εἶναι τὰ μόνον φαινόμε-

μενα, γίνεται δὲ ἐπιτυχὴς χρῆσις αὐτῶν ἐν τῇ γαλβανοπλαστικῇ, ὡς θέλομεν ἰδεῖ παρακατιόντες. Ἐὰν π. χ. τὸ θετικὸν ἠλεκτροδίου X ᾖναι ἐκ χαλκοῦ καὶ ἐν τῷ δοχείῳ A ὑπάρχῃ κεκορεσμένη διάλυσις θειικοῦ χαλκοῦ (Σχ. 211), τότε ὁ μὲν χαλκὸς τῆς διαλύσεως διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος θέλει φέρεσθαι πρὸς τὸν ἀρνητικὸν πόλον T, τὸ δὲ ὀξύγονον καὶ τὸ θετικὸν ὀξύ ἐπὶ τοῦ θετικοῦ X. Ἀλλὰ τότε ἡ ἐκ χαλκοῦ πλάξ X προσβάλλεται ὑπὸ τοῦ ὀξυγόνου καὶ τοῦ θειικοῦ ὀξέος, καὶ ἀντὶ νὰ ἐξέλθῃ ἐλεύθερον ὡς πρότερον (262) τὸ ὀξύγονον, σχηματίζεται ἐκ νέου θειικὸς χαλκὸς



Σχ. 211

περιέχων, κατὰ τὸν ὑπὸ τοῦ Φάραδε ἀνακαλυφθέντα καὶ ἀποδειχθέντα νόμον, τόσῃν ποσότητι χαλκοῦ, ὅση εἶναι ἡ ἐπὶ τοῦ ἠλεκτροδίου T διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ρεύματος ἐπικαθίστασα. Ἡ διάλυσις λοιπὸν ἔνεκα τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἀποτελέσματος θέλει μείνῃ πάλιν κεκορεσμένη, ὡς εἰ ἀπ' εὐθείας ὁ χαλκὸς τῆς πλάξ X ἐφίετο ἐπὶ τοῦ ἠλεκτροδίου T, καὶ ἂν δὲν προσεγγρίζομεν (262) τὴν κυρίαν ἐπὶ τοῦ θειικοῦ χαλκοῦ ἐνέργειαν τοῦ ρεύματος, ἡθέλομεν παρατηρήσει μόνον τὴν ἐν τῇ κεκορεσμένη διχλύσει διάλυσιν τοῦ χαλκοῦ τῆς πλάξ X, τουτέστι μόνον τὸ δευτερεῦον ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας αὐτοῦ.

264. ΓΑΛΒΑΝΟΠΛΑΣΤΙΚΗ. — Ὀνομάζουσι γαλβανοπλαστικὴν τὴν τέχνην, δι' ἧς κατασκευάζουσιν ἀκριβῆ μεταλλικὰ ἐκμάγματα δεδομένων ἀντικειμένων καὶ ἐπικαλύπτουσι τὰς ἐπιφανείας ὁποίωνδήποτε σωμάτων μὲ λεπτὸν στρώμα χαλκοῦ, ἀργύρου, χρυσοῦ ἢ ἄλλου τινὸς μετάλλου διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ἠλεκτρικοῦ στήλης τινὸς ἢ ζεύγους ρεύματος. Αὕτη ἐφευρέθη συγχρόνως κατὰ τὸ 1838 ὑπὸ τοῦ Brasseur ἐν Ἀγγλίᾳ καὶ ὑπὸ τοῦ Jacobi ἐν Ῥωσίᾳ, ἀλλ' ὁ τελευταῖος φαίνεται ὁ πρῶτος αὐτῆς ἐφευρετής.

Ἄς ὑποθέσωμεν π. χ. ὅτι θέλομεν νὰ ἀναπαραγάγωμεν διὰ τῆς γαλβανοπλαστικῆς τὴν μίαν τῶν ὤψεων δεδομένου νομισματοσήμου. Πρὸς τοῦτα ἐπιτρέβομεν κατ' ἀρχὰς διὰ ψήκτρας τὴν περὶ ἧς πρόκειται ὥψιν τοῦ νομισματοσήμου μὲ λεπτοτάτην κόνιν γραφίτου, καὶ πιέζομεν ἀκρολούθως ἐπ' αὐτῆς τεμάχιον ἀπλοῦ κηροῦ, ἢ προτιμότερον γουταπέρκας, μαλακυνθείσης προηγουμένως ἐντὸς ζέοντος ὕδατος. Ἀποσπῶμεν ἔπειτα

αὐτήν, ἀφοῦ ψυχθῇ, ἀπὸ τοῦ νομισματοσήμου, καὶ ἔχομεν οὕτω πιστότατον, ἀλλ' ἀντίστροφον¹, ἐκμαγεῖον τῆς ἐφ' ἧς ἐπίεσθη ὀψευς αὐτοῦ. Εὐκόλως τῶρα ἐννοεῖ πᾶς τις ὅτι, ἐὰν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἀντιστρόφου τούτου ἐκμαγεῖον ἐπιτεθῇ ἀκριβῶς στρῶμα μετάλλου τινός, π. χ. χαλκοῦ, τὸ στρῶμα τοῦτο, ἀποσπασθὲν ἀπ' αὐτοῦ θέλει παριστᾶ πιστῶς τὴν κυρίαν ὄψιν τοῦ νομισματοσήμου. Μᾶς μένει λοιπὸν νὰ δείξωμεν πῶς ἐπιθέτομεν διὰ τοῦ ἡλεκτρικοῦ ρεύματος ἐπὶ τοῦ ἐκμαγεῖου τὸ ἐκ χαλκοῦ στρῶμα.

Ἐμβαπτίζομεν πρὸς τοῦτο τὸ ἐκμαγεῖον T, ἀνηρτημένον εἰς τὸ ἄκρον τοῦ ἀρνητικοῦ ρευματογωγοῦ στήλης ἢ ζεύγους τοῦ Μπουνσεν, ἐντὸς κεκορεσμένης διαλύσεως θεϊκοῦ χαλκοῦ, καὶ κλείομεν τὸ ρεῦμα τῆς στήλης ἐμβαπτίζοντες ἐν τῇ αὐτῇ διαλύσει τὸ ἐκ χαλκοῦ θετικὸν ἡλεκτροδίδιον X (Σχ. 211). Καθ' ὃ ἐν τῇ § 263 εἵπομεν, ὁ θεϊκὸς χαλκὸς ἀποσυντίθεται τότε διὰ τοῦ ρεύματος εἰς χαλκόν, ὅστις φέρεται ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ ἡλεκτροδίου T, καὶ εἰς ὀξυγόνον καὶ θεϊκὸν ὀξύ, ἅτινα φέρονται ἐπὶ τοῦ ἡλεκτροδίου X. Ὁ οὕτως ἐπὶ τοῦ ἐκμαγεῖου T ἐπικαθήμενος χαλκὸς σχηματίζει μετὰ παρέλευσιν δύο περιπυ ἡμερῶν στρῶμα ἀρκούντως παχύ, τὸ ὁποῖον ἀναπαριστᾶ ἀποσπώμενον ἀπ' αὐτοῦ τὴν κυρίαν ὄψιν τοῦ νομισματοσήμου. Ἐπειδὴ δ' ἡ γουταπέρκα δὲν εἶναι εὐηλεκτραγωγὸν σῶμα, καθιστῶμεν αὐτὴν εὐηλεκτραγωγικὴν ἐπιτρίβοντες τὴν ἐξωτερικὴν αὐτῆς ἐπιφάνειαν, πρὶν ἢ ἐμβαπτίσωμεν αὐτὴν ἐν τῷ ἀγγεῖῳ A, διὰ μαλακοῦ ψήκτρου μὲ λεπτὴν κόκκιν γραφίτου.

Ἡδυνάμεθα νὰ κατασκευάσωμεν διὰ τοῦ αὐτοῦ τρόπου πρῶτον τὸ ἀντίστροφον ἐκμαγεῖον, θέτοντες εἰς τὴν θέσιν τοῦ T αὐτὸ τὸ νομισματοσημον, καὶ ἐξ αὐτοῦ νὰ πορισθῶμεν, ὡς προεξεθέσαμεν, τὴν εἰκόνα τοῦ πρωτοτύπου. Ἀλλ' οὕτως ἠθέλομεν δαπανῆσαι ἄνευ τινὸς ἀνάγκης διπλάσιον χρόνον, καὶ ἔπρεπεν, ἵνα μὴ ὁ ἐπὶ τοῦ χαλκοῦ ἐπικαθησόμενος νέος χαλκὸς ἀποτελέσῃ ἐν ὅλῳ ἀδιάσπαστον, πρὶν ἢ ἐμβαπτίσωμεν ἐν τῇ διαλύσει τὸ πρωτότυπον καὶ τὸ ἀντίστροφον ἐκμαγεῖον αὐτοῦ, νὰ ἐπιθέσωμεν αὐτὰ ἐπὶ τινὰ δευτερόλεπτα ἐπὶ ῥητινώδους τινὸς φλογός.

Ἴνα ἐπιτύχῃ ἡ ἀναπαραγωγὴ τοῦ πρωτοτύπου, πρέπει τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα νὰ μὴ ᾖ πολὺ ἰσχυρόν. Ὅταν τὸ ρεῦμα ᾖ ἰσχυρόν, τὸ μεταλλικὸν στρῶμα εἶναι εὐθραυστον, καὶ ὅταν ᾖ ἔτι ἰσχυρότερον, τὸ στρῶμα εἶναι κοκκωτὸν καὶ εὐτριπτον. Ἐν πάσῃ περιπτώσει διὰ τῆς ἐν τῇ διαλύσει προσθήκης μικρᾶς ποσότητος καθαροῦ θεϊκοῦ ὀξέος ἐπιταχύνεται ἀφ' ἐνὸς ὁ σχηματισμὸς τοῦ στρώματος, καὶ ἀφ' ἑτέρου σχηματίζεται τοῦτο εὐλυγιστότερον καὶ λεπτοφυέστερον.

¹ Τὸ ἐκμαγεῖον λέγεται ἀντίστροφον, διότι αἱ προεχοῦν αὐτοῦ ἀντιστοιχοῦσιν εἰς τὰ κοίλα μέρη τοῦ νομισματοσήμου, καὶ ἀντιστρόφως· τὰ κοίλα μέρη τοῦ πρώτου εἰς τὰ προεχόντα τοῦ δευτέρου.

Διὰ τοῦ αὐτοῦ τρόπου δυνάμεθα ν' ἀναπαραγάγωμεν ἐκ χαλκοῦ οὐ μόνον νομισματοσῆμα, ἀλλὰ ὅποιαδήποτε ἄλλα ἀντικείμενα, οἷον χαλκογραφίας, ξυλογραφίας κτλ. Οἱ τυπογράφοι κάμνουσι συνεχῶς χρῆσιν τῆς γαλβανοπλαστικῆς διὰ διαφόρους αὐτῶν ἀνάγκας. Ὅταν π. χ. τὰ ξυλογραφήματα συγγράμματος τινος πρόκηται νὰ τυπωθῶσιν εἰς μέγαν ἀριθμὸν ἀντιτύπων, ἐπειδὴ αἱ γραμμαὶ αὐτῶν ἐκ τῆς συνεχοῦς πίεσεως φθείρονται καὶ διαστρέφονται ταχέως, ἀντὶ νὰ μεταχειρισθῶσιν αὐτὰ τὰ ξυλογραφήματα, κατασκευάζουσιν ἐξ αὐτῶν γαλβανοπλαστικῶς ἓν ἢ πλεόναστα αὐτῶν ἐκμάγματα, καὶ ταῦτα θέτουσιν ὑπὸ τὰ πιεστήρια, ἀντικαθιστῶντες ἐκάστοτε τὰ φθειρόμενα δι' ἄλλων ἐντελῶς ὁμοίων.

Τῆς γαλβανοπλαστικῆς κάμνουσι χρῆσιν καὶ ὅταν θέλωσι νὰ ἐπικαλύψωσι μὲ λεπτὸν καὶ προσφυὲς στρώμα χαλκοῦ ἢ χρυσοῦ ἢ ἀργύρου διάφορα ἀντικείμενα, οἷον μικρὰ ἐκ γύψου ἀγάλματα, ἄνθη, ἔντομα κτλ. Ὅταν ἐπιτίθεται στρώμα χαλκοῦ, ἢ πρᾶξις καλεῖται ἐπιχάλκωσις, ὅταν χρυσοῦ ἐπιχρῶσις, καὶ ὅταν ἀργύρου ἐπαργύρωσις.

Διὰ τὴν ἐπιχάλκωσιν μεταχειρίζονται πάντοτε κεκορεσμένην διάλυσιν θειικοῦ χαλκοῦ καὶ διαλυτὸν ἐκ χαλκοῦ ἤλεκτροδίων, καθιστῶντες, εἰάν αὕτη δὲν ἦναι, τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἀντικειμένου εὐηλεκτραγωγικὴν διὰ κόνεως γραφίτου. Ἐάν τὰ ἀντικείμενα ἦναι μεγάλων διαστάσεων, ὡς π. χ. τὰ ἀγάλματα καὶ λοιπὰ μέρη τῶν ὥραίων καὶ μεγάλων δεξαμενῶν τῆς ἐν Παρίσιος πλατείας τῆς Ὁμονοίας, πρέπει, ἵνα τὸ ἐπικαθησόμενον στρώμα ἔχῃ τὸ αὐτὸ ἀπανταχοῦ πάχος, ὁ θετικὸς τῆς στήλης πόλος νὰ φέρῃ ἀνθ' ἐνὸς διαλυτοῦ ἤλεκτροδίου πλεόναστα, διατεθειμένα κυκλοτερῶς περὶ τὸ πρὸς ἐπιχάλκωσιν ἀντικείμενον. Τὸ πάχος τοῦ στρώματος ἐξαρτᾶται πάντοτε ἐκ τῆς διαρκείας τῆς ἐνεργείας τοῦ ρεύματος.

Διὰ τὴν ἐπιχρῶσιν μεταχειρίζονται ὡς θετικὸν πόλον διαλυτὸν ἐκ χρυσοῦ ἤλεκτροδίων καὶ ἀντὶ διαλύσεως θειικοῦ χαλκοῦ, διάλυσιν περιέχουσαν 150 μέρη ὕδατος, 10 κυανούχου ποτασίου καὶ 4 χλωρούχου χρυσοῦ. Ἀλλ' εἶναι ἀνάγκη, ἵνα ἡ ἐπιχρῶσις ἐπιτύχῃ, νὰ ὑποβληθῇ προηγουμένως τὸ ἀντικείμενον εἰς τινὰς προπαρασκευάς, περὶ ὧν νομίζομεν περιττὸν νὰ κάμωμεν λόγον ἐνταῦθα.

Διὰ δὲ τὴν ἐπαργύρωσιν μεταχειρίζονται ὡς θετικὸν πόλον διαλυτὸν ἐξ ἀργύρου ἤλεκτροδίων καὶ διάλυσιν περιέχουσαν 150 μέρη ὕδατος, 10 κυανούχου ποτασίου καὶ 4 κυανούχου ἀργύρου.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΒΔΟΜΟΝ

ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΓΕΝΙΚΑΙ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

265. ΦΥΣΙΚΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΚΟΙ ΜΑΓΝΗΤΑΙ. — Εὐρίσκονται πολλάκις ἐντὸς τῶν διαφόρων τοῦ σιδήρου μεταλλείων τεμάχια τινα, καλούμενα *μαγνήται λίθοι* ἢ ἀπλῶς *μαγνήται*, ἅτινα ἔχουσι τὴν ιδιότητα τοῦ νὰ ἔλκωσι τὸν σίδηρον καὶ τινα ἄλλα μέταλλα, ὡς τὸ κοβάλτιον, τὸ χρώμιον, τὸ νικέλιον, τὸ μαγκανήσιον. Τὴν ιδιότητα αὐτῶν ταύτην ἐξήγουν κατ' ἀρχὰς ὑποθέτοντες ὅτι ὑπάρχει ἐν αὐτοῖς ἰδιαίτερόν τι ῥευστόν, ὅπερ καὶ ἐκάλεσαν *μαγνητικόν*, διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ὁποίου παράγονται αἱ ἐπὶ τῶν ἐφ' ὧν ἐνήργει σωμάτων παρατηρούμεναι κινήσεις. Ἐπειδὴ δὲ τοῦτο δὲν ἐνήργει ἐπαισθητῶς ἐφ' ὅλων τῶν σωμάτων, ὠνόμασαν *μαγνητικὰ* μόνον τὰ ὑπὸ τῶν μαγνητῶν ἑλκόμενα σώματα, καὶ *Μαγνητισμὸν* τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, τὸ περὶ τῶν ιδιοτήτων τοῦ μαγνητικοῦ τούτου ῥευστοῦ πραγματευόμενον.

Οἱ ἐν τοῖς μεταλλείοις εὐρισκόμενοι μαγνήται ὀνομάζονται *φυσικοὶ* μαγνήται πρὸς διάκρισιν τῶν *τεχνητῶν* μαγνητῶν, τουτέστι τῶν τεχνικῶς κατασκευαζομένων. Οἱ τεχνητοὶ μαγνήται κατασκευάζονται ἐκ ῥάβδων βεβαμμένου χάλυθος, εἰς ἃς μεταδίδονται διὰ τῆς μετὰ μαγνητῶν προστρίψεως καὶ δι' ἄλλων τινῶν μέσων, περὶ ὧν θέλομεν ἁμεῖς λόγον ἐν τοῖς ἐπομένοις, ἅπασαι αἱ ιδιότητες τῶν φυσικῶν μαγνητῶν καὶ εἰς μεγαλεῖτερον μάλιστα βαθμόν.

Πρὶν ἢ μεταβῶμεν εἰς τὴν καθ' ἕκαστον σπουδὴν τῶν ιδιοτήτων τοῦ μαγνήτου, νομίζομεν ἀναγκαῖον νὰ προσθέσωμεν ἐνταῦθα, ὅτι οὗτοι ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν σωμάτων διὰ μέσου παντὸς μὴ μαγνητικοῦ σώματος, διὰ τοῦ ἀέρος π. χ., ἐν τῷ κενῷ, διὰ τοῦ χάρτου, διὰ τῆς ὑάλου κτλ., καὶ πρὸς τούτοις ὅτι οἱ μαγνήται καὶ τὰ μαγνητικὰ σώματα ἀποβάλλουσι τὰς μαγνητικὰς αὐτῶν ιδιότητας, ὅταν θερμαίνονται ἐπαρκῶς. Ἐὰν θέσωμεν π. χ. ἐπὶ ὑαλίνης ἢ ἐκ χάρτου πλακὸς τεμάχιον καθαροῦ (ἢ *μαλακοῦ*) σιδήρου, καὶ περιφέρωμεν ἐπ' αὐτὴν μαγνήτην, παρατηροῦμεν ὅτι τὸ ἐπὶ τῆς πλακὸς τεμάχιον τοῦ σιδήρου

ἀκολουθεῖ πάντοτε τὸν ὑπ' αὐτὴν μαγνήτην, ὅπουδὴποτε καὶ ἂν φέρεται οὗτος. Ὡσαύτως, ἐὰν πυρακτώσωμεν μέχρι ἐρυθρώσεως μαγνήτην, οὗτος ἀποβάλλει πᾶσαν μαγνητικὴν αὐτοῦ ιδιότητα· τὸ χρώμιον, ὅταν πυρακτωθῇ μέχρι σκιερᾶς ἐρυθρώσεως, δὲν ἔλκεται πλέον ὑπὸ τοῦ μαγνήτου· τὸ νικέλιον δὲν ἔλκεται, ὅταν ἡ θερμοκρασία αὐτοῦ ᾖναι 360° , καὶ τὸ μαγκνήσιον, ὅταν ᾖναι ἀνωτέρα τῶν -20° . Ἐντεῦθεν συνεπέρανεν ὁ Πουγιέ, ὅτι ἅπαντα τὰ σώματα, ὅταν ψυχθῶσιν ἐπαρκῶς, εἶναι μαγνητικά.

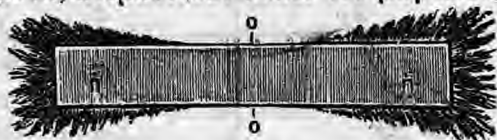
Ἡ ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν σωμάτων ἑλξις τοῦ μαγνήτου εἶναι καὶ ἀντίστροφος· τουτέστιν ἔλκεται ὁ μαγνήτης ὑπὸ τούτων, ὅσον ταῦτα ὑπ' αὐτοῦ, τοῦθ' ἔπερ εὐκόλως ἡδύνατό τις νὰ προῖδῃ κατὰ τὸν περὶ ἰσότητος μεταξὺ ἐνεργείας καὶ ἀντιδράσεως νόμον τοῦ Νεύτωνος (XIII).

266. ΠΟΛΟΙ ΚΑΙ ΟΥΔΕΤΕΡΑ ΓΡΑΜΜΗ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ. — Πρώτος ὁ Γίλπερ παρετήρησεν, ὅτι ὅλα τὰ μέρη τῶν φυσικῶν ἢ τεχνητῶν μαγνητῶν δὲν ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἑλκτικὴν δύναμιν. Ἐὰν κυλίσωμεν π. χ. ἐντὸς ῥινισμάτων σιδήρου φυσικόν τινα μαγνήτην Α ἢ τεχνητὸν Β, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ταῦτα προσκολλῶνται κατὰ τὰ ἄκρα αὐτῶν ἐν εἴδει ἀνορθωμένων θυσάνων, καὶ ὅτι ἐν τῷ μέσῳ ὑπάρχει μέρος τι κατὰ τὸ μᾶλλον καὶ ἥττον μέγα, ἐν ᾧ οὐδὲν τεμάχιον τούτων διατηρεῖται προσκεκολλημένον (Σχ. 212). Τὰ σημεῖα Π καὶ Π, πρὸς ἃ φαίνονται συγχλίνοντα τὰ ὑπὸ τῶν ῥινισμάτων τοῦ σιδήρου σχηματιζόμενα οὕτως εἰπεῖν νήματα, ὠνομάσθησαν πόλοι τοῦ μαγνήτου, ἢ δ' ἐν τῷ μέσῳ αὐτῶν κειμένη γραμμὴ οὐ οὐδέτερα γραμμὴ (Σχ. 213).



Σχ. 212

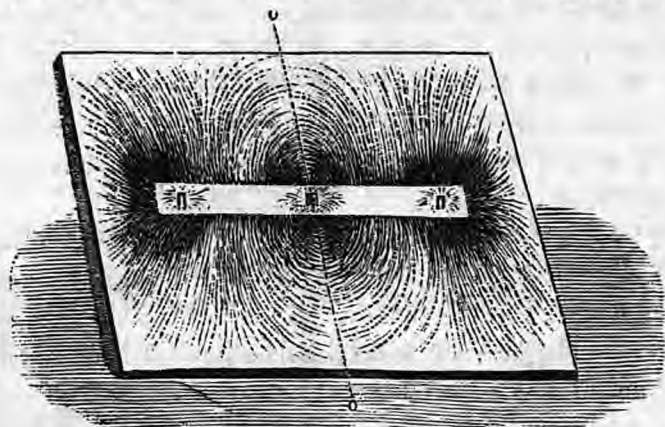
Ἵνα καταδείξωμεν ἔτι μᾶλλον τὴν ἑλκτικὴν δύνα-



Σχ. 213

μιν τῶν πόλων Π καὶ Π καὶ τὴν οὐδετερότητα τῆς ἐνεργείας τῆς οὐδετέρας γραμμῆς οο, ἐπιθέτομεν ἐπὶ τινος τεχνητοῦ μαγνήτου ΠΠ ὑαλίνην ἢ ἐκ χάρτου πλάκα, καὶ ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς ἐπιρρίπτομεν διὰ λεπτοῦ κοσκίνου λεπτότατα ῥινίσματα σιδήρου, ἅτινα διατίθενται ἀφ' ἑαυτῶν περὶ τὰ σημεῖα Π καὶ Π καὶ τὸ μέσον οο, ὅπως παριστᾷ τὸ σχῆμα 214· τουτέστι περὶ μὲν τὰ σημεῖα Π καὶ Π διατάσσονται ἄκτινοειδῶς καὶ σχηματίζουνσι μακρὰ καὶ συμπετυκνωμένα νήματα, συγχλίνοντα πρὸς ταῦτα καὶ ἐκτεινόμενα μέχρι τῶν ἄκρων τῆς πλακῆς, ἐπὶ δὲ τοῦ μέσου τοῦ μαγνήτου ὑπάρχει μικρά τις ποσότης

τούτων, μείνασα ἔνθα κατ' ἀρχὰς κατέπεσε, καὶ περίξ αὐτῆς τοξοει-
δεῖς γραμμαὶ, ἐνοῦσαι τὰ ἐκατέρωθεν τῆς οὐδετέρας γραμμῆς οὐ συμ-



Σχ. 214

μετρικὰ τοῦ μαγνήτου σημεία. Ἡ τοιαύτη τῶν ῥινισμάτων ἐπὶ τῆς πλα-
κῆς διάταξις ὀνομάζεται *μαγνητικὸν φάσμα*.

267. **ΟΜΩΝΥΜΟΙ ΚΑΙ ΕΤΕΡΩΝΥΜΟΙ ΠΟΛΟΙ.** — Ἐὰν ἐξαρτήσωμεν
ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτῶν δύο ἢ πλείους μαγνήτας
οὕτως, ὥστε νὰ δύνανται νὰ περιστραφῶσιν ἐλευθέρως περὶ αὐτό, καὶ
παρουσιάσωμεν εἰς ἑκάτερον τῶν ἄκρων ἑκάστου τὸ αὐτὸ ἄκρον ἑτέρου



Σχ. 215

μαγνήτου, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι τινὰ
τῶν ἄκρων ἔλκονται καὶ ἕτερα ἀπωθοῦνται.
Ἐὰν δώσωμεν τὸ αὐτὸ ὄνομα εἰς τὰ ἐλκό-
μενα ἄκρα καὶ τὸ αὐτό, ἀλλὰ διάφορον
τοῦ πρώτου, εἰς τὰ ἀπωθούμενα, καὶ πλη-
σιάσωμεν δύο αὐτῶν ἄκρα, θέλομεν παρα-
τηρήσει ὅτι ταῦτα ἀπωθοῦνται, ἐὰν ᾖναι
ὁμώνυμα, καὶ ἔλκονται, ἐὰν ᾖναι ἐτερώ-
νυμα. Ἐὰν τέλος παρουσιάσωμεν τὸ αὐτὸ
ἄκρον N εἰς τοὺς δύο πόλους γ καὶ β τοῦ
αὐτοῦ μαγνήτου γβ, θέλομεν παρατηρήσει
ὅτι ὁ μὲν εἰς τούτων, ὁ ὁμώνυμος γ τοῦ N,

ἀπωθεῖται, ὁ δὲ ἕτερος, ὁ ἐτερώνυμος β τοῦ N, ἔλκεται (Σχ. 215).
Συμπεραίνομεν λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι

1^{ον} Οἱ δύο πόλοι τοῦ αὐτοῦ μαγνήτου εἶναι ἐτερώνυμοι.

2^{ον} Οἱ μὲν ὁμώνυμοι τῶν μαγνητῶν πόλοι ἀπωθοῦνται, ὥς καὶ
τὰ ὁμώνυμα ἠλεκτρικὰ ρευστά, οἱ δὲ ἐτερώνυμοι ἔλκονται, ὥς καὶ τὰ
ἐτερώνυμα ἠλεκτρικὰ ρευστά.

Ἐνίοτε οἱ δύο πόλοι τοῦ αὐτοῦ μαγνήτου εἶναι ὁμώνυμοι, ἀλλὰ τότε μεταξὺ αὐτῶν ὑπάρχουσιν ἐν ἡ περιττῶς ἀριθμὸς κέντρων ἑλξεων ἢ πόλων, εἰς τρόπον ὥστε εἰς τούτων καὶ ὁ πρὸ αὐτοῦ ἢ ὁ μετ' αὐτὸν εἶναι πάντοτε ἐτερόνυμοι. Οἱ μεταξὺ τῶν ἄκρων πόλων ὑπάρχοντες πόλοι καλοῦνται *σημεῖα διάμεσα*, ὧν θέλομεν ἐξηγήσει παρακατιόντες τὸν σχηματισμόν, θέλομεν δὲ ὑποθέτει ἐν τοῖς ἐπομένοις ὅτι πρόκειται πάντοτε περὶ μαγνητῶν ἐχόντων δύο μόνον πόλους.

Τὰ μαγνητικὰ σώματα διαφέρουσι τῶν μαγνητῶν κατὰ τὰ ἐξῆς δύο· πρῶτον δὲν ἔλκονται ὑπ' ἀλλήλων, καὶ δεύτερον ἔλκονται ἐπίσης καὶ ὑπ' ἀμφοτέρων τῶν πόλων τοῦ αὐτοῦ μαγνήτου.

Ἐνίοτε ὁ μὲν εἰς τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου καλεῖται *θετικός*, καὶ παρίσταται διὰ τοῦ σημείου +, ὁ δὲ ἕτερος *ἀρνητικός*, καὶ παρίσταται διὰ τοῦ σημείου −.

268. ΤΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ ΜΑΓΝΗΤΙΖΟΝΤΑΙ ΔΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΣ. —

Ἡ δι' ἐπιδράσεως μαγνήτισις τῶν μαγνητικῶν σωμάτων εἶναι φαινόμενον καθ' ὅλα σχεδὸν ὁμοιον τῆς δι' ἐπιδράσεως ἡλεκτρίσεως τῶν σωμάτων, καὶ ἀποδεικνύεται δι' ὁμοίων πειραμάτων.

Ἐὰν θέσωμεν πλησίον μαγνητικῆς τινος ράβδου Α τεμάχιον μαλακοῦ σιδήρου Β (Σχ. 216), τοῦτο μαγνητίζεται καὶ παρουσιάζει κατὰ μὲν τὰ ἄκρα αὐτοῦ δύο ἀντιθέτους πόλους, κατὰ δὲ τὸ μέσον μίαν οὐδετέραν γραμμὴν, ὡς καὶ ὁ μαγνήτης Α. Ὁ μὲν πρὸς τὰ δεξιὰ πόλος τοῦ Β εὐρίσκεται ὡν ἐτερόνυμος τοῦ πρὸς τὰ ἀριστερὰ πόλου τοῦ Α,



Σχ. 216

ὁ δὲ πρὸς τὰ ἀριστερὰ πόλος τοῦ Β ὁμώνυμος αὐτῷ. Ἐὰν ἀπομακρυνωμεν ἐπαρκῶς τὸν μαγνήτην Α, ἡ μαγνήτισις τοῦ Β καταστρέφεται, καὶ τὰ ἐπ' αὐτοῦ ῥινίσματα τοῦ σιδήρου, ἅτινα πρότερον προσεκολλῶντο ἐν εἵδει θυσάνων, καταπίπτουσιν.

Ἐὰν ἐγγίσωμεν τὸ ἄκρον Α μαγνητικῆς τινος ράβδου μὲ μικρὸν τεμάχιον α μαλακοῦ σιδήρου, τοῦτο προσκολλᾶται ἐπ' αὐτοῦ καὶ μετατρέπεται εἰς μαγνήτην (Σχ. 217), ὅστις δύναται νὰ κρατήσῃ ἀνηρτημένον ἕτερον τεμάχιον β, καὶ τοῦτο τρίτον γ, καὶ οὕτω καθεξῆς, μέ-

χρὶς δρίου τινός, εἰς τρόπον ὥστε ἀποτελεῖται σειρά τις ἐκ τούτων, καλουμένη μαγνητικὴ ἄλυσις. Ἐὰν ἀποσπᾶσωμεν τὴν μαγνητικὴν ῥά-



Σχ. 217

βδον Α ἀπὸ τοῦ πρώτου τεμαχίου α, τότε ἡ δι' ἐπιδράσεως μαγνήτισις αὐτοῦ τε καὶ τῶν ἐπομένων παύει, καὶ ἡ ἄλυσις διαλύεται ἀφ' ἑαυτῆς.

Ἔνεκα τῆς τοιαύτης δι' ἐπιδράσεως μαγνητίσεως τῶν ῥιμισμάτων τοῦ σιδήρου διατάσσονται ταῦτα νηματοειδῶς περὶ τοὺς πόλους τῶν μαγνητῶν, ἀποτελοῦντα μικρὰς μαγνητικὰς ἀλύσεις.

269. ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ. — Πρὸς ἐξήγησιν τῶν ἀνωτέρω φαινομένων (267, 268)

ὁ Κουλὼν ὑπέθεσεν ὅτι ἐν ἑκάστῳ μαγνήτῃ ὑπάρχουσι δύο ἑτεροειδῆ ἀβαρῆ ρευστά, ἐνεργοῦντα τὸ μὲν ἐπὶ τοῦ θετικοῦ, τὸ δὲ ἐπὶ τοῦ ἀρνητικοῦ αὐτῶν πόλου. Τὰ ρευστά ταῦτα ὠνόμασε μαγνητικά, καὶ ἀπέδωκεν εἰς αὐτὰ τὴν ιδιότητα τοῦ νὰ ἀπωθῶσι τὰ ὁμοειδῆ αὐτοῖς καὶ ἔλκωσι τὰ ἑτεροειδῆ. Τούτου δ' ἔνεκα οἱ μὲν ὁμώνυμοι τῶν μαγνητῶν πόλοι ἀπωθοῦνται, οἱ δὲ ἑτερόνυμοι ἔλκονται. Καθ' ὅσον δ' ἀφορᾷ τὴν δι' ἐπιδράσεως μαγνήτισιν τῶν μαγνητικῶν σωμάτων, αὕτη ἐξηγεῖται πληρέστατα διὰ τῆς ὑποθέσεως ταύτης ὡς ἑξῆς.

Τὰ μαγνητικὰ σώματα περιέχουσιν ἐν αὐτοῖς ἠνωμένα καὶ τὰ δύο ταῦτα μαγνητικὰ ρευστά καὶ ἐν ἀπροσδιορίστῳ ποσότητι, ὅταν δὲ ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτῶν ὁ εἰς τῶν πόλων μαγνήτου τινός, τότε τὸ ἐν τῷ πόλῳ τούτῳ ὑπάρχον μαγνητικὸν ρευστὸν ἀποσυνθέτει τὸ οὐδέτερον μαγνητικὸν ρευστὸν τοῦ σώματος, ἔλκει πρὸς ἑαυτὸ τὸ ἑτεροειδές αὐτῷ, καὶ ἀπωθεῖ τὸ ὁμοειδές. Τούτου δ' ἔνεκα τὸ μαγνητισθὲν μαγνητικὸν σῶμα ἔχει καὶ αὐτὸ δύο ἀντιθέτους πόλους, διατεθειμένους οὕτως, ὥστε ὁ πλησίον τοῦ πόλου τοῦ μαγνήτου εὐρισκόμενος νὰ ᾖναι ἀντίθετος αὐτοῦ. Ἀμα δ' ὡς ὁ πόλος τοῦ μαγνήτου ἀπομακρυνθῇ ἀπ' αὐτοῦ ἐπαρκῶς, τὰ ἐν αὐτῷ ἀποχωρισθέντα δύο μαγνητικὰ ρευστά ἐνοῦνται πάλιν, καὶ οὕτως ἡ μαγνήτισις αὐτοῦ ἐξαφανίζεται. Τὸ δι' ἐπιδράσεως πάλιν μαγνητισθὲν σῶμα α (Σχ. 217) ἐνεργεῖ ὡς μαγνήτης ἐπὶ τοῦ ὑπ' αὐτὸ δ, ὅπερ ἐνεργεῖ ἐπίσης ἐπὶ τοῦ ὑποκειμένου γ, καὶ οὕτω καθεξῆς, μέχρις

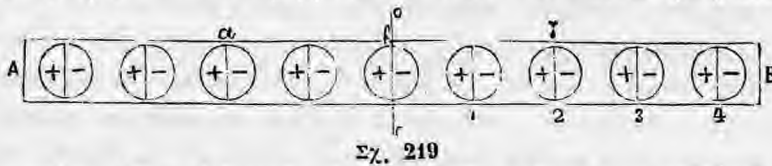
οὐ ἡ τοιαύτη τοῦ πόλου Α ἐνέργεια, μεταβιβαζομένη διὰ τῶν ὑποκειμένων σωμάτων α, β, γ, δ κτλ., ἐξασθενήσῃ ἐπὶ τοσοῦτον, ὥστε πᾶσα νέα προσκόλλησις νὰ ᾖναι ἀδύνατος.

270. ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΑ. — Μέχρι τινὸς ἐνομιζέτο ὅτι τὰ μαγνητικά ῥευστὰ ἐχωρίζοντο ἀπ' ἀλλήλων ἀπὸ τῆς οὐδετέρας τοῦ μαγνήτου γραμμῆς, καὶ κατεῖχον τὸ μὲν τὸ ἐν τῶν μερῶν αὐτοῦ, τὸ δὲ τὸ ἕτερον· ἀλλ' ἀφ' ἧς ἐποχῆς ὁ Γίλπερ παρατήρησεν ὅτι, ἂν τμηθῇ κατὰ τὸ μέσον μαγνητικὴ τις ῥάβδος NB (Σχ. 218), καὶ ἐκάτερον τῶν μερῶν αὐτῆς πάλιν εἰς δύο, καὶ ἕκαστον τούτων ἐπίσης, καὶ



οὕτω καθεξῆς, ὅποιονδῆποτε τῶν μερῶν αὐτῆς νβ, ὅσω καὶ ἂν παραταθῇ ἡ τοιαύτη τῶν μαγνητῶν ὑποδιαίρεσις, εἶναι τέλειος μαγνήτης, ἔχων δύο πόλους καὶ μίαν οὐδετέραν γραμμὴν κατὰ τὸ μέσον αὐτοῦ, ἀφ' ἧς, λέγομεν, ἐποχῆς παρατηρήθη ὑπὸ τοῦ Γίλπερ τὸ φαινόμενον τοῦτο, ἡ πρώτη ὑπόθεσις κατέστη ὅλως ἀπαράδεκτος, καὶ ὁ Κουλών παρεδέχθη τὴν ἐξῆς, ἣτις φαίνεται πιθανωτάτη.

Ὑπέθεσεν ὅτι πᾶς μαγνήτης AB ἀποτελεῖται ἐξ ἀπείρων καὶ ἐλαχίστων ἄλλων μαγνητῶν α, β, γ, ..., διατεθειμένων οὕτως, ὥστε οἱ μὲν ὁμώνυμοι αὐτῶν πόλοι νὰ ᾖναι ὁμοιοτρόπως ἐστραμμένοι, αἱ δὲ οὐδέτεραι αὐτῶν γραμμαὶ παράλληλοι (Σχ. 219). Οὕτω πρὸς μὲν τὸ μέρος Α, πρὸς ὃ εἶναι ἐστραμμένοι οἱ πόλοι + τῶν μαγνητικῶν τούτων στοιχείων, θέλει κεῖσθαι ὁ πόλος + τοῦ μαγνήτου AB, πρὸς δὲ τὸ μέρος Β, πρὸς ὃ εἶναι ἐστραμμένοι οἱ πόλοι - τῶν αὐτῶν μαγνητικῶν



στοιχείων, θέλει εὐρίσκεισθαι ὁ ἕτερος πόλος αὐτῶν -, καὶ εἶναι προφανὲς ὅτι κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ταύτην εἰς ὅσαδῆποτε μέρη καὶ ἂν διαιρεθῇ ἡ μαγνητικὴ ῥάβδος AB, ἡ ὅσω ἐλάχιστον μέρος αὐτῆς καὶ ἂν λάβωμεν, τοῦτο θέλει περιέχει ἀριθμὸν τινα μαγνητικῶν στοιχείων διατεθειμένων ὁμοιοτρόπως, ἐπομένως θέλει ἀποτελεῖ τέλειόν τινα μαγνήτην, ἔχοντα τοὺς πόλους αὐτοῦ ὁμοιοτρόπως κειμένους. Ἀλλὰ μᾶς μένει ν' ἀποδείξωμεν στηριζόμενοι ἐπὶ τῆς ἀνωτέρω ἐκτεθείσης θεωρίας (269) ὅτι, ὅταν ἡ μαγνητικὴ ῥάβδος AB ὑποτεθῇ ἐκ τοιούτων μαγνη-

τικῶν στοιχείων ἀποτελουμένη, πρὸς τὸ μέρος Α, πρὸς ὃ εἶναι ἐστραμμένοι οἱ θετικοὶ αὐτῶν πόλοι, θέλει εὐρίσκεσθαι ὁ πόλος + αὐτῆς, καὶ πρὸς τὸ μέρος Β, πρὸς ὃ εἶναι ἐστραμμένοι οἱ ἀρνητικοὶ αὐτῶν πόλοι, ὁ ἕτερος πόλος —.

Πρὸς τοῦτο ἂς ὑποθέσωμεν, ἵνα γείνωμεν καταληπτότεροι, ὅτι ἡ μαγνητικὴ ῥάβδος σύγκειται ἐξ ἑνῆς μαγνητικῶν στοιχείων (Σχ. 249). Ἐπὶ τοῦ ἐν τῷ μέσῳ κειμένου μαγνητικοῦ στοιχείου *β* αἱ ἐκατέρωθεν ἑλξεις τῶν ἄλλων θέλουσιν εἶναι προφανῶς ἴσαι. Τὰ ἀντίθετα λοιπὸν μαγνητικὰ αὐτοῦ ῥευστὰ + καὶ —, ἐλκόμενα ὁμοιοτρόπως, θέλουσιν ἔχει τὴν αὐτὴν ἔντασιν, καὶ δὲν θέλουσιν ἐξασκεῖ οὐδεμίαν ἑλξιν ἐπ' οὐδενὸς ἀτόμου μαγνητικοῦ τινος σώματος. Ἡ οὐδετέρα λοιπὸν γραμμὴ οὐ τοῦ μαγνήτου ΑΒ θέλει κεῖσθαι εἰς τὸ μέσον αὐτοῦ *β*, τοῦθ' ὅπερ καὶ συμβαίνει. Ἄς λάβωμεν τώρα ὑπ' ὄψιν τὸ πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ *β* κείμενον στοιχεῖον *α*. Τὰ ἐκατέρωθεν αὐτοῦ κείμενα δύο στοιχεῖα θέλουσιν ἐνεργεῖ ὁμοιοτρόπως ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν αὐτοῦ ῥευστῶν, καὶ θέλουσι παράγει ἐπ' αὐτοῦ τὸ αὐτὸ ἀποτέλεσμα, ὅπερ καὶ ἐπὶ τοῦ *β* τὰ ἐκατέρωθεν αὐτοῦ κείμενα τέσσαρα ἄλλα. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ θεωρήσωμεν μόνον τὸ ἐπ' αὐτοῦ ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας τῶν πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ μενόντων μαγνητικῶν στοιχείων 1, 2, 3, 4. Τὰ μὲν θετικά (+) μαγνητικὰ ῥευστὰ αὐτῶν ἔλκουσι τὸ ἀρνητικὸν ῥευστὸν (—) τοῦ *α*, τὰ δὲ ἀρνητικὰ (—) αὐτῶν ῥευστὰ ἀπωθοῦσιν αὐτό. Ἄλλ' ἐπειδὴ τὰ θετικὰ κεῖνται πλησιέστερον τοῦ ἀρνητικοῦ τοῦ *α* ἢ τὰ ἀρνητικά, ἡ ἐπὶ τοῦ — ἑλξις αὐτῶν εἶναι μεγαλειτέρα τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἀπώσεως τῶν ἀρνητικῶν. Ἐπειδὴ δὲ τὸ — τοῦ *α* ἔλκεται περισσότερον, ἔπεται ὅτι μέρος τοῦ θετικοῦ αὐτοῦ ῥευστοῦ μένει ἐλεύθερον. Ἄλλ' ὅ,τι εἵπομεν περὶ τοῦ στοιχείου *α* ἐφαρμόζεται καὶ ἐπὶ παντὸς ἄλλου πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ *β* κειμένου. Ἄρα ἀπὸ τοῦ *β* πρὸς τὸ μέρος Α θέλει πλεονάζει τὸ μαγνητικὸν ῥευστὸν +, καὶ ἐπομένως πρὸς τὸ Α θέλει κεῖσθαι ὁ πόλος + τοῦ μαγνήτου ΑΒ. Δι' ὁμοίων δὲ συλλογισμῶν ἠθέλομεν ἀποδείξει ὅτι ἐπὶ παντὸς στοιχείου, πρὸς τὰ δεξιὰ τῆς οὐδετέρας γραμμῆς οὐ κειμένου, θέλει πλεονάζει τὸ μαγνητικὸν ῥευστὸν —, καὶ ὅτι ἐπομένως ὁ πόλος — τοῦ μαγνήτου ΑΒ θέλει κεῖσθαι πρὸς τὸ μέρος Β.

271. ΣΥΝΤΗΡΗΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΣ. — Εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι, ὅταν παύσῃ ἡ ἐπὶ τινος μαγνητικοῦ σώματος δι' ἐπιδράσεως ἐνέργεια μαγνητικῆς τινος ῥάβδου, τὰ ἐν αὐτῷ ἀποχωρισθέντα μαγνητικὰ ῥευστὰ, ὑπείκοντα εἰς τὴν ἐπ' ἀλλήλων ἀμοιβαίαν αὐτῶν ἑλξιν, συνενοῦνται ἀμέσως, ἐνῶ τὰ ἐν τῇ μαγνητικῇ ῥάβδῳ ὑπάρχοντα ἀποκεχωρισμένα, ἂν καὶ συνέλκωνται διαρκῶς, διατηροῦσιν ἐν τοῖς μαγνητικοῖς στοιχείοις τὴν πρὸς ἀλλήλα αὐτῶν θέσιν. Ὡσαύτως, ἐνῶ κατ' ἀρχὰς οὐδεμία ἑλξις παρα-

τηρεῖται μεταξὺ μαγνήτου καὶ τεμαχίου τινὸς βεβαμμένου χάλυβος, ἂν παραταθῇ ἐπὶ τινὰ χρόνον ἢ ἐπ' αὐτοῦ ἐνέργεια τοῦ μαγνήτου, ὁ χάλυψ μαγνητίζεται καὶ διατηρεῖ, ὥς ὁ μαγνήτης, τὸν μαγνητισμὸν αὐτοῦ καὶ μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ μαγνήτου, ἦτοι μετατρέπεται εἰς τέλειον μαγνήτην. Τὴν αἰτίαν τῶν τοιούτων φαινομένων ἀπέδωκαν εἰς τινὰ ἄγνωστον δύναμιν, ἣν ἐκάλεσαν *συντηρητικὴν*, καὶ ἥτις ἀνθίσταται πρῶτον εἰς τὸν ἐν τοῖς μαγνητικοῖς στοιχείοις τοῦ σώματος ἀποχωρισμὸν τῶν μαγνητικῶν βευστῶν, ὅταν τὸ σῶμα δὲν ᾖναι μεμαγνητισμένον, καὶ ἐμποδίζει ἔπειτα, μετὰ τὴν παραγωγὴν τοῦ ἀποχωρισμοῦ, τὴν ἐν αὐτοῖς ἔνωσησιν αὐτῶν.

Αἰτίαι τινὲς ἐπιρρέαζουσι τὴν συντηρητικὴν τῶν μαγνητικῶν σωμάτων δύναμιν. Παραδείγματος χάριν, ὁ βεβαμμένος χάλυψ καὶ πᾶς μαγνήτης ἀποβάλλει τὴν συντηρητικὴν αὐτοῦ δύναμιν, ἢ τὸν μαγνητισμὸν αὐτοῦ, ἂν θερμανθῇ ἰσχυρῶς· ὁ μαλακὸς σίδηρος ἀποκτᾷ ποσότητά τινα συντηρητικῆς δυνάμεως, ἂν σκληρυνθῇ πιεζόμενος ἰσχυρῶς, ἢ ἂν κατασταθῇ εὐθραυστος, ἀναμιγνυόμενος μετὰ μικρᾶς ποσότητος θείου, ἢ φωσφόρου, ἢ ἀρσενικοῦ, ἢ ἀνθρακος· ὁ μαγνήτης ἀποβάλλει μέγα μέρος τῆς μαγνητικῆς αὐτοῦ δυνάμεως ἢ καὶ ὁλόκληρον, ἂν ὑποστῇ μίαν ἢ τινὰς ἰσχυράς κρούσεις· τούναντίον, ἂν ἐπὶ τοῦ ἄκρου σιδηρᾶς ῥάβδου, εὐρισκομένης ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν μαγνήτου τινός, καταχθῇ ξηρὸν κτύπημα σφύρας, ἢ ῥάβδος μαγνητίζεται, τουτέστι τὰ ἐν τοῖς μαγνητικοῖς αὐτῆς στοιχείοις δι' ἐπιδράσεως ἀποχωρισθέντα μαγνητικά βευστὰ δὲν συνεννοῦνται μετὰ τὴν ἀπομάκρυνσιν τοῦ μαγνήτου.

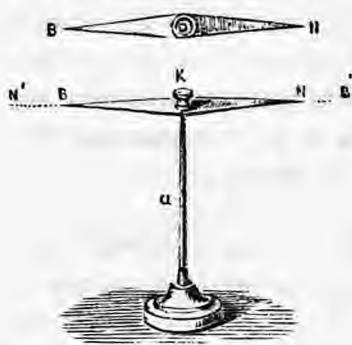
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΓΗΙΝΟΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΥΞΙΔΕΣ

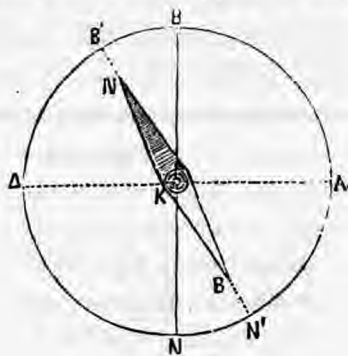
272. **ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΕΛΟΝΗ.** — Ὀνομάζεται *μαγνητικὴ βελόνη* μεμαγνητισμένον τεμάχιον BN βεβαμμένου χάλυβος, ἔχον σχῆμα ἐπιμήκους ῥομβοειδοῦς. Αὕτη φέρει ἐν τῷ μέσῳ αὐτῆς ἢ κωνικὸν ἐξ ἀχάτου λίθου κοίλωμα K, οὗτινος ἡ κορυφὴ στηρίζεται ἐπὶ τῆς κορυφῆς καθέτου ὀβελίσκου α οὕτως, ὥστε νὰ δύναται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως περὶ αὐτὴν (Σχ. 220), ἢ μικρόν τινὰ κάθετον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς ἄξονα οο, περὶ τὸν ὅποιον τὸ ὅλον στρέφεται ἐλευθέρως, ὅταν οὗτος ᾖναι ὀριζόντιος (Σχ. 222).

273. **ΑΠΟΚΛΙΣΙΣ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΒΕΛΟΝΗΣ.** — Ἐάν ἐπὶ τοῦ ὀβελίσκου α τεθῇ ὀριζοντίως ἡ μαγνητικὴ βελόνη BN, αὕτη μετὰ τινὰς

ταλαντώσεις ἴσταται ἥρεμος ἐν τινὶ θέσει NB, εἰς ἣν ἐπανέρχεται πάντοτε ὅπως δὴ ποτε καὶ ἂν ἐκτοπισθῇ ταύτης. Ἡ ὀριζόντιος γραμμὴ N'B', μεθ' ἧς ταυτίζεται ἡ γραμμὴ NB τῶν πόλων N καὶ B τῆς μαγνητικῆς



Σχ. 220



Σχ. 221

βελόνης, ὀνομάζεται *μαγνητικὴ γραμμὴ*, ἡ δὲ γωνία B'KB, ἣν τὸ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένον μέρος αὐτῆς KN σχηματίζει μετὰ τῆς *μεσημβρινῆς* τοῦ τόπου γραμμῆς¹ BN, ὀνομάσθη *ἀπόκλισις* τῆς μαγνητικῆς βελόνης (Σχ. 221), καὶ τὸ κάθετον ἐπίπεδον, τὸ διὰ τῆς μαγνητικῆς γραμμῆς διερχόμενον, ὀνομάζεται *μαγνητικὸς τοῦ τόπου μεσημβρινός*.

Ἡ ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ἅπαντα τὰ μέρη τῆς Γῆς. Ὁ πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένος πόλος N τῆς βελόνης κεῖται εἰς ἄλλα μέρη πρὸς τὰ ἀριστερὰ καὶ εἰς ἄλλα πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ B, ὑπάρχουσι δὲ καὶ μέρη τῆς Γῆς ἄνευ ἀποκλίσεως. Ὅταν οὗτος ἐν τῷ ἡμετέρῳ ἡμισφαιρίῳ κῆται πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ B, ἡ ἀπόκλισις τοῦ τόπου λέγεται *δυτικὴ*, ὅταν δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ, *ἀνατολική*.

274. **ΜΕΤΑΒΟΛΑΙ ΤΗΣ ΑΠΟΚΛΙΣΕΩΣ.**—Ἡ ἀπόκλισις οὐ μόνον δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ εἰς ἅπαντα τὰ μέρη τῆς Γῆς, ἀλλὰ δὲν μένει ἡ αὐτὴ οὔτε ἐν τῷ αὐτῷ αὐτῆς τόπῳ, αἱ δὲ μεταβολαί, αἳ αὕτη ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ ὑφίσταται, διηρέθησαν εἰς τρεῖς τάξεις· εἰς *πολυχρονίους*, *ετησίας* καὶ *ἡμερησίας*.

Πολυχρόνιοι μεταβολαί τῆς ἀποκλίσεως καλοῦνται ἐκεῖναι, αἵτινες ἐπανέρχονται μετὰ παρέλευσιν πολλῶν ἐνιαυτῶν. Ἐν αὐταῖς ἡ δυτικὴ π. χ. ἀπόκλισις ἄρχεται ἐλαττωμένη, γίνεται μηδὲν καὶ μετὰ ταῦτα ἀνατολικὴ μέχρις ὀρίου τινός, ὅτε πάλιν βαίνει πρὸς τὸ μηδὲν καὶ γίνεται δυτικὴ μέχρις ἐτέρου ὀρίου, μεθ' οὗ ἐπανέρχεται πρὸς τὸ B, καὶ

¹ Μεσημβρινὴ γραμμὴ τόπου τινός ὀνομάζεται ἡ ἐπὶ τινος ὀριζοντίου τοῦ τόπου ἐπιπέδου τομὴ τοῦ καθετοῦ ἐπιπέδου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ ἄξονος τῆς Γῆς. Ὀνομάσθη δὲ μεσημβρινὴ γραμμὴ τοῦ τόπου, διότι γίνεται μεσημβρία ἐν αὐτῷ, ὅταν τὰ κέντρα τοῦ Ἠλίου διέρχεται διὰ τοῦ καθετοῦ ἐπιπέδου, ἔρ' οὐ ἡ γραμμὴ αὕτη κεῖται.

οὕτω καθεξῆς, ἐκτελοῦσα ἔνθεν καὶ ἔνθεν τοῦ Β αἰωρήσεις, ὧν ὁ χρόνος τῆς παραγωγῆς ἐκάστης διαρκεῖ αἰῶνας (Σχ. 224). Ὁ ἀκόλουθος πίναξ περιέχει τὰς ἐν Παρισίοις ἀπὸ τοῦ ἔτους 1580 παρατηρηθείσας ἀποκλίσεις τῆς μαγνητικῆς βελόνης, καὶ παρέχει ἰδέαν τινὰ τοῦ χρόνου τῆς διαρκείας μιᾶς πολυχρονίου μεταβολῆς.

Ἔτη	Ἀποκλίσεις	Ἔτη	Ἀποκλίσεις
1580	11°, 30' Ἀνατολική	1814	22°, 34' Μεγίστη
1618	8, 0	1817	22, 19
1663	0,	1822	22, 11
1678	1, 30 Δυτική	1828	22, 6
1767	19, 16	1849	20, 34
1785	22, 0	1860	19, 32

Ἐτήσιαι μεταβολαὶ ὀνομάζονται ἐκεῖναι, καθ' ἃς ἡ μαγνητικὴ βελὼν ἐπὶ τινος τοῦ ἔτους μῆνας φαίνεται βαίνουσα πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ ἀριστερά, καὶ κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν λοιπῶν λαμβάνει ἀντίθετον τῆς πρώτης κίνησιν. Οὕτω π. χ. ὁ Κασσίνης (Cassini) παρετήρησεν, ὅτι ἐν Παρισίοις ἡ μαγνητικὴ βελὼν ἐφαίνετο φερομένη ἀπὸ τῆς ἐαρινῆς ἰσημερίας μέχρι τοῦ θερινοῦ ἡλιοστασίου, ἥτοι ἐπὶ τρεῖς μῆνας, πρὸς ἀνατολὰς, καὶ κατὰ τὴν διάρκειαν τῶν λοιπῶν ἐννέα μηνῶν πρὸς δυσμὰς. Αἱ ἐτήσιαι αὗται μεταβολαὶ δὲν ὑπερβαίνουνσι τὰ 20', εἶναι ἐνίοτε δυσπαρατήρητοι καὶ δὲν φαίνονται σταθεραί.

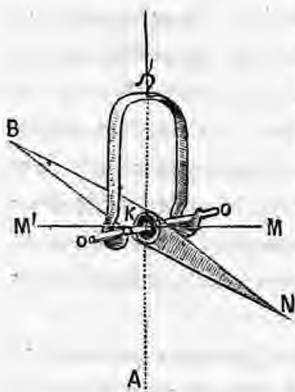
Ἡμερήσιαι μεταβολαὶ καλοῦνται αἱ ἐν μιᾷ ἡμέρᾳ παλινδρομικαὶ κινήσεις τῆς βελόνης. Αὗται εἶναι λίαν μικραί, καὶ καθίστανται ἐπαισθηταὶ μόνον διὰ μακρῶν μαγνητικῶν βελόνων. Εἰς τὰ ἡμέτερα κλίματα ἀπὸ τῆς Ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου μέχρι τῆς 1^{ης} Μ. Μ. ἡ μαγνητικὴ βελὼν φέρεται ἀπ' ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς, καὶ ἀπὸ τῆς 1^{ης} Μ. Μ. μέχρι τῆς 40^{ης} Μ. Μ. ἐπανέρχεται πρὸς ἀνατολὰς εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν, εἰς ἣν ἤρρισκετο τὴν πρωτῆν, ἀπὸ δὲ τῆς 40^{ης} Μ. Μ. μέχρι τῆς νέας ἀνατολῆς τοῦ ἡλίου ὑφίσταται μικρὰς τινος ἔνθεν καὶ ἔνθεν μεταβολάς, εἰς τὸν ὅστε ἐπὶ τέλους φαίνεται μετατιθεμένη πρὸς δυσμὰς τῆς θέσεως, ἣν κατεῖχε τὴν προηγουμένην ἡμέραν κατὰ τὴν ἀνατολὴν τοῦ ἡλίου.

Ἐν Παρισίοις τὸ μέγιστον τῶν ἡμερησίων μεταβολῶν εἶναι περὶ τὰ 25', τὸ δὲ ἐλάχιστον περὶ τὰ 5'. Εἰς ἄλλους τόπους τὰ ὅρια τοῦ μεγίστου καὶ ἐλαχίστου εἶναι διάφορα, ἐλαττοῦνται δὲ καθ' ὅσον προχωροῦμεν ἀπὸ τοὺς πόλους πρὸς τὸν ἰσημερινόν, πλησίον τοῦ ὁποίου ὑπάρχει συνεχῆς τις γραμμή, ἐν ᾗ ἡ ἡμερησία μεταβολὴ εἶναι μηδέν.

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω κανονικῶν τῆς ἀποκλίσεως μεταβολῶν, αὕτη

ὀφίσταται ἐνίοτε καὶ τινες ἄλλας, αἵτινες ὀνομάζονται τυχαῖαι ἢ διαταράξεις. Αἱ διαταράξεις τῆς μαγνητικῆς βελόνης προέρχονται εἴτε ἐκ τῆς ἐμφανίσεως βορείων σελῶν, εἴτε ἐξ ἡφαιστειῶν ἐκρήξεων, εἴτε ἐκ τῆς καταπτώσεως κεραυνοῦ. Ἐν Παρισίοις παρατηρήθησαν τοιαῦται διαταράξεις, ὧν τὸ πλάτος ἔφθανε μέχρις 20', περὶ δὲ τοὺς πόλους αἱ ὑπὸ τῶν βορείων σελῶν παραγόμεναι διαταράξεις ἔχουσι πολλάκις πλάτος πολλῶν μοιρῶν.

275. **ΕΓΚΛΙΣΙΣ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΒΕΛΟΝΗΣ.** — Ἐὰν ἐκ βεβαμμένου χάλυθος βελόνη, μὴ μεμαγνητισμένη καὶ φέρουσα ὀριζόντιον ἄξονα οὐ διὰ τοῦ κέντρου τῆς βαρύτητος αὐτῆς Κ διερχόμενον, ἐξαρτηθῇ οὕτως, ὥστε νὰ δύναται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως περὶ αὐτὸν (Σχ. 222), αὕτη, κατὰ τὰ ἐν τῇ § 22 λεχθέντα, θέλει ἰσορροπεῖ ὅποιανδήποτε καὶ ἂν ᾖ ἡ θέσις, ἐν ᾗ ἀφίεται ἐλευθέρᾳ. Ἀλλ' ὅταν ἡ αὕτη βελόνη μαγνη-



Σχ. 222

τισθῇ τότε δὲν ἰσορροπεῖ ἐν οἱαδήποτε θέσει καὶ ἂν ἀφεθῇ ἐλευθέρᾳ, ἀλλὰ κινεῖται πάντοτε οὕτως, ὥστε τὸ μὲν ἐπίπεδον αὐτῆς NB νὰ κῆται ἐν τῷ μαγνητικῷ τοῦ τόπου μεσημβρινῷ, ὃ δ' ἕτερος τῶν πόλων αὐτῆς N νὰ κλίνη πρὸς τὴν κάθετον KA. Ἡ ὀξεία γωνία MKN, ἡ ἐν τῷ μαγνητικῷ ἐπίπεδῳ NBA ὑπὸ τῆς μαγνητικῆς βελόνης μετὰ τῆς μαγνητικῆς γραμμῆς KM σχηματιζομένη, ὀνομάσθη ἔγκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης.

Ὡς ἡ ἀπόκλισις, οὕτω καὶ ἡ ἔγκλισις δὲν εἶναι ἡ αὕτη εἰς πάντα τὰ μέρη τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς. Αὕτη βαίνει ἐλαττωμένη ἐκ

τῶν πόλων πρὸς τὸν ἰσημερινόν, γίνεται μηδὲν εἰς τι μέρος πλησίον αὐτοῦ κείμενον, καὶ ἄρχεται καθ' ὅσον βαίνομεν ἐκ τοῦ ἰσημερινοῦ πρὸς τὸν νότιον πόλον αὐξανόμενη ἀντιθέτως, τουτέστιν ἔχουσα τὸν ἕτερον αὐτῆς πόλον B κλίνοντα πρὸς τὸ ἔδαφος. Τὰ περὶ τὸν ἰσημερινόν σημεία τῆς Γῆς, ἐνθα ἡ ἔγκλισις εἶναι μηδὲν, ἀποτελοῦσι συνεχῇ γραμμὴν, ἥτις ὀνομάσθη μαγνητικὸς ἰσημερινός. Μαγνητικοὶ δὲ πόλοι τῆς Γῆς ὀνομάσθησαν τὰ πρὸς τοὺς πόλους αὐτῆς σημεία, ἐνθα ἡ μαγνητικὴ βελόνη εἶναι κάθετος, τουτέστιν ἀποτελεῖ γωνίαν 90° μετὰ τῆς μαγνητικῆς γραμμῆς.

Ἡ μὲν ἀπόκλισις ἀνεκαλύφθη ὑπὸ τοῦ Κολόμβου περὶ τὸ 1492, ὅτε ἐταξείδευε πρὸς ἀνέσεις τῆς Ἀμερικῆς, ἡ δὲ ἔγκλισις ἐν Λονδίῳ τὸ 1575 ὑπὸ τοῦ Ἀγγλοῦ Ροβέρτου Νόρμαν (Robert Norman), κατασκευαστοῦ ναυτικῶν ἐργαλείων.

276. **ΜΕΤΑΒΟΛΑΙ ΤΗΣ ΕΓΚΛΙΣΕΩΣ.** — Καὶ ἡ ἔγκλισις ὑφίσταται ἐν τῷ αὐτῷ τόπῳ πολυχρόνιους, ἐτησίας καὶ ἡμερησίας μεταβολάς, ἀλλὰ μικροτέρας τῶν τῆς ἀποκλίσεως. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ δεικνύει τὴν μεγάλην βραδύτητα, μεθ' ἧς ἡ ἔγκλισις ἐλαττοῦται ἐν Παρισίοις ἀπὸ τοῦ 1674 μέχρι τοῦ 1854.

Ἔτη	Ἐγκλίσεις	Ἔτη	Ἐγκλίσεις	Ἔτη	Ἐγκλίσεις
1674	75°, 0'	1806	69°, 12'	1826	68°, 0'
1734	72, 15	1810	68, 50	1834	67, 21
1780	71, 48	1818	68, 35	1841	67, 9
1791	70, 52	1822	68, 11	1851	66, 25

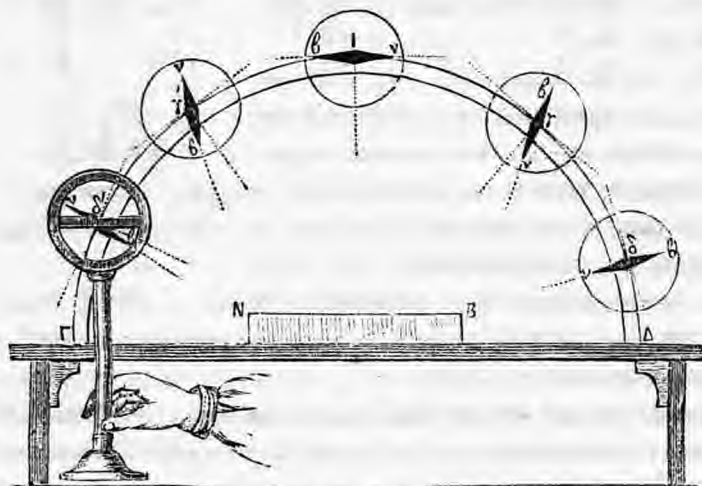
Αἱ ἐτήσαιοι μεταβολαὶ τῆς ἐγκλίσεως κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Hansteent βαίνουνσι κατὰ μέσον ὅρον μέχρι 15', καὶ ἡ ἔγκλισις εἶναι μεγαλειτέρα τὸ θέρος ἢ τὸν χειμῶνα, αἱ δ' ἡμερησίοι αὐτῆς μεταβολαὶ φθάνουσι μέχρι 4' ἕως 5', καὶ ἡ ἔγκλισις εἶναι μεγαλειτέρα πρὸ τῆς μεσημβρίας ἢ μετὰ μεσημβρίαν.

277. **Ἡ Γῆ ΕΝΕΡΓΕΙ ΩΣ ΜΑΓΝΗΤΗΣ.** — Πρῶτος ὁ Γίλπερ ἀπέδωκεν εἰς τὴν ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν βελονῶν μαγνητικὴν ἐνέργειαν τῆς Γῆς τὰ φαινόμενα τῆς ἐγκλίσεως αὐτῶν καὶ τῆς σταθερᾶς κατὰ τὴν μεσημβρινὴν ἐκάστου τόπου γραμμὴν διευθύνσεως ἐθεώρησεν, ἐν ἄλλαις λέξεσι, τὴν Γῆν ὡς ὑπερμεγέθη τινὰ μαγνήτην, ἔχοντα τὴν οὐδετέραν αὐτοῦ γραμμὴν ἐπὶ τοῦ μαγνητικοῦ αὐτῆς ἡμερινοῦ καὶ ἐκάτερον τῶν πόλων ἐντὸς ἐκατέρας τῶν παγωμένων αὐτῆς ζωνῶν. Ἀπέδειξε δὲ τὸ ἐρθὸν τῆς ἀνωτέρω αὐτοῦ ὑποθέσεως διὰ τῶν ἐξῆς πειραμάτων.

1^{ον} Ἔθεσεν ἐπὶ ἰσχυροῦ μαγνήτου μαγνητικὴν βελόνην, καὶ παρτήρησεν ὅτι ἡ γραμμὴ τῶν πόλων αὐτῆς διηυθύνετο πάντοτε κατὰ τὴν γραμμὴν τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου, ὅποιαδήποτε καὶ ἂν ᾗτο ἡ ἐπὶ τινος ὀριζοντίου ἐπιπέδου θέσις αὐτοῦ, τῶν πόλων τῆς μαγνητικῆς βελόνης διατιθεμένων πάντοτε ὡς πρὸς τοὺς πόλους τοῦ μαγνήτου οὕτως, ὥστε οἱ ἑτερόνυμοι αὐτῶν νὰ κῆνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος.

2^{ον} Ἔθεσεν ἐπὶ τῆς διαμέτρου ΓΔ καθέτου ἡμικυκλίου (Σχ. 223), ἰσχυρὸν μαγνήτην ΒΝ οὕτως, ὥστε ἡ οὐδετέρα αὐτοῦ γραμμὴ νὰ κῆται ἐπὶ τοῦ κέντρου τοῦ ἡμικυκλίου, καὶ περιέφερεν εἰς τὰ διάφορα σημεῖα τῆς περιφερείας αὐτοῦ ἐγκλιτικὴν τινὰ μαγνητικὴν βελόνην· παρτήρησε δὲ ὅτι, ὅταν ἡ μαγνητικὴ βελόνη ἐτίθετο εἰς τὸ σημεῖον Ι τοῦ ἡμικυκλίου, ᾗτο ὀριζοντία· ὅταν δ' αὕτη ἐφέρετο πρὸς τὰ μέρη γ, δ ἢ γ', δ', διηυθύνετο οὕτως, ὥστε ὁ ἀντίθετος τοῦ Ν ἢ τοῦ Β πόλος αὐτῆς ἐστρέφετο πρὸς αὐτὸν καὶ ἀπετέλει μετὰ τῶν εἰς τὰ σημεῖα γ, δ, γ', δ'.

ἐφαπτομένων γωνίας, αἵτινες ἔβαινον αὐξάνουσαι πρὸς τὰ ἄκρα τῆς διαμέτρου ΓΔ, ὅπου ἐγίνοντο ὀρθαί. Ἐὰν τώρα ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ ἡμικύκλιον ΓΙΔ παριστᾷ μαγνητικόν τινα τῆς Γῆς μεσημβρινόν, αἱ εἰς τὰ σημεῖα Ι, γ, δ, γ', δ' ἐφαπτόμεναι θέλουσι παριστᾷ τὰς μαγνητικὰς μεσημβρινὰς γραμμὰς τῶν τόπων Ι, γ, δ, γ' δ', ἐπομένως αἱ μετ' αὐτῶν σχηματιζόμεναι γωνίαί ὑπὸ τῆς διευθύνσεως τῆς γραμμῆς τῶν πόλων τῆς ἐγκλιτικῆς βελόνης τὰς εἰς τοὺς τόπους τούτους παρατηρούμενας ἐγκλίσεις αὐτῆς. Βλέπομεν δὲ πρὸς τούτοις ὅτι οἱ εἰς τὰ μέρη ΙΔ καὶ ΙΓ κλίνοντες πρὸς τὸ ἔδαφος πόλοι τῆς μαγνητικῆς βελόνης εἶναι



Σχ. 224

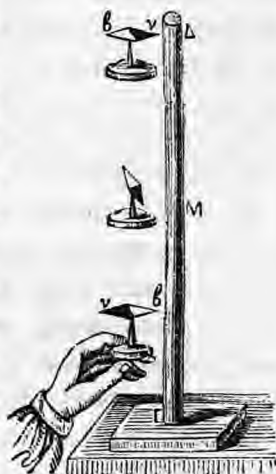
ἀντίθετοι, τοῦθ' ὅπερ καὶ παρατηρεῖται συμβαῖνον ἐπὶ τῶν δύο ἡμισφαίριων τῆς Γῆς.

3^{ον} Τὸ τρίτον αὐτοῦ πείραμα, δι' οὗ ἀποδεικνύεται οὐχὶ κατὰ παρομοίωσιν, ἀλλ' ἀπ' εὐθείας ἡ μαγνητικὴ ἐνέργεια τῆς Γῆς εἶναι τὸ ἐξῆς. Ἐστῆριξε καθέτως ράβδον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ΓΔ, καὶ ἐπλησίασε πρὸς τὰ ἄκρα αὐτῆς Γ καὶ Δ καὶ εἰς τὸ μέσον Μ μαγνητικὴν βελόνην· παρατήρησε δὲ ὅτι οἱ πόλοι τῆς μαγνητικῆς βελόνης εἴλκοντο ἀντιθέτως ὑπὸ τῶν ἄκρων Γ καὶ Δ, καὶ ὅτι αὕτη διατρέπει περὶ τὸ μέσον Μ θέσιν ἀδιάφορον (Σχ. 224). Ἡ σιδηρὰ λοιπὸν ράβδος ΓΔ ἐμαγνητίσθη δι' ἐπιδράσεως ὑπὸ τοῦ γῆνιου μαγνητισμοῦ, καὶ ἀπέκτησε δύο ἀντιθέτους πόλους καὶ μίαν οὐδετέραν γραμμὴν. Ἀντιστρέφας ἀκολουθῶς τὴν αὐτὴν ράβδον ΓΔ, παρατήρησεν ὅτι καὶ οἱ πόλοι αὐτῆς ἀντεστράφησαν οὕτως, ὥστε ἔλαβον ἐπὶ τῆς νέας θέσεως αὐτῆς τὴν αὐτὴν θέσιν, ἣν εἶχον πρότερον ἐν τῇ ἀντιστροφῇ. Δὲν δυνάμεθα λοιπὸν ν' ἀποδώσωμεν τὴν ἐπὶ τῆς βελόνης μαγνητικὴν ἐνέργειαν τῆς ράβδου ΓΔ εἰς ἴδιον αὐ-

τῆς μαγνητισμόν, ἀλλ' εἰς τὴν δι' ἐπιδράσεως ἐπ' αὐτῆς ἐνέργειαν τοῦ μαγνητισμοῦ τῆς Γῆς.

Ἐὰν ἡ σιδηρᾶ ράβδος διευθετισθῇ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ἐγκλιτικῆς βελόνης, τότε ὁ δι' ἐπιδράσεως μαγνητισμὸς αὐτῆς εἶναι ἰσχυρότερος. Ἐὰν δὲ ἐν τοιαύτῃ εὐρισκομένη θέσει λάβῃ ἐπὶ τοῦ ἑνὸς τῶν ἄκρων αὐτῆς ξηρὸν κτύπημα σφύρας, τότε ἀναπτύσσεται ἐν αὐτῇ συντηρητικὴ τις δύναμις (274), ἕνεκα τῆς ὁποίας μετατρέπεται εἰς μαγνήτην, οὗτινος ὁ μαγνητισμὸς διατηρεῖται ἐπὶ τινα χρόνον.

Ἐνεκα τῆς δι' ἐπιδράσεως ἐνεργείας τοῦ γήινου μαγνητισμοῦ πᾶσαι αἱ κάθετοι σιδηραὶ ράβδοι, πάντες οἱ ἐπὶ τῶν κωδωνοστασίων σιδηροὶ σταυροὶ, ἅπαντα τὰ καθέτως ἐξηρητημένα ἐργαλεῖα τῶν σιδηρουργῶν εἶναι μεμαγνητισμένα. Εἰς τὴν γῆινον δὲ ταύτην ἐνέργειαν πρέπει πιθανώτατα ν' ἀποδοθῇ καὶ ἡ ἐν τοῖς σιδηροῦχοις μεταλλείοις εἰς φυσικοὺς μαγνήτας μετατροπὴ τῶν ἐν αὐτοῖς ὑποξειδίων τοῦ σιδήρου.



ΣΧ. 224

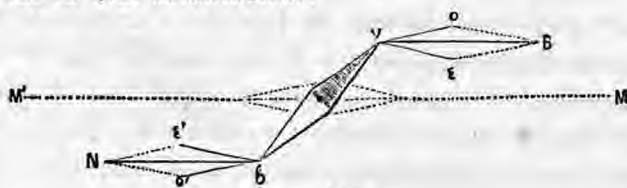
278. ΒΟΡΕΙΟΙ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΙ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ ΠΟΛΟΙ. — Ἐπειδὴ ἡ Γῆ ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν μαγνητῶν ὡς μαγνήτης, ἔχων τὴν οὐδετέραν αὐτοῦ γραμμὴν ἐπὶ τοῦ μαγνητικοῦ αὐτῆς ἰσημερινοῦ καὶ τοὺς πόλους ἐντὸς τῶν παγωμένων αὐτῆς ζωνῶν, ὠνομάσθη βόρειον μαγνητικὸν ῥευστὸν ἢ ἀπλῶς βόρειον ῥευστὸν τὸ ἐν τῷ βορείῳ αὐτῆς ἡμισφαίριῳ ἐπικρατοῦν, καὶ νότιον μαγνητικὸν ῥευστὸν ἢ ἀπλῶς νότιον ῥευστὸν τὸ ἐπικρατοῦν ἐν τῷ νοτίῳ αὐτῆς ἡμισφαίριῳ. Ἀλλ' ἐπειδὴ, κατὰ τὴν ἀνωτέρω τοῦ Κουλῶνος θεωρίαν (269), τὰ ἑτερόνυμα μαγνητικὰ ῥευστὰ ἔλκοντα, καὶ τὰ ὁμώνυμα ἀπωθοῦνται, ἔπεται ὅτι ὁ μὲν πρὸς βορρᾶν στρεφόμενος πόλος τῆς μαγνητικῆς βελόνης περιέχει νότιον μαγνητικὸν ῥευστόν, ὁ δὲ πρὸς νότον στρεφόμενος βόρειον. Τούτου ἕνεκεν ὠνομάσθησαν ὁ μὲν νότιος πόλος τῆς βελόνης, ὁ δὲ βόρειος, καὶ σημειοῦνται ἐν τοῖς προηγουμένοις καθὼς καὶ ἐν τοῖς ἐπομένοις σχήμασιν οἱ μὲν πρὸς βορρᾶν ἐστραμμένοι διὰ τῶν γραμμάτων N καὶ ν, οἱ δὲ πρὸς νότον διὰ τῶν γραμμάτων B καὶ β. Ἡ συνήθεια τῆς τοιαύτης τῶν πόλων τῶν μαγνητῶν παραστάσεως ἐπικρατεῖ πρὸ πάντων ἐν Γαλλίᾳ καὶ ταύτην παρεδέχθημεν καὶ ἡμεῖς ἐνταῦθα.

279. Ἡ ΕΠΙ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΓΗΣ ΕΙΝΑΙ ΜΟΝΟΝ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΡΙΟΣ. — Διὰ πολλῶν καὶ καταφανῶν πειραμάτων δυνάμεθα

ν' ἀποδείξωμεν ὅτι ἡ ἐπὶ τῶν μαγνητῶν ἐνέργεια τοῦ γήινου μαγνητισμοῦ δὲν εἶναι ἐκτοπιστική, ἀλλὰ μόνον διευθυντήριος· τουτέστιν, ὅταν οὗτοι δύνανται νὰ κινηθῶσι καθ' ἀπάσας τὰς διευθύνσεις ἐλευθέρως, καὶ θεωρήσωμεν μόνον τὰ ἐπ' αὐτῶν ἀποτελέσματα τῆς ἐνεργείας τοῦ γήινου μαγνητισμοῦ, τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος αὐτῶν οὐδόλως ἐκτοπίζεται ἐκ τῆς ἀρχικῆς αὐτοῦ ἐν τῷ διαστήματι θέσεως, ἀλλὰ περιστρέφεται περὶ τοῦτο ὁ μαγνήτης, μέχρις οὗ ἡ γραμμὴ τῶν πόλων αὐτοῦ ἀχθῇ ἐν τῷ μαγνητικῷ τοῦ τόπου μεσημβρινῷ, καὶ λάβῃ ἐν αὐτῷ τὴν κατὰλληλον ἔγκλισιν.

1^{ον} Ἐὰν ἐπὶ δίσκου ἐκ φελλοῦ προσκολλήσωμεν μαγνητικὴν βελόνην, καὶ ἐπιθέσωμεν τὸ ὅλον ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας ἡρεμοῦντος ὕδατος, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι ἡ μαγνητικὴ βελὼν στρέφεται μόνον περὶ τὸ μέσον αὐτῆς, μέχρις οὗ ἡ γραμμὴ τῶν πόλων αὐτῆς ταυτισθῇ μετὰ τοῦ μαγνητικοῦ τοῦ τόπου μεσημβρινοῦ, καὶ ὅτι οὐδέποτε ὁ φέρων τὴν βελόνην δίσκος ἐκτοπίζεται τῆς θέσεως αὐτοῦ πρὸς ὅποιονδήποτε μέρος τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι ὁ γήινος μαγνητισμός, ὡς δυνάμις θεωρούμενος, δὲν ἔχει ὀριζόντιόν τινα συνιστώσαν (XI, 4^{ον}).

2^{ον} Ἐὰν προσδιορίσωμεν δι' ἀκριβοῦς καὶ εὐαισθήτου ζυγοῦ τὸ βάρος ῥάβδου τινὸς πρὶν ἢ μαγνητίσωμεν αὐτήν, καὶ ζητήσωμεν ἀκολουθῶς τὸ βάρος τῆς αὐτῆς ῥάβδου, ἀφοῦ αὕτη μαγνητισθῇ, θέλομεν εὑρεῖ τὸ αὐτὸ βάρος. Λοιπὸν ὁ γήινος μαγνητισμός δὲν ἔχει οὔτε καθετόν τινα συνιστώσαν. Ἀλλὰ ὅποιασδήποτε δυνάμεως ἡ ἐν τῷ διαστήματι διευθύνσεις εἶναι ἡ ὀριζόντιος, ἡ κάθετος, ἡ ἑτέρα τις μεταξὺ τούτων κειμένη, ὅτε ὡς γνωστὸν (XI, 4^{ον}) δύναται αὕτη ν' ἀποσυντεθῇ εἰς μίαν ὀριζόντιον καὶ μίαν κάθετον. Λοιπὸν, ἐπειδὴ οὐδὲν τῶν ἀνωτέρω ὑπάρχει, ὁ γήινος μαγνητισμός δὲν ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης ὡς τις δυνάμις· ἐπομένως τὸ ἐπ' αὐτῆς ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας αὐτοῦ δὲν δύναται νὰ ᾔῃ ἐκτοπιστικόν.



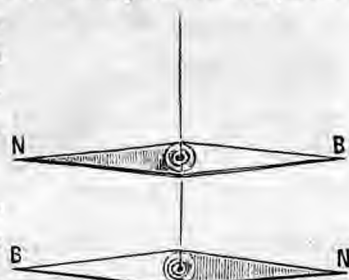
Σχ. 225

Ἄς ἴδωμεν τώρα, στηριζόμενοι ἐπὶ τῶν προηγουμένων, πῶς προκύπτει ἡ διευθυντήριος αὐτοῦ ἐνέργεια, καὶ πρὸς τοῦτο ἅς θεωρήσωμεν μαγνητικὴν τινα βελόνην *br*, δυναμένην νὰ στραφῇ ἐλευθέρως περὶ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος αὐτῆς (Σχ. 225).

Ὁ βόρειος μαγνητικός πόλος τῆς Γῆς ἔλκει τὸν νότιον αὐτῆς πόλον γ ὡς τις δυνάμεις $\gamma\epsilon$, καὶ ἀπωθεῖ τὸν ὁμώνυμον αὐτῷ β , ὡς ἑτέρα τις $\beta\epsilon'$. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γῆς κειμένη μαγνητικὴ βελόνη $\beta\gamma$ ἀπέχει πολὺ τοῦ βορείου μαγνητικοῦ πόλου τῆς γῆς, καὶ τὸ μέγεθος αὐτῆς εἶναι ἐλάχιστον παραβαλλόμενον πρὸς τὴν τοσαύτην ἀπόστασιν, δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν, ὡς καὶ ἐν τῇ § 20, τὰς δύο δυνάμεις $\gamma\epsilon$, $\beta\epsilon'$ ὡς ἴσας καὶ *παραλλήλους*. Ὡσαύτως, ὁ νότιος πόλος τοῦ γῆνιου μαγνητισμοῦ ἔλκει τὸν βόρειον πόλον β τῆς βελόνης καὶ ἀπωθεῖ τὸν νότιον αὐτῆς γ , αἱ δ' ἐπὶ τῶν πόλων β καὶ γ ἐνέργειαι αὐτοῦ δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς ἐνέργειαι δύο ἴσων καὶ *παραλλήλων* δυνάμεων $\beta\sigma'$, $\gamma\sigma$. Ἀλλ' αἱ ἐπὶ τοῦ πόλου γ ἐφηρμοσμένοι δυνάμεις $\gamma\epsilon$, $\gamma\sigma$ δύνανται νὰ ἀντικατασταθῶσι διὰ τῆς συνισταμένης αὐτῶν γB (XI, 4^{ον})· ὡσαύτως καὶ αἱ ἐπὶ τοῦ πόλου β διὰ τῆς συνισταμένης αὐτῶν βN . Ἐπειδὴ δὲ αἱ δυνάμεις $\gamma\epsilon$, $\beta\epsilon'$ εἶναι ἴσαι καὶ παράλληλοι, ὡς καὶ αἱ $\gamma\sigma$ καὶ $\beta\sigma'$, ἡ συνισταμένη γB τῶν $\gamma\sigma$ καὶ $\gamma\epsilon$ θέλει εἶναι προφανῶς ἴση καὶ παράλληλος τῇ συνισταμένῃ βN τῶν δυνάμεων $\beta\sigma'$ καὶ $\beta\epsilon'$. Λοιπὸν ἡ ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης $\beta\gamma$ ἐνέργεια τοῦ γῆνιου μαγνητισμοῦ δύναται νὰ ἀντικατασταθῇ ὑπὸ τῆς ἐπὶ τῶν ἄκρων γ καὶ β αὐτῆς ἐνεργείας δύο ἴσων καὶ *παραλλήλων* δυνάμεων γB , βN . Ἀλλ' αὗται κατὰ τὰ ἐν τῷ τέλει τῆς § XI λεχθέντα ἀποτελοῦσι ζεύγος, τοῦ ὁποῖου τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας δὲν δύναται νὰ παρῇ ὑπ' οὐδεμιᾶς ἀπλῆς δυνάμεως, ἀλλ' εἶναι περιστροφικόν. Τούτου ἕνεκα λοιπὸν ἡ μαγνητικὴ βελόνη δὲν ἐκτοπίζεται, ἀλλὰ περιστρέφεται, μέχρις οὗ ἀχθῇ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ MM' , ἐν ᾧ αἱ παράλληλοι δυνάμεις γB καὶ βN διευθύνονται κατὰ τὴν ἐγκλιτικὴν τοῦ τόπου γραμμὴν, καὶ ἰσορροποῦσιν ὡς ἐνεργοῦσαι τότε κατ' ἀντίθετον φορὰν ἐπὶ τῷ ἄκρων τῆς αὐτῆς εὐθείας $\beta\gamma$ (XII).

280. ΑΔΙΑΦΟΡΟΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑΙ ΒΕΛΟΝΑΙ. — Μαγνητικὴ τις βελόνη λέγεται ἀδιάφορος, ὅταν διατεθῇ οὕτως, ὥστε ἡ ἐπ' αὐτῆς ἐνέργεια τοῦ ὑπὸ τοῦ γῆνιου μαγνητισμοῦ παραγομένου ζεύγους νὰ μηδενίζεται. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται κατὰ τοὺς ἑξῆς τρεῖς τρόπους·

1^{ον} Ἐὰν ἐν τῷ μαγνητικῷ τοῦ τόπου μεσημβρινῷ τεθῇ πλησίον τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἰσχυρὸς μαγνήτης, ἔχων ἐστραμμένον πρὸς αὐτὴν τὸν πόλον, τὸν παρά-



Σχ. 226

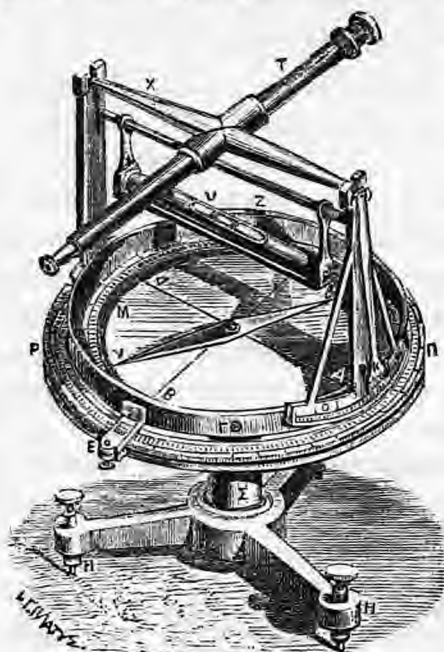
γοντα ἐπ' αὐτῆς ἀντίθετα ἀποτελέσματα τοῦ γῆνιου μαγνητισμοῦ, καὶ εἰς τοσαύτην ἀπ' αὐτῆς ἀπόστασιν, ὥστε τὰ παραγόμενα ἀντίθετα ἀπο-

τελέσμεντα νὰ ἴσται ἴσα. Διότι τότε προφανῶς ἡ μαγνητικὴ βελόνη ἰσορροπεῖ ὁπωσδήποτε καὶ ἂν περιστραφῇ περὶ τὸ κέντρον τῆς βαρύτητος αὐτῆς.

2^{ον} Ἐὰν συνδεθῶσι παραλλήλως καὶ ἀντιθέτως δύο μαγνητικαὶ βελόναί BN, NB, ἴσης μαγνητικῆς δυνάμεως (Σχ. 226). Διότι τότε τὸ ὑπὸ τοῦ γῆνιου μαγνητισμοῦ ἐπὶ τῆς μιᾶς τούτων παραγόμενον ζεύγος εἶναι προφανῶς ἴσης δυνάμεως καὶ ἀντιθέτου φορᾶς τοῦ ἐπὶ τῆς ἑτέρας παραγομένου.

3^{ον} Ἐὰν τὸ ἐν ᾧ δύναται νὰ περιστραφῇ ἡ βελόνη ἐπίπεδον διατεθῇ καθέτως ἐπὶ τῆς ἑγκλιστικῆς τοῦ τόπου γραμμῆς. Διότι τότε τὸ ὑπὸ τοῦ γῆνιου μαγνητισμοῦ παραγόμενον ζεύγος θέλει τείνει εἰς τὸ νὰ περιστρέψῃ τὴν μαγνητικὴν βελόνην ἐν ἐπίπῳ καθέτῳ ἐπὶ τοῦ πρώτου, καὶ ἡ τοιαύτη αὐτῆς κίνησις, ἕνεκα τοῦ τρόπου τῆς ἐξαρθήσεως αὐτῆς, εἶναι προφανῶς ἀδύνατος.

281. ΑΠΟΚΛΙΤΙΚΗ ΠΥΞΙΣ. — Ὀνομάζεται ἀποκλιτικὴ πυξίς τὸ ὄργανον, δι' οὗ εὐρίσκομεν τὴν ἀπόκλινσιν τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἐν τινι



Σχ. 227

δεδομένῳ τόπῳ (Σχ. 227). Αὕτη δὲ ἀποτελεῖται ἐκ τινος ἐξ ἔρυθρου χαλκοῦ θήκης ΓΖ, ἣς ὁ πυθμὴν φέρει ἐπὶ τοῦ κέντρου αὐτῆς κάθετον ὀβελίσκον, καὶ ἔχει τὴν περιφέρειαν αὐτοῦ Μ διηρημένην εἰς μοίρας. Ἐπὶ τοῦ ὀβελίσκου τίθεται ἡ μαγνητικὴ βελόνη βγ, ἣτις κατασκευάζεται μετὰ μεγάλης προσοχῆς, εἶναι ἐλαφροτάτη καὶ φέρει πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων αὐτῆς ἐπαρκὲς βάρος, εἰς τρόπον ὥστε, ὅταν ὁ πυθμὴν τῆς θήκης ΓΖ ἦναι ὀριζόντιος, ἡ βελόνη βγ νὰ διαγράφῃ ἐπίπεδον ὀριζόντιον, ὡς εἰ τοῦ τόπου ἑγκλισις ἦτο μηδέν. Ἡ αὐτὴ θήκη ΓΖ φέρει πρὸς τούτοις κατὰ

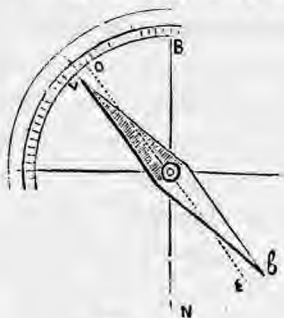
τινα αὐτῆς διάμετρον ΔΑ δύο

ἀντιστάτας, ἐφ' ὧν στηρίζεται ὀριζόντιός τις ἄξων Χ, φέρων ἐν τῷ μέσῳ αὐτοῦ ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον Τ, οὗτινος ὁ ὀπτικὸς καλούμενος ἄξων διαγράφει κάθετον ἐπίπεδον, διερχόμενον διὰ τῆς διαμέτρου BN τῆς διηρημένης περιφερείας Μ τοῦ πυθμένου. Τὸ ἀστρονομικὸν τοῦτο τηλεσκόπιον χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ διευθετίζηται ἡ διάμετρος BN, ἣτις

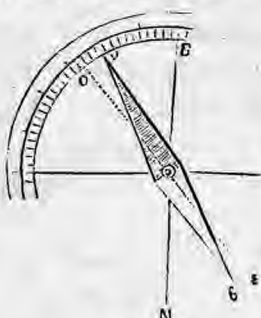
διέρχεται διὰ τοῦ O τῆς διαιρέσεως τῆς περιφερείας M , ἐν τῷ ἀστρονομικῷ τοῦ τόπου μεσημβρινῷ, ὅταν οὗτος ᾖ γινωστός, ἢ, ὅταν ὁ ἀστρονομικὸς τοῦ τόπου μεσημβρινὸς ᾖ ἀγνώστος, πρὸς εὐρεσιν αὐτοῦ δι' ἐνὸς τῶν ἐν τῇ Ἀστρονομίᾳ διδασκομένων τρόπων. Πρὸς τοῦτο ἡ θήκη GZ στηρίζεται ἐπὶ τῆς καθέτου στήλης Σ οὕτως, ὥστε νὰ κινῆται ἐλευθέρως ἐπὶ ῥιζοντίου ἐπιπέδου συμπαρασύρουσα μεθ' ἑαυτῆς καὶ τὸ τηλεσκόπιον T , καὶ ὁ μὲν στερεῶς ἐπὶ τῆς στήλης Σ ἐστηρικμένος κύκλος PP χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ δεικνύῃ διὰ τοῦ βερνιέρου E κατὰ πόσας μοῖρας πρέπει νὰ περιστραφῇ ἡ ἐντὸς αὐτοῦ κινητὴ θήκη GZ , ἵνα ὁ ἄξων τοῦ τηλεσκοπίου T ἢ ἡ διάμετρος BN ἀχθῇ ἐπὶ τοῦ ἀστρονομικοῦ τοῦ τόπου μεσημβρινοῦ, ὁ δὲ ἀεροστάτης ν καὶ οἱ κινητοὶ κοχλῖαι H, H, H εἰς τὸ νὰ διατίθεται ἡ στήλη Σ τοῦ ὀργάνου καθέτως.

Ὅταν ἡ διάμετρος BN κῆται ἐπὶ τοῦ ἀστρονομικοῦ μεσημβρινοῦ, αἱ μοῖραι τοῦ τόξου Bv δεικνύουσι τὴν ἀπόκλινιν τῆς μαγνητικῆς βελόνης, ἥτις εἶναι ἀνατολικὴ ἢ δυτικὴ, καθόσον ὁ πόλος γ τῆς βελόνης πίπτει πρὸς ἀνατολὰς ἢ πρὸς δυσμὰς τῆς διαμέτρου BN .

282. **ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΒΕΛΟΝΗΣ.** — Ἵνα αἱ μοῖραι τοῦ τόξου Bv δεικνύουσι τὴν πραγματικὴν ἀπόκλινιν τῆς μαγνητικῆς βελόνης br , πρέπει ὁ μαγνητικὸς αὐτῆς ἄξων νὰ συμπίπτῃ μετὰ τῆς διαγωνίου αὐτῆς br (Σχ. 228, 229). Ἀλλ' ὥς ἐπὶ τὸ πλεῖστον τοῦτο δὲν



Σχ. 228



Σχ. 229

συμβαίνει· ὁ μαγνητικὸς ἄξων oe κεῖται ἄλλοτε πρὸς τὰ δεξιὰ καὶ ἄλλοτε πρὸς τὰ ἀριστερὰ τῆς br , ἐπομένως ἡ δεικνυομένη τότε ἀπόκλινις Bv εἶναι ἄλλοτε μεγαλειτέρα τῆς ἀληθοῦς Bo καὶ ἄλλοτε μικροτέρα. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει πρὸς εὐρεσιν τῆς ἀληθοῦς ἀποκλίσεως μεταχειρίζονται τὸν ἐξῆς τρόπον·

Ἀναγινώσκουσι πρῶτον ἐπὶ τῆς διηρημένης περιφερείας τὸν ἀριθμὸν τῶν μοιρῶν τοῦ τόξου Bv (Σχ. 228), ἔπειτα ἀναστρέφουσι τὴν μαγνητικὴν βελόνην br (Σχ. 229), ἥτις κατασκευάζεται πρὸς τοῦτο οὕτως, ὥστε νὰ δύναται νὰ περιστραφῇ ἐπὶ τοῦ ὀβελίσκου ἐλευθέρως καὶ κατὰ

τὰς δύο αὐτῆς ρόμβοις εἰδὲς ἔδρας, καὶ ἀναγινώσκουσι πάλιν τὰς δεικνύσας τὴν ἀπόκλινιν αὐτῆς μοίρας τοῦ τόξου *Br*. Εἶναι προφανὲς ὅτι τὸ ἡμιάθροισμα τῶν μοιρῶν τῶν τόξων *Br* καὶ *Bv* θέλει παριστᾶ τὴν ἀληθῆ ἀπόκλινιν τοῦ πραγματικοῦ αὐτῆς ἄξονος *oe*. Διότι μετὰ τὴν ἀναστροφὴν τῆς βελόνης *br* τὸ μὲν ἄκρον *o* τοῦ πραγματικοῦ μαγνητικοῦ ἄξονος δὲν μεταβάλλει προφανῶς θέσιν ὡς πρὸς τὸ ἄκρον *B* τοῦ ἀστρονομικοῦ μεσημβρινοῦ *BN*, τὸ δὲ ἄκρον *r*, ὅπερ κατ' ἀρχὰς ἔκειτο καθ' ὑπόθεσιν πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ *o* (Σχ. 228), θέλει κείσθαι τὴν πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ (Σχ. 229), καὶ εἰς ἴσην ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν *ro*, ἐπομένως ἡ δευτέρα ἀπόκλισις *Bv* εἶναι μικροτέρα τῆς πρώτης *Br* κατὰ τὸ διπλάσιον τοῦ τόξου *ro*. Τὸ ἡμιάθροισμα λοιπὸν τῶν δύο τόξων *Br* καὶ *Bv* θέλει εἶναι ἴσον μὲ τὸ τόξον *Bo*.

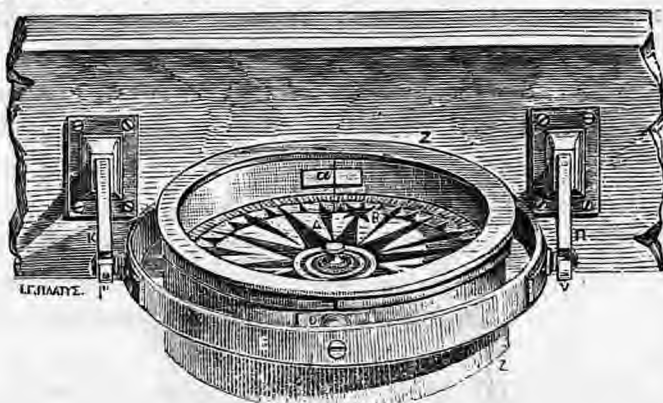
Ἄν ὁ μαγνητικὸς ἄξων *oe* ᾗτο παράλληλος τῆς διαμέτρου *br*, τὸ τόξον *Bv* ἤθελε δεικνύει τὴν πραγματικὴν ἀπόκλινιν, διότι αἱ ἀντιστοιχοῦσαι γωνίαι τῶν παραλλήλων *br* καὶ *oe* ἤθελον εἶναι ἴσαι. Ἄν δὲ ὁ μαγνητικὸς ἄξων *oe* δὲν διήρχετο διὰ τοῦ κέντρου τῆς βελόνης *br*, εὐκόλως παρατηρεῖ τις ὅτι τοῦτο εἶναι ὅλως ἀδιάφορον καὶ κατὰ τὴν μίαν καὶ κατὰ τὴν ἄλλην περίπτωσιν.

283. **ΝΑΥΤΙΚΗ ΠΥΞΙΣ.** — Ἡ ναυτικὴ καλουμένη *πυξίς* εἶναι ἀποκλιστικὴ πυξίς ἀπλουστερά τῆς προπεριγραφείσης, καὶ χρησιμεύει πρὸς τὴν κατάλληλον διεύθυνσιν τῶν ἐν ἀνοικτῷ πελάγει ἢ ἐν καιρῷ νυκτὸς ταξειδεύοντων πλοίων. Τὸ μὲν σχῆμα 230 παριστᾶ τὸ σύνολον τοῦ ὀργάνου, τὸ δὲ σχῆμα 231 κάθετον ἐντομὴν αὐτοῦ. Αὕτη σύγκειται ἐκ τινος ἐξ ἐρυθροῦ χαλκοῦ κυλινδρικοῦ θήκης *ZZ*, ἣτις δύναται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως περὶ τὸν ἐπὶ τῆς στεφάνης *E* στηριζόμενον ἄξονα *o*. Ἡ στεφάνη *E* περιστρέφεται ἐλευθέρως περὶ τὸν ἄξονα *ov*, κάθετον ἐπὶ τοῦ ἄξονος *o*, εἰς τρόπον ὥστε ἡ βάσις τῆς θήκης *ZZ* διὰ τῆς διπλῆς ταύτης ἐξαρτήσεως (§ 28, Σχ. 96), λαμβάνει ἀφ' ἑαυτῆς, ἐνεκα τοῦ ἐκ μολύβδου ἔρματος, ὅπερ φέρει ἐπ' αὐτῆς, θέσιν πάντοτε ὀριζόντιον μεθ' ὅλα τὰ διατοιχήματα καὶ προνευστάματα τοῦ πλοίου.

Ἐπὶ τοῦ κέντρου τῆς βάσεως *ZZ* ὑπάρχει κάθετος ὀβελίσκος, φέρων ἐπὶ τῆς κορυφῆς αὐτοῦ, ἀντὶ μαγνητικῆς βελόνης, μαγνητικὴν ῥάβδον *br* (Σχ. 231). Ἐπὶ τῆς ῥάβδου *br* ὑπάρχει κεκολλημένος δίσκος ἐκ λεπτοῦ φύλλου χρυσοῦ (mica), καὶ ἐπ' αὐτοῦ ἕτερος Δ ἐκ χάρτου. Ἐπὶ τοῦ δίσκου Δ εἶναι κεχαραγμένον τὸ ἀνεμολόγιον, φέρον 32 διαιρέσεις, δι' ὧν δεικνύονται οἱ ὀκτὼ πρωτεύοντες ἄνεμοι ἢ ρόμβοι, τὰ ἡμιρόμβια καὶ τὰ τεταρτορόμβια (Σχ. 230). Ἡ φέρουσα ἀστερίσκον ἀκτὶς *B* ἀντιστοιχεῖ εἰς τὴν ὑπ' αὐτὴν μαγνητικὴν ῥάβδον *br*, καὶ δεικνύει τὸν μαγνητικὸν τοῦ τόπου μεσημβρινόν, ἡ δὲ ἐπὶ τῆς θήκης τοῦ ὀργάνου

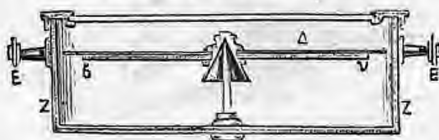
κεχαραγμένη κάθετος γραμμὴ α δεικνύει τὴν διεύθυνσιν τῆς τροπιδος τοῦ πλοίου.

Ἡ οὕτω κατεσκευασμένη ναυτικὴ πυξὶς τίθεται πλησίον τοῦ πηδαλιούχου ἐντὸς πυξιδοθήκης, καὶ δεικνύει εἰς αὐτὸν διαρκῶς ποίας κινήσεις πρέπει νὰ ἐπιφέρῃ ἐπὶ τοῦ πηδαλίου, ὅσας τὸ πλοῖον παρεκτρέπεται τῆς γραμμῆς, ἣν πρέπει νὰ διαγράψῃ, ὅπως φθάσῃ κατ' εὐθείαν εἰς τὸ πρὸς ὃ διευθύνεται σημεῖον. Ἵνα δὲ γίνωμεν καταλληλότεροι, ἂς ἐξηγηθῶμεν σαφέστερον ἐπὶ τινος παραδείγματος.



Σχ. 230

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ πλοῖον ἀναχωρεῖ ἐκ τινος σημείου Π, καὶ διευθύνεται πρὸς ἕτερον Κ, κείμενον πρὸς δυσμὰς τοῦ Π, καὶ ὅτι, ἵνα διευθυνθῇ κατ' εὐθείαν πρὸς τὸ Κ, πρέπει ἡ ὑπ' αὐτοῦ διαγραφησομένη

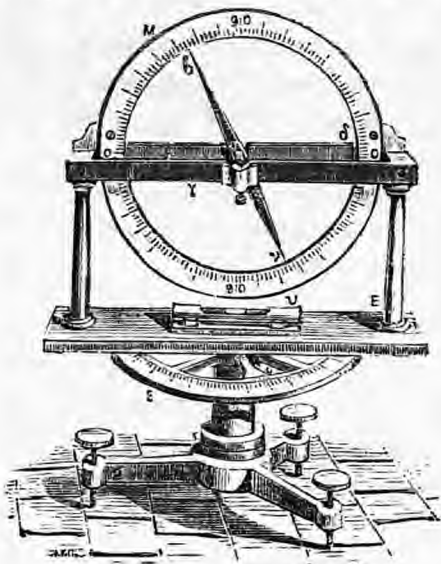


Σχ. 231

γραμμὴ νὰ τμήσῃ τὸν γεωγραφικὸν τοῦ σημείου Π μεσημβρινὸν ὑπὸ γωνίαν 20 μοιρῶν. Ἄν τώρα ἐν τῷ τόπῳ Π ὁ μαγνητικὸς μεσημβρινὸς συμπίπτει μετὰ τοῦ γεωγραφικοῦ, πρέπει προφανῶς ἡ τροπὶς τοῦ πλοίου νὰ σχηματίσῃ μετὰ τῆς ἀκτίνος Β τῆς πυξίδος καὶ πρὸς δυσμὰς αὐτῆς γωνίαν 20 μοιρῶν, ἂν δὲ ἐν τῷ τόπῳ Π ἡ ἀπόκλισις τῆς μαγνητικῆς βελόνης ᾖ 12 μοιρῶν καὶ δυτικὴ, τότε ἡ τροπὶς τοῦ πλοίου πρέπει νὰ σχηματίσῃ μετὰ τῆς ἀκτίνος Β τοῦ ἀνεμολογίου γωνίαν 8 μοιρῶν καὶ πρὸς δυσμὰς πάλιν τοῦ Β. Ὁ πηδαλιούχος λοιπὸν πρέπει νὰ διευθύνῃ διὰ τοῦ πηδαλίου οὕτω τὸ πλοῖον, ὥστε κατὰ μὲν τὴν πρώτην ὑπόθεσιν ἡ γραμμὴ α, ἡ συμπίπτουσα μετὰ τῆς διευθύνσεως

τῆς τρόπιδος τοῦ πλοίου, νὰ ἀντιστοιχῇ πρὸς τὴν 20^{ην} πρὸς δυσμὰς μοῖραν τοῦ ἀνεμολογίου Δ, κατὰ δὲ τὴν δευτέραν ὑπόθεσιν, νὰ ἀντιστοιχῇ αὕτη πρὸς τὴν 8^{ην} πρὸς δυσμὰς μοῖραν αὐτοῦ. Ἐκαστος τὼρα ἐννοεῖ πόσον πολύτιμον εἶναι τὸ ὄργανον τοῦτο, καὶ πόσας σπουδαίας ἐκδουλεύσεις προσφέρει εἰς τὴν ναυτιλίαν καὶ τὸ ἐμπόριον ἢ διευθυντήριος δύναμις τοῦ γήινου μαγνητισμοῦ.

284. **ΕΓΚΛΙΤΙΚΗ ΠΥΞΙΣ.** — Καλεῖται *ἐγκλιτική πυξίς* τὸ ὄργανον, δι' οὗ εὐρίσκεται ἡ ἐν τινι τόπῳ ἐγκλίσις τῆς μαγνητικῆς βελόνης. Τὸ σχῆμα 232 παριστᾷ τὸ σύνολον τοῦ ὁργάνου, ὅπερ κατασκευάζεται ἐξ ἐρυθροῦ χαλκοῦ καὶ ἀποτελεῖται ἐκ τινος ὀριζοντίου κύκλου ε, διηρημένου εἰς μοίρας καὶ στηριζομένου καθέτως ἐπὶ στήλης, φερομένης ὑπὸ τριῶν κοχλιῶν. Ὑπεράνω τοῦ κύκλου ε ὑπάρχει πλάξ Ε, φέρουσα κατὰ



Σχ. 232

τὰ ἄκρα αὐτῆς δύο καθέτους στήλας, ἐφ' ὧν στηρίζεται ἕτερος διηρημένος κύκλος Μ, κάθετος ἐπὶ τοῦ πρώτου ε. Ὁ ἄξων τῆς μαγνητικῆς βελόνης *βγ* διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ κύκλου Μ καὶ στηρίζεται ἐκατέρωθεν ἐπὶ τινος περιθωρίου γ. Ἡ μὲν πλάξ Ε μετὰ τῶν ἐπ' αὐτῆς δύναται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως περὶ τὸν διὰ τοῦ κέντρου τοῦ κύκλου ε καθέτως διερχόμενον ἄξονα, ὁ δὲ ἀεροστάτης υ μετὰ τῶν τριῶν κινητῶν κοχλιῶν χρησιμεύουσιν εἰς τὸ νὰ διευθετίξωσι τὸ ὅλον ὄργανον οὕτως, ὥστε ἡ διὰ τῶν δύο μηδενῶν διερχομένη διάμετρος οο τοῦ κύκλου Μ νὰ ᾔναι ὀριζόντιος.

Πρὸς εὑρεσιν τῆς ἐν τινι τόπῳ ἐγκλίσεως τῆς μαγνητικῆς βελόνης

περιστρέφωμεν τὴν πλάκα Ε τοῦ ὄργανου, μέχρις οὗ τὸ ἐπίπεδον τοῦ κύκλου Μ συμπέσῃ μετὰ τοῦ ἐπιπέδου τοῦ μαγνητικοῦ τοῦ τόπου μεσημβρινοῦ, καὶ ἀναγινώσκωμεν τότε τὸν ἀριθμὸν τῶν μοιρῶν τοῦ τόξου ον, ὅπερ παριστᾷ τὴν ζητουμένην ἔγκλισιν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

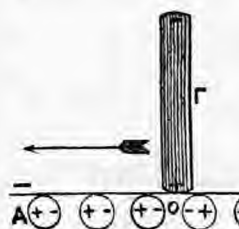
ΜΑΓΝΗΤΙΣΙΣ, ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑΙ ΔΕΣΜΑΙ

285. ΤΡΟΠΟΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΕΩΣ ΤΟΥ ΒΕΒΑΜΜΕΝΟΥ ΧΑΛΥΒΟΣ. — Κατὰ τρεῖς διαφορούς τρόπους τεμάχιον βεβαμμένου χάλυβος μαγνητίζεται· διὰ τοῦ γήινου μαγνητισμοῦ, διὰ τοῦ ἡλεκτρισμοῦ καὶ διὰ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργείας ἰσχυρῶν μαγνητῶν. Ἐκ τῶν ἐν τῇ § 275 λεχθέντων ἕκαστος ἐννοεῖ πῶς μαγνητίζεται μαγνητικόν τι σῶμα διὰ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργείας τοῦ γήινου μαγνητισμοῦ, νομίζομεν δὲ περιττὸν νὰ ἐκταθῶμεν ἐνταῦθα ἐπὶ τοῦ ἀντικειμένου τούτου, καθόσον οἱ διὰ τοῦ τρόπου τούτου κατασκευαζόμενοι μαγνήται εἶναι ἀσθενεῖς δυνάμεις, καὶ ὁ μαγνητισμὸς αὐτῶν δὲν εἶναι διαρκής. Περὶ τοῦ δευτέρου, τοῦ καὶ ἐνεργητικωτέρου τῆς μαγνητίσεως τρόπου, θέλομεν κάμει λόγον ἐν τῷ ἀκολουθῶν περὶ ἡλεκτρομαγνητισμοῦ βιβλίῳ. Μᾶς μένει λοιπὸν νὰ ἐκθέσωμεν ἐνταῦθα τὰς τρεῖς ἐν χρήσει μεθόδους τοῦ τρίτου τῆς μαγνητίσεως τρόπου.

286. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΑΠΑΝΗΣ ΠΡΟΣΤΡΙΨΕΩΣ. — Τὴν διὰ τῆς ἀπλῆς καλουμένης προστρίψεως μαγνήτισιν δεδομένης τινὸς μαγνητικῆς ράβδου ἐκτελοῦσιν ὡς ἑξῆς·

Προστρίβουσι καθέτως ἀπὸ τοῦ ἐνὸς τῆς ράβδου ἄκρου Β μέχρι τοῦ ἑτέρου Α τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων ἰσχυροῦ τινος μαγνήτου Γ, καὶ ἐπαναβαμβάνουσι κατὰ τὴν αὐτὴν πάντοτε φορὰν, τουτέστιν ἀπὸ τοῦ ἄκρου Β πρὸς τὸ Α, τὰς τοιαύτας προστρίψεις (Σχ. 233). Μετὰ τινὰ ἀριθμὸν προστρίψεων ἡ μαγνητικὴ ράβδος ΑΒ μετατρέπεται εἰς μαγνήτην, ὅστις εὐρίσκεται ἔχων πρὸς τὸ ἄκρον Α πόλον ἑτερόνυμον ἐκείνῳ, δι' οὗ ἐγένετο ἡ πρόστριψις, καὶ πρὸς τὸ ἄκρον Β πόλον ὁμώνυμον αὐτῷ. λυκόλως δὲ δυνάμεθα, στηριζόμενοι εἰς τὰ ἐν τοῖς §§ 269 καὶ 270 λεχθέντα, νὰ ἐξηγήσωμεν πῶς διὰ τοῦ προσκετεθέντος τρόπου μαγνητίζεται ἡ ράβδος ΑΒ, καὶ διατὶ αὕτη πρέπει ἀναγκαίως νὰ φέρῃ ἐπὶ μὲν τοῦ ἄκρου Β, ἀφ' οὗ ἄρχεται ἡ πρόστριψις, πόλον ὁμώνυμον τῷ δι' οὗ γίνεται αὕτη, ἐπὶ δὲ τοῦ ἄκρου Α, ἐνθα περατοῦται, πόλον ἑτερόνυ-

μον αὐτῷ. Πρὸς τοῦτο δὲ ἀρκεῖ προφανῶς νὰ ἴδωμεν τί συμβαίνει ἐν τινι σειρᾷ μαγνητικῶν τῆς ῥάβδου στοιχείων. Ὅταν π. χ. ὁ πόλος + τοῦ μαγνήτου Γ εὐρίσκηται ἐν τινι θέσει ο τῆς σειρᾶς AB, ὁ μαγνητισμός τοῦ πόλου + αὐτοῦ ἐνεργεῖ δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ τῶν ἐκατέρωθεν



σχ. 233

τοῦ σημείου ο ὑπαρχόντων μαγνητικῶν στοιχείων, καὶ καταστρέφων ἐν μέρει τὴν συντηρητικὴν τῆς ῥάβδου δύναμιν, ἀποσυνθέτει τὰ μαγνητικὰ ἐκάστου ρευστά, ὅπως παριστᾷ τὸ σχῆμα 233. Πρὸς τὸ ἄκρον λοιπὸν B, ἀφ' οὗ ἀρχεται ἡ πρόστριψις, ἀπωθοῦνται τὰ θετικὰ ρευστά τῶν ἐν τῷ

μέρει οB ὑπαρχόντων μαγνητικῶν στοιχείων, τοῦτ' αὐτὸ δὲ συμβαίνει καὶ ἐν τῷ μέρει οA, ἐν ᾧ ἀπωθοῦνται πρὸς τὸ ἄκρον A τὰ + τῶν μαγνητικῶν στοιχείων ρευστά. Ἀλλὰ προχωροῦντος τοῦ μαγνήτου Γ κατὰ τὴν ὑπὸ τοῦ βέλους δεικνυομένην φορὰν, πρὸς μὲν τὸ ἄκρον B ἀπωθοῦνται πάντοτε τὰ αὐτὰ ρευστά +, ἐνῷ τὰ μαγνητικὰ ρευστά τῶν μεταξὺ τοῦ ο καὶ τῆς νέας θέσεως τοῦ μαγνήτου Γ στοιχείων ἀντιστρέφονται, ἔνεκα τῆς ἰσχυροτέρας ἐνεργείας τοῦ ὑπερτεθέντος πόλου + τοῦ μαγνήτου Γ· ἐπομένως, ὅταν ὁ μαγνήτης Γ φθάσῃ εἰς τὸ ἄκρον A, τὰ ρευστά πάντων τῶν στοιχείων τῆς σειρᾶς AB εὐρίσκονται διατεθειμένα, ὅπως καὶ τὰ μεταξὺ τοῦ ο καὶ B. Εἰς ἐκάστην λοιπὸν ἀπὸ τοῦ B πρὸς τὸ A πρόστριψιν μέρος τῆς συντηρητικῆς τῆς ῥάβδου δυνάμεως καταστρέφεται διὰ τῆς δι' ἐπιδράσεως ἐνεργείας τοῦ πόλου + τοῦ κινητοῦ μαγνήτου, καὶ ἡ ῥάβδος ἐπὶ τέλους μαγνητίζεται, ἔχουσα ἐν τῷ ἄκρῳ B πόλον ὁμώνυμον τῷ προστρίβοντι, καὶ ἐν τῷ ἄκρῳ A πόλον ἐτερόνυμον αὐτῷ.

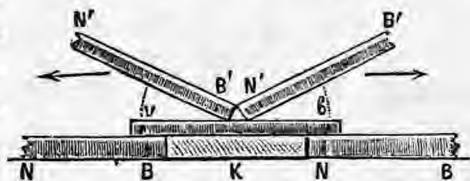
Ἐὰν ἡ προστρίβομένη ῥάβδος ἦναι μαγνήτης καὶ πρόστριβῇ ἀντιθέτως, οἱ μαγνητικοὶ αὐτοῦ πόλοι ἀντιστρέφονται.

Ἐπειδὴ οἱ διὰ τοῦ προεκτεθέντος τρόπου κατασκευαζόμενοι μαγνήται εἶναι ἀσθενοὺς δυνάμεις, καὶ ἐνίοτε, ὅταν αἱ ῥάβδοι ἦναι μεγάλαι, παράγονται ἐν αὐταῖς καὶ διάμεσα σημεῖα (267), δὲν γίνεται χρῆσις αὐτοῦ εἰ μὴ πρὸς μαγνήτισιν βελονῶν καὶ μικρῶν ῥάβδων. Ὅταν δὲ θέλωσι νὰ κατασκευάσωσι μαγνήτας μεγάλης δυνάμεως, μεταχειρίζονται μίαν τῶν ἀκολουθῶν δύο μεθόδων.

287. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΧΩΡΙΣΤΗΣ ΠΡΟΣΤΡΙΨΕΩΣ. — Τὴν διὰ τῆς χωριστῆς προστρίψεως καλουμένης μεθόδου μαγνήτισιν δεδομένης τινὸς μαγνητικῆς ῥάβδου *br* ἐκτελοῦσιν ὡς ἑξῆς:

Μεταξὺ τῶν ἀντιθέτων πόλων B καὶ N δύο ἰσχυρῶν μαγνητῶν BN

καὶ BN θέτουσιν ἰσοπαχῆς τεμάχιον ξύλου K, ἐλίγον μικρότερον τῆς μαγνητιστέας ῥάβδου *br*, ἣν ἐπιθέτουσιν οὕτως, ὥστε τὰ ἄκρα αὐτῆς *β* καὶ *γ* νὰ κῆνται ἐπὶ τῶν πόλων N καὶ B τῶν ὑπ' αὐτὴν μαγνητῶν (Σχ. 234). Λαμβάνουσιν ἀκολούθως δύο ἰσχυροὺς μαγνήτας N'B' καὶ N B', καὶ ἐπιθέτουσιν ἐπὶ τοῦ μέσου τῆς ῥάβδου *br* τοὺς ἀντιθέτους αὐτῶν πόλους B' καὶ N' οὕτως, ὥστε ὁ πόλος B' νὰ ᾖ δυνάμειος τῷ ὑποκειμένῳ B καὶ ὁ N' δυνάμειος τῷ ὑποκειμένῳ N. Μετὰ ταῦτα πλαγιάζουσι τοὺς μαγνήτας B'N' καὶ B'N ὑπὸ γωνίαν 25° ἕως 30°, καὶ προστρίβουσι δι' αὐτῶν τὴν ῥάβδον *br*, φέροντες συγχρόνως ἐκά-



Σχ. 234

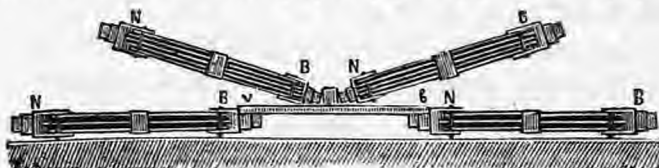
τερον τῶν μαγνητῶν πρὸς τὸ ἀντιστοιχοῦν ἄκρον κατὰ τὴν ὑπὸ τῶν βελῶν δεικνυομένην φοράν. Ἄμα ὡς φθάσωσιν εἰς τὰ ἄκρα *β* καὶ *γ*, ἀφαιροῦσι τοὺς μαγνήτας B'N' καὶ B'N, καὶ ἐπαναλαμβάνουσι τὴν πρόστριψιν ὁμοιοτρόπως ἀρχόμενοι πάλιν ἐκ τοῦ μέσου τῆς ῥάβδου *br*. Μετὰ τινὰ ἀριθμὸν τοιοῦτων προστρίψεων ἡ ῥάβδος *br* μετατρέπεται εἰς ἰσχυρὸν μαγνήτην, ὅστις ἔχει τοὺς δύο αὐτοῦ πόλους, ὅπως παρίστα τὸ ἀνωτέρω σχῆμα.

Ἡ ἀνωτέρω ἐκτεθεῖσα μέθοδος εἶναι ἡ τῆς χυριστῆς προστρίψεως μετὰ τῶν ὑπὸ τοῦ Δουαμὲλ (Duhamel) ἐπενεχθεισῶν τελειοποιήσεων. Οἱ ὑποκείμενοι ἀντίθετοι μαγνητικοὶ πόλοι B καὶ N ἐνεργοῦσι δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν ρευστῶν τῆς ῥάβδου *br*, καὶ ἐκάτερος τούτων βοηθεῖ τὴν ἐνέργειαν τοῦ ἑτέρου, ὥστε τὸ δι' ἐπιδράσεως παραγόμενον ἀποτέλεσμα εἶναι διπλοῦν, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἡ διὰ δύο μαγνητικῶν πόλων B' καὶ N' πρόστριψις τῆς ῥάβδου *br* παράγει μεγαλύτερον προφανῶς ἀποτέλεσμα τοῦ τῆς δι' ἑνὸς μόνου, καὶ τρίτον ἡ ὑπὸ γωνίαν 25° ἕως 30° κλίσις τῶν μαγνητῶν B'N' καὶ B'N' προσεγγίζει μᾶλλον τῆς ῥάβδου *br* τοὺς πραγματικοὺς πόλους αὐτῶν B' καὶ N' (Σχ. 234), ἐπομένως καὶ τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας αὐτῶν θέλει εἶναι μεγαλύτερον. Διὰ τοὺς προεκτεθέντας λοιπὸν τρεῖς τούτους λόγους ἡ διὰ τῆς μεθόδου ταύτης μαγνήτισις τῆς ῥάβδου *br* εἶναι κατὰ πολὺ ὑπερτέρα τῆς διὰ ἀπλῆς προστρίψεως, δι' ἧς καὶ παράγονται συνεχέστερον σημεῖα διάμεσα.

288. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΗΣ ΠΡΟΣΤΡΙΨΕΩΣ. — Κατὰ τὴν μέθοδον τῆς διπλῆς καλουμένης προστρίψεως, τῆς ὑπὸ τοῦ Mitchell ἐπινοηθείσης καὶ ὑπὸ τοῦ Αἰλπίνου τελειοποιηθείσης, ἡ μαγνητιστέα ῥάβδος *br* τίθεται ὡσαύτως ἐπὶ τῶν ἀντιθέτων πόλων B καὶ N δύο ἰσχυρῶν μα-

γνητῶν ἢ δύο μαγνητικῶν δεσμῶν (292), καὶ ἐπὶ τοῦ μέσου ο αὐτῆς ἐπιτίθενται ὁμοιοτρόπως οἱ ἀντίθετοι πόλοι Β καὶ Ν δύο ἐτέρων μαγνητικῶν δεσμῶν, ὅπως καὶ κατὰ τὴν προπεριγραφείσαν μέθοδον τῆς χωριστῆς προστρίψεως· ἀλλ' ἐνταῦθα ἡ μὲν κλίσις τῶν προστριβόντων μαγνητῶν εἶναι 15 ἕως 20 μοιρῶν, ἡ δὲ πρόστριψις ἐκτελεῖται κατ' ἄλλον τινὰ τρόπον, τὸν ἐξῆς (Σχ. 235).

Μεταξὺ τῶν πόλων Β καὶ Ν τῶν προστριβόντων μαγνητῶν τίθεται μικρὸν τεμάχιον ξύλου, καὶ οἱ μαγνήται φέρονται ἀμφότεροι ἐκ τοῦ μέσου πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων *β*, καὶ ἀπὸ τούτου πρὸς τὸ ἕτερον *γ*, ὅθεν ἐπαναφέρονται πρὸς τὸ *β*, καὶ ἀπὸ τούτου πάλιν πρὸς τὸ *γ*, καὶ οὕτω καθεξῆς, περατουμένης πάντοτε τῆς ἐργασίας εἰς τὸ μέσον ο, ἀφοῦ προστριβῶσι κατὰ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν φορῶν ἀμφότερα τὰ μέρη *οβ*, *ογ*



Σχ. 235

τῆς ῥάβδου *βγ*. Μετὰ τινὰ ἀριθμὸν τοιούτων προστρίψεων ἡ ῥάβδος *βγ* μετατρέπεται εἰς λίαν ἰσχυρὸν μαγνήτην, ἔχοντα τοὺς δύο αὐτοῦ πόλους ὅπως παριστᾷ τὸ ἀνωτέρω σχῆμα.

Οἱ μὲν ὑποκείμενοι πόλοι Β καὶ Ν τῶν μαγνητικῶν δεσμῶν ἐνεργοῦσι δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ τῆς ἐπικειμένης μαγνητικῆς ῥάβδου *βγ*, ὅπως προεξηγήσαμεν (287), οἱ δὲ ἐπικείμενοι Β καὶ Ν δὲν ἔχουσι μὲν οὐδεμίαν σχεδὸν ἐνέργειαν ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν στοιχείων τῶν μερῶν *οβ*, *ογ*, τῶν κειμένων ἐκτὸς τοῦ μεταξὺ αὐτῶν περιλαμβανομένου διαστήματος ΒΝ, διότι ἡ ἀπὸ τῶν ἀντιθέτων πόλων Β καὶ Ν διαφορὰ τῶν ἀποστάσεων αὐτῶν εἶναι μικρά, ἀλλ' ἡ ἐνέργεια αὐτῶν ἐπὶ τῶν ὑποκειμένων στοιχείων, τῶν ὑπὸ τὸ τεμάχιον τοῦ ξύλου ἐν τῷ διαστήματι ΒΝ περιλαμβανομένων, εἶναι μεγάλη, διότι ἑκάτερος τῶν πόλων Β καὶ Ν ἀπωθεῖ ὅ,τι δ' ἕτερος ἔλκει καὶ ἀντιστρόφως, ἐπομένως ἡ πρὸς καταστροφὴν τῆς συντηρητικῆς τῆς ῥάβδου *βγ* δυνάμειος καὶ ἀποχωρισμὸν τῶν ἐν τοῖς μαγνητικοῖς αὐτῆς στοιχείοις ρευστῶν ἐνέργεια αὐτῶν πολλαπλασιάζεται. Διὰ τὸν τελευταῖον τοῦτον λόγον ἢ διὰ τῆς μεθόδου ταύτης μαγνήτισις εἶναι ἐνεργητικώτερα τῆς διὰ τῆς προεκτεθείσης, ἀλλ' ἐπειδὴ δι' αὐτῆς παράγονται ἐνίοτε σημεῖα διάμεσα, καὶ ἡ μαγνήτισις δὲν εἶναι ἀρκούντως ὁμαλή, μεταχειρίζονται πρὸς κατασκευὴν μάλιστα τῶν μαγνητικῶν βελονῶν, κατὰ προτίμησιν τὴν τῆς χωριστῆς προστρίψεως, ἥτις παρέχει ὁμαλωτέραν μαγνήτισιν ἄνευ διαμέσων σημείων.

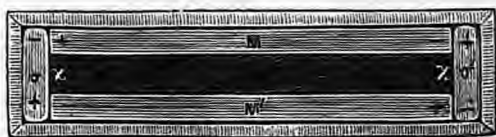
289. **ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ ΜΕΧΡΙ ΚΟΡΟΥ.** — Ἐπειδὴ ἡ συντηρητικὴ δύναμις ἐκάστου μαγνητικοῦ σώματος δὲν εἶναι ἀπεριόριστος, ἔχει δηλ. ὄριόν τι, καὶ αὕτη εἶναι ἡ ἀνθισταμένη, ὅταν τοῦτο μετατρέπῃται εἰς μαγνήτην, εἰς τὴν ἔνωσιν τῶν ἐν αὐτῷ ἀποχωρισθέντων μαγνητικῶν ῥευστῶν, ἔπεται ὅτι ἡ μαγνητικὴ δύναμις ἐκάστου μαγνήτου ἔχει ὄριόν τι, ὅπερ δὲν δύναται νὰ ὑπερβῇ, ἢ πρὸς θ' ἐπανέρχεται, ὡςάκις αὕτη ἐν τῇ δι' ὅποιον ἀσδήποτε μεθόδου μαγνητίζει αὐτοῦ καταστῇ μεγαλειτέρα ἐκείνης, ἥς εἶναι ἐπιδεκτικὴ ἡ συντηρητικὴ αὐτοῦ δύναμις. Τὸ σῶμα τότε λέγεται μεμαγνητισμένον μέχρι κόρου.

Πολλάκις ἔνεκα τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργείας τῶν ὑποκειμένων μαγνητῶν ἡ μαγνητικῶν δεσμῶν οἱ διὰ τῶν δύο τελευταίων μεθόδων κατασκευαζόμενοι μαγνήται εἶναι ὑπερκεκορυσμένοι, καὶ ἡ μαγνητικὴ αὐτῶν δύναμις δὲν ἐπανέρχεται εἰς τὸ μέχρι κόρου ὄριον αὐτῆς, εἰμὴ μετὰ τινα χρόνον, ὅστις ἐνίοτε εἶναι ἀρκούντως μακρὸς, τείνει δὲ μάλιστα νὰ γείνη καὶ μικροτέρα τοῦ ὁρίου τούτου, ἂν δὲν διατηρῇται δι' ὀπλισμῶν.

290. **ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΔΙΑΜΕΣΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ.** — Ἵνα παραγάγωμεν ἐπὶ τοῦ μέσου βελόνης τινός, καλῶς βεβαμμένης, ἐν σημεῖον διάμεσον, ἀρκεῖ προφανῶς νὰ προστρίψωμεν διὰ τοῦ αὐτοῦ πόλου ἑτέρου μαγνήτου τὰ δύο μέρη αὐτῆς, ἀρχόμενοι τῆς προστρίψεως ἀφ' ἑτέρου τῶν ἄκρων καὶ περατοῦντες αὐτὴν ἐν τῷ μέσῳ (286). Ἐὰν θέλωμεν νὰ παραγάγωμεν πλείονα, διατάσσομεν παραλλήλως πολλοὺς μαγνήτας οὕτως, ὥστε οἱ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος ἀντιστοιχοῦντες πόλοι αὐτῶν νὰ ᾔναι ἐναλλάξ θετικοὶ καὶ ἀρνητικοί, θέτομεν τὴν βελόνην καθέτως ἐπ' αὐτῶν καὶ προστρίβομεν αὐτὴν διὰ τινος μὴ μαγνητικοῦ σώματος. Μετὰ τινὰς προστρίψεις ἐκαστος μαγνήτης παράγει ἐπὶ τῆς βελόνης μαγνητικὸν πόλον ἑτερόνυμον ἐκείνῳ, ὅστις ἐνήργησεν ἐπ' αὐτῆς.

291. **ΟΠΛΙΣΜΟΙ.** — Πολλοὶ καὶ διάφοροι αἰτίαι δύνανται νὰ μεταβάλωσι τὴν τῶν μαγνητῶν δύναμιν· ἡ ἐπ' αὐτῶν διαρκὲς ἐνέργεια τοῦ γήινου μαγνητισμοῦ, ὅστις πολλὰκις ἔνεκα τῆς μὴ καταλλήλου θέσεως αὐτῶν τείνει εἰς τὸ νὰ παραγάγῃ ἐν αὐτοῖς μαγνήτισιν ἐναντίαν τῆς ἀρχικῆς· ἡ ἐπ' αὐτῶν ἐνέργεια ἄλλων ἀκαταλλήλως παρακειμένων μαγνητῶν· αἱ μεγάλαι μεταβολαὶ τῆς θερμοκρασίας, καὶ τελευταῖον οἱ κτύποι, οὓς ἐκάστοτε δέχονται οὗτοι μετατοπιζόμενοι ἀπροσέκτως. Ὀνομάζονται δὲ ὀπλισμοὶ τῶν μαγνητῶν τὰ ἐπὶ τῶν πόλων αὐτῶν προσκολλώμενα τεμάχια μαλακοῦ σιδήρου, δι' ὧν διατηρεῖται καὶ ἀυξάνεται μάλιστα πολλάκις ἡ μαγνητικὴ αὐτῶν δύναμις. Πρὸς διατήρησιν π. χ. τῆς μαγνητικῆς δυνάμεως τῶν μαγνητῶν M καὶ M' θέτουσιν αὐτοὺς ἐντὸς θήκης παραλλήλως εἰς τινα ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν καὶ οὕτως, ὥστε οἱ ἀντίθετοι αὐτῶν πόλοι + καὶ — νὰ κῆνται πρὸς

τὸ αὐτὸ μέρος, ἐπὶ δὲ τῶν ἄκρων αὐτῶν προσκολλῶσι δύο μικρὰ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου τεμάχια σ καὶ σ', δι' ὧν ὀπλίζονται οἱ μαγνήται (Σχ. 236). Διότι τὸ ἐν τοῖς τεμαχίοις σ καὶ σ' ὑπάρχον οὐδέτερον μαγνητικὸν ῥευστὸν ἀποσυντίθεται δι' ἐπιδράσεως ὑπὸ τῶν μαγνητῶν Μ



Σχ. 236

καὶ Μ', καὶ ἐπειδὴ πρὸς τοὺς πόλους αὐτῶν φέρονται τὰ ἀντίθετα μαγνητικὰ αὐτῶν ῥευστά, ἡ μὲν δι' ἐπιδράσεως ἀποσύνθεσις εἶναι μεγαλειτέρα, ταῦτα δὲ συνελκόμενα ἀνθίστανται εἰς τὴν ἐν τοῖς μαγνήταις Μ καὶ Μ' ἔνωσην τῶν ἀντιθέτων αὐτῶν ῥευστῶν, καὶ οὕτω διατηρεῖται, καὶ ἐπαυξάνεται μάλιστα, ἡ τῶν μαγνητῶν Μ καὶ Μ' δύναμις. Ὁ μεταξὺ τῶν μαγνητῶν τιθέμενος ξύλινος κανὼν κχ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ διατηρῇται ἡ ἐν τῇ θήκῃ ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασις αὐτῶν, ὅταν οὗτοι μεταφέρονται ἀπὸ τόπου εἰς τόπον ἢ μετατοπιζονται ἀπλῶς.



Σχ. 237

Τὸ σχῆμα 237 παριστᾷ φυσικὸν μαγνήτην Μ ὀπλισμένον διὰ τῶν ὀπλισμῶν ΟΝ, Ο'Β, συνδεδεμένων μετ' αὐτοῦ διὰ τῆς ἐξ ἐρυθροῦ χαλκοῦ στεφάνης ΣΣ. Τὸ διὰ τῆς ἐνεργείας τῶν πόλων Ν καὶ Β ἐξαρτώμενον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου τεμάχιον Γ καλεῖται ἐξάρτημα, καὶ χρησιμεύει τὸ μὲν εἰς τὸ νὰ ἐπαυξάνῃ τὴν ἀποσυνθετικὴν δύναμιν τῶν ὀπλισμῶν ΟΝ, Ο'Β, τὸ δὲ εἰς τὸ νὰ ἐξαρτῶσιν ἀπ' αὐτοῦ τὰ βάρη Κ, ἅτινα θέλουσι νὰ βαστάσῃ ὁ φυσικὸς μαγνήτης Μ. Ὅταν οἱ ὀπλισμοὶ ΟΝ, Ο'Β καὶ τὸ ἐξάρτημα Γ ἔχωσι τὸ κατάλληλον σχῆμα καὶ μέγεθος, ἡ μαγνητικὴ δύναμις τοῦ φυσικοῦ μαγνήτου Μ δύναται νὰ βαστάσῃ βάρος 20^{κις} μεγαλειότερον ἐκείνου, ὃ ἡδύνατο νὰ φέρῃ ἄνευ ὀπλισμῶν. Ὁ Νολλέ, ὀπλίσας ὁμοιοτρόπως τεχνητοὺς μαγνήτας, εὗρεν ὅτι ἡ ἐλκτικὴ αὐτῶν δύναμις κατέστη κατὰ πολὺ μεγαλειτέρα, εἰς δὲ τούτων ἡδυνήθη νὰ βαστάσῃ βάρος

ἐξάκις μεγαλειότερον ἢ πρότερον. Ἐντεῦθεν κατανοεῖ πᾶς τις τὴν μεγάλην χρησιμότητα τῶν ὀπλισμῶν, οὓς φαίνεται ὅτι πρῶτος ὁ Ἀγγλος Knight ἐπενόησε.

292. ΜΑΓΝΗΤΙΚΑΙ ΔΕΣΜΑΙ. — Ἐὰν ἐνωθῶσι πλείότεροι μαγνήται οὕτως, ὥστε οἱ ὁμώνυμοι αὐτῶν πόλοι νὰ κῆνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, τὸ ὑπ' αὐτῶν ἀποτελούμενον σύμπλεγμα καλεῖται *μαγνητικὴ δέσμη*. Ἡ δύναμις τῶν μαγνητικῶν δεσμῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν ἀποτελούντων αὐτὰς μαγνητῶν, οὐ μόνον δὲ δὲν εἶναι ἀνάλογος τοῦτων, ἀλλὰ καὶ ἐλαττοῦται ἀντὶ νὰ αὐξάνη, ὅταν ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν ὑπερβῇ ὀρίον τι. Καὶ ἡ ἰδέα αὕτη τῆς κατασκευῆς τῶν μαγνητικῶν δεσμῶν ὀφείλεται εἰς τὸν Knight, ἀλλ' ὁ Κουλὼν εὔρε τοὺς κανόνας, καθ' οὓς πρέπει νὰ συνδένωνται πρὸς ἀλλήλους οἱ ἀποτελοῦντες τὴν δέσμην μαγνήται, ἵνα ἡ μαγνητικὴ αὐτῆς δύναμις ᾖ ὅσῳ ἔνεστι μεγαλειτέρα.

Τὸ σχῆμα 238 παριστᾷ μαγνητικὴν δέσμην, κατασκευασμένην κατὰ τοὺς κανόνας τοῦ Κουλῶνος καὶ ἀποτελουμένην ἐκ δώδεκα μαγνητῶν, διηρημένων εἰς τέσσαρας σειράς, ἐκάστη τῶν ὁποίων ἀποτελεῖται ἐκ τριῶν. Τὸ ὑπερκείμενον σχῆμα παριστᾷ ἐντομὴν τῆς δέσμης, ἐν ᾗ παρατηρεῖ τις εὐκόλως, ὅτι ὁ μέσος μαγνήτης εἶναι μεγαλειότερος τῶν ἐκατέρωθεν αὐτοῦ κειμένων, καὶ ὅτι οὗτοι δὲν εἶναι ἐπικείμενοι ὁ εἰς ἐπὶ τοῦ ἄλλου, ἀλλ' εὐρίσκονται εἰς τινα ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, ἐντεθειμένοι ἐντὸς δύο ἐκ μαλακοῦ σιδήρου θηκῶν B καὶ N, αἵτινες ἀποτελοῦσι τοὺς ὅπλισμους τῆς δέσμης. Οἱ ὅπλισμοι B καὶ N χρησιμεύουσι τὸ μὲν εἰς τὸ νὰ διατηρῶσι τὴν μαγνητικὴν τῆς δέσμης δύναμιν, τὸ δὲ εἰς τὸ νὰ μεταφέρωσι, μαγνητιζόμενοι δι' ἐπιδράσεως, τοὺς μαγνητικούς πόλους τῶν ἀποτελούντων τὴν δέσμην μαγνητῶν πλησιέστερον τῶν ἄκρων αὐτῶν· διότι ὅσῳ μεγαλειτέρα εἶναι ἡ δύναμις τῶν πόλων τῆς δέσμης, τόσῳ μακρύτερον ἀπωθοῦνται πρὸς τὰ ἄκρα τῶν ὅπλισμῶν B καὶ N τὰ ὁμώνυμα ῥευστὰ αὐτῶν.



Σχ. 238

Ἡ μαγνητικὴ βελόνη δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς δέσμη, ἀποτελουμένη ἐξ ἐπικειμένων μαγνητικῶν σειρῶν, ὧν ἡ εἰς τὸ μέσον εἶναι ἡ μεγαλειτέρα. Τοῦτου δ' ἕνεκα δίδουσιν εἰς ταύτην σχῆμα ἐπιμήκους ῥομβοειδοῦς, ἵνα ἡ ἐπ' αὐτῆς διευθυντήριος δύναμις τοῦ γηίνου μαγνητισμοῦ ᾖ ὅσῳ ἔνεστι μεγαλειτέρα.

Ὁ Μπαζὲν (Bazin) ἐπενόησε μαγνητικὴν δέσμιν BN, ἀποτελουμένην ἐξ ἐπικειμένων μαγνητῶν, ἐχόντων σχῆμα πετάλου (Σχ. 239). Οὕτως οἱ δύο πόλοι αὐτῆς N καὶ B κεῖνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, καὶ δύνανται νὰ ἐξασκήσωσι συγχρόνως ἐπὶ τοῦ ἐξαρτήματος τὴν ἑλκτικὴν

αὐτῶν δύναμιν, τὸ δὲ βάρος, ὅπερ δύνανται νὰ βαστάσωσιν, εἶναι πολὺ μεγαλείτερον τοῦ διπλασίου ἐκείνου, ὃ ἡδύνατο νὰ βαστάσῃ ὁ ἕτερος τῶν πόλων αὐτῶν, ἐνεργῶν μόνος. Διότι τὰ δι' ἐπιδράσεως ἐπὶ τοῦ



Σχ. 239

ἐξαρτήματος ἀναπτυχθέντα μαγνητικὰ ρευστὰ ἀντεπιδρῶσιν ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν τῆς δέσμης ρευστῶν, καὶ αὐξάνουσιν οὕτω τὴν δύναμιν αὐτῆς, μάλιστα δέ, ἂν τὸ βάρος, ὅπερ φέρει τὸ ἐξάρτημα, αὐξάνεται ὀλίγον κατ' ὀλίγον, μετὰ τινα χρόνον ἡ δέσμη δύναται νὰ βαστάσῃ βάρος διπλασίον ἐκείνου, ὅπερ κατ' ἀρχὰς ἡδύνατο νὰ φέρῃ. Πρέπει ὅμως νὰ προσέχωμεν πολὺ εἰς τὸ νὰ μὴ αὐξήσωμεν ἀποτόμως τὸ ἀπὸ τοῦ ἐξαρτήματος ἀνηρτημένον βάρος, καὶ ἀποσπασθῇ τοῦτο ἀπὸ τῆς δέσμης, διότι τότε ἡ μαγνητικὴ δύναμις κατέρχεται ἀμέσως, καὶ καθίσταται μάλιστα μικροτέρα ἐκείνης, ἣν εἶχε κατ' ἀρχάς. Ὅταν τοῦτο συμβῇ, ἡ δέσμη ἐπανακτᾷ τὴν προτέραν αὐτῆς δύναμιν, ἂν ἀρχίσωμεν πάλιν νὰ τρέφωμεν, οὕτως εἰπεῖν, τὸ ἀπὸ τοῦ ἐξαρτήματος ἀνηρτημένον βάρος ὀλίγον κατ' ὀλίγον καὶ μετὰ προσαχῆς.

Ἵπάρχει ἐν τῇ Ἀκαδημίᾳ τοῦ Λονδίνου εὐθεία δέσμη ἐκ 450 ἀποτελουμένη μαγνητῶν, ἐχόντων 40 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου μήκος, καὶ ὑποβαστάζουσα βάρος 50 χιλιογράμμων. Ὁ Keil ἡδυνήθη νὰ κατασκευάσῃ δέσμην ἐν σχήματι πετάλου, ἥτις εἶχε 19 μόλις χιλιογράμμων βάρος καὶ ἐβάσταζε βάρος 322 χιλιογράμμων.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΟΓΔΟΟΝ

ΠΕΡΙ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

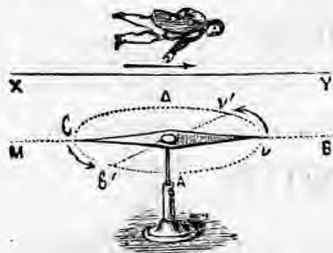
ΕΝΕΡΓΕΙΑΙ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΕΠΙ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΩΣ, ΓΑΛΒΑΝΟΜΕΤΡΟΝ

293. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΔΥΝΑΜΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ.

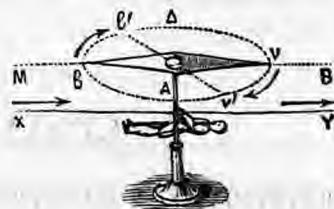
—Τὰ ἀποτελέσματα τῆς ἐνεργείας τῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων ἐπὶ τῶν μαγνητῶν ἢ μαγνητικῶν σωμάτων, καὶ τὰ τῶν μαγνητῶν ἐπὶ τῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων ὠνομάσθησαν *ἡλεκτρομαγνητικὰ φαινόμενα*. Τὰ δὲ φαινόμενα τῆς ἐπ' ἄλλήλων ἐνεργείας τῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων ὠνομάσθησαν *ἡλεκτροδυναμικά*. Ἡ σπουδὴ τῶν ἡλεκτρομαγνητικῶν φαινομένων ἀποτελεῖ ἰδιαίτερον τῆς Φυσικῆς μέρος, ὅπερ ὠνομάσθη *Ἠλεκτρομαγνητισμός*, καὶ περὶ οὗ θέλομεν πραγματευθῆ ἑνταῦθα. Ἐν αὐτῷ θέλομεν συμπεριλάβει καὶ τὴν σπουδὴν τῶν ἡλεκτροδυναμικῶν φαινομένων, ἃν καὶ κατὰ τὴν νέαν περὶ μαγνητισμοῦ θεωρίαν τοῦ Ἀμπέρ (Ampère) τὰ πρῶτα δύνανται νὰ ἀναχθῶσι φυσικώτερον εἰς τὰ δεύτερα.

294. ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΤΟΥ OERSTED. — Πρῶτος ὁ Oersted, Καθηγητὴς ἐν Κοπενάγῃ, παρστήρησε τὸ 1819 τὴν ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἐνέργειαν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος σταθερᾶς διευθύνσεως καὶ φορᾶς. Θέσας κατὰ πρῶτον ἄνωθεν τῆς μαγνητικῆς βελόνης *βγ* καὶ παραλλήλως αὐτῇ μεταλλικὸν σύρμα ΧΥ (Σχ. 240), εἶδε τὴν βελόνην ἐγκαταλιμπάνουσαν ἀμέσως τὴν ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ θέσιν αὐτῆς, ἅμα ὡς ἡλεκτρικὸν τι ρεῦμα διέτρεχε τὸ μεταλλικὸν τοῦτο σύρμα ΧΥ, παρστήρησε δὲ πρὸς τούτοις ὅτι, ὅταν τὸ ρεῦμα διέτρεχε τὸ μεταλλικὸν σύρμα ΧΥ κατὰ τὴν φορὰν τοῦ ὑπερκειμένου βέλους, ὁ νότιος τῆς βελόνης πόλος *γ* ἐστρέφετο πρὸς δυσμὰς Δ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ MB, ὅταν δὲ τὸ ρεῦμα διέτρεχε τὸ αὐτὸ σύρμα κατ' ἀντίθετον φορὰν, ὁ αὐτὸς πόλος *γ* ἐστρέφετο πρὸς ἀνατολὰς αὐτοῦ Α. Ὅταν ἀκολουθῶς ἔθεσε κάτωθεν τῆς βελόνης *βγ* καὶ παραλλήλως αὐτῇ τὸ σύρμα ΧΥ (Σχ. 241), εἶδε τὴν βελόνην παρεκτρεπομένην τῆς θέσεως αὐτῆς ἀντιθέτως, τουτέστιν, ὅταν τὸ διατρέχον τὸ σύρμα ΧΥ ρεῦμα εἶχε τὴν φορὰν τῶν ὑπερκειμένων βελῶν, ὁ πόλος *γ* τῆς βελόνης, ἀντὶ νὰ στρέφη-

ται ὡς πρότερον (Σχ. 240) πρὸς δυσμὰς Δ τῆς μεσημβρινῆς γραμμῆς MB, ἐστρέφετο πρὸς ἀνατολὰς Α, ὅταν δὲ τὸ σύρμα XY διετρέχετο κατ' ἀντίθετον φοράν, ὁ πόλος r ἐστρέφετο πρὸς δυσμὰς Δ, ἀντὶ νὰ



Σχ. 240



Σχ. 241

στραφῇ ὡς πρότερον πρὸς ἀνατολὰς Α. Ὁμοίως καὶ ἀντιθέτους παρεκτροπὰς τῆς βελόνης θr παρατήρησε καὶ ὅταν τὸ σύρμα XY ᾔητο κάθετον καὶ διετρέχετο κατὰ τινὰ ἢ κατ' ἀντίθετον φοράν, καὶ πρὸς τούτοις ὅτι αἱ παρεκτροπαὶ ᾔσαν πάλιν ἀντίθετοι, ὅταν τὸ κατὰ τινὰ φοράν διετρεχόμενον κάθετον σύρμα ἔκειτο πλησίον τοῦ νοτίου r ἢ τοῦ βορείου θ πόλου τῆς μαγνητικῆς βελόνης θr .

295. ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΑΜΠΕΡ ΚΑΙ ΛΑΠΛΑΣ. — Ὁ Oersted, ἂν καὶ κατέβαλε πολλοὺς κόπους, δὲν ἠδυνήθη νὰ ἀνεύρῃ ἀπλοῦν τινὰ νόμον, δι' οὗ νὰ συνδέσῃ ἅπαντα τὰ ἀνωτέρω τῶν διαφόρων αὐτοῦ πειραμάτων ἐξαγόμενα. Πρῶτος ὁ Ἀμπέρ διείδε τὸν ὑπάρχοντα, ὁ δὲ Λαπλὰς ἔδωκε τὸν νόμον τῆς διευσθύνσεως καὶ μεγέθους τῶν ἐπὶ τῶν πόλων τῆς μαγνητικῆς βελόνης διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ηλεκτρικοῦ ρεύματος ἀναπτυσσομένων δυνάμεων, δι' ὧν παράγονται αἱ κατὰ τὸν ἀπλοῦν τοῦ Ἀμπέρ νόμον παρατηρούμεναι παρεκτροπαὶ καὶ κινήσεις τῆς βελόνης.

Ὁ ὑπὸ τοῦ Ἀμπέρ εὑρεθεὶς νόμος εἶναι ὁ ἑξῆς:

Τὸ ἐπὶ τινος μαγνήτου ἐνεργοῦν εὐθύγραμμος ἡλεκτρικὸν ρεῦμα τείνει εἰς τὸ νὰ μετατοπίσῃ αὐτὸν οὕτως, ὥστε ἡ μὲν διεύθυνσις τοῦ μαγνήτου νὰ ᾔγῃ κάθετος ἐπὶ τῆς διευσθύνσεως αὐτοῦ, ὁ δὲ νότιος αὐτοῦ πόλος νὰ κῆται πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος¹.

Ὁ δ' ὑπὸ τοῦ Λαπλὰς δοθεὶς νόμος εἶναι ὁ ἀκόλουθος

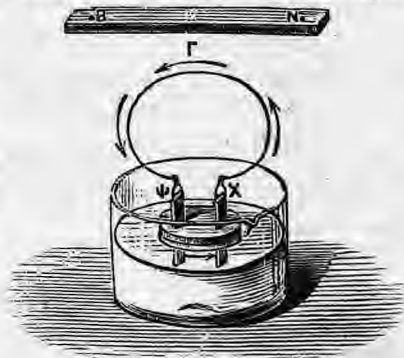
Ὅταν εὐθύγραμμος ἡλεκτρικὸν ρεῦμα ἐνεργῇ ἐπὶ τινος μαγνήτου, ἀναπτύσσεται ἐφ' ἑκατέρου τῶν πόλων αὐτοῦ δύναμις, ἥς ἡ μὲν διεύ-

¹ Κατὰ τὸν Ἀμπέρ ἀριστερὸν ρεύματός τινος ὡς πρὸς τὸν νότιον πόλον μαγνητικῆς τινος βελόνης μέρος εἶναι τὸ κείμενον πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ παρατηρητοῦ, τοῦ ἐστραμμένου πρὸς τὴν βελόνην καὶ κεκλιμένου ἐπὶ τῆς διευσθύνσεως τοῦ ρεύματος οὕτως, ὥστε τοῦτο νὰ εἰσέρχεται διὰ τῶν ποδῶν καὶ νὰ ἐξέρχεται ἐκ τῆς κεφαλῆς αὐτοῦ. Τὰ σχήματα 240 καὶ 241 παριστῶσι τὰς ἐπὶ τῶν ρευμάτων καταλλήλους θέσεις τῶν παρατηρητῶν ὡς πρὸς τὰς μαγνητικὰς βελόνας θn , θv , ἐφ' ὧν ταῦτα ἐνεργοῦσι.

θυναίς εἶναι κάθετος ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου, τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ πόλου καὶ τῆς γραμμῆς τοῦ ρεύματος, ἡ δὲ φορά τῆς μὲν ἐπὶ τοῦ νοτίου πόλου ἐφηρμοσμένης κεῖται πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος, τῆς δὲ ἐπὶ τοῦ βορείου πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ. Καθόσον δ' ἀφορᾷ εἰς τὰ μεγέθη αὐτῶν, ταῦτα εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογα τῶν ἀπὸ τοῦ ρεύματος ἀποστάσεων τῶν πόλων.

296. **ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ ΕΠΙ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.** — Ἡ ἐπὶ τῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων ἐνέργεια τῶν μαγνητῶν εἶναι ἀντίστροφος, τουτέστιν, ἂν ὁ μαγνήτης ᾖ ἀκίνητος καὶ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα κινητὸν, τοῦτο δύναται νὰ τεθῇ εἰς κίνησιν διὰ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργείας τοῦ μαγνήτου. Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τούτου λαμβάνομεν δίσκον ἐκ φελλοῦ, ἐφ' οὗ στηρίζομεν καθέτως πλάκα ἐκ ψευδαργύρου Ψ καὶ ἑτέραν ἐκ χαλκοῦ Χ, συνδεδεμένης ἀπὸ ἀκρῶν Χ καὶ Ψ τῶν πλακῶν δι' ἀκάμπτου σύρματος ΧΓΨ, καὶ ἐπιθέτομεν τὸ ὅλον ἐπὶ τῆς ἐλευθέρως ἐπιφανείας ὀξυούχου ὕδατος, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 242. Τὸ ὀξυούχον ὕδωρ ἐνεργεῖ χημικῶς ἐπὶ τοῦ ψευδαργύρου καὶ παράγει ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, διατρέχον τὸ σύρμα ΧΓΨ κατὰ τὴν φοράν τῶν ὑπερκειμένων βελῶν (245). Ἐὰν τώρα, τούτων οὕτως ἐχόντων, θέσωμεν ὀριζοντίως καὶ ὀλίγον ὑπεράνω τοῦ Γ ἰσχυρόν τινα μαγνήτην ΒΝ, θέλομεν ἀμέσως ἰδεῖ τὸ ἐπιπλέον ζεύγος ΧΨ νὰ περιστραφῇ περὶ ἑαυτὸ καὶ οὕτως, ὥστε ὁ πόλος Ν τοῦ μαγνήτου νὰ κῆται πρὸς τὰ ἀριστερὰ αὐτοῦ (295) ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ἡ διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ μαγνήτου ΒΝ ἐπὶ τοῦ κινητοῦ ρεύματος ΧΓΨ παραχθεῖσα περιστροφικὴ κίνησις εἶναι ἀντίστροφος ἐκείνης, ἣν ἤθελε λάβει ὁ μαγνήτης ΒΝ, ἂν ᾗτο κινητός, διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ρεύματος ΧΓΨ, ὑποτιθεμένου ἀκινήτου. Ἐὰν ἀντιστρέψωμεν τὴν θέσιν τῶν πόλων τοῦ μαγνήτου ΒΝ, τὸ κινητὸν ρεῦμα ΧΓΨ περιστρέφεται περὶ ἑαυτὸ ἀντιστρόφως, ἥτοι, ἐνῶ πρότερον τὸ μέρος ΧΓ ἐφέρετο πρὸς τὰ ἔμπροσθεν καὶ τὸ ἕτερον ΓΨ πρὸς τὰ ὀπίσθεν τοῦ ἐπιπέδου ΒΝΧΨ, τώρα τὸ μὲν ΧΓ κινεῖται πρὸς τὰ ὀπίσθεν, τὸ ΓΨ πρὸς τὰ ἔμπροσθεν τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου ΒΝΧΨ.

Ἐὰν, ἀντὶ νὰ θέσωμεν τὸν μαγνήτην ΒΝ ὀριζοντίως καὶ ὑπεράνω τοῦ Γ, πλησιάσωμεν τὸν πόλον αὐτοῦ Ν καθέτως ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΧΓΨ καὶ ὀλίγον ἔμπροσθεν τοῦ κέντρου τοῦ κύκλου ΧΓΨ, θέλομεν πα-

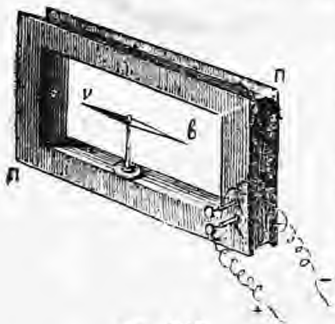


Σχ. 242

ρατηρήσει, ὅτι τὸ κινητὸν ζεύγος $K\Psi$ λαμβάνει εὐθύγραμμον κίνησιν, καὶ ἀπομακρύνεται τοῦ ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργοῦντος πόλου N . Ἡ ἀπωσις αὕτη μεταβάλλεται εἰς ἔλξιν, ἐάν ἡ πλησιάζωμεν εἰς τὴν αὐτὴν θέσιν τὸν ἕτερον τοῦ μαγνήτου πόλον B , ἢ τὸν αὐτὸν μὲν πόλον N , ἀλλὰ πρὸς τὸ ὀπισθεν μέρος τοῦ ἐπιπέδου $XΓ\Psi$. Λοιπὸν ὁ νότιος πόλος N μαγνήτου τινὸς ἀπωθεῖ κυκλικὸν τι ρεῦμα $XΓ\Psi$, ὅταν παρατηρητὴς τις, ἰστάμενος ἐπὶ τοῦ πόλου τούτου καὶ ἐστραμμένος πρὸς τὸ ρεῦμα, παρατηρῇ αὐτὸ κινούμενον κατὰ φορὰν ἀντίθετον ἐκείνης, ἣν ἔχουσιν οἱ δεικται τῶν ὥρολογίων, ἔλκει δ' αὐτό, ὅταν τὸ ρεῦμα φαίνεται ὁδεῦον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν, καθ' ἣν καὶ οἱ δεικται τῶν ὥρολογίων.

297. ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΗΣ ΤΟΥ SCHWEIGGER. — Ἐκ τῶν ἀνωτέρω περὶ τῆς ἐπὶ τῶν μαγνητικῶν βελονῶν ἐνεργείας τῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων λεχθέντων καὶ τοῦ νόμου τοῦ Ἀμπέρ πορίζομεθα ἀπλούστατον τρόπον, ὅπως βεβαιωθῶμεν, ἂν σύρμα τι διατρεχῇ ὑπὸ ρεύματος καὶ κατὰ ποίαν φορὰν ἀρακεῖ προφανῶς νὰ διευθύνωμεν μέρος τοῦ σύρματος ἐν τῷ μαγνητικῷ μεσημβρινῷ παραλλήλως μαγνητικῇ τινι βελόνῃ, καὶ νὰ παρατηρήσωμεν, ἂν αὕτη παρεκτρέπεται καὶ πρὸς ποῖον μέρος φέρεται ὁ νότιος αὐτῆς πόλος. Ἄλλ' ἐπειδὴ ἀρ' ἐνὸς ἢ ἐπὶ τῆς βελόνης διευθυντήριος δύναμις τῆς Γῆς ἀντίσταται εἰς τὴν παρεκτροπικὴν ἐνέργειαν τοῦ ρεύματος, καὶ ἀρ' ἐτέρου πρέπει ἡ ἐνέργεια αὐτοῦ νὰ κατανικήσῃ καὶ τὴν πρὸς στροφὴν τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἀναπτυσσομένην ἐπὶ τῆς κορυφῆς τοῦ ὀβελίσκου τριβὴν, οὐδεμία παρεκτροπὴ θέλει συμβῆ, ὅταν τὸ διατρέχον τὸ σύρμα ρεῦμα ἦναι λίαν ἀσθενές, ἐπομένως δὲν δυνάμεθα τότε ν' ἀποφανθῶμεν, ἂν ὑπάρχῃ ρεῦμα, ἢ ἂν τὸ ὑπάρχον ἦναι λίαν ἀσθενές.

Πρῶτος ὁ Schweigger ἐσκέφθη νὰ αὐξήσῃ τὴν ἐπὶ τῆς βελόνης ἐνέρ-



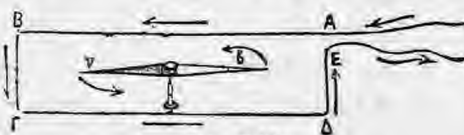
Σχ. 243

γειαν τοῦ ρεύματος πολλαπλασιάζων περὶ αὐτὴν τὰ ὑπὸ τοῦ ρεύματος διατρεχόμενα μέρη τοῦ σύρματος οὕτως, ὥστε ἕκαστον τούτων νὰ ἐνεργῇ, ὅπως παρεκτραπῇ ἡ βελὸνῃ κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν. Τὸ ὑπ' αὐτοῦ κατασκευασθὲν ὄργανον ὠνομάσθη διὰ τὸν ἀνωτέρω λόγον πολλαπλασιαστής καὶ παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 243. Σύγκειται δὲ ἐκ τινος ὀρθογωνίου περιθωρίου ΠΠ, ἐπὶ τοῦ ὁποῖου

τυλίσσεται τὸ ρευματογωγὸν σύρμα ἀριθμὸν τινα φορῶν. Ἡ μαγνητικὴ βελὸνῃ τίθεται ἐν τῷ μέσῳ αὐτοῦ, τὸ δὲ ρευματογωγὸν σύρμα διὰ τὴν ἐπ' ἀλλήλων ἀπομόνωσιν τῶν ἐφαπτομένων μερῶν αὐτοῦ καλύπτεται

καθ' ὅλον αὐτοῦ τὸ μήκος μὲ νῆμα μετάξης· οὕτω τὸ ρεύμα, εἰσερχόμενον ἀπὸ τοῦ ἄκρου + τοῦ μεμονωμένου σύρματος, περιτρέχει τὴν περιφέρειαν τοῦ περιθωρίου τοσάκις, ὅσοι εἶναι οἱ ἐπ' αὐτοῦ γύροι τοῦ σύρματος, καὶ ἐξέρχεται ἀπὸ τοῦ ἐτέρου ἄκρου — τοῦ αὐτοῦ σύρματος. Μᾶς μένει δὲ τώρα νὰ δεῖξωμεν πῶς διὰ τῆς τοιαύτης ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἐνεργείας τοῦ ρεύματος πολλαπλασιάζεται τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας αὐτοῦ, καὶ πρὸς τοῦτο ἀρκεῖ βεβαίως νὰ ἴδωμεν πῶς ἐπ' αὐτῆς ἐνεργεῖ τὸ ἡλεκτρικὸν ρεύμα, ὅταν διατρέχη τὰς διαφόρους πλευρὰς AB, BG, ΓΔ, ΔΕ ἐνὸς γύρου ABΓΔΕ κατὰ τὴν φορὰν τῶν ἐπὶ τοῦ σχήματος 244 παρατηρουμένων βελῶν.

Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Oersted καὶ τὸν νόμον τοῦ Ἀμπέρ (295) τὸ διατρέχον τὴν πλευρὰν AB ρεύμα τείνει νὰ περιστρέψῃ τὴν βελόνην *βν* οὕτως, ὥστε ὁ πόλος αὐτῆς *ν* νὰ κινηθῇ πρὸς τὰ ἐμπρὸς τοῦ μαγνητικοῦ ἐπιπέδου ABΓΔ κατὰ τὴν φορὰν τοῦ παρακειμένου βέλους. Ὡσαύτως τὸ αὐτὸ ρεύμα, διατρέχον τὴν ἀκόλουθον πλευρὰν BG, τείνει εἰς τὸ νὰ φέρῃ τὸν αὐτὸν πόλον *ν* πάλιν πρὸς τὰ ἐμπρὸς τοῦ ἐπιπέδου ABΓΔ. Ὅταν δὲ τὸ ρεύμα διατρέχη τὴν πλευρὰν ΓΔ, ἔχει μὲν φορὰν ἀντίθετον τοῦ διατρέχοντος τὴν AB, ἀλλὰ κεῖται κάτωθεν τῆς βελόνης *νθ*, ἐνῶ πρότερον ἔκειτο ἄνωθεν. Λοιπὸν θέλει ἐνεργήσῃ ἐπὶ τῆς βελόνης *βν*, ὅπως παρεκτραπῇ ὁ πόλος αὐτῆς *ν* πάλιν πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος. Εὐκόλως τέλος παρατηρεῖ τις ὅτι καὶ ἡ πλευρὰ ΓΕ διατρέχεται οὕτως, ὥστε ὁ πόλος *ν* νὰ περιστραφῇ πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος. Λοιπὸν καὶ τῶν τεσσάρων, οὕτως εἰπεῖν, μερῶν AB, BG, ΓΔ, ΔΕ τοῦ ρεύματος αἱ ἐνεργεῖαι τείνουσιν εἰς τὸ νὰ παρεκτραπῇ ὁ πόλος *ν* τῆς βελόνης *βν* πρὸς τὰ ἐμπρὸς. Ἐὰν δὲ τώρα τὸ ρευματογωγὸν σύρμα, ἀνθ' ἐνὸς περὶ τὸ περιθώριον γύρου, σχηματίξῃ πλειότερους, τὸ τελικὸν ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας αὐτοῦ θέλει προφανῶς εἶναι τοσάκις μεγαλειότερον, ὅσοι εἶναι ὁ ἀριθμὸς τῶν γύρων¹. Διὰ τοῦ πολλαπλασιαστοῦ λοιπὸν τοῦ Schweigger δυνάμεθα νὰ ἀναγνωρίσωμεν τὴν ὑπαρξίν ρευμάτων, ὧν τὰ ἐπὶ τῆς

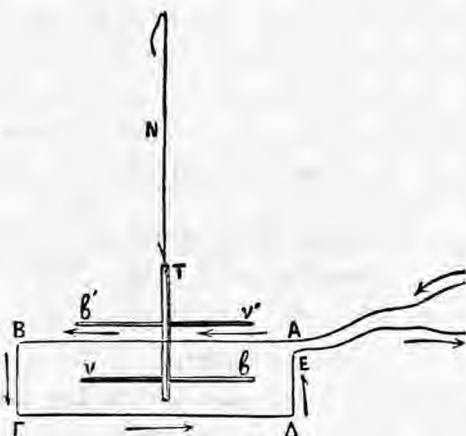


σχ. 244

¹ Δὲν πρέπει νὰ νομίσῃ τις ὅτι τὸ ἀνωτέρω συμπέρασμα εἶναι ἀληθές ὅσον μέγας καὶ ἂν ᾔγαι ὁ ἀριθμὸς τῶν γύρων τοῦ ρευματογωγοῦ σύρματος. Διότι ἀφ' ἐνὸς οἱ τελευταῖοι γύροι ἀπομακρύνονται ἐπὶ μᾶλλον τῆς μαγνητικῆς βελόνης, τοσοῦτον ὅπερ ἐλαττώνει τὴν ἐπ' αὐτῆς ἐνεργεῖαν τοῦ ρεύματος, καὶ ἀφ' ἐτέρου, αὐξανόμενου τοῦ ἀριθμοῦ τῶν γύρων, αὐξάνεται καὶ τὸ μήκος τοῦ σύρματος, καὶ ὅσην τὸ σύρμα εἶναι μεγαλειότερον, τόσο ὁ διατρέχων αὐτὸ ἡλεκτρισμὸς ἀπαντᾷ μεγαλειότεραν πρὸς τοῦτο ἀντίστασιν, ἐπομένως τόσο ἡ ἐνέργεια αὐτοῦ ἐλαττοῦται.

μαγνητικῆς βελόνης ἀποτελέσματα ἤθελον εἶναι ὅλως ἀνεπαίσθητα διὰ τῶν πειραμάτων τοῦ Oersted.

298. ΤΕΛΕΙΟΠΟΙΗΣΙΣ ΤΟΥ ΝΟΠΙΛΗ. — Ὁ τοῦ Schweigger πολλαπλασιαστῆς αὐξάνει μὲν τὸ ἐπὶ τῆς βελόνης ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας τοῦ ρεύματος, ἀλλὰ δὲν μεταβάλλει τὴν ἐπ' αὐτῆς ἐνέργειαν τοῦ γῆνιου μαγνητισμοῦ, ὅστις ἀνθίσταται εἰς τὴν ἀπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ παρεκτροπὴν τῆς βελόνης. Ὁ Νόπιλη (Nobili) ἠύξησε κατὰ πολὺ τὴν εὐχαισθησίαν τοῦ ὀργάνου τοῦ Schweigger προτείναν, ἀντὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης τὴν χρῆσιν δύο βελονῶν βr , $\beta' r'$ (Σχ. 245), ἀποτε-



Σχ. 245

ρεκτρέπει ἐπαισθητῶς αὐτό, ἀρκεῖ μόνον νὰ διατεθῇ οὕτως ἐν τῇ πολλαπλασιαστῇ, ὥστε ἡ ἐπὶ τῶν ἀντιθέτων μαγνητικῶν βελονῶν βr , $\beta' r'$ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος νὰ τεῖνῃ εἰς τὸ νὰ δώσῃ εἰς ἀμφοτέρας ὁμοίαν περιστροφικὴν κίνησιν.

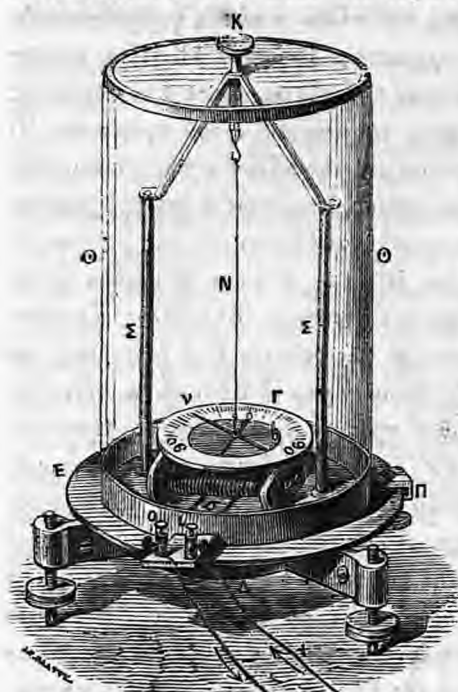
Πρὸς τοῦτο ἐξαρτᾶται τὸ σύστημα $\beta r \beta' r'$ ἐκ νήματος βομβυκίου (κουκουλίου) N καὶ οὕτως, ὥστε ἡ μὲν βελὼν βr νὰ κῆται ἐν τῷ μέσῳ τοῦ περιθωρίου, ἡ δὲ ἀντίθετος αὐτῆς $\beta' r'$ ἐκτὸς καὶ πολὺ πλησίον τῆς ἄνω πλευρᾶς AB αὐτοῦ. Τὸ σύρμα T, τὸ συνδέον τὰς δύο μαγνητικὰς βελόνας βr , $\beta' r'$, διέρχεται διὰ τινος ἐπὶ τοῦ μέσου τῆς ἄνω πλευρᾶς τοῦ περιθωρίου ὑπαρχούσης ὀπῆς, εἰς τρόπον ὥστε τὸ ὅλον σύστημα νὰ δύνῃται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως περὶ τὸ νῆμα τῆς ἐξαρτήσεως NT. Ἵνα τῶρα ἴδωμεν ποῖα θέλουσιν εἶναι τὰ ἐπὶ τοῦ συστήματος τούτου ἀποτελέσματα τῆς ἐνεργείας τοῦ διὰ τοῦ πολλαπλασιαστοῦ διερχομένου ρεύματος, ἀρκεῖ προφανῶς νὰ ἐξετάσωμεν ποίας κινήσεις θέλει ἐπιφέρει ἐπ' αὐτοῦ ρεῦμα, διατρέχον ἓνα τῶν γύρων ABΓΔΕ τοῦ σύρματος κατὰ τινὰ φοράν. Ἄς ὑποθέσωμεν λοιπὸν ὅτι τὸ ρεῦμα διατρέχει τὸ

λουσῶν ἀστατικὸν περίπου σύστημα (280, 2^ο). Οὕτως, ἐπειδὴ αἱ ἐπὶ τῶν βελονῶν βr , $\beta' r'$ ἐνέργειαι τοῦ γῆνιου μαγνητισμοῦ εἶναι ἀντίθετοι καὶ σχεδὸν ἴσαι, ἡ ἐπὶ τοῦ ἀστατικοῦ συστήματος $\beta r \beta' r'$ διευθυντήριος δύναμις τῆς Γῆς εἶναι ἐλάχιστη, καὶ δύναται μάλιστα νὰ κατασταθῇ ὥσθ θέλομεν μικρά, ἐπομένως καὶ τὸ ἐλάχιστης ἐντάσεως ἡλεκτρικὸν ρεῦμα θέλει πα-

ὀρθογώνιον ΑΒΓΔΕ κατὰ τὴν φορὰν τῶν ἐπὶ τοῦ σχήματος ὑπαρχόντων βελῶν. Κατὰ τὸν νόμον τοῦ Ἀμπέρ καὶ κατὰ τὰ προλεχθέντα τὰ μερικὰ ρεύματα ΑΒ, ΒΓ, ΓΔ, ΔΕ θέλουσι τείνει εἰς τὸ νὰ περιστρέψωσι τὴν βελόνην *βν* πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, τοῦ πόλου *γ* αὐτῆς φερομένου πρὸς τὰ ἔμπροσθεν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ σχήματος. Τὸ ρεῦμα ΑΒ τείνει προφανῶς εἰς τὸ νὰ περιστρέψῃ τὴν βελόνην *β' γ'* οὕτως, ὥστε ὁ νότιος αὐτῆς πόλος *γ'* νὰ κινηθῇ πρὸς τὰ ὀπίσθεν τοῦ ἐπιπέδου τοῦ σχήματος. Ὁ πόλος λοιπὸν αὐτῆς *β'*, ὁ ἀντιστοιχῶν εἰς τὸν πόλον *γ* τῆς ὑποκειμένης βελόνης *βν*, θέλει στραφῇ πρὸς τὰ ἔμπροσ, ἐπομένως ἢ ἐπὶ τῆς βελόνης *β' γ'* ἐνέργεια τοῦ ρεύματος ΑΒ προστίθεται εἰς τὴν ἐπὶ τῆς βελόνης *βν* ἐνέργειαν τῶν ἄλλων ρευμάτων ΑΒ, ΒΓ, ΓΔ, ΔΕ, ἵνα τὸ σχεδὸν ἀστατικὸν σύστημα *βν β' γ'* περιστραφῇ ὁμοιοτρόπως. Ἐὰν τέλος ἐξετάσωμεν διὰ τοῦ νόμου τοῦ Ἀμπέρ τὰς ἐπὶ τῆς βελόνης *β' γ'* ἐνεργείας τῶν ἄλλων ρευμάτων ΒΓ, ΓΔ καὶ ΔΕ, θέλομεν μὲν ἰδεῖ ὅτι αὗται τείνουσιν εἰς τὸ νὰ περιστρέψωσι τὸν πόλον *γ'* πρὸς τὰ ἔμπροσθεν, τουτέστιν εἰς τὸ νὰ δώσωσιν εἰς τὴν βελόνην *β' γ'* ἀντίθετον κίνησιν τῆς προηγουμένης, ἀλλ' ἐπειδὴ ταῦτα κεῖνται πολὺ μακρὰν αὐτῆς, τὰ ἐπ' αὐτῆς ἀποτελέσματα αὐτῶν εἶναι μικρότερα τοῦ ἀντιθέτου ἀποτελέσματος τοῦ ρεύματος ΑΒ. Λοιπὸν τὸ ρεῦμα ΑΒΓΔΕ τείνει εἰς τὸ νὰ περιστρέψῃ τὰ μέρη *βν*, *β' γ'* τοῦ συστήματος *βν β' γ'* πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος, βλέπομεν δ' ὅτι διὰ τῆς χρήσεως αὐτοῦ ἡ ἐνέργεια τοῦ ρεύματος εἶναι μεγαλειτέρα, καὶ ἡ διεθυντήριος δύναμις τῆς Γῆς, ἢ εἰς τὴν ἀπὸ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ παρεκτροπὴν τῆς βελόνης ἀνθισταμένη, δύναται νὰ γείνη ὅσῳ θέλομεν μικρά. Διὰ τοὺς δύο λοιπὸν τούτους λόγους τὸ ὄργανον θέλει εἶναι εὐαίσθητότερον.

299. ΓΑΛΒΑΝΟΜΕΤΡΟΝ. — Καλεῖται οὕτω τὸ ὑπὸ τοῦ σχήματος 246 παριστῶμενον ὄργανον, δι' οὗ καθίσταται ἐπαισθητὴ ἡ ὑπαρξίς ἡλεκτρικοῦ τινος ρεύματος, δεικνύεται ἡ φορὰ καὶ μετρεῖται καὶ ἡ ἔντασις αὐτοῦ. Σύγκειται δὲ ἐκ τινος χαλκίνου δίσκου Δ, στηριζομένου ἐπὶ τριῶν κινητῶν κοχλιῶν καὶ φέροντος ἐν τῷ κέντρῳ αὐτοῦ κάθετον ἄξονα, περὶ τὸν ὁποῖον δύναται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως ἕτερος δίσκος Ε. Ὁ δίσκος Ε φέρει ἐν τῷ μέσῳ αὐτοῦ περιθώριον, ἐφ' οὗ τυλίσσεται πολλάκις σύρμα ἐξ ἐρυθροῦ χαλκοῦ σ, κεκαλυμμένον καθ' ὅλον αὐτοῦ τὸ μῆκος μὲ νῆμα μετάξης. Τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος τούτου περατοῦνται ἐπὶ τῶν στηλίδων ο καὶ ι, μεθ' ὧν συγκαίνωνοῦσιν οἱ ρευματαγωγοὶ + καὶ — τοῦ πρὸς ἐξέτασιν ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Ἐπὶ τοῦ περιθωρίου ὑπάρχει ἕτερος ἐξ ἐρυθροῦ χαλκοῦ δίσκος Γ, τοῦ ὁποῖου τὸ ἥμισυ εἶναι διηρημένον εἰς 180 μοίρας, 90 ἐκατέρωθεν τοῦ 0. Ὁ δίσκος Γ καὶ ἡ ἄνω βάσις τοῦ ὑπ' αὐτὸν περιθωρίου φέρουσι κατὰ τὴν διὰ τοῦ 0 διερχομένην διά-

μετρον ἐπιμήκεις ὁπᾶς, δι' ὧν εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ περιθωρίου ἡ μία τῶν μαγνητικῶν βελονῶν $\theta\rho'$ τοῦ ἀστατικοῦ συστήματος $\theta\rho'\rho'$. Τὸ σύστημα τοῦτο ἐξαρτᾶται διὰ νήματος βόμβυκος N ἀπὸ τοῦ κινητοῦ



Σχ. 246

κοχλίου K , ὅστις στηρίζεται ἐπὶ τῶν ἐκατέρωθεν τοῦ περιθωρίου παρατηρουμένων στηλῶν Σ, Σ , καὶ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ ἀνυψοῖ ἢ καταβιβάξῃ τὸ σύστημα $\theta\rho'\rho'$, εἰς τρόπον ὥστε ἡ βελὸν $\theta\rho'$ νὰ κῆται ἐν τῷ μέσῳ τοῦ περιθωρίου. Τέλος τὸ ὅλον ὄργανον καλύπτεται ὑπὸ ὑαλίνης θήκης $\Theta\Theta$, ἥτις προφυλάσσει αὐτὸ ἀπὸ τῶν τοῦ ἀέρος ρευμάτων.

Ὅσακις θέλουσι νὰ κάμωσι χρῆσιν τοῦ ὁργάνου, στρέφουσι πρῶτον καταλλήλως τοὺς κινητοὺς κοχλίας τῆς βάσεως, μέχρις οὗ ὁ ἄξων τοῦ συστήματος $\theta\rho'\rho'$ διέλθῃ ἀκριβῶς διὰ τοῦ κέντρου τοῦ κύκλου Γ , καὶ ἀκολούθως, ἐὰν ὁ πόλος γ τῆς βελόνης $\theta\rho$ δὲν συμπίπτῃ μὲ τὸ μηδὲν τῆς διηρημένης ἡμιπεριφερείας,

στρέφουσι περὶ τὸν ἄξονα τοῦ δίσκου Δ τὸν δίσκον E , μέχρις οὗ ἐπιτευχθῇ ἡ σύμπτωση αὕτη. Τούτων δὲ γενομένων, στηρίζουσιν ἐπὶ τοῦ δίσκου Δ τὸν δίσκον E διὰ τοῦ πιέστρου Π , καὶ θέτουσιν εἰς συγκοινωνίαν τοὺς ρευματαγωγοὺς $+$ καὶ $-$ μὲ τὰ ἄκρα τοῦ σύρματος σ τοῦ περιθωρίου. Ἐὰν τότε ἡ βελὸν $\theta\rho$ παρεκτραπῇ τῆς θέσεως αὐτῆς, συμπεραίνομεν ὅτι διῆλθε διὰ τοῦ σύρματος σ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, οὗτινος ἡ μὲν φορά δεικνύεται διὰ τῆς πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ ἀριστερὰ τοῦ Θ παρεκτραπῆς τοῦ πόλου γ τῆς βελόνης (295), ἡ δὲ ἔντασις διὰ τοῦ ἀριθμοῦ τῶν καθ' ἃς παρεξετράπη μοιρῶν, ὅταν μετὰ τινος ταλαντώσεως ἔμεινεν ἀκίνητος ἐν τῇ νέᾳ αὐτῆς θέσει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

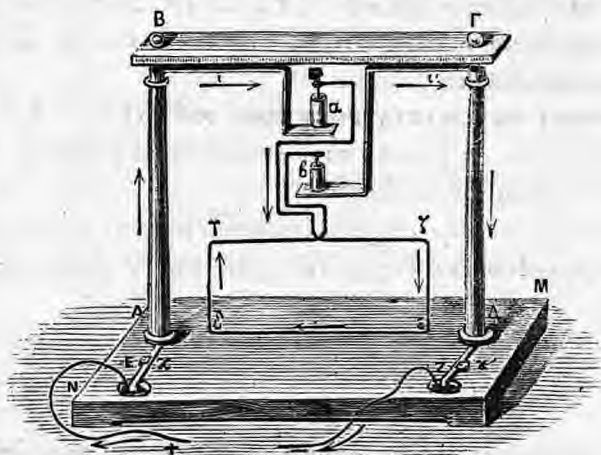
ΕΝΕΡΓΕΙΑΙ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΓΗΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

300. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΕΠ' ΑΛΛΗΛΑΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ, ΡΕΥΜΑΤΩΝ. — Οἱ νόμοι, καθ' οὓς ἐνεργοῦσιν ἐπ' ἄλληλα δύο παράλληλα ρεύματα εὐρέθησαν πειραματικῶς καὶ εἶναι οἱ ἑξῆς δύο·

1^{ον} Δύο παράλληλα καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς ρεύματα συνέλκονται.

2^{ον} Δύο παράλληλα καὶ ἀντιθέτου φορᾶς ρεύματα συναπωθονται.

Πρὸς πειραματικὴν ἀπόδειξιν τῶν δύο τούτων νόμων μεταχειρίζονται συσκευᾶς διαφοροτρόπως κατασκευαζομένας. Τὸ σχῆμα 247 παριστᾷ τὴν ὑπὸ τοῦ Πουλλιέ (Puillet) προταθεῖσαν συσκευήν. Αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ δύο χαλκίνων στηλῶν ΑΒ, ΓΔ, στηριζομένων ἐπὶ ξυλίνης τραπέζης ΝΜ καὶ συνηνωμένων ἄνωθεν διὰ ξυλίνου κανόνος ΒΓ. Αἱ μὲν κάτω βάσεις Α καὶ Δ τῶν στηλῶν συγκοινωνοῦσι μετὰ τοῦ ἐν ταῖς κοιλότησιν Ε καὶ Ζ ἐντιθεμένου ὑδραργύρου διὰ δύο μικρῶν μεταλλικῶν κανόνων κ, κ', τὰ δὲ ἄνω αὐτῶν ἄκρα Β καὶ Γ συνέχονται μετὰ τῶν χαλκίνων κανόνων ια, ι'β, οἵτινες στηρίζονται ἐπὶ τοῦ ΒΓ, καὶ φέρου-



Σχ. 247

σιν ἐπὶ τῶν ἄκρων αὐτῶν δύο κοτύλας α καὶ β, κειμένας ἐπὶ τῆς αὐτῆς καθέτου αβ καὶ περιεχούσας ὑδράργυρον. Ἐντὸς τῶν κοτυλῶν α καὶ β βυθίζονται αἱ ἀκίδες τῶν ἄκρων χαλκίνου σύρματος βγδεζα, κεκαμμένον οὕτως, ὥστε ν' ἀποτελεσθῇ ὀρθογώνιον γδεζ, δυνάμενον νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως περὶ τὸν κάθετον ἄξονα αβ. Τούτων δ' οὕτως ἔχοντων, ἐὰν τὸ κινητὸν ὀρθογώνιον γδεζ κῆται, ὅπως παριστᾷ τὸ ἄνωτέρω σχῆμα, ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ΑΒΓΔ, καὶ ἐμβαπτίσωμεν τὰ ἡλεκτρόδια τῶν

ρεύματα γαγγών + και — στήλης τινὸς ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου τῶν κοι-
λοτήτων E καὶ Z, τὸ ρεῦμα τῆς στήλης θέλει διατρέξει τὴν συσκευὴν
κατὰ τὴν ὑπὸ τῶν βελῶν δεικνυομένην φορὰν $\kappa\alpha\beta\iota\alpha\zeta\epsilon\delta\gamma\delta\iota\Gamma\Delta\kappa'$, καὶ
τὰ παράλληλα ρεύματα AB, γδ, καθὼς καὶ τὰ ΓΔ, ζε, θέλουσιν ἔχει
τὴν αὐτὴν φορὰν, θέλομεν δὲ παρατηρήσει, ὅτι τὸ κινητὸν ὀρθογώνιον
δὲν θέλει ἐκτοπισθῇ τῆς ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ABΓΔ θέσεως αὐτοῦ. Ἐὰν δέ,
τοῦ ρεύματος διερχομένου ὡς προηγουμένως, ἐκτοπίσωμεν κατὰ τινα
ὀξείαν γωνίαν τὸ ὀρθογώνιον γδεζ', θέλομεν παρατηρήσει, ὅτι τοῦτο
περιστρέφεται ἀμέσως περὶ τὸν ἄξονα αβ, καὶ μετὰ τινὰς ταλαντώσεις
λαμβάνει πάλιν τὴν προτέραν ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ABΓΔ θέσιν τῆς ἰσορρο-
πίας. Λοιπὸν συνέβη ἑλξίς μεταξὺ τῶν παραλλήλων καὶ τῆς αὐτῆς φο-
ρᾶς ρευμάτων AB καὶ γδ, ΓΔ καὶ εζ'. Ἐὰν τέλος ἐκτοπίσωμεν τὸ ὀρ-
θογώνιον γδεζ' κατὰ τινα ἀμβλείαν γωνίαν, ἡ πλευρὰ γδ θέλει κεῖσθαι
πλησίον τῆς ΓΔ καὶ ἡ εζ' πλησίον τῆς AB, θέλομεν δὲ παρατηρήσει,
ὅτι τοῦτο διὰ τῆς ἐνεργείας τοῦ ἠλεκτρικοῦ ρεύματος περιστρέφεται
πάλιν περὶ τὸν ἄξονα αβ, καὶ λαμβάνει μετὰ τινὰς ταλαντώσεις τὴν
προτέραν ἐν τῷ ἐπιπέδῳ ABΓΔ θέσιν τῆς ἰσορροπίας. Λοιπὸν εἰς τὴν
παρουῦσαν περίπτωσιν συνέβη ἄπῳσις μεταξὺ τῶν παραλλήλων καὶ ἀν-
τιθέτου φορᾶς ρευμάτων AB καὶ ζε, ΓΔ καὶ γδ. Συμπεραίνομεν λοιπὸν
ἐκ τῶν πειραμάτων τούτων, ὅτι τὰ παράλληλα καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς
ρεύματα συναπωθοῦνται.

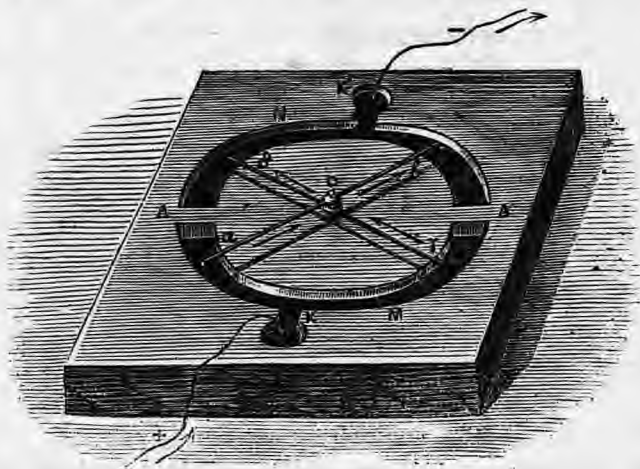
301. ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ. — Καὶ οἱ νόμοι,
καθ' οὓς ἐνεργοῦσιν ἐπ' ἄλληλα τὰ διασταυρούμενα ρεύματα, εὐρέθησαν
πειραματικῶς, εἶναι δὲ οἱ ἑξῆς δύο·

1^{ον} Δύο διασταυρούμενα ρεύματα συνέλκονται, ὅταν πλησιάζω-
σιν ἢ ἀπομακρύνονται συγχρόνως ἀπὸ τοῦ ἐν ᾧ διασταυροῦνται
σημείου.

2^{ον} Δύο διασταυρούμενα ρεύματα συναπωθοῦνται, ὅταν τὸ μὲν
πλησιάζῃ, τὸ δὲ ἀπομακρύνῃται ἀπὸ τοῦ σημείου τῆς διασταυρώσεως
αὐτῶν.

Πρὸς πειραματικὴν τούτων ἀπόδειξιν κατασκευάζομεν ἐπὶ ξυλίνης
σανίδος δύο ἡμικυκλικὰς αὐλακὰς M, N, ἃς χωρίζομεν ἀπ' ἀλλήλων
διὰ δύο μονωτήρων διαφραγμάτων Δ καὶ Δ, καὶ πληροῦμεν αὐτὰς ὑδραρ-
γύρου (Σχ. 248). Ἐπὶ τοῦ κέντρου ο τοῦ κύκλου ΜΑΝΔ στηρίζομεν
μεταλλικὴν βελόνην γδ, ἥς τὰ κεκυρτωμένα ἄκρα βυθίζονται ἐντὸς τοῦ
ὑδραργύρου, καὶ ἐπ' αὐτῆς ἐτέραν αβ, κινητὴν περὶ τὸν ἄξονα ο, μεμο-
νωμένην ἀπὸ τῆς ὑποκειμένης καὶ συγκοινωνοῦσαν ὁμοιοτρόπως διὰ τῶν
κεκυρτωμένων αὐτῆς ἄκρων μετὰ τοῦ ὑδραργύρου τῶν αὐλάκων M καὶ
N. Ταύτων δ' οὕτω διατεθειμένων, βυθίζομεν ἐντὸς τοῦ ὑδραργύρου τῶν

κοιλοτήτων K καὶ K' τὰ ἡλεκτρόδια τῶν ρευματαγωγῶν $+$ καὶ $-$ στήλης τινός. Τὸ ρεῦμα τῆς στήλης κλείεται τότε καὶ διατρέχει τὰς βελόνας $αβ$, $γδ$ κατὰ τὴν φορὰν τῶν ἐπὶ τοῦ σχήματος ὑπαρχόντων βελῶν, παρατηροῦμεν δέ, ὅτι ἡ κινητὴ βελὸν $αβ$ στρέφεται περὶ τὸν



Σχ. 248

ἄξονα $ο$ καὶ τὰ ἄκρα αὐτῆς $α$ καὶ $β$ φέρονται ἀμοιβαίως ἐπὶ τῶν ἄκρων $γ$ καὶ $δ$ τῆς ἀκινήτου βελόνης $γδ$. Λοιπὸν συνέβη ἀφ' ἑνὸς μὲν μεταξὺ τῶν ρευμάτων $αο$ καὶ $γο$, τῶν διευθυνομένων συγχρόνως πρὸς τὸ σημεῖον τῆς διασταυρώσεως αὐτῶν $ο$, καὶ μεταξὺ τῶν ρευμάτων $οβ$, $οδ$, τῶν ἀπομακρυνομένων συγχρόνως ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ σημείου, ἔλξης, ἀφ' ἑτέρου δὲ ἄπωσης μεταξὺ τῶν ρευμάτων $αο$ καὶ $οδ$, $γο$ καὶ $οβ$, ἐξ ὧν τὸ μὲν πλησιάζει, τὸ δὲ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τοῦ κέντρου $ο$. Λοιπὸν οἱ ἀνωτέρω δύο νόμοι εἶναι ἀληθεῖς.

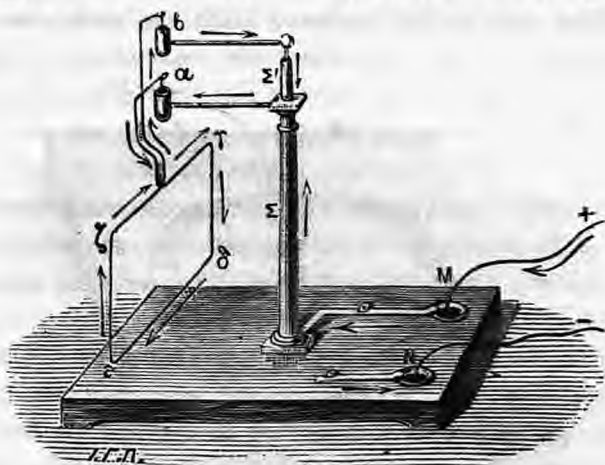
Οἱ αὗτοι νόμοι ἐφαρμόζονται καὶ ἐπὶ δύο ρευμάτων $αβ$, $γδ$, μὴ ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου κειμένων (Σχ. 249). Ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ ἀντὶ τοῦ σημείου τῆς διασταυρώσεως $ο$ πρέπει νὰ θεωρήσωμεν τὴν κοινὴν αὐτῶν κάθετον $κκ'$, θέλομεν δὲ παρατηρήσει, ὅτι ὑπάρχει πάντοτε ἔλξης μεταξὺ τῶν συγχρόνως πλησιάζόντων ἢ ἀπομακρυνομένων ἀπὸ τῆς κοινῆς αὐτῶν κάθετου $κκ'$ ρευμάτων, καὶ ἄπωσης μεταξὺ τῶν ἀντιθέτως ὡς πρὸς τὴν κάθετον $κκ'$ κινουμένων. Κυρίως ἡ προηγουμένη περίπτωσις ἀνάγεται εἰς ταύτην, διότι τὰ δύο ρεύματα $αβ$, $γδ$ δὲν διασταυροῦνται πράγματι εἰς τὸ ση-



Σχ. 249

μείον ο, αλλά απέχουσιν ἀπ' ἀλλήλων κατὰ τὸ πάχος τοῦ σώματος, τοῦ ἀπομονοῦντος τὴν βελόνην αβ ἀπὸ τῆς ὑποκειμένης γδ.

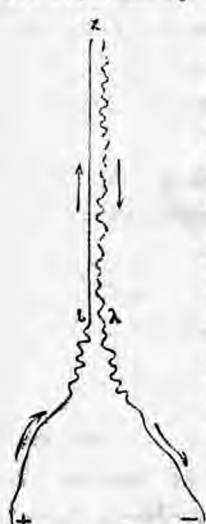
302. ΝΟΜΟΣ ΤΩΝ ΕΛΙΚΟΕΙΔΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ. — Καὶ ὁ νόμος, καθ' ὃν



Σχ. 250

ἐνεργοῦσιν τὰ ἐλικοειδῆ ρεύματα, εὐρέθη καὶ ἀποδεικνύεται πειραματικῶς, εἶναι δὲ ὁ ἑξῆς·

Τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας ἐλικοειδοῦς τινος ρεύματος εἶναι τὸ αὐτὸ μὲ τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας εὐθυγράμμου ρεύματος τῆς αὐτῆς ἐντάσεως καὶ ἔχοντος τὰ αὐτὰ ἄκρα, ὅταν ἢ καθ' ἣν ἐνεργεῖ ἀπόστασις ᾗται ἄρκετὰ μεγάλη ὥς πρὸς τὸ πλάτος τῶν ἐλιγμῶν αὐτοῦ.



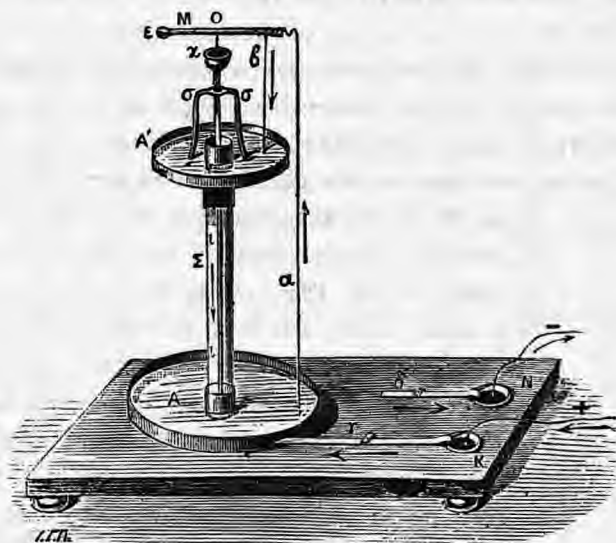
Σχ. 251

Ἴνα πεισθῶμεν πειραματικῶς περὶ τῆς ἀληθείας τούτου μεταχειρίζομεθα τὴν συσκευὴν 250, ἐν ᾗ τὸ ρεῦμα στήλης τινὸς εἰσέρχεται διὰ τῆς περιεχούσης ὑδράργυρον κοιλότητος Μ, ἀναβαίνει τὴν κοίλην στήλην Σ, διατρέχει τὸ κινητὸν περὶ τὸν ἄξονα αβ ὀρθογώνιον γδεζ (300) κατὰ τὴν φορὰν αγδεζβ, κατέρχεται διὰ τῆς στήλης Σ', τῆς ἐν τῇ κοίλῃ Σ περιεχομένης καὶ μεμονωμένης ἀπὸ ταύτης διὰ ὑαλίνου σωλήνος, καὶ φθάνει εἰς τὴν κοιλότητα Ν, ἥτις συγκοινωνεῖ κάτωθεν μετὰ τῆς βάσεως τῆς στήλης Σ καὶ περιέχει τὸ ἡλεκτρόδιον τοῦ ἀρνητικοῦ τοῦ ρεύματος ἀγωγῶ. Ὅταν τὸ ὀρθογώνιον γδεζ λάβῃ τὴν τῆς ἰσορροπίας αὐτοῦ θέσιν (300), πλησιάζομεν ἐναλλάξ εἰς ἑκατέραν τῶν καθέτων αὐτοῦ πλευρῶν γδ, εἰς τὸ ρεῦμα ἐτέρας στήλης + ικλ — (Σχ. 251), ὅπερ ἀνέρχεται εὐθυγράμμως διὰ τοῦ μέρους ικ καὶ κατέρχεται ἐλικοειδῶς διὰ

τοῦ $\kappa\lambda$, τοῦ περατουμένου εἰς τὰ αὐτὰ ἄκρα ι καὶ λ , παρατηροῦμεν δὲ ὅτι, ὅταν ἡ ἀπὸ τῶν πλευρῶν $\gamma\delta$, ἐξ ἀπόστασις τοῦ $\iota\kappa\lambda$ ᾖ ἰσὺς ἐπαρκῆς, οὐδεμίαν τὸ δι' αὐτοῦ διερχόμενον ρεύμα παράγει κίνησιν εἰς τὸ περὶ τὸν ἄξονα $\alpha\beta$ κινητὸν ὀρθογώνιον $\gamma\delta\epsilon\zeta$. Λοιπὸν αἱ ἐνέργειαι τῶν ἀντιθέτων ρευμάτων $\iota\kappa$ καὶ $\kappa\lambda$ εἶναι ἴσαι καὶ ἀντίθετοι, ἐπομένως ἡ ἐνέργεια τοῦ ἐλικοειδοῦς ρεύματος $\kappa\lambda$ εἶναι ἴση μὲ τὴν τοῦ εὐθυγράμμου $\iota\kappa$, τοῦ ἔχοντος τὰ αὐτὰ ἄκρα, τὴν αὐτὴν ἔντασιν καὶ ἀντίθετον φοράν.

303. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΗΣ ΓΗΣ ΕΠΙ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ. — Διὰ διαφόρων πειραμάτων ἀποδεικνύεται ὅτι ἡ Γῆ ἐνεργεῖ ἐπὶ τῶν ρευμάτων ὥς τι ἀπροσδιόριστον ρεῦμα, κάθετον ἐπὶ τοῦ μαγνητικοῦ μεσημβρινοῦ καὶ διευθυνόμενον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς.

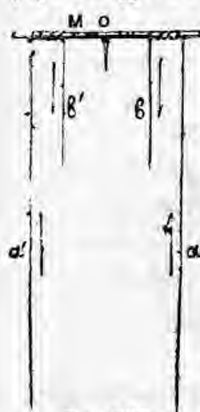
1^{ον} Ἐν τῶν πρὸς τοῦτο πειραμάτων γίνεται διὰ τῆς συσκευῆς 252, ἐν ᾗ τὰ περιέχοντα ὕδατος ὕδωρ ἀγγεῖα A καὶ A' ἀπομονοῦνται διὰ τῆς ὑαλίνης κοίλης στήλης Σ , ἐντὸς τῆς ὁποίας ὑπάρχει ἑτέρα μεταλλικὴ ι , περατουμένη εἰς κοτύλην κ καὶ συγκοινωνοῦσα διὰ τῆς βάσεως αὐτῆς μετὰ τῆς ταινίας δ , ἥς τὸ ἄκρον ἐμβαπτίζεται ἐντὸς τοῦ ὕδατος



Σχ. 252

γύρου τῆς κοιλότητος N . Ἐπὶ τῆς κοτύλης κ στηρίζεται διὰ τῆς ἀκίδος σ ὁ δὲ συσπλεκτραγωγὸς μοχλὸς M , ὅστις φέρει ἐπὶ μὲν τοῦ ἑνὸς τῶν ἄκρων μεταλλικὸν σύρμα $\alpha\beta$, τοῦ ὁποίου ἑκάτερον τῶν ἄκρων α καὶ β κατέρχεται μέχρι τῶν ἀγγείων A καὶ A' , ἐπὶ δὲ τοῦ ἑτέρου ἀντίρροπον τοῦ μεταλλικοῦ σύρματος βάρος ϵ . Οὕτως ὁ μοχλὸς M δύναται νὰ πε-

ριστραφή ἐλευθέρως περὶ τὴν ἀκίδα σ , ἅμα ὡς δυνάμεις τις ἐνεργήσῃ ἐπ' αὐτοῦ καταλλήλως. Ἐὰν τώρα εἰσαγάγωμεν ἐν μὲν τῷ ὑδραργύρῳ τῆς κοιλότητος K τὸ ἤλεκτροδίδιον τοῦ θετικοῦ ρευματαγωγοῦ στήλης τινός, ἐν δὲ τῇ κοιλότητι N τὸ τοῦ ἀρνητικοῦ, τὸ ρεῦμα τῆς στήλης θέλει εἰσέλθει ἐν τῷ ἀγγεῖῳ A διὰ τῆς μετ' αὐτοῦ συγκοινωνούσης μεταλλικῆς ταινίας γ , ἀναβῇ διὰ τοῦ σύρματος α , κατέλθῃ διὰ τοῦ β ἐν τῷ ἀγγεῖῳ A' , καὶ διὰ τῶν μερῶν σ καὶ σ , τῆς στήλης μ καὶ τῆς ταινίας θ ἐπανέλθῃ ἐν τῇ ἡλεκτρικῇ στήλῃ. Παρατηροῦμεν δ' ὅτι, ἅμα ὡς ἡ τοιαύτη τοῦ ρεύματος κυκλοφορία ἀποκατασταθῇ, ὁ μοχλὸς M στρέφεται ἀμέσως περὶ τὴν ἀκίδα σ , μέχρις οὗ τὸ σύρμα $\alpha\beta$ ἀχθῇ ἐν τῷ ἀπ' ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς διευθυνομένῳ καθέτῳ ἐπιπέδῳ, ἐν ᾧ καὶ ἰσορροπεῖ μετὰ τινας ταλαντώσεις, ἔχον τὸ ἄκρον αὐτοῦ α ἐστραμμένον πρὸς δυσμὰς. Ἡ τοιαύτη τοῦ μοχλοῦ M κίνησις δὲν δύναται βεβαίως νὰ ἀποδοθῇ, εἰμὴ εἰς τὴν ἐπὶ τῶν ρευμάτων α καὶ β ἐνέργειαν τῆς $\Gamma\etaς$, καὶ παρατηροῦμεν ὅτι αὕτη ἐνεργεῖ ὡς τι ἡλεκτρικὸν ρεῦμα διευθυνομένον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς. Καὶ εἶναι μὲν ἀληθές ὅτι αἱ ἐπὶ τῶν ἀντιθέτων ρευμάτων α καὶ β ἐνέργειαι τῆς $\Gamma\etaς$ εἶναι ἀντίθετοι, ἀλλ' ἐπειδὴ τὸ ρεῦμα α εἶναι μεγαλειότερον τοῦ β ἢ ἐπὶ τοῦ πρώτου ἐνέργεια τῆς $\Gamma\etaς$ εἶναι μεγαλειτέρα τῆς ἐπὶ τοῦ δευτέρου, ἐπομένως ὁ μοχλὸς M στρέφεται περὶ τὴν ἀκίδα σ ὑφιστάμενος τὴν ἐνέργειαν τῆς συνισταμένης τῶν δύο τούτων ἀντιθέτων δυνάμεων, ἥτις εἶναι ἴση μὲ τὴν διαφορὰν αὐτῶν. Ὅτι δὲ τοῦτο οὕτως ἔχει, ἀποδεικνύεται καὶ ἐκ τῆς ἀδιαφόρου ἰσορροπίας τοῦ φέροντος δύο ἐκατέρωθεν σύρματα $\alpha\beta$, $\alpha'\beta'$ μο-



Σχ. 253

χλοῦ M (Σχ. 253). Διότι τότε αἱ ἐπὶ τῶν βραχιόνων αὐτοῦ ἐνεργοῦσαι ἐκ τῆς ἐπὶ τῶν ρευμάτων α , β , α' , β' ἐνεργείας τῆς $\Gamma\etaς$ δυνάμεις θέλουσιν εἶναι ἴσαι καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς, καὶ θέλουσιν ἐπομένως τείνει εἰς τὸ νὰ μετατοπίσωσι τὸν μοχλὸν M παραλλήλως αὐτῷ, ἢ δὲ τοιαύτη αὐτοῦ κίνησις εἶναι ἀδύνατος ὡς ἐκ τοῦ τρόπου τῆς ἐξαρτήσεως αὐτοῦ. Τούτου δ' ἕνεκα καὶ τὸ σύστημα $\alpha\beta\alpha'\beta'$ ὠνομάσθη ἀστατικόν.

2ον Ἔτερον πείραμα ἐπιτεθειοῦν τὰ ἀνωτέρω γίνεταί διὰ τῆς συσκευῆς 250. Ὅταν τὸ ὀρθογώνιον ροεὶ διατρέχῃται κατὰ τὴν φορὰν τῶν βελῶν ὑπὸ τινος ρεύματος, καὶ ἀφῇ ἐλεύθερον νὰ περιστραφῇ περὶ τὸν ἄξονα $\alpha\beta$, στρέφεται ἀφ' ἑαυτοῦ, μέχρις οὗ τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ συμπίσῃ μετὰ τοῦ ἀπ' ἀνατολῶν πρὸς δυσμὰς διευθυνομένου καθέτου ἐπιπέδου καὶ οὕτως, ὥστε ἐν τῇ πρὸς δυσμὰς ἐστραμμένη πλευρᾷ εἰς τὸ ρεῦμα νὰ ᾔναι ἀνερχόμενον. Λοιπὸν ἡ $\Gamma\eta$ ἐνέργησεν ἐπὶ τοῦ κακλει-

σμένου ρεύματος γδεζ ὡς τι εὐθύγραμμον ρεῦμα διευθυνομένον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς. Διότι ἡ μὲν ἐπὶ τοῦ ἀνερχομένου ρεύματος εἰς ἐνέργειαν τοιοῦτου τινὸς ρεύματος παράγει ἐπ' αὐτοῦ ἔκτοπιστικὴν τινα ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς διευθυνομένην δύναμιν, ἡ δὲ ἐπὶ τοῦ κατερχομένου δε ἐτέραν διευθυνομένην ἐκ δυσμῶν πρὸς ἀνατολᾶς. Τὸ ὀρθογώνιον λοιπὸν γδεζ, ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῶν δύο τούτων ἴσων, παραλλήλων καὶ ἀντιθέτου φορᾶς δυνάμεων εὐρισκόμενον, θέλει περιστραφῇ περὶ τὸν ἐν τῷ μέσῳ αὐτῶν ὑπάρχοντα ἄξονα αβ, μέχρις οὗ τὸ μὲν ἐπίπεδον αὐτοῦ λάβῃ τὴν ἐν τῷ ἀπ' ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς διευθυνομένην καθετὴν ἐπιπέδῳ θέσιν, αἱ δὲ πλευραὶ αὐτοῦ γδ, εζ στραφῶσιν ἡ μὲν γδ πρὸς τὸ μέρος, πρὸς ὃ ἐνεργεῖ ἡ ἐπ' αὐτῆς ἐφηρμοσμένη ἀπὸ δυσμῶν πρὸς ἀνατολᾶς δύναμις, ἡ δὲ εζ πρὸς τὸ μέρος τῆς ἐπ' αὐτῆς ἐφηρμοσμένης ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς δυνάμεως, τοῦθ' ὅπερ καὶ πράγματι συμβαίνει. Δὲν ἐλάβομεν δὲ ἐν τοῖς ἀνωτέρῳ ὑπ' ὄψιν καὶ τὰς ἐπὶ τῶν ἀντιθέτων ρευμάτων δε, ζγ ἐνεργείας τῆς Γῆς, διότι αὗται δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς ἴσαι καὶ ἀντίθετοι.

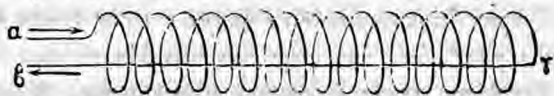
3^{ον} Καὶ ἡ ἐπὶ τῆς μαγνητικῆς βελόνης ἐνέργεια τῆς Γῆς δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς παραγομένη ἐκ τοιοῦτου τινὸς ἡλεκτρικοῦ ρεύματος. Διότι κατὰ τὸν νόμον τοῦ Ἀμπέρ (295), ἂν ὑποτεθῇ ὅτι ἡ Γῆ ἐνεργεῖ ἐπὶ τῆς βελόνης ὅχι ὡς μαγνήτης, ἀλλ' ὡς τι ἀπροσδιόριστον ρεῦμα διευθυνομένον ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς Δ (Σχ. 241), ἡ μαγνητικὴ βελὼνὴ θέλει παρεκτραπῇ οὕτως, ὥστε ὁ νότιος αὐτῆς πόλος γ νὰ κῆται πρὸς βορρᾶν Β, τουτέστι θέλει λάβῃ, ἢν λαμβάνει πάντοτε ἀφ' ἑαυτῆς θέσιν ἰσορροπίας. Θέλομεν δὲ ἐν τῷ ἀκολουθῶν κεφαλαίῳ ἰδεῖν, ὅτι ἡ τοιαύτη τοῦ γῆνιου ρεύματος ἐπὶ τῆς βελόνης ἐνέργεια δύναται, κατὰ τὴν νέαν περὶ μαγνητισμοῦ θεωρίαν τοῦ Ἀμπέρ, νὰ ἐξηγηθῇ διὰ τῆς ἐπὶ κυκλικῶν ρευμάτων ἐνεργείας αὐτοῦ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΗ, ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ ΝΕΑ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΑΜΠΕΡ

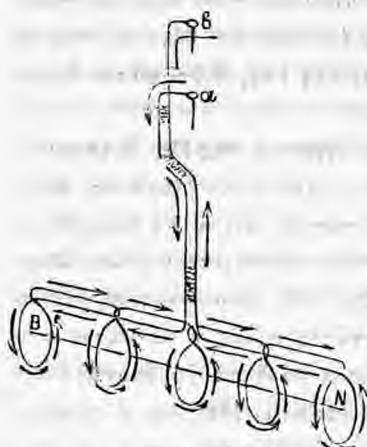
304. ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΗ. — Ὀνομάζεται σωληνοειδὲς σύστημά τι ἴσων καὶ παραλλήλων κυκλικῶν ρευμάτων, τῶν ὁποίων τὰ μὲν κέντρα κεῖνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας, τὰ δ' ἐπίπεδα εἶναι κάθετα ἐπὶ ταύτης. Πρὸς κατασκευὴν τοῦ σωληνοειδοῦς 254 τὸ μὲ νῆμα μετάξης κεκαλυμμένον σύρμα αβ τυλίσσεται ἑλικοειδῶς ἐκ τοῦ α πρὸς τὸ γ, καὶ ἐπ' ἀνέρχεται εὐθυγράμμως κατὰ τὸν ἄξονα γβ τῆς σχηματισθείσης ἑλικος.

Πρὸς κατασκευὴν δὲ τοῦ σωληνοειδοῦς 255 τὸ μὲ νῆμα μετάξης κεκαλυμμένον σύρμα συστρέφεται ἀπὸ τοῦ α πρὸς τὸ β κατὰ τὴν ὑπὸ τῶν βελῶν παριστωμένην φοράν. Εὐκόλως δὲ ἐκ τῆς τοιαύτης αὐτῶν κατασκευῆς παρατηρεῖ τις ὅτι, ὅταν ταῦτα διατρέχωνται ἀπὸ τοῦ α



Σχ. 254

πρὸς τὸ β ὑπὸ ἡλεκτρικοῦ τινος ρεύματος, οἱ κύκλοι τῆς ἑλικος α γ, καθὼς καὶ οἱ κύκλοι τοῦ σχήματος 255 διατρέχονται κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, καὶ ἀποτελοῦσι σύστημα ἴσων καὶ παραλλήλων κυκλικῶν ρευμάτων. Καθόσον δ' ἀφορᾷ τὰ εὐθύγραμμα μέρη αὐτῶν, ἡ μὲν ἐνέργεια



Σχ. 255

τοῦ γ β κατὰ τὰ ἐν τῇ § 302 λεχθέντα εἶναι ἴση καὶ ἀντίθετος τῆς τοῦ ἑλικοειδοῦς α γ, αἱ δὲ ἐνέργειαι τῶν εὐθυγράμμων μερῶν τοῦ σχήματος 255 εἶναι προφανῶς ἴσαι καὶ ἀντίθετοι, ὡς παριστῶσι τὰ ἐπ' αὐτῶν κείμενα βέλη. Λοιπόν, ὅταν ταῦτα διατρέχωνται ὑπὸ ἡλεκτρικῶν ρευμάτων, ἡ ἐνέργεια τούτων ἀνάγεται εἰς μόνην τὴν ἐνέργειαν συστήματος ἴσων καὶ παραλλήλων κυκλικῶν ρευμάτων, ἐχόντων τὰ κέντρα αὐτῶν ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας BN, ἐφ' ἧς καὶ τὰ ἐπίπεδα αὐτῶν εἶναι κάθετα, ἥτοι ἀποτελοῦσι σωληνοειδῆ.

305. ΤΑ ΣΩΛΗΝΟΕΙΔΗ ΕΧΟΥΣΙΝ ΑΠΑΣΑΣ ΤΑΣ ΙΔΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΑΓΝΗΤΩΝ. — Ἡ ταυτότης αὕτη τῶν ιδιοτήτων τῶν σωληνοειδῶν καὶ μαγνητῶν, ἐφ' ἧς στηρίζεται ἡ νέα περὶ μαγνητισμοῦ θεωρία τοῦ Ἀμπέρ, ἐξάγεται ἐκ πολυαρίθμων πειραμάτων, ὧν τὰ κυριώτερα θέλομεν ἀναφέρει ἐνταῦθα.

1^{ον} Ἐὰν ἐν τῷ σχήματι 250 ἀντὶ τοῦ ὀρθογωνίου γδεζ θέσωμεν τὸ σωληνοειδὲς αβΝβ τοῦ σχήματος 255, τοῦτο, ἅμα ὡς διέλθῃ δι' αὐτοῦ τὸ ρεῦμα στήλης τινὸς κατὰ τὴν φοράν τῶν ἐπ' αὐτοῦ βελῶν, περιστρέφεται ἔνεκα τῆς ἐπὶ τῶν κυκλικῶν αὐτοῦ ρευμάτων ἐνεργείας τῆς Γῆς (303) ἀμέσως περὶ τὸν κάθετον ἄξονα αβ, μέχρις οὗ ὁ μὲν ὀριζόντιος ἄξων BN τῶν κυκλικῶν αὐτοῦ ρευμάτων ταῦτισθῇ, ὅπως καὶ ὁ μαγνητικὸς ἄξων μαγνητικῆς τινος βελόνης, μὲ τὸν μαγνητικὸν τοῦ τόπου μεσημβρινόν, τὰ δὲ κυκλικά ρεύματα διατεθῶσιν οὕτως, ὥστε τὰ

πρὸς τὰ κάτω αὐτῶν μέρη νὰ διατρέχωνται ὑπὸ τῶν ρευμάτων ἐξ ἀνατολῶν πρὸς δυσμᾶς.

Ἐνεκα τῆς τοιαύτης τῆς Γῆς ἐπὶ τοῦ σωληνοειδοῦς 25ῦ ἐνεργείας ὠνομάσθη κατ' ἀναλογίαν νότιος πόλος τοῦ σωληνοειδοῦς ὁ πρὸς βορρᾶν πάντοτε στρεφόμενος N, καὶ βόρειος αὐτοῦ πόλος ὁ πρὸς νότον πάντοτε διευθυνόμενος B.

Ἐὰν φαντασθῶμεν ἀπέναντι ἐκατέρου τῶν πόλων N καὶ B δύο παρατηρητὰς, εἰς μὲν τὸν ἀπέναντι τοῦ N εὐρισκόμενον ἢ φορὰ τῶν κυκλικῶν ρευμάτων τοῦ σωληνοειδοῦς θέλει φαίνεσθαι ἀντίθετος τῆς τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου, εἰς δὲ τὸν ἀπέναντι τοῦ B ἢ αὐτῇ. Δυναμέθα λοιπὸν νὰ ὀρίσωμεν καὶ ὡς ἐξῆς τοὺς δύο τοῦ σωληνοειδοῦς πόλους.

Νότιος πόλος τοῦ σωληνοειδοῦς καλεῖται τὸ ἄκρον αὐτοῦ, ἐν ᾧ τὸ ρεῦμα φαίνεται εἰς τὸν ἀπέναντι αὐτοῦ ἰστάμενον παρατηρητὴν ὁδεῦον κατ' ἀντίθετον φορὰν τῆς τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου, καὶ βόρειος τὸ ἕτερον τοῦ σωληνοειδοῦς ἄκρον, ἐν ᾧ τὸ ρεῦμα φαίνεται εἰς τὸν ἀπέναντι αὐτοῦ ἰστάμενον παρατηρητὴν ὁδεῦον κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν.

2^{ον} Ἐὰν ἐπὶ τοῦ σωληνοειδοῦς aBNb ἐνεργήσῃ ἄνωθεν ἢ κάτωθεν αὐτοῦ ὀριζόντιον καὶ ἀπεριόριστον ρεῦμα, τὸ σωληνοειδὲς θέλει περιστραφῇ περὶ τὸν κάθετον ἄξονα ab, καὶ θέλει τείνει νὰ λάβῃ θέσιν κάθετον ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τοῦ ρεύματος, φέρον τὸν νότιον αὐτοῦ πόλον πάντοτε πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος, ὅπως καὶ ἡ περὶ τινὰ κάθετον ἄξονα κινητὴ μαγνητικὴ βελόνη.

3^{ον} Οἱ νότιοι πόλοι τῶν μαγνητῶν ἀπωθοῦσι τοὺς νοτίους καὶ ἔλκουσι τοὺς βορείους πόλους τῶν σωληνοειδῶν καὶ ἀντιστρόφως, οἱ νότιοι πόλοι τῶν σωληνοειδῶν ἀπωθοῦσι τοὺς ὁμωνύμους τῶν μαγνητῶν καὶ ἔλκουσι τοὺς ἑτερώνυμους.

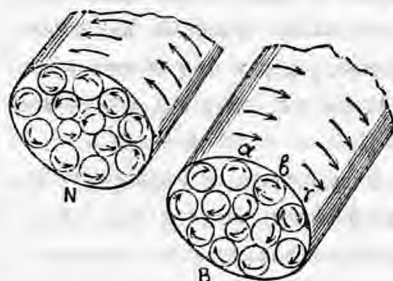
4^{ον} Οἱ ὁμώνυμοι πόλοι τῶν σωληνοειδῶν συναπωθοῦνται, οἱ δὲ ἑτερώνυμοι συνέλκονται, ὅπως καὶ οἱ ὁμώνυμοι καὶ ἑτερώνυμοι πόλοι τῶν μαγνητῶν. Διότι, ὅταν μὲν τίθενται ὁ εἰς ἀπέναντι τοῦ ἄλλου δύο ὁμώνυμοι πόλοι σωληνοειδῶν, τὰ κυκλικὰ αὐτῶν ρεύματα ὁδεύουσι προφανῶς κατ' ἀντίθετον φορὰν, ἐπομένως συναπωθοῦνται, ὅταν δὲ οἱ ἀντιτιθέμενοι πόλοι ᾖναι ἑτερώνυμοι, τότε τὰ κυκλικὰ αὐτῶν ρεύματα ἔχουσι τὴν αὐτὴν φορὰν, ἐπομένως συνέλκονται (300).

306. ΝΕΑ ΠΕΡΙ ΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΑΜΠΕΡ. — Ἐπὶ τῆς ἐντελοῦς ταυτότητος τῶν ιδιοτήτων τῶν σωληνοειδῶν καὶ τῶν μαγνητῶν, τῆς καταφαινομένης ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέντων ὀλίγων πειραμάτων, ὁ Ἀμπέρ ἐστήριξε τὴν εὐφυᾶ καὶ γόνιμον περὶ μαγνητισμοῦ νέαν θεωρίαν αὐτοῦ, δι' ἧς ἀνάγονται ἅπαντα τὰ φαινόμενα τοῦ μαγνητισμοῦ εἰς τὴν σπουδὴν τῶν ιδιοτήτων τοῦ δυναμικοῦ ἡλεκτρισμοῦ.

Κατὰ τὸν Ἀμπέρ δὲν ὑπάρχουσι μαγνητικὰ ρευστά, ἀλλ' αἱ τῶν μαγνητῶν ιδιότητες ὀφείλονται εἰς ἤλεκτρικὰ ρεύματα, κινούμενα κυκλικῶς περὶ τὰ μέρη αὐτῶν. Τὰ ἤλεκτρικὰ ταῦτα ρεύματα ὑπάρχουσι εἰς ἅπαντα τὰ μαγνητικὰ καλούμενα σώματα, καὶ ἔχουσιν ἐν αὐτοῖς, ὅταν ταῦτα εὐρίσκωνται ἐν τῇ οὐδετέρᾳ αὐτῶν καταστάσει, διαφόρους διευθύνσεις, ἕνεκα τῶν ὁποίων συμμηδενίζεται ἡ ἐνέργεια αὐτῶν ὅταν δὲ ταῦτα διὰ τινος ὁποιοῦδήποτε τρόπου λάβωσι τὴν αὐτὴν ἐν αὐτοῖς διεύθυνσιν, τότε αἱ ἐπ' ἄλλων ἐνέργειαι αὐτῶν δὲν συμμηδενίζονται, καὶ τὸ σῶμα μετατρέπεται εἰς μαγνήτην. Ἐν ἄλλαις λέξεσι, κατὰ τὸν Ἀμπέρ, ἐν ἐκάστῳ μαγνήτῃ ἐκάστη τῶν μορίων αὐτοῦ γραμμικὴ σειρὰ διατρέχεται ὑπὸ τινος μαγνητικοῦ ρεύματος ὡς τι σωληνοειδές, ἔχον τὸν ἄξονα αὐτοῦ παράλληλον τῷ ἄξονι τῆς μαγνητικῆς ράβδου, τὸ δὲ σύνολον τούτων, τῶν παραλλήλων καὶ τῆς αὐτῆς φορᾶς σωληνοειδῶν, ἀποτελεῖ τὸν ὅλον μαγνήτην, ὅστις δύναται ἐπίσης νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀπλοῦν σωληνοειδές, διατρεχόμενον κατὰ τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μαγνήτου ὑφ' ἐνὸς μόνου κυκλικοῦ ρεύματος.

Τῷ ὄντι, ἐὰν φαντασθῶμεν τὸν μαγνήτην BN ἀποτελούμενον ἐκ τινος δέσμης κυκλικῶν ρευμάτων τῆς αὐτῆς φορᾶς, καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι οἱ δύο αὐτοῦ πόλοι N καὶ B εἶναι ἐστραμμένοι ὅπως παρίστα τὸ σχῆμα 256, παρατηροῦμεν εὐκόλως, ὅτι τὰ μὲν ἐντὸς τοῦ N καὶ B συνεχόμενα κυκλικὰ ρεύματα δύο ὁποιοῦνδήποτε μερικῶν σωληνοειδῶν θέλουσιν εἶναι ἴσα καὶ ἀντιθέτου φορᾶς, ἐπομένως αἱ ἐπὶ τινος ἐξωτερικοῦ ἀντικειμένου

ἐνέργειαι αὐτῶν θέλουσιν εἶναι μηδέν, τὰ δὲ περὶ τὴν ἐξωτερικὴν τοῦ μαγνήτου ἐπιφάνειαν μερικὰ ρεύματα α, β, γ, ..., μὴ συνεχόμενα μετ' ἀντιθέτων, θέλουσιν ἀποτελέσει ὡς ἐκ τῆς πλυθύος αὐτῶν ἓν μόνον ρεῦμα, διατρέχον κυκλικῶς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ μαγνήτου BN κατὰ τὴν φορὰν τῶν ἐπ' αὐτῆς ἐπικειμένων βελῶν.



Σχ. 256

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΜΑΓΝΗΤΙΣΙΣ ΔΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ,
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΙ

307. **ΜΑΓΝΗΤΙΣΙΣ ΔΙΑ ΤΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ.** — Ὅπως δὴ ποτε καὶ ἂν θεωρήσωμεν τοὺς μαγνήτας, εἴτε δηλ. ὡς περιέχοντας ἐν αὐτοῖς ἀποχωρισμένα τὰ ἐν τοῖς μαγνητικοῖς αὐτῶν στοιχείοις ὑπάρχοντα ρευστά, εἴτε ὡς ἀποτελουμένους ἐκ τῆς καταλλήλου τῶν ἐν αὐτοῖς ἡλεκτρικῶν ρευμάτων διευθετήσεως, ἐπειδὴ ἐκ τῆς ἐπ' αὐτῶν ἐνεργείας τῶν ἀκινήτων ρευμάτων ἡ γραμμὴ τῶν πόλων αὐτῶν λαμβάνει καὶ κατ' ἀμφοτέρως τὰς ὑποθέσεις τὴν ὑπὸ τοῦ νόμου τοῦ Ἀμπέρ ὀριζομένην αὐτῇ θέσιν, δυνάμεθα νὰ συμπεράνωμεν ὅτι, ἐὰν τὸ μαγνητικὸν σῶμα δὲν ᾖ *μεμαγνητισμένον*, τουτέστιν ἐὰν περιέχῃ συνηνωμένα τὰ ἐν τοῖς μαγνητικοῖς αὐτοῦ στοιχείοις ρευστά, ἢ τὰ μερικὰ ἐν αὐτῷ ρεύματα δὲν ἔχωσι τὴν αὐτὴν φορὰν, καὶ διέλθῃ ὑπεράνω τοῦ μέσου αὐτοῦ καθεύτως ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τοῦ ἄξονος αὐτοῦ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, τὰ μαγνητικὰ αὐτοῦ ρευστά θέλουσιν ἀποχωρισθῇ, ἢ τὰ ἐν αὐτῷ μαγνητικὰ ρεύματα θέλουσι λάβει τὴν αὐτὴν φορὰν, καὶ τὸ μαγνητικὸν σῶμα θέλει μετατραπεῖ εἰς μαγνήτην, ἔχοντα τὸν μὲν νότιον αὐτοῦ πόλον πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος, τὸν δὲ βόρειον πρὸς τὰ δεξιὰ.

Πρῶτος ὁ Ἀραγὼ ἐξετέλεσε τὸ πρὸς τοῦτο πείραμα μεταχειρισθεὶς βελόνην ἐκ μαλακοῦ σιδήρου. Αὕτη μετετρέπετο ἀμέσως εἰς διαρκῆ μαγνήτην, ἐνόσω διήρχετο ὡς προείπομεν τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ἅμα δ' ὡς ἔπαυε τοῦτο, ἡ βελὼν ἐλάμβανε τὴν προτέραν αὐτῆς κατάστασιν. Ὁ Ἀμπέρ ἀντὶ βελόνης ἐκ μαλακοῦ σιδήρου μετεχειρίσθη βελόνην ἐκ βεβαμμένου χάλυβος, καὶ παρατήρησεν, ὅτι αὕτη μετετρέπετο μὲν βραδέως εἰς μαγνήτην, ἀλλ' ὅτε ἔπαυε τὸ ρεῦμα νὰ διέρχεται ὑπεράνω αὐτῆς, ὁ μαγνητισμὸς αὐτῆς διετηρεῖτο ἕνεκα τῆς συντηρητικῆς τοῦ βεβαμμένου χάλυβος δυνάμεως, ἥτις ἀντίστατο κατ' ἀρχὰς μὲν εἰς τὴν ἄμεσον αὐτῆς μαγνήτισιν, ἢ εἰς τὸ νὰ λάβωσι τὰ ἐν αὐτῇ μερικὰ ρεύματα τὴν αὐτὴν φορὰν, μετὰ δὲ τὴν παραγωγὴν τῆς μαγνητίσεως, εἰς τὴν ἐκ νέου ἔνωσιν τῶν ἀποχωρισθέντων μαγνητικῶν ρευμάτων, ἢ εἰς τὴν ἐπάνοδον τῶν μερικῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων εἰς τὴν προτέραν ἐν αὐτῇ ἀκανόνιστον αὐτῶν κίνησιν.

308. ΤΕΛΕΙΟΠΟΙΗΣΙΣ ΤΟΥ ΑΝΩΤΕΡΩ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΤΙΣΕΩΣ ΤΡΟΠΟΥ.

— Ὁ Ἀμπέρ ἐτελειοποίησε τὸν ἀνωτέρω τῆς μαγνητίσεως τρόπον θέσας τὴν μαγνητιστέαν ράβδον ἐν ἐντὸς ὑαλίνου σωλῆνος καὶ περιτυλί-

ξας ἐπ' αὐτοῦ ἑλικοειδῶς καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν τὸ μὲ νῆμα μετὰ τῆς κεκαλυμμένου σύρμα, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 257. Ἐπειδὴ ἑκάστη σπείρα τῆς ἑλικος δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ἀποτελουμένη ἐκ πολλῶν



Σχ. 257

εὐθυγράμμων μερῶν, καθέτων ἐπὶ τῆς διευθύνσεως τοῦ ἄξονος *br* τῆς ῥάβδου, εἶναι προφανές, ὅτι τὸ ἐπ' αὐτῆς ἀποτέλεσμα τῆς ἐνεργείας τοῦ διὰ μιᾶς τῶν σπειρῶν διερχομένου ρεύματος θέλει εἶναι πολὺ μεγαλύτερον τοῦ ἅπαξ καὶ καθέτως ὑπεράνω αὐτῆς διερχομένου, καὶ το-



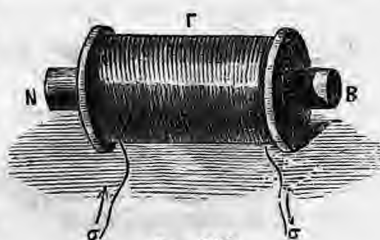
Σχ. 258

σούτῳ μεγαλύτερον τοῦ πρώτου, ἐξ ὅσῳ περισσοτέρων σπειρῶν ἀποτελεῖται ἡ ἑλιξ. Εἰς τοῦτο δὲ συνίσταται ὁ δεύτερος καὶ ἐνεργητικώτερος τῆς μαγνητίσεως τρόπος, περὶ οὗ ἀνεφέραμεν ἐν τῇ § 285 τοῦ προηγουμένου βιβλίου.

Καθόσον δ' ἀφορᾷ τὸν ἐκ τῶν προτέρων προσδιορισμὸν τῆς θέσεως τῶν πόλων τῆς ῥάβδου *br*, εὐκόλως οὗτος δύναται νὰ γείνη παρὰ τοῦ ἀναγνώστου, ἔχοντος ὑπ' ὄψιν τὰ ἐν τῇ § 294 ἢ τὰ ἐν τῇ 305 λεχθέντα. Τῷ ὄντι, ἐν μὲν τῷ σχήματι 259 ὁ νότιος πόλος *r* κεῖται ἐν τῇ ἀρχῇ τῆς ἑλικος πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος, ἢ πρὸς τὸ μέρος, ἐν ᾧ τὸ ρεῦμα φαίνεται κινούμενον κατ' ἀντίθετον φορὰν τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου, ἐν δὲ τῷ 258 ὁ νότιος πόλος *r* εὐρίσκεται ἐν τῷ τέλει τῆς ἑλικος, πρὸς ἀριστερὰ πάλιν τοῦ ρεύματος ἢ πρὸς τὸ μέρος, ἐξ οὗ τὸ ρεῦμα ἐξέρχεται κατ' ἀντίθετον φορὰν τῶν δεικτῶν τοῦ ὥρολογίου. Προσθετέον ἐνταῦθα ὅτι, ἂν θέσωμεν τὸ ἐν τῶν ἄκρων τῆς ἑλικος εἰς συγκοινωνίαν μετὰ τοῦ ἐδάφους καὶ διὰ τοῦ ἑτέρου προκαλέσωμεν ἀπὸ τινος ἡλεκτρικῆς μηχανῆς σειρὰν ἡλεκτρικῶν σπινθήρων, ἢ ἂν διὰ τῆς ἑλικος ἐκκενώσωμεν ἡλεκτρικὴν τινα συστοιχίαν, ἢ βελόνην *br* μαγνητίζεται. Συμπεραίνομεν λοιπόν, ὅτι καὶ διὰ τοῦ στατικοῦ ἡλεκτρισμοῦ καθὼς καὶ διὰ τοῦ δυναμικοῦ τὰ μαγνητικὰ σώματα δύνανται νὰ μετατραπῶσιν εἰς μαγνήτας.

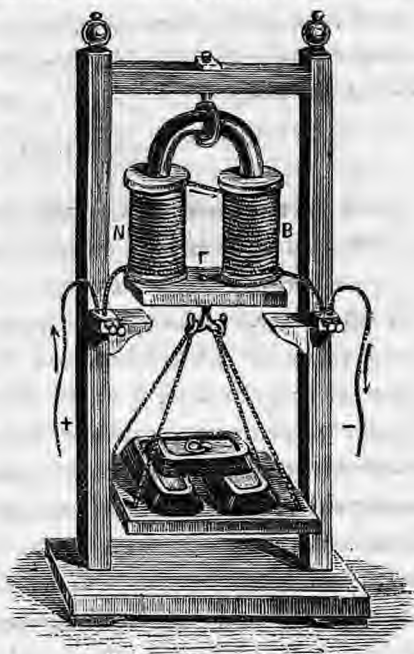
309. **ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΑΙ.** — Ὀνομάζονται *ἡλεκτρομαγνήται* αἱ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου διὰ τῆς ἐνεργείας τῶν ἡλεκτρικῶν ρευμάτων μαγνητιζόμεναι ῥάβδοι μετὰ τοῦ συνόλου τῶν πρὸς τὴν κατάλληλον διάβασιν τοῦ ρεύματος ἀπαιτουμένων μερῶν. Τὸ σχῆμα 259 παριστᾷ ἡλεκτρομαγνήτην, ἐν ᾧ ἡ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ῥάβδος *BN* διέρχεται διὰ τοῦ

ἄξονος τοῦ κυλίνδρου Γ, ἐπὶ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ὁποίου ὑπάρχει ἐλικοειδῶς τετυλιγμένον τὸ μὲ νῆμα μετὰξῆς κεκαλυμμένον ρευματογῶγόν σύρμα σσ. Ἄμα ὡς διέλθῃ διὰ τῶν σπειρῶν τοῦ σύρματος σσ τὸ ρεῦμα στήλῃς τινός, ἡ ῥάβδος BN μετατρέπεται ἐν ἀκαρεῖ εἰς ἰσχυρὸν μαγνήτην, ἔχοντα τὸν νότιον αὐτοῦ πόλον N πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ ρεύματος. Ἄμα δ' ὡς παύσῃ τὸ ρεῦμα νὰ διέρχεται διὰ τοῦ σύρματος σσ, ἡ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ῥάβδος BN, στερουμένη συντηρητικῆς δυνάμεως, ἐπανέρχεται ἀμέσως εἰς τὴν προτέραν αὐτῆς κατάστασιν.



Σχ. 259

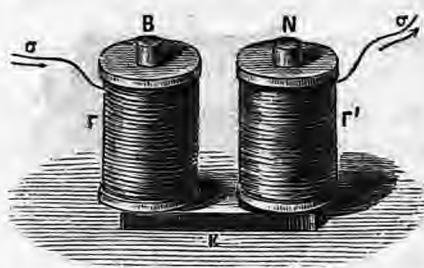
Ἐν τῷ σχήματι 260 ἡ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ῥάβδος BN ἔχει σχῆμα πετάλου, καὶ φέρει πρὸς τὰ ἄκρα αὐτῆς δύο κυλίνδρους, ἐπὶ τῶν ἐξωτερικῶν ἐπιφανειῶν τῶν ὁποίων τυλίσσεται τὸ αὐτὸ σύρμα ἐλικοειδῶς καὶ οὕτως, ὥστε τὸ δι' αὐτῆς διερχόμενον ρεῦμα νὰ ἀναπτύσσῃ ἐπὶ τῶν ἄκρων τῆς ῥάβδου BN ἀντιθέτους πόλους (306). Διὰ τοῦ τρόπου τούτου καὶ οἱ δύο πόλοι B καὶ N τῆς ῥάβδου δύνανται νὰ ἐνεργήσωσι συγχρόνως ἐπὶ τινος ἐξαρτήματος Γ, ὅπερ τότε δύναται νὰ φέρῃ πολὺ μεγαλύτερον βάρος. Ὅταν τὸ ρεῦμα ᾖ ἀρκούντως ἰσχυρὸν, οἱ τοιοῦτου εἶδους ἡλεκτρομαγνήται, ἐὰν ἔχωσιν ἐπαρκεῖς διαστάσεις, δύνανται νὰ ὑποβαστάσωσι βάρος μεγαλύτερον 4000 χιλιγράμμων.



Σχ. 260

Ἐπειδὴ ἡ ἐκ μαλακοῦ σιδήρου ῥάβδος, ὅταν κάμπηται ἐν σχήματι πετάλου NB, ἀποκτᾷ μικράν τινα συντηρητικὴν δύναμιν, ἐνεκα τῆς ὁποίας ὁ διὰ τοῦ ρεύματος ἀναπτύχθεις ἐν αὐτῇ μαγνητισμὸς δὲν ἐκλείπει, ἅμα ὡς τοῦτο παύσῃ νὰ διέρχεται διὰ τῶν σπειρῶν τοῦ σύρματος, κατασκευάζουσι, πρὸς ἀποφυγὴν τοῦ ἐπιβλαβοῦς τούτου διὰ τὴν τηλεγραφικὴν ἀποτελέσματος, ἡλεκτρομαγνήτας τοιοῦτου σχήματος ἐνοῦντες διὰ τινος ἐκ μαλακοῦ

σιδήρου κανόνος K δύο παραλλήλους καὶ τῆς αὐτῆς φύσεως κυλινδρικός ράβδους B καὶ N (Σχ. 261). Τὸ σύνολον τῶν τριῶν μερῶν B, K καὶ N ἀποτελεῖ οὕτως ἡλεκτρομαγνήτην, ὅστις ἐνεργεῖ ὅπως καὶ ὁ προπερι-



Σχ. 261

γραφείς, καὶ στερεῖται πάσης συντηρητικῆς δυνάμεως.

Σημειωτέον ὅτι καὶ οἱ τοῦ τελευταίου εἶδους ἡλεκτρομαγνήται διατηροῦσι μικράν τινα ποσότητα μαγνητισμοῦ, ὅταν μαγνητίζωνται εὐρισκόμενοι εἰς ἐπαφὴν μετὰ τινος ἐξαρτήματος, ἢ ὅταν μαγνητιζόμενοι τίθενται εἰς ἐπαφὴν

μετ' αὐτοῦ ἔλκοντες τοῦτο πρὸς τὸ μέρος αὐτῶν. Πρὸς ἀποφυγὴν καὶ τοῦ ἐπιβλαβοῦς τούτου ἀποτελέσματος εἰς τὰ τηλεγραφικὰ ὄργανα, ἐν οἷς οἱ ἡλεκτρομαγνήται ἐνεργοῦσιν ἐκ διαλειμμάτων, ἐμποδίζουσι τὴν ἄμεσον ἐπαφὴν διὰ μικροῦ τινος κωλύματος, τιθεμένου εἰς μικράν ἀπ' αὐτῶν ἀπόστασιν.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΙ

310. **ΙΣΤΟΡΙΚΟΝ.** — Ἀπὸ τῶν ἀρχαιοτάτων χρόνων συνηθάνθησαν οἱ ἄνθρωποι τὴν ἀνάγκην τοῦ νὰ δύνανται νὰ συνεννοῶνται πρὸς ἀλλήλους ἀπὸ τόπου εἰς τόπον ταχέως καὶ ἀσφαλῶς. Κατ' ἀρχὰς ἐποίουν ἐπὶ τῶν κορυφῶν τῶν ὄρεων ὠρισμένα διὰ πυρῶν σημεία, δι' ὧν ὁμως ἀνῆγγελλον ἐκ προσεννοήσεως τὴν ἐπιτυχίαν ἢ μὴ σπουδαίας καὶ γνωστῆς ἐπιχειρήσεως, ἢ ὁποιονδήποτε ἄλλο. Μετὰ ταῦτα μετεχειρίσθησαν εἰς ἐξαιρετικὰς περιστάσεις ἄνθρωποι, οὓς ἐτοποθέτουν ἀπὸ ἀποστάσεως εἰς ἀπόστασιν οὕτως, ὥστε ὁ εἷς νὰ δύνηται νὰ ἀκούῃ εὐκρινῶς καὶ νὰ μεταβιβάξῃ εἰς τὸν μετ' αὐτὸν ὅ,τι ἤκουε παρὰ τοῦ πρὸ αὐτοῦ. Μετὰ δὲ τὴν ἀνκάλυψιν τῶν τηλεσκοπίων κατεσκευάσαν ἐν Γαλλίᾳ τὸ 1793 ἀπὸ ἀποστάσεως εἰς ἀπόστασιν ὑψηλοῦς πύργους, ἐπὶ τῶν κορυφῶν τῶν ὁποίων ἐταποθέτησαν σύστημα τι κινητῶν μοχλῶν, δι' ὧν μετεβιβάζοντο αἱ εἰδήσεις ἀπὸ τοῦ πρώτου μέχρι τοῦ τελευταίου δι' ὠρισμένων σημείων, ὅπως καὶ μέχρι σήμερον συνεννοοῦνται πρὸς ἀλλήλα τὰ πολεμικὰ πλοῖα διὰ ποικιλοχρόνων σημαιῶν καταλλήλως συνδυαζομένων. Ἀλλ' ἂφ' ἧς στιγμῆς παρατηρήθη ἡ μεγίστη τοῦ ἡλεκτρισμοῦ ταχύτης, πάντες ἐζήτησαν δι' αὐτοῦ τὴν λύσιν τοῦ μεγάλου τούτου προβλήματος, ὅπερ ἐπὶ τόσους αἰῶνας ἀπησχόλει τὴν ἀνθρωπότητα, αἱ δὲ πρὸς τοῦτο ἀπὸ τοῦ 1774 μέχρι τοῦ 1840 καταβλήθεισαι προσπάθειαι ἐπέτυχον πληρέστατα, καὶ δυνάμεθα τὴν σήμεραν

διὰ τῶν ἐπινοηθέντων ἡλεκτρικῶν τηλεγράφων νὰ συνομιλῶμεν, οὕτως εἰπεῖν, ἀπὸ τοῦ ἑνὸς μέχρι τοῦ ἑτέρου τῆς Γῆς ἄκρου.

Μὴ δυνάμενοι ἕνεκα τῶν στενῶν ὁρίων τῆς παρούσης συγγραφῆς νὰ ἐκθέσωμεν τὰ καθέκαστα τῶν ἀπὸ τοῦ 1774 μέχρι τοῦ 1840 γενομένων πειραμάτων, οὔτε νὰ περιγράψωμεν τὰ μέχρι τοῦδε ἐπινοηθέντα διάφορα τηλεγραφικὰ συστήματα, θέλομεν περιορισθῇ ἐνταῦθα εἰς τὴν σύντομον μόνον περιγραφὴν τοῦ παρ' ἡμῖν ἐν χρήσει συστήματος τοῦ Μὸρς (Mors), ὅπως δώσωμεν ἀπλῶς ἰδέαν τινὰ τῆς καταπληκτικῆς ταύτης τοῦ ἡμετέρου αἰῶνος ἀνακαλύψεως, ἐφ' ἣ ἡ ἀνθρώπινος μεγαλοφυΐα θέλει ἐγκαυχᾶσθαι πάντοτε, καὶ ἥτις οὐκ ὀλίγον συνετέλεσεν εἰς τὴν εὐημερίαν καὶ τὴν ἐν τῷ πολιτισμῷ πρόοδον τῆς ἀνθρωπότητος.

311. ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΤΗΛΕΓΡΑΦΩΝ ΜΕΡΗ. — Τρία εἶναι τὰ συστατικὰ παντὸς τηλεγραφικοῦ συστήματος μέρη· τὸ κύκλωμα, τὸ χειριστήριον καὶ ὁ δέκτης.

Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι Α εἶναι τὸ σημεῖον, ἀφ' οὗ ἀποστέλλεται ἡ ἐκδοσις, καὶ Β ἐκεῖνο, πρὸς ὃ διαβιβάζεται (Σχ. 262). Κύκλωμα καλεῖται ἡ ἐν τῷ τόπῳ τῆς ἀποστολῆς Α παράγουσα τὸ ἡλεκτρικὸν ρεῦμα στήλη Σ μετὰ τῶν ἐπιψευδαργυρωμένων συρμάτων, ἅτινα ἀναχωροῦσιν



Σχ. 262

ἀπὸ τῶν πόλων + καὶ — αὐτῆς, καὶ συγκοινωνοῦσι μετὰ τῆς Γῆς ΓΓ, τὸ μὲν ἀπὸ τοῦ — ἀναχωροῦν ἀμέσως, τὸ δὲ ἀπὸ τοῦ +, ἀφοῦ διέλθῃ μεμονωμένον διὰ τοῦ τόπου τῆς παραλαβῆς Β, ὡς παριστᾷ τὸ ἀνωτέρω σχῆμα. Οὕτω τὰ ἐν τῇ στήλῃ Σ παραγόμενα ἡλεκτρικὰ ρεύματα διαχέονται διαρκῶς ἐν τῷ κοινῷ δοχείῳ, καὶ σχηματίζεται ἕνεκα τούτου συνεχὲς ἡλεκτρικὸν ρεῦμα, ὅπως καὶ ὅταν οἱ ρευματαγωγοὶ τῆς στήλης ᾤναι ἠνωμένοι.

Χειριστήριον καλεῖται ὄργανόν τι χ, παρεντεθειμένον ἐν τῷ κυκλώματι καὶ κείμενον ἐν τῷ τόπῳ τῆς ἀποστολῆς Α, δι' οὗ διακόπτεται καὶ ἀποκαθίσταται καταλλήλως ἡ ἀπὸ τοῦ Α εἰς τὸ Β μετάβασις τοῦ ὑπὸ τῆς στήλης Σ παραγομένου ρεύματος.

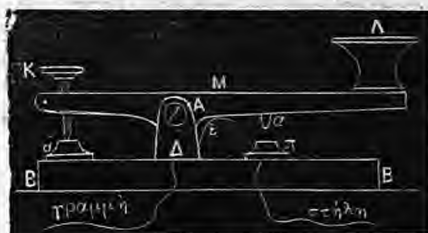
Δέκτης δὲ καλεῖται ἕτερόν τι ὄργανον δ, παρεντεθειμένον ὡσαύτως ἐν τῷ κυκλώματι καὶ κείμενον ἐν τῷ τόπῳ τῆς παραλαβῆς Β, ἐν ᾧ παράγονται διὰ τῆς ἐνέργειας τοῦ ἐκ διαλειμμάτων πεμπομένου καὶ

διακοπτομένου διὰ τοῦ χειριστηρίου χ ρεύματος τὰ πρὸς παράστασιν τῆς ἀποστελλομένης εἰδήσεως ἀναγκαῖα σημεῖα.

Ἡ εἰς τοὺς τηλεγράφους συνήθως ἐν χρήσει στήλη εἶναι ἡ τοῦ Δα-νιήλ (254), τὸ δὲ χειριστήριον καὶ οἱ δέκται εἶναι διάφοροι κατὰ τὰ διάφορα τηλεγραφικὰ συστήματα, εἰς ἃ ἀνήκουσιν.

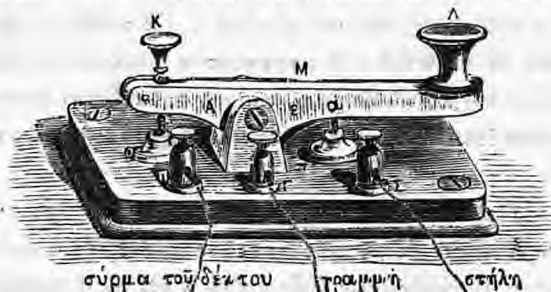
312. **ΤΗΛΕΓΡΑΦΟΣ ΤΟΥ ΜΟΡΣ.** — Ὁ τηλεγράφος οὗτος ἐπενοήθη κατὰ πρῶτον ἐν Ἀμερικῇ ὑπὸ τοῦ Μόρς τὸ 1837, εἶναι δὲ σήμερον μετὰ τινων τελειοποιήσεων ἐν μεγίστῃ χρήσει καθ' ἅπασαν τὴν Εὐρώπην καὶ ἀποκλειστικῶς ἐν Ἑλλάδι. Τούτου θέλομεν περιγράψει ἐνταῦθα τὰ καθέκαστα τοῦ χειριστηρίου καὶ τοῦ δέκτου, καὶ τὸν τρόπον τῆς ἐνεργείας αὐτῶν.

Χειριστήριον. — Τὸ ὄργανον τοῦτο παρίσταται ὑπὸ τῶν σχημάτων 263 καὶ 264, ἀποτελεῖται δὲ ἐκ τινος μεταλλικοῦ μοχλοῦ M, κινητοῦ περὶ τὸν ἄξονα A, ὅστις συγκοινωνεῖ διὰ τοῦ φέροντος αὐτὸν δικράνου



Σχ. 263

Δ μετὰ τοῦ σύρματος τῆς γραμμῆς. Ὁ μοχλὸς M φέρει πρὸς τὸ ἐν τῶν ἁκρῶν αὐτοῦ μικρὰν λαβίδα A καὶ πρὸς τὸ ἕτερον κοχλίαν τινὰ K, μεταξὺ δὲ τοῦ ἄξονος A καὶ τῆς λαβίδος A μεταλλικὴν αἰχμὴν α. Ὑπὸ τὴν αἰχμὴν α ὑπάρχει μικρὰ μεταλλικὴ πλάξ π, ἐστηρικμένη ἐπὶ τῆς ξυλίνης τοῦ ὅλου ὀργάνου βάσεως BB καὶ συγκοινωνοῦσα μετὰ τοῦ θετικοῦ τῆς στήλης ρευματοαγωγοῦ μεταξὺ δὲ τοῦ ἄξονος A καὶ τῆς αἰχμῆς α στηρίζεται ἐπὶ τοῦ δικράνου Δ μικρὸν ἐλατήριον ε, ὅπερ κρατεῖ πάντοτε ὑψωμένον τὸν βραχίονα ΑΔ τοῦ μοχλοῦ M. Ὅταν λοιπὸν φέρωμεν πρὸς τὰ κάτω τὴν λαβίδα A, ἡ αἰχμὴ α



Σχ. 264

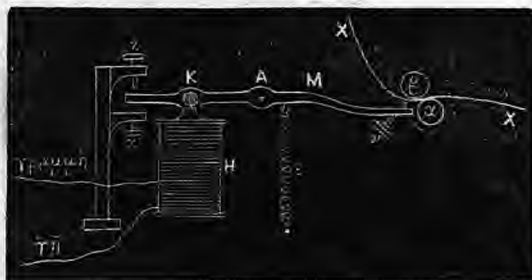
φέρεται ἐπὶ τῆς πλακὸς π, καὶ τὸ ρεῦμα τῆς στήλης μεταβαίνει, καὶ ἐξακολουθεῖ μεταβαίνειν ἐνὸςω διαρκεῖ ἡ ἐπαφὴ τῶν μερῶν α καὶ π, διὰ τοῦ αΑΔ ἐπὶ τοῦ σύρματος τῆς γραμμῆς, ἅμα δ' ὡς παύσωμεν νὰ

πιέζωμεν τὴν λαβίδα Λ , τὸ ἐλατήριο ϵ ὠθεῖ τὸν βραχίονα $\Lambda\Lambda$ τοῦ μοχλοῦ M πρὸς τὰ ἄνω, καὶ ἡ μεταξὺ τῆς στήλης καὶ τῆς γραμμῆς συγκοινωνία διακόπτεται ἀμέσως. Διὰ τῆς τοιαύτης κατ' ἀρέσκειαν ἀποστολῆς καὶ διακοπῆς τοῦ ρεύματος καὶ τῆς κατ' ἀρέσκειαν διαρκείας ἀμφοτέρων δυνάμεθα, ὡς θέλομεν ἐξηγήσει ἀμέσως, νὰ παραγάγωμεν ἐπὶ τοῦ δέκτου τοῦ περὶ οὗ ὁ λόγος τηλεγράφου σειρὰν τινα ἰδιαιτέρων σημείων, δι' ὧν νὰ παριστῶμεν συμβολικῶς τὰ διάφορα τοῦ ἀλφabethου γράμματα, καὶ νὰ μεταβιβάζωμεν ἐπομένως, συνδυάζοντες αὐτὰ καταλλήλως, πᾶσαν εἰδοποίησιν.

Δέκτης. — Ὁ δέκτης τοῦ τηλεγράφου τοῦ Μόρς ἀποτελεῖται ἐκ τινος μοχλοῦ M (Σχ. 265), κινητοῦ περὶ τὸν ἄξονα A καὶ φέροντος πρὸς μὲν τὰ δεξιὰ κοῖλον ἐκ μαλακοῦ σιδήρου κύλινδρον K , πρὸς δὲ τὰ ἀριστερά πλαγίαν αἰχμὴν r , ἥτις ἤθελε πιέζει διαρκῶς ἐπὶ τοῦ κυλινδρίσκου θ τὴν ἐκ χάρτου ταινίαν XX , ἃν τὸ ἐλικοειδὲς ἐλατήριο ϵ δὲν ἔτεινεν

εἰς τὸ νὰ ἀπομακρύνῃ πάντοτε αὐτὴν ἀπ' αὐτοῦ.

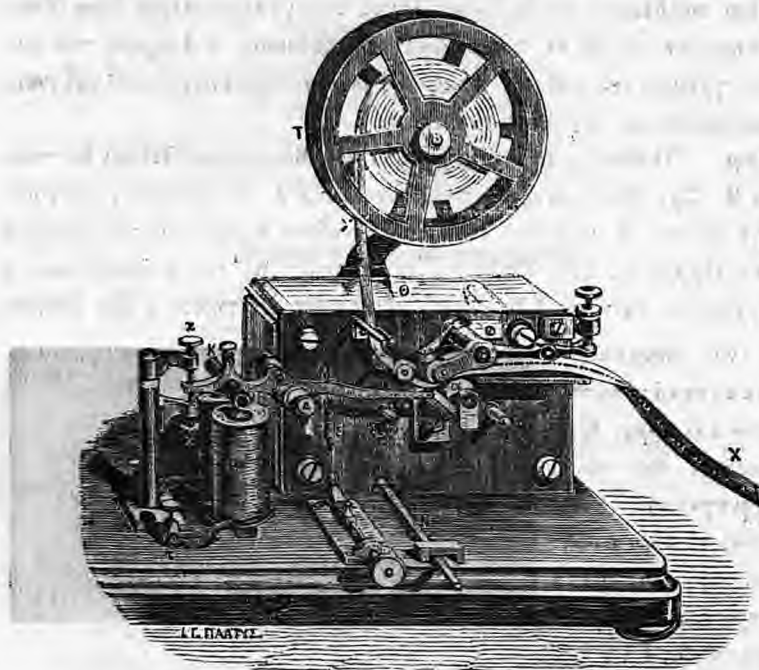
ὑπὸ τὸν κύλινδρον K ὑπάρχουσιν οἱ δύο πόλοι ἡλεκτρομαγνήτου τινὸς H , οὗτινος τὸ σύρμα συγκοινωνεῖ ἀφ' ἑνὸς μετὰ τῆς γραμμῆς, καὶ ἀφ' ἑτέρου μετὰ τῆς $\Gamma\etaς$, ἡ δ'



Σχ. 265

ἐκ χάρτου ταινία XX , ἡ μεταξὺ τῶν ὀριζοντίων κυλινδρίσκων α καὶ θ διερχομένη, λαμβάνει ὑπὸ τοῦ α ἰσοταχῇ τινα κίνησιν διὰ ἰδιαιτέρου μηχανισμοῦ ὥρολογίου, περιστρέφοντος αὐτὸν ἰσοταχῶς κατὰ τὴν φοράν τοῦ παρακειμένου βέλους. Ὁ κυλινδρίσκος θ πιέζει ἐπὶ τοῦ α τὴν ταινίαν XX , καὶ φέρει ἐν τῷ μέσῳ αὐτοῦ στενὸν αὐλάκιον, ἀντιστοιχοῦν εἰς τὸ ἄκρον τῆς αἰχμῆς r (Σχ. 266). Ἐνὸςω λοιπὸν τὸ ρεῦμα δὲν διέρχεται διὰ τοῦ σύρματος τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου H , τὸ ἐλατήριο ϵ κρατεῖ εἰς ἀπόστασιν τὴν αἰχμὴν r ἀπὸ τοῦ κυλινδρίσκου θ , ἅμα δ' ὡς τοῦτο διέλθῃ, ὁ ἡλεκτρομαγνήτης H ἔλκει πρὸς ἑαυτὸν τὸν ἐκ μαλακοῦ σιδήρου κύλινδρον K , ὁ βραχίον ΛK τοῦ μοχλοῦ M κατέρχεται, ὁ ἕτερος Λr ἀνέρχεται, ἐπομένως ἡ αἰχμὴ r πιέζει τότε τὴν ταινίαν XX ἐντὸς τοῦ στενοῦ αὐλακίου τοῦ κυλινδρίσκου θ , καὶ παράγει ἐπ' αὐτῆς, ἐξακολουθούσης νὰ διέρχεται ὑπεράνω τῆς αἰχμῆς, *κοιλότητα*, ἥς τὸ μῆκος ἐξαρτᾶται προφανῶς ἐκ τοῦ χρόνου τῆς διαρκείας τῆς πίεσεως, τουτέστιν ἐκ τοῦ χρόνου τῆς διαρκείας τῆς ἐπὶ τοῦ K ἔλξεως τοῦ ἡλεκτρομαγνήτου H , ἥτοι ἐκ τοῦ χρόνου τῆς διαρκείας τῆς ἐπαφῆς τῆς

αίχμῃς α ἐπὶ τῆς πλακὸς π τοῦ προπεριγραφέντος χειριστηρίου (Σχ. 263) ἅμα δ' ὡς πάλιν τὸ ρεύμα τῆς γραμμῆς παύσῃ τοῦ νὰ διέρχεται διὰ τοῦ σύρματος τοῦ ηλεκτρομαγνήτου Η, οὗτος μὲν παύει τοῦ νὰ ἔλκῃ τὸν κύλινδρον Κ, τὸ δὲ ἐλατήριο ε ἐπαναφέρει τὴν αἰχμὴν γ εἰς τὴν προτέραν αὐτῆς θέσιν[†]. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι, ὅταν ἡ αἰχμὴ α τοῦ



Σχ. 266

μοχλοῦ Μ φέρεται ἐπὶ τῆς πλακὸς π τοῦ χειριστηρίου, ἡ αἰχμὴ γ τοῦ μοχλοῦ Μ τοῦ δέκτου φέρεται ἀμέσως ἐπὶ τῆς κινητῆς ταινίας XX, καὶ παράγει ἐπ' αὐτῆς κοιλότητα, ὅταν δὲ διὰ τοῦ ἐλατηρίου ε ἀπομακρύνεται ἀπὸ τῆς πλακὸς π ἡ αἰχμὴ α τοῦ χειριστηρίου, ἡ αἰχμὴ γ τοῦ μοχλοῦ Μ τοῦ δέκτου κατέρχεται, καὶ ἡ ταινία XX ἐξακολουθεῖ διερχομένη διὰ τῶν κυλινδρίσκων α καὶ β ἀνέπαφος. Ἴδου δὲ τώρα πῶς διὰ τῆς ἀποστολῆς καὶ διακοπῆς τοῦ ρεύματος καὶ τοῦ χρόνου τῆς

[†] Οἱ κοιλίαι χ, χ, μεταξὺ τῶν ὑποίων κινεῖται τὸ πρὸς τὰ ἀριστερὰ ἄκρον τοῦ μοχλοῦ Μ, χρησιμεύουσιν εἰς τὸ νὰ ἐμποδίσωσιν ἀφ' ἑνὸς τὴν μετὰ τοῦ ηλεκτρομαγνήτου Η ἐπαφὴν τοῦ ἐλκομένου κυλίνδρου Κ, καὶ ἀφ' ἑτέρου εἰς τὸ νὰ μὴ ἀπομακρύνεται πολὺ μετὰ τὴν διακοπὴν τοῦ ρεύματος ἡ αἰχμὴ γ ἀπὸ τῆς ταινίας XX. Σημειώτεον δὲ πρὸς τοῦτους ὅτι εἰς τοὺς νῦν ἐν χρήσει τηλεγράφους τοῦ Μόρς τὸ ὑψούμενον ἄκρον γ τοῦ μοχλοῦ Μ, ἀντὶ νὰ πιεζῇ τὴν ταινίαν XX ἐντὸς τοῦ αὐλακίου τοῦ κυλίνδρου β καὶ νὰ παράγῃ ἐπ' αὐτῆς κοιλότητα, φέρει αὐτὴν πρὸς τι ἰδιαίτερον ὄργανον, δι' οὗ ἀντὶ κοιλοτήτων χαρασσονται ἐπ' αὐτῆς διὰ μελάνης γραμμαὶ. Οὕτω καὶ τὰ χαρασσόμενα ἐπὶ τῆς ταινίας σημεῖα εἶναι εὐαναγνωστότερα, καὶ ἡ πρὸς παραγωγὴν αὐτῶν ἀναγκαία ἔντασις τοῦ ρεύματος δὲν ἀπαιτεῖται νὰ ἦναι τόσο μεγάλη, ὅσῃ ὅταν κοιλοῦται αὕτη πιεζομένη.

διαρκείας ἀμφοτέρων κατωρθώθη νὰ γράφονται ἐπὶ τῆς ταινίας XX συμβολικῶς τὰ διάφορα γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου, τὰ ἀποτελοῦντα τὰς διαφορὰς τῶν εἰδοποιήσεων λέξεις.

Πρὸς τοῦτο παρεδέχθησαν δύο μόνον διαφορὰ σημεῖα τὴν στιγμὴν (-), ἥτις χαράσσεται ἐπὶ τῆς ταινίας διὰ τῆς ἀκαριαίας ἀποστολῆς τοῦ ρεύματος, καὶ τὴν γραμμὴν (—), ἥτις χαράσσεται, ὅταν παραταθῇ ἐπὶ μικρὸν χρόνον ἢ τοῦ ρεύματος ἀποστολῇ. Διὰ τοῦ συνδυασμοῦ καὶ τῆς κατὰ τινὰ προσυμφωνηθεῖσαν τάξιν ἐπαναλήψεως τῶν ἀνωτέρω δύο σημείων παριστῶσιν ἐπὶ τῆς ταινίας τὰ διάφορα γράμματα τοῦ ἀλφαβήτου, τὰ 10 ἀριθμητικὰ ψηφία, τὰς διαφορὰς στίξεις καὶ ἄλλα τινὰ ἀναγκαῖα διὰ τὴν ἀνταπόκρισιν σύμβολα.

ΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΟΥ ΑΛΦΑΒΗΤΟΥ

---	α	---	ι	---	ρ
----	β	----	κ	----	σ
-----	γ	-----	λ	-----	τ
-----	δ	-----	μ	-----	υ
-	ε	-	ν	-	φ
-----	ζ	-----	ξ	-----	χ
-----	η	-----	ο	-----	ψ
-----	θ	-----	π	-----	ω

ΔΙΦΘΟΓΓΟΙ

αι	αυ	ευ	ηυ	ου
---	---	---	---	---

ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---
6	7	8	9	0
---	---	---	---	---

ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΣΥΜΒΟΛΙΚΑΙ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ

-----	τελεία στιγμή	-----	παράγραφος
-----	άνω στιγμή	-----	ένωτικόν
-----	κόμμα	-----	παρένθεσις
-----	εισαγωγικόν	-----	υπογραμμή
-----	δύο στιγμαί	-----	νοητικόν
-----	ερωτηματικόν	-----	κωλυτήριο
-----	θαυμαστικόν	-----	ἀποπεράτωσις
-----	ἀπόστροφος	-----	τῆς ἐργασίας

1 Αἱ δίφθογγοι εἰ καὶ οἱ ἀποτελοῦνται ἐκ τῶν σημείων τῶν συγχροτούντων αὐτὰς γραμμάτων.

Ὁ πίναξ παριστᾷ τοὺς ἐν Ἑλλάδι παραδεδεγμένους συνδυασμοὺς πρὸς παράστασιν τῶν ἀντιστοιχοῦντων γραμμάτων, ἀριθμητικῶν χαρακτήρων κτλ.

Ὅταν διαβιβάζωσι τὰ ἀποτελοῦντα γράμμα τι σημεῖα, ἀφίνουσι μεταξὺ τῶν μερῶν αὐτοῦ μικρὸν ἐπὶ τῆς ταινίας XX κενὸν διάστημα, ἥτοι διακόπτουσι ἐπ' ἐλάχιστον τὸ ρεῦμα· ὅταν μεταβαίνωσιν ἀπὸ γράμματος εἰς γράμμα, ἀφίνουσι περισσότερον, τούτέστι διακόπτουσι τὸ ρεῦμα ἐπὶ πλείοτερον χρόνον· ὅταν δὲ μεταβαίνωσιν ἀπὸ λέξεως εἰς λέξιν, τὸ ἀφινόμενον ἐπὶ τῆς ταινίας λευκὸν μέρος εἶναι μεγαλείτερον, ἥτοι αὐξάνουσι περισσότερον τὸν χρόνον τῆς διακοπῆς τοῦ ρεύματος. Παραδείγματος χάριν, πρὸς ἀποστολὴν τῆς φράσεως ἔχω καλῶς, ἠθέλωμεν διαβιβάσει καὶ διακόψει διὰ τοῦ χειριστηρίου οὕτω τὸ ρεῦμα τῆς στήλης, ὥστε ἡ ἰσοταχῶς κινουμένη ταινία XX τοῦ δέκτου νὰ χαραχθῇ ὡς ἑξῆς·

ε χ ω κ α λ ω ε

Τὸ σχῆμα 266 παριστᾷ τὸ σύνολον τοῦ δέκτου τοῦ Μόρς. Ἐν αὐτῷ ὁ ἐλαφρὸς καὶ εὐκίνητος τροχὸς T φέρει τὴν περιελιγμένην ἐπὶ τοῦ ἄξονος αὐτοῦ σημειοδόχον ταινίαν XX, ἥτις διέρχεται διὰ τῶν σκελῶν τοῦ διχάλου ι, ὑπὸ τὸν τροχαλίσκον (galei) τ καὶ μεταξὺ τῶν κυλινδρίσκων α καὶ β, κινεῖται δὲ ἰσοταχῶς πρὸς τὰ δεξιὰ διὰ τοῦ ἐν τῇ θήκῃ Θ περιεχομένου μηχανισμοῦ, ὃν ὁ μοχλὸς N θέτει εἰς κίνησιν, ἡ τοῦ ὁποίου ἐμποδίζει τὴν κίνησιν, καθόσον ὠθεῖται πρὸς τὰ δεξιὰ ἡ ἀριστερά¹.

Τὸ τρίτον σύρμα Π τοῦ χειριστηρίου 264, τὸ φέρον ἐπιγραφὴν σύρμα τοῦ δέκτου, χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ μεταφέρῃ τὸ ρεῦμα τῆς γραμμῆς Γ, ὅταν ὁ μοχλὸς M στηρίζεται διὰ τοῦ κοχλίου K ἐπὶ τοῦ ὑποκοχλίου ο, ἐν τῷ δέκτῃ τοῦ ἐν ᾧ τὸ χειριστήριον εὑρίσκεται σταθμοῦ, ὅταν πρόκειται νὰ παραλάβῃ οὗτος διὰ τῆς γραμμῆς Γ, ἀντὶ νὰ μεταβιβάσῃ δι' αὐτῆς, εἰδοποιήσιν τινα.

Ἐκτὸς τῶν ἀνωτέρω ὀργάνων, ἕκαστος τηλεγραφικὸς σταθμὸς ἔχει καὶ ἄλλα τινὰ ἀπολύτως ἀναγκαῖα αὐτῷ ὅργανα, οἷον ἡλεκτρονόμους, ἀντικεραύνια, δομητικὸν κώδωνα, κτλ., ὧν τὴν περιγραφὴν καὶ χρῆσιν ἀναγκαζόμεθα νὰ παραλείψωμεν ἐνταῦθα.

¹ Τῶν δύο προηγουμένων σχημάτων ἀντεστράφη ἡ πραγματικὴ θέσις ὑπὸ τοῦ βυλογράφου, καὶ ἠναγκάσθημεν νὰ περιγράψωμεν αὐτὰ ὅπως κατεσκευάσθησαν.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΕΝΝΑΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΠΑΡΑΓΩΓΗ, ΔΙΑΔΟΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ

313. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ. — Τὸ μέρος τῆς Φυσικῆς, τὸ πραγματευόμενον περὶ ἤχου καὶ τῶν διαφορῶν αὐτοῦ ιδιοτήτων ἀνεξαρτήτως τῶν ἐν ἡμῖν δυναμένων νὰ παραχθῶσι διαφορῶν αἰσθημάτων καὶ παθῶν, καλεῖται Ἀκουστική. Ὀνομάζεται δὲ ἤχος τὸ ἐπὶ τοῦ ὄργάνου τῆς ἀκοῆς ἡμῶν ὑπὸ τῶν παλμικῶν κινήσεων τῶν ἐλαστικῶν σωμάτων παραγόμενον ἰδιαίτερον αἶσθημα. Αὗται μεταδίδονται ἀπὸ τοῦ ἡχοῦντος σώματος εἰς τὸ οὗς ἡμῶν δι' ἑτέρου τινὸς ἐλαστικοῦ σώματος, πληροῦντος τὸν μεταξὺ αὐτῶν χώρον. Τὸ δεύτερον τοῦτο ἐλαστικὸν σῶμα εἶναι συνήθως ὁ ἀτμοσφαιρικὸς ἀήρ.

314. ΠΑΝ ΗΧΟΥΝ ΣΩΜΑ ΠΑΛΛΕΤΑΙ. — Διὰ πολλῶν καὶ καταφανῶν πειραμάτων δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν, ὅτι ὁ ἤχος εἶναι ἀποτέλεσμα τῶν παλμικῶν κινήσεων τοῦ παράγοντος αὐτὸν σώματος. Ἐὰν π. χ. κρούσωμεν ἀποτόμως τὰς παρειὰς ὑαλίνου τινὸς κώδωνος (Σχ. 267), ἀκούομεν ἤχόν τινα, ὅστις παράγεται ὑπὸ τῶν παλμικῶν κινήσεων τοῦ κώδωνος· διότι ἐάν, ἐνῶ ἤγχι ὁ κώδων, ῥίψωμεν ἐντὸς αὐτοῦ μικρὰν ποσότητα ἄμμου, βλέπομεν ταύτην ἀναπηδῶσαν βιαίως ἐνὸς διαρκείᾳ ὁ ἤχος, ἐὰν δὲ ἀντὶ ἄμμου ἐνθέσωμεν μικρὸν τεμάχιον μετάλ-



Σχ. 267

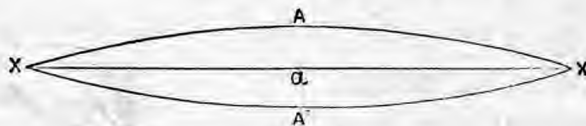
λου τινός, ἀκούομεν τοῦτο κρούον· τὰς παρειὰς τοῦ κώδωνος, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει, ὅτι αὗται ἀνυψοῦσι τὸ ἐκάστοτε ἐπ' αὐτῶν καταπίπτον σωματίον παλλόμεναι. Ὡσαύτως, ὅταν ὁ ἤχος παράγεται ὑπὸ τινος χορδῆς, αὕτη φαίνεται εἰς ἡμᾶς ἐξωγκωμένη κατὰ τὸ μέσον, καὶ ἐὰν ἐγγίσωμεν αὐτὴν ἐλαφρῶς διὰ τοῦ δακτύλου, αἰσθανόμεθα εἶδος τι γαργαλισμοῦ, ὅστις προέρχεται ἐκ τῶν ἐπὶ τοῦ δακτύλου ἡμῶν ταχέων καὶ συνεχῶν τῆς χορδῆς κρούσεων. Ἐὰν κρούσωμεν μεμβράνην ὀριζοντίως

τεταμένην, αὕτη παράγει ἤχόν τινα παλλομένη· διότι ἐὰν ρίψωμεν ἐπ' αὐτῆς ἄμμον, αὕτη ἀναπηδᾷ βιαίως ἐνόσω διαρκεῖ ὁ ἤχος. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐνθέσωμεν ὀριζοντίως ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἐμπνευστοῦ τινος ὄργανου τεταμένην μεμβράνην Β (Σχ. 268), φέρουσαν ἐπὶ τῆς ἄνω αὐτῆς ἐπιφανείας μικράν ποσότητα ἄμμου, βλέπομεν ταύτην ἀναπηδῶσαν ζωηρῶς ἐνόσω ἤξει τὸ ὄργανον, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει, ὅτι ὁ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἀὴρ εὐρίσκεται εἰς συνεχῆ παλμικὴν κίνησιν.



Σχ. 268

Πάντα τὰ ὁπωσδήποτε δυνάμενα νὰ παραγάγωσιν ἤχον σώματα καλοῦνται ἡχητικά. Παλμοὶ δὲ τῶν ἡχοῦντων σωμάτων ὀνομάζονται αἱ κινήσεις, ἃς τὰ παλλόμενα αὐτῶν μόρια ἐκτελοῦσιν, ὅπως ἀναχωροῦντα ἀπὸ τινος ἄκρας αὐτῶν θέσεως ἐπανέλθωσιν εἰς αὐτήν. Παραδείγματος χάριν, ἐὰν, ἀφοῦ φέρωμεν τὸ μέσον α τῆς μεταξὺ τῶν στερεῶν σημείων Χ καὶ Χ τεταμένης χορδῆς ΧΧ εἰς τὴν θέσιν Α, ἀφίσωμεν τὴν χορδὴν ἐλευθεράν (Σχ. 269), αὕτη θέλει, ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῆς, ἐπανέλθει πρὸς τὴν τῆς ἰσορροπίας θέσιν ΧαΧ, ἣν ὅμως, ἕνεκα τῆς κτηθείσης κατὰ τὴν προτέραν αὐτῆς κίνησιν ταχύτητος, θέλει ὑπερβῇ καὶ φθάσει μέχρι θέσεώς τινος ΧΑ'Χ, ἀφ' ἧς θέλει ἐπανέλθῃ πρὸς τὴν ΧαΧ, ἣν πάλιν διὰ τὸν αὐτὸν λόγον θέλει ὑπερβῇ, καὶ ἐν ἧ δὲν θέλει ἰσορροπήσῃ, εἰ μὴ ἀφοῦ ἐκτελέσῃ ἕνθεν καὶ ἕνθεν ταύτης ἀριθμὸν τινα αἰωρήσεων. Ἐν τῇ τοιαύτῃ λοιπὸν παλμικῇ τῆς χορδῆς ΧαΧ κινήσει



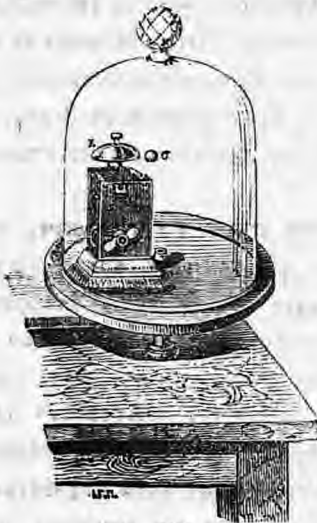
Σχ. 269

ὀνομάζεται παλμὸς τῆς χορδῆς ἡ κίνησις, ἣν ἐκτελεῖ αὕτη ἀναχωροῦσα ἀπὸ τῆς ἄκρας θέσεως ΧΑΧ, μέχρις οὗ ἐπανέλθῃ πάλιν εἰς αὐτήν, ἡμιπαλμὸς δὲ ἡ ἀπὸ τῆς θέσεως ΧΑΧ εἰς τὴν ΧΑ'Χ μετάβασις αὐτῆς, καὶ πλάτος τοῦ παλμοῦ ἡ μεταξὺ τῶν ἄκρων θέσεων ΧΑΧ, ΧΑ'Χ μεγαλειτέρα ἀπόστασις ΑΑ'.

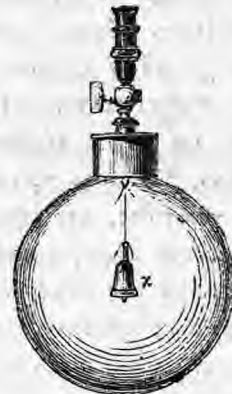
Τὸ πλάτος τοῦτο τῶν παλμῶν βαίνει ἐλαττούμενον, μέχρις οὗ ἐπὶ τέλους μηδενισθῇ, ὅτε ἡ χορδή, ἢ τὰ μόρια τοῦ ἡχοῦντος σώματος, ἐπανέρχονται εἰς τὴν τῆς ἰσορροπίας θέσιν αὐτῶν. Ἀποδεικνύεται δὲ

ὅτι οἱ παλμοὶ τῶν ἡχούντων σωμάτων εἶναι *ισόχρονοι*, ὁποῖονδήποτε καὶ ἂν ᾖ τὸ πλάτος αὐτῶν, ἀρκεῖ μόνον τοῦτο νὰ ᾖ πολὺ μικρόν.

315. Ο ΗΧΟΣ ΔΕΝ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ ΔΙΑ ΤΟΥ ΚΕΝΟΥ, ΑΛΛΑ ΔΙΑ ΤΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ. — Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ ὅτι ὁ ἦχος δὲν διαδίδεται διὰ τοῦ κενοῦ, ἀλλὰ πάντοτε διὰ τινος ἐλαστικοῦ σώματος, πληροῦντος τὸν μεταξὺ τοῦ ἡχοῦντος σώματος καὶ τοῦ ὠτὸς ἡμῶν χώρον, θέτομεν ὑπὸ τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας μικρόν τινα κωδωνίσκον *κ*, ὃν μικρά τις σφῦρα *σ* κρούει κινουμένη διὰ τινος μηχανισμοῦ ὥρολογίου (Σχ. 270). Τὸ ὅλον ὄργανον στηρίζεται ἐπὶ μικροῦ ἐκ βάμβακος προσκεφαλαίου, καὶ τοῦτο, ἵνα μὴ αἱ παλμικαὶ τοῦ κώδωνος κινήσεις μεταδίδωνται διὰ τοῦ δίσκου τῆς ἀεραντλίας εἰς τὸν ἐξωτερικὸν ἀέρα.



Σχ. 270



Σχ. 271

Ἐνὸς ὧ ἐξακολουθοῦμεν κενοῦντες τὸν κώδωνα τῆς ἀεραντλίας, ὁ ἦχος τοῦ κωδωνίσκου *κ* καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀσθενέστερος, μέχρις οὗ ἐκλείψῃ ἐπὶ τέλους ἐντελῶς· ἐὰν δὲ μετὰ ταῦτα ἀρχίσωμεν εἰσάγοντες κατὰ μικρὸν τὸν ἐκ τοῦ κώδωνος ἐξαχθέντα ἀέρα, ὁ ἦχος τοῦ κωδωνίσκου *κ* καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἰσχυρότερος, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει πασιφανῶς, ὅτι ὁ ἦχος διεδίδετο μέχρις ἡμῶν διὰ τοῦ ἐλαστικοῦ ἀέρος, εἰς ὃν ὁ παλλόμενος κωδωνίσκος μετέδιδε τὰς παλμικὰς αὐτοῦ κινήσεις. Ὡσαύτως, ἐὰν ἐντὸς κοίλης ὑαλίνης σφαίρας ἐξαρθήσωμεν διὰ λεπτοῦ νήματος μικρὸν κωδωνίσκον *κ*, καὶ κενώσωμεν αὐτὴν διὰ τῆς ἀεραντλίας (Σχ. 271), ὁ ὑπ' αὐτοῦ παραγόμενος ἦχος εἶναι ὅλως ἀνεπαίσθητος εἰς ἡμᾶς, καθίσταται δὲ ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἰσχυρότερος, καθ' ὅσον εἰσάγομεν ἐν αὐτῇ περισσοτέραν ποσότητα ἀέρος.

Διὰ τοῦ αὐτοῦ ὀργάνου δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν, ὅτι ὁ ἥχος διαδίδεται καὶ διὰ τῶν ἀτμῶν ὁποιοῦδήποτε σώματος καὶ διὰ πάντων τῶν αἰρίων, ἐὰν εἰσαγάγωμεν ἐν τῇ κοίλῃ σφαίρᾳ, ἀφοῦ κενώσωμεν πρῶτον αὐτὴν ἀπὸ τοῦ ἐν αὐτῇ περιεχομένου αἵρος, τοὺς ἀτμοὺς τῶν σωμάτων καὶ τὰ αἶρια.

Ὅτι δὲ ὁ ἥχος διαδίδεται διὰ τῶν ὑγρῶν, ἀπόδειξις εἶναι ὅτι ἀκούομεν ἐκ τῆς παραλίας τὸν ἥχον τῶν ἐν τῇ θαλάσῃ συγκρουομένων σωμάτων, καὶ πρὸς τοῦτοις ὅτι οἱ ἐν αὐτῇ βεβυθισμένοι κολυμβηταὶ ἀκούουσι τὰς συνδιαλέξεις τῶν ἐκτός, ὅταν αὗται ἦναι ἀρκούντως ἰσχυραί.

Ἡ διὰ τῶν στερεῶν διάδοσις τοῦ ἤχου εἶναι τόσῃ μεγάλη, ὥστε δυνάμεθα ν' ἀκούσωμεν εὐκρινῶς, φέροντες τὸ οὖς ἡμῶν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου τῶν ἄκρων μεγάλης δοκοῦ, τὸν ἀσθενέστατον ἥχον, ὅν ἐπὶ τοῦ ἑτέρου παράγει ἡ ἐπ' αὐτοῦ τριβὴ τῶν πτίλων πτεροῦ. Ὅταν θέτωμεν ἐν καιρῷ νυκτός τὸ οὖς ἡμῶν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, ἀκούομεν τὸν κρότον τῶν βημάτων τῶν μακρόθεν ἐρχομένων ἵππων, ὅν δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν διὰ τοῦ αἵρος. Οὕτως ὁ κρότος τηλεβόλου ἀκούεται εἰς ἀπόστασιν 40 περίπου χιλιάδων μέτρων.

316. ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ ΕΝ ΤΩ ΑΕΡΙ, ΥΔΑΤΙ ΚΑΙ ΕΝ ΤΩ ΧΥΤΩ ΣΙΔΗΡΩ. — Ὅταν εὐρισκώμεθα ἀρκετὰ μακρὰν τηλεβόλου, βλέπομεν πρῶτον τὴν λάμψιν τῆς ἐν αὐτῷ ἐκπυροσφοτούσης πυρίτιδος, καὶ ἔπειτα ἀκούομεν μετὰ παρέλευσιν χρόνου τινὸς τὸν ὑπ' αὐτοῦ παραγόμενον κρότον, ἐνῷ γνωρίζομεν ὅτι οὗτος συμπαράγεται μετὰ τῆς λάμψεως. Ὡσαύτως, βλέπομεν πρῶτον τὴν λάμψιν τῆς ἀστραπῆς καὶ ἔπειτα μετὰ τινὰ χρόνον ἀκούομεν τὸν κρότον τῆς βροντῆς, ἐνῷ γνωρίζομεν ὅτι οὗτος συμπαράγεται μετὰ τῆς ἀστραπῆς. Ὁ λόγος τοῦ φαινομένου τούτου εἶναι ὅτι, ἕνεκα τῆς μεγίστης, ὡς θέλομεν ἰδεῖ ἐν τῷ ἀκολούθῳ βιβλίῳ, ταχύτητος τοῦ φωτός, τοῦτο μὲν φθάνει μέχρις ἡμῶν σχεδὸν ἀκαριαίως, ἐνῷ ὁ ἥχος χρειάζεται χρόνον τινά, ἵνα διαδοθῇ ἐν τῷ αἵρι· ὅτι δὲ τοῦτο οὕτως ἔχει ἀποδεικνύεται καὶ ἐκ τοῦ ὅτι, ἐὰν πολλοὶ παρατηρηταί, εἰς διαφόρους ἀπὸ τινος τηλεβόλου ἀποστάσεις εὐρισκόμενοι, σημειώσωσιν ἕκαστος διὰ καλῶν καὶ συμβαδίζόντων χρονομέτρων τὴν στιγμὴν, καθ' ἣν παρατηροῦσι τὴν λάμψιν, καὶ ἐκείνην, καθ' ἣν ἀκούουσι τὸν κρότον τοῦ τηλεβόλου, οὗτοι θέλουσιν εὑρεῖ τὸν αὐτὸν μὲν χρόνον διὰ τὴν πρώτην παρατήρησιν, διαφόρους δὲ διὰ τὴν δευτέραν. Ὁ ἥχος λοιπὸν διαδίδεται ἐν τῷ αἵρι μετὰ τινος ταχύτητος, ἥτις δυνατὸν νὰ εὑρεθῇ, ἐὰν σημειωθῶσιν ἀκριβῶς ὑπὸ τινος παρατηρητοῦ ἡ στιγμὴ, καθ' ἣν παρατηρεῖ οὗτος τὴν λάμψιν τῆς ἐκπυροσφοτήσεως, καὶ ἐκείνη, καθ' ἣν ἀκούει τὸν κρότον τοῦ τηλεβόλου, καὶ διαίρεθῇ ἡ ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασις τοῦ τηλεβόλου διὰ τοῦ

ἀριθμοῦ τῶν δευτερολέπτων, τῶν παριστάντων τὴν μεταξὺ τῶν δύο τούτων χρόνων διαφορὰν. Καὶ πράγματι διὰ τοιούτων πειραμάτων εὗρεθῇ τὸ 1822 ὑπὸ τῶν μελῶν τοῦ Ἀστεροσκοπείου τῶν Παρισίων ἡ ἐν τῷ ἀέρι ταχύτης τοῦ ἤχου, παραδεχθέντων, κατὰ τὰ ὑπὸ τοῦ Lacaille καὶ Cassini τὸ 1768 γενόμενα πειράματα, ὅτι ἡ ἐν τῷ ἀέρι διάδοσις αὐτοῦ εἶναι ἰσοταχής.

Τὰ πειράματα ταῦτα ἐγένοντο τῇ 21 Ἰουλίου εἰς τὰς 11 Μ. Μ. μεταξὺ τῶν λόφων τῆς Villejuif καὶ Montlhéry, ὧν ἡ ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασις εἶναι 18612 μέτρα. Ἡ μὲν θερμοκρασία ἦτο 16°, ὁ δὲ ἄνεμος ἀσθενέστατος. Τὰ ἐπὶ τῶν λόφων τούτων τεθέντα τηλεβόλα ἐπυροβόλουν ἐναλλὰξ κατὰ διαλείμματα 10 λεπτῶν ἑκάτερον. Οἱ μὲν ἐπὶ τοῦ λόφου τῆς Villejuif παρατηρηταὶ ἐσημείουν ἐπὶ τῶν συμβαδιζόντων χρονομέτρων αὐτῶν τὸν χρόνον, καθ' ὃν παρετήρουν τὴν λάμψιν τῆς ἐκπυρσοκροτήσεως τοῦ ἐπὶ τοῦ Montlhéry κειμένου τηλεβόλου, καὶ ἐκεῖνον, καθ' ὃν ἤκουον τὸν κρότον αὐτοῦ· οἱ δὲ ἐπὶ τοῦ λόφου τῆς Montlhéry ἐσημείουν τοὺς αὐτοὺς χρόνους, ὅτε ἐκπυρσοκρόται τὸ ἐπὶ τοῦ λόφου τῆς Villejuif τεθὲν τηλεβόλον. Μετὰ 12 τοιαύτας ἀμφοτέρωθεν γενομένας παρατηρήσεις εὗρεθῇ, ὅτι ὁ μέσος χρόνος μεταξὺ τῶν δύο τούτων ἀντιλήψεων ἦτο 54,8 δευτερόλεπτα, ἐπομένως ἡ ταχύτης τ τοῦ ἤχου ἐν τῷ ἔχοντι 16° θερμοκρασίαν ἀέρι εἶναι ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ.

$$\tau = \frac{18612}{54,8} = 340^{\text{μέτρ.}}, 888.$$

Ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου τ_0 ἐν τῷ ἔχοντι 0° θερμοκρασίαν ἀέρι εὐρίσκεται διὰ τοῦ ἑξῆς τύπου τοῦ Νεύτωνος

$$\tau_0 = \frac{\tau}{\sqrt{1 + \alpha\theta}} \quad (1),$$

ἐν ᾧ τ παριστᾷ τὴν ἀνωτέρω εὑρεθεῖσαν ταχύτητα 340^{μέτρ.}, 888, θ τὴν θερμοκρασίαν 16°, ἐν ᾗ αὕτη εὗρεθῇ, καὶ α τὸν συντελεστὴν 0,00367 τῆς κυβικῆς τοῦ ἀέρος διαστολῆς (142). Ἐξ αὐτοῦ δ' εὐρίσκομεν, ἀντικαθιστῶντες ἀντὶ τοῦ τ , α , θ τὰ ἴσα τούτοις,

$$\tau_0 = 331^{\text{μέτρ.}}, 3.$$

Γνωστῆς οὕτω γενομένης τῆς ταχύτητος τ_0 τοῦ ἤχου ἐν τῇ θερμοκρασίᾳ 0°, εὐρίσκομεν διὰ τοῦ αὐτοῦ τύπου (1) τὴν ταχύτητα αὐτοῦ τ ἐν ὁποιαδήποτε θερμοκρασίᾳ θ λύοντες αὐτὸν ὡς πρὸς τὸ τ

$$\tau = \tau_0 \sqrt{1 + \alpha\theta}.$$

Εὗρεθῇ πρὸς τούτοις διὰ πειραμάτων, ὅτι ἡ ταχύτης τοῦ ἤχου εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς βαρομετρικῆς τοῦ ἀέρος πιέσεως καὶ ἡ αὐτὴ διὰ πάν-

τας τοὺς διαφόρου φύσεως καὶ ἐντάσεως ἤχους. Ἀπόδειξις τοῦτου εἶναι, ὅτι οἱ ἤχοι τῶν διαφόρων ὀργάνων μουσικῆς τινος συναυλίας ἀκούονται ἀκριβῶς καθ' ἣν καὶ παράγονται τάξιν, εἰς ὅποιανδήποτε ἀπὸ τούτων ἀπόστασιν καὶ ἂν εὐρίσκηται ὁ ἀκροατής.

Ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου ἐν τῷ ὕδατι ἐξήχθη ἐκ τῶν ἐν τῇ λίμνῃ τῆς Γενέβης γενομένων τὸ 1827 ὑπὸ τοῦ Στούρμ καὶ Κολλαδὼν (Sturm et Colladon) ὁμοίων τοῖς ἀνωτέρω πειραμάτων. Αὕτη εὐρέθη 1435 μέτρα κατὰ δευτερόλεπτον ἐν τῷ ἔχοντι $8^{\circ},4$ θερμοκρασίαν ὕδατι. Ἡ δὲ ταχύτης αὐτοῦ ἐν τῷ χυτῷ σιδήρῳ εὐρέθη ὑπὸ τῶν πειραμάτων τοῦ Μπιὼ ἴση μὲ 3538, τουτέστι δεκαπλασία περίπου τῆς ταχύτητος αὐτοῦ ἐν τῷ ἀέρι. Βλέπομεν λοιπόν, ὅτι ἡ ταχύτης τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου εἶναι πολὺ μεγαλειτέρα ἐντὸς τῶν ὑγρῶν καὶ τῶν ἐλαστικῶν στερεῶν, ἢ ἐν τῷ ἀέρι. Τοῦτου δ' ἕνεκα ἀκούομεν, ὅταν θέτωμεν τὸ οὖς ἡμῶν ἐπὶ τοῦ ἐδάφους, κρότους, οἵτινες δὲν φθάνουσι μέχρις ἡμῶν διὰ τοῦ ἀέρος.

317. ΤΡΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΑΔΟΣΕΩΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ ΕΝ Τῷ ΑΕΡΙ. — Ἀπεδείξαμεν προηγουμένως, ὅτι ὁ ἤχος παράγεται ἐκ τῶν παλμικῶν κινήσεων τῶν ἡχητικῶν σωμάτων, καὶ ὅτι οὗτος διαδίδεται συνήθως μέχρις ἡμῶν διὰ τοῦ μεταξὺ ἡμῶν τε καὶ τοῦ ἡχητικοῦ σώματος ὑπάρχοντος ἀέρος. Ἵνα δὲ τώρα ἐννοήσωμεν καὶ τίνι τρόπῳ γίνεται ἡ ἐν τῷ ἀέρι διάδοσις αὐτοῦ, ἃς ὑποθέσωμεν ἐν πρώτοις ὅτι ἐμβολὸν τι *a* πάλλεται μετὰ ταχύτητος ἐν ἀρχῇ ἀπροσδιορίστου τινὸς τὸ μήκος κυλίνδρου *KK'* μεταξὺ τῶν ἄκρων θέσεων *εε*, *ε'ε'*, καὶ ἃς ἴδωμεν ποῖαι κινήσεις θέλουσι παραχθῇ ἐντεῦθεν ἐν τῷ ἀέρι, τῷ πληροῦντι τὸ πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ ἐμβόλου μέρος τοῦ ἐν ᾧ τοῦτο κινεῖται κυλίνδρου (Σχ. 272).

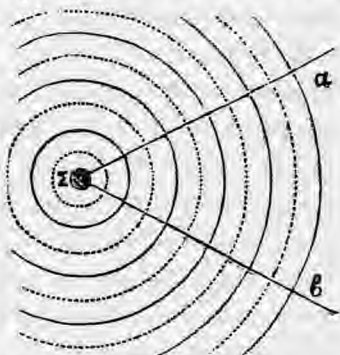
1^{ον} Ὅταν τὸ ἐμβολὸν *a* μεταβαίῃ ἀπὸ τῆς θέσεως *εε* εἰς τὴν *ε'ε'*, ὥθει πρὸς τὰ ἐμπρὸς τὴν ἐν τῷ κυλίνδρῳ πρὸς τὰ δεξιὰ αὐτοῦ στήλην τοῦ ἀέρος *εεΚ'*, εἰς ἣν καὶ ἤθελε μεταδώσει ἀμέσως ὕλην αὐτοῦ τὴν κίνησιν, ἂν ὁ ἀήρ δὲν ἦτο σῶμα ἐλαστικόν. Οὗτος λοιπὸν ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτοῦ συμπυκνοῦται κατ' ἀρχὰς οὕτως, ὥστε, ὅταν τὸ ἐμβολὸν *a* φθάσῃ εἰς τὴν θέσιν *ε'ε'*, ἡ ὑπὸ τῆς κινήσεως αὐτοῦ παραχθεῖσα συμπύκνωσις θέλει φθάσει ἐν τῇ στήλῃ *εεΚ'* μέχρις ἀποστάσεώς τινος *εθ'* ἐπειδὴ δὲ ἡ κίνησις τοῦ ἐμβόλου *a* βαίνει κατ' ἀρχὰς αὐξανόμενη ἀπὸ τοῦ *ε* μέχρι τοῦ μέσου *ο* τῆς ἀποστάσεως *εε'*, ὅτε εἶναι ἡ μεγίστη, καὶ ἐλαττοῦται ἀκολούθως ἀπὸ τοῦ *ο* μέχρι τοῦ *ε'*, ὅτε καὶ μηδενίζεται, αἱ ὑπὸ τῆς κινήσεως αὐτοῦ ἐν τῇ στήλῃ *ε'ε'εθ* παραχθεῖσαι συμπυκνώσεις τοῦ ἀέρος δὲν εἶναι αἱ αὐταὶ καθ' ὅλον τὸ μήκος αὐτῆς *εθ'*, ἀλλὰ βαίνουνσιν αὐξανόμεναι ἀπὸ τοῦ *ε'ε'*, μέχρι τοῦ μέσου αὐτῆς *ο'ο'*, καὶ ἐλαττοῦμεναι ἀπὸ τοῦ *ο'ο'*, μέχρι τοῦ *εθ'*. Ἐὰν δὲ τώρα ὑπο-

νούμενον, οὕτως εἶπειν, χῶρον, καὶ οὕτω καθεξῆς μέχρι τοῦ τελευταίου στρώματος τοῦ συμπεπυκνωμένου ἡμικύματος ε'ε'ββ. Λοιπὸν, ὅταν τὸ ἔμβολον α ἐκτελῇ ὁλόκληρον παλμόν, σχηματίζεται κατ' ἀρχὰς ἐν συμπεπυκνωμένον ἡμίκυμα ε'ε'ββ, ὅπερ μεταβάλλεται εἰς ἀραιωμένον ἡμίκυμα, ἐνῶ μεταδίδεται συγχρόνως ἡ συμπύκνωσις αὐτοῦ ἐν τῇ ἀκολούθῳ στήλῃ ββγγ, τῇ ἴσῃ τῇ ε'ε'ββ. Ἀπὸ τοῦ στρώματος λοιπὸν εε, μέχρι τοῦ γγ θέλομεν ἔχει ἐν ἀραιωμένον ἡμίκυμα εεββ καὶ ἐν συμπεπυκνωμένον ββγγ, ἅτινα δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς ἴσα, διότι ἡ διαφορὰ αὐτῶν εε' εἶναι πάντοτε ἐλαχίστη ὡς πρὸς τὸ μῆκος ε'β τοῦ ἡμικύματος. Τὸ σύνολον τοῦ ἀραιωμένου ἡμικύματος εεββ καὶ τοῦ συμπεπυκνωμένου ββγγ καλεῖται μῆκος τοῦ κύματος, ἢ μῆκος τῆς κυμάνσεως, ἢ καὶ ἡχητικὸν κύμα. Ἐὰν δὲ πάλιν ὑποθέσωμεν, ὅτι τὸ παλλόμενον ἔμβολον α, ἐπιστρέψαν εἰς τὴν ἀρχικὴν αὐτοῦ θέσιν εε, ἔμεινεν ἀκίνητον, καὶ ἐπαναλάβωμεν τοὺς ἀνωτέρω συλλογισμούς, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι, ἐνῶ τὸ συμπεπυκνωμένον ἡμίκυμα ββγγ μεταδίδει τὴν συμπύκνωσιν αὐτοῦ εἰς τὸ ἀκόλουθον, αὐτὸ τοῦτο ἀραιοῦται ἐνεκα τῆς ἀραιώσεως τοῦ πρὸ αὐτοῦ εεββ, ὥστε τὸ πρῶτον ἡχητικὸν κύμα εεγγ γίνεται βββδ κτλ. Ἐν ἄλλαις λέξεσι, κατόπιν τοῦ προχωροῦντος συμπεπυκνωμένου ἡμικύματος ββγγ θέλει ἀκολουθεῖ τὸ ἀραιωμένον ἡμίκυμα εεββ, καὶ ἡ ὑπὸ τοῦ παλμοῦ τοῦ ἐμβόλου α παραχθεῖσα κύμανσις θέλει βαίνει ἰσοταχῶς καὶ ἀμετάβλητος πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ κυλίνδρου ΚΚ'.

Ἐὰν τέλος ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ ἔμβολον α ἐξακολουθεῖ παλλόμενον, θέλομεν σκεπτόμενοι ὁμοιοτρόπως ἰδεῖ, ὅτι εἰς τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ ἀκολούθου παλμοῦ θέλει παραχθῇ δεύτερον κύμα, ὅμοιον τῷ πρώτῳ καὶ προχωροῦν πρὸς τὰ δεξιὰ ἀμέσως μετ' αὐτό· εἰς τὴν ἐκτέλεσιν τοῦ τρίτου θέλει παραχθῇ τρίτον ὅμοιον, ὅδεῦον κατόπιν τῶν δύο πρώτων ὁμοιοτρόπως, καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅταν λοιπὸν ἔμβολόν τι α πάλληται ταχέως ἐν τῇ ἀρχῇ κυλίνδρου τινὸς ΚΚ', ἀπεριορίστου τοῦ μῆκος, παράγει ἐν τῇ στήλῃ τοῦ πληροῦντος αὐτὸν ἀέρος ἡχητικὰ κύματα, ἅτινα ἀποτελοῦνται ἐκ δύο ἴσων μερῶν, τοῦ μὲν συμπεπυκνωμένου, τοῦ δὲ ἀραιωμένου, καὶ τὰ ὅποια βαίνουσιν ἰσοταχῶς καὶ ὁμοιοτρόπως τὸ ἕτερον κατόπιν τοῦ ἑτέρου πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ κυλίνδρου ΚΚ'. Ἡ στήλη λοιπὸν τοῦ πληροῦντος τὸν κύλινδρον ἀέρος συμπάλλεται τρόπον τινὰ μετὰ τοῦ παλλομένου ἐμβόλου, καὶ οἱ παλμοὶ ταύτης φθάνοντες μέχρι τοῦ ὧτός ἡμῶν, οὕτινος τὴν κατασκευὴν καὶ τὸν τρόπον τῆς ἐνεργείας θέλομεν περιγράψαι συντόμως ἐν τῷ τέλει τοῦ παρόντος βιβλίου, παράγουσιν ἐν ἡμῖν τὸ αἶσθημα τοῦ ἤχου.

2^{ον} Ἀς ὑποθέσωμεν δεύτερον ὅτι ὁ ἤχος παράγεται ὑπὸ τινος σφαιρικοῦ σώματος Σ, παλλομένου ἐντὸς ἐλαστικοῦ τινος σώματος, ἀπροσ-

διορίστου καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐκτάσεως, π. χ. ἐντὸς τοῦ αἵρος (Σχ. 273). Ὅταν ὁ ὄγκος τῆς παλλομένης σφαίρας αὐξάνῃ, ὁ περιβάλλων τὴν σφαῖραν ἀήρ συμπυκνοῦται, καὶ παράγεται οὕτω σφαιρικόν τι συμπεπυκνωμένον ἡμίκυμα, ὅπερ κατὰ τὰ προλεχθέντα θέλει ὀδεύει διὰ τῆς εἰς ἰσοπαχῇ σφαιρικὰ στρώματα μεταδόσεως τῶν διαφορῶν αὐτοῦ πυκνοτήτων· ὅταν δὲ ὁ ὄγκος τῆς σφαίρας Σ ἐλαττωταί, ὁ περιβάλλων αὐτὴν ἀήρ ἀραιούται, καὶ παράγεται οὕτω σφαιρικόν τι ἀραιωμένον ἡμίκυμα, ἰσοπαχὲς τῷ προηγουμένῳ καὶ ὀδεῦον κατόπιν τούτου διὰ τῆς μεταδόσεως τῶν ἀραιώσεων αὐτοῦ εἰς ἰσοπαχῇ σφαιρικὰ στρώματα. Ἐνόσω λοιπὸν ἡ σφαῖρα Σ πάλ्लεται, θέλουσι παρᾶγεσθαι ἐν τῷ αἵρῳ συμπεπυκνωμένα καὶ



Σχ. 273

ἀραιωμένα ἡμικύματα, ἅτινα θέλουσι μεταδίδει τὰς συμπυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις αὐτῶν εἰς τὰ ἀκόλουθα στρώματα αὐτοῦ, καὶ οὕτως ὁ περιβάλλων τὴν σφαῖραν ἀήρ θέλει συμπάλλεσθαι τρόπον τινὰ μετὰ τῆς σφαίρας, οἱ δὲ παλμοὶ αὐτοῦ, φθάνοντες μέχρι τῶν διαφορῶν σημείων α, β, κτλ. θέλουσι διαδίδει τὸν ὑπὸ τῆς παλμικῆς κινήσεως τῆς σφαίρας παραγόμενον ἦχον, ὥς ἂν τὸ σῶμα Σ ἐπαλλεν ἐντὸς κυλίνδρων, ἐχόντων δι' ἄξονας τὰς διευθύνσεις Σα Σβ, κτλ., αἵτινες καὶ καλοῦνται ἡχητικαὶ ἀκτῖνες. Τούτου δ' ἕνεκα ἀκούομεν τὸν ἦχον παλλομένου τινὸς σώματος πρὸς ὅποιονδήποτε μέρος αὐτοῦ καὶ ἂν εὑρισκόμεθα, καὶ πρὸς τοῦτοις οἱ εἰς ἴσας ἀποστάσεις αὐτοῦ εὑρισκόμενοι ἀκούουσιν αὐτὸν συγχρόνως.

Παρατηρητέον ἐνταῦθα ὅτι, ἐπειδὴ τὰ ἰσοπαχῇ σφαιρικὰ στρώματα αὐξάνουσι κατ' ὄγκον, καθ' ὅσον ἀνήκουσιν εἰς μεγαλειτέρας σφαιρικὰς ἀκτῖνας, ἥτοι καθ' ὅσον ὁ ἦχος ἀπομακρύνεται τοῦ παλλομένου σώματος, αἱ συμπυκνώσεις καὶ ἀραιώσεις τῶν πρώτων ἡμικυμάτων, μεταδιδόμεναι εἰς ὄγκους ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον μεγαλειτέρους, θέλουσι βαίνειν σμικρυνόμεναι, ἐπομένως ἡ ὑπ' αὐτῶν παραγομένη παλμικὴ τοῦ αἵρος κίνησις θέλει βαίνειν ἐλαττωμένη, μέχρις οὐ ἐπὶ τέλους ἐκλείψῃ ἐντελῶς. Τούτου δ' ἕνεκα ἐνῶ ὁ ἐν τινι κυλίνδρῳ παραγόμενος ἦχος διαδίδεται εἰς μεγάλας ἀποστάσεις σχεδὸν ἀμετάβλητος, ὁ ἐν τινι ἐλαστικῷ σώματι, ἀπροσδιορίστου καθ' ὅλας τὰς διευθύνσεις ἐκτάσεως, βαίνειν ἐξασθενούμενος ταχέως, καθ' ὅσον ἡ ἀπὸ τοῦ παραγαγόντος αὐτὸν σώματος ἀπόστασις τοῦ ἀκροατοῦ αὐξάνει.

Ὁ ἀνωτέρω τῆς διαδόσεως τοῦ ἡχου τρόπος δύναται κάλλιστα νὰ

παραβληθῇ μὲ τὰ ἐπὶ τῆς ἡρεμούσης ἐπιφανείας τοῦ ὕδατος παραγόμενα κυκλικά κύματα, ὅταν ἡ ἰσορροπία μέρους τινὸς αὐτῆς διαταράττῃται, ὡς ὅταν ῥίπτωμεν ἐπ' αὐτῆς σῶμά τι. Τὸ ὕγρον τότε παράγει ἀνερχόμενον καὶ κατερχόμενον κυκλικά κύματα, ὧν τὸ ὕψος βαίνει ἐλαττούμενον, καθ' ὅσον ταῦτα ἀπομακρύνονται ἀπὸ τοῦ κέντρου, ἢ, ὅπερ αὐτό, ἀπὸ τοῦ διαταραχθέντος σημείου τῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου. Ἡ μόνη διαφορὰ μεταξὺ τῶν δύο τούτων φαινομένων εἶναι, ὅτι ἐν μὲν τῷ τῆς διαδόσεως τοῦ ἤχου ὁ ἀήρ ἢ τὸ ἐλαστικὸν σῶμα συμπυκνύεται καὶ ἀραιούται, τουτέστι μεταβάλλει πυκνότητα, ἐνῶ ἐν τῷ τῆς διαδόσεως τῶν κυμάνσεων τοῦ ὕδατος τοῦτο ἀνυψοῦται καὶ κατέρχεται χωρὶς ἢ πυκνότης αὐτοῦ νὰ μεταβάλληται. Ὅτι δὲ τὸ ὕδωρ δὲν μετατοπίζεται καθὼς καὶ τὰ ἡχητικά κύματα, ὅταν διαδίδωσι τὰς κυμάνσεις αὐτῶν, ἀποδεικνύεται ἐκ τοῦ ὅτι, ἐὰν θέσωμεν ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐπιπλέον τι σῶμα, τοῦτο ἀνυψοῦται μόνον καὶ κατέρχεται, ἀλλὰ δὲν μετατοπίζεται, τουτέστιν ἢ ἀπὸ τοῦ κέντρου τῶν κυμάτων ἀπόστασις αὐτοῦ μένει ἀμετάβλητος.

3^{ον} Ὅταν τέλος πολλά σώματα ἡχῶσιν ταυτοχρόνως, τὰ ὑπ' αὐτῶν παραγόμενα σφαιρικά κύματα μεταδίδονται ὁμοιοτρόπως, χωρὶς ποσῶς νὰ συνδιαταράττωνται, ὡς καὶ τὰ ἐπὶ τῆς ἡρεμούσης τοῦ ὕδατος ἐπιφανείας παραγόμενα κυκλικά κύματα, τὰ εἰς διάφορα κέντρα διαταράξεως ἀνήκοντα, φαίνονται κινούμενα ἕκαστον ὡς εἰ ὑπῆρχε μόνον τοῦτο δ' ἀπεδείχθη καὶ μαθηματικῶς ὑπὸ τοῦ Μπερνούλλη (Bernouilli), καὶ εἶναι συνέπεια τῆς περὶ τῆς συνυπάρξεως τῶν μικρῶν κυμάνσεων ἀρχῆς αὐτοῦ.

318. ΣΧΕΣΙΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΟΣ ΤΟΥ ΗΧΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΤΟΥ ΗΧΗΤΙΚΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ. — Ἐπειδὴ κατὰ τὰ ἀνωτέρω λεχθέντα τὰ διαδίδοντα ἡχόν τινα ἡχητικά κύματα ἔχουσι σταθερόν τι μῆκος καὶ κινοῦνται ἰσοταχῶς, ἔπεται ὅτι, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ τ τὴν ἐν τινι ἐλαστικῷ σώματι ταχύτητα τοῦ ἤχου, τουτέστι τὸ ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ ὑπ' αὐτοῦ διανυόμενον διάστημα, διὰ π τὸν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ἀριθμὸν τῶν παλμῶν τοῦ ἡχοῦντος σώματος καὶ διὰ μ τὸ μῆκος τοῦ ὑπ' αὐτῶν παραγομένου ἡχητικοῦ κύματος, τὸ διάστημα τ θέλει περιέχει τσάκις τὸ μῆκος μ , ὅσοι εἶναι οἱ ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ παλμοὶ π τοῦ ἡχοῦντος σώματος. Θέλομεν λοιπὸν ἔχει τὴν ἰσότητα

$$\tau = \mu \cdot \pi.$$

Δι' αὐτῆς εὐρίσκομεν μίαν ὁποιανδήποτε τῶν τριῶν ποσοτήτων τ , π , μ , ὅταν γνωρίζωμεν τὰς δύο ἄλλας. Παραδείγματος χάριν, ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ παλλόμενον σῶμα ἐκτελεῖ 85 παλμοὺς εἰς ἐν δευτερόλεπτον, καὶ ὅτι ἡ ἐν τῷ ἀέρι ταχύτης τ τοῦ ἤχου εἶναι 340 μέτρα,

τὸ μήκος μ τοῦ παραγομένου ἡχητικοῦ κύματος θέλει εἶναι $\frac{340}{85}$, ἥτοι 4 μέτρα.

319. ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΟΙ ΤΟΥ ΗΧΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ. — Ἐν παντὶ ἡχῷ τὸ οὗς ἡμῶν διακρίνει τρία τινά· τὸ ὕψος τὴν ἔντασιν καὶ τὸ ποῖόν αὐτοῦ.

Ὑψος τοῦ ἡχου. — Τὸ αὐτὸ ἡχητικὸν σῶμα δύναται νὰ παράγῃ ἡχους ἐκτελοῦν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ, ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ π. χ., διαφόρους ἀριθμοὺς παλμῶν. Οἱ οὕτω παραγόμενοι ἡχοὶ φαίνονται εἰς ἡμᾶς διάφοροι, ὀξύτεροι ἢ βαρύτεροι, καθ' ὅσον τὸ παράγον αὐτοὺς ἡχητικὸν σῶμα ἐκτελεῖ ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ μεγαλείτερον ἢ μικρότερον ἀριθμὸν παλμῶν. Ἡ ἐκ διαφόρου λοιπὸν ἀριθμοῦ παλμῶν παραγομένη ἐν ἡμῖν διάφορος ἐντύπωσις ἀποτελεῖ ἰδιαιτέρον τινα διακριτικὸν τοῦ ἡχου χαρακτηριστῆρα, ὅστις ὠνομάσθη ὕψος αὐτοῦ.

Δύο ὑφ' ὁποῖωνδῆποτε σωμάτων παραγόμενοι ἡχοὶ λέγονται ἰσοῦφεις, ὅταν τὰ παράγοντα αὐτοὺς σώματα ἐκτελῶσιν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμῶν, ἐκ δύο δὲ ἡχων, ὑφ' ὁποῖωνδῆποτε σωμάτων παραγομένων, ὀξύτερος καλεῖται ἐκείνος, ὅστις παράγεται ὑπὸ περισσοτέρου ἀριθμοῦ παλμῶν. Ἐπομένως ἡχός τι δύναται νὰ ἦναι ὀξύτερος πρὸς τινα ἄλλον καὶ βαρύτερος πρὸς ἕτερον, καθὼς καὶ σῶμά τι δύναται νὰ ἦναι θερμότερον ἐτέρου καὶ ψυχρότερον ἄλλου.

Ἐντασις τοῦ ἡχου. — Καλεῖται ἔντασις τοῦ ἡχου ἡ ἰσχύς, μεθ' ἧς τὰ διαδίδοντα αὐτὸν ἡχητικὰ κύματα ἐνεργοῦσιν ἐπὶ τοῦ ὀργάνου ἡμῶν. Ἡ ἔντασις λοιπὸν τοῦ ἡχου ἐξαρτᾶται μόνον ἐκ τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν τοῦ παράγοντος αὐτὸν σώματος καὶ οὐδόλως ἐκ τοῦ ἀριθμοῦ αὐτῶν· ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ὁ αὐτὸς ἡχος ἢ δύο διάφοροι ἡχοὶ δύνανται νὰ ἦναι ἰσοῦφεις, καὶ ὁ εἷς τούτων νὰ ἦναι ἀσθενέστερος ἢ ἰσχυρότερος τοῦ ἐτέρου. Παραδείγματος χάριν, ἐὰν διὰ τινος τεταμένης χορδῆς παραγάγωμεν ἡχόν τινα, οὗτος, ἐνῷ διατηρεῖ ἐπὶ τινα χρόνον τὸ αὐτὸ ὕψος, τουτέστιν ἐνῷ ἡ χορδὴ ἐκτελεῖ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν παλμῶν, καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀσθενέστερος, καθ' ὅσον τὰ πλάτη τῶν παλμῶν αὐτῆς βαίνουσιν ἐλαττούμενα.

Ἐκτὸς τοῦ πλάτους τῶν παλμῶν ἡ ἔντασις τοῦ ἡχου ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ πολλῶν καὶ διαφόρων ἄλλων αἰτίων. Ἡ ἔντασις π. χ. τοῦ ἐν ἀνεῳχτῷ ἀέρι παραγομένου ἡχου ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεως τοῦ ἡχοῦντος σώματος, ἐκ τῆς πυκνότητος τοῦ ἐν ᾧ ὁ ἡχος παράγεται ἀέρος, ἐκ τῆς διευσθύνσεως τῶν βρυμάτων αὐτοῦ, καὶ ἐπὶ τέλους ἐξ ἄλλων παρακειμένων ἡχητικῶν σωμάτων.

Γνωρίζομεν τῷ ὄντι ἐκ πείρας, καὶ εἵπομεν ἀνωτέρῳ (317) τὸν λόγον, δι' ὃν ὁ αὐτὸς ἡχος φαίνεται ἀσθενέστερος, καθ' ὅσον ἀπομακρυ-

νόμειθα ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀπὸ τοῦ ἡχοῦντος σώματος. Ἀποδεικνύεται δὲ θεωρητικῶς τε καὶ πειραματικῶς, ὅτι ἡ ἔντασις τοῦ ἡχου εἶναι κατ' ἀντίστροφον λόγον τοῦ τετραγώνου τῆς ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεως τοῦ ἡχοῦντος σώματος. Τουτέστιν, ἐὰν παραγάγωμεν ἡχόν τινα καὶ συγχρόνως εἰς διπλασίαν, τριπλασίαν κτλ. ἀπόστασιν τέσσαρας, ἐννέα, κτλ. ἡχους, ἴσους τῷ πρώτῳ, θέλομεν εὑρεῖν ὅτι ἡ ἔντασις τῶν συγχρόνως παραγομένων τεσσάρων, ἐννέα κτλ. τελευταίων θέλει εἶναι ἴση μὲ τὴν ἔντασιν τοῦ πρώτου.

Εὐκόλως πρὸς τούτοις δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν τὴν ἐπὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ παραγομένου ἡχου ἐπιρροίαν τῆς πυκνότητος τοῦ ἐν ᾧ ὁ ἡχος παράγεται ἀέρος. Εἶδομεν τῷ ὄντι προηγουμένως (345), ὅτι καθ' ὅσον ἀραιούμεν τὸν ἐν τῷ κώδωνι Κ περιεχόμενον αἶρα, ὁ ἐν αὐτῷ παραγόμενος ἡχος καθίσταται ἐπὶ μᾶλλον καὶ μᾶλλον ἀσθενέστερος. Ὡσαύτως, ἐὰν ἀντὶ αἵματος θέσωμεν ἐν τῷ κώδωνι ὑδρογόνον, οὗτινος τὸ εἰδικὸν βάρος εἶναι $14^{1/2}$ μικρότερον τοῦ αἵματος, ὁ παραγόμενος ὑπὸ τοῦ κωδωνίσκου κ ἡχος εἶναι πολὺ ἀσθενέστερος, ἂν τὸ αἷριον ὑφίσταται τὴν αὐτὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν. Τοῦναντίον δέ, ἐν τῷ ἀνθρακικῷ ὀξεί, οὗτινος τὸ εἰδικὸν βάρος εἶναι 1,529 ὡς πρὸς τὸ τοῦ αἵματος, ἡ ἔντασις τοῦ παραγομένου ἡχου εἶναι μεγαλειτέρα. Ἐνεκα δὲ τῆς μεγάλης ἐπὶ τῶν ὑψηλῶν ὁρέων ἀραιώσεως τοῦ αἵματος ὁ κρότος πυροβόλου μόλις καθίσταται ἐπαισθητός, καὶ οἱ ἀεραυταὶ μόλις ἀκούουσι τὴν φωνὴν αὐτῶν (440).

Ὅτι δὲ τὰ ρεύματα τοῦ αἵματος μεταβάλλουσιν ἐπαισθητῶς τὴν ἔντασιν τοῦ ἡχου, γνωρίζομεν τοῦτο ἐκ τῆς καθημερινῆς ἡμῶν πείρας. Ὅταν πνέῃ σφοδρὸς ἄνεμος, πρέπει νὰ ὁμιλῶμεν δυνατώτερα, ὥπως ἀκουώμεθα, καὶ πρὸς τούτοις γνωρίζομεν ὅτι ἀκούομεθα εὐκολώτερον, ὅταν ὁ ἡχος βαίνει κατὰ τὴν φορὰν τῶν ρευμάτων τοῦ πνέοντος ἀνέμου ἢ κατ' ἐναντίαν αὐτῶν φορὰν.

Τελευταῖον πρὸς ἀπόδειξιν τῆς ἐπὶ τῆς ἐντάσεως τοῦ ἡχου ἐπιρροίας τῶν πλησίον κειμένων ἡχητικῶν σωμάτων, ἀρκεῖ νὰ παραγάγωμεν ἡχόν τινα διὰ τινος τεταμένης καὶ μεμονωμένης ἀπὸ τινος ἡχητικοῦ σώματος χορδῆς, καὶ νὰ ἀναπαραγάγωμεν τὸν αὐτὸν ἡχον, τουτέστιν ἡχον τοῦ αὐτοῦ ὕψους, τείνοντες τὴν αὐτὴν χορδὴν ἐπὶ τινος κιθάρας ἢ βιολίου. Θέλομεν δὲ ἰδεῖ, ὅτι ἐν τῇ δευτέρᾳ περιπτώσει ὁ ἡχος αὐτῆς εἶναι πολὺ ἰσχυρότερος τοῦ ἐν τῇ πρώτῃ, διότι αἱ λεπταὶ παρειαὶ τοῦ κιθωτίου τῆς κιθάρας ἢ τοῦ βιολίου καὶ ὁ ἐν αὐτοῖς περιεχόμενος ἀὴρ συμπύκνουνται ὁμοιοτρόπως μετὰ τῆς χορδῆς, καὶ αὐξάνουσιν οὕτω τὴν ἔντασιν τοῦ ὑπ' αὐτῆς παραγομένου ἡχου.

Ποῖον τοῦ ἡχου. — Καλεῖται ποῖον τοῦ ἡχου (limbre du son) ὁ ἰδιαιτέρος αὐτῶν χαρακτήρ, δι' οὗ διακρίνονται ἀπ' ἀλλήλων δύο ἰσοῦ-

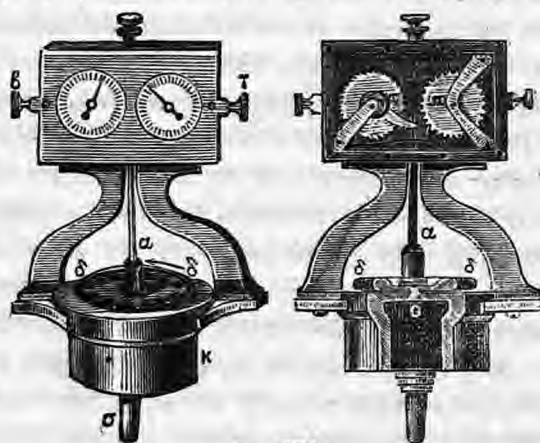
φεῖς καὶ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως ἤχοι, παραγόμενοι ὑπὸ δύο διαφόρων ὀργάνων. Ἐνεκα τοῦ ποιοῦ τοῦ ἤχου διακρίνομεν ἀπ' ἀλλήλων τὸν ἤχον τῆς κιθάρας ἀπὸ τοῦ ἰσοῦψοῦς καὶ τῆς αὐτῆς ἐντάσεως ἤχου παντὸς ἄλλου μουσικοῦ ὀργάνου, π. χ. τοῦ βιολίου, τοῦ κλειδοκυμβάλου κτλ. Ἐνεκα τούτου αἱ φωναὶ τῶν διαφόρων ἀνθρώπων φαίνονται εἰς ἡμᾶς διάφοροι, καὶ ἡ φωνὴ τοῦ αὐτοῦ ἀτόμου εἶναι διάφορος κατὰ τὰς διαφοροὺς αὐτοῦ ἡλικίας. Φαίνεται δὲ ὅτι τὸ διάφορον ποιὸν τῶν ἤχων παράγεται ἐκ τοῦ διαφοροῦ τρόπου, καθ' ὃν τὰ ἡχοῦντα σώματα ἐκτελοῦσι τὰς ἰσας κατὰ τὸν ἀριθμὸν καὶ τὸ πλάτος παλμικὰς αὐτῶν κινήσεις, ἀλλὰ τὰ γενόμενα πρὸς ἀπόδειξιν τούτου πειράματα δὲν ἐβεβαίωσαν μέχρι τοῦδε ἀνκμψιβεητήτως τὴν λίαν πιθανὴν ταύτην ὑπόθεσιν.

320. ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΤΑΣΥ ΨΟΦΟΥ ΚΑΙ ΚΡΟΤΟΥ ἢ ΨΟΦΟΥ. — Ὁ κρότος ἢ ψόφος δὲν διαφέρει τοῦ καλουμένου ἤχου ἢ μουσικοῦ ἤχου, εἰμὴ κατὰ τοῦτο, ὅτι ὁ μὲν ἤχος εἶναι ἡ ἐν ἡμῖν παραγομένη συνεχὴς ἐντύπωσις ἐκ τῆς ἐπὶ τινι χρόνον διαρκείας τῶν παλμικῶν κινήσεων τοῦ ἡχητικοῦ σώματος, ἐνῶ ὁ κρότος ἢ ψόφος παράγεται ἐκ τῆς ἀκαριαίας, οὕτως εἰπεῖν, παλμικῆς κινήσεως τῶν παραγόντων αὐτὸν σωμάτων ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ὁ κρότος ἢ ψόφος εἶναι ἤχος, οὕτινος τὸ οὖς ἡμῶν δὲν δύναται νὰ διακρίνῃ τὸ μουσικὸν ὕψος. Ὁ κρότος π. χ. τοῦ τηλεβόλου εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ἀκαριαίας ἐκπυρσοκροτήσεως τῆς ἐν αὐτῷ πυρίτιδος· ὡσαύτως ὁ κρότος δύο συγκρουομένων σωμάτων παράγεται ἐκ τῆς ἀκαριαίας παλμικῆς κινήσεως, εἰς ἣν τίθενται τὰ στιγμιαίως συγκρουσθέντα μέρη αὐτῶν. Ὅτι δὲ ὁ ἀνωτέρω δοθεὶς λόγος εἶναι ἀληθὴς ἀποδεικνύεται καὶ ἐκ τοῦ ὅτι πολλοὶ διαδοχικοὶ κρότοι, παραγόμενοι καταλλήλως ὑπὸ διαφόρων κατὰ τὸ μέγεθος σωμάτων, δύνανται νὰ ἀποτελέσωσι μουσικὴν συμφωνίαν. Οὕτως εἰς τὰ πλείστα τῶν τῆς Φυσικῆς σπουδαστηρίων ὑπάρχει συλλογὴ ὀκτὼ διαφόρων κατὰ τὸ μέγεθος τεμαχίων ξύλου, ἅτινα ῥιπτόμενα διαδοχικῶς κατὰ τινὰ τάξιν παράγουσι τοὺς διαδοχικοὺς ἤχους τῆς μουσικῆς κλίμακος. Κρότος ἢ ψόφος δύναται νὰ παραχθῇ καὶ ἐκ πολλῶν μουσικῶν ἡχῶν ἀκαταλλήλως συμπαρογομένων ἢ διαφωνούντων, ὡς π. χ. ὁ κρότος τῆς βροντῆς, ὁ φλοῦσθος τῶν κυμάτων κτλ.

321. ΠΑΛΜΟΜΕΤΡΑ. — Ὀνομάζονται οὕτω τὰ ὄργανα, δι' ὧν μετρεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμῶν, οὓς ἐκτελεῖ ἐν τινι χρόνῳ τὸ παράγον ὠρισμένον ἤχον ἡχητικὸν σῶμα. Τοιαῦτα ἐπενοήθησαν τέσσαρα· τὸ τοῦ Δουαμιέλ, ὃπερ καλεῖται καὶ παλμοσκόπιον, τὸ τοῦ Cagniard de Latour, ὃπερ ὀνομάζεται καὶ ἀκουστικὴ σειρὴν ἢ ἀπλῶς σειρὴν, οἱ ὀδοῦ τῶτοί ἐτροχοὶ τοῦ Σαβάρ (Savart), καὶ τὸ φωναντογράφων τοῦ Σκότ.

(Scoll). 'Αλλ' ἐνταῦθα θέλομεν περιορισθῇ εἰς μόνην τὴν περιγραφὴν καὶ τὸν τρόπον τῆς χρήσεως τῆς σειρήνης.

322. ΣΕΙΡΗΝ. — Τὸ ὄργανον τοῦτο παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 274 καὶ ὠνομάσθη οὕτω, διότι ἤχει καὶ ἐντὸς τοῦ ὕδατος εὐρισκόμενον. Τὸ μὲν πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ σχήματος εὐρισκόμενον μέρος παριστᾷ τὸ ὅλον τοῦ ὄργανου, τὸ δὲ πρὸς τὰ δεξιὰ κάθετον αὐτοῦ ἐντομήν. Ἀποτελεῖται δὲ ἐκ τινος ὀρειχαλκίνου κυλίνδρου K , οὗτινος ἡ ἄνω βάσις φέρει ἀριθμὸν τινα ἴσων κυκλικῶν ὁπῶν εἰς ἴσας ἀπ' ἀλλήλων καὶ ἀπὸ τοῦ κέντρου ἀποστάσεις κειμένων. Ἐπὶ τοῦ κέντρου τῆς αὐτῆς βάσεως στηρίζεται κινητὸς τις κάθετος ἄξων a , φέρων δίσκον τινα $\delta\delta$ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτῆς ἀπόστασιν. Ὁ δίσκος οὗτος $\delta\delta$ φέρει τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ἴσων κυκλικῶν ὁπῶν ὁμοιοτρόπως ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ διατεθειμένων, εἰς τρόπον ὥστε, ὅταν μία τούτων ἀντιστοιχῇ εἰς μίαν τῶν ὑποκειμένων τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου K , καὶ αἱ λοιπαὶ τοῦ πρώτου νὰ ἀντιστοιχῶσιν εἰς τὰς λοιπὰς τῆς αὐτῆς βάσεως. Αἱ ὁπαὶ τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου K δὲν εἶναι κάθετοι ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτῆς, ἀλλὰ κεκλιμέναι, καθὼς καὶ αἱ τοῦ δίσκου $\delta\delta$, μὲ μόνην τὴν διαφοράν, ὅτι αἱ τοῦ δίσκου $\delta\delta$ εἶναι ἀντιθέτως κεκλιμέναι ὡς πρὸς τὰς ὑποκειμένας, εἰς τρόπον ὥστε, ὅταν δύο ὁπαὶ αὐτῶν ἀντιστοιχῶσιν,



Σχ. 274

αὗται εἶναι διατεθειμέναι ὡς παριστᾷ τὸ μέρος σ τῆς πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ σχήματος ἐντομῆς. Ὁ ἄξων a φέρει πρὸς τὸ ἄνω αὐτοῦ μέρος ἀτελεύτητον κοχλίαν, οὗτινος αἱ σπείραι συνέχονται μετὰ τῶν ὀδόντων τροχίσκου τινὸς τ , εἰς τρόπον ὥστε, ὅταν ὁ ἄξων a ἐκτελῇ ὁλόκληρον περιστροφὴν, ὁ τροχίσκος τ περιστρέφεται κατὰ μίαν τῆς περιφερείας αὐτοῦ ὑποδιαίρεσιν ἢ καθ' ἓνα ὀδόντα. Ὁ τροχίσκος τ φέρει κατὰ τὸ κέντρον αὐτοῦ μικρὸν δαχτύλιον, οὗτινος τὸ ἄκρον δύναται νὰ εἰσέλθῃ

μεταξύ δύο διαδοχικῶν ὀδόντων τοῦ παρακειμένου τροχίσκου π , καὶ νὰ περιστρέψῃ αὐτὸν κατὰ μίαν τῆς περιφερείας αὐτοῦ ὑποδιαίρεσιν, ὅταν ὁ τροχίσκος τ ἐκτελῇ ὁλόκληρον περὶ τὸν ἄξονα αὐτοῦ περιστροφὴν. Τέλος δὲ οἱ τροχίσκοι τ καὶ π φέρουσιν ἐπὶ τῶν ἄξόνων αὐτῶν δείκτας, οἵτινες περιστρεφόμενοι ἐπὶ περιφερειῶν, διηρημένων εἰς τόσα ἴσα μέρη, ὅσοι εἶναι οἱ ὀδόντες τῶν φερόντων αὐτοὺς τροχίσκων, δεικνύουσι κατὰ πρόσους ὀδόντας περιστράφη ἑκάτερος τούτων. Ἡ φέρουσα τοὺς τροχίσκους τ καὶ π πλὰξ δύναται νὰ λάβῃ μικράν τινα πρὸς τὰ δεξιὰ ἢ ἀριστερὰ κίνησιν πιεζομένων τῶν ὠθητήρων θ ἢ γ . Ὅταν πιέζεται ὁ θ , οἱ ὀδόντες τοῦ τροχίσκου τ εἰσέρχονται ἐντὸς τῶν σπειρῶν τοῦ κοχλίου τοῦ ἄξονος α , καὶ ὁ σύνδεσμος αὐτῶν ἀποκαθίσταται· ὅταν δὲ πιέζεται ὁ γ , ὁ τροχίσκος τ φέρεται πρὸς τὰ ἀριστερά, καὶ ὁ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τοῦ κοχλίου σύνδεσμος διακόπτεται· εἰς τρόπον ὥστε ὁ ἄξων α δύναται τότε νὰ περιστρέφῃται, χωρὶς ὁ τροχίσκος τ νὰ συμμετέχῃ τῆς κινήσεως αὐτοῦ.

Τούτων οὕτως ἐχόντων, μᾶς μένει νὰ δεῖξωμεν πῶς διὰ τοῦ ὀργάνου τούτου παράγεται ἡχὸς τις, καὶ πῶς μετρεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν παλμικῶν κινήσεων τοῦ ἀέρος, ὁ ἀντιστοιχῶν εἰς τὸν παραχθέντα ἡχον.

Πρὸς παραγωγὴν ἡχου ἐμφυσᾶται διὰ τινος φυσητηρίου ἐν τῷ κυλίνδρῳ K διὰ τοῦ σωλῆνος σ ρεῦμα ἀέρος, ὅπερ τείνει νὰ ἐξέλθῃ διὰ τῶν ὀπῶν τῆς ἄνω αὐτοῦ βάσεως. Ἐπειδὴ δὲ ἡ ἄνω αὐτοῦ βάση καλύπτεται ὑπὸ τοῦ δίσκου $\delta\delta$, ὁ ἐμφυσώμενος ἀὴρ δὲν δύναται νὰ ἐξέλθῃ, εἰμὴ ὅταν αἱ ὀπαὶ τοῦ δίσκου $\delta\delta$ ἀντιστοιχῶσι πρὸς τὰς ὑποκειμένας τῆς βάσεως ὀπάς. Ἄλλ' ὅταν αἱ ὀπαὶ τοῦ δίσκου $\delta\delta$ ἀντιστοιχῶσι πρὸς τὰς ὑποκειμένας ὀπάς τῆς βάσεως, ὡς παριστᾷ τὸ μέρος σ τοῦ πρὸς τὰ δεξιὰ σχήματος, ὁ ἐξερχόμενος ἀὴρ πιέζει ἐν ἐκάστῃ ὀπῇ πλαγίως τὸν δίσκον $\delta\delta$, καὶ παράγονται οὕτω πιέσεις, ὧν αἱ ὀριζόντιοι συνιστῶσαι τείνουσι νὰ περιστρέψωσι τὸν δίσκον $\delta\delta$ κατὰ τὴν φορὰν τοῦ παρακειμένου βέλους. Ἄλλ' ἂμ' ὥς ὁ δίσκος περιστραφῇ κατὰ τι, αἱ ὀπαὶ αὐτοῦ δὲν ἀντιστοιχοῦσι πλέον πρὸς τὰς ὑποκειμένας, καὶ τὸ ρεῦμα τοῦ δι' αὐτῶν ἐξερχομένου ἀέρος διακόπτεται. Ὅταν δὲ τὸ ρεῦμα διακοπῇ, τότε ὁ ἐκτὸς ἀὴρ, ἕνεκα τῆς ἰδίας αὐτοῦ ἐλαστικότητος, ἐπανέρχεται πρὸς τὰ ὀπίσω, καὶ παράγεται ἐπομένως ἐντεῦθεν παλμικὴ τις ἐν αὐτῷ κίνησις. Ἄλλ' ἐξακολουθοῦντος τοῦ δίσκου $\delta\delta$, ἕνεκα τῆς κτηθείσης αὐτοῦ ταχύτητος, τὴν κατὰ τὴν φορὰν τοῦ βέλους περιστροφικὴν αὐτοῦ κίνησιν, αἱ ὀπαὶ αὐτοῦ φέρονται πάλιν ἐπὶ τῶν ὀπῶν τῆς ἄνω βάσεως τοῦ κυλίνδρου K ἐντεῦθεν νέα ἔξοδος τοῦ ἐν τῷ κυλίνδρῳ ὑπὸ τοῦ φυσητηρίου εἰσαγομένου ἀέρος, νέα δὲ ἐπὶ τοῦ δίσκου $\delta\delta$ πρὸς περιστροφὴν ὡς καὶ νέα διακοπὴ τοῦ παραχθέντος ρεύματος, ἐπομέ-

ως νέα παλμική κίνησις τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Ἐάν λοιπὸν τὸ ὑπὸ τοῦ φουσητηρίου διὰ τοῦ σωλήνος σ εἰσαγόμενον ἐν τῷ κυλίνδρῳ Κ ρεῦμα τοῦ ἀέρος ᾖναι ἀρκετὰ ἰσχυρόν, ὁ δίσκος δδ θέλει λάβει ταχεῖαν τινα περιστροφικὴν κίνησιν, δι' ἧς θέλουσι παραχθῆ, ὡς προεξηγήσαμεν, ἐν τῷ ἐξωτερικῷ ἀέρι παλμικαὶ κινήσεις ἀρκετὰ ταχεῖαι, ὅπως παραγάγωσιν ἤχόν τινα, οὗτινος εὐρίσκομεν διὰ τοῦ αὐτοῦ ὄργανου τὸν ἀριθμὸν τῶν δι' ὧν παράγεται παλμικῶν τοῦ ἀέρος κινήσεων ὡς ἐξῆς.

Πρὸς τοῦτο ἂς ὑποθέσωμεν ἐν πρώτοις, ὅτι ἡ ἄνω βάσις τοῦ κυλίνδρου Κ φέρει 12 ὀπὰς καὶ ὁ δίσκος δδ μίαν μόνην. Ὄταν ὁ δίσκος δδ ἐκτελέσῃ μίαν περιστροφὴν, ὁ ἀὴρ τοῦ κυλίνδρου Κ θέλει ἐξέλθαι καὶ διακοπῇ 12^{κις} διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ δίσκου δδ, καὶ θέλουσιν ἐπομένως παραχθῆ ἐν τῷ ἐξωτερικῷ ἀέρι 12 παλμικαὶ κινήσεις. Ὄταν τώρα ὁ δίσκος δδ φέρῃ 12 ὀπὰς καὶ ἐκτελέσῃ πάλιν μίαν περιστροφὴν, προφανῶς ὁ ἀὴρ τοῦ κυλίνδρου θέλει πάλιν ἐξέλθαι καὶ διακοπῇ 12^{κις} (διότι 12^{κις} καὶ πάλιν αἱ ὀπαὶ αὐτοῦ ἀντιστοιχοῦσι πρὸς τὰς ὑποκειμένας), ἀλλὰ ἐν τῇ δευτέρᾳ ταύτῃ περιπτώσει ὁ ἀὴρ τοῦ κυλίνδρου Κ θέλει ἐξέρχεσθαι συγχρόνως καὶ ἐκ τῶν 12 αὐτοῦ ὀπῶν, ἐπομένως ἡ ἐντεῦθεν ἐν τῷ ἐξωτερικῷ ἀέρι παραγομένη παλμικὴ κίνησις θέλει εἶναι πολὺ ἰσχυροτέρα ἢ πρότερον, καὶ ὁ παραγόμενος ἤχος τοῦ αὐτοῦ μὲν ὕψους, ἀλλὰ μεγαλειτέρας ἐντάσεως. Τούτων δὲ τεθέντων, ἂς ὑποθέσωμεν ὅτι οἱ δεικται τῶν τροχίσκων τ καὶ π εὐρίσκονται ἐπὶ τοῦ Θ τῶν διτρημένων αὐτῶν περιφερειῶν, καὶ ὅτι ὁ τροχίσκος τ φέρει 400 ὁδόντας. Ἐάν, ἐνῶ ἡ σειρὴν παράγῃ ἤχόν τινα σταθεροῦ ὕψους, φέρωμεν πρὸς τὰ δεξιὰ τοὺς τροχίσκους τ καὶ π καὶ μετὰ τινα χρόνον, π. χ. μετὰ 4 λεπτά καὶ 15 δευτερόλεπτα, ἤτοι μετὰ 255 δευτερόλεπτα, εὐρωμεν ὅτι ὁ μὲν δεικτής τοῦ τροχίσκου τ εὐρίσκεται ἐπὶ τῆς 95^{ης} διαιρέσεως, ὁ δὲ τοῦ π ἐπὶ τῆς 22^{ης}, ὁ ἀριθμὸς τῶν περιστροφῶν τοῦ δίσκου δδ θέλει εἶναι $22 \times 100 + 95$ ἤτοι 2295 καὶ ἐπειδὴ εἰς ἐκάστην περιστροφὴν τοῦ δίσκου γίνονται ἐν τῷ ἀέρι 12 κυμάνσεις, ὁ ἀριθμὸς τῶν παραγόντων τὸν ἤχον τοῦτον παλμικῶν τοῦ ἀέρος κινήσεων θέλει εἶναι κατὰ τὰ προλεχθέντα ἐν διαστήματι 255 δευτερολέπτων ἴσος μὲ 2295×12 , ἤτοι 27540, ἐπομένως ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ ἴσος μὲ $\frac{27540}{255}$, ἤτοι μὲ 108.

Ὄταν δὲ διὰ τῆς σειρῆνος θέλωμεν νὰ εὐρωμεν ἐκ πόσων παλμικῶν κινήσεων παράγεται ὠρισμένος τις ἤχος, ἀναπαράγομεν πρῶτον δι' αὐτῆς τὸν αὐτὸν ἤχον, ταυτέστιν ἤχον τοῦ αὐτοῦ ὕψους, κανονίζοντες καταλλήλως τὴν δύναμιν τοῦ φουσητηρίου, ἔπειτα εὐρίσκομεν ὡς προεξεθέσαμεν τὸν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ ἀντιστοιχοῦντα ἀριθμὸν τῶν παλμικῶν τοῦ ἀέρος κινήσεων, ὅστις προφανῶς θέλει παριστᾶ τὸν ἐν ἐνὶ δευ-

τερολέπτῳ ἀριθμὸν τῶν παλμῶν τοῦ παράγοντος τὸν δεδομένον ἦχον σώματος.

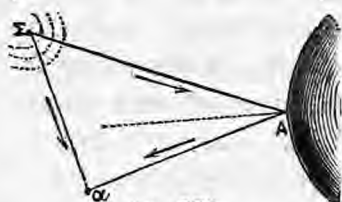
323. ΟΡΙΟΝ ΤΩΝ Αἴσθητων ἡχῶν. — Ὁ Σαβῆρ εὔρε διὰ τοῦ ὑπ' αἰ- τοῦ ἐπινοηθέντος ὀργάνου (321) ὅτι ὁ μὲν βαρύτερος αἰσθητὸς ἦχος παράγεται ὑπὸ 8 ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ παλμῶν τοῦ ἡχοῦντος σώματος, ὁ δὲ ὀξύτερος ὑπὸ 24000. Ὁ Δεπρὲ αὐξήσας τὴν ἔντασιν τοῦ παραγο- μένου ἡχου, χωρὶς νὰ μεταβάλλῃ τὸ ὕψος αὐτοῦ, ἐπεξέτεινε τὸ δεύτερον ὄριον μέχρις 36850 παλμῶν, παραδεχόμενος διὰ τὸ πρῶτον 16 παλ- μούς ἀντὶ 8. Ἐν τούτοις τὰ ἀνωτέρω δύο ὄρια ἐξαρτῶνται καὶ ἐκ τῆς τοῦ ὠτὸς τοῦ ἀκροατοῦ εὐαισθησίας, ἐπομένως εἶναι διάφορα κατὰ τὰς ἐν ἐκάστῳ διαφοροῦς τοῦ ὀργάνου τούτου τελειότητας· εἶναι δὲ πολὺ πιθανὸν νὰ παραχθῶσιν ὑπὸ περισσοτέρων ἢ ὀλιγωτέρων παλμῶν αἰσθη- τοὶ ἦχοι, ἂν ᾦτο δυνατόν νὰ δοθῇ εἰς τούτους μεγαλειτέρα ἔντασις.

324. ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ἡχοῦ. — Καὶ αἱ ἡχητικαὶ ἀκτῖνες, καθ' ἃς ὁ ὑπὸ σώματός τινος παραγόμενος ἦχος διαδίδεται, ὅταν προσπί- πτωσιν ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου ἐπιφανείας στερεοῦ τινος σώματος ἀντανα- κλῶνται, ὅπως καὶ αἱ θερμαντικαὶ καὶ κατὰ τοὺς αὐτοὺς νόμους (494, Σχ. 156). Τουτέστιν, ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι Α εἶναι τὸ παράγον τὸν ἦχον σῶμα, ἡ ἡχητικὴ ἀκτὶς ΑΒ, ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου ἐπιφανείας εε προσπίπτουσα, ἀντανεκλάται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς ΒΓ, ἥτις κεῖται ἐν τῷ διὰ τῆς καθέτου ΒΔ διερχομένῳ ἐπιπέδῳ ΑΒΔ, καὶ σχηματίζει μετὰ τῆς καθέτου ΒΔ τὴν γωνίαν α τῆς ἀντανεκλάσεως ἴσην τῇ γωνίᾳ π τῆς προσπτώσεως.

Οἱ ἀνωτέρω δύο νόμοι ἀποδεικνύονται θεωρητικῶς τε καὶ πειραμα- τικῶς. Διὰ τὴν πειραματικὴν αὐτῶν ἀπόδειξιν δυνάμεθα νὰ κάμωμεν χρῆσιν τῶν κοίλων σφαιρικῶν κατόπτρων Κ καὶ Κ' τοῦ σχήματος 159. Ἐὰν θέσωμεν ταῦτα εἰς ἀπόστασιν 10 ἕως 12 ἀπ' ἀλλήλων μέτρων καὶ εἰς μὲν τὴν ἐστίαν Ε τοῦ Κ, ἀντὶ πεφυρακτωμένων ἀνθράκων, ὥρο- λόγιον, εἰς δὲ τὴν ἑτέραν ἐστίαν Ε' τοῦ Κ', ἀντὶ εὐφλέκτου τινὸς ὕλης, τὸ οὗς ἡμῶν, θέλομεν ἀκούει εὐκρινῶς τὸν κρότον τοῦ ὥρολογίου, ἐνῶ δι' ἄλλους ἀκροατάς, πλησιέστερον αὐτοῦ εὐρισκομένους, ὁ ὑπ' αὐτοῦ παραγόμενος κρότος εἶναι ὅλως ἀνεπαίσθητος. Ὑπάρχει ἐν Παρισίοις ἐν τῇ Ἀποθήκῃ τῶν τεχνῶν καὶ ἐπαγγελημάτων τετράγωνός τις αἵθουσα ἀρκετὰ μεγάλη, ἥς ὁ θόλος εἶναι οὕτω κατεσκευασμένος, ὥστε δύο ἄ- τομα, τοποθετούμενα εἰς δύο ἀπέναντι γωνίας καὶ ἔχοντα τὸ πρόσω- πον αὐτῶν ἐστραμμένον πρὸς ταύτας, δύνανται νὰ συνδιαλέγωνται με- φωνὴν τόσῳ χαμηλῇ, ὥστε οὐδεὶς τῶν μεταξὺ αὐτῶν εὐρισκομένων ἀκροατῶν νὰ ἀκούῃ τι τῶν λεγομένων· διότι αἱ ἐν τῇ ἑτέρᾳ τῶν γωνιῶν παραγόμεναι ἡχητικαὶ ἀκτῖνες ἀντανεκλῶνται οὕτως ὑπὸ τοῦ σχήμα-

τος τοῦ θόλου, ὥστε συγκεντρῶνται ἅπασαι πρὸς τὸ μέρος τῆς ἀντικειμένης γωνίας.

325. ΗΧΩ ΚΑΙ ΑΝΤΗΧΗΣΙΣ. — Ὅταν σῶμά τι Σ παράγῃ ἤχόν τινα, οὗτος διαδίδεται καθ' ἀπάσας τὰς διευθύνσεις καὶ φθάνει μέχρι τοῦ ἀκροατοῦ α κατὰ τὴν διεύθυνσιν Σα (Σχ. 275). Ἀλλ' ἐὰν ἑτέρα τις ἡχητικὴ ἀκτὶς ΣΑ ἀπαντήσῃ πρόσκομμά τι Α, αὕτη ἀντανακλωμένη κατὰ τοὺς ἀνωτέρω ἐκτεθέντας δύο νόμους, δύναται νὰ ἐπανέλθῃ πρὸς



Σχ. 275

τὸν αὐτὸν ἀκροατὴν α κατὰ τὴν διεύθυνσιν Αα. Ὁ ἀκροατὴς λοιπὸν α θέλει ἀκούσει δις τὸν αὐτὸν ἤχον, ἐὰν τὸ ἄθροισμα τῶν ἀποστάσεων ΣΑ καὶ Αα ὑπερέχῃ τὴν ἀπόστασιν Σα κατὰ μέγεθος, ὅπερ, ἵνα διανύσῃ ὁ ἤχος, χρειάζεται ἐπαρκῆ χρόνον, ὥστε τὸ οὖς τοῦ ἀκροατοῦ α νὰ δύ-

ναται νὰ ἀντιληφθῇ κατὰ μέρος τὰς κατὰ τὰς δύο διαφόρους διευθύνσεις Σα, Αα παρχομένους ὑπὸ τοῦ ἤχου ἐντυπώσεις. Ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει λέγουσιν ὅτι ὑπάρχει ἢ ἀποτελεῖται ἡχώ. Ἐὰν δὲ ἡ μεταξὺ τοῦ ἄθροίσματος ΣΑ + Αα καὶ Σα διαφορὰ διανύηται ὑπὸ τοῦ ἤχου εἰς χρόνον ἐλάσσονα τοῦ ἀπαιτουμένου πρὸς τὴν ὑπὸ τοῦ ἀκροατοῦ α εὐκρινῇ τῶν δύο ἤχων ἀντίληψιν, τότε λέγουσιν ὅτι ὑπάρχει ἢ ἀποτελεῖται ἀντήχησις. Ἐπειδὴ δὲ γνωρίζομεν ἐκ πείρας, ὅτι τὸ οὖς ἡμῶν δὲν δύναται νὰ ἀντιληφθῇ εὐκρινῶς περισσοτέρους τῶν 10 βραχέων ἤχων κατὰ δευτερόλεπτον καὶ περισσοτέρας τῶν 5 συλλαβῶν κατὰ τὸ αὐτὸ χρονικὸν διάστημα, συμπεραίνομεν ἐντεῦθεν ὅτι διὰ μὲν τοὺς βραχεῖς ἤχους ὑπάρχει ἡχώ, ὅταν ἡ διαφορὰ ΣΑ + Αα — Σα ᾖ ἰση ἢ μεγαλειτέρα τῶν 34 μέτρων, τουτέστιν τοῦ δεκάτου τῶν 340 μέτρων, ἅπερ ὁ ἤχος διανύει εἰς ἓν δευτερόλεπτον, καὶ ἀντήχησις, ὅταν ἡ διαφορὰ αὕτη ᾖ μικροτέρα τῶν 34 μέτρων· διὰ δὲ τοὺς συλλαβικοὺς ἤχους ἀποτελεῖται ἡχώ, ὅταν ἡ περὶ ἧς ὁ λόγος διαφορὰ ᾖ ἰση ἢ μεγαλειτέρα τῶν 68 μέτρων, τουτέστι τοῦ πέμπτου τῶν 340 μέτρων.

Ἐὰν τὸ παράγον τὸν ἤχον σῶμα ᾖ αὐτὸς ὁ ἀκροατὴς α, τότε ἡ μὲν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασις εἶναι σχεδὸν ἰση τῷ μηδενί, αἱ δὲ ἀποστάσεις ΣΑ, καὶ Αα ἴσαι. Ἐπομένως ὑπάρχει ἡχώ διὰ μὲν τοὺς βραχεῖς ἤχους, ὅταν ἡ ἀπὸ τοῦ ἀντανακλῶντος τὸν ἤχον σώματος Α ἀπόστασις τοῦ α ᾖ ἰση ἢ μεγαλειτέρα τῶν 17 μέτρων, τουτέστι τοῦ ἡμίσεως τῶν 34, διὰ δὲ τοὺς συλλαβικοὺς ἤχους, ὅταν ἡ περὶ ἧς ὁ λόγος ἀπόστασις ᾖ ἰση ἢ μεγαλειτέρα τῶν 34 μέτρων, τουτέστι τοῦ ἡμίσεως τῶν 68. Καὶ πάλιν προκειμένου περὶ συλλαβικῶν ἤχων, ἡ ἡχώ θέλει εἶναι μενοσείλατος, δισείλατος, τρισείλατος κτλ., ὅταν ἡ ἀπὸ

τοῦ Α ἀπόστασις τοῦ α ἴσῃ μὲ 17, 34, 54, κτλ. μέτρα· διότι τότε ἡ τελευταία συλλαβή, ἡ αἱ δύο τελευταῖαι, ἡ αἱ τρεῖς κτλ. θέλουσιν ἐπανελθεῖν κατὰ σειρὰν εἰς τὸν ἀκροατὴν, ἀφοῦ οὗτος παύσῃ τοῦ νὰ προσφέρῃ ἄλλας.

Ὅταν ὁ ἀκροατὴς α εὐρίσκηται ἐν τῷ μέσῳ δύο παραλλήλων τοίχων, ἀπεχόντων ἀπ' ἀλλήλων 34 περίπου μέτρα, καὶ προσφέρῃ μίαν συλλαβὴν ἐστραμμένον πρὸς ἓνα τούτων, ὁ ἦχος αὐτῆς, ἀντανακλώμενος διαδοχικῶς ὑφ' ἑκατέρου τῶν δύο τοίχων, δύναται νὰ ἐπανελθῇ πολλάκις πρὸς αὐτόν, καὶ οὕτω παράγεται ἡ πολυπληθὴς καλουμένη ἡχώ. Ὑπάρχει ἐν Ἰταλίᾳ ἡ καλουμένη ἡχώ τοῦ πύργου τῆς Σιμονέττας (Simonetta), ἥτις ἐπαναλαμβάνει, καθ' ἃ λέγουσι, πλέον ἢ τριακοντάκις τὸν παραχθέντα ἦχον. Εἰς Verdum τῆς Γαλλίας ὑπάρχουσι δύο πύργοι ἀπέχοντες ἀπ' ἀλλήλων 52 μέτρα καὶ ἀναπαράγοντες δωδεκάκις τὴν ἀπαγγελθεῖσαν συλλαβήν.

326. ΤΗΛΕΦΩΝΟΝ. — Καλεῖται οὕτω τὸ ὑπὸ τοῦ σχήματος 276 παριστώμενον ὄργανον, ὅπερ μεταβιβάζει εἰς μεγάλας ἀποστάσεις τὴν φωνὴν τοῦ δι' αὐτοῦ ὁμιλοῦντος, καὶ τοῦ ὁποίου γίνεται συνήθως χρῆσις ἐν θαλάσῃ, ὅπου ὁ φόφος τοῦ ἀνέμου καὶ ὁ κρότος τῶν κυμάτων καθιστῶσι δύσκολον τὴν δι' ἀπλῆς φωνῆς συνεννόησιν. Σύγκειται δὲ ἐκ τινος μακροῦ κωνικοῦ σωλήνος, φέροντος πρὸς τὸ ἐν τῶν ἄκρων αὐτοῦ



ΣΧ. 276

ἐπιστόμιον καὶ περατουμένου πρὸς τὸ ἕτερον ἐν εἴδει κώδωνος. Τὸ μὲν ἐπιστόμιον τοῦ ὄργανου εἶναι οὕτω κατεσκευασμένον, ὥστε δύναται νὰ ἐγκλείῃ τὰ χεῖλη τοῦ δι' αὐτοῦ ὁμιλοῦντος, χωρὶς νὰ ἐμποδίσῃ τὴν ἐλευθέραν αὐτῶν κίνησιν, τὸ δὲ ἐν εἴδει κώδωνος ἕτερον αὐτοῦ ἄκρον χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ ἐνισχύῃ οὐσιωδῶς τὴν φωνὴν τοῦ ὁμιλοῦντος, ἀλλὰ κατ' ἄγνωστόν τινα μέχρι τοῦδε τρόπον. Ἴσως διότι συμπάλλεται μετὰ τοῦ ἐντὸς παλλομένου ἀέρος οὕτως, ὥστε κατὰ τὴν ἐξοδὸν ν' αὐξάνῃ τὴν ἔντασιν τῶν ἐντὸς τοῦ παραχθέντος σωλήνος παλμῶν αὐτοῦ.

Πρὸς ἐξήγησιν δὲ τοῦ τρόπου τῆς διὰ τοῦ τηλεφώνου ἐνισχύσεως τῆς φωνῆς παρεδέχοντο κατ' ἀρχάς, ὅτι αἱ ἡχητικαὶ ἀκτῖνες, ἀντανακλώμεναι ἐπανειλημμένως ἐντὸς τοῦ κωνικοῦ σωλήνος, λαμβάνουσιν ἐπὶ τέλους ἐξερχόμεναι διεύθυνσιν σχεδὸν παράλληλον τῷ ἄξονι τοῦ κώνου, καὶ οὕτω μεταδίδουσι τὰς ἐν αὐτῷ παλμικὰς τοῦ ἀέρος κινήσεις εἰς μεγαλειτέρως ἀποστάσεις (347). Ἀλλ' ἀφ' ἧς ἐποχῆς παρετηρήθη α')

ὅτι καὶ διὰ κυλινδρικοῦ σωλήνος ἡ ἐνίσχυσις τῆς φωνῆς εἶναι σχεδὸν ἡ αὐτῇ, ἂν καὶ αἱ ἐν αὐτῷ ἐπανειλημμένως ἀντανακλῶμεναι ἤχηται αἱ ἀκτῖνες δὲν λαμβάνουσι διεύθυνσιν παράλληλον τῷ ἄξονι αὐτοῦ, καὶ β') ὅτι, ἐὰν ἡ ἐσωτερικὴ ἐπιφάνεια τοῦ κώνου καλυφθῇ ὑπὸ μαλλίνου ὑφάσματος, ἡ ἔντασις τῶν ἤχων δὲν μεταβάλλεται, ἂν καὶ ἡ ἐν τῷ κωνικῷ σωλήνι ἀντανάκλασις τῶν ἤχητικῶν ἀκτίνων αὐτοῦ, ἕνεκα τῆς ἀνωμάλου τοῦ ὑφάσματος ἐπιφανείας, ᾗναι ἀσθενεστάτη, ἀφ' ἧς, λέγομεν, ἐποχῆς παρατηρήθησαν ταῦτα, ἡ ἀνωτέρω ἐξήγησις κατέστη ἀπαράδεκτος, καὶ ἀντ' αὐτῆς παραδέχονται τὴν σήμερον, ὅτι οἱ ἤχοι ἐνισχύονται διὰ τοῦ τηλεφώνου, διότι ἀντὶ ὀλοκλήρου σφαίρας μὲν ἡ στήλη τοῦ ἐν τῷ ὄργανῳ ἀέρος δέχεται ὅλην τὴν διὰ τοῦ στόματος τοῦ λαλοῦντος παραγομένην παλμικὴν κίνησιν. Τούτου δ' ἕνεκα καὶ ἡ φωνὴ τοῦ λαλοῦντος ἐνισχύεται τοσούτῳ περισσότερον, ὅσῳ μακρύτερος εἶναι ὁ ἀποτελὼν τὸ ὄργανον τοῦτο κωνικὸς σωλήν.

327. **ΑΚΟΥΣΤΙΚΟΝ ΚΕΡΑΣ.** — Τὸ καλούμενον ἀκουστικὸν κέρας εἶναι ὄργανον ἔχον τὸ αὐτὸ περίπου σχῆμα μὲ τὸ προπεριγραφέν τηλεφώνον καὶ χρησιμεύει πρὸς ἐνίσχυσιν τοῦ ἤχου εἰς τοὺς ἔχοντας βαρεῖαν τὴν ἀκοήν· γίνεται δὲ χρῆσις αὐτοῦ τιθεμένου τοῦ ἄκρου ο ἐντὸς τοῦ ἀκου-



Σχ. 277

στικοῦ τοῦ ὠτὸς ἡμῶν πόρου καὶ διευθυνομένου τοῦ ἐτέρου Κ πρὸς τὸ μέρος τοῦ λαλοῦντος ἢ πρὸς τὸ ἀφ' οὗ φαίνεται ἐρχόμενος ὁ ἤχος (Σχ. 277).

Τὸ ἀκουστικὸν κέρας δὲν ἐνισχύει τὸν ἤχον διὰ τῆς ἀπὸ τοῦ Κ μέχρι τοῦ ο ἀντανάκλασεως καὶ συγκεντρώσεως τῶν ἐξωθεν εἰσερχομένων ἤχητικῶν ἀκτίνων, ὡς κατ' ἀρχὰς ἐνομήσθη, ἀλλὰ διὰ τῆς ἀπὸ πλατυτέρων στρωμάτων ἀέρος εἰς στενότερα μεταδόσεως τῶν συμπυκνώσεων καὶ ἀραιώσεων τῶν ἐξωθεν εἰσερχομένων ἤχητικῶν κυμάτων, τοῦθ' ὅπερ αὐξάνει προφανῶς τὰς συμπυκνώσεις τῶν στενοτέρων, καὶ κατὰ συνέπειαν τὴν ἔντασιν τῶν εἰσερχομένων ἤχων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΦΥΣΙΚΗ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΘΕΩΡΙΑ

328. **ΜΟΥΣΙΚΑ ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ.** — Καλεῖται μουσικὸν διάστημα ἡ ἀπλῶς διάστημα δύο ἤχων ὁ ἀριθμητικὸς λόγος τῶν ἀριθμῶν τῶν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ἀντιστοιχοῦντων παλμῶν. Ἐὰν π. χ. ὁ ὀξύτερος ἤχος παράγεται ὑπὸ 200 παλμῶν κατὰ δευτερόλεπτον καὶ ὁ βαρύτερος ὑπὸ 150 κατὰ τὸν αὐτὸν χρόνον, ὁ ἀριθμητικὸς λόγος $\frac{200}{150}$ ἢ $\frac{4}{3}$ τοῦ ὀξύτερου

πρὸς τὸν βαρύτερον καλεῖται διάστημα τῶν περὶ ὧν ὁ λόγος δύο ἤχων.

Ἐπειδὴ ὁ λόγος δύο ἤχων δὲν μεταβάλλεται πολλαπλασιαζομένων ἐπὶ τὸν αὐτὸν ἀριθμὸν ἢ διαιρουμένων διὰ τοῦ αὐτοῦ ἀριθμοῦ τῶν δύο ὅρων αὐτοῦ, ἔπεται ὅτι τὸ μεταξὺ δύο ἤχων διάστημα δὲν ἐξαρτᾶται ἐκ τῶν ἀπολύτων ἀριθμῶν τῶν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ παραγόντων αὐτοῦ παλμῶν· τουτέστιν οἱ ἤχοι 75 καὶ 50, 150 καὶ 100, 60 καὶ 40 κτλ., ἂν καὶ ᾖναι διάφοροι, ἔχουσι τὸ αὐτὸ διάστημα· διότι οἱ λόγοι αὐτῶν ἀνὰ δύο $\frac{75}{50}$, $\frac{150}{100}$, $\frac{60}{40}$ εἶναι ἴσοι μὲ τὸ αὐτὸ ἀνάγωγον κλάσμα $\frac{3}{2}$.

Παρατηρήθη δὲ ὅτι, ὅσοι οἱ ὅροι τοῦ ἀναγώγου κλάσματος, τοῦ παριστάντος τὸ μεταξὺ δύο ἤχων μουσικὸν διάστημα, εἶναι μικρότεροι, τοσούτῳ εὐαρεστότερον εἶναι τὸ ἐκ τῆς συμπαραγωγῆς αὐτῶν εἰς τὸ οὖς ἡμῶν παραγόμενον αἶσθημα, καὶ πρὸς τούτοις ὅτι τὰ διαστήματα τῶν ἤχων, τὰ παράγοντα ἐν ἡμῖν τὰ εὐαρεστότερα αἰσθήματα, εἶναι τὰ ἐξῆς ἑπτὰ.

$$1, \quad \frac{2}{1}, \quad \frac{5}{3}, \quad \frac{3}{2}, \quad \frac{4}{3}, \quad \frac{5}{4}, \quad \frac{6}{5}$$

ἅτινα φέρουσι, δι' οὓς θέλομεν ἰδεῖ ἀμέσως λόγους, καὶ τὰ ἐξῆς ἰδιαίτερα ὀνόματα·

ὁμόφωνος, ὁγδοος, ἕκτος, πέμπτος, τέταρτος, τρίτος μείζων, τρίτος ἐλάσσων.

329. ΜΟΥΣΙΚΗ ΚΛΙΜΑΞ. — Ἐὰν παραστήσωμεν τοὺς ἤχους διὰ τῶν ἀριθμῶν τῶν ἐν τῷ αὐτῷ χρόνῳ ἀντιστοιχούντων εἰς τὴν παραγωγὴν αὐτῶν παλμῶν, καὶ λάβωμεν π. χ. τὴν ἐξῆς σειρὰν

$$100, \quad 200, \quad 400, \quad 800, \quad 1600, \quad \text{κτλ.}$$

ἢ, λαμβανομένου τοῦ πρώτου ὡς μονάδος, τὴν ἐξῆς

$$1, \quad 2, \quad 4, \quad 8, \quad 16, \quad \text{κτλ.}$$

ἐν ᾗ τὸ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἤχων διάστημα εἶναι πάντοτε 2, παρατηροῦμεν ὅτι μεταξὺ τῶν διαφόρων ἤχων, τῶν δυναμένων νὰ παρεντεθῶσι μεταξὺ τῶν ἤχων 1 καὶ 2, 2 καὶ 4, 4 καὶ 8 κτλ., ἐξ μόνον ὡς ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἡμετέρου ὀργανισμοῦ εἶναι τοιοῦτοι, ὥστε μετὰ τοῦ πρώτου ν' ἀποτελῶσι σειρὰν ἑπτὰ ἤχων, ὧν ἡ ταυτόχρονος ἢ ἡ διαδοχικὴ παραγωγὴ νὰ προξενῇ εὐάρεστον εἰς τὸ οὖς ἡμῶν αἶσθημα. Οἱ περὶ ὧν ὁ λόγος ἑπτὰ ἀπὸ τοῦ ἤχου 1 μέχρι τοῦ 2, ἢ ἀπὸ τοῦ ἤχου 2 μέχρι τοῦ 4, ἢ κτλ. ἤχοι ὠνομάσθησαν *φθόγγαι*, ἢ δ' ἐξ αὐτῶν ἀποτελουμένη περίοδος *μουσικὴ κλίμαξ* ἢ ἀπλῶς *κλίμαξ*.

Οἱ ἑπτὰ φθόγγαι ὁποιασδήποτε κλίμακος φέρουσι τὰ ἐξῆς ὀνόματα

$$\delta\acute{o}, \quad \rho\acute{e}, \quad \mu\acute{i}, \quad \phi\acute{\alpha}, \quad \sigma\acute{o}l, \quad l\acute{\alpha}, \quad \sigma\acute{i},$$

τοῦ πρώτου φθόγγου δὲ λαμβανομένου ὡς θεμελιώδους.

Ὅταν θέλωσι νὰ παραστήσωσι τοὺς φθόγγους τῶν ἐπομένων κλιμάκων, δίδουσιν εἰς ἕκαστον τῶν ἀνωτέρω ὀνομάτων τοὺς ὑπεκθέτας 2, 3, κτλ. οὕτω

$\delta\delta_2, \rho\acute{\epsilon}_2, \mu\acute{\iota}_2, \varphi\acute{\alpha}_2, \sigma\acute{o}.l_2, \lambda\acute{\alpha}_2, \sigma\acute{\iota}_2,$

$\delta\delta_3, \rho\acute{\epsilon}_3, \mu\acute{\iota}_3, \varphi\acute{\alpha}_3, \sigma\acute{o}.l_3, \lambda\acute{\alpha}_3, \sigma\acute{\iota}_3, \kappa\tau\lambda.$

τῶν φθόγγων τῆς πρώτης κλίμακος παριστωμένων ἄνευ ὑπεκθετῶν ὡς ἑξῆς

$\delta\delta, \rho\acute{\epsilon}, \mu\acute{\iota}, \varphi\acute{\alpha}, \sigma\acute{o}.l, \lambda\acute{\alpha}, \sigma\acute{\iota}.$

Πρὸς παράστασιν δὲ τῶν φθόγγων τῶν κλιμάκων, τῶν προηγουμένων ἑτέρας, λαμβανομένης ὡς βάσεως, δίδουσιν εἰς ἕκαστον τούτων τοὺς ὑπεκθέτας $-1, -2$, κτλ. οὕτω

$\delta\delta_{-1}, \rho\acute{\epsilon}_{-1}, \mu\acute{\iota}_{-1}, \varphi\acute{\alpha}_{-1}, \sigma\acute{o}.l_{-1}, \lambda\acute{\alpha}_{-1}, \sigma\acute{\iota}_{-1}.$

$\delta\delta_{-2}, \rho\acute{\epsilon}_{-2}, \mu\acute{\iota}_{-2}, \varphi\acute{\alpha}_{-2}, \sigma\acute{o}.l_{-2}, \lambda\acute{\alpha}_{-2}, \sigma\acute{\iota}_{-2}, \kappa\tau\lambda.$

330. ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΦΘΟΓΓΩΝ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΚΟΣ. — Ἐὰν παραστήσωμεν διὰ 4 τὸν ἀριθμὸν τῶν παλμῶν τοῦ θεμελιώδους φθόγγου κλίμακος τινος, ὁ μὲν φθόγγος $\delta\delta_2$ τῆς ἀκολουθοῦσης κλίμακος θέλει παρασταθῇ διὰ τοῦ ἀριθμοῦ 2, οἱ δὲ σχετικοὶ ἀριθμοί, οἱ παριστῶντες τοὺς μεταξὺ τούτων παρεντεθειμένους ἕξ, εὐρίσκονται διὰ τῆς σειρῆνος καὶ εἶναι $\frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}$, εἰς τρόπον ὥστε θέλομεν ἔχει, θέτοντες ὑφ' ἕκαστον τῶν ἀπὸ τοῦ θεμελιώδους δὲ μέχρι τοῦ ἐπομένου $\delta\delta_2$ φθόγγων τὸν ὑφ' οὗ οὗτος παρίσταται σχετικὸν ἀριθμὸν, τὸν ἑξῆς πίνακα

$\delta\delta,$	$\rho\acute{\epsilon},$	$\mu\acute{\iota},$	$\varphi\acute{\alpha},$	$\sigma\acute{o}.l,$	$\lambda\acute{\alpha},$	$\sigma\acute{\iota},$	$\delta\delta_2$	} (α)
1,	$\frac{9}{8},$	$\frac{5}{4},$	$\frac{4}{3},$	$\frac{3}{2},$	$\frac{5}{3},$	$\frac{15}{8},$	2,	
	$\frac{9}{8},$	$\frac{5}{4},$	$\frac{4}{3},$	$\frac{3}{2},$	$\frac{5}{3},$	$\frac{15}{8},$	2,	

Οἱ αὗτοι σχετικοὶ ἀριθμοὶ $\frac{9}{8}, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{3}{2}, \frac{5}{3}, \frac{15}{8}, 2$ δύνανται νὰ θεωρηθῶσιν ὡς τὰ μεταξὺ τῶν ἀντιστοιχοῦντων φθόγγων καὶ τοῦ θεμελιώδους δὲ διαστήματα, διότι προφανῶς ὁ λόγος ἑκάστου τούτων πρὸς τὴν 1 εἶναι αὐτὸς οὗτος ὁ ἀριθμός. Τούτου δ' ἕνεκα

ὁ λόγος τοῦ	$\rho\acute{\epsilon}$	πρὸς	τὸ	$\delta\delta$	ὠνομάσθη	δεύτερος
» » »	$\mu\acute{\iota}$	»	»	$\delta\delta$	»	τρίτος
» » »	$\varphi\acute{\alpha}$	»	»	$\delta\delta$	»	τέταρτος
» » »	$\sigma\acute{o}.l$	»	»	$\delta\delta$	»	πέμπτος
» » »	$\lambda\acute{\alpha}$	»	»	$\delta\delta$	»	ἕκτος
» » »	$\sigma\acute{\iota}$	»	»	$\delta\delta$	»	ἑβδομος
» » »	$\delta\delta_2$	»	»	$\delta\delta$	»	ὀγδοος.

Διὰ τῶν λέξεων λοιπὸν *δεύτερος, τρίτος, τέταρτος* κτλ. δυνάμεθα νὰ ἐκφράζωμεν ἢ τὸν *δεύτερον, τρίτον, τέταρτον* κτλ. φθόγγον κλίμακός τινος, ἢς γνωρίζομεν τὸν *πρῶτον*, ἢ δύο ἤχους, ὧν τὸ μεταξὺ διάστημα εἶναι ὡς τὸ τοῦ *δευτέρου, τρίτου, τετάρτου* κτλ. κλίμακός τινος πρὸς τὸν *πρῶτον* αὐτῆς, ἢ τῶν ὁποίων ἡ ταυτόχροτος ἢ ἡ διαδοχικὴ παραγωγή προξενεῖ εἰς τὸ οὗς ἡμῶν τὴν αὐτὴν συμφωνίαν, ἣν καὶ οἱ ἔχοντες τὸν αὐτὸν λόγον φθόγγοι τῆς κλίμακος.

Παρατηρητέον ἐνταῦθα ὅτι, ἐπειδὴ οἱ σχετικοὶ ἀριθμοὶ τῶν φθόγγων $\delta\delta_1, \delta\delta_2, \delta\delta_3$ κτλ. τῶν ἀκολουθῶν κλιμάκων εἶναι διπλάσιοι, τετραπλάσιοι, ὀκταπλάσιοι κτλ. τοῦ σχετικοῦ ἀριθμοῦ, τοῦ παριστῶντος τὸν θεμελιώδη φθόγγον $\delta\delta$, πρέπει πρὸς εὑρεσιν τῶν σχετικῶν ἀριθμῶν καὶ τῶν λοιπῶν φθόγγων, τῶν ἔχουσιν βάσιν τὸ $\delta\delta_2, \delta\delta_3$, κτλ. κλιμάκων, νὰ πολλαπλασιάσωμεν τοὺς σχετικοὺς ἀριθμοὺς τῆς κλίμακος $\delta\delta$ ἐπὶ 2, 4 ἢ 2^2 , 8 ἢ 2^3 , κτλ. Καὶ ἀντιστρόφως πρὸς εὑρεσιν τῶν σχετικῶν ἀριθμῶν τῶν φθόγγων τῶν κλιμάκων $\delta\delta_1, \delta\delta_2$, κτλ. πρέπει νὰ διαιρέσωμεν τοὺς τῆς κλίμακος $\delta\delta$ διὰ 2, 4 ἢ 2^2 , 8 ἢ 2^3 , κτλ.

331. ΤΟΝΟΙ ΚΑΙ ΗΜΙΤΟΝΙΑ. — Ἐὰν εὗρωμεν τὰ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν φθόγγων τῆς ἀνωτέρω σειρᾶς (α) διαστήματα, θέλομεν ἔχει τὸν ἐξῆς πίνακα

$\delta\delta$,	$\rho\acute{\epsilon}$,	$\mu\acute{\iota}$,	$\varphi\acute{\alpha}$,	$\sigma\acute{o}\lambda$,	$\lambda\acute{\alpha}$,	$\sigma\acute{\iota}$,	$\delta\delta_2$
1	$\frac{9}{8}$,	$\frac{5}{4}$,	$\frac{4}{3}$,	$\frac{3}{2}$,	$\frac{5}{3}$,	$\frac{15}{8}$,	2
$\frac{9}{8}$,	$\frac{10}{9}$,	$\frac{16}{15}$,	$\frac{9}{8}$,	$\frac{10}{9}$,	$\frac{9}{8}$,	$\frac{16}{15}$,	

ἐν ᾧ παρατηροῦμεν ὅτι τὰ μεταξὺ δύο διαδοχικῶν φθόγγων διάφορα διαστήματα εἶναι μόνον τὰ πρῶτα τρία $\frac{9}{8}$, $\frac{10}{9}$, $\frac{16}{15}$, ἅτινα ἐπαναλαμβάνονται ἀκολουθῶς κατὰ τινὰ τάξιν. Τὸ μεγαλίστερον τούτων $\frac{9}{8}$ ὀνομάζεται *τόνος μείζων*, τὸ δεύτερον $\frac{10}{9}$ *τόνος ἐλάσσων*, καὶ τὸ μικρότερον $\frac{16}{15}$ *ἡμιτόνιον μείζον*. Τούτου δ' ἕνεκα, ὡςάκις τὸ μεταξὺ δύο φθόγγων διάστημα εἶναι $\frac{9}{8}$ ἢ $\frac{10}{9}$, λέγουσιν ὅτι ὑπάρχει μεταξὺ αὐτῶν εἰς *τόνος*, ὡςάκις δὲ εἶναι $\frac{16}{15}$, ὅτι ὑπάρχει ἐν *ἡμιτόνιον*.

Ἐὰν παραστήσωμεν τὸν μείζονα τόνον διὰ τοῦ T, τὸν ἐλάσσονα διὰ τοῦ T' καὶ τὸ μείζον ἡμιτόνιον διὰ τοῦ τ, θέλομεν ἔχει

$$\begin{array}{ccccccc} \delta\delta, & \rho\acute{\epsilon}, & \mu\acute{\iota}, & \varphi\acute{\alpha}, & \sigma\acute{o}\lambda, & \lambda\acute{\alpha}, & \sigma\acute{\iota}, & \delta\delta_2 \\ T, & T', & \tau & T & T' & T, & \tau & \end{array} \quad (6)$$

τουτέστι τὰ διαδοχικὰ διαστήματα τῆς φυσικῆς σειρᾶς τῆς ἀνωτέρω κλίμακος περιέχουσι δύο τόνους, ἓν ἡμιτόνιον, τρεῖς τόνους καὶ ἓν ἡμιτόνιον. Ὅσακις λοιπὸν ἐκτὼ διαδοχικοὶ ἦχοι εἶναι τοιοῦτοι, ὥστε τὰ μεταξὺ αὐτῶν διαστήματα νὰ ἔχωσι τὴν ἀνωτέρω τάξιν, οἱ μὲν ἑπτὰ πρῶτοι θέλουσιν ἀποτελεῖ φυσικὴν κλίμακα, ὁ δὲ τελευταῖος θέλει εἶναι ὁ πρῶτος φθόγγος τῆς ἀκολουθοῦ κλίμακος.

Τὸ μεταξὺ τοῦ ἐλάσσονος τόνου $\frac{10}{9}$ καὶ τοῦ μείζονος $\frac{9}{8}$ διάστημα εἶναι $\frac{81}{80}$, καὶ ὠνομάσθη ὑπὸ τοῦ Πυθαγόρου κόμμα. Τὸ κόμμα παραλείπεται συνήθως ἐν τῇ μουσικῇ, τουτέστι δύο φθόγγοι διαφέροντες κατὰ $\frac{1}{80}$ φαίνονται ἀποτελοῦντες ἐν τῇ μουσικῇ ὁμοφωνίαν, διότι ἀπαιτεῖται λίαν ἡσχημένον οὖς, ἵνα διακρίνῃ τόσῳ μικρὰν διαφοράν. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ ἀντικαταστήσωμεν ἐν τινὶ μελωδίᾳ τὸν μείζονα τόνον διὰ τοῦ ἐλάσσονος καὶ ἀντιστρόφως, χωρὶς νὰ μεταβληθῇ ἐπαισθητῶς ἡ ὑπάρχουσα μελωδία.

332. ΔΙΕΞΕΙΣ ΚΑΙ ΥΦΕΞΕΙΣ. — Ἐὰν ἐν τῇ φυσικῇ τῶν φθόγγων σειρᾷ δό, ρέ, μί, φά, σόλ, λά, σί, δό₂, ρέ₂, μί₂, φά₂, σόλ₂, κτλ. λάβωμεν ὡς θεμελιώδη φθόγγον ἀντὶ τοῦ δό τὸ σόλ, θέλομεν ἔχει μεταξὺ τούτων καὶ τῶν ἑπτὰ ἀκολουθῶν φθόγγων τὴν ἐξῆς κλίμακx,

σόλ, λά, σί, δό₂, ρέ₂, μί₂, φά₂, σόλ₂,
ἥς τὰ διαστήματα διαδέχονται ἄλληλα κατὰ τὴν ἀκόλουθον τάξιν

$$\frac{10}{9}, \frac{9}{8}, \frac{16}{15}, \frac{9}{8}, \frac{10}{9}, \frac{16}{15}, \frac{9}{8} \quad (\gamma)$$

ἢ, παριστῶντες ὡς ἀνωτέρω $\frac{9}{8}$ διὰ T, $\frac{10}{9}$ διὰ T', $\frac{16}{15}$ διὰ τ, κατὰ τὴν ἐξῆς

$$T', T, \tau, T, T', \tau, T, \quad (\delta)$$

ἥτις δὲν διαφέρει τῆς ἀνωτέρω σειρᾶς (ε), εἰ μὴ κατὰ τοὺς πρώτους, δευτέρους, ἕκτους καὶ ἑβδόμους ὅρους, ἡ μόνον κατὰ τὸν ἕκτον καὶ ἑβδόμον· διότι, ὡς ἀνωτέρω εἵπομεν, δυνάμεθα νὰ ἀντικαταστήσωμεν T διὰ T καὶ ἀντιστρόφως, χωρὶς νὰ πάθῃ ἐπαισθητῶς ἡ ὑπάρχουσα μελωδία. Ἴνα λοιπὸν τὸ μεταξὺ τοῦ μί₂ καὶ φά₂ διάστημα καταστῇ ἴσον τῷ T ἢ T', ὡς ἀπαιτεῖ ἡ ἀνωτέρω σειρὰ (ε), πρέπει ν' αὐξηθῇ τὸ φά₂ οὕτως, ὥστε τὸ νέον διάστημα νὰ ᾔναι ἴσον τῷ $\frac{9}{8}$ ἢ τῷ $\frac{10}{9}$. Θέλομεν λοιπὸν ἔχει, παριστῶντες διὰ χ τὴν νέαν τιμὴν τοῦ φά₂, τὴν ἐξῆς ἰσότητα

$$\frac{x}{\mu\iota_2} = \frac{10}{9} \quad \eta \quad \frac{x}{\delta} = \frac{10}{9}, \quad \epsilon\zeta \quad \eta: \quad x = \frac{25}{9} = \frac{8}{3} \times \frac{25}{24} = \phi\alpha_2 \times \frac{25}{24}.$$

2

Λοιπὸν πρὸς εὐρεσιν τῆς νέας τιμῆς $\frac{23}{9}$ τοῦ $\varphi\alpha_2$ πρέπει νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὴν πρώτην αὐτοῦ τιμὴν $\frac{8}{3}$ ἐπὶ τὸ διάστημα $\frac{23}{24}$, ὅπερ καλεῖται ἡμιτόνιον ἔλασσον. Ὁ νέος οὗτος φθόγγος $\frac{23}{9}$, ὁ ἀντικαθιστῶν ἐν τῇ κλίμακῃ (β) τὸ $\varphi\alpha_2$, ἐνομάζεται δίσαις τοῦ $\varphi\alpha_2$. Παρατηρητέον δὲ ὅτι, ὅταν τὸ $\varphi\alpha_2$ ὑποστῇ τὴν ἀνωτέρω δίσαι, τότε ὁ λόγος τοῦ ἐπομένου σόλ, πρὸς αὐτὸ θέλει εἶναι $3 : \frac{23}{9}$ ἢ $\frac{27}{23}$, ὅστις δὲν διαφέρει τοῦ μεζόνος ἡμιτονίου $\frac{16}{15}$ ἢ κατὰ $\frac{1}{75}$, ὅπερ καὶ δύναται νὰ παρκαλειφθῇ. Δυνάμεθα λοιπὸν διὰ τῆς τοιαύτης τοῦ $\varphi\alpha_2$ δίσαις νὰ λάβωμεν ὡς θεμελιώδη φθόγγον τῆς κλίμακος τὸ σόλ, καὶ τὰ μεταξὺ τῶν φθόγγων αὐτῆς διαστήματα θέλουσιν ἀκολουθεῖ τὴν ὑπὸ τῆς σειρᾶς (β) παριστωμένην φυσικὴν αὐτῶν τάξιν.

Ἐὰν ἀντὶ τοῦ σόλ λάβωμεν ὡς θεμελιώδη φθόγγον τὸ $\varphi\alpha$, θέλομεν ἔχει τὴν ἐξῆς κλίμακα

$\varphi\alpha, \sigma\acute{o}\lambda, \lambda\acute{\alpha}, \sigma\acute{i}, \delta\acute{o}_2, \rho\acute{\epsilon}_2, \mu\acute{i}_2, \varphi\alpha_2,$
ἐν ἣ τὰ διαστήματα διαδέχονται ἄλληλα κατὰ τὴν ἀκόλουθον τάξιν

$T, T', T, \tau, T, T', \tau, \quad (\varepsilon)$

ἥτις δὲν διαφέρει οὐσιωδῶς τῆς σειρᾶς (β), εἰ μὴ κατὰ τὸν τρίτον καὶ τέταρτον ὅρον. Ἵνα λοιπὸν τὸ μεταξὺ τοῦ $\sigma\acute{i}$ καὶ $\lambda\acute{\alpha}$ διάστημα καταστῇ ἴσον τῷ τ , πρέπει, τοῦ $\lambda\acute{\alpha}$ μένοντος ἀμεταβλήτου, νὰ ἐλαττωθῇ τὸ $\sigma\acute{i}$ οὕτως, ὥστε τὸ νέον διάστημα νὰ ᾔναι ἴσον τῷ $\frac{16}{15}$. Θέλομεν λοιπὸν ἔχει, παριστῶντες διὰ x τὴν νέαν τιμὴν τοῦ $\sigma\acute{i}$, τὴν ἐξῆς ἰσότητα

$$\frac{x}{\lambda\acute{\alpha}} = \frac{16}{15}, \quad \text{ἢ} \quad \frac{x}{\frac{8}{3}} = \frac{16}{15}, \quad \text{ἐξ ἧς} \quad x = \frac{16}{9}.$$

Πρέπει λοιπὸν νὰ λάβωμεν ἀντὶ τῆς τιμῆς $\frac{13}{8}$ τοῦ $\sigma\acute{i}$ τὴν νέαν αὐτοῦ τιμὴν $\frac{16}{9}$, καὶ τότε τὸ μὲν διάστημα τοῦ $\sigma\acute{i}$ — $\lambda\acute{\alpha}$ θέλει εἶναι $\frac{16}{15}$, ἥτοι τ , τὸ δὲ ἀκόλουθον $\delta\acute{o}_2$ — $\sigma\acute{i}$ εὐρίσκεται ὅν $\frac{9}{8}$, ἥτοι T , ὅπως καὶ ἐν τῇ φυσικῇ σειρᾷ (β). Ὁ νέος οὗτος φθόγγος, ὁ ἀντικαθιστῶν ἐν τῇ ἀνωτέρω κλίμακῃ τὸ $\sigma\acute{i}$, καλεῖται ὕφαις τοῦ $\sigma\acute{i}$.

333. ΣΥΜΦΩΝΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΦΩΝΙΑ. — Ὅταν δύο ἢ πλεονέτεροι ἦχοι, παραγόμενοι ταύτοχρόνως ἢ διαδοχικῶς, προξενῶσιν εὐάρεστον εἰς τὸ οὖς ἡμῶν αἴσθημα, τότε λέγεται ὅτι ὑπάρχει συμφωνία, ὅταν δὲ προξενῶσι δυσάρεστον, τότε ὑπάρχει διαφωνία ἢ καχοφωνία. Εἶδομεν δ᾽

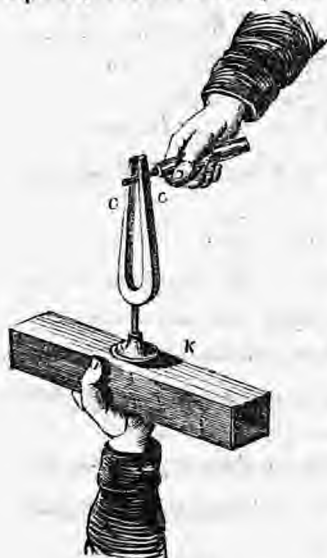
ἀνωτέρω (328) ὅτι τὰ μουσικὰ διαστήματα, τὰ διαθέτοντα εὐαρεστότερον τὴν ἡμετέραν ἀκοὴν εἶναι τὰ τῆς ὁμοφωνίας, τοῦ ὀγδοῦ, ἑκτοῦ, πέμπτου, τετάρτου κτλ.

334. **ΤΕΛΕΙΑ ΣΥΜΦΩΝΙΑ.** — Ὅταν τρεῖς ἤχοι ᾖναι τοιοῦτοι, ὥστε ὁ πρῶτος καὶ δεύτερος νὰ ἀποτελῶσι τὸν τρίτον μείζονα λόγον, ὁ δεύτερος καὶ ὁ τρίτος τὸν τρίτον ἐλάσσονα, καὶ ὁ πρῶτος καὶ τρίτος τὸν πέμπτον, τότε ἡ παραγωγὴ αὐτῶν προξενεῖ τὸ εὐαρεστότερον εἰς τὸ οὖς ἡμῶν αἶσθημα, καὶ ἀποτελεῖ τὴν καλουμένην *τελείαν συμφωνίαν*. Οἱ φθόγγοι δὲ, *μί, σόλ* τῆς κλίμακος, οἱ παριστώμενοι διὰ τῶν σχετικῶν ἀριθμῶν $1, \frac{5}{4}, \frac{3}{2}$, ἀποτελοῦσιν τελείαν συμφωνίαν, διότι ὁ λόγος $\frac{5}{4} : 1$ εἶναι ὁ τρίτος μείζων, ὁ λόγος $\frac{3}{2} : \frac{5}{4}$ εἶναι $\frac{6}{5}$, τουτέστιν ὁ τρίτος ἐλάσσων, καὶ ὁ λόγος $\frac{3}{2} : 1$ εἶναι $\frac{3}{2}$, ἥτοι ὁ πέμπτος.

335. **ΑΡΜΟΝΙΚΟΙ.** — Ὀνομάζονται *ἀρμονικοὶ* ἤχοι ἡ ἀπλῶς *ἀρμονικοὶ* ἐκεῖνοι, ὧν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶναι πρὸς ἀλλήλους ὡς ἡ φυσικὴ σειρά τῶν ἀκεραίων ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4, 5, 6... Ὀνομάσθησαν δ' οὕτω, διότι δύο τούτων ἀποτελοῦσι συμφωνίαν τοσούτω εὐαρεστοτέραν, ὅσῳ πλησιέστερον τῆς ἀρχῆς λαμβάνονται. Παραδείγματος χάριν, ὁ πρῶτος 1 καὶ ὁ δεύτερος 2 ἀποτελοῦσι τὸν ὀγδοὺν λόγον, ὁ δεύτερος 2

καὶ ὁ τρίτος 3 ἀποτελοῦσι τὸν πέμπτον, ὁ τέταρτος 4 καὶ ὁ τρίτος 3 ἀποτελοῦσι τὸν τέταρτον κτλ.

336. **ΔΙΑΠΑΣΩΝ.** — Ὀνομάζεται οὕτω τὸ ὑπὸ τοῦ σχήματος 278 παριστώμενον ὄργανον οο, ὅπερ κατασκευάζεται ἐκ τινος ῥάβδου ἐκ γάλυθος, κεκαμμένης ἐν σχήματι λαβίδος. Τὸ ὄργανον τοῦτο, ἔχον τὴν ιδιότητα, πληττόμενον διὰ πλῆκτρον ἢ τιθέμενον εἰς παλμικὴν κίνησιν διὰ τῆς βιαίας μεταξὺ τῶν σκελῶν αὐτοῦ διελάσεως σιδηροῦ τινος κυλίνδρου, νὰ παράγῃ πάντοτε τὸν αὐτὸν φθόγγον, χρησιμεύει εἰς τοὺς μουσικοὺς πρὸς ἄρμοσιν τῶν διαφόρων αὐτῶν ὀργάνων. Ἐπειδὴ δὲ ὁ ὑπ' αὐτοῦ παραγόμενος ἦχος ᾖναι λίαν ἀσθε-



Σχ. 278

νῆς, αὐξάνουσι τὴν ἔντασιν αὐτοῦ στηρίζοντες τὸ ὄργανον ἐπὶ ἡχητικοῦ κιβωτίου Κ, ἔχοντος λεπτὰς παρειάς καὶ ἀνοικτοῦ πρὸς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων.

Ἐπειδὴ οἱ ὑπὸ διαφορῶν διαπασῶν παραγόμενοι σταθεροὶ φθόγγοι διαφέρουσι συνήθως ἀπ' ἀλλήλων, συνεφωνήθη νὰ γίνηται εἰς τὰ διάφορα τῆς Εὐρώπης θέατρα πρὸς ἄρμοσιν τῶν μουσικῶν τῆς ὀρχήστρας ὀργάνων χρῆσις διαπασῶν, ὧν οἱ σταθεροὶ φθόγγοι νὰ ᾔναι οἱ αὐτοί, καὶ νὰ παράγωνται ὑπὸ 435 ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ παλμικῶν κινήσεων. Τὸν ὑπ' αὐτῶν παραγόμενον σταθερὸν φθόγγον ὠνόμασαν $\lambda\delta_3$, ἐπειδὴ δὲ τὸ $\lambda\delta_3$ εἶναι τὰ $\frac{5}{3}$ τοῦ $\delta\delta_3$ (α), τὸ $\delta\delta_3$ θέλει εἶναι ἴσον μὲ $435 \times \frac{3}{5}$, ἥτοι μὲ 261, ἐπομένως ὁ θεμελιώδης φθόγγος $\delta\delta$, κατὰ τὴν νέαν ταύτην συμφωνίαν θέλει παράγεσθαι ὑπὸ $\frac{261}{4}$ παλμῶν (330), ἥτοι ὑπὸ $65 + \frac{1}{4}$ καὶ οὐχὶ ὑπὸ 64, ὡς εἶχεν ὀρισθῇ κατ' ἀρχάς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΠΑΛΜΙΚΗ ΕΝ ΤΟΙΣ ΠΛΗΘΥΝΟΥΣΙ ΣΩΛΗΣΙ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣ ΚΙΝΗΣΙΣ

337. ΠΛΗΘΥΝΟΥΣΙ ΣΩΛΗΝΕΣ. — Οἱ σωλῆνες, οἱ παράγοντες ἤχους διὰ τῆς παλμώδους κινήσεως τοῦ ἐν αὐτοῖς περιεχομένου αέρος, ὀνομάζονται ἡχητικοί. Οὗτοι ἔχουσι συνήθως σχῆμα πρισματικὸν ἢ κυλινδρικόν, μικρὰν σχετικῶς ὡς πρὸς τὸ ὅλον αὐτῶν μῆκος διάμετρον, παρείας στερεάς καὶ ἰδίαν πρὸς παραγωγὴν τῆς παλμικῆς κινήσεως τοῦ ἐν αὐτοῖς αέρος κατασκευῆν. Ὡς ἐκ τῆς ἰδιαιτέρας δὲ αὐτῶν κατασκευῆς διαίρουσιν εἰς δύο τάξεις· εἰς σωλῆνας ἔχοντας στόμα καὶ εἰς ἔχοντας γλῶσσαν ἢ γλωττίδα.

338. ΣΩΛΗΝΕΣ ΕΧΟΝΤΕΣ ΣΤΟΜΑ. — Τὸ μὲν σχῆμα 279 παριστᾷ τὸ ὅλον ἡχητικὸν σωλῆνος ἔχοντος στόμα αο, τὸ δὲ 280 παριστᾷ ἐντομὴν αὐτοῦ, ἐν ᾗ φαίνονται τὰ καθέκαστα τῆς πρὸς τὴν βᾶσιν ἐσωτερικῆς αὐτοῦ κατασκευῆς. Πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ στόματος αο, οὐτινος τὸ ἄνω χεῖλος α εἶναι τετμημένον ἐν εἴδει σφηνός, ὑπάρχει ἐπὶ τῆς βάσεως ἐπιμήκης ὀπὴ ι, καλουμένη διαύγιον, δι' ἧς ἐξέρχεται ὁ διὰ τοῦ ποδὸς Π τοῦ σωλῆνος διὰ φυσσητηρίου εἰσωθούμενος ἀήρ. Ὁ διὰ τοῦ διαύγιου ι ἐξερχόμενος ἀήρ πλήττει τὴν ἐπίπεδον κόψιν τοῦ ὑπερχεμένου χεῖλους α, καὶ διαιρεῖται οὕτως εἰς τρία μέρη, ὧν τὸ μὲν ἐξέρχεται διὰ τοῦ στόματος αο, τὸ δὲ εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος καὶ τὸ τρίτον ἀντανακλᾶται, οὕτως εἰπεῖν, πρὸς τὰ ὀπίσω. Τὸ μὲν εἰσερχόμενον μέρος συμπυκνοῖ τὰ πρῶτα στρώματα τοῦ ἐσωτερικοῦ αέρος, ἐνῶ δὲ τοῦτο συμβαίνει, τὸ ἀντανακλῶμενον πρὸς τὰ ὀπίσω κλείει τὸ διαύγιον ι,

σταματᾷ πρὸς στιγμὴν τὸ ρεῦμα καὶ ἐξέρχεται ἀμέσως ἔπειτα διὰ τοῦ παρακειμένου στόματος. Ἄλλ' ὅταν τὸ διὰ τοῦ διαυγίου εἰ ἐξερχόμενον ρεῦμα παύσῃ, τὰ ἐντὸς τοῦ σωλῆνος συμπυκνωθέντα στρώματα



Σχ. 279



Σχ. 280

ἀντιδρῶσιν ἕνεκα τῆς ἐλαστικότητος αὐτῶν καὶ διαστέλλονται. Εἰς ἐκάστην λοιπὸν διακοπὴν καὶ ἐπανάληψιν τοῦ ρεύματος γεννᾶται ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ἡχητικὸν κύμα, οὔτινος ἡ ταχὺ ἀναπαραγωγὴ θέτει εἰς ταχεῖαν παλμικὴν κίνησιν τὸν ἐντὸς αἶρα, καὶ οὕτω παράγεται ἤχος, οὔτινος τὸ ὕψος καὶ ἡ εὐκρίνεια ἐξαρτῶνται ἐκ τῆς σφοδρότητος τοῦ ρεύματος καὶ ἐκ τῆς καταλλήλου κατασκευῆς τοῦ στόματος αο καὶ τοῦ διαυγίου εἰ.

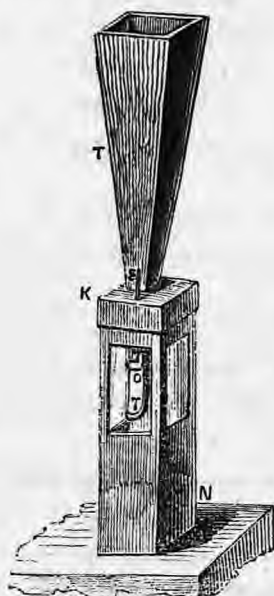
Ὁ πλαγίαιλος, ἡ συρίκτρα, ἡ σύριγξ κτλ. ἀνήκουσιν εἰς τὴν τάξιν τῶν ἐχόντων στόμα ἡχητικῶν σωλῆνων. Ἐν τῷ πλαγιαύλῳ τὸ ρεῦμα θραύεται ἐπὶ τῶν ἄκρων τῆς ἦν οὗτος φέρει κυκλικῆς ὀπῆς διὰ τοῦ ἐπ' αὐτῆς καταλλήλου μετασχηματισμοῦ τῶν χειλέων τοῦ ἀυλοῦντος.

339. ΣΩΛΗΝΕΣ ΕΧΟΝΤΕΣ ΓΛΩΣΣΑΝ. — Εἰς τοὺς ἔχοντας γλῶσσαν ἡχητικούς σωλῆνας ἡ παλμικὴ κίνησις τοῦ ἐν αὐτοῖς αἵρος παράγε-

ται διὰ τῆς παλμικῆς κινήσεως ἐλαστικοῦ τινος ἐλάσματος, ὅπερ καλεῖται γλῶσσα ἢ γλωττίς. Ὅταν τὸ ἐλαστικὸν τοῦτο ἔλασμα πλήττηται παρειᾷ τοῦ ὀργάνου, ἡ γλωττίς καλεῖται *πλήττουσα*, ὅταν δὲ κινῆται ἀκωλύτως, ἔνθεν καὶ ἔνθεν τῆς ἐξ ἧς ἐξέρχεται ὁ ἀήρ ὀπῆς, καλεῖται *ἐλευθέρα*. Ἐν τῷ σχήματι 282 ἡ γλωττίς γ εἶναι πλήττουσα, ἐν δὲ τῷ σχήματι 283 ἡ γλωττίς γ εἶναι ἐλευθέρα.

Ἡ πλήττουσα γλωττίς γ ἐν τῇ συνήθει αὐτῆς θέσει ἀπέχει ὀλίγον τῶν ἄκρων τῆς ὀπῆς τῆς κοίλης αὐλακός αβ, ἧς τὸ ἄνω ἄκρον συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἡχητικοῦ σωλῆνος T, δύναται δέ, ὠθουμένη πρὸς ταύτην, νὰ κλείσῃ αὐτὴν ἐντελῶς. Ἡ πρὸς τὴν ὀπὴν τῆς αὐλακός αβ ὤθησις τῆς γλωττίδος γ παράγεται ὑπὸ τοῦ ἐν τῷ ὀρθογωνίῳ πρίσματι KN διὰ φουσητηρίου συμπυκνωμένον αἶρος (Σχ. 281), ὅστις ἐξερχόμενος διὰ τῆς αὐλακός συμπαρασύρει μετ' αὐτοῦ καὶ τὴν ἐπιπροσθούσαν ἐλαστικὴν γλωττίδα γ. Ὅταν δὲ ὁ ἐξερχόμενος ἀήρ κλείσῃ τὴν αὐλακα, τὸ ρεῦμα διακόπτεται καὶ ἡ γλωττίς γ ἐπανέρχεται, ἕνεκα τῆς ἰδίας αὐτῆς ἐλαστικότητος, εἰς τὴν προτέραν αὐτῆς θέσιν. Ἀλλὰ τότε ὁ ἀήρ τοῦ ὀρθογωνίου KN ἐξέρχεται πάλιν διὰ τῆς αὐλακός, καὶ

συμπαράσφύρει ἐκ νέου τὴν γλωττίδα γ , ἥτις κλείει ἐκ δευτέρου τὴν ὀπήν, καὶ ἀπομακρύνεται πάλιν ταύτης ἕνεκα τῆς ἰδίας αὐτῆς ἐλαστικότητος, ὅτε πάλιν ἐξέρχεται ποσότης τις ἀέρος, καὶ πάλιν κλείεται



Σχ. 281



Σχ. 282



Σχ. 283

τούτου ἕνεκα ἡ ὀπή, καὶ οὕτω καθεξῆς, εἰς τρόπον ὥστε ὁ ἀήρ τοῦ ὀρθογωνίου KN ἐξέρχεται οὕτως ἐκ διαλειμμάτων διὰ τῆς ὀπῆς τῆς αὐλακος $\alpha\beta$, καὶ παράγει ἐπομένως ἐν τῷ ἀέρι τοῦ σωλῆνος T σειρὰν παλμικῶν κινήσεων, ἐξ ὧν προκύπτει ἡχος τόσῳ ὀξύτερος, ὅσῳ ταχύτερον ἐκτελοῦνται αὗται.

Ἡ ἐν τῷ σχήματι 283 ἐλευθέρα γλωττίς γ δύναται νὰ διέλθῃ ἐπακριβῶς διὰ τῆς ἐπιμήκους ὀπῆς τοῦ πανταχόθεν κεκλεισμένου μικροῦ ὀρθογωνίου α . Ὄταν λοιπὸν ὁ συμπεπυκνωμένος ἀήρ τοῦ ὀρθογωνίου KN πιέζῃ τὴν γλωττίδα γ , αὕτη ἐνδίδει καὶ εἰσέρχεται ἐντὸς τοῦ ὀρθογωνίου α , ὃ δὲ πιέζων αὐτὴν ἀήρ ἐξέρχεται. Ἀλλὰ τότε συμβαίνει στιγμιαία ἐλάττωσις τῆς πίεσεως, καὶ ἡ γλωττίς γ , ἕνεκα τῆς ἰδίας αὐτῆς ἐλαστικότητος, ἐπανέρχεται εἰς τὴν προτέραν αὐτῆς θέσιν, ἣν ὅμως ὑπερβαίνει ἕνεκα τῆς κτηθείσης ταχύτητος, καὶ πρὸς ἣν ἐπανέρχεται μετ' ὀλίγον συμπαρασφουρομένη ὑπὸ τοῦ ἐκ νέου ἀπικατασταθέντος ρεύματος, καὶ οὕτω καθεξῆς. Ὅσάκις λοιπὸν ἡ γλωττίς γ διέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ ὀρθογωνίου α , τὸ ρεῦμα διακόπτεται, καὶ ὁσάκις εὐρίσκεται ἐντὸς ἢ ἐκτός, τὸ ρεῦμα ἀποκαθίσταται. Παράγεται λοιπὸν ἐντεῦθεν εἰς τὸν ἐντὸς τοῦ σωλῆνος T ἀέρα σειρὰ τις παλμικῶν κινήσεων, ἐξ

ὧν προκύπτει ἡχος τοσούτῳ ὀξύτερος, ὅσῳ ταχύτερον πάλλεται ἡ γλωττίς γ.

Τὸ ἐν τοῖς σχήμασι 282 καὶ 283 παρατηρούμενον σύμμετρον, τὸ κατ' ὀρθὴν γωνίαν πρὸς τὸ κάτω αὐτοῦ μέρος κεκαμμένον, χρησιμεύει ἀνυψούμενον ἢ καταβιβαζόμενον, εἰς τὸ νὰ αὐξάνῃ ἢ ἐλαττώσῃ τὸ παλλόμενον μῆκος τῶν γλωττίδων γ καὶ γ, ἐπομένως εἰς τὸ νὰ ἐλαττώσῃ ἢ αὐξάνῃ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐν τῷ αὐτῷ χρονικῷ διαστήματι ἐκτελουμένων ὑπ' αὐτῶν παλμῶν, τουτέστιν, εἰς τὸ νὰ καθιστᾷ τρὺς παραγόμενους ἡχους βαρυτέρους ἢ ὀξύτερους.

Ὁ βαρύαυλος, ὁ ὀξύαυλος, ὁ εὐθύαυλος, ἡ σάλπιγξ τῶν παιδῶν καὶ τὰ πλεῖστα τῶν ἐν χρήσει ἐμπνευστῶν ὀργάνων ἀνήκουσιν εἰς τὴν τάξιν τῶν γλωττιδοφόρων ἡχητικῶν σωλήνων.

Ἐάν τὸ ἕτερον ἄκρον τῶν ἐχόντων στόμα ἢ γλωττίδα ἡχητικῶν σωλήνων ᾖ κατεκλεισμένον, οἱ ἡχητικοὶ σωλήνες καλοῦνται τότε *κεκλεισμένοι* ἢ *κλειστοί*, ἐάν δὲ τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος ἄκρον ᾖ κατενοικτόν, οὗτοι καλοῦνται τότε *ανοικτοί*.

340. ΔΕΣΜΟΙ ΚΑΙ ΚΟΙΛΙΑΙ ΤΩΝ ΗΧΗΤΙΚΩΝ ΣΩΛΗΝΩΝ. —

Ἐάν δώσωμεν εἰς τὴν ὀριζόντιον μεμβράνην Β τοῦ ἡχητικοῦ σωλήνος ΟΒ (σχ. 284) διαφόρους ἐν αὐτῷ θέσεις, θέλομεν παρατηρήσει ὅτι εἰς τινὰς τούτων ἢ ἐπ' αὐτῆς ἄμμος ἀναπηδᾷ ζωηρῶς καὶ εἰς ἄλλας, εἰς ἴσας ἀποστάσεις μεταξὺ τῶν πρώτων κειμένας, αὕτη μένει ἀκίνητος. Ὅταν λοιπὸν ἡχητικὸς τις σωλὴν, κεκλεισμένος ἢ ἀνοικτός, παράγῃ ἡχόν τινα, ὁ ἐντὸς αὐτοῦ παλλόμενος ἀνὴρ διαιρεῖται εἰς ἴσα μέρη, ὧν τὰ μὲν πάλλονται μετὰ ζωηρότητος, τὰ δὲ μένουσιν ἀκίνητα. Αἱ θέσεις, ἐν αἷς ἡ ἄμμος ἀναπηδᾷ ζωηρῶς, ὀνομάζονται *κοιλίαι*, ἐκεῖναι δέ, ἐν αἷς αὕτη μένει ἀκίνητος, *δεσμοὶ* τῶν ἡχητικῶν σωλήνων. Ἀποδεικνύεται δὲ μαθηματικῶς καὶ πειραματικῶς, ὅτι κατὰ μὲν τὰς κοιλίας ὁ παλλόμενος ἀνὴρ δὲν μεταβάλλει τὴν ἰδίαν αὐτοῦ πυκνότητα, ἀλλ' ἔχει τὴν τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος, κατὰ δὲ τοὺς δεσμοὺς ὅτι ἀκίνητῃ συμπακνύμενος καὶ ἀραιούμενος διαδοχικῶς.

Πρὸς πειραματικὴν δ' ἀπόδειξιν τούτου κατασκευάζουσιν ἐπὶ τῶν δεσμῶν καὶ κοιλῶν ἡχητικοῦ τινος σωλήνος ΚΚ'' ὁπᾶς (σχ. 284), ἧς δύνανται νὰ κλείωσι καὶ νὰ ἀνοίγωσι κατ' ἀρέσκειαν, καὶ παρατηροῦσιν ὅτι, τοῦ σωλήνος παράγοντος ἡχόν τινα, ὅταν ἀνοίξωσι τὴν εἰς τινὰ κοιλίαν Κ' ἀντιστοιχοῦσαν ἐπὶ τὴν, ὁ παραγόμενος ἡχος δὲν μεταβάλλεται. Ὁ ἐντὸς λοιπὸν τοῦ σωλήνος ἐν τῷ μέρει Κ' παλλόμενος ἀνὴρ ἔχει



σχ. 284

τὴν αὐτὴν πυκνότητα μὲ τὴν τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος. Ἐὰν δ' ἀνοίξωσι τὴν εἰς τινὰ δεσμὸν Δ' ἀντιστοιχοῦσαν, τότε ἀμέσως ὁ ἤχος μεταβάλλεται· διότι, ἐπειδὴ ἐν τῷ δεσμῷ Δ' ὁ τοῦ σωλήνος ἀήρ εἶναι διαδοχικῶς πυκνότερος καὶ ἀραιότερος, ὅταν οὗτος συγκοινωνῇ μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀέρος, τίθεται ἀναγκάτως εἰς ἴσην μετ' αὐτοῦ πυκνωτικὴν κατὰστασιν, τουτέστι μετατρέπεται εἰς κοιλίαν, καὶ ἐπειδὴ τότε τὸ διάστημα ΚΔ' διαιρεῖται εἰς ἴσα μέρη, ὧν τὰ ἄκρα Κ καὶ Δ' θέλουσιν εἶναι κοιλίαι, ὁ ἀριθμὸς τῶν μεταξὺ Κ καὶ Δ' ἡχητικῶν κυμάτων μεταβάλλεται, ἐπομένως καὶ ὁ παραγόμενος ὑπὸ τοῦ σωλήνος ἤχος θέλει ἀναγκάτως εἶναι διάφορος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΠΑΛΜΙΚΑΙ ΤΩΝ ΧΟΡΔΩΝ ΚΙΝΗΣΕΙΣ

341. ΕΓΚΑΡΣΙΟΙ ΚΑΙ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΠΑΛΜΙΚΑΙ ΤΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΙΝΗΣΕΙΣ. — Ἐν τοῖς παλλομένοις ἐλαστικοῖς σώμασι δύο εἰδῶν παλμούς διακρίνομεν· τοὺς ἐγκαρσίους καὶ τοὺς κατὰ μῆκος. Ἐγκάρσιοι παλμοὶ λέγονται ἐκεῖνοι, καθ' οὓς τὰ μέρη τῶν σωμάτων πάλλονται καθέτως ὡς πρὸς τὴν μεγαλειτέραν αὐτῶν διάστασιν, κατὰ μῆκος δὲ ἐκεῖνοι, καθ' οὓς τὰ μέρη αὐτῶν πάλλονται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς μεγαλειτέρας αὐτῶν διαστάσεως. Παραδείγματος χάριν, ἐγκάρσιοι παλμοὶ τεταμένης τινὸς χορδῆς ΧΧ εἶναι οἱ ἐκατέρωθεν τοῦ μήκους αὐτῆς ΧΧ παραγόμενοι, ὡς παριστᾷ τὸ σχῆμα 269, κατὰ μῆκος δέ, ὅταν τὰ μέρη τῆς χορδῆς πάλλονται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΧΧ τοῦ μήκους αὐτῆς.

342. ΝΟΜΟΙ ΤΩΝ ΕΓΚΑΡΣΙΩΝ ΠΑΛΜΩΝ ΤΩΝ ΧΟΡΔΩΝ. — Οἱ ἐγκάρσιοι τῶν χορδῶν παλμοὶ παράγονται ἄλλοτε διὰ πλήκτρου, ὡς ἐπὶ τοῦ βιολίου, ἄλλοτε διὰ τῶν δακτύλων, ὡς ἐπὶ τῆς κιθάρας καὶ τῆς βαρβίτου, ἄλλοτε διὰ κρούσεως, ὡς ἐπὶ τοῦ κλειδοκυμβάλου, ὁ δὲ ἀριθμὸς τῶν ἐν τινι χρονικῷ διαστήματι ὑπὸ τινος χορδῆς ἐκτελουμένων παλμῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μήκους, τῆς διαμέτρου, τῆς τάσεως καὶ τῆς πυκνότητος αὐτῆς κατὰ τοὺς ἐξῆς τέσσαρας νόμους·

Τῶν λοιπῶν μερόντων τῶν αὐτῶν, οἱ ἀριθμοὶ τῶν ἐν τῷ αὐτῷ χρονικῷ διαστήματι ὑπὸ δύο διαφόρων χορδῶν παραγομένων παλμῶν μεταβάλλονται.

1^{ον} Κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν μηκῶν αὐτῶν.

2^{ον} Κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν διαμέτρων αὐτῶν.

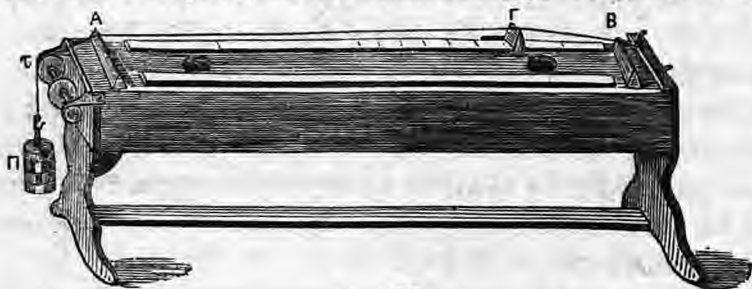
3^{ον} Ἀρα λόγως τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν μετρούντων ἢ παραγόντων τὰς τάσεις αὐτῶν βαρῶν.

4^{ον} Κατ' ἀντίστροφον λόγον τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν πυκνότητων αὐτῶν.

343. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΑΝΩΤΕΡΩ ΝΟΜΩΝ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ, ΗΧΟΜΕΤΡΟΝ. — Οἱ ἀνωτέρω τέσσαρες νόμοι ἀπεδείχθησαν θεωρητικῶς ὑπὸ τοῦ Λαγράντζ (Lagrange), καὶ περιλαμβάνονται ἐν τῷ ἐξῆς ὑπ' αὐτοῦ δοθέντι τύπῳ

$$v = \frac{1}{\alpha \mu} \sqrt{\frac{B}{\pi \varepsilon}} \quad (1)$$

ἐν ᾧ v παριστᾷ τὸν ἀριθμὸν τῶν ἐν ἐνὶ δευτερολέπτῳ ὑπὸ τῆς χορδῆς παραγομένων παλμῶν, α τὴν διάμετρον, μ τὸ μῆκος, ε τὴν πυκνότητα αὐτῆς, B τὸ τείνον αὐτὴν βάρος καὶ π τὸν γνωστὸν λόγον 3,14159..... τῆς περιφερείας πρὸς τὴν διάμετρον. Ἡ δὲ πειραματικὴ αὐτῶν ἀπόδειξις γίνεται διὰ τοῦ ἐξῆς ὀργάνου, ὅπερ καλεῖται ἡχόμετρον, διότι δι' αὐτοῦ μετρεῖται ὁ ἀριθμὸς τῶν ἀποτελούντων ἤχόν τινα παλμῶν, καὶ μονόχορδον, διότι συνήθως ἀποτελεῖται ἐκ μιᾶς μόνον χορδῆς (Σχ. 285). Σύγκειται δὲ τοῦτο ἐκ τινος ἡχητικοῦ κιβωτίου, ἔχοντος λεπτὰς παρείας, ἐπὶ τοῦ ὁποίου ὑπάρχει τεταμένη διὰ τινος



Σχ. 285

τροχιλαίας τ καὶ τοῦ βάρους Π μεταλλικῆς χορδῆ AB . Τὰ δύο μαγάδια A καὶ B , τὰ προσδιορίζοντα τὸ παλλόμενον τῆς χορδῆς μῆκος AB , εὐρίσκονται εἰς ἐνὸς μέτρου ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν, τὸ δὲ τρίτον μαγάδιον Γ εἶναι κινητὸν, καὶ δύναται νὰ τεθῇ ὑπὸ τὴν χορδὴν AB εἰς ὅποιονδήποτε σημεῖον τοῦ μήκους αὐτῆς.

1^{ον} Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ πρώτου νόμου παράγομεν πρῶτον δι' ὅλης τῆς χορδῆς AB ἤχόν τινα, θν λαμβάνομεν ὡς τὸ θεμελιῶδες δο κλίμακός τινος, ἔπειτα θέτομεν διαδοχικῶς τὸ κινητὸν μαγάδιον Γ εἰς τὰ $\frac{4}{5}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$ τοῦ ὀλικοῦ μήκους AB αὐτῆς καὶ παράγομεν νέους ἤχους, οἵτινες εὐρίσκονται ὄντες ὁ τρίτος, ὁ πέμπτος, ὁ ὄγδοος τῆς αὐτῆς κλί-

μακος. Ἀλλὰ γνωρίζομεν ὅτι οὗτοι εἶναι πρὸς τὸν πρῶτον δό, ὡς οἱ ἀριθμοὶ $\frac{5}{4}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{2}{1}$ πρὸς τὴν μονάδα (330, α). Λοιπὸν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν τῶν χορδῶν εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν μηκῶν αὐτῶν, ὅταν τὰ λοιπά, (τουτέστιν ἡ διάμετρος, ἡ τάσις καὶ ἡ πυκνότης), ἐξ ὧν οὗτοι ἐξαρτῶνται, μένωσιν ἀμετάβλητα.

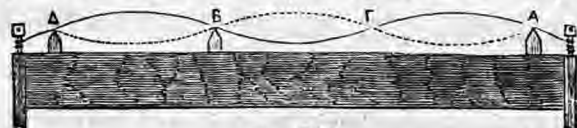
2^{ον} Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ δευτέρου νόμου λαμβάνομεν τέσσαρας χορδὰς τῆς αὐτῆς φύσεως, τῶν ὁποίων αἱ διαμέτροι νὰ ᾖναι πρὸς ἀλλήλας ὡς οἱ ἀριθμοὶ 4, 3, 2, 1, τείνομεν αὐτὰς μεταξὺ τῶν μαγαδίων Α καὶ Β δι' ἴσων βαρῶν Π, καὶ παρατηροῦμεν ὅτι οἱ ὑπ' αὐτῶν παραγόμενοι τέσσαρες ἤχοι εἶναι οἱ ἐξῆς· δό₁, φά₁, δό₂, δό₃, τῶν ὁποίων οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν εἶναι πρὸς ἀλλήλους ὡς 1, $\frac{4}{3}$, 2, καὶ 4, ἢ, διαιρουμένων αὐτῶν διὰ 4, ὡς $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{2}$, καὶ 1. Λοιπὸν οἱ ἀριθμοὶ τῶν παλμῶν τῶν χορδῶν εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν διαμέτρων αὐτῶν, ὅταν τὰ λοιπά, (τουτέστι τὸ μήκος, ἡ τάσις καὶ ἡ πυκνότης), ἐξ ὧν οὗτοι ἐξαρτῶνται, μένωσιν ἀμετάβλητα.

3^{ον} Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ τρίτου νόμου τείνομεν μεταξὺ τῶν μαγαδίων Α καὶ Β τὴν αὐτὴν μεταλλικὴν χορδὴν διαδοχικῶς διὰ τῶν βαρῶν Π, 4Π, 9Π, 16Π, καὶ παρατηροῦμεν ὅτι οἱ ὑπ' αὐτῆς παραγόμενοι διαδοχικοὶ ἤχοι εἶναι οἱ δό₁, δό₂, σόλ₂, δό₃, οἵτινες παρίστανται ὡς γνωστὸν (330) διὰ τῶν σχετικῶν ἀριθμῶν 1, 2, 3, 4, τουτέστι διὰ τῶν τετραγωνικῶν ριζῶν τῶν ἀριθμῶν 1, 4, 9, 16, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει τὸν ἀνωτέρω τρίτον νόμον.

4^{ον} Πρὸς ἀπόδειξιν τέλος τοῦ τετάρτου νόμου τείνομεν δι' ἴσων βαρῶν ἐπὶ τῶν μαγαδίων Α καὶ Β δύο τῆς αὐτῆς διαμέτρου χορδὰς, τὴν μὲν ἐξ ἐντέρου, τὴν δὲ ἐξ ὀρειχάλκου, ὧν τὰ εἰδικὰ βάρη εἶναι πρὸς ἀλλήλα ὡς οἱ ἀριθμοὶ 1 πρὸς 9, καὶ παρατηροῦμεν ὅτι ἡ ἐξ ἐντέρου χορδὴ παράγει τὸν ἦχον σόλ₂, ἐνῶ ἡ ἐξ ὀρειχάλκου δίδει τὸν δό₁, γνωρίζομεν δὲ ὅτι οἱ σχετικοὶ ἀριθμοὶ, οἱ παριστῶντες τοὺς ἤχους σόλ₂ καὶ δό₁, εἶναι 3 καὶ 1, τουτέστιν αἱ τετραγωνικαὶ ρίζαι τῶν πυκνοτήτων 9 καὶ 1, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει τὸν ἀνωτέρω τέταρτον νόμον.

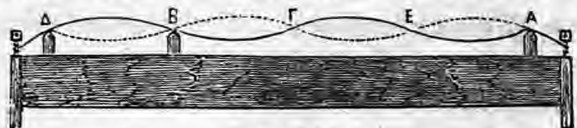
344. ΔΕΣΜΟΙ ΚΑΙ ΚΟΙΛΙΑΙ ΤΩΝ ΠΑΛΛΟΜΕΝΩΝ ΧΟΡΔΩΝ. — Ὅταν ἡ χορδὴ ΑΒ τοῦ ἡχομέτρου πάλληται καθ' ὅλον αὐτῆς τὸ μήκος ΑΒ, τὰ μὲν ἀκίνητοῦντα σημεῖα αὐτῆς Α καὶ Β καλοῦνται δεσμοί, τὸ δὲ μεταξὺ τούτων, ἔνθα τὸ πλάτος τῶν παλμῶν εἶναι μέγιστον, καλεῖται κοιλία. Ὡσαύτως, ἐὰν διαιρέσωμεν τὴν ὅλην χορδὴν ΔΑ (Σχ. 286) εἰς τρία ἴσα μέρη ΔΒ, ΒΓ, ΓΑ, καί, ἀφοῦ θέσωμεν τὸ κινητὸν μαγάδιον Β εἰς τὸ τρίτον αὐτῆς, πλήξωμεν διὰ πλήκτρου τὸ μέρος ΒΔ στηρίζοντες

ἐλαφρῶς τὸν δάκτυλον ἡμῶν ἐπὶ τοῦ Β, τὰ δύο ἴσα μέρη ΒΓ καὶ ΓΑ τοῦ μέρους ΒΑ πάλλονται οὕτως, ὥστε τὸ μέσον αὐτοῦ Γ μένει ἀκίνητον. Σχηματίζονται λοιπὸν τότε τέσσαρες δεσμοὶ Δ, Β, Γ, Α, καὶ τρεῖς κοιλίαι ἐν τῷ μέσῳ τῶν ἴσων μερῶν ΒΔ, ΒΓ, ΓΑ. Πρὸς ἀπόδειξιν δὲ ὅτι ἐν τῷ σημείῳ Γ ἐσχηματίσθη δεσμός, θέτομεν ἐπ' αὐτοῦ, καθὼς καὶ ἐπὶ τοῦ μέσου τῶν ἴσων μερῶν ΒΓ, ΓΑ, μικρὰ καὶ γωνιώδη τεμάχια χάρτου, καὶ παρατηροῦμεν ὅτι, ὅταν ἤχη ἡ χορδή, τὸ μὲν ἐπὶ τοῦ Γ τεθὲν μόλις πάλλεται, ἐνῷ τὰ ἕτερα δύο ἐκτινάσσονται βιαίως.



Σχ. 286

Τὸ σχῆμα 287 παριστᾷ τὴν ὅλην χορδὴν ΔΑ διαιρεθεῖσαν εἰς τέσσαρα ἴσα μέρη καὶ ἔχουσαν τὸ κινητὸν μαγάδιον Β ὑπὸ τὸ τέταρτον αὐτῆς. Τότε δέ, ὅταν ἤχη τὸ μέρος ΒΔ, ἀποδεικνύεται, ὡς καὶ προηγουμένως, ὅτι τὰ ἕτερα τρία ΒΓ, ΓΕ, ΕΑ πάλλονται οὕτως, ὥστε εἰς



Σχ. 287

μὲν τὰ σημεία Γ καὶ Ε σχηματίζονται δεσμοί, εἰς δὲ τὰ μεταξὺ τούτων κοιλίαι. Παρατηρητέον πρὸς τούτοις ὅτι τὰ μεταξὺ τῶν δεσμῶν μέρη τῆς χορδῆς πάλλονται κατ' ἀντίθετον φορὰν ἕκαστον τοῦ προηγουμένου καὶ ἐπομένου αὐτῷ, ὡς παριστῶσι τὰ ἀνωτέρω δύο σχήματα 286, 287, καὶ ὅτι, ὅταν ἡ ὅλη χορδὴ ΔΑ διαιρῇται εἰς ἴσα μέρη, οἱ ὑπ' αὐτῶν παραγόμενοι ἤχοι εἶναι, κατὰ τὸν ἀνωτέρω ἀποδειχθέντα 1^{ον} νόμον, ὡς πρὸς τὸν θεμελιώδη, τουτέστι τὸν ὑπὸ τῆς ὅλης παλλομένης χορδῆς παραγόμενον, ὡς οἱ ἀκέραιοι ἀριθμοὶ 1, 2, 3, 4, κτλ. Οἱ νέοι λοιπὸν ἤχοι εἶναι οἱ ἁρμονικοὶ τοῦ θεμελιώδους (335).

345. ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΠΑΛΜΟΙ ΤΩΝ ΧΟΡΔΩΝ. — Τοὺς κατὰ μῆκος παλμοὺς τῶν χορδῶν παράγομεν τρίβοντες αὐτὰς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τοῦ μήκους αὐτῶν μὲ τεμάχιον ὑφάσματος πεπασμένον μὲ κολοφωνίαν (εἶδος ῥητίνης). Οἱ δὲ νόμοι, καθ' οὓς ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τοῦ μήκους, τῆς διαμέτρου, τῆς πυκνότητος καὶ ἐλαστικότητος τῶν χορδῶν, περιέχονται ἐν τῷ ἐξῆς ὑπὸ τοῦ Λαγράντζ εὑρεθέντι τύπῳ

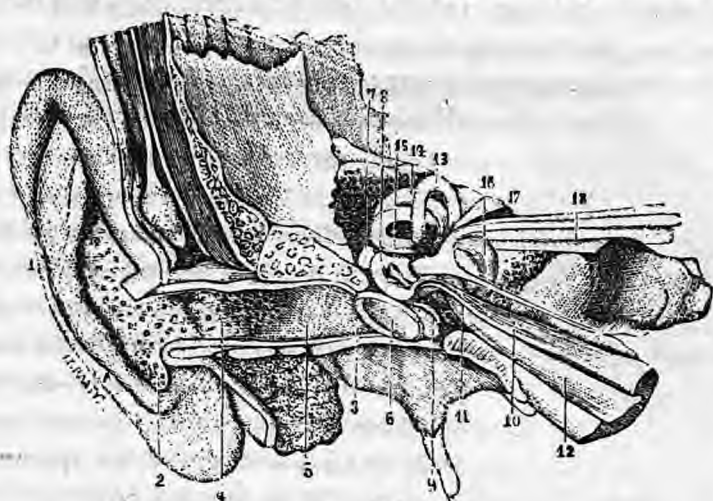
$$v = \frac{1}{\alpha\mu} \sqrt{\frac{E}{\pi\epsilon}},$$

ἐν ᾧ τὰ μὲν γράμματα γ , α , μ , ϵ , π παριστῶσιν ὅ,τι καὶ ἐν τῷ τύπῳ (1) τῆς § 343, τὸ δὲ ϵ τὸν καλούμενον *συντελεστήν τῆς ἐλαστικότητος* τῆς χορδῆς, τοὔτεστι τὸ ἀναγκαῖον βάρος, ὅπως ἡ ἐπαύξησις τοῦ μήκους τῆς χορδῆς καταστῇ ἴση μὲ τὸ ἀρχικὸν αὐτῆς μήκος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΩΤΟΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΑΥΤΟΥ ΜΕΡΩΝ

346. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΩΤΟΣ. — Τὸ μέρος τοῦ ἡμετέρου ὀργανισμοῦ, δι' οὗ ἀντιλαμβάνομεθα τῶν ἤχων, καλεῖται οὖς ἢ ἀκουστικὸν ὄργανον ἢ ὄργανον τῆς ἀκοῆς, καὶ παρίσταται ἐν συνόλῳ ὑπὸ τοῦ σχήματος 288. Πρὸς εὐχερεστέραν δ' αὐτοῦ περιγραφὴν διαιροῦσιν αὐτὸ εἰς τρία μέρη· εἰς τὸ ἐξωτερικόν, τὸ μέσον καὶ τὸ ἐσωτερικόν οὖς.



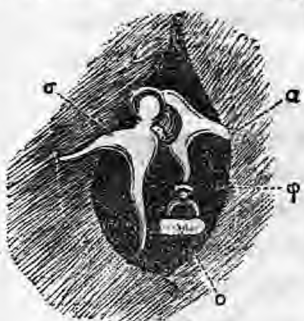
Σχ. 288

Ἐξωτερικόν οὖς. — Τὸ ἐξωτερικόν οὖς (ἀπὸ 1 ἕως 3) ἀποτελεῖται ἐκ δύο μερῶν· ἐκ τοῦ χονδρώδους πτερυγώματός (1—4) καὶ ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀκουστικοῦ πόρου (1—3). Τὸ χονδρῶδες πτερύγωμα ἢ ὠτικὸς χόνδρος ὁμοιάζει μὲ εὐρεῖαν χώνην, ἥς τὸ μὲν ἐξωτερικόν μέρος (1—2) ἔχει σχῆμα ἡμιελλειψοειδὲς μὲ ἐπιφάνειαν ἀκανονίστως συνεστραμμένην πρὸς τὰ ἔξω, τὸ δὲ ἐσωτερικόν (2—4), ὅπερ καλεῖται καὶ κόγχη, εἰσβάλλει χωνοειδῶς εἰς τὸν ἐξωτερικὸν ἀκουστικὸν πόρον. Οὗτος δὲ ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ χονδρώδους σωλήνος (1—5), ὅστις

εἶναι συνέχεια τοῦ ὠτικού χόνδρου, καὶ ἐκ τοῦ ὀστείνου (5—3), ὅστις εἶναι συνέχεια τοῦ πρώτου.

Μέσον οὖς. — Τὸ μέσον οὖς (6—11) εἶναι ὀστεώδης κοιλότης πλήρης ἀέρος, κοίλωμα τοῦ τυμπάνου καλουμένη, ἢ ἀπλῶς *τύμπανον*. Αὕτη εὐρίσκεται ἐντὸς τοῦ πετρώδους μέρους τοῦ κροταφικοῦ ὀστοῦ, καὶ χωρίζεται ἀπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀκουστικοῦ πόρου διὰ τινος πλαγίως τεταμένης ἐπὶ τινος ὀστείνου κύκλου μεμβράνης (6), ἥτις καλεῖται *ὕμην* τοῦ τυμπάνου. Τὸ κοίλωμα τοῦ τυμπάνου φέρει τέσσαρας ὀπὰς καὶ ἄλλωσιν ἀποτελουμένην ἐκ τεσσάρων ὀσταρίων. Διὰ τῆς πρὸς τὰ ἄνω ὀπῆς συγκοινωνεῖ μὲ τὰς ἐντὸς τοῦ πετρώδους τοῦ κροταφικοῦ ὀστοῦ ὑπαρχούσας κοιλότητας διὰ τῆς ἐτέρας, ἥτις καλεῖται *ὠσειδῆς θυρίς*, συγκοινωνεῖ μὲ τὴν αἴθουσαν τοῦ ἐσωτερικοῦ ὠτός διὰ τῆς τρίτης, ἥτις καλεῖται *στρογγύλη θυρίς*, μὲ τὸν *κοχλῖαν* τοῦ ἐσωτερικοῦ ὠτός, καὶ διὰ τῆς τετάρτης μὲ τὴν κοιλίαν τοῦ φάρυγγος διὰ τῆς *Εὐσταθιαρῆς* καλουμένης *σάλπιγγος* (12), δι' ἧς ὁ ἀὴρ τοῦ τυμπάνου συγκοινωνεῖ μετὰ τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀτμοσφαιρικοῦ ἀέρος. Ἡ στρογγύλη καὶ ἡ ὠσειδῆς θυρίς εἶναι κεκλεισμένα διὰ λεπτοτάτων μεμβρανῶν.

Τὸ σχῆμα 289 παριστᾷ τὴν φυσικὴν θέσιν τῶν ἐντὸς τοῦ κοιλώματος τοῦ τυμπάνου ὑπαρχόντων τεσσάρων ὀσταρίων, δι' ὧν ἀποτελεῖται εἰδὸς τι ἀλύσεως, δι' ἰσχυροτάτων συνδέσμων διατηρουμένης. Τὸ πρῶτον ὀστᾶριον σ κα-



Σχ. 289

λεῖται *σφάρα*, τὸ δεύτερον α *ἄκμων*, τὸ τρίτον φ *φακοειδές*, ἃν καὶ εἶναι κυρίως ἀπλοῖν φυμάτιον τῆς μικρᾶς ἀποφύσεως τοῦ ἄκμονος α, τὸ δὲ τέταρτον ο *ἀναβολέως*. Ὁ μὲν πρὸς τὰ ἀριστερὰ βραχίον τῆς σφύρας σ στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ὑμένο τοῦ τυμπάνου, καὶ δύναται νὰ πιέξῃ αὐτὸν κινούμενος διὰ μικροῦ τινος μυῆσκου πρὸς τὰ ἔξω, ἡ δὲ βά-

σις τοῦ ἀναβολέως ο ἐπὶ τῆς μεμβράνης τῆς ὠσειδοῦς θυρίδος, πρὸς ἣν φέρεται δι' ἰδιαιτέρου μυῆσκου.

Ἐσωτερικὸν οὖς. — Τὸ ἐσωτερικὸν οὖς, ὅπερ καλεῖται ἕνεκα τῆς πολυπλόκου αὐτοῦ κατασκευῆς καὶ *λαβυρίνθος*, ἀποτελεῖται ἐκ τριῶν κοιλοτήτων, κειμένων εἰς τὸ βάθος τοῦ πετρώδους τοῦ κροταφικοῦ ὀστοῦ καὶ πεπληρωμένων ὑγρῶν. Εἶναι δὲ αὗται ἡ αἴθουσα, οἱ *τρεῖς ἡμικυκλίοι σωλῆνες* καὶ ὁ *κοχλίας*. Ἡ αἴθουσα εἶναι ὠσειδῆς κοιλότης, χωριζομένη ἀπὸ τῆς κοιλότητος τοῦ τυμπάνου διὰ τῆς μεμβράνης τῆς ὠσειδοῦς θυρίδος καὶ ἔχουσα ἄνωθεν τοὺς *τρεῖς ἡμικυκλίους σωλῆνας* καὶ κάτωθεν τὸν *κοχλῖαν* τοῦ *λαβυρίνθου*. Οἱ *τρεῖς ἡμικυκλίοι σωλῆ-*

νες (43, 44, 45) εἶναι ἀνοικτοὶ ἑκατέρωθεν, συγκοινωνοῦσιν ἐλευθέρως μετὰ τῆς αἰθούσης, τὰ δὲ ἐπίπεδα αὐτῶν εἶναι κάθετα πρὸς ἄλληλα. Τέλος ὁ κοχλίας (46) εἶναι εἰδὸς τι κοίλου κώνου, ἐλικοειδῶς συνεστραμμένου περὶ τινὰ ὀστέινην στήλην κατὰ δύο καὶ ἡμίσειαν περιστροφάς, διαιρεῖται δὲ ἐσωτερικῶς εἰς δύο μέρη διὰ διαφράγματος κατ' ἀρχὰς ὀστέινου καὶ ἔπειτα μεμβρανώδους, ἀνοικτοῦ κατὰ τὴν κορυφὴν τοῦ κώνου ἢ τοῦ κοχλίου, εἰς τρόπον ὥστε τὰ δύο μέρη αὐτοῦ νὰ συγκοινωνῶσι πρὸς ἄλληλα. Ὁ κοχλίας συγκοινωνεῖ ἐλευθέρως μὲ τὴν αἶθουσαν διὰ τῆς βάσεως αὐτοῦ καὶ μὲ τὴν κοιλότητα τοῦ τυμπάνου διὰ τῆς στρογγύλης θυρίδος, τῆς ὑπὸ ἰδιαιτέρας ὡς προείπομεν μεμβράνης κεκλεισμένης.

Αἱ ἀνωτέρω τρεῖς κοιλότητες καλύπτονται ὑπὸ λεπτοτάτων, μαλακῶν καὶ διαφανῶν μεμβρανῶν, αἵτινες ὅμως δὲν εἶναι ἐντελῶς ἐφηρμοσμένοι ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν ὀστέινων αὐτῶν ἐπιφανειῶν, ἀλλὰ ἀποχωρίζονται ἀπ' αὐτῶν ὑπὸ τῶν περιεχομένων ἐν αὐταῖς ὑγρῶν. Ἐπὶ τῶν μεμβρανῶν τούτων ἐφαπλοῦνται εἰς λεπτότατα νημάτια οἱ τέσσαρες κλάδοι τοῦ καλουμένου ἀκουστικοῦ νεύρου (48), ὅπερ εἰσέρχεται ἐν τῷ λαβυρίνθῳ δι' ἰδιαιτέρου σωλήνος, καλουμένου ἐσωτερικοῦ ἀκουστικοῦ πόρου. Ἡ αἶθουσα καὶ οἱ τρεῖς ἡμικύκλιοι σωλῆνες φαίνεται ὅτι εἶναι τὰ κυριώτερα τοῦ ἀκουστικοῦ ὄργάνου μέρη, διότι ταῦτα ἐκλείπουνσι τελευταῖον ἐν τῇ συνεχεῖ καὶ βαθμιαίᾳ καταπτώσει τοῦ ὄργάνου τῆς ἀκοῆς ἐν τῇ κλίμακῃ τῶν ζώων.

347. ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΠΩΣ ΑΚΟΥΟΜΕΝ. — Ὅταν ἡχητικόν τι σῶμα πάλλεται, αἱ παλμικαὶ αὐτοῦ κινήσεις μεταδίδονται εἰς τὸν ἀέρα καὶ δι' αὐτοῦ εἰς τὸν ὕμνα τοῦ τυμπάνου, ὅστις μεταδίδει ταύτας διὰ μὲν τῆς ἀλύσεως τῶν ὀσταρίων εἰς τὴν μεμβράνην τῆς ὠοειδοῦς θυρίδος, διὰ δὲ τοῦ ἐντὸς τοῦ τυμπάνου περιεχομένου ἀέρος εἰς τὴν μεμβράνην τῆς στρογγύλης θυρίδος. Οὕτως αἱ ἀνωτέρω δύο μεμβράναι τίθενται εἰς παλμικὴν τινὰ κίνησιν, ἣν μεταδίδουσιν εἰς τὰ ἐντὸς τῆς αἰθούσης καὶ τοῦ κοχλίου ὑπάρχοντα ὑγρά, μεθ' ὧν τότε ἀναγκαίως συμπάλλονται καὶ αἱ ἐντὸς αὐτῶν ἐμβεδαπτισμένοι μεμβράναι, ἐπομένως καὶ τὰ νημάτια τοῦ ἐπ' αὐτῶν ἐφηπλωμένου ἀκουστικοῦ νεύρου. Ἐκ τῆς παλμικῆς δὲ τούτων κινήσεως, ἥτις εἶναι διάφορος κατὰ τὸν διάφορον τοῦ ἡχοῦντος σώματος τρόπον τοῦ πάλλεσθαι, προκύπτει ἐν ἡμῖν τὸ αἶσθημα τοῦ ἡχοῦ μετὰ τῶν συνοδευόντων αὐτὸν διαφόρων διακριτικῶν χαρακτήρων (349).

348. ΕΝΕΡΓΕΙΑΙ ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΜΕΡΩΝ ΤΟΥ ὠτος. — Κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Σαβάρ καὶ ἄλλων τινῶν τὸ ἐλλειψοειδὲς μέρος τοῦ χονδρώδους πτερυγώματος (1—2), ὅπερ κατ' ἀρχὰς ἀπαντᾷ τὰ ἡχη-

τικά κύματα, ἐνεργεῖ διττῶς· πρῶτον τίθεται ὑπ' αὐτῶν εἰς παλμικὴν τινὰ κίνησιν, ἣν μεταδίδει ἀμέσως εἰς τὰ ἐνδότερα μέρη τοῦ ὠτός, καὶ δεύτερον ἔνεκα τοῦ καταλλήλου σχήματος τῶν διαφόρων αὐτοῦ ἰσοχῶν καὶ ἐξοχῶν ἀντανεκλᾶ μέρος τῶν προσπιπτουσῶν ἡχητικῶν ἀκτίνων πρὸς τὸν ἀκουστικὸν πόρον. Τοῦτου δ' ἔνεκα ἀκούομεν εὐκρινέστερον, ὅταν διευθύνωμεν τὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ πρὸς τὸ ἡχοῦν σῶμα, καὶ μάλιστα ὅταν ἐπεκτείνωμεν αὐτὴν διὰ τῆς προσθήκης τῆς ἐπιφανείας τῆς ἡμετέρας χειρός, καταλλήλως κυρτωμένης. Οὐχ ἦττον τὸ μέρος τοῦτο τοῦ ἡμέτερου ὄργάνου δὲν εἶναι ἀπαραίτητον διὰ τὴν ἀκοήν, καὶ ἡ ἀπώλεια αὐτοῦ ἐλαχίστην ἐξασθένησιν τῆς ἀκοῆς προσξενεῖ.

Ὁ ἐξωτερικὸς ἀκουστικὸς πόρος χρησιμεύει ἀφ' ἑνὸς εἰς τὸ νὰ ἀντανεκλᾶ καὶ συγκεντροῖ πρὸς τὸν ὑμένα τοῦ τυμπάνου τὰ ἐξῶθεν ἐρχόμενα ἡχητικὰ κύματα, καὶ ἀφ' ἑτέρου διὰ τοῦ μήκους καὶ τῆς πρὸς τὰ ἄνω διευθύνσεως αὐτοῦ εἰς τὸ νὰ προφυλάσῃ τὸν αὐτὸν ὑμένα ἀπὸ παντὸς ἐξωτερικοῦ κινδύνου. Ἀλλὰ καὶ ἡ ἑλλειψις αὐτοῦ μικρὰν ἐξασθένησιν τῆς ἀκοῆς ἐπιφέρει· ἐν ἄλλαις λέξεσι, τὸ ἐξωτερικὸν οὐς δὲν εἶναι τι ἀπαραίτητον διὰ τὴν ἀκοήν, διὰ τοῦτο καὶ ἐλλείπει παντελῶς εἰς τὰ ἔρπετα καὶ ἐν μέρει εἰς τὰ πτηνά.

Ὁ ὕμην τοῦ τυμπάνου χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ συγκεντροῖ τὰς ἐφ' ὅλης τῆς ἐκτάσεως αὐτοῦ παραχθείσας παλμικὰς κινήσεις ἐπὶ τῆς ἀλύσεως τῶν ὀσταρίων, δι' ἧς αὗται μεταδίδονται τότε ζωηρότερον ἐπὶ τῆς μεμβράνης τῆς ὠοειδοῦς θυρίδος. Οὗτος ἐνίοτε διαρρήγνυται, καὶ τότε δὲν ἐπέρχεται μὲν κώφωσις, ἀλλ' ἡ ὀξύτης τῆς ἀκοῆς ἐλαττοῦται οὐσιωδῶς.

Τὰ τὴν ἄλυσιν ἀποτελοῦντα ὀστάρια δὲν κεῖνται ἐπ' εὐθείας γραμμῆς, ἀλλὰ σχηματίζουνσι γωνίαν τινὰ μεταβλητὴν (Σχ. 289). Οὕτω προφυλάσσεται ἀφ' ἑνὸς ἡ μεμβράνη τῆς ὠοειδοῦς θυρίδος, ὅταν τὰ τὸν ὑμένα τοῦ τυμπάνου προσβάλλοντα ἡχητικὰ κύματα ἦναι ἀρκοῦντως ἰσχυρά, ὥς τὰ παραγόμενα ὑπὸ τῶν ἐκπυρσοκροτούντων τηλεβόλων, δι' ὧν πολλάκις θραύονται αἱ ὑάλοι τῶν παραθύρων, (διότι σμικρυνόμενης τότε τῆς γωνίας, αἱ ἐπὶ τῆς σφύρας παλμικαὶ τοῦ ὑμένος τοῦ τυμπάνου κινήσεις ἐξασθενοῦνται μεταβιβαζόμεναι ἐπὶ τῆς μεμβράνης), καὶ ἀφ' ἑτέρου ἡ σφύρα δύναται νὰ φέρεται καὶ ἀπομακρύνεται ἀπὸ τοῦ ὑμένος χωρὶς νὰ συμπαρασύρῃ μεθ' ἑαυτῆς καὶ τὸν ἐπὶ τῆς μεμβράνης τῆς ὠοειδοῦς θυρίδος ἐπικεκολλημένον ἀναβολέα, τοῦθ' ὅπερ ἤθελε παραγάγει πάλιν τὴν διαρρήξιν τῆς μεμβράνης. Ἡ μὲν ἀπώλεια τῆς σφύρας καὶ τοῦ ἄκμονος ἐπιφέρει μεγάλην ἐξασθένησιν εἰς τὴν ἀκοήν, ἡ δὲ ἀπώλεια τοῦ ἀναβολέως, ἥτις συνοδεύεται πάντοτε μὲ τὴν διαρρήξιν τῆς μεμβράνης τῆς ὠοειδοῦς θυρίδος, ἐντελὴ κώφωσιν.

Ἡ Εὐσταθιανὴ σάλπιγξ χρησιμεύει εἰς τὸ νὰ διατηρῇ τὸν ἀέρα τοῦ

τυμπάνου εἰς ἴσην τάσιν μὲ τὴν ἐξωτερικὴν πίεσιν καὶ ἀρκούντως ὑγρὸν, ὥστε ὁ ὕμην αὐτοῦ νὰ ἔχῃ τὴν ἀπαιτουμένην διὰ τὰς παλμικὰς αὐτοῦ κινήσεις ἐλαστικότητα. Παρατηρήθη δὲ ὅτι ἡ παρατεταμένη ἔμφραξις αὐτῆς ἐπιφέρει κώφωσιν· διότι τότε ὁ ἀήρ τοῦ τυμπάνου ἀπορρόφᾶται ἐν μέρει ὑπὸ τῶν παρειῶν αὐτοῦ, καὶ αἱ ἐκατέρωθεν ἐπὶ τοῦ ὕμενος τοῦ τυμπάνου ὑπάρχουσαι πιέσεις καθίστανται ἄνισοι, τοῦθ' ὅπερ ἐμποδίζει αὐτὸν νὰ συμπάλληται ἐλευθέρως.

Ἡ μεμβράνη τῆς στρογγύλης θυρίδος, ἡ ὑπὸ τῶν παλμικῶν κινήσεων τοῦ ἀέρος τοῦ τυμπάνου παλλομένη, μεταδίδει τὰς παλμικὰς αὐτῆς κινήσεις εἰς τὸ ὑγρὸν τοῦ κοιλίου, ἐπὶ τῆς παρειᾶς τοῦ ὁποῖου ὑπάρχει, καὶ ἐντεῦθεν εἰς τὰ νημάτια τοῦ ἐν αὐτῷ ὑπάρχοντος μέρους τοῦ ἀκουστικοῦ νεύρου. Οἱ Φυσικοὶ φρονοῦσιν ὅτι ἀκούομεν ἀπλῶς διὰ τοῦ ὕμενος τοῦ τυμπάνου καὶ τῆς μεμβράνης τῆς στρογγύλης θυρίδος, καὶ ὅτι ἀκούομεν μετὰ προσοχῆς διὰ τοῦ αὐτοῦ ὕμενος, τῆς ἀλύσεως τῶν ὀσφάριων καὶ τῆς μεμβράνης τῆς ὠοειδοῦς θυρίδος.

ΒΙΒΛΙΟΝ ΔΕΚΑΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΟΠΤΙΚΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΡΩΤΟΝ

ΦΩΣ, ΔΙΑΔΟΣΙΣ, ΤΑΧΥΤΗΣ ΚΑΙ ΕΝΤΑΣΙΣ ΑΥΤΟΥ

349. **ΦΩΣ, ΟΠΤΙΚΗ.** — Τὸ αἷτιον, τὸ παράγον ἐν ἡμῖν τὸ αἰσθημα τῆς ὁράσεως, καλεῖται φῶς, τὸ δὲ μέρος τῆς Φυσικῆς, τὸ περὶ τῶν ιδιοτήτων τοῦ φωτὸς πραγματευόμενον, ὠνομάσθη *Ὀπτική*.

350. **ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΦΥΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ.** — Ὡς περὶ τῆς θερμότητος, οὕτω καὶ περὶ τοῦ φωτὸς ἐπενοήθησαν πρὸς ἐξήγησιν τῆς φύσεως αὐτοῦ δύο διάφορα συστήματα· τὸ τῆς ἐκπομπῆς καὶ τὸ τῶν κυμάνσεων. Κατὰ τὸ σύστημα τῆς ἐκπομπῆς, τὸ ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος ἐπινοηθέν, τὰ φωτεινὰ σώματα ἐκπέμπουσι διηνεκῶς καθ' ἀπάσας τὰς διευθύνσεις καὶ μετὰ μεγίστης ταχύτητος λεπτότατα μόρια ἰδιαιτέρας τινὸς ἀσταθμότητος οὐσίας, ἃτινα εἰσέρχονται ἐντὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ καὶ παράγουσιν ἐν ἡμῖν, προσβάλλοντα τὸ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς χιτῶνος ἐφηπλωμένον ὀπτικὸν νεῦρον, τὸ αἰσθημα τῆς ὁράσεως. Κατὰ τὸ σύστημα τῶν κυμάνσεων, οὗτινος αἱ βάσεις ἐτέθησαν ὑπὸ τοῦ Mallebranche, ὑποτίθεται ὅτι τὸ διάστημα εἶναι πεπληρωμένον αἰθέρος (209), οὐσίας λεπτοτάτης καὶ ἐλαστικωτάτης, δυναμένης νὰ κινῆται ἐλευθέρως καὶ δι' αὐτῶν τῶν φυσικῶν πόρων τῶν σωμάτων, καὶ ὅτι τὰ μόρια τῶν φωτεινῶν σωμάτων εὐρίσκονται εἰς ταχίστην παλμικὴν κίνησιν, ἥτις μεταδίδεται εἰς τὸν αἰθέρα καὶ διαδίδεται ἐν αὐτῷ, ὅπως ὁ ἥχος ἐν τῷ ἀέρι, αἱ δὲ παλμικαὶ αὗται τοῦ αἰθέρος κυμάνσεις, φθάνουσιν μέχρι τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς τοῦ ἡμετέρου ὀφθαλμοῦ χιτῶνος, παράγουσιν ἐν ἡμῖν τὸ αἰσθημα τῆς ὁράσεως.

Ἐπειδὴ κατὰ τὸ πρῶτον σύστημα οὐ μόνον εἴμεθα ἠναγκασμένοι νὰ κάμνωμεν ἐκάστοτε νέας ὑποθέσεις δι' ἐκάστην τάξιν τῶν τοῦ φωτὸς φαινομένων, ἀλλὰ καὶ πολλὰ τούτων δὲν δύνανται οὐδόλως νὰ ἐξηγηθῶσι δι' αὐτοῦ, κατὰ δὲ τὸ δεύτερον σύστημα οὐ μόνον τὰ διαφόρων τάξεων ὀπτικὰ φαινόμενα ἐξηγοῦνται πληρέστατα καὶ εὐκολώτατα κατὰ πάσας αὐτῶν τὰς μερικότητας ἄνευ νέων πρὸς τοῦτο ὑποθέσεων, ἀλλὰ

καὶ πολλὰ φαινόμενα, ἐκ τῶν προτέρων δι' αὐτοῦ προαγγελλθέντα, ἐπεβεβαιώθησαν ἀκολουθῶς πληρέστατα καὶ διὰ πειραμάτων, οἱ Φυσικοὶ τὴν σήμερον παραδέχονται ἀνεξαιρέτως τὸ δεύτερον.

351. **ΟΠΤΙΚΗ ΤΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΔΙΑΙΡΕΣΙΣ.** — Τὰ σώματα διαιροῦνται ὀπτικῶς εἰς δύο μεγάλας τάξεις· εἰς φωτεινὰ καὶ σκοτεινὰ. Φωτεινὰ σώματα καλοῦνται τὰ ἀφ' ἑαυτῶν ἐκπέμποντα φῶς, ὡς ὁ ἥλιος, οἱ ἀστέρες, τὰ τεχνητὰ φῶτα, κτλ., σκοτεινὰ δὲ τὰ μὴ καθιστάμενα ὁρατὰ εἰς ἡμᾶς παρ' ὅταν φωτίζονται ὑπὸ φωτεινοῦ τινος σώματος· τοιαῦτα εἶναι ἡ Σελήνη, οἱ πλανῆται καὶ τὰ πλεῖστα τῶν ἐπὶ τῆς Γῆς σωμάτων. Τὰ τελευταῖα ταῦτα ὑποδιαίρουνται εἰς διαφανῆ, ἡμιδιαφανῆ καὶ σκιερὰ. Διαφανῆ λέγονται ἐκεῖνα, δι' ὧν δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν τὰ φωτεινὰ ἢ τὰ ὑπ' αὐτῶν φωτιζόμενα σώματα καὶ νὰ διακρίνωμεν εὐκρινῶς τὸ σχῆμα καὶ τὴν μορφήν αὐτῶν· τοιαῦτα εἶναι τὸ ὕδωρ, ἡ ὑαλος, ὁ ἀήρ κτλ. Ἡμιδιαφανῆ ὀνομάζονται ἐκεῖνα, δι' ὧν διέρχεται διακεχυμένως τὸ φῶς τῶν φωτεινῶν σωμάτων, χωρὶς νὰ δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν οὔτε τὸ σχῆμα οὔτε τὸ χρῶμα οὔτε τὴν ἀπόστασιν αὐτῶν· τοιαῦτα εἶναι ὁ χάρτης, τὸ ἀλάβαστρον, ἡ τραχεῖα τὴν ἐπιφάνειαν ὑαλος, κτλ. Σκιερὰ δὲ ἐκεῖνα, δι' ὧν εἶναι ἀπολύτως ἀδύνατον νὰ ἴδωμεν τὰ φωτεινὰ σώματα· τοιαῦτα εἶναι τὰ ξύλα, τὰ μέταλλα καὶ τὰ πλεῖστα εἶδη τῶν λίθων.

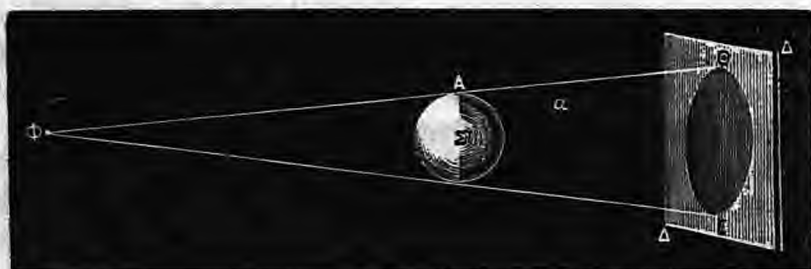
352. **ΤΟ ΦῶΣ ΔΙΑΔΙΔΕΤΑΙ ΚΑΤ' ΕΥΘΕΙΑΝ ΓΡΑΜΜΗΝ.** — Πρὸς ἀπόδειξιν τοῦ ὅτι τὸ φῶς διαδίδεται ὡς καὶ ἡ ἀκτινοβολία θερμότης (189) κατ' εὐθείαν γραμμὴν, ὅταν κινῆται ἐντὸς ὁποιουδήποτε μὲν ἀλλ' ὁμογενοῦς πάντοτε σώματος, ἀρκεῖ νὰ θέσωμεν μεταξὺ τοῦ ἡμετέρου ὀφθαλμοῦ καὶ φωτεινοῦ τινὸς σημείου ὁσαυδήποτε διαφράγματα φέροντα μικροτάτας ὀπὰς, καὶ θέλομεν παρατηρήσει ὅτι τὸ φωτεινὸν σημεῖον εἶναι τότε μόνον ὁρατόν, ὅταν ἅπασαι ἀνεξαιρέτως αἱ ὀπαὶ τῶν διαφραγμάτων κῆνται ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας γραμμῆς.

Πᾶσα εὐθεῖα γραμμὴ, καθ' ἣν διαδίδεται τὸ φῶς φωτεινοῦ τινὸς σώματος, καλεῖται *φωτεινὴ ἀκτίς* ἢ *ἀκτίς φωτός*. Ἀθροισμὰ τι φωτεινῶν ἀκτίνων καλεῖται *δέσμη φωτός* ἢ *φωτεινὴ δέσμη*. Ὅταν αἱ τῆν δέσμην ἀποτελοῦσαι φωτειναὶ ἀκτίνες ᾖναι παράλληλοι, τότε ἡ δέσμη καλεῖται *κυλινδρική*, ὅταν δὲ συναπαντῶνται εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον ἢ δέσμη καλεῖται *συγκλίνουσα* ἢ *ἀποκλίνουσα*, καθόσον τὸ φῶς κινεῖται πρὸς τὸ σημεῖον τῆς συναντήσεως ἢ ἀπομακρύνεται ἀπ' αὐτοῦ.

353. **ΣΚΙΑ, ΥΠΟΣΚΙΑΣΜΑ.** — Καλεῖται *σκιά* σώματός τινος τὸ μέρος τοῦ χώρου, ἐν ᾧ οὐδεμίαν τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἑτέρου τινὸς σώματος εἰσέρχεται ἕνεκα τῆς παρουσίας τοῦ πρώτου, *ὑποσκίασμα* δὲ τὸ μέρος τοῦ χώρου, ἐν ᾧ μέρος μὲν τούτων εἰσέρχεται, ἕτερον δὲ ἐμποδίζεται

ὑπὸ τοῦ σκιεροῦ σώματος. Ἄν καὶ δυνάμεθα, στήριζόμενοι ἐπὶ τῆς ἀνωτέρω ἀποδειχθείσης εὐθυγράμμου διαδόσεως τοῦ φωτός, νὰ εὕρωμεν εὐκόλως τὴν σκιάν καὶ τὸ ὑποσκίασμα ὅποιουδήποτε σώματος, θέλομεν ἐξετάσει ἐνταῦθα μόνον τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν τὸ μὲν σκιερὸν σῶμα εἶναι σφαιρικόν, τὸ δὲ φωτεινὸν ἄπλουν σημεῖον ἢ σφαῖρα.

Ἐστω ἐν πρώτοις Φ τὸ φωτεινὸν σημεῖον καὶ ἡ σφαῖρα Σ τὸ σκιερὸν σῶμα (Σχ. 290). Ἐάν ἐκ τοῦ σημείου Φ ἄξωμεν τὴν ἐφαπτομένην $\Phi\Lambda$ εἰς τὴν σφαῖραν Σ , καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι αὕτη περιστρέφεται μένουσα πάντοτε ἐφαπτομένη εἰς ταύτην, εἶναι φανερόν ὅτι θέλει οὕτω παραχθῇ κωνικὴ τις ἐπιφάνεια, καὶ ὅτι πᾶν σημεῖον α πέραν τῆς σφαίρας Σ καὶ ἐντὸς τῆς κωνικῆς ταύτης ἐπιφανείας κείμενον δὲν θέλει οὐδόλως φωτίζεσθαι ὑπὸ τοῦ φωτεινοῦ σημείου Φ . Τὸ μέρος λοιπὸν τοῦ



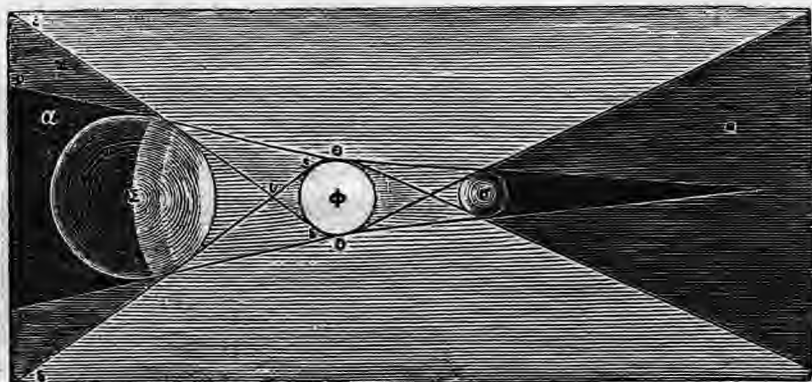
Σχ. 290

χώρου, τὸ πέραν τῆς σφαίρας καὶ ἐντὸς τῆς κωνικῆς ταύτης ἐπιφανείας περιεχόμενον θέλει εἶναι ἡ σκιά τῆς σφαίρας Σ , ἥτις ἐν τῇ παρουσίᾳ περιπτώσει δὲν δύναται νὰ ἔχῃ ὑποσκίασμα, διότι τὸ φωτεινὸν σῶμα εἶναι ἄπλουν σημεῖον.

Ἐάν πέραν τῆς σφαίρας Σ θέσωμεν διάφραγμα τι $\Delta\Delta$, τὸ μέρος ΕΘ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ, τὸ ἐντὸς τῆς κωνικῆς ἐπιφανείας περιεχόμενον, θέλει εὐρίσκεσθαι ἐν τῇ σκιά τοῦ σώματος, καλεῖται δὲ *προβληθλήμενη σκιά* τῆς σφαίρας Σ . Αὕτη ἐν τῇ παρουσίᾳ περιπτώσει χωρίζεται ἀπὸ τοῦ φωτιζομένου μέρους τῆς ἐπιφανείας τοῦ διαφράγματος ἀποτόμως διὰ μαθηματικῆς γραμμῆς, τοῦθ' ὅπερ πράγματι οὐδέποτε συμβαίνει, διότι οὐδέποτε δυνάμεθα νὰ ἔχωμεν ἓν καὶ μόνον φωτεινὸν σημεῖον.

Ἄς ὑποθέσωμεν δεύτερον ὅτι τὸ φωτίζον σῶμα Φ εἶναι σφαῖρα, καὶ ὅτι τὸ φωτιζόμενον εἶναι ἐπίσης σφαῖρα Σ μεγαλειτέρα τῆς φωτιζούσης Φ (Σχ. 291). Ἐάν φαντασθῶμεν ἐν πρώτοις ἐξωτερικὴν τινα καὶ εἰς τὰς δύο σφαίρας Σ καὶ Φ ἐφαπτομένην $\sigma\alpha$, καὶ ὅτι αὕτη περιστρέφεται μένουσα πάντοτε ἐφαπτομένη εἰς ταύτας, εἶναι φανερόν ὅτι θέλει οὕτω παραχθῇ κωνικὴ τις ἐπιφάνεια, καὶ ὅτι πᾶν σημεῖον α πρὸς τὰ ἀριστερὰ τῆς σφαίρας Σ καὶ ἐντὸς τοῦ κώνου κείμενον δὲν θέλει οὐδόλως

φωτίζεσθαι ὑπὸ τῆς σφαίρας Φ . Τὸ μέρος λοιπὸν τοῦ χώρου, τὸ πρὸς ἀριστερὰ τῆς σφαίρας Σ καὶ ἐντὸς τῆς κωνικῆς ταύτης ἐπιφανείας περιεχόμενον, θέλει εἶναι ἡ σκιά τοῦ σώματος Σ , τοῦ ὑπὸ τοῦ Φ φωτιζομένου. Ἐὰν δὲ φαντασθῶμεν κατὰ δεύτερον λόγον τὴν ἐσωτερικὴν εἰς τὰς σφαίρας Σ καὶ Φ ἐφαπτομένην $\epsilon\epsilon$, καὶ ὅτι αὕτη περιστρέφεται μένουσα πάντοτε ἐφαπτομένη ἐσωτερικῶς εἰς ταύτας, εἶναι φανερὸν ὅτι οὕτω θέλει παραχθῆ δευτέρα τις κωνικὴ ἐπιφάνεια, καὶ ὅτι πᾶν σημεῖον τοῦ χώρου, ἐκτὸς τῆς κωνικῆς ταύτης ἐπιφανείας εὐρισκόμενον, θέλει φωτίζεσθαι ὑφ' ὧν τῶν πρὸς αὐτὸ ἐστραμμένων σημείων τῆς φωτεινῆς σφαίρας Σ , πᾶν δὲ σημεῖον κ τοῦ χώρου, ἐντὸς μὲν ταύτης,



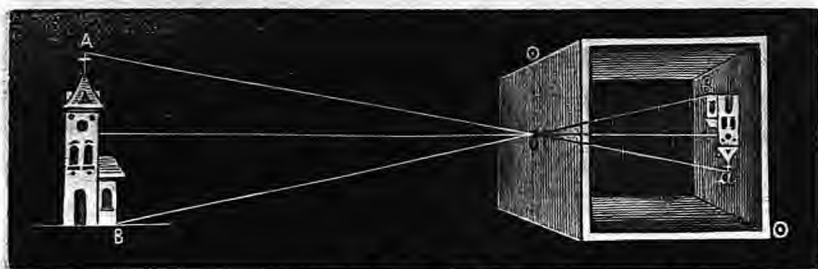
Σχ. 291

ἀλλ' ἐκτὸς τῆς σκιάς τῆς σφαίρας Σ περιεχόμενον, θέλει φωτίζεσθαι ὑπὸ μέρους μόνον τῆς φωτεινῆς σφαίρας Φ . Το μέρος λοιπὸν τοῦ χώρου, τὸ μεταξὺ τῆς σκιάς καὶ τῆς δευτέρας ταύτης κωνικῆς ἐπιφανείας περιεχόμενον, εἶναι τὸ ὑποσκίασμα τοῦ σώματος Σ , τοῦ ὑπὸ τοῦ Φ φωτιζομένου. Παρατηρητέον δὲ ὅτι σῶμά τι δέχεται τοσούτω περισσότερον ὥς, ὅσω πλησιέστερον τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐξωτερικοῦ κώνου $\epsilon\epsilon$ κεῖται, τῆς ἀπὸ τοῦ φωτεινοῦ σώματος Φ ἀποστάσεως αὐτοῦ ὑποτιθεμένης ἀμεταβλήτου. Τὸ μεταξὺ λοιπὸν τοῦ φωτεινοῦ χώρου καὶ τῆς σκιάς ὑποσκίασμα αὐξάνει βαθμηδόν, εἰς τρόπον ὥστε δὲν δυνάμεθα νὰ διακρίνωμεν, ὅταν ἀμφοτέρα προβάλλωνται ἐπὶ τινος διαφράγματος, τὴν χωρίζουσιν τὴν σκιάν τοῦ σώματος ἀπὸ τοῦ ὑποσκιάσματος αὐτοῦ γραμμὴν.

Ὅταν ἡ φωτιζομένη σφαῖρα σ ᾖ ἴση ἢ μικροτέρα τῆς φωτιζούσης Φ (Σχ. 291), ἡ σκιά καὶ τὸ ὑποσκίασμα αὐτῶν προσδιορίζεται μὲν ὁμοιοτρόπως, ἀλλ' ἐν τῇ περιπτώσει, καθ' ἣν ἡ σφαῖρα σ εἶναι μικροτέρα τῆς Φ , ἡ σκιά αὐτῆς εἶναι περιωρισμένης ἐκτάσεως, ἐνῶ ὅταν ᾖ ἴση, αὕτη εἶναι ἀπεριόριστος.

Σημειωτέον πρὸς τούτοις ὅτι καὶ ἐπὶ τῶν σφαιρῶν Σ καὶ σ διακρίνομεν τρία μέρη· τὸ μέρος αὐτῶν, ὅπερ ὑπ' οὐδεμιᾶς φωτεινῆς ἀκτίνος προσβάλλεται, τὸ φωτιζόμενον ὑπὸ τινων μόνον ἀκτίνων, καὶ τὸ φωτιζόμενον ὑπὸ πασῶν τῶν ἐκπεμπομένων ἀκτίνων ἐκ τῶν πρὸς αὐτὸ ἐστραμμένων φωτεινῶν σημείων. Τὸ πρῶτον κεῖται ἐν τῇ σκιᾷ τοῦ σώματος, τὸ δεύτερον ἐν τῷ ὑποσκιᾶσματι αὐτοῦ, καὶ τὸ τρίτον ἐν τῷ φωτιζομένῳ χώρῳ.

354. ΣΚΟΤΕΙΝΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ. — Ὅταν εὐρισκώμεθα ἐντὸς σκοτεινοῦ τινος θαλάμου ΘΘ ἔχοντος μικράν τινα ὀπήν ο ἀνοικτήν, παρατηροῦμεν ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τῆς ὀπῆς λευκοῦ τοίχου τὰ εἰδῶλα τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων ἀντεστραμμένα (Σχ. 292). Τὸ φαινόμενον τοῦτο ἐξηγεῖται εὐκόλως διὰ τῆς εὐθυγράμμου διαδόσεως τοῦ φωτός. Τῷ ὄντι τὸ σημεῖον Α ἐκπέμπει φωτεινὰς ἀκτίνας, ὧν μέρος εἰσέρχεται διὰ τῆς ὀπῆς ο καὶ φωτίζει τὸ σημεῖον α τοῦ ἀπέναντι τοίχου· τὸ σημεῖον Β ἐκπέμπει ὡσαύτως φωτεινὰς ἀκτίνας, ὧν μέρος εἰσέρχεται διὰ τῆς



Σχ. 292

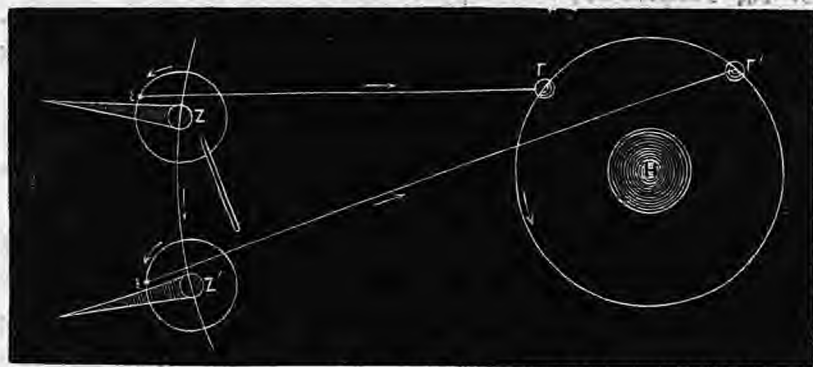
ὀπῆς ο καὶ φωτίζει τὸ σημεῖον β τοῦ ἀπέναντι τοίχου. Ἐπειδὴ δὲ τὸ φῶς κινεῖται εὐθυγράμμως καὶ αἱ γραμμαὶ Αο, Βο διασταυροῦνται εἰς τὸ σημεῖον ο, τὰ σημεία α καὶ β θέλουσιν ἀναγκαίως ἔχει ἀντεστραμμένην θέσιν ὡς πρὸς τὰ σημεία Α καὶ Β. Τὰ μετὰ τοῦ Α καὶ Β σημεία ἐκπέμπουσιν ὡσαύτως ἀκτίνας φωτιζούσας ὁμοιοτρόπως τὰ μετὰ τοῦ α καὶ β σημεία τοῦ τοίχου. Ἐὰν λοιπὸν ἡ ὀπή ο ᾖ τὴν τόσῳ μικρά, ὥστε αἱ ὑπὸ τῶν διαφόρων σημείων τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ ἐκπεμπόμεναι καὶ δι' αὐτῆς εἰσερχόμεναι δέσμαι νὰ δύνανται κατὰ προσέγγισιν νὰ θεωρηθῶσιν ὡς ἀπλᾶι ἀκτίνες, αὗται προφανῶς θέλουσι φωτίζει οὕτω τὸν τοίχον τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, ὥστε αἱ ὑπὸ τῶν φωτιζομένων αὐτοῦ σημείων πρὸς ἡμᾶς ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες θέλουσι προσβάλλει τὸν ἡμέτερον ὀφθαλμόν, ὅπως καὶ αἱ ἐξ ἀντικειμένου ὁμοίου τῷ ἐξωτερικῷ προσρχόμεναι. Ὁ ἡμέτερος λοιπὸν ὀφθαλμὸς θέλει παρατηρήσει ἐπὶ τοῦ τοίχου τὸ εἶδῶλον τοῦ ἐξωτερικοῦ ἀντικειμένου ἀντεστραμμένον.

Ευκόλως δὲ δύναται τις νὰ ἀποδείξῃ γεωμετρικῶς ὅτι τὸ εἶδωλον ab εἶναι ὅμοιον τῷ AB , καὶ πρὸς τοῦτοις ὅτι τὸ μέγεθος αὐτοῦ ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ἀπὸ τῆς ὀπῆς ο ἀποστάσεως τοῦ ἀπέναντι τοίχου, ἢ κινήτου τινος πρὸς τοῦτο τιθεμένου διαφράγματος.

Ὅταν ἡ ὀπῆ ο ᾖ ναι μεγάλη, αἱ δι' αὐτῆς εἰσερχόμεναι δέσμαι δὲν δύνανται πλέον νὰ θεωρηθῶσι κατὰ προσέγγισιν τινα ὡς ἀπλᾶι ἀκτῖνες, καὶ τὸ παραγόμενον εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου AB εἶναι τότε συγκεχυμένον.

355. ΤΑΧΥΤΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. — Πολλοὶ τῶν ἀρχαίων καὶ νεωτέρων φιλοσόφων παρεδέχοντο ὅτι τὸ φῶς διαδίδεται ἀπὸ ἀποστάσεως εἰς ἀπόστασιν μετὰ τινος ταχύτητος, ὃ δὲ Γαλιλαῖος καὶ οἱ Ἀκαδημαϊκοὶ τῆς Φλωρεντίας ἐζήτησαν καὶ νὰ προσδιορίσωσιν αὐτὴν διὰ πειραμάτων, ἅτινα ὅμως ἀπέτυχον ἐντελῶς τοῦ σκοποῦ αὐτῶν μόνον ἕνεκα τῆς μεγίστης τοῦ φωτὸς ταχύτητος. Πρῶτος δὲ Ρωσσιανὸς, Σουηδὸς Ἀστρονόμος, ἠδυνήθη τὸ 1755 νὰ εὕρῃ τὴν ταχύτητα αὐτοῦ διὰ τῶν ἐκλείψεων τοῦ πρώτου δορυφόρου τοῦ Διὸς. Ἰδού δὲ λίαν ἐν συντόμῳ τὰ καθέκαστα τῆς σπουδαίας ταύτης ἀνακαλύψεως.

Ἐστω H ὁ ἥλιος, $\Gamma\Gamma'$ ἡ τροχιά τῆς Γῆς, ZZ' ἡ τοῦ πλανήτου Διὸς, Γ θέσις τις τῆς Γῆς καὶ Z ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς ταύτην θέσις τοῦ Διὸς (Σχ. 293). Ἄς ὑποθέσωμεν δὲ ὅτι παρατηρητὴς τις σημειοῖ ἀκριβῶς τὴν στιγμήν τῆς ἐκλείψεως τοῦ πρώτου δορυφόρου ϵ τοῦ Διὸς, καὶ ὅτι



Σχ. 293

μετὰ τινος μῆνας, ὅτε ἡ μὲν $\Gamma\eta$ εὕρισκεται εἰς τὴν θέσιν Γ' τῆς τροχίᾳς αὐτῆς, ὃ δὲ Ζεύς, οὗτινος ἡ ἐπὶ τῆς τροχίᾳς αὐτοῦ γωνία α ταχύτητος εἶναι δωδεκάκις σχεδὸν μικρότερα ἢ ἡ τῆς Γῆς, εἰς τὴν θέσιν Z' , ὃ αὐτὸς παρατηρητὴς σημειοῖ πάλιν ἀκριβῶς τὴν στιγμήν νέας τινὸς ἐκλείψεως τοῦ αὐτοῦ δορυφόρου ϵ . Ἐάν τῶρα παραστήσωμεν διὰ Λ τὸν μεταξὺ τῶν δύο τούτων παρατηρήσεων παρελθόντα χρόνον καὶ διὰ a

τὸν μεταξὺ δύο διαδοχικῶν ἐκλείψεων παρερχόμενον, καὶ διαιρέσωμεν τὸν πρῶτον διὰ τοῦ δευτέρου, εἶναι φανερὸν ὅτι πρέπει νὰ εὕρωμεν διὰ πηλίκον ἀκέραιον τινα ἀριθμὸν, ὅστις θέλει δεῖκνυει πόσαι ἐκλείψεις τοῦ δορυφόρου εὐθέως ἐκείνησαν ἐν τῷ χρόνῳ Α. Ἀλλ' ὁ Røemer παρετήρησεν ὅτι ἡ διαίρεσις τοῦ Α διὰ α εἰδίδε καὶ τι ὑπόλοιπον, ὅπερ ἦτο διάφορον κατὰ τὰς διαφορὰς ἀποστάσεις τῆς Γῆς ἀπὸ τοῦ πλανήτου Ζ. Συνεπέρανε λοιπὸν ὅτι τὸ ὑπόλοιπον τοῦτο δὲν δύναται νὰ παριστᾷ ἄλλο τι εἰ μὴ τὸν παρερχόμενον χρόνον, ὅπως τὸ φῶς διανύσῃ ἐν τῇ δευτέρᾳ περιπτώσει ἀπόστασιν Γ'Ζ', μεγαλειτέραν τῆς ΓΖ κατὰ τὴν διαφορὰν Γ'Ζ' — ΓΖ. Κατὰ τὰς παρατηρήσεις τοῦ Σουηδοῦ Ἀστρονόμου τὸ εὑρεθὲν ὑπόλοιπον ἦτο 16 λεπτὰ πρῶτα καὶ 26 δεύτερα, ἡ δὲ διαφορὰ Γ'Ζ' — ΓΖ ἴση περίπου μὲ τὴν διάμετρον τῆς τροχιάς τῆς Γῆς, ἣτις περιέχει 76464000 περίπου λεύγας τῶν 4000 μέτρων. Ἐὰν λοιπὸν διαιρέσωμεν τὴν ἀπόστασιν τῶν 76464000 λευγῶν διὰ 16^{λ.} π. καὶ 26^{λ.} δ., θέλομεν εὑρεῖ πηλίκον 77000 περίπου λεύγας, ἥτοι 308000000 μέτρα, ἀπόστασιν περιέχουσαν σχεδὸν 8^{κι} τὴν περίμετρον τῆς Γῆς. Τὸ φῶς λοιπὸν διανύει εἰς 4 δευτερόλεπτον 77000 λεύγας ἢ 308000000 μέτρα, ἥτοι ὀκτάκις τὴν περίμετρον τῆς Γῆς, ἐπομένως χρειάζεται 8^{λ.} π. καὶ 13^{λ.} δ., ἵνα ἀπὸ τοῦ Ἡλίου φθάσῃ μέχρις ἡμῶν.

Ἔνεκα τῆς μεγίστης ταύτης ταχύτητος τοῦ φωτὸς ἀπέτυχον, ὡς προείπομεν, ἐντελῶς τὰ πειράματα τοῦ Γαλιλαίου καὶ τῶν Ἀκαδημαϊκῶν τῆς Φλωρεντίας, ἅτινα ἐγένοντο εἰς ἀποστάσεις 1800 καὶ 5500 περίπου μέτρων, αἱ δὲ τὸ φῶς διανύει εἰς λίαν ἐλάχιστον χρόνον, μὴ δυνατόν δι' οὐδενὸς μέσου νὰ προσδιορισθῇ. Μολαταῦτα ὁ Φιζώ καὶ ὁ Φουκώ ἐδυνήθησαν τὴν σήμερον διὰ τῶν εὐφυστάτων αὐτῶν πειραμάτων νὰ εὕρωσι τὴν ταχύτητα τοῦ φωτὸς, ὁ μὲν πειρώμενος ἐπὶ ἀποστάσεως 8633 μέτρων, ὁ δὲ ἐπὶ ἀποστάσεως 4 μύλις μέτρων, τουτέστιν ἐντὸς τοῦ σπουδαστηρίου αὐτοῦ.

Ἄν καὶ ἡ ἀνωτέρω τοῦ φωτὸς ταχύτης φαίνεται καταπληκτικὴ, αὕτη εἶναι ἐλάχιστόν τι παραβαλλομένη πρὸς τὰς ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις τῶν ἀπλανῶν ἀστέρων. Εὐρέθη δι' ἀστρονομικῶν παρατηρήσεων, ὅτι τὸ φῶς τοῦ πλησιεστέρου εἰς ἡμᾶς ἀπλανοῦς ἀστέρος χρειάζεται περίπου τρία ὀλόκληρα ἔτη, ἵνα φθάσῃ μέχρις ἡμῶν, ὑπολογίζεται δὲ ὅτι οἱ νεφελοειδεῖς καλούμενοι ἀστέρες εὐρίσκονται εἰς τόσῳ πελωρίας ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεις, ὥστε χρειάζονται αἰῶνες ὀλόκληροι καὶ χιλιάδες ἔτη, ἵνα τὸ φῶς αὐτῶν διανύσῃ τὸ μεταξὺ ἡμῶν καὶ αὐτῶν διάστημα. Ὅποση λοιπὸν ἡ σμικρότης τῆς Γῆς καὶ ὀλοκλήρου τοῦ πλανητικοῦ ἡμῶν συστήματος ἀπέναντι τῶν καταπληκτικῶν τούτων διαστάσεων τοῦ σύμπαντος! Ἀλλ' ὅπόσον πολῦτιμος καὶ ὄντως θεία εἶναι ἀφ' ἑτέρου ἡ λο-

γική τοῦ ἀνθρώπου δύναμις, δι' ἧς ἡδυνήθη ἐκ τοσαύτης σμικρότητος τὰς διαστάσεις τοσαύτης καταπληκτικῆς ἐκτάσεως νὰ μετρήσῃ!

356. **ΦΩΤΟΜΕΤΡΑ.** — Καλοῦνται *φωτόμετρα* τὰ ὄργανα, δι' ὧν συγκρίνονται πρὸς ἀλλήλας αἱ ἐντάσεις τῶν φώτων ἢ τῶν φωτεινῶν σωμάτων· καλεῖται δὲ *ἐντάσις* φωτεινοῦ τινος σώματος ἡ ποσότης τοῦ φωτός, ἡ ἐξ αὐτοῦ ἐπὶ τῆς μονάδος τῆς ἐπιφανείας καθέτως προσπίπτουσα. Ἡ χρῆσις τῶν φωτομέτρων στηρίζεται ἐπὶ τῆς ἐξῆς ἀρχῆς·

Αἱ ποσότητες τοῦ φωτός, αἱ ἐπὶ τινος ἐπιφανείας καθέτως προσπίπτουσαι, εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογοι τῶν τετραγώνων τῶν ἀπὸ τοῦ φωτεινοῦ σώματος ἀποστάσεων τῆς ἐπιφανείας.

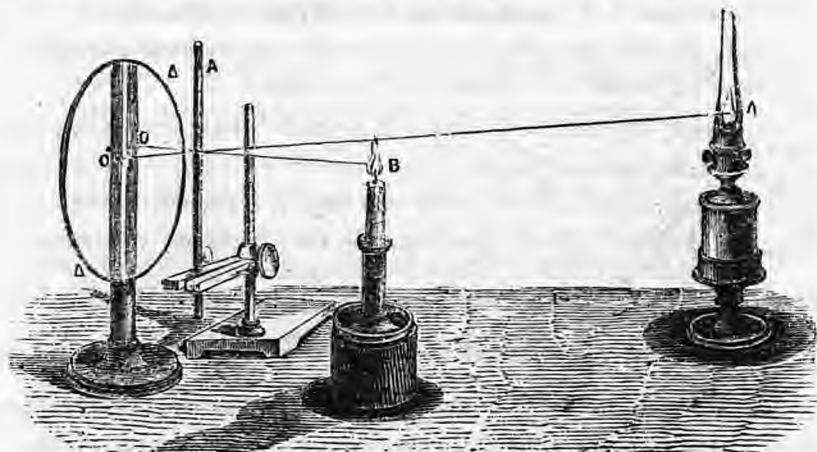
Τουτέστιν, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ π τὴν ἐπὶ τινος ἐπιφανείας καθέτως ἀπὸ τινος φωτεινοῦ σώματος, εὐρισκομένου εἰς τινὰ ἀπ' αὐτῆς ἀπόστασιν, προσπίπτουσαν ποσότητα τοῦ φωτός, ἡ ἐπὶ τῆς αὐτῆς ἐπιφανείας καὶ ἀπὸ τοῦ αὐτοῦ φωτεινοῦ σώματος καθέτως προσπίπτουσα ποσότης θέλει εἶναι 4π , 6π , 16π , κτλ., ἢ $\frac{\pi}{4}$, $\frac{\pi}{9}$, $\frac{\pi}{16}$, κτλ., ἐὰν ἡ ἀπ' αὐτῆς ἀπόστασις τοῦ φωτεινοῦ σώματος γείνη τὸ $\frac{1}{2}$, τὸ $\frac{1}{3}$, τὸ $\frac{1}{4}$, κτλ., ἢ τὸ διπλάσιον, τὸ τριπλάσιον, τὸ τετραπλάσιον κτλ. τῆς ἀρχικῆς.

Ὁ ἀνωτέρω νόμος ἀποδεικνύεται θεωρητικῶς καὶ πειραματικῶς. Ἡ μὲν θεωρητικὴ αὐτοῦ ἀπόδειξις εἶναι ἐντελῶς ὁμοία τῇ ἐκτεθείσῃ ἐν τῇ § 193 περὶ τοῦ αὐτοῦ νόμου τῶν ἐντάσεων τῆς ἀκτινοβόλου θερμότητος, τὴν δὲ πειραματικὴν ἐκθέτομεν ἀμέσως κατωτέρω περιγράφοντες τὰ καθεκάστα καὶ τὸν τρόπον τῆς χρήσεως τοῦ φωτομέτρου τοῦ Ρουμφόρ.

357. **ΦΩΤΟΜΕΤΡΟΝ ΤΟΥ ΡΟΥΜΦΟΡ.** — Τὸ φωτόμετρον τοῦ Ρουμφόρ παρίσταται ὑπὸ τοῦ σχήματος 294, καὶ σύγκειται ἐκ τινος λευκοῦ καὶ καθέτου διαφράγματος ΔΔ, πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ ὁποίου τίθενται τὰ φῶτα Β καὶ Α, ἢ τὰ φωτεινὰ σώματα, ὧν ζητεῖται ὁ λόγος τῶν ἐντάσεων. Μεταξὺ τοῦ διαφράγματος καὶ τῶν φώτων παρεντίθεται καθέτως κυλινδρικός τις ἐκ ξύλου κανὼν Α, ὅστις φωτιζόμενος ὑπ' ἀμφοτέρων τῶν φώτων Β καὶ Α προβάλλει ἐπὶ τοῦ διαφράγματος δύο σκιὰς ο καὶ ο'. Ἡ μὲν σκιά ο, ἡ ὑπὸ τοῦ φωτός Β παραγομένη, φωτίζεται προφανῶς ὑπὸ μόνου τοῦ φωτός Α, ἡ δὲ σκιά ο', ἡ ὑπὸ τοῦ φωτός Α παραγομένη, φωτίζεται ὑπὸ μόνου τοῦ φωτός Β. Ἐὰν τώρα πλησιάσωμεν ἢ ἀπομακρύνωμεν τὸ ἕτερον τῶν φώτων Β καὶ Α, μέχρις οὗ αἱ σκιαὶ ο καὶ ο' φανῶσιν εἰς ἡμᾶς ἔχουσai τὸν αὐτὸν φωτισμόν, τοῦθ' ὅπερ εὐκόλως διακρίνει ὁ ὀφθαλμὸς ἡμῶν, καὶ μετρήσωμεν τὰς ἀποστάσεις Βο' καὶ Αο, θέλομεν ἔχει, παριστῶντες διὰ ε καὶ ε' τὰς ἐντάσεις τῶν φώτων Β καὶ Α καὶ διὰ δ καὶ δ' τὰς ἀντιστοιχοῦσας ἀποστάσεις Βο' καὶ

Λο, τὴν ἀναλογίαν $\varepsilon : \varepsilon' = \delta^2 : \delta'^2$, ἐξ ἧς πορίζομεθα τὸν ζητούμενον τῶν ἐντάσεων ε καὶ ε' λόγον.

Διὰ τοῦ αὐτοῦ ὀργάνου δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν πειραματικῶς τὴν ἀνωτέρω ἀρχὴν (356), θέτοντες εἰς ἀπόστασιν τινα φῶς τι Β καὶ εἰς ἀπόστασιν διπλασίαν, τριπλασίαν κτλ. ταύτης 4, 9 κτλ. φῶτα, ἴσης τῇ τοῦ Β ἐντάσεως, καὶ παρατηροῦντες ὅτι αἱ δύο ἐπὶ τοῦ διαφράγματος ΔΔ προβαλλόμεναι σκιαὶ φέρουσι τὸν αὐτὸν φωτισμὸν.



Σχ. 294

Ἐὰν εἰς τινα ἀπόστασιν θέσωμεν φῶς τι Β καὶ εἰς ἀπόστασιν ὀκταπλασίαν ἕτερον ἴσης τῇ τοῦ Β ἐντάσεως, ἡ ὑπὸ τοῦ δευτέρου τούτου φωτὸς προβαλλομένη ἐπὶ τοῦ διαφράγματος σκιά θέλει εἶναι ὅλως ἀφανὴς εἰς ἡμᾶς, καὶ ἐπαισθητὴ μόνον, ὅταν δίδωμεν ταχεῖαν τινα κίνησιν εἰς τὸ δεύτερον φῶς. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι, ὅταν ἡ ἐντάσις φωτὸς τινος ᾖ 64^{κις} μικρότερα ἑτέρου, τὸ δεύτερον τοῦτο καθίσταται εἰς ἡμᾶς ἀφανὴ τὴν ὑπαρξιν τοῦ πρώτου. Δὲν δυνάμεθα λοιπὸν ἐν καιρῷ ἡμέρας νὰ διακρίνωμεν τοὺς ἐν τῷ οὐρανῷ ὑπάρχοντας ἀστέρας καὶ πλανήτας, διότι ἡ ἀτμοσφαῖρα ἐκπέμπει πρὸς ἡμᾶς ποσότητα φωτὸς τοῦλάχιστον 64^{κις} μεγαλειότεραν τῆς ὑπὸ τῶν ἀστέρων καὶ πλανητῶν ἐκπεμπομένης. Ὅτι δὲ τοῦτο οὕτως ἔχει, ἀποδεικνύεται ἐκ τοῦ ὅτι, ἐὰν ἐν καιρῷ ἡμέρας παρατηρήσωμεν τὸν οὐρανὸν διὰ τινος ὑψηλῆς καπνοδόχου ἢ ἐκ τοῦ βάθους μεταλλείου, ἐν ᾧ φθάνει ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας μικρὰ ποσότης φωτὸς, οἱ πρότερον εἰς ἡμᾶς ἀφανεῖς ἀστέρες καθίστανται ὁρατοί. Ὡσαύτως οἱ ἐντὸς τοῦ ὑπαλπειοῦ σιδηροδρόμου, εἰς ἐπαρκῆ ἀπὸ τῶν εἰσόδων αὐτοῦ ἀπόστασιν εὐρισκόμενοι, διακρίνουσιν ἐν ὁποιαδήποτε ὥρᾳ τῆς ἡμέρας εἰς τὸν ὀρίζοντα μέγα μέρος τῶν ἐν αὐτῷ ὑπάρχόντων ἀστέρων, οἵτινες καθίστανται ὀλίγον κατ' ὀλίγον ἀό-

ρατοι, καθ' ὅσον οἱ παρατηρηταὶ προχωροῦσι πρὸς τὰς εἰσόδους, τουτέστι καθ' ὅσον δέχονται περισσότερον ἐκ τῆς ἀτμοσφαίρας φῶς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ, ΕΠΙΠΕΔΑ ΚΑΙ ΣΦΑΙΡΙΚΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ

358. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΕΩΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. — Ὅταν φωτεινὴ τις ἀκτὶς AB προσπίπτῃ ἐπὶ τινος ἐπιπέδου ἐπιφανείας *εε* σκαιοῦ τινος σώματος (Σχ. 156), ἀντανακλᾶται ὑπ' αὐτῆς κατὰ νέαν τινὰ διεύθυνσιν ΒΓ ἀκολουθοῦσαν τοὺς αὐτοὺς νόμους, οὓς καὶ αἱ θερμαντικαὶ ἀκτῖνες· τουτέστι

1^{ον} Ἡ ἀντανακλωμένη ἀκτὶς ΒΓ καὶ ἡ προσπίπτουσα AB κεῖνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου, καθέτου ἐπὶ τῆς ἀντανακλώσεως ἐπιφανείας.

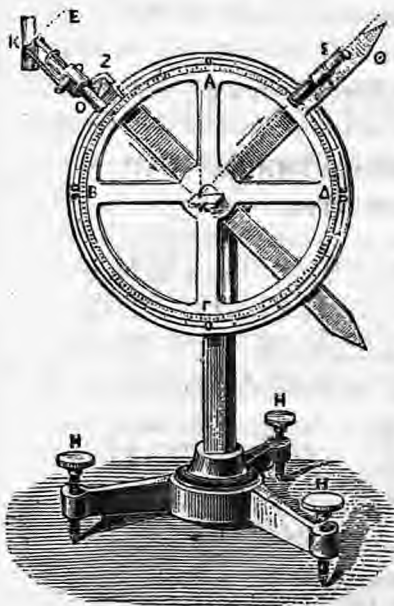
2^{ον} Ἡ γωνία τῆς ἀντανακλάσεως *α* εἶναι ἴση τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως *π*.

Ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια, ἐφ' ἧς προσπίπτει ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς, δὲν ᾖ ἐπίπεδος, ἡ ἀντανακλωμένη ἀκτὶς ἀκολουθεῖ τοὺς αὐτοὺς νόμους ὡς πρὸς τὸ ἐφαπτόμενον εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως ἐπίπεδον καὶ τὴν κατακόρυφον τῆς ἐπιφανείας εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον (194). Ἐὰν πρὸς τοῦτοις ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ καμπύλη ἐπιφάνεια εἶναι σφαιρική, τότε, ἐπεὶ δὴ τὸ εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως ἐφαπτόμενον ἐπίπεδον εἶναι κάθετον εἰς τὸ ἄκρον τῆς δι' αὐτοῦ διερχομένης ἀκτίνος τῆς σφαίρας, ἡ κατὰ τοὺς ἀνωτέρω νόμους ἀντανακλωμένη φωτεινὴ ἀκτὶς θέλει προφανῶς κεῖσθαι πάντοτε ἐν τῷ ἐπιπέδῳ, τῷ διερχομένῳ διὰ τοῦ κέντρου τῆς σφαίρας καὶ τῆς προσπιπτούσης φωτεινῆς ἀκτίνος, καὶ θέλει σχηματίζει μετ' αὐτῆς γωνίαν διαιρουμένην εἰς δύο ἴσα μέρη ὑπὸ τῆς εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως ἀγομένης ἀκτίνος τῆς σφαίρας.

359. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΑΝΩΤΕΡΩ ΝΟΜΩΝ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ. — Ἵνα ἀποδείξωμεν πειραματικῶς τοὺς ἀνωτέρω νόμους, μεταχειρίζομεθα τὴν ὑπὸ τοῦ σχήματος 295 παριστωμένην συσκευήν.

Ἡ συσκευὴ αὕτη ἀποτελεῖται ἐκ τινος χαλκίνου κύκλου ΑΒΓΔ, διηρημένου εἰς μοίρας καὶ διατεθειμένου καθέτως διὰ τῶν κινητῶν κοχλίων Η, Η, Η τῆς ἐφ' ἧς στηρίζεται βάσεως (281). Διὰ τοῦ κέντρου τοῦ κύκλου τούτου διέρχεται ἄξων κάθετος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ καὶ φέρων δύο κινητοὺς περὶ αὐτὸν δείκτας Ζ καὶ Θ. Ἐκάτερος τῶν δεικτῶν τούτων φέρει σωληνίσκον *α* καὶ *ε*, ὧν οἱ ἄξονες διευθύνονται

ἀκριβῶς πρὸς τὸ κέντρον τοῦ διηρημένου κύκλου ΑΒΓΔ, ἐπὶ τοῦ ὁπαίου καὶ ὑπάρχει μικρὸν ἐπίπεδον κάτοπτρον κ , κάθετον ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας



Σχ. 293

αὐτοῦ. Ὁ ἕτερος τῶν δεικτῶν Ζ φέρει πρὸς τοῦτοις καὶ μικρὸν κινητὸν κάτοπτρον Κ. Τοῦτων δ' οὕτως ἐχόντων, διαθέτομεν τὸν διηρημένον κύκλον ΑΒΓΔ καθέτως καὶ οὕτως, ὥστε τὸ ἐπ' αὐτοῦ κάθετον κάτοπτρον κ νὰ ᾖ ὀριζόντιον, ἔπειτα διὰ τοῦ κατόπτρου Κ διευθύνομεν τὴν ὑπ' αὐτοῦ ἀντανακλωμένην φωτεινὴν ἀκτίνα Ε οὕτως, ὥστε νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ ἄξονος τοῦ σωληνίσκου ο. Αὕτη τότε προσπίπτει ἐπὶ τοῦ κατόπτρου κ καὶ ἀντανακλᾶται ὑπ' αὐτοῦ κατὰ τινὰ διεύθυνσιν, ἥς τὴν θέσιν προσδιορίζομεν μεταβάλλοντες τὴν θέσιν τοῦ δείκτου Θ οὕτως, ὥστε ὁ ἐπὶ τοῦ ἄξονος τοῦ σωληνίσκου εἰ τιθέμενος ὀφθαλμὸς ἡμῶν

νὰ προσβάλληται ὑπὸ τῆς ἀντανακλωμένης ἀκτίνος. Ἀλλὰ τότε εὐρίσκομεν διὰ τοῦ διηρημένου κύκλου ΑΒΓΔ, ὅτι ἡ γωνία Ακε τῆς ἀντανακλάσεως εἶναι ἴση τῇ γωνίᾳ οκΑ τῆς προσπτώσεως, τοῦθ' ὕπερ ἀποδεικνύει τὸν ἀνωτέρω 2^{ον} νόμον. Καθόσον δ' ἀφορᾷ τὸν πρῶτον νόμον, οὗτος εὐρίσκεται συναποδεδειγμένος· διότι τὸ ἐπίπεδον οκε εἶναι παράλληλον τῷ ἐπιπέδῳ ΑΒΓΔ, ὅπερ εἶναι κάθετον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου κ . Λοιπὸν ἡ ἀντανακλωμένη ἀκτίς κε καὶ ἡ προσπίπτουσα οκ κεῖνται ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου, καθετοῦ ἐπὶ τῆς ἀντανακλώσεως ἐπιφανείας τοῦ κατόπτρου κ .

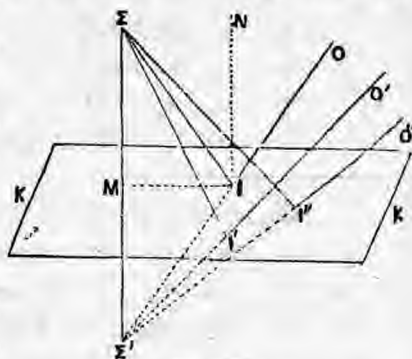
360. ΑΚΑΝΟΝΙΣΤΟΣ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΙΣ ἢ ΔΙΑΧΥΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ. —

Αἱ ἐπὶ τῶν ἐπιφανειῶν τῶν σκιερῶν σωμάτων προσπίπτουσαι φωτειναὶ ἀκτίνες ἀντανακλῶνται πάντοτε κανονικῶς κατὰ τοὺς ἀνωτέρω ἀποδειχθέντας δύο νόμους, ἀλλ' ἐπειδὴ αἱ ἐπιφάνειαι αὐτῶν, ὥσπερ λείαι καὶ ἂν ὑποθεθῶσι, καλύπτονται συνήθως ὑπὸ πληθύος μικρῶν ἀνωμαλιῶν, μέρος τούτων διασκορπίζεται πανταχόθεν καὶ φαίνεται ἀντανακλωμένον ἀκανονιστικῶς κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις. Τὸ μὲν φαινόμενον τοῦτο καλεῖται ἀκανόνιστος ἀντανάκλασις, ἂν καὶ πράγματι τοιοῦτό τι δὲν συμβαίνει, ἢ διάχυσις τοῦ φωτός, αἱ δὲ κατὰ πάσας τὰς διευθύνσεις ἀντανακλόμεναι φωτειναὶ ἀκτίνες διακεχυμένον φῶς.

Ἔνεκα τοῦ ὑπὸ τῶν σκοτεινῶν σωμάτων διαχυνομένου φωτός καθίστανται ταῦτα ὁρατὰ εἰς ἡμᾶς. Ἄν αἱ ἐπιφάνειαι αὐτῶν ᾗσαν ἐντελῶς λεῖαι, δὲν θὰ ἐβλέπομεν ἐν αὐταῖς εἰ μὴ τὰ εἰδῶλα τῶν φωτεινῶν σωμάτων, ὧν αἱ ὑπ' αὐτῶν ἀντανακλῶμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες ᾗθελον προσβάλλει τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν. Τούτου ἔνεκα δὲν διακρίνομεν τὰ λεῖα καὶ καθαρὰ κάτοπτρα, εἰ μὴ ἐκ τῶν περιοριζόντων αὐτὰ περιθωρίων καὶ ἐκ τῶν ἐν αὐτοῖς σχηματιζομένων εἰδῶλων τῶν παρακειμένων ἀντικειμένων.

361. ΚΑΤΟΠΤΡΑ. — Καλοῦνται κάτοπτρα τὰ σκιερὰ σώματα, ὧν αἱ λεῖαι ἐπιφάνειαι ἀντανακλῶσι κανονικῶς πάσας σχεδὸν τὰς ἐπ' αὐτῶν προσπιπτούσας φωτεινὰς ἀκτῖνας, ἀναπαριστῶσαι οὕτω τὰ εἰδῶλα τῶν εἰς αὐτὰς παρουσιαζομένων ἀντικειμένων. Τὰ κάτοπτρα ὡς ἐκ τοῦ σχήματος τῆς ἀντανακλαστικῆς αὐτῶν ἐπιφανείας διαιροῦνται εἰς ἐπίπεδα, σφαιρικά, παραβολικά, κωνικά, κυλινδρικά κτλ., ταῦτα δὲ πάλιν λέγονται μεταλλικά ἢ κασσιτερώμενα, καθόσον εἶναι κατεσκευασμένα ἐκ μετάλλου ἢ ἐξ ὑαλίνης πλακὸς φερούσης ἐπὶ τῆς ὀπισθεν αὐτῆς ἐπιφανείας ἐπικεκολλημένον στρώμα ἐκ κασσιτέρου. Ἐνταῦθα δὲν θέλομεν κάμει λόγον εἰ μὴ μόνον περὶ τῶν ἐπιπέδων καὶ σφαιρικῶν κατόπτρων, θέλομεν δ' ὑποθέσει κατ' ἀρχάς, ὅτι πρόκειται πάντοτε περὶ μεταλλικῶν κατόπτρων, καὶ θέλομεν ἐξετάσει ἰδιαίτερος τὴν μεταξὺ τούτων καὶ τῶν κασσιτερωμένων ἢ γανωμένων κατόπτρων ὑπάρχουσαν διαφορὰν.

362. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕἰΔΩΛΩΝ ΕΝ ΤΟΙΣ ΕΠΙΠΕΔΟΙΣ ΚΑΤΟΠΤΡΟΙΣ. — Δυνάμεθα νὰ ἐξηγήσωμεν εὐκόλως, στηριζόμενοι ἐπὶ τῶν δύο ἀνωτέρω ἀποδειχθέντων νόμων τῆς ἀντανακλάσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, τὸ φαινόμενον τοῦ σχηματισμοῦ τῶν εἰδῶλων ἐν τοῖς ἐπιπέδοις κατόπτροις. Πρὸς τοῦτο ἂς ὑποθέσωμεν ἐν πρώτοις, ὅτι ἀπέναντι τοῦ ἐπιπέδου κατόπτρου ΚΚ εὐρίσκειται ἓν μόνον φωτεινὸν σημεῖον Σ καὶ ἂς λάβωμεν μίαν τῶν προσπιπτουσῶν ἀκτίνων ΣΙ, ἣτις ἀντανακλᾶται κατὰ τὴν διεύθυνσιν ΙΟ, καὶ ἐκ τοῦ σημείου Σ ἂς καταβιβάζωμεν τὴν ΣΜ κάθετον ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ΚΚ (Σχ. 296). Ἐάν φαντασθῶμεν τὴν ἀκτῖνα ΙΟ καὶ τὴν κάθετον ΣΜ προεκβαλλομένας, λέγω ὅτι ἡ ἀκτίς ΙΟ θέλει συναπαντήσει τὴν προεκβολὴν τῆς ΣΜ εἰς τὸ σημεῖον Σ', συμμετρικὸν τοῦ Σ ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου ΚΚ. Πρῶτον ἡ ΟΙ θέλει συναπαντήσει τὴν προεκβολὴν τῆς ΣΜ, διότι κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΣΙΝ τῆς προσ-

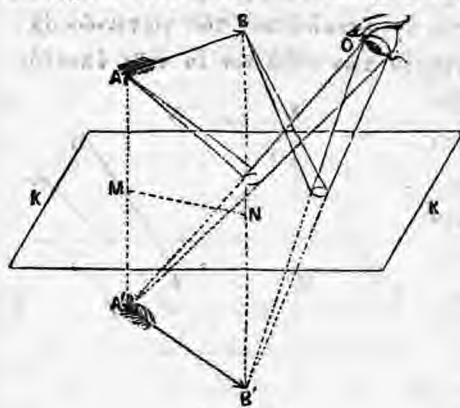


Σχ. 296

πτώσεως (358, 1^{ον}), ὅπερ περιέχει καὶ τὴν κάθετον ΣΜ, ὡς παράλληλον τῇ ΙΝ. Δεύτερον, τὰ δύο ὀρθογώνια τρίγωνα ΣΜΙ, ΙΜΣ' θέλουσιν εἶναι ἴσα, ὡς ἔχοντα τὴν ΙΜ κοινὴν καὶ τὰς γωνίας ΜΙΣ καὶ ΜΙΣ' ἴσας, διότι εἶναι συμπληρωματικαὶ ἢ μὲν ΜΙΣ τῆς ΣΙΝ, ἢ δὲ ΜΙΣ' τῆς ΝΙΟ, ἥτις κατὰ τὸν ἀνωτέρω 2^{ον} νόμον εἶναι ἴση τῇ ΣΙΝ. Λοιπὸν ἡ πλευρὰ Σ'Μ εἶναι ἴση τῇ ΣΜ. Ἀλλ' ὅ,τι εἵπομεν περὶ τῆς προσπιπτούσης ἀκτίνος ΣΙ ἐφαρμόζεται καὶ διὰ πᾶσαν ἄλλην ΣΙ', ΣΙ'' κτλ. Πᾶσα λοιπὸν φωτεινὴ ἀκτίς ΣΙ, ΣΙ' ΣΙ'', κτλ. προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου κατόπτρου ΚΚ, θέλει ἀντανακλασθῇ οὕτως, ὥστε ἡ προεκβολὴ αὐτῆς θέλει συναπαντᾷ τὴν προεκβολὴν τῆς καθέτου ΣΜ εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον Σ', συμμετρικὸν τοῦ Σ πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου ΚΚ. Ἐπειτα λοιπὸν ἐντεύθεν ὅτι, ἐὰν τινὲς τῶν ἀντανακλωμένων ἀκτίνων ΙΟ, Ι'Ο' Ι''Ο'', κτλ., προσβάλλωσι τὸν ἡμέτερον ὀφθαλμόν, ἐπειδὴ ὁρῶμεν πάντοτε τὰ ἀντικείμενα κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν προσβαλλουσῶν ἡμᾶς φωτεινῶν ἀκτίνων, θέλομεν ἰδεῖ εἰς τὸ σημεῖον Σ' τὸ εἶδωλον τοῦ φωτεινοῦ σημείου Σ. Λοιπὸν

Ἐν τοῖς ἐπιπέδοις κατόπτροις τὸ εἶδωλον παρὶς φωτεινοῦ σημείου σχηματίζεται ὅπισθεν τοῦ κατόπτρου ἐπὶ τῆς ἐκ τοῦ φωτεινοῦ σημείου ἐπὶ τοῦ κατόπτρου καταβιβαζομένης καθέτου καὶ εἰς ἴσην ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ἀπόστασιν.

Ἄς ὑποθέσωμεν δεύτερον, ὅτι ἀπέναντι τοῦ ἐπιπέδου κατόπτρου ΚΚ ὑπάρχει ὁποιονδήποτε ἀντικείμενον ΑΒ (Σχ. 297). Ἐκαστον τῶν σημείων αὐτοῦ Α, Β κτλ. θέλει



Σχ. 297

ἔχει δι' εἶδωλον τὸ ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον ΚΚ συμμετρικὸν αὐτοῦ Α', Β', κτλ. Ὁ ἐν τῇ θέσει λοιπὸν Ο κείμενος ὀφθαλμὸς θέλει ἰδεῖ ἐν τῷ κατόπτρῳ ΚΚ τὸ εἶδωλον Α'Β' τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ, σχηματιζόμενον ἐκ τῶν εἰδώλων Α', Β', κτλ. τῶν συμμετρικῶν αὐτῶν σημείων Α, Β, κτλ. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ἐντεύθεν ὅτι

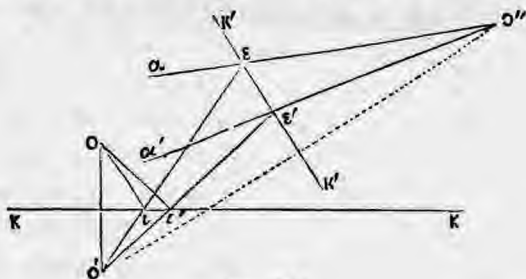
Ἐν τοῖς ἐπιπέδοις κατόπτροις τὰ εἶδωλα τῶν ἀντικειμένων εἶναι τὰ ὡς πρὸς τὰ ἐπίπεδα τῶν κατόπτρων συμμετρικὰ αὐτῶν σχήματα. Ἐπομένως, κατὰ τὰ περὶ συμμετρικῶν ὡς πρὸς ἐπίπεδόν τι σχημάτων γνωστὰ τῆς Γεωμετρίας θεωρήματα, ἐὰν τὰ ἀντικείμενα ταῦτα ᾖναι σχήματα ἐπίπεδα, καὶ τὰ συμμετρικὰ αὐτῶν θέλουσιν εἶναι ἐπίπεδα

καὶ ἐπιθέσιμα, ἐὰν δὲ πολυεδρικά ἢ ὁποιαδήποτε στερεά, τὰ συμμετρικὰ αὐτῶν θέλουσιν ἔχει πάσας αὐτῶν τὰς διαστάσεις ἀμοιβαίως ἴσας, ἀλλὰ δὲν θέλουσιν εἶναι ἐπιθέσιμα. Τούτου ἕνεκεν, ὅταν παρατηρῶμεν ἐν τινι ἐπιπέδῳ κατόπτρῳ τὸ εἶδωλον ἡμῶν, τὸ πρὸς τὰ δεξιὰ μέρος τοῦ εἰδώλου εἶναι τὸ εἶδωλον τοῦ ἀριστεροῦ ἡμῶν μέρους, καὶ ἀντιστρόφως.

363. Εἰσάλλα κατ' ἐμφασίν καὶ καθ' ὑπόστασιν. — Τὸ σημεῖον Σ' , τοῦ σχήματος 296, ἐν ᾧ συγκεντρύνονται αἱ γεωμετρικαὶ προεκβολαὶ τῶν ἀντανακλωμένων ἀκτίνων IO , IO' , I''O'' , κτλ., καλεῖται εἶδωλον κατ' ἐμφασιν ἢ φανταστικόν τοῦ Σ , διότι ἡ τοιαύτη τῶν ἀκτίνων OI , $\text{O'I}'$, O'I'' , κτλ. εἰς τὸ σημεῖον Σ' συγκέντρωσις δὲν εἶναι πραγματική, ἀλλὰ φαινομένη. Ἐὰν δ' ὑποθέσωμεν ὅτι OI , $\text{O'I}'$, O'I'' , κτλ., ἀντὶ νὰ ᾖναι αἱ ἀντανακλόμεναι ἀκτῖνες, ἦσαν αἱ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου KK προσπίπτουσαι, αὗται προφανῶς ἤθελον ἀντανακλασθῇ κατὰ τὰς διευθύνσεις IS , I'S , I''S , κτλ., αἵτινες ἤθελον διέρχεσθαι πᾶσαι διὰ τοῦ ἀπ' εὐθείας ὁρατοῦ εἰς ἡμᾶς σημείου Σ , ὅπερ τότε καλεῖται εἶδωλον καθ' ὑπόστασιν ἢ πραγματικόν τοῦ ἀντικειμένου, ἐξ οὗ αἱ ἀκτῖνες OI , $\text{O'I}'$, O'I'' , κτλ. ἐκπέμπονται.

Θέλομεν ἰδεῖ μετ' ὀλίγον πραγματευόμενοι περὶ τῶν σφαιρικῶν κατόπτρων παραδείγματα πραγματικῶν ἀντικειμένων, παρεχόντων δι' ἀντανακλάσεως κατ' ἐμφασιν καὶ καθ' ὑπόστασιν αὐτῶν εἶδωλα.

364. ΠΟΛΛΑΠΛΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ. — Ἐστω σ φωτεινόν τι σημεῖον ἀπέναντι τοῦ ἐπιπέδου κατόπτρου KK κείμενον. Αἱ ὑπὸ τοῦ κατόπτρου τούτου KK ἀντανακλόμεναι ἀκτῖνες ie , i'e' , κτλ. θέλουσι σχηματίσει κατὰ τὰ προλεχθέντα, καὶ διὰ τὸν δεχόμενον αὐτὰς ὀφθαλμόν, εἰς



Σχ. 298

τὸ σ' , συμμετρικὸν τοῦ σ ὡς πρὸς τὸ κατόπτρον KK , τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον τοῦ σ (Σχ. 298). Ἐὰν τώρα ὑποθέσωμεν ὅτι αἱ ἀντανακλόμεναι ὑπὸ τοῦ κατόπτρου KK ἀκτῖνες ie , i'e' , κτλ. προσπίπτουσιν ἐπὶ δευτέρῳ τινὸς κατόπτρου K'K' , αὗται θέλουσιν ἐκ νέου ἀντανακλασθῇ ὑπ' αὐτοῦ καὶ θέλουσι σχηματίσει διὰ τὸν δεχόμενον αὐτὰς ὀφθαλμόν, εἰς τὸ σημεῖον σ'' , συμμετρικὸν τοῦ φανταστικοῦ εἰδώλου σ' ὡς πρὸς τὸ

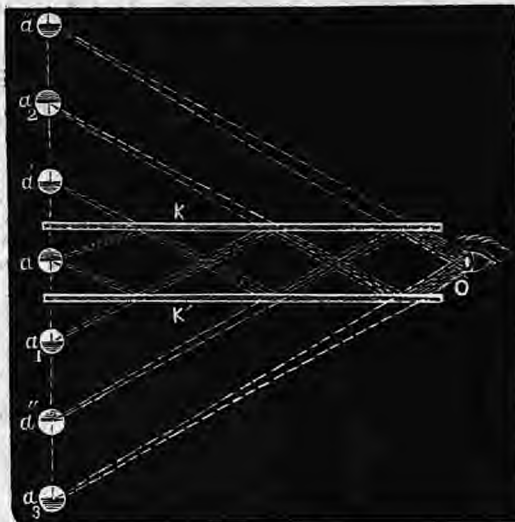
κάτοπτρον $K'K'$, τὸ κατ' ἔμφασιν εἰδῶλον τοῦ σ' , ἤτοι δεύτερον κατ' ἔμφασιν εἰδῶλον τοῦ σ' διότι προφανῶς αἱ ἀκτῖνες $\iota\epsilon$, $\iota'\epsilon'$, κτλ., αἱ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου $K'K'$ προσπίπτουσιν, συγκεντρώνονται εἰς τὸ σημεῖον σ' , ἐπομένως προσπίπτουσιν ἐπ' αὐτοῦ, ὡς ἂν εἰ προήρχοντο ἐκ τοῦ φωτεινοῦ σημείου σ' . Ἐὰν δὲ πάλιν ὑποθέσωμεν ὅτι αἱ ὑπὸ τοῦ κατόπτρου $K'K'$ ἀντανακλώμεναι ἀκτῖνες $\epsilon\alpha$, $\epsilon'\alpha'$, κτλ. προσπίπτουσιν ἐπὶ τρίτου τινὸς κατόπτρου, αὗται ἀντανακλώμεναι θέλουσι σχηματίσει διὰ τὸν δεχόμενον αὐτὰς ὀφθαλμὸν τρίτον κατ' ἔμφασιν εἰδῶλον τοῦ σ , συμμετρικὸν τοῦ δευτέρου φανταστικοῦ αὐτοῦ εἰδῶλου σ' ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ τρίτου κατόπτρου, καὶ οὕτω καθεξῆς. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι, ἐὰν ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ ἦναι οὕτω πῶς διατεθειμένος, ὥστε νὰ δέχεται, ἂν τοῦτο ἦναι δυνατόν, συγχρόνως τὰς ὑπ' ἐκάστου τῶν κατόπτρων KK , $K'K'$, κτλ. ἀντανακλωμένας ἀκτῖνας, θέλει οὗτος ἰδεῖ ἀνθ' ἐνὸς φανταστικοῦ εἰδῶλου τόσα τοιαῦτα, ὅσα εἶναι τὰ κάτοπτρα, ἐξ ὧν δέχεται τὰς ἀντανακλωμένας ἀκτῖνας, καὶ ὅτι τὸ ἐν ἐκάστῳ κατόπτρῳ παρατηρούμενον εἰδῶλον θέλει εἶναι τὸ συμμετρικὸν ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου ἀντικείμενον ἐκείνου τοῦ εἰδῶλου ἢ ἀντικειμένου, ἐξ οὗ φαίνονται προσπίπτουσιν ἐπ' αὐτοῦ αἱ ἀκτῖνες, ὧν τὰς ἀντανακλάσεις δέχεται ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ. Παρατηρητέον δὲ ὅτι πᾶν ἀντικείμενον σ ἢ πᾶν εἰδῶλον σ' , κτλ., ὅταν εὐρίσκηται ἀπέναντι κατόπτρου τινὸς KK , $K'K'$, κτλ., δύναται νὰ σχηματίσῃ ἐν αὐτῷ τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ εἰδῶλον, τουτέστι ὑπάρχει θέσις τις τοῦ ὀφθαλμοῦ, ἐν ᾗ οὗτος δύναται νὰ δεχθῇ τὰς ὑπὸ τοῦ κατόπτρου ἀντανακλωμένας ἀκτῖνας καὶ νὰ ἴδῃ ἐν αὐτῷ τὸ εἰδῶλον τοῦ ἀντικειμένου ἢ τὸ τοῦ εἰδῶλου.

Τὰ κάτοπτρα, ὧν ἡ διάταξις εἶναι τοιαύτη, ὥστε ὁ αὐτὸς ὀφθαλμὸς νὰ δύνηται νὰ παρατηρῇ συγχρόνως πολλὰ ἀνθ' ἐνὸς εἰδῶλα τοῦ αὐτοῦ ἀντικειμένου, καλοῦνται *πολλοπλῆ κάτοπτρα*. Θέλομεν δὲ ἐνταῦθα ἐξετάσει, πρὸς ἐφαρμογὴν τῶν ἀνωτέρω λεχθέντων, τὴν περίπτωσιν, καθ' ἣν ἔχομεν δύο παράλληλα κάτοπτρα καὶ ἐκείνην, καθ' ἣν ἔχομεν δύο κεκλιμένα πρὸς ἄλληλα.

365. ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ. — Ἐστω α ἀντικείμενόν τι μεταξὺ δύο παραλλήλων κατόπτρων K καὶ K' κείμενον, καὶ O ἡ θέσις τοῦ ὀφθαλμοῦ παρατηρητοῦ τινος. Θέλομεν ἐξετάσει ἐν πρώτοις, στηριζόμενοι ἐπὶ τῶν προηγουμένως λεχθέντων (364) πόσα εἰδῶλα τοῦ α δυνατόν νὰ σχηματισθῶσιν ἐν τοῖς κατόπτροις K καὶ K' καὶ δεύτερον πόσα τοιαῦτα δύναται νὰ παρατηρήσῃ συγχρόνως ὁ ὀφθαλμὸς O τοῦ παρατηρητοῦ (Σχ. 299).

Τὸ ἀντικείμενον α , εὐρίσκόμενον ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου K , δύνα-

ται νὰ σχηματίσῃ ἐν αὐτῷ τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ εἶδωλον a' , ὅπερ εὗρισκόμενον ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου K' δύναται νὰ σχηματίσῃ ἐν αὐτῷ τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ εἶδωλον a'' , ὅπερ εὗρισκόμενον πάλιν ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου K δύναται νὰ σχηματίσῃ ἐν αὐτῷ τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ εἶδωλον a''' , καὶ οὕτω καθεξῆς ἐπ' ἄπειρον. Ὡσαύτως τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον a , εὗρισκόμενον ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου K' δύναται νὰ σχηματίσῃ ἐν αὐτῷ τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ εἶδωλον a_1 , ὅπερ εὗρισκόμενον ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου K δύναται νὰ σχηματίσῃ ἐν αὐτῷ τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ εἶδωλον a_2 , ὅπερ εὗρισκόμενον πάλιν ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου K' δύναται νὰ σχηματίσῃ ἐν αὐτῷ τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ



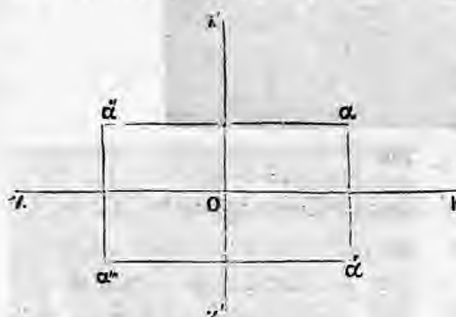
Σχ. 299

εἶδωλον a_3 , καὶ οὕτω καθεξῆς ἐπ' ἄπειρον. Συμπεραίνομεν λοιπόν, ὅτι εἶναι δυνατόν νὰ σχηματισθῶσιν ὅποιοιδήποτε ἀντικείμενου, εὗρισκόμενου μεταξὺ δύο παραλλήλων κατόπτρων, ἅπειρα ἐν αὐτοῖς εἶδωλα αὐτοῦ ἐπὶ τῆς αὐτῆς καθέτου $a'''a_3$ καὶ συμμετρικὰ ἀνὰ δύο ὡς πρὸς ἑκάτερον τῶν ἐπιπέδων τῶν παραλλήλων κατόπτρων. Ἀς ἰδωμεν δὲ τώρα, ἂν ὁ αὐτὸς ὀφθαλμὸς O δύναται νὰ παρατηρήσῃ συγχρόνως ἐν τῇ αὐτῇ εὗρισκόμενος θέσει πάντα ταῦτα.

Ὁ ὀφθαλμὸς O , ἵνα ἴδῃ τὸ εἶδωλον a' τοῦ a , πρέπει νὰ δεχθῇ τὰς ἀπ' εὐθείας ὑπὸ τοῦ κατόπτρου K ἀντανακλωμένας πρὸς αὐτὸν ἀκτῖνας, τοῦθ' ὅπερ εἶναι προφανῶς δυνατόν· ἵνα δὲ ἴδῃ τὸ εἶδωλον a'' , πρέπει νὰ δεχθῇ τὰς ἀκτῖνας ἐκεῖνας τοῦ a , αἵτινες προσπίπτουσαι ἐπὶ τοῦ κατόπτρου K ἀντανακλῶνται ὑπ' αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου K' καὶ ἐκ τούτου πάλιν πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν O , ὅπερ προφανῶς εἶναι ἐπίσης

δυνατόν ἵνα δὲ ἴδῃ τὸ εἶδωλον a'' , πρέπει νὰ δεχθῇ ἐκεῖνας τὰς ἀκτῖνας τοῦ a , αἵτινες προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ K ἀντανακλῶνται ἐπὶ τοῦ K' καὶ ἐκ τούτου πρὸς τὸ K , καὶ ἐκ τούτου πάλιν πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν O , ὅπερ εἶναι ἐπίσης δυνατόν, ὡς παριστᾷ καὶ τὸ ἀνωτέρω σχῆμα 299. Ὅτι δὲ εἵπομεν περὶ τῶν εἰδώλων a' , a'' , a''' , δύναται νὰ λεχθῇ καὶ περὶ τῶν a_1 , a_2 , a_3 , καὶ ἐπειδὴ ἡ θέσις O τοῦ ὀφθαλμοῦ εἶναι τοιαύτη, ὥστε δύναται νὰ δεχθῇ ἀντανακλωμένας ἀκτῖνας, ὑποστάσας ὑπὸ τῶν παραλλήλων κατόπτρων K , K' ὅσα σδήποτε ἀντανακλάσεις, συμπεραίνομεν ὅτι πάντα τὰ δυνατὰ εἶδωλα τοῦ a εἶναι καὶ ὁρατὰ ὑπὸ τοῦ παρατηρητοῦ O . Πράγματι οὗτος δὲν παρατηρεῖ, εἰ μὴ ὠρισμένον τινὰ ἀριθμὸν αὐτῶν, ἀλλὰ τοῦτο προσέρχεται ἐκ τοῦ ὅτι εἰς ἐκάστην ἀντανάκλασιν μέρος μόνον τοῦ προσπίπτοντος φωτὸς ἀντανακλᾶται κανονικῶς (360), ἐπομένως τὸ μετὰ τινος ἀντανακλάσεις προσβάλλον τὸν ὀφθαλμὸν καθίσταται τόσῳ ἀσθενές, ὥστε τὸ ὑπ' αὐτοῦ παριστώμενον εἶδωλον ἀποβαίνει ἀόρατον.

366. ΚΕΚΛΙΜΕΝΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ. — Ἄς ὑποθέσωμεν ἐν πρώτοις, ὅτι τὰ περὶ ὧν ὁ λόγος κεκλιμένα κατόπτρα OK , OK' σχηματίζουν ὀρθὴν γωνίαν KOK' , καὶ ἔστω a φωτεινὸν τι σημεῖον ἐντὸς τῆς γωνίας ταύτης κείμενον (Σχ. 300). Τοῦτο θέλει σχηματίσει κατὰ τὰ προλεχθέντα ἐν μὲν τῷ κατόπτρῳ OK τὸ εἶδωλον αὐτοῦ a' , ἐν δὲ τῷ OK' τὸ εἶδωλον αὐτοῦ a'' , καὶ ἐκάτερον τῶν εἰδώλων τούτων a' καὶ a'' , κείμενον



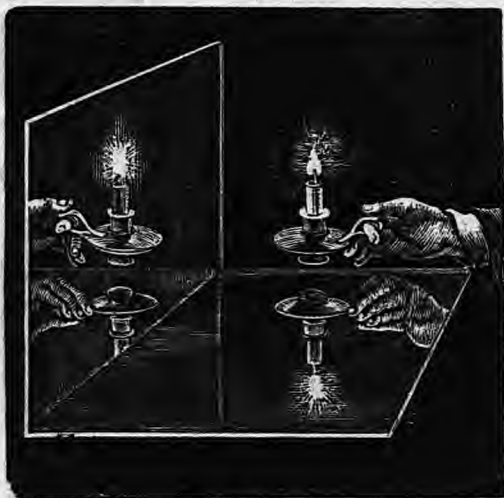
Σχ. 300

ἀπέναντι ἐκατέρου τῶν κατόπτρων K' καὶ K , θέλει σχηματίσει ἐν αὐτοῖς τὸ αὐτὸ εἶδωλον a''' . διότι, ἐπειδὴ τὰ κατόπτρα OK , OK' σχηματίζουν ὀρθὴν γωνίαν, τὸ αὐτὸ σημεῖον a''' εἶναι καὶ τὸ συμμετρικὸν σημεῖον τοῦ a' ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου OK , καὶ τὸ συμμετρικὸν σημεῖον τοῦ a''

ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον τοῦ κατόπτρου OK' . Τὸ τρίτον τοῦτο εἶδωλον a''' , ἐπειδὴ κεῖται ὕψισθεν ἐκατέρου τῶν κατόπτρων OK , OK' ἐν τῇ γωνίᾳ KOK' , δὲν δύναται νὰ σχηματίσῃ ἐν οὐδετέρῳ τούτων ἕτερον εἶδωλον, ὥστε θέλομεν ἔχει ἐν συνόλῳ τρία εἶδωλα a' , a'' , a''' τοῦ ἀντικειμένου a καὶ μόνον τρία. Τὸ σχῆμα 301 παριστᾷ τὰς σχετικὰς θέσεις τῶν τριῶν εἰδώλων μικρᾶς λυχνίας κειμένης μεταξὺ δύο ἐπιπέδων κατόπτρων, ὧν τὸ μὲν εἶναι ὀριζόντιον, τὸ δὲ κάθετον.

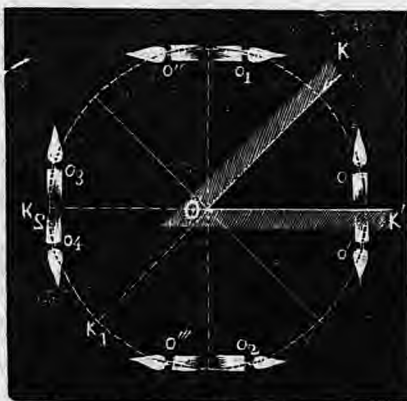
Ἄς ὑποθέσωμεν δεύτερον, ὅτι τὰ περὶ ὧν ὁ λόγος κεκλιμένα κατό-

πτρα OK , OK' σχηματίζουν γωνίαν 45° , καὶ ἔστω ὁ ἀντικείμενόν τι μεταξὺ τούτων κείμενον (Σχ. 302). Τοῦτο θέλει σχηματίσει ἐντὸς τοῦ κατόπτρου OK' τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ εἶδωλον o' , ὅπερ κείμενον ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου OK θέλει σχηματίσει ἐν αὐτῷ τὸ συμμετρικὸν



Σχ. 301

αὐτοῦ εἶδωλον o' , ὅπερ κείμενον ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου OK θέλει σχηματίσει ἐν αὐτῷ τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ εἶδωλον o'' , καὶ τοῦτο πάλιν ἐν τῷ κατόπτρῳ OK τρίτον συμμετρικὸν αὐτοῦ εἶδωλον o''' , ὅπερ τέλος θέλει σχηματίσει ἐν τῷ κατόπτρῳ OK' τέταρτον εἶδωλον o_4 , κείμενον ὀπίσθεν ἐκατέρου τῶν κατόπτρων KO , $K'O$, καὶ ἐπομένως μὴ δυνάμενον νὰ παράσχη νέον εἶδωλον. Ἀλλὰ τὸ αὐτὸ ἀντικείμενον o σχηματίζει καὶ ἐν τῷ κατόπτρῳ OK τὸ συμμετρικὸν αὐτοῦ εἶδωλον o_1 , ὅπερ θέλει παράσχει ἐν τῷ κατόπτρῳ OK' τὸ εἶδωλον o_2 , τοῦτο δὲ ἐν τῷ κατόπτρῳ OK τὸ εἶδωλον o_3 , ὅπερ θέλει παράσχει ἐν τῷ κατόπτρῳ OK' τέταρτον εἶδωλον ταυτιζόμενον προφανῶς μὲ τὸ τέταρτον εἶδωλον o_4 τῆς πρώτης σειρᾶς καὶ μὴ δυνάμενον νὰ σχηματίσῃ ἐν οὐδετέρῳ τῶν κατόπτρων ἕτερον αὐτοῦ εἶδωλον. Θέλομεν λοιπὸν ἔχει ἐν συνόλῳ, ὅταν τὰ κάτοπτρα σχηματίζωσι γωνίαν 45° , ἑπτὰ δυνατὰ εἶδωλα, καὶ ἐὰν συμπεριλάβω-



Σχ. 302

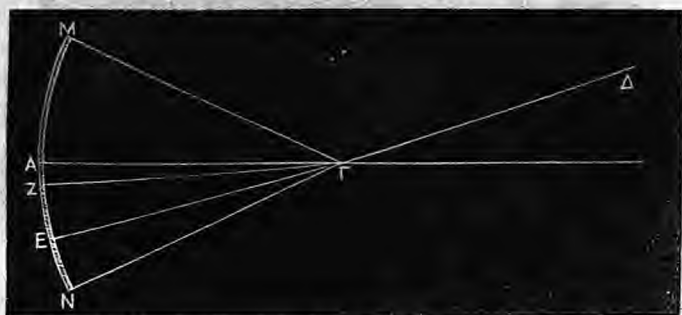
μεν καὶ αὐτὸ τὸ ἀντικείμενον ο, θέλομεν ἔχει ἐκτὼς, ἕκαστον τῶν ὁποίων θέλει κείσθαι ἐν ἐκάστῳ τῶν ἐκτὼς ἴσων τῷ ΚΟΚ' κυκλικῶν τομέων, εἰς οὓς δύναται νὰ διαιρεθῇ ὁ κύκλος.

Ὁμοιοτρόπως συλλογιζόμενοι ἠθέλομεν εὑρεῖν ὅτι, ἂν ἡ ὑπὸ τῶν κεκλιμένων κατόπτρων σχηματιζομένη γωνία εἴναι τὸ δέκατον, τὸ εἰκοστόν, τὸ ἑκατοστόν κτλ. τῶν 360° , δύνανται νὰ σχηματισθῶμεν ἐν αὐτοῖς, συμπεριλαμβανομένου καὶ τοῦ ἀντικειμένου, δέκα, εἴκοσι, ἑκατόν κτλ. αὐτοῦ εἰδῶλα, τουτέστι τόσα εἰδῶλα, εἰς ὅσα ἴσα τῇ γωνίᾳ τῶν κατόπτρων μέρη δύναται νὰ διαιρεθῇ ἡ περιφέρεια.

Ἐπὶ τῆς ιδιότητος τῶν κεκλιμένων κατόπτρων στηρίζεται ἡ κατασκευὴ ἰδιαιτέρου τινὸς ὀργάνου, ὅπερ οἱ Γάλλοι ὠνόμασαν kaleidoscope, καὶ τὸ ὅποιον πρῶτος ὁ Πόρτας (Porta) φαίνεται ὅτι ἐπενόησεν, ὁ δὲ Brewster ἐτελειοποίησε. Τὸ ὄργανον τοῦτο σύγκειται ἐκ τινος κυλίνδρου σιδηροῦ σωλῆνος, φέροντος ἐντὸς αὐτοῦ δύο κεκλιμένα κατόπτρα σχηματίζοντα γωνίαν 60° ἢ 45° , καὶ τῶν ὁποίων ἡ κόψις συμπίπτει μέτινα γεννήτριαν τοῦ κυλίνδρου. Ἐκάτερον τῶν ἄκρων τοῦ κυλίνδρου εἶναι κεκλεισμένον, τὸ μὲν ὑπὸ δύο παραλλήλων ὑαλίνων πλακῶν, ἐντὸς τῶν ὁποίων τίθενται τὰ πρὸς παρατήρησιν ἀντικείμενα, τὸ δὲ ὑπὸ τινος δίσκου φέροντος μικρὰν ὀπὴν, ἐφ' ἧς τίθεται ὁ ὀφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ. Ὄταν ἡ γωνία τῶν κατόπτρων τοῦ ὀργάνου ᾖ 60° , τὸ ἐσωτερικὸν αὐτοῦ διαιρεῖται τότε εἰς ἑξ ἴσα μέρη, ἐν ἐκάστῳ τῶν ὁποίων παρατηρεῖ τὰ συμμετρικὰ εἰδῶλα τῶν μεταξὺ τῶν ὑαλίνων πλακῶν τεθέντων ἀντικειμένων, συμπεριλαμβανομένων καὶ τούτων ὅταν δ' αὐτὴ ᾖ 45° , τὸ ἐσωτερικὸν αὐτῆς διαιρεῖται εἰς ἐκτὼς ἴσα μέρη, καὶ σχηματίζονται ἐκτὼς συμμετρικὰ εἰδῶλα τῶν ἀντικειμένων, συμπεριλαμβανομένων καὶ τούτων. Ἡ τοιαύτη τῶν εἰδῶλων συμμετρικὴ διάταξις περὶέχει εἰς τὸν παρατηρητὴν θέαμα εὐάρεστον καὶ ποικίλον, μάλιστα δὲ ὅταν τὰ ἐντὸς τῶν ὑαλίνων πλακῶν τιθέμενα ἀντικείμενα ᾖ πολλὰ καὶ διαφόρων χρωμάτων.

367. ΚΑΣΣΙΤΕΡΩΜΕΝΑ ΚΑΤΟΠΤΡΑ. — Ὁ σχηματισμὸς τῶν εἰδῶλων ἐν τοῖς κασσιτερωμένοις ἢ γανωμένοις κατόπτροις γίνεται ὅπως καὶ ἐν τοῖς μεταλλικοῖς, μὲ μόνην τὴν διαφορὰν ὅτι ἐν αὐτοῖς σχηματίζονται ἀνθ' ἑνὸς πλείοτερα εἰδῶλα τῶν ἀπέναντι αὐτῶν κειμένων ἀντικειμένων, καὶ τοῦτο, διότι ἔχουσιν ἀντὶ μιᾶς δύο ἀνταντακλαστικὰς ἐπιφανείας. Ἐστω π. χ. Α φωτεινόν τι σημεῖον, Ο ἡ θέσις τοῦ ὀφθαλμοῦ τοῦ παρατηρητοῦ καὶ ΒΒ'Γ'Γ' ἡ ἐντόμῃ τοῦ κασσιτερωμένου κατόπτρου ὑπὸ τοῦ καθέτου ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας αὐτοῦ ἐπιπέδου, τοῦ διερχομένου διὰ τῶν σημείων Α καὶ Ο (Σχ. 303). Αἱ ἀκτῖνες Αο, αἱ ὑπὸ τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας ΒΒ' τοῦ κατόπτρου πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν Ο ἀνταντακλώμεναι,

ἐπιφάνεια εἶναι κοίλη ἢ κυρτή. Δυνάμεθα νὰ φαντασθῶμεν τὰ σφαιρικά κατόπτρα ὡς παραγόμενα ἐκ τῆς περιστροφῆς κυκλικοῦ τινος τόξου MN περὶ τὴν εὐθεῖαν ΓΑ, τὴν διερχομένην διὰ τοῦ κέντρου τοῦ εἰς ὃν τὸ τόξον MN ἀνήκει κύκλου καὶ διὰ τοῦ μέσου αὐτοῦ Α (Σχ. 304). Τὸ σημεῖον Α καλεῖται πόλος ἢ κορυφή τοῦ κατόπτρου, τὸ κέντρο Γ τοῦ τόξου MN κέντρον καμπυλότητος ἢ γεωμετρικὸν κέντρον τοῦ κατόπτρου· ἡ εὐθεῖα ΓΑ κύριος ἄξων τοῦ κατόπτρου, πᾶσα δὲ εὐθεῖα ΕΔ, διὰ τοῦ κέντρου Γ διερχομένη καὶ συναπαντῶσα τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ κατόπτρου εἰς τι σημεῖον Β διάφορον τοῦ Α, καλεῖται δευτερεύων ἄξων αὐτοῦ. Ἡ γωνία ΜΓΝ, ἡ ἔχουσα τὴν κορυφὴν αὐτῆς εἰς τὸ κέντρον



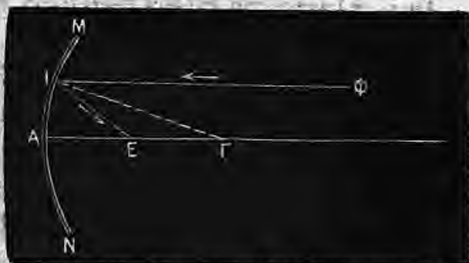
Σχ. 304

καὶ σχηματιζομένη ὑπὸ τῶν εἰς τὰ ἄκρα Μ καὶ Ν τοῦ γεννήτορος τόξου MN ἀγομένων ἀκτίνων ΓΜ, ΓΝ, καλεῖται ἀνοῖγμα ἢ πλάτος τοῦ κατόπτρου. Ἐὰν λάβωμεν $EZ = EN$, ὁ δευτερεύων ἄξων ΔΕ δύναται νὰ θεωρηθῇ ὡς ὁ κύριος ἄξων τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου, τοῦ ἔχοντος πλάτος τὴν γωνίαν ΖΓΝ. Καλεῖται πρὸς τοῦτοις κυρία τομὴ τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου πᾶσα ἐντομή αὐτοῦ, παραγομένη ὑπὸ ἐπιπέδου τινὸς διερχομένου διὰ τοῦ κυρίου αὐτοῦ ἄξονος ΓΑ· τοιαύτη δὲ εἶναι ἡ ὑπὸ τοῦ ἀνωτέρω σχήματος παριστωμένη.

369. **ΕΣΤΙΑΙ ΤΩΝ ΚΟΙΛΩΝ ΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ.** — Ὅταν ἡ ἐπιφάνεια κατόπτρου τινὸς ᾖναι τοιαύτη, ὥστε αἱ ὑπ' αὐτῆς ἀντανακλῶμεναι ἀκτίνες φωτεινῆς τινος δέσμης ἢ αἱ γεωμετρικαὶ προεκβολαὶ αὐτῶν νὰ διέρχωνται διὰ τοῦ αὐτοῦ σημείου, τότε τὸ μὲν σημεῖον τοῦτο καλεῖται ἐστία τοῦ κατόπτρου, τὸ δὲ κατόπτρον ἐστιοῦχερ. Ὅταν αὐταὶ αἱ ἀντανακλῶμεναι ἀκτίνες διέρχωνται διὰ τῆς ἐστίας, ἡ ἐστία λέγεται καθ' ὑπόστασιν ἢ πραγματικὴ, ὅταν δὲ αἱ γεωμετρικαὶ προεκβολαὶ αὐτῶν, καθ' ἔμφασιν ἢ φανταστικὴ (363). Θέλομεν ἰδεῖ ἀμέσως, ὅτι ἐν τοῖς κοίλοις σφαιρικοῖς κατόπτροις, περὶ ὧν θέλομεν ἀποκλειστικῶς κάμει λόγον ἐνταῦθα, ἀπαντῶνται καὶ τὰ δύο ταῦτα εἶδη

τῶν ἐστιῶν, καὶ ὅτι ὁ σχηματισμὸς αὐτῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς ὡς πρὸς τὸ ἀτόπτρον θέσεως τοῦ φωτεινοῦ σημείου ἢ ἀντικειμένου.

Πραγματικαὶ ἰστίαι. — Ἄς ὑποθέσωμεν ἐν πρώτοις, ὅτι ἡ φωτεινὴ δέσμη, ἢ ἐπὶ κοίλου τινὸς σφαιρικοῦ κατόπτρου προσπίπτουσα, εἶναι κυλινδρική καὶ περᾶλληλος τῷ κυρίῳ τοῦ κατόπτρου ἄξονι, ἢ, ὅπερ κατὰ μεγίστην προσέγγισιν ταῦτό, ὅτι τὸ φωτεινὸν σημεῖον, τὸ ἐκπέμπον τὰς ἀκτῖνας, κεῖται εἰς μεγίστην ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ἀπόστασιν, ὡς π. χ. ὁ ἥλιος, οἱ ἀστέρες· ἔστω δὲ ΜΑΝΓ κυρτὰ τις τομὴ τοῦ κατόπτρου, Γ τὸ κέντρον αὐτοῦ καὶ ΦΙ ἀκτὶς τις τῆς δέσμης παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι ΓΑ (Σχ. 305). Ἐάν ἄξωμεν τὴν ἀκτῖνα ΓΙ εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως Ι, ἢ ἀντανακλωμένη ἀκτὶς ΙΕ, κατὰ τὰ ἐν τῇ § 358 λεχθέντα, θέλει κείσθαι ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου ΦΙΓ καὶ θέλει σχηματίσει τὴν γωνίαν ΓΙΕ τῆς ἀντανακλάσεως ἴσην τῇ γωνίᾳ ΓΙΦ τῆς προσπτώσεως. Ἀλλ' ἐπειδὴ αἱ γωνίαι ΦΙΓ, ΙΓΕ εἶναι ἴσαι, ὡς ἐντὸς ἐναλλάξ γωνίαι τῶν παραλλήλων ΦΙ καὶ ΓΑ, ἡ γωνία ΓΙΕ θέλει εἶναι ἴση τῇ ΙΓΕ καὶ τὸ τρίγωνον ΓΙΕ θέλει εἶναι ἰσοσκελές, τουτέστι θέλομεν ἔχει $ΙΕ = ΕΓ$. Ἐάν τώρα ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ σημεῖον Ι κεῖται πολὺ πλησίον τῆς κορυφῆς Α τοῦ κατόπτρου ΜΝ, ἢ ὅτι τὸ πλάτος ΜΓΝ τοῦ κατόπτρου εἶναι 8 ἕως 10 μοιρῶν, ἡ γωνία ΙΕΓ θέλει διαφέρει κατ' ἐλάχιστον δύο ὀρθῶν γωνιῶν, ἐπομένως δυνάμεθα νὰ ὑποθέσωμεν, ὅτι καὶ τὸ ἄθροισμα $ΙΕ + ΕΓ$ τῶν δύο πλευρῶν τοῦ ἰσοσκελοῦς τριγώνου ΙΕΓ διαφέρει κατ' ἐλάχιστον τῆς τρίτης αὐτοῦ πλευρᾶς ΓΙ ἢ τῆς ΓΑ. Θέλομεν λοιπὸν ἔχει κατὰ μεγάλην προσέγγισιν τὴν ἰσότητα



Σχ. 305

$$ΙΕ + ΕΓ = ΓΑ, \text{ ἢ } 2ΕΓ = ΓΑ, \text{ ἔξ ἧς } ΕΓ = \frac{1}{2}ΓΑ.$$

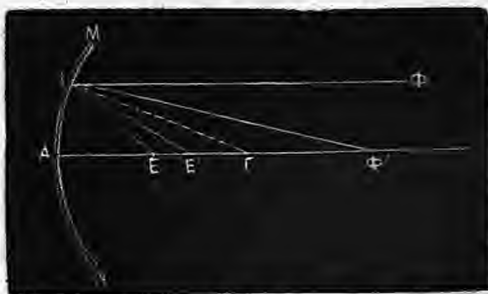
Ἡ ἀκτὶς λοιπὸν ΦΙ θέλει διέλθαι ἀντανακλωμένη διὰ τοῦ σημείου Ε, μέσου τῆς ἀκτίνος ΓΑ. Ἀλλ' ὅ,τι εἶπομεν περὶ τῆς ἀκτίνος ΦΙ ἐφαρμόζεται καὶ διὰ πᾶσαν τῆς δέσμης ἀκτῖνα κειμένην πλησίον τοῦ κυρίου ἄξονος ΓΑ τοῦ κατόπτρου. Λοιπὸν αἱ ἐπὶ κοίλου τινὸς σφαιρικοῦ κατόπτρου ΜΝ, ἔχοντος πλάτος 8 ἕως 10 μοιρῶν, προσπίπτουσαι ἀκτῖνες παράλληλου τινὸς τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι κυλινδρικῆς δέσμης, ἀντανακλώμεναι διέρχονται διὰ τοῦ αὐτοῦ περίπου σημείου Ε, κειμένου εἰς τὸ μέσον τῆς εἰς τὸ σημεῖον Α τῆς κορυφῆς τοῦ κατόπτρου ἀγομέ-

νης ἀκτίνος ΓΑ. Τὸ σημεῖον τοῦτο Ε καλεῖται *κυρία ἐστία* τοῦ κατόπτρου, ἡ δὲ ἀπὸ τοῦ κατόπτρου ἀπόστασις αὐτοῦ ΕΑ *κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις*.

Ἀντιστρόφως, ἂν τὸ φωτεινὸν σημεῖον ἔκειτο εἰς τὸ σημεῖον Ε, μέσον τῆς ἀκτίνος ΓΑ, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ΜΝ προσπίπτουσαι ἀκτίνες ΕΙ ἤθελον μετὰ τὴν ὑπὸ τοῦ κατόπτρου ἀντανάκλασιν αὐτῶν εἶναι παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι ΓΑ. Διότι τότε προφανῶς αἱ γωνίαι τῆς ἀντανάκλασεως τῶν παράλληλων ἀκτίνων ΦΙ θέλουσιν εἶναι γωνίαι προσπτώσεως τῶν ἐκ τοῦ σημείου Ε ἐκπεμπομένων, καὶ ἀντιστρόφως, αὗται δὲ ἀπεδείχθησαν προηγουμένως ἴσαι πρὸς ἀλλήλας.

Ἄν τὸ πλάτος τοῦ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου ΜΝ ᾖ το μεγαλείτερον τῶν 40 μοιρῶν, αἱ ἀντανακλώμεναι ἀκτίνες ΙΕ, ὅταν τὸ σημεῖον Ι τῆς προσπτώσεως αὐτῶν κῆται πρὸς τὰ ἄκρα αὐτοῦ, ἤθελον τότε συναπαντᾶ τὸν κύριον ἄξονα ΓΑ εἰς σημεῖα διάφορα τοῦ Ε καὶ κείμενα πλησιέστερον τῆς κορυφῆς Α, καὶ δὲν ἤθελον ἐπομένως διέρχεσθαι πᾶσαι κατὰ μεγάλην προσέγγισιν ἀπὸ τῆς κυρίας ἐστίας Ε τοῦ κατόπτρου. Ἡ τοιαύτη τῶν ἀντανακλωμένων ἀκτίνων ἀπὸ τῆς κυρίας ἐστίας Ε τοῦ κατόπτρου ἐπαισθητὴ παρεκτροπὴ, ἡ ἐξ αὐτῆς τῆς σφαιρικότητος αὐτοῦ προερχομένη, καλεῖται *παρεκτροπὴ σφαιρικότητος* καὶ ἐξ ἀντανάκλασεως, πρὸς διάκρισιν τῆς ἐκ διαθλάσεως τῶν ἀκτίνων ὑπὸ τῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν παραγομένης παρεκτροπῆς, περὶ ἧς θέλομεν κάμει λόγον ἐν τῷ ἐπομένῳ κεφαλαίῳ.

Ἄς ὑποθέσωμεν δευτέρον, ὅτι τὸ φωτεινὸν σημεῖον, οὗτινος αἱ ἀκτίνες προσπίπτουσιν ἐπὶ τοῦ κοίλου σφαιρικοῦ κατόπτρου ΜΝ, κεῖται εἰς



Σχ. 306

τι σημεῖον Φ' τοῦ κυρίου αὐτοῦ ἄξονος ΓΑ, καὶ ἔστω Φ'Β προσπίπτουσα τις φωτεινὴ ἀκτίς (Σχ. 306). Ἐπειδὴ προφανῶς ἡ προσπίπτουσα ἀκτίς Φ'Ι κεῖται ἐντὸς τῆς γωνίας ΦΙΓ, τῆς σχηματιζομένης ὑπὸ τῆς ἀκτίνος ΓΙ καὶ τῆς εὐθείας ΦΙ, παράλληλου τῷ κυρίῳ ἄξονι ΓΑ, ἡ γωνία

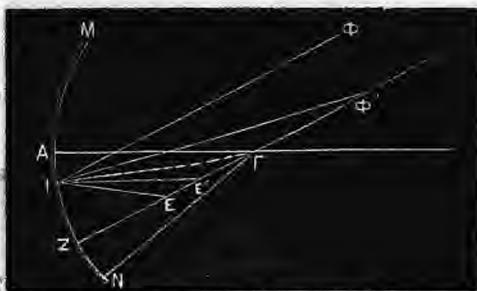
τῆς προσπτώσεως Φ'ΙΓ θέλει εἶναι μικροτέρα τῆς ΦΙΓ, ἐπομένως καὶ ἡ ἴση παύτη γωνία τῆς ἀντανάκλασεως ΓΙΕ' θέλει εἶναι μικροτέρα τῆς ΓΙΕ, ἴσης τῇ ΦΙΓ. Τὸ σημεῖον λοιπὸν Ε', ἐνθα ἡ ἀντανακλωμένη φωτεινὴ ἀκτίς Φ'Ι συναπαντᾶ τὸν κύριον ἄξονα ΓΑ, θέλει κεῖσθαι πάντοτε μεταξύ τῆς κυρίας τοῦ κατόπτρου ἐστίας Ε καὶ τοῦ κέντρου Γ. Ἀφ' ἐτέ-

ρου δὲ δυνάμεθα εὐκόλως νὰ ἀποδείξωμεν, ὅτι τοῦτο θέλει εἶναι περίπου τὸ αὐτό, ὁποιαδήποτε καὶ ἂν ᾖναι ἡ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου MN προσπίπτουσα ἀκτὶς Φ'Ι, ὅταν τὸ πλάτος αὐτοῦ ᾖναι μικρόν, 8 ἕως 10 περίπου μοιρών. Διότι, ἐπειδὴ ἡ ΙΓ διαιρεῖ εἰς δύο ἴσα μέρη τὴν γωνίαν Φ'ΙΕ' τοῦ τριγώνου Φ'ΙΕ', θέλομεν ἔχει κατὰ γνωστὸν Γεωμετρικὸν θεώρημα (βιβλ. Γ', πρότ. 18) τὴν ἐξῆς ἀναλογίαν

$$\Phi'I : IE' = \Phi'G : GE' \quad (4).$$

Ἀλλὰ, ὅταν τὸ πλάτος τοῦ κατόπτρου MN ᾖναι μικρόν, αἱ τοῦ σημείου Ε' ἀπὸ τῶν διαφορῶν αὐτοῦ σημείων Ι ἀποστάσεις Ε'Ι δύνανται νὰ θεωρηθῶσι κατὰ μεγάλην προσέγγισιν ὡς ἴσαι πρὸς ἀλλήλας, κατ' ἰσχυρότερον δὲ λόγον αἱ ἀποστάσεις Φ'Ι. Οἱ δύο λοιπὸν πρώτοι ὅροι τῆς ἀνωτέρω ἀναλογίας (4) δύνανται νὰ ὑποθεθῶσιν ἀμετάβλητοι, καὶ ἐπειδὴ ὁ τρίτος Φ'Γ εἶναι πράγματι ἀμετάβλητος, ὁ τέταρτος αὐτῆς ὅρος ΓΕ' θέλει εἶναι περίπου πάντοτε ὁ αὐτός. Αἱ ὑπὸ τοῦ κατόπτρου λοιπὸν ἀντανακλώμεναι ἀκτίνες τῆς ἀποκλινούσης φωτεινῆς δέσμης Φ'MN θέλουσι διέρχεσθαι διὰ τοῦ αὐτοῦ περίπου σημείου Ε', ὅπερ κεῖται ἐπὶ τῆς πολικῆς ἀκτίνος ΓΑ μεταξὺ τῆς κυρίας τοῦ κατόπτρου ἐστίας Ε καὶ τοῦ κέντρου αὐτοῦ Γ, καὶ καλεῖται ἐστία συζυγῆς τοῦ Φ'. Ὀνομάσθη δὲ ἡ ἐστία αὕτη συζυγῆς τοῦ Φ', διότι, ἂν τὸ φωτεινὸν σημεῖον ἔκειτο εἰς τὸ Ε', αἱ φωτειναὶ αὐτοῦ ἀκτίνες, αἱ ὑπὸ τοῦ κατόπτρου MN ἀντανακλώμεναι, ἤθελον προφανῶς διέρχεσθαι διὰ τοῦ Φ, ὅπερ ἤθελεν εἶναι ἡ ἐστία τοῦ Ε'.

Ἄν ἡ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου MN προσπίπτουσα κυλινδρική δέσμη ᾖτο παράλληλος δευτερεύοντί τινι ἄξονι Φ'Ζ (Σχ. 307), ἡ ἂν τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ' ἔκειτο ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος τούτου ἄξονος, ἐπειδὴ ὁ δευτερεύων οὗτος ἄξων εἶναι κύριος ἄξων ὡς πρὸς τὸ μέρος τοῦ κατόπτρου MN, τὸ ἔχον πλάτος διπλάσιον τῆς γωνίας ΝΓΖ (368), τὸ σημεῖον Ε, μέσον τῆς ἀκτίνος ΓΖ, θέλει προφανῶς εἶναι ἡ κυρία ἐστία τῆς



Σχ. 307

κεκλιμένης ὡς πρὸς τὸν κύριον ἄξονα ΓΑ δέσμης ΦΙ, ἡ δὲ συζυγὴς ἐστία Ε' τοῦ Φ' θέλει κεῖσθαι ἐπὶ τῆς ἀκτίνος ΓΖ, τῆς διερχομένης διὰ τοῦ Φ', καὶ μεταξὺ τῶν σημείων Ε καὶ Γ.

Παραστατικαὶ ἐστίαι. — Ἄς ὑποθέσωμεν τρίτον, ὅτι τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ' κεῖται μεταξὺ τῆς κυρίας τοῦ κατόπτρου ἐστίας Ε καὶ τοῦ

ΣΗ' ἴσην τῇ ΦΙΓ'. Ἡ ΙΣ λοιπὸν δὲν δύναται προφανῶς νὰ συναπαν-
τήσῃ τὸν κύριον ἄξονα ΑΓ τοῦ κατόπτρου ΜΝ, καθὼς καὶ πᾶσα ἄλλη
τοιαυτή. Αἱ ὑπὸ κυρτοῦ τινος λοιπὸν σφαιρικοῦ κατόπτρου ΜΝ ἀντα-
νακλῶμεναι παράλληλοι τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι ΑΓ φωτίζονται ἀκτίνες δὲν
ἔχουσι πραγματικὴν τινα ἐστίαν. Ἀλλ', ἐὰν προεκβάλωμεν πρὸς τὰ
δεξιὰ τὰς ἀκτίνας ΦΙ καὶ ΣΙ, αἱ προεκβολαὶ αὐτῶν ΙΦ₁, ΙΕ θέλουσι
σχηματίσει μετὰ τῆς ἀκτίνος ΙΓ γωνίας Φ₁ΙΓ, ΕΙΓ ἴσας, ὥς κατὰ κο-
ρυφὴν ἴσων γωνιῶν ΦΙΓ', ΣΙΓ'. Καὶ ἐπειδὴ αἱ γωνίαι Φ₁ΙΓ, ΕΙΓ εἶναι
ἴσαι, συμπεραίνομεν κατὰ τὰ ἐν τῇ προηγουμένῃ παραγράφῳ ἀποδει-
χθέντα, ὅτι ἡ ΣΙ προεκβαλλομένη συναπαντᾷ τὸν κύριον τοῦ κατό-
πτρου ἄξονα εἰς τὸ μέσον Ε τῆς πολικῆς αὐτοῦ ἀκτίνος ΓΑ. Ἀλλ' ὅτι

Ἀνακεραλαιοῦντες λοιπὸν ἐν ὀλίγοις τὰ ἐν τῇ παρουσίᾳ καὶ προηγουμένη παραγράφῳ λεχθέντα βλέπομεν ὅτι·

Ὅταν τὸ φωτεινὸν σημεῖον κῆται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ΓΑ πρὸς τὰ δεξιά τοῦ κατόπτρου ΜΝ καὶ εἰς ἄπειρον ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν, ἡ ἐστία αὐτοῦ εἶναι καθ' ὑπόστασιν καὶ κεῖται εἰς τὸ μέσον Ε τῆς πολικῆς ἀκτίνος ΓΑ. Ὅταν τὸ φωτεινὸν σημεῖον προχωρῇ ἀπὸ τοῦ $+\infty$ πρὸς τὸ κέντρον Γ τοῦ κατόπτρου, ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἐστία εἶναι πραγματικὴ καὶ βαίνει ἀπὸ τοῦ Ε πρὸς τὸ αὐτὸ κέντρον Γ, ἔνθα καὶ ταυτίζεται μετ' αὐτοῦ, διότι αἱ ἀπὸ τοῦ Γ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ΜΝ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες εἶναι κατακόρυφοι ἐπὶ τῆς σφαιρικῆς αὐτοῦ ἐπιφανείας. Ὅταν τὸ φωτεινὸν σημεῖον προχωρῇ ἀπὸ τοῦ Γ πρὸς τὸ Ε, ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἐστία εἶναι πραγματικὴ καὶ βαίνει ἀπὸ τοῦ Γ πρὸς τὸ $+\infty$. Ὅταν τὸ φωτεινὸν σημεῖον προχωρῇ ἀπὸ τοῦ Ε πρὸς τὸν πόλον Α τοῦ κατόπτρου, ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἐστία εἶναι φανταστικὴ καὶ βαίνει ἀπὸ τοῦ $-\infty$ πρὸς τὸ Α. Ὅταν τέλος τὸ φωτεινὸν σημεῖον προχωρῇ ἀπὸ τοῦ Α πρὸς τὸ $-\infty$, ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἐστία εἶναι φανταστικὴ καὶ βαίνει ἀπὸ τοῦ Α πρὸς τὸ μέσον Ε τῆς πολικῆς ἀκτίνος ΓΑ. Ἐν ἐνὶ λόγῳ, ὅταν τὸ φωτεινὸν σημεῖον διατρέχῃ τὸν ἄξονα τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου ΜΝ κατὰ τὴν φορὰν

$$+\infty \text{ ΓΕΑ} - \infty,$$

ἡ συζυγῆς αὐτοῦ ἐστία διατρέχει τὸν αὐτὸν ἄξονα κατὰ τὴν φορὰν

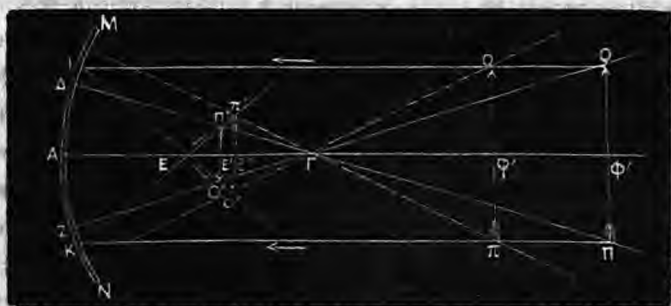
$$\text{ΕΓ} + \infty \text{ ἢ } -\infty \text{ ΑΕ},$$

καὶ εἶναι πραγματικὴ μὲν, ὅταν αἱ ἀντιστοιχοῦσαι θέσεις κῆνται πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ κατόπτρου, φανταστικὴ δέ, ὅταν αὗται κῆνται ἐκατέρωθεν αὐτοῦ.

371. ΕΙΔΩΛΑ ΤΩΝ ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΤΩΝ ΚΟΙΛΩΝ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ ΤΙΘΕΜΕΝΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ. — Ἄς ὑποθέσωμεν τώρα, ὅτι ἀνθ' ἐνὸς φωτεινοῦ ἢ φωτιζομένου σημείου ἔχομεν ἀπέναντι κοίλου τινὸς σφαιρικοῦ κατόπτρου ΜΝ ὅποιονδήποτε φωτεινὸν ἢ φωτιζόμενον ἀντικείμενον (Σχ. 340). Εἶναι φανερόν ὅτι, ἐὰν κατασκευάσωμεν ὡς προεξέθεσamen τὴν συζυγῇ ἐστίαν ἐκάστου τῶν ἀπέναντι τοῦ κατόπτρου κειμένων σημείων τοῦ ἀντικειμένου, τὸ σύνολον αὐτῶν θέλει παριστᾷ τὸ ὑπὸ τοῦ κατόπτρου σχηματιζόμενον εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου. Ἴνα δὲ σπουδάσωμεν εὐκολώτερον τὰ καθέκαστα τοῦ φαινομένου τούτου, θέλομεν ὑποθέσει, ὅτι τὸ περὶ οὗ ὁ λόγος ἀντικείμενον εἶναι φωτεινὴ τις εὐθεῖα γραμμὴ ΟΠ, κάθετος ἐπὶ τοῦ ἄξονος αὐτοῦ ΑΓ καὶ κειμένη ἐπὶ τῆς κυρίως τοῦ κατόπτρου τομῆς ΜΝΓ.

1^{ον} Ἄς ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ φωτεινὴ εὐθεῖα ΟΠ κεῖται πέραν τοῦ

κέντρον Γ τοῦ κατόπτρου MN . Ἐὰν ἄξωμεν τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας $ΟΓΖ$, $ΠΓΔ$, ἡ συζυγὴς ἐστὶ τοῦ μὲν $Ο$ θέλει προφανῶς κείσθαι ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος $ΟΓΖ$ εἰς τὸ σημεῖον $Ο'$, ἔνθα ἀντανακλώ-



Σχ. 310

μένη τις ἀκτὶς $ΙΕ$ συναπαντᾷ αὐτόν, τοῦ δὲ $Π$ ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος $ΠΓΔ$ εἰς τὸ σημεῖον $Π'$, ἔνθα ἀντανακλωμένη τις ἀκτὶς $ΚΕ$ συναπαντᾷ αὐτόν¹. Ἐὰν δὲ κατασκευάσωμεν ὁμοιοτρόπως τὰς συζυγεῖς ἐστίαις τῶν μεταξὺ τοῦ $Ο$ καὶ $Π$ κειμένων σημείων τῆς φωτεινῆς εὐθείας $ΟΠ$, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι αὗται κείνται μεταξὺ τῶν σημείων $Ο'$ καὶ $Π'$ ἐπὶ τῆς αὐτῆς κατὰ μεγίστην προσέγγισιν εὐθείας $Ο'Π'$. Ἡ εὐθεῖα λαμπὸν $Ο'Π'$ θέλει εἶναι τὸ εἶδωλον τῆς εὐθείας $ΟΠ$, βλέπομεν δὲ ὅτι τοῦτο εἶναι πραγματικόν, ἀντεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ ἀντιειμένου $ΟΠ$. Διότι, ἐπειδὴ τὰ τρίγωνα $ΟΠΓ$, $Ο'Π'Γ$ εἶναι ὅμοια, ἔχομεν

$$ΟΠ : Ο'Π' = ΓΦ' : ΓΕ',$$

ἀφ' ἑτέρου δὲ ἀπεδείξαμεν (369) ὅτι

$$ΓΦ' : ΓΕ' = Φ'Ι : Ε'Ι.$$

Ἄρα, ἔνεκα τοῦ κοινοῦ λόγου $ΓΦ' : ΓΕ'$,

$$ΟΠ : Ο'Π' = Φ'Ι : Ε'Ι,$$

καὶ ἐπειδὴ προφανῶς ἡ $Φ'Ι$ εἶναι μεγαλειτέρα τῆς $Ε'Ι$, καὶ ἡ $ΟΠ$ θέλει εἶναι μεγαλειτέρα τῆς $Ο'Π'$.

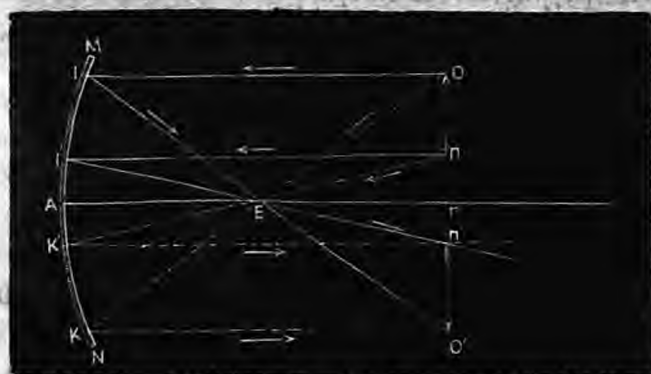
Ἄν ἡ φωτεινὴ γραμμὴ $ΟΠ$ ἔκειτο πλησιέστερον τοῦ κέντρου Γ , εἶχε δηλ. τὴν θέσιν $οπ$, τὸ εἶδωλον αὐτῆς $ο'π'$ ἔθελεν εἶναι ἐπίσης πραγματικὸν καὶ ἀντεστραμμένον, ἀλλὰ μεγαλειτέρον τοῦ προηγουμένου αὐτῆς εἰδώλου $Ο'Π'$ καὶ πλησιέστερον τοῦ κέντρου Γ κείμενον. Διότι αἱ συζυγεῖς ἐστίαι $ο'$ καὶ $π'$ τοῦ $ο$ καὶ $π$ θέλουσι κείσθαι ἐπὶ τῶν αὐτῶν ἀντανακλωμένων ἀκτίνων $ΙΕ$, $ΚΕ$ καὶ ἐπὶ τῶν δευτερεύοντων ἄξόνων

¹ Ὑποθέσαμεν ἐν τῷ σχήματι τὰς προσπιπτοῦσας ἀκτίνας $ΟΙ$, $ΠΚ$ παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι $ΑΓ$, εἰς τὸν τρόπον ὥστε αἱ ἀντανακλώμεναι $ΙΕ$, $ΚΕ$ νὰ διέρχωνται διὰ τῆς κυρίας ἐστίας $Ε$ τοῦ κατόπτρου.

οΓ, πΓ, ὧν ἡ γωνία οΓπ, ἢ ἡ ο'Γπ', εἶναι μεγαλειτέρα τῆς ΟΓΠ ἢ τῆς Ο'ΓΠ'. Ἄν ἡ φωτεινὴ γραμμὴ ΟΠ ἔκειτο εἰς μεγαλειτέραν ἀπὸ τοῦ κέντρου Γ ἀπόστασιν, τὸ εἶδωλον αὐτῆς Ο'Π' ἤθελεν εἶναι μικρότερον καὶ κείσθαι πλησιέστερον τῆς κυρίας ἐστίας Ε τοῦ κατόπτρου· βλέπομεν δὲ ὅτι, ὅσω μεγαλειτέρα εἶναι ἡ ἀπόστασις ΓΦ', τόσω μικρότερον εἶναι τὸ εἶδωλον αὐτῆς Ο'Π' καὶ τόσω πλησιέστερον τῆς κυρίας ἐστίας Ε κείται. Ἐπομένως, ἂν ἡ ἀπόστασις ΓΦ' ὑποτεθῇ ἄπειρος, τὸ εἶδωλον Ο'Π' τῆς ΟΠ θέλει εἶναι ἀπλὸν σημεῖον, συμπίπτον μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας Ε, τοῦθ' ὅπερ εὐκόλως ἠδυνάμεθα καὶ νὰ προῖδωμεν, διότι τότε πᾶσαι αἱ ἐκ τοῦ ἀντικειμένου ΟΠ ἐπὶ τοῦ κατόπτρου ΜΝ προσπίπτουσαι ἀκτίνες θέλουσιν εἶναι παράλληλοι τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι ΟΓ.

Παρατηρητέον πρὸς τούτοις ὅτι, ἐπεὶ αἱ κατὰ κορυφὴν γωνίαι ΟΓΠ, Ο'ΓΠ' εἶναι ἴσαι, ὅποιαδήποτε καὶ ἂν ᾖναι ἡ θέσις τοῦ ἀντικειμένου, ΟΠ ὡς πρὸς τὸ κέντρον Γ τοῦ κατόπτρου, τὸ ἀντικείμενον ΟΠ καὶ τὸ εἶδωλον αὐτοῦ Ο'Π' φαίνονται ἐκ τοῦ κέντρου Γ ὅπῃ τὴν αὐτὴν γωνίαν.

2^α. Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ φωτεινὴ εὐθεῖα ΟΠ κείται ἐπὶ τῆς καθέτου ΟΓ, τῆς ἐκ τοῦ κέντρου Γ τοῦ κατόπτρου ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος ΓΑ ἀγομένης, καὶ πρὸς ἀποφυγὴν συγχύσεως τῶν γραμμῶν ἐν τῷ σχήματι, ἂς λάβωμεν αὐτὴν πρὸς τὸ αὐτὸ μέρος τοῦ ἄξονος ΑΓ (Σχ. 314).

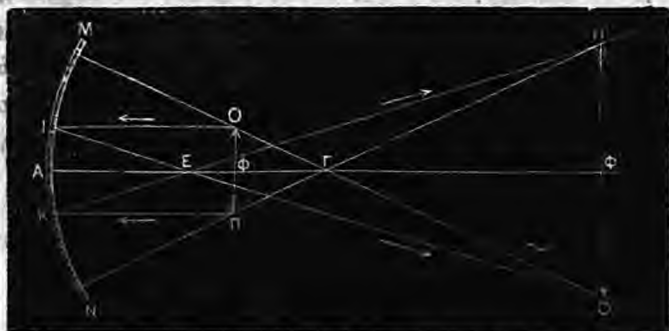


Σχ. 314

Ἐπεὶ δὲ ὁ δευτερεύων ἄξων ΟΓ δὲν συναπαντᾷ τὸ κατόπτρον ΜΝ, πρὸς εὑρεσιν τῆς συζυγοῦς ἐστίας τοῦ Ο ἄγομεν δύο φωτεινὰς ἀκτίνας τὴν μὲν ΟΙ παράλληλον τῷ ἄξονι ΓΑ, τὴν δὲ ΟΚ διὰ τῆς κυρίας ἐστίας Ε διερχομένην. Εἶναι φανερὸν ὅτι τὰ σημεῖον Ο', εἴθ' ἀπέμνονται αὐταὶ ὑπὸ τοῦ κατόπτρου ΜΝ ἀντανακλώμεναι, θέλει εἶναι ἡ συζυγὴς ἐστία τοῦ Ο. Ἐπεὶ δὲ ἡ μὲν παράλληλος ΟΙ τῷ ἄξονι ΑΓ ἀντανακλωμένην διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἐστίας Ε, ἡ δὲ διὰ τῆς ἐστίας Ε διερχομένην

ΟΚ ἀντανακλᾶται παραλλήλως τῷ κυρίῳ ἄξονι ΑΓ, καὶ τὸ πλάτος τοῦ κατόπτρου ὑποτίθεται μικρόν, εὐκόλως παρατηρεῖ τις ὅτι τὸ σημεῖον Ο' θέλει εἶναι τὸ συμμετρικὸν σημείου τοῦ Ο ὡς πρὸς τὸν κύριον ἄξονα ΑΓ, τοῦθ' ὅπερ ἡδυνάμεθα καὶ νὰ προῖδωμεν· διότι ἡ συζυγὴς ἐστὶν τοῦ Ο ἔπρεπε πάντοτε νὰ κῆται ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος ΟΓ εἰς τὸ σημεῖον ἐνθα ἀντανακλωμένη τις ἀκτὶς ΙΟ' ἢ ΚΟ' ἤθελε συναπαντῆσει αὐτόν. Ἐὰν τώρα εὐρωμεν ὁμοιοτρόπως τὴν συζυγὴ ἐστὶν Π' τοῦ Π, ἥτις θέλει εἶναι συμμετρικὴ τοῦ Π ὡς πρὸς τὸν αὐτὸν ἄξονα ΑΓ, πάντα τὰ λοιπὰ σημεία τῆς φωτεινῆς γραμμῆς ΟΗ θέλουσιν ἔχει διὰ συζυγῇ τὰ μεταξὺ τῶν σημείων Ο' καὶ Π' σημεία τῆς γραμμῆς Ο'Π', ἥτις ἐπομένως θέλει εἶναι τὸ εἶδωλον τῆς ΟΗ. Βλέπομεν δὲ ὅτι τοῦτο εἶναι πραγματικόν, ἀντεστραμμένον καὶ ἴσον τῷ ἀντικειμένῳ ΟΗ, καθὼς συμμετρικὸν αὐτοῦ ὡς πρὸς τὴν αὐτὴν εὐθεῖαν ΑΓ.

3^{ον} Ἐὰν ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ φωτεινὴ εὐθεῖα ΟΗ κείται μεταξὺ τοῦ κέντρου Γ καὶ τῆς κυρίας ἑστίας Ε (Σχ. 312), καὶ κατασκευάσωμεν ὅπως καὶ προηγουμένως τὰς συζυγεῖς ἐστίας Ο' καὶ Π' τῶν ἄκρων αὐτῆς Ο καὶ Η, θέλομεν εὐρεῖ, ὅτι τὸ εἶδωλον Ο'Π' κείται πέραν τοῦ κέν-

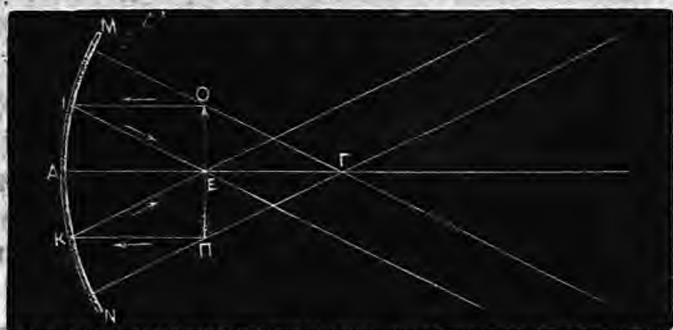


Σχ. 312

τρου Γ, ὅτι εἶναι ἀντεστραμμένον καὶ μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου ΟΗ, καὶ τοσοῦτον μεγαλύτερον αὐτοῦ, ὅση πλησιύτερον τῆς κυρίας ἐστίας Ε κείται τοῦτο· διότι τότε, ἐνῷ αἱ ἀντανακλῶμεναι ἀκτίνες ΙΕ, ΚΕ εἶναι αἱ αὐταί, οἱ δευτερεύοντες ἄξονες ΟΓ, ΗΓ σχηματίζουν μικροτέρας γωνίας μετ' αὐτῶν.

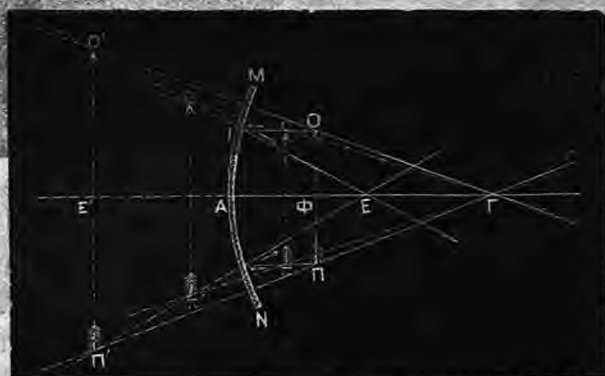
4^{ον} Ἐὰν ὑποθέσωμεν, ὅτι ἡ φωτεινὴ εὐθεῖα ΟΗ διέρχεται διὰ τῆς κυρίας ἑστίας Ε, ὁ δευτερεύων ἄξων ΟΓ καὶ ἡ ἀντανακλωμένη ἀκτὶς ΙΕ θέλουσιν εἶναι παράλληλοι, ὅταν ἡ ἀπόστασις ΟΕ ᾖ μικρὰ· διότι τότε ἡ ΟΙ δύναται νὰ ὑποτεθῇ ἴση τῇ ΑΕ, ἥτις εἶναι ἴση τῇ ΕΓ, καὶ τὸ σχῆμα ΟΙΕΓ θέλει εἶναι παραλληλόγραμμον (Σχ. 313). Ὡσαύτως ὁ δευτερεύων ἄξων ΗΓ καὶ ἡ ἀντανακλωμένη ἀκτὶς ΚΕ θέλουσιν εἶναι

διὰ τὸν αὐτὸν λόγον παράλληλοι· ἐπειδὴ δὲ ἐν τῇ παρούσῃ περιπτώσει αἱ ὑπὸ τοῦ κατόπτρου MN ἀντανακλώμεναι ἀκτίνες τῆς φωτεινῆς εὐθείας ΟΠ δὲν συναπαντῶνται οὔτε πρὸς τὰ δεξιὰ οὔτε πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ κατόπτρου MN, αὕτη δὲν ἔχει εἶδωλον.



Σχ. 313

Βῶν ἂς ὑποθέσωμεν τέλος, ὅτι ἡ φωτεινὴ εὐθεῖα ΟΠ κείται μεταξὺ τῆς κυρίως ἰστίας Ε καὶ τῆς κορυφῆς Α τοῦ κατόπτρου (Σχ. 314). Ἐὰν ἀξώμεν τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ΟΓ καὶ τὴν ΟΙ παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι ΑΓ, ἐπειδὴ ΟΙ εἶναι καθ' ὑπόθεσιν μικροτέρα τῆς ΑΕ, ἢ τῆς ἰσῆς αὐτῇ ΕΓ, ἡ ἀντανακλωμένη ἀκτὶς ΙΕ δὲν δύναται νὰ συναπαντήσῃ τὸν δευτερεύοντα ἄξονα ΟΓ, ἀλλ' ἡ γεωμετρικὴ προεκβολὴ αὐτῆς ΙΟ' θέλει συναπαντήσῃ τὴν γεωμετρικὴν προεκβολὴν αὐτοῦ ΟΟ'.



Σχ. 314

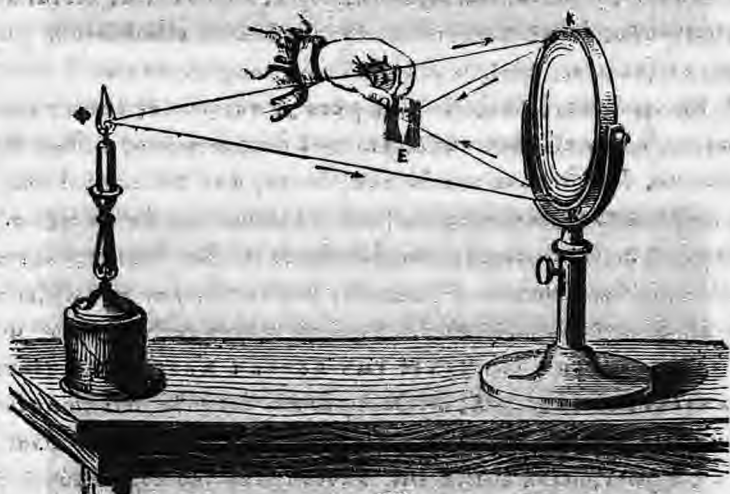
ὀπισθεν τοῦ κατόπτρου εἰς τι σημεῖον Ο', ὅπερ θέλει εἶναι ἡ κατ' ἔμφασιν συζυγὴς ἐστία τοῦ Ο. Δι' ὁμοίας κατασκευῆς θέλομεν εὑρεῖ τὴν κατ' ἔμφασιν συζυγὴ ἐστίαν Π' τοῦ Π, ἐπομένως Ο'Π' θέλει παριστᾶ τὸ εἶδωλον τοῦ ΟΠ. Βλέπομεν δὲ ὅτι τοῦτο εἶναι φανταστικόν, ὀρθόν καὶ μεγαλειότερον τῆς φωτεινῆς εὐθείας ΟΠ.

Ἐν τῷ αὐτῷ σχήματι παρατηροῦμεν συγχρόνως ὅτι, ὅταν ἡ φωτεινὴ γραμμὴ *οπ* πλησιάσῃ πρὸς τὸν πόλον τοῦ κατόπτρου *Λ*, τὸ κατ' ἔμφα-
σιν εἶδωλον αὐτῆς ὅπ' καθίσταται μικρότερον καὶ πλησιάζει ὡσαύτως
πρὸς τὸν αὐτὸν πόλον.

372. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΑΝΩΤΕΡΩ ΕΙΣΑΓΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ. —

Τὴν πειραματικὴν τῶν ἀνωτέρω ἐξαγομένων ἀποδείξιν ἐκτελοῦσι διὰ
τοῦ ἐξῆς τρόπου·

Θέπουσιν ἔν τινι σκοτεινῇ αἰθούσῃ ἐπὶ τοῦ ὀριζοντίως διατιθεμένου
κυρίου ἄξονος κοίλου τινὸς σφαιρικοῦ κατόπτρου *Κ* τὴν φλόγα *Φ* λαμ-
πάδος (Σχ. 315), καὶ διὰ τινος μικροῦ ἐκ χάρτου διαφράγματος *Ε* ζη-
τοῦσαι τὴν θέσιν, ἐν ἣ τὸ ἐπ' αὐτοῦ σχηματιζόμενον εἶδωλον τῆς φλογὸς
Φ φαίνεται ζωηρότερον καὶ εὐκρινέστερον, παρατηροῦσαι δὲ ὅτι·



Σχ. 315

1^{ον} Ὅταν ἡ φλόξ *Φ* εὐρίσκηται εἰς μεγάλην τινὰ ἀπὸ τοῦ κατόπ-
τρου *Κ* ἀπόστασιν, τὸ ἐπὶ τοῦ διαφράγματος *Ε* εὐκρινὲς εἶδωλον αὐτῆς
κεῖται πλησίον τῆς κυρίας τοῦ κατόπτρου ἐστίας, καὶ τοσούτῳ πλησιέ-
στερον, ὥσθ μακρότερον κεῖται ἡ φλόξ *Φ*. Πρὸς τούτοις δὲ ὅτι τοῦτο
εἶναι ἀντεστραμμένον καὶ μικρότερον τῆς φλογὸς *Φ*, καὶ τοσούτῳ μι-
κρότερον, ὥσθ μακρότερον τοῦ κατόπτρου κεῖται αὕτη. Ὅταν δὲ ἡ φλόξ
Φ πλησιάσῃ πρὸς τὸ κέντρον τοῦ κατόπτρου, τὸ εἶδωλον αὐτῆς πλη-
σιάζει ὡσαύτως πρὸς τὸ αὐτὸ κέντρον, αὐξάνει κατὰ μέγεθος, ἀλλ' εἶ-
ναι πάντοτε ἀντεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου *Φ*.

2^{ον} Ὅταν ἡ φλόξ *Φ* κῆται ἐπὶ τοῦ κέντρου καὶ ὀλίγον κάτωθεν αὐ-
τοῦ, τὸ ἐπὶ τοῦ διαφράγματος *Ε* εὐκρινὲς εἶδωλον αὐτῆς κεῖται ἀνωθεν
αὐταῦ, εἶναι ἀντεστραμμένον καὶ τοῦ αὐτοῦ μεγέθους.

ραλον Ο', κείμενον ὀπίσθεν τῆς κυρτῆς ἀντανεκλαστικῆς τοῦ κατόπτρου MN ἐπιφανείας, ὥστε θέλει εἶναι τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον τοῦ Ο (370). Δι' ὁμοίαν τρόπον θέλομεν εὑρεῖ ἐπὶ τοῦ δευτερευόντος ἄξονος ΠΓ τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον Π' τοῦ Π, καὶ ὅτι τὰ εἶδωλα τῶν μεταξὺ τοῦ Ο καὶ Π κειμένων σημείων τῆς εὐθείας ΟΠ κείνται ἐπὶ τῆς εὐθείας Ο'Π', μεταξὺ τῶν σημείων Ο' καὶ Π' αὐτῆς, ἐπομένως ἡ εὐθεῖα Ο'Π' θέλει παριστᾶ τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον τοῦ ΟΠ. Βλέπομεν δὲ ὅτι τοῦτο εἶναι πάντοτε ὀρθὸν καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου ΟΠ, καὶ πρὸς τούτοις ὅτι, ὅταν τὸ ἀντικείμενον οπ πλησιάζῃ πρὸς τὸ κάτοπτρον, τὸ φανταστικὸν εἶδωλον αὐτοῦ ο'π' πλησιάζει ὡσαύτως μεγεθυνόμενον, ὅταν δὲ τὸ οπ ἀπομακρύνηται τοῦ κατόπτρου, τὸ κατ' ἐμφασιν εἶδωλον αὐτοῦ πλησιάζει πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν Ε σμικρυνόμενον.

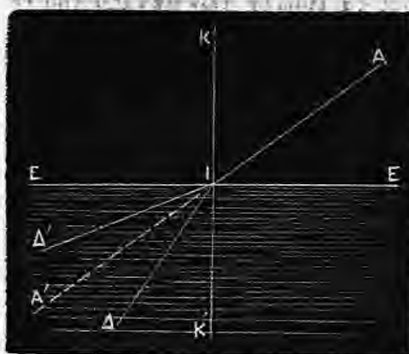
374. ΕΦΑΡΜΟΓΑΙ ΤΙΝΕΣ ΤΩΝ ΚΑΤΟΠΤΡΩΝ. — Πολλαὶ καὶ διάφοροι εἶναι αἱ ἐφαρμογαὶ τῶν ιδιοτήτων τῶν ἐπιπέδων καὶ σφαιρικῶν κατόπτρων. Εἶναι γνωστὴ εἰς πάντας ἡ χρῆσις τῶν ἐπιπέδων κατόπτρων ἐν ταῖς αἰθούσαις τῶν οἰκιῶν καὶ ὁ σκοπὸς τῆς χρήσεως αὐτῶν. Οἱ χρυσέμποροι καλύπτουσι τὰς ἐσωτερικὰς παρειὰς καὶ τὰ διάφορα διαφράγματα τῶν θηκῶν, ἐν αἷς ἐκθέτουσι τὰ πολύτιμα αὐτῶν ἐμπορεύματα, δι' ἐπιπέδων κατόπτρων, ἵνα ὁ ἀριθμὸς αὐτῶν πολλαπλασιάσῃται εἰς τὰ ὅμματα τῶν εἰσερχομένων ἐκ τῶν ἐν αὐτοῖς σχηματιζομένων πολλαπλῶν εἰδώλων αὐτῶν. Οἱ στενῶς πολιορκούμενοι κατασκοπεύουσιν ἐν ἀσφαλείᾳ ὑπὸ τὰ τεῖχη τοῦ φρουρίου τὰ ἔργα καὶ τὴν θέσιν τῶν πολιορκούντων θέτοντες ἀπέναντι αὐτῶν καὶ καταλλήλως ἐπίπεδα κάτοπτρα, καλούμενα τότε πολεμοσκοπία. Μεταχειριζόμεθα ὡσαύτως τὰ κοῖλα σφαιρικὰ κάτοπτρα, ὅταν ξυραφιζώμεθα, ὡς μεγεθυντικὰ τοῦ προσώπου ἡμῶν (374, 5^{ον}). Τῶν κοίλων σφαιρικῶν κατόπτρων ἐποιήσατο χρῆσιν ὁ Ἀρχιμήδης πρὸς ἐμπρισμὸν τοῦ στόλου τῶν Ῥωμαίων (196). Τούτων γίνεται πρὸς τούτοις χρήσις, ὡς θέλομεν ἰδεῖ ἀκολούθως, ἐν τοῖς τηλεσκοπίοις, κτλ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΡΙΤΟΝ

ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ, ΟΠΤΙΚΑ ΠΡΙΣΜΑΤΑ, ΦΑΚΟΙ

375. ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ. — Ὅταν φωτεινὴ τις ἀκτὶς ΑΙ μεταβαίνῃ ἀπὸ τινος διαφανοῦς σώματος εἰς ἕτερον προσπίπτουσα πλαγίως ἐπὶ τῆς διαχωρίζουσας τὰ δύο ταῦτα διαφανῆ σώματα ἐπιφανείας ΕΕ (Σχ. 347),

ὕψισταται εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως I παρεκτροπὴν τινὰ ἀπὸ τῆς εὐθυγράμμου αὐτῆς πορείας IA' , καὶ κινεῖται ἐν αὐτῇ εὐθυγράμμως μὲν, ἀλλὰ κατὰ τινὰ διάφορον διεύθυνσιν ID ἢ ID' , πλησιάζουσα δηλ.



Σχ. 317

ἢ ἀπομακρυνομένη ἀπὸ τῆς καθέτου KIK' . Ἡ τοιαύτη τῆς προσπίπτουσας ἀκτίνος AI ἀπὸ τῆς εὐθυγράμμου αὐτῆς πορείας παρεκτροπὴ καλεῖται *διάθλασις*.

Ὅταν ἡ διατεθλασμένη ἀκτὶς ID πλησιάζῃ πρὸς τὴν κάθετον IK' , τὸ ἐν ᾧ εἰσέρχεται διαφανὲς σῶμα καλεῖται τότε *διαθλαστικώτερον* τοῦ ἐξ οὗ ἐξέρχεται ἡ προσπίπτουσα AI , ὅταν δὲ ἡ διαθλασθεῖσα ἀκτὶς

ID' ἀπομακρύνηται ἀπὸ τῆς καθέτου IK' , τότε τὸ δεύτερον διαφανὲς σῶμα καλεῖται ἥττον διαθλαστικὸν τοῦ πρώτου. Ἐκτὸς σπανιωτάτων ἐξαίρεσεων παρατηρήθη, ὅτι ἐκ δύο σωμάτων τὸ πυκνότερον εἶναι καὶ διαθλαστικώτερον. Ἡ μὲν γωνία AIK , ἣν σχηματίζει ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς AI μετὰ τῆς εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως I καθέτου ἢ κατακόρυφου ἐπὶ τῆς διαχωρίζουσας τὰ δύο διαφανῆ σώματα ἐπιφανείας EE , καλεῖται *γωνία προσπτώσεως* καὶ τὸ ἐπίπεδον AIK *ἐπίπεδον προσπτώσεως*, ἡ δὲ γωνία DIK' ἢ $D'IK'$, ἣν σχηματίζει ἡ διαθλασθεῖσα ἀκτὶς ID ἢ ID' μετὰ τῆς αὐτῆς καθέτου IK' , καλεῖται *γωνία διαθλάσεως*.

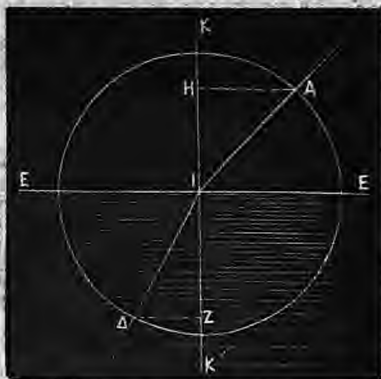
Ὅταν ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς KI ᾖ καθετὸς ἢ κατακόρυφος ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας EE , οὐδεμίαν τότε ὑφίσταται αὕτη διάθλασιν εἴτε διαθλαστικώτερον εἴτε ἥττον διαθλαστικὸν εἶναι τὸ ἐν ᾧ εἰσέρχεται διαφανὲς σῶμα, τοῦθ' ὅπερ ἡδυνάμεθα νὰ προῖδωμεν καὶ ἐκ τῶν προτέρων. Διότι, ἐπειδὴ τὰ πάντα κεῖνται ὁμοιοτρόπως ὡς πρὸς τὴν κάθετον ἢ κατακόρυφον KIK' , οὐδεὶς ὑπάρχει λόγος, δι' ὃν ἡ ἀκτὶς KI εἰσερχομένη νὰ παρεκτραπῇ κατὰ τινὰ διεύθυνσιν μᾶλλον ἢ κατὰ τὴν συμμετρικὴν αὐτῆς ὡς πρὸς τὴν αὐτὴν κάθετον KK' .

376. ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ. — Ἡ διάθλασις τῶν ἀκτίνων τοῦ φωτὸς ἀκολουθεῖ τοὺς ἐξῆς δύο τοῦ Καρτέσιου νόμους.

1^{ος} Ἡ διατεθλασμένη ἀκτὶς κεῖται ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς προσπτώσεως.

2^{ος} Ὁ λόγος τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως πρὸς τὸ ἡμιτόνον τῆς γωνίας τῆς διαθλάσεως εἶναι σταθερὸς, ὁποιαδήποτε καὶ ᾖ ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως, ἀρκεῖ μόνον τὰ ἐν οἷς κινεῖται ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς διάφορα διαφανῆ σώματα νὰ ᾖναι τὰ αὐτά.

Ἐστω I τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως φωτεινῆς τινος ἀκτίνος AI , IA ἡ νέα διεύθυνσις αὐτῆς (Σχ. 318) καὶ KIK' ἡ κάθετος ἢ κατακόρυφος ἐπὶ τῆς διαχωρίζουσας τὰ δύο διαφανῆ σώματα ἐπιφανείας EE . Κατὰ τὸν ἀνωτέρω 1^{ον} νόμον ἡ διατεθλασμένη ἀκτίς IA θέλει κίεσθαι ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς προσπτώσεως AIK . Τούτου δὲ θελήντος, ἐὰν μὲ κέντρον I καὶ ἀκτίνα IA ἴσῃν τῇ γραμμικῇ μονάδι γράψωμεν περιφέρειαν κύκλου ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου AIK , καὶ ἐκ τῶν σημείων A καὶ Δ , ἐνθα ἡ περιφέρεια αὕτη συναπαντᾷ τὴν προσπίπτουσαν ἀκτίνα AI καὶ τὴν διαθλασθεῖσαν IA , καταβιβάζωμεν ἐπὶ τῆς KK' τὰς καθέτους AH , ΔZ , κατὰ τὸν ἀνωτέρω δεύτερον νόμον ὁ λόγος $\frac{AH}{\Delta Z}$



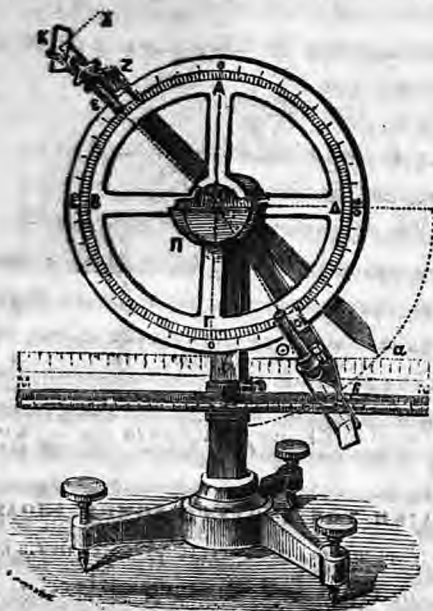
Σχ. 318

τῶν ἐσθλῶν AH καὶ ΔZ , αἵτινες παριστῶσι τὰ ἡμίτονα¹ τῶν γωνιῶν AIK , $ΔIK'$, θέλει εἶναι σταθερὸς ὁποιαδήποτε καὶ ἀρ ἦναι ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως AIK , ἀρκεῖ μόνον τὰ ὑπὸ τῆς ἐπιφανείας EE διαχωριζόμενα διάφορα διαφανῆ σώματα νὰ ἦναι τὰ αὐτά.

377. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΑΝΩΤΕΡΩ ΝΟΜΩΝ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ. — Ἡ πειραματικὴ τῶν ἀνωτέρω νόμων ἀπόδειξις γίνεται διὰ τῆς συσκευῆς 349, ἥτις δὲν διαφέρει τῆς ἐν τῇ § 359 περιγραφείσης, εἰ μὴ κατὰ τοῦτο, ὅτι διὰ τοῦ κέντρου O τοῦ καθέτου κύκλου $ABΓΔ$, ἀντὶ τοῦ ὀριζοντίου ἐπιπέδου κατόπτρου χ , διέρχεται ἡ ὀριζόντιος ἐπιφάνεια ὑγροῦ τινος, π. χ. ὕδατος, τιθεμένου ἐντὸς ὀριζοντίου τινὸς ὑαλίνου κυλίνδρου Π , οὗτινος ὁ ἄξων διέρχεται ἀκριβῶς διὰ τοῦ αὐτοῦ κέντρου O , καὶ ἡ στήλη τοῦ ὀργάνου φέρει κινητὸν ὀριζόντιον κανόνα MN , διηρημένον εἰς χιλιοστὰ τοῦ μέτρου καὶ στηριζόμενον ἐπὶ ταύτης διὰ πῆστρου. Πρὸς τοῦτο δὲ διὰ τοῦ κατόπτρου K διευθύνομεν τὴν ἐν αὐτῷ προσπίπτουσαν ἀκτίνα Σ οὕτως, ὥστε νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ ἄξονος τοῦ σωληνίσκου ϵ . Αὕτη θέλει τότε προσπέσει πλαγίως ἐπὶ τῆς ὀριζοντίου τοῦ ὑγροῦ ἐπιφανείας εἰς τὸ κέντρον O τοῦ κύκλου $ABΓΔ$, καὶ θέλει μὲν διαθλασθῇ ὑπ' αὐτοῦ εἰσερχομένη ἐν τῷ κυλίνδρῳ Π , ἀλλὰ θέλει ἐξέλθῃ χωρὶς

¹ Ἐν τῇ Τριγωνομετρίᾳ καλεῖται ἡμίτονον γωνίας τινὸς AIK ὁ λόγος $\frac{AH}{Ab}$ τῆς καθέτου AH , τῆς καταβιβάζουσας ἐκ τινος σημείου A τῆς μεῆς τῶν πλευρῶν αὐτῆς ἐπὶ τῆς ἐτέρας IK , πρὸς τὴν ἀπόστασιν IA , εἰς ἣν λαμβάνεται τὸ σημεῖον A ἀπὸ τῆς κορυφῆς I τῆς γωνίας. Ἐπομένως, ὅταν ὑποτεθῇ $AI=1$, τότε αὐτὸ τὸ μήκος AH θέλει παριστᾶν τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας AIK , εἰς ἣν ἀναφέρεται.

νὰ ὑποστῇ νέαν διάθλασιν, ὡς προφανῶς κατακόρυφος ἐπὶ τῆς κυρτῆς τοῦ κυλίνδρου ἐπιφανείας. Ἐὰν δὲ τῶρα δώσωμεν εἰς τὸν δείκτην Θ τοιαύτην θέσιν, ὥστε ἡ διατεθλασμένη ἀκτὶς νὰ διέλθῃ διὰ τοῦ ἄξονος τοῦ ἐτέρου σωληνίσκου σ , καὶ διὰ τοῦ κανόνα MN μετρήσωμεν τὰς ἀπὸ τῆς καθέτου OA ἀποστάσεις $\delta\epsilon$, αἱ τῶν ἰσάκεις ἀπεχόντων τοῦ κέντρου O ἀκρων α καὶ δ τῶν δεικτῶν Z καὶ Θ , αἵτινες παριστῶσιν, ἡ μὲν τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας τῆς διαθλάσεως $\theta O\iota$, ἡ δὲ τὸ ἡμίτονον τῆς γωνίας



ΣΧ. 319

αO , ἥτις εἶναι ἴση τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως KOA , θέλομεν εὑρεῖν ὅτι ὁ λόγος αὐτῶν $\frac{\delta\epsilon}{\alpha\iota}$ εἶναι σταθερὸς ὑφ' ὅποιανδήποτε προσπίπτουσιν γωνίαν KOA καὶ ἂν ἐπαναλάβωμεν τὸ πείραμα, τοῦθ' ὑπερ ἀποδεικνύει τὸν ἀνωτέρω δεῦτερον νόμον. Καθ' ὅσον δ' ἀφορᾷ τὸν πρῶτον νόμον, οὗτος εὐρίσκεται συναποδεδειγμένος· διότι τὸ ἐπίπεδον $\sigma O\sigma$ τῶν ἀκτίνων σO καὶ $\sigma\epsilon$ εἶναι παράλληλον τῷ $AB\Gamma\Delta$, ὑπερ εἶναι κάθετον ἐπὶ τῆς ἐλευθέρᾳ τοῦ ὑγροῦ ἐπιφανείας.

Διὰ τῆς αὐτῆς συσκευῆς ἡδυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν πειραματικῶς, ἂν τοῦτο δὲν ἦτο προφανὲς ἐκ τῶν προτέρων, ὅτι ἀντιστρόφως, ἂν σO ἦτο ἡ προσπίπτουσα ἐπὶ τῆς διαχωρίζουσας τὰ διαφανῆ σώματα ἐπιφανείας φωτεινὴ ἀκτὶς, αὕτη ἤθελε διαθλασθῇ καὶ λάβει τὴν διεύθυνσιν τῆς $\sigma\epsilon$ · ἤθελεν, ἐν ἄλλαις λέξεσι, διατρέξει ἀντιθέτως τὴν αὐτὴν τεθλασμένην γραμμὴν $\epsilon O\alpha$.

378. ΔΕΙΚΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ. — Ἡ ἀριθμητικὴ τιμὴ τοῦ σταθεροῦ λόγου, ὅστις ὑπάρχει μεταξύ τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας τῆς προσπτώσεως καὶ τοῦ ἡμιτόνου τῆς γωνίας τῆς διαθλάσεως, καλεῖται δείκτης διαθλάσεως τοῦ διαφανοῦς σώματος, ἐν ᾧ εἰσέρχεται ἡ ἀκτίς, ὡς πρὸς ἐκεῖνο, ἐξ οὗ ἐξέρχεται. Ἄν παραστήσωμεν τὸν δείκτην τούτου διὰ γ , διὰ π τὴν γωνίαν τῆς προσπτώσεως καὶ διὰ δ τὴν τῆς διαθλάσεως, θέλομεν ἔχει $\frac{\eta\mu.\pi}{\eta\mu.\delta} = \gamma$, ἐπομένως $\frac{\eta\mu.\delta}{\eta\mu.\tau} = \frac{1}{\gamma}$. Ἄν π. χ. ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως τοῦ αἵματος ὡς πρὸς τὸ ὕδωρ εἶναι $\frac{4}{3}$ ὁ τοῦ ὕδατος ὡς πρὸς τὸν αἶρα θέλει εἶναι $\frac{3}{4}$, τουτέστιν ἀντίστροφος τοῦ πρώτου· διότι κατὰ τὰ προλεχθέντα ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως δ θέλει εἶναι τότε γωνία τῆς προσπτώσεως, καὶ ἀντιστρόφως.

Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ φωτεινὴ ἀκτίς εἰσέρχεται ἐν τινι σώματι ἐκ τοῦ κενοῦ, ὁ περὶ οὗ πρόκειται λόγος θέλει εἶναι ὁ δείκτης τῆς διαθλάσεως τοῦ δευτέρου τούτου σώματος ὡς πρὸς τὸ κενόν, καὶ δὲν θέλει προφανῶς ἐξαρτᾶσθαι, εἰ μὴ ἐκ τῆς φύσεως αὐτῆς τοῦ σώματος. Ὁ λόγος οὗτος καλεῖται τότε ἀπόλυτος δείκτης διαθλάσεως τοῦ σώματος πρὸς διάκρισιν τοῦ προηγουμένου, ὅστις καλεῖται σχετικὸς δείκτης διαθλάσεως, διότι ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἐν ᾧ εἰσέρχεται καὶ ἐκ τῆς φύσεως τοῦ ἐξ οὗ ἐξέρχεται ἡ φωτεινὴ ἀκτίς σώματος.

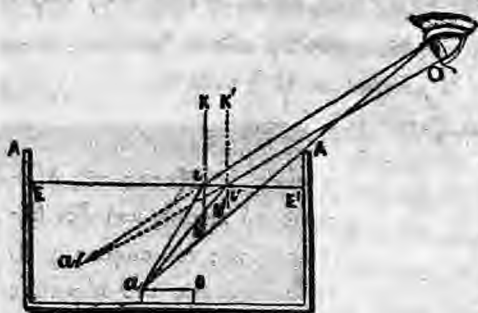
Ὅταν γνωρίζωμεν τὸν σχετικὸν δείκτην σώματός τινος ὡς πρὸς τὸν αἶρα, ἵνα εὗρωμεν τὸν ἀπόλυτον αὐτοῦ δείκτην, ἀρκεῖ προφανῶς νὰ πολλαπλασιάσωμεν τὸν πρῶτον ἐπὶ τὸν ἀπόλυτον δείκτην, τοῦ αἵματος ὡς πρὸς τὸ κενόν (80)· ἐπομένως, ὅταν ὁ πρῶτος ᾖναι ἀρκούντως μέγας, ἐπειδὴ ὁ δεύτερος διαφέρει κατ' ἐλάχιστον τῆς μονάδος, δυνάμεθα νὰ λαμβάνωμεν τὸν ὡς πρὸς τὸν αἶρα σχετικὸν αὐτοῦ δείκτην ὡς τὸν ἀπόλυτον, χωρὶς τὸ ἐντεῦθεν εἰς τὰς ἐφαρμογὰς προκύπτον λάθος νὰ ᾖναι ἐπαισθητόν. Ὁ ἀκόλουθος πίναξ παριστᾷ τοὺς ἀπολύτους δείκτας τῆς διαθλάσεως στερεῶν τινῶν καὶ ὑγρῶν σωμάτων καὶ τὸν τοῦ αἵματος, ὅστις βλέπομεν διαφέρει τῆς μονάδος μόλις κατὰ 0,00029.

Ἀδάμας.....	2,755	Οινόπνευμα.....	1,374
Flint-glass.....	1,635	Αἰθήρ.....	1,358
Ἄλας ὀρυκτὸν.....	1,560	Υαλῶδες ὑγρὸν.....	1,339
Κρύσταλλος.....	1,547	Υδατῶδες.....	1,337
Crown-glass.....	1,534	Υδωρ.....	1,336
Κρυσταλλοειδές.....	1,384	Ἀήρ.....	1,00029

379. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ. — Ὅταν αἱ ἐκ διαφόρων ἀντικειμένων ἐκπεμπόμεναι φωτειναὶ ἀκτίνες προσβάλλωσι τὸν ἡμέτερον ὀφθαλμόν, ἀφοῦ ὑποστῶσι μίαν ἢ πλείω διαθλάσεις, ἐπειδὴ,

ὡς εἶναι γνωστόν, ὁ ἡμέτερος ὀφθαλμὸς ἀναφέρει πάντοτε τὰ ἀντικείμενα κατὰ τὴν τελευταίαν τῶν ὑφ' ὧν προσβάλλεται ἀκτίνων διεύθυνσιν, θέλομεν ὥς ἐπὶ τὸ πλεῖστον βλέπει ταῦτα εἰς θέσεις διαφόρους ἐκείνων, ἐν αἷς πράγματι εὐρίσκονται, καὶ τὴν τοιαύτην ἐκ τῆς διαθλάσεως παραγομένην ἐκτόπισιν τῶν ἀντικειμένων δυνάμεθα νὰ καταδείξωμεν διὰ τινων λίαν εὐκόλων πειραμάτων.

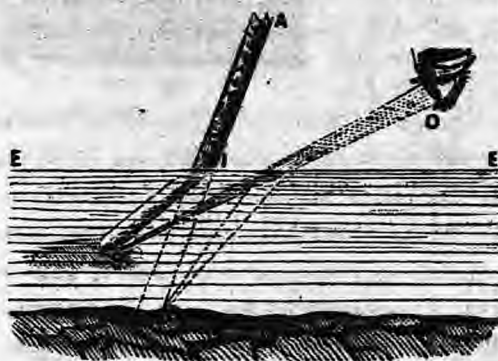
1^{ον} Ἐὰν ἐπὶ τοῦ πυθμένος κενοῦ τινος καὶ ἀδιαφανοῦς ἀγγείου ΑΑ θέσωμεν μικρὸν τι νόμισμα αε καὶ τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν Ο οὕτως, ὥστε μολίς νὰ βλέπωμεν διὰ τῶν χειλέων Α τοῦ ἀγγείου τὸ ἔκρον αὐτοῦ α,



Σχ. 320

θέλομεν ἰδεῖ ὁλόκληρον τὸ νόμισμα αε εἰς τὴν θέσιν α', ἰάν, διατηροῦντες ἀκίνητον τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν, ἐγγύσωμεν ποσότητά τινα ὕδατος ἐν τῷ ἀγγεῖῳ ΑΑ (Σχ. 320). Διότι τότε αἱ ἀκτίνες αἰ, α'ε', αἵτινες δὲν ἠδύναντο πρότερον νὰ προσβάλλωσι τὸν ἡμέτερον ὀφθαλμὸν, ὥς μὴ κείμενον ἐπὶ τῆς διευθύνσεως αὐτῶν, φθάνουσι τώρα μέχρις αὐτοῦ ἕνεκα τῆς διαθλάσεως, ἣν ὑφίστανται μεταβαίνουσαι ἀπὸ τοῦ ὕδατος εἰς τὸν ἀέρα, καὶ ἐπομένως τὸ ἐκπέμπον αὐτὰς ἔκρον α τοῦ νομίσματος ὁρᾶται ἐπὶ τῆς προεκβολῆς αὐτῶν εἰς τὸ σημεῖον α' τῆς συναπαντήσεως αὐτῶν.

2^{ον} Ἐὰν ἐμβαπτίσωμεν ἐντὸς ἡρεμοῦντος ὕδατος εὐθείαν τινα ράβδον



Σχ. 321

ΑΒ, αὕτη φαίνεται εἰς ἡμᾶς τεθλασμένη κατὰ τὴν ἐπιφανείαν τοῦ ὕδατος Ι, ὥς παριστᾷ τὸ ἀνωτέρω σχῆμα 321. Διότι ἕνεκα τῆς διαθλάσεως, ἣν ὑφίστανται αἱ ἀφ' ἑκάστου τῶν σημείων τοῦ ἐμβαπτισμένου μέρους ΙΒ τῆς ράβδου ἐκπεμπόμεναι ἀκτίνες, αὗται προσβάλλουσι τὸν ἡμέτερον

ὀφθαλμὸν Ο κατὰ διευθύνσεις, αἵτινες προεκβαλλόμεναι συναπαντῶνται εἰς σημεῖα Β', κτλ. κείμενα πλησιέστερον τῆς ἐλευθέρας τοῦ ὕδατος ἐπιφανείας ΕΕ ἢ τὰ εἰς α ἀντιστοιχοῦσι σημεῖα τῆς εὐθείας ράβδου ΙΒ.

Ἔνεκα τῆς τοιαύτης διαθλάσεως ὁ πυθμὴν τῶν ἐχουσῶν καθαρὸν

ὕδωρ λιμνῶν, ὃ τῆς ἡρεμούσης θαλάσσης, ἡ κοίτη τῶν ἡρέμα ρεόντων ποταμῶν, μᾶς φαίνονται πάντοτε ἀβαθέστεροι ἢ ὅσον πράγματι εἶναι. Διότι εἶδομεν ἀνωτέρω ὅτι τὸ σημεῖον Β' τοῦ πυθμένος φαίνεται εἰς τὴν θέσιν Β', ἣτις κεῖται πλησιέστερον τῆς ἐλευθέρας τοῦ ὑγροῦ ἐπιφανείας ΕΕ.

Ἄλλοτερον ἀποτέλεσμα τῆς διαθλάσεως εἶναι ἡ καλουμένη ἀτμοσφαιρική διάθλασις, δι' ἣς τὰ οὐράνια σώματα, ὧν αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες φθάνουσι μέχρις ἡμῶν μεταβαίνουσαι ἀπὸ τοῦ κενοῦ ἐντὸς τῆς ἀτμοσφαίρας, ἀνυψοῦνται ὑπεράνω τοῦ ὀρίζοντος πρὸς τὸ ζενίθ. Ἐστω π. χ. Π ἡ ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας τῆς Γ'ῆς θέσις παρατηρητοῦ τινος (Σχ. 322), Α ἡ πραγματικὴ ἐν τῷ διαστήματι θέσις τοῦ ὑπ' αὐτοῦ ὀρωμένου ἀστέρος, καὶ ΟΗΖ ἡ εἰς τὸ σημεῖον Π κατακόρυφος ἡ κάθετος, ἥς τὸ πρὸς ὃ διευθύνεται ἄκρον Ζ καλεῖται ζενίθ τοῦ

σημείου Π. Ἐὰν φαντασθῶμεν τὸ ἐπίπεδον ΑΖΟ, καὶ ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ ἀτμοσφαῖρα ἀποτελεῖται ἐξ ὁμοκέντρων στρωμάτων, ὧν αἱ πυκνότητες βαίνουσιν αὐξανόμεναι ἀπὸ τῆς ἐλευθέρας αὐτῆς ἐπιφανείας πρὸς τὸ ἔδαφος τῆς Γ'ῆς, τότε ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς Αα, μεταβαίνουσα ἀπὸ τοῦ κενοῦ ἐντὸς τοῦ πρώτου στρώματος τῆς ἀτμοσφαίρας, θέλει θλασθῇ πρὸς τὴν κατακόρυφον αΟ καὶ ἀκολουθήσει ἐν αὐτῷ τῷ στρώματι τὴν εὐθύγραμμον διεύθυνσιν αβ, ἣτις φθάνουσα εἰς τὸ σημεῖον β' τοῦ ὑποκειμένου καὶ πυκνότερου στρώματος θέλει ὑποστῇ νέαν διέθλασιν πρὸς τὴν κατακόρυφον βΟ, καὶ ἀκολουθήσει ἐν αὐτῷ νέαν εὐθύγραμμον διεύθυνσιν βγ, ἣτις θέλει ὑποστῇ



Σχ. 322

τρίτην πρὸς τὴν κατακόρυφον γΟ εἰς τὸ σημεῖον γ διέθλασιν, καὶ οὕτω καθεξῆς. Θέλει λοιπὸν φθάσει κατὰ τινὰ διεύθυνσιν δΠ εἰς τὸν παρατηρητὴν Π, ὅστις τότε θέλει ἰδεῖ τὸν ἀστὲρα Α κατὰ τὴν προεκβολὴν τῆς τελευταίας διευθύνσεως Πδ εἰς τὴν θέσιν Α', ἣτις κεῖται πλησιέστερον τοῦ ζενίθ Ζ ἢ ἡ τοῦ Α. Πράγματι, ἐπειδὴ ἡ πυκνότης τῶν στρωμάτων τῆς ἀτμοσφαίρας αὐξάνει βαθμυδόν, ταῦτα πρέπει νὰ ὑποτεθῶσιν ἔχοντα ἐλάχιστον πάχος, ἐπομένως ἡ προσπίπτουσα ἀκτὶς Αα θέλει ἀκολουθήσει ἐν αὐτοῖς ὅχι τεθλασμένῃν τινὰ γραμμὴν αβγδΠ, ἀλλὰ συνεχῇ τινὰ καμπύλῃν, ὃ δὲ ἀστὴρ Α θέλει παρατηρηθῇ ὑπὸ τοῦ παρατηρητοῦ Π εἰς τὴν θέσιν Α' κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς εἰς τὸ σημεῖον Π ἐφαπτομένης εἰς τὴν καμπύλῃν, τοῦθ' ὅπερ δὲν μεταβάλλει τὸ τε-

λικὴν τῆς ἀτμοσφαιρικῆς διαθλάσεως ἀποτέλεσμα, περὶ οὗ καὶ μόνον ἐπρίκειτο.

380. **ΟΡΙΚΗ ΓΩΝΙΑ, ΟΔΙΚΗ ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΙΣ.** — Ὅταν φωτεινὴ τις ἀκτὶς μεταβαίνει ἀπὸ ἀραιότερου εἰς πυκνότερον σῶμα, ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως π εἶναι πάντοτε μεγαλειτέρα τῆς γωνίας τῆς διαθλάσεως δ , καὶ ἐπομένως ὁ σταθιρὸς λόγος $\frac{\eta\mu.\pi}{\eta\mu.\delta}$ εἶναι πάντοτε μεγαλειτέρος τῆς μονάδος, ἡ δὲ μεγαλειτέρα τιμὴ τοῦ δ θέλει εἶναι ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν μεγαλειτέραν τιμὴν τοῦ π . Ἀλλ' ἡ μεγαλειτέρα τιμὴ τοῦ π εἶναι ἡ ὀρθὴ γωνία, ἥς τὸ ἡμίτονον εἶναι ἡ μονάς. Ἀρα ἡ μεγαλειτέρα τιμὴ τοῦ δ θέλει εἶναι, ἂν καλέσωμεν γ τὸν σταθερὸν λόγον $\frac{\eta\mu.\pi}{\eta\mu.\delta}$, ἡ ἀντιστοιχοῦσα εἰς τὴν τιμὴν 90° τοῦ π . Θέλομεν λοιπὸν εἶχει, παριστώμεντες διὰ σ τὴν μεγαλειτέραν δυνατὴν τιμὴν τοῦ δ , τὴν ἰσότητα

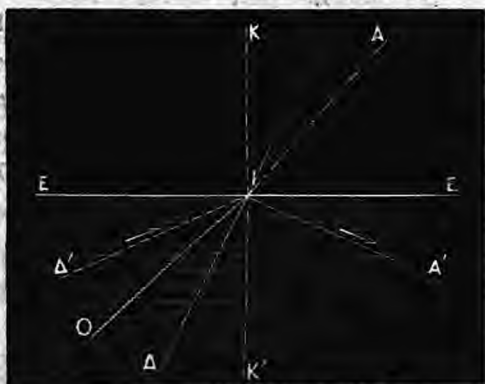
$$\frac{\eta\mu.90^\circ}{\eta\mu.\sigma} = \gamma, \text{ ἢ } \frac{1}{\eta\mu.\sigma} = \gamma, \text{ ἐξ ἧς } \eta\mu.\sigma = \frac{1}{\gamma}.$$

Ἡ γωνία αὕτη σ , ἥτις εἶναι πάντοτε μικροτέρα 90° , ὠνομάσθη *ορικὴ γωνία*· διότι οὐδεμία προσπίπτουσα ἀκτὶς δὲν δύναται διαθλασθεῖσα νὰ σχηματίσῃ μετὰ τῆς καθέτου IK' γωνίαν μεγαλειτέραν τῆς OIK' , ἥτις ὑποθέτομεν ὅτι εἶναι ἴση τῇ σ (Σχ. 323). Ἡ *ορικὴ γωνία* τῆς ὕδατος, ἥς ἡ τιμὴ τοῦ δείκτου γ τῆς διαθλάσεως ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι $\frac{4}{3}$, εὐρίσκεται ἐκ τῆς ἰσότητος $\eta\mu.\sigma = \frac{1}{\gamma}$, καὶ εἶναι ἴση μετὰ $48^\circ 35'$, ἡ δὲ *ορικὴ γωνία* τοῦ ὕδατος ὡς πρὸς τὸν ἀέρα εἶναι $41^\circ 48'$, τοῦ δείκτου γ τῆς διαθλάσεως αὐτοῦ ὅντος τότε ἴσου μετὰ $\frac{3}{2}$.

Ἀντιστρόφως, πᾶσα ἀκτὶς $\Delta'I$, φερομένη ἐκ τοῦ πυκνοτέρου πρὸς τὸ ἀραιότερον σῶμα καὶ σχηματίζουσα μετὰ τῆς καθέτου IK' γωνίαν $\Delta'IK'$ μεγαλειτέραν τῆς *ορικῆς* OIK' , δὲν δύναται προφανῶς νὰ ἐξέλθῃ. Θέλῃ λοιπὸν, ὡς τοῦτο ἀποδεικνύεται καὶ πειραματικῶς, ἀντανакλασθῇ κατὰ τὴν IA' σχηματίζουσα μετὰ τῆς καθέτου IK' τὴν γωνίαν τῆς ἀντανакλάσεως $K'IA'$ ἴσην τῇ γωνίᾳ τῆς προσπτώσεως $\Delta'IK'$, ἡ δὲ ταυτὴ ἀντανакλασις ὠνομάσθη *οδικὴ ἀντανакλασις*, ὅχι διότι οὐδεμία ἀπώλεια φωτὸς συμβαίνει ἐν τῇ ταυτῇ ἀντανакλάσει, ἀλλὰ διότι οὐδεμία μετάβασις αὐτοῦ πρὸς τὰ ἐκτὸς γίνεται. Ἐκ τῆς ὕδατος λοιπὸν οὐδεμία φωτεινὴ ἀκτὶς, προσπίπτουσα ὑπὸ γωνίαν μεγαλειτέραν τῆς *ορικῆς* $48^\circ 35'$, δύναται νὰ ἐξέλθῃ ἐκ τοῦ ἀέρος, καὶ ἐκ τοῦ ὕδατος, ὅταν ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως αὐτῆς ᾖναι μεγαλειτέρα τῆς ἀντιστοίχου *ορικῆς* $41^\circ 48'$.

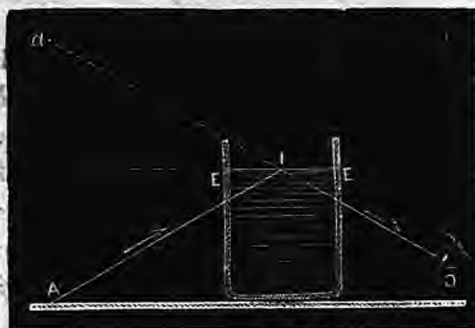
Τὸ φαινόμενον τῆς ὀλικῆς τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων ἀντανακλάσεως δύναται νὰ καταδειχθῇ διὰ τῆς ἀνωτέρω συσκευῆς (Σχ. 319) καὶ διὰ τοῦ ἀκολούθου πειράματος.

Ἐάν θέσωμεν πλησίον ὑαλίνου τινὸς ἀγγείου ΕΒ καὶ εἰς ἐπαρκὴ ἀπ' αὐτοῦ ἀποστάσιν ἀντικείμενόν τι Α οὕτως, ὥστε αἱ ἐπὶ τῆς ἐλευθέρας ἐπιφανείας τοῦ περιεχομένου ὕγρου κάτωθεν προσπίπτουσαι ἀκτίνες ΑΙ νὰ σχηματίζωσι γωνίαν προσπτώσεως μεγαλειτέραν τῆς ἀντιστοίχου ὀρικῆς, τουτέστι μεγαλειτέραν τῶν $41^{\circ} 48'$, τὸν δὲ ὀφθαλμὸν ἡμῶν Ο ἐν ᾗ θέσει παριστᾷ τὸ ὑποκείμενον σχῆμα 324, θέλομεν ἰδεῖ εἰς τὸ α τὸ συμμετρικόν ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον ΕΒ εἰδωλόν τοῦ Α, ὅπερ σχηματίζεται ἐκ τῶν ἀντανακλωμένων ὑπὸ τῆς ἐσωτερικῆς ἐπιφανείας τοῦ ὕγρου ἀκτίνων ΙΟ.



Σχ. 323

Ἐνεκα τῆς ὀλικῆς ταύτης ἀντανακλάσεως δὲν δυνάμεθα, ἰστάμενοι ἐπὶ τῆς παραλίας, νὰ διακρίνωμεν ἢ μέχρι τινὸς τὸν πυθμένα ἡρεμούσης θαλάσσης, ὅση ἀβαθὴς καὶ ἂν ᾖναι οὗτος. Ὡσαύτως οἱ κολυμβηταὶ δὲν διακρίνουνσι τὰ ἐμβεβαπτισμένα σώματα τῶν μετ' αὐτῶν συκολυμβῶντων, εἰ μὴ ὅταν οὗτοι εὐρίσκωνται εἰς μικράν ἀπ' αὐτῶν ἀπόστασιν. Ἀότι πέραν ταύτης αἱ πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν αὐτῶν δυνάμεναι νὰ διευθυνθῶσι φωτειναὶ ἀκτίνες τείνουσι νὰ ἐξέλθωσιν ὑπὸ γωνίαν μεγαλειτέραν τῆς ὀρικῆς, καὶ ἐπομένως ὑφίστανται ἀντὶ νὰ ἐξέλθωσι τὴν ὀλικὴν ἀντανάκλασιν.



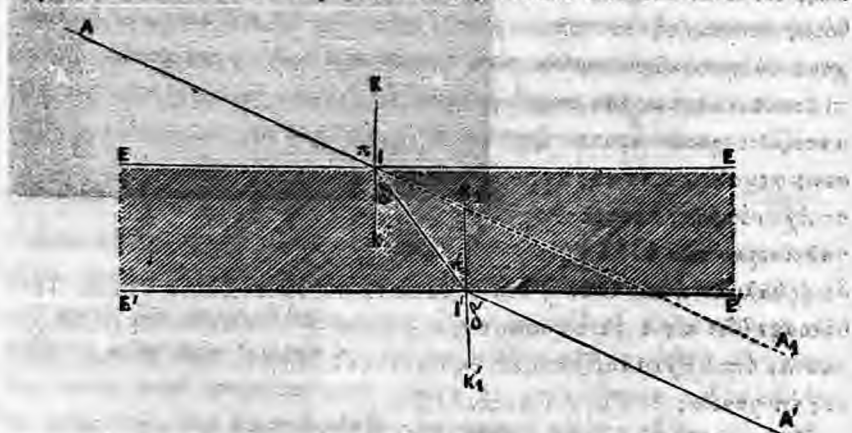
Σχ. 324

381. ΔΙΑΘΛΑΣΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΩΝ ΕΣΤΩΝ ΔΙΑΦΑΝΟΥΣ ΤΙΝΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΔΙΕΡΧΟΜΕΝΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ. — Εὐκόλως δυνάμεθα, στηριζόμενοι ἐπὶ τῶν ἐν τῇ § 376 ἀποδειχθέντων νόμων ν' ἀποδείξωμεν ὅτι

Πᾶσα φωτεινὴ ἀκτίς, διερχομένη διὰ δύο παραλλήλων ἐδρῶν δια-

φατος τις σώματος, διαθλάται οὕτως, ὥστε ἐξέρχεται ἔχουσα δι-
εὐθύνειν παράλληλον ἐκείνῃ, ἣν εἶχε προσπίπτουσα.

Ἐστω π. γ. ΑΙ προσπίπτουσα τις ἀκτίς καὶ ΕΕΕ'Ε' ἡ ἐντομή τοῦ
διαφανοῦς σώματος ὑπὸ τοῦ ἐπιπέδου ΑΙΚ, τοῦ διερχομένου διὰ τῆς
προσπίπτουσης ἀκτίνος ΑΙ καὶ τῆς καθέτου ΙΚ ἐπὶ τῆς ἑδρας ΕΕ, ἐφ'
ἧς αὕτη προσπίπτει (Σχ. 325). Ἐὰν ὑποθέσωμεν ὅτι Ε'Ε' εἶναι πα-
ράλληλος τῇ ΕΕ, ἡ ἀκτίς ΑΙ διαθλωμένη θέλει λάβει ἐν τῷ διαφανεῖ
σώματι τὴν διεύθυνσιν ΙΙ', καὶ θέλει ἐξέλθαι κατὰ τὴν διεύθυνσιν Ι'Α',



Σχ. 325

ἥτις θέλει εἶναι παράλληλος τῇ ΑΙ. Διότι, ἐὰν παραστήσωμεν διὰ π
καὶ δ τὰς γωνίας τῆς προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφα-
νείας ΕΕ προσπεσούσης ἀκτίνος ΑΙ, διὰ π' καὶ δ' τὰς γωνίας τῆς
προσπτώσεως καὶ διαθλάσεως τῆς ἐπὶ τῆς ἐπιφανείας Ε'Ε' προσπεσού-
σης ἀκτίνος ΙΙ', καὶ διὰ γ τὸν δείκτην τῆς διαθλάσεως τοῦ διαφανοῦς
σώματος ΕΕ'Ε'Ε' ὡς πρὸς τὸ ἐν ᾧ τοῦτο περιέχεται σῶμα, θέλομεν
εἶναι κατὰ τὰ ἐν τῇ § 378 ἐκτεθέντα τὰς ἐξῆς ἰσοτήτας:

$$\frac{\eta\mu.\pi}{\eta\mu.\delta} = r \text{ καὶ } \frac{\eta\mu.\pi'}{\eta\mu.\delta'} = \frac{1}{r}, \text{ ἢ } \frac{\eta\mu.\delta'}{\eta\mu.\pi'} = r,$$

ἐξ ὧν πορίζομεθα τὴν ἐξῆς:

$$\frac{\eta\mu.\pi}{\eta\mu.\delta} = \frac{\eta\mu.\delta'}{\eta\mu.\pi'}.$$

Ἄλλ' ἕνεκα τῶν παραλλήλων ΕΕ καὶ Ε'Ε', αἱ ἐντὸς ἐναλλάξ γωνίαι
δ καὶ π' εἶναι ἴσαι. Ἄρα καὶ $\eta\mu.\delta = \eta\mu.\pi'$, ἐπομένως καὶ $\eta\mu.\pi = \eta\mu.\delta'$.
Ἐπειδὴ δὲ τὰ ἡμίτονα τῶν γωνιῶν π καὶ δ' εἶναι ἴσα καὶ ἑκατέρα τού-
των εἶναι μικρότερα τῆς ὀρθῆς, ἔπεται ὅτι καὶ αἱ γωνίαι π καὶ δ' θέ-
λουσιν εἶναι ἴσαι. Ἡ ἐξίσοια λοιπὸν ἀκτὶς Ι'Α' σχηματίζει μετὰ τῆς

καθέτου $ΓΚ'$, γωνίαν ἴσην τῇ $ΑΙΚ$. Ἄλλ' αἱ κάθετοι $ΚΚ'$, $ΚΚ'$, εἶναι παράλληλοι, ὡς κάθετοι ἐπὶ τῶν παραλλήλων $ΕΕ$, $Ε'Ε'$. Ἄρα καὶ αἱ εὐθεῖαι $ΑΙ$, $ΓΑ'$ θέλουσιν εἶναι παράλληλοι, τοῦθ' ὅπερ ἐπρόκειτο ν' ἀποδείξωμεν.

Ὅταν τὸ πάχος τοῦ διαφανοῦς σώματος ᾖναι μικρὸν καὶ αἱ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτουσαι φωτειναὶ ἀκτῖνες $ΑΙ$ σχηματίζωσι μικρὰς μετὰ τῆς καθέτου $ΚΙ$ γωνίας, αἱ ἐξιούσαι ἀκτῖνες $ΓΑ'$ θέλουσι προφανῶς ἀφίστασθαι κατ' ἐλάχιστον ἀπὸ τῆς διευθύνσεως $ΙΑ$, τῶν προσπιπτουσῶν $ΑΙ$, ἐπομένως τὰ διὰ τοῦ διαφανοῦς σώματος $ΕΕ'Ε'Ε$ ὁρώμενα ἀντικείμενα θέλουσιν ἀφίστασθαι τότε ἀσήμαντόν τινα παρεκτραπήν. Τοῦτου δ' ἕνεκα αἱ ὕλοι τῶν παραθύρων, δι' ὧν ὁρῶμεν τὰ ἐξωτερικὰ ἀντικείμενα, κατασκευάζονται ἔχουσαι ὀλίγον πάχος καὶ παραλλήλους ἐπιφανείας.

382. ΠΡΙΣΜΑΤΑ. — Καλεῖται ἐν τῇ ὀπτικῇ πρίσμα πᾶν διαφανὲς σῶμα, περατούμενον ὑπὸ δύο ἐπιπέδων ἐδρῶν σχηματίζουσιν διεδρόν τινα γωνίαν. Ἡ κοινὴ τῶν ἐδρῶν τομὴ καλεῖται διαθλαστικὴ κόψις τοῦ πρίσματος, ἡ δὲ διεδρος αὐτοῦ γωνία διαθλαστικὴ τοῦ πρίσματος γωνία. Τὸ ἀπέναντι τῆς κόψεως μέρος τοῦ στερεοῦ περατούσι συνήθως ὑπὸ ἐπιπέδου παραλλήλου τῇ κόψει, ὅπερ καλεῖται τότε βάσις τοῦ πρίσματος, τὸ δὲ πρίσμα τριγωνικόν. Πᾶσα ἐντομὴ $ΑΒΓ$, γενομένη ὑπὸ ἐπιπέδου καθέτου ἐπὶ τινὸς τῶν κόψεων τοῦ τριγωνικοῦ πρίσματος, καλεῖται κυρίᾳ ἐντομὴ τοῦ πρίσματος (Σχ. 327). Ἐν ὁποιοῦνδήποτε τῶν σημείων $Α$, $Β$, $Γ$ δύναται νὰ ληφθῇ ὡς κορυφὴ τῆς κυρίας τοῦ πρίσματος ἐντομῆς, ἡ δὲ ἀπέναντι αὐτοῦ πλευρὰ $ΒΓ$, $ΑΓ$, $ΑΒ$ ὡς βάσις τῆς κυρίας ἐντομῆς.

Τὰ ἐν χρήσει πρίσματα $Π$ εἶναι συνήθως τριγωνικὰ καὶ κατασκευάζονται ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἐξ ὕαλου, φέρονται δὲ ὑπὸ κοίλης μεταλλικῆς στήλης $Σ$, ἐντὸς τῆς ὁποίας δύναται νὰ ἀνέλθῃ καὶ κατέλθῃ δι' ὀλισθήσεως ὁ πούς αὐτῶν $Τ$ (Σχ. 326). Διὰ τοῦ γιγγλυμοῦ $Γ$ τὸ πρίσμα $Π$ δύναται νὰ λάβῃ ὁποιανδήποτε ἐν τινι καθέτῳ ἐπιπέδῳ θέσιν, διὰ δὲ τοῦ μικροῦ στροφῆς $σ$ δύναται νὰ περιστραφῇ περὶ ἑαυτὸ οὕτως, ὥστε ἡ γωνία, καθ' ἣν αἱ φωτειναὶ ἀκτῖνες προσπίπτουσιν ἐπὶ τινος τῶν ἐδρῶν αὐτοῦ, νὰ καθίσταται ὁποιαδήποτε.

383. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ὙΠΟ ΤΩΝ ΠΡΙΣΜΑΤΩΝ ΔΙΑΘΛΑΣΕΩΣ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ. — Πρὸς σπουδὴν τῶν ἀποτελεσμάτων τῆς ὑπὸ τῶν πρισμάτων διαθλάσεως τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων θέλομεν ὑποθέσει δύο τινὰ πρῶτον, ὅτι ἡ οὐσία τοῦ πρίσματος εἶναι διαθλαστικωτέρα ἐκείνης, ἐν ᾗ κινούνται αὐταὶ εἰσερχόμεναι καὶ ἐξερχόμεναι ἐκ τοῦ πρίσματος, καὶ δεύτερον, ὅτι αἱ προσπίπτουσαι ἀκτῖνες κείνται ἐπὶ

τοῦ ἐπιπέδου τῆς κυρίας τοῦ πρίσματος ἔντομης. Ἐστω λοιπὸν $AB\Gamma$ κυρία τις ἔντομή πρίσματός τινος, A ἡ διαθλαστικὴ αὐτοῦ γωνία καὶ ΦI φωτεινὴ τις ἀκτὶς προσπίπτουσα ἐπὶ τῆς ἑδρας AB εἰς τὸ σημεῖον I (Σχ. 327). Ἐπειδὴ τὸ πρίσμα ὑποτίθεται διαθλαστικώτερον τοῦ ἐξ οὗ εἰσέρχεται ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς ΦI σώματος, αὕτη θέλει διαθλασθῇ πρὸς τὴν κάθετον IK' , ἐπειδὴ δὲ πρὸς τούτοις ἡ ἀκτὶς ΦI ὑποτίθεται καμμένη ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου $AB\Gamma$, ἐφ' οὗ προφανῶς κεῖται καὶ ἡ ἐπὶ τῆς ἑδρας AB κάθετος IK , ἡ ἐν τῷ πρίσματι εἰσελθοῦσα ἀκτὶς H' θέλει κεῖσθαι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου. Ἀλλὰ προσπίπτουσα αὕτη ἐπὶ τῆς ἑδρας AB εἰς τὸ σημεῖον I' θέλει ἐξέλθαι τοῦ πρίσματός ἀποκλίνουσα ἀπὸ τῆς καθέτου $I'K'$, διότι τὸ ἐν ᾧ εἰσέρχεται διάφανος σῶμα ὑποτίθεται ἥτον διαθλαστικὸν τοῦ ἐξ οὗ ἐξέρχεται πρίσματός, καὶ θέλει κεῖσθαι ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου, διότι ἡ ἐπὶ τῆς ἑδρας AB κάθετος $I'K'$ κεῖται προφανῶς ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου $AB\Gamma$ τῆς κυρίας τοῦ πρίσματός ἔντομης. Ἡ προσπίπτουσα λοιπὸν ἀκτὶς ΦI θέλει ὑποστῇ δύο διαθλάσεις κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν πρὸς τὴν βάσιν $B\Gamma$ τοῦ πρίσματός $AB\Gamma$. Τὸ ἐπὶ τῶν φωτεινῶν λοιπὸν ἀκτίνων ἀποτελεσμα τοῦ πρίσματός εἶναι ἡ πρὸς τὴν βάσιν αὐτοῦ διὰ διπλῆς διαθλάσεως παρεκτροπὴ τῆς διευθύνσεως

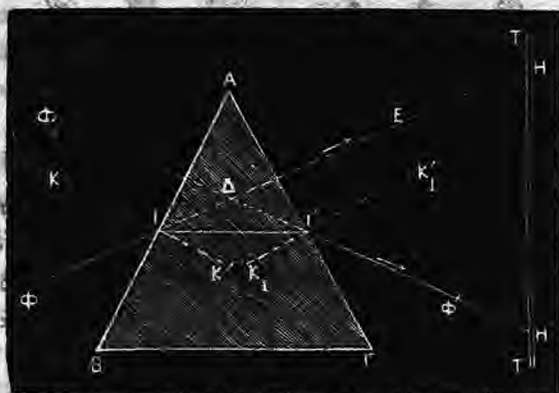


Σχ. 326

αὐτῶν. Τούτου δ' ἕνεκα ἡ γωνία $E\Delta\Phi'$, ἣν σχηματίζει ἡ διεύθυνσις τῆς προσπίπτουσας ἀκτίνος ΦI μετὰ τῆς διευθύνσεως τῆς ἐξιούσης $I'\Phi'$, ὠνομάσθην γωνία παρεκτροπῆς.

Τὸ ἀληθὲς τῆς ἐκ τῶν νόμων τῆς διαθλάσεως τοῦ φωτός εὐρεθείσης ιδιότητος τοῦ πρίσματος ἀποδεικνύεται καὶ διὰ τοῦ ἐξῆς πειράματος.

Βισάγομεν ἐν τινι σκοτεινῷ θαλάμῳ διὰ μικρᾶς κυκλικῆς ὀπῆς δέσμην ἡλιακῶν ἀκτίνων ΦI , ἥτις προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τοίχου ἢ διαφράγματος TT σχηματίζει ἐπὶ τῆς διευθύνσεως αὐτῆς ΦH εἰς τὸ H μικρὸν καὶ κυκλικὸν περίπου εἶδωλον τοῦ Ἡλίου, ἅμα δ' ὡς παρενθέσωμεν ἐπὶ τῆς διαβάσεως τῆς δέσμης ΦH τὸ τριγωνικὸν πρίσμα ABG οὕτως, ὥστε ἡ διαθλαστικὴ αὐτοῦ κόψις A νὰ ᾖ ὁριζόντιος καὶ παράλληλος τῷ ἐπιπέδῳ TT , τὸ κυκλικὸν εἶδωλον H ἐκλείπει ἀμέσως,



ΣΧ. 327

ἀναφαίνεται δὲ ἐν τῷ H' ἐπὶ τῆς καθέτου HH' πρὸς τὴν βάσιν BG τοῦ πρίσματος, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι αἱ ἀκτίνες ΦI διὰ τῆς παρενθέσεως τοῦ πρίσματος ABG ὑπέστησαν παρεκτροπὴν πρὸς τὴν βάσιν αὐτοῦ BG . Παρατηρεῖται δὲ συνάμα, ὅτι τὸ νέον εἶδωλον H' , ἀντὶ νὰ ᾖ περιῖπου κυκλικὸν ὡς πρότερον, μετατρέπεται εἰς ἐπίμηκες κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς καθέτου HH' καὶ φέρει ἐπ' αὐτοῦ τὰ διάφορα χρώματα τοῦ οὐρανίου τόξου. Ἐκτὸς λοιπὸν τῆς πρὸς τὴν βάσιν παρεκτροπῆς τῆς δέσμης ΦI , ὑπέστη αὕτη διὰ τῆς παρενθέσεως τοῦ πρίσματος ABG ἐπιμήκυνσιν τινα καὶ ἰδιαίτερον χρωματισμόν. Ἀλλὰ περὶ τῶν νέων τούτων ιδιοτήτων τοῦ πρίσματος θέλομεν πραγματευθῆ ἰδιαιτέρως ἐν τῷ ἐπομένῳ κεφαλαίῳ.

Παρατηρητέον πρὸς τούτοις, ὅτι ὁ δεχόμενος τὰς διαθλασθείσας ἀκτίνας $\text{I}'\Phi'$ ὀφθαλμὸς θέλει ἰδεῖ τὸ ἐκπέμπον αὐτὰς φωτεινὸν ἀντικείμενον Φ ἐπὶ τῆς προεκβολῆς τῆς $\Phi'\text{I}'$ εἰς τὸ σημεῖον Φ_1 . Τὰ διὰ τινος λοιποῦ πρίσματος ABG διορώμετα ἀντικείμενα Φ ἀνυψοῦνται πρὸς τὴν κορυφὴν αὐτοῦ A .

384. ΦΑΚΟΙ ΣΦΑΙΡΙΚΟΙ. — Ὀνομάζονται σφαιρικοὶ φακοὶ ἡ ἀπλῶς φακοὶ τὰ διαφανῆ σώματα, τὰ περατούμενα ὑπὸ δύο σφαιρικῶν ἐπι-

φανειῶν ἢ ὑπὸ μιᾶς σφαιρικῆς καὶ μιᾶς ἐπιπέδου. Οὗτοι κατασκευάζονται συνήθως ἐξ ὕαλου καὶ διαιροῦνται εἰς δύο τάξεις· εἰς *συγκεντρωτικούς* καὶ *ἀποκεντρωτικούς*. Συγκεντρωτικοὶ φακοὶ καλοῦνται ἐκεῖνοι, δι' ὧν αἱ παραλλήλως εἰσερχόμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες ἐξέρχονται συγκλίνουσαι πρὸς τὸ αὐτὸ περίπου σημεῖον, ἀποκεντρωτικοὶ δὲ ἐκεῖνοι, δι' ὧν αἱ παραλλήλως εἰσερχόμεναι φωτειναὶ ἀκτῖνες ἐξέρχονται ἀποκλίνουσαι ἀπ' ἀλλήλων. Τὸ σχῆμα 328 παριστᾷ τὰς κυρίας ἔντομάς τῶν 25 δυνατῶν εἰδῶν τῶν σφαιρικῶν. Οἱ τρεῖς πρῶτοι



Σχ. 328

Α, Β, Γ, ὧν τὸ πάχος βαίνει ἐλαττούμενον ἀπὸ τοῦ μέσου πρὸς τὰ ἄκρα, ἀνήκουσιν εἰς τὴν τάξιν τῶν συγκεντρωτικῶν, οἱ δὲ τρεῖς τελευταῖοι Δ, Ε, Ζ, ὧν τὸ πάχος βαίνει αὐξανόμενον ἀπὸ τοῦ μέσου πρὸς τὰ ἄκρα ἀνήκουσιν εἰς τὴν τάξιν τῶν ἀποκεντρωτικῶν.

Ὁ φακός, ὁ περατούμενος ὑπὸ δύο κυρτῶν σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, καλεῖται *ἀμφίκυρτος*. Ἡ κυρία αὐτοῦ ἔντομή Α περάγεται ὑπὸ τινος ἐπιπέδου, διερχομένου διὰ τῶν κέντρων τῶν σφαιρῶν, εἰς ἃς αἱ ἐπιφάνειαι αὐτοῦ ἀνήκουσι.

Ὁ φακός, ὁ περατούμενος ὑπὸ μιᾶς κυρτῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας καὶ μιᾶς ἐπιπέδου, καλεῖται *κυρτοεπίπεδος*. Ἡ κυρία αὐτοῦ ἔντομή Β παράγεται ὑπὸ τινος ἐπιπέδου, ἀγομένου καθέτως ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου.

Ὁ φακός, ὅστις περατοῦται ὑπὸ δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ἐξ ὧν ἡ μία εἶναι κυρτή, ἡ δὲ ἑτέρα κοίλη καὶ *μεγαλειτέρας* ἀκτίνος, καλεῖται *κοιλόκυρτος μηνίσκος*. Ἡ κυρία αὐτοῦ ἔντομή Γ παράγεται ὑπὸ τινος ἐπιπέδου, διερχομένου διὰ τῶν κέντρων τῶν σφαιρῶν, εἰς ἃς αἱ ἐπιφάνειαι αὐτοῦ ἀνήκουσι.

Ὁ φακός, ὁ περατούμενος ὑπὸ δύο κοίλων σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, καλεῖται *ἀμφίκοιλος*. Ἡ κυρία αὐτοῦ ἔντομή Δ παράγεται ὑπὸ τινος ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῶν κέντρων τῶν δύο σφαιρικῶν αὐτοῦ ἐπιφανειῶν.

Ὁ φακός, ὁ περατούμενος ὑπὸ μιᾶς κοίλης σφαιρικῆς ἐπιφανείας καὶ μιᾶς ἐπιπέδου, καλεῖται *ἐπιπεδόκοιλος*. Ἡ κυρία αὐτοῦ ἔντομή Ε παράγεται ὑπὸ τινος ἐπιπέδου ἀγομένου καθέτως ἀπὸ τοῦ κέντρου τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου.

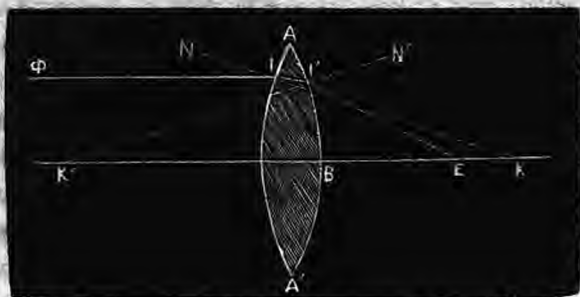
Ὁ δὲ φακός, ὁ περικοπόμενος ὑπὸ μιᾶς κυρτῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας καὶ μιᾶς κοίλης μικροτέρας ἀκτίνος, καλεῖται *κυρτόκοιλος* ἢ *ἀποκεντρωτικός μηρίσκος*. Ἡ κυρία αὐτοῦ ἐντομή *Z* παράγεται ὑπὸ τινος ἐπιπέδου διερχομένου διὰ τῶν κέντρων τῶν δύο σφαιρικῶν αὐτοῦ ἐπιφανειῶν.

Καλεῖται *κύριος ἄξων* φακοῦ τινος ἡ εὐθεῖα, ἡ ἐνόνουσα τὰ κέντρα τῶν δύο σφαιρικῶν ἐπιφανειῶν, ἢ, ἐὰν ὁ φακὸς ἔχῃ μίαν σφαιρικὴν ἐπιφάνειαν καὶ μίαν ἐπίπεδον, ἡ εὐθεῖα, ἡ ἐκ τοῦ κέντρου τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας καθέτως ἐπὶ τῆς ἐπιπέδου ἀγομένη.

Ἐν τοῖς ἐπομένοις θέλομεν σπουδάσαι ἐκ μὲν τῶν συγκεντρωτικῶν φακῶν τὰς ιδιότητας μόνον τῶν ἀμφικύρτων φακῶν *A*, ἐκ δὲ τῶν ἀποκεντρωτικῶν φακῶν τὰς ιδιότητας μόνον τῶν ἀμφικοίλων φακῶν *A'*· διότι αἱ μὲν ιδιότητες τοῦ *A* ἐφαρμόζονται εὐκόλως καὶ ἐπὶ τῶν δύο ἄλλων τοῦ αὐτοῦ εἶδους *B* καὶ *Γ*, αἱ δὲ τοῦ *A* καὶ ἐπὶ τῶν δύο ἄλλων τοῦ αὐτοῦ εἶδους *E* καὶ *Z*.

385. ΕΣΤΙΛΙ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ. — Τὰ σημεῖα, πρὸς ἃ συνέρχονται αἱ διὰ τῶν φακῶν διερχόμεναι φωτειναὶ ἀκτίνες ἢ αἱ προεκβολαὶ αὐτῶν, ὀνομάζονται *ἐστίαι* τῶν φακῶν. Ὅταν αὗται αἱ φωτειναὶ ἀκτίνες συνέρχονται πρὸς ταῦτα, αἱ ἐστίαι αὐτῶν καλοῦνται *καθ' ὀπίστας* ἢ *πραγματικαί*, ὅταν δὲ προεκβολαὶ αὐτῶν, αὗται λέγονται *τότε κατ' ἔμφασιν ἢ φανταστικαί*.

Ἐστω *ΛΑ'* ἡ κυρία ἐντομή ἀμφικύρτου τινὸς φακοῦ, *K* τὸ κέντρο τοῦ τόξου *ΛΙΑ'*, *K'* τὸ τοῦ τόξου *ΛΙ'Α'* (σχ. 329), καὶ ἄς ὑποθέσωμεν



σχ. 329

ἐν πρώτοις, ὅτι αἱ προσπίπτουσαι φωτειναὶ ἀκτίνες εἶναι παράλληλοι τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι *K'K*, ἢ, ὅπερ ταῦτό, ὅτι τὸ φωτεινὸν σημεῖον κεῖται ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος εἰς ἄπειρον ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν. Ἡ ἀκτίς *ΦΙ*, προσπίπτουσα ἐπὶ τοῦ φακοῦ εἰς τὸ σημεῖον *I*, θέλει εἰσελθεῖ ἐν αὐτῷ πλησιάζουσα πρὸς τὴν εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπτώσεως *I* κατακόρυφον *KIN*, καὶ θέλει κεῖσθαι κατὰ τὸν 40° τῆς διαθλάσεως νό-

μον ἐπὶ τοῦ ἐπιπέδου τῆς κυρίας ἐντομῆς ΚΙΦ' θέλει λοιπὸν προσπέσει εἰς τι σημεῖον Ι' τοῦ τόξου ΑΒΑ', κείμενον πλησιέστερον τοῦ κυρίου ἄξονος Κ'Κ, καὶ θέλει ἐξέλθει ἀπομακρυνομένη ἀπὸ τῆς εἰς τὸ νέον σημείου τῆς προσπτώσεως Ι' κατακορύφου Κ'Ι'Ν', ἥ δὲ νέα αὐτῆς διευθύνσις Ι'Ε θέλει κεῖσθαι προφανῶς ἐπὶ τοῦ αὐτοῦ ἐπιπέδου ΚΑΚ' τῆς καρδίας τοῦ φακοῦ ἐντομῆς καὶ θέλει συναπαντήσῃ τὸν ἄξονα εἰς τι σημεῖον Ε. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι ἡ παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι Κ'Κ ἀκτὶς ΦΙ ὁφίσταται ὑπὸ τῆς διαθλαστικωτέρας τοῦ φακοῦ οὐσίας δύο διαθλάσεις κατὰ τὴν αὐτὴν φοράν, πρὸς τὸν κύριον δηλ. ἄξονα Κ'Κ, μένουσα ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῆς κυρίας τοῦ φακοῦ ἐντομῆς. Ἀποδεικνύεται δὲ ἀφ' ἐτέρου θεωρητικῶς καὶ πειραματικῶς, ὅτι ὁποιαδήποτε ἄλλη παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀκτὶς, ὅταν τὸ πλάτος τοῦ φακοῦ δὲν ὑπερβαῖν τὰς 10 ἢ 12 μοίρας, συναπαντᾷ ἐξερχομένη τὸν κύριον ἄξονα αὐτοῦ κατὰ μεγίστην προσέγγισιν περὶ τὸ αὐτὸ σημεῖον Ε. Τὸ σημεῖον τοῦτο Ε, πρὸς ὃ συνέρχονται αἱ ἐπὶ τοῦ φακοῦ ΑΑ' προσπίπτουσαι παράλληλοι τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι Κ'Κ ἀκτίνες, καλεῖται *κυρία ἑστία* τοῦ φακοῦ, ἡ δ' ἐπ' αὐτοῦ ἀπόστασις ΕΒ *κυρία ἑστιακὴ ἀπόστασις*.

Ἡ πειραματικὴ τῶν ἀνωτέρω ἀποδείξις γίνεται διευθυνομένου τοῦ φακοῦ ΑΑ' οὕτως, ὥστε ὁ κύριος αὐτοῦ ἄξων ΚΚ' νὰ διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τοῦ Ἡλίου. Τότε αἱ ἐπὶ τοῦ φακοῦ προσπίπτουσαι ἥλιαι ἀκτίνες δύνανται, ἕνεκα τῆς μεγίστης ἀφ' ἡμῶν ἀποστάσεως τοῦ Ἡλίου, νὰ θεωρηθῶσιν ὡς παράλληλοι τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι ΚΚ', καὶ ἐπειδὴ αὗται ἐξερχόμεναι τοῦ φακοῦ φαίνονται συνερχόμεναι περὶ τὸ αὐτὸ σημεῖον Ε τοῦ κυρίου αὐτοῦ ἄξονος, ἐνθα σχηματίζουσι μικρότατόν τι καὶ φωτεινότατον εἶδωλον τοῦ Ἡλίου, συμπυκνῶμεν ὅτι αἱ παράλληλως τῷ κυρίῳ ἄξονι ἀφικόμεναι τινὲς φακοῦ προσπίπτουσαι φωτειναὶ ἀκτίνες διαθλῶνται ὑπ' αὐτοῦ οὕτως, ὥστε συνέρχονται περὶ τὸ αὐτὸ σημεῖον τοῦ κυρίου αὐτοῦ ἄξονος. Ἡ μικρὰ ἀπὸ τῆς κυρίας ἑστίας Ε παρεκτροπὴ τῶν διαθλωμένων ἀκτίνων, ἡ ὑπὸ τῆς τελείας σφαιρικότητος τῶν κυρτῶν τοῦ φακοῦ ἐπιφανειῶν παραγομένη, καλεῖται *παρεκτροπὴ σφαιριτικότητος* καὶ ἐκ διαθλάσεως πρὸς διάκρισιν τῆς ἐξ ἀντανακλάσεως παρεκτροπῆς, περὶ ἧς ἐγένετο λόγος ἐν τῇ § 369 τοῦ προηγουμένου κεφαλαίου.

Ἀντιστρόφως, ἂν τὸ φωτεινὸν σημεῖον ἔκειτο ἐπὶ τῆς κυρίας ἑστίας Ε τοῦ φακοῦ ΑΑ', αἱ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτουσαι φωτειναὶ ἀκτίνες ΕΙ' ἤθελον προφανῶς διαθλασθῇ οὕτως, ὥστε ἤθελον ἐξέλθαι παράλληλοι τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι ΚΚ'.

Ἀς ὑποθέσωμεν δεύτερον, ὅτι τὸ φωτεινὸν σημεῖον κεῖται εἰς τι ση-

μείον Φ' τοῦ κυρίου ἄξονος KK' (Σχ. 330). Ἡ ἐξ αὐτοῦ εἰς τι σημεῖον I τοῦ φακοῦ προσπίπτουσα ἀκτίς $\Phi'I$ θέλει διαθλασθῇ κατὰ τὴν IL , ἥτις θέλει κείσθαι ἄνωθεν τῆς διαθλασθείσης II' , τῆς ἀντιστοιχοῦσας εἰς τὴν παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι φωτεινὴν ἀκτίνα $\Phi'I$ · διότι ἡ γωνία τῆς προσπτώσεως $\Phi'IM$ εἶναι προφανῶς μεγαλειτέρα τῆς ΦIM , ἐπομέ-



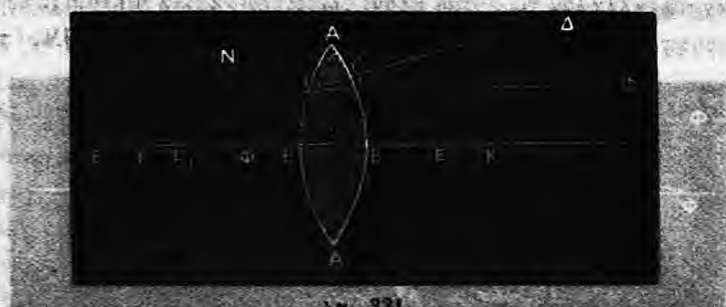
Σχ. 330

ως καὶ ἡ τῆς διαθλάσεως IK θέλει εἶναι μεγαλειτέρα τῆς $I'IK$. Ἄφ' ἑτέρου, ἐπειδὴ ἡ ἐπὶ τῆς ἐδρας $AI'A$ γωνία τῆς προσπτώσεως IiK εἶναι προφανῶς μικροτέρα τῆς IKK' , τῆς ἀντιστοιχοῦσας εἰς τὴν φωτεινὴν ἀκτίνα ΦI , ἡ γωνία τῆς διαθλάσεως $N'E'$ θέλει εἶναι μικροτέρα τῆς $NI'E$. Ἡ φωτεινὴ λοιπὸν ἀκτίς $\Phi'I$ ὑφίσταται μὲν δύο διαθλάσεις πρὸς τὸν κύριον τοῦ φακοῦ ἄξονα KK' , ἀλλὰ ἐξερχομένη ἐκ τοῦ φακοῦ θέλει συναπαντήσῃ τὸν ἄξονα τοῦτον εἰς τι σημεῖον E' , κείμενον εἰς μεγαλειτέραν ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν $E'B$ ἢ ἡ κυρία αὐτοῦ ἐστία E . Ἐπειδὴ δέ, ὅποιονδήποτε καὶ ἂν ᾖναι τὸ σημεῖον I τῆς προσπτώσεως, ὅταν τὸ πλάτος τοῦ φακοῦ AA' ᾖναι 40 ἕως 42 μοιρῶν, αἱ ἐξ αὐτοῦ ἐξερχόμεναι φωτειναὶ ἀκτίνες $\Phi'I$ συνέρχονται περὶ τὸ αὐτὸ σημεῖον E' τοῦ κυρίου αὐτοῦ ἄξονος, τὸ σημεῖον τοῦτο ὀνομάσθῃ ἐστία συζυγῆς τοῦ Φ' · διότι ἂν τὸ φωτεινὸν σημεῖον ἐκεῖτο εἰς τὸ E' , ἡ ἐστία αὐτοῦ ᾗθελε προφανῶς κείσθαι εἰς τὸ Φ . Παρατηροῦμεν δὲ πρὸς τούτοις εὐκόλως ὅτι, ὅσω τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ' πλησιάζει πρὸς τὸν φακόν, τόσο ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἐστία ἀπομακρύνεται ἀπ' αὐτοῦ.

Ἄς ὑποθέσωμεν τρίτον, ὅτι τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ' συμπίπτει μετὰ τῆς δευτέρας κυρίας ἐστίας E , τοῦ φακοῦ AA' . Τότε, κατὰ τὰ λεχθέντα ἐν τῷ προηγουμένῳ ἔδαφιῳ τῆς παρούσης παραγράφου, ἡ συζυγὴς αὐτοῦ ἐστία E' θέλει κείσθαι εἰς ἄπειρον ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀποστάσιν, διότι αἱ ἐκ τῆς σφαιρικῆς ἐπιφανείας $AI'A'$ ἐξερχόμεναι φωτειναὶ ἀκτίνες ᾗθελον εἶναι παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι KZ' .

Ἐὰν τέλος ὑποθέσωμεν, ὅτι τὸ φωτεινὸν σημεῖον Φ' κείται μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας E , καὶ τοῦ φακοῦ AA' (Σχ. 331), τότε αἱ ἐξερχόμεναι φωτειναὶ ἀκτίνες $\Phi'I$ ᾗθελον εἶναι, ὡς εὐκόλως δύναται τις νὰ πεισθῇ ἐκ τοῦ σχήματος ἀποκλίνουσαι καὶ δὲν ᾗθελον ἐπομένως συνα-

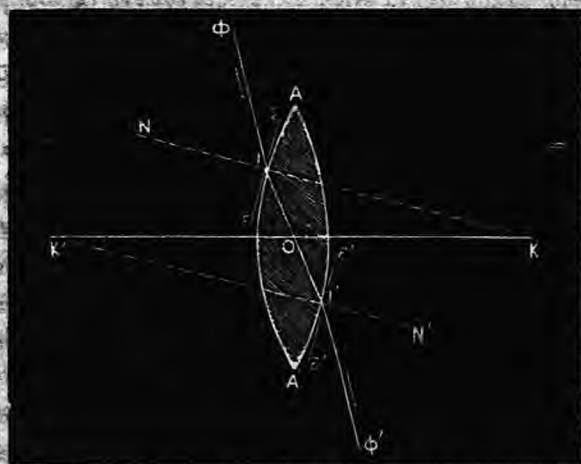
παντᾶ τὸν κύριον ἄξονα $K'K$ ἢ διὰ τῶν γεωμετρικῶν προσβολῶν αὐτῶν $\Gamma'E$. Ἐπειδὴ δὲ τὸ σημεῖον E' εἶναι περίπου τὸ αὐτό, ὅποιαδήποτε καὶ ἂν εἶναι ἡ ἐπὶ τοῦ ἀμφικύρτου συγκεντρωτικοῦ φακοῦ AA'



Σχ. 331

προσπίπτουσα φωτεινὴ ἀκτὶς $\Phi'I$, ὅταν τὸ πλάτος αὐτοῦ ᾖναι ἀρκούντως μικρόν, ὠνομάσθη τοῦτο κατ' ἐμφασιν ἡ φανταστικὴ εστία τοῦ Φ' .

386. **ΟΠΤΙΚΟΝ ΚΕΝΤΡΟΝ ΤΩΝ ΦΑΚΩΝ.** — Καλεῖται ὀπτικὸν κέντρον τῶν φακῶν σταθερὸν τι σημεῖον, δι' οὗ πᾶσα μετὰ τὴν ὑπὸ τοῦ φακοῦ διαθλάσιν αὐτῆς διερχομένη φωτεινὴ ἀκτὶς ἐξέρχεται ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἔχουσα διεύθυνσιν παράλληλον ἐκείνῃ, ἣν εἶχε προσπίπτουσα.



Σχ. 332

Εὐκόλως δὲ δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν, ὅτι ἐν παντὶ φακῷ ὑπάρχει τοιοῦτό τι σταθερὸν σημεῖον, καὶ ὅτι τοῦτο καλεῖται ἐπὶ τοῦ κυρίου αὐτοῦ ἄξονος.

* A : ὑποθέσωμεν ἐν πρώταις, ὅτι ὁ δεδομένος φακὸς AA' εἶναι ἀμφικύρτος (Σχ. 332). Ἐὰν ἐκ τῶν κέντρων K καὶ K' ἄξωμεν δύο ὅποιασδήποτε *παράλληλους* πρὸς ἀλλήλας ἀκτῖνας KI , $K'I'$ καὶ ἐνώσωμεν τὴν II' , λέγω ὅτι τὸ σημεῖον O , ἐνθα ἡ εὐθεῖα II' συναπαντᾷ τὸν κύ-

ριον ἄξονα $ΚΚ'$, θέλει εἶναι τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ ἀμφικύρτου φακοῦ $ΑΑ'$. Διότι πρῶτον, ἐπειδὴ τὰ εἰς τὰ σημεῖα I καὶ I' ἐφαπτόμενα ἐπίπεδα $εε$, $ε'ε'$ εἶναι παράλληλα, ὡς κάθετα ἐπὶ τῶν παραλλήλων ἀκτίνων KI , $K'I'$, πᾶσα προσπίπτουσα ἀκτὶς ΦI , ἥτις διαθλωμένη λαμβάνει τὴν διεύθυνσιν τῆς $I I'$, θέλει προφανῶς κατὰ τὰ ἐν τῇ § 384 λεχθέντα ἐξέλθῃ ἔχουσα διεύθυνσιν $I' \Phi'$ παράλληλον τῇ ΦI καὶ δεύτερον, ὁποιαδήποτε καὶ ᾖ τὰ σημεῖα I καὶ I' , ἐπειδὴ τὰ τρίγωνα KIO , $K'I'O$ θέλουσιν εἶναι πάντοτε ὅμοια, θέλομεν εἶναι πάντοτε τὴν ἀναλογίαν $KI : K'I' = KO : K'O$, ἐξ ἧς πορίζομεθα, ἐνεκα τοῦ σταθεροῦ λόγου $KI : K'I'$, ὅτι τὸ σημεῖον O πρέπει νὰ ᾖ πάντοτε τοιοῦτον. ὥστε ἡ σταθερὰ ἀπόστασις $ΚΚ'$ νὰ διαιρῆται εἰς δύο μέρη KO , $K'O$ ἔχοντα σταθερόν τινα λόγον, ἴσον τῷ σταθερῷ λόγῳ τῶν ἀκτίνων τῶν σφαιρῶν, εἰς αἷ αἱ ἐπιφάνειαι $ΑΙΑ'$ $ΑΙ'Α'$ τοῦ φακοῦ $ΑΑ'$ ἀνήκουσι. Λοιπὸν τὸ σημεῖον O θέλει εἶναι πάντοτε τὸ αὐτὸ, ἐπομένως, κατὰ τὸν ἀνωτέρω δοθέντα ὀρισμόν, θέλει εἶναι τὸ ὀπτικὸν κέντρον τοῦ ἀμφικύρτου φακοῦ $ΑΑ'$.

Ἐάν ὁ περὶ οὗ πρόκειται φακὸς ᾖ ἀμφίκαιλος, διὰ τῆς αὐτῆς ἀπαραλλάκτως κατασκευῆς ἠθέλομεν εὑρεῖν τὸ ὀπτικὸν αὐτοῦ κέντρον.

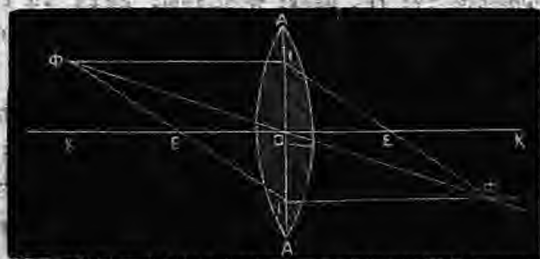
Ἄν ἐπρόκειτο περὶ ἐπιπεδοκύρτων ἢ ἐπιπεδοκοίλων φακῶν, ἠθέλομεν εὑρεῖν, ὅτι τὰ ὀπτικὰ αὐτῶν κέντρα κεῖνται ἐπὶ τοῦ κυρίου αὐτῶν ἄξονος εἰς τὰ σημεῖα, ἐνθα οὗτος συναπαντᾷ τὴν κυρτὴν ἢ τὴν κοίλην αὐτῶν ἐπιφάνειαν, διότι μόνον τὰ εἰς τὰ σημεῖα ταῦτα ἐφαπτόμενα ἐπίπεδα εἶναι παράλληλα τῇ ἐπιπέδῳ αὐτῶν ἑδρᾷ.

Ἄν τέλος ἐπρόκειτο περὶ μηνίσκων συγκεντρωτικῶν ἢ ἀποκεντρωτικῶν, διὰ τῆς αὐτῆς ἀπαραλλάκτως κατασκευῆς ἠθέλομεν εὑρεῖν, ὅτι τὰ ὀπτικὰ αὐτῶν κέντρα κεῖνται ἐπὶ τοῦ κυρίου αὐτῶν ἄξονος καὶ ἐκτὸς τοῦ φακοῦ, καὶ ὅτι τῶν μὲν συγκεντρωτικῶν μηνίσκων κεῖται πρὸς τὸ μέρος τῆς κυρτῆς αὐτῶν ἑδρας, τῶν δὲ ἀποκεντρωτικῶν πρὸς τὸ μέρος τῆς κοίλης.

387. ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΕΣ ΑΞΟΝΕΣ ΚΑΙ ΣΥΖΥΓΕΙΣ ΕΠ' ΑΥΤΩΝ ΕΙΣΤΙΑΙ. —

Καλεῖται δευτερεύων ἄξων φακοῦ τινος $ΑΑ'$ πᾶσα εὐθεῖα γραμμὴ $\Phi O \Phi'$ διὰ τοῦ ὀπτικοῦ αὐτοῦ κέντρου O διερχομένη (§χ. 333). Ὅταν τὸ πάχος τοῦ φακοῦ ᾖ μικρόν, ἡ δὲ προσπίπτουσα φωτεινὴ ἀκτὶς ΦI , ἢ διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου O μετὰ τὴν διάθλασιν αὐτῆς διερχομένη, ἀποτελῇ μικράν τινα μετὰ τοῦ κυρίου ἄξονος $ΚΚ'$ γωνίαν (§χ. 332), τότε δυνάμεθα νὰ θεωρήσωμεν τὴν τεθλασμένην γραμμὴν $\Phi I O I' \Phi'$ ὡς ἐντελῶς εὐθείαν (384), τουτέστιν ὡς δευτερεύοντα ἄξονα τοῦ φακοῦ $ΑΑ'$. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εἴπωμεν κατὰ τὴν παραδεχθεῖσαν προσέγγισιν, ὅτι πᾶσα προσπίπτουσα φωτεινὴ ἀκτὶς ΦI , ἥς ἡ διεύθυνσις

συνπίπτει μετὰ τῆς διευθύνσεως δευτερεύοντος τινος ἄξονος τοῦ φακοῦ AA' , διέρχεται διὰ τοῦ φακοῦ ἀδιάθλαστος. Ἐπομένως, ἐὰν παραδεχθῶμεν ὡς διὰ τοῦ ὑπολογισμοῦ καὶ πειραματικῶς ἀποδεδειγμένον, ὅτι αἱ ἐκ τινος φωτεινοῦ σημείου Φ ἐπὶ ἀμφικύρτου τινὸς φακοῦ



ΣΧ. 333

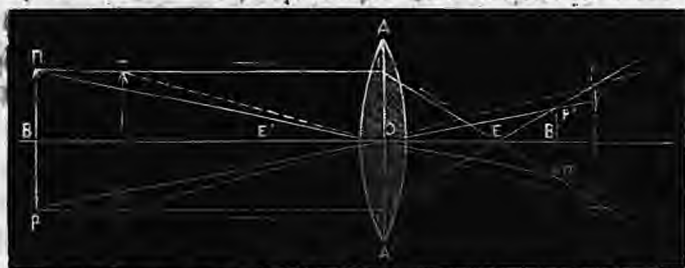
AA' προσπίπτουσα φωτεινὰ ἀκτῖνες συνέρχονται περὶ τὸ αὐτὸ σημεῖον Φ' , ἐνθα καὶ σχηματίζουσι τὸ εἶδωλον αὐτοῦ, θέλομεν συμπεράνει, ὅτι τὸ σημεῖον τοῦτο Φ' θέλει κείσθαι ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος $\Phi O \Phi'$. Πρὸς εὐρεσιν λοιπὸν αὐτοῦ ἀρκεῖ νὰ εὕρωμεν τὸ σημεῖον τοῦ ἄξονος ΦO , ἐνθα ἑτέρα τις ἀκτὶς ΦI συναπαντᾷ αὐτὴν μετὰ τὴν ἀπὸ τοῦ φακοῦ AA' ἐξοδὸν αὐτῆς.

Τὸ σημεῖον Φ' , ἐνθα συνέρχονται αἱ ἐκ τοῦ Φ ἐκπεμπόμεναι φωτεινὰ ἀκτῖνες, καλεῖται συζυγὴς ἐστία τοῦ Φ . Πρὸς εὐρεσιν αὐτοῦ λαμβάνουσι συνήθως ὡς ἑτέραν προσπίπτουσαν φωτεινὴν ἀκτῖνα τὴν ΦI , παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι τοῦ φακοῦ KK' , διότι αὕτη μετὰ τὴν διὰθλασιν αὐτῆς θέλει διέλθει διὰ τῆς κυρίας ἐστίας E τοῦ φακοῦ (383), ἢ τὴν $\Phi E'$, πὴν διὰ τῆς ἑτέρας ἐστίας E' διερχομένην, διότι αὕτη θέλει ἐξέλθει τοῦ φακοῦ AA' ἔχουσα διεθλῶσιν παράλληλον τῷ κυρίῳ ἄξονι KK' , καὶ πρὸς περισσοτέραν ἀπλοποίησιν τῆς πρὸς τούτῳ ἐκτελουμένης γεωμετρικῆς κατασκευῆς ὑποθέτουσιν, ὅτι ἡ προσπίπτουσα φωτεινὴ ἀκτὶς ΦI ἢ $\Phi E'I$, ἀντὶ νὰ ὑποστῇ ὑπὸ τοῦ φακοῦ AA' δύο διαδοχικὰς διὰθλάσεις ὑφίσταται μίαν καὶ μόνην ὑπὸ τοῦ διὰθλαστικοῦ ἐπιπέδου AA' , τοῦ διερχομένου διὰ τῆς περιμέτρου τοῦ φακοῦ. Τῆς ἀπλοποιημένης ταύτης κατασκευῆς θέλομεν κάμει ἐν τοῖς ἑπομένοις πολλάκις χρῆσιν πρὸς περισσοτέραν τῶν σχημάτων εὐκρίνειαν, ἂν καὶ αἱ δι' αὐτῆς εὐρισκόμεναι συζυγεῖς ἐστίαι κείνται ὀλίγον τι μακρότερον τῶν ἀληθῶν.

383. ΕΙΣΑΓΩΓΑ ΤΩΝ ΑΝΕΝΑΝΤΙ ΤΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ ΤΙΘΕΜΕΝΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ. — Ἐστω AA' ἀμφικύρτος τις συγκεντρωτικός φακός, O τὸ ὀπτικὸν αὐτοῦ κέντρον, E καὶ E' αἱ δύο κυρίαι αὐτοῦ ἐστίαι, ὧν αἱ ὑπὸ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου ἀποστάσεις EO , $E'O$ ἀποδει-

κνύονται θεωρητικῶς καὶ πειραματικῶς ἴσαι, καὶ ἃς ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ ἀπέναντι τοῦ φακοῦ τούτου τιθέμενν ἀντικείμενον εἶναι φωτεινὴς εὐθεῖα ΠΡ, κάθετος ἐπὶ τοῦ κυρίου αὐτοῦ ἄξονος ΕΕ' (Σχ. 334). Τὸ ὑπὸ τοῦ φακοῦ ΑΑ' σχηματιζόμενον εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου ΠΡ θέλει ἀποτελεῖσθαι προφανῶς ἐκ τοῦ συνόλου τῶν εἰδῶλων τῶν διαφόρων αὐτοῦ σημείων, ἧ, ὅπερ ταῦτό, ἐκ τοῦ συνόλου τῶν συζυγῶν αὐτῶν ἐστιῶν.

4^{ον} Ἄς ὑποθέσωμεν λοιπὸν ἐν πρώτοις, ὅτι ἡ φωτεινὴ εὐθεῖα ΠΡ κεῖται πέραν τῆς κυρίας ἐστίας Ε' καὶ εἰς ἀπόστασιν ΒΟ ἀπὸ τοῦ φακοῦ μεγαλειτέρα τοῦ διπλασίου τῆς Ε'Ο. Ἐὰν ἄξωμεν τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας ΠΟ, ΡΟ, τὰς εὐθείας ΠΙ, ΡΙ', παραλλήλους τῷ κυρίῳ ἄξονι ΕΕ', καὶ τὰς ΙΕ καὶ Ι'Ε, τὰ σημεία Π' καὶ Ρ', εἴθε αἱ εὐθεῖαι ΙΕ καὶ Ι'Ε συναπαντῶσι τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας ΠΟ, ΡΟ, θέλουσιν εἶναι κατὰ τὰ προλεχθέντα αἱ συζυγεῖς ἐστὶναι τοῦ Π καὶ Ρ, τὰ δὲ μεταξὺ τοῦ Π καὶ Ρ σημεία τῆς φωτεινῆς εὐθείας ΠΡ θέλουσιν ἔχει προφανῶς

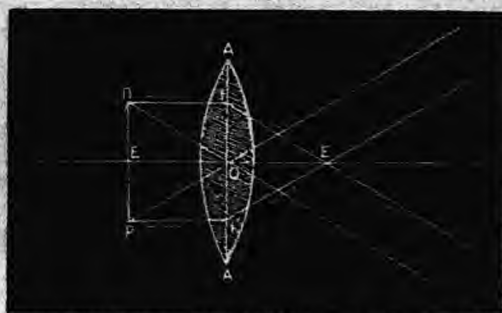


Σχ. 334

τὰς συζυγεῖς αὐτῶν εὐθείας κειμένας μεταξὺ τοῦ Π' καὶ Ρ', καὶ κατὰ μεγίστην προσέγγισιν ἐπὶ τῆς αὐτῆς εὐθείας Π'Ρ'. Ἡ εὐθεῖα λοιπὸν Π'Ρ' θέλει εἶναι τὸ ὑπὸ τοῦ φακοῦ ΑΑ' σχηματιζόμενον εἶδωλον τῆς φωτεινῆς εὐθείας ΠΡ, καὶ βλέπομεν ὅτι τοῦτο κεῖται πέραν τῆς κυρίας ἐστίας Ε, εἶναι ἀντεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου ΠΡ. Εἶναι δὲ μικρότερον, διότι εἰς τὸ τρίγωνον Π'ΠΙ, ἔνεκα τῶν παραλλήλων ΟΕ καὶ ΠΙ, ἔχομεν τὴν ἀναλογίαν $\Pi'\Pi : \Pi'O = \Pi I : OE$, ἐξ ἧς, ἐπειδὴ ὑπετέθη ὅτι ἡ ΒΟ, ἡ ἢ ἴση αὐτῇ ΠΙ, εἶναι μεγαλειτέρα τοῦ διπλασίου τῆς ΟΕ ἢ τῆς ΟΕ, πορίζομεθα ὅτι καὶ $\Pi\Pi'$ θέλει εἶναι μεγαλειτέρα τοῦ διπλασίου τῆς $\Pi'O$, ἐπομένως ἡ $\Pi'O$ θέλει εἶναι μικροτέρα τῆς ΟΕ. Διὰ τὸν αὐτὸν δὲ λόγον καὶ ΟΡ' θέλει εἶναι μικροτέρα τῆς ΟΡ, καὶ ἐπειδὴ εἰς τὰ ὅμοια τρίγωνα ΟΠΡ καὶ ΟΠ'Ρ' ἔχομεν $\Pi R : \Pi'R' = O\Pi : O\Pi'$, τὸ εἶδωλον Π'Ρ' θέλει εἶναι τοσούτῳ μικρότερον τοῦ ἀντικειμένου ΠΡ, ὅσω ἡ ἀπόστασις ΟΠ' εἶναι μικροτέρα τῆς ΟΠ, ἢ ὅπερ ταῦτό, ὅσω ἡ ΟΒ' εἶναι μικροτέρα τῆς ΟΒ. Ὅσοι λοιπὸν ἡ φωτεινὴ γραμμὴ ΠΡ πλησιάζει

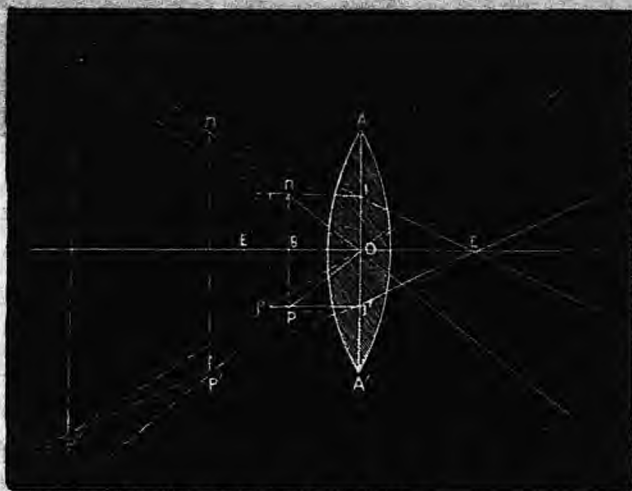
πρὸς τὴν κυρίαν ἐστὶν E' , τοσούτω τῇ ἀντεστραμμένον εἶδωλον αὐτῆς $\Pi P'$ ἀπομακρύνεται τῆς κυρίας ἐστίας E καὶ καθίσταται μεγαλείτερον.

2^{ον} Ὅταν ἡ φωτεινὴ γραμμὴ ΠP κῆται ἐπὶ τῆς κυρίας ἐστίας E' (Σχ. 335), τότε διὰ τῆς αὐτῆς κατασκευῆς θέλομεν ἰδεῖ, ὅτι οἱ δευτερεύοντες ἄξονες ΠO , PO , ἐνεκα τῆς ἰσότητος τῶν εὐθειῶν ΠI , $E'O$ καὶ



Σχ. 335

OE , θέλουσιν εἶναι ἀμοιβαίως παράλληλοι μὲ τὰς ἐξιούσας φωτεινὰς ἀκτῖνας IE , $I'E$, ἐπομένως αἱ συζυγεῖς ἐστὶν τοῦ Π καὶ P , αἱ διὰ τῆς συναπαρτήσεως τῶν εὐθειῶν ΠO καὶ IE , PO καὶ $I'E$ προσδιοριζόμεναι, θέλουσι κεῖσθαι εἰς ἄπειρον ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν. Τὸ εἶδωλον



Σχ. 336

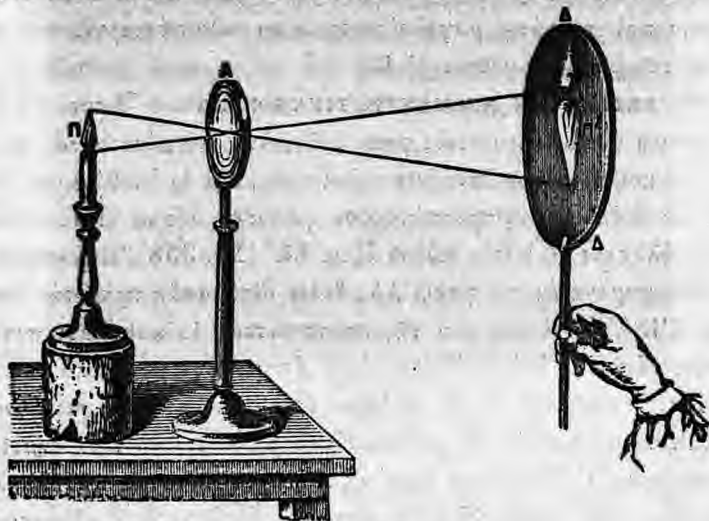
λοιπὸν τότε τοῦ ἀντικειμένου ΠP θέλει εἶναι ἀπείρως μέγα καὶ εἰς ἄπειρον ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀπόστασιν, ἐν ἄλλαις λέξεσι, δὲν θέλει ὑφίστασθαι.

3^{ον} Ἐὰν ὑποθέσωμεν ἐπὶ τέλους, ὅτι ἡ φωτεινὴ γραμμὴ ΠP κεῖται μεταξὺ τῆς κυρίας ἐστίας E' καὶ τοῦ φακοῦ AA' (Σχ. 336), τότε, ἐπειδὴ αἱ παράλληλοι τῷ κυρίῳ ἄξονι $E'E$ εὐθεῖαι ΠI , $P I'$ εἶναι προφανῶς μικρότεραι τῆς OE' ἢ OE , αἱ ἐξιούσαι ἀκτῖνες IE , $E I'$ δὲν δύ-

γανται νὰ συναπαντήσωσιν οὐδαμοῦ τοὺς δευτερεύοντας ἄξονας ΠΟ, ΡΟ πρὸς τὰ δεξιὰ τοῦ φακοῦ ΑΑ', ἐπομένως τὸ ἀντικείμενον ΠΡ δὲν δύναται νὰ σχηματίσῃ οὐδαμοῦ διὰ τοῦ φακοῦ ΑΑ' οὐδὲν αὐτοῦ πραγματικὸν εἶδωλον. Ἀλλ' ἐὰν προεκβάλωμεν πρὸς τὰ ἀριστερὰ τοῦ φακοῦ ΑΑ' τοὺς τε δευτερεύοντας ἄξονας καὶ τὰς ἐξιούσας ἀκτῖνας ΙΕ, Ι'Ε, βλέπομεν ὅτι οὗτοι συναπαντῶνται μετὰ τῶν ἀντιστοιχοῦσων προεκβολῶν τῶν ἀκτίνων εἰς τὰ σημεῖα Π' καὶ Ρ'. Αἱ ἐκ τῶν σημείων λοιπὸν Π' καὶ Ρ' πρὸς τὸν φακὸν ΑΑ' ἐκπεμπόμεναι ἀκτῖνες θέλουσι σχηματίσει ἐξερχόμεναι τοῦ φακοῦ δέσμας ἀποκλινούσας, αἵτινες θέλουσιν ἔχει ὡς κορυφὰς τὰ φανταστικὰ σημεῖα Π' καὶ Ρ'. Ὁ δεχόμενος λοιπὸν τὰς ἐξιούσας ταύτας δέσμας ὀφθαλμὸς θέλει ἰδεῖ εἰς μὲν τὸ Π' τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ Π, εἰς δὲ τὸ Ρ' τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ Ρ, ἐπομένως εἰς τὸ Π'Ρ' τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τῆς ὅλης φωτεινῆς γραμμῆς ΠΡ. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι, ὅταν τὸ ἀντικείμενον ΠΡ κῆται μετὰ τῆς κυρίας ἐστίας Ε' καὶ τοῦ φακοῦ, ὁ δεχόμενος τὰς ἐξιούσας ἀκτῖνας ΙΕ, Ι'Ε κτλ. παρατηρητὴς θέλει ἰδεῖ τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ ΠΡ ὀρθὸν καὶ μεγαλύτερον τοῦ πραγματικοῦ, καὶ τοσούτῳ μεγαλύτερον, ὅσω τὸ ἀντικείμενον ΠΡ πλησιάζει περισσότερον πρὸς τὴν ἐστίαν Ε'.

389. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΤΩΝ ΑΝΩΤΕΡΩ ΕΞΑΓΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟΔΕΙΞΙΣ. —

Τὰ καθέκαστα τῶν ἀνωτέρω ἐξαγομένων δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν εὐκόλως διὰ τοῦ ἑξῆς πειράματος.



Σχ. 337

Θέτομεν ἐντὸς σκοτεινοῦ θαλάμου ἀπέναντι ἀμφικύρτου τινὸς φακοῦ Α (Σχ. 337) καὶ ἐπὶ τοῦ κυρίου αὐτοῦ ἄξονος τὴν φλόγα Π ἀνημμένης

λαμπάδας καὶ πρὸς τὸ ἕτερον μέρος αὐτοῦ σκιάζοντι διάφραγμα ΔΔ καὶ παρατηροῦμεν ὅτι·

1^{ον} Ὅταν ἡ φλόξ Π κῆται εἰς ἀπόστασιν ἀπὸ τοῦ φακοῦ μεγαλειτέραν τοῦ διπλασίου τῆς κυρίας συζυγικῆς αὐτοῦ ἀποστάσεως, τὸ ἐπὶ τοῦ διαφράγματος ΔΔ εἶδωλον αὐτῆς Π' εἶναι πραγματικόν, ἀντεστραμμένον καὶ μικρότερον τοῦ Π.

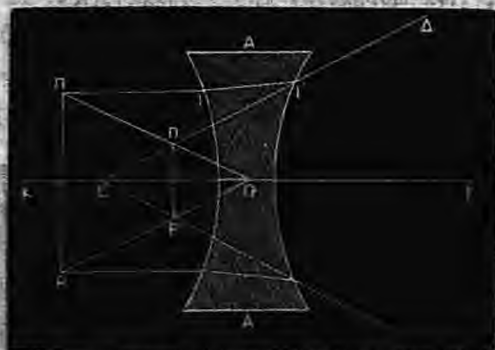
2^{ον} Ὅσα πλησιάζομεν πρὸς τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ φακοῦ Α τὴν φλόγα Π, τόσῳ τὸ ἐπὶ τοῦ διαφράγματος ΔΔ ἀντεστραμμένον εἶδωλον αὐτῆς Π' καθίσταται μεγαλειότερον καὶ σχηματίζεται εἰς μεγαλειτέρας ἀπὸ τοῦ φακοῦ ἀποστάσεις.

3^{ον} Ὅταν ἡ φλόξ Π συμπέσῃ ἐπὶ τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ φακοῦ Α, ὅπουδήποτε καὶ ἂν θέσωμεν τὸ διάφραγμα ΔΔ, δὲν δυνάμεθα νὰ εὕρωμεν οὔτε κἀν ἔγχος τι εἶδωλου τοῦ Π, ἀλλὰ παρατηροῦμεν μόνον τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ διαφράγματος ΔΔ φέρουσαν τὸν αὐτὸν περίπου φωτισμὸν καθ' ὅλην αὐτῆς τὴν ἔκτασιν, τοῦθ' ὅπερ ἀποδεικνύει ὅτι αἱ ἐξιούσαι ἀπὸ τοῦ φακοῦ φωτειναὶ τοῦ Π ἀκτίνες εἶναι παράλληλοι.

4^{ον} Ὅταν πλησιάσωμεν ἔτι μάλλον τὴν φλόγα Π, οὔθεν πάλιν εἶδωλον αὐτῆς ἐπὶ τοῦ διαφράγματος ΔΔ, ὅπουδήποτε καὶ ἂν θέσωμεν αὐτό, παρατηροῦμεν, ἀλλ' ἐὰν ἀντὶ τοῦ διαφράγματος ΔΔ θέσωμεν πλησίον τοῦ φακοῦ Α τὸν ἡμέτερον ὀφθαλμόν, θέλομεν ἰδεῖ τὸ εἶδωλον τοῦ Π ὀρθὸν καὶ τοσοῦτ' μικρότερον, ὅσῳ μάλλον πρὸς τὸν φακὸν Α πλησιάζομεν τὸ ἀντικείμενον Π. Τὸ εἶδωλον λοιπὸν τοῦ Π εἶναι τότε κατ' ἔμφασιν καὶ τοσοῦτ' μεγαλειότερον, ὅσῳ πλησιέστερον, τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ φακοῦ Α κεῖται τὸ Π.

390. ΒΕΤΙΙΑΙ ΤΩΝ ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΤΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ. — Ἐστω ΑΑ' ἡ κυρία ἐντομὴ ἀμφικοίλου τινὸς φακοῦ, Κ καὶ Κ' τὰ κέντρα τῶν σφαιρῶν, εἰς ἃς αἱ κοίλαι αὐτοῦ ἐπιφάνειαι ἀνήκουσι, καὶ ἃς ὑποθέσωμεν ἐν πρώτοις, ὅτι ἡ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτουσα φωτεινὴ δέσμη εἶναι κυλινδρική καὶ παράλληλος τῷ κυρίῳ αὐτοῦ ἄξονι ΚΚ' (Σχ. 338). Ἡ φωτεινὴ ἀκτὶς ΦΙ, εἰσερχομένη ἐν τῷ φακῷ ΑΑ, θέλει διαθλασθῇ πρὸς τὴν κατακόρυφον Κ'ΙΝ' εἰς τὸ σημεῖον τῆς προσπίψεως Ι, καὶ θέλει προσπέσει ἐπομένως ἐπὶ τῆς ἐτέρας ἐδρας αὐτοῦ ἀπομακρυνομένη ἀπὸ τοῦ κυρίου ἄξονος εἰς τι σημεῖον Ι', ἐξ οὗ θέλει ἐξέλθει κατὰ τινε διεύθυνσιν Ι'Δ ἀπομακρυνομένη ἀπὸ τῆς κατακόρυφου Κ'ΙΝ' εἰς τὸ νέον σημεῖον τῆς προσπίψεως Ι'. Βλέπομεν λοιπὸν ὅτι ἡ προσπίπτουσα παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι ΚΚ' ἀκτὶς ΦΙ ὑφίσταται δύο διαδοχικὰς διαθλάσεις κατὰ τὴν αὐτὴν φορὰν, καὶ ἐξέρχεται λαμβάνουσα νέαν τινὰ διεύθυνσιν Ι'Δ, καθ' ἣν ἀπομακρύνεται ἐπὶ μάλλον καὶ μάλλον τοῦ κυρίου ἄξονος. Αἱ ἐκ τινος λοιπὸν ἀμφικοίλου φακοῦ ΑΑ' ἐξιούσαι ἀκτίνες Ι'Δ τῶν παραλ-

391. ΕΙΔΩΛΑ ΤΩΝ ΑΝΕΝΑΝΤΙ ΤΩΝ ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΤΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ ΤΙΘΕΜΕΝΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ. — Ἄς ὑποθέσωμεν ὅτι τὸ ἀπέναντι τοῦ ἀμφικοίλου φακοῦ AA' τιθέμενον ἀντικείμενον εἶναι φωτεινὴ τις εὐθεῖα PP , κάθετος ἐπὶ τοῦ κυρίου αὐτοῦ ἄξονος KK' (Σχ. 339). Ἐὰν ἀξώμεν τοὺς δευτερεύοντος ἄξονος PO , PO , καὶ εὕρωμεν διὰ τοῦ γνωστοῦ τρόπου ἐπὶ μὲν τοῦ πρώτου τὴν συζυγῇ φανταστικὴν ἐστίαν P' τοῦ P



ΣΧ. 339

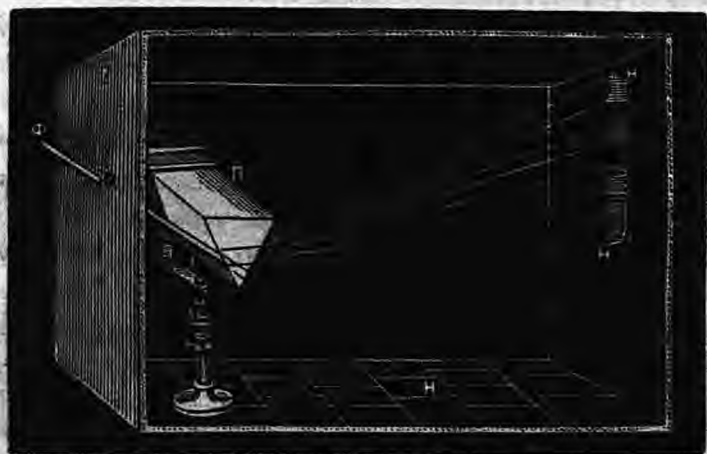
ἐπὶ δὲ τοῦ δευτέρου τὴν συζυγῇ φανταστικὴν ἐστίαν P' τοῦ P , ἡ εὐθεῖα $P'P'$ θέλει παρίστανε τὸ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου PP . Βλέπομεν δὲ ἐκκόλως, ὅτι τοῦτο εἶναι φανταστικόν, ὀρθόν, κεῖται μεταξὺ τῆς κυρτῆς ἐστίας E' καὶ τοῦ φακοῦ, εἶναι μικρότερον πάντοτε τοῦ PP , καὶ τοσούτῳ μικρότερον, ὅσω μακρότερον τοῦ φακοῦ AA' κεῖται τὸ ἀντικείμενον PP . Ὁ δεχόμενος λοιπὸν τὰς ἐκ τοῦ φακοῦ AA' ἐξιούσας ἀκτίννας θέλει ἰδεῖ ἀντὶ τοῦ ἀντικειμένου PP , τὸ φανταστικὸν αὐτοῦ εἶδωλον $P'P'$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΤΕΤΑΡΤΟΝ

ΑΠΟΣΥΝΘΕΣΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΣΥΝΘΕΣΙΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

392. ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ, ΗΛΙΑΚΟΝ ΦΑΙΣΜΑ. — Εἵπομεν ἐν τῇ § 383 ὅτι, ὅταν ἐν τινι σκοτεινῷ θαλάμῳ ἡλιακὴ τις λεπτοτάτη δέσμη ΦI προσπίπτῃ ἐπὶ τινος τριγωνικοῦ πρίσματος $BA\Gamma$ (Σχ. 327), αὕτη, ἐκτὸς τοῦ ὅτι παρεκτρέπεται πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος, ὑφίσταται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῆς παραγομένης παρεκτροπῆς ἐπιμήκυνσιν τινα καὶ ἰδιαιτέρον χρωματισμόν. Ἡ τοιαύτη εἰς διάφορα χρώματα διὰ τοῦ πρίσματος ἀποσύνθεσις τοῦ λευκοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς παρατηρήθη τὸ πρῶτον ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος καὶ ὀνομάζεται διασκεδασμός τοῦ φωτός.

Τὸ σχῆμα 340 παριστᾷ τὸ ἐσωτερικὸν σκοτεινοῦ θαλάμου, ἐν ᾧ ἡ διὰ τῆς μικροτάτης ὀπῆς ο εἰσερχομένη ἡλιακὴ δέσμη ΦΙ, ἀντὶ νὰ σχηματίζῃ ἐπὶ τῆς εὐθυγράμμου αὐτῆς διευθύνσεως τὸ λευκὸν εἶδωλον Η τοῦ Ἥλιου, παρεκτρέπεται διὰ τῆς παρενθέσεως τοῦ ὀριζοντίου πρίσματος Π καὶ σχηματίζει ἐπὶ τοῦ ἀπέναντι τοίχου τὸ ἐπίμηνες εἶδωλον



σχ. 340

Η'Η', ὅπερ παρατηρεῖται φέρον ἐπ' αὐτοῦ τὰ ἐπτά ὥραια τῆς ἱριδος χρώματα κατὰ τὴν ἐξῆς τάξιν·

ιοειδές, πορφυροῦν, κίτρινον, πράσινον, κίτρινον, χρυσοειδές, ἐρυθρόν, τοῦ ἰοειδοῦς εὐρισκομένου πάντοτε πρὸς τὴν βᾶσιν τοῦ παράγοντος τὸ εἶδωλον Η'Η' πρίσματος.

Τὸ ἐπίμηνες εἶδωλον Η'Η' τοῦ Ἥλιου ὠνομάσθη ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος *ἡλιακὸν φάσμα*, ἔχει σχῆμα ὀρθογωνίου, πλάτος ὅσον καὶ τὸ Η, καὶ περατοῦται κατὰ τὰ ἄκρα ὑπὸ δύο καμπύλων γραμμῶν, ὧν τὸ σχῆμα εἶναι ἡμικυκλικὸν ἢ συνηθέστερον ἡμιελλειπτικόν.

Ἀποδεικνύεται δὲ εὐκόλως καὶ διὰ πειραμάτων ὅτι τὸ μῆκος Η'Η' τοῦ φάσματος εἶναι τοσοῦτω μεγαλείτερον, ὥσθ διαθλαστικώτερα εἶναι ἡ οὐσία τοῦ πρίσματος, ὥσθ μεγαλειότερα εἶναι ἡ διαθλαστικὴ αὐτοῦ γωνία καὶ ὥσθ μακρύτερον κεῖται τοῦτο ἀπὸ τοῦ ἐφ' οὗ τὸ φάσμα προσπίπτει τοίχου ἢ διαφράγματος. Ἀλλ' ἵνα τὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος ὥσι ζωηρά καὶ καλῶς ἀπ' ἀλλήλων ἀποκεχωρισμένα, πρέπει ἢ ὅπῃ ο νὰ ἔχῃ ὀλίγων τινῶν χιλιοστομέτρων πλάτος, ἢ διαθλαστικὴ γωνία τοῦ πρίσματος νὰ ᾖ 60° καὶ τὸ ἐφ' οὗ προσπίπτει τὸ φάσμα διάφραγμα νὰ κῆται εἰς ἀπόστασιν 5 ἕως 6 περίπου ἀπὸ τοῦ πρίσματος μέτρων.

Τὸ ἡλιακὸν φάσμα σύγκειται πάντοτε ἐκ τῶν αὐτῶν χρωμάτων κατὰ

τὴν αὐτὴν πάντοτε διατεθειμένων τάξιν, ὅποιαδήποτε καὶ ἂν ᾦται ἡ ἐξ ἧς τὸ πρίσμα ἀποτελεῖται οὐσίᾳ. Πρὸς τοῦτοις τὸ ἡλεκτρικὸν φῶς καὶ τὰ τεχνητὰ φῶτα παρέχουσι φάσματα ἐκ τῶν αὐτῶν ἀποτελούμενα χρωμάτων καὶ κατὰ τὴν αὐτὴν τάξιν διατεθειμένων, μὲ μόνην τὴν διαφορὰν, ὅτι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον ἐλλείπουσι τινὰ τούτων, καὶ ὅτι τὸ ἐπὶ τοῦ φάσματος ἐπικρατοῦν χρῶμα εἶναι τὸ αὐτὸ μὲ τὸ τοῦ παρὰγοντος τὸ φάσμα τεχνητοῦ φωτός· ἂν δηλ. τὸ τεχνητὸν φῶς ᾦται ἐρυθρόν, ἐπὶ τοῦ παραγομένου φάσματος ἐπικρατεῖ τὸ ἐρυθρὸν χρῶμα· ἂν ᾦται πράσινον, τὸ τοῦ πράσινου, καὶ οὕτω καθέξῃς.

393. ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΕΙΝΑΙ ΑΠΛΑ. — Πρὸς ἀποδείξιν τοῦ ὅτι τὰ διάφορα χρώματα τοῦ φάσματος εἶναι ἀπλά, τουτέστι δὲν ἀποσυντίθενται δι' αὐδαλῆς μέσου εἰς ἕτερα χρώματα διάφορα, δεχόμεθα ἐν τινι σκατινῇ θαλάμῳ ἐπὶ τινος διαφράγματος ΔΔ φέροντος μικρὰν ὀπὴν α, τὸ διὰ τοῦ πρίσματος Α σχηματιζόμενον ἡλιακὸν φάσμα (εἶδ. 311), καὶ διὰ τῆς ὀπῆς α ἀφίσταμεν διαδοχικῶς νὰ προσπέσῃ ἐπὶ κατέστου τινος πρίσματος Β ἐν ὅποιανδήποτε τῶν ἐπὶ τὰ χρωμάτων τοῦ φάσματος, παρατηροῦμεν δὲ ὅτι ὅποιονδήποτε καὶ ἂν ᾦται



Σχ. 341

τὸ ἐκάστοτε ἐπὶ τοῦ πρίσματος Β προσπίπτον χρῶμα, τὸ μετὰ τὴν ὑπὸ τοῦ πρίσματος Β διάθλασιν αὐτοῦ σχηματιζόμενον ἐπὶ δευτέρου τινος διαφράγματος Δ'Δ' εἰδῶλον ἔχει τὸν αὐτὸν χρωματισμόν· τουτέστι τὸ νέον εἰδῶλον εἶναι ἰσοειδές, ἂν τὸ ἐπὶ τοῦ Β προσπεσόν χρῶμα ᾦτο τὸ ἰσοειδές πράσινον, ἂν τὸ προσπεσόν ᾦτο τὸ πράσινον· ἐρυθρόν, ἂν ᾦτο τὸ ἐρυθρόν κτλ.

394. ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΕΙΝΑΙ ΑΝΙΣΩΣ ΔΙΑΘΛΑΣΤΑ. — Ἐξ αὐτοῦ τοῦ σχηματισμοῦ τοῦ φάσματος, δυνάμεθα ἀμέσως νὰ συμπεράνωμεν ὅτι τὰ διάφορα αὐτοῦ χρώματα εἶναι ἀνίσως διαθλαστά, ἔχουσι δηλ. διαφόρους δείκτας διαθλάσεως· διότι προφανῶς τὸ μᾶλλον πρὸς τὴν βάσιν τοῦ πρίσματος διαθλώμενον ἰσοειδές ἔχει μεγαλύτερον δείκτην διαθλάσεως τοῦ ἐρυθροῦ, ὅπερ φέρεται πρὸς τὸ ἕτερον ἄκρον τοῦ φάσματος. Τοῦτ' αὐτὸ δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν καὶ διὰ τῶν ἐξ ἧς πειραμάτων·

1^{ον}. Ἐάν ἐπὶ μελανοῦ τινος πίνακος ἐπικολλήσωμεν ἐπὶ ὀριζοντίου γραμμῆς τὴν μίαν κατόπιν τῆς ἄλλης δύο στενὰς ταινίας χάρτου, τὴν μὲν ἐρυθράν, τὴν δὲ ἰοειδῆ, καὶ παρατηρήσωμεν ἔπειτα αὐτὰς διὰ τινὸς πρίσματος ὀριζοντίως διατιθεμένου, θέλομεν ἰδεῖ ὅτι αὐταὶ ἀποχωρίζονται, καὶ ὅτι ἡ ἰοειδὲς ἔχουσα χρῶμα φαίνεται ἄνωθεν τῆς ἐτέρας, ἥς τὸ χρῶμα εἶναι ἐρυθρόν. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι αἱ ἰοειδεῖς τοῦ φωτός ἀκτῖνες εἶναι διαθλαστικώτεραι τῶν ἐρυθρῶν.

2^{ον}. Ἐάν ἐν τινι σκοτεινῷ θαλάμῳ σχηματίσωμεν πρῶτον διὰ τοῦ ὀριζοντίου πρίσματος A τὸ κάθετον ἡλιακὸν φάσμα *ie*, καὶ παρενθίσωμεν ἔπειτα τὸ κάθετον πρίσμα B (Σχ. 342), παρατηροῦμεν ὅτι τὸ μὲν πρῶτον φάσμα *ie* ἐκλείπει, τὸ δὲ διὰ τοῦ πρίσματος B παραγόμενον *ie'*, ἀντὶ νὰ ᾖναι παράλληλον τῷ πρῶτῳ *ie*, διατίθεται πλάγιως καὶ οὕτως, ὥστε ἡ ἀπόστασις *ie'* νὰ ᾖναι μεγαλειτέρα τῆς *ie*.



Σχ. 342

Ἔπεται λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι αἱ ἰοειδεῖς ἀκτῖνες τοῦ πρῶτου φάσματος ὑπέστησαν μεγαλειτέραν πρὸς τὴν βάσιν τοῦ καθέτου πρίσματος B διάθλασιν ἢ αἱ ἐρυθραί.

Ἐπειδὴ αἱ διαφόρων χρωμάτων ἀκτῖνες τοῦ ἡλιακοῦ φωτός ἔχουσιν ἀνίσους διαθλαστικὰς δυνάμεις, πρὸς εὗρεσιν τοῦ δείκτου τῆς διαθλάσεως οὐσίας τινὸς (376) συνεφωνήθη νὰ λαμβάνωσι τὴν τιμὴν αὐτοῦ, τὴν ἀντιστοιχοῦσαν εἰς τὰς ἀκτῖνας τοῦ κιτρίνου χρώματος τοῦ ὑπὸ τῆς οὐσίας ταύτης παραγούμενου φάσματος.

395. **Η ΤΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΧΡΩΜΑΤΩΝ ΕΝΩΣΙΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΕΙ ΤΟ ΛΕΥΚΟΝ ΦΩΣ.** — Ἀπεδείξαμεν προηγουμένως, ὅτι τὸ λευκὸν ἡλιακὸν φῶς ἀποσυντίθεται διὰ τοῦ πρίσματος εἰς ἑπτὰ διάφορα χρώματα, καὶ ὅτι τὰ χρώματα ταῦτα εἶναι ἀπλὰ καὶ ἀνίσου διαθλαστικότητος, μᾶς μένει δὲ νὰ ἀποδείξωμεν, ὅτι τὰ αὐτὰ χρώματα ἐνού-

μενα αναπαράγουσι τὸ λευκὸν φῶς, ἵνα συμπεράνωμεν μετὰ θητικότητος, ὅτι τὸ παραγόμενον ὑπὸ τοῦ πρίσματος φάσμα προκύπτει ἐκ πραγματικῆς τῶν ἀκτίνων τοῦ λευκοῦ φωτός ἀποσυνθέσεως καὶ ὄχι ἐκ τινος ἀλλοιώσεως αὐτῶν. Τοῦτο δὲ ἀποδεικνύομεν εὐκόλως διὰ τῶν ἑξῆς πειραμάτων, ἅτινα πρῶτος ὁ Νεύτων ἐπενόησε καὶ ἐξέτελεσεν.

1^{ον}. Ἐνόνομεν διὰ τινος ἀμφικύρτου φακοῦ τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι τὸ εἰς τὴν ἐστίαν αὐτοῦ ἐπί τινος λευκοῦ διαφράγματος παραγόμενον εἰδῶλον τοῦ Ἡλίου εἶναι λευκόν.



Σχ. 343

2^{ον}. Διὰ δευτέρου πρίσματος ἐκ τῆς αὐτῆς οὐσίας αποτελουμένου καὶ τὴν αὐτὴν ἔχοντος γωνίαν διαθλάσεως, ἀλλ' ἀντιστρόφως διατεθειμένου, ἐνόνομεν τὰς διὰ τοῦ πρώτου ἀποσυντεθείσας ἡλιακὰς ἀκτίνας, καὶ παρατηροῦμεν ὅτι διὰ τῆς ἐνώσεως ταύτης ἀναπαράγεται πάλιν τὸ λευκὸν ἡλιακὸν χρῶμα.

3^{ον}. Διὰ τινος κοίλου κατόπτρου ἐνόνομεν τὰ ἐπ' αὐτοῦ προσπίπτοντα χρώματα τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, καὶ παρατηροῦμεν, ὅτι εἰς τοῦτο ἀναπαράγεται πάλιν ἐκ τῆς ἐνώσεως ταύτης τὸ λευκὸν χρῶμα.

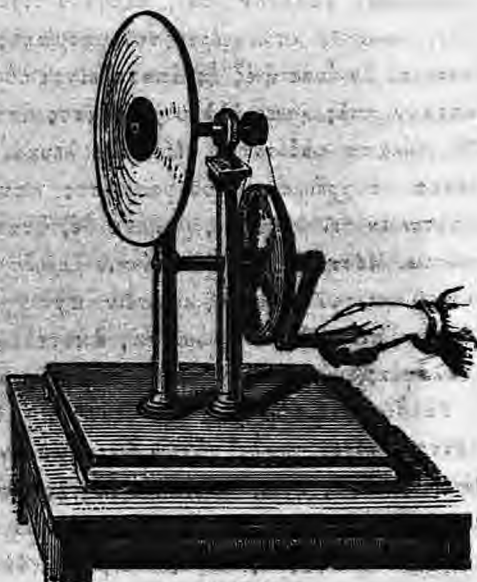
4^{ον}. Ἐν τινι σκοτεινῷ θαλάμῳ δι' ἑπτὰ ἐπιπέδων καὶ κινητῶν κατόπτρων ἐνόνομεν εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον α' τὰ ἑπτὰ χρώματα τοῦ διὰ τοῦ πρίσματος Π παραγομένου ἡλιακοῦ φάσματος, καὶ παρατηροῦμεν πάλιν, ὅτι τὸ ἐκ τῆς ἐνώσεως ταύτης προκύπτον χρῶμα εἶναι λευκόν (Σχ. 343.)

5^{ον}. Ἐάν ἐπὶ τινος μελανοῦ δίσκου Δ, ἔχοντος διάμετρον 33 περίπου ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου, ἐπικολλήσωμεν τὸν ἓνα κατόπιν τοῦ ἄλλου ἑπτὰ κυκλικούς τομεῖς ι, π, κ, π, κ, χ, ε (Σχ. 344), ἕκαστος τῶν ὁποίων νὰ φέρῃ ἓν τῶν ἑπτὰ χρωμάτων τοῦ ἡλιακοῦ φάσματος, καὶ

δύσωμεν εἰς αὐτὸν διὰ τοῦ μηχανισμοῦ τοῦ σχήματος 345 ταχέαν τινα περιστροφικὴν κίνησιν, θέλομεν ἰδεῖ τὸν δίσκον φέροντα τὸ λευκὸν χρῶμα καθ' ὅλην αὐτοῦ τὴν ἐπιφάνειαν. Διότι διὰ τῆς ταχείας αὐτοῦ περιστροφῆς αἱ τῶν διαφόρων τοῦ δίσκου χρωμάτων ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς τοῦ ὀφθαλμοῦ ἡμῶν ὑμένας ἐνέργειαι συμπαραγόνται, καὶ οὕτως ἐνοῦνται τρόπον τινὰ ἐν αὐτῷ τὰ διάφορα τοῦ τεχνητοῦ φάσματος χρώματα, ἕτινα ἀναπαράγουσι τὸ λευκὸν χρῶμα.



Σχ. 344



Σχ. 345

396. ΘΕΩΡΙΑ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΟΣ. — Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέντων πειραμάτων ὁ Νεύτων συνεπέρανεν.

1^{ον}. Ὅτι τὸ λευκὸν φῶς δὲν εἶναι ἀπλοῦν, ἀλλὰ σύγκειται ἐξ ἀπείρων διαφόρων ἀκτίνων, αἵτινες ἔχουσι τὰ διάφορα τοῦ φάσματος χρώματα.

2^{ον}. Ὅτι αἱ τῶν διαφόρων χρωμάτων ἀκτίνες αὐτοῦ εἶναι ἀρίσως διαθλασταί, καὶ ὅτι ἕνεκα τῆς ιδιότητος αὐτῶν ταύτης ἀποχωρίζονται διὰ τοῦ πρίσματος καὶ σχηματίζουν τὸ ἡλιακὸν φάσμα.

3^{ον}. Ὅτι αἱ τὸ ἡλιακὸν φάσμα ἀποτελοῦσαι ἀκτίνες εἶναι ἀπλαῖ, τουτέστι δὲν δύνανται νὰ ἀποσυντεθῶσι δι' οὐδενὸς μέσου εἰς ἄλλας διαφόρου χρώματος.

Κατὰ ταύτην τὴν περὶ φωτὸς θεωρίαν τοῦ Νεύτωνος τὰ περικυκλοῦντα ἡμᾶς διάφορα σώματα δὲν ἔχουσιν ἴδιον χρῶμα, ἀλλὰ φαί-

νονται εἰς ἡμᾶς ἐρυθρά, κυανοῦ, πορφυροῦ κτλ. καθόσον ἡ εἰς ἡς ἀποτελοῦνται οὐσία ἔχει τὴν ιδιότητα νὰ ἀποσυνθέτῃ τὰς ἡλιακὰς ἀκτῖνας, νὰ ἀπορροφᾷ τρόπον τινὰ τὰς τῶν ἄλλων χρωμάτων, καὶ νὰ ἐκπέμπῃ πρὸς τὸν ὀφθαλμὸν ἡμῶν μόνον τὰς ἐρυθροῦ, τὰς κυανοῦ, τὰς πορφυροῦ χρώματος. Τοῦτο δὲ δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν καὶ πειραματικῶς θέτοντες ἐν τινι σκοτεινῇ θαλάμῳ ὅποιονδήποτε ἰδιαιτέρου χρώματος σῶμα εἰς ἕκαστον τῶν διαφόρων χρωμάτων τοῦ φάσματος, καὶ παρατηροῦντες, ὅτι τοῦτο φαίνεται εἰς ἡμᾶς διαδοχικῶς ἐρυθρόν, πορφυροῦν, κυανοῦν κτλ., καθόσον τίθεται εἰς τὸ ἐρυθρόν, πορφυροῦν, κυανοῦν κτλ. μέρος τοῦ φάσματος· διότι τότε τοῦτο, ὅποιαδήποτε καὶ ἂν ᾖναι ἡ εἰς ἡς ἀποτελεῖται οὐσία, δὲν δύναται προφανῶς νὰ ἐκπέμπῃ πρὸς ἡμᾶς ἄλλου χρώματος ἀκτῖνας ἢ τὰς τοῦ ἐν τῇ καίτῃ. Τὰ σώματα φαίνονται εἰς ἡμᾶς λευκά, ὅταν ἀντανακλῶσιν ἐπίσης πάντα τὰ χρώματα τοῦ φάσματος κατὰ τὴν αὐτὴν ἀναλογίαν, ἣν ἔχουσιν ἐν τῷ φάσματι, μελανὰ δέ, ὅταν δὲν ἀντανακλῶσιν οὐδεμίαν τούτων. Μεταξὺ τῶν δύο τούτων ἄκρων οὕτως εἰπεῖν χρωμάτων, τοῦ λευκοῦ καὶ τοῦ μελανοῦ, καὶ τῶν ἐπὶ τὰ χρωμάτων τοῦ φάσματος ὑπάρχουσιν ἅπασα ἄλλα χρώματα, ἀποτελούμενα ἐκ τῆς κατὰ διαφάνους ἀναλαγίας ἐνώσεως τινῶν τῶν ἀπλῶν χρωμάτων αὐτοῦ.

Τὰ διαφανῆ σώματα, ὅσα διαφανῆ καὶ ἂν ὑποτεθῶσιν, ἀπορροφῶσι πάντοτε μέρος τῶν δι' αὐτῶν διερχομένων ἀκτίνων, καὶ ἐπειδὴ ἡ ἀπορρόφησις αὕτη, ἥτις προκύπτει ἐκ τῆς ὑπὸ τῶν ἀτόμων τοῦ σώματος παραγομένης κατὰ τὴν διόδου αὐτῶν ἀντανάκλασεως, δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ διὰ πάσας τὰς ἀπλᾶς τοῦ φωτὸς ἀκτῖνας, ταῦτα φαίνονται ἔχοντα τὸ χρῶμα ἐκείνων, εἰς ὧς ἐκ τῆς φύσεως αὐτῶν ἀπορροφῶσιν ὀλιγώτερον. Οὕτως ὁ ἀήρ, ὅστις φαίνεται ἄχρους, ὅταν τὸ πάχος αὐτοῦ ᾖναι μικρόν, λαμβάνει τὸ κυανοῦν χρῶμα, ὅταν τὸ πάχος αὐτοῦ ᾖναι μέγα, ὡς τὸ τῆς ἀτμοσφαίρας· ἡ ὕδρις, ἥτις εἰς μικρὸν πάχος εἶναι ἄχρους, φαίνεται πράσινος, ὅταν τὸ πάχος αὐτῆς ᾖναι μεγαλύτερον κτλ.

397. ΣΥΜΠΛΗΡΩΤΙΚΑ ΧΡΩΜΑΤΑ. — Ὀνομάζοντα κατὰ τὸν Νεύτωνα συμπληρωτικὰ χρώματα ἐκεῖνα, ἅτινα ἐνούμενα ἀποτελοῦσι τὸ λευκόν. Ἐὰν ἐν τινι σκοτεινῇ θαλάμῳ σχηματίσωμεν ἐπὶ τινος διαφράγματος, φέροντος μικρὰς ὀπὰς, τὸ ἡλιακὸν φάσμα, καὶ ἐνώσωμεν διὰ τινος ἀμυγδαλοῦ φακοῦ τινὰ τῶν διὰ τῶν ὀπῶν τοῦ διαφράγματος διερχομένων χρωμάτων, θέλωμεν σχηματίσει νέον χρῶμα, ὅπερ θέλει εἶναι τὸ συμπληρωτικὸν χρῶμα ἐκείνου, ὅπερ σχηματίζομεν ἐνοῦντες δι' ἐτέρου φακοῦ τὰ λοιπὰ τοῦ φάσματος χρώματα, τὰ διὰ τῶν ἄλλων τοῦ διαφράγματος ὀπῶν διερχόμενα· διότι προφανῶς τὸ ἐκ τῆς ἐνώσεως τῶν δύο τούτων χρωμάτων παρὰχρησόμενον χρῶμα θέλει εἶναι

λευκόν, ὡς προκύπτει ἐκ τῆς ἐνώσεως καὶ τῶν ἐπτά τοῦ φάσματος χρωμάτων. Ἐπεὶ λοιπὸν ἐντεύθεν, ὅτι πᾶν ἀπλοῦν ἢ σύνθετον χρῶμα ἔχει τὸ συμπληρωτικὸν αὐτοῦ, καὶ πρὸς τούτοις, ὅτι ἕκαστον χρῶμα ἔχει ἀπειρίαν συμπληρωτικῶν χρωμάτων· διότι, ἐὰν προσθέσωμεν εἰς τὸ ἕτερον τῶν συμπληρωτικῶν τούτων χρωμάτων καθ' ὅποιαν δὴποτε ἀναλογίαν χρῶμα λευκόν, θέλομεν παραγάγει ἀπειρίαν νέων χρωμάτων, ἅτινα θέλουσιν εἶναι πάντοτε συμπληρωτικά τοῦ ἑτέρου· διότι προφανῶς ἢ εἰς λευκὸν χρῶμα προσθήκη δευτέρου ποσότητος λευκοῦ χρώματος δὲν ἐμποδίζει τὸ ἐκ τῆς ἐνώσεως αὐτῶν προκύψον χρῶμα ἀπὸ τοῦ νὰ ᾖ καὶ πάλιν λευκόν.

398. ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ ΤΟΥ ΗΛΙΑΚΟῦ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ. — Τὸ ἥλιακόν ἢ λευκὸν φῶς, ἐκτὸς τῶν φωτεινῶν καὶ θερμαντικῶν αὐτοῦ ἰδιοτήτων, ἔχει καὶ χημικὰς ιδιότητας. Διὰ τῆς ἐνεργείας αὐτοῦ τὸ χρῶμα τοῦ χλωροῦχου ἀργύρου, καθὼς καὶ τὸ τοῦ πρωτοχλωροῦχου ὑδραργύρου, μεταβάλλεται εἰς μέλαν· ὁ διαφανὴς φάσφορος καθίσταται σκιερὸς· τὰ ἐκ φυτικῶν οὐσιῶν διάφορος νεχρωματισμένα ὑφάσματα μεταβάλλουσι τὸ ἑαυτῶν χρῶμα· τὸ ὑδρογόνον καὶ χλωρίον ἀναμεμιγμένα κατ' ἴσους ὄγκους ἐνοῦνται κτλ. Ἐὰν δὲ ἐξετάσωμεν καὶ ὑπὸ τὰς τρεῖς ταύτης ἐπόψεις τὰ διάφορα μέρη τοῦ ὑπὸ τοῦ ἥλιακού ἢ λευκοῦ φωτός παραγομένου φάσματος, θέλομεν ἰδεῖ.

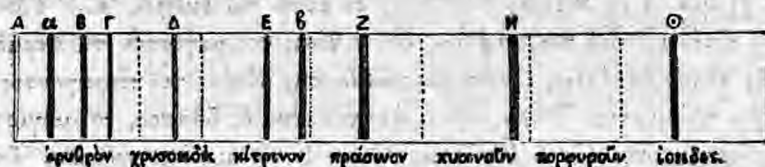
1^η. Ὅτι ἡ φωτεινὴ αὐτοῦ ἔντασις δὲν εἶναι ἡ αὐτὴ καθ' ὅλην αὐτοῦ τὴν ἔκτασιν, ἀλλὰ μεταβάλλεται ἀπὸ χρώματος εἰς χρῶμα, ἔχουσα κατὰ τὰ πειράματα τοῦ Fraunhofer καὶ Ἐρσελ τὸ μέγιστον αὐτῆς ἐν τῷ κιτρίνῳ καὶ τὸ ἐλάχιστον ἐν τῷ ιοειδίῳ χρώματι.

2^η. Ὅτι ἡ θερμαντικὴ αὐτοῦ ἔντασις εἶναι ὡσαύτως διάφορος κατὰ τὰ διάφορα αὐτοῦ μέρη. Ὁ Λελῆ εὔρε πρῶτος, ὅτι αὕτη βαίνει αὐξανομένη ἀπὸ τοῦ ιοειδοῦς πρὸς τὸ ἐρυθρόν· ὁ Ἐρσελ ὅτι ἔχει τὸ μέγιστον αὐτῆς ἐν τῇ σκοτεινῇ ταινίᾳ, δι' ἧς περατοῦται τὸ ἐρυθρὸν αὐτοῦ χρῶμα, ὁ δὲ Μπεράρ (Bérard) ἐν αὐτῷ τῷ ἐρυθρῷ, Ἀλλ' ὁ Seebeck ἀπέδειξε διὰ πειραμάτων, ὅτι ἡ θέσις τοῦ μεγίστου τῆς θερμαντικῆς αὐτοῦ ἐντάσεως ἐξαρτᾶται καὶ ἐκ τῆς οὐσίας τοῦ παράγοντος τοῦ φάσμα πρίσματος. Ὅταν τοῦτο ἀποτελεῖται ἐξ ὕδατος, τὸ μέγιστον τῆς θερμαντικῆς αὐτοῦ ἐντάσεως κεῖται ἐν τῷ κιτρίνῳ χρώματι· ὅταν ἐξ οἶνοπνεύματος, μεταξὺ τοῦ κιτρίνου καὶ χρυσοειδοῦς· ὅταν δὲ ἐκ crown glass, ἐν τῷ ἐρυθρῷ. Ὁ Μελλόνης μάλιστα παρατήρησε διὰ τοῦ θερμοπολλαπλασιαστοῦ αὐτοῦ ὄργανον, ὅτι τὸ μέγιστον τῆς θερμαντικῆς αὐτοῦ δυνάμεως φέρεται τοσούτῳ μᾶλλον ἐκ τοῦ κιτρίνου πρὸς τὸ ἐρυθρόν, ὥσθ διαθερμοτέρα εἶναι ἢ ἐξ ἧς τὸ πρίσμα σύγκειται οὐσία, καὶ ὅτι τοῦτο φέρεται καὶ πέραν τοῦ ἐρυθροῦ, ὅταν τὸ πρίσμα

σύγκηται ἐξ ὀρυκτοῦ ἁλατος, ὅπερ, ὡς γνωστόν, εἶναι ἡ διαθερμότερα πασῶν τῶν οὐσιῶν.

3^η. Ὅτι οὐτε αἱ χημικαὶ αὐτοῦ ἐνέργειαι ἔχουσι τὴν αὐτὴν ἐντασιν καθ' ὅλην αὐτοῦ τὴν ἔκτασιν. Πρῶτος, ὁ Scheele ἀπέδειξεν, ὅτι αἱ ἰοειδεῖς αὐτοῦ ἀκτίνες ἔχουσιν ἐπὶ τοῦ χλωροῦχου ἀργύρου ἐπαισθητότερην ἐνέργειαν ἢ αἱ τῶν λοιπῶν χρωμάτων, ὁ δὲ Βολλαστὼν παρέτηρσεν, ὅτι παρήγετο ἐπ' αὐτοῦ ἡ αὐτὴ χημικὴ ἐνέργεια καὶ ὅταν τοῦτο ἐτίθετο πέραν τοῦ ἰοειδοῦς, ἐκτὸς τοῦ φάσματος. Ὑπάρχουσιν ἄρα ἐκτὸς τῶν ἐν τῷ φάσματι φωτεινῶν ἀκτίνων καὶ ἀκτίνες διαθλαστικώτεροι μὲν τῶν τοῦ ἰοειδοῦς, ἀλλ' ἀόρατοι εἰς τὸν ἡμέτερον ὀφθαλμόν, μὴ δυνάμεναι δηλαδὴ νὰ ἐνεργήσωσιν ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς τοῦ ὀφθαλμοῦ ὑμένοιο μεθ' ἱκανῆς ἐντάσεως, ὥστε νὰ παραγάγωσιν ἐν ἡμῖν φωτεινὰς ἐντυπώσεις, ἀπορροφώμεναι ἴσως ὑπὸ τῶν ἀποτελούντων τὸ τῆς ὁράσεως ἡμῶν ὄργανον ὑγρῶν πρὶν ἢ φθάσωσιν ἐπ' αὐτοῦ.

399. ΡΑΒΔΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΑΣΜΑΤΟΣ. — Ὁ Νεύτων ἐφρόνει ὅτι τὸ ἥλιακόν φάσμα ἦτο συνεχές, ἐφωτίζετο δηλ. καθ' ὅλην αὐτοῦ τὴν ἔκτασιν ὑπὸ τῶν ἀποσυντεθεισῶν καὶ ἀνίσως κατὰ πάντας τοὺς βαθμοὺς τῆς διαθλαστικότητος διαθλασθεισῶν ἥλιακῶν ἀκτίνων. Πρῶτος ὁ Βολλαστὼν τὸ 1802 παρέτηρσεν ἐν αὐτῷ πλείστας στενοτάτας καὶ σκοτεινὰς ταινίας, παραλλήλους τῇ διαθλαστικῇ τοῦ παραγαγόντος αὐτὸ πρίσματος κόψει, τὸ δὲ 1817 ὁ Fraunhofer, ἀγνοῶν τὰς ἐπὶ τοῦ φάσματος γενομένας ὑπὸ τοῦ Βολλαστῶνος παρατηρήσεις καὶ θελήσας νὰ εὕρῃ ἐν αὐτῷ σταθερά τινι σημεῖα, δι' ὧν νὰ προσδιορίσῃ ἀκριβῶς τοὺς δείκτας τῆς διαθλάσεως τῶν ἀκτίνων τῶν διαφόρων αὐτοῦ χρωμάτων, ἐξεπλάγῃ ἰδὼν, ὅτι τοῦτο κατετέμνετο ὑπὸ πληθύος (εἶχε μετρήσει ὑπὲρ τὰς 600) λεπτοτάτων, σκοτεινῶν καὶ παραλλήλων γραμμῶν, ἀκανονίστως καθ' ὅλην αὐτοῦ τὴν ἔκτασιν διεσπαρμένων. Αἱ γραμμαὶ αὗται ὠνομάσθησαν ραβδώσεις τοῦ φάσματος. Ἐκ τούτων



Σχ. 346

διέκρινεν ὁκτὼ εὐδιακριτωτέρας τῶν ἄλλων ὡς ἐκ τῆς θέσεως καὶ ἐντάσεως αὐτῶν, καὶ ὠνόμασεν αὐτάς διὰ τῶν πρώτων γραμμῶν τοῦ ἀλφαθήτου Α, Β, Γ, Δ, Ε, Ζ, Η, Θ (Σχ. 346). Ἡ ραβδῶσις Α εὐρίσκεται πρὸς τὸ ἄκρον τοῦ ἐρυθροῦ ἢ Β κατὰ τὸ μέσον αὐτοῦ ἢ Γ,

πρὸς τὸ ὄριον τοῦ ἐρυθροῦ καὶ χρυσοειδοῦς· ἡ Δ ἐν τῷ χρυσοειδεῖ· ἡ Εἰ ἐν τῷ κιτρίνῳ· ἡ Ζ ἐν τῷ πρασίνῳ· ἡ Η ἐν τῷ κυανῷ καὶ ἡ Θ ἐν τῷ ἰοειδεῖ. Μεταξὺ τῶν ὁκτώ τούτων διακρίνονται καὶ δύο ἄλλαι α καὶ β, ἐξ ὧν ἡ μὲν α κεῖται ἐν τῷ ἐρυθρῷ καὶ ἀποτελεῖται ἐξ ὁκτώ λεπτοτάτων γραμμῶν, ἡ δὲ β πλησίον τῆς Ε καὶ ἀποτελεῖται ἐκ τριῶν· δύο τῶν ὁπλίων χωρίζονται διὰ μικρᾶς φωτεινῆς ταινίας. Συμπεραίνομεν λοιπὸν ἐντεῦθεν ὅτι ἡ περὶ τῆς συνεχείας τοῦ φάσματος ἰδέα τοῦ Νεύτωνος ἡ-ο ἐσφαλμένη, ἐν ἄλλαις λέξεσιν, ὅτι ἡ διαθλαστικότης τῶν ἀκτίνων τοῦ φάσματος δὲν λαμβάνει πάσας τὰς μεταξὺ τοῦ ἐρυθροῦ καὶ ἰοειδοῦς δυνατάς τιμάς.

Παρατηρήθη προσέτι ὅτι τὸ φῶς τῶν ἀστέρων, τὸ ἤλεκτρικὸν φῶς καὶ τὰ τεχνητὰ φῶτα περιέχουσι ῥαβδωτὰ φάσματα, διαφέροντα ἀπ' ἀλλήλων καὶ τοῦ ὑπὸ τοῦ ἡλιακοῦ φωτὸς παραγομένου κατὰ τὴν θέσιν, τὴν τάξιν καὶ τὰς σχέσεις τῶν πρὸς ἀλλήλας ἀποστάσεων τῶν ἐν αὐτοῖς ῥαβδώσεων.

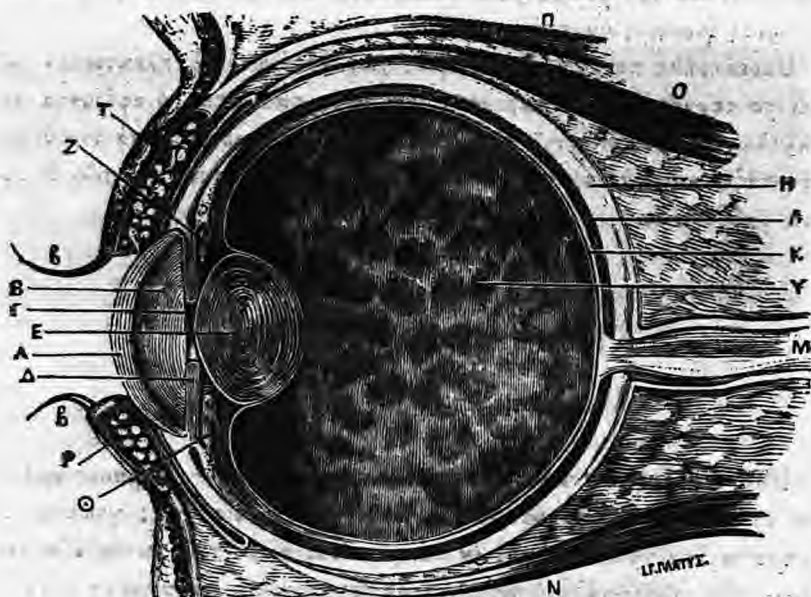
ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΠΕΜΠΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΑΠΛΗΣ ΟΡΑΣΕΩΣ

400. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ. — "Ορασις καλεῖται τὸ φυσικὸν φαινόμενον, δι' οὗ καθίστανται εἰς ἡμᾶς γνωστὰ τὰ σχήματα, τὰ χρώματα καὶ ἐν γένει πᾶσαι αἱ ἐκ τοῦ φωτὸς ἐξαρτώμεναι τῶν σωμάτων ιδιότητες· τὸ δὲ ὄργανον, τὸ παράγον ἐν ἡμῖν τὸ αἰσθημα τῆς ὁράσεως διὰ τῆς ἐπ' αὐτοῦ ἐνεργείας τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων, καλεῖται ὀφθαλμός. Ὄταν τὸ τῆς ὁράσεως ἡμῶν ὄργανον ἐνεργῇ ἄνευ τῆς συνδρομῆς ἰδιαιτέρου τινὸς ὀπτικοῦ ὀργάνου, ἡ ὄρασις ἐνομάζεται ἀπλή, ὅταν δὲ τοῦτο ὑποβοηθῇται ὑπὸ τοιοῦτων, καλεῖται σύνθετος. Περὶ τῆς δευτέρας ταύτης θέλομεν κάμει ἰδιαιτέρως λόγον εἰς τὸ ἐπόμενον κεφάλαιον, ἐν ᾧ θέλομεν περιγράψει τὴν κατασκευὴν καὶ τὸν τρόπον τῆς ἐνεργείας τινῶν τῶν κυριωτέρων ὀπτικῶν ὀργάνων.

Ὁ ἀνθρώπινος ὀφθαλμός, οὗτινος ἐντομὴν παριστᾷ τὸ σχῆμα 347, ἔχει σχῆμα περίπου σφαιρικόν, κεῖται ἐντὸς τῆς ἐκ τινων ὀστέων τοῦ κρανίου καὶ τοῦ προσώπου ἀποτελουμένης κοιλότητος, ἥτις καλεῖται κόγχη τοῦ ὀφθαλμοῦ. Αὕτη ἔχει σχῆμα πυραμιδοειδές καὶ καλύπτεται ἐσωτερικῶς ὑπὸ παχέων οὐσιῶν, αἵτινες προφυλάττουσι τὸν ἐν αὐτῇ κινούμενον ὀφθαλμόν ἀπὸ πάσης ἐπὶ τῶν ὀστέων παρειῶν τῆς κόγχης τριβῆς. Τρία ζεύγη μυῶν παράγουσι τὰς ἐν τῇ κόγχῃ διαφόρους τοῦ

ὀφθαλμοῦ κινήσεις· τὸ ἐν τούτων Ο, Ν, ὁρατὸν ἐν τῷ σχήματι, χρῆσι-
μεύει διὰ τὰς καθέτους, τὸ ἕτερον διὰ τὰς ὁριζοντίους, καὶ τὸ τρίτον,
πλαγίως πρὸς τὰ δύο πρῶτα διατεθειμένον, διὰ τὰς περιστροφικὰς περὶ
τινα ἄξονα ἐκ τῶν ἐξω πρὸς τὰ ἔσω διευθυνόμενον. Ὁ βολβὸς τοῦ ὀφθαλ-
μοῦ κρατεῖται ἐν τῇ κόγχῃ διὰ τῶν ἐξ τούτων μῶν καὶ διὰ τοῦ ἐπι-
πεφυκότος ὑμένος, ὅστις εἶναι ἐπικεκολλημένος ἀφ' ἑνὸς ἐπὶ τῆς ἐμ-
προσθίου αὐτοῦ ἐπιφάνειας, καὶ ἀφ' ἑτέρου ἐπὶ τῶν ἐσωτερικῶν πα-
ρειῶν τῶν βλεφάρων Τ καὶ Ρ, συγκινεῖται δὲ μετ' αὐτῶν καὶ διαβρέχει



Σχ. 347

οὕτω τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ὀφθαλμοῦ μετ' αὐτὸ τοῦ δακρυ-
γόνου ἀδένους παραγόμενον ὑγρὸν, ἐξ οὗ ἀποτελοῦνται τὰ δάκρυα, ὅταν
ψυχικαὶ τινες συγκινήσεις ἢ ἄλλαι τινὲς ἐξωτερικαὶ αἰτίαι ἐπαυξάνωσι
τὴν ἐκροὴν αὐτοῦ. Αἱ ἐπὶ τῶν ἄκρων τῶν βλεφάρων ὑπάρχουσαι βλε-
φαρίδες β, β' ἐμποδίζουν τὰ μετὰ τοῦ ἀέρος συγκινούμενα μικρὰ σω-
μάτια ἀπὸ τοῦ νᾶ εἰσέρχωνται ἐν τῷ ὀφθαλμῷ καὶ προξενῶσιν εἰς τὸν
ἐπιπεφυκότα ὑμένα δυσaráεστους ἐρεθισμούς.

Ὁ βολβὸς τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀποτελεῖται ἐκ τοῦ καλουμένου σκληρω-
τικοῦ ὑμένος Π, ὅστις εἶναι λευκός, ἀδιαφανὴς καὶ λίαν σκληρός, κα-
λύπτει δὲ ὁλόκληρον σχεδὸν τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιφάνειαν αὐτοῦ, ἐκτὸς
μικροῦ πρὸς τὰ ἐμπροσθεν κυκλικοῦ ἀνοίγματος, συμπληρουμένου δι' ἑ-
τέρου ἀχρῶς καὶ διαφανεστάτου ὑμένος Α, ἔχοντος μεγαλειτέραν τοῦ
πρώτου κυρτότητα καὶ καλουμένου κερατοειδοῦς ἢ κερατίου ὑμένος.

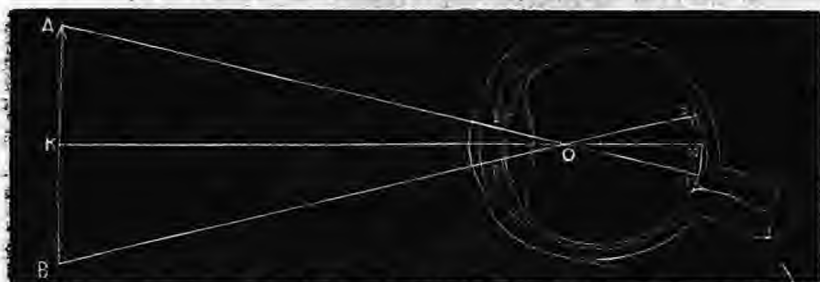
Ὅπισθεν τοῦ ὑμένοσ τούτου καὶ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν ὑπάρχει κάθετόν τι μεμβρανῶδες καὶ ἀδιαφανὲς διάφραγμα Δ, καλούμενον ἱρίς, καὶ φέρον ἐν τῷ μέσῳ αὐτοῦ κυκλικὴν ὀπὴν Γ, ἥτις καλεῖται κόρη τοῦ ὀφθαλμοῦ. Αὕτη διαστέλλεται καὶ συστέλλεται ἀφ' ἑαυτῆς μεταξύ ὀρίων τινῶν, ὡσάκις εἶναι ἀνάγκη νὰ αὐξηθῇ ἢ ἐλαττωθῇ ἡ ποσότης τοῦ δι' αὐτῆς ἐν τῷ ὀφθαλμῷ εἰσερχομένου φωτός. Ὅπισθεν τῆς ἱρίδος καὶ εἰς μικρὰν πάλιν ἀπ' αὐτῆς ἀπόστασιν ὑπάρχει ἕτερον φακοειδὲς σῶμα Β', ὅπερ ἔχει τὴν ὀπίσθιον αὐτοῦ ἐπιφάνειαν κυρτοτέραν τῆς ἐμπροσθίου, καὶ τοῦ ὁποῖου ὁ ἄξων διέρχεται διὰ τοῦ κέντρου τῆς κόρης, καλεῖται δὲ *κρυστάλλοειδής* ἢ *κρυστάλλινος φακός*. Οὗτος εἶναι διαφανής καὶ ἀποτελεῖται ἐκ διαφόρων σφαιρικῶν περίπου στρωμάτων, ὧν οἱ δεικται τῆς διαθλάσεως εἶναι διάφοροι καὶ βαίνουνσιν αὐξανόμενοι ἀπὸ τοῦ ἐξωτερικοῦ πρὸς τὸ ἐσωτερικόν, περιέχεται δὲ ἐντὸς διαφανοῦς μεμβράνης, ἥτις καλεῖται *θήκη* ἢ *περικάλυμμα φακοῦ*, καὶ στηρίζεται κατὰ τὴν περίμετρον αὐτοῦ ὑπὸ τῶν *βλεφαρικών* καλουμένων *προβολῶν* Ζ καὶ Θ.

Ὁ κρυστάλλινος φακὸς διαιρεῖ τὸ ἐσωτερικόν μέρος τοῦ βολβοῦ εἰς δύο ἀνίσους χωρητικότητας· τὴν *ἐμπρόσθιον* καὶ τὴν *ὀπίσθιον κοιλότητα*, μεταξύ τῶν ὁποίων οὐδεμία ὑπάρχει συγκοινωνία. Ἡ ἐμπρόσθιος κοιλότης εἶναι πλήρης διαφανοῦς τίνος καὶ ἀχρόου ὑγροῦ Β, καλουμένου *υδατώδους*, καὶ διαιρεῖται πάλιν ὑπὸ τῆς ἱρίδος εἰς δύο μικροτέρας· τὴν *ἐμπρόσθιον θάλαμον* καὶ τὸν *ὀπίσθιον θάλαμον*. Ἡ ὀπίσθιος κοιλότης εἶναι καὶ αὕτη πλήρης ἀχρόου τινὸς ὑγροῦ, διαφανεστάτου καὶ πηγματώδους Υ, καλουμένου *υαλώδους*. Τὸ υαλώδες τοῦτο ῥευστὸν περιέχεται ἐντὸς λεπτοτάτης καὶ διαφανεστάτης μεμβράνης, ἥτις καλεῖται *υαλώδης ὑμὴν* καὶ παρίσταται ἐν τῷ σχήματι ὑπὸ τῆς ἐν αὐτῷ περὶ τὸ υαλώδες ὑγρὸν Υ παρατηρουμένης λευκῆς καὶ συνεχοῦς γραμμῆς.

Μετὰ τὸν υαλώδη ὑμένα ὑπάρχει ὁ *ἀμφιβληστροειδής* καλούμενος ὑμὴν Κ, ὅστις οὐδὲν ἄλλο εἶναι εἰμὴ αὐτὸ τὸ *ὀπτικὸν νεῦρον* Μ, ὅπερ εἰσέρχεται ἐν τῷ βολβῷ διὰ τοῦ σκληρωτικοῦ ὑμένοσ Η, καὶ σχηματίζει ἐφαπλούμενον καὶ διακλαδούμενον εἰς λεπτότατα νημάτια τὴν τὸν υαλώδη ὑμένα καλύπτουσαν νευρώδη μεμβράνην, ἥτις ἀποτελεῖ τὸ οὐσιωδέστερον μέρος τοῦ ὀφθαλμοῦ· διότι αὕτη εἶναι ἡ δεχομένη καὶ μεταβιβάζουσα εἰς τὴν ψυχὴν καθ' ὅλως ἄγνωστον εἰς ἡμᾶς τρόπον τὰς ὑπὸ τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων παραγομένας ἐπ' αὐτῆς ἐντυπώσεις. Τέλος μεταξύ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ὑμένοσ Κ καὶ τοῦ σκληρωτικοῦ Η ὑπάρχει καὶ ἕτερος ὑμὴν Λ, ὅστις καλεῖται *χοριοειδής* ἢ *χοροειδής*. Οὗτος καλύπτεται ὑπὸ μελανῆς τίνος ὕλης, καὶ σχηματίζει τὰς βλεφαρικάς *προβολάς*, δι' ὧν συγκρατεῖται ὁ κρυστάλλινος φακός. Ὁ αὐτὸς χοριοει-

δῆς ὑμὴν φθάνει μέχρι τῆς ὀπισθοῦ ἐπιφανείας τῆς ἱριδος, καὶ δίδει εἰς αὐτὴν διάφορα χρώματα, ἐξ ὧν ἀποτελοῦνται τὰ παρ' ἡμῶν παρατηρούμενα διάφορα χρώματα τῶν ὀφθαλμῶν.

401. ΠΕΡΙ ΤΟΥ ΠΩΣ ΘΡΩΜΕΝ. — Ἵνα ἴδωμεν τί συμβαίνει, ὅπως παραχθῇ ἐν ἡμῖν τὸ αἶσθημα τῆς ὁράσεως, ἃς ὑποθέσωμεν ὅτι ἀπέναντι τοῦ ὀφθαλμοῦ κεῖται ἀντικείμενόν τι, π. χ. φωτεινὴ τις γραμμὴ AB , κάθετος ἐπὶ τοῦ κυρίου ἄξονος αὐτοῦ OK (σχ. 348). Ἡ ἐκ τοῦ σημείου K ἐπὶ τοῦ κεραιοειδοῦς ὑμέρος προσπίπτουσα φωτεινὴ δέσμη ὑφίσταται εἰσερχομένη ἐκ τοῦ ἀέρος ἐντὸς τοῦ ὑδατώδους ὕγρου διάθλασιν τινα



Σχ. 348

πρὸς τὸν κύριον αὐτῆς ἄξονα KO , τὸ δὲ μέρος τῆς διαθλασθείσης δέσμης, τὸ διὰ τῆς κόρης διερχόμενον καὶ ἐπὶ τοῦ κρυσταλλίνου φακοῦ προσπίπτον, ὑφίσταται, ἐπειδὴ τὸ κρυσταλλοειδὲς ἔχει σχῆμα ἀμφικύρτου φακοῦ καὶ μεγαλείτερον τοῦ ὑδατώδους καὶ τοῦ ὑαλώδους ὕγρου δείκτην διαθλάσεως (378), νέν πρὸς τὸν ἄξονα KO διάθλασιν, εἰς τρόπον ὥστε φθάνει συγκεντρώμενον οὕτως εἰς τι σημεῖον αὐτοῦ x , κείμενον ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ὑμέρος· ἐν ἄλλαις λέξεσιν, εἰς τὸ σημεῖον x τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ὑμέρος σχηματίζεται διὰ τῆς ἐπὶ τῆς φωτεινῆς δέσμης ἐνεργείας τοῦ ὑδατώδους ὕγρου καὶ τοῦ κρυσταλλίνου φακοῦ τὸ πραγματικὸν εἶδωλον τοῦ σημείου K . Ὁμοιοτρόπως σκεπτόμενοι θέλωμεν ἶδει, ὅτι ἕκαστον τῶν σημείων A καὶ B τῆς φωτεινῆς γραμμῆς AB θέλει σχηματίσει διὰ τῆς ἐνεργείας τῶν αὐτῶν μερῶν τοῦ ὀφθαλμοῦ τὸ πραγματικὸν αὐτοῦ εἶδωλον a καὶ b ἐπὶ τοῦ ἀντιστοιχοῦντος δευτερεύοντος ἄξονος AO καὶ BO , τοῦ διερχομένου διὰ τοῦ ὀπτικοῦ κέντρου O (386, 387) τοῦ συστήματος τοῦ συγκεντρωτικοῦ μνηίσκου καὶ τοῦ ἀμφικύρτου φακοῦ, ὅπερ κατὰ τοὺς Volkmann καὶ Vallée κεῖται ἐντὸς τοῦ ὑαλώδους ὕγρου καὶ πλησίον τοῦ κρυσταλλίνου φακοῦ. Θέλει λοιπὸν σχηματισθῇ οὕτως ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ὑμέρος μικρόν τι καὶ ἀντεστραμμένον εἶδωλον ab τοῦ ἀντικειμένου AB , καὶ ἐπειδὴ ἕκαστον τῶν σημείων τοῦ εἰδώλου ab εἶναι ἡ συ-

ζυγῆς ἐστία τοῦ ἀντιστοιχοῦντος σημείου τοῦ ἀντικειμένου AB, ὁ ἀμφιβληστροειδὴς ὑμῶν ὑφίσταται διὰ τῆς ἐνεργείας τῶν ἐπὶ τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ εἰδώλου αβ συγκεντρωθεῖσων φωτεινῶν ἀκτίνων ἀναλόγου ἐντυπώσεις, ἃς μεταβιβάζει διὰ τοῦ ὀπτικοῦ νεύρου εἰς τὸν ἐγκέφαλον, καὶ παράγεται οὕτως ἐν ἡμῖν καθ' ὅλως ἄγνωστον τρόπον διὰ τοῦ εἰδώλου αβ τὸ αἶσθημα τῆς ὁράσεως τοῦ ἀντικειμένου AB. Ὅτι δὲ πράγματι σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ὕμενος μικρὸν καὶ ἀντεστραμμένον τὸ εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου AB, τοῦτο δυνάμεθα νὰ ἀποδείξωμεν καὶ πειραματικῶς, ἐὰν λάβωμεν ἓνα τῶν ὀφθαλμῶν βοός, πρὸ τινων μόλις στιγμῶν φονευθέντος, ἀφαιρέσωμεν τὰς τὸ ὀπισθεν αὐτοῦ μέρος καλυπτούσας παχείας οὐσίας κτλ., καὶ θέσωμεν ἐν τινι σκοτεινῷ θαλάμῳ πρὸ τοῦ κερατοειδοῦς αὐτοῦ ὕμενος ἀνημμένην λαμπάδα εἰς ἀπόστασιν 30 ἢ 40 ἑκατοστῶν τοῦ μέτρου. Θέλομεν ἀμέσως ἰδεῖ πρὸς τὸ ὀπισθεν μέρος ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς αὐτοῦ ὕμενος τὸ εἶδωλον τῆς φλογὸς τῆς λαμπάδος μικρότερον καὶ ἀντεστραμμένον. Ἐὰν δὲ θέσωμεν τὸν κερατοειδῆ ὕμενα τοῦ αὐτοῦ ὀφθαλμοῦ ἐπὶ μικρᾶς τινος ἀπῆς τοῦ αὐτοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου, θέλομεν ἰδεῖ ὀπισθεν αὐτοῦ τὰ πραγματικὰ εἶδωλα τῶν ἐκτὸς ἀντικειμένων μικρότερα καὶ ἀντεστραμμένα.

Μολονότι τὸ εἶδωλον αβ τοῦ ἀντικειμένου AB σχηματίζεται ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ὕμενος λίαν μικρὸν καὶ ἀντεστραμμένον, ἡμεῖς βλέπομεν αὐτὸ τὸ ἀντικείμενον πολὺ μεγαλείτερον καὶ ὀρθόν. Τοῦτο ἐξηγεῖται ὑποτιθεμένου ὅτι ὁ ἡμέτερος ὀφθαλμὸς ἀναφέρει ἕκαστον σημεῖον α τοῦ εἰδώλου αβ κατὰ τὸν ἄξονα αΟΑ τῆς συγκλινούσης δέσμης, ἥτις ἔχει κορυφὴν αὐτὸ τὸ σημεῖον α, καθ' ἣν δηλαδὴ διεύθυνσιν φαίνεται προσβαλλόμενον ὑπὸ τῶν ἐπ' αὐτοῦ συγκεντρωθεῖσων φωτεινῶν ἀκτίνων. Οὕτω τὰ κάτω μέρη τοῦ εἰδώλου αβ ἀναφέρονται πρὸς τὰ ἄνω καὶ ἀντιστρόφως, εἰς τρόπον ὥστε τὸ ἀντίστροφον τῆς ἀντιλήψεως ἐκλείπει ἐντελῶς.

402. ΠΕΡΙ ΕΥΚΡΙΝΟΥΣ ΟΡΑΣΕΩΣ. — Πάντες οἱ Φυσικοὶ καὶ Φυσιολόγοι παραδέχονται, ὅτι ὁρῶμεν εὐκρινῶς ἀντικείμενόν τι, ὅταν τὸ ἐπὶ τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ἡμῶν ὕμενος παραγόμενον ὡς προεξηγήθη εἶδωλον αὐτοῦ ᾗται εὐκρινές, καὶ συγκεχυμένως, ὅταν τοῦτο ᾗται συγκεχυμένον, Ἀλλ' ἵνα τὸ εἶδωλον αβ ἀντικειμένου τινὸς AB ᾗ εὐκρινές, πρέπει προφανῶς ἕκαστον σημεῖον τοῦ AB νὰ σχηματίζῃ τὴν συζυγῇ αὐτοῦ ἐστίαν ἀκριβῶς εἰς ἐν καὶ μόνον σημεῖον τοῦ ἀμφιβληστροειδοῦς ὕμενος· τοῦτο δὲ συμβαίνει, ὅταν ἡ ἀπὸ τοῦ ὀφθαλμοῦ ἀπόστασις αὐτοῦ ᾗται 30 περίπου ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου.

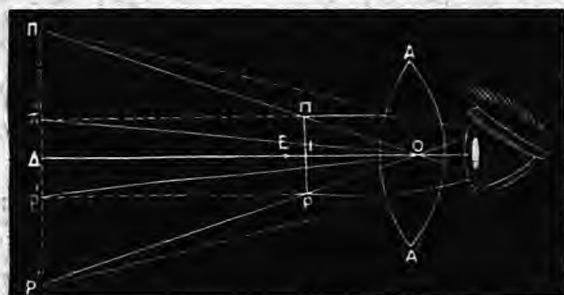


ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ ΕΚΤΟΝ

ΠΕΡΙ ΣΥΝΘΕΤΟΥ ΟΡΑΣΕΩΣ

403. **ΟΠΤΙΚΑ ὈΡΓΑΝΑ.** — Ὀνομάζονται ὀπτικά ὄργανα αἱ ἐκ φακῶν καὶ κατόπτρων ἀποτελούμεναι συσκευαί, δι' ὧν ὁ ἡμέτερος ὀφθαλμὸς ὑποβοηθεῖται σπουδαίως εἰς τὸ νὰ διακρίνῃ τὰ εἶτε ἕνεκα τῆς μεγάλης αὐτῶν σμικρότητος, εἶτε ἕνεκα τῆς μεγάλης αὐτῶν ἀπιστάσεως ὅλως ἀόρατα αὐτῷ ἀντικείμενα. Τὰ ὄργανα, δι' ὧν αὗτος διακρίνει τὰ ἕνεκα τῆς μεγάλης αὐτῶν σμικρότητος ἀόρατα ἄλλως αὐτῷ ἀντικείμενα, καλοῦνται μικροσκόπια, ἐκεῖνα δέ, δι' ὧν δύναται νὰ ἴδῃ τὰ πρότερον ἕνεκα τῆς μεγάλης αὐτῶν ἀπ' αὐτοῦ ἀποστάσεως ἀόρατα αὐτῷ ἀντικείμενα, *τηλεσκόπια*. Ἀλλ' ὑπάρχει καὶ τρίτη τις τάξις ὀπτικῶν ὀργάνων, δι' ὧν προβάλλονται ἐπὶ τινος διαφράγματος σμικρυνόμενα ἢ μεγεθυνόμενα τὰ εἰδῶλα τῶν ἀντικειμένων, ἅτινα θέλομεν ἢ νὰ ἰχνογραφῇσωμεν μετὰ μεγάλης ἀκρίβειας καὶ ταχύτητος ἢ δι' ἄλλον τινὰ σκοπὸν τοιαῦτα δὲ εἶναι ὁ σκοτεινὸς θάλαμος, ὁ μαγικὸς φακός, τὸ μεγασκόπιον κτλ.

404. **ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟΝ ΑΠΛΟὺΝ ἢ ΦΑΚΟΣ.** — Καλεῖται ἀπλοὺν μικροσκόπιον ἢ συντομώτερον φακὸς τὸ ἐκ τινος ἀμφικύρτου φακοῦ ΑΑ' ἀποτελούμενον ὀπτικὸν ὄργανον (Σχ. 349), δι' οὗ φαίνονται εἰς ἡμᾶς ἔχοντα πολὺ μεγαλειτέρας διαστάσεις τὰ μεταξὺ αὐτοῦ καὶ τῆς κυρίας



Σχ. 349

αὐτοῦ ἐστίας Ε τιθέμενα μικρὰ ἀντικείμενα ΠΡ. Ἐξηγήσαμεν δὲ ἐν τῇ 3^ῃ περιπτώσει τῆς § 388 πῶς σχηματίζεται διὰ τοῦ φακοῦ ΑΑ' τὸ φανταστικὸν εἶδωλον Π'Ρ' τοῦ ἀντικειμένου ΠΡ, καὶ εἶδομεν συνάμα ὅτι τοῦτο εἶναι τοσοῦτ' μεγαλειτέρον, ὥσ' πλησιέστερον τῆς κυρίας ἐστίας Ε τοῦ φακοῦ τίθεται τὸ ἀντικείμενον ΠΡ, ὥστε νομίζομεν ὅλως περιτὸν νὰ ἐπαναλάβωμεν τὰ αὐτὰ ἐνταῦθα. Ἀλλ' εἶναι ἀναγκαῖον νὰ

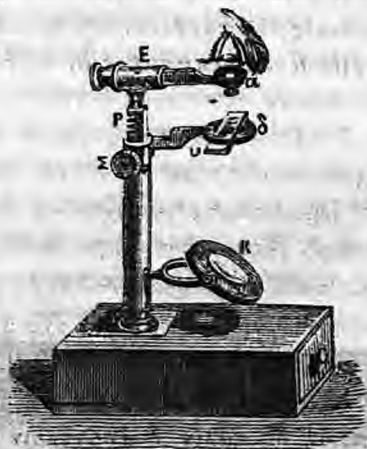
προσθέσωμεν, ὅτι τότε μόνον δυνάμεθα νὰ ἴδωμεν διὰ τοῦ φακοῦ ΑΑ' εὐκρινῶς τὰ καθέκαστα τοῦ ἀντικειμένου ΠΡ, ὅταν τὸ φανταστικὸν αὐτοῦ εἶδωλον Π'Ρ' σχηματίζεται εἰς τὴν τῆς εὐκρινοῦς ἡμῶν ὁράσεως ὠρισμένην ἀπόστασιν (402). Ἡ ὑπό τιος λοιπὸν ἀπλοῦ μικροσκοπίου παραγομένη μεγέθυνσις δὲν δύναται νὰ ᾖ ἢναι ὅποιαδήποτε, ἀλλ' ἐκείνη, καθ' ἣν τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ ὁρωμένου ἀντικειμένου σχηματίζεται εἰς τὴν τῆς εὐκρινοῦς τοῦ παρατηρητοῦ ὁράσεως ἀπόστασιν.

405. ΜΕΤΡΗΣΙΣ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ ΥΠΟ ΤΟΥ ΦΑΚΟΥ ΜΕΓΕΘΥΝΣΕΩΣ. — Καλεῖται μεγέθυνσις τοῦ φακοῦ ὁ λόγος τῆς ὀπτικῆς γωνίας Π'ΟΡ', καθ' ἣν ὁρᾶται διὰ τοῦ φακοῦ τὸ φανταστικὸν εἶδωλον Π'Ρ', πρὸς τὴν ὀπτικὴν γωνίαν Π'Ορ', καθ' ἣν ἦθελεν εἶναι ὁρατὸν αὐτὸ τὸ ἀντικείμενον ΠΡ, ἂν κύρισκετο εἰς τὴν τῆς εὐκρινοῦς τοῦ παρατηρητοῦ ὁράσεως ἀπόστασιν. Ἐὰν υποθέσωμεν, ὡς συνήθως συμβαίνει, ὅτι αἱ ὀπτικαὶ γωνίαι Π'ΟΡ', Π'Ορ' εἶναι ἀσκούντως μικραὶ, δυνάμεθα νὰ λάβωμεν κατὰ μεγάλην προσέγγισιν ὡς μέτρον τῆς παραχθείσης ὑπὸ τοῦ φακοῦ μεγεθύνσεως, ἀντὶ τοῦ λόγου τῶν γωνιῶν Π'ΟΡ', Π'Ορ', τὸν λόγον τῶν ἀντιστοιχοῦντων μεγεθῶν Π'Ρ', Π'ρ', ἢ τὸν λόγον τῶν ἀποστάσεων ΟΔ, ΟΙ. Ἐπειδὴ δὲ πάλιν ἡ ἀπόστασις ΟΙ διαφέρει εὐλίγον τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως ΟΕ τοῦ φακοῦ ΑΑ', ἀντὶ τοῦ λόγου $\frac{ΟΔ}{ΟΙ}$ λαμβάνουσι συνήθως τὸν λόγον $\frac{ΟΔ}{ΟΕ}$, τουτέστι τὸν λόγον τῆς ἀποστάσεως τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως τοῦ παρατηρητοῦ πρὸς τὴν κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν τοῦ φακοῦ. Ἐὰν υποθέσωμεν π. χ. ὅτι ἡ τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως τοῦ παρατηρητοῦ ἀπόστασις εἶναι 26 ἑκατοστὰ τοῦ μέτρου, ἡ δὲ κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ 2, ὁ λόγος $\frac{26}{2}$ ἢ 13 θέλει παριστᾷ τὴν μεγεθυντικὴν δύναμιν τοῦ φακοῦ. Ὅσῳ λοιπὸν ὁ φακὸς ἔχει βραχυτέραν ἐστιακὴν ἀπόστασιν, τοσοῦτω μεγαλειτέρα εἶναι ἡ ὑπ' αὐτοῦ παραγομένη μεγέθυνσις ἢ ἡ μεγεθυντικὴ αὐτοῦ δύναμις. Κατασκευάζονται φακοὶ ἢ ἀπλᾶ μικροσκόπια, ὧν ἡ μεγεθυντικὴ δύναμις φθάνει μέχρις 420.

Ἡ περὶ ἧς ἀνωτέρω ἐγένετο λόγος μεγέθυνσις ἀναφέρεται εἰς μίαν τῶν τριῶν διαστάσεων τοῦ σώματος καὶ ἐνομάζεται γραμμική, πρὸς διακρίσιν τῆς κατ' ἐπιφάνειαν μεγεθύνσεως, ἥτις εὐρίσκεται, κατὰ τὰ περὶ μέτρου τῶν ἐπιφανειῶν ἐν τῇ Γεωμετρίᾳ λεχθέντα, σχηματιζομένου τοῦ τετραγώνου τῆς πρώτης. Ἐὰν π. χ. ἡ γραμμικὴ μεγέθυνσις μικροσκοπίου τινὸς ᾖ 15, ἡ κατ' ἐπιφάνειαν μεγεθυντικὴ αὐτοῦ δύναμις θέλει εἶναι 15² ἢ 225.

406. ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟΝ ΤΟΥ RASPAIL. — Ὁ Raspail πρὸς εὐκολωτέραν χρῆσιν τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου ἐπενόησε τὴν ἑξῆς διάταξιν (Σχ.

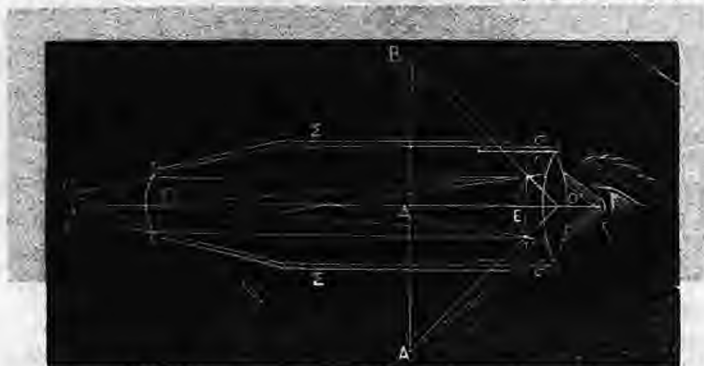
350), ἔθεσεν ἐντὸς μικρᾶς ἐκ μελανοῦ συνήθως κέρατος κατασκευαζομένης χώνης α' τὸν φακὸν τοῦ μικροσκοπίου, καὶ ἀκριβῶς ὑπ' αὐτὸν στερεὸν τὴν θέσιν στηρίγμα δ, ἐφ' οὗ τίθεται ἐντὸς δύο ὑαλίνων πλακῶν υ' τὸ πρὸς παρατήρησιν ἀντικείμενον. Ἡ μικρὰ χώνη, ἥτις ἐνομάζεται καὶ ὀπτήρ, διότι ὑπεράνω αὐτῆς καὶ πολὺ πλησίον τίθεται ὁ



Σχ. 350

ὄρων ἐφθαλμὸς τοῦ παρατηρητοῦ, στηρίζεται εἰς τὸ ἄκρον ὀριζοντίου τινὸς κανόνος E, ὅστις διὰ τῆς ὀδοντωτῆς ράβδου P, κινουμένης διὰ τοῦ στροφέως Σ, δύναται νὰ πλησιάσῃ ἢ ἀπομακρυνθῇ κατ' ἄρεσκειαν ἀπὸ τοῦ πρὸς παρατήρησιν ἀντικειμένου κατὰ τὰς ἀνάγκας τοῦ παρατηρητοῦ, οὕτω δηλαδή, ὥστε τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ παρατηρουμένου ἀντικειμένου νὰ σχηματισθῇ εἰς τὴν ἀπόστασιν τῆς εὐκρινουῦς αὐτοῦ ὁράσεως. Ὑπὸ τὸν φέροντα τὰ πρὸς παρατήρησιν ἀντικείμενα δίσκον δ ἔθεσε μικρὸν κοίλον κάτοπτρον K, δι' οὗ ἀντανακλᾶται διὰ τῆς ὀπῆς τοῦ ὑπερκειμένου δίσκου δ τὸ διακεχυμένον τῆς ἀτμοσφαίρας φῶς πρὸς τὸ ὀρώμενον ἀντικείμενον. Ὁ διὰ τοῦ κατόπτρου K ἐπὶ πλέον φωτισμὸς τοῦ ὀρωμένου ἀντικειμένου εἶναι πολὺ ἀναγκαίως διὰ τὸν ἑξῆς λόγον. Ὅταν τὸ ἀντικείμενον μεγεθύνηται, ἡ ὑφ' ἧς φωτίζεται ποσότης τοῦ φωτὸς διανέμεται ἐπίσης ἐφ' ὅλης τῆς ἐπιφανείας τοῦ διὰ τοῦ φακοῦ παραγομένου φανταστικοῦ αὐτοῦ εἰδώλου· ἐπομένως, ἐὰν ἡ ἐπιφάνεια τοῦ παραγομένου εἰδώλου ᾖ 200^{κις} μεγαλειτέρα αὐτοῦ, ἡ ἐπὶ ἴσης ἐπιφανείας ἔντασις τοῦ φωτὸς θέλει γίνεαι 200^{κις} μικροτέρα, τὸ δὲ ἀντικείμενον ἄνευ τοῦ διὰ τοῦ κατόπτρου K ἐπὶ πλέον φωτισμοῦ θέλει φαίνεσθαι τότε διὰ τοῦ μικροσκοπίου λίαν ἀμαυρόν, εἰς τρόπον ὥστε τὰ καθέταστα αὐτοῦ θέλουσιν εἶναι λίαν δυσδιάκριτα.

407. **ΣΥΝΘΕΤΟΝ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟΝ.** — Τὸ σχῆμα 351 παριστᾷ τὸ καλούμενον σύνθετον μικροσκόπιον, ἀναχθὲν εἰς τὴν ἀπλουστάτην αὐτοῦ κατασκευὴν· ἀποτελεῖται δὲ ἐκ δύο συγκεντρωτικῶν φακῶν O καὶ O' , ὧν ὁ πρῶτος O εἶναι στερεῶς προσηρμοσμένος εἰς τὸ ἄκρον ἀδιαφρανοῦς τινος σωλῆνος $\Sigma\Sigma$, ὁ δὲ ἕτερος O' εἰς τὸ ἄκρον ἐτέρου ὁμοίου σωλῆνος $\sigma\sigma$, ὅστις δύναται νὰ κινῆται μετὰ τριβῆς ἐντὸς τοῦ πρώτου. Ὁ μὲν φακὸς O , ἀπέναντι τοῦ ὁποίου τίθεται τὸ πρὸς παρατήρησιν ἀντικείμενον $αβ$, καλεῖται ἀντικειμενικός ἢ προβιβ.λημέρος, ὁ δὲ φακὸς O' , πλησίον τοῦ ὁποίου θέτει ὁ παρατηρητὴς τὸν ὀφθαλμὸν αὐτοῦ, προσφθά.λημος. Τὸ ἀντικείμενον $αβ$ τίθεται πλησίον ἀλλ' ἑλίγον ἀπώτερον τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ O , ὅστις κατὰ τὰ ἐν τῇ § 388, 1^{ον} λεχθέντα σχηματίζει εἰς τὴν θέσιν $α'β'$ μεταξὺ τοῦ προσφθαλμίου φακοῦ O' καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E τὸ πραγματικὸν εἶδωλον αὐτοῦ $α'β'$ μεγαλύτερον καὶ ἀντεστραμμένον· ἐπειδὴ δὲ τότε τὸ πραγματικὸν εἶδωλον τοῦ $αβ$ κεῖται μεταξὺ τοῦ φακοῦ O'



Σχ. 351

καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E , ὁ παρατηρητὴς κατὰ τὰ ἀνωτέρω λεχθέντα (404) θέλει ἰδεῖ διὰ τοῦ φακοῦ O' τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ $α'β'$ εἰς τὴν θέσιν AB ὁρθὸν καὶ τοσοῦτον μεγαλύτερον, ὥσθ μεγαλύτερα εἶναι ἡ μεγεθυντικὴ αὐτοῦ δύναμις. Τὸ σύνθετον λοιπὸν μικροσκόπιον δὲν διαφέρει τοῦ ἀπλοῦ μικροσκοπίου, εἰ μὴ κατὰ τοῦτο, ὅτι δι' αὐτοῦ ὁρῶμεν ἀπ' εὐθείας ὅχι αὐτὸ τὸ ἀντικείμενον $αβ$, ἀλλὰ τὸ ἀντεστραμμένον, πραγματικὸν καὶ μεγαλύτερον αὐτοῦ εἶδωλον $α'β'$, καὶ ἐπειδὴ τὸ νέον καὶ φανταστικὸν εἶδωλον AB εἶναι ὁρθὸν ὡς πρὸς τὸ $α'β'$, φαίνεται εἰς ἡμᾶς ἀντεστραμμένον ὡς πρὸς αὐτὸ τὸ ἀντικείμενον $αβ$. Ἐὰν δὲ ὑποθέσωμεν ὅτι ἡ μεγεθυντικὴ δύναμις τοῦ φακοῦ O' εἶναι 50, καὶ ὅτι τὸ εἶδωλον $α'β'$ εἶναι 4^{κι} μεγαλύτερον τοῦ ἀντικειμένου $αβ$, ἡ ὑπὸ τοῦ συνθέτου τούτου μικροσκοπίου παραχθῆσά μὲνη γραμμικὴ μεγέθυνσις θέλει προφανῶς εἶναι 50×4 , ἥτοι 200.

Διὰ τῆς προσθήκης λοιπὸν τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ O ἡ δύναμις τοῦ φακοῦ O' κατὰ τὴν ὑπόθεσιν ἡμῶν ταύτην τετραπλασιάζεται.

Σχηματίζομεν τὸ εἶδωλον $a'b'$ τοῦ ἀντικειμένου ab μεταξύ τοῦ φακοῦ O καὶ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E πλησιάζοντες ἢ ἀπομακρύνοντες ἀπὸ τοῦ φακοῦ O αὐτὸ τὸ ἀντικείμενον ab ἢ τὸ ὅλον ὄργανον ἀπὸ τοῦ ἀντικειμένου, βλέπομεν δὲ διὰ τοῦ φακοῦ O' τὸ εἶδωλον AB εἰς τὴν τῆς εὐκρινοῦς ἡμῶν ὁράσεως ἀπόστασιν $O'D$, εἰσάγοντες ἢ ἐξάγοντες κατὰ τὰς ἀνάγκας τὸν διὰ μικρᾶς τριβῆς ἐντὸς τοῦ μεγαλειτέρου σωλήνος $\Sigma\Sigma$ κινούμενον μικρὸν σωλῆνα $\alpha\alpha$.

408. **ΑΣΤΡΟΝΟΜΙΚΟΝ ΤΗΛΕΣΚΟΠION.** — Τὸ ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ἀποτελεῖται ὥς καὶ τὸ σύνθετον μικροσκόπιον ἐκ τινος ἀντικειμενικοῦ φακοῦ Φ καὶ ἐκ τινος προοφθαλμίου Φ' (Σχ. 352), ἐνεργούντων ὁμοιοτρόπως, μὲ μόνην τὴν διαφορὰν, ὅτι εἰς μὲν τὸ σύνθετον μικροσκόπιον τὰ πρὸς παρατήρησιν ἀντικείμενα τίθενται πολὺ πλησίον



Σχ. 352

τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ ἀντικειμενικοῦ αὐτοῦ φακοῦ, ἐνῶ εἰς τὸ ἀστρονομικὸν τηλεσκόπιον ταῦτα κεῖνται εἰς μεγίστας ἀπ' αὐτοῦ ἀποστάσεις. Διὰ μὲν τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ Φ σχηματίζεται ὀλίγον τι ἀπώτερον (388) τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E τὸ πραγματικὸν εἶδωλον ab τοῦ εἰς μεγίστην ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν κειμένου ἀντικειμένου AB μικρότερον καὶ ἀντεστραμμένον, διὰ δὲ τοῦ προοφθαλμίου Φ' μεγαθυνεται τὸ διὰ τοῦ Φ σχηματισθὲν ἐναέριον αὐτοῦ εἶδωλον ab , εἰς τρόπον ὥστε ὁ παρατηρητὴς βλέπει εἰς τὴν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως θέσιν $A'B'$ τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου AB μεγαλείτερον καὶ ἀντεστραμμένον. ἐν τῷ σχήματι 352 παρατηρεῖ τις εὐκλῶς τὰ καθεκαστα τῆς κατασκευῆς τῶν ὑπὸ τῶν φακῶν Φ καὶ Φ' σχηματιζομένων εἰδῶλων ab καὶ $A'B'$.

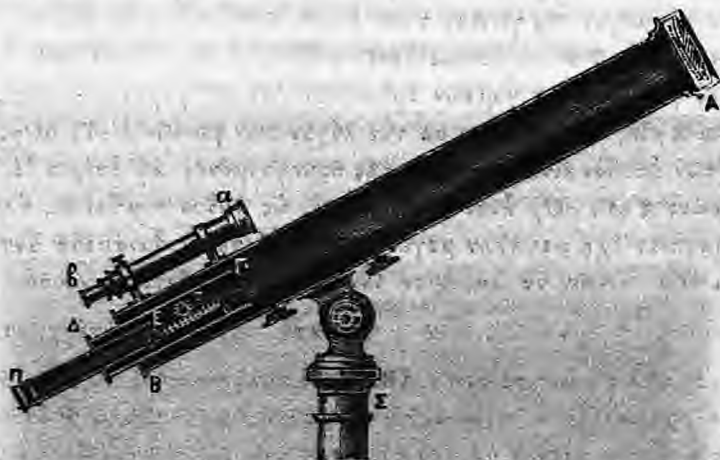
Ἐπειδὴ τὸ εἶδωλον ab μεγεθύνεται ὑπὸ τοῦ προοφθαλμίου Φ' , πρέπει τοῦτο νὰ ᾖναι ὅσον ἕνεστι φωτεινότερον (406). Πρὸς ταῦτο δὲ ὁ φακὸς Φ πρέπει νὰ ᾖναι ὅσον ἕνεστι μεγαλείτερος, διότι τότε ἡ εἰς τὸ

αὐτὸ σημεῖον τοῦ εἰδώλου αβ συγκεντρουμένη δέσμη τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων θέλει εἶναι μεγαλειτέρα. Ἀφ' ἑτέρου, ἵνα τὸ εἶδωλον αβ τοῦ ἀντικειμένου AB ᾗ ὅσον ἔνεστιν ἀκριβέστερον, πρέπει ἡ κυρία ἐστιακὴ ἀπόστασις τοῦ φακοῦ Φ νὰ ᾔῃ ὅσον ἔνεστι μεγαλειτέρα, διότι τότε ἡ ἐκ τῆς σφαιρικότητος αὐτοῦ προερχομένη παρεκτροπὴ εἶναι ἀνεπαίσθητοτέρα. Τοῦτου ἕνεκα τὰ λίαν μεγεθυντικὰ ἀστρονομικὰ τηλεσκόπια εἶναι μακρύτατα καὶ ἔχουσι μέγαν ἀντικειμενικὸν φακόν.

Πρὸς εὐρεσιν τῆς μεγεθυντικῆς δυνάμεως τοῦ ὄργάνου πρέπει νὰ λάβωμεν τὸν λόγον τῆς γωνίας Α'ΟΒ' ἢ αιβ, καθ' ἣν ἑρᾶται διὰ τοῦ προσφθαλμοῦ φακοῦ Φ' τὸ ἀντικείμενον AB, πρὸς τὴν γωνίαν ΑΟΒ ἢ αΟβ, καθ' ἣν φαίνεται διὰ γυμνῶν ὀφθαλμῶν. Ἀλλὰ προφανῶς ὁ λόγος τῶν γωνιῶν Α'ΟΒ', αΟβ ἰσοῦται μὲ τὸν λόγον τῶν γωνιῶν Α'ΟΓ', αΟγ, ἑκατέρα τῶν ὁποίων εἶναι τὸ ἥμισυ τῆς προηγουμένης' ἀφ' ἑτέρου δέ, ὅταν αἱ γωνίαι Α'ΟΓ', αΟγ ᾔῃναι λίαν μικραί, ὡς τοῦτο συμβαίνει, ὅταν τὸ τηλεσκόπιον ἔχῃ μεγάλην μεγεθυντικὴν δύναμιν, δυνάμεθα ἀντὶ τοῦ λόγου τῶν γωνιῶν νὰ λάβωμεν τὸν λόγον τῶν ἀντιστοιχοῦσων ἐφαπτομένων $\frac{\gamma\alpha}{\alpha\gamma}$, $\frac{\alpha\gamma}{\alpha\gamma}$, ὅστις εἶναι $\frac{\alpha\gamma}{\alpha\gamma}$ ἢ κατὰ μέγαν προσέγγισιν $\frac{\alpha\epsilon}{\alpha\epsilon}$. Διότι, ἐπειδὴ τὸ ἀντικείμενον AB κεῖται πολὺ μακρὰν, τὸ εἶδωλον αὐτοῦ αβ σχηματίζεται καλὴ πλησίον τῆς κυρίας τοῦ φακοῦ Φ ἐστίας Ε, ἥτις συμπίπτει σχεδὸν μὲ τὴν κυρίαν ἐστίαν τοῦ προσφθαλμοῦ φακοῦ Φ'. Δυνάμεθα λοιπὸν νὰ εἴπωμεν ὅτι ἡ μεγεθυντικὴ δύναμις τοῦ ἀστρονομικοῦ τηλεσκοπίου εὐρίσκεται διαιρουμένης τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ διὰ τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ προσφθαλμοῦ. Ἐπομένως, ὅσω ἡ πρώτη εἶναι μεγαλειτέρα καὶ ἡ δευτέρα μικροτέρα, τόσω ἡ μεγεθυντικὴ δύναμις τοῦ ὄργάνου εἶναι μεγαλειτέρα.

Τὸ σχῆμα 353 παριστᾷ ἐντομὴν τοῦ ὄργάνου, ὅπερ ἀποτελεῖται ἐκ τινος μεγάλου μεταλλικοῦ κυλίνδρου AB, φέροντος εἰς τὸ ἕτερον τῶν ἄκρων αὐτοῦ Α τὸν ἀντικειμενικὸν φακὸν καὶ εἰς τὸ ἕτερον Β στενότερον κυλινδρικὸν σωλῆνα ΓΔ, ὅστις κινεῖται ἐν αὐτῷ διὰ τοῦ τροχίσκου τ καὶ τῆς μετ' αὐτοῦ συμπλεκομένης ὀδοντωτῆς ῥάβδου ο. Ἐντὸς τοῦ σωλῆνος ΓΔ εἰσέρχεται ἕτερος σωλῆν ΠΕ, φέρων εἰς τὸ ἄκρον αὐτοῦ Π τὸν προσφθαλμικὸν τοῦ ὄργάνου φακόν. Τὸ ὅλον ὄργανον στηρίζεται ἐπὶ τῆς καθέτου βάσεως Σ, περίξ τῆς ὁποίας δύναται νὰ περιστραφῇ ἐλευθέρως, ὡς καὶ περὶ τὸν ὀριζόντιον ἄξονα Ο. Ὅταν θέλωμεν νὰ παρατηρήσωμεν δι' αὐτοῦ ἀστέρα τινά, στρέφομεν πρῶτον τὸ ὅλον ὄργανον περὶ τὸν κάθετον τῆς βάσεως αὐτοῦ ἄξονα, μέχρις οὗ ὁ ὀπτικὸς ἄξων αὐτοῦ ἀχθῇ ἐν τῷ διὰ τοῦ ἀστέρος διερχομένῳ καθέτῳ ἐπιπέδῳ, καὶ

ἔπειτα περὶ τὸν ὀριζόντιον O , μέχρις οὗ αὐτὸς ἄξων διέλθῃ διὰ τοῦ παρατηρηθησομένου ἀστέρος. Τούτου δὲ γινομένου πλησιάζομεν ἢ ἀπομακρύνομεν ἐν πρώτοις τὸν προοφθάλμιον Π κινούμεντες διὰ τῆς χειρὸς τὸν σωλῆνα ΠE , μέχρις οὗ ἴδωμεν ὀπωσοῦν εὐκρινῶς τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ ἀστέρος, καὶ ἔπειτα κινούμεν ἐλίγον κατ' ἐλίγον διὰ τοῦ τροχίσκου τ τὸν σωλῆνα $\Gamma \Delta$, μέχρις οὗ τὸ ὁρώμενον εἶδωλον τοῦ ἀστέρος ἄχθῃ εἰς τὴν τῆς εὐκρινοῦς ἡμῶν ὁράσεως ὠρισμένην ἀπόστασιν.



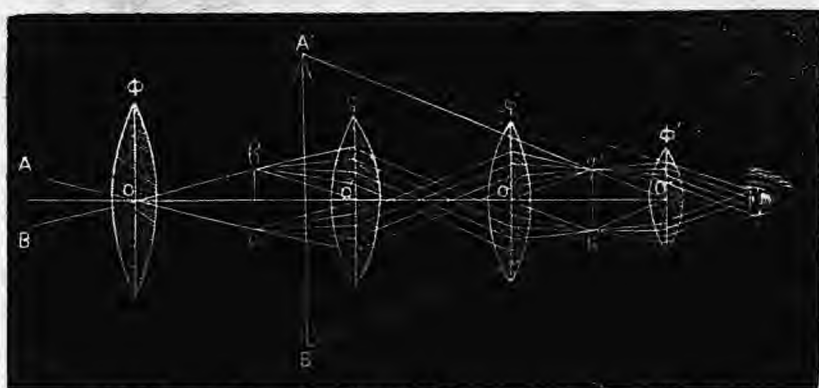
Σχ. 353

Τὸ ὑπερκείμενον ὄργανον $αβ$ εἶναι μικρὸν τηλεσκόπιον, ἔχον τὴν ἄξονα αὐτοῦ παράλληλον τῷ ἄξονι τοῦ ὑποκειμένου AB , καὶ πολὺ μικροτέρην τοῦ AB μεγεθυντικὴν δύναμιν. Δι' αὐτοῦ εὐρίσκουσιν εὐκολώτερον τὸν ἀστὲρα, ὃν θέλουσι νὰ παρατηρήσωσι διὰ τοῦ AB .

Διὰ τοῦ ἀστρονομικοῦ τηλεσκοπίου κατεστάθησαν ὁρατοὶ νέοι κόσμοι καὶ πληθὺς ἀστέρων, οὔτινες διὰ γυμνοῦ ὀφθαλμοῦ εἶναι ὄλως ἀόρατοι εἰς ἡμᾶς, ἐκάστη δὲ τελειοποίησις τοῦ θαυμαστοῦ τούτου ὀργάνου, δι' οὗ ὁ ἄνθρωπος ἠύξησεν ἐπὶ τοσούτῳ τὴν ἔκτασιν καὶ τὴν δύναμιν τῆς ὁράσεως αὐτοῦ, ἐγένετο πρόξενος νέων ἀνακαλύψεων καὶ νέων προόδων ἐν τῇ Ἀστρονομίᾳ, ἥτις θεωρεῖται δικαίῳ τῷ λόγῳ ὡς τὸ μεγαλύτερον καὶ θαυμαστότερον τῶν τοῦ νῦν αὐτοῦ δημιουργημάτων.

409. ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟΝ ΤΩΝ ΕΠΙΓΕΙΩΝ.—Τὸ τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων (Σχ. 354) δὲν διαφέρει τοῦ προπεριγραφέντος ἀστρονομικοῦ, εἰ μὴ κατὰ τοῦτο, ὅτι τὰ δι' αὐτοῦ ὁρώμενα ἀντικείμενα δὲν φαίνονται ἀντεστραμμένα. Τοῦτο δὲ κατορθοῦται διὰ τῆς μεταξὺ τοῦ ἀντικειμένου φακοῦ Φ καὶ τοῦ προοφθαλμοῦ Φ' παρενθέσεως δύο ὁμοίων συγκεντρωτικῶν φακῶν ϕ καὶ ϕ' , δι' ὧν τὸ διὰ τοῦ Φ σχηματιζόμενον ἀν-

τεστραμμένον εἶδωλον $αβ$ τοῦ ἀντικειμένου $ΑΒ$ ἀντιστρέφεται μεταφερόμενον εἰς τὴν θέσιν $α'β'$, ἐν ᾗ καὶ ὁράται ὑπὸ τοῦ προοφθαλμίου $Φ$. Πρὸς τοῦτο αἱ μὲν ἐστίας τῶν φακῶν $φ$ καὶ $φ'$, αἱ μεταξὺ αὐτῶν κείμεναι, συμπίπτουσι, τὸ δὲ εἶδωλον $αβ$ τοῦ ἀντικειμένου $ΑΒ$ φέρεται ἐπὶ τῆς πρὸς τὰ ἀριστερὰ κυρίας ἐστίας τοῦ φακοῦ $φ$. Διότι τότε κατὰ τὰ ἐν τῇ § 388, 2^{ον} λεχθέντα αἱ ἐκ τῶν σημείων $α$ καὶ $β$ ἐκπεμπόμεναι φωτειναὶ δέσμαι ἐξέρχονται παραλλήλως μὲ τοὺς ἀντιστοιχοῦντας δευτερεύοντας ἄξονας $αΟ''$, $βΟ''$, καὶ σχηματίζουνσι προσπίπουσαι ἐπὶ τοῦ φακοῦ $φ'$ τὰς ἐστίας αὐτῶν ἐπὶ τῶν δευτερευόντων ἄξόνων $α'Ο''$, $β'Ο''$, τῶν ἀγομένων παραλλήλως τοῖς $αΟ''$, $βΟ''$. Τὸ



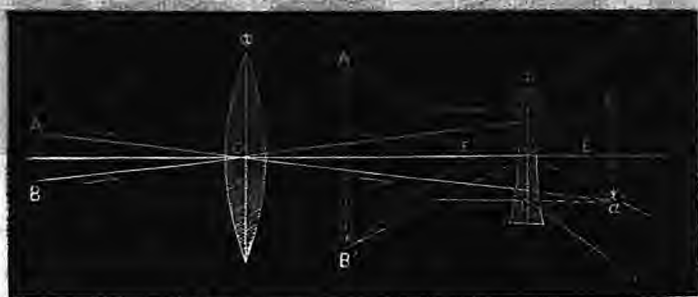
Σχ. 354

νέον λοιπὸν εἶδωλον $α'β'$ θέλει εἶναι ἴσον τῷ πρώτῳ $αβ$ καὶ ἀντεστραμμένον ὡς πρὸς τοῦτο, ἐπαμένως ὀρθὸν ὡς πρὸς τὸ ἀντικείμενον $ΑΒ$. Οὕτως ἡ ἀντιστροφή τῶν ἀντικειμένων, ἥτις δὲν παρέχει οὐδεμίαν δυσκολίαν εἰς τὰς ἀστρονομικὰς παρατηρήσεις, ἐκλείπει ἐντελῶς ἐκ τῶν ἐπὶ τῶν ἐπιγείων, ἐν οἷς ἤθελε γίνεσθαι πρόξενος μεγίστης συγχύσεως.

Τὸ τηλεσκόπιον τῶν ἐπιγείων ἀποτελεῖται ἐκ τριῶν σωλήνων, ἐξ ὧν ὁ πρῶτος φέρει εἰς τὸ ἄκρον αὐτοῦ τὸν ἀντικειμενικὸν φακὸν $Φ$, ὁ δεύτερος τοὺς δύο φακοὺς $φ$ καὶ $φ'$ εἰς σταθεράν ἀπ' ἀλλήλων ἀπόστασιν ἐντὸς αὐτοῦ προσηρμοσμένους, καὶ ὁ τρίτος τὸν προοφθάλμιον $Φ'$. Ὁ μὲν φέρων τοὺς φακοὺς $φ$ καὶ $φ'$ σωλὴν εἶναι κινητὸς μετ' ἐλαφρᾶς τριβῆς ἐντὸς τοῦ πρώτου, εἰς τρόπον ὥστε τὸ εἶδωλον $αβ$ τοῦ ἀντικειμένου $ΑΒ$ νὰ σχηματίζεται πάντοτε ἐπὶ τῆς κυρίας ἐστίας τοῦ πρώτου φακοῦ $φ$, ὁ δὲ φέρων τὸν προοφθάλμιον φακὸν $Φ'$ κινεῖται ἐπίσης μετ' ἐλαφρᾶς τριβῆς ἐντὸς τοῦ δευτέρου, εἰς τρόπον ὥστε τὸ φανταστικὸν εἶδωλον $Α'Β'$ νὰ σχηματίζεται εἰς τὴν τῆς εὐκρινοῦς τοῦ παρατηρητοῦ ὁράσεως ἀπόστασιν.

Ἐπειδὴ τὸ νέον εἶδωλον $\alpha\beta$ εἶναι ἴσον τῷ $\alpha\beta$, ἡ κατὰ προσέγγισιν μεγεθυντικὴ δύναμις τοῦ τῶν ἐπιγείων τηλεσκοπίου μετρεῖται ὅπως καὶ ἡ τοῦ ἀστρονομικοῦ, διακρινομένης δηλ. τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ Φ διὰ τῆς τοῦ προσφθάλμιου Φ' .

410. ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟΝ ΤΟΥ ΓΑΛΙΛΑΙΟΥ. — Τὸ καλούμενον τηλεσκόπιον τοῦ Γαλιλαίου δὲν διαφέρει τοῦ προπεριγραφέντος ἀστρονομικοῦ, εἰ μὴ κατὰ τοῦτο, ὅτι ὁ προσφθάλμιος αὐτοῦ φακὸς Φ' εἶναι ἀμφίκυρτος ἀντὶ νὰ ᾔηται ἀμφίκυρτος (Σχ. 355), τίθεται δὲ μεταξὺ τοῦ ἀντικειμενικοῦ Φ καὶ τοῦ ὑπ' αὐτοῦ σχηματιζομένου εἰδώλου $\alpha\beta$, καὶ δεικνύει ἐπομένως ὀρθὰ τὰ δι' αὐτοῦ ὁρώμενα ἀντικείμενα ἵνα δεῖξωμεν πῶς τοῦτο κατορθοῦται, ἃς φαντασθῶμεν τὸ διὰ τοῦ ἀντικειμενικοῦ φακοῦ σχηματισθῆσόμενον εἶδωλον $\alpha\beta$ τοῦ ἀντικειμένου AB , ἂν ὁ φακὸς Φ' δὲν ὑπῆρχεν. Ἡ φωτεινὴ δέσμη, ἡ διὰ τοῦ φακοῦ Φ εἰς τὸ σημεῖον α τοῦ εἰδώλου συγκεντρουμένη, συναπαντᾷσα τὸν φακὸν Φ' , θέλει συγκεντρωθῇ εἰς τὸ αὐτὸ σημεῖον, εἰς ὃ καὶ ἡ ἐκ τοῦ α πρὸς τὸν φακὸν Φ' προσπίπτουσα (385). Ἀλλὰ, κατὰ τὰ ἐν τῇ § 387 ἐκτε-



Σχ. 355

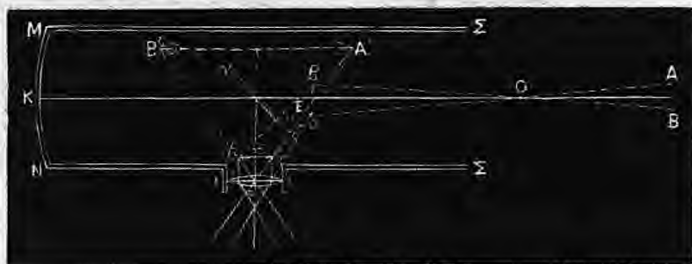
θέντα, ἡ συζυγὴς ἐστία τοῦ α θέλει κεῖσθαι ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος $\alpha O'$ εἰς τὸ σημεῖον A' , ἐνθα συναπαντᾷ αὐτὸν ἡ παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι OO ἀκτὶς ai , διαθλωμένη ὑπὸ τοῦ φακοῦ Φ' κατὰ τὴν διεύθυνσιν $E'A'$, ἥτις διέρχεται διὰ τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E' διὰ τὸν αὐτὸν δὲ λόγον καὶ ἡ συζυγὴς ἐστία τοῦ β θέλει σχηματισθῇ εἰς τὸ B' ἐπὶ τοῦ δευτερεύοντος ἄξονος $\beta O'$ εἰς τὸ σημεῖον B' , ἐνθα συναπαντᾷ αὐτὸν ἡ παράλληλος τῷ κυρίῳ ἄξονι oo' ἀκτὶς bi . Ὁ δεχόμενος ἄρα τὰς ἐκ τοῦ φακοῦ Φ' ἐξιούσας ἀκτῖνας ὀφθαλμὸς θέλει ἰδεῖ εἰς τὴν θέσιν $A'B'$ τὸ φανταστικὸν εἶδωλον τοῦ ἀντικειμένου AB ἀντεστραμμένον ὡς πρὸς τὸ εἶδωλον $\alpha\beta$, καὶ ἐπομένως ὀρθὸν ὡς πρὸς αὐτὸ τὸ ἀντικείμενον AB .

Ἡ μεγεθυντικὴ δύναμις τοῦ τηλεσκοπίου τοῦ Γαλιλαίου μετρεῖται

κατὰ προσέγγισιν διὰ τοῦ λόγου τῆς κυρίας ἐστιακῆς ἀποστάσεως τοῦ φακοῦ Φ πρὸς τὴν κυρίαν ἐστιακὴν ἀπόστασιν τοῦ Ψ .

Τὸ τηλεσκόπιον τοῦ Γαλιλαίου εἶναι τὸ πρῶτον, ὅπερ ἐστράφη πρὸς τὸ στερέωμα ὑπ' αὐτοῦ τοῦ Γαλιλαίου, ὅστις πρῶτος εἶδε τὰ ἔρη τῆς Σελήνης, τοὺς δορυφόρους τοῦ Διός, τὰς κηλίδας τοῦ Ἡλίου καὶ πληθὺν ἄλλων ἀοράτων διὰ γυμνῶν ὀφθαλμῶν ἀστέρων.

411. **ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟΝ ΤΟΥ ΝΕΥΤΩΝΟΣ.** — Τὰ προπεριγραφέντα δύο τηλεσκόπια, ὧν τὸ πρὸς τὸ ὑπ' αὐτῶν ὁρώμενον ἀντικείμενον ἐστραμμένον ἄκρον ἀποτελεῖται ἐκ τινος διαθλαστικῆς τῶν φωτεινῶν ἀκτίνων οὐσίας, ὠνομάσθησαν *διαθλαστικά* ἢ *διοπτρικά* πρὸς διάκρισιν τῶν περιεχόντων μεταξὺ τῶν συστατικῶν μερῶν αὐτῶν καὶ σφαιρικὰ κάτοπτρα καὶ καλουμένων ἔνεκα τούτου *κατοπτρικῶν*. Τοιοῦτον εἶναι τὸ ὑπὸ τοῦ Νεύτωνος τὸ 1772 ἐπινοηθέν, οὗτινος ἐντομὴν παριστᾷ τὸ σχῆμα 356. Εἰς τὸ βῆθος τοῦ κυλινδρικοῦ σωλήνος ΣΣ, οὗτινος ὁ ἄξων διευθύνεται πρὸς τὸ παρατηρούμενον ἀντικείμενον ΑΒ, ὑπάρχει κοίλον



Σχ. 356

σφαιρικὸν κάτοπτρον MN, δι' οὗ κατὰ τὰ ἐν τῇ § 374 ἐκτεθέντα ἤθελε σχηματισθῇ ὀλίγον τι ἀπώτερον τῆς κυρίας αὐτοῦ ἐστίας E τὸ ἀντεστραμμένον εἶδωλον αβ τοῦ ἀντικειμένου ΑΒ, ἂν δὲν ὑπῆρχε πρὸ αὐτοῦ τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον $\kappa\eta$, ὅπερ τέμνον τὸν ἄξονα OK τοῦ κυλίνδρου ὑπὸ γωνίαν 45° παρέχει κατὰ τὰ ἐν τῇ § 362 λεχθέντα ἀντὶ τοῦ εἰδώλου αβ τὸ συμμετρικὸν ὡς πρὸς τὸ ἐπίπεδον αὐτοῦ εἶδωλον α'β', παράλληλον τῷ κυρίῳ τοῦ κατόπτρου ἄξονι OK. Τὸ δεύτερον τοῦτο πραγματικὸν εἶδωλον α'β', ὁρώμενον καταλλήλως διὰ τοῦ ἀμφικύρτου προοφθαλμίου φακοῦ μ , οὗτινος ἡ κυρία ἐστία ϵ κεῖται ὀλίγον τι ἀπώτερον αὐτοῦ (404), παρέχει τὸ φανταστικὸν εἶδωλον Α'Β' τοῦ πρὸς παρατήρησιν ἀντικειμένου ΑΒ εἰς τὴν τῆς εὐκρινοῦς ὁράσεως τοῦ παρατηρητοῦ θέσιν, καὶ τοσοῦτω μεγαλειότερον, ὅσω μεγαλειτέρα εἶναι ἡ μεγεθυντικὴ δύναμις τοῦ φακοῦ μ .

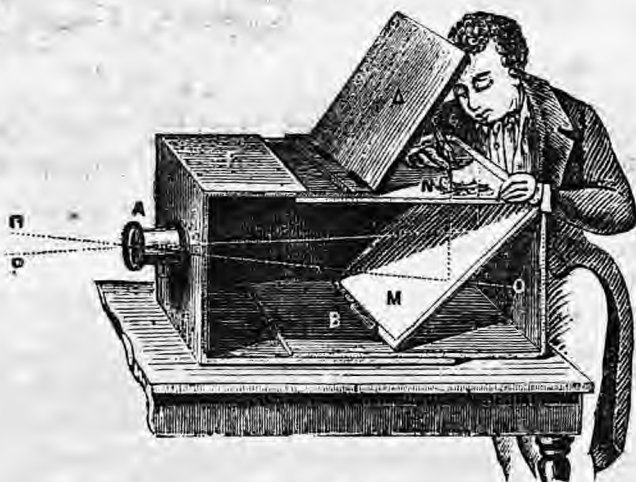
Ἡ μεγεθυντικὴ δύναμις τοῦ κατοπτρικοῦ τούτου τηλεσκοπίου τοῦ

Νεύτωνος μετρεῖται ὅπως καὶ ἡ τοῦ ἀστρονομικοῦ τηλεσκοπίου διὰ τοῦ λόγου τῶν γωνιῶν $A'O'B'$, AOB , καθ' ἃς ὄρεται διὰ τοῦ φακοῦ a καὶ ἀπ' εὐθείας τὸ φανταστικὸν εἶδωλον $A'B'$ καὶ αὐτὸ τὸ ἀντικείμενον AB , καὶ εὐρίσκεται διὰ τῶν αὐτῶν ὑποθέσεων (408) κατὰ μεγάλην προσέγγισιν ἴση μὲ τὸν λόγον τῶν κυρίων ἐστιακῶν ἀποστάσεων KE ἢ OE καὶ οὐ τοῦ σφαιρικοῦ κατόπτρου MN καὶ τοῦ προσφθαλμοῦ φακοῦ u .

412. **ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΟΝ ΤΟΥ ΕΡΣΧΕΛ.** — Τὸ κατόπτρικόν τοῦτο τηλεσκόπιον διαφέρει τοῦ προπεριγραφέντος τηλεσκοπίου τοῦ Νεύτωνος κατὰ τὰ ἑξῆς δύο· α') ὁ κύριος ἄξων KO τοῦ κατόπτρου MN , ἀντὶ νὰ συμπίπτῃ μετὰ τοῦ ἄξονος τοῦ περιέχοντος αὐτὸ κυλίνδρου $\Sigma\Sigma$, εἶναι παράλληλος αὐτῷ καὶ διευθύνεται πολὺ πλησίον τῆς κατωτέρας γεννητηρίας αὐτοῦ ME (Σχ. 356), εἰς τρόπον ὥστε τὸ εἶδωλον ab τοῦ ἀντικειμένου AB σχηματίζεται πλησίον τοῦ ἄκρου Σ τοῦ κυλίνδρου $\Sigma\Sigma$ καὶ εἰς μικρὰν ἀπ' αὐτοῦ ἀπόστασιν· β') τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον xy δὲν ὑπάρχει, καὶ ὁ παρατηρητὴς βλέπει ἀπ' εὐθείας διὰ τοῦ προσφθαλμοῦ φακοῦ τὸ εἶδωλον ab , θέτων τὴν κεφαλὴν αὐτοῦ εἰς τὸ κατώτερον ἄκρον Σ τοῦ κυλίνδρου $\Sigma\Sigma$. Οὕτως, ἐπειδὴ τὸ φῶς τοῦ εἰδώλου ab δὲν ὑφίσταται δευτέραν ἀντανάκλασιν, τὸ σχηματιζόμενον εἶδωλον εἶναι κατὰ πολὺ εὐκρινέστερον καὶ φωτεινότερον, ἐπομένως δύναται νὰ ὑποστῇ πολὺ μεγαλειότεραν μεγέθυνσιν (406). Ἡ γραμμικὴ μεγεθυντικὴ δύναμις τοῦ πελωρίου τηλεσκοπίου, ὅπερ αὐτὸς ὁ Ἐρσχελ κατεσκεύασεν, ἦτο 6000, ἐνίοτε δὲ ἔφθανε καὶ μέχρις 6652.

413. **ΣΚΟΤΕΙΝΟΙ ΘΑΛΑΣΜΟΙ ΠΡΟΣ ΙΧΝΟΓΡΑΦΗΣΙΝ.** — Εἰδομεν ἐν τῇ § 354 πῶς σχηματίζονται ἐν τινι σκοτεινῷ θαλάμῳ $\Theta\Theta$ τὰ εἶδωλα τῶν ἐκτὸς αὐτοῦ κειμένων ἀντικειμένων ἀντεστραμμένα (Σχ. 292), ὅταν οὗτος φέρῃ ἐπὶ τίνος τῶν παρειῶν αὐτοῦ μικρὰν τινα ὀπὴν o , καὶ πρὸς τούτοις ὅτι ταῦτα εἶναι τοσοῦτω εὐκρινέστερα, ὅσω ἡ ὀπὴ o εἶναι μικροτέρα. Ἀλλ' ἀφ' ἑτέρου, ὅσω μικροτέρα εἶναι ἡ ὀπὴ o , τόσω ὀλιγωτέρα ποσότης φωτὸς εἰσέρχεται, ἐπομένως τόσω ἀσθενέστερον φωτισμὸν φέρει τὸ δι' αὐτοῦ παραγόμενον εἶδωλον. Ἰνα συνυπάρχωσι καὶ τὰ δύο, ὁ Πόρτας, ὅστις πρῶτος τὸ 1570 ἐγνωστοποίησε τὸ φαινόμενον τῆς ἐν τινι σκοτεινῷ θαλάμῳ παραγωγῆς τῶν εἰδώλων τῶν ἐξωτερικῶν ἀντικειμένων, ἔθεσεν ἐπὶ τῆς ὀπῆς o συγκεντρωτικόν τινα φακὸν A καὶ παρετήρησεν ὅτι, ὅσω μεγαλειότερος ἦτο οὗτος, τόσω ζωηρότερα καὶ εὐκρινέστερα ἦσαν τὰ ἐπὶ τίνος λευκοῦ διαφράγματος O , ἐπὶ τῆς ἐστίας αὐτοῦ τιθεμένου, σχηματιζόμενα εἶδωλα τῶν ἐκτὸς ἀντικειμένων. Τὸ σχῆμα 357 παριστᾷ τὰ καθέκαστα τοῦ σκοτεινοῦ τούτου θαλάμου διατιθεμένου πρὸς ἰχνογράφησιν. Τὸ ἀποτελοῦν τὸν σκοτεινὸν θάλαμον

ὀρθογώνιον κιβώτιον σύγκειται ἐκ δύο μερῶν Β καὶ Γ, ὧν τὸ Γ εἶναι κινητὸν ἐπὶ τοῦ Β οὕτως, ὥστε ἡ ἀπὸ τοῦ φακοῦ Φ ἀπόστασις τοῦ διαφράγματος Ο νὰ μεταβάλληται κατὰ τὰς ἀνάγκας, τουτέστιν οὕτως, ὥστε τὸ ἐπ' αὐτοῦ σχηματιζόμενον εἶδωλον τοῦ ἰχθυογραφησομένου ἀντικειμένου ΠΡ νὰ εὐρίσκηται ἐπὶ τῆς ὡς πρὸς τὸν φακὸν Φ συζυγοῦς ἐστίας τοῦ ἀντικειμένου. Μεταξὺ τοῦ φακοῦ Φ καὶ τοῦ διαφράγματος Ο τίθεται ὑπὸ γωνίαν 45° τὸ ἐπίπεδον κάτοπτρον Μ, δι' οὗ τὰ ἐπὶ τοῦ καθέτου διαφράγματος Ο σχηματιζόμενα εἶδωλα μεταφέρονται ἐπὶ τῆς ὀριζοντίου ἐπιφανείας Ν τοῦ σκοτεινοῦ θαλάμου. Ἡ παρειαὶ Ν τοῦ θαλάμου τούτου ἀποτελεῖται ἐξ ἡμιδιαφανοῦς ὑάλου, ἐφ' ἧς ὁ ἰχθυογράφος θέτει τὸν ἡμιδιαφανῆ πρὸς ἀντιγραφὴν τοῦ ὑποκειμένου εἰδώλου χάρτιν. Ἡ ἀντιγραφὴ γίνεται διὰ λεπτῆς γραφίδος, ἣν φέρει ἐπὶ τῶν διαφόρων μερῶν τοῦ εἰδώλου, ἵνα δὲ διακρίνῃ εὐκόλως καὶ εὐκρινῶς τὰ καθέκαστα τούτου, φέρει ἐπ' αὐτοῦ τὸ διάφραγμα Δ, ἐνίοτε δὲ καὶ καλύπτεται ὁλόκληρος ὑπὸ πυκνοῦ καὶ μελανοῦ ὑφάσματος.

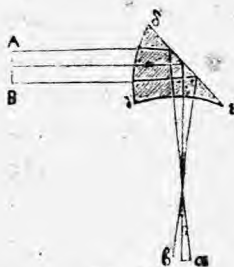


Σχ. 357.

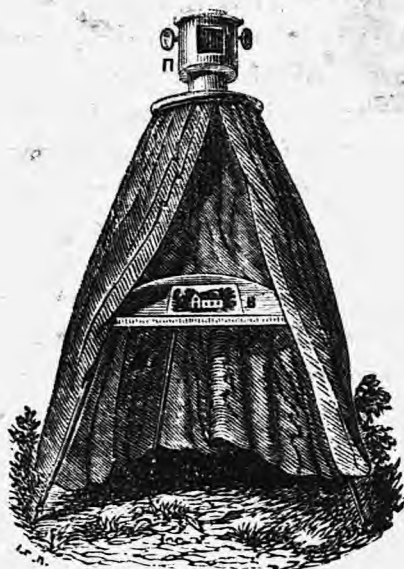
Τὸ σχῆμα 359 παριστᾷ ἕτερον εἶδος σκοτεινοῦ θαλάμου, ἐν ᾧ ἀντὶ φακοῦ ὑπάρχει εἰς τὸ ἄνω μέρος Π ὀρθογώνιον τριγωνικὸν πρίσμα γδδ (Σχ. 358), οὗτινος ἡ μὲν ἑδρα δε εἶναι ἐπίπεδος, ἡ γδ κυρτὴ καὶ ἡ γε κοίλη. Οὕτως αἱ ἐκ τινος ἀντικειμένου ΑΒ ἐπὶ τῆς κυρτῆς ἑδρας γδ προσπίπτουσαι φωτειναὶ ἀκτῖνες εἰσέρχονται ἐντὸς τοῦ πρίσματος γδδ διαθλώμεναι πρὸς τὴν κάθετον, ὑφίστανται ὑπὸ τῆς ἐπιπέδου ἑδρας δε τὴν ὀλικὴν ἀντανάκλασιν (380) καὶ ἐξέρχονται ἐκ τῆς κοίλης ἑδρας γε σχηματίζουσαι εἰς τινὰ ἀπ' αὐτῆς ἀπόστασιν τὸ πραγματικὸν εἶ-

δωλον δ
καὶ κοιλότεραι ϵ

ἔσο κυρτότεραι
ος. Τὸ εἶδω-



Σχ. 358



Σχ. 359

λον αβ σχηματίζεται ἐν τινι σκοτεινῇ σκηνῇ ἐπὶ κινητῆς ὀριζοντίου
σανίδος B, ἐφ' ἧς ὁ ἰχνογράφος θέτει τὸν πρὸς ἰχνογράφειν αὐτοῦ
χάρτην.

RAZIVATION THE EVALUATION

NOTIFICATION

Τὸν ΕΚΚΛΗΣΙΑΣΤΗΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΝ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ.

Π ρ ο ε ι ρ ο ν κ . : Ε π . Φ ο ρ κ λ ο τ α ν .

[illegible]

Ἡ Ἀθήνα, τῆς 13 Σεπτεμβρίου 1884.

A. E. BOYALIGHTHE.

340:020 II. 6313

EXPERIMENTAL

παρά τῳ βιβλιοπωλείῳ «Ὁ Κοραΐς» Αἰ. Πρωτακτύλου.



ΔΗΜΟΣ
ΣΟΦΙΑ